

<概要>

1966年に開発が原子力委員会により決定し、1982年に実証炉計画の推進が決定されていた新型転換炉開発計画が、1995年7月の電気事業連合会の申し入れにより同年8月に事実上中止となった。中止の理由は、実証炉の経済性が大幅に悪化する見通しであるとともに、電気事業連合会が青森県大間サイトに新型転換炉実証炉に代わって建設を計画しているフルMOX-ABWRによりプルトニウム需給バランスも保たれることによる。

原子力委員会は、実証炉の開発中止を決定するとともに、原型炉「ふげん」の運転を継続し、その他のMOX燃料加工施設を初めとする新型転換炉開発関連施設を、核燃料リサイクル開発のために有効利用する方策を講じることとした。

<更新年月>

1996年03月 （本データは原則として更新対象外とします。）

<本文>

1995年7月11日、電気事業連合会は原子力委員会、科学技術庁（現文部科学省）、通産省（現経済産業省）等に対し、青森県大間町に電源開発（株）が計画している新型転換炉（ATR）実証炉の建設について抜本的な見直しを申し入れた。ATR実証炉に経済性が見込めないとの判断から、代わって全炉心に混合酸化物燃料を装荷する135万kWクラスのABWR（フルMOX-ABWR）を建設することを求めるものである。

原子力委員会は、電事連から詳細な説明を受けた上、早急な判断が必要であることから専門部会や懇談会などは設置せず委員自らが中心となって検討する体制をとり、原子炉メーカーその他関係者からも意見を聴取した上、同年8月25日の臨時会合で、先の電事連の申し入れにほぼ沿った形で、ATR実証炉に代わってフルMOX-ABWRを建設することが妥当であるとの決定を行った。委員会決定の概要はつぎの通りである。

1. 新型転換炉実証炉建設計画

・経済性

1995年3月の見直しの結果、建設費が当初（1984年）見積りの3,960億円から5,800億円に、発電原価は軽水炉の約3倍に増加した。建設費の増加は主に労務費の上昇によるが、実証炉はその性格上コスト高となるものであり、また10年間にわたって1年ごとに計画が延伸したため抜本的かつ効果的な合理化設計を実施できなかった（表1、表2、表3 および表4 参照）。

・核燃料サイクルを巡る情勢

ATRはプルトニウム等を柔軟かつ効率的に利用でき、かつMOX燃料利用の世界的な実績を有するものの、軽水炉によるMOX利用計画の進捗等により代替しうる見通しとなった（表5 参照）。

・地元との関係

これまで協力を得てきた青森県大間町下北半島等との関係を配慮して、国の政策上意義のある計画を当該地点で早急に立ち上げることが求められている。

2. 新型転換炉実証炉計画の代替計画

フルMOX-ABWRは、（1）中期的な核燃料サイクルの中核的担い手である軽水炉によるMOX燃料利用計画の柔軟性を広げる、（2）現在建設中のABWRの基本仕様の変更を伴わないで実施可能との技術的見通しを有しかつフルMOXについて新型転換炉の研究開発で得られた成果を活用できる、（3）全炉心にMOX燃料を装荷することにより新型転換炉実証炉の2倍強のプルトニウム

利用が可能であり、プルトニウム需給バランスも確保される。これの建設は電源開発（株）が地元の理解を得つつ実施主体として責任を持って取り組んでいくべきものであるが、国及び電気事業者の適切な支援により、円滑かつ確実に実施されることを期待する（表6 参照）。

3. 新型転換炉関連の研究開発

今後の新型転換炉研究開発は、具体的な実用化計画を念頭に置いた開発を継続することは適当でない。ただし、将来の核燃料の需給動向の変化に備え、プルトニウム、回収ウラン等を柔軟かつ効率的に利用できるの新型転換炉の特長を活かしていくための調査・研究については、核燃料開発の進展に資する研究開発の一環として進めていくことが適当である。

原型炉「ふげん」については、地元との信頼関係を確保しながら、特徴を活かし、プルトニウム利用技術開発施設、国際的共同研究施設として利用していくことが適当であり、その際発生する電力も有効利用していく。

その他の新型転換炉関連施設も、核燃料リサイクル計画の具体化の為に研究開発に活用していくことが重要である。特に、MOX燃料加工施設については、MOX燃料の加工技術等の民間への円滑な移転を目的とする官民共同の技術開発の場として利用することも含め、今後の活用方策について関係者間で検討を進める。

原子力委員会は、以上の建設計画見直し（表7 参照）の結論に続いて、今後の原子力開発利用の推進についての留意事項としてつぎのように述べている。

4. 核燃料リサイクルの基本の堅持

長期計画に示しているように、我が国の将来のエネルギーセキュリティを考えると、核燃料リサイクルを着実に展開していくことが重要である。

特に、今回の新型転換炉実証炉建設計画の見直しに伴って、核燃料リサイクルを具体化していく上で当面の重要課題となる軽水炉によるMOX燃料利用、さらに将来の核燃料リサイクル体系の中核となる高速増殖炉の開発およびそれらを支える再処理等の計画に対しては、長期計画の方針に従って、官民総力をあげて着実に取り組んでいくことが不可欠である。

5. 大型技術開発の実用化までの進め方

今回の新型転換炉実証炉建設計画の見直しの経験を踏まえ、今後大型技術開発の実用化を進めるに当たっては、

- ・経済性向上のための研究開発を含め関連の開発活動を研究開発主体と建設・運転主体とが一体となって実施する体制を整備すること
 - ・進捗状況に応じて計画を評価し、所用の措置を適時適確に講じていくための体制を構築すること
- と一等が重要であると考えられる。

従って、これらについて、今後関係機関の努力を求めるとともに、原子力委員会としても適切に対応していくこととする。

<関連タイトル>

[新型転換炉開発の経緯 \(03-02-06-01\)](#)

[新型転換炉実証炉計画 \(03-02-06-02\)](#)

[新型転換炉の研究開発 \(03-02-06-04\)](#)

<参考文献>

(1) 科学技術庁（編集）：原子力委員会月報467号、第40巻第7号、大蔵省印刷局（1995年12月26日）

(2) 科学技術庁（編集）：原子力委員会月報468号、第40巻第8号、大蔵省印刷局（1996年3月11日）

(3) 原子力委員会（決定）：新型転換炉実証炉建設計画の見直しについて、原産マンスリー、No.1（1995年9月18日）

(4) 原子力産業会議：原子力産業新聞 1995年7月13日

(5) 原子力産業会議：原子力産業新聞 1995年7月20日

(6) 原子力産業会議：原子力産業新聞 1995年7月27日

(7) 原子力産業会議：原子力産業新聞 1995年8月3日

表 1 A T R 実証炉の建設費及び発電原価

| | 現行建設費 (S 59年度価格) | 今回見直し (H 5 年度価格) |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| 建 設 費 | 3,960億円 | 5,800億円 |
| 建 設 単 価 | 65.3万円/kW | 95.7万円/kW |
| 発 電 原 価 ^(*) | | |
| —30%補助、負担あり | 15.10円/kWh | 22.18円/kWh |
| —補助、負担なし | 25.90円/kWh | 37.58円/kWh |

(*) 「現行建設費」、「今回見直し」での発電原価は、いずれも初装荷燃料の成型加工費を無償とした値である。

〔出典〕 科学技術庁原子力局（編）：原子力委員会月報468号、第40巻 第8号、平成8年3月

表2 他電源の発電原価動向

軽水炉については、様々な合理化努力、習熟化効果等により、建設費、発電原価とも過去10年間ほとんど上昇していない。また、実証炉の開発に当たっての経済性の目安とされていた石炭火力発電については、燃料価格の大幅減等により、むしろコストが下がっており、ATR実証炉の相対的な経済性が低下している。

| | LNG火力 | | 石炭火力(海外炭) | | 軽水炉 | |
|--------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | 建設単価 kW当たり | 発電原価 kWh当たり | 建設単価 kW当たり | 発電原価 kWh当たり | 建設単価 kW当たり | 発電原価 kWh当たり |
| 昭和59年度 | 19万円 | 17 * 円 | 24万円 | 14 * 円 | 31万円 | 13 * 円 |
| 昭和60年度 | 21万円 | 17 * 円 | 24万円 | 14 * 円 | 31万円 | 13 * 円 |
| 昭和61年度 | 22万円 | 12円 | 25万円 | 11円 | 32万円 | 9円 |
| 昭和62年度 | 23万円 | 11～12円 | 25万円 | 10～11円 | 32万円 | 9円 |
| 昭和63年度 | 21万円 | 10～11円 | 24万円 | 10円 | 32万円 | 9円 |
| 平成元年度 | 20万円 | 10円 | 23万円 | 10円 | 31万円 | 9円 |
| 平成4年度 | 20万円 | 9円 | 30万円 | 10円 | 31万円 | 9円 |

*昭和59, 60年度の発電原価は、初年度原価である。

その他は、耐用年原価である。

なお、最近の軽水炉の初年度発電原価は12円/kWh程度(柏崎刈羽6、7号機)である。

— 所: 資源エネルギー庁)

(参考) ATR実証炉

| | 建設単価 | 発電原価(補助、負担金なし) (初年度/耐用年) |
|--------|----------|-----------------------------|
| 昭和59年度 | 約65万円/kW | 約26円/kWh/23円/kWh |
| 平成5年度 | 約96万円/kW | 約38円/kWh/36円/kWh |

[出典] 科学技術庁原子力局(編): 原子力委員会月報 468号、第40巻 第8号、平成8年3月

表3 ATR実証炉の現行／今回見直し建設費

| 項 目 | 現行建設費 | 今回見直し | 差 額 |
|--------|---------|---------|---------|
| 土地 | 62億円 | 74億円 | 12億円 |
| 建物 | 344 | 540 | 196 |
| 構築物 | 218 | 336 | 118 |
| 機械装置 | 2,263 | 3,114 | 851 |
| 諸装置 | 44 | 107 | 63 |
| 備品 | 10 | 10 | 0 |
| 無形固定資産 | 22 | 29 | 7 |
| 総係費 | 428 | 948 | 520 |
| 予備費 | 200 | 200 | 0 |
| 直接工事費 | 3,591億円 | 5,358億円 | 1,767億円 |
| 建設中利子 | 277 | 303 | 26 |
| 分担関連費 | 92 | 139 | 47 |
| 総工事費 | 3,960億円 | 5,800億円 | 1,840億円 |

〔出典〕科学技術庁原子力局（編）：原子力委員会月報 468号、第40巻 第8号、平成8年3月

表4 ATR実証炉の建設費増加要因

建設費の増加要因については、主にエスカレーション(注)の寄与が大きく、増加分の過半(927億円)を占めている。なお、ATR実証炉の機械装置関係費等における労務費の割合が55%と高いこと等により、エスカレーションによる増分のうち、労務費の上昇によるものは約880億円となっている。

| 建設費増加要因 | | (億円) |
|-------------|-------|--|
| 項目 | 増加額 | 内 容 |
| (1)設計変更 | 191 | ① 建屋仕様変更等(52) ② 安全指針見直し等による機器、設備費増等(115) ③ 試運転経費の期間変更等(24) |
| (2)エスカレーション | 927 | ① 土木部門(117)、 ② 建築部門(223) ③ 機電部門(517)、 ④ 業務部門(70) なお、エスカレーションによる費用増のうち、労務費増分は約880である。 |
| (3)行程延伸 | 221 | ① 補足設計費等(58) ② 立地環境調査関係費(163) |
| (4)状況変化 | 428 | ① 地元対応消波ブロック設置等(27) ② メーカー5社関連経費増(134) ③ 立地対策関連費等(267) |
| (5)間接費 | 73 | ① 建設中利子増(26)、 ② 分担関連費増(47) |
| 総 計 | 1,840 | |

(注)エスカレーション:物価、労務費等の上昇のこと。ただし、最近においては、物価については、鉄鋼、電気機器等横遣い、又は低下しているものもある。

[出典] 科学技術庁原子力局(編):原子力委員会月報 468号、第40巻 第8号、平成8年3月

表5 新型転換炉実証炉計画見直しに対応した我が国の プルトニウム需給見通し

我が国のプルトニウム需給見通しは、関連する計画の進捗状況によって変わり得るものであるが、現時点での計画の見通しに沿って、国内再処理によって回収されるプルトニウム及び海外再処理によって回収されるプルトニウムの需給見通しを試算すれば以下の通りとなる。

累積の需給量は、1990年代末あるいは2010年にこの量のプルトニウムを在庫として保有することを意味するものではない。さらに、全てのプルトニウムは、IAEAの保障措置の下にあり、転用等平和利用以外に使用されていないことが常に確認される。なお、実際の核燃料リサイクル計画を円滑に進めるにあたっては、適切なランニングストックが必要となる。軽水炉の使用済燃料から回収される核分裂性プルトニウムの割合は60～70%と見込まれるが、以下の需給見通しは核分裂性プルトニウムの重量を示したものである。

1. 国内において回収されるプルトニウム需給見通し

(1) 1994年～1990年代末 (年ベースの需給)

| | |
|---|--|
| ① 需要 「常陽」、「もんじゅ」、「ふげん」等 約0.6トン/年 | ② 供給 東海再処理工場 約0.4トン/年 |
| ① 1994～1990年代末の国内累積需要 「常陽」、「もんじゅ」、「ふげん」等 約4トン | ② 1994～1990年代末の国内累積供給 東海再処理工場及び既返還分 約4トン |

(2) 2000年～2010年 (年ベースの需給) 2000年代後半

| | | | |
|---|--|------------------------------------|--------------------------------|
| ① 需要 「もんじゅ」等 高速増殖実証炉 フルMOX-ABWR 軽水炉MOX燃料利用 合 計 | 約0.6トン/年 約0.7トン/年 約1.1トン/年 約2.6トン/年 約5トン/年 | ② 供給 六ヶ所再処理工場 東海再処理工場 合 計 | 約4.8トン/年 約0.2トン/年 約5トン/年 |
|---|--|------------------------------------|--------------------------------|

(累積需給)

| | | |
|---|-----------------------------------|---|
| ① 2000年～2010年の国内累積需要 「常陽」、「もんじゅ」 「ふげん」、高速増殖実証炉 フルMOX-ABWR 軽水炉MOX燃料利用 合 計 | 約10～15トン* 約25～30トン 約35～45トン | ② 2000年～2010年の国内累積供給 六ヶ所再処理工場及び 東海再処理工場 約35トン～45トン |
|---|-----------------------------------|---|

* [約10トン～15トン]の意味：「常陽」、「もんじゅ」等の研究開発用には、約15トンのプルトニウムが必要である。六ヶ所再処理工場からの供給量が減少する場合には、一時的に需要が国内供給を上回ることがあり、その場合には、少なくとも約10トンが同工場から供給され、残りを海外から返還されるプルトニウムで補うことにより、約15トンを満たすことになる。

2. 海外再処理により回収されるプルトニウム

| | |
|---------------------------|--|
| ① 2010年頃までの累積回収量 約30トン | ② 需給 基本的には、海外でMOX燃料に加工した後、我が国に返還輸送され、フルMOX-ABWR及び軽水炉で利用する ただし、六ヶ所再処理工場が本格的に運転を開始する以前において、「常陽」、「もんじゅ」等の研究開発用の国内プルトニウムに不足が生じる場合には、それを補うために利用される。 |
|---------------------------|--|

表6 フルMOX－ABWRの経済性及び技術的見通し

フルMOX－ABWRの経済性

ABWRは、既に柏崎刈羽原子力発電所6、7号機として建設中である。この発電原価をベースに、仮に同6、7号機でフルMOX化を行った場合、柏崎刈羽原子力発電所6、7号機の平均発電原価の約12円/kWh(初年度発電原価、平成8年度運開ベース)に加え、フルMOX化に伴う固定費(設備費)、燃料費の増加等で若干割高となるが、十分な経済性を有しているものと言える。

1. 柏崎刈羽6、7号平均の建設費及び発電原価

- (1) 建設費 約4,000億円
- (2) 発電原価 約12円/kWh

2. フルMOX化に伴う固定費(設備費)の増加

全炉心にMOX燃料装荷する場合、ほう酸水注入システム、逃がし安全弁の設計変更、燃料検査装置の導入等の対応が考えられるが、プラントの基本仕様の変更を伴うものではなく、増加コストは建設費の1割を超えるようなものでないと推定される。

3. 燃料費の増加

MOX燃料は、成形加工費等により従来のウラン燃料に比べれば増加するものの、発電原価に占める燃料費の割合は小さく、若干の割高要因にとどまると考えられる。

フルMOX－ABWRの技術的見通し

ABWR(改良型沸騰水型軽水炉)において全炉心にMOX燃料を装荷した場合の技術的見通しについて、電気事業者において予備的評価がなされたところ、概略は以下に示すとおりであるが、内容については概ね妥当であると判断され、現在柏崎刈羽原子力発電所において建設中のABWRの基本仕様の変更を伴うことなく実施可能と技術的見通しがあると考えられる。

1. 評価条件

- 対象プラント : ABWR
- MOX燃料集合体設計 : 高燃焼度8×8ウラン燃料(ステップⅡ)と同一設計
- 燃料棒の構成 : MOX燃料棒(一部Gd入りウラン燃料棒)
- Puf富化度 : 約2.9wt%(燃料棒軸方向一様富化度)
- 取出平均燃焼度 : 約33GWd/t
- 運転期間 : 13ヵ月

2. 「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」等に基づく評価

(1) フルMOX化に係る主要な安全評価結果

| 項 目 | 判断基準 | 予備的評価結果 |
|---------------|-----------|--------------------|
| 炉停止余裕 | 1.0% Δk以上 | 判断基準を満足(2.5% Δk以上) |
| 最大線出力密度 | 44kW/m以下 | 判断基準を満足(41kW/m以下) |
| 最小限界出力比(MCPR) | 1.27以上 | 判断基準を満足(1.5以上) |
| 炉心安定性 | 減幅比1.0以下 | 判断基準を満足(0.66以下) |

(2) フルMOX化に係る主要な設備評価結果

ほう酸水注入系に係るほう酸水タンク容量の増加等の対応が必要であるが、基本的には、ABWRの基本仕様を変更することなくフルMOX化は可能。

表7 新型転換炉の政策的位置づけ変遷及び開発 及び建設計画見直しの経緯

新型転換炉の政策的位置づけの変遷

○ 原子力長期計画上のATRの位置づけの変遷

| | |
|------------|--|
| 昭和42、47年長計 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 自主技術 ○ 天然ウラン等が利用でき、核燃料の有効利用及び多様化に資する ○ 高速増殖炉と併存し、プルトニウム供給をする役割 |
| 昭和53年長計 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 軽水炉からの高速増殖炉への移行という基本路線を補完する炉 ○ プルトニウム、回収ウラン等の有効利用 ○ ウラン資源消費量の節減 ○ 濃縮作業量の節減 |
| 昭和57年長計 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 高速増殖炉に先立って、プルトニウムの早期利用を図るため開発 ○ プルトニウム、回収ウラン等の有効利用 ○ 自主技術 ○ プルトニウム利用に関する国際的理解 |
| 昭和62年長計 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 炉型戦略としては軽水炉から高速増殖炉を基本とし、新型転換炉は一定規模の核燃料リサイクルを図ることの一環 ○ プルトニウム、回収ウラン等の有効利用 ○ 全炉心MOX燃料装荷可能であり核燃料利用上の柔軟性大 ○ 自主技術 |
| 平成6年長計 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 高速増殖炉を軽水炉との併用期間を経て将来の主流とすることを基本とし、新型転換炉は一定規模の核燃料リサイクルを図ることの一環 ○ プルトニウム、回収ウラン等を柔軟かつ効率的に利用 ○ 自主開発 ○ MOX燃料利用についての国内外の理解と信頼 |

○ 従来のATRの持っているミッション(使命)に関する現在の環境

- ・ MOX燃料利用→ 軽水炉によるMOX燃料利用
既設の軽水炉での少数体試験を経て、今後段階的に拡大
- ・ 回収ウラン利用→ 再濃縮し、軽水炉で利用
回収ウラン再濃縮実施と軽水炉への装荷
- ・ 天然ウラン利用→ 濃縮ウラン需給の緩和、ウラン濃縮国内事業化
濃縮料金の低下〔139 \$ /kgSWU(1980年代前半)→125 \$ /kg SWU(現在)〕六ヶ所濃縮工場が操業開始

新型転換炉開発及び建設計画見直しの経緯

| | |
|-----------------|--|
| 昭和41年5月 | 新型転換炉の開発を決定(原子力委員会動力炉開発懇談会) |
| 昭和54年3月 | 原型炉「ふげん」運転開始 |
| 昭和57年8月 | 原子力委員会「新型転換炉の実証炉計画の推進について」決定(ATR実証炉の実施主体等について決定) |
| 昭和60年5月 | 第4回ATR実証炉建設推進委員会(建設工事費3,960億円、発電原価26円/kWh) |
| 平成6年5月 | ATR実証炉に係る漁業補償協定妥結 |
| 平成6年6月 | 「原子力の研究開発及び利用に関する長期計画」改定 |
| 平成6年5月 ～7年2月 | 電源開発(株)は、漁業補償問題解決に伴い建設工程の見通しがたったことを受け、建設工事費等の見直しを実施 |
| 平成7年1月 | 漁業補償に係る配分決定 |
| 平成7年3月 | 電源開発(株)は建設工事費等の見直し結果(建設工事費5,800億円、発電原価38円/kWh)をとりまとめ |
| 平成7年7月11日 | 電気事業連合会が、経済性に見通しが得られないとの理由からATR実証炉計画を見通すよう、申し入れを実施 |
| 平成7年7月～8月 | 上記申し入れについて、原子力委員会において検討 |