

エネルギー分野推進戦略（原案）

平成 13 年 9 月 3 日時点  
エネルギープロジェクト

## 1. エネルギー分野の現状

## (1) エネルギー問題の状況（3E の同時達成が基本的政策目標）

エネルギーは国民生活や経済活動を支える基盤であるが、日本のエネルギー供給構造は依然として脆弱である。エネルギーの輸入依存度は先進国の中でも高く、主要なエネルギー源である石油の輸入先は中東地域に集中している。発展途上国を中心として世界的なエネルギー需要の増大が見られることから、日本が今後とも安定的にエネルギーを確保できるという見通しは不透明である。また、エネルギーは温室効果ガス排出源の大部分を占め、地球環境問題への対応が求められている。さらに、市場の自由化・効率化によるエネルギーコストの低減圧力が強まっていること等エネルギーによる経済成長への貢献が求められている。すなわち、エネルギーの安定供給 (Energy Security)、地球環境保全 (Environmental Protection)、経済成長 (Economic Growth) の 3 つの E を同時達成することが要請されており、エネルギー問題における基本的政策目標となっている。

## (2) エネルギー問題における科学技術(エネルギー政策との連携と 3 つの視点が重要)

エネルギー問題は様々な政策や取組みの組み合わせを強力に推し進めないとは解決することはできない。その場合、制度的・経済的な政策だけでは 3E の同時達成は不可能である。科学技術におけるブレークスルーによって新た

な技術オプションを提供することが必要であり、エネルギー分野においては科学技術の果たしうる役割は大きい。ただし、科学技術は万能ではなく、その効用と限界、問題点を十分踏まえた上で、新たな技術オプションと他の政策や取組みを組み合わせる効果的な解決を図る必要がある。その意味でエネルギー分野においては、科学技術とエネルギー政策との連携は不可欠である。

科学技術によるエネルギー問題への貢献を考える上では、上記の3Eを同時解決するというだけでは十分ではなく、さらに次の3つの視点からの配慮が不可欠である。1点目は、安全・安心の視点である。研究開発され適用されるエネルギー科学技術が安全なものでありかつ国民に安心を与えるものであることが必要である。国民への説明責任を果たし社会に安心して受け入れられる、あるいは社会に理解され受容される科学技術としなければ、真に問題を解決したことにはならない。2点目は、国際競争力の視点である。エネルギー分野においても十分に国際競争力を向上させ産業、雇用の創出を図ることが必要であり、科学技術の貢献が期待される。この点は国際競争力があり持続的発展ができる国の実現という観点から重要である。3点目は、国際的な視点である。エネルギー問題は日本だけでは解決することはできない。例えば近隣のアジア諸国を含む地域全体でエネルギー問題を解決しなければ、日本にとっても真に問題を解決したことにはならない。国際的なエネルギー問題の深刻化とりわけ近隣諸国でのエネルギー問題の深刻化は、日本の安全保障にとって大きな脅威となる。また、国際的な共同研究開発への参加は日本にとって効率的な研究開発の実施というだけでなく、知の創造と活用により世界に貢献する国の実現という観点から重要である。

## 2．重点領域

### (1)重点化の視点

エネルギー科学技術においては、長期的展望に立ちつつ次の4つの視点から見て研究開発の重点化を図ることが必要と考えられる。

#### ア．社会経済に適合するエネルギー源の多様化

日本はエネルギー源の大部分を海外に依存しており、供給源を多様化することによって供給安定性を高めることが重要である。その意味で、化石エネルギーでは石油のみならず天然ガス、石炭等の有効な利用を推進するとともに、自然エネルギー、原子力エネルギー等非化石エネルギーの利用拡大に向けた研究開発に力点を置く必要がある。しかし、これらの研究開発においては単に選択肢を増やすというだけでなく、経済性、環境面のクリーン性、安全性など将来の社会経済に適合し国民に十分受け入れられるような条件を満たすことを目標としなくてはならない。

#### イ．エネルギーシステムの脱炭素化

地球温暖化問題が差し迫った課題になっている。2010年に1990年比で6%の温室効果ガス排出削減が求められているが、さらにその後格段に厳しい排出削減が必要になる。しかも、温室効果ガスの約8割はエネルギー起源のCO<sub>2</sub>であることから、解決のためには更なる十分な技術オプションの用意が必要とされているとは言えない状況であることから、エネルギー科学技術が担う役割は大きい。ア．社会に適合するエネルギー源の多様化、ウ．エネルギーシステム全体の効率化と併せて、地球温暖化問題への科学技術面からの対応としてエネルギーシステムの脱炭素化のための研究開発が必要である。この問題は環境分野でも重要であり、と考えられ、エネルギー分野、環境分野においても重点に共通する重要課題として研究開発を推進すべきである。

#### ウ．エネルギーシステム全体の効率化

これまで日本では各種の省エネルギー技術の開発・導入が進められてきており、世界の中でも省エネルギー化は進んでいるとの評価がなされている。今後はさらに社会全体を見通してシステムの観点から効率向上を図ることが必要である。エネルギーシステム全体の变革又は高度化をもたらすような研究開発、エネルギーシステムの基盤となるインフラを高度化するための研究開発、受け入れる社会全体のあり方の变革まで考慮した新しいエネルギーシステムの研究開発等について推進していく必要がある。

## エ．基盤科学技術の充実

エネルギー科学技術は幅広い科学技術が集積し総合されたものであり、その中でブレークスルーにより革新的な技術オプションを生み出しそれを社会に適用していくためには、基盤となる部分が充実していることが不可欠である。特に、広く産業全般、経済活動を支えるエネルギーに関しては、短・中期的に実現を期待される研究開発だけでなく、将来への投資としての長期的視点からの研究開発も必要である。また、エネルギーシステムが社会や人間に受容されるためには、エネルギーが社会や人間に与える影響に関する研究、エネルギーの研究開発や政策の評価等、社会科学や人文科学と連携した研究が必要である。なお、エネルギー分野の基盤科学技術は広い裾野を持っていることから、他の分野と共通するもの、特定分野に分類するよりも基礎科学としてとらえるべきものまで視野に入りがちである。こうしたものについてはエネルギーの観点だけからの検討では不十分であり、他の分野での検討、基礎科学としての検討が別途行われることを期待する。

### (2)重点領域

エネルギー科学技術としては、従来からエネルギー源多様化技術、省エネルギー及びエネルギー利用高度化技術、原子力エネルギー技術等の研究開発が行われている。こういった技術は重要であり今後とも研究開発を推進していかなければならない。まず、これらの研究開発について厳正な評価を行いその結果を踏まえた重点化を図った上で、今後とも効率的かつ着実に推進を図っていくことが必要である。

こうした従来からの研究開発の効率的かつ着実な推進を図るためと併せ、前述のア～エの重点化の視点を踏まえると、今後5年間を見通したエネルギー分野の重点領域については、以下のとおりとする。当面特に以下の4項目に重点を置いて推進することが必要である。

ア．供給、輸送、変換、消費のエネルギー・トータルシステムの変革をもたらす研究開発

3 E 達成という政策課題への抜本的、効率的な取組みとして、個別要素単位ではなく、エネルギーシステムとしての取組みに重点をおく。

具体的には、エネルギー管理システム（EMS）及び社会・都市・交通・住宅建造物のエネルギーシステムの研究、水素利用システム、バイオマス開発・利用技術、DME（ジ・メチル・エーテル）・GTL（ガス・トゥ・リキッド）製造・利用技術（天然ガスからの液体燃料製造・利用技術）、電力システムにおける超電導利用技術、核燃料サイクル等があげられる。また、長期的視点からは、エネルギー技術となるには更なるブレークスルーを要する核融合発電、宇宙太陽光発電、海洋エネルギー利用、メタンハイドレート（メタンと水の分子から成る氷状の固体物質）等があげられる。水素社会構築（水素利用ネットワーク構築等）のための研究開発、燃料電池システムの研究開発、都市・交通・住宅建築物等のシステム全体としての省エネルギー化を図る研究開発等がある。

#### イ．エネルギーインフラを高度化していくために必要な研究開発

エネルギーシステムを支えるエネルギーインフラに係る研究開発を効率性、環境面等からの高度化に重点をおく。

具体的には、燃料電池、太陽光電池などの分散電源技術の開発、石油探査・利用技術、クリーン・コール・テクノロジー（石炭のクリーンな利用技術）、産業用コージェネレーション（熱併給発電）、クリーンエネルギー自動車開発、各種材料開発等があげられる。また、長期的視点からは、小型炉等革新的原子炉、バイオプロセス（生物機能を活用した生産工程）等があげられる。分散型エネルギーシステム（燃料電池システム等）光の研究開発とエネルギー輸送・変換・貯蔵等の新技術（超電導技術等）のための研究開発等がある。

#### ウ．エネルギーの安全のための研究開発

エネルギーのあらゆる側面において安全を確保し国民の安心を得る研究開発に重点をおく。

具体的には、放射性廃棄物処分、原子力の安全向上技術、電力、ガス等

エネルギー供給・利用に関わる保安対策向上技術、天然ガスパイプラインに係る安全評価研究等があげられる。ための研究開発、原子力安全に関する研究開発、高レベル放射性廃棄物処分のための研究開発、その他エネルギーの諸側面での安全に関する研究開発、社会とのリスクコミュニケーションの研究等がある。

## エ．エネルギーを社会的・経済的に評価・分析する研究

エネルギーシステムは社会に受け入れられてこそ、真の成果として結実することから、エネルギーシステムの社会や人間への受容性、社会的理解を高める研究開発、産業創出の観点からの研究に重点をおく。

具体的には、大規模研究開発に関する社会経済的側面を含めたフィージビリティ研究、原子力発電の社会的理解に関する研究、新エネルギー導入・省エネルギー推進のためのインセンティブの研究等があげられる。

## 3．推進方策重点領域における研究開発の目標

重点領域における今後5年間で到達すべき研究開発の目標は以下のとおりである。

## ア．供給、輸送、変換、消費のエネルギー・トータルシステムの変革をもたらす研究開発

1) 供給部分を中心とした新たなエネルギーシステムの研究開発については、それぞれの特性、進捗状況、コスト面に応じて、それぞれの研究開発目標を位置付ける。具体的には以下のとおりとなる。

### (水素利用システム)

およそ5年後を燃料電池システムの導入開始目途とし、導入段階への準備として、水素燃料貯蔵技術の開発、基準・標準化等水素利用の制度面の基盤の整備を目指す。

### (バイオマス開発・利用技術)

未活用のバイオマスの汎用性の高い燃料形態への転換効率の向上、コスト削減技術の開発、システム技術の実証試験、モデル事業の開始等を目指

す。

(DME・GTL製造・利用技術)

概ね5年後までの商業生産の開始を目指し、効率的・低コストな生産技術の開発、実証試験による利用技術の確立、保安規制、規格類の整備を目指す。

(核燃料サイクル)

ウラン濃縮、再処理、MOX（混合酸化物）燃料加工及びFBR（高速増殖炉）サイクルの各分野において中長期的視野の下、着実な研究開発を推進するが、今後5年後の主な具体的目標としては、ウラン濃縮分野における新型遠心分離機の最終仕様決定、FBRサイクル分野における実用化概念に基づく研究テーマの特定を目指す。

(長期的研究開発課題)

将来へのエネルギー供給オプションに繋がるよう基盤技術の確立を目指す。

2)輸送・変換部分が中心となる新たなエネルギーシステムの研究開発としては、電力システムにおける超電導利用技術があげられる。およそ10年後からの導入開始を目途として、高効率な電力貯蔵装置、発電機、ケーブル、変圧器等に用いる要素技術の確立を目指す。

3)消費部分を中心とした新たなエネルギーシステムの研究開発としては、エネルギー管理システム（EMS）及び住宅・ビル・交通システムを含めての都市エネルギーシステムの研究があげられる。今後5年間で、制御技術、評価手法等の開発等を目指す。

## イ．エネルギーインフラを高度化していくために必要な研究開発

### 1)エネルギー機器の効率向上

a) 燃料電池は、自動車用の導入に向けたプロトタイプの開発等と併行して基盤研究を行い、コスト削減を目指す。

(参考)

およそ5年後からの導入段階に移行すべく、5,000円/kw程度の自動車用燃料電池、30～50万円/基程度（家庭用）の定置用燃料電池システムの

実現を目指す。

b)太陽光電池については、パネル発電システムの普及拡大と共に材料などの基盤研究を併行して行い、コスト削減を目指す。

(参考)

普及拡大に向けて、発電コスト30円/kwh程度、システム設置価格37万円/kw程度の太陽光発電の商用化と、25円/kwh程度、システム設置価格30万円/kw程度の低コスト太陽電池の要素技術の確立を目指す。

c)石油探査・利用技術については、石油資源の遠隔探知技術の開発と精製・利用技術の高度化を目指す。

d)クリーン・コール・テクノロジーについては、IGCC(石炭ガス化複合発電)実証試験の実施及び熱効率の向上等を目指す。

(参考)

現行約39%の熱効率(送電端)を46%~48%程度まで向上させることを目標とした燃焼システム等の技術の確立とともに、55%程度まで向上させることを目標とした基盤技術の開発等を目指す。

e)産業用コージェネレーションについては、実用技術の健全性、信頼性の確立を目指す。

f)クリーンエネルギー自動車技術については、エンジンの改善、エネルギー回生装置の効率向上を目的とした要素技術の開発を目指す。

2)エネルギー機器・インフラ用各種材料開発

超低損失電力素子、超電導材料、高効率光電変換素子、耐熱単結晶超合金、耐熱性・塑性に優れたセラミックス等新材料のエネルギー機器・インフラへの適用、実用化を目指した基盤研究を行う。

3)長期的研究開発課題については、基盤技術の確立を目指す。

**ウ．エネルギーの安全のための研究開発**

放射性廃棄物処分に関しては、高レベル放射性廃棄物処分における設計/安全評価データ・モデル等の整備を目指す。

原子力の安全向上技術については、実証試験等を通じて安全規制の向上を



目指す。

電力、ガス等エネルギー供給・利用に関わる保安対策向上技術については、リスクアセスメント、寿命予測技術等それぞれの個別開発の達成を目指す。

天然ガスパイプラインの研究開発については、長距離海底用パイプラインの安全評価の確立を目指す。

## エ．エネルギーを社会的・経済的に評価・分析する研究

核燃料サイクル、放射性廃棄物処分、水素利用システム等大規模研究開発においては、それぞれの実用化イメージを踏まえながら、社会経済的側面を含めたフィージビリティ研究を行う。

原子力発電の社会的理解に関する研究では、社会受容性に関する評価手法の構築を目指す。

省エネルギー推進のためのインセンティブの研究としては、民生、運輸部門を中心とした、都市・建造物・交通といった社会システム単位での省エネ促進の研究、人間のエネルギー消費の行動モニタリングによる分析評価等に取り組む。

新エネルギー導入のためのインセンティブの研究としては、新エネルギーの導入・普及量の目標達成を目指した政策オプション等の研究、ライフ・サイクル・アセスメント（資源採取から廃棄に到るまでの生涯を総合した評価）手法による各種エネルギーシステムの環境影響評価等に取り組む。

## 4．重点領域における研究開発の推進方策の基本的事項

エネルギー科学技術政策及び関連する政策を推進する上で、推進方策として考慮すべき点としては、以下の点が挙げられる。

### （１）研究開発の質と効率の向上を図るための重要事項

#### ア．国際協力

エネルギー問題は日本だけで解決することはできない。国際的なエネルギー問題の深刻化とりわけ近隣諸国でのエネルギー問題の深刻化は、日本の安全保障にとって大きな脅威となる。このため、日本としても積極的に国際貢献を行うべく、科学技術の成果を発展途上国を中心として国際的に移転して

いくという取組みが必要である。

また、大規模で高度な研究開発について日本だけで実施するのではなく、諸外国との共同による研究開発の推進が重要である。国際的な共同研究開発への参加は日本にとって国際貢献、効率的・効果的な研究開発の実施の観点から重要である。

## イ．研究開発成果の普及

大規模なエネルギーシステムの開発成果については、その導入・普及には社会的理解、国民の理解が必要であり、研究開発の段階から、社会的理解に関する研究も併せて取り組む必要がある。

また、水素を用いる燃料電池や、原材料の調達・確保に課題のあるバイオマスエネルギー等クリーンエネルギー関連の開発成果は、市場原理だけでは十分な導入・普及が図られにくいものもある。したがって、研究開発の段階においても、開発成果の導入普及の社会的、政策・制度的状況を十分踏まえた上での取組みが必要である。

## ウ．産学官の役割分担、連携

エネルギーシステムの研究開発は、関連技術の集合体でもあり、1つの主体が全体に取り組むことは非効率的でもある。例えば、省エネ関連技術等市場原理との関連性が高い研究開発は民間を主体とすべきであり、~~るう。~~逆に原理の究明等基礎的な分野は学術機関を主体とすべきである。こうした考え方を参考にしつつ、効率的な産学官の役割分担を行う必要があり、るう。それには、例えば、産学官共同の推進組織の下に推進することも考えられ、産学官の効率的な役割分担、推進が担保される体制の下で、研究開発を推進すべきである。

## エ．省庁連携による効率的推進

バイオマス、省エネ等の技術開発は導入普及までを見越せば、複数の省庁横断的課題であり、こうした分野での研究開発においては、省庁間の連携による、無駄がなく、効率的な取組みが必要である。

## オ．短・中・長期的研究開発課題の組合せ

基盤科学技術等長期的研究開発課題と、実用化に向けての短期課題、その間をつなぐ中期的課題については、我が国のエネルギー安全保障を確保しつつ全体的に整合性のある取り組みが必要である。

## (2) 研究開発に必要となる資源に関する留意事項

### ア．人材の確保・育成

原子力分野を始めとして近年人材の供給に対する懸念が高まっている。これは大学等における教育の問題としてとらえることができるが、エネルギー分野に進むことが果たして若い人材にとって魅力的なのかどうかという社会全体の問題でもある。長期的研究開発課題の重要性も考慮すれば、エネルギー分野での技術基盤を維持し研究開発を推進していくため、人材の確保・育成を図ることが必要である。

### イ．基盤及び他分野の研究開発成果の活用

エネルギーシステムは、材料、IT等多くの要素技術の集合体であり、基盤研究や他分野の研究開発成果がエネルギーシステム研究開発の新規資源とな恩恵に浴する面がある。そうした認識の下、基盤及び他分野の研究開発との連携及びそれらの研究開発成果に対する柔軟な対応、積極的な活用に心掛けるべきである。

以上