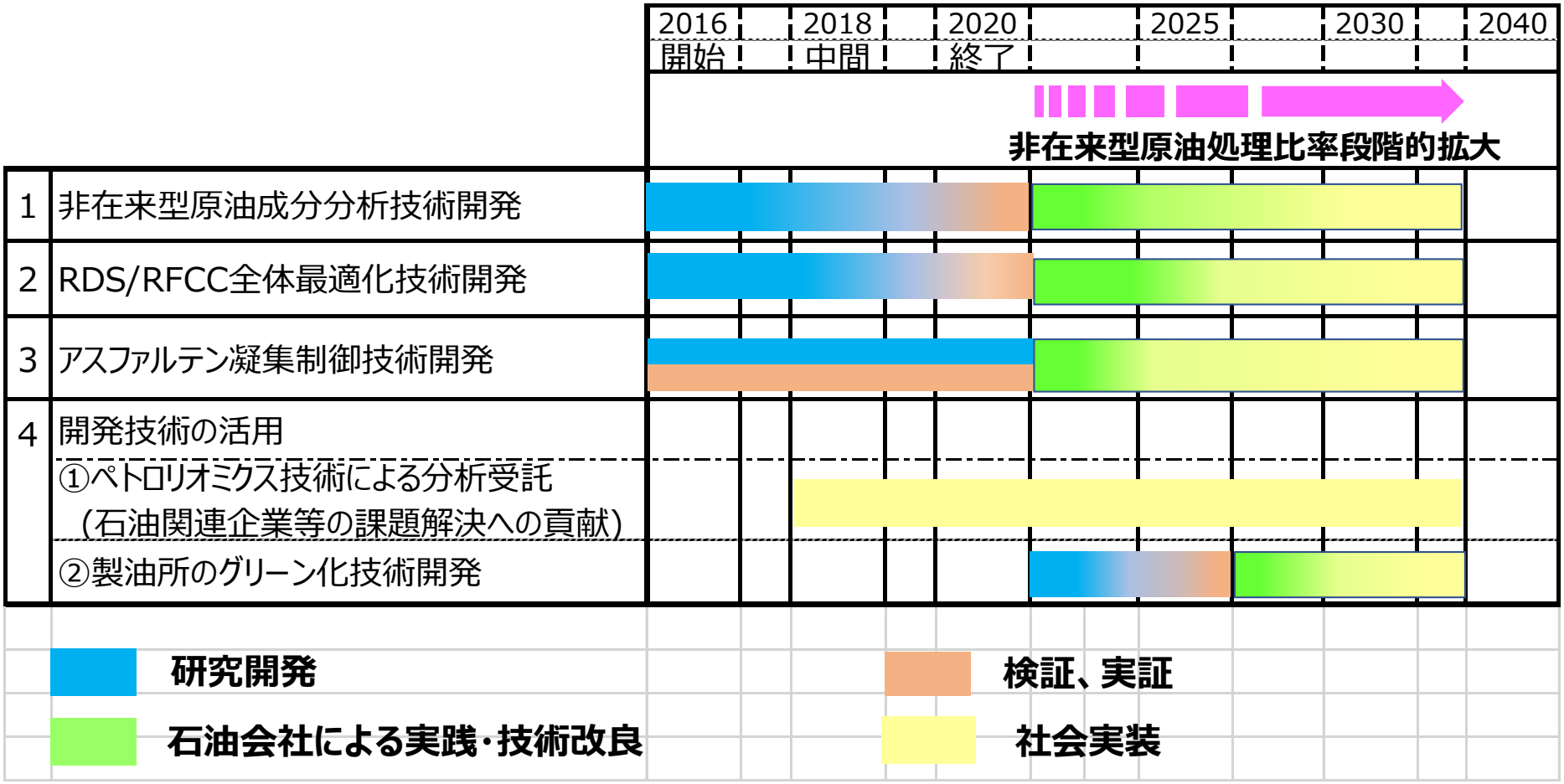
参考資料

委託事業
（１）非在来型原油成分分析技術開発
（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）
（３）RDS/RFCC全体最適技術開発
（４）アスファルテン凝集制御技術開発

補助事業
1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発
1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析
1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

概要　参考資料

ペトロリオミクス技術の社会実装に向けたスケジュール



参考資料

委託事業
（１）非在来型原油成分分析技術開発
（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）
（３）RDS/RFCC全体最適技術開発
（４）アスファルテン凝集制御技術開発

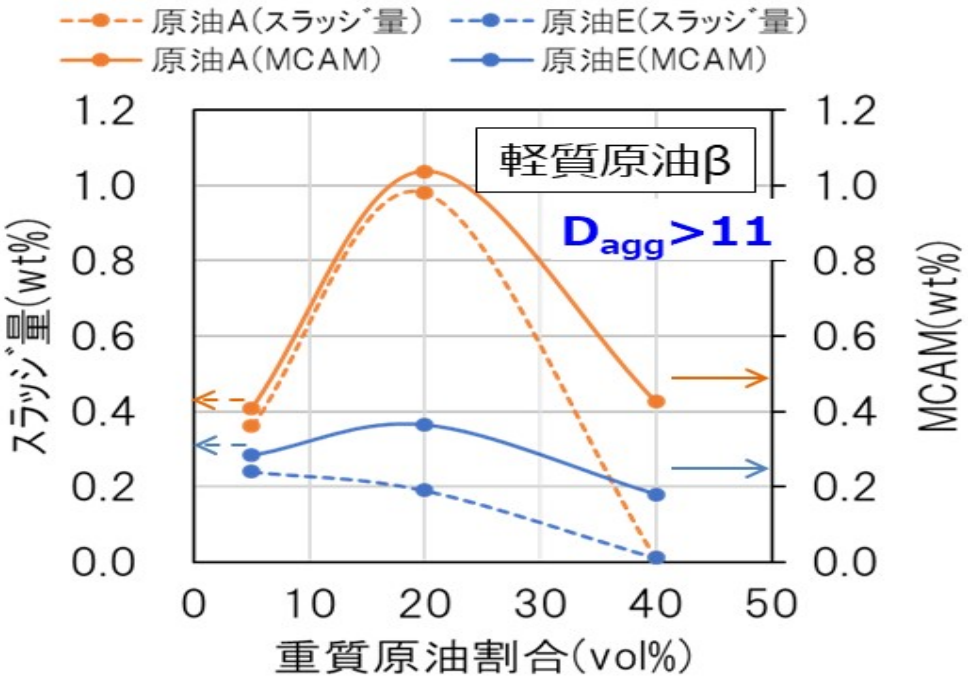
補助事業
1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発
1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析
1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

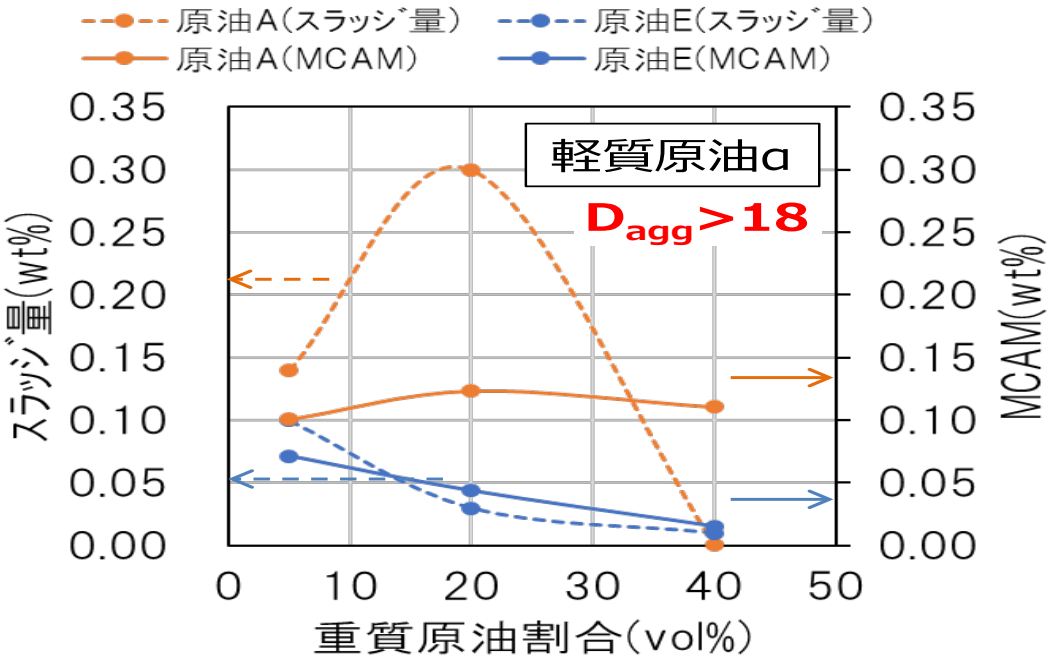
委託事業　参考資料

②原油混合特性予測

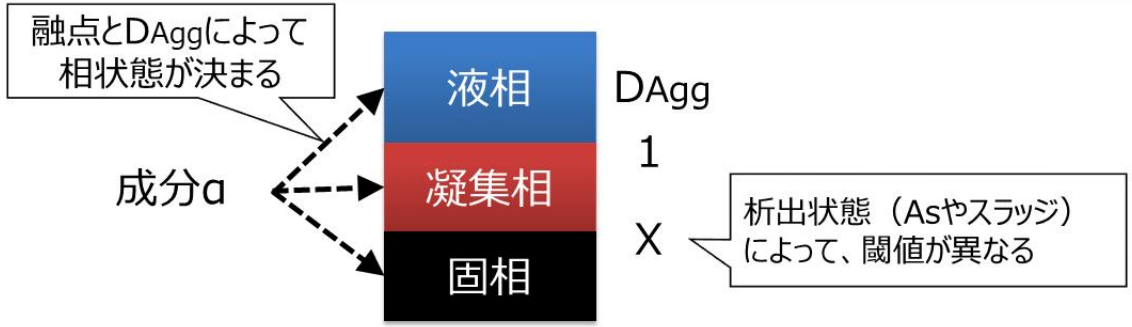
【MCAMを用いたスラッジ量予測】

- MCAM解析において析出と判断する閾値(Dagg値)を最適化することで**MCAM予測値と実測と概ね一致**
- 予測精度は、**石油会社から、「原油調達判断に資するレベル」との評価**を頂いた





- 全組成・構造から、融点と**ハンセン溶解度パラメーター（HSP値）**を推算して計算に使用
- 各成分の溶解/凝集/析出の判定は、**凝集度（DAgg）**に従い決定
  DAgg＝f（液相のHSP値と対象分子のHSP値の差、濃度、温度）

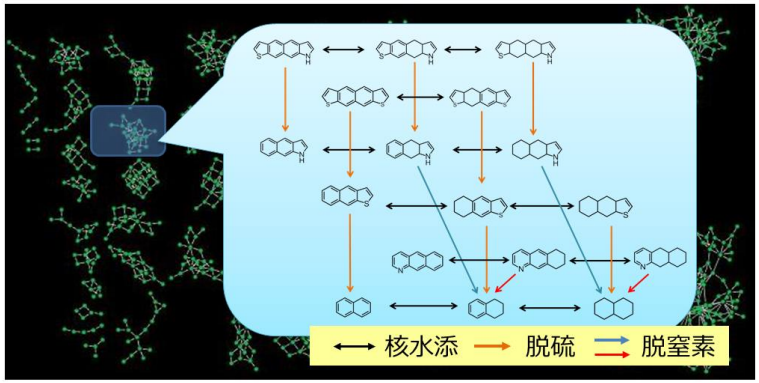


委託事業　参考資料

①常圧残油反応性予測

RDS分子反応モデル（JPEC開発）

構造属性ベースのRDS分子反応モデルを開発
使用するコア数：1,233　反応パス：2,107（脱硫、脱窒素、芳香環核水添）



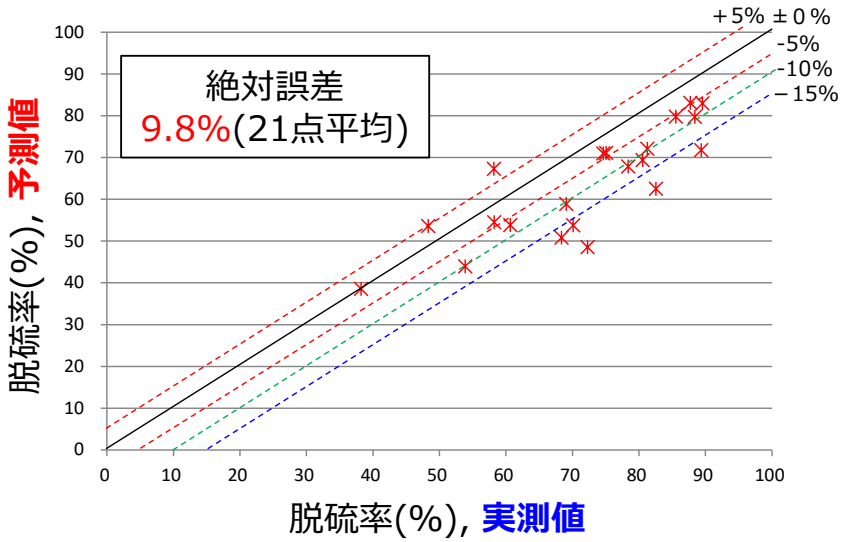
$$k = A \times \exp(-E/RT)$$

k; 反応速度定数　A; 頻度因子
E; 活性化エネルギー　R; 気体定数
T; 温度

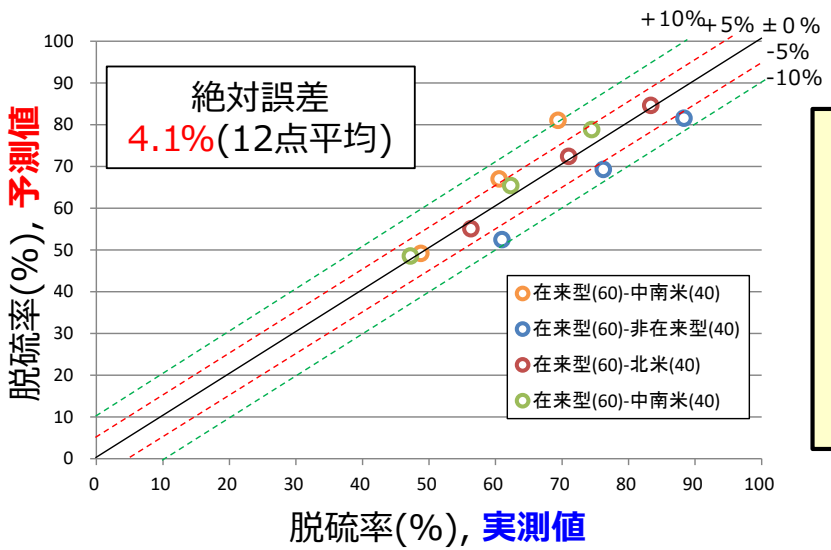
脱硫・脱窒素反応の頻度因子を組成関連の因子で補正
(log(A)=a+b×補正因子1+c×補正因子2＋・・・)

脱硫補正因子:As量、As中のS化合物の平均総環数
脱窒素補正因子:As中のN化合物の①ﾅﾌﾃﾝ環/総環数、
②1分子当りのN数

＜単一AR脱硫率予測結果＞



＜混合AR脱硫率予測結果＞



単一/混合ARとも絶対誤差10%未満。原油調達可否判断に資するレベル達成

参考資料

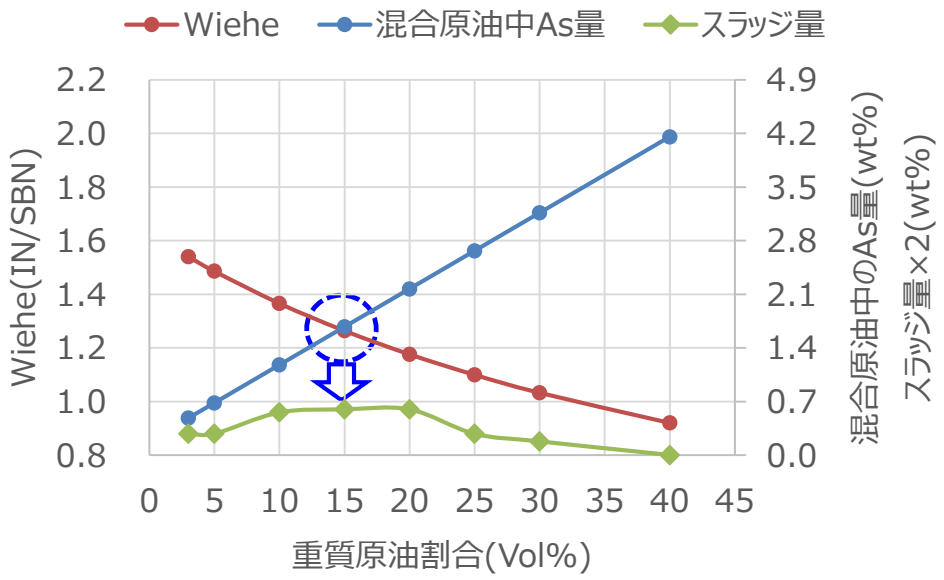
委託事業
（１）非在来型原油成分分析技術開発
（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）
（３）RDS/RFCC全体最適技術開発
（４）アスファルテン凝集制御技術開発

補助事業
1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発
1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析
1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

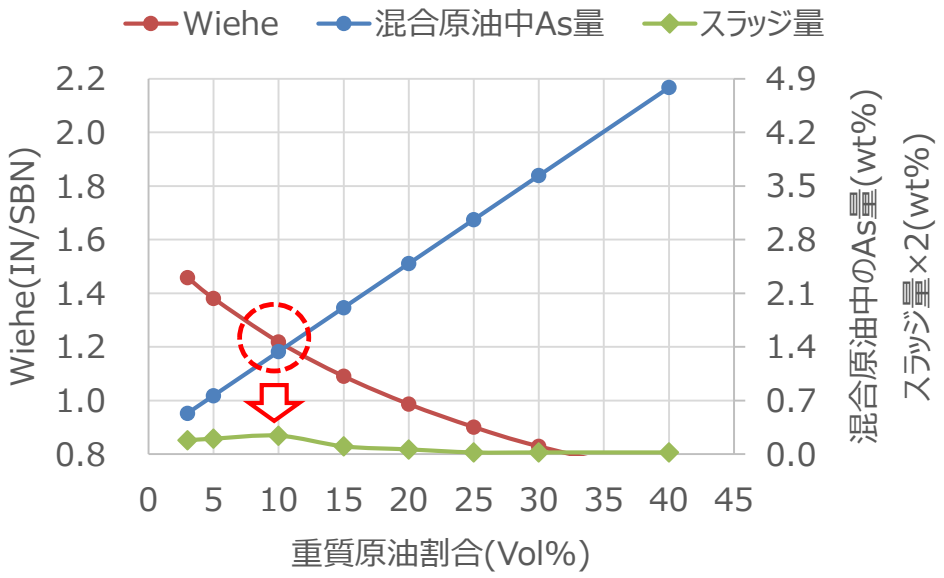
委託事業　参考資料

混合原油の相溶性評価

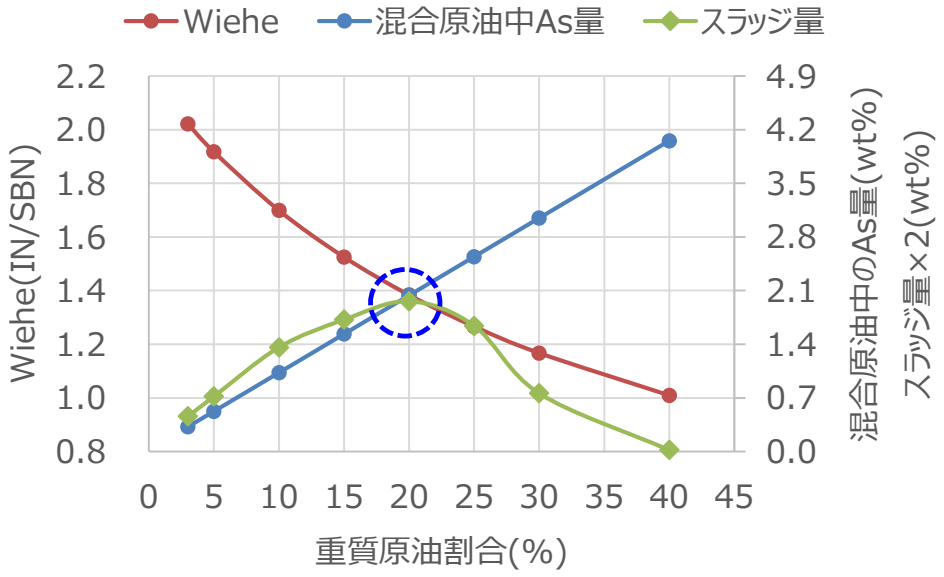
軽質原油αと**重質原油A**との混合



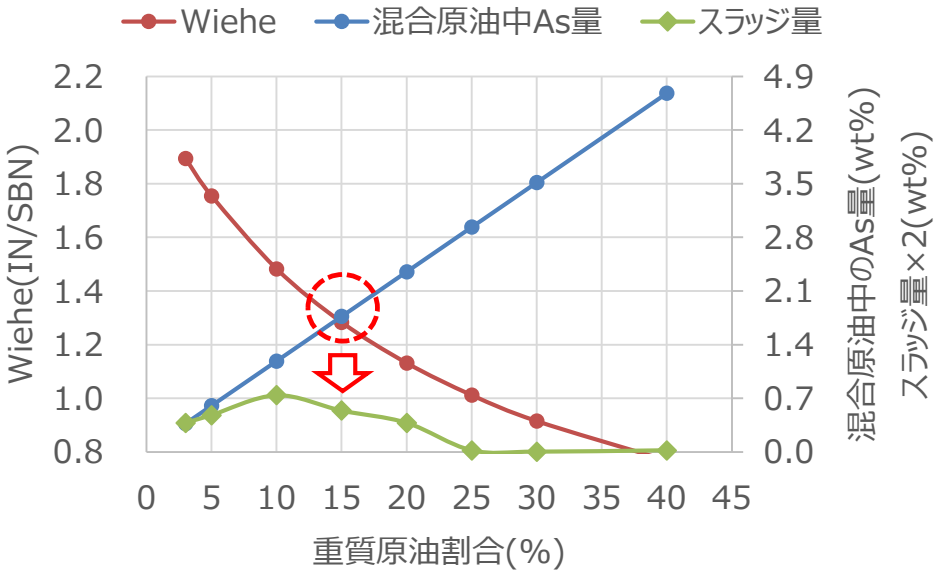
軽質原油αと**重質原油E**との混合



軽質原油βと重質原油Aとの混合



軽質原油βと重質原油Eとの混合

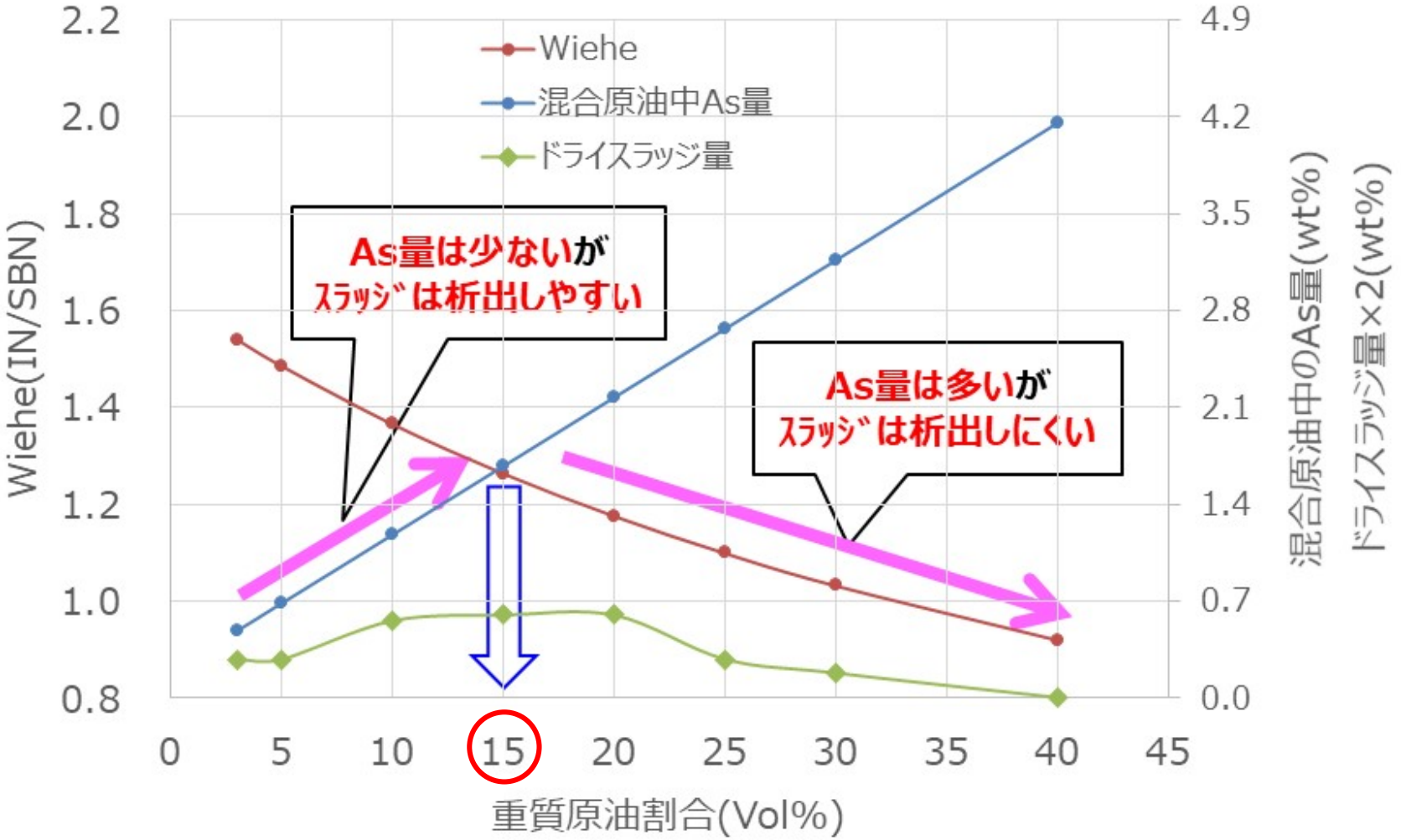


委託事業　参考資料

混合原油の相溶性評価

【原油混合時のスラッジ析出挙動】

原油組合せによりアスファルテン量とアスファルテン溶解性との関係が変化
⇒主に重質原油に由来するアスファルテン量とアスファルテン分の溶解性指標である
Wieheパラメータの関係が原油の組合せにより変化することが原因と考えられる



混合原油中のAs量とAsの溶解性には相反関係があり、両者が交わる点でスラッジ析出が最大化

Wiehe (I_N /S_{BN}) =Asの不溶解性(I_N) / 原油のAsに対する溶媒力(S_{BN})　(1を超えるとスラッジ析出の恐れあり)

参考資料

委託事業

（１）非在来型原油成分分析技術開発

（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）

（３）RDS/RFCC全体最適技術開発

（４）アスファルテン凝集制御技術開発

補助事業

1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発

1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析

1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

委託事業　参考資料

①RFCC得率予測モデル開発

（１）RFCCにおける反応

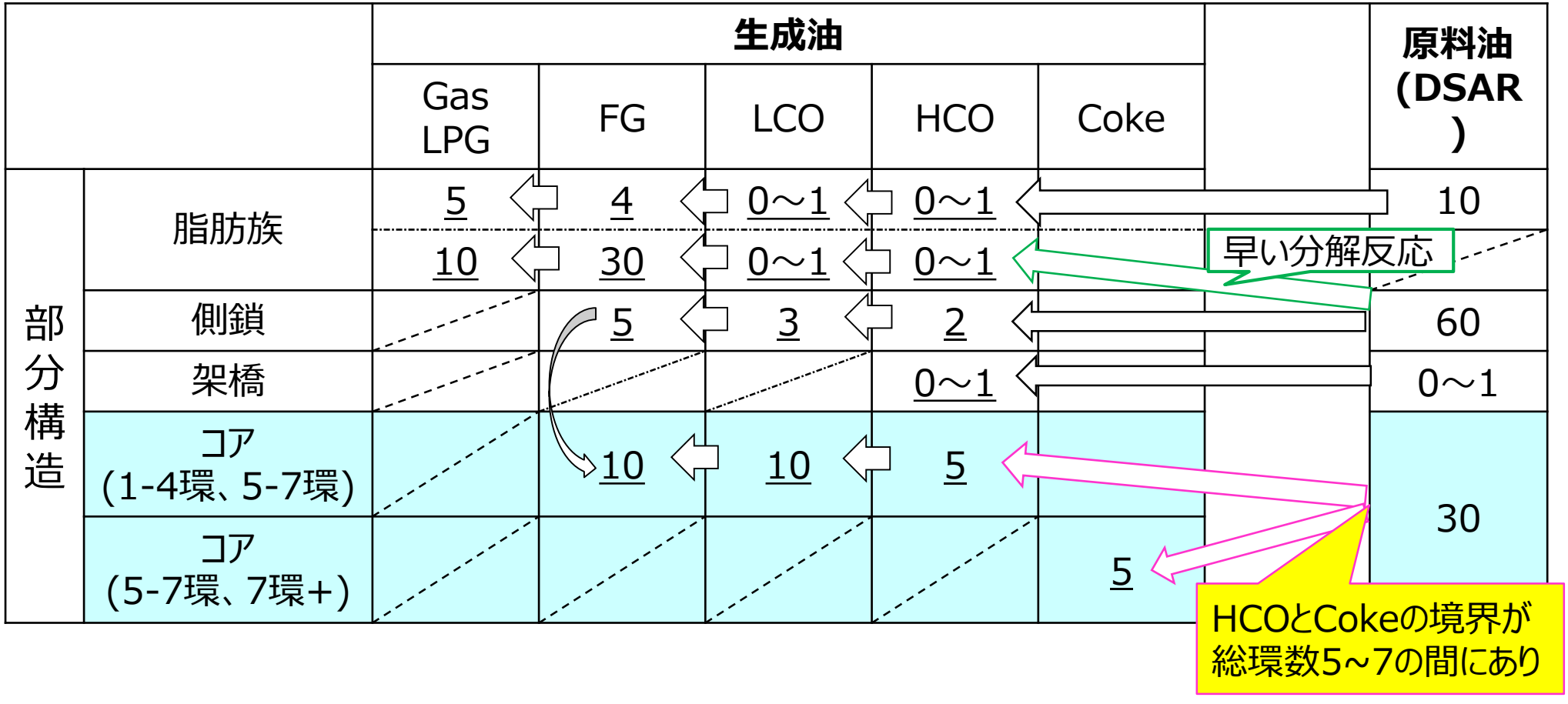
①脂肪族・側鎖は分解によるGas～FG生成が主。側鎖の一部は環化・脱水素し、コア構造を形成

②低環数コアはナフテン環の開環等により低分子化しFG/LCOに、高環数コアは主にCokeに移行。
中間(4環～７環)は原料油や反応条件によりHCOまたはコークに移行

③Gas～HCOの得率・組成は原料に依らずほぼ同一。一方、Cokeは原料や反応条件により変化。
⇒得率予測モデルは、Gas～HCOとCokeの２つに分けて検討

＜原料油DSARの例（反応温度520℃、C/O=5)＞

※　数字は存在量,wt%

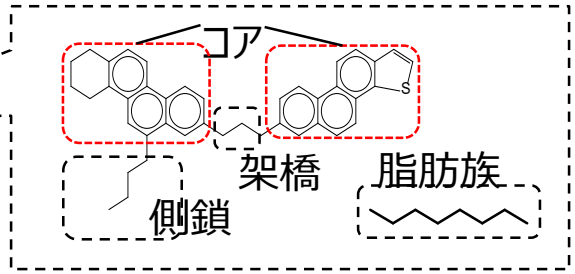


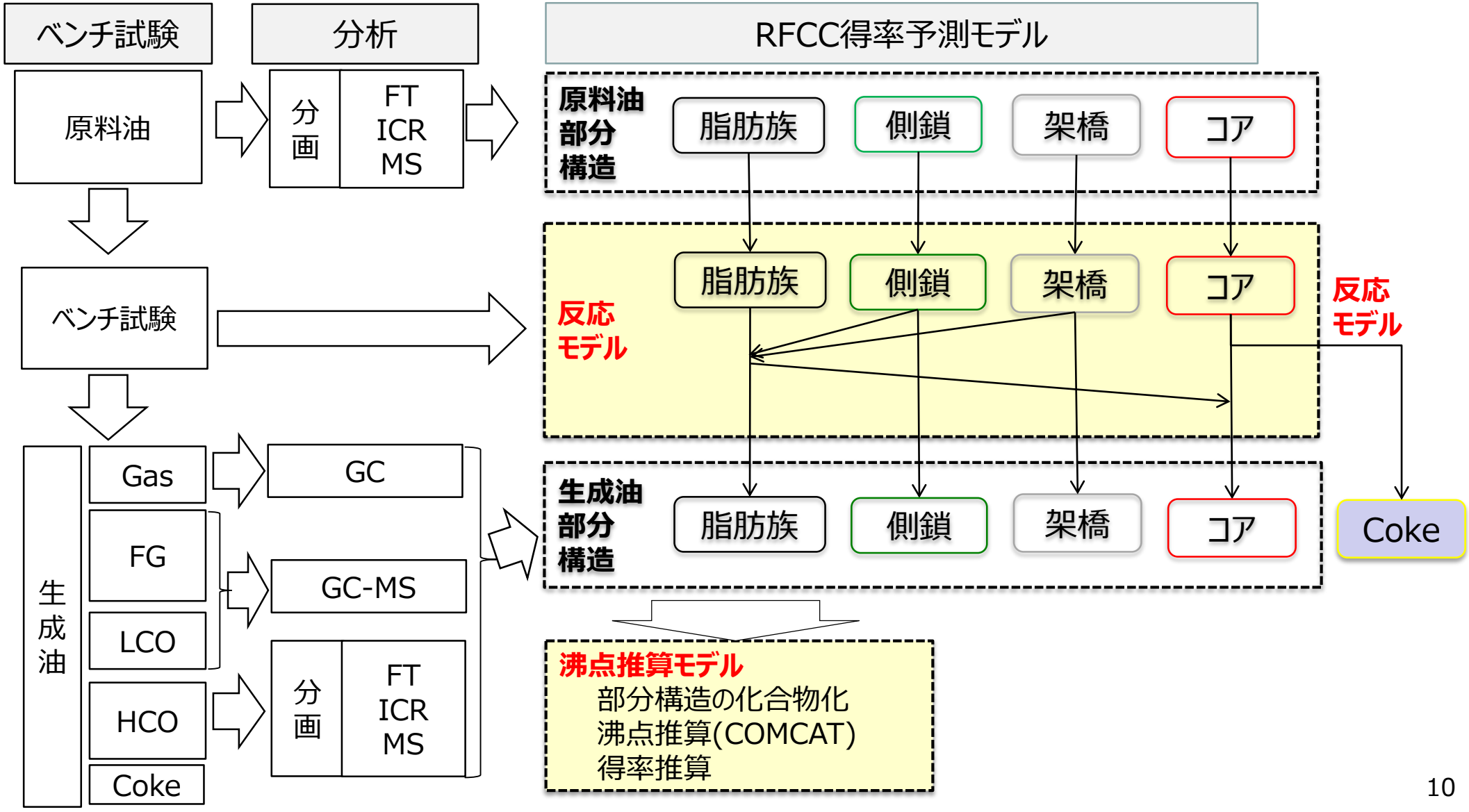
委託事業　参考資料

①RFCC得率予測モデル

（2）RFCC得率予測モデル開発概要

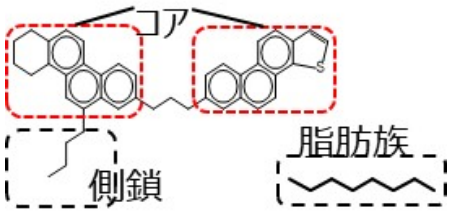
- 反応モデル：各種条件に対応した部分構造ごとの存在量を推算
- 沸点推算モデル：任意温度で得率予測可能な蒸留曲線を作成





委託事業　参考資料

①RFCC得率予測モデル開発



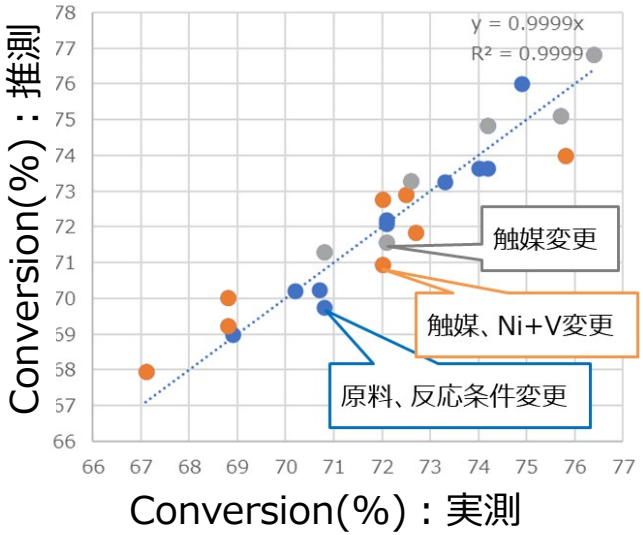
(３)各留分の存在量推定方法

【LPG～HCO留分】

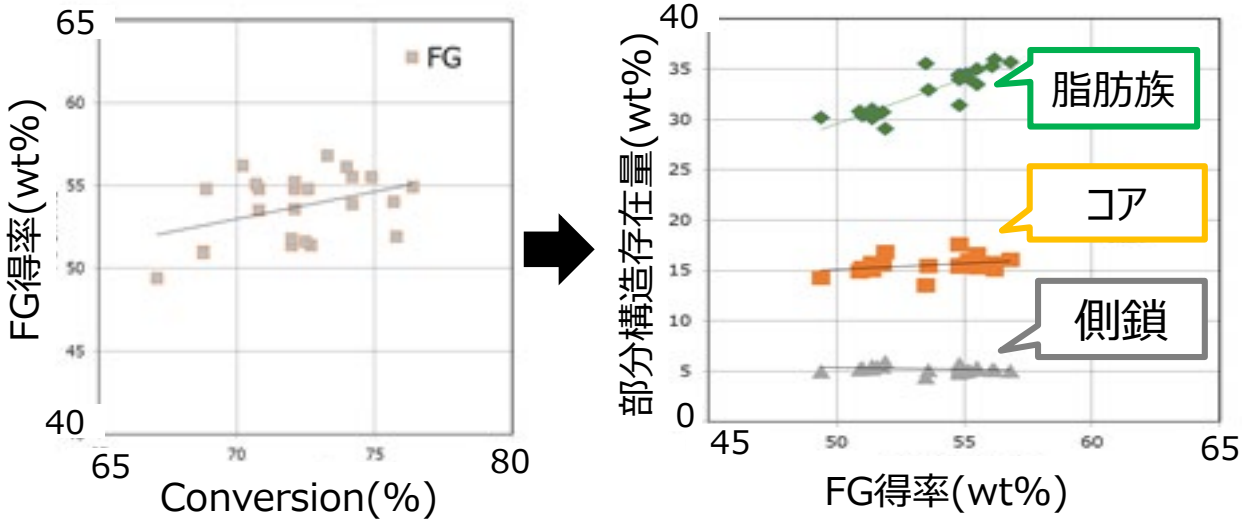
Conversionと留分得率、留分得率と生成油の組成(コア、脂肪族、側鎖)は概ね一次の相関があること、及びConversionが反応条件から予測出来ることを確認

⇒**Conversionが決まれば生成油各留分の組成・存在量を推定可能**

＜Conversion の反応条件からの予測＞



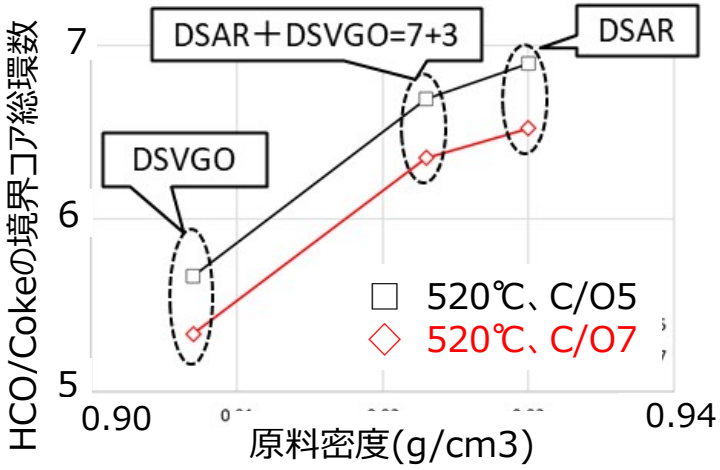
＜Conversion からの生成油組成予測例(FG留分)＞



【Coke】

・ConversionとCoke得率に相関無し

・詳細組成構造解析により、「Cokeは原料油のコア構造から生成」、「HCO留分になるかCokeになるかの境界(コアの総環数)は、反応条件・原料油により変化」が分かったことから、コアの総環数からCoke生成量を推定する方法を開発



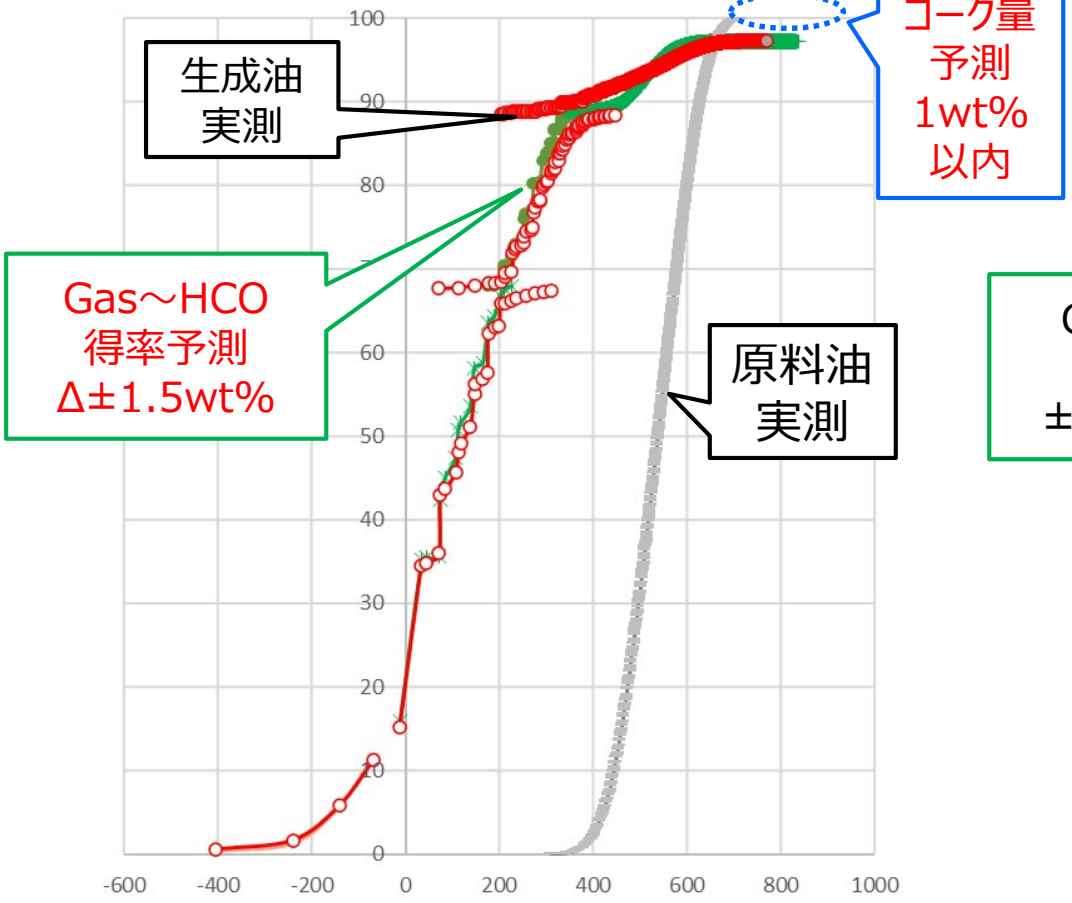
委託事業　参考資料

①RFCC得率予測モデル開発

(４)沸点推算モデルの開発

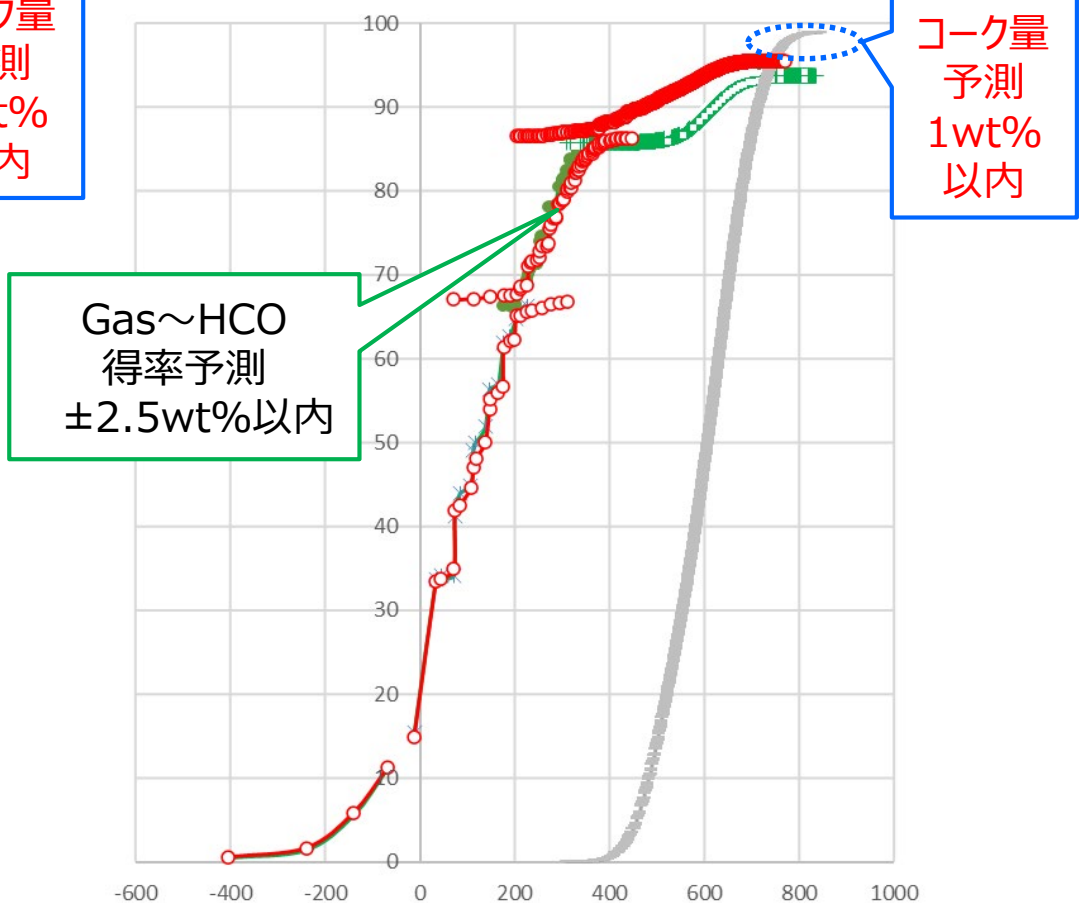
●反応モデルで推定した各留分の部分構造を合成し、各化合物に沸点を割り付けることで蒸留曲線作成
●ベンチ試験の結果と得率予測モデルの結果はよく一致。

原料油：DSVGO



X軸: 沸点℃、Y軸:存在量wt%

原料油：DSAR



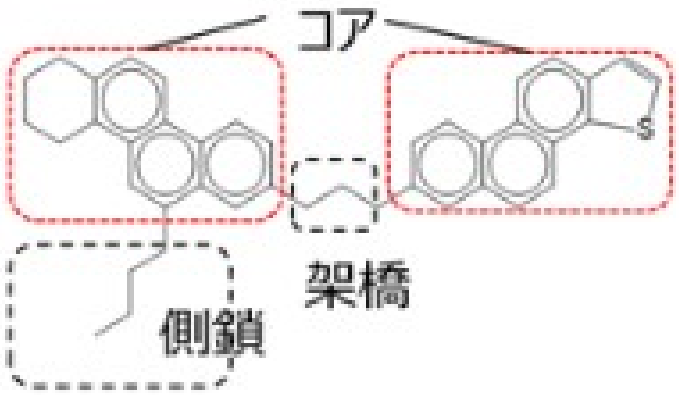
X軸: 沸点℃、Y軸:存在量wt%

委託事業　参考資料

②RDS触媒設計技術開発

RFCC原料に含まれる各部分構造の反応挙動から、RFCC得率の向上に好適なRDS生成油(DSAR)の条件(＝RDS触媒に求められる条件)は以下の通り。

	RFCCにおける挙動	RDS触媒に求められること
コア構造	①芳香環は反応せず、ナフテン環が開環 ②総環数５～７環以上のものがコーク生成に寄与	①可能な限り芳香環を水素化し、ナフテン環にする ②コーク生成抑制に有効な低CCR化をDSAR中の多環コア低減により実現する
側鎖	原料油中の存在量は多いが、ほぼ切断されGas~FG留分に移行	側鎖は切断しない



脂肪族

委託事業　参考資料

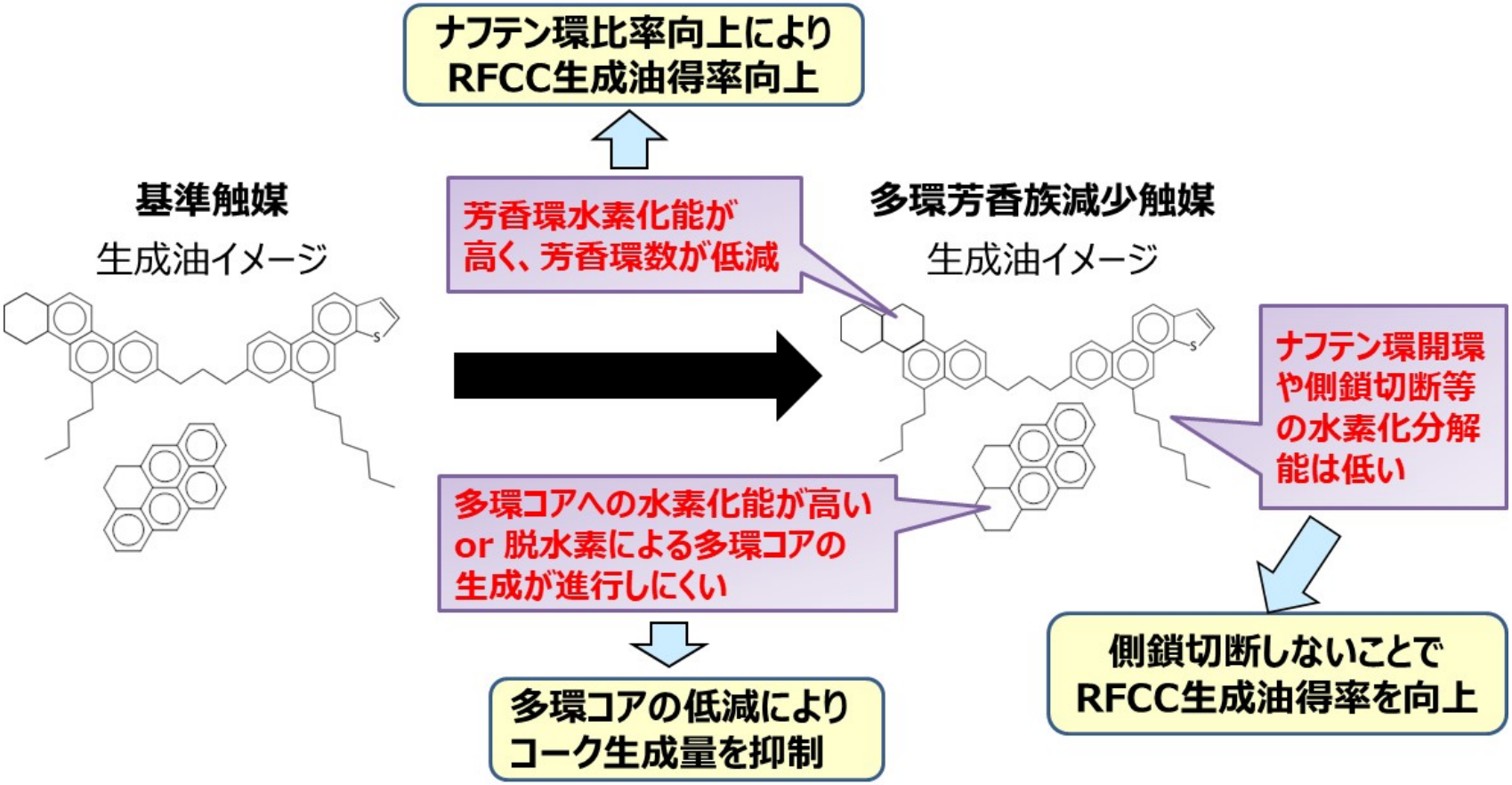
②RDS触媒設計技術開発

RFCCにとって好ましいRDS生成油を実現するため、

①多環コアの低減によるコーク生成量の抑制、

②ナフテン環比率を向上＆側鎖の切断を抑制、

を同時に実現する**多環芳香族減少タイプ触媒**のパラメータ(担体添加物、Co/Ni比)を
ペトロリオミクス技術とサポートベクターマシン(SVM)を用いて検討

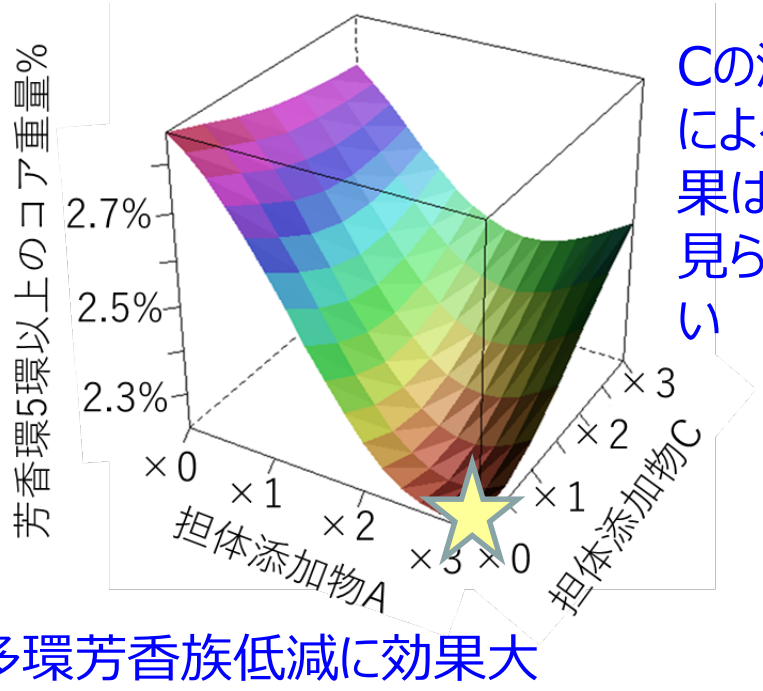


委託事業　参考資料

②RDS触媒設計技術開発

詳細組成構造解析結果及びSVMを用いてRDS触媒のパラメータを検討した結果、担体金属の分散性が向上する添加物Aと水素化能がマイルドなCo主体の助触媒比にすることでFCC/RFCCにとって好ましいRDS生成油を実現できることが分かった

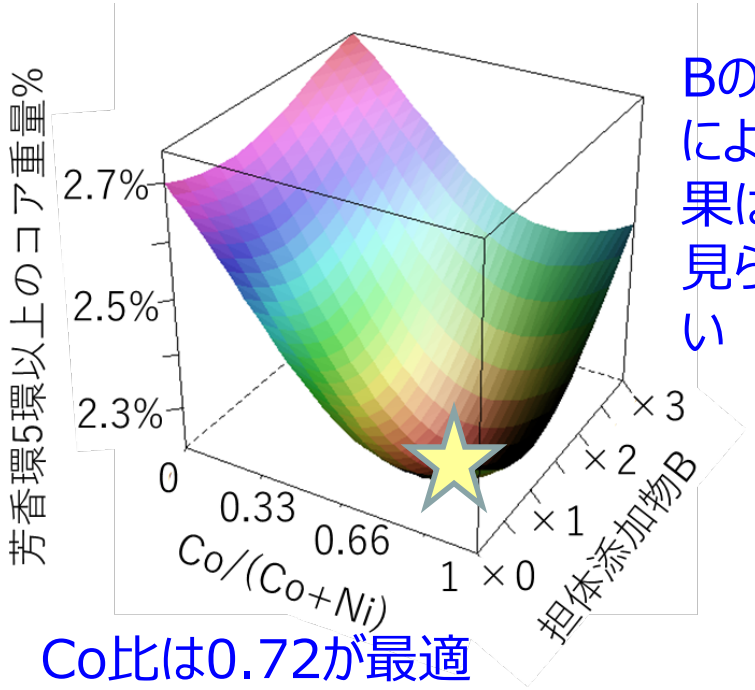
⇒**RFCC原料として好適な低CCRのDSARを実現する触媒設計技術を確立**



Cの添加による効果は殆ど見られない

☆最適点

Aは多環芳香族低減に効果大



Bの添加による効果は殆ど見られない

Co比は0.72が最適

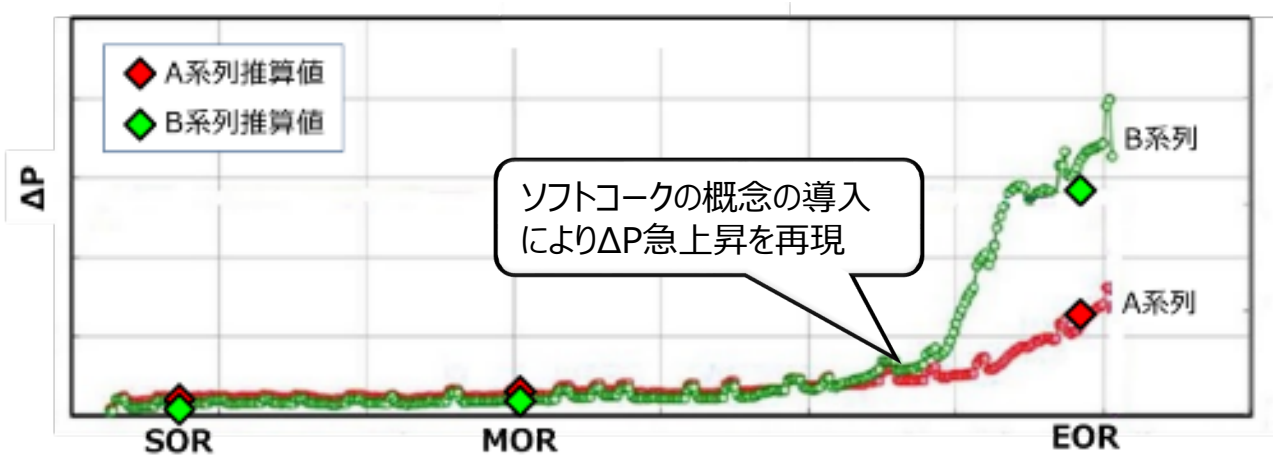
担体添加物A	担体添加物B	担体添加物C	Co/(Ni+Co)
Base×2.6	Base×1	Base×0.5	0.72

委託事業　参考資料

RDS偏流解析モデル・RDS触媒劣化予測

③RDS偏流解析モデル

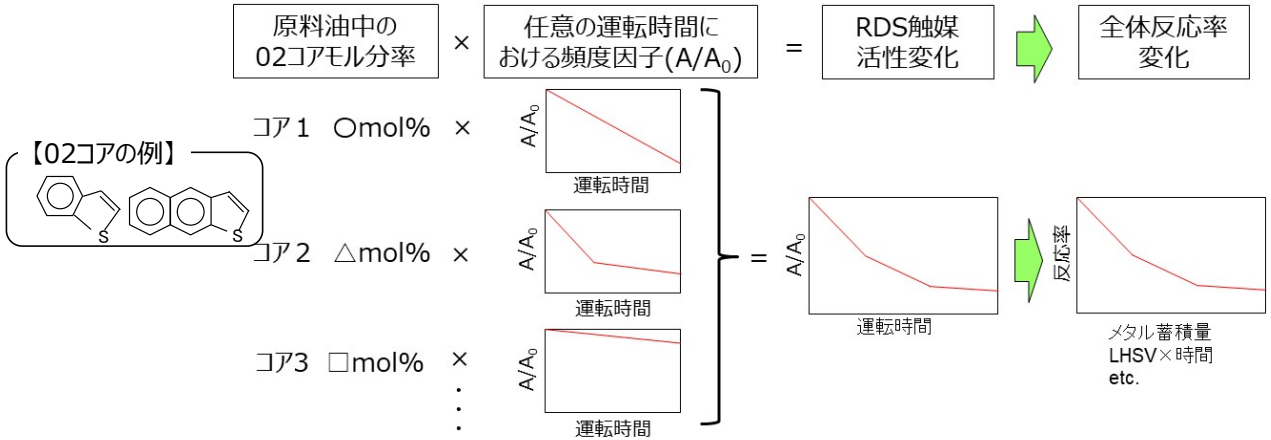
・流動解析、RDS反応、物性推算の３モデルから成る偏流解析モデルを開発。
・RDS装置内のソフトコーク生成等新たな概念を導入。従来再現できなかった偏流挙動を精度良く表現

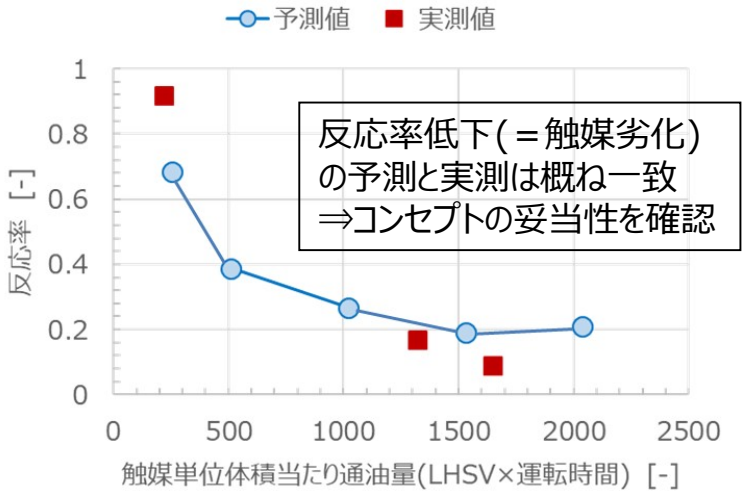


④RDS触媒劣化予測モデル

触媒劣化度を最もよく表す化合物として硫黄化合物(02コア構造)を抽出。各コアのモル分率と反応性変化から、RDS触媒の劣化度(硫黄化合物全体の反応率の変化)を予測できる技術を開発。

＜RDS触媒劣化予測モデル作成の考え方＞





参考資料

委託事業

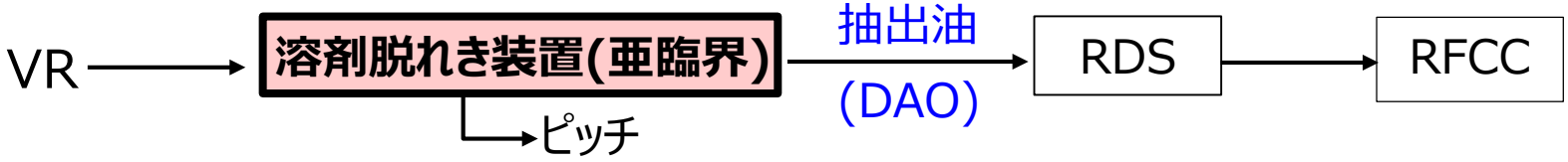
（１）非在来型原油成分分析技術開発
（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）
（３）RDS/RFCC全体最適技術開発
（４）アスファルテン凝集制御技術開発

補助事業

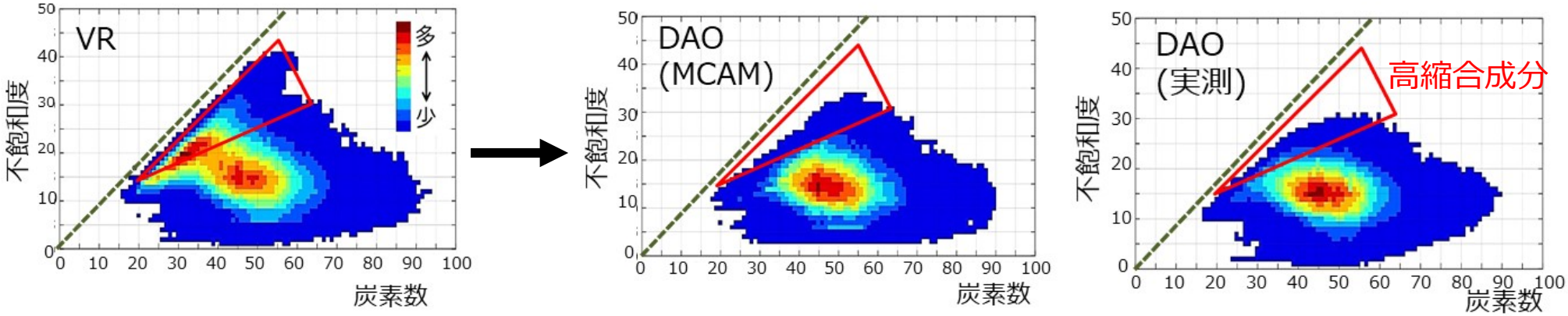
1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発
1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析
1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

委託事業　参考資料

溶剤脱れきプロセスの抽出物予測

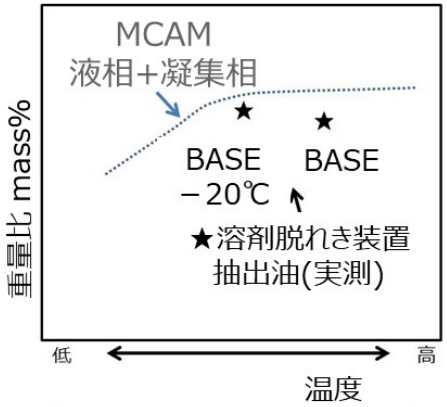


＜抽出物成分予測＞MCAM予測は実際のDAO同様に高縮合成分が除去され、分子分布も類似



＜抽出率予測＞亜臨界条件における溶剤のHSPの導入により実機の抽出挙動を再現

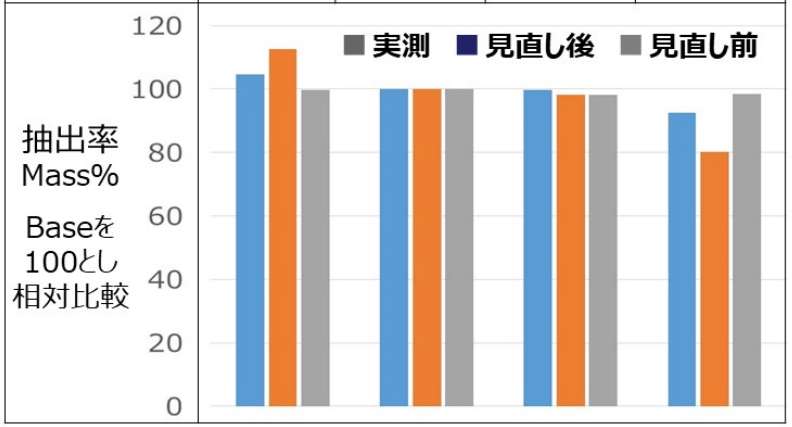
＜これまでの課題＞



抽出率に及ぼす温度影響は
MCAMと実測値で逆の傾向

＜亜臨界HSP導入＞

ケース	抽出温度の違い			
抽出温度, ℃	Base-20	Base	Base	Base+20
溶剤量	Base	Base	Basex0.5	Basex0.5



委託事業　参考資料

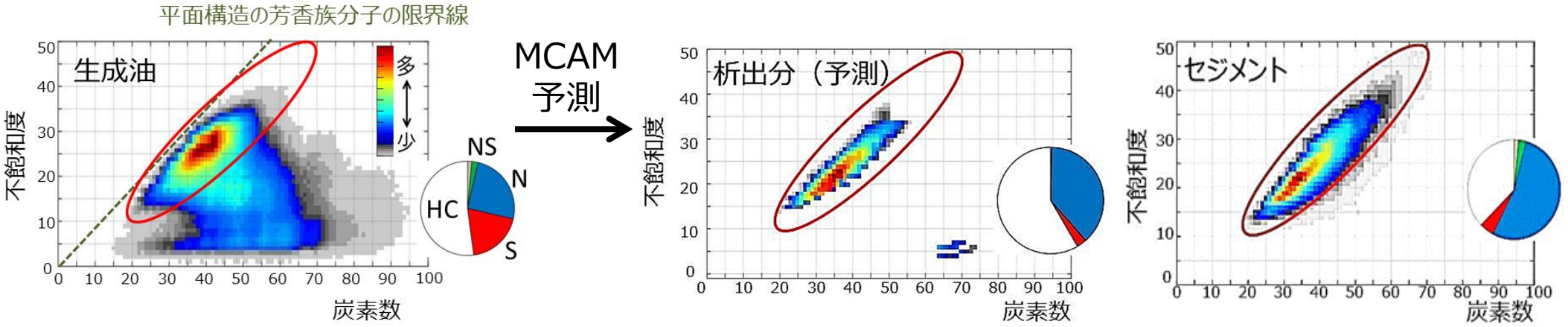
減圧残油水素化分解装置でのセジメント析出量予測

VR → 水素化分解 → 蒸留 → BTM → 熱交 → 生成油

析出物量が多いと運転に制約

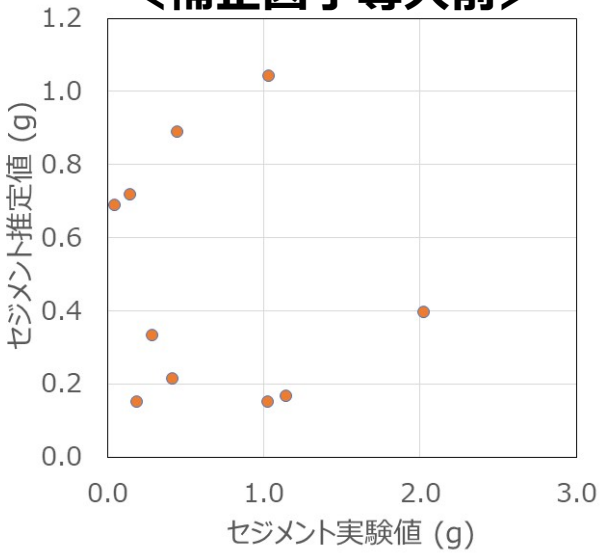
熱交差圧上昇速度と生成油ｾｼﾞﾒﾝﾄ量は相関が高いことからｾｼﾞﾒﾝﾄをMCAM予測

【MCAMによるセジメント成分予測】



【MCAMによるセジメント量予測】

＜補正因子導入前＞



ｾｼﾞﾒﾝﾄには詳細組成構造解析で検出が難しい成分が含まれているため予測精度低

→**補正因子導入により精度改善**

【補正因子例】

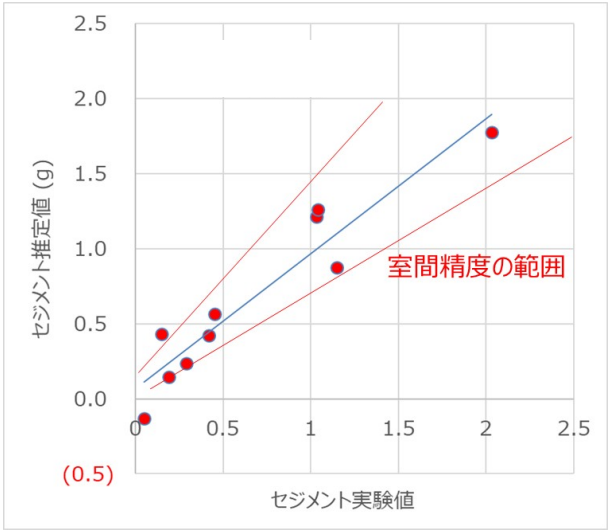
①重質成分の補正(ﾄﾙｴﾝ不溶分量等)

②相溶性影響因子

ﾚｼﾞﾝおよび3環以上の芳香族分量

③凝集性影響因子(含N芳香族量等)

＜補正因子導入後＞



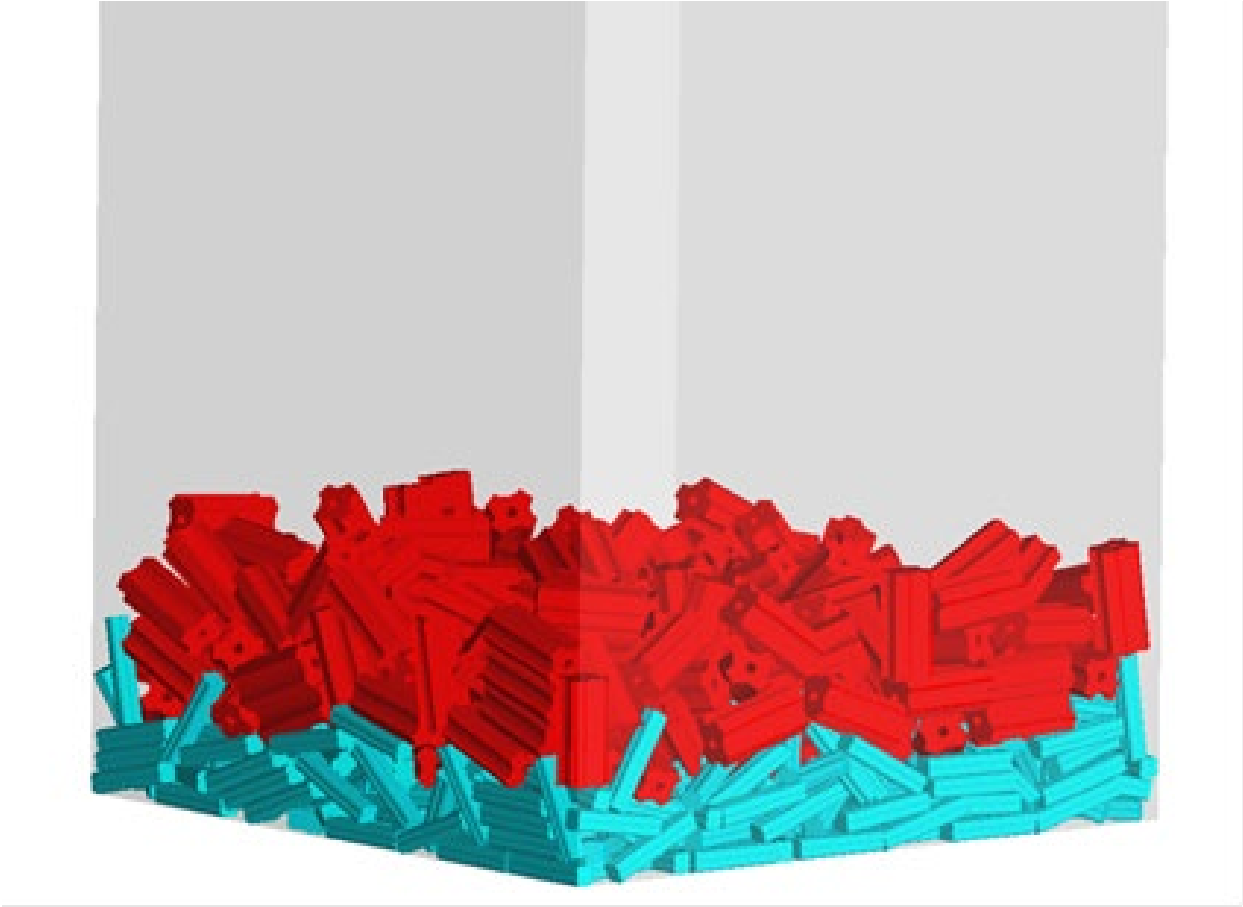
参考資料

委託事業
（１）非在来型原油成分分析技術開発
（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）
（３）RDS/RFCC全体最適技術開発
（４）アスファルテン凝集制御技術開発

補助事業
1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発
1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析
1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

ミクロSIMモデルの構築

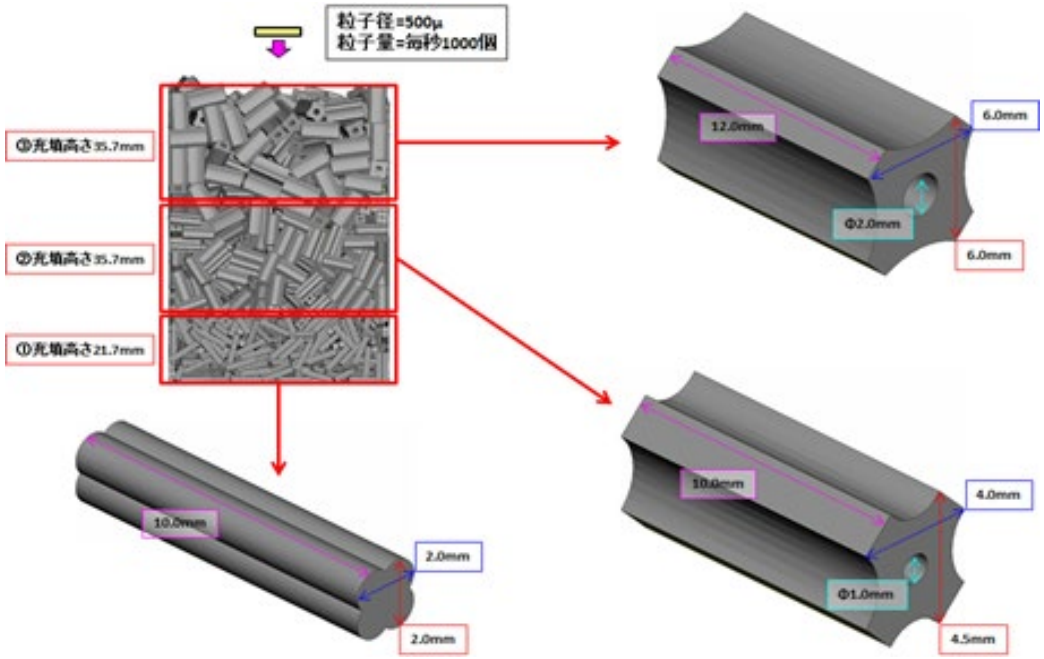
DEM (Discrete Element Method) + MPS (Moving Particle Semi-implicit)



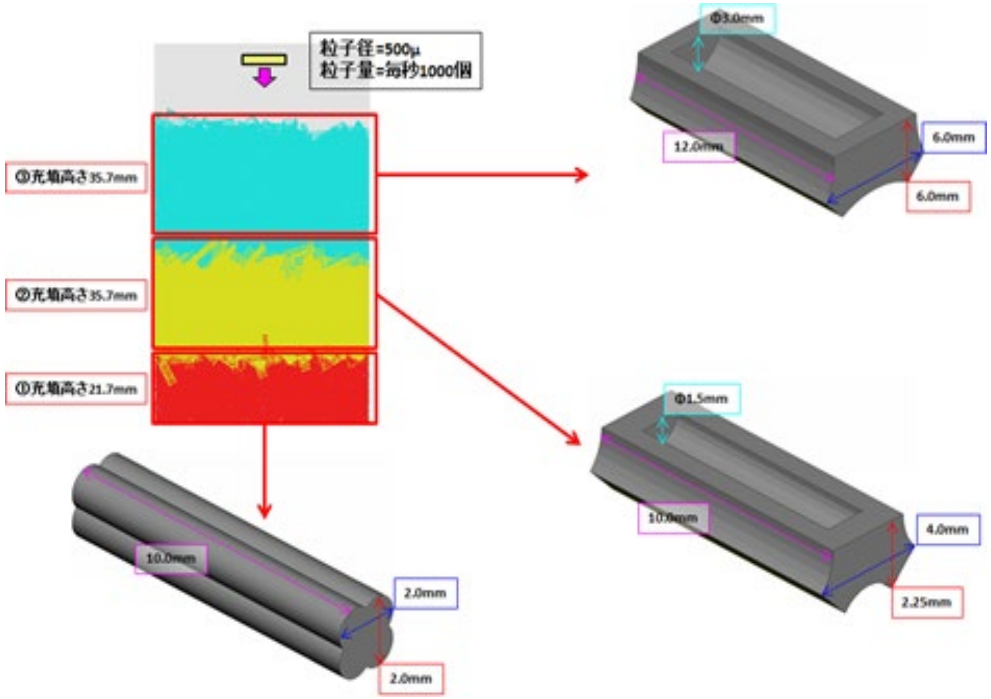
異なる形状・サイズの触媒を積層したモデルを開発し、
層界面の気液流動・微粒子滞留への影響も解析できるようにした

現行型およびキャビティー型グレーディングモデル

現行型

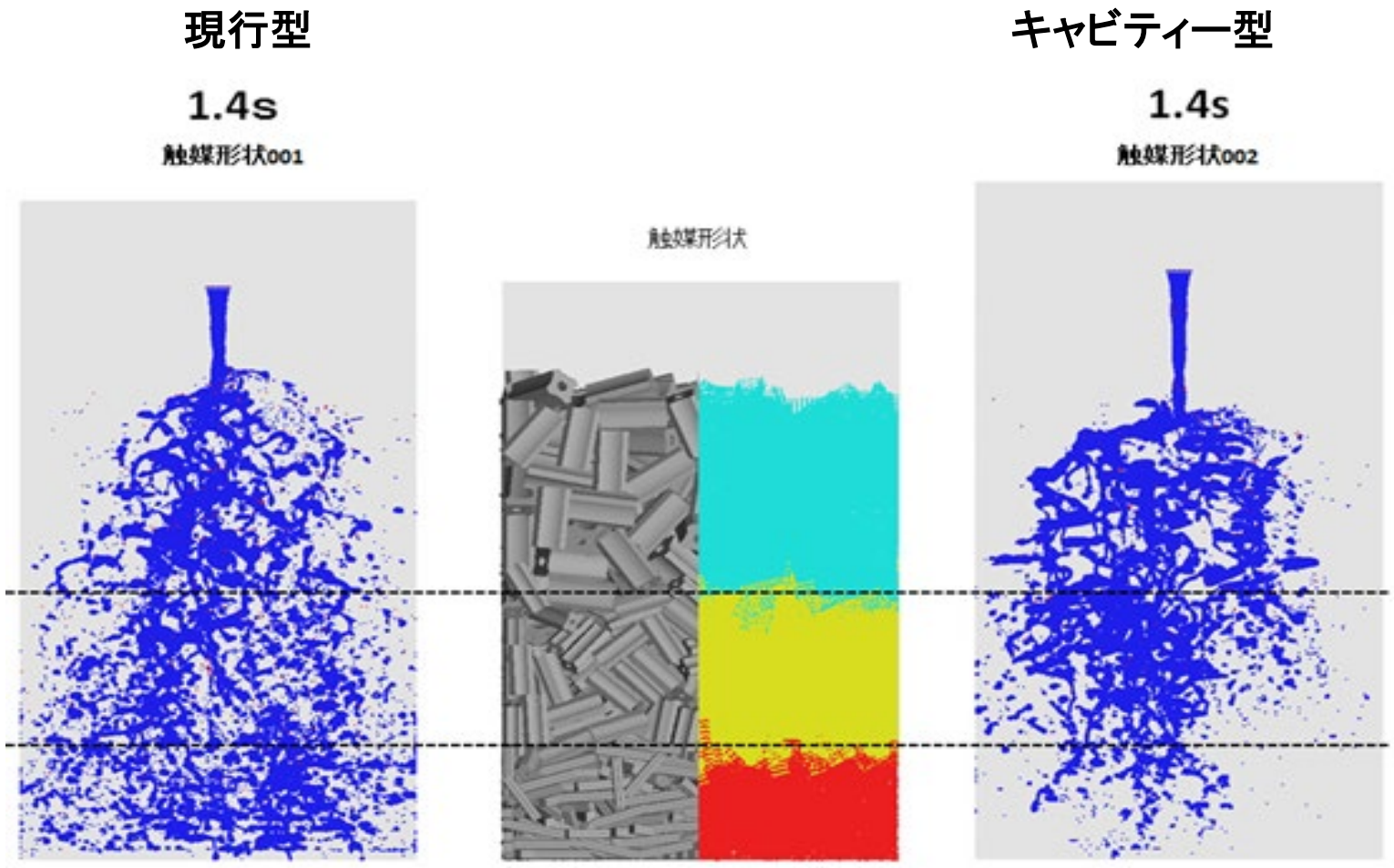


キャビティー型



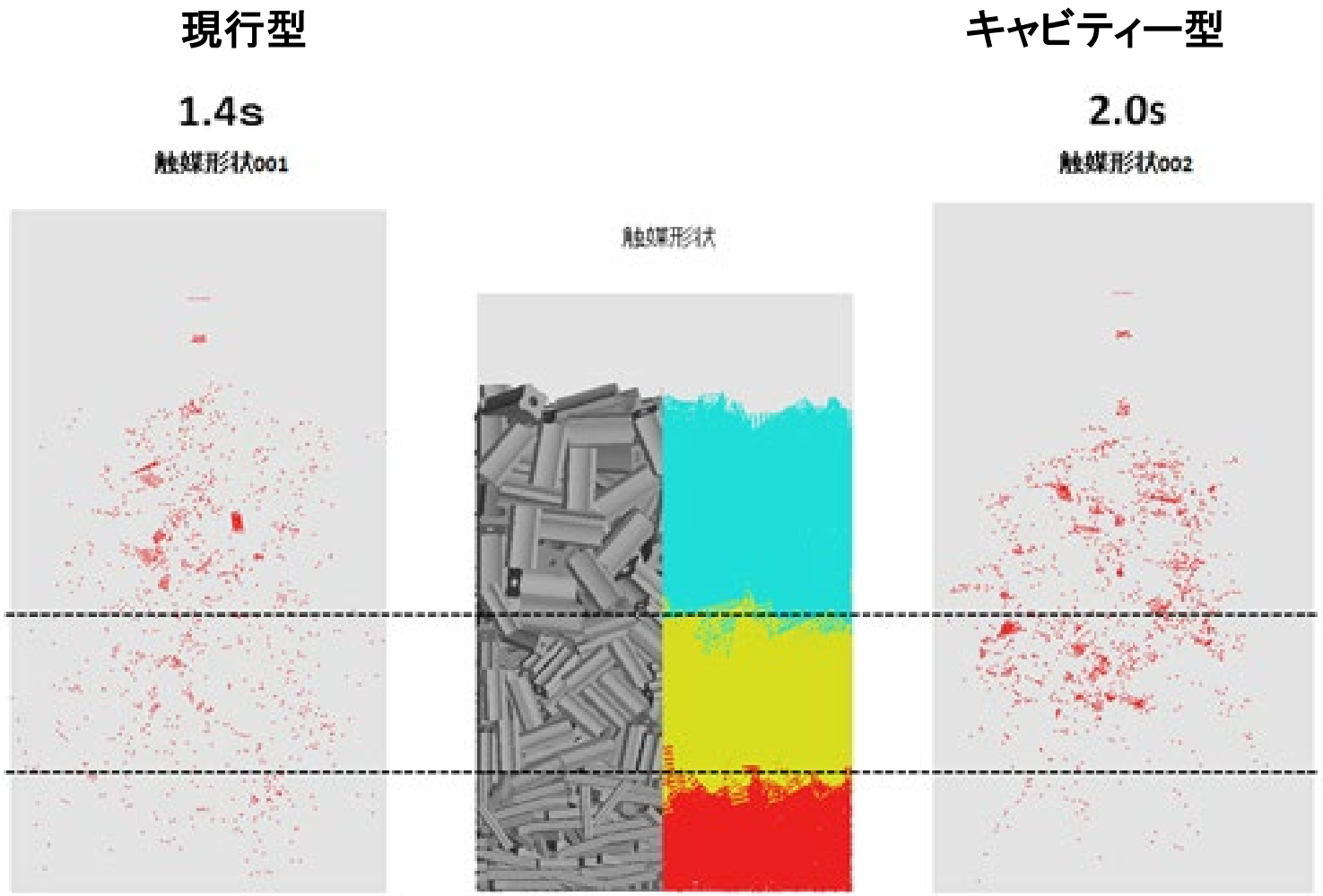
どのような形状でも自在にモデル化可能

現行型およびキャビティー型グレーディングモデル



キャビティー型の方が液の下部への到達が遅くなっており、
触媒が小さくなったことによる空隙率の低下で、液ホールドアップは増加

現行型およびキャビティー型グレーディングモデル



キャビティー型では中段までで微粒子をほぼ補足できている。

ラボスケールでの実験・検証

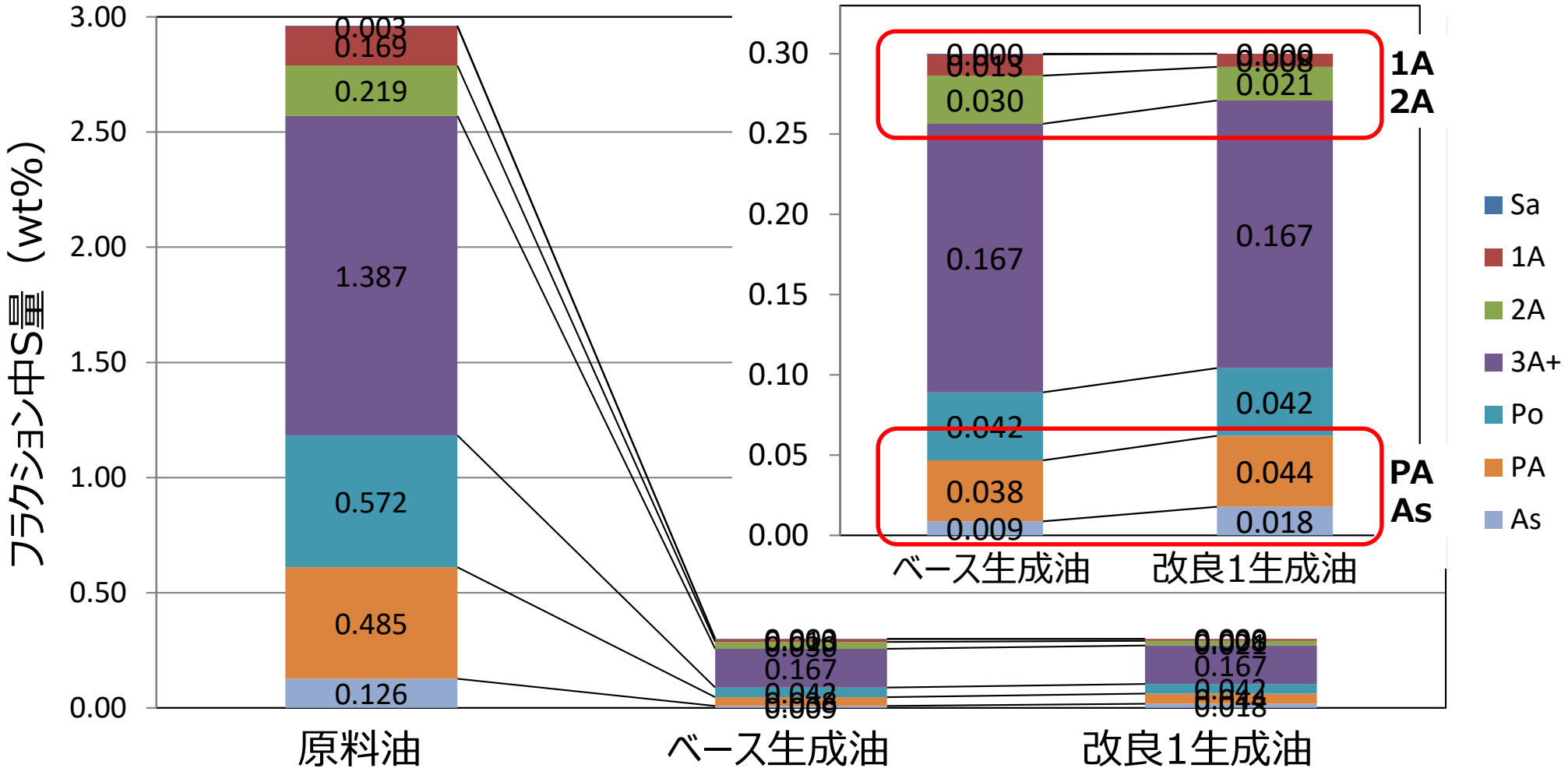


図　原料油・生成油の各フラクション中の硫黄量（Sターゲット0.3%）

RFCCで分解され易い1A、2Aを深脱し、コークになり易いPA、Asはスルー

→ **コンセプト通りに反応を制御**

実装置運転結果とペトロリオミクス解析による検証

軽質分深脱によるRFCC分解性向上

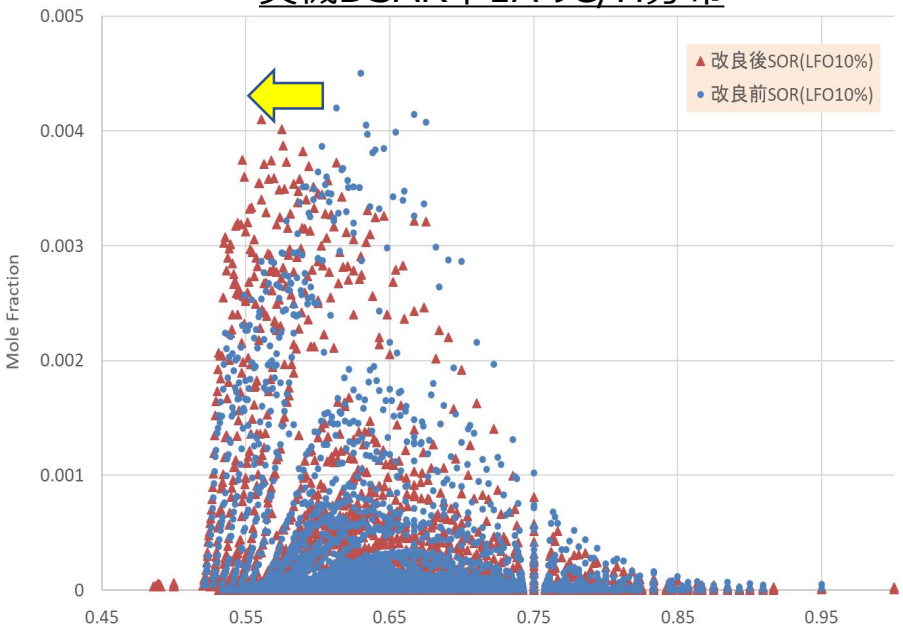
RFCC得率に対するRDS触媒改良の効果

		RDS触媒システム改良※2	
分解ガス	vol.%※1	Base	−0.1
C3	vol.%	Base	−0.3
C4	vol.%	Base	+0.7
分解ガソリン	vol.%	Base	+1.1
分解軽油	vol.%	Base	−0.7
分解残油	vol.%	Base	−0.4
コーク	wt.%	Base	−0.1
トータルゲイン	vol.%	Base	+0.3

※1　原油換算、※2　寿命に余裕が出た分、シビアにRDSを運転

RDS触媒システムを改良し運転条件をシビアにすることにより、分解ガソリン得率が上昇し、分解残油、コーク得率は減少した。その結果、トータルでゲインが0.3 vol.%向上した。

実機DSAR中1AのC/H分布



RFCCでの分解に大きく寄与する軽質分（1A）はC/H（炭素/水素比）分布が低い方にシフトしており、RDSでより水素化されている。

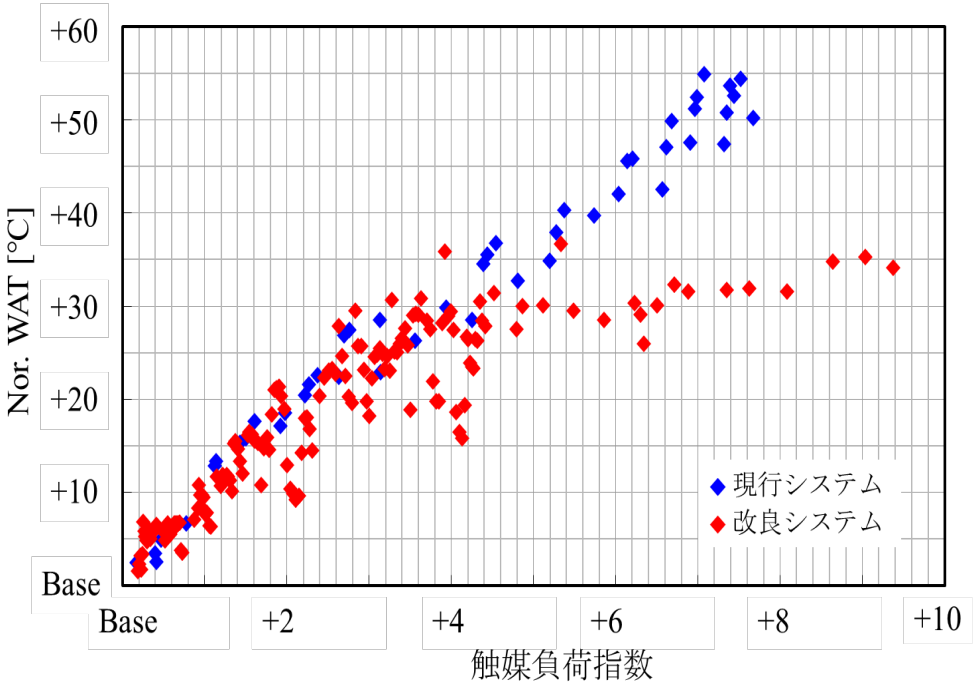
平均C/H：0.60（現行）→0.59（改良）

RDSで軽質分をシビアに水素化脱硫することで、RFCCの分解反応性を向上した

実装置運転結果とペトロリオミクス解析による検証

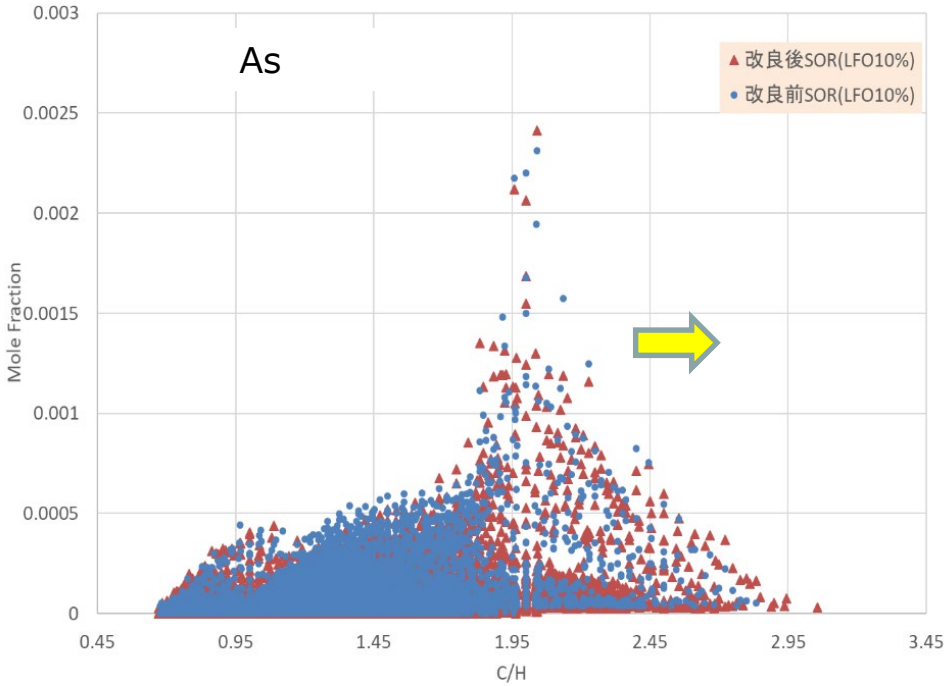
ボトムスルーによるRDS触媒劣化抑制

実機RDSシステムのWATの推移



改良システムは、ほぼ全ての運転期間を通じて
従来（現行システム）以上に触媒劣化を抑制できた。

実機DSAR中AsのC/H分布



RFCCではコークとなる割合が多い成分であるAsは
C/H（炭素/水素比）分布が高い方にシフトしており、
RDSでの水素化が抑制されている。
平均C/H：1.34（現行）→1.40（改良）

RDSでボトムスルーして反応を抑えることにより、触媒劣化を抑制できた
（触媒寿命に余裕が出た分シビア運転することが可能となり、RFCCでの分解反応性を改善できる）

DSAR分子サイズの推定方法

詳細組成構造解析により得られるJACD情報

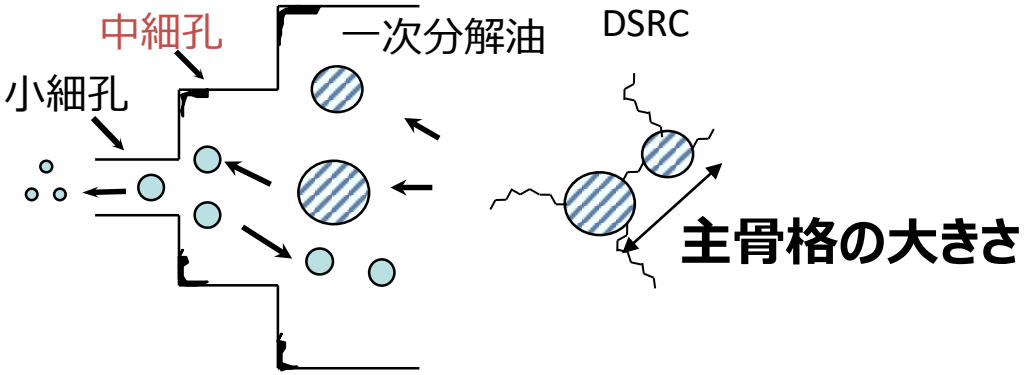
- 分子内のコア数、各コアの環数、架橋炭素数、側鎖炭素数等

触媒細孔内拡散の考え方

- 側鎖は柔軟であり分子の拡散にはあまり影響しない
- 側鎖を除いた主骨格の大きさの6倍程度が適切

そこで

- 分子に含まれる各コアの大きさと架橋の長さを足し合わせたものを主骨格の大きさとみなして解析

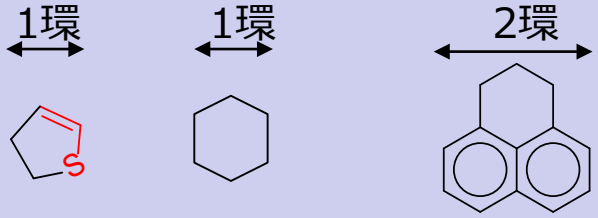


DSAR分子の例

JACD情報

コア1

サイズ（最大）
4環×6Å＝24Å



ヘテロ環（1環）　付加ナフテン環（1環）　基本コア（3環）

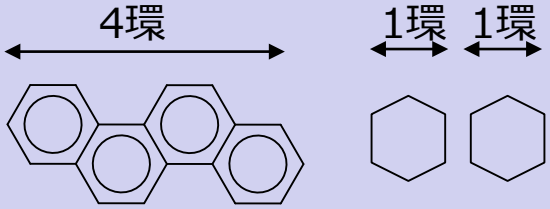
架橋

サイズ
結合5本×1Å＝5Å

架橋炭素（4個）

コア2

サイズ（最大）
6環×6Å＝36Å



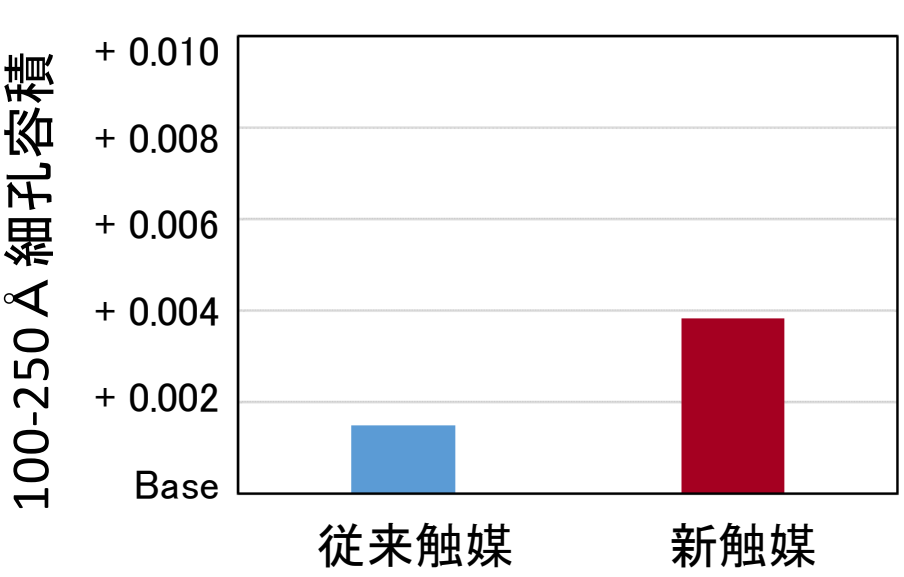
基本コア（4環）　付加ナフテン環（2環）

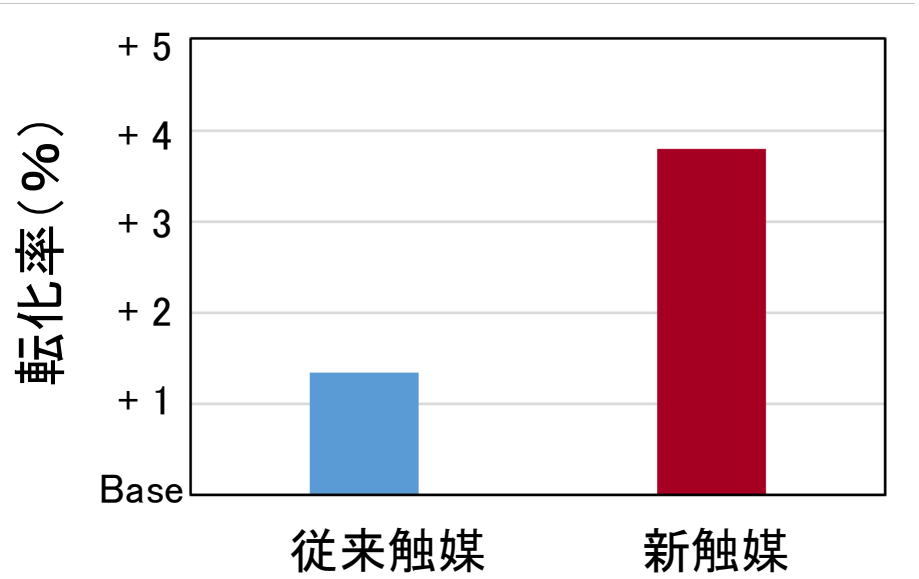
主骨格サイズ

コア1(24Å) ＋ 架橋(5Å) ＋ コア2(36Å) ＝ 65Å

DSAR中の約10万分子全てについて主骨格の大きさを算出した

分解活性の向上





RFCC触媒の細孔分布を、DSRCの主要な分子サイズ（100-250Å）に合わせることで、分解活性を向上した

活性点制御による更なる最適化

		実証触媒1	実証触媒2
分解ガス	vol.%	Base	±0.0
C3	vol.%	Base	–0.1
C4	vol.%	Base	–0.2
分解ガソリン（~195℃）	vol.%	Base	+0.3
分解軽油（195~360℃）	vol.%	Base	±0.0
分解残油（360~℃）	vol.%	Base	±0.0
コーク	wt.%	Base	±0.0
トータルゲイン	vol.%	Base	±0.0

過分解を抑制しガソリン選択性を向上した

参考資料

委託事業
（１）非在来型原油成分分析技術開発
（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）
（３）RDS/RFCC全体最適技術開発
（４）アスファルテン凝集制御技術開発

補助事業
1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発
1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析
1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

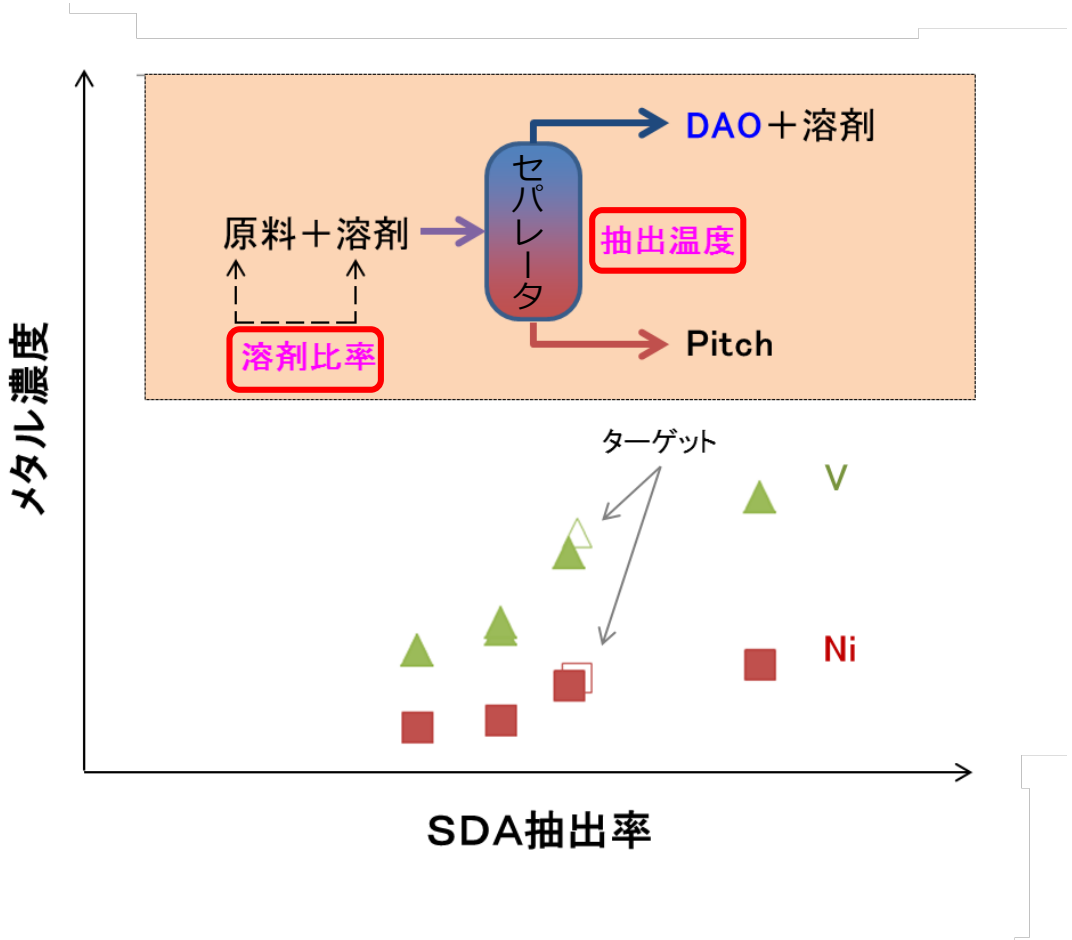
研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-6

SDA装置: 実験装置建設および操作条件確立により、評価原油のSDA生成油の取得に成功

■SDA実験装置 (処理量0.5BD)

■SDA実験装置の操作条件確立

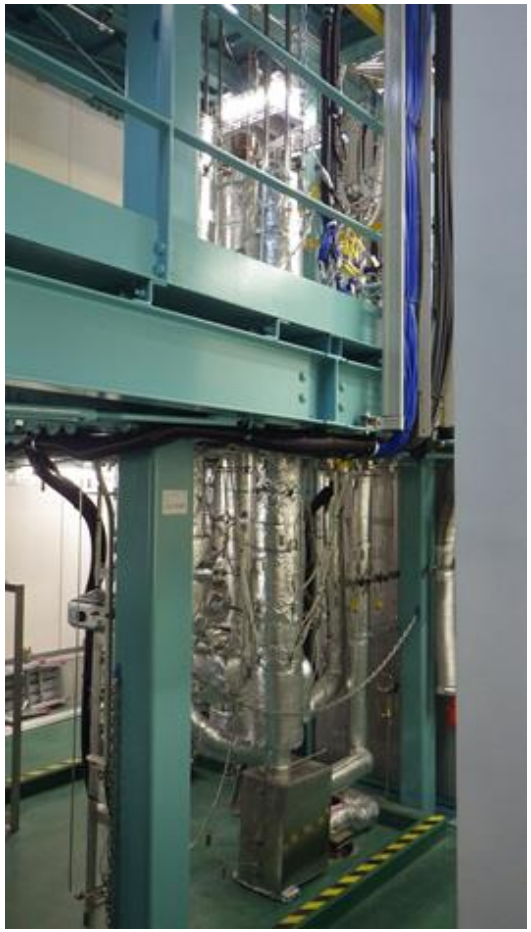
溶剤比率や抽出温度を操作変数として、
目標のSDA抽出率・メタル濃度を達成する運転手法を確立



研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-7

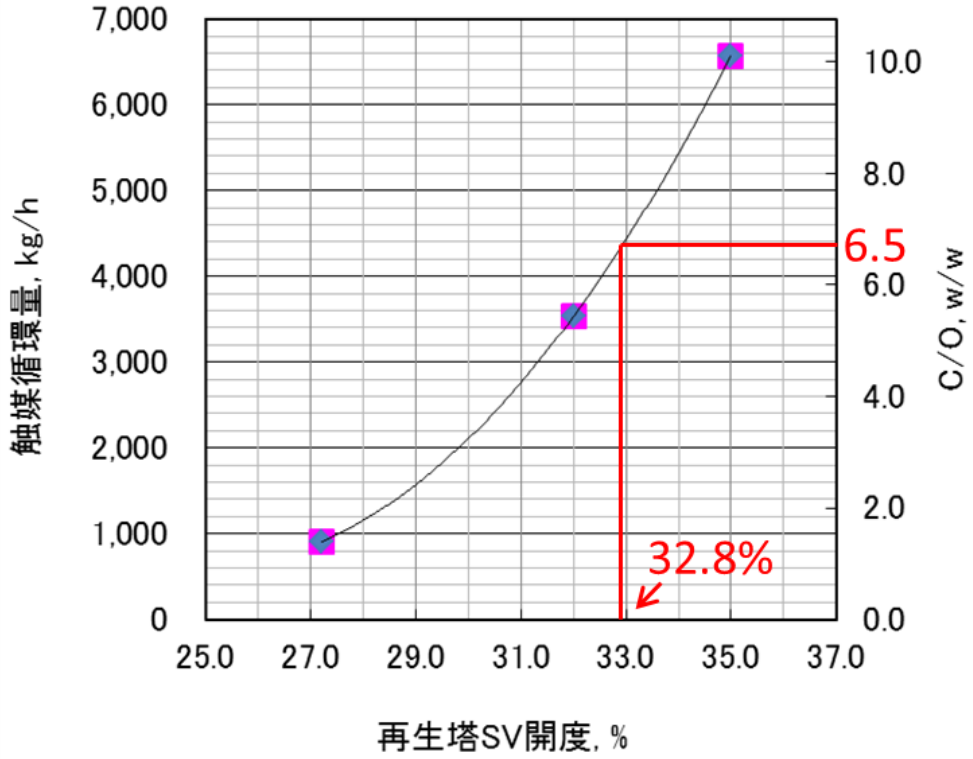
FCC装置: 実験装置建設および操作条件確立により、一連プロセスの最終生成油取得に成功

■FCC実験装置（処理量0.1BD）



■FCC実験装置の操作条件確立

触媒循環量と再生塔スライドバルブ開度の関係を把握し、
任意の実験条件に制御する操作方法を確立

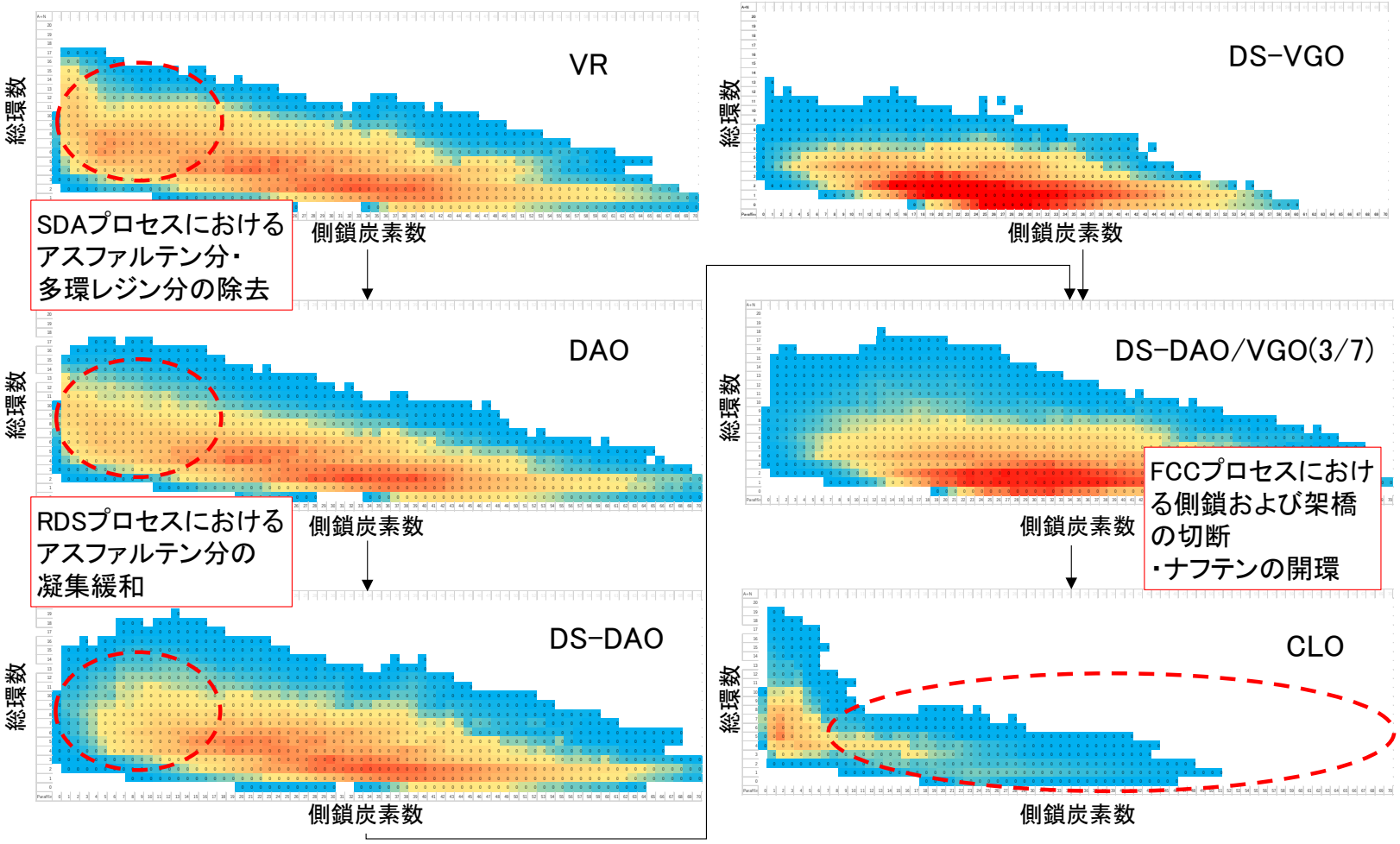


研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-8

詳細組成構造解析技術: SDA･RDS･FCC各プロセスでの分子構造変化を可視化

■SDA･RDS･FCC各プロセスでの組成構造の変遷

JPEC保有の詳細組成構造解析技術を適用

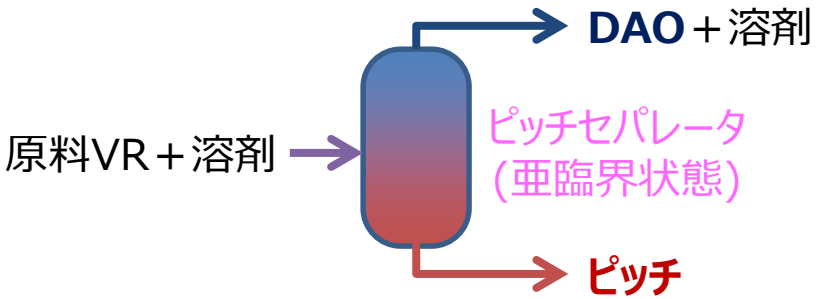


研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-9

SDAプロセス解析: ハンセン溶解度パラメータを用いた整理方法を提案

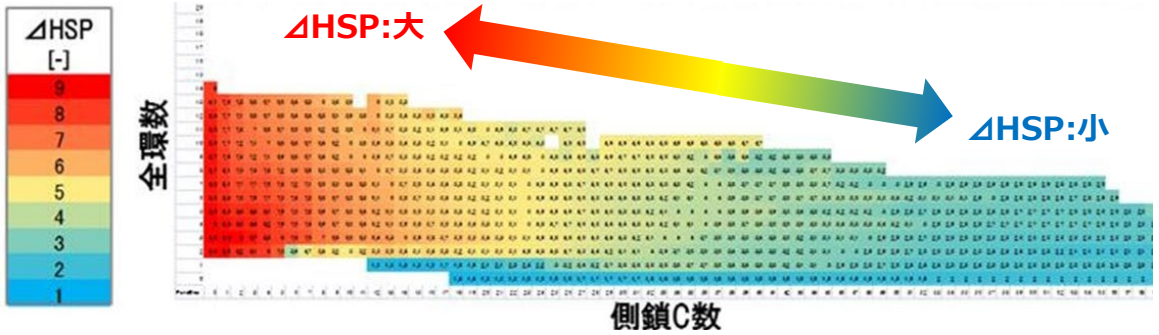
■SDAプロセスのハンセン溶解度パラメータ(HSP)による整理

SDA:溶剤との相溶性の差で分離するプロセス

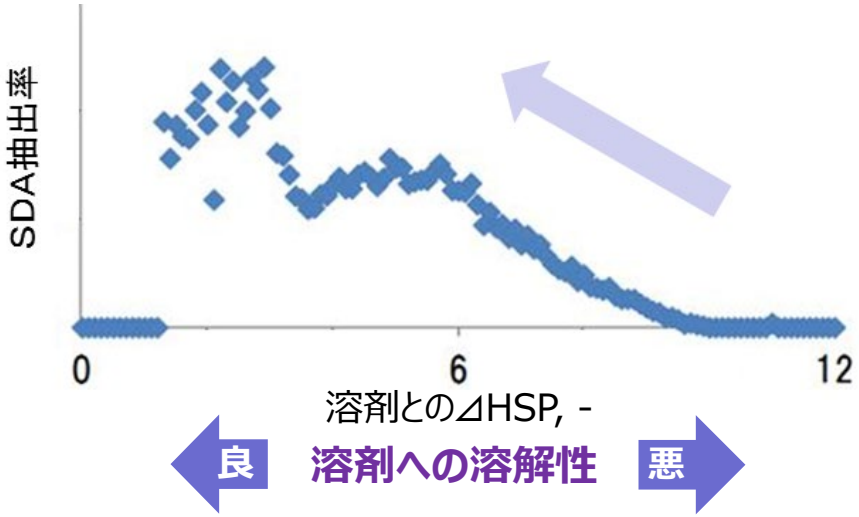


原料中各分子と溶剤とのHSPの差(⊿HSP)一覧

*JPEC開発の全石油データベース(Comcat)から引用



■⊿HSPとピッチ/DAO比率の関係



溶剤との⊿HSPが小さい分子:
溶剤への溶解性が良好で、DAOに移行しやすい

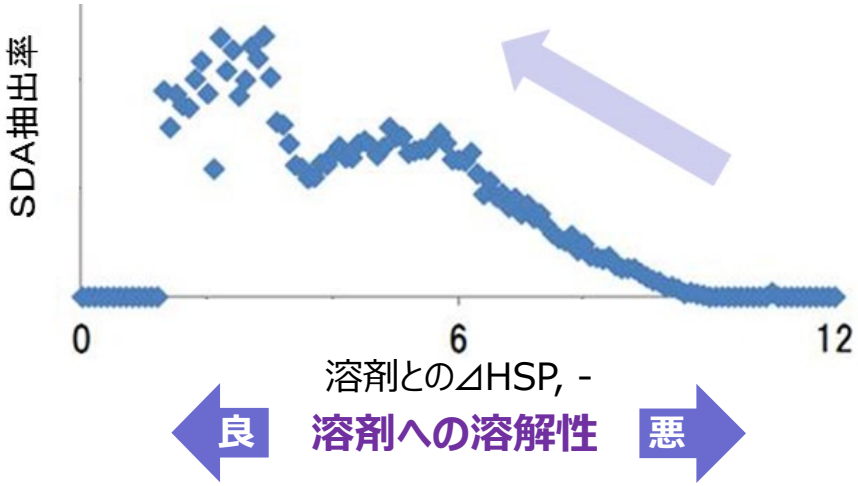
溶剤との⊿HSPが大きい分子:
溶剤への溶解性が不良で、ピッチに移行しやすい

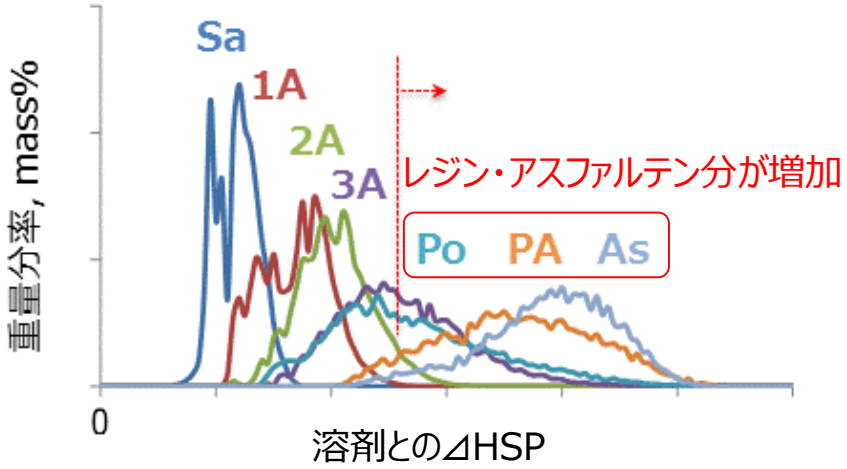
⇒ SDAプロセスが⊿HSPで整理できることを確認

研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-10

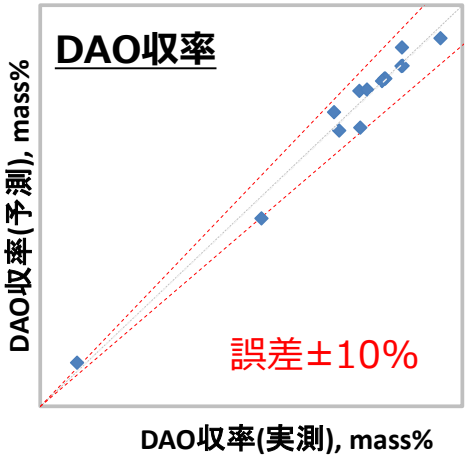
SDA挙動モデリング: 分子タイプに着目したDAO収率・性状予測モデルを構築

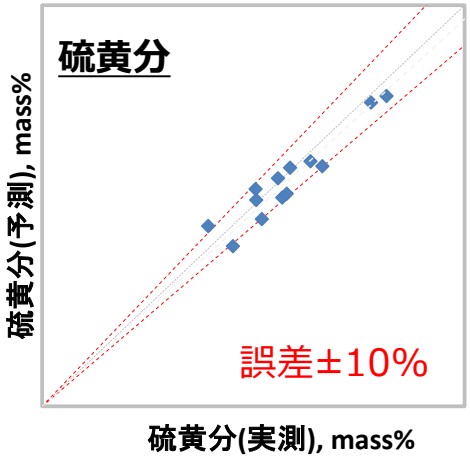
■ハンセン溶解度パラメータ(⊿HSP)と原料油中の分子タイプの関係

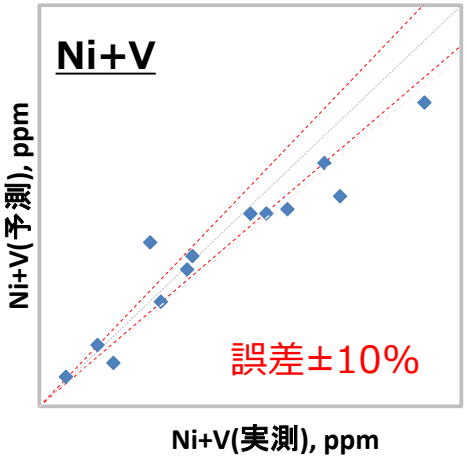


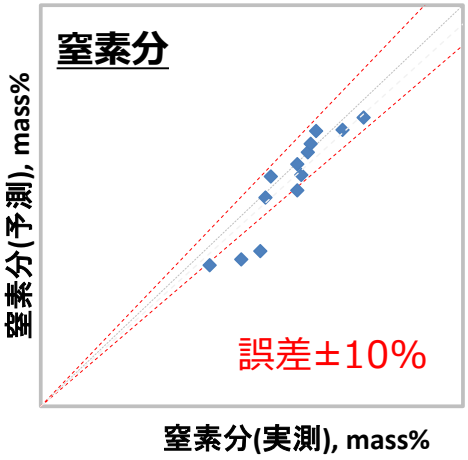


■SDA挙動モデルの検証：実験値と予測値の比較







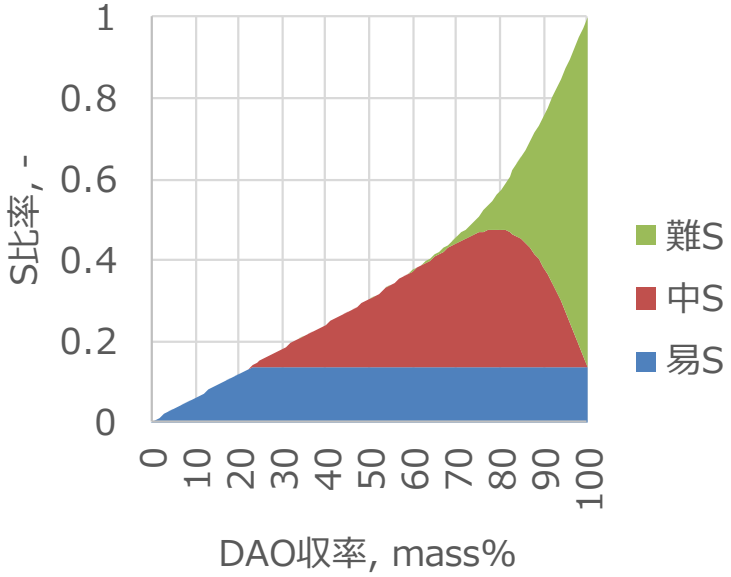


研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-11

RDS反応モデリング: 硫黄タイプに着目し、脱硫装置での反応予測モデルを構築

■DAO中硫黄タイプモデルの構築

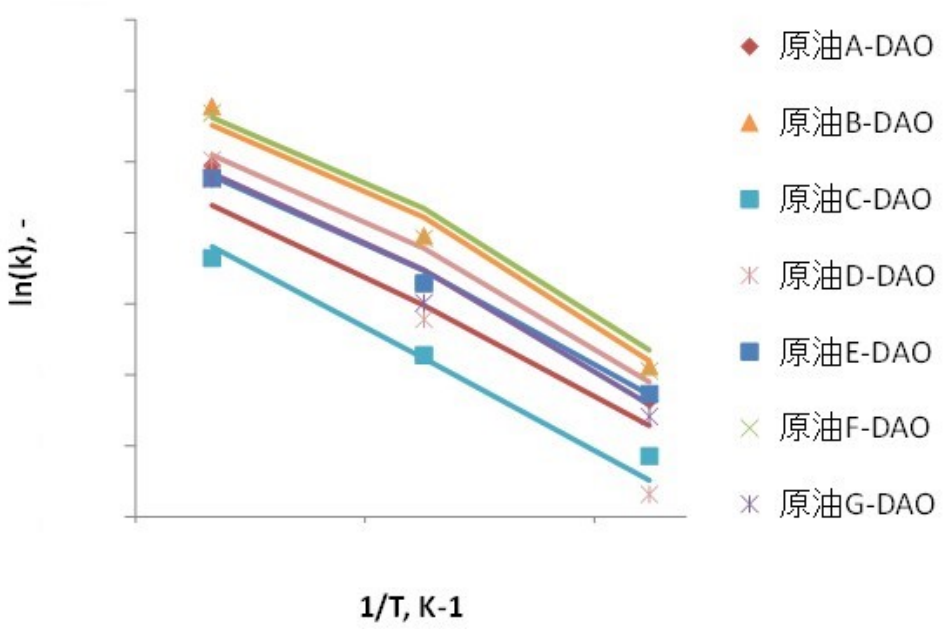
DAOの抽出率とタイプごとの硫黄分の割合



SDAの原料油性状およびDAO収率から
DAO中の易脱/中脱/難脱硫黄比率を
予測するモデルを構築

■DAOのRDS反応予測モデルの構築

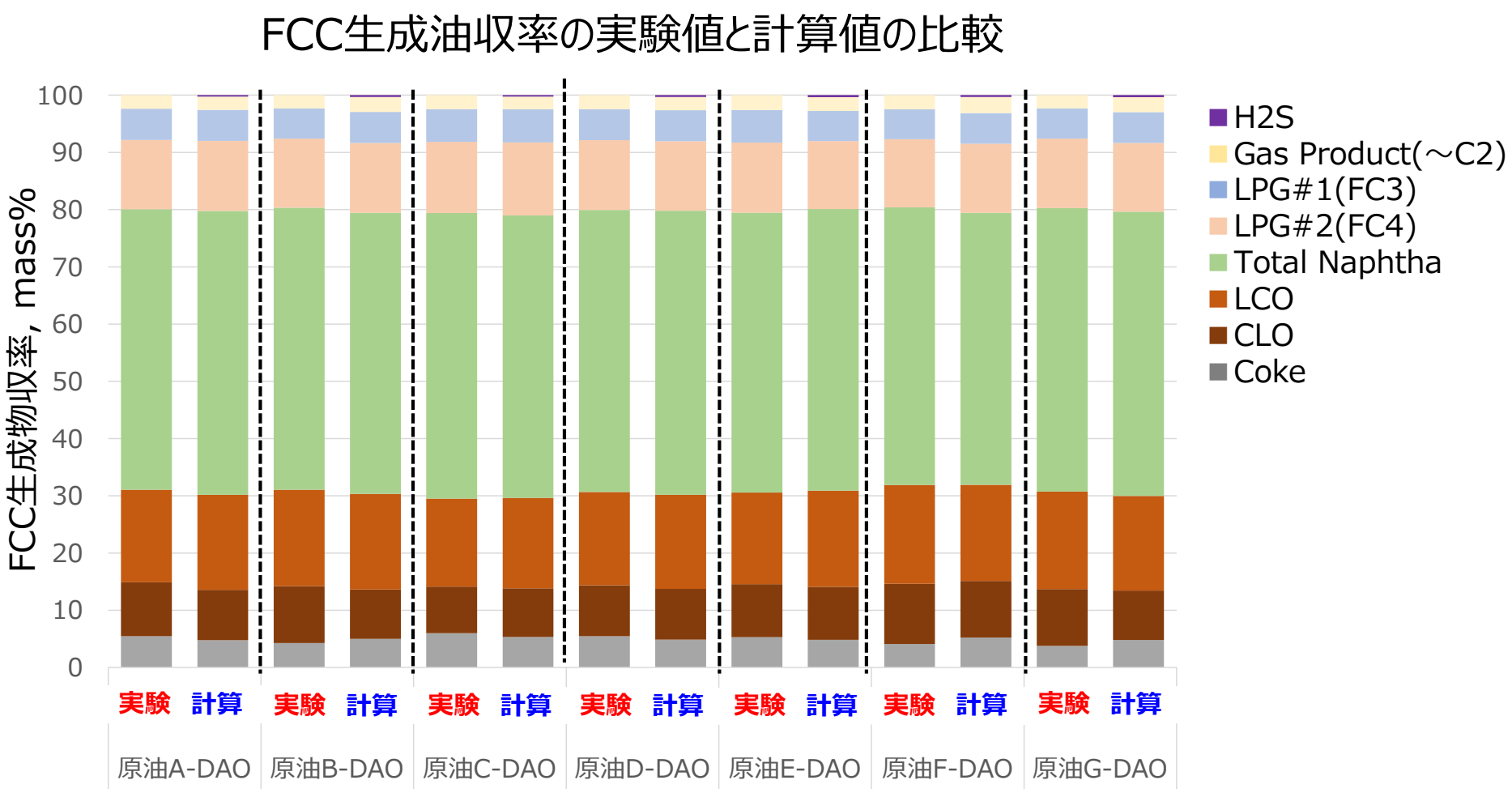
脱硫反応における実験値(プロット)と予測値(線)の比較



いずれの原油種であっても
反応による性状変化を再現できる
RDS反応予測モデルを開発

研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-12

FCC反応モデリング：各プロセスを経た原料油のFCC生成油収率を予測するモデルを構築



各収率における実験値と計算値の誤差：10%以下

研究開発項目１　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析(1305)　-13

検討結果集約：原油毎のボトム処理プロセスでの反応性・性状に関する知見の一元化

■データベース（一部抜粋）

	原油の収率					RDS原料の性状											RDS反応性因子								
試験項目	Naph	Kero	LGO	HGO	AR	密度	密度	動粘度	動粘度	残留炭素分	元素分析	元素分析	CHNS	CHNS	CHNS	CHNS	クロマト分析	クロマト分析	クロマト分析	クロマト分析	FT-ICR-MS	反応性			
測定項目	−145℃	−260℃	−360℃	−380℃	380℃−	15℃	70℃	40℃	100℃	−	Ni	V	C	H	N	S	飽和分	芳香族分	樹脂分	アスファルテン分	−	RDS			SDA
単位	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	g/cm3	g/cm3	mm2/s	mm2/s	質量%	質量ppm	質量ppm	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	質量%	−	S1	N_5R	N_6R	−
原油A	13.9	22.0	16.1	3.7	44.3	0.9723	0.9346	969	44.9	9.66	11	43	84.9	11.6	0.2	3.5	46.0	39.6	11.5	2.9	○	4.48	3.04	1.37	
原油B	10.0	6.9	16.1	3.5	63.4	1.0140	0.9767	774000	1360	19.6	84	360	87.1	10.1	0.4	2.3	34.8	32.1	19.7	13.4	○	4.16	2.48	0.74	
原油C	10.3	18.4	11.7	2.7	57.0	0.9944	0.9569	4930	133	14.1	26	85	84.4	10.7	0.2	4.6	35.0	41.0	16.0	8.0	○	4.24	1.19	0.70	
原油D	12.7	16.5	18.2	2.8	49.8	0.9883	0.9508	6980	135	12.7	39	110	83.8	12.4	0.3	3.4	38.5	37.3	19.9	4.3	○	4.35	1.91	1.11	
原油E	16.2	18.6	18.6	3.5	43.2	0.9347	0.8966	543	30.6	4.81	8	11	86.7	12.1	0.2	0.9	61.2	26.7	11.7	0.4	○	4.74	3.07	1.35	

原油およびSDA・RDS・FCCの各プロセスにおける
原料性状・収率・反応性因子に関する７原油からなるデータベースを構築

非在来型原油10種類を製油所に適用可能な原油選定対象とすることに成功

参考資料

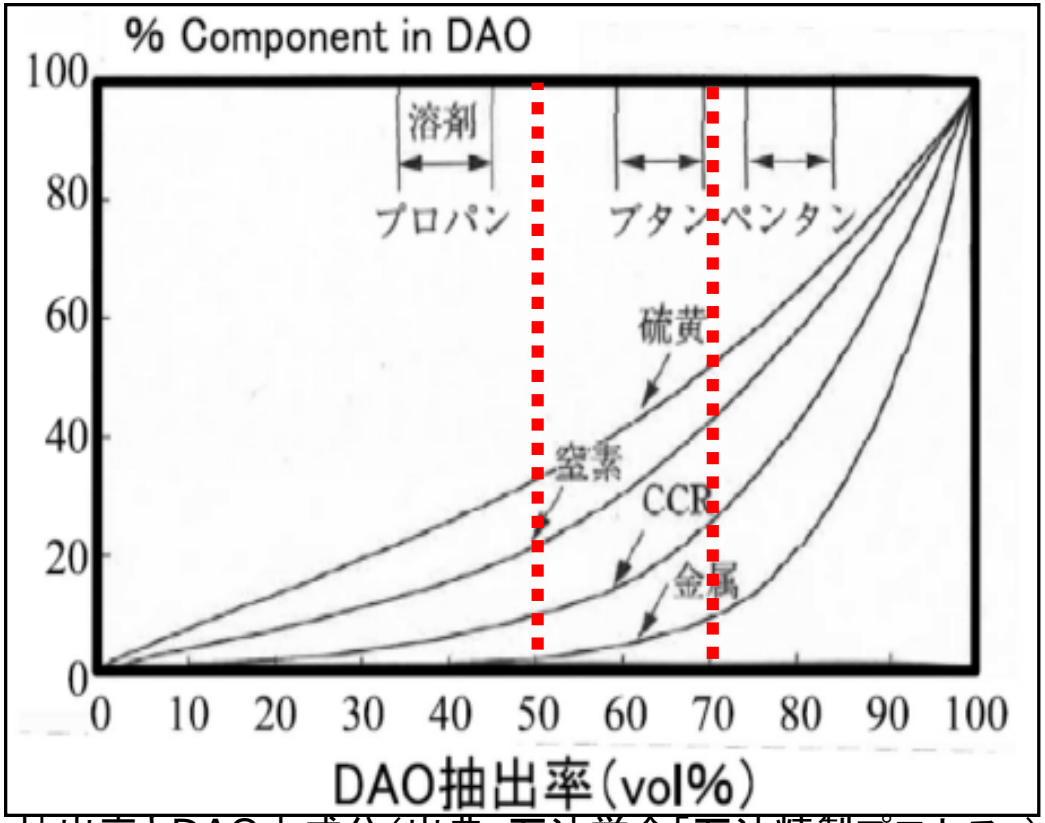
委託事業
（１）非在来型原油成分分析技術開発
（２）事業アウトカム②（混合原油組合せ）
（３）RDS/RFCC全体最適技術開発
（４）アスファルテン凝集制御技術開発

補助事業
1303　RDS／RFCC全体最適処理技術開発
1305　非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析
1306　重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

1306参考資料

研究開発内容（技術的難易度①）

溶剤脱れき装置の多くはプロパンを使用



抽出率とDAO中成分（出典：石油学会「石油精製プロセス」）

低抽出率（～50%）：
・DAO中の不純物少ないが、
ピッチ多く、処理効率が悪い

高抽出率（70%～）：
・硫黄、窒素、CCR（残留炭素分）、
メタル分が急増、RDS触媒劣化を引き起こす

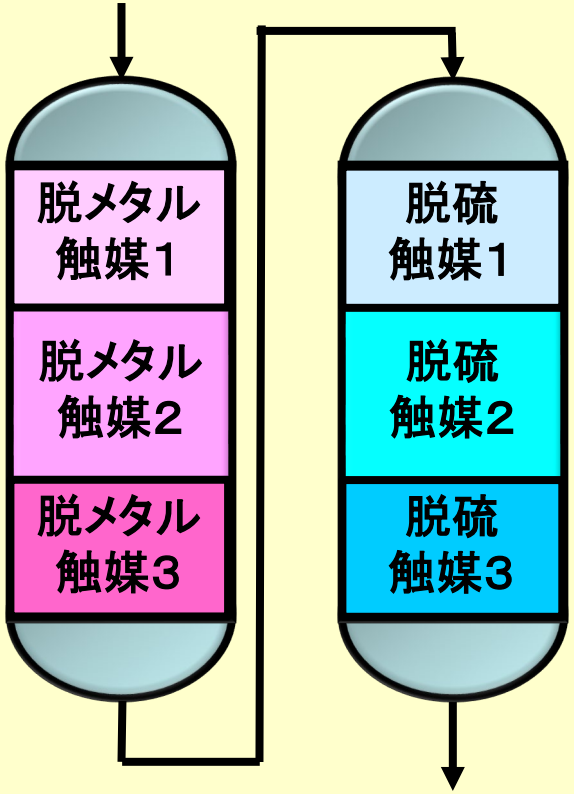
高抽出率DAOをRFCCの原料として使用するためには、
RDSにてより多くの硫黄、窒素、残炭、メタル分低減が必要

研究開発内容（技術的難易度②）

従来のRDS処理システム

機能が異なる複数種の触媒を積層して使用する

原料：ARまたはDAO
（不純物：硫黄、窒素、メタル等）



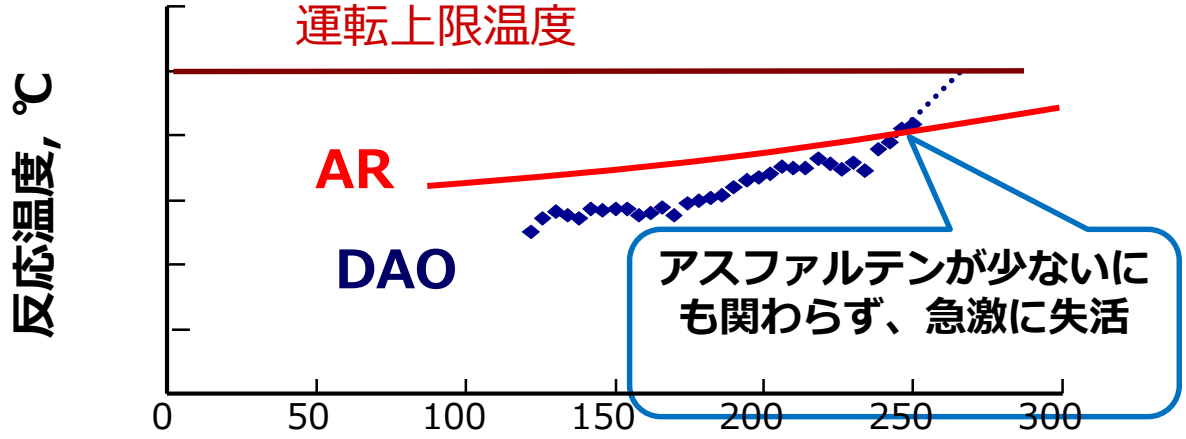
主な触媒劣化要因
メタル劣化、コーク劣化

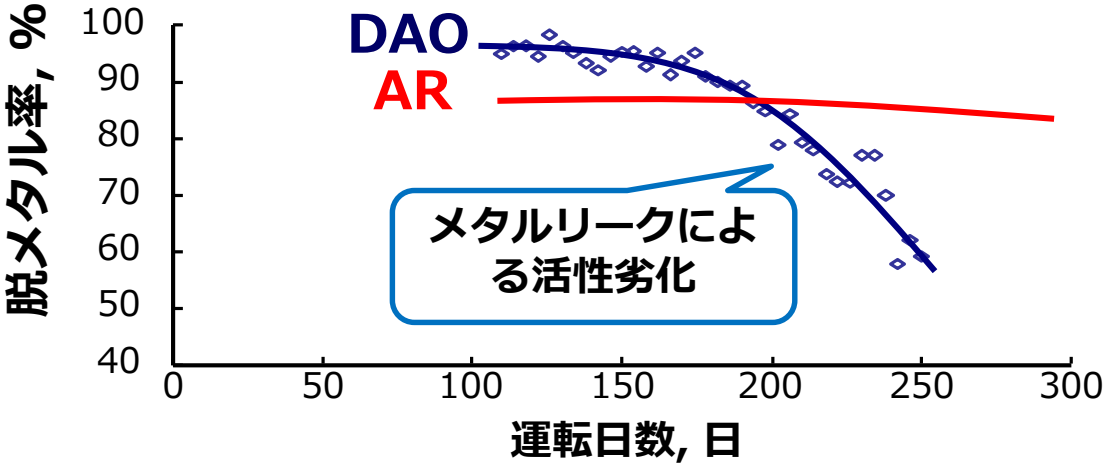
AR、DAO、VR性状比較

	AR	DAO	VR
メタル(Ni+V), ppm	60	63	176
アスファルテン, %	2.8	0.02	8.0

V：バナジウム、Ni：ニッケル

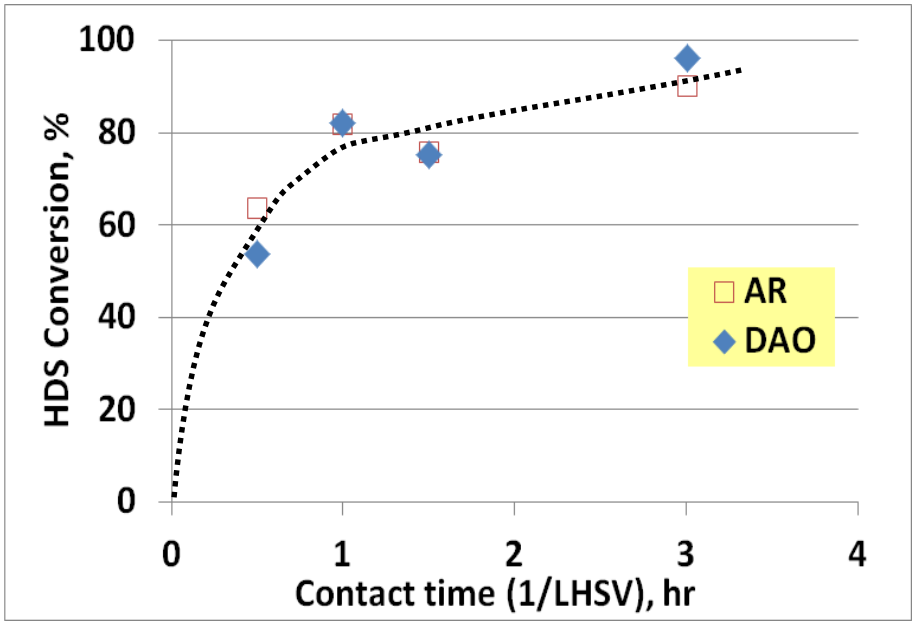
（パイロット試験結果）

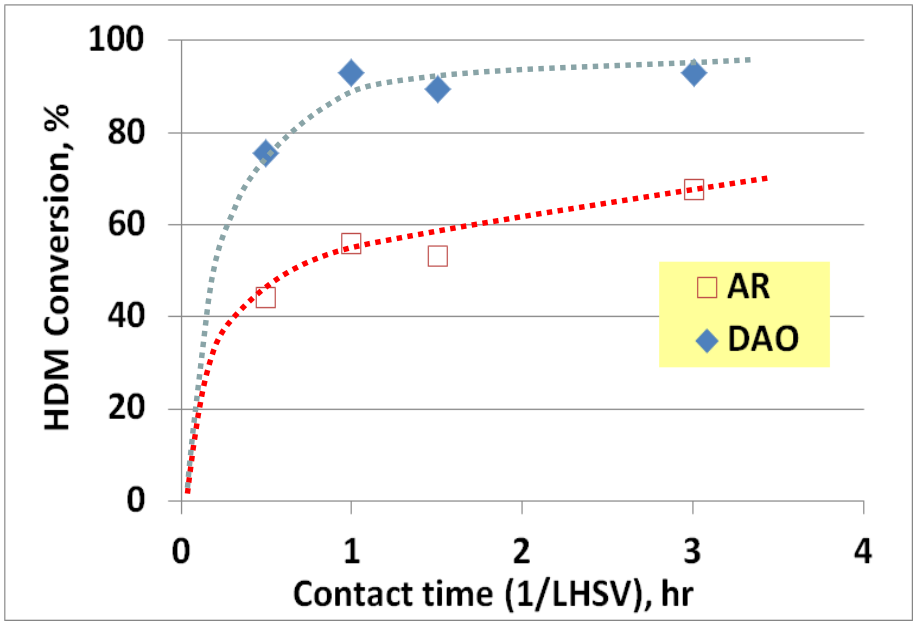


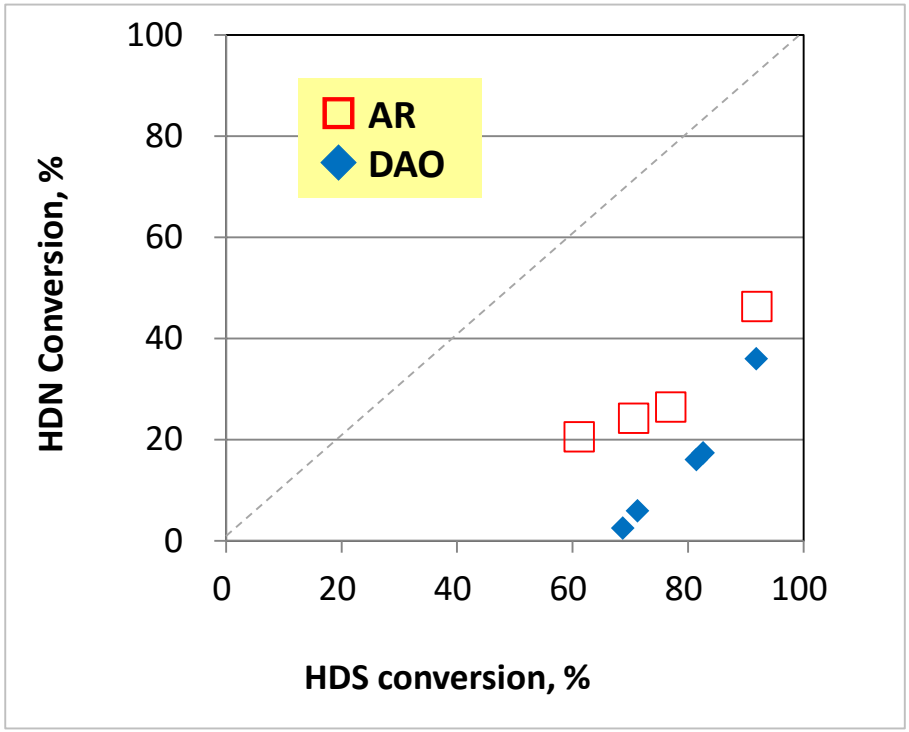


1306参考資料

DAOの反応性および求められる触媒機能







DAO の反応性

- 脱硫活性はARと同等
- 脱メタル反応性はARより高い

→ 脱メタル触媒の適切なグレーディングが重要

- 脱窒素選択性は低い

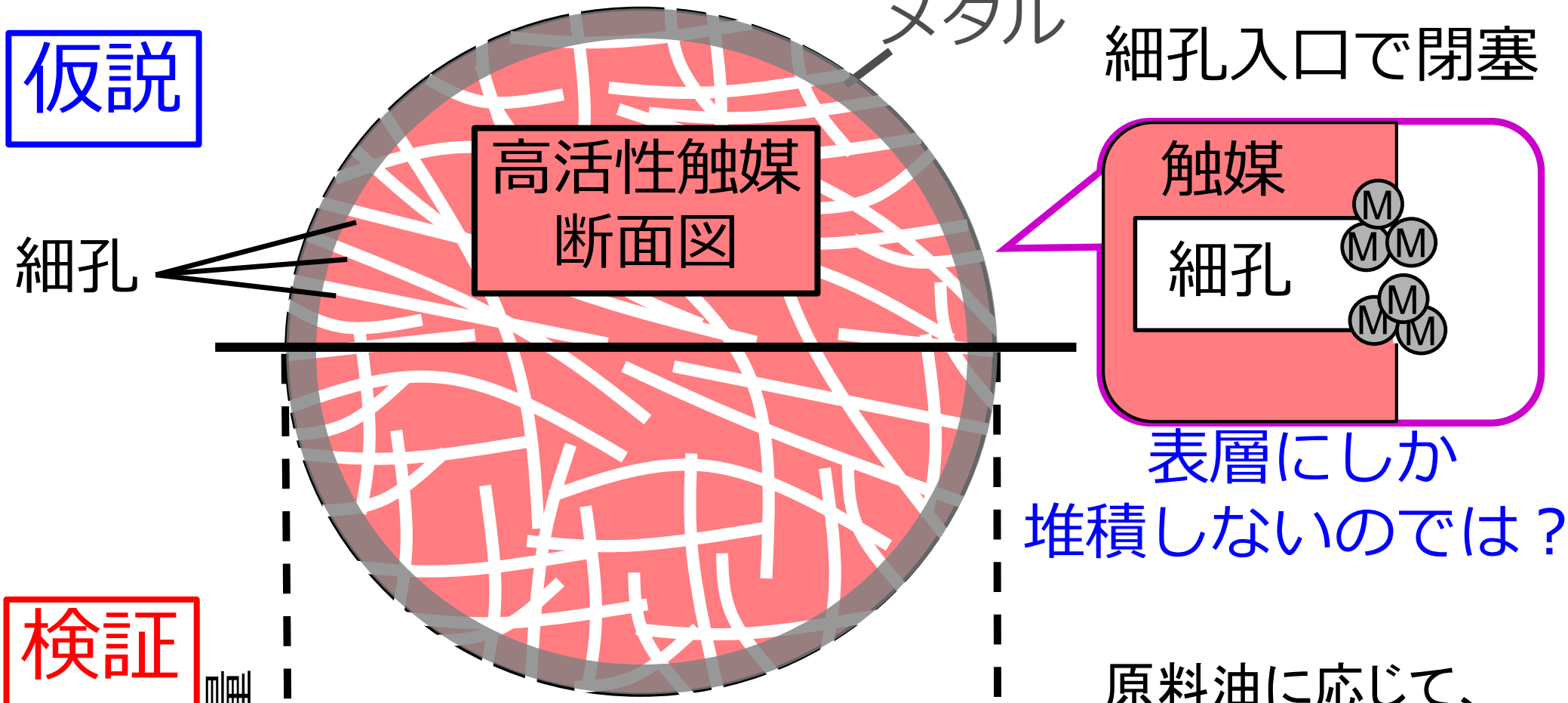
→ 高脱窒素触媒が必要

1306参考資料

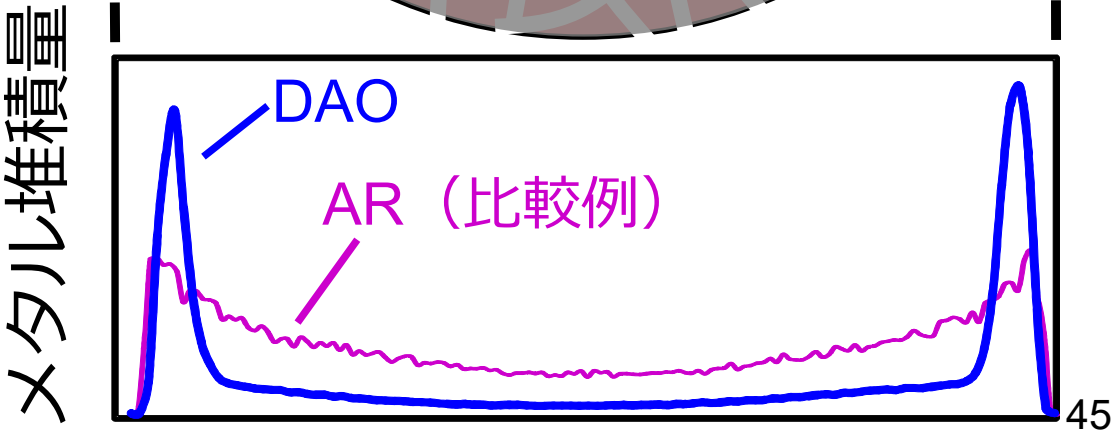
劣化機構解明（反応性と拡散）

触媒分析によるメタル堆積の仮説と検証

仮説



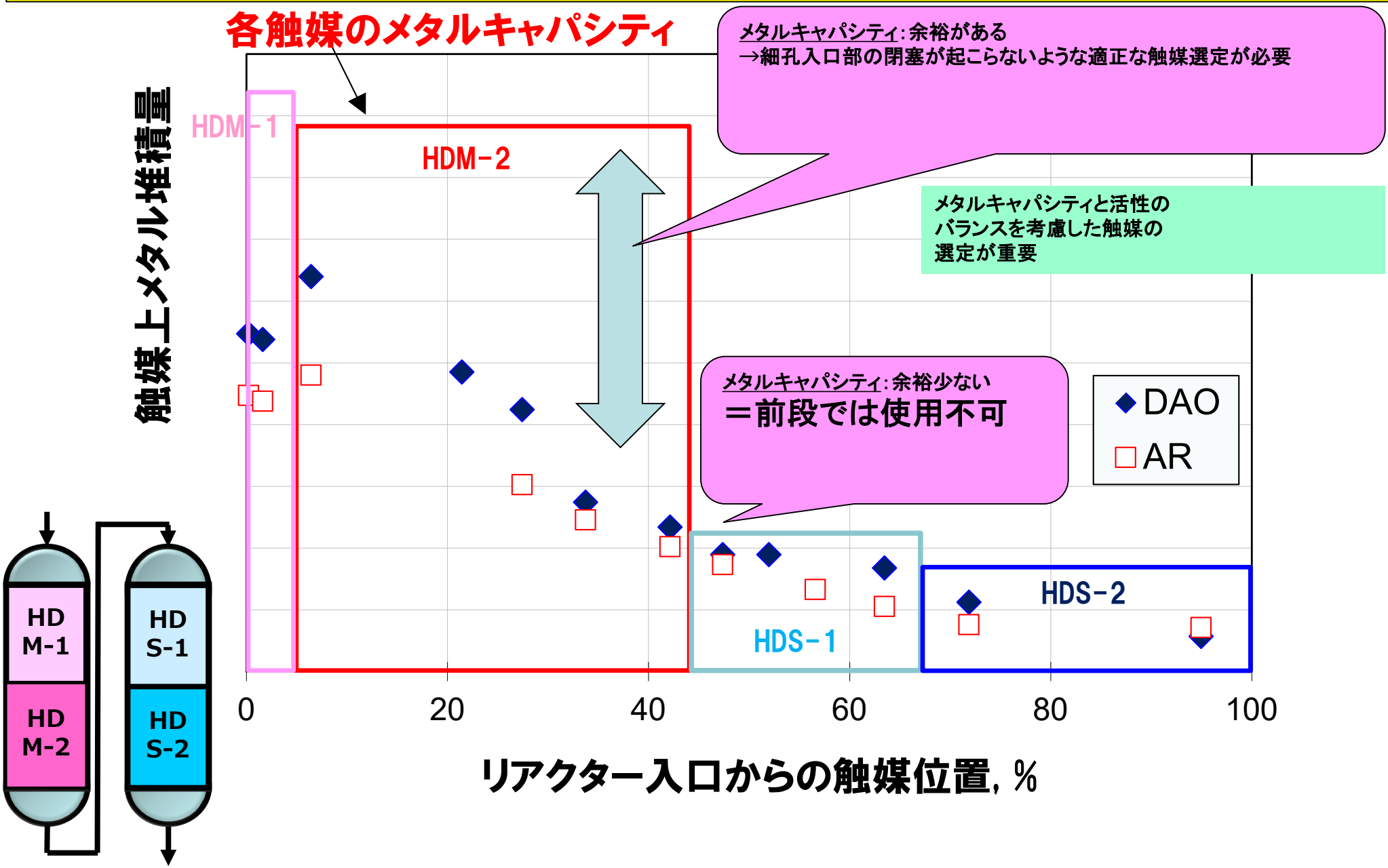
検証



原料油に応じて、
細孔内拡散と
表面反応を考慮した
触媒システムが
望まれる

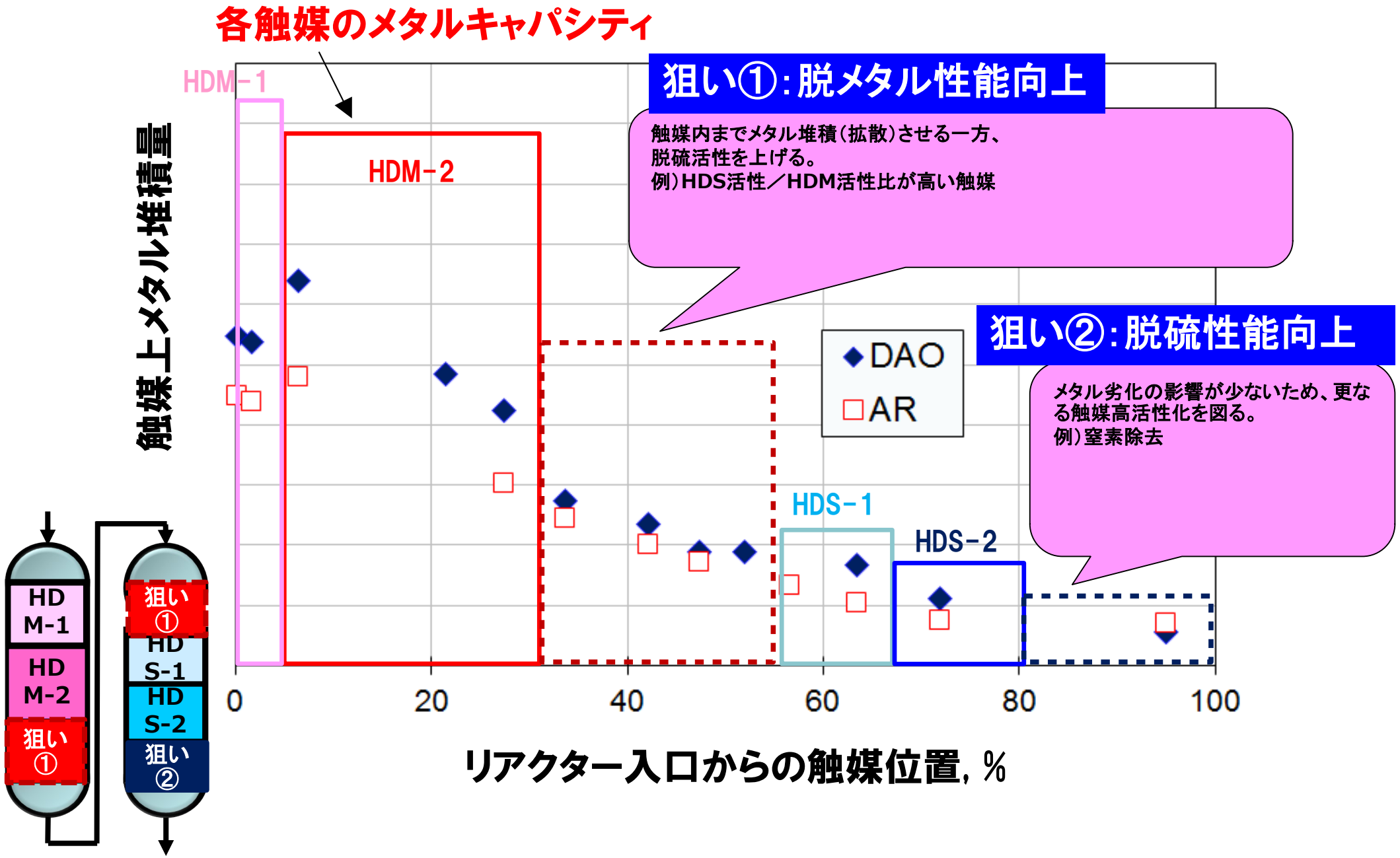
触媒必要機能の明確化（AR型触媒の課題）

・既存AR処理用触媒の寿命試験終了後のリアクター内メタル堆積分布を測定した。
・従来触媒システムの課題を抽出した。



触媒システムのコンセプト

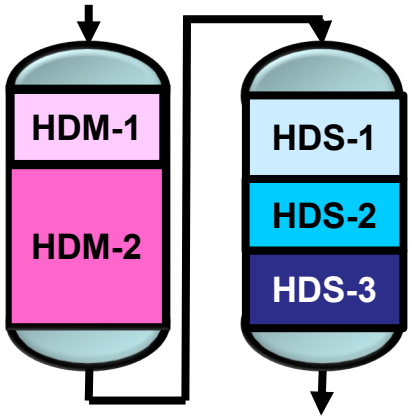
・使用済み触媒分析結果から、DAO処理用触媒コンセプトを整理した。



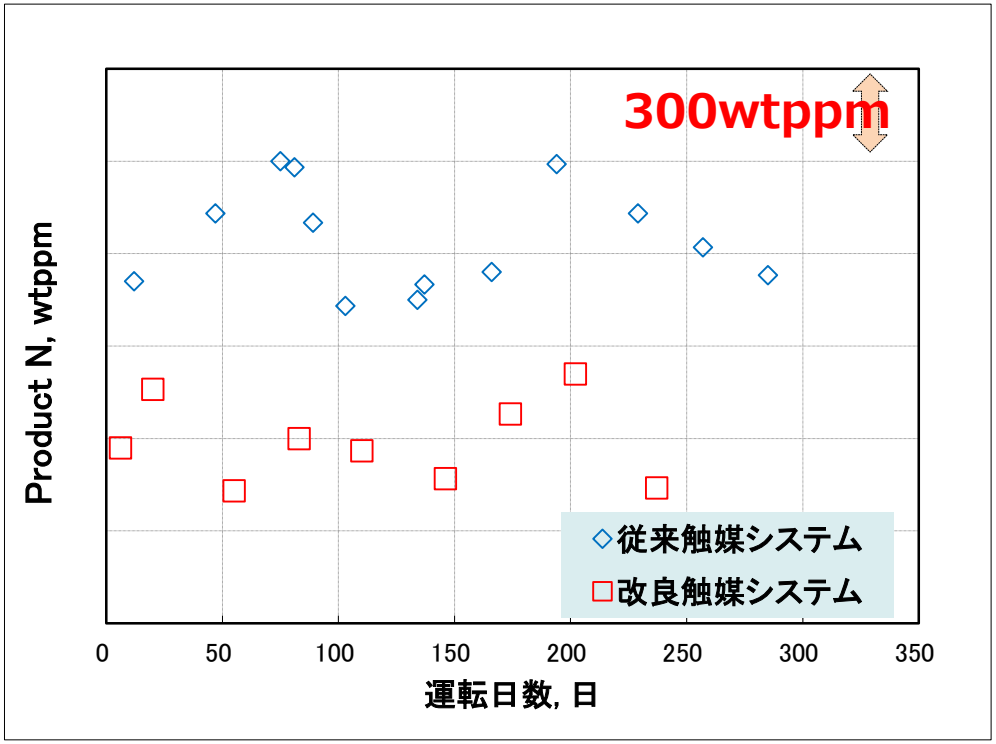
1306参考資料

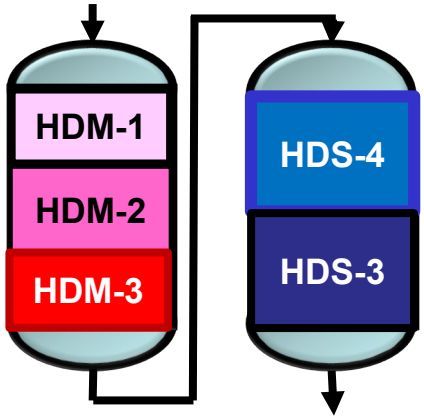
開発触媒システムによる実機検証（脱窒素性能）

・2019年度選定した触媒システムで、実機検証を開始した。
・生成油硫黄分一定運転にもかかわらず、生成油中窒素を大幅低減した。



従来触媒システム





改良触媒システム

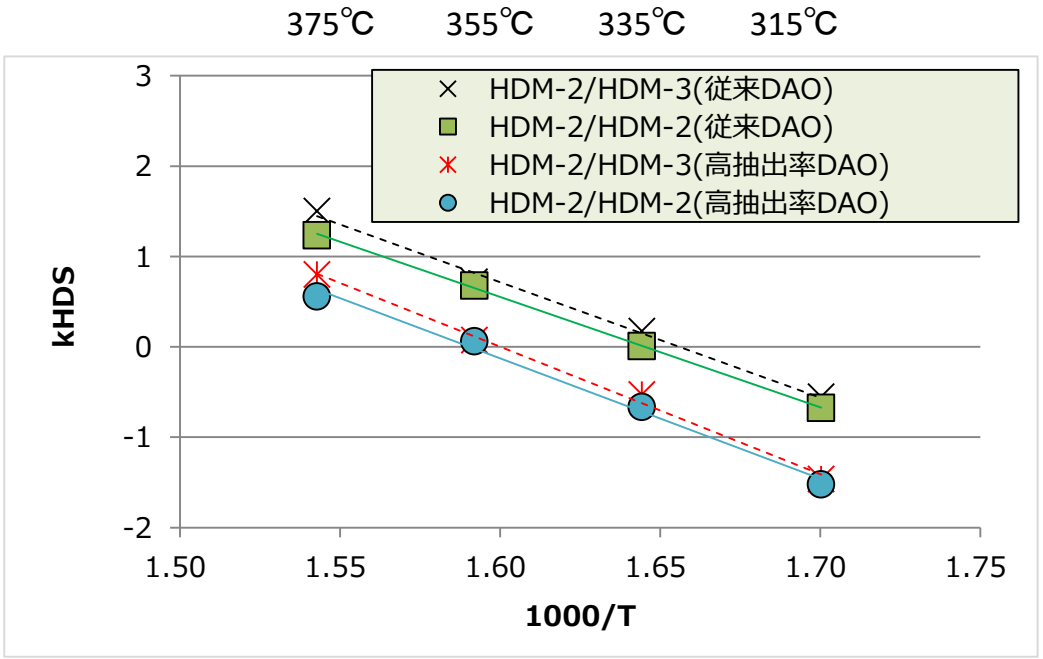
生成油窒素濃度は、約400～800ppm程度低減できた（目標300ppm）。

1306参考資料

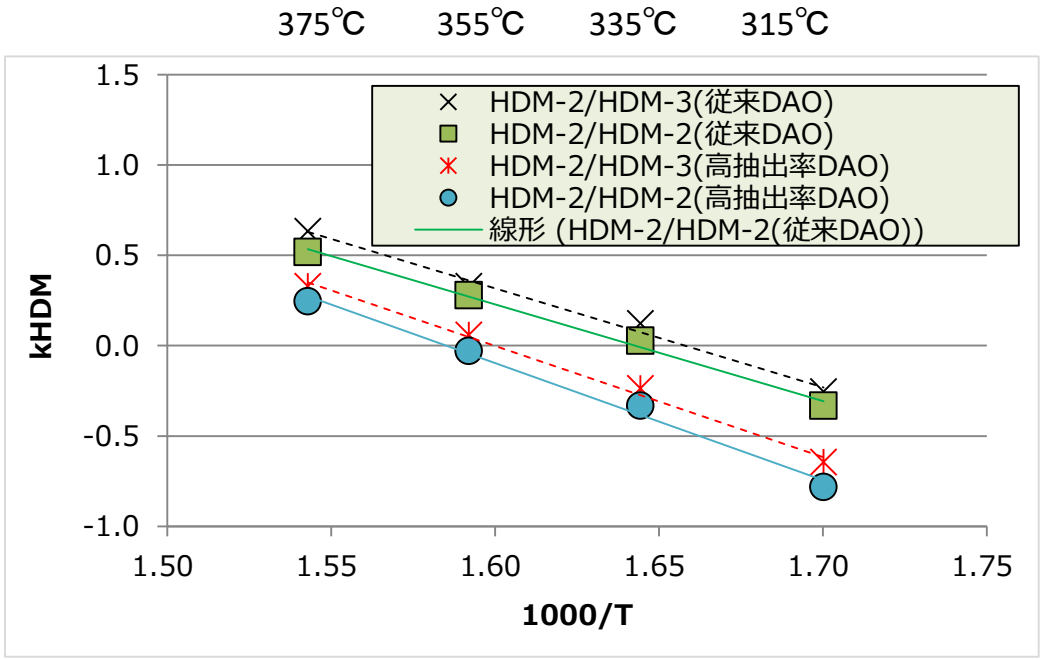
今年度の研究進捗③～高抽出率DAOのHTE評価

・HTE装置を用い、SDA抽出率の異なるDAOの反応性評価を行った。
・脱メタル触媒２種を用いて、Kinetic試験を実施し、シミュレーター用ファクターを取得した。

HDS反応



HDM反応

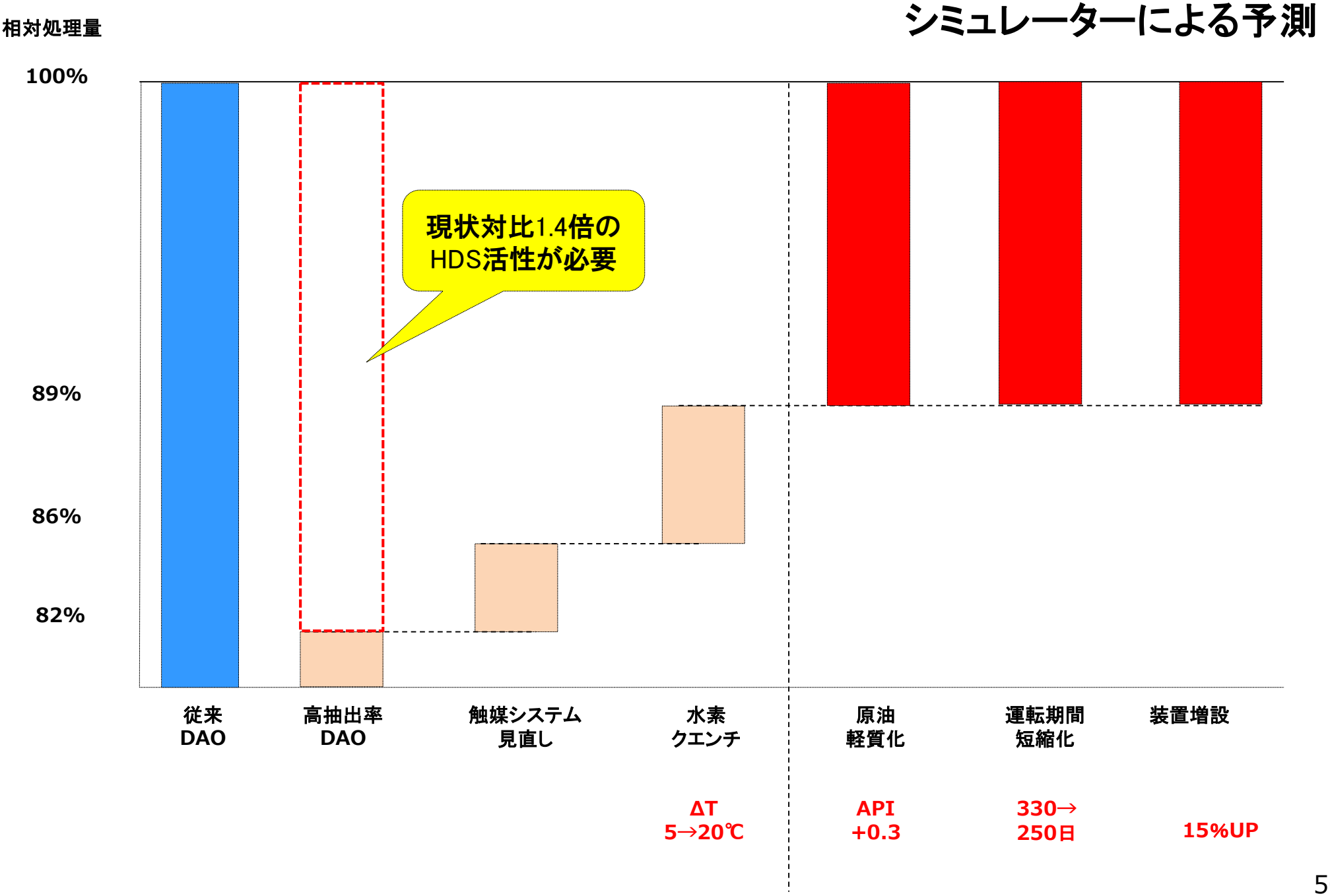


・抽出率76%DAOに対し、86%DAOは約20℃分の反応温度差に相当する。
・高活性なHDM-3を使用すると、4℃程度の改善（HDM活性）。

1306参考資料

高抽出率DAO処理策の影響予測

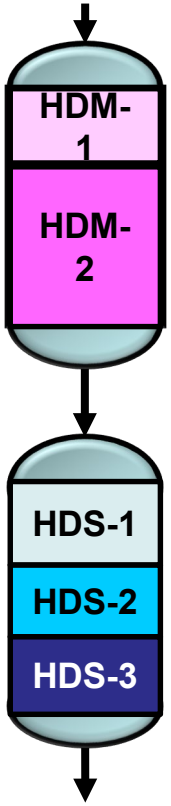
シミュレーターによる予測



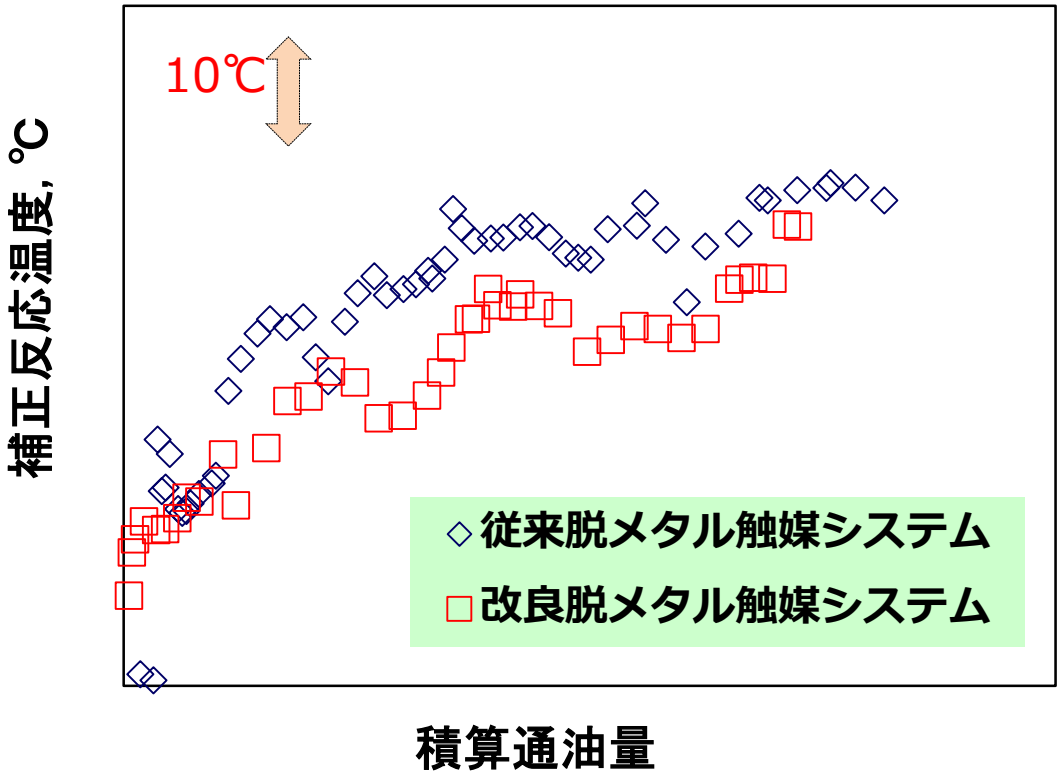
1306参考資料

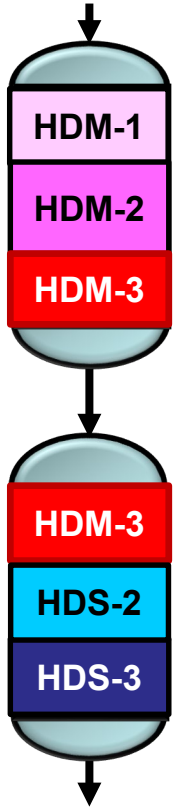
脱メタル触媒システムの実証化検討（2019年度）

・1、2年目の検討から、HDM-1/HDM-2充填比の確定、HDM-3の採用を実施した。
・事業開始前の触媒システムと実機RDS装置の積算通油量で比較した。
・従来脱メタル触媒システムより低温で1年間運転できた。
→脱硫性能の向上と安定した触媒寿命を示している。



従来脱メタル触媒システム





改良脱メタル触媒システム

高抽出率DAO処理の難易度

・高効率1305で採取した高抽出率DAOを分析し、性状を比較した。
→金属分（V,Ni）の増加が顕著だった。

DAO性状（相対値）	従来DAO（抽出率70%台）	高抽出率DAO（抽出率80%台）
Sulfur	100	116
Nitrogen	100	120
Vanadium	100	186
Nickel	100	214
CCR	100	137
Asphaltene	100	158

高抽出率DAOを処理する場合、これまで構築してきた脱メタル触媒システムを更に強化する必要がある。
→ HTE装置を用いて、反応性評価を行う。