

補足説明資料

1. 基盤技術開発の概要①

●概要

原料油（原油や精製残油）の分子レベルでの詳細組成構造解析や分子反応モデリングを行い、原料油と触媒の反応や分離挙動等をコンピューターによりシミュレーションする基盤技術を開発する。

この「ペトロリオミクス技術」※により、脱硫や分解に用いる触媒の性能向上や劣化抑制、設備運転条件の最適化等、様々な石油精製プロセスの高度化を低コストかつ迅速に行うことを可能にする。

具体的には、以下の5項目を要素技術として開発を行う。

- （１）重質油の詳細組成構造解析技術の開発**
- （２）分子反応モデリング技術の開発**
- （３）ペトロインフォマティクス・プラットフォームの構築**
- （４）アスファルテン凝集挙動解析技術の確立**
- （５）基盤技術を実証技術開発に活用するための新規要素技術の開発**

※ペトロリオミクス技術：分子の集合体（超複雑系混合系）である 重質油を、**分子レベルで分析・解析**することにより、石油精製プロセスを分子の移動、反応、分離として捉える新たな技術体系

1. 基盤技術開発の概要②

2

超高分解能質量分析装置(FT-ICR-MS)



重質油の分子式(元素の種類と数)と環構造情報(種類と数)の分析技術を構築

重質油の構造情報(環、側鎖、架橋の情報)を取り扱う技術の構築

高速反応評価装置(HTE)



重質油の水素化反応実験を16パターン同時に実施する技術を構築

リアクターのベッド毎の反応触媒量の変化に対応

(1)重質油の**詳細組成構造解析**技術の開発

(2)**分子反応モデリング**技術の開発

(3)**ペトロインフォマティクス**の構築

(4)**アスファルテン凝集挙動解析**技術の確立

2. 個別要素技術の開発成果

(1) 重質油の詳細組成構造解析技術の開発

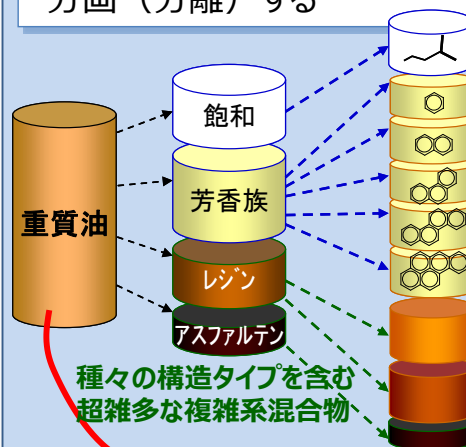
【技術開発の背景および内容】

- 重質油中に含まれる成分を分子レベルで解明できる技術を開発する。
- 技術開発項目と開発目標は以下の通り
 - ①-1 重質油を分子量及び物性の違いで30分画出来る詳細分離方法を確認する
 - ①-2 金属含有化合物を高濃度に濃縮する技術を確認する
 - ②-1 減圧残油相当までの重質油に含まれる化合物を芳香環、ヘテロ環、含金属化合物別解析技術を確認する
 - ②-2 アスファルテンの構造を解析する技術を確認する
 - ③・新規分子記述法に基づき、基本骨格の相違を表現できる可視化ツールを開発する

超高分解能質量分析装置により
重質油の分子式 (C,H,S,N
等の数) と環構造を解析する



重質油を分子の構造タイプ別に
分画 (分離) する



高精度分離装置により、
レジン、アスファルテンな
どの重質成分について
も環数等により分画

(1) 重質油の詳細組成構造解析技術の開発

【成果】

①分離前処理技術の開発

①-1分離・前処理技術 ; 重質油を極性、分子量、芳香族環数の3種類の分離モードの組み合わせにより、回収率95%以上を確保の上、30分画できる技術を確認

①-2金属含有化合物濃縮技術 ; 30倍濃縮技術を確認

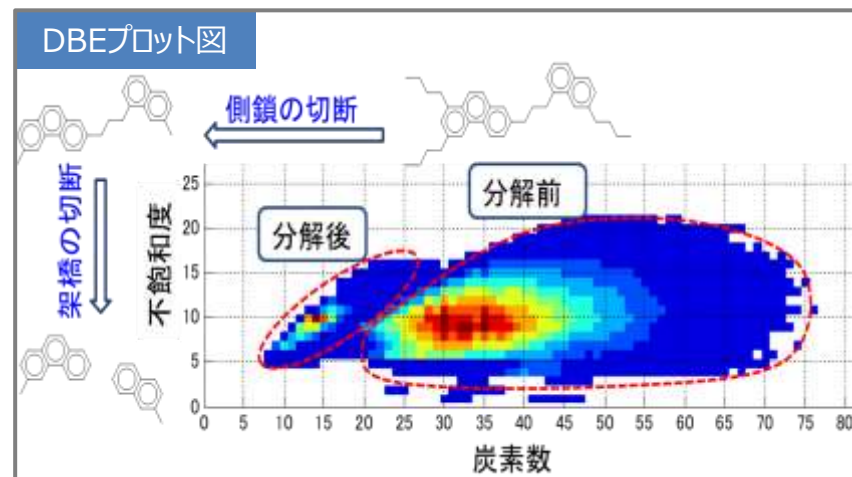
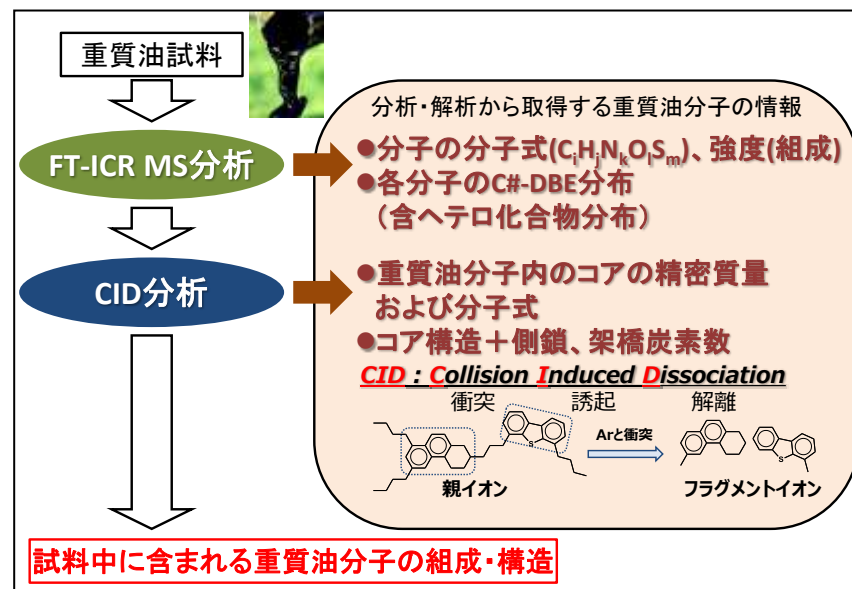
②詳細組成分析法の開発

②-1詳細組成分析技術 ; フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析計(FT-ICR MS)を用い、数万以上の成分を分子式レベルで短時間に分析する手法を確認

②-2コア構造解析技術 ; 分子中のコア構造推定手法(CID FT-ICR MS)を確認し、重質油分子中に含まれるコア構造、側鎖、架橋の構造属性を同定する技術を確認

③可視化ツールの開発

③分子構造可視化技術 ; 超多成分複雑系である重質油の構造情報の理解を容易にするため、DBEプロット図、コア構造分布図などを実用化



(2) 分子反応モデリング技術の開発

【技術開発の背景および内容】

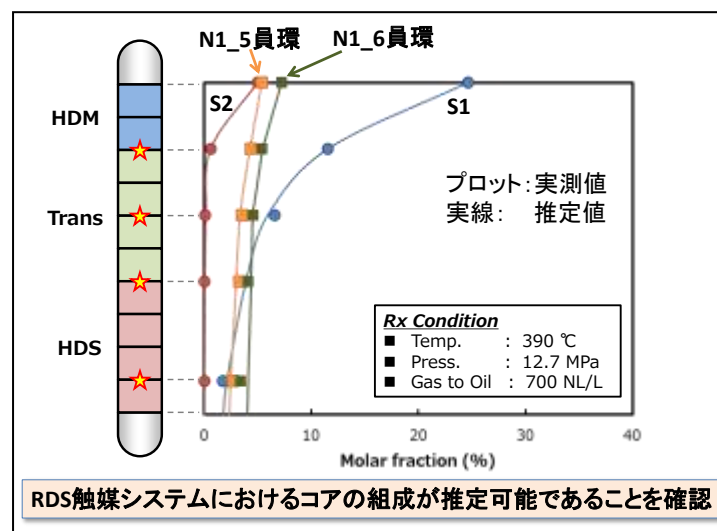
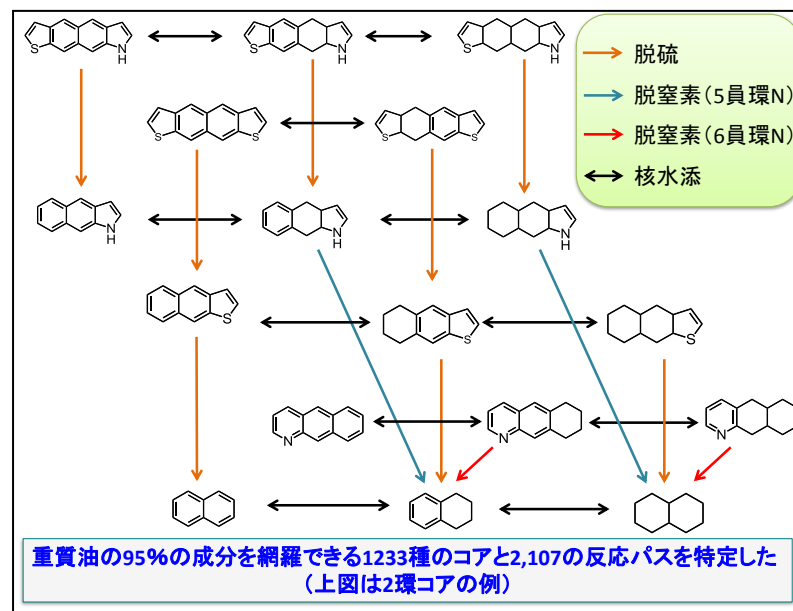
- 重質油の詳細組成構造解析結果を基に、分子レベルで反応性を評価できるようにするために、重質油分子の反応モデルを開発する
- 技術開発項目と目標は以下の通り
 - ① 分解系軽油ブレンド処理に対応する軽油超深脱モデルの開発
高速反応評価装置を活用して、直留軽油／分解軽油混合油の超深度脱硫を分子反応として解析し、生成油組成を高精度に推定しうる反応モデルを確立する
 - ② 各種重質油ブレンド処理に対応する直脱モデルの開発
高速反応評価装置を活用して、様々な重質油の直接脱硫を分子反応として解析し、生成油組成を高精度に推定しうる反応モデルを確立する
 - ③ 触媒活性劣化モデルの開発
上記反応モデルに連動した触媒寿命低下を引き起こすコーキング現象を分子レベルで定式化したモデルを確立する



(2) 分子反応モデリング技術の開発

【成果】

- ① 分解系軽油ブレンド処理に対応する軽油超深脱モデルの開発； 軽油の一般性状から分子組成を推定し、水素化反応速度に基づく反応モデリング技術を確立し、水素化生成油中のナフテノベンゼン収率の推定を実用レベルで確認
- ② 各種重質油ブレンド処理に対応する直脱モデルの開発； 重質油の構造属性情報（コア、架橋、側鎖）単位で直接脱硫反応（RDS）のモデリング技術を確立し、RDS触媒 3 種の組合わせ系で反応シミュレーションに適用できることを確認
- ③ 触媒活性劣化モデルの開発； 触媒堆積コーク分からコーク前駆体を抽出し、コーク化がナフテン環生成と脱水素反応による芳香環の多環化が主要因である事を解明



(3) ペトロインフォマティクス技術の開発

【技術開発の背景および内容】

- 本事業では過去にない石油分子の組成・構造にかかわる膨大な情報が生み出されるため、新たに石油の組成・構造情報を情報学的に処理する技術をペトロインフォマティクスと命名し、共通基盤技術として構築する。

さらに、プロセス性能検討・改良・開発等を効率的に進める統合システム、ペトロインフォマティクス・プラットフォーム(PIP)を構築する。

- 技術開発項目と開発目標は以下の通り

①新規ツールの開発

- ①-1重質油中の各化合物、反応生成物の情報を基に物性及び反応性に基づくランピング技術を確立する
- ①-2ランピングされた化合物群に対するバルクの物性推算技術を確立する

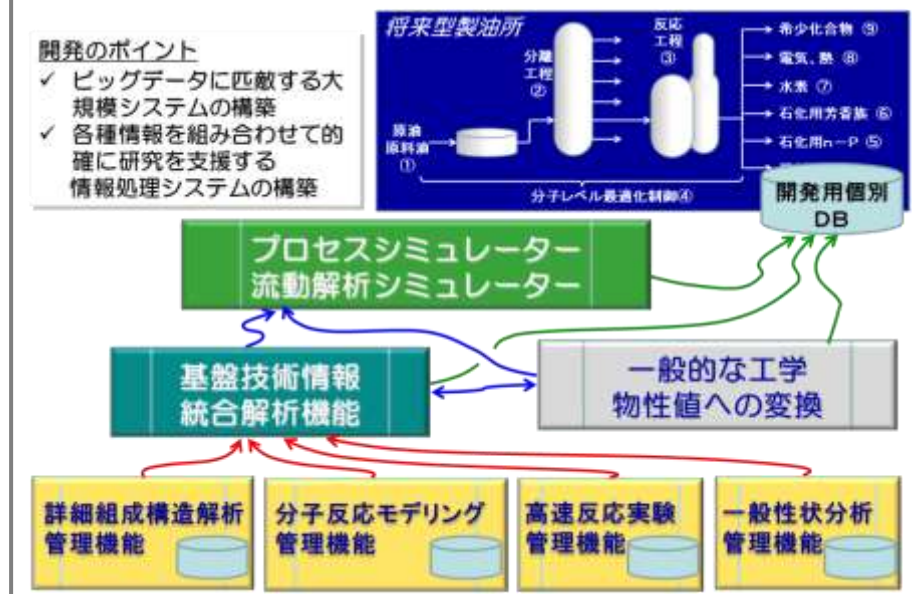
②データベースシステムの開発

- ②-1石油分子の構造と物性のデータベースを構築する
- ②-2各要素技術で開発された技術とデータベースを連動させるシステムを構築する

③統合化技術の開発

各要素技術を P I P システムで活用するための新規化学記述式的具体化と変換方法の構築及び石油成分を包括的に表現するための手法を開発する

PIP (Petroinformatics -Platform) の概念



分子量	分子式	分子ID	組成
617. 921	C46H51N	006107002001000000BC004000000SC0060SC003000000	23. 60
617. 921	C46H51N	001008024001000000BC004000000SC0060SC002000000	5. 61
617. 921	C46H51N	0100100802300000000000BC004000000SC0060SC000000000	325. 24
615. 905	C46H49N	コア1 コア2 コア3 架橋1 架橋2 側鎖1 側鎖2 側鎖3	3. 02
615. 905	C46H49N	002107009100000000BC004000000SC006000000000000	2. 03
615. 905	C46H49N	021008024001000000BC004000000SC0060SC002000000	5. 30
615. 905	C46H49N	0031080230000000000000BC004000000SC006000000000000	24. 93

(4) アスファルテン凝集挙動解析技術

【技術開発の背景および内容】

- 精製設備内部の汚れや閉塞の原因物質であり、触媒の活性低下も引き起こすアスファルテンは、凝集状態を形成することが知られているが、その詳細は解明されていない。

ペトリオミクス技術の活用によりアスファルテンの凝集挙動を解析し、つぎに、凝集挙動（溶解・凝集・析出）を制御するための基礎技術を開発する

- 技術開発項目と開発目標は以下の通り

アスファルテン凝集挙動解析技術の確立（事業の後半からは、発展的にアスファルテン凝集制御技術を開発内容とした）

； アスファルテンの凝集度を定量的に予測できるモデルを開発すると共に、本モデルと直脱モデルを連成し解析する事で、最適な凝集緩和方法を提示する手法を確立する

①開発の背景

－アスファルテンの**凝集・析出を制御**することは石油産業にとっての重要課題

- 上流（原油生産）：坑井閉塞
- 中流（輸送・備蓄）：パイプライン閉塞、タンク底スラッジ
- 下流（精製）：加熱炉ファウリング、熱交スラッジ、触媒コーク劣化



<http://www.bakerhughes.com/products-and-services/production/upstream-chemicals/flow-assurance-services/asphaltene-paraffin-control-ppds>

②開発のアプローチ

先進的実験技術を駆使した
As凝集/析出挙動の把握

- SAXS、DLS、RS、NMR
- 高温高圧試料セルによる挙動観察（セルは特製、欧米も真似できない匠の技）

As凝集メカニズムの解明

- 詳細組成構造解析
- Asモデル化合物を新規合成

定量的な溶解/凝集/析出
モデルの開発

- **定量化指標としてHSPIに着眼**
- 重質油用HSPを開発
- 多成分を考慮した計算プロトコル確立

開発モデルの活用による
精製課題の解決

- RDS高度前処理の最適化

(4) アスファルテン凝集制御技術

【成果】

重質油を構成する超多成分の溶解/凝集/析出挙動を定量的に予測できるモデル（MCAM）を開発した。

また、本モデルによってAR（常圧蒸留残油）に各種添加剤を加えた時の凝集緩和効果を予測できることを確認

アスファルテン凝集モデルの技術体系

改良HSP(JKU-HSP:

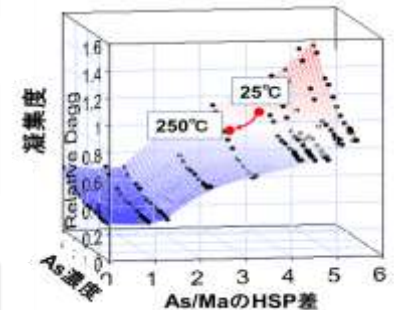
HSP by JPEC and Kansai Univ.)

- 重質油用の原子団寄与法パラメータ
- 構造読み取りHSP計算プログラム

重質油に適用するためHSP推算法を改良

凝集指数(AI: Aggregation Index)

$$AI = f(RED_{As/Sol}(T), C) \\ = f(\delta_{As}(T), R_{0As}(T), \delta_{Sol}(T), C)$$



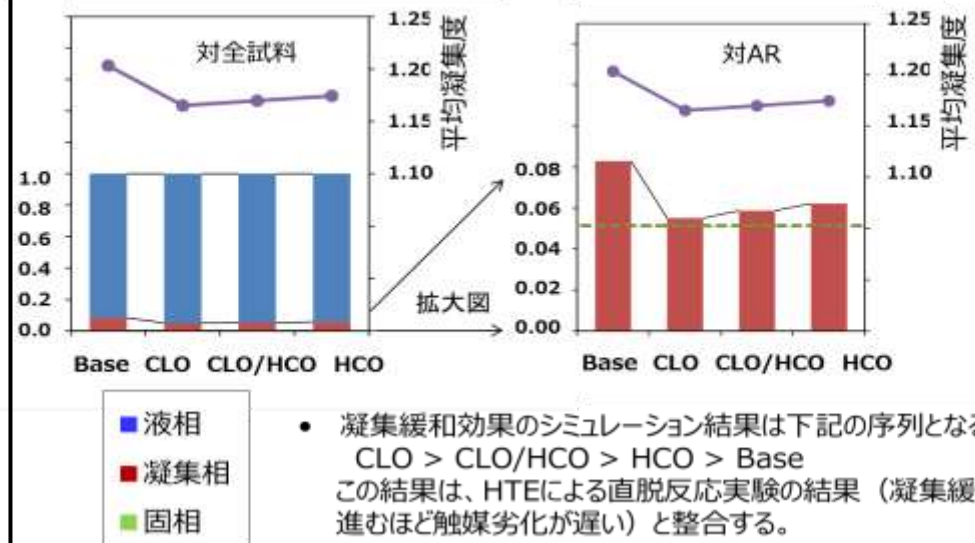
多成分系凝集モデル(MCAM:

Multi-Component Aggregation Model)

- 各成分の溶解/凝集/析出はAIに従う
- 全分子組成に基づき、多成分系の挙動を定量的に予測する

AIをベースに多成分系の溶解・凝集・析出モデルを構築

アスファルテン凝集緩和剤の効果



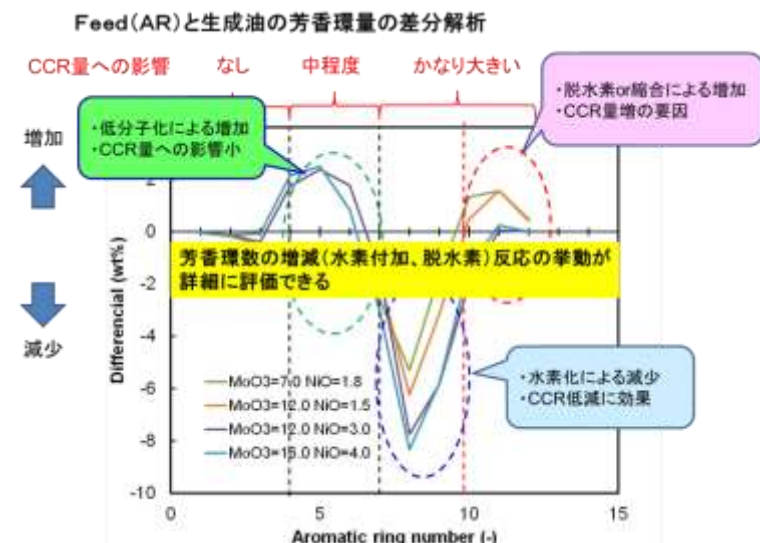
(5) 基盤技術を実証技術開発に活用するための新規要素技術の開発

【技術開発の背景および内容】

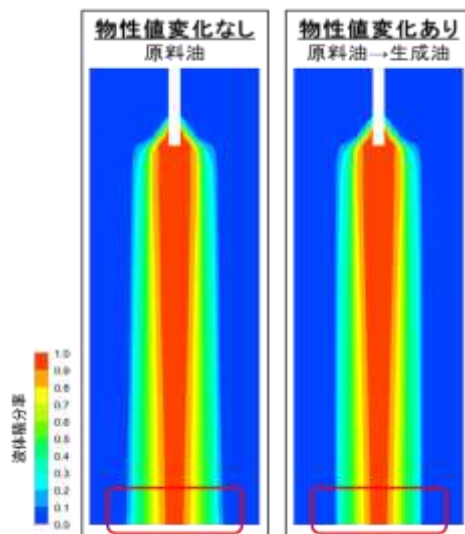
- 直脱触媒の性能をペトリオミクス技術により解析し、触媒設計指針及び反応器設計指針を提示する
- 技術開発項目と開発目標は以下の通り
 - ①直脱触媒反応場設計技術開発
 - ①-1直脱触媒の性能向上の指針を提示する
 - ①-2反応器内の固化偏流等を可視化するシミュレータを構築する

【成果】

- ①直脱触媒反応場設計技術開発
 - ①-1CCR（残留炭素分）生成に寄与する分子を同定（7～9環芳香族）し、この化合物の水素化促進の触媒特性を解析
脱メタルに関して、メタル化合物は特定できたが、生成油中のメタル量が微量のため反応追跡ができず、反応機構解析ができなかった。
 - ①-2市販の流動解析シミュレータのパラメータを、直脱反応塔を模したコールドフローモデル実験等から適用し、内部流体の物性値はペトリオミクスによる分析値を与えることで、固化偏流等を可視化する基本モデルを構築した。



CCR生成に寄与する分子種の試作触媒反応による増減解析



直脱反応塔内の流動解析基本技術の構築

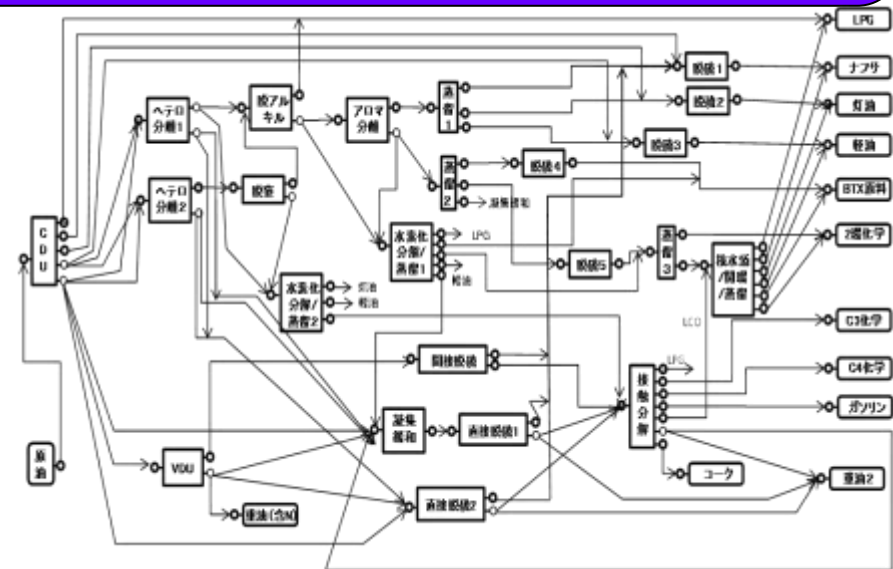
(5) 基盤技術を実証技術開発に活用するための新規要素技術の開発

【技術開発の背景および内容】

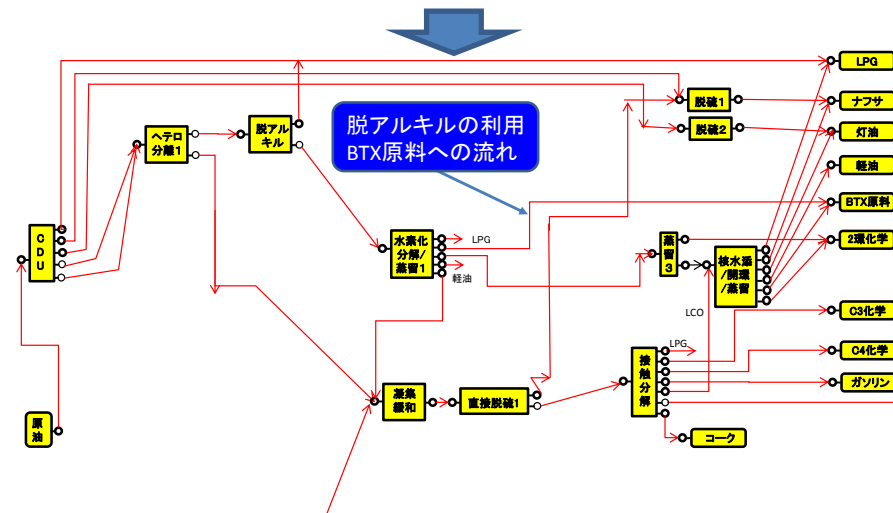
- ペトロリオミクス技術を生かした次世代の製油所に必要となる新規開発技術を提示し、開発の可能性を明らかにする
- 技術開発項目と開発目標は以下の通り
 - ② 次世代製油所に求められる新規技術開発の可能性を明らかにする

【成果】

- ②-1 装置構成(コンフィグレーション)最適化ツールの開発
新規開発技術をメリット／コストの点から評価できるプロセス評価基本ツールを構築し、芳香族化合物の脱アルキル化触媒及び脱窒素性能に優れた脱硫触媒の開発の定量的効果を評価
- ②-2 アルキル多環芳香族の脱アルキル化触媒の開発
アルキル多環芳香族から長鎖アルキル基を分解せずに切断する新規触媒（実験室レベル）を開発



コンフィグレーション最適化ツールの初期の構成



アルキル多環芳香族の脱アルキル技術導入時の最適コンフィグレーション

3. 実証技術開発の概要

● 概要

ペトロリオミクス技術を活用し、重質油等の分解率向上を目指した技術開発と、重質油の脱硫・分解プロセスの強化に伴い、ユーティリティとしての水素について製油所内での最適化を行うための技術開発を実施する。

具体的には、以下の要素技術の開発を行う。

(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

- ① 高度前処理・水素化処理による重質油分解プロセス技術開発（袖ヶ浦701研）
- ② 触媒劣化機構解明による難反応性原料の最適処理技術開発（横浜701研）
- ③ 超重質油処理のための高度残油分解プロセス技術開発（幸手701研）
- ④ 先進的超重質油改質(SPH)プロセスの開発（鶴見701研・荒井701研）
- ⑤ 分解軽油等新規アップグレーディングプロセスの開発（横浜702研・鶴見702研）

(7) 重質油脱硫・分解ユーティリティ技術（平成26年度～平成27年度）

- ① 省エネルギー型水素精製プロセス開発（横浜704研）
- ② 高効率水素発生プロセス開発（横浜705研）

4. 個別要素技術の開発成果

(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

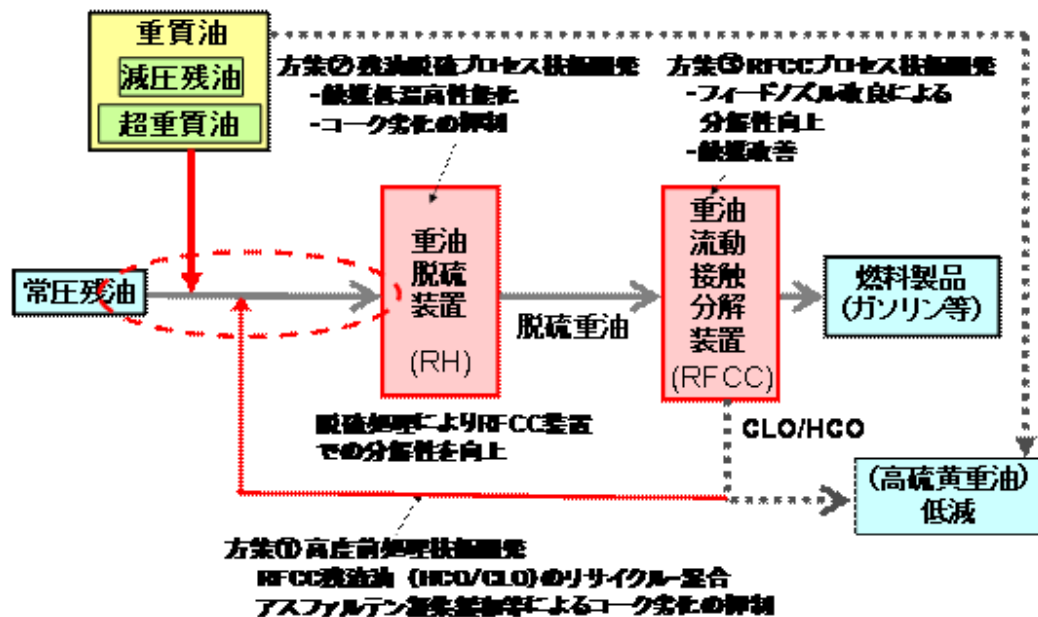
① 高度前処理・水素化処理による重質油分解プロセス技術開発(袖ヶ浦701研)

【技術開発の背景および内容】

■ 既往の重質油分解プロセス(RDS-RFCC)で、劣質な重質油の処理量を増加するための技術開発を実施する。

■ ペトロリオミクス技術を活用した以下の技術開発を行う。

- ① アスファルテン凝集緩和等によるコーク前駆体生成抑制のための高度前処理技術
- ② 低温高活性、劣化耐性に優れた残油脱硫プロセス技術
- ③ 重質油留分の分解反応性を飛躍的に向上させるR F C Cプロセス技術



■ 開発目標は、重質油（減圧残油および超重質油）を従来よりも10%増処理できる技術を開発する。これは高硫黄重油の生産量がこれまでよりも30%低減可能となる。

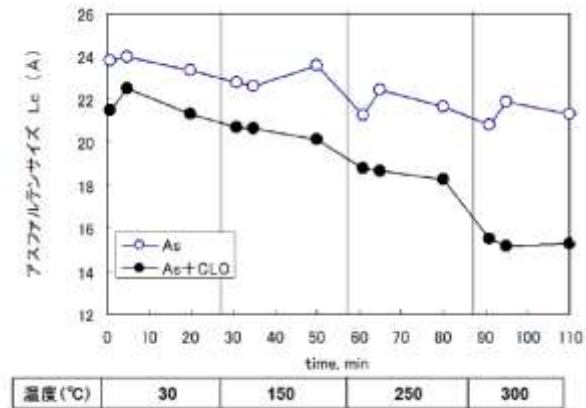
(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

① 高度前処理・水素化処理による重質油分解プロセス技術開発(袖ヶ浦701研)

【成果】

① アスファルテン凝集緩和等によるコーク前駆体生成抑制のための高度前処理技術

- ペトロ技術（詳細組成構造解析）を用いて、アスファルテンの凝集緩和剤（3～5環アロマ）を選定。効果を確認（右図）。

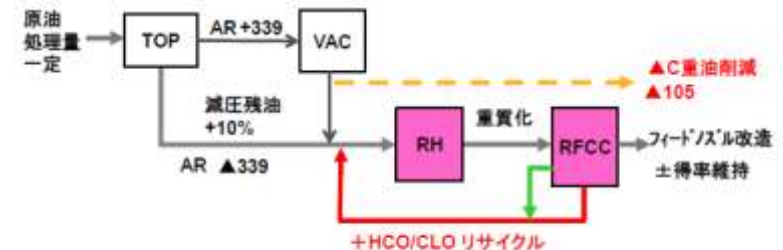


② 低温高活性、劣化耐性に優れた残油脱硫プロセス技術

- 脱窒素活性を向上させることで、従来よりも脱硫活性の高い触媒を得ることができた。

③ 重質油留分の分解反応性を飛躍的に向上させるRFCCプロセス技術

- フィードノズルの変更，反応分子サイズに適した触媒へと改良することでRFCC性能を向上させた。



■ 成果の実証

- 開発技術を製油所(2箇所)に適用し，実証運転を実施した（右図）。
- 重質油10%増処理にて，基準以上の性能を確認し，目標を達成した。

減圧残油処理	H23	H24	H25	H26	H27
①高度前処理		○	○	○	○
②脱硫触媒			○		○改良
③フィードノズル				○	○
④RFCC触媒				○	○

重質油比率(%)	base	+10	+10	+10	+10
RH劣化速度(℃/日)	base	+0.01	-0.05	+0.01	-0.08
RFCC得率(%)	base	-2.2	-2.5	+0.7	+0.85

(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

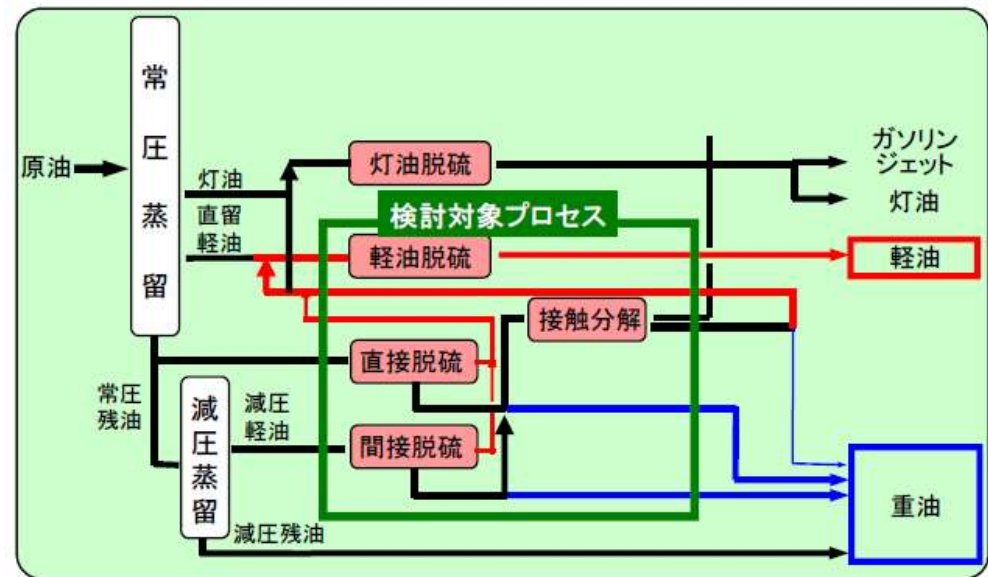
② 触媒劣化機構解明による難反応性原料の最適処理技術開発(横浜701研)

【技術開発の背景および内容】

■ これまで重油として利用していた直接脱硫軽油（RDS-GO）、接触分解軽油（LCO）を、軽油脱硫装置で処理して軽油利用可能とする技術を開発する。

■ 技術開発項目は以下の通り。

- ① 原料油反応性評価技術，原料油の精密分析技術 → 触媒劣化因子特定に繋げる
- ② 廃触媒の精密分析技術（ペトロリオミクス技術活用も含む） → 触媒劣化機構の解明に繋げる
- ③ 触媒劣化機構に基づいた劣化抑制技術 → 最適処理指針へ繋げる



■ 開発目標は、難反応性原料を処理した際の触媒劣化機構を分子レベルで解明し、得られた知見を活用して、急速な触媒活性低下を抑制する難反応性原料等の最適処理指針を提案する。

(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

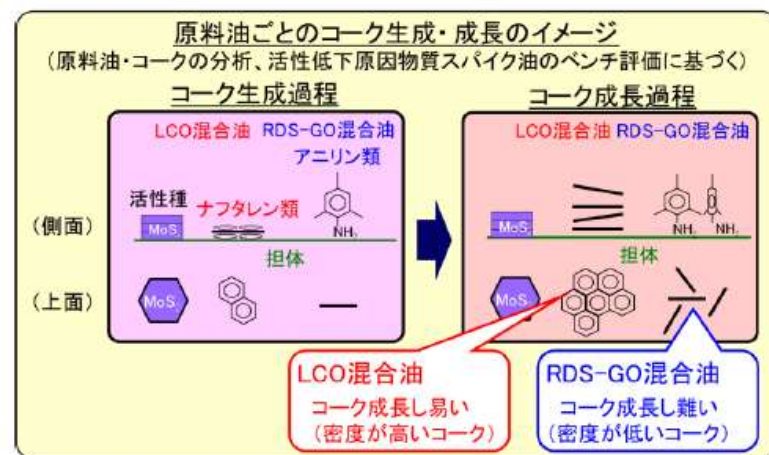
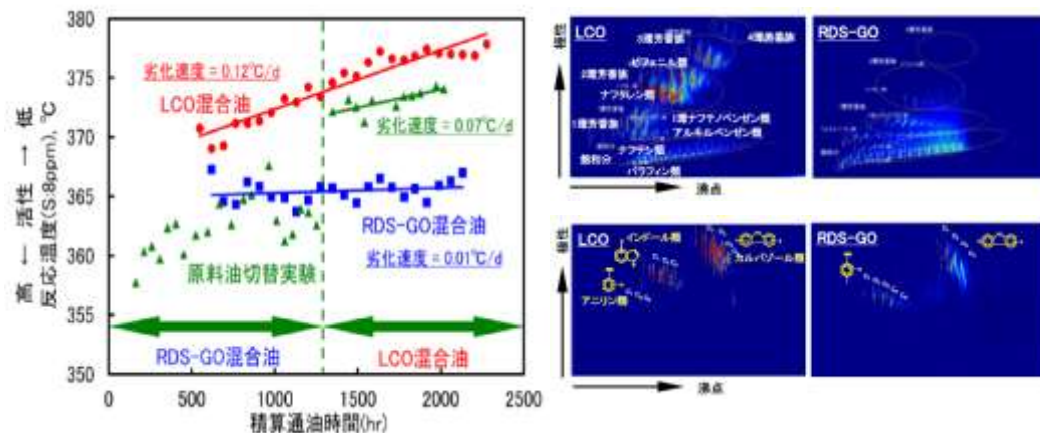
② 触媒劣化機構解明による難反応性原料の最適処理技術開発(横浜701研)

【成果】

- ① 原料油反応性評価技術，原料油の精密分析技術→触媒劣化因子特定
 - ・ LCO劣化大→ナフタレン類関与
 - ・ RDS-GO劣化小→アニリン類関与
- ② 廃触媒の精密分析技術（ペトロリオミクス技術活用も含む）→触媒劣化機構解明
 - ・ 右図の触媒劣化（コーク生成・成長）を立案
- ③ 触媒劣化機構に基づいた劣化抑制技術→最適処理指針
 - ・ 触媒劣化抑制のため運転指針として，RDS-GO → LCO切り替え運転を提案

■ 成果の実証

- ・ ベンチ運転にて上記切り替え運転を実施し，触媒劣化が40%抑制されることを確認し，目標を達成した。



(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

③ 超重質油処理のための高度残油分解プロセス技術開発(幸手701研)

【技術開発の背景および内容】

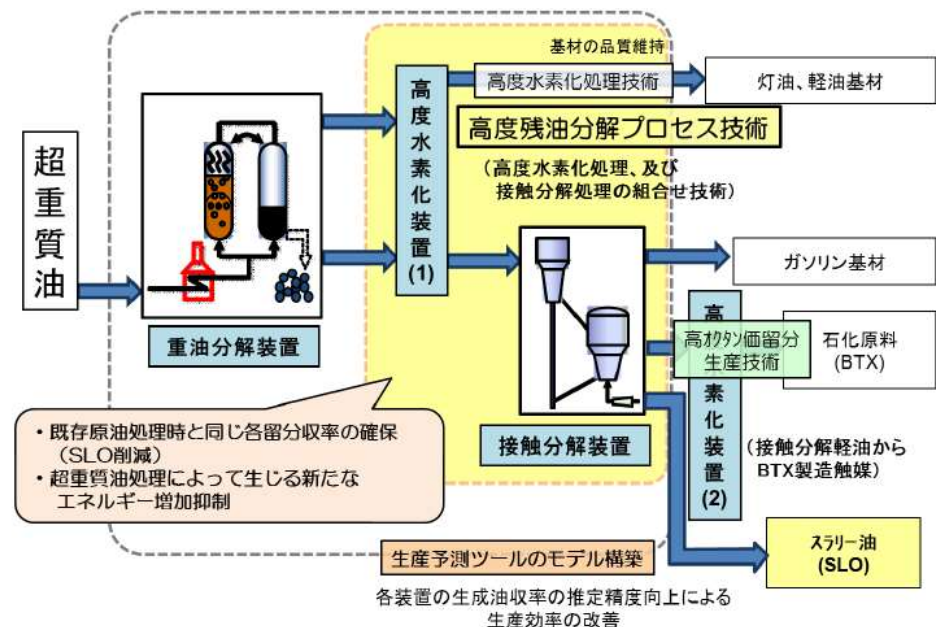
■ 超重質油を重油分解装置で処理し，国内の石油製品品質に適合する製品を製造できる技術を開発する。

■ 技術開発項目は以下の通り。

- ① 在来原油に比べ，硫黄・窒素・芳香族分を多く含む熱分解油の高度水素化処理技術
- ② 難反応性留分を接触分解しSLO収率を低下させる技術
- ③ LCOを高オクタン価留分へと変換する技術

■ 開発目標は，以下の通り。

- (1) 製品収率と品質を維持しつつ超重質油処理によって生じる新たなエネルギー増加抑制を可能とする高度水素化処理および接触分解処理の組み合わせ技術
- (2) 接触分解装置の分解軽油を原料とし，石化原料生産時に従来比2倍以上の高オクタン価留分（BTX）生産技術



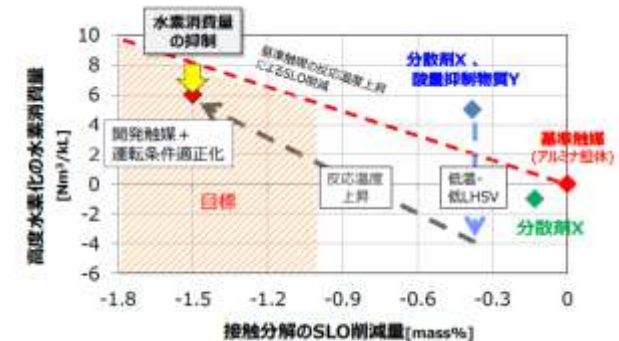
(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

③ 超重質油処理のための高度残油分解プロセス技術開発(幸手701研)

【成果】

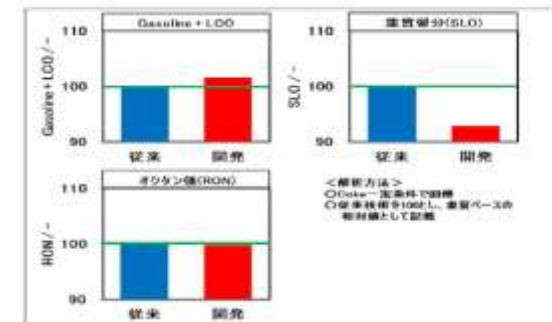
① 高度水素化処理技術

- 触媒改良（分散剤X, 酸量抑制物質Y）及び反応条件の最適化を実施
- エネルギー消費量の増加無しに接触分解後のSLO収率低減を確認（右図）



② 難反応性油接触分解技術

- ゼオライトの耐久性向上対して、リン含有ラダー状化合物添加が有効であることを見出した。（右図）
- 商業装置での運用評価を実施し、問題ないことを確認した。

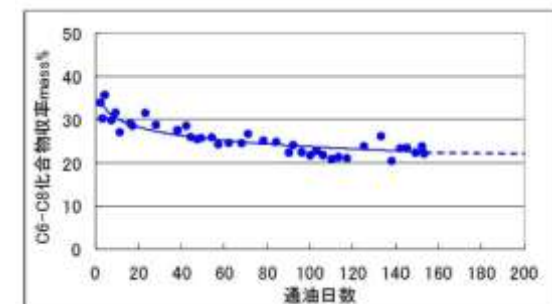


③ 高オクタン価留分製造技術

- 触媒改良（メソ細孔の最適化）により目標到達

■ 成果の実証

- 各技術の触媒改良等により目標到達を確認。
- 難反応性油接触分解技術は製油所実証を行った。



(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

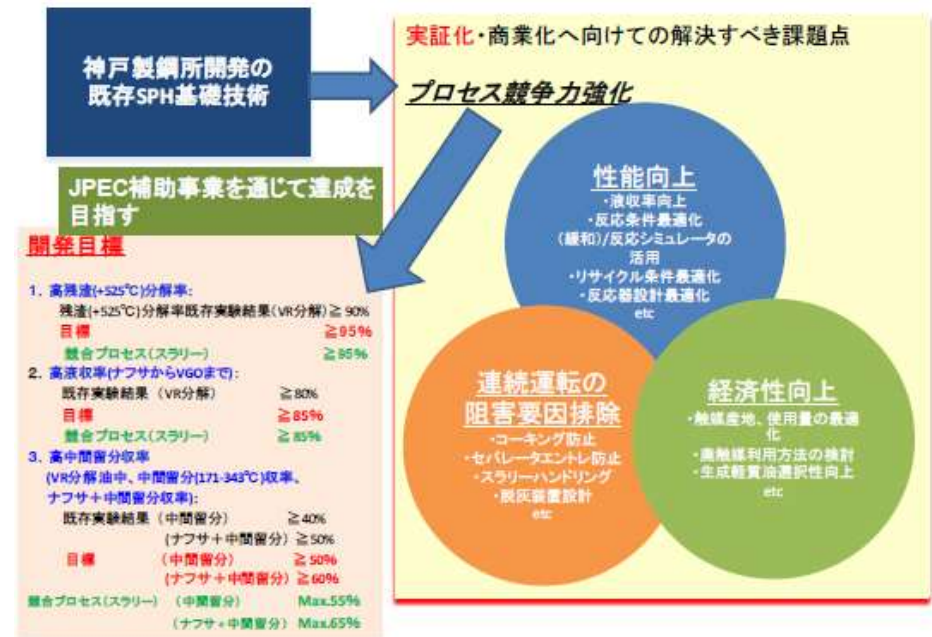
④ 先進的超重質油改質（SPH）プロセスの開発（鶴見701研/荒井701研）

【技術開発の背景および内容】

■ スラリー床水素化分解（SPH）プロセスを実用化するためにプロセス競争力強化に向けた技術開発を行う。

■ 技術開発項目は以下の通り。

- ① “性能向上（分解率・液収率向上）”のための反応条件，リサイクル条件等の最適化
- ② “経済性向上”のための触媒産地，使用量の最適化，廃触媒の利用法検討
- ③ “連続運転の障害要因排除”のため，スラリーハンドリング，コーキング防止等の検討



■ 開発目標は，競合プロセス（スラリー床）性能と同等以上となるよう，以下の定量目標値を設定した。

- (1) 残渣（+525℃）分解率95wt% 以上
- (2) 液（ナフサ～VGO留分）収率85wt% 以上
- (3) 中間留分（171～343℃）収率50wt%以上，ナフサ+中間留分収率60wt% 以上

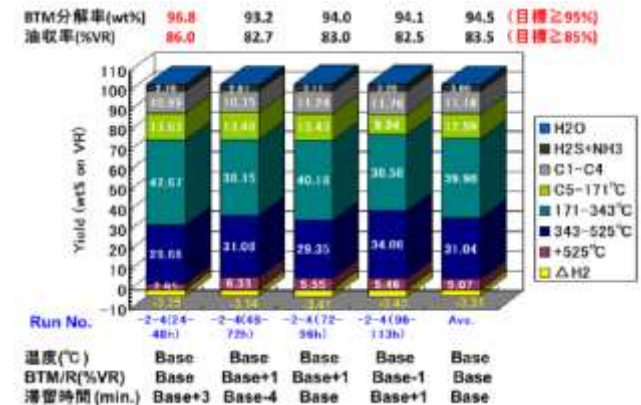
(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

④ 先進的超重質油改質（SPH）プロセスの開発（鶴見701研/荒井701研）

【成果】

① 性能向上

- 反応条件（温度，滞留時間，触媒量，リサイクル等）を最適化することにより，性能目標値に到達した。（右図）



② 経済性向上

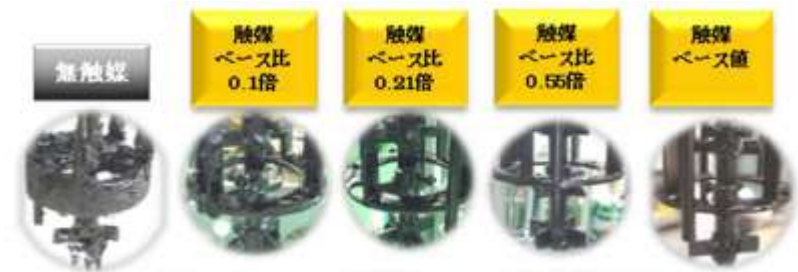
- 有望な触媒産地を抽出，反応性確認。
- 廃触媒を製鉄原料として利用する可能性を見出した。

③ 連続運転の障害要因排除

- スラリーハンドリングに関する知見を取得
- SPH触媒添加によりコーキング抑制を確認

■ 成果の実証

- SPHプロセスの競争力を強化する要素技術を確立させた。
- 性能目標値をベンチスケールユニット（装置能力3bbl/day）にて実証した。



(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

⑤ 分解軽油等新規アップグレードプロセス（横浜702研/鶴見702研）

【技術開発の背景および内容】

■ 接触分解装置（FCC）は、重質油処理法として重要である。しかし、並産される分解軽油（LCO）は余剰になることが想定され、その高付加価値化が望まれている。

■ LCOを高付加価値品(BTX)に変換するための技術開発項目は以下の通り。

- ① LCOのアップグレードを可能とする要素技術（前処理，触媒）
- ② 要素技術を組み込んだプロセス開発

■ 開発目標は、以下の通り。

- (1) 既往技術との差別化を図るため、反応塔へ外部からの水素導入行わずに高効率でBTXを製造する技術とする。
- (2) 性能目標は、経済性を有すると判断されるBTX収率35%を定量目標値とした。



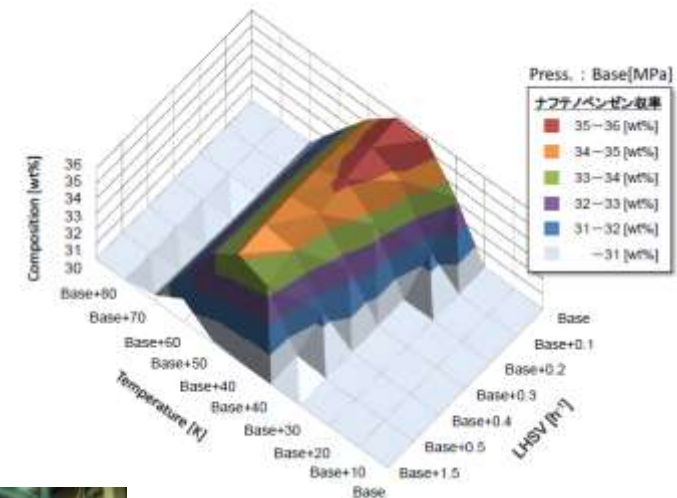
(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術（平成23年度～平成27年度）

⑤ 分解軽油等新規アップグレーディングプロセス（横浜702研/鶴見702研）

【成果】

① LCOをアップグレーディングする要素技術

- 分子反応モデリング(ペトロ技術)を活用した前処理シミュレータの開発（右図）→BTX収率向上条件を選定
- 水素が存在しない条件下，さらに流動反応に利用できるアップグレーディング触媒を開発



② 要素技術を組み込んだプロセス開発

- 流動床を想定した評価装置を設置。
- 開発した触媒，前処理を利用し，目標値のBTX収率35%を実現させた。
- さらにスケールアップに伴う流動特性の把握を完了させた。



■ 成果の実証

- 開発技術を利用して，ベンチプラントにて，水素導入なしでBTX収率35%を確認し，目標を達成した。

(6) 重質油脱硫・分解プロセス技術開発でのペトロリオミクス技術活用一覧

テーマ	活用目的	効果	活用内容
①	RDS高度前処理	残油分の増処理 触媒寿命の延長	凝集モデルを用いてAsを凝集緩和する リサイクル留分の条件を最適化する
	RFCC触媒設計	重質油の分解率向上	原料油の分子サイズ情報を分析し、触媒の細孔を設計する為の情報を与える
②	LGO-HDS触媒の コーク劣化機構解明	LCOの増処理 触媒寿命の延長	コーク前駆体の分析からコーク生成パスを推定し、 活性劣化予測に活用する
③	原料構造から生成油の 収率予測	原料油とその最適処 理方法の選定	原料油の組成・構造を分析し、生成油の留分得 率を予測する情報を与える
④	ボトムリサイクル効果の機 構解明	ボトムリサイクル最適 化（分解率向上）	原料と生成油の詳細組成分析により、ボトムリサ イクル条件の影響を把握する
⑤	水素化前処理条件の最適 化	BTX収率の極大化	LCO水素化反応モデルを用いて、 最適な水素化前処理条件を抽出する

主に重質油の分析より得られる情報を活用して、各テーマの成果創出に寄与した

(7) 重質油脱硫・分解ユーティリティ技術（平成26年度～平成27年度）

① 省エネルギー型水素精製プロセス開発(横浜704研)

【技術開発の背景および内容】

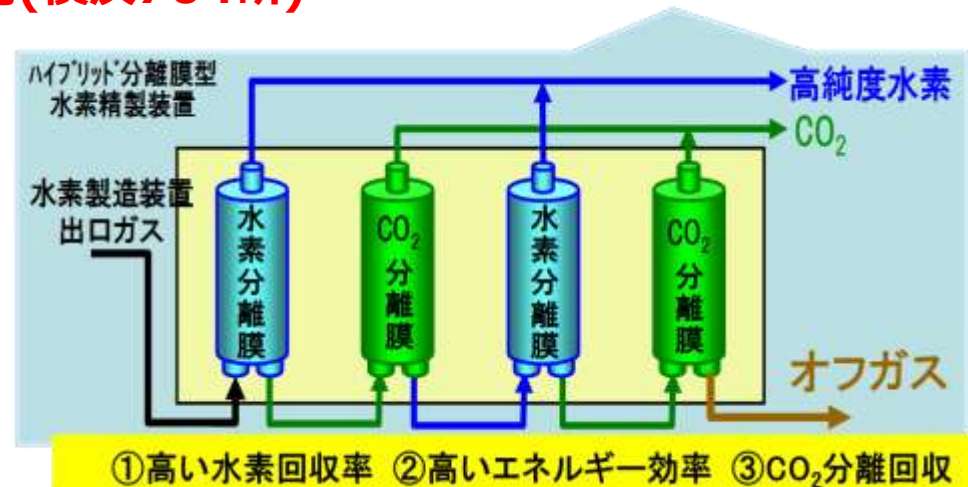
- 重質油等の高度処理、船舶用燃料の低硫黄化等によるユーティリティ水素の需要増加
水素を含むオフガスからの水素回収

- 技術開発項目は以下の通り。

- ① 保有膜技術を基盤とする膜寿命予測シミュレーター開発
- ② 熱交換器一体型分離膜モジュール開発
- ③ 低濃度水素からの副生物分離・水素精製システムを開発
- ④ 水素中不純物分析システムを開発

- 開発目標は、以下の通り。

- ① 予想膜寿命16,000時間
- ② 熱交換器一体型200Nm³/h級水素分離膜モジュールの開発
- ③ 低濃度水素（純度約30%）から50%以上水素を回収する膜分離システム
- ④ ppbレベルの水素中の不純物を分析する分析システム開発

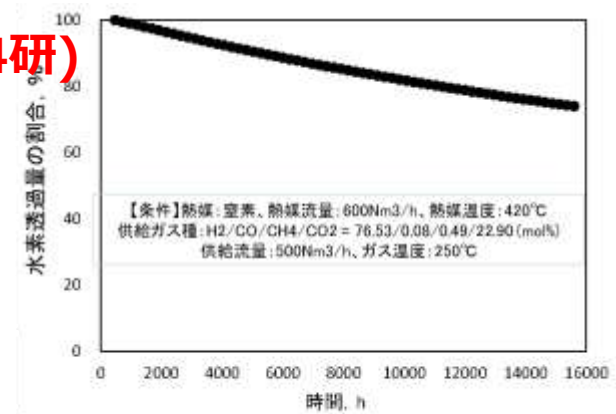


(7) 重質油脱硫・分解ユーティリティ技術（平成26年度～平成27年度）

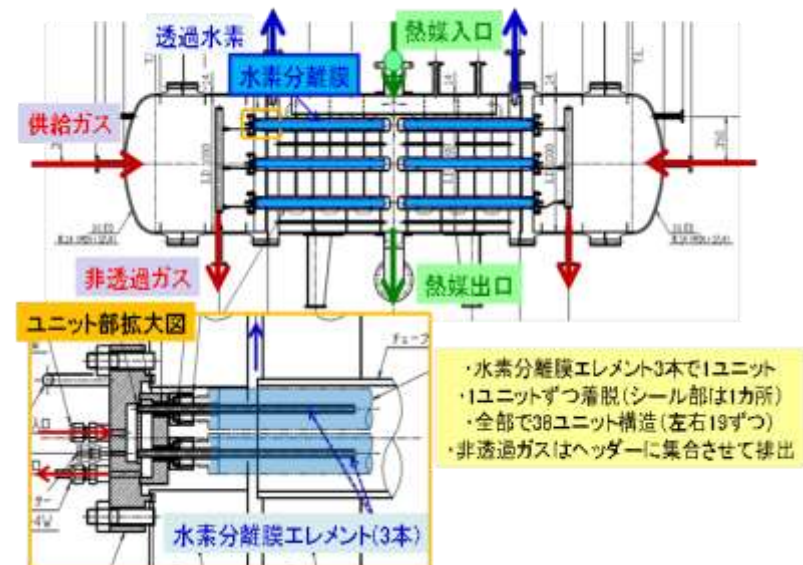
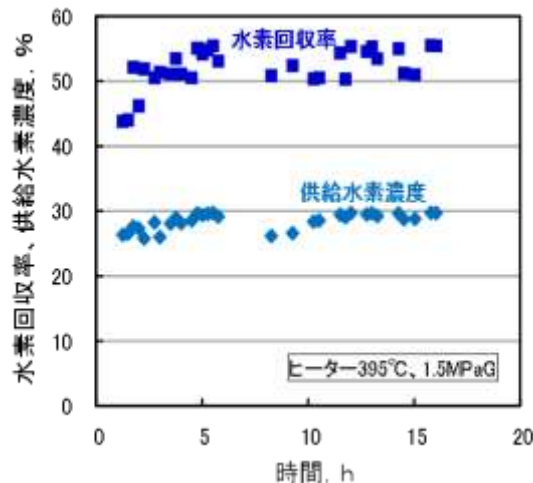
① 省エネルギー型水素精製プロセス開発(横浜704研)

【成果】

- ① 開発シミュレーターで初期から水素透過量は低下するが16,000h後も水素透過能を維持できることを確認
- ② 開発モジュール全体で200Nm³/h以上の水素透過ポテンシャルを持つことを確認
- ③ 低濃度水素（純度約30%）から50%以上水素を回収できるポテンシャルがあることを確認
- ④ 開発分析システムで水素中のppbレベルの微量不純物を分析可能であることを確認



透過初期に比べて水素透過量は低下するが目標の16000h後も水素透過能は維持



(7) 重質油脱硫・分解ユーティリティ技術（平成26年度～平成27年度）

②高効率水素発生プロセス開発(横浜705研)

【技術開発の背景および内容】

- 低純度水素を回収して高純度な水素に精製し、再度製油所内で再利用できる技術が必要
水素キャリアを用いた低純度水素回収、精製プロセスの適用（有機ハイドライド活用）

- 技術開発項目は以下の通り。

- ① 小規模水素発生装置の詳細設計とエンジニアリングデータの採取
- ② 脱水素触媒の量産化技術確立

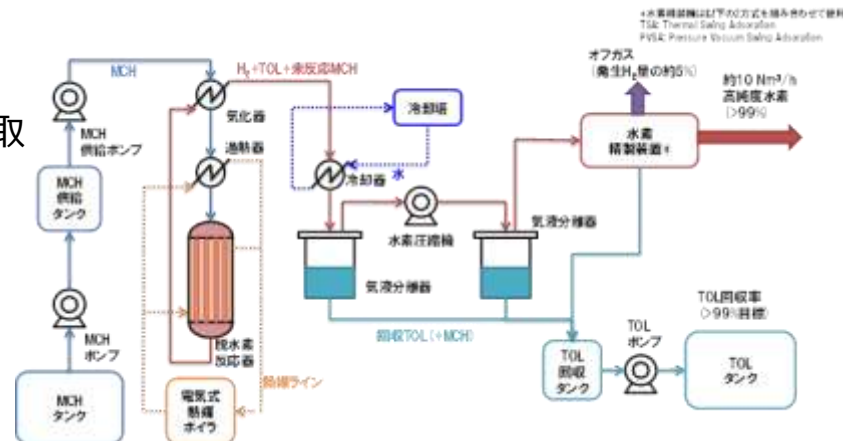
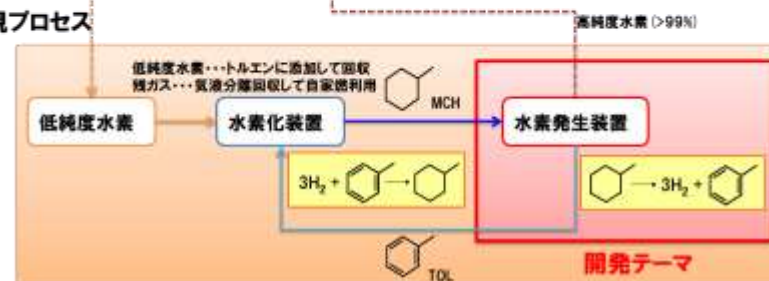
- 開発目標は、以下の通り。

- ① ラボスケールの1,000倍程度の規模を有する小規模装置を用いた、大規模装置設計に必要なエンジニアリングデータ採取
- ② 開発触媒（転化率 $\geq 90\%$ 、触媒寿命 ≥ 1 年）の商業規模での量産化技術確立
※転化率 = $[TOL濃度] / ([MCH濃度] + [TOL濃度])$

現状



新規プロセス



(7) 重質油脱硫・分解ユーティリティ技術（平成26年度～平成27年度）

②高効率水素発生プロセス開発(横浜705研)

【成果】

- ① 小規模水素発生装置の設計性能を確認。
反応器温度，反応器圧力挙動を把握し，
負荷変動時の追従性評価を行い，
100 % $\Rightarrow$ 50%、50 % $\Rightarrow$ 100 %の
負荷変動で0.1 h以内での安定化を確認。
大規模水素発生装置の設計に必要なエ
ンジニアリングデータの採取を完了。
- ② 脱水素触媒製造工程簡略化検討，Pt回収技
術検討，脱水素触媒の強度に関する耐久評価
検討により，脱水素触媒の量産化技術を確立。
劣化シミュレータを用いて8,000 h後の転化率
試算結果は92.8 %であり，目標である
8,000 h，転化率90 %以上を達成できる見
込みを得た。

	定格試験	熱媒350℃ 試験	0.1 MPaG 試験
触媒出口温度	333℃	343℃	333℃
触媒出口圧力	0.12MPaG	0.12MPaG	0.10MPaG
出口転化率	96.2%	98.0%	96.5%
理論平衡転化率 (熱力学ソフト計算)	96.2%	98.0%	97.5%

