

令和4年度  
「質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業」

ガーナ共和国・小型モジュール炉  
(SMR: Small Modular Reactor) を用いた  
電力インフラ整備の事業可能性調査事業

調査報告書

令和5年2月  
日揮グローバル株式会社  
株式会社 IHI



• This information is proprietary to JGC.



# 目次

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>1.0 はじめに</b>                         | <b>12</b> |
| 1.1 事業の背景及び目的                           | 12        |
| 1.1.1 ガーナの電力事情                          | 12        |
| 1.1.2 ガーナの原子力開発のあゆみ                     | 12        |
| 1.1.3 ガーナへの原子力発電導入に向けて                  | 14        |
| 1.1.4 NuScale 社の SMR : VOYGR™ の概要と特徴    | 15        |
| 1.1.5 ガーナ市場への適用を検討する炉型                  | 17        |
| 1.2 調査項目及び調査方法                          | 18        |
| 1.2.1 ガーナにおける SMR 建設に関する机上検討            | 18        |
| 1.2.2 SMR 建設におけるガーナの建設市場調査              | 19        |
| 1.2.3 ガーナでの国内製造の可能性が高い原子力機器の特定とベンダー候補調査 | 20        |
| 1.2.4 特定した機器・工場に対する実行プラン作成              | 21        |
| 1.2.5 総合評価 —ガーナへの SMR 適用に向けて—           | 21        |
| 1.3 実施体制                                | 22        |
| 1.4 調査日程                                | 23        |
| <b>2.0 ガーナにおける SMR 建設に関する机上検討</b>       | <b>24</b> |
| 2.1 適用される法規・規格・基準                       | 24        |
| 2.1.1 法令調査                              | 24        |
| 2.1.2 規格・基準                             | 44        |
| 2.1.3 NuScale 社想定プロセスとの比較及び考察           | 44        |
| 2.2 環境影響関連 - 環境/農業/産業への潜在的な影響           | 46        |
| 2.2.1 ガーナにおける EIA 整備状況                  | 46        |
| 2.2.2 米国の手法                             | 55        |
| 2.2.3 まとめ                               | 58        |
| 2.3 電力システム - 電力需要・電力市場構造・送電及び送配電網       | 59        |
| 2.3.1 エネルギー分析                           | 59        |
| 2.3.2 電気事業体制                            | 71        |
| 2.3.3 電力需給                              | 78        |
| 2.3.4 電力設備                              | 81        |
| 2.3.5 電気料金                              | 87        |
| 2.3.6 発電所出力の妥当性                         | 89        |
| 2.3.7 まとめ                               | 91        |
| 2.4 経済/社会 - 経済的及び社会的利益                  | 93        |
| 2.4.1 ガーナにおける国内外の経済・社会的要望               | 93        |



|       |                                                   |     |
|-------|---------------------------------------------------|-----|
| 2.4.2 | 原子力発電導入効果 .....                                   | 96  |
| 2.4.3 | VOYGR™ の導入効果.....                                 | 98  |
| 2.4.4 | まとめ .....                                         | 99  |
| 2.5   | 既存インフラ - 物流/港湾/交通アクセス/その他.....                    | 102 |
| 2.5.1 | 物流インフラ .....                                      | 102 |
| 2.5.2 | 工事用電源及び用水 .....                                   | 112 |
| 3.0   | SMR 建設におけるガーナの建設市場調査.....                         | 114 |
| 3.1   | 調査方法 .....                                        | 114 |
| 3.2   | 建設会社 .....                                        | 115 |
| 3.2.1 | 調査の対象.....                                        | 115 |
| 3.2.2 | 政府機関による工事カテゴリー分類とランク付け.....                       | 115 |
| 3.2.3 | 本市場調査の対象会社 .....                                  | 116 |
| 3.2.4 | 各建設会社評価のまとめ.....                                  | 119 |
| 3.3   | 労働市場と現地雇用 .....                                   | 119 |
| 3.3.1 | ガーナ国内における労働者と技術者.....                             | 120 |
| 3.3.2 | ガーナ現地での労働市場調査.....                                | 121 |
| 3.3.3 | 労働者現地化の実現に向けた評価 .....                             | 124 |
| 3.3.4 | ガーナ国内のトレーニングセンターと認証機関等.....                       | 125 |
| 3.4   | 重機・建機市場と供給力.....                                  | 126 |
| 3.4.1 | ガーナの重機・建機市場及び主要サプライヤー一覧.....                      | 126 |
| 3.4.2 | 主要サプライヤーの概要.....                                  | 128 |
| 3.4.3 | 重機・建機市場の現地化に関する評価.....                            | 129 |
| 3.5   | 建材市場と供給力 .....                                    | 130 |
| 3.5.1 | 建設資材サプライヤーについて .....                              | 130 |
| 3.6   | ガーナでの SMR 建設における建設市場調査、及び現地調達率と国産化の実現に関するまとめ..... | 131 |
| 4.0   | ガーナでの国内製造の可能性が高い原子力機器の特定とベンダー候補調査.....            | 133 |
| 4.1   | 現地化を目指す対象機器の選定 .....                              | 133 |
| 4.1.1 | 配管、バルブ、ポンプ類の選定 .....                              | 133 |
| 4.1.2 | 機器類の選定.....                                       | 135 |
| 4.1.3 | 調査対象機器リストの策定.....                                 | 136 |
| 4.2   | ベンダー調査 - ロングリスト作成 .....                           | 140 |
| 4.2.1 | ガーナ現地企業のロングリスト登録手順.....                           | 140 |
| 4.2.2 | ガーナ現地企業のロングリストについて.....                           | 140 |
| 4.3   | 現地化において考慮すべきリスク、製造環境等の情報の収集・調査 .....              | 145 |
| 4.3.1 | 自然災害リスクについて.....                                  | 145 |

|                                                |            |
|------------------------------------------------|------------|
| 4.3.2 電力供給について .....                           | 145        |
| 4.3.3 物流インフラについて .....                         | 145        |
| 4.4 ポテンシャルベンダーの特定、当該国で製造できそうな原子力機器の絞り込み .....  | 146        |
| 4.4.1 ガーナ現地企業の詳細調査 .....                       | 146        |
| 4.4.2 ガーナでの供給可能機器に関して .....                    | 146        |
| 4.4.3 ショートリスト化 .....                           | 148        |
| 4.4.4 ショートリスト化した候補ベンダーについて .....               | 148        |
| <b>5.0 特定した機器・工場に対する実行プラン作成 .....</b>          | <b>151</b> |
| 5.1 原子力機器製造の現地化に向けた実行プランの作成 .....              | 151        |
| 5.1.1 機器・製品の分類とそれに対応する実行プラン .....              | 151        |
| 5.1.2 現地化に向けたその他の課題抽出とそれに対する解決案 .....          | 154        |
| 5.2 現地化を行うためのスキーム案 .....                       | 157        |
| 5.2.1 短期的な対応：非原子力製品を対象 .....                   | 157        |
| 5.2.2 中長期的な対応：原子力製品を対象 .....                   | 157        |
| <b>6.0 総合評価ーガーナへのSMR適用に向けてー .....</b>          | <b>158</b> |
| 6.1 ガーナ社会・産業・経済への貢献 .....                      | 158        |
| 6.1.1 安定的な電力供給 .....                           | 158        |
| 6.1.2 インフラの発展への寄与 .....                        | 159        |
| 6.1.3 人材育成 .....                               | 161        |
| 6.1.4 国産化・現地化 .....                            | 162        |
| 6.1.5 NuScale 社 VOYGR™ の発電以外への適用可能性、将来展開 ..... | 163        |
| 6.2 日本社会・産業・経済への貢献 .....                       | 163        |
| 6.3 まとめ .....                                  | 164        |
| <b>7.0 参考文献 .....</b>                          | <b>165</b> |
| <b>8.0 添付 .....</b>                            | <b>167</b> |
| 8.1 添付資料 8.1: CCC 報告書 .....                    | 167        |
| 8.2 添付資料 8.2: PwC 報告書 .....                    | 167        |

## 表目次

|         |                                      |     |
|---------|--------------------------------------|-----|
| 表 1.4-A | 実施スケジュール .....                       | 23  |
| 表 2.1-A | 主な法令一覧.....                          | 24  |
| 表 2.2-A | ベンダー提供情報リスト.....                     | 56  |
| 表 2.3-A | GDP 内訳（2013-2018） .....              | 60  |
| 表 2.3-B | エネルギーバランス.....                       | 62  |
| 表 2.3-C | エネルギー予測評価シナリオ .....                  | 66  |
| 表 2.3-D | IPSMF における戦略シナリオ.....                | 70  |
| 表 2.3-E | 2019 年度の取引コスト.....                   | 77  |
| 表 2.3-F | 市場参加一覧（電力会社、配電会社） .....              | 77  |
| 表 2.3-G | 西アフリカ電力プールの概要.....                   | 79  |
| 表 2.3-H | 電力輸出入量.....                          | 80  |
| 表 2.3-I | 発電設備容量 2021 年時点 .....                | 83  |
| 表 2.3-J | 供給信頼性指標（2021 年） .....                | 84  |
| 表 2.3-K | 電力需要予測（シナリオ別） .....                  | 87  |
| 表 2.3-L | 標準電気料金.....                          | 88  |
| 表 2.3-M | N-1 基準に基づく系統周波数低下量.....              | 91  |
| 表 2.4-A | ガーナの期待/ニーズ及び原子力発電導入による効果.....        | 100 |
| 表 2.5-A | ガーナと ECOWAS 諸国の車軸荷重制限 .....          | 103 |
| 表 3.2-A | ガーナ国内建設会社 一覧.....                    | 117 |
| 表 3.3-A | 各専門職の人数、及び過去の認証取得状況 .....            | 123 |
| 表 3.3-B | ガーナ国内原子力プラント建設の労働者配分のモデルケース.....     | 124 |
| 表 4.1-A | 配管、バルブ、ポンプ類の選定方法とリストへの反映品目.....      | 133 |
| 表 4.1-B | 機器類の選定方法とリストへの反映品目 .....             | 135 |
| 表 4.1-C | 添付 4-1 原子力機器ベンダー調査用の機器リスト.....       | 137 |
| 表 4.2-A | 添付 4.2 ガーナ現地企業のロングリスト .....          | 141 |
| 表 4.4-A | 添付 4.4-A ガーナ現地企業の詳細調査結果.....         | 147 |
| 表 4.4-B | 添付 4.4-B ショートリスト化したガーナ企業の特徴について..... | 150 |

## 図目次

|         |                              |    |
|---------|------------------------------|----|
| 図 1.1-A | NPM 断面図.....                 | 15 |
| 図 1.1-B | 原子炉建屋断面 (VOYGR™-12 の例) ..... | 16 |
| 図 1.3-A | 実施体制.....                    | 22 |
| 図 2.1-A | 主な許認可取得フロー及び関係性.....         | 25 |

|         |                                              |     |
|---------|----------------------------------------------|-----|
| 図 2.2-A | ガーナ ESIA プロセス .....                          | 53  |
| 図 2.2-B | プラントパラメーター包絡のコンセプト .....                     | 55  |
| 図 2.3-A | ガーナの GDP 推移 .....                            | 59  |
| 図 2.3-B | エネルギー収支図（2017 年） .....                       | 61  |
| 図 2.3-C | 一次エネルギー推移（2000 - 2021） .....                 | 62  |
| 図 2.3-D | オフショア活動マップ .....                             | 63  |
| 図 2.3-E | 石油輸出入推移（2000 - 2021） .....                   | 63  |
| 図 2.3-F | 天然ガス生産量/輸入量推移（2000 - 2021） .....             | 64  |
| 図 2.3-G | 西アフリカ・ガス・パイプライン .....                        | 64  |
| 図 2.3-H | 総エネルギー需要量予測.....                             | 66  |
| 図 2.3-I | 部門別エネルギー消費量.....                             | 67  |
| 図 2.3-J | 戦略シナリオの複合指標ランキング.....                        | 71  |
| 図 2.3-K | ガーナにおける電気事業体制図（概要） .....                     | 72  |
| 図 2.3-L | 地域別電力アクセス率（2021 年） .....                     | 74  |
| 図 2.3-M | 西アフリカ電力プール（WAPP） .....                       | 75  |
| 図 2.3-N | 発電電力量の推移（2000-2021） .....                    | 78  |
| 図 2.3-O | 産業別電力消費量の推移 .....                            | 79  |
| 図 2.3-P | 電力輸出入量の推移 .....                              | 80  |
| 図 2.3-Q | 国内最大需要電力の推移 .....                            | 81  |
| 図 2.3-R | 発電設備容量の推移.....                               | 81  |
| 図 2.3-S | 発電設備容量と電力需要の推移 .....                         | 82  |
| 図 2.3-T | 電力基幹系統図 .....                                | 85  |
| 図 2.3-U | 電力消費量予測（2020-2030） .....                     | 86  |
| 図 2.3-V | 全需要家の平均電力料金 .....                            | 88  |
| 図 2.3-W | 190 MWe コンバインドサイクル発電所の発電機が脱落時のシミュレーション... .. | 90  |
| 図 2.5-A | 主要国道ルート図 .....                               | 102 |
| 図 2.5-B | ガーナ鉄道網.....                                  | 105 |
| 図 2.5-C | ガーナの水上輸送網.....                               | 107 |
| 図 2.5-D | ガーナ港湾施設.....                                 | 109 |
| 図 2.5-E | VOYGR™ の発電所及び原子炉モジュール（NPM） .....             | 111 |
| 図 2.5-F | 原子炉モジュールの輸送イメージ.....                         | 111 |
| 図 3.1-A | ガーナ SMR 建設サイト候補地（海岸部） .....                  | 114 |
| 図 3.2-A | MWH が定めているカテゴリーとクラス.....                     | 116 |
| 図 3.2-B | 添付 3.2a「ガーナ国内建設会社 一覧と評価」 .....               | 118 |
| 図 3.2-C | 添付 3.2b「ガーナ国内建設会社 各社請負範囲」 .....              | 119 |
| 図 3.3-A | ガーナ国内 人口推移.....                              | 120 |

|         |                                             |     |
|---------|---------------------------------------------|-----|
| 図 3.3-B | ガーナ国内 失業率推移.....                            | 121 |
| 図 3.4-A | 添付 3.3 「ガーナ国内サプライヤー 取扱い建機・重機、各種ツール一覧」 ..... | 127 |
| 図 3.5-A | 添付 3.4 「ガーナ国内サプライヤー 供給可能建設資材一覧」 .....       | 130 |
| 図 5.1-A | 添付 5.1 各分類後の実行スケジュール（案） .....               | 152 |

## 略語

| 略語         | 英語                                                                 | 日本語                     |
|------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| ACI        | American Concrete Institute                                        | 米国コンクリート学会              |
| AEG        | Accelerated Economic Growth                                        | 加速度的経済成長シナリオ            |
| API        | American Petroleum Institute                                       | アメリカ石油協会                |
| ASME       | American Society of Mechanical Engineers                           | アメリカ機械学会                |
| ASME NQA-1 | ASME Nuclear Quality Assurance-1                                   | 原子力施設のための品質保証要求事項       |
| ASTM       | ASTM International (旧称 American Society for Testing and Materials) | ASTM 規格                 |
| ATV        | All Terrain Vehicle                                                | 全地形対応車                  |
| AWS        | American Welding Society                                           | 米国溶接協会                  |
| BaU        | Business-as-usual                                                  | 平常シナリオ                  |
| BOOT       | Build Own Operate Transfer                                         | 一括事業請負後譲渡方式             |
| BOP        | Balance of Plant                                                   | プラントの主要部分以外のエリア         |
| BS         | British Standards                                                  | 英国規格                    |
| Btu        | British thermal unit                                               | 英国熱量単位                  |
| CAIDI      | Customer Average Interruption Duration Index                       | 平均停電復旧時間                |
| CCC        | Consolidated Contractors Company Group S.A.L. (Offshore) (CCC)     | コンソリデティッドコントラクターズカンパニー社 |
| CEN        | Comité Européen de Normalisation                                   | 欧州標準化委員会                |
| CFPP       | Carbon Free Power Project                                          | VOYGR™の米国での初号機プロジェクト    |
| CGN        | China General Nuclear                                              | 中国広核集団                  |
| COD        | Commercial Operation Date                                          | 商用運転開始日                 |
| COL        | Combined Operational License                                       | 建設・運転一括認可               |
| COTVET     | Council for Technical and Vocational Education & Training          | ガーナの技術・職業教育訓練 評議会       |
| CTVET      | Commission for Technical and Vocational Education & Training       | ガーナの技術・職業教育訓練 委員会       |
| CWI        | Certified Welding Inspection                                       | 認定溶接検査                  |
| DC         | Design Certificate                                                 | 設計認証 (米国)               |
| DCA        | Design Certification Application                                   | 設計認証申請 (米国)             |
| DIN        | Deutsches Institut für Normung                                     | ドイツ工業規格                 |
| E&I        | Electrical and Instrumental                                        | 電機と計装                   |
| EA         | Environmental Assessment                                           | 環境アセスメント                |
| EC         | Energy Commission                                                  | ガーナのエネルギー委員会            |
| ECG        | Electricity Company of Ghana                                       | ガーナ電力カンパニー              |
| EDF        | Electricite de France                                              | フランス電力                  |
| EHS        | Environmental, Safety and Health                                   | 環境・保健・安全                |
| EIA        | Environmental Impact Assessment                                    | 環境影響評価                  |
| EIS        | Environmental Impact Statement                                     | 環境影響評価書                 |
| EMOP       | Electricity Market Oversight Panel                                 | 電力市場監視パネル               |

| 略語      | 英語                                             | 日本語                                    |
|---------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| EMS     | Energy Management System                       | エネルギーマネジメントシステム                        |
| EN      | European Norm                                  | 欧州規格                                   |
| EPA     | Environmental Protection Agency                | ガーナの環境保護庁                              |
| EPC     | Engineering, Procurement, Construction         | エンジニアリング、調達、建設の総称                      |
| EPC     | Enclave Power Company Ltd                      | エンクレイブ電力会社                             |
| EPD     | Environmental Permitting Decision              | 環境許認可決定                                |
| EPZ     | Emergency Planning Zone                        | 緊急時計画区域                                |
| ESIA    | Environmental and Social Impact Assessment     | 環境社会影響評価                               |
| ESP     | Early Site Permit                              | 早期立地許可                                 |
| FCAW    | Flux Cored Arc Welding                         | フラックスコアードアーク溶接                         |
| FS      | Feasibility Study                              | 実現可能性調査                                |
| FSER    | Final Safety Evaluation Report                 | NRC が発行した安全性評価最終報告書                    |
| GAEC    | Ghana Atomic Energy Commission                 | ガーナ原子力エネルギー委員会                         |
| GHARR-1 | Ghana Research Reactor-1                       | ガーナの研究炉                                |
| GMAW    | Gas-shielded Metal Arc Welding                 | ガスシールドアーク溶接                            |
| GNPPO   | Ghana Nuclear Power Programme Organisation     | ガーナ原子力発電計画機構                           |
| GPHA    | Ghana Ports & Harbours Authority               | ガーナ港湾局                                 |
| GRIDCo  | Ghana Grid Company                             | ガーナ送電会社                                |
| GS      | Ghana Standard                                 | ガーナ規格                                  |
| GTAW    | Gas Tungsten Arc Welding                       | ガスタングステンアーク溶接                          |
| HSE     | Health, Safety and Environment                 | 衛生、安全、環境の総称                            |
| HVAC    | Heating, Ventilation, and Air Conditioning     | 暖房、換気、空調設備の総称                          |
| IAEA    | International Atomic Energy Agency             | 国際原子力機関                                |
| IEC     | International Electrotechnical Commission      | 国際電気標準会議                               |
| IFC     | International Finance Corporation              | 国際金融公社                                 |
| INIR    | Integrated Nuclear Infrastructure Review       | 原子力導入のために国家インフラの状況を評価し支援するための IAEA の査読 |
| IPP     | Independent Power Producer                     | 独立発電事業者                                |
| IPSMP   | Integrated Power System Master Plan            | ガーナ統合電力セクター・マスタープラン                    |
| IRRP    | Integrated Resource and Resilience Planning    | 統合資源・レジリエンス計画                          |
| ISO     | International Organization for Standardization | 国際標準化機構                                |
| M&E     | Mechanical & Electrical                        | 機械と電機                                  |
| MELR    | Ministry of Employment and Labour Relations    | ガーナの雇用労働関係省                            |
| MEP     | Mechanical, Electrical and Plumbing            | 機械、電気、配管の総称                            |
| MNSR    | Miniature Neutron Source Reactor               | 小型中性子源原子炉                              |
| MRH     | Ministry of Roads and Highways                 | ガーナの道路・高速道路省                           |



| 略語    | 英語                                                                                        | 日本語                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| MWH   | Ministry of Works and Housing                                                             | ガーナの事業・住宅省                                              |
| NDPC  | National Development Planning Commission                                                  | ガーナ国家開発計画委員会                                            |
| NDT   | Non-Destructive Testing                                                                   | 非破壊試験                                                   |
| NEA   | Nuclear Energy Agency                                                                     | 原子力機関                                                   |
| NEDCo | Northern Electricity Distribution Company                                                 | 北部配電会社                                                  |
| NEPIO | Nuclear Energy Programme Implementation Organisation                                      | 原子力発電計画実施機関                                             |
| NGO   | Non-Governmental Organization                                                             | 非政府組織                                                   |
| NITS  | National Interconnected Transmission System                                               | 国家機関系統                                                  |
| NNRI  | National Nuclear Research Institute                                                       | ガーナ国立原子力研究所                                             |
| NPM   | NuScale Power Module™                                                                     | NuScale 社が開発した原子炉モジュール                                  |
| NPP   | Nuclear Power Plant                                                                       | 原子力発電所                                                  |
| NRA   | National Regulatory Authority                                                             | ガーナ原子力規制当局                                              |
| NRC   | Nuclear Regulatory Commission                                                             | 米国原子力規制委員会                                              |
| OJT   | On the Job Training                                                                       | オンジョブトレーニング                                             |
| OL    | Operating License                                                                         | 運転認可                                                    |
| OPITO | Offshore Petroleum Industry Training Organisation                                         | 石油産業従事者の安全な作業標準や作業者の安全教育を普及するために英国で設立された組織 <sup>1</sup> |
| PCR   | Program Comprehensive Report                                                              | IAEA マイルストーンアプローチのフェーズ 1 で提出する包括的報告書                    |
| PCV   | Primary Containment Vessel                                                                | 原子炉格納容器                                                 |
| PJ    | Project                                                                                   | プロジェクト                                                  |
| PPP   | Public Private Partnership                                                                | 官民パートナーシップ                                              |
| PQR   | Procedure Qualification Record                                                            | 溶接施工方法確認試験記録                                            |
| PSRP  | Ghana Power Sector Reform Programme                                                       | 電力セクター改革プログラム                                           |
| PURC  | Public Utilities Regulatory Commission                                                    | 公益事業規制委員会                                               |
| PwC   | PricewaterhouseCoopers                                                                    | プライスウォーターハウスクーパース                                       |
| PWR   | Pressurized Water Reactor                                                                 | 加圧水型原子炉                                                 |
| QA    | Quality Assurance                                                                         | 品質保証                                                    |
| QC    | Quality Control                                                                           | 品質管理                                                    |
| RCC-M | Regles de Conception et de Construction des Matériels Mécaniques des Îlots Nucleaires REP | フランス原子力機械機器の設計・製作に関する技術基準                               |
| RE    | Renewable Energy                                                                          | 再生可能エネルギー                                               |
| RI    | Radio Isotope                                                                             | ラジオアイソトープ（放射性同位体）                                       |
| RPV   | Reactor Pressure Vessel                                                                   | 原子炉圧力容器                                                 |

<sup>1</sup> OPITO 認証訓練施設 NSTC <https://n-s-t-c.com/opito/>



| 略語                    | 英語                                              | 日本語                            |
|-----------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|
| SAIDI                 | System Average Interruption Duration Index      | 平均停電継続時間                       |
| SAIFI                 | System Average Interruption Frequency Index     | 平均停電回数                         |
| SG                    | Steam Generator                                 | 蒸気発生器                          |
| SMAW                  | Shielded Metal Arc Welding                      | 被覆アーク溶接                        |
| SMR                   | Small Modular Reactor                           | 小型モジュール炉                       |
| SNAS                  | School of Nuclear and Allied Sciences           | 原子力科学応用技術の研究開発を行う<br>ガーナの大学院大学 |
| SNEP                  | Strategic National Energy Plan                  | 戦略的国家エネルギー計画                   |
| SBO                   | Station Blackout                                | 全交流電源喪失                        |
| SV                    | Supervisor                                      | 管理者、監督者                        |
| TES                   | Total Energy Supply                             | 総エネルギー供給量                      |
| TFC                   | Total Final Consumption                         | 最終消費エネルギー量                     |
| TTC                   | Total Transfer Capability                       | 総送電能力                          |
| toe                   | Tonne of oil equivalent                         | 石油換算トン                         |
| TVA                   | Tennessee Valley Authority                      | テネシー川流域開発公社                    |
| TVET                  | Technical and Vocational Education and Training | 技術教育及び訓練並びに職業教育及び<br>訓練        |
| UAMPS                 | Utah Associated Municipal Power Systems         | ユタ州公営共同電力事業体                   |
| USAID                 | U.S. Agency for International Development       | アメリカ合衆国国際開発庁                   |
| US-EXIM               | Export-Import Bank of the United States         | 合衆国輸出入銀行                       |
| VLTC                  | Volta Lake Transport Company                    | ボルタ湖運輸会社                       |
| VOYGR <sup>TM 2</sup> | –                                               | NuScale 社の SMR プラントの名称         |
| VRA                   | Volta River Authority                           | ボルタ川開発公社                       |
| WAGP                  | West African Gas Pipeline                       | 西アフリカ・ガス・パイプライン                |
| WAPP                  | West African Power Pool                         | 西アフリカ電力プール                     |
| WFA                   | Waste Fleet Analysis                            | 廃棄物分析                          |
| WHO                   | World Health Organization                       | 世界保健機関                         |
| WPQR                  | Welder Performance Qualification Record         | 溶接士性能認証記録                      |
| WPS                   | Welding Procedure Specification                 | 溶接施工仕様書                        |
| YEA                   | Youth Employment Agency                         | 青年雇用事業団                        |

<sup>2</sup> [NuScale Power | Small Modular Reactor \(SMR\) Nuclear Technology](#)

## 1.0 はじめに

### 1.1 事業の背景及び目的

安定的な経済成長と国の発展にとって最も重要なファクターの一つは、安定的に電力を使用できることである。ガーナでは、これまで幾度か電力危機が繰り返され、これが安定的な経済成長を制約する最大の要因の一つとなってきた。

以下にガーナの電力事情及びガーナの原子力開発のあゆみと原子力発電所導入に向けた現在の準備状況、本調査でガーナへ適用を検討する SMR 炉型である VOYGR™ の概要と特長、本事業の調査内容について述べる。

#### 1.1.1 ガーナの電力事情

ガーナの The Ministry of Energy (エネルギー省) と The Energy Commission (エネルギー委員会) は、1990 年代後半の電力部門改革の実施に続き、電力部門改革に関する様々な政策や法令を整備してきており、全国民の電気へのアクセスを実現する National Electrification Scheme 等により、その目標は達成されつつある。

しかしながら、発電構成の多様性の欠如(干ばつ等気象条件に左右される電力源への依存)、脆弱な送電・配電網、発電事業者が財政的に安定運営できるような料金体系の構築、再生可能エネルギー源を取り込むための Demand Side Management (DSM) への対応等、課題は多く、安定的・経済的に電力供給できるシステムの開発・導入が急がれている [1]。

この課題解決のためには、再生可能エネルギーである太陽光、風力発電所のみならず、ガーナが工業立国として発展していくために、住宅、産業、運輸部門の需要を安定的に満たすことができ、工業化の推進を支えることができる原子力発電を導入し、電源のベストミックスを達成することに期待が寄せられている。

#### 1.1.2 ガーナの原子力開発のあゆみ ([2], [3], [4] [5])

ガーナの原子力技術開発の歴史は古く、1952 年に放射性ストロンチウムがサルの実験に使用された。放射性物質の監視サービスは、1958 年に国防省に代わって University College (現在の University of Ghana, Legon) の物理学科によって実施されることとなり、ラジオアイソトープ (RI) ユニットの設立が望まれていた。その後、RI ユニットの設立に関する提案が行われ、国立研究評議会によって承認され、Health Physics<sup>3</sup> と Radioisotope Unit が設立された。

原子力発電への取組の開始は、ガーナの初代大統領 Kwame Nkrumah (1957–1966) の時代に遡る。

Nkrumah 大統領は 1961 年、原子力政策イニシアティブ Kwabenya Nuclear Reactor Project を立ち上げ、これを監督する Ghana Atomic Energy Committee を発足させた。Kwabenya Nuclear Reactor Project は、原子力科学と技術を国内に導入し、原子力エネ

<sup>3</sup> [Health Physics | University of Cape Coast \(ucc.edu.gh\)](https://ucc.edu.gh/HealthPhysics)

ルギーを平和的な用途に利用して国家の発展を支援することを目的とし、プロジェクトの中心的な施設は、放射性同位体の研究、訓練、製造のために設計された研究用原子炉であった。

長期的な目標としては、研究用原子炉施設により人材育成手段を確保し、国内の電力用原子力発電の導入計画を促進することが期待されてきた。Ghana Atomic Energy Committee は 1963 年、Ghana Atomic Energy Commission (GAEC)<sup>4</sup>に置き換えられ同年に The Atomic Energy Commission Act (Act204) が成立した。この法律により、「原子力の平和利用に関するすべての事柄について責任を負うガーナの唯一の機関」として GAEC の設立が行われ、また、現在は National Nuclear Research Institute (NNRI) として知られている Kwame Nkrumah 原子力研究所も設立された。

しかしながら、ガーナは、1966 年に Nkrumah 政府を打倒した軍事クーデターのため、原子力技術開発が滞り、原子力への関心は、経済的破綻と政治的不確実性のため、約 30 年間、概ね休眠状態となってしまう。

その後、Jerry Rawlings 大統領の在任時代の 1993 年、The Atomic Energy Commission Act (Act204) が改正され、Radiation Protection Institute 及び Biotechnology and Nuclear Agriculture Research Institute が設立された。この時点では、まだ原子力発電プログラムは策定されていないが、1994 年には、中国と International Atomic Energy Agency (IAEA)の支援を受けて、Ghana Research Reactor-1 (GHARR-1) という名の 30 kW の Miniature Neutron Source Reactor (小型中性子源原子炉、MNSR) を設置し、これがガーナの原子力研究プログラム推進の象徴的な第一歩となった。

1997 年～1998 年にかけて、ガーナは干ばつによる水力発電所の水不足に伴う電力危機を経験し、発電用原子力技術の再考のきっかけとなったが、電力危機の解消とともに立ち消えとなった。

原子力発電導入に向けて立法上大きな動きがあったのは 2000 年で、Act204 に代わり、Atomic Energy Commission Act (Act588) が施行され、GAEC はその研究開発成果の商業化を請け負うことが可能になった。

2006 年には、Kufuor 政権の下で、IAEA と University of Ghana の支援を受けて GAEC によって Graduate School of Nuclear and Allied Sciences (SNAS) が創設された。SNAS では大学院生が農業や医学などの分野における原子力科学応用技術の研究開発を実施している。SNAS の学生は、中性子物理、粒子線輸送、核計装及び原子力エネルギーの発電への利用の分野で、GHARR-1 を用いて広範な研究を行っている [6]。

2012 年、IAEA が推奨する原子力導入のマイルストーンアプローチにおいて原子力発電所建設に向けてのプログラムを検討し開発する中心的役割を担う Nuclear Energy Programme Implementation Organisation (NEPIO) として Ghana Nuclear Power Programme Organisation (GNPPO) が発足し、ガーナの原子力発電計画がこれ以降大きく進展した。

2015 年には Mahama 政権の下で、原子力に関する包括的な法令として、Nuclear Regulatory Authority Act (Act895) が制定された。Act895 は、原子力、放射性物質、放射線の平和利用における活動の規制及び管理をすること等を目的とし、本法を基に、ガーナにおける原子力規制当局として National Regulatory Authority (NRA) が設立された。これらに加えて、NRA は、「放射線に係る活動」や「電離及び非電離放射

<sup>4</sup> [Ghana Atomic Energy Commission \(gaec.gov.gh\)](http://gaec.gov.gh)

線源及び装置を伴う活動」の認可の責任を負い、すべての原子力施設の検査を監督することとなった。

ガーナは IAEA が推奨するマイルストーンアプローチ [7] に従い、原子力発電所建設に向けての準備を進めている [8]。2017 年と 2019 年には Akufo Addo 政権の下で、2 度にわたって IAEA Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR) チームが原子力インフラ整備状況の確認のためガーナを訪れた。INIR は、マイルストーンアプローチに基づく ビューミッションであり、この INIR チームの訪問はマイルストーンアプローチの 3 つの段階の内のフェーズ 1 に対応したものとなる。

Phase 1 INIR [9] は 2017 年 1 月 16 日～23 日に実施され、GNPPO から自己評価書が IAEA に提出された。また、その際の指摘事項に回答する形で Phase 1 follow-up mission [10] が 2019 年 10 月 21 日～24 日まで行われ、12 件の Recommendation のうち 8 件と、8 件の Suggestion のうち 6 件を完了したと評価されている。

2021 年 5 月、ガーナは RFI(Request for Information in Respect of Ghana Nuclear Power Project)を発行し、米国、ロシア、カナダ、韓国の企業が大型炉もしくは SMR の炉型の提案書を回答済みであり、現在、ガーナ関係者で炉型の選定を行っている<sup>5</sup>。

2023 年 2 月時点でガーナはまだフェーズ 1 の状況にありマイルストーン 1 である原子力導入に向けた国家の意思決定を行う段階であるが、2022 年 8 月に大統領は原子力を Energy MIX に含めることを承認している<sup>6</sup>。

ガーナ国内の報道等では、2030 年に原子力発電所運転開始を目標に準備を進めると伝えられている<sup>7</sup>。

### 1.1.3 ガーナへの原子力発電導入に向けて

上述の通り、ガーナの原子力発電計画の実現は、歴代政権下での約 60 年間の社会経済的発展、政治的発展の集大成と位置付けられる。

ガーナにとって、原子力発電所の導入は悲願であり、現在、原子力発電所建設プロジェクトが大きく進んでいる状況にある。

ガーナでは、2023 年 2 月時点でまだ導入する原子炉の炉型は決定していないが、ガーナにとって、Small Modular Reactor (SMR) に区分される発電容量 (1 基あたり 300 MWe クラス以下) でかつ、日本他、各国での建設・運転実績が豊富な軽水炉の先進型炉型を選定することは、円滑な原子力発電導入につながると考える。

<sup>5</sup> [Presidential approval for nuclear in Ghana : Nuclear Policies - World Nuclear News \(world-nuclear-news.org\)](https://www.world-nuclear-news.org/Presidential-approval-for-nuclear-in-Ghana)

<sup>6</sup> [President Akufo-Addo Approves Inclusion Of Nuclear In Energy Mix - The Presidency, Republic of Ghana](https://www.presidency.gov/press-releases/president-akufo-addo-approves-inclusion-of-nuclear-in-energy-mix)

<sup>7</sup> [Nuclear power plant to be operational in 2030 \(ghanaweb.com\)](https://www.ghanaweb.com/GhanaHomePage/NewsArchive/News-Details.aspx?ID=254444)

#### 1.1.4 NuScale 社の SMR : VOYGR™ の概要と特徴

ここで、NuScale Power Corporation (以下 NuScale 社) の SMR である VOYGR™ の概要と特長についてまとめる。

##### (1) NuScale 社

NuScale 社は 2007 年に設立された SMR の開発、設計、ライセンス、運転・保守サービスを提供する会社で、本社は米国オレゴン州ポートランドである。

##### (2) NuScale VOYGR™<sup>8</sup>

NuScale 社の SMR は、統合型の Pressurized Water Reactor (PWR) であり、NuScale Power Module™ (NPM) と名付けられた原子炉モジュールを組み合わせることで顧客のニーズに合わせて電気出力を調整することができる。NPM 1 基あたりの電気出力は 77 MWe であり、この NPM を 4 基 (VOYGR™-4)、6 基 (VOYGR™-6)、12 基 (VOYGR™-12) と組み合わせることで、電気出力をそれぞれ、308 MWe (VOYGR™-4)、462 MWe (VOYGR™-6)、924 MWe (VOYGR™-12) とすることができる。

VOYGR™ は従来の PWR と同様、濃縮度 5 wt% 以下のウラン燃料を適用でき、設計寿命は 60 年、運転サイクルは最長 24 か月を想定しており、設備利用率は 95% 以上である。図 1.1-A に NPM の断面図を、図 1.1-B に原子炉建屋断面図を示す。

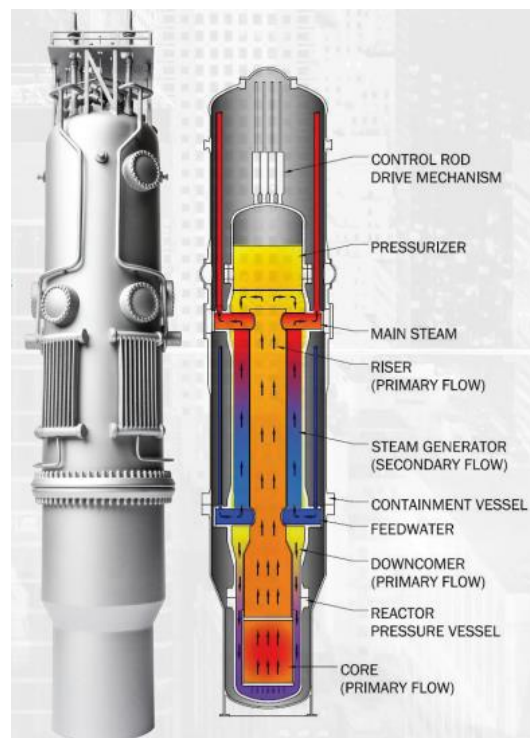


図 1.1-A NPM 断面図

<sup>8</sup> [VOYGR SMR Plants | NuScale Power](#)



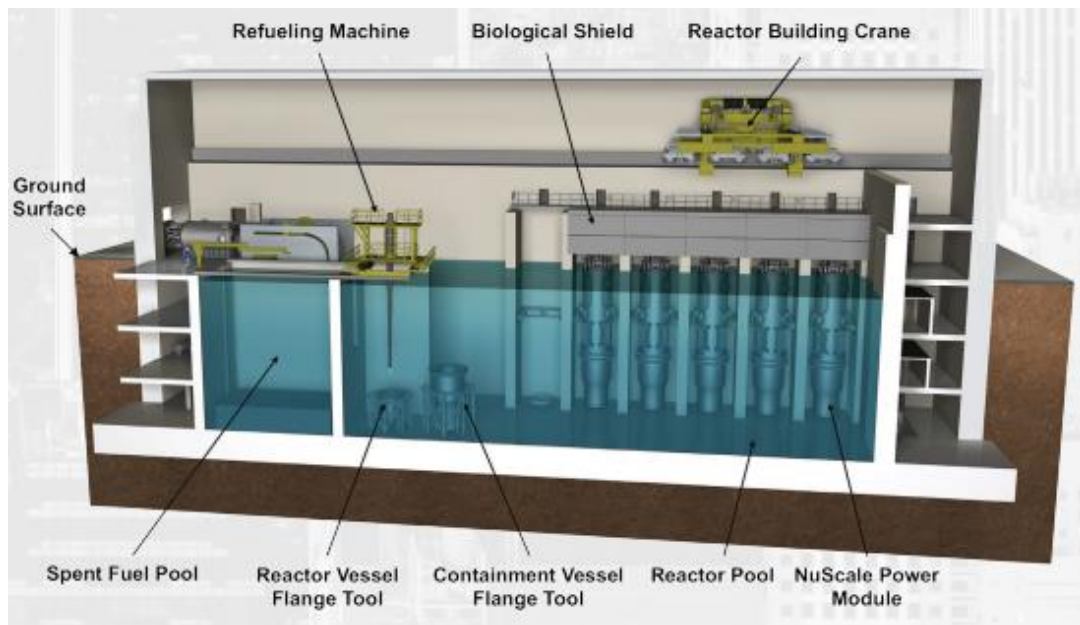


図 1.1-B 原子炉建屋断面 (VOYGR™-12 の例)

従来型の大型原子炉と比較し、VOYGR™をはじめとする SMR の主な特長は、以下の通りである。

- サイズが小さく出力も小さい (1 基あたり 300 MWe クラス以下)
- モジュール型であるため、工場製作し、トラックや船で輸送可能
- 安全性がより強化され、事故時にも影響が広域に拡大しない設計

また、SMR の中でも、VOYGR™ の設計上の特長としては、以下の点があげられる。

- 水の自然循環を利用して原子炉冷却するため冷却水ポンプが不要
- 非常時は圧力容器と格納容器の間の弁を開放し、外部機器なしで圧力容器の温度と圧力を下げ原子炉を冷却可能
- NPM が原子炉建屋内コモンプールに浸かっており、長期 SBO 時にも非常用電源、冷却水再供給、運転員操作を行うことなく、崩壊熱除去系でプール水を使用して原子炉冷却が可能
- VOYGR™ の Emergency Planning Zone (緊急時計画区域、EPZ<sup>9</sup>) は小さい炉心・高い安全性といった特長に基づき評価され、既設の原子力発電所より大幅に縮小可能であり、基本的に敷地内に収まる。
- 静的安全設備を多用し機器数が少ないため、初期投資やライフサイクルコストを抑えられる。

<sup>9</sup> [NuScale's Emergency Planning Zone boundary methodology validated by the U.S. Nuclear Regulatory Commission Advisory Committee on Reactor Safeguards | NuScale Power](#)

- 発電以外の様々な用途に使用できる柔軟性を持つ<sup>10</sup> (水素、熱供給、海水淡水化等) [11]
- 負荷追従性が良く、再生可能エネルギーとの親和性が良い [12]

### (3) NuScale VOYGR™ 許認可実績・米国での初号機

米国原子力規制委員会 (NRC) は、NuScale 社の SMR に対し、2020 年に設計認証の審査を完了し、Final Safety Evaluation Report (FSER) を発行した。

また、2023 年 1 月には NuScale 社の SMR を認定する最終規則を発行した。これにより VOYGR™ は、米国で使用するために規制当局によって承認された 7 番目の原子炉設計でかつ、最初の SMR となった<sup>11</sup>。

米国での初号機は、ユタ州公営共同電力事業体 (UAMPS) が事業者となる Carbon Free Power Project (CFPP)<sup>12</sup>であり、VOYGR™-6 の採用が決まっている。

#### 1.1.5 ガーナ市場への適用を検討する炉型

ガーナにとって VOYGR™ の導入は、

- 既存の PWR に基づいた設計であり、技術的成熟度が高いこと
- 初号機運転が米国で計画されており、ガーナでの建設時、運転開始後も部品等のサプライチェーンが整備されていて調達に支障がないこと
- 小さな炉系と機器数の少なさで、大型炉と比較して初期投資コスト、メンテナンスコストが低いこと
- 発電容量が既存のグリッドサイズに合うこと
- 事故時の対応で人的介入の必要性が極小化されていること

等の強みを考慮すると、ガーナのニーズによく合う選択であると考えられる。

以上のような背景を踏まえて、以下、「ガーナ共和国・小型モジュール炉 (SMR: Small Modular Reactor) を用いた電力インフラ整備の事業可能性調査事業」と題し、NuScale 社 VOYGR™ プロジェクトへ参画している日揮グローバル株式会社及び株式会社 IHI の 2 社が、ガーナへの SMR の導入について、多角的な視点で調査、分析を進めてきた。

1.2 節に調査項目及び調査方法を、2 章以降に調査・検討結果をまとめる。

<sup>10</sup> [NuScale Power Signs Research Collaboration Agreement for Clean Hydrogen Production | NuScale Power](#)

<sup>11</sup> [US regulator completes first SMR design certification rulemaking : Regulation & Safety - World Nuclear News \(world-nuclear-news.org\)](#)

<sup>12</sup> [Carbon Free \(uamps.com\)](#)

## 1.2 調査項目及び調査方法

### 1.2.1 ガーナにおける SMR 建設に関する机上検討

上述の通り、ガーナでは、既に原子力発電導入に向けた取り組み、検討、評価が行われている。本検討では、現時点でのガーナの原子力インフラと組織の現状、既存の報告書、評価等を参考に、SMR 導入という観点でガーナが実施している IAEA が推奨する原子力発電所新設に関するフィージビリティ・スタディのアプローチ（マイルストーンアプローチ）に従った準備活動の状況も参考にしながら、最新動向、最新情報に基づいた検討を行う。

なお、本事業で導入検討対象とする SMR 炉型は原則 NuScale 社 VOYGR™ とし、以下これを SMR と記載する。

#### 1.2.1.1 適用される法規・規格・基準

原子力発電所の導入には、法令、規格、基準への準拠性の確保が必須であり、NRA の審査を受けその適合性を認可されなければならない。本事業では、原子力発電は未導入であるが、研究用原子力施設は保有するという状況のガーナにおいて、原子力発電導入検討国で必要とされる 5 項目 (インフラ事業、資金調達、エネルギー事業、原子力、建設/環境) の法令調査を行い、原子力発電導入プロセスや要求事項の整理(許認可プロセス、意思決定機関、時期、適用規格等)を明らかにする。また、米国で NuScale 社が想定している許認可プロセスとの比較及び考察についても整理する。

#### 1.2.1.2 環境影響関連 - 環境/農業/産業への潜在的な影響

ガーナへの SMR の導入を想定した場合、他国の場合と同様に環境影響評価が必要であり、その内容について環境保護庁 (Environmental Protect Agency: EPA) から最終的な承認を得る必要がある。

本事業では、法令調査で抽出された ESIA に関する法令やガイドを基に ESIA 手法要求と許認可プロセスを調査し、ESIA の調査項目や環境基準、許認可プロセスに関する事項の抽出を行う。

#### 1.2.1.3 電力システム - 電力需要・電力市場構造・送電及び送配電網

ガーナへ SMR の導入を検討するにあたり、ガーナの電力システムの現状調査を実施する。

本事業では、現状のエネルギー源の分析、電源開発、流通設備計画、電気事業制度及びルール評価等のガーナ共和国のエネルギー関連機関の情報を分析し、エネルギー予測、電力需給予測、単機容量評価を実施する。



#### 1.2.1.4 経済/社会 - 経済的及び社会的利益

ガーナへの原子力発電所の導入によってガーナが期待及び要求している経済・社会影響効果のリストアップを行う。原子力発電導入、SMR 導入による効果についてもまとめる。

#### 1.2.1.5 既存インフラ - 物流/港湾/交通アクセス/その他

ガーナへの SMR の導入を検討するにあたり、国外からの資材の輸入、国内での物資の輸送、建設に携わる関係者の移動等、物流・港湾・交通インフラの整備は必要不可欠である。本調査事業では、ガーナの既存インフラの調査を行い、整備状況とその成熟度について調査・検証する。

### 1.2.2 SMR 建設におけるガーナの建設市場調査

同国における発電プラントを中心とした建設市場調査を行い、ガーナでの SMR の導入における、実現可能な建設計画の立案に繋げる。

原子炉建屋、タービン建屋等の原子力や大型発電所に特有のエリアのみではなく、Balance of Plant (BOP) エリア等付帯設備も対象に評価を行う。

#### 1.2.2.1 建設会社

ガーナ国内に拠点を持つ建設関連企業(土木・建築、機電、配管等)の数や種類、規模を把握し、発電プラント等のインフラ建設実績を加味した上で、各社の原子力発電所建設プロジェクトへの参画能力を調査する。

#### 1.2.2.2 労働市場と現地雇用

ガーナの建設業における労働市場を把握するため、建設業に携わる労働者数、そのうちの熟練労働者の専門分野や人数、職業訓練施設の有無等を調査する。

#### 1.2.2.3 重機・建機市場と供給力

ガーナ国内で現状、サプライヤー各社より調達可能な重機・建機の種類や、整備状況、また修理体制や操作教育等の不随するサービスも含めて調査する。

#### 1.2.2.4 建材市場と供給力

コンクリート、鉄筋等、原子力発電所の建設工事に必要な資材について、ガーナ国内で調達が可能であるか調査する。

#### 1.2.2.5 現地調達率と国産化

1.2.2.1 から 1.2.2.4 で調査した内容をまとめ、現地調達率や国産化の規模・比率について検討する。また海外企業の過去のインフラ建設実績を活用した上での、ガーナの中長期的な国産化率の評価についても検討する。

### 1.2.3 ガーナでの国内製造の可能性が高い原子力機器の特定とベンダー候補調査

#### 1.2.3.1 現地化を目指す対象機器の選定

原子力機器のうち、調査対象とする機器の絞り込みを行う。国内外での過去の製造実績や工業規格適合を調査し、ガーナ現地化候補の機器を選定する。

#### 1.2.3.2 ベンダー調査 - ロングリスト作成

上記で選定した機器について、ガーナ国内で製造等が見込まれるベンダーを調査し、ロングリストを作成する。本調査は、再委託先を通して、ガーナ国内企業の聞き取りや公開情報等により収集した結果を元に実施する。

#### 1.2.3.3 現地化において考慮すべきリスク、製造環境等の情報の収集・調査

1.2.3.2 と同様に再委託先を通じて、原子力機器の製造に影響を与える環境やインフラ要因について調査をする。具体的には、製造拠点が地震や洪水といった自然災害に被災するリスクといった円滑な製造環境に影響を与える事項、また製造した機器の輸送やサプライチェーン構築に関わる物流状況について把握する。

#### 1.2.3.4 ポテンシャルベンダーの特定、当該国で製造できそうな原子力機器の絞り込み

1.2.3.2 及び 1.2.3.4 の調査結果から、類似品の製造経験、保有資産(工場規模・装置類等)、ISO・ASTM・ASME・EN・RCC-M等の工業規格の取得状況/理解状況、安全文化の理解度、原子力発電所の建設PJ参画への興味等を判断基準として、ポテンシャルベンダーと現地化が達成できそうな原子力機器の特定を行う。

## 1.2.4 特定した機器・工場に対する実行プラン作成

### 1.2.4.1 原子力機器製造の現地化に向けた実行プランの作成

ガーナ国内の状況調査により、現地化を達成するまでのギャップを明らかにする。そのギャップを埋めるためのアクションアイテムと概略スケジュールを策定する。

### 1.2.4.2 日本産業へメリットをもたらす実行案の提案

原子力機器製造のガーナ国内への現地化を達成するにあたり、日本産業にメリットをもたらす実行案を提案する。

なお、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、上記調査の一部は適宜オンライン会議や電子メール等のツールを活用して実施した。また、本事業は2022年2月に発生したウクライナ問題から生じる影響等については考慮していない。

## 1.2.5 総合評価 ―ガーナへのSMR適用に向けて―

本事業を通じて実施した調査結果に基づき、SMR導入が、ガーナの社会・産業・経済へ貢献できる点について分析、評価する。また、ガーナでのSMR導入を日本が支援していく場合、日本の社会・産業・経済への波及効果、貢献についても、分析、評価する。

## 1.3 実施体制

調査は、以下に示す体制で実施した。

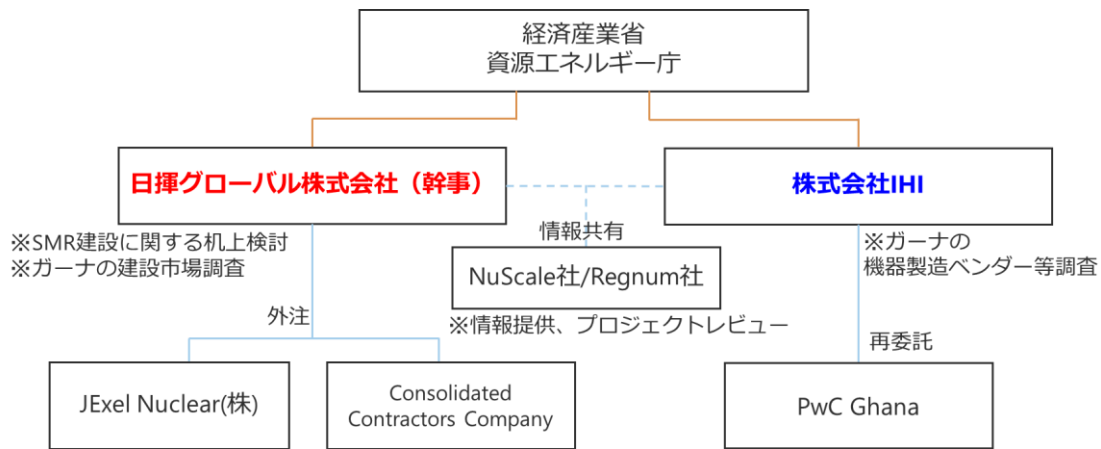


図 1.3-A 実施体制

## 1.4 調査日程

本事業の実施スケジュールは以下に示す通りである。

表 1.4-A 実施スケジュール

|                                                 | 2022年 |    |     |     |     | 2023年 |    |    |
|-------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------|----|----|
|                                                 | 8月    | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月    | 2月 | 3月 |
| <b>実施スケジュール</b>                                 |       |    |     |     |     |       |    |    |
| <b>[1] ガーナ共和国におけるSMR建設に関する机上検討</b>              |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ① 適用される法規、規画、基準の検討                              |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ② 環境影響関連の検討－環境、農業、産業への潜在的な影響                    |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ③ 電力システムの検討－電力需要、電力市場構造、送電および送配電網               |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ④ 経済/社会－経済的および社会的利益                             |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ⑤ 既存インフラ調査－物流／港湾／交通アクセス                         |       |    |     |     |     |       |    |    |
| <b>[2] SMR建設におけるガーナの建設市場状況調査</b>                |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ① 建設会社                                          |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ② 労働市場と供給力                                      |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ③ 重機、建機市場と供給力                                   |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ④ 建材市場と供給力                                      |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ⑤ 現地調達率と国産化                                     |       |    |     |     |     |       |    |    |
| <b>[3] ガーナ共和国での国内製造の可能性が高い原子力機器の特定とベンダー候補調査</b> |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ① 現地化を目指す対象機器の選定                                |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ② ベンダー調査－ロングリスト作成                               |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ③ 現地化において考慮すべきリスク、製造環境等の情報の収集・調査                |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ④ ポテンシャルベンダーの特定、当該国で製造できそうな原子力機器の絞り込み           |       |    |     |     |     |       |    |    |
| <b>[4] 特定した機器・工場に対する実行プラン作成</b>                 |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ① 原子力機器製造の現地化に向けた実行プランの作成                       |       |    |     |     |     |       |    |    |
| ② 日本産業・経済への影響・貢献の評価                             |       |    |     |     |     |       |    |    |
| <b>[1] - [4] 共通</b>                             |       |    |     |     |     |       |    |    |
| 最終報告書の作成                                        |       |    |     |     |     |       |    |    |

## 2.0 ガーナにおける SMR 建設に関する机上検討

### 2.1 適用される法規・規格・基準

ガーナに SMR を建設する際には、関係機関からの許認可を取得する必要があるが、許認可取得プロセスは、原子力発電所の建設工程等に多大な影響を与える。本節では、ガーナにおける法令の内、原子力発電導入検討国で必要とされる 5 項目（「原子力」、「建設/環境」、「エネルギー事業」、「インフラ事業」、「資金調達」）に関連した法令の整備状況を調査し、原子力発電導入における許認可取得プロセス及び要求事項を整理する。また、それらと NuScale 社の想定プロセスを比較した上で、考察を行う。

#### 2.1.1 法令調査

ガーナ国内法令の内、原子力発電所導入プロセスに際し関連性が高いと思われる主な法令を、「原子力」、「建設/環境」、「エネルギー事業」、「インフラ事業」、「資金調達」の 5 つの観点から表 2.1-A のとおりまとめ、各法令の詳細について調査を行った。また、原子力発電所導入プロセスにおける主な許認可取得フロー及び関係性を、図 2.1-A に整理する。

表 2.1-A 主な法令一覧

|         | 法令名称                                       | 制定年  | 略称      |
|---------|--------------------------------------------|------|---------|
| 原子力     | The Atomic Energy Commission Act           | 1963 | Act204  |
|         | Atomic Energy Commission Act               | 2000 | Act588  |
|         | Nuclear Regulatory Authority Act           | 2015 | Act895  |
| 建設/環境   | Environmental Protection Agency Act        | 1994 | Act490  |
|         | Environmental Assessment Regulations       | 1999 | LI1652  |
|         | Factories, Offices and Shops Act           | 1970 | Act328  |
|         | Local Governance Act                       | 2016 | Act936  |
|         | National Building Regulations              | 1996 | LI1630  |
| エネルギー事業 | Energy Commission Act                      | 1997 | Act541  |
|         | Renewable Energy Act                       | 2011 | Act832  |
| インフラ事業  | Public Utilities Regulatory Commission Act | 1997 | Act538  |
| 資金調達    | Public Private Partnership Act             | 2020 | Act1039 |



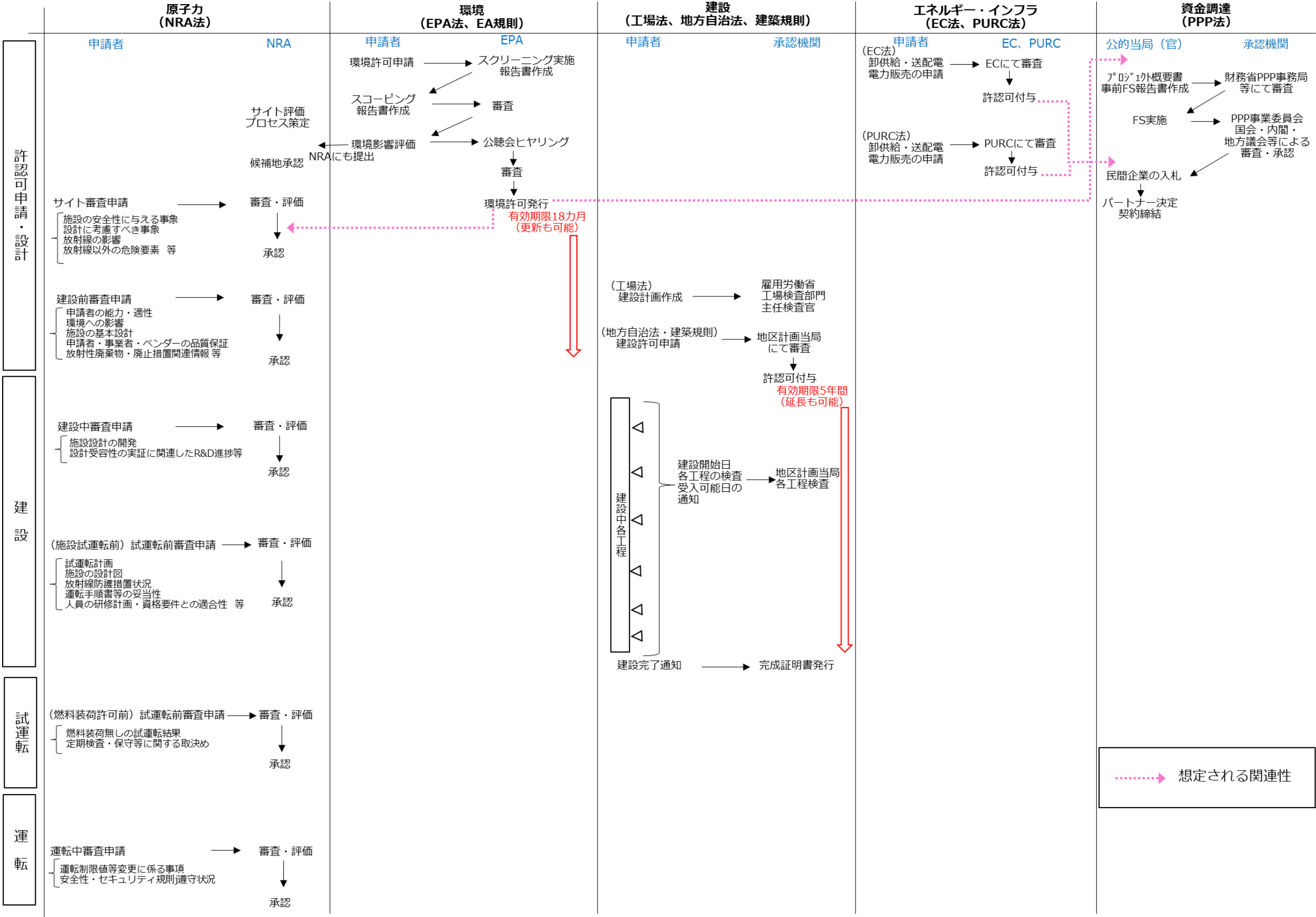


図 2.1-A 主な許認可取得フロー及び関係性

### 2.1.1.1 原子力関連法令

#### (1) The Atomic Energy Commission Act, 1963 (Act204)、Atomic Energy Commission Act, 2000 (Act 588)

1963 年、「The Atomic Energy Commission Act, 1963 (Act204)」が制定され、この法令の下、Ghana Atomic Energy Commission (GAEC) が設立された。GAEC は、それまで Atomic Energy Committee (以下「旧原子力委員会」) が担っていたガーナにおける原子力の平和利用に関する全責任を単独で有することとなり、これに伴い、旧原子力委員会は消滅した。また、本法令は、2000 年に「Atomic Energy Commission Act, 2000 (Act588)」として改訂、統合された。

その後、下記にて詳述される「Nuclear Regulatory Authority Act, 2015 (Act895)」の制定に伴い、本法令は一部修正され、原子力関連法令の制定等、それまで GAEC が担ってきた業務の一部は、National Regulatory Authority (NRA) に移管された。

#### (2) Nuclear Regulatory Authority Act, 2015 (Act895)

2015 年、原子力に関する包括的な法令として、「Nuclear Regulatory Authority Act, 2015 (Act895)」(以下「NRA 法」) が制定された。NRA 法は、原子力、放射性物質、放射線の平和利用における活動の規制及び管理をすること等を目的とし、本法を基に、ガーナにおける原子力規制当局として NRA が設立された [13]。

NRA 法において、原子力発電所のサイト選定から運転に至るまでの許認可プロセスが下記のとおり示されているが、2017 年に実施された IAEA ビュー [9]において、「サイト選定において更なる詳細な許認可プロセスが必要」であるとの指摘を受けた。これに対してガーナは、「サイト選定を含む全ての許認可プロセスについて、NRA 法を補完するための規則やガイドライン等を策定予定」と回答した。2019 年 5 月 NRA 資料 [13]によると、原子力施設導入のための許認可に関する規則は 2018 年に案が作成された。

なお、NRA 法下の規則やガイドラインについては、NRA 内の関連部門により案が策定され、ステークホルダー、組織内、各種委員会による ビュー、ボードによる承認を経た後、国会による承認を得て制定されることとなる。

以下に、NRA 法にて規定される許認可プロセスに関連した条項概要を記載する。

#### <許認可プロセス関連条項概要>

##### 第 21 条 許認可申請

- ✓ 核物質・放射性物質・放射線の使用を伴う活動に従事しようとする者は、NRA 法に従い、NRA に対し書面での申請が必要。

##### 第 34 条 原子力施設の建設及び運転

- ✓ 何人も、NRA の許可取得無しに、原子力施設の建設・運転・関連活動を行ってはならない。また、許可を受けた施設・構造物の保守・拡張・改造をする場合も、事前にその旨を NRA に通知し、許可を取得する。

### 第35条 事業者の責務

- ✓ 事業者は、当該事業者の施設に関連する活動の安全な実施を確保する責任を有する。

### 第36条 原子力施設の国内サイト評価プロセス

- ✓ NRA は、原子力施設サイト評価のために、国の原子力開発計画に記載される手続きに合致したプロセスを確立する。
- ✓ NRA は、サイトの詳細評価、建設前審査、提案された施設の評価が開始する前までに、原子力施設のために提案された候補地を承認する。
- ✓ サイト評価項目は、以下のとおり。

|                                             |
|---------------------------------------------|
| 当該地域で起こりうる外部事象（自然要因、人的要因）の影響                |
| 放射性物質が人や環境に影響を与える当該地域や環境の特性                 |
| 立入禁止区域における人口密度・人口分布、緊急時対応やリスク評価に影響を与えるその他特性 |

### 第37条 原子力施設のサイト評価

- ✓ 原子力施設の建設運転許可の許可申請者は、NRA による評価、審査のために、サイト評価報告書を作成する。
- ✓ サイト評価報告書は、以下を含むものとする。

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| 施設の安全性に影響を与えうる自然・人為的外部事象の頻度や深刻度                   |
| 施設の全期間に亘り安全性に関係する予見可能な自然・人為的事象                    |
| 施設設計の際に考慮すべき外部事象に関連した危険要素（水象、地象、気象等の影響含む）         |
| 安全に関するその他事項（核燃料物質・放射性物質・新燃料・使用済燃料・放射性廃棄物の貯蔵や輸送含む） |
| 化学物質や熱放出等、施設の放射線以外の影響、爆発や化学物質拡散の可能性               |
| 核廃液と非核廃液の相互作用による影響                                |
| 運転状況や当該地域の人々への放射線の影響、ガーナ国外への影響                    |
| 当該サイトに設置される原子力施設の総容量                              |

### 第38条 原子力施設の建設前審査・評価

- ✓ NRA は、原子力施設建設の許可を付与する前に、審査及び評価を行う。
- ✓ 評価項目は、以下のとおり。

|                                          |
|------------------------------------------|
| 関連する許認可要件を満たす申請者の適性や能力                   |
| 第37条に従い作成したサイト評価報告書（施設設計の受容性や必要な情報確認のため） |
| 施設が与える環境への影響                             |
| 施設の基本設計（安全性、セキュリティ、防護措置要件合致確認のため）        |
| 申請者ある は事業者、及びベンダーの品質保証組織やプログラム           |

|                        |
|------------------------|
| 設計受容性の実証に関連した研究結果や開発計画 |
| 放射性廃棄物や廃止措置に関する取決め     |

### 第39条 原子力施設の建設中審査・評価

- ✓ NRA は、原子力施設の建設中に、審査及び評価を行う。
- ✓ 評価項目は、以下のとおり。

|                        |
|------------------------|
| 施設設計の開発（継続的な受容性の確認のため） |
| 設計受容性の実証に関連した研究開発の進捗   |

### 第40条 原子力施設試運転前の試運転前審査・評価

- ✓ NRA は、原子力施設の試運転前に、審査及び評価を行う。
- ✓ 評価項目は、以下のとおり。

|                                       |
|---------------------------------------|
| 原子力施設の試運転計画（必要に応じ、将来の審査・評価スケジュール）     |
| 施設の設計図                                |
| 放射線防護の上限値や状況                          |
| 放射線防護措置状況                             |
| 運転方法や手順書の妥当性（特に、主要管理手順書、通常時/緊急時運転手順書） |
| 記録・報告システム                             |
| 人員の研修計画や能力（人員配置レベルや資格要件との適合性）         |
| 運転のための品質保証組織やプログラム                    |
| 緊急時対応計画                               |
| 核物質・放射線物質の対応措置                        |
| 防護措置の妥当性                              |

### 第41条 原子力施設の試運転前審査・評価

- ✓ NRA は、燃料装荷の許可付与前あるいは初臨界達成前までに、以下の審査及び評価を完了する。
- ✓ 評価項目は以下のとおり。

|                           |
|---------------------------|
| 燃料装荷無しの試運転結果              |
| 定期試験・保守・検査・変更管理・監視に関する取決め |

### 第42条 原子力施設運転中の審査・評価

- ✓ NRA は、原子力施設の運転中、以下を実施する。
- ✓ 実施項目は以下のとおり。

|                                     |
|-------------------------------------|
| 運転制限値や運転状態、安全に関する重要な変更に係る ビュー・評価・承認 |
| 安全性やセキュリティ規則の遵守状況に係る定期的な ビュー        |

## 第 62 条 事業者の責任

- ✓ この法律の規定に従うことを条件として、原子炉等施設の事業者は、以下に記載した原子力事故によってその損害が生じたことが証明された場合には、原子力損害に対して責任を負う。
  - 当該事業者の原子炉等施設における原子力事故
  - 当該事業者の施設から発生あるいは由来する核物質を含む原子力事故
- ✓ 特定の核物質を最後に保有することを許可された事業者は、当該核物質が盗取、紛失、又は廃棄された場合には、当該核物質によって生じた原子力損害責任を負う。
- ✓ 原子力損害を被った場所に関わらず、原子力損害賠償責任は適用される。

上記に概要を記したとおり、NRA 法第 36 条～第 42 条にて、サイト評価から運転中にわたり実施される各審査が規定されており、本法が原子力導入プロセスにおける基本的な法令となる。但し、申請者の資格条件や、後述する環境関連の許認可との時系列を含む関係性等不明な点も多い。また、第 62 条にあるように原子力損害賠償については、申請者ではなく、事業者の責任に言及されていることから、事業者の定義について、今後確認していく必要があると考えられる。

### 2.1.1.2 建設/環境関連法令

#### (1) Environmental Protection Agency Act, 1994 (Act490)

1994 年、ガーナの環境の適切な保護・管理を規定する法令として「Environmental Protection Agency Act, 1994 (Act490)」(以下「EPA 法」)が制定された。本法に基づき、Environmental Protection Agency (EPA) が設立され、ガーナにおける環境全般の監視、調整、規制を行っている。

以下に、EPA 法にて規定される許認可プロセスに関連した条項概要を記載する。

#### <許認可プロセス関連条項概要>

#### 第 12 条 環境影響評価

- ✓ EPA は、理事会の見解において環境に悪影響を及ぼすと思われる事業の責任者に対し、書面の通知により、通知に記載される期日までに環境影響評価を提出するよう求めることができる。
- ✓ EPA は、本通知を発行する際、当該事業に関連した許認可を付与する政府機関にその旨を通知する。なお、当該政府機関は、EPA による事前許可無しに、当該事業に関連する許可を付与することはできない。

EPA 法第 12 条は、NRA 法制定時に「(第 3 項) 第 1 項に関わらず、原子力や放射性物質を伴う事業については、NRA が適切な通知を発行する。」が追加された。  
(NRA 法第 96 条)

## (2) Environmental Assessment Regulations, 1999 (LI1652)

上記 EPA 法の下位規則として、1999 年、「Environmental Assessment Regulations, 1999 (LI1652)」(以下「EA 規則」)が制定された。本 EA 規則では、EPA 法第 12 条「環境影響評価」の詳細について規定されている。

以下に、EA 規則にて規定される許認可プロセスに関連した条項概要を記載する。

### <許認可プロセス関連条項概要>

#### 第 1 条 登録及び環境許可が必要な事業

- ✓ 何人も、本規則添付 1 に記載された事業について、EPA による事前の登録及び環境許可が無い限り事業を開始できない。
- ✓ EPA の見解により、環境や公衆衛生に悪影響を及ぼす可能性のある事業は、事業開始前に EPA による登録が必要。

#### 第 3 条 環境影響評価

- ✓ 本規則添付 2 に記載された事業については、責任者により環境影響評価が EPA に対し提出されない限り、環境許可は付与されない。

#### 第 4 条 環境許可の申請

- ✓ 第 1 条に基づき登録、環境許可の取得が必要な場合、EPA が定める申請書にて EPA に対し申請を行う。

#### 第 5 条 スクリーニングによる初期評価

- ✓ EPA は、申請書を受領次第、初期審査としてスクリーニングを行う。なお、スクリーニングは、(a)事業を実施する場所や規模感、見込み生産量、(b)使用予定の技術、(c)一般大衆や居住者に対する懸念事項、(d)土地利用、(e)その他特記事項等を考慮して、実施する。
- ✓ EPA がその事業の環境評価で求めるレベルを決定できるよう、申請者は、当該事業について報告書を EPA に提出する。報告書には、(a)事業が環境・健康・安全性に与える影響、(b)事業実施に際し回避可能な環境に対する悪影響を回避するという明確なコミットメント、(c)環境・健康に対する回避不可な影響への対処、及び、それらを低減させるための必要な措置の明確なコミットメント、(d)事業に代わる選択肢を記載する。



## 第6条 スクリーニングに関する報告書

- ✓ EPA は、スクリーニング後に報告書を提出し、(a)承認、(b)拒否、(c)環境予備報告書の提出要求、(d)環境影響評価報告書の提出要求のいずれかを明示する。

## 第7条 登録及び環境許可の発行

- ✓ 申請が承認された場合、EPA は事業登録し環境許可を発行する。申請が拒否された場合、事業は開始されず、既に存在している事業は廃止される。EPA は、環境許可申請書の受領から 25 日以内に、承認、拒否、環境予備報告書の提出要求、環境影響評価報告書の提出要求の判断をし、申請者に通知する。

## 第8条 環境許可取得手数料及び公表

- ✓ 環境許可取得については、EPA が定める手数料を支払わなければならない。ただし、環境許可を付与する目的で環境影響評価報告書を必要とする場合、手数料は当該事業の開発費の 1%とする。なお、EPA は、環境許可発行から 3 ヶ月以内に、環境許可発行に関して官報、マスメディアで公表する。

## 第9条 環境予備報告書

- ✓ EPA は必要に応じ、申請者に対し、環境予備報告書の提出を要求することができる。環境予備報告書には、事業によるより詳細な影響を明記する。EPA が環境予備報告書を承認した場合、EPA は事業を登録し、環境許可を発行する。EPA が、当該事業活動から著しい環境上の悪影響が生じると判断した場合、環境影響評価ができるよう、申請者は、環境影響評価報告書の提出を求められる。

## 第10条 環境影響評価報告書

- ✓ 申請者は、環境影響評価報告書を EPA に対し提出する。その概略は、スコーピング報告書にて記載される。

## 第11条 スコーピング報告書

- ✓ スコーピング報告書には、申請者によって実施される環境影響評価の範囲や、環境影響評価で記述される重要な点等が記された考慮すべき事項案が含まれる。

## 第12条 考慮すべき事項案

- ✓ 考慮すべき事項案には、環境影響評価報告書で以下を含む事項を取扱うことを記載する。  
(a)事業内容、(b)事業の必要性分析、(c)事業の代替策、(d)サイト選定に関する事項（当該サイトを選定した理由や、その他候補地も検討したか）、(e)



社会的・経済的・その他主要な環境懸念を含む環境状況の特定、(f)事業の様々な開発段階における、環境・社会・経済・文化面での当該事業がもたらす潜在的なプラス面マイナス面の影響、(g)人々の健康に与える影響、(h)社会経済的・文化的・公衆衛生的に環境に及ぼす可能性のある悪影響の緩和策、(i)予測可能な環境への影響の監視のために開発すべきものや緩和策の提案、(j)予測不可能な環境への悪影響に対処するための災害時対応計画や緩和策、(k)事業により影響を受ける可能性のある一般市民との協議、(l)環境影響評価報告書の理解に役立つ地図、計画、表、グラフ、図、その他説明資料、(m)暫定的な環境管理計画、(n)事業運営に起因する土地や財産に対する補償金支払に関する提案、(o)事業によるガーナ国外地域への影響の有無

### 第13条 スコーピング報告書への対応

- ✓ EPAは、スコーピング報告書受領後25日以内に、ポートの承認可否を通知する。承認の場合は、申請者にスコーピング報告書に基づいた環境影響評価報告書を提出するよう要請する。

### 第14条 環境影響評価報告書で扱う事項

- ✓ 申請者が第13条に基づき環境影響評価報告書を提出する場合、スコーピング報告書の内容に基づき、当該事業が環境に与える評価を明示する。
- ✓ 環境影響評価報告書には、建設前、建設中、運転中、廃止措置中、廃止措置後段階における、以下を含む、環境への直接的・間接的な影響を記述する。
  - (a)大気・水・土壌を含む環境媒体に含まれる汚染物質濃度、(b)汚染物質から生じ、コミュニティ・居住者・植物・動物に関連する直接的な生態学的変化、(c)食物連鎖・分解・生物濃縮等のエネルギー移動等、生態学的プロセスの変化、(d)廃棄物の投棄や植物伐採、埋立等の活動による既存の植生物の直接的な破壊がもたらす生態系の影響、(e)騒音、振動、(f)臭気、(g)自動車交通量増加、交通事故増加、(h)社会・文化・経済様式の変化等
- ✓ なお、環境影響評価報告書には、事業予定地内及び周囲の人々に対する健康への影響に関する情報も含める。

### 第15条 スコーピング通知の広告

- ✓ 環境影響評価報告書の提出を求められた場合、申請者は、以下について責任を負うものとする。
  - (a)関連省庁、政府機関、関連する地方議会に事業提案の通知を行う、(b)新聞に公告を掲載する、(c)事業の計画地で一般市民が閲覧できるようスコーピング報告書のコピーを提供する

### 第16条 環境影響評価報告書の検討及び審査、通知の公表

- ✓ 申請者は、環境影響評価報告書をEPAに12部提出し、また、関連する省庁や組織にもコピーを提出する。EPAは、環境影響評価報告書受領に関する通知を

21日間公表し、必要に応じ、適切な場所に掲示する。一般市民、関連機関・組織、NGO、地元議会は、本通知に対しコメントや提案を行うことができる。

#### 第17条 公聴会

- ✓ (a)事業の開始について社会的不利益があると思われる場合、(b)事業により地域社会の移転、再定住等を伴う場合、(c)事業が環境に広範囲に亘り影響を及ぼすとEPAがみなす場合、EPAは公聴会を開催できる。パネルは、個人や団体の意見を聴取、検討し、公聴会開始から15日以上経過後、EPAに対し書面で勧告を行う。

#### 第18条 公聴会後の環境影響評価報告書の審査

- ✓ 公聴会後の勧告を受けた後、EPAは環境影響評価報告書案の審査を行う。審査後、申請が拒否された場合、申請者に対しその旨を書面で通知し、申請者は、修正して再提出するか、EPAが必要と考える更なる調査を行う。

#### 第19条 環境影響評価報告書の最終化と環境許可

- ✓ 環境影響評価報告書がEPAに承認されると、その旨は書面で申請者に通知される。承認された環境影響評価報告書のコピー8部とフロッピーディスクの提出を受け、必要な環境許可が発行される。

#### 第20条 申請書の決定に要する期間

- ✓ 環境許可申請受領から90日以内に、環境許可申請は最終化され申請者へ通知される。但し、公聴会の開催が必要な申請、環境予備報告書のみ必要な申請、環境影響評価報告書の作成及び計画に必要な期間においては、本条は適用されない。

#### 第21条 環境許可の有効期間

- ✓ 環境許可証の有効期間は発行から18か月間である。18か月以内に事業を開始しない場合、許可証は無効となる。無効となり再度有効な許可証が必要な場合、EPAに対し再申請を行う。

#### 第22条 環境証明書必要性

- ✓ 環境予備報告書か環境影響評価報告書で承認された事業が環境許可の発行に伴い開始された場合、責任者は、事業開始から24か月以内にEPAから環境証明書を取得しなくてはならない。環境証明書は、EPAが決定する条件に従って発行される。但し、責任者が(a)事業の実際の開始、(b)必要に応じその他許認可の取得、(c)環境影響評価報告書や環境予備報告書に記載された緩和策への遵守に関する証明をEPAに提出しない限り、環境証明書は発行されない。

EA 規則第 3 条によると原子力発電所の建設には環境影響評価の提出が必須であり、EPA 法第 12 条では、「環境影響評価の提出が求められる事業について、EPA は、当該事業に関連した許認可を付与する政府機関にその旨を知らせ、当該政府機関は、EPA による事前許可無しに、許可を付与することはできない。」と規定されている。

EPA 法第 12 条については、上述のとおり、NRA 法制定時に第 3 項として「第 1 項に関わらず、原子力や放射性物質を伴う事業については、NRA が適切な通知を発行する」と追記されたので、原子力発電所の建設に関しては、EPA ではなく NRA が通知を発行するものと思われるが、「適切な通知」との記載に留まり、第 2 項にて規定される NRA の承認行為前に求められる EPA の事前許可の必要性については不明である。

保守的に、NRA が通知を行った事業についても EPA による事前許可が必要と仮定すると、NRA にとっての最初の承認行為となる NRA 法第 37 条に基づくサイト承認を行う前に、EA 規則にて詳述される環境影響評価プロセスを全て完了した上で、EPA による承認を取得する必要があると推測される。

また、EA 規則第 21 条では、環境許可証の発行から 18 か月以内に事業の開始（建設の開始）をする必要があるが、NRA 法で求められる、サイト審査・建設前審査その間に実施することとなり、時間的な制約が予想される。

一方、2019 年 IAEA ポート [10]においても、EPA 法改正の必要性と共に既にその作業に着手していることが記載されている。今後、環境関連法令の改正が行われることは明らかであり、原子力発電所建設スケジュールに影響を及ぼすこととなるため、今後も注視が必要である。

### (3) Factories, Offices and Shops Act, 1970 (Act328)

1970 年、製造工場の登録、及び、製造工場・オフィス・店舗勤務者の健康・福祉・安全等を規定する法令として、「Factories, Offices and Shops Act, 1970(Act328)」(以下「工場法」)が制定された。NRA 法制定時に、工場法の対象となる「製造工場」には、NRA 法で規定される原子力関連施設も含まれることが追記された (NRA 法第 96 条)。

工場法では、下記に詳述する許認可プロセスに関連した条項の他、製造工場の環境（十分なスペースの確保、換気・洗浄・照明・排水・衛生設備等の設置、機械周辺・階段等の防護措置等）についても具体的に規定されており、発電所の設計時に考慮する必要がある。

以下に、工場法にて規定される許認可プロセスに関連した条項概要を記載する。

#### <許認可プロセス関連条項概要>

##### 第 3 条 新規工場登録

- ✓ 製造工場として建物を使用する者は、使用の 1 ヶ月前までに主任検査官に対し工場登録の申請を行う。主任検査官は 3 ヶ月以内に登録を行い、登録証明書を発行する。登録は年単位での更新が必要。

#### 第 4 条 製造工場の改造・新規建設

- ✓ 何人も、工場として使用する施設の建設・改造・増築の開始 1 ヶ月前までに、主任検査官あるいは当該地区担当検査官に建設計画を提出することなく、施設の建設・改造・増築を開始、あるいは開始の許可をしてはならない。

#### (4) Local Governance Act, 2016 (Act936)

2016 年、地方自治について規定した「Local Governance Act, 2016 (Act936)」(以下「地方自治法」)が制定された。本法に、建設の際には立地地域の地区計画当局からの許可取得が必要であることが、以下のとおり明記されている。

##### <許認可プロセス関連条項概要>

#### 第 106 条 建設許可

- ✓ 何人も建築物の建設にあたり、事前に、地区計画当局の建設許可が必要となり、建設許可には、地区計画当局が必要と考える条件を含める。

#### (5) National Building Regulations, 1996 (LI1630)

「National Building Regulations, 1996 (LI1630)」(以下「建築規則」)にて、地方自治法にも記載されている地区計画当局への建設許可取得について、以下のとおり詳述されている。

##### <許認可プロセス関連条項概要>

#### 第 2 条 建設許可の申請と建設計画の提出

- ✓ (a)建造物の建設、(b)建造物の変更、(c)建造物に関連した工事の施工・備品の据付をしようとする者は、当該建設等が行われる地域の地区計画当局に対し、本規則添付 1 の申請書 A にて申請し、計画書を 2 通提出する。

#### 第 3 条 土地所有権

- ✓ 申請者は、計画書に記載された土地の所有権を有していることを地区計画当局に対して証明する。土地所有権登録官等による証明書を有していない場合、許可は付与されない。

#### 第 5 条 計画書の詳細

- ✓ 申請者は、建設を行う区画の角が、敷地計画に従って永続的に地面に画定されていることを示す、免許所有の測量士による証明書を地区計画当局に提出するものとする。

## 第 7 条 建設許可

- ✓ 地区計画当局は、添付 1 様式 B を用い建設許可を付与し、規則に記載された内容と異なる条件を加味することができる。これには、建設工事中において申請者が求められる情報の提出等も含まれる。
- ✓ 地区計画当局は、建設許可に、工事開始期限を定めることができる。建設許可の有効期限は通常 5 年、但し、期間内に建設が完了しない場合、申請者あるいは建設に関する専門家である代理人の申請に基づき延長が可能である。

## 第 8 条 地区計画当局による申請拒否

- ✓ 建設許可の申請者に対し、地区計画当局は受領後 7 日以内に受理の旨を通知し、また、受領から 3 ヶ月以内に当該申請許可の承認/拒否について通知する。3 ヶ月以内に当該通知が無い場合、申請が承認されたものとして申請者は工事を開始できる。

## 第 9 条 特殊な材料や工法の使用

- ✓ 規則にて規定されていない特殊な材料や工法を用いた建設を行う場合、地区計画当局に、それらの詳細を記載した申請書を提出する。

## 第 10 条 工事開始時・各段階完了時の通知

- ✓ 建設許可を付与された者は、建設開始日、及び、下記(a)～(j)の各建設工程について地区計画当局による検査受入が可能となる日について、少なくとも 48 時間前までに書面で地区計画当局に通知する。  
(a)敷地と建築物配置の画定、(b)建築物の基礎設置、(c)基礎部分の掘削とコンクリート打設のための釘打ち、(d)基礎をコンクリートで固める、(e)排水工事のための溝掘り、(f)排水管の敷設・接合・点検準備、(g)コンクリート注入前の鉄筋据付、(h)コンクリート打設のための型枠準備、(i)壁の完成、(j)屋根骨組の完成
- ✓ 建設工事は、地区当局による検査及び承認によりカバーされる。
- ✓ 建設許可を付与された者は、建設完了後 7 日以内に地区建設当局に建設完了について書面の通知を提出する。地区計画当局の要件を満たす建築物に対して、添付 1 様式 C の完成証明書が発行される。

### 2.1.1.3 エネルギー関連法令

#### (1) Energy Commission Act, 1997(Act541)

1997 年、ガーナのエネルギー資源の開発及び利用を規制・管理し、送配電・電力卸供給・売電の許可付与や、天然ガス・石油製品の取扱い等を規定する法令として、「Energy Commission Act, 1997 (Act541)」(以下「EC 法」)が制定された。本法を基にエネルギー省 Energy Commission (EC) が設立され、EC は上記に係る審査・許認



可付与を行い電力セクターの技術的な規制を担当する他、エネルギー計画や政策に関連する事項に関してエネルギー省に対し助言を行っている。

以下に、EC 法にて規定される許認可プロセスに関連した条項概要を記載する。

#### <許認可プロセス関連条項概要>

##### 許認可に関する一般条項

##### 第 11 条 許認可の必要性

- ✓ 何人も本法に基づき付与される許認可無しに、(a)電力及び天然ガスの輸送・卸供給・配分・販売、(b)石油製品の精製・貯蔵・バルク輸送・マーケティング活動・販売を行ってはならない。

##### 第 12 条 許認可取得の要件

- ✓ 本法に基づく許認可は、(a)国民、(b)Companies Act, 1963 (Act179)あるいは他のガーナ法令に基づき登録された企業体、(c)Incorporate Private Partnerships Act, 1962 (Act152)に基づき登録された共同事業者に付与される。

##### 第 13 条 許認可申請

- ✓ 申請者は、EC 理事会が定めた書式を用い、申請料を添えて、EC に対して許認可申請を行う。
- ✓ EC 理事会は、(a)申請書の受理から 10 営業日以内に受理を承認し、(b)受理承認から 6 日以内に、EC 理事会の決定について、申請者に対し書面で通知する。

##### 第 14 条 許認可付与

- ✓ 技術データ・安全保障・公衆安全等に問題無ければ、第 13 条の申請に基づき EC により許認可が付与される。

##### 第 17 条 許認可期間及び更新

- ✓ 本法に基づき付与される許認可の有効期間は許認可にて指定され、更新することができる。更新する際は、有効期限の 60 日前までに EC に申請する。

なお、EC 法は、エネルギー供給事業における地方の参加を促す目的で、2016 年に改訂された (Energy Commission (Amendment) Act, 2016 (Act933))。また、これに関連し、2017 年に Energy Commission (local content and local participation) (electricity supply industry) regulations, 2017 (L.I.2354)が制定され、本規則にて、電力供給産業における資材調達先や建設工事発注先、運転保守人員構成等の現地企業参加比率の具体的な目標値を設定した。

本規則に基づき、電気機器・電気用品・再生可能エネルギー機器製造業者は、現地委員会に対し、現地調達計画を添付し登録申請を行うこととなる。現地委員会は、申請受領後 10 日以内に受領を承認し、その後 60 日以内に現地委員会の決定結



果を通知する。登録は、年 2 回現地調達計画を提出することを条件に 5 年間有効である。

## **(2) Renewable Energy Act, 2011(Act832) (後に、Renewable Energy (Amendment) Act, 2020 (Act1045) にて改訂)**

2011 年、再生可能エネルギーの開発・管理・利用・持続可能かつ適正な供給について規定する法令として、「Renewable Energy Act, 2011 (Act832)」が制定された。本法において、風力・太陽光・水力・バイオマス等が再生可能エネルギーと定義付けられ、これらのエネルギー事業（発電・輸送・貯蔵・供給等）に従事する者は EC からの許認可取得が必要である旨が規定され、要件等を含む許認可取得プロセスが詳述されている。

本法において原子力は再生可能エネルギーの定義に含まれていないが、2020 年の改訂（「Renewable Energy (Amendment) Act, 2020 (Act1045)」）にて、原子力は代替クリーンエネルギーであると定義付けられ、エネルギー大臣が公共団体に対し、再生可能エネルギー及び代替クリーンエネルギーに関連した特定の機能を果たすよう指名することが可能となった。

### **2.1.1.4 インフラ関連法令**

#### **(1) Public Utilities Regulatory Commission Act, 1997 (Act538) (後に、Public Utilities Regulatory Commission (Amendment) Act, 2020 (Act800)にて改訂)**

1997 年、公益事業の提供に係る規制、監督を行う目的で「Public Utilities Regulatory Commission Act, 1997 (Act538)」(以下「PURC 法」)が制定され、本 PURC 法の下、電力の供給及び送配電を含む公益事業に係る規制機関として Public Utilities Regulatory Commission (PURC) が設立された。

以下に、PURC 法にて規定される許認可プロセスに関連した条項概要を記載する。

#### **<許認可プロセス関連条項概要>**

##### **第 3 条 委員会の機能**

- ✓ PURC は公共事業の提供に関する料金を検討し承認する。

##### **第 18 条 公共事業料金の承認**

- ✓ 公共事業者は、PURC 理事会の承認を得ない限り、公共事業に係る料金を請求できない。
- ✓ 公共事業者は、提供する役務について PURC に提出し承認された料金以上の金額を要求・受領してはならない。

## 第22条 新サービスの提供及び料金の変更

- ✓ 公共事業者が新たな公共事業を開始する時、もしくは料金を改定する時は、サービス開始あるいは料金改定の60日以上前に、PURCに対し、料金に関する通知（新サービス提供の場合：料金、開始日、その他、料金改定の場合：変更前後の価格、変更日、変更理由、その他）を提出する。PURC 理事会は、受領から30日以内に、料金に関する承認を行う。

### 2.1.1.5 資金調達関連法令

原子力発電所建設の為に資金調達方法はいくつかあるが、資金調達方法により参照法令が異なることが想定される。IAEA のインフラレビュー ポートによればガーナにおける資金調達としてプロジェクトファイナンスや一括事業請負後譲渡方式（BOOT）による資金調達方法が検討されているものの現時点では未定となっている。この中でガーナは公共インフラ設備の建設にあたり官民パートナーシップ（PPP）の国家政策を採用している事案が多いことから、PPP に関する法令調査を行った。

#### (1) Public Private Partnership Act, 2020 (Act1039)

インフラ設備、公共事業提供のための当局及び民間団体間の官民パートナーシップの取決め規定し、官民パートナーシップを通じた民間資源の活用を促進する目的で、2020年に「Public Private Partnership Act, 2020 (Act1039）」（以下「PPP 法」）が制定された。

以下に、PPP 法にて規定される PPP 承認プロセスに関連した条項概要を記載する。

#### <PPP 承認プロセス関連条項概要>

#### 第4条 セイフガード

- ✓ (2)公的当局は、官民パートナーシップ事業（以下「PPP 事業」）が、国の環境法や、環境・気候・社会的観点からも高水準のセイフガード基準を満たすことを保証する。

#### 第12条 国会

- ✓ (a)ガーナ国憲法 174 条（※税制上の優遇措置）及び 181 条（※公的基金貸付）、(b)Public Financial Management Act, 2016 (Act921)、(c)PPP 法添付 1 に従い、国会の承認を必要とする PPP 事業については、国会が最終承認機関となる。

## 第 13 条 内閣

- ✓ 公的当局は、(a)ガーナ国憲法 174 条（※税制上の優遇措置）及び 181 条（※公的基金貸付）の遵守を要し、(b)添付 1 に従い内閣の承認が必要となる閾値に達している PPP 事業については、内閣の事前承認を得る必要がある。

## 第 16 条 地方議会の総会

- ✓ 地方議会の総会は、添付 1 に従い、PPP 事業の承認機関となる。

## 第 19 条 PPP 事業委員会

- ✓ PPP 事業を実施する公的当局による要求を検討する目的で、本法に基づき PPP 事業委員会が設置される。

## 第 20 条 PPP 事業委員会の機能

- ✓ 本法及び規則に基づき、PPP 事業関連事項、契約当局が実施する FS 等を承認する。

## 第 31 条 公的当局

- ✓ (5)公的当局は、添付 1 に規定される承認が得られていることを保証する。

## 第 34 条 PPP 事業プロセス

- ✓ PPP 事業を実施する公的当局は、以下プロセスに従わなければならない。  
(a)プロジェクト準備段階、(b)調達段階、(c)契約及び契約締結後段階

## 第 36 条 プロジェクト概要、事前 FS

- ✓ PPP プロジェクトを実施しようとする公的当局は、プロジェクト概要書及び事前 FS 報告書を財務省 PPP 事業事務局に提出しなくてはならない。

## 第 37 条 FS

- ✓ 財務省 PPP 事業事務局やその他承認機関が、本プロジェクトが PPP として実施するに相応しいと評価した場合、公的契約当局は以下を決定するために FS を実施する。

プロジェクトの技術要求、両当事者が遵守すべき法的要件、プロジェクトの社会・経済・環境面での影響、リスク移転、偶発債務、最も適切な PPP 事業形態の選択肢、財務上の実現可能性、国及びエンドユーザーの財政負担可否、公的当局や政府にとっての費用対効果

- ✓ FS は、公的当局から審査機関（関連するセクター省、財務省 PPP 事業事務局への提出前に概要書、事前 FS、FS の ビューを行うその他機関）を経て、PPP

事業委員会での承認・財務大臣による品質証発行のために財務省 PPP 事業事務局へ提出される。なお、公的当局は、PPP 事業員会による承認及び財務大臣による品質証発行後、初めて、民間企業の調達プロセスを開始できる。

### 第 39 条 資格要件

- ✓ 公的当局は、事前資格審査への申請を募集し、PPP 事業の入札者に求められる要件を募集内で規定する。PPP 事業が、公的当局によって部分的に資金調達される必要がある場合、民間企業の調達前に、プロジェクトの実施に必要な資金について財務大臣から書面による確認を得る。

### 第 40 条 民間企業の資格要件

- ✓ PPP 事業の入札者は、企業、コンソーシアム、個人を問わず、以下の要件が求められる。

契約を締結する法的能力を有する、公的当局や財務省 PPP 事業事務局が適切と考える専門的及び技術的能力・財源・PPP 契約で求められる人材・経営能力等を有する、支払い能力を有する、破産・清算手続き中ではない、関連する業務経験を有する、契約締結能力に影響を与える法的手続きの対象となっていない、損害等について支払義務を果たしている、役員が過去 10 年以内に有罪判決を受けたり資格を喪失したりしていないこと等

### 第 43 条 事前資格審査に係る評価及び決定

- ✓ 公的当局は事前資格審査及び入札書の評価するための評価委員会を設立する。評価委員会は、入札審査書類にて規定された基準に基づき評価を行い、公的当局長に対し、評価報告及び助言を行う。事前資格審査を通過した入札者は、更なる調達プロセスに参加することができる。公的当局長は、入札者に結果を通知し、また、要求に応じ入札資格を得た入札者を公表する。入札参加資格者数は、6 名を超えない。

### 第 44 条 提案依頼書

- ✓ 公的当局は、財務省 PPP 事業事務局と協議の上、事前資格審査通過者に提案依頼書を発行する。提案依頼書には、入札準備の指示、入札準備に必要な情報、本事業成果物の技術的・財務的・品質上満たすべき最低限の仕様（事業内容・事業レベル、安全・環境保護要件、商業上の取決め、建設・運転期間等）、入札審査基準、PPP 契約書のドラフト等の情報を含む。

### 第 45 条 国内事業者の優先

- ✓ 公的当局は、ガーナで設立され所有権の過半数がガーナ人によって保有されている国内事業者に優先権を与えることができる。

#### 第47条 入札書の提出及び開札

- ✓ 入札者は、技術入札及び財務入札を提出する。入札書の提出及び開札は、提案依頼書に記載されたルールに従い実施される。

#### 第48条 入札評価

- ✓ 公的当局は、入札書評価のために提案書評価委員会を設立する。提案書評価委員会は、提案依頼書に記載された基準に基づき入札書の評価、比較の上、落札者を確定し、公的当局長及びPPP事業委員会に対し報告書を提出する。落札者は評価基準に対し最も有利かつ費用対効果の高い入札であるものとする。公的当局長は、PPP事業委員会による承認後、入札者に対し評価結果を提出する。

#### 第49条 協議

- ✓ 公的当局は、交渉チームを結成し、落札者と、プロジェクト契約の技術及び商業条件について交渉を開始する。落札者との交渉が決裂した場合、第2位の落札者と交渉を開始する。

#### 第51条 ガーナインフラ投資ファンドを通じたPPPの調達

- ✓ 競争入札が不成功に終わった場合、もしくは、戦略的な国益に資するため、FSの結果、経済的・財政的に実行可能であると判断されたPPP事業の実行が急務である場合、ガーナインフラ投資ファンドの承認を得た上で、ガーナインフラ投資ファンドを通じたPPP事業の調達が可能である。但し、ガーナインフラ投資ファンドを通じたPPP事業の調達は、PPP事業委員会の書面による承認がない限り、利用できない。

#### 第52条 プロジェクトの承認

- ✓ PPP事業の最終承認を付与する機関は添付1のとおり。

#### 第53条 地方自治体の承認

- ✓ 地方自治体の執行員会は、提出されたプロジェクトを検討し、総会によるプロジェクト検討及び承認のための勧告を行う。プロジェクト金額が地方自治体の閾値を超えた場合、添付1に基づく承認を得るものとする。

#### 第55条 非公募型提案

- ✓ PPP事業に関する民間企業からの提案、及び、公的当局からの要請ではなく民間企業主導で提出された提案について、公的当局は、中長期計画に含まれず未検討の案件である場合、検討を行う。事前審査の結果、当該提案を推進する場合、その旨を財務省PPP事業事務局に通知し、プロジェクトを登録する。登録後、民間企業提案者はFSを実施し、PPP事業委員会がFSを承認した後、公的当局は、一般競争入札を実施し、落札者を決定する。

## 第78～79条 プロジェクト開発機関

- ✓ 政府支援の一環として「プロジェクト開発機関」を設立し、民間企業調達等のプロジェクト準備が実施される。

## 第80～82条 実行可能性ギャップ機関

- ✓ 政府支援の一環として「実行可能性ギャップ機関」を設立し、技術的・社会的・環境的に実行可能だが、財政的に実行不可能な PPP 事業に対して資金援助、免税措置等を行う。

### 添付1 承認機関による閾値

- ✓ ガーナ国憲法 174 条（※税制上の優遇措置）あるいは 181 条（※公金資金貸付）の遵守が必要なプロジェクト  
⇒国会の承認が必要（財務上の閾値やプロジェクト費用に関係なく必要）
- ✓ 資本コストが 200M ドルを超えるプロジェクト  
⇒内閣の承認が必要（FS 段階で算定される金額で決定）
- ✓ 資本コストが 200M ドル以下のプロジェクト  
⇒PPP 委員会の承認が必要（FS 段階で算定される金額で決定）
- ✓ (a)District Assembly、(b)Municipal Assembly、(c)Metropolitan Assembly、によって実施されるプロジェクトで、(a)の場合 1M ドル以下、(b)の場合 2M ドル以下、(c)の場合 5M ドル以下のプロジェクト  
⇒各々の総会の承認が必要（事前 FS、あるいは FS で算定される金額で決定）

上述のとおり、PPP 事業については基本的に公的当局が主導することとなる。公的当局が FS を実施した上で必要な承認を得ながら対象事業を決定し、パートナーとなる民間企業を公募により決定し、両社間で契約を締結した上で、政府支援を受けながら共同で事業を実施していくこととなる。

なお、公的当局が PPP 事業として計画していない案件については、民間企業からの提案により PPP 事業として採用することも可能であるが、民間企業の主導による場合は、政府支援の対象外となる。

また、入札条件として、専門的及び技術的能力、資金、人材、経営能力、関連する業務経験等を有する企業等であることが求められており、選定に際してはガーナ人が半数を占める国内事業者に優先権が与えられることから、PPP が採用された場合、事業者としてこの要件を満たす必要がある。

前述のとおり、現時点で資金調達方法が不明であるため今回は PPP 法に関する調査を行ったが、資金調達の方針が明らかになり次第、その調達方法に必要な国内法令の調査が必要となる。



## 2.1.2 規格・基準

原子力発電所の建設プロジェクトにおいては前項で示した行政手続きだけでなく、導入国で規定される国内規格及び基準に従って設計、資材調達、建設を行う必要があり、その結果によっては標準設計や工法の見直しが生じる可能性がある。

今回の検討では、ガーナで規定される国内規格、基準の有無を調査した。ガーナの国内規格、基準については、Ghana Standards Authority が発行する CATALOGUE OF GHANA STANDARDS 2018<sup>13</sup>によれば、環境や電力、建築材料等のエリアで準拠すべき規格基準が制定されている。

これらの多くは、ISO や IEC の欧州を中心とする規格や ACI、ASTM、ASME などの米国を中心とする規格をエンドースしたものが多いことが確認出来た。

一方で、実際の建設方法や建築材料等の詳細に対する規格基準や NuScale 社が計画する標準設計、工法等への適用可能性について検討する必要がある。

## 2.1.3 NuScale 社想定プロセスとの比較及び考察

ガーナで想定される VOYGR<sup>TM</sup> 導入プロセスについて、米国での VOYGR<sup>TM</sup> 導入プロセスとの比較から以下の考察を行った。

### <許認可プロセス>

ガーナにおける原子力発電所導入時の許認可プロセスは、NRA 法第 36 条～第 42 条に記載されるとおり、「サイト審査」→「建設前審査」→「建設中審査」→「試運転前審査（試運転前）」→「試運転審査（燃料装荷前）」→「運転中審査」と、各プロセスでの許認可が求められる。これは、IAEA Safety Standards “Licensing Process for Nuclear Installations” (No.SSG-12)<sup>14</sup>にも沿ったプロセスとなっている。

一方、米国での VOYGR<sup>TM</sup> 導入時の許認可プロセスでは、サイト審査・建設前審査・運転前審査が一本化した形式（「Combined Operational License (COL)」）が採用されており、COL 取得後、建設・試運転・運転工程へと進むことが可能である。このことから、ガーナでの導入時は、米国と比べ、運転開始までにより多くの時間が必要となり、時間的な制約が発生することが想定される。

NRA 法第 36 条～第 42 条の各許認可手続きは、ある程度並行して申請手続き作業が行えるものなのか、あるいは、手前の許認可を取得しないと次のプロセスに進むことができないのかという点までは読み取れない。前述のとおり、現時点で入手には至っていないが NRA 法を補完するための規則が策定されており [9]、こちらでより詳細な許認可プロセスが規定されると考えられる。

<sup>13</sup> <https://www.gsa.gov.gh/wp-content/uploads/2018/08/2018-Catalogue-of-Ghana-Standards.pdf>

<sup>14</sup> [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1468\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1468_web.pdf)

### <法令間の関係性>

各法令や規則においては許認可取得プロセスが明確化されているものの、法令間のインターフェースや関係性が不明確であり、現時点で、各分野の許認可が、他分野の許認可取得にどのように影響を与えるか読み取ることが難しい。

例えば、EA 規則では元々、「EPA による事前許可無しに他政府機関は許認可を付与できない」と規定されていたが、NRA 法制定時に「原子力や放射性物質を伴う事業については、NRA が適切な通知を発行する」と追記され改訂された。ただ、こちらの改訂からは、元々規定されていた NRA の承認行為前に求められる EPA の事前許可の必要性については不明であり、EPA が実施する環境関連の審査やタイミングと、NRA が実施するサイト審査やタイミングとの関係性を把握することは困難であるが、今後の法令改正等により明確になることが期待される。

同様に、建設許可については、NRA 法に基づき原子力発電所の建設に関して NRA からの許認可取得が必要であるが、一方、地方自治法や建築規則では、一般建造物に対して地区計画当局による建設許可や建設工程における検査が必要な旨が明記されている。地方自治法や建築規則は NRA 法制定時に特に改訂が行われていないことから、現時点では、並行して許可を取得すると想定されるが、今後、改訂が加わる可能性もあり、注視が必要である。

また、原子力発電の導入を仮に PPP 事業として採用することとなった場合、上述の PPP 法に基づいて実施されるが、PPP 民間事業者として入札するタイミングと、EPA 法に基づく環境関連許認可プロセスや NRA 法に基づく一連の許認可プロセスとの兼ね合い、また、入札前に EC 法に基づく事業者登録を実施しておく必要があるのか等についても不明である。現時点で資金調達方法が不明であるため、今回は PPP 法に関する調査を行ったが、資金調達の方針が明らかになり次第、その調達方法に必要な国内法令を確認し、他法令等の関係性を明らかにする必要がある。

### <許認可の申請者>

米国での VOYGR™ 導入プロセスにおいては、ベンダーである NuScale 社が Design Certificate (DC) の申請者、事業者である UAMPS が Combined Operational License (COL) の申請者となり手続きを進めている。一方、NRA 法や EA 規則を始めとするガーナの法令では、申請者は「Person」で標記されており、事業者、ベンダー、EPC コントラクター等の明記が無い。一方で、原子力損害賠償については事業者が責任を有すると記載されていることから、関係者間での認識合わせが必要となる。

なお、EC 法や PPP 法では申請者や入札者の要件が定められているため、当該要件を満たす必要がある。また、NRA 法については現時点で申請者の資格要件については定められていないが、下位規則に規定される可能性もあるため、入手後、その点についても確認が必要である。

### <現地企業の優遇>

PPP 法では、民間企業選定時にはガーナ人が過半数を超える現地法人に優先権が与えられる旨が明記されている。また、EC 法の下位規則では電力供給産業における現地調達率の目標値が設定されている。これらの例が示すとおり、開発途上国における産業の発展や雇用創出の観点からも、現地企業が優遇される可能性は高い。現

地法人であることや、現地調達率の高さがプロジェクト参画要件や許認可申請時の要件となる可能性もあることから、この点についても注視が必要である。

## 2.2 環境影響関連 - 環境/農業/産業への潜在的な影響

環境影響評価（EIA）は原子力発電導入の可否を決める大きなプロセスであり、プラント建設や運転に伴い、発電所周辺環境へもたらされる影響について把握し、評価して導入国で定められる要求事項を満たすことがプロジェクトを進める上で重要となる。

本節では、前節の法令調査で抽出された環境社会影響評価（ESIA）に関する法令やガイドを基に ESIA 手法要求と許認可プロセスの調査を行った。調査を通じ、ESIA の調査項目や環境基準や許認可プロセスに関する事項の抽出を行った。また、放射線に関する事項を除き、比較的類似性の高い火力発電所の ESIA 例も参考とした。

### 2.2.1 ガーナにおける EIA 整備状況

本章では始めに、ガーナにおける原子力発電所導入のための EIA に関する要求事項について行政機関、適用が想定される EIA の法令やガイドの整備状況について調査を行った。

#### 2.2.1.1 環境影響評価に関連する法令や影響評価のガイドライン

ガーナの EIA を所掌するのは環境保護局 (EPA) でその役割と任務は Environmental Protect Agency Act (Act 490) に定められている。EPA の公式 web site<sup>15</sup>から入手可能な EIA に係る法令やガイドは以下であり、これらに基づく現時点で想定されるガーナの EIA について記載する。

1. Environmental Protect Agency Act (Act 490)
2. Environmental assessment regulations (LI1652)
3. GUIDELINES FOR OBTAINING ENVIRONMENTAL PERMITS FOR LARGE SCALE AND SIGNIFICANTLY IMPACTING UNDERTAKINGS<sup>16</sup>

#### 2.2.1.2 意思決定機関

ガーナの EIA プロセスは現時点（2022 年 11 月）で公開されている法令: Environmental Protect Agency Act (Act 490)\*及びガイドライン Environmental assessment regulations (LI1652) によれば、環境保護庁（Environment Protect Agency: EPA）が EIA に関する規制当局であると記載されている。

<sup>15</sup> <http://www.epa.gov.gh/epa/>

<sup>16</sup> <http://www.epa.gov.gh/epa/regulations/permits-large-scale>

\*Act490 での EIA に対する EPA の権限・役割を明記箇所（抜粋）

“施行と管理

## 12. 環境影響評価

(1) EPA は、書面による通知により、理事会の見解において環境に悪影響を及ぼす、または及ぼす可能性のある事業実施の責任者に対し、通知で指定された期間内に環境影響評価を提出するよう求めることができる。

(2) EPA は、第(1)項に基づく通知を発行する場合、環境に影響を与える事項に関する免許、許可、承認または同意の発行に責任を有する政府の機関または部門に、通知が発行されたことを通知しなければならない、当該機関または部門は、通知を遵守した後に EPA の書面による事前承認がなければ、免許、許可、承認または同意を与えないものとする。”

### 2.2.1.3 許認可プロセス

EIA の進め方は、前述の 3.GUIDELINES FOR OBTAINING ENVIRONMENTAL PERMITS FOR LARGE SCALE AND SIGNIFICANTLY IMPACTING UNDERTAKINGS に以下の進め方が記載され、また、図 2.2-A に示すようにガーナの ESIA のプロセスが進められている。

## 1. 事業の登録

Environmental Protect Agency Act (Act 490) と Environmental assessment regulations (LI1652) では、環境に重大な影響を与える可能性のある事業は、EPA に登録し、建設や操業を開始する前に環境許可を取得する必要があると定めている。環境許認可を取得するためには、以下のことを実施する必要がある。

環境アセスメント登録フォームに記入を行う。この用紙は、EPA の地域・地区事務所またはアクラの本社から購入することが可能。記入済みの用紙は、免許を持つ測量士によって正式に署名された現場計画とともに EPA 本部に提出しなければならない。

Environmental assessment regulations (LI1652)での事業登録に関する記載

パートI 環境許可

登録と環境許可証の発行が必要な事業

1. 何人も、本規則の別表 1 に定める事業又は事業の別表の事項が関係する事業が開始する前に、当該事業が環境庁の登録を受け、当該事業に関して環境庁から環境許可証が発行されていない限り、当該事業を開始してはならない。
5. 何人も、環境庁の見解において、環境または、公衆衛生に悪影響を及ぼす、または、及ぼす可能性のある事業に関して、その開始前に、その事業に関して環境庁の登録を受けていなければ、その活動を開始してはならない。

## 2. 審査

登録フォームの提出後、EPA は 25 日以内に、申請者の環境影響とその緩和方法を十分に理解するため、詳細な EIA 調査を実施するよう申請者に要請を行う。これにより、プロジェクトに関する環境的に健全な意思決定が促進される。

### Environmental assessment regulations (LI1652)での審査に関する記載

#### 書類審査による一次審査

1. 申請者及び必要なその他関連情報を受領した場合、初期審査として以下を考慮した審査を行う。
  - a. 事業の場所、規模及び見込まれる生産量。
  - b. 使用される予定の技術
  - c. 一般市民の懸念（もしあれば）、特に周辺住民の懸念（もしあればあれば）
  - d. 土地利用
  - e. 申請が関連する特定の事業と関連性のあるその他の要因
2. 申請者は、EPA がその事業の環境評価レベルを決定できるようにするため、事業に関する報告書を作成し、その報告書において以下を示すものを EPA に提出しなければならない。
  - a. 事業の環境・健康・安全への影響
  - b. 事業の実施において回避可能な環境への悪影響を回避するための明確なコミットメント
  - c. 避けられない環境及び健康への影響に対処するための明確なコミットメントと、その軽減のための必要な措置
  - d. 事業の確立のための代替案

## 3. スコーピング／参照条件

EIA の実施における最初のステップは、事業者が、すべての主要な注目事項を特定し、EIA 調査の委託条件を作成するために、利害関係者や影響当事者との幅広い協議を含むスコーピング検討を実施することである。事業者は、EIA 調査の参照条件案を含むスコーピング報告書を作成し、その報告書を 10 部 EPA に提出し、審査と承認を受けなければならない。



## Environmental assessment regulations (LI1652)でのスコーピングに関する記載

規則5（注:2.の審査を指す）に基づく審査後、EPA は申請に関する審査報告書を発行し、申請書が以下のいずれであるかを審査報告書に記載するものとする。

- a. 承認
- b. 異議あり
- c. 環境予備報告書の提出を要求する
- d. 環境影響評価書の提出を要求する

## 4. 環境影響評価

参照条件を含むスコーピング ポートが環境保護庁によって受理されると、申請者は、次に詳細な環境影響評価調査を委託するものとする。申請者は、環境影響評価報告書（環境影響評価書と呼ばれる）の草案を、審査のために 12 部 EPA に提出を行う。

## Environmental assessment regulations (LI1652)での環境影響評価に関する記載

環境影響評価書が、以下を含む事項を取り扱うことを規定するものとする。

- a. 事業の説明
- b. 事業の必要性の分析
- c. 事業の代替案（事業が実施されない場合の代替状況を含む）
- d. 計画地の選択理由及び他の代替地が検討されたか否かの記述を含む、用地選択に関する事項
- e. 社会的、経済的及びその他の環境上の主要な関心事項を含む既存の環境条件の特定
- f. 事業の様々な段階における、環境、社会、経済、文化的側面から見た、提案された事業の潜在的、肯定的、否定的な影響に関する情報
- g. 人々の健康への潜在的影響
- h. 社会経済的、文化的、公衆衛生的な環境への潜在的な負の影響を緩和するための提案
- i. 予測可能な環境影響を監視するために開発される提案と提案された緩和策



- j. 予測できない負の環境影響に対処するために策定された、または策定予定の緊急時対応策及び提案された緩和策
- k. 事業の運営により影響を受ける可能性のある一般市民との協議。
- l. 地図、計画、表、グラフ、図、その他、環境報告書の内容を理解するのに役立つ説明資料
- m. 暫定的な環境管理計画
- n. 事業運営により発生しうる土地または財産の損害に対する補償金の支払いに関する提案
- o. ガーナ国外の地域が、事業の活動によって影響を受ける可能性があるかどうかの表示

## 5. 環境影響評価書の提出と審査

審査の一環として、環境影響評価書（EIS）のコピーは、EPA 図書館、関連する地方議会、EPA 地域事務所、特定の事業を担当するセクター省などの有利な場所に置かれ、EIS の発行と 21 日以内のパブリックコメント募集に関する公告が全国紙と地方紙に出される。EPA は、EIS の審査を行い、50 営業日以内にその決定を事業者に通知することが義務付けられている。

## 6. 公聴会の開催

LI1652 条第 17 項に基づき、以下のような場合、提案されているプロジェクトに関する公聴会の開催を要求されることがある。

- ・ LI1652 条第 16 項に基づき発行された通知により、提案された事業の開始に対して、深刻な社会的反応がある場合。
- ・ 事業が、コミュニティの転居、移転、再定住を伴う場合。
- ・ 事業が、環境に対して広範かつ広範囲な影響を及ぼす可能性があると、EPA が判断した場合。

公聴会が開催された場合、申請に対する EPA の対応と意思決定のための所定の時間が延長される可能性がある。

Environmental assessment regulations (LI1652)での公聴会に関する記載

(1) EPA は、次のような場合、申請に関して公聴会を開催するものとする。

- a. 規則16に基づき発行された通知により、提案された事業の開始に対して大きな不利があると思われる場合提案された事業の開始に対する国民の反応が大きい場合。
  - b. その事業が、コミュニティの移転、再配置、または再定住を伴う場合。
  - c. 事業が環境に広範かつ広範囲な影響を及ぼすと考えられる場合。
- (2) 公聴会を実施するために、当局は、3名以上5名以下で構成されるパネルを任命するものとする。
- (3) パネルメンバーの少なくとも3分の1は、提案された事業の地理的地域の居住者でなければならない。また、意見聴取の対象について様々な意見がある場合には、その意見を反映させなければならない。
- (4) パネルの議長は、委員の中から庁が任命するものとするが、地元住民であってはならない。
- (5) パネルは、意見を提出する個人及び団体の意見を聴取し、提出されたすべての意見を検討し、意見聴取を開始した日から15日以内に、EPAに対して書面で勧告を行う。

## 7. 環境許認可決定 (EPD)

環境影響評価書 (EIS) のドラフトが提出されると、25 営業日以内に横断的技術審査委員会の支援を受け、報告書の審査を行うことになる。ビューの結果は、以下のいずれかになる。

報告書が完成し、8 部のハードコピーと 1 部の電子コピーが提出された時点で環境許可証が発行される。

- 環境影響評価書のドラフトを修正し、再提出する。
- 環境許認可の拒否（プロジェクトに対する異議申し立て）

Environmental assessment regulations (LI1652)での環境許認可決定に関する記載  
環境許認可の登録・発行

(1) EPA は、初期審査で申請を承認した場合、申請の対象である事業を登録し、その事業に関して環境許可書を発行する。

1. 初期審査において、EPA が申請に反対すると報告した場合、その報告は申請の不承認となり、事業は開始されないか、事業が存在する場合は中止されなければならない。

2. 初期審査における申請が承認された場合、異議がある場合、環境予備報告書の提出が必要な場合、または環境影響評価書の提出が必要な場合のEPAによる決定は、環境許可申請を受領した日から25日以内に申請者に通知されるものとする。

## 8. その他の規定事項

- ・ 手続き及び許可料

提案者は、環境許可証が発行される前に、**Approved Fees and Charges for All Sectors LI 2228 (2015)** に規定される処理・許可手数料を支払う必要があるものとする。

- ・ 環境許認可の有効性

許可証の交付日から18ヶ月間は有効。18ヶ月以内に事業の運営を開始しない場合、許可は期間終了後無効となる。再認証は所定の手続きを行えば可能。

## ADMINISTRATIVE FLOW CHART OF THE EA PROCEDURE

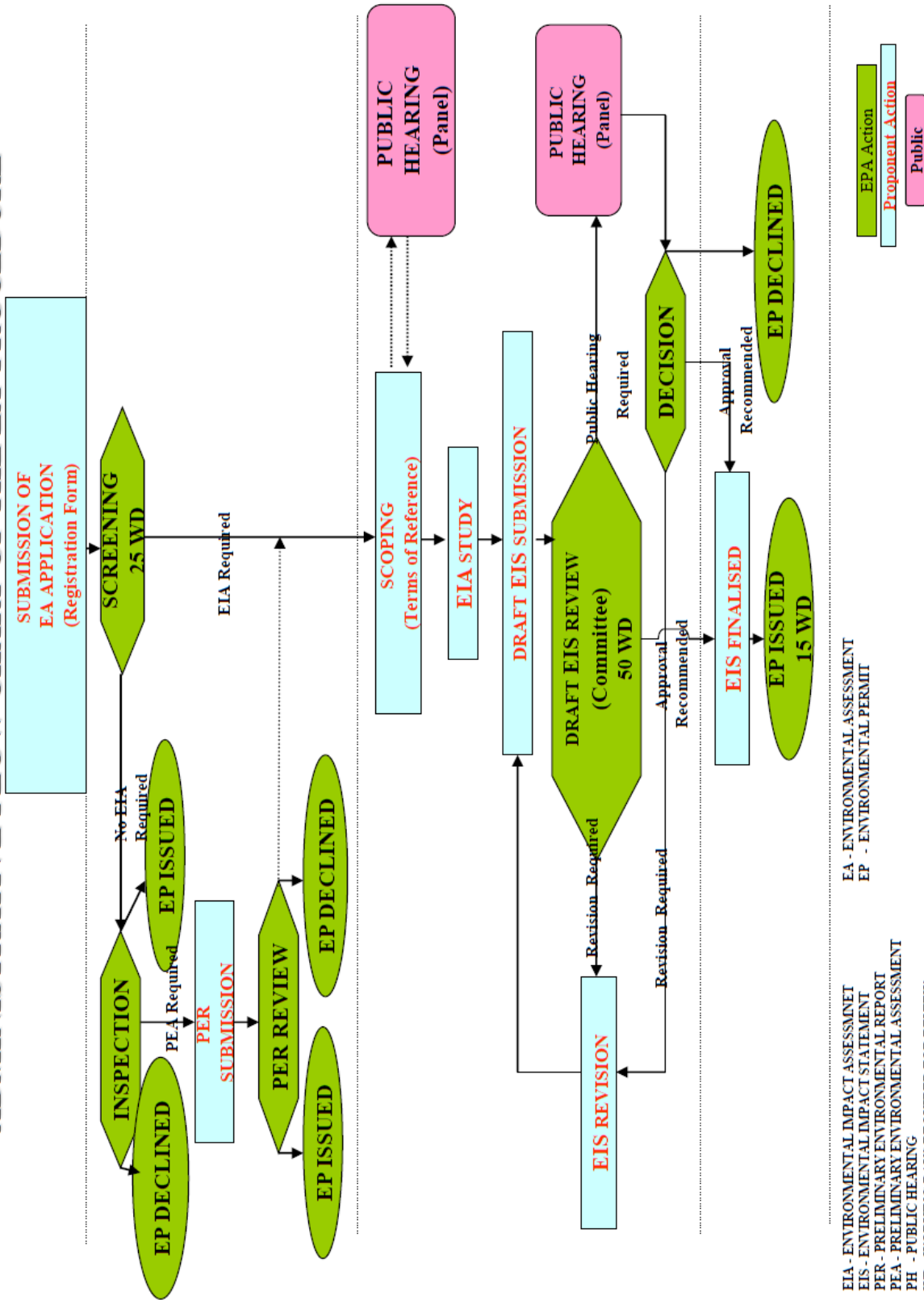


図 2.2-A ガーナ ESIA プロセス<sup>17</sup>

<sup>17</sup> <http://www.epa.gov.gh/epa/sites/default/files/u26/EA%20flowchart.pdf>

#### 2.2.1.4 EIA 用のガイド

EIA の進め方、行政手続きについては先に記載したように法令やガイドに記載されている。一方、具体的な EIA においての実施方法についてはそれらには記載されていない。ここでは、別の文献調査を行った。以下にその結果を記す。

試料採取、評価方法については、Development Bank of Southern Africa による African environmental assessment legislation handbook : Consultation Draft<sup>18</sup>の Chapter 11 にガーナの ESIA について詳述されている。

#### African Environmental Assessment Legislation Handbook: Consultation Draft

##### Chapter 11.3.10 Environmental standards

ガーナは、2003 年 6 月に水資源委員会が定めた原水水質基準とガイドラインを原水水質の評価に使用し、必要に応じて世界保健機関 (WHO) の原水基準を参考としている。2001 年以降、EPA は騒音、大気質、排水に関する様々なガイドラインを使用しており、これらは過去 2 年以内に基準化された。現在 EPA が使用している基準は以下の通りである。

- Ghana Standards (GS) for Environment and Health Protection – Requirements for Effluent Discharge (GS 1212, 2019).
- Ghana Standards for Environment and Health Protection – Requirements for Ambient Air Quality and Point Source/Stack Emissions (GS 1236, 2019).
- Ghana Standards for Health Protection – Requirements for Ambient Noise Control (GS 1222, 2018).
- Ghana Standards Acoustics - Guide for Measurement of Outdoor A-Weighted Sound Levels (GS 1258, 2018).
- Ghana Standards for Environment and Health Protection – Requirements for Motor Vehicle Emissions (GS 1219, 2018).
- Ghana Standards for Water Quality – Specification for Drinking Water (FDGS 175-1:2013).

#### 2.2.1.5 EIA 行政プロセス

前節において調査された PPP 法 (Act 1039) では、「プロジェクトがパートナーシッププロジェクトとして実施される資格があるとの事前 FS 報告書を受理した場合、契約機関はパートナーシッププロジェクトの FS の実施を進め、(a) プロジェクトの技術要件、(b) プロジェクトの両当事者が満たすべき法的要件、(c) プロジェクトの社会、経済、環境への影響を判断しなければならない」と記載されていることから、PPP 法の適用する場合には EIA の事前実施が必要とされる可能性がある。

<sup>18</sup> <https://www.dbsa.org/african-environmental-assessment-legislation-handbook>

## 2.2.1.6 ガーナの EIA に対する国際機関の見解

ガーナの EIA は世界銀行の方法に則ったものと報告されている [14]。

## 2.2.2 米国の手法

前項までは、ガーナの EIA に関する法令整備状況、EIA プロセス、各機関の役割などについて説明した。

本項では、ガーナにおいて、VOYGR™ の導入を想定して、NuScale 社の所在する米国の EIA に関連したプロセス、手順、調査方法などの調査を行い、米国での EIA のプロセス、調査項目などの調査を行い VOYGR™ 導入可否の調査を行った。

### 2.2.2.1 ベンダーにおける EIA

米国の許認可プロセスにおいて、EIA は NRC の規則等で要求されている [15]。EIA 作成のタイミングとしては図 2.2-B に示すような Early Site Permit (ESP) の場面や、Combined License (COL)/Operating License (OL) 等の運転許可申請時に EP と呼ばれる環境影響評価に関する事項の提出を行うプロセスである。VOYGR™ の場合、表 2.2-A に示すようなサイト評価のためのプラント情報を基に ESP のような許認可資料が現在進行中の米国プロジェクトなどで作成することが見込まれる。

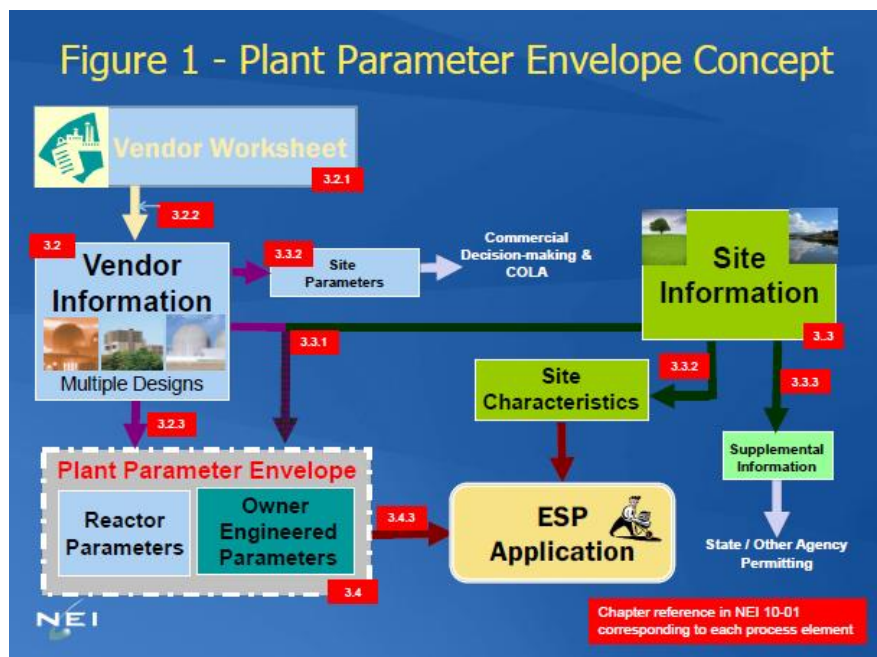


図 2.2-B プラントパラメーター包絡のコンセプト [16]



表 2.2-A ベンダー提供情報リスト [16]

TABLE 1 – VENDOR INFORMATION WORKSHEET BY PPE SECTION

| PPE Section                                          | Definition                                                                                                                                                                                                                                                                     | Technology<br>Supplier Value <sup>1</sup> | Notes/<br>Comments | Parameter<br>Type | Applicability <sup>2</sup> |    |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|----|
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   | SSAR                       | ER |
| <b>1. Structure</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   |                            |    |
| <b>1.1 Building Characteristics</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   | X                          | X  |
| 1.1.1 Height (w/o Stack and Cooling Towers)          | The height from finished grade to the top of the tallest power block structure, excluding cooling towers (excludes stairway towers, elevator, etc).                                                                                                                            |                                           |                    | Rx                | X                          | X  |
| 1.1.2 Foundation Embedment                           | The depth from finished grade to the bottom of the basemat for the most deeply embedded power block structure.                                                                                                                                                                 |                                           |                    | Rx                | X                          |    |
| <b>1.2 Precipitation (for Roof Design)</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   |                            |    |
| 1.2.1 Maximum Rainfall Rate                          | The probable maximum precipitation (PMP) value that can be accommodated by a plant design. Expressed as maximum precipitation for 1 hour in 1 square mile with a ratio for five minutes to the 1 hour PMP of 0.32 as found in National Weather Service Publication HMR No. 52. |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.2.2 Normal and Extreme Winter Precipitation Events | The loads on structure roofs that can be accommodated by a plant design (i.e. the weight of the 100 year period ground level snowpack and the weight of the 48 hour probable maximum winter precipitation (PMWP)).                                                             |                                           |                    |                   |                            |    |
| <b>1.3 Safe Shutdown Earthquake (SSE)</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   |                            |    |
| 1.3.1 Design Response Spectra                        | The assumed design response spectra used to establish a plant's seismic design.                                                                                                                                                                                                |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.3.2 Peak Ground Acceleration                       | The maximum earthquake ground acceleration for which a plant is designed; this is defined as the acceleration, which corresponds to the zero period in the response spectra taken in the free field at basemat elevation.                                                      |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.3.3 Time History                                   | The plot of earthquake ground motion as a function of time used to establish a plant's seismic design.                                                                                                                                                                         |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.3.4 Capable Tectonic Structures or Sources         | The assumption made in a plant design about the presence of capable faults or earthquake sources in the vicinity of the plant site (e.g., no fault displacement potential within the investigative area).                                                                      |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| <b>1.4 Site Water Level (Allowable)</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   |                            |    |
| 1.4.1 Maximum Flood                                  | Design assumption regarding the difference in elevation between finished plant grade and the water level due to the probable maximum flood.                                                                                                                                    |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.4.2 Maximum Ground Water                           | Design assumption regarding the difference in elevation between finished plant grade and the maximum site ground water level used in the plant design.                                                                                                                         |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| <b>1.5 Soil Properties Design Bases</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   |                            |    |
| 1.5.1 Liquefaction                                   | Design assumption regarding the presence of potentially liquefying soils at a site (e.g., none at Site-Specific SSE).                                                                                                                                                          |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.5.2 Minimum Bearing Capacity (Static)              | Design assumption regarding the capacity of the competent pad-bearing layer required to support the loads exerted by plant structures used in the plant design.                                                                                                                |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.5.3 Minimum Shear Wave Velocity                    | The assumed limiting propagation velocity of shear waves through the foundation materials used in the plant design.                                                                                                                                                            |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.5.6 Dynamic Bearing Capacity                       | Design assumption regarding the capacity of the foundation soil/rock to resist loads imposed by the structures in the event of an earthquake.                                                                                                                                  |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| 1.5.7 Min. Soil Angle of Internal Friction           | Design assumption for the minimum value of the internal friction angle of foundation soils, fill soils, or excavation slopes that would provide a safe design of plant through soil structure interaction analyses including sliding along the base.                           |                                           |                    | Site              | X                          |    |
| <b>1.6 Tornado (Design Bases)</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                    |                   |                            |    |

<sup>1</sup> In the case of multiple reactors on the same site, some parameters may need to be scaled to reflect the number of units.

<sup>2</sup> Some parameters may not be applicable to either the ER or SSAR, but may be desirable for the applicant to collect for commercial decision making or as supplemental information

### 2.2.2.2 米国における EIA 許認可図書

NuScale は実プロジェクトの EIA 図書がまだ公表されていないことから、SMR の導入が想定されている TVA の Clinch River Nuclear Site Early Site Permit Application PART 3 Environmental Report Revision 2<sup>19</sup>を通して、SMR で想定される EIA 図書状況の確認を行った。

これによると、下記の 10 Chapter が Environmental report として申請され、許認可プロセスを完了している。

CHAPTER 1: INTRODUCTION TO THE ENVIRONMENTAL REPORT

CHAPTER 2: ENVIRONMENTAL DESCRIPTION

CHAPTER 3: PLANT DESCRIPTION

CHAPTER 4: ENVIRONMENTAL IMPACTS OF CONSTRUCTION

CHAPTER 5: ENVIRONMENTAL IMPACTS OF STATION OPERATION

CHAPTER 6: ENVIRONMENTAL MEASUREMENTS AND MONITORING PROGRAMS  
RADIOACTIVE MATERIALS

CHAPTER 7: ENVIRONMENTAL IMPACTS OF POSTULATED ACCIDENTS INVOLVING

CHAPTER 8: NEED FOR POWER

CHAPTER 9: ALTERNATIVES

CHAPTER 10: ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF THE PROPOSED ACTION

### 2.2.2.3 米国原子力発電所の輸出における EIA

ガーナでの VOYGR<sup>TM</sup> 建設に際しては、米国からの輸出が想定されるが、その際の資金提供の手段として、米国ファンドなども選択肢の一つと考えられる。そこで、米国の原子力輸出に関する金融機関である US-EXIM での EIA に関する情報を調査した。

US-EXIM の web サイトには、原子力発電所の輸出時における環境レビューに関する要件<sup>20</sup>が記載されている。

I - 一般的な環境レビューの要件。

商業用原子力発電所に関連する融資申請に対する Ex-Im Bank の環境審査は、付属文書 A-1 に記載された国際ガイドライン及び原子力発電所の安全面に特に関連するガイドラインに従って実施される。

新規原子力発電所の輸出に対する融資の申請は、環境カテゴリ A に分類され、付属書 A-1 に記載された国際ガイドラインに記載された環境社会影響評価 (ESIA) の提出、及び社会・環境持続性に関する IFC パフォーマンススタンダード 8 項目とプロ

<sup>19</sup> [NRC: Package ML19030A478 - Part 03 Environmental Report \(Rev. 2\)](#)

<sup>20</sup> [Environmental and Social | EXIM.GOV](#)

プロジェクト全体に適用される世界銀行グループの環境保健安全 (EHS) ガイドラインの要件が要求される。火力発電所向けのEHS ガイドラインは、原子力発電プロジェクトに最も関連性のあるものである。パフォーマンススタンダードとEHS ガイドラインは、以下の6.6 参考資料から入手することができる。

IFC パフォーマンススタンダードは、原子力発電所に特有の重要な安全面を扱っていないため、本付属書表は、原子力発電所プロジェクトに特有の安全面及びその他の環境関連面に関する追加要件を定めている。

Ex-Im 銀行は、銀行によるプロジェクトの技術的及び環境的なデューデリジェンス・レビューを支援する「貸し手の技術アドバイザー」の任命を要求し、プロジェクト及びその潜在的な原子力及び非原子力の安全性と環境影響に関する情報が入手可能になれば、銀行の情報要件の範囲は改良される可能性がある。

また、原子力における輸出案件の条件として、以下の遵守を要求している。

- ・ IFC のガイドライン
- ・ WHO のガイドライン
- ・ 世界銀行のガイドライン

### 2.2.3 まとめ

ガーナの EIA と US-EXIM では世界銀行の方法を用いていることから類似性は高いと言える。一方、米国内での方法は、NRC の規則等に沿ったものではあるが、各々の項目を見ると WHO や世界銀行のガイドの項目と一致している。

このことからガーナの EIA において、VOYGR™ の輸出を想定した場合、制度面や実施項目に大きな支障はないと想定される。

EIA における調査等の具体的な規格・基準としては、Ghana Standard (GS)が制定され、太陽光の案件などで採用されているが、これは欧米の既存の様々な規格・基準 (ASME や ISO) のガーナ版と捉えることができる。一方で、欧米の規格・基準については細かい部分では差異もあることから、実際の調査に当たっては事前の調査等含め、ガーナ側の条件と VOYGR™ の条件を確認していく必要がある。

## 2.3 電力システム - 電力需要・電力市場構造・送電及び送配電網

ガーナの電力システムの現状調査するため、エネルギー分析、電気事業体制、電力需要、電力設備、電気料金及び発電所出力の妥当性の観点で調査を行った。

### 2.3.1 エネルギー分析

#### 2.3.1.1 経済概況

ガーナ共和国の経済は農業・鉱業等に依存した典型的な一次産品依存型であったが、世界銀行の統計によれば（図 2.3-A）ガーナ共和国の国民一人あたりの GDP は 2000 年以降で年 5%前後の伸びを示しており、2021 年での国民一人あたりの GDP は US\$2,445、GDP 成長率は 5.35%となっている。また、国内 GDP の構成は 2013 年では農業、鉱業が多くを占めていたが、近年は表 2.3-A に示すように自動車修理、家庭用品などのサービス業が農業、鉱業を超えて最も高くなっている。

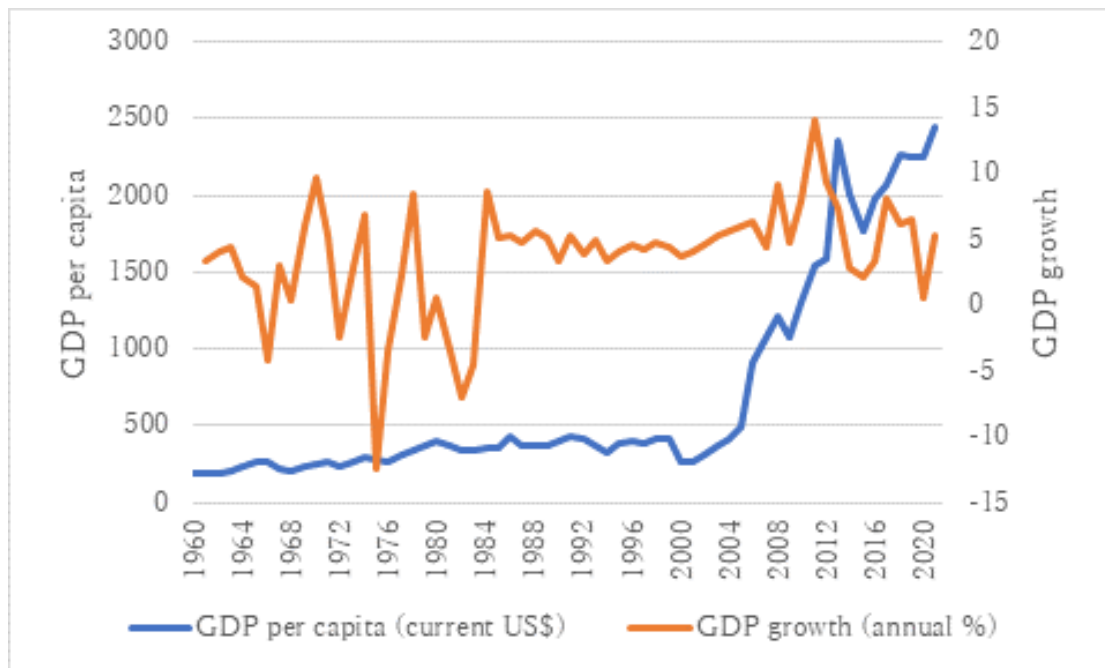


図 2.3-A ガーナの GDP 推移<sup>21</sup>

<sup>21</sup> [Ghana | Data \(worldbank.org\)](https://data.worldbank.org/Ghana)

表 2.3-A GDP 内訳 (2013-2018) [17]

Table 1.1: Gross Domestic Product (GDP) at Current Market Prices by Economic Activity (Gh¢ Million)

|                                                                | 2013*          | 2014*          | 2015*          | 2016*          | 2017*          | 2018*            |
|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| <b>1. AGRICULTURE</b>                                          | <b>25,290</b>  | <b>31,086</b>  | <b>36,526</b>  | <b>45,116</b>  | <b>50,554</b>  | <b>54,923.5</b>  |
| 1.01 Crops                                                     | 17,062         | 20,637         | 24,479         | 32,210         | 36,599         | 40,349           |
| o.w. Cocoa                                                     | 1,980          | 3,254          | 3,646          | 3,834          | 4,186          | 4,342            |
| 1.02 Livestock                                                 | 4,354          | 5,572          | 6,052          | 6,524          | 7,100          | 7,528            |
| 1.03 Forestry and Logging                                      | 2,048          | 2,892          | 3,455          | 3,542          | 4,055          | 4,239            |
| 1.04 Fishing                                                   | 1,826          | 1,985          | 2,539          | 2,841          | 2,800          | 2,808            |
| <b>2. INDUSTRY</b>                                             | <b>43,104</b>  | <b>53,767</b>  | <b>57,155</b>  | <b>60,709</b>  | <b>78,015</b>  | <b>94,770.3</b>  |
| 2.01 Mining and Quarrying                                      | 15,933         | 21,705         | 17,131         | 16,831         | 25,917         | 37,999           |
| o.w. Oil***                                                    | 6,803          | 9,001          | 4,692          | 1,027          | 8,446          | 10,608           |
| 2.02 Manufacturing                                             | 14,523         | 17,605         | 20,506         | 23,922         | 26,860         | 31,441           |
| 2.03 Electricity                                               | 1,327          | 1,378          | 2,979          | 3,486          | 4,390          | 4,178            |
| 2.04 Water and Sewerage                                        | 680            | 896            | 1,183          | 1,305          | 1,415          | 1,470            |
| 2.05 Construction                                              | 10,641         | 12,183         | 15,357         | 15,165         | 19,433         | 19,683           |
| <b>3. SERVICES</b>                                             | <b>48,408</b>  | <b>56,132</b>  | <b>71,334</b>  | <b>92,680</b>  | <b>109,698</b> | <b>129,278.9</b> |
| 3.01 Trade; Repair Of Vehicles, Household Goods                | 13,118         | 15,921         | 20,460         | 27,891         | 33,383         | 42,267           |
| 3.02 Hotels and Restaurants                                    | 4,577          | 4,488          | 5,781          | 7,261          | 9,254          | 10,580           |
| 3.03 Transport and Storage                                     | 6,979          | 7,718          | 9,950          | 13,118         | 17,109         | 20,858           |
| 3.04 Information and Communication                             | 1,876          | 2,782          | 3,658          | 4,305          | 5,040          | 6,790            |
| 3.05 Financial and Insurance activities                        | 5,953          | 7,195          | 9,550          | 13,519         | 12,018         | 11,752           |
| 3.06 Real Estate                                               | 1,145          | 1,335          | 2,174          | 3,470          | 5,563          | 6,113            |
| 3.07 Professional, Administrative & Support Service activities | 1,612          | 2,115          | 2,664          | 3,115          | 3,679          | 4,133            |
| 3.08 Public Administration & Defence; Social Security          | 4,265          | 4,549          | 5,237          | 6,502          | 7,846          | 9,247            |
| 3.09 Education                                                 | 4,693          | 5,189          | 6,279          | 6,898          | 8,046          | 8,880            |
| 3.10 Health and Social Work                                    | 2,612          | 3,108          | 3,438          | 3,977          | 4,934          | 5,803            |
| 3.11 Other Service Activities                                  | 1,579          | 1,732          | 2,142          | 2,625          | 2,826          | 2,856            |
| <b>4. GROSS DOMESTIC PRODUCT at basic prices</b>               | <b>116,802</b> | <b>140,985</b> | <b>165,015</b> | <b>198,505</b> | <b>238,267</b> | <b>278,972.8</b> |
| Net indirect Taxes                                             | 6,848          | 14,447         | 15,384         | 16,572         | 18,404         | 21,623           |
| <b>5. GROSS DOMESTIC PRODUCT in purchasers' value</b>          | <b>123,650</b> | <b>155,433</b> | <b>180,399</b> | <b>215,077</b> | <b>256,671</b> | <b>300,596.1</b> |
| Low informal GDP at purchasers' value                          | 36,119.60      | 43,728.15      | 51,550.70      | 64,457.49      | 73,325.42      | 81,253.78        |

\*Provisional

\*\*\* Oil means Oil and Gas

### 2.3.1.2 エネルギー概況

ガーナのエネルギーバランス（2017年時点）は図2.3-Bに示すように、一次エネルギーとして自国産の石油、木質燃料、天然ガスを供給元としており国家としてのエネルギー自給率が高い。また、二次エネルギーはバイオマス（木質燃料）、石油、電力の順で利用されている。最終消費エネルギー量は、産業、輸送、住居用となっている。

2021年時点のエネルギーバランスは表2.3-Bの通りであり、総エネルギー供給量（TES）は12,226 ktoeである。総エネルギー供給量に占める割合はバイオマスが約34%、次いで石油が35%、天然ガスが26%となっている。

2017年以降のエネルギー供給量は急増しており、特に商業生産を開始した天然ガスが占める割合が多くなっている。（図2.3-C）

最終消費エネルギー量（TFC）における燃料別の割合は石油、木質燃料、電力となっており、電力が占める割合は約17%である。

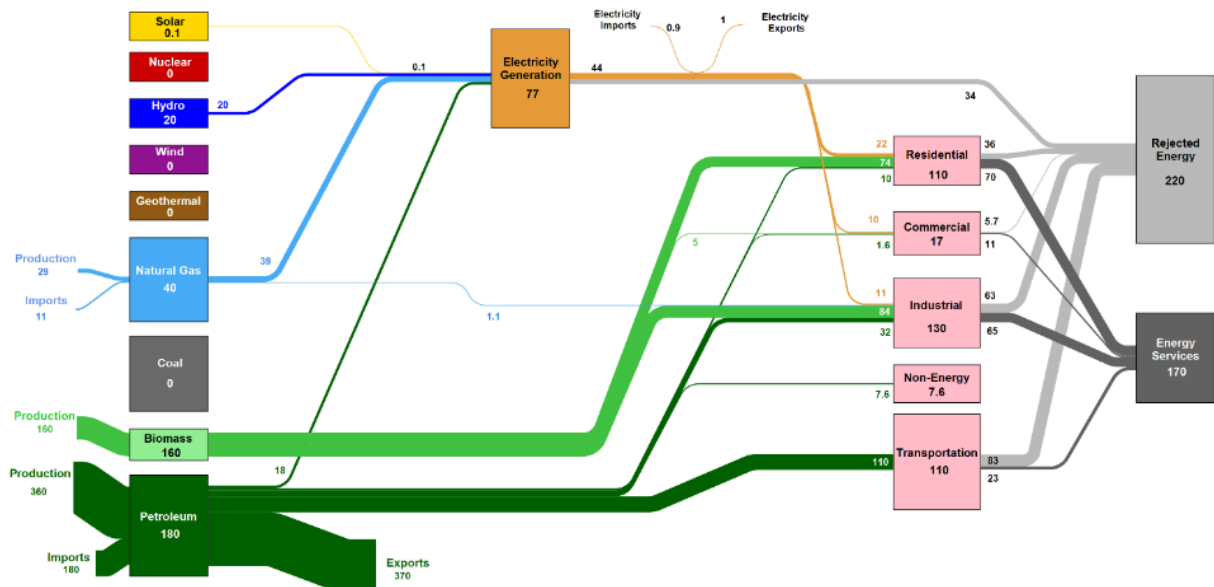


図 2.3-B エネルギー収支図（2017年）<sup>22</sup>

<sup>22</sup> [Energy Flow Charts | Flowcharts \(Ilnl.gov\)](#)



表 2.3-B エネルギーバランス, 2021 (ktoe) [18]

| Supply and Consumption  | Crude Oil  | Natural Gas  | Petroleum Products | Wood         | Charcoal     | Solar     | Hydro      | Electricity  | Total         |
|-------------------------|------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|-----------|------------|--------------|---------------|
| Production              | 8,120      | 2,717        | 0                  | 4,190        | -            | 11        | 647        | -            | 15,685        |
| Imports                 | 75         | 471          | 4,275              | -            | -            | -         | -          | 4            | 4,825         |
| Exports                 | -8,075     | -            | -96                | -            | -1           | -         | -          | -149         | -8,321        |
| Intl. Marine Bunkers    | -          | -            | -7                 | -            | -            | -         | -          | -            | -7            |
| Intl. Aviation Bunkers  | -          | -            | -190               | -            | -            | -         | -          | -            | -190          |
| Stock changes           | 29         | -            | 203                | -            | -            | -         | -          | -            | 232           |
| <b>TES</b>              | <b>149</b> | <b>3,189</b> | <b>4,186</b>       | <b>4,190</b> | <b>-1</b>    | <b>11</b> | <b>647</b> | <b>-145</b>  | <b>12,226</b> |
| Transfers               | -98        | -            | 105                | -            | -            | -         | -          | -            | 7             |
| Statistical differences | -297       | 291          | -11                | 0            | 0            | 0         | 0          | 0            | -17           |
| Electricity plants      | -52        | -2,745       | -79                | -            | -            | -11       | -647       | 1,896        | -1,638        |
| Oil refineries          | -242       | -            | 285                | -            | -            | -         | -          | -            | 43            |
| Other transformation    | -          | -            | -                  | -2,225       | 1,198        | -         | -          | -            | -1,027        |
| Energy industry own use | 24         | -            | 32                 | -            | -            | -         | -          | 62           | 118           |
| Losses                  | 30         | -            | -                  | -            | -            | -         | -          | 135          | 165           |
| <b>TFC</b>              | <b>-</b>   | <b>153</b>   | <b>4,477</b>       | <b>1,965</b> | <b>1,197</b> | <b>-</b>  | <b>-</b>   | <b>1,553</b> | <b>9,345</b>  |
| Residential             | -          | -            | 252                | 1,542        | 1,113        | -         | -          | 729          | 3,636         |
| Industry                | -          | 153          | 462                | 384          | 3            | -         | -          | 494          | 1,496         |
| Commerce & Service      | -          | -            | 25                 | 39           | 81           | -         | -          | 329          | 474           |
| Agriculture & Fisheries | -          | -            | 160                | -            | -            | -         | -          | 0            | 160           |
| Transport               | -          | -            | 3,577              | -            | -            | -         | -          | 0            | 3,577         |
| Non-Energy Use          | -          | -            | 0                  | -            | -            | -         | -          | -            | 0             |

TES: Total Energy Supply

TFC: Total final consumption

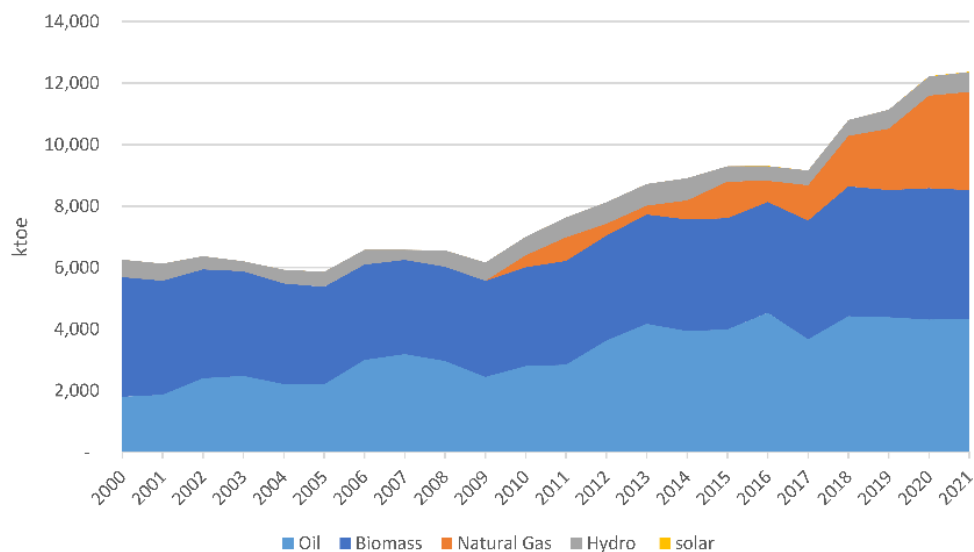


図 2.3-C 一次エネルギー推移 (2000 - 2021) [18]

### (a) 石油

ガーナは現在、図 2.3-D に示す通り、ガーナ前面海域における海底油田で商業生産を行っており、図 2.3-E に示す通り、2021 年の原油生産量は合計 55,050 千バレルに達している。2010 年まで輸入超過であったが商業生産の開始に伴い 2011 年に輸出超過に転じており、その生産量は 2011 年の 24,451 千バレルから 2021 年には 55,416 千バレルに増加し年平均成長率は 8.5%となっている。

一方で、発電用の原油輸入は2013年の6,495千バレルから2020年には382千バレルと大幅に減少しており、2021年には、輸入した原油のほぼ全量が製油所によって使用されている。

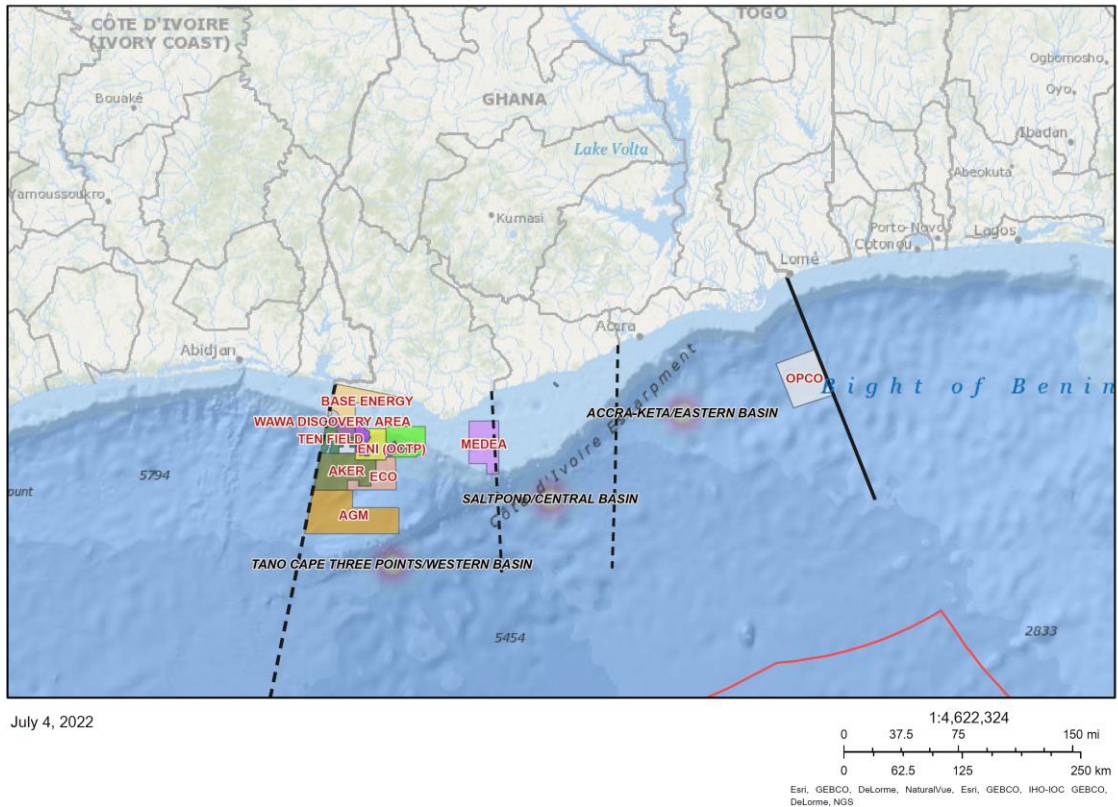


図 2.3-D オフショア活動マップ<sup>23</sup>

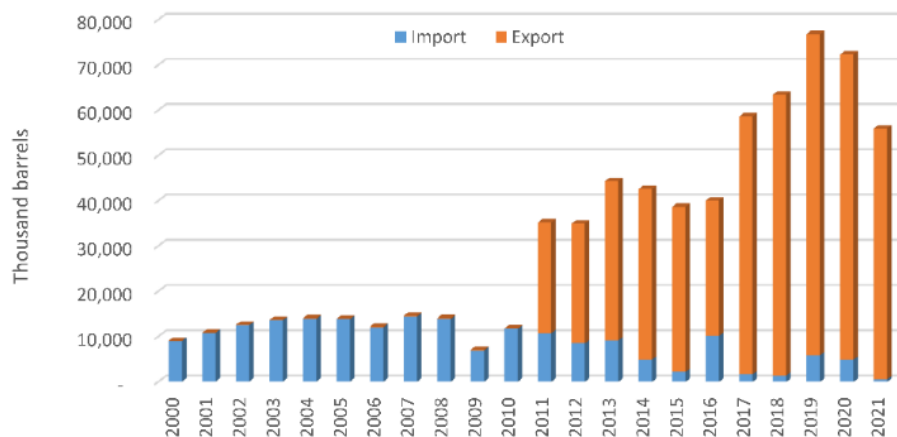


図 2.3-E 石油輸出入推移 (2000 - 2021) [18]

<sup>23</sup> <https://www.petrocom.gov.gh/maps/>

## (b) 天然ガス

ガーナは2014年にジュビリー油田から天然ガスの本格的な商業生産を開始し、生産量は約2 tBtuであった。その後の天然ガスの生産量は、年平均成長率76.3%で2021年には107.83 tBtuと大幅に増加している。(図2.3-F)

天然ガスはナイジェリアから西アフリカ・ガス・パイプライン(WAGP)(図2.3-G)を通じて輸入されている。しかし、天然ガスの輸入量は、自国での生産量の増加により減少しており、2020年の輸入量は18.71 tBtuで、前年比23.5%減であった。輸入されるガスの大半は発電用に利用され、非発電用に利用される割合は2%未満と少ない。

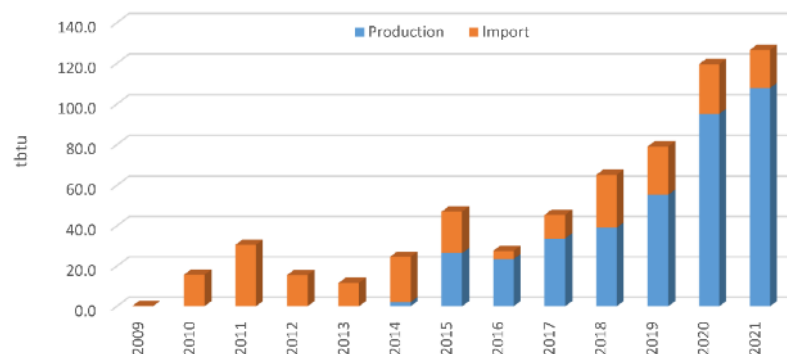


図 2.3-F 天然ガス生産量/輸入量推移 (2000 - 2021) [18]



図 2.3-G 西アフリカ・ガス・パイプライン<sup>24</sup>

## (c) 木質燃料

バイオマスの主な供給形態は、木炭、薪、その他（オガクズ、製材所残材等）である。バイオマス総供給量は、2000年から2021年まで年平均0.35%の伸び率で増加しており、2021年時点では、全木材供給量の約52.1%が木炭生産、次いで約45.3%が薪として利用されている。

バイオマスの消費量は、2000年の3,432 ktoeから2021年には3,162 ktoeに減少し、年平均0.4%の割合で減少した。2000年以降、バイオマスの最大消費部門は住居

<sup>24</sup> <http://www.wagpa.org/the-wagp/>

用でありバイオマス消費量の約84%を占め、次いで工業部門が12.2%、サービス部門が3.8%となっている。

### 2.3.1.3 エネルギー予測

ガーナエネルギー委員会(EC)は2019年に戦略的国家エネルギー計画(2020-2030) [19]を策定した。同計画の策定にあたっては同計画の策定にあたっては国家エネルギー政策(2010) [20]、ガーナ共有成長開発アジェンダ(GSGDA、2010-2013 [21]及び2014-2017 [22])、経済・社会開発政策調整プログラム(2017-2024) [23]及び統合ボーキサイト・アルミニウム計画等の政府プログラムの目標に基づいており、以下のエネルギー分野の政策目標及び社会経済目標を含んで検討されている。

| 政策目標                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● 2020年までに電力網へのユニバーサルアクセスを達成する。</li><li>● 2030年までに、国のエネルギー供給ミックス全体に占める再生可能エネルギーの割合を10%にする。</li><li>● 2030年までに家庭でのLPG普及率50%を達成する。</li></ul> |
| 社会経済政策目標                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>● 経済成長率を年率8.0%以上加速させる。</li><li>● 農業の近代化、天然資源開発(特に石油・ガス)の支援。</li><li>● 農業と工業、特に製造業を結びつけ、雇用主導の経済成長戦略を追求する。</li></ul>                         |

#### (1) 評価シナリオ

戦略的国家エネルギー計画では、ガーナは社会経済的な見通しを把握するために、Business-as-usual (BaU) シナリオと Accelerated Economic Growth (AEG) シナリオを策定した。(表 2.3-C)

表 2.3-C エネルギー予測評価シナリオ [19]

|                                 | Business-as-usual<br>(BaU)          | Accelerated Economic Growth<br>(AEG)                                                                                                                                        |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| シナリオ概要                          | 2030 年までの歴史的な過去からのトレンドに基づく社会経済的な見通し | 「ガーナ共有の成長と開発アジェンダ」 [21] [22]、「中期国家開発政策 フォームワーク (2018-2021)」 [24]、「経済社会開発政策 調整 プログラム (2017-2024)」 [23]の目標を考慮し、「1 地区 1 工場」産業イニシアティブや「食料と雇用のための植林」政策など政府が既に行った行動とまだ行っていない行動を含む |
| 人口(2020 年)<br><b>2470 万人</b>    | 3,800 万人<br>(年平均 2.17%増加)           | 3,740 万人<br>(年平均 2.09%増加)                                                                                                                                                   |
| 都市化率 (2020 年) <b>50.9%</b>      | 65.0%<br>(年平均 1.2%増加)               | 66.0%<br>(年平均 1.3%増加)                                                                                                                                                       |
| GDP (2020 年)<br><b>322 億米ドル</b> | 1,269 億米ドル<br>(年平均 7.1%で増加)         | 1,586 億米ドル<br>(年平均 8.3%増加)                                                                                                                                                  |

## (2) エネルギー予測結果

### (a) 総エネルギー需要量

BaU シナリオでは、総エネルギー需要が 2020 年の 9,753 ktoe から 2030 年には 15,552 ktoe へと約 60%増加し、AEG シナリオでは、2020 年の 10,314 ktoe から 2030 年には 22,091 ktoe へと 100%以上増加すると予想されている。(図 2.3-H)

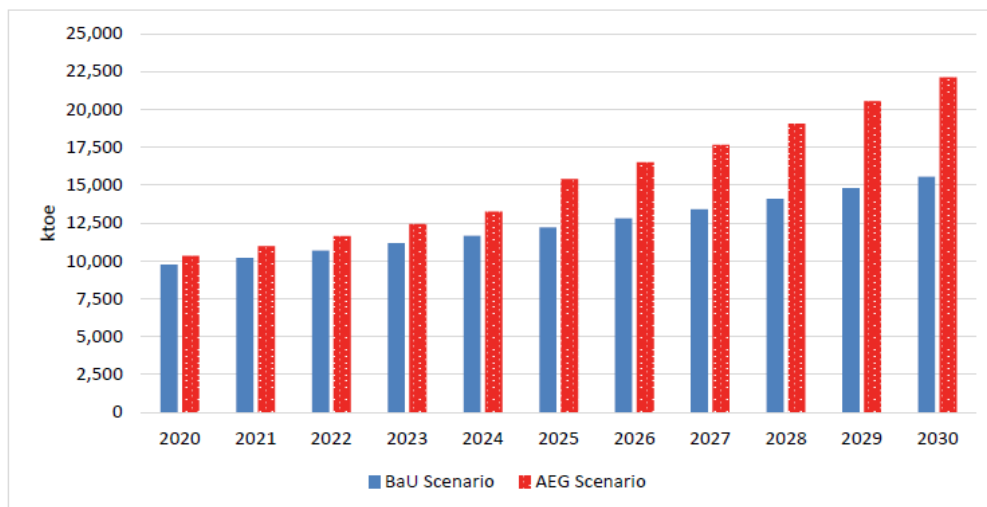


図 2.3-H 総エネルギー需要量予測 [19]

## (b) 部門別予測

エネルギー予測における部門別のシェアで見ると、エネルギー消費部門は運輸が圧倒的に多く、BaU シナリオでは最終エネルギー需要全体の約 51%、AEG シナリオでは約 44%を占めると評価している（図 2.3-I）。

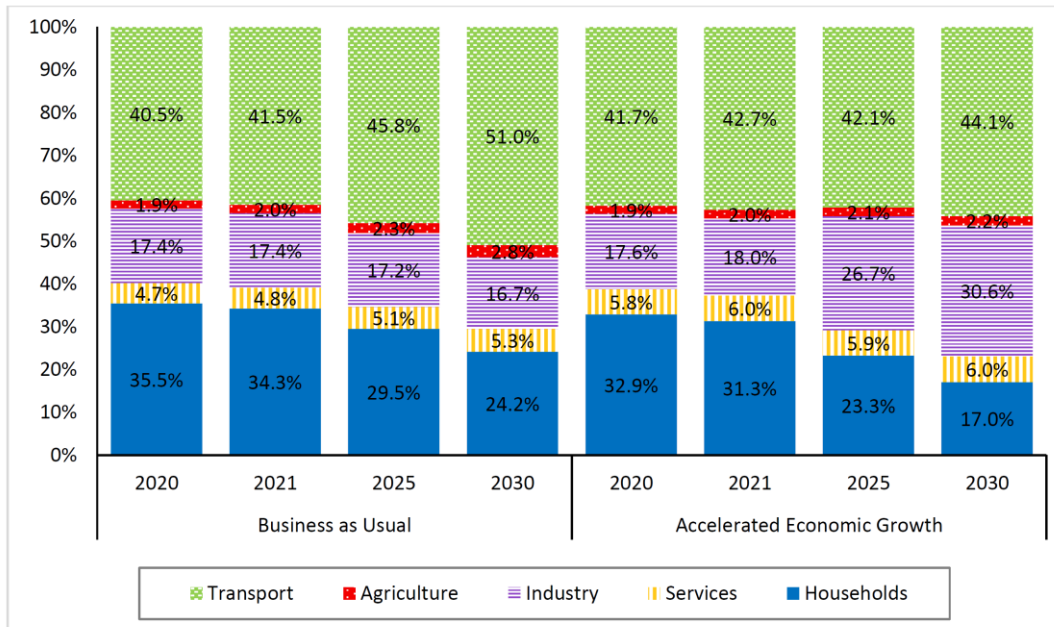


図 2.3-I 部門別エネルギー消費量 [19]

各エネルギー消費部門における予測は以下の通り。

### (A) 家庭部門

家庭部門の総エネルギー需要は、BaU シナリオでは年平均成長率 0.8%で 2020 年の約 3,459 ktoe から 2030 年の 3,761 ktoe に、AEG シナリオでは年平均成長率 1.0%で 2020 年の 3,395 ktoe から 2030 年の 5,765 ktoe に増加すると予測された。また、電力、LPG、木炭の需要は増加し、薪と灯油の需要は減少する。

### (B) サービス

サービス部門の総エネルギー需要は、BaU シナリオでは 2020 年の約 463 ktoe（年平均成長率約 6.0%）から 2030 年には 826 ktoe に、AEG シナリオでは 2020 年の 602 ktoe（年平均成長率 8.2%）から 2030 年には 1,327 ktoe に増加する。電気、LPG、木炭の需要は増加し、薪の需要は減少する。

### (C) 産業

産業部門の総エネルギー需要は、BaU シナリオでは 2020 年の 1,511 ktoe から年平均成長率 4.8%で 2030 年には約 2,418 ktoe に、AEG シナリオでは 2020 年の 1,650 ktoe から年平均成長率 14.7%で 2030 年には 6,451 ktoe に増加する。製造業と鉱業のサブセクターは、このセクターの需要の約 95%を占める。このセクターで使用するすべての燃料の需要が増加すると予想されるが、鉄とボーキサイトをそれ



それ鉄鋼とアルミナに加工するための需要により、天然ガスの増加率が最も高くなる。

#### (D) 農業・漁業

農業部門の総エネルギー需要は、BaU シナリオでは 2020 年の 185 ktoe から 2030 年には 437 ktoe へと年平均成長率 9.0%で増加し、AEG シナリオでは 2020 年の 200 ktoe から 2030 年には約 489 ktoe へと年平均成長率 9.3%で増加する。

#### (E) 運輸

運輸部門の総エネルギー需要は、BaU シナリオでは 2020 年の 3,950 ktoe から年平均 7.2%で 2030 年には 7,926 ktoe に、AEG シナリオでは 2020 年の 4,301 ktoe から年平均 8.5%で 2030 年には 9,751 ktoe に増加する。

#### (F) 電力

電力需要は、年平均成長率 5.1%で、BaU シナリオでは 2020 年の 18,542 GWh (1,594 ktoe) から 2030 年には 30,570 GWh (2,629 ktoe) に増加する。AEG シナリオでは年平均成長率 8.1%で 2020 年の 21,971 GWh(1,889 ktoe)から 2030 年には 47,926 GWh (4,121 ktoe)となる。

#### (G) 石油製品

石油製品（天然ガスを除く）の総需要は、BaU シナリオでは 2020 年の 4,831 ktonne から 2030 年には 9,458 ktonne へ年率平均 6.9%で増加する。AEG シナリオでは、2020 年の 5,272 ktonne から年平均 8.6%で増加し、2030 年には 12,077 ktonne となる。

#### (H) 天然ガス

天然ガス需要は、両シナリオとも 2020 年の約 2500 mmscf から、2030 年にはそれぞれ 5100 mmscf と 104,654 mmscf に増加する。その需要は、主に鉄鋼とボーキサイトの加工産業が予想される。

mmscf : 100 万立方フィート (million standard cubic feet)

#### (I) 木質燃料

木質燃料の需要は、BaU シナリオでは 2020 年の 3,104 ktoe から 2030 年には 3,041ktoe へ年平均成長率 0.2% で減少し、AEG シナリオでは 2020 年の 2,918 ktoe から 2030 年の 2,824 ktoe へ年平均成長率 0.3% で減少する。

### (3) まとめ

ガーナエネルギー委員会 (EC) が 2019 年に策定した戦略的国家エネルギー計画 (2020-2030) [19]によれば、2030 年までのエネルギー需要に対して以下の通り予測し、対応案を提言している。

- (a) 運輸部門が支配的なエネルギー需要部門となる。（最終エネルギー需要に占める割合は BaU シナリオで約 51%、AEG シナリオでは約 44%を占める。）

→公共交通インフラの整備などの対策を講じる必要があること。さらに、輸送エネルギー需要とそれに伴う汚染ガスの排出を減らすために、道路輸送から鉄道輸送への貨物の移動など、モーダルシフトが必要であり、電気自動車（フルプラグインまたはハイブリッド）を使用した旅客輸送、及び太陽光を電力源とする旅客輸送を促進し、石油に代わる交通手段を提供する必要があることを提言。

(b) 家庭部門とサービス部門では、電化製品の普及や産業プロセスのエネルギー集約化により、電力需要は年率で BaU シナリオで 5.1%、AEG シナリオで 8.1%で増加する。その結果、一世帯あたりの電力需要は、2020 年から 2030 年にかけて、BaU シナリオで 58%、AEG シナリオで 55%増加する。

→電力需要の増加には、電力インフラ、最終利用、産業プロセスの効率化に支えられた綿密な計画による発電能力の向上が必要であり、経済活動を促進するためには、現在の高い電力料金を引き下げる必要があることを提言。

(c) LPG 需要は普及率に依存し、2030 年において BaU シナリオで約 39%、AEG シナリオで約 42%となるが、政府が想定する 50%を下回る。一方、2030 年の都市部での普及率は BaU で 48%、AEG で 51%、農村部では 19%、23%と予想。2030 年までに LPG 普及率 50%を達成するためには、家庭での LPG 需要を 2020 年の 224 ktoe (207 ktonne) から年率 8.0%で約 2 倍に拡大し、2030 年末には 483 ktoe (448 ktonne) とする必要がある。

→農村部の家庭で木質燃料の需要が高いため、木質燃料の栽培計画を加速させるとともに、改良型調理用ストーブと LPG の家庭への普及を拡大する必要があり、少なくとも 15%の燃料節減が可能な改良型調理ストーブの普及と採用が強化される必要があると提言。

#### 2.3.1.4 エネルギー計画における原子力の位置づけ

2019 年に戦略的国家エネルギー計画 (SNEP) のサブセットとして、ガーナの将来の電力セクター開発のガイドラインとなるガーナ統合電力セクター・マスタープラン (IPSMP\*) [25]が発効されている。

\* IPSMP は、ガーナ政府と米国政府が主導する IRRP (Integrated Resource and Resilience Planning) プロジェクトの支援により策定 (USAID から資金提供を受け、米国に本拠を置くコンサルティング会社 ICF が実施)

本プランではガーナの電力セクターを将来的に拡大するための強固で弾力的なソリューションを選択するために、6 種類の戦略とベースラインを含めた 11 種類 (需要、燃料供給量及び価格、水力利用制限、各種発電設備の資本コスト) の感度要素を開発し、その組み合わせから得られる特定の結果または指標 (コスト、レジリエンス性、信頼性、地域環境、土地利用、気候変動) が、最適シナリオを決定するために評価されている。(表 2.3-D)

この検討結果によれば、最適シナリオとして戦略 1 を選定している (図 2.3-J)。なお、原子力発電を含む電源多様化として戦略 3 (1,000 MWe の原子力発電所を 2 期に分けて建設し、燃料を多様化する。2030 年 : 500 MWe、2035 年 : 500 MWe)があるが、高コスト (2019 年時点でのガス価格と評価)、ウラン燃料の外国依存、大容

量電源による送電系統の更なる混雑化、既存ガス田を余剰させる原因とし、指標を悪化させている。

表 2.3-D IPSMP における戦略シナリオ [25]

| #   | Strategy Name                                            | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I   | <b>Unconstrained</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reference Case assumptions on demand, technology costs, gas resource availability, RE bounds, TTCs, build 60MW small hydro</li> <li>No other technology-specific constraints on build options</li> </ul>                                                               |
| II  | Diversify with <b>Coal</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reference Case assumptions on demand, technology costs, TTC, build 60MW small hydro</li> <li>Diversify fuels by building a 700MW coal power plant in two phases: 350MW in 2027 and 350MW in 2030 in SouthWest-GH</li> </ul>                                            |
| III | Diversify with <b>Nuclear</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reference Case assumptions on demand, technology costs, gas resource availability, RE bounds, TTCs, build 60MW small hydro</li> <li>Diversify fuels by building a 1000MW nuclear power plant in two phases: 500MW in 2030 and 500MW in 2035 in SouthWest-GH</li> </ul> |
| IV  | <b>Diversify Geographically</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reference Case assumptions on demand, technology costs, gas resource availability, TTCs, build 60MW small hydro</li> <li>Build a 300 MW combined cycle plant in Ashanti-GH by 2027</li> </ul>                                                                          |
| V   | <b>Renewable Energy Master Plan (REMP)</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reference Case assumptions on demand, technology costs, TTCs, build 60MW small hydro</li> <li>Implementation of on-grid utility-scale RE capacities identified in the Renewable Energy Master Plan (REMP)</li> </ul>                                                   |
| VI  | <b>Enhanced G-NDC*</b><br>Reduced CO <sub>2</sub> growth | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reference case assumption on demand, technology costs, gas resource availability, TTCs, build 60MW small hydro</li> <li>Constrain CO<sub>2</sub> emissions to half of unconstrained strategy emissions.</li> </ul>                                                     |

\*G-NDC refers to Ghana Nationally Determined Contributions, which are Ghana's commitments under the Paris Agreement (see Table 55 in Section 10.2).

TTC:総送電能力、RE:再生可能エネルギー

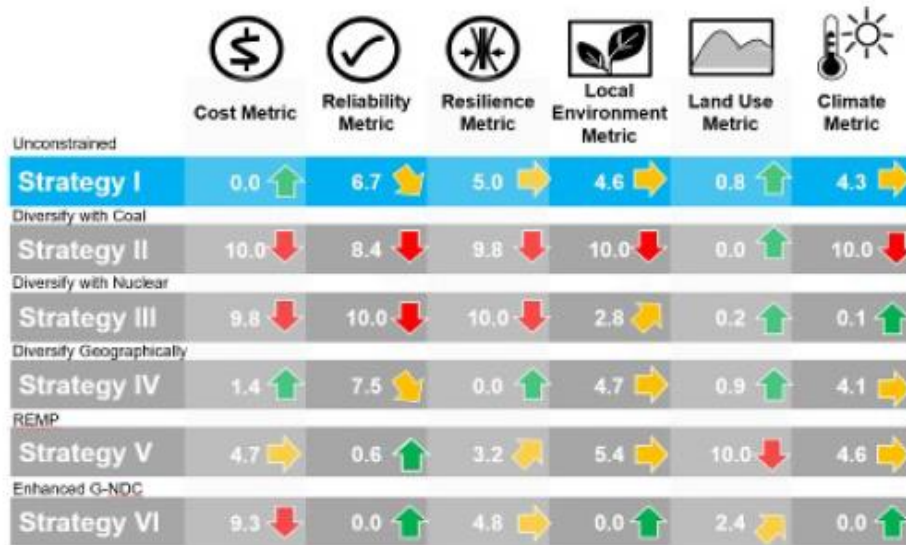


図 2.3-J 戦略シナリオの複合指標ランキング [25]

## 2.3.2 電気事業体制

ガーナ共和国は 1997 年に電力セクター改革プログラム（PSRP）を立ち上げ、電力セクターの規制機関であるエネルギー委員会（EC）及び公益事業規制委員会（PURC）を設立した。ガーナの電力供給では、発電部門を公益発電事業者であるボルタ川開発公社（VRA：Volta River Authority）と独立発電事業者（IPP）、送電部門をガーナ送電会社（GRIDCo：Ghana Grid Company）、配電部門を北部地域では VRA が所有する北部配電会社（NEDCo：Northern Electricity Distribution Company）、南部地域では政府系事業者のガーナ電力カンパニー（Electricity Company of Ghana Ltd.（ECG））及び民間事業者である Enclave power company Ltd（EPC））がそれぞれ担っている。また、卸電力市場が開設されており相対契約或いはスポット取引が行われている。電気事業体制の概要図を図 2.3-K に示す。

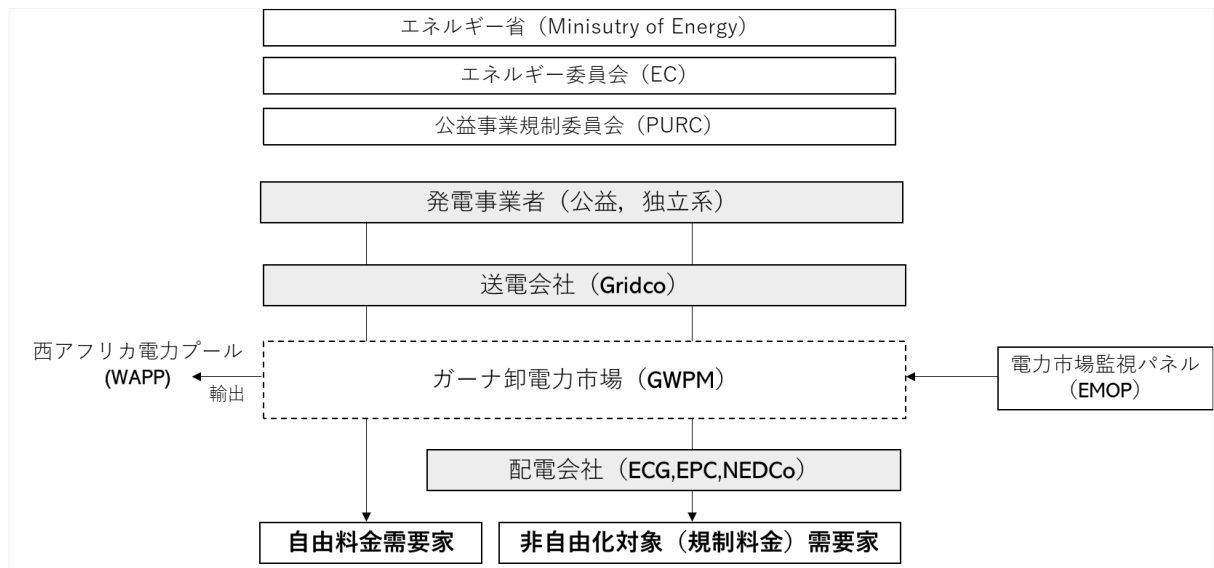


図 2.3-K ガーナにおける電気事業体制図（概要）

### 2.3.2.1 規制機関等

#### (1) Ministry of Energy（エネルギー省）

エネルギー政策の立案、実施、監視、評価、及びエネルギー部門機関の活動の監督と調整を担当するガーナ政府の省である。2017年に石油省と電力省が合併し設立された。

#### (2) Energy Commission（エネルギー委員会：EC）

ガーナのエネルギー資源の開発と利用を規制・管理し、ガーナの電力セクターのすべての事業者には法的規制・監督の枠組みを提供するため、1997年に「Energy Commission Act (Act541)」によって設立。また、天然ガスの処理、送電、配電もその任務の対象としている。

電気事業に関連する主要な基準等は以下のようなものがある。

- Electricity Transmission (Technical, Operational and Standards of Performance) Rules, 2008 (LI 1934)
- Electricity Supply and Distribution (Standards of Performance) Regulations, 2008 (LI 1935)
- Electricity Regulations, 2008 (LI 1937)
- Electricity Supply and Distribution (Technical and Operational), 2005(LI 1816)
- Electrical Wiring Regulations, 2011 (L.I.2008)
- Ghana Electrical Wiring Regulation Guidelines
- National Electricity Grid Code\*

\*Grid コードは再生可能エネルギーの導入拡大を踏まえドラフトが作成されている状況

エネルギー委員会は戦略的国家エネルギー計画（SNEP）を定期的に作成、年次エネルギー展望報告書を含む数多くの報告書を策定、公開している。

- ・ 戦略的国家エネルギー計画（SNEP-II） [19]

Energy Demand Projections for the Economy of Ghana July 2019

- ・ IPSMP 2019

Integrated Power System Master Plan Vol. 1

Integrated Power System Master Plan Vol. 2

- ・ Energy Outlook for Ghana

2021 Energy Outlook<sup>25</sup>

- ・ Annual Electricity Supply Plan

2021 Electricity Supply Plan for Ghana [26]

#### <電力産業における地元参加>

エネルギー委員会は、2011年には、「Renewable Energy Act, (Act832)」により、国内の再生可能エネルギー資源の促進と管理を、2016年には、「Energy Commission Amendment Act (Act993)」により、ガーナの電力供給産業におけるローカルコンテンツと地元参加を促進することを義務付けている。

- ENERGY COMMISSION (Local Content and Local Participation) (Electricity Supply Industry) Regulations, 2017 (L.I. 2354)<sup>26</sup>
- ENERGY COMMISSION (Local Content and Local Participation) (Electricity Supply Industry) Guideline<sup>27</sup>

この規則の目的は、ガーナの電力供給産業における卸売供給と配電に最低 51%の資本参加と 60%の現地調達率を達成し、さらに電気ケーブル、太陽電池、導体、アクセサリーなどの製造業の能力を開発することである。

#### <電力アクセス率>

ガーナは 2020 年までに国のすべての地域に信頼できる電力供給が提供されることを保証するという政策目的で国家電化計画を掲げており、2021 年には全国平均で 87.2%（首都アクラは 98.9%となっている。これは近隣諸国の中で最高水準にあるが、北部地域は電化率 65%程度と平均を下回っている。（図 2.3-L）

<sup>25</sup> <http://www.energycom.gov.gh/planning/data-center/energy-outlook-for-ghana>

<sup>26</sup> [https://energycom.gov.gh/files/Local%20Content%20and%20Local%20Participation%20Regulations,%202017%20\(L.I.%202354\).pdf](https://energycom.gov.gh/files/Local%20Content%20and%20Local%20Participation%20Regulations,%202017%20(L.I.%202354).pdf)

<sup>27</sup> <https://energycom.gov.gh/files/Local%20Content%20and%20Local%20Participation%20Guidelines.pdf>





図 2.3-L 地域別電力アクセス率（2021 年） [1]

### (3) 公益事業規制委員会（PURC）

PURC は 1997 年 10 月に「Public Utilities Regulatory Commission Act (Act 538)」に基づき、最終消費者への送電、配電、販売に関する電力価格を規制するための多業種規制機関として設置されている。さらに、水の価格や天然ガスの輸送を規制する責任も負っている。

PURC は、配電会社から支払われる一括発電料金を承認し、電力購入契約に基づく価格設定の妥当性を審査し、発電に関するその他の公益事業者を規制している。PURC は電気事業において送電会社のガーナ送電会社（GRIDCo）、配電会社のガーナ電力カンパニー（Electricity Company of Ghana Ltd. (ECG)、Northern Electricity Distribution Company Ltd. (NEDCo) 及び Enclave Power Company Ltd.）を直接規制している。

- PURC Act, 1997 (Act538)
- PURC (Amendment) Act, 2010 (Act800)
- PURC (Consumer Service) Regulations, 2020 (L.I 2413)

### (4) 電力市場監視パネル（EMOP）

EMOP（Electricity Market Oversight Panel）はガーナ卸電力市場の監督責任を負った機関である。

## (5) 西アフリカ電力プール (WAPP)

西アフリカ諸国において中長期的に競争力のあるコストで安定したエネルギーを供給することを最終目的として、各国の電力系統を統合し、地域統一的な電力市場を構築する西アフリカ電力プール (WAPP) が創設されている。(図 2.3-M)

ガーナは VRA が GRIDCo の送電システムを通じ、コートジボワール、ベナン、ブルキナファソの電力網に接続し、ガーナ及び周辺国の顧客に供給している。これらの相互接続は、WAPP の送電網の一部として機能している。



図 2.3-M 西アフリカ電力プール (WAPP) <sup>28</sup>

### 2.3.2.2 主要な電気事業者

#### (1) 発電会社

主要な発電会社として VRA がある。VRA は、「Volta River Development Act (Act 46)」に基づき、発電、送電、配電を行う機関として、1961 年に設立された。

しかし、2005 年にガーナ政府の電力セクター改革の一環として、IPP をガーナのエネルギー市場に呼び込むため同法の大幅な改正が行われ、現在は発電事業にほぼ限定されている。

VRA は、総発電容量 2,532 MWe の発電所を所有・運営しており、2 つの主要な水力発電所であるアコソンボ発電所はボルタ川にあり、それぞれ 1,020 MWe と 160 MWe を有している。さらに、アッパーイースト地方の Navrongo に 2.5 MWe の太陽光発電所、アッパーウェスト地方の Lawra に 6.5 MWe の太陽光発電所、Kaleo に 13 MWe の太陽光発電所を所有する。

また、VRA はタコラディ近郊のアボアズとテマの飛び地に多数の火力発電所を所有している。

<sup>28</sup> <https://www.ecowapp.org/en/content/creation-wapp>

## (2) 送電会社

ガーナ国内の送電は、1997年「Energy Commission Act (Act541)」及び2005年「Volta River Development (Amendment) Act (Act692)」に基づき、2006年に設立されたGRIDCoが担っている。この法律では、電力セクター改革の枠組みの中で、独立公益事業者による全国相互接続送電システムの設立と独占的運用及びVRAの送電機能の他の事業からの分離を定めている。

## (3) 配電会社

ガーナの配電は、主に3つの配電会社（国営2社、民間1社）によって行われている。

### - ECG

最大の配電会社であるガーナ電力公社（ECG）は、ガーナ政府が100%出資する有限責任会社である。ECGは現在、ガーナ南部のアシャンティ、セントラル、イースタン、グレート・アクラ、ボルタ、ウェスタンの6つの政治・行政区域における配電と供給を担当。

### - NEDCo

VRAの子会社であり、ガーナのベロンアハフォ、北部、アッパーイースト、アッパーウェストの各地域への配電を担当。

### -EPC

グレーター・アクラ地域のテマ・フリーゾーン・エンクレーブで操業する唯一の民営配電会社であり、約50社の産業界の顧客を持つ。

### 2.3.2.3 電力市場

Ghana Wholesale Electricity Market のポート [27]によれば、2019年に記録された17,034.6 GWhの総電力消費量のうち、規制市場が77.1%、自由化市場が9.3%、輸出市場が13.6%を占めている。

電力購入契約に基づく相対契約取引は全体の65.2%を占め、8社の卸売業者（VRAと7社の独立系電力会社）及び26社の市場参加者（3社の配電会社と23社の大規模需要家）が取引に参加している。

スポット市場の取引は、全取引電力の34.8%を占め、供給元はアコソンボ水力発電所とクポン水力発電所の2カ所のみである。なお、自由化市場は取引量の約92.9%が鉱山会社向け、残り7.1%は大口産業が占めている。2019年度における各市場で取引された平均コスト（セント/kWh）は、表2.3-Eの通り。

なお、ガーナの卸電力市場への参加にあたっては、「Electricity Regulations (L.I. 1937)」に基づくことが必要とされている。2019年12月末現在の市場参加者の一覧を表2.3-Fに示す。

表 2.3-E 2019 年度の取引コスト（月別平均, セント/kWh） [27]

|       | 規制市場    | 自由化市場     | 輸出市場    |
|-------|---------|-----------|---------|
| 平均コスト | 8.5     | 5.2       | 7.3     |
|       | 7.9～9.7 | (3.2～8.0) | 5.7～8.5 |

表 2.3-F 市場参加一覧（電力会社, 配電会社） [27]

| Wholesale Suppliers |                                       |                                      |                       |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| No.                 | Name of Company                       | Address                              | Contact Person        |
| 1                   | Volta River Authority (VRA)           | ElectroVolta house, Ministies. Accra | Emmanuel Antwi-Darkwa |
| 2                   | Sunon Asogli Power Plant (SAPP)       | Tema                                 | Johnson Yan           |
| 3                   | Takoradi International Company (TICO) | Aboadze, Takoradi                    | Robert Weley          |
| 4                   | Karpowership                          | Tema                                 | Vokan Buyukbicer      |
| 5                   | Bui Power Authority                   | Airport Residential Area             | Fred Oware            |
| 6                   | Cenpower                              | Accra                                | Seloame Baeta         |
| 7                   | Cenit                                 | Tema                                 | Victor                |
| 8                   | AKSA                                  | Tema                                 | Murat Captug          |
| 9                   | Rotan Power *                         | Airport Residential Area             | Mohammed Haji         |
| 10                  | Amandi *                              | Aboadze, Takoradi                    | William Pyne          |
| 11                  | Early Power *                         | Accra                                | Kingsley Asare        |
| 12                  | Marinus Energy*                       | Atuabo                               | Diana Ayeetey         |

| Distribution Utilities |                                                   |         |                     |
|------------------------|---------------------------------------------------|---------|---------------------|
| No.                    | Name of Company                                   | Address | Contact Person      |
| 1                      | Electricity Company of Ghana (ECG)                | Accra   | Kwame Agyemang-Budu |
| 2                      | Enclave Power Company (EPC)                       | Tema    | Joseph Aduhene      |
| 3                      | Northern Electricity Distribution Company (NEDCo) | Tamale  | Osmani A. Ayuba     |

## 2.3.3 電力需給

### 2.3.3.1 電力供給

ガーナでは、これまで水力と火力による発電が主力であったが、太陽光発電や風力発電のコストが下がり続けていること、また発電方式の多様化に取り組んでおり、再生可能エネルギーの割合が徐々に増えてきている。2000年の時点では、水力発電が電力需要の約92%を占め、残りの8%は火力発電が占めていたが、2021年には水力発電が約34.1%、火力発電が65.3%、再生可能エネルギーが0.55%の割合となる。(図2.3-N)

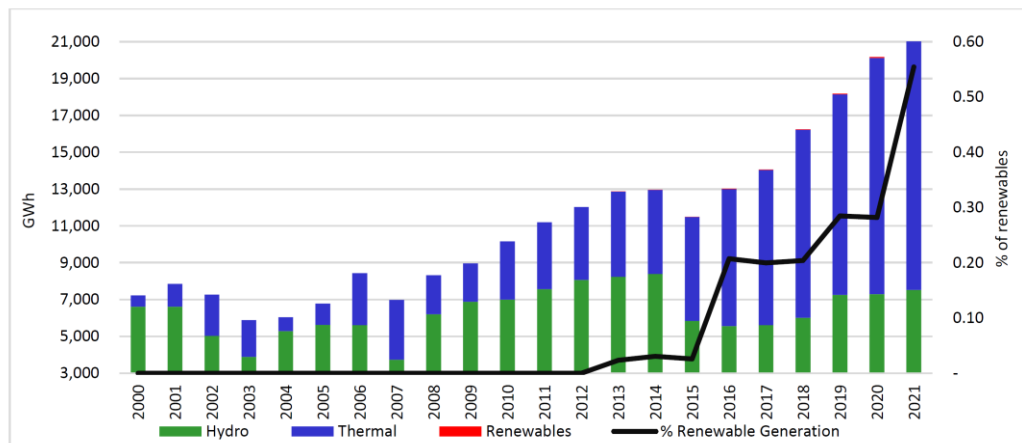


図 2.3-N 発電電力量の推移 (2000-2021) [1]

### 2.3.3.2 電力需要

2000年から2021年まで、電力消費総量は毎年4.7%の割合で増加している。2006年、2008年、2013年、2016年には、それぞれ約21.8%、15.1%、14.3%、17.9%という大幅に消費量が増加している。しかし、2003年と2007年の電力消費量は、それぞれ23.4%と13.2%と前年より大幅に減少している。この減少は、送配電システムの制約に起因するものとしている。

産業部門と家庭部門による電力消費は、2020年の最終的な電力消費の約30.4%と43%に対し、2021年にはそれぞれ31.8%と47%を占めた。各部門の電力消費量の推移は図2.3-Oの通りである。

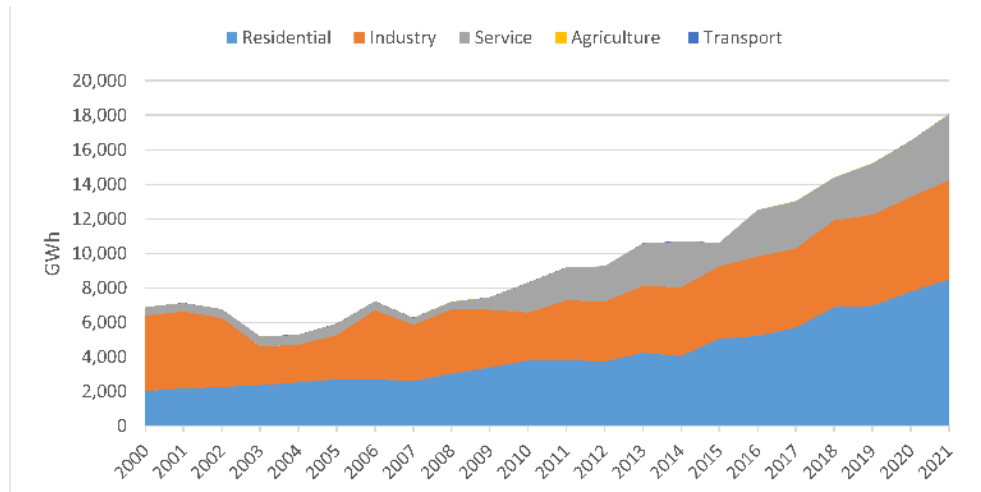


図 2.3-O 産業別電力消費量の推移 [1]

### 2.3.3.3 国際連系

西アフリカ電力プール（WAPP）は西アフリカ 11 カ国で構成されており、2021 年度の供給可能容量は約 13 GWe，最大需要は 12 GWe である（表 2.3-G）。WAPP の中でナイジェリア、ガーナ、コートジボアールは純輸出国となっておりニジェール、トーゴ、ベナン、ブルキナファソは輸入超過となっている（表 2.3-H）。

電力の輸出は、2000 年の 392 GWh から 2010 年には 1036 GWh とほぼ 3 倍になった。その後、2017 年には 377 GWh と 3 分の 2 に減少し、2021 年には 1734 GWh と約 3.5 倍に増加した。一方、電力輸入は 864 GWh から 1,146 GWh に増加し、2021 年には 44 GWh に減少しており、年率は 15.8%である。（図 2.3-P）

このように、ガーナの純輸出は 2018 年の 600 GWh から 2021 年の 1,690 GWh に増加し、年平均で 41%増加している。

ガーナでは VRA でトーゴ、ベナン、ブルキナファソと供給契約を締結し輸出を行っている。契約内容は不明であるものの表 2.3-E の US \$ 5.7～8.5/kWh に相当すると想定される。

表 2.3-G 西アフリカ電力プールの概要 [28]

|                             | Year 2019 | Year 2020 | Year 2021 | Ratio<br>2021 vs 2020 |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
| Installed Capacity (GW)     | 23,0      | 23,3      | 23,7      | 1,6%                  |
| Available Capacity (GW)     | 13,7      | 13,6      | 13,0      | -4,7%                 |
| Peak Load (GW)              | 10,9      | 11,5      | 12,0      | 4,8%                  |
| Energy Generated (TWh)      | 70,0      | 75,3      | 79,6      | 5,7%                  |
| Energy Exchanged (TWh)      | 6,0       | 6,2       | 5,6       | -8,9%                 |
| Ratio Exchange vs Generated | 8,6%      | 8,2%      | 7,0%      |                       |



表 2.3-H 電力輸出入量 (GWh) [28]

|                   | Import<br>2018 | Export<br>2018 | Import<br>2019 | Export<br>2019 | Import<br>2020 | Export<br>2020 | Import<br>2021 | Export<br>2021 |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Nigeria           | 0,0            | -3 002,6       | 0,0            | -2 327,2       | 0,0            | -2 127,2       | 0,0            | -2 308,2       |
| Côte d'Ivoire     | 77,6           | -1 138,6       | 76,6           | -1 234,8       | 149,4          | -1 308,9       | 197,1          | -888,6         |
| Ghana             | 143,8          | -636,4         | 127,0          | -1 235,4       | 56,1           | -1 759,9       | 43,7           | -1 734,0       |
| Senegal           | 338,2          | -2,1           | 468,4          | 0,0            | 358,0          | 0,0            | 413,2          | 0,0            |
| Burkina Faso      | 783,4          | -0,3           | 1 024,7        | -0,2           | 1 419,6        | 0,0            | 1 222,1        | -0,1           |
| Niger             | 984,2          | 0,0            | 1 048,8        | 0,0            | 1 099,9        | 0,0            | 1 121,9        | 0,0            |
| Mali              | 1 186,0        | 0,0            | 1 302,2        | 0,0            | 1 368,8        | 0,0            | 939,0          | 0,0            |
| Benin/Togo (CEB*) | 2 307,4        | 0,0            | 1 995,9        | 0,0            | 1 692,0        | 0,0            | 1 681,4        | 0,0            |
| Sogem**           | 0,0            | -1 128,9       | 0,0            | -1 057,2       | 0,0            | -1 201,3       | 0,0            | -1 129,2       |
| EEEOA             | 5 820,6        | -5 908,9       | 6 043,5        | -5 854,7       | 6 143,8        | -6 397,3       | 5 618,4        | -6 060,1       |

\* CEB is a utility owned by Benin and Togo

\*\*Sogem is not a country but a member utility (that belongs to the 3 countries of OMVS)

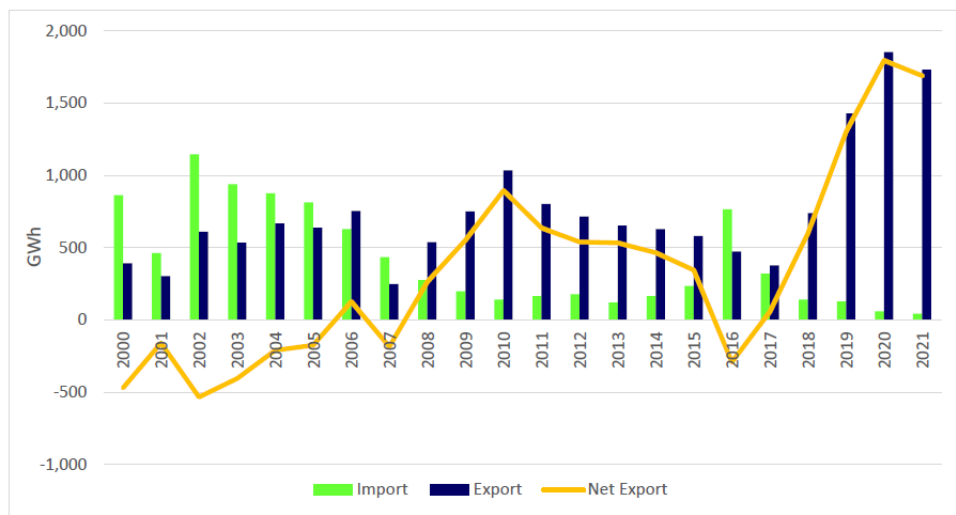


図 2.3-P 電力輸出入量の推移 [1]

#### 2.3.3.4 最大電力

グリッドシステムのピーク負荷は、2000 年の 1,161 MWe から 2021 年には 3,246 MWe と約 2 倍に増え、年平均 5%の伸び率となっている。一方、ガーナまたは国内のピーク負荷は、同期間に約 2.5 倍に増加している。2021 年はシステムピーク負荷、ガーナまたは国内ピーク負荷ともに 2020 年比で約 5%増加した。(図 2.3-Q)

ガーナでは過去 21 年間で、システムのピーク負荷が約 180%増加している。一方、発電能力は同期間に 300%以上の増加となっている。

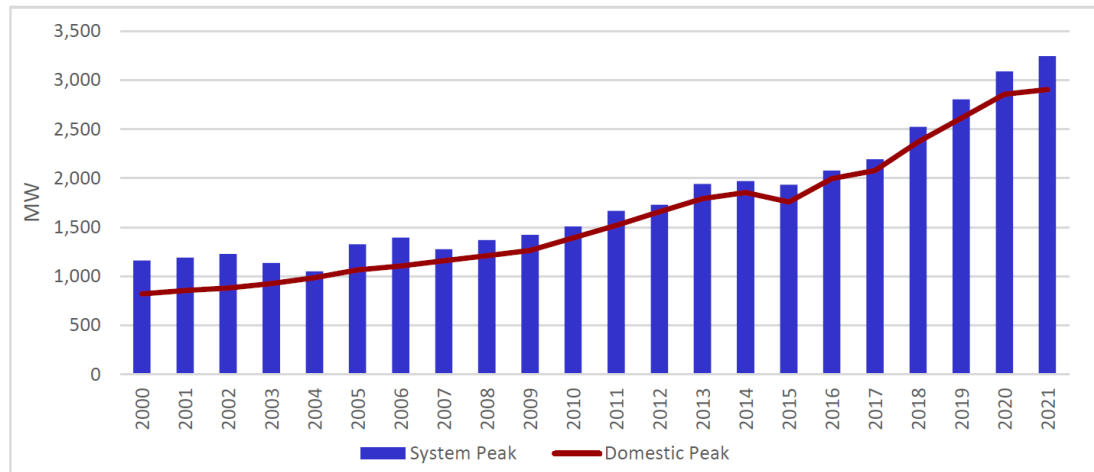


図 2.3-Q 国内最大需要電力の推移 [1]

## 2.3.4 電力設備

### 2.3.4.1 発電設備容量

国家エネルギー統計（2022）[1]によれば、総発電設備容量は 2011 年の 2,170 MWe から 2021 年には 5,481 MWe に増加し、年平均 9.7%の伸びとなっている。同様に、供給可能容量も 2011 年の 1,945 MWe から 2021 年の 4,975 MWe へと年平均約 9.8%の伸びで増加している。

2011 年の火力発電設備容量は 990 MWe であったが、天然ガスの国内生産開始に伴い 2021 年には 4 倍の 3,753 MWe となり、年平均成長率は 14.3%である。発電設備容量の伸びの推移を図 2.3-R に示す。また、図 2.3-S、表 2.3-I に示すように電力輸出を含むシステム最大電力需要 3,246 MWe に対し十分な発電容量 4,975 MWe を有しており、供給予備率は 53.6%を超えている。

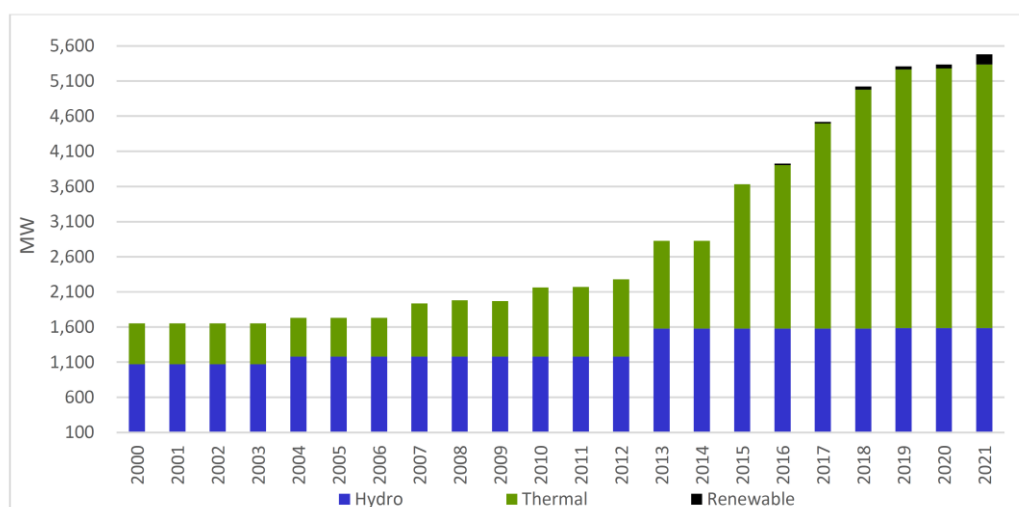


図 2.3-R 発電設備容量の推移 [1]

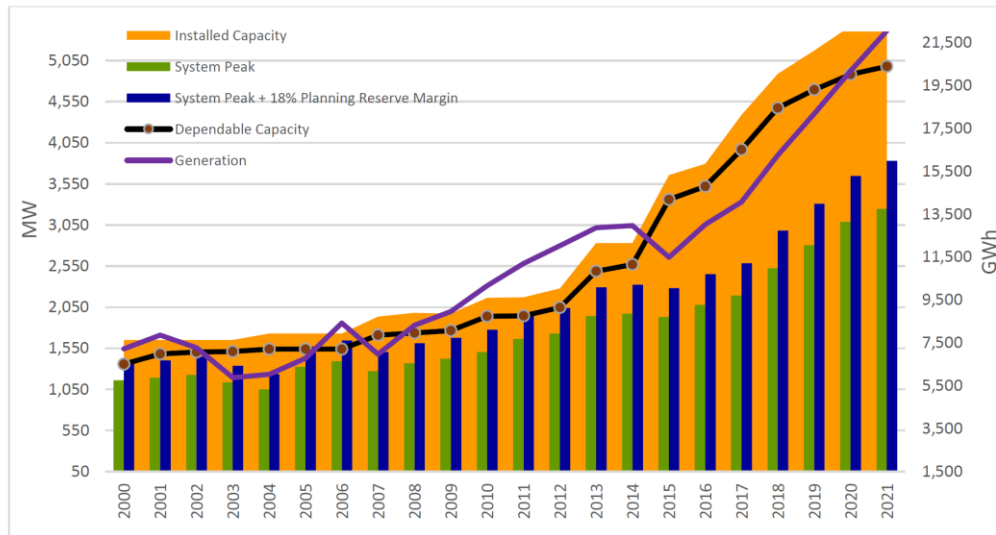


Figure 3.5: Trend in Installed and Dependable Capacity, Peak Load and Generation

図 2.3-5 発電設備容量と電力需要の推移 [1]

表 2.3-1 発電設備容量 2021 年時点 [1]

|                                       |                    | (MWe)               |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Plant                                 | Installed Capacity | Dependable Capacity |
| Hydro Power Plants                    |                    |                     |
| Akosombo                              | 1,020              | 900                 |
| Kpong                                 | 160                | 140                 |
| Bui                                   | 404                | 360                 |
| Sub-total                             | 1,584              | 1,400               |
| Thermal Power Plants                  |                    |                     |
| Takoradi Power Company (TAPCO)        | 330                | 300                 |
| Takoradi International Company (TICO) | 340                | 320                 |
| Tema Thermal 1 Power Plant (TT1PP)    | 110                | 100                 |
| Tema Thermal 2 Power Plant (TT2PP)    | 87                 | 70                  |
| Cenit Energy Ltd                      | 110                | 100                 |
| Kpone Thermal Power Plant             | 220                | 200                 |
| Ameri Plant                           | 250                | 230                 |
| Sunon Asogli Power (Ghana) Ltd        | 560                | 520                 |
| Karpowership                          | 470                | 450                 |
| Trojan                                | 44                 | 39.6                |
| Amandi                                | 203                | 190                 |
| AKSA                                  | 370                | 350                 |
| Cenpower                              | 360                | 340                 |
| Early Power / Bridge                  | 144                | 140                 |
| Genser                                | 155                | 131                 |
| Sub-total                             | 3,753              | 3,480.6             |
| Other Renewables                      |                    |                     |
| On-grid                               |                    |                     |
| VRA Solar (Navrongo)                  | 2.5                | 2                   |
| VRA Solar (Lawra)                     | 6.5                | 4.5                 |
| VRA Solar (Kaleo)                     | 13                 | 10                  |
| BXC Solar                             | 20                 | 16                  |
| Meinergy                              | 20                 | 16                  |
| Bui Solar                             | 51                 | 46                  |
| Safisana Biogas                       | 0.1                | 0.1                 |
| Tsatsadu Hydro                        | 0.05               | 0.05                |
| Distributed Solar PV                  | 30.9               | -                   |
| Sub-total                             | 144.05             | 94.65               |
| Off-grid                              |                    |                     |
| Solar                                 | 7.42               | -                   |
| Wind                                  | 0.02               | -                   |
| Sub-total                             | 7.44               | -                   |
| Mini-grid                             |                    |                     |
| Solar                                 | 0.314              | -                   |
| Wind                                  | 0.011              | -                   |
| Sub-total                             | 0.325              | -                   |
| Total Renewables                      | 119.865            | 94.6                |
| Total                                 | 5,488.82           | 4,975.25            |

## 2.3.4.2 電力流通設備

### <送電系統>

ガーナの送電系統は、に示すように 330 kV と 160 kV の基幹系統（一部 69 kV）、隣国のブルキナファソ及びコートジボワールに接続する 225 kV の連系線、隣国のトーゴに接続する 160 kV の連系線で構成されている。送電線の総延長は約 5,284 km である。また配電系統は、主に 34.5 kV 及び 11 kV 配電線で構成される。WAPP<sup>29</sup>の 2018 年マスタープランによると [28]、2033 年までにガーナ国内外 330 kV の連系線増強が計画されている。（図 2.3-T）

### <供給信頼性>

国家エネルギー統計（2022）[1]によればガーナの配電系統の供給信頼性を示す指標として平均停電回数指標（SAIFI）、システム平均停電継続時間指標（SAIDI）及び平均復旧時間（CAIDI）のベンチマーク結果が公表されている。

この結果によれば表 2.3-J に示されるように、平均停電回数指標（SAIFI）は、規制ベンチマーク（L.I 1935 による）である年間許容最大停止回数を超過している。これらの原因としては電力アクセス率の急増等による配電系統の脆弱性によるものと推察される。

表 2.3-J 供給信頼性指標（2021 年）[1]

| 信頼性指標               | エリア   | 規制値 | ECG | NEDCo |
|---------------------|-------|-----|-----|-------|
| 平均停電回数(SAIFI)       | Metro | 6   | 17  | 28    |
|                     | Urban | 6   | 27  | 25    |
|                     | Rural | 6   | 28  | 55    |
| 平均停電継続時間 (SAIDI), h | Metro | 48  | 26  | 59    |
|                     | Urban | 72  | 52  | 39    |
|                     | Rural | 144 | 56  | 81    |
| 平均停電復旧時間(CAIDI),h   | Metro | 8   | 2   | 2.2   |
|                     | Urban | 12  | 2   | 1.6   |
|                     | Rural | 24  | 2   | 1.5   |

<sup>29</sup> [Creation of the WAPP | ECOWAPP](#)

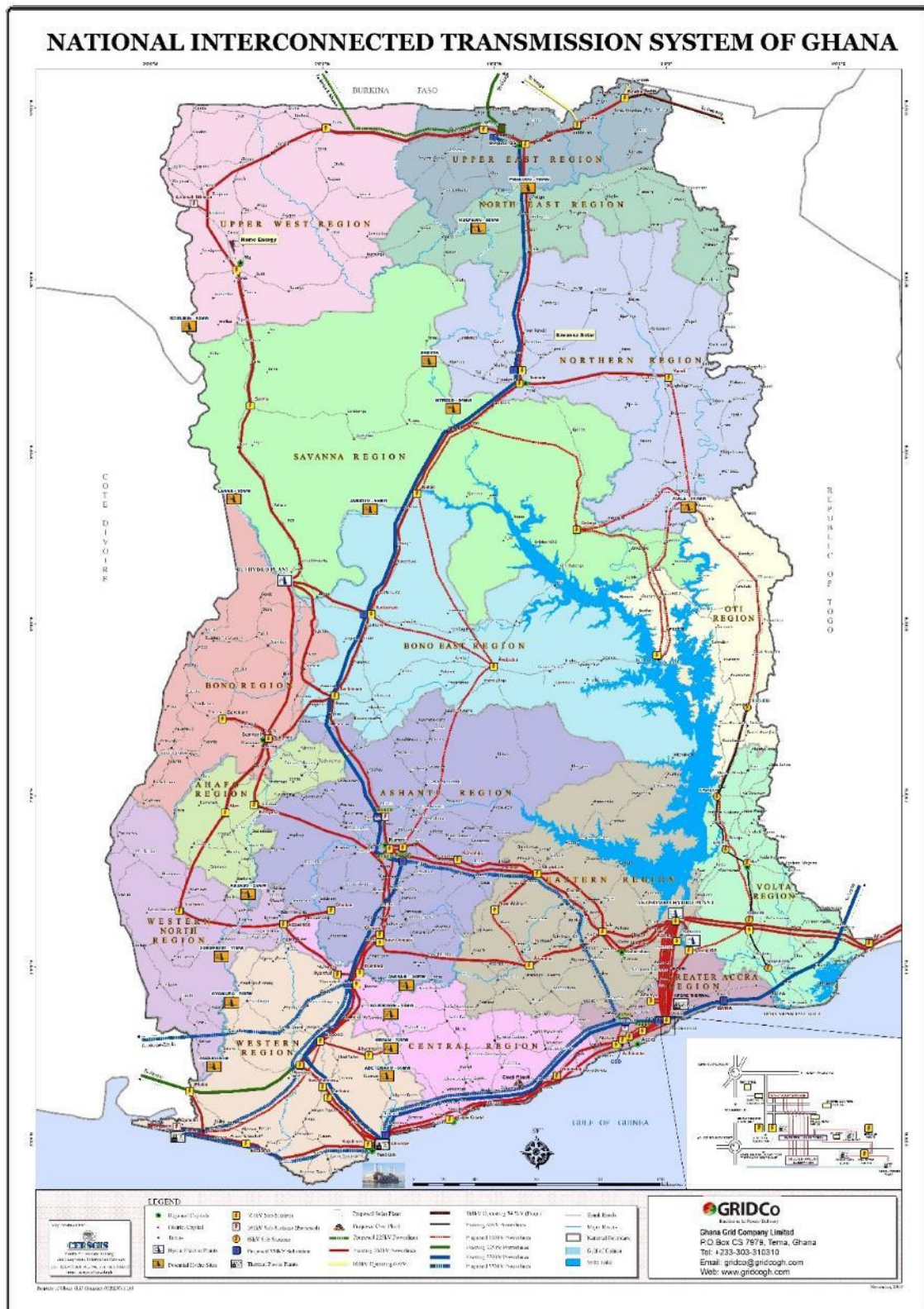


図 2.3-T 電力基幹系統図<sup>30</sup>

<sup>30</sup> <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2017/countryprofiles/Ghana/Ghana.htm>



### 2.3.4.3 電力需給予測

エネルギー委員会の戦略的国家エネルギー計画（SNEP）[19]によれば 2030 年の電力需要予測が示されており、家庭、商業・サービス業、工業、アルミニウム製錬所、農業の各セクターの最終的な電力需要が示されている。

本 ポートによれば電力需要に影響を与える主な国家政策とプログラムは以下の通りである。

- (1) 国家電化計画により、2020 年までに全電化を達成すること。
- (2) アルミ製錬所は、BaU シナリオでは、2016 年から 2019 年まで 2 ポットライン<sup>31</sup>、2020 年から残りの計画期間について 3 ポットラインを稼働させる。AEG シナリオでは、2020 年に 3 ポットライン、2022 年に 5 ポットラインと、毎年 1 ポットラインずつ増やしていき、2030 年まで同じ条件で操業する。
- (3) エネルギー効率化プログラムを維持する計画。
- (4) 国内で工業化を加速する計画（1 地区 1 工場など）。

以上から最終的な電力消費量は、2020 年の BaU シナリオ 18,542 GWh（1,594 ktoe）と AEG シナリオ 21,971 GWh（1,889ktoe）から年平均 5.1%と 8.1%増加し、2030 年には 30,570 GWh（2,629 ktoe）と 47,926 GWh（4,121 ktoe）になると予想している。（図 2.3-U）

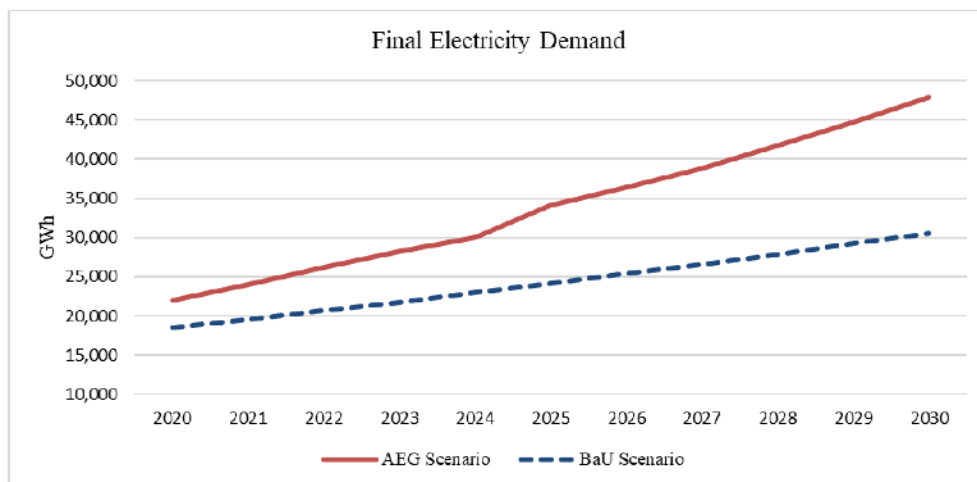


図 2.3-U 電力消費量予測（2020-2030）[19]

セクター別の電力消費予測は、2020 年の最終電力需要全体に占める家庭部門の割合は、BaU シナリオでは約 41%、AEG シナリオでは 2030 年に約 39%、29%に低下すると予測された。

<sup>31</sup> ポットライン：アルミニウムを製造するための大きな電解槽である「ポット」をいくつも並べた長い建物、またはその集合体

次の電力需要部門は産業部門であり、2020年の総電力需要の26-27%を占めている。サービス部門は、2020年の21-24%から2030年には25-27%へとシェアを拡大し、産業部門に代わって2番目の支配的な部門となる。(表2.3-K)

2020年に全電力需要の8~10%を占めていたアルミニウム製錬所による電力需要の割合は、平均電力料金が高止まりした場合、BaUシナリオとAEGシナリオでは、2030年にそれぞれ6.3%と6.6%に減少すると予想されている。

表 2.3-K 電力需要予測 (シナリオ別) [19]

| Sectors                  | Actual    | Projection        |         |         |         |                             |         |         |          |
|--------------------------|-----------|-------------------|---------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|----------|
|                          | Base Year | Business as Usual |         |         |         | Accelerated Economic Growth |         |         |          |
|                          | 2010      | 2020              | 2021    | 2025    | 2030    | 2020                        | 2021    | 2025    | 2030     |
| Households               | 3,747     | 7,597             | 8,018   | 9,842   | 11,977  | 8,954                       | 9,376   | 11,204  | 13,843   |
| Urban                    | 3,096     | 5,833             | 6,115   | 7,329   | 8,906   | 6,605                       | 6,959   | 8,511   | 10,754   |
| Rural                    | 651       | 1,764             | 1,903   | 2,513   | 3,071   | 2,348                       | 2,417   | 2,693   | 3,090    |
| Services                 | 1,719     | 3,948             | 4,255   | 5,641   | 7,796   | 5,193                       | 5,720   | 8,262   | 12,683   |
| Formal                   | 1,719     | 3,948             | 4,255   | 5,641   | 7,796   | 5,193                       | 5,720   | 8,262   | 12,683   |
| Informal                 | -         | -                 | -       | -       | -       | -                           | -       | -       | -        |
| Industry                 | 2,728     | 5,039             | 5,348   | 6,705   | 8,812   | 5,772                       | 6,186   | 10,938  | 17,073   |
| Water production         | 169       | 459               | 487     | 600     | 737     | 520                         | 555     | 692     | 860      |
| Mining and Quarrying     | 1,560     | 2,548             | 2,675   | 3,245   | 4,125   | 2,910                       | 3,092   | 3,992   | 5,427    |
| Manufacturing            | 997.5     | 2,030.4           | 2,185.0 | 2,859.6 | 3,948.7 | 2,341.6                     | 2,538.5 | 6,252.9 | 10,784.2 |
| Construction             | 1.0       | 1.0               | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 1.1                         | 1.1     | 1.1     | 1.2      |
| VALCo                    | 7         | 1,931             | 1,929   | 1,923   | 1,915   | 1,931                       | 2,572   | 3,205   | 3,192    |
| Electricity for smelting | 7         | 1,931             | 1,929   | 1,923   | 1,915   | 1,931                       | 2,572   | 3,205   | 3,192    |
| Agriculture              | 2         | 14                | 15      | 20      | 28      | 51                          | 63      | 118     | 202      |
| Irrigation               | 1         | 10                | 11      | 14      | 19      | 46                          | 57      | 109     | 191      |
| Poultry farms            | 1         | 4                 | 4       | 6       | 8       | 5                           | 6       | 8       | 11       |
| Post harvest processing  | 0.0       | 0.1               | 0.1     | 0.1     | 0.1     | 0.1                         | 0.1     | 0.1     | 0.2      |
| Transport                | 3         | 13                | 15      | 24      | 43      | 70                          | 83      | 345     | 933      |
| Passenger                | -         | -                 | -       | -       | -       | 35                          | 42      | 271     | 791      |
| Freight                  | 3         | 13                | 15      | 24      | 43      | 35                          | 41      | 74      | 142      |
| Total                    | 8,205     | 18,542            | 19,581  | 24,156  | 30,570  | 21,971                      | 24,001  | 34,072  | 47,926   |

## 2.3.5 電気料金

### 2.3.5.1 料金体系

電力市場監視パネル (EMOP) によれば、ガーナの電気料金は、表 2.3-L のとおりである。また、2021年の全需要家平均の電気料金は0.749 ガーナ・セディナ/kWh (0.129 US ドル/kWh)である (図 2.3-V)。

ガーナでは2.3.4項で示したように、最大需要に対して発電設備容量が大きく (2021年度の最大需要/発電設備容量は2,803.7 MWe/4,365 MWe)、十分な供給予備力を確保している。一方で、現行の相対契約市場では調達した余剰能力に対して需要家は契約電力を消費するか或いはペナルティとして一定料金 (容量料金) を支払う必要がある。これが電力部門全般、特に国内の電力料金に大きな課題となっており、この支払額は、2019年には3億498万USドル\*に上っているとしている。

本ポートではこれらを解決するために政策介入や制度設計、市場メカニズムの見直し等を提案している。

\* 2019年度の電力市場取引量17,732.6 GWhから推定するとUS¢1.72/kWhに相当

表 2.3-L 標準電気料金 [19]

| Tariff Category                                            | GHp  | cent    |
|------------------------------------------------------------|------|---------|
| <b>Residential</b>                                         |      |         |
| 0 - 50 (Exclusive)                                         | 33   | 5.7     |
| 51 - 300 (GHp/kWh)                                         | 65   | 11.2    |
| 301 - 600 (GHp/kWh)                                        | 85   | 14.6    |
| 600+ (GHp/kWh)                                             | 94   | 16.2    |
| Service Charge for Lifeline Consumers (GHp/month)          | 213  | 36.6    |
| Service Charge for Other Residential Consumers (GHp/month) | 746  | 128.2   |
| <b>Non-Residential</b>                                     |      |         |
| 0 - 300 (GHp/kWh)                                          | 80   | 13.7    |
| 301 - 600 (GHp/kWh)                                        | 85   | 14.6    |
| 600+ (GHp/kWh)                                             | 134  | 23.0    |
| Service Charge (GHp/month)                                 | 1243 | 213.6   |
| <b>SLT - Low Voltage</b>                                   |      |         |
| Maximum Demand (GHp/kVA/month)                             | 6960 | 1,195.9 |
| Energy Charge (GHp/kWh)                                    | 105  | 18.0    |
| Service Charge (GHp/month)                                 | 4971 | 854.1   |
| <b>SLT - Medium Voltage</b>                                |      |         |
| Maximum Demand (GHp/kVA/month)                             | 5966 | 1,025.1 |
| Energy Charge (GHp/kWh)                                    | 80   | 13.7    |
| Service Charge (GHp/month)                                 | 6960 | 1,195.9 |
| <b>SLT - High Voltage</b>                                  |      |         |
| Maximum Demand (GHp/kVA/month)                             | 5966 | 1,025.1 |
| Energy Charge (GHp/kWh)                                    | 83   | 14.3    |
| Service Charge (GHp/month)                                 | 6960 | 1,195.9 |
| <b>SLT-High Voltage - Mines</b>                            |      |         |
| Capacity Charge (GHp/KVA/Month)                            | 6960 | 1,195.9 |
| Energy Charge (GHp/kWh)                                    | 264  | 45.4    |
| Service Charge (GHp/Month)                                 | 6960 | 1,195.9 |

100GHp=1GHC=\$5.82(Jan 2021)

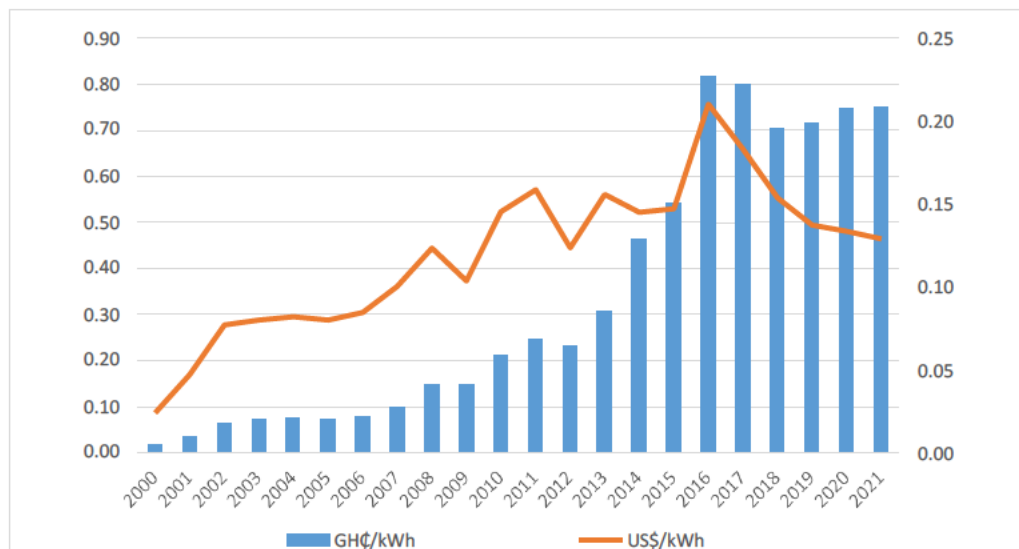


図 2.3-V 全需要家の平均電力料金 [19]

## 2.3.6 発電所出力の妥当性

原子力導入後において原子力電源が脱落した際の、電力系統への影響を評価し、発電機単機出力が妥当であることを系統周波数特性にて確認する。なお、送電線故障における発電供給支障及び電力系統の安定度評価についてはスコープ外である。

### 2.3.6.1 評価クライテリア

Grid コードによれば、国家機関係統（NITS）の周波数に対して以下の範囲で維持することが要求されている。

運転可能周波数

|      | 運転周波数          | 時間      | 備考                 |
|------|----------------|---------|--------------------|
| 安定状態 | 49.8 - 50.2 Hz | 連続運転    |                    |
| 警戒状態 | 49.5 - 50.5 Hz | 10 分間以下 | シングルコンテンジェンシー（N-1） |
| 緊急状態 | 49.0 - 51.0 Hz | 30 分間以下 |                    |

### 2.3.6.2 系統周波数特性からの評価

電力系統の需給に不均衡が生ずると、これに対応して周波数も変化する。この特性を系統周波数特性と言い、需給不均衡量と周波数変化量の間には下式の関係があり、一般的に定数 K は系統容量の 1～2% [MWe/0.1Hz] 程度の値が用いられている。

$$\frac{\Delta P}{\Delta F} = \frac{\Delta G - \Delta L}{\Delta F} = -(K_G + K_L) = -K$$

今回の検討においては、ガーナの NITS の系統定数が不明であることから、「2021 ELECTRICITY SUPPLY PLAN FOR GHANA」 [29]で報告されているシミュレーション結果から NITS の系統定数を推定した。

同 ポートによれば、ガーナにおける単機最大容量である 190 MWe のコンバインドサイクル発電所の発電機が脱落した場合のシミュレーションが実施されており、事故後に系統周波数が 49.53 Hz まで低下（-0.47 Hz）するものの、15 秒後には系統周波数が回復していることが確認されている。（図 2.3-W）

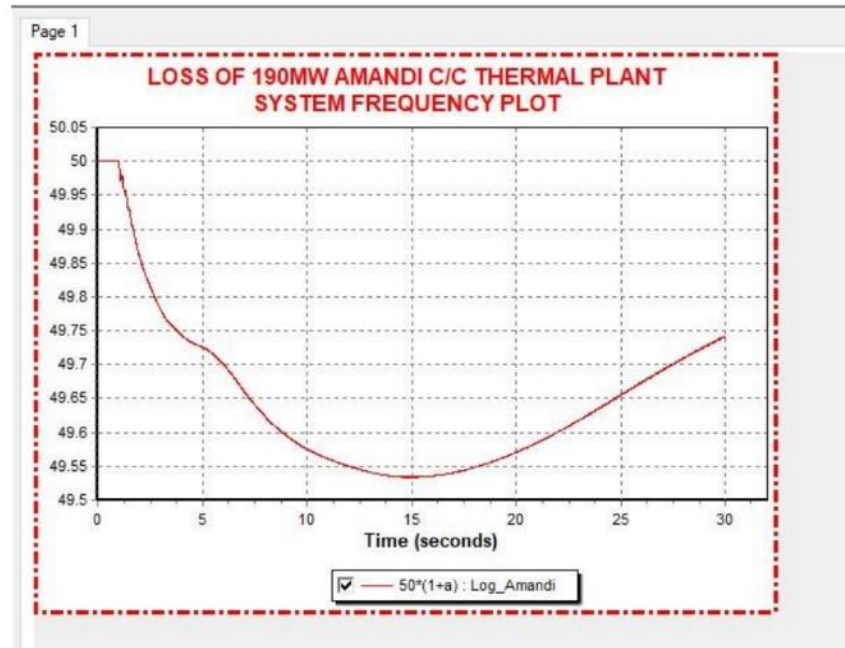


Figure 5.1: Loss of 190MW C/C Twin City Power Plant-System Frequency plot

図 2.3-W 190 MWe コンバインドサイクル発電所の発電機が脱落時のシミュレーション<sup>32</sup>

ここで、

$$\Delta F = \frac{\Delta G - \Delta L}{-K} = \frac{190\text{MWe} - 0\text{MWe}}{-K} = -0.47\text{Hz}$$

より、 $K=40.42\text{MWe}/0.1\text{Hz}$  となる。

このシミュレーション結果から推定した系統周波数定数  $K$  は  $40.42 [\text{MWe}/0.1\text{Hz}]$  を用いて、VOYGR™ 及び  $1000 \text{ MWe}$  級軽水炉それぞれの事故ケースにおける系統周波数低下量を評価した。表 2.3-M に評価結果を示す。

### 発電機脱落

VOYGR™ は 1 モジュールの電源脱落が生じた場合においても安定領域内に収まる結果となった。一方、 $1,000 \text{ MWe}$  級 LWR は緊急領域を超える周波数低下が生じている。

### 引出回線故障

NuScale (VOYGR™-6) の標準設計における開閉所構成は信頼性の高い 1.5CB 方式を採用しているが、開閉所から外部送電への引出回線は 2 回線で計画されている。この引出回線が故障したケースにおいては周波数低下は緊急領域に入るものの程度は小さく、他モジュールからの運転予備力等によってその影響は少ないものと推察する。

<sup>32</sup> [https://energycom.gov.gh/files/2021%20Electricity%20Supply%20%20Plan\\_Final.pdf](https://energycom.gov.gh/files/2021%20Electricity%20Supply%20%20Plan_Final.pdf)

一方で、引出回線を増加させるなど開閉所構成を見直すことで対処は可能であると判断できる。なお、これらの評価については解析等を実施したうえで設計を進めることが推奨される。

表 2.3-M N-1 基準に基づく系統周波数低下量

| 事故ケース   | VOYGR™<br>77 MWe      | LWR<br>1,000 MWe        |
|---------|-----------------------|-------------------------|
| 発電機脱落時  | ○<br>-0.19 Hz<br>安定領域 | ×<br>-2.47 Hz<br>緊急領域以上 |
| 引出回線故障時 | △<br>-0.57 Hz<br>緊急領域 | —                       |

### 2.3.7 まとめ

ガーナ共和国における公的機関等の公開資料を基に机上検討を実施した。一方で引用／参照した資料には不明な点があること、また、近年の脱炭素に向けた世界の動向ならびにロシアによるウクライナ侵略を起因する天然ガス等の資源価格上昇などを踏まえ最新の情報を基に再評価する必要がある。

- ガーナ共和国は、近年、GDP が示すように高い経済成長率を示しており、それに伴いエネルギー需要が増加している。2021 年のエネルギーバランスは総エネルギー供給量（TES）が 12,226 ktoe であり、総エネルギー供給量に占める割合はバイオマスが約 34%、次いで石油が 35%、天然ガスが 26%となっている。2017 年以降でエネルギー供給量は急増しており、特に商業生産を開始した天然ガスが占める割合が多くなっている。また、最終消費エネルギー量（TFC）における燃料別の割合は石油、木質燃料、電力となっており、電力が占める割合は約 17%である。
- エネルギー委員会は戦略的国家エネルギー計画（SNEP）において 2030 年のエネルギー予測として国家の政策目標及び社会経済政策目標を基に 2 つのシナリオを想定した上で、運輸を中心とした非電力部門のエネルギー需要が増加し支配的になるとし、電力部門は年平均で 5.1～8.1%増加するとしている。また、電力部門の戦略として USAID の支援を受けガーナ統合電力セクター・マスタープラン（IPSMP）が発効され原子力を含む電源構成の最適シナリオを検討している。IPSMP によれば原子力を含むシナリオは原子力発電所が高コスト（2019 年時点でのガス価格と評価）、ウラン燃料の外国依存、大容量電源による送電系統の更なる混雑化、既存ガス田の遊休化などの課題を挙げている。
- INIR [10]によれば、エネルギー委員会はIAEAに対し、
  - ✓ 2018年からの2048年の期間にわたるガーナの原子力発電プログラムの電力評価が行われ、報告書ドラフトが2019年10月に最終決定



- ✓ 電力需要の伸びや特定の政策シナリオ下での原子力発電の導入などの仮定は、エネルギー委員会がガーナの統合電力システムマスタープラン（IPSMP）や戦略的国家エネルギー計画（SNEP）の策定で用いたものと一致

としているが、SNEP/IPSMPにおいては原子力導入することがガーナ共和国において最適シナリオとなっていないことに留意が必要である。

- ガーナ共和国の電気事業は電力システム改革が行われ、独立系発電事業者（IPP）の参加を促すため電力市場が開設され電力が取引されている。一方で、電気事業業に参加する場合にはガーナの電力供給産業における地元参加を促進することを事業者に義務付けている。ガーナ共和国の発電設備は水力と天然ガス火力が主力であり国内需要約3,000 MWeに対し発電可能容量は約5,000 MWeとなっており十分な供給予備率を確保している。現在の市場制度においてはこの余剰能力に対して需要家が契約電力を消費するか或いはペナルティとして一定料金（容量料金）を支払う必要があり、2019年には3億498万米ドルに上っているとしている。
- 国家基幹系統は330 kV、160 kV 系統で構成されており、近隣国と電力プールを構築し電力輸出入を可能としており近年は純輸出国となっている。また、国内では停電発生回数や継続時間などベンチマーク指標を大きく下回っている。
- ガーナ共和国の国内発電所の最大単機容量は190 MWeであり、VOYGR™を導入した場合、1モジュールの電源脱落が生じた場合においても安定領域内に収まる結果となったが、1,000 MWe級原子力発電所に電源脱落が生じた場合、緊急領域を超える周波数低下が生じており電力システムの崩壊に繋がるものと推測される。

## 2.4 経済/社会 - 経済的及び社会的利益

原子力発電導入にあたって国家の意思決定においては、エネルギー供給や原子力の安全性だけでなく、導入における経済・社会的効果の観点も重要な決定要因となる。

英国やカナダなど現在進行する海外の原子力建設プロジェクトにおいても経済・社会的効果について公表した上で、一般公衆を含む理解活動を実施している例が多い。

本節では、ガーナに SMR を建設する際のガーナの期待やニーズに対し実際の原子力建設プロジェクトにおける社会的、経済的效果の実例や NuScale 社が VOYGR™ を導入によって見込んでいる経済・社会的効果の達成状況に対する考察を行う。

### 2.4.1 ガーナにおける国内外の経済・社会的要望

#### 2.4.1.1 PCR (Program Comprehensive Report) からの推察

ガーナは IAEA のサポートを受け、マイルストーンアプローチに基づいた原子力導入プログラムを進めており、2022 年 12 月時点でフェーズ 1 の状況にありマイルストーン 1 である原子力導入に向けた国家の意思決定を行う段階と推察する。

IAEA が推奨するマイルストーンアプローチでは、国会の意思決定の際に PCR (Program Comprehensive Report) を作成することを推奨している。

ガーナにおける NEPIO に相当するガーナ原子力発電計画機構 (GNPPO) は PCR を内閣に検討用として提出しており、これに記載された内容が、原子力導入の経済・社会的要望として最も正確なものと考えられるが、現時点では公開されていない。このため、公開情報を基にガーナに対する内外からの経済・社会的な要求事項について調査を行った。

#### 2.4.1.2 関連文書及び報道等からの推定

##### <GHANA INFRASTRUCTURE PLAN>

ガーナの国家開発計画委員会 (NDPC) がまとめた 2047 年までのインフラ（エネルギー、電力、交通、IT、水資源、住居等）計画をまとめた報告書 GHANA INFRASTRUCTURE PLAN (2018 - 2047) FINAL REPORT (Vol. 1) [30]によれば、原子力発電計画に対する記載があり。その中で経済/社会的要望に関する事項として産業界、国の参画、人材育成に関する事項が記載されている。

この報告書によれば、ガーナ側のニーズとして EPC コントラクターの下にプロジェクトを支援するために地元企業の参画することを望んでおり、また、人材育成が原子力発電導入プログラムにおいて重要と位置付け、ベンダーと協力していく必要があるとしている。

## GHANA INFRASTRUCTURE PLAN (2018 - 2047) FINAL REPORT (Vol. 1) [30]の抜粋（仮訳）

### 4.4 注意すべき重要な分野

#### 4.4.1 産業界の関与

原子力発電計画に対する地元または国の産業界の関与／参加の開発には、プログラム用に確立されるべき統合サプライチェーンの一部として、サービス、材料供給、製造、建設に関わる国内の多くの産業の配置や再編成が必要である。しかし最初の原子力発電所では、最も一般的なスキームは、原子力部分と BOP (Balance of Plant) の両方をターンキーで EPC 契約することである。

EPC コントラクターは、原子力部分と BOP の両方を請け負う。

EPC コントラクターは、下請け業者とサプライヤーを雇い、原子力発電所のエンジニア、設計、建設、試運転を行うサプライヤーも含まれる。この場合も、オーナー／オペレーター組織は、以下のようなプロジェクトを請け負う。

EPC コントラクターとのターンキー・プロジェクトに関連するプロジェクト（例：送電網の改善、道路、トレーニングセンター、管理施設など）を請け負い、これらのプロジェクトをサポートするために、地元の産業組織と契約を結ぶことになる。そのため、以下のようなことが必要である。

- i. 国・地方の産業界の能力調査を開発・準備・実施する。
- ii. 政策を確立し、ターゲット分野を特定する。
- iii. 産業基準及び品質保証メカニズムの確立する。
- iv. 国家研究開発プログラムのための能力構築とインセンティブの提供。

経験豊富な企業とのパートナーシップを確立し、設備投資のための長期的かつ低利の公的融資を提供する。

プログラムのフェーズ1では、プログラムの管理機関（GNPPO）が、国や地域の産業能力、企業の関心度、設備投資額などを評価する。必要な、工業設備のアップグレードのための必要な投資、及び現実的で望ましい地元の参加レベルについて、短期及び長期の方針を策定する。

（略）

#### 4.4.3 人的資源開発

新規参入国が原子力発電計画を実施し、最初の原子力発電所（NPP）を配備する際の中心的な課題の1つは、管理スタッフを含む原子力発電所職員の能力と資格を獲得し維持することである。この中には、管理者、運転員、保守員、技術支援者、訓練員また、規制機関も含まれる。

最初の原子力発電所の人員配置は包括的かつ長期的なプロジェクトであり、これを成功させるには多くのサブプロジェクトを成功させることが必要である。これらのサブプロジェクトには、原子力発電プログラムのインフラの特定の要素の開発、国家及び原子力発電所の訓練システムの開発、原子力発電所職員の雇用、選定、訓練、資格認定及び認可が含まれる。

これらのプロジェクトのいずれかが失敗すると、プロジェクト全体が失敗し、最初の原子力発電所のために十分な数の資格とモチベーションのある人材を提供できなくなる可能性がある。

最初の原子力発電所の人員配置を成功させるための重要な要因の1つは、次のような多面的なものである。

トレーニングシステムの開発、人材育成、そして、国内スタッフが必要な経験を積み、能力を向上させている試運転時、原子力発電所の運転開始後数年間、有能な人材を確保するために必要な支援を得るために原子力発電所のベンダーと協力することである。

#### <報道等からの推察>

原子力発電導入による経済効果に関して公的機関の公式な発表ではないものの、アクラで開催されたガーナ産業サミットにおいて GAEC の事務局長が、「原子力プロジェクトを開始している国は、少なくとも 20%の地域経済効果の発生と地元企業の参加を期待されている」と発言。地元産業の参加により\$12 億を生み出すと推定されると発言したことを報道。<sup>33</sup>

\*\$12 億は 1,000 MWe (\$60 億の建設費を想定) の原子力発電所建設に基づく予測であり、運転開始以降の利益は含んでいない。

#### <国際機関による要求>

UNICEF、USAID、世界銀行等の国際機関において、ガーナの経済・社会インフラに関して言及の有無を調査した。この結果、次節でも挙げる水に関する衛生面の問題について改善が必要な状況であることが報告されており、また、その改善ための支援が行われている状況にある。

以上、関連文書及び報道等の情報を踏まえると、ガーナの経済・社会的効果に関する期待 ニーズは以下の通り推察できる。

| カテゴリー | 期待 ニーズ            | 備考                                                                  |
|-------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 経済    | \$12 億の経済効果（建設のみ） | \$60 億の建設費想定 の 20%で試算                                               |
| 経済    | 産業界の関与            | EPC コントラクターとのターンキー・プロジェクトに関連するプロジェクト（例：送電網の改善、道路、トレーニングセンター、管理施設など） |
| 社会    | 人材育成              | -                                                                   |
| 社会    | 水に関する衛生面の改善       | -                                                                   |

<sup>33</sup> <https://www.graphic.com.gh/news/general-news/nuclear-power-project-to-generate-1-2bn-local-content-gaec.html>

## 2.4.2 原子力発電導入効果

ここでは、現在、世界で進められている原子力発電プロジェクトにおける社会、経済効果について整理する。

### <カナダ SMR プロジェクト(SMR 300 MWe オンタリオ州に 1 基、サスカチュワン州に 4 基)>

カナダのオンタリオ州、ニューブランズウィック州、サスカチュワン州の 3 州の電気事業者が共同で実施した SMR 開発の FS の結果を FEASIBILITY OF Small Modular Reactor<sup>34</sup>として 2021 年に公表されており、本 ポートによれば SMR 開発が経済成長に大きく貢献すると結論づけている。

カナダにおける SMR 5 基の導入効果として以下の事項が報告されている。(原文仮訳)

| カテゴリー | 効果                 | 備考           |
|-------|--------------------|--------------|
| 経済    | GDP に\$170 億のプラス効果 | ライルサイクル期間を想定 |
| 雇用    | 毎年 1,528job の創出    | プロジェクト開発期間   |
| 雇用    | 毎年 12,455job の創出   | 製造及び建設期間     |
| 雇用    | 毎年 1,469job の創出    | 運転期間         |
| 雇用    | 毎年 1,193job の創出    | 廃炉期間         |

### <英国 ヒンクリーポイント C(EPR 1, 600 MWe 1 基)>

EDF (Electricite de France)と CGN (China General Nuclear)による EPR を建設しているヒンクリーポイント C のプロジェクトにおける社会経済効果について、Hinkley Point C Socio-economic Impacts Report 2021<sup>35</sup>として EDF より報告された。報告書によると英国における EPR の導入効果として脱炭素への貢献、雇用や産業への効果、教育訓練効果などを報告。地域社会への貢献や環境影響も報告されている。

英国における EPR の導入効果として以下の事項が報告されている。(原文仮訳)

| カテゴリー | 効果                                          | 備考 |
|-------|---------------------------------------------|----|
| 経済    | \$35 億の消費算出                                 | -  |
| 雇用    | 1240 人の新しい雇用を支援                             | -  |
| 雇用    | 建設時に 11,769job を創出                          | -  |
| 雇用    | 建設技術イノベーションセンターや溶接技術センターにて 14,000 人を訓練し評価付け | -  |
| 雇用    | プロジェクトによって 71,000job を支援                    | -  |

<sup>34</sup> <https://www.opg.com/documents/feasibility-of-smr-development-and-deployment-in-canada-pdf/>

<sup>35</sup> [https://www.edfenergy.com/sites/default/files/2021\\_hpc\\_socio\\_economic\\_brochure\\_-\\_web.pdf](https://www.edfenergy.com/sites/default/files/2021_hpc_socio_economic_brochure_-_web.pdf)

### <OECD/NEA (1,000 MWe 級 LWR)>

NEA と IAEA が、雇用を決定するための最も利用可能なマクロ経済モデルである「産業連関モデル」を用いて、国民経済における原子力部門からの直接雇用、間接雇用、誘発雇用を共同で測定した結果について海外事例を用いて報告<sup>36</sup>している。本報告によれば、大型炉導入効果として以下の事項が報告されている。

| カテゴリー | 効果          | 備考               |
|-------|-------------|------------------|
| 雇用    | 12,000 人・年  | サイト準備及び建設期間      |
| 雇用    | 30,000 人・年  | 50 年の運転期間        |
| 雇用    | 5000 人・年    | 10 年の廃炉期間        |
| 雇用    | 3200 人・年    | 40 年の廃棄物管理       |
| 雇用    | 50,000 人・年  | 直接雇用、全期間         |
| 雇用    | 50,000 人・年  | 間接雇用、全期間         |
| 雇用    | 100,000 人・年 | 直接、間接に伴う誘発雇用、全期間 |

(全部を合算して 200,000 人・年が軽水炉のライフサイクルで発生と報告)

<sup>36</sup> [https://www.oecd-neo.org/jcms/pl\\_14912/measuring-employment-generated-by-the-nuclear-power-sector?details=true](https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_14912/measuring-employment-generated-by-the-nuclear-power-sector?details=true)



### 2.4.3 VOYGR™の導入効果

NuScale 社が公表している以下の ポートから VOYGR™を導入した場合の社会的／経済的效果を整理した。

- NuScale SMR Technology An Ideal Solution for Repurposing U.S. Coal Plant Infrastructure and Revitalizing Communities<sup>37</sup>
- Economic Impact Report Construction and Operation of a Small Modular Reactor Electric Power Generation Facility at the Idaho National Laboratory Site, Butte County, Idaho<sup>38</sup>

|                 |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | (1) NuScale SMR Technology An Ideal Solution for Repurposing U.S. Coal Plant Infrastructure and Revitalizing Communities                                             | (2) Economic Impact Report Construction and Operation of a Small Modular Reactor Electric Power Generation Facility at the Idaho National Laboratory Site, Butte County, Idaho |
| 発行年             | 2022 年                                                                                                                                                               | 2019 年                                                                                                                                                                         |
| 出力              | 924 MWe<br>(77 MWe/モジュール×12)                                                                                                                                         | 720 MWe<br>(60 MWe/モジュール×12)                                                                                                                                                   |
| 経済効果<br>(税収／消費) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ \$0.81 億の経済効果</li> <li>・ \$300 万の地元及び州の税収増加</li> <li>・ \$1,100 万の国の税収増加</li> </ul>                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ \$1 億 4298 万増加</li> <li>・ 約\$3690 万の地元及び州の税収増加</li> </ul>                                                                             |
| 経済効果<br>(雇用等)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設時：1600 人</li> <li>・ 運転時：270 人（運営）、667 人/年</li> <li>・ \$4,800 万の労働者収入の増加</li> <li>・ 米国内で 13,500job を創出（3 ユニット分）</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設時：3356 人/年×4 年</li> <li>・ 労働所得が \$6 億 4418 万増加</li> </ul>                                                                           |

<sup>37</sup> <https://www.nuscalepower.com/-/media/nuscale/pdf/publications/nuscale-smr-technology-an-ideal-solution-for-coal-plant-replacement.pdf>

<sup>38</sup> <https://line.idaho.gov/wp-content/uploads/2019/02/smr-economic-impact-report.pdf>

## 2.4.4 まとめ

### 2.4.4.1 原子力発電所導入による社会的／経済的効果について

- 今回調査を行った各報告書ではどれも経済・社会的利益として雇用の創出、経済効果について報告されていた。
- 雇用について、直接雇用、間接雇用、誘発雇用という範囲と建設・運転・廃炉という時期について各報告書で言及される箇所はいくつか差異があったが、各報告書にあった建設時期でのプロジェクト全体で想定される雇用はどれも同程度の規模感であった。（表 2.4-A より各報告書の建設時の全体雇用数を以下のように類推）

| NuScale (VOYGR™)<br>60/77 MWe<br>× 12 モジュール | カナダ (SMR) *1<br>300 MWe | 英国 (EPR)*2,3<br>1,600 MWe | OECD (LWR)*2<br>1,000 MWe 級 |
|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 3356 人／年                                    | 約 2,500 人／年             | 約 2,400+ $\alpha$ 人／<br>年 | 約 2,400+ $\alpha$ 人／<br>年   |

\*1: 1 基あたりとして計算

\*2: 間接、誘発雇用は $\alpha$ として記載

\*3: 期間不明のため5年と仮定

- 経済効果については、各報告書でかなり幅があり、前提条件等が不明であり値の良否は判断できないが一定の効果があることが報告されている。

表 2.4-A ガーナの期待/ニーズ及び原子力発電導入による効果

| カテゴリー | 期待／ニーズ        | NuScale (60/77MW)                                                                                                                                | SMR (300MW)                                                                                                            | EPR (1,600MW)                                                                    | LWR (1,000MWクラス)                                                                                                                                                                                 |
|-------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |               | 米国（国内建設）                                                                                                                                         | カナダ（国内建設）                                                                                                              | 英国（国内建設）                                                                         | OECD（国内建設）                                                                                                                                                                                       |
| 経済    | \$12億の経済効果    | （建設時）<br>\$1億4298万増加<br>約\$3,690万の地元及び州の税収増加<br>労働所得が\$6 億 4418 万増加<br>（建設以外）<br>運転を通して<br>\$8,100万の経済効果<br>\$300万の地元及び州の税収増加<br>\$1,100万の国の税収増加 | （建設時）<br>N/A<br>（建設以外）<br>ライフサイクルを通してGDPに\$170億のプラス効果                                                                  | （建設時）<br>\$35億の消費効果見込み<br>（建設以外）<br>N/A                                          | （建設時）<br>N/A<br>（建設以外）<br>N/A                                                                                                                                                                    |
|       |               | （建設時）<br>1,600jobを創出<br>国内全体でサプライチェーンとして<br>13,500jobを創出<br>3,356job/年×4年の雇用創出<br>（建設以外）<br>NuScaleのプラント運転に係る雇用として270人を創出                        | （建設時）<br>製造および建設期間中は毎年12,455件の雇用創出<br>（建設以外）<br>プロジェクト開発期間中は毎年1,528件の雇用創出<br>毎年1,469 jobを創出（運転時）<br>毎年1,193jobを創出（廃炉時） | （建設時）<br>建設時に11,769jobを創出<br>1,240人の新しい雇用を支援<br>（建設以外）<br>プロジェクトによって71,000jobを支援 | （建設時）<br>サイト準備及び建設期間中:12,000人・年<br>（建設以外）<br>30,000人・年(運転時)<br>5,000人・年(廃炉時)<br>3200人・年(廃棄物管理)<br>サプライチェーンの直接雇用として<br>50,000人・年（プロジェクト全体）<br>誘因雇用100,000人・年（プロジェクト全体）<br>200,000人・年（軽水炉のライフサイクル） |
| 社会    | ベンダー協力による人材育成 | N/A                                                                                                                                              | ←                                                                                                                      | （建設時）<br>建設技術イノベーションセンターや溶接技術センターにて14,000人を訓練し評価付け<br>（建設以外）<br>N/A              | N/A<br>←                                                                                                                                                                                         |
| 社会    | 水に関する衛生面の改善   | N/A                                                                                                                                              | ←                                                                                                                      | ←                                                                                | ←                                                                                                                                                                                                |

#### 2.4.4.2 ガーナの期待やニーズに対する原子力発電導入による効果の考察

- ガーナ側の期待やニーズに対し、前述の通り原子力発電導入プロジェクトの報告書から貢献できる可能性がある。
- ガーナ側の経済効果について PCR が入手できていないことやガーナの状況と各原子力発電導入プロジェクトの報告における各国での経済状況が異なることから同等の効果があるかどうかは現段階では判断できない。
- ガーナ側の産業界の関与や人材育成の要望についてガーナ側の産業構造や労働者のスキル等について不明なことから原子力発電導入プロジェクトや VOYGR™ の建設プロジェクトで示された雇用数や job とどれだけ整合するかは現段階では判断できない。少なくとも今回調査したのは、原子力導入実績のある国の事例であることから、原子力導入実績のないガーナの場合、ガーナ国内でカバーしようとするならば教育・訓練を含めて、より多くの人数規模になると考えられる。
- 国際機関により支援が続けられている水インフラの問題については、原子力発電導入に伴う建設作業等で、プラントそのものに、水が必要であり、また、労働者ためにもインフラ整備が必要なことから、建設に伴って改善されることが期待される。また、日本の電源三法のように建設に伴い水・電気だけでなく、地域全体に病院・学校・交通インフラなども整備されることが期待される<sup>39</sup>。

<sup>39</sup> [ilovepdf\\_merged.pdf \(aomori.lg.jp\)](#)

## 2.5 既存インフラ - 物流/港湾/交通アクセス/その他

周辺のインフラ整備は、建設工期を左右する重要な因子であり、プラント建設時及び運転時において必要となるインフラが整備されていることを確認、あるいは新たなインフラ整備が必要な場合には整備計画を立案しプロジェクト計画に反映することが重要である。

本検討においては、物流インフラ（道路、鉄道、港湾）及び工事用水（淡水）及び工事用電源を対象に公開情報から評価を実施した。

### 2.5.1 物流インフラ

#### 2.5.1.1 道路

道路交通は、ガーナ経済にとって非常に重要であり、ガーナの旅客・貨物輸送の96%、旅客キロの97%を道路輸送が占めていると推定されている。道路交通省によると、2006年末現在、ガーナの道路交通インフラは63,122 kmの道路網で構成されており、幹線道路が12,786 km、分岐道路が40,671 km、都市道路が9,764 kmで構成されていた。2011年現在の道路網は、幹線道路が13,367 km、分岐道路が42,100 km、都市道路が12,600 kmに増加している。ピーク時の交通密度が比較的高いアクラやクマシといった南部の大都市を除き、全体的に交通密度は低くなっている。主要な国道網を図2.5-Aに示す。

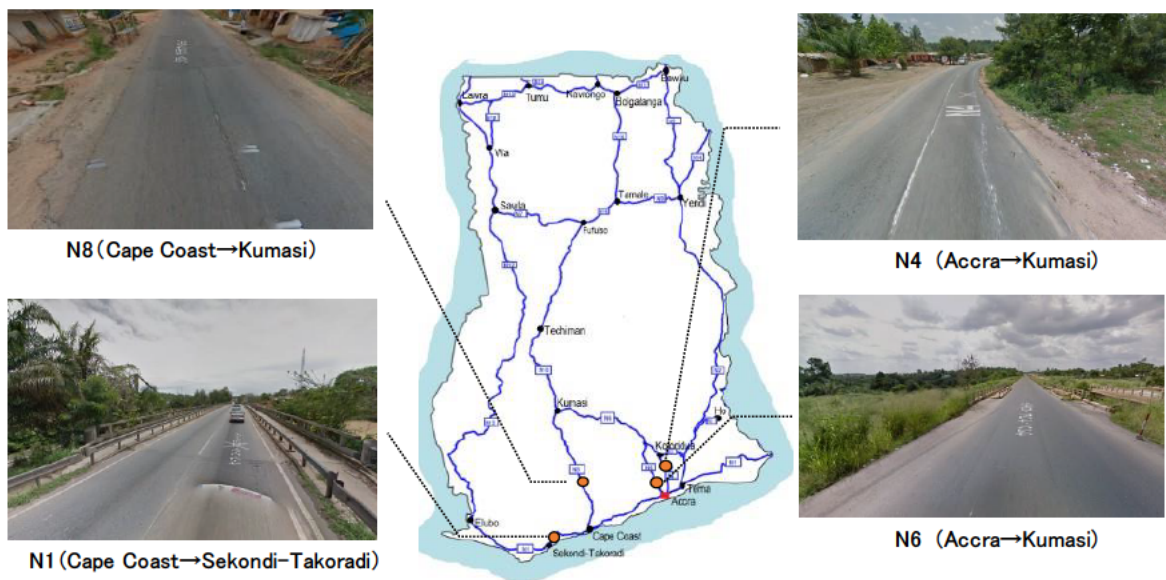


図 2.5-A 主要国道ルート図

#### a) 道路クラスと路面状況

ガーナには現在、約 67,291 km の道路網があると推定されており、12,785 km が幹線道路、42,394 km がフィーダー道路、12,112 km が都市道路である。幹線道路の 83%、都市道路の 36%、フィーダー道路の 72%は、良好または公平な状態であると考えられている。ネットワーク規模は、舗装されているのは 17%のみで、年平均 8%の割合で成長している。

#### b) 輸送制限

トラックの過度の積載は道路の早期劣化の原因の一つであるため、車軸荷重の管理と制御はサブリージョン内のすべての国にとって重要な問題である。西アフリカ経済共同体加盟国内（ECOWAS）における貨物自動車の寸法・重量・車軸荷重の管理に関する基準と手続きの調和に関する補足法が 2012 年 2 月に承認されている。

ガーナは、ECOWAS 諸国との協定の一環として、2009 年 6 月に本格的にプログラムを開始し、「Road Traffic Act (Act 683)」と ECOWAS 補足法の一部を取り入れた「Road Traffic Regulations, 2012 (LI 2180)」に従い、車軸荷重制御と管理を実施している（表 2.5-A）。ガーナの現在の許容積載量は 60 トンとあるが、当局は、近い将来最大積載量 51 トンを達成するために徐々に取り組んでいると述べている。また、許容高さは 4.5 メートル、許容幅は 2.55 メートルとしている。

表 2.5-A ガーナと ECOWAS 諸国の車軸荷重制限<sup>40</sup>

| Axle load limits                     | Ghana   | ECOWAS |
|--------------------------------------|---------|--------|
| Truck with 2 axles                   | 21 mt   | 18 mt  |
| Truck with 3 axles                   | 30.5 mt | 26 mt  |
| Truck with 4 axles                   | 37.5 mt | 31 mt  |
| Semi-trailer with 3 axles            | 34.5 mt | 30 mt  |
| Semi-trailer with 4 axles            | 44 mt   | 38 mt  |
| Semi-trailer with 5 axles            | 50.5 mt | 43 mt  |
| Semi-trailer with 6 axles            | 60 mt   | 51 mt  |
| Truck & drawbar trailer with 4 axles | 44 mt   | 38 mt  |
| Truck & drawbar trailer with 5 axles | 50.5 mt | 46 mt  |
| Truck & drawbar trailer with 6 axles | 60 mt   | 51 mt  |
| Truck & drawbar trailer with 7 axles | 60 mt   | N/A    |

<sup>40</sup> <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2.3+Ghana+Road+Network>



### 2.5.1.2 鉄道

図 2.5-B にガーナの鉄道網を示す。ガーナの鉄道網は、ほとんどが 1,067 mm (3 フィート 6 インチ) の単線軌道で、1,300 キロメートルあり、国土の中心であるクマシ、西のタコラディ、東のアクラ・テマの 3 都市を結ぶ三角形の鉄道網が敷かれている。

この鉄道網は、主要な農業地域や鉱業地域とテマ港やタコラディ港を結んでおり、主に鉱物、カカオ、木材の運搬に利用されてきた。また、旅客サービスやアクラ-ナワム線とアクラ-テマ線での都市近郊のみでのサービスとなっている。

ガーナの鉄道システムはガーナの交通システムの重要な一部となる可能性を秘めており、最も交通量の多い輸送回廊で乗客と貨物の大部分を運ぶことができる。経済成長に伴い、交通システムに対する需要は増加し、効率と信頼性が向上し、システムの開発と維持のための継続的な投資が確保されれば、鉄道は道路交通の代替手段として実行可能なものになる可能性がある。

このような観点から、政府は長期開発計画を策定し、既存の鉄道網を南部から北部へ拡大することを提案している。これにより、サヘル地域の隣国であるブルキナファソ、マリ、ニジェール、そしてコートジボワール、トーゴとそれぞれ西と東につながる事となる。



図 2.5-B ガーナ鉄道網<sup>41</sup>

<sup>41</sup> <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2.4+Ghana+Railway+Assessment>

### 2.5.1.3 水上輸送

図 2.5-C にガーナの水上輸送網を示す。ボルタ湖は、1960 年代初めにアコソンボにダムを建設し、ボルタ川の長い谷を水没させることで誕生した。アコソンボ（アクラの北 101 km）からガーナ北部のブイペ（ブルキナファソとの国境から約 200 km）まで 415 km に及ぶ世界最大の人造湖である。ボルタ湖は水路として、北部と南部の間を結ぶ道路や鉄道に代わる便利で低コストの輸送手段を提供し、「ガーナ回廊」計画において重要な役割を担っている。ガーナは、海港と内陸湖水輸送システムによって、ガーナ北部の内陸国の海上輸送のニーズに応えることができる有利な立場にある。Volta Lake Transport Company (VLTC) が、プッシュータグと様々な種類のはしけを使い、一般貨物や液体バルクの南北定期便と、地元商人のための不定期便を提供し、年間 88,000 トンの貨物を輸送している。北回りの最も重要な貨物の一つはディーゼル油で、テマ製油所からアコソンボにパイプで送られ、バージで最終目的地（ブイペ）に運ばれる。その他の貨物には、アルミナ、硫酸塩、セメント、肥料、倉庫、石油製品などがあり、これらはすべてトラックでアコソンボに運ばれている。南行きのバージには、キャッサバのチップ、綿の糸くず、綿実、シアの実など、さまざまな農産物が積まれている。これらの品目はすべてトラックで南下し（アコソンボから）アクラやテマに運ばれ、そこから綿実やシアの実が輸出される。また、VLTC はアコソンボとガーナ北部のイエジ（293 km）間で 300 人乗りの船舶を運航している。この船は乗客だけでなく、貨物も運べるように設計されている。



図 2.5-C ガーナの水上輸送網<sup>42</sup>

<sup>42</sup> <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2.5+Ghana+Waterways+Assessment>

#### 2.5.1.4 港湾施設

図 2.5-D にガーナの港湾の分布を示す。ガーナ港湾局（GPHA）は、ガーナの港、主にセコンディ・タコラディ港、テマ港、テマ漁港の統治、維持、運営に責任を負うガーナの国立港湾局である。GPHA の主な事務所は、セコンディ・タコラディとテマにある。タコラディ港とテマ港は、セコンディ・タコラディとテマの製造業の中心としての役割を果たし、ガーナ北部の国境を接する国々との間で積み替えられる貨物を扱っている。ゴールデン・ジュビリー・ターミナルは、テマ港で最近オープンした施設である。テマ港のコンテナ輸送は、石油発見によるタコラディ港の海運活動と同様、大きな伸びを見せている。そのため、海運会社や石油会社の需要に応えるために、両港を拡張する必要があるとしている。





図 2.5-D ガーナ港湾施設<sup>43</sup>

<sup>43</sup> <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2.1+Ghana+Port+Assessment>



#### 2.5.1.5 物流インフラの整備状況に対する考察

ガーナの道路、鉄道、水上輸送及び港湾の状況について調査した結果、海岸部に近い都市近郊の物流インフラの整備状況は良好であり、また、拡張の見通しがあることが分かった。このため、建設サイト及び出荷元が沿岸部に近い場合、一般資材、機器の搬入には道路、鉄道、水上のどのルートにおいても活用できる可能性が十分あると考えられる。

ここで、VOYGR™の機器の中でも輸送時の寸法、重量としては最大級である原子炉モジュール（図 2.5-E）の輸送について検討した。

原子炉モジュールは、格納容器及び一次系システムを組み込んだ圧力容器（一体型圧力容器）から構成される VOYGR™ の主要な機器の一つであり、高さ約 23 m、幅約 5 m、重量約 700 トンの大型機器である。原子炉モジュールは、図 2.5-F で示すように、工場で組み立て、トラック、鉄道、船で出荷することができる設計となっている。なお、先行する米国での VOYGR™ 建設プロジェクトでは、原子炉モジュールは、工場ではなく建設サイトに部材を運んで組立てる計画となっているが、ガーナにおいては、品質、コスト及びスケジュール面から、工場であらかじめ組立てた状態で輸送することが望ましい。

道路での輸送の場合、組立てられた原子炉モジュールは、ガーナの道路の輸送制限を超えるため、深夜等の交通量の少ない時期を利用した道路占有／通行禁止等、特別な許可を取って輸送ことになると考えられ、また、橋梁等については補強を行うなどの対策が必要であり、コストの面から現実的でないと考えられる。また、鉄道についても、米国標準の軌道 1,435 mm で最大荷重 460,000 lbs（209 トン）であり、重量の制限を超えている（ガーナの標準的な軌道は 1,067 mm）。したがって、組立てた状態の原子炉モジュールを、道路、鉄道で運ぶのは困難であり、水路での建設サイトへの搬入が現実的と考えられる。道路、鉄道を活用する場合は、米国のプロジェクトのように、部材を建設サイトまで運び、建設サイトで組み上げるといった対応が必要になると考えられる。

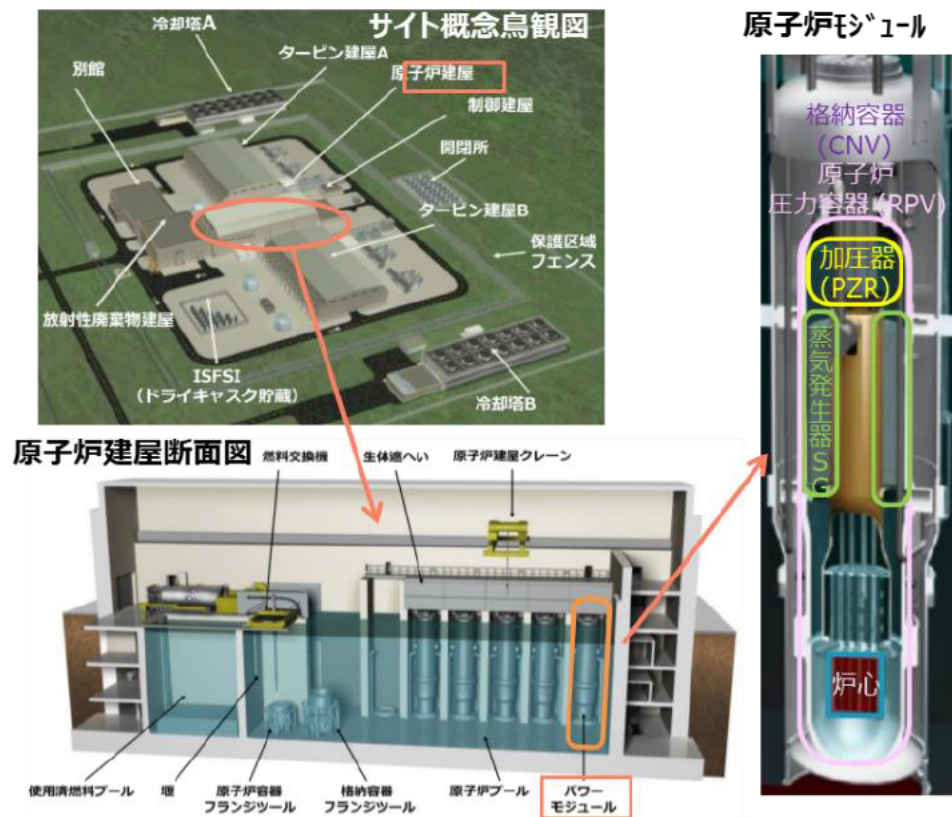


図 2.5-E VOYGR™の発電所及び原子炉モジュール (NPM)



図 2.5-F 原子炉モジュールの輸送イメージ<sup>44</sup>

<sup>44</sup> <https://www.nuscalepower.com/-/media/nuscale/pdf/fact-sheets/smarter-fact-sheet.pdf>

## 2.5.2 工事用電源及び用水

ここでは、工事用水及び工事用電源の需要規模を想定し、必要となる淡水、電源の入手の可能性について確認する。なお、必要となる工事用水及び工事用電源は、炉型によるが、NuScale 社から具体的な建設計画が提示されていないことから標準的な 1,000 MWe 級 PWR プラントの淡水必要量及び工事用電源量を基に VOYGR™ 建設計画における留意事項の検討を行った。

### 2.5.2.1 工事用電力（最大需要）

#### <最大需要>

工事用電力は、工事用設備・機械（バッチャープラント、クレーン、溶接機、仮設照明など）の運転、系統からの受電、試運転、水洗までの給水・処理設備に電力を供給できる電気容量が必要である。

プラント建設時の最大需要電力としては国内経験として 1000 MWe 級 PWR1 基で約 5,000 kWe と見積もられる。

#### <供給構成>

日本国内においては、一般に建設用電源容量は予備送電線の供給容量より小さいことから予備電源の送電線が利用できる場合には、建設用電源元として利用している。また、初号機では予備電源となる送電線を先行して建設し工事用電源として利用するのが一般的である。

一方で NuScale 社のプラントは予備送電線及び受電回路が計画されていないことから先行した送電線及び開閉所の建設に加えて仮設の工事用変電設備を設ける必要がある。

以上から、現時点ではサイトが決定していないもののサイト近傍に建設される宿泊施設、淡水装置等の他インフラ群への電力供給を含めて供給時期及び供給構成ならびに容量を検討、整備を行えば建設可能と考えられる。

### 2.5.2.2 工事用水

淡水の使用量は、プラントの運転状態により異なり、定格出力で通常運転している時に比べ、定期検査後のプラント立上げ時の方が、水の使用量は多くなる。また、プラント建設時と運転時でも異なり、プラント建設時には、系統配管の工事が終わり、配管内部のフラッシング洗浄を実施する時期以降に、その使用量が増加する。

国内における 1000 MWe 級 PWR の建設経験によれば、建設及び運転以降において下表に示す水量が必要となる。

| フェーズ     | 必要水量                   |
|----------|------------------------|
| 建設時      | 3000 m <sup>3</sup> /日 |
| 通常運転時    | 1969 m <sup>3</sup> /日 |
| 定検時（起動時） | 2491 m <sup>3</sup> /日 |

1000 MWe 級 PWR 建設時の淡水利用は建設工事が概ね終了し、系統配管のフラッシングや Hot Function Test、Start-up Test の時に水使用量のピークが発生しており、1000 MWe 級 PWR の実績では、ピークの月は 3000 m<sup>3</sup>/日を越える。また、日々変動するプラントの水使用量に対して、プラント内の原水タンク、純粋タンク等がバッファの役目を果たしており、万一、淡水供給ラインに不具合が生じた場合にも対応可能としている。

プラント建設中の水使用量は、系統配管の工事が終わり、配管内部のフラッシング洗浄を実施する時期以降に使用量が増加する。一方、フラッシング洗浄以前は、コンクリート混練水や清掃水等、土木工事や建築工事に用いる水が大部分で、その使用量は、フラッシング洗浄以降に比べると少ない。

NuScale 社は工事用水量としては未定であることから現時点で適合性を評価することは出来ないが、SC 構造及びモジュール工法を標準工法として適用することも計画しており、一体型モジュールとして輸送できれば従来の建設工法より少なくなるものと推察される。但し、ガーナの場合は、日本と比べて気温が高いことより、コンクリート用の骨材を冷やすための散水等を考慮する必要がある。

また、VOYGR™ の DCA (Rev.5) <sup>45</sup>によれば DW 貯蔵タンクの容量は 150,000 ガロン（約 580 m<sup>3</sup>）であることから、必要水量を確保するためには仮設等のタンクが必要になる可能性がある。

さらに、USAID の報告によればガーナは、国家レベルでの基本的な水道サービスの提供において大きな進歩を遂げたとしている。しかし、安全に管理された水源を利用できる人は 36% にすぎず、少なくとも基本的な衛生設備を利用できる人は 18% と少ない。USAID の報告によれば人口増加と湿地の排水が相まって水が不足し、急速な都市化が都市での安全な飲料水と衛生へのアクセスをさらに圧迫しており、既存のインフラの維持と管理も課題としている。

以上から既存インフラにおいて十分な淡水或いは工業用水を確保することが困難であることが予想されており、建設要員及びタウン利用を含めると恒久的な水処理設備が必要になるものと想定される。このため、建設プロジェクトに合せて淡水化装置等の恒久設備の導入することで建設が可能になると考えられる。

<sup>45</sup> <https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/smr/licensing-activities/nuscale/documents.html>



### 3.0 SMR 建設におけるガーナの建設市場調査

本章では、ガーナ国内における建設市場の調査結果に基づき、SMR 建設に向けての準備状況、課題についてまとめる。

#### 3.1 調査方法

ガーナ国内での SMR 建設における実現可能な建設計画の立案に繋げてくため、本調査事業では、Consolidated Contractors Company Group S.A.L. (Offshore) (CCC) 社にガーナの現地市場調査を依頼し、ガーナ国内建設会社の調査、現地の労働市場、重機・建機市場、建材市場の供給力、また現地調達率や国産化の実現に向けた調査・評価を行った。

ガーナ現地調査を実施するにあたり、事前に CCC 社へ 2022 年 6 月時点でのガーナ SMR 建設サイト候補地の情報を共有した。具体的な建設予定地はまだ確定していないものの、図 3.1-A のとおり、首都・アクラからアクセスが良く、送電網が発達しているガーナ南部の海岸部を候補としている。海岸部はアクラから主要道路が通っており、アクラから約 100～250 km 圏内の距離にある。この海岸部を原子力発電所の建設候補地として現在ガーナ国内で検討が進められている。

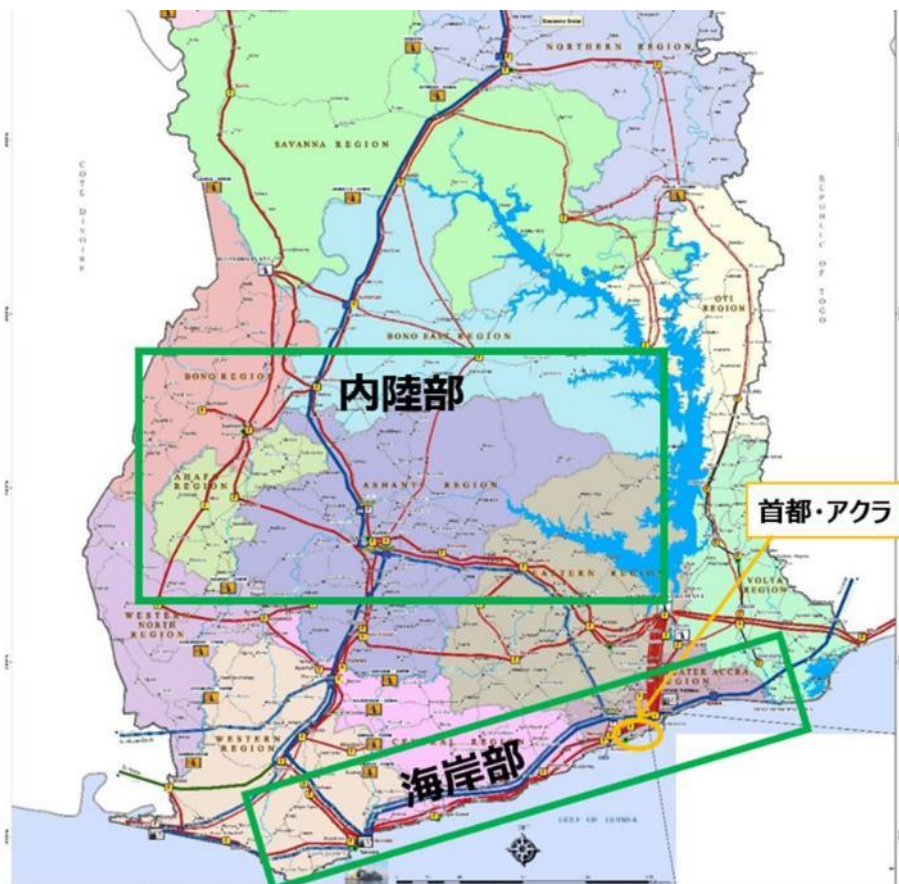


図 3.1-A ガーナ SMR 建設サイト候補地（海岸部）

また CCC 社へ、ガーナ現地調査開始前の 2022 年 10 月 5 日に、NuScale 社 VOYGR™ に関する公開情報（プラント概要や建屋概略サイズ等）をインプット条件として送付した。

現地調査では、CCC 社より 2 名が視察・調査・情報収集の目的で渡航した。2022 年 10 月 18 日から 2022 年 10 月 27 日（計 10 日間）に第一回目、2022 年 11 月 27 日から 12 月 10 日（計 14 日間）に第二回目、計 2 回の行程でガーナでの現地調査を行った。CCC 社は、サイト候補地の電力網や産業化の現状を踏まえ、先に述べた建設候補地として確度の高い海岸部エリアに限定し調査を行った。

調査結果をもとに、ガーナ国内建設会社の能力評価、現地の労働市場、重機・建機市場、建材市場の供給力、現地調達率や国産化の実現可能性の評価を、以下にまとめる。

## 3.2 建設会社

本節では、ガーナ国内に拠点を持つ建設会社のうち、発電プラントの建設工事実績がある企業を中心に原子力プロジェクト参画へ実現可能性を評価した結果について記載する。

### 3.2.1 調査の対象

建設会社の調査は、ガーナ国内の法人企業、または、外資系企業ではあるもののガーナ国内に拠点がある現地法人企業を調査対象とした。

### 3.2.2 政府機関による工事カテゴリー分類とランク付け

ガーナ国内における土木建築を中心とした建設産業は、政府機関である Ministry of Roads and Highways（道路・高速道路省、MRH）<sup>46</sup>と、Ministry of Works and Housing（事業・住宅省、MWH）<sup>47</sup>の下で組織されている。建設業者は施工を行うにあたり、両省が定めた各カテゴリーに登録してライセンスを取得する必要がある、両省は、請負業者が関連する施工業務の要件に適合しているかどうかを確認するための分類システムを採用している。

MRH では、請負業者を 4 つの大カテゴリー（さらに雑工事と線施工工事といった、2 つの小カテゴリー）に分けて、1～4 のランク付けを行っており、1 が最高ランクとなっている。最高ランク 1 の企業には 250 万米ドル以上のプロジェクトへの入札が許可されている。4 つの大工事カテゴリーの分類は、以下の通り。

- A) 道路、空港、及び関連構造物
- B) 橋梁、カルバート、及びその他の構造物

<sup>46</sup> Ministry of Roads and Highways <https://mrh.gov.gh/>

<sup>47</sup> Ministry of Works and Housing <https://www.mwh.gov.gh/>



- C) 労働者主体の手作業の道路工事
- S) 鋼橋及び鋼構造物

また、MWH では、請負業者を事業分野別にカテゴリー分けしており、図 3.2-A のとおり建築・土木工事は D/K、電気・機械工事は E、配管工事は G というカテゴリーに分類化している。

この分類の目的は、請負業者を事業カテゴリーと財務クラスに適切に等級分けすることであり、プロジェクト遂行にあたり建築・土木請負業者のサービスを必要とする政府省庁・機関・法人、国・地域・大都市・市・区の入札委員会、その他の機関が使用するために設定されている。請負業者の登録は強制ではないが、分類・登録された請負業者のみがガーナ政府が発注する建築・土木工事を請け負うことができる。したがって請負業者は、ガーナ政府のプロジェクトに入札する前に、適切なカテゴリーとクラスへの登録が必要となる。

| BUILDING AND CIVIL | ELECTRICAL | PLUMBING |
|--------------------|------------|----------|
| D1/K1              | E1         | G1       |
| D2/K2              | E2         | G2       |
| D3/K3              | E3         |          |
| D4/K4              |            |          |

図 3.2-A MWH が定めているカテゴリーとクラス<sup>48</sup>

### 3.2.3 本市場調査の対象会社

本調査では、3.2.2 に記載した両省が定める格付けの中から、最高ランク 1 の企業のみを対象に絞って調査した。表 3.2-A は、今回の調査で対象とした企業、全 37 社である。なお、企業情報保護のため社名は非公表とする。

各社評価、建設機器の利用、人材雇用の現地化実現の可能性、過去の遂行実績等の更なる詳細は、添付 3.2a 「ガーナ国内建設会社 一覧と評価」を、また各建設会社の請負可能分野の詳細に関しては添付 3.2b 「ガーナ国内建設会社 各社請負範囲」を参照のこと。

<sup>48</sup> <https://www.mwh.gov.gh/classification-of-contractors/>

表 3.2-A ガーナ国内建設会社 一覧

| 企業         | カテゴリー |     |          | 労働力 <sup>49</sup> | 重機の使用 <sup>50</sup> | 請負業者登録 |
|------------|-------|-----|----------|-------------------|---------------------|--------|
|            | Civil | M&E | Plumbing |                   |                     |        |
| Company 1  | ✓     | ✓   | ✓        | 100+              | 可                   | 有      |
| Company 2  | ✓     |     |          | 250+              | 可                   | 有      |
| Company 3  |       | ✓   | ✓        | 150+              | 可                   | 有      |
| Company 4  | ✓     |     |          | 250+              | 可                   | 有      |
| Company 5  | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 更新中    |
| Company 6  | ✓     | ✓   | ✓        | 250+              | 可                   | 有      |
| Company 7  | ✓     |     |          | 150+              | 可                   | 有      |
| Company 8  | ✓     |     |          | 75+               | 可                   | 有      |
| Company 9  | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 更新中    |
| Company 10 | ✓     |     |          | 350+              | 可                   | 有      |
| Company 11 | ✓     | ✓   | ✓        | 175+              | 可                   | 有      |
| Company 12 | ✓     | ✓   | ✓        | 50+               | 可                   | 更新中    |
| Company 13 | ✓     |     |          | 150+              | 可                   | 更新中    |
| Company 14 | ✓     |     |          | 150+              | 可                   | 有      |
| Company 15 | ✓     | ✓   |          | 100+              | 可                   | 有      |
| Company 16 | ✓     |     |          | 100+              | 可                   | 有      |
| Company 17 |       | ✓   |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 18 | ✓     | ✓   | ✓        | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 19 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 20 | ✓     |     |          | 30+               | 可                   | 有      |
| Company 21 |       | ✓   | ✓        | 30+               | 可                   | 有      |
| Company 22 | ✓     | ✓   |          | 30+               | 可                   | 有      |
| Company 23 | ✓     | ✓   | ✓        | 250+              | 可                   | 有      |
| Company 24 |       | ✓   | ✓        | 75+               | 可                   | 有      |
| Company 25 | ✓     |     |          | 150+              | 可                   | 有      |
| Company 26 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 27 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 28 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 29 | ✓     |     |          | 75+               | 可                   | 有      |
| Company 30 | ✓     |     |          | 100+              | 可                   | 有      |
| Company 31 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 32 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 33 | ✓     | ✓   |          | 75+               | 可                   | 有      |
| Company 34 |       | ✓   | ✓        | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 35 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 36 | ✓     |     |          | 50+               | 可                   | 有      |
| Company 37 | ✓     | ✓   | ✓        | 50+               | 可                   | 有      |

<sup>49</sup> 数値は、労働可能な人数の概算を示す。

<sup>50</sup> 各社所有の重機に加え、レンタル等で重機を調達して使用する場合も含む。

ガーナ共和国・小型モジュール炉(SMR: Small Modular Reactor)を用いた電力インフラ整備の事業実施可能性調査事業  
 3.2a ガーナ国内建設会社 一覧と評価

| 会社名        | カテゴリー |     |          | 評価点            |                |                                    |                          |                         |                                       | 全体評価<br>(左記(a)~(f)の合計点を%<br>に換算) | 現地化<br>実現可能性 | (h)過去に携わったプ<br>ロジェクトの最高<br>金額(US\$) | (i)の内の、企業が<br>請負った現地作業<br>の費用(US\$) |
|------------|-------|-----|----------|----------------|----------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|            | Civil | M&E | Plumbing | 15点<br>(a)法人登録 | 20点<br>(b)企業評価 | 20点<br>(c)HSEおよび<br>QA/QC標準の<br>遵守 | 20点<br>(d)建設機材の利用<br>※注1 | 10点<br>(e)現地人材雇用<br>※注2 | 15点<br>(f)過去に実行完了<br>実績のあるプロ<br>ジェクト数 |                                  |              |                                     |                                     |
| Company 1  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 7                                  | 7                        | 5                       | 7                                     | 61%                              | 3            | 15M                                 | 10M                                 |
| Company 2  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 7                        | 5                       | 7                                     | 64%                              | 3            | 20M                                 | 8M                                  |
| Company 3  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 20                                 | 20                       | 10                      | 7                                     | 92%                              | 5            | 50M+                                | 5M                                  |
| Company 4  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 20                       | 10                      | 15                                    | 95%                              | 5            | 200M+                               | 125M                                |
| Company 5  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 15             | 15                                 | 10                       | 5                       | 7                                     | 67%                              | 3            | 40M+                                | 5M                                  |
| Company 6  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 20                                 | 18                       | 7                       | 15                                    | 95%                              | 5            | 100M+                               | 100M+                               |
| Company 7  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 10                       | 7                       | 7                                     | 74%                              | 3            | 35M                                 | 6M                                  |
| Company 8  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 60%                              | 5            | 5M                                  | 800K                                |
| Company 9  | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 60%                              | 3            | 25M                                 | 1M                                  |
| Company 10 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 20                                 | 15                       | 7                       | 0                                     | 77%                              | 5            | 12M                                 | 1.7M                                |
| Company 11 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 20                                 | 15                       | 7                       | 15                                    | 92%                              | 5            | 150M+                               | 100M                                |
| Company 12 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 15             | 10                                 | 10                       | 7                       | 0                                     | 57%                              | 3            | 15M                                 | 2M                                  |
| Company 13 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 15                       | 7                       | 15                                    | 87%                              | 3            | 100M+                               | 100M                                |
| Company 14 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 15                       | 7                       | 7                                     | 79%                              | 5            | 100M+                               | 20M                                 |
| Company 15 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 60%                              | 3            | 25M+                                | 2.5M                                |
| Company 16 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 60%                              | 3            | 25M+                                | 3M                                  |
| Company 17 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 1            | 3M                                  | 500K                                |
| Company 18 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 1            | 2M                                  | 500K                                |
| Company 19 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 15             | 10                                 | 5                        | 5                       | 0                                     | 50%                              | 1            | 2M                                  | 500K                                |
| Company 20 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 1            | 2M                                  | 500K                                |
| Company 21 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 1            | 2M                                  | 500K                                |
| Company 22 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 1            | 2M                                  | 500K                                |
| Company 23 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 20                                 | 18                       | 7                       | 15                                    | 95%                              | 5            | 200M+                               | 200M                                |
| Company 24 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 15             | 10                                 | 5                        | 7                       | 0                                     | 52%                              | 3            | 25M                                 | 850K                                |
| Company 25 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 15             | 10                                 | 10                       | 7                       | 15                                    | 72%                              | 3            | 25M                                 | 25M                                 |
| Company 26 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 18                       | 12                      | 7                                     | 87%                              | 5            | 75M+                                | 15M                                 |
| Company 27 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 10                       | 7                       | 7                                     | 69%                              | 3            | 6.8M                                | 6.8M                                |
| Company 28 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 3            | 5M                                  | 2M                                  |
| Company 29 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 15                       | 5                       | 0                                     | 70%                              | 1            | 7M                                  | 1.5M                                |
| Company 30 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 3            | 7M                                  | 2.5M                                |
| Company 31 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 18             | 10                                 | 10                       | 5                       | 0                                     | 58%                              | 1            | 5M                                  | 1M                                  |
| Company 32 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 15                       | 10                      | 0                                     | 75%                              | 5            | 5M                                  | 1M                                  |
| Company 33 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 15                       | 10                      | 0                                     | 75%                              | 5            | 8M                                  | 1.8M                                |
| Company 34 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 15                       | 7                       | 0                                     | 72%                              | 5            | 6M                                  | 1.5M                                |
| Company 35 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 15                       | 5                       | 0                                     | 65%                              | 3            | 5M                                  | 1.5M                                |
| Company 36 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 15                                 | 10                       | 7                       | 7                                     | 74%                              | 3            | 9.7M                                | 9.7M                                |
| Company 37 | ✓     | ✓   | ✓        | 15             | 20             | 10                                 | 10                       | 7                       | 0                                     | 62%                              | 3            | 5M                                  | 1M                                  |

企業選定の基準:  
 (a) ガーナ現地企業の法人登録および有効性、登録カテゴリーを元に採点 (15点)  
 (b) 企業評価 (20点)  
 (c) 企業のHSEおよびQA/QC標準の遵守状況 (20点)  
 (d) 建設機材の利用 (自社調達、あるいはレンタル等の現地での調達可否) (20点)  
 (e) 現地人材雇用の可能性と適応性 (トレーニングの実施も含む) (10点)  
 (f) 過去に実行完了したプロジェクト (当該スコア) (15点); (f)に記載の額がUS\$5M以下は0点、US\$5M~25Mは7点、US\$25M以上は15点で採点

※注1 建設機材の利用 (自社調達、あるいはレンタル等の現地での調達可否) (20点)  
 ※注2 過去に実行完了したプロジェクト (当該スコア) (15点); (f)に記載の額がUS\$5M以下は0点、US\$5M~25Mは7点、US\$25M以上は15点で採点

各建設会社を擁護した場合は国内現地化実現の可能性:  
 (a) 現地化実現の可能性: 5 = 短期間、切号機建設でも現地化の実現可能性は高い、3 = 中期的な期間を要するもの、1 = 実現には長期間を要する

図 3.2-B 添付 3.2a 「ガーナ国内建設会社 一覧と評価」

ガーナ共和国・小型モジュール炉(SMR: Small Modular Reactor)を用いた電力インフラ整備の事業可能性調査事業  
 3.2b ガーナ国内建設会社 各社請負範囲

| 会社名        | 土木・建築 | コンクリート | 鋼鉄 | 製作 | 建築 | HVAC | 配管 | 計装 | 電気 | 断熱材 | 塗装 | 防火設備 |
|------------|-------|--------|----|----|----|------|----|----|----|-----|----|------|
| Company 1  | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 2  | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 3  |       |        |    |    |    | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   | ✓  | ✓    |
| Company 4  | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    | ✓  |     |    |      |
| Company 5  | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 6  | ✓     | ✓      |    |    |    | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |     |    |      |
| Company 7  | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 8  | ✓     | ✓      |    |    | ✓  |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 9  | ✓     |        | ✓  |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 10 | ✓     |        | ✓  |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 11 |       |        | ✓  |    |    |      |    | ✓  | ✓  |     |    |      |
| Company 12 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 13 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 14 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 15 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    | ✓  |     |    |      |
| Company 16 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 17 |       |        |    |    |    |      |    |    | ✓  | ✓   |    |      |
| Company 18 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    | ✓  |     |    |      |
| Company 19 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 20 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 21 |       |        |    |    |    | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |     |    |      |
| Company 22 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 23 | ✓     | ✓      | ✓  |    |    | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |     |    |      |
| Company 24 |       |        |    |    |    | ✓    | ✓  |    | ✓  |     |    |      |
| Company 25 | ✓     | ✓      |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 26 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 27 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 28 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 29 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 30 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 31 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 32 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 33 |       |        | ✓  | ✓  |    | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |     |    |      |
| Company 34 |       |        |    |    |    |      |    | ✓  | ✓  |     |    |      |
| Company 35 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 36 | ✓     |        |    |    |    |      |    |    |    |     |    |      |
| Company 37 |       |        |    |    |    |      |    |    | ✓  |     |    |      |

図 3.2-C 添付 3.2b 「ガーナ国内建設会社 各社請負範囲」

### 3.2.4 各建設会社評価のまとめ

添付 3.2a に記載した評価のとおり、一般的にガーナの土木建設市場はかなり成熟しており、比較的大規模で複雑な工事でも、Health, Safety and Environment (HSE) や、Quality Assurance/Quality Control (QA/QC) を遵守して請け負うことができる建設企業が多く存在する。最高ランク 1 に分類された建設会社各社は、過去実績や現地人材雇用の可能性等に差はあるものの、十分な能力を有しており、建設分野、とりわけ BOP スコープでは、一定の割合で現地化を達成することができると評価できる。

ただし、原子炉建屋内等の原子力に特化したような、特別な QA 要求に準拠した作業が必要となる建設スコープは、ガーナ国内での過去実績がないため、初号機においては原子力プラント建設実績のある国の企業が建設工事を取りまとめる必要があると考える。

## 3.3 労働市場と現地雇用

本節では、ガーナで将来的に原子力プラント建設を遂行するにあり、ガーナ国内の労働市場、各技術労働者の人数や技術レベル、認証取得状況等を、現地での調査結果を踏まえて評価したものを記載する。また技術雇用者輩出のためのガーナ国内 トレーニングセンターやコンサルテーション機関等の情報も記載する。

### 3.3.1 ガーナ国内における労働者と技術者

ガーナの人口は2021年現在で約3200万人。1990年代は約1500万人であったが、2000年代に2000万人を突破、2017年に3000万人を超えたことから、ガーナの人口は増加傾向にある(図3.3-A参照)<sup>51</sup>。近年の人口増加のため、人口全体の年齢構成の割合としては若い世代が多く、25歳以上を対象とすると約1100万人が働いている。その他、学業に従事している若者も多い。またガーナの失業率は2017年から2022年まで平均4.4%(図3.3-B参照)、2022年末時点での失業率は4.8%程度であると予想されており<sup>52</sup>、これは他のアフリカ諸国と比較すると低い水準にある<sup>53</sup>。

ガーナ国内の建設業界では、広く一般的に有能な労働・雇用市場が保たれており、労働需要に関しては、鉱業と電気・機械セクターで雇用の需要が近年、特に増加している。また、若い世代の人口が多いことから、現在就学している世代によるガーナの将来の労働市場での活躍が見込まれる。

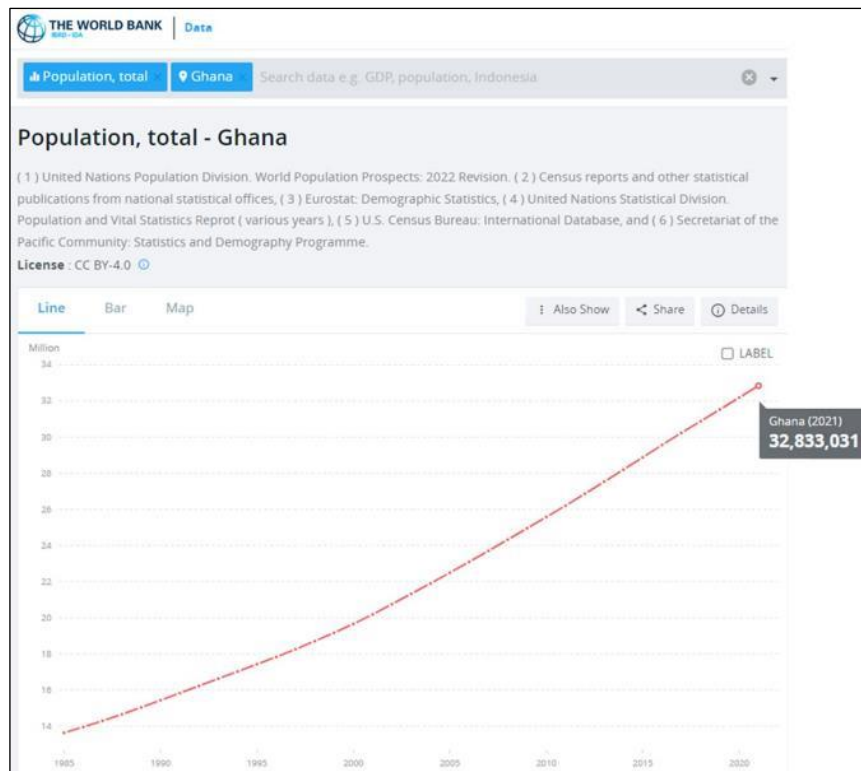


図 3.3-A ガーナ国内 人口推移

<sup>51</sup> 世界銀行 (The World Bank) データ参照

<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2021&locations=GH&start=1985&view=chart>

<sup>52</sup> 世界銀行 (The World Bank) データ参照

<https://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.ZS?end=2021&locations=GH&start=1998>

<sup>53</sup> 失業率 - 国のリスト - アフリカ ([tradingeconomics.com](https://tradingeconomics.com))



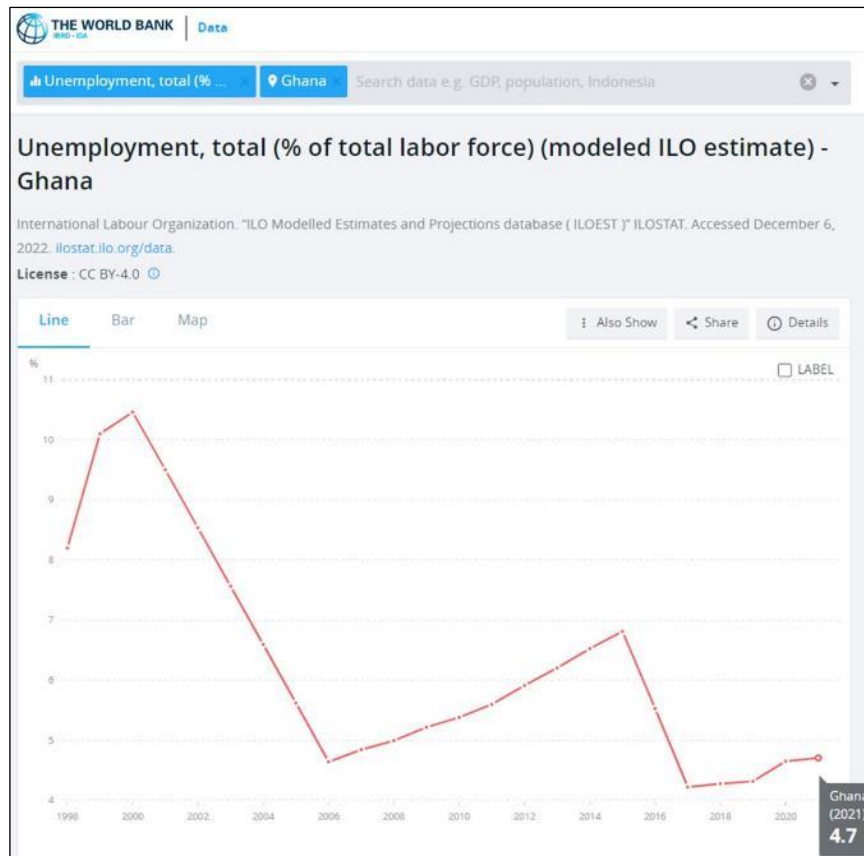


図 3.3-B ガーナ国内 失業率推移

ガーナ国籍を有する労働者の多くにおいて、土木・建築工事、MEP 工事関連分野での活躍が期待できる。特に土木・建築工事の技術を持つ労働者は広範囲で雇用可能である。ただし MEP 関連業務については、労働者のスキルが十分に訓練されていないため、即戦力を担う人材の雇用は難しい状況にある。ガーナには政府及び民間のトレーニングセンターはあるものの、ほとんどの技術トレーニングは OJT で行われている状況である。またガーナの建設業界では、施工会社が熟練労働者や職人の雇用を維持することが一般的ではないため、多くの MEP 関連の技術労働者は、必要に応じて、訓練や認証の再認定を必要とすることになる。

### 3.3.2 ガーナ現地での労働市場調査

ガーナでの現地調査期間中、Ministry of Employment and Labour Relations<sup>54</sup>（雇用労働関係省、以下 MELR）、Youth Employment Agency, Ghana<sup>55</sup>（青年雇用事業団、以下 YEA）、その他の Technical and Vocational Education and Training（技術教育及び訓練並びに職業教育及び訓練、以下 TVET）のトレーニングセンターなど、ガーナの労働者雇用に関わるいくつかの省庁・団体を訪問し、分野別・専門職別の技術労働者、各専門職の人数、認証取得の情報を収集した。

<sup>54</sup> Ministry of Employment and Labour Relations <https://melr.gov.gh/>

<sup>55</sup> Youth Employment Agency, Ghana <https://www.yea.gov.gh/>



MELR、YEA、及び Commission for Technical and Vocational Education & Training (TVET 委員会、以下 CTVET) から提出された各専門職及び熟練労働者の人数は、表 3.3-A のとおり。ここに記載されている数字は、すべて専門職及び熟練労働者として認証取得者の人数である。ただし、ガーナ全地域からの求職者数も含まれており、過去に認証取得済であっても期限切れ等の理由で、必要に応じて再認証取得が必要となる場合も含む。また、再認証取得が必要な人数は明確に把握できていない。

表 3.3-A 各専門職の人数、及び過去の認証取得状況

| 専門職              | 人数  | 備考    |
|------------------|-----|-------|
| <b>土木・建築</b>     |     |       |
| 現場監督             | 153 | 認証取得済 |
| 大工               | 304 | 〃     |
| 鉄筋工              | 113 | 〃     |
| 石・煉瓦工            | 410 | 〃     |
| 溶接工              | 327 | 〃     |
| 製鉄工、鉄骨組立工        | 291 | 〃     |
| 玉掛作業             | 174 | 〃     |
| 土木機械運転手・オペレーター   | 332 | 〃     |
| <b>機械</b>        |     |       |
| 現場監督             | 241 | 〃     |
| 機械組立工            | 210 | 〃     |
| 配管工              | 191 | 〃     |
| 配管溶接工            | 243 | 〃     |
| 鉄骨組立工            | 154 | 〃     |
| 溶接工              | 328 | 〃     |
| 機械組立工、回転機械組立工    | 109 | 〃     |
| 機器溶接工            | 155 | 〃     |
| 玉掛作業             | 117 | 〃     |
| 作業助手             | 507 | 〃     |
| クレーン操縦士          | 225 | 〃     |
| <b>電気&amp;計装</b> |     |       |
| 現場監督             | 210 | 〃     |
| 電気技師             | 325 | 〃     |
| 電気工事士            | 258 | 〃     |
| 計装組立工            | 198 | 〃     |
| 組立工              | 362 | 〃     |
| 溶接工              | 216 | 〃     |
| <b>工事機械・車両整備</b> |     |       |
| 機械工・整備士          | 272 | 〃     |
| 自動車電気工事士         | 354 | 〃     |
| 電力系統電気工事士        | 348 | 〃     |
| 溶接工              | 254 | 〃     |
| 旋盤工              | 182 | 〃     |
| 機械作業助手           | 142 | 〃     |
| 工事車両タイヤ整備士       | 304 | 〃     |

MEP 関連業務については、前述のとおり労働者のスキルが十分でないため、技術労働者の訓練や認証取得が必要となる。ゆえに、ガーナ国籍で過去にプロジェクト従事経験のある人材の採用や、他国からの熟練労働者を呼び寄せることで、各リソースからの人材を程よく配分するやり方が、より現実的であると考えられる。

表 3.3-B に、将来的にガーナ国内で原子力プラント建設プロジェクトを遂行する場合の MEP 分野における各リソースからの労働者配分のモデルケースと、各リソースの現状の労働力レベル、認証・資格の保有状況を示す。

表 3.3-B ガーナ国内原子力プラント建設の労働者配分のモデルケース

| 労働者のリソース                      | 労働者の全体配分 | 労働力レベル、及び認証・資格の取得要否 |
|-------------------------------|----------|---------------------|
| MELR                          | 5%       | トレーニング及び認証取得が必要     |
| YEA                           | 25%      | トレーニング及び認証取得が必要     |
| ガーナ国内で他の遂行完了プロジェクトに従事経験のある労働者 | 50%      | トレーニングや資格はほぼ必要なし    |
| ガーナ以外の他国籍の労働者                 | 20%      | トレーニングや資格は必要なし      |

### 3.3.3 労働者現地化の実現に向けた評価

ガーナ国内では、土木・建築や MEP の分野において、熟練労働者、技術者、エンジニアなどの職業が広く網羅されており、国家レベルで労働力を確保することは可能ではあるものの、前述の通り、MEP 関連のスキルは十分でないといったことから、生産性や経験度合い等のレベルに関しては、今後、さらなる評価が必要である。

しかしガーナは、鉱業、電力、小規模の石油・ガスプロジェクトを手がけていることから、海外駐在員や第三国国民からの適切な訓練と必要なスキルの伝授により、通常の発電プラントプロジェクトであれば、70～80%の割合で現地から労働力を確保できる可能性があるとの現段階では推定できる。原子炉建屋以外等の BOP の範囲においては、必要なトレーニングと認証・資格の取得を計画的に実施することで、現地労働者のスキルアップを目指し、労働者の現地化の実現により近づくことができると考える。

ガーナには政府及び民間のトレーニングセンターが存在するため、これらのトレーニングプログラム及び OJT を活用して、労働者技術が向上できる見込みはある。各種トレーニングセンターに関しては次項で説明する。

また、ガーナ国民の労働力・技術レベル等を強化・補完するためには、前項の表 3.3-B に示したとおり、海外駐在員や第三国国民のサポートが約 20%程度、必要となることが予想される。CCC 社による過去の経験から述べると、第三国とは、ガーナ近隣国で言えばナイジェリアがその一例である。その他はアジアの国々が中心となり、フィリピン、タイ、インド、パキスタン等の国々から、熟練した労働者を確保することが可能である。

一方で、原子力建屋内の原子力技術に特化した建設工事においては、必要とされる技術レベルはさらに高くなる。また、原子力機微情報へアクセス可能な人員のセキュリティクリアランス、また第三国の国籍保有者の採用に当たっては、輸出管理上の規定に十分注意を払う必要がある。

以上より、SMR 建設に必要な現地労働力を正確に把握するためには、業務の内容ごとに供給可能な労働力や、労働者に要求される技術レベル、セキュリティクリアランス上の要求等のさらなる調査・分析が必要である。

### 3.3.4 ガーナ国内のトレーニングセンターと認証機関等

ガーナ国内の技術・職業トレーニングセンターは、ガーナ国内の各主要都市にあり、主に以下に記載する技術訓練や教育訓練を提供しているため、参考までに訓練内容の一部を記載する。また以下に記載しているもの以外の技術・教育訓練も実施されている。

- 各種溶接規格（ASME, AWS, API, BS, ISO, CEN & DIN 等）に関する教育
- 溶接施工仕様書（WPS）の作成
- 溶接施工方法確認試験記録（PQR）の作成
- 溶接士性能認証記録（WPQR）の作成
- 認定溶接検査（CWI）
- SMAW、GMAW、FCAW、GTAW を扱う溶接士の訓練及び試験（板材とパイプの両方における、AWS、ASME、API、ISO、BS EN の各規格に準拠した基礎から応用までの試験）
- Danest Engineering Company Limited<sup>56</sup> による溶接工の教育訓練
- OPITO 認証 - 玉掛作業 初級トレーニング（ステージ 1）
- OPITO 認証 - 玉掛作業 技量評価（ステージ 3）
- OPITO 認証 - 玉掛作業 技量評価（ステージ 4）
- ISO 21001 - HSE 及び技量に関するトレーニングの提供
- ISO 9001 - 検査、コンサルタント、及び専門教育（電気、機械、昇降装置、圧力装置、NDT、建設、インフラ、組織、マネジメントの各領域）
- ISO 14001 - 検査、コンサルタント、及び専門教育（電気、機械、昇降装置、圧力装置、NDT、建設、インフラ、組織マネジメントの各領域）
- ISO 45001 - 検査、コンサルタント、及び専門教育（電気、機械、昇降装置、圧力装置、NDT、建設、インフラ、組織マネジメントの各領域）
- CTVET<sup>57</sup> による教育訓練

<sup>56</sup> 溶接工のコンサルティング、及び教育やトレーニングを提供している民間企業

<https://www.danestweldgh.com/about%20us.html>

<sup>57</sup> Commission for Technical and Vocational Educational and Training <https://ctvet.gov.gh/>

- COTVET<sup>58</sup> による教育訓練
- Apave Ghana Training Center<sup>59</sup> による教育訓練

### 3.4 重機・建機市場と供給力

本節では、将来的なガーナ国内の新規原子力発電プラント建設の遂行にあたり、必要となる重機・建機のサプライヤー情報、整備状況、供給可否、供給可能な場合の各機器の詳細、また、その他の不随するサービス（修理、メンテナンス、オペレーターへの機械操作教育の実施、等）について言及する。

#### 3.4.1 ガーナの重機・建機市場及び主要サプライヤー一覧

ガーナの重機市場は活性化しており、多くの主要ブランドのサプライヤーが存在し広く知られている。CCC 社による現地視察時に各重機サプライヤーを訪問したところ、各社のヤードで視察した多くの機器はよく整備されており、サイズも豊富で、年式やモデルも妥当なものが多かった。

現地調査時に訪問したガーナ国内サプライヤー全 23 社の各社が所有している重機・建機の詳細は添付 3.3 に記載する。なお、企業情報保護の観点より、社名は非公表とする。

<sup>58</sup> Council for Technical and Vocational Education & Training <https://cotvet.gov.gh/about-cotvet/>

<sup>59</sup> HSE 及び技能教育訓練を提供する ISO 認証教育機関  
<https://www.apave.com/en/The-Group/Our-locations/Ghana>



ガーナ共和国・小型モジュール炉(SMR: Small Modular Reactor)を用いた電力インフラ整備の事業可能性調査事業

|                 | 主要サプライヤー-3社            |                  |    | その他サプライヤー |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|-----------------|------------------------|------------------|----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|                 | A社                     | B社               | C社 | D社        | E社 | F社 | G社 | H社 | I社 | J社 | K社 | L社 | M社 | N社 | O社 | P社 | Q社 | R社 | S社 | T社 | U社 | V社 | W社 |   |
| 機械・運搬、各種ケーブル・質  | エア・コンプレッサー             |                  |    | ○         | ○  | ○  | ○  |    |    |    |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
|                 | 溶接機(チーゼルエンジンタイプ)       |                  |    |           | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | 溶接機(電流タイプ)             |                  |    |           |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |   |
|                 | ラフチェンクレーン              |                  |    |           |    |    | ○  |    | ○  | ○  |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | Grove社モバイルクレーン 80トン    |                  |    |           | ○  | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  |   |
|                 | Liabber社モバイルクレーン 160トン |                  |    |           | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | Grove社モバイルクレーン 280トン   |                  |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | Grove社モバイルクレーン 450トン   |                  |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | タワークレーン                |                  |    |           |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | クローラークレーン              | ○                |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | 燃料ポンプ                  |                  |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | 多関節クレーン                | ○                | ○  | ○         |    | ○  | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |   |
|                 | アシファルトディストリビューター       |                  |    |           |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 | メンチンストラック              |                  |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|                 |                        | Hiab社トラックブームクレーン |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○ |
| チャックバートラック      |                        |                  |    |           |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| ウオーターポンプ        |                        |                  |    |           | ○  | ○  |    |    |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| ミキサー車           |                        | ○                |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| ブライム・バー         |                        |                  |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| プラットフォーム        |                        |                  |    |           |    | ○  | ○  |    |    | ○  |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| ローベクトレーサー       |                        |                  |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| チャックバートレーサー     |                        |                  |    |           |    | ○  | ○  |    |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| Doser D8 ブルドーザー |                        | ○                | ○  | ○         |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| または同等レベルのブルドーザー |                        | ○                | ○  | ○         |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| 選別機             |                        | ○                | ○  | ○         |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| ホイールローダー        |                        | ○                | ○  | ○         |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| バックホーローダー       |                        | ○                | ○  | ○         |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| Bobcat S550-5   |                        | ○                | ○  | ○         |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| モーターグレーダー       |                        | ○                | ○  | ○         |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |   |
| バックホーグランド       | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    | ○  |    |    |    | ○  |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| コンクリートポンプ       | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    | ○  |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| フォークリフト         | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    | ○  |    | ○  |    |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| ダンプトラック         |                        |                  |    | ○         | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| テレハンドラー         |                        |                  |    | ○         |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 選別機             | ○                      |                  |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 排水用ピストンポンプ      |                        |                  |    | ○         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| 排水用遠心ポンプ        |                        |                  |    | ○         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| アシファルトプラント      | ○                      | ○                | ○  |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| アシファルトフィニッシャー   |                        |                  |    |           | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| ロートリクレーマー       | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 掘削ローラー          | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| マカダムローラー        | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| タイヤローラー         | ○                      |                  |    |           | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| 選別機             |                        |                  |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  | ○  |    |   |
| ロードスイーパー        |                        |                  |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| ジョーグラブザー        |                        |                  |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  |    |   |
| コンクリートポンプ       |                        |                  |    |           | ○  |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  |    |    |    |    |    | ○  | ○  | ○  |    |   |
| コンクリートブレイカー     |                        |                  |    | ○         | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| コンクリートブレイカー     | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  |    |   |
| プレートコンパクター      | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  |    |   |
| ランマー            | ○                      | ○                | ○  |           | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  |    |   |
| ウオーターポンプ        |                        |                  |    | ○         | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  |    |   |
| コンクリートミキサー      |                        |                  |    | ○         | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  |    |   |
| コンクリートブレイカー     |                        |                  |    | ○         | ○  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ○  | ○  |    |   |

図 3.4-A 添付 3.3 「ガーナ国内サプライヤー 取扱い建機・重機、各種ツール一覧」



### 3.4.2 主要サプライヤーの概要

図 3.4-A 添付 3.3「ガーナ国内サプライヤー 取扱い建機・重機、各種ツール一覧」で示した主要サプライヤー3社の概要と供給可能機器及びサービスを以下に示す。

#### ➤ A社

ガーナを含む西アフリカ地域において、機械・設備・部品の多彩なブランドを扱っている販売代理店で、ブランドメーカー各社とパートナーを結んでいる。人材の派遣やトレーニングは行っていない。アフターサービス付で、予備品の用意も可能。

供給可能機器・サービスは以下のとおり。

- ✓ コンクリートポンプ（可動式、固定式、トラック搭載式）
- ✓ コンクリートミキサー車
- ✓ コンクリートバッチングプラント
- ✓ コンクリート打設
- ✓ トンネル・地下のコンクリート打設、及び掘削物の撤去
- ✓ コンクリートの配管輸送
- ✓ タワークレーン、及び付属品
- ✓ クラッシャー
- ✓ 締固め機（掘削機に搭載可能）、及び付属品
- ✓ ホイールローダー
- ✓ スキッドステアローダー
- ✓ ライトタワー
- ✓ アスファルトプラント
- ✓ 特殊輸送用トレーラー、セミトレーラー
- ✓ ロード圧縮ローラー
- ✓ その他建設機械

#### ➤ B社

外資企業だがガーナ国内に現地法人があり、機械、電力システム、マテリアルハンドリング機器の販売をしている。またメンテナンスや、現場作業関係のソリューションサービス、ワーカー向けトレーニングプログラム等のサポートも充実している。

供給可能範囲及びサービスは以下のとおり。

- ✓ コンサルティング全般： 現場分析、費用対効果の分析、インフラとソリューション設計、プロジェクト遂行計画

- ✓ 作業現場における各ソリューションの提供： 価値評価ツール、サイクルタイム（作業周期時間）の測定、ターボツール、廃棄物分析（WFA）、シミュレーションプログラム、生産性分析、疲労検知
- ✓ 据付： 評価、設計、ドローン解析、特注、調達、試運転
- ✓ サポート： ファイナンスとメンテナンスのオプション提供、機材買い戻し、担当者の人材育成、人材の派遣、メンテナンス契約
- ✓ 修理： 部品や機器で保証期間を過ぎたもの、長年使用したもの、故障したもの等の修理
- ✓ メンテナンス： 最先端の診断ツールを使用した保証対象の修理、メンテナンス、定期的なオイルサンプリング
- ✓ 整備と再製造： 故障した部品の再製造、改造、修理
- ✓ トレーニング： 認定トレーナーによる現場のさまざまな場面における業務効率最大化の指導、オペレーティング教育（シミュレーター）、予防保全トレーニング、安全教育、レンタル品の操作方法指導

#### ➤ **C社**

大手メーカーで、機器、建設機械、トラック、バス、ポートエンジンや産業エンジンなど幅広く取り扱っている。また各建設機械、エンジニアリング、貨物自動車メーカー、ミニバス等の各種メーカーの正規販売代理店でもある。アフリカの子会社には、トラック、機械、部品が常時ストックされており、短期間で納品できるようになっている。

供給可能範囲及びサービスは以下のとおり。

- ✓ 新機器の販売： 各建設機械、トラック、バス、発電機等
- ✓ レンタル機器： 短期間・長期間のレンタルのフレキシブルな対応、熟練のオペレーターによる操作方法の指導
- ✓ 予備品： 純正部品やアクセサリーの供給
- ✓ オペレーター向け訓練： トレーニングセンターの利用が可能
- ✓ メンテナンスと修理： 設備の整った工場、現場での修理・診断サービスの提供

### 3.4.3 重機・建機市場の現地化に関する評価

プラント建設時に必要となるガーナ国内企業の重機・建機市場に関しては、添付3.3に記載したとおり、各サプライヤーが所有している重機・建機の種類が豊富で、サポートやメンテナンス、オペレーター向けの訓練といった多彩なサービスも充実している。

ただし、ガーナ国内にはプラントが点在するため、プロジェクト建設開始時に他の建設工事が多数重なった場合、重機・建機類の供給可能な数が不足することもあると考えられる。したがって、他国からの輸入品で補完するケースがある可能性があることも、あらかじめ検討しなければならない。

またクレーンは、現地で調達可能なモバイルクレーンは最大重量 450 トンまでのものとなるため、450 トン以上のクレーンが必要な工事においては、国外から調達する必要がある。

## 3.5 建材市場と供給力

本節では、ガーナの原子力発電プラント建設に必要な建材を種類別にリスト化し、ガーナ国内の供給力についてまとめた。

### 3.5.1 建設資材サプライヤーについて

セメント、コンクリート、鉄骨構造物、足場、断熱材、プレハブ等を含む資材の各サプライヤーとメーカーは、ガーナ国内にも存在し市場をよくカバーしている。詳細は添付 3.4「ガーナ国内サプライヤー 供給可能建設資材一覧」を参照のこと。

ガーナ共和国・小型モジュール炉(SMR: Small Modular Reactor)を用いた電力インフラ整備の事業可能性調査事業  
3.4 ガーナ国内サプライヤー 供給可能建設資材一覧

| 会社名        | コンクリート | グラベル<br>(砂利) | 鋼鉄 | 製作 | プレハブ | 据付 | 足場 | 非破壊試験 | 断熱材<br>・被覆 | 工業用ガス | 溶接消耗品 | 工具 |
|------------|--------|--------------|----|----|------|----|----|-------|------------|-------|-------|----|
| Company 50 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 51 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 52 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 53 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 54 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 55 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 56 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 57 | ✓      |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 58 | ✓(骨材)  |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 59 |        | ✓            |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 60 |        | ✓            |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 61 |        | ✓            |    |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 62 |        |              | ✓  |    |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 63 |        |              | ✓  | ✓  |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 64 |        |              | ✓  | ✓  |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 65 |        |              | ✓  | ✓  |      |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 66 |        |              | ✓  |    | ✓    |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 67 |        |              | ✓  |    | ✓    |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 68 |        |              | ✓  |    | ✓    |    |    |       |            |       |       |    |
| Company 69 |        |              | ✓  | ✓  |      | ✓  |    |       |            |       |       |    |
| Company 70 |        |              | ✓  | ✓  |      | ✓  |    |       |            |       |       |    |
| Company 71 |        |              |    |    |      |    | ✓  |       |            |       |       |    |
| Company 72 |        |              |    |    |      |    | ✓  |       |            |       |       |    |
| Company 73 |        |              |    |    |      |    |    | ✓     |            |       |       |    |
| Company 74 |        |              |    |    |      |    |    | ✓     |            |       |       |    |
| Company 75 |        |              |    |    |      |    |    | ✓     |            |       |       |    |
| Company 76 |        |              |    |    |      |    |    | ✓     |            |       |       |    |
| Company 77 |        |              |    |    |      |    |    |       | ✓          |       |       |    |
| Company 78 |        |              |    |    |      |    |    |       |            | ✓     | ✓     |    |
| Company 79 |        |              |    |    |      |    |    |       |            | ✓     | ✓     |    |
| Company 80 |        |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       | ✓  |
| Company 81 |        |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       | ✓  |
| Company 82 |        |              |    |    |      |    |    |       |            |       |       | ✓  |

図 3.5-A 添付 3.4「ガーナ国内サプライヤー 供給可能建設資材一覧」

また、ガーナでは、仮設事務所やワーカーキャンプなどの仮設建築物に適したプレハブユニットの製造・供給業者や、鉄骨構造の小屋・店舗などの製作・施工業者が定着しており、これらの業者で市場のニーズをカバーする能力を持っている。資材に関しても安定した品質を供給できるローカルのサプライヤーが存在する。

しかし、MEP 工事に関しては、国際的に有名なサービスプロバイダーは存在するものの、ガーナ国内で利用できるサービスプロバイダーの情報が少なく、今回の短期間の調査では評価できるまでに至らなかった。したがって今後、MEP 工事資材の供給可能なプロバイダーを、周辺国等も含めて調査していく必要がある。

水の供給に関しては、供給可能量がサイト建設予定地によって立地条件が異なるため一概には評価できないが、ガーナには利用可能な天然水資源がある。既存の水域（河川、湖など）、または地下水から、衛生水資源省（Ministry of Sanitation and Water Resources<sup>60</sup>）、及び水資源委員会（Water Resources Commission of Ghana<sup>61</sup>）の適切な認可のもとで取水することができる。工事・試運転等で大規模な淡水が必要な場合、経験豊富な海外サプライヤーまたは海外請負業者を通じて脱塩施設の導入を検討しなければならない。

### 3.6 ガーナでの SMR 建設における建設市場調査、及び現地調達率と国産化の実現に関するまとめ

#### 建設会社

- ✓ BOP スコープのエリアにおいては、ガーナ国内に建設会社が数多く存在し、比較的大規模で複雑な工事でも初号機から一定の割合で建設市場の国産化を達成できると評価している。
- ✓ 原子炉建屋内等の特殊なスコープの建設は、初号機においては、原子力プラント建設実績のある海外企業が建設工事を取りまとめる必要があると考える。

#### 労働市場と現地雇用

- ✓ 土木・建築工事については、他プロジェクト等で経験のある労働者もおり、労働者の現地化を 70-80%の割合で達成可能であると評価している。その場合、20-30%程度の経験豊富な海外人材を採用する事で、高い品質と生産性を確保できると考える。
- ✓ MEP 工事については、工事規模に見合った成熟度に達しておらず、また原子力技術に特化した工事の技術レベルはさらに高くなるため、初号機においては、すでに資格や経験を持つ海外の下請業者を有効に活用することが相応しい。
- ✓ ガーナ国内にある政府及び民間のトレーニングセンター等を活用して、現地労働者の技術向上が図れる見込みはある。

<sup>60</sup> Ministry of Sanitation and Water Resources <http://mswr.gov.gh>

<sup>61</sup> Water Resources Commission of Ghana <https://www.wrc-gh.org/>

### 重機・建機市場と供給力

- ✓ 重機・建機は種類が豊富で、サポートやメンテナンス等のサービスも充実している。
- ✓ プロジェクト実施時、他の建設市場の活況次第では、供給可能な数が不足し、海外輸入品で補完する必要があることも考えられる。
- ✓ 450 トン以上のクレーンは海外からの調達を検討する必要がある。

### 建材市場と供給力

- ✓ 建材市場は、仮設建築物については、適した製造・供給業者・施工業者が定着しており、市場のニーズをカバーする能力を持っている。
- ✓ 資材においても、安定した品質を供給できるローカルのサプライヤーが存在する。
- ✓ MEP 工事の資材は、ガーナ国内サービスプロバイダーがあまり見当たらない為、ガーナ周辺国の供給力も今後調査していく必要がある。
- ✓ 水の供給に関しては、ガーナには利用可能な天然水資源があり、適切な認可のもとで取水することができる。
- ✓ 工事・試運転等で大規模な淡水が必要な場合、経験豊富な海外サプライヤーまたは海外請負業者を通じて脱塩施設の導入を検討しなければならない。

以上の点を踏まえた上で、ガーナでの原子力プラント建設の国産化の実現を短期・中期・長期的な視点で評価すると、初号機建設においては原子力プラント建設実績のある国の企業が建設工事を取りまとめながら、原子力に特化した設備以外を中心に、ガーナ国内建設会社、現地労働者、重機・建材の供給といった最大限のローカルコンテンツを活用していく事が現実的である。

その後、初号機の建設やメンテナンス工事を通じて、ガーナが原子力プラント建設の経験と実績を積むことで、ガーナ国産化率を拡大し、次号機以降、徐々に国産化にシフトしていくことが最も理想的である。

## 4.0 ガーナでの国内製造の可能性が高い原子力機器の特定とベンダー候補調査

### 4.1 現地化を目指す対象機器の選定

対象機器の選定にあたり、まずガーナ国における製造業の実態について机上調査を行い、絞り込みの参考とした。ガーナ国の製造業は、鋼板等の材料を他国より購入し、簡単な加工を行い、部品製造を実施しているケースが多く、複雑な加工や複数の部品を組立、溶接をするなどといった工程を行う企業は少ない状況であった。このことから、対象機器の選定にあたっては、比較的近い将来製造が見込めるもの（単純構造の機器類）、中長期的に実現を目指すべきものに分類して選定することとした。

調査対象とする原子力機器については、NuScale 社の SMR である VOYGR™ プラントの主要機器を参考として選定を行った。

#### 4.1.1 配管、バルブ、ポンプ類の選定

VOYGR™ プラントの主要機器リストより、配管・バルブ・ポンプ等の項目別、更に安全系の製品及び非安全系の製品別にリストの仕分けを行った。その後、1プラントに必要な数量を積み上げ、数量として支配的となる材質・口径・能力を抽出しスクリーニングを行った。スクリーニング方法と機器リストへの反映について、表 4.1-A に示す。

表 4.1-A 配管、バルブ、ポンプ類の選定方法とリストへの反映品目

| 分類 | 区分け  | スクリーニング方法                            | 調査対象機器リストへの反映                                                                                 |
|----|------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 配管 | 安全系  | 口径毎に物量を集計し、物量の大小で口径分類し、調査対象としてリストした。 | ・ 金属製の小口径、大口径配管を調査対象リストに入れた<br>・ 中口径は数が比較的少ないものの、プラント構成には必要不可欠であり且つ継手類を多く含むため、リストに入れた。        |
|    | 非安全系 | 同上                                   | ・ 数量は小～中口径が過半数を超えるものの、大～超大口径も満遍なく存在するため、これらもリストに入れた。<br>・ 材質については多岐に渡る金属製であり、それぞれについてリストに入れた。 |
| 弁  | 安全系  | 同上                                   | ・ 小中口径をリストにいれた。                                                                               |



| 分類      | 区分け      | スクリーニング方法                          | 調査対象機器リストへの反映                                                                                                                                              |
|---------|----------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |          |                                    | ・非常用炉心冷却系といった、技術的に高い水準が要求される用途のものは除外した。                                                                                                                    |
|         | 非安全系     | 同上                                 | ・小中口径のうち、ボール弁・ゲート弁・クローブ弁をリストに入れた。<br>・大口径もリストに入れたが、形式は限定しなかった。                                                                                             |
| 電気機器    | 安全系      | 物量を集計し、数量支配的な機器類を特定した。             | ・非常用電源に必要なバッテリー、配電盤、トランス、インバーターをリストに入れた。                                                                                                                   |
|         | 非安全系     | 同上                                 | ・数量的に多い機器類をリストに入れた。<br>・非常用電源に必要なバッテリー類も入れ、かつガーナ国内での入手が期待できるディーゼル発電機もリストに入れた。                                                                              |
| ケーブルトレイ | 安全系/非安全系 | 数量支配的なサイズ、スペックのケーブルトレイを特定した。       | ・安全系/非安全系いずれも特定の大きさのトレイに物量が集中しており、これらをリストに入れた。                                                                                                             |
| ポンプ     | 区分無      | 流量及び揚程高さといった能力別の数量を集計し、それらの比較を行った。 | ・最も物量が多かったのは中型ポンプであり、次に大型・小型・超大型の順であった。<br>・小型、超大型ポンプについては物量が比較的少ないものの、NPPには必要不可欠な機器であるため、全ての能力別のポンプをリストに加えた。                                              |
| 器具      | 安全系      | 物量を集計し、数量支配的な器具類を特定した。             | ・数量として支配的であったのは、 <b>Module Protection system</b> であったが、汎用性が低くガーナ現地での供給は難しいと考えられた。<br>・次に数量が多い項目のうち汎用性が高い機器として、 <b>Level transmitter</b> 及び <b>Pressure</b> |

| 分類 | 区分け  | スクリーニング方法 | 調査対象機器リストへの反映                                                        |
|----|------|-----------|----------------------------------------------------------------------|
|    |      |           | transmitter が挙げられた。これらをリストに加えた。                                      |
|    | 非安全系 | 同上        | ・リミットスイッチ・小口径インチチューブ（チューブトラック含む）・AOバルブ・Instrument stand についてリストに入れた。 |

#### 4.1.2 機器類の選定

4.1.1 と同様に、VOYGR™ プラントの主要機器リストより、機器・システム・設備・容器別、更に安全系品目及び非安全系品目別にリストの仕分けを行った。その後、1プラントに必要な数量を積み上げ、数量として支配的となる品目に対して能力で分類しリスト化した。

但し、数量としては支配的ではないが、原子力機器として需要度が高いもの（原子力発電所特有の機器、高い技術力が必要とされる機器。例えば原子炉格納容器、建屋鋼製モジュールが該当する）は調査対象に追加した。スクリーニング方法と機器リストへの反映について、表 4.1-B に示す。

表 4.1-B 機器類の選定方法とリストへの反映品目

| 分類 | 区分け  | スクリーニング方法                       | 調査対象機器リストへの反映                                                                                                                                              |
|----|------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 機器 | 安全系  | 物量を集計し、かつ原子力機器としての重要度も考慮した。     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・数量は少ないが、原子炉格納容器・原子炉圧力容器・蒸気発生器伝熱チューブ・発電モジュール内部配管・ボルト類等は、重要度が高い。</li> <li>・よって原子力機器として重要度が高い上記機器をリストに加えた。</li> </ul> |
|    | 非安全系 | 物量を集計し、かつガーナ国内での調達可能性についても考慮した。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・数量として支配的であった復水器・ろ過器・イオン交換機器をリストに加えた。</li> <li>・数量は比較的少ないものの、補助ボイラ・分離機・ヒーターは現地での調達可能性を鑑みてリストに追加した。</li> </ul>       |

| 分類   | 区分け  | スクリーニング方法                       | 調査対象機器リストへの反映                                                                                                                                                                                                               |
|------|------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| システム | 非安全系 | 物量を集計し、数量支配的な機器類を特定した。          | ・数量支配的であったサンプリングシステムをリストに入れた。                                                                                                                                                                                               |
| 設備   | 非安全系 | 物量を集計し、かつガーナ国内での調達可能性についても考慮した。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・数量が多い消火装置・振動緩衝器・クレーンをリストに入れた。</li> <li>・比較的数量が多いクレーン類もリストに加えた。またNPPへの供給として考えられる様式（天井クレーン・ジブクレーン・タワークレーン）についてもそれぞれリストに記載をした。</li> <li>・遮蔽板やエアドライヤーは現地での供給可能性を鑑みて、リストに入れた。</li> </ul> |
| 容器   | 非安全系 | 廃液用・ホウ酸用等といった用途別の物量集計を行った。      | ・タンク類については用途に限らず、小型・中型・大型いずれも数量が満遍なく多かったため、それぞれをリストに入れた。                                                                                                                                                                    |

#### 4.1.3 調査対象機器リストの策定

上記の表 4.1-A 及び表 4.1-B の判断基準を基に、ガーナ国内での現地供給可能性を調査するための機器リストを策定し、調査対象を表 4.1-C に示す 10 分類 88 機種に定めた。

なお機器リストの策定並びにガーナ企業の調査に当たっては、機器毎の概略スペックを整理し、ガーナ在住のコンサルティング会社である PwC Ghana へ開示した。

＊但し一部仕様情報を含むため、本表では概略スペックを表示していない。

表 4.1-C 添付 4-1 原子力機器ベンダー調査用の機器リスト (1/3)

| # | 分類   | 機器名                | クラス  |
|---|------|--------------------|------|
| 1 | 機器   | 小型補助ボイラ            | 非安全系 |
|   |      | 大型補助ボイラ            |      |
|   |      | エアーコンプレッサー         |      |
|   |      | 水冷チラー              |      |
|   |      | 大型復水器              |      |
|   |      | 小型復水器              |      |
|   |      | 小型冷却塔              |      |
|   |      | 大型冷却塔              |      |
|   |      | フィルター              |      |
|   |      | 大型熱交換機             |      |
|   |      | 中型熱交換機             |      |
|   |      | ヒーター               |      |
|   |      | イオン交換機             |      |
|   |      | 油分離機               |      |
|   |      | 空気分離機              |      |
|   |      | 分離器                |      |
|   |      | 小型濾過器              |      |
|   |      | 中型濾過器濾過器           |      |
|   |      | 大型濾過器濾過器           |      |
|   |      | 配管内濾過器             |      |
|   |      | 発電モジュール格納容器        | 安全系  |
|   |      | 原子炉圧力容器            |      |
|   |      | 蒸気発生器伝熱チューブ        |      |
|   |      | 発電モジュール内部配管        |      |
|   |      | 発電モジュール閉止フランジ・ボルト類 |      |
|   |      | 崩壊熱除去システム熱交換機      |      |
| 2 | システム | サンプリングシステム         | 非安全系 |

表 4.1-C 添付 4-1 原子力機器ベンダー調査用の機器リスト (2/3)

|   |   |     |               |      |
|---|---|-----|---------------|------|
| 3 | 1 | 設備  | 天井クレーン・ジブクレーン | 非安全系 |
|   | 2 |     | タワークレーン       |      |
|   | 3 |     | 振動緩衝器         |      |
|   | 4 |     | エアドライヤー       |      |
|   | 5 |     | 消火装置          |      |
|   | 6 |     | 燃料ラック         |      |
|   | 7 |     | 移動式遮蔽物        |      |
|   | 8 |     | 遮蔽板           |      |
|   | 9 |     | 建屋鋼製モジュール     | 安全系  |
| 4 | 1 | 容器  | 小型廃液槽         | 非安全系 |
|   | 2 |     | 中型廃液槽         |      |
|   | 3 |     | 大型廃液槽         |      |
|   | 4 |     | 小型タンク         |      |
|   | 5 |     | 中型タンク         |      |
|   | 6 |     | 大型タンク         |      |
|   | 7 |     | 超大型縦置きタンク     |      |
|   | 8 |     | 運搬容器          |      |
| 5 | 1 | 配管  | 小口径           | 安全系  |
|   | 2 |     | 中口径           |      |
|   | 3 |     |               |      |
|   | 4 |     | 大口径           |      |
|   | 5 |     | 小口径           | 非安全系 |
|   | 6 |     | 中口径           |      |
|   | 7 |     |               |      |
|   | 8 |     | 大口径           |      |
|   | 9 |     | 超大口径          |      |
| 6 | 1 | バルブ | 小中口径          | 安全系  |
|   | 2 |     | 小中口径          | 非安全系 |
|   | 3 |     |               |      |
|   | 4 |     |               |      |
|   | 5 |     |               |      |

表 4.1-C 添付 4-1 原子力機器ベンダー調査用の機器リスト (3/3)

|    |    |        |                                 |      |
|----|----|--------|---------------------------------|------|
| 7  | 1  | 電気機器   | バッテリー                           | 安全系  |
|    | 2  |        | 配電盤 (Power Distribution Center) |      |
|    | 3  |        | インバーター                          |      |
|    | 4  |        | 変圧器                             |      |
|    | 5  |        | 配電盤 (Power Distribution Center) | 非安全系 |
|    | 6  |        | MCC                             |      |
|    | 7  |        | バッテリー                           |      |
|    | 8  |        | Circular Bus                    |      |
|    | 9  |        | 主変圧器                            |      |
|    | 10 |        |                                 |      |
|    | 11 |        | 変圧器                             |      |
|    | 12 |        |                                 |      |
|    | 13 |        | ディーゼル発電機                        |      |
|    | 14 |        |                                 |      |
|    | 15 |        | 周波数可変装置                         |      |
|    | 16 |        |                                 |      |
|    | 17 |        | UPS                             |      |
| 8  | 1  | ケーブルトイ | 36inchトレイ&トイサポート                | 安全系  |
|    | 2  |        | 36inchトイ&トイサポート                 | 非安全系 |
| 9  | 1  | ポンプ    | 小型                              | N/A  |
|    | 2  |        | 中型                              |      |
|    | 3  |        | 大型                              |      |
|    | 4  |        | 超大型                             |      |
| 10 | 1  | 器具     | Level transmitter               | 安全系  |
|    | 2  |        | Pressure transmitter            | 非安全系 |
|    | 3  |        | 3/8" tubing                     |      |
|    | 4  |        | limit switch                    |      |
|    | 5  |        | tubing AO valve                 |      |
|    | 6  |        |                                 |      |
|    | 7  |        | Instrument stand                |      |



## 4.2 ベンダー調査 - ロングリスト作成

### 4.2.1 ガーナ現地企業のロングリスト登録手順

上記 4.1.3 で策定した調査機器対象リストを基に、デスクトップ調査にてガーナ現地企業の選定を行った。選定手順は以下の通りである。

1. 調査対象機器と同様もしくは関連線品、原材料を製造する業界を抽出した。
2. ガーナ国内の火力発電所建設プロジェクトに参画実績がある企業も抽出した。
3. 上記で抽出した企業に対し、公式 HP やガーナ商工会議所の登録情報といった企業情報についての有無を確認した。確認できた企業については次のステップで関連性の区分分けを行い、それらの情報がない企業は「情報なし」としてロングリスト上の優先順位を下げた。
4. 公式情報を元に、調査対象各社の主要製品、資本元、設立年、従業員数を確認した。
5. 調査機器対象リストに記載のある機器や原材料・部品を製造している場合、関連性高として分類をした。
6. 調査機器対象リストの項目には該当しないが、これらの製造能力や可能性が見込まれる企業については関連性中とし、関連性高・中のいずれに該当しない企業は関連性低とした。

### 4.2.2 ガーナ現地企業のロングリストについて

本調査において、139 企業をロングリストにアップした。このうち関連性が高い企業は 24 社、関連性中は 32 企業、関連性低は 65 企業、情報なしは 18 社であった。

ロングリストを表 4.2-A の通りに示す。関連度が高い企業は「3」、関連度が中程度は「2」、関連度が低い企業は「1」、十分な情報が得られなかった企業は「0」と関連度に表記をした。

また表 4.2-A のリストにおいて、黄色ハッチで示した箇所は 4.4 以降のベンダー詳細調査を実施した対象企業である。

なお、企業情報保護の観点より、社名は非公表とする。

表 4.2-A 添付 4.2 ガーナ現地企業のロングリスト (1/4) : 黄色ハッチ箇所は後述の詳細調査対象企業

| 会社名        | 主要製品・業務について                                             | 関連度 | 資本元          | 設立年  | 従業員数 | 火力発電所への関与有無 |
|------------|---------------------------------------------------------|-----|--------------|------|------|-------------|
| Company-1  | Aluminum                                                | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-2  | Aluminum                                                | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-3  | Cable                                                   | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-4  | Cable                                                   | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-5  | Cable                                                   | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-6  | Cement                                                  | 3   | -            | -    | -    | -           |
| Company-7  | Cement                                                  | 3   | Ghana        | 1991 | -    | -           |
| Company-8  | Cement                                                  | 3   | Germany      | 1967 | -    | -           |
| Company-9  | Cement                                                  | 3   | Nigeria      | -    | -    | -           |
| Company-10 | Steel                                                   | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-11 | Steel                                                   | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-12 | Mortar products, construction materials                 | 3   | France       | -    | -    | -           |
| Company-13 | Plastic piping systems                                  | 3   | Ghana        | 1970 | -    | -           |
| Company-14 | Plastic products (junction boxes, pipes, etc.)          | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-15 | Iron and steel                                          | 3   | -            | -    | -    | -           |
| Company-16 | Iron and steel                                          | 3   | China        | -    | -    | -           |
| Company-17 | Asphalt and concrete production                         | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-18 | Aluminum fabrication                                    | 3   | Ghana        | 1978 | -    | -           |
| Company-19 | Concrete products                                       | 3   | Ghana        | 1956 | 145  | -           |
| Company-20 | Steel products manufacturing                            | 3   | Ghana        | 2012 | 3000 | Kpone TPP   |
| Company-21 | Bolts, nuts                                             | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-22 | Steel structures                                        | 3   | Ghana        | 2000 | -    | -           |
| Company-23 | Petroleum products (gasoline, aviation fuel), solar pc  | 3   | France       | -    | -    | -           |
| Company-24 | Petroleum products (gasoline, aviation fuel, marine f   | 3   | Ghana        | -    | -    | -           |
| Company-25 | Acrylic paints, graphiart, thinners, white glue         | 2   | -            | 1968 | -    | -           |
| Company-26 | Aluminum                                                | 2   | -            | -    | -    | -           |
| Company-27 | Chemicals                                               | 2   | -            | -    | -    | -           |
| Company-28 | Industrial acids and minerals, potassium salts and c    | 2   | South Africa | -    | -    | -           |
| Company-29 | Engine oil, hydraulic oil, gear oil (automotive and inc | 2   | Ghana        | 1986 | 90   | -           |
| Company-30 | Engineering                                             | 2   | -            | -    | -    | -           |

表 4.2-A 添付 4.2 ガーナ現地企業のロングリスト (2/4) : 黄色ハッチ箇所は後述の詳細調査対象企業

|            |                                                       |   |              |      |     |                |
|------------|-------------------------------------------------------|---|--------------|------|-----|----------------|
| Company-31 | EPC                                                   | 2 | Ghana        | 1964 | -   | Tema CENIT TPP |
| Company-32 | EPC for storage facilities (water, LNG), construction | 2 | Ghana        | 1997 | 300 | Kpone TPP II   |
| Company-33 | EPC, power infrastructure construction, O&M           | 2 | Ghana        | 1984 | 452 | -              |
| Company-34 | EPC                                                   | 2 | Lebanon      | 1964 | -   | Kpone TPP I    |
| Company-35 | Marine fuels, lubricants                              | 2 | -            | -    | -   | -              |
| Company-36 | Plastics manufacturing                                | 2 | -            | -    | -   | -              |
| Company-37 | Aluminum products (for commercial facilities)         | 2 | Ghana        | -    | -   | -              |
| Company-38 | Engineeering and construction for oil and gas         | 2 | UK           | 1979 | -   | -              |
| Company-39 | Plastics Products                                     | 2 | -            | -    | -   | -              |
| Company-40 | Plastic Products                                      | 2 | Ghana        | 1973 | -   | -              |
| Company-41 | Plastic piping                                        | 2 | Ghana        | -    | 600 | -              |
| Company-42 | Construction materials, block manufacturing (bricks   | 2 | Ghana        | -    | -   | -              |
| Company-43 | Scaffolding and formwork manufacturing for construc   | 2 | South Africa | -    | -   | -              |
| Company-44 | Water pipe laying, water treatment facilities EPC     | 2 | Ghana        | -    | -   | Kpone TPP      |
| Company-45 | Calcium carbonate                                     | 2 | Ghana        | 2010 | -   | -              |
| Company-46 | Paints                                                | 2 | Ghana        | 1964 | -   | -              |
| Company-47 | Construction                                          | 2 | Ghana        | 1989 | -   | -              |
| Company-48 | Subsea Engineering                                    | 2 | Ghana        | 2021 | -   | -              |
| Company-49 | Waste disposal                                        | 2 | Ghana        | 2017 | -   | -              |
| Company-50 | Hydrogen fuel cell technologies                       | 2 | Switzerland  | 2017 | -   | -              |
| Company-51 | Construction and design                               | 2 | Ghana        | 2009 | -   | -              |
| Company-52 | Infrastructure development                            | 2 | Ghana        | 1970 | -   | -              |
| Company-53 | Construction consulting                               | 2 | Japan        | 1957 | -   | -              |
| Company-54 | Oil & Gas                                             | 2 | Ghana        | 2003 | -   | -              |
| Company-55 | Construction                                          | 2 | Ghana        | 1996 | -   | -              |
| Company-56 | Structural Maintenance                                | 2 | Ghana        | 1977 | -   | -              |
| Company-57 | Agricultural supplies                                 | 1 | UK           | -    | -   | -              |
| Company-58 | Civil engineering                                     | 1 | Ghana        | -    | -   | -              |
| Company-59 | Construction                                          | 1 | Ghana        | -    | -   | -              |
| Company-60 | Detergent                                             | 1 | -            | -    | -   | -              |
| Company-61 | Detergent                                             | 1 | -            | -    | -   | -              |
| Company-62 | Detergents                                            | 1 | UK           | -    | -   | -              |
| Company-63 | Paint                                                 | 1 | Ghana        | -    | -   | -              |
| Company-64 | Food Processing                                       | 1 | -            | -    | -   | -              |
| Company-65 | Food Processing                                       | 1 | -            | -    | -   | -              |

表 4.2-A 添付 4.2 ガーナ現地企業のロングリスト (3/4)

|             |                                   |   |        |      |   |   |
|-------------|-----------------------------------|---|--------|------|---|---|
| Company-66  | Food Processing                   | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-67  | Food Processing                   | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-68  | Food Processing                   | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-69  | Food Processing                   | 1 | UK     | -    | - | - |
| Company-70  | Furniture Manufacturer            | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-71  | Gas Cylinders                     | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-72  | Health Care                       | 1 | UK     | -    | - | - |
| Company-73  | Household Goods                   | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-74  | Household Goods                   | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-75  | Household Products                | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-76  | Household Products                | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-77  | Household Products                | 1 | Ghana  | 1987 | - | - |
| Company-78  | Household Products                | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-79  | Household Products                | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-80  | Household Products                | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-81  | Industrial Packaging              | 1 | India  | -    | - | - |
| Company-82  | Motor Parts                       | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-83  | Oil and Gas                       | 1 | France | -    | - | - |
| Company-84  | Industrial Packaging              | 1 | India  | -    | - | - |
| Company-85  | Industrial Packaging              | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-86  | Industrial Packaging              | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-87  | Plastic Containers                | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-88  | Plastic Processing                | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-89  | Plastic Processing                | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-90  | Plastic Processing                | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-91  | Roofing Sheets                    | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-92  | Roofing Sheets                    | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-93  | Roofing Sheets                    | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-94  | Rubber Products for Household Use | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-95  | Solar Power Generation Business   | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-96  | Stationery                        | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-97  | Household Storage Products        | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-98  | Fabric products                   | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-99  | Marine Products                   | 1 | -      | -    | - | - |
| Company-100 | Wire Products                     | 1 | Ghana  | -    | - | - |
| Company-101 | Construction                      | 1 | US     | -    | - | - |
| Company-102 | Furniture                         | 1 | Turkey | -    | - | - |

表 4.2-A 添付 4.2 ガーナ現地企業のロングリスト (4/4)

|             |                                            |   |        |      |     |   |
|-------------|--------------------------------------------|---|--------|------|-----|---|
| Company-103 | Construction                               | 1 | -      | -    | -   | - |
| Company-104 | Construction                               | 1 | Russia | -    | -   | - |
| Company-105 | Oil Mining                                 | 1 | UK     | -    | -   | - |
| Company-106 | EPC for solar and power transmission lines | 1 | Ghana  | -    | 480 | - |
| Company-107 | Agricultural Equipment                     | 1 | -      | -    | -   | - |
| Company-108 | Agricultural equipment                     | 1 | Ghana  | -    | -   | - |
| Company-109 | Energy strategy and resource planning      | 1 | Ghana  | 2001 |     |   |
| Company-110 | Construction                               | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-111 | Geotechnical survey                        | 1 | Ghana  | 2008 |     |   |
| Company-112 | Construction                               | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-113 | Construction                               | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-114 | Procurement and construction               | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-115 | -                                          | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-116 | Construction                               | 1 | Ghana  | 1996 |     |   |
| Company-117 | Civil engineering                          | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-118 | Electrical Engineering & Maintenance       | 1 | Ghana  | 2010 |     |   |
| Company-119 | Construction Engineering                   | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-120 | Electrical                                 | 1 | Ghana  | 2010 |     |   |
| Company-121 | Steel construction                         | 1 | Ghana  |      |     |   |
| Company-122 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-123 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-124 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-125 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-126 | INA                                        | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-127 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-128 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-129 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-130 | NA                                         | 0 | -      | -    | -   | - |
| Company-131 | NA                                         | 0 | Ghana  | -    | -   | - |
| Company-132 | INA                                        | 0 | UK     | -    | -   | - |
| Company-133 | INA                                        | 0 | Rwanda |      |     |   |
| Company-134 |                                            | 0 |        |      |     |   |
| Company-135 |                                            | 0 |        |      |     |   |
| Company-136 |                                            | 0 |        |      |     |   |
| Company-137 | Structural Engineering                     | 0 | Ghana  |      |     |   |
| Company-138 |                                            | 0 |        |      |     |   |
| Company-139 | Consulting (Bridge, environment etc.)      | 0 |        |      |     |   |

## 4.3 現地化において考慮すべきリスク、製造環境等の情報の収集・調査

### 4.3.1 自然災害リスクについて

ガーナ国内で特筆すべき自然災害は、洪水や高潮による海岸浸食といった水害である。2015年から2022年に報告された水害件数は1,446件であり、延べ500人を超す犠牲者と55,000戸の家屋倒壊を伴っていた。原因としては気候変動のほかに、配水系の能力が考慮されていない都市整備の理由も挙げられている<sup>62</sup> [31]。

直近では2022年10月に、首都アクラの西側に位置するウェイジャダム下流域の水害が挙げられる。この水害では同ダムの保水能力を超える累積降雨が発生し、決壊防止のため放水を行ったところ下流の1,000戸において浸水等の被害が発生し、住民1,500人が移転を余儀なくされたと報告されている。

### 4.3.2 電力供給について

4.3.1の通りガーナでは水害が多く発生するものの、逆に降雨不良や熱波による干ばつ被害も発生する。

ガーナの電源構成のうち、29.1%相当の1,584 MWeは一般水力により発電されている。特に首都アクラ北側のボルタ川下流に設けられたアコソボダムが果たす役割は大きく、発電能力は1,100 MWeの世界最大級を誇る。但し干ばつによる電力供給への影響も発生しており、2007年の干ばつ被害により水力発電が400 MWeまで落ち込んだ事例もある。この場合、電力不足により製造業への現場において、生産ラインの停止や一時的な休業といった影響が懸念される [31]。

### 4.3.3 物流インフラについて

ガーナ国内の貨物輸送の98%は道路輸送である。一方で高速道路は総距離が133 km、全道路に対する舗装率が24%と我が国と比べると低い。（日本の高速道路の総距離は8,428 km、舗装率は81.5%）<sup>63</sup>。

物流インフラの分布状況は、首都アクラやテマといった東側の沿岸部に集中している。一方で西側はタコラディ港という国際港があるものの、道路網はアクラ近郊と比べて整備が遅れている。

<sup>62</sup> <https://public.emdat.be>

<sup>63</sup> [The World Factbook - The World Factbook \(cia.gov\)](#)



## 4.4 ポテンシャルベンダーの特定、当該国で製造できそうな原子力機器の絞り込み

### 4.4.1 ガーナ現地企業の詳細調査

4.2.2 で得られたロングリスト上の企業から、業種・主要製品・製品の供給実績、工場が認証取得済みの規格等の情報を基に、将来的に原子力機器の製造可能性が見込める企業「候補ベンダー10社」ピックアップした。これらの企業に対し、PwC Ghana によるインタビュー等の調査を行った。その結果一覧を表 4.4-A に示す。

表中に製造可能性ある原子力製品について記載した。火力発電所などで実績あるベンダーにおいて、ポンプ、アクチュエーター、エンジンなど、動的機器を製造するベンダーは見当たらなかったことから、部品、配管、容器、機械構造物といった、溶接構造物を中心に原子力製品を選択した。

### 4.4.2 ガーナでの供給可能機器に関して

5 章に記載した実行プランでは、わかりやすい例として耐圧部品を実行プランとして記載をした。一方、PwC Ghana の報告によると、表 4.4-A に記載した原子力製品以外に、小型ボイラ・小型冷却塔・フィルター・熱交換器についてはガーナ国内での製造可能性が示された。一方で、電気機器・ポンプ・バルブ・器具類については、今回の調査では候補ベンダーが確認されなかった。

今の時点で、小型ボイラ・小型冷却塔・フィルター・熱交換器を主要製品として製造しているベンダーはない。これらの製品の具体的な供給可能性については、5.1.1.2 に記載する通り、ガーナでの原子力発電所 PJ の具体化や買い手との協議等を経て、ターゲットとする供給機器を特定しながら実行プランを具体化する必要がある。

表 4.4-A 添付 4.4-A ガーナ現地企業の詳細調査結果

| #  | ベンダー名     | 主要製品/業務                                              | 立地                                                 | 製造・加工能力等                                                | 取得済み規格                                               | 火力発電の参画実績         | 原子力PJへの興味           | 製造の可能性ある原子力製品                     |
|----|-----------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1  | ベンダー候補 1  | プロセスモジュール<br>タービン向け鉄鋼機器<br>建屋・貯留タンク                  | 本社：Takoradi<br>ヤード・工場：Ewusiejoe                    | ヤード：65,000 m2<br>工場：6,000m2<br>600-1,000 t/月<br>クレーン23基 | ISO 9001<br>ISO 14001<br>ISO 45001<br>IRATA<br>TRACE | 有<br>鉄鋼構造物、配管設置   | 大いにあり               | 配管スプール／モジュール<br>タンク類<br>鋼製モジュール   |
| 2  | ベンダー候補 2  | スタッドボルト・ナット<br>(炭素鋼、ステンレス鋼)<br>バルブ<br>配管、フランジ<br>ホース | 本社：Accura<br>Workshop, Training<br>center：Takoradi | 情報なし                                                    | ISO 9001<br>ISO 14001<br>ISO 45001                   | 無                 | 大いにあり               | ボルト・ナット・スタッドボルト<br>配管、フランジ<br>バルブ |
| 3  | ベンダー候補 3  | 台貫<br>スチール製屋根<br>鉄骨ビル<br>サンドウィッチパネル<br>タンカー、トレーラー    | 本社：Tema<br>製造：Prampram                             | 30,000~60,000 t/年                                       | ISO 9001                                             | 無<br>(水力発電での実績あり) | IHIとの協業も含め<br>大いにあり | 配管サポート、タンク類<br>鋼製モジュール            |
| 4  | ベンダー候補 4  | 送電・信号ケーブル<br>絶縁ケーブル<br>結束線                           | Tema                                               | 10,000 t/年                                              | ISO 9001                                             | 有<br>送電ケーブル       | あり                  | 送電・信号ケーブル                         |
| 5  | ベンダー候補 5  | 溶接・製作<br>足場据付<br>コーティング作業<br>タンク清掃<br>容器修理・メンテナンス    | Takoradi                                           | 工場：2,400 m2                                             | ISO 9001<br>ISO 14001<br>ISO 45001<br>TRACE          | 有<br>製作、足場据付      | 大いにあり               | 配管スプール／モジュール<br>タンク類<br>鋼製モジュール   |
| 6  | ベンダー候補 6  | 油系排水処理<br>廃棄物回収・処理<br>焼却処理<br>固液分離<br>容器・タンク供給       | Takoradi<br>Nyankrom                               | 1 t/時のロータリー<br>キルン炉                                     | ISO 9001<br>ISO 14001                                | 情報なし              | あり                  | 廃棄物管理                             |
| 7  | ベンダー候補 7  | アルミ製屋根材<br>アルミ製品（コイル、ディスク、シート等）                      | Tema                                               | 30,000 t/年                                              | ISO 9001                                             | 無                 | 無                   | 無                                 |
| 8  | ベンダー候補 8  | PVC・HDPE製品（配管、井戸<br>管、継手材、タンク、ジャンク<br>ションボックス）       | Accura                                             | 情報なし                                                    | ISO 9001                                             | 無                 | あり                  | HDPE製品                            |
| 9  | ベンダー候補 9  | インフラ事業・メンテナ<br>ンス<br>発電所のEPC<br>LNG資源開発事業            | 情報なし（EPC現場により<br>都度移動？）                            | 情報なし                                                    | 情報なし                                                 | 有<br>EPC、タービン試運転  | あり                  | 無                                 |
| 10 | ベンダー候補 10 | 鉄筋（高張力、通常）<br>Cチャンネル鋼<br>山形鋼                         | Tema                                               | 30,000 t/年                                              | ISO 9001                                             | 情報なし              | あり                  | 配管サポート、タンク類<br>鋼製モジュール            |

#### 4.4.3 ショートリスト化

4.4.1 で整理した結果を基に、ショートリスト化するガーナ企業を5社ピックアップした。結果概要を表4.4-Bに示す。

#### 4.4.4 ショートリスト化した候補ベンダーについて

ピックアップした各企業の特徴を以下に述べる。

##### 4.4.4.1 ベンダー候補1

ベンダー候補1は、ガーナ国内の火力発電プロジェクトでの実績があり、主要製品は型鋼、ケーブルトイ、配管類とされている。板厚90mm程度までの比較的重量物を取り扱える工場として、ヤード広さ65,000m<sup>2</sup>の広さを持つ。月産600-1000トン/月規模の工場とされており、ASMEやAWSの規格で認定された溶接士が在籍しているとされている。品質保証システムとしてISO9001を取得しており、加えて、TRACEと呼ばれる、贈収賄、コンプライアンス、グッドガバナンスに関する第三者による認定も受けており、マネジメントについても評価が得られている。

上記より、短期的には、非原子力の配管スプールやタンクをターゲットとし、中長期的には、原子力品の配管類や鋼製モジュールのような、生産物量を要する製品の製造を目指すことが考えられる。

##### 4.4.4.2 ベンダー候補2

ベンダー候補2は、比較的小径のボルト、ナット類の製造企業であるが、配管部品や配管スプールを製造しているとされている。

具体的な製造実績や製品範囲の調査は必要であるが、短期的には、ボルトナット、スタッドボルト、配管、フランジなどの部品の供給から、中長期的には配管スプールや配管モジュールといった原子力グレードの配管系の製造を目指すことが考えられる。

##### 4.4.4.3 ベンダー候補3

ベンダー候補3は、水力発電プロジェクトでの供給実績のある企業で、ライン生産により、大きな生産物量を有する企業とされている。

原子力機器につながる製品群は見当たらないものの、現地コンサルタントからは、鉄鋼構造物に対するハイレベルな切断、曲げ、溶接が売りと推奨されている企業となる。短期的には、配管サポートや中長期的には配管サポートやタンク類、鋼製モジュールをライン生産での製造を目指すことが考えられる。

#### 4.4.4.4 ベンダー候補 4

ベンダー候補 4 は、電気機器品の供給企業として 1 社選定した。火力発電プロジェクトで送電ケーブルの供給実績を有する企業である。

原子力に関する品質システムを取得することで、原子力発電所向けのケーブル類や中長期的には変圧器などの供給を目指すことが考えられる。

#### 4.4.4.5 ベンダー候補 5

ベンダー候補 5 は、溶接、足場取付、ブラスト・塗装などでガーナ国内の火力発電プロジェクトで実績がある。工場は 2,400 m<sup>2</sup> と大きなもの、ASME や AWS の規格で認定された溶接士が在籍しているとされている。ISO9001 の品質規格を取得しており、TRACE と呼ばれる、贈収賄、コンプライアンス、グッドガバナンスに関する第三者による認定も受けている。

製造キャパシティや設備面での調査などが必要であるが、短期的には、非原子力の配管スプールやタンクをターゲットとし、中長期的には、原子力品の配管類や鋼製モジュールのような、生産物量を要する製品の製造を目指すことが考えられる。

表 4.4-B 添付 4.4-B ショートリスト化したガーナ企業の特徴について

| 順位 | ベンダー名    | 短期的に製造の可能性ある機器                   | 中長期的に製造の可能性ある機器                 | 摘要                                                                                         |
|----|----------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ベンダー候補 1 | 配管スプール（非原子力）<br>タンク（非原子力）        | 配管スプール／モジュール<br>タンク類<br>鋼製モジュール | 製作現場としては設備が整っている。<br>中長期的な視点で、溶接や塑性加工と<br>いった加工技術についての調査を検討<br>する。ASME、AWSの溶接士が在籍との<br>こと。 |
| 2  | ベンダー候補 5 | 配管スプール（非原子力）<br>タンク（非原子力）        | 配管スプール／モジュール<br>タンク類<br>鋼製モジュール | ASME、AWSの溶接士が在籍とのこと。<br>一方で製作現場は床面積2,400 m2のみ<br>の情報であり、今後の設備投資等の検<br>討が必要と考えられる。          |
| 3  | ベンダー候補 2 | ボルト・ナット・スタッドボルト<br>配管、フランジ（非原子力） | 配管スプール／モジュール                    | ライン生産品の供給が主体となるか。<br>原子力グレードの製品が現時点对応<br>可能か要確認である。                                        |
| 4  | ベンダー候補 3 | 配管サポート（非原子力）                     | 配管サポート、タンク<br>鋼製モジュール           | ライン生産品が主要とのこと。個別の<br>製作に対応できるか要確認。                                                         |
| 5  | ベンダー候補 4 | 電気機器用ケーブル                        | 変圧器など電機品                        | 変圧器については現在は生産しておら<br>ず、過去の実績が活かせるかは要確認                                                     |

## 5.0 特定した機器・工場に対する実行プラン作成

### 5.1 原子力機器製造の現地化に向けた実行プランの作成

#### 5.1.1 機器・製品の分類とそれに対応する実行プラン

##### 5.1.1.1 原子力プロジェクトの仮定と製品の分類

選定した製造ポテンシャルベンダーが原子力発電所向けに機器を納入するまでの実行プランを作成するにあたり、ガーナ国における原子力発電所の初号機の運転開始スケジュールを仮定した。現在、多くの野心的な新規原子力発電所導入国は、2030年頃の運転開始を期待している。そのため、ここではガーナ国内での原子力発電所向け製品の製造可能性検討の前提として、初号機の運転開始時期を2030年と仮設定した。その上で、設計、製造、建設期間を仮定し、以下分類ごとのガーナ国内での製造可能性を検討した。

また、その他の前提条件として、ガーナ国内の規制制度が整っており、建設される原子力発電所には、米国の連邦政府の規制である10CFR50 Appendix Bが適用されることを仮定とした。耐圧機器については、米国機械学会(ASME)の品質保証要求と技術規格・基準が適用されることを前提とした。

##### 分類-1：非原子力製品

分類-1は、原子力規制やASME品質保証要求が適用されない非原子力製品とし、その中でも部品や簡素な構造物といったものをターゲットとし、ガーナ国内で初号機への納入をターゲットとする製品と設定した。

##### 分類-2：非ASME、原子力製品

分類-2は、原子力製品としての品質が要求される(原子力規制が要求する品質保証ルールが適用される)ものの、ASME規格の適用から外れる、非ASMEの原子力機器と分類する。ここでは、部品や薄板で分類-1よりも若干複雑な構造物として、ガーナNPP2号機以降をターゲットとする製品とする。

##### 分類-3：ASME、原子力製品

分類-3は、原子力製品としての品質が要求される(原子力規制が要求する品質保証ルールが適用される)ことに加えて、ASME規格の適用範囲となる、ASMEの原子力機器と分類する。部品や、厚板や複雑な加工を要する構造物となり、分類-2よりも製品納入までの準備事項が多くなる。

#### 5.1.1.2 製品分類ごとの実行プラン

前章で示した原子力プロジェクトの仮定と製品の分類に応じて、分類ごとの実行プランを検討した。(図5.1-A)



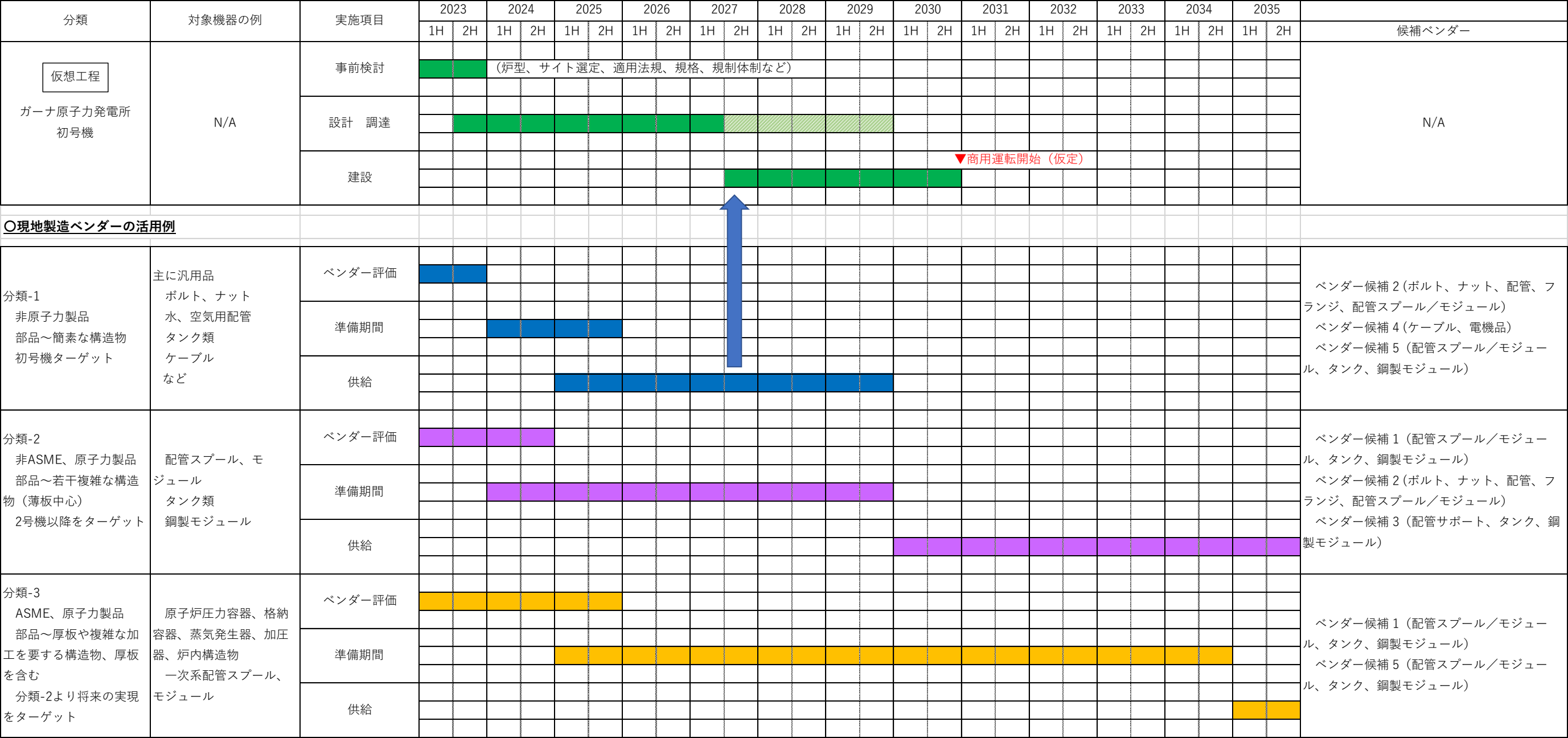


図 5.1-A 添付 5.1 各分類後の実行スケジュール (案)

＊本表は仮定を踏まえた大まかな想定工程であり、条件によって所要期間は変動する。例えば、製造する製品と候補ベンダーの状況・実際のプロジェクトスケジュール・原子力政策や規制の準備状況に応じて見直しが必要となる。

## 1. 非原子力製品（分類-1）

本調査では、デスクトップ調査とヒアリングを主な調査方法として製造ベンダーの調査を実施したことから、製造ベンダーの具体的な設備能力、実際に製造できる製品の仕様範囲などについて、詳細を把握できていない。具体的な実行プランとその所要期間を検討するにあたり、より具体的なベンダー評価が必要となる。これは、実際のプロジェクトスキームや製造対象とする製品に応じて、発注元企業が実施する項目となり、評価者はEPC企業、機器製造会社、現地建設会社などが考えられる。

分類-1は、ガーナ初号機での実現を目指す製品であることから、一般産業ですでに製造ベンダーが経験のある製品が主となると考えられる。それら製品の中から、製造ベンダーの具体的な製品範囲・製造能力とプロジェクト側のニーズがマッチするかを仕様レベルで評価が行われる必要がある。

ロングリストから絞り込んだ候補ベンダー10社は、おおむねISO9001の品質保証規格を取得しており、また、何社かはガーナ国内での火力・水力発電プロジェクトへの参加実績がある。よって、分類-1の製品については、供給するための品質保証システムは一定程度を有しているものと想定されるが、実際には、発注元企業から品質保証システムや製品の供給確実性に関する監査を受審し、ベンダー認定登録される必要があり、場合によっては、試作などを通じた検証対応が必要となる。

上記以外にも、設備管理（工場エリア管理、生産設備管理など）、候補ベンダーにとっての購入先ベンダーの管理、品質保証体制（経営層、工場長、管理職、職長、班長、エンジニア、作業員にわたるQAマニュアルの教育、浸透、QA文化の醸成等）、製造作業、検査員の技量管理、必要供給量への設備対応、納期管理を含む生産・輸送管理体制の構築など、多くの項目について評価を要するが、これら評価と実装が初号機のプロジェクトスケジュールに間に合う場合、初号機への供給が実現するものと考えられる。

## 2. 非ASME、原子力製品（分類-2）

建設する原子力発電所の規制ルールとして米国の連邦政府の規制である10CFR50 Appendix Bが適用されることを仮定した場合、例えば、工場の品質保証システム（QAマニュアル）は、ASME NQA-1と呼ばれる規格を満足する必要がある。これは、分類-1で実施する対応に比べて、より詳細で踏み込んだ対応が必要で、例えば、材料は金属の鋳込み段階からのトレーサビリティ管理が要求されるため、どの材料をどこに使用したかの記録管理が必要となる。また、作業がどのような手順で行われたかに関しても後に追跡出来るように記録を残すことが求められる。これ以外にも、作業者に特殊技量が求められる溶接、塗装、検査などの作業については、作業員の技量について認定が行われ、その技量管理の記録が管理されなければならない。加えて、製造中は、技量認定された作業員が確実に従事する管理的な仕組みづくりや、実際に従事したことの作業記録の管理が求められるため、分類-1に比べて、品質保証体制の構築の観点からも長い準備期間を要する。

また、分類-2で製造を目指す製品は、構造も複雑化し要求精度も高まることになる。実際の作業員のスキル向上、欠陥を出さないための訓練に加えて、設備投資なども必要となる。

基本的には、分類-1で経験を積んだベンダーが候補となるが、分類-1の供給を経ずに分類-2を目指すベンダーにとっては、分類-1の供給準備として記載した実施事項

に加えて、分類-2 で必要となる対策を実施する必要がある。製造を目指す製品によって、必要なスキル・設備は異なるため、準備に必要となる期間も異なる。

現在、検討された候補ベンダー10 社の中には、ASME NQA-1 のような原子力品質システムを有する企業はなく、また、製造している製品は部品関係が多いことを考慮すると、上記準備には概ね2～6 年単位の期間で、条件次第でより長い期間を要すると考えられる。このことから、仮にガーナでの原子力発電所初号機の運転開始を2030 年と仮定した場合、分類-2 の製品の供給を実現することは困難な状況と考えられる。

なお、このような長期的な工場の開発にあたっては、長期的な経営のコミットが必要となり、ファイナンス面での課題も存在する。

### 3. ASME、原子力製品（分類-3）

分類-3 の機器製造のため、分類-2 に求められる品質保証システムに加えて、米国原子力学会が発行する ASME Certificate の取得が必要となる。また、厚板の取扱いや複雑な加工を要する構造物がターゲットとなることから、大型加工機械や重量物をハンドリングするための製造設備の導入や、技量、管理面においてもより多くの準備が必要となる。

ASME Certificate の取得に関しては、米国機械学会による監査、認証が必要となる。QA マニュアル・下位規定の書類準備、それらの教育訓練、デモ工事の実施を通して、それら品質システムが有効に機能していることを、監査を通して実証する必要あり、その取得には準備段階から長い期間を要する。

現在、挙げられた候補ベンダー10 社の中に、ASME Certificate を取得している企業はなく、ASME Certificate の取得には、概ね3～6 年単位を要すると考えられる（条件次第ではより長い期間を要する）。但し、実際には製品として製作できるようになるためには、買い手との協業で経験を積む必要があり、実質10～20 年単位の期間が必要と考えられる。なお、Certificate は取得していないものの、溶接士が ASME、AWS の溶接資格を取得しているベンダーもあり、一部条件が整っている企業も存在する。

なお、分類-2 と同様にこのような長期的な工場の開発にあたっては、長期的な経営のコミットが必要となる。分類-3 ではこれらに加えて、納入後の製品について不適合が発覚した場合、米国の法規制に倣うと製品によっては規制当局への通報義務が発生することがある。すなわち、製品供給後も、製造ベンダーにとって原子力安全への責任が発生することとなるため、分類-1 や分類-2 と比べより長い目で経営のコミットが必要となる。

## 5.1.2 現地化に向けたその他の課題抽出とそれに対する解決案

### 5.1.2.1 工場の立地に関する課題

ガーナ国内の道路や港湾といった物流インフラは、首都アクラやテマといった東側の沿岸部に集中している。一方で西側はタコラディ港という国際港があるものの、道路網はアクラ近郊と比べて整備が遅れている。

原子力発電所の建設予定地はまだ決定されていないが、もしガーナの西側に建設が予定される場合、輸送手段が限定されることに留意する。

特にアクラから西側に至る幹線道路は沿岸部に1本しかなく、それ以外は山側へ大きく迂回する必要がある。またガーナ国内の準幹線道路は未舗装である箇所があり、原子力機器の輸送時に振動等により機器の変形・破損といった不具合発生リスク、また水害等による通行止めで納期遅延を起こすといったリスクがある。

道路以外では、テマ港やタコラディ港を活用した海運輸送が選択肢として考えられる。

以上より、原子力機器の現地化にあたって、製造・加工拠点から幹線道路や港湾へのアクセスを重要視する必要がある。また、製造拠点・加工拠点から建設予定地への輸送にあたっては、輸送ルート状況も考慮し機器類の梱包や輸送スケジュールを事前に検討することが必要である。

### 5.1.2.2 製造、加工等に関する技術力や品質管理の課題

5.1.1.1 及び 5.1.1.2 に記載通り、原子力機器の中でも高い品質要求が求められる原子炉圧力容器 (RPV)、格納容器 (PCV)、一次系配管、蒸気発生器、加圧器などを製造する場合、ASME の規格では製造工場が ASME スタンプ (Certificate of Authorization) を取得する必要がある。ASME スタンプの取得には、米国機械学会による監査を受け、製造工場が認定を受ける必要があるが、その準備には品質マニュアルとその下位規定を文章化する準備や、マニュアル・規定通りに工場が運営されていることを実証するためのデモンストラーション工事などが必要となる。そのため ASME スタンプの取得には、当該工場の経験や実績にもよるが、通常 3～6 年程度の期間を要する。

現状ガーナには ASME スタンプを取得している工場はないと考えられるため、高い品質要求を求められる機器をガーナ国内で製造するためには、10～20 年単位の準備期間を要するものと思われる。

また、原子力機器を製造する作業者は、マニュアルや要領書に記載された手順通りに作業を実施する必要があるが、手順が間違えているのでは、などの疑問を持った場合、正しく疑問を呈する Nuclear Safety Culture が必要となる。加えて、RPV、PCV、一次系配管などの大型機器の製造においては、その素材の調達リードタイムの長さなどから、製造中にミスが起きないように細心の注意を払う必要がある。よって、各作業者が機械加工、溶接作業などを実施する際には、正しく製造装置を操作し、誤加工や欠陥を出さないようなスキルを養う必要もある。

このような作業者の文化やスキルについても育成する必要があるが、今回調査によると、ガーナには部品・部材を製造する製造業者は見受けられるが、部品を組合わせて大型加工品を製造する製造業者は見受けられなかった。

これらより、ガーナ国内で高い品質要求を求められる原子力機器を製造するためには、作業者の育成、製造設備の導入、ASME スタンプの取得などの準備が必要であり、そのためには国からの支援や経営側のコミットメントも欠かせない。

仮に建設する原子力発電所が 2030 年に運転開始することを前提とした場合、順調なケースでも 2023 年頃に長納期材料の手配が必要となることから、ガーナ初号機に



において原子力機器をガーナ国内で製造することは困難と考える。よって、実行プランとして、以下のアプローチを提案する。

1. ガーナ初号機の原子力発電所建設プロジェクトについては、非原子力品の部品類（例：ボルト・ナット等）やユーティリティ配管（例：水、空気などの供給配管等）などをターゲットとしてガーナ国内で製造を実施する。
2. その間、ガーナ国内での製造を目標とする原子力機器を選定し、その機器の製造に必要な作業者の育成、製造設備の導入、ASME スタンプの取得などを進め、ガーナ原子力発電所初号機以降の製造開始を目標に準備を進める。なお、発電所運転開始後のメンテナンス作業（ポンプやバルブの分解点検等）を通じて原子力製品の取り扱いを通じてノウハウを取得し、その後国内での原子力製品の製造に繋げることも考えられる。

ガーナ国内で製造する原子力機器の順番としては、原子力機器だが ASME スタンプを要しない機器（鋼製モジュール、配管スプール/配管モジュールなど）を優先とする。ASME スタンプを要する原子力機器（RPV、PCV、一次系配管等）については、準備にさらに長い時間を要することから、その後のターゲットとすることを推奨する。

#### 5.1.2.3 製造・加工等の現場における安全文化やセキュリティに関する課題

原子力機器に関わらず、適切な製造や加工を行い且つ納期遅延を引き起こさないためには、製造現場における安全文化の醸成が必要不可欠である。また原子力機器はその特性上、図面情報・製造や加工方法のノウハウに関する秘密保持は厳しく管理される必要がある。また製造過程や保管中の原子力機器に手順に従わない加工や改変が加えられると、原子力機器としての性能が担保されないため、再調達が必要になる。更にその製造・加工現場が原子力機器の供給拠点から除外されるリスクがある。

現在のガーナ製造業においては、ヘルメット・保護メガネといった保護器具の着用が徹底されておらず、また製造現場に作業に関わらない第三者（作業員の家族や近隣住人）による無許可の出入りが散見されている。

よって製造・加工現場においては、まず保護具の着用・危険予知・安全マニュアルの理解といった、基本的な安全文化の浸透度の把握と教育訓練を行う。

セキュリティ対応としては、関係者外の立ち入りを防止する柵・目隠し・ゲート等のハード面での対応だけでなく、情報セキュリティや秘密保持の教育訓練や事業者及び関係者間での秘密保持契約の締結といった対策も必要である。

#### 5.1.2.4 ガーナ国内のファイナンス活用や税制に関する課題

ガーナ国内の慣例として、新規事業や設備投資を行うにあたり、銀行等の金融機関からの融資を受ける事例が少ない。これは昨今ガーナによる事実上のデフォルトもさることながら、そもそもガーナ国内でリース等の融資契約が浸透されておら

ず、前払い文化が定着している背景にある。よって潤沢な資金源がある製造会社で無い限り、短期的な設備投資の見込みは厳しい。

そのため、日系含む外資企業が主導で原子力機器供給の現地化を行う際は、ガーナ国内でのファイナンス活用の選択肢に限りがあることに留意が必要である。実行案としては、ガーナ企業への出資・業務提携・設備貸与が挙げられる。

また税制に関して、ガーナ - 日本間にて 国間租税条約が締結されているのに関わらず、追徴課税が課されること、税制が法律で定められているのに関わらず、実行する税関の独断による追徴課税等、透明性な課税スキーム確立に大きな課題が残る。また、ガーナ共和国の事実上のデフォルトに対する救済措置として、短期的に課税額が上昇するといった実例が、ガーナに進出した日系企業において確認されている（2023 年度で昨年度比 2.5%増の平均税率 15%）。特に原子力機器のうち ASME や安全系に該当するものは、現地化を達成する上で 10 年単位の中長期スパンで考える必要があるため、課税制度の急激な変動は事業における大きなリスクとなり得る。そのため現地企業と外資系企業における課税制度の違いや過去の事例を事前に調査をし、中長期的な関与に耐えうる事業計画を検討する必要がある。

## 5.2 現地化を行うためのスキーム案

### 5.2.1 短期的な対応：非原子力製品を対象

5.1.1.1 に記載のとおり、ガーナでの原子力発電所初号機の商用運転開始日を 2030 年と仮定した場合、そのプロジェクトへは「分類-1」に記載の非原子力製品の供給可能性が考えられる。

但し、原子力発電所プロジェクトの建設可能性に基づき、ベンダー認定登録・QA 体制の確立・輸送や工場電源等のインフラ確立といった、5.1.1.2 に記載した必要なアクションを経ることで実現可能となるということに注意する必要がある。

### 5.2.2 中長期的な対応：原子力製品を対象

非 ASME でかつ原子力製品である「分類-2」は、その機器供給の実現のために ASME NQA-1 の品質保証システムを確立する必要がある。また ASME でかつ原子力製品である「分類-3」は ASME Certificate の取得が必須である。

現段階で、ASME・AWS の溶接資格を保有する溶接士を有する企業は見られたが、ASME 認証を取得しているガーナ国内企業は確認されなかった。そのため、上記の ASME 等の取得に向けて、5.1.1.2 に記載したハード面・ソフト面での対応が必要となり、その対応期間は対象機器やこれまでの準備段階等によって大きく変わるものの、10 年単位の取り組みが必要とされる。そのため、ガーナでの原子力発電所初号機以降のプロジェクトに対して供給実現を目指し、各アクションアイテムを実行することが妥当と考えられる。



## 6.0 総合評価 —ガーナへの SMR 適用に向けて—

1 章から 5 章までの調査・分析結果を踏まえて、ガーナへの SMR 導入、特に NuScale 社 VOYGR™ の導入により、ガーナ及び日本にもたらすことが期待できる付加価値について、評価した。

### 6.1 ガーナ社会・産業・経済への貢献

原子力発電所の導入、特に NuScale 社 VOYGR™ の導入により、ガーナの社会、産業、経済に様々な貢献ができると考える。

#### 6.1.1 安定的な電力供給

原子力発電所は日本他、既導入国の中で安定的に電力を供給できるベースロード電源として活用されている。

ガーナにおいても、原子力発電所を導入することでより大きな容量の電力をより安定的に供給できる可能性が広がる。安定的な電力供給は安定的な社会、産業、経済、そして国家発展の礎であり、これが原子力発電所導入に最も期待が大きい点でもある。

NuScale 社 VOYGR™ の場合、4 モジュールで 308 MWe、6 モジュールで 462 MWe、最大 12 モジュールでは 924 MWe の電気出力であるが、ガーナの既存の電力網、地域の需要等に合わせてフレキシブルに出力を調整して提供できる点に強みがある。また、本調査より、発電所電源が脱落した際の電力系統への影響についても、既存の大型炉よりも安定しており親和性が高いことが確認できている。

立地場所についても、その小さい EPZ より、電力需要の高い大都市近郊に発電所設置が可能であり、既存の大型炉と比較して送配電も効率的に行える。

また、現在の建設候補地が海岸付近のサイトであることを勘案すると、原子炉モジュールを工場生産し、組立てた状態で海上輸送することができるため、高い品質を維持しながら効率的に建設を進めることが可能である。

さらに、ガーナは 2030 年までに、国のエネルギー供給ミックス全体に占める再生可能エネルギーの割合を 10%にすることを掲げているが、NuScale 社 VOYGR™ は出力が変動する再生エネルギーとの親和性も良い。従来の大型軽水炉と同様に、タービンバイパスによって、蒸気をタービンに通さずに直接復水器に送り、出力を調整することで、急激な出力変動に対応できる。

なお、NuScale 社 VOYGR™ は、1 時間単位での細かい出力変動に対しては、従来の大型軽水炉同様、制御棒を挿入することで出力調整も可能である。

比較的長時間(数日、数週間単位)にわたる調整には、最大 12 モジュールある原子炉モジュールの on/off を切り替えることで出力を調整することも可能である<sup>64</sup>。

<sup>64</sup> [Can Nuclear Power and Renewables be Friends? \(stanford.edu\)](https://stanford.edu/~davefor/CanNuclearPowerandRenewablesbeFriends.pdf)

## 6.1.2 インフラの発展への寄与

原子力発電所建設にあたっては、電力網や電力マネジメントシステムの構築といった電力インフラに加えて、大型工事に先立ち港湾や道路等の交通インフラ、工事インフラ、工事関係者の生活拠点となる宿舎や町の確保や整備等全般の整備も必要となる。また、原子力規制・規格基準といった、ギョラトリーインフラもさらに拡張、深化させていく必要がある。

原子力発電所初号機建設はこれらのインフラ整備の強い動機付けとなるが、原子力発電所に関わらず、今後、ガーナが大型のインフラ設備を導入する際に共通して享受できる効果や恩恵も与えてくれる。

本調査では、米国や英国、カナダでの原子力発電所導入効果の具体的な試算例や、日本の電源三法の枠組みを利用した発電用施設周辺地域の地方公共団体への開発支援等について述べたが、ガーナのニーズの詳細や具体的なサイト候補地や炉型が未決であること、各々の国がそれぞれ異なる経済事象を持つこと等を勘案すると、ガーナの原子力発電所導入時にどの程度の定量的効果があるかは、今後得られる詳細情報に基づき精査しなければならない。しかしながら、一般的には、発電所導入に伴い、以下のようなインフラ発展の効果が期待できる。

### 6.1.2.1 電力関連インフラ

原子力発電所建設にあたっては、電力網や電力マネジメントシステムといった電力インフラの整備・構築が必要である。

特に電力網については、現在、ガーナ共和国の国内発電所の最大単機容量は **190 MWe** である。VOYGR™を導入した場合の評価では、1 モジュールの電源脱落が生じた場合においても安定領域内に収まる結果となったが、**1,000 MWe** 級の大型原子力では緊急領域を超える周波数低下が生じており、現状のまま大型発電所を導入すると電力システムの崩壊に繋がるものと推測される。

また安定的な電力供給を支えるための、エネルギーマネジメントシステム (EMS) の導入等も進めて、より安定的で最適なエネルギー利用を実現する付属設備の強化も望まれる。

さらに、ガーナの現在の電力市場は供給設備過剰の対応として、余剰能力に対して、需要家が契約電力を消費するか、或いはペナルティとして一定料金を支払う仕組みになっており、この状況改善も喫緊の課題である。

原子力発電所初号機建設は、これらの電力関連インフラの再構築、強化にも強い動機付けとなる。

### 6.1.2.2 物流インフラ

原子力発電所導入のような大型工事に先立っては、港湾や道路、橋梁、鉄道等の物流インフラの強化も欠かせない。

ガーナは現在、沿岸部における物流インフラの整備状況は良好であり、また拡張の見通しもある。

建設サイト及び出荷元が沿岸部に近い場合、一般資材、機器の搬入には道路、鉄道、水上のどのルートにおいても活用できる可能性が十分あると考えられる。

ただし、具体的なサイトが決定次第、NPM（重量約 700 トン）をはじめとする重量物の輸送や繊細な機器等の輸送に備えて、物流インフラの整備と拡張、メンテナンスは非常に重要である。

#### 6.1.2.3 工事用インフラ（工事用電源・工事用水）及び生活インフラ

原子力発電所導入のような大型工事に先立っては、工事用の電源や用水といった工事用インフラ、工事関係者の生活拠点となる宿舎や町の確保や整備等の社会インフラ全般の整備も必要となる。

工事用電源及び工事用水は VOYGR™ を導入した場合の具体的な必要容量は得られていないため、1000 MWe 級 PWR プロジェクトの事例に基づき評価した。

工事用電源は通常、日本国内では予備送電線の供給容量でまかなえる場合もあり、建設工事用電源として使用されている。初号機の場合は予備電源となる送電線を先行して建設し、工事用電源として利用するのが一般的である。

一方、ガーナでの VOYGR™ 導入時には、先行して送電線及び開閉所を建設することに加えて、仮設の工事用変電設備の導入が必要であると考えられる。

工事用水については、ガーナの現状では発電所工事及びその後の運転に必要な淡水或いは工業用水を確保することが困難とみられ、海水淡水化装置を高級設備として導入することが必要である。

さらに、ガーナの初号機建設では、国内の労働力や人材の供給力や技術力を補うために、海外からの技術者の雇用や駐在、海外ベンダーの採用が大規模に行われることとなる。また、現地のベンダーを活用する際にも、サイトに通いやすい拠点が必要である。これらの建設プロジェクト関係者を受け入れるために十分な生活拠点や生活インフラをサイト近傍に整備する必要がある、電源や水はこの生活基盤に必要な容量も含めて算出が必要である。

ガーナでの原子力発電所建設には、これらの工事用及び生活用インフラの整備について、早期から必要量を見極め建設工事開始時に間に合うよう整備が必要である。

#### 6.1.2.4 レギュラトリーインフラ

ガーナはすでに原子力実験炉も保有しており、すでに原子力発電所を受け入れるための基本的な規制や規格基準体系はある程度整備されていると言える。

また、インフラ事業、資金調達、エネルギー事業、原子力、建設/環境の基本的な法的枠組みは整備されており、今後、原子力発電の導入に向けて、既存の体系を発展させる形で整備を進めていくこととなる。

ガーナの国内規格、基準については、環境や電力、建築材料等のエリアで準拠すべき規格基準が制定されており、これらの多くは、ISO や IEC の欧州を中心とする規格や ACI、ASTM、ASME などの米国を中心とする規格をエンドースしたものが多い。

原子力発電所導入に伴い、既存のインフラ事業、資金調達、エネルギー事業、原子力、建設/環境の基本的な各法令を統合的に運用する場合、法令間の関係性については、今後さらに手順を検討・確認する必要がある。

特に NuScale 社 VOYGR™ の導入においては、原子炉の開発国であり、初号機建設予定国である米国の原子力規制体系や ASME コード等の規格基準を有効活用し、効率的に取り込むことで、最適な ギュラトリーインフラを構築していくことが望ましいが、ガーナの既存の法令体系との整合性や親和性も考慮しながら計画していく必要がある。

### 6.1.3 人材育成

#### 6.1.3.1 原子力専門家人材の育成

ガーナの原子力研究機関としては、すでに National Nuclear Research Institute (NNRI) が、教育機関としては、IAEA and University of Ghana, Legon の支援により設立された School of Nuclear and Allied Sciences(SNAS)がすでに GHARR-1 を用いた研究をはじめ、原子力人材の育成に力を入れている [2]。

原子力発電所の導入により、今後さらに幅広く深化した研究、教育プログラムが必要となる。

SNAS が現在注力している原子力技術分野は、発電のみならずすべての原子力平和利用に係る、多岐に渡る下記のテーマである。

- (1) Nuclear Engineering
- (2) Nuclear Science and Application
- (3) Nuclear Agriculture and Radiation Processing
- (4) Nuclear Safety and Security
- (5) Medical Physics

NuScale 社 VOYGR™ の導入においては、特に上記(1)に関する原子力プラントエンジニアリング、原子力安全、核セキュリティの向上のテーマについて、米国、日本との協力体制で、ガーナの技術者、学生等に対し、原子力分野の高い品質管理要求に即した効果的な人材育成プログラムを効率的に実施できる可能性がある。

#### 6.1.3.2 大型インフラ設備建設・メンテナンス人材

今回の調査では、建築・土木、機電設備、配管設備等のガーナの労働力や潜在能力の基本的な部分を確認した。

建築・土木分野では、発電所等の大型設備の経験や知識、技術を持つガーナベンダーも存在し、彼らが初号機建設に入っていくことで、原子力発電所のみならず、今後の大型で複雑なインフラ設備の工事の能力が高められていくと考える。

機電・配管部分では、現時点では初号機向けに即戦力となる企業は少ないが、原子力特有の高い品質要求に応えられるよう、初号機建設を通じて海外原子力ベンダーとの協業で知識・経験を積み、必要な資格や認証を取得していけば、今後の原子



力発電所及び大型インフラ工事で主契約者として建設・メンテナンス工事を担うことができる企業に成長していけると期待できる。

これらの企業で実務と研鑽を積むことで、大型インフラ設備の建設・メンテナンス事業を主体的にリードできる人材育成にもつながる。

このようなオン・ザ・ジョブトレーニングと並行して、現在すでにガーナ国内に存在するトレーニング施設等を有効活用し、海外からの講師やトレーニングプログラムを導入しながら、実務トレーニングや認証取得、資格取得の支援を行うことも重要である。

#### 6.1.3.3 原子力発電所向け部品・機器の製造

5章で述べた通り、原子力発電所向けの機器には、非原子力製品であっても一定以上の技量やQA対応が必要である。そのため、原子力機器の供給経験を経ること、ガーナ人管理者・作業員といった人材の生産管理能力や製造・加工に関する技術力の向上に寄与することも考えられる。

#### 6.1.4 国産化・現地化

3章、4章、5章に述べた通り、ガーナにはすでに発電インフラ設備の製造や建設に携わった経験がある企業が複数存在する。

ガーナとしても、発電所等のインフラ導入の際には、海外のEPCコントラクターの下にプロジェクト支援をするための地元企業の参画を強く望んでいる。

しかしながら、原子力発電プラントの部品や機器の製造、発電所の中でも特に品質管理要求の厳しい原子力製品や、非原子力製品であっても主要な設備に使用される製品、NI(Nuclear Island), TI(Turbine Island)の建設に貢献できるようになるためには、さらなるトレーニングの実施や資格取得、認証取得が求められる。

よって、NuScale 社 VOYGR™ の導入においては、特に初号機の場合、米国や日本等の関連国の企業の下で、現地企業が非原子部品・機器の納入や非原子力エリア建設に部分的にプロジェクト参画する体制で臨むことが現実的である。

今回の調査において、建設工事においては、特に土木・建築工事の分野でアフリカ各国の発電プラントや大型インフラ設備の建設に携わった企業が複数存在することが分かった。BOP エリアの設備については、特に発電インフラのプロジェクト参画経験や技術を持つ企業を中心にプロジェクト体制に含めて、現地企業とともに建設工事を遂行できる可能性があると考えられる。

建設資材の観点では、国内で調達可能な資材、重機等もある程度存在するが、特に NuScale 社 VOYGR™ の導入に際しては、NPM に加えて、SC 壁等、大型・重量機器、モジュールの吊りこみ作業が必要となる。

これらに十分対応できるクレーンや重機の調達、オペレーションの準備は計画的に実施する必要がある。

原子力機器や製品の製造、納入についても、初号機は非原子力品への部分参画から開始し、その後徐々に国産化・現地化率を高めていくことが現実的である。

### 6.1.5 NuScale 社 VOYGR™ の発電以外への適用可能性、将来展開

NuScale 社 VOYGR™ は発電以外の用途にも使用できる柔軟性を持つ。

将来的に、ガーナのニーズに合わせて、以下のような適用も検討できる。

- ・ 水素、熱供給、海水淡水化

NuScale 社 VOYGR™ は水素製造や熱供給、海水淡水化への適用も検討されており、研究・開発が進んでいる [11]。

ガーナにおいても、今後、原子炉を発電以外の用途に使用するニーズが出てきた際、先行事例を参考に様々なオプションが検討できる。

- ・ 医用原子力分野への貢献（医療用 RI 製造）

現在、世界的に医療用をはじめとするラジオアイソトープ（RI：放射性同位元素）である診断用  $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  や、近い将来  $\alpha$  内用療法向けに適用が進むと考えられている  $^{225}\text{Ac}$  の不足が課題になっている。

日本でも医療用 RI の製造・利用促進に係る必要な検討を行うため、2021 年 11 月 16 日に「医療用等ラジオアイソトープ製造利用専門部会」を設置し、検討が進められてきている<sup>65</sup>。

これらの医療用 RI 製造に軽水炉を用いる研究も始まっている [32]。

SMR、大型原子炉に関わらず、発電用の軽水炉心でこのような RI 製造ができれば、経済的に需要のある地域でタイムリーな地産地消の RI 製造が実現可能となる。

ガーナにおいても、既に医用原子力分野の研究は進められており、技術の土壌はある。医療用 RI のニーズは今後も世界的に増え続け、特にアフリカ地域での診断・治療のニーズは急拡大していくと予想できることから<sup>66</sup>、このような技術分野も視野に入れ、技術連携国との研究開発が進んでいくことを期待する。

## 6.2 日本社会・産業・経済への貢献

ガーナの原子力発電所導入、特に NuScale 社 VOYGR™ の導入に際して、日本の原子力団体、企業がガーナの原子力発電 EPC プロジェクトに主体的に参画し、その後も協業体制で原子力発電導入を継続支援していくことにより、ガーナのみならず、日本も含めた両国の社会・産業・経済にも様々な貢献ができると考える。

- ・ SMR 建設、運転実績の積み上げにより、日本社会の新型炉技術導入に対する受容性の向上につながる。

<sup>65</sup> [医療用等ラジオアイソトープ製造・利用専門部会－原子力委員会 \(aec.go.jp\)](https://www.aec.go.jp/medical/)

<sup>66</sup> [Rays of Hope | IAEA](https://www.iaea.org/en/press/news/2021/04/20210401_rays_of_hope)



- ・ 炉内構造物製造や原子力発電所建設をはじめ、ガーナですぐに国産化が難しい技術分野への日本企業の参画により、日本企業の受注拡大につながり、また、日本の原子力技術とサプライチェーンの維持・強化に寄与できる。
- ・ 日本企業が海外 SMR 建設プロジェクト実績を積むことで、ガーナ以外の SMR 需要国に対しても SMR の拡販・ビジネス展開につながられる。
- ・ ガーナの原子力発電所初号機導入により、電源供給の安定化や人材の能力向上、生産能力の向上、QA 文化の醸成・浸透と品質保証体制の確立が達成化されることで、ガーナ製造業全体が底上げ且つ多様化することが期待される。これにより日系の各種製造業が進出する機会創出につながり、海外進出先の選択肢の一つとなり得る。
- ・ ガーナは、テマ・タコラディといった沿岸部で国際貨物向けの港湾が既に整備されている。よって欧州・アメリカ東海岸・中東・アフリカ大陸内の原子力発電所の新設案件のみならず、大型開発プロジェクトに対してガーナを拠点としたサプライチェーンの構築につなげることも可能である。日系の原子力機器サプライヤーにとっても、ガーナを海外案件の新たな活動拠点として参入することが期待される。
- ・ 継続的な技術・人材交流プログラムを通じて、日本・ガーナ両国の国際原子力技術、原子力人材の開発が進む。

## 6.3 まとめ

ガーナの原子力開発の歴史は古く、すでに原子力技術開発や応用、人材育成の基盤は整備されている。ただし、原子力発電所の初号機建設に向けては、国際協力の下、さらなる基盤の整備や技術保有国と協業での建設推進が必要である。

ガーナへの原子力発電所の導入により、ガーナの社会、産業、経済の発展のみならず、日本がそれを支援しプロジェクトに参画することで、両国が様々な恩恵を得ながら共に成長・発展することが期待できる。

日本とガーナが協力し、ガーナでの原子力発電所建設事業を共に進められることを期待している。

## 7.0 参考文献

- [1] O. Amonoo-Neizer, 2022 NATIONAL ENERGY STATISTICS, ACCRA: ENERGY COMMISSION, April 2022.
- [2] SAlIA, Nuclear Energy in Ghana, March 2021.
- [3] GAEC, GHANA ATOMIC ENERGY COMMISSION AT A GLANCE, ACCRA: GAEC, 1997.
- [4] E. N. Kumi, The Electricity Situation in Ghana: Challenges and Opportunities, Washington DC: Center for Global Development, September 2017.
- [5] S. K. Debrah, Ghana Nuclear Power Programme: Status and Development, Ghana Atomic Energy Commission (GAEC), 2020.
- [6] J. AMUASI, NUCLEAR EDUCATION FOR HUMAN RESORCE DEVELOPMENT IN GHANA AND AFRICA, ACCRA: J.H. AMUASI, CO-ORDINATOR GRADUATE SCHOOL OF NUCLEAR AND ALLIED SCIENCES, March 2010.
- [7] IAEA, Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, Vienna: IAEA, 2015.
- [8] IAEA, Case Studies on the Development of a Comprehensive Report to Support the Decision Making Process for a Nuclear Power Programme, IAEA, 1993.
- [9] IAEA, MISSION REPORT ON THE INTEGRATED NUCLEAR INFRASTRUCTURE REVIEW (INIR) - PHASE 1, ACCRA: IAEA, January 2017.
- [10] IAEA, MISSION REPORT ON THE PHASE 1 FOLLOW-UP INTEGRATED NUCLEAR INFRASTRUCTURE REVIEW (INIR) MISSION, ACCRA: IAEA, October 2019.
- [11] D. Ingersoll, et.al INL, EXTENDING NUCLEAR ENERGY TO NON ELECTRICAL APPLICATIONS, The 19th Pacific Basin Nuclear Conference (PBNC 2014), August 2014.
- [12] D. T. Ingersoll, Can Nuclear Power and Renewables be Friends?, Nice: ICAPP, May 2015.
- [13] M. ASAMOAH, DEVELOPMENT OF REGULATORY INFRASTRUCTURE FOR NUCLEAR POWER PROGRAMME IN GHANA, ACCRA: NUCLEAR REGULATORY AUTHORITY GHANA, May 2019.
- [14] World Bank, ENVIRONMENTAL AND SOCIAL SYSTEMS ASSESSMENT (ESSA) FOR THE GHANA SECONDARY CITIES SUPPORT PROGRAM PROGRAM- FOR- RESULTS FINANCING, May 2018.
- [15] U.S. Nuclear Regulatory Commission (U.S.NRC), Part 03 Environmental Report (Rev. 2), Washington DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission(U.S.NRC), March 2019.
- [16] Nuclear Energy Institute, Industry Guideline for Developing a Plant Parameter Envelope in Support of an Early Site Permit, Washington DC: Nuclear Energy Institute, May 2012.

- [17] Ghana Statistical Service, Rebased 2013-2018 Annual Gross Domestic Product, Accra: GHANA STATISTICAL SERVICE(GSS), April 2019 Edition.
- [18] STRATEGIC PLANNING AND POLICY DIRECTORATE, NATIONAL ENERGY STATICS 2000-2019, ENERGY COMMISSION, GHANA, April 2020.
- [19] Energy Commission, STRATEGIC NATIONAL ENERGY PLAN(SNEP 2030) Final Draft, ACCRA: ENERGY COMMISSION, July 2019.
- [20] MINISTRY OF ENERGY, NATIONAL ENERGY POLICY, February 2010.
- [21] NATIONAL DEVELOPMENT PLANNING COMMISSION, GHANA SHARED GROWTH AND DEVELOPMENT AGENDA (GSGDA), December 2010.
- [22] NATIONAL DEVELOPMENT PLANNING COMMISSION, GHANA SHARED GROWTH AND DEVELOPMENT AGENDA (GSGDA) II, May 2015.
- [23] N. Akufo-Addo, The Coordinated Programme for Economic and Social Development Policies (2017-2024), October 2017.
- [24] National Development Planning Commission, Medium-term National Development Policy Framework, 2017.
- [25] O. Amonoo-Neizer, Integrated Power System Master Plan for Ghana, Washignton DC: USAID, November2019.
- [26] Power Planning Technical Committee, 2021 Electricity Supply Plan for Ghana, 2021.
- [27] EMOP, 2019 ANNUAL REPORT REVIEW OF THE GHANA WHOLESALE ELECTRICITY MARKET (GWEM), ACCRA: EMOP, September 2020.
- [28] WAAP, ANNUAL REPORT 2021, WEST AFRICAN POWER POOL.
- [29] Power Planning Technical Committee, 2021 Electricity Supply Plan for Ghana, 2021.
- [30] National Development Planning Commission, GHANA INFRASTRUCTURE PLAN(2018-2047) FINAL REPORT, ACCRA: National Development Planning Commission, September 2019.
- [31] WFP, Ghana Annual Country Report 2021, WFP, 2021.
- [32] 高木直行, PWR を用いた  $\alpha$  内用療法向け  $^{225}\text{Ac}$  の生成, (株)エネルギー ビューセンター, 2022 年.

## 8.0 添付

### 8.1 添付資料 8.1: CCC 報告書

「CONSTRUCTION MARKET AND FIELD SURVEY FOR THE DEPLOYMENT OF SMR IN THE  
REPUBLIC OF GHANA」

### 8.2 添付資料 8.2: PwC 報告書

「Implementing SMR in Ghana – Feasibility Study」

**CONSTRUCTION MARKET AND FIELD SURVEY  
FOR THE DEPLOYMENT OF SMR  
IN THE REPUBLIC OF GHANA**



## Contents

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Background and Introduction .....</b>                                                    | <b>3</b>  |
| <b>Travel to Ghana .....</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>List of Items Surveyed .....</b>                                                         | <b>3</b>  |
| 1. Capable Construction Companies .....                                                     | 4         |
| 2. Labor Capabilities and Availability .....                                                | 7         |
| 3. Heavy Equipment Availability .....                                                       | 12        |
| 4. Construction Materials / Tools & Services Availability (Major Suppliers): .....          | 15        |
| <b>Conclusion and recommendations .....</b>                                                 | <b>17</b> |
| <b>Annex .....</b>                                                                          | <b>19</b> |
| Summary Table No 1 – Construction Companies Nomination and Localization Possibilities ..... | 19        |
| Summary Table No 2 - Construction Companies by Field.....                                   | 19        |
| Summary Table No 3 – Equipment and Tools Availability Ghana.....                            | 19        |
| Companies Profiles .....                                                                    | 19        |



## Background and Introduction

JGC (Japan) is cooperating with US based NUSCALE for the development and implementation of Small Modular Reactor (SMR) power generation with a feasibility study for a project in Ghana.

JGC (Japan) approached CCC to assist with the feasibility study by undertaking the scope of local market study in Ghana to determine degree of localization and readiness for implementation.

A Service Agreement for provision of construction market and field information gathering was signed mid-September 2022.

Ghana is a country in West Africa, bordering Burkina Faso and the Gulf of Guinea, between Cote d'Ivoire and Togo. The country area is 238,533 sq km, out of which 227,533 sq km is land and 11,000 sq km is water (mainly lake Volta).

The country's population is 33,107,275 (2022 est.) which is mainly concentrated in the southern part of the country, with major urban areas being Kumasi, Accra, Takoradi and Tema. The population has a young age structure, with approximately 57% of the population under the age of 25 and 34% between the ages of 26 and 54. 79% of the population is considered educated.

## Travel to Ghana

[REDACTED] CCC [REDACTED] were assigned to travel to Ghana period October 18<sup>th</sup>, 2022 to October 27<sup>th</sup>, 2022 – being initial duty trip – and a follow up trip between November 27, 2022 and December 10<sup>th</sup>, 2022 for the purpose of gathering the necessary information.

## List of Items Surveyed

1. Capable Construction Companies
2. Labor Availability
3. Heavy Equipment Availability
4. Construction Materials / Tools Availability

## 1. Capable Construction Companies

Survey of construction companies considered those entities that are either indigenous Ghanaian companies or Ghanaian locally registered entities.

The construction industry, mainly the civil construction, is organized under the Ministry of Roads and Highways and Ministry of Works and Housing. Contractors must be registered and licensed under their respective categories. Both ministries use a classification system to ascertain contractors' qualification for the relevant job requirements.

Under the Ministry of Roads and Highways, contractors are ranked from 1-4 in 4 major work categories (and 2 minor ones being miscellaneous works and line marking), with 1 being the highest allowing bidding for projects with value more than USD 2.5 Mill. The four categories are:

A: Roads, Airports and related Structures

B: Bridges, Culverts and other Structures

C: Labour Based road Works

S: Steel Bridges and Structures

While under the Ministry of Works and Housing, contractors are ranked in categories D/K being general Building and Civil works, E for electrical/electromechanical and G for plumbing.

The survey focused on those companies ranked in the highest categories (1) under both systems.

Below table shows the companies considered under this survey.

| Company | Web Link | Company Profile | Covering Field                                                   | **Labor Capability & Availability | ***Heavy Equipment Availability | Contractor Registration and /or Class |
|---------|----------|-----------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|         |          |                 | General Civil, Mechanical and Electrical Contractors & Engineers | 100+                              | Available                       |                                       |
|         |          |                 | Civil Engineering Building & Road Construction                   | 250+                              | Available                       |                                       |

|  |                                            |      |           |  |
|--|--------------------------------------------|------|-----------|--|
|  | MEP Engineering                            | 150+ | Available |  |
|  | General Civil, Mining Services             | 250+ | Available |  |
|  | General Civil, Buildings, Roads            | 50+  | Available |  |
|  | General Civil, Mining, Oli & Gas / MEP     | 250+ | Available |  |
|  | Road Contractors and Civil Engineering     | 150+ | Available |  |
|  | Architecture & Civil Engineering           | 75+  | Available |  |
|  | Civil & Structural Engineering             | 50+  | Available |  |
|  | General Civil & Structural Engineering     | 350+ | Available |  |
|  | Fabrication / Electrical & Instrumentation | 175+ | Available |  |
|  | General Civil & Structural Engineering     | 50+  | Available |  |
|  | General Civil                              | 150+ | Available |  |
|  | Civil - Buildings                          | 150+ | Available |  |



|  |                                               |      |           |  |
|--|-----------------------------------------------|------|-----------|--|
|  | Civil & Electrical Engineering                | 100+ | Available |  |
|  | Building & Civil Engineering / Infrastructure | 100+ | Available |  |
|  | Electrical, Design & Installation             | 50+  | Available |  |
|  | Civil Construction & MEP                      | 50+  | Available |  |
|  | Civil - Buildings                             | 50+  | Available |  |
|  | Civil - Buildings                             | 30+  | Available |  |
|  | MEP Engineering                               | 30+  | Available |  |
|  | Engineering Construction & Logistics          | 30+  | Available |  |
|  | Heavy Civil and MEP Engineering               | 250+ | Available |  |
|  | MEP Engineering                               | 75+  | Available |  |
|  | Building Contractors                          | 150+ | Available |  |
|  | General Civil & Plant Hire                    | 50+  | Available |  |
|  | Building and Road Contractors                 | 50+  | Available |  |
|  | General Civil & Plant Hire                    | 50+  | Available |  |

|  |                                                          |      |           |  |
|--|----------------------------------------------------------|------|-----------|--|
|  | General Civil & Plant Hire                               | 75+  | Available |  |
|  | Civil Contractors                                        | 100+ | Available |  |
|  | Civil Contractors                                        | 50+  | Available |  |
|  | Survey & Civil Engineering                               | 50+  | Available |  |
|  | Steel Structures, Mechanical Installations & Fabrication | 75+  | Available |  |
|  | Electrical & Instrumentation                             | 50+  | Available |  |
|  | General Civil & Plant Hire                               | 50+  | Available |  |
|  | Building Contractors                                     | 50+  | Available |  |
|  | Electrical & Plumbing                                    | 50+  | Available |  |

**\*\* Capability and Availability: Numbers include Manpower Supply when applicable.**

**\*\*\* Heavy Equipment Availability: Self-Owned or Hired Locally.**

***Please refer to Summary Tables No 1 and No 2.***

## 2. Labor Capabilities and Availability

Ghana in general holds a capable Labor & Job Market in the Construction Industry. Ghana's unemployment rate averaged 4.4% since 2017 up to date; it is expected to reach 4.8% by end of 2022. The demand for Employment has increased especially in the Mining and Electro-Mechanical Sectors.

Approximately 11M people are employed in Ghana, above the age of 25. Most skills in Ghana are available for the Construction Industry, Civil & MEP. Civil Skilled Labor is widely available. MEP Labor Skills are less available due to inadequate training. Though Government and Private training Centers are available in Ghana, most skill training is carried out on the Job. Retention of Skilled Workers & Artisans is not a common practice within the Construction Industry in Ghana; as such, most MEP Labor would require training and recertification where and when applicable.

CCC team visited several entities dealing with labour employment including Department of Employment and Labor Relations, Youth Employment Agency and other TVET training centers; below is a summary of information gathered.

Skilled Labor / Categories / Available:

Civil

Charge Hand  
Carpenter  
Steel Fixer  
Mason  
Welder  
Steel Fabricators and Steel Erectors  
Rigger  
Drivers & Operators for Civil Machinery & Equipment

Mechanical

Charge Hand  
Fabricator  
Pipe Fitter  
Pipe Welder  
Steel Erector  
Structural Welder  
Mechanical Fitter / Millwright  
Equipment Welder  
Rigger / Crane Operator

Electrical & Instrumentation

Charge Hand E&I



Technician  
Electrician  
Instrument Fitter  
Fabricator  
Welder

- MEP Skilled Labor distribution availability out of Project Workforce:

| Source                                                | Available out of Total Market | Quality / Readiness                            |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| Department of Employment and Labor Relations          | 5%                            | Training and Certification Required            |
| Youth Employment Agency                               | 25%                           | Training and Certification Required            |
| Sourcing from other Completed Projects & within Ghana | 50%                           | Training and Certification mostly not Required |
| OCN (Other Country Nationals)                         | 20%                           | Training and Certification not Required        |

Availability of Labor & Skilled Artisans submitted by the Youth Employment Agency, Commission for Technical and Vocational Education & Training, and Department of Labor is as follows:

| SKILLS REQUIRED                               | NO. | REMARKS       |
|-----------------------------------------------|-----|---------------|
| <b>CIVIL</b>                                  |     |               |
| CHARGEHANDS                                   | 153 | All certified |
| CARPENTERS                                    | 304 | All certified |
| STEEL FIXERS                                  | 113 | All certified |
| MASONS                                        | 410 | All certified |
| WELDERS                                       | 327 | All certified |
| STEEL FABRICATORS/ERECTORS                    | 291 | All certified |
| RIGGERS                                       | 174 | All certified |
| DRIVERS & OPERATORS (VARIOUS CIVIL MACHINERY) | 332 | All certified |

|                                                        |     |               |
|--------------------------------------------------------|-----|---------------|
| <b>MECHANICAL CREWS</b>                                |     |               |
| CHARGE HAND                                            | 241 | All certified |
| FABRICATOR                                             | 210 | All certified |
| PIPE FITTER                                            | 191 | All certified |
| PIPE WELDER                                            | 243 | All certified |
| STEEL ERECTOR                                          | 154 | All certified |
| STRUCTURAL WELDER                                      | 328 | All certified |
| MECHANICAL FITTER / MILLWRIGHT                         | 109 | All certified |
| EQUIPMENT WELDER                                       | 155 | All certified |
| RIGGER                                                 | 117 | All certified |
| HELPER                                                 | 507 | All certified |
| CRANE OPERATOR                                         | 225 | All certified |
| <b>ELECTRICAL &amp; INSTRUMENTATION</b>                |     |               |
| CHARGE HAND - E&I                                      | 210 | All certified |
| TECHNICIAN                                             | 325 | All certified |
| ELECTRICIAN                                            | 258 | All certified |
| INSTRUMENT FITTER                                      | 198 | All certified |
| FABRICATOR                                             | 362 | All certified |
| WELDER                                                 | 216 | All certified |
| <b>PLANT MACHINERY &amp; VEHICLES MAINTENANCE CREW</b> |     |               |
| MECHANIC                                               | 272 | All certified |
| AUTO ELECTRICIAN                                       | 354 | All certified |
| POWER ELECTRICIAN                                      | 348 | All certified |
| WELDER                                                 | 254 | All certified |
| TURNER                                                 | 182 | All certified |
| ASSISTANT MECHANIC                                     | 142 | All certified |
| TYREMAN                                                | 304 | All certified |

\*Most Skilled Artisans will require re-certification where applicable. Numbers were submitted by the Youth Employment Agency and on behalf of the Commission for Technical and Vocational Education & Training, and Department of Labor. This includes Employment Seekers from all Regions in Ghana.

Trades such Skilled Artisans (Civil & MEP), Engineering Technicians, and Engineers are widely available in Ghana and can be sourced on a National Level.

The productivity and the level of experience were not assessed. From our experience, we expect that expatriate, and third country national personnel will be needed to upscale and complement Ghanaian workforce. Further analysis of the available Ghanaian workforce will be required to accurately comprehend the extent of foreign workforce needed for the construction of a SMR.

Considering that Ghana have undertaken mining, power and smaller scale oil and gas projects, our preliminary assessment is that Localization of Project Manpower can be achieved at an introductory 70-80% Level with the proper applicable training and transfer of necessary skills.

#### **Training Centers and Certification Bodies / Consultancy Services:**

Training Centers are available within the Major Cities in Ghana and offer the following but not limited to:

- Interpretation of various welding codes (Including ASME, AWS, API, BS, ISO, CEN & DIN)
- Preparation of Weld Procedure Specifications (WPS)
- Preparation of Procedure Qualification Record (PQR)
- Preparation of Welder Performance Qualification Record (WPQR)
- Certified Welding Inspection (CWI)
- Training and Testing for Welders using SMAW, GMAW, FCAW or GTAW from Basic to Advance for testing to AWS, ASME, API, ISO and BSEN Standards on both Plate and Pipe.
- **OPITO** Approved – Rigging Initial Training (Stage 1)
- **OPITO** Approved – Rigger Competence Assessment (Stage 3)
- **OPITO** Approved – Rigger Competence Assessment (Stage 4)
- **ISO 21001** - Delivery Of Health, Safety, Environment and Competence Trainings
- **ISO 9001** - Inspection, Consultancy and Professional Training in the domains of : Electricity, Mechanical and Lifting Equipment, Pressure Equipment and NDT, Construction and Infrastructure, Organization & Management
- **ISO 14001** - Inspection, Consultancy and Professional Training in the domains of : Electricity, Mechanical and Lifting Equipment, Pressure Equipment and NDT, Construction and Infrastructure, Organization & Management

- **ISO 45001** - Inspection, Consultancy and Professional Training in the domains of : Electricity, Mechanical and Lifting Equipment, Pressure Equipment and NDT, Construction and Infrastructure, Organization & Management
- Commission for Technical and Vocational Education & Training (CTVET)
- Council for Technical and Vocational Education & Training (COTVET)
- Apave Ghana Training Center – Takoradi
- Danest Engineering Company Limited - Takoradi

### 3. Heavy Equipment Availability

The Heavy Equipment market in Ghana is a mature one where most major brands equipment suppliers are present and well represented. Most used equipment observed by our team at suppliers' yards seemed to be well maintained with good variety of sizes and reasonable age/models.

Despite the reasonable availability of plant in country, there may be a need to import some equipment from abroad, especially if at the time of project implementation, the construction market is booming.

Below table is a summary of the equipment suppliers visited / contacted as part of the survey – a detailed summary of equipment availability is hereby attached as Table Summary No. 3.

| <u>S/N</u> | <u>Company</u> | <u>Web Link</u> | <u>Heavy Equipment Availability</u> | <u>Reference</u>     |
|------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------|
|            |                |                 | See Below                           | -                    |
|            |                |                 | See Below                           | -                    |
|            |                |                 | See Below                           | -                    |
|            |                |                 | Logistics & Flatbed Hire            | Refer to Excel Sheet |
|            |                |                 | Heavy Earth Moving Equipment Hire   | Refer to Excel Sheet |
|            |                |                 | Logistics and Plant Hire            | Refer to Excel Sheet |
|            |                |                 | Plant Hire - Cranes                 | Refer to Excel Sheet |
|            |                |                 | Plant Hire - Cranes                 | Refer to Excel Sheet |
|            |                |                 | Plant Hire - Cranes                 | Refer to Excel Sheet |



|  |                     |                      |
|--|---------------------|----------------------|
|  | Plant Hire - Cranes | Refer to Excel Sheet |
|  | Plant Hire - Cranes | Refer to Excel Sheet |
|  | Plant Hire - Cranes | Refer to Excel Sheet |
|  | Plant Hire - Trucks | Refer to Excel Sheet |
|  | Plant Hire          | Refer to Excel Sheet |
|  | Plant Hire          | Refer to Excel Sheet |
|  | Plant Hire - Cranes | Refer to Excel Sheet |

**Major Equipment Suppliers brief:**

a) [REDACTED]

[REDACTED] the leading multi-brand distributor of machinery, equipment and parts in West Africa including Ghana.

**Brands and Partners:**

- [REDACTED] Construction equipment
- [REDACTED] Mobile and stationary concrete pumps and truck mixers
- [REDACTED] ATVs, Off-Road Vehicles, motorcycles
- [REDACTED] Concrete Mixers
- [REDACTED] Air compressors
- [REDACTED] Concrete Batching Plants
- [REDACTED] Placing of concrete, Truck-mounted concrete pumps, Stationary concrete pumps, Stationary placing booms and accessories, concrete mixing, industrial technology, pipe delivery of industrial solids, concrete placement and removal of excavated material in tunnels and underground,
- [REDACTED] Hydraulic breakers, crushers, compactors and attachments mountable on any excavator, wheel loader and skid steer
- [REDACTED] Lighting towers
- [REDACTED] Asphalt plants and advanced solutions for recycling
- [REDACTED] Special trailers and semi-trailers for the special haulage industry.
- [REDACTED] Concrete mixer
- [REDACTED] Construction equipment
- [REDACTED] Construction equipment
- [REDACTED] Compaction Rollers and Compaction Technology

- Hiring Service: Not available; Conditional on Long Term Only
- After service and spare parts: Yes

b) [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] distributing and supporting machinery, power systems and material-handling equipment for the US corporation in Ghana.

The company also offers numerous training programs for employees to provide the highest performance levels.

Services Offered:

**Consulting:** On-site analysis, Cost-benefit analysis, Infrastructure and solution design, Project execution plan

**Job Site Solutions:** Value Estimating Tool, Cycle Time measurements, Turbo Tool, Waste Fleet Analysis (WFA), Simulation programs [REDACTED]

[REDACTED] Productivity Analysis, Fatigue Detection

**Installation:** Evaluation and Design, Drone Analytics, Customization, Procurement, Commissioning

**Support:** Financing and equipment buyback, Training for your personnel, Hired labor [REDACTED], Active fleet management, Maintenance contracts

**Repairs:** Repair parts and equipment that have exceeded their warranty period, been in operation for many years or have failed completely.

**Maintenance:** Warranty-covered repairs and maintenance, customer value agreements, scheduled oil sampling and more, all using cutting-edge Cat® diagnostic tools and parts.

**Overhaul and Rebuild:** Complete asset remanufacturing, rebuild and repairs for failed components.

**Training:** [REDACTED] experts [REDACTED] can show your personnel how to maximize efficiency at every turn on your job site.

Operating training (simulators), Preventive maintenance training, Safety training .

Rental Products with operators and full site support (dry hire)

c) [REDACTED]

[REDACTED] Construction Equipment, [REDACTED] Trucks, [REDACTED] Buses, and marine & industrial engines

[REDACTED] In its subsidiaries, [REDACTED] has a permanent stock of trucks, machinery and parts ready to be delivered.

[REDACTED]



Services Offered:

**NEW EQUIPMENT Sales:**

Construction equipment: [REDACTED]

Buses [REDACTED], Generators

**Rental Equipment:** Offer short- or long-term rental; Rental equipment is available on flexible hire - Skilled operators are available.

**SPARE PARTS:** Supply genuine parts and accessories.

**Training & Development for operators:** Training center is available.

**Maintenance and repair:** fully equipped workshop and field repairs and diagnoses services.

#### 4. Construction Materials / Tools & Services Availability (Major Suppliers):

Civil construction material, including steel structures, suppliers and manufacturers are available in Ghana, with a good market coverage.

Service providers availability for Mechanical works is less evident despite the presence of some internationally renowned names

| S/N        | <u>Company</u> | <u>Web Link</u> | <u>List of Construction Materials / Tools / Services Availability</u> | <u>Notes</u>                |
|------------|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| [REDACTED] | [REDACTED]     | [REDACTED]      | Cement                                                                | Producer, Major Supplier    |
|            |                |                 | Cement                                                                | Producer, Major Supplier    |
|            |                |                 | Cement                                                                | Import bulk and bag locally |
|            |                |                 | Cement & other building material                                      | Supplier                    |

|  |                                                                                     |                |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|  | General Construction Equipment & Tools                                              | As per demand  |
|  | Industrial Gas, Welding Consumables                                                 | As per demand  |
|  | Industrial Gas, Welding Consumables & Accessories                                   | As per demand  |
|  | Metal Fabrication and Installation (Tank, Tank Farms, Tower Fabrication & Erection) | Major Supplier |
|  | Metal Fabrication, Installation & Erection                                          | Major Supplier |
|  | NDT                                                                                 | As per demand  |
|  | NDT                                                                                 | As per demand  |
|  | NDT                                                                                 | As per demand  |
|  | NDT                                                                                 | As per demand  |
|  | Quarry                                                                              | As per demand  |
|  | Quarry                                                                              | As per demand  |
|  | Quarry                                                                              | As per demand  |
|  | Quarrying                                                                           | As per demand  |
|  | Ready Mix Concrete                                                                  | As per demand  |
|  | Ready Mix Concrete                                                                  | As per demand  |
|  | Ready Mix Concrete                                                                  | As per demand  |
|  | Scaffold                                                                            | Major Supplier |
|  | Scaffold                                                                            | Major Supplier |

|  |                                           |                |
|--|-------------------------------------------|----------------|
|  | Steel Fabrication and Erection            | Major Supplier |
|  | Steel Supplies                            | As per demand  |
|  | Steel Supplies – Welding & Fabrication    | As per demand  |
|  | Steel Supplies & Fabrication              | Major Supplier |
|  | Thermal Insulation & Cladding             | As per demand  |
|  | Tools & Equipment                         | General        |
|  | Tools & Equipment                         | General        |
|  | Prefab units, workshops, steel structures | Major Supplier |
|  | Prefab units, workshops, steel structures | General        |
|  | Prefab units, workshops, steel structures | General        |
|  | Water technology / treatment              | General        |

## Conclusion and recommendations

Please refer to Summary Table No. 1 where the surveyed companies were scored in accordance with following criteria:

- a) Company Legal Registration in Ghana, Validity, & Category (Local / Indigenous) (15 Points)
- b) Company Reputation (20 Points)
- c) Company HSE and QA/QC Standards / Culture (20 Points)
- d) Availability of Construction Equipment (procured and /or hired locally) (20 Points)
- e) Availability & Capability of National Manpower & Strength including Training offered (15 Points)
- f) Previous Projects Completed (Within Designated Field) (10 Points)



In General, the civil and buildings construction market is quite mature with companies capable of undertaking relatively large and complex works with an acceptable degree of HSE and QA/QC. The availability of Local material suppliers who can ensure steady and quality satisfying products, and experienced work force makes it possible to handle this part of the construction locally.

Manufacturers and suppliers of prefabricated units suitable for offices, camps and other type of temporary buildings as well as fabricator and erectors of steel structure sheds / shops are well established in Ghana and possess the capacity to cover the market requirements.

It is therefore recommended to localize the civil works while maintaining a more involved supervisory role from the Main Contractor especially for complex works.

As for mechanical works, including piping fabrication, erection, insulation, paint, electrical; and instrumentation, the Ghanaian market is not mature enough relevant to the expected work size, despite having several mining, oil and gas and power projects completed in recent years.

It is therefore recommended that such works will be handled by the Main Contractor and a qualified international subcontractor with the recommendation to maximize local content through employment of specific scope subcontractors and locally available skills, which as indicated in the report may require further training and/or re-certification. The construction crews should be blended 70-80% local Ghanaian to 20-30% experienced Expatriates/OCNs that can be sourced from neighboring countries if available (such as Nigeria) or from Asian countries (such as Philippines, Thailand, India, Nepal, Pakistan..) to ensure high level of quality and productivity.

Lifting equipment up to 450 ton capacity is available locally and therefore, only lifts needing higher capacity should not be considered for localization. As mentioned in the report, equipment contingent may need to be complemented with imported equipment depending on the construction market condition and availability at the time of project implementation.

Water supply to the project will depend on the chosen location, but in general Ghana has reasonable natural water resources; water can be drawn from existing water bodies (rivers, lakes, etc.) or through boreholes, all with the proper authorizations through Ministry of Sanitation and Water Resources / Water Resources Commission. Treated water for Human consumption shall be arranged by main contractor using suitably sized treatment plants which can be availed through local suppliers, while any need for water desalination on larger scale shall be considered through experienced international suppliers or contractors.

## Annex

### Summary Table No 1 – Construction Companies Nomination and Localization Possibilities



SMR Ghana -  
Construction Compan

### Summary Table No 2 - Construction Companies by Field



SMR Ghana -  
Construction Compan

### Summary Table No 3 – Equipment and Tools Availability Ghana



Equipment & Tools  
Availability Ghana-Sur

## Companies Profiles

Summary Table No. 1

## SMR GHANA - CONSTRUCTION COMPANIES NOMINATION and LOCALIZATION POSSIBILITIES / OVERALL SUMMARY

|     |                                        |                   | 15                         | 20                 | 20                              | 20                                       | 10                                        | 15                          | 5-3-1                                      |                                                    |                         |                    |
|-----|----------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| S/N | Company Name                           | Covering Field    | Company Legal Registration | Company Reputation | Company HSE and QA/QC Standards | * Availability of Construction Equipment | ** Capability to Provide Manpower Locally | Previous Projects Completed | Largest Value of Projects Worked on (US\$) | Value of Work / Scope Handeled within Field (US\$) | Possibility to Localize | Overall Percentage |
| 1   | SINO OILFIELD SERVICES COMPANY LIMITED | Oilfield Services | 15                         | 20                 | 7                               | 7                                        | 5                                         | 7                           | 15M                                        | 10M                                                | 3                       | 61%                |
| 2   |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 7                                        | 5                                         | 7                           | 20M                                        | 8M                                                 | 3                       | 64%                |
| 3   |                                        |                   | 15                         | 20                 | 20                              | 20                                       | 10                                        | 7                           | 50M+                                       | 5M                                                 | 5                       | 92%                |
| 4   |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 20                                       | 10                                        | 15                          | 200M+                                      | 125M                                               | 5                       | 95%                |
| 5   |                                        |                   | 15                         | 15                 | 15                              | 10                                       | 5                                         | 7                           | 40M+                                       | 5M                                                 | 3                       | 67%                |
| 6   |                                        |                   | 15                         | 20                 | 20                              | 18                                       | 7                                         | 15                          | 100M+                                      | 100M+                                              | 5                       | 95%                |
| 7   |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 10                                       | 7                                         | 7                           | 35M                                        | 6M                                                 | 3                       | 74%                |
| 8   |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 5M                                         | 800K                                               | 5                       | 60%                |
| 9   |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 25M                                        | 1M                                                 | 3                       | 60%                |
| 10  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 20                              | 15                                       | 7                                         | 0                           | 12M                                        | 1.7M                                               | 5                       | 77%                |
| 11  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 20                              | 15                                       | 7                                         | 15                          | 150M+                                      | 100M                                               | 5                       | 92%                |
| 12  |                                        |                   | 15                         | 15                 | 10                              | 10                                       | 7                                         | 0                           | 15M                                        | 2M                                                 | 3                       | 57%                |
| 13  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 15                                       | 7                                         | 15                          | 100M+                                      | 100M                                               | 3                       | 87%                |
| 14  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 15                                       | 7                                         | 7                           | 100M+                                      | 20M                                                | 5                       | 79%                |
| 15  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 25M+                                       | 2.5M                                               | 3                       | 60%                |
| 16  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 25M+                                       | 3M                                                 | 3                       | 60%                |
| 17  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 3M                                         | 500K                                               | 1                       | 58%                |
| 18  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 2M                                         | 500K                                               | 1                       | 58%                |
| 19  |                                        |                   | 15                         | 15                 | 10                              | 5                                        | 5                                         | 0                           | 2M                                         | 500K                                               | 1                       | 50%                |
| 20  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 2M                                         | 500K                                               | 1                       | 58%                |
| 21  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 2M                                         | 500K                                               | 1                       | 58%                |
| 22  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 2M                                         | 500K                                               | 1                       | 58%                |
| 23  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 20                              | 18                                       | 7                                         | 15                          | 200M+                                      | 200M                                               | 5                       | 95%                |
| 24  |                                        |                   | 15                         | 15                 | 10                              | 5                                        | 7                                         | 0                           | 25M                                        | 850K                                               | 3                       | 52%                |
| 25  |                                        |                   | 15                         | 15                 | 10                              | 10                                       | 7                                         | 15                          | 25M                                        | 25M                                                | 3                       | 72%                |
| 26  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 18                                       | 12                                        | 7                           | 75M+                                       | 15M                                                | 5                       | 87%                |
| 27  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 10                                       | 7                                         | 7                           | 6.8M                                       | 6.8M                                               | 3                       | 69%                |
| 28  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 5M                                         | 2M                                                 | 3                       | 58%                |
| 29  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 15                                       | 5                                         | 0                           | 7M                                         | 1.5M                                               | 1                       | 70%                |
| 30  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 7M                                         | 2.5M                                               | 3                       | 58%                |
| 31  |                                        |                   | 15                         | 18                 | 10                              | 10                                       | 5                                         | 0                           | 5M                                         | 1M                                                 | 1                       | 58%                |
| 32  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 15                                       | 10                                        | 0                           | 5M                                         | 1M                                                 | 5                       | 75%                |
| 33  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 15                                       | 10                                        | 0                           | 8M                                         | 1.8M                                               | 5                       | 75%                |
| 34  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 15                                       | 7                                         | 0                           | 6M                                         | 1.5M                                               | 5                       | 72%                |
| 35  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 15                                       | 5                                         | 0                           | 5M                                         | 1.5M                                               | 3                       | 65%                |
| 36  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 15                              | 10                                       | 7                                         | 7                           | 9.7M                                       | 9.7M                                               | 3                       | 74%                |
| 37  |                                        |                   | 15                         | 20                 | 10                              | 10                                       | 7                                         | 0                           | 5M                                         | 1M                                                 | 3                       | 62%                |

\* Heavy Equipment Availability: Self-Owned.

\*\* Capability to Provide Manpower Locally and Availability: Criteria based on Manpower Supply Requirements when applicable.

## Company Nomination Criteria:

1. Company Legal Registration in Ghana, Validity, & Category (Local / Indigenous) (15 Points)
2. Company Reputation (20 Points)
3. Company HSE and QA/QC Standards / Culture (20 Points)
4. Availability of Construction Equipment (procured and /or hired locally) (20 Points)
5. Availability & Capability of National Manpower & Strength including Training offered (10 Points)
6. Previous Projects Completed (Within Designated Field) (15 Points): Below 5M = 0 / Between 5M & 25M = 7 / Above 25M = 15

## Company Overall Possibility to Localize:

7. Possibility to Localize (5 = High Possibility Short Term, 3 = Possibility Mid Term, 1 = Possibility Long Term)



Summary Table No. 2

## SMR GHANA - CONSTRUCTION COMPANIES BY FIELD

| S/N | Company Name | Covering Field | Civil | Concrete | Steel | Fabrication | Scaffolding | Architecture | HVAC | Piping | Instrumentation | Electrical | NDT | Insullation | Paint | Fire Protection |
|-----|--------------|----------------|-------|----------|-------|-------------|-------------|--------------|------|--------|-----------------|------------|-----|-------------|-------|-----------------|
| 1   |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 2   |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 3   |              |                |       |          |       |             |             |              | ✓    | ✓      | ✓               | ✓          |     | ✓           | ✓     | ✓               |
| 4   |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 | ✓          |     |             |       |                 |
| 5   |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              | ✓    | ✓      | ✓               | ✓          |     |             |       |                 |
| 6   |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              | ✓    | ✓      | ✓               | ✓          |     |             |       |                 |
| 7   |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 8   |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             | ✓            |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 9   |              |                | ✓     |          | ✓     |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 10  |              |                | ✓     |          | ✓     |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 11  |              |                |       |          | ✓     |             |             |              |      |        | ✓               | ✓          |     |             |       |                 |
| 12  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 13  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 14  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 15  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 | ✓          |     |             |       |                 |
| 16  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 17  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 | ✓          |     | ✓           |       |                 |
| 18  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 | ✓          |     |             |       |                 |
| 19  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 20  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 21  |              |                |       |          |       |             |             |              | ✓    | ✓      | ✓               | ✓          |     |             |       |                 |
| 22  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 23  |              |                | ✓     | ✓        | ✓     |             |             |              | ✓    | ✓      | ✓               | ✓          |     |             |       |                 |
| 24  |              |                |       |          |       |             |             |              | ✓    | ✓      |                 | ✓          |     |             |       |                 |
| 25  |              |                | ✓     | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 26  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 27  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 28  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 29  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 30  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 31  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 32  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 33  |              |                |       |          | ✓     | ✓           |             |              | ✓    | ✓      | ✓               | ✓          |     |             |       |                 |
| 34  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        | ✓               | ✓          |     |             |       |                 |
| 35  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 36  |              |                | ✓     |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 37  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 | ✓          |     |             |       |                 |
| 38  |              |                |       | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 39  |              |                |       | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 40  |              |                |       | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 41  |              |                |       | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 42  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 43  |              |                |       |          | ✓     |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 44  |              |                |       |          | ✓     |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 45  |              |                |       |          |       |             | ✓           |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 46  |              |                |       |          |       |             | ✓           |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 47  |              |                |       | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 48  |              |                |       |          | ✓     | ✓           |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 49  |              |                |       | ✓        |       |             |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 50  |              |                |       |          | ✓     | ✓           |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 51  |              |                |       |          | ✓     | ✓           |             |              |      |        |                 |            |     |             |       |                 |
| 52  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 |            | ✓   |             |       |                 |
| 53  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 |            | ✓   |             |       |                 |
| 54  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 |            |     | ✓           |       |                 |
| 55  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 |            | ✓   |             |       |                 |
| 56  |              |                |       |          |       |             |             |              |      |        |                 |            | ✓   |             |       |                 |

### Summary Table No. 3

### Equipment and Tools Availability

|                                | Major Brand Suppliers |   |   |   | Construction Companies and Plant Hire Companies |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|--------------------------------|-----------------------|---|---|---|-------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Categories                     |                       |   |   |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Air Compress                   |                       |   |   | ✓ | ✓                                               | ✓ | ✓ |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |  |
| Generators                     |                       | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ | ✓ |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |  |
| Tower Lights                   |                       |   |   | ✓ |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Diesel Welding Machine         |                       |   |   |   | ✓                                               |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |  |
| Electrical Welding Machine     |                       |   |   | ✓ |                                                 |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| RT Cranes                      |                       |   |   |   |                                                 |   |   |   | ✓ | ✓ |   |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |  |
| Grove Mobile Cranes 450T       |                       |   |   |   |                                                 |   |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Grove Mobile Cranes 80T        |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Liebherr Mobile Cranes 160T    |                       |   |   |   | ✓                                               |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Grove Mobile Cranes 250T       |                       |   |   |   |                                                 |   |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Tower Cranes                   |                       |   |   |   |                                                 |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |  |
| Crawler Cranes                 | ✓                     |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Fuel Tanker                    |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Articulated Dump Truck         | ✓                     | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |  |
| Bitumen Tanker                 |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Maintenance Truck              |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |  |
| Knuckle Boom Truck (Hiab)      |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Tipper Truck                   |                       | ✓ |   |   | ✓                                               | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |  |
| Water Tanker                   |                       | ✓ |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ | ✓ |  |
| Mixer Truck                    |                       |   | ✓ |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |  |
| Prime Mover                    |                       | ✓ |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |  |
| Flat Bed Trailer               |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ | ✓ |  |
| Low Bed                        |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   | ✓ |   | ✓ |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ | ✓ |  |
| Tipping trailer                |                       |   |   |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ | ✓ |  |
| Dozer D8 or Equivalent         | ✓                     | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |  |
| Track Excavator                |                       | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ | ✓ | ✓ |   |   | ✓ | ✓ |   | ✓ |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |  |
| Wheel Excavator                | ✓                     | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |  |
| Wheel loader                   | ✓                     | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |  |
| Backhoe loader                 | ✓                     | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |  |
| SS Loader Bobcat               | ✓                     | ✓ | ✓ |   | ✓                                               | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   | ✓ |   |  |
| Grader                         | ✓                     | ✓ | ✓ |   | ✓                                               |   | ✓ | ✓ |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |   |  |
| Batching plant                 |                       |   |   |   | ✓                                               |   |   |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |  |
| Concrete Pump                  |                       |   | ✓ |   | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |  |
| Fork Lift                      |                       |   | ✓ | ✓ | ✓                                               |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |  |
| Dumper                         |                       |   |   |   |                                                 |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |  |
| TELEHANDLER                    | ✓                     | ✓ |   | ✓ |                                                 |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |  |
| Hydraulic R/Breaker            |                       |   | ✓ |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Dewatering Piston Pump         |                       |   |   | ✓ |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |  |
| Dewatering Centrifugal Pum     |                       |   |   | ✓ |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |  |
| Asphalt plant                  |                       |   | ✓ |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |  |
| Paver/Finisher                 | ✓                     | ✓ |   |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Soil Reclaimer                 | ✓                     |   |   |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Single Drum Steel Roller       | ✓                     | ✓ | ✓ |   |                                                 |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |   |   |  |
| Double Drum Steel Roller       |                       | ✓ | ✓ |   |                                                 |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |  |
| Pneumatic Tyre Roller          |                       | ✓ | ✓ |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |  |
| Hydraulic Crawler Rock Drill   |                       |   | ✓ |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |  |
| Asphalt Self Propelled Sweeper |                       |   |   |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |  |
| Jaw Primary Crusher            |                       | ✓ |   |   |                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   |   |  |
| Cone Crusher                   |                       | ✓ |   |   | ✓                                               |   |   |   |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |  |
| Pneumatic Breaker              |                       |   |   | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Double Drum Roller             |                       |   | ✓ | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |   |   |  |
| Plate Compactor                |                       |   | ✓ | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |   |   |  |
| Rammer                         |                       |   | ✓ | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |  |
| Water Pump                     |                       |   |   | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   |   | ✓ |   |   |  |
| Concrete Mixer                 |                       |   |   | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ |   |   | ✓ |   |   |  |
| Concrete Vibrators             |                       |   |   | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Tools                          |                       |   |   | ✓ | ✓                                               | ✓ |   |   |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |



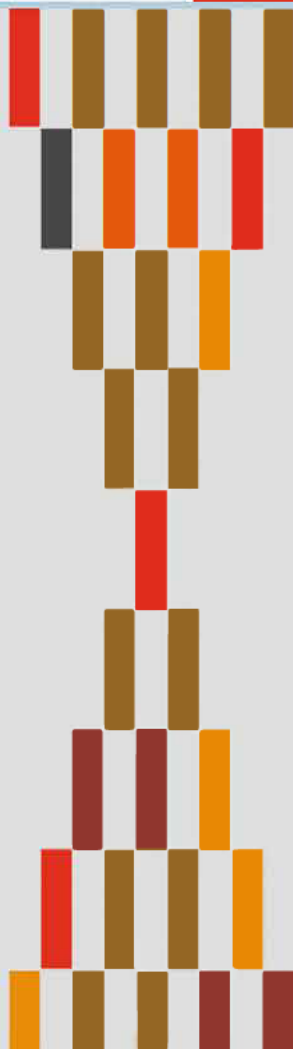
# IHI Corporation

## Implementing SMR in Ghana- Feasibility Study



# Contents

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Executive Summary              | 3  |
| Introduction                   | 6  |
| Electric Power in Ghana        | 8  |
| Natural Disasters              | 15 |
| SMR site selection             | 18 |
| Construction industry in Ghana | 22 |
| Vendor Survey                  | 27 |
| Conclusion                     | 56 |
| References                     | 58 |





# Executive Summary



# Executive Summary

The specific objective of this assignment is to provide a study which ascertains the feasibility of implementing SMR (small modular nuclear reactor) to generate electric power by nuclear of NuScale in Ghana.

The study acknowledges some of the key issues regarding power generation in Ghana and also highlights local factors which should be considered when selecting a partner to build a SMR reactor.

This study covers:

- The general business environment around electric power in Ghana
- Whether there are good candidates for site selection of SMR
- Current situation of the supply chain and construction industry (players, potentials)
- Whether there are manufacturers to make necessary materials/items and construction companies to build an SMR in Ghana

These sections are expanded to include:

- Information about renewable energy, regulators and governing bodies
- Environmental factors and local industry developments to consider in SMR site selection
- Major players and foreign investment in Ghana's construction industry
- A survey of Ghanaian vendors within the energy and construction sectors

PwC's role in this assignment is research, reporting and conducting interviews and surveys. We will not be responsible for announcing the findings of this study or any statement regarding this assignment.





# Executive Summary



The survey was carried out from 10 January 2023 until 6 February 2023. Fifteen companies were approached to participate in the survey- eleven of which participated.

The survey was conducted through virtual and telephone interviews and desktop research. In order to boost the survey, participants were given questionnaires to complete and were also asked to provide company brochures detailing relevant work experience and projects.

## Survey Findings

- The power sector is in a particularly concerning state given the government's significant and rising debt in this sector. It has been estimated that debt in the energy sector is at risk of growing to US\$12.5 billion by the end 2023 without significant reform. This was echoed by the businesses surveyed . A dramatic decrease in business operations was noted by all the businesses. 81% of the respondents declined to share financial information as their current financial positions were not indicative of past successes and future projects.
- 45% of the businesses surveyed had relevant work experience in fabrication and recorded an increase in demand for fabrication works in 2022.
- Diversifying business offerings through foreign investment remains high on the agenda for many African owned businesses, with more Ghanaian businesses wanting to become enmeshed in the global economy. 90.9% of the companies surveyed expressed an interest in launching a new business by supplying equipment or components for a nuclear power plant, with a strong preference to collaborating with companies in a high industrialised country such as Japan.
- 36% of businesses surveyed had experience in thermal power generation projects.
- Ghana is one of the countries most prone to floods in West Africa. However, the gaps to improve flood risk management in many companies within the construction, oil and gas and manufacturing sectors remains. While the companies surveyed had effective health and safety plans, and insurance to cover losses to equipment and machinery, none had plans in place to mitigate natural disasters such as flooding or landslides.

# Introduction





# Introduction

The development of clean and sustainable energy around the world has become a necessity as a result of the negative effect energy generated from fossil fuel has on the environment. Ghana's strategy is to plan for a future electricity generation through clean fuels, including nuclear power. The Government of Ghana is pursuing the nuclear power agenda to help meet the current electricity needs of the country, to stimulate economic development- especially in the mining sector, and to contribute to regional electricity capacity in West Africa, and to regional integration.

Currently, nuclear technology is used at Ghana's nuclear research reactor and in a number of medicine and radiotherapy facilities across the country. The Ghana Research Reactor-1 (GHARR-1) has a thermal power capacity of 30kW and has been in commission since 1994. It is used for training and educating nuclear researchers and scientists, conducting research on nuclear waste management, analysing water sources in the vicinity of mines, and studying soil fertility.

The conversion of GHARR-1 was made possible through the collective efforts of the Ghana Atomic Energy Commission (GAEC), the International Atomic Energy Agency (IAEA), the China Atomic Energy Authority and the US Department of Energy's National Nuclear Security Administration.

Ghana has operated its nuclear reactor for more than two decades without incident, while also gaining significant experience in nuclear research and the application of nuclear technology in the health sector. Nuclear technology is an important component of cancer care in Ghana, with dedicated radiotherapy facilities located in Accra and Kumasi.

In August 2022, President Nana Addo Dankwa Akufo-Addo, approved the inclusion of nuclear technology into Ghana's power generation mix. Nuclear energy is a mature technology which is expected to play an expanded role in meeting the growing demand for electricity in a safe and secure manner without contributing to global warming. The addition of nuclear energy to the generation mix will not only increase the installed capacity, but also lead to a reduction in the emission of greenhouse gases into the environment which has a telling effect on human and wildlife.





# Electric power in Ghana





# Electric power in Ghana

In recent years, the sector has seen major expansion in both generation capacity and grid connectivity. Ghana is now close to achieving a UN Sustainable Development Goal: universal access to electricity.

Additionally, the country has good solar and wind resources, which can be harnessed to shift the energy mix towards more renewable energy. Ghana is also host to the largest hydropower project in West Africa. In 2020, Ghana ranked among the World Energy Council's top-10 most improved for energy security, equity and environmental sustainability. However, the sector is not without its challenges. Overcapacity in the generation segment poses a fiscal burden to the government as it rolls out its Energy Sector Recovery Programme (ESRP). The goal is to strengthen and develop the grid network and metering systems for transmission and distribution, while targeting greater competition at the distribution level. At the same time, tariff cross-subsidisation is once again under the spotlight, as Ghana continues to focus on providing competitive prices in a dynamic region. Nevertheless, the Ghanaian electricity system remains one of West Africa's most developed, with increasing demand expected to absorb overcapacity in the years ahead as population and economic growth continue.



**The Ministry of Energy (MoE)** is the main political authority for the utilities sector, with its power directorate directly responsible for electricity. **Ghana Grid Company (GRIDCo)** is solely responsible for the transmission network, while the **Electricity Company of Ghana (ECG)** is the larger of the country's two state-owned distribution companies, the other being the **Northern Electricity Distribution Company (NEDCO)**.

**NEDCO** is a subsidiary of the **Volta River Authority (VRA)**, which operates two hydroelectric dams on the Volta River: the 1020-MW Akosombo Dam and the 160-MW Kpong Dam. The VRA also operates 2.5-MW and 6.5-MW solar plants at Navrongo and Lawra in the Upper East and Upper West regions of Ghana. The VRA owns the 330-MW Takoradi-1 thermal power plant and has a 10% ownership stake in the 330-MW Takoradi-2 thermal power plant, with Abu Dhabi National Energy Company holding the remaining 90%. The Bui Power Authority (BPA), runs the 404-MW hydroelectric Bui Generating Station, as well as other renewable energy (RE) projects.

**ECG** is the distributor in six regions in southern Ghana, while **NEDCO** is the distributor in the northern regions. There is a third, private distributor, the Enclave Power Company – which operates exclusively in the Tema Free Zone Enclave in Greater Accra.



# Electric power in Ghana

These include the Tsatsadu Micro Hydropower Project; a 250-MW solar plant in the Bui enclave; and a 1-MW floating solar photovoltaic project on the Tsatsadu reservoir – the first of its kind in Ghana. In February 2020, the MoE transferred the responsibilities of the old RE Authority to the BPA, making it Ghana's lead agency in this field. Lastly, the Energy Commission is the technical regulator of the electricity, natural gas and RE segments, and advises the government on energy matters.



According to International Energy Authority (IEA) data, hydropower was the only significant source of electricity generation in the country up until 1997, with that year seeing oil-based thermal generation begin. Natural gas entered the mix in 2009, and solar and wind followed in 2013. The IEA reported that Ghana generated 11,590 GWh from gas in 2020, or 58.8% of total electricity supply; 7293 GWh (37%) from hydro; and 57 GWh (0.3%) from solar and wind. Electricity generated from oil was recorded at 774 GWh (3.9%) that year, compared to 2785 GWh (16.1%) in 2019, demonstrating the country's shift away from fossil fuels in the generation mix.



Generation subsector

Since the 1980s the generation subsector has included a growing mix of private sector operators and public sector outfits like the VRA and the BPA. As of September 2021, approximately 55% of Ghana's electricity came from independent power producers (IPPs), 40% from the VRA and 5% from the BPA. Approximately 17 power plants were in operation that month, with one of the largest IPPs being Cenpower Generation, which runs the Kpone Independent Power Plant, in operation since June 2019.

It supplies around 10% of Ghana's total installed capacity. Another key facility that came on-stream in September 2021 is the 200-MW Twin City Energy gas plant, near Aboadze.

In 2008 the authorities set up the Ghana Nuclear Power Programme Organisation (GNPPO) to oversee development of nuclear power generation. Nuclear Power Ghana (NPG) was established to be the eventual operator of the country's first plant, which is expected to be built by 2030. In 2021 the government reported that the initial research phase of the nuclear project was complete, having narrowed down the assessment of suitable sites across the country to four.



# Electric power in Ghana

Ghana's Renewable Energy Master Plan, published in 2019, aims to have 1363 MW of renewable energy in the generation mix by 2030. Other goals include a decentralised RE system via 1000 off-grid communities, along with a reduced dependence on biomass and waste for energy at the local level. Biofuels and waste accounted for some 49,097 GWh of Ghana's energy supply in 2019, or 37% of the total. Between 2003 and 2013 electricity demand in Ghana more than doubled due to economic growth and rapid population expansion. Meanwhile, growing uncertainty in rainfall patterns due to climate change negatively impacted hydro output and other power sources failed to keep up with demand.

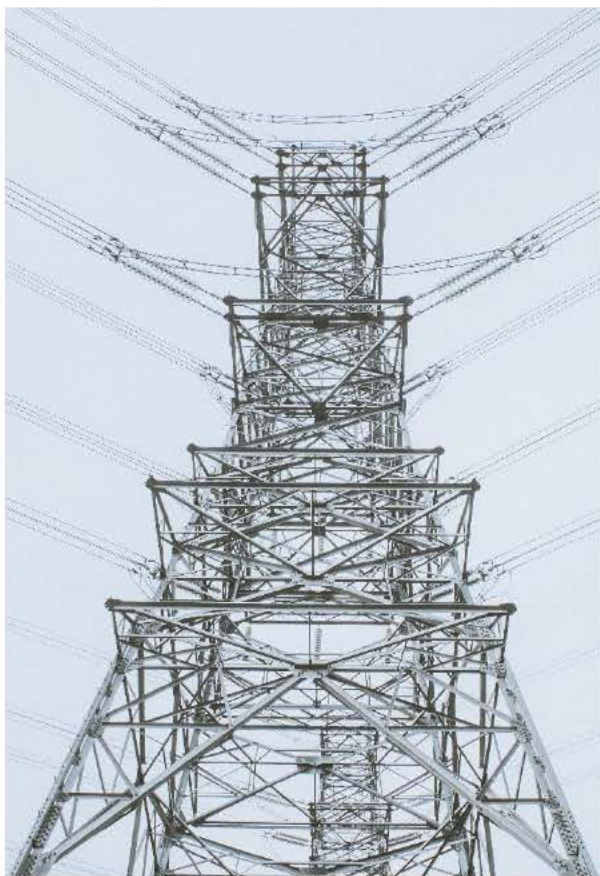
These conditions led to severe under-capacity, which was followed by a series of emergency measures to correct the demand and supply imbalance that resulted in overcapacity in the system. Total installed capacity was 5326 MW in 2021.



During the under-supply crisis, IPPs signed power purchase agreements (PPAs) with the VRA, the ECG or the MoE, which also signed with emergency power producers. This led to a legacy debt of \$2.8bn as of 2020, with 32 PPAs still in force as of March 2021. The World Bank-supported ESRP was therefore launched to address this problem, and the government is attempting to renegotiate some of its PPAs.

National electricity access stood at 86.63% in 2021. The government aims reach 100% by 2024. GRIDCo, the ECG and NEDCO have made strong progress on reliability in recent years.

There is still the issue of theft and illegal connection, however, leading to losses that can average around 25% of power production. Smart and tamper-proof meters, along with other tamper-detection mechanisms, are widely seen as remedies for this, yet still have to be invested in and rolled out. Competition in the distribution segment might help overcome some of these investment issues, with the government committed to boosting private sector involvement. A plan to begin this at the retail end was announced in the 2022 budget





# Alternative power and energy

The recent rising costs in electricity tariffs and lack of uninterrupted supply of power from the primary electricity distribution company in Ghana (the Electricity Company of Ghana), has forced some residential customers and industrial firms in Ghana to explore the possibility of using alternative forms of energy for domestic and industrial use.

Many consumers of electricity have resorted to the use of solar energy. Unfortunately, most solar equipment companies, unless licensed by the Energy Commission of Ghana to sell power, are only able to structure their business model as a sale of solar equipment upon obtaining importation and installation licences from the Energy Commission to do so. This implies that companies offering solar energy as an alternative source of power, are restricted from structuring their transactions as a sale of power and cannot peg the purchase price of their equipment to the amount of energy consumed by the customer. \*

Apart from this restriction, the Energy Commission has also recently engineered the passage of local content regulations in the electricity supply industry, which has significant implications for suppliers of alternative or renewable energy in Ghana.

## The Energy Commission and the Renewable Energy Sector

Under the Renewable Energy Act, 2011 (Act 832), any person engaged in a commercial activity in the renewable energy sector must do so under a licence, and any person operating without the stated licence commits an offence punishable on summary conviction to a fine not exceeding 2,000 penalty units (one penalty unit amounts to GHC12) or to a term of imprisonment not exceeding five years, or to both and where the offence is by a body corporate, the body corporate is liable on summary conviction to a fine not exceeding 5,000 penalty units.

“Commercial activity” is defined as the production, transportation, storage, distribution, sale and marketing, importation, exportation, re-exportation and installation and maintenance.

A licence may only be granted to a citizen, a corporate body duly registered under the Companies Act 2019 (Act 992) or under any other law in Ghana or a partnership registered under the Incorporated Private Partnerships Act 1962 (Act 152) upon application to the Energy Commission.





The Energy Commission is required to make a decision regarding any application within a maximum period of 16 days. Applications will be granted as a matter of course unless there is compelling reason not to do so. Such reasons must be founded on technical data, national security concerns, public safety or any other reasonable justification. The licence is non-transferrable, renewable and subject to conditions specified in it. There are several licences that can be issued by the Energy Commission within the renewable energy space.

- A licence may be granted for the production and supply of renewable energy product. This licence allows a licensee to either manufacture and assemble a renewable energy product, install, generate and supply electrical energy or produce biofuel or wood fuel in accordance with the directives of the Commission.
- Where a bulk storage licence is obtained, the licensee is allowed to install a facility for the storage of the renewable energy product. The suitability of the facility is to be determined by the Commission.
- Where a marketing licence is obtained, the approval of the Commission is to be obtained for the export of each consignment.
- An importation licence allows the holder of the licence to import for sale of renewable energy products.
- In the instance of an installation and maintenance licence, the licensee is only allowed to engage in a commercial activity that correlates to the specific renewable energy technology, that is, solar, wind, mini hydro, biogas digester, charcoal kiln or biofuel processing plant.
- For a bulk transportation licence, the licensee shall only use a vehicle registered with the Commission in the transport of biofuel and wood fuel products.



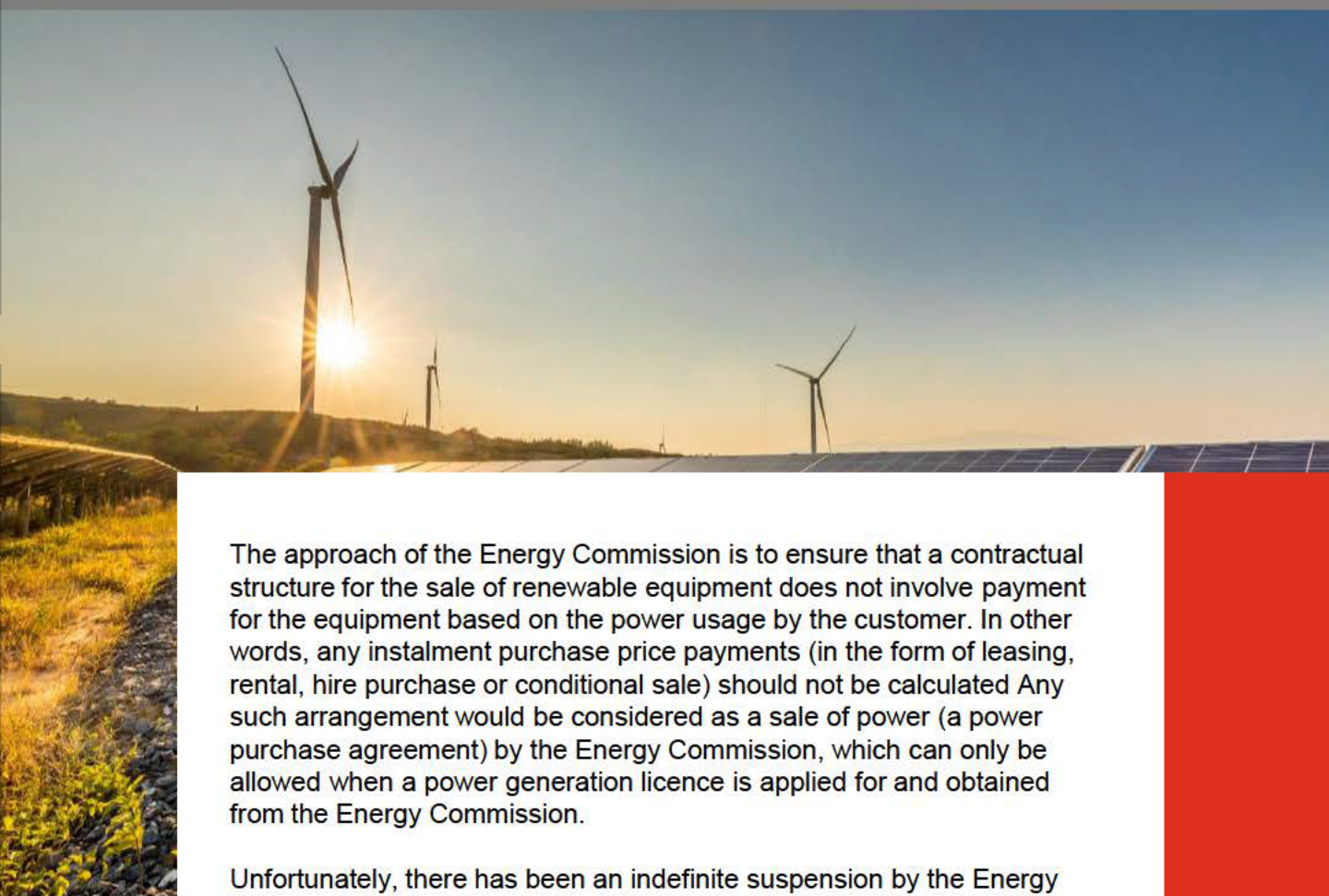
## Energy Commission's Regulatory Approach on Models for Sale of Renewable Energy Equipment

The last few years has seen heightened interest in Ghana for use by residential and commercial customers in the electricity regulated market for renewable energy equipment such as solar panel infrastructure. The interest has been the result of increase in electricity tariffs and the unreliable supply of power. Although the Renewable Energy Act encourages the use of renewable energy in Ghana, the influx of renewable energy equipment has the potential of undermining the continuous viability of the main state-owned distribution utility company, the Electricity Company of Ghana.

The concern of regulators of the sector therefore has been to ensure that the sale and purchase of renewable equipment is not used as a pretence to sell power (which has been the preserve of licensed distribution companies like the ECG). based on kilowatt/hr.







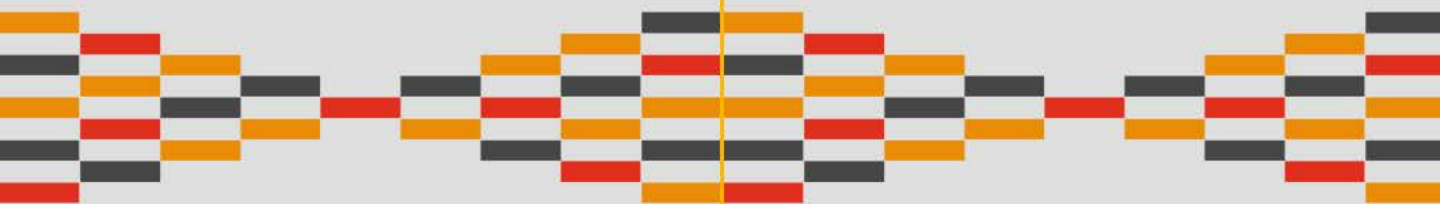
The approach of the Energy Commission is to ensure that a contractual structure for the sale of renewable equipment does not involve payment for the equipment based on the power usage by the customer. In other words, any instalment purchase price payments (in the form of leasing, rental, hire purchase or conditional sale) should not be calculated. Any such arrangement would be considered as a sale of power (a power purchase agreement) by the Energy Commission, which can only be allowed when a power generation licence is applied for and obtained from the Energy Commission.

Unfortunately, there has been an indefinite suspension by the Energy Commission on the issuance of the Power Generation Licence. This has led most companies engaged in the sale of renewable equipment to only obtain an Importation Licence and an Installation and Maintenance Licence. The ban on the issuance of power generation licence has made it impossible for non-holders of the licence to calculate their purchase price of any renewable equipment based on kilowatt/hr as it stands the risk of being interpreted as a power purchase agreement (which will be in violation of the law).

The inability of renewable energy equipment-supply companies to structure their sale transactions with electricity consumption as a basis for the purchase price has become quite a challenge for these companies to meet the demand for such equipment in the market. The incentive for customers to opt for this alternative source of power tends to be minimised when the customer is unable to appreciate the cost saving value as compared to their continuous use of the conventional source of power from the Electricity Company of Ghana. Equipment supply companies would therefore have to come up with innovative models to sell their products to the Ghanaian electricity market.



# Natural Disasters





# Natural Disasters

Over the years, Ghana has suffered disasters both natural and man-made. These include:

- Geological disasters (earthquakes, landslides, land and sea erosion)
- Hydro-meteorological disasters (floods, droughts)
- Fires and lightning (wildfires)
- Manmade (marine, road, air, rail accidents, oil spillage, nuclear/radiological and accidents).

Coastal erosion and flooding have become environmental problems for coastal settlements in the country. Impacts include:

- Destruction of infrastructure
- Loss of land/ migration causes
- Conflict of land ownership
- Loss of properties due to coastal inundation
- Issues regarding safety/vulnerability.

In Ghana, flooding is caused by a combination of many factors. The first is socio-political – unplanned urbanisation, inadequate drainage systems and waste management and poor physical planning. The second is changing climatic factors such as higher rainfall.





## Natural disasters in Ghana from 2002- 2021

| type of natural disaster | subtype          | count of events | total deaths | total affected | total damages ('000 US\$) |
|--------------------------|------------------|-----------------|--------------|----------------|---------------------------|
| flood                    | riverine flood   | 14              | 292          | 1820191        | 12000                     |
|                          | flash flood      | 1               | 13           | 0              | 0                         |
| storm                    | convective storm | 1               | 20           | 12             | 0                         |

Source: Data compiled from EM-DAT  
<https://public.emdat.be>

Between 2015-2022 the National Disaster Management Ghana (NADMO) reported 1,446 flood events in Ghana resulting in:

- 510 deaths
- 309 injuries
- 54,744 houses destroyed
- 136,563 acres of farmland destroyed.

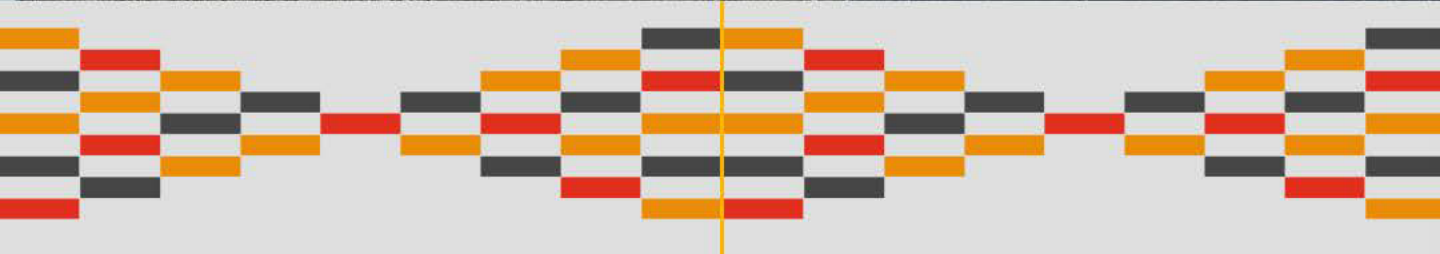
The different floods in Ghana are tidal floods and those caused by rainfall. High rainfall intensity inland flooding is a major hazard facing Ghana, especially in urban areas. Most towns and cities are prone to floods virtually every rainy season.

In October 2022, prolonged heavy rainfall caused levels of the Weija Dam, situated on the Densu River, to increase. The dam is operated by the Ghana Water Company. The dam's normal level is 46.5 feet (14.17 metres) while the maximum operating level is 48 feet (14.63 metres). Over the course of three days, the level jumped to 49.5 feet (15.09 metres), according to the Ghana Water Company. Four spill gates were opened to safeguard the integrity of the dam, save the dam from collapse and save lives and properties. Residential homes were reportedly flooded, and residents forced to evacuate areas of Ga South municipality, including Ashalaja, Weija, Oblogo and Tetegu. Local media reported an estimated 1,000 houses flooded and 1,500 people displaced. Disaster officials said around 25 residents were rescued after they became trapped in their homes by emergency teams.

### Links to extreme weather and hydroelectricity shortfalls

Hydropower generation highly depends on water availability at specific levels. Therefore, fluctuations in water supply are likely to disturb the functioning of a hydropower plant. In Ghana, extreme weather events influence generation and supply of hydroelectric power. Extreme heat and low rains decrease the level of rivers, causing low efficiency of hydropower plants, which in turn results in a reduction in electricity generation (Kayaga et al., 2021). On the other hand, heavy rains augment river flows, an advantage for the hydropower plant, but a threat for surrounding communities at risk of flooding. High temperatures cause high demand for electricity from households and industries, but they conversely alter power generation equipment (Bekoe & Logah, 2013). The nexus between climate change and hydroelectricity manifests at various levels. In 2007, Ghana had the severest electric power shortfall due to drought, which reduced power generation from 1180 MW to only 400 MW. The same year, people were displaced due to floods in the river basin.

# SMR Site Selection





# SMR site selection

SMRs are at early stages of development. While they offer a variety of benefits when compared to larger nuclear power plants, many concerns still need to be addressed. Natural conditions, land use, public acceptance and environmental impact are important factors to consider when selecting a site for SMR as they are all crucial steps for development

Research around SMR site selection is very limited and is often conducted from specific aspects such as geographical structure (landscape) cost effectiveness, public acceptance/awareness and power grid stability. The sites mentioned in this study were identified using publicly available geographical, economical and logistical data. It is recommended that further evaluation is carried out using semi automated selection tools for site filtering and qualitative efficient site comparisons.



## Tema

Tema is a city in the Greater Accra region of Ghana, located about 25 km east of Accra, the capital city. It consists of 25 different communities with each community having easy access to the basic amenities.

It has a population of about 196,224 according to the 2021 Population and Housing Census. The Tema Metropolis covers an area of about 87.8 square kilometres with Tema as its capital.

Tema has the biggest seaport in Ghana and one of the largest container ports in Africa. The port handles Ghana's imports and exports and also serves as a traffic junction for handling cargo heading towards the neighbouring landlocked countries.

The city has relatively good transport infrastructure with the presence of relatively good roads and public transportation to other major cities such as Accra, Kumasi, Cape Coast, and Sunyani. It also has a functioning rail system that handles passenger and parcel carriage, and freight services. The distance from Tema to the Kotoka International Airport is approximately 29km. Some industrial products from Tema include aluminium, steel, refined petroleum, textile, chemicals, food products, and cement. There are several freezone enterprises in Tema and the city hosts a free zone enclave. The general corporate income tax rate is 25%.



Due to the industrial activity in the area, Tema is regularly monitored to ensure that its surrounding areas remain environmentally intact by the Environmental Protection Agency (EPA) Ghana. The Clean Air Act requires the Environmental Protection Agency (EPA) to set National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) for pollutants that are common in outdoor air, considered harmful to public health and the environment, and that come from numerous and diverse sources. The air quality in Tema is averagely 25 AQI (Air Quality Index) which is generally acceptable to most individuals, with sensitive groups experiencing minor to moderate symptoms. However there are rising concerns about the rise in air pollution in the area due to the pollutants emitted by the industries in the area.

## **Takoradi**

Takoradi is the capital city of the Western region of Ghana and forms a part of the Sekondi-Takoradi conurbation. The city has a population of over 445 000 people and covers an area of about 66.44 square kilometres. It serves as the commercial and industrial hub of the region.

Takoradi houses Ghana's second seaport which receives and exports high volumes of cargo and serves as an international trade destination for other landlocked countries.

The transport infrastructure in the city is good as there is available public transport to other major cities. There exists a rail network connecting the Takoradi port to Accra and Tema for easy freight carriage, as well as passenger and parcel carriage. There is also an airport in Takoradi which is the Takoradi airport for domestic flights to Accra.





Takoradi has access to basic amenities such as water and electricity. The major industries in Takoradi are the energy, timber and technology industries. Manufacturing companies located in regional capitals excluding Accra and Tema, enjoy a tax rate of 18.5%

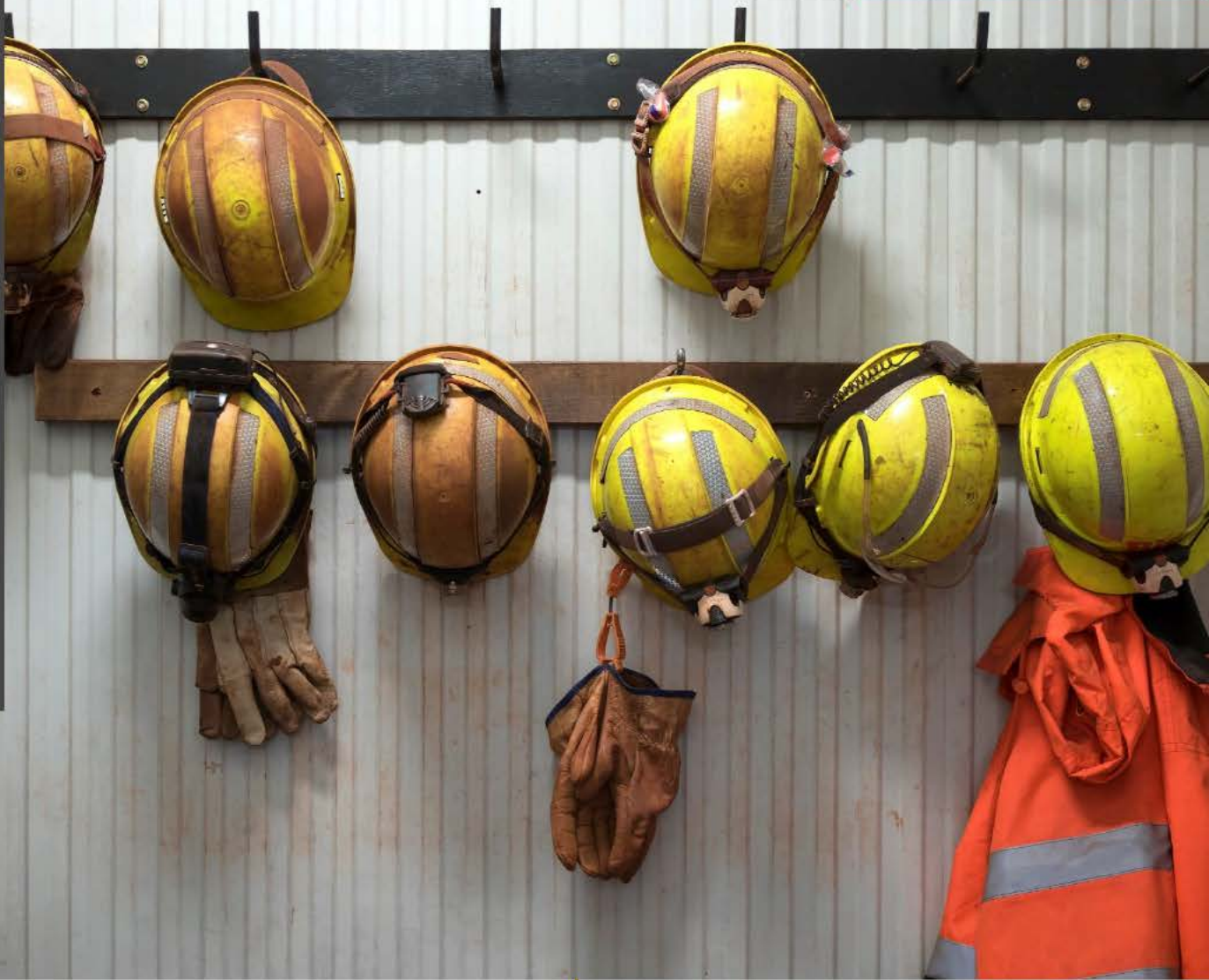
## Kumasi

Kumasi is the capital city of the Ashanti region of Ghana. It is the second largest city, after the capital, Accra. It spans an area of about 254 square kilometres and has a population of over 3.348 million people. The city has a good transport network. There is available public transport from Kumasi to major cities such as Accra, Takoradi, Wa, Tema, and Tamale. In addition, there is a national airport in Kumasi, the Kumasi Airport, which serves as a domestic airport with major destinations being Accra and Wa. The City also has access to water and electricity making working there convenient.

In 2022, the German government through the Federal Ministry of Education and Research, signed a US\$6.5m contract with four institutions in Germany and one in Ghana comprising three academic institutions, to construct a hybrid waste to energy power plant to treat municipal solid waste in Ghana. The completion of the 48-month project will help to ensure the conversion of waste to energy in Kumasi. The 400-kilowatt production facility, which will be known as the Hybrid-PV-Biogas-Pyrolysis-Plant will convert 12 tonnes of waste into bio fertiliser and energy daily which will help farmers in the area have access to organic manure for their farms.



# Construction industry in Ghana

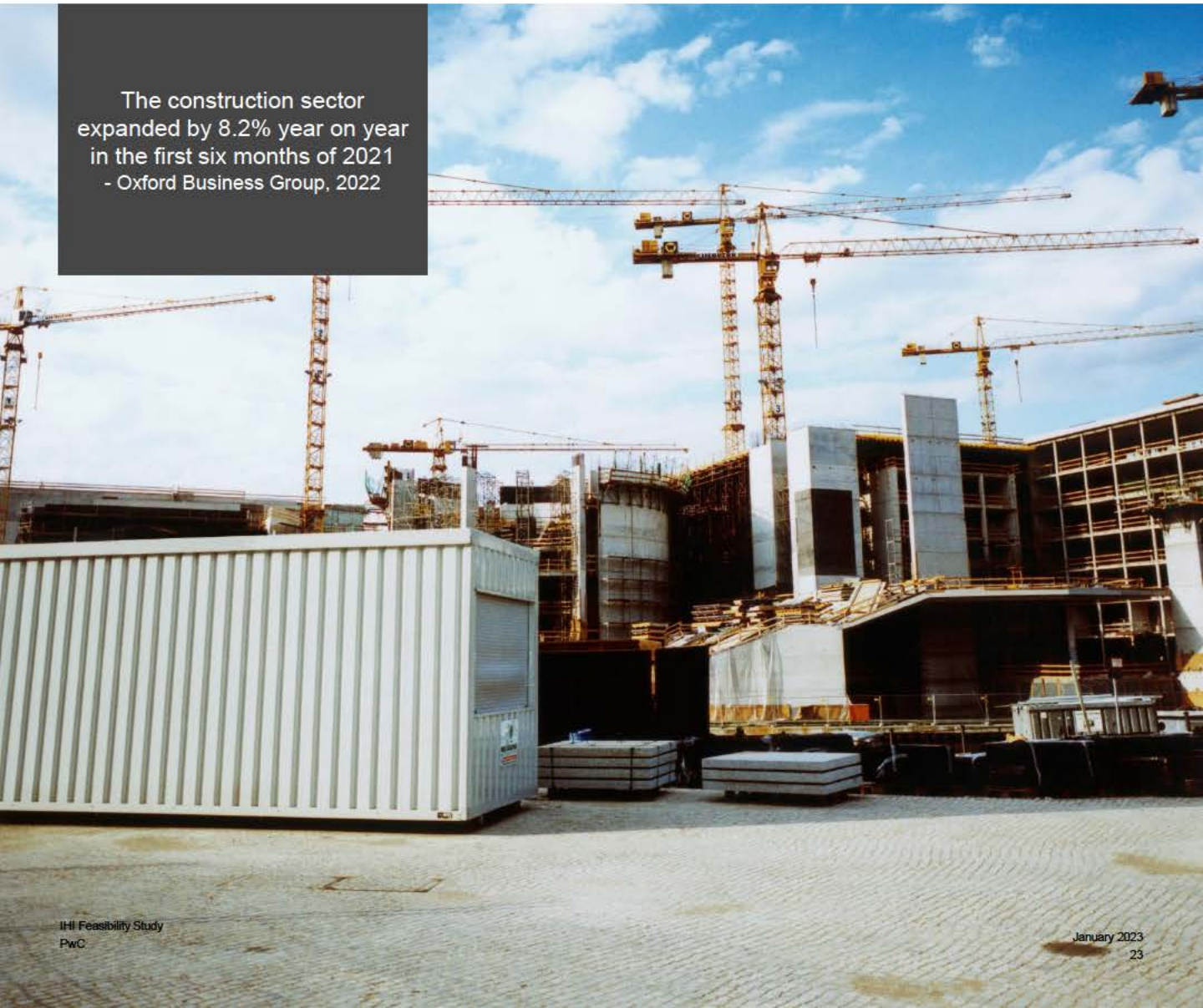




# Construction sector- Overview

Ghana's construction sector contributed an average of 7.5% to annual GDP between 2013 and 2020, and following the economic slowdown resulting from the Covid-19 pandemic, the sector looks set to undergo sustained growth in the coming years. Infrastructure development has been an ongoing priority for Ghana's government, whose approach to advancing the economy has seen it funnel hydrocarbons revenue into infrastructure projects. The leadership's ability to do this could be impaired in the short term due to the pandemic's negative impacts on already declining global commodity prices, which affects Ghana's financial reserves and international trade receipts.

However, the government's swift response to the outbreak of the virus and multi-pronged efforts to establish a favourable legislative environment for private investment, as well as the country's political stability, make construction projects in Ghana an attractive proposition for investors. In addition, the activation of the African Continental Free Trade Area (AfCFTA) represents a major boon for all signatories, as one of the agreement's key mandates is to reinvigorate Africa's industrialisation drive by facilitating cross-border trade and travel. The AfCFTA is expected to herald the construction of new mega-cities across the continent, and Ghanaian officials are urging the formulation of policies that will allow the country's construction industry to capitalise on such sizeable opportunities and take a leading role.

A wide-angle photograph of a large construction site under a clear blue sky with scattered white clouds. In the foreground, a large white corrugated metal storage container sits on a paved surface. Behind it, several tall yellow tower cranes are positioned around the site. In the background, the skeletal frames of several large buildings are visible, with some concrete pillars and walls partially completed. The ground is a mix of dirt and paved areas, with some construction materials and equipment scattered around.

The construction sector  
expanded by 8.2% year on year  
in the first six months of 2021  
- Oxford Business Group, 2022



# Construction sector- Overview



## Performance & size

Valued at approximately \$9bn, Ghana's construction sector was ranked the seventh largest in sub-Saharan Africa by Fitch Solutions in August 2021. The research firm noted that the sector expanded by 14.2% in the first quarter of that year, when over \$42bn worth of active projects were on the docket and at least one-third had broken ground.

According to the 2022 budget statement released in November 2021, the construction sector expanded by 8.2% year-on-year in the first six months of 2021. In 2020 construction activities contributed 6.3% to GDP, generally in line with the 6.2% of 2019. However, this represented growth of 2.9% and marked a strong recovery from the 4.4% contraction experienced in 2019, which was caused in large part by declining global oil prices. Indeed, while the sector grew at a rate of 9.5% in 2015, the figure had declined to 1.1% in 2018.

Growth figures can be misleading, given that Ghana's economy as a whole, at one point expanded rapidly and then declined at an even quicker rate. Construction revenue, based on current market prices, rose from just over GHS15bn (\$2.55bn) in 2015 to GHS22.75bn (\$3.87bn) in 2020. That said, the Ghanaian government aims to revitalise the construction sector, which employs around 420,000 workers spread across 2500 active firms and contractors.

## Structure & Oversight

Ghana's construction works are overseen at the national level by multiple ministries:

- The Ministry of Roads and Highways (MRH);
- The Ministry of Transport (MoT);
- The Ministry of Sanitation and Water Resources (MSWR);
- The Ministry of Education; the Ministry of Energy (MoE);
- The Ministry of Special Development Initiatives – which is responsible for overseeing provision of vital infrastructure and amenities has been shouldered by the government, but a decline in available public funds – accelerated by the drop-off in global oil trade during the first six months of the Covid-19 pandemic – has prompted the government to be more proactive in terms of attracting private investment to construction projects.



**Planned large scale infrastructure development projects will fuel construction activities in the short to medium term.**



# Construction sector- Overview

## Investment

Land ownership and acquisition in Ghana is complex, and foreign investors are only able to secure land via leasehold agreements with a maximum single term of 50 years and the option to renew (see Real Estate overview). Ghana's Public-Private Partnership (PPP) Act of 2020 came into force in the final month of the year, representing the culmination of nearly a decade's worth of work on the ratification of a comprehensive policy framework to govern PPPs.

PPPs are complex in nature, and while challenges remain in seeing such projects through to completion, the passage of the act is a positive step. It presents the government with a viable means to achieve its investment goals – particularly those relating to transport infrastructure (see Transport chapter) – and also allows opportunities to enhance domestic human capital. Infrastructure development was allocated GHS7.2bn (\$1.2bn) in the 2022 national budget, a significant increase from the GHS5bn (\$855m) and GHS5.1bn (\$872.1m) allocated for 2021 and 2020, respectively. The ministerial breakdown for 2022 is GHS4bn (\$684m) to the MRH; GHS922m (\$157.7m) to the MoT; GHS801m (\$137m) to the MSWR; GHS576m (\$98.5m) to the Ministry of Railways Development; GHS507m (\$86.7m) to the Ministry of Communications; and GHS430m (\$73.5m) to the Ministry of Works and Housing.

While the 2020 budget contained an allocation to the Ministry of Aviation, the ministry was later absorbed into the MoT. Beyond the national budget, the Ghana Infrastructure Investment Fund is instrumental in securing finance for infrastructure works. October 2021 saw the African Development Bank (AfDB) approve a \$75m commercial loan to the fund, enabling it to leverage equity capital to access additional debt financing for transport, renewable energy and housing projects.



The AfDB's involvement is expected to encourage further private investment in Ghanaian infrastructure and stimulate employment opportunities. In February 2021, Deutsche Bank unveiled plans for two infrastructure works in Ghana with a combined value of €150m. The first is the Keta Water Supply Rehabilitation and Expansion Project in the Southern Volta Region, which involves the rehabilitation of the Keta Water Treatment Plant and the construction of a new water treatment facility. With a combined capacity of 42,200 cu metres, the plants will provide water for 400,000 people in Ketu, Angola and Tongu. The works will be undertaken by Lesico Infrastructures, the Italian subsidiary of Israeli construction firm Lesico Group. The second project is the redevelopment of Takoradi Market, which covers 1 sq. km and is a major source of trade in the area.

The multipurpose facility will include numerous public services and amenities, and ease congestion caused by the existing market. Construction will be carried out by Contracta Costruzioni Italia. These projects are the latest in a string of deals between Ghana, Deutsche Bank and Italian export credit agency SACE, which has included the €45m regeneration of four hospitals in Ghana's Eastern Region and the €45.6m construction of the University of Environmental and Sustainable Development, which has campuses in Somanya and Donkorkrom in the Eastern Region of Ghana.





# Construction sector- Overview

## Major projects & demand drivers

More efficient movement of goods and people is a key part of the government's broader economic expansion plans, with transport infrastructure developments accounting for 42% of the value of Ghana's active construction projects in early 2021.

The ongoing One District, One Factory initiative launched by the Ministry of Trade and Industry (MoTI) continues to drive construction activity as well. Large-scale developments either planned or under way include the \$2bn redevelopment of the Ghana International Trade Fair Centre in Accra. The site will be reinvented as a multipurpose trade, leisure and retail facility that will house a 12,000-seat convention centre, several hotels, and an array of shops and restaurants. From the planning phase through to the centre's post-production activities, the development is expected to create 10,000 direct and indirect jobs, and generate substantial tax revenue from local and international investors and tourism receipts. Announced in the second half of 2021, the centre is expected to take three to five years to complete.



## Energy

The Ghana Nuclear Power Plant Project is highlighted in the UN report, and is slated to break ground in 2024 at an estimated capital expenditure of \$5.5bn. The plant will diversify Ghana's energy mix, stabilise power delivery and offer energy security, thereby facilitating national and regional economic growth. A petroleum facility in the Western Region, at an estimated cost of \$6bn, is also planned. Comprising three refineries with a combined capacity of 900,000 barrels per stream day, crude storage facilities, five petrochemical plants and port infrastructure, the project is expected to boost GDP, expand domestic research and development, and contribute significantly to government revenue. Both projects were at the pre-feasibility stages as of late 2021 and are being overseen by the MoE and the Petroleum Hub Development Corporation, respectively



Given its interconnectedness with wider economic progress and being the primary facilitator to bridging the country's infrastructure gaps, the construction sector has the potential to drive Ghana's GDP growth for years to come. For this to be the case, however, the government's forward-thinking approach to attracting investment in building must be maintained, and further legislative action is needed to allow local building material manufacturers to better profit from sector activity. All this would likely lead to more employment opportunities, enhanced domestic human capital capabilities and higher foreign exchange inflows. The PPP Act of 2020 and the activation of the AfCFTA represent major developments to support robust, sustained growth in the construction industry moving forwards.



# Vendor Survey





[REDACTED]

[REDACTED] is one of the largest privately-owned Ghanaian engineering and construction companies operating in Ghana since the year 2000. The company has world-class capabilities and expertise spanning across the complete client value chain in the disciplines of Structural Steelwork, Mechanical Equipment, Electrical & Instrumentation, Piping & Platework (SMEIPP) project work.

[REDACTED] are the co-owners and [REDACTED] has provided jobs for over 2,000 people in Ghana and across Africa since the year 2000.

[REDACTED]

## Certifications

██████████ is certified in the following international standards:

- ISO 9001: 2015
- ISO 14001: 2015
- ISO 45001: 2018
- Industrial Rope Access Trade Association (IRATA)
- TRACE

## Thermal Power PJ Participation

██████████ participated in the construction of the Metka Amandi Power plant in Takoradi. ██████████ was tasked, during the 2-year project, with providing structure steel, cable laying, pipelines including other mechanical works. The company also worked on the Newmont Ahafo Power plant where it oversaw installations, piping and all mechanicals.

The Cen power KIPP Project Tema and the TAQA Power plant Takoradi, are similar projects to Metka Amandi Power plant that ██████████ also worked on.

## Place of vendor's shop/factory

██████████ is in 9 countries in Africa: Ghana, South Africa, Sierra Leone, DRC, Mali, Liberia, Cote d'Ivoire, Burkina Faso and Guinea. ██████████ principal offices are strategically located in Takoradi, Ghana (Head Office) and the Capital Projects Office in Johannesburg, South Africa.

Electricity is supplied by ██████████ however the company has back up electricity supplies in the form of a transformer and 1250 KVA generator. Also functional is a water treatment plant that supplies the workshop.

## Capacity and Potential- Items produced, production capacity throughout the year, and possibility of expansion.

██████████ has constructed a new fabrication workshop for local fabrication, changing the company's previously manual system's output of 80 - 120 tons to approximately 600 - 800 tons per month.

██████████ also has a production yard located at Ewusiejoe, in the Western Region of Ghana that is 65,000m<sup>2</sup>. The yard includes a fabrication workshop of 6,000m<sup>2</sup> with a production output of 600 – 1000+ tons per month. Facilities include;

- A fabrication workshop capable to handle heavy fabrication work up to 90mm THK plates
- A machine workshop equipped with state-of-the-art CNC machines connected with the engineering department
- Material laydown - 16,000m<sup>2</sup>
- A warehouse
- Open fabrication area for large components.

previous primary fabrication yard is also located at the Western Region of Ghana. The yard is 12,312.0m<sup>2</sup> and is fitted with a fabrication workshop with dimensions of 1,425.6m<sup>2</sup> and a production output of 80 – 120 tons per month. Facilities include.

- A fabrication workshop
- A blasting and painting booth
- Material laydown
- A warehouse
- An open fabrication area.

A Shot Blasting & Painting Facility exists within their new ultra-modern fabrication yard. It includes a 16x9x9m blasting room with grit

recovery and a dust filtering system. Also available is a 16x9x9m painting room fitted with a temperature and humidity control system.

## Rope Access Facility

As part of the Industrial Rope Access Trade Association (IRATA), conducts all rope access works in compliance with the Association, which allows the company to provide its clients with inspection, repair, maintenance, and renovation support.

## Jetty Yard

3,500m<sup>2</sup> jetty yard is capable of handling module assemblies with convenient access to a quayside for loading of modules and oversize equipment loading for subsea and offshore structures.



## Crane Yard

also has a Crane Yard located on the Axim Road in Takoradi. The yard is 9,500m<sup>2</sup> in size and houses 23 cranes.

crane yard has easy road access to Takoradi Commercial Airport, Takoradi Ports and Harbours, and Sekondi Naval Base. In 2022, projects included:

- Installation of PFC Sub-Station - Ghana for Newmont Ahafo Mine,
- Installation of Sea Fastening Frames for a Vessel for the ROV Subsea Campaign in Ghana (for Intesoll Sapura)
- Flare tip Repairs (Rope Access) for
- demobilisation of BE804 Vessel for

## Main products (fabrication aspect including assembling, welding, forging, casting)

offers the various services with regards to the power industry including:

- Construction process modules
- Heavy steel fabrication for turbine building, boiler structures & fuel storage facility
- Pipe rack modules
- Transmission towers
- E-houses / substations
- Solar Energy farms and industrial rooftop plant installations.

has worked in assembling, welding and fabrication for many years. has ABS, AWS and ASME certified welders. The company's new fabrication work is going through the following certifications.

- ASME R & S stamp for boilers manufacturing and repairs
- National board registration for repairs of pressure vessel and Heat exchanger
- AISC membership as structural steel manufactural.

## Foreign investment or affiliations to foreign companies

has formed a joint venture with , an Italian Engineering, Procurement and Construction Management company in Ghana called .

has no affiliation to companies in China or Russia or connection to the government in either country.

## Interest about Nuclear power plant PJ

showed a strong interest in starting a new business to supply components for a nuclear power plant.

## Financial Information

generates between USD1M to USD60M per Annum. The company has a revenue projection of USD100m for 2023.

The company declined to share any other financial information.

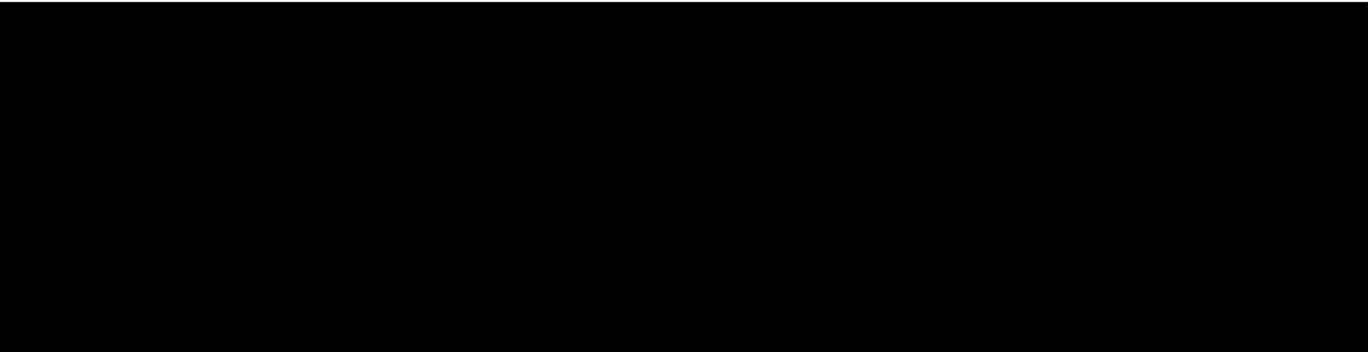


[REDACTED]

[REDACTED] is an engineering company specialising in a wide range of services and manufacturing of stud bolts & nuts, and specialised fasteners for a varied range of customer applications including Oil & Gas, Power generation, Construction, Mining, Marine Engineering and Food Processing. The company is the first of its kind in terms of production of bolting and other fasteners needed for industry in Africa.

[REDACTED] specialises in manufacturing and exporting high integrity stud bolts & nuts, and structural bolts to International and Project Specifications in all materials. The company's ISO accredited wider product manufacturing range includes Spectacle Blinds, Spade- Spacers and Flanges in collaboration with its UK partners [REDACTED]. [REDACTED] is the leading distributor of pipe, tube, pipe fittings and miscellaneous piping items. The company emphasises its manufacturing to the above industry and provides speedy delivery of fasteners at the shortest delivery periods.

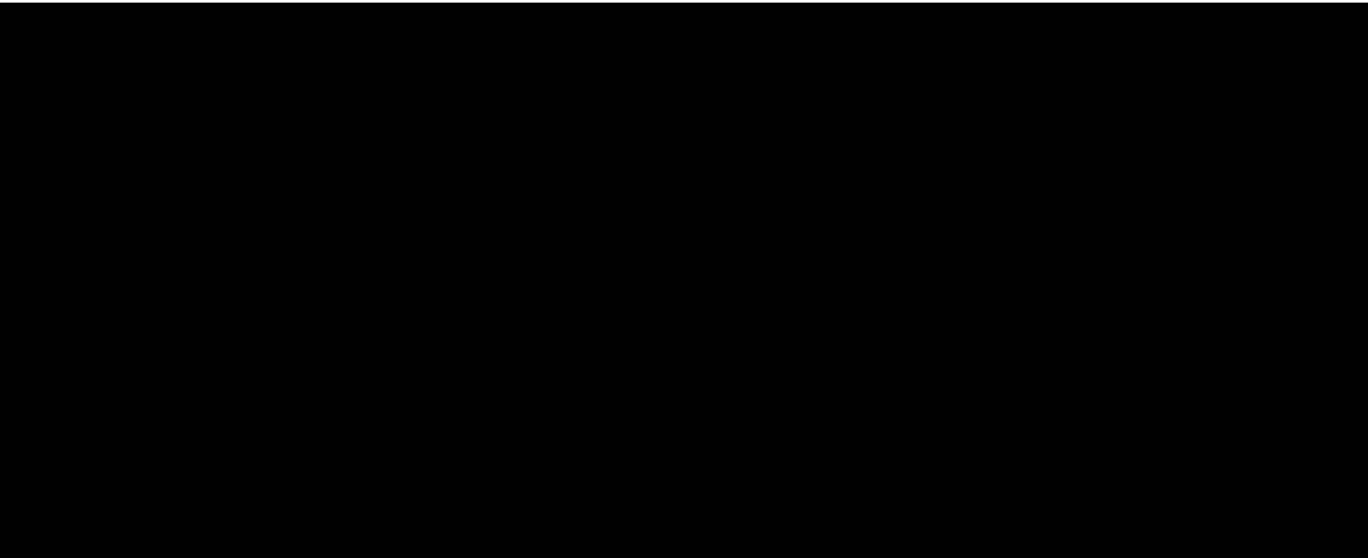
The company provides turnkey solutions to their customers for their requirement of fasteners which are used in many projects.



Test Bay

Machine Shop

Coating



Training centre in Takoradi

[REDACTED]

## Certifications

[REDACTED] is certified in the following international standards:

- ISO 9901:2015,
- ISO 14001:2015,
- ISO 45001:2018,

## Thermal Power PJ Participation

The company is yet to work on thermal power PJ participation, but has a partnership agreement with [REDACTED].

## Place of vendor's shop/factory

The company has its headquarters and a training centre in Accra, Ghana. There are three other main facilities in Takoradi; a training centre, an area dedicated to a machine shop and workshop and the third for logistics and catering.

[REDACTED] is supplied power from the Electricity Company of Ghana (ECG) but also has two standby generators with capacities of 250 KVA and 125 KVA. The company have boreholes in all their facilities for constant supply of water. [REDACTED] currently operates in Ghana, Ivory Coast and Senegal, with plans to expand to other countries

## Capacity and Potential- Items produced, production capacity throughout the year, and possibility of expansion.

The company provides the following services to the various industries, majorly in oil and gas, mining and telecommunications.

- Technical assistance support, meet and greet
- Fleet management
- Catering and facility management
- Freight forwarding, logistics and procurement
- Asset support and integrity services
- Training assessment and competency development

[REDACTED] currently operates in Ghana, Ivory Coast and Senegal. The company has plans of expanding into other countries.



## Main products (including fabrication aspect, assembling, welding, forging, casting)

- Asset support and integrity services
- Stud bolts & Nuts local production • Including PTFE Coated stud bolts/nut, Double ended studs, Bolts, Threaded bars, Specials as per customer specifications and drawings, Spectacle Blinds, Spade-Spacers, Flanges, Pipes, Tubes, Pipe fittings, fabricated Spools, Gaskets (metallic and non-metallic), Flange Isolation Kits, Expansion joints, Butterfly Valves, compression packing.
  - ❖ **Bolt Sizes:** 1/2" to 2-1/2"  
**Material:** Alloyed Steels (High Carbon Steel and Stainless Steel).  
**Data of Endurance:** These are produced to ASTM Standards. (e.g., ASTM A193, A194, A320 etc.) Anti corrosion resistance coating done to NACE standards.
  - ❖ Valves and relief valves: • Supply, Inspection, Maintenance / overhaul, certifications services in our facilities and on client-site
  - ❖ Hoses: Industrial & Hydraulic Hoses • Chemical Hoses – Bulk Hoses – Hydraulic Hoses – Metallic Hoses – Drilling & Cementing Hoses – BOP Hoses. • Including Utility Hoses, plus End connections & fittings. • Supply, Inspection, maintenance, certifications services in our facilities or on client sites.



## Foreign investment or affiliations to any foreign companies

 is affiliated to some companies in Africa, UK and France. However, the company has no known connections to any companies in China or Russia or the government in either country.

## Interest in Nuclear power plant PJ

 showed a strong interest in starting a new business to supply components for a nuclear power plant

## Financial information

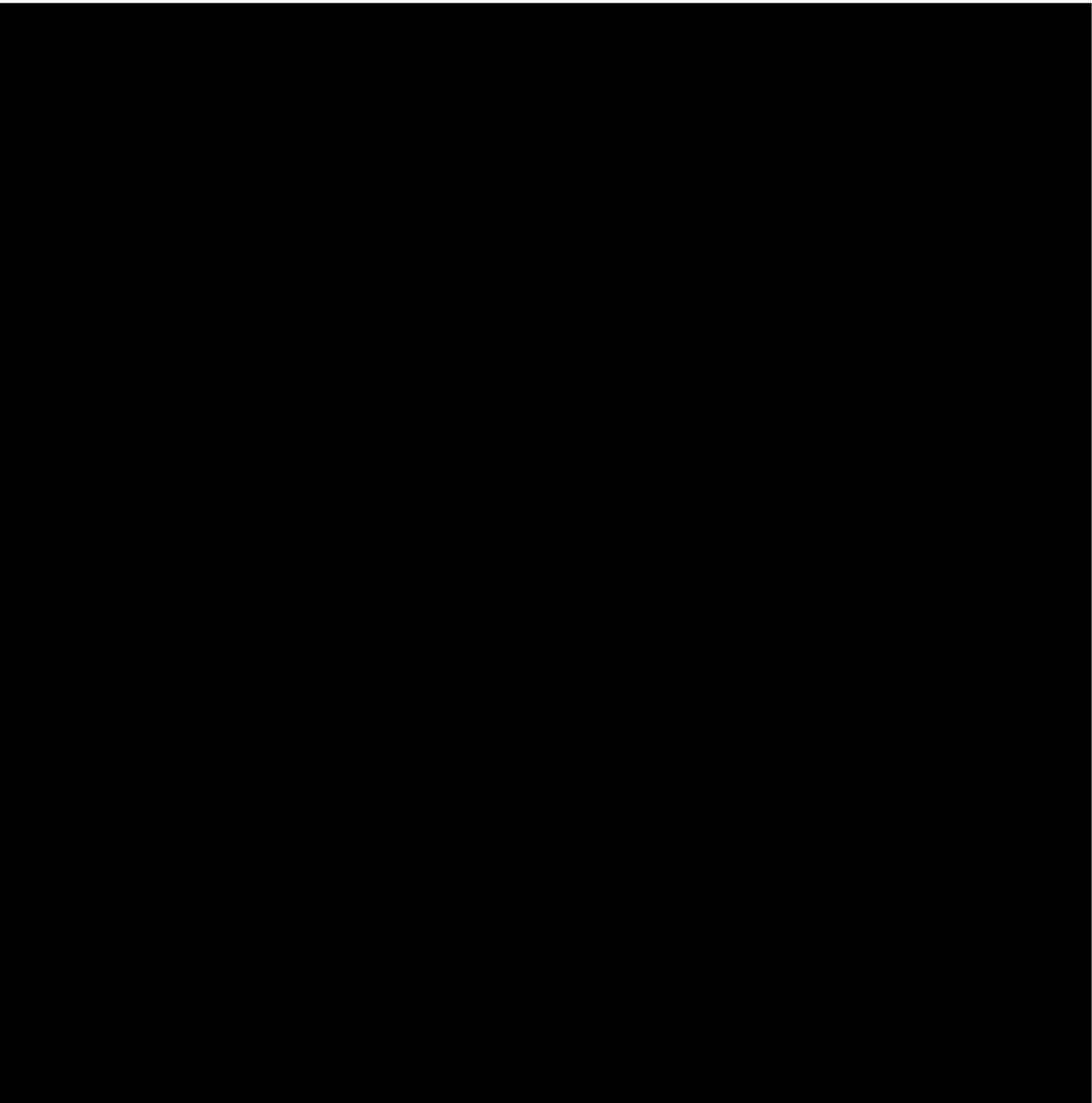
The company declined to share any financial information.





Headquartered at Tema, Ghana, [REDACTED] is one of the largest iron and steel company trading in West Africa. Founded in 2002, [REDACTED] has a conglomerate of business operations spread across different countries in West Africa.

Today, [REDACTED] is a market leader in iron rods, various steel products, PEB structures and chemicals. The company directly and indirectly employs over ten thousand people.





## Certifications

██████████ has the following certifications:

- ISO 9001: 2015

## Thermal Power PJ Participation

██████████ participated in the construction of the Bui Dam, on the borders of the Northern and Brong-Ahafo Region of Ghana. ██████████ was tasked with providing structure steel for the construction.

## Place of vendor's shop/factory

██████████ has a manufacturing plant spread over 13000 sqm located at Prampram in Ghana. The plant has a capacity of producing 2500 MT per month. It has all modern machinery to cater to any type of steel structures and customised fabrications. Design, Production, Erection & Construction Services available under one roof makes them a turnkey infrastructure provider.

## Capacity & Potential

██████████ has a production capacity of between 30,000 - 60,000 tonnes per year.

Notable projects include: the DPSI Hostel, the Melcom Mall in Accra, several logistic warehouses as well as food processing plants. As the biggest steel manufacturing company in West Africa and the third biggest in Africa, ██████████ has projects in Senegal, Ivory Coast, Togo and Mali, among others.

## Main products

██████████ offers various services with regards to their services and products. Their primary products are Pre-Engineered Buildings (PEB) which are accompanied by several other specialised services.

Some of the steel products they produce are;

- Weigh Bridges
- Storage Racks
- Electric Overhead
- Travelling (Eot) Cranes
- Multi-Storey Steel Buildings
- Standing Seam Roof
- Sandwich Panels
- Deck Sheets
- Mainframe Structures
- Tankers And Trailers

██████████ offers customised fabrications to its customers. This includes Solar System Supply and Installation.

██████████

██████████ also carries out civil works where the company undertakes turnkey civil contracts. These services include;

- Land Survey
- Site cleaning
- Excavation
- Filling and compaction
- Earth work
- Form work
- Concrete production
- Blocks
- Flooring
- Finishing work
- MEP (Mechanical, Electrical & Plumbing)

The company employs highly experienced structural designers to prepare the most optimised design of PEB structures. The company has an expert team of draughtsmen and senior checkers that ensure error free drawings.

██████████ has worked in assembling, welding and fabrication for many years. ██████████ has ABS, AWS and MBMA certified welders.

## **Foreign investment or affiliation to any foreign companies**

██████████ has no foreign investments.

## **Interest in nuclear power plant PJ**

██████████ showed a strong interest to participate in this project with IHI.

## **Financial information**

The company declined to share any financial information.

[REDACTED]

From its location on eight fully built-up acres of land in [REDACTED] Tema, [REDACTED], incorporated in 1997, has made impressive progress. [REDACTED] has production capacity currently at 8,000 tonnes of Copper and Aluminium per annum. This phenomenal growth has been achieved by manufacturing world class quality conductors and cables for West Africa's Energy, Real Estate, Construction and Mining sectors.

[REDACTED] excellent technical and marketing expertise have seen its market share increase steadily in the highly competitive market. As a result of superior understanding of customers' needs, the



## Certifications

██████████ is ISO9001 2015 certified (Quality Management system) since 2004 to date.

## Thermal Power PJ Participation

██████████ has supplied cables for thermal plants, i.e., VRA and other power generation companies such as SEN Power, and Karpowership. The last project with Karpowership was in 2018/2019. ██████████ role was to supply the required electrical cables for the projects.

## Place of vendor's shop/factory

The company is located at Tema ██████████ with approximately 10,000 tonnes production capacity per annum. The company manufactures all cables from scratch with raw materials (aluminium, copper and PVC compounds) for all kinds of industries. ██████████ has diverse machinery available for production.

The company has a constant water supply from Ghana Water Company. No wells or boreholes are available. There is a constant electricity supply from Electricity Company of Ghana however, there are two standby generator plants in case of power failure. Internet connectivity is supplied by two companies: Vodafone and AirtelTigo. The company practices standard health and safety procedures but are yet to be certified

## Capacity & Potential

The company currently does not manufacture or fabricate transformers and power turbines and is unsure about future considerations.

The company manufactures a variety of cables. ██████████ has a production capacity of 10,000 tons per annum. In terms of expansion, the company will be partnering with a different company to produce ACCC cables which is their newest addition. ██████████ also has plans of producing low voltage cables. .



The following are the varieties of cables produced by the company.

## Power Cables

Power Cables are an assembly of one or more cores having a common sheath for transmitting power. They are for fixed power supply to buildings and electrical equipment.

Power cables can be buried directly in ground, installed in trays or in air depending on construction and where it is installed. They are also available with both aluminium and copper conductors based on application or customer preference.

The company is fully equipped to produce excellent low voltage power cables in accordance with all international and local standards.

## Overhead Line Conductors

These are used in power transmission and distribution networks at high, medium, and low voltages. The conductors are classified based on type, material, and as either bare or insulated. Manufactured per national standards, international standards, and customer specifications, installation is characterized by stringing to towers or poles.

AAC (All Aluminium Conductors), AAAC (All Aluminium Alloy Conductors), ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced), COHL (Copper Overhead Line Conductor), and Low Voltage ABC (Aerial Bundled Conductor) are some of the products that fall within this range.

## Control Cables

Control cables have several cores for controlling automated processes. These cables can either be screened or unscreened. Screened cables are installed in environments where there is tendency for interference. The screen component of the cable is a metal tape applied helically with overlaps. The choice of insulation material is made considering the conditions of installation.

manufacture Control Cables for industrial application, conforming to IEC 60502-1 or other customer specifications.

## Sheathed and Non-sheathed Cables

Sheathed and Non-sheathed cables rated, 300/500V and 450/750V are insulated and/or sheathed cables for a variety of applications from fixed wiring for power supply to sockets, switches, and lighting fittings of domestic and commercial buildings to flexible installation.

In fixed wiring applications, the cables are installed in conduit in walls or on surfaces. Non-sheathed cables are utilized in the internal wiring of distribution boards and switchboards.

The flexible cables are for connections to moveable equipment. Sheathed cables are either single or multicore cables. Our sheathed and non-sheathed products are BASEC approved, CE marked and manufactured in accordance with BS EN 50525-2-31, EN 50525-2-11, IEC 60227-3, IEC 60227-4, IEC 60227-5, BS 6004, and other customer specification.

## Communication cables

range of communication cables can be trusted to convey and maintain the integrity of every intended message. Communication systems that incorporate our cables are assured of reliable transmission of message signals from one end of an established connection to the other.

manufacture Drop Wires, Internal PVC Wires, Jumper Wires, and other custom-made communication cables.

## Solar Cables

For Photovoltaic (PV) systems to function at optimum levels, the choice of excellent cables cannot be overruled. The company is strategically positioned to support the growing demand for photovoltaic (solar) cables, as it capitalises on renewable energy.

manufacture Solar Cables at 1.5/1. 5kVd.c or 1.0/1. 0kVa.c rated voltages in accordance with EN 50618 and IEC 62930.

## Binding Wires

The company offers binding wires on the market for various applications. Aluminium or Copper binding wire solution is best fitted for purpose.

## PVC Insulating & Sheathing Compounds

is the leading manufacturer of granulated, plasticised PVC compounds for insulating and sheathing purposes in the cable industry in West Africa.

The company's compounds possess properties that make them suitable for both 70- degrees insulating and 90-degrees sheathing applications and are manufactured in conformance with EN 50363-3, EN 50363-4-1 and IEC 60502-1 and custom specification.

They are available in different types and colours.

## Risks, foreign investments or affiliations to foreign companies

The company is fully Ghanaian owned and has no foreign affiliations.

## Interest in nuclear power plant PJ

is open to venturing into a new business if it complements the current business and falls in line with what they do. The company will be ready to have conversations about any new investments to know what will be required of them.

## Financial information

The company declined to share any financial information.



# Vendor Survey

[REDACTED]

[REDACTED] is a well renowned oil & gas company based in Ghana, formed under a franchise from the Company's UK operations in October 2007.

[REDACTED], Managing Director of the company, set up the Ghanaian operations with just four employees. In just over ten years, it has grown to now comprise of more than two employees in Ghana and has grown out into fourteen countries across the globe.

As a limited liability company with an internal ultimate authority, its Board of Directors, [REDACTED] is 100 percent Ghanaian owned. [REDACTED] is widely known as the number one service provider in manpower supply and management, welding and fabrication, tank and vessel cleaning, equipment rental, scaffolding, procurement and logistics, as well as bunkering services.

## Certifications

██████████ has the following certifications:

- ISO 9001: 2015
- ISO 14001: 2015
- ISO 45001: 2018
- TRACE

## Thermal Power PJ Participation

██████████ participated in the construction of the Metka Amandi Power plant in Takoradi. ██████████ was tasked when they were doing T2/T3 of the Aboadze Thermal plants with fabrication and scaffolding work.

## Place of vendor's shop/factory

██████████ has a 2400 square metre fabrication workshop in Takoradi. It is a covered space where blasting and coating are done. Also functional is a stable water supply derived from a connection to the national water supply line, the presence of a borehole, and a solar panel transformer, as well as two generators on site, in case of interrupted power supply from the National Grid.

## Capacity & Potential

██████████ is well known for fabrication and scaffolding work. ██████████ participated in the construction of the Jubilee field as well as on the Sankofa Oil and Gas Project, the first oil from Ghana's OCTP development. Also notable, is the company's work with MODEC on the Floating Production Storage and Offloading (FPSO) unit. Seaweld is currently considering building a new facility to build Wind Turbines in the future, with a specific focus on harnessing wind energy offshore.

██████████ has worked in assembling, welding and fabrication work for many years. ██████████ welders are certified under the ASME (American society of mechanical engineers) & AWS Code and are qualified to weld under DNV-GL standards.



## **Main products (including fabrication aspect, assembling welding, forging and casting)**

██████████ offers the various services:

- Welding & Fabrication
- Procurement & Logistics
- Scaffolding
- Coating Services
- Tank Cleaning
- Onshore/Offshore Labour
- Vessel Repair & Maintenance

## **Risks, foreign investments or affiliations to foreign companies**

██████████ has partnerships with Rena Technology, specialists in wet processing equipment. The company provides sustainable and cost-effective environmental solutions within wastewater treatment and drilling waste management. ██████████ also partnered with Dolphin Drilling, whose mission is to deliver hyper-connected drilling services to the harsh environment and mid-water market, bringing a new level of real-time information, cost efficiency and low-carbon operation. Hampiöjan is another partner supplying advanced ropes and ultra-high-performance ropes. NIRAS is also a partner with expertise in induction bending. ██████████ also has a partnership with Regional Maritime University (RMU) Oil and Gas Training Centre to provide competency and certification-based courses in the Oil and Gas Industry. Trelleborg is a world leader in engineered polymer solutions that seal, damp and protect critical applications in demanding environments, which has also partnered with ██████████.

The company has no known affiliation to China or Russia, or connections to the government in either country.

## **Interest in Nuclear power plant PJ**

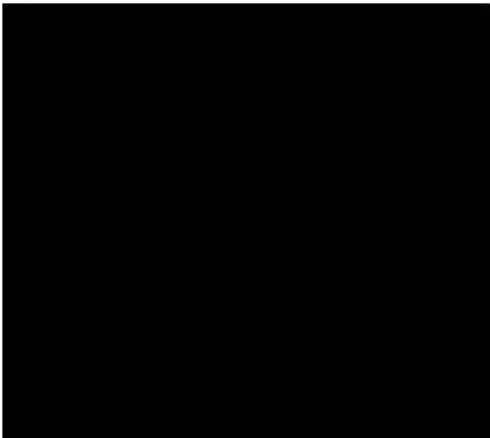
██████████ showed a strong interest in supplying equipment or components for a nuclear power plant.

## **Financial Information**

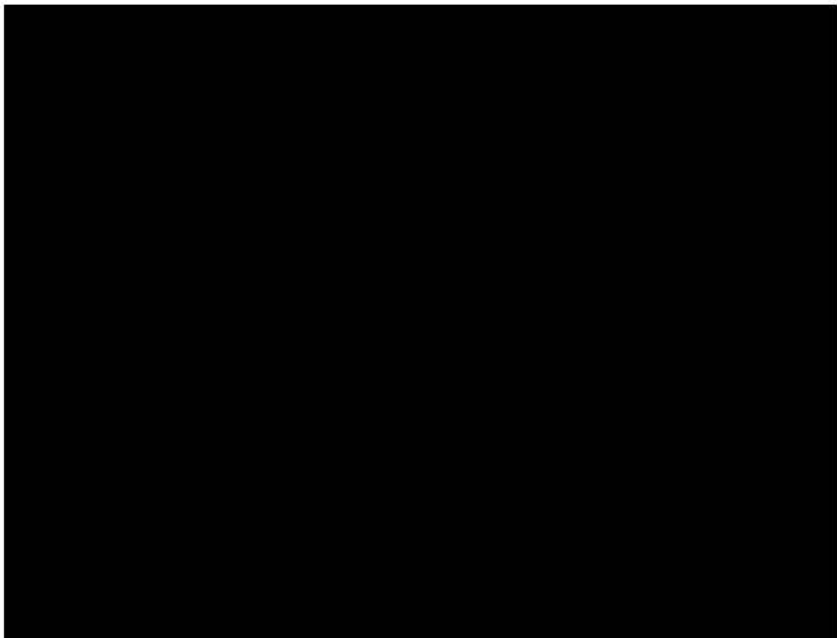
The company declined to share any financial information.



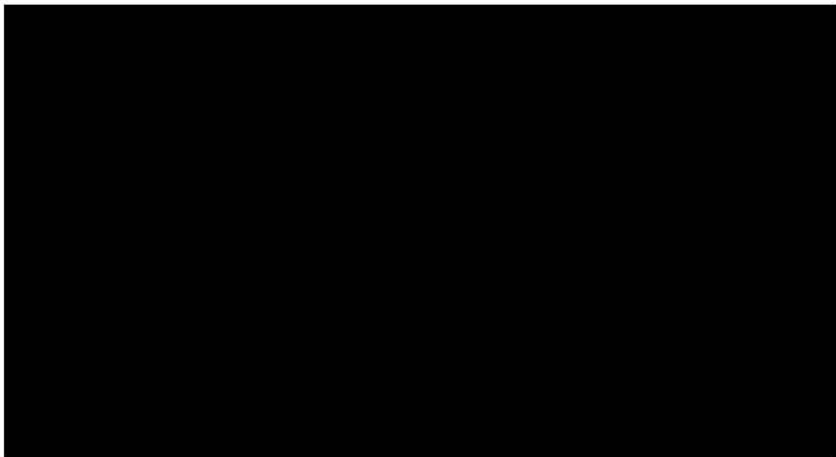
[REDACTED] is the premier Oil and Gas Industry Environmental Services and Waste Management Company operating the Takoradi Port Reception Facility in conformity to IMO MARPOL 73/78 Treaty. [REDACTED] employs industrial best practices and technological means in its tank cleaning operations and managing both hazardous and non-hazardous wastes generated in the maritime, oilfields, mining, construction, health institutions and manufacturing industries in Ghana as well as other countries in the Gulf of Guinea through Transboundary Waste Management. Other services and solutions that [REDACTED] provides includes; Vessel, Rigs and Onshore storage tank cleaning, Oil Spill Response, Bioremediation, Transfer of production chemicals to Floating Production Storage and Offloading (FPSO) vessels, NORMS Storage and Management and Environmental consultancy. [REDACTED] is an EPA (Environmental Protection Agency) approved facility.



Maritime waste management and port reception facilities



Tank cleaning services



Oil spill response

## Certifications

██████████ is certified in the following international standards:

- ISO 9001: 2015
- ISO 14001: 2015

## Place of vendor's shop/factory

██████████ has an Integrated Oil Field Waste Management Facility located at ██████████ in the Western region of Ghana. The company has over US\$15million worth of equipment for its operations

## Capacity & Potential

The company produces usable effluent and recyclable materials.

### Hazardous Waste Incinerator (1000kg/hr)

A rotary kiln incinerator capable of thermally decomposing hazardous and non-hazardous wastes. Equipped with modern gas cleaning technology, dry scrubbing and wet scrubbing. The fly ash and hot air are cleaned before they are introduced into the atmosphere as well as a fully functional gas analyser to monitor and record emissions of harmful substances before their atmospheric discharge. The Incinerator also has a self-automated bottom ash evacuation system, which when the wastes are incinerated, is deposited in appropriate receptacles for disposal.

### Hazardous Waste Incinerator (180kg/hr):

A double chamber incinerator capable of incinerating all waste types. Equipped with liquid injection technology, the incinerator is also capable of incinerating hazardous liquid wastes. The incinerator also has a gas analyser to check and monitor harmful gas emissions evolved in the process of incineration.

Mobile Treatment Plants: Mobile Process Trailer, Mobile oil Separator, Tank Cleaning System, Instantaneous Water Heater, Nitrogen Generator Plant, Mixing Tank (Reactor)



## Area of Operation and Services

- Oilfield Chemical Supply
- Fluorescent Bulb Crushing
- Oily Wastewater Treatment
- Bioremediation / Land Farming
- NORMS Storage and Management
- Transboundary Waste Management
- Waste collection & Transportation
- High Speed Centrifuge Solids Control
- Management of Drill Cuttings and Sludge
- Hazardous Waste Incineration (Incl. E-Waste)
- Shoreline Oil Spill Clean and Response Services
- Port Reception Facility (PRF) in conformity with MARPOL 73/78
- Supply/Commercial Vessels, Rigs, FPSO's and Tank Farms FPSO Tank Cleaning Services
- Equipment Rental: Air/BA Compressors, Hydraulic and pneumatic Pumps, Hydraulic Power Units, High Pressure Washers

## Risks, foreign investments or affiliations to foreign companies

The company is wholly Ghanaian owned with no connection to China or Russia

## Interest in Nuclear power plant PJ

is interested into venturing into a new business.

## Financial Information

The company declined to share any financial information.





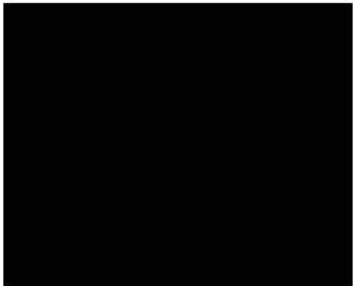
[REDACTED] is an aluminium continuous casting and cold rolling mill located at the port City of Tema, Ghana. The company was incorporated as a private company limited by shares on the 24th day of February 1978, and granted a certificate to commence business on the 22nd March 1978.

At incorporation all the shares were owned 100% by the [REDACTED] (which became the Minerals Commission). Subsequently its shareholder base was expanded by private placing to include individuals, institutions, tertiary aluminium processing companies and banks.

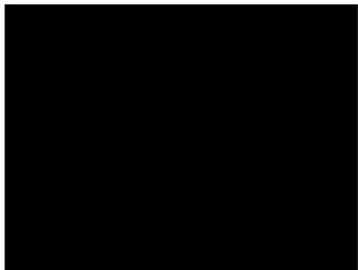
The factory was built between 1982 and 1985 and was officially commissioned for production on 21st September 1985 with an installed capacity of 10,000 metric tons of various aluminium products at 70% utilisation. The plant capacity was expanded to 20,000 metric tons per annum in 1992 and to 30,000 metric tons in 2002 and operated with a workforce of about 440. Currently; the labour strength is about 260.

[REDACTED] was converted to a public limited liability company at its 9th Annual General Meeting of Shareholders held on 28th May 1996.

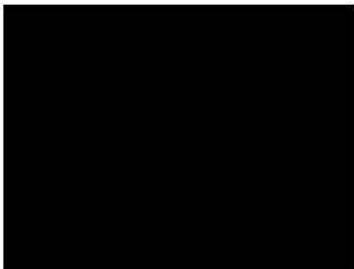
After an Initial Public Offer (IPO) in October 1996 at the price of GH¢0.135 per share, the company was Listed on the Ghana Stock Exchange on November 29, 1996. Further bonus shares were offered in 2002. In 2009, authorised shares were increased by shareholders to 1,000,000,000 shares. Following two rights issues in 2009 and 2013, Issued shares currently amount to 236,687,001 shares as at 31st December 2018. The principal shareholders of the company are [REDACTED] (62.62%), and [REDACTED] (20.88%).



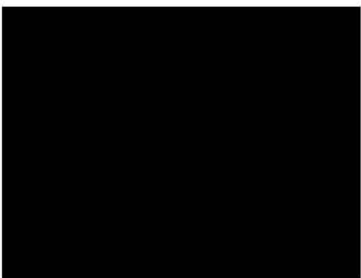
Corrugated color roofing sheets



Well-equipped factory



Aluminium discs



Aluminium strips

## Certifications

- [REDACTED] is ISO 9001 certified

## Thermal Power PJ Participation

The company has not worked in thermal power PJ

## Place of vendor's shop/factory

Factory/plan (as at 2002 which can produce 30,000 metric tons of aluminium products ) There is additional land space which can be used for expansion.

## Main products

- Aluminium discs,
- Aluminium coil strips,
- Aluminium roof caps,
- Aluminium flat sheets,
- Corrugated colour roofing sheets

## Risks, foreign investments or affiliations to foreign companies

[REDACTED] is second largest shareholder of [REDACTED] with 21.8% as at 31 Dec 2020

## Interest in Nuclear power plant PJ

[REDACTED] is not interested into venturing into a new business to supply components to a nuclear power plant. The company does not intend to start welding or fabricating large scale structures and has no interest in transformer or electrical devise fabrication.

## Financial information

See financial statements provided

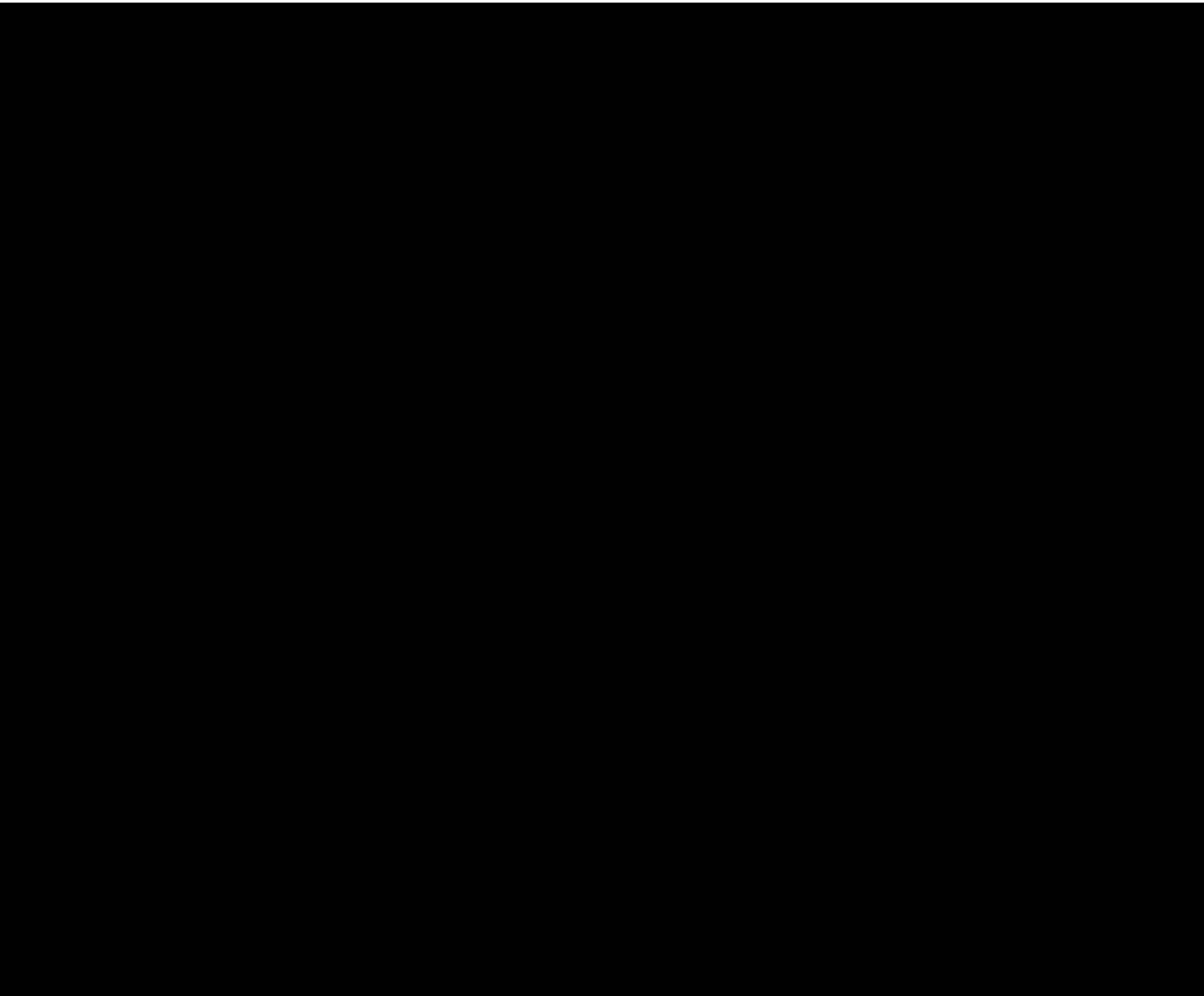


**Company overview**

[REDACTED] has for many years been the main supplier of high-quality, unplasticised Polyvinyl Chloride (uPVC) and HDPE pipes and fittings for Ghana's water and electrical engineering markets. Equipped with ultra-modern machinery, [REDACTED] uses the latest technology to produce pipes that meet the exact international standards.

All pipes are rigorously tested in the company's laboratory and certified by the Ghana standards Board and meet rigid British and Metric Standards.

[REDACTED] puts a lot of emphasis on manpower training as a means of finding quick solutions to our clients' problems. Expert engineers and technical advisors are always available to offer technical advice to clients on the correct use of [REDACTED] uPVC and HDPE pipes and fittings..



## Certifications

has the following certifications:

- ISO 9001:2008

## Thermal Power PJ Participation

The company has not worked in thermal power

## Place of vendor's shop/factory

The company's factory/warehouse is located over three plots in Accra's North Industrial Area. The company is supplied water by Ghana water with back up water supply in the form of the borehole. The company also has generators as backup power supply

## Main products

- offers a range of plastic products including:
- Water tanks
- 2/3/4- way junction boxes
- Borehole pipes
- Fabricated HDPE Elbow
- Fabricated HDPE Hope Cross
- Fabricated HDPE Tee
- Pressure pipes

The junction boxes have not yet been tested to apply for power plant devices.

## Risks, foreign investments or affiliations to foreign companies

The company has no known connections to China or Russia

## Interest in Nuclear power plant PJ

would be interested in venturing into a new business to supply components for a nuclear power plant.

## Financial information

The company declined to share any financial information.



[REDACTED]

[REDACTED] is a wholly owned Ghanaian Engineering Services Company that is active in the development and maintenance of energy sector infrastructure in Ghana and the West Africa sub region.

[REDACTED] employs 102 permanent staff with 350 contract and temporary staff with a core mandate to become a leading local company in the energy and utilities sector in Ghana and West Africa.

The parent company of [REDACTED] and its associate companies have been operating in Ghana and West Africa since 1984 and have provided leadership in the successful execution and management of various energy infrastructure projects in power generation, transmission and distribution.

[REDACTED] is a wholly Ghanaian owned company providing engineering services in the power generation as well as gas infrastructure industries..

[REDACTED]

Vridi Power Plant, Cote D'Ivoire

[REDACTED]

[REDACTED]

## Thermal Power PJ Participation

█ has worked on the following projects:

### Tema Cenit Power Plant Epc For 126 Mw Thermal Power Plant- 2011

EPC Contractor for the Tema CENIT Thermal Power Plant (TCTPP) which was tested and commissioned in 2012.

### Tema Thermal 1 Power Plant Epc For 126 Mw Thermal Power Plant- 2007

EPC for the 126MW Tema Thermal 1 Power Plant (TT1PP) as a full package turnkey project. This was the first gas turbine power plant constructed by a wholly owned Ghanaian company. The plant consisted of 1 x 126MW GE MS9001E gas turbine generator and various Balance of Plant delivering electricity to the national grid. The client was the Volta River Authority.

### Hydro-electric plant retrofit- 1995

Management of the Development and testing of hydro turbine runners for the 6 × 165 MW hydro turbines retrofit project. The client was the Volta River Authority.

### Vridi Power Plant, Cote D'Ivoire- 1998

Turnkey conversion of 4 × 25 MW GE F5 turbines from heavy oil to gas at the Vridi Power Plant – L'EECI, Cote d'Ivoire.

## Main products/services

█ offers the following services:

- Technical advisory for power plants.
- Operations and maintenance services.
- Outages and inspections.
- Technical direction of power plant installations.
- Natural gas infrastructure installation.

## Risks, foreign investments or affiliations to foreign companies

The company is wholly Ghanaian owned with no connection to China or Russia.

## Interest in Nuclear power plant PJ

█ is interested in venturing into a new business to supply components to a nuclear power plant.

## Financial information

The company declined to share any financial information.

[REDACTED]

[REDACTED] is actively engaged in the metal recycling and steel production for residential and commercial sectors primarily in Africa. [REDACTED] exists as an alternative to past modes of steel production; instead, the company hopes to lead the way in sustainable steel recycling and manufacturing in West Africa while also ensuring quality steel bars. Together, [REDACTED] hopes to give the community the tools to build a bright and green future, whether it be through the steel the company manufactures or the help the company provides to surrounding communities.

In 2012, [REDACTED] set up its first production unit in Tema, Ghana to produce and distribute steel products to Ghana and West Africa. The plan began with a vision of growth and development for Ghanaians as they become more directly involved in the steel business.

[REDACTED]

## Certifications

[REDACTED] has the following certifications:

- ISO 9001

## Place of vendor's shop/factory

[REDACTED] has a manufacturing plant in Tema. The plant is equipped with boreholes and generators for back up power supply.

## Capacity & Potential

Currently, the company's Tema greenfield manufacturing plant operates at 80,000MT of steel per annum. In 2019 the company collaborated with the IFC and embarked on building the biggest steel recycling plant in Kumasi, Ghana and one of the biggest in West Africa. The factory output can reach 300,000 metric tons per year.

## Main products

- C-channels
- Angle Bars
- Mild steel reinforced bars
- High tensile reinforced steel

## Risks, foreign investments or affiliations to foreign companies

The company has no connection to China or Russia.

## Interest in Nuclear power plant PJ

[REDACTED] is interested in venturing into a new business to supply component to a nuclear power plant.

## Financial information

The company declined to share any financial information.



# Conclusion



# Conclusion

While there are technically companies that could potentially provide certain components for SMR deployment in Ghana, the technical expertise which is the determining factor to success, lies outside of the country. Localisation will require a strategy that could span in excess of five years to ensure that deployment is carried out safely, effectively, and more importantly, legally.

Stakeholder involvement, planning and fuel cycle options are all areas that require deep focus during implementation. If local content is to be considered, a series of training and capacity building workshops will be required for full understanding from a Ghanaian context.

It is also important for Japanese and American companies to understand the Ghanaian business environment and the cultural nuances that often come into play when conducting business.

When selecting local vendors for partnership the following needs to be considered.

- Location of the vendor(s) to major urban cities.
- Registration and documentation such as tax clearance certificates of the vendor(s)
- Existing relationships with other companies in the industry
- The number of regional representatives and regions covered.
- Years of experience in business.
- It is important to visit the offices of prospective vendor(s) to ensure they have the structures and facilities, they have promised.

Nuclear power is expected to play a crucial role in the sustainable development of the country. Therefore, the future deployment of nuclear power requires comprehensive planning and the development of an appropriate implementation strategy to put Ghana on the map as a sub-regional energy hub by 2030.

# References





# References

- Doing Business in Ghana- The World Bank (2020)
- PwC Ghana Tax Facts & Figures
- The Ghana Report 2021
- Oxford Business Group- 2021
- ESI Africa- Industry Sectors
- PwC Africa Power & Utilities Survey 2018 &2019
- Nuclear Power for Future Electricity Generation in Ghana: Issues & Challenges- B.J.B Nyarko, E.H.K Akaho, I. Ennison
- [www.africapowerplatform.org](http://www.africapowerplatform.org)
- [www.statista.com](http://www.statista.com)
- Ghana Railway Company Limited - <https://grcl.gov.gh/services.php>
- Corporate Income Tax, Ghana Revenue Authority- <https://gra.gov.gh/domestic-tax/tax-types/corporate-income-tax/>
- Free Zones, Ghana Revenue Authority - <https://gra.gov.gh/customs/free-zones/>
- <https://www.iqair.com/ghana/greater-accra/accra>
- <https://www.iqair.com/ghana/greater-accra/tema>
- <https://www.iqair.com/ghana/ashanti/kumasi>





# Thank you.



© 2023 PricewaterhouseCoopers (Ghana) LTD. All rights reserved. Not for further distribution without the permission of PwC. "PwC" refers to the network of member firms of PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL), or, as the context requires, individual member firms of the PwC network. Each member firm is a separate legal entity and does not act as agent of PwCIL or any other member firm. PwCIL does not provide any services to clients. PwCIL is not responsible or liable for the acts or omissions of any of its member firms nor can it control the exercise of their professional judgment or bind them in any way. No member firm is responsible or liable for the acts or omissions of any other member firm nor can it control the exercise of another member firm's professional judgment or bind another member firm or PwCIL in any way.