

平成 20 年 3 月 13 日

原子力委員会委員長 殿

地球環境保全・エネルギー安定供給のための  
原子力のビジョンを考える懇談会

座長 山本良一

## 地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会報告

本懇談会では、地球温暖化対策とエネルギー安定供給のために原子力が果たす役割についての議論が国内外で急速に進んでいることを踏まえ、原子力、エネルギー、環境、経済等の分野の有識者を委員として、G8 ハイリゲンダムサミットにおいて我が国及び EU、カナダが示した 2050 年までに温室効果ガスの排出を少なくとも半減するという目標に向けて、我が国として今ここで何をなすべきかについて、平成 19 年 9 月より 6 回の会合を開催して検討し、報告(案)をとりまとめた。その後、同報告(案)について広く国民からの意見を公募し、のべ 45 人の方から 77 件の意見を得て審議の参考とした。

これらの審議結果を踏まえて、地球温暖化及びエネルギー安定供給の対策としての原子力エネルギーの利用のために我が国として今取り組むべき事項等について、別紙のとおり懇談会としての意見をとりまとめたので、ここに報告する。

別紙 地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組について

添付資料 1 「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」の設置について（平成 19 年 6 月 19 日、原子力委員会決定）

添付資料 2 「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」の構成員について（平成 19 年 9 月 11 日、原子力委員会決定）

添付資料 3 「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」開催実績

以上

## 地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組について

### 1. 地球温暖化対策としての原子力エネルギー利用の役割

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、昨年発行した第4次評価報告書において、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、20世紀半ば以降の全球平均気温の上昇は、人為起源の温室効果ガス濃度の増加によって生じた可能性が非常に高いと結論づけた。また、平均気温の上昇に伴い、水資源、生態系、食料、沿岸、人の健康に様々な影響が現れることを予測して、これらの影響を削減し、遅らせ、回避するための緩和努力によって達成を目指すべき温室効果ガスの大気中濃度について複数の安定化レベルを示した。このうち最も低いレベル(二酸化炭素換算濃度445-490ppm)に大気中濃度を安定化させ、全球平均の気温上昇を産業革命以前比で2-2.4°Cに抑えるには、年々増大しつつある世界の温室効果ガス排出量を10-15年以内に減少に転じさせ、2050年頃には2000年の排出量の半分以下にすることが必要であるとしている。

G8ハイリゲンダムサミット首脳宣言「世界経済における成長と責任」(2007年6月)は、気候変動に関して、温室効果ガス排出削減に関する地球規模での目標を定めるにあたり、2050年までに地球規模での排出を少なくとも半減させることを含む、EU、カナダ及び日本による決定を真剣に検討するとした上で、この目標の達成にコミットし、主要新興経済国に対して、この試みに参加するよう求めるとしている。

本年1月、福田総理は世界経済フォーラム年次総会(ダボス会議)における特別講演の中で、我が国を議長国として本年7月に開催される北海道洞爺湖サミットの最大のテーマは気候変動問題であるとし、昨年我が国が提案した戦略「クールアース50」を推進するための「クールアース推進構想」を提示して、主要排出国とともに今後の温室効果ガスの排出削減について国別総量目標を掲げて取り組むことを述べ、2020年までの30%のエネルギー利用効率の改善を世界が共有する目標とすることを提案した。また、100億ドル規模の新たな資金メカニズム(クールアース・パートナーシップ)を構築し、省エネルギー努力等の途上国の排出削減への取組に積極的に協力するとともに、気候変動で深刻な被害を受ける途上国に対して支援を行うと述べた。さらに、2050年までに温室効果ガス排出量を半減するためには、革新的技術の開発によるブレークスルーが不可欠であるとし、我が国としては、環境・エネルギー分野の研究開発投資を重視することを述べた。

今後、各国が経済発展を追求しながら2050年頃までに世界全体として温室効果ガス排出量を半減させることは人類にとって極めて困難だが、達成せねばならないチャレンジである。これを

実現するためには、徹底したエネルギー消費の節約に努めるとともに、エネルギー供給及び利用分野において効率がよく、炭素集約度の低い技術を緊急に開発、展開、促進して、世界のエネルギーシステムを早急かつ大幅に変革せねばならない。この点を示唆するべく国際エネルギー機関(IEA)は、上記の IPCC による最も低い温室効果ガス安定化レベル達成のために必要となる対策についての試算を行い、大幅なエネルギー消費の節約、エネルギー利用効率の向上と並んで、エネルギー供給部門において従来型化石エネルギーの利用増加の抑制と、再生可能エネルギー、原子力エネルギー、炭素回収・貯留技術(CCS)の利用の急速な拡大を仮定した試算例を示している(World Energy Outlook 2007、450 安定化ケース)。この例では、2030 年における現状(2005 年)比の世界全体の一次エネルギー需要の伸びは約 1.2 倍にとどまり、CCS を適用しない従来型化石エネルギー利用は現状より若干減っている。一方、世界の電力需要は 2030 年に現状の約 1.6 倍となり、その中で水力発電は約 2.3 倍、バイオマス発電は約 2.3 倍、風力発電は約 9 倍、太陽光発電は約 135 倍と飛躍的に増加しており、地熱等を含む再生可能エネルギーによる発電の合計は現状の約 3.5 倍に達している。これに輸送用バイオ燃料等を加えた再生可能エネルギー利用全体でみると、2030 年には現状の約 2.1 倍となり、一次エネルギーの約 21%を占めている。また、これとともに原子力発電も大きく増加し、現状の約 2.4 倍(一次エネルギーの約 12%)となっている。これらを達成することはいずれも容易ではなく、非常に大きな努力を要するものである。

原子力発電は、1986 年以来世界の電力の 16%程度を安定して供給してきており、2006 年には 30 カ国で 435 基、約 370GW の設備が運転されている。原子力発電は発電過程において二酸化炭素を排出せず、ライフサイクルを通じての排出も風力や太陽光等の再生可能エネルギーによる発電と同程度に小さい。このため、この規模の原子力発電の代わりに火力発電を利用したとすれば、最も温室効果ガス排出量が少ない LNG 複合サイクル発電を用いた場合でも、世界の二酸化炭素排出量は、年間 11 億トン(2005 年の世界総排出量の 4%)増大することになる。さらに、現在、多くの国々で今後の原子力エネルギー利用の大幅な拡大や新規導入が計画、構想されており、その合計は約 350 基(約 330GW)に上る。これが実現して、世界の原子力発電設備が合計 700GW の規模になれば、同規模の LNG 複合サイクル発電を利用した場合に比較して年間 20 億トンの二酸化炭素排出量低減がもたらされ、より低い安定化濃度の達成に大きな貢献をなすことになる。

世界の発電分野の二酸化炭素排出量は他の分野に比して大きく、しかも高い伸び率で増大してきている。また、エネルギー資源を巡っては、化石燃料価格の高騰が常態化し、国際的な資源

獲得競争が激化する等、厳しい状況にある。これらを踏まえれば、一旦建設されると、1年から2年に一度燃料交換し、適切な維持管理を行うことで40年から60年程度は発電を継続することができる原子力発電所によって安定して経済的な電力を供給し、大規模な温室効果ガス排出削減を実現してきている原子力エネルギーは、エネルギー消費の節約、エネルギー利用効率向上、再生可能エネルギー利用等とともに、低炭素社会の実現を目指すための対策として不可欠である。この原子力エネルギーが世界30カ国で利用されており、さらに多くの国々がこの利用を目指していることは、低炭素社会の実現を目指す観点から、注目すべきことである。

このため、我が国は、エネルギー消費の節約、エネルギー利用効率向上や再生可能エネルギー利用等と同様に、核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保を大前提とした原子力エネルギーの平和利用が地球規模で一層拡大するよう、以下の6項目を重点に、取り組む。

## **2. 地球温暖化対策としての、核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保を大前提とした原子力エネルギーの平和利用の世界的な拡大に向けた取組**

### **取組1 地球温暖化対策には原子力エネルギーの平和利用の拡大が不可欠との共通認識の形成と、利用拡大に向けた国際的枠組みの構築**

世界的に、エネルギーの安定供給を図りつつ、2050年に向けた温室効果ガス排出量の大幅削減を実現していくためには、エネルギー消費の節約、エネルギー利用効率向上や再生可能エネルギー利用等の他の有力な対策の最大限の実施と並んで、原子力エネルギーの平和利用の拡大が不可欠である。このため、我が国は、国際社会に対し、次の働きかけを積極的に行う。

- ① 核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保を大前提とした原子力エネルギーの平和利用の拡大は、エネルギー消費の節約、エネルギー利用効率向上や再生可能エネルギー利用の拡大等と並んで、地球温暖化対策として不可欠であるとの共通認識を醸成すること。
- ② 原子力エネルギーをクリーン開発メカニズム(CDM)や共同実施(JI)等の対象に組み込むこと。
- ③ 核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保を大前提として原子力エネルギーの平和利用を推進しようとする国に対する、原子力発電所建設等への投資が促進されるための方策を検討すること。
- ④ 京都議定書第一約束期間後となる2013年以降の次期枠組みにおいて、原子力エネルギー

一の平和利用を有効な地球温暖化対策として位置づけること。

## **取組 2 原子力エネルギーの平和利用の前提となる、核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保のための国際的取組の充実**

原子力エネルギーの平和利用の前提となる、核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保には、国際原子力機関(IAEA)を中心としたこのための国際的な取組が極めて重要である。今後、世界的に原子力エネルギーの平和利用の拡大を図るためには、この国際的取組を拡充することが不可欠であり、世界各国と共同して、この取組の一層の充実に積極的に寄与する。具体的には、

- ① 核兵器の不拡散に関する条約(NPT)、原子力安全条約等、この国際的取組に関連する諸条約を実施するためIAEAに付託された措置が十分に実施されるよう、IAEAを人材、資金面で強化する取組を推進する。
- ② 高度の技術システムを運営して大規模な原子力利用を進めてきた唯一の非核兵器国として、核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保に関するIAEAや経済協力開発機構／原子力機関(OECD/NEA)による基準や勧告の策定等の活動の更なる高度化に向け、我が国の経験に基づく協力を一層強化する。
- ③ 核拡散を防止するため、全ての国によるIAEAとの間の追加議定書締結を目指すことをはじめとするIAEAの保障措置の強化に引き続き貢献するとともに、核拡散リスク増大の抑制に向けた燃料供給保証の枠組み構築のために行われている多国間の協議及び枠組み作りに積極的に参加し、貢献する。

## **取組 3 各国における原子力エネルギーの平和利用推進のための基盤整備の取組への積極的協力**

我が国が有する優れたエネルギー・環境技術を活用した国際貢献を図るため、核不拡散、原子力安全及び核セキュリティの確保を大前提として原子力エネルギー平和利用を推進しようとする国における、人材、法、規制、放射性廃棄物管理等の基盤整備に、IAEA等の国際機関や先進国と共に積極的に協力する。具体的には、

- ① 原子力エネルギーの平和利用にかかわる我が国の高度な基盤を活用して、IAEAの行う支援活動に専門家派遣等の協力を積極的に行い、また、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)をはじめとする多国間協力や二国間協力を通じ、近隣のアジア地域を中心に原子力エネルギー利用の新規導入や拡大を行う国々の基盤整備に向けた自立的取組を積極的に支援する。

- ② 我が国が有する設計、建設、運転・保守等の高度な技術力に基づいた協力、支援により、各国における原子力エネルギーの平和利用拡大への効果的な貢献ができるよう、金融、保険制度の活用等を積極的に行う。

#### **取組 4 世界的な原子力エネルギーの平和利用の拡大に資するための原子力エネルギー供給技術の性能向上を目指した我が国における研究開発活動の強化**

世界的な原子力エネルギーの平和利用の一層の拡大に資するため、原子力エネルギー供給技術の性能向上を目指した我が国における研究開発活動を強化する。具体的には、

- ① 世界最高水準の安全性と経済性等を有する次世代軽水炉、多様なニーズに対応した規模、機能と経済的競争力を備えた中小型原子炉、高温ガス炉による水素製造技術等の原子力エネルギー利用の多様化と高度化を図る革新的技術の開発、実証及び実用化
- ② 長期にわたる原子力エネルギーの利用を可能にする先進的な燃料サイクルの実現に向けた高速炉とその燃料サイクル技術の研究開発
- ③ 将来の恒久的エネルギー供給技術の実現を目指す核融合の研究開発

を強化して推進する。このため、これらの革新的技術開発のロードマップ作りを早急に行う。

さらに、研究開発を効果的・効率的に行うため、第4世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)、国際原子力エネルギー・パートナーシップ(GNEP)、IAEA等の国際機関における研究開発協力の取組、ITER計画(国際熱核融合実験炉)等の多国間の枠組みや二国間の枠組みを通じた国際協力をより積極的に推進する。

### **3. 国内における原子力エネルギー利用の取組**

#### **取組 5 国内における原子力政策上の課題への取組の強化**

上記の取組1から4を行うには、我が国自らが、地球温暖化対策に先進的に取り組み、低炭素社会への移行を早急に進めねばならない。そのためには、徹底したエネルギー消費の節約、エネルギー利用効率向上、再生可能エネルギー利用等のあらゆる効果的な対策を最大限に実施することが必要である。その中で、温暖化対策として現時点で最も有効な大規模電源である原子力エネルギーの利用を、世界の模範となるようにして進展させる必要がある。このため、原子力政策大綱に沿って、原子力発電所の高経年化対策や新・増設、核燃料サイクルの推進、高速増殖炉サイクル技術の研究開発をはじめとする原子力研究、開発、利用の取組を着実に進めつつ、特に早急に解決すべき以下の課題に重点的に取り組む。

- ① 原子力施設の耐震安全性の確認を第一に、自然災害に関する新たな知見を安全確保のあり方等に速やかに反映させる等のリスク管理活動を強化する。
- ② 高レベル放射性廃棄物処分は、後世代に先送りすることなく現世代が実施のための道筋を確立すべき国民的課題であるとの認識の下、国、原子力発電環境整備機構(NUMO)及び電気事業者は、地方自治体や国民各層とのコミュニケーションを格段に充実し、処分の安全確保の仕組み、処分場立地の公益性、立地を受け入れた自治体の発展の支援等に関して相互理解を深める活動を強化しつつ、その着実な前進を図る。
- ③ 国民の理解を得て、科学的合理的な安全規制システムに基づき、温室効果ガスの排出抑制に対して効果的かつ即効性があり、各国で既の実現されている既存の原子力発電所の定格出力向上や設備利用率向上を実現する。

## **取組 6 原子力エネルギー利用を安全に推進するための取組に関する国民との相互理解活動の強化**

原子力エネルギー利用を安全に行うための仕組みが信頼できるものであること、及びこの利用が地球温暖化対策として有効であることに関する国民との相互理解活動を一層強化する。具体的には、次のことに重点的に取り組む。

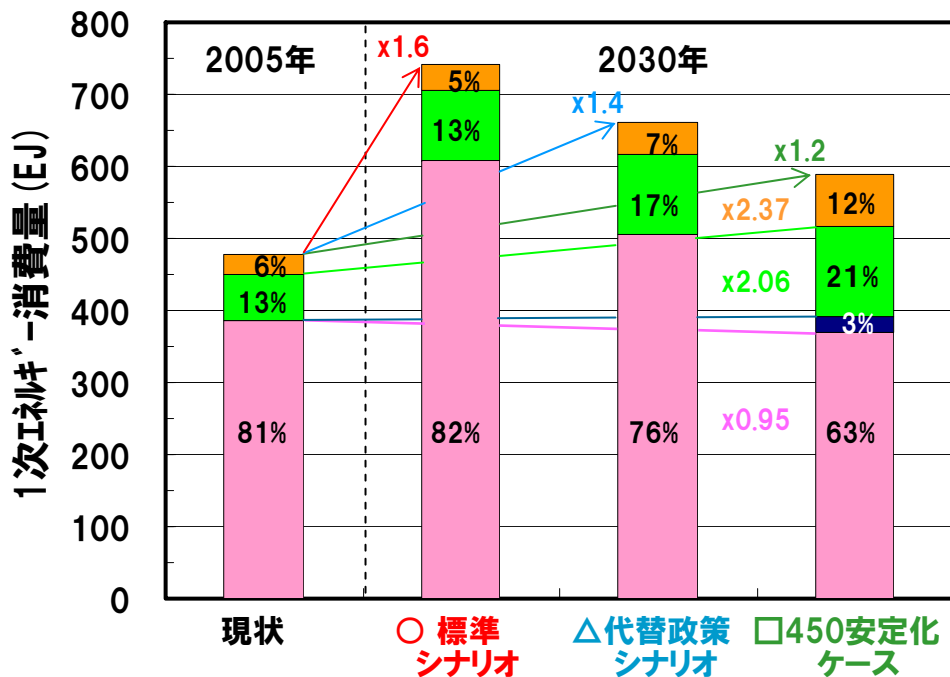
- ① 地球温暖化問題と、エネルギー消費の節約、エネルギー利用効率向上、再生可能エネルギーの利用と並んで地球温暖化対策として原子力エネルギーの利用が果たす役割についての教育及び国民への情報発信を充実する。
- ② 原子力エネルギー利用の安全確保のための取組について透明性と公開性を確保し、広く国民各層が参加してその取組の健全性を議論する場及び議論の結果を取組に適切に反映する仕組みを絶えず見直して、改良改善を図る。
- ③ エネルギー問題に関する国民、地方自治体、事業者、国等の関係者間の対話の機会を質・量ともに一層充実して各種エネルギーの特性等の広範な情報の共有を図ること、地球温暖化問題と原子力を新たな対話のテーマとして加えること等によって、原子力に関する科学コミュニケーションやリスクコミュニケーションを一層強化する。

以上

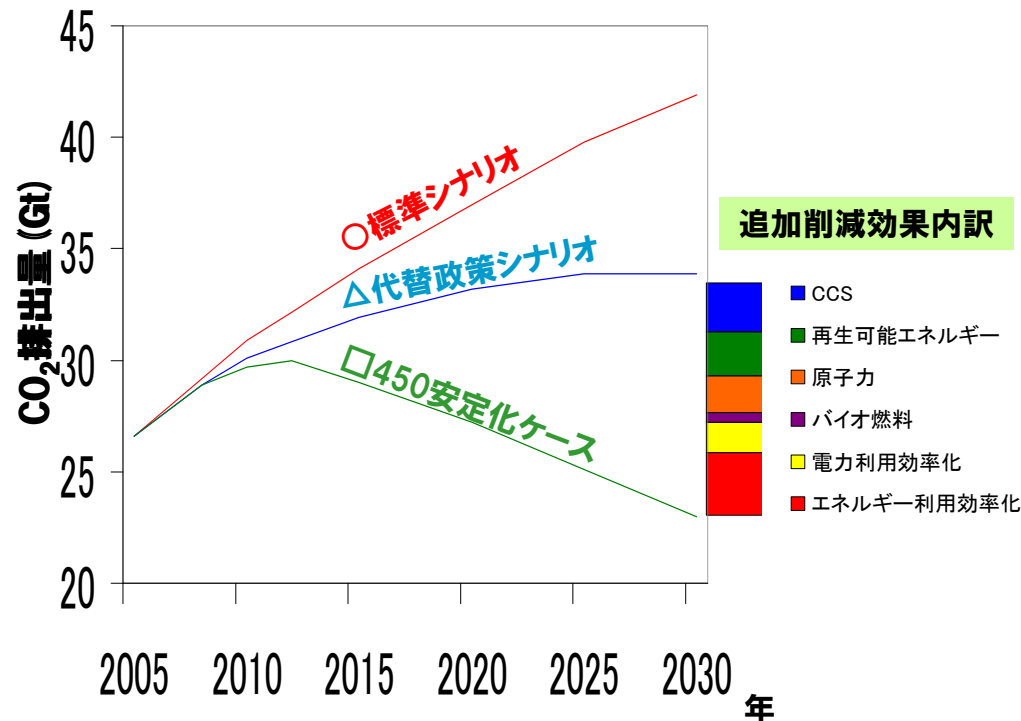
# 世界のCO<sub>2</sub>排出量削減の試算

(World Energy Outlook 2007より作成)

■ 従来型化石エネルギー
 ■ CCS化石エネルギー
 ■ 再生可能エネルギー
 ■ 原子力  
 (水力、風力、太陽光等)



世界の一次エネルギー消費



世界のCO<sub>2</sub>排出量

追加削減効果内訳

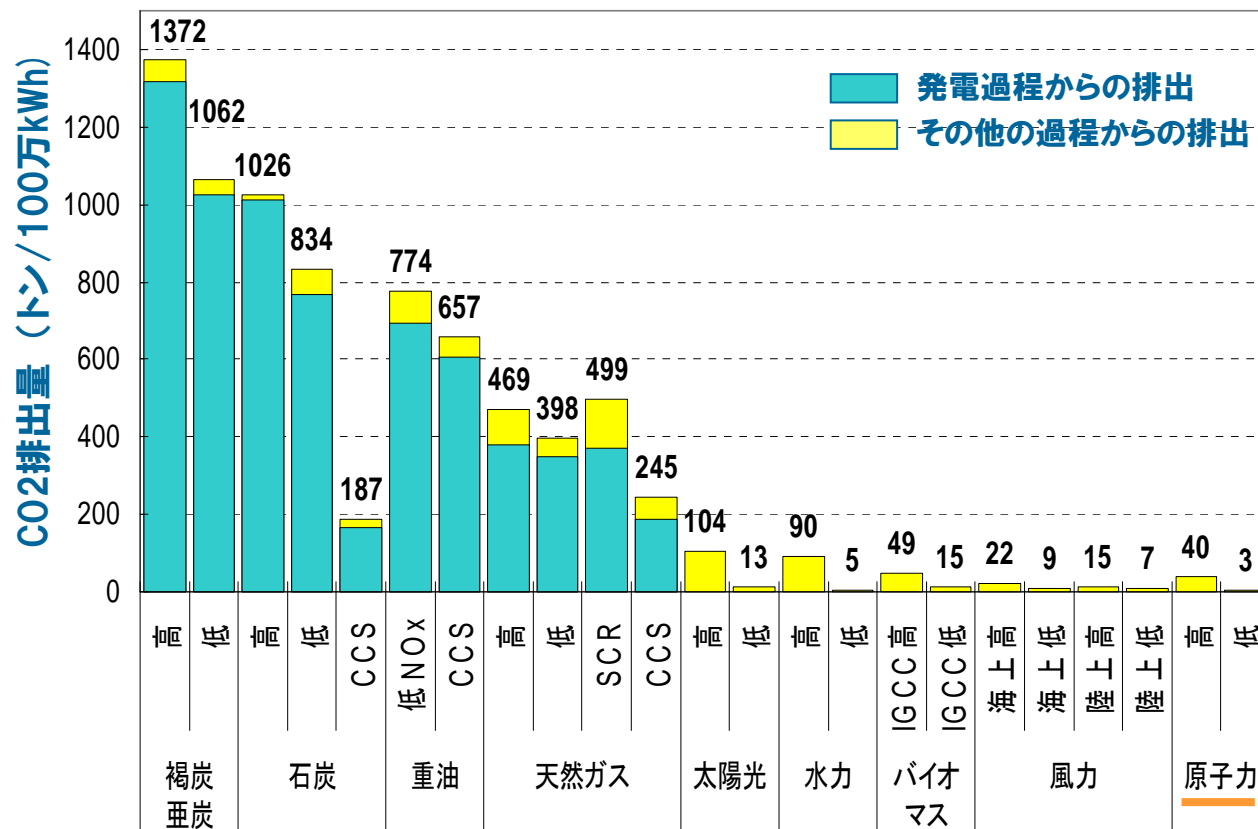
- CCS
- 再生可能エネルギー
- 原子力
- バイオ燃料
- 電力利用効率化
- エネルギー利用効率化

○標準シナリオ: 各国の現行政策、対策の継続を想定したもの

△代替政策シナリオ: 各国で検討中の追加対策の実施を想定したもの  
 (省エネルギー・エネルギー利用効率化、再生可能エネルギー利用促進、原子力利用促進等)

□450安定化ケース: 2050年までの排出量半減を条件に、より大幅な省エネ・効率化と化石燃料利用低減を仮定した試算  
 (IPCC第4次評価報告書のカテゴリIシナリオ、温室効果ガス濃度安定化レベル445-490ppm・気温上昇2.0-2.4℃に相当)

# 各電源のCO<sub>2</sub>排出特性



## 各種発電プラントの、ライフサイクル評価に基づくCO<sub>2</sub>排出原単位算出結果

(高、低:同カテゴリ中のプラントで、最大または最小の値)  
(CCS:炭素回収・貯留技術適用プラント)

出典)Comparison of Energy Systems Using Life Cycle Assessment, WEC, 2004より作成

# 原子力発電のCO<sub>2</sub>排出低減への寄与

「各電源のCO<sub>2</sub>排出特性」図の中間値を用い試算

○100万kWの発電所を1年間運転した場合(稼働率80%)、

CO <sub>2</sub> 発生量	日本の総発生量(1,275百万t、2006年)に対する割合
原子力 15.1万ト	0.01%
LNG複合 303.8万ト	0.24%
石炭 651.7万ト	0.51%

○2006年の、日本の原子力発電量303TWh(55基・約50GW、総発電量の約31%)

出典:電気事業連合会HP

これを化石電源に置換えた場合のCO<sub>2</sub>排出量増加は、  
LNG複合サイクル火力発電の場合1.2億ト (2006年日本総排出量の約10%)  
石炭火力発電の場合2.7億ト (同、約22%)

○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CO<sub>2</sub>排出量増加は、  
LNG複合サイクル火力発電の場合11億ト (2005年世界総排出量の約4%)  
石炭火力発電の場合24億ト (同、約9%)

⇒今後世界の発電量が増加する中で、原子力発電による、排出抑制が必要

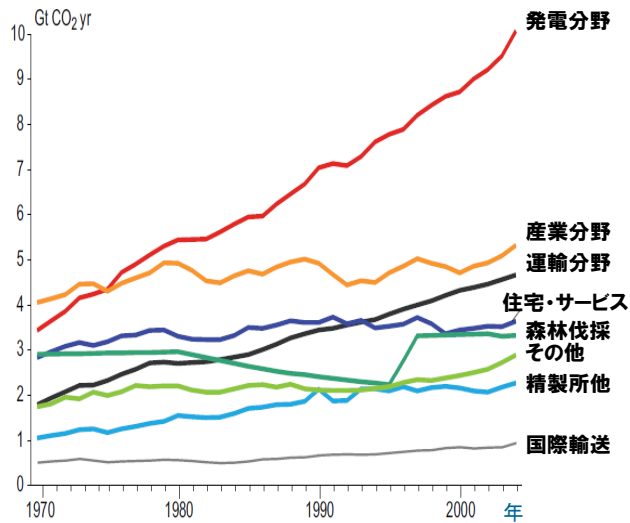
○現在、世界各国が今後10-20年で建設を計画・構想中の原子力発電は合計約330GW

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  
石炭火力発電比で45億ト

稼働率80%と仮定して試算

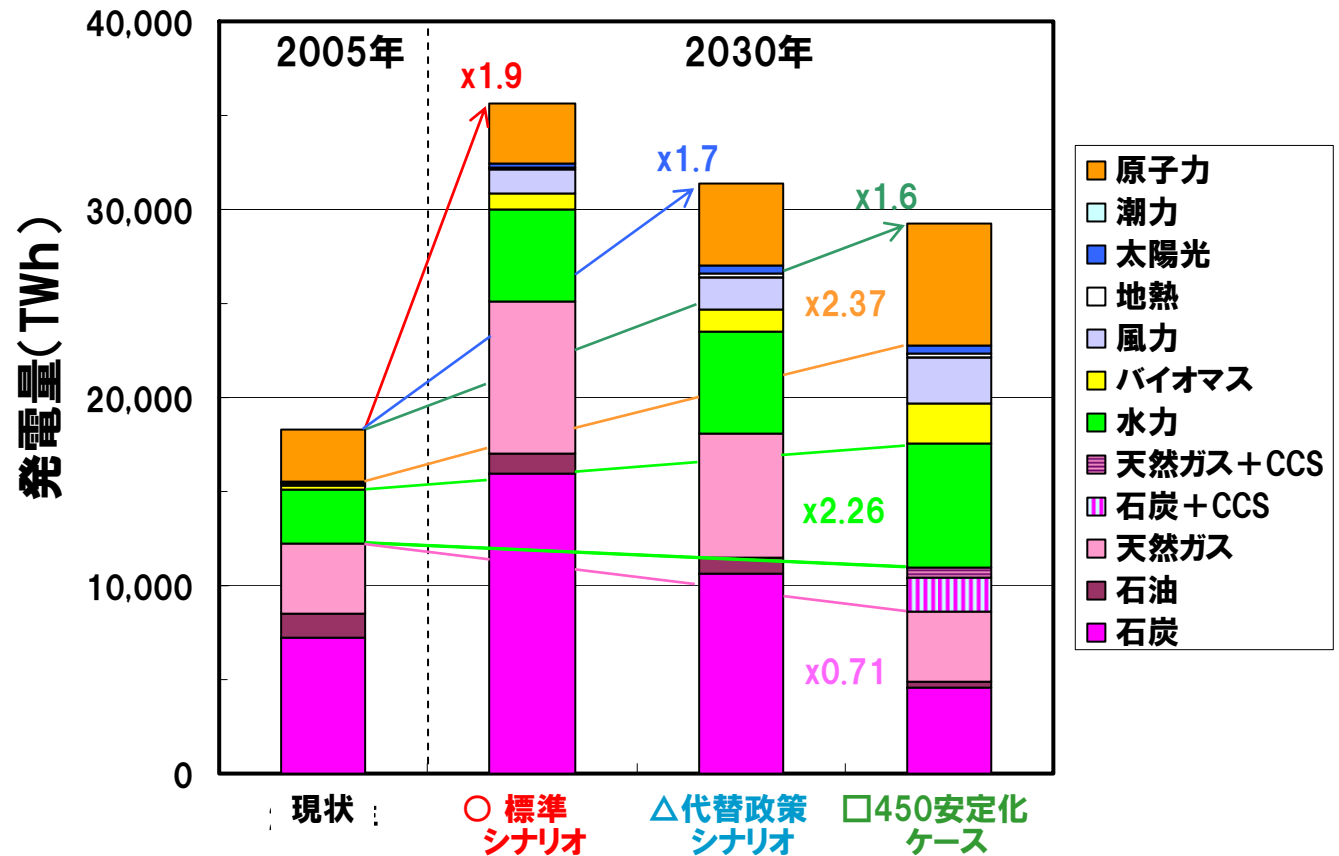
# 世界の電力供給の試算例

11



世界の分野別二酸化炭素排出量の推移

出典: IPCC第4次評価報告第3WG報告書



## 世界の電力供給

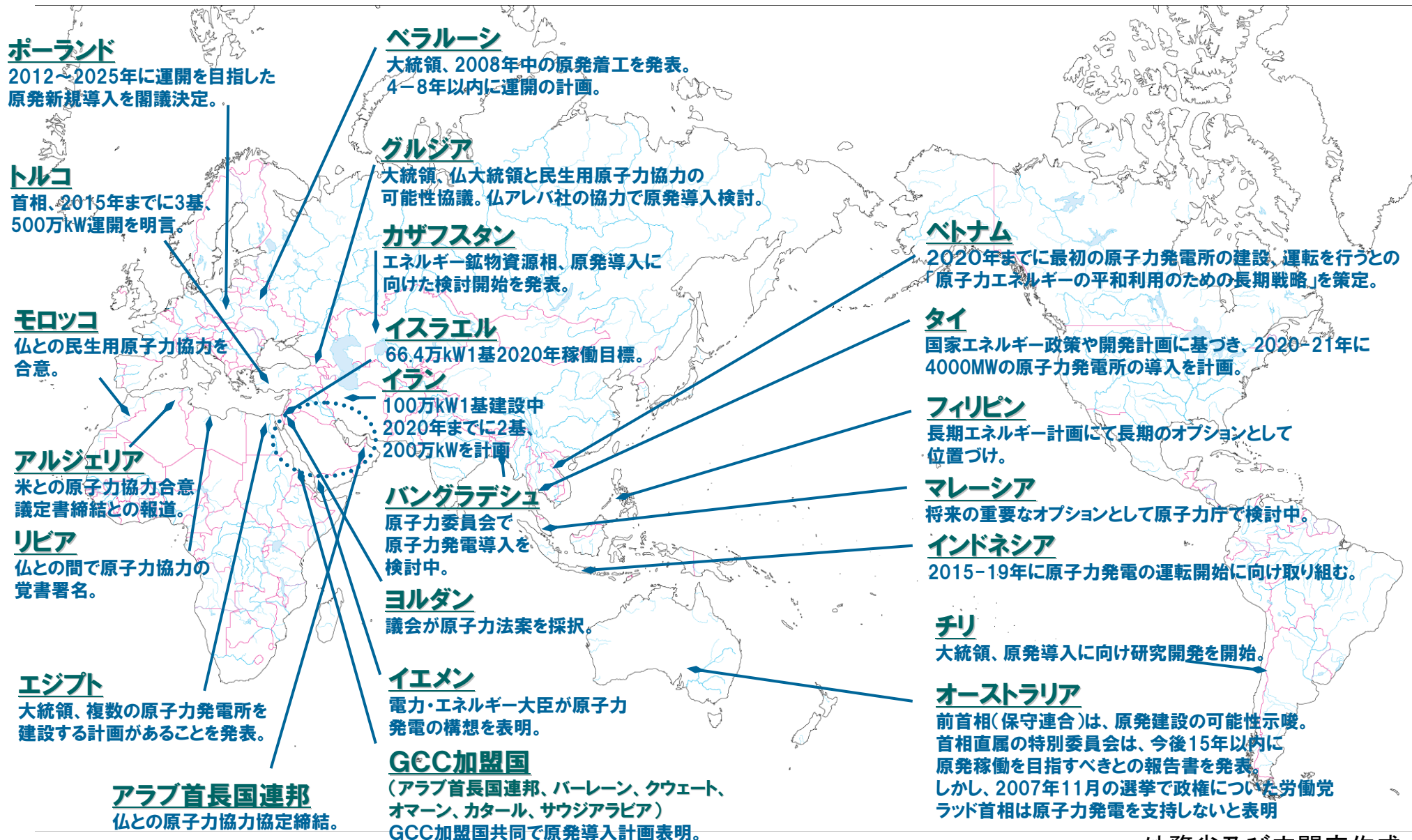
(World Energy Outlook 2007より作成)

「地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組について」 参考データ



# 原子力発電の新規導入を企図する国及び地域

13



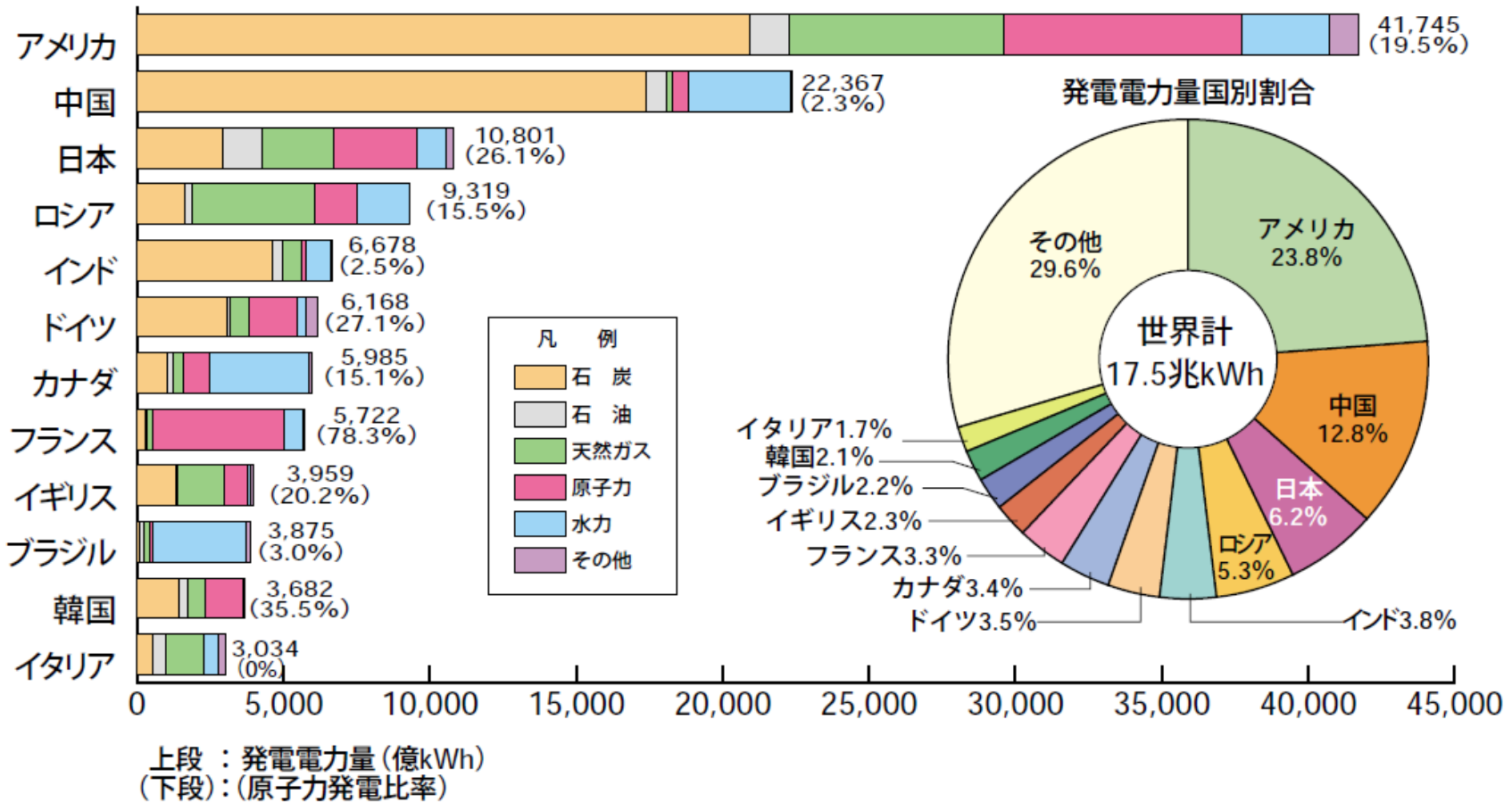
外務省及び内閣府作成

「地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組について」 参考データ

# 各国の電源比率

## 主要国の発電電力量と原子力発電の割合

(2004年)



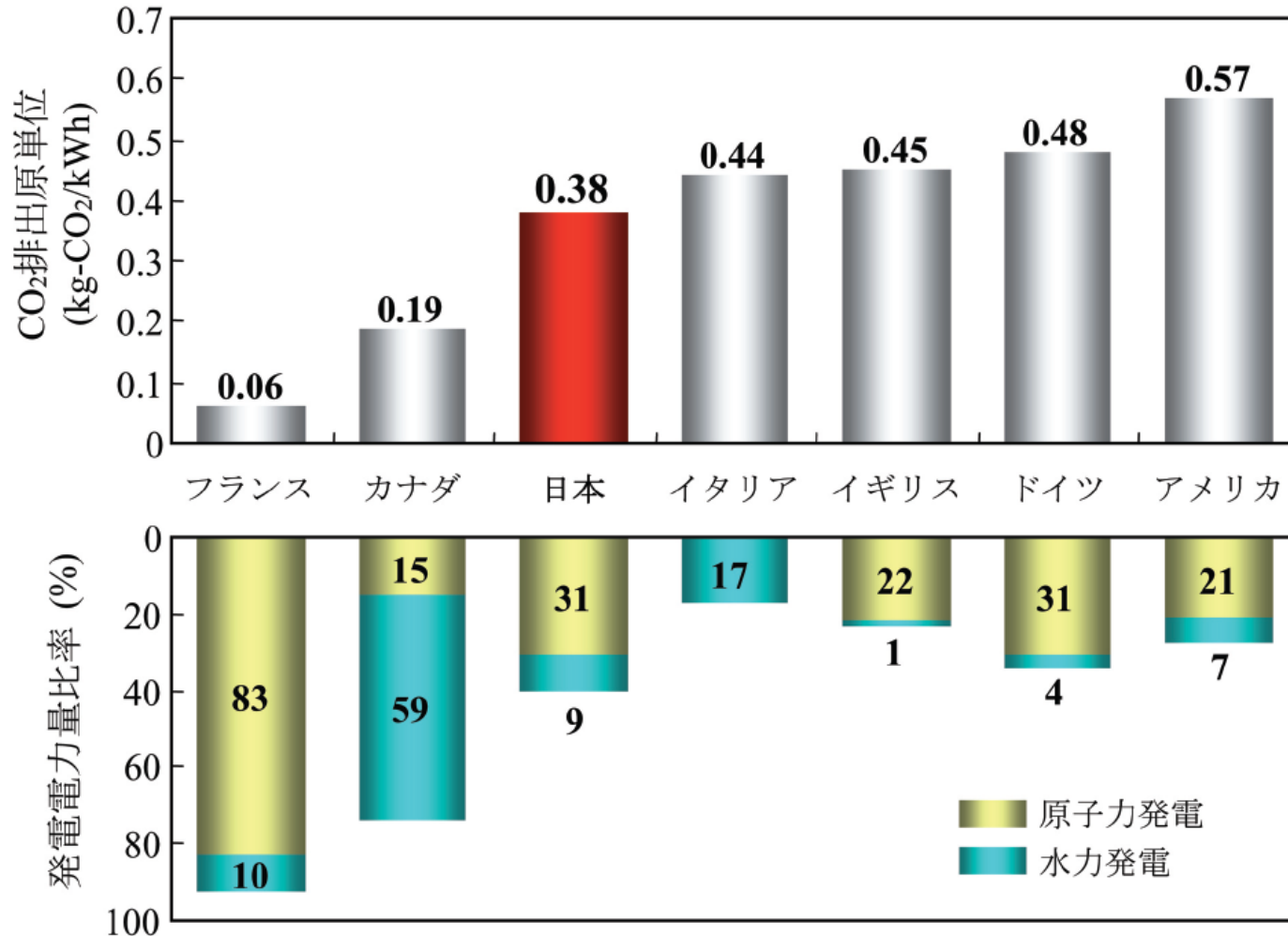
原子力・エネルギー図面集2007(電気事業連合会)より

出典：IEA Electricity Information 2006 Edition

「地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組について」 参考データ

# 各国のCO<sub>2</sub>排出原単位

■ CO<sub>2</sub> 排出原単位 (発電端) の各国比較 (電気事業連合会試算)



\* 2005 年度の値

\* 出典 : Energy Balances of OECD Countries 2004-2005

\* 日本については電気事業連合会調査より

電気事業における環境行動計画 (2007年9月電気事業連合会) より

「地球温暖化対策としての原子力エネルギーの利用拡大のための取組について」 参考データ

「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョン  
を考える懇談会」の設置について

平成19年6月19日  
原子力委員会決定

1. 趣 旨

原子力委員会は、平成17年に原子力政策大綱を策定し、「原子力発電は長期にわたってエネルギー安定供給と地球温暖化対策に貢献する有力な手段として期待できる」と位置づけて、その実現に向けた短、中、長期の観点からの取組の基本的考え方を示しました。

エネルギー安定供給と地球温暖化対策に貢献する原子力の取組については、昨今の地球環境問題への意識の高まりを受けて、国内外で急速に議論が進んでいます。具体的には、気候変動問題の克服に向けて、我が国が国際的リーダーシップを発揮する取組の一つに原子力を位置づけ、また、環境・エネルギー技術の中核とした経済成長を図るために、原子力発電所の新・増設の投資環境整備、科学的合理的規制による既設発電所の適切な活用、先進技術開発、人材育成等の実施が上げられています。（「21世紀環境立国戦略」及び「イノベーション25」（いずれも本年6月1日閣議決定））

また、ハイリゲンダム G8サミットの首脳宣言「世界経済における成長と責任」（本年6月7日）では、気候変動について述べる中で、2050年までに地球規模での温室効果ガスの排出を少なくとも半減させることを含む、EU、カナダ及び日本による決定を真剣に検討するとしています。一方、エネルギー多様化の重要性を述べる中で、原子力についてはその平和的利用の一層の発展に沿った国家的及び国際的なイニシアティブに留意するとしています。

このような状況を踏まえ、原子力委員会は、我が国としては原子力政策大綱の基本的考え方に則って原子力開発利用を着実に進めつつ、その国際的な拡大への対応等、2050年までに温室効果ガスの排出を半減するという目標に向けて今ここで何をなすべきかを検討する必要があると考えます。

そこで、この検討を行うために「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」を設置することとします。

2. 構 成

別途

3. 検討内容

- (1) エネルギー安定供給を図りつつ、2050年までに温室効果ガスの排出を半減するための原子力利用のあり方
- (2) 原子力の平和的な利用拡大のための国際的な取組と我が国の対応
- (3) 国際的な温室効果ガスの排出削減に貢献できる原子力技術の開発と実用化に向けた方策等

4. その他

本懇談会の運営については、原子力委員会専門部会等運営規程に基づく。

以 上

「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョン  
を考える懇談会」の構成員について

平成 19 年 9 月 11 日  
原子力委員会決定

「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」の設置について（平成 19 年 6 月 19 日原子力委員会決定）に基づき、「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」を構成する専門委員を別紙の通り指名する。

「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョン  
を考える懇談会」の専門委員

- 浅田 正彦 京都大学大学院 法学研究科 教授
- 浦谷 良美 社団法人 日本電機工業会 原子力政策委員長  
・三菱重工業株式会社 代表取締役・常務執行役員 原子力事業本部長
- 岡崎 俊雄 独立行政法人 日本原子力研究開発機構 理事長
- 片山 恒雄 東京電機大学 教授
- 木場 弘子 キャスター・千葉大学特命教授
- 黒川 清 内閣特別顧問
- 崎田 裕子 ジャーナリスト・環境カウンセラー
- 柴田 昌治 社団法人日本経済団体連合会 資源・エネルギー対策委員長
- 田中 知 東京大学大学院工学系研究科 教授
- 十市 勉 財団法人 日本エネルギー経済研究所 専務理事 首席研究員
- 堀井 秀之 東京大学大学院工学系研究科 教授
- 森 詳介 電気事業連合会 副会長
- 山本 良一 東京大学 生産技術研究所 教授
- 和気 洋子 慶応義塾大学商学部 教授

「地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会」  
開催実績

第1回 平成19年9月20日（木）13：30～15：30（虎の門三井ビル）

- 議題： 1. 地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会の設置について  
2. 地球環境保全・エネルギー安定供給と原子力について  
3. その他

第2回 平成19年10月12日（金）10：00～12：00（三田共用会議所）

- 議題： 1. 地球温暖化のリスクの評価について  
2. 他電源との比較等に基づく原子力発電の特性評価について  
3. 懇談会の今後の進め方について  
4. その他

第3回 平成19年10月25日（木）13：30～16：00（虎の門三井ビル）

- 議題： 1. 原子力利用の維持、拡大に伴う安全の確保について  
2. 原子力利用の維持、拡大に伴う核不拡散・核セキュリティの確保について  
3. 原子力利用の維持、拡大に伴う放射性廃棄物の処理・処分について  
4. その他

第4回 平成19年11月16日（金）10：00～12：20（東海大学校友会館）

- 議題： 1. 懇談会第1回～第3回配布資料に関する追加情報について  
2. 世界的な原子力利用の維持・拡大の動向について  
3. その他

第5回 平成19年12月20日（木）13：30～16：00（三田共用会議所）

- 議題： 1. 地球温暖化問題に関するご意見聴取  
2. 原子力のビジョン、提言に関する意見交換  
3. その他

第6回 平成20年1月29日（火）13：30～15：30（霞が関東京會館）

- 議題： 1. 地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会報告（案）について  
2. その他

第7回 平成20年3月11日（火）13：30～15：00（永田町合同庁舎）

- 議題： 1. 各電源特性比較表について  
2. 地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会報告（案）に対する意見募集にいただいた御意見と対応（案）について  
3. 地球環境保全・エネルギー安定供給のための原子力のビジョンを考える懇談会報告（案）について

## 主な用語解説

### 【ア行】

#### **アジア原子力協力フォーラム(FNCA)**

FNCA(Forum for Nuclear Cooperation in Asia)

日本が主導するアジア地域での原子力平和利用協力の枠組み。日本を含む10カ国が参加し、積極的な地域のパートナーシップを通して、原子力技術の平和的で安全な利用を進め、社会・経済的発展を促進することを目指している。1999年発足。現在の参加国は、日本、オーストラリア、バングラディシュ、中国、インドネシア、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの10カ国。

#### **安定化レベル**

将来的に温室効果ガスの濃度を安定させる水準のこと。

気候変動枠組条約第二条(目的)の中で、“大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。”としており、その水準を、“生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されるべき”としている。

#### **一次エネルギー**

石油、石炭、天然ガス、原子力、水力、風力、太陽光など自然界から直接得られるエネルギーを一次エネルギーという。これに対し、一次エネルギーを利用して作る電力などを二次エネルギーという。

#### **温室効果ガス**

大気中に含まれる特定の気体成分が、地表から宇宙空間に放射される熱(赤外線)を吸収し大気及び地表が暖められる現象を温室効果と呼ぶ。このような温室効果を引き起こす気体を温室効果ガスといい、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、ハイドロフルオロカーボン(HFC)、パーフルオロカーボン(PFC)、六フッ化硫黄(SF6)などが知られている。

## 【カ行】

### 革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト(INPRO)

INPRO(International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles)  
増加するエネルギー需要への対応の一環として、安全性、経済性、核不拡散性等を備えた革新的原子力システムの導入環境の整備等の支援を行うことを目的として、国際原子力機関（IAEA）に創設されたプログラムの一つ。2000年のIAEA総会決議に基づき開始されIAEAに事務局を置いている。INPROは全てのIAEA加盟国および国際機関に開かれており、2007年12月時点での参加国は27か国と1機関（欧州委員会）である。

### 核セキュリティ

核物質や放射線源がテロリスト等の手に渡り悪用された場合、人の生命、身体、財産に対し甚大な損害がもたらされることが予想される。IAEAは、テロリスト等による核物質や放射線源の悪用が想定される脅威を、①核兵器の盗取、②盗取された核物質を用いて製造される核爆発装置、③放射性物質の発散装置（いわゆる「汚い爆弾」）、④原子力施設や放射性物質の輸送等に対する妨害破壊行為の4つの範疇に分類している。

IAEAは、このような脅威が現実のものとなることのないようにするために講じられる様々な措置を、一般的に核セキュリティという概念として捉えている。

### 核不拡散

原子力の平和利用において、核物質やそれに関連する施設が軍事目的に転用されることを防止あるいは阻止すること。核物質の平和利用を担保するため、①保障措置、②核物質防護処置、③NSGガイドラインに基づく原子力関連資機材の輸出管理などが行われている。

### 核兵器の不拡散に関する条約(NPT)

NPT(Treaty on the Non-proliferation of Nuclear Weapons)

米国、ロシア、英国、フランス、中国の5カ国を「核兵器国」と定め、それ以外の非核兵器国による核兵器取得等の禁止と保障措置の受け入れ、核兵器国による核軍縮のための誠実な交渉義務等を定めている国際条約。1968年に成立し、1970年に発効。日本は1976年批准。2008年1月現在の締約国数は190カ国（国連加盟国の中で非締約国は、インド、

パキスタン、イスラエル)

## **核融合**

軽い原子核同士が合体する反応。地上で最も核融合反応を起こしやすいのは、水素の一種である重水素と三重水素(トリチウム)の反応である。これらが核融合反応を起こすと、反応後の質量は反応前よりもわずかに軽くなる。このとき、軽くなった分の質量は、アインシュタインの相対性理論“質量とエネルギーの等価性”によってエネルギーに変化する。重水素と三重水素の混合燃料1gを核融合反応させると、石油8トン分に相当する莫大なエネルギーが発生する。

## **緩和努力**

気候変動の影響を和らげるための努力。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、第4次評価報告書統合報告書(政策決定者向け要約)の中で、“既存技術及び今後数十年で実用化される技術により温室効果ガス濃度の安定化は可能である。今後20～30年間の緩和努力と投資が鍵となる。”としている。

## **気候変動に関する政府間パネル(IPCC)**

I P C C(Intergovernmental Panel on Climate Change)

1988年に、国連環境計画(UNEP)と世界気象機関(WMO)により設立。地球温暖化に関する科学的・技術的・社会経済的な評価を行い、得られた知見を政策決定者を始め広く一般に利用してもらうことを任務とする。5～6年ごとに地球温暖化について網羅的に評価した評価報告書を発表するとともに、適宜、特別報告書や技術報告書、方法論報告書を発表している。

## **基盤整備**

国際原子力機関(IAEA)では、原子力発電を導入する国々を支援する活動を進めており、その一環として作成された文書において、考慮すべき基盤整備上の課題として次の19項目をあげている。(1)国の立場、(2)原子力安全、(3)マネジメント、(4)財源・資金調達、(5)法的枠組み、(6)保障措置、(7)規制枠組み、(8)放射線防護、(9)電力網、(10)人的資源開発、(11)ステークホルダー・インボルブメント、(12)サイト及びサポート施設、(13)環境保護、(14)

緊急時対策、(15)セキュリティ及び核物質防護、(16)核燃料サイクル、(17)放射性廃棄物、(18)産業界の巻き込み、(19)調達

## **共同実施(JI)**

### J I (Joint Implementation)

京都議定書による京都メカニズムの一つ。議定書の削減約束を達成するに当たって、先進国同士が温室効果ガスの排出削減・吸収増進事業を共同で行い、その結果生じた削減量・吸収量を当事国の間で分配することのできる制度。

## **京都議定書**

温室効果ガスの大気中濃度を気候に危険な影響を及ぼさない水準で安定化させることを目的として、気候変動に関する国際連合枠組み条約が締結され、1994年に発効した。この条約の目的を達成するための法的拘束力を持った最初の取り決めとして、1997年12月に京都で開催された第3回締約国会議（COP3）において京都議定書が採択された。京都議定書は、地球温暖化の原因になる二酸化炭素など6種類の温室効果ガスの国別排出削減目標、削減目標を達成するための仕組み等を定めたものである。先進国に対して2008年～2012年の期間の温室効果ガスの年平均排出量を原則1990年比で5%以上削減することを義務付けており、主要国の削減率は、日本6%、EU8%、米国7%、カナダ6%、ロシア0%などとなっている。米国は2001年3月に京都議定書からの離脱を表明したが、2004年11月にロシアが批准したことによって発効要件が満足され、2005年2月16日に発効した。

## **クールアース50**

2007年5月24日、国際交流会議「アジアの未来」晚餐会にて、安倍総理大臣（当時）が“美しい星へのいざない「Invitation to 『Cool Earth 50』～3つの提案、3つの原則～」と題した演説の中で提案した地球温暖化問題に関する長期戦略。この中で、「世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減する」という目標を提唱した。

## **クリーン開発メカニズム(CDM)**

CDM(Clean Development Mechanism)

京都議定書による京都メカニズムの一つ。議定書の削減約束を達成するに当たって、先進国が、途上国において排出削減・植林事業を行い、その結果生じた削減量・吸収量を「認証された排出削減量(クレジット)」として事業に貢献した先進国等が獲得できる制度。途上国にとっては投資と技術移転がなされるメリットがある。

## **原子力政策大綱**

原子力の研究、開発及び利用に関する施策の基本的考え方を明らかにし、各省庁における施策の企画・推進のための指針を示すとともに、原子力行政に関わりの深い地方公共団体や事業者、さらには原子力政策を進める上で相互理解が必要な国民各層に対する期待を示したものであり、2005年10月11日原子力委員会で決定された。同年10月14日、政府は同大綱を原子力政策に関する基本方針として尊重し、原子力の研究、開発及び利用を推進することを閣議決定した。

## **高温ガス炉**

黒鉛減速ヘリウム冷却型炉を高温ガス炉という。燃料として主にウランが用いられる。原子炉冷却材ヘリウムガス温度を700℃以上とすることにより、ガスタービン高効率発電のみならず、水素製造、合成燃料製造プロセス等の様々な核熱利用を可能にする。我が国では日本原子力研究開発機構の高温工学試験研究炉(HTTR、初臨界1998年11月)が、2004年4月に世界初の取り出しガス温度950℃を達成している。

## **高速増殖炉**

高速で動く中性子(高速中性子)を使う原子炉は、燃えにくいウランをプルトニウムに転換してウラン資源の利用効率を高めることができるとともに、プルトニウム、ネプツニウム、アメリシウム、キュリウム等多様な燃料組成や燃料形態にも柔軟に対応し得る。中でも、燃えてなくなった以上の燃料が転換によってできる(増殖する)よう設計された原子炉を高速増殖炉という。

## **高レベル放射性廃棄物**

使用済燃料から有用な資源であるウラン、プルトニウム等を回収した後は、液状の廃棄物が生じる。この廃棄物は、放射能レベルが高いことから「高レベル放射性廃棄物」と呼ばれる。高レベル放射性廃棄物は、低レベル放射性廃棄物に比べその発生量自体は少ないが、放射線管理に一層の注意が必要な半減期の長い核種も比較的多く含まれるため、長期間にわたり人間環境から隔離する必要がある。日本ではガラスと混ぜて固化処理している。

## **国際エネルギー機関(IEA)**

IEA(International Energy Agency)

経済協力開発機構(OECD)の枠内における機関の一つであり、加盟国において石油を中心としたエネルギーの安全保障を確立するとともに、中長期的に安定的なエネルギー需給構造を確立することを目的とする機関。2007年末現在、OECD加盟国のうち日本を含む27カ国が加盟。

## **国際原子力エネルギー・パートナーシップ(GNEP)**

GNEP(Global Nuclear Energy Partnership)

GNEPは、2006年2月に米国より提案された構想である。2007年5月には、日、米、仏、中及び露の5カ国が発足時のメンバー国として参加した第1回閣僚級会合が、9月には5カ国に11カ国を加えた16のパートナー国が参加して第2回閣僚級会合が開催され、GNEP「原則に関する声明」への署名が行われた。2007年12月末現在のパートナー国は19カ国。GNEPは、国際的なエネルギー需要の増大を踏まえ、安全とセキュリティを確保しつつ原子力エネルギーの平和利用を世界的に拡大することが必要との共通認識を持つ国々による協力であり、環境を改善し、世界の発展・繁栄と核拡散リスクの低減に貢献するため、先進的な核燃料サイクル技術の開発、配備を促進することを目的としている。「原則に関する声明」では主な協力内容として以下を定めている。また、我が国は多国間協力の他に「日米原子力エネルギー共同行動計画」などを通じて二国間でもGNEPの研究開発協力を進めている。

1. 原子力発電所の安全性と適切な廃棄物管理を確保しつつ、原子力発電を拡大
2. IAEA との協力で、より強化された保障措置技術(核物質と関連施設の効果的かつ効

率的な監視)を開発

3. 信頼性があり、かつ費用対効果の高い燃料供給サービスを高めるための国際的なシステムを構築(機微技術獲得の代替手段の提供)
4. ウランに加えて超ウラン元素も燃焼できる先進の高速炉を開発・利用
5. 核拡散抵抗性が高く、廃棄物低減に有効な先進的リサイクル技術を開発して核燃料サイクルを実現
6. 途上国の発電網に適した、先進的で核拡散抵抗性の高い原子炉を開発

### **国際原子力機関(IAEA)**

世界の平和、保健及び繁栄に対する原子力の貢献の促進増大と軍事転用されないための保障措置(原子力の平和利用を確保するため、核物質が核兵器その他の核爆発装置に転用されていないことを検認すること。)の実施を目的として1957年に設立された国連と連携協定を有する国際機関。2007年1月における加盟国は144カ国。

### **【サ行】**

### **再生可能エネルギー**

有限で枯渇の危険性を有する石油・石炭などの化石燃料や原子力と対比して、自然環境の中で繰り返し起こる現象から取り出すエネルギーの総称。具体的には、太陽光や太陽熱、水力や風力、バイオマス(持続可能な範囲で利用する場合)、地熱、波力、温度差などを利用した自然エネルギーなどを指す。

### **世界経済フォーラム年次総会(ダボス会議)**

世界経済フォーラム年次総会(ダボス会議)は、スイス・ジュネーブに本拠を置く「世界経済フォーラム」が1971年から同国のダボスにて毎年行っているもので、各国の政財界のリーダー、学者らが一堂に会して開かれる。開催地の名前をとって、「ダボス会議」とも呼ばれる。

2008年1月の会議で福田総理は特別講演を行い、世界経済、気候変動、開発・アフリカの3つのテーマに関してスピーチを行った。

## **設備利用率**

発電用原子炉の稼働状況を表す指標の一つである。1月、1年あるいは運転開始以来などの計算期間中、常に定格出力で発電した場合の仮想の発電量に対して実際に発電した電力量を%で表す。すなわち次式のように計算される。

$$\text{設備利用率} = (\text{実際の発電量} / \text{定格出力} \times \text{その期間の時間数}) \times 100 \quad (\%)$$

上式で「その期間」が1年間の場合には、歴時間の8760時間になる。原子力発電所は設備費の割合が高いので、可能な限り設備利用率を高くした方が発電コストが低くなる。

## **【夕行】**

### **第4世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)**

G I F (Generation-IV International Forum)

第4世代原子力システムの研究開発に関する国際フォーラム。黎明期の原子炉を第1世代、現行の軽水炉等を第2世代、改良型軽水炉等を第3世代とし、これらに続く次世代の革新的な原子力システム。経済性、安全性、持続可能性(省資源性と廃棄物最小化)、核拡散抵抗性などの点でほかのエネルギー源に対しても十分な優位性を持ち、将来の基幹エネルギーを担い得る原子力システムとして第4世代原子力システムの開発を米国エネルギー省が提唱。1999年、米国ブッシュ政権はこれを国際的な枠組みで推進するために各国の参画を呼びかけ、2001年7月にG I Fが設立された。2008年1月現在、12カ国及び1機関が参加。

### **炭素回収・貯留技術(二酸化炭素回収・貯留技術)(CCS)**

C C S (Carbon Dioxide Capture and Storage)

地球温暖化ガスの中で排出量の多い二酸化炭素を抑制するために、近年になり二酸化炭素の回収・貯留技術(C C S)の開発の動きが顕著になってきた。C C Sは、発生源から二酸化炭素を「分離・回収」し「輸送」を経て「貯留・隔離」を行うことで構成される。例として、火力発電所や製鉄所などの大量排出源から二酸化炭素を回収し、深さ1000mほどの地中の油井や帯水層に圧入して大気から隔離する技術が挙げられる。この技術は、天然ガスの地下貯蔵や石油増進回収等で蓄積された技術を応用できるので、最も実用的な技術として期待されている。わが国においては、2003年から長岡市の岩野原基地で実証試験が行われ、地下1100mの帯水層にわが国で初めて二酸化炭素を貯留し、約1万トンの

累積圧入量を達成し、2005年に圧入試験が終了した。

### **炭素集約度**

エネルギー消費量単位あたりの二酸化炭素排出量で表される概念であり、これを指標にして、経済活動を維持したままでも、二酸化炭素の排出量を削減させる考え方。炭素集約度を低減させる技術としては、発電過程で二酸化炭素を排出しない太陽光発電や石油と比較して排出量の低い天然ガス等のエネルギー転換技術などがある。

### **追加議定書**

I A E Aと保障措置協定締結国との間で追加的に締結される保障措置強化のための議定書。I A E Aは、これを締結した国において保障措置協定よりも広範な保障措置を行う権限を与えられる。具体的には、追加議定書を締結した国は、(1) 現行の保障措置協定において申告されていない原子力に関連する活動を含めた申告を行うこと、(2) 現行協定においてアクセスが認められていない場所を含め補完的なアクセスをI A E Aに認めることが義務付けられる。2007年11月現在、追加議定書の締結国は日本を含む85ヶ国及び1国際機関(ユーラトム)となっている。

### **定格出力向上(原子炉出力向上)**

既存の原子力発電プラントで安全を損なうことなく、原子炉の熱出力を上げて発電出力を数%~20%程度増大すること。米国や欧州などの原子力発電プラントにおいては、すでに約30年間にわたって原子炉出力向上を実施した数多くの事例がある。

## **【十行】**

### **二国間原子力協力協定**

我が国が外国との間で原子力の平和的利用の分野における協力を行うに当たっての法的枠組みを規定するもの。我が国が原子力協定を締結する場合には、相手国において、①原子力の平和利用・核不拡散、②原子力安全、③核セキュリティを確保するための体制が整備されることが前提となる。

2008年1月現在、我が国は、英、加、米、豪、仏、中及びユーラトムとの間で原子力協定を締結している。

## **燃料サイクル(核燃料サイクル)**

原子燃料サイクルともいう。天然に存在するウラン、トリウム資源が採掘、精錬、転換、濃縮、加工されて核燃料として原子炉で使用され、さらに原子炉から取り出されたあと再処理、再加工され再び原子炉で使用され、残りが廃棄物として処理処分されるまでの一連の循環（サイクル、最近ではリサイクルと呼ぶことも多い。）をいう。一般に、核燃料物質の探査、採掘から始まり、採掘されたウラン鉱石からのウランの抽出、精錬、ウラン精鉱からのフッ化物への転換、ウラン同位体の分離、濃縮、原子炉燃料への成型加工、原子炉装荷（原子炉燃焼）、使用済燃料の再処理（プルトニウム、ウランの回収）、放射性廃棄物の処理、処分などの過程をたどる。

## **【ハ行】**

### **複合サイクル発電**

ガスタービン複合発電、またはコンバインドサイクル発電ともいう。圧縮した空気の中で燃料を燃やして発生する燃焼ガスの膨張力によりガスタービンを回して発電すると同時に、排出された高温排ガスの熱を用いて発生させた蒸気で蒸気タービンを回して発電する方式であり、効率が高い。

### **保障措置**

原子力の平和利用を確保するため、核物質（IAEA憲章第20条で定義された原料物質、特殊核分裂性物質）が核兵器その他の核爆発装置に転用されていないことを検認すること。なお、「核兵器不拡散条約」（NPT）を締結している非核兵器国は、同条約に基づきIAEAとの間で保障措置協定を締結し、すべての平和的な原子力活動に係るすべての核物質について保障措置を適用することが義務づけられており、このような保障措置を包括的保障措置という。

## **【ラ行】**

### **リスクコミュニケーション**

技術は人間にとって望ましくない事態をもたらす可能性を有する。この事態の深刻さと可能性の大きさを定義されるのがリスクである。技術の負の側面であるこのリスクの評価

や管理の在り方について、行政や事業者、市民が情報や意見を提示し、求め、議論を行って、お互いに信頼と理解を深めてそのリスクに対する適切な対処の仕方を決めることに貢献していくプロセスをリスクコミュニケーションという。

## 【数字、A～Z】

### ITER計画

国際熱核融合実験炉（International Thermonuclear Experimental Reactor）計画。

核融合実験炉の建設・運転を通じて平和利用のための核融合エネルギーの科学的及び技術的な実現可能性を実証することを目指す国際共同プロジェクトである。現在、日本、欧州原子力共同体、米国、ロシア、中国、韓国及びインドの7極が参加しており、世界人口の半数以上を占める国と地域が参加する世界規模のプロジェクトである。

### LNG

Liquefied Natural Gas (LNG)

天然ガスを、脱硫、脱炭酸、脱湿等の前処理をしたのち、超低温に冷却し液化したものをいう。天然ガスはメタン（CH<sub>4</sub>）を主成分（80～100vol%）とする可燃性ガスで天然に産するものを指し、ガス田から生産されるガス田ガスと、油田から原油を生産する際に併産される随伴ガスとに区別される。天然ガスは-162℃に冷却し液化することにより、常圧でも容積が約600分の1になる。この小容量化が輸送、貯蔵を容易なものとした。

(参考文献)

- 原子力政策大綱 (原子力委員会 平成17年10月11日)
- 原子力政策大綱に示している平和利用の担保と核不拡散体制の維持・強化に関する取組の基本的考え方の評価について (2007年5月15日 原子力委員会 政策評価部会)
- 原子力白書 平成18年版 (平成19年3月 原子力委員会)
- 環境／循環型社会白書 平成19年版 (環境省編)
- 環境白書 平成17年版 (環境省編)
- 日本の軍縮・不拡散外交 (第三版) (平成18年 外務省編)
- E I C ネット環境用語集 (財団法人環境情報普及センター運営ウェブサイト)
- 原子力百科事典ATOMICA (<http://www.atomin.gr.jp/atomica/>)
- FNCAホームページ (<http://www.fnca.mext.go.jp/>)
- IAEA Nuclear Energy Series, No NG-G-3.1, “Milestone in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power”
- 岡本孝司、山口彰 日本原子力学会誌 Vol.49 No.7, pp.482～486(2007) 解説【日本の原子炉出力向上はどうすれば実現できるか 原子炉出力向上に関する技術検討評価特別専門委員会 「出力向上の安全性に関する技術検討評価」分科会 中間報告書】
- 原子力委員会ホームページ、首相官邸ホームページ、環境省ホームページ、外務省ホームページ、経済産業省資源エネルギー庁ホームページ、等