

高速増殖炉及び新型転換炉の最近の動向と日立の役割

Current Status of Development Program for Fast Breeder Reactor and Advanced Thermal Reactor in Japan and Hitachi's Role

八巻秀雄* Yamaki Hideo

次世代の原子炉として、我が国が現在開発中の原子炉の中から動力炉・核燃料開発事業団を中心に、国家プロジェクトとして進行している高速実験炉「常陽」、高速増殖原型炉「もんじゅ」、高速増殖実証炉、新型転換炉原型炉「ふげん」及び新型転換炉実証炉を取り上げ、これら開発炉に関する最近の動向を説明するとともに、各開発炉の設計・建設に果たしている日立製作所の主要な役割、具体的活動状況及び成果について紹介する。

1 緒言

核燃料資源の有効利用の立場から、動力炉・核燃料開発事業団(以下、動燃事業団と略す)を中心に、現在国家プロジェクトとして開発中の原子炉に、高速増殖炉及び新型転換炉がある。1985年以降の実用化を目指す高速増殖炉は、U-238の利用によるウラン資源の有効利用を主目的としており、新型転換炉はできるだけ現在の技術を利用し、原子炉及び核燃料の多様化を図るとともに、本格的に高速炉が導入されるまでウラン資源を節約することを主目的としている。

本稿は、日立製作所ほか国内原子力メーカーが共同して進めている高速増殖炉・新型転換炉の開発状況、及びこれらの開発に当たり日立製作所が果たしている役割・活動状況について述べる。

2 高速増殖炉

液体ナトリウムを冷却材とする高速増殖炉の開発は、動燃事業団を中心に着々と進められつつある。

我が国初の高速炉である高速実験炉「常陽」(最大熱出力:目標 100 MW, 非発電)は、昭和45年、茨城県大洗で建設着手され、据付・機能試験を経て昭和52年4月24日に臨界に達した。それ以降、低出力試験が行なわれているが、昭和53年春には50MWtまでの出力上昇試験に移行する予定である。

高速増殖原型炉「もんじゅ」(電気出力:約300MW)は、設置許可申請書の提出、更には建設着手に向けて、設計が進められている。

高速増殖実証炉は動燃事業団、東京電力株式会社及び各原子力メーカーで現在予備設計が進められているが、次年度よりは概念設計が始められる予定である。

上記プラントに加え、現在、主として「もんじゅ」のための研究開発(R & D)も鋭意進められつつあり、高速増殖炉は夢の原子炉から着実に日本独自の手で現実のものとなりつつある。

更に、開発体制としても日立製作所を含む重電機メーカー4社は、高速炉プロジェクト・エンジニアリングを一体化し強化を図るため、また高速炉開発をよりいっそう効率的に進めるために、昭和52年8月、FBRエンジニアリング事務所を発足させ国家プロジェクトへの協力体制の充実を図った。これにより、我が国の技術開発レベルだけでなく、開発体制でも欧米各国のそれに近づくことになる。

次に上記高速炉開発の活動の中で、日立製作所が果たしている主要な役割について述べる。「常陽」では、一次冷却系のシステム・エンジニアリング及び原子炉容器、安全容器、中間熱交換器、機械式ナトリウム・ポンプ、電磁ポンプ、配管・弁、電気・計装品等々の設計・製作・据付を行なうとともに、昭和50年から昭和52年にかけては、総合機能試験を成功裏に完了した。現在、日立製作所からの納入システム及び機器は、臨界・低出力試験の期間中、良好に作動している。また、「もんじゅ」及び「実証炉」では、炉心設計・安全設計を他メーカーとともに担い、一次冷却系及び蒸気発生器回りにつきシステム設計・機器設計を担当した。更に、R & Dとしても、ナトリウム試験設備の設計・製作・据付をはじめ、高温構造強度にかかわる各種材料試験、インサービス・インスペクション用機器の開発、中間熱交換器管—管板の新溶接法の開発、中間熱交換器の水流動試験・熱衝撃試験、機械式ナトリウム・ポンプのモックアップ試作試験、50MW蒸気発生器の製作・据付・試験、空気冷却器特性試験、ナトリウム・リークデテクタの開発、炉心監視システムの開発、MOZART炉心実験解析、燃料ピンバンドルーラ管相互作用試験、炉心仮想事故模擬試験など数多くの重要なテーマを実施し、技術の開発と蓄積に努めてきた。

なお、上記開発炉につながる様々な設計・製作・検査・据付をはじめ試験・運転などは、社内開発研究及び試作・試験、軽水炉の建設・運転に関する経験の反映及び動燃事業団—米国DOE(Department of Energy:エネルギー省)協定などに基づく海外技術情報の有効活用などがその強力な基盤となっている。

図1に、海外の状況と比較しながら我が国の高速増殖炉の開発計画を示した。

3 新型転換炉

重水減速・沸騰軽水冷却型の新型転換炉の開発は、動燃事業団を中心に、日立製作所を含む原子力5グループの協力により着々と進められつつある。

我が国初の新型転換炉である原型炉「ふげん」(電気出力:165MW)は、昭和45年福井県敦賀市で建設に着手し、昭和52年6月に機器据付が完了して総合機能試験に入った。格納容

* 日立製作所日立工場

年度	昭和	30～35	36～40	41～45	46～50	51～55	56～60	61～65
	西暦	55～60	61～65	66～70	71～75	76～80	81～85	86～90
日 本		—	—		「常陽」(100 t)			
						「もんじゅ」(～300 e)		実証炉(～1,000 e)
米 国		EBR-II(20 e)			FFTF(400 t)			
		FERMI(60 e)				CRBR(380 e)		PLBR(～1,000 e)
ソ 連		—		BN-350(350 e)	BN-600(600 e)		BN-1,600(1,600 e)	—
フランス			Rapsodie(40 t)	Phenix(250 e)		Supper-Phenix(1,200 e)		—
英 国		DFR(15 e)		PFR(250 e)		CFR-1(1,300 e)		—
西 独		—	—	—	KNK-II(20 e)			
					SNR-300(300 e)		SNR-2(1,300 e)	

注：
()内の tは熱出力(MWt)を，
eは電気出力(MWe)を示す。

□ は実験炉
□ は原型炉
□ は実証炉

図1 高速増殖炉の開発計画 世界の高速増殖炉開発に関する実績及び計画大工程を示す。

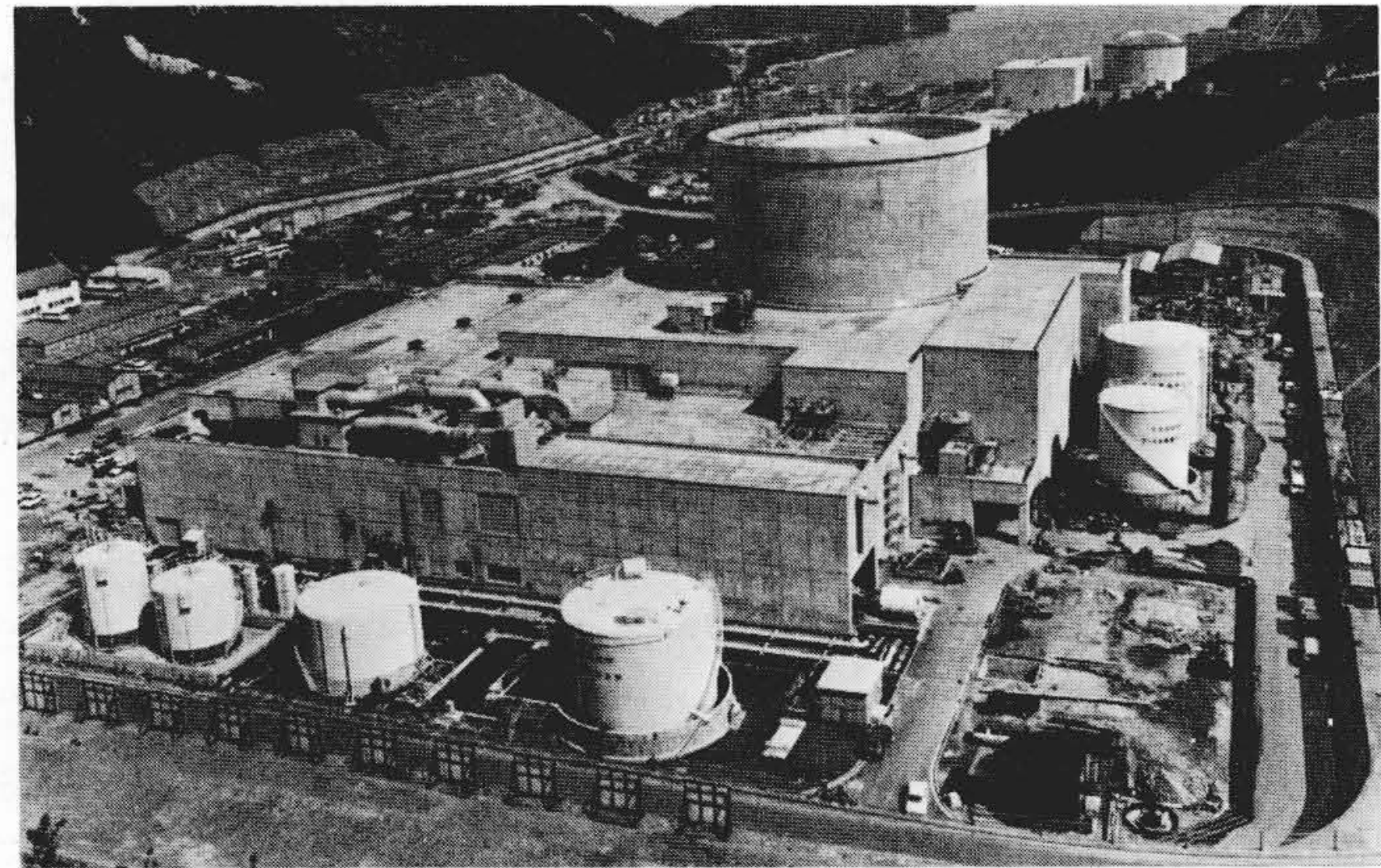


図2 「ふげん」現地全景 新型転換炉原型炉「ふげん」は、現在福井県敦賀市に建設中である。

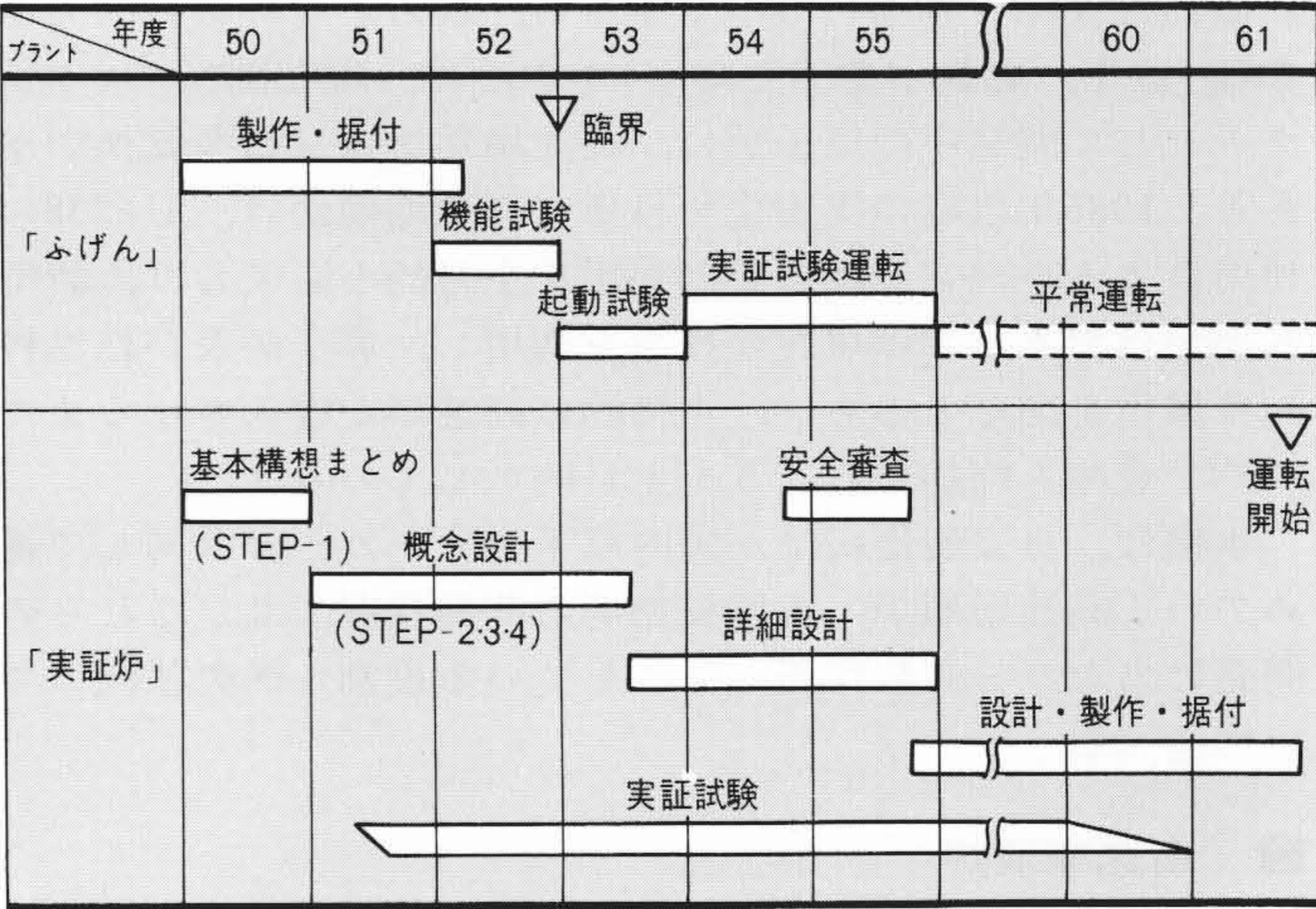
器最終漏洩率試験，重水中試験，燃料装荷を経て，昭和53年3月に初期臨界に達したうえ起動試験に引き継がれる予定である。

また，新型転換炉実証炉（電気出力：約600 MW）は，昭和50年度に実証炉構想の確立を目的とした基本構想の取りまとめ〔STEP-1〕を，昭和51年度に原子炉本体及び炉心設計を主としたプラントの基本計画設定のための概念設計〔STEP-2〕を，昭和53年1月にプラントの概念設計〔STEP-3〕をそれぞれ完了し，引き続き概念設計〔STEP-4〕を実施する予定になっている。実証炉概念設計では，系統・機器の信頼性の向上，保守性の改良などに重点を置き，「ふげん」の設計，製作，据付上などの経験に基づく改善が行なわれている。

図2に「ふげん」の現地全景を，図3に新型転換炉の開発計画を示す。

次に，上記新型転換炉開発の中で日立製作所が果たしている主要な役割について述べる。「ふげん」では，日立製作所はプラントの全体的観点から系統間又は各社間のシステム，計測制御・配置の調整を行なう主務会社業務を実施し，プルトニウム燃料を使用した炉心設計，動特性解析，事故解析・災害評価を含む安全評価などのソフト・エンジニアリングを担当している。設備としては，原子炉本体，入口管・上昇管，制御棒・駆動装置，電気設備，原子炉制御装置，原子炉保護装置などの設計・製作・据付を終了し，機能試験を実施中である。

「実証炉」では，〔STEP-1，2〕の概念設計を日立製作所単独で実施してプラント基本計画を固め，また〔STEP-3〕で



注：出典 鶴木；「ふげん」から「実証炉」へ，原子力学会誌，19,9,568(1977)

図3 新型転換炉の開発計画 新型転換炉開発のための計画大工程を示す。

は国内原子力メーカーがそれぞれ分担して概念設計を実施中であるが，日立製作所は主契約会社として各社間の相互調整，炉心設計，動特性解析，安全評価などのソフト・エンジニアリングと，原子炉本体，固体制御棒に替わる液体制御棒系，換気設備，希ガスホールドアップ装置，電気計測制御設備などの概念設計を担当した。引き続き〔STEP-4〕として概念設計のまとめが実施され，詳細設計に引き継がれる予定である。

なお，動燃事業団からの委託研究及び社内研究試作・試験などにより，新型転換炉特有技術の開発研究を行なっている。

4 結 言

開発炉として高速増殖炉及び新型転換炉を取り上げ，動燃事業団を中心としたその開発動向と，日立製作所での活動状況の概要について報告した。

開発炉といえども，そのシステム及び機器は高い信頼性と安全性が要求され，商用炉への道はなお前途多難であるが，これを克服してこそ日本の自主開発の道も開けるものと考えます。

終わりに，日ごろ御指導，御協力をいただいている動燃事業団をはじめとする関係各位に対し深謝の意を表わすとともに，今後ともいっそうの御理解と御協力を得たく，お願い申し上げます。