

令和 3 年度質の高いインフラの海外展開に向けた
事業実施可能性調査事業委託費

タイ王国カーボンニュートラル政策の推進と連動した
Map Ta Phut 新スマート工業団地における水素等
クリーンエネルギーを活用したインフラ開発調査事業
調査報告書
(公表版)

2022 年 3 月

経済産業省

委託先:アーサー・ディ・リトル・ジャパン株式会社

目次

1. 本事業の背景・目的.....	10
1.1. 背景	10
1.2. 目的	12
2. 本事業の調査概要.....	13
2.1. 調査項目・方法	13
2.2. 実施体制	15
2.3. 調査スケジュール	16
3. カーボンニュートラルシフト全体像把握・政府への政策提言可能性検討	17
3.1. タイにおけるエネルギー政策立案プロセスの概要	17
4. Map Ta Phut スマートパーク工業団地におけるクリーンエネルギー技術適用可能性調査.....	21
4.1. Map Ta Phut スマートパーク工業団地の現状把握	21
4.1.1. Map Ta Phut スマートパーク工業団地の概要	21
4.1.2. Map Ta Phut スマートパーク工業団地建設予定地の現状	25
4.2. タイにおける電力供給体制.....	28
4.3. 法令・許認可等	34
4.3.1. 電力事業に関わる規制	34
4.3.2. 外資規制	35
4.4. カーボンニュートラル工業団地実現可能性検討	38
4.4.1. スマートパークのエネルギー供給事業の全体コンセプト案.....	38
4.4.2. クリーンエネルギーの調達方法の概要	39
4.4.3. エネルギー需要の試算 - テナントや IEAT 関連施設	42
4.4.4. エネルギー需要の試算 - モビリティ.....	46
4.4.5. エネルギー供給量の試算	47
4.4.6. スマートパークのエネルギー需給バランスの試算	51

4.5.	経済性の検討.....	54
4.5.1.	想定導入インフラ概要.....	54
4.5.1.	想定されるインフラ導入コスト.....	55
4.5.2.	コストの積み上げによる電力価格の試算	56
4.5.3.	想定される日本企業の裨益.....	59
4.6.	本事業実施時の CO ₂ 排出抑制量の試算.....	59
4.6.1.	CO ₂ 排出量試算前提と考え方.....	59
4.6.2.	エネルギー消費(電力消費)における CO ₂ 排出量、および抑制量の試算前提.....	60
4.6.3.	モビリティにおける CO ₂ 排出量、および抑制量の試算前提	63
4.6.4.	CO ₂ 排出抑制量の試算結果	64
4.7.	IEAT とのコミュニケーション.....	66
4.7.1.	IEAT との定期ミーティング	66
4.7.2.	IEAT 各担当者、および IEAT 外注先建設コンサルティング会社との個別討議.....	68
4.7.3.	IEAT とコンソーシアム間の協力覚書(MOC)締結.....	68
4.8.	受注に向けたスケジュール・体制	70
4.9.	事業化に向けたビジネススキーム案	71

図表目次

図 2-1 実施体制.....	15
図 2-2 本事業の全体スケジュール(当初想定).....	16
図 3-1 エネルギー政策に関するタイ政府組織図.....	17
図 3-2 タイのエネルギー政策に関する主要計画.....	18
図 4-1 Map Ta Phut スマートパーク工業団地の地理的な位置.....	21
図 4-2 Map Ta Phut スマートパークの概要.....	22
図 4-3 Map Ta Phut スマートパークにおける交通コンセプト.....	23
図 4-4 Map Ta Phut スマートパークにおける太陽光パネル設置イメージ.....	23
図 4-5 Map Ta Phut スマートパークの土地利用計画.....	24
図 4-6 IEAT による Map Ta Phut スマートパークのプロジェクトタイムライン.....	25
図 4-7 スマートパーク予定地北側エントランス付近に設置された工事看板.....	26
図 4-8 スマートパーク予定地北側エントランスのメイン道路の現状.....	26
図 4-9 スマートパーク予定地南側区画の現状.....	27
図 4-10 スマートパーク予定地南東付近の貯水池の現状.....	27
図 4-11 スマートパーク予定地南東側エントランス付近に設置された看板.....	28
図 4-12 電力バリューチェーン.....	29
図 4-13 タイの発電キャパシティ内訳.....	30
図 4-14 タイの主要な IPP(Independent Power Producer)の概要.....	31
図 4-15 IPP 事業における入札要件.....	32
図 4-16 タイの電源別発電容量.....	33
図 4-17 タイの電力事業における外資参入規制の概要.....	37
図 4-18	38
図 4-19 太陽光パネルの設置場所案.....	39
図 4-20 衛星写真から確認された太陽光パネルの設置が可能と想定される Map Ta Phut 工業団地における候補地例.....	40
図 4-21 EEC エリアにおけるバイオガス発電の供給元のイメージ.....	41
図 4-22	42
図 4-23	44

図 4-24	44
図 4-25	46
図 4-26	48
図 4-27 エネルギー需給試算の検討シナリオ	52
図 4-28	53
図 4-29	53
図 4-30	53
図 4-31 工業団地の CO ₂ 排出量の抑制効果算出の考え方	59
図 4-32 スマートパークのエネルギー消費(電力消費)の CO ₂ 排出量試算の考え方	61
図 4-33 副生水素の CO ₂ 排出量評価の考え方	62
図 4-34 CO ₂ 排出量の按分方法のオプション	63
図 4-35 モビリティコンセプト案における CO ₂ 排出量削減に向けた施策(イメージ)	64
図 4-36	64
図 4-37	65
図 4-38	65
図 4-39	67
図 4-40 IEAT とコンソーシアムによる協力覚書(MoC)のオンライン署名式の様子	69
図 4-41 タイにおける現地日系メディアによる報道ぶり	69
図 4-42 コンソーシアムの今後の検討スケジュール(暫定版)	70
図 4-43 今後の検討実施体制(暫定版)	71
図 4-44	71
表 4-1 タイの FIT 価格(2021 年時点)	33
表 4-2 タイにおける外資の参入が規制されている業種	35
表 4-3	42
表 4-4	43
表 4-5	43
表 4-6	43
表 4-7	45
表 4-8	47
表 4-9	48

表 4-10 太陽光パネルの設置が可能なスペース提供企業候補	49
表 4-11 バイオガス調達先候補一覧	50
表 4-12	51
表 4-13	51
表 4-14	55
表 4-15	55
表 4-16	55
表 4-17	55
表 4-18	56
表 4-19	56
表 4-20	57
表 4-21	57
表 4-22 タイの工業用電力価格 (2021 年時点)	58
表 4-23	59
表 4-24 IEAT とコンソーシアムによる定期ミーティング実績	66

略語集

略語	正式名称	日本語訳
ADL	Arthur D. Little	アーサー・ディ・リトル
AEDP	Alternative Energy Development Plan	代替エネルギー開発計画
BAU	Business As Usual	成り行き
BCG	Bio, Circular, Green	バイオ、サーキュラー、グリーン
BIG	Bangkok Industrial Gas Co., Ltd.	バンコク・インダストリアル・ガス社
BOI	Board Of Investment	タイ国投資委員会
CCUS	Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage	二酸化炭素回収・有効利用・貯留
CN	Carbon Neutral	二酸化炭素の排出量の実質ゼロ
CP	Charoen Pokphand	チャロンポカパン
DEDE	Department of Alternative Energy Development and Efficiency	代替エネルギー開発・エネルギー保全局
DMF	Department of Mineral Fuels	鉱物燃料局
DOEB	Department of Energy Business	エネルギー事業局
EEC	Eastern Economic Corridor	東部経済回廊
EEDP	Energy Efficiency Development Plan	省エネルギー計画
EES	Electric Energy Storage	蓄電・蓄エネルギー
EGAT	Electricity Generating Authority of Thailand	タイ発電公社
EIA	Environmental impact assessment	環境インパクトアセスメント
EMS	Energy Management System	エネルギーマネジメントシステム
EPC	Engineering, Procurement, Construction	設計、調達、建設
EPPO	Energy Policy and Planning Office	タイ エネルギー省 エネルギー政策企画事務局
ERC	Energy Regulatory Commission office	エネルギー規制局
ERIA	Economic Research Institute for ASEAN and East Asia	東アジア・アセアン経済研究センター
EV	Electric Vehicle	電気自動車
FC	Fuel Cell	燃料電池
FCV	Fuel Cell Vehicle	燃料電池自動車
FIT	Feed-in-tariff	固定価格買取制度
GAS	Natural Gas Supply Plan	ガス計画

GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GULF	Gulf Energy Development Public Company Limited	ガルフ・エネルギー・デベロップメント・パブリック・カンパニー社
IEAT	Industrial Estate Authority of Thailand	タイ工業団地公社
IEEJ	The Institute of Energy Economics, Japan	日本エネルギー経済研究所
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	石油天然ガス・金属鉱物資源機構
MEA	Metropolitan Electricity Authority	タイ首都圏配電公社
MOC	Memorandum of Cooperation	協力覚書
MOEN	Ministry of Energy	エネルギー省
MOU	Memorandum of understanding	了解覚書
NCCC	National Committee on Climate Change Policy	国家気候変動調整委員会
NEDO	The New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEPC	The National Energy Policy Council	国家エネルギー政策評議会
O&M	Operation and Maintenance	運用および保守点検
OIL	Petroleum Management Plan	石油計画
ONEP	Office of Natural Resources and Environmental Policy	環境政策計画局
P2P	Peer-to-Peer	個人・法人から個人・法人へ電力を供給し、その対価を支払う直接取引
PDP	Thailand Power Development Plan	電源開発計画
PEA	Provincial Electricity Authority	地方配電公社
PPA	Power Purchase Agreement	電力売買契約
PTT	PTT Public Company Limited	PTT・パブリック・カンパニー社
PTTGC	PTT Global Chemical	PTT・グローバル・ケミカル社
RATCH	Ratchaburi Electricity Generating Holding Public Company Limited	ラチャブリ・エレクトリシティ・ジェネレーティング・ホールディング
RE	Renewable Energy	再生可能エネルギー
RITE	Research Institute of Innovative Technology for the Earth	地球環境産業技術研究機構
SEA	Southeast Asia	東南アジア

SPP	Small Power Producer	小規模発電事業者
TDEM	Toyota Daihatsu Engineering & Manufacturing Co., Ltd.	トヨタダイハツエンジニアリングアンドマン ニュファクチュアリング
TGO	Thailand Greenhouse Gas Management Organization	タイ温室効果ガス管理機構
THB	Thai Baht	タイバーツ
TIEB	Thailand Integrated Energy Blueprint	タイ統合エネルギー構想
TMT	Toyota Motor Thailand	トヨタモータータイランド社
TVER	Thailand Voluntary Emission Reduction Program	タイ自主削減クレジット制度
VPP	Virtual Power Plant	仮想発電所
VSPP	Very Small Power Producer	零細規模発電事業者
WG	Working Group	ワーキンググループ:小委員会
xEV	x Electrified Vehicle	次世代車
ZEV	Zero Emission Vehicle	排出ガスを出さない車

1. 本事業の背景・目的

1.1. 背景

近年、新たな成長・投資機会である世界規模のグリーン化・脱炭素化は、日本政府としても重要な経済成長の柱と位置付けている。特にタイは、5,700 社以上の日系企業が進出しており(中国、米国に次ぐ 3 位、2020 年現在)、日系企業売上高も米国、中国に次ぐ 3 位(2018 年現在)、海外直接投資残高は 6 位(東南アジアではシンガポールに次ぐ 2 位、2018 年現在)と、日本の経済産業において東南アジアの最重要国の一つと言える。

タイ政府は、新型コロナウイルスの影響等により落ち込んだ経済の復興及び今後の成長に向け、同国が強みを有する農業・バイオテクノロジーの強化に加え、資源を有効活用する循環型経済を取り入れた BCG(Bio, Circular, Green)戦略を表明しており、Green の文脈では、CN 実現に向けて体系的なエネルギー政策と先端技術を駆使したロードマップの策定を進めている。

タイにおけるエネルギーミックスは、6 割以上がガス火力であり(容量ベース。2018 年)、国内ガス田のピークアウトを見越した電源多様化が課題となっていることから再エネへの期待が高い。にもかかわらず、風力の拡大は限定的と見られる中で、太陽光の他ではバイオマスが注目されている一方、水素の活用の議論はほとんどなされていないなど、一定の政策的方向感は見出せるものの、現時点では再エネの領域における具体的な議論は未だ途上にある。

そのような中、タイ政府は同国の CN 実現を念頭に置いた新たなエネルギー基本計画やロードマップの策定に向け、日本政府(経済産業省)との協働に向けた対話が進んでおり、2021 年 2 月にはタイ エネルギー省より経済産業省宛てに協力を要請する書簡が発出されている。日系企業が強みを有する水素等のクリーンエネルギーを活用したインフラ技術の導入に際しては、こうした大とのエネルギー政策における水素等の位置づけを具体的かつ定量的に明らかにした上で、その有効性を訴求していくことが重要である。

また、タイ政府のみならず同国のエネルギー関連主要企業のプロジェクトの具体化を促すためには、日系企業が有する水素等のクリーンエネルギーに関わる質の高いインフラ技術やノウハウについて、産業基盤としてのインフラニーズへの技術適用可能性の検証や事業化の推進の進捗を、具体的に示していく必要がある。上記の観点において、タイ東部3県(ラヨーン、チョンブリ、チャチュンサオ)の経済特区「東部経済回廊(E EC)」に位置する Map Ta Phut 工業団地に隣接する土地において、タイ工業団地公社(IEAT)が先進産業誘致に向けて 2025 年の開業を目指し準備を進めている新工業団地(スマートパーク)が協力のフィールドとして有望視される。

タイ国トヨタ自動車(TMT)を含む日系 4 社と PTT を含むタイ地場系 2 社(のちに 3 社)はコンソーシアムを組成し、スマートパークへのクリーンエネルギーを活用したインフラ開発に係る提案を行っており、前述のタイ・ASEAN における日本政府の CN 協力の経緯を踏まえれば、同コンソーシアムのスマートパークのエネルギーインフラへの参画は、日本の協力案件の象徴事例として政府・民間企業を挙げて取り組むべき案件である。特に水素、バイオマス、太陽光については日系企業の技術活用可能性に加え、Map Ta Phut エリアにおける地の利もあることから、同スマートパークにおける活用可能性が高いものと想定される。以下に水素、バイオマス、太陽光の同スマートパークにおける優位性を記載する。

- 水素

- Map Ta Phut エリアは世界有数の石油化学コンビナート地帯であり、PTT、Dow Chemical、Indorama 等の企業が Map Ta Phut 工業団地に入居しており、副生水素が豊富にある。また、Map Ta Phut 港では石油タンカーが出入りしており、将来的には水素の輸入も見据えることができる地形である。

- バイオマス

- 周辺にキャッサバ、パーム等の広大な農園が依然として残っており、有機物排水や残渣が豊富に存在する。また、隣接するチョンブリ県には地場大手財閥 CP グループ等の養豚／養鶏場が多く存在し、同じく有機物排水(家畜排泄物)からのガス発酵でのエネルギー調達が期待できる。

- 太陽光

- タイは 1 年を通じて日射量が多く、日本の約 1.5 倍以上の平均日射量があると言われており、太陽光発電によるエネルギー調達も期待できる。

1.2. 目的

上記の背景を踏まえ、本調査事業では以下の二点を目的に設定した。

①水素等のクリーンエネルギーのポテンシャルやフィージビリティをエネルギー需給の長期見通しの中で位置づけるため、タイにおける CN シフトの全体像把握、及びタイ政府への政策面での提言可能性を検討する。

②上記を下敷きに、EEC 内の Map Ta Phut 新工業団地における、水素等のクリーンエネルギーを活用したインフラ開発に向けた日本の技術適用可能性を調査・分析する。

2. 本事業の調査概要

2.1. 調査項目・方法

前述の目的を達成するため、以下の調査項目・調査方法に従い、本調査事業を実施した。

(1)調査項目

① CN に向けた政策提言の可能性検討

- ①-1:カーボンニュートラル達成に向けた重点領域特定に向けた初期分析
- ①-2:タイのカーボンニュートラル達成に向けたステータス・準備状況进行评估
- ①-3:カーボンニュートラルに関する政策提言余地検討

② Map Ta Phut Smart 工業団地における日系技術適用可能性調査・分析

- ②-1:工業団地の現状把握
- ②-2:関連プレイヤー調査
- ②-3:実現可能性・参入方法検討
- ②-4:開発計画立案
- ②-5:事業性評価
- ②-6:ロードマップ立案

(2)調査方法

①-1 カーボンニュートラル達成に向けた重点領域特定に向けた初期分析

- ・文献調査(日本のグリーン成長戦略等)
- ・タイ政府機関(MoEN、EPPO 等)との討議
- ・日本政府機関(エネルギー資源庁、RITE 等)へのヒアリング
- ・東南アジア関連機関(ERIA 等)へのヒアリング
- ・上記分析を通じた重点領域の特定

①-2 タイのカーボンニュートラル達成に向けたステータス・準備状況进行评估

- ・文献調査(タイのエネルギーミックスに関する各種論文等)
- ・タイ政府機関(MoEN、EPPO 等)との討議
- ・日本政府機関(エネルギー資源庁、RITE 等)へのヒアリング
- ・東南アジア関連機関(ERIA 等)へのヒアリング

- ・日本政府/関係機関と連携した CN モデル・施策提案

①-3 カーボンニュートラルに関する政策提言余地検討

- ・タイ政府機関とのワーキンググループ設置
- ・上記通じた CN モデル及び重点領域・施策検討
- ・政策立案に資する提案・要望まとめ

②-1: 工業団地の現状把握

- ・マスタープラン調査(外注)
- ・タイ政府機関(IEAT 等)へのヒアリング

②-2: 関連プレイヤー調査

- ・文献調査(関連ステークホルダー)
- ・タイ政府機関(IEAT 等)へのヒアリング

②-3: 実現可能性・参入方法検討

- ・実現したい姿検討
- ・実現に向けた課題洗い出し、解決の可能性検討
- ・文献調査(再生可能エネルギー導入事例 等)
- ・タイ政府機関(IEAT 等)へのヒアリング
- ・協力企業へのヒアリング

②-4: 開発計画立案

- ・想定導入インフラ検討
- ・導入インフラ設置可能性エリア確認(含、想定検討)
- ・タイ政府機関(IEAT 等)へのヒアリング
- ・協力企業へのヒアリング

②-5: 事業性評価

- ・事業性評価に向けた必要情報収集(一部外注)
- ・経済性、CO₂ 抑制効果等の検討
- ・協力企業へのヒアリング

②-6: ロードマップ立案

- ・新スマート工業団地の整備、調達スケジュール確認(含、想定検討)

2.2. 実施体制

下図に実施体制について記載する。

調査項目①「CN に向けた政策提言の可能性検討」については、実施者である ADL が経済産業省 (METI) と適宜連携しつつ、また協力先である日系各社から政策提言等へのアドバイスを受けながら、タイ エネルギー省 (MoEN) の担当者とコミュニケーションを取る形で検討を推進した。

一方、調査項目②「Map Ta Phut Smart 工業団地における日系技術適用可能性調査・分析」については、日系各社に加えタイ系各社も加えた「コンソーシアム」の検討を ADL がプロジェクトマネジメントオフィス (PMO) として支援する形で推進した。なお、一部の調査や事業性評価については ADL の外注先である日本工営が実施した。

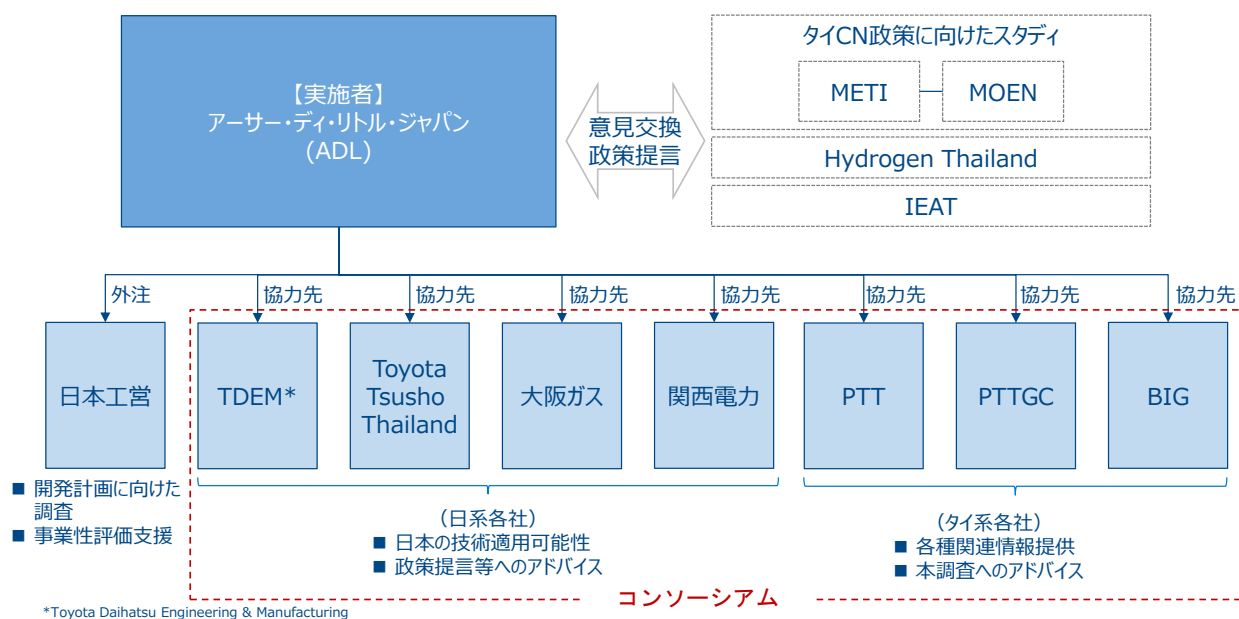


図 2-1 実施体制

2.3. 調査スケジュール

下図に本事業の全体スケジュールを示す。本事業の正式な実施期間は2021年10月以降だが、タイ側関係者の動向を踏まえ、準備期間として2021年5月から調査・検討を含む各種業務を開始している。なお、本報告書には準備期間の各種成果についても記載した。

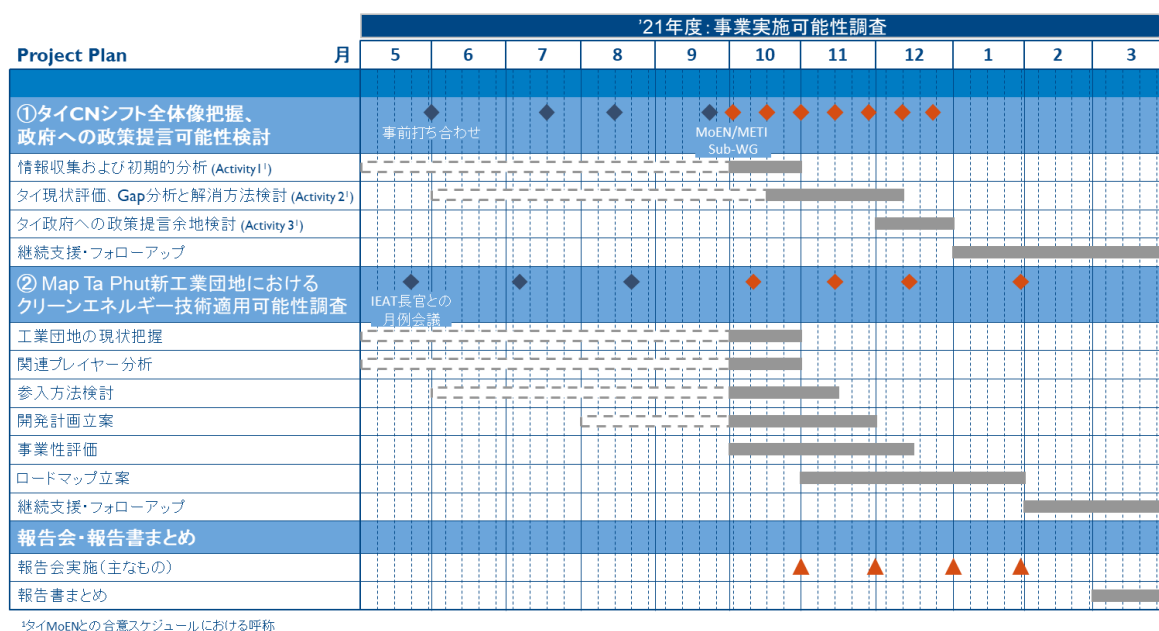


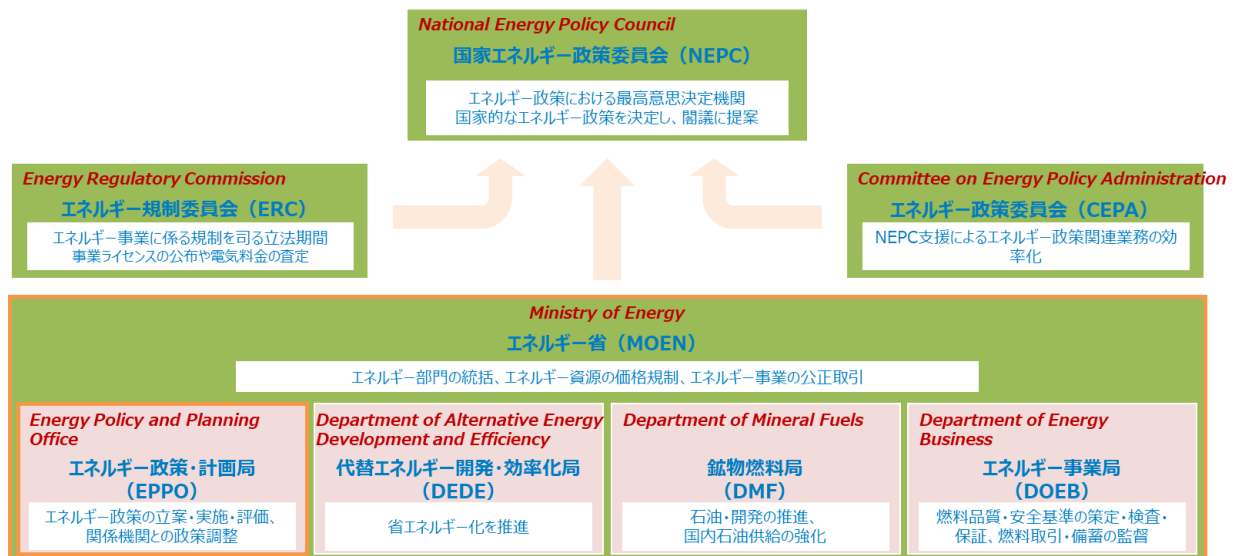
図 2-2 本事業の全体スケジュール(当初想定)

3. カーボンニュートラルシフト全体像把握・政府への政策提言可能性検討

3.1. タイにおけるエネルギー政策立案プロセスの概要

タイにおけるエネルギー政策は、エネルギー省の部局の一つであるエネルギー政策・計画局(EPPO)が事務局を務める国家エネルギー政策委員会(NEPC)が管轄しており、ここで取りまとめられたエネルギー計画が閣議に提案され、承認を経て、計画として正式に採用される。

タイエネルギー省はエネルギー政策・計画局(EPPO)を含む 4 の部局から構成される。代替エネルギー開発・効率化局(DEDE)は再生可能エネルギーの普及促進・省エネルギー政策・規制の推進を担っており、鉱物燃料局(DMF)は国内における鉱物資源の開発・生産や近隣諸国との鉱物資源をめぐる交渉等も管轄している。また、エネルギー事業局(DOEB)は石油・天然ガス製品・サービスの管理・監督を行っている。エネルギーに関わる事業を行う国有企業・国家機関は現在すべてエネルギー省の管轄となっており、PTT や EGAT、Bangchak Petroleum といった国有企業がエネルギー省の監督下でエネルギーに関連する事業をそれぞれ展開している。



(出典：海外電力調査会 諸外国の電力事情)

図 3-1 エネルギー政策に関するタイ政府組織図

タイのエネルギー政策は PDP(電源開発計画)、EEP(省エネルギー計画)、AEDP(代替エネルギー開発計画)、GAS(ガス計画)、OIL(石油計画)の5つの計画から構成されており、それぞれのエネルギー政策の整合

性を取る形で 2015 年にタイ統合エネルギー構想(TIEB)が策定されている。

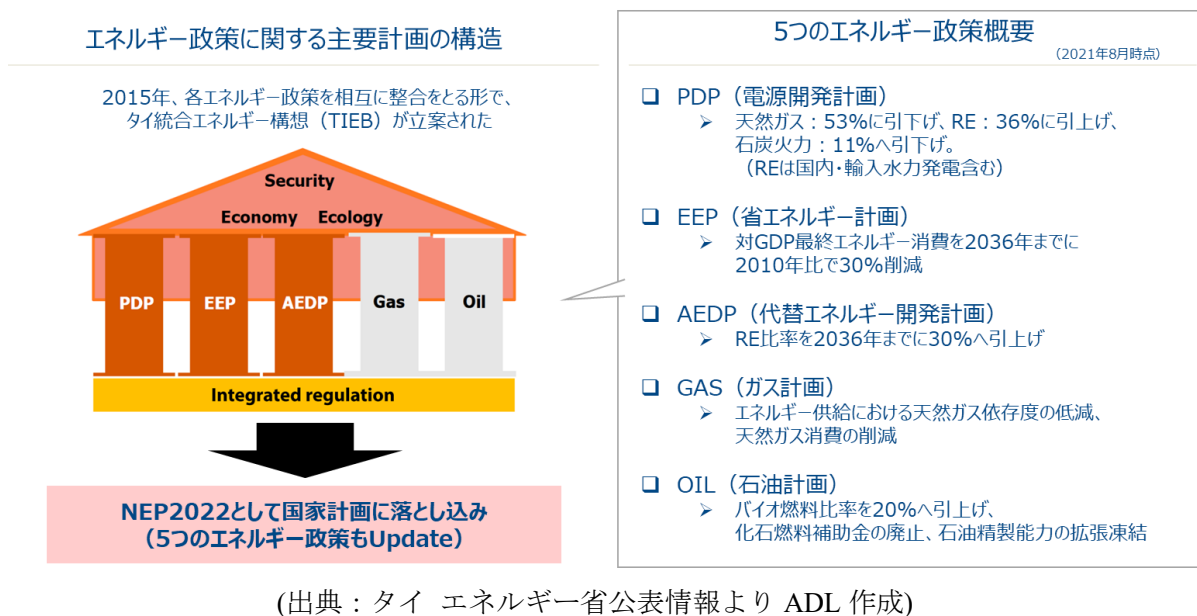


図 3-2 タイのエネルギー政策に関する主要計画

2021 年 8 月 4 日、プラユット首相を議長とする国家エネルギー政策評議会(NEPC)が開催され、「国家エネルギー計画枠組み」が承認された。スパッタナポン副首相兼エネルギー大臣の発表によると、同枠組みには、2065 年から 2070 年までに、または今後 50 年程度で、クリーンエネルギーへの段階的移行とカーボンニュートラル達成を目指す政策方針が盛り込まれており、低炭素経済・社会の実現に向け、エネルギー分野で以下の取り組みを推進する¹⁾。

- 再生エネルギー発電比率を 50%以上にする(長期蓄電システム導入費用も考慮)
- 現代のイノベーション・技術を用い、エネルギー効率性を 30%以上改善する
- 以下の「4D1E(4つのDと1つのE)」に従って、エネルギー産業を再構築する
 - 脱炭素(Decarbonization)：エネルギー分野の二酸化炭素(CO₂)抑制
 - デジタル化(Digitalization)：エネルギーを管理するデジタルシステムの採用
 - 分散化(Decentralization)：発電・インフラの分散
 - 規制緩和(Deregulation)：エネルギー関連規制の現代化
 - 電動化(Electrification)：化石燃料の代わりに電気を利用

¹ JETRO ビジネス短信 2021 年 8 月 21 日

また、エネルギー省は、今後 10 年(2021 年から 2030 年)の緊急課題として以下事項を挙げている。

- 各エネルギー分野を包含する国家エネルギー計画の策定
 - 電気:再生可能エネルギー比率を 50%以上に引き上げ。電気自動車(EV)利用の促進。電力グリッドの近代化。発電消費者(プロシューマ)を増やすための規制緩和
 - 天然ガス:市場の開放。国内調達と輸入 LNG(液化天然ガス)のバランス。地域における電力取引・LNG ハブ化
 - 再生エネルギー、省エネルギー:全ての分野で再生エネルギー生産・利用、エネルギー効率化の促進。
- クリーンエネルギー発電の増加、化石燃料ベースの電力購入減に向けて、今後 10 年間で精査を行う。
- 送電線や売電関連インフラなどを柔軟かつ効率的に改善する。電力安全保障を確保し、再生可能エネルギー発電の成長に向けて準備を整える。

2021 年 11 月に英国で開催された国連気候変動枠組み条約(UNFCCC)第 26 回締約国会議(COP26)において、プラユット首相はタイが 2050 年に「カーボンニュートラル」(二酸化炭素排出量の実質ゼロ)、2065 年までに「ネット・ゼロ・エミッション」(二酸化炭素以外も含む温室効果ガス排出量の実質ゼロを)の達成を目指すという新たな目標を発表した。これにより、2065 年から 2070 年と設定されていたタイのカーボンニュートラル目標が大幅に前倒しされ、日本やその他の先進国と同水準の目標を掲げることになった。

今後、主要 5 計画である電力開発計画(PDP)、代替エネルギー開発計画(AEDP)、エネルギー効率開発計画(EEP)、ガス計画(GAS)、石油計画(OIL)が更新され、それらが次期国家エネルギー計画として統合されたのち、公聴会を経て NEPC で検討・承認される予定となっている。

以下、公表不可のため削除

4. Map Ta Phut スマートパーク工業団地におけるクリーンエネルギー技術

適用可能性調査

4.1. Map Ta Phut スマートパーク工業団地の現状把握

4.1.1. Map Ta Phut スマートパーク工業団地の概要

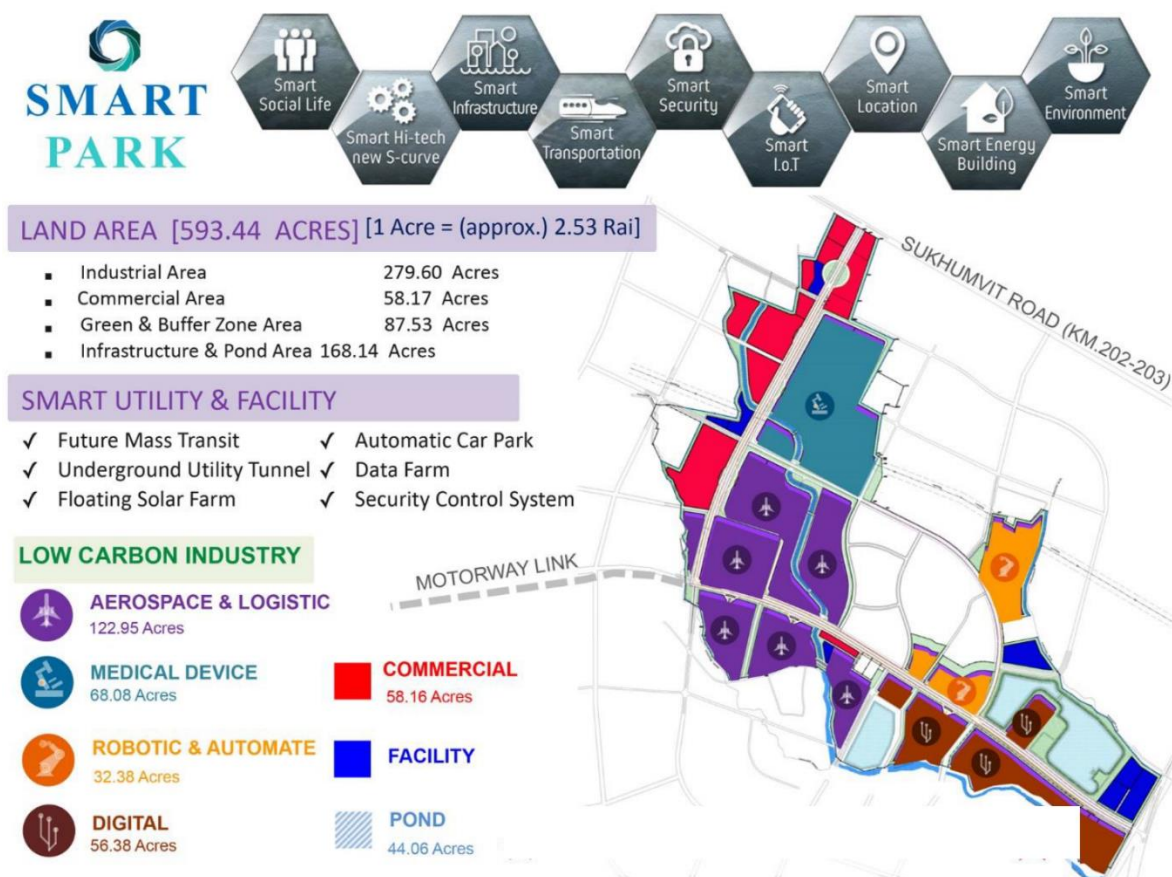
Map Ta Phut スマートパーク工業団地はタイ工業団地公社(IEAT)により新たに建設が計画されている工業団地である。経済特区である EEC(東部経済回廊)内のタイ東部ラヨンに位置する Map Ta Phut 港の約7キロ北の Map Ta Phut 工業団地に隣接する土地が建設予定地となっている。



(出典:IEAT)

図 4-1 Map Ta Phut スマートパーク工業団地の地理的な位置

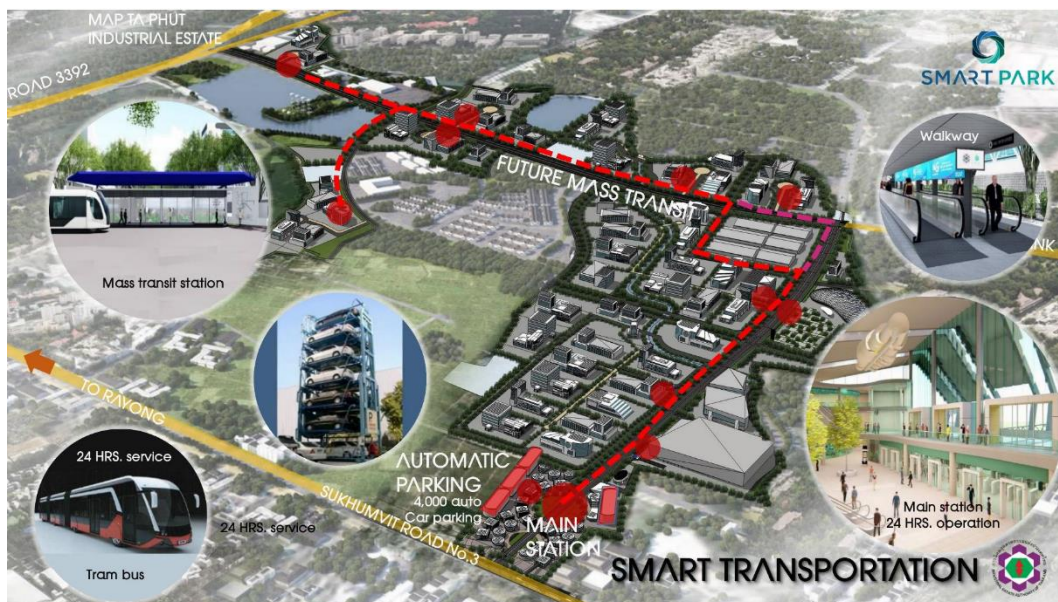
IEAT はタイ政府の産業高度化政策「Thailand 4.0」で定める重点産業「S カーブ産業」に関わる先進産業のスマートパークへの誘致を目指しており、約 600 エーカーの土地に航空宇宙・ロジスティクス、医療デバイス、ロボティクス、デジタルといった産業に関わるテナント向けの区画を割り当てている。また誘致産業の先進性に併せて工業団地のインフラに関しても先進的な技術を取り入れることを目指しており、「スマート」の名を冠した様々なコンセプトを前面に押し出す形でスマートパークのプロモーションを行っている。



(出典:IEAT)

図 4-2 Map Ta Phut スマートパークの概要

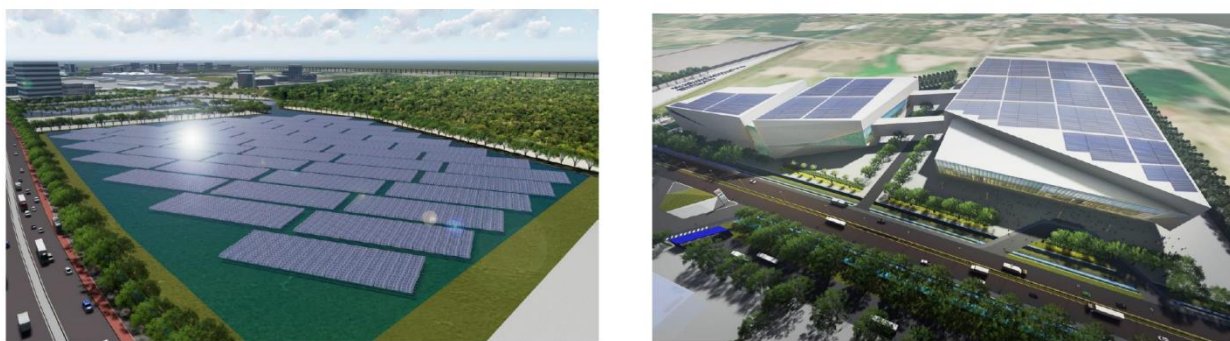
特にスマートパークにおける交通サービスとして、IEAT は「Smart Transportation」というコンセプトを掲げ、敷地内に tram などの公共輸送サービスを運行させることを計画しており、自家用車で来場する利用者は入口付近に設置される自動駐車場に駐車し、スマートパーク内で運行される tram などの公共交通を利用する、いわゆる「パークアンドライド」の実現を計画している。



(出典:IEAT)

図 4-3 Map Ta Phut スマートパークにおける交通コンセプト

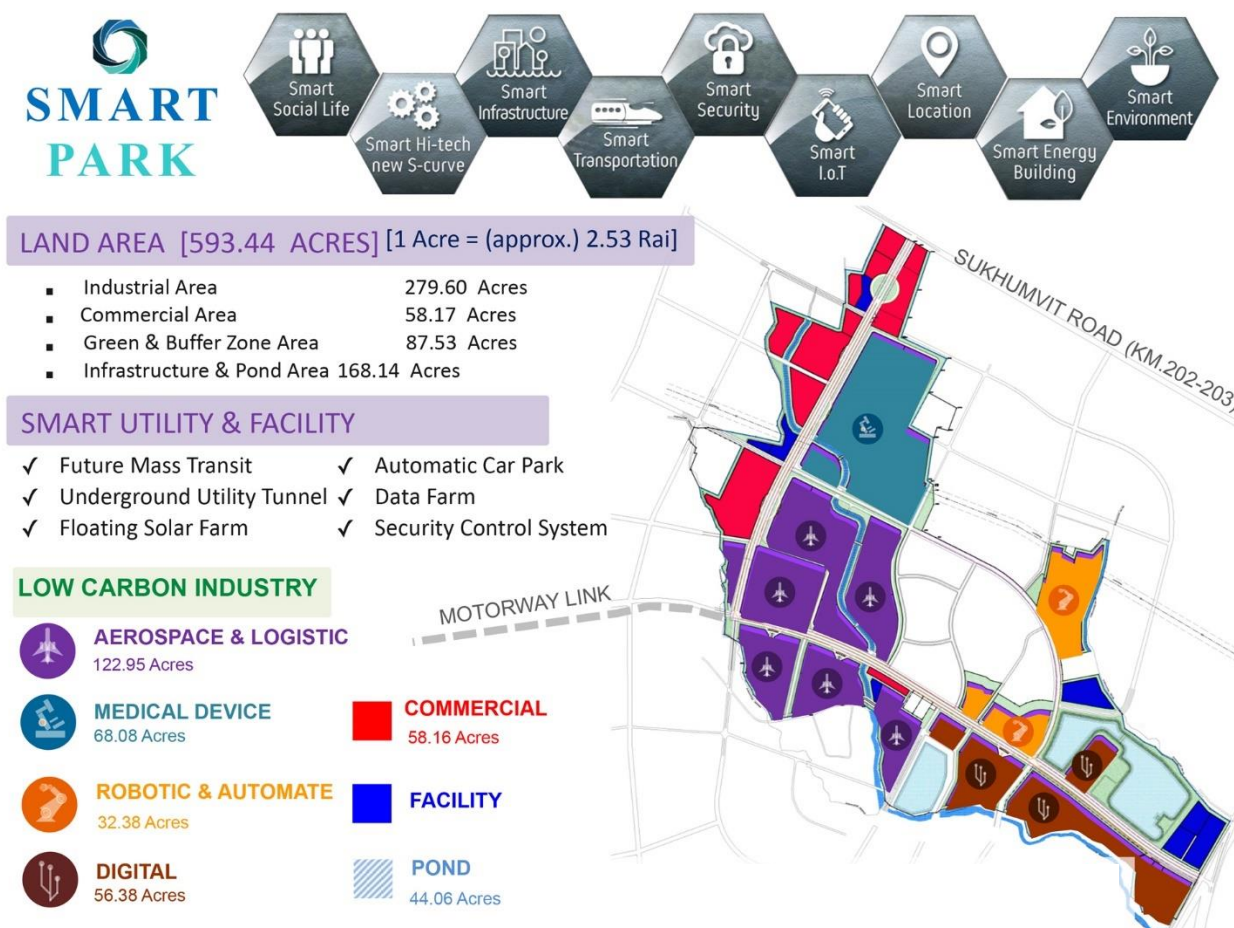
また、エネルギーインフラとして太陽光の利用が計画されており、敷地内の貯水池にフローティング太陽光発電パネルの設置や、施設屋根上への太陽光発電パネルの設置に関する記述が当初のマスタープランにおいて確認された。



(出典 : IEAT)

図 4-4 Map Ta Phut スマートパークにおける太陽光パネル設置イメージ

IEAT から受領した土地利用計画によると、対象産業である航空宇宙・ロジスティクス、医療デバイス、ロボティクス、デジタルの産業に該当するテナント向け工業用地面積がスマートパークの全体面積のうち 44.92%を占めている。これは東南アジアにおける工業団地の一般的な産業立地用の土地面積の一般的な割合 65%～70%からすると少ない割合となっている²。

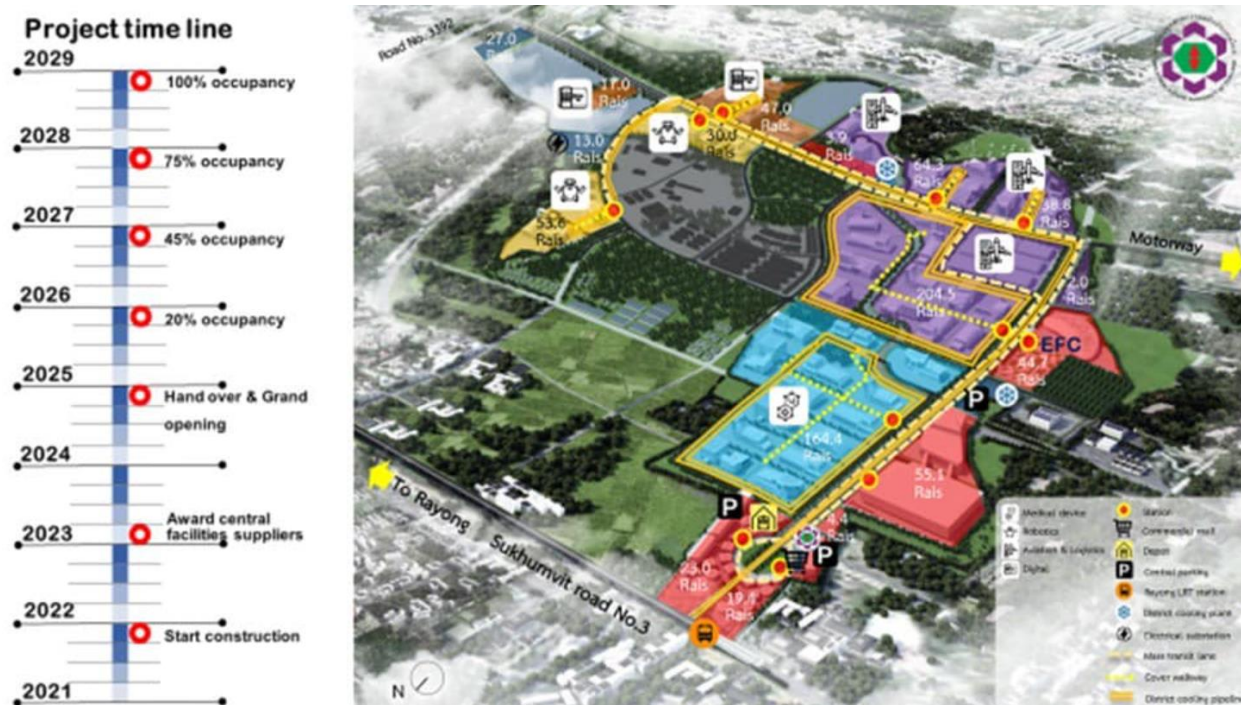


(出典:IEAT)

図 4-5 Map Ta Phut スマートパークの土地利用計画

2022 年 1 月時点で、IEAT はスマートパークのマスタープランの策定および EIA(環境インパクトアセスメント)が完了しており、それらを元にしたユーティリティインフラのフィジビリティスタディが IEAT から委託を受けた

建設コンサルタント会社により実施されている。IEAT の発表によると、今後のスケジュールとして、2022 年に建設が開始され、2023 年初頭に各設備のベンダーの選定完了、2025 年までの開業が予定されている。



(出典:IEAT)

図 4-6 IEAT による Map Ta Phut スマートパークのプロジェクトタイムライン

4.1.2. Map Ta Phut スマートパーク工業団地建設予定地の現状

2022 年 3 月 10 日にスマートパークの建設予定地の実地調査を行った。現時点では、整地が始まった段階であり、また道路の拡張工事などが実施されている状態であった。



(出典：ADL 撮影)

図 4-7 スマートパーク予定地北側エントランス付近に設置された工事看板



(出典：ADL 撮影)

図 4-8 スマートパーク予定地北側エントランスのメイン道路の現状



(出典：ADL 撮影)

図 4-9 スマートパーク予定地南側区画の現状



(出典：ADL 撮影)

図 4-10 スマートパーク予定地南東付近の貯水池の現状

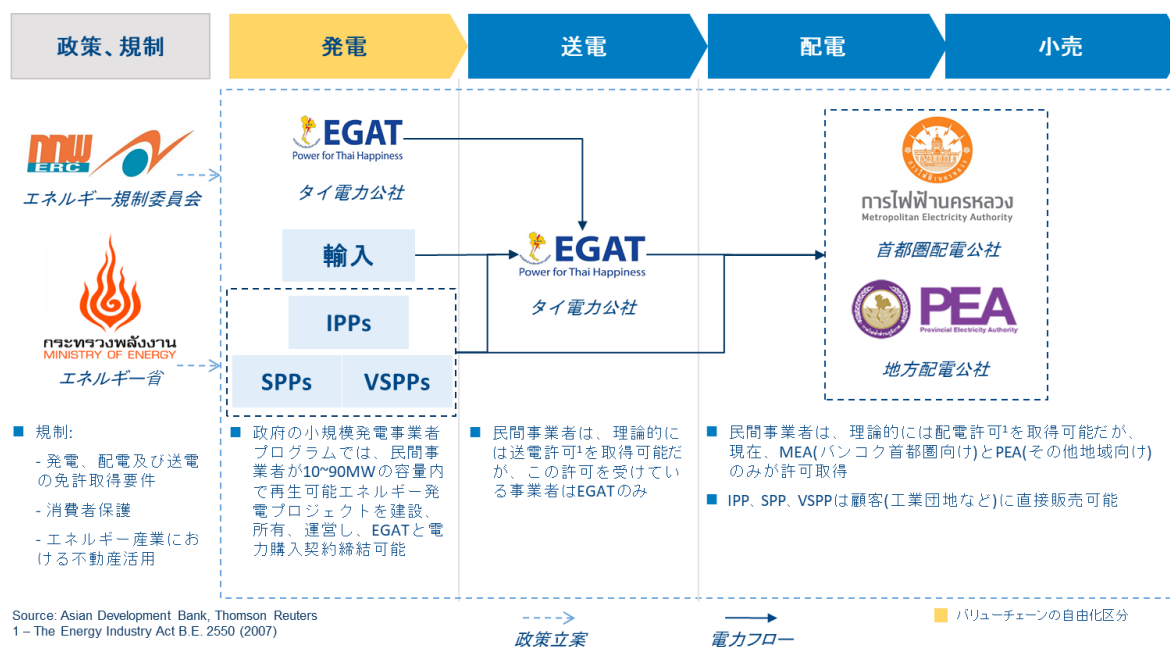


(出典：ADL 撮影)

図 4-11 スマートパーク予定地南東側エントランス付近に設置された看板

4.2. タイにおける電力供給体制

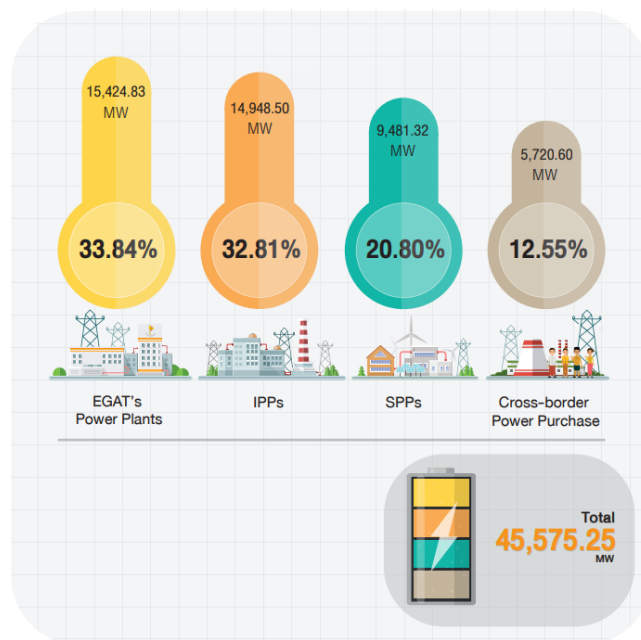
タイの電力供給体制は、従来は国営の EGAT(タイ発電公社)、MEA(首都圏配電公社)、PEA(地方配電公社)の 3 社で構成されており、EGAT が発電と送電を、MEA と PEA が配電を担う形で運営されていた。1992 年より発電部門への民間参加が可能となり、IPP 事業者は EGAT と PPA 契約を締結することで売電が可能となった。一方で送電は EGAT が、配電は MEA でと PEA が担う構図であることに变りはなく民間の参入は認められていない。現在、電力の卸売市場は存在せず、電力取引は工業地帯など閉鎖地域のみで許可されている。民間セクターはバリューチェーンの発電区分にのみ関与しており、発電の約 60%を民間事業者が占めている。



(出典: ADB、Thomson Reuters より ADL 作成)

図 4-12 電力バリューチェーン

EGAT は 2020 年時点でタイにおける発電キャパシティ全体の約 34%の発電能力を保有しており、残りについては民間の発電事業者および隣国からの輸入で構成されている。



As of February 29, 2020

(出典：EGAT)

図 4-13 タイの発電キャパシティ内訳

民間の発電事業者は IPP(Independent Power Producer)、SPP(Small Power Producer)、VSPP(Very Small Power Producer)の 3 種類に発電容量の大きさによりそれぞれ分類される。

- IPP: 発電容量が 90MW 以上
- SPP : 発電容量が 10MW 以上、90MW 未満
- VSPP : 発電容量が 10MW 未満

IPP と SPP³は EGAT への販売が義務付けられているが、再生可能エネルギーの普及促進のために 2002 年に新設された VSPP の枠組みでは MEA や PEA に直接売電することが認められており、2018 年までにバイオマス・バイオガスや太陽光発電を活用した 981 の VSPP プロジェクトが MEA や PEA との電力売買契約を

³ 90MW を超える部分については自家消費または産業ユーザーへの売電が可能

結んでいる⁴。下図に主要な IPP とその概要を記載する。

Company name	Company profile			Product portfolio		Recent activities
	Year founded	Rev ¹ (Mn THB)	Major shareholders	Capacity (MW)	Electricity source	
 Gulf Energy Development	2011	35,833	- Ratanavadi family - 73% - Thai NVDR - 3% - Sino-Thai Eng - 2%	5,568	- Natural gas - Fossil fuel - Solar, wind, biomass, hydro	- Biomass powerplant commenced commercial operation in 2020 - Invested in power distribution systems for One Bangkok Project in 2019
 RATCH Group	2000	39,522	- EGAT - 45% - Thai NVDR - 8% - Social Security Office - 4%	4,419	- Natural gas - Solar, wind, biomass, hydro	Signed MOU on "District 9 Project" smart city development in 2020 with TU, NNCL and ALT² – RATCH will provide knowledge about energy tech and infrastructure system
 B. Grimm Power	1993	44,087	B. Grimm Power (SG): 34% - Mr. Harald Link - 24% B. Grimm JV Holding - 9%	2,461	- Natural gas - Solar, wind, hydro	- Signed agreement with PEA for technical & financial collaboration in 2020 - Signed EPC agreement with Energy China Consortium and EGAT to construct solar powerplant in 2019
 BLCP	1997	14,844	- EGCO Group - 50% - Banpu PCL - 50%	1,434	Coal	- Signed long-term service agreement with Mitsubishi Machinery to supply electricity in 2020 - Funded Maptaphut Technical College to promote EEC development in 2020

Note: 1) Consolidated revenue for 2020, including other business such as infrastructure; 2) TU, NNCL, ALT – Thammasat University, Navanakorn, ALT Telecom
Source: Annual reports, Company websites, SPEEDA, Arthur D. Little analysis

(出典：各社アニュアルレポート・Web サイト、SPEEDA より ADL 作成)

図 4-14 タイの主要な IPP(Independent Power Producer)の概要

IPP 事業における参入は基本的に競争入札が採用されており、技術・価格面で審査されるも技術面では差がつかず価格競争となっているのが実態である。また現状の入札方式が問題なく運用されており、この構造は今後もすぐには変化しないものと想定される。

4 EGAT

Business model	入札方式	発注者	入札要件	入札要件の作成者
IPP sponsor	競争入札	ERC	- 技術面、価格面の2種類が存在し、技術面で足切りをした後に、価格面で最終的な受注先の決定を行う - 価格面、技術面両方の審査項目があるが、結果的に勝敗を分けるのは価格面 - 具体的な入札要件の項目としては、コスト、スポンサーの信頼度(ファイナンシャルステータスや過去の類似事業の実績など)、案件開発期間、技術要素(アペイラビリティ、エネルギー効率等)があるが、結局同じ技術を使っているため特に技術要素では差がつかない	ERCがコンサルに依頼して作成、一部EGATが支援する構造
EPC*		IPP事業者	IPP事業者により異なる	IPP事業者
O&M		IPP事業者 (基本的にはIPP事業者が内製している)	IPP事業者により異なる	IPP事業者

EPC means "Engineering, Procurement and Construction"

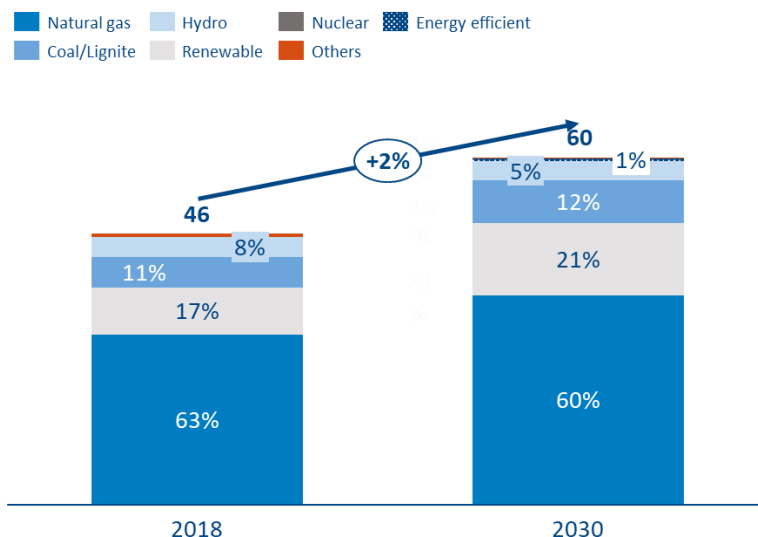
(出典：ERC、EPPO、現地 IPP 事業者ヒアリングより ADL 作成)

図 4-15 IPP 事業における入札要件

2018 年のエネルギーミックス(容量ベース)は、63%がガス火力である。国内ガス田のピークアウトを見越した電源の多様化が課題であり、再エネや、高効率な石炭火力への期待が高い。再エネの中では、日照量が多い立地を生かした太陽光と、バイオマスが中心になっている。タイは風環境が悪いため、風力の拡大は今後も限定的である。再エネ普及促進のため、2007 年から Adder(売電価格割増金制度)という売電価格に割増金が増加される制度、2013 年から太陽光を対象とした FIT 制度が開始され再エネ普及に寄与。近年は FIT 価格の引き下げや、競争入札制度への以降が行われ、補助割合は低下している。

図 4-12 に 2021 年時点の FIT 価格を記載する。なお、タイの FIT 価格は固定要素である FIT_{ft} と変動要素である FIT_v と条件によって増加される FIT Premium の 3 要素から構成されている。 FIT_v は商務省により高揚されるインフレ率等を加味した数値となっており、FIT Premium についてはタイ深南部と呼ばれる治安の不安定なナラティワート県、ヤラ県、パッタニ県、ソンクララー県の全部または一部地域で事業を行う場合や、燃料の種類に応じて付加される価格が決められている。

電源別発電容量(GW、比率)



Source: Thailand Power Development Plan 2018, BOI, Public Company Reports, EPPO Energy Statistics
Notes: Hydro source in 2014 refers to imported hydro, local hydro is embedded within RE %

(出典: タイ政府 PDP2018、BOI、Company Reports、EPPO より ADL 作成)

図 4-16 タイの電源別発電容量

表 4-1 タイの FIT 価格(2021 年時点)

Renewable energy sources			FIT (THB/ kWh)			Support period	FIT Premium (THB/ kWh)	
			FIT _F	FIT _{v, 2021}	FIT		Fuel type ¹	Southern ²
Nature	Wind power	All sizes	6.06	-	6.06	20 years	-	0.5
	Hydraulic power	Installed capacity ≤ 200 kW	4.90	-	4.90	20 years	-	0.5
	Sunlight	Rooftop (capacity 0-10 kWp)	6.85	-	6.85	25 years	-	0.5
		Rooftop (capacity >10-250 kWp)	6.40	-	6.40	25 years	-	0.5
		Rooftop (capacity >250-1,000 kWp)	6.01	-	6.01	25 years	-	0.5
		Ground-mounted (all sizes)	5.66	-	5.66	25 years	-	0.5
Others	SPP hybrid farm	All sizes	1.81	1.88	3.69	25 years	-	0.5
	Biomass	Installed capacity ≤ 1 MW	3.13	2.25	5.38	20 years	0.5	0.5
		Installed capacity >1-3 MW	2.61	2.25	4.86	20 years	0.4	0.5
		Installed capacity ≥ 3 MW	2.39	1.88	4.27	20 years	0.3	0.5
	Biogas (energy crops)	All sizes	2.79	2.60	5.39	20 years	0.5	0.5
	Biogas (waste water, waste)	All sizes	3.76	-	3.76	20 years	0.5	0.5
	General waste (landfill gas)	All sizes	5.60	-	5.60	10 years	-	0.5
	General waste (waste management)	Installed capacity ≤ 1 MW	3.13	3.27	6.40	20 years	0.7	0.5
		Installed capacity >1-3 MW	2.61	3.27	5.88	20 years	0.7	0.5
		Installed capacity ≥ 3 MW	2.39	2.74	5.13	20 years	0.7	0.5
	Industrial waste	Existing plants (prior to 2015/02/16)	3.39	2.74	6.13	10 years	0.7	0.5
		New plant	3.39	2.74	6.13	10 years	0.7	0.5
		New plant (plasma technology)	3.39	2.74	6.13	10 years	1.7	0.5

Note: 1) FIT premium for fuel type will be for the first 8 years only; 2) FIT premium for businesses within Southern border area will last throughout support period
Source: EPPO, ERC, Government websites, Arthur D. Little

(出典: EPPO、ERC、タイ政府 Web サイトより ADL 作成)

4.3. 法令・許認可等

4.3.1. 電力事業に関わる規制

タイの電力事業は主にエネルギー産業法及びエネルギービジネスのライセンスに関する ERC 規則によって規制されている。以下に内容の抜粋を記載する。

- エネルギー産業法(2007 年制定)
 - 全般
 - ◇ エネルギー関連の事業を行う事業者は ERC よりライセンスを取得する必要がある
 - オペレーション
 - ◇ 電力不足や、安全保障・経済的利益のために発電用の燃料を確保する必要がある場合、ERC はライセンス保有者に対し発電量・配電量の増減を命令する権限を有する
 - ◇ 事業者は ERC により定められた基準・手順・条件に基づきエネルギー事業を停止または中止してはならない
 - ◇ ライセンス保有事業者は財務情報やその他の ERC が定めた情報を含むエネルギーオペレーションに関わるレポートを提出する必要がある
 - ◇ ライセンス保有事業者は、ERC が規定する規制に従って、電力開発基金に寄付を行うものとする
 - 料金
 - ◇ 経済状況の変化により ERC が料金を不適切とみなした場合、ERC は料金調整を行う権限、または料金調整を行うようにライセンス保有事業者に命令する権限を有するものとする
 - エネルギーネットワークシステム
 - ◇ 送配電網を有するライセンス保有事業者は、送配電網を運用するライセンシーによって規定および発表されたコードに従って、自分のエネルギーネットワークシステムまたは他のライセンシーの任意の配電システムを接続する義務がある
 - ◇ エネルギーネットワークシステムを所有するライセンス保有事業者は、ERC が規定するエネルギーネットワークシステムの利用または接続に関する契約、合意、条件、および料金を開示する必要がある
- エネルギービジネスのライセンスに関する ERC 規則(2008 年制定)
 - 電力事業の対象となる事業体は、法律上のパートナーシップ、有限会社、公開会社、または事業運営に資産を使用する権利を有するタイの代表者を有し、タイに事務所を持つ外国の事業体でなければならない
 - 資格を有する事業体はそれぞれの事業に関するライセンスを取得する必要がある
 - ◇ 発電事業のライセンス
 - ◇ 送電事業のライセンス

- ◇ 配電事業のライセンス
- ◇ 電力小売事業のライセンス
- ◇ 電力システム管理事業のライセンス

4.3.2. 外資規制

タイでは土地法(1954 年制定)により、外国人および外国企業(外国資本が 50%以上)による土地の購入・所有が原則禁止されている。ただし、BOI 奨励企業の認可を得ることで、外国法人でも土地取得が可能となるなど一部例外も存在する。

また、タイでは外国人事業法に基づき3種類・全43業種について外国企業(外国資本 50%以上)の参入を規制しているが(表 4-1)、電力事業は規制対象に含まれていない。従って、ERC からのライセンス獲得の他に、土地所有に関して外資制限があるものの、その他に参入障壁となるような規制は存在しないことから、市場が開放されていない送配電に関わる事業主体を除く電力事業への外国企業の参入が可能であると想定される。

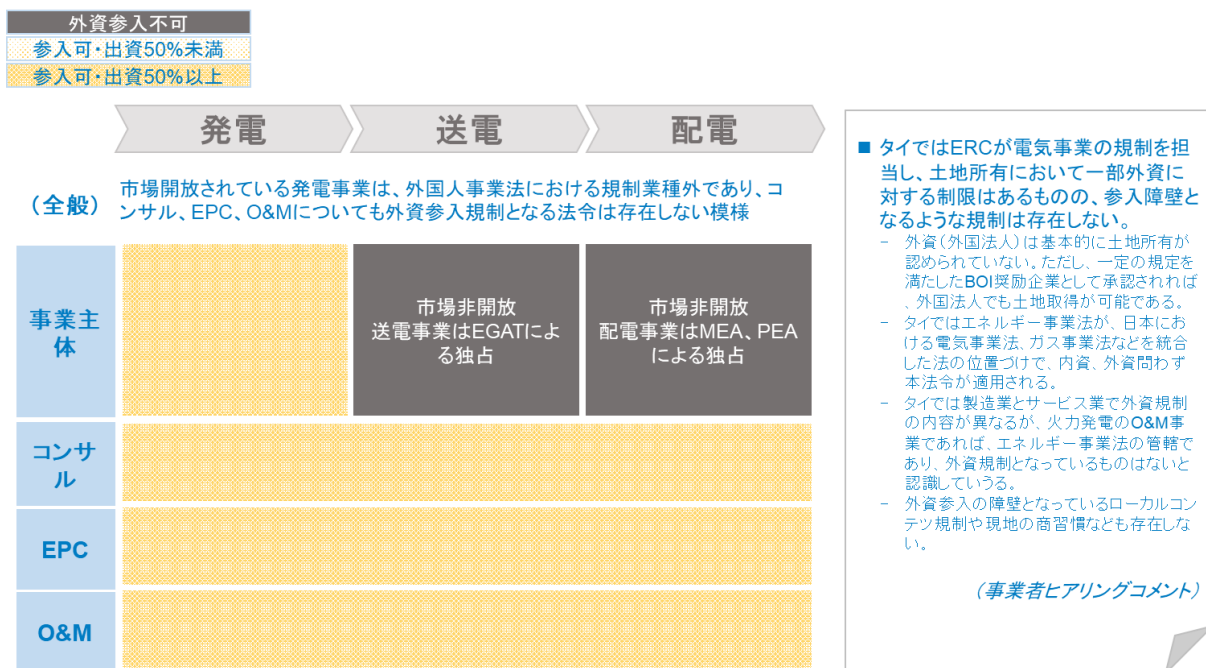
表 4-2 タイにおける外資の参入が規制されている業種

第 1 表(9 業種)外国企業の参入が禁止されている業種
1. 新聞発行・ラジオ・テレビ放送事業
2. 農業・果樹園
3. 畜産
4. 林業・木材加工(天然)
5. 漁業(タイ海域・経済水域内)
6. タイ薬草の抽出
7. 骨董品(売買・競売)
8. 仏像および僧鉢の製造・铸造
9. 土地取引
第 2 表(13 業種)国家安全保障または文化、伝統、地場工芸、天然資源・環境に影響を及ぼす業種として、外国企業の参入が禁止されている業種
※ただし、内閣の承認により、商務大臣が許可した場合は可能。
第 1 章(安全保障関連ビジネス)
1. 製造・販売・補修(銃・銃弾・火薬・爆発物およびそれらの部品、武器および戦闘用船・飛行機・車両、すべての戦争用備品・部品)
2. 国内陸上・海上・航空運輸および国内航空事業
第 2 章(文化・工芸に影響を与えるビジネス)

3. 骨董品・民芸品販売
4. 木彫品製造
5. 養蚕・絹糸・絹織布・絹織物捺染
6. タイ楽器製造
7. 金銀製品・ニエロ細工・黒金象眼・漆器製造
8. タイ文化・美術に属する食器製造
第3章(環境・天然資源に影響を与えるビジネス)
9. サトウキビからの精糖
10. 塩田・塩土での製塩
11. 岩塩からの製塩
12. 爆破・砕石を含む鉱業
13. 家具および調度品の木材加工
第3表(21業種)外国人に対して競争力が不十分な業種であるとして、外国企業の参入が禁止されている業種
※ただし、外国人事業委員会の承認により、商務省事業開発局長が許可した場合は可能。
1. 精米・製粉
2. 漁業(養殖)
3. 植林
4. ベニア板・チップボード・ハードボード製造
5. 石灰製造
6. 会計サービス
7. 法律サービス
8. 建築設計サービス
9. エンジニアリングサービス
10. 建設業(ただし、外国人投資が5億バーツ以上で、特殊な技能を要する建設(インフラ、通信など)、その他の省令で規定された建設業を除く)
11. 代理・仲介業(ただし、証券・農産物の先物取引、金融商品売買に関するサービス、同一グループ内の生産に必要な財取引、外国人資本1億バーツ以上の国際貿易仲介、その他省令で規定された代理・仲介業を除く)
12. 競売(骨董品・美術品以外の国際間競売、その他省令で定める競売)
13. 伝統的な国内農産物または法令で禁止されていない農産物の国内取引(ただし、農産物の先物取引を除く)
14. 最低資本金1億バーツ未満または1店舗あたり最低資本金2,000万バーツ未満の小売業
15. 1店舗あたり最低資本金1億バーツ未満の卸売業
16. 広告業

17. ホテル業(ただし、マネージメントを除く)
18. 観光業
19. 飲食物販売
20. 植物の繁殖・品種改良
21. その他サービス業(証券業、銀行業、保険業、国家機関または政府機関に対するサービス提供、駐在員事務所、出張所、過半数の株主もしくは取締役が同一人物である関連会社または 25%以上の株式数を有する関連会社への国内融資もしくは事務所賃貸または管理、マーケティング、人事および通信技術に関する助言サービスの提供等の省令で定めるものを除く)

(出典：JETRO)



(出典：JETRO、現地 IPP 事業者ヒアリングより ADL 作成)

図 4-17 タイの電力事業における外資参入規制の概要

4.4. カーボンニュートラル工業団地実現可能性検討

4.4.1. スマートパークのエネルギー供給事業の全体コンセプト案

本事業における日系・タイ各社によるコンソーシアムとの検討の結果、本スマートパークのエネルギーインフラとして、再生可能エネルギー由来の電力と水素を活用したエネルギー事業コンセプトを IEAT に対し提案することとなった。

図 4-18

(公表不可のため削除)

コンセプト案において、電力は太陽光やバイオガス発電に加え、隣接する工業団地で生成される副生水素を活用した水素混焼発電による供給を想定。、需要としては、スマートパーク内のテナントや IEAT 関連施設への提供、温水や冷房等の熱利用、および EV ステーションを通じた電動車(EV)への供給を想定している。一部の太陽光発電設備やバイオガス発電については、スマートパーク外の土地に設置されるため、そうした電源から供給される電力は EGAT などによる既存の送配電網を利用した託送によりスマートパークまで送電を行う想定である。また、再生可能エネルギー特有の供給量の変動により発生する一部の余剰電力についてはスマートパーク内の蓄電池で蓄電を行うことを想定している。

一方、水素に関しては、隣接する工業団地で生成される副生水素に加え、再生可能エネルギーの余剰電力を利用したスマートパーク内での水電解設備による水素製造を計画している。スマートパーク外から供給される副生水素についてはパイプラインやトレーラー等でスマートパークまで輸送を行い、輸送された後に一部の水素はスマートパーク内の水素貯蔵用タンクに貯蔵した上で必要に応じて燃料電池による発電目的で利用するほか、水素ステーションを通じて燃料電池車に供給することを想定している。

更に、これらのエネルギー需給全体を管理・最適化する仕組みとしてエリアエネルギーマネジメントシステムを導入し、電力需給予測、ディストリビューションオートメーションシステムや P2P・VPP といった技術を活用することで、既存の送配電網に負荷を掛けずに「地産地消」の電力供給体制の構築を想定した。

4.4.2. クリーンエネルギーの調達方法の概要

<太陽光発電>

太陽光発電については、スマートパーク内とスマートパーク外の土地・スペースへの太陽光発電パネルの設置可能場所の検討を実施した。スマートパーク内については、大型商業施設の屋根上に太陽光発電パネルを設置する案が IEAT の計画として既に存在していた。追加する形で、コンソーシアム案としてテナント建屋やその他の IEAT 関連施設の屋根上にも設置を行い電力供給源として活用する案を提案した。

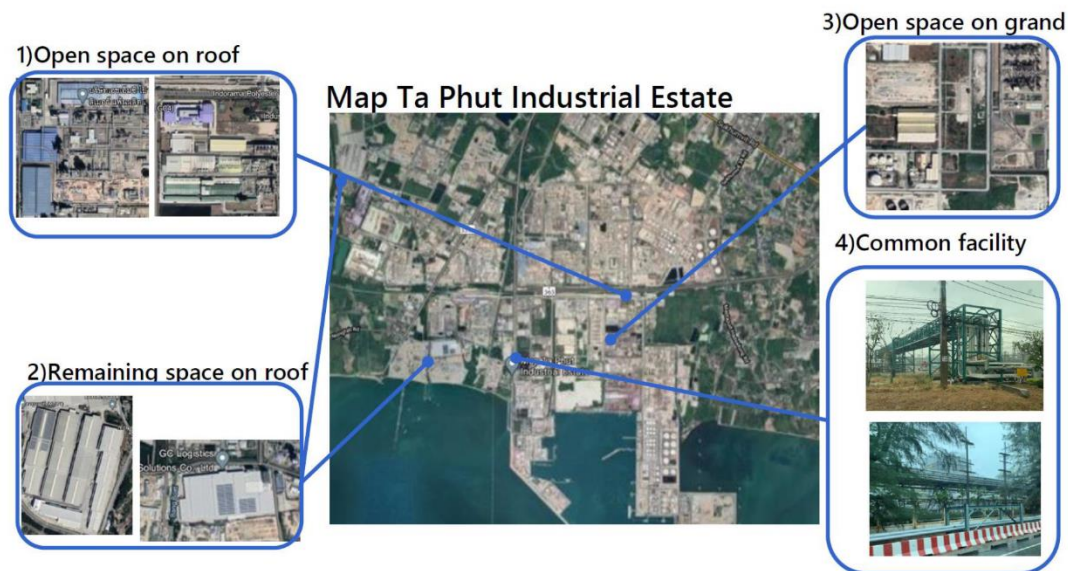
一方、スマートパーク内の設置可能スペースだけでは、想定される需要電力量に対して太陽光発電から供給可能な電力量が非常に限られることが想定されたため、スマートパーク外の太陽光パネルの設置可能場所についても検討を行った。隣接する既存の Map Ta Phut 工業団地の入居企業の建屋の屋上や空きスペースにも太陽光パネルの設置が可能と思われるスペースが衛星写真から確認できたことから、こうしたスペースへの太陽光パネルの設置も可能性の一つとして考えられるほか、EEC エリア内の遊休地や倉庫などの大型施設の屋根上などのスペースの活用も提案に含めている。



(出典：コンソーシアム検討結果より ADL 作成)

図 4-19 太陽光パネルの設置場所案

Space for solar panel in Map Ta Phut



(出典：コンソーシアム)

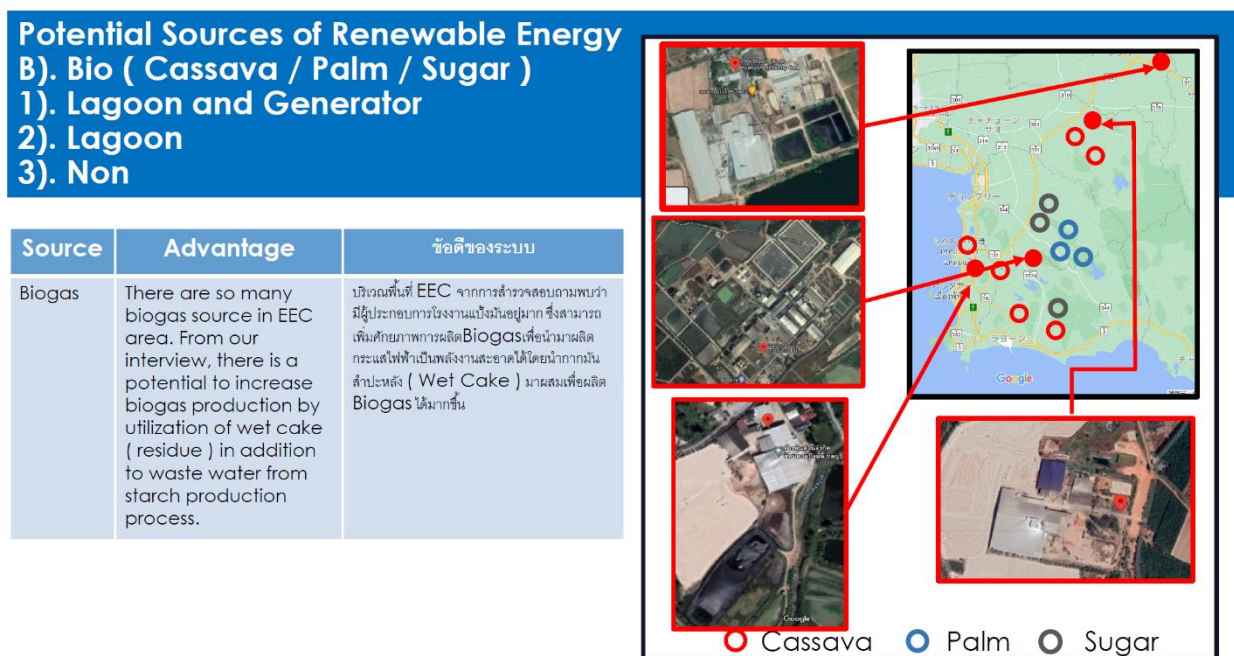
図 4-20 衛星写真から確認された太陽光パネルの設置が可能と想定される Map Ta Phut 工業団地における候補地例

<バイオガス>

Map Ta Phut スマートパーク工業団地が位置するラヨーン県や近隣の県には、キャッサバ、パーム等の広大な農園が依然として多く残っており、そうした農作物の加工過程から発生する残渣が豊富に存在する。また、隣接するチョンブリ県には地場大手財閥 CP グループ等の養豚／養鶏場が多く存在し、同じく有機物排水(家畜排泄物)の調達が可能である。こうした地理的特性を踏まえ、本スマートパークのフィジビリティスタディでは上述の農作物残渣や有機物排水を発酵させることで得られるバイオマスを燃焼させ、発電を行うバイオガス発電の可能性の検討を行った。

キャッサバやパーム、サトウキビなどの農作物を生産する企業の中には残渣を発酵させることでバイオガスを生成するための貯留池(ラグーン)を保有している企業に加え、バイオガスを用いた発電設備を保有している企業もいくつか確認できている。特にキャッサバについては、澱粉が含まれている有機物排水からバイオガスを生成することも可能であるが、ウェットケーキと呼ばれる一部脱水されたものを利用することでバイオガスの生産効率が高まる可能性がある。

こうした企業のうち、バイオガス発電設備を持っている企業に対しては、余剰電力の購入によりスマートパーク向けの供給電力を確保できる可能性があるほか、ラグーンを含むバイオガスの精製設備を有しているが、バイオガス発電設備を有していない企業に対しては、今後日系企業のバイオガス発電設備を導入することで、将来的にスマートパークへのバイオガス由来の電力供給が可能になると想定される。



(出典：コンソーシアム)

図 4-21 EEC エリアにおけるバイオガス発電の供給元のイメージ

<水素>

Map Ta Phut エリアは世界有数の石油化学コンビナート地帯であり、PTT、Dow Chemical、Indorama 等の企業が Map Ta Phut 工業団地に入居しており、それらの企業の化学プラントの製造過程から生成される副生水素が豊富に存在している。また、Map Ta Phut 港は大型の船舶が停泊可能な深水港であり、実際に大型の石油タンカーが出入りしていることから、将来的には水素の輸入も見据えることができるという優位性も存在し

ている。

Map Ta Phut 工業団地の化学プラントの多くは既にこうした副生ガスを燃焼させるなどしプラントオペレーションに活用しているものの、消費を上回る量の余剰副生水素が存在していることから、本検討においても副生水素を活用した水素供給を第一に検討することとなった。

また、上述の通り太陽光発電を電力源として活用することを検討しているが、太陽光発電は日射量によって発電量が大きく変動し、日射量が最大となる日中に電力供給量が最大となるが、工場の稼働率が下がる週末などにおいても供給は行われるため、余剰電力の発生が予想される。こうした余剰電力を活用する方途として、水電解設備による水素製造も水素供給源の一つとして想定した。水電解による水素供給は、副生水素と比較すると供給量としては少ないものの、再生可能エネルギー由来の電力を利用することで温室効果ガス排出量がゼロのグリーン水素を再生でき、かつ余剰電力を活用することで生成コストも抑えられるメリットが見込まれる。

その他にも天然ガスの改質による水素製造も案として検討したが、スマートパーク内では NOx の排出を含むあらゆる排ガスを伴う燃焼が IEAT によって認められないことから、実現可能性が低いと判断され、供給源の選択肢として含まれないこととなった。

図 4-22

(公表不可のため削除)

4.4.3.エネルギー需要の試算 - テナントや IEAT 関連施設

スマートパークのエネルギー需給量の試算にあたり、テナントや IEAT 関連施設のエネルギー需要とスマートパーク内外の交通に係るエネルギー需要のそれぞれについて試算を行い、需要量全体を賄うために必要な供給量をエネルギー源毎に試算を行った。

表 4-3

(公表不可のため削除)

表 4-4

(公表不可のため削除)

IEAT からこれまでに収集した情報などを踏まえ、日本工営にて再度電力需要計算を実施した。計算は以下の 2 シナリオを想定して電力需要を計算した。

- ベースシナリオ：一般的な工業団地のケース
- ハイケースシナリオ：ハイテク産業誘致を想定し、電気需要基準値が一般的な工業団地よりも 15%～20%高いケース

表 4-5

(公表不可のため削除)

<地域冷房システム>

土地利用用途別に下表に示す建蔽率、容積率を一般的な事例をもとに設定し、冷水需要及び電力需要を試算した。ただし、地域冷房は一般的に冷水を供給する施設が可能な限り通年 24 時間使用される場合(病院、ホテル、稼働時間が長い都心部のオフィス等)は事業性の検討が可能であるが、スマートパークの場合に適性があるかどうかは疑問が残る。理由としては以下が挙げられる。

- ① 工業団地は工場・倉庫の業種別に冷凍・冷蔵の設定が異なるため、地域冷房システムのように中央管制のシステムでの供給には適さない可能性があること
- ② 利用用地のオフィスやコンベンションセンターは昼間のみの稼働が想定され、夜間利用がなく、システム上多くの無駄が発生する必要があること(事業性の低下の一要因)

表 4-6

(公表不可のため削除)

＜季節変動を考慮したスマートパークの年間電力需要予測＞

下記のステップで、季節変動を考慮したスマートパークの年間電力需要予測を行なった。

- ① 参考として他の工業団地の電力需要を分析し、週間の電力需要容量パターンを抽出したのち、1ヶ月の需要を再現
- ② タイのエネルギー省 HP からダウンロードした全国の製造業の月別電力量データに基づいて、月別の変動を計算
- ③ 週間のパターン及び月別の変動パターンを用いてスマートパークの工業用地の月別・年間の電力量を計算(工業団地の電力需要は開発計画・入居率及び工場の運営時期により計算される)

また、試算にあたり下記の条件を前提として設定した。

- 2025年にスマートパークの入居率を50%、2035年までに5%/年で増加すると想定。
- 工場の需要原単位を400kW/haとし、運用時期に合わせて需要原単位を調整した。(セットアップフェーズには基準の25%、試用フェーズに50%)

図 4-23

(公表不可のため削除)

図 4-24

(公表不可のため削除)

表 4-7

(公表不可のため削除)

4.4.4.エネルギー需要の試算 - モビリティ

スマートパークのモビリティのコンセプトを立案するにあたり下記の 3 条件を前提として考慮した。

1. スマートパーク内への公共交通機関の入場は制限される
2. すべての従業員および自動車を利用して来場する訪問者は、共通の駐車場に駐車し、IEAT が提供する公共交通手段を利用し、スマートパーク内を移動する
3. モビリティサービスは、ピーク時に 90 分以内に 5,000 人の従業員を輸送できる必要がある

これらの条件は IEAT 側の掲げる「パークアンドライド」のコンセプト、および IEAT 側実施の Pre-FS による推定交通需要結果に基づき IEAT によって提示されたものとなっている。

これらの前提条件を踏まえ、スマートパーク向けモビリティとしてスマートパーク外から内への人員の「大量輸送」と、スマートパーク内における「ラストワンマイルモビリティ」の二つを柱にコンソーシアムによるモビリティコンセプト案を提案した。

モビリティコンセプト案では、人流・物流に関わる 8 つの主要な輸送手段から構成されており、各輸送手段は、下図に示すようにそれぞれ異なる対象範囲を有している。例えば従業員バスは従業員が自宅付近の乗車場所から乗車し、スマートパーク内のオフィス近くの停留所で降車する一方、シャトルバスやソントウ(トラックの荷台を改造した小型乗合バス)はスマートパーク内の移動手段としてスマートパーク内でのみ運行する想定である。

図 4-25

(公表不可のため削除)

提案したモビリティコンセプト案に基づき、各輸送手段のエネルギー消費量を試算・合計することにより全モビリティエネルギー需要を推定した。なお、各輸送手段のエネルギー消費は、下記の要素を考慮した上で試算している。

- 電気自動車(EV)の各車両型式のエネルギー消費(kWh/年)・燃料電池車(FCV)については kg/日
- スマートパークの入居率に応じて増加すると想定される車両台数

- EV 導入率
- 各車両タイプの燃費(EV は km/kWh、FCV は km/kg)
- 車両の年間走行距離(km)

上記を踏まえた 2035 年のモビリティエネルギー需要予測結果を下表にまとめた。

表 4-8

(公表不可のため削除)

4.4.5.エネルギー供給量の試算

<太陽光発電による電力供給量の試算>

太陽光発電量については、日本では設備の容量、日射量と各計算パラメータから計算する。計算パラメータの一つとして直達日射量(DNI)で計算することもあるが、一般的に斜面日射量:Global Tilted Irradiance(GTI)を使うことが多い。GTI は散乱日射量等他の方向の日射量も含むため、日射量の計算値は DNI より高くなり、そのため、発電量も高くなる。

本検討で使用した太陽光発電量の推定式を以下に示す。

年間発電電力量 $E_{PY}=P_{AN} \times HA \times K \times 365$ [kWh/年]

P_{AN} : 標準状態における太陽電池アレイ出力 [kW]

標準状態 : AM1.5、日射強度 1000W/m^2 、太陽電池セル温度 25°C

HA : 設置場所での日射量 [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{日}$]

K : 総合設計係数(温度補正係数、回路損失、機器による損失等で通常は 0.7 程度)

出典: JIS-C-8907「太陽光発電システムの発電電力量推定方式」

スマートパークへの太陽光発電の供給可能な電量

既存のマプタプット工業団地に設置可能な面積を衛星写真で測り、規格を想定して最大発電容量を算出した。既存マプタプット工業団地の太陽光発電から 50%の発電量をスマートパークに供給すると想定している。

図 4-26

(公表不可のため削除)

表 4-9

(公表不可のため削除)

また、スマートパーク外の太陽光パネル設置場所として、既存 Map Ta Phut 工業団地以外の EEC 内の倉庫の屋根上などのスペースを提供が可能な企業についても調査を行った結果、下記表のとおりチョンブリ県とチャチュンサオ県で合計約 4MW に相当する面積を提供可能な候補企業が特定された。

表 4-10 太陽光パネルの設置が可能なスペース提供企業候補

Company	Location (Province)	Power Output (MW)
A	Chonburi	1.9
B	Chachoengsao	2.0
Total		3.9

(出典:コンソーシアム)

<バイオガス発電による電力供給量の試算>

コンソーシアム各社により調査を行った結果、EEC エリア内に位置する一部の農作物製造企業はバイオガス製造に加え、既に発電設備を有しておりバイオガス発電による電力供給が可能であることが判明した。また、それ以外の企業についても発電に必要なバイオガス原料の供給が可能であることを特定した。但し、バイオマス発電を通じ VSPP スキームで PEA などに売電するスキームを既に検討している企業も一部存在することから、VSPP などの既存スキームの売電価格よりも高い価格を提示する必要がある、実際にこうした企業から電力やバイオガス原料を調達する際には購入価格が大きな検討ポイントになることが予想される。

表 4-11 バイオガス調達先候補一覧

Product	Company	Status	Location (Province)	Power Output *1 (MW)
Palm oil	C	Plant to expand	Chonburi	2.0
	D	Power generation	Chonburi	4.0
Cassava	E	Plan to expand	Chachoengsao	2.4
	F	Sell biogas	Chantaburi	3.0
	G	Not used	Chonburi	TBC
	H	TBC	Rayong	1.5
	I	Power generation	Chachoengsao	4.0
	J	Sell biogas	Chonburi	4.0
Poultry	K	TBC	Chonguri	4.5
Total				25.4

*1 Assumption: Amount of daily biogas = $0.3 \times (\text{Digester Volume}[\text{m}^3]) \text{ m}^3/\text{day}$
Power Output = (Hourly biogas $[\text{m}^3/\text{h}]$) / 0.3 kW

出典:コンソーシアム提供データより ADL 作成

<水素供給量の試算>

表 4-12

(公表不可のため削除)

表 4-13

(公表不可のため削除)

4.4.6.スマートパークのエネルギー需給バランスの試算

上記の各電力源および水素の需要・供給の試算結果を踏まえ、スマートパークにおけるエネルギー需給をフェーズに分けて試算を行った。開業予定の 2025 年から 2027 年をフェーズ 1、2028 年から 2034 年までをフェーズ 2、2035 年以降をフェーズ 3 とし、それぞれのフェーズにおける代表的な年について、電力・水素の需要量と供給量を試算した。

試算を行うにあたり、スマートパーク外からの電力の託送の可否に基づき、二つのシナリオを設定した。前述の通り、太陽光発電の一部とバイオガス発電については、発電サイトがスマートパーク外になることが想定されるため、各サイトで発電した電力をスマートパークに供給する場合には EGAT 等が保有する既存電網を利用して電力を託送する必要がある。しかし、現時点では再生可能エネルギー由来電力の託送は認められていないため、これを実現しようとする場合には特例の適用または規制緩和を待たなければならない。従い、託送が実現できる場合は今回特定したようなサイトから太陽光発電やバイオガス発電由来の電力を供給可能であるが、実現できない場合はそれ以外の電力源のみで需要を賄わなければならない、供給量全体に占める電源の構成が大きく変わってくることになる。下図に本エネルギー需給試算で用いた 2 つのシナリオの前提条件を記載する。

	Energy generated inside Smart Park	Energy generated outside Smart Park			
	Onsite solar energy	Hydrogen co-combustion	Offsite solar energy		Biogas
			Map Ta Phut IE	Other location	
Approval for wheeling of RE :	Not required	Not required (Private line)	Partially required (ERC approval is required for PEA's Energy Mgmt scheme)	Required	
Scenario 1: Wheeling is approved	✓	✓	✓	✓	✓
Scenario 2: Wheeling is not approved except PEA's scheme for MTP I.E.	✓	✓	✓		

(出典:コンソーシアム検討結果より ADL 作成)

図 4-27 エネルギー需給試算の検討シナリオ

各インプットや前提条件を踏まえ、実施した試算結果を下図に示す。需要量はまた、テナントやモビリティ向けエネルギー需要はスマートパークの入居率を前提条件の一つとして試算を行っており、入居率は IEAT と協議を行った上で各年における数値を設定した。開業から 2 年後の 2027 年では、入居率が 30%程度 の前提のため、エネルギー需要としては依然限定的だが、入居率が増加するにしたいテナントや IEAT 関連施設の電力需要だけでなく、EV などのモビリティ向け電力需要も増加するため、電力需要が大きく増加することが見込まれている。

電力供給量は需要量を充足するための電力を確保する前提で試算しており、供給量は両シナリオともに同量となっているが、電源構成がシナリオによって大きく異なっている。シナリオ 1 ではスマートパーク内 (Onsite)の太陽光発電に加え、託送によってスマートパーク外(Offsite)から供給される太陽光発電とバイオガス発電が全体の半分を占める結果となっており、それでも不足する分を副生水素を利用した水素混焼発電により供給する形となっている。一方、シナリオ 2 では託送ができないためスマートパーク外の太陽光発電やバイオガス発電が利用できず、スマートパーク内の太陽光発電では不足する分を水素混焼発電で補う。結果として電力供給の大半を水素混焼発電に依存する形となっている。

水素需給に関しては、現時点での副生水素の供給可能量が非常に大きく、また今後更に供給可能量は増加する見込となっていることから、入居率の上昇に伴い燃料電池車向けや水素混焼発電向けの水素需要が増加した場合でも、需要量を上回る供給量を確保することが容易であると想定されている。特に、電力供

給量全体に占める水素混焼発電の割合が非常に高いシナリオ 2 の場合でも、需要量を上回る水素量が確保できる見込みであり、仮に託送が難しくシナリオ 2 のエネルギーバランスしか実現できなくなった場合でも、スマートパークの運営に求められるエネルギー需要を満たすことは十分に実現可能であるものと想定される。

図 4-28

(公表不可のため削除)

図 4-29

(公表不可のため削除)

このような試算を通じて大きく二つの示唆が導出されている。一つ目はスマートパークのカーボンニュートラルの実現に向けては再生可能エネルギー由来の電力比率を高めるために託送が不可欠という点である。電力の需要量を充足するため、太陽光発電やバイオガス発電などの再生可能エネルギー由来の電力だけでは不足する分を副生水素を利用した水素混焼発電で補完するというモデルで電力供給を想定しているが、副生水素は製造プロセス中に発生する二酸化炭素の一部が割り当てられており、利用にともない一定程度の二酸化炭素を排出すると見なされる。従い、二酸化炭素の排出量を大きく削減しようとした場合には、発電時の二酸化炭素排出量がゼロである太陽光発電や、排出量の少ないバイオガス発電など再生可能エネルギー由来の電力量を高める必要があり、そのためには託送が不可欠となってくる。二つ目は託送が実現できたとしても、再生可能エネルギー由来の電力の不足分を補完するために利用される水素混焼発電を脱炭素化するための CCUS/CCS などのカーボンキャプチャー技術の導入が必要という点である。上記の通り、現時点では二酸化炭素が排出されるとみなされる、いわゆるグレー水素である副生水素を利用した水素混焼発電の二酸化炭素排出量を更に低減し、発電設備へカーボンキャプチャー設備を導入することで、燃焼時の二酸化炭素を回収することが効果的と想定される。ただし、それによるコスト増や回収後の二酸化炭素の処理方法については今後精査が求められる。

図 4-30

(公表不可のため削除)

4.5. 経済性の検討

4.5.1. 想定導入インフラ概要

前述のエネルギー需給試算結果を踏まえ、下表に記載された通り対象インフラ設備についてイニシャルコストとランニングコストの推定を行った。

表 4-14

(公表不可のため削除)

4.5.1. 想定されるインフラ導入コスト

コスト試算を行うにあたり、下記の二つのシナリオを設定した。

- シナリオ 1：蓄電池による蓄エネルギー
 - 再生可能エネルギー由来の余剰電力の蓄電に定置型蓄電池を利用し、蓄電池の電力を利用するケース
- シナリオ 2：水素による蓄エネルギー
 - 再生可能エネルギー由来の余剰電力を水電解装置を用いて水素に変換し、水素タンクで蓄エネルギーを行い、必要に応じて燃料電池発電システムを用いて再度電力に変換し、電力を利用するケース

コストの試算に当たっては各インフラ設備について本スマートパークへの導入に適切と思われる代表的なブランド・モデルを選定し、その本体価格や関連コストを前提としている。なお、コストの試算はエネルギー需給バランスの試算を行った際の 2 シナリオのうち、託送が実現可能なシナリオ(シナリオ 1)のみで実施している。

シナリオにおけるイニシャルコスト、オペレーションコストのフェーズ毎の試算額を下記表に記載する。

表 4-15

(公表不可のため削除)

表 4-16

(公表不可のため削除)

表 4-17

(公表不可のため削除)

表 4-18

(公表不可のため削除)

更に、各設備のイニシャルコストを設備の耐用年数で償却(定額法)した場合の各フェーズにおける年間減価償却費も下記表の通り実施した。

表 4-19

(公表不可のため削除)

4.5.2. コストの積み上げによる電力価格の試算

これまで検討した発電量、合計コストに加え、スマートパーク外からの電力の託送料金⁵を考慮した場合の各電源種別および平均の電力単価(THB/KWh)の試算結果を下記表に示す。試算の結果、Phase1 では入居率が低さゆえに各設備の稼働率が低水準に留まるため単位当たりの平均電力単価が高くなっているが、入居率の上昇に伴い稼働率の上昇し、徐々に平均電力単価は減少することが推定された。

⁵ 0.36THB/KWh と仮定

表 4-20

(公表不可のため削除)

表 4-21

(公表不可のため削除)

今回の試算結果から得られた電力価格は下表に示すタイの現状の工業用電力価格と比較しても遜色ない結果となっており、十分な価格競争力を有しているように見受けられる。ただし、ここで示している電力単価はあくまでコストの単純積み上げの試算結果であり、各事業者の利益は単価に織り込まれていないことに注意する必要がある。特に電力の全体供給量のうち大きな割合を占めるバイオガス発電の電力価格は FIT 価格などの動向に影響され供給元事業者によって大きく上振れする可能性もあることを留意する必要がある。また、託送料金についても現在の仮定値より実際の料金が高く設定された場合は、電力価格に大きく影響を与える可能性も留意する必要がある。

今後、推定電力価格をより精緻なものにしていくためには、エネルギー供給事業のビジネススキームをより具体化した上で、各事業者の収益性等も加味した電力価格を検討する必要がある。

表 4-22 タイの工業用電力価格 (2021 年時点)

Schedule 2: Small General Service

(Applicable to businesses, residences, industries, government institutions, local authorities, state enterprises, embassies, establishments related to foreign countries, or international organizations, etc., including compounds with a maximum of 15-minute integrated demand of less than 30 kW through a single watt-hour meter)

2.1 Normal Rate	Energy Charge (per kWh)		Service Charge			
	Baht	US\$	Baht/month	US\$/month		
2.1.1 At voltage level between 22-33 kV	3.91	0.13	312.24	10.19		
2.1.2 At voltage level less than 22 kV			46.16	1.51		
- First 150 kWh (0 - 150th)	3.25	0.11				
- Next 250 kWh (151st - 400th)	4.22	0.14				
- Over 400 kWh (401st and over)	4.42	0.14				
2.2 Time of Use Rate (TOU)	Peak (per kWh)		Off Peak (per kWh)		Service Charge	
	Baht	US\$	Baht	US\$	Baht/month	US\$/month
2.2.1 At voltage level between 22-33 kV	5.11	0.17	2.60	0.08	312.24	10.19
2.2.2 At voltage level less than 22 kV	5.80	0.19	2.64	0.09	46.16	1.51

Schedule 3: Medium General Service

(Applicable to businesses, industries, government institutions, local authorities, state enterprises, embassies, establishments related to foreign countries or international organizations, including compounds with a maximum 15-minute integrated demand of at least 30 kW but less than 1,000 kW, and an average energy consumption in the last 3 consecutive months, that does not exceed 250,000 kWh per month through a single demand meter)

3.1 Normal Rate	Demand Charge (per kW)		Energy Charge (per kWh)		Service Charge (per month)	
	Baht	US\$	Baht	US\$	Baht	US\$
3.1.1 At voltage level 69 kV and above	175.70	5.73	3.11	0.10	312.24	10.19
3.1.2 At voltage level between 22-33 kV	196.26	6.40	3.15	0.10	312.24	10.19
3.1.3 At voltage level less than 22 kV	221.50	7.23	3.18	0.10	312.24	10.19

	Demand Charge (per kW)		Energy Charge (per kWh)				Service Charge (per month)	
	Baht	US\$	Peak (per kWh)		Off Peak (per kWh)		Baht	US\$
3.2 Time of Use Rate (TOU)								
3.2.1 At voltage level 69 kV and above	74.14	2.42	4.10	0.13	2.51	0.08	312.24	10.19
3.2.2 At voltage level between 22-33 kV	132.93	4.34	4.18	0.14	2.60	0.08	312.24	10.19
3.2.3 At voltage level less than 22 kV	210.00	6.85	4.32	0.14	2.64	0.09	312.24	10.19

Schedule 4: Large General Service

(Applicable to Businesses, Industrials, government institutions, local authorities, state enterprises, embassies, establishments related to foreign countries or international organizations, and so on, including their compound with the maximum of an average integrated demand of energy in 15 minutes in any period of time from 1,000 kW and over or an average energy consumption in the last 3 consecutive months are over 250,000 kWh per month through a single demand meter.

4.1 Time of Day Rate (TOD)	Demand Charge (per kW)						Energy Charge (per kWh)		Service Charge (per month)	
	Peak		Partial		Off Peak					
	Baht	US\$	Baht	US\$	Baht	US\$	Baht	US\$	Baht	US\$
4.1.1 At voltage level 69 kV and above	224.30	7.32	29.91	0.98	0	0	3.11	0.10	312.24	10.91
4.1.2 At voltage level between 12-24 kV	285.05	9.30	58.88	1.92	0	0	3.15	0.10	312.24	10.91
4.1.3 At voltage level less than 12 kV	332.71	10.86	68.22	2.23	0	0	3.18	0.10	312.24	10.91

Peak: 06.30 PM - 09.30 PM every day

Partial: 08.00 AM - 06.30 PM every day (Demand charge considers only the excess demand over peak recorded on peak period)

Off Peak: 09.30 PM - 08.00 AM every day

4.2 Time of Use Rate (TOU)	Demand Charge (per kW)		Energy Charge (per kWh)				Service Charge (per month)	
	Peak		Peak		Off Peak			
	Baht	US\$	Baht	US\$	Baht	US\$	Baht	US\$
4.2.1 At voltage level 69 kV and above	74.14	2.42	4.10	0.13	2.58	0.08	312.24	10.19
4.2.2 At voltage level between 22-33 kV	132.93	4.34	4.18	0.14	2.60	0.08	312.24	10.19
4.2.3 At voltage level less than 22 kV	210.00	6.85	4.33	0.14	2.63	0.09	312.24	10.19

Minimum Charge: As for Schedule 4, the minimum charge shall not be lower than 70% of the maximum demand charge during the last 12 month period ending with the current month.

(出典:BOI)

4.5.3. 想定される日本企業の裨益

スマートパークのクリーンエネルギー供給事業の提案が IEAT に受け入れられ、導入が可能となった場合は日本企業による設備・関連サービス提供による事業機会獲得が可能となると想定される。

表 4-23

(公表不可のため削除)

また、エネルギー以外にも下記のスマートパークのユーティリティインフラに関して IEAT が競争入札によるベンダー選定を検討しているとの情報があるため、実際に入札が行われた際には日本企業も入札参加を通じた事業機会の獲得可能性が存在している。但し、入札範囲や入札形態・スコープについては現時点では IEAT が検討中であり、入札の内容は変更になる可能性がある。

- 通信システム
- ショッピングセンター、およびオフィスサービス
- 地域冷房システム
- 域内の公共交通システム、および中央駐車場

4.6. 本事業実施時の CO₂ 排出抑制量の試算

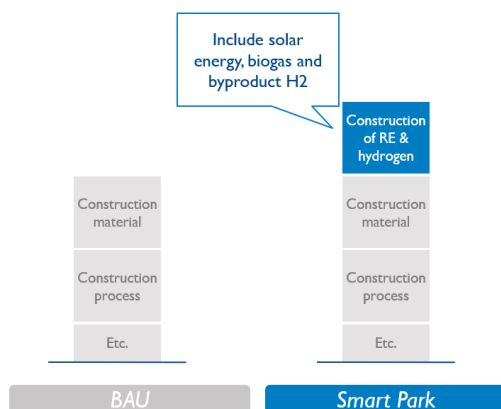
4.6.1. CO₂ 排出量試算前提と考え方

一般的に工業団地の CO₂ 排出量は下図に示す通り、建設期と運営期の合計として計算される。運営期の排出は主に下記の項目から構成されている

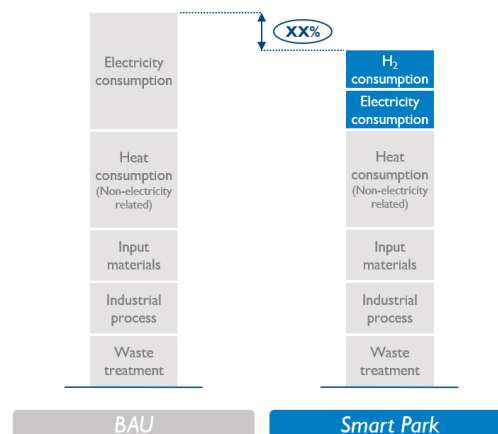
- ① エネルギー消費(電力消費)
- ② エネルギー消費(熱源。電力以外)
- ③ 原料調達
- ④ 生産プロセス
- ⑤ 下水・廃棄物処理

図 4-31 工業団地の CO₂ 排出量の抑制効果算出の考え方

CO₂ emission from construction phase



CO₂ emission from operational phase



(出典: 日本工営提供資料より ADL 作成)

本検討におけるスマートパークのエネルギー供給事業は上記①の部分のみ影響があり、With/Without ケースを想定すると、②～⑤の排出量の差はゼロとなる。①の排出量の差はグリッド電力抑制量に相当する排出量から「再生可能エネルギーに含む排出量」と「副生水素に含む排出量」を引いたものとなる。

また、建設期に再生可能エネルギー発電施設の建設により排出された CO₂ は本来であれば運営時期に按分すべきであるが、全体の検討結果に与える影響が限定的と想定し、本検討では省略することとした。

更に、工業団地の建設・運営に加え、モビリティからの CO₂ 排出量についても検討を行った。モビリティについてはコンソーシアムのモビリティコンセプト案による車両台数の減少、および電動化車両の導入による車両あたりの CO₂ 排出量の抑制量から本事業実施時の CO₂ 排出抑制量を試算した。

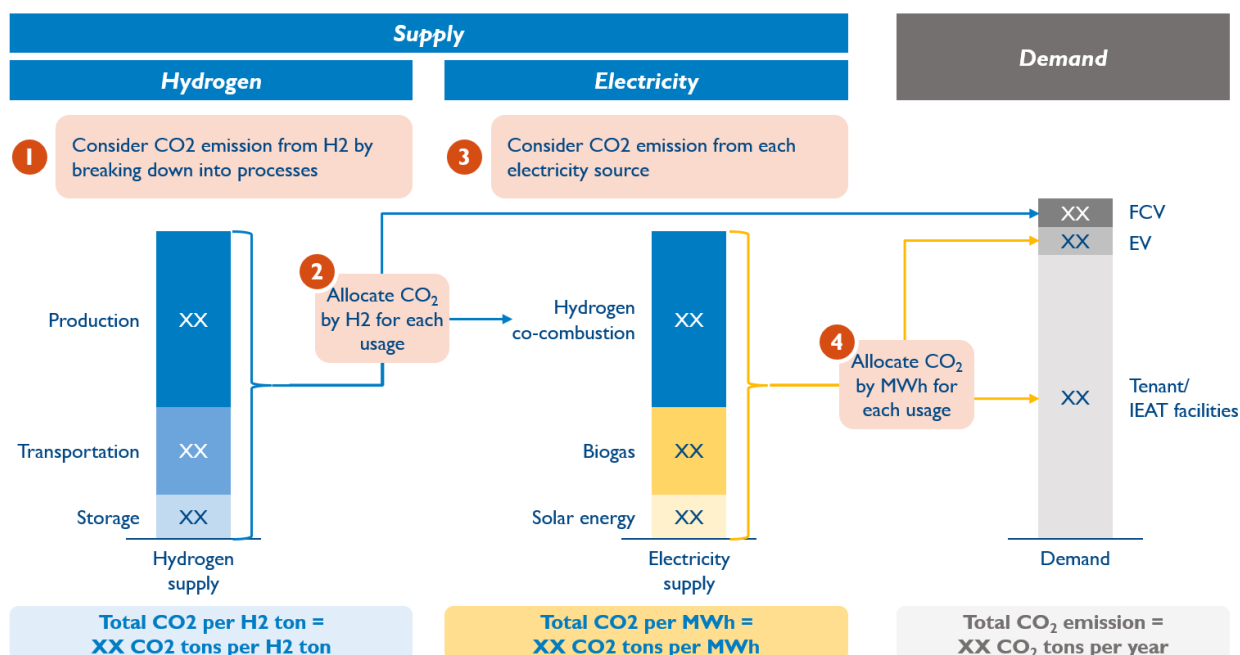
4.6.2. エネルギー消費(電力消費)における CO₂ 排出量、および抑制量の試算前提

エネルギー消費(電力消費)における排出量を試算するにあたり、まず水素と再生可能エネルギー由来電力の供給に係る CO₂ 排出量の特定を行った。水素については、副生水素の製造に係る排出量に加え、水素を輸送または貯蔵する段階での排出量についても特定し、試算に含めている。

一方、電力のうち副生水素を用いた水素混焼発電による電力供給については、既に特定した水素の排出

量をもとに発電効率を考慮して試算した。バイオガスについては一般的な CO₂ 排出係数が設定されていないため、タイの CO₂ 排出源に関する学術論文⁶よりバイオマスの排出係数 0.138gCO₂/kWh を仮定値として用いた。なお、太陽光発電については前述の通り本来であれば建設期の排出量を案分すべきであるが、今回の検討では省略しているため、排出係数を 0 gCO₂/kWh で試算した。

このような仮定を置き試算した単位当たりの CO₂ 排出係数を用いて、エネルギー需要に応じた排出量の推定を行った。



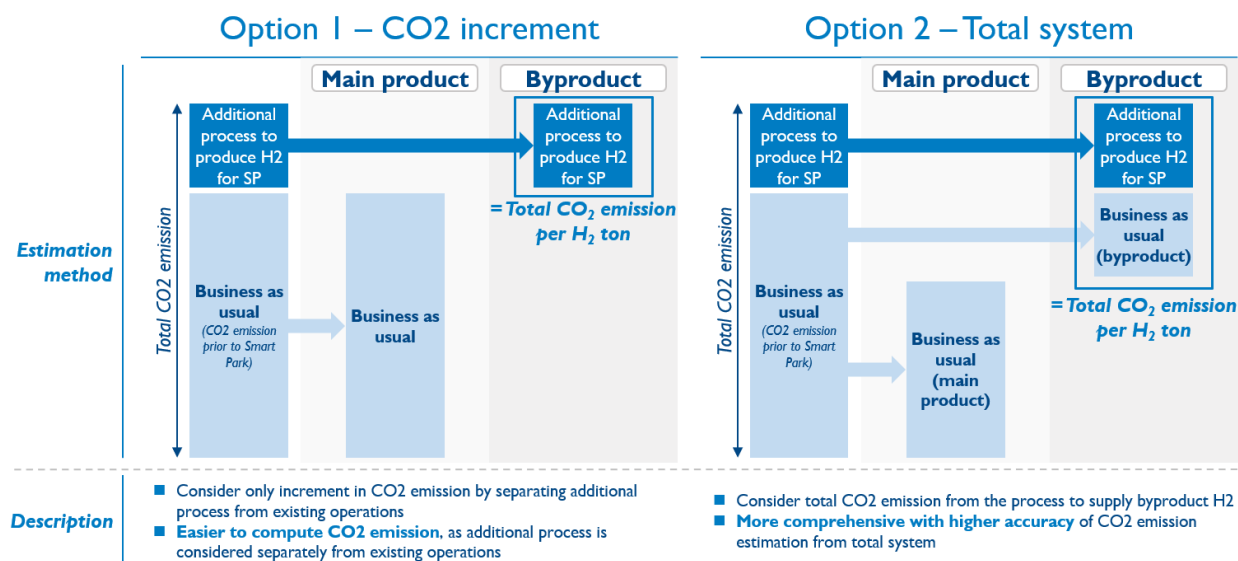
(出典:コンソーシアム検討結果より ADL 作成)

図 4-32 スマートパークのエネルギー消費(電力消費)の CO₂ 排出量試算の考え方

副生水素については、主製品の製造プロセスにおける CO₂ 排出量に加え、副産物を利用可能な状態にするために付加的に発生する CO₂ 排出量の二つを考慮に入れる必要がある。前者の製造プロセスにおける CO₂ 排出量については、副産物の利用有無にかかわらず主製品の製造に伴い発生することから、副産物の排出量として考慮しないという考えもある一方、副産物に価値を認め、これを利用する以上は副産物にも何らかの基準を用いて排出量を按分すべきという考え方がある。主製品と副産物間で、主製品の製造プロセスにおける排出量を按分する場合は、重量ベース、エネルギー量ベース、経済価値ベースなどの基準を用いて

6 A study of CO₂ Emission Sources and Sinks in Thailand, Choomkong et al, 2017

行う方法があるが、本検討では試算が簡便であり常に一定であるため測定が容易な重量ベースで案分を行うこととした。



(出典:コンソーシアム検討結果より ADL 作成)

図 4-33 副生水素の CO₂ 排出量評価の考え方

Major CO₂ emission allocation methods

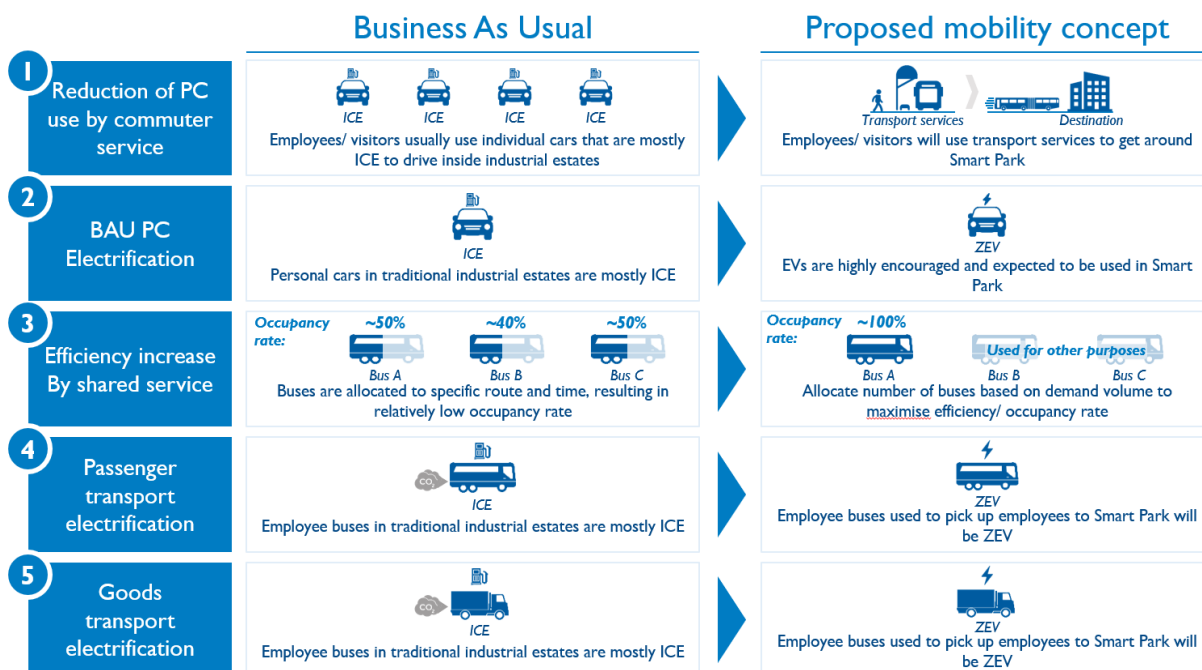
	Allocation factors	Examples	Pros	Cons
Physical allocation	Weight  As H₂ is one of the lightest gas, less CO₂ can be allocated to H₂ with mass-based allocation	- Total output weight is 20 kg: - Byproduct H₂ – 5 kg - Main product – 15 kg - CO₂ allocation: - Byproduct H₂ – 25% - Main product – 75%	✓ Well-suited for performance tracking, because it is not dependent on market fluctuations ✓ Easier to allocate CO₂ emission for co-products that have common production processes	✗ Unable to adequately reflect CO₂ emission contribution if measured in different terms
Energy-based allocation	Energy content 	- Net energy is 100 kJ: - Byproduct H₂ – 30 kJ - Main product – 70 kJ - CO₂ allocation: - Byproduct H₂ – 30% - Main product – 70%	✓ Well-suited for performance tracking, because it is not dependent on market fluctuations ✓ Well-suited for comparing CO₂ emission amongst refinery products because primary use of refineries is to obtain energy	✗ Require detailed allocation at lowest (as possible) subprocess level to accurately estimate CO₂ emission
Economic value-based allocation	Price 	- Net worth is \$8/MMBtu: - Byproduct H₂ – \$5/MMBtu - Main product – \$3/MMBtu - CO₂ allocation: - Byproduct H₂ – 63% - Main product – 37%	✓ Considers the economic effects (e.g., environmental impact, scarcity of resources, etc.) that are usually non-quantifiable ✓ Well suited for evaluating emission of waste that acquires value as replacement for another material input	✗ Sensitive to price fluctuation of products, causing variability of CO₂ emission allocation ✗ Unable to track performance for CO₂ emission reduction efforts

(出典：GHG Protocol など各種二次ソースより ADL 作成)

図 4-34 CO₂ 排出量の按分方法のオプション

4.6.3. モビリティにおける CO₂ 排出量、および抑制量の試算前提

コンソーシアムによるモビリティコンセプト案では下図の通り、①通勤バスサービス提供による自家用車使用の抑制、②自家用車の電動化、③シェアードサービスによる輸送効率の向上、④スマートパーク内の旅客輸送車両の電動化、⑤貨物輸送車の電動化、の 5 つの施策を通して CO₂ 排出量の抑制を提案した。①の施策は IEAT の計画である「パート・アンド・ライド」のコンセプトに依拠している。このコンセプトでは、テナントは自家用車を中央駐車場に駐車し、交通サービスを利用してスマートパーク内を移動することが推奨されている。③の施策では、通常事業者毎に運営されている通勤者用の通勤バスを共用化することで、車両乗車率を最大化し、運行効率を向上させることを目指している。その他の施策については、スマートパークで利用者にインセンティブを付与することで電動自転車の利用が促進されるなどの仮定をおいて試算を行っている。



(出典:コンソーシアム検討結果より ADL 作成)

図 4-35 モビリティコンセプト案における CO₂ 排出量削減に向けた施策(イメージ)

CO₂ 排出量抑制量の試算のため、まずスマートパークにおける車両台数と車両あたり CO₂ 排出量(全て内燃車と仮定)をもとに排出量を算出した。次に上記5の施策を通じて期待される車両台数の抑制と、電動化を通じた車両あたり排出量の抑制を計算することで、全体の排出量の抑制幅の算出を行った。

4.6.4. CO₂ 排出抑制量の試算結果

以上を踏まえ、エネルギー消費(電力消費)とモビリティからの CO₂ 排出量を現状趨勢(BAU)ケースとコンソーシアム案であるクリーンエネルギー導入ケースのそれぞれについて試算を行った。

いずれのケースにおいても、入居率が上昇するに従い CO₂ 排出量が増加する試算結果となっているが、クリーンエネルギーを導入した場合は、BAU ケースと比べスマートパーク開業直後から約 7 割の CO₂ 排出量の抑制が可能という結果となった。

図 4-36

(公表不可のため削除)

エネルギー消費の CO₂ 排出量に関しては、クリーンエネルギーの導入により最大 79%の CO₂ 排出量が抑制できる試算結果となった。なお、水素混焼発電の利用によって副生水素の燃焼により排出される CO₂ が全体の排出量に含まれてしまうが、これは CCS/CCUS などの脱炭素技術を水素混焼発電設備に導入することにより理論上抑制できることができると仮定した。一方、クリーンエネルギー導入後も依然多くの CO₂ 排出量がバイオガス発電から発生しており、バイオガス発電の脱炭素化など追加の施策を講じることで更なる排出量抑制が可能となる見込みである。

図 4-37

(公表不可のため削除)

また、モビリティの CO₂ 排出量に関しては、貨物輸送車の電動化による CO₂ 抑制幅が大きく、自家用車の電動化の抑制幅が次いで大きい試算結果となっている。また、シェアードサービスの輸送効率の向上による CO₂ 排出抑制幅も同様に大きいことから、電動化だけでなく、輸送効率向上を通じた車両台数の削減も CO₂ 抑制に向け重要な施策であることが確認された。

図 4-38

(公表不可のため削除)

4.7. IEAT とのコミュニケーション

4.7.1. IEAT との定期ミーティング

スマートパークにおけるクリーンエネルギー供給事業の提案のため、これまでに全 7 回の IEAT とコンソーシアムによる定期ミーティングを実施した。

表 4-24 IEAT とコンソーシアムによる定期ミーティング実績

回	実施日	実施場所	参加者
1	2021 年 5 月 24 日	オンライン	● IEAT(Veeris 総裁、その他幹部数名) ● コンソーシアム日系各社 ● 在タイ日本大使館 ● 日本工営 ● ADL
2	2021 年 7 月 7 日	オンライン	● IEAT(長官欠席のため Pamut ディレクターが代理出席。その他幹部数名) ● コンソーシアム各社 ● 在タイ日本大使館 ● 日本工営 ● ADL
3	2021 年 8 月 23 日	オンライン	● IEAT(Veeris 総裁、その他幹部数名) ● コンソーシアム各社 ● 在タイ日本大使館 ● NEDO バンコク事務所 ● 日本工営 ● ADL
4	2021 年 10 月 18 日	オンライン	● IEAT(長官欠席のため Pomtep 副総裁が代理出席。その他幹部数名) ● コンソーシアム各社 ● 在タイ日本大使館

			● 日本工営 ● ADL
5	2021 年 12 月 22 日	オンライン	● IEAT(長官欠席のため Porntep 副総裁が代理出席。その他幹部数名) ● コンソーシアム各社 ● 在タイ日本大使館 ● 日本工営 ● ADL
6	2022 年 2 月 10 日	オンライン	● IEAT(長官欠席のため Porntep 副総裁が代理出席。その他幹部数名) ● コンソーシアム各社 ● 在タイ日本大使館 ● EEC 事務局 ● NEDO バンコク事務所 ● 日本工営 ● ADL
7	2022 年 3 月 28 日	タイ バンコク IEAT 本部	● IEAT(Veeris 総裁、その他幹部数名) ● コンソーシアム各社 ● 在タイ日本大使館 ● 日本工営 ● ADL

以下、詳細は公表不可のため削除。

図 4-39

(公表不可のため削除)

4.7.2. IEAT 各担当者、および IEAT 外注先建設コンサルティング会社との個別討議

上記の IEAT との定例ミーティングに加え、各検討事項に関する詳細確認を行うため、IEAT の各担当者や IEAT の外注先の建設コンサルティング会社である De-x Studio 社などと、複数回協議を実施した。

以下、詳細は公表不可のため削除。

4.7.3. IEAT とコンソーシアム間の協力覚書(MOC)締結

2021 年 11 月 10 日、IEAT とコンソーシアム各社間で、Map Ta Phut 地域におけるカーボンニュートラル工業団地開発の検討に向けた協力覚書(MOC)のオンライン署名式が実施された。本 MOC は第 3 回(8 月)の IEAT 総裁とのミーティングにおける総裁からの提案に基づくものであり、「カーボンニュートラル」スマートパークの実現に向けた、フィジビリティスタディの行うにあたり双方の情報共有・連携をより円滑にすることを主目的として締結された。MOC にはフィジビリティスタディの検討範囲として水素、太陽光、バイオエネルギー、ゼロ・エミッション・ビークル(ZEV)といったクリーンエネルギーインフラ技術が明記された。

当日の署名式には MOC の署名主体である IEAT、日本側コンソーシアムメンバーであるトヨタモータータイランド(TMT)、豊田通商(タイランド)、大阪ガス、関西電力の4社、タイ側コンソーシアムメンバーである PTT、PTTGC、バンコク・インダストリアル・ガス(BIG)が参加し、MOC への署名および記念の集合写真撮影を行った。

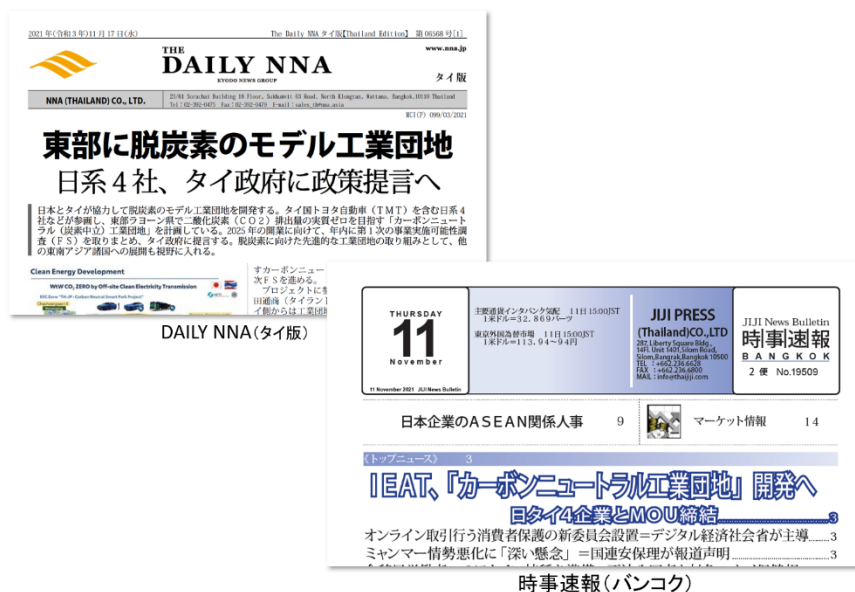
在タイ日本大使館 梨田大使が来賓祝辞(急遽別件により当日は欠席・ビデオメッセージ。大場次席公使が代理列席し集合写真撮影に対応)。また、MOC の署名立会人として資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 国際室 星野室長も出席し、挨拶を行った。また、IEAT の Veeris 総裁は「今回の提携はタイの国家目標の達成に向けたロールモデルになる」と期待を表明した。



(出典:TDEM)

図 4-40 IEAT とコンソーシアムによる協力覚書(MoC)のオンライン署名式の様子

同年 11 月 12 日、TMT より各社連名のプレスリリースが発出された。これを受け日タイ各メディアにも MOC 締結が大きく報じられた。



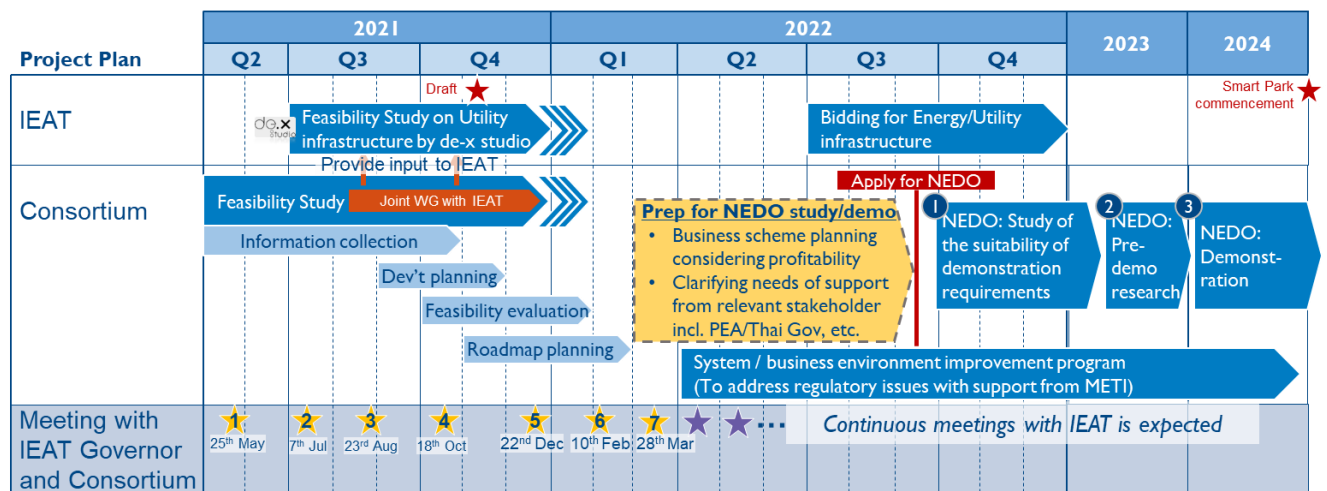
(出典:NNA、時事速報より ADL 作成)

図 4-41 タイにおける現地日系メディアによる報道ぶり

4.8. 受注に向けたスケジュール・体制

今後のスケジュールとして、IEAT 側はエネルギー・ユーティリティインフラの入札を 2022 年中に実施することを計画しており、IEAT 側のエネルギー・ユーティリティインフラの整備計画に含まれる多くの範囲のインフラ設備については競争入札が行われることが予想される。今後、コンソーシアム各社やその他日系企業によるスマートパークにおける事業機会獲得のためには IEAT 側から共有される情報を適時に入手した上で、入札に備えることが重要と想定される。

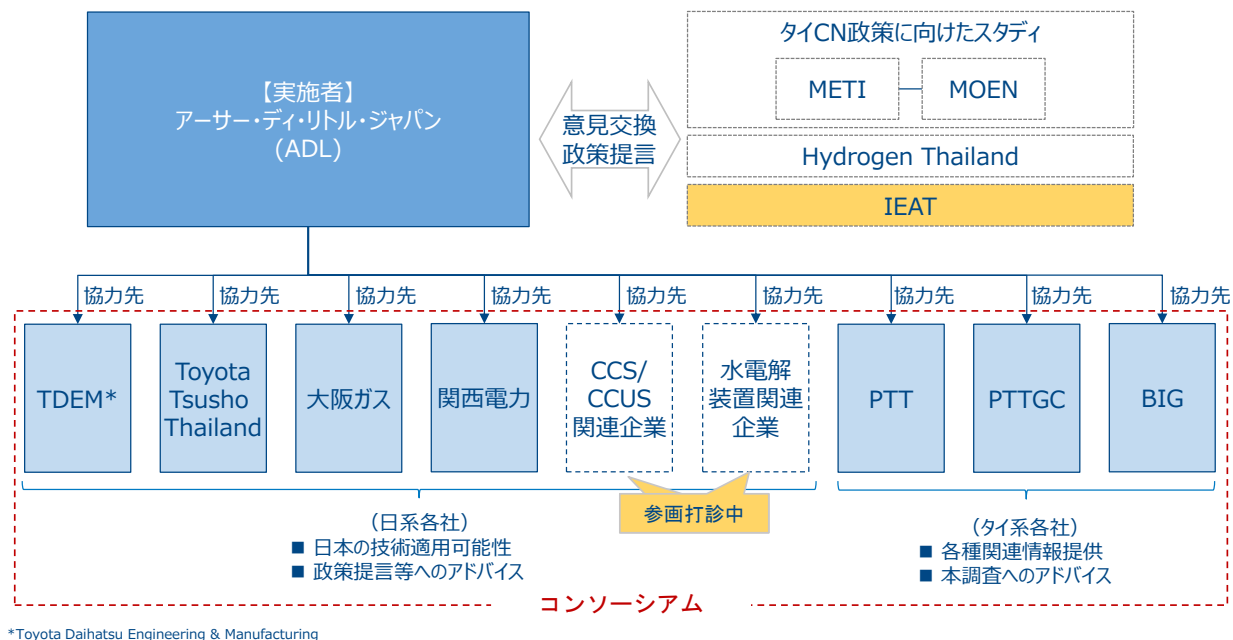
一方、水素関連設備などについては入札対象となる可能性が低いと推測されるため、コンソーシアムとしてはスマートパークにおける実証実験を通じた事業機会獲得を目指す予定である。現時点では実証実験の枠組みとして新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」を想定しており、第一段階として同実証事業の実証要件適合性等調査への申請を計画している。



(出典：コンソーシアム検討結果より ADL 作成)

図 4-42 コンソーシアムの今後の検討スケジュール(暫定版)

また、今後の検討体制については、下図の通りこれまでのコンソーシアムメンバーに加えて、CCS/CCUS や水電解装置などの技術を保有する新たな日系企業の参画を想定しており、現在調整を行っている。



(出典：ADL)

図 4-43 今後の検討実施体制(暫定版)

4.9. 事業化に向けたビジネススキーム案

事業化に向けたビジネススキームについては、今後コンソーシアム各社との討議により具体化する予定であるが、現時点におけるたたき台として下図のようなスキーム素案を作成し、コンソーシアム内で議論を開始している。

図 4-44

(公表不可のため削除)

(以上)

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 タイ王国カーボン
ニュートラル政策の推進と連動した
Map Ta Phut新スマート工業団地にお
ける水素等クリーンエネルギーを活用
したインフラ開発調査事業

委託事業名 令和3年度質の高いインフ
ラの海外展開に向けた事業実施可能性
調査事業委託費

受注事業者名 アーサー・ディ・リト
ル・ジャパン株式会社

頁	図表番号	タイトル
17	図 3-1	エネルギー政策に関するタイ政府組織図
18	図 3-2	タイのエネルギー政策に関する主要計画
21	図 4-1	MapTaPhutスマートパーク工業団地の地理的な位置
22	図 4-2	MapTaPhutスマートパークの概要
23	図 4-3	スマートパークにおける交通コンセプト
23	図 4-4	スマートパークにおける太陽光パネル設置イメージ
24	図 4-5	スマートパークの土地利用計画
25	図 4-6	IEATによるスマートパークのプロジェクトタイムライン
29	図 4-12	電力バリューチェーン
30	図 4-13	タイの発電キャパシティ内訳
31	図 4-14	タイの主要なIPP (Independent Power Producer) の概要
32	図 4-15	IPP事業における入札要件
33	図 4-16	タイの電源別発電容量
37	図 4-17	タイの電力事業における外資参入規制の概要
39	図 4-19	太陽光パネルの設置場所案
40	図 4-20	衛星写真から確認された太陽光パネルの設置が可能と想定されるMapTaPhut工業団地における候補地例
41	図 4-21	EECエリアにおけるバイオガス発電の供給元のイメージ
59	図 4-31	工業団地のCO2排出量の抑制効果算出の考え方
61	図 4-32	スマートパークのエネルギー消費(電力消費)のCO2排出量試算の考え方
62	図 4-33	副生水素のCO2排出量評価の考え方
63	図 4-34	CO2排出量の按分方法のオプション
69	図 4-40	IEATとコンソーシアムによる協力覚書(MoC)のオンライン署名式の様子
69	図 4-41	タイにおける現地日系メディアによる報道ぶり

(様式 2)

[illegible]