第7回コプロワークショップ

エネルギーと物質の併産（コプロダクション）による
革新的省エネルギーと次世代産業基盤の構築

『精製・石化産業におけるコプロダクションの可能性検討』

千代田化工建設(株)

先端エナジー事業開発室　松田一夫

平成20年2月29日

CHIYODA CORPORATION　新日本石油 Your Choice of Energy　AIST　東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

発表内容

1．研究開発の目的，目標

2．研究開発体制

3．スケジュール

4．具体的なコプロ案の創生

5．今後

1．研究開発の目的，目標

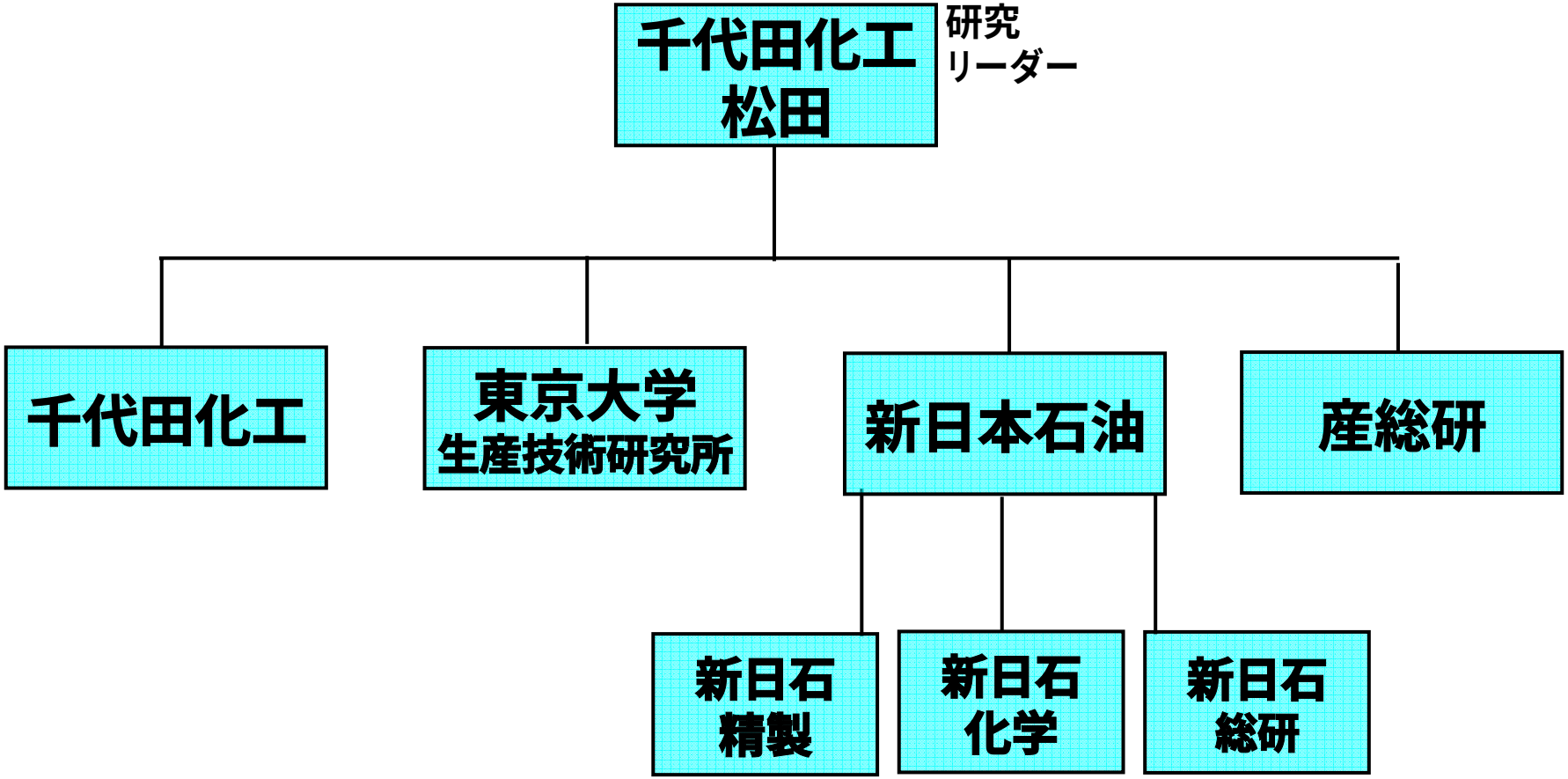
目的

本研究では、石油･石油化学分野に対して、コプロダクションの体系的な導出を可能とする設計理論の開発を行い、その理論に基づく設計手法を確立する。更に、その設計手法を標準化した設計支援ツールを開発し、具体的なコプロダクションの導出を図る。

目標

本研究で得られた設計手法や設計支援ツールなどの技術を2012年度に7つの製油所で導入することにより、2012年度までの成功率を1/3とすると、省エネルギー効果量は原油換算で11.7万kL/年を見込む。

2．研究開発体制



CHIYODA CORPORATION　新日本石油 Your Choice of Energy　AIST　東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

3．全体スケジュール

	19FY	20FY	21FY
NEDO	コプロダクションシステムの設計理論の構築	コプロダクションシステム設計手法の確立、設計支援ツール開発	コプロダクションシステムの設計支援ツールの開発と検証
【理論・ツール開発】			
東大	モジュール化最適の理論構築、プロセスユニット再構築、プロセスシステム再構築	理論適用先拡大 プロセスユニット/システム再構築、プロセス設計手法構築	理論・プロセスユニット/システムの再構築設計手法をまとめる
産総研	コプロピンチで理論を検証評価	改造コプロピンチで理論を検証評価	進化版のプロトタイプ2を作成
千代田	理論を適用し手計算検証 「ツール」の仕様を策定	「ツール」プロトタイプ1作成 改造コプロピンチを作成	「ツール」プロトタイプ2作成 コプロ案の展開検討、ツールの課題摘出
新日石	コプロ案の適用可能性を検証 理論へﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸ	コプロ化条件の実用可能性を を検討	展開とツールの課題を検証
	実データ活用	実データ活用	実データ活用
【コプロ案創生】			
千代田	概念設計、案件抽出、基本設計【HDS系、GTインテグ等】	概念設計、案件抽出、基本設計【蒸留系、FCC系等】	概念設計、案件抽出、基本設計【複数工場間導入計画】
新日石	データ提示、千代田結果を検証	データ提示、千代田結果を検証	データ提示、千代田結果を検証
	if良案	①研究要素ナシ・・具体化へ ②研究要素アリ・・NEDO新研究事業へ	①研究要素ナシ・・具体化へ ②研究要素アリ・・NEDO新研究事業へ

CHIYODA CORPORATION　ENEOS 新日本石油 Your Choice of Energy　AIST　東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

4．具体的なコプロ案創生

(1) 適用するコプロダクション要素技術群の整理

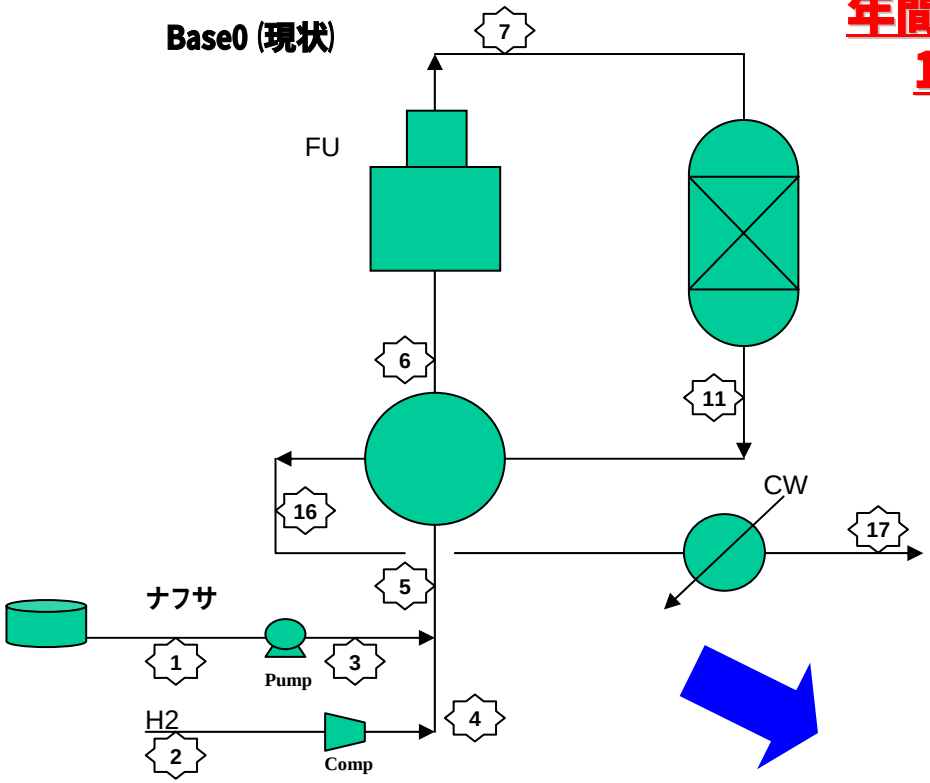
要素技術群	個別技術	内容	例	適用温度範囲
1．エクセルギー再生システム	①燃料電池／ガスタービンとのインテグレーション	燃料電池／ガスタービンの高温排ガスを加熱炉の燃焼空気に利用	エチレン分解炉のガスタービンインテグ 燃料電池／改質器ｲﾝﾃｸﾞ	700～1000℃
	②反応熱からのエクセルギー回収ｼｽﾃﾑ	燃料電池型反応器からの高温排熱を利用する	ガス化、HSFCC	700～1000℃
2．反応熱輸送システム	①高濃度熱媒体循環	大蓄熱容量の熱媒体を高速･高濃度で使用する	ガス化、HSFCC	500～900℃
	②相変化物質 (PCM) 利用	相変化物質 (PCM)の潜熱利用	低圧スチーム熱の蓄熱ローリー輸送	100～350℃
	③化学ヒートトランスフォーマー	化学反応で蓄熱、熱再生	メタントランスフォーマー $CH_4+H_2O \rightleftarrows 3H_2+CO$	450～800℃
3．自己熱再生システム	①蒸気圧縮加熱 ②自己熱交換器	ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰで昇圧･昇温し加熱炉不要化。熱回収後、ｴｸｽﾊﾟﾝﾀﾞｰで動力回収	加熱炉を必要としない自己熱再生による予熱システム	常温～300℃

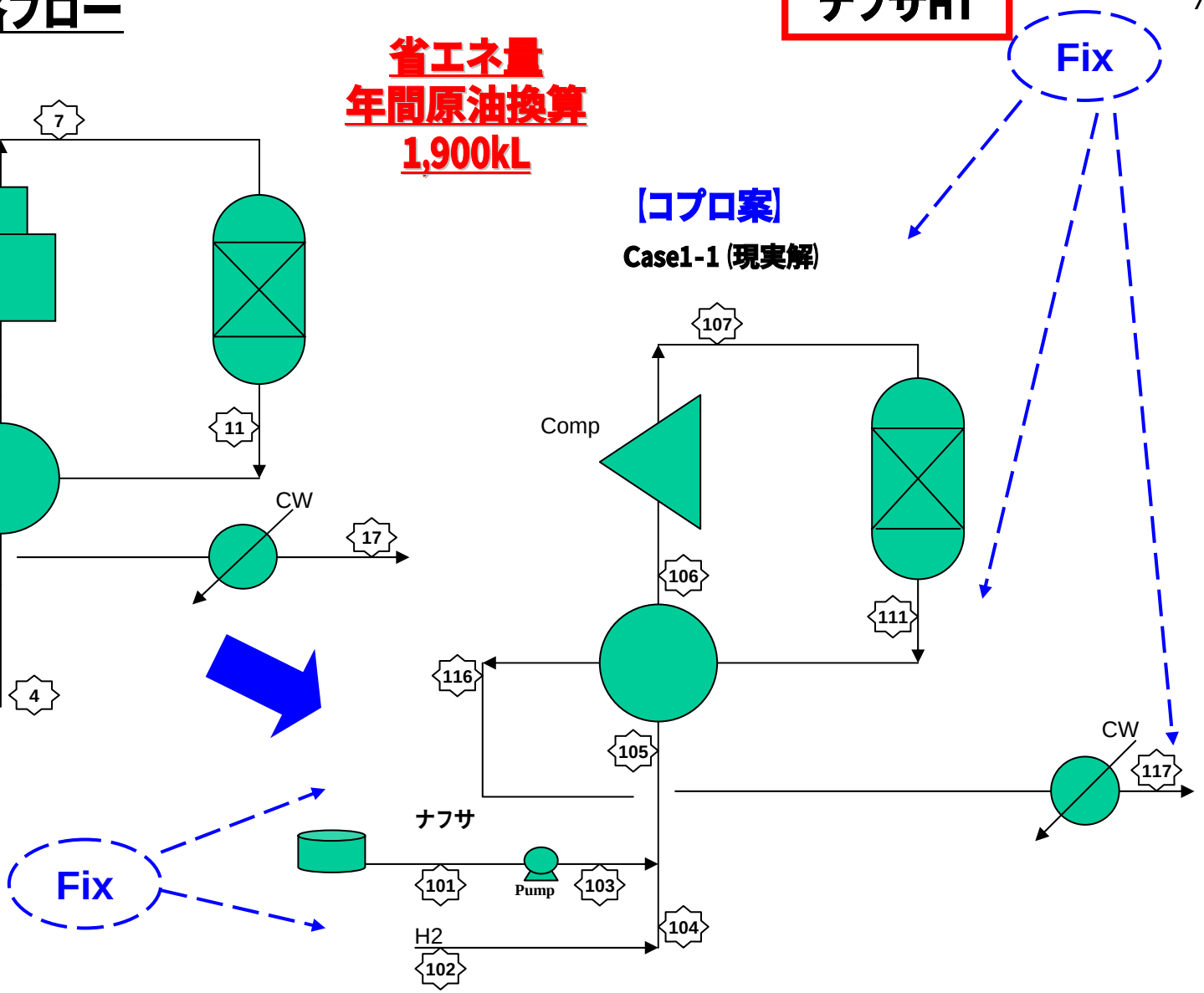
製油所のナフサ脱硫装置
反応系に適用研究

(2) ナフサHT　概略フロー

ナフサHT

省エネ量
年間原油換算
1,900kL





(3) ナフサHTのコプロ案の評価手法

1. 省エネルギー評価	投入エネルギー量自身 注) 投入エネルギーの削減量は、いわゆる「省エネ量」である
2. 省エクセルギー評価	投入エクセルギー量自身

3. エネルギーロス (放散) “COE”	エネルギー放散 ＝ (投入エネルギー) ＋ (反応熱変化 [エンタルピー]) － (併産エネルギー)
4. エクセルギーロス (消散) “LOX”	エクセルギー消散 ＝ (投入エクセルギー) ＋ (反応熱変化 [エクセルギー]) － (併産エクセルギー)

(4) エネルギー評価、エクセルギー評価

ナフサHT

(kW)	Base			Case1 反応器上流に Compressor
	Base-0	Base-1	Base-2	Case1-1
	(現状)	(現実解対比)	(極限)	(現実解)
Furnace、Pump、Compressorの効率 + 発電効率を含めた場合				
Heat Input				
熱として (Furnace)	3965	3115	940	
Powerとして				
Feed Naphtha Pump	310			172
M/U H2 Compressor	454			
Rx Feed Compressor				2014
Total Input	4729	3879	1704	2186
相対値	100	82	36	46
エクセルギー評価				
Heat Input				
熱として (Furnace)	3727	2928	884	
Powerとして				
Feed Naphtha Pump	68			39
M/U H2 Compressor	138			
Rx Feed Compressor				693
Total Input	3933	3134	1090	732
相対値	100	80	28	19

発電効率=36.6%

省エネ量
年間原油換算
1,900kL

エネルギー評価：46%

Excergy率=0.94
(消費燃料ベース)
Excergy率=1.0

エクセルギー評価：19%

★省エネ量
4729－2186＝2543Kw
2543kwh／hx860kcal／kwhx8000h÷9250kcal／L÷1000L／KL＝1891KL／年

(5)ナフサHTにおける
COE:エネルギーロス（放散）量、LOX:エクセルギーロス（消散）量

【kw】	ナフサHT	
『COE：エネルギー放散』	Base Case	Case1-1
(A)投入エネルギー	4,244	800
(B)反応熱(発熱)	7	7
(C)併産エネルギー(温水)	3,274	430
(D)ロスしたｴﾈﾙｷﾞｰ(=(A)+(B)-(C))	977	377
『LOX：エクセルギー消散』	Base Case	Case1-1
(A)投入エクセルギー	4,006	800
(B)反応熱(発熱)	7	7
(C)併産エクセルギー(温水)	229	0
(D)ロスしたエクセルギー(=(A)+(B)-(C)	3,784	807

39%

21%

(6) サマリー

検討概要と結果

1) 「自己熱再生方式」と呼ぶコンプレッサーを活用する検討をナフサＨＴの反応系を対象に実施した。
2) コンプレッサーをリアクター上流に設置したのは、 Feed/Effulent熱交換器部でのHeat-content Curve をなるべく理想的（平行）となるように、運転圧力を変化する事が主眼である。
3) 理想的なHeat-content Curveを設定（新プロセス条件）した結果、加熱炉を不要化でき、大幅なエネルギー削減が達成可能となった。
4) この新プロセス条件を確保するキーポイントは、高温条件でのコンプレッサーの実用化である。
これはメーカーとの新規技術開発研究が必要。

5．今後

1) 「自己熱再生方式」を灯油･軽油等のHDSへ適用する理論検討を進める。

2) 自己熱再生方式の適用箇所の探索･･石化系

3) 製油所～石化の統合（CRI）へのロードマップを描き、導入すべきコプロダクションシステム案の仕様を把握する

本研究は、独立行政法人 新エネルギー･産業技術総合開発機構の支援を得て、エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー使用合理化技術実用化開発のプログラムにて進めているものである。