

世界で開発されてきた主な高速増殖炉一覧

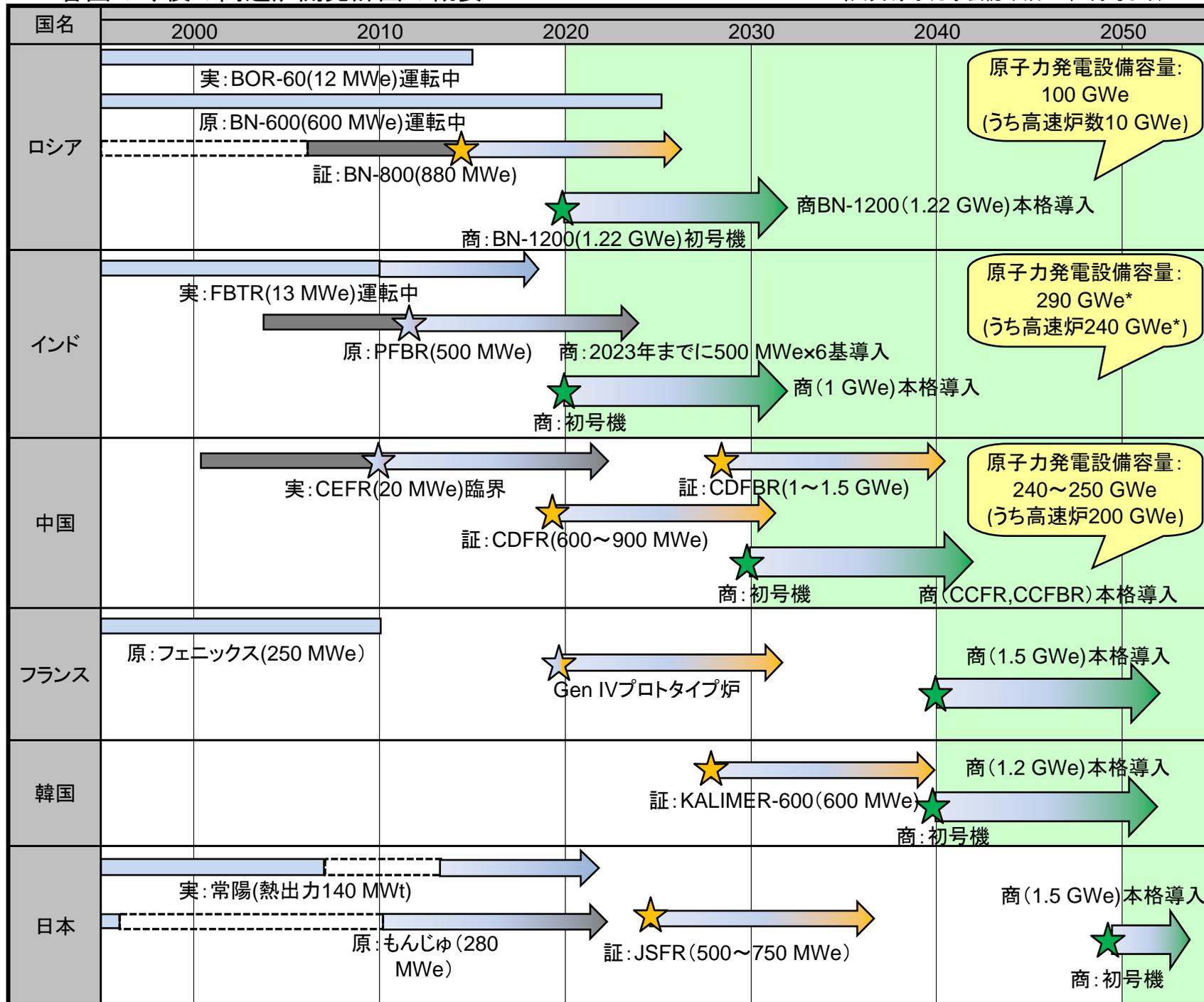
日本原子力産業協会調べ

国名	原子炉名	目的	熱/電気出力	現状	初臨界	初発電	閉鎖年	炉構造	所有者	所在地	特徴的事項
米 国	クレメンタイン	実験炉	25kW /-	閉鎖	1946年	—	1952年	ループ型		ロスアラモス	世界初の高速炉
	EBR-I	実験炉	100kW/0.2kW	閉鎖	1951年	—	1963年	ループ型		アイダホ州アイダホフォールズ	世界初の原子力発電に成功
	EBR-II	実験炉	6.25万kW/2万kW	閉鎖	1961年	1963年	1994年	タンク型	DOE	アイダホ州アイダホフォールズ	
	エンリコフェルミ	実験炉	20万kW/6.1万kW	閉鎖	1963年	—	1972年	ループ型	PRDC	ミシガン州ラゲーナビーチ	1966年炉心溶融事故
	FFTF	実験炉	40万kW /-	閉鎖	1980年	—	1993年	ループ型	DOE	ワシントン州ハンフォード	FBR用燃料照射炉
	CRBR	原型炉	97.5万kW/38万kW	計画中止	—	—	1983年	ループ型	DOE	テネシー州オークリッジ	核不拡散政策強化のため1983年計画中止
	PRISM	実証炉	15.5万kW	計画中止	—	—	1994年	タンク型		ワシントン州ハンフォード	
フランス	ラブソディ	実験炉	4万kW/-	閉鎖	1967年	—	1983年	ループ型	CEA	カダラッシュ	
	フェニックス	原型炉	56.3万kW/25.5万kW	閉鎖	1973年	1974年	2010年	タンク型	CEA/EDF	マルクール	
	スーパーフェニックス	実証炉	299万kW/124万kW	閉鎖	1985年	1986年	1998年	タンク型	NERSA	リヨン近郊クレイマルビル	1987年運転中断(Na漏洩) 1994年運転再開 試験目的に変更
ロシア	BR5/BR10	実験炉	0.5万kW→1万kW	閉鎖	1958年	—	2003年	ループ型	ROSATOM	オブニンスク	
	BOR60	実験炉	5.5万kW/1.2万kW	運転中	1968年	1970年	—	ループ型	ROSATOM	デミトロフグラード	
	BN600	原型炉	147万kW/60万kW	運転中	1980年	1981年	—	タンク型	ROSATOM	ベロヤロスク	
	BN800	実証炉	210万kW/80万kW	建設中	—	2014年予定	—	タンク型	ROSATOM	ベロヤロスク	
日本	常陽	実験炉	5万kW →14万kW/-	運転中	1977年	—	—	ループ型	JAEA	茨城県大洗町	炉心改造(2003年) 2007年の照射装置不具合について復旧作業中 1995年Na漏れ事故により運転中断、2010年5月運転再開
	もんじゅ	原型炉	71.4万kW/28万kW	運転中	1994年	1995年	—	ループ型	JAEA	福井県敦賀市	
ドイツ	KNK-II	実験炉	5.8万kW/2.1万kW	閉鎖	1972年	1979年	1991年	ループ型	KfK	カールスルーエ	
	SNR-300	原型炉	76.2万kW/32.7万kW	計画中止	—	—	1991年	ループ型	SBK	カルカール	
	SNR-2	実証炉	342万kW/149.7万kW	※	—	—	—				
英 国	DFR	実験炉	6万kW/1.5万kW	閉鎖	1959年	1963年	1977年	ループ型	NDA	スコットランド、ドーンレイ	
	PFR	原型炉	65万kW/25万kW	閉鎖	1974年	1976年	1994年	タンク型	NDA	スコットランド、ドーンレイ	
	CDFR	実証炉	380万kW/150万kW	※	—	—	—	タンク型	(UKAEA)		
イタリア	PEC	実験炉	12万kW/-	計画中止	—	—	—	ループ型	ENEA	ブラシモネ、ポローニャ近郊	
カザフスタン	BN350	原型炉	100万kW/35万kW	閉鎖	1972年	1973年	1999年	ループ型	KATEP	アクタウ市、カスピ海東岸	発電+海水淡水化
インド	FBTR	実験炉	4.3万kW/1.3万kW	運転中	1985年	—	—	ループ型	DAE	カルパッカム、マドラス近郊	混合炭化物燃料利用世界初
	PFBR	原型炉	125万kW/50万kW	建設中	—	2012年予定	—	タンク型	BHAVINI	カルパッカム、マドラス近郊	
中国	CEFR	実験炉	6.5万kW/2万kW	運転中	2010年7月	—	—	タンク型	CIAE	北京	
	CPFR	原型炉	- /60万kW	開発中	—	—	—				(2020年頃完成予定)
韓国	KALIMER600	原型炉	- /60万kW	開発中	—	—	—				2003年概念設計が終了

※ 欧州統合高速炉(EFR)に統合

# 各国の今後の高速炉開発計画の概要

(出典:原子力学会誌平成22年8月号より)



実: 実験炉、原: 原型炉、証: 実証炉、商: 商用炉、MWe/GWe: 電気出力、MWt: 熱出力 ☆: 運転開始を示す。  
 (注) インドの2050年の高速炉を含めた原子力発電設備容量は暫定値 (海外からの軽水炉の輸入量を見込んで現在見直し中)

## 各国の高速増殖炉開発の動向

日本原子力産業協会調べ(2010年9月現在)

ロシア	<p>現在ロシアは、世界の中でも高速炉の実績を着実に上げている。ペロヤルスクサイトに原型炉BN-600が運転中、BN-800が建設中である。更に大型商用炉BN-1200、鉛冷却高速炉BREST-300の建設計画もあり、ペロヤルスクはロシアの高速炉実用化の一大基地になろうとしている。</p> <p>BN-600は、1980年に運転を開始して以来、2010年3月までの30年間の平均設備利用率は70%を超え、発電プラントとしては、現在、世界で唯一順調に稼働している。</p> <p>BN-800(電気出力880MWe)の建設は1980年代に着工し、旧ソ連からロシアに体制が変わる中で中断したが、2006年から本格的に建設が再開され、2014年の完成を目指している。</p> <p>2020年代からは大型商用炉を本格導入する計画で、現在はBN-1200のプラント設計およびその機器開発、燃料開発などを行っている。BN-1200は、電気出力1,220MWe(プール型)、設計寿命60年の発電プラントとし、第4世代炉の指標としている高い安全性と経済性を狙っている。</p> <p>ロシアは米露間で締結した戦略核兵器削減条約(START)に基づき、解体核兵器から生じる34トンの余剰兵器プルトニウムを高速炉で利用するとして、MOX燃料にしてBN-600とBN-800で燃焼処分する計画を進めている。</p>
インド	<p>インドは、国内ウラン資源の制約条件を考慮に入れ、インディラ・ガンジー原子力研究センター(IGCAR)を中心に、高速炉開発を積極的に進めている。1985年から高速実験炉FBTR(13.5MWe)を運転中で、1997年からは発電も行っている。</p> <p>2003年10月には、インド原子力発電公社(NPCIL)の下に高速炉を建設・運転するために新会社(BHAVINI)を設立し、IGCARの近くでPFBR(500MWe、プール型)を2004年10月から建設中である。PFBRは、MOX燃料を使用し、75%の設備利用率で40年間運転を目指している。また、2010年9月にも臨界予定で、2011年からの運転開始を計画している。なお、2004年12月にスマトラ島沖地震による津波の被害を受け、当初工程を約1年延長している。</p> <p>PFBRの設計や機器の製作経験を踏まえて、PFBRより経済性と安全性を向上させた同規模(500MWe)のCFBRを2023年までにツインプラントで3セット建設する計画である。</p>
中国	<p>実験炉CEFR(20MWe)を2010年7月が臨界。実証炉CDFR(600~900MWe)を2018~2020年に、商用炉CCFR(600~900MWe)を2030年に運転開始する予定で開発を続けている。</p> <p>さらに、金属燃料実証炉CDFBR(1~1.5GWe)を2028年に、商用炉CCFBRを2030~2032年に運転開始を目標としている。政府は、2050年頃までに原子力による電力規模を240~250GWeとし、そのうち高速炉による発電を約200GWeとすることを目標としている。</p>
フランス	<p>フランスは、1953年に高速炉開発に着手し、実験炉ラプソディ、原型炉フェニックス、実証炉スーパーフェニックスと着実に推進し、世界の高速炉開発を引っ張ってきた。</p> <p>しかし、1998年にスーパーフェニックスが経済性の問題などにより閉鎖されるとともに、高速炉の開発は減速し、2010年には、原型炉フェニックスも閉鎖された。</p> <p>一方、2002年から米国主導で始まった第四世代原子炉(GEN-IV)計画に参画し、2つの高速中性子システムを並行開発している。</p> <p>2006年には、シラク大統領(当時)が第四世代プロトタイプ炉の開発目標を明示したことから、ASTRID(ナトリウム高速原型炉)(600MWe)の概念設計を行っている。2012年に技術仕様を選定し、2015年から詳細設計を行い、フェニックス炉に隣接して建設、2020年運転開始の予定である。この研究開発には、AREVA、フランス電力(EDF)、フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)らが一体となって参加している。</p> <p>さらに長期的目標として、Allegroと呼ばれるガス冷却高速炉(GFR)の開発を計画中で、2012年をめどに導入の可否を決定する予定。</p>
韓国	<p>韓国では、2008年に韓国原子力委員会によって承認された「将来原子炉システムの長期開発計画」に基づいて金属燃料を装荷した高速炉の開発が進められている。</p> <p>2028年に600MWeの実証炉KALIMER-600の運転開始を、さらに商用化を目指して1200MWeの金属燃料高速炉の2040年頃の運転開始を展望している。</p> <p>金属燃料高速炉の設計目標は①持続可能性②安全性・信頼性向上 ③経済性競争力④核拡散抵抗性で、第4世代炉の技術目標と一致している。</p>
日本	<p>1960年代から高速増殖炉の開発には積極的に取り組み、1977年に実験炉「常陽」、引き続き1994年には原型炉「もんじゅ」の臨界を達成し、着実に技術開発が進められてきた。</p> <p>しかし、1995年のもんじゅのナトリウム漏れ事故および、高速炉の経済性向上を望む声の高まりとともに、高速炉開発の方針の見直しが行われ、文部科学省は「高速増殖炉サイクルの研究開発方針について」(2006年3月)をまとめ、経済産業省は原子力立国計画(2006年8月)の中で高速増殖炉の早期実現化を明確に打ち出した。</p> <p>2006年には、FaCT(Fast Reactor Cycle Technology Development)プロジェクトがスタートした。2015年までに開発目標が達成可能な高速炉サイクルの実証炉および商用炉(JSFR)の概念設計を行うとともに、実用化に至るまでの研究開発計画を提示することを目指している。</p> <p>実験炉「常陽」は、2007年に起きた照射装置の不具合により、現在復旧作業中である。</p> <p>原型炉「もんじゅ」は、2010年5月6日に14年5ヶ月ぶりに性能試験を再開した。停止期間中には、ナトリウム燃焼に関する知見の充実、SFRの設計解析コードの改良と検証などの研究が行われた。</p> <p>今後「もんじゅ」は、実証炉・商用炉の運転技術の確立に役立てていくとともに、高速炉の経済性・安全性を向上させる技術を実証するための国際的な中核拠点とする構想がある。</p>