

デジタル版

IAE-RL (B)

# 調 査 研 究 要 旨 集

—平成20年度研究成果—

平成21年6月

財団法人エネルギー総合工学研究所

この要旨集は、当研究所の平成 20 年度の調査研究活動等の成果としてとりまとめられたものの要旨と報告書の目次を収録したものである。平成 19 年度以前にとりまとめられたものについては、バックナンバーをご覧ください。

本要旨集が関係各位のご参考になるとともに、当研究所の事業に対するご理解の一助となれば幸いです。

# 目 次

|  |       |
|--|-------|
| <b>1. 総合的な見地からの調査研究</b>                                  | ..... |
| 1.1 エネルギー分野における技術戦略マップに係る調査研究                            | ..... |
| 1.2 エネルギー技術開発動向及びその将来性評価に係る調査研究                          | ..... |
| 1.3 エネルギーモデルに係る調査研究                                      | ..... |
| 1.4 エネルギーマネジメントの国際標準化に係る調査研究                             | ..... |
| 1.5 エネルギーに関する公衆の意識に係る調査研究                                | ..... |
| 1.6 エネルギー技術に関するアンケート調査                                   | ..... |
| <b>2. 新エネルギー・エネルギーシステム関連</b>                             | ..... |
| (ア) 新エネルギーに関する調査研究                                       | ..... |
| 2.1 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発に係る総合的調査研究                       | ..... |
| 2.2 次期バイオマスエネルギー技術実証事業に係る基礎調査                            | ..... |
| 2.3 太陽光発電大量導入時の技術課題等に係る調査研究                              | ..... |
| (イ) 電力システム等に関する調査研究                                      | ..... |
| 2.4 電力系統監視・制御技術の高度化に係る調査研究                               | ..... |
| (ウ) 水素エネルギーに関する調査研究                                      | ..... |
| 2.5 水素輸送技術に係る調査研究  | ..... |
| 2.6 製油所の副生水素に関する経済性、環境性の調査研究                             | ..... |
| (エ) 省エネルギー技術に関する調査研究                                     | ..... |
| 2.7 超臨界 CO <sub>2</sub> を作動流体とする高効率ガスタービン発電の研究開発         | ..... |
| (オ) 自動車用エネルギーに関する調査研究                                    | ..... |
| 2.8 プラグインハイブリッド車 (PHEV) の導入効果に係る調査研究                     | ..... |
| 2.9 自動車燃料の将来シナリオに係る調査研究                                  | ..... |
| <b>3. 化石エネルギー関連</b>                                      | ..... |
| (ア) 石炭の利用技術に関する調査研究                                      | ..... |
| 3.1 革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電に係る調査研究                            | ..... |
| 3.2 無触媒石炭乾留ガス改質技術に係る調査研究                                 | ..... |
| 3.3 石炭等からのガス化技術による水素や化学品製造システム動向調査                       | ..... |
| 3.4 石炭ガス化による代替天然ガス製造についての調査                              | ..... |
| 3.5 世界における石炭からの輸送用燃料製造に係る動向調査                            | ..... |
| (イ) その他  | ..... |
| 3.6 固体高分子形燃料電池スタックの高ロバスト化・高信頼化が家庭用燃料電池システムに与える効果の調査・分析   | ..... |
| 3.7 エネルギー・環境、化学品製造における触媒技術に係る NEDO 技術開発機構の研究開発成果のアウトカム調査 | ..... |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| <b>4. 地球環境関連</b>                      | ..... |
| (ア) 地球温暖化対策技術等に関する調査研究                | ..... |
| 4.1 二酸化炭素以外の温室効果ガスの現状および削減シナリオに係る調査   | ..... |
| 4.2 気候変動における炭素循環の不確実性分析               | ..... |
| <b>5. 原子力関連（原子力工学センターに係るものは除く）</b>    | ..... |
| (ア) 次世代原子炉技術開発等に関する調査研究               | ..... |
| 5.1 将来型原子力システム等に係る技術動向の調査研究           | ..... |
| 5.2 国際協力による超臨界圧水冷却炉(SCWR)の開発          | ..... |
| 5.3 中小型炉に係る導入ニーズと設計要件に係る調査研究          | ..... |
| (イ) 核燃料サイクルに関する調査研究                   | ..... |
| 5.4 原子力エネルギー供給の持続可能性に係る調査研究           | ..... |
| (ウ) 将来に向けた原子力技術に関する調査研究               | ..... |
| 5.5 革新的実用原子力技術開発に係る提案公募事業             | ..... |
| (エ) 原子力人材育成に関する調査研究、その他               | ..... |
| 5.6 原子力人材育成プログラムに係る執行支援および人材育成に係る調査研究 | ..... |
| 5.7 原子力人材育成に係る調査研究                    | ..... |
| 5.8 原子力研究環境整備事業選考調査                   | ..... |
| 5.9 原子力発電所の新增設に関する政策的支援策に係る調査研究       | ..... |
| <b>6. 原子力工学センターにおける事業</b>             | ..... |
| (ア) 次世代軽水炉技術開発                        | ..... |
| 6.1 次世代軽水炉技術開発                        | ..... |
| (イ) 原子力安全解析                           | ..... |
| 6.2 新技術を活用した高速炉の次世代安全解析に関する研究開発       | ..... |
| 6.3 軽水炉配管の減肉挙動の評価                     | ..... |
| (ウ) 原子力発電施設の廃止措置に関する調査研究              | ..... |
| 6.4 原子力発電施設の廃止措置技術等に係る検討              | ..... |

## 1. 総合的な見地からの調査研究

## 1.1 エネルギー分野における技術戦略マップに係る調査研究

---

(プロジェクト名) エネルギー分野における技術戦略マップに関する調査

(報告書名) 平成 20 年度 エネルギー環境総合戦略調査等 (エネルギー分野における技術戦略マップに関する調査)

(報告書番号) IAE-0818103

(発行年月) 平成 21 年 3 月

---

### (要旨)

当研究所は、毎年、経済産業省が発表する「エネルギー技術戦略マップ」の策定、見直しに継続的に携わってきており、本年度は、省エネルギー技術戦略 2008 との整合性、技術項目の見直しを図りつつ平成 20 年度版の策定を行った。また、19 年度策定の「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」、国際エネルギー機関 (IEA)、米国、欧州委員会策定の長期的なエネルギー技術開発計画により、各国が共通して関心を有する技術について比較分析を行った上、CO<sub>2</sub> 排出量削減技術の早期開発に資するため、上記の比較分析結果を基に、研究開発の協調が可能な技術分野について検討を行った。

### (目次)

#### 第 1 部 エネルギー技術戦略マップの改定

1. 今までのエネルギー分野における技術戦略マップの策定・改定について
2. エネルギー技術戦略マップ 2009 の改定について
3. 委員名簿
4. 活動記録
5. エネルギー技術戦略 (技術戦略マップ 2009) 案

#### 第 2 部 各国のロードマップ比較・分析及び国際協調

##### 第 1 章 はじめに

##### 第 2 章 使用ロードマップと調査技術分野の抽出

##### 第 3 章 各技術分野の比較分析結果

##### 第 4 章 まとめ

## 1.2 エネルギー技術開発動向及びその将来性評価に係る調査研究

---

|           |  |
|-----------|--|
| (プロジェクト名) | エネルギー技術情報に関する調査 III. エネルギー関係技術に開発動向およびその将来性評価に関する調査研究                                      |
| (報告書名)    | エネルギー技術情報に関する長報告書 (3/3) III. エネルギー関係技術開発動向およびその将来性評価に関する調査研究 (エネルギー技術最前線 1 合成燃料および 2 燃料電池) |
| (報告書番号)   | IAE-0828703  |
| (発行年月)    | 平成 21 年 2 月  |

---

(要旨) エネルギーに関する技術開発の現場で活躍する人々に対するインタビューを中心として、エネルギー技術テーマの最新動向の調査を行った。

### 1) 合成燃料

天然ガスや石炭をガス化してGTLやDMEに転換する技術が、南アフリカだけでなくカタール、中国などで実用化に入っている。一方、日本でもCO<sub>2</sub>リッチのガス田を対象にした独自の触媒技術による500トン/日の実証プラントを立ち上げている。DMEは中国が実用プラントを複数で立ち上げている。一方、天然ガス価格の急騰により、GTLより石炭ガス化・液化(CTL)の方が今後は重要性が増すと観測も出てきている。また石炭ガス化は世界中で数多くのプロジェクトが進行中であるが、日本でも空気吹きと酸素吹きの実証プラントが立ち上がる。世界が合成ガス経由の液体燃料製造について触媒開発を中心に今後どう動いていくのか。日本のGTL開発はどう進んでいくのか。そのために石炭ガス化は今後どのように位置づけられていくのか、それらの方向性をまとめた。

### 2) 燃料電池

燃料電池が定置型で実用フェーズに入りつつある。固体高分子形(PEFC)は08年までの大規模実証事業を終了し、09年から補助金制度のもとでの実用段階に入る。メーカー各社にとって、09年からの数年間コスト的課題を克服して本格的な商品化の段階に入る正念場となってくる。固体酸化物形(SOFC)は、PEFCにほぼ3年遅れて実証の段階に入ってきている。45%以上の発電効率が期待できるSOFCには、電力業界も含めて家庭・事業用市場への期待が集まっている。日本が世界をリードする燃料電池であるが、PEFC、SOFCともに定置分野において実用化への展望が開けつつある。2010年代へ向けての、材料面での要素開発を含むコスト削減のための多面的な研究開発努力ならびに商品化動向をまとめた。

(目次)

#### 1) 合成燃料

1. 合成燃料技術とエネルギー動向
2. GTL
3. 石炭ガス化
4. CTL
5. DME
6. BTL
7. 合成燃料の経済性と今後の動向

## 2) 燃料電池

1. 燃料電池を取り巻く背景
2. 実用化するF C
3. 家庭用燃料電池
4. 燃料電池自動車
5. P E F C 普及に向けた開発
6. 水素インフラとF C市場創設に向け
7. 固体酸化物形燃料電池
8. 定置形F C普及へのシナリオ



### 1.3 エネルギーモデルに係る調査研究

---

|           |                          |                   |
|-----------|--------------------------|-------------------|
| (プロジェクト名) | エネルギー技術情報に関する調査          | I. エネルギーモデルに関する研究 |
| (報告書名)    | エネルギー技術情報に関する調査報告書 (1/3) | I. エネルギーモデルに関する研究 |
| (報告書番号)   | IAE-0828706              |                   |
| (発行年月)    | 平成 21 年 2 月              |                   |

---

#### (要旨)

エネルギー分野は、資源、環境面をはじめ不確実なリスクが多いため、精度の高い将来想定、評価分析等を行うためには、新しい手法の採用、データ更新など不断の改良が不可欠である。そこで、エネルギー需給の将来想定、新しいエネルギーシステムの導入影響評価、エネルギーと資源・経済・環境等との相関評価のツールであるエネルギーモデルに関し、新しい分析手法について検討評価を行い、従来の手法では分析評価が難しかった問題への適用可能性及び改善すべき課題について明らかにした。主な成果は下記のとおりである。

#### ①人口と経済成長を内生化した超長期世界モデルの構築

長期の視点からの新しい評価の試みとして、統合評価モデルである **MARIA** において所得と人口増加、所得と経済成長の関係を内生化する試みを行った。従来、人口や技術進歩は外生的情報とされることが多かったが、これは両者を統合する数少ない試みである。

#### ②マルチエージェント型の世界エネルギーモデルの開発

世界のエネルギー市場と温暖化制約をマルチエージェントで表現した。今回は、エネルギー生産者と発電事業者がエージェントとなって行動する試みである。莫大な計算量を要求するものであるが、市場原理を前提とする最適化モデルとは異なる可能性を開くものと期待される。

#### ③経済的規制手段の選択と不確実性

排出規制における価格と規制便益の不確実性に接近し、著名な **Weizman** の定理に新しい視点からの解説の提供とさらなる拡張を行っている。この結果、規制の便益の不確実性が價格的規制と数量的規制の優劣に影響しないという重要な知見とその拡張が示された。

#### ④温暖化問題に対する IT 革新のインパクト

新たに IT 革新が温暖化問題にどのように影響するかを多部門経済モデルで評価する新しい試みを行った。これまでのエネルギー経済モデルでは、エネルギー多消費産業や運輸部門など省エネルギー技術導入効果が比較的目に見えやすい経済活動を対象としていた。しかし情報化の進展が産業構造に変革をもたらす、という主張が長くされてきたが、この点への実証的分析は遅れており、本評価はその重要なマイルストーンというべきものである。

#### ⑤CO<sub>2</sub>モデルとしてのシミュレーション型モデルの意味

地球環境問題における最適化モデルの背景と位置づけが論ぜられる。地球温暖化問題では、**IPCC** 第二次評価報告書以降最適化モデルによる対策導入効果が広く用いられている。ここではその歴史的意味を再検討した。

#### ⑥不確実性を考慮した DME 技術の動学的評価

市場の不確実性を扱う方法論のレビューとサーベイを踏まえて、DME の導入評価を詳細に行うモデルアプローチを提供した。

#### ⑦運輸部門の詳細評価に関する研究—素材資源の視点に着目して—

自動車部門に焦点を当て、特にアジア各国の自動車の車令構成や環境対策を含め、途上国を中心とす

る中古車市場の詳細な分析を行った。加えて、自動車市場モデルのサーベイを行った。

#### ⑧「持続可能性」に関する検討

委員会委員のエッセイに基づく論点について議論を実施した。まず、持続可能性という理念と、エネルギーシステムとの関係を知るために、国際機関や産業界から出されている報告書等をレビューした。その結果、国際機関からの報告書は、エネルギーと持続可能性に関する重要な概念は、資源利用性と気候変動緩和、エネルギーアクセス、エネルギー安全保障であり、産業界からのものは、環境面・社会面・経済の3面を持続可能性の柱としていることがわかった。以上のレビューに基づき、各委員からのエッセーを、資源・環境、経済、社会の3つの側面から類型化して整理した。

(目次)

まえがき

概要

研究実施者

1. はじめに
2. 人口と経済成長を内生化した超長期世界モデルの構築
3. マルチエージェント型の世界エネルギーモデルの開発
4. 経済的規制手段の選択と不確実性
5. 温暖化問題に対するIT革新のインパクト
6. CO<sub>2</sub>モデルとしてのシミュレーション型モデルの意味
7. 不確実性を考慮したDME技術の動学的評価
8. 運輸部門の詳細評価に関する研究—素材資源の視点に着目して—
9. 新しいエネルギーシステムのパラダイム

## 1.4 エネルギーマネジメントの国際標準化に係る調査研究

(プロジェクト名) エネルギーマネジメントシステムに関する標準化

(報告書名) 平成 20 年度中小企業基準認証研究開発委託費 エネルギーマネジメントシステムに関する標準化成果報告書

(報告書番号) IAE-0818108

(発行年月) 平成 21 年 3 月

---

### (要旨)

2008年2月5日のエネルギーマネジメントシステム標準化についてのNWIP(New Work Item Proposal、新業務項目提案)は、各国の賛成多数で可決された。これを受けてISO PC242(エネルギーマネジメント)を立ち上げた。本年度は、WD(Working Draft、作業原案)開発段階であり、2008年9月にWD1、2009年12月にWD2が配信された。

エネルギーマネジメントは、省エネ法を始めとする規制・規格等による長年の取り組みにより、我が国が強みを持つ分野である。本PC(Project Committee、プロジェクト委員会)に対応するために我が国では国内審議委員会、ワーキンググループを立ち上げ、本規格開発に強く貢献している。当研究所は、国内審議団体として国内審議委員会、ワーキンググループの事務局を務め、国内のステークホルダーからの意見の取りまとめを行った。国内審議委員会においては、WD1、WD2に対して省エネ法との関係、管理対象やマネジメントの体制等に委員の関心が集まり、関連するコメントを数多く作成してPC242事務局へ提出した。

2008年9月には第1回国際会議が米国ワシントンDCで開催され、本規格のスコープ、構造、草案作成が中心に議論された。第2回国際会議はブラジルリオデジャネイロで開催され、コメント処理を進めながら、WD2として配信された文章の改訂を行った。両方の会議とも事前に議長国である米国と事前に協議を行い、我が国の意見が取り入れられやすい状況を整えて会議に臨み、我が国の省エネ分野における経験や実情に基づく意見を規格開発に多く取り込むことができた。

2009年3月現在、当初の予定よりも数ヶ月遅れで規格開発が進んでおり、2009年6月にはCD(Committee Draft、委員会原案)が発行され、9月に投票およびコメント提出、11月には英国ロンドンにて第3回国際会議が開催され、DIS(Draft International Standard、国際規格案)への移行が議論される見通しである。最終的には、2011年度末のISO化を目指して規格開発が進められていくと考えられる。

本規格が発行された際には、我が国の多くの企業・組織に適用できるため、その効果・影響は非常に大きいと想像される。したがって、我が国の省エネのベストプラクティスを開発中の本規格に盛り込み、我が国の実情と齟齬がないよう留意して開発を継続する必要がある。

### (目次)

はじめに

審議委員会名簿

審議委員会WG名簿

#### 1. 本事業の概要

1.1 研究開発の目的

1.2 研究開発の内容

1.3 実施体制

2. 標準化案研究開発の取り組み
  - 2.1 経緯
  - 2.2 第一回国内審議委員会 WG
  - 2.3 米国審議委員会メンバーとのバイ会議
  - 2.4 第二回国内審議委員会 WG
  - 2.5 第一回国内審議委員会
  - 2.6 第一回 ISO/PC242 国際会議
  - 2.7 第三回国内審議委員会 WG
  - 2.8 第四回国内審議委員会 WG
  - 2.9 第二回国内審議委員会
  - 2.10 第五回国内審議委員会 WG
  - 2.11 第三回国内審議委員会
  - 2.12 第二回 ISO/PC242 国際会議
3. 我が国からの作業原案へのコメント
  - 3.1 ISO50001 WD1 へのコメント
  - 3.2 ISO50001 WD2 へのコメント
4. エネルギーマネジメントシステム規格比較
5. ポジションペーパー
6. まとめと今後の展望

#### 資料編

ISO/PC242 N document

ISO/PC242/WG N document

国内審議委員会資料

国内審議委員会 WG 資料

米国審議委員会メンバーとのバイ会議

第二回 PC242 国際会議で紹介された資料（日本、米国、PC242 事務局）

エネルギーマネジメントシステム規格比較調査報告書（(株) 三菱総合研究所）

## 1.5 エネルギーに関する公衆の意識に係る調査研究

((プロジェクト名) エネルギーに関する公衆の意識調査 (6))

(報告書名) 平成 20 年度 エネルギーに関する公衆の意識調査

(報告書番号) IAE-0828713

(発行年月) 平成 21 年 3 月

### (要旨)

当研究所では、毎年首都圏における公衆に対し、エネルギーに関するアンケート調査を実施し、エネルギー及び原子力発電に関する公衆の意識の動向を分析研究している。20年度においても調査を実施し、主な結果として、今までの調査であまり変化の無かった原子力発電の不安回答が大きく減少していたことなどの知見を得た。

調査の結果、首都圏住民は、環境問題やエネルギー供給問題に対する関心や不安の高まりや新エネルギーへの期待が大きいこと、原子力発電に対する関心は相対的に小さく、原子力発電への意識は、信頼感など好意的な方向に変化しているなど、今回も前回までの調査結果とほぼ同じ様な傾向の結果が得られている。

ただし、今回の調査では、今までの調査であまり変化の無かった原子力発電の [不安] 回答が大きく減少していた。[なぜ不安回答が減少したのか?] ということについては、信頼感など原子力発電に対する意識の好転や相対的な関心の低下があったことを考えると、信頼感などの好転が不安回答の減少に繋がり、おそらくは関心の低下は [どちらともいえない] との回答の増加と共に、不安回答の減少に繋がったものと推定している。

近年、原子力発電の運営に関する認識は好転しているが、これらの結果はエネルギー問題や原子力発電に対する低関心・低知識という状況下での話であり、不安回答の減少とはいっても、安心回答の割合に大きな変化はなく、増えたのは [どちらともいえない] という態度保留の中間回答である。いくなれば消極的な好転といえる。

したがって、もしも将来、原子力発電に対する信頼を裏切る様な事故・事件の発生があれば、この傾向は容易に反転する可能性を含んでいるといえる。

### (目次)

#### 第1章 研究の概要

##### 1. 1. 研究計画

##### 1. 2. 研究成果の概要

#### 第2章 調査概要

##### 2. 1. 調査目的

##### 2. 2. 調査設計

##### 2. 3. 調査方法

#### 第3章 調査結果

##### 3. 1. 単純集計結果

##### 3. 2. クロス集計結果

##### 3. 3. 数量化解析結果

#### 第4章 おわりに

付属資料

アンケート調査表

基本集計表

## 1.6 エネルギー技術に関するアンケート調査

(プロジェクト名) エネルギー技術に関するアンケート調査

(報告書名) 平成 20 年度 エネルギー技術に関するアンケート調査

(報告書番号) -

(発行年月) 平成 21 年 6 月

### (要旨)

昨年度に引続き、当研究所賛助会員各社及び大学研究者を対象としたエネルギー技術に関するアンケート調査を実施した。エネルギー技術の研究開発の方向性、関連する基盤科学分野に関する認識、公的支援の必要性等に関する調査・分析を行い、政府及び企業のエネルギー技術関連政策の企画立案、並びに大学等研究者の研究テーマ選択の参考に供することを目的としている。ただし、1年目の設問を修正したために、定点観測はできていない。3回目以降は基本的に同一の設問で変化を追跡する予定である。

調査の概要は以下の通りである。

- ・ 調査対象、標本数、有効回収数（率）

調査対象 1：当研究所の賛助会員、標本数：67、有効回収数（率）：40（60%）

調査対象 2：エネルギー関係研究をしている大学研究者から選抜（注：昨年度は当所の調査研究に関与した者を対象としたが、本年度は変更）、標本数：433、有効回収数（率）：95（22%）

- ・ 調査方法：郵送法

- ・ 調査期間：賛助会員：9月22日～10月31日、大学研究者：11月21日～12月31日

主な結果を以下に記す。

- ・ 研究開発について、賛助会員企業・大学研究者ともに、エネルギー利用技術、再生可能エネルギーを重視している。賛助会員企業は、省エネルギー、環境も同様にも重視している。
- ・ 研究開発のために重要な科学技術分野としては、材料開発・環境意識を挙げる者が多く、ナノテクは前回よりやや減少した。
- ・ 賛助会員企業が大学に対し研究支援を行い、また卒業生を採用しようとする分野は、材料、エレクトロニクス、バイオ、情報通信が多い。
- ・ エネルギー技術に関する研究開発投資動向は、賛助会員企業は昨年度とほぼ同じ傾向、大学研究者は昨年度より増加の傾向である。

### (目次)

#### 第1章 アンケート調査の概要

##### 1. 1. 調査目的

##### 1. 2. 調査設計

##### 1. 3. 調査内容

#### 第2章 アンケート調査の結果

##### 2. 1. 現在研究開発中または今後取り組もうと考えているエネルギー技術テーマ

##### 2. 2. エネルギー技術テーマ別の調査結果

###### 2. 2. 1. 化石エネルギー

###### 2. 2. 2. 再生可能エネルギー

2. 2. 3. 原子力

2. 2. 4. 水素エネルギー

2. 2. 5. 利用技術

2. 2. 6. 環境

2. 2. 7. 輸送

2. 2. 8. 省エネ

2. 3. 各エネルギー技術テーマ間の比較

2. 4. 重要と考える科学技術および社会科学分野

2. 5. エネルギー技術に関する研究開発投資の動向

2. 6. 回答した賛助会員の業種

付属資料： 賛助会員アンケート調査表、大学研究者アンケート調査表



## 2. 新エネルギー・エネルギーシステム関連

(ア) 新エネルギーに関する調査研究

## 2.1 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発に係る総合的調査研究

---

|           |   |
|-----------|---|
| (プロジェクト名) | 「新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）／総合調査研究」                      |
| (報告書名)    | バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）総合調査研究<br>平成 20 年度～平成 22 年度のうち平成 20 年度分中間年報 |
| (報告書番号)   | なし  |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月   |

---

### (要旨)

①「セルロース系エタノールの加速的先導技術研究開発に参画する研究チームへの情報提供、バイオマス前処理物の研究チーム間の相互利用・検証の連携の推進」、②「バイオマス総合利用に係る経済性評価・LCA 評価、社会・環境・文化への影響リスク分析手法の確立」、③「有望バイオマス生産地域・事業モデルの検討」の 3 課題を実施した。

①に関しては、バイオフィューエルチャレンジ委員会を開催し、研究チームの研究概要の紹介、開発目標などについての議論を行った。また、本研究開発の機密保持を図るため、研究チームと協議を重ね、「機密保持に関する覚書」(NDA)を締結した。さらに、試料授受に関する NDA についても原案を作成し関係方面と調整を行った。さらに、バイオエタノール生産技術評価に向けての各研究チームのトータルプロセスフロー、開発ベンチマークの算定式、副産物などの電力・熱利用などについて検討を開始した。

②の経済性評価に関しては、評価事例について文献調査を行うと同時に、研究チームから提供が必要なデータを抽出し、フレームワークの設計に着手した。LCA 評価については、当該事業での技術開発に伴うバイオ燃料に関し、GHG 排出量評価に必要となる、対象とするシステムの確定、シナリオの設定の検討を行うとともに、直接/間接的な投入/排出データ類の調査を開始した。また、経済性、LCA の評価とも、必要な各研究チームからのデータの抽出、共通の様式作成を行った。社会・環境・文化への影響リスク分析の手法の確立に関しては、評価項目、評価事象の吟味、評価指標基準の策定状況に関する情報収集を行った。

③では、文献調査や GIS データを用いて、国内および ASEAN 地区について、多収穫草本植物の有望生産候補地のリストアップを行うとともに、原料となる植物の検討、候補地選定にあたっての社会・文化面への影響などの検討を行った。また、リストアップされた候補地について、流通性や ETBE の生産性などを考慮し、最適と考えられるバイオ資源の生産からバイオエタノール製造、バイオ燃料の流通までの事業モデルの検討を行った。

### (目次)

#### 1. 研究開発の内容及び成果等

I. 「セルロース系エタノールの加速的先導技術研究開発に参画する研究チームへの情報提供、バイオマス前処理物の研究チーム間の相互利用・検証の連携の推進」

- ①バイオフィューエルチャレンジ委員会の運営および事務局業務
- ②技術検討・評価（ベンチマーク設定、方法論、比較評価）
- ③各研究チームの開催する推進委員会への参画

II. 「バイオマス総合利用に係る経済性評価・LCA 評価、社会・環境・文化への影響リスク分析手法の確立」

- ④経済性評価
- ⑤LCA 評価
- ⑥社会・環境・文化への影響リスク分析の手法の確立
- Ⅲ. 「有望バイオマス生産地域・事業モデルの検討」

- ⑦有望バイオマス生産地域検討
- ⑧事業モデル検討

## 2. 成果

- (1) 研究発表・講演
- (2) 特許等
- (3) 受賞実績

## 3. その他特記事項

- (1) 成果普及の努力
- (2) その他

## 2.2 次期バイオマスエネルギー技術実証事業に係る基礎調査

---

|           |                            |               |
|-----------|----------------------------|---------------|
| (プロジェクト名) | 次期バイオマスエネルギー実証試験事業に関する基礎調査 |               |
| (報告書名)    | 次期バイオマスエネルギー実証試験事業に関する基礎調査 | 平成 20 年度成果報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818506                |               |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月                |               |

---

### (要旨)

#### 1. 次期バイオマスエネルギー実証試験事業のターゲットとすべき技術分野の絞り込み及び有望なバイオマス種の探索

バイオマスエネルギーに関する熱化学的転換技術（7 件）、生物化学的転換技術（7 件）、固体燃料化技術（5 件）、収集・運搬技術（3 件）について、国のバイオマスエネルギーに関する基本方針、転換技術の現状などを踏まえて評価を行い、バイオマスの導入・普及に効果の大きい技術を 5 件抽出した。また、廃棄物系バイオマス（14 種）、未利用系バイオマス（8 種）について、賦存量、利用可能量をエネルギー量ベースで評価を行い、利用可能量が多いバイオマス種を 6 種抽出した。

抽出した転換技術とバイオマス種について、適用可能な組合せ、現状の技術レベル（実用化段階、実証段階、研究開発段階）の整理を行い、次期「技術実証事業」のターゲットとなる最適組合せを提示した。

#### 2. バイオマスの導入・普及に効果的な具体的事業モデルの検討

構築した 6 件のシステム最適化モデルについて、関連メーカー、技術実証事業者など 11 社に対して、転換技術に関する課題、技術実証事業の状況などのヒアリング調査を実施するとともに、それぞれフィージビリティスタディを実施し、経済性分析、課題などの整理を行った。また、NEDO 事業として、研究開発事業、技術実証事業を実施した事業者に対してアンケート調査を行い、事業の状況、次期「技術実証事業」への意見などを整理した。

また、1. で提示された次期「技術実証事業」のターゲットとなる最適組合せをもとに、具体的な事業モデルを検討し、バイオマスの導入・普及に効果的な 6 件の具体的事業モデル（以下、「システム最適化モデル」という）を構築した。

#### 3. データベース化を視野に入れたバイオマス種・転換技術毎の統一的な取得すべき運用データ項目の整理及び事業評価基準の明確化

次期「技術実証事業」でストックすべきデータ項目を検討し、取得可能性、取得タイミング、意義などの整理を行うとともに、データ収集・整理フォームを作成した。また、次期「技術実証事業」の成果を把握するための事業評価基準の検討を行い、6 件のシステム最適化モデルごとに事業目標基準を設定した。

以上の調査結果、および次期「技術実証事業」への提言、バイオマスエネルギーの導入・普及に関する課題などを、成果報告書として取りまとめた。

### (目次)

まえがき

#### I. 概要

#### II. 本編

#### 第 1 章 全体計画と実施状況

- 1.1 基礎調査の背景と目的
- 1.2 調査方針と実施内容
- 1.3 全体作業スケジュール
- 1.4 実施要領と実施体制
- 1.5 調査実施経緯
- 第2章 次期「技術実証事業」の内容検討 1
  - 2.1 本章の主旨と進め方
  - 2.2 導入効果の大きい転換技術の絞り込み
  - 2.3 未活用・利用可能量の大きいバイオマス種の探索
  - 2.4 バイオマス種・転換技術毎の最適な組合せ評価・検討
  - 2.5 次期「技術実証事業」のターゲットの最適組合せの提示
  - 2.6 事業者へのアンケート調査結果の集約
- 第3章 効果的事業モデルの検討・評価
  - 3.1 本章の主旨と進め方
  - 3.2 有望な導入事業の具体的事業モデルの構築
  - 3.3 関連事業者等へのヒアリング調査
  - 3.4 事業モデルのフィージビリティスタディ実施
  - 3.5 システム最適化モデルの抽出
- 第4章 評価基準設定と統一的運用データ整理
  - 4.1 本章の主旨と進め方
  - 4.2 事業評価基準の検討・評価の実施
  - 4.3 バイオマス種・転換技術毎の事業目標基準の設定
  - 4.4 取得すべき運用データ項目抽出・検討等精査
  - 4.5 導入・普及効果の高いDBシステムの基礎データ作成
- 第5章 まとめ
  - 5.1 次期「技術実証事業」の考え方と提言 1
  - 5.2 今後の課題検討と提案 1
- あとがき
- 別冊（添付資料）

## 2.3 太陽光発電大量導入時の技術課題等に係る調査研究

---

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| (プロジェクト名) | 太陽光発電大量導入時の技術課題等に関する調査    |
| (報告書名)    | 太陽光発電大量導入時の技術課題等に関する調査報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818906               |
| (発行年月)    | 平成 20 年 12 月              |

---

### (要旨)

太陽光発電大量導入時の技術課題等に関する調査として下記 3 件の調査を行った。

#### (1) 太陽光大量導入時の技術的課題・対策オプション等の調査

- ① 太陽光発電大量導入時の影響・対策：我が国において太陽光発電が大量導入された際に懸念される電力系統への影響について整理・解説し、抽出した影響のうち特に重要と考えられる課題について、解決するための対策および効果を、既存技術および研究開発動向を踏まえて整理した。
- ② 太陽光発電大量導入時の系統対策費用：太陽光発電大量導入時の系統対策費用の試算について、対策の位置づけを明らかにした上で、その内容を分析した。
- ③ 今後の政策対応：「低炭素電力供給システムに関する研究会等における分散型電源と電力系統影響に関する議論の内容を整理した。また平成 21 年度エネルギー関連予算における電力系統影響対策関連の概算要求の内容を調査・整理した。

#### (2) 太陽光発電向けエネルギー貯蔵技術(蓄電池および水素)比較等の調査

太陽光発電と組み合わせるエネルギー貯蔵技術として、蓄電池と水素の有効性について比較した。

- ① 比較のためのケース設定：太陽光発電設備によって発電された電力の貯蔵・利用のエネルギーパスを整理し、比較検討した。用途は民生用とした。
- ② 機器の特性・コストの調査：国内における先行検討事例(市販および研究段階)の技術内容(システム構成、効率特性等)とコストを調査した。また、類似機器のコスト検討例も参考にして、一定の合理性がある想定のもとに普及段階での機器コストを推定した。
- ③ エネルギー効率および経済性の評価：それぞれの組合せシステム構成の技術的実現可能性を確認した上で、エネルギー効率、経済性等の項目についての比較検討を行った。また、各システムを構成する要素機器の特性やコストをパラメータとして感度分析を行い、各種要因がエネルギー効率や経済性にどのような影響を与えるかを明らかにした。

#### (3) 電気自動車・プラグインハイブリッド車の開発動向と見通しの調査

下記事項について調査し、講演形式による報告を行うとともに、講演用資料とその解説を報告書として纏めた。

- ① 開発動向：最近 1~2 年間の注目すべき動向をまとめて紹介した。
- ② 評価：個別報道では把握しにくい電気自動車の実力を分かり易い形で示した。
- ③ 見通し：①と②を踏まえて将来を展望した。

### (目次)

#### 第 1 章 太陽光大量導入時の技術的課題・対策オプション等の調査

- 1.1 太陽光発電大量導入時の影響・対策
- 1.2 太陽光発電大量導入時の系統連系対策費用
- 1.3 今後の政策対応

## 第2章 太陽光発電向けエネルギー貯蔵技術（蓄電池および水素）比較等の調査

### 2.1 はじめに

### 2.2 比較のためのケース設定

### 2.3 機器の特性・コストの調査

### 2.4 エネルギー効率および経済性の評価

### 2.5 まとめ

### 2.6 今後の課題

## 第3章 電気自動車・プラグインハイブリッド車の開発動向と見通し

### 3.1 国・自治体等の主な動向

### 3.2 自動車会社等の主な動向

### 3.3 電力業界の主な動向

### 3.4 大学・研究機関等における主な検討

### 3.5 経済性からみたEV・PHEVの成立可能性

### 3.6 電力供給可能性

### 3.7 HEV、EV、PHEVの適正領域

### 3.8 IAEが考える電気自動車における調査研究課題



(イ) 電力システム等に関する調査研究

## 2.4 電力系統監視・制御技術の高度化に係る調査研究

---

|           |   |
|-----------|---|
| (プロジェクト名) | 平成 20 年度電力系統関連設備形成等調査（電力系統監視・制御技術の高度化に関する調査）    |
| (報告書名)    | 平成 20 年度電力系統関連設備形成等調査－電力系統監視・制御技術の高度化に関する調査－報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818109                                     |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月                                     |

---

### (要旨)

#### (1) 中長期的(2030 年頃)に想定される電力系統の主な課題(リスク)と方策の抽出

中長期的に想定される主な課題とその課題に対する方策を整理した。これらの方策を適切に組み合わせることで、効果的な対策として実施することが重要。また、これらの方策を実現するための課題解決や技術開発等には十分な検討期間が必要となる。

#### (2) 分散配置された再生可能エネルギー等電源による影響

将来の電力系統に与える影響が大きいと考えられる太陽光発電等の分散型電源の大量導入について、落雷等の系統擾乱発生時における系統安定性への影響と、その影響に対する方策としての系統安定化制御技術等の効果に関し、シミュレーション解析を実施した。分散型電源の導入に伴い、既存の各電源が同一比率で容量を下げていった場合、分散型電源の導入率が低い場合には系統動揺が収束するケースが多いが、分散型電源の脱落により周波数問題が発生する。一方、分散型電源の導入率が高くなると、系統動揺が発散して不安定となるケース数が増加するとともに、周波数異常が発生するケース数も増加する。なお、分散型電源の導入率が低い場合であっても、電源が偏在化し重潮流が発生する場合には、系統動揺が収束せず、発散して不安定となる恐れがある。

#### (3) 電力系統監視・制御技術の高度化について

中長的に想定される電力系統の主な課題(リスク)と対策のうち、系統側の対策として重要と考えられる電力系統の監視・制御技術の高度化についてその動向を調査し、将来の監視・制御システムの機能と課題について整理を行った。この将来の監視・制御システムは現状の技術では対応できず、その技術開発は一朝一夕にできるものではなく、十分な研究開発期間が必要となることに留意する必要がある。

将来の監視・制御システムの概要は次のとおりである。

- ・将来の系統運用者により、系統状況をより広範囲にリアルタイムで把握・監視。
- ・週間計画、翌日計画や当日計画の見直しといったタイミングで系統の状態の予測を行い、このような監視にもとづき、発電機の出力調整等による予防制御を実施。
- ・電力系統擾乱発生時には、瞬時に系統状況を判断し、系統を安定化するための最適な制御の実施。予測困難な状況に対応するため、演算タイミング等をよりリアルタイムに近づけることが必要。
- ・将来、分散型電源の大量導入等により、系統側で運転する電源数が少なくなり、電源制限を実施する場合に対象発電機の選定が困難化する可能性がある。このため、例えば、より広範囲を制御対象とする等により、制御対象量を増やすことが必要。
- ・このような将来の監視制御の実現のためには、高精度、リアルタイムに計測した系統情報を高速に伝送する高速通信網や、制御内容を演算する高速な演算ハード等が必要。

#### (4) まとめ

緊急時(落雷などの系統外乱発生時)に分散型電源の導入が電力系統に及ぼす影響を緩和する方策の一つとして、リアルタイムで系統状況を把握・監視し、電力系統の擾乱発生時には系統安定化制御を行

うシステム（将来の監視・制御システム）が有効であることが分かった。しかし、この将来の監視・制御システムは現状の技術では対応できず、その技術開発は一朝一夕にできるものではないため、十分な技術開発期間が必要である。また、この技術開発にあたり、産官学が協力し、将来の分散型電源の普及状況等といった電力系統に連系される機器等の動向を踏まえつつ、ソフト・ハード両面からさらに詳細に検討されることが重要である。将来的には、高速で信頼性の高い通信インフラの整備や需要家の理解・協力等の課題がある。系統側での対策、太陽光発電等の分散型の再生可能エネルギー電源側での対策、需要側での対策等が適切に組み合わせられ、協調していくことで、より高効率で高信頼度の電力供給システムを実現することが望まれる。

## （目次）

はじめに

第1章 目的と調査の進め方

第2章 中長期的に電力系統に関して想定される課題（リスク）について

第3章 中長期的に想定される電力系統に関する課題（リスク）に対する方策について

第4章 電力系統の監視・制御技術の高度化に関わる方策の調査について

第5章 シミュレーション解析

第6章 まとめ

おわりに

(ウ) 水素エネルギーに関する調査研究

## 2.5 水素輸送技術に係る調査研究

---

|           |  |
|-----------|--|
| (プロジェクト名) | 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等<br>技術開発シナリオに関するフィージビリティスタディ等研究開発／水素キャリアに応じたフィージビリティスタディ                  |
| (報告書名)    | 平成 20 年度水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等<br>技術開発シナリオに関するフィージビリティスタディ等研究開発／水素キャリアに応じたフィージビリティスタディ<br>成果報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818507  |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月  |

---

### (要旨)

我が国では CO<sub>2</sub> の排出量削減に向けて各種技術開発を進めているが、その中で輸送分野における CO<sub>2</sub> 削減のために水素を燃料とした燃料電池自動車 (FCV) の開発を推進している。しかしながら FCV へ水素を供給するためには「水素供給インフラ」の整備が必要となるが、現状では水素市場は小さく、水素も高コストとなっている。そこで将来水素供給インフラ立上げ (2015 年頃を想定) に向けて、水素の輸送キャリアに応じたフィージビリティスタディを実施し、経済性、エネルギー効率、環境性の評価を行った上で、普及に向けての課題の抽出を行った。

フィージビリティスタディを行うために、まず前提条件の設定と評価スキームの検討を行った。

前提条件としては、FCV の普及状況を 3 つのフェーズに分け、2015 年までを「社会実証」、2020 年までを「普及初期」、2030 年を「本格商用化」と位置付け、各々の年における FCV の台数と水素ステーション数を、2015 年：800 台、40 箇所、2020 年：15 万台、500 箇所、2030 年：5 百万台、3,500 箇所と設定した。この数値は、これまでの想定や外部団体 (COCN、FCCJ 等) での検討を参考に設定し、有識者による「水素キャリア評価委員会」にて妥当性を担保された。

評価スキームの検討では、水素ステーションでの FCV への供給圧を 35MPa、70MPa の 2 種類とし、水素供給設備から水素ステーションにおける FCV への水素充填までを検討の範囲とした。供給フローは複雑性を排除するために各キャリアとも「シングルパス」とした。経済性の評価にあたっては、水素供給設備における水素の出荷価格の標準価格を 13.18 円/Nm<sup>3</sup> と設定し、それ以降の輸送・貯蔵・供給に要する費用を算出することとした。エネルギー効率の検討においては「Well to Tank」のエネルギー効率を求めることとし、評価法や各施設・設備における効率は、JHFC/JARI の「JHFC 総合効率検討結果」を用いることとした。環境性については、各工程における CO<sub>2</sub> 排出量を求めることで評価した。

高圧水素輸送の検討結果の概要は以下の通りである。

経済性については、現状技術である「20MPa 鋼製容器」による輸送法の場合、2015 年、2020 年時点では水素需要量が少ないため、水素ステーションにおける供給価格は 2015 年で約 2,000～3,500 円/Nm<sup>3</sup> (幅があるのは 35MPa と 70MPa の違いによる)、2020 年で約 160～260 円/Nm<sup>3</sup> となった。2030 年時点では約 70～100 円/Nm<sup>3</sup> 程度まで下がるが、NEDO ロードマップの目標値である 40 円/Nm<sup>3</sup> を達成するのは困難であることが判明した。コストの大半は水素ステーションの固定費によるが、輸送コストのみを見ても 2030 年で約 18 円/Nm<sup>3</sup> であり、更なるコストダウンが必要である。対策としては軽量・高圧の「複合容器」を輸送に用いることが重要であり、仮に現在車載用に開発された 35MPa×205L 複合容器を輸送用に

用いた場合に、容器の価格が 30 万円/基までコストダウンできれば水素の輸送価格は約 10 円/Nm<sup>3</sup> 程度まで下がることがわかった。エネルギー効率は、35MPa と 70MPa 充填の違いは水素ステーションにおける圧縮機とプレクール用冷却機の違いのみであり、両方とも Well to Tank で 50%以上を確保できることがわかった。

なお、「高圧水素」による輸送方法は、経済性、エネルギー効率ともに他の輸送キャリアである「液体水素」、「有機ケミカルハイドライド」と比較して同等或いは同等以上であることがわかった。

今後の普及に向けての課題としては、主に次の 2 点の提案と提言を行った。

#### ①輸送用複合容器の開発と低コスト化

技術開発課題は、高圧・長寿命のための構造見直しや材料の選定等、低コスト化については製造方法の見直しや原材料の選定等、普及に向けた課題は法規制の緩和或いは新法の制定等を提案した。

#### ②水素製造から FCV への供給までの一連のフローの最適化検討

現在は水素の「製造」、「輸送」、「貯蔵」、「供給」の各々の工程毎に検討を行っており、供給フロー全体としての最適化検討が成されていないため、最適化検討の必要性を提言した。

### (目次)

#### 要約

#### はじめに

#### 1. 実施体制

#### 2. 水素評価委員会

#### 第 1 章 前提条件

#### 第 2 章 高圧水素供給フロー

##### 1. 概要

##### 2. 課題の整理

2.1 「水素供給価格シナリオ分析等に関する研究」における課題

2.2 構成設備・機器の課題

2.3 運用面での課題

2.4 法規制面での課題

##### 3. 評価の枠組・条件の設定

3.1 評価の条件設定

3.2 評価のフローの評価

##### 4. 水素供給フローの評価

4.1 経済性 (F/S) 評価

4.2 エネルギー効率評価

4.3 環境性評価

##### 5. 普及に向けての技術開発課題の抽出

5.1 技術開発課題の抽出

5.2 運用面での課題と解決策

5.3 規制緩和の提言

#### 第 3 章 液体水素供給フロー (岩谷産業、川崎重工、関西電力、清水建設、三菱重工)

第4章 有機ケミカルハイドライド法による水素供給フロー（千代田化工建設）

第5章 まとめ

## 2.6 製油所の副生水素に関する経済性、環境性の調査研究

(プロジェクト名) 将来型燃料高度利用技術開発事業／水素社会における製油所水素の位置付けに関する調査

(報告書名) 水素社会における製油所水素の位置付けに関する調査

(報告書番号) IAE-0818701

(発行年月) 平成 21 年 3 月

---

### (要旨)

本格的な水素社会への過渡期において、製油所は重要な水素供給源となる可能性がある。製油所水素を所外に供給し利用する場合には、オフガス中水素を含む製油所全体の水素の特性の把握が必要である。しかし水素発生スキームの多様性、複雑さのため、従来は水素を区分した上での検討は行なわれなかった。本調査研究においては、製油所水素を区分し、その区分毎の特性を明確にし、それぞれの水素の環境性および経済性上の位置付けを明確にすること、およびこの評価の基盤となる方法論の構築を行うことを目指して検討を実施した。

調査・検討の結果、下記の結果を得た。

- (1) 製油所モデルを設定し、製油所内の油・水素収支を求め、発生源ごとにオフガス中水素の発生量と水素特性(性状、圧力、温度)を定めた。また、ライフサイクルアセスメント(LCA)評価を行うため、製品・半製品の物性値と各精製装置のユーティリティー電力量・燃料量を導出し、データの妥当性を確認した。
- (2) LCA 評価にあたり、製油所では配分問題が複雑であることを考慮して、CO<sub>2</sub>排出量の配分を半製品・副製品の熱量又は重量に基づいて行うとの配分の方法論を確立した。この方法論を用いて、製油所モデルでの製油所の製品・水素に関する環境性および経済性評価を行った。
- (3) その結果、今回の方法論を採用すると、従来法に比較して各石油製品への環境負荷が小さくなった。また各種水素の環境負荷および水素コストを明らかにしたが、57.38～84.18 g-CO<sub>2</sub>/MJ、水素コストは 8.94～26.34 円/Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>の範囲にあることがわかった。

### (目次)

- 1 章 調査の背景・目的
- 2 章 製油所モデルを用いる検討
  - 2.1 製油所モデルの構築
  - 2.2 製油所モデルにおける各種水素量の設定
  - 2.3 水素消費装置からのオフガス中水素の性状 (H19年度調査のまとめ)
  - 2.4 LCA・経済性評価向けベースデータの導出とその妥当性
- 3 章 評価手法の検討および評価結果
  - 3.1 評価手法の検討
    - 製油所副生水素の L C A および経済性評価の考え方
    - 3.1.1 インベントリ分析と環境負荷の配分法
    - 3.1.2 製油所における環境負荷の配分
    - 3.1.3 製油所の水素生産と環境負荷配分
    - 3.1.4 エネルギーチェーンによるインベントリ分析
    - 3.1.5 経済性の評価



### 3.2 製油所モデルにおけるコスト・LCA

#### 3.2.1 経済性の評価

- (1) 各プロセスの副生水素の経済性評価
- (2) Refinery to Tankでの水素供給コスト

#### 3.2.2 LCAの評価

- (1) 各プロセスの副生水素LCA評価
- (2) WtTでの副生水素のLCA評価

### 4章 まとめ

### 5章 今後の検討課題

- 5.1 オフガス性状の水素精製方法・不純物処理方法に及ぼす影響
- 5.2 製油所モデルを大きく変更した際の製油所水素の環境性・経済性
- 5.3 CCSの現状技術と課題

### 6章 付録

- 6.1 エネルギーチェーンでのLCA
- 6.2 製油所水素の高圧水素/有機ケミカルハイドライドでの輸送と水素STでの供給

(エ) 省エネルギー技術に関する調査研究

## 2.7 超臨界 CO<sub>2</sub> を作動流体とする高効率ガスタービン発電の研究開発

(プロジェクト名) 超臨界 CO<sub>2</sub> を作動流体とする高効率ガスタービン発電の研究開発

(報告書名) 開発項目「エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先端研究開発／超臨界 CO<sub>2</sub> を作動流体とする高効率ガスタービン発電の研究開発」平成 20 年度～平成 21 年度のうち平成 20 年度分中間年報

(報告書番号) なし

(発行年月) 平成 21 年 3 月

### (要旨)

ガスタービンの開発に関しては、実証試験のための小型ガスタービンの基本設計を行った。第一次設計の結果、タービン型式はラジアル型、圧縮機型式は遠心式を選定し、翼車外径は圧縮機が 20mm、タービンが 32mm と算定された。効率が最大となる回転数は 100,000rpm と推定され、軸受けはガスベアリングを選定した。起動用モータの仕様を決定するため、圧縮動力、機械損失、タービン空転動力に対する回転数の影響を評価した。定格回転数を 100,000rpm とした場合、モータ定格出力を 10kW に設定すれば、定格回転数の 6～7 割程度のポイントでターボマシンを自立させることができる見通しを得た。これにより、起動用モータの基本仕様を 10kW@100,000rpm と定めた。

ガスタービンの制御方法を開発するため、運転マップの作成に着手し、まずタービンと圧縮機の部分負荷時の断熱効率を推定した。部分負荷運転時の断熱効率は、流量（あるいは圧力比）を適切に制御すれば、回転数が定格回転数の 60% まで、設計値を保持可能であることが分かった。次に、圧縮機の制御目標値を、所要仕事の低減と安定運転の視点から検討した。入り口温度が 33℃ の場合に圧縮過程での熱力学的状態は、圧縮率係数の下限値を結ぶ包絡線上を移動し、サイクル効率が最大になる。一方、入り口温度が 36℃ を超えると経路が擬臨界点を通るので密度に大きな変化があり、安定運転が困難になることが予想される。これより、圧縮機入口温度は  $33^{\circ}\text{C} < T < 36^{\circ}\text{C}$  の範囲に制御すべきであることが明らかになった。

発電システムの研究に関して、CO<sub>2</sub> 加熱システムの検討とモデルプラントの設計評価に着手した。CO<sub>2</sub> ガスタービンはクローズドサイクルであるため、CO<sub>2</sub> 加熱システムを新たに開発する必要がある。液体燃料の代表として重油、固体燃料の代表として一般廃棄物を選定し、これらを燃料とする CO<sub>2</sub> 加熱システムの検討を行った。各ケースについて、燃焼計算に基づいた熱収支検討により、CO<sub>2</sub> 加熱システムの効率を予測した。重油燃料・水冷壁のケースでは 68%、重油燃料・CO<sub>2</sub> 冷却のケースでは 74%、廃棄物燃料のケースでは 70% と算定された。

モデルプラントの設計評価を行うため、CO<sub>2</sub> ガスタービンの導入先として想定している産業用自家発電プラントの普及実態と仕様を調査し、その結果に基づいて、実用規模の CO<sub>2</sub> ガスタービン発電プラントを設計するための基本仕様を、容量 10MWe 級、重油利用と定めた。CO<sub>2</sub> ガスタービンの競合相手となる蒸気タービンおよび従来型ガスタービンの諸元を調査し、発電プラントシミュレータを利用してそれら発電プラントの特性を明らかにした。

### (目次)

#### 1. 研究開発の内容及び成果等

##### ① ガスタービンの開発

###### ア. 実用クラス機の概念設計

- イ. 圧縮機流れ場の詳細解析
- ウ. 試験用ガスタービンの設計・製作
- エ. 運転制御方法の開発
- ② 再生熱交換器の開発
  - ア. 熱伝導抑制型コンパクト流路の考案
  - イ. 熱流動特性試験
- ③ 総合運転試験
  - ア. CO<sub>2</sub>ループの製作
- ④ 発電システムの研究
  - ア. CO<sub>2</sub>サイクルの改良
  - イ. CO<sub>2</sub>加熱システムの研究
  - ウ. モデルプラントの設計評価

## 2. 成果

- (1) 研究発表・講演
- (2) 特許等
- (3) 受賞実績

## 3. その他特記事項

- (1) 成果普及の努力
- (2) その他

(オ) 自動車用エネルギーに関する調査研究

## 2.8 プラグインハイブリッド車（PHEV）の導入効果に係る調査研究

（プロジェクト名） シミュレーションによる PHEV 導入効果に関する調査研究

（報告書名） シミュレーションによる PHEV 導入効果に関する調査研究報告書

（報告書番号） IAE-0818804

（発行年月） 平成 21 年 3 月

### （要旨）

プラグインハイブリッド車(以下「PHEV」)や電気自動車(以下「EV」)は、運輸部門の石油消費削減やCO<sub>2</sub>排出削減に寄与するとともに、電力会社にとって夜間需要の創成により負荷平準化や販売電力量の増加にも貢献するものとして、その導入普及が期待されている。

EV については、電池の高性能化により走行可能距離が伸びているとは言え、搭載可能な電気エネルギーが限られている上に大容量の充電器や十数時間という長時間の充電時間を要することに変わりはない。特に冬期間の多大な暖房エネルギーを要する地域では、設備の保守・点検のための営業車の走行可能距離が大幅に減少し、運転者の不安感を増大させるものである。

PHEV は、EV のこれらの課題をクリアするものであり、多くの充電装置の設置が望めない地域に適した車両であると考えられる。しかしながら、搭載する電池の容量により、その経済性・環境性は大きく影響されるため、地域の実情に合わせた適切な電池容量を検討することが重要となっているため、実際に車両（走行させる車両は EV・PHEV の代替としてハイブリッド自動車（以下「HEV」））を走行させた時のデータを取得し、そのデータを元に EV・PHEV を導入した場合の経済性効果（経費削減効果）および環境性効果（CO<sub>2</sub>排出量削減効果）を、シミュレーションにより明らかにすることを目的として行った。その結果、下記の成果を得た。

（1）東北地域の 4 都市において多様な走行状態における速度変化パターンを取得するとともに、その際のハイブリッド走行燃費を計測した。

（2）電気自動車のシミュレーションモデルを構築し、取得した速度パターンに沿った走行を行った場合の燃費を計算する体制を整えた。これらにより、HV 走行および EV 走行の燃費に関して、推定精度の向上を図ることができた。

（3）PHEV については、EV 走行と HV 走行を組み合わせる方式を仮定して評価を行った。ケーススタディとして、3 種類の代表的な走行パターンにおける燃費を評価した。今後、走行パターンの種類を増やすことも可能である。

### （目次）

第 1 章 調査研究の概要

第 2 章 PHEV に関する国内外の最新動向調査

第 3 章 ハイブリッド車による走行試験実施計画

第 4 章 テストコースでの走行試験実施について

第 5 章 テストコースでの走行試験結果

第 6 章 東北地域での走行試験実施について

第 7 章 東北地域での走行試験結果

第 8 章 シミュレーションによる PHEV の導入効果の評価

第 9 章 まとめと今後の研究課題

## 2.9 自動車燃料の将来シナリオに係る調査研究

---

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| (プロジェクト名) | 日本および首都圏における自動車燃料の将来シナリオに関する調査研究    |
| (報告書名)    | 日本および首都圏における自動車燃料の将来シナリオに関する調査研究報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818806                         |
| (発行年月)    | 平成 21 年 2 月                         |

---

### (要旨)

輸送部門における低炭素化のいくつかのシナリオの比較を通じて、低炭素社会への移行に向けて定量的、現実的、統合的なシナリオを描き、今後の検討、政策措置に対する指針を得るため、将来の輸送需要、ならびに自動車と燃料に関する技術を整理した上で、将来のシナリオ検討を行った。

#### 1. 将来の輸送需要の調査

将来の輸送需要に関し、社会環境との因果関係を含めて分析・予測した事例を収集し整理した。調査に基づき、将来の輸送需要に影響を与える重要な社会環境要因を抽出した。

#### 2. 車両および燃料に関する技術の整理

##### (1) 車両に関する技術の調査

内燃エンジン車、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、燃料電池自動車、電気自動車を対象とし、これらの自動車に関するエネルギー貯蔵、原動機等の技術課題を調査し将来の見通しを検討した。

##### (2) 燃料供給に関する技術の調査

(2.1)項で取り上げた車種に使用されるエネルギーに関し、燃料製造技術、供給インフラの技術課題を調査し見通しを検討した。

##### (3) 各種自動車の競合と棲み分けの検討

代表的供給パス毎（原料生産、運搬、製造、供給等の各段階別）の効率、CO<sub>2</sub>排出量、コストの観点から各エネルギーを比較した。また、車両の特性と生涯費用（車両価格＋燃料費）の観点から、車種（乗用車、トラック等）と自動車の種類（FCV、EV等）との対応関係を検討し、各種自動車の競合と棲み分けの可能性を明らかにした。

#### 3. 将来のシナリオ検討

##### (1) 既存の将来見通し検討事例調査

燃料電池自動車、電気自動車、バイオ燃料自動車を主たる対象とした自動車・燃料の将来見通しに関する最近の検討事例の内容を調査した。

##### (2) シナリオ検討

将来（2050年頃）の自動車燃料の姿に関する数種類のシナリオを提示するとともに、そのシナリオが実現する条件を明らかにした。また、各シナリオの具体的なイメージを明らかにするため、いくつかの定量的な指標を試算した。

### (目次)

序章 調査研究の概要

第1章 将来の輸送需要の調査

1.1 貨物輸送

1.2 旅客輸送

## 第2章 車両および燃料に関する技術の整理

### 2.1 車両に関する技術

#### 2.1.1 車両用燃料電池

#### 2.1.2 水素貯蔵技術

#### 2.1.3 蓄電池

### 2.2 燃料供給に関する技術

#### 2.2.1 水素

#### 2.2.2 バイオマス燃料

#### 2.2.3 電力

### 2.3 各種自動車の競合と棲み分けの検討

#### 2.3.1 比較の枠組み

#### 2.3.2 WtW CO<sub>2</sub>排出の評価

#### 2.3.3 経済性の比較

#### 2.3.4 将来の棲み分けの検討

## 第3章 将来のシナリオ検討

### 3.1 既存の将来見通し検討事例調査

#### 3.1.1 水素および燃料電池自動車に関する検討事例

#### 3.1.2 バイオ燃料に関する検討事例

#### 3.1.3 電気自動車に関する検討事例

#### 3.1.4 自動車燃料全般に関する検討事例

### 3.2 シナリオ検討

#### 3.2.1 試算条件

#### 3.2.2 シミュレーション計算結果

#### 3.2.3 結果の解説と考察

#### 3.2.4 関東地域における車両数と燃料消費量



### 3. 化石エネルギー関連

(ア) 石炭の利用技術に関する調査研究

### 3.1 革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電に係る調査研究

(プロジェクト名) 「革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト」

発電から CO<sub>2</sub> 貯留までのトータルシステムのフィジビリティ・スタディー  
全体システム評価(発電から CO<sub>2</sub> 貯留に至るトータルシステムの評価) 」

(報告書名) H21 年度継続研究につき報告書なし

(報告書番号) 報告書なし

(発行年月) -

#### (要旨)

本事業は、Cool Earth 50 の実現に向け、ゼロエミッション石炭火力発電所を中心としたクリーン・コール・テクノロジーが果たすべき役割を、特に将来のエネルギー需給に及ぼす影響の観点から明確にし、さらに CCS 技術の実用化促進においても重要な要素となり得る国際標準化について検討し、事業全体の推進及びゼロエミッション石炭火力発電所の導入普及の効率的な実現施策を支援することを目的としている。

今年度は、発電から CO<sub>2</sub> 貯留までのトータルシステムの FS のうち全体システム評価では、次の 3 項目を実施した。

#### ①全体調整・取り纏め

##### ア. 概念設計に必要な条件抽出業務

各要素技術に係わる設計条件、横断的な事項の条件設定等のために調査として、GTC (米国)、GHGT (IEA GHG 主催、2008 年・ワシントン) などの機会を通じて有識者へのヒアリング、文献調査を含めた国内・外調査を行い、石炭ガス化、石炭液化等の最新情報や、CCS 等の最新情報調査他本研究に必要な技術情報を収集した。

##### イ. 各要素技術間のスコープ調整業務

各要素技術間のスコープ調整を行い、実証機及び商用機の排出源及び貯留サイトについて、その排出源、輸送手段、貯留サイト等の条件から仮決定した。また、スコープ調整業務から得られた結果を、設計に必要な条件からまとめ上げた全体フロー図の作成を実施した。

##### ウ. 連絡会等の開催

CO<sub>2</sub> 発生源と貯留地を連携させて系統的な検討を行うためには、各要素技術間の連携強化と情報の共有が重要になってくる。そこで、各要素技術間の連携強化と情報の共有を目的とした FS 連絡会を 6 回/年開催した。また、NEDO 技術開発機構に設置する技術検討委員会等のための資料作成なども実施した。

##### エ. その他

上記以外にも、各要素間のスコープ調整の結果、どの要素技術にも属さなかった昇圧・液化設備の簡易検討を実施し、実証機、商用機とも同じ形式の昇圧・液化設備が使用可能であることを確認した。

#### ②経済性評価モデルの構築と評価

各要素技術から提供されるデータを用いてトータルシステムの CO<sub>2</sub> 収支や経済性分析のためのエクセルシートベースの評価モデルのためのデータ収集等を実施した。

#### ③エネルギー需給影響評価モデルの構築と評価

革新的ゼロエミッション石炭火力発電システムの導入・普及、及びその他の CO<sub>2</sub> 発生源を対象とした CCS が我が国の長期的電力需給構造に及ぼす CCS の影響分析や、CCS の Cool-Earth50 イニシアティブへの貢献度分析について、モデル構築のための基礎資料調査を完了した。

(目次)

H21 年度継続研究につき報告書なし

### 3.2 無触媒石炭乾留ガス改質技術に係る調査研究

---

(プロジェクト名) 無触媒石炭乾留ガス改質技術開発

(報告書名) 「無触媒石炭乾留ガス改質技術開発」再委託成果報告書

(報告書番号) 報告書なし

(発行年月) —

---

(要旨)

本技術開発では、コークス炉から発生するタール分を含む高温の石炭乾留ガスを、その顕熱を有効利用して改質し、メタノールやDME（ジメチルエーテル）などの液体クリーン燃料に工業的に転換できる合成用ガスを製造することにより、環境負荷低減およびエネルギーの有効利用を図るための技術開発を目的とする。

今年度は、コークス炉1門分のガス量の1/10容量程度（数10m<sup>3</sup>N/h）の実ガスを用いる試験装置（パイロット試験装置）による試験に関連して、下記の項目を実施した。

①実用化試験Ⅰ（実ガス試験）に関する支援業務

パイロット試験およびその計画打合せに参加して、試験実施状況を把握し、試験結果およびデータ取得に関する支援を行った。

②「事業性評価」に関する支援業務

経済性の検討について、上記パイロット試験で得られたデータを踏まえて、高温COG改質ケースの経済性の見直しを行った。

また、CO<sub>2</sub>削減効果については、パイロット試験で得られたデータを踏まえて、高温COG改質ケースのCO<sub>2</sub>削減効果の検討を行った。

③「実用化試験結果のまとめと実証機計画策定」に関する支援業務

外部からの指導、助言を受ける目的で設置されている技術開発委員会について、運営管理を実施し、本年度は2回開催した。

(目次)

報告書なし

### 3.3 石炭等からのガス化技術による水素や化学品製造システム動向調査

---

|           |   |
|-----------|---|
| (プロジェクト名) | 「世界における石炭等からのガス化技術による水素や化学品製造システム動向調査」          |
| (報告書名)    | 「世界における石炭等からのガス化技術による水素や化学品製造システム動向調査」<br>実績報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-08010453-0                                  |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月                                     |

---

#### 要旨)

原油価格の動向に必ずしも連動しないエネルギー源の有力候補が埋蔵量の豊富な石炭であり、その利用として石炭ガス化技術を基盤とした IGCC による発電あるいは合成ガスからの水素製造や化学品製造が挙げられる。一方、我が国の石油コンビナートは海外のコンビナートに対する競争力強化を目指しており、ガス化技術を利用して石炭などからの水素製造あるいは、化学原料としての活用が想定される。石炭を利用するに当たっては、石炭の受け入れ施設や用役設備などのインフラが整備されていることが必要条件であり、さらに、石油コンビナートの有する様々な設備を有効に活用することで相乗効果が期待できる。

世界における最新の石炭ガス化技術の現状を既存の文献、公開情報その他によって調査するとともに、モデルコンビナートに石炭ガス化設備を設置した場合のバランスをシミュレーションによって予測し、その経済性についても概略検討を行い、石炭ガス化設備を導入した将来のコンビナート構想の具体例を提案した。

まず、石炭等ガス化技術を活かしたコンビナート構想を整理、取りまとめた。石炭および石油残渣などを原料として、噴流床ガス化炉を想定してガス化技術を既存の石油精製コンビナートに適用した場合、水素や合成ガス製造が有力と考えられた。石炭受け入れ基地などのコンビナートのインフラを利用することで、石炭処理量 6000ton/日規模の場合、水素を 20 円/Nm<sup>3</sup> 程度で製造できることがわかった。LNG の冷熱を利用することで効率が向上するものの、製造コストへの影響は小さかった。

石炭ガス化炉の形式ごとに特徴を整理し、石炭だけではなく、重質油や石油残渣、石油コークスを原料としたガス化技術についても、化学品原料製造、水素製造、IGCC 用等の目的に適したガス化炉形式を明らかにした。

また、ガス化技術を用いた各国のプロジェクトを調査した。中国にあつては、石炭ガス化を核として計画された 7 箇所の大型石炭エネルギー化工基地の現状を運営体制、基地の概要、稼動状況について整理した。各国で石炭などのガス化を実施している場所（あるいは計画している場所）と事業内容の概要、運転開始年、建設・計画中のものは完成予定年を記載したマップを作成した。

#### (目次)

##### 目次

#### 第 1 章 調査の目的ならびに概要・

##### 1. 1 調査研究の目的

##### 1. 2 本調査の目標

##### 1. 3 本調査の内容

#### 第 2 章 石炭等ガス化技術を活かしたコンビナート構想調査

##### 2. 1 モデルコンビナートの設定

- 2. 2 モデルコンビナートへの石炭ガス化プロセス検討
- 2. 3 LNG の冷熱利用の検討
- 2. 4 モデルコンビナートへの石炭ガス化プロセスの導入の効果
- 2. 5 事業性検討
- 第3章 石炭等ガス化技術の適用性調査
  - 3. 1 ガス化技術の最新動向と目的別適正
  - 3. 2 各国の石炭ガス化に関する施策
  - 3. 3 各国の石炭ガス化の現状
- 第4章 石炭等ガス化プロジェクト調査
  - 4. 1 石炭ガス化プロジェクトの状況
  - 4. 2 中国石炭エネルギー化工基地の現状
  - 4. 3 プロジェクトマップ

### 3.4 石炭ガス化による代替天然ガス製造についての調査

---

|           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| (プロジェクト名) | 石炭ガス化関連の技術についての情報収集・調査      |
| (報告書名)    | 石炭ガス化関連の技術についての情報収集・調査成果報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818711                 |
| (発行年月)    | 平成 21 年 2 月                 |

---

#### (要旨)

近年、液化天然ガス (LNG) の価格が上昇し、また産ガス国からの LNG 供給に制限が加わることで危惧される状況において、将来の都市ガス原料として有望と考えられる石炭からの代替天然ガス (SNG) の製造について、実用化に向けた課題の整理を行った。

石炭ガス化プロセスのシミュレーションにより、ガス化の方式や石炭種、後処理の方式の違いを定量的に明らかにして、SNG 製造のコスト水準を推定し、技術面での課題を明らかにするとともに、産炭国の資源生産・需要動向調査を踏まえて、SNG を都市ガスの原料として使用する事業面での検討を行った。その結果、SNG 製造の観点から建設・運転実績のあるガス化炉形式ごとに石炭ガス化システムの特徴が明らかになった。また、後流の CO シフト設備、メタネーション設備、酸性ガス処理設備は、石油・石油化学分野などで実績があり、これらの実績を踏まえて SNG 製造に適用できることが明らかになった。

石炭には安価に入手が可能な亜瀝青炭を想定し、実績のあるガス化炉形式について、SNG 製造量 60 万トン/年におけるシミュレーションを行い、物質収支と熱収支を求めた。その結果に基づき、インドネシア、米国と日本立地についてコスト水準を推定した。その結果、ガス化炉形式により製造コストが若干異なり、炉内でメタン生成がある形式の方が、わずかにコストが下がることがわかった。また、インドネシアのような産炭地で製造する方が、わが国に石炭を輸入してガス化するのに比べて有利であることが明らかになった。

以上の調査の結果、インドネシアに埋蔵する水分含有率が高いが灰分が比較的低い亜瀝青炭のうち、東カリマンタンや南スマトラには今後の開発候補を含め有望な炭田が存在しており、このようなエリアに SNG 製造プラントを建設し、パイプラインで LNG 液化基地に運ぶ方式は、適切な場所を選定することで将来の天然ガス供給がタイトになった状況に対応するに適切な方式と考えられた。

#### (目次)

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| I       | 調査概要                     |
| II      | 本編                       |
| 第 1 章   | 調査内容                     |
| 1. 1    | 目的                       |
| 1. 2    | 調査内容                     |
| 1. 2. 1 | ガス化プロセスの技術調査             |
| 1. 2. 2 | ガス化炉本体についての技術調査          |
| 第 2 章   | 調査結果                     |
| 2. 1    | 国内外の石炭ガス化炉の運転状況等の情報収集・調査 |
| 2. 1. 1 | 国内外の石炭ガス化技術調査            |
| 2. 1. 2 | メタネーション技術調査              |
| 2. 1. 3 | 産炭国の資源生産・需要動向調査          |



- 2. 1. 4 SNGに適した地理的条件及び事業実施エリア
- 2. 2 SNG製造に適した石炭ガス化炉のプロセス検討
  - 2. 2. 1 SNG製造装置の概念設計
  - 2. 2. 3 SNG製造プロセスシミュレーションの実施
  - 2. 2. 4 SNG製造コスト水準の推定
  - 2. 2. 5 プラント全体配置図の作成 9
  - 2. 2. 6 事業の概略イメージの検討

### 3.5 世界における石炭からの輸送用燃料製造に係る動向調査

(プロジェクト名) 平成20年度クリーン・コール・テクノロジー推進事業「世界における石炭からの輸送用燃料製造に関する動向調査」

(報告書名) 平成20年度クリーン・コール・テクノロジー推進事業「世界における石炭からの輸送用燃料製造に関する動向調査」成果報告書

(報告書番号) IAE- 08003365-0

(発行年月) 平成20年12月

#### (要旨)

昨年の原油価格高騰は、今後のエネルギー安定供給に向けて、幅広いエネルギー源の活用の必要性を示している。とりわけ輸送用燃料の安定的確保が世界的に喫緊の課題となっている。一方、原油や天然ガスの確保については、今後は種々の制約も出てくることが予想され、埋蔵量の豊富な石炭の役割が益々重要になって行くと考えられることから、世界的にも、FT合成、メタノールやDME製造を含む石炭から液体燃料を製造する技術が再び見直されてきている。

世界における石炭液化技術の現状と今後の見通しを把握するために、米国・南アフリカ・中国・インドネシア等における石炭液化の現状を調査し、併せて、間接石炭液化と同一の輸送用燃料を製造するGTLの動向や石炭液化油の動向等、新規輸送用燃料の導入についての見通しを調査した。

まず、石炭の直接液化技術と間接液化技術を対象とし、各国の技術開発ならびに事業化の状況や今後の見通しについて調査した。各国のCCTの普及方針の中で石炭液化に関する施策を明らかにした。メタノールやDME合成を含む石炭液化技術の開発ステージ、設備規模、体制、生産量、性状、今後の計画等が示された。また、プラントサイトと事業の概要が地図上に示された。

次に、石炭以外を起源とするFT合成による合成輸送用燃料製造技術の動向を調査した。商業装置が稼動あるいは建設中のGTLに加えATL、BTLの技術の動向についても調査を行った。

最後に、これら収集された情報を整理し、石炭液化技術の今後の見通しを得るために分析がなされた。当研究所が有するGRAPEモデルを用いて2050年までの国内の合成輸送用燃料の動向を様々なシナリオに基づいて予測した。今回は、ガソリンを主に製造するMethanol to Gasoline (MTG)法も検討の対象とした。その結果、原油の価格動向次第では、メタノールやDMEなどを含めた石炭液化が将来のエネルギー需給、特に輸送用燃料の需給に大きな影響を与えることが示された。

#### (目次)

##### 目次

#### 第1章 調査の目的ならびに概要

##### 1. 1 調査研究の目的

##### 1. 2 本調査の目標

##### 1. 3 本調査の内容

#### 第2章 石炭液化（直接・間接）技術の動向調査

##### 2. 1 背景

##### 2. 2 間接石炭液化技術

##### 2. 3 直接石炭液化技術

#### 第3章 石炭以外を起源とする合成輸送用燃料製造技術の動向調査

- 3. 1 商業規模で実施もしくは計画中の合成輸送用燃料製造技術
- 第4章 石炭液化事業の今後の見通し
- 4. 1 石炭液化技術の今後の見通し
- 4. 2 石炭液化油の需給見通し

(イ) その他

### 3.6 固体高分子形燃料電池スタックの高ロバスト化・高信頼化が家庭用燃料電池システムに与える効果の調査・分析

---

|           |   |
|-----------|---|
| (プロジェクト名) | 固体高分子形燃料電池スタックの高ロバスト化・高信頼化が家庭用燃料電池システムに与える効果の調査・分析    |
| (報告書名)    | 固体高分子形燃料電池スタックの高ロバスト化・高信頼化が家庭用燃料電池システムに与える効果の調査・分析報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818703   |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月   |

---

#### (要旨)

家庭用燃料電池システムの普及段階における量産効果について燃料電池システムメーカー、部材メーカーへのアンケート調査を行い、ロバストPJによるコスト削減の程度について調査した。

アンケート結果を解析することで、電池スタックの高温化・低加湿化、ならびに不純物耐性の向上が、家庭用燃料電池システムのコスト構成に与える影響について調査解析した。さらに、家庭用燃料電池の普及期、本格普及期におけるコスト目標を達成するために必要な技術課題の抽出を行った。

#### (目次)

##### 目次

- 1 アンケート集計結果
- 2 アンケート解析結果
- 3 アンケート自由記述集計結果
- 4 ロバストPJの成果の内訳
- 5 学習曲線の算定結果

### 3.7 エネルギー・環境、化学品製造における触媒技術に係る NEDO 技術開発機構の研究開発成果のアウトカム調査

---

|           |  |
|-----------|--|
| (プロジェクト名) | エネルギー・環境、化学品製造における触媒技術に関する NEDO 研究開発成果のアウトカム調査 |
| (報告書名)    | エネルギー・環境、化学品製造における触媒技術に関する NEDO 研究開発成果のアウトカム調査 |
| (報告書番号)   | IAE-08003707-0                                 |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月                                    |

---

#### (要旨)

平成 19 年度までに実施された NEDO 技術開発機構の研究開発事業において実施されたプロジェクトのうち、内容に触媒研究開発を含むもののレビューを行うなどにより、これまでの NEDO 触媒研究開発プロジェクトの成果や波及効果の体系化を行うとともに、今後実施される NEDO 触媒研究開発プロジェクトにおいて効果的・効率的に成果を得るためのキーポイントなどを整理した「NEDO 触媒研究開発モデル」を作成した。また、今後中長期的な視点で触媒が社会ニーズに応えるために必要な触媒研究開発テーマの整理（ロードマップの作成）を行った。

触媒は気候変動対策やグリーンサステイナブルケミストリーの実現の観点で重要な役割を担う重要な開発テーマの一つであり、また、触媒の実用利用に関するノウハウはその利用分野以外の分野での応用も可能である。このような間接的な効果も含めると大きな波及効果が期待され、触媒研究開発の意義は大きいと言える。一方で、NEDO 研究開発プロジェクトにおいては、最終製品レベルでの実用化・事業化が最終的な目標となるケースが多く、触媒はその製造・生産工程において重要な役割を担い、また、研究開発の重要な成果の一部である場合でも、これまで、そのことが体系的に整理されなかった。このため、触媒関係技術者や一般消費者等に NEDO 触媒研究開発プロジェクトの意義が理解されにくい状況にあったと言える。特に、基礎研究や応用研究を含む触媒関連研究者・技術者に NEDO 触媒研究開発プロジェクトの成果が広く理解されないことは、プロジェクトの成果の波及を制限することとなり、解消すべき課題であると言える。

このような問題意識から、過去の NEDO 触媒研究開発プロジェクトのレビュー、関連プロジェクト実施者へのアンケート調査、インタビュー調査を実施することにより、プロジェクトの成果を多面的に把握・分析し、触媒に関するプロジェクト成果を体系的に整理した。体系図の整理に当たっては、触媒研究開発のテーマを化学品製造、環境、エネルギー・資源の 3 分野に区分した。

また、専門家 7 名からなる調査検討会を組織し、メンバーの専門的知見をベースに今後の NEDO 触媒研究開発プロジェクトにおいて効果的・効率的に成果を上げるための、計画立案、目標設定、遂行体制構築、プロジェクトマネジメントなど多面的な視点でのキーポイントを整理した「NEDO 触媒研究開発モデル」を作成した。さらに、上述した調査検討会での議論を踏まえ、今後 20 年程度に顕在化する社会ニーズを整理した上で、その社会ニーズに触媒が応えるために、触媒研究開発テーマや研究開発の方向性のあるべき姿を整理した触媒開発ロードマップの作成を行った。

#### (目次)

1. NEDO 触媒研究の波及効果に関する調査（アウトカム調査）
  1. 1 調査対象案件の抽出

1. 2 NEDO 触媒研究のフォローアップ調査の分析等
1. 3 NEDO 触媒研究に関する波及効果の分析
2. NEDO 触媒研究における研究開発モデルの検討
3. 触媒研究に関する技術戦略ロードマップ
4. まとめ

## 4. 地球環境関連



(ア) 地球温暖化対策技術等に関する調査研究

#### 4.1 二酸化炭素以外の温室効果ガスの現状および削減シナリオに係る調査

(プロジェクト名) 平成 20 年度環境問題対策調査等委託費

(二酸化炭素以外の温室効果ガスの現状及び削減シナリオに関する調査)

(報告書名) 平成 20 年度環境問題対策調査等委託費

(二酸化炭素以外の温室効果ガスの現状及び削減シナリオに関する調査)

(報告書番号) IAE-0818104

(発行年月) 平成 21 年 3 月

(要旨)

二酸化炭素以外の温室効果ガス（メタン(CH<sub>4</sub>)、亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O) ハイドロフルオロカーボン類(HFCS)、パーフルオロカーボン類(PFCS)、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)）及び森林(LULUCF)の動向の把握を試みるとともに、その削減ポテンシャルについて定性的・定量的な分析を実施した。そして世界多地域統合評価モデルを用い、世界の温室効果ガス排出量が 2050 年において 2005 年対比半減となった場合を仮定して、二酸化炭素以外の温室効果ガスの排出効果ガスの排出源及び LULUCF を含む削減ポテンシャルのに関する分析を実施した。

GHG インベントリデータと削減可能性データの調査結果は、次の通りである。①UNFCCC のデータ調査に関しては、ANNEX I 地域は 1990 年以降のデータが整備されているが、nonANNEX I 地域は 1994 年などの特定年にデータが偏っており、現在排出が急増し、今後も排出量が大きく伸びるとされる新興途上国の近年の時系列データの DB 化が必要である。また LULUCF に関しては森林 CO<sub>2</sub> 吸収、排出が量的に太宗を締めている。②UNFCCC、USEPA、EDGAR の差異に関しては、排出量の定性的な傾向は一致しているが、例えば CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガスの ANNEX I 合計データでは、EDGAR は、UNFCCC よりも大きめの推定となっている。③CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス削減ポテンシャル推定データに関しては、USEPA 報告書がほぼ唯一の世界的調査例で、部門によっては比較的安価で対策が可能なデータもあるが、農業や廃棄物処理関係の削減コストデータについては、自然条件、政策費用などによる世界地域差が大きいのので注意が必要である。

世界 GHG 半減分析の結果は、次の通りである。④2050 年に基準年比 GHG 排出半減という世界目標の分析に関しては、世界各地域が協調して削減を達成と仮定し、大きな不確実性の下 2005 年基準年とした場合、2050 年における削減比率は、基準年比削減率では ANNEX I 65%、nonANNEX I 38%、

レファレンスケース比削減率では両地域 2020 年から 2050 年まではほぼ同じで 2050 年で約 65%程度である。⑤長期大幅削減に関しては、世界 CO<sub>2</sub> 排出を実質的にゼロまたは負とした場合、CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス削減の効果は、短期的には CO<sub>2</sub> 削減要請の緩和となるが、農業起源等を含むメタン、亜酸化窒素の排出からのゼロエミッションが実現すると考えることは困難であり、更に厳しい制約が課せられた場合、特に CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス削減に対して過度な期待を抱くのは危険である。⑥産業起源のフッ化ガスに関しては、長寿命で温暖化ポテンシャル係数大で単位削減量当りの CO<sub>2</sub> 換算削減効果が大きいであるが、量的に排出が限られており代替物質利用などが進む可能性などを考慮すると削減効果は限定的である。⑦森林面積変化に伴う吸収源利用に関しては、樹木成長速度に依存し炭素蓄積速度が速いほど大きく、熱帯、亜熱帯地域での大規模伐採後の植林保全に加え同地域での植林を行えば、その潜在的効果は大きい。超長期的に見ると、土地や気候条件の制約から温暖化対策としての植林を永久に続けることは不可能である。⑧温室効果ガス排出規制の下では、世界的必要削減量の大きさに応じて、土地利用起源吸収策の活用を含め、CO<sub>2</sub> や CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス対策を適切に組み合わせて実施していく事が必要と考える。

(目次)

1. はじめに
2. CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス及び LULUCF の排出・吸収動向に関する分析
  - 2.1 排出及び吸収のインベントリーデータ調査
    - 2.1.1 UNFCCC
    - 2.1.2 USEPA
    - 2.1.3 EDGAR
    - 2.1.4 CDIAC
  - 2.2 削減ポテンシャルに関するデータ調査
3. 総合評価モデルによる CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス及び LULUCF の削減ポテンシャル分析
  - 3.1 分析モデル構造と前提条件
    - 3.1.1 分析モデルの構造
    - 3.1.2 主な前提条件
    - 3.1.3 分析シナリオ設定
  - 3.2 試算結果
    - 3.2.1 温室効果ガス排出量
    - 3.2.2 CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガスの排出削減
    - 3.2.3 CO<sub>2</sub> 回収貯留と LULUCF の役割
    - 3.2.4 温室効果ガス削減限界費用
    - 3.2.5 2005 年比 GHG 削減率
  - 3.3 試算結果のまとめ
4. まとめ

## 4.2 気候変動における炭素循環の不確実性分析

---

(プロジェクト名) Carbon Cycle Uncertainty Implications for Climate Change  
(報告書名) Carbon Cycle Uncertainty Implications for Climate Change  
(報告書番号) なし  
(発行年月) 平成 20 年 6 月

---

### (要旨)

地球全体をみた場合、炭素は大気、海洋、陸域などを循環している。そこで、気候政策として、温室効果ガスによる放射強制力に制約を設定した場合に、炭素循環の不確実性がエネルギー起源の CO<sub>2</sub> 削減に与える影響について分析を行った。海洋や陸域の炭素吸収量や、土地利用起源炭素排出量などをパラメータとした不確実性分析によって、炭素循環の不確実性によって、エネルギー供給構造、対策コストなどが大きく異なる可能性があることが示された。

### (目次)

- 1 BACKGROUND AND OBJECTIVE
- 2 METHOD - MODEL FRAMEWORK
- 3 CARBON CYCLE UNCERTAINTY AND CO<sub>2</sub> MITIGATION
- 4 DISCUSSIONS
- 5 SUMMARIES AND CONCLUSIONS
- 6 REFERENCES

5. 原子力関連（原子力工学センターに係るものは除く）

(ア) 次世代原子炉技術開発等に関する調査研究

## 5.1 将来型原子力システム等に係る技術動向の調査研究

---

|           |  |
|-----------|--|
| (プロジェクト名) | 平成 20 年度 軽水炉改良技術確証試験<br>(将来型原子力システム等に係る技術動向調査)     |
| (報告書名)    | 平成 20 年度 軽水炉改良技術確証試験<br>(将来型原子力システム等に係る技術動向調査) 報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818101  |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月  |

---

### (要旨)

第 4 世代原子力システムの開発では、GIF で開発する 6 つのシステム概念のうち、これまでに 4 つのシステム・アレンジメント (SA : System Arrangement) が締結されている。また、これら SA の下でプロジェクト・アレンジメント (PA : Project Arrangement) の締結が進められている。政策グループ会合では、枠組み協定 (FA) ・システム取決め (SA) ・プロジェクト取決め (PA) の締結状況、各システムの状況、各評価手法 WG の状況、専門家グループ会議の状況、上級産業界顧問会議の状況、GIF の広報等に関する議論が行われた。

経済協力開発機構原子力機関 (OECD/NEA) における NDC 委員会では、原子力エネルギー展望 (NEO) 2008 の紹介、2007-2008 プログラムの報告、各国のエネルギー政策評価、メンバ国・国際機関からの報告、議長選出等の議論が行われた。放射性廃棄物処分の展望に関する専門家会議では、放射性廃棄物と他の有害廃棄物について、危険性、処分技術および規制などの観点から類似点と相違点を概観し、それぞれの領域でポジティブな点に注目し、相互に有用な情報を整理した上で、2009 年に成果をとりまとめる予定である。原子力エネルギーと安定供給に関する専門家会議では、供給セキュリティの定量化手法のサーベイと提案、及び原子力が果たす役割についての提言を整理した上で、2009 年に成果をとりまとめる予定である。

原子力分野における海外の技術動向調査として、先進原子力プラント国際会議 (ICAPP2008) 、メキシコ原子力学会 20 周年大会及び米国 NRC 規制情報会議 (RIC2009) における技術動向を調査した。

第 4 世代原子力システム開発動向調査として、GIF 年報 (2007 Annual Report) から、各システム概念に関する研究開発を調査した。超高温ガス冷却炉 (VHTR) 開発では、2010 年までに実現可能性評価段階 (予備設計および安全解析) の終了、2015 年までに性能最適化段階 (最終設計および安全解析) の終了、2020 年までに実証段階 (建設および予備テスト) の終了の予定で進められている。ナトリウム冷却高速炉 (SFR) 開発では、2010 年までに概念設計を完了し、2015 年までに設計の最適化を完了する計画としている。超臨界圧水冷却炉 (SCWR) 開発では、実現可能性の問題に取り組み、計画の最終段階となる 2020 年代初めには SCWR 技術を実証する予定で進められている。ガス冷却高速炉 (GFR) 開発では、2012 年まで概念設計に取り組み、2019 年までに予備設計研究を終了し、2020 年に GFR 試験燃料集合体を使用した試験技術実証炉 (ETDR) の運転を開始する計画としている。鉛冷却高速炉 (LFR) 開発では、2018 年頃に実証炉の運転、2025 年に商業的展開につなげる計画としている。

熔融塩炉 (MSR) 開発では、当初、実現可能性フェーズは 2015 年に、また性能フェーズは 2020 年に終了する計画であったが、第 4 世代システムの中で MSR がもつ特殊かつ革新性の高さに鑑みてこれらのマイルストーンの再評価を行っている。

### (目次)

## 第1章 はじめに

1. 調査目的
2. 調査内容
3. 調査方法

## 第2章 将来型原子力システム等に係る技術動向調査

1. 第4世代原子力システムの開発に関する調査
2. 経済協力開発機構原子力機関における原子力開発に関する調査
3. 原子力分野における海外の技術動向調査

## 第3章 第4世代原子力システム開発動向調査

1. 超高温ガス冷却炉 (VHTR)
2. ナトリウム冷却高速炉 (SFR)
3. 超臨界圧水冷却炉 (SCWR)
4. ガス冷却高速炉 (GFR)
5. 鉛冷却高速炉 (LFR)
6. 熔融塩炉 (MSR)
7. まとめ

## 第4章 おわりに



## 5.2 国際協力による超臨界圧水冷却炉（SCWR）の開発

---

|           |  |
|-----------|--|
| （プロジェクト名） | 平成 20 年度革新的実用原子力技術開発費補助事業（G I F の国際協力による超臨界圧水冷却炉（S C W R）の開発（フェーズ I））        |
| （報告書名）    | 革新的実用原子力技術開発費補助事業平成 20 年度成果報告書<br>G I F の国際協力による超臨界圧水冷却炉（S C W R）の開発（フェーズ I） |
| （報告書番号）   | IAE-0818102  |
| （発行年月）    | 平成 21 年 3 月  |

---

### （要旨）

本事業は、G I F（第 4 世代原子力システム国際フォーラム）関係国と研究開発協力を行いながら、S C W R（超臨界圧水冷却炉）の実現可能性を示すことであり、「G I F 活動による研究開発協力の推進」、「システム統合・評価に関する技術開発」、「伝熱流動・安全に関する技術開発」及び「材料・水化学に関する技術開発」の 4 つのサブテーマからなる。本事業は、国内 S C W R 開発メンバーがコンソーシアムを組んで実施し、当研究所は、このうちの「G I F 活動による研究開発協力の推進」に関し、G I F 活動全体の動向伝達や開発助言、伝熱流動・安全に関するプロジェクト取決めの準備等を実施した。

#### 1) GIF 活動による研究開発協力の推進

GIF のこれまでの経緯と現状についてまとめた。特に今後の SCWR の研究開発に関係の深い評価手法作業部会（核拡散抵抗性及び核物質防護 WG、リスク及び安全性 WG、経済性モデリング WG）の活動状況を調査した。

また、2008 年 10 月（於、青森）及び 2009 年 3 月（於、ハイデルベルグ）に開催された GIF の SCWR 開発に関する会議（システム・ステアリング会議及び 4 つのプロジェクト・マネジメント・ボード会議）に代表者を派遣し、研究開発の進め方等について協議した。国内では、関係機関の全体会議、各サブテーマの技術検討会を開催して、情報の交換・共有を図った。

#### 2) システム統合・評価に関する技術開発

SCWR プラント概念を確立するため、高機能炉心（出力密度 100MW/m<sup>3</sup>、炉心冷却材出口温度 560℃）の成立性を評価した。燃料集合体及び炉心の概念を改良し、SCWR に適した燃料集合体仕様を決めた。統計的変動を考慮して 99% の信頼度で最高被覆管表面温度(MCST)を 700℃以下にでき、高機能炉心の成立性を示した。

また、サブチャンネル解析で用いる各種係数及びスペーサ位置をパラメータとした解析を実施し、MCST への影響を把握した。

プラント特性評価コードを整備し、幾つかの試解析を実施し、SCWR 炉心の炉内流動を含むプラント動特性を問題なく解析でき、来年度の安全解析を実施できる見通しを得た。

既往研究を調査し、被覆管材料に必要な要求性能をまとめた。

#### 3) 伝熱流動・安全に関する技術開発

文献調査により、相関式開発に利用できる伝熱・圧力損失データを抽出し、データベースの構築を進めた。既存相関式を調査し、優れた手法を選択した。韓国原子力研究所（KAERI）の研究者と議論し、データベース構築及び相関式開発に有用な情報を入手した。

数値熱流動解析を行う準備を進め、乱流モデルとして LES(Large Eddy Simulation)、並列計算手法として MPI(Message Passing Interface)を選択した。

#### 4) 材料・水化学に関する技術開発

これまでの国内プロジェクトで実施してきた材料・水化学に関する技術開発の成果をまとめ、材料・

水化学データベースの開発方針を決めた。また、材料データ及び水化学データの調査・整理・評価を行い、データベース構築の準備を進め、設計の観点から課題を抽出した。

今後、GIF の国際協力で各国とデータ交換をするのに先立ち、試験装置による差異を評価するため、材料腐食試験評価確認試験（ラウンドロビン試験）の計画について、今年度より本格的に議論を開始した。また、その準備として、試験材料の調達と製造性確認試験を実施した。

## （目次）

1. はじめに
  - 1.1 背景
  - 1.2 本事業の目的
2. 技術開発計画
  - 2.1 GIF 活動による研究開発協力の推進
  - 2.2 システム統合・評価に関する技術開発
  - 2.3 伝熱流動・安全に関する技術開発
  - 2.4 材料・水化学に関する技術開発
3. 成果の概要
  - 3.1 GIF 活動による研究開発協力の推進
  - 3.2 システム統合・評価に関する技術開発
  - 3.3 伝熱流動・安全に関する技術開発
  - 3.4 材料・水化学に関する技術開発
4. まとめ

### 5.3 中小型炉に係る導入ニーズと設計要件に係る調査研究

---

|           |   |
|-----------|---|
| (プロジェクト名) | 平成 20 年度 軽水炉改良技術確証試験<br>(中小型炉に係る導入ニーズと設計要件に関する調査)     |
| (報告書名)    | 平成 20 年度 軽水炉改良技術確証試験<br>(中小型炉に係る導入ニーズと設計要件に関する調査) 報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818112   |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月   |

---

#### (要旨)

原子力発電に関する発展途上国のニーズ調査として、IAEA の「INPRO CUC」から発展途上国の共通ニーズを調査し、これらの要求項目・要求内容と設計要件書の整合性をチェックし、設計要件書が妥当であることを確認した。また、IAEA の「原子力発電計画立ち上げのための考慮事項」から建設コスト、発電コスト、実証技術などの考慮因子を調査し、設計要件書に反映されていることを確認した。更に、WNA の「世界の小型炉の現状」から小型炉の用途、燃料交換周期、設計寿命、モジュラー工法などの考慮因子を調査し、設計要件書に反映されていることを確認した。

中小型炉用設計要件書の整備として、中小型炉 WG において、日米間で設計要件項目の検討・調整を実施した。そこでは設計要件（上位要求事項）として新たな項目構成（Goal Areas / Goals / Criteria）が示され、最終的に Goal Areas を 5 項目にまとめた。設計要件は、この Goal Areas に対し、各々いくつかの Goals、更にそれら Goals に必要な Criteria へと下方展開した構成となっており、その Criteria が満足すべき Requirement を検討し、GNEP 中小型炉用の設計要件書（日本案）を調整・取りまとめた。

中小型炉を対象としたアセスメント及び技術開発計画案の策定として、代表的な中小型炉プラント概念（IMR、DMS、CCR、4S）を対象としたアセスメントを実施した。IMR、DMS、CCR は軽水炉技術をベースとした設計であり、新技術については今後、必要に応じ性能確認等を行うことで設計要件を満足する見通しである。一方、4S は高速炉のナトリウム技術をベースにした設計である。核不拡散性の要件として、炉心平均のプル組成比において  $^{240}\text{Pu}$  の比率を 18%以上としたが、4S は 30 年間運転した後は 18%未満である。しかし、運転終了後、原子炉を開けない状態で、さらに 30 年冷却するため、燃料へのアクセスが極めて困難な状況におかれ、核不拡散上のセキュリティを確保している。また、4S は、革新的なナトリウム炉であるため、現行の軽水炉とは異なった技術課題を有する。原子炉容器や格納容器等には技術的な開発課題は少なく、また、燃料技術は米国が、免震技術は日本が主導している。従って、日米双方の国際協力による開発の可能性を抽出し、5 項目の課題を選定した。

日米中小型炉ワーキンググループ等への参画として、日米 GNEP の中小型炉ワーキンググループ（SMR-WG）の企画、日本側の資料取りまとめ、日米関係者との調整、ワーキンググループ会合や日本側調整会合等における議論の推進等を実施した。SMR-WG の日米会合では、日本側の議長代理として、英語により議論を主導するとともに、日本側を代表して米側との調整を行った。また、日米原子力エネルギー運営委員会や関連する国際会議への対応も同様に実施した。

#### (目次)

#### 第 1 章 はじめに

1. 調査目的
2. 調査内容

#### 第 2 章 原子力発電に関する発展途上国のニーズ調査

1. 発展途上国等の原子力導入に係る共通ニーズの概要
2. 発展途上国等の原子力導入に係る考慮事項
3. 世界の小型炉開発の概況

#### 第3章 中小型炉用設計要件書の整備

1. Sustainability
2. Economics/Financing
3. Safety/Licensing
4. Technologies
5. Proliferation Resistance, Physical Protection, and Safeguards

#### 第4章 中小型炉を対象としたアセスメント及び技術開発計画案の策定

1. アセスメント
2. 技術開発計画案

#### 第5章 日米中小型炉ワーキンググループ等への参画

#### 第6章 まとめ

(イ) 核燃料サイクルに関する調査研究

## 5.4 原子力エネルギー供給の持続可能性に係る調査研究

---

|           |                          |                         |
|-----------|--------------------------|-------------------------|
| (プロジェクト名) | エネルギー技術情報に関する調査          | Ⅱ.原子力エネルギー供給の持続可能性に係る調査 |
| (報告書名)    | エネルギー技術情報に関する調査報告書 (2/3) | Ⅱ.原子力エネルギー供給の持続可能性に係る調査 |
| (報告書番号)   | IAE-0828714              |                         |
| (発行年月)    | 平成 21 年 2 月              |                         |

---

### (要旨)

#### (1) ウラン資源の調査

ウランは、地殻の比較的一般的な元素であり、世界に広く分布している。主要生産地は地政学的に安定している。ウランの高いエネルギー密度は、エネルギー・セキュリティの面からも優れている。

2007 年半ばにおけるウラン価格の高騰により、昔の既知資源のカットオフ品位を見直した結果として、在来型既知資源量は約 15%増大し、550 万 tU となった。究極資源量もまたほぼ 9%増大し、1600 万 tU となった。

2007 年半ばのウラン価格の急騰は長続きせず、2007 年末からは急速に下降し始め、2009 年はじめにはほぼ 3 年前の価格にもどりつつある。この原因は、高すぎるための買い控え、投機資金の流出、サブプライム・ローン問題による金融市場の混乱、米エネルギー省による備蓄ウラン放出、一時休止していた主要鉱山の復旧や生産開始にめどがついたこと、による。

ウラン価格と濃縮価格との相対比により決まる最適廃棄材濃度のダイナミクスを検討したが、ウラン価格の変動期間が短かったため、長期契約の消費者に影響があったかは判然としない。また、ウラン価格の変動は生産者と消費者との相対的な関係にも同様な影響を与えるが、その経済的關係は、最適廃棄材濃度のような単純な指標で測ることはできないが、強い相関がある。

ウラン資源には、リン鉱石や海水ウランのような非在来型もあり、在来型よりも品位が低い反面、膨大といっても良いほどの量がある。これらは、そのときのウラン市況に依存して市場に投入されることもある。ウラン資源の持続可能性の観点からは、現在の軽水炉システムであっても、さらに品位の低いウラン資源でも十分成り立つとの評価がある。

ウラン鉱床の発見から生産までのリードタイムは、一般的に長くなっている。

#### (2) 原子力発電量の増加動向の調査

世界の原子力発電量の増加動向調査では、世界全体の規模予測、日本の現状、またとくに成長が期待される米国、中国、インド及び韓国の状況を見た。

世界全体規模では、NEA、IAEA、EIA、WEO、ETP、WNA 及び IPCC の予測を整理した。2030 年においては、最大規模が現在のほぼ 2 倍に増加する WEO の予測に対し、WNA では 3 倍以上としている。2050 年の予測の最高値は ETP も IPCC もほぼ WNA の 2030 年の最高値と同程度を予測している。ETP の予測では、原子力発電の年間成長速度として、過去の経験値に基づいた年間約 30 GW を反映している。WNA の Nuclear Century Outlook では、2100 年の予測を出している。高シナリオの最大原子力発電容量は、現在の約 28 倍になるが、低シナリオでは 5 倍程度である。

日本においては、設備利用率向上が急務である。米国では、国家エネルギー政策、原子力発電 2010 プログラム及び 2005 年エネルギー政策法によって、原子炉の新設を容易にする仕組みができるとともに、既設プラントの高度化が進行している。

中国の現在の原子力発電規模は 9 GWe に過ぎないが、2020 年までに 40 GWe という目標が、最近 70

GWe に上げられた。2050 年の中国の目標は 250 GWe であり、その 8 割以上が FBR である。インドは、独自の原子力発電戦略をもっており、最近の米・仏・露による軽水炉発電プラント供給が増加しても最終的にトリウム・サイクルに移行する戦略に変更はないとしている。2050 年におけるインドの原子力発電規模は 300 GWe に近く、ほぼ FBR により成立している。韓国では、2030 年における原子力発電の規模を 45 GWe とし、占有率を約 6 割にまで上げるとしている。韓国の重工業メーカーである Doosan は、PWR の圧力容器などを海外プラントへも供給する能力がある。

### (3) 原子力発電の持続可能性の評価

システムダイナミクスを使って、世界の原子力発電システムの持続可能性に関して検討した。使用したツールは STELLA09 である。

高燃焼度ケースとして、取出燃焼度を 70 GWd/t にしたケースを検討した。このためには、濃縮度はほぼ 6.3% (バッチ数  $n=3$  の場合) にする必要があり、現行制限値 5% を超える。さらに、これに加えて、熱効率を現行の 33% から 38% に上げ、劣化ウランの U-235 濃度を 0.15% に下げたところ、世界の原子力発電システムの 2100 年における天然ウラン消費量がほぼ究極資源量に相当することが示された。この評価では、軽水炉だけを考えており、核燃料のリサイクルも考慮していない。

### (目次)

1. はじめに
2. ウラン資源の調査
3. 原子力発電量の増加動向調査
4. 原子力発電の持続可能性調査

(ウ) 将来に向けた原子力技術に関する調査研究



## 5.5 革新的実用原子力技術開発に関する提案公募事業

---

|           |              |
|-----------|--------------|
| (プロジェクト名) | 革新技術支援       |
| (報告書名)    | 軽水炉等技術開発推進事業 |
| (報告書番号)   | IAE-0818106  |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月  |

---

### (要旨)

財団法人エネルギー総合工学研究所（以下、「エネ総研」という）は平成 12 年度より経済産業省から「革新的実用原子力技術開発費補助金」の補助金を受け、上記目的に沿った革新的実用原子力技術開発に関する提案公募事業を実施してきた。

平成 20 年度においては、第一分冊として従来の事務局業務を主体とした報告、第二分冊として他の公募事業の実施状況調査を実施した。

第一分冊 平成 20 年度においては、国際協力による研究開発が提案されている技術分野を対象とした事業を経済産業省殿にて公募し、これらを「国際協力分野」として、事務局業務を実施した。また、平成 19 年度から原子力人材育成の大学を対象とした基盤技術分野事業を実施しており、20 年度も継続して事務局業務を実施した。平成 12 年度から継続していた従来分野事業は、本年度で完了した。

第二分冊 国の事業に投入される資金が、最も効率的に利用されるためには、不正使用をなくし、また公募事業を活性化することが必要である。そのような研究開発のプロジェクト・マネジメントの方向を見るために、5 事業についてヒアリングを中心として調査するとともに、また文献・Web による調査も実施した。集めた不正の事例からは、その発覚する原因の多くは内部告発が多いことが分かった。不正を起こした後、改革を実施した組織は、HP により外部へ防止体制を公表している。

公募事業を活性化するためには、事業目的を明確化し、かつ事業者意欲を促進することである。事業目的は、基盤技術、実用化及び事業化の 3 段階に分け、各段階に応じた評価要件・手法を導入する必要がある。評価手法として、簡単な 5W1H 法の他に、階層化意思決定法、アトリビュート・マトリックス法、ステージゲート法、技術戦略分析法等を調査した。最後に、公募事業の活性化と不正防止対策に関する提言を行った。

### (目次)

#### 第一分冊

1. はじめに
2. 事業目的
3. 事業の概要
  3. 1 実施概要
  3. 2 主要工程
  3. 3 技術開発テーマ一覧
4. 事業内容
  4. 1 実施テーマのフォローアップ調査
  4. 2 提案公募事業の執行支援業務
5. 総括評価

- 5. 1 新規採択委員会と e-Rad の稼働
- 5. 2 交付申請等支援業務
- 5. 3 不正防止説明会
- 5. 4 中間調査及び確定検査
- 5. 5 中間評価及び成果評価委員会（基盤技術分野）
- 5. 6 成果評価委員会（基盤技術分野）
- 5. 7 発電用新型炉等技術審査会
- 5. 8 全体スケジュール管理
- 6. まとめ

添付資料

第二分冊

要旨

概要

- 1. 目的
- 2. 調査内容
- 3. 調査方法
- 4. 他の公募事業等の概要及び詳細調査結果の整理
  - 4. 1. 他の公募事業の概要調査
  - 4. 2. 他の公募事業の詳細調査
  - 4. 3. 調査結果の整理と分析
    - 4. 3. 1 不正防止策
    - 4. 3. 2 研究開発評価
    - 4. 3. 3 制度設計等について
- 5. 調査結果の検討と結論
  - 5. 1. 公募事業の活性化
    - 5. 1. 1 事業目的の明確化
    - 5. 1. 2 事業者意欲の促進策
    - 5. 1. 3 原子力人材育成
  - 5. 2. 不正防止対策とその実効化
    - 5. 2. 1 不正防止対策の現状と課題
    - 5. 2. 2 不正防止対策例の検討
    - 5. 2. 3 不正防止対策の浸透
  - 5. 3. 事業活性化と不正防止対策の両立化

参考文献

(エ) 原子力人材育成に関する調査研究、その他

## 5.6 原子力人材育成プログラムに係る執行支援および人材育成に係る調査研究

---

|           |   |
|-----------|---|
| (プロジェクト名) | 原子力人材育成プログラム（原子力人材育成プログラム支援調査）事業        |
| (報告書名)    | 平成20年度原子力人材育成プログラム（原子力人材育成プログラム支援調査）報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818107                             |
| (発行年月)    | 平成21年3月                                 |

---

### (要旨)

#### (1) 執行支援業務

(1) - 1 国が大学・大学院等と委託契約の各種手続きに必要な調整業務の補助として、以下の業務を行った。

- 実施計画書の受領及び様式等の確認作業。
- 支出計画の内容及び積算根拠の確認作業。
- 実績報告書等の作成に関する調整作業。
- 前年度取得財産管理に関する調整作業
- 委託業務に付随するその他の業務の補助作業。

(1) - 2 国が大学・大学院等に対して実施する確定検査の各種手続きに必要な調整業務の補助として、以下の業務を行った。

- 確定検査に必要な確認書類の準備に関する業務の補助作業。
- 国が実施する確定検査に必要な書類調査および執行調査の補助業務。

(1) - 3 プロジェクトの進捗状況管理として、以下の業務を行う。

- 公募関連資料等事業の実施に関する資料のインターネットでの公開。
- 定期的（2ヶ月に1回）な、人材育成プログラムの実施状況の確認。
- 実施期間中の現地での執行状況調査の実施。

○ 大学・大学院等が財産を取得したときに必要となる、大学・大学院等がその財産の管理を適切に行うための調整作業。

- 大学・大学院等の実施状況のフォローアップに必要なその他の情報収集および業務の補助作業。

(1) - 4 人材育成プログラムの事業の公募及び大学・大学院等からの応募を踏まえ、採択審査委員会を開催し、大学・大学院等の提案を審査し、資源エネルギー庁が実施すべき事業を決定した。また、年度末に評価委員会を開催し、当該年度に実施した人材育成プログラムの年度末評価を行った。

採択審査委員会及び評価委員会に関して、以下の業務を行った。

- 採択審査委員会及び評価委員会の委員の選定を含めた委員会の企画。
- 委員の委嘱、旅費の支払及び謝金の支払に関する業務。
- 日程調整、委員会用の資料の作成及び議事要旨の作成等の会議の開催に係る業務。
- 委員への資料の事前送付、書類審査及び評価の依頼に関する業務。
- 採択審査委員会及び評価委員会の開催に必要なその他の業務の補助。

#### (2) 人材育成プログラムのフォローアップ調査

平成20年度に実施する人材育成プログラムを実施中の大学、大学院に依頼し、各プログラムに参加した学生を主な対象にしたアンケート調査を実施した。

本アンケート集計結果を、原子力人材育成をどのように進めていくべきかという観点から、とりま

とめを行った。

(目次)

1. はじめに
2. 事業目的
3. 事業の概要
  - 3.1 実施概要
  - 3.2 主要工程
4. 事業内容
  - 4.1 執行支援業務
    - 4.1.1 各種手続きに関する調整業務
    - 4.1.2 プロジェクトの進ちよく状況の管理業務
    - 4.1.3 執行支援業務のまとめ
  - 4.2 確定検査補助業務
    - 4.2.1 確定検査に関する調整業務
    - 4.2.2 確定検査補助業務のまとめ
  - 4.3 採択テーマの審査
    - 4.3.1 審査の方法
    - 4.3.2 応募状況
    - 4.3.3 応募テーマおよび採択テーマ
  - 4.4 成果の評価
    - 4.4.1 成果評価委員会
    - 4.4.2 成果評価
  - 4.5 フォローアップ調査
    - 4.5.1 調査目的
    - 4.5.2 アンケート集計結果
    - 4.5.3 アンケート全体の総括
  - 4.6 事業のまとめ

## 5.7 原子力人材育成に係る調査研究

---

|           |  |
|-----------|--|
| (プロジェクト名) | 平成 20 年度 軽水炉改良技術確証試験 (原子力人材育成調査事業)     |
| (報告書名)    | 平成 20 年度 軽水炉改良技術確証試験 (原子力人材育成調査事業) 報告書 |
| (報告書番号)   | IAE-0818113                            |
| (発行年月)    | 平成 21 年 3 月                            |

---

### (要旨)

原子力人材育成協議会の活動に協力し、目標と取組を提言としてまとめた。産官学の原子力関係者が目指すべき基本的な目標は、以下の 6 つにまとめられる。

1. 初等中等教育段階で理数系の学習やエネルギー・環境に対する理解を促進することにより、多くの人材が原子力界を目指すようにすること
2. 原子力界の魅力が伝わり、大学の原子力系学科・専攻に優秀な人材が集まること
3. 大学等に必要な教育基盤が整備され、産業界のニーズを取り入れた教育が行われること
4. 基盤技術分野において十分な数の若手大学研究者が育成されること
5. 原子力に対する理解が広がること等を通じて、多くの国際的にも活躍できる優秀な人材が、就職先として原子力界を目指すようになること
6. 就職後、適切な知識・技術を身に付け、その後も継続的に能力を磨いていける環境、動機付けがあること

### 2. 我が国及び主要国の奨学金状況調査

原子力界固有の奨学金としては、学協会からは出ているが、国や産業界からは出していない。国の短期的で豊富な大学活性化・人材育成支援は重要であり、原子力人材育成プログラムの継続拡充が望まれる。

日本の産業界では修士の採用を重要視しているため、その対応として奨学金以外に TA (Teaching Assistant) や RA (Research Assistant) への支援が有効と考えられる。TA や RA は、授業の質の向上や参画した学生の経験にもつながり、またそれが原子力界の人気にもつながり、有効な対策であると考えられる。一部は原子力人材育成プログラムで実現しているが、その支援を明確に打ち出し、支援の数と額を増やすなどの更なる拡充が望まれる。

### 3. 原子力産業の国際展開に必要な原子力人材調査

プロジェクトを推進する際には、特に国際展開においては、技術者だけでなく法学や経営学や人材管理学など社会系の専門家も必要とされる。理想的には、両者を含めた融合的な組織形態が有効に機能すると考えられる。院において国際展開に寄与するには、技術者に社会系の学問を教育するだけでなく、社会系の人材に技術の基礎を広く教育することも考慮すべきである。国際展開に寄与することを念頭に置いた英語教育も必要である。COE、寄附講座、人材支援プログラムなどに、新たな枠組みが期待される。

国際専攻の学生や社会人学生には、経営学、会計学、人材管理学、リスク管理学などを含めたプロジェクトマネジメントの講座を設ける必要がある。

### (目次)

1. まえがき
2. 我が国及び主要国の奨学金を含む人材育成支援の状況
  - 2.1 日本の人材支援、育成資金・奨学金の状況
  - 2.2 米国の人材支援、育成資金・奨学金の状況

- 2.3 仏国の人材支援、育成資金・奨学金の状況
- 2.4 奨学金を含む人材育成支援の日米仏の比較
- 2.5 英国、EU、中国の状況
- 2.6 大学の人材のあり方と学生支援の課題
- 3. 原子力産業の国際展開に必要な原子力人材
  - 3.1 インタビュー等に基づく人材の課題と方策
  - 3.2 原子力創成期の海外技術導入の経験
  - 3.3 原子力プラント機器メーカーの実情
  - 3.4 国際展開における人材課題
- 4. あとがき

## 5.8 原子力研究環境整備事業選考調査

---

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| (プロジェクト名) | 原子力研究環境整備事業選考調査 |
| (報告書名)    | 原子力研究環境整備事業選考調査 |
| (報告書番号)   | IAE-0818202     |
| (発行年月)    | 平成 21 年 5 月     |

---

### (要旨)

文部科学省が行う「原子力研究促進プログラム」、「原子力研究環境整備プログラム」、「原子力コア人材育成プログラム」(以下「人材育成プログラム」という。)を効率的に実施するため、人材育成プログラムの実施に必要な支援業務を実施した。

#### (1) 技術審査委員会の開催支援に係る業務 (平成 20 年度、平成 21 年度採択分)

事業の公募に対し、委員選定を含めた採択審査委員会を企画、運営し、委員委嘱の手続き、旅費・謝金の支払等を所定の規定に沿って実施し、大学及び高等専門学校からの提出資料については様式等の確認を行った上で委員への事前送付と技術的な評価の依頼を行った。

また、委員会開催に当たって、日程調整、委員会資料の作成など、委員会開催に必要な業務を行った。

#### (2) 補助金の交付及び事業管理支援に係る業務 (平成 20 年度採択分)

手引書を基に、各実施機関に対し、適正な申請書作成の指導を行い、文部科学省に提出される補助金交付申請書の受領及び様式等の確認、ならびに記載漏れやミス等のチェックを行い、補助事業に要する経費の内容及び積算根拠の確認を行った。

また、事業実施期間中に、執行状況についてのアンケートを実施し、補助事業終了後に大学及び高等専門学校から文部科学省に提出される各種書類に関し、事業遂行上および経費執行上の不備がないよう各大学等への支援を行った。

#### (3) 公募業務支援に係る業務 (平成 21 年度採択分)

平成 20 年度公募支援業務の経験を活かし、平成 21 年度応募要領等の公募に際する資料作成の支援、公募説明会の開催、及びホームページにおいて公募の広報を行った。また、応募書類の受領及び様式等の確認を行った。

### (目次)

1. はじめに
2. 事業目的
3. 事業の概要
  - 3.1 実施概要
    - 3.1.1 公募に関する業務
    - 3.1.2 テーマの採択
    - 3.1.3 平成 20 年度技術審査委員会
    - 3.1.4 平成 20 年度補助金交付に係る調整業務の補助
    - 3.1.5 平成 21 年度技術審査委員会



### 3.2 主要工程

## 4. 事業内容

### 4.1 技術審査委員会（平成20年度事業採択）

#### 4.1.1 採択審査の方法

#### 4.1.2 審査結果

### 4.2 平成20年度補助金交付に係る調整業務の補助

#### 4.2.1 各種手続きに関する調整業務

#### 4.2.2 プロジェクトの進ちょく状況調査（アンケート）

### 4.3 平成21年度公募支援

#### 4.3.1 応募状況

#### 4.3.2 広報活動

### 4.4 技術審査委員会（平成21年度事業採択）

#### 4.4.1 採択審査の方法

#### 4.4.2 審査結果

## 5.9 原子力発電所の新增設に関する政策的支援に係る調査研究

---

|           |   |
|-----------|---|
| (プロジェクト名) | 平成20年度軽水炉改良技術確証試験（原子力発電所の新增設に関する政策的支援策に関する実態調査） |
| (報告書名)    | 平成20年度軽水炉改良技術確証試験（原子力発電所の新增設に関する政策的支援策に関する実態調査） |
| (報告書番号)   | IAE-0818105                                     |
| (発行年月)    | 平成21年3月   |

---

### (要旨)

我が国では、「原子力政策大綱」において、2030年以降も総発電電力量の30～40%程度以上の供給割合を原子力発電が担うことを政策目標とし、その実現に向けて事業環境の整備が行われているところである。

本事業は、我が国における原子力発電設備投資を円滑に進めていくために実施されてきた取り組みの評価、及び今後講じるべき施策の可能性と必要性について検討を行うことを目的として、経済産業省資源エネルギー庁の受託業務として実施されたものである。

具体的には、これまで進められてきた投資環境整備のための施策である、①再処理費用計上の適正化措置（2007年に導入された六ヶ所再処理工場で再処理される以外の使用済燃料に関する費用の企業会計上の措置）、②初期投資・施設廃止措置負担の軽減・平準化措置（原子力発電所の初期投資負担の平準化のための企業会計上の措置、及び原子力発電施設解体引当金制度）、を取り巻く現状について調査を行うと共に、今後の核燃料安定供給確保に関連した事業環境についても財務面から現状を把握した。

これら暫定的制度については、今後の財務・税制環境の変化による当該制度への影響や計画の本格実施に向けての技術開発等はもちろんであるが、計画の円滑な実施が可能なよう必要な制度設計等の準備は今から実施しておくことが求められよう。また、ウラン資源については、今後、国としてリスク分散の観点から一層のウラン資源権益の確保を必要とするのであれば、規模の拡大と適用条件を実態に則して緩和する等の措置を検討することが妥当な方向性ではないかと考えられる。その他のフロントエンド事業については、現状の長期契約を主体とした調達形態で十分賄えるものと考えられる。

また、本事業では、国内のみならず、主要国（米・仏・英）における原子力発電施設の新増設に関する政策的支援策についても、我が国の当該施策の検討に資する調査を行った。

その結果、米国の連邦及び州による支援策は、支援策のショーウィンドウ的な様相も呈しており、様々な政策や法制度等の環境面での違いはあるにしても、我が国で追加的な支援策を検討する上で参考になることが分かった。今後、これらの制度としての有効性や今後の改善に向けて有用な指摘は本格実施段階で必然的に浮上してくるものと考えられるため、なお一定の関心を注いでおく必要がある。

また、フランス及び英国については、電力市場が自由化されているため、発電所の建設費等を上乘せして価格を設定することができず、かつ、EU域内では独占禁止法や競争ルール等の共通の制約を受け、政府から産業界への直接的な財政支援等を行えない等の制約があるため、国内外での産業界や政府間の協調体制の下での建設にかかわる投資促進、既設発電所の寿命延長によるリプレースの平準化、そして、現行の電気料金制度の変革を含む、市場の在り方についての見直し等によるリスクの分散を図る方向で原子力発電所の新設あるいはリプレースに向けての対応策が検討されている模様であり、今後の政策面での両国の動向についてはなお、注目しておく必要がある。

## (目次)

はじめに

### I. 事業実施概要

1. 事業目的・概要
2. 事業内容
3. 調査方法
4. 実施スケジュール
5. 実施体制

### II. 国内の原子力発電所新增設に関連した財務面事業環境実態調査

1. バックエンド対応に関する財務面の事業環境の調査・分析
  1. 1 六ヶ所再処理再処理工場で再処理される以外の使用済燃料に要する費用に係る措置
  1. 2 原子力発電施設解体引当金制度の現状と今後
2. 原子力発電所建設に関する財務面の事業環境の調査・分析
  2. 1 背景・経緯
  2. 2 現行制度の概要
  2. 3 今後の対応についての考察
3. 核燃料の安定供給確保に関する財務面の事業環境の調査・分析
  3. 1 最近の我が国のフロントエンド事業を取り巻く環境
  3. 2 フロントエンド事業の権益確保コストの回収方法の現状と課題
  3. 3 我が国のフロントエンド事業に対する政策金融
4. 国内調査まとめ
  4. 1 バックエンド対応の財務的措置
  4. 2 原子力発電所新增設対応の財務的措置
  4. 3 核燃料の安定供給確保

### III. 米・仏・英の原子力発電所新增設に関連した政策的支援策の実態調査

1. 米国関連調査
  1. 1 概要
  1. 2 政府による支援策の調査
  1. 3 州レベルの支援策の調査
  1. 4 原子力発電所新規立地に対する既往の世論動向に係る調査
  1. 5 米国のまとめ
2. フランス関連調査
  2. 1 概要
  2. 2 フランスの原子力産業の最近の動向
  2. 3 原子力産業展開の分析
  2. 4 フランスの電気料金の体系
  2. 5 フランスのまとめ
3. 英国関連調査
  3. 1 概要
  3. 2 英国の原子力白書
  3. 3 原子力白書における原子力発電所新增設支援策
  3. 4 制度導入の効果

3. 5 現行制度の課題・問題点

3. 6 各界及び国民の反応

3. 7 英国のまとめ

4. 海外調査まとめ

IV. 全体総括

## 6. 原子力工学センターにおける事業

(ア) 次世代軽水炉技術開発

## 6.1 次世代炉軽水炉技術開発

---

|           |                  |
|-----------|------------------|
| (プロジェクト名) | 次世代軽水炉等技術開発費補助事業 |
| (報告書名)    | —                |
| (報告書番号)   | —                |
| (発行年月)    | —                |

---

### (要旨)

当研究所は、経済産業省の原子力立国計画の柱の一つである次世代軽水炉技術開発事業を、その中核機関として推進する役割を担っている。同事業は、国内既設炉の代替炉及び国際標準炉として、2030年頃の実用化を目指して、国の財政的支援の下、電力会社及び原子炉メーカーとの協力を得て進めており、平成22年度前半には、当初2年間の技術開発成果を評価し、基本仕様の確定とともに、その後の技術開発計画のあり方について検討を行う中間的な評価が予定している。

平成20年度の成果の概要は以下の通りである。

#### (1) プラント概念の設計検討 (PWR、BWR) と先進安全システム

2030年頃に世界最高水準の安全性と経済性を有し、社会に受け入れられやすく、現場に優しい、「国際標準プラント」という次世代軽水炉のコンセプトに適合する魅力あるPWR及びBWRプラント概念を構築する。

PWRについては、高燃焼度燃料炉心を前提条件に、高性能蒸気発生器の仕様を設定し、プラントの主要パラメータを決定した。また、原子炉冷却系、先進安全系、補助系統までの各系統の概念系統図を作成し、これに基づき、概念配置検討の検討条件をまとめた配置検討条件書を作成した。また、BWRについては、燃料集合体サイズ、原子炉格納容器形状についてレファレンス案をまとめた。また、一次系、原子炉停止系、原子炉補助系、原子炉補機冷却系等の系統図を作成するとともに、各系統の設備仕様を検討して建屋構造及び機器配置に係る要求事項を整理した。

#### (2) プロジェクト推進 (基盤整備)

技術開発というハード面と併せて、規格基準整備、規制高度化、サプライチェーンの構築等のソフト面の基盤を一体的に開発し、次世代軽水炉の円滑な導入及び国際展開を推進する。

今年度は、規制高度化項目の抽出(20項目)と対応方針を定めるとともに、新技術(5%超燃料、免震、SC工法、パッシブ安全)及び新材料(SG伝熱管)のロードマップ(案)を策定した。また、国際標準化に向けた基本戦略を策定し、導入シナリオの検討、規制高度化、関係機関との連携、海外動向把握、対外理解促進活動の基本方針を定めた。また、戦略的サプライチェーンの構築及び人材育成として、国内外の原子力産業動向の調査を実施するとともに、海外規制動向(米国(NRC)、欧州、国際機関(MDEP)等)を調査し、今後の国際標準化活動への反映を検討した。

(イ) 原子力安全解析



## 6.2 新技術を活用した高速炉の次世代安全解析手法に関する研究開発

---

(プロジェクト名) 新技術を活用した高速炉の次世代安全解析手法に関する研究開発

(報告書名) 平成 20 年度 新技術を活用した高速炉の次世代安全解析手法に関する研究開発 成果報告書

(報告書番号) IAE-0880801-0316

(発行年月) 平成 21 年 3 月

---

(要旨)

### 1. 粒子法による解析コードの開発と検証

- ・構造壁の破損挙動について実験解析を実施し、構造壁破損に係わる三次元挙動を明らかにするとともに計算精度を確認した。
- ・燃料ピンの破損・崩壊挙動の実験解析において、燃料ペレットのクラックの発生を解析し、ペレットの軸方向長さの相違により発生挙動は異なり得ることを示した。また、スエリングがクラック発生挙動に及ぼす影響を確認した。

### 2. 金属燃料の物性予測解析

- ・第一原理分子動力学に基づき、金属燃料における共晶現象に関して、熔融状態から固相状態にわたり温度を変化させて原子の拡散挙動を検討した。

### 3. 熱伝達・相変化モデルの性能評価

- ・事故時の被覆管の破損は燃料ペレットとの機械的相互作用(PCMI)により生じるが、この現象をペレットのスエリングとして簡易に扱い、構造力学部に関する手法を改良した。

(目次)

第 1 章 はじめに

第 2 章 事業計画

2.1 全体計画

2.2 平成 20 年度の成果の目標及び業務の実施方法

第 3 章 平成 20 年度の実施内容及び成果

3.1 MPS 法による解析コードの開発と検証

3.2 金属燃料の物性予測解析

3.3 MPS 理論開発とコード開発

3.4 SIMMER-III 解析

第 4 章 まとめ

参考文献

### 6.3 軽水炉配管の減肉挙動の評価

---

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| (プロジェクト名) | 流動加速腐食および液滴エロージョンによる配管減肉挙動評価手法の開発 |
| (報告書名)    | FAC 解析(計算)業務                      |
| (報告書番号)   | IAE-0880803-0213                  |
| (発行年月)    | 平成 21 年 2 月                       |

---

#### (要旨)

PWR 実機の復水系 (温度: 146°C) 配管ベント部および給水系 (温度: 222°C) 配管ベント部の 400 点について、流動加速腐食 (FAC) 評価モデルを用いて配管の減肉挙動を評価し、実測データと比較した。この結果、比較した過半のデータを目標とするファクター2 (+100%、-50%) の精度で評価できることが確認でき、FAC 評価モデルの妥当性と評価プロセスを通して得られた問題点、今後の課題を明らかにすることができた。

液滴衝撃エロージョン (LDI) の解析については、モデルとして定量的な解析が出来るようになった段階であり、実機データの定量評価は未実施であるが、FAC 評価モデルに習って、モデルの精選と実機データの評価を通して精度確認と実用性の検討ができる段階に達したものとする。

得られた結果を以下に列記する。

#### (a) PWR 実機配管の流動加速腐食 (FAC) による減肉評価

- ・実測データのある PWR 給水系配管のうち 4 箇所 (エルボ部、及びバルブ出口部) を対象とした FAC 解析を実施し、実測値と比較検討した。
- ・さらに、配管の 3 次元振れが減肉率に与える影響について感度解析した。
- ・定量的には、減肉量の目標精度であるファクター2 (+100%、-50%) 以内は概ね満足できたが、一部計算値が実測値を下回る箇所が見出された。計算値と実測値の食い違いの最大の要因は流動計算による質量移行係数の評価、鉄イオン ( $Fe^{2+}$ ) の溶解度の誤差によるものである。

#### (b) 液滴衝撃エロージョン (LDI) による減肉評価

- ・配管壁に液滴が衝撃することによる酸化皮膜の破壊と液膜流による FAC の重畳現象を考慮した解析手法と、粒子法による液滴挙動の解析手法とを結合させ、LDI による配管の局所減肉評価手法を作成し、実規模配管の LDI 解析を実施した。
- ・解析の結果、配管壁に液膜が存在すると、液滴衝撃による酸化皮膜の破壊が抑えられ、LDI による減肉速度が減少すること、LDI による減肉速度は液滴径に依存すること、などを明らかにした。

#### (c) 実用的評価システム完成に向けての課題

- ・上記した (a)、(b) の解析を通して、実効性の高い実用的な評価システムの完成にむけての課題を抽出した。
- ・FAC については、評価誤差の主要な要因を抽出できたので、この分野における最新の実験情報などを収集し、モデルの改善に反映する。
- ・LDI については、実機解析を実施し、精度の確認と、必要に応じてモデルの改善に努める。

#### (目次)

第 1 章 はじめに

第 2 章 流動加速腐食の解析モデル

2.1 流動解析と腐食解析の連成モデル

- 2.2 腐食環境評価
- 2.3 流動解析モデル
- 2.4 腐食解析モデル
- 2.5 解析方法
- 2.6 参考文献
- 2.7 図表リスト
- 第3章 液滴エロージョンの解析モデル
  - 3.1 流動解析と腐食の連成モデル
  - 3.2 配管内流動解析
  - 3.3 液滴軌道解析
  - 3.4 液滴衝撃解析
  - 3.5 電気化学解析
  - 3.6 解析結果例
  - 3.7 参考文献
  - 3.8 図表リスト
- 第4章 流動加速腐食の解析結果
  - 4.1 3次元流動計算の計算条件
  - 4.2 3次元流動解析による質量移行係数
  - 4.3 腐食環境評価結果
  - 4.4 減肉速度評価結果
  - 4.5 参考文献
  - 4.6 図表リスト
- 第5章 結果分析
  - 5.1 解析結果と実測値との比較
  - 5.2 解析精度についての考察
  - 5.3 解析精度についてのまとめ
  - 5.4 図表リスト
- 第6章 研究成果のまとめ
  - 6.1 研究の最終目標
  - 6.2 成果の活用
  - 6.3 3年間の研究成果のまとめ
  - 6.4 成果のまとめ表
  - 6.5 図表リスト
- 第7章 まとめ
- 第8章 今後の課題
  - 8.1 流れ加速型腐食 (FAC) 評価手法
  - 8.2 液滴エロージョン (LDI) 評価手法
  - 8.3 図表リスト

(ウ) 原子力発電施設の廃止措置に関する調査研究

#### 6.4 原子力発電施設の廃止措置技術等に係る検討

---

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| (プロジェクト名) | 平成20年度商業用原子力発電施設の廃止措置引当金の見直しに係る予備調査 |
| (報告書名)    | 平成20年度商業用原子力発電施設の廃止措置引当金の見直しに係る予備調査 |
| (報告書番号)   | IAE-0818802                         |
| (発行年月)    | 平成21年3月                             |

---

##### (要旨)

商業用原子力施設の廃止措置については、日本原子力発電(株)の東海発電所が1998年3月に営業運転を停止し、2001年12月から廃止措置段階に入っており、2018年ごろに廃止措置を完了する計画である。同じく、日本原子力発電(株)は、敦賀1号機を2010年に停止を公表していたが、平成21年2月に停止時期の延期を発表した。

さらに、日本原子力研究開発機構(JAEA)のふげんが2003年3月に運転停止し、現在安全貯蔵期間中であり、2028年度までに廃止措置を完了予定である。また、中部電力(株)は、2008年12月に、浜岡原子力発電所1,2号機の運転終了とそのリプレースとして、6号機建設の計画を発表した。当面は、燃料を搬出してゆくとともに、廃止措置の計画について検討し、解体・撤去前までの計画に関する認可申請を検討している。

また、海外においては、米国、独国などにおいて、商業用発電炉30基を超える発電炉で廃止措置に着手又は終了するなど廃止措置が安全に実施されている。

このように、廃止措置を取り巻く環境がこの10年間で大きく前進しており、その中で、2008年度においては、(財)原子力発電技術機構(以下、「旧NUPEC」)の廃止措置技術総合調査委員会(以下、「総合調査委員会」)にて、我が国における軽水炉廃止措置の実施に向けた取り組み指針として「軽水炉廃止措置実施に向けたロードマップ」がとりまとめられ提案されている。

一方、国においては重点的に取り組むべきエネルギー革新技术の一つとして、先進的な原子力発電技術の開発推進を取り上げている中で、その普及を支える技術として放射性廃棄物処理処分技術(再処理による資源有効活用も含む)や廃止措置技術開発の推進も指摘されている。

こうした状況の中、社会に信頼され、かつ最新知見を踏まえた合理的な廃止措置の確立に向けて、上記ロードマップを念頭に、廃止措置具体化要件を明確にし、関係機関へ提言するとともに、社会へ情報発信することが重要である。

これまで、我が国における原子力施設の廃止措置に係る検討としては、旧NUPECにおける廃止措置技術の確証試験、及び当研究所(以下、「エネ総研」)における廃止措置技術の調査が代表的であったが、いずれもそれぞれ平成2003年度及び2002年度をもって終了している。その後は、旧NUPECの総合調査委員会における総合調査活動、及びエネ総研における調査(エネ庁からの受託)を継続してきた。また、2008年3月末を持って解散した旧NUPECの事業がエネ総研に移管、継承され、その一環として、原子力施設の廃止措置に係る調査・検討事業も新たにエネ総研が継承することとなった。

以上の状況を踏まえ、我が国における原子力政策の推進に貢献するため、当研究所は、中立機関としての特徴を生かし、2007年度までの活動を踏まえつつも廃止措置に関し新たな展開を図ることとした。

今後本格化する我が国における商業用原子力発電施設の廃止措置実施に向けて、国内外の実績も踏まえた最新知見を反映した合理的な標準工程を明らかにしていくことが必要である。その合理的な標準工程に基づいて廃止措置が効率よくかつ確実に実行されていくために必要な事項について、関連機関の協力の下、情報、課題等を共有しつつ、上記ロードマップを念頭に、具体的なアクションが必要な事項については、適切な実施内容、スケジュール等を検討し、関係各所に提案していく活動を志向していくこ

ととしている。

本調査ではまず、商業用原子力発電炉廃止措置に関する調査、検討に係る今後5ヵ年間の中長期計画を策定して、今年度は、その計画の初年度スタートとして、下記事項について商業用原子力発電炉廃止措置のあり方に係る予備調査を実施した。

1. 標準工程に係る検討
  - (1) 廃止措置標準工程の見直し検討
    - ① 適用先別の各種技術の適用性に関する検討
    - ② 標準工程への影響検討等見直し
  - (2) 標準工程のバリエーションの検討
2. 廃止措置における記録保存と技術継承のあり方検討
3. 海外及び国内廃止措置経験からの教訓の整理と適用検討
4. 海外の地元とのコミュニケーション方法の事例検討
5. 課題の抽出・整理とアクションプランの検討

現在は、軽水炉廃止措置に標準的に用いられる技術を検討するため、国内外の実績を含む最新知見を収集・検証するとともに、最新の知見に基づき工程を見直し適切かつ合理的な標準工程を検討する必要がある、その上で現状の引当金に含まれていないものの検討等を行ない、データ収集を含め、現行の「標準工程」を中心に見直しの背景、必要性、技術的根拠等のロジックを構築しておく必要がある。さらに、合理的な標準工程の見直しは、国から廃止措置計画認可時点のデータをベースにして実施すべきと指摘されているため、現在が解体工法、廃止措置方法等に関する予備検討の開始時期である。これらの検討結果は、軽水炉廃止措置の実施及びそのためのスケジュールを念頭に、廃止措置の内容がより明確になった時点で想定される引当金の見直しに反映されると考えられる。したがって、今後は、今年度の「技術・工法、廃棄物再利用」の検討結果を踏まえて、廃止措置の合理的な標準工程の見直し等の「政策と方針」の検討を重点的に実施し、これらに係るロードマップに基づくアクションプランの検討を行って、ロードマップを実行することが重要である。

## (目次)

はじめに

### 1. 目的

### 2. 実施内容

#### 2.1 廃止措置の合理的な標準工程の見直し等に向けた予備検討

##### 2.1.1 各種技術の適用性に関する検討

##### 2.1.2 廃止措置標準工程の主要目の検討

##### 2.1.3 廃止措置における記録保存と技術継承のあり方検討 2

##### 2.1.4 国内外の廃止措置経験からの教訓の整理と適用検討 2

##### 2.1.5 海外及びわが国における地元とのコミュニケーションあるいは地元関係者との連携等に係る調査・検討

#### 2.2 課題の抽出・整理とアクションプランの検討

### 3. 実施結果

#### 3.1 廃止措置の合理的な標準工程の見直し等に向けた予備検討

##### 3.1.1 各種技術の適用性に関する検討

##### 3.1.2 廃止措置標準工程の主要目の検討

##### 3.1.3 廃止措置における記録保存と技術継承のあり方検討

##### 3.1.4 国内外の廃止措置経験からの教訓の整理と適用検討

##### 3.1.5 海外及びわが国における地元とのコミュニケーションあるいは地元関係者との連携等に係る調査・検討

#### 3.2 課題の抽出・整理とアクションプランの検討

### 4. おわりに