

# 米国のエネルギー展望

デイビッド・ヒル

米国アイダホ国立研究所

## はじめに

気象問題への世界的な関心の集まりは、経済成長の源となる化石燃料への依存を低減する経済の著しい拡大にとってまたとない機会を与えることとなった。例えば第2次世界大戦後の米国のように、歴史上すべての大規模な経済成長は、エネルギーの生産と消費が増えることによって成し遂げられてきた。エネルギーの入手は、基本的な社会のニーズ、経済成長の推進、そして、人類の発展を満足するために必要不可欠である。しかしながら、持続可能な人類の発展は、生産と消費の両面から、クリーンエネルギー経済に向けて抜本的にシフトすることを必要としている。<sup>1</sup>

1990年代は化石燃料が低価格で手に入ることから、将来のエネルギー供給は確保されていると考えられていた。最近では、石油価格の高騰、化石燃料のニーズの増加、そして、政治的に不安定な地域からの供給への依存により、化石燃料の需要はますます高まることとなった。また、気候変動への懸念は、米国政府に対し、化石燃料を基盤とした経済から低炭素経済に移行する政策を求めるよう促している。さらに、エネルギーの開発と展開に関する市場がグローバル化している状況においては、これまで以上に国際的な協力が必要になってきている。

この講演では、クリーンエネルギー経済に移行するための展望と選択肢を含め、現在から将来における米国のエネルギーミックスを紹介する。米国は、信頼性の高い電力の安定供給を確保するため、原子力を含む様々なエネルギーを選択しており、世界全体の原子力発電量の30%以上を占める104基の原子力発電所を稼働させている、世界最大の原子力大国である。また、この講演では、施策や政策を含め、現在から将来にわたる米国における原子力の役割、原子力利用の拡大に伴う技術や、資金面・規制面での課題についても取り上げる。

## エネルギーと電力の需要と供給

米国は、エネルギー資源に恵まれた国であり、国民がエネルギー不足や、価格変動のような事態に影響を受けないよう、様々なエネルギーを選択している。主なエネルギー資源は、石油、天然ガス、石炭、原子力、再生可能エネルギーである。また、主な消費者は、民生部門（家庭用・業務用）、産業部門、運輸部門、そして、発電部門である。オバマ大統領は、2035年までに、風力・太陽光・バイオマス・水力、良質な天然ガス、原子力、そして、クリーンコール（環境に悪影響を及ぼさない石炭利用技術）といった様々なクリーンなエネルギー源から、米国のエネルギーの80%を供給するとの目標を設定した。<sup>2</sup>

米国エネルギー省のエネルギー情報局（EIA）は、米国のエネルギー消費量は、産業製造部門や商業部門の成長により、今後25年間、年間0.7%の割合で増加していくと予測し、2009年には8%であった一次エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合が、2035年には13%に上昇するであろうとしている。この再生可能エネルギーの増加は、連邦税の控除や州の再生可能エネルギー供給義務化基準によって促進される。一方、個々のエネルギー消費に関しては、社会の構造的変化や陸上輸送機関・電化製品の効率向上により、GDPとの関係においては減少し続けるであろう。しかしながら、エネルギー消費は、今後25年間に、年間0.7%の割合で増加し、31%増加すると予測されている。<sup>3</sup>

EIAは、2009年から2035年の間に、原子力が950万キロワット増加するが、逆に、一次エネルギーにおける原子力の割合は8.8%から8.0%に、電力に占める割合は20%から17%に低下すると予測している。米国は、原子力発電所の新規建設を進めていくが、世界の経済状況の影響を受け、さらにゆっくりと進んでいく。原子力の増加は、連邦融資保証や税控除、そして、規制料金制度の州においては投資した資本がレートベース（事業報酬算定の対象となる資産）となって回収されることにより、促進される。今後の米国の炭素税は、原子力発電を約2900万キロワットと大幅に増加させるであろう。<sup>4</sup>

## なぜ原子力？

原子力と水力発電は、大気汚染や温室効果ガスの排出をしない唯一の大規模電源である。低コスト・低排出の技術の1つである原子力は、信頼性が高く、価格が妥当で、送電網の安定性のために不可欠なエネルギーである。特に、原子力は、一定の大きな出力を供給し、再生可能エネルギー技術による出力の著しい変動を補完することができる。資本コストは高いが、燃料コストと運転コストが低い。発電コストに占めるウランの割合が低いことから、ウラン価格の変動に対し、相対的に価格の安定性が確保されている。<sup>5</sup> また、原子力は、高品質の活動の推進力ともなる。

原子力は、現在は電力供給に利用されているが、2020年以降、米国の産業界は原子力で発生する熱を利用して石油化学製品をよりクリーンに製造することにも取り組んでいくと見られる。米国やその他の国々は、熱利用のための超高温原子炉を開発しており、米国の産業界は、電力供給や熱利用応用のための軽水炉や革新的な小・中型炉を指向している。さらに、仮に炭素に価格が上乗せされれば、原子力が石油化学工業の原料である天然ガスに取って代わる可能性がある。

## 原子力エネルギー利用拡大の大きな課題：経済と廃棄物処理

市場経済において、エネルギー技術の選択は、資本コストと運転コストと輸送コストによるものとなる。石炭、原子力、再生可能エネルギーについては、資本コストが高い。逆に、天然ガスについては燃料コストが最大の費用要素である。原子力は、低炭素でコストが安定したベースロード電源（時間的に変動する電力需要に対しても一定の電力を供給する電源）であるが、プラント建設コストが1基あたり約40億ドルと高い。原子力や再生可能エネルギーのような初期投資型の技術にとっては低コストの資金調達が重要な課題であり、資金調達コストが高くなれば、石炭や天然ガスの複合サイクルのほうが競争力が高くなる。2005年の米国エネルギー政策法(2005EPACT)においては、最初の新規原子力発電所のための融資保証が承認された。さらに、原子力は、レートベースとしてコスト回収が認められた州の規制料金市場において競争力が高い。

長期的視野に立って見ると、米国政府が商業炉の使用済燃料を引き取る法的義務を果たせなかったことが、新規プラント建設の障害となっている。この使用済燃料管理の問題は、技術的な問題ではなく、社会的・政治的なものである。ユッカマウンテン廃棄物地層処分場の許可申請取り下げにより、原子炉敷地内での使用済燃料の長期貯蔵が必要となり、その期間が延長されている。短期的には、敷地内での貯蔵は、安全、確実で、比較的費用対効果も良いが、最終的には地層処分場が必要となる。米国政府は、現在、使用済燃料のより良い管理方法としての選択肢を模索しており、昨年、「米国人の原子力の将来に関するブルーリボン委員会」が発足し、最近になって勧告の案が公表された。同委員会の作業は継続中であるが、最初の勧告においては、1つ以上の永久地層処分施設と統合中間貯蔵施設、そして、使用済燃料の管理に実質的に貢献できる革新的な燃料サイクルの研究・開発・実証を含む近代的な廃棄物管理戦略の確立を求めている。<sup>6</sup>

最後に、東京電力福島第一原子力発電所の事故は、一般の方々の原子力の安全性に関する社会的認知度を高めることとなった。米国原子力規制委員会(NRC)は、最初の90日間に既設の原子力発電所群に対する規制の見落としや安全基準の再評価を実施し、12項目の勧告を発行した。NRCは、「運転の継続や許認可手続きの継続は、公衆の健康や安全に対する差し迫ったリスクを負わせるものではなく、また、国の防衛や安全保障に反するものではない。」と確認した。<sup>7</sup> NRCと産業界は、日本の経験から学び、関連する知見を適用し、施設の安全性をさらに高めていくことを約束した。

## 米国連邦政府原子力研究プログラム

米国エネルギー省の長期的な原子力利用に対する課題に向けての4つの研究開発目的は、①信頼性を向上し、安全を維持し、既設の原子炉の運転期間を延長するための技術と解決策の開発、②新しい原子炉の低コスト化、③持続可能な燃料サイクルの開発、④核拡散と核テロリズムのリスクの理解と最小化、である。

軽水炉の継続に関するプログラムは、長期運転に伴う材料の経年劣化等の課題を調査して解決するため、連邦政府が原子力産業と協力して年間約2500万ドルを投資するイニシアチブである。新しい第3世代プラス及び第4世代の原子炉を適正な価格にするよう向上し、原子力がエネルギー安全保障と気候変動に対する目標を達成することを可能にするための研究には、非発電応用に適した超高温原子炉や小型モジュール炉、その他の概念等の革新的なシステムの開発等がある。米国は、13カ国が参加する「第4世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)」を通じ、

先進的な原子炉の研究開発に協力している。現在日本は、GIF 政策グループの議長国である。

現在の米国の政策は、ワンススルー（再処理をしない直接処分）と呼ばれている。しかし、燃料サイクルの選択肢を幅広く支援するための研究への投資は、今世紀半ばまでに必要な技術を展開するとの目標の下に続けている。先進的な技術は、ウラン資源の利用率を改善し、廃棄物の発生を最小化し、発生するすべての廃棄物を管理する機能と容量を確保することができる技術である。例えば、処理を最小限にする技術、あるいは、高速炉への移行を伴う技術のような新しい技術は、将来の持続可能な技術を確実なものにするだろう。特定のバックエンド技術の公約がない米国は、より持続可能な燃料サイクルを創出するためのあらゆる選択肢をすべて検討することができる機会を得ている。

#### まとめ

米国は、確実なエネルギー源としての原子力の開発を継続し、原子力の研究・開発・実証への投資を継続していく。米国は、永きにわたるパートナー国との協力が先進的な技術に向けて重要であると考えており、引き続き、連携の機会を求め続けていく。

#### 引用文献

<sup>1</sup> *The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development*, United Nations Human Development Report 2010.

<sup>2</sup> *Blueprint for a Secure Energy Future*, The White House, March 30, 2011.

<sup>3</sup> *Annual Energy Outlook 2011*, Energy Information Agency, DOE/EIA-0382 (2011), April 2011.

<sup>4</sup> Ibid.

<sup>5</sup> *Uranium: Sustaining a Global Nuclear Renaissance?* World Nuclear Organization. (2005)

<sup>6</sup> *Draft Report to the Secretary of Energy*, Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future, July 29, 2011.

<sup>7</sup> *Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21<sup>st</sup> Century: The Near-Term Task Force Review of Insights from the Fukushima Daiichi Accident*, U.S. Nuclear Regulatory Commission, July 21, 2011, p. 46.

<sup>8</sup> *Nuclear Energy Research and Development Roadmap*, U.S. Department of Energy, Office of Nuclear Energy, April 2010.