

## 平成 21 年度におけるエネルギー分野の進捗状況

## (1) 平成 21 年度の進捗状況

## エネルギー源の多様化

## (a) 原子力エネルギーの利用の推進

## ・主要な成果と課題

原子力エネルギーに関しては、各分野の研究開発が進み、以下のような成果が得られた。

次世代ガラス溶融炉の開発においては、改良型ガラス溶融炉の運転を通じて安定運転性や今後の高度化に資するためのデータ採取を行うとともに、長寿命化を目指した技術開発を実施した。

ガラス固化技術の開発においては、より多くの白金族元素を含む高レベル廃液を溶融可能な新しいガラス素材の調査を行うと共に、新しいガラス素材に対応しうるガラス溶融炉を開発するため、個別要素技術や炉底部技術にかかる検討を実施した。

高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関しては、深地層の研究施設等で得られた実際の地質環境データを活用して、現実的な処分概念を踏まえた総合的な性能評価手法の検討を進めた。幌延では、世界で初めて低アルカリ性セメントを用いたコンクリートによる地下施設の本格的な吹き付け施工に成功した。

低レベル放射性廃液中の硝酸イオン分解除去技術として、実機適用を考慮したフロー方式の硝酸分解試験及び高性能触媒の開発を実施し、データを取得した。反応槽の改造により、フロー方式における硝酸分解効率が向上した。また、触媒寿命を3倍以上に延ばした触媒の開発に成功した。除染技術としては、臨界二酸化炭素中に逆ミセルを生成し、これを利用して二酸化セリウムを直接超臨界二酸化炭素中に溶解する方法を確立するとともに、温度等の因子と溶解速度との相関データを取得した。

ITER 計画においては、用導体の製造工場が福岡県北九州市に完成し、製造を本格的に開始するなど、我が国が調達責任を有する機器の超伝導コイル等の製作を着実に進めた。幅広いアプローチ活動においては、青森県六ヶ所村の核融合エネルギー研究センターの建屋が完成するとともに、原型炉ブランケットに向けた材料工学研究やサテライトトカマクの機器製作等を進めた。

高速増殖原型炉「もんじゅ」に関しては、ナトリウム漏えい対策等に係る本体工事を平成 19 年に完了した。その後プラント確認試験や国による安全性の確認等を終了し、平成 22 年 5 月 6 日には性能試験の再開に至ったところである。「もんじゅ」の統合保障措置移行を目的とし、放射線検知装置の機能向上及び保障措置システムの統合・リモートモニタリング化の技術開発を実施した。高度環境分析研究棟 (CLEAR) を利用して、プルトニウムを対象とする 10-15g 領域の同位体比測定技術を確立した。また、プルトニウム含有微小ウラン粒子の検出法及び同位体比測定法を開発した。

高速増殖実証炉の概念検討では、75 万 kWe プラント概念の詳細化を図るとともに出力を



高速増殖炉「もんじゅ」(福井県敦賀市)

50 万 kWe とした場合の影響評価を実施した。設計・建設段階において必要となる実プラント技術を対象に、評価手法の整備や規格・基準策定に必要な技術データの蓄積・整理を継続して実施した。

### ・国際的な位置づけ・意義

LFCM 法（ガラス固化）は国産技術として開発を進めてきたものであり、現在、六ヶ所再処理工場においてアクティブ試験の最終段階に到達している技術である。国際的にも LFCM 法の技術、ノウハウは最先端であり、この技術の産業化に向けた国及び研究開発機関の継続的な貢献は必要不可欠である。

原子力利用を進める世界の各国が、日本と同様に、自国内での地層処分の実現に向けて、地下研究施設を活用した研究開発と処分地の選定作業に取り組んでいる。フィンランドやスウェーデンでは処分予定地が決定しているものの、各国とも技術レベルとしては日本と同程度である。

ITER 計画と幅広いアプローチ活動を中心に、我が国が原型炉に向けた研究開発を主導し核融合研究で世界を先導することで、原型炉の早期実現を目指す。

CLEAR は IAEA のネットワークラボとして、国際的にも重要な役割を果たしている。

高速増殖炉の実用化技術の早期確立を図るため、国際協力を適切に進め、将来のエネルギー安全保障を担う「国家基幹技術」としての性格を踏まえ、我が国の自立性を維持しつつ互恵的な国際協力関係の構築を目指す。

日本の高温ガス炉技術は現在世界最先端にある。米国の NGNP 計画（高温ガス炉建設計画）等において、日本の高温ガス炉技術及び規格基準の国際標準化を図れば、日本企業の活動範囲拡大に貢献できる。また、高温ガス炉及び水素製造の革新的技術により、発展途上国における地球環境問題の解決にも貢献できる。

### ・研究開発の見直し

文部科学省の原子力システム研究開発事業では、革新的原子力システムやそれらを支える共通基盤技術開発のうち、実用化に向けた有望な成果が見込まれる研究開発を対象とする革新技術創出発展型研究開発を開始した。また、「もんじゅ」のこれまでの運転、性能試験の各データや運転再開後の性能試験及びその後の本格運転から得られるデータを活用した研究開発も開始した。

## (b) 再生可能エネルギー等の利用の推進

### ・主要な成果と課題

再生可能エネルギーの重要な技術開発である太陽光については以下のような成果が得られた。

結晶シリコン太陽電池では、目標とする厚み 100  $\mu\text{m}$ 、15cm 角の多結晶シリコン太陽電池において、変換効率 18% を達成した。薄膜シリコン太陽電池では、高効率化技術として超屈折率中間層を開発し、安定化効率 16% を得る目途を得た。CIS 系薄膜太陽電池では、高効率化技術として、各プロセスの最適化及び透明導電膜の性能向上を図り、10cm 角サブモジュールで 16.8%（世界最高値）を達成した。軽量基板では Na 導入法を開発し、他の技術と

併用し、10cm 角サブモジュールで 15.2%（世界最高値）を達成した。次世代の低コストが期待される色素増感や有機薄膜太陽電池では、高効率化技術、耐久性向上技術、モジュール化技術の開発を行い、色素増感太陽電池ではセル変換効率 11.5%（5mm 角）を達成、有機薄膜太陽電池でも低分子セルで変換効率 5.3%を得た。次世代技術の探索として、CIS 太陽電池におけるスクリーン印刷 / 焼結法製造プロセスの開発や、薄膜 Si 太陽電池における微結晶 3C-SiC 薄膜、フォトニック Si 太陽電池の開発などに成果を得た。

バイオマスの活用では生ごみなどからエタノールやメタンガスを取り出す技術の実証に成果を得た。

水素製造装置の開発においては CO<sub>2</sub> 分離回収にともなうエネルギー損失を約 3%にとどめ、約 80%の水素製造効率を維持しながら、水素製造時の CO<sub>2</sub> 排出量を約半分に削減することが可能なことを確認した。JHFC 水素ステーション実証事業、水素ハイウェイ・水素タウン実証事業など水素社会の実証を進めた。

燃料電池関連開発では燃料電池のロバスト性向上に資する技術開発を実施し、「セル電圧 750mV 以上の確保」と「経時的電圧低下の抑制」を同時に実現できる見通しを得ると同時に、不純物のセルへの影響を軽減できる可能性を確認した。固体高分子形燃料電池の実用化開発および固体酸化物形燃料電池の実証事業等を推進した。

#### ・国際的な位置づけ・意義

結晶シリコン太陽電池の厚み 100 μm、変換効率 18%及び薄膜シリコン太陽電池の安定化効率 16%は世界最高水準である。CIS 系薄膜太陽電池の変換効率 16.8%及び軽量基板上での変換効率 15.2%は世界最高値である。色素増感太陽電池でのセル変換効率 11.5%（5mm 角）及び低分子系有機薄膜太陽電池の変換効率 5.3%は共に世界最高水準である。

水素製造装置における約 80%の水素製造効率は世界最高水準である。我が国における家庭用燃料電池の商用化は世界初であり、燃料電池技術は世界トップレベルである。

#### ・研究開発の見直し

特に無し。

#### エネルギー供給システムの高度化、信頼性向上

##### ・主要な成果と課題

次世代自動車用の高性能・低コスト蓄電池の開発においては、以下のような成果が得られた。

次世代蓄電技術開発において、500 Wh/kg 以上のエネルギー密度の実現可能性が期待される金属 - 空気電池の特性劣化メカニズムが明らかとなりつつあるほか、従来の理論容量（約 780mAh/g 程度）をはるかに超えた 1,015 mAh/g の初期放電容量を示す負極材料を開発した。

#### ・国際的な位置づけ・意義

蓄電池関係の技術開発は海外でも精力的に行われており、その中でも日本の個々の要素技術については世界最高水準である。また、ISO、IEC 等での国際標準化活動についても基

盤技術開発のテーマにて取り組んでいる。

## ・研究開発の見直し

特に無し。

## 省エネルギー対策の推進

### ・主要な成果と課題

民生部門における省エネ対策技術については、以下のような成果が得られた。

有機 EL 照明については、高演色性マルチユニット素子構造の技術開発において、現状の高演色性蛍光灯の平均演色評価数に匹敵する Ra=95 以上の高演色の白色発光を有し、輝度 1,000 cd/m<sup>2</sup>、かつ、効率 35 lm/w 以上の初期特性を有し、輝度半減寿命 4 万時間以上の光源を実現した。また、初期輝度 1,000 cd/m<sup>2</sup> 以上で輝度半減寿命 4 万時間以上の安定点灯が可能な放熱特性を有し、かつ、保管寿命 8 万時間以上の封止性能を有する封止プロセス技術を開発した。

大画面・高精細・高画質・低消費電力ディスプレイの技術開発では、PDP 放電における二次電子放出機構を解明するとともに、低電圧化目標が実現可能な新規高保護膜材料を複数発見した。また、小型パネルを使用した低電圧駆動実用化技術の実証実験を実施した。作製プロセス・成膜装置技術の開発では、TFT の高性能化を達成するとともに、高洗浄力の新規ウェット洗浄装置技術を確立した。

フレキシブルデバイス材料開発においては、複合化材料技術を確立するとともに、フレキシブルディスプレイ実現のための部材として解像度 200ppi に対応する A4 サイズの有機 TFT アレイの材料および印刷技術を開発した。

微生物機能を活用した高機能化学品・工業原料等の生産プロセスに係わる技術開発では、新規に開発した酵素及び高効率発酵技術を活用して、セルロース系バイオマス等から有機酸等を効率よく生産する基盤技術を確立した。

### ・国際的な位置づけ・意義

演色性の優れた有機 EL 光源を実現するには、純青領域の長寿命高効率発光材料の開発が最大のポイントであり、各国で研究開発が進展中であるが、現状決定的な材料は開発されていない。企業間の連携・産学連携を軸に研究開発を行う必要がある。材料開発、光源の構造開発及び製造プロセス技術開発と広範に渡る専門技術が必要であることから、垂直連携体制による遂行が望まれ、さらに寿命支配要因の解明のため大学等との連携が不可欠である。

ディスプレイの低消費電力化は世界的に進んでおり、米国の Energy Star における消費電力の目標値も厳しくなっている。このような状況の中、PDP プロジェクトでは当初計画より 1 年前倒しで最終目標達成見込みであり、PDP の国際競争力を高める上でも非常に意義がある。また、LCD プロジェクトでは、各種の革新的基盤技術開発により、膨大な市場を有する各種大型ディスプレイ開発を加速することが考えられ、今後の国際競争力の観点から極めて重要となる。

ロール状部材を用いるフレキシブルディスプレイのパネル化技術は、世界ではどこも成功しておらず、日本発の高レベルな技術と言える。

高機能化学品・工業原料等の生産プロセスに微生物発酵を活用する技術について、日本のレベルは極めて高い。

#### ・研究開発の見直し

特に無し。

### (2) 中間フォローアップへの対応

中間フォローアップにおいて進捗の遅れていた研究開発目標は以下に示す 11 件である。それぞれの研究開発目標について、平成 21 年度の進捗状況を以下に記す。

2008 年までに、高速増殖原型炉「もんじゅ」の運転を再開する。【文部科学省、経済産業省】

平成 20 年度に腐食孔が確認された屋外排気ダクトの補修工事を平成 21 年 5 月に完了し、平成 21 年 8 月にプラント確認試験を完了した。その後、性能試験前準備・点検を平成 22 年 1 月に完了し、2 月に地元自治体に性能試験再開の協議を申し入れるとともに、性能試験（炉心確認試験）計画を公表した。平成 22 年 3 月までには、国による安全性の確認も終了した。平成 22 年 5 月 6 日には性能試験の再開に至っている。

2015 年度頃までに、再処理により回収される回収ウランの濃縮が可能な商用遠心分離機的设计を確定する。【経済産業省】

2012 年頃までに、劣化ウランの取扱・管理の容易さや貯蔵効率を向上させるための劣化ウラン酸化固形化（再転換を含む）技術の研究開発を行い、同技術に係る基礎プロセスを確立する。【経済産業省】

国内外の回収ウラン取扱実績等、既存施設における回収ウランの受入条件、炉心特性に与える影響、国内外の転換プロセスについて、調査・検討を実施した。

六ヶ所再処理工場の本格操業にあたり、回収ウラン利用への機動的な対応可能性を確保しておくため、回収ウラン利用技術開発を継続し、成果を確認することが今後の課題である。

中国、インドにおける電力需要の急増、米国、欧州における地球温暖化対策等から原子力発電が推進されており、その結果、天然ウラン価格が高騰し、中長期的な需給逼迫も懸念され、国際的なウラン権益獲得競争が激化する中、天然ウランの調達が困難になるおそれがある。天然ウランの供給を海外に依存している我が国においては、その代替として回収ウランを利用することが不可避となる可能性がある。

2010 年までに高燃焼度の使用済燃料の再処理試験を開始するための技術を確立する。【文部科学省、経済産業省】

プルトニウム含有量の高いふげん MOX 燃料の再処理試験において、これまでに採取したデータの取りまとめを実施した。なお、中間フォローアップ時点においては、目標達成に対し「高燃焼度燃料再処理試験を実施するための許認可の手続きは、現在進めている東海再処理施設の耐震性向上対策に係る許認可の完了後実施」という課題について、施策進捗の遅れと判断されたところであるが、平成 21 年 6 月、原子力安全・保安院により、東海再処理施設の耐震性向上対策に係る許認可は不要とされたため、研究開発目標は達成できる見込みである。

高燃焼度使用済燃料の再処理に係る臨界、遮へい等の安全性に関する評価を終え、再処理事業変更許可申請手続きを進めることが今後の課題である。

使用済燃料再処理技術は、核兵器開発と関連する機微技術であるため、公表されている技術情報が少ない。現在も、再処理技術開発を進めている国はフランス、イギリス、ロシア等のごく限られた国だけであり、将来において海外から容易に技術導入できる可能性は非常に低いことから、独自に技術開発を行うことが必要である。

2010 年度までにインドネシアにおいて 1 t/d の石炭液化技術の実証プラントを建設する。【経済産業省】

2015 年度までに石炭液化技術については、商用化技術を確立する。【経済産業省】

現在、インドネシア側が石炭液化技術の商用化に向けたインドネシア側の体制について方針を検討中。

2012 年度までにハイパーコール利用高効率燃焼技術については、石炭無灰化の商用化技術を確立する。【経済産業省】

ハイパーコールが高強度のコークスを製造するためのバインダーとして活用可能と判明したことから、実用化に向けた技術開発が進展しているところ。

2008 年までに天然ガスハイドレード (NGH) 供給システムについて、従来の LNG チェーンによる供給に係る投資コストに対し、そのコストを約 1 / 4 に低減することが可能な技術を確立する。【経済産業省】

平成 21 年度において、NGH 製造設備の設計確認、改造等を実施するとともに、個々の設備の試運転後、NGH の製造・輸送・利用の一連のサプライチェーンの実証試験を実施し、所期の目標 (NGH ペレット 5 トン / 日製造) を達成した。

また、この実証を通じてシステムの実用性の可能性を確認するとともに、長時間連続運転及びスケールアップに向けての技術課題を抽出した。

今後については、民間事業者の費用負担において、本実証試験で開発された NGH 製造設備等に必要な改良を加えて長時間連続運転を行い、次のステップである 100 トン / 日級パイロットプラントの設計に必要な各種データを取得して、商業化に向けた実用化開発

を進めていく予定である。

2008年度までに、最適な熱エネルギー利用システムを評価するシミュレーション技術を開発し、2010年度までに下水道本管に直接ビル廃熱を廃棄する技術及び小規模で拡張可能な熱エネルギー利用システムのプロトタイプを開発する。【国土交通省】

2012年までに、一部の都市において開発した熱エネルギーシステムを導入・実用化する。【国土交通省】

「2010年度までに、下水道本管に直接ビル廃熱を廃棄する技術及び小規模で拡張可能な熱エネルギー利用システムのプロトタイプを開発する」については、施策推進に向けた検討調査を実施し、技術上の検討は終えたところであるが、制度上の課題が残されており、この課題解決に向けて引き続き関係機関との協議・調整が必要である。

2010年度までにリチウムイオン電池の小型化・高性能化技術を開発する。【経済産業省】

平成21年度から新規に事業を開始し、高度解析技術に必要となるビームライン建設(設計、製作)等を行った。また、リチウムイオン電池の更なる安全性向上等に資する新概念材料の開発を行った。

### (3) 総括および展望