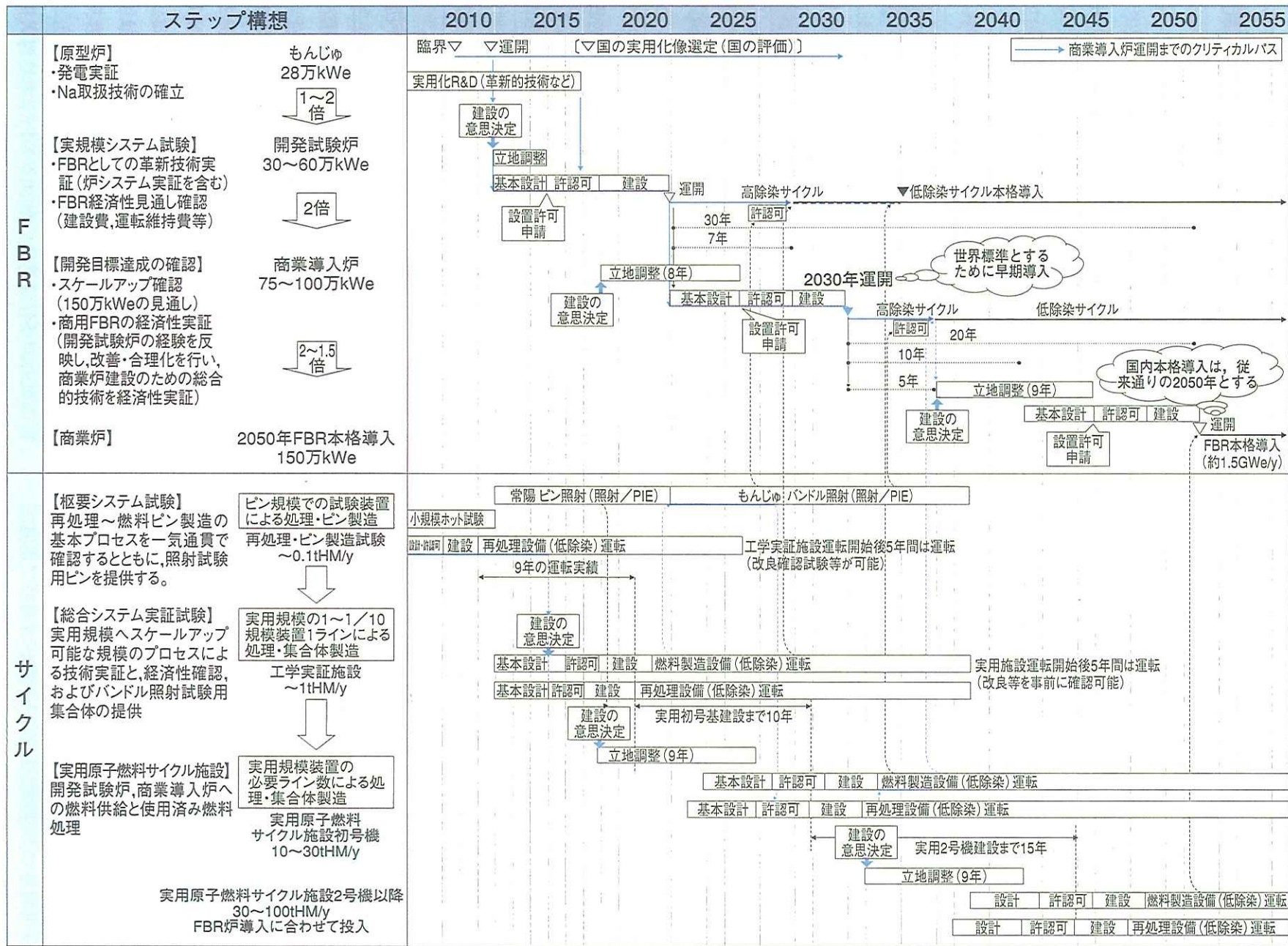


図4 2050年までのFBRサイクル開発ロードマップ



炉)建設意思決定, d) 2024年の【商業導入炉】の設置許可申請である。

これらのポイントにおける技術的判断事項をまとめて表1に示す。これらの判断材料を得るためには、実用化に向けた研究開発を着実に推進するとともに、「もんじゅ」の運転経験や実用化に向けたR&Dを反映した【開発試験炉】および【商業導入炉】の概念構築・基本設計を行っていく必要がある。

2010年に【開発試験炉】の意思決定を行うためには、商業炉コンセプトの見通し(安全性, 経済性)の見通し確認, 採用する革新技術の決定, ならびに【開発試験炉】の概念構築を準備しておく必要があり, このためには, ここ5年間で, 商業炉ならびに【開発試験炉】の概念設計および実用化に向けた研究開発を加速して推進する必要がある。

原子燃料サイクル施設について

原子燃料サイクル施設の開発ステップの考え方

原子燃料サイクル施設は, 使用済燃料の再処理と燃料製造およびこれらから発生する廃棄物の処理設備から構成される。原子燃料サイクル施設技術の実用化に当たっては, FBRの開発と歩調を合わせたロードマップの構築と推進が必要かつ重要である。

FBRサイクル実用化にあたっては, FBRの特徴で

表1 FBRサイクル開発に関する意思決定時期と判断に必要な情報(案)

FBR関連		判断ポイント	前提条件	技術的判断事項(以下の項目の完了)
開発試験炉 ・FBRとしての革新技術実証 ・FBR経済性見通し確認	建設の意思決定	・「もんじゅ」安定運転, 初期目標達成の見込み(発電実証, Na取扱技術の確立など)	①商業炉コンセプトの見通し ・安全性, 経済性見通し確認 ・採用する革新技術の決定(実証確認または見通し確認) ②開発試験炉の概念構築 ・安全性, 健全性見通し確認 ・目標達成(革新技術の実証)の見込み確認	
	設置許可申請(最終決定)	・「もんじゅ」安定運転	③基本設計(安全性, 健全性確認を含む) ④許認可データ取得(特に革新技術関連)	
商業導入炉 ・スケールアップ確認 ・商業炉の経済性実証	建設の意思決定	・開発試験炉の許可	⑤商業導入炉の概念構築 ・安全性, 成立性見通し確認 ・商業炉までのスケールアップの見込み確認 ⑥商業炉の目標達成(経済性など)の見込み確認(開発試験炉ベースでの評価による)	
	設置許可申請(最終決定)	・開発試験炉の運転	⑦基本設計(安全性, 健全性確認を含む) ⑧許認可データ取得(特に, 開発試験炉による炉・システムデータなど) ⑨開発試験炉知見(改善, 合理化など)の反映	

原子燃料サイクル施設関連

原子燃料サイクル施設関連		判断ポイント	前提条件	技術的判断事項(以下の項目の完了)
総合システム実証試験施設 ・先進湿式の成立性実証 ・簡素化ベレット成立性実証	建設の意思決定	・既施設の安定運転(TRP, RRP, Pu燃など) ・概要システム試験の開始	①実用原子燃料サイクル施設のコンセプト確立 ・安全性, 経済性見通し確認 ・採用する革新技術の決定(実証確認または見通し確認) ②総合システム実証試験施設の概念構築 ・先進湿式再処理技術の確立 ・簡素化ベレット製造技術の確立	
	設置許可申請(最終決定)	・概要システム試験の安定継続	③基本設計(安全性, 実用性確認) ④許認可データ取得(概要システム試験等)	
実用原子燃料サイクル施設 ・スケールアップ確認 ・商業施設の経済性実証	建設の意思決定	・総合システム実証試験施設の許認可完了	⑤実用原子燃料サイクル施設の概念構築 ・安全性, 成立性見通し確認(ピン照射等) ・商用施設へのスケールアップの見込み確認 ⑥実用原子燃料サイクル施設の目標達成(経済性など)の見込み確認	
	設置許可申請(最終決定)	・総合システム実証試験施設の安定運転	⑦立地, 基本設計 ⑧許認可データ取得(概要システム試験, 総合システム実証試験, バンドル照射等) ⑨総合システム実証試験結果の反映	

あり本質的目的でもある原子炉⇒再処理⇒燃料製造⇒原子炉という原子燃料サイクルの輪を完成させる必要がある。また, 資源の有効活用, 核拡散抵抗性の強化, 放射性廃棄物の環境負荷低減などを考慮し, 回収燃料にはウラン, プルトニウムをベースに, 現在の軽水炉サイクルでは高レベル廃棄物成分として処分対象であるマイナーアクチニドなどの長寿命核種を積極的に混ぜ込んで供給するものとする。さらに, FBRの立ち上げに必要なプルトニウムは, それまでに蓄積された軽水炉使用済燃料, プルサーマル使用済燃料を処理して確保する。

これらの条件を考え, 2050年のFBR本格導入開始に向けて, 実用施設としての再処理設備の2046年稼

動開始と燃料製造設備の2047年稼動開始により、FBR初装荷燃料供給を行う。なお、原子燃料サイクル施設の投入は、投資リスクの低減なども考慮し、FBR導入計画に合わせて設備容量を計画的に増加できるようにすることが効果的である。

実用原子燃料サイクル施設を完成させるためには、現在わが国が保有している実験室規模あるいは工学規模の先進的な再処理・燃料製造の要素技術を、実用規模でのシステム技術として完成させる必要がある。その方法としては、以下の3つのステージを経ていくシナリオが合理的であり、かつ現実的なアプローチと考えられる。

① 概要システム試験

燃料ピン1～数本の規模(年間処理容量100kgHM程度)で実施可能な容量の各処理プロセスの試験装置により、燃料ピンせん断から燃料回収までの「概要システム試験」を実施し、再処理システムを開発する。併せて、例えばJAEAの既設の設備を活用して燃料ピンの製造を行い、「常陽」でピン照射試験を行い、再処理燃料の健全性を確認する。

② 総合システム実証試験

①の運転実績を反映して、実用規模の1～1/10規模(年間処理容量1tHM程度)の試験装置を装備した再処理と燃料製造のラインを1ライン備えた設備を建設し、燃料再処理から燃料集合体製造までの「総合システム実証試験」を実施する。さらに「もんじゅ」などで集合体の照射試験を行い、その健全性を確認する。FBRサイクルの経済性から、燃料は高燃焼度まで使用されるので、照射試験はこれを確認できる期間実施することが重要である。

③ 実用原子燃料サイクル施設

総合システム実証試験で確認された各装置や各ラインを実用原子燃料サイクル施設に要求される処理容量に適合するようにライン数を用意し、実用原子燃料サイクル施設の初号機を建設し、【商業導入炉】の燃料を製造し供給する。FBRの規模によるが、初装荷燃料を3年で用意するためには、実用原子燃料サイクル施設は年間10～30tHMの容量が必要と見込まれ、実用原子燃料サイクル施設

初号機による【商業導入炉】の低除染サイクルを実証した後、2050年の本格導入のために、2043年頃から実用原子燃料サイクル施設2号機以降の建設を開始する。その際の設定容量、投入計画はFBRの導入計画と合わせていく必要がある。

ロードマップへの反映

図4に、上記の3つのステージを経る開発導入シナリオに基づく、FBRサイクル開発のロードマップを示す。【概要システム試験施設】、【総合システム実証試験施設】、【実用原子燃料サイクル施設】それぞれの建設は約10年の間隔を開けて実施することとなり、FBRサイクルに携わる原子力技術者の技術継承の観点からも比較的合理的なスケジュールと考える。

なお、世界各国が協力と競争を行いつつ世界標準たるFBRサイクルシステムを開発することを考慮すると、図4に示した開発スケジュールでも余裕は小さく、一層の積極的な開発推進が必要であると考えられる。

ロードマップ達成のための意思決定時期と判断に必要な情報

上記のロードマップ達成のため、国または事業者が意思決定を行うクリティカルポイントは、a)2013年の【総合システム実証試験施設】の意思決定および許認可申請、b)2016年の【実用原子燃料サイクル施設】初号機建設の意思決定、c)2025年の【実用原子燃料サイクル施設】初号機の設置許可申請、d)2031年の【実用原子燃料サイクル施設】2号機建設の意思決定である。

表1にこれらのポイントにおける技術的判断事項を示す。これらの判断材料を得るためには、実用化のための研究開発計画を着実に推進することのみならず、「東海再処理工場」「六ヶ所再処理工場」などの運転経験、設計研究、実用化に向けた研究開発を反映した【総合システム実証試験施設】および【実用原子燃料サイクル施設】の概念構築・基本設計を行っていく必要がある。

2013年に【総合システム実証試験施設】の意思決定を行うためには、【実用原子燃料サイクル施設】のコ

ンセプトの見通し(安全性,経済性)の見直し確認,採用する革新技術の決定),ならびに【総合システム実証試験施設】の概念構築をそれまでに得ておく必要があり,このためには,ここ8年間で【総合システム実証試験施設】および【実用原子燃料サイクル施設】の概念設計,および実用化のための研究開発計画を加速して推進する必要がある。

国際競争力と国際協力

現時点では,わが国のFBRサイクルにおける技術ポテンシャルおよび人材は,国際的にみても優位にあると考えられるので,国際協力においては,総合プラントエンジニアリング力および要素技術の両面において,わが国の優位性を発揮できる時期に,世界をリードするような国際戦略が必要と考える。

この機会に国の主導によりFBRサイクル技術開発に関する国際戦略を構築する取り組みを早期に始める必要がある。以下に国際戦略を検討する際に重要と考える主要ポイントを示す。

①世界標準仕様と国別仕様

電力需要の違いによる単機出力,立地条件(耐震など)などの国別に異なる仕様以外は世界標準仕様となるはずであり,日本の開発技術を世界標準とすべきである。

②開発スピード

日本の開発スピードは,他国に大幅に遅れてはならない。

③産業界の国際競争力

日本の資金での開発成果は,日本の原子力産業の競争力向上に資するべきである。

④開発資金合理化

開発資金の節約の観点から,共通部分の国際協力の活用を検討すべきである。

⑤国際原子力パートナーシップへの国際協力と実用化戦略調査研究など国内技術開発との関係の整理

することを旨とすることは,科学技術創造立国であるわが国においては当然のことであり必須のことと考える。米国から導入された軽水炉技術をわが国の技術として仕上げてきたものの,今なお,米国から制約を受けることを考えると,FBRサイクルにおいて同じ轍を踏むことは避けたい。

世界の最近の動向を踏まえ,わが国のFBRサイクル技術を世界標準に仕上げていくためには,国際競争に打ち勝つことが必須のことであり,そのために,今回はFBRサイクルの技術開発の速度を可能な限り速めたケースについて検討しロードマップ(案)として示した。そのケースでは,2020年には【開発試験炉】の運転開始を,2030年には【商業導入炉】の運転開始を行うもので,世界に伍して開発を進めるものである。このロードマップを実現するために,それぞれのキー技術が各マイルストーン時点(FBRサイクルの次のステップに入るための判断時期,立地開始時期,事業許可申請時期など)で,どこまで開発が完了していないといけないうか,どのような成果が必要かの視点で,技術開発の進め方についても検討した。

わが国は,今のところFBRサイクル技術開発においては先進国であり,今回提案する速度で開発を行えば,その優位性を保持し続け,その結果,国際競争力を持ちうると思う。後追いの開発では,いくらよい技術が開発されたとしても,世界標準には成りえない。特に,原子力分野では,安全性,信頼性,経済性などを有する技術開発に,多くの開発ステップと莫大な資金を必要とすることから,世界の先頭にはいない限り,自ずと淘汰されてしまう。

現在,文部科学省の「原子力分野の研究開発に関する委員会」において,JAEAと日本原子力発電が取りまとめた「実用化戦略調査研究フェーズⅡの成果について評価を行い,2015年頃までの研究開発の進め方などが検討されることになっている。この検討において,わが国のFBRサイクル技術が世界標準となるためには,どのように進めるべきか,特に開発速度については十分な議論がなされることを期待する。

併せて,産業界の技術力維持の視点も重要であり,適切に技術伝承可能な仕組みなどについても今後大いに議論され実現されることを期待する。

軽水炉と同じ轍を踏まないために

わが国で開発するFBRサイクル技術を世界標準と