

グローバル CCS インスティテュートへの報告書

基本設計調査最終報告書

2012年1月

**TENASKA TRAILBLAZER
PARTNERS, LLC**

Report to the
Global CCS Institute

**Final Front-End Engineering and
Design Study Report**

January 2012



The executive summary of Final Front-End Engineering and Design Study Report has been translated from English into Japanese for convenience. The Global CCS Institute does not warrant the accuracy, authenticity or completeness of any content translated in the Japanese version of the Report.

「基本設計調査最終報告書」は、利用者の便宜のために“Final Front-End Engineering and Design Study Report”のエグゼクティブサマリーを英語から日本語に翻訳したものです。グローバル CCS インスティテュートは日本語版のいかなる内容についてもその正確性、信頼性又は完全性について保証しません。



エグゼクティブサマリー

1 背景と概略

Trailblazer は、米国テキサス州 Nolan 郡 Sweetwater の東約 9 マイルに位置する、建設中の超臨界微粉炭火力（PC: Pulverized coal）発電所である。Trailblazer は、初期設計に商用規模の燃焼後回収式 CO₂ 回収（CC: Carbon dioxide capture）プラントを取り入れて建設される米国初の石炭火力発電所となる見込みである。本プロジェクトは本来なら大気中に排出されるはずの CO₂ の 85～90% を回収する設計となっている。本発電所は総出力 760MW（夏季の CC プラント稼働時の環境温度下）を発電する計画である。

本プロジェクトの目的は、来るべき炭素規制に関連した潜在的な先行的クレジットの活用、回収した CO₂ の Permian Basin における石油増進回収（EOR: Enhanced oil recovery）への有効利用及び石炭利用と国内石油生産を通じた米国のエネルギー安全保障への貢献である。

プロジェクトの開発推進に当たり、Tenaska 社は、プロジェクトの設計・調達・建設（EPC: Engineering, construction and procurement）業者及び CC 技術提供者の選定のため、それぞれの競争入札手続きを実施した。これらの過程を経て、Tenaska 社は、Econamin FG+（EFG⁺）CO₂ 回収技術の提供を含む EPC 業者及び技術提供者双方の役割を担う業者に Fluor Enterprises 社を選定した。

Tenaska 社は、CC プラントに関する基本設計（FEED: Front-end engineering and design）調査を実施するため Fluor 社と契約した。開発途上のこの産業においては、サプライヤーに大規模な商用 CC プラントに関する経験がないことから、FEED 調査が不可欠である。FEED 調査の主な目的は、提示された確定価格及び商用稼働時の性能保証を裏付けるため、プロジェクトについての十分な技術的な定義（設計及び計画作業に係る労力全体の名目上 15～20% を必要とする）を行うことである。

FEED 調査では主に次のような項目が実施された。CC プラント施設の範囲、責任の分担及び PC プラントとのインターフェースの明確な定義、プロセス・エンジニアリング（設計基準の設定、プロセスのシミュレーション、熱及び物質収支の提示など）、設備の定義と競争入札価格の設定、プラント配置の策定と 3D モデルの作成、設計審査や危険性及び操作性（HAZOP: Hazard and operability）調査、バルク材の数量化と価格設定、EPC 実施計画と工程作成並びにコスト見積り。CC プラント施設の範囲を定義するに当たり、特定の項目は PC プラント施設の範疇であるとして、そうした項目のエンジニアリング及びコスト見積りは実施していない。

本報告書は FEED 調査の成果の全体的な概要であり、以下を含むものである。プロジェクトに関連する背景情報、対象となる施設の範囲、FEED 調査の適用範囲、健康、安全及び環境上のリスク課題の特定と対処、注目点と課題、次のステップ、得られた知見並びに結論。

2 成果及び結論

Tenaska 社と Fluor 社は CC プラント FEED 調査の目的を達成し、以下の成果を得た。

- ・ Tenaska 社及び業界における基準、特に（HAZOP 調査及び大気拡散モデリングによる結果を取り入れることにより）安全分野及び（設計基準において CO₂ 回収率及び許容大気排出量を詳細に指定することにより）環境プロファイルの基準を満たした設計。
- ・ ① 工程及び分野ごとのエンジニアリング設計及び計算機による流体力学（CFD: Computational fluid dynamics）解析、② 3D モデル開発、③ 大型設備の確定価格見積りの受領により、商用規模で建設可能な設計へと技術を拡大することが可能であることの確認。



- ・ 決定論的コストの見積りを裏付けるエンジニアリング設計及び計画の作成。
- ・ オープンブック方式によるコスト見積基準の確認（後述のとおり）。
- ・ CC プラントに関する当初の入札希望価格と整合する、第 2 四半期の確定オーバーナイト EPC 価格としての 6 億 6,710 万米ドルを提示。これは、①28 億米ドル～33 億米ドルの EPC コスト（予備費及び価格変動を含む。）に、②10 億米ドル～12 億 5 千万米ドルの建設期間のオーナーズコスト、連動コスト、融資手数料及び利子を加えたコストで構成される、プロジェクト全体（PC 及び CC プラント）の原価を裏付けるものである。
- ・ 保守管理（O&M）コストの年間推定名目総額は、1,040 万米ドル（PC 及び CC プラントを含むプロジェクト全体の正味の発電損失を意味する電力・蒸気消費量を除く。）。
- ・ 性能保証の設定。これは、適切なマージンを加味した上で、Fluor 社の入札における予想性能と整合していた。

3 FEED 調査から得た知見の要約

以下は、CC プラントの FEED 調査の準備、実施及び管理において得た知見の一覧である。

- ・ インターフェースの定義と最適化：PC プラントと CC プラント間のインターフェースの定義及び最適化は、CC プラントの FEED 調査（熱統合など）において重要であった。プロジェクトの範囲全体におけるこれらの二つの事業領域は技術的に異なり、概ね二つの異なる産業（電力と化学プロセス）に属する。そのため、それぞれの分野における実績は、別々の組織由来のものであり、それらの組織が、異なる規約、設計基準及び標準的習慣を持つことは当然である。したがって、両組織が（同じ会社か否かに関わらず）直接的に関わる必要がある。さらに、二つの事業領域間での相乗効果発揮のためにも、各領域の同時開発が理想的である。
- ・ 窓口の一元化：Tenaska 社は、PC 及び CC 両チームの直接的な関与により強力な協働関係を実現し、両領域を 1 つの組織に付与することの重要性を再確認した。窓口を一元化することにより Fluor 社は、プロジェクト管理、文書管理、技術設計手順などの分野において共通の方法を適用することが可能となった。さらに、機密情報の適切な取扱いに関する懸念も低減され、最適な熱統合システムをより高い透明性をもって追求することが可能となった。
- ・ バリューエンジニアリング：資本コストの見積りが入札希望価格に極めて近かったように、Tenaska 社は FEED 調査を通じ、継続的にバリューエンジニアリングに焦点を当てて取り組むことに成功した。これにより、チームは約 2,340 万米ドルの資本コストを削減した。このコスト削減に寄与したいくつかの設計のアイデアには以下の適用が含まれる。
 - 両装置用の一台の CO₂ コンプレッサーソフトスターター
 - ストリッパー・リボイラー用のプレート型及びフレーム型熱交換器
 - 吸着装置及び直接接触冷却器（DCC: Direct contact cooler）の構成材料の最適化
 - 大口径合金ブロック及びバイパス弁の除去
 - （「矩形」ではなく）「直列」の配置
- ・ 供給業者支援：供給業者の関心を引くことに多少困難があったため、Tenaska 社と Fluor 社は、すべての設備について基本入札と競争入札を複数回行った。
- ・ プロジェクトの経済面の安定：CO₂ に関する規制及び価格が地域規模及び国家規模で電力価格にどのように影響を及ぼすかについては、未だ不明である。EOR の採用者（オフテーカー）から得られる CO₂ 価格（通常使用されている概算方法は、100 万立方フィート当たりの CO₂ の価格＝提示されているプロジェクト相当の 1 バレル当たりの石油価格の 2%）では、特に原油商品市場特有の不安定さを考慮すると CO₂ 回収を支援するには不十分であるため、CO₂ 価格を裏付ける規制又は法律が必要である。したがって、FEED 調査において代

替設計案を評価することは困難であった。

- ・ 操業支援：Tenaska 社は、プロジェクト管理及び分野ごとのエンジニアリングにおいて社内及び Burns & McDonnell 社から十分な支援を受けていたが、FEED チームは、設計段階で決定された操業能力との整合を確実にするため、豊富な操業経験を持つ作業員の関与するレベルを高めることを推奨している。
- ・ 資本コスト見積りの精度：Tenaska 社は、複数のクライテリアに基づき、Fluor 社を CC プラント技術提供者に決定した。クライテリアの 1 つとして、Econamine FG+技術に基づいた、拘束力を有しないが指標となるプラントの資本コストがある。これはおそらく米国コストエンジニア協会（AACE: Association for the Advancement of Cost Engineering）の名目上±30%の精度であるクラス 4 又は 5 の見積りであると考えられる。このように、FEED 調査の主要な目的は、見積りの精度を十分高め、本調査の前に決定された予備費を含むプロジェクトの CC プラント業務に関する確定価格を Fluor 社が提示できるように、エンジニアリング設計の定義を行うことであった。
- ・ 規模拡大に関する主要な課題への対応：CC プラントに必要な大型設備及び過去の経験に基づく規模の拡大に伴い、いくつかの主要な分野で特殊なエンジニアリング調査を必要とした。これには、大型の排ガスダクトの機械設計、これらのダクト内を流れる排ガス流の CFD モデリング、DCC 及び吸着装置内の気液分配の CFD モデリング及び CO₂ コンプレッサー業者の入札及び実績の詳細な評価が含まれる。