

# カナダ・オイルサンドの動向について

2005年12月22日

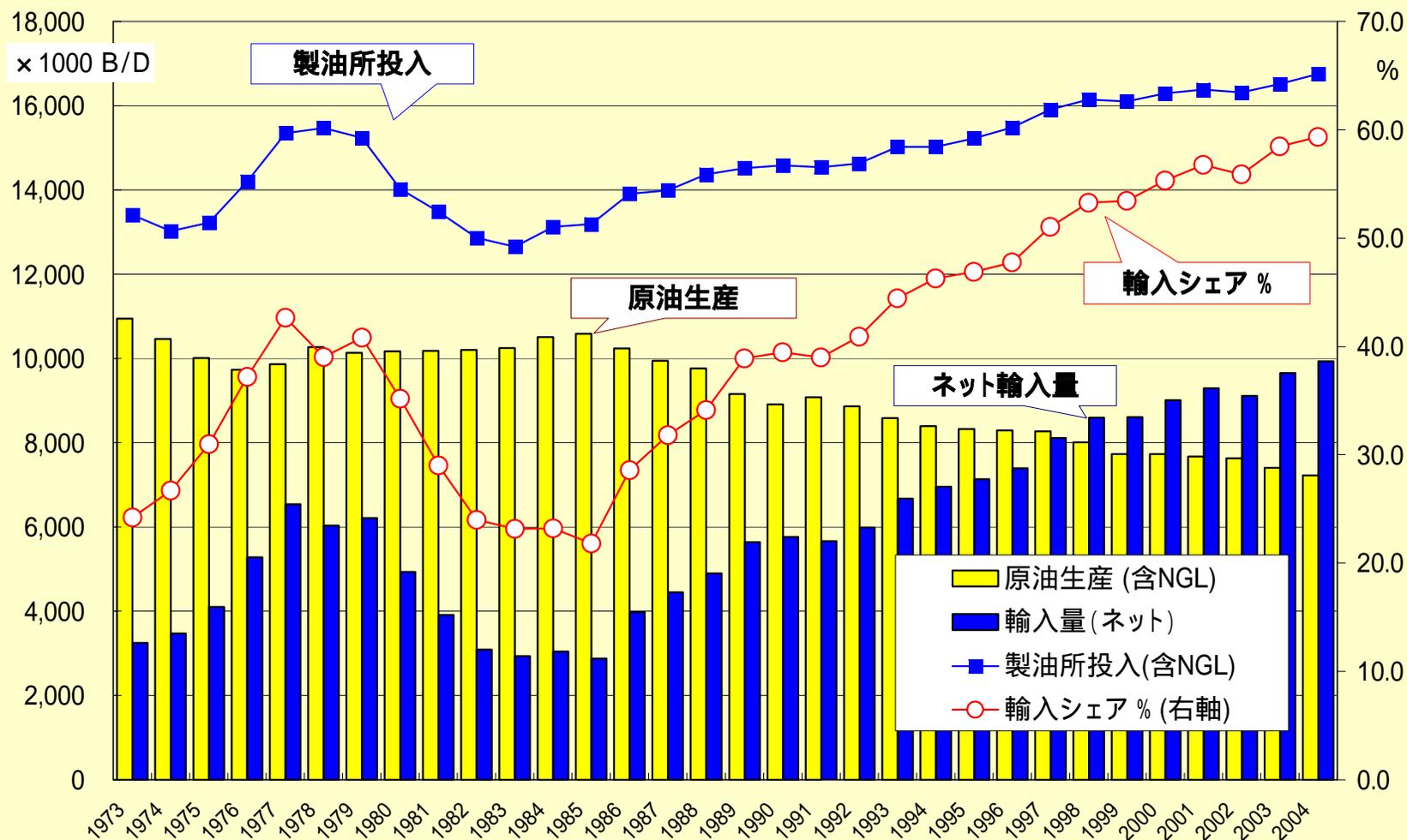
計量分析ユニット

森田裕二

# 内容

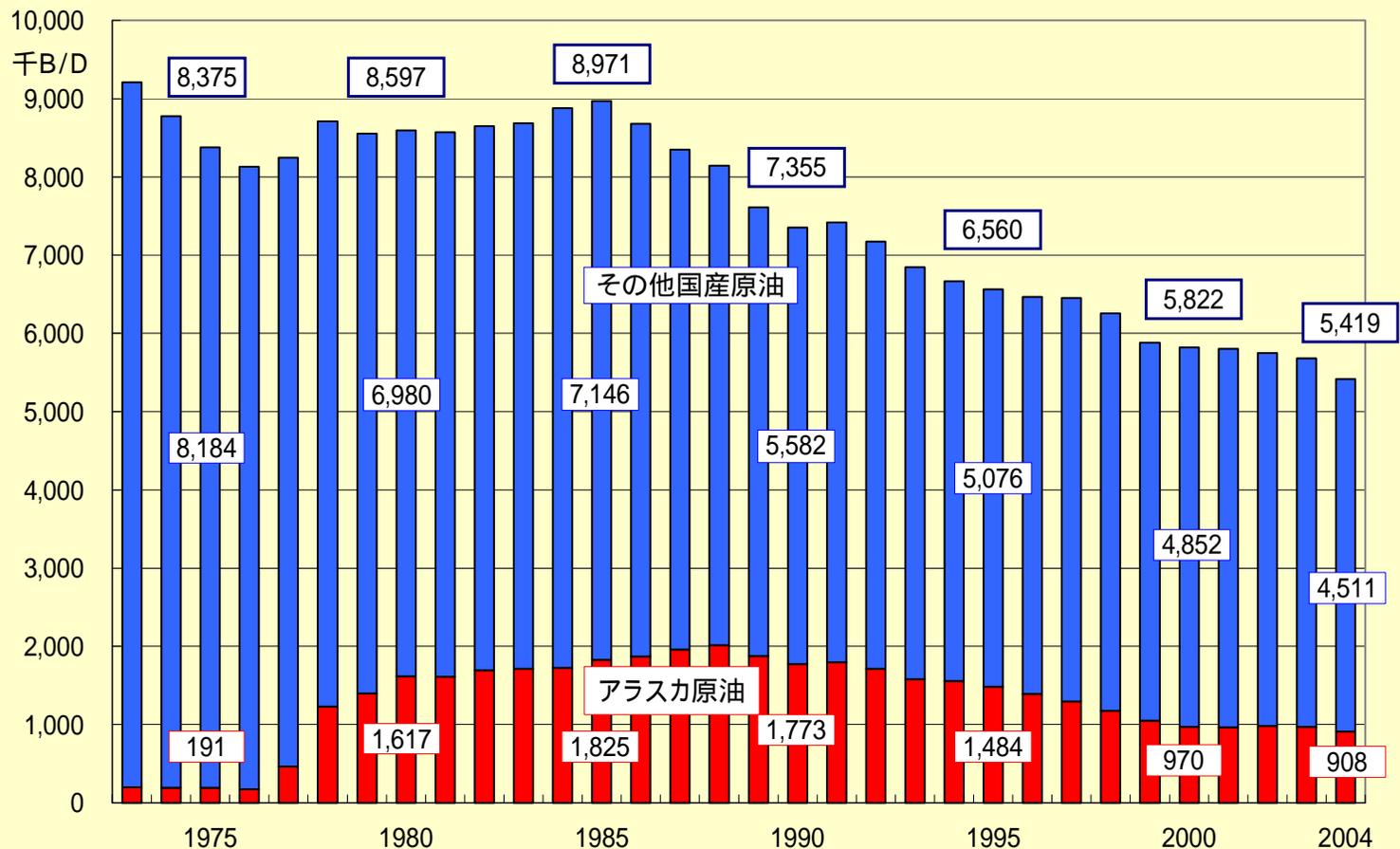
- 米国における石油需給の現状
- 米国の石油重質化への対応
- カナダの対応
- オイルサンドの生産
- まとめ

# 米国の原油需給



● 製油所投入量に対する輸入原油のシェアは年々増加し、2004年には60%に達している

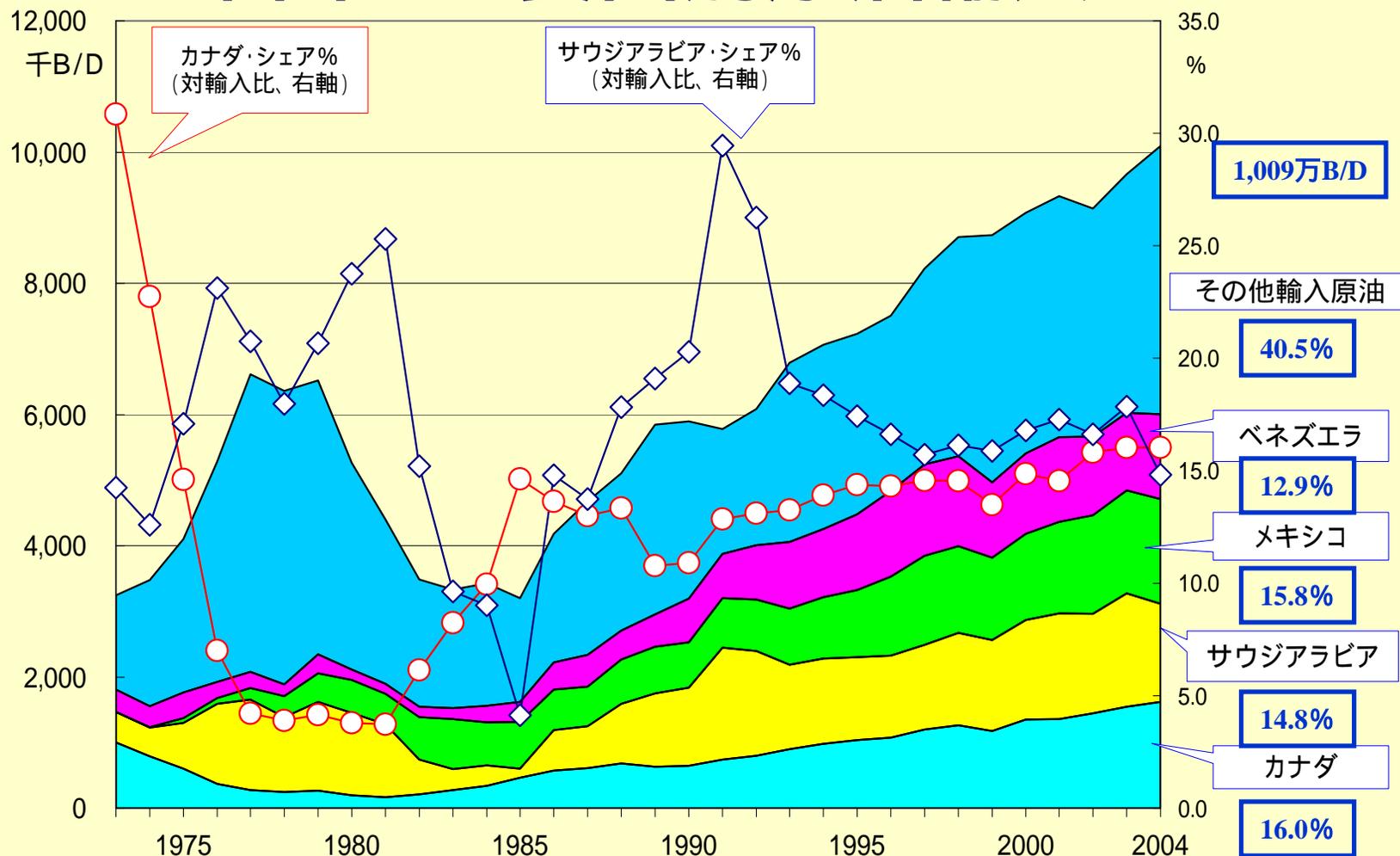
# 米国の国産原油生産量の推移



● 輸入原油の増加は、石油の需要増と国産原油生産量の減少に負うところが大きい

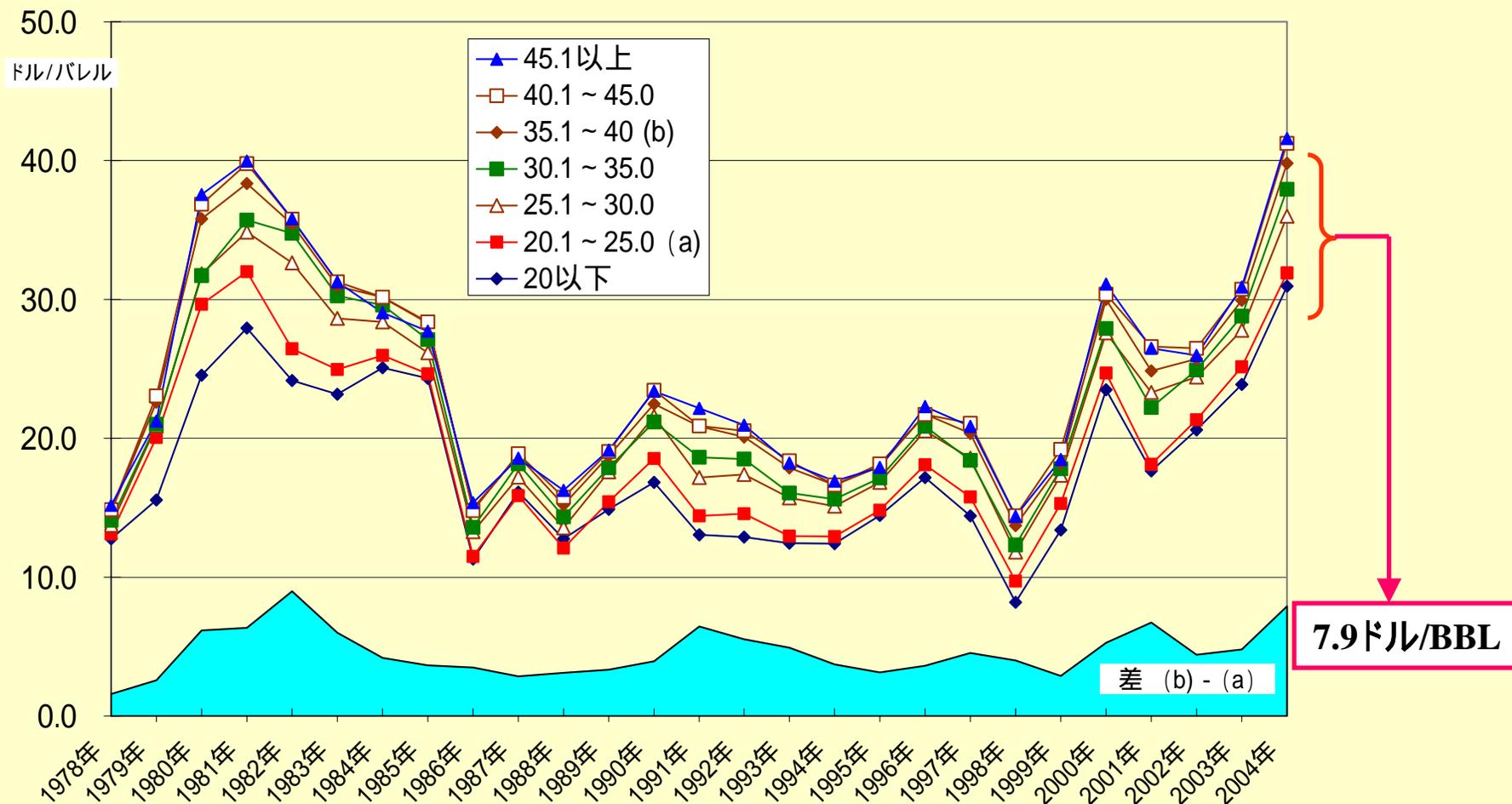
(注) アラスカ原油: API 30、硫黄分1.1% (アラビアンライトに類似)

# 米国の主要国別原油輸入量



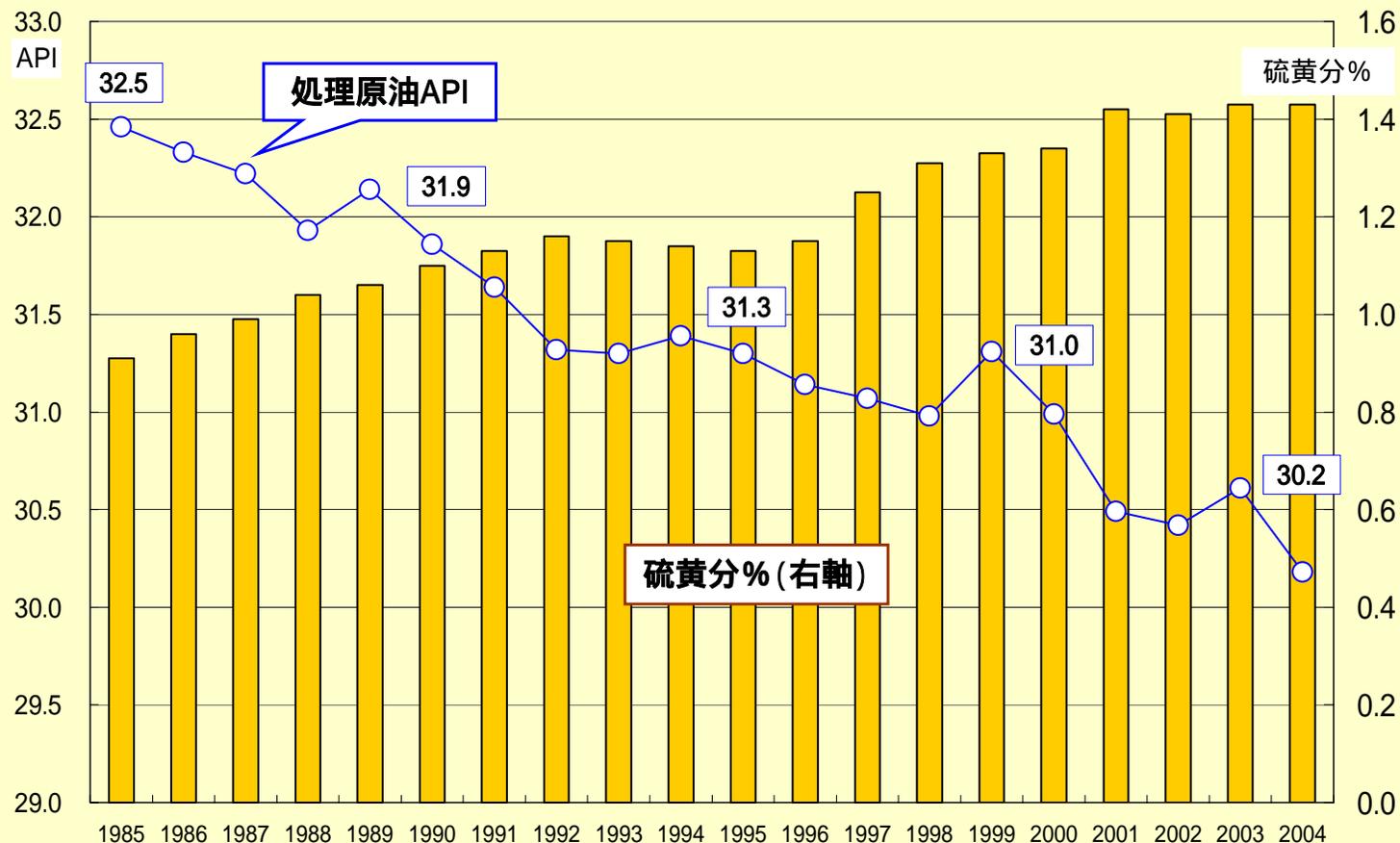
●カナダからの輸入シェアはサウジアラビアの後塵を拝していたが2004年に逆転

# 輸入原油価格の推移



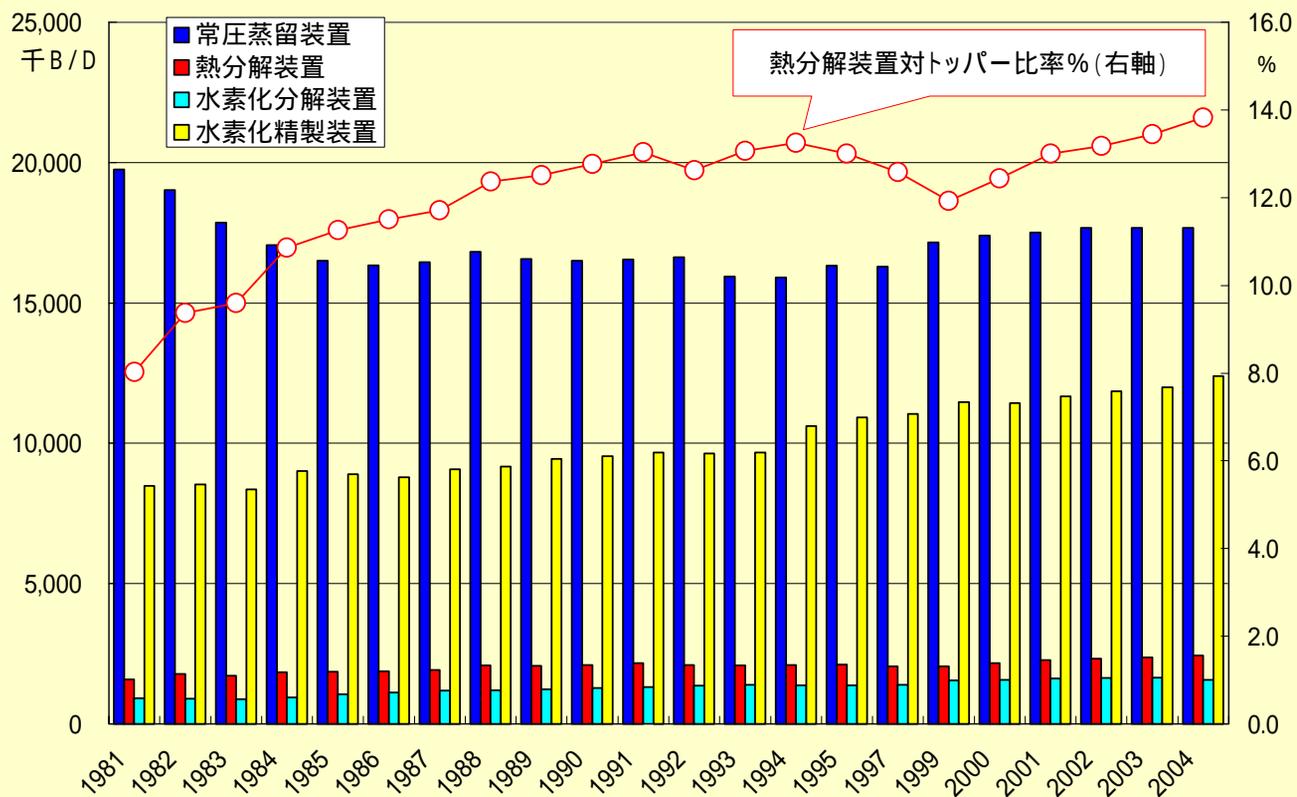
● 輸入原油の重軽価格差が拡大、コーカー等の熱分解設備新設による重質油の分解が有利に。

# 処理原油API・硫黄分の推移



● 輸入原油は重質化の傾向を強めている。軽質油の輸入は減少傾向。  
**API 25以下: 1990年18.6%    2004年34.8%**  
 API 25 ~ 35: 1990年52.6%    2004年42.8%  
 API 35以上: 1990年28.8%    2004年22.4%

# 主要精製装置能力の推移



処理原油の重質化・高硫黄化

- PADD III: コーカー拡充により対応
- PADD V: アラスカ原油の減少、製品の低硫黄化に対応しコーカー、水素化分解装置を拡充

2004年	精製能力	稼動中能力	原油処理	稼働率%	硫黄分 Wt%	平均API	主要設備		
							FCC	水素化分解	コーカー
I	1,736	1,730	1,597	90.4	0.90	32.00	628	36	81
II	3,526	3,526	3,288	93.6	1.37	31.96	1,108	141	315
III	7,967	7,947	7,438	94.1	1.64	29.70	2,781	573	1,141
IV	582	582	556	95.7	1.35	32.54	168	14	42
V	3,164	3,107	2,596	90.4	1.26	27.69	757	483	482
全米計	16,975	16,892	15,475	93.0	1.43	30.18	5,442	1,247	2,061

# 輸入・国産原油

(千B/D)

2004年	輸入					国産原油(除NGL)	
	カナダ	メキシコ	サウジアラビア	ベネズエラ	総輸入量	国産計	アラスカ原油
I	197	42	173	118	1,549	19	0
II	1,054	7	153	13	1,584	435	0
III	18	1,511	913	1,162	5,768	3,016	0
IV	260				260	309	0
V	87	39	255	3	926	1,640	908
合計	1,616	1,598	1,495	1,297	10,088	5,419	908

●国産原油の減少に伴い、輸入原油の重要性が増加。従来はわずかししか処理されていなかったカナダ産原油は、2004年にはPADDIIで32%、PADDIVでは47%(処理量に占めるシェア)の位置を占めるに至った。

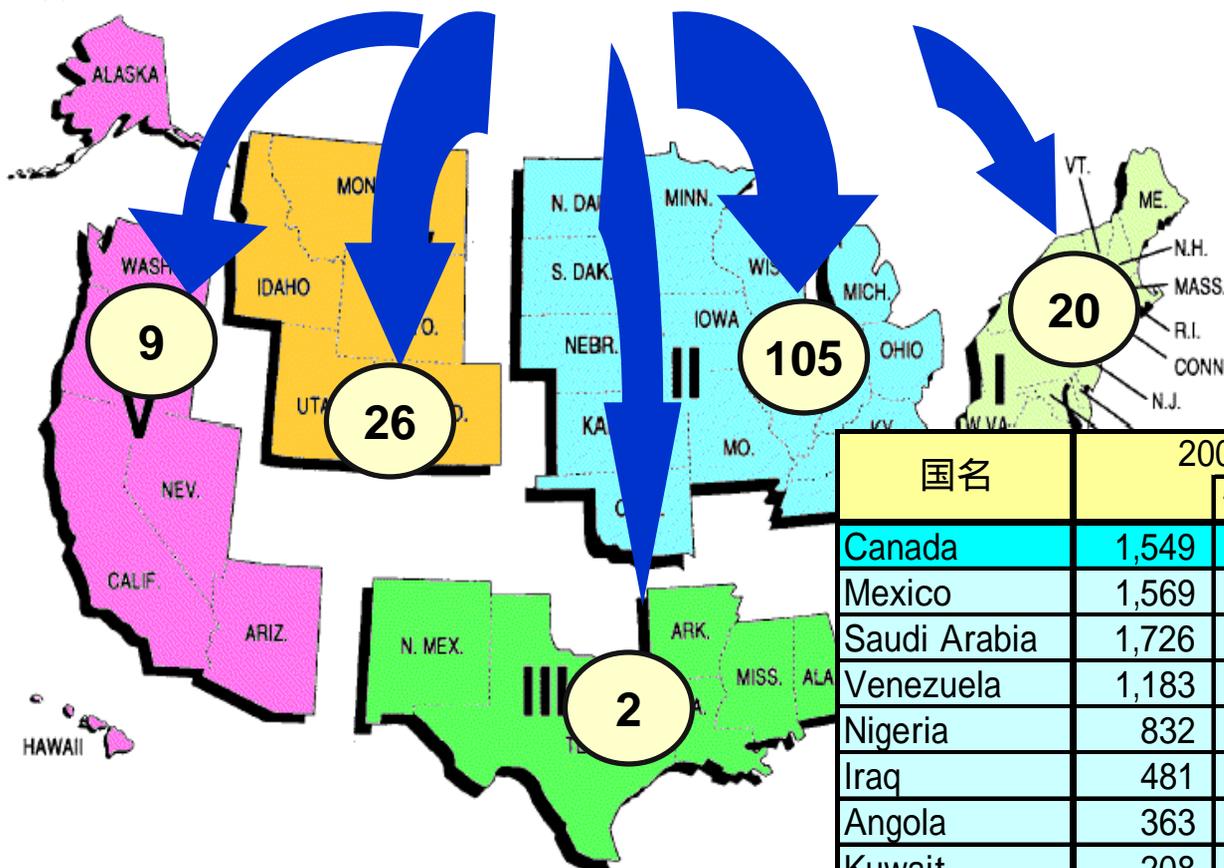
## カナダ原油輸入シェアの推移

	1990		1995		2004	
	数量	シェア%	数量	シェア%	数量	シェア%
I	57	4.7%	63	4.5%	197	12.7%
II	491	43.7%	762	57.3%	1,054	66.5%
III	8	0.2%	4	0.1%	18	0.3%
IV	76	100.0%	125	100.0%	260	100.0%
V	11	4.7%	84	27.4%	87	9.4%
合計	643	10.9%	1,040	14.4%	1,616	16.0%

PADD: Petroleum Administration for Defense Districts

# PADDとカナダ原油輸入量

カナダ (2004年、単位:万B/D)



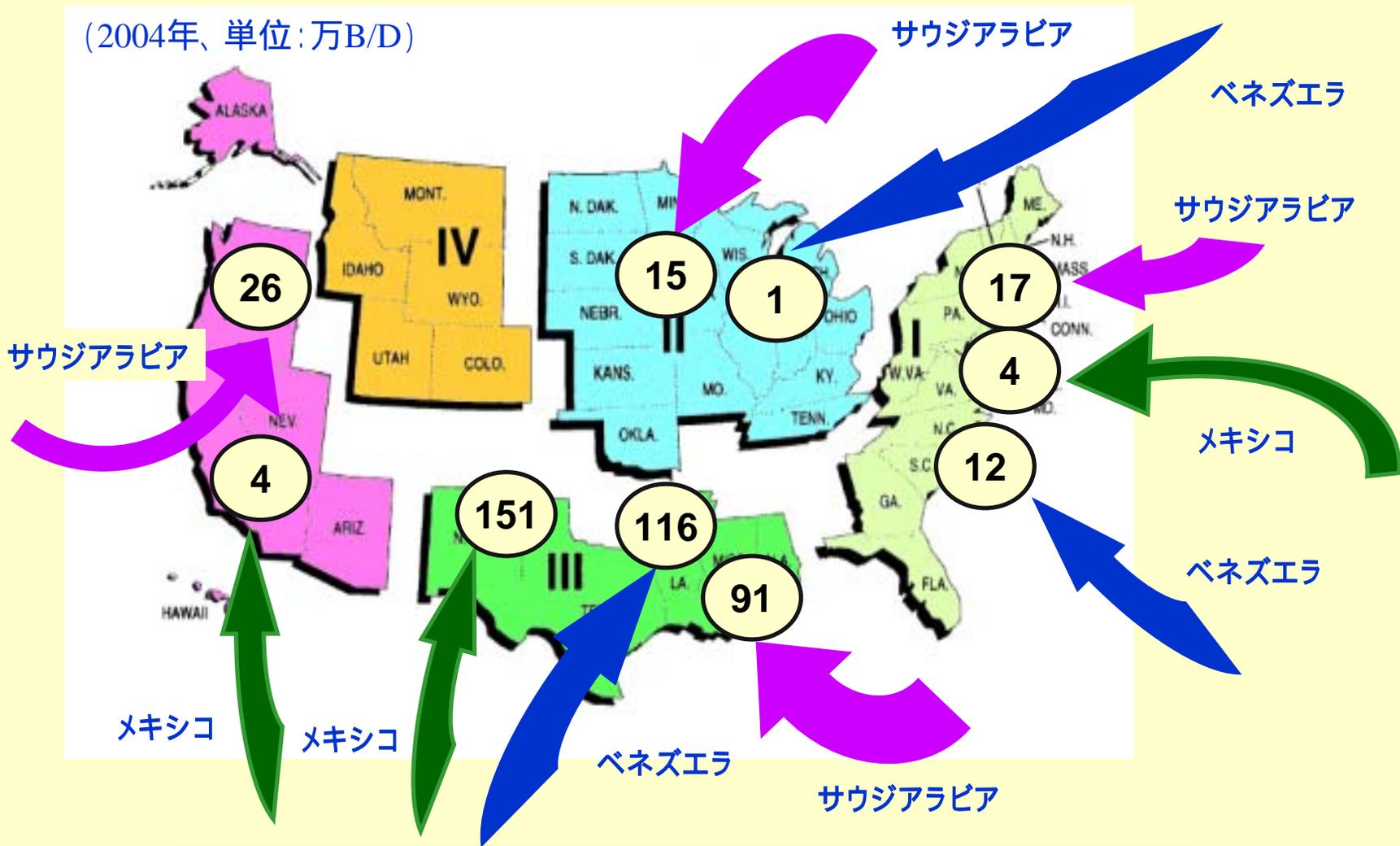
(単位:千B/D)

国名	2003		2004	
	千B/D	シェア%	千B/D	シェア%
Canada	1,549	16.0%	1,616	16.0%
Mexico	1,569	16.2%	1,598	15.8%
Saudi Arabia	1,726	17.9%	1,495	14.8%
Venezuela	1,183	12.2%	1,297	12.9%
Nigeria	832	8.6%	1,078	10.7%
Iraq	481	5.0%	655	6.5%
Angola	363	3.8%	306	3.0%
Kuwait	208	2.2%	241	2.4%
UK	359	3.7%	238	2.4%
Ecuador	139	1.4%	232	2.3%
主要国計	8,408	87.0%	8,757	86.8%
合計	9,665	100.0%	10,088	100.0%

●カナダ原油の主要市場はPADD I、II、IV

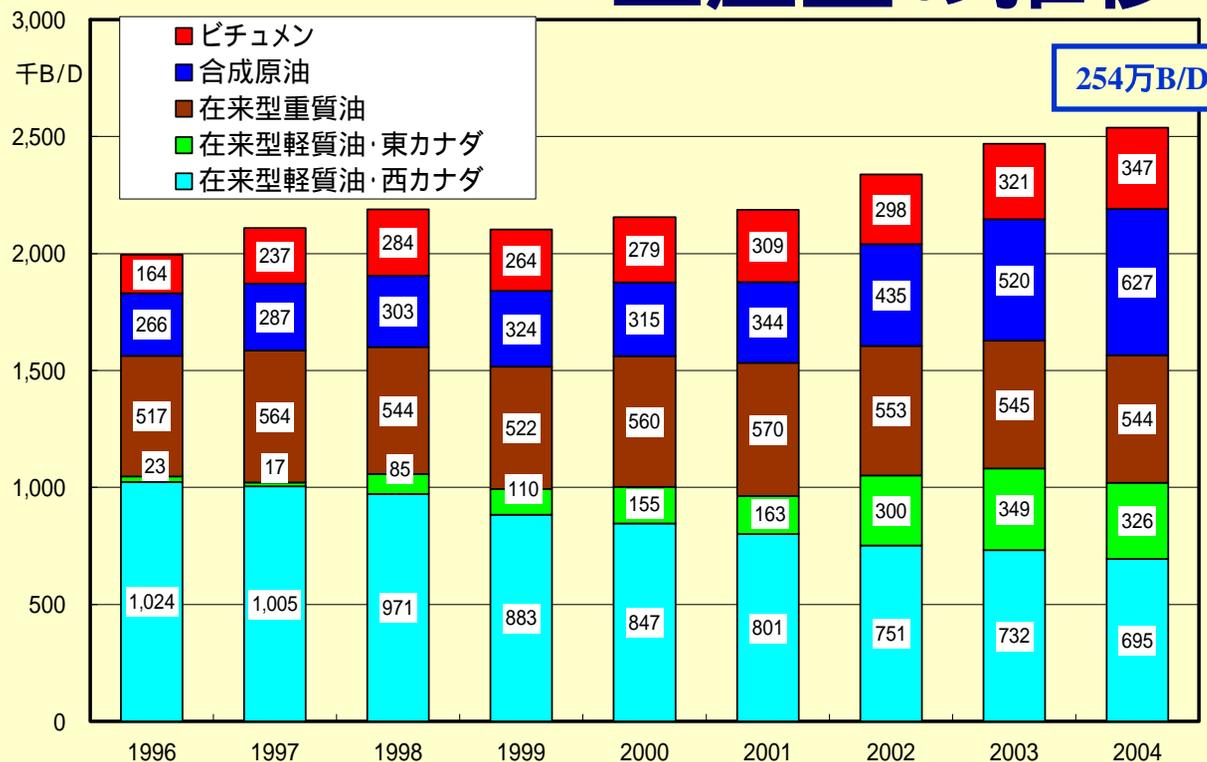
# サウジ・メキシコ・ベネズエラ原油輸入量

(2004年、単位:万B/D)



●PADD I、IIはベネズエラ、サウジ、メキシコ原油と競合が激化

## 生産量の推移



●西カナダの軽質油(コンデンセートを含む)、重質油の生産量はともに減少傾向

●近年は東カナダの軽質原油ならびにビチューメンとこれをアップグレードした合成原油の生産量が増加

重質油: API 28以下  
中質油: API 29 ~ 33  
軽質油: API 34以上

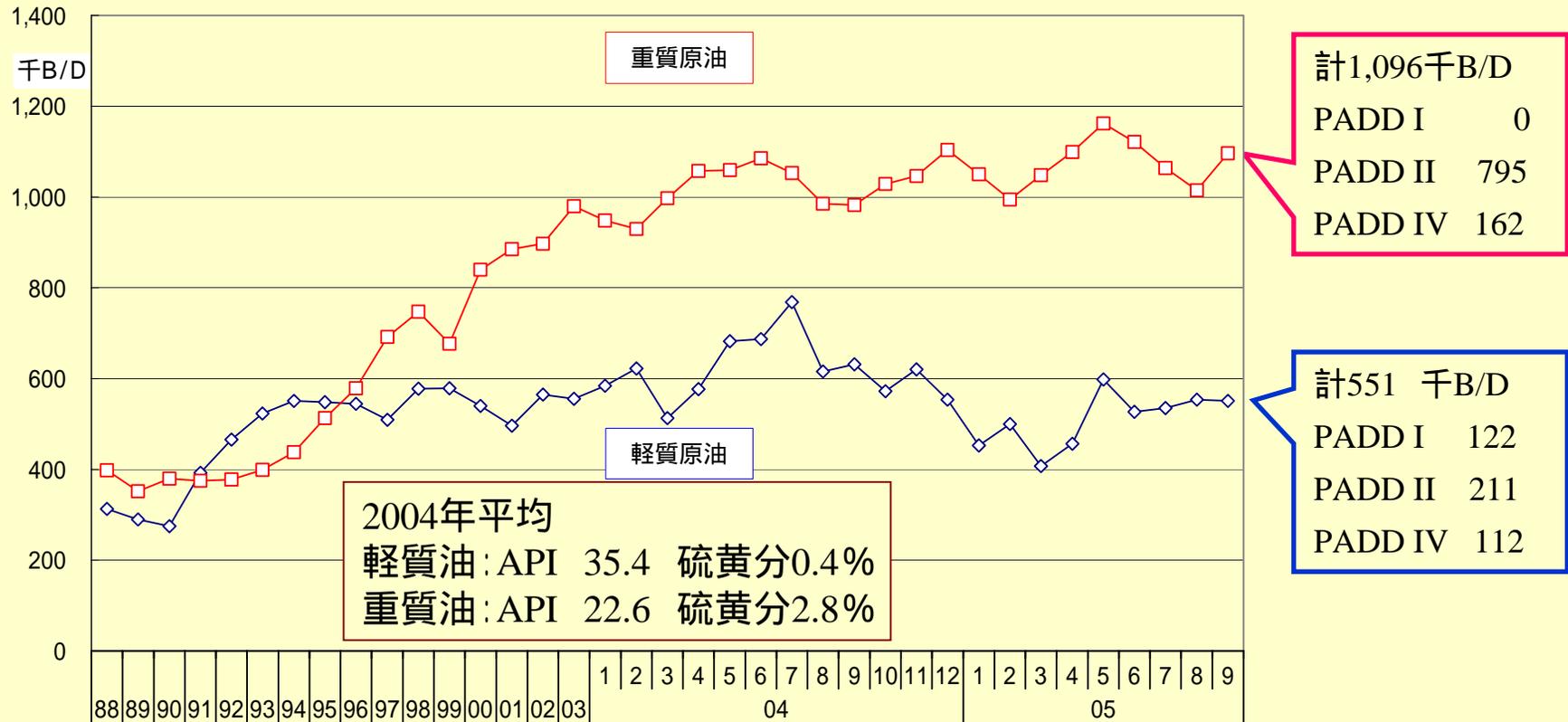
## ●軽質油

- ✓米国以外に大西洋側の油田からヨーロッパ向けに50千B/Dを輸出。カナダの大西洋側は逆に833千B/Dを輸入。
- ✓カナダの国内向けは781千B/D、うち西カナダは479千B/D、大西洋側は302千B/D。

## ●重質油

- ✓米国向け以外の輸出は43千B/D。カナダ、大西洋側は逆に102千B/Dを輸入。
- ✓カナダの国内向けは172千B/Dとわずか。うち西カナダは91千B/D、大西洋側は81千B/D。

# カナダ産原油の輸出量



- 軽質原油、重質原油ともに輸出量は拡大傾向。
- 特に軽質油はガソリン需要が増加する夏期の輸出量が多い。

# 米国市場へのアクセス（パイプライン輸送）



2004年米国向け輸出量: 160万B/D

Enbridge : 90万B/D (56%)

東海岸 (タンカー) : 32万B/D (20%)

Western Corridor : 14万B/D (9%)

Express (Terasen) : 16万B/D (10%)

Trans Mountain (Terasen) : 8万B/D (5%)

Terasen : 2005年8月、米国の大手パイプライン会社Kinder Morgan  
が56億US\$で買収

# オイルサンドの埋蔵量

- CAPP: 生産鉱区、2004年末: 生産鉱区: 74億バレル

種類	埋蔵量 百万バレル	生産量 千B/D	R/P 年	備考
在来型石油	4,354	1,410	8.5	
オイルサンド				
露天掘り	5,294	465	31.2	表土の厚さ ~75m (生産量は合成油ベース)
油層内回収	2,082	532	10.7	表土の厚さ 75m以上
計	7,376	997	20.3	

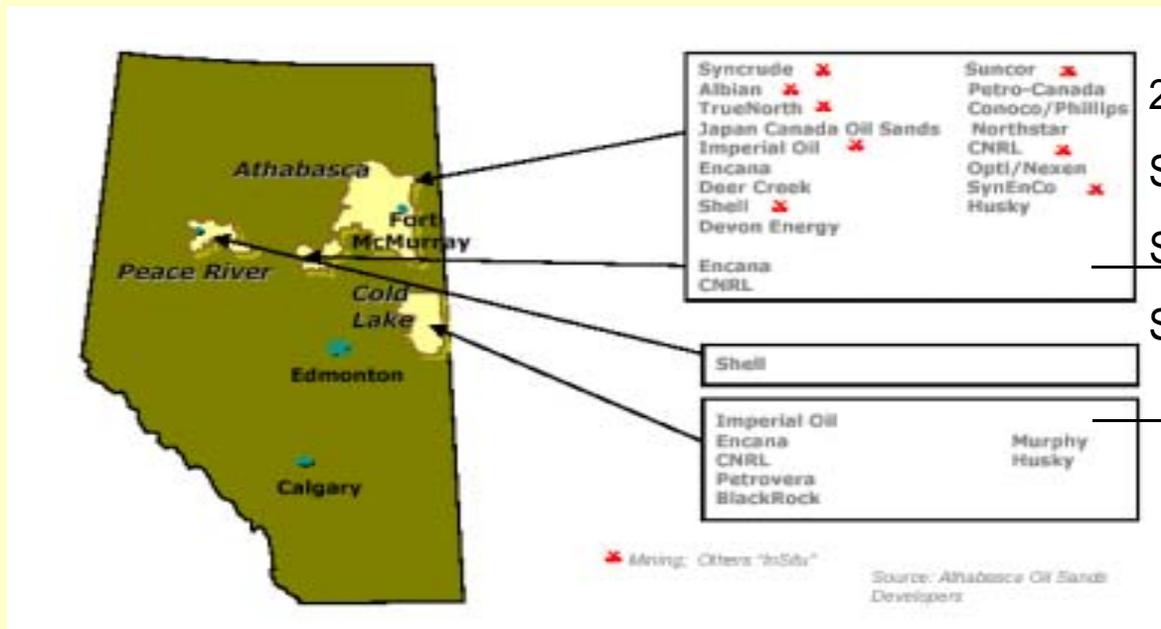
- EUB : 2003年末  
開発鉱区: 1,745億バレル  
究極可採埋蔵量: 3,146億バレル  
原始埋蔵量: 1兆6,290億バレル
- Oil & Gas Journal : 2005年初  
確認埋蔵量: 1,788億バレル

■ サウジアラビア	: 2,594億バレル
■ カナダ	: 1,788億バレル
■ イラン	: 1,258億バレル
■ イラク	: 1,150億バレル
■ ベネズエラ	: 772億バレル
■ ロシア	: 600億バレル
■ 世界計	: 12,777億バレル

CAPP: Canadian Association of Petroleum Producers

EUB : Alberta Energy and Utilities Board

# 主な生産プロジェクト



2004年生産量 (千B/D)

SUNCOR 215

Syncrude 241 合成油計 456

Shell, Imperial 他

ビチュメン計 521

在来型軽質油 1,023

在来型重質油 544

生産量計 2,543

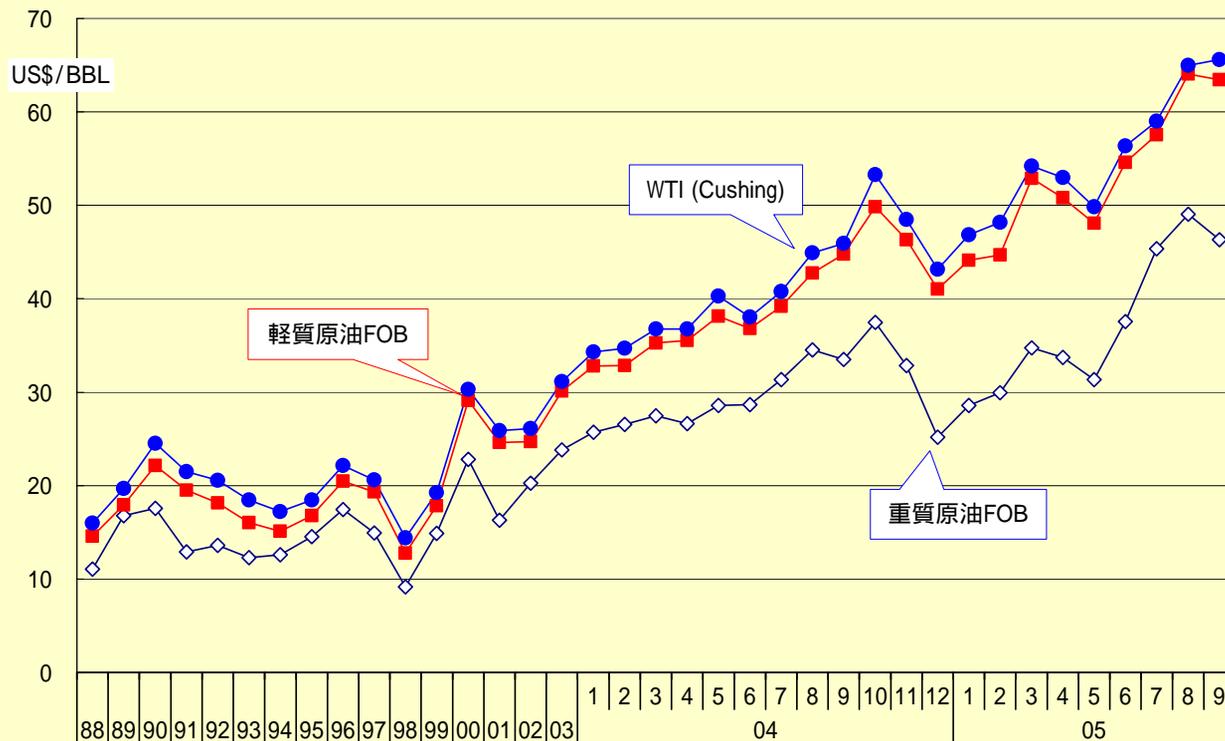
オイルサンドの商業生産は1967年にSuncorが開始し、1978年にSyncrudeがこれに続いた。2004年におけるオイルサンドの生産量はカナダの原油総生産量の38%。

Imperial Oilによる希釈ビチュメン (Cold Lake Blend) : コンデンセートを20%程度混合して出荷している

Imperial Oil : ExxonMobil 69.6%

ビチュメン: API比重10度以下(硫黄分4.4%)、油層内で流動性を持たない油。オイルサンド2トンから約1バレル採取できる

# カナダ産原油のFOB価格



(出所)カナダ National Energy Board 等のデータより作成

- 重質原油: WTIからディスカウントされた価格で取引。
- 軽質原油: WTI原油とほぼ同じ価格で取引。



ビチュメンのアップグレーディング設備の拡充が進められている

	アップグレーディング能力 千B/D		
	2000	2005	2010
Shell Scotford	0	150	150
Suncor	120	225	450
Syncrude	220	360	475
Husky (Lloyd)	69	77	150
OPTI, PetroCanada	0	30	210
合計	409	842	1,435

出所: BP, "Future Business Solutions for Marketing of Alberta's Oil Sands" Mar 14, 2002に加筆

# オイルサンドの性状

油種	合成原油	WTI	Cold Lake 希釈ビチューメン	アラブヘビー
API比重	33-34	39	22	28
硫黄分	0.2	0.4	3.5	2.8
軽油のセタン指数	42-43	50	39	51
FCC・フィード				
窒素分 Wt%	0.081-0.123	0.112	0.119	0.05
残渣油				
金属分 Ni+V ppm	42-56	83	520	240
収率 Vol%				
~ C4	1.6	1.7	0.8	1.9
軽質ナフサ	6.9	10.6	13.2	6.5
重質ナフサ	15.1	21.0	10.1	12.3
灯油留分	18.5	18.4	8.1	13.9
軽油留分	13.0	9.0	5.7	8.4
減圧軽油	41.5	26.6	28.3	29.3
減圧残油	3.8	11.0	34.2	28.0
全酸価 mgKOH/g	0.01		1.05	0.10



- 合成原油は減圧残油を含まないため、単体での処理は困難？軽油のセタン指数も低い
- 希釈ビチューメンは硫黄分、窒素分、金属分が多く、減圧残油も多い。特に全酸価が高いことから単体処理の場合は装置の腐食対策が必要。軽油のセタン指数も低い。

# 精製上の留意点

## ● 希釈ビッチュメン

- ✓ 高硫黄
- ✓ 高窒素分
- ✓ 高全酸価

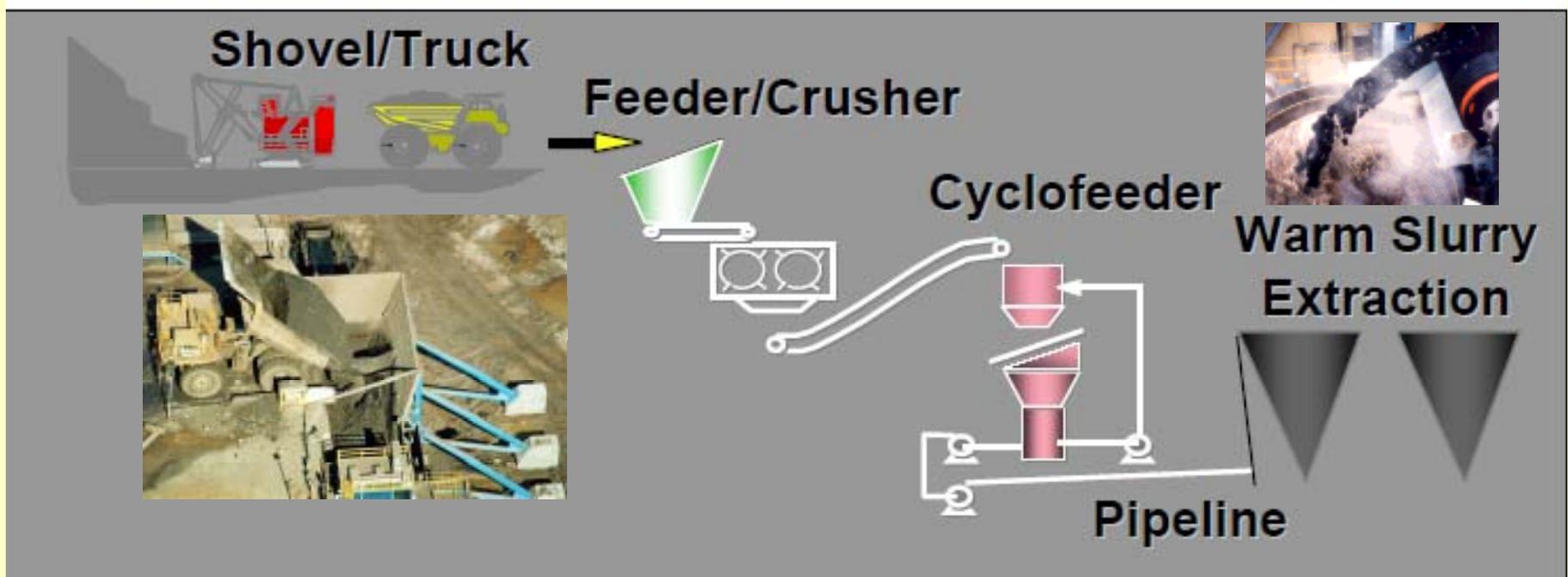
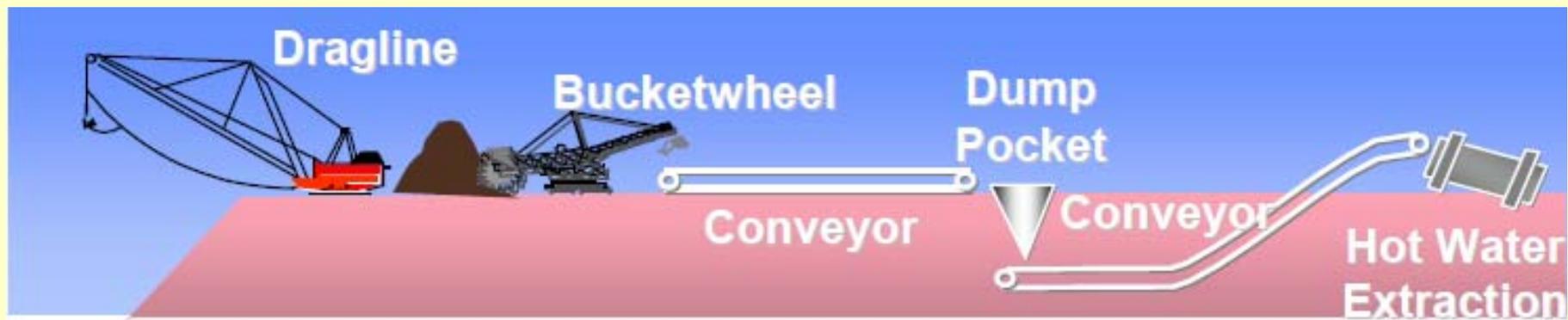
代表的な高全酸価原油

油種	ブラジル Marlim	アンゴラ Kuito	赤道ギニア Ceiba	ノルウェー Troll
生産量(2002) 万B/D	58	10	12	33
API	20.1	20	28	27.2
硫黄分 Wt%	0.75	0.64	0.6	0.27
全酸価 mgKOH/g	1.15	2.2	1.06	1.03
価格帯	WTI -5.50 ~ -2.50	Brent -5.50 ~ -2.00	Brent -5.50 ~ -2.50	Brent -1.50 ~ +0.75

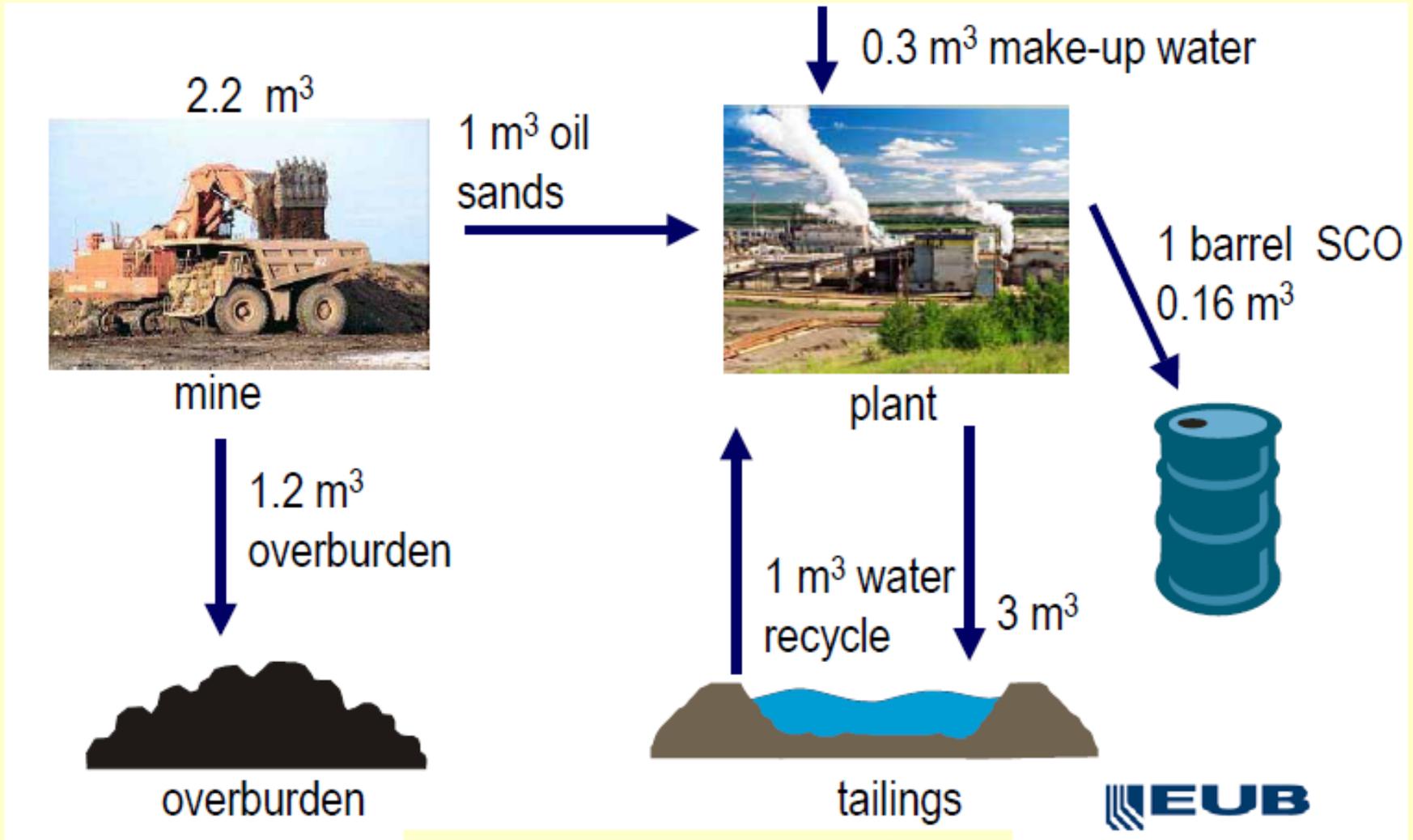
## ● 合成原油

- ✓ 低硫黄
- ✓ 残渣油を含まない・・・装置のバランスの問題
- ✓ 軽油のセタン価が低い
- ✓ 灯油、ジェット燃料油：煙点が低い、アロマ分が多い
- ✓ VGOの窒素分が多い

# オイルサンド露天掘り採取方法の変遷



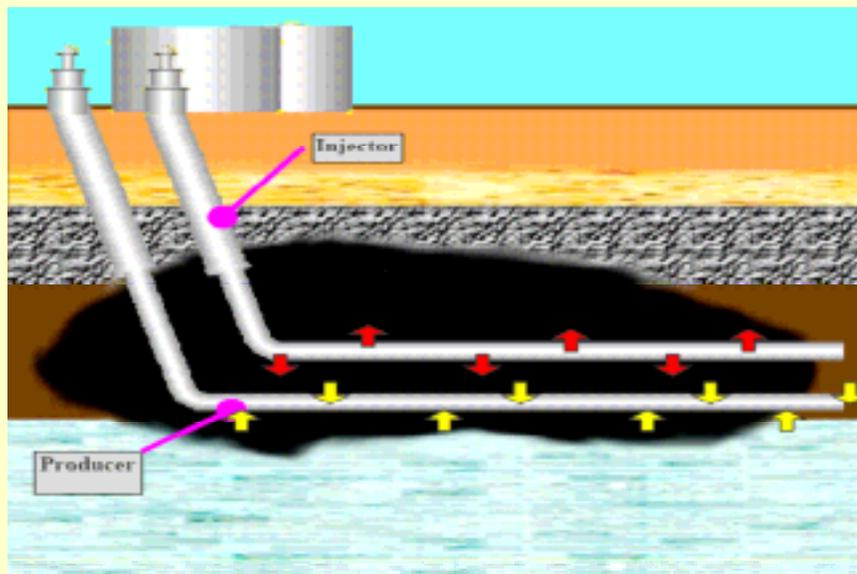
# 露天掘りによる合成原油の生産



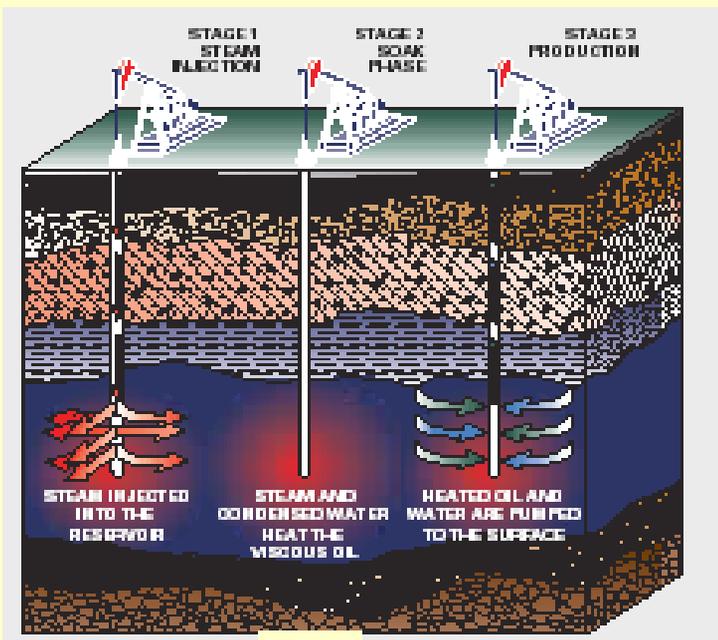
究極可採埋蔵量: 650億バレル

# オイルサンドの生産（油層内回収）

究極可採埋蔵量：2,500億バレル



SAGD



CSS

SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage) : 750 ~ 1,000mの2本の水平井を掘削、上部の水平井から水蒸気を油層内に圧入する。加熱により流動性を得たビチューメンを下部の水平井から回収。生産量は1ペアで1,000 ~ 1,500B/D程度 (回収率70%)

CSS (Cyclic Steam Stimulation) : 水蒸気の圧入・静置・ビチューメンの生産を1サイクルとして6 ~ 18ヶ月単位でこのサイクルを繰り返す。ビチューメンの回収領域が坑井の近傍に限られることから回収率は20 ~ 25%程度にとどまる・・・Imperial Oilの採掘方式 (1985年商業化)

# 合成原油の生産コスト (Syncrude)

US\$/BBL

内訳	2003年		2004年	
	ピチュメン	合成原油	ピチュメン	合成原油
生産量(百万バレル)	92.3	77.3	103.2	87.2
ピチュメン生産 (US\$/BBL)				
被覆土除去コスト	1.66	1.98	1.37	1.62
生産コスト	4.40	5.25	4.70	5.56
購入エネルギー	1.19	1.42	1.45	1.72
計	7.26	8.66	7.52	8.90
アップグレーディング				
生産コスト		2.73		2.51
触媒・維持費		1.33		0.55
購入エネルギー		1.75		1.54
計		5.80		4.59
一般管理費・研究開発費		0.58		0.81
合計		15.04		14.30
出荷価格 (FOB)		30.56		40.23
粗利益(ロイヤリティ、生産コスト後)		15.22		25.53
(参考)WTI@Cushing価格		30.99		41.47
CO <sub>2</sub> 排出量トン/バレル		0.121		0.117
エネルギー原単位 百万BTU/バレル		1.37		1.35
SO <sub>2</sub> 発生量トン/千バレル		0.99		1.00
用水採取量 百万m <sup>3</sup> /年		32.3		30.6

## 生産コスト(2003年)

- 露天掘り 9～11\$/BBL
- Upgrading 7～9\$/BBL
- 油層内回収法 8～14\$/BBL

## 天然ガス消費量 (Mcf=千ft<sup>3</sup>)

- 油層内回収: 1.0 ~ 1.2 Mcf/ BBL (ピチュメン)
- 露天掘り: 0.25 ~ 0.30 Mcf/ BBL (ピチュメン)
- アップグレーディング: 0.15 ~ 0.45 Mcf/ BBL (合成原油)

## 天然ガススポット価格:

8.48C\$/Mcf (2005年1～11月平均)

- Syncrude社の生産コストは15ドル程度、自家燃料のコスト増が課題

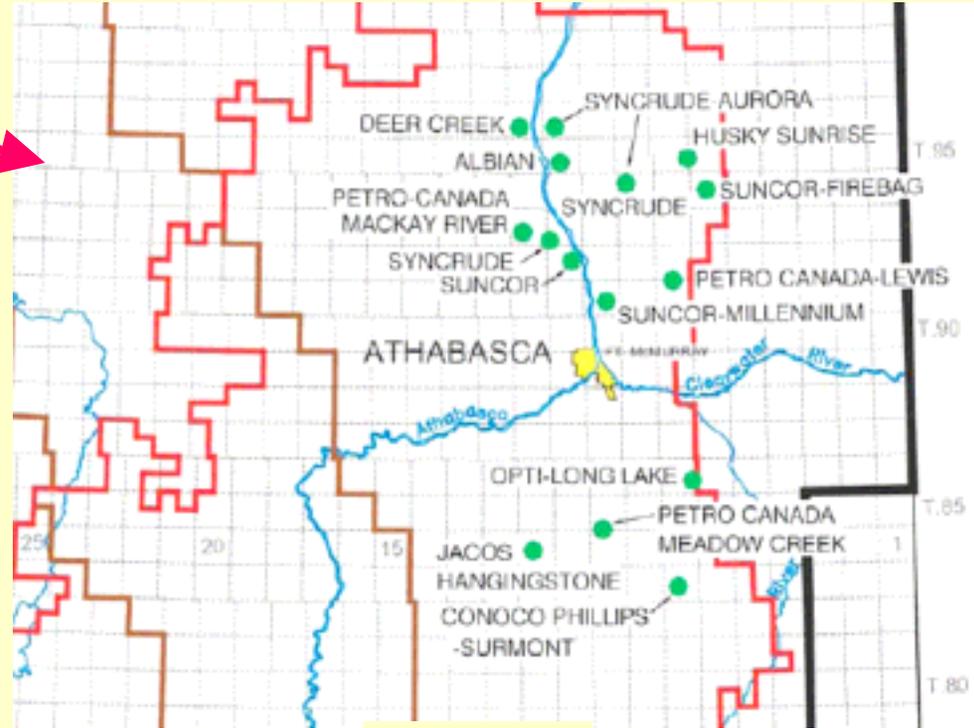
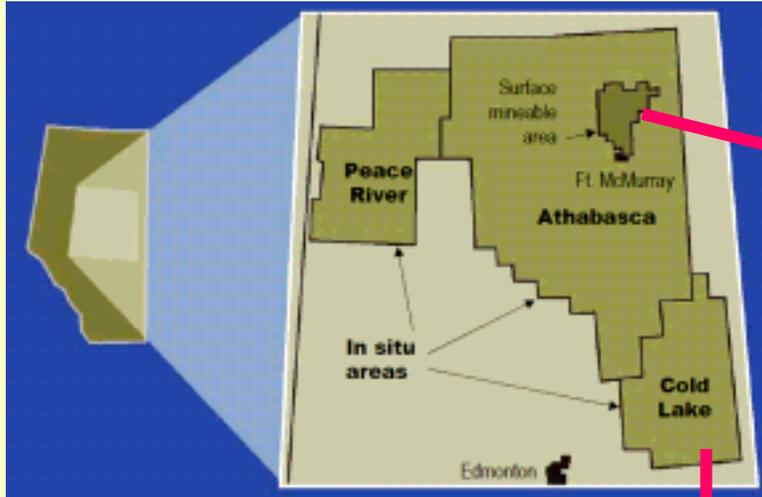


燃料消費量の低減が課題  
他にCO<sub>2</sub>排出量、用水の確保

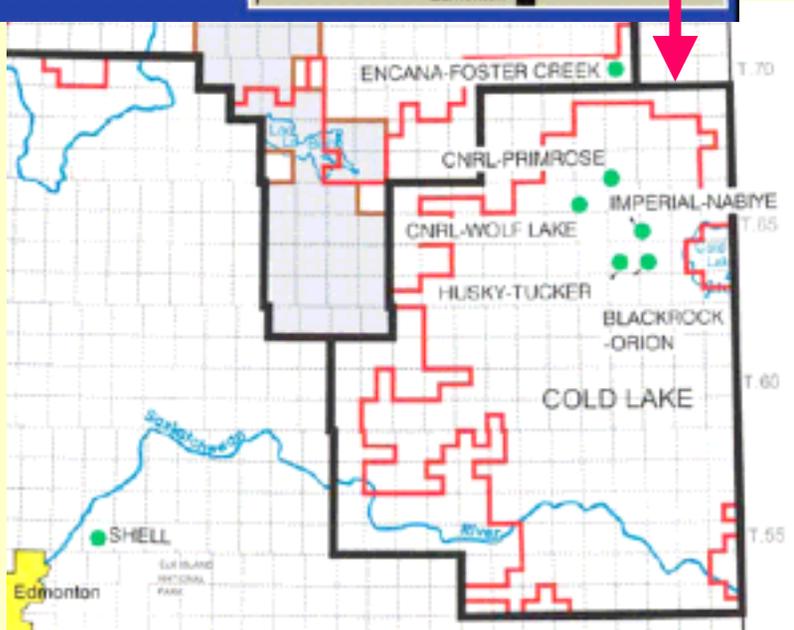
(注)原典はカナダドル表示。2003年1US\$=1.40C\$、2004年1US\$=1.30C\$換算。

(出所)Syncrude 社Annual Report等より作成

# 主要プロジェクト



Athabasca



Cold Lake

# 主要プロジェクトの動向

- Suncor: 2004年生産量22.6万B/D、うち1.1万B/DはFirebagプロジェクトのSAGDによる
  - ✓ FirebagプロジェクトのPhase2建設は2006年に完了予定。能力3.5万B/D
  - ✓ 2008年までに35万B/Dに拡張すべくコーカーの能力を増強中
- Syncrude: 2004年生産量23.8万B/D
  - ✓ 2006年までに35万B/Dに拡張すべくアップグレーダーの能力を増強中
- Shell (Athabasca Oil Sands ): 2004年生産量13.6万B/D
  - ✓ 2014年～2015年にはビチュメン生産能力を50～60万B/Dとする計画
- Total: 2005年8月、Deer Creek Energyを買収(15.8億Cドル)
  - ✓ Deer CreekはJoslynプロジェクトの84%の権益を保有、最終20万B/D
  - ✓ Totalは2005年5月にConocoPhillips とともにDevonのSurmont プロジェクトを買収(50%)。2006年に 27,000 B/Dの生産を開始、2012年に10万B/D
- EnCana: 現状42,000B/D
  - ✓ Foster Creek (29,000B/D、SAGD)、Christina Lake (SAGD) プロジェクトの拡張とBorealisプロジェクト(10万B/D)への新規投資により2015年に50万B/D(総投資額125億ドル)

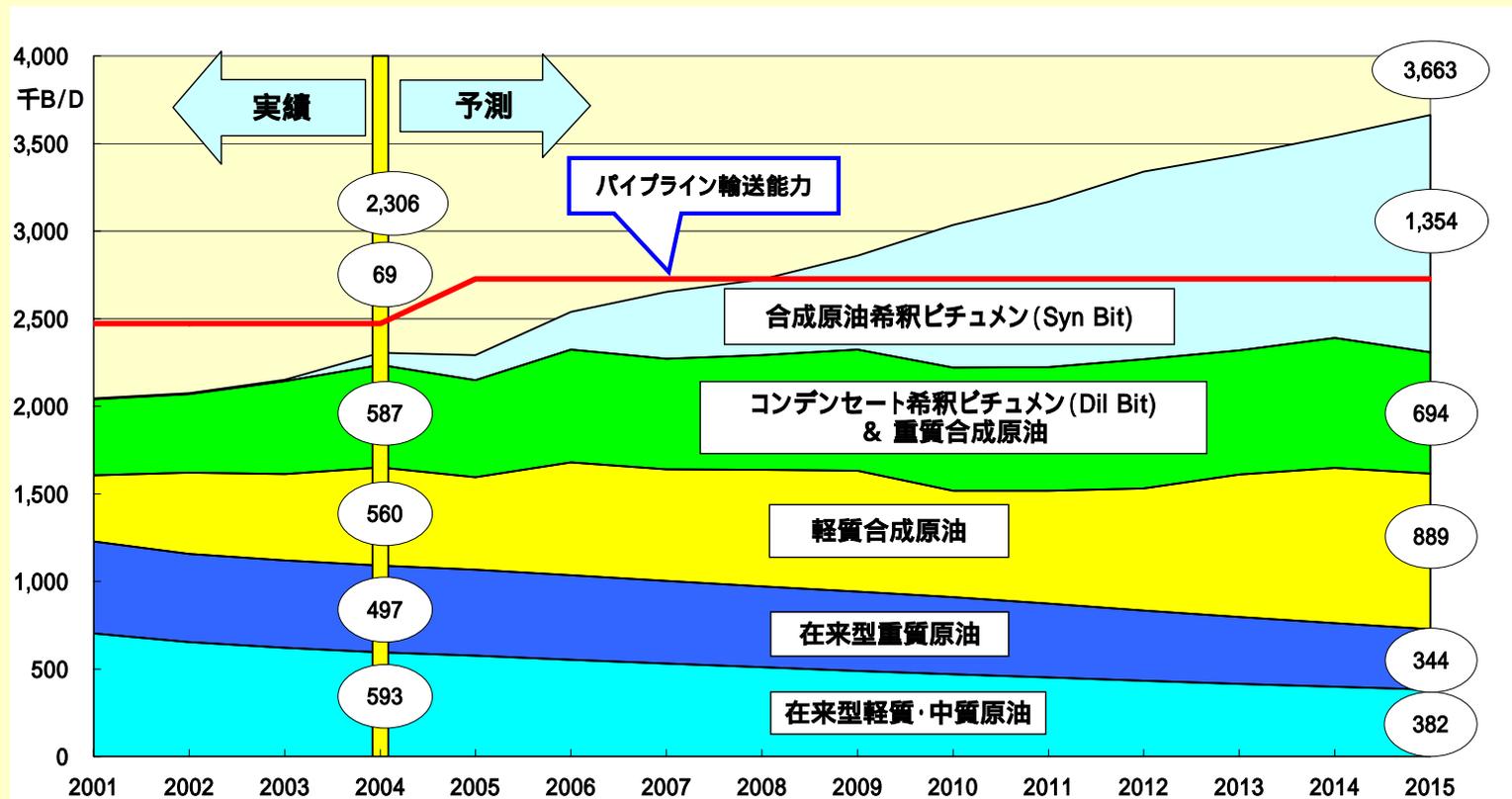
# Total・Joslynプロジェクト



- TotalはベネズエラのSincorプロジェクト(42.7億ドル、合成原油生産量20万B/D)の47%を保有、PDVSA (38%)、Statoil (15%)

プロジェクト名	参加会社	PDVSA権益 (%)	確認埋蔵量 (百万BBL)	合成原油 生産量 (千B/D)	合成原油 平均API (度)
Petrozuata	ConocoPhillips (50.1)	49.9	2,567	120	16-19
Sincor	Total (47), Statoil (15)	38	3,497	210	30-32
Hamaca	ChevronTexaco (30), ConocoPhillips	30	1,046	190	25-27
Cerro Negro	ExxonMobil (41.67), BP (16.67)	41.67	3,373	120	16

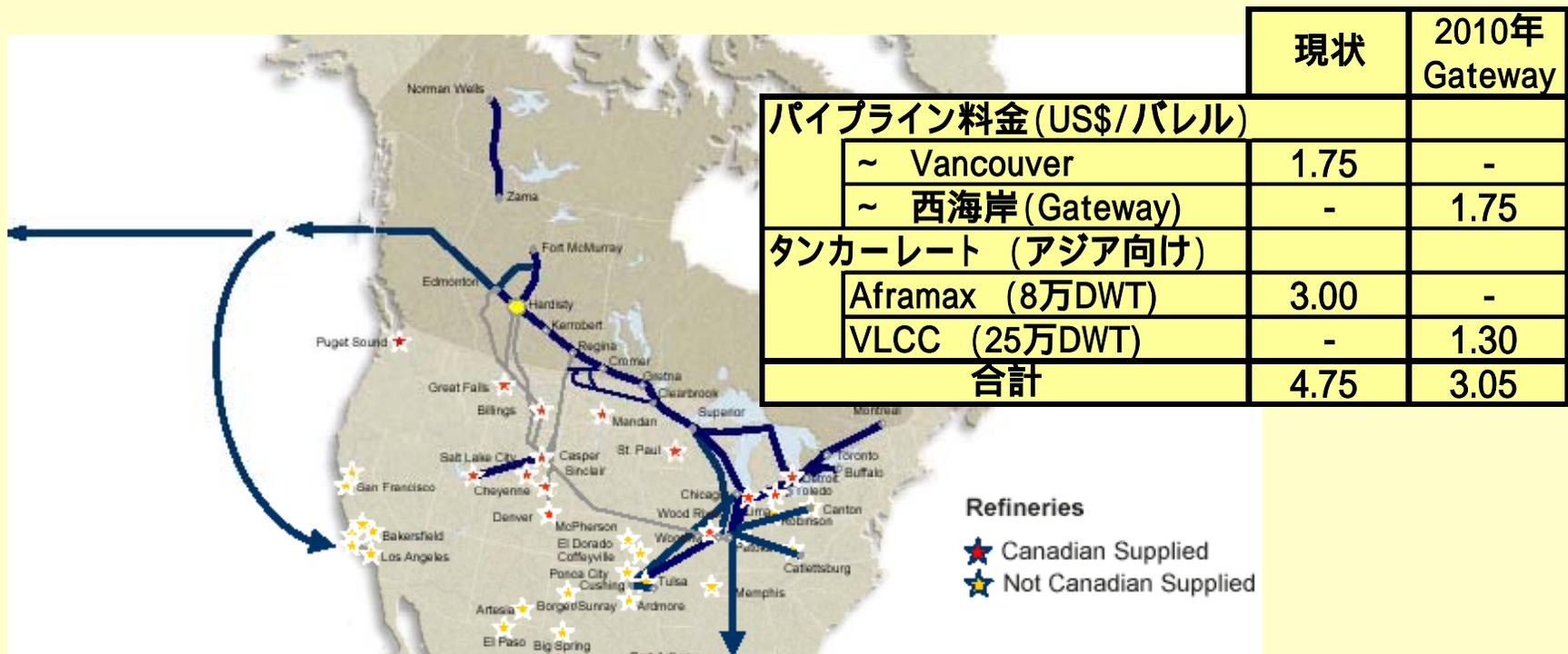
# 生産量の予測



- 2015年の生産量は360万B/Dに達する。
- 在来型石油の生産は減少傾向、合成原油の生産が拡大。コンデンセートの供給能力不足により、今後は合成原油希釈ビッチュメンの生産が増加。
- パイプラインの輸送能力は2008年頃に限界。2015年には90万B/D以上の能力が不足。

(出所) CAPP Canadian Crude Oil Production and Supply Forecast 2005-2015, July 2005  
 パイプライン能力はFirst Energy Capital Corp."FOCUS"January 17,2003

# Enbridgeのパイプライン計画



- EdmontonからKitimat (VLCC入港可) までパイプライン (約1,200km) を新設
- 投資額25億カナダドル
- 能力40万B/D、うち10万B/Dをカリフォルニア、残る30万B/Dをアジア向けに輸出

## 中国の動向

- Sinopec: 2005年5月、Northern Lights Oil Sands プロジェクトの40%の権益を1.497億カナダドル(1.189US\$)で買収。オペレーターはSynenco Energy Inc.
- ✓ プロジェクトの総投資額53億カナダドル(45億US\$)、2009年に10万B/Dの合成原油を生産する計画
- ✓ 2004年12月、Husky Oilの買収計画を発表
- CNOOC: Meg Energy Corp.の16.69%を150百万カナダドルで買収
- ✓ Christina Lake Regional Projectは埋蔵量20億バレル、SAGDにより2008年に22,000B/D(ピーク時95,000B/D)の生産を計画
- CNPC: 2005年4月、PetroChina International Co. Ltd.はEnbridgeのGatewayパイプラインの権益49%を取得するMOUに調印

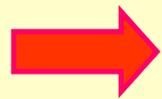
(注) Husky Energy: Tucker Thermal Projectは2004年に政府の認可を取得、SAGDにより2006年に3万~3.5万B/Dの生産を目標。他にSunrise Thermal プロジェクト(旧Kearl in situ プロジェクト)の建設許可を申請中。当初生産量5万B/D、最終20万B/D、2008年に生産開始。

# まとめ

- 米国市場は製油所の大型化と二次装置の拡充が進展  
→ 処理原油は重質化の傾向
- 米国市場におけるカナダ、メキシコ、ベネズエラの重質油需要は拡大傾向 (PADD VのANS原油、カリフォルニア産原油代替も期待)  
→ 但し、競争により価格は振れ幅大



カナダは高付加価値 (WTI原油相当) で販売可能な合成原油の市場を重視



アジアにおける軽質原油の需要拡大に期待

- モータリゼーションの進展に伴うガソリン、軽油需要の増大
- 大気汚染対策のための製品硫黄分の低減