

日本GTL技術研究組合

Nippon GTL Technology Research Association

「環境に優しいエネルギーの安定供給に向けて」

—GTL商業プラント開発へ向けた実証研究の取り組み—

2007年6月20日

日本GTL技術研究組合

大澤 伸 行

目次(1)

I.GTLの概要

1.GTLの概要

- (1) GTL (Gas to Liquids)とは
- (2) GTLプロセス
- (3) GTLの歴史
- (4) GTL製品の特徴

2.世界のGTLプロジェクトの動向

- (1) 各社のGTL技術の比較
- (2) 主なGTLプロジェクト
- (3) 今後のGTL生産量の見通し

II.実証研究の概要

1.GTL技術開発の意義

- (1) 背景
- (2) 技術開発の意義
- (3) GTL技術の開発経緯
- (4) Japan-GTL技術の特徴
- (5) 国産GTL技術の経済性

2.日本GTL技術研究組合の概要

3.GTL実証研究の内容

- (1) 主な研究目的および研究範囲
- (2) バックアップ研究・研究例
- (3) 研究スケジュール
- (4) プラント建設予定地
- (5) プラント完成予想図

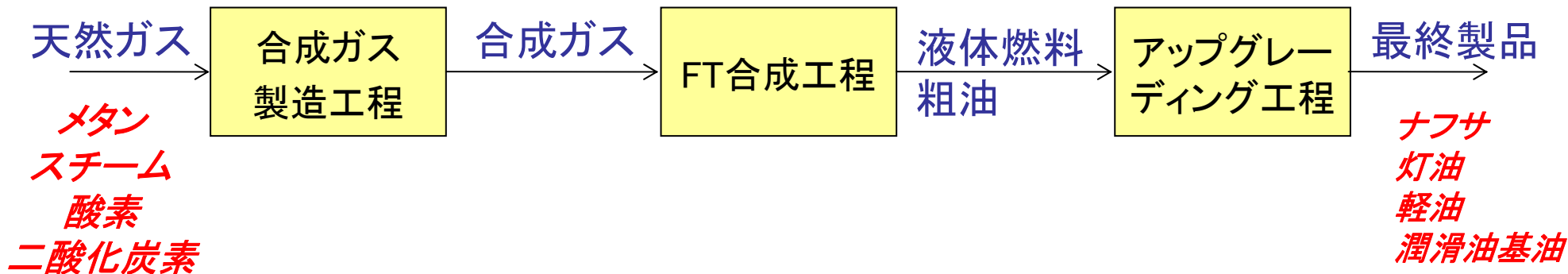
4.まとめ



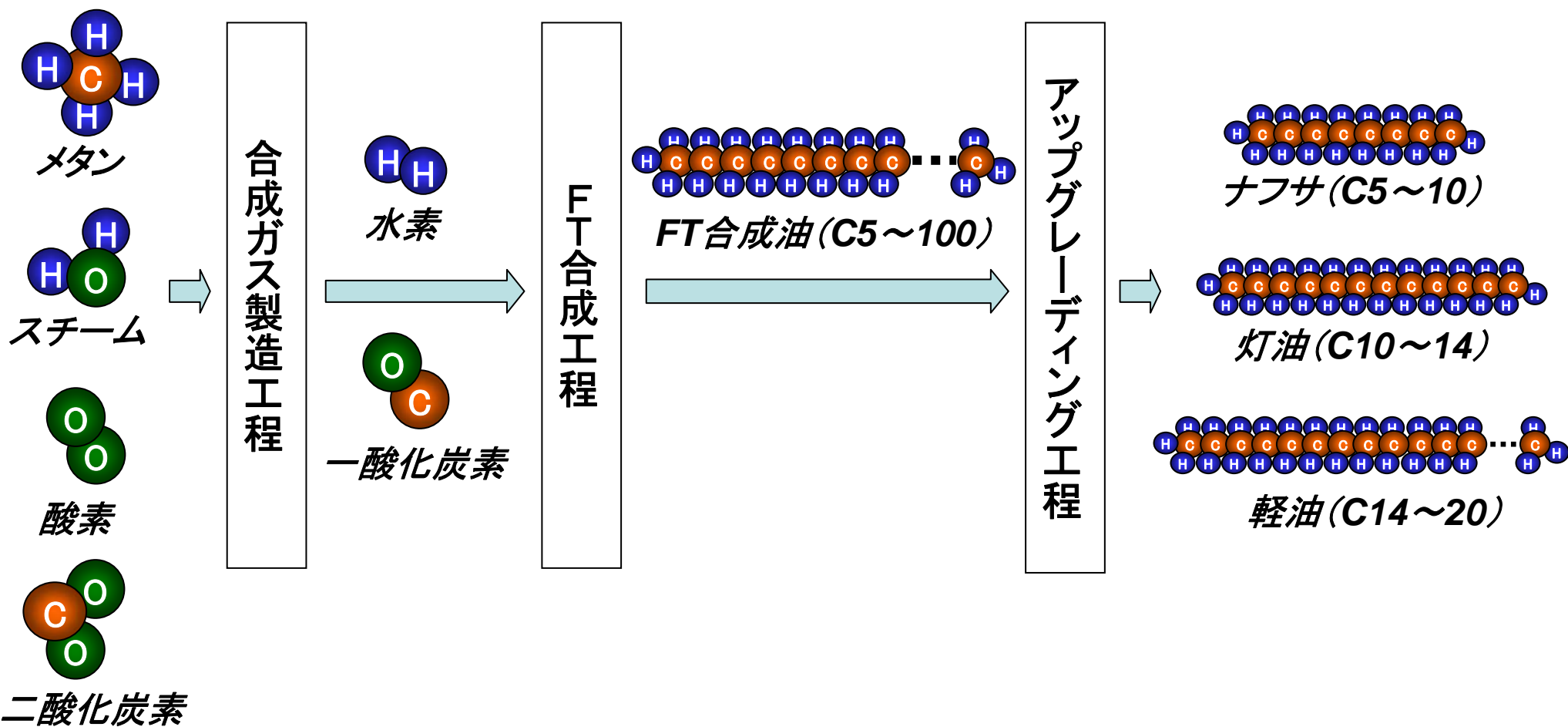
I -1.GTLの概要

(1) GTL (Gas to Liquids)とは

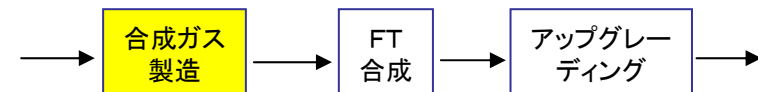
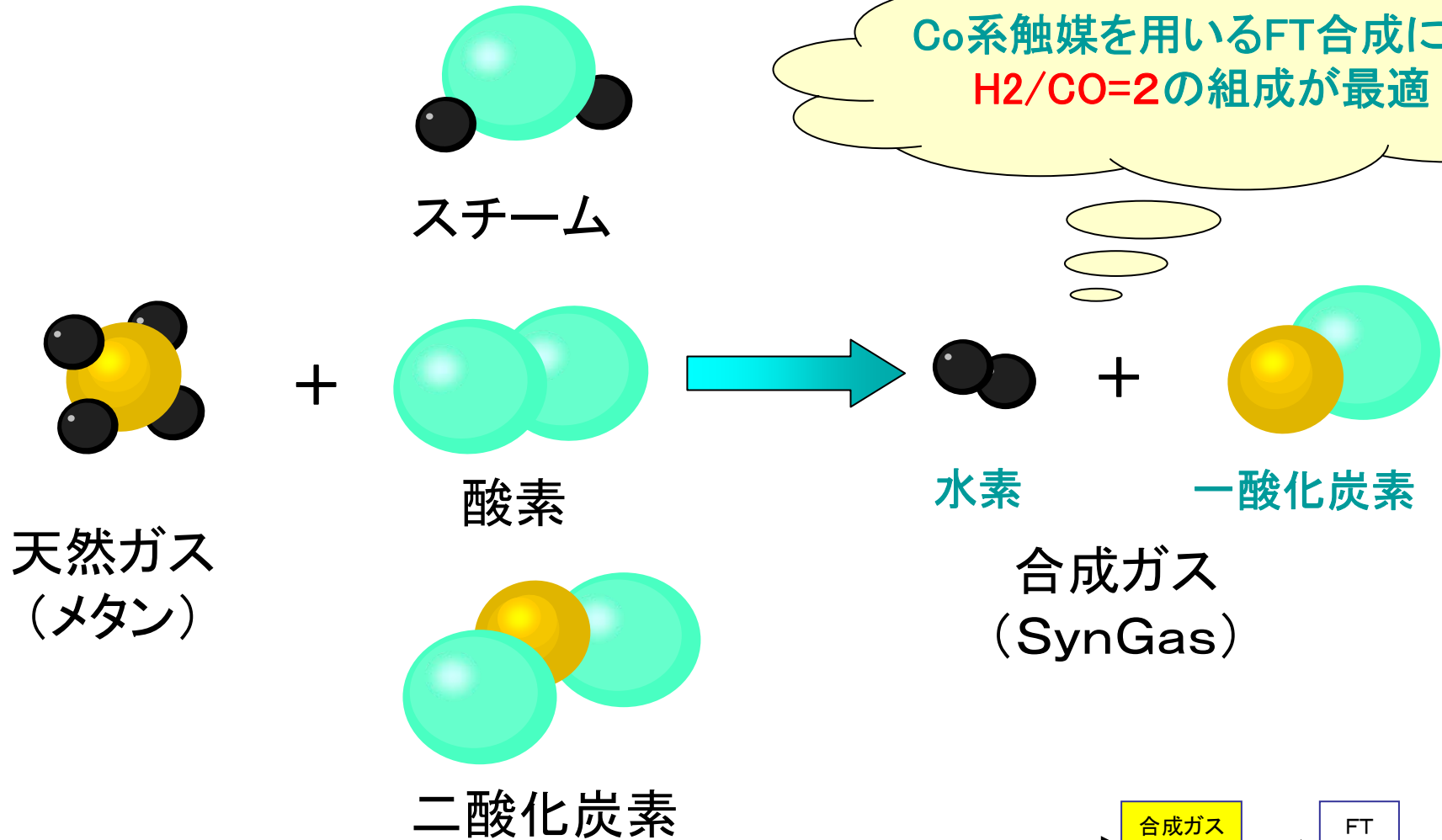
- 1)天然ガスから**合成ガス(水素と一酸化炭素の混合ガス)**を作り、
 - 2)この合成ガスをFT合成反応により**液体燃料粗油**とし、
 - 3)さらに目的とする**最終製品(ナフサ、灯・軽油、潤滑油基油等)**を製造する、
- 製造技術および製品の総称。



(2) GTLプロセス



(2)①合成ガス製造

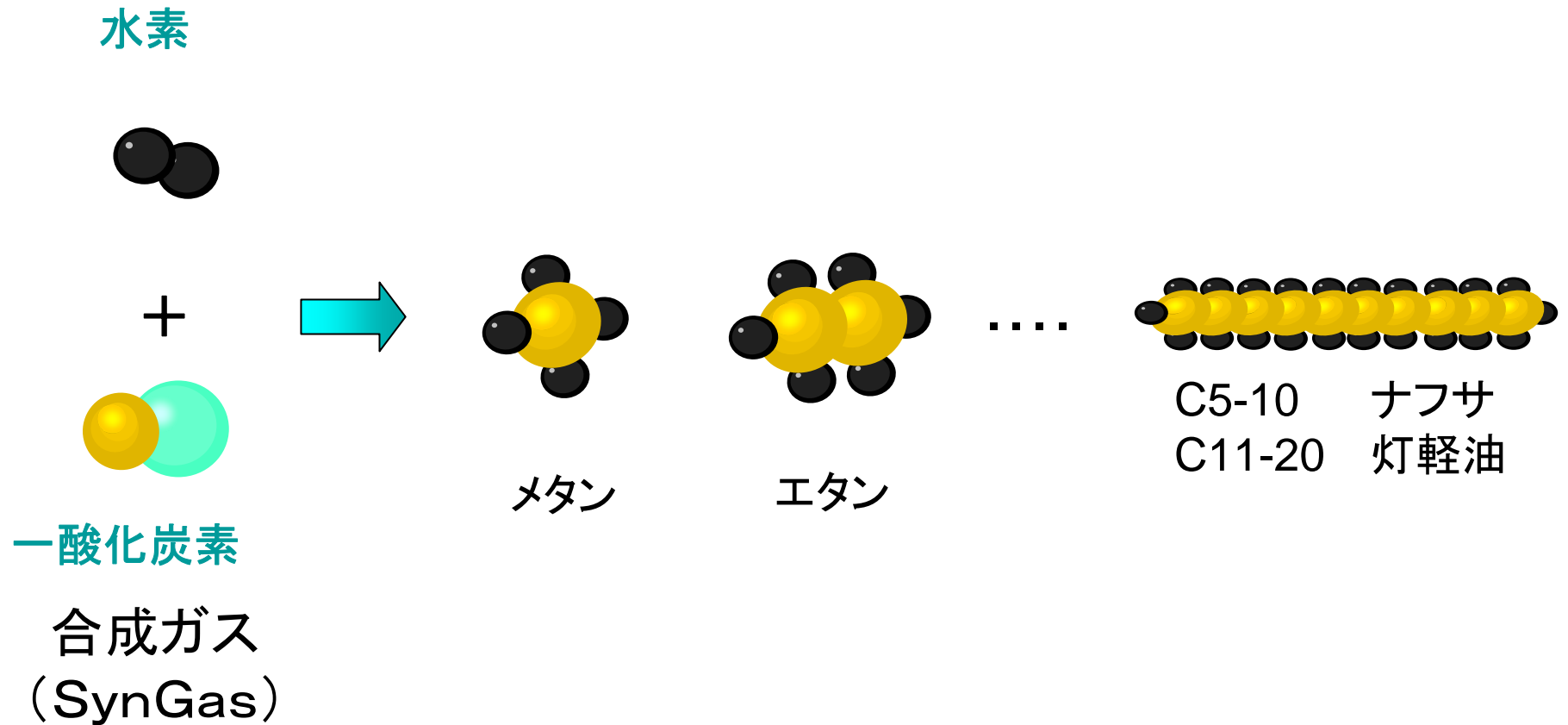


(2)②合成ガス製造技術の比較

	改質用 O ₂ 製造	原料中の CO ₂ 除去	合成ガス比 (H ₂ /CO)
水蒸気改質	不要	要	3以上 (H ₂ 除去要)
部分酸化(POX)	要	要	2
自己熱改質(ATR)	要	要	2
炭酸ガス水蒸気改質	不要	不要	2

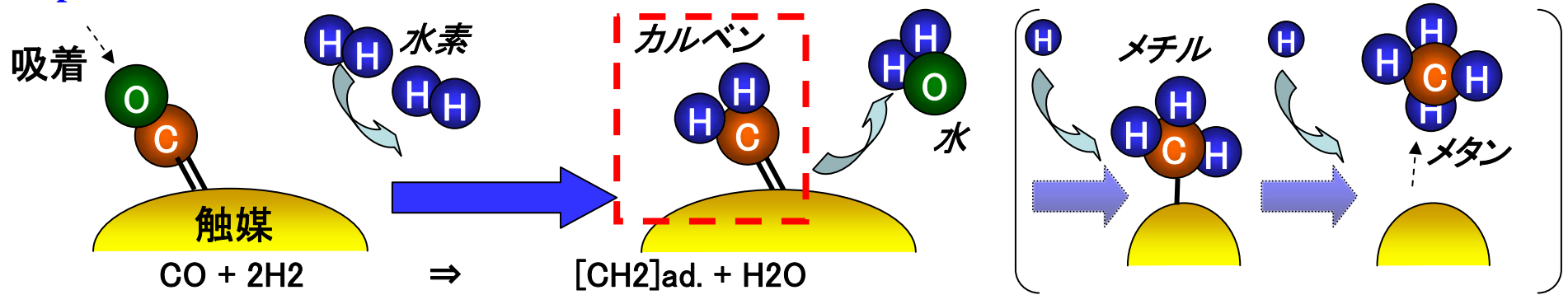


(2)③FT合成

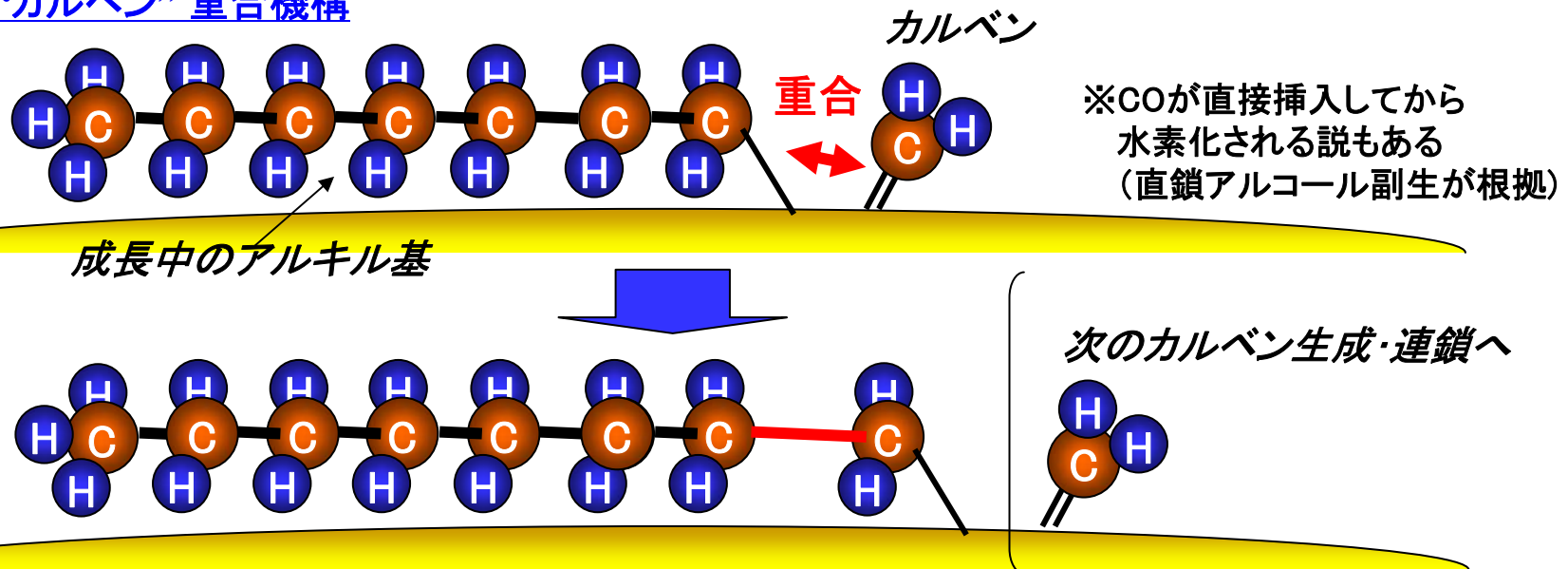


(2)④FT合成の連鎖成長機構

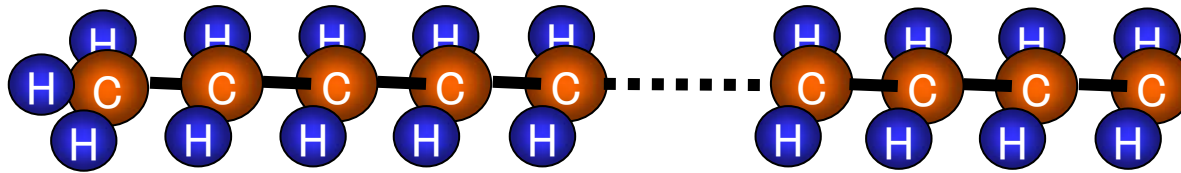
Step1: 連鎖の基本単位 = “カルベン” の生成過程



Step2: “カルベン” 重合機構

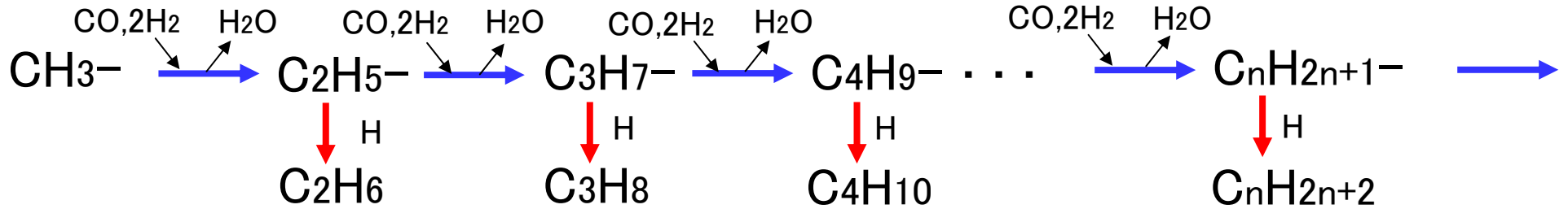


Step3: 連鎖の終了



α オレフィンとして脱離,
水素化されてパラフィン
or
パラフィンとして水素化脱離

F-T合成の性能の指標: 連鎖成長確率 (α) とは何か?

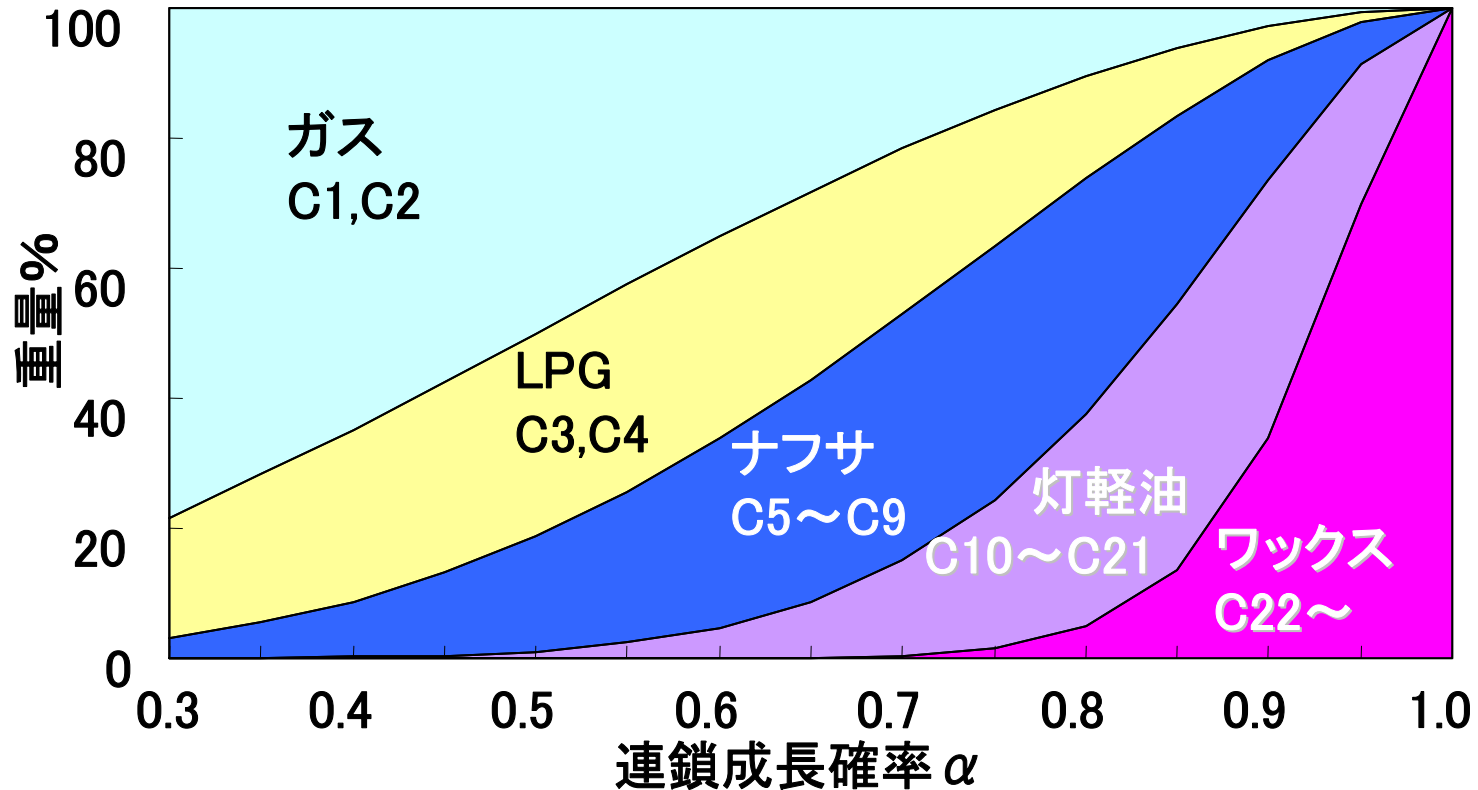


連鎖反応(右行き)する確率: α
 終了反応(下行き)する確率: $1-\alpha$

α が大きければ鎖の長いものができる
 α が小さければ鎖の短いものしかできない
 ※炭素鎖長によらず, α は比較的一定となる



(2)⑤連鎖成長確率 α と理論生成分布



α の目標値は？

ナフサはパラフィンであり、オクタン価が低い

灯軽油はパラフィンであり、低温性能が悪い(冬場固化してしまう)

⇒一旦なるべくワックスにし、水素化分解するのが良い

⇒F-Tの α は高いほど良い (α :0.90以上が狙い)



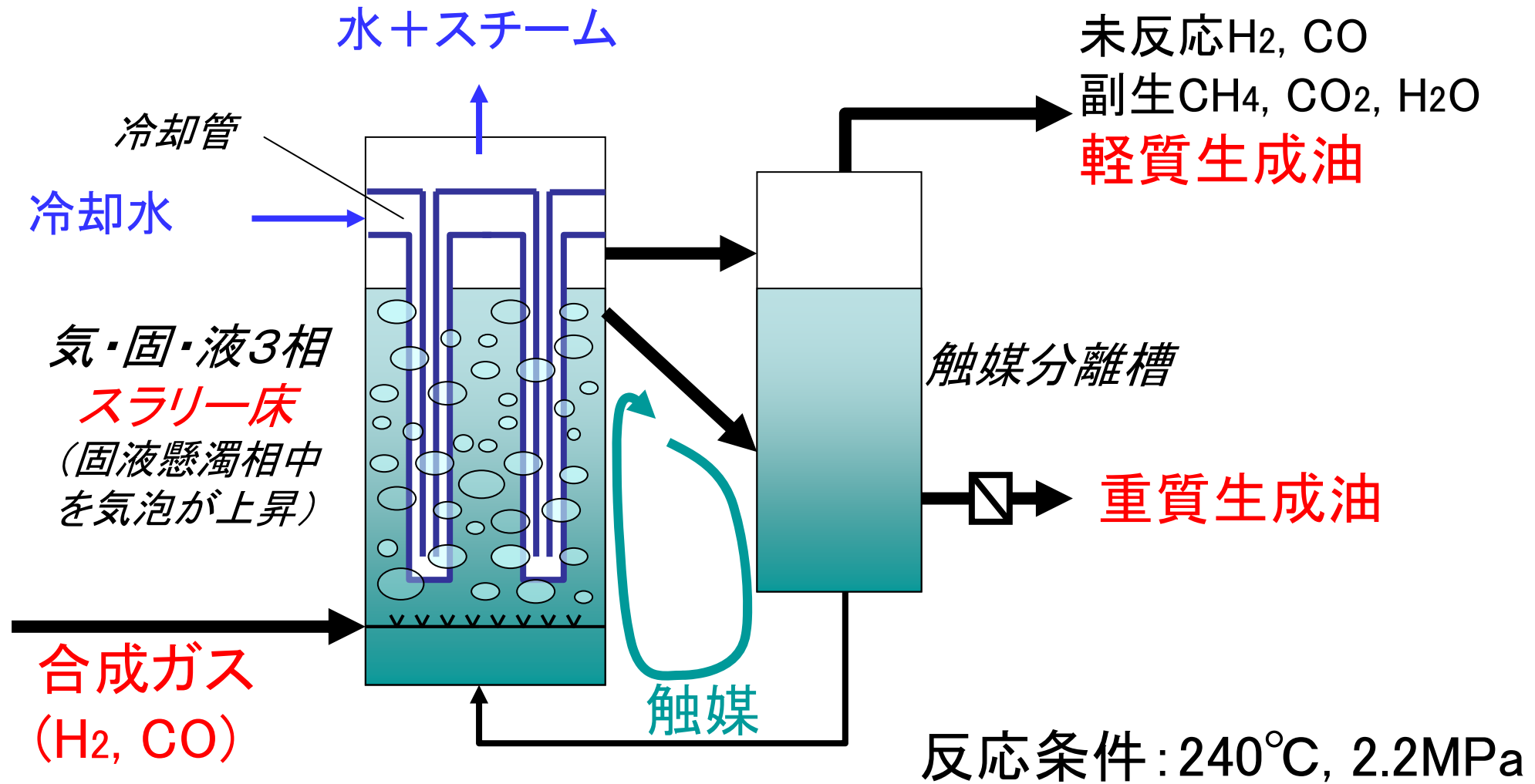
(2)⑥FT合成技術の比較

	スラリー床	固定床
装置イメージ		
拡散	△	◎
除熱	◎	△
大型化	◎	△

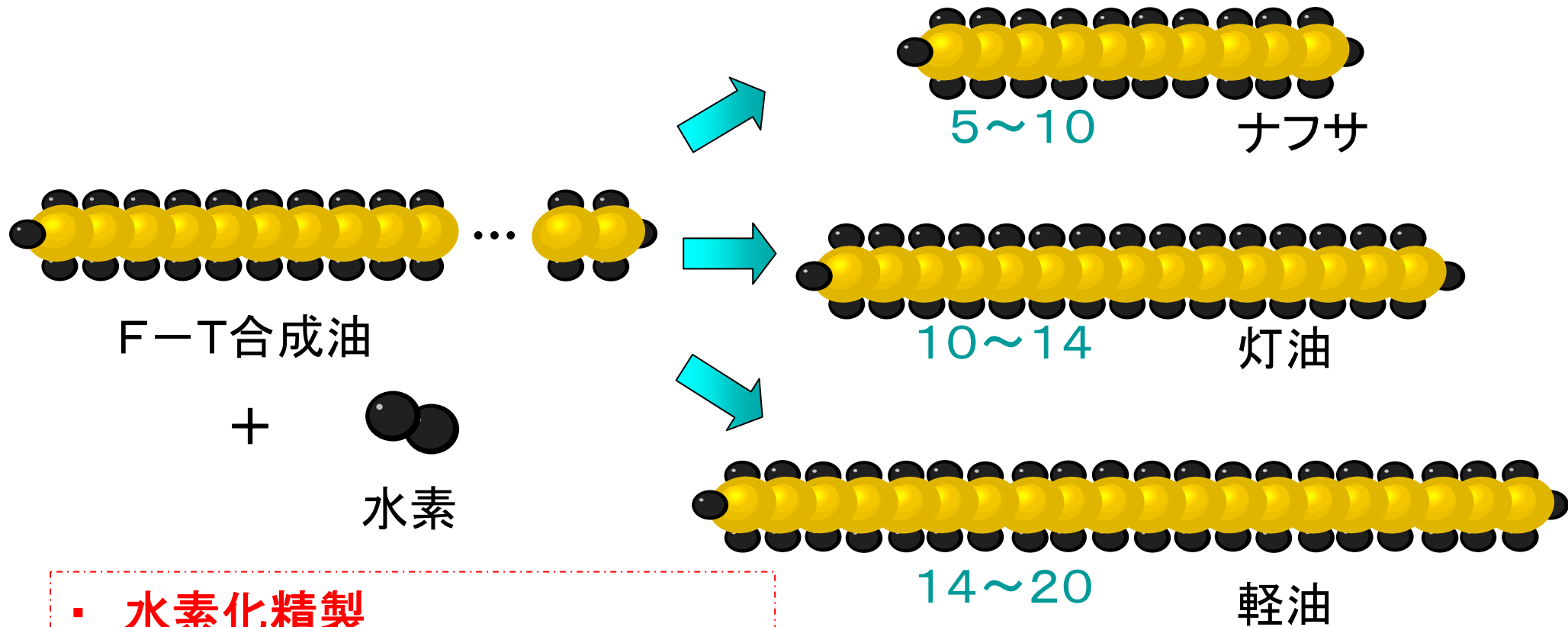
	高温FT	低温FT
触媒	鉄系	コバルト系
反応温度	350°C	250°C
主要生成物	ナフサ オレフィン	灯油 軽油 Wax



(2)⑦FT合成プロセス(国産技術)



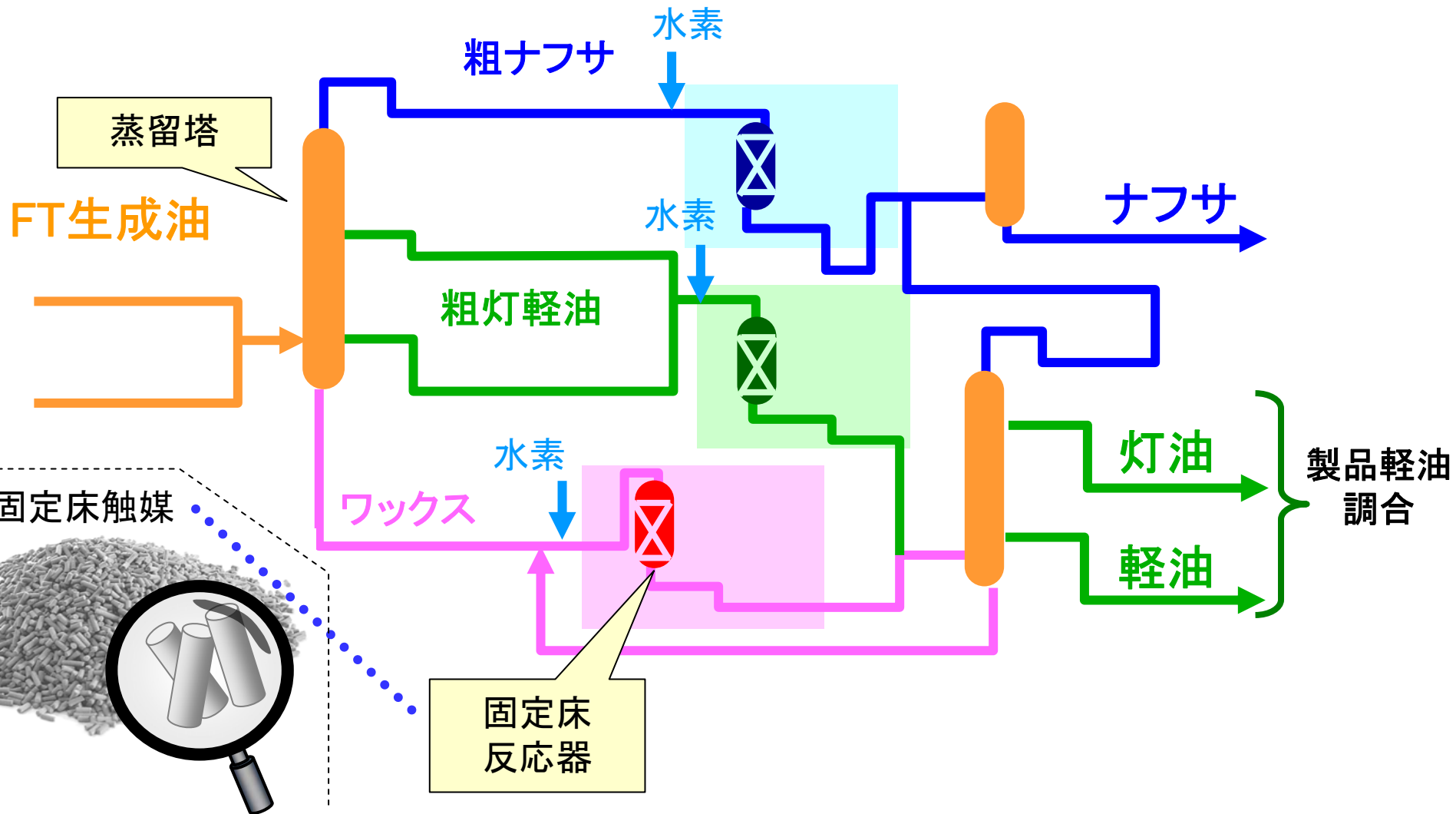
(2)⑧アップグレーディング



- 水素化精製
- 水素化分解(分解・異性化)



(2)⑨アップグレードングプロセスフロー



(3) GTLの歴史

- 1923年 (ドイツ) Franz Fischer と Hans Tropschが合成ガスからの液体燃料の製造に成功。
- 第2次大戦中 (ドイツ) 石炭を原料に、日産16,000バーレルの合成燃料を製造。
- (日本) ドイツの技術を導入し、日産1,500バーレルの合成燃料を製造。
- 1955年 (南ア) アパルトヘイト政策下で、石油の禁輸措置への対応として石炭から日産8,000バーレルの合成燃料の製造を開始。以後、同国のサソール社が技術改良を重ねながら、生産規模を拡大。

(注: 1バーレル=159ℓ)



(4) GTL製品の特徴

<燃料油> 低硫黄、低芳香族、高煙点(高燃焼性)、高セタン価(高着火性)

	GTLナフサ	ナフサ (ペトケミ)	GTL灯油	灯油 (家庭用)	GTL軽油	軽油 (2号軽油)
密度(15℃)、g/cm ³	0.69	0.70	0.74	0.80	0.78	0.83
硫黄分、質量ppm	1未満	220	1未満	8	1未満	8
セタン価	—	—	—	—	73	54
煙点、mm	—	—	50	25	—	—
芳香族分、容量%	1未満	7	1未満	18	1未満	18
ルマルパラフィン、容量%	59	38	—	—	—	—

(用途)

エチレンクラッカー原料

アルキルベンゼン用原料
燃料電池用燃料

高性能軽油

<潤滑油基油> 高粘度指数

	GTL基油	一般基油(Gr II)	一般基油(Gr III)
硫黄分、質量ppm	1未満	5-300	30未満
粘度指数	144	95-120	120-140
流動点、℃	-17.5	-17.5	-17.5

(用途)

高性能潤滑油基油



目次(1)

I.GTLの概要

1.GTLの概要

- (1) GTL (Gas to Liquids)とは
- (2) GTLプロセス
- (3) GTLの歴史
- (4) GTL製品の特徴

2.世界のGTLプロジェクトの動向

- (1) 各社のGTL技術の比較
- (2) 主なGTLプロジェクト
- (3) 今後のGTL生産量の見通し

II.実証研究の概要

1.GTL技術開発の意義

- (1) 背景
- (2) 技術開発の意義
- (3) GTL技術の開発経緯
- (4) Japan-GTL技術の特徴
- (5) 国産GTL技術の経済性

2.日本GTL技術研究組合の概要

3.GTL実証研究の内容

- (1) 主な研究目的および研究範囲
- (2) バックアップ研究・研究例
- (3) 研究スケジュール
- (4) プラント建設予定地
- (5) プラント完成予想図

4.まとめ



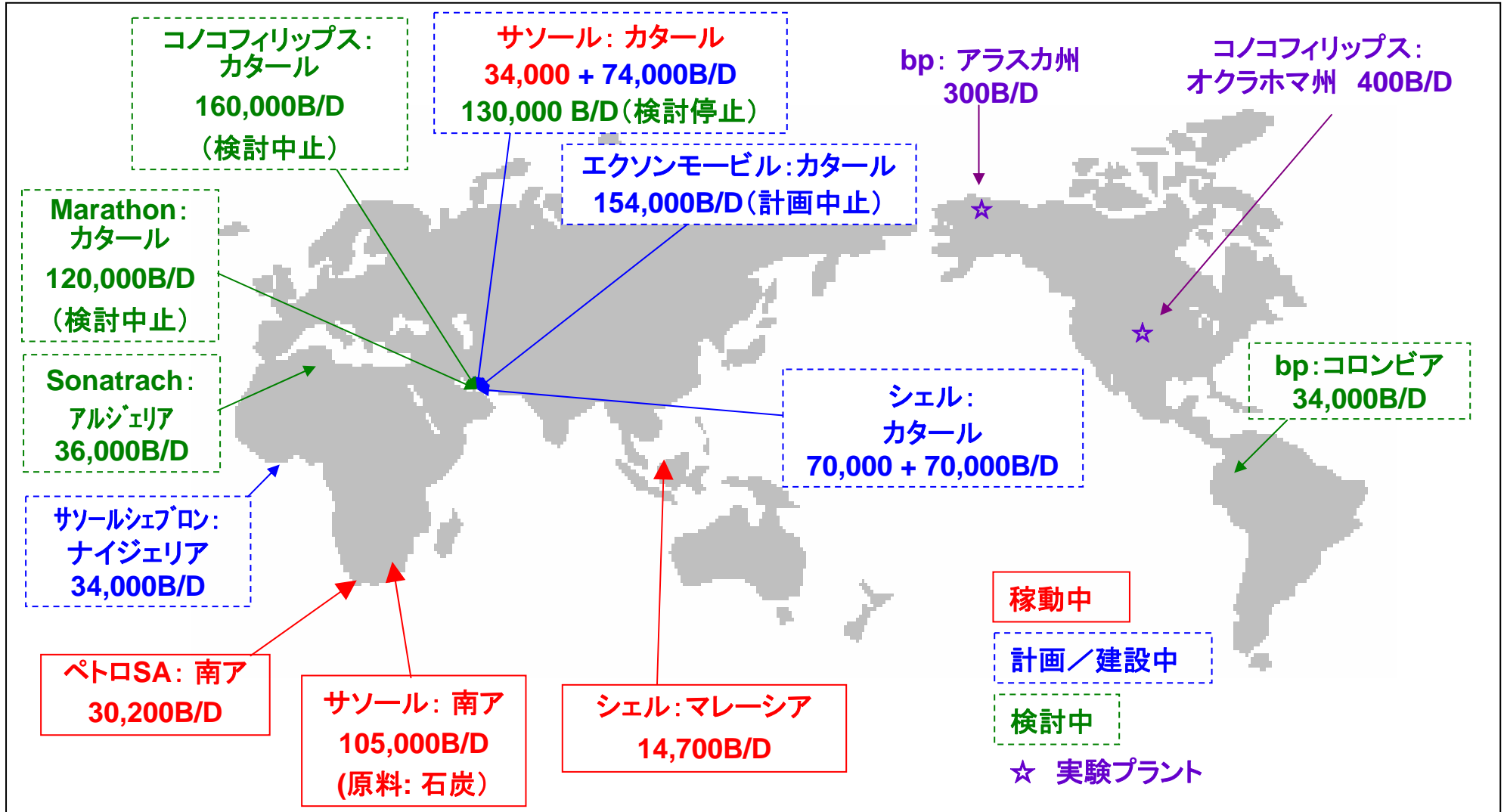
I -2. 世界のGTLプロジェクトの動向

(1) 各社のGTL技術の比較

	合成ガス製造	FT合成	水素化分解	技術の完成度
Sasol	Topsoe (自己熱改質)	Sasol (スラリー床、Co系)	Chevron (異性化／水素化分解)	商業段階 Oryx(カタール) 34,000B/D(稼動中) Oryx II(カタール) 74,000B/D(計画中)
Shell	Shell (部分酸化)	Shell (多管式固定床、Co系)	Shell (水素化分解)	商業段階 Bintulu(マレーシア) 14,700B/D(稼働中) Pearl(カタール) 140,000B/D(設計中)
ExxonMobil	EM (自己熱改質)	EM (スラリー床、Co系)	EM (異性化／水素化分解)	実証段階 200B/D 商業PJ(カタール) 154,000B/D(計画中止)
ConocoPhillips	Conoco (接触部分酸化)	Conoco (詳細不明、Co系)	Conoco (水素化分解)	実証段階 400B/D
bp	bp (水蒸気改質)	bp (固定床、Co系)	不明 (水素化分解)	実証段階 300B/D
Japan-GTL (国産)	千代田化工 (炭酸ガス・水蒸気改質)	新日鉄 (スラリー床、Co系)	新日石 (異性化／水素化分解)	パイロット段階 (7B/D) 500B/D(設計・建設中)

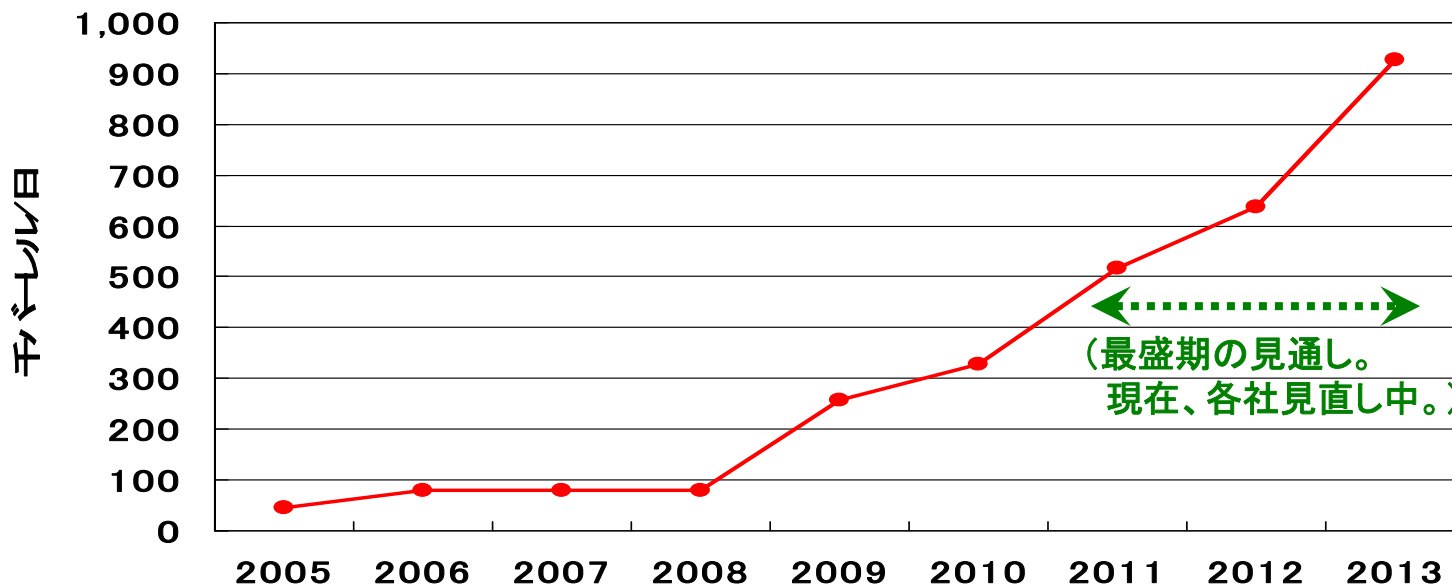


(2) 主なGTLプロジェクト



(3) 今後のGTL生産量の見通し

年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011以降
カタール	★ サゾール 34千B/D			★ サゾールシェブロン 74千B/D ★ シェル 70千B/D	★ シェル 70千B/D	★ エクソンモービル 154千B/D ★ Marathon 120千B/D ★ サゾールシェブロン 130千B/D ★ ユノコフリップス 160千B/D
その他				★ サゾールシェブロン 34千B/D ナイジェリア		★ Sonatrach 36千B/D アルジェリア ★ bp 34千B/D コロンビア



赤字：稼動中
 青字：計画／建設中
 緑字：検討中

(注)サゾールの南アフリカにおける生産量(約100千バレル/日)は石炭を原料としているため含まず。



目次(1)

I.GTLの概要

1.GTLの概要

- (1) GTL (Gas to Liquids)とは
- (2) GTLプロセス
- (3) GTLの歴史
- (4) GTL製品の特徴

2.世界のGTLプロジェクトの動向

- (1) 各社のGTL技術の比較
- (2) 主なGTLプロジェクト
- (3) 今後のGTL生産量の見通し

II.実証研究の概要

1.GTL技術開発の意義

- (1) 背景
- (2) 技術開発の意義
- (3) GTL技術の開発経緯
- (4) Japan-GTL技術の特徴
- (5) 国産GTL技術の経済性

2.日本GTL技術研究組合の概要

3.GTL実証研究の内容

- (1) 主な研究目的および研究範囲
- (2) バックアップ研究・研究例
- (3) 研究スケジュール
- (4) プラント建設予定地
- (5) プラント完成予想図

4.まとめ



Ⅱ-1.GTL技術開発の意義

(1) 背景

- アジアを中心とする世界的なエネルギー需要の増大に伴う石油価格の高騰。
- 2030年頃には石油生産量がピークを迎え、増大し続ける需要を賄えきれなくなると言う石油枯渇論の存在。
- 化石燃料の燃焼を主要因とする大気中の二酸化炭素濃度上昇に伴う地球温暖化現象。

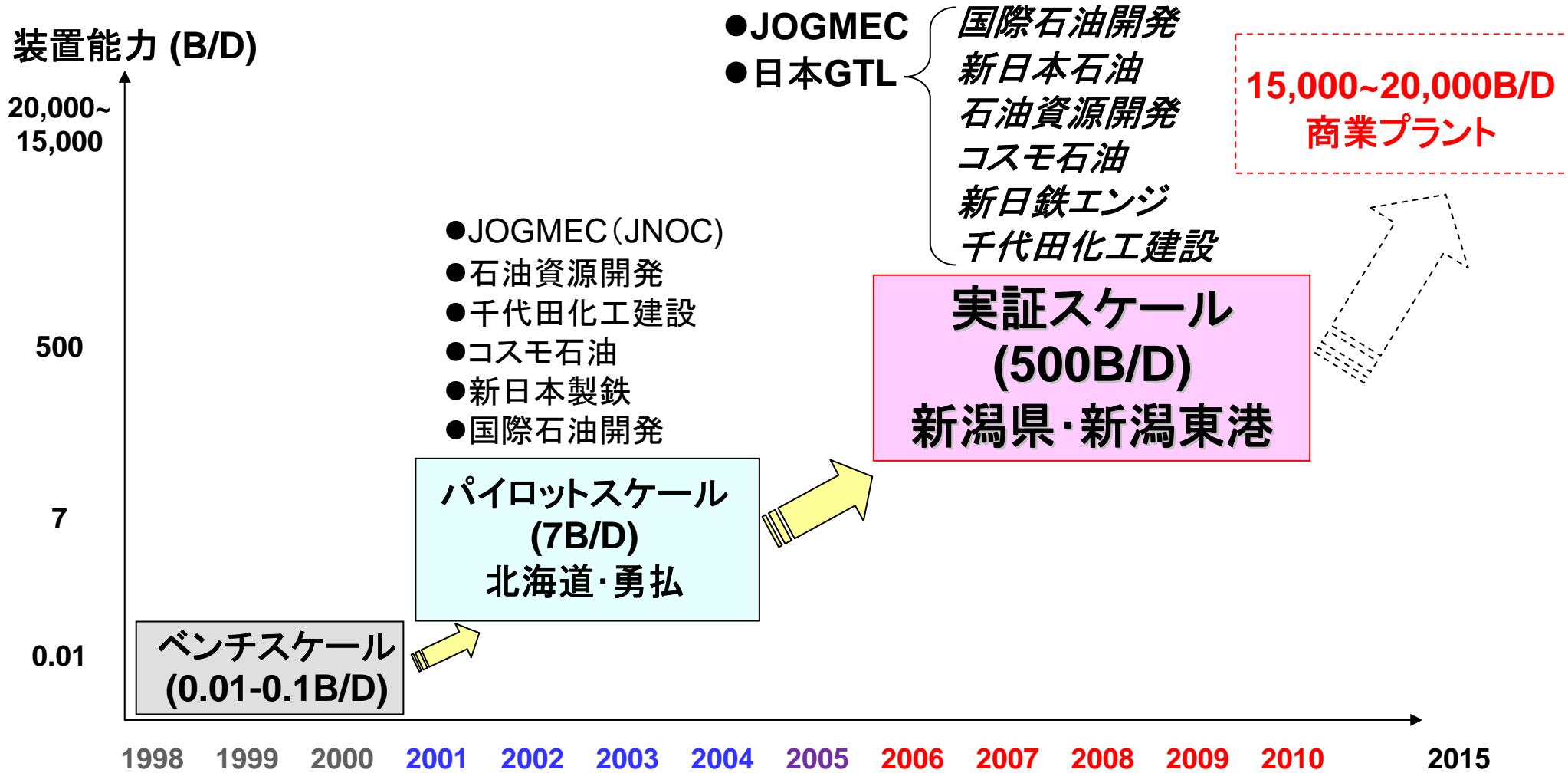


(2) 技術開発の意義

- 石油代替燃料ソースとしてのガス資源を確保するために、重要な戦略技術である。
- 海外企業（サソール、シェル、EM）はGTL技術の商業化を先行しているが、他社へ技術供与は行わない方針であるため、独自技術の開発が必要である。
- GTL製品（燃料）は、クリーン燃料としての用途が期待されている。
- GTL製品（潤滑油）は、将来の高性能ベースオイルとしての用途が期待されている。

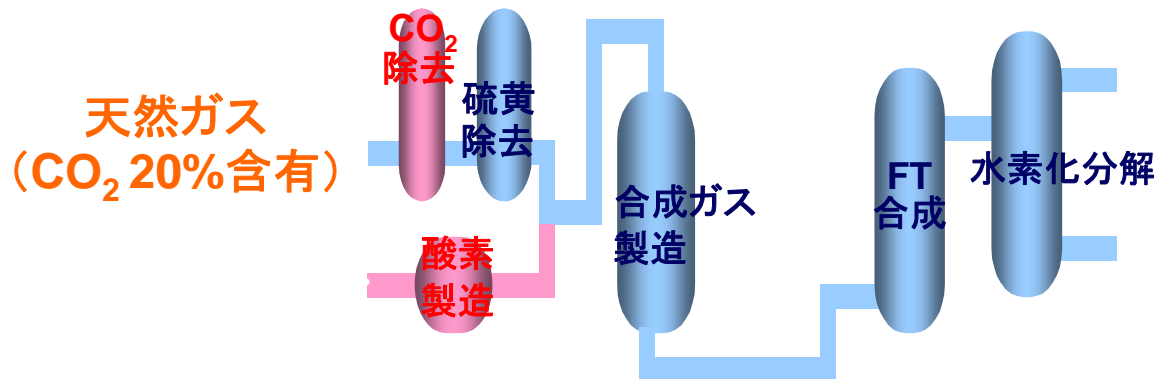


(3) GTL技術の開発経緯 (JOGMEC研究)



(4)Japan-GTL技術の特徴

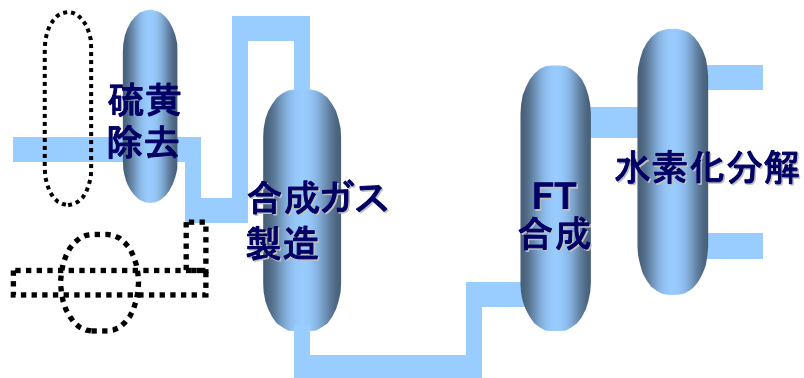
従来プロセス(トプソ 自己熱改質プロセスの例)



CO₂削減

Japan-GTLプロセス

天然ガス
(CO₂ 20%含有)



合成ガス製造

・炭酸ガス／水蒸気改質

FT合成

・スラリー床＋Co 触媒

アップグレード

・固定床＋Pt触媒

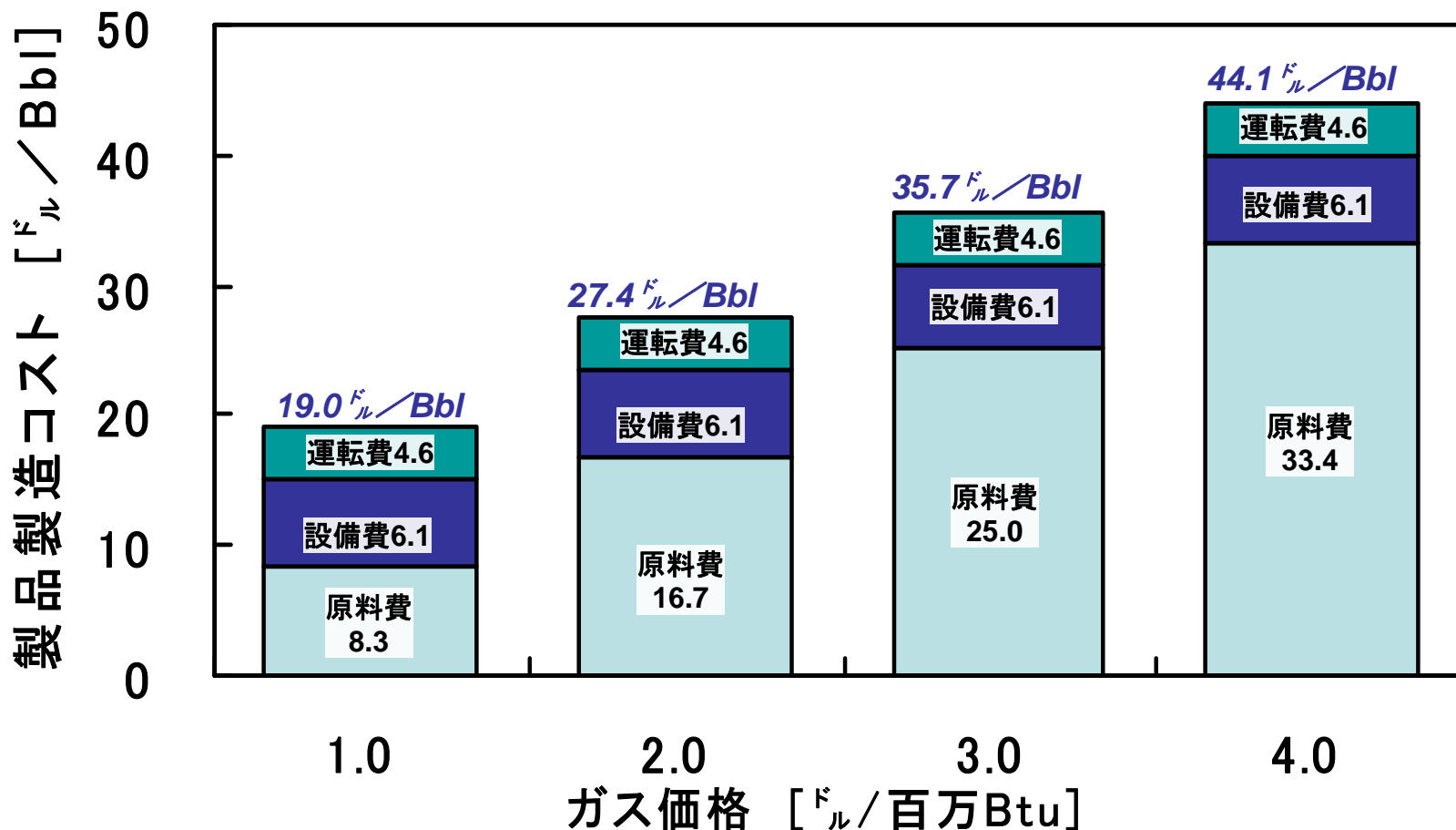
主な特徴

- ・天然ガス中のCO₂除去不要
- ・酸素製造プラント不要

CO₂を含むため開発されずに放置されたガス田の有効活用に資する。

(5)国産GTL 技術の経済性

<前提> 規模: 15,000B/D、 建設コスト: 488百万ドル、 償却期間: 15年



出展: Feasibility Study of Gas to liquid Technology (Pertamina & JOGMEC, 2003年)



目次(1)

I.GTLの概要

1.GTLの概要

- (1) GTL (Gas to Liquids)とは
- (2) GTLプロセス
- (3) GTLの歴史
- (4) GTL製品の特徴

2.世界のGTLプロジェクトの動向

- (1) 各社のGTL技術の比較
- (2) 主なGTLプロジェクト
- (3) 今後のGTL生産量の見通し

II.実証研究の概要

1.GTL技術開発の意義

- (1) 背景
- (2) 技術開発の意義
- (3) GTL技術の開発経緯
- (4) Japan-GTL技術の特徴
- (5) 国産GTL技術の経済性

2.日本GTL技術研究組合の概要

3.GTL実証研究の内容

- (1) 主な研究目的および研究範囲
- (2) バックアップ研究・研究例
- (3) 研究スケジュール
- (4) プラント建設予定地
- (5) プラント完成予想図

4.まとめ



II-2. 日本 GTL 技術研究組合の概要

(1) 名称: 日本GTL技術研究組合(2006年10月25日設立)
(英文名 Nippon GTL Technology Research Association)

(2) 所在地: 本部: 新日本石油虎ノ門ビル
実証センター: 新潟東港工業地帯

(3) 研究参加者

	参加会社 (下線は幹事会社)
組合員	<u>国際石油開発</u> 、 <u>新日本石油</u> 、 <u>石油資源開発</u>
	コスモ石油、新日鉄エンジ、千代田化工建設
非組合員	JOGMEC (非組合員)

(4) 研究費総額: 360億円 (内補助金240億円)

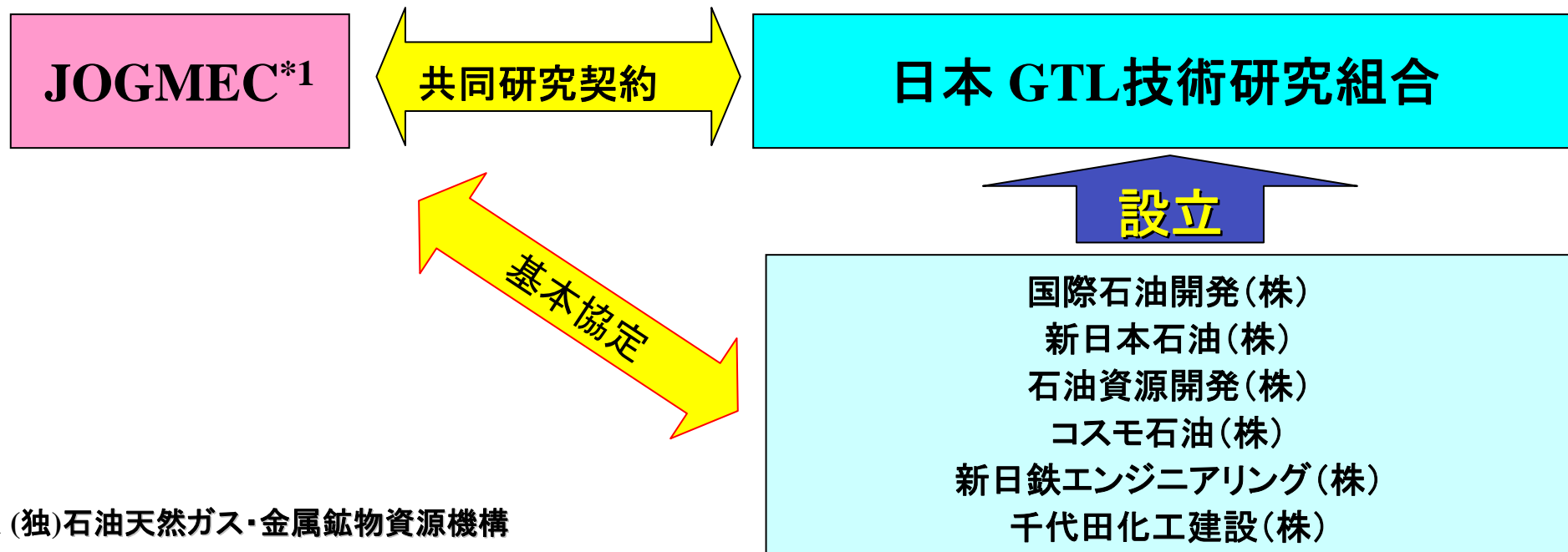


(6)設立時期: 2006年10月25日

(7)設立目的: GTL 商業プラント技術開発 (JOGMECとの共同研究)

- (a) GTL実証プラント(500B/D)の設計・建設・実証運転
- (b) GTL技術(プロセス・触媒)の研究開発
- (c) GTL商業プロジェクト(20,000B/D／系列)の検討

(8)体制



*1 (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構



目次(1)

I.GTLの概要

1.GTLの概要

- (1) GTL (Gas to Liquids)とは
- (2) GTLプロセス
- (3) GTLの歴史
- (4) GTL製品の特徴

2.世界のGTLプロジェクトの動向

- (1) 各社のGTL技術の比較
- (2) 主なGTLプロジェクト
- (3) 今後のGTL生産量の見通し

II.実証研究の概要

1.GTL技術開発の意義

- (1) 背景
- (2) 技術開発の意義
- (3) GTL技術の開発経緯
- (4) Japan-GTL技術の特徴
- (5) 国産GTL技術の経済性

2.日本GTL技術研究組合の概要

3.GTL実証研究の内容

- (1) 主な研究目的および研究範囲
- (2) バックアップ研究・研究例
- (3) 研究スケジュール
- (4) プラント建設予定地
- (5) プラント完成予想図

4.まとめ



II -3.GTL実証研究の内容

(1) 主な研究目的および研究範囲

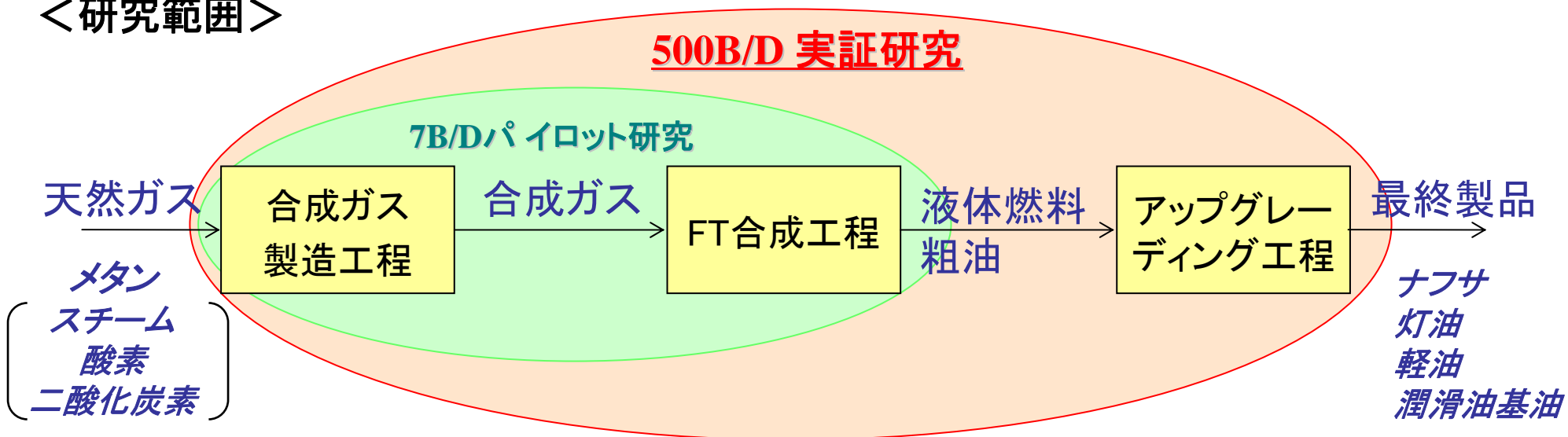
<主な研究目的>

- ・実証規模(500BD)でのGTL技術の確立(技術競争力の強化含む)
- ・商業化へ向けたスケールアップ手法の検討 等



商業規模で利用可能なGTL技術を開発する

<研究範囲>



<具体的な研究項目>

(i)実証規模でのGTL技術の確立

- 実証研究設備の設計／製作／建設
- 実証研究設備の試験運転／データ採取
- GTL製品の市場適合性確認
- 競争力強化研究

(ii)商業規模で運転可能な運転操作技術の確立

(iii)商業規模へのスケールアップ手法の確立

(iv)商業プロジェクトの検討



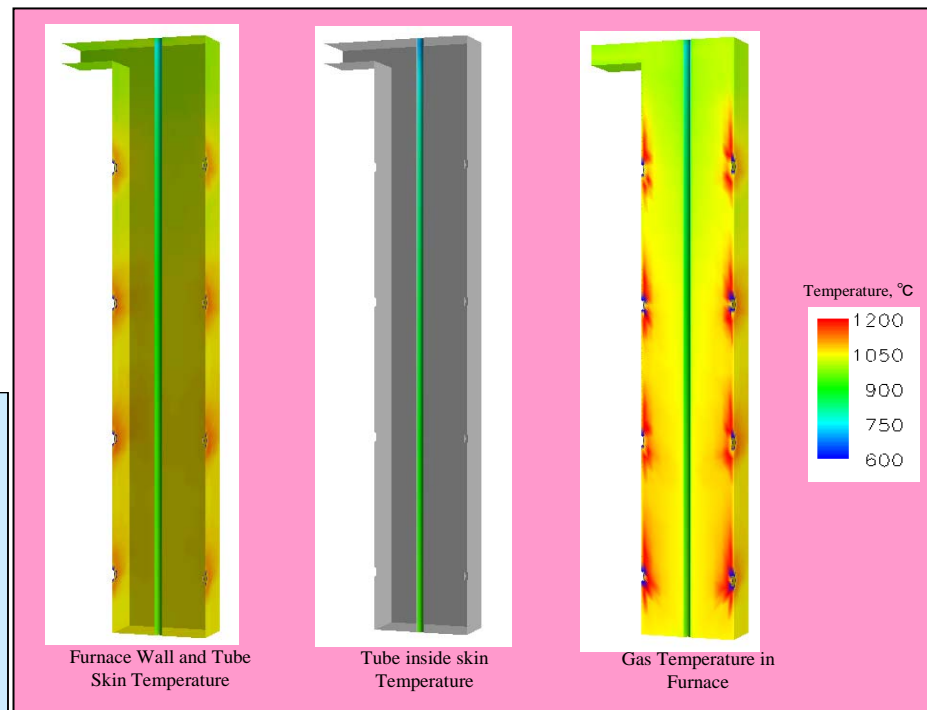
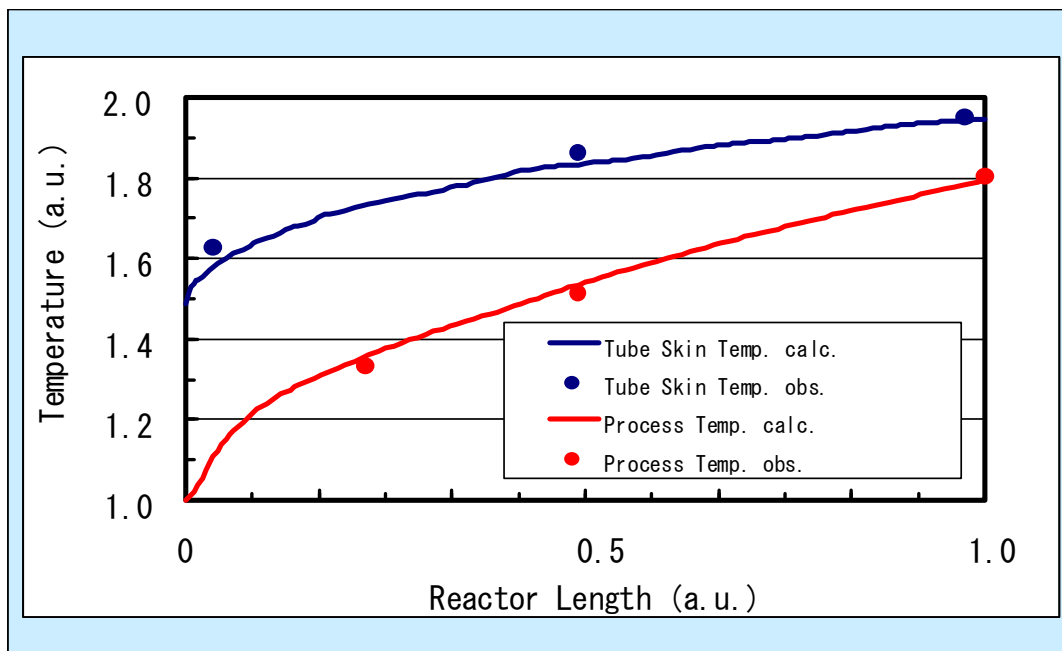
(2)バックアップ研究・研究例(①合成ガス製造)

<研究課題>

・炉効率の向上

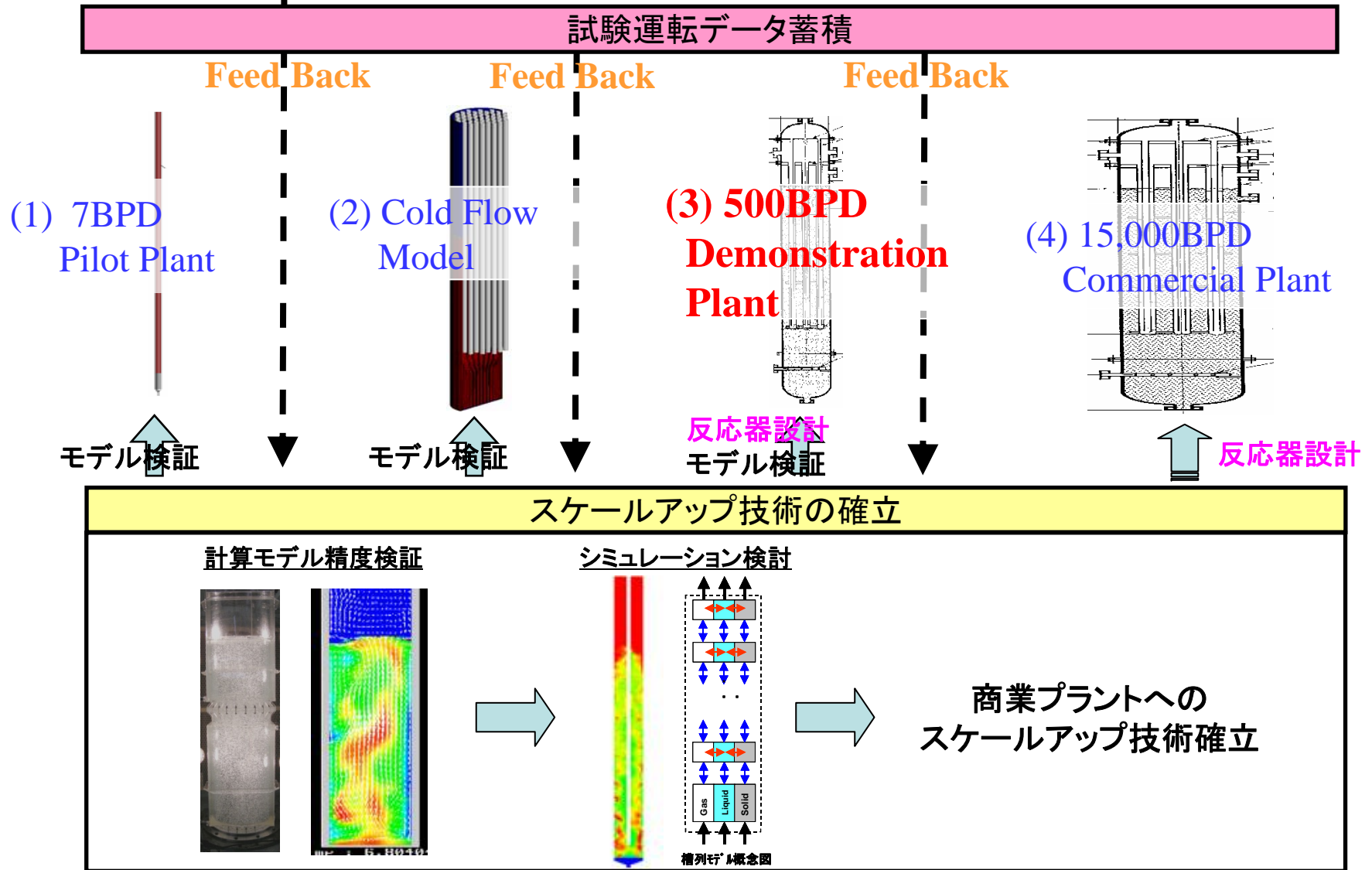
(既存炉を上回る効率を目標に、開発シミュレータを活用した炉構造の最適化検討等を実施)

・触媒層以外でのカーボン生成防止



Computational Fluid Dynamics

(2)バックアップ研究・研究例 (②FT反応器スケールアップ技術の確立)

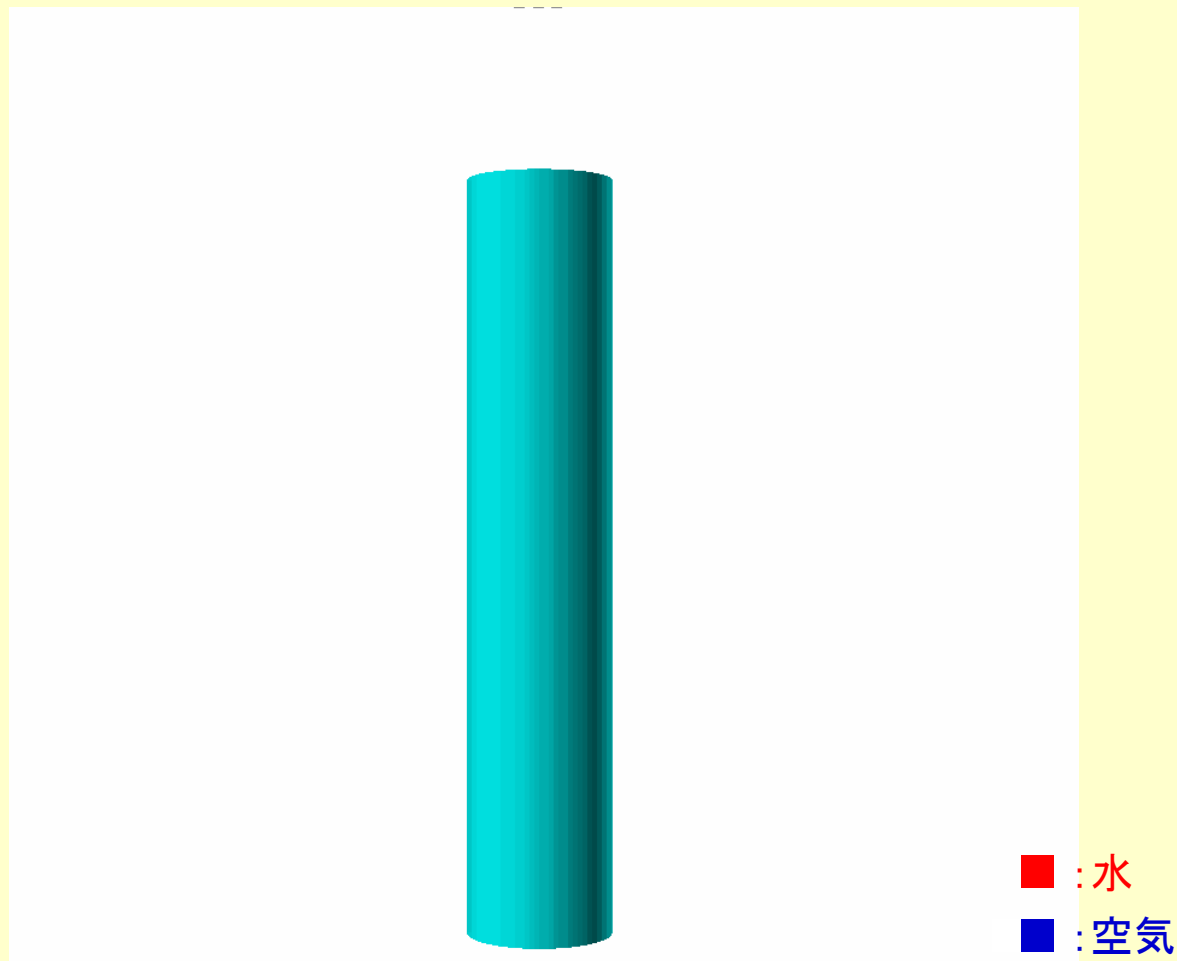


(例) 流動状態の可視化 (CFDと実験の比較)



- ・ガス : 空気
- ・液 : 水
- ・圧力 : 大気圧
- ・温度 : 常温
- ・粒子 : 無

水槽模型実験

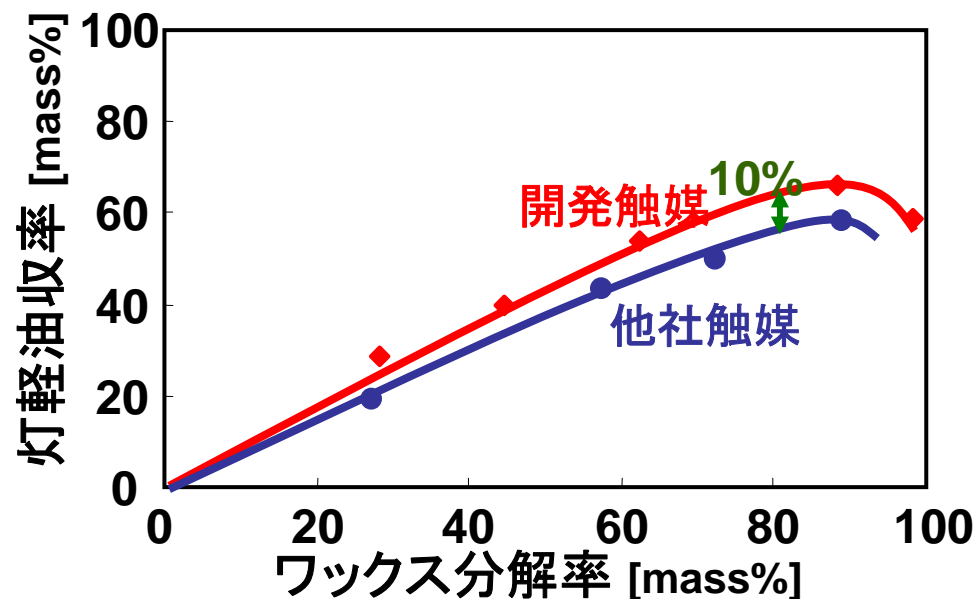
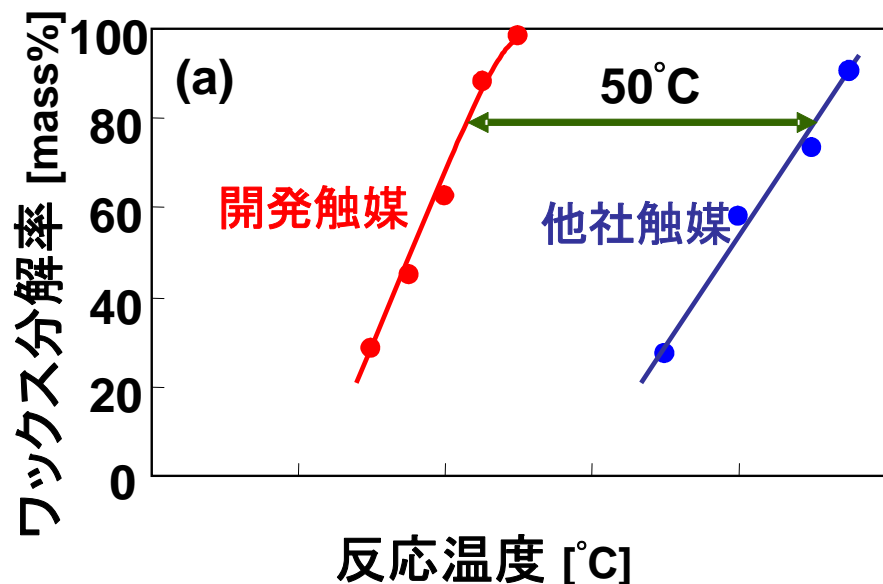


CFDシミュレーション(気泡濃度分布)

(2)バックアップ研究・研究例(③アップグレード)

<研究課題>

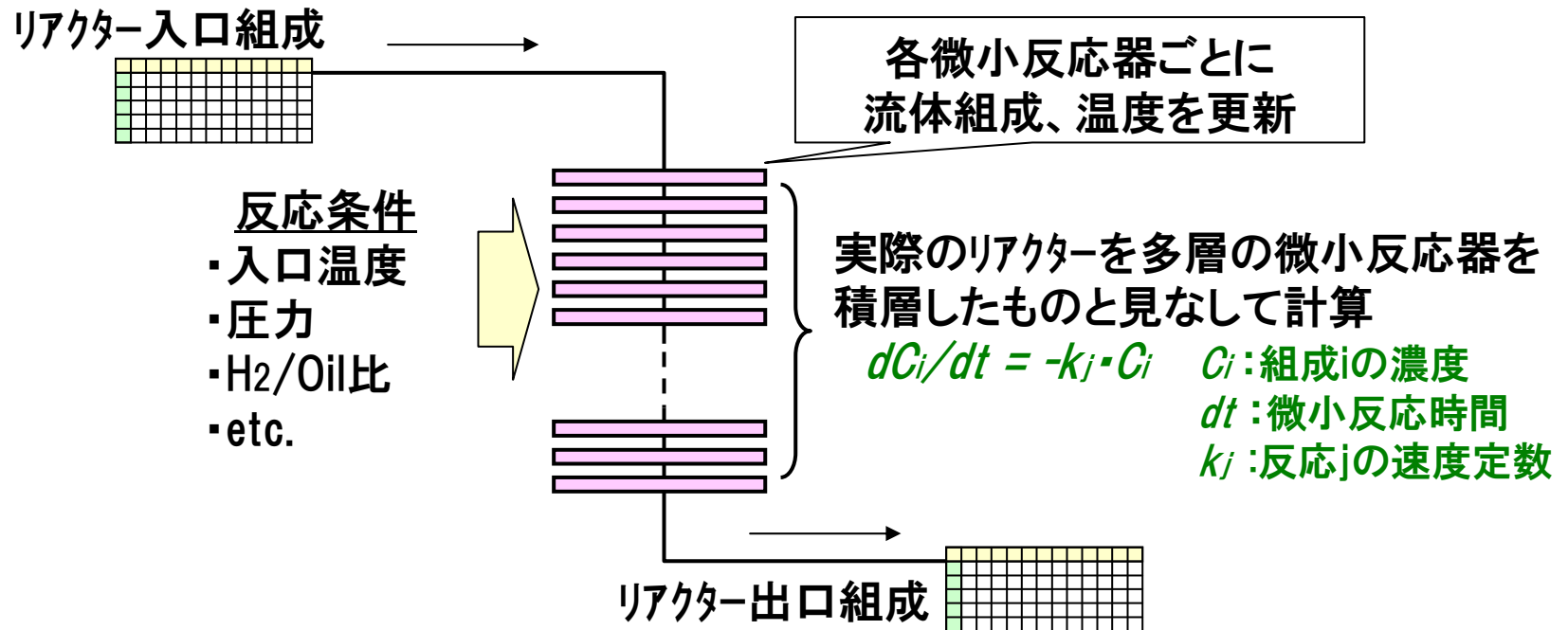
- ・アップグレード触媒の活性/選択性の更なる向上
- ・プロセスシミュレータの構築・改良検討



(2)バックアップ研究(③アップグレード・反応シミュレータの構築)

炭素数毎の組成について

リアクターの入口から出口までの濃度変化を反応速度論的に推算

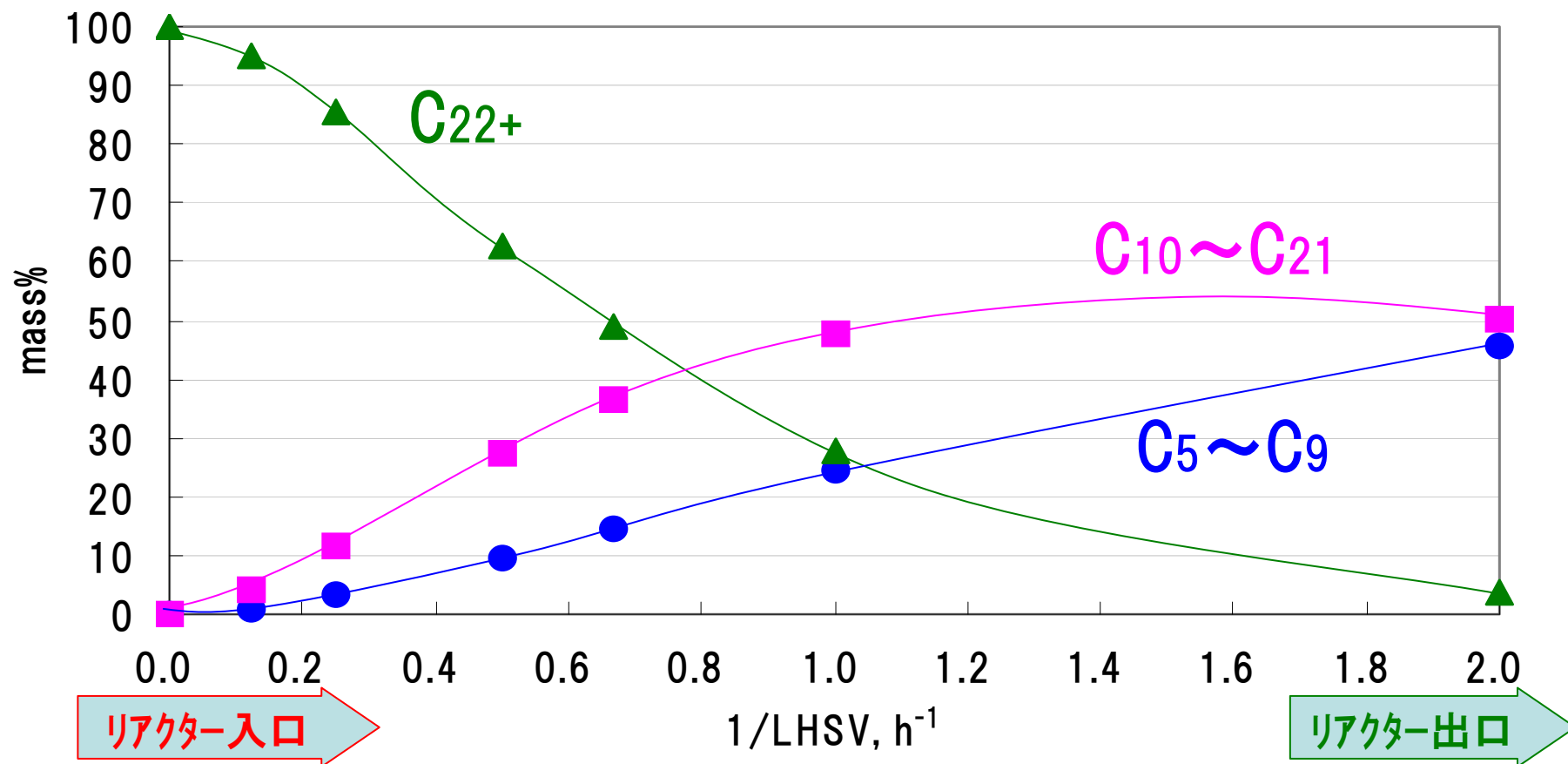


実リアクターでの諸因子変動(触媒活性、原料変化等)の製品に対する影響把握

①運転管理 ②最適運転条件の探索 ③商業装置のデザイン

などに有効活用

(例) 反応時間(1/LHSV)に対する各留分得率の変化



「長鎖炭化水素(C₂₂₊)が分解し、中間留分(C₁₀-C₂₁)が生成するが、
反応が過度に進行すると二次分解により、ナフサ(C₅-C₉)が増加する」
この様子をシミュレータで再現



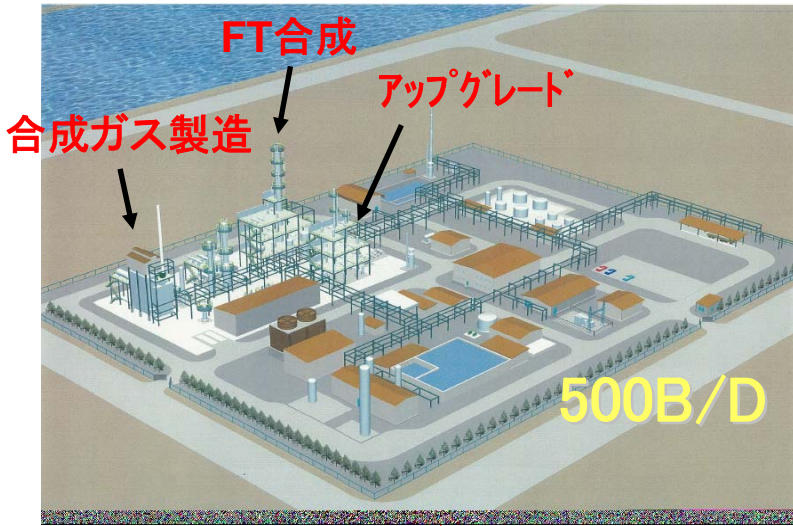
(3) 研究スケジュール

	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
プラント設計・建設・運転		設計	建設	試運転	実証運転 解体
バックアップ研究	開発触媒の改良	反応シミュレータの開発／改良	スケールアップ検討		
商業化検討	天然ガス資源・投資環境調査			経済性調査／商業化検討	

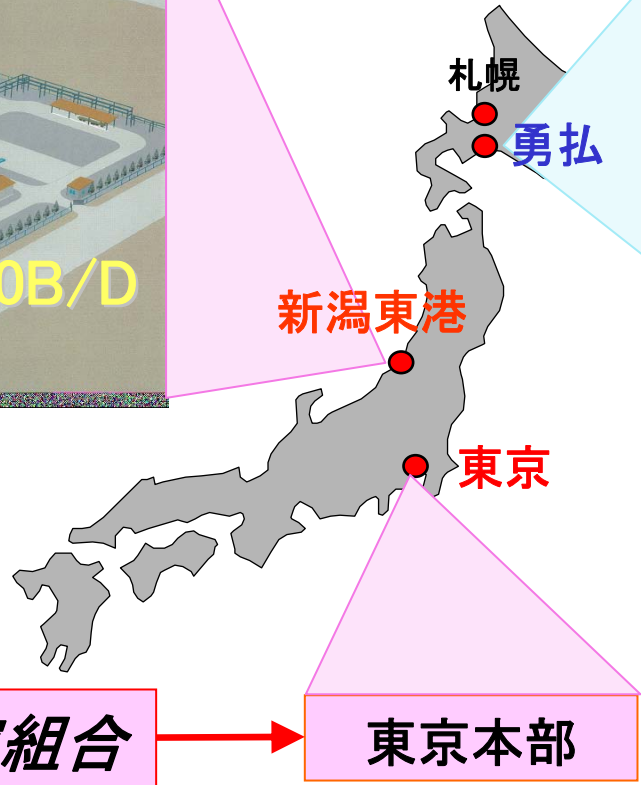


(4) プラント建設予定地

GTL実証プラント
(新潟実証センター)



GTLパイロットプラント



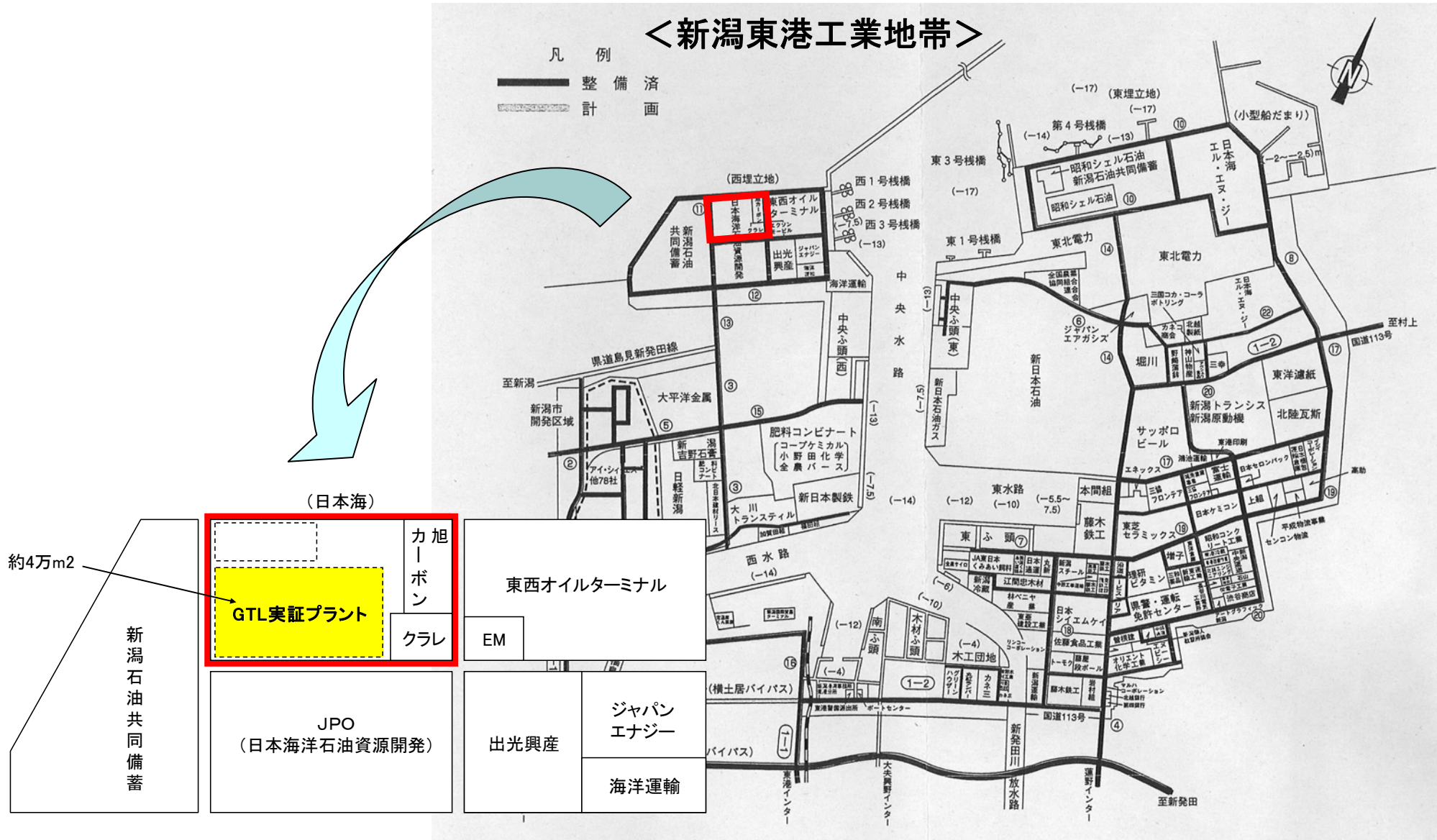
日本GTL技術研究組合

東京本部



<新潟東港工業地帯>

凡 例
 ———— 整備済
 - - - - - 計 画





プラント建設予定地



(5) プラント完成予想図



目次(1)

I.GTLの概要

1.GTLの概要

- (1) GTL (Gas to Liquids)とは
- (2) GTLプロセス
- (3) GTLの歴史
- (4) GTL製品の特徴

2.世界のGTLプロジェクトの動向

- (1) 各社のGTL技術の比較
- (2) 主なGTLプロジェクト
- (3) 今後のGTL生産量の見通し

II.実証研究の概要

1.GTL技術開発の意義

- (1) 背景
- (2) 技術開発の意義
- (3) GTL技術の開発経緯
- (4) Japan-GTL技術の特徴
- (5) 国産GTL技術の経済性

2.日本GTL技術研究組合の概要

3.GTL実証研究の内容

- (1) 主な研究目的および研究範囲
- (2) バックアップ研究・研究例
- (3) 研究スケジュール
- (4) プラント建設予定地
- (5) プラント完成予想図

4.まとめ



Ⅱ-4. まとめ

- Japan-GTLプロセスは、CO₂を含む未開発ガス田を活用することができ、これにより石油代替燃料ソースとしてガス資源の確保に有用な戦略技術である。
- 日本GTL技術研究組合とJOGMECは、実証プラント(500B/D)を建設し、実証規模でのGTL技術の確立を行うとともに、スケールアップ手法の検討を行い、商業規模で利用可能なGTL技術を2010年度までに開発する。

