

【別添1】 シーズ発掘テーマ申請書・提案書 様式

受付番号	
※記載不要	

一般財団法人石油エネルギー技術センター 御中

平成28年度「革新的石油精製技術のシーズ発掘」申請書

研究テーマ名 : 「石油精製工場におけるビッグデータを活用した安全かつ効率的なプラント管理手法の確立」		
申請者	氏名	ふりがな かねこ ひろまさ 金子 弘昌
	生年月日	1985年 1月 9日
	学位・専門分野	学位：博士(工学) 専門分野：プロセスシステム工学、化学情報学、計量化学
	所属機関・部署名	東京大学・大学院工学系研究科化学システム工学専攻
	職位	助教
	所属機関 所在地	〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
	電話番号 (代表・直通)	
	E-mail	

研究提案書

提案テーマ名 石油精製工場におけるビッグデータを活用した安全かつ効率的なプラント管理手法の確立
提案者名 金子 弘昌
提案者の略歴 （大学卒業時から現在までの経歴，指導教官名なども記載ください） 2007年4月～2009年3月 東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻修士課程修了 （指導教官：船津公人 教授） 2009年4月～2011年9月 東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻博士課程修了 （指導教官：船津公人 教授） 2009年4月～2011年9月 日本学術振興会 特別研究員 DC1 2011年10月～2011年12月 東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻 特任助教 2012年1月～現在 東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻 助教
提案の概要 石油精製工場における比重・蒸留温度などの原油の成分分析結果、各化合物の成分組成比のデータ、毎分の温度・圧力などのセンサーデータ、触媒の種類・投入量などの運転条件データ、最終製品の性状データなどのビッグデータを収集し、それを扱う情報基盤を構築する。 そのビッグデータの情報基盤を活用した解析を通して、温度・圧力などのセンサーデータおよび運転条件データから、比重・蒸留温度などの原油の成分分析結果・最終製品の性状データなど測定困難なデータを推定するソフトセンサーを開発する。このソフトセンサーにより石油精製工場における効率的な制御が達成される。 ビッグデータおよび開発したソフトセンサーを用いて、石油精製工場における異常を検知するモデルを構築する。さらに将来に起こりうる異常を予測するモデルを構築し、事前に異常の発生を予測してその異常原因を診断し、正常状態に復帰する運転条件を提案する。本手法により石油精製工場における超安全操業および安全性の保証を達成できる。 ペトロレオミクス技術を活用することで、温度・圧力などのセンサーデータおよび運転状態データのみから各化合物の成分組成比を推定する。この情報を用いて触媒の種類・投入量などの運転条件を最適化する技術を開発する。これにより石油精製工場の安全かつ効率的な運転が達成される。
本研究の最終目標 <ul style="list-style-type: none">■ 石油精製工場のビッグデータを扱う情報基盤の確立■ ペトロレオミクス技術の活用による、温度・圧力などのセンサーデータおよび運転条件から原油の成分分析結果・各化合物の成分組成比、最終製品の性状データ等の測定困難なパラメータを推定するソフトセンサー技術の確立■ 上記ソフトセンサー技術を活用した異常予測および安全操業指針の提案■ 原油の特徴に応じたリアルタイム運転条件最適化技術の開発

目標を達成する方法(必要に応じて図や表を使用し、具体的な表現で記載してください)

○ ビッグデータを扱う情報基盤

比重・蒸留温度などの原油の成分分析結果、毎分の温度・圧力などのセンサーデータ、最終製品の性状データなどの石油精製工場のデータを収集する。センサーデータのように高い頻度で測定されている変数や、成分データ・性状データのように測定頻度の低い変数が存在する。そこで、変数間の関係および時系列データの特徴をふまえて、機械学習および EM アルゴリズムにより測定頻度の低い変数の値を欠損値として補間する。新しく測定されたデータに対しても、データ収集およびデータ補間を自動的に実行するシステムを構築する。なお常圧蒸留塔の運転データを保有している。

○ ソフトセンサー開発

上記のビッグデータを用いて、温度・圧力などのセンサーデータおよび運転条件から、原油の成分分析結果・最終製品の性状データ等の測定困難なパラメータをリアルタイムに推定するソフトセンサー技術を開発する。大規模装置を扱うため変数間に時間遅れが発生することから、時間遅れの変数を新たな変数として追加することで動特性に対応する。データ数および変数の数が膨大であるため、ディープラーニングを駆使してソフトセンサーモデルを構築する予定である。ソフトセンサーモデルの性能の劣化を低減するため、新しい測定データを活用してモデルの自動メンテナンスを行う。つまりオンライン学習するディープラーニングの新規手法を開発する。

○ 異常予測および異常診断

プラントの状態を可視化するだけでなく新しいデータが測定されたプラント状態の異常の確率を計算する異常検出モデルを構築する。さらに、現在の状態が正常状態と判定された場合でも、これまでのデータの推移から状態変化の速度を求め、今後正常状態が続くか異常状態に近づいているかを判断する。異常状態の場合は、異常原因診断モデルを構築して異常原因を究明する。その情報およびプラントを高精度で再現する擬似プラントモデルのシミュレーションにより正常状態への制御方法を提案する。これによりプラントの状態を正常状態のまま安定的に管理できる。

○ リアルタイム運転条件最適化技術

データベースから構築される推定モデルを用いることで、原油ごとの原油の成分分析結果・各化合物の成分組成比に応じて、目標とする最終製品品質および製造コストを達成できる運転条件を、図 1 のように新規なベイズ推定手法により最適化する。これにより石油精製工場におけるリアルタイム最適化が達成される。なお原料特性推定モデルを構築する際には、ペトロレオミクス技術および各化合物の物性データを活用する。

$$p(X|Y,Z) = \frac{p(Y|X,Z)}{p(Y|Z)} \frac{p(Z|X)}{p(Z)} \frac{p(X)}{p(Z)}$$

X: 運転条件, Z: 原油特性, Y: 製品品質
製品品質 原油特性
推定モデル 推定モデル

図 1. リアルタイム運転条件最適化のためのベイズ推定

必要となる技術および設備

- ビッグデータを解析してリアルタイムに予測する技術およびソフトウェア
- ビッグデータを解析するための高性能コンピュータ
- データや結果の保存、バックアップのためのハードディスク

【研究費総額】 7, 650 (千円)	
I 人件費	0(千円)
II 事業費	
① 設備費	1300(千円)
② 物品費	1300(千円)
③ 消耗品費	750(千円)
④ 旅費	2400(千円)
⑤ 外注費	300(千円)
⑥ 諸経費(借料、資料購入費、印刷費等)	150(千円)
III 一般管理費(15%以下)	1450(千円)
(小計)	7350(千円)
IV 消費税及び地方消費税	300(千円)
総額	7650(千円)

【実施期間】				
平成28年4月～平成31年3月(3年間)				
全体計画				
1年目の技術目標(マイルストーン):ビッグデータを扱う情報基盤およびソフトセンサーの開発				
2年目の技術目標(マイルストーン):将来の異常予測および異常診断技術の開発				
3年目の技術目標(最終目標):ペトロレオミクス技術を活用したリアルタイム最適化手法の開発				
項目	1年目	2年目	3年目	
ビッグデータ収集				
ビッグデータ情報基盤構築				
ソフトセンサー構築				
異常検出モデル構築				
異常診断モデル構築				
ベイズ推定技術の開発				
リアルタイム最適化手法開発				
今年度の計画				
項目ごとの目標				
項目	1Q	2Q	3Q	4Q
ビッグデータの収集	原油の成分分析結果、成分組成比のデータ、センサーデータ、運転条件データ、最終製品の性状データなどのビッグデータを収集			
ビッグデータ情報基盤構築		外れ値検出、欠損値の補間、時系列データの平滑化等のデータの前処理技術を開発		
ソフトセンサー構築	センサーデータおよび運転条件から最終製品の性状を推定するソフトセンサーを構築		時間遅れのプロセス変数を追加して動特性を考慮することによる精度向上	

*必要に応じて、記入欄を拡大・変更して記載してください。

【類似の研究開発】

①現に実施あるいは応募している公的資金による類似の研究開発

（現に実施あるいは応募している公的資金による類似の研究開発がある場合には、その制度、研究開発テーマおよび内容を記載してください）

特になし

②現に実施している自己資金による類似の研究開発

（本研究と並行して類似の自主研究を続ける自主研究がある場合には、その研究概要、目標を明らかにして、受託を希望している研究と明確に区別できることを説明してください）

特になし