

革新炉検討会報告書*

(骨子)

平成 14 年 月

原子力委員会

研究開発専門部会

革新炉検討会

*：標題は仮題

目 次

はじめに

1. 今なぜ革新的原子力システムが求められているのか

1.1 最近の原子力を巡る内外の情勢

(1) 国内の情勢

(2) 国外の情勢

1.2 原子力委員会の取組み

1.3 革新的原子力システムの開発戦略

(1) 革新的原子力システムの必要性

(2) 革新的原子力システムの技術的特徴

(3) 革新的原子力システムの研究開発における役割分担

(4) 開発目標

(5) 開発の進め方

2. 革新的原子力システム概念（コンセプトブック）

2.1 コンセプトブック

2.2 ポートフォリオ

3. 国際協力について

4. 今後の課題

おわりに

付録 1 各国の動向

付録 2 我が国の現状

テキストボックスの説明

委員コメント

事務局コメント

論点

はじめに

現在人類社会が直面する地球環境問題やエネルギー問題。これらの問題の解決に対し、原子力が何をなし得るか。

1. いま何故革新的原子力システムが求められているのか（総論）

革新的な原子炉（以下「革新炉」という。）の研究開発は、原子力長期計画においてその重要性が指摘されているものの、現時点では特定の炉型を指すものではなく、数年後に実用化され得るものから、20～30年後に実用化を見込むものやアイデア段階のものまでを総称する概念である。本報告書においては、この革新炉と核燃料サイクル技術を総称し「革新的原子力システム」という。

1.1 最近の原子力を巡る内外の情勢

（1）国内の情勢

我が国のエネルギーをめぐる情勢に鑑みれば、現在原子力発電は総発電電力量の3分の1以上を担っており、特に長期的なエネルギーセキュリティの観点からは、供給安定性に優れた原子力発電を引き続き進めるとともに、高速増殖炉等によってウランをより高い効率で利用する技術を確立し、一層長期にわたり安定的に進めることが必要である。更には、我が国の二酸化炭素排出量の削減に大きな役割を担っている原子力発電を、放射性廃棄物の発生量を低減することにより、より環境適合性を高めることも必要である。これらにより原子力はこれまで以上に社会の期待や願望に応えるものとなり得るが、一層社会の要望に応え、社会から受容されるものとなるためには、より高い信頼性と優れた安全性の達成が必要である。

一方で、現在我が国の原子力産業界や電力業界は、①昨今の景気の低迷に伴う電力需要の伸び悩み、②90年代後半からの一連の事故による原子力の社会的受容性の低下等を背景に新規立地が減少傾向にあること、及び③電力自由化を控え電力業界の経営環境が益々不透明さを増していること等の社会情勢を見極める必要があることから、大規模な資金投入を行える状況には無い。したがって、今後のリプレイスも含めた新規の設備投資にあたっては、投資リスクの低減や更なる経済性の向上は必要不可欠である。

また、国による原子力の研究開発としては、これまで核燃料サイクル開発

各プロジェクトの背景を記載

機構及び日本原子力研究所の原子力2法人において、それぞれ革新的原子力システムに関連するプロジェクトが進められてきた。

核燃料サイクル開発機構においては、高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発および高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究が進められているが、・・・(サイクル機構において5～10行程度記述)。

日本原子力研究所においては、高温工学試験研究炉(HTTR)の研究開発が進められているが、・・・(原研において5～10行程度記述)。

(2) 国外の情勢

一方、国際的なエネルギーを取り巻く状況を見ると、今後、発展途上国におけるエネルギー消費の急速な増大が見込まれており、エネルギー安定供給の確保と環境保全は重要な問題である。また、1970年代から原子力発電所の新規発注が無かった米国が、エネルギー源の多様化、地球温暖化ガスの発生抑制、原子力技術の維持・発展等の観点から原子力重視に政策転換している。この米国及び国際機関を中心として、経済性／エネルギーの安定供給性／安全性、核拡散抵抗性等の高い次世代の原子力システムに関する検討を行うための国際フォーラム(GIFあるいはINPRO)が形成され、我が国も検討に参画している。

1.2 原子力委員会の取組み

このような状況の中、国においては、経済産業省及び文部科学省が革新的な原子力システムに関する公募型研究制度を実施中あるいは開始しようとしている。

原子力委員会は、研究開発専門部会の下に革新炉検討会を設置し、我が国としての革新炉及び核燃料サイクル技術(以下「革新的原子力システム」という。)の開発の現状把握及び革新的原子力システムの概念整理を行うとともに、今後の研究開発の進め方の検討を行った。

本報告書は、我が国の原子力を取り巻く複雑な状況を踏まえ、現在あるいは将来の社会が直面する様々な問題に対し、原子力がどのような解決の手段を提示するため、とりわけ100年の長さで我が国のエネルギーセキュリティや環境負荷等の問題の解決を目指す、真に革新的な原子力システムの必要性、研究開発のあり方及び開発の現状を示し、将来の社会状況の変化にも対応可能な複数の選択肢を用意するものである。また、本報告書は、公募型研究制度を含め各機関・組織において実施されている革新的原子力システム開発に対する基本的考え方や指針となるべきものである。

1.3 革新的原子力システムの開発戦略

革新的原子力システムが求められる社会的ニーズの前提となる「現行軽水炉システムの問題点」をここに記載すべきか。

(1) 革新的原子力システムの必要性

21 世紀は、22 世紀以降持続可能なエネルギー供給システムの確立を目指し、様々なエネルギーの革新が競って展開される世紀である。革新的原子力システムとは、既存の原子力システムに比べ、21 世紀の社会的ニーズにより適した特性を備えたものである。つまり、現行軽水炉に続く新しい原子炉及びサイクルシステムであり、原子力の特長、多様な可能性に基づく革新性(革新的技術、革新的機能)を具備することにより、社会の期待や願望に応えるものである。

したがって、革新的原子力システムの開発を進めるために目指すべき方向性を整理すると以下のとおりとなる。

B と C は同じ。受容性があることは、要望の一つ。

- A 原子力の将来ビジョンにつながる
- B 社会の要望に応えること(高い信頼性)
- C 社会から受容されるものであること(優れた安全性)
- D 社会から選択されること(優れた経済性)
- E 実用化時期が市場ニーズとマッチしていること

- ・ 具体的に記述すべき
- ・ 長期的な研究展望を示すか、あるいは研究成果が適宜チェック&レビューされることが望ましい

実用化時期が社会のニーズとマッチしていることは、革新性とは関係ないのでは。社会は、良いものが早くできればその方が良いとしているのではないか。巨大投資については、社会のニーズとのバランスではないか。社会は、良いものが早くできればその方が良いとしているのではないか。巨大投資については、社会のニーズとのバランスではないか。

上のA～Eと下の①～④の関係の整理が必要。
A～Eの記載は必要か？

革新的原子力システムが、現時点において、何のために(どのような問題を解決するために)必要か、いつ頃までに必要とされているか、に関して具体的に書けるものは書くべき。

上記の方向性に沿って開発を進める際、最近の原子力を巡る内外の情勢を踏まえると、21 世紀社会において革新的原子力システムが求められる社会的ニーズとしては、具体的には以下の項目が挙げられる。

項目はこの7つで良いか

- ① 電力需要及び設備投資に対する柔軟性
- ② 経済性の大幅な向上
- ③ 環境負荷の低減(放射性廃棄物量の低減等)
- ④ 核燃料資源の有効利用(エネルギー長期安定供給)

- ⑤ 優れた安全性
- ⑥ 原子力エネルギーの発電分野以外への有効利用(水素製造、熱供給等)
- ⑦ 核拡散抵抗性の向上

また、これらを追求した場合の波及効果・副次的効果として、以下の項目が挙げられる。

- ⑧ 原子力産業界の活性化、人材育成、国際的競争力の確保
- ⑨ 国際貢献(GIF への参加等)

本検討にあたっては、「革新的原子力システム」の範囲として、上記の要件のうちいずれかを達成し得るもので、尚かつ未だ実現していない概念を全て対象とした。

技術的特長については、羅列ではなく、建前として必要とされることが第1に考えられるべき。次に、具体化するにあたっての、成立性(短期、中期、長期で異なる、経済性、柔軟性を含む)の観点。後は、付随事項。

例: ① エネルギーセキュリティの観点: リサイクル(長期安定供給の観点)、② 社会の受容性: 環境負荷、安全性、③ 実現可能性、成立性: 経済性、技術の成熟度、等

(2) 革新的原子力システムの技術的特徴

技術的特徴という視点から、より具体的に記載することが必要

以上を踏まえ、革新的原子力システムに求められる技術的特徴としては、以下の項目が挙げられる。

- ① 電力需要及び設備投資に対する柔軟性
 - (i) 投資リスクの低減
 - (ii) 需要の不確実性に対する柔軟性－プラント容量設定・プラント出力の柔軟性(例: 小型炉の段階的増設等)
 - (iii) 燃料サイクルに対する柔軟性－長期中間貯蔵、多様な燃料サイクルへの適合
- ② 経済性の大幅な向上
 - (i) 建設工期の短縮
 - (ii) 初期投資小、短リードタイム
 - (iii) 他電源、他プロセスに競合できる経済性
- ③ 環境負荷の低減(放射線廃棄物量の低減等)
 - (i) 放射性廃棄物量の低減
 - (ii) 排熱量の低減
- ④ 核燃料資源の有効利用(エネルギー長期安定供給)
 - (i) 大幅な高燃焼度化
 - (ii) 高転換
 - (iii) 増殖(U-Pu、Th-U)

- ・革新的技術の取り入れと矛盾するため削除すべき
- ・「実績のある技術」に修正

⑤ 優れた安全性

- (i) 軽水炉により実績のある技術
- (ii) 固有の安全性、静的安全システムによる分り易い安全性
- (iii) 緊急退避不要

⑥ 原子力エネルギーの発電分野以外への有効利用

- (i) 高熱効率
- (ii) 水素製造
- (iii) 熱供給(産業用、地域)

⑦ 核拡散抵抗性の向上

「(5)開発の進め方」へ統合すべき

(3) 革新的原子力システムの研究開発における役割分担の基本的考え方

具体的な炉・サイクルが想定されない現時点においては、総論的に記載することによりか。

(a) 産の役割

(b) 学の役割

(c) 国の役割

(i) 特に果たすべき役割

記載内容は各主体が

(i)特に果たすべき役割、(ii)社会的受容性の向上のため行うべきこと、(iii)チェック&レビューへの関与、でよい。

研究開発の推進に際し、国が果たすべき役割は、我が国の発展のためには重要であるが民間が実施しないことに対し、資金の投入、制度整備、産学官連携の枠組み構築等を行うこと。例えば、

- a. 将来有望な先端技術に対する資金的支援等(民間活力の高揚と維持)
- b. 競争原理の導入による研究開発の活性化、競争的資金(公募型制度)の有効活用(成果が見える形で活用すべき)。
- c. 開発目標の明示、研究開発課題の明確化、シーズ技術研究の促進
- d. 共同利用インフラの整備(含む国立試験研究機関等設備の共用)
- e. 開発者の権利保証
- f. 型式認定制度、標準審査制度の導入
- g. 国の研究開発機関(新法人)を中核とし、産業界、大学と連携したナショナルプロジェクトの遂行。公募型制度の成果が具体化されるように主導。新法人の主要な役割の一つ。

実施主体が行うべきであり削除すべき

など。

(ii) 社会的受容性の向上

(i)との内容重複。整理が必要か。

原子力エネルギーの利用分野拡大に大きく貢献する原子力システムの研究開発、試験炉や実証炉による安全性の実証や要素技術開発を通じて、安全性等を判り易く実証、多様な利用形態の実証などを通じ原子力エネルギー利用についての理解促進に努める。

(iii) 研究成果が将来に向けた国の長期的なエネルギー源確保の観点から有

効に活用されていることのチェック&レビュー

- a. エンジニアリングまで進めても産業化できるか、特に社会的設備に対する社会的な容認の観点からの見極め。
- b. エネルギーセキュリティの観点から予期せぬ開発リスクを見込んだ多様な技術候補が採用される仕組み、評価のあり方が必要か

(a) は内容的には革新的原子力システムのニーズや技術的特徴の内容の繰り返しとも考えられる。果たして記載が必要か。(「はじめに」へ入れるのも一案)

(4) 開発目標

(a) 究極の開発目標

原子力システムは、地球温暖化の原因である二酸化炭素の排出無しに、核分裂連鎖反応により少量のウラン 235 から大量のエネルギーを取り出すことが可能であり、燃料重量あたりのエネルギー発生量は、化石燃料の約 100 万倍である。逆に言えば、エネルギー発生量に対して廃棄物量は、化石燃料の 100 万分の 1 であるとも言える。従って、燃料、廃棄物共に輸送・保管が容易であり、また、ウラン 235 の燃焼と同時に、ウラン 238 をプルトニウム 239 に転換することにより、新たな燃料を生成することも可能である。ただし、放射線と放射性廃棄物の生成という問題点がある。

従って、革新的原子力システムが目指すべき究極の開発目標としては、これら原子力システムの特性を最大限生かすようなシステムを目標としてあげることが必要である。

- A) U, Pu の完全利用による長期エネルギー源の確保
 - ・ Pu 多重リサイクルを含む燃料サイクルの確立
- B) 安全の達成
 - ・ 放射線傷害の防止
 - ・ 核拡散防止
- C) 廃棄物排出量ゼロ (環境負荷無し)
 - ・ 燃料の交換間隔の長期化
 - ・ 放射能の消滅

○エネルギーセキュリティ
○新産業創出
の他に開発目標は無いのか。例えば環境問題への貢献など。

究極の開発目標は、原子力の基本的な特性を最大限生かすようなシステムを目指す。

(b) 中長期開発目標

現実的戦略の一例として、高度で多様な究極の開発目標を達成するために、開発目標を目的別に「エネルギーセキュリティ確保」と「新産業創出」に分け、各々ステップに区切って段階的に開発・実用化を行うことが考えられる。この場合、今後の中期及び長期開発目標は次のように設定される。

なお、革新的原子力システムの開発及び実用化に当たっては、社会の要望に応え、社会から受容されることが必須である。従って、これらの開発目標は

中長期目標は究極目標の中間到達点のはず。考え方がそうになっているか。

社会のニーズ、状況変化、評価に適切に対応し必要な見直し、フィードバックを
かけられるよう柔軟性を持ちながら進めることが重要である。

a) エネルギーセキュリティ確保

地球環境保全に配慮しつつ、我が国のエネルギーセキュリティ確保に寄与する
革新的原子力システムを開発する。

むしろ b) 新
産業創出に
該当するの
ではないか

i) 中期目標

イ. 性能目標

- ○ ○ 他電源に打ち勝つ、優れた経済性(含むサイクル)
 - ・ 燃料サイクルに対する優れた柔軟性
 - ・ 高い転換率によるウラン資源の有効利用
 - ・ 現行炉と同等以上の優れた安全性、信頼性確保
 - ・ MAを含む放射性廃棄物蓄積量の低減
 - ・ 現行と同等以上の核拡散抵抗性

ロ. 実用化目標

中期開発性能目標を実現する革新炉サイクルの試験炉を必要
に応じ着工する。

ii) 長期目標

イ. 性能目標

- ・ 新エネルギーを凌駕する、優れた経済性
- ・ 高熱効率による原子力エネルギーの有効利用
- ・ エネルギー需要の急増に対応する高い燃料増殖性
- ・ 固有の安全性、緊急退避不要
- ・ MA, LLFP の分離変換を含む放射性廃棄物量の削減
- ・ より高い核拡散抵抗性

ロ. 実用化目標

長期開発性能目標を実現する革新炉サイクルの導入促進と実
用化、市場競争力の実証を行う。

エネルギーセキュ
リティと新産業創
出の相互関係をど
のように整理する
か。

b) 新産業の創出

原子力科学技術の多様な展開により輸出をも視野に入れた新しい産業
の創出を行い国内外で市場を開拓する。

i) 中期目標

イ. 性能目標

- ・ 初期投資小、短リードタイム等による投資リスク低減と需要に
対する柔軟性
- ・ 静的安全システム等による分かりやすい安全性

「新産業創出」は、
「産業活性化」の方
がふさわしくないか

- ・ 廃熱量の低減等による環境負荷低減
- ・ 水素製造、熱供給等原子力利用の多様化
- ・ 現行軽水炉と同等以上の核拡散抵抗性

ロ. 実用化目標

中期開発性能目標を実現する複数の革新炉 1 号機の着工を行う。

ii) 長期目標

イ. 性能目標

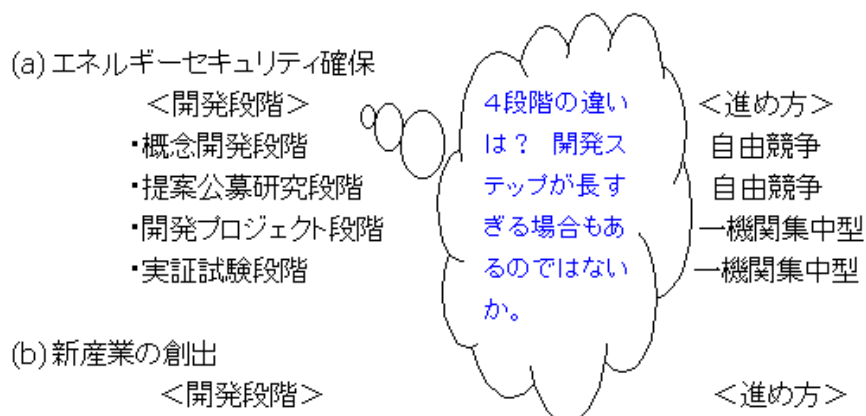
- ・ 需要地近接、遠隔立地等による立地の拡大
- ・ 超長期連続運転
- ・ 高熱効率による原子力エネルギー有効利用
- ・ 原子力利用多様化を推進し、有用 RI の製造、希少核種の製造へ展開。
- ・ 固有の安全性、緊急退避不要
- ・ より高い核拡散抵抗性

ロ. 実用化目標

長期開発性能目標を実現する革新炉の実用化を可能とする。

(5) 開発の進め方

原子力は我が国のエネルギーセキュリティを担うとともに、将来の産業戦略となり得る戦略技術である。従ってその研究開発に当たっては適切な競争原理の下で関係機関の活性化を図りながら優れた概念・技術の創出と共に、産・学・官の協力・協調による効率的推進と国際的競争力の確立が重要である。革新的原子力システムの中期開発計画の進め方及び役割分担とは、前述のとおり、具体的な開発対象が定められた段階で、その時点での社会情勢に応じて最も適切な形で決められるべきものであるが、例えば「エネルギーセキュリティ確保」や「新産業の創出」を目標とした開発を行う場合、下記のとおり進めることが考えられる。



- ・概念開発段階
- ・提案公募研究段階
- ・開発プロジェクト段階
- ・実証試験段階

自由競争
自由競争
複数のベンチャー型
複数のベンチャー型

国の役割は「資金的支援」以外にもあるのではないか。例えば、国際展開への枠組みを示すなど。

2. 革新的原子力システム概念(コンセプトブック)

2.1 コンセプトブック

前章に記載した要件を満たす革新炉システムの中から、革新的原子力システムの有望な候補として、下記の概念をコンセプトブックとしてまとめた。ただし、ここに記載されていないが、現在研究開発されている他の概念、あるいは今後新しく研究開発される概念を排除するものではない。

なお、各コンセプトブックのシート上には、1.1 の①～⑨で示した革新炉に求められる条件のうち、特に当てはまるもの 3 つを選んで記入し、分類の助けとしている。

主担当者
の人选

炉 型	サイクル	担当者
ナトリウム冷却高速増殖炉	酸化物燃料サイクル 金属燃料サイクル	サイクル機構／電中研・東芝
重金属冷却高速増殖炉	窒化物燃料サイクル	サイクル機構／東工大
高温ガス炉(ペブルベッド型)	未定(担当者にて指定)	希望者いれば
高温ガス炉(プリズマティック型)	未定(担当者にて指定)	原研・富士電機
ガス冷却高速炉	窒化物燃料サイクル	サイクル機構
小型 BWR	未定(担当者にて指定)	東芝・日立
小型一体型炉	未定(担当者にて指定)	三菱重工
分散型小型炉	未定(担当者にて指定)	原研
超臨界圧軽水冷却炉	未定(担当者にて指定)	東大・東芝・日立
BWR 型低減速スペクトル炉	未定(担当者にて指定)	東芝・日立
PWR 型低減速スペクトル炉	未定(担当者にて指定)	三菱重工
ABWR-II	未定(担当者にて指定)	東芝・日立
APWR	未定(担当者にて指定)	三菱重工
加速器駆動核変換炉	未定(担当者にて指定)	原研

上記炉型を、短期的課題(5～10 年で実現可)、中期的課題(20 年程度で実現化)、長期的課題(それ以上)の 3 つに分類すべきとご意見あり

2.2 ポートフォリオ

コンセプトブックの記載内容を参考に、ポートフォリオを作成する。

No. 1

名称(略称)		図
開発者		
原子炉形式		
燃料サイクル形式		
特徴または独自性 (キーとなる要素技術)	[新規追加]これまでのものに比べて本質的に進歩といえる点について記載	
主な利用目的		
経済性	他電源に勝る経済性があるか。	
初期投資リスク	市場の要求に合った投資規模か	
立地の柔軟性	需要動向／既存送電設備に合った出力規模	
資源有効利用性	エネルギー供給の長期安定性(燃料サイクルとのセッティング)	
安全性	わかりやすく必要十分な安全設備があるか	
環境負荷低減性		
核拡散抵抗性		
新規市場性	以前の「市場競争力」のうち、経済性以外の部分をまとめ、新しい産業の創出性についての視点で記載する	
実用化時期 (1号基設置までのマイルストーン)	[新規追加] 以前の「現状の開発レベル」、「実用化への課題」をまとめ、さらに許認可をにらんだ戦略等について記載する。また、炉だけでなく、燃料サイクルについても実用化時期等を明記する。	
在来炉との役割分担		
資料番号	(別添の資料番号を記載します。)	

No. 11(サンプル)

名称(略称)	高温高性能軽水冷却炉 (超臨界圧軽水冷却炉:SCPR)	☒
開発者	東京大学／(株)東芝／(株)日立製作所	
原子炉形式	軽水冷却軽水減速熱中性子炉 (高速炉にも適用可)	
燃料サイクル形式	現状の湿式再処理、今後開発される方式に柔軟に対応。	
特徴または独自性 (キーとなる要素技術)	超臨界圧軽水冷却水によるタービンの直接駆動(貫流ボイラの原子炉版)。ボイラの発展法則に適合。既存の軽水炉技術と超臨界圧火力技術の融合。日本の優れた超臨界火力発電技術、鉄鋼材料技術の利用など産業戦略上の優位性。欧米の研究をリード。	
主な利用目的	大規模電源／高温冷却水による水素製造、高品位化石燃料製造等	
経済性	超臨界圧水の特徴に基づき、再循環ポンプ・気水分離器等不要で、原子炉容器、格納容器、タービン共に現行軽水炉よりコンパクト、系統簡素化、機器の小型化が可能。主要機器は火力発電と共通であり、他の原子炉形式と比して量産効果大。以上により、建設コストが低下。	
初期投資リスク	電気出力あたりの建設コストが低下するため、リスクの低減化可能。機器の運転経験が火力と軽水炉で豊富なため高い稼働率が可能。	
立地の柔軟性	現行軽水炉程度。	
資源有効利用性	高熱効率により、単位電気出力あたりのウラン使用量減。冷却水流量少で高速炉心と良い相性、経済性の高い高速増殖炉の可能性。	
安全性	現行軽水炉と同等の安全性を確保(事故による公衆の死亡ゼロの素晴らしい実績)。軽水炉で開発された受動安全系の適用も可能。	
環境負荷低減性	単位電気出力あたりのウラン使用量減少に伴う使用済燃料の減少。	
核拡散抵抗性	現行でも十分な実績あり。低除染再処理との組合せで更に向上。	
新規市場性	規制緩和されたグローバル市場における新規建設での原子力発電の新型火力に対する競争力奪還の期待あり。	
実用化時期 (1号基設置までのマイルストーン)	概念を開発し、その理論的成立性を計算で確認済。開発すべき要素技術としては、超臨界圧水中での燃料被覆管、炉心材料の耐照射性の評価が必要。現在は超臨界水化学の実験研究や、経産省公募研究で熱流動、材料、腐食の実験並びにプラント設計を実施中。開発期間は今後15年程度を目途に、2020年代初めに第1号炉の設置を目指す。	
在来炉との役割分担	当面は現行軽水炉と共存を図り、FBRサイクル実現までの間は順次SCPRに切り換えて行く。	
資料番号	(別添の資料番号を記載します。)	

3. 国際協力について

3.1 革新的原子力システム開発の国際協力の目的

3.2 国際協力の形態

（記載内容例）

- ・ 固定的、硬直的ではない、柔軟性に富み、開かれた説明責任の果たせる研究開発計画の主導的な実施
- ・ ある特定のコンセプトの開発に集中するのか、あるいは幅広い基盤的な技術も含むのか？
- ・ 技術開発リスクの分散という観点からは、複数の計画に参加してヘッジする方がベターだが、小さい努力を多数こなして、早めに評価してどんどん切る、あるいは逃げるのが理想的。
- ・ 産業の参加の窓を広く開けておく、あるいは産業主体？
- ・ 原型炉、実証プラント 段階は特に民間主体
- ・ 開発途上国への経済あるいは技術援助、CDMなどの温暖化防止のための市場メカニズムの活用などへの適用努力
- ・ 技術開発だけではなく、廃棄物やプルトニウムの共通広域的管理／利用計画への展開
- ・ 国際協力の間接的な効果として、国内的な評価を期待

4. 今後の課題

本報告書のコンセプトブックに記載されている革新的原子力システムの絞込みに当っては、革新炉検討会の次のステップにおいて、技術的要素を定量的に評価することによって行う。評価に当っては、各革新炉システム概念が実用化される時期の社会的要件あるいは設置目的等を考慮する。

(付録 1)

各国の動向

(付録 2)

我が国の現状（記載要領案）

本資料は、各委員が所属しておられる組織が研究開発中の革新炉概念について、自由に記載していただくもの。

但し、体裁の統一を図るため、以下の内容については、必ず記載して頂くことが望ましい（箇条書きの必要はないが、基本的にはコンセプトブックに書く内容の詳細あるいは書き尽くせなかった内容）。

- ①名称、形式、開発者（共同研究者含む）
- ②適用する燃料サイクル
- ③特徴及び独自性（キーとなる要素技術）
- ④現状の開発段階（資金の投入状況含む）、実用化への課題、実用化までのマイルストーン
- ⑤経済性（建設費（kWe あたり）、発電単価等）
- ーその他ー
- ⑥主眼とする利用目的
- ⑦安全性
- ⑧立地性・市場性があるか
- ⑨その他自由記述

本資料は、マイクロソフト RWord2000 を使用し、A4 縦 で余白は上下左右 25mm とする。文字は、タイトルは MS P ゴシック（12 pt 以内）を、その他文章は MS P 明朝（12 pt 以内）とする。英数字は Times New Roman（12 pt 以内）とする。なお、行数は見易い範囲で適宜。

ページ数は、1 概念毎に 1～2 頁割り当てる。但し、総頁数は概念数×1.5 以内とする（例えばある組織から 10 概念の提案がある場合、最大頁数は 15 頁）。ただし、総量の関係で、今後調整させて頂く可能性あり。

各概念で内容の重複は避ける（例えば、ある炉型式に複数の再処理形式を組合せる場合は、なるべくまとめる）。

表 1 実用化上の課題、産学官(国)の役割、国際協力

添付 3 と
するか？

目的：エネルギーセキュリティの確保

		試験炉の着工			
		概念開発段階	提案公募研究段階	開発プロジェクト段階	実証段階
産	メーカ	<ul style="list-style-type: none"> ○ 炉心、プラントシステム概念の構築 ○ 燃料サイクル概念の構築 ○ 開発すべき要素技術の抽出 ○ 期待される成果の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 要素技術、炉心、プラントシステム概念及び燃料サイクルシステム概念の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 炉心、プラントシステムの基本設計 ○ 燃料サイクルシステムの基本設計 (基本設計に必要なシステム試験、解析を含む) ○ 事業性評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実証試験への技術的、人的協力、 ○ 実証結果に対する評価
	電力	<ul style="list-style-type: none"> ○ ユーザとしてのニーズの明確化 ○ 国内市場への適合性検討 ○ 海外原子力市場への国際協力 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ニーズへの適合性評価 ○ 国内外での市場性に対する適合性評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 基本設計への具体的な要求の明確化 ○ 試験計画、試験結果に対する評価 ○ 事業性評価 ○ 民間規格・基準の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実証結果に対する評価 ○ 建設に向けた PA
	研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ○ 社会ニーズの把握と明確化 ○ 炉・燃料サイクルシステム概念の構築 ○ 開発すべき要素技術の抽出 ○ 期待される成果の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 炉・燃料サイクルシステム概念と関連要素技術の開発 ○ 国内外機関連携による技術開発の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ○ プロジェクト推進への協力 ○ 国内外機関との連携による要素技術研究の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実証試験への協力
学		<ul style="list-style-type: none"> ○ 革新的概念や技術の探求と創造 ○ 概念としての成立性の検討 ○ 学問的課題の模索と検討 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 学問的課題の探求と体系化 要素技術の学問的研究、概念の成立性検討 解析手法の研究、概念の開発への協力 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 基本設計に必要な要素試験への学問的協力 ○ システム試験、解析の学問的協力 ○ 国の規格・基準、並びに民間規格・基準策定の協力、開発プロジェクトの評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実証結果に対する評価
官	研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ○ 炉心、プラントシステム概念の構築 ○ 燃料サイクル概念の構築 ○ 開発すべき要素技術の抽出 ○ 期待される成果の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 炉心、プラントシステム概念の開発 ○ 燃料サイクルシステム概念の開発 ○ 要素技術の開発 ○ 開発段階に必要な解析、および試験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ○ プロジェクトの推進 ○ 共同利用インフラの整備 ○ 基本設計に必要な要素試験推進 ○ システム試験、解析の推進 ○ 国の規格・基準、並びに民間規格・基準策定の支援(人的協力、試験設備の提供) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 炉心、プラント安全設備等の実証 (計画、および評価) ○ 燃料サイクル設備等の実証 (計画、および評価)
	行政	<ul style="list-style-type: none"> ○ 革新炉開発基本政策の策定 ○ 産業界提示概念の特徴、市場性に対する評価、指導 ○ 海外原子力市場の開拓及び国際協力に向けた政策的支援、法制度の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 開発資金投入 ○ 開発成果の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 政策として推進 ○ 開発資金投入 ○ 開発成果の評価 ○ 許認可に向けての法的整備、規格・基準の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実証試験への資金的支援 ○ 国内導入政策及び立地に向けた PA ○ 型式認定／許認可

表 2 実用化上の課題、産学官(国)の役割、国際協力

目的：新産業の創出

○ 国内外で新たな市場を開拓し、複数の革新炉システム 1 号機を着工させる。

		建設主体確定 ▼			試験炉の着工 ▼
		概念開発段階	提案公募研究段階	開発プロジェクト段階	実証段階
産	メーカ	○国内外の市場調査、および市場開拓 ○炉心、プラントシステム概念の構築 ○燃料サイクル概念の構築 ○開発すべき要素技術の抽出 ○期待される成果の明確化	○炉心、プラントシステム概念の開発 ○燃料サイクルシステム概念の開発 ○要素技術の開発 ○開発段階に必要な解析、および試験の実施	○プラントシステムの基本設計 ○炉心、主要機器等の基本設計 (基本設計に必要なシステム試験、解析を含む) ○事業性評価	○実プラント設計推進 ○炉心、プラント安全設備等の実証 (計画、および評価) ○受注活動の展開(新たな市場開拓)
	電力	○ユーザとしてのニーズの明確化 ○国内市場への適合性検討 ○海外原子力市場への国際協力	○ニーズへの適合性評価 ○国内外での市場性に対する適合性評価	○基本設計への具体的な要求の明確化 ○試験計画、試験結果に対する評価 ○事業性評価(開発プロジェクト以降の投資の可能性検討など) ○民間規格・基準の策定	○実証結果に対する評価 ○建設に向けた PA
	研究機関	○新概念の炉・燃料サイクルシステムの社会的ニーズの把握 ○開発すべき要素技術の抽出	○要素技術開発と新システム概念の構築と評価	○プロジェクトへの協力と評価	○実証結果に対する評価
学		○革新技術シーズの探求と創造 ○要素技術、プラントシステム及び燃料サイクルの概念の検討 ○学問的課題の模索と検討	○学問的課題の探求と体系化、概念の検討と開発への学問的協力	○基本設計に必要な要素試験への学問的協力 ○システム試験、解析への学問的協力 ○国の規格・基準、並びに民間規格・基準策定の協力 プロジェクトの評価	○実証結果に対する評価
官	研究機関	○革新技術シーズの探求と創造 ○要素技術、プラントシステム概念及び燃料サイクル概念の構築に向けた支援 ○指針・基準の技術的支援	○要素技術、炉心、プラントシステム概念及び燃料サイクルシステム概念の開発	○基本設計に必要な要素試験支援 ○システム試験、解析の支援 ○国の規格・基準、並びに民間規格・基準策定の支援 (人的協力、試験設備の提供)	○実証試験への技術的、人的協力、および試験設備提供 ○実証結果に対する評価
	行政	○革新炉開発基本政策の策定 ○産業界提示概念の特徴、市場性に対する評価、指導 ○海外原子力市場の開拓及び国際協力に向けた政策的支援、法制度の整備	○開発資金投入 ○開発成果の評価	○政策として推進 ○開発資金投入 ○開発成果の評価 ○許認可に向けての法的整備、規格・基準の策定	○プラント実証試験への資金的支援 ○国内導入政策及び立地に向けた PA ○型式認定／許認可 ○輸出に向けた法制度の整備

(注)燃料サイクルシステムについては、関連部分のみ記載してある。