「高効率な石油精製技術の基礎となる石油の構造分析・反応解析等に係る研究開発委託・補助事業」

第二回終了時評価 補足説明資料

2022年２月３日

石油エネルギー技術センター

補足説明

①脱炭素の動きの中で超重質油を利用する意義
②超重質原油は輸入されていないのではないか
③得られた成果による原油調達例
④ペトロ技術との関連性希薄・個社テーマとすべき内容
⑤今後のペトロ技術の活用への要望

①脱炭素の動きの中で超重質油を利用する意義

２．研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

- 上記、肯定的意見に反するが、超重質油の利用は世界的な脱炭素の動きに反する。今後、安価だと言う理由だけでは重質油を使う理由にはならない。

６．費用対効果の妥当性

- 費用対効果は必ずしも大きくないテーマであった。原料の未利用重質油は, 国内に今後入る可能性はあるのか疑問。現在国が置かれている緊急課題である脱炭素に結びつかない。

７．総合評価

- 総合的に研究開発費用に対して得られた成果(利益)があまり大きくない。将来重質油の需要は脱炭素社会の実現に向けて大きく伸びるとは思えない。将来のビジネスに関わる研究に期待する。

①脱炭素の動きの中で超重質油を利用する意義

（１０）化石燃料の供給体制の今後の在り方

2021年10月22日エネルギー基本計画P88

②石油供給体制の維持・移行

２０３０年に向けても、平時のみならず緊急時にも対応できる強靭な石油供給体制を確保することは重要である。このため、国内石油精製設備の立地維持のため、コンビナート内外の事業者間連携、デジタル技術の一層の活用、重油分解能力の向上を通じた原油の有効活用、需要増加が見込まれるアジア等の海外市場への事業展開等を通じた生産性向上や競争力強化の取組を引き続き後押しする。なお、これまで石化シフトや再生可能エネルギー事業への展開等により、石油精製業は総合エネルギー企業化に向けた取組を進めてきたが、より積極的な新事業展開を行い、事業基盤の再構築を推進することが重要である。

上記の記載のように、緊急時にも対応できる強靭な石油供給体制を確保する際に、重質原油の有効活用は重要なテーマであり、本技術はその体制確保に貢献できる。

②超重質油は輸入されていないのではないか

４．事業アウトカムの妥当性

- 未利用原油の例えばベネズエラのオリノコ原油など現実の問題で政情不安やインフラなどから日本に輸入されることは直ぐには考えられないデータはあまり意味があったとは言えない。

５．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

- 目的成果のターゲットがもう少し高くても良かった。技術はある程度完成できたが, 肝心の未利用重質油は現状国内に輸入されていない。

６．費用対効果の妥当性

- 費用対効果は必ずしも大きくないテーマであった。原料の未利用重質油は, 国内に今後入る可能性はあるのか疑問。現在国が置かれている緊急課題である脱炭素に結びつかない。

②超重質油は輸入されていないのではないか

本事業で評価した未利用（非在来原油）、超重質原油の輸入例としては、
この5年間の統計情報にも以下の記載があり、徐々に利用が拡大していることが伺える。

輸入統計に記載のある超重質原油、未利用原油の例

Ｎａｐｏ（エクアドル）	超重質
Ｍａｙａ（メキシコ）	超重質
カスティラ（コロンビア）	超重質
Ｍａｒｓ（米国）	非在来重質
バスラライト（イラク）	重質
アルラヤン（カタール）	超重質

③得られた成果による原油調達例

1．当省(国)が実施することの必要性

- 得られた成果を実際の原油調達に生かした例があるとなお良かった 。

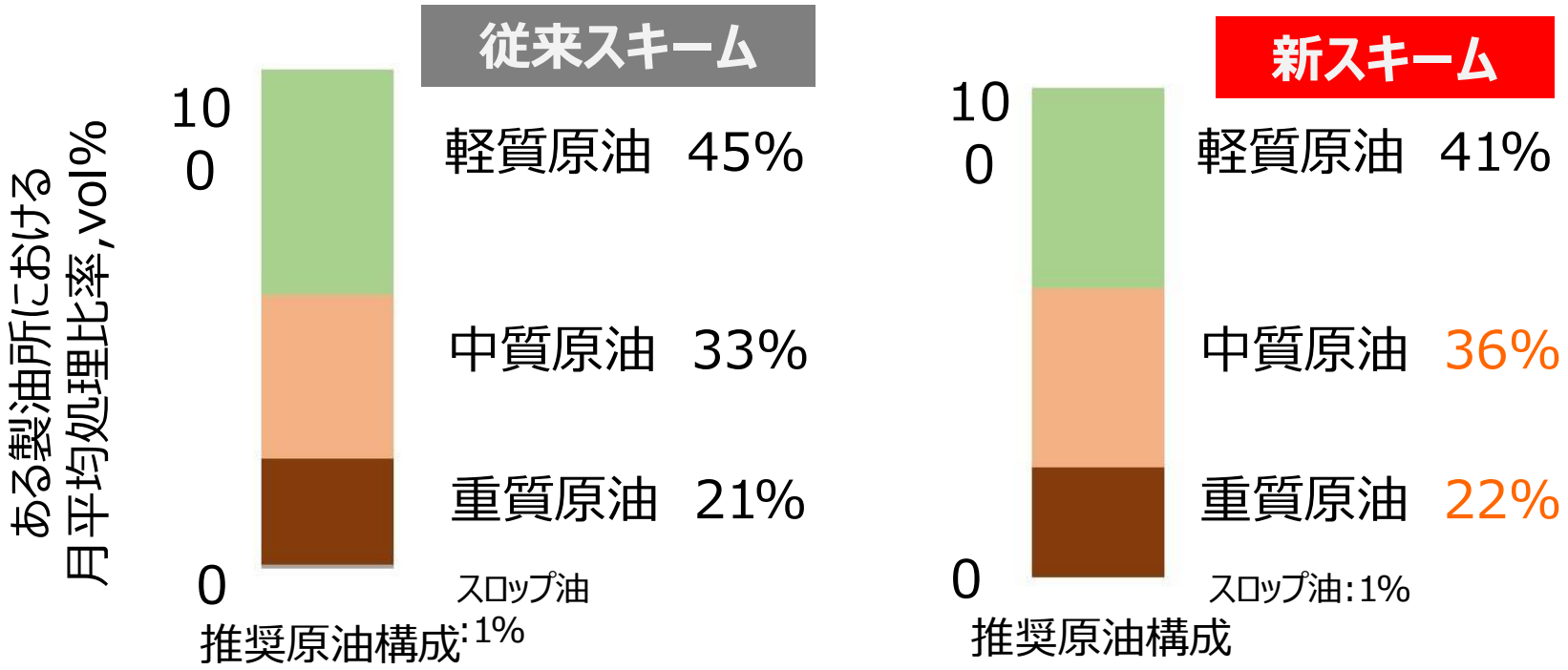
6．費用対効果の妥当性

- 調達にも活かして進めていただける例があるとなお良かった。

③得られた成果による原油調達例

研究開発項目1305 非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析　2021年11月19日補足資料P62

成果の活用例：構築したプロセス挙動モデルを活用して、実際の原油選択スキームに反映



装置での処理可能な範囲を正確に見極め、より重質な原油を選択

原油選択の最適化と競争力強化に寄与

従来スキームでは使用していない中質原油や重質原油をペトロの技術を活かして、
調達に活用し、新しいスキームでの処理が出来た一例。

④ペトロ技術との関連性希薄・個社テーマとすべき内容

1．当省(国)が実施することの必要性

- 開発プロセスの中には、個々の会社で開発しても良いものが含まれている。ペトロリオミクスに統合する必要のないもの、或いは、個社の会社の開発テーマと思われるものは別のテーマとする方が良い。

2．研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

- RDS装置の温度分布や触媒グレーディングは一般的な脱硫装置で共通のテーマであり、個社の開発テーマである。

7．総合評価

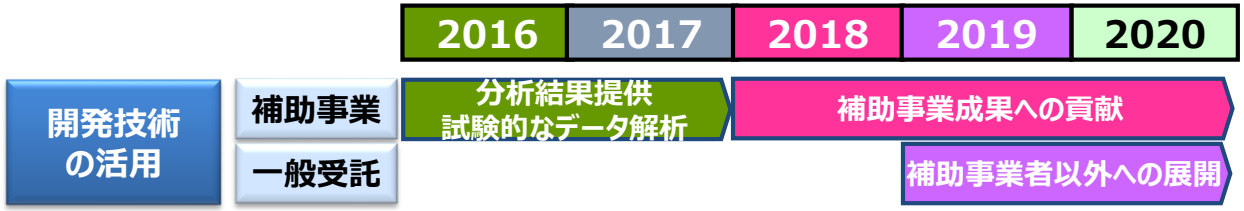
- 触媒充填物の最適化や脱硫触媒の設計や開発は, ペトロリオミクスを用いなくても開発できたと思われる。言い換えると個社の研究開発テーマとも考えられる。

④-1　ペトロ技術との関連性希薄・個社テーマとすべき内容

従来は重質油の分子構造が不明なこともあり、試行錯誤的な開発を行っていたが、
ペトロ技術を核として理論的な解析ができたことにより、短期の製油所実装化に貢献した

委託事業と補助事業者との主な連携事例

2021年11月19日補足資料P40



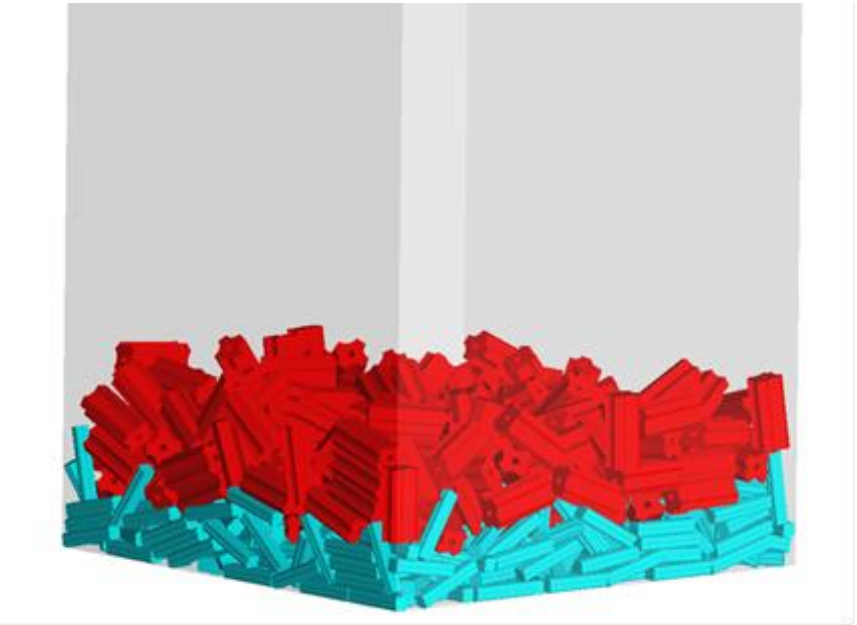
テーマ名	ペトロリオミクス技術適用課題	成果事例
④-2 出光 **RDS/RFCC全体最適処理技術開発** (出光1303)	①CFD活用触媒グレーディング技術開発 ②RFCCでの分解向上のためのRDSシステム開発 ②RFCC原料(RDS生成油)性状に対応したRFCC反応制御技術開発	①**ペトロリオミクスの流動反応連成技術を適用**することでガード層の固化偏流状態を解析 ②ペトロリオミクス技術を用いた反応解析により、RFCC分解反応性に優れたRDS生成油製造とRDS触媒活性低下の抑制を両立するRDS触媒システムの開発に貢献 ③RDS生成油中の分子サイズ分布をペトロリオミクス技術により把握し、分布に適したRFCC触媒の選定に貢献。開発触媒は製油所実装済み
④-3 ENEOS **非在来型原油および残渣油の二次装置反応性解析** (ENEOS1305)	①非在来型超重質原油および当該原油から得られる残渣油等の二次処理装置での反応性評価 ②原料組成等に起因する反応性等の違いの定量的な把握による非在来型原油等の利用拡大の実現	RDS分子反応モデルを自社製油所に合うようカスタマイズし、RDSの反応性評価に活用。 また、ペトロリオミクス技術を用いた反応解析により減圧残油溶剤脱れき装置生成油の収率・性状予測モデルを構築。 →原油選択範囲の拡大を実現し、収益改善に貢献
重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発 (ENEOS1306)	減圧蒸留装置の残渣油(VR)をRFCCで高付加価値化出来るようなRDS触媒システムの開発	ペトロリオミクス技術による反応解析結果を用いてRDSにおける反応予測シミュレーター構築。 同シミュレーターも活用して開発したRDS触媒システムの実機での運用開始

研究開発項目1303 RDS／RFCC全体最適処理技術開発

3.1 触媒グレーディング技術の開発

ミクロSIMモデル

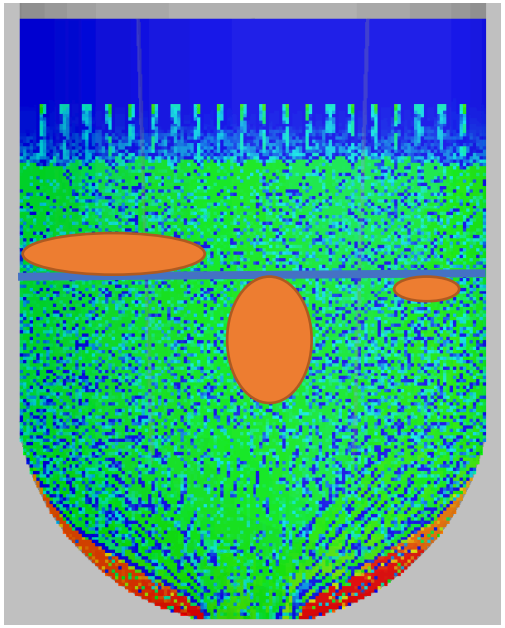
MPS (Moving Particle Semi-implicit)
＋
DEM (Discrete Element Method)



個々の触媒形状まで精緻に再現

マクロSIMモデル

VOF (Volume of Fluid)
＋
DEM (Discrete Element Method)

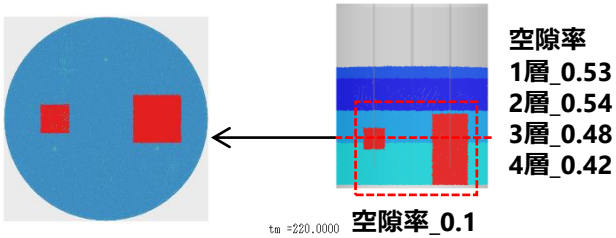


反応塔全体の流動状態を再現

2021年11月19日補足資料P49

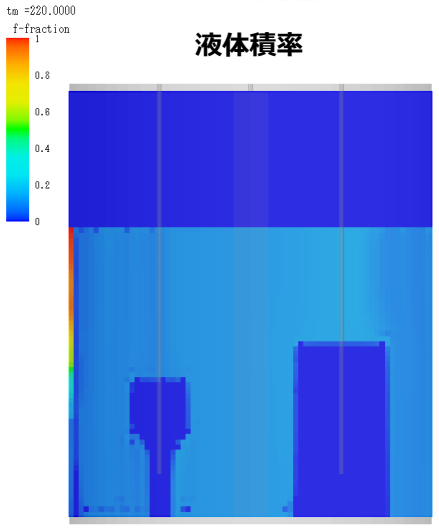
④-2 ペトロ技術との関連性希薄・個社テーマとすべき内容

マクロSIMの開発

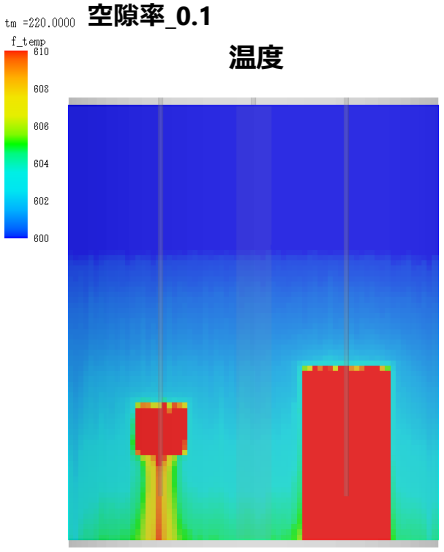


EOR（A系）

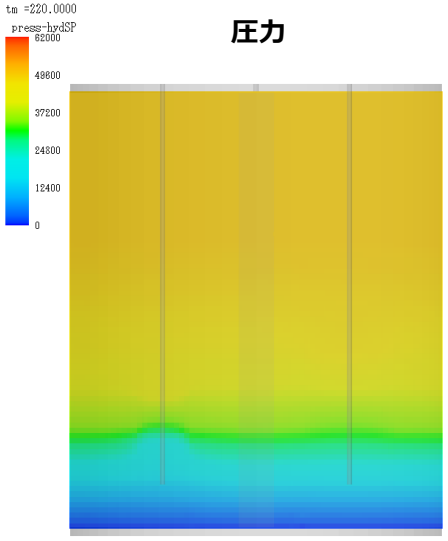
ペトロ技術を適用して、
流動と反応が絡む複雑な事象を
シミュレーション可能とすることで、
積年の難課題を解決できた。



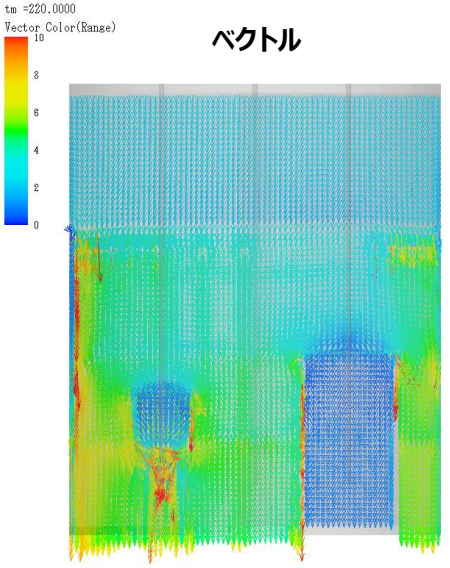
塊部の液滴体積率は低下



ペトロリオミクスの流動反応連成技術を適用して、塊部で液流動が低下し、徐熱不足により発熱その下部でも発熱することを把握



圧力損失は概ね5200Paとなる



塊周辺での流速増加が見られる

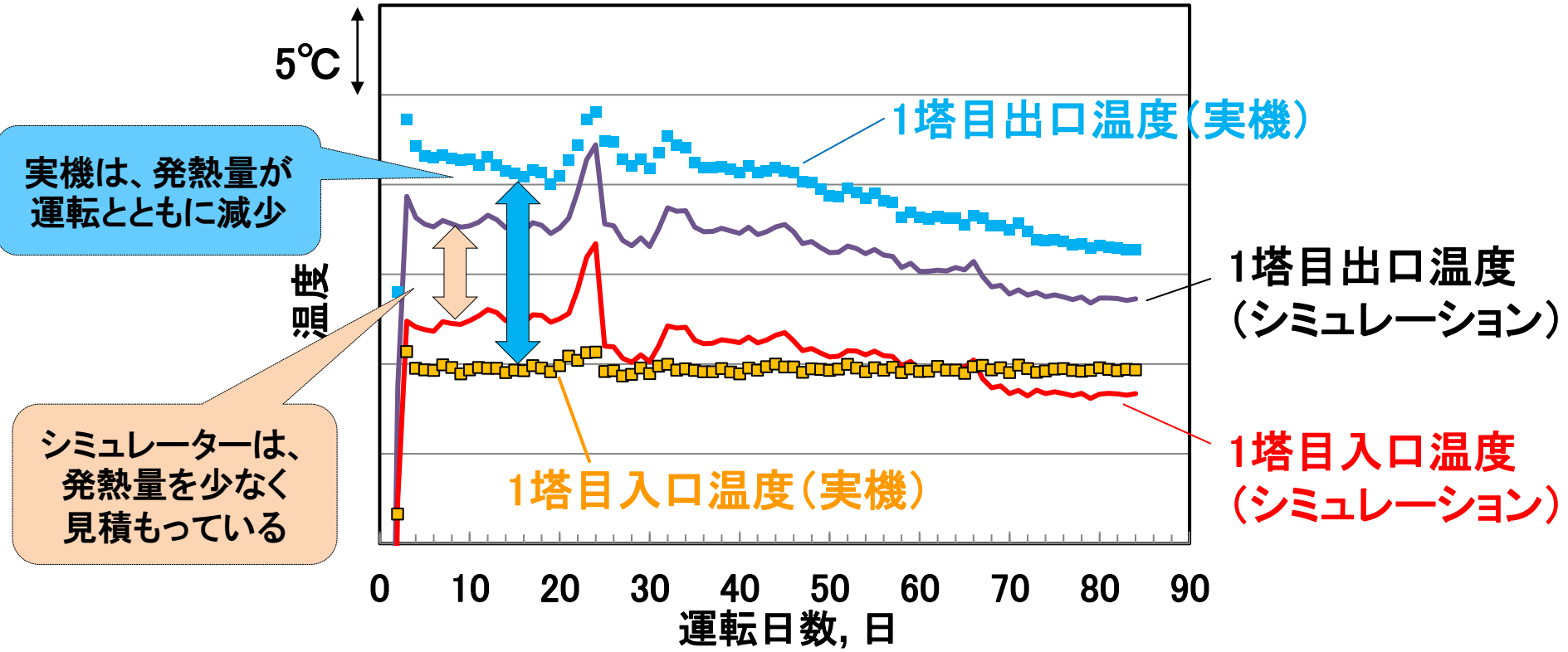
塊部で発熱･圧力上昇を確認（実績と比べ圧力上昇幅は小さい）：B系も同様の結果
→　固化物以外にソフトコークを想定することで圧力上昇幅も再現できる見込みを得た

④-3 ペトロ技術との関連性希薄・個社テーマとすべき内容

ペトロ技術の貢献：反応予測技術の精度向上

DAO処理時、従来のAR用シミュレーションを用いると温度予測に誤差が見られた。
→ 触媒層ごとの反応温度（発熱量）予測精度の悪化が原因と予想される。
→ 触媒反応において、反応温度は非常に重要な条件であり、DAO処理時の触媒活性および触媒寿命予測を正しく見積れない懸念がある。

DAO処理時の実機温度とシミュレーション温度とのズレ



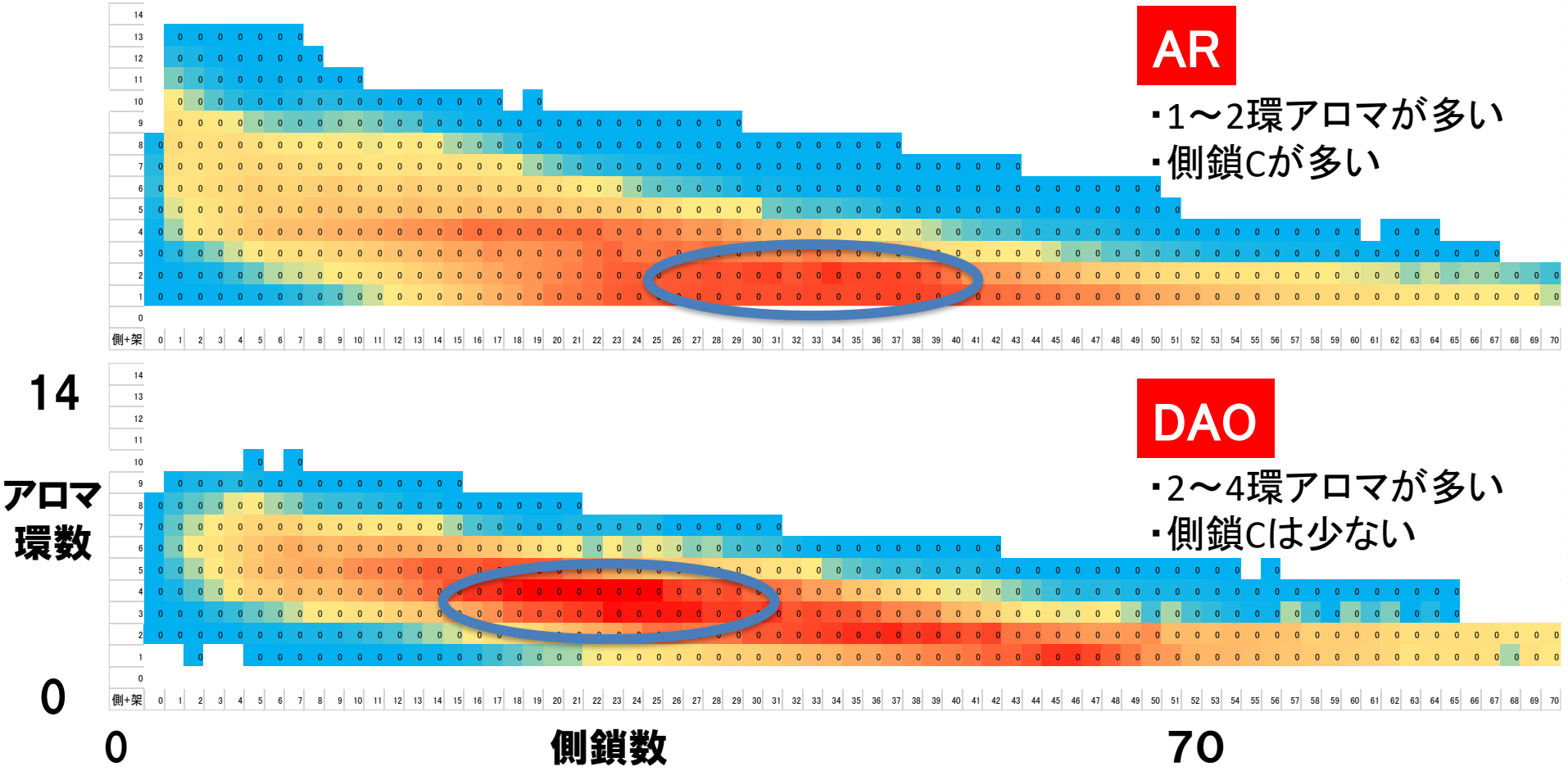
既存シミュレーターは、ARを原料とした反応でチューニングされているため、DAO処理時にズレが生じたと推測される。

④-3 ペトロ技術との関連性希薄・個社テーマとすべき内容

原料油詳細解析（FT-ICR MSによる芳香環構造解析）

芳香環構造で整理

JPECで測定



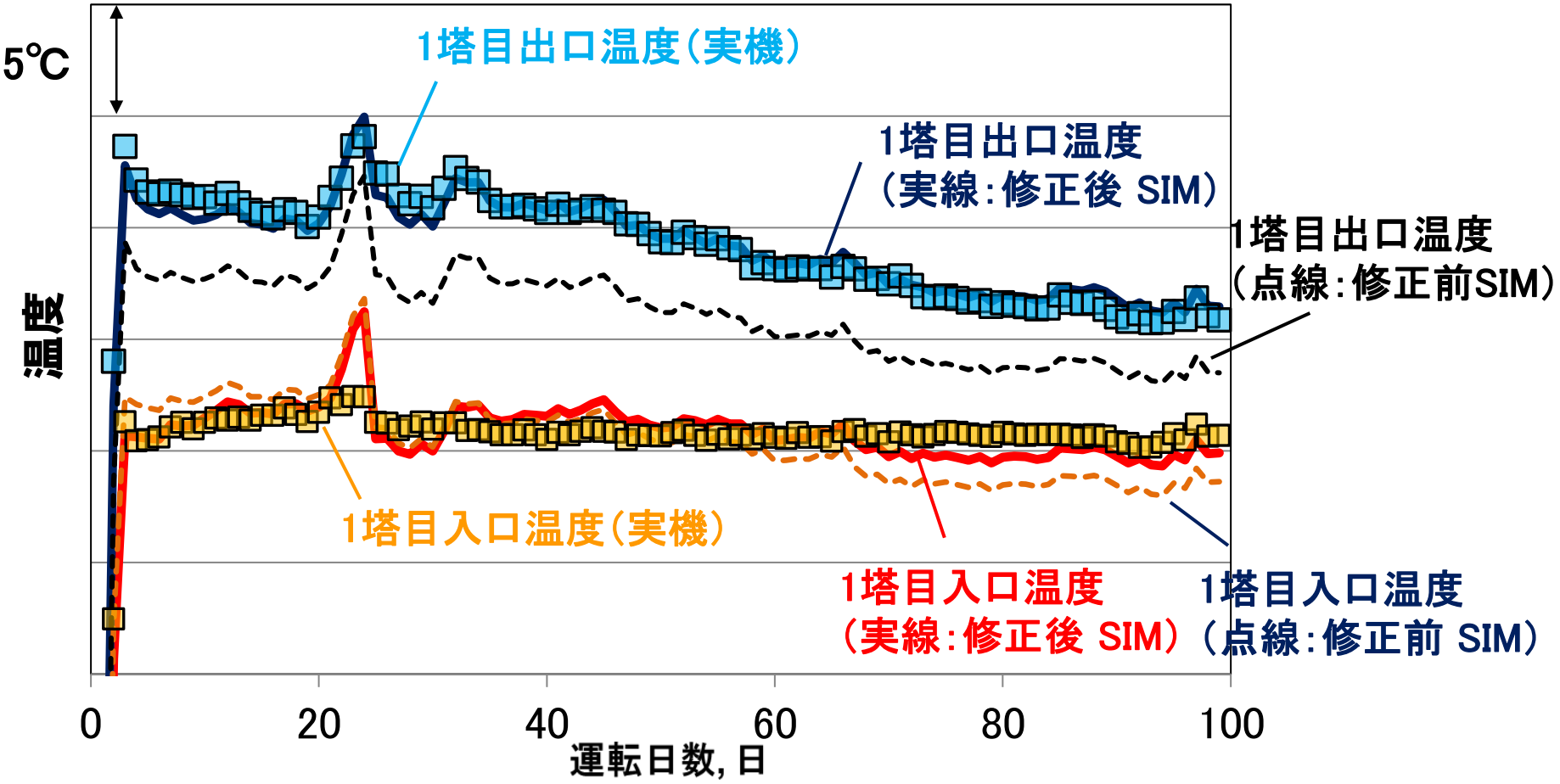
①核水添のしやすさ：1環≪2環＜3環≒4環

②側鎖が少ない方が、立体障害が少ない

→DAO中アロマの方が、核水添されやすいと予想される。

シミュレーター見直し後のリアクター温度予測

DAOの炭化水素構造を反映させ、シミュレーションを修正（DAOの核水添を強化）



ARだけでなく、DAO処理時の温度予測が可能となった。
→より精度の高いDAO処理用触媒システムの構築が可能となり、
新触媒システムの決定に使用できるようになった。

⑤今後のペトロ技術の活用への要望

3．研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

- 対象が超重質油の利活用であり、当面の間、製油所のＣＯ２削減には直接寄与しないと思われるが、近い将来、製油所のグリーン化が本格的に動き出したら、本技術は十分寄与可能として更に国民の理解促進を得るようにして頂くことを要望 する。

5．事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

- 製油所のグリーン化を進めるにあたって、ペトロリオミクスが寄与することが期待される。廃プラ、バイオマス燃料など原油とは全く異なる組成の燃料に対して、どのように対応が可能か、今後も研究開発をお願いしたい。

7．総合評価

- ペトロリオミクスを活用し、ますます、重質油処理において、経済性を向上させることはもとより、将来の、CO2削減に向けても寄与できるよう検討を進めることを期待する。

8．今後の研究開発の方向等に関する提言

- ＨＶ、ＥＶ化によるエネルギー需要が世界的に変化する兆しがある。その一方、化学原料としての需要は堅調であることから、長期的に石油の用途が変わってくるものと予想される。これに符合する石油精製システム内の物質収支の見直しを考える時期になってきている。今回の事業とは異なるが、これら石油を取り巻く状況変化に対応する軽質化を志向した石油のノーブルユースが今後の課題と考える。
- ペトロリオミクス技術を用いてバイオ燃料や廃プラ熱分解油の石油精製設備での混合使用に役立てる方向で研究を続けて欲しい。ペトリオミクス技術を有効に利用する技術を開発して欲しい。費用対効果の明確なテーマと将来性の有るテーマを探求して欲しい。

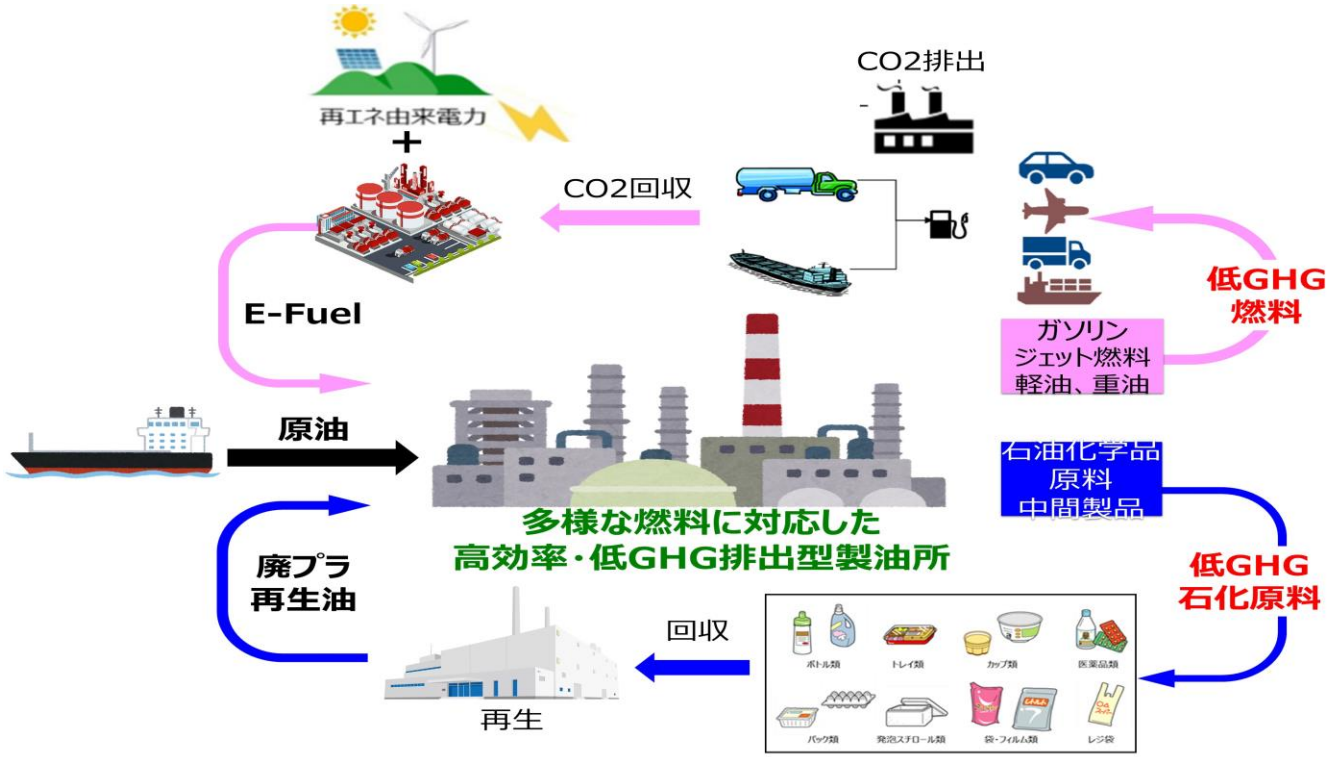
⑤今後のペトロ技術の活用への要望

製油所グリーン化技術開発事業の狙い

Co-Processing

①石油留分と新燃料(合成燃料、バイオ燃料、廃プラ再生油等)のCo-Processing技術は確立されていないことから、**分子レベルの成分情報を活用**し、**Co-Processingをより高度に実現**に資する基盤技術を開発する

②**ターゲット**は、Co-Processingによる**石化原料生産用触媒システム開発**及び**Co-Processing時の**熱交換器における**ファウリング挙動の解明**



要望に関してはグリーン化技術開発事業の計画に取込み済み