

高効率な石油精製技術に係る研究開発 支援事業費補助金 プロジェクト中間評価 補足資料

平成31年3月13日

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課

目 次

1. 事業の概要		2
2. 事業アウトカム		11
3. 事業アウトプット		12
4. 当省(国)が実施することの必要性		15
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ		16
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等		24
7. 費用対効果		25
8. 外部有識者の評価等		26
9. 提言及び提言に対する対処方針		31

1. 事業の概要

概 要	国内石油需要の減少，アジア新興国における大型・輸出製油所の台頭による国際競争の激化等，我が国石油精製業を取り巻く環境は厳しくなっている。こうした中，我が国のエネルギー安定供給に貢献し，製油所の国際競争力を強化することを目的として，「石油のノーブル ユース」・「稼働信頼性の向上」に資する技術開発に対して支援を行う。
実施期間	平成28年度～平成32年度（5年間）
実施形態	国からの直執行（石油エネルギー技術センターへの補助事業）
予算総額	16.56億円 （平成28年度：6.76億円 平成29年度：5.70億円 平成30年度：5.00億円）
実 施 者 （平成30年度事業時点）	事業管理：一般財団法人石油エネルギー技術センター 事業実施：出光興産株式会社，JXTGエネルギー株式会社

(参考1)個別研究テーマ一覧

	石油のノーブルユース	稼働信頼性向上
実用化 技術開発 補助率： 2/3	テーマ3：ブタンの脱水素によるブタジエン製造 技術の開発 JXTGエネルギー テーマ4：先進的膜分離による 高付加価値品回収技術開発 JXTGエネルギー	
実証 技術開発 補助率： 1/2	テーマ1：RDS/RFCC全体最適処理技術開発 出光興産 テーマ5：非在来型原油および残渣油の 2次装置反応性解析 JXTGエネルギー テーマ6：重質残渣油のRFCC原料化の ためのRDS触媒システム開発 JXTGエネルギー	テーマ2：劣質原油処理における腐食機構の解 明と対策 出光興産 テーマ7：重質油処理における機器閉塞機構 解明及び対策技術開発 テーマ7 JXTGエネルギー

 委託事業との連携テーマ（ペトロリオミクス関連）

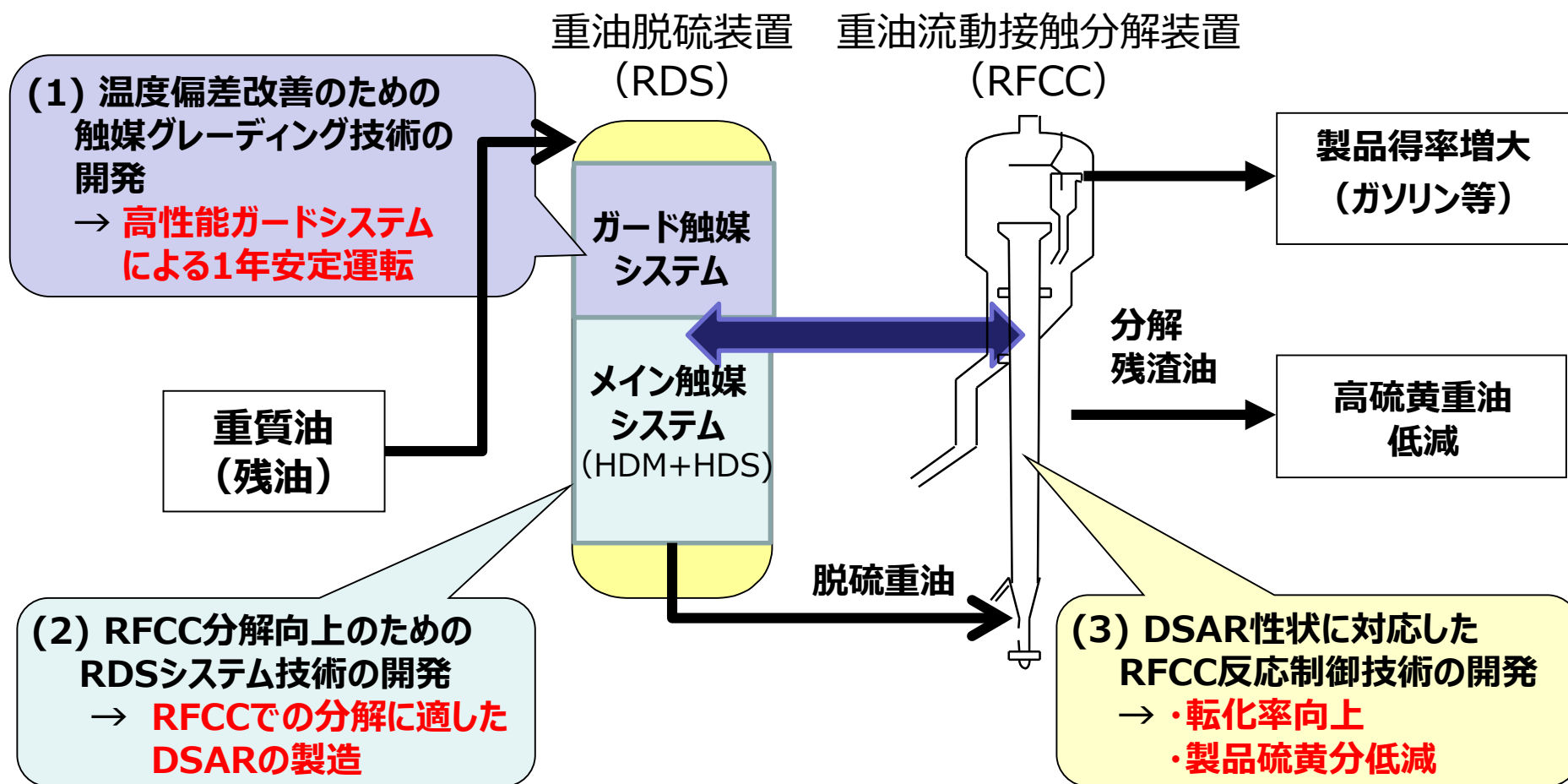
 H32年度まで継続予定のテーマ

 H30年度で終了するテーマ

(参考2)各テーマの概要

【テーマ1】RDS／RFCC全体最適処理技術開発

RDS/RFCC装置の最大活用・最大効率運転により 石油の更なるノーブルユースを実現する

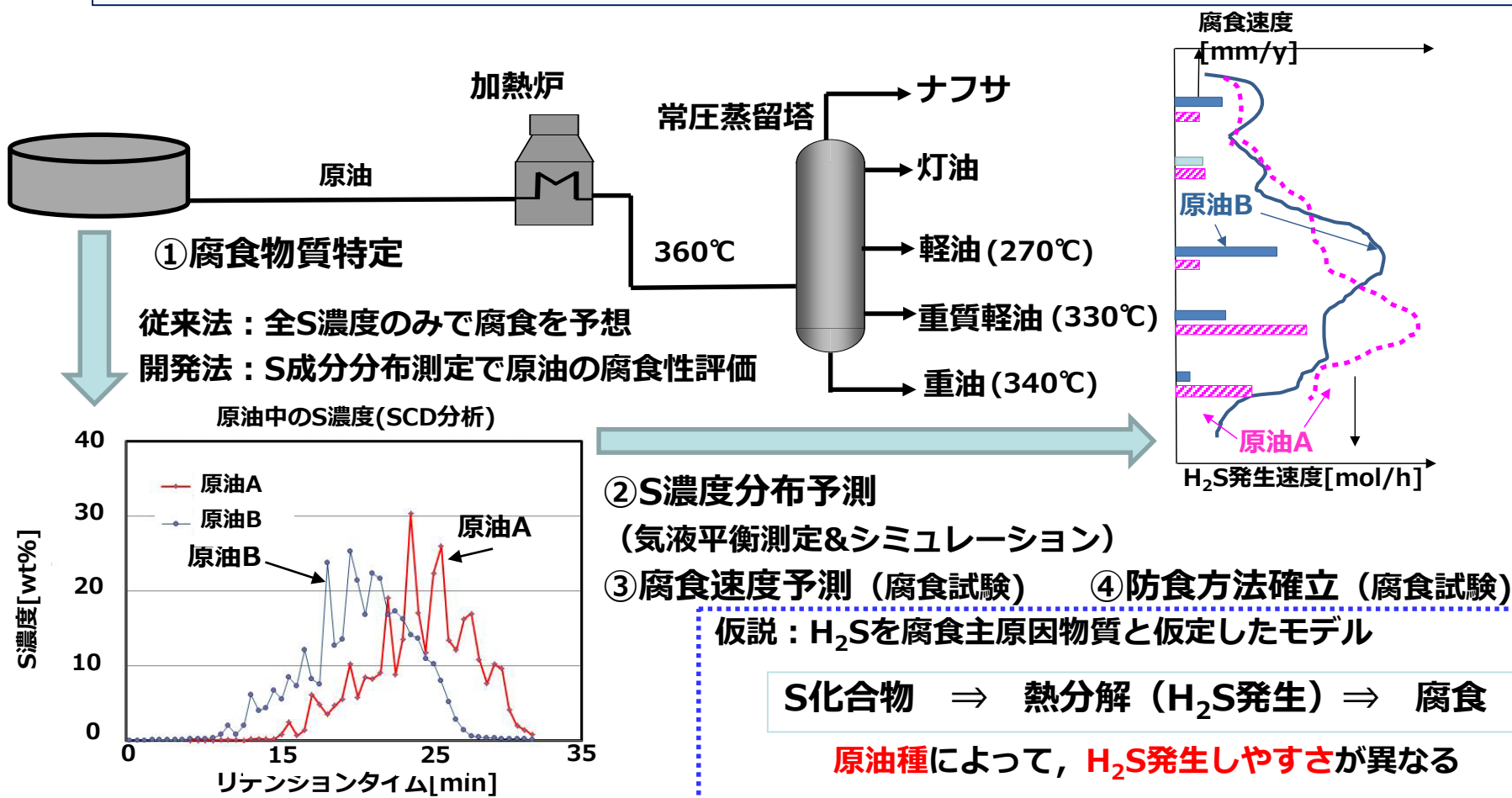


【テーマ2】劣質原油処理における腐食機構の解明と対策

- ◆ 高温硫化物腐食の腐食機構を解明し、原油種毎の腐食速度を把握する
- ◆ 防食方法を確立し稼働信頼性向上により劣質原油処理を可能とする

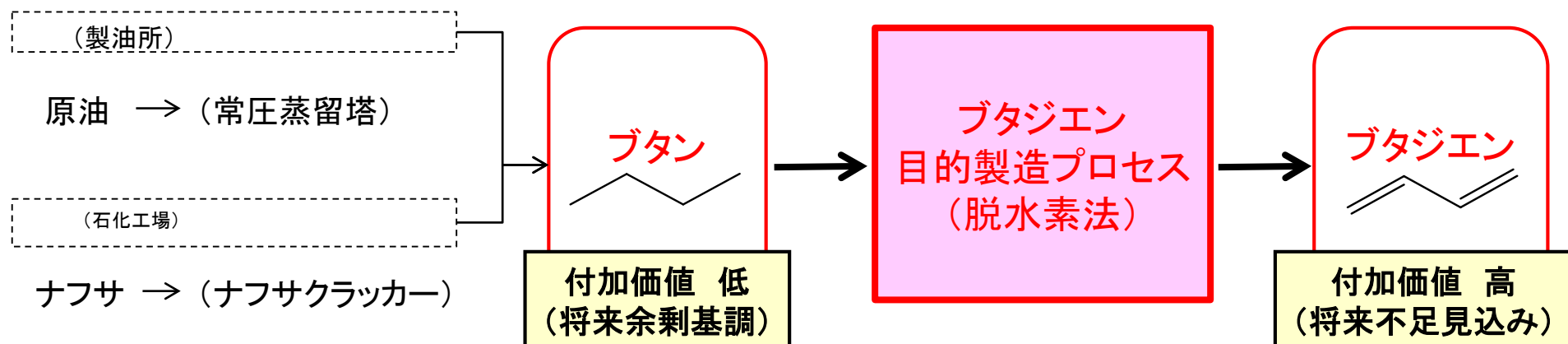


保安の確保と処理原油の多様化により、国際競争力の向上につなげる



【テーマ3】ブタンの脱水素によるブタジエン製造技術の開発

- ✓ 製油所において燃料用途で使用されているブタンを主とする留分を脱水素することにより、ブタジエンを製造する技術を開発する。
- ✓ 価値の低いブタンを高付加価値化することにより、**石油のノーブル・ユース化を推進**し、国内製油所の競争力強化を図る。

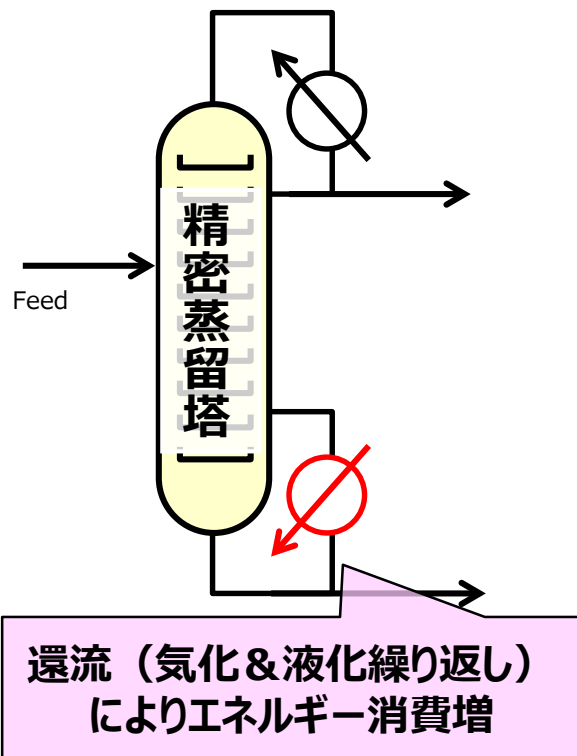


【テーマ4】先進的膜分離による高付加価値品回収技術開発

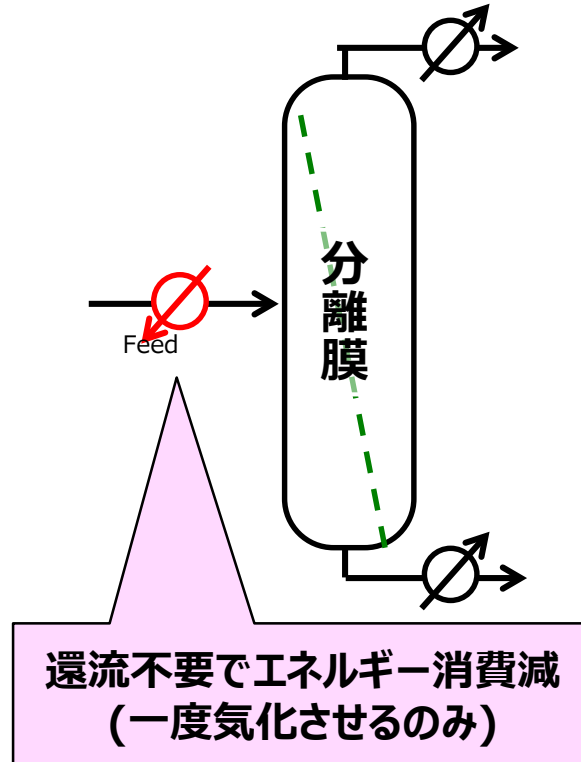
膜分離は、精密蒸留における還流操作を、膜の分離機能で代替するため、精密蒸留等と比べ、少ないエネルギーで炭化水素を分離するポテンシャルを有しており、従来技術の適用が困難な新たな用途への展開が期待されている

→ 石油のノーブル・ユース化を通じて、製油所の国際競争力強化に貢献

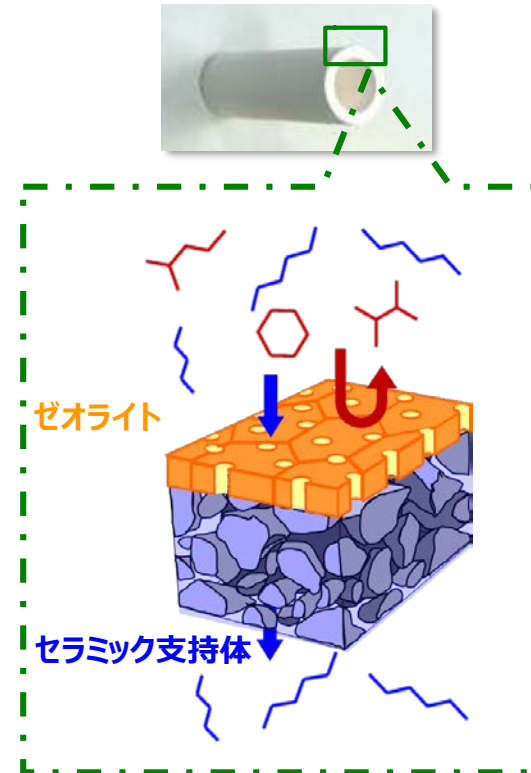
<精密蒸留：沸点の差で分離>



<膜分離：分子の形状差で分離>



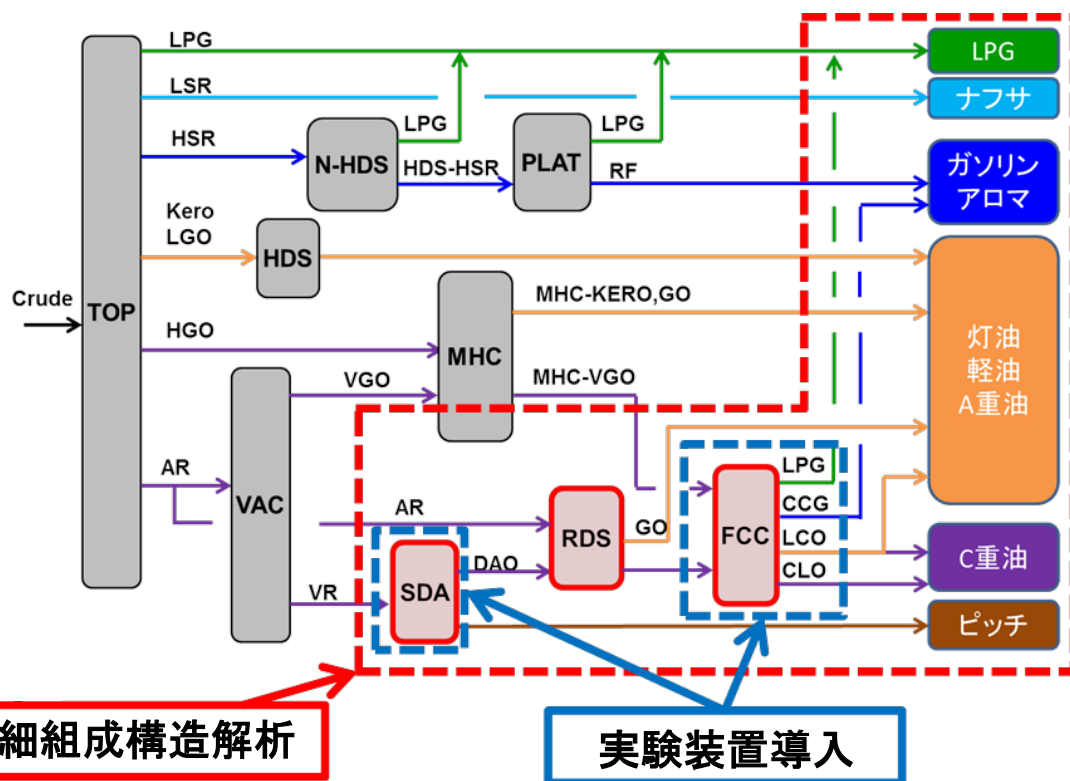
<ゼオライト膜>



【テーマ5】非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析

より価値の高い原油の選択を可能にするため、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の2次処理装置（SDA, RDS, FCC）*1での反応性を評価する。

さらに、JPEC基盤研の協力の基、原料油・生成油の詳細組成構造解析を実施する。原料の組成、性状に起因する異なる反応性、性状を定量的に把握（データベース化）し、より高い精度で原油価値を判断できるようになる。



2次処理装置 *1

・SDA(溶剤脱れき装置)

原料と溶剤を混合し、抽出操作により、脱れき油(DAO)とピッチに分離する装置

・RDS(残油直接脱硫装置)

原料の不純物(硫黄等)を水素化反応により除去する装置

・FCC(接触分解装置)

原料と触媒を接触させ軽質油(ガソリン等に)分解する装置

【テーマ6】重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発

従来の重質留分処理

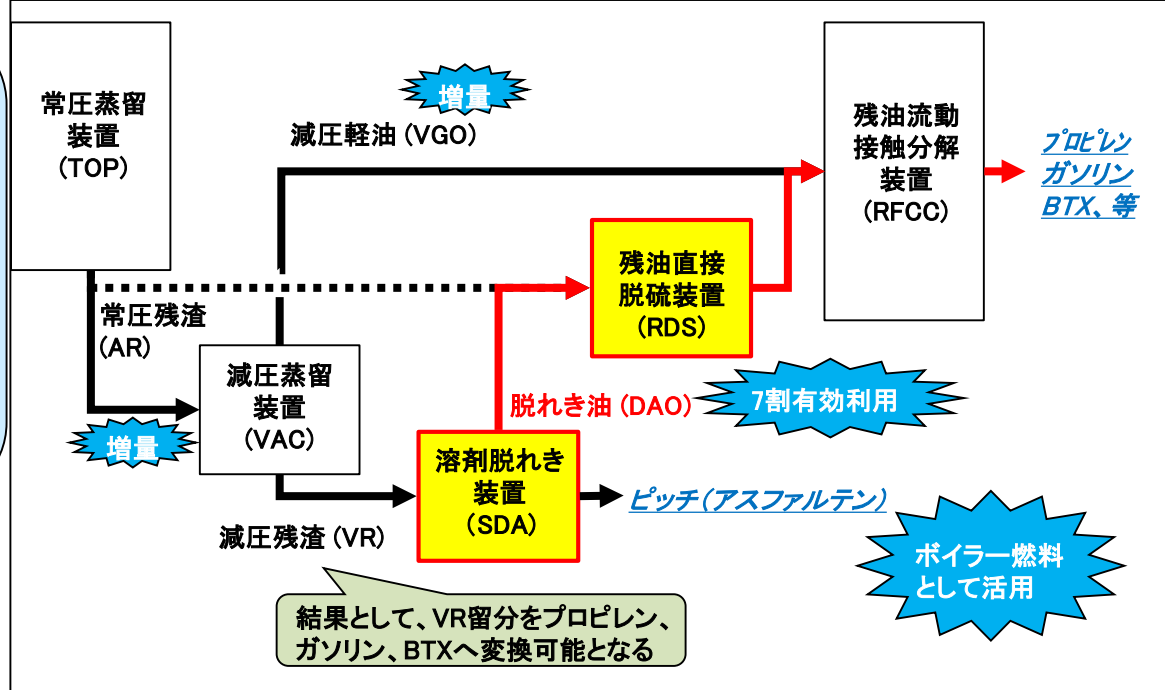
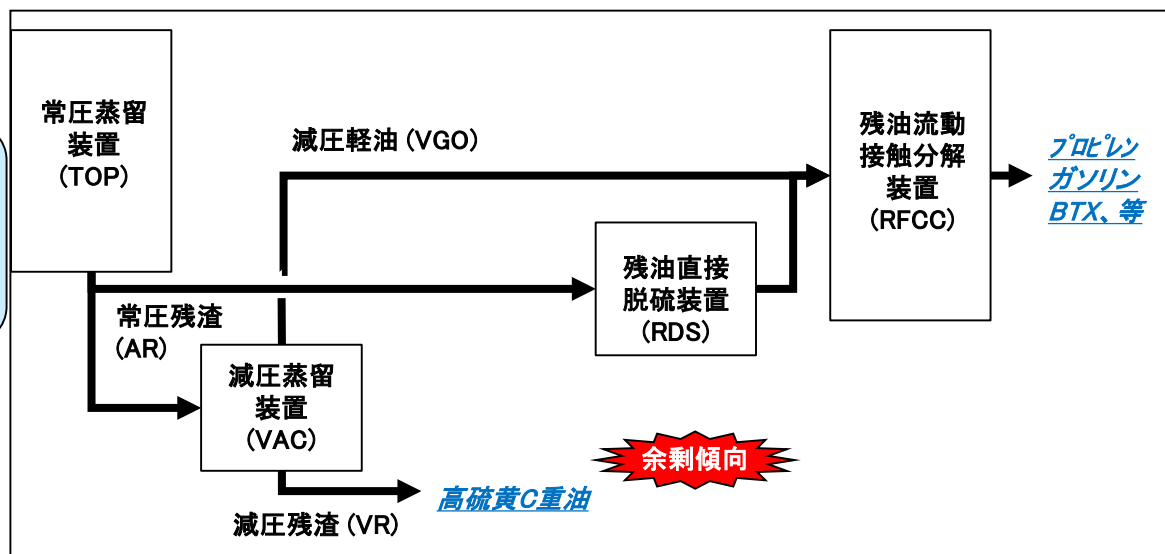
減圧残渣 (VR) : 将来余剰感のある
高硫黄C重油になっていた

本技術開発

技術開発後

減圧残渣 (VR) : SDA処理により、
7割がRDS装置を経て、RFCCの原料に
変換され、ガソリンや石化原料を
製造できる。

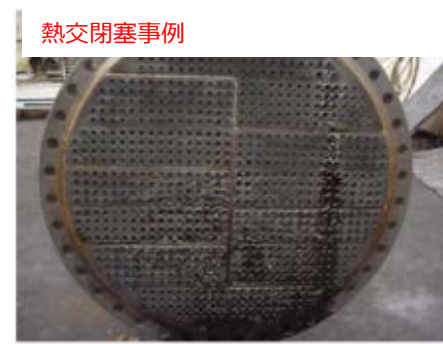
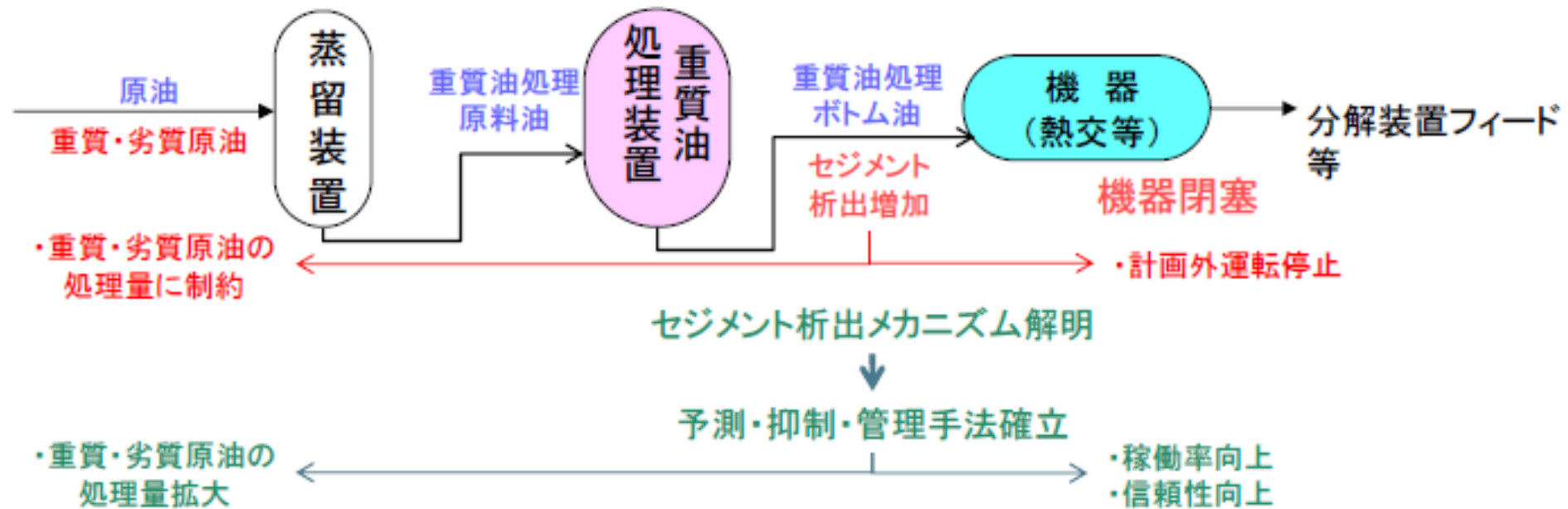
超重質油原油の処理も可能となる。
原油選択の多様化が図れる。



【テーマ7】重質油処理における機器閉塞機構解明及び対策技術開発

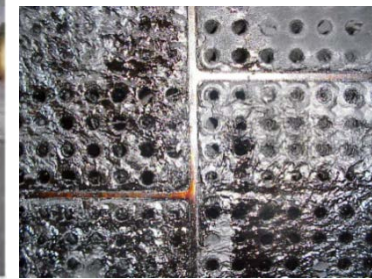
製油所の安定操業のための稼働信頼性向上

重質・劣質原油によるセジメント析出現象について、メカニズム解明、要因分析と予測・抑制・管理手法を確立する。



熱交閉塞事例

熱交チューブ部拡大図



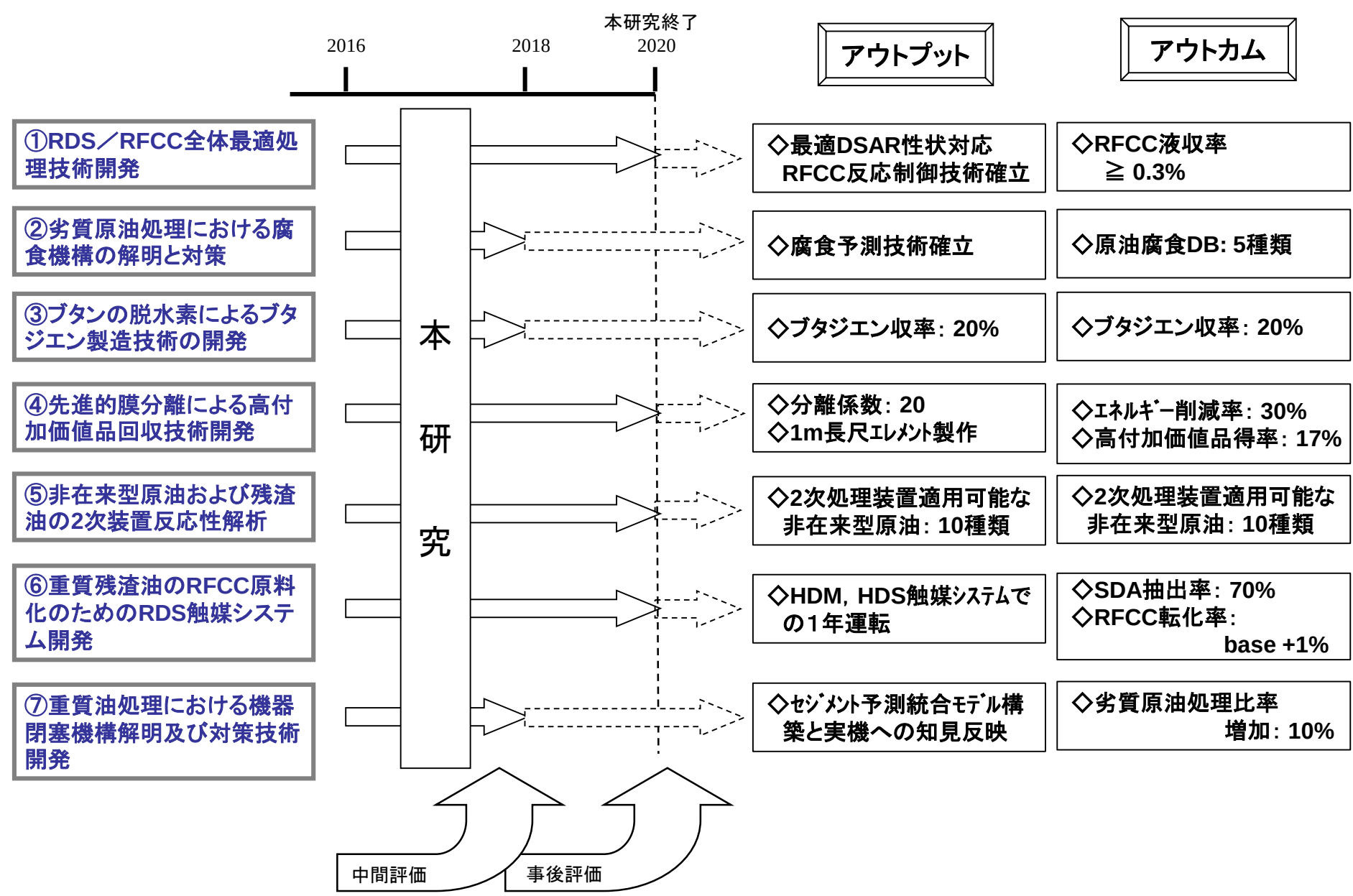
2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)
事業目的である「石油のノーブル・ユース」及び「稼働信頼性の向上」を達成するため、適切な具体的指標として、以下の3指標をアウトカム指標に設定。 ①高付加価値品(ブタジエン)の収率 (事業開始時の世界の先行技術での収率(15%)を超えることを目指し、指標を20%とした) ②適用可能な非在来型原油油種数 (短中期的に我が国への導入可能性が比較的高い非在来型の超重質原油が10種程度であったため、その全てを処理可能とすることを目的とし、指標を10種とした) ③劣質原油の処理比率 (事業開始時には腐食速度が不明だった劣質原油について、導入の足掛かりとして、一定程度のコストメリットが見込める1割程度の処理率を目標としたため、指標を10%とした)	(中間評価時目標) ①20%(H30) ②3種(H30) ③10%増加(H30) (事業終了時目標) ①20%(H30) ②10種(H32) ③10%増加(H30)	①20%(H30年度末見込み) ②3種(H30年度末見込み) ③10%増加(H30年度末見込み) ①20%(H30年度末見込み) ②— ③10%増加(H30年度末見込み)

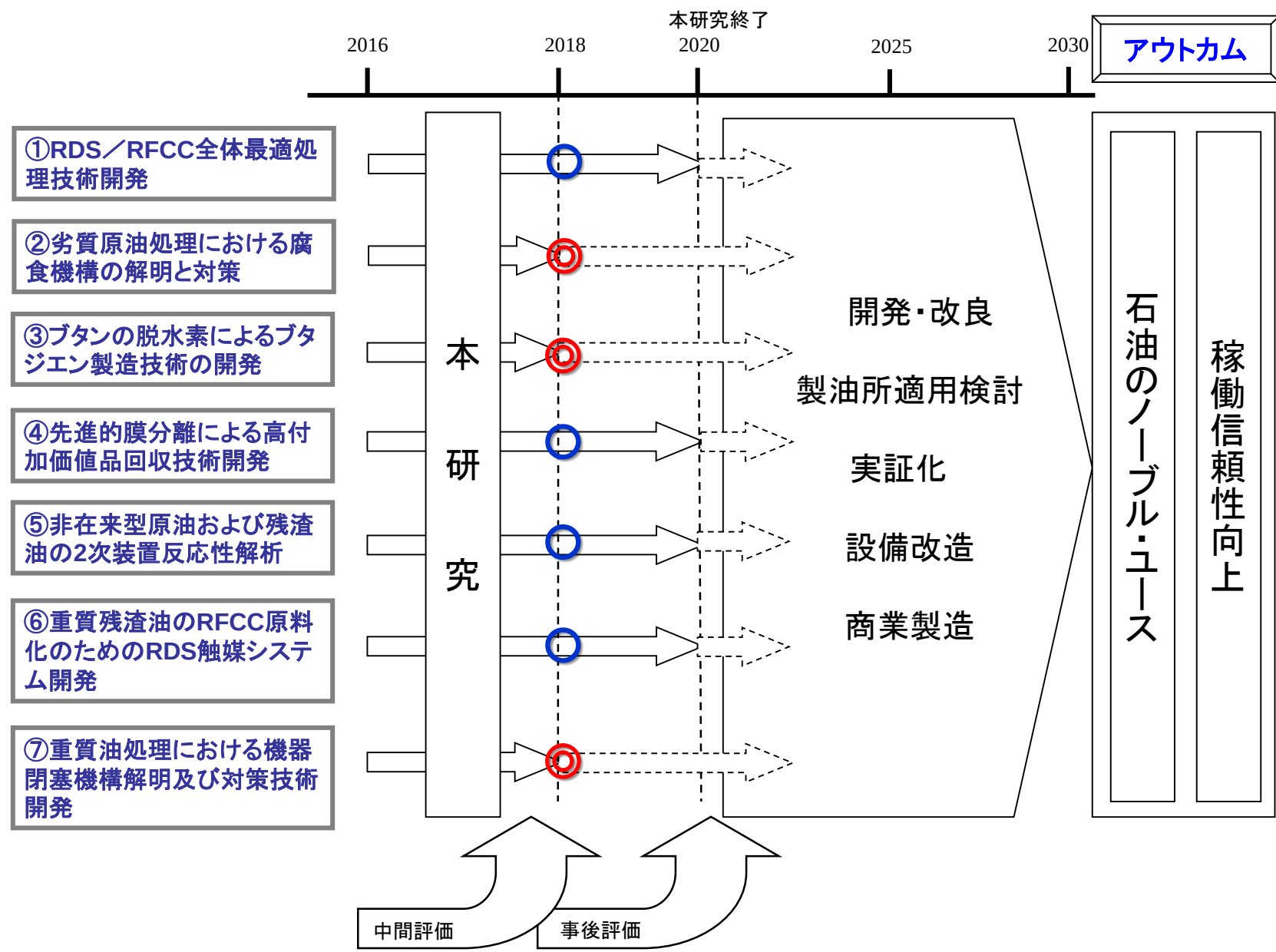
3. 事業アウトプット

事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)
事業件数 (個別テーマに設定された目標を完遂することで本事業の目的である「石油のノーブルユース」及び「稼働信頼性の向上」を達成するという観点から、個別テーマを着実に実施することをアウトプットとして設定した)	(事業開始時) 7件(H28)	7件
	(中間評価時) 7件(H30)	7件
	(事業終了時) 4件(H32)	—

(参考3) 各テーマのアウトカム・アウトプット概要



(参考4)各テーマの進捗状況



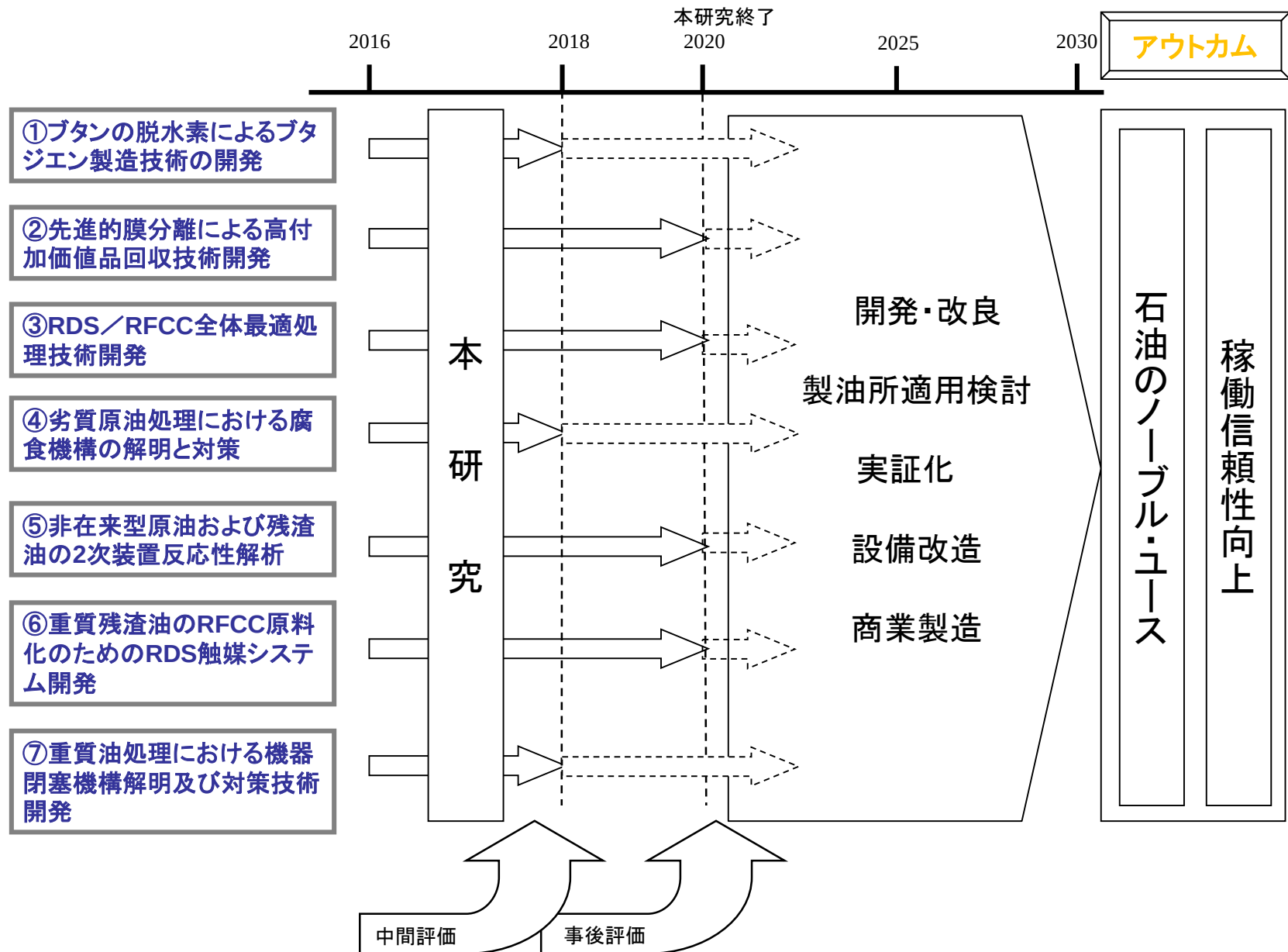
【○: 中間目標達成／◎: 最終目標達成】

4. 当省(国)が実施することの必要性

本事業では、製油所の生産性を高める上で有効な取組である石油のノーブル・ユース（コストの安い原油等から高付加価値の製品を生産すること）、稼働信頼性の向上（精製設備の稼働を長期間安定させること）を実現するため、化学製品を効率的に生産する技術や、低廉な重質原油を用いて石油製品を効率的かつ安定的に生産する技術のうち、大きな効果が見込めるものの技術的な難易度が高い技術の開発を行う。本事業を通じて確立される新たな生産手段が国内の各製油所に横展開されることにより、原油の有効利用や調達原油の多角化（中東依存度の低減）が可能となり、石油の安定供給が図られる。

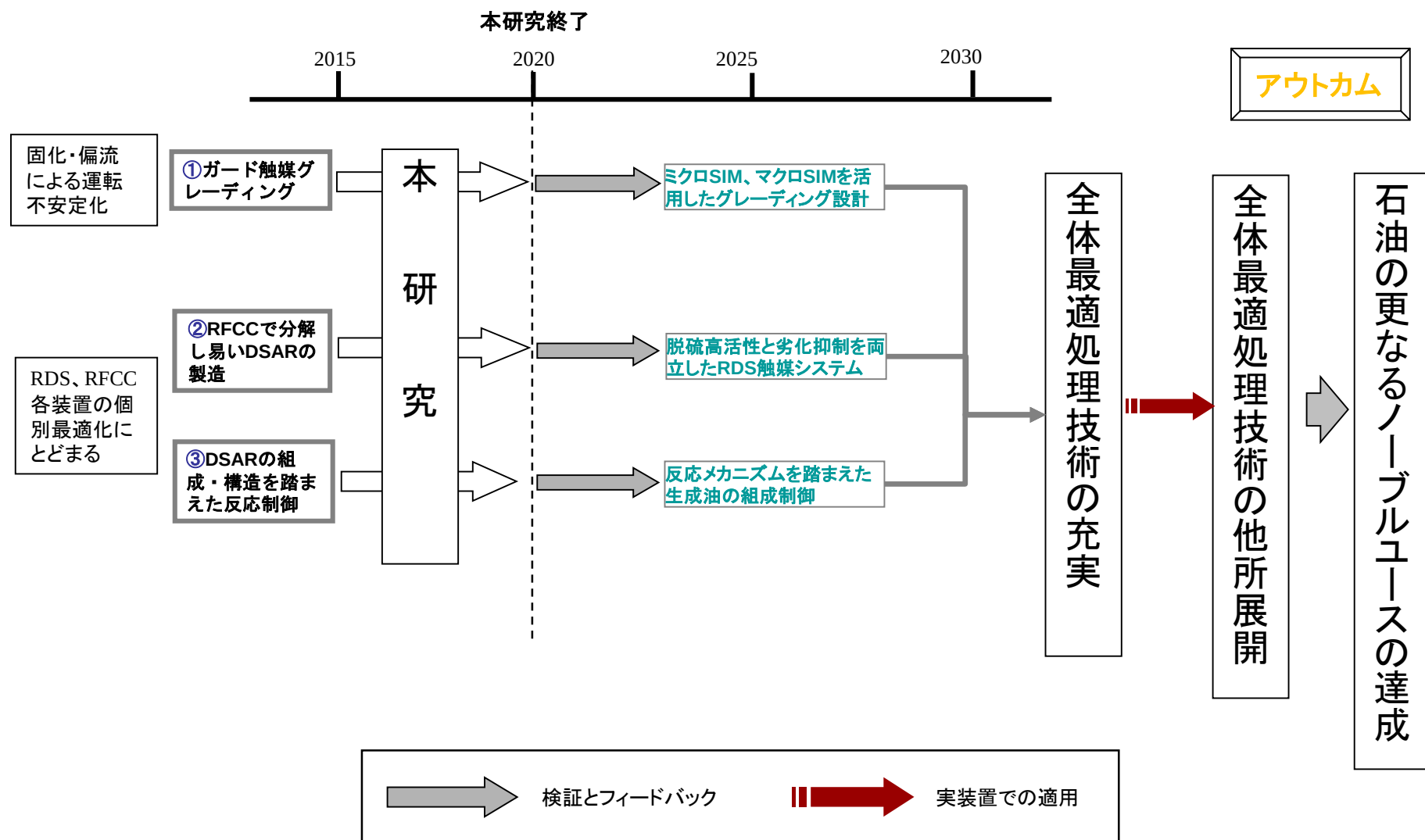
本事業は、原油の有効利用や調達原油の多角化につながるため、石油の安定供給の観点から、国として推進することが望ましい。本事業で開発する技術は、国内石油精製業の技術基盤の底上げを図るものであるが、開発の技術的難易度が高いために投資回収リスクが高く、また、原油の多角化、重質油分解能力の向上は、民間企業にとっては、原油市場の動向次第（軽質油が安価な場合など）では、経済性を確保出来ないため、自発的な投資が進みにくい。このため、国の助成措置により企業の取組を促す必要がある。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

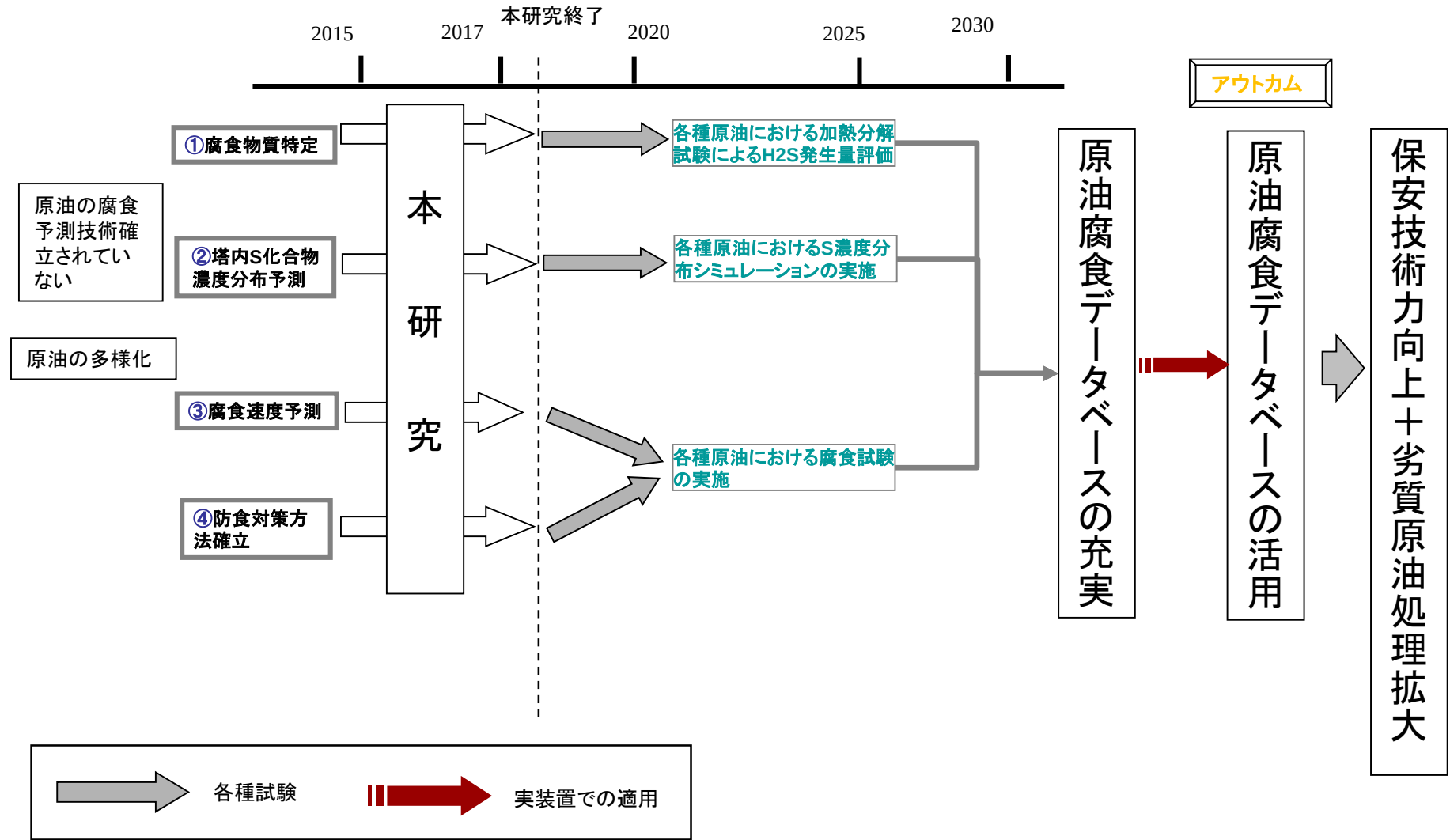


(参考5)各テーマのロードマップ概要

【テーマ1】RDS／RFCC全体最適処理技術開発



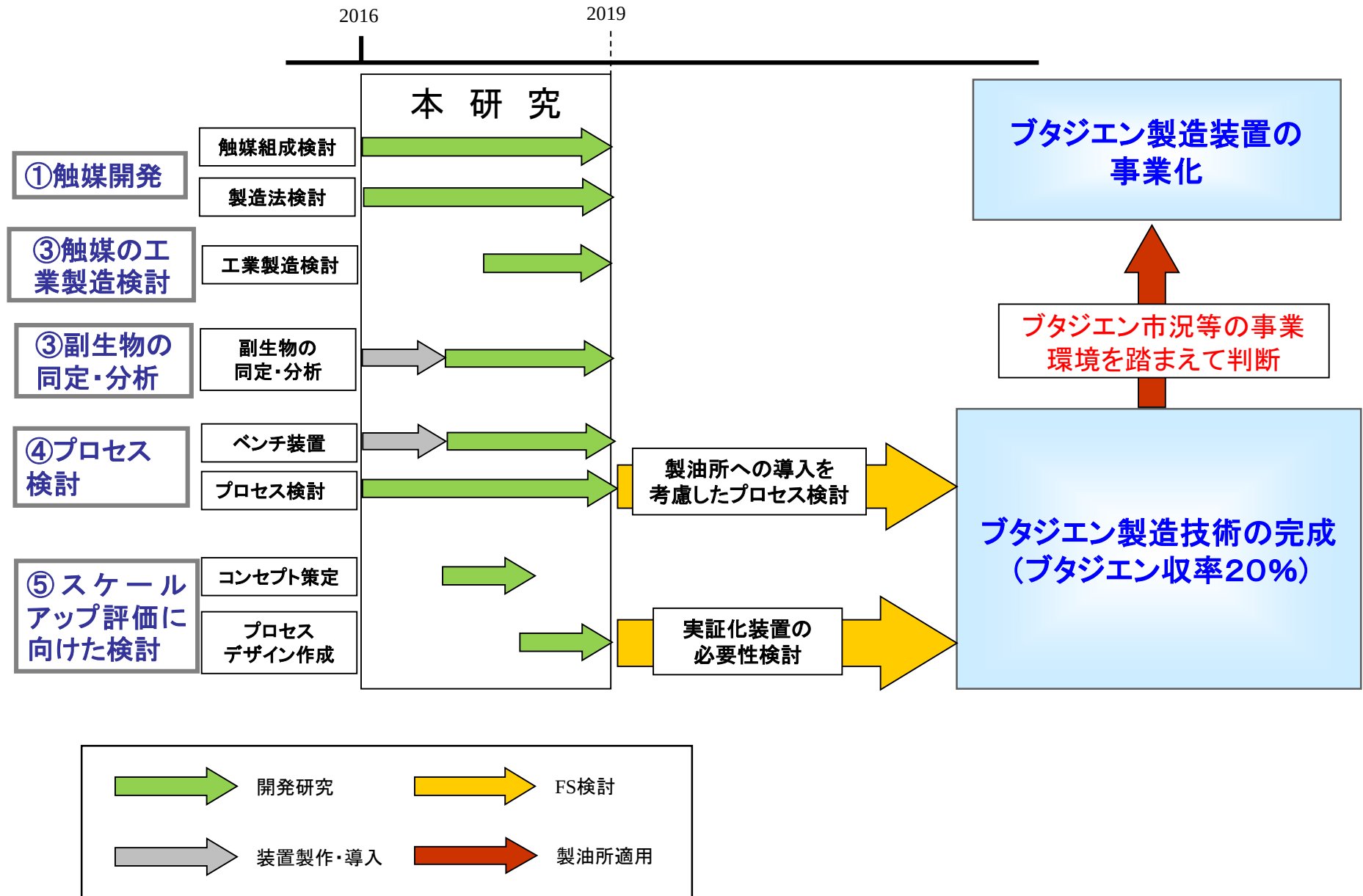
【テーマ2】劣質原油処理における腐食機構の解明と対策



※ 本スライドは、プロジェクトの成果が及ぼす効果等を説明した一例であって様式ではない。

※ 終了時評価時は、事業アウトカム達成時期における目標値の達成状況(見込み)についても記載。

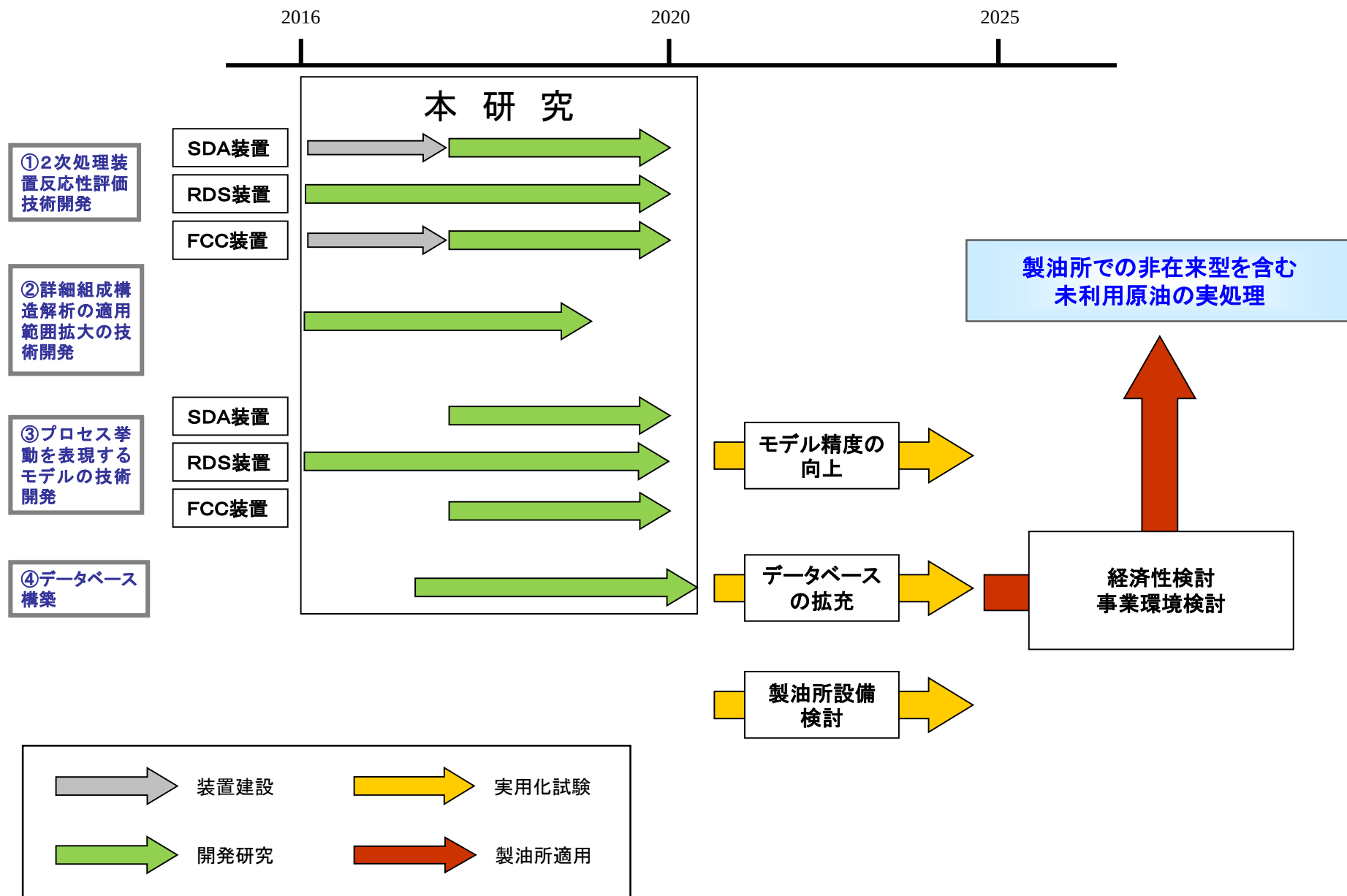
【テーマ3】ブタンの脱水素によるブタジエン製造技術の開発



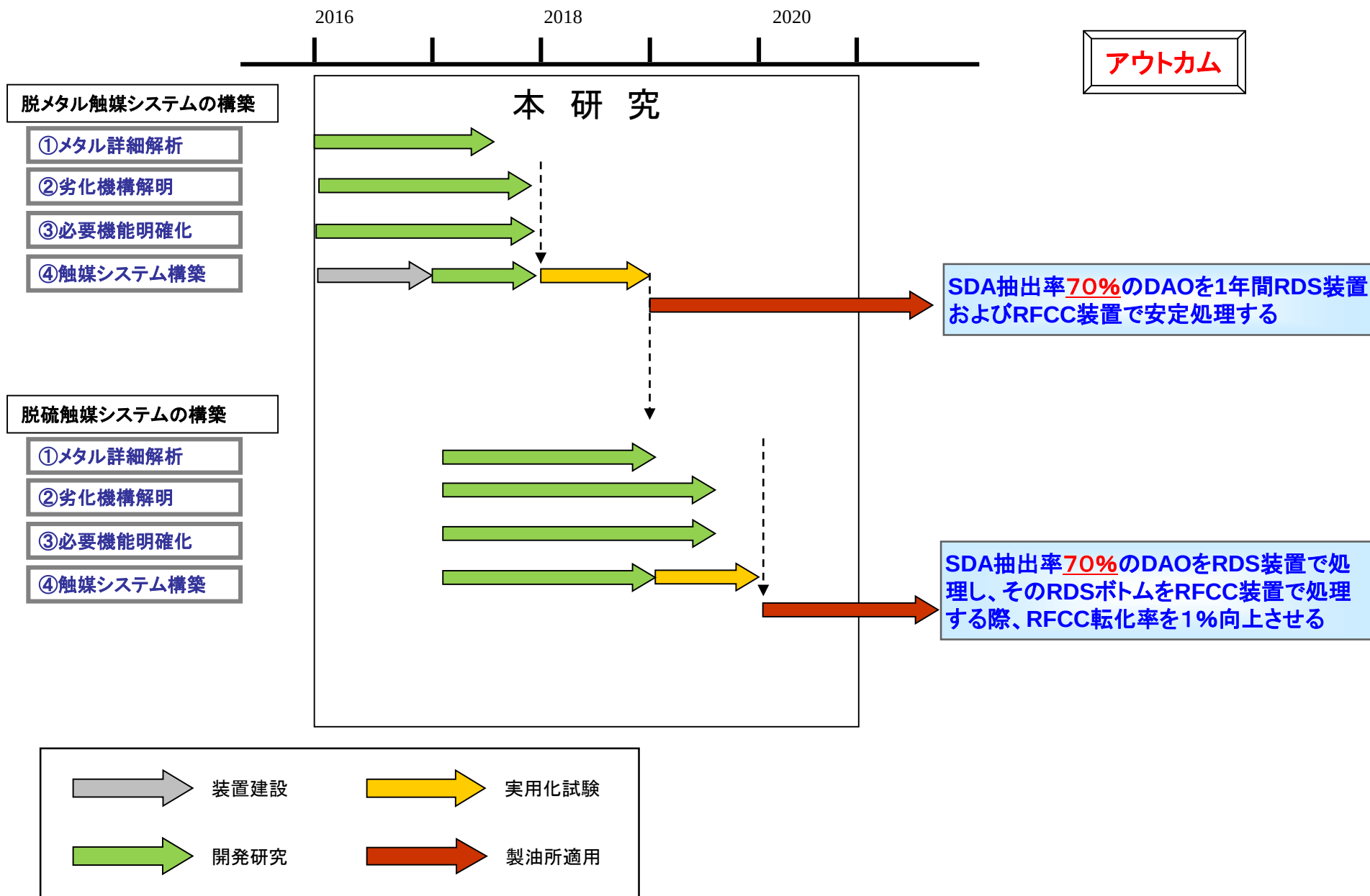
【テーマ4】先進的膜分離による高付加価値品回収技術開発

年 度 項 目	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度	平成33年度	平成34年度
(1) ラボスケール検討 (個別要素技術開発) (2) デモンストレーション (実証機によるプロセス性能検証)		個別要素技術の完成★					
			要素技術の検証★ 寿命・経済性★				
			製品評価△ 事業性評価△		現事業		
(3) セミコマーシャル (小型商用機による事業化検討) (4) コマーシャル (商用機による事業化)				事業化検討☆ 立地・規模検討☆ 事業性再評価△		セミコマ機による事業性評価☆ プロセスデザインパッケージ作成☆	
事業アウトカム 省エネ指数 (目標50%) ノーブルユース指数 (目標17%)					30%☆ 目標17%達成★	目標50%達成★	
事業アウトプット (ア) 分離膜開発 (イ) 膜分離プロセス全体設計 (ウ) モジュール開発と 連続 2 年運転 (エ) 用途選定と実証化 (オ) 分離膜の品質管理手法確立	テストピース★ 不純物特定★	長尺エレメント★ 基本設計★ モジュール試作★ 用途選定・実証機設計★	全体設計★ 実証モジュール★ 建設★	16000時間相当 8000時間相当★ 建設★	16000時間相当 8000時間相当★ 建設★ 運転★		
知財	要素技術の知財化		▲知財戦略見直し	優先権主張による拡充			

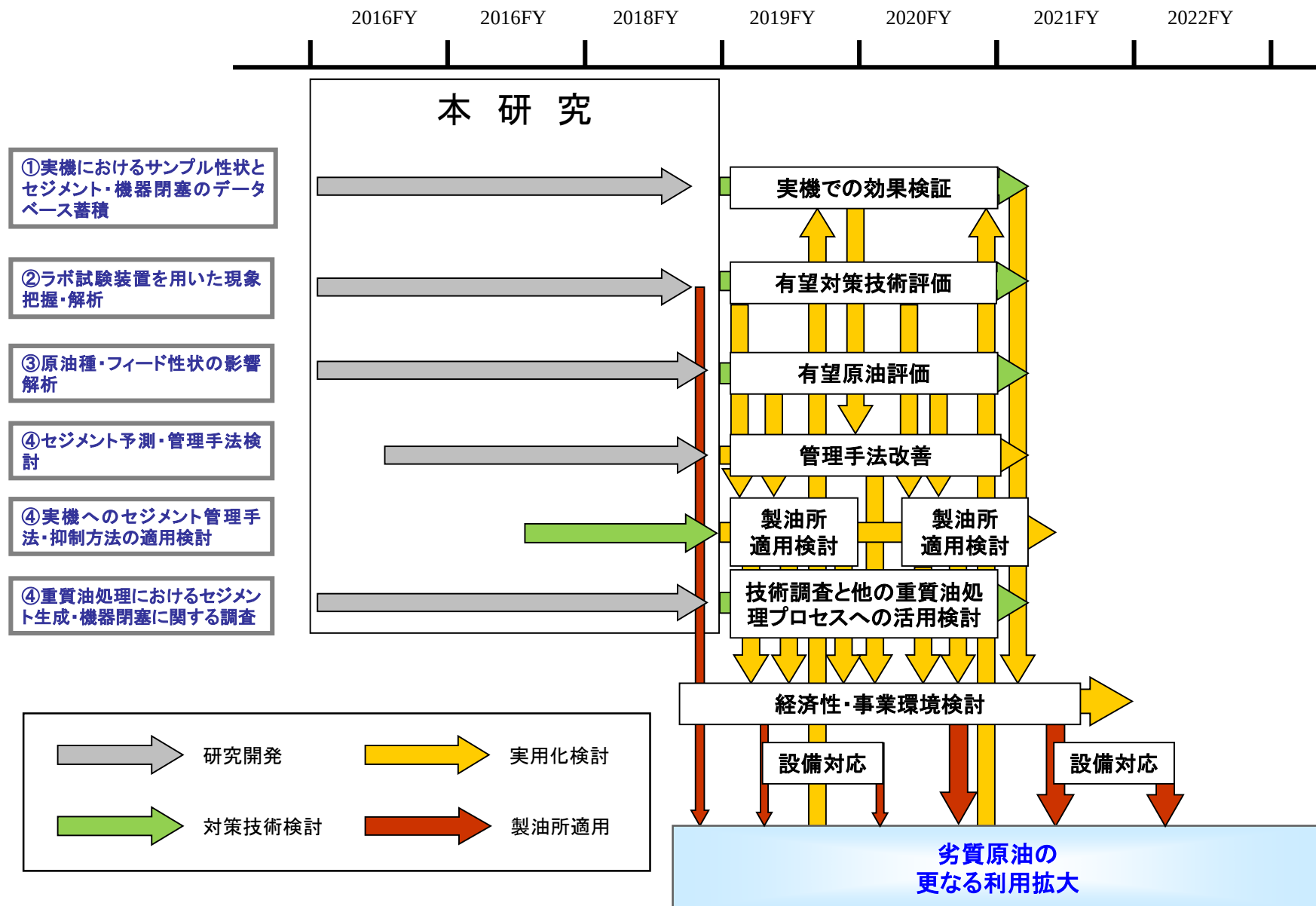
【テーマ5】非在来型原油および残渣油の2次装置反応性解析



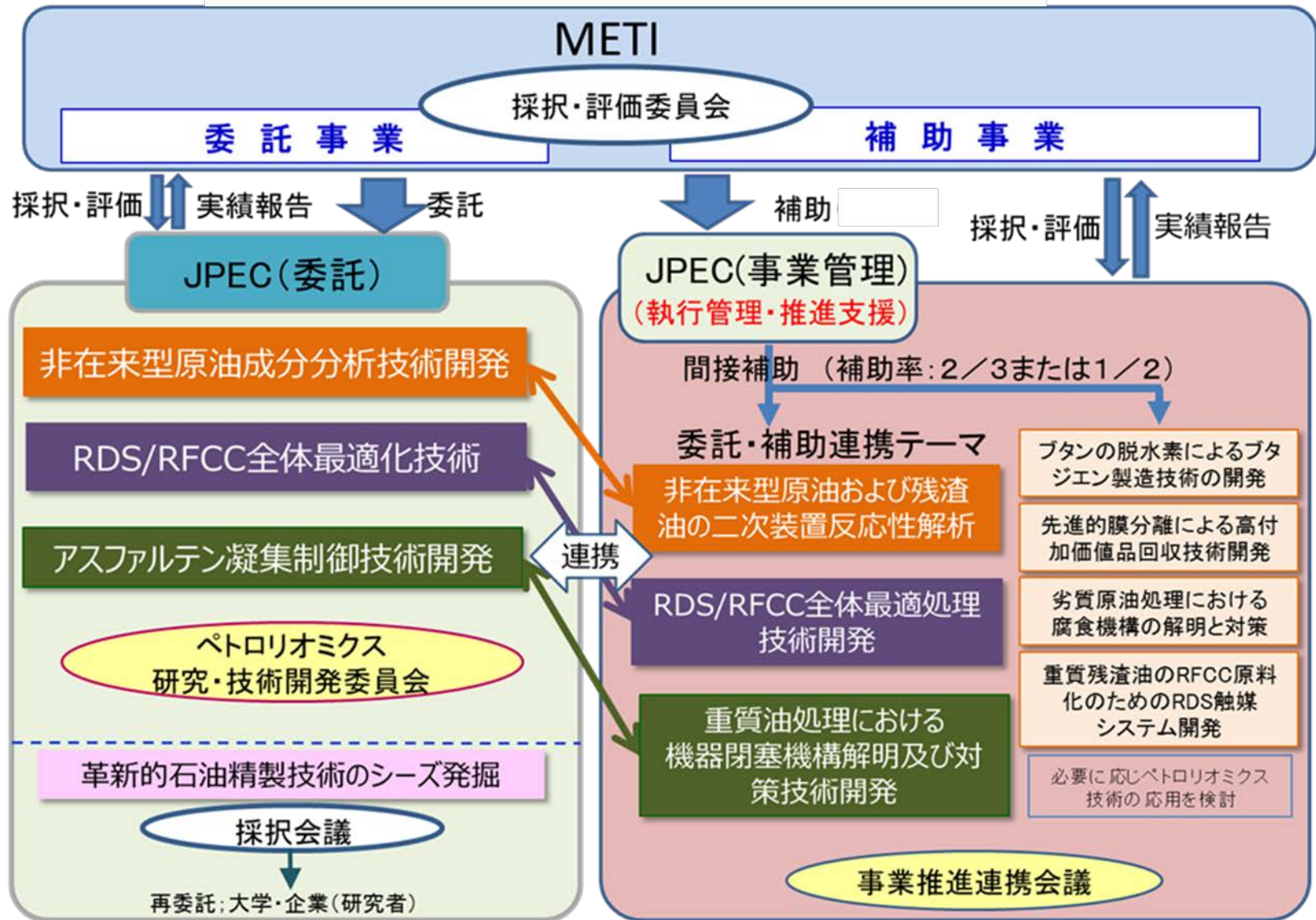
【テーマ6】重質残渣油のRFCC原料化のためのRDS触媒システム開発



【テーマ7】重質油処理における機器閉塞機構解明及び対策技術開発



6. 研究開発の実施・マネジメント体制等



7. 費用対効果

テーマ名	予算概算額 (億円)	試算効果 ^{*2} (億円／年)
ブタンの脱水素による ブタジエン製造技術の開発	2 ^{*1}	数10
先進的膜分離による 高付加価値品回収技術開発	4	20～40
RDS／RFCC全体最適処理技術開発	8	15
劣質原油処理における腐食機構の解明と対策	<1 ^{*1}	20
非在来型原油および残渣油の 2次装置反応性解析	6	320
重質残渣油のRFCC原料化のための RDS触媒システム開発	3	80
重質油処理における機器閉塞機構解明 及び対策技術開発	2 ^{*1}	50

*1: 3カ年の予算額(その他は, 5カ年の予算見込み額)

*2: 各社試算結果を引用した概数(前提条件により試算結果は変動, 効果については, 単純合算が出来ない)

8. 外部有識者の評価等

8-1. 評価検討会

評価検討会名称

「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事業及び高効率な石油精製技術に係る研究開発支援事業費補助金」中間評価検討会

評価検討会委員

座長

小野崎 正樹
エネルギー総合工学研究所 研究顧問

委員

里川 重夫
成蹊大学理工学部物質生命理工学科 教授

関根 泰
早稲田大学理工学術院先進理工学部応用化学科 教授

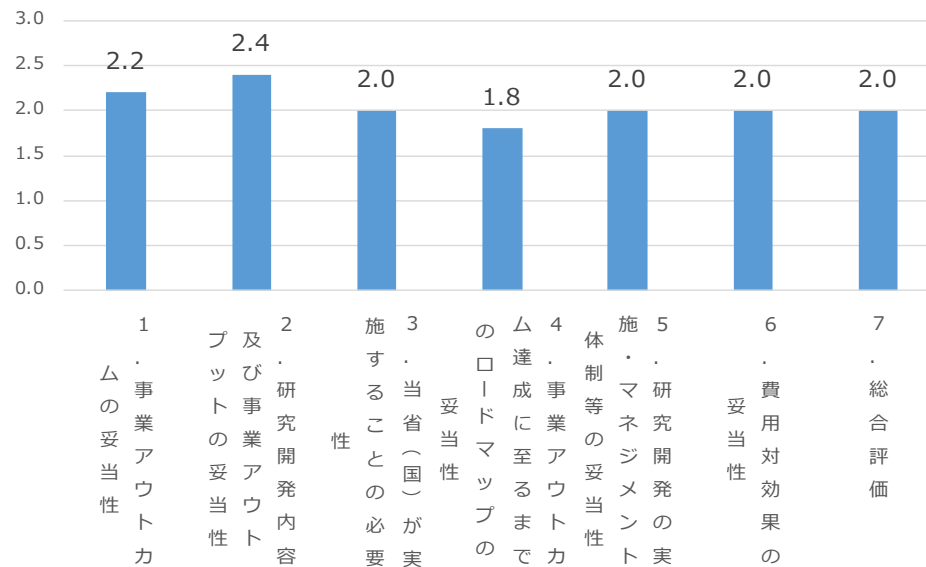
増田 隆夫
北海道大学大学院 工学研究院長 教授

室井 高城
アイシーラボ 代表

8-2. 評点結果

○「経済産業省技術評価指針」に基づき、プロジェクト中間において、評点法による評価を実施した。

評点（補助）



【評価項目の判定基準】

評価項目 1～6

- 3点：極めて妥当
- 2点：妥当
- 1点：概ね妥当
- 0点：妥当でない

評価項目 7 総合評価

- 3点：事業は優れており、より積極的に推進すべきである。
- 2点：事業は良好であり、継続すべきである。
- 1点：事業は継続して良いが、大幅に見直す必要がある。
- 0点：事業を中止することが望ましい。

1. 事業アウトカムの妥当性

- 我が国では、重質油処理としてRDSおよびRFCC等のシステムが一般的であり、将来の超重質油への対応を図っていく上で、脱メタル、脱硫触媒、SDAの運用、これら下流の熱交換器閉塞対策が極めて重要である。この観点から、アウトカムが的確に設定されていると評価できる。
- また、各事業のアウトカム指標についても、中長期的な非在来型原油を原料として利用するために必要なアウトカムであり、的確に設定されていると考えられる。
- 一方で、一部の指標についての考え方が明確でなかったため、今後は、数値の根拠を明確にするべきである。

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

- 実施された全ての課題において、それぞれ明確なアウトプット指標が設定されており、また、成果が十分に得られていると評価できる。
- 特に、ペトロリオミクス技術開発を実施している国の委託事業（「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事業」）との連携を通じ、重質油に科学の要素を組み込んで合理的な精製プロセスを構築する試みは成功していると判断される。
- 一方で、一部定性的なアウトプット指標が見受けられるため、可能な限り定量的な指標の設定を検討すること。

3. 当省(国)が実施することの必要性

- 我が国にとっては、原油の幅広い油種への対応、特に超重質油処理が求められる状況の中で、製油所に設置されている、RDS、RFCC、SDA等のシステムを効率的に運用する上での技術開発は、エネルギー・セキュリティを確保する上で欠かせない。これら知見を可能な限り、国内全体で共有することで、我が国の競争力を高め、ひいてはエネルギーセキュリティに資するものであり、そういった観点から、国が実施することは妥当である。
- 一方で、個別テーマについては、毎年度、補助対象とすべき案件かどうか検証をすることも必要。したがって、本補助事業の採択案件を決定する「採択・評価委員会」において、今回の意見を踏まえた精査が行われることを期待する。

4. 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

- 石油精製の工程の中でも、重質油を白油化する工程に重点を置き、ペトロリオミクス技術を活用して、推算される重質油の特性に応じて重質油の調整や各工程の操作法を設定する方法を科学的な要素を組み入れて開発しているが、そのためには、ベンチレベルの実データ収集とペトロリオミクスモデルの改善、そしてデータの蓄積が必要となる。これらを考慮すると、実用化までのロードマップとして妥当と判断できる。
- また、達成時期も妥当であると評価できる。
- なお、今後は、知財の取り扱いについても戦略的に対応していくことが望ましい。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

- 各社、研究開発部門が中心となり、優秀な研究開発実施者が担当している。また、委託事業としてのペトロリオミクスのプラットフォーム形成事業と、本補助事業とは極めて密接な関係が維持されているなど、マネジメント体制が良く機能していると判断される。
- したがって、事業全体として、適切な組織体制のもと実施されていると評価できる。

6. 費用対効果の妥当性

- 超重質油への対応の観点から、RDS、RFCC、SDA等のシステムを効率的に運用できるデータ、技術、それらを踏まえた知見が得られており、費用対効果は妥当と判断できる。また、石油精製各社間で情報を共有することで、費用対効果が増すと考えられるため、可能な範囲で積極的な情報共有を期待する。
- なお、複数の事業者で類似した課題を扱っているので、波及効果の算定の際は、ダブルカウントしないように注意が必要である。

7. 総合評価

- 本事業は、我が国石油産業の競争力強化のための技術開発事業であり、それぞれの重要度や優先度などに基づき、毎年事業計画の見直しもなされている。進捗状況についても、全体としての的確なアウトプットが得られており、順調に進捗していると評価できる。
- また、本事業による技術開発とペトロリオミクスの技術パッケージ化は、非在来型原油を導入する際、日本の排他的技術になると考えられる。
- 事業の実施にあたっては、研究開発部門が、製油所、技術部門、本社企画部門等と連携を取りながら進めて来ていると評価できる。引き続き、全社一体となった取組を進めていただきたい。
- 上記の通り、本事業全体としては評価できる一方で、個別テーマについては、毎年度、補助対象とすべき案件かどうか検証をすることも必要。したがって、本補助事業の採択案件を決定する「採択・評価委員会」において、今回の意見を踏まえた精査が行われることを期待する。また、アウトプットの明確化、産油国との連携にも配慮して進めていただきたい。
- なお、複数の事業者で類似した課題を扱っているため、波及効果の算定の際は、ダブルカウントしないように注意が必要である。

今後の研究開発の方向等に関する提言

- 本事業のような実用化技術開発は、技術的なハードルが高いだけでなく、経済性についても大きなハードルがある。そのような中、これまでの成果と今後の見通しに基づいて、研究計画の変更などがなされている。これは、確実に成果が上げられるように検討された結果であり、目的達成のために柔軟に研究計画を検討していることは評価できる。引き続き、ペトロリオミクス技術との連携を深め、我が国独自の技術の確立に取り組んでいくことを期待する。
- また、本事業の実施にあたっては、各社は、研究開発部門が製油所、技術部門、本社企画部等と一体となって推進していただくとともに、得られた成果を国内事業者で共有することで、我が国の競争力強化に貢献することを期待する。
- なお、本事業に限らず、今後の研究開発の方向性として、CO2削減の視点や、ガソリン需要の減少を踏まえた石油化学原料・製品製造へのシフトといった技術を開発することが必要ではないか。

提言に対する対処方針

- 今後とも、これまでの研究開発の成果や見通しを踏まえ、研究開発の計画を柔軟に検討しつつ、引き続き、石油精製技術の高度化に向けた研究開発を実施したい。
- また、本事業を継続実施するに当たり、更に開発体制を強化する観点から、実施事業者に対して全社一体で取り組むことを求めるとともに、得られた成果については、可能な限り国内で共有することで、我が国の国際競争力の強化につなげることにしたい。