

原子力の維持・拡大に向けた主な動向

- 原子力産業の動向 -
- 原子力分野の研究開発の動向 -
- 産業・技術インフラ、社会インフラ支援の動向 -

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
第4回

平成19年11月16日
内閣府 原子力政策担当室

【構成】

- 原子力産業の動向 -

(1) 現在の原子力産業の国際市場

(ウラン鉱山～転換～濃縮～再転換・燃料成型加工～原子力発電プラント～再処理)

(2) ニーズに対応した原子力利用

(3) 原子力利用に関わる国際的ファイナンスの現状

< 論点 ～原子力産業の動向～ >

- 原子力分野の研究開発の動向 -

(1) 基礎基盤研究

(2) 実用化に向けた研究開発 ～ (革新的原子炉システム、海水ウラン捕集、原子力水素)

(3) 軽水炉の長期化対策、科学技術の向上等に関する研究開発

< 論点 ～原子力分野の研究開発の動向～ >

- 産業・技術インフラ、社会インフラ支援の動向 -

(1) IAEAによる新規導入国支援の取組例

(2) IAEAの取組と日本の貢献等について

(3) その他の多国間協力の例: アジア原子力協力フォーラム

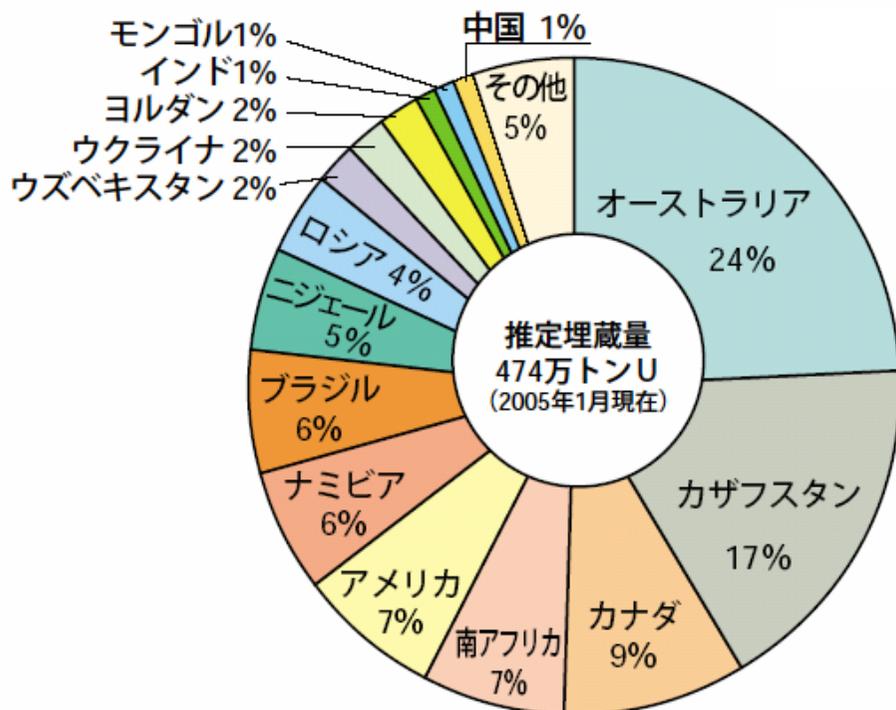
(4) 二国間での日本の新興原子力導入国支援(ベトナム、インドネシア、カザフスタン)

< 論点 ～産業・技術インフラ、社会インフラ支援の動向～ >

原子力産業の動向

(1) 現在の原子力産業の国際市場 - ウラン鉱山 -

ウラン資源埋蔵量



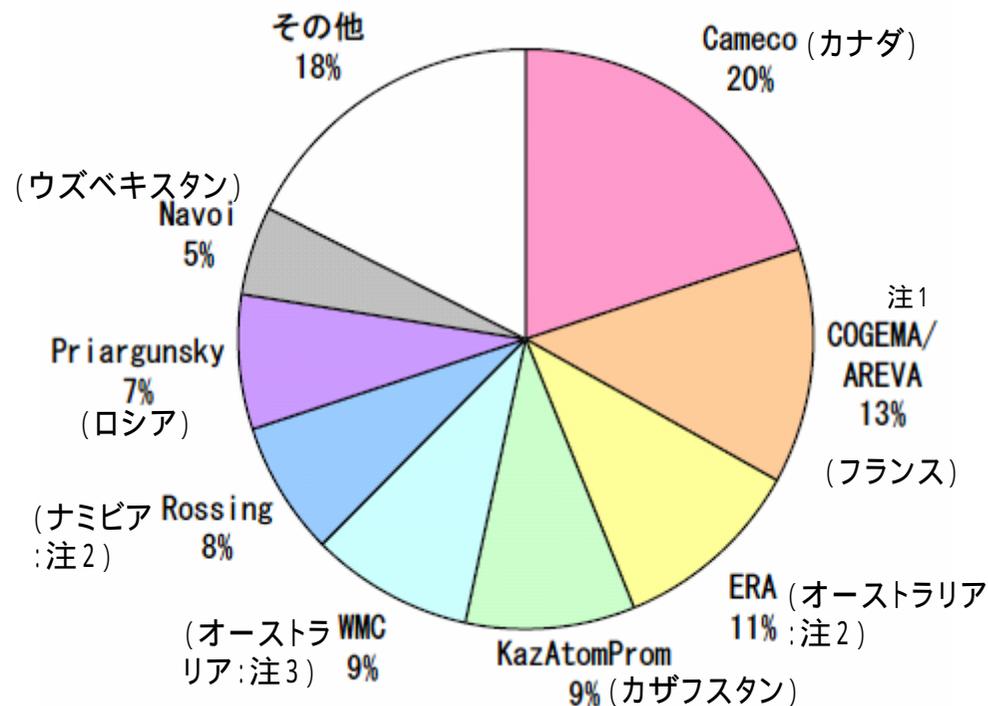
(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。

トンU：金属ウランでの重量トン

出典：OECD/NEA - IAEA
「URANIUM2005」

出典：原子力・エネルギー図面集2007(電気事業連合会)

世界の天然ウラン生産量



【出典】 “The Global Nuclear Fuel Market (2005)”, World Nuclear Association

注1: 2006年3月1日より「AREVA NC」に社名変更

注2: Rio Tinto(英国)傘下

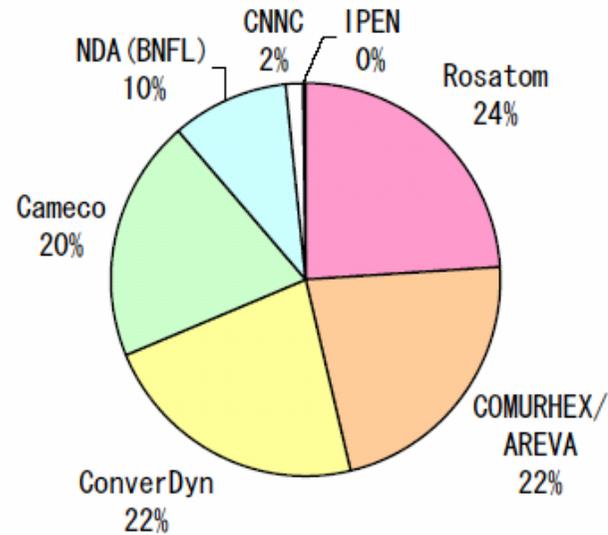
注3: BHP Billiton(英国)傘下

出典：資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会電気事業分科会
原子力部会(第9回)資料1 - 1「原子力産業のあり方について」(H18.3)

☞ Cameco(カナダ)、COGEMA/AREVA(仏)、ERA(豪:ただしRio Tinto(英)が68%株式を保有)等の8社が主要企業。

(1) 現在の原子力産業の国際市場 - 転換 -

世界の転換設備容量と転換役務需要



2004年の旧ソ連及び旧東欧諸国分を除く転換役務需要(約56,000tU)は設備容量(約48,000tU)を上回っており、需要の一部は解体核高濃縮ウラン、民間在庫等の二次供給によって賄われていると推測される。

国名	事業者	所在地	設備容量 (tU/年)
ロシア	Rosatom	アンガルスク	15,000 ^注
		セベルスク	
仏国	COMURHEX/ AREVA	ピエールラット	14,000
米国	ConverDyn	メトロポリス	14,000
カナダ	Cameco	ポートホープ	12,500
英国	NDA (BNFL)	スプリング フィールズ	6,000
中国	CNNC	蘭州	1,000
ブラジル	IPEN	サンパウロ	90
合計 (ロシア分を除く)			62,590 (47,590)

	世界合計 (tU/年)	旧ソ連及び旧東欧諸 国分を除く (tU/年)
転換役務需要 (2004年)	62,880	55,959

【出典】 “The Global Nuclear Fuel Market (2005)”, World Nuclear Association

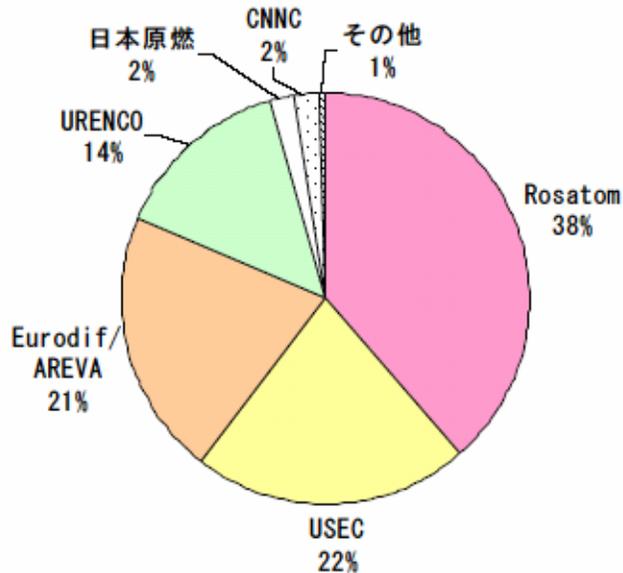
注: ロシアの設備容量は24,000tU/年との情報もある

出典: 資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会(第9回)資料1 - 1「原子力産業のあり方について」(H18.3)

👉 Rosatom(露)、COMURHEX/AREVA(仏)、ConverDyn(米)、Cameco(カナダ)、NDA(BNFL)(英)の5社が主要企業。

(1) 現在の原子力産業の国際市場 - 濃縮 -

世界のウラン濃縮設備容量と濃縮役務需要



2004年の世界の濃縮役務需要は約43,000tSWU、設備容量は約52,000tSWUとなっている。需要の一部は解体核高濃縮ウラン、民間在庫等の二次供給によって賄われていると推測される。

国名	事業者	所在地	設備容量 (tSWU/年)
ロシア	Rosatom	アンガルスク	20,000
		エカテリンブルク	
		ジェレノゴルスク	
		セベルスク	
米国	USEC ^注	パデューカ	11,300
仏国	Eurodif/ AREVA ^注	トリカスタン	10,800
英国	URENCO	カーペンハースト	3,100
オランダ		アルメロ	2,500
ドイツ		グロナウ	1,700
中国	CNNC	蘭州	1,000
日本	日本原燃	六ヶ所	1,050
その他	-	-	300
合計			51,750

	世界合計 (tSWU/年)
濃縮役務需要 (2004年)	43,088

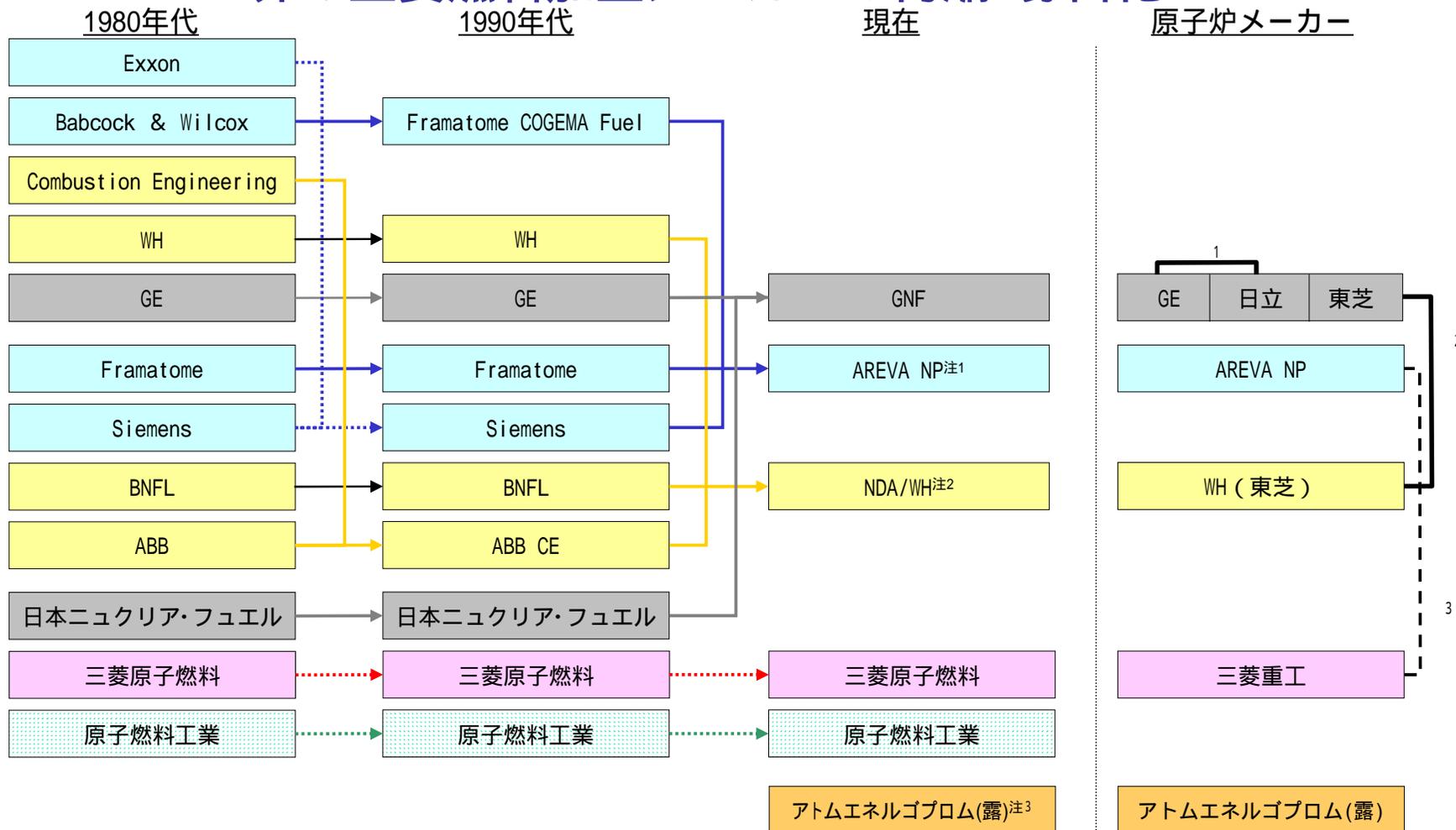
【出典】 “The Global Nuclear Fuel Market (2005)”, World Nuclear Association
 注: USECとEurodif/AREVAはガス拡散法、それ以外は遠心分離法

出典: 資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会 (第9回) 資料1 - 1「原子力産業のあり方について」(H18.3)

👉 Rosatom (露)、USEC (米)、Eurodif/AREVA (仏他)、URENCO (英、蘭、独) の4社が主要企業。

世界の主要燃料加工メーカーの再編・寡占化

出典: 経済産業省



注1 2006年3月1日より、「Framatome ANP」から「AREVA NP」に社名変更
 注2 2005年4月より、当該施設はNDAの所有となり、WHが管理運営を実施
 注3 2008年の正式発足に向け、原子炉製造、濃縮、燃料加工、ウラン鉱山開発等の民生原子力部門の統合を進めている

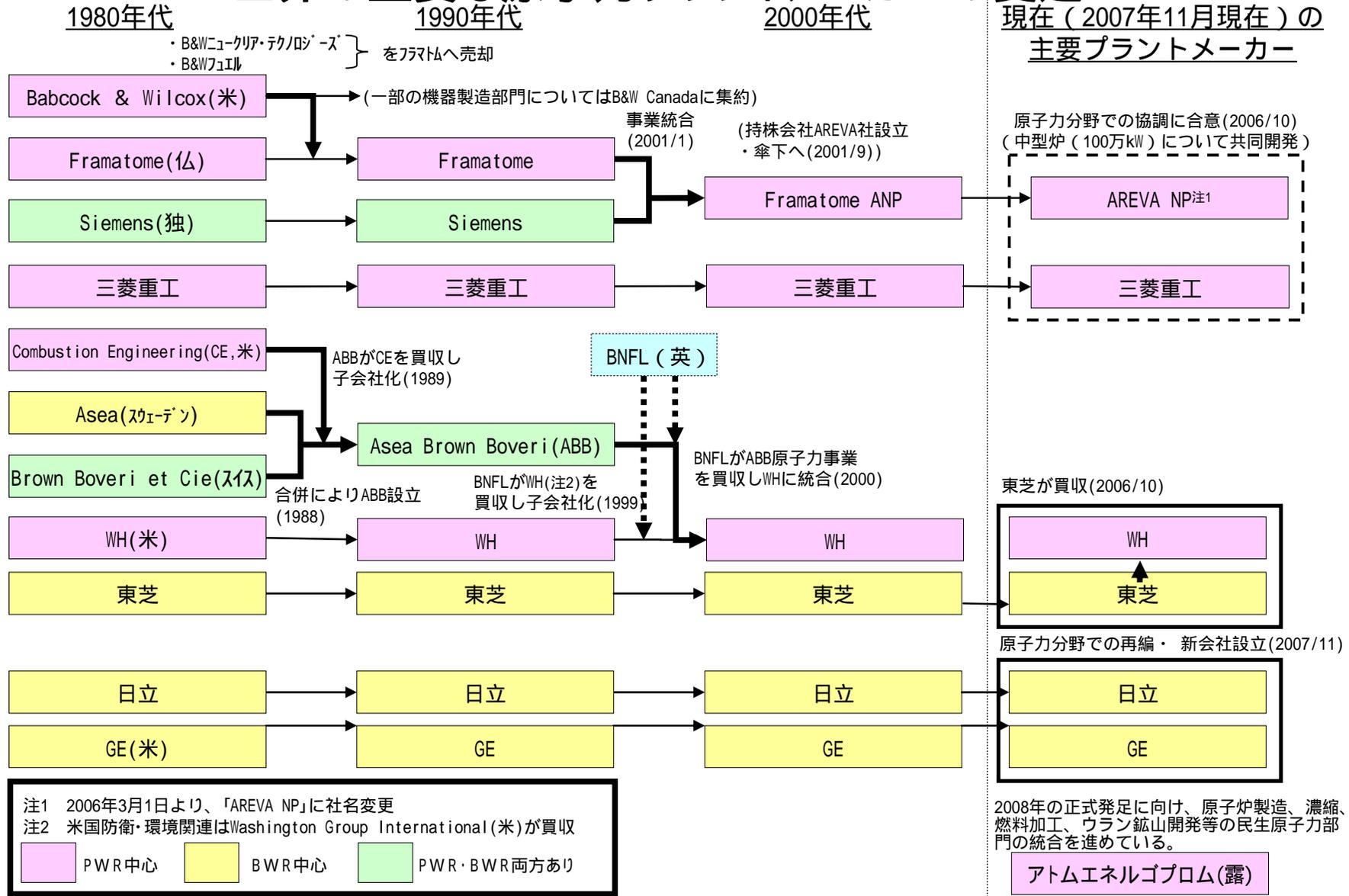
1 原子力分野での再編・新会社設立(2007/11)
 2 東芝がWHを買収(2006/2)
 3 原子力分野での協調に合意(2006/10)
 (中型炉(100kW)について共同開発)

- 再転換工程は、燃料成型加工施設の一部として位置付けられている場合が殆ど。
- 燃料成型加工は、世界の需要を賄うに十分な供給容量があり、再編・統合が進んだ結果、3つの系列メーカーで、世界の成型加工容量の2/3を占めている。

(1) 現在の原子力産業の国際市場 – 原子力発電プラント – 8

世界の主要な原子力プラントメーカーの変遷

出典：経済産業省



☞ メーカーは長期にわたった需要低迷期において、総合産業である原子力産業として、必要な企業規模を維持していくために、国境を越えて再編・集約化

(1) 現在の原子力産業の国際市場 – 再処理 –

世界の主な再処理施設

国名	事業者 ^{注2}	施設名 ^{注1}	処理容量 ^{注1} (tU/年)	対象燃料 ^{注2}	操業開始 ^{注1}	海外からの 主要技術の導入	備考 ^{注2}
仏国	COGEMA	UP2-800	1,000	濃縮ウラン	1994年		1994年にUP2-400を改造
		UP3	1,000	濃縮ウラン	1990年		海外顧客燃料を再処理
英国	NDA (BN-GS) ^{注4}	B205	1,500	天然ウラン	1964年		
		THORP	900	濃縮ウラン	1994年		海外顧客燃料等を再処理
ロシア	Rosatom	RT1	400	濃縮ウラン	1971年		
		RT2	1,500予定	濃縮ウラン	2020年予定		
インド	BARC ^{注5}	PREFRE1	100	(不明)	1974年		
		PREFRE2	100	(不明)	1998年		
		PREFRE3A	150	(不明)	2005年		
		PREFRE3B	150	(不明)	2005年		
中国	(不明)	(甘肅省酒泉)	25	(不明)	(不明)		
		(甘肅省蘭州)	800予定	(不明)	2020年予定	COGEMAから導入の 可能性 ^{注6}	
日本	日本原子力 研究開発機構	東海 再処理施設	90	濃縮ウラン	1981年	COGEMAから導入	
	日本原燃	六ヶ所 再処理施設	800	濃縮ウラン	2007年予定	COGEMAから導入	
米国 ^{注3}	・2006会計年度の予算で使用済燃料リサイクル計画に4,950万ドルを割り当てている。この計画では、サイト選定の目標時期を2007会計年度、使用済燃料リサイクル施設の目標着工時期を2010会計年度としており、サイト誘致者に対する総額2,000万ドルの支援金の交付を含んでいる。 ・2006年2月に「国際原子力エネルギー・パートナーシップ」を発表し、核拡散抵抗性に優れた先進的再処理技術の開発にも積極的に取り組む姿勢に転じた。						

注1: “Status and trends in spent fuel reprocessing”, IAEA, VIENNA, 2005

注2: 日本原子力産業会議「原子力ポケットブック (2005年版)」

注3: 米国議会両院協議会「米国2006年度エネルギー・水資源開発歳出予算案」共同説明書、大統領一般教書演説、DOE発表資料等

注4: IBBNFL

注5: Bhabha Atomic Research Centre

注6: 「中国は再処理工場の建設に向けた準備を進めており、中国の再処理事業者がCOGEMAなどと水面下で協議している模様」の旨の報道があった

出典: 資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会(第9回)資料1 - 1「原子力産業のあり方について」(H18.3)

👉 商用規模の再処理施設が、仏、英、露で稼働中。

👉 商用規模の再処理施設を、日本で建設中、中国で建設予定。

(2) ニーズに対応した原子力利用

➤ 熱供給炉

熱を直接、地域暖房用等で比較的温度の低い熱源として利用する原子炉。電気と蒸気を配給する電熱併給炉型と蒸気のみを配給する熱供給炉型とがある。ロシア・旧ソ連において実績がある。

➤ 海水淡水化

海水淡水化技術には、熱を直接用いる蒸発法、逆浸透膜法などがある。

カザフスタンのアクタウ発電所(BN-350)では電気供給と海水淡水化が行われていた実績がある。

IAEAのInternational Nuclear Desalination Advisory Group(INDAG)で原子力利用による海水淡水化について議論されている。

➤ 中小型炉

途上国や島嶼国における中小規模の発電需要等に対応可能なコンパクトな中小型炉。

日本では、中小型軽水炉、小型高速炉、海外では南アフリカの高温ガス炉、韓国の小型軽水炉等の研究開発が行われている。また、ロシアでは船用炉を搭載した浮遊型原子力発電所の建設が行われている。日米原子力エネルギー共同行動計画の下で、中小型炉WGが設立されており、現在、中小型炉の設計要件等について議論が行われている。

出典：(財)日本原子力文化振興財団 ウェブサイト「原子力百科事典ATOMICA」

中央環境審議会 21世紀環境立国戦略特別部会(第9回) 資料2 他より事務局作成

(3) 原子力利用に関わる国際的ファイナンスの現状

< 国際金融機関の融資 >

(各機関HP等より作成)

- 欧州原子力共同体 (EURATOM)、欧州投資銀行 (EIB)
20年ぶりに新設融資再開見込 (ブルガリア、リトアニア)
- 欧州復興開発銀行
東欧諸国原発のうち安全性に問題のあるものに対処するための原子力安全基金の実績あり
- アジア開発銀行 (ADB) (原子力への融資実績無し)
- 世界銀行
150,000キロワットの原子力発電所建設のため、イタリアに40百万ドルの融資実績あり (1959年9月16日承認)。但し、同ローンが過去唯一の案件。

< 気候変動枠組条約 (UNFCCC) 関連 >

- 京都メカニズム
附属書 国は、原子力事業で得た排出削減量を共同実施 (JI) やクリーン開発メカニズム (CDM) として利用することは「差し控える」 (COP7、マラケッシュ合意)
- 特別気候変動基金 (SCCF)
\$62M程度の途上国への無償資金供与がある (2007年4月現在)。
(マラケッシュ合意により地球環境ファシリティのもとに設置)

- ☞ 世界的な原子力利用の維持・拡大には国際的ファイナンスによる支援が重要。
- ☞ 京都メカニズムの原子力利用への適用は控えられている。

世界の状況に対応しつつ、原子力利用に関わる国際市場は健全に機能してきている中、今後、新興原子力国、新規原子力導入国で利用が拡大していく際の更なる取組の必要性

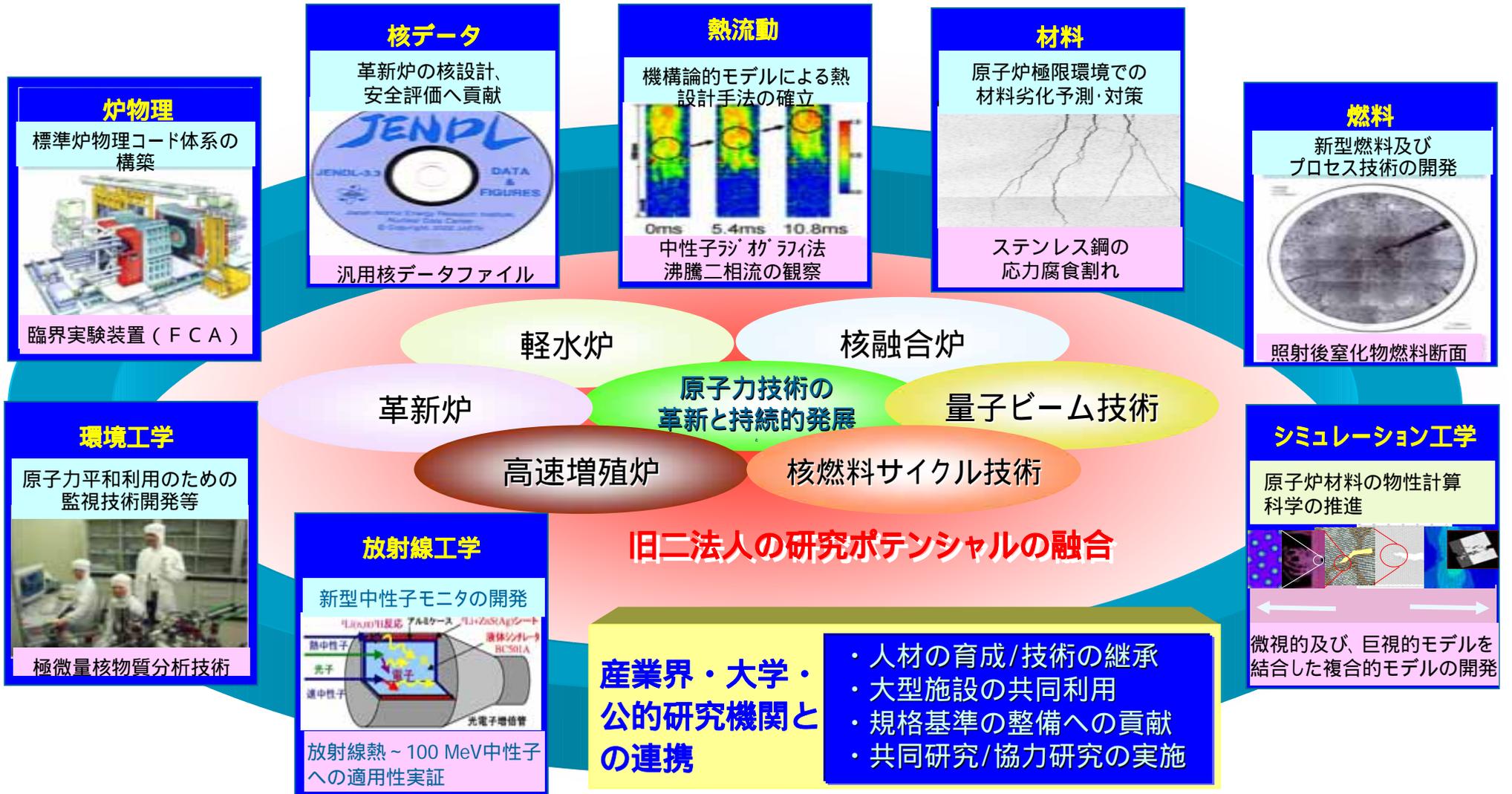
温暖化対策に貢献していくための、原子力利用に関わる我が国の国際展開の方向性

原子力分野の研究開発の動向

(1) 基礎基盤研究

(出典) 日本原子力研究開発機構

原子力研究開発の基盤を形成し、新たな原子力利用技術を創生するため、原子力基礎工学(核工学、炉工学、材料工学、核燃料・核化学工学、環境工学、放射線防護、放射線工学、シミュレーション工学等)の研究及び将来の原子力の萌芽となる未踏分野の開拓を目指した先端基礎研究を実施。



➤ 基礎的・基盤的な研究開発活動は、我が国の原子力利用を分野横断的に支える。

(2) 実用化に向けた研究開発 革新的原子力システム (国際協力)

15

第4世代原子力システムに関する国際フォーラム (Generation IV International Forum)

開発目標

- ・以下の性能を備えた第4世代原子力システムを2030年頃に初号機の導入を目標
 - (1) 持続可能性
資源有効利用 / 環境負荷低減 (廃棄物の最小化と管理)
 - (2) 経済性
コスト (資本費、運転費、燃料費) / 投資リスク
 - (3) 安全性と信頼性
通常運転時の安全性と信頼性 / 炉心損傷防止 / 敷地外緊急時退避不要
 - (4) 核拡散抵抗性
- ・2015～2020年頃までに研究開発を終了し、その後は実証試験を行う予定。

参加国: 12カ国 + 1機関が憲章に署名

日本、米国、仏国、加国、スイス、韓国、南アフリカ、ブラジル、アルゼンチン、ロシア、中国、英国、ユーラトム

対象炉型 (3 / 6が高速炉)

- ・ナトリウム冷却高速炉 (SFR)
- ・超高温ガス炉 (VHTR)
- ・熔融塩炉 (MSR)
- ・超臨界圧水冷却炉 (SCWR)
- ・ガス冷却高速炉 (GFR)
- ・鉛冷却高速炉 (LFR)

経緯

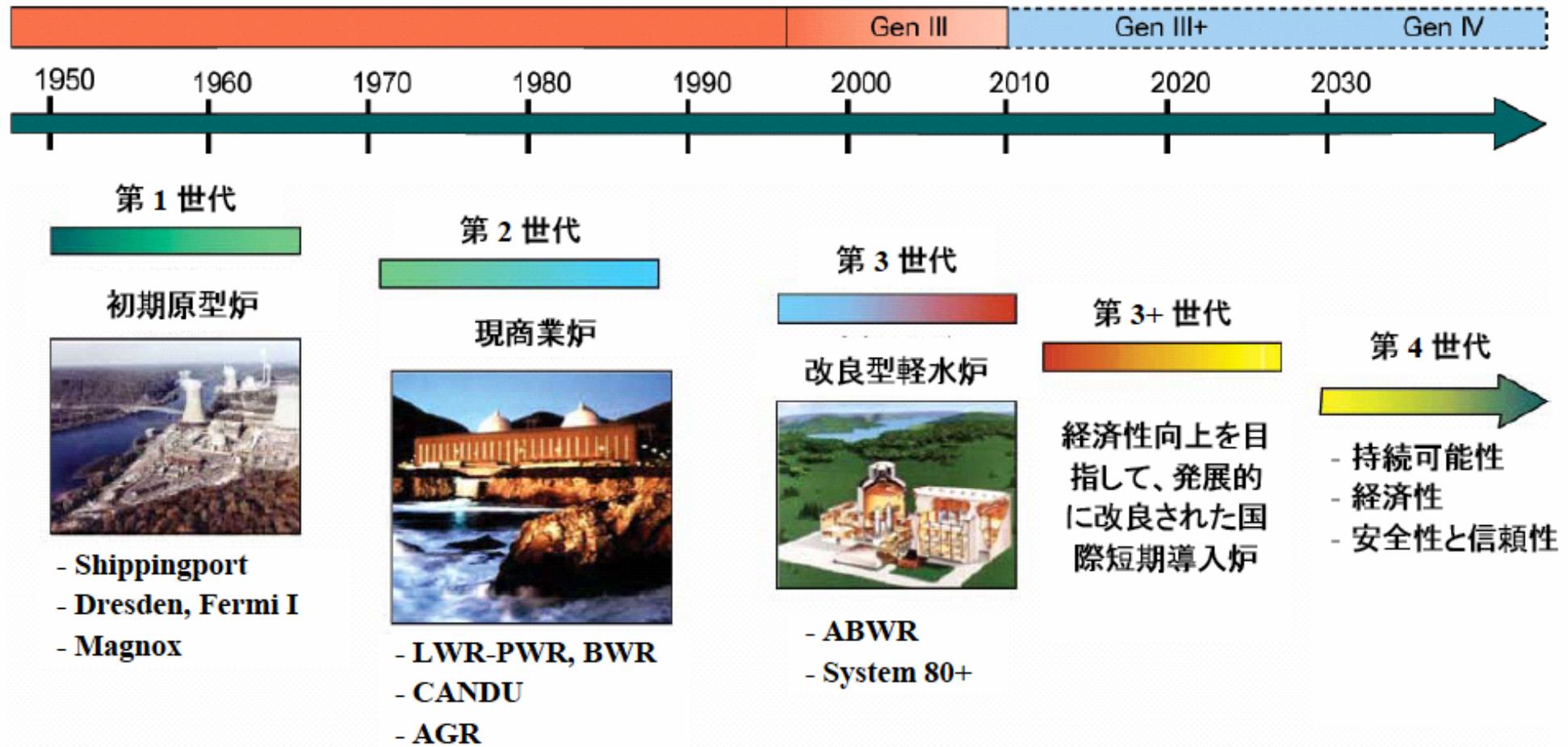
- ・GIF憲章に署名 (2001.7)
- ・原子炉システムの選定 (2002.7)
- ・ロードマップの作成 (2002.12)
- ・政府間の国際約束である枠組協定を締結 (2005.2)
- ・炉毎にシステムアグリーメントを締結 / SFR (2006.2) / VHTR, SCWR, GFR (2006.11) / MSR, LFR: 未締結

- 社会の要請に応えられる革新的原子力システムを実用化する必要があるという認識が高まっている。
- 日本は、SFR及びVHTRで共同議長を務めるなど、中心的な役割を担っている。

(参考) 第4世代原子力システムに関する国際フォーラム

Generation IV International Forum

• 2030年頃に第4世代原子力システム初号機の導入を目標



(出典) 米国エネルギー省

(2) 実用化に向けた研究開発 革新的原子力システム (国際協力) ¹⁷

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: International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles)

目的

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原子力技術の利用を支援することを目的として、国際原子力機関(IAEA)に創設されたプログラムの一つ。

参加国(27カ国 + EC)

アルゼンチン、アルメニア、ベラルーシ、ブラジル、ブルガリア、加国、チリ、中国、チェコ、仏国、ドイツ、インド、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、モロッコ、オランダ、パキスタン、ロシア、スロバキア、南アフリカ、スペイン、スイス、トルコ、ウクライナ、米国、EC

ミッション

- ・革新的原子炉システム(INS)等に関し先進国及び途上国の専門家、政策決定者が議論するためのフォーラムの提供
- ・INS評価手法の開発、評価に関する勧告の作成
- ・INSの開発及び実施のための国際協力の調整
- ・INSに関心のある途上国のニーズに特に配慮

展開

フェーズ1A: 評価手法を策定(2001~2003年)

フェーズ1B: 評価手法を用いたケーススタディーの実施(Part1:2003~2004年)

：INSの評価手法に関するINPROメソドロジーのマニュアルを草案、12のプロジェクトの実施(Part2:2005~2006年)

フェーズ2 : クローズドサイクルに関する評価等、11のプロジェクトを実施(2006年~)

- INPROを通じ、原子力発電の導入を企図する途上国のニーズの把握が可能。
- 日本も積極的に関与、貢献している。

(2) 実用化に向けた研究開発 革新的原子力システム (国際協力) 18

国際原子力エネルギー・パートナーシップ (GNEP: Global Nuclear Energy Partnership)

核不拡散、原子力安全及び核セキュリティ等が確保された方法で、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国際協力。協力の目的は、世界の発展・繁栄、環境の改善及び核拡散リスクの低減のために、先進的な核燃料サイクル技術の開発・利用を促進すること。

GNEPの主要な取組

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

IAEAとの協力で、より強化された保障措置を開発

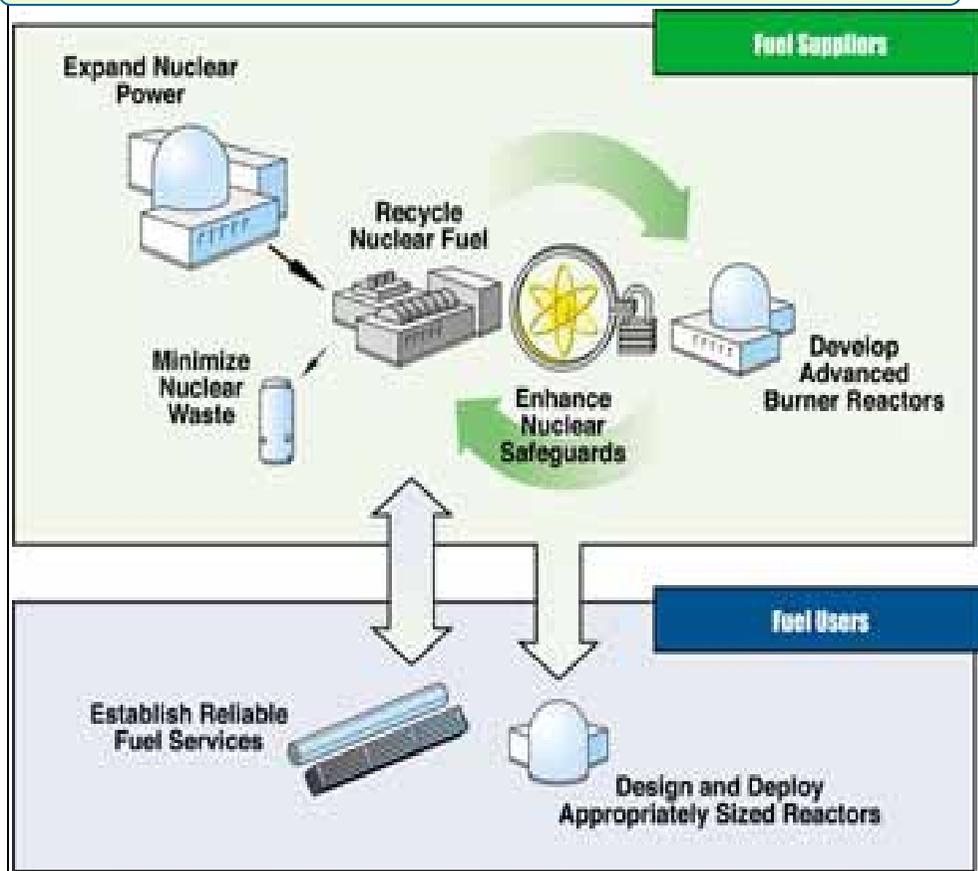
信頼性のある燃料供給の国際的な枠組みを創設し、機微技術獲得の代替手段を創出

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し、適切な時期に利用

先進的リサイクル技術を開発して、核拡散抵抗性が高い方法で、廃棄物低減を促進

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の開発を促進

GNEPの国際的核燃料サイクルのイメージ(DOE案)



➤ 核不拡散、原子力安全及び核セキュリティ等を確保しつつ、原子力利用の拡大を図るための取組が予定されている。

(2) 実用化に向けた研究開発

革新的原子力システム(国内取組)

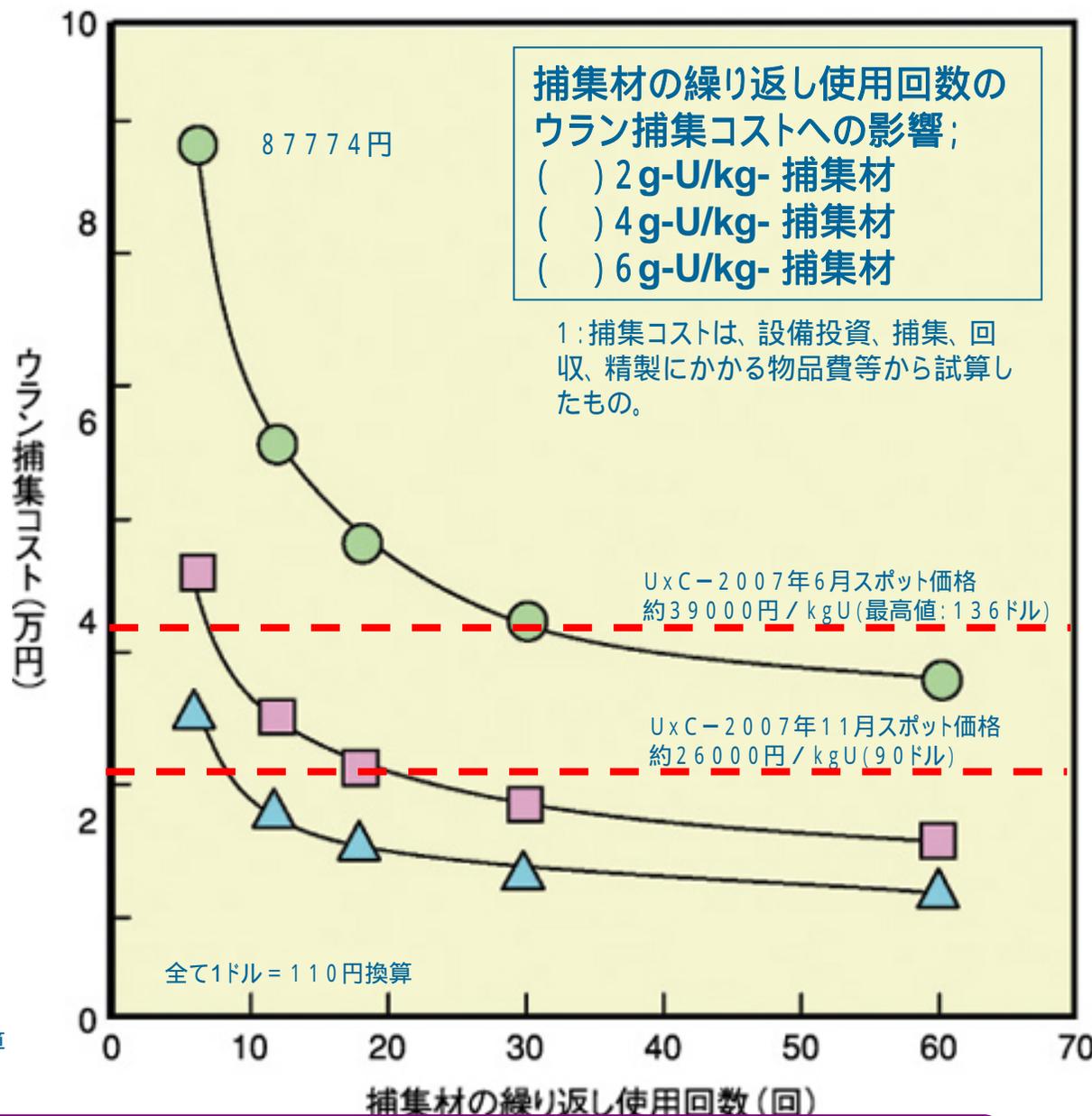
「FBRサイクル実用化研究開発」Fast Reactor Cycle Technology Development Project (FaCT Project)



- 原子力委員会は、大綱において、「高速増殖炉については、(中略)2050年頃から商業ベースでの導入を目指す。」としており、それに向けた研究開発の方針として、2005年12月26日、「高速増殖炉サイクル技術の今後10年程度の間における研究開発に関する基本方針」を決定した。
- これまで継続してきた研究開発や上述の状況を受けて、現在「FBRサイクル実用化研究開発」が行われている。

捕集コストの試算例

- ・海水中には3.3ppb(1トンあたり3.3mg)のウランが含まれている。
- ・海水ウラン捕集については、JAEA(旧JAERI)が、放射線利用研究の一環として、海水から重金属を捕集出来る捕集材の研究開発を実施してきている。
- ・設備投資費、物品費等を含むコスト試算として、87,774円/kg-Uを得た。
- ・また、捕集性能や捕集材の耐久性の向上を加味して、ウラン捕集のコストを右図のように評価した。



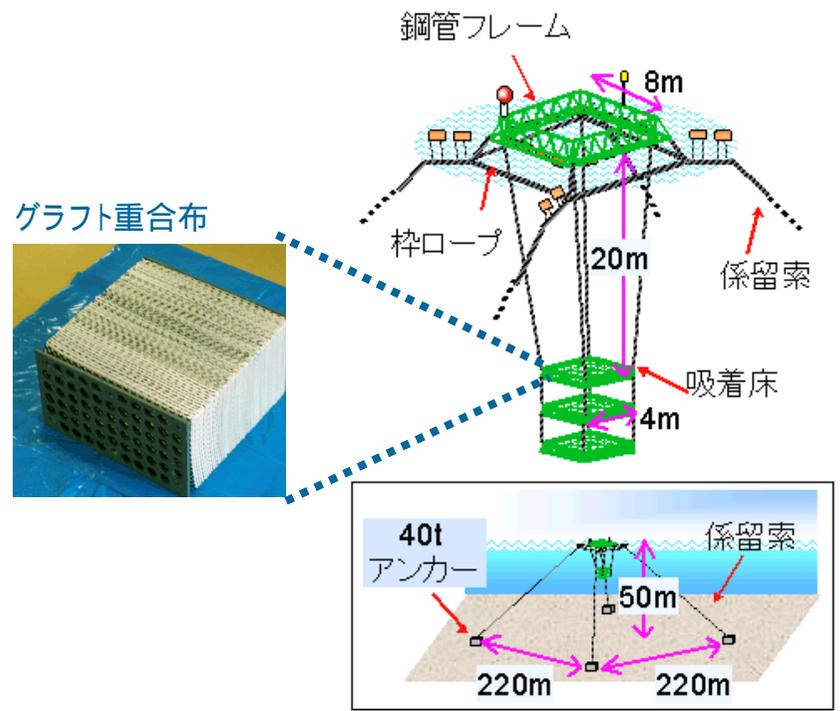
(出典) 玉田他、モール状捕集システムによる海水ウラン捕集のコスト試算

- コスト低減のためには、捕集材の捕集性能、耐久性向上が有効である。
- 海水中のウランを適切なコストで回収する技術を実現できれば、大幅な資源量の増大につながる。

(参考) 海水ウランの捕集

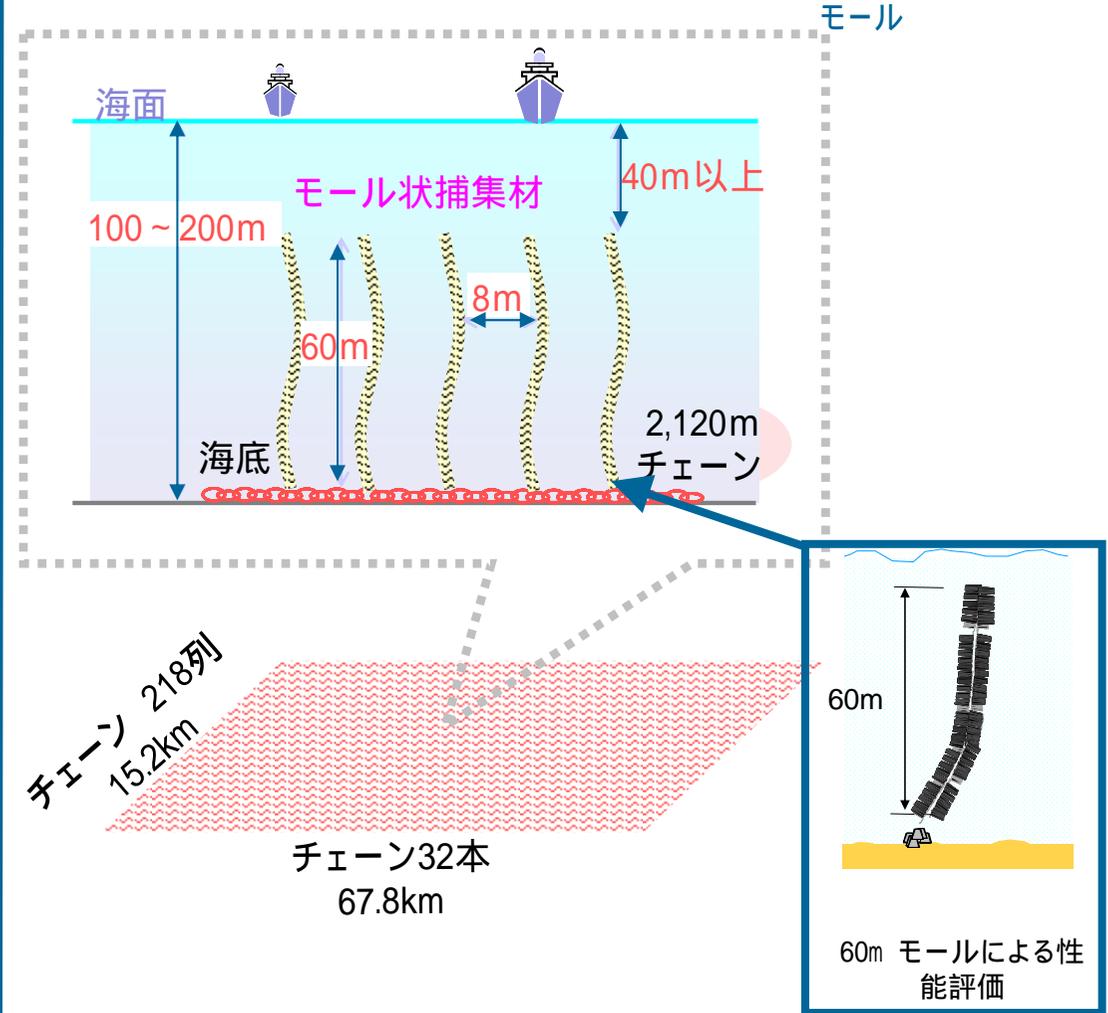
むつにおける実験

グラフト重合により作製された布状の捕集材を用いるシステム



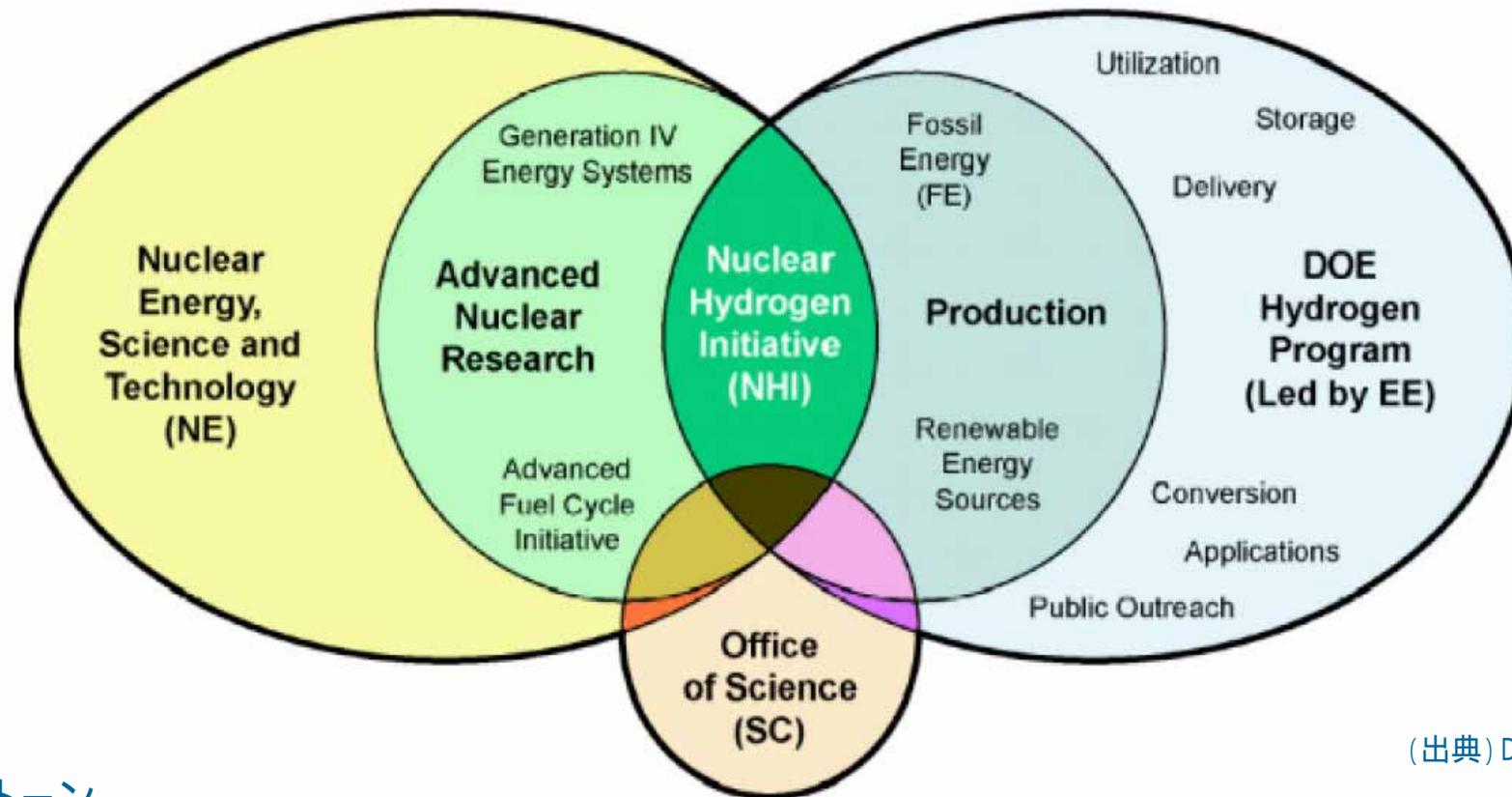
モール状捕集を用いる捕集システム

コスト試算を行った係留方法



(2) 実用化に向けた研究開発 原子力水素(米国の取組)

原子力水素イニシアチブ(NHI)



(出典)DOEウェブサイト

マイルストーン

- 2008 : 熱化学法及び高温電気分解法の実験室レベルの総合システムの完成と試験実施
- 2011 : パイロットスケールでの試験を実施する製造方法の選択
- 2013 : パイロットスケール試験の実施
- 2016 : 商用スケールの原子力水素製造システムの設計完了
- 2019 : デモンストレーション施設の建設と最終確認、及び、商用スケールのデモンストレーションの開始

▶米国では、総合的な水素プログラムの一環として、原子力水素に関して、炉の製造、水素製造プロセス、材料開発等、総合的に取り組んでいる。

(2) 実用化に向けた研究開発 原子力水素(国内取組)

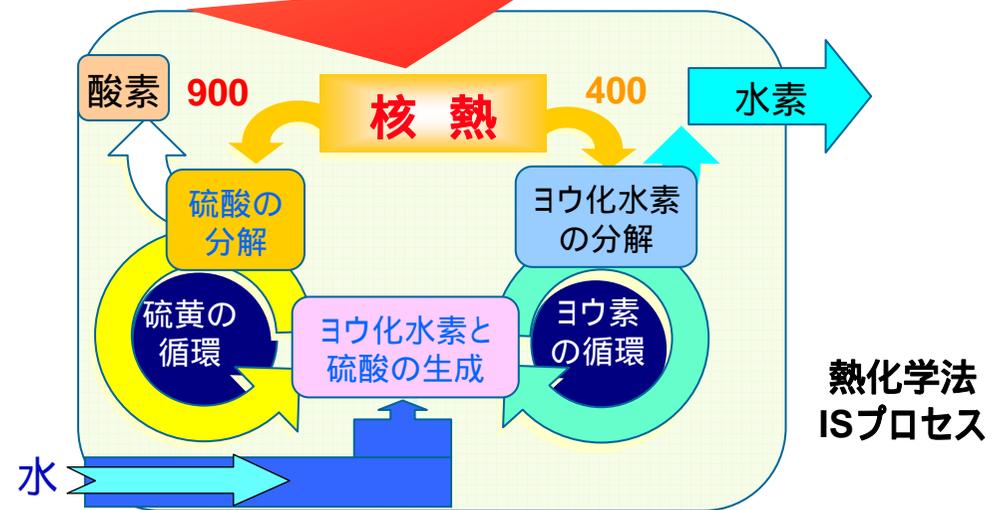
高温工学試験研究炉(HTR)を活用して水素製造と発電の実現が可能な高温ガス炉技術基盤の確立。

高温ガス炉及び高速増殖炉からの高温の核熱利用を目指した地球温暖化ガスの発生を伴わない熱化学法による水素製造技術の開発。



高温ガス炉利用

- ・熱化学法ISプロセスの水素製造技術開発の実施
- ・高温ガス炉と水素製造システムとの接続に必要な技術開発等の実施



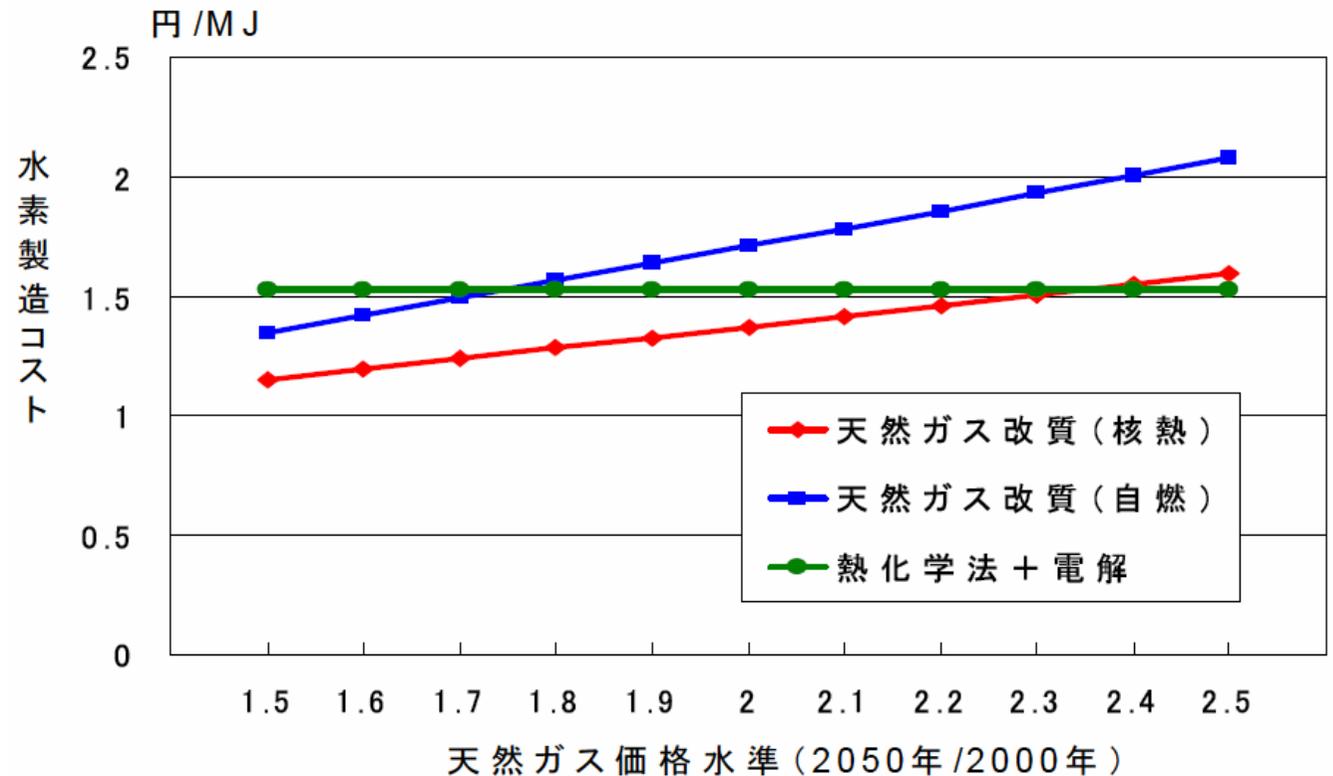
高速増殖炉利用

- ・ハイブリッド法水素製造技術の基礎研究の実施

(出典)日本原子力研究開発機構

➤日本では、高温ガス炉(HTR)を利用した、熱化学法による水素製造の研究開発が行われている。

- ・高温ガス炉が軽水炉並のコストで建設でき、水素製造技術のコストも長期的に低減することを仮定すると、将来の天然ガス価格の不確実性を考慮すれば、原子力水素が競合出来る可能性がある。



付録図 4 天然ガス (LNG) 価格と水素製造コスト

(出典)日本原子力産業会議、「2050年の原子力 -ビジョンとロードマップ-」

➤原子力水素は、化石燃料の自燃による天然ガス水蒸気改質法に対して、競合できる可能性を有するが、解決すべき技術課題が存在する。

(3) 軽水炉の長期化対策、科学技術の向上等に関する研究開発

JMTR利用検討委員会、「我が国における材料試験用原子炉の役割とJMTRのあり方等に関する検討報告書」(平成18年3月)

軽水炉の長期化対策

<燃料>

- ・ BWR燃料の高燃焼化に係る健全性と安全裕度の評価(国)

<材料>

- ・ 炉心構造材のIASCC研究(国)
- ・ 国産圧力容器鋼材の照射脆性評価(産業界)

軽水炉の運転長期化に伴う燃料(MOX含む)の高燃焼度化と材料の経年劣化に係る評価

- ・ 燃料通常照射試験
- ・ 燃料異常過渡試験
- ・ 軽水炉構造材料の照射影響試験 など

改良型軽水炉の開発

- ・ 経済性の向上
- ・ 信頼性/安全性の確保
- ・ 燃料サイクルへの柔軟な対応 など

原子力エネルギー基盤研究

- ・ MOX燃料挙動研究
- ・ 照射損傷素過程研究など(原子力機構など)

原子力人材育成(大学共同利用)

産業利用の拡大

<RIの製造>

癌治療/非破壊検査用
 ^{192}Ir , ^{169}Yb 等(産業界)

医療診断薬の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製造(産業界)

Si半導体やSiC半導体の製造(産業界)

科学技術の向上

- ・ 高温ガス炉の開発(原子力機構)
- ・ 核融合炉の開発(原子力機構)
- ・ 照射損傷素過程の解明(大学など)
- ・ アクチノイドの物性解明(大学)
- ・ 岩石等の生成年代同定(大学)

➤ 高燃焼度化、高経年化、出力増強等の軽水炉の高度化利用に寄与する研究開発のニーズも高い。

世界における原子力の維持・拡大のための原子力分野の研究開発に関する、
日本の今後の短期・中期・長期の取組

産業・技術インフラ、社会インフラ支援の動向

(1) IAEAによる新規導入国支援の取組例

IAEAワークショップ TM/WS on issues for the introduction of nuclear power (2006.12.4 - 6)

【目的】

1. 参加国が幅広く **基盤整備**について議論すること
2. 参加国が各国の視点から **基盤整備の要件**に関連する課題をレビューすること
3. IAEAが関心国のニーズと懸念について理解を深めること

【スコープ、メジャーイシュー】(各課題において議論されるべき項目)

- ・エネルギー需要、エネルギー源、オプション及び計画の検討
- ・原子力プログラム展開における経験
- ・法、規制及び安全の枠組み
- ・核セキュリティと保障措置
- ・**物理的なインフラ**、現在及び将来の炉技術
- ・人的資源の必要事項 / 社会的認識 / 国際イニシアチブ 等

【参加国(参加者)】

発電又は海水淡水化用に原子力の導入を意図している国(30カ国)

供給国及び将来の原子力アプリケーションに興味を持つ国等(10カ国)

(エネルギー供給に関する省庁の代表者、電気事業者の経営層、原子力委員会等の委員、規制当局の幹部)

【結果概要】

- ・燃料供給に対する保証・ファイナンス・法体系整備等への意見、IAEAの積極的関与への期待の声が多い。
- ・技術面では、中小型炉(燃料交換期間の長い)への期待。
- ・原子力発電国からは、原子力政策の一貫性、透明性の確保が極めて重要との指摘があった。

➤ 基盤整備の支援への世界的な関心が高まっている。

(2) IAEAの取組と日本の貢献等について

■活動

1) 原子力の平和的利用

原子力発電分野 (各国がエネルギー政策の企画、決定、評価を行うための技術的な観点からの支援)

☞ Topic) 基盤整備に関する文書の策定による整備事項等の明確化 (「Considerations to Launch a Nuclear Power Program」、
「Milestone in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power」)

☞ Topic) INPRO 等

非原子力発電分野 (調整研究プログラムの推進(情報交換、人材育成、技術協力プログラムへの応用)等)

原子力安全分野 (各種の国際的な安全基準・指針の作成及び普及に貢献)

☞ Topic) IRRS: 原子力安全規制に係る各国の法制度、組織等について総合的にレビューするサービス

核セキュリティ分野 (関連する行動規範、ガイダンス及び活動計画の承認と核物質等テロ行為防止特別基金の設立等)

☞ 核物質等テロ行為防止特別基金への日本の拠出(2006年度までに約82万ドル)

☞ Topic) 「アジア諸国における核セキュリティ強化のための国際会議」の開催

技術協力 (上記の分野に関する研修生受け入れ、トレーニングコースの開催、専門家の派遣等)

2) 保障措置の実施 (包括的保障措置協定 / 追加議定書 / 統合保障措置)

☞ Topic) 「IAEA追加議定書ベトナムセミナー」

■日本の財政的貢献

1) 通常予算(分担金) (人件費、会議費、情報配布費、保障措置実施費等)

☞ 日本分担金) 約67億円(H17年度)

2) 技術協力基金 (技術協力活動のために用いられる義務的経費)

☞ 日本拠出金) 約16億円(H17年度)

3) 特別拠出金 (原子力安全、原子力広報等、個別プロジェクトのための任意拠出)

☞ 日本拠出総額) 約3.5億円(H17年度)

➤ 世界は原子力の平和的利用に係る支援の重要性を認識し、取り組み続けてきた。

(参考) 基盤整備に関する課題 (IAEA)

< 基盤整備 >

原子力プログラムを定め、運用するために必要な全ての活動及び準備。

< 基盤整備の課題 >

国の立場

原子力の安全

マネジメント

財源、資金調達

法的枠組み

保障措置

規制枠組み

放射線防護

電力網

人的資源開発

ステークホルダー・インボルブメント

サイト及びサポート施設

環境保護

緊急時対策

セキュリティー及び核物質防護

核燃料サイクル

放射性廃棄物

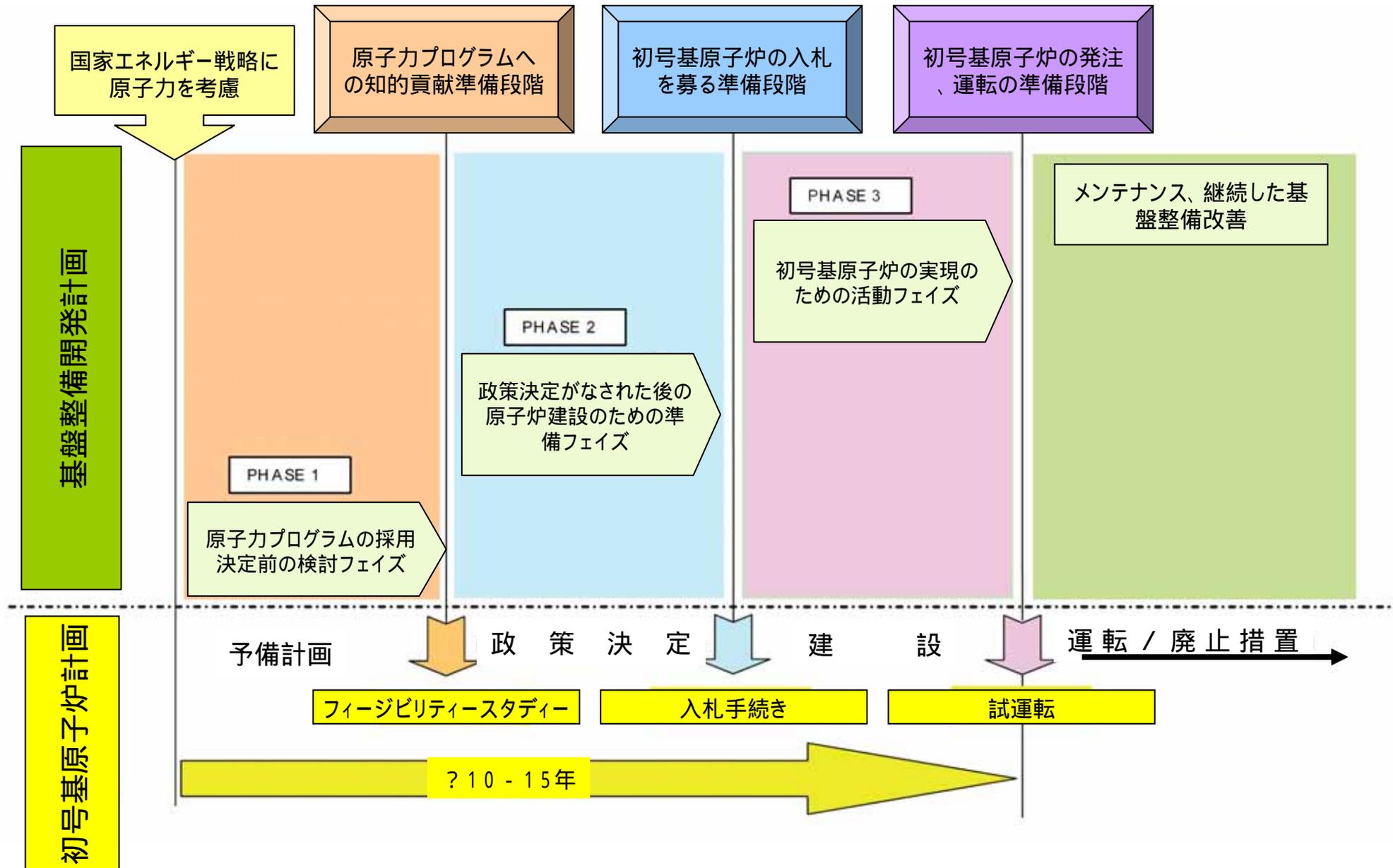
産業界の巻き込み

調達

(出典) IAEA Nuclear Energy Series, No NG-G-3.1, "Milestone in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power"

➤核不拡散、原子力安全及び核セキュリティーの確保を前提に、原子力の平和的利用の維持・拡大を図るための基盤整備に関する国際的なスタンダードを形成するための検討が開始されている。

(参考) 原子力発電基盤整備に関するマイルストーン (IAEA)



(出典) IAEA Nuclear Energy Series, No NG-G-3.1, "Milestone in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power"

(3) その他の多国間協力の例: アジア原子力協力フォーラム

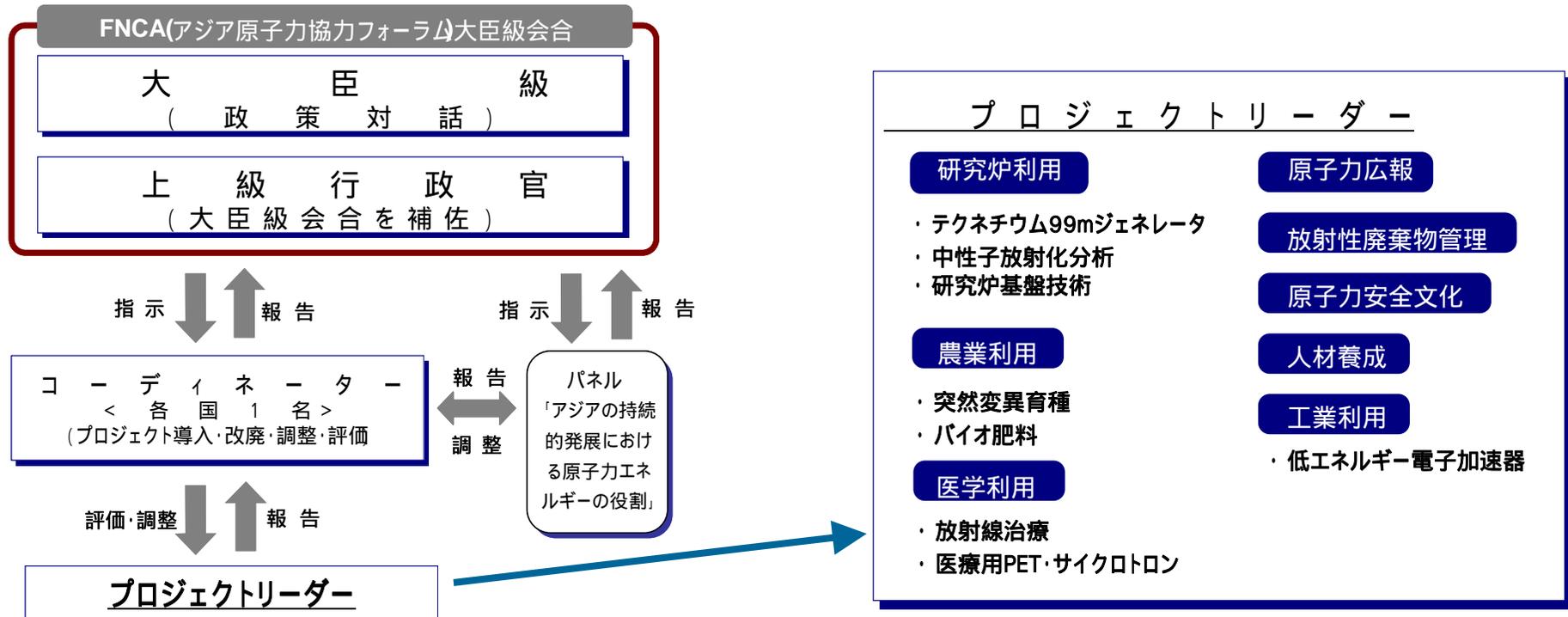
(FNCA: Forum for Nuclear Cooperation in Asia)

目的

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・経済的發展を促進することを目指す。

参加国

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(この他にIAEAがオブザーバー参加)



- 多国間での協力においても、基盤整備は重要な課題となっている。(他、GNEP等)
- 日本は、特にアジア地域での検討においてイニシアチブを発揮している。

(4) 二国間での日本の新興原子力導入国支援(ベトナム)

日・ベトナム首脳会談:共同声明(2006年10月)

安倍総理(当時)が訪日中のズン首相と会談。共同声明において、原子力安全、セキュリティ及び不拡散の必要性を認識し、法的、行政的、その他の必要な基盤整備のための努力を含め、原子力の平和利用における協力の推進を決定。核不拡散、原子力安全及び核セキュリティ関連条約の必要性も強調。ベトナムがIAEA追加議定書を締結する方針を示したことを受け、ベトナムにおいて、IAEA及び豪と協力して追加議定書セミナーを開催。

原子力立国計画を踏まえたアクション(2006年～)

- 核不拡散、原子力安全等に関する制度整備支援事業の創設
- 人材育成への協力
(運転管理者向け、規制機関向け)
- 官民合同調査ミッションの派遣、閣僚等の訪問
(互いの協力の合意、日本の協力姿勢の表明、日本に対するニーズ調査、具体的協力分野の合意等)
- 日越人材育成ワークショップの開催
(日本から人材育成ロードマップを作成・提案。)
- ベトナムの原子力発電導入に向けた本格的なフェージビリティスタディー(FS)実施に備え、産業界側の対応体制を整備(日本原子力発電を実施主体に、電力業界を挙げて取組むことを電気事業連合会が表明。)
- ベトナム電力公社向け研修の実施
(原子力政策、原子力安全、原子力技術などの講義。)

今後の計画

- 「アジア原子力発電導入支援事業」を継続。
- ベトナム側の要望を踏まえた支援を継続しつつ、今後予定されるベトナムのFSに日本として全面的に協力していく。

(出典)原子力部会第15回資料3等より事務局作成

(4) 二国間での日本の新興原子力導入国支援(インドネシア) 34

日・インドネシア首脳会議: 共同声明(2006年11月)

安倍総理(当時)が訪日中のユドヨノ大統領と会談。共同声明において、原子力安全、セキュリティ及び核不拡散の重要性を強調しつつ、原子力発電導入のための制度整備への協力を表明。

原子力立国計画を踏まえたアクション(2006年～)

- 核不拡散、原子力安全等に関する制度整備支援事業の創設
- 官民合同調査ミッションの派遣、閣僚の会談等
(日本の協力姿勢を表明、日本に対するニーズ調査、協力分野の表明等)
- 甘利大臣 - プルノモ鉱物資源大臣共同声明
(「エネルギー・鉱物資源協力に関する共同声明」において、原子力発電導入促進への協力を表明。)
- 原子力安全セミナー、広報セミナーの開催(ジャカルタ)
(原子力安全セミナー(JETROとインドネシア原子力規制庁の共催)、原子力広報セミナー(JETROとインドネシア商工会議所の共催)を開催。)
- INDONUCLEAR2007セミナー
(ジャカルタで、原子力安全に関するセミナー、パブリックアクセプタンスに関するセミナーを日本とインドネシアの共同で開催。)

今後の計画

- 「アジア原子力発電導入支援事業」を継続。
- インドネシア側は、人材養成、専門家による指導、セミナー開催等に係る支援を要望。早期に実施へ移すべく、日本側窓口のJETROと具体的な支援内容について協議中。

(4) 二国間での日本の新興原子力導入国支援(カザフスタン) 35

日・カザフスタン首脳会議(2006年11月)

小泉総理(当時)がナザルバエフ大統領と会談し、今後、広範な分野での原子力協力を進めることに合意。

原子力立国計画を踏まえたアクション(特に注記のない限り2006年～)

- ▶ 「カザフスタン共和国商業用原子力エネルギー創出のための人材育成への協力依頼」の書簡
(ジャンティキン原子力委員会議長 望月資源エネルギー庁長官宛)
- ▶ 甘利大臣のカザフスタン訪問(2007年4月)
(官民ミッションで訪問。ジャンティキン原子力委員会議長からの要請を受け、望月資源エネルギー庁長官とイズムハンベトフ・エネルギー鉱物資源大臣の間で軽水炉導入のための人材育成協力に関する覚書に署名。)
- ▶ 制度整備支援事業の創設
(核不拡散、原子力安全等に関する制度整備への支援のために専門家の招へい事業(原子炉導入可能性調査支援事業)を開始。(委託先:日本原子力発電))

日・カザフスタン非核化支援(1994年～)

これまで日・カザフスタン非核化協力協定(通称、1994年署名)の枠内において、同国に対する保障措置関連支援を行ってきた。また、本年4月に、核関連2施設の核セキュリティ向上のための協力(総額5億円規模)を行うことを決定。

今後の計画

- ▶ 「アジア原子力発電導入支援事業」を継続。

産業・技術インフラ、社会インフラ支援に関する日本の取組の必要性

産業・技術インフラ、社会インフラ支援に関する日本の今後の取組

参 考

(参考) 水素製造コスト比較の前提条件

発電技術	導入開始年	耐用年数	稼働率(%)	発電等効率(E:電気、H:熱)		コストデータ			
				年	(%)	年	建設費(千円/kW)	固定O&M費(千円/kW/年)	可変O&M費(千円/GJ)
石炭(在来)	1990	40	70	1990-2000 2020-2050	36.3 40.0	1990-2000 2020-2050	264 198	11.00	0.148
石炭(IGCC)	2010	40	70	2010 2020-2050	45.0 49.0	2010 2020-2050	275 231	13.10	0.212
石炭(MCFC)	2015	40	70	2010 2020 2050	50.0 52.0 54.0	2010 2020 2050	330 275 275	14.40	0.233
石油(低硫黄)	1990	40	60	1990 2010-50	41.0 2000-2050	1990 2000-2050	202 154	8.65	0.0628
石油(高硫黄)	1990	40	60	1990 2000-50	35.0 36.0 38.0	1990 2000 2020-2050	233 187 187	9.98	0.0734
石油他(産業自家発電)	1990	40	60	1990 2000-50	34.0 35.0 36.0	1990 2000 2020-2050	253 198 198	10.90	0.0797
石油他(産業熱併給)	1990	40	60	1990 2000-50	34.0 35.0 36.0	1990 2000 2020-2050	253 198 198	10.90	0.0797
石油他(複合サイクル)	2000	40	50	2000 2030-2050	45.0 49.0	2000 2030-2050	280 209	12.00	0.0880
LWR発電	1990	60	80		FEQ	1990 2000 2020-2050	328 300 250	15.00	0.123
FBR発電	2030	60	90		FEQ	2030 2050	375 300	23.30	—
水力発電	1990	60	50		FEQ		500	16.30	—
地熱発電	1990	30	80		FEQ	1990-2010 2030-2050	600 400	17.40 11.60	0.020 0.020
風力発電	2000	20	24		FEQ	2000 2010-2050	350 200	3.50 2.00	—
太陽光発電	1995	20	12.5		FEQ	1995 2000 2010 2020 2030-2050	1500 900 600 400 300	10.00 8.00 6.00 4.00 3.00	—
燃料電池A(PAFC)	2010	20	70		E 43.3 H 27.8	2010 2020 2030-2050	440 307 276	12.10 8.40 7.60	0.189
燃料電池B(MCFC)	2010	20	70	2010-2030 2050	E 55.6 H 27.8 E 59.0 H 29.5	2010 2020 2030-2050	550 440 330	13.10 10.50 7.90	0.204
燃料電池C(PEFC)	2010	15	70		E 35.0 H 35.0	2010 2020 2030-2050	300 240 180	8.30 6.60 5.00	0.129
燃料電池D(PEFC)	2010	15	70		E 45.0 H 39.0	2010 2020 2030-2050	240 192 144	6.60 5.30 4.00	0.103
ガス熱供給	1990	40	90		90.0		188	11.60	0.153
地熱(熱供給)	1990	30	90		FEQ		101	10.10	0.153
廃熱(熱供給)	2000	30	90		6.0 (COP)	2000 2030-2050	150 120	9.30 7.40	0.058 0.046
ガスタービン	1990	40	10				159	4.85	0.368
LNG火力	1990	40	65	1990 2000-2050	42.0 43.0	1990 2000-2050	212 176	9.08	—
コージェネ(在来)	1990	20	60		E 27.0 H 38.0	1990 2000-2050	276 220	10.90	0.170
LNG複合	1990	40	65	1990 2010 2020 2030-2050	45.0 55.0 59.0 61.1	1990 2010 2020 2030-2050	256 220 220 220	10.90	—
COガスタービン	2020	40	90		55.0		279	16.30	—

(注) FEQ: 化石燃料換算でデータを与えることを示す。
(発電の場合には2000年=43.0%、2030年~2050年=49.0%)