

講 演

活況を呈するオイルサンド・プロジェクトおよび Syncrude 社の開発史*

管 野 昭 久**

(Received February 22, 2006 ; accepted March 10, 2006)

Expanding oil sand business and the Syncrude project in Canada

Akihisa Kanno

Abstract : Oil sand project in Alberta, Canada is booming now because of the reasons such as huge reserves, technology improvement and higher demand of energy resulting in a good market condition. How does Canada itself think about a current situation and what kind of strategy does it have in the future of oil sand business?

To have a better understanding for the questions above, the messages from oil sand industry in Alberta are quite helpful. This paper presents the information of a brief introduction on oil sand industry including oil sand reserves, production forecast, future challenge-risks provided by the Alberta Energy & Utilities Board and the Athabasca Regional Issues Working Group Association and also the information provided by Syncrude of its project history and view of the future.

Key words : Oil sand, Alberta Energy & Utilities Board, Athabasca Regional Issues Working Group Association, reserves, production forecast, future challenge, Syncrude

1. はじめに

カナダのアルバータ州を舞台に活況を呈しているオイルサンド事業について、カナダ自身はプロジェクトの現状をどのように把握し、今後の進むべき方向性についてどのような指針を持っているのか？

その理解を得るために、アルバータ州政府の一機関でありオイルサンド事業に関する許認可権を有する Alberta Energy & Utilities Board (以下 AEUB) および現地でオイルサンド事業を営む企業によって組織されている Athabasca Regional Issues Working Group Association (以下 RIWG : 会員企業については Fig. 1 ; RIWG members 参照) の 2 組織から発信されている情報を紹介する。ま

た、弊社が参加しているオイルサンド事業 Syncrude 社の歴史と今後の展望を現場からの声を通して紹介する。

2. カナダ・アルバータ州のオイルサンド事業概観

2.1 可採埋蔵量

AEUB がまとめたオイルサンドの埋蔵量評価を Fig. 2 ; Oil reserves に示す。

原始埋蔵量 1.7 兆バレルとの試算に対し、現時点での可採埋蔵量は 1,770 億バレルであると発表している (2001 年末現在)。AEUB の評価については Oil and Gas Journal 誌が石油の埋蔵量としてカウントしており、アップストリームの業界においてはカナダのオイルサンドは在来型の石油資源として認知を受けたといえるのではないだろうか。

AEUB は究極可採埋蔵量についても現在の回収技術の展開により 3,110 億バレルに達するとの評価を下しており、これは世界最大といわれているサウジアラビアの可採埋蔵量を上回るものになっている。国単位の埋蔵量としては、これに匹敵する可能性のある石油資源は、オイルシェールの可能性を抜きにすれば、オリノコを有する

*平成17年10月21日、平成17年度石油技術協会秋季講演会「重質油開発の現状と将来展望」～原始埋蔵量9兆バレルのゆくえ～にて講演 This paper was presented at the 2005 JAPT Autumn symposium entitled "Current activities and prospects for extra heavy oil - Where is the destination of 9 trillion barrels oil in place?" held in Tokyo, Japan, on October 21, 2005.

**新日本石油開発株式会社 Production Department, Nippon Oil Exploration Ltd.



Fig. 1 RIWG members

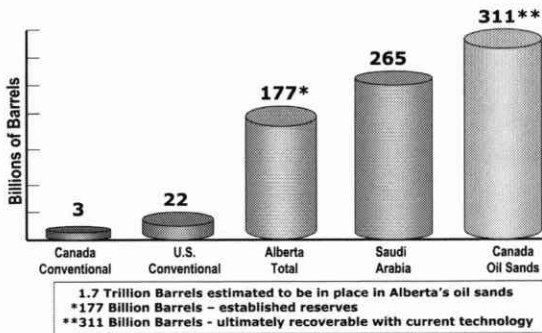


Fig. 2 Oil reserves

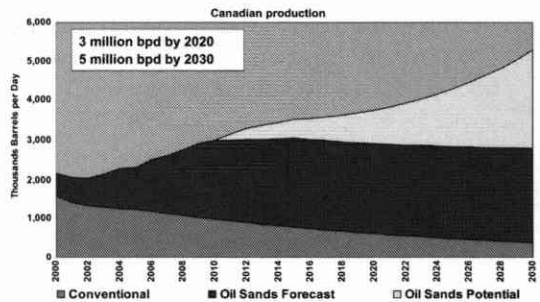


Fig. 3 Canadian oil production Forecast

ベネズエラぐらいである (Oil and Gas Journal 誌は、現時点においてはオリノコを石油の確認可採埋蔵量にはカウントしていない)。

2.2 生産量予測 (以下 RIWG 資料)

オイルサンドの生産量は右肩上がり増加を続けているが、今後の生産量の推移はどのように予測されているかを RIWG がまとめた Fig. 3 : Canadian oil production Forecast で見てみたい。

まず、現状の把握であるが、2004 年末時点における、オイルサンドからの原油生産量 (合成原油、ピチューメン合計) はカナダ国内の原油総生産量 240 万 b/d の 45% にも達している。これに対して将来的な生産量は、彼らの予測によれば、2010 年では同 300 万 b/d に対して 67%、2030 年では同 500 万 b/d に対して 90% 以上がオイルサンドからの生産になると予測している。

このグラフを客観的な視点で捉えれば、カナダ国内の石油生産はすでにオイルサンドが主役となっており、今後その役割をますます高めていくことになることが容易

に理解される。一方、RIWG 側の主観的な立場に立てば、オイルサンドの持つ将来的な可能性に基づいた彼らの事業規模拡大への意欲、エネルギーの安定供給に対する使命感を感じ取ることができる。換言すれば、カナダはオイルサンド抜きにはエネルギーを語れない国ということになる。

究極可採埋蔵量が 3,000 億バレルにもなると予想されるオイルサンドには中国勢の進出も取沙汰されており、一方では隣国である米国も自国のエネルギー供給の安全保障面においてオイルサンドは必要不可欠との認識を持っており、オイルサンドの事業規模拡大はさらに拍車がかかるのではないだろうか。露天掘り回収技術が確立した現状においては、In-situ からの効率的回収技術の発展が今後の鍵を握っていると思われる。

2.3 事業動向

アルバータ州政府のオイルサンド事業振興策、現在の高油価、カナダ国内のエネルギー自給面での考慮などが複合的に相まって、同州内のオイルサンド事業はかつてないほどの活況を呈している。むしろ過熱気味といった

表現のほうが適しているような状況である。

05年6月現在での開発計画は目白押しの状態であり、オイルサンドの中心地であるウッドバッファロー地区でのプロジェクト件数は次のとおりである。

a) 現在開発、拡張工事中：7件（生産能力合計43.3万b/d；Fig. 4；Oil sands projects under construction in the Wood Buffalo 参照）

b) AEUBにより開発認可済み：12件

c) AEUBに開発承認申請中：5件

d) 開発計画が公表されている案件：9件

また、増大する生産量を見込んだ太平洋岸へのパイプラインプロジェクトも進行中であり、この計画と絡めた中国勢のオイルサンド事業への進出もマスコミの話題となっている。

2.4 今後の課題

カナダのエネルギー自給はオイルサンド次第という状況が明らかになってくると、その持続的な発展がカナダ政府にとって至上命題となっていることは明らかである。また、オイルサンド事業に参画している企業にとっても、安定的な事業の継続は最優先事項であり、彼ら

Project	Forecast Production	Forecast Startup
Syncrude – Aurora 2/UE1	110,000	2006
Opti/Nexen – Long Lake Ph. 1	70,000	2006
Deer Creek – Joslyn Ph. 2	12,000	2006
Suncor-Firebag Ph.1 & MVU	35,000	2006
ConocoPhillips – Surmont	26,000	2006
Suncor-Firebag Ph. 2-3 /MCU	70,000	2007
CNRL - Horizon	110,000	2008
TOTAL	433,000	

Fig. 4 Oil sands projects under construction in the Wood Buffalo

がどのような視点で今後の課題を認識しているのかを、RIWGが発信しているオイルサンドの事業課題 Fig. 5；Oil sands development risk areasに見ることができる。

これらのなかには、開発・生産技術の発展、操業費の低減、マーケットといった従来からの課題はもちろんのこと、地元経済および住民への還元、自然・地球環境との調和といったローカルの、グローバル的な観点からの貢献が事業者にとっては不可欠な命題であるとの認識がなされていることが読み取れる。これらの課題は次のように整理することができる。

a) 持続的拡張：エネルギーの安定供給、操業コスト削減

b) 地元経済の発展：投資の拡大と雇用の創出、州政府の収入増

c) 先住民族（First Nation）との共生：雇用と地域社会貢献策

d) 地球環境対策：CO₂、SO_xなどの排出量削減

e) 自然環境対策：野生生物保護、（露天掘り事業）採掘地の原状回復

これらの課題のなかで、彼らが特に力を入れているのが地元経済および住民への貢献であり、その力の入れようがRIWGの資料から読み取ることができる。これらに関する資料の一部を以下に紹介する。

・オイルサンド事業への資本投下額：Fig. 6；Oil sands capital investment forecast

・雇用の創出：Fig. 7；Jobs associated with oil sand projects across Canada

・人口の増加：Fig. 8；Population growth in Wood Buffalo

・先住民族との共生、自然環境保護：Fig. 9；Contribution to Wood Buffalo aboriginal peoples

・地域社会への貢献：Fig. 10；Regional charitable



Fig. 5 Oil sands development risk areas

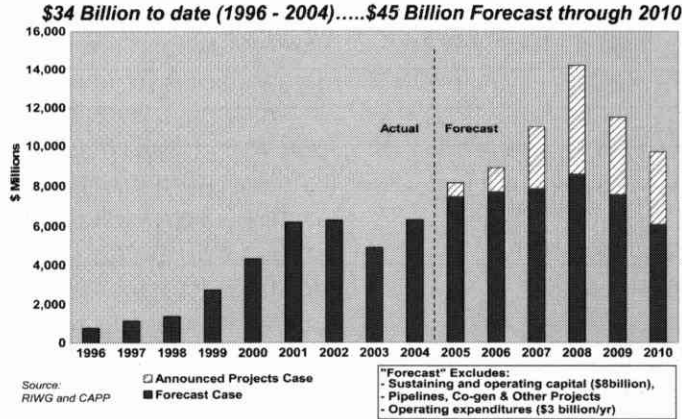


Fig. 6 Oil sands capital investment forecast

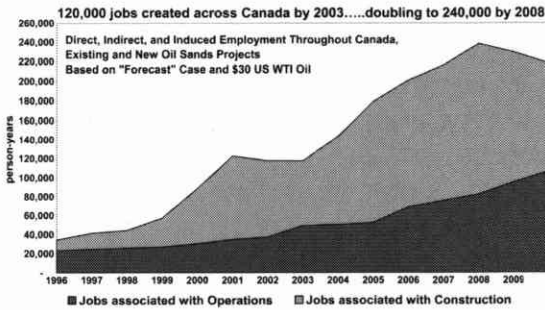


Fig. 7 Jobs associated with oil sand projects across Canada

donations by oil sands industry

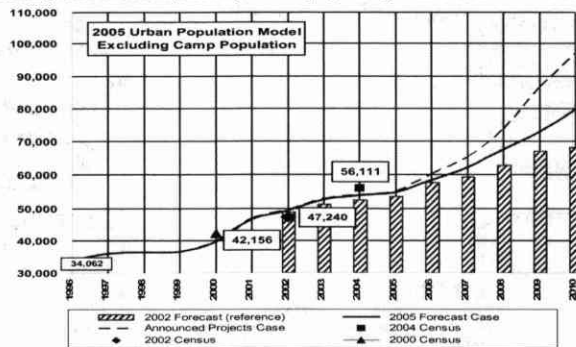
- ・ 州政府の収入（ロイヤルティー，税金）増加：Fig. 11；Forecast Alberta Government revenues from oil sands development

オイルサンドは、アルバータ州内の限られた地域—Athabasca, Cold Lake, Pease River の 3 地区—に偏し

ており、数多くの企業がこの地域に集中的に資本投下している。このため、熟練技術者の引き抜き（量的・質的に慢性的になりつつある従業員不足）、コントラクターの囲い込みなどといった事業者間の軋轢も最近が高まってきており、一企業の枠を超えた事業者全体での協調、官民協力の必要性がこれまで以上に重要になってきている。

なお、地球環境に対する配慮については、個々の企業、事業組織ともに十分にその必要性を認識し、相応の対策は講じているものの具体的な説明資料は用意されていない。これは、アルバータ州政府が業界の声を代表する形で、カナダ政府の京都議定書批准に終始一貫して慎重姿勢を取ったことに関係していると思われる。オイルサンド事業は従来型の原油生産と比較してエネルギー消費量 = CO₂ 排出量が多く、この削減を義務付けられることになる京都議定書の批准は、オイルサンド事業への経済的負担の増大や開発移行プロジェクトにブレーキを掛けることになるといった危惧があったためである。

Population growth of 55% in past six years.....projected growth of 45% in the next six years



80,000 + urban residents by 2010 – 8% annual growth rate for 12 years

Fig. 8 Population growth in the Wood Buffalo

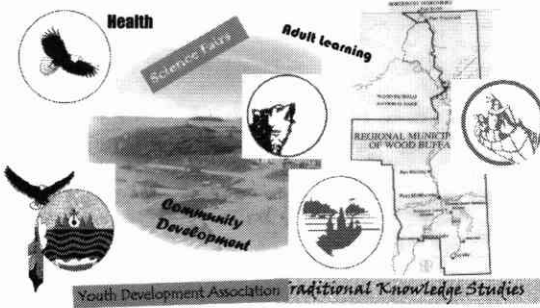


Fig. 9 Contribution to Wood Buffalo aboriginal peoples

しかしながら、地球温暖化防止への貢献は個々の企業のみならず業界をあげて取り組むべき大きな課題であり、RIWGが次の機会に用意する資料には、地球環境へ

の取り組みが前面にクローズアップされることは間違いないと思われる。

彼らが努力を続けている環境問題への対応については Syncrude 社の事業活動報告の中で紹介する。

3. Syncrude 社の事業

3.1 Syncrude 社の形態

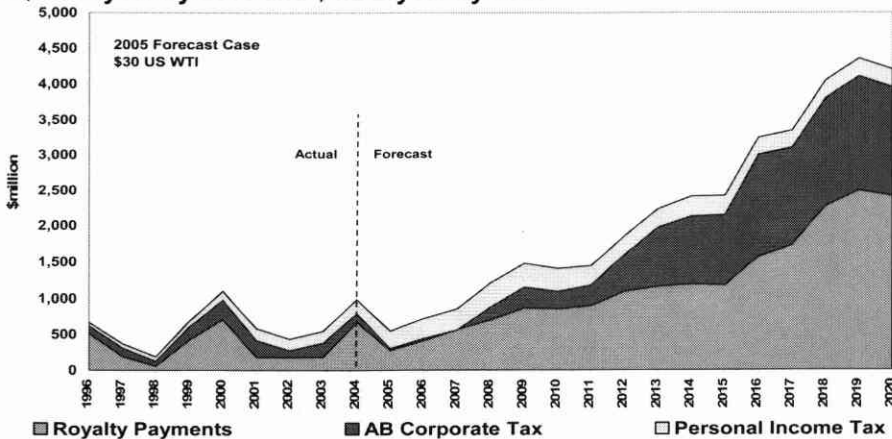
Syncrude 社はオイルサンドの生産に関する操業請負会社 (Joint Venture) であり、操業に関する一切の権限はオーナー会社によって組織されている Management Committee Meeting (MCM) により実質的な意志決定がなされている。資金調達も独自に行うことはなく、MCM によって承認を受けた予算につき、原則的にはすべてオーナー口座からの自動引落として資金調達を行っている。オーナー各社の権益は Fig. 12 ; Owners : Syncrude

From 1996 - 2004 - oil sands companies donated over \$31 million in the Wood Buffalo region



Fig. 10 Regional charitable donations by oil sands industry

Revenues of \$6 B Cdn to date (1996 - 2004).....\$14 B forecast over next 10 years, with \$1.4 B/year by 2010 and \$4.2 B/year by 2020



The more efficient the system & the lower the costs for the projects, the higher the revenue to the Province (Net Revenue royalty system).

Fig. 11 Forecast Alberta Government revenues from oil sands development

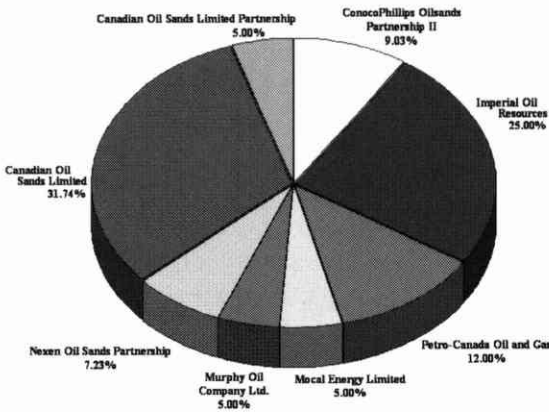


Fig. 12 Owners: Syncrude Canada Ltd.

Canada Ltd. に示すとおりであり、弊社は現地法人の Mocal 社を通して 5% の権益を有している。

また、生産物である合成原油についてもオーナー各社が権利を有しているため、その販売はオーナー各社が独自にマーケティング活動を行っている。

3.2 歴史

オイルサンドの開発・生産の歴史は、1967 年の Sun Oil Company (現 Suncor 社) による世界初のオイルサンド商業化プラントの稼動によって始まった。Syncrude 社は 1964 年に誕生し、1978 年に商業プラントを完成、生産を開始した。弊社 (旧三菱石油) は 1991 年に Petro-Canada 社より権益を取得し、カナダのオイルサンド事業に参画している。

1998 年には累計 10 億バレルの生産を達成。操業に自信を深めたオーナー各社は設備増強を決断し、Syncrude21 と名付けられた拡張計画が Syncrude 社によって着手された。この拡張計画は、

1999 年 Stage 1	23 万 b/d
2001 年 Stage 2	26 万 b/d

を経て現在の Stage 3 に至っているが、この間決して順風満帆な歩みを続けてきたわけではなく、原油価格が 10 \$/b 前後に下落した厳しい状況を耐え忍ぶ時期を経験している。また、最終段階に到達した Stage 3 の工事においても資機材の納期遅延、価格の急激な高騰に悩まされている。

加えて、操業においては燃料天然ガスの高騰、人件費のアップ、操業当時から既設設備のメンテナンス費の増加などの問題に直面しており、原油価格の上昇といった恩恵があるものの、今後の操業には取り組むべき課題が多いことも事実である。

なお、Stage 3 の拡張については、その概要につき後述する。

3.3 保有鉱区と埋蔵量

Syncrude 社は設備の拡張に歩調を合わせて隣接鉱区の取得も進めていった。現在保有しているのは Fig. 13 ; Lease and Reserves に示す 8 鉱区であり、合計面積で 10 万ヘクタールに及ぶ土地の採掘権を所有している。これらの鉱区における可採埋蔵量は、確認+推定+予想埋蔵量合計で約 90 億バレルと試算しており、現在の生産量ベースでは約 100 年間の操業が継続可能である。

3.4 操業

3.4.1 合成原油の製造

オイルサンド事業は回収法により露天掘りと油層内回収の 2 つに大別される。また、生産物の出荷形態別によっても、ピチューメン (コンデンセート希釈) 販売と改質装置によって製造される合成原油販売の 2 つに分けられる。

Syncrude 社は露天掘りによる採掘を行い、回収されたピチューメンはアップグレーダーにより合成原油に改質して出荷している。Syncrude 社の合成原油製造過程につき以下に紹介するが、まず最初にオイルサンド、ピチューメンおよび合成原油の 3 形態を Fig. 14 ; Oil sand

Lease No.	hectares
17	20,050
22	17,560
34	3,650
12	1,670
10	4,490
31	19,560
29	19,900
30	15,080
Total	101,960

Long Life Reserves: 9.0 billion SSB bbls
(includes proved, probable & possible reserves)

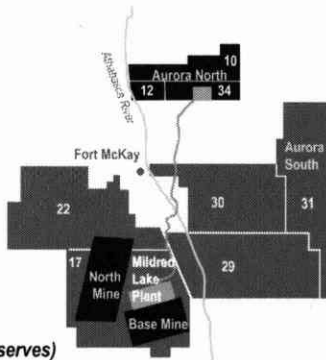


Fig. 13 Lease and Reserves

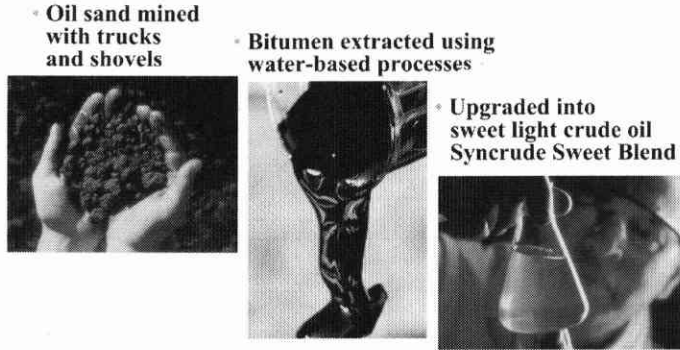


Fig. 14 Oil sand to Syncrude Product

to Syncrude Product の写真で紹介する。

Syncrude 社の合成原油製造までのプロセスは次の3つのセグメントに大別される。

- 1) オイルサンド採掘：大型シャベルでの採掘（露天掘り）、ダンプトラックでの移送
- 2) ビチューメンの抽出：温水注入によるビチューメンの分離、回収
- 3) 合成原油製造（改質）：Coker（熱分解）、LC Finer（水素化分解）などでの改質、Hydrotreater による脱硫
製品はナフサ、LGO、HGO として貯蔵されるが、出荷時にはブレンドされて Syncrude Sweet Blend（以下 SSB）としてパイプラインを通してエドモントンその他カナダ国内、米国の製油所に移送、販売されている。販売価格はバレル当たり WTI ± 1\$ がここ数年の平均である。

なお、ビチューメンを抽出されたサンドは採掘地の原状回復用に埋め戻されている。

オイルサンドの採掘から SSB 販売までの工程をチェーンとして捉えると次のようなフローになる。

採掘→粉碎→ビチューメン抽出→減圧蒸留→熱分解 / 水素化分解→脱硫→貯蔵→SSB ブレンド出荷→パイプライン→カナダ、米国の製油所に販売

以上につき、アップストリームの業界に馴染みの薄いオイルサンドの採掘からビチューメンの抽出までを Fig. 15；Mining & Extraction に、全体のフローを Fig. 16；Syncrude Block Flow に図示した。

3.4.2 Stage 3

現在設備拡張中である Stage 3 について概要を紹介する。

拡張工事が間もなく完了し、コミッショニング終了後

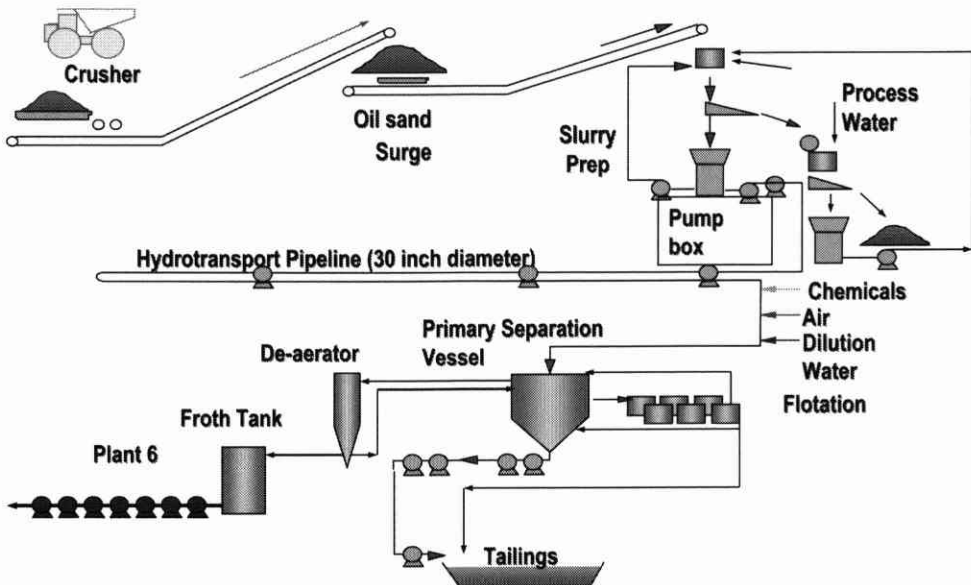


Fig. 15 Mining & Extraction

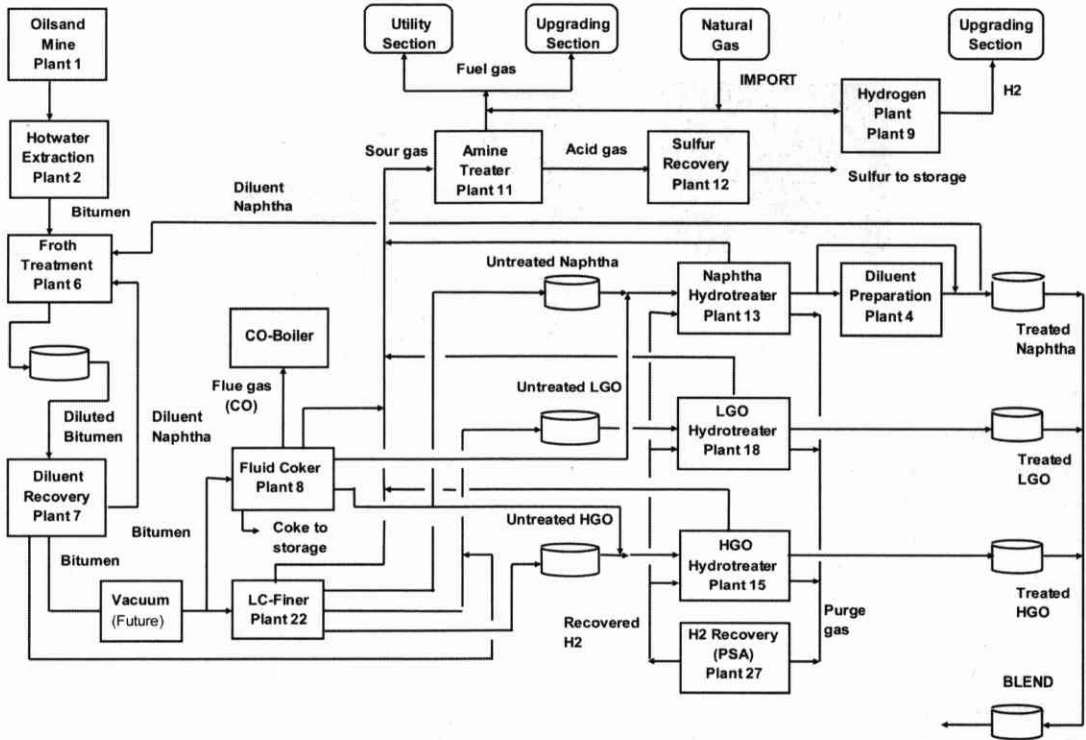


Fig. 16 Syncrude Block Flow

の 2006 年央には合成原油の生産量が 35 万 b/d に達する予定である。その暁には Syncrude 社の自慢の 1 つにもなっている世界最大規模の能力 28 万 b/d を持つ減圧蒸留装置が稼動を開始することになっている。

また、Stage 3 では合成原油の品質（セタン価、煙点）も向上されることになっており、従来の SSB から SSP (Syncrude Sweet Premium) という商品名で出荷されることになる。

ここで Syncrude 社の歴史上最大の拡張となった Stage 3 の特徴を以下に整理しておく。

- 1) 投資総額
約 80 億カナダドル
- 2) 設備
 - a) アップグレーディング設備：20 以上の設備を新増設
 - b) Syncrude 社創業以来、最大規模の既存設備の点検、補修
 - c) 採掘場の追加、変更（枯渇採掘場の後処理含む）
- 3) 効果
 - a) 生産量増加：26 万 b/d → 35 万 b/d
 - b) 操業費（製造単価）の低減：スケールメリット、効率向上（省エネ）

c) 品質向上：SSB → SSP

d) 環境対策：SO₂ 排出量の削減

e) 増産余地：デボトルネックによる生産能力のアップが次なる目標

3.5 Syncrude 社の研究開発部門

オイルサンド業界の雄たるステータスを今後も維持向上するために、エドモントンの研究所で新規技術の開発にも力を注いでいる。

近年の研究成果では次のような項目を列挙することができる。

- 1) ビチューメンの移送に関するコスト削減
- 2) 採掘現場からアップグレーダーまでの移送用希釈ナフサの回収率向上
- 3) 排砂処理とサンドの埋め戻しに関する技術向上
- 4) ビチューメン回収プロセスにおけるエネルギー消費削減

3.6 地域社会への貢献

Syncrude 社から発信されている社会へのメッセージは、地域社会への貢献について主として雇用を通して地元経済の発展に寄与していること、先住民 (First Nation) との共生に特別な配慮を行っていることを次のようにアピールしている。

- 1) アルバータ州における民間企業として、最大の従業員数 4,150 人を有する。
- 2) Summer student programs and career preparation を毎年 500 人の学生に提供
- 3) 従業員の平均年齢は 42 歳（であり勤続年数が長い＝従業員にとって居心地のいい企業である。）
- 4) 社員教育、職種変更の機会提供
- 5) 今後 10 年間で、新たに 2,600 人を採用予定
- 6) 先住民 (First Nation) との共生として雇用枠の確保、外注作業の優先的発注
- 7) 地域文化、医療関連への寄付、行事への参加

3.7 自然、地球環境への配慮

上記のような地元経済への寄与、地域社会への貢献に加え、自然環境および地球環境への配慮が企業としての社会的使命として大きくクローズアップされてきている。ここでは、Syncrude 社が行ってきている環境対策についても現場の声を代表する形で紹介しておく。

3.7.1 CO₂ 排出量の削減

燃料消費量の削減（製造コストの低減）は継続的な課題として取り組んできているが、近年は地球温暖化防止対策としてのより積極的な対応として CO₂ 排出量の削減に取り組んできている。燃料の天然ガスへの転換、省エネ設備の導入、その他省エネ対策によって CO₂ の大気への排出量は、1990 年比で 17% の削減を達成している。

しかしながら、Stage 3 の設備稼働後は総排出量が増加することになり、更なる削減努力が求められることは必至と思われる。アルバータ州がカナダの京都議定書批准に慎重であったことは、その削減が容易ではないことを物語っているが、今後とも最大限の努力を払うことによってこの大きな課題に取り組むことが必要となってきた。

3.7.2 SO₂ 排出量の削減

排ガス中の SO₂ の除去に対しては脱硫（硫黄回収）設備の設置、稼働などによって、1983 年比で 50% の大幅な削減を達成している。反面、この対策によって副産物として硫黄の生産量が増大しており、その販売に努力が必要になっている。

AEBU からは排出量をさらに削減することが義務付けられており、06 年より排ガスからの SO₂ 回収装置を新たに設置する工事に着手することを決定している。

本設備では従来技術とは異なり硫黄を生産しない回収法を採用している。

3.7.3 省エネ、環境対策費

Syncrude 21 拡張計画における本対策費は既支出額合計で 20 億カナダドルに達しており、今後もその対策に力を注いでいく予定である。

3.7.4 環境モニタリング

地域社会の自然環境、大気汚染の常時監視を当局および環境団体と連携して行っている。提携先は、環境影響モニタリングに関しては Cumulative Effects Management Association (CEMA)、大気については Wood Buffalo Environmental Association (WBEA) である。

3.7.5 採掘現場の原状回復

オイルサンド採掘現場では 70 m 前後までの深さで露天掘りを行っており、採掘終了（枯渇）後には埋め戻しによる原状回復が義務付けられている。操業開始以来、これまでに原状回復した土地の面積は 3,400 ヘクタールに達している。

ピチューメン抽出後のサンドを埋め戻すには無公害処理が必要であり、Syncrude 社はこの技術に関する更なる発展について研究を続けている。

3.7.6 野生動物保護（バイソン）

Syncrude 社が権益を有する鉱区一帯は野生生物の宝庫であり、その代表格がバイソンである。乱獲による生息数の減少から保護動物として扱われており、自然環境保全の象徴たる存在となっている。Syncrude 社は採掘現場の原状回復や生息地の環境保全に努め、生息数の増加にも努めている。

3.8 今後の計画：事業指針と社会的使命

前述のように、Syncrude 社は長期にわたって事業を継続していく素地を有しており、操業の継続性を安定的なものとするために業界内および地域社会の中で確たる社会的地位を維持していかなければならない。また、従業員の士気高揚、優秀な人材の確保にも努力が必要である。そのためには、彼らがどのような成果を上げて社会に利益還元しているのか、今後の運営についてどのような指針を有しているのかなどについて、彼ら自身が社会に向かって発信しているメッセージを原文のまま紹介させていただくことにする。

Syncrude's objectives

- Maintain industry-leading safety record
- Become the lowest cost bitumen producer in the industry
- Achieve the highest netbacks in industry
- Successfully complete and integrate the Stage 3 expansion project into our existing operation
- Leverage new technology to further improve bitumen recovery and reduce operating costs
- Maintain commitment to environment

Syncrude Quick Facts

- One of Alberta's most respected corporations
- Largest single source of oil in Canada and largest oil sands producer in the world

- Syncrude Sweet Blend (SSB) – our sweet, light premium crude oil product
 - Produced an average of about 239,000 barrels of SSB every day in 2004, more than 87 million barrels.
 - Leader in oil sands technology
 - 4,100 employees plus 10,000 more jobs directly or indirectly
- 今後もオイルサンド事業のリーダー的な企業として、また合成原油の安定的かつ持続的増産を目標として、Stage 3 以降も 2010 年には Stage 4、2015 年には Stage 5 を完成させる青写真を描いているが、マーケットの状況、競合他社に対する優位性の確保といった民間企業本来の命題に加え、操業－従業員の量的、質的充足に対する人件費の上昇、拡張－建設コストの高騰といった経済的環境への対応は難しい舵取りが予想されている。また、地域住民および自然環境保全への貢献とならぶ重要課題である地球環境対策への更なる取組みなど、事業を取り巻く環境が急激に変化している状況を鑑みて今後の拡張計画を慎重に検討する必要がある、オーナー各社では今後のあるべき事業指針について真剣な議論がなされている。

最後に、Syncrude 社の操業風景を象徴する一枚の写真 (Fig.17 ; Syncrude in Canada) を紹介して、本稿の結びとさせていただきます。

写真はカナダの雄大な自然のなかで、冬季には－30℃にもなる厳寒の地を舞台として、夕陽に向かってオイルサンドを集積場まで運搬する大型トラックの列を撮影したものである。

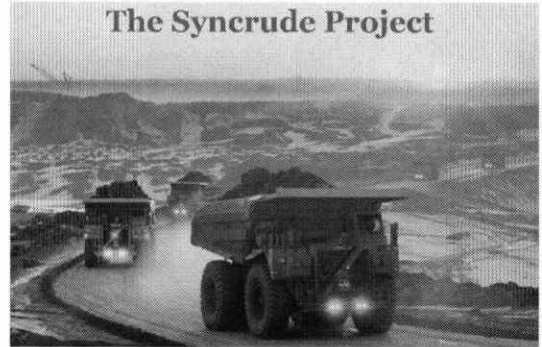


Fig. 17 Syncrude in Canada

参 考

オイルサンド事業全般における情報源として代表的なサイトを以下に紹介しておくので、ご興味ある読者への参考となれば幸いです。

- アルバータ州政府在日事務所
http://www.altanet.or.jp/index_j.htm
- RIWG: The Athabasca Regional Issues Working Group
<http://www.oilsands.cc/>
- Alberta Energy & Utilities Board (AEUB)
<http://www.eub.gov.ab.ca/BBS/default.htm>
- Syncrude
<http://www.syncrude.com/index.html>
- National Energy Board
<http://www.neb.gc.ca/>