

原子力の革新的技術開発ロードマップの骨子 (案)

第11回原子力委員会
資料第1-3号

平成20年2月28日

1. 趣旨

人類が持続可能な発展をめざすためには、そのエネルギー供給システムを安全性、経済性に優れ、社会や環境に悪影響を与えないものにしなければならない。現在のところ、エネルギー供給部門が温室効果ガスの主たる発生源であることを踏まえれば、今後、この部門における技術選択においては、安全性、経済性に優れていることはもとより、エネルギー発生過程における温室効果ガスの発生量の小さいことを重視していくべきである。このことを踏まえれば、省エネルギーの促進、再生可能エネルギーの最大限の利用と並んで、積極的な原子力の利用が不可欠である。

原子力エネルギーは、現在のところ、ウランの制御された核分裂連鎖反応で発生する熱エネルギーを利用する原子炉を用いて利用されており、その主たる用途は発電である。

世界で約400基の大型原子力発電所が運転され、世界の電力の16%を供給している。この割合はエネルギー発生過程で温室効果ガスを発生しないエネルギー供給技術の中で最大である。用いられている炉型は主として軽水炉であり、この炉は我が国において、深層防護の考え方に基づく適切な安全管理によって公衆災害をもたらすことなく運転されてきており、また、経済的にも、化石燃料調達費用の上昇により、多くの国で化石燃料による火力発電と競合できるようになってきている。

○2006年の、世界の原子力発電量2658TWh(435基約370GW、総発電量の約16%)

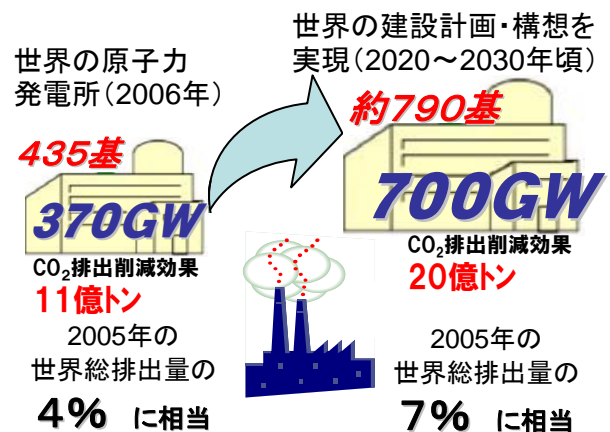
出典:世界原子力協会(WNA)

これを化石電源に置換えた場合のCO₂排出量増加は、LNG複合サイクル火力発電比で11億トン(2005年世界総排出量の約4%)

○現在、世界各国が今後10-20年で建設を計画・構想中の原子力発電は合計約330GW
これが実現され、合計700GWとなれば、化石電源を使う場合に比較した排出量抑制効果は、LNG複合サイクル火力発電比で20億トン(2005年世界総排出量の約7%)

原子力委員会「原子力ビジョン懇談会」より
「Comparison of Energy Systems Using Life Cycle Assessment, WEC, 2004から試算」

原子力発電を火力発電(LNG複合サイクル)で代替した場合に増加するCO₂排出量の試算



現在、少なからぬ数の国が、地球温暖化対策の強化およびエネルギー安定供給確保の観点から、原子力発電の規模を増大したり、新たな導入を検討している。

しかしながら、人類が将来にわたって原子力エネルギー供給技術とその規模を拡大させつつ利用していくとすれば、研究開発活動を通じて新しい知見を生み出し、それに基づき現在の技術を改良し、さらに新しい原子力エネルギー供給技術を実用化していくことが必要である。

また、エネルギー供給技術システムの特性の高度化は、研究開発を通じて得られた新材料や新プロセスの活用により達成されるところ、原子力分野における基礎・基盤的研究開発活動やそのためのインフラは、原子力以外のエネルギー供給・利用技術システムの革新のための新材料や新プロセスの着想を産み、育てることに貢献している。原子力分野以外の環境・エネルギー技術開発との連携を積極的に進め、我が国全体としての効果を高めていくことが必要である。

この原子力の革新的技術開発ロードマップは、実現すべきシステム特性や実現が期待される材料やプロセスの革新をビジョンとして提示するとともに、このビジョンを実現するために追及すべき技術課題とその実現に向けた研究開発目標等、実用化に向けた取組を行程図(ロードマップ)に取りまとめて、示しているものである。

2. 原子力の技術開発が目指すビジョン

原子力委員会が策定する原子力政策大綱では、原子力発電については、2030年以後も、我が国の総発電電力量の3割から4割程度か、それ以上の供給割合を担うことを目指すとされている。実効性ある地球温暖化対策を行うためには、まず、実際に大きな貢献を行っている原子力発電の有効活用を積極的に進めることが効果大きい。次に、持続的な社会の構築に貢献できるよう、供給安定性等、原子力技術の持つ長所をより質の高いものとするとともに、安全の確保等、より社会に受け入れられるよう技術開発を推進して行かなければならない。

また、国際的な原子力利用の拡大が進む中で、安全、核不拡散、核セキュリティの確保を前提として原子力の平和利用に取り組めるようにするためにも、こうした分野での知見や技術を持つ我が国の経験を活かしていくことが重要である。

こうした観点から、原子力技術が目指すべきビジョンとそれを達成する技術システムについて以下に記載する。

(1) 原子力技術が目指すべきビジョン

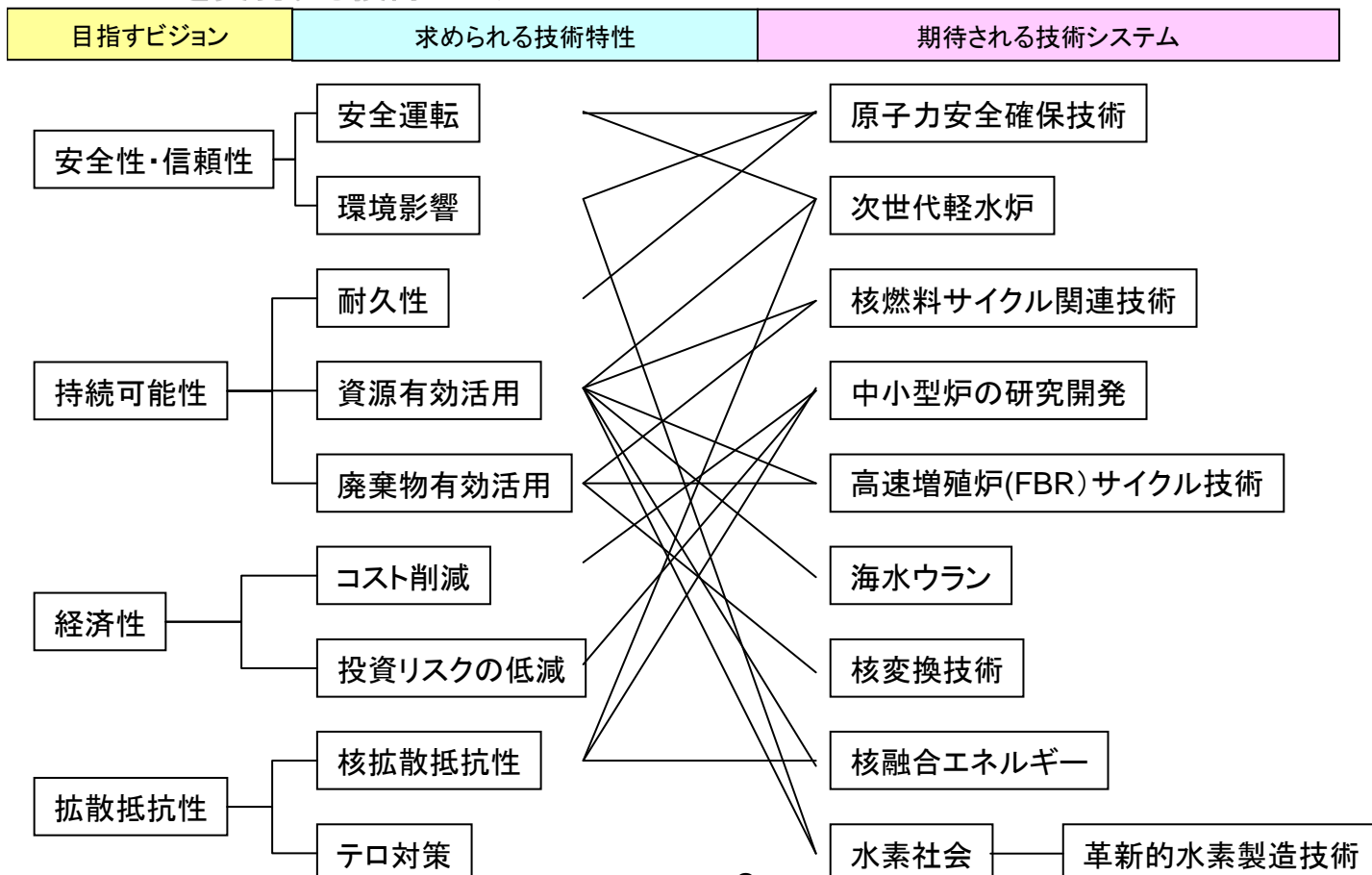
i. 原子力エネルギー供給技術システムの高度化

- ア) 安全性、信頼性が高く、受け入れられやすいフレンドリーなシステムであること
- イ) 持続可能なシステムであること、特に資源確保の困難性や放射性廃棄物の蓄積がシステム利用継続の制約にならないこと
- ウ) 核拡散抵抗性が高いこと
- エ) 発電部門のみならず、熱利用の部門においても、他のエネルギー供給システムと経済的に競合できること

ii. 材料やプロセスの革新への貢献

- オ) 他のエネルギー供給・利用システムの有意な革新をもたらすこと

3. ビジョンを実現する技術システム



4. 原子力の革新的技術開発ロードマップの目的

本ロードマップの目的は、原子力技術のビジョンを実現する技術システムについて、

(1) 技術課題と研究開発目標等を時間軸に沿って明らかにすること

(2) ロードマップの実現に向けた推進方策、必要な基盤整備等について記載すること

を通じて、技術の実施のみならず、その実用化に向けた道筋(ロードマップ)を明らかにし、これによって、実用化に至る研究開発を効果的、効率的に実施することにある。

また、市場において供給される技術シーズや時期を明らかにすることで、関係者が市場における革新を実現するための戦略を共同して開発することに役立たせる等、研究開発を推進するための環境条件の整備に資することも期待される。

5. 原子力の革新的技術開発ロードマップ作成の考え方

原子力の革新的技術開発ロードマップの策定に当たっては、原子力技術を分類し、実施すべき研究開発課題毎に、温室効果ガスの排出削減への寄与の観点から、実用化に向けた段階等に応じて、短期、中期、長期に分け、それに応じた研究開発目標及び達成時期の設定等を行う。

(1) 地球温暖化対策に貢献できる原子力技術の分類

温室効果ガスの排出を削減することのできる原子力技術として、以下のような分類を行った。

ア) 原子力をエネルギー源とした電力供給技術

イ) 化石燃料の代替を促進する水素製造などの原子力利用の多様化を図る技術

ウ) 温暖化対策に貢献する環境エネルギー技術を支える基盤としての原子力・放射線技術

(2) 実用化に向けた段階に応じた研究開発課題、研究開発目標の設定

原子力技術の実用化までの段階を踏まえ、温室効果ガスの排出削減への寄与の観点から、時間軸に沿って、実用化までのマイルストーンとして、主要な技術開発課題、研究開発目標の明確化を行う。

【技術の実用化に向けた段階及び研究開発目標の設定に当たり重視すべき視点】

(短期的に温室効果ガスの削減効果が期待できるもの)

実用化に向けた段階: 実用化に近い技術、もしくは実用化された技術の改良、改善等

重視すべき視点: 経済性、実用性、普及のためのインフラ等

(2030年、2050年の段階で温室効果ガス削減への寄与が期待出来るもの)

実用化に向けた段階: 革新技術システムを実用化するための研究開発、革新的な技術システムを実用化候補まで発展させる技術開発

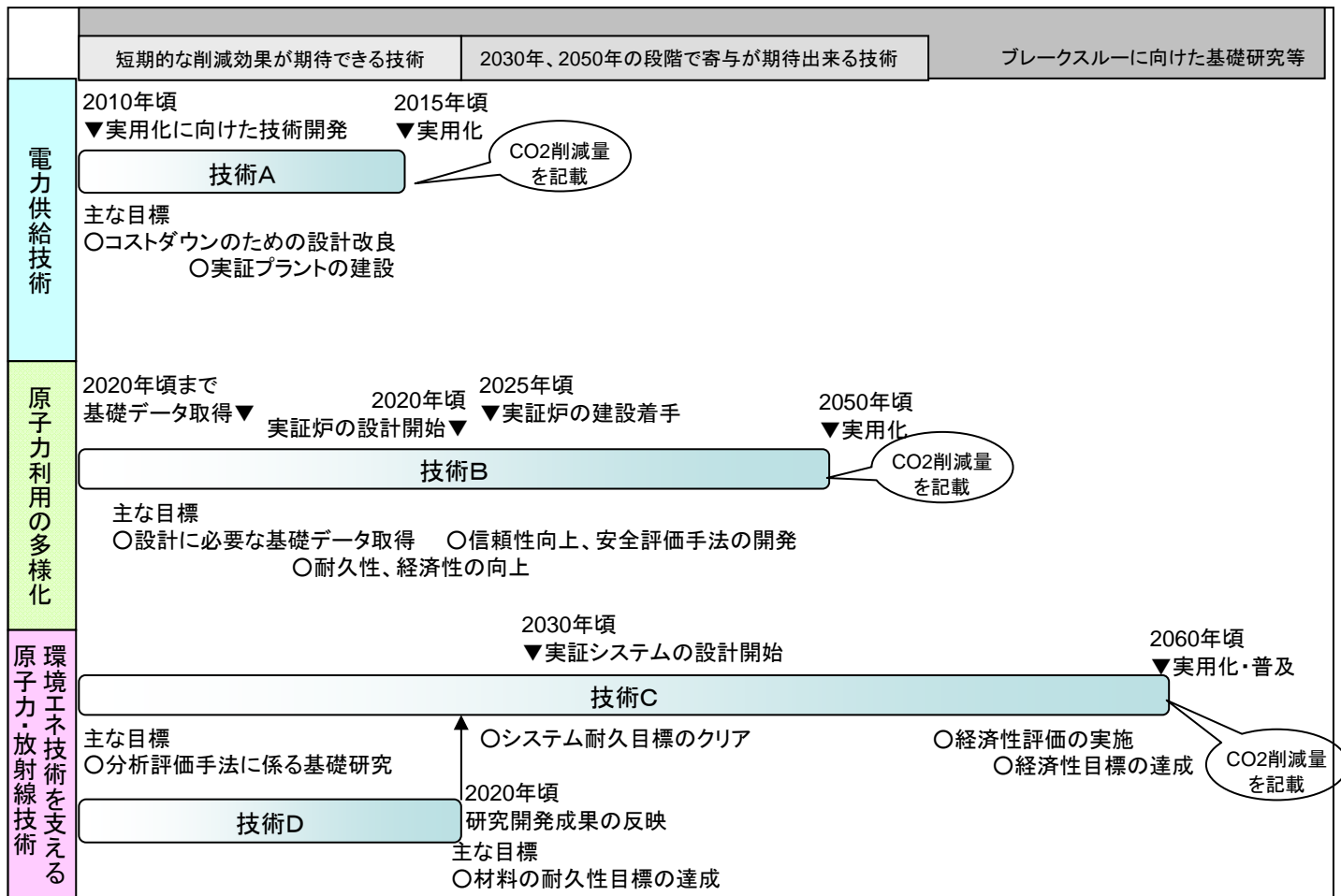
重視すべき視点: 実現性、戦略的推進体制、実用化・普及への基盤整備等、

(ブレークスルーに向けた基礎基盤研究の推進、長期的な温室効果ガスの削減に向けて研究開発を進めるべきもの)

実用化に向けた段階: 基礎的基盤的研究開発や、革新的な技術概念の実現可能性を探索する研究開発

重視すべき視点: 排出削減ポテンシャルの大きさ・市場への効果等

(3) ロードマップの記載事項について(例)



(4) 今回、原子力委員会では、地球温暖化対策に貢献する原子力技術の中で、特に有望な技術について、関係行政機関等からヒアリングを行い、とりまとめた。

5. 原子力の革新的技術開発ロードマップの対象となる技術の候補

(1) 原子力をエネルギーとした電力供給技術

世界の発電分野の二酸化炭素排出量は他の分野と比べて大きく、しかも、高い伸び率で増大している。この分野で原子力発電は世界の電力の16%程度(我が国では約30%)を安定して供給しており、原子力技術の温暖化対策としての役割は大きい。

今後とも、原子力発電による安定的かつ持続的な供給を可能とする技術開発を進める。

① 短期的に温室効果ガスの削減が期待できる技術

i. 既存軽水炉の有効活用のための技術開発

1) 原子力安全確保技術

a. 耐震安全技術、高経年化対策、高燃焼度化

b. 稼働率向上に向けた技術(検査制度の改善、リスク情報の活用)

② 2030年、2050年の段階で温室効果ガス削減への寄与が期待出来るもの

- ii. 原子力の持続的活用のための技術開発(安全関連の研究開発含む)
 - i) 次世代軽水炉の研究開発
 - ロ) 核燃料サイクル関連技術
 - a. ウラン濃縮技術
 - b. 放射性廃棄物等の処理・処分技術
 - ・高エネルギー γ 線による核検認技術
 - c. 使用済燃料再処理技術
 - ・高経済性・核拡散抵抗性分離抽出剤
 - d. 原子力施設の廃止措置技術
- iii. 革新的原子力発電システム(安全関連の研究開発含む)
 - i) 中小型炉の研究開発
 - ロ) 高速増殖炉(FBR)サイクル技術

③ ブレークスルーに向けた基礎基盤研究、長期的な削減効果のための研究開発

- ii. 原子力の持続的活用のための技術開発
 - i) 海水等からのウラン回収技術
 - ロ) 核変換技術
- iii. 革新的原子力発電システム
 - i) 核融合エネルギー

(2) 電力供給以外での化石燃料の代替を促進する等、原子力利用の多様化を図る技術

温暖化対策のためには、発電分野だけでなく、他の分野での化石燃料起源の温室効果ガスについても、その排出を削減することが重要である。このため、電力供給以外での原子力エネルギーの利用の多様化に資する技術開発を進める。

① 2030年、2050年の段階で温室効果ガス削減への寄与が期待出来るもの

- i. 革新的水素製造技術
 - i) 高温ガス炉の技術開発
 - ロ) 水分解、放射線励起触媒による水素製造

(3) 環境エネルギー技術を支える基盤技術としての原子力・放射線利用

温暖化対策のためには、エネルギー供給、運輸、農業、工業、廃棄物等々、様々な分野での革新的な技術開発が必要とされている。このため、原子炉中性子を使ったNTDシリコン半導体の製造といった応用、中性子、放射光、イオンビーム、電子線、ガンマ線などの量子ビームを利用した環境要素技術開発など、広く温室効果ガス削減技術の開発に資する技術開発を進める。

① 2030年、2050年の段階で温室効果ガス削減への寄与が期待出来るもの

- i. 量子ビームテクノロジーによる地球環境保全技術の開発
 - i) 中性子照射によるシリコンへのドーピング技術
 - ロ) 燃料電池・水素貯蔵材料の開発
 - ハ) 高発電効率太陽電池パネルの開発
 - ニ) 環境耐性・二酸化炭素高吸収植物品種の創出
 - ホ) カーボンニュートラルなプラスチックの創製
- ii. 原子力基礎・基盤研究

6. 課題毎の原子力の革新的技術開発ロードマップ

別紙(作成中)

7. 実現に向けた推進方策、必要な基盤整備等

地球温暖化対策に貢献する原子力技術の実現に向けて、効果的な研究開発を進めるためには、他の技術開発との連携を進めることが重要。これは研究開発の連携だけでなく、社会システムとして連動が、実用化、普及を促進する上で重要である。

また、原子力技術は、様々な制度や規制に基づき運用されており、安全を確保しつつより効果的に活用する上で、規制側の視点も踏まえた取組みが検討されるべき。

さらに、地球温暖化対策を考える上で、先進国として率先して温暖化対策に努力する姿勢を示す必要があるとともに、今後、温室効果ガスの排出量の増大の多くを占めるのは発展途上国であることを踏まえれば、国際的な協力を積極的に進めていく必要がある。

2050年までに温室効果ガスを現状の半分にし、究極的にはゼロにするという環境エネルギー技術革新計画を実施する上では、現在、国で実施されている研究開発だけでなく、大学や民間との連携の推進、また、ブレークスルーを目指しての新たな基礎的、基盤的研究の推進は不可欠である。こうした、研究開発を促進するための支援強化について、積極的に推進すべきである。

(1) 社会システム改革による実用化、普及の促進

- i. 夜間電力負荷の平準化の促進と原子力発電の一層の拡大
- ii. 原子力水素製造技術と水素利用技術の連携、インフラ整備

(2) 科学的、合理的な規制の追求

- i. 原子力発電所の設備利用率、出力向上等を可能とする等、科学的、合理的規制の実施

(3) 国際展開、国際貢献に向けた取組み

- i. IAEA、GNEP等の国際的枠組みを通じた国際協力
- ii. 国際的な核燃料供給保証の枠組み等への積極的な参画
- iii. 輸出に係る公的金融の活用、輸出管理、輸出信用付与手続きの柔軟な運用等
- iv. 京都メカニズムにおけるCDM、JIの原子力への適用と、具体的な適用方策の検討

(4) 環境エネルギー技術革新計画の実現を加速する支援策

- i. 環境エネルギー技術革新計画のフォローアップ
- ii. 実用化に向けた産業界との連携、大学等新規研究開発課題の開発着手を促進させるための支援策

