

RING 技術開発研究成果報告会

石油精製高度統合運営技術開発 事業実施概要

(平成 12～14 年度)

平成 15 年 7 月 30 日



石油コンビナート高度統合運営技術研究組合

Research Association of Refinery Integration for Group-Operation

事業実施概要

1. はじめに

日本各地に設置された製油所を中心に石油化学等を組み合わせた「石油コンビナート」は、経済の高度成長に大きく貢献してきた。

しかし、我が国石油精製業は、規制緩和の進展、石油製品需要の低迷等に伴う競争環境の激化により厳しい経営環境に直面しており、石油の低廉かつ安定的な供給を確保するためには、石油精製分野における生産性の抜本的強化を通じ、強靱な石油産業を確立することが急務になっている。このため、生産操業の分野において種々の合理化・効率化策が講じられてきたが、一社単独での対応には限界が出てきている。

また、製油所の立地条件等について我が国固有の制約があるなかで、今後、資源・エネルギー消費の最小化、環境問題への対応等をさらに進めながら、国際競争にも耐え得る最適な生産体制を構築していくためには、製油所や企業といった枠組みを越えて、製油所間、あるいは石化等の異業種間における高度な一体的運営を指向する必要がある。

このような観点から、石油産業および化学産業等の19社は平成12年5月に「石油コンビナート高度統合運営技術研究組合」を設立し、いわゆるコンビナート・ルネッサンス構想の具体化を推進してきた。平成12～14年度の3年間にわたって、経済産業省資源エネルギー庁から「石油精製高度統合運営技術開発費補助金」の交付を受けて、未利用資源の高度利用化技術、先端的・総合的な生産管理システム技術、操業情報の共有化技術、製品・原材料の最適融通・最適制御システム技術および移送技術等に関わるコンビナートの高度統合運営技術の開発を5地区で展開してきた。

組合員 : 19社(第1次組合事業)

新日本石油精製株式会社	旭化成株式会社
出光興産株式会社	出光石油化学株式会社
株式会社ジャパンエナジー	山陽石油化学株式会社
鹿島石油株式会社	三井武田ケミカル株式会社
コスモ石油株式会社	帝人ファイバー株式会社
昭和シェル石油株式会社	東ソー株式会社
東亜石油株式会社	株式会社トクヤマ
東燃ゼネラル石油株式会社	日本酸素株式会社
新日本石油株式会社	日本ゼオン株式会社
	三菱化学株式会社

2 . 研究開発テーマ

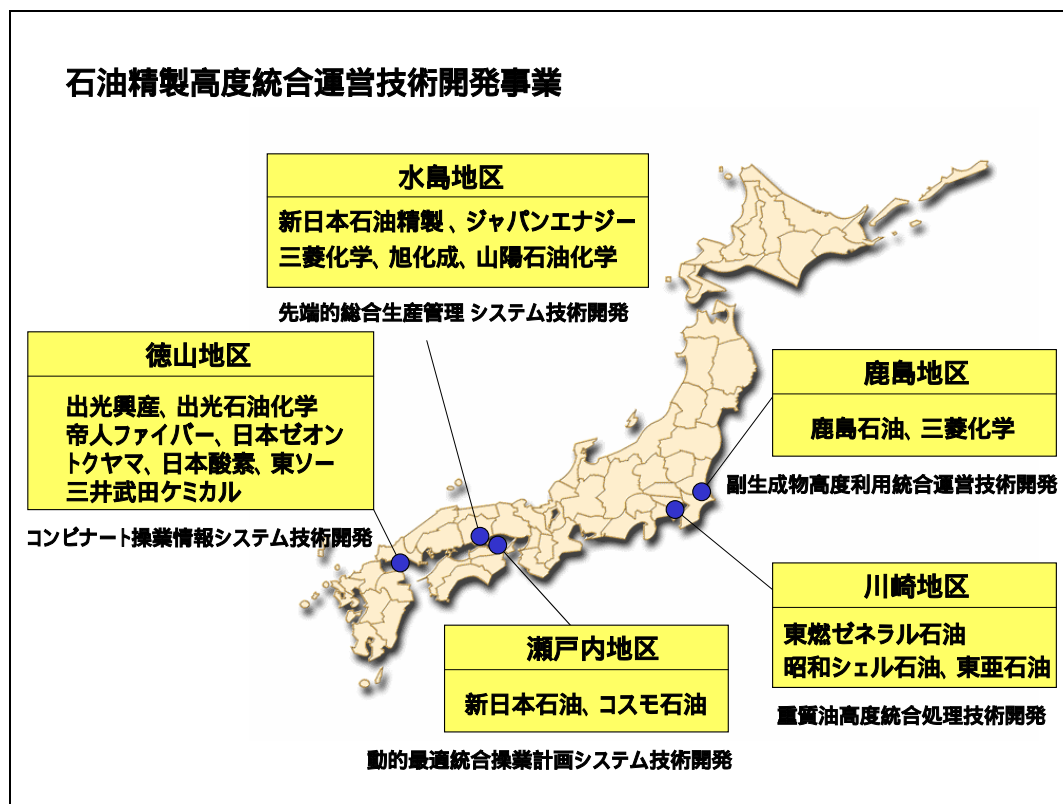
副生成物高度利用統合運営技術開発（鹿島地区）

先端的総合生産管理システム技術開発（水島地区）

重質油高度統合処理技術開発（川崎地区）

コンビナート操業情報システム技術開発（徳山地区）

動的最適統合操業計画システム技術開発（瀬戸内地区）：平成12～13年度対象

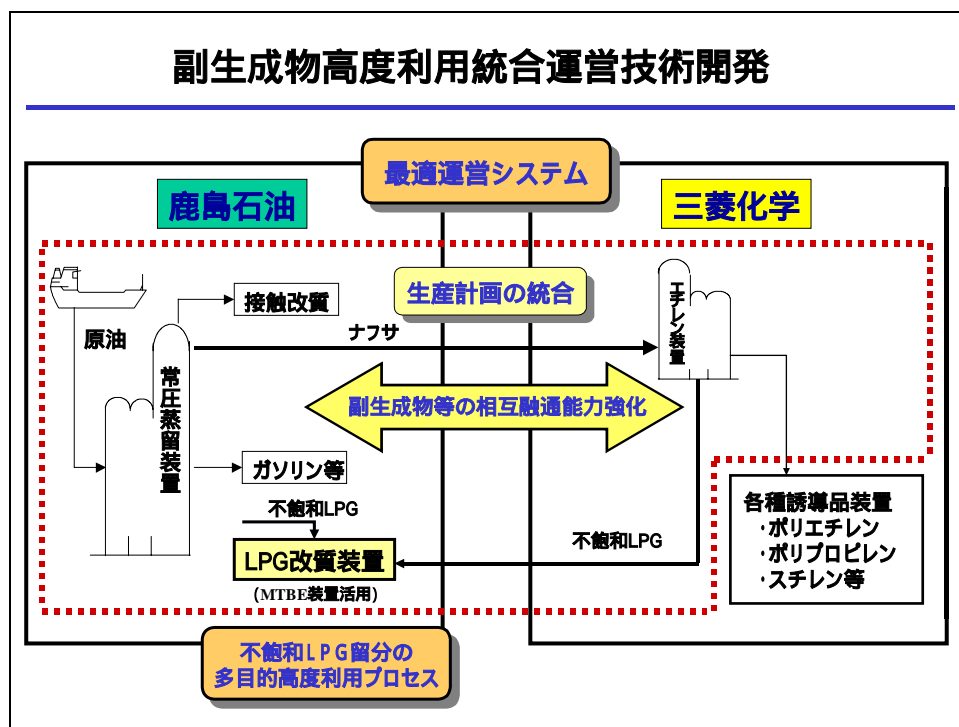


3 . 研究開発の内容

（1）副生成物高度利用統合運営技術開発

鹿島地区：鹿島石油、三菱化学

石油精製および石油化学基礎化学品の生産工程で生じる副生成物を相互に融通し高度利用を図ることにより、エネルギーの消費量を低減した両事業所間の設備の統合運営を可能とするための最適運転システムの開発および既存MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) 装置を活用した不飽和LPG留分の新たな多目的高度利用プロセス技術の開発を行う。併せて、同システムの実証研究を行い最適な運転条件を確立する。



最適運営システム技術開発

- ・最適運営シミュレーションモデル開発

石油精製全体と石油化学の基礎化学品生産部門を統合して、全体での最適生産計画の検討・立案が可能となるシミュレーションモデルに関わる実用モデルを開発し、実証研究を実施した。その結果、シミュレーションモデルを用い計算した解は、コンビナートの融通の方向性を確認するには十分な精度があることを確認した。

- ・操業情報モニタリングシステム開発

石油精製と石油化学の副生成物に関する相互融通合理化の観点で、よりきめの細かい運営を目的として、双方の操業情報に関わるモニタリングシステムの技術開発を行った。先ずプロトタイプを研究、さらに実用システムを用いた実証研究を実施した。その結果、目標性能を確認し、日時相互融通計画の変更検討に利用できる可能性が示された。

- ・保全情報システム開発

保全情報の体系的システム化を目指し、保全情報システムの開発および開発したシステムを用いた実証研究を実施し、検証した。

- ・副生成物相互融通の実証研究

石油精製と石油化学の副生成物の有効活用を促進するために、不飽和LPG留分、水素等の7種の留分について相互融通を検討し、その設備を強化するとともに、上記一連のシステム開発と一体となった最適運営システムを開発するために、副生成物相互融通の実証研究を実施した。その結果、設計値どおりの基本性能を確認した。

不飽和LPG留分の多目的高度利用プロセス技術開発

石油精製および石油化学の双方で余剰傾向にあり、自家燃料として消費していた不飽和LPG留分(C4)を原料に、既存MTBE装置を活用しながら、MTBE/アルキレート/飽和C4などの高付加価値製品をフレキシブルに生産する不飽和LPG留分多目的高度利用プロセス技術の開発に取り組んだ。研究開発の進展にあわせ、3種類の不飽和LPG留分から、3種類の反応生成物をフレキシブルに変換することを目的とした実証研究を実施した。不飽和LPG留分のアルキレートへの変換においては、オレフィンの二量化、引き続き水素添加反応による間接アルキレーションプロセスの開発であり、固体酸触媒を使った実証化プロセスとして、世界で初めてのものである。実証試験の結果、各セクションにおいて設計値どおりの変換が可能であることおよび設計収率の達成を確認した。

さらに、最適運営システムを用いて検討・立案した最適生産計画を、不飽和LPG留分の多目的高度利用プロセスに反映した総合実証研究を実施した。今後、連続運転の中でさらに様々な環境下での実証研究を継続していく。

(2) 先端的総合生産管理システム技術開発

水島地区：新日本石油精製、ジャパンエナジー、三菱化学、旭化成、山陽石油化学

複数の製油所および複数の石油化学工場間の多数の原料・半製品等の流通を最適化するために、各工場の生産計画システムと連携し、各社の生産装置等を相互に有効活用する新たな総合生産管理システムおよび移送技術を開発する。

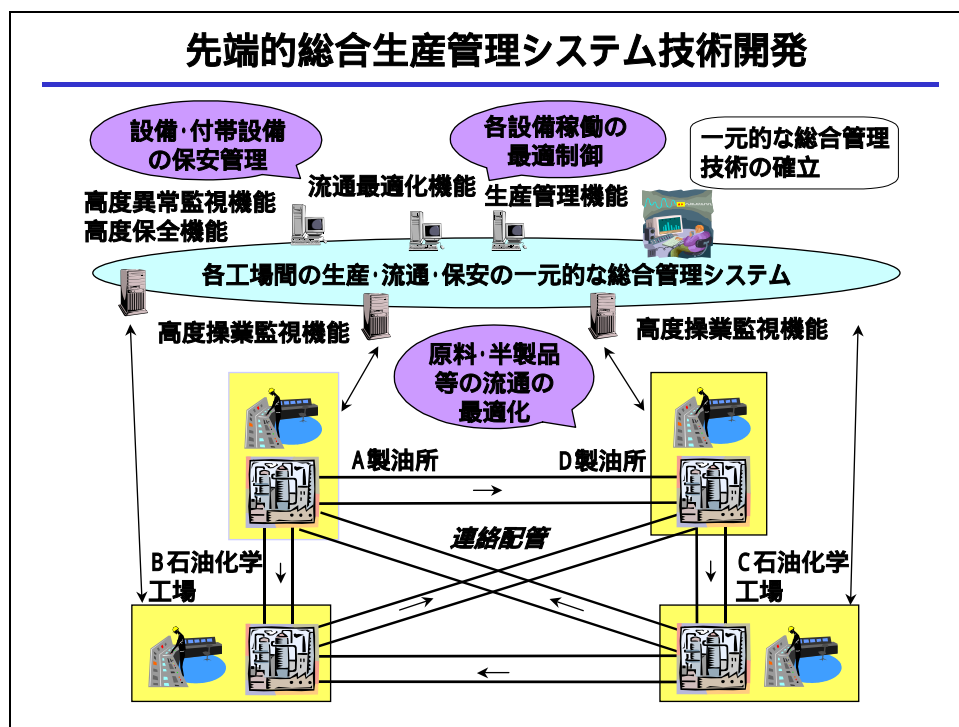
さらに、同時に多数の原料・半製品等の移送を行う移送設備および付帯設備の状況を統合的に管理し、自動的に安全点検を行う保安管理システムの開発を行い、生産と保安を一元的に管理する先端的な総合生産管理システムを開発する。併せて、同システムの実証研究を行い、最適な運転状況を確立する。

最適流通・安全操業システムの開発

- ・最適流通・生産管理システムの開発

先端的総合生産管理システムの技術開発は、水島地区の5社間をパイプラインで連結

し、石油精製や石油化学の生産留分を相互融通するとともに、各社の装置等を相互に有効活用することにより各社のさらなる操業の効率化を図り、競争力強化に向けて最適化を実現するものである。



これらの各社における独自の生産計画システムを連携し、各社間での取引情報の授受の標準化を行うためのビジネスモデルおよび自動的に最適な取引を成立させるシステムについて、開発を行った。

プロトタイプによる研究の成果を踏まえ、さらに取引計画立案機能、取引実績管理機能、画面帳票機能、ワークフロー管理機能等の開発を実施し、各機能の確認を行った。また、必要なハードウェア、ネットワーク等について、セキュリティを考慮した必要なハードウェア構成の検討結果によりシステムを構築した。実証試験の結果、当初目標とした基本性能の確認がなされた。

・高度操業監視システムの開発

複数の会社間における安全な流通のために、各社の設備稼働状況、配管セット状況、パイプライン保安設備の稼働状況、配管の異常検知等を一元的に監視するシステムの開発を行った。

具体的には、監視機能、運転支援機能、異常時支援機能、画面帳票機能、制御システムとのインタフェース機能、最適流通・生産管理システムとのインタフェース機能等の開発および機能確認のための実証試験を行った。また、必要なハードウェア、ネットワ

ーク等について、セキュリティを考慮した必要なハードウェア構成の検討結果によりシステムの開発を行った。

- ・ 移送技術の開発

一つの事業所が複数の事業所と取引する際のヒューマンエラー防止や制御技術を含む移送技術の開発について、移送制御技術の開発、パイプライン設備等の構築および機能確認のための実証試験を行った。その結果、すべての機能において正常に動作することが確認できた。今後、複数移送時の実績値の収集においては、継続した実証試験を行っていく。

- ・ 防護設備保全技術の開発

- ・ 高耐久性パイプライン防護設備の構築

海底部分の移送パイプライン（約 800m）のための高耐久性を有する防護設備について、各要素部材の開発等を行い、これらの試験結果を活かしながら構築した。その結果、試験方法（硬さ、浸漬等）特殊コーキング材料および暴露試験環境により、それぞれの特異性を確認できた。今後、高耐久性維持の観点から継続して性能の検証をしていく。

- ・ パイプライン防護設備内の保全システムの開発

防護設備内の厳しい環境条件から発生する各設備の異常対応として、必要な監視および防災等に関わる総合的な保全システムの開発を行った。

入坑者管理、異常監視、局所水噴霧および保全等の機能について実証試験を行ったが、今後の継続した実証試験の中で引き続き保全効率の向上の検証を実施していく。

（ 3 ） 重質油高度統合処理技術開発

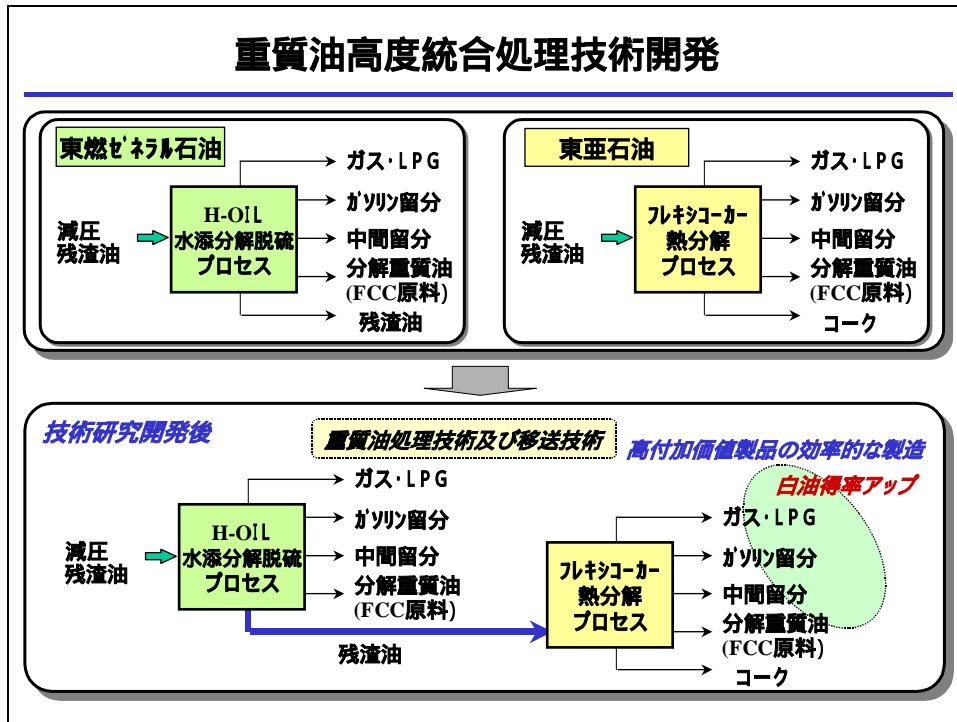
川崎地区：東燃ゼネラル石油、昭和シェル石油、東亜石油

同一地域内の複数の製油所間において、各製油所が保有する各々異なる重質油分解設備を組み合わせ一体的に運用することで、揮発油等の高付加価値石油製品の効率的な製造を可能とする新たな重質油分解処理および移送技術を開発する。併せて、同システムの実証研究により最適な処理条件を確立する。

- ・ 高粘度流体の配管移送技術開発

高粘度、高セジメンテーション流体である水添分解脱硫プロセス残渣油と関連副生油の高温かつ長距離移送システムの詳細設計および構築を行い、高粘度流体配管移送技術開発に関わる全システムを開発した。その後、このシステムの高温維持対策、熱膨張対策、安全対策についての実証研究を実施したが、これらの解析の結果、安全性、移送能力、操作性のいずれについても設計条件を満足していることを確認した。

なお、この移送システムは、高粘度流体である水添分解脱硫プロセス残渣油の安定した長距離移送（4,500m）を 200 以上で可能とする世界で初めてのものである



水添分解脱硫プロセス残渣油熱分解プロセス処理技術開発

水添分解脱硫プロセス残渣油を熱分解プロセスで処理する技術開発にあたり、処理原油、関連装置の運転条件変更に伴う水添分解脱硫プロセス残渣油の組成、化学特性、物理特性等の性状変動およびそれに伴うフレキシコ-カーの運転に与える影響について基礎データをまとめ、解析を行った。また、パイロットプラントテストを行い、そのテスト結果をもとに水添分解脱硫プロセス残渣油を熱分解プロセスで処理した時の製品収率を解析した。

高粘度流体配管移送に関わる全システムの開発に伴い、水添分解脱硫プロセス残渣油をフレキシコ-カーに直接通油して実証研究を実施し、熱分解プロセスでの各留分の得率、下流装置の運転条件に与える影響について解析を行った。これまでに基本的な性能の確認を行ったが、今後連続運転におけるセグメントコントロール等の各種技術課題の詳細な研究を行っていく。

運転監視/パイプライン制御システム開発

水添分解脱硫プロセスから留出した残渣油のみならず、関連副生油を安全かつ安定的に高温で長距離移送するために流量計、温度計、圧力計、異常検知装置を組み合わせ、適所に設置し、運転状態を常時計器室からモニタリングできる運転監視システムおよび

パイプライン制御システムを開発した。

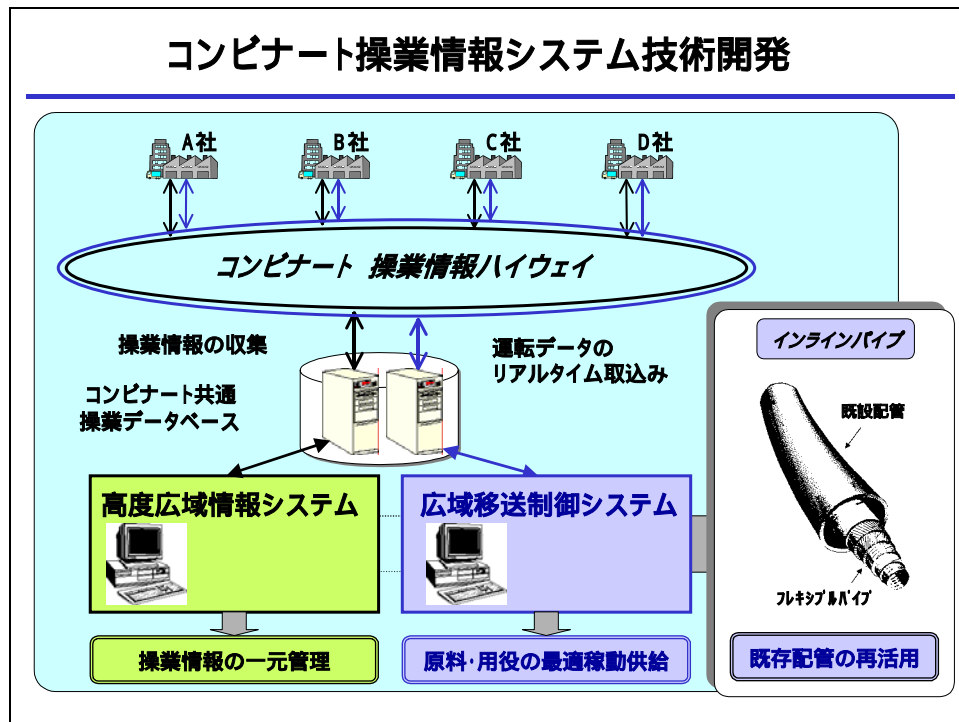
高粘度流体配管移送に関わる全システムの実証研究にあわせて、運転監視システムおよびパイプライン制御システムの実証研究を実施し、情報の共有化と制御機能を確認することができた。

(4) コンビナート操業情報システム技術開発

徳山地区：出光興産、出光石油化学、帝人ファイバー、日本ゼオン、トクヤマ、日本酸素、東ソー、三井武田ケミカル

原料調達、用役供給、オフサイト設備利用等、コンビナート内の多様な業種の事業所の操業に共通的に関わるすべての分野の情報を一元的に管理し、各事業所等に提供することにより、コンビナート全体の高効率・省エネルギー運転を可能とする高度広域情報システムおよび移送制御システムを開発する。併せて同システムの実証研究を行い、最適な運転条件を確立する。

さらに、これらのシステムの適用にあたって既存設備の有効利用を可能とするフレキシブルパイプによるインラインパイプ工法等、設備の共同利用技術の開発を行い、コンビナートの原料多様化が可能なシステムを構築する。



コンビナート操業情報システム技術開発

・高度広域情報システムの開発

コンビナートの高度広域情報システムの開発として、公衆回線、無線を利用した操業情報ハイウェイのプロトタイプ・システムの開発、各社構内の支線系の整備、一部の無線システムの開発に引き続いて、光または無線による通信方法を適用した基幹LAN (Local Area Network) に機能向上し、実証研究を行った。

また、コンビナート内の多様な業種の操業に共通的に関わるすべての情報を一元的に管理し、各事業所等で活用を図る一環として、試験分析業務を対象とした情報共有化による試験分析統合システムをベースに実証化に向けた研究を行った。さらに、コンビナート各企業が保有する操業に関わる情報をナレッジとして体系化し、共同活用を図るマルチメディア・データベースの開発・構築、セキュリティ・システム等の開発・検証を行い、当初予定した基本的な性能の検証および確認ができた。

・広域移送制御システム開発

コンビナート用役、原料の広域移送システムとして、コンビナート窒素、気体原料のエチレンおよび液体原料のプロピレンを対象とするシステムの開発を行い、総合的な最適化のための実証試験を行った。さらに、コンビナート原料を製造・供給する新たな反応システム等の技術開発として、省エネプロセスを開発した。このような大幅な省エネルギーに伴う製油所・工場間の最適操業を可能とする用役運用および最適稼働システムについて実証試験を実施し、製油所・石油化学工場全体の最適操業に向けた研究・検証を行った。また、異機種DCS (Distributed Control System) の接続による運転・制御情報の共有化を目指した複数工場間にまたがる統合運転情報システム等に関する研究開発を行い、複数工場間を統合した遠隔での運転の可能性を実証した。

これらの開発により、コンビナート全体をあたかも一つの工場・装置のように操業・制御する基盤ができたといえる。

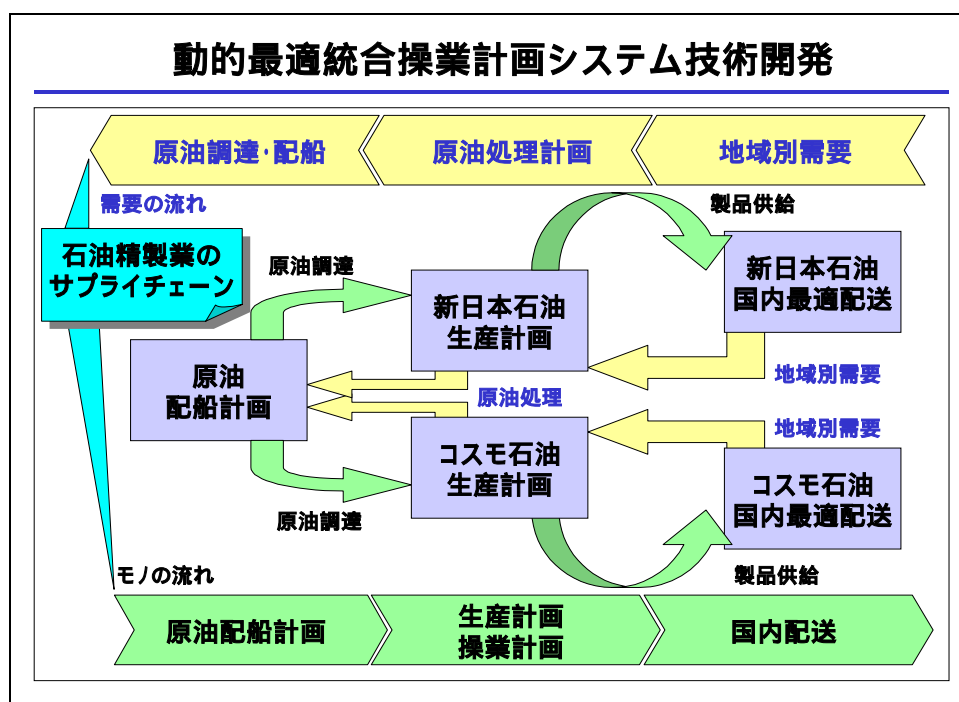
インラインパイプ技術の開発

既設の海底配管の中に新たな可撓性のあるフレキシブルパイプを設置し、既存設備を有効利用する世界にも例のないインラインパイプ技術の開発として、18インチ海底配管の形状に応じたフレキシブルパイプの引込み抵抗の算定方法を確立するための研究、模擬実験、実物大実験等を行った。その解析と評価に基づき、フレキシブルパイプの設計・製作を行った。さらに、長さ3,300mのフレキシブルパイプを海底配管に引込み、陸上移送設備機器と接続することにより原料供給設備として使用する技術を開発し、実証研究を行った。また、開発中の保安管理システムとあわせ実証試験を開始し、インラインパイプに関連した液化石油ガスの遠距離直接チャージ安定化制御に関する研究と実証試験を行った。当初予定した引込み性能と移送性能、保安管理システムの基本的な性能を確認・検証した。

(5) 動的最適統合操業計画システム技術開発

瀬戸内地区：新日本石油、コスモ石油

同一地域内の複数の製油所間において、同一地域の市場の価格動向や在庫状況等を逐次同時に製油所の操業に反映することにより、フレキシブルな生産対応、半製品融通および原油調達を可能とするSCM（Supply Chain Management）の考え方を入れた、新たな動的統合生産計画・共同配船システムを開発する。



国内配送システムの開発

石油製品の国内配送においては、製油所から出荷の中継拠点である油槽所に製品を輸送する必要があるが、従来は人手で計画を作成したものであり、種々の制約条件の下では効率的な配船、配車を立案することは事実上不可能であった。そこで、市場動向に応じた最適な転送計画を策定するために、新たなシステム化の検討を行った。その結果、さまざまな制約条件を考慮した応用プログラムを開発・カスタマイズし、汎用の最適化エンジンとデータの授受をすることで、最適な転送計画の立案を目指した。この転送計画スケジューラのプロトタイプモデルの開発により、テストデータによる評価を行い、さらに実運用に適用するためのモデルのブラッシュアップと実データによる評価を実施し、基本的な性能の確認を行った。また、海上転送計画、燃料油需給計画、潤滑油配給計画の各機能について連携インタフェースおよびユーザインタフェースシステムの実開発を行ったが、今後、転送計画スケジューラを中心として最適化機能を検証していく。

製油所生産計画システムの開発

出荷計画に応じて効率的な生産計画を立案するために、汎用的で、燃料油だけでなく潤滑油製造の計画も扱える新たな製油所生産計画スケジューラを開発し、さらにSCM構築の一環として原油配船計画システムおよび国内配送システムとの連携機能の確立を図った。併せて、より効率的な計画立案が可能となるように計画立案支援機能を開発した。特に効率的な計画立案を支援するための潤滑油における自動計画立案機能ならびに、製油所全体バランス計画を精度よく算出するためのユーティリティのバランス計算機能について開発を実施した。その結果、非常に汎用性の高いシステム作りを行ったことで異なる装置構成を持つ製油所でも適用可能であることがわかった。

原油配船計画システムの開発

原油配船計画システム（原油スケジューラ）の開発に加えて、市場動向に応じた生産計画情報（製油所原油処理情報）に基づいて、最適な原料調達を可能とする原油配船計画を立案する機能の実現に向けて様々な検討を行った。特に天候などで運行予定が変化しやすい原油配船に対して、SCMの考えに立脚した最適化や現実的な配船計画立案技法について検討を実施した。その結果、現実的な制約を様々な制約条件として考慮した配船計画の自動立案機能を開発することができた。

全体システム実証研究

上記3システムを有機的にシステム結合し、各システム間の連携機能の検証を通じて、石油産業における動的最適統合操業計画システムのあり方について検討を行った。また、実務レベルのデータにて全体システムとして有効に機能することを検証することで、石油産業にもSCMの考えに立脚した一貫的で効率的な動的最適統合操業計画システムの確立が可能であることを示した。

4 . 今後に向けて

コンビナート・ルネッサンス構想の具体化として、5地区のコンビナートで高度統合運営に関わる研究開発事業を実施してきた。各研究開発テーマについて本格的な実証研究を行ってきたが、石油精製・化学設備等のエネルギー使用量を削減、複数製油所間・異業種工場間における原料・半製品等の最適融通により生産効率を向上させることができる確証を得た。今後、これらの新システム・技術等の成果について、各コンビナートでの活用と産業界の様々な分野での波及を期待する。

これまでの研究開発事業に引き続き、国際競争力の一層の強化に向けて、コンビナートのさらに進化した一体運営により、環境負荷低減対策を具体化しつつ生産性・効率性を高めるための更なる高度統合技術の開発に向けた新たな展開を進めていく。

以上