

指向核能復興之羅盤 (五十七)

印度大規模核能政策

與美法俄國簽署核能協定 日本也應早日簽署

作者：IAEA, NEA ISCE委員會主席 水町涉

譯者：行政院原子能委員會技正 石門環

* 日文原文刊載於 2009年 1月 ENERGY雜誌

印度從獨自發展核能轉變為國際路線

筆者在阿根廷的布宜諾艾利斯舉行的國際輻射防護委員會（IRPA）發表演講後，隨即在京都主持核能潔淨化（ISOE）委員會的營運會議，並參加在敦賀舉行的國際ISOE 研討會，然後立即赴印度參加國際原子能總署（IAEA）的核子設施安全會議，此次也出席當地的結婚典禮，印度的婚禮共舉行 3 次，出席者每次都盛裝與會，典禮的氣氛極為特殊，豪華的程度更是超乎想像。結束印度之行，返抵成田機場時，聽到商業大城孟買遭到恐怖攻擊，死傷慘重，令人震驚不已。

2006 年 7 月曾在此系列文章中談到印度的核能發電，現在正在迎接巨大轉換期的到來，當時曾提及印度有 15 部機組運轉中，2006 年 8 月 Tarapur 3 號機（54 萬瓩重水爐 PHWR）、2007 年 5 月 Kaiga 3 號機（22 萬瓩重水爐 PHWR）開始運轉，現在共有 17 部機組運轉中，總裝置容量為 412 萬瓩。表 1 為運轉中的 17 部機組，圖 1 為其廠址，照片 1 則為 Kakrapar 核電廠的 1、2 號機，今後印度的核能動向值得注目。

表 1 印度運轉中的 17部核能機組

核能電廠		爐型	出力 (萬瓩)	運轉開始	廠家
Tarapur (Maharashtra 省)	TAPS-1	BWR	16	1969 年 10 月	GE(美國)
	TAPS-2	BWR	16	1969 年 10 月	GE(美國)
	TAPS-3	PHWR	54	2006 年 8 月	國產
	TAPS-4	PHWR	54	2005 年 9 月	國產
Rajasthan (Rajasthan 省)	RAPS-1	CANDU	10	1973 年 12 月	AECL (加拿大)
	RAPS-2	CANDU	20	1981 年 4 月	國產
	RAPS-3	PHWR	22	2000 年 6 月	國產
	RAPS-4	PHWR	22	2000 年 12 月	國產

Madras (Tamil Nadu 省)	MAPS-1	PHWR	22	1984年1月	國產
	MAPS-2	PHWR	22	1986年3月	國產
Narora (Uttar Pradesh 省)	NAPS-1	PHWR	22	1991年1月	國產
	NAPS-2	PHWR	22	1992年7月	國產
Kakrapar (Gujarat 省)	KAPS-1	PHWR	22	1993年5月	國產
	KAPS-2	PHWR	22	1995年9月	國產
Kaiga (Karnataka 省)	KAIGA-1	PHWR	22	2000年11月	國產
	KAIGA-2	PHWR	22	2000年3月	國產
	KAIGA-3	PHWR	22	2007年5月	國產
合計			412	-	-

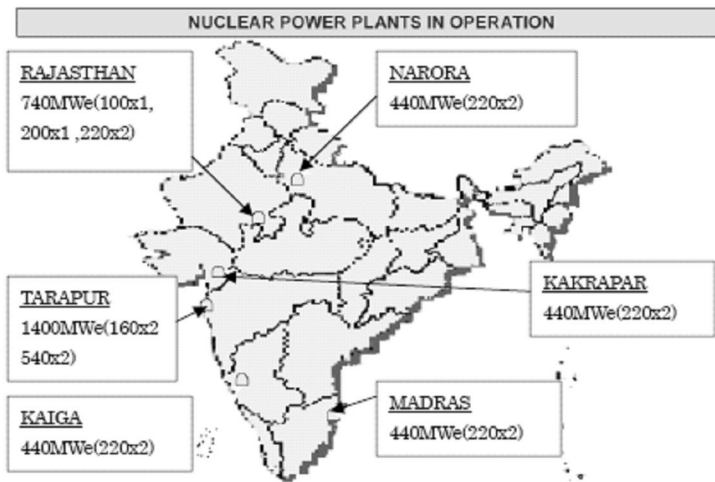


圖 1 印度運轉中的核電廠址



照片 1 印度 Kakrapar核電廠 1、2號機

印度與美國的核能協定獲得通過

2008年9月底至10月，美國眾議院院會中，允許美國向印度輸出民用核燃料及技術的美印核能協定相關法案以298票贊成、117票反對獲得通過，參議院也以86票對13票的多數通過，由布希總統簽署後正式施行。

眾議院 Berman 議長以附加條件的方式，亦即如果印度再度進行核爆試驗，則此協定無效，並禁止輸出可轉用為核武的技術等保證，因而得以通過此一協定。

美國國會通過法案時，正逢聯合國大會在紐約召開，出席大會的辛恩首相聲明：「在世界的核子秩序中，印度逐漸確保新的地位」。

國際原子能總署亦認為印度為重要國家，ElBaradei 總署長也因為印度與美國的核能協定獲得通過，使印度一半以上的核子設施成為總署的視察對象，因而發表評論：「這是朝向核子保防體制普遍化的第一步」。2007年11月印度原子能委員會的 Kakodkar 主任委員訪問位於維也納的 IAEA 本部，與 ElBaradei 總署長進行協議，此後仍持續進行協商中。

與法國簽訂 3兆日圓的大規模核能合約

繼美國之後，辛恩首相赴巴黎與薩科奇總統會談，雙方簽署核能合作協定，使法國可以賣反應爐給印度。另外也洽談核能商業合約，辛恩首相的隨行人員包括印度各企業經營者，據報導也和亞瑞華（Areva）等法國核能大廠簽訂今後15年間200億歐元（約3兆日圓）的合約。依據印度媒體的說法，將興建最多6部的 Areva 製歐洲型壓水式反應爐（EPR），總裝置容量960萬瓩，預定興建的地點以 Maharashtra 省的 Jaitapur 最有可能。

印度包括與法國的這個合約在內，宣稱預備以970億歐元（約15兆日圓）與美國、俄羅斯簽訂合約，與法國的合約相當於總金額的20%。

印度未來的核能發電計畫

印度運轉中的核電廠如表1所示，共412萬瓩，另有5部機組興建中，共316萬瓩，合計728萬瓩。印度1990年代的經濟成長率平均為6%，2006年為9%，2007年也有8.7%，此次受到恐怖攻擊事件及美國金融危機的影響，成長率必然下滑，但以中長期而言，預估仍將維持此一成長路線。

因此，設定2020年以前興建2000萬瓩、2030年以前5000萬瓩的大規模核能建設目標，為了達到這個目標，所以才簽署前述的核能合作協定。

依據「2020年印度核能發電計畫」，2020年以前預定新建的核能機組包括8部70

萬瓩的壓水式重水爐（PHWR）計 560 萬瓩、6 部 100 萬瓩的輕水爐計 600 萬瓩、4 部 50 萬瓩的快滋生式反應爐（FBR）計 200 萬瓩、1 部 30 萬瓩改良型重水爐（AHWR），總裝置容量達 1390 萬瓩，與目前的機組合計達 2118 萬瓩，圖 2 為計畫中的核電廠所在地。



預定興建的核電廠址（2008 年 2 月、括弧內數字為政府尚未核准）

圖 2 印度未來的核電計畫

日本才是世界上禁止核子蕃衍政策的領導者

印度因為曾與巴基斯坦發生戰爭，故進行核子試爆，並拒絕簽署禁止核子蕃衍條約（NPT），也因此受到世界、特別是日本輿論的攻擊，此一情勢一直持續到最近，印度因此採行獨自的核能路線，特別值得注目的就是鈾循環（Thorium Cycle）。筆者認為理論上鈾資源遠多於鈾，鈾的有效利用乃屬合理，利用鈾 233 是一個好的方向，印度也一直努力朝此方向發展。

包括印度在內，世界情勢逐漸有了重大的改變、最近又因北韓與伊朗核子發展等問題，美國因此與印度簽署核能協定。繼此之後，法國也緊接著與印度簽署，包括日本在內，45 個核能供給國家集團陸續廢除禁止輸出核能至印度的規定。

日本的核能界人士應該沒有人會反對禁止核子蕃衍政策，全世界只有日本遭受到廣島、長崎的核爆悲劇，為了使此一悲劇不再發生，日本對於禁止核子蕃衍政策，除了在 2008 年北海道洞爺湖的世界高峰會議（主要國家首腦會議）大聲呼籲以外，也一直在世界上不斷強調。

印度的國內政策禁止對非核武國家使用核子武器，並宣示為作自衛手段，僅保有最低限度的核子武器，日本雖然將簽署 NPT 視為絕對必要，但實際上在以色列、伊朗、北韓等均誇稱擁有核武的狀況下，和平意圖相當明確的印度實在是日本的好朋友，NPT 只是對擁有核武的 5 個國家不予優遇的典型不平等條約，緊抱 NPT 的時代老早就結束了。

2007 年 8 月辛恩首相訪問日本，舉行日印首腦會議，宣布「新次元戰略性全球夥伴關係（Global Partnership）之藍圖（Road map）共同聲明」，雙方對於因應全球性能源需求的持續擴大，而核能作為安全且可持續的無污染能源，將可發揮其重要功能等方面達成共識，並表達對雙方未來建設性議論的期待。

絕對不發展核武的日本應該成為新的禁止核子蓄衍政策的世界性領導者。

印度對日本最友好

筆者赴印度訪問時，飛往印度班機的乘客相當少，天氣非常晴朗，可以在機內俯瞰富士山，由加爾各答到加德滿都可以悠閒飽覽世界最高峰埃弗勒斯山頂，看到富士山和埃弗勒斯峰，感覺到一種神秘而莊嚴的氣氛。此行飛行時間為 9 小時，時差為 3 小時 30 分，印度面積相當大，詢問印度人時差為何不是 3 小時，其答覆仍主張德里時差為 3 小時 30 分，印度是最早導入零的概念的國家，令人納悶對這方面的執着。

首都德里位於依亞穆納河沿岸的廣大平原，其建城可追溯到神話時代，舊市街稱為舊德里，英國從 1911 年起建造現今的總統府等，新建設的地區就稱為新德里，人口與東京都大致相同，約 1000 萬人。

甘地機場正大興土木，到處都在進行挖掘，灰塵瀰漫，甚至在德里市內都感覺到相當嗆人。計程車與曼谷一樣，比神風特攻隊更神勇，市街上三輪計程車與摩托車橫衝直撞，行人也會突然穿越馬路，筆者絕對無法在此地開車。照片 2 是世界遺產的胡馬雍陵墓（Humayun Tomb），這是胡馬雍帝的墓，建於 16 世紀，左右互相對稱，據說此一陵墓為泰姬瑪哈陵的原型，筆者也前往其廣大的前庭漫步一遊。



照片 2 世界遺產胡馬雍陵墓

印度的人口約 12 億人，約日本的 10 倍，平均每人電力消費量約日本的十分之一，聽說現在印度的 3 種神器是冷氣機、彩色電視及洗衣機，令人想起往昔的日本，預期未來電力的成長率相當強勁，變成 2 倍、3 倍是遲早的問題，因此才有前述那樣的大規模核能建設計畫。

印度對日本最友好，日本以核能發電的最新技術協助印度的時代已經來臨，印度是因為日本動作遲緩才先和美國、法國、俄羅斯簽署核能協定，但至今仍引頸企盼與日本合作，我們實有必要銘記在心。

現今世界強權集於美國一身的時代已逐漸崩潰，歐盟也不是穩固團結，今後將進入混沌（Chaos）的時代。實在沒有必要侷限於古老的觀念，在嶄新的時代中，與以印度為首的真正友好國家間的協調至為重要。