

2023年度 JPECフォーラム

分子成分情報活用CDU最適化制御技術開発

2023年5月10日

コスモ石油株式会社

—禁無断転載・複製 ©コスモ石油株式会社 2023—



1. 背景および目的

朱書き部 : 本技術開発の該当部分

(1) 背景

製油所装置群の中でエネルギー使用量が多く、CO₂発生量の多い装置(CDU等)に対し、運転の最適化制御などを行うことで操業によるCO₂排出の削減が期待できる。

装置運転の最適化制御にあたっては、従来の経験による運転ではなく、**原料油の分子成分情報を高度に活用するなど、詳細かつリアルタイムなデータに基づいた操作を行うことが重要な要素となる。**

加えて、分子成分情報の解析により、ファウリング制御・汚れ防止などを行うことで、エネルギー損失を低減させ、操業によるCO₂排出の更なる削減が可能となる。

(2) 目的

分子成分情報を活用するためのセンサー技術や解析技術などの基盤技術を開発し、さらに**製油所に適用するための応用技術の開発**を行う。

2. 本研究開発事業における案件の位置づけ

朱書き部：本技術開発の該当部分

【経済産業省 資源エネルギー庁 補助事業】

事業名：石油供給構造高度化事業費補助金(石油コンビナートの生産性向上及び強靱化推進事業) / 製油所の脱炭素化研究開発事業

事業内容

◆ 製油所の操業最適化によるCO₂低減

1. 原油・原料油成分リアルタイム予測技術開発

2. 分子成分情報活用CDU最適化制御技術開発

① 原油成分リアルタイム予測モデルのデータを活用したRTOの高度化

3. 分子成分情報活用型ファウリング制御技術開発

4. AIを活用したBigデータ解析による汚れ予測モデル開発

◆ 石油精製と廃プラスチック、バイオマス等の共処理技術(Co-Processing 技術)の向上によるCO₂低減

5. 石化成分製造最適化技術開発

3. 令和3年度の振り返り

◆既存RTOが抱える課題(改善ポイント)の認識(下図)

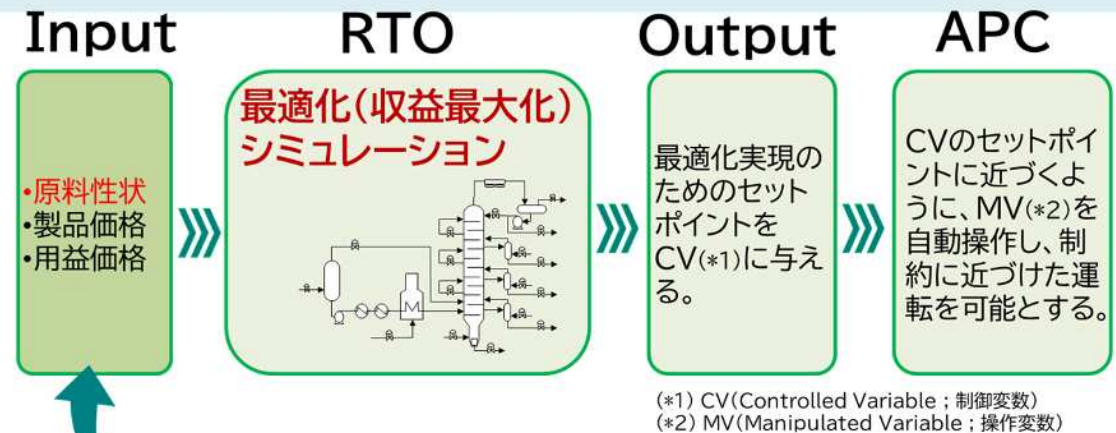
◆RTO(APC)の高度化のための原油成分データおよび運転データに関する要件定義

- ・既存RTOに必要な性状の確認(密度、蒸留性状など)
- ・要件定義を「処理原油・原料油成分リアルタイム予測技術開発」チームと連携して検討

【令和4年度目標】必要データの具体化を実施し、RTO高度化をした場合におけるポテンシャルメリットの評価

◆クラウドサーバーも含めた製油所全体のシステム構成の検討

【令和4年度目標】原油性状予測AIモデルと製油所システムとの連携方法検討



Crude Assay Data、タンク内の原油種および比率により性状を算出している。

【課題】 Crude Assayデータ(固定値)を基にして最適化計算を実施しているため、実際のリアルタイムデータとは必ずしも一致していない。

4. 令和4年度研究開発(1)

(1)RTOの高度化に必要な原油性状の選定

①選定した原油性状

項目	性状データ
RTOの高度化に必須となる性状	◆原油のTBP(0~1000℃)を25℃刻みで分解した各留分に関する以下の情報 ・収率 ・一般性状(SpGr、油種に応じた性状)
本技術開発の将来展開に有益となる性状	◆原油のTBP(0~1000℃)を25℃刻みで分解した各留分に関する以下の情報 ・純成分(C1~C10(異性体、芳香族含む))の収率 ・その他一般性状(動粘度 等)

②「原油・原料油成分リアルタイム予測技術開発」チーム(JPEC殿)との連携検討

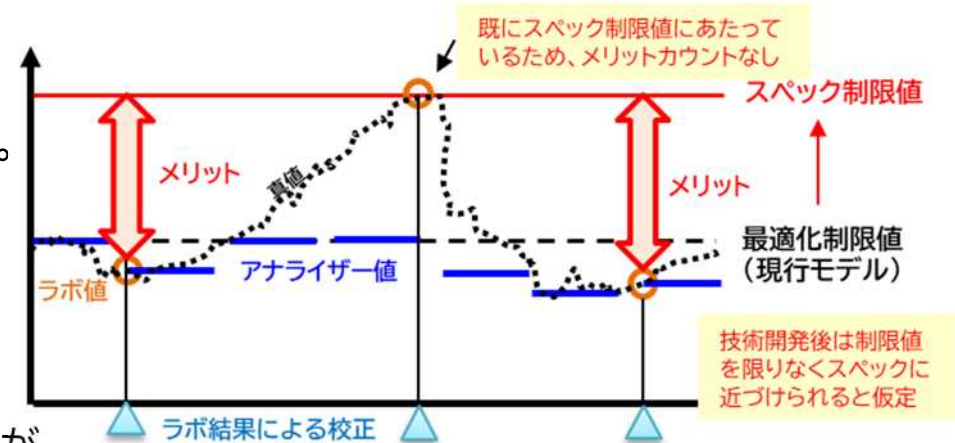
- ・①をJPEC殿開発AIモデルへの要求性状データとして共有した。
- ・JPEC殿から『RTOの高度化に必須となる性状』については提示可能と確認した。
- ・AIモデルからのデータ受渡について、クラウドサーバーによる受渡計画からPC(JPEC殿貸与)による受渡計画に変更となった。
これによりデータ通信のセキュリティ担保のための製油所システム改造は不要と判断した。

5. 令和4年度研究開発(2)

(2)RTO高度化のポテンシャルメリットの考え方

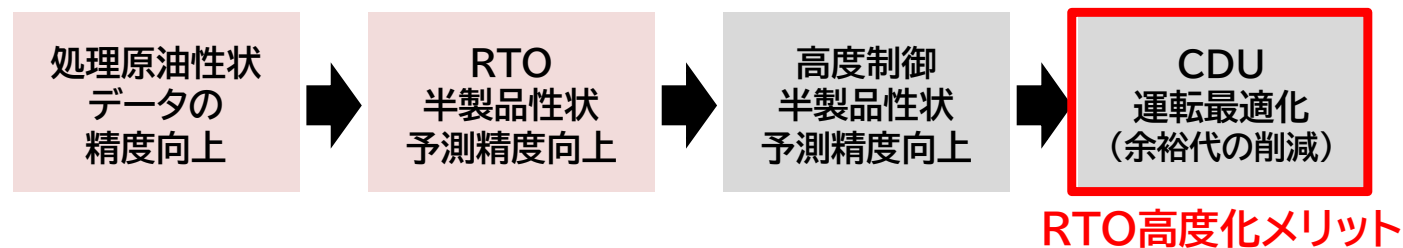
①メリットの源泉

- ・RTO最適化は、半製品性状スペックなどの制限値を超過しないように余裕代をもたせている。
この余裕代により最適化計算の範囲は制限されている。
- ・この余裕代は、原油性状の精度に起因しており、本技術開発によりRTOにインプットする原油性状の精度が向上することで余裕代を削減することができる。
- ・この余裕代を削減することでRTOの最適化計算の範囲が広がり、運転指示がより最適化できると期待される。



②メリット創出のロジック

- 1) 本技術開発によりRTOにインプットする処理原油性状データの精度が向上
- 2) 1)により、RTO内の半製品性状予測精度が向上
- 3) 2)により、高度制御の半製品性状予測精度が向上
- 4) CDU運転最適化により余裕代を削減し、RTO高度化メリットを享受



①、②の考え方をベースに、RTOが高度化された際の省CO2への影響を評価した。

6. 令和4年度研究開発(3)

(3)RTO高度化のポテンシャルメリットの推算(CO2排出量の削減)

①ポテンシャルメリット算出要領

- ・下記2ケースを選定。いずれも現行RTO最適化結果とCO2排出量を比較する。

最適化ケース	CO2排出量
経済性優先ケース (CO2排出量:増加想定)	RTOの目的関数は経済性として、経済性が最大となる運転をシミュレート
省CO2優先ケース (CO2排出量:最小想定)	RTOの目的関数をCO2排出量として、CO2排出量が最小となる運転をシミュレート

②ポテンシャルメリット算出における仮定条件

- ・原油性状の予測精度は、ラボ値と同等と仮定する。(各製品の性状を完全に推定できている理想状態)
- ・原油性状の精度向上効果が理想的に運転最適化制御に寄与すると仮定する。
- ・省CO2優先ケースについては、中間留分がすべて塔底留分に落ちてしまうようなCDU装置自体の機能を損なうシミュレートとならないように加熱炉出口温度を固定する。

7. 令和4年度研究開発(4)

(4)RTO高度化のポテンシャルメリットの推算結果(省CO2)

①推算結果

現行のRTO最適化結果に対して、各最適化ケースにおけるCO2排出量の変化を確認した。

最適化ケース	CO2排出量の変化 (対現行RTO)	経済性の変化 (対現行RTO)
経済性優先ケース (CO2排出量:増加想定)	+約2千ton/年	プラス
省CO2優先ケース (CO2排出量:最小想定)	▲約3千ton/年	マイナス

②結果の考察

- 1) 経済性優先の運転最適化を志向すると、現行のRTO最適化結果に対してCO2排出量は増加傾向となる。
- 2) 一方で、省CO2優先の場合は、CO2排出量を削減することは可能であるが経済性にマイナス影響(生産ロス)を与える結果となった。

※今回の結果は、原油性状予測精度および最適化制御への寄与を理想的と仮定しているため、実行段階では省CO2、経済性の変化の幅としてはいずれのケースも縮小する。

8. 令和4年度研究開発の成果まとめ

項目	結果
既存RTO高度化に必要な原油性状の選定	<ul style="list-style-type: none">・RTOの高度化に必要な性状を選定した。 (原油中の各留分の収率、一般性状(SpGr、油種に応じた性状))・選定性状がAIモデルにて予測、データ提供が可能であることを「原油・原料油成分リアルタイム予測技術開発」チームと確認した。
既存RTO改造のポテンシャルメリット評価	<ul style="list-style-type: none">・選定した原油性状の予測精度がその真値(≒ラボ結果)と同等であると仮定のもと、ポテンシャルメリット(省CO2、経済性)を評価した。
原油性状予測AIモデルと製油所システムとの連携方法検討	<ul style="list-style-type: none">・「原油・原料油成分リアルタイム予測技術開発」チームが開発中のAIモデルとのデータの受け渡しがクラウドではなく、PCによるものに計画が変更された。データ通信のセキュリティ担保のための製油所システム改造は不要と判断した。

参考：令和4年度研究開発 経済性評価

(3)RTO高度化のポテンシャルメリットの推算

①ポテンシャルメリット算出式

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{ポテンシャル} \\ \text{メリット} \\ \text{(億円/年)} \\ \hline \end{array} = \left(\begin{array}{|c|} \hline \text{(a)改善メリット単価} \\ \text{の合計(億円/h)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{(b)操作確率} \\ \hline \end{array} \right) \times \begin{array}{|c|} \hline \text{(c)運転時間} \\ \text{(h/年)} \\ \hline \end{array}$$

対象パラメータのメリット合算

②各要素の定義

(a) 改善メリット単価(億円/h)

CDUの運転ケースにおいて、右表各パラメータ性状のラボ試験結果をRTOに入力した場合の最適化運転メリットと現モデルの最適化運転メリットの差を改善メリットとして算出し合算。

(b) 操作確率

現行RTO最適化制限値がラボ結果による校正後に、メリット方向に改善代も持っている状態をカウントし、年間のラボ校正回数で除した係数

(c) 運転時間(h/年):6,000時間とする。

③ポテンシャルメリット算出における仮定条件

- ・原油性状の予測精度は、ラボ値と同等と仮定する。(各製品の性状を完全に推定できている理想状態)
- ・原油性状の精度向上効果が理想的に運転最適化制御値に寄与することと仮定する。