

令和 2 年度

ウズベキスタン共和国における石炭ガス化複合発電
(IGCC) 案件形成実施可能性調査事業
調査報告書

令和 3 年 2 月

経済産業省 資源エネルギー庁

委託先

三菱商事株式会社
三菱パワー株式会社

目 次

1. 調査概要とまとめ

1.1 調査概要	1.1-1
1.2 調査目的	1.2-1
1.3 調査内容と成果	
1.3.1 技術検討	1.3-1
1.3.2 プロジェクトの経済性評価	1.3-2
1.3.3 未了項目及びその経緯	1.3-2

2. 調査結果

2.1 プロジェクトの基本計画の検討	
2.1.1 発電設備概要	2.1-1
2.1.2 設置する設備範囲	2.1-2
2.1.3 所掌区分	2.1-4
2.1.4 プロジェクト全体スケジュール	2.1-7
2.2 石炭調査、検討	2.2-1
2.3 サイト候補地の調査、確認	
2.3.1 敷地面積・形状等の確認	2.3-1
2.3.2 冷却水他、ユーティリティの利用可否確認	2.3-1
2.3.3 輸送環境の確認	2.3-2
2.3.4 周辺居住住民有無の確認	2.3-3
2.4 ガス化炉設備の検討（含むガス精製設備）	
2.4.1 石炭ガス化炉システム	2.4-1
2.4.2 ガス精製設備	2.4-3
2.5 発電設備の検討	
2.5.1 複合発電システム	2.5-1
2.5.2 空気分離システム	2.5-2
2.5.3 プラント出力/効率	2.5-2
2.5.4 設備配置	2.5-2
2.5.5 プラント建設工程	2.5-2
2.6 環境への影響の検討	2.6-1
2.7 CO ₂ 削減量の検討	2.7-1
2.8 経済性評価	
2.8.1 プロジェクトの経済性評価	2.8-1
2.8.2 副収入評価（スラグ）	2.8-2

1. 調査概要とまとめ

1. 調査概要とまとめ

1.1 調査概要

ウズベキスタン共和国は、安定した経済成長、人口増により高い電力需要があるものの、一人当たりの発電容量は近隣諸国と比べても低水準にあり、国内最大電力需要を自国で賄うことが出来ず、不足分を隣国からの輸入で賄っている。加えて、旧ソ連時代に納入された発電設備の老朽化による低効率な発電設備の更新が急務となっている。また、ウズベキスタン共和国は、火力発電が総発電量の 8 割以上を占めているが、その燃料は天然ガスに大きく依存しており、エネルギーミックスの観点から電力供給システムの信頼性に潜在的なリスクを抱えている。

斯かる状況下、ウズベキスタン政府としては、水力、太陽光、風力などの再生可能エネルギーの活用を検討しつつも、引き続き、国内の石炭資源を活用し環境への負荷を最小限にする技術への需要があり、日本の最新鋭の石炭ガス化複合発電設備（IGCC: Integrated Coal Gasification Combined Cycle）の導入を計画している。

三菱商事株式会社（以下 MC）、三菱パワー株式会社（以下 三菱パワー）は、経済産業省（METI）から「令和 2 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調査事業」を受託し、「ウズベキスタン共和国における IGCC 事業実現に向けた案件形成調査（以下 本調査）」を実施した。

本調査では、MC、三菱パワー共同でウズベキスタン共和国エネルギー省（以下 MOE）との間で締結した覚書及びウズベキスタン発電公社（以下 TPP）要請に基づき、同国の電力供給の増加、電源構成の多様化に対する打ち手としての三菱パワーの空気吹き IGCC 技術の導入及び案件形成を目的とした。

本調査の結果、以下に示す通り、最新鋭の低品位炭焼き火力発電技術をウズベキスタン共和国へ普及展開、案件形成を実現するための有益な知見を得ることができた。

- (1) 燃料性状を調査し、加えて用水の供給状況を調査すると共に、新設設備の仕様と数量、及び設備供給・各種役務の所掌の詳細を明らかにした。
- (2) 技術面、環境面（CO₂ 排出量低減）及び経済面のメリットを明らかにし、ウズベキスタン共和国のエネルギー不足解消の打ち手として三菱パワー製 IGCC を適用することの妥当性・有効性・必要性等を確認した。
- (3) 上記より、低品位炭焼き IGCC をウズベキスタン共和国へ普及展開し、案件を実現するための大きな足掛かりを得た。

1.2 調査目的

2019 年後半に MOE より、日本の最新鋭の IGCC 技術への強い関心が示され、同技術のウズベキスタン共和国への導入に向けた事業実施可能性調査実施の要請が有り。要請の背景として、同国ミルジョエフ大統領が推進する各セクターに於ける改革への強い期待が有り、電力セクターに於いては、一部再生エネルギーの導入を目指す一方で、エネルギーミックス、安定的電力供給、並びに自国資源の有効活用の観点から石炭資源の継続的、且つ有効活用が期待されており（同国発表の 2030 年までの電源計画では、2019 年時点で 12.9GW の発電設備容量を 29.3GW まで拡張し、エネルギーミックスの観点から電源構成の多様化を図りつつ、石炭資源については継続活用し 1.7GW は石炭焚き火力とする計画としている）、これら目標を環境に配慮しながら取り進める事が課題となっている。同状況下、ミルジョエフ大統領が初来日した同年 12 月に MC、三菱パワーと MOE 間にて斯かる IGCC 技術の導入に向けた調査実施の相互協力に向けた覚書を締結した。加えて、2020 年 2 月には MOE 及び TPP から正式要請文書が発行され、ウズベキスタン政府としての自国内石炭の有効活用並びに IGCC 技術の導入への強い意向が表明された。

本調査では、上述の MC、三菱パワー、MOE 間での覚書並びに MOE 及び TPP からの要請書に基づき、福島県いわき市常磐共同火力発電所で実証済みの IGCC と、そこで培われた三菱パワーの空気吹き IGCC 技術をベースとした調査を実施する。

三菱パワーの空気吹き IGCC 技術は、1980 年代より開発を開始したものである。経済産業省（METI）資源エネルギー庁支援の下、国内電力各社の共同研究として日本独自のガス化技術を採用した 250MW 級 IGCC 実証機の建設が着手され、三菱パワーはその主要設備を一社一貫にて納入した。IGCC 実証機は 2007 年の試験開始以来、他社技術を採用した IGCC に比べて短期間で 2,000 時間の連続運転実績を達成し、また、5,000 時間の耐久性試験を完了するなど高信頼性が実証された。実証期間終了後は常磐共同火力勿来発電所 10 号機として商用運転を行い、3,917 時間連続運転（世界記録更新）など長期信頼性に関する知見を集積するとともに、高度な運転技術や保守技術の導入等、IGCC の技術革新がなされた。

また、国内においては、2016 年に勿来 IGCC パワー合同会社／広野 IGCC パワー合同会社が設立され、2 サイトにてそれぞれ発電出力 540MW 級の IGCC 発電所建設が開始され、同発電所の運転開始は、目前に迫っている。

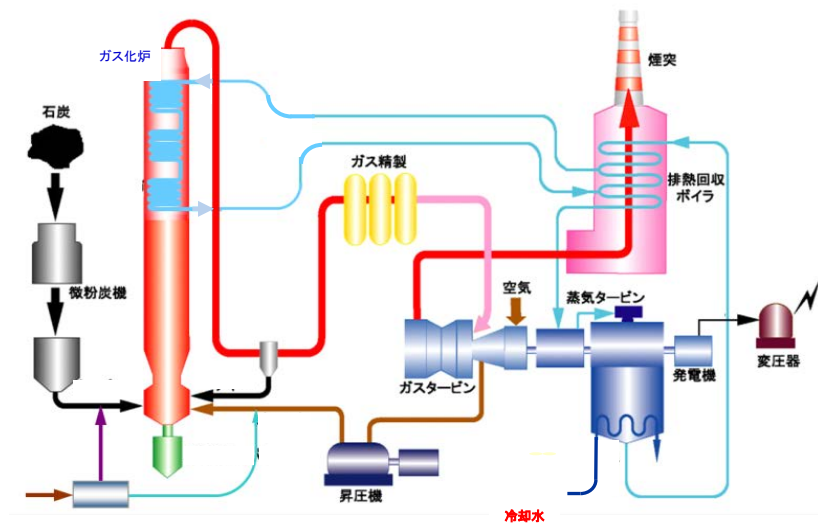


図 1.2-1 プラント概要

本調査では、上述の三菱パワーの IGCC 技術を踏まえ、自国資源を用いた低環境負荷火力発電所による電力供給の増加、電源構成の多様化等といったウズベキスタン側のニーズに沿った日本の最新鋭の IGCC 技術を適用して、商用機を実現するための基本設計を行い、ウズベキスタン共和国における IGCC 技術導入の妥当性及び有効性の確認を目的としており、我が国の先進火力発電技術等に係る相手国での信頼性の向上を受注率の向上に向けることにも資するものである。

1.3 調査内容と成果

1.3.1 技術検討

以下の項目に係る今回の調査内容及び成果について言及する。

(1) プロジェクトの基本計画の検討

本調査における設備設計条件（大気温度、湿度、圧力他）及び発電設備概要を決定し、設置する設備の数量、その供給所掌及び役務所掌について明らかにした。

ウズベキスタン共和国は二重内陸国であるため、輸送時間や輸送制限を考慮したプロジェクト工程を検討した。

(2) 石炭調査、検討

TPP より提示された、サイト候補地近郊のアングレン炭鉱より産出される石炭性状が IGCC に導入できることを確認した。

(3) サイト候補地の調査、確認

TPP より提示された既設アングレン発電所北側のサイト候補地に IGCC 発電設備を配置可能である見込みを得た。

復水器冷却には既設設備と同様に湿式冷却塔水を使用し、発電所近傍を流れるアングレン川からの河川水を補給水として使用することを確認した。また、起動用燃料には天然ガスを使用可能であることを確認した。

設備輸送については、ウズベキスタンが二重内陸国であることを十分に考慮し、陸上輸送を基本とし、海上輸送物についてはルーマニア乃至はトルコ主要港にて荷揚げ後、内陸輸送にてサイト候補地へ輸送する見通しを得た。但し、内陸輸送道中の橋梁等の重量制限については、今後、更なる確認が必要である。

サイト候補地近隣に民家があるが、IGCC 発電設備は既設石炭火力発電設備（アングレン発電所）を挟んでの設置となるため、居住住民への影響は軽微であると考えられる。

(4) ガス化炉設備の検討（含むガス精製設備）

上記(2)で評価した石炭性状に基づき、最適なガス化炉設備及びガス精製設備の構成を確認した。

(5) 発電設備の検討

上記(4)で検討したガス化炉設備及びガス精製設備の検討結果を踏まえ、発電設備の検討を実施し、発電端効率及び送電端効率を確認した。また、検討した発電設備の設備配置を検討し、TPP より提示されたサイト候補地に配置可能であることを確認した。

(6) 環境への影響の検討

TPP より提示された環境値を遵守できる見込みであることを確認した。

(7) CO₂削減量の検討

高効率なIGCC 発電設備の適用により、石炭焚き火力発電設備と比較し 317,000ton/年の CO₂ 削減量が見込めることを確認した。

1.3.2 プロジェクトの経済性評価

既設アングレン発電所北側のサイト候補地にて、ODA ローンを適用し IGCC 発電設備を新設、30 年間稼働させた場合の発電原価（COE）と地域平均タリフを比較した結果、発電原価（COE）が地域平均タリフを下回り、ウズベキスタン（アングレン）に於ける要求水準をクリアーしている事が確認された。

1.3.3. 未了項目及びその経緯

本項目については非公開とする。

2. 調査結果

2. 調査結果

2.1 プロジェクトの基本計画の検討

2.1.1 発電設備概要

ウズベキスタン共和国における国産石炭の活用、及び同国の電力供給の増加というニーズを踏まえ、最新鋭 IGCC の導入可能性を検討することとした。検討にあたり、発電設備出力規模、想定設置場所などに関する要望及び使用燃料、発電設備計画における気象条件などを聴取し、最新鋭 IGCC 発電設備の概要を設定した。具体的な聴取内容、及び発電設備概要を表 2.1.1-1 に示す。

表 2.1.1-1 TPP 要望及び聴取結果と発電設備概要

項目	TPP要望及び聴取結果	設備概要（検討結果）	備考
プラント型式	石炭ガス化 複合発電設備 (IGCC)	同左	
発電端出力規模	500MW級 x 1基	同左	
ユニット数	1基	同左	
想定設置場所	炭鉱近傍（山元） アングレン発電所隣接地	同左	
主燃量	石炭（アングレン炭）	同左	
補助燃料	天然ガス	同左	
設計大気温度	最高：40.0 °C 最低：-17 °C 性能検討用：－	最高：同左 最低：同左 性能検討用：15 °C	最高/最低気温の平均値程度とした。
設計大気圧	最高：955 hPa 最低：920 hPa 性能検討用：－	最高：同左 最低：同左 性能検討用：937.5 hPa	最高/最低気圧の平均値とした。
相対湿度	60.0 %	同左	
復水器冷却方式	河川水ワンスルー方式 及び 湿式冷却塔水冷方式 (自然通風) (Closed Cycle)	湿式冷却塔水冷方式 (自然通風) (Closed Cycle)	IGCC 発電設備では、使用冷却水量が多くなることから、湿式冷却塔方式のみでの対応とする。
設計冷却水温度	河川水：14 °C 冷却塔水：－	冷却塔水：17.7 °C (性能検討用)	
タービン軸構成	－	1 on 1	

2.1.2 設置する設備範囲

本事業はウズベキスタン共和国首都タシケント近郊のアングレン石炭発電所隣接地のグリーンフィールドに IGCC 発電設備を設置するものである。

本事業により設置する設備について図 2.1.2-1 に示す。

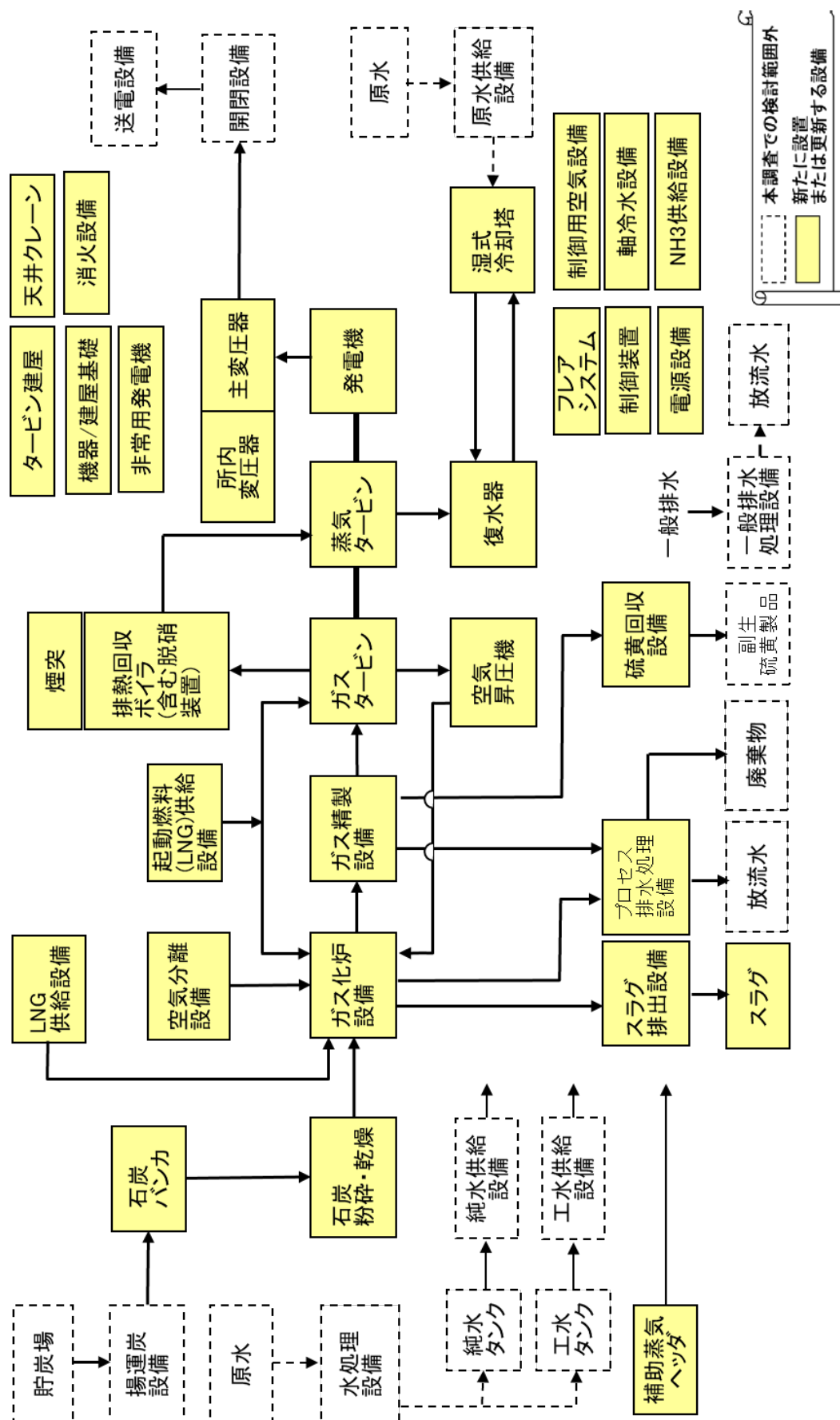


図 2.1.2-1 設置する設備

2.1.3 所掌区分

(1)各主機・補機の供給所掌

本項目については非公開とする。

(2)役務スコープに関わる TPP と MC、三菱パワーの施工範囲

本事業の施工にあたり発生する役務のスコープについて、本項の通りとする。原則として、各社にて供給元となる設備に関連する役務は各供給元にて対応するものとする。これに加え、環境アセスメントなど発電事業者として実施すべき申請、届出、許認可などの手続きについては TPP が、土木建築または設備設置工事に関連して発生する申請、届出、許認可などの手続きについては MC、三菱パワーが担当するものとするが、具体的な内容について表 2.1.3-1 に示す。

Description	Uzbekistan IGCC		
	AP	MC	備考
【許認可・申請関連】			
環境アセス	○	△	MC、三菱パワーは検討用データの提供
発電所設置許可	○	△	MC、三菱パワーは必要データの提供
建設許可	○	△	MC、三菱パワーは必要データの提供
操業許可(工場安全)	○	△	MC、三菱パワーは必要データの提供
発電設備運転認可	○	△	MC、三菱パワーは必要データの提供
燃料設備申請	△	○	MC、三菱パワーは必要データの提供
掘削・埋戻し許可	○	△	MC、三菱パワーは必要データの提供
排水許可	○	△	MC、三菱パワーは必要データの提供
系統連系申請/手続き	○	△	MC、三菱パワーは必要データの提供
圧力容器申請	-	○	対象はMC、三菱パワー供給設備のみ
吊り上げ装置申請	-	○	対象はMC、三菱パワー供給設備のみ
工所用仮設設備設置許可	-	○	対象はMC、三菱パワー供給設備のみ
輸入許可	○	○	対象設備は供給所掌による
輸送許可	○	○	対象設備は供給所掌による
工所用ユーティリティ手続き	○	-	電話、仮設電力、水道、他
本設用ユーティリティ手続き	○	-	電話、電力、水道、他
【エンジニアリング】			
設備設計・手配	○	○	設備供給所掌による
図面作成	○	○	設備供給所掌による
取扱説明書作成	○	○	設備供給所掌による
輸送	○	○	設備供給所掌による
輸送ルート調査	○	○	設備供給所掌による
騒音シミュレーション	△	○	TPPは自社所掌範囲のデータ提供
トレーニング	△	○	TPPは会場、設備を提供
既設設備共用・拡張に関する調査/評価	○	-	
【現地工事・試運転】			
工事体制組成	○	○	設備供給所掌による
工事責任者	○	○	設備供給所掌による
安全管理責任者	-	○	
工事工程管理	○	○	設備供給所掌による
試運転指導員	-	○	
試運転運転員	○	-	

○: 主担当、△: サポート(情報提供等)

表 2.1.3-1-(1) 役務所掌分担

Description	Uzbekistan IGCC		
	TPP	IGCC	備考
保守/メンテナンス作業	○	—	
貯炭場管理/運営	○	—	
土質調査	○	—	
境界測量	○	—	
地盤改良工事	○	—	
整地・転圧	○	—	
埋設物撤去	○	—	
アクセス道路建設(敷地外)	○	—	
アクセス道路建設(敷地内)	—	○	
建設エリア警備	○	—	
建設エリア仮設ゲート及びフェンス	○	—	工事完了時の撤去含む
塗装補修工事	○	○	設備供給所掌による
定期清掃・最終清掃	—	○	建設エリアのみ
輸送ルート補強、撤去、復旧工事	○	○	設備供給所掌による
土塵・掘付時発生廃棄物処理	—	○	TPP工事は含まず。
仮設建設事務所	○	○	各自にて準備
仮設建設事務所設備 (什器、エアコン、トイレなど)	○	○	各自にて準備
建設用倉庫	○	○	各自にて準備
建設用倉庫設備	○	○	各自にて準備
既設設備改造工事	○	—	既設設備の劣化などの調査も含む
受取性能試験	—	○	
【ユーティリティ】			
建設用地取得	○	—	
工事用地取得	○	—	資材置場、地組場
仮設事務所用地	○	—	駐車場用地を含む
試運転用燃料供給	○	—	石炭、軽油、LNG
試運転用ユーティリティ供給	○	—	電力、原水、工水、純水
試運転用ユーティリティ供給	○	—	石灰、アンモニア、グリース/潤滑油、CO2ガス、H2ガス、薬品。
試運転用ユーティリティ供給(初回充填)	—	○	グリース/潤滑油、CO2ガス、H2ガス。TPP分は含まず。
試運転副産物搬出/処理	○	—	スラグ、石膏
試運転廃棄物搬出/処理	○	—	排水処理設備廃棄物、油性廃棄物等
土塵/掘付工事に用ユーティリティ供給 (供給用仮設設備含む)	○	—	電力、工事用水

○: 主担当、△: サポート(情報提供等)

表 2.1.3-1-(2) 役務所掌分担

2.1.4 プロジェクト全体スケジュール

本項目については非公開とする。

2.2 石炭調査、検討

ウズベキスタン共和国への IGCC 導入可能性を検討するにあたり、アングレン発電所にて使用している石炭性状が必要であったことから、TPP より情報を入手した(表 2.2-1 参照)。この性状に基づき、石炭ガス化の検討を実施した。

なお、石炭性状のうち、HGI(石炭粉碎性)については三菱パワー経験に基づく仮定値を採用した。

表 2.2-1 石炭性状(TPP より受領)

項目	単位	アングレン炭	備考
発熱量			
高位発熱量 (HHV)	kJ/kg	16,413	到着ベース
低位発熱量 (LHV)	kJ/kg	15,062	到着ベース
工業分析			
全水分	wt%	35	到着ベース
固定炭素 (FC)	wt%	35.5	到着ベース
揮発分 (VM)	wt%	17.5	到着ベース
燃料比 (FC/VM)	wt%	2.03	到着ベース
灰分	wt%	12.0	到着ベース
全硫黄分	wt%	1.60	到着ベース
粉碎性		65	仮定値
灰溶融点 (還元)	℃	1,260	
灰流動点 (還元)	℃	1,300	

2.3 サイト候補地の調査、確認

2.3.1 敷地面積・形状等の確認

本項目については非公開とする。

2.3.2 冷却水他、ユーティリティの利用可否確認

TPP への確認により表 2.3.2-1 に示すユーティリティを利用可能であることを確認した。既設石炭火力発電所が主な供給元になると考えられる。既設設備との取合い点、取合い条件については、今後、更なる調査が必要である。

表 2.3.2-1 利用可能なユーティリティ

項目	用途	備考
冷却水（冷却塔補給水）	復水器他冷却	アングレン川を利用。 性状は表 2.3.2-2 参照。
純水	IGCC 発電設備補給水	性状は表 2.3.2-2 参照。
アンモニア	水処理、脱硝設備	24wt%アンモニア水を想定。
石灰石	脱硫設備	
天然ガス	起動用燃料	市中パイプラインより分岐供給 性状は表 2.3.2-3 参照。

表 2.3.2-2 水の性状（TPP 開示データ）

項目	単位	河川水 (アングレン川)	純水
SS	mg/m ³	12.6	-
ミネラル	mg/m ³	153	-
塩化物イオン	mg/m ³	5.0	-
硫酸塩	mg/m ³	33.2	-
Fe	mg/m ³	0.15	-
Cu	mg/m ³	0.010	2.0
硝酸塩	mg/m ³	1.7	-
硝酸性窒素	mg/m ³	0.38	-
油脂類	mg/m ³	0.16	-
BOD	mg/m ³	5.9	-
硬度	mg CaCO ₃ /m ³	2.0	0.2
アルカリ度	mg CaCO ₃ /m ³	1.5	-
ケイ酸	mg/m ³	5000	20
ナトリウム	mg/m ³	8.0	15
pH	-	8.0	5.5 ~ 6.
温度	°C	18.1	-
カルシウム硬度	mg CaCO ₃ /m ³	1.4	-
マグネシウム硬度	mg CaCO ₃ /m ³	0.6	-
電気伝導度	μS/cm	-	0.5

表 2.3.2-3 天然ガス性状（TPP 開示データ）

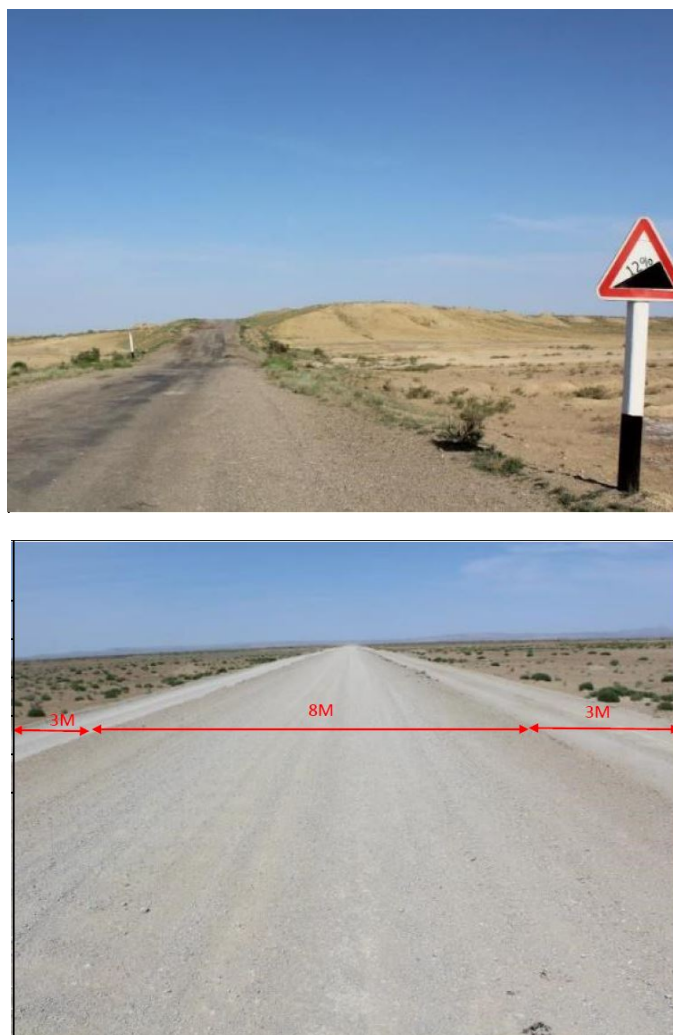
項目	単位	数値
メタン	mol%	95.61
酸素	mol%	0.67
窒素	mol%	0.88
二酸化炭素	mol%	0.68
エタン	mol%	1.85
プロパン	mol%	0.26
i-ブタン	mol%	0.0261
n-ブタン	mol%	0.0237
i-ペンタン	mol%	0.0030
n-ペンタン	mol%	0.0016
硫化水素 ^{*1}	g/Nm ³	0.0065
密度	kg/m ³	0.78
発熱量	kJ/kg	44313.43

*1：当社実績に基づく仮定値。

2.3.3 輸送環境の確認

ウズベキスタン共和国は二重内陸国であることから、ルーマニア又はトルコ主要港にて荷揚げ後、内陸輸送にてサイト候補地へ輸送する。内陸輸送環境調査の結果、幅制限・高さ制限があるものの、機器分割発送や輸送制限に見合った機器サイズを選定することで、これを満足できる見通しを得た。尚、道中に橋やカルバート部を通過するが、これらの耐荷重については、今後詳細な調査が必要である。

図 2.3.3-1 輸送環境調査の様子



2.3.4 周辺居住住民有無の確認

既設アングレン発電所の近郊に民家の存在が確認された。但し、IGCC 発電設備と民家とは既設火力発電所を挟んだ配置となる。そのため、既設発電所が障壁となり、また、既設発電所より民家から離れた場所に位置するため、IGCC 発電設備設置による騒音及び振動による環境への影響は大きくはないものと考えられる。

2.4 ガス化炉設備の検討（含むガス精製設備）

今回使用しているアンブレナ炭の特徴として、日本国内の電力会社で一般的に使用している瀝青炭を中心とする高品位炭と比べ、高水分（35wt%、到着ベース）、高灰分（12.0wt%、到着ベース）、高硫黄分（1.6wt%、到着ベース）が挙げられ、結果として単位重量当たりの発熱量（高位発熱量 16,413kJ/kg、到着ベース）が低いことが挙げられる。

従って、TPP 所望の発電出力を得るために必要となる石炭投入量も高品位炭に比べ多量となることから、高品位炭を使用する IGCC 発電設備と比較し、基本的な系統設備構成の変更はないものの、ガス化炉設備においては石炭粉碎/微粉炭供給設備、また石炭中灰分が炉内で変換、生成されるスラグ排出設備の設備容量は大きくなる。

一方、ガス精製設備では、石炭中の硫黄分がガス化炉でガス化される際に生じる H_2S や COS の量（濃度）が高くなる為、 COS/HCN 変換設備の触媒充填量計画や、 H_2S 吸収塔の容量計画、また硫黄回収設備の容量/基数等が、高品位炭使用時と比較し、大きくなる。

2.4.1 石炭ガス化炉システム

三菱パワーガス化炉システム概要を図 2.4.1-1 に示す。石炭ガス化炉システムは、ガス化炉設備、微粉炭供給設備、チャー回収・供給設備から構成され、以下に概要を述べる。

微粉炭供給設備は、まず原炭バンカに受け入れた石炭を微粉炭機で粉碎、乾燥し、ガス化に適したサイズまで粉碎する。微粉炭は空気分離システムからの窒素により昇圧、搬送し、ガス化炉のコンバスタ、リダクタへ供給される。

ガス化炉設備では、石炭を酸素富化された空気をガス化剤として高温、高圧環境下でのガス化反応により CO 、 H_2 などの生成ガスを発生させる。一方、発生した熱を利用し、SGC によって高温、高圧の蒸気を発生させるとともに、生成ガスを冷却する。その後、チャー回収・供給設備において生成ガス中の未燃チャーを分離、回収し、生成ガスを後流のガス精製設備へ供給する。回収されたチャーは再度ガス化炉のコンバスタへ供給される。また、石炭中の灰分は、高温の燃焼によりガス化炉内で熔融され、ガラス質のスラグとなってガス化炉下部より系外へ排出される。

2.2 項で確認した石炭性状に基づき、ガス化炉設備の検討を実施した。ガス化炉設備の設備構成は、信頼性及び経済性の観点から日本国内の IGCC 商用機案件を踏襲した。ガス化炉設備の概要を表 2.4.1-1 に示す。

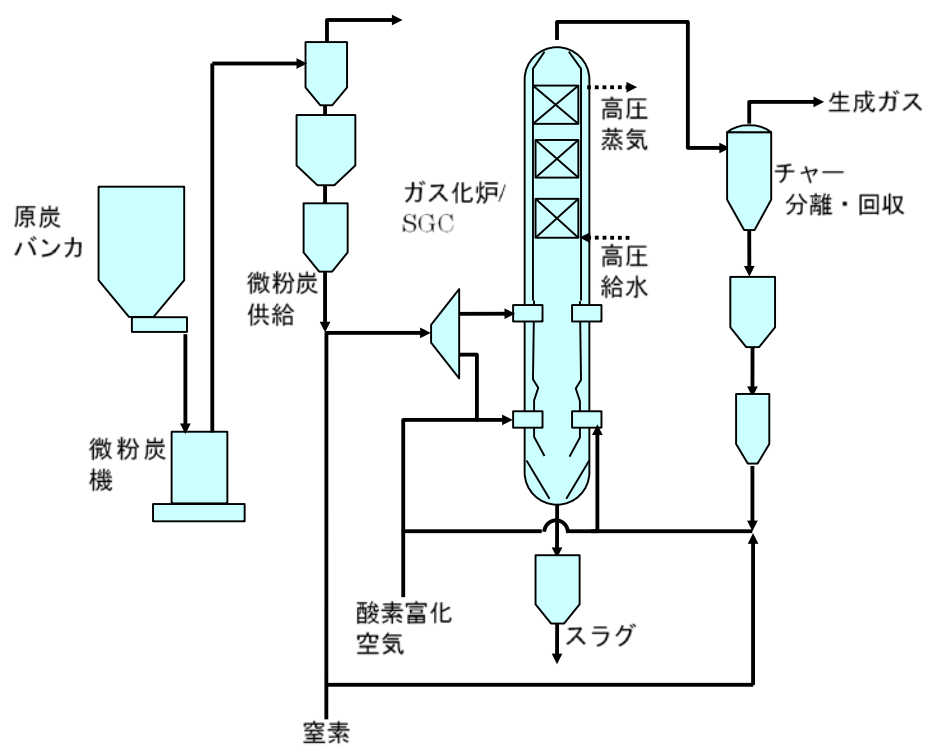


図 2.4.1-1 石炭ガス化炉システム

表 2.4.1-1 ガス化炉設備概要

項目		備考
基数	1式	
型式	乾式給炭酸素富化空気吹き二段噴流床方式	
主燃料	石炭	
起動燃料	天然ガス	
ガス化剤	酸素富化空気（回収酸素利用運転）	
微粉炭系	窒素搬送ロックホッパ加圧方式	
チャー系	窒素搬送ロックホッパ加圧方式	
チャー回収系	サイクロン+ポーラスフィルタ	
副生品	スラグ	

2.4.2 ガス精製設備

本事業におけるガス精製設備の概要を表 2.4.2-1 に示す。

表 2.4.2-1 本事業でのガス精製設備概要

項目		備考
基数	1式	
型式	湿式ガス精製方式*1	
H ₂ S吸収系	MDEA化学吸収法*1	
硫黄回収方式	石灰石膏法	
副生品	石膏	

*1：将来、変更が生じる可能性有り。

2.5 発電設備の検討

2.5.1 複合発電システム

IGCC の複合発電設備は、天然ガスを燃料とする複合発電設備と同様に、ガスタービン、HRSG、蒸気タービンで構成される。ただし三菱パワー空気吹き IGCC の場合、ガス化炉の SGC にて生成ガスを冷却する過程で得られる蒸気が多く、これも蒸気系統に加えられること、そしてガスタービンの圧縮機からガス化用の酸化剤として高圧空気を抽気し、ガス化炉へ送ることが特徴である。

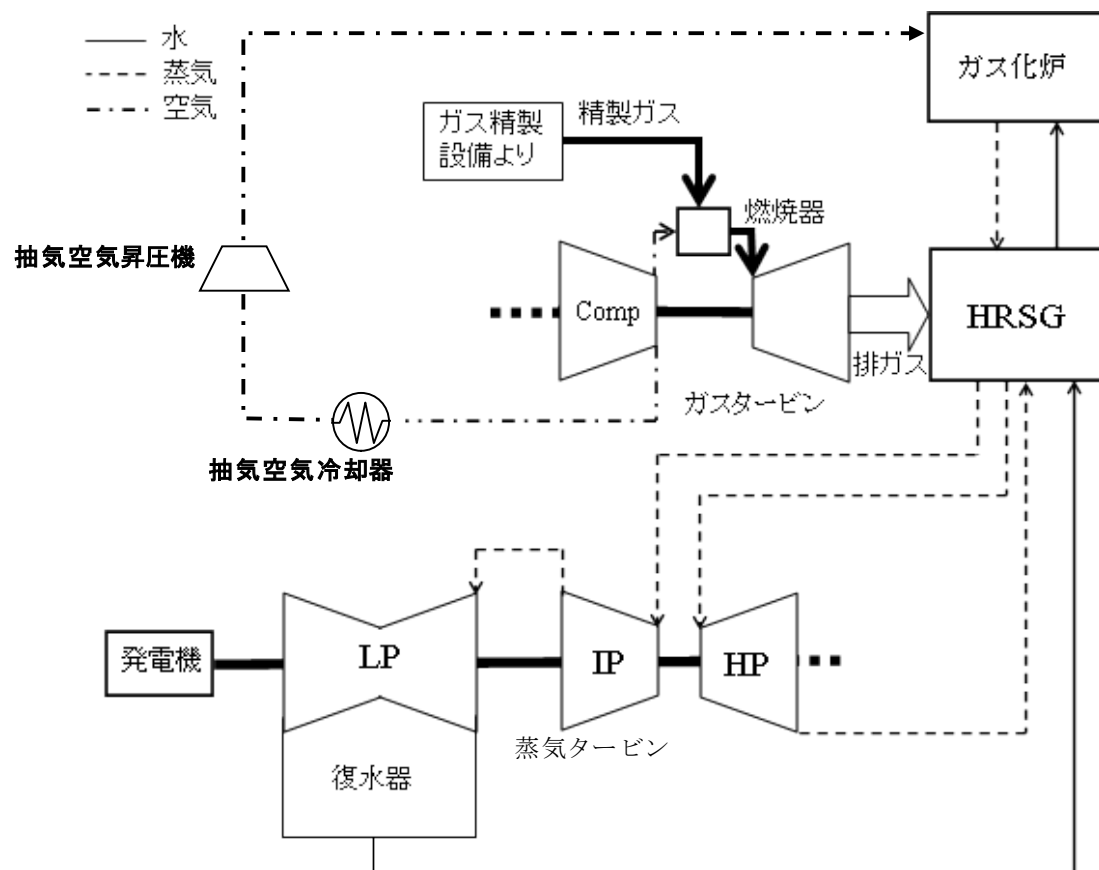


図 2.5.1-1 複合発電設備概要図

2.5.2 空気分離システム (ASU : Air Separation Unit)

本項目については非公開とする。

2.5.3 プラント出力/効率

本項目については非公開とする。

2.5.4 設備配置

本項目については非公開とする。

2.5.5 プラント建設工程

本項目については非公開とする。

2.6 環境への影響の検討

本項では、排ガス規制値について述べる。騒音、振動に関する影響についての見解は、2.3.4 項にて述べた通りである。

TPP より提示されたウズベキスタン共和国法規に則った排ガス規制値を表 2.6-1 に示す。表 2.6-1 記載値は排ガス着地濃度である。発電所煙突出口排ガス性状要求値は、この着地濃度を満たすための数値であり、排ガス拡散シミュレーションにて導出されるが、本調査では実施していない（当該シミュレーション役務所掌は 2.1.3 項参照）。しかしながら、三菱パワーのウズベキスタンでの実績上、着地濃度は表 2.6-1 に記載の数値よりも十分低くなると予想される。

尚、ウズベキスタン共和国法規による排ガス規制値が変更となる場合には、同要求を満たすための設計作業に基づき、プラント性能/設備費に影響が生じ得ることは言うまでもない。

表 2.6-1 排ガス性状要求値（TPP 提示値）

項目	単位	アングレン発電所
SO ₂	mg/m ³ N (dry, 6%O ₂)	0.1
NO ₂	mg/m ³ N (dry, 6%O ₂)	0.05
NO	mg/m ³ N (dry, 6%O ₂)	0.12
ばいじん	mg/m ³ N (dry, 6%O ₂)	0.03

注 1：表中の数値は着地濃度要求値。

2.7 CO₂削減量の検討

高効率な IGCC 発電設備適用による、CO₂削減量を検討した。表 2.7-1 に発電設備の比較及び CO₂削減量を示す。表 2.7-1 に示す通り、年間の CO₂削減量は 317,000ton であり、これは既設アングレン発電所が排出する年間 CO₂排出量（1,016,000ton¹）の約 30% に匹敵する。

ウズベキスタン共和国は、京都議定書に続きパリ協定にも批准しており、2019 年 10 月 4 日及び 30 日付の環境対策に関わる大統領決議に於いて、温室効果ガスを 2010 年比の約 10%へ削減すること等、環境に優しい技術の導入によるインフラ設備の近代化を目指しており、IGCC 発電設備導入は、それに資するものであると考えられる。

表 2.7-1 CO₂削減量

	石炭焼き発電設備	IGCC発電設備	備考
発電端出力	500MW級	495MW	
CO ₂ 削減量	ベース	317,000ton/年	

¹ アングレン発電所近代化計画に係る F/S 調査報告書（2006 年、JETRO）

2.8 経済性評価

2.8.1 プロジェクトの経済性評価

本項では、既設アングレン発電所北側のサイト候補地にて、IGCC 発電設備を新設し 30 年間稼働させた場合について、本調査で得られた情報をもとに経済性評価を実施した。以下評価式に基づき発電原価（COE）を算出し、地域平均タリフとの比較から経済性を評価する。表 2.8-3 に経済性評価結果を示す。

発電原価（COE）評価式（30 年間 NPV）

$\text{発電原価 (COE)} = \frac{\text{EPC 費用} + \text{総燃料代} + \text{総メンテ費用}}{\text{総発電量}}$

表 2.8-1 発電原価（COE）計算根拠

項目	本調査
EPC 費用	機器：TPP より提示された IGCC サイト候補地とその気象条件、発電端出力、及び石炭性状から、最適なガス化炉設備、ガス精製設備、発電設備を検討の上、見積を実施。 輸送・建設費：機器見積に基づく概算物量から算出。
総燃料代	客先より聴取した国内石炭価格（最新レートにて\$/t へ換算）を基に、本調査にて算出された石炭使用量（t/y）から計算。
総メンテ費用	三菱パワーと TPP との間で長期保守契約（LTSA）が締結される前提のもと、今回検討された発電設備条件及び過去案件の見積実績を考慮の上、算出。
総発電量	表 2.8-2 その他 前提条件に於ける総発電量

表 2.8-2 その他 前提条件

項目	単位	本調査
運転年数	年	30
稼働率	%	90
プラント出力		
発電端出力	kWe	495,000
送電端出力	kWe	428,210
プラント発電端効率	%	47.39
割引率	%	7.00

表 2.8-3 経済性評価結果

EPC 価格	\$2,828/kW
発電原価 (COE)	\$3.90 cent/kWh *ODA ローン適用
地域平均タリフ	\$4.04 cent/kWh

上記から、ODA ローン適用時の発電原価 (COE) が、サイト候補地に於ける地域平均タリフを下回る結果となり、ウズベキスタン (アングレン) で要求されている水準はクリアーできていると言える。

2.8.2 副収入評価 (スラグ)

従来の石炭火力では石炭中の灰分は燃焼後に灰として排出され、廃却に費用がかかる。一方で、IGCC は石炭中の灰分がガラス化し、スラグとして排出される。このスラグは、道路の舗装等に利用することが出来る為、スラグの売却からも収益を得ることが可能である。但し、今回経済性試算ではスラグ売却による収入は経済性に加味せずに実施した。

二次利用未承諾リスト

報告書の題名：

令和2年度

ウズベキスタン共和国における石炭ガス化複合発電 (IGCC)

案件形成実施可能性調査事業

調査報告書

委託事業名：ウズベキスタン共和国における石炭ガス化複合
発電（IGCC）案件形成実施可能性調査事業

受注事業者名：三菱商事株式会社,三菱パワー株式会社

[illegible]