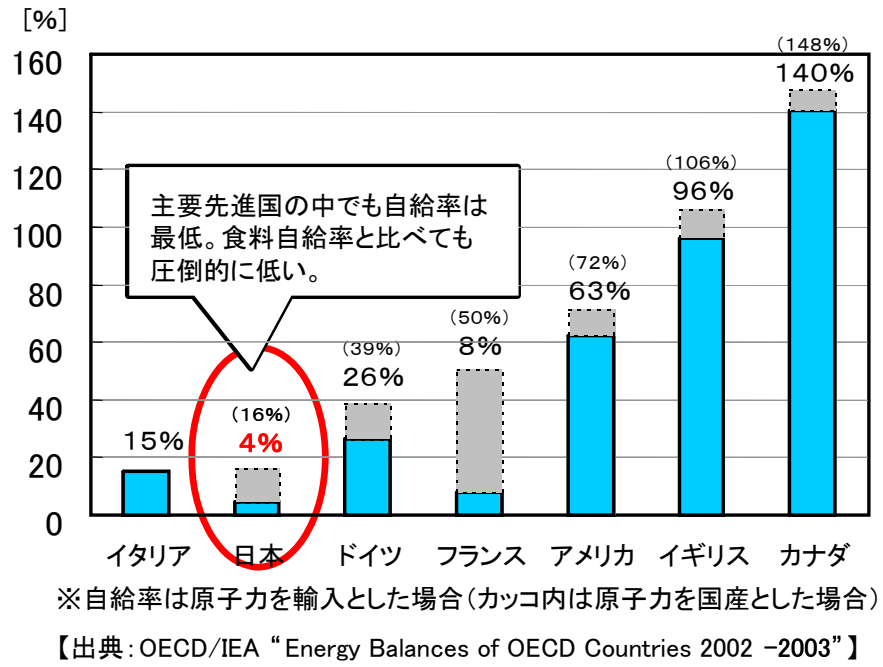


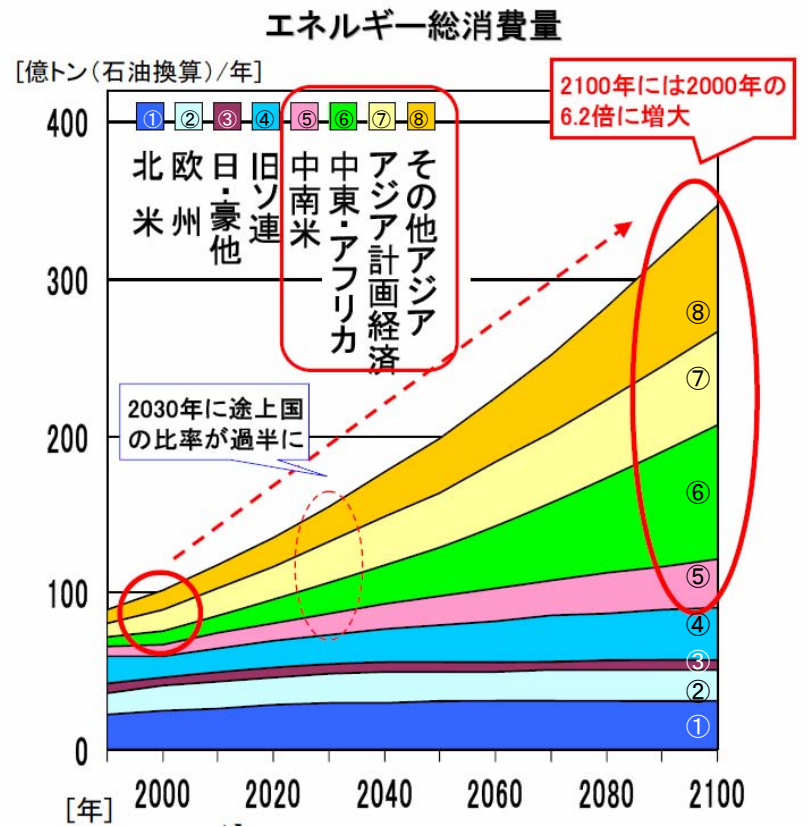
第一部 高速増殖炉サイクルの実用化に向けて

図1-1 主要国のエネルギー自給率
(2003年)



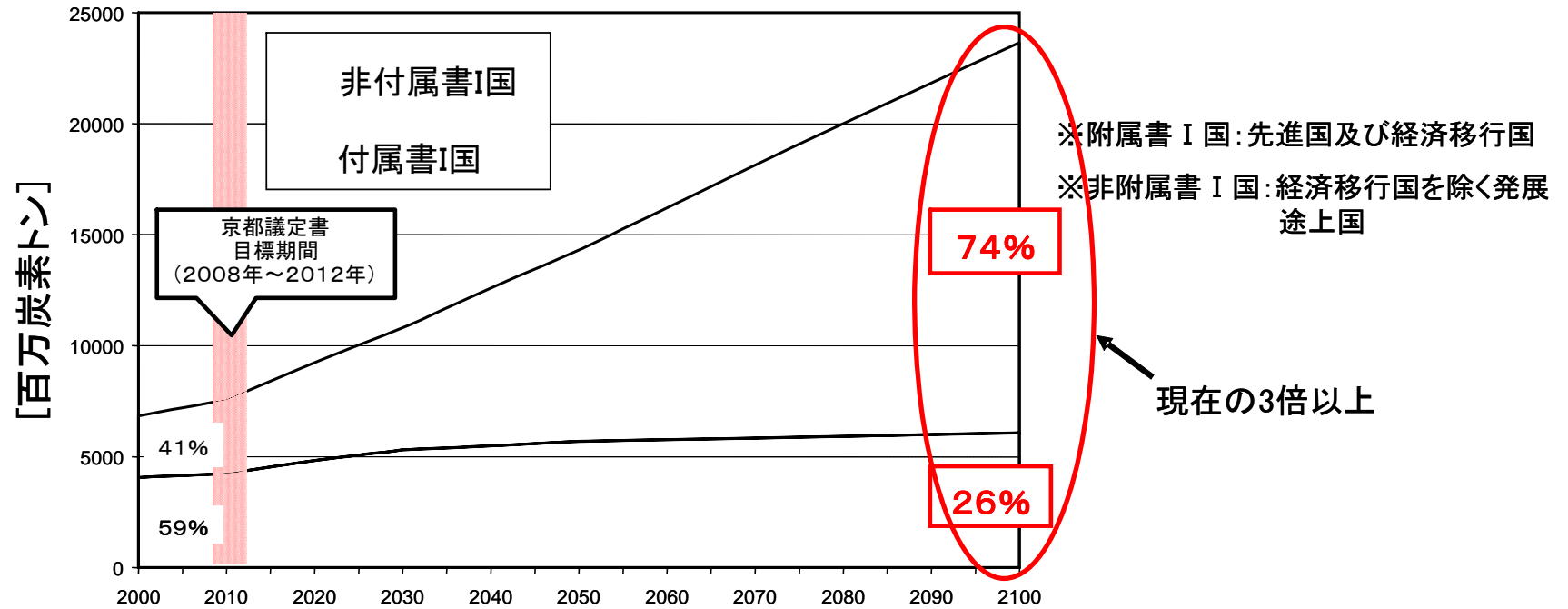
原子力部会報告書(2006年8月)

図1-2 エネルギー消費量の見通し



原子力部会報告書(2006年8月)

図1-3 CO₂排出量見通し



【出典:産業構造審議会将来枠組み検討専門委員会中間取りまとめ「気候変動に関する将来の持続可能な枠組みについて」】

原子力部会報告書(2006年8月)

第一部 高速増殖炉サイクルの実用化に向けて

1. 原子力発電と高速増殖炉サイクル

(1) エネルギーを巡る現状と課題

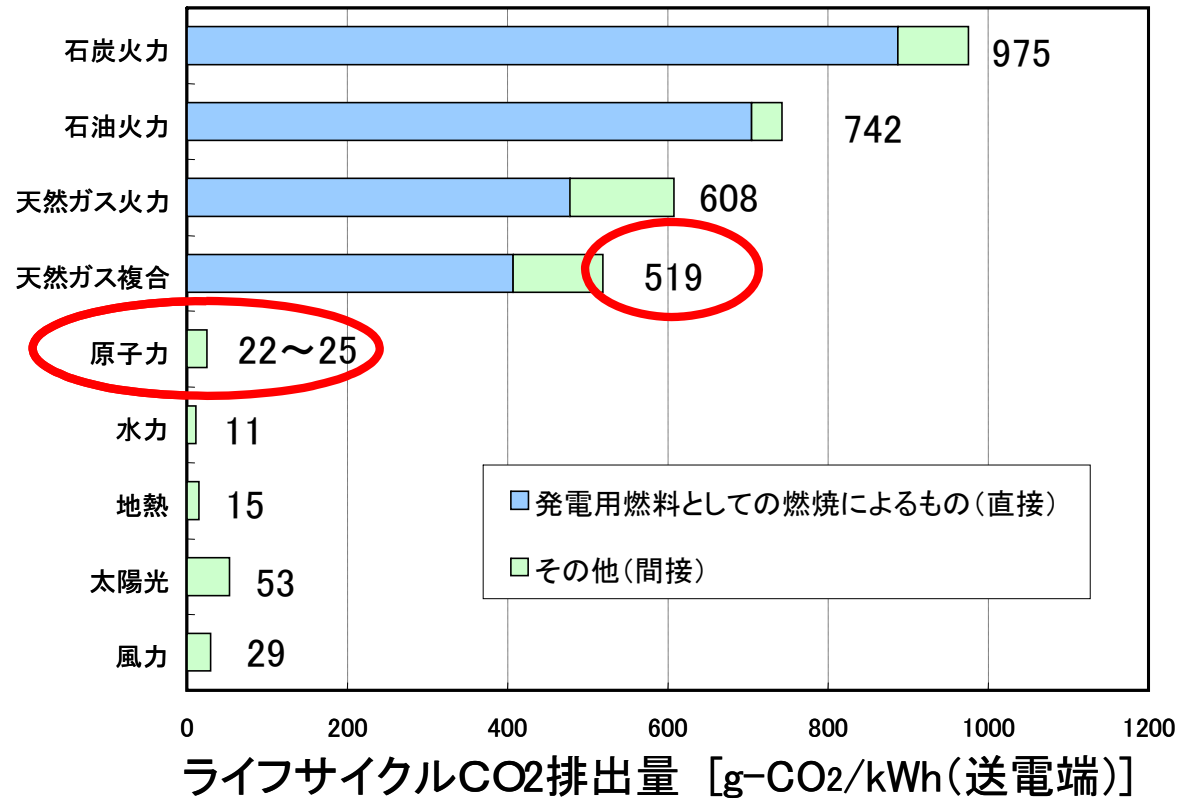
資源の乏しい我が国は、エネルギー資源をはじめとする多くの資源を海外に依存しており、エネルギー自給率は、原子力を除けばわずか 4%に過ぎず、主要先進国の中でも最も低い（図 1-1 参照）。産業活動、医療活動などを含め、日常生活のあらゆる側面でエネルギーに依存している現実に鑑み、我が国としてエネルギーセキュリティを確保することは、喫緊の重要課題である。

特に近年、原油価格の上昇、アジアを中心とした世界的な需要増大などを背景に、2003 年には 1 バレル当たり 20 ドル代であった原油価格が、2006 年には 70 ドル代と高値で推移している。今後、世界全体のエネルギーの総消費量は大幅に拡大し、2100 年には現在の 3 倍以上になるとの試算もある（図 1-2 参照）など、今後は、世界的にエネルギー資源獲得のための競争が一層激しくなると予想される。現在、我が国はエネルギーの 5 割弱を石油に依存しており、その約 9 割を中東に依存している。石油に大きく依存したエネルギー構造は、社会的、経済的に大きなリスクを抱えていると考えられる。

また、エネルギーの大量消費が地球環境に与える影響について十分に配慮しなければならない。化石燃料を消費することに伴う CO₂ などの発生とそれらによる地球温暖化問題は、各国が英知を結集して解決しなければならない課題である。（図 1-3 参照）

今後とも、バランスのとれたエネルギー供給構造を維持するとともに、化石燃料への依存度を減らし、地球レベルで持続的に経済社会を発展させることを目指した取り組みが必要である。省エネルギー、新エネルギーの導入を最大限に進めるとともに、原子力発電については、現在、総発電電力量の約 3 分の 1 を担う基幹電源として重要な役割を果たしているが、2030 年以降も 30～40%程度以上の役割が期待されている。

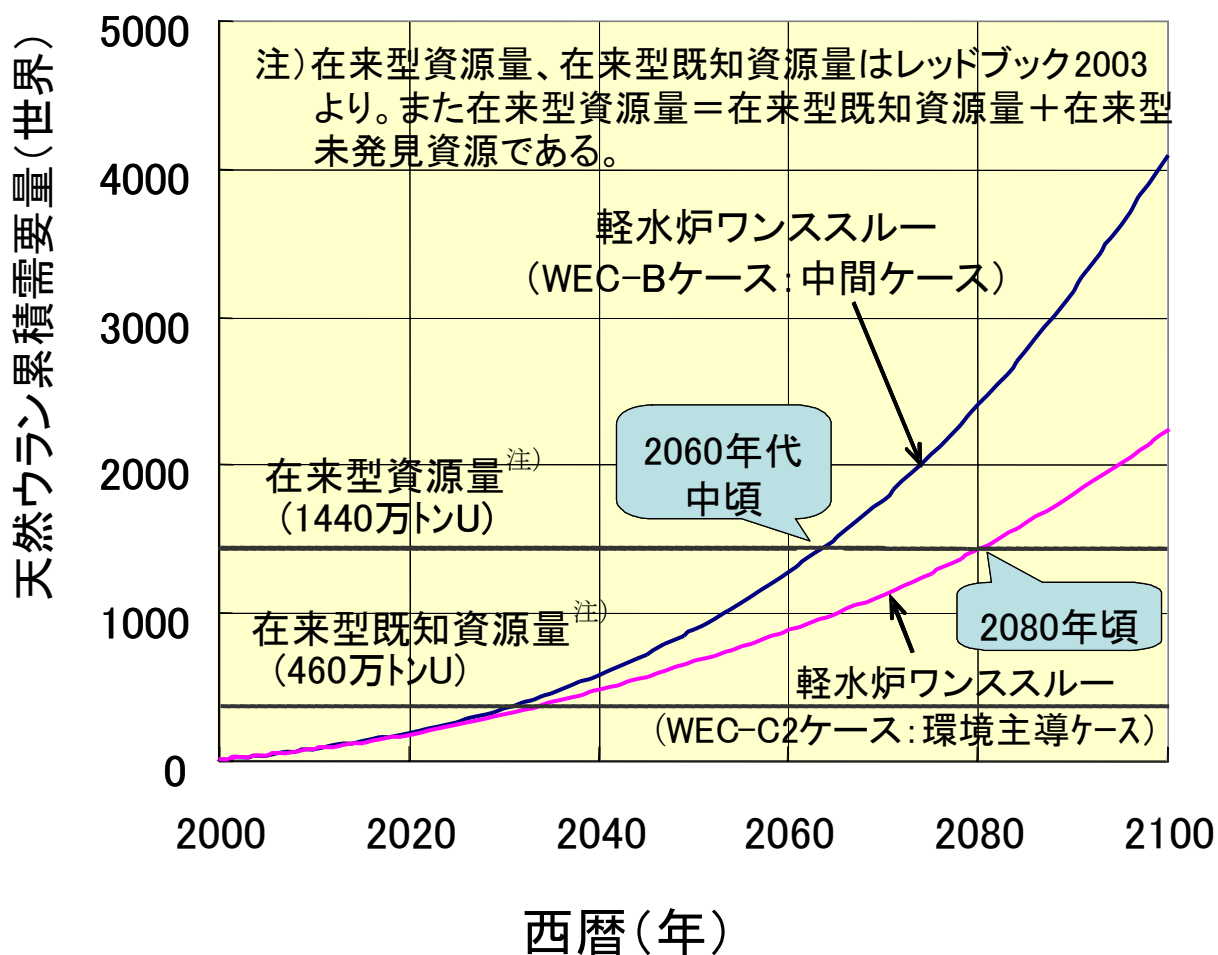
図1-4 各種電源のライフサイクルCO2排出量(メタンを含む)



【出典：原子力については、電力中央研究所「ライフサイクルCO₂排出量による原子力発電技術の評価2001年8月」。
他電源については、電力中央研究所「ライフサイクルCO₂排出量による発電技術の評価2000年3月」】

図1-5 軽水炉ワンスルーによる天然ウランの累積需要量

世界エネルギー会議 (WEC)における長期の世界エネルギー需給に基づくサイクル諸量解析によれば、軽水炉ワンスルーでは、21世紀中頃以降ウラン資源の枯渇が現実化する可能性がある。



(2) 軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへ

2003年10月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、原子力発電は準国産エネルギーとして位置づけられるエネルギーであり、発電過程でCO₂を排出することがなく（図1-4参照）地球温暖化対策に貢献するものであり、安全確保を大前提として、今後とも基幹電源として位置づけて、引き続き推進して行くべきであるとされている。

現在発電に用いられている原子炉は、我が国はもちろん世界的にもそのほとんどが軽水炉である。この軽水炉は、主にウランを燃料に用いている。世界エネルギー会議（WEC）における解析によれば、軽水炉からの使用済燃料を再処理せずに直接処分する（軽水炉ワンスルー）場合には、21世紀中頃以降ウランの枯渇が現実化する可能性があるとしてされている（図1-5参照）。我が国は、ウランの全てを輸入に依存している。原子力発電の推進にあたっては、燃料の供給に関し検討することが必要である。

軽水炉ワンスルーと、再処理して使用済燃料に含まれるウランやプルトニウムを回収し、再び軽水炉の燃料にすること（プルサーマル）を比較した場合、ウラン資源を1～2割有効利用することが可能である。さらに、将来における核燃料サイクルの有力な選択肢である高速増殖炉サイクル技術（本報告書では、高速増殖炉、高速増殖炉からの使用済燃料の再処理、高速増殖炉用の燃料製造の3つの技術を総称して、「高速増殖炉サイクル技術」と呼ぶ。）が確立されれば、ウラン資源の利用効率が飛躍的に高まり、数世紀以上にわたり原子力発電を利用可能となる。

2005年10月に原子力委員会が決定した「原子力政策大綱」においては、「原子力発電は核燃料のリサイクル利用により供給安定性を一層改善できること、高速増殖炉サイクルが実用化すれば資源の利用効率を飛躍的に向上できること等から、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。」とされている。

表2-1 各国の主な高速増殖炉開発の歩み

国名	原子炉名	出力 (kW)	型式 (冷却材 1次/二次)	運転開始	現状
米国	EBR-I	200kWe	ループ (NaK/NaK)	1951	運転終了
	EBR-II	2万kWe	タンク (Na/Na)	1964	運転終了
	FFTF	40万kWt	ループ (Na/Na)	1980	運転終了
	CRBR	38万kWe	ループ (Na/Na)	—	計画中止
仏国	Rapsodie	4万kWt	ループ (Na/Na)	1967	運転終了
	Phenix	25万kWe	タンク (Na/Na)	1974	運転中
	Super-Phenix	124万kWe	タンク (Na/Na)	1986	運転終了
英国	DFR	1.5万kWe	ループ (NaK/NaK)	1963	運転終了
	PFR	25万kWe	タンク (Na/Na)	1988	運転終了
独国	KNK-II	2万kWe	ループ (Na/Na)	1979	運転終了
	SNR-300	32.7万kWe	ループ (Na/Na)	—	建設中止
欧州	EFR	150万kWe	タンク (Na/Na)	—	設計研究終了
ロシア (旧ソ連)	BR-5(10)	0.5(0.8)万kWt	ループ (Na/NaK)	1958	運転終了
	BOR-60	1.2万kWe	ループ (Na/Na)	1970	運転中
	BN-350	13万kWe +脱塩	ループ (Na/Na)	1973	運転終了
	BN-600	60万kWe	タンク (Na/Na)	1980	運転中
	BN-800	80万kWe	タンク (Na/Na)	—	建設中
中国	CEFR	2.3万kWe	タンク (Na/Na)	—	建設中 (2008年初臨界予定)
インド	FBTR	1.3万kWe	ループ (Na/Na)	1985	運転中
	PFBR	50万kWe	タンク (Na/Na)	—	建設中 (2010完成予定)

表 2-2 第4世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)

- 日仏米が中心となり、10カ国+1機関が参画した国際共同研究開発
- 2030年頃に初号機の導入を目標
- 2015~2020年頃までで研究開発を終了し、その後は実証試験を行う予定
(現在は研究開発課題とその協力体制について議論中)
- 検討対象6概念の内、3概念が高速炉

開発目標

(1) 持続可能性

- ① 資源有効利用性
- ② 環境負荷低減性
(廃棄物の最小化と管理)
- ③ 核拡散抵抗性

(2) 経済性

- ① コスト(資本費、運転費、燃料費)
- ② 投資リスク

(3) 安全性と信頼性

- ① 通常運転時の安全性と信頼性
- ② 炉心損傷防止
- ③ 敷地外緊急時退避不要

検討対象の6概念

- ・ナトリウム冷却高速炉(SFR)
: 日、仏、米等5カ国
- ・ガス冷却高速炉(GFR)
: 仏、米、日等7カ国+1機関
- ・鉛冷却高速炉(LFR)
: 2カ国+1機関

- ・超高温炉(VHTR)
- ・超臨界水冷却炉(SCWR)
- ・熔融塩炉(MSR)

参加国: 10カ国+1機関

アルゼンチン、ブラジル、カナダ、
フランス、日本、韓国、南アフリカ、
スイス、イギリス、アメリカとEU