

分野別推進戦略

(エネルギー分野抜粋)

平成13年9月21日

総合科学技術会議

エネルギー分野

1. エネルギー分野の現状

(1) エネルギー問題の状況（3 E の同時達成が基本的目標）

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、市場の自由化に伴い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)、環境保全(Environmental Conservation)、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3 E 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3 E 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、国際協力・貢献の視点である。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。こうした観点から、近隣諸国を含めた国際社会への協力と貢献は、我が国の3 E の同時

達成にも不可欠である。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、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。

① 将来の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、一次エネルギー源としては、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。また、二次エネルギー源である水素の利用は一次エネルギー源の多様化にも資することから積極的な研究開発が重要である。ただし、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、供給安定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。

② 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。我が国では、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二酸化炭素であることから、解決のためには更なる技術オプションの用意が必要な状況であり、エネルギー科学技術が担う役割は大きい。①将来の社会に適合するエネルギー源の多様化、③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省エネルギー、新エネルギー、原子力等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、環境分野においても重点課題として研究開発を推進すべきである。

③ 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が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変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変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。

④ 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、世界のエネルギー需要の伸び、地球規模での環境問題という長期的課題を考慮すれば、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。

(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ず、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、前述の①～④の重点化の視点を踏まえ、今後5年間の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。なお、各領域の具体的課題は、「3. 重点領域における研究開発の目標」にある通りである。

① 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

3E達成という課題への抜本的、効率的な取組みとして、エネルギーシステムとしての取組みに重点をおく。

② 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諸要素の研究開発、効率性・環境面等からの高度化に重点をおく。

③ エネルギーの安全・安心のための研究開発

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。

④ 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、経済、環境の諸面と密接に関与しているこ

とから、それら諸面の総合分析評価、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。なお、④に係る研究開発成果については、上記①～③の研究開発に反映してゆくことが重要である。

3. 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。

(1) 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

ア. 水素エネルギー利用システム

およそ5年後の燃料電池の導入を皮切りに、今後のより広範な社会への導入の準備として、水素の製造・輸送・貯蔵・利用技術の開発、水素ステーションの実証、基準・標準化等水素エネルギー利用の制度面の基盤の整備を目指す。

イ. バイオマスエネルギー開発・利用技術

未活用のバイオマスエネルギー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。

ウ. DME（ジ・メチル・エーテル）・GTL（ガス・トゥ・リキッド）製造・利用技術（天然ガス等からの液体燃料製造・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。

エ. 核燃料サイクル

エネルギーとしての原子力利用は資源の利用効率の向上等を図る核燃料サイクルシステムとしての確立が不可欠であり、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、着実な研究開発を進める。5年後には、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導入に向けた核燃料サイクルの実用化候補概念の絞り込み等を目指す。

オ. 長期的研究開発課題

エネルギー技術となるには計画的で着実な開発努力と技術の段階的実証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開発（メタンと水の分子から成る氷状の固体物質）等については、将来へのエネルギー供給オプションに繋がるよう、それぞれの

成熟度を踏まえつつ、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
電力システムにおける超電導利用技術について、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
ITインフラを高度活用した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について、今後5年間で、最適制御技術、評価手法の開発、省エネルギー技術のシステムの的な開発等を目指す。

(2) 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 エネルギー機器等の効率向上

ア．燃料電池

車載用プロトタイプの開発と併行して、小容量から発電用大容量タイプまでも含め基盤研究を行い、コスト削減を目指す。

(参考)

固体高分子形燃料電池の開発については、およそ10年後からの普及段階においては、5,000円/kw程度の自動車用燃料電池、30万円/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。

イ．太陽光発電

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並行して行い、変換効率の向上等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を目指し、10年後には25円/kwh程度、システム設置価格30万円/kw程度、20年後には10～15円/kwh程度、システム設置価格20万円/kw程度の商用化を目指す。

ウ．石油探査・利用技術

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。

エ．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)

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。

オ．コージェネレーション（熱電併給）技術

更なる低コスト化、発電効率の向上等技術の高度化を目指す。

カ．クリーンエネルギー自動車開発

ゼロエミッションを目指すクリーンエネルギー自動車の効率向上技術については、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等開発

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・信頼性に優れたセラミックスといった新材料等のエネルギー機器・インフラへの適用、実用化を目指した基盤研究を行う。

③ 革新的技術

アクチニド燃焼・立地制約の軽減・多角的利用等に着目した革新的原子炉、バイオプロセス（生物機能を活用した生産工程）等革新的課題の技術基盤の確立等を目指す。

(3) エネルギーの安全・安心のための研究開発

① 放射性廃棄物処分

高レベル放射性廃棄物処分における地質環境の把握研究、設計／安全評価データ・モデル等の整備を目指す。

② 原子力の安全向上技術

実証試験等を通じて安全性を保障する技術の高度化を目指す。

③ 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

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。

④ 天然ガスパイプラインに係る安全評価研究

長距離海底用等パイプラインの安全評価の確立を目指す。

(4) エネルギーを社会的・経済的に評価・分析する研究

① エネルギーシステムの経済、環境面を含む総合分析評価に関する研究

エネルギーシステムが社会、経済、環境の諸面に与える影響を総合的に分析・評価する手法やライフ・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

環境影響評価手法の構築を目指す。

② 原子力エネルギー利用の社会的理解に関する研究

原子力に特有の障害要因を解析評価し、社会的受容性の向上に向けた方策の構築を目指す。

③ 省エネルギー推進のためのインセンティブの研究

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エネルギー消費の実態把握とそれに基づく省エネルギー促進の研究、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手法の構築等を目指す。

④ 新エネルギー導入のためのインセンティブの研究

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提案を目指す。

4. 重点領域における研究開発の推進方策の基本的事項

(1) 研究開発の質と効率の向上を図るための重要事項

① 国際協力

国際的な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ため、日本としては、発展途上国を中心として、国際的に移転できうる研究開発成果の創出と積極的な移転への取り組みが必要である。

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。

② 研究開発成果の普及と研究開発の評価

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、燃料電池、バイオマスエネルギー等は、エネルギー供給源、原材料の調達・確保等にも課題があり、研究開発成果の導入・普及にはこういった面の課題に対応する必要がある。したがって、研究開発の段階においても、開発成果の導入・普及を念頭にして、社会的、政策・制度的状況を十分踏まえた上での取り組みが必要である。

さらに、効率的・効果的な研究開発を推進するため、エネルギーに関する研究開発の厳正な評価が必要である。

③ 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、市場原理との関連性が高い研究開発は産業が中心となり、逆に原理の究明等基礎的な分野は大学、研究法人等が中心となって、相互協力の下に推進することが適切である。こうした考え方を参考にしつつ、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。

④ 省庁連携による効率的推進

新エネルギー、省エネルギー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、効率的な取り組みが必要である。

⑤ 短・中・長期的研究開発課題の組合せ

3E達成の観点から望ましいエネルギー技術体系の実現を目指して、コスト低減、効率向上等実用化を目指した短期的課題、革新的技術の実用化に向けた中期的課題及び基盤科学技術等長期的課題を適切に組み合わせ、全体として整合性のある取り組みを行うべきである。なお、長期的課題については、息の長い取り組みであることから、長期計画に基づき、適宜、評価を行い、必要に応じて計画の見直しを行いながら、着実な継続を図る必要がある。

(2) 研究開発に必要となる資源に関する留意事項

① 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おり、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となっている。特に、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。このため、大学等高等教育のみならず、初等・中等教育においてもエネルギー問題の重要性、特にエネルギー有効利用やエネルギーの安全に係る教育の充実を図る必要がある。