

世界を対象とした高速増殖炉サイクルの研究開発投資効果 Cost-Benefit Analysis on FR Cycle R&D for the World

日本原子力研究開発機構 次世代原子力システム研究開発部門
設計統括ユニット サイクル解析グループ

川崎 弘嗣

高速増殖炉（FBR）サイクル研究開発を将来の実用化に向けて推進していくため、投資に対する便益を評価し、事業計画の妥当性を検討する一つ的手段として、FBRサイクル研究開発投資効果の評価を実施した。FBRサイクルを世界規模で導入した場合の投資効果を評価するため、世界のエネルギー需給シナリオにおいて、将来、原子力エネルギーが一定のシェアを持つことを前提に、そのシェアが徐々に軽水炉発電からFBR発電に置き換わっていくことを想定した。その場合の経済的効果を将来にわたって得られる効果額として試算した。本報告では、将来FBRサイクルを実現することにより、研究開発投資を上回る経済効果が期待できることを述べる。

1. はじめに

日本原子力研究開発機構（原子力機構）では、ミッションの一つである高速増殖炉（FBR）サイクル研究開発を将来の実用化に向けて進めており、1999年から2カ年計画で開始したFBRサイクル実用化戦略調査研究フェーズⅠに引き続き、2001年から5カ年計画で開始した同フェーズⅡにおいては、将来のFBRサイクルについていくつかの候補概念から最適なシステムを明確化する評価を実施してきた。その一連の研究の中でFBRサイクル研究開発の投資効果も評価システムの開発を進めながら実施してきた^{1)~5)}。一方、原子力委員会主催の原子力長期計画策定のための会議（新計画策定会議）⁶⁾においては、次期原子力長期計画を策定するため、2004年6

月から検討が始まり、2005年10月に「原子力政策大綱」⁷⁾としてとりまとめられた。この検討の間でもFBRサイクル研究開発の議論に資するべく、新たに世界規模での投資効果の評価を行い、結果を参考資料として提示した*。

投資対効果については、国の科学技術関連事業において近年研究開発の投資対効果が重要視されており、公的機関においても支出した費用に対する便益を追求することが必要とされている。原子力機構においても、FBR研究開発や核燃料サイクルの研究開発を行っていることから、それらの政策に基づく事業計画の妥当性を評価するため、FBR研究開発投資効果による評価を実施している。原子力機構の場合、民間企業の場合と異なり、国民が

※本報告の内容は、原子力委員会新計画策定会議の審議に資するために実施したものであり、第16回新計画策定会議（2005年1月13日）の審議資料の資料第5号の一部及び参考資料3として、また、第17回新計画策定会議（2005年1月28日）の審議資料の資料第3号（改訂版）の一部及び参考資料2（改訂版）として提出されている。

費用（税金）を負担し、その便益も国民が受け入れるという点で、投資効果は国民全体への影響を考慮したものとすべきである。このため、効果の計測にあたっては、直接的な経済的利益以外にも幅広い効果を考慮する必要がある。

FBRサイクル研究開発の投資効果の評価は、効果に関する考え方として、FBR以外の他の電源に対して発電コストを低減させる発電コスト削減効果のような直接的な経済効果に加え、CO₂等の環境影響物質の排出を抑制する効果や、生命へのリスクを低減する効果、ウラン資源枯渇を抑制する効果等、国民全体が負担する費用に対する便益の観点からの効果も取り入れたものとなっている。このような従来の投資効果の評価は、日本国内で将来FBRサイクルを導入する場合、いくつかの候補概念に対する比較評価という位置づけで実施してきたものである。

本報告は、代表的なFBRサイクル（ナトリウム冷却炉サイクル）を対象に、世界規模でFBRを導入する効果について、新たに評価したものである^{8)~9)}。エネルギー資源枯渇問題やCO₂排出などによる地球温暖化は地球規模

の課題であるため、エネルギー供給システムは世界規模で検討する必要がある。将来、世界のエネルギー需給に対する原子力エネルギーが一定のシェアを持つことを前提に、そのシェアが徐々に軽水炉発電からFBR発電に置き換わっていくことを想定し、FBR導入による効果を評価した（世界の評価ケース）。一方、世界の評価ケースと比較するため、日本国内でFBRを導入した場合の効果も評価した（日本の評価ケース）。

2. FBR研究開発投資効果

2.1 FBR導入による投資効果

将来FBRの導入によって電力を供給する場合、エネルギー需給シナリオ上は、FBRは軽水炉の代替電源として導入される。すなわち、図1示すように、将来の電力需要に対して、FBRを導入しない場合の電源構成例Bに対し、FBRを導入した場合は電源構成例Aのようになる。この図は、原子力によるエネルギー供給において、軽水炉発電に対し、FBRをある時期から徐々に導入し、やがて軽水炉がすべてFBRで置き換えられる場合を想定した模式図である。FBR導入による投資効

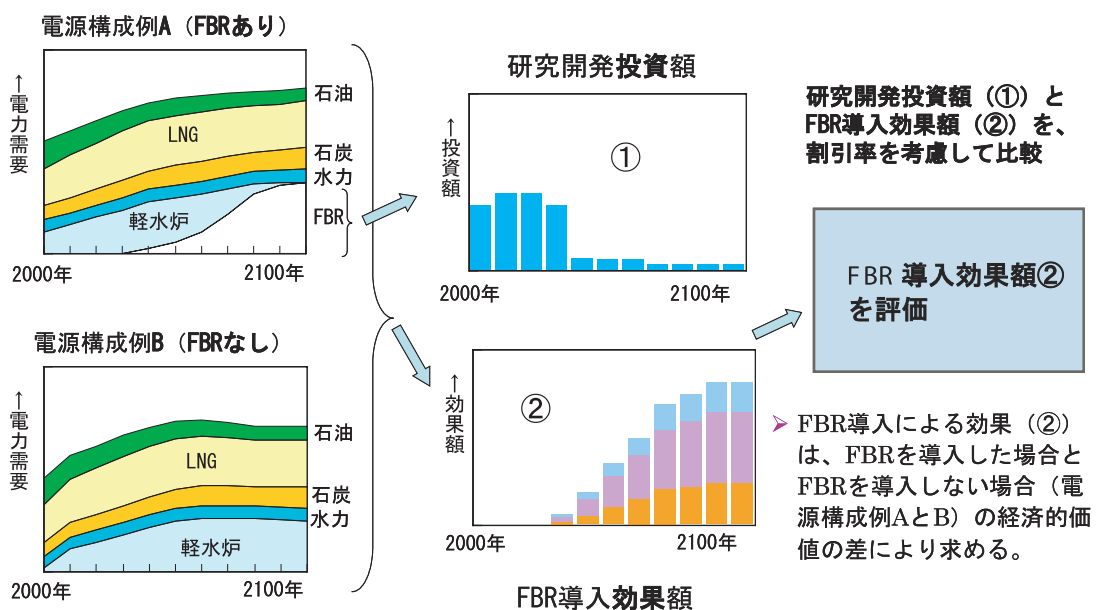


図1 FBR研究開発投資効果の評価概念図

果とは、軽水炉発電がFBR発電に置き換わる部分の効果を評価するものである。

2.2 投資効果の経済的評価手法

FBR研究開発投資効果を定量的に示すためには、金銭的利益として示すことが分かり易い。しかし、FBRの研究開発投資効果は、仮に軽水炉に比べて発電コストを低減できると想定された場合の発電コスト削減効果だけでなく、例えば、CO₂等の環境影響物質の排出を低減する効果や、ウラン燃料の輸入を削減する効果、生命へのリスクを低減するような効果等も考慮されるべきものであるから、こうした効果も何らかの方法で定量的に金銭価値換算することが必要となる。

さらに、異なる時点の金銭の価値を比較するには、将来得られる金銭の価値を現在価値に換算する必要がある。この現在価値換算のとき、「割引率」¹⁰⁾ が用いられる。

FBRの研究開発投資効果の評価においては、将来得られる効果のある一定の割引率をもって現在価値換算して、これらの効果額を累積した効果総額を算出する。

2.3 FBR研究開発の投資対効果評価システム

当機構は、これまで、FBR研究開発の投資効果を評価するシステムを構築してきており^{11)~13)}、FBRサイクル実用化戦略調査研究フェーズⅡの最終評価時にも、当システムの改善が図られ評価に供された。

当システムは、汎用表計算ソフトMicrosoft Excelを利用してプログラミングされており、前述したような研究開発投資及び効果額について現在価値換算して、期待される各効果が算出できるシステムとなっている。また、当システムは、別途当機構が開発した発電コストを評価するコードFCC-EXをプラグインできるため、発電コスト等の算出結果の受け渡しが可能である。

2.4 FBR研究開発投資効果の範囲と内容

FBR研究開発の効果を評価するため、図2に示すような原子力発電によるエネルギー需給シナリオを基に経済的効果を考える。

世界のエネルギー需給シナリオ（例えば世界エネルギー会議の環境主導シナリオIIASA/WEC C2シナリオ¹⁴⁾等）で想定される原子力発電電力量の将来予測に基づいて、軽水炉発電が徐々にFBR発電に代替される場合を想定する。このとき、FBR導入により代替

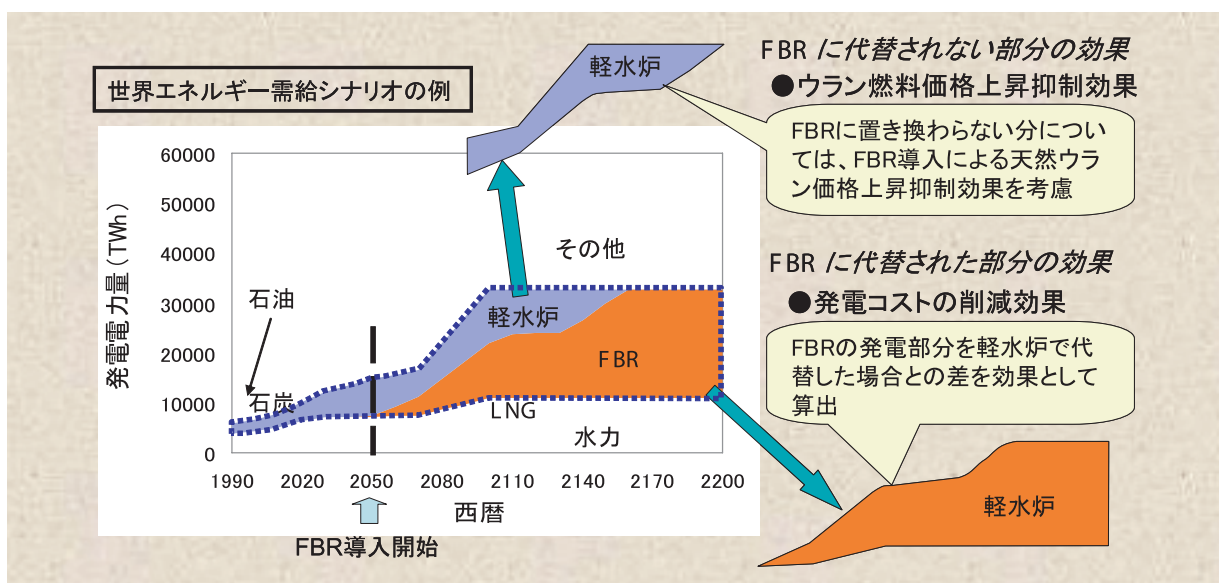


図2 FBR研究開発による効果の対象範囲

される部分の効果は発電コスト削減効果として現れ、軽水炉の発電コストとの差が評価される。一方、想定される原子力発電電力量の総量の内、FBRへの移行期におけるFBRによって代替されない部分（軽水炉発電として残る部分）は、FBR導入による天然ウラン価格上昇抑制効果が軽水炉発電コストの上昇を抑制する効果として働く。このように、FBR導入により、軽水炉が代替される部分と代替されない部分のそれぞれに効果が得られることになる。

なお、日本の評価ケースにおいても軽水炉発電量がFBR導入により徐々に代替されるという同様の図式を想定する。世界の評価ケースとの効果の大きな相違は、日本のFBR導入量は世界規模に比べれば2桁程度小さいこと、FBR導入開始から陸上の天然ウラン資源量の限界に需要量が達する時期までのFBR導入量も小さいこと等により、ウラン燃料価格の上昇をほとんど抑制できないことから、FBRによって代替されない部分（軽水炉発電部分）の効果はほとんどなくなると考えられる。一方、FBRに代替される部分の効果については、ウラン燃料輸入削減効果が付加

される。

このような考え方を基に、経済的効果进行评估する内容を表1に整理した。

● 経済性向上効果

FBRを導入するにあたって経済性に直接関わる効果进行评估するものとし、発電コスト削減効果、ウラン燃料価格上昇抑制効果を想定する。

● 外部経済性向上効果

FBRを導入するにあたって間接的に関わる効果を金銭価値換算により評価するものとし、環境影響低減効果、生命リスク低減効果、ウラン燃料輸入削減効果を想定する。

① 発電コスト削減効果

FBRを導入しないときの軽水炉発電コストと、FBRを導入したときの発電コストとの差による効果进行评估する。発電コストは、ウラン燃料価格の上昇を考慮する。

さらに、エネルギーショックが発生してウラン価格が上昇した場合、FBRの導入によりウラン燃料輸入量を削減した結果、エネルギーショックによる影響を軽減できる効果も考えられる。このため、ウラン燃料価格の上

表1 FBR研究開発による効果の範囲と内容

効果項目	効果の内容
経済性 向上効果	<p>● 発電コストの削減効果(軽水炉からFBRへの代替分)</p> <p>ウラン燃料価格上昇*を考慮した軽水炉とFBRの発電コストの差</p> <p>(燃料価格上昇を考慮した軽水炉発電コスト - FBR発電コスト) × FBRの発電電力量</p>
	<p>● ウラン燃料価格上昇の抑制効果(FBRに代替されていない軽水炉分)</p> <p>天然ウラン需要削減に伴いウラン燃料価格上昇が抑制されることによる軽水炉の発電コスト上昇抑制</p> <p>(FBRを導入しない場合の軽水炉発電コスト - FBRを導入した場合の軽水炉発電コスト) × FBRにリプレースされない軽水炉の発電電力量</p>
外部経済性 向上効果	<p>● ウラン燃料輸入削減効果 (日本の評価ケースのみ考慮)</p> <p>リプレースされた軽水炉のウラン燃料輸入削減による国内総生産GDPの増加</p>
	<p>● CO₂、SO_x、NO_x 削減による健康・温暖化被害の低減効果</p> <p>(軽水炉とFBRのCO₂、SO_x、NO_xの発生量は同等と想定)</p> <p>軽水炉とFBRのCO₂、SO_x、NO_xの発生量の差に削減価値を乗じて求める環境影響低減量</p>
	<p>● 人命損失のリスクの低減効果(軽水炉とFBRのリスクは同等と想定)</p> <p>軽水炉とFBRのリスクの差に統計的命の価値を乗じて求める生命リスク低減量</p>

昇分には、エネルギーショックによるウラン燃料価格の上昇分も含めることとする。

②ウラン燃料価格上昇の抑制効果

将来、天然ウランの消費により天然ウラン購入価格を含めたウラン燃料価格が上昇した場合、軽水炉の発電コストの上昇につながる。しかし、FBRを導入しないときのシナリオと、FBRを導入することによって軽水炉発電の一部を代替するシナリオとでは、後者はFBR導入による天然ウランの消費節約分がウラン燃料価格の上昇を抑制するため、軽水炉の発電コスト上昇も抑制される。軽水炉発電量の一部をFBRが代替するのであれば、ウラン燃料価格上昇の抑制効果は代替されない軽水炉発電の部分に対しても働く。この代替されない軽水炉発電分の発電コスト抑制の効果を評価する。

③ウラン燃料輸入削減効果

FBR導入に伴い、天然ウランの輸入に依存しない発電が行われることにより、国民経済的な観点から、輸入が減少する分、国内総生産（GDP）を引き上げる効果があると考え、これをウラン燃料輸入削減効果として評価する。これは、代替された軽水炉発電分の天然ウランの輸入削減により、GDP（消費＋投資＋政府支出＋輸出－輸入）の輸入削減分の効果を示すもので、自国内での天然ウラン消費が抑制されることにより生まれる効果である。

④環境影響低減効果

環境に影響を与える物質として、CO₂、SO_x、NO_xを対象とし、それらの削減による健康・温暖化被害の低減を効果として評価する。軽水炉とFBRからの発生量の差に削減価値を乗じて求められる。これらの削減価値は、税あるいは排出権取引額等を参考として設定する。

⑤生命リスクの低減効果

安全面に関しては、生命リスクを低減する効果を想定する。この効果は、軽水炉とFBR

による職業人及び公衆の死亡リスクの差に（そのリスクを低減するために支払う金額に関するアンケート結果や生命保険等を参考にした）統計的生命の価値を乗じて求める生命リスク低減量として評価する。

FBR導入による直接的な効果としては、基本的に前述のような効果が見込まれるものの、全世界でFBRの導入を想定した場合、不確定な要素があることを考慮し、過大評価とならないよう、FBRと軽水炉とで一部の効果は将来において同じと想定して評価する考え方がある。本評価ではこのような考え方も考慮して、設計評価から得られるFBRの期待される効果と比較することを目的に、感度解析を実施した。

上記の基本的な考え方に基づき評価の基準ケースを設定するため、いくつかの効果については前提条件を与えるものとする。

世界の評価ケースにおいては、軽水炉とFBRのCO₂、SO_x、NO_x発生量は同等と仮定し、軽水炉とFBRのリスクも同等と仮定する。また、ウラン燃料輸入削減効果は、世界の評価ケースでは評価しない。したがって、外部経済性向上効果は全て効果額ゼロとなり、経済性向上効果のみの評価となる。

日本の評価ケースにおいては、世界の評価ケースと同様、軽水炉とFBRのCO₂、SO_x、NO_x発生量は同等と仮定し、軽水炉とFBRのリスクも同等と仮定する。ウラン燃料輸入削減効果は、輸入国であるため考慮する。したがって、経済性向上効果、及び外部経済性向上効果のうちのウラン燃料輸入削減効果が評価対象となる。

3. 評価の前提条件

世界規模のFBR研究開発投資効果を評価するにあたっては、FBRの導入ケースを想定し、リファレンスとなるケースを定め、次に比較ケース（感度解析）を行う範囲として主

要なパラメータの解析範囲を設定した。

ここで、投資効果を評価する上で主要なパラメータとして、①FBR導入規模、②発電コスト、③割引率があり、これら3つのパラメータを軸に解析ケースを設定した。

なお、解析の対象となるFBRサイクルは、実用化戦略調査研究の候補概念の中で、中間評価時点で比較的有望概念と考えられたナトリウム冷却大型炉—MOX燃料—先進湿式再処理—簡素化ペレット燃料製造のケースとした。

(1) FBR導入量

世界の評価ケースにおいては、まずFBRの導入量を想定する必要があるため、いくつか公開されている世界エネルギー需給シナリオを調査した。

世界エネルギー需給シナリオとしては、1998年にIIASAが第17回世界エネルギー会議にて報告したシナリオ（IIASA/WECシナリオ¹⁴⁾や、IPCCのSRESシナリオ¹⁵⁾、OECD/IEAのリファレンスシナリオや代替シナリオ¹⁶⁾、IAEAの世界エネルギー需給のHighケースとLowケースシナリオ¹⁷⁾、電力中央研究所が独自に開発したエネルギーモデルによる需給予測¹⁸⁾などがある。

エネルギー需給の予測期間は、軽水炉からFBRへの移行期間を考慮すると2200年頃ま

でが望ましいが、現在公開されているデータは2030年あるいは2100年までの予測値となっている。2030年までのこれらの予測値には、いずれも大きな相違はない。できる限り長期予測のデータに着目すれば、2100年まで予測しているIIASA/WEC C2シナリオやIPCCのシナリオ等がある。このような世界エネルギー需給シナリオからどのシナリオを選択するかにおいては、まず原子力利用を前提としていること、なるべく長期の予測であること、加えてCO₂排出削減のような環境の観点も考慮するものが望ましいと考え、IIASA/WECの環境重視のシナリオC2シナリオを選択した。なお、本評価は2200年までを予定しているため、2100年以降については、原子力発電利用はそれ以上増加せず一定となるものと仮定した。

また、FBRの導入開始年については、2050年を本格導入開始年と想定し、軽水炉発電電力量が2050年から徐々にFBR発電電力量に置き換わっていくシナリオを想定した。

図3に、IIASA/WECのC2シナリオを対象に、FBRの導入規模（発電設備容量）を求めた結果を示す。FBRは2050年の本格導入開始後およそ100年で軽水炉に置き替わり、FBRの発電設備容量は2750GWeに達する。

なお、日本の評価ケースのFBR導入量につ

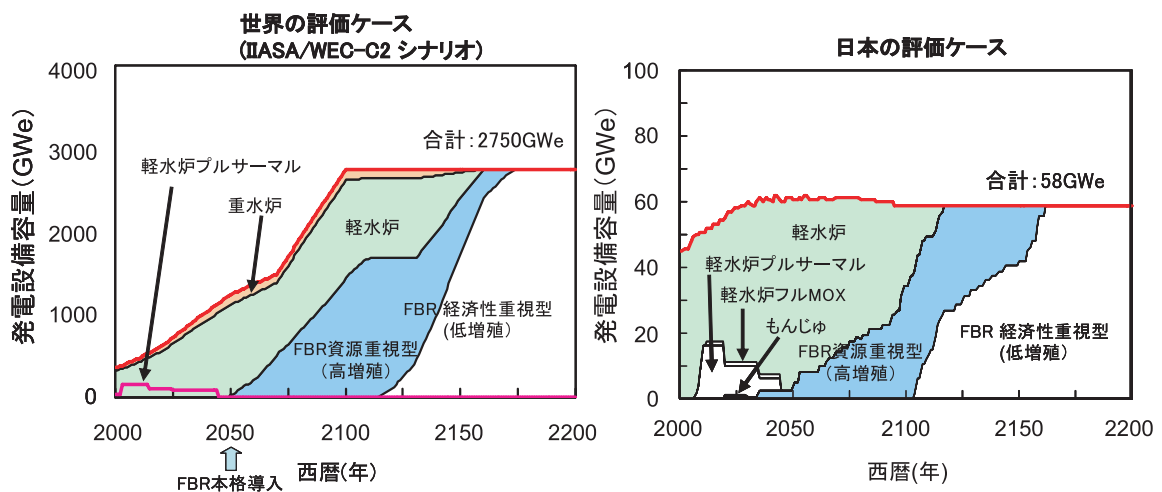


図3 FBR導入規模

軽水炉の発電コストと同等と仮定したケース（ケース2）、及びFBRの建設費を50%増としたケース（ケース3）を取り上げた。ケース1は、FBRの発電コストは軽水炉よりも安くすることが可能という設計研究の成果に基づいたケース（軽水炉より安い）であり、ケース2は、FBR導入時点では発電コストに差はなく同程度であると想定するケース（軽水炉と同等）であり、ケース3は、炉の建設費に係る不確かさを考慮して設計ベースの5割増し（軽水炉より高い）を想定したものである。

(3) 割引率

割引率は、長期にわたる費用便益分析を行なう際には、設定値によっては結果に大きく影響する。本解析では、最近の日本経済の低成長・低インフレが今後も継続すると予測して2%を想定したが、この2%という値は、

原子力委員会技術検討小委員会の報告書²¹⁾において核燃料サイクルのコストを算定する際にリファレンスとしているものである。なお、その前後の1%と3%、及び割引率を考慮しない0%のケースを採用し、感度解析を行った。

(4) その他の解析条件

その他の解析条件としては、過去のエネルギーショックの発生確率と過去のエネルギーショック時の原油価格上昇率から、エネルギーショックが発生した場合の燃料価格上昇率を設定した。

4. 評価結果

(1) 世界の評価ケース

2050年からFBRを導入した場合の効果額の推移の一例（ケース1）を図5に示す。

表2 将来の発電コストの推計結果（2050年時点）

軽水炉発電コスト	世界の評価ケース		日本の評価ケース	
	3.0円/kWh		4.0円/kWh	
FBR発電コスト	資源重視型	経済性重視型	資源重視型	経済性重視型
ケース1: 実用化戦略調査研究の設計値	2.5円/kWh	2.2円/kWh	3.0円/kWh	2.6円/kWh
ケース2: FBR導入時の軽水炉と同等	3.0円/kWh	3.0円/kWh	4.0円/kWh	4.0円/kWh
ケース3: 設計値の炉建設費50%増	3.3円/kWh	3.0円/kWh	3.8円/kWh	3.4円/kWh

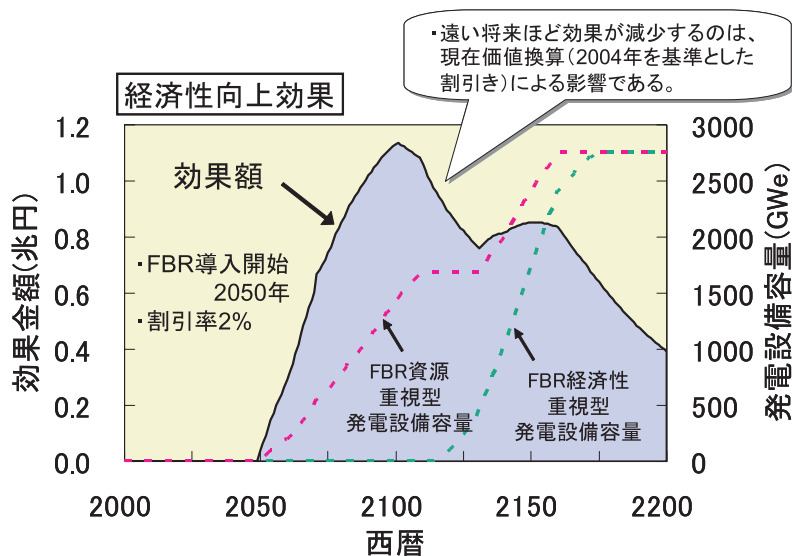


図5 効果額の推移（世界の評価のケース1）

FBRの導入規模 (GWe) の増加とともに効果額が増加する様子が分かる。導入量が増加しなくなると、効果額の増加は停止し、その間割引率による効果額の割引が影響して毎年の効果額は逆に減少する。このように、導入が進んでいるうちは効果額が増加するが、導入が進まなくなると割引率による効果額の割引効果が効いてくる。割引率0%の場合は、効果額の減少傾向はなくなる。

FBRの発電コストをパラメータ (ケース1～3) にした評価結果を図6に示す。

ケース1の実用化戦略調査研究での設計に基づく発電コストを想定した場合は、FBRの発電コストが軽水炉の発電コストを下回る効果、及びFBR導入による軽水炉の天然ウラン需要量削減のためウラン燃料価格上昇による発電コスト上昇を回避できる効果により、約111兆円の効果が期待できる結果となった。

ケース2のFBR導入時点で軽水炉と同等の発電コストを想定した場合は、将来の天然ウラン価格の上昇分だけ、FBR発電コストが軽水炉の発電コストを下回る効果と、FBRの導入により軽水炉による天然ウランの需要が減るためウラン燃料価格上昇による発電コスト上昇を回避できる効果により、約44兆円の効果が期待できる結果となった。

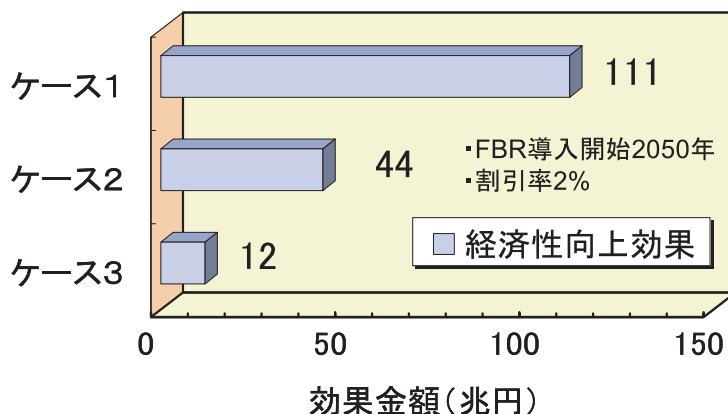
ケース3のFBRの建設費を50%増と想定した場合は、FBR導入開始時点では、FBRの発電コストが軽水炉の発電コストを上回るため効果はマイナスとなるが、その後のウラン燃料価格上昇による発電コスト上昇を回避できる効果により、約12兆円の効果が期待できる結果となった。

3つのケース間で効果の総額に1桁の相違があることから、発電コストは、経済性向上効果の評価において大きく効いてくるパラメータであり、FBRと軽水炉両者の将来の発電コストをいかに適切に見積もるかが重要である。3ケースの結果から、総合的にみて、世界全体のFBR研究開発費を数兆円 (日本の約1兆円の数倍と想定) と想定しても、FBRの研究開発投資効果は十分得られると考えられる。

(2) 日本の評価ケース

日本の評価ケースでは、世界の評価ケースと効果対象について異なるところは、輸入削減効果としての外部経済性向上効果が含まれる点である。

図7に各ケース間の比較を示す。日本のみにFBRを導入した場合の効果金額は、FBRの発電コストの想定によって異なるが、約4～9兆円となった。世界の評価ケースと異なり、



ケース1：実用化戦略調査研究での設計に基づくFBRの発電コストを想定した場合
 ケース2：FBRの導入時点 (2050年) で軽水炉と同等の発電コストを想定した場合
 ケース3：ケース1の試算において、FBRの建設費を50%増とした場合

図6 FBR発電コストをパラメータとした投資効果の試算結果 (世界の評価ケース)

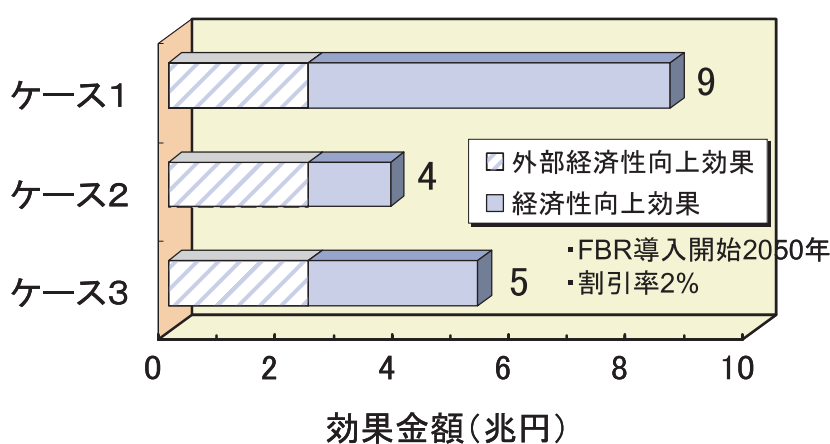
ケース2よりケース3の効果の方が大きくなっているのは、ケース3の解析に用いた建設費50%増のFBR発電コストの方が、ケース2で用いた軽水炉と同等のFBR発電コストより安いためである。

また、外部経済性向上効果がすべてのケースで約2.5兆円と同じ値となっているのは、天然ウラン輸入削減効果がウラン需要量に関係していることに起因する。つまり、FBRの発電コストの相違には直接関係せず、FBR導入

量に関係してくることから、FBR導入量の条件が同じである3ケースについては、その効果は全て同じとなる。本結果から、日本の評価ケースにおいても、FBRの研究開発投資効果は十分得られると考えられる。

(3) 割引率の影響

一例として、ケース1について、割引率を0～3%に変化させた場合の経済性向上効果について試算した結果を図8に示す。ここで、割引率2%はリファレンスケースである。割



ケース1：実用化戦略調査研究での設計に基づくFBRの発電コストを想定した場合
 ケース2：FBRの導入時点（2050年）で軽水炉と同等の発電コストを想定した場合
 ケース3：ケース1の試算において、FBRの建設費を50%増とした場合

図7 FBR発電コストをパラメータとした投資効果の試算結果（日本の評価ケース）

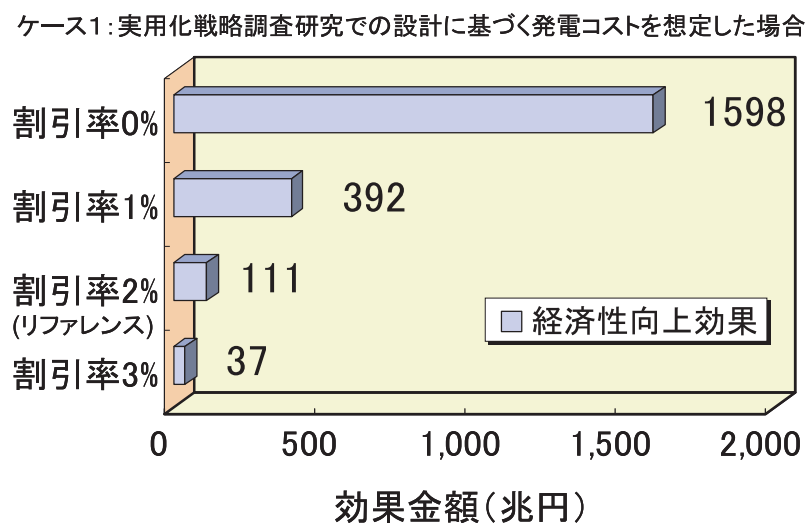


図8 割引率をパラメータとした投資効果の比較（世界の評価のケース1）

引率0%は、将来においても金銭価値が変わらないとしたケースである。試算の結果、世界にFBRを導入した場合、その効果金額は約37~1,598兆円と大きな差が生じている。これは、解析期間を西暦2200年までの超長期間を対象としていることから、割引率の影響が大きく効いているためである。リファレンスである割引率2%のケースに対して割引率3%の効果金額は3分の1に減少しているが、ケース3のFBRの建設費が50%増となった場合の効果金額約12兆円より3倍以上大きく、設計通りのFBRの発電コストが達成できれば、割引率を3%と設定しても十分に研究投資を上回る効果が期待できると考えられる。

超長期の解析において割引率は大きく影響するパラメータである。本感度解析では最大3%の割引率を想定したが、超長期の解析を実施する場合3%はやや大きめの値と考えられるものの、このような割引率で評価しても、FBRは研究開発投資を上回る効果が得られることを示している。

5. まとめ

FBRサイクル研究開発を将来の実用化に向けて推進していくため、投資に対する効果(便益)を評価し、事業計画の妥当性を検討する一つ的手段として、FBRサイクル研究開発投資効果の評価を実施した。FBRサイクルを世界規模で導入した場合の投資効果の評価するとともに(世界の評価ケース)、日本の原子力発電の規模に対しても同様な評価を実施した(日本の評価ケース)。

将来、世界のエネルギー需給シナリオにおいて原子力エネルギーが一定のシェアを持つことを前提に、そのシェアが徐々に軽水炉発電からFBR発電に置き換わっていくことを想定した。その場合、軽水炉がFBRにリプレースされたことにより得られる効果に加え、リプレースされない軽水炉発電部分に対

しても天然ウラン燃料価格の上昇を抑制する効果が得られる。このような効果を将来にわたって得られる効果額として試算した。このとき算定する経済的利益は、割引率を用いて現在価値に換算して評価した。今回の解析では、最近の日本経済の低成長・低インフレが今後も継続するとして予測した2%をリファレンスとし、感度解析として超長期の解析を実施する際にはやや大きめの値と考えられる3%のケースも実施したが、超長期の解析においては割引率の設定が評価結果に大きく影響することが分かり、割引率の設定には細心の注意が必要である。

FBRサイクル研究開発投資効果の「世界の評価ケース」の結果を整理すれば以下の通りとなる。

実用化戦略調査研究での設計に基づくFBRの発電コストを想定した場合、ウラン燃料価格上昇に伴う発電コスト上昇を回避できることと、軽水炉より発電コストの低いFBRの導入により、約111兆円の効果が期待できる。

FBRの導入時点(2050年)において軽水炉と同等の発電コストを想定した場合、ウラン燃料価格上昇に伴う発電コスト上昇を回避できることにより、約44兆円の効果が期待できる。

FBRの建設費を50%増と想定した場合、2050年での発電コストは軽水炉を上回るが、ウラン燃料価格上昇に伴う発電コスト上昇を回避できること等により、約12兆円の効果が期待できる。

ここで、全世界のFBRサイクル研究開発費(投資額)は、今後の国際共同開発による費用分担の程度にも依存するが、総額で数兆円と想定した。よって、FBRサイクルを実現することにより、この研究開発投資を上回る経済効果が期待できるという試算結果が得られた。

一方、「日本の評価ケース」の試算結果にお

いても、実用化戦略調査研究での設計に基づくFBRの発電コストを想定した場合、ウラン燃料価格上昇に伴う発電コスト上昇を回避できることと、軽水炉より発電コストの低いFBRの導入により、約9兆円の効果が期待できる。今後の日本の投資額は約1兆円と想定されることから、研究開発投資を上回る経済効果が期待できることが分かった。

本研究は、解析の前提条件において、原子力発電電力量が最終的にすべてFBRに置き替わること、軽水炉とFBRの発電コストや環境負荷影響の条件を同等と想定する等、いくつかの仮定の下で試算したものであるが、FBRサイクル研究開発投資効果を定量的に示すことができた。また、世の中での評価例が僅少な世界規模でのFBRサイクル研究開発投資効果に関する評価法を与えた。

参考文献

- 1) 篠田佳彦 他："総合評価技術検討書—実用化戦略調査研究(フェーズⅠ)成果報告—", JNC TN9400 2001-061 (2001)
- 2) 篠田佳彦 他："FBRサイクル研究開発に関する投資対効果評価手法の開発", サイクル機構技報 No.16, JNC TN1340 2002-002 (2002)
- 3) 塩谷洋樹 他："FBRサイクル研究開発の投資対効果評価(研究報告)", JNC TN9400 2002-048 p.93-104 (2002)
- 4) 核燃料サイクル開発機構："高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究(フェーズⅡ)中間報告—総合評価技術検討書—", JNC TN9400 2004-052(2004)
- 5) エネルギー評価グループ："高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究フェーズⅡ技術検討書—(3)総合評価—", JAEA-Research 2006-044(2006)
- 6) 原子力委員会："新計画策定会議", <http://aec.jst.go.jp/jicst/NC/tyoki/tyoki_saku.htm>
- 7) 原子力委員会, "原子力政策大綱", 平成17年10月11日
- 8) 川崎弘嗣 他："世界を対象とした高速増殖炉サイクルの研究開発投資効果", JAEA-Research 2006-001(2006)
- 9) 川崎弘嗣 他："世界を対象としたFBRサイクルの研究開発投資効果の評価", 日本原子力学会 2005年秋の大会 M11, p634, (2005)
- 10) 武井満男："原子力産業", 同文書院, p.160-161 (1988)
- 11) 芝剛史 他："FBR 研究開発に関する投資対効果評価システム概念の構築", 三菱総合研究所, JNC TJ9400 99-006(1999)
- 12) 芝剛史 他："FBR 研究開発の投資対効果評価システムの詳細検討", 三菱総合研究所, JNC TJ9440 2000-011(2000)
- 13) 芝剛史 他："投資対効果評価システムの開発, 三菱総合研究所", JNC TJ9400 2001-018(2001)
- 14) IIASA/WEC："GLOBAL ENERGY PERSPECTIVES", (1998)
- 15) IPCC："Special Report on Emission Scenarios：SRES - Version 1.1", (2001)
- 16) OECD/IEA："World Energy Outlook 2004", (2004)
- 17) IAEA："Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030 (July 2004 Edition)", (2004)
- 18) (財)電力中央研究所, "2050年までの世界エネルギー需給の長期展望", 研究報告 Y03027 (2004年3月)
- 19) 原子力委員会："第9回新計画策定会議資料第13号「核燃料サイクル諸量の分析について(改訂版)」", <<http://aec.jst.go.jp/jicst/NC/tyoki/indexh2.htm>>
- 20) OECD/NEA："発電コスト予測(上)1998年版", 日本原子力産業会議, (1998)
- 21) 原子力委員会技術検討小委員会："基本

シナリオの核燃料サイクルコスト比較に関する報告書 平成16年11月",

<<http://aec.jst.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2004/kettei/sakutei041124.pdf>>