

03

03-01

03-01-05

03-01-05-10

開発中の原子炉および研究炉等

高速増殖炉

海外の高速増殖炉の開発状況

イタリアの高速増殖炉研究開発

<概要>

イタリアの高速増殖炉の開発は、研究炉TAPIROを利用する基礎研究から始まった。高速実験炉PECは1974年から建設を開始したが、1987年の国民投票により原子力発電からの撤退が決まり、高速炉開発計画は廃止された。1988年からイタリアは原子力開発利用から撤退の政策を採ったが、電力事情の悪化や二酸化炭素の排出削減のため、2004年には「エネルギー政策再編成法（マルツァーノ法）」を制定しエネルギー政策を変更した。2009年には「日本-イタリア原子力協力文書（Memorandum of Cooperation）」に署名した。新しい研究開発が開始された。

<更新年月>

2010年02月

<本文>

エネルギーの海外依存度の高いイタリアは比較的早い時期に原子力発電に取り組んだ。原子力開発は、表1に示すように四つの時期に分けられる。

1. 第一期、1946-65年

この期間は、民間が積極的に原子力発電に取り組んだ。原子力委員会は1952年に成立し、1962年に制定の「1860法」は原子力の平和利用を謳っている。

2. 第二期、1966-87年

政府が原子力利用と研究開発を積極的に進めた。1967年にはCIRENE炉（イタリアのCANDU型炉）の開発が始まり、1974年には第1次石油危機を経験しエネルギー問題の解決に原子力発電所20基の建設計画が立てられた。

高速炉開発はこの時期に始まった。1971年に臨界になった高速中性子研究炉TAPIROを利用して、基礎研究が開始された（表2）。1974年には、高速実験炉PEC（Prove per Elementi di Combustibile-Fuel Element Testing Facility）の建設が開始された。PECは熱出力120MW、MOX燃料を装荷しナトリウム冷却で中間熱交換器はループ型である。発電は計画に無かったので蒸気発生器は無い。表2に主な仕様、図1に完成予想図を示す。1986年にチェルノブイリ原子炉事故が起きると、原子力利用の是非を問う国民投票があり、1987年にイタリアは原子力利用から撤退しPEC計画は廃棄された。従って、2009年現在に運転中の原子力発電所はない。

イタリアとフランスは、ドイツの高速増殖実証炉SNR-2計画に協力していた。この実証炉は1984年に概念設計が開始されたが、開発計画は1988年に欧州高速炉（EFR）開発に移行した。1983年ころから、欧州5ヶ国（イギリス、フランス、西ドイツ、イタリア、ベルギー）は、それまで各国で進めてきた実績とスーパフェニックス-2（フランス）、CDFR（イギリス）、SNR-2（西ドイツ）の計画を合わせ、経済性が高く各国共通の許認可性（Licensability）を有する欧州高速炉（EFR）の共同開発を検討していた。1993年に概念設計と予備安全評価を終えたが、本計画は複雑な政治情勢によりこの段階で終了した。

3. 第三期、1988-2003年

国民投票に基づきイタリアは原子力発電から撤退を続けた。しかし代替エネルギーとなる火力発電の確保は遅れ、フランス、スイスなどから電力需要の14%を輸入している。2003年夏の電力不足と同年9月の送電線事故による大停電を機に、イタリア電力公社（ENEL）は2004年の「エネルギー政策再編成法（マルツァーノ法）」によりルーマニアとスロバキアの原子力発電事業に投資した。これは電力の供給保証のためである。

4. 第四期、2004年以降

2008年に、イタリアの新政権はエネルギーの化石燃料依存率を軽減するため、原子力発電を導入する方針を示した。政府は、2030年までに電力消費量の25%を原子力発電で供給する目標を立てている。2009年には、日本-イタリア原子力協力文書（Memorandum of Cooperation）が署名された（表1）。

2001年、21世紀の世界の経済発展と人口増加による電力需要増大に対応するため、経済性、安全性、核兵器拡散抵抗性などに優れた第4世代原子炉システム（GEN-IV）の開発が提案され、それを推進する国際的な枠組み、第4世代国際フォーラム（GIF：Generation IV International Forum）が結成された。GIFでは、2030年以降に導入可能なものとして6システムが選ばれ、そのうち3システムは次に示す高速炉である。（1）ガス冷却高速炉（GFR）、（2）鉛冷却高速炉（LFR）、（3）ナトリウム冷却高速炉（SFR）。2001-08年のイタリアは脱原子力政策のためGIFに加盟していないが、ユーラトム（EURATOM）では鉛冷却高速炉ELSYの研究開発に加わっている。

（前回更新：1998年3月）

<関連タイトル>

世界の高速増殖炉実験炉 (03-01-05-01)

イタリアの原子力事情と原子力開発 (14-05-14-01)

イタリアの原子力施設の廃止措置政策 (14-05-14-02)

イタリアの国情およびエネルギー事情 (14-05-14-03)

<参考文献>

（1）原子力委員会、原子力白書、

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/hakusho/wp1981/sb2010401.htm>

- (2) IAEA, Fast reactor database 2006,
 - (3) IAEA, Dept. of Nuclear Energy, Country Nuclear Power Profiles compiles, Italy, <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2009/countryprofiles/Italy/Italy2006.htm>
 - (4) The Generation IV International Forum (GIF), <http://www.gen-4.org/>
 - (5) IAEA, TAPIRO, [http://www-naweb.iaea.org/napc/physics/research_reactors/database/RR%20Data%20Base/datasets/report/Italy%20\(Italian%20Republic\)%20%20RSV%20TAPIRO.htm](http://www-naweb.iaea.org/napc/physics/research_reactors/database/RR%20Data%20Base/datasets/report/Italy%20(Italian%20Republic)%20%20RSV%20TAPIRO.htm)
 - (6) L. Cinotti ,et al. ,THE ELSY PROJECT, The Sixth EURATOM Framework Programme (2006).
 - (7) 経済産業省、ニュースリリース、「平成21年5月25日、イタリアとの原子力協力文書への署名について」
-

表1 イタリアの原子力開発利用の歴史概要

年	主な出来事
1946-65	企業が大きな役割、企業による原子力発電所の建設
1952	原子力委員会CNRNの成立、1960年にCNENに改称
1962	原子力利用に関する「1860法」の公布(原子力の平和利用を規定)
1966	イタリア電力公社(ENEL)が電力を国有化
1966-87	政府が開発計画を主導
1967	CNENとENELのCIRENE炉(イタリアのCANDU)の開発開始
1974	高速実験炉PECの建設開始、石油危機から原発20基の建設計画の推進
1975	「第1次国家エネルギー計画」の策定、原子力利用の推進(2次'81、3次'85、4次'88)
1983	高速実験炉PEC、45%完成
1986	チェルノブイリ事故
1987	PECの建設計画の破棄(国民投票により原子力利用から撤退)
1988-2003	原子力利用をやめる努力
2003	大停電、電力不足が顕在化
2004	「エネルギー政策再編成法」の成立⇒スロバキアとルーマニアの原子力発電に投資
2008	総選挙で国民は「原子力導入」の方向
2009	上院で原子力利用の法案を可決 日本-イタリア原子力協力文書の署名(Memorandum of Cooperation)

下記の出所を元に作成した

【出所】① IAEA: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2009/countryprofiles/Italy/Italy2006.htm>、

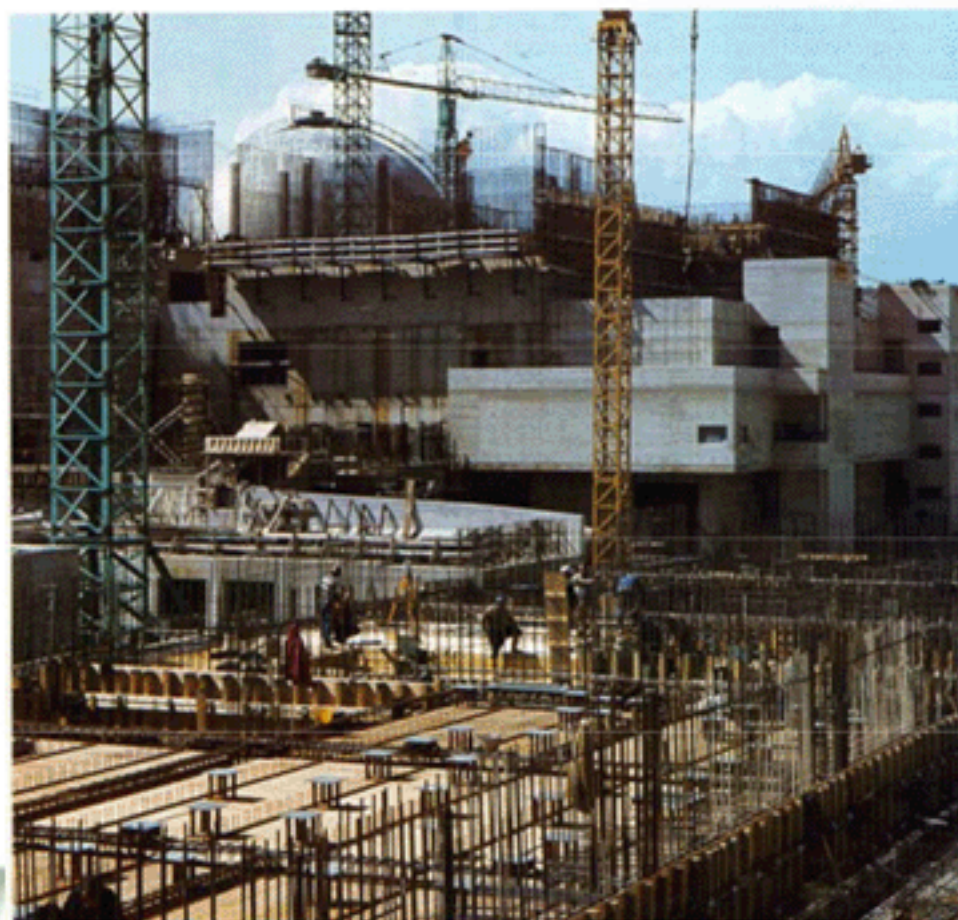
② 経済産業省: <http://www.meti.go.jp/press/20090525001/20090525001.pdf>

表2 イタリア独自とイタリアが協力した高速炉の主な仕様

項目	TAPIRO	PEC、実験炉	SNR-2、実証炉	EFR、実証炉
中間熱交換器		ループ型	プール型	プール型
熱出力(MWt)	(5kWt)	120	3420	3600
電気出力(MWe)		0	1497	1580
臨界	建設'64、臨界'71	(建設1974から)		
燃料	濃縮U・Mo	MOX	MOX	MOX
冷却材、1次/2次		ナトリウム(Na)	ナトリウム(Na)	ナトリウム(Na)
一次熱交換器Na 温度(°C)		550	540	545
水蒸気発生器Na 温度(°C)		495	510	525
水蒸気温度(°C)		蒸気発生器なし	495	490
蒸気圧力(MPa)			17.2	18.5
摘要	高速中性子研究炉 速中性子束: 4×10^{12}	1987計画取止め	EFRに移行	概念設計で中止

下記の出所を元に作成した

[出所] IAEA、<http://www.iaea.org/inisnkm/nkm/aws/frdb/auxiliary/generalInformation.html>



建設中のPEC、1984

- ①-⑧： 原子炉の試験チャンネルと装置
- ⑨： 内蔵中間熱交換器と一次ポンプ
- ⑩： 炉本体

図1 高速実験炉PECの概要