

第7節 原子力の研究、開発及び利用の推進基盤

1

人材確保、資金等

我が国の原子力に関する開発利用を一層推進していくためには、その担い手となる優秀な人材の養成・確保、資金の確保を図り、各研究開発機関の役割分担の明確化と連携の緊密化、研究活動の活性化に留意しつつ、基礎研究から研究開発の応用段階までを幅広く総合的、計画的に進めることが重要である。

(1) 人材の養成と確保

近年、我が国の社会においても大学においても過去に比べて、「原子力」に対する魅力が薄れ、大学ばかりでなく産業界や研究機関の人材確保に困難を生じるようになってきている。

しかし、将来にわたるエネルギーの安定的な確保のためには、原子力の開発利用はますます拡大すると予想され、また高い安全性が求められることから、人材の量的確保のみならず、質の高い優秀な人材の確保・養成が重要である。

図2-7-1 民間企業の原子力関係従事者の実績と見込み

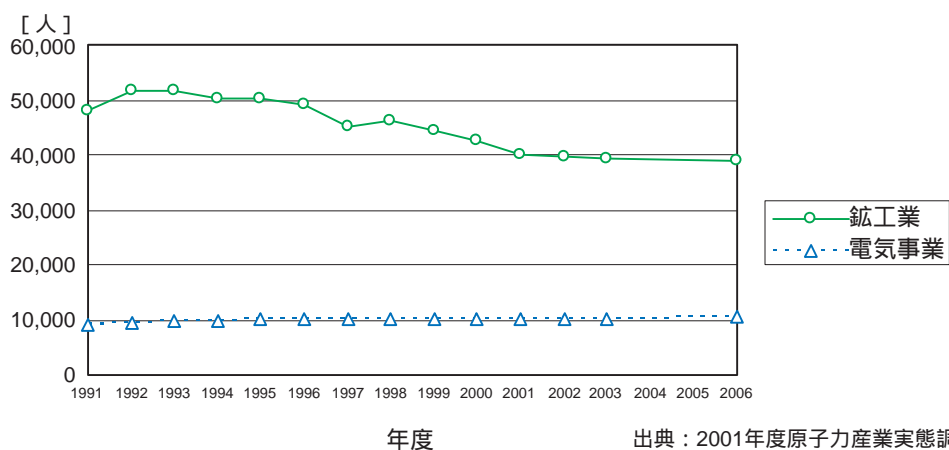
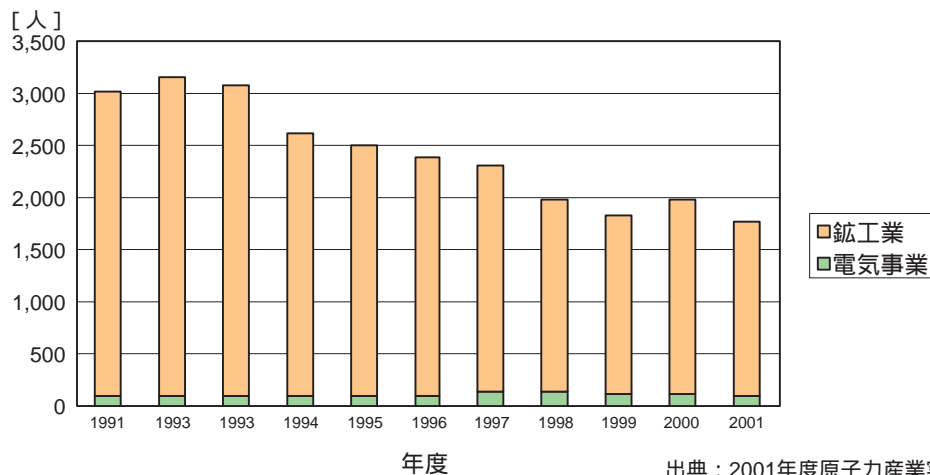


図2-7-2 民間企業の研究者の推移



出典：2001年度原子力産業実態調査報告
(社)日本原子力産業会議

原子力関係の研究者、技術者については、大学などが人材養成の中核機関として果たす役割が大きく、原子力発電所などの技術者、技能者については、基本的には民間における養成訓練が主体となっている。

また、公的機関における人材養成訓練として、日本原子力研究所、放射線医学総合研究所などにおいて研究者、技術者、医療関係者などを対象とした種々の研修や、(社)日本アイソトープ協会、(財)原子力安全技術センターなどにおいて放射線取扱主任者資格指定講習などの資格取得に関する講習会が実施されている。これらの研修では、原子力研究開発機関はもとより、地方公共団体、大学関係者や民間企業などからの幅広い参加者も受け入れている。

一方、原子力開発利用に関係する人材の裾野を拡大するという観点からは、特に多くの若者が原子力に対しての正しい知識、客観的な判断力を持ち、またその将来性に対して理解できるようになることが望まれる。

このような観点から、

- ・教師を対象としたセミナーの実施
- ・学校で活用できる副教材の作成配布
- ・青少年に対する参加型のイベントの開催
- ・研究開発機関での体験学習
- ・科学館における展示物の整備

など、青少年の原子力に関する学習機会を提供し、正しい原子力知識の普及に取り組むとともに、大学、大学院などの学生及び研究者に対して、政府関係研究開発機関の研究設備・機器を利用する機会や研修学生の受け入れの拡大など、人材養成面での関係機関の連

携を強化している。

国際的な原子力開発利用の進展を踏まえ、諸外国の安全確保、技術開発等のための人材育成を目的として、原子力関係の行政官、技術者、指導者を我が国に招へいする形での研修及び講師を我が国から派遣して行う現地研修の実施に努めている。また、IAEA、OECD/NEA等の国際機関及び各国に対して我が国の幅広い人材を派遣するとともに、諸外国からの研究者を受け入れることによる人材・技術交流を積極的に進めている。

(2) 資金

研究開発関連資金の確保に当たっては多様な手段を用いるとともに、資金の重点的及び効果的な活用を図っていく。

表2-7-1 原子力関係資金の概要

2000年度政府原子力関係予算	約4,805億円 (0.6%)
うち科学技術庁分	約3,201億円 (5.1%)
通商産業省分	約1,520億円 (15.4%)
その他	約84億円 (6.3%)
() は前年度比増	
産業界における原子力関係支出高 (2000年度実績)	
電気事業	約 2 兆0,197億円
うち研究開発費	約749億円
鉱工業	約 1 兆8,105億円
うち研究開発費	約393億円

(2003年度政府原子力予算については第2部資料編3 . 参照)

(3) 研究開発推進体制と研究基盤の高度化

研究開発推進体制については、表2-7-2に掲げる機関を始めとした各研究開発機関が役割を明確に分担し、それぞれの能力を十分に活かしながら基礎研究からシステムとしての応用段階まで計画的、総合的に研究開発を推進している。なお、日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構については、廃止した上で、統合し、新たに原子力研究開発を総合的に実施する独立行政法人を設置することとなった。新法人の法案は2004年度までに提出される予定である。

また、原子力の先端研究開発分野を中心に、研究者の人的交流、共同研究の実施、研究用原子炉や加速器などの大型研究設備・機器の共同利用を通じた、産・官・学の研究開発機関間の緊密な連携を図ることによって、その研究基盤を強化している。

例えば、高性能コンピュータによる数値計算 (シミュレーション) を駆使して実験や観測が困難な課題を解明する高度計算科学技術の高度化、並列処理技術の確立を図るために、日本原子力研究所を中心として計算科学技術推進センターを設置し、No.1航空・宇宙、

No.2地球科学技術、No.3原子力、No.4新材料・ライフサイエンスの分野について、核燃料サイクル開発機構などの研究機関と連携して研究開発を進める。

表2-7-2 主な政府関係研究開発機関

特殊法人	・日本原子力研究所 ・核燃料サイクル開発機構 ・理化学研究所
独立行政法人 公益法人	・放射線医学総合研究所 等 ・（財）原子力発電技術機構 ・（財）電力中央研究所 ・（財）核物質管理センター ・（財）原子力環境整備促進・資金管理センター ・（財）エネルギー総合工学研究所 等

2

原子力供給産業

原子力産業は、原子力機器、役務などを供給する原子力供給産業と電気事業者に分けられる。原子力供給産業には、原子炉、機器などを供給する原子力機器供給産業、ウラン濃縮、燃料加工、再処理などを行う核燃料サイクル産業、保守等を行う原子力ソフト・サービス産業などがあり、多種多様な企業群により構成されている。

（１）原子力機器供給産業

我が国の原子力機器供給産業は、現在、主に５つのグループを形成しており、それぞれ幹事会社を中心として、軽水炉に関し海外の大手企業（ゼネラル・エレクトリック社、ウェスチングハウス社等）と技術提携を行い、これに基づく技術導入により日本国内の原子力発電所建設を進め、軽水炉技術の蓄積に努めてきた。

また、これらの産業グループは、国の研究開発プロジェクトへの参加を通して、高速増殖炉などの新型炉、ウラン濃縮などの核燃料サイクル、さらには核融合など幅広い産業活動も行っている。

我が国の原子力機器供給産業は、軽水炉分野について導入技術の消化吸收を達成し、日本型軽水炉の確立を目指して自主技術による軽水炉改良標準化計画を進め、技術的基盤を確固たるものにしている。さらに、信頼性及び経済性の向上に重点を置いた改良型軽水炉の開発などについても積極的に取り組んでいる。

時代が経済の低成長期に入り、また、国民の意識の中から原子力に対する不信感、不安

感が依然として払拭されていないことも一因となり、電源立地が思うにまかせぬ状況が続いていることから、電気事業者の発注ペースは大幅に落ち、産業界にとっては苦しい状況が続いているが、近年、既設プラントの蒸気発生器を始めとする機器取り換え需要が増大しており、新規発電所の建設業務と並んで発電所の保守・補修関連業務が産業の大きな市場となってきている。また、我が国の優れた技術力と良好な実績を反映して海外から原子力機器供給についての期待も高まっている。

今後、国際展開を図り、我が国の優れた技術力を積極的に示すことによって我が国の原子力開発に対する海外の理解も深まることが期待される。

表2-7-3 我が国の原子力産業グループ

グループ	加盟企業数	幹事会社	主要企業	燃料加工企業	主要商社	主要技術協力先
三 菱	29	三菱重工業	三 菱 電 機	三菱原子燃料	三 菱 商 事	W H
東京原子力	16	日立製作所	バ ブ コ ッ ク 日 立	グローバル・ニュークリ	丸 紅	G E
日本原子力	11	東 芝	石川島播磨重工業	ア・フュエル・ジャパン	三 井 物 産	
第一原子力	16	富 士 電 機	川 崎 重 工 業	原子燃料工業	伊藤忠商事	
			古 川 電 気 工 業		日 商 岩 井	
住 友	33	住友原子力工業	住 友 金 属 工 業		住 友 商 事	
			住 友 金 属 鉦 山			
			住 友 重 機 械 工 業			

(注) W H:ウェスチングハウス(米国)

G E:ゼネラル・エレクトリック(米国)

表2-7-4 原子力発電所の機器国産化

会社名	発電所名	国産化率(%)	主契約者(メインコントラクター)	機 器 製 作 者			
				原子炉系	圧力容器	初装荷燃料体	蒸気発生器
日本原子力発電	東海第二	51	GE/日立	GE/日立	バブcock日立	JNF	-
	敦賀1	55	GE	GE	B&W/日立	GE/GETSCO	-
北海道電力	" 2	97	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	泊 1	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
東北電力	" 2	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	女川原子力1	98	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
東京電力	" 2	99	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 3	99	東芝/日立	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	福島第一原子力1	56	GE	GE	石川島播磨重工	GE	-
	" 2	53	GE/東芝	GE/東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 3	91	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 4	91	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
	" 5	93	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 6	93	GE/東芝	GE/東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	福島第二原子力1	98	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 2	99	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
中部電力	" 3	99	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 4	99	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
	柏崎刈羽原子力1	99	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 2	99	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 3	99	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 4	99	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
	" 5	99	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
	" 6	80	東芝/GE/日立	東芝	GE/東芝/石川島播磨重工	GE/JNF	-
	" 7	89	日立/GE/東芝	日立	GE/日立/バブcock日立	GE/JNF	-
	浜岡原子力1	93	東芝	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
北陸電力	" 2	96	東芝/日立	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 3	99	東芝/日立	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	" 4	99	東芝/日立	東芝	石川島播磨重工	JNF	-
	志賀原子力1	99	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
関西電力	美 浜1	62	WH/三菱原子力工業	WH/三菱重工	CE	WH	CE
	" 2	76	三菱原子力工業	三菱重工/WH	三菱重工	WH	三菱重工
	" 3	97	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	高 浜1	73	WH/三菱重工	WH/三菱重工	三菱重工	WH	WH
	" 2	95	三菱重工	三菱重工/WH	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	" 3	98	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	" 4	98	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	大 飯1	85	WH/三菱重工	WH/三菱重工	三菱重工	WH	WH
	" 2	87	WH/三菱重工	WH/三菱重工	三菱重工	WH	三菱重工
	" 3	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
中国電力	" 4	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	島根原子力1	93	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
四国電力	" 2	99	日立	日立	バブcock日立	JNF	-
	伊 方1	94	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	" 2	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
九州電力	" 3	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	玄海原子力1	95	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	" 2	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	" 3	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	" 4	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	川内原子力1	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工
	" 2	99	三菱重工	三菱重工	三菱重工	三菱原子燃料	三菱重工

(注)

$$\text{国産化率(％)} = \frac{\text{国内メーカー製作機器類}}{\text{機器総額}} \times 100$$

GE:ゼネラル・エレクトリック(米国) JNF:日本ニュクリア・フュエル、B&W:バブcock・アンド・ウィルコックス(米国) GETSCO:ゼネラル・エレクトリック・テクニカルサービス(米国) CE:コロンプスチョン・エンジニアリング(米国) WH:ウェスチングハウス(米国)

(出典:日本原子力産業会議「原子力発電所の機器国産化の状況」より作成)

(2) 核燃料サイクル事業

核燃料再転換・成型加工事業

核燃料再転換・成型加工事業の分野は、ほぼ国産化が達成され、高品質な製品を製造している。現在、我が国で核燃料再転換・成型加工を行っている会社は、三菱原子燃料(株)(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン、原子燃料工業(株)の3社ある。

ウラン濃縮

日本原燃(株)が、青森県六ヶ所村において事業を実施している。同社のウラン濃縮施設の許可上の操業規模は、1,050トンSWU/年であるが、不具合による遠心機の早期停止に伴って一部プラントでの生産を中止しているため、現在は600トンSWU/年での操業となっている。なお、同社は、2010年頃からの導入を目指して新型遠心分離機を開発中であり、将来的には操業規模を1,500トンSWU/年とする計画である。

表2-7-5 我が国のウラン濃縮事業

ウラン濃縮

(2003年3月現在)

事業者名	事業所	加工能力	事業許可 年 月	事業開始 年 月
日本原燃(株)	濃縮・埋設 事業所	600 tSWU/年 計1,050 tSWU/年 (450 tSWU/年 増)	1988.8 1993.7	1992.3 1997.10

表2-7-6 我が国の核燃料再転換・成型加工事業

再転換

(2003年3月現在)

事業者名	事業所名	炉型別	加工能力	事業許可 年 月	事業開始 年 月
三菱原子燃料(株)	三菱原子 燃料(株)	加圧水型	計450tU/年 1.0 tUO ₂ /日 1.5 tUO ₂ /日 (0.5 tUO ₂ /日 増) 2.0 tUO ₂ /日 (0.5 tUO ₂ /日 増) (注) 450 tU/年	1972.1 1972.10 1977.8 1982.3	1972.12 1973.5 1978.4 1982.3

(注) 処理能力の表示の変更

成型加工

(2003年3月現在)

事業者名	技術協力先	事業所名	炉型別	加工能力		事業許可 年 月	事業開始 年 月
三菱原子 燃料(株)	WH社	三菱原子 燃料(株)	加圧水型	計440tU/年	100 tU/年 280 tU/年 (180 tU/年 増) 420 tU/年 (140 tU/年 増) 440 tU/年 (20 tU/年 増)	1972. 1 1972. 1 1972.10 1987. 7	1972. 1 1973. 1 1973. 6 1988. 5
(株)グロー バル・ニュー クリア・フ ュエル・ジ ャパン	GE社	(株)グロー バル・ニュー クリア・フ ュエル・ジ ャパン	沸騰水型	計750tU/年 (棒状)	140 tU/年 210 tU/年 (70 tU/年 増) 490 tU/年 (280 tU/年 増) 640 tU/年 (150 tU/年 増) 750 tU/年 (110 tU/年 増)	1968. 8 1970. 5 1972. 1 1985. 2 1993. 4	1970. 8 1971.12 1974. 9 1985. 4 1994.10
原子燃料 工業(株)	フラマト ム社	熊取 事業所	研究炉	加工事業廃止	500体/年 950体/年 (450体/年 増) (注) 475 kgU/年 (濃縮度90%以上) 加工事業廃止	1972. 9 1972.12 1975. 8 2001. 2	1972. 9 1973. 3 1975. 8
			加圧水型	計284tU/年 (棒状)	40 tU/年 85 tU/年 (45 tU/年 増) 265 tU/年 (180 tU/年 増) 324 tU/年 (59 tU/年 増) 284 tU/年 (40 tU/年 減)	1975. 8 1978. 9 1982. 7 1992.11 1998.10	1976. 2 1979. 4 1984. 1 1993. 9 1999. 9
		東海 事業所	沸騰水型	計200tU/年 (棒状)	40 tU/年 100 tU/年 (60 tU/年 増) 200 tU/年 (100 tU/年 増)	1978. 9 1982. 7 1985.11	1980. 1 1983. 5 1986. 9

(注) 処理能力の表示の変更

中間貯蔵

東京電力（株）が、むつ市において中間貯蔵施設の立地可能性調査を実施し、2003年4月、最終報告書及び事業構想を同市に提出した。これらを元に、むつ市で中間貯蔵施設の誘致についての検討が行われ、同年6月、むつ市長が、市議会において誘致を表明するとともに、同年7月、東京電力（株）に対し立地を要請した。

再処理

日本原燃（株）が、青森県六ヶ所村において商業用再処理施設（処理能力800トンU/年）の建設を進めている。同社は、1992年12月に再処理事業指定を受け、1993年4月に建設工事を開始した。建設工事は現在も進められており、竣工・操業開始は2006年7月の予定である。

MOX燃料加工

日本原燃（株）が、青森県六ヶ所村においてMOX燃料加工施設の建設を計画しており、2001年8月、青森県及び六ヶ所村に対し、立地協力要請を行った。

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理

日本原燃（株）が、1995年4月から青森県六ヶ所村において返還高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の貯蔵・管理事業を行っている。2003年7月までにフランスから日本へ8回の返還輸送が行われ、合計760本のガラス固化体が同社の貯蔵管理センターに搬入された。

低レベル放射性廃棄物埋設

日本原燃（株）が、1992年12月から青森県六ヶ所村において事業を行っている。同社の低レベル放射性廃棄物埋設センターの埋設能力は、現在8万立方メートルであるが、今後逐次増設し、最終的に60万立方メートルとする計画である。

（３）ＲＩ・放射線機器産業

ＲＩ・放射線機器産業とは、放射性同位元素（ＲＩ）及びＲＩ照射装置、ＲＩ装備機器、粒子加速装置、非破壊検査装置、医療用放射線機器などの放射線機器を製造する産業である。

放射線利用については、農林水産業における食品照射や害虫防除、工業における非破壊検査、医療における診断・治療などのように、広範な分野で利用が進められており、特に、近年はその利用形態も多様化、高度化してきている。

放射線利用の進展に伴い、放射線機器の需要は増大しており、また、人間の生活にも密接に関連したものになっている。

表2-7-7 放射線機器利用台数の推移

年 度 末	1999	2000	2001
発生装置	1,136	1,144	1,168
サイクロトロン	63	68	71
シンクロトロン	31	29	28
直線加速装置	836	850	882
ペータトロン	14	13	13
ファン・デ・グラフ加速装置	41	43	42
コッククロフト・ワルトン加速装置	91	84	84
変圧器型加速装置	25	23	14
マイクロトロン	34	33	33
プラズマ発生装置	1	1	1
照射装置			
非破壊検査装置			
装備装置	13,129	12,844	12,548
厚さ計	2,756	2,718	2,732
レベル計	1,219	1,196	1,232
密度計	880	848	842
水分計	131	144	143
ガスクロマトグラフ	5,410	5,285	5,151
硫黄分析計	244	236	229
骨塩定量分析装置	17	14	12
その他	2,472	2,403	2,207

(4) 今後の展開

原子力産業は、総合的な装置産業という性格も有しており、原子力開発利用の進展はこれら広範な企業群を維持、活性化させることとなり、ひいては国民経済にも好影響を及ぼすことが期待される。そうした中で、原子力供給産業は調和の取れた複合産業として、これまでの技術力・開発力を維持向上させるとともに、産業として成熟・自立していくことが望まれる。

原子力供給産業は、今後の原子力開発利用を支える重要な担い手として、原子力技術の改良・高度化、信頼性の高い機器、燃料及び役務の供給、技術の共通化などを通じた経済性の向上、市場の国際化、国際競争力の向上、核燃料サイクル、高速増殖炉等の今後の展開に向けた技術的基盤の強化などを図っていくことが期待されている。しかしその一方で、原子力産業界の基盤を支える技術者や熟練工などの人材確保が今後重点的に考慮すべき課題となっており、人材の養成と確保を計画的に推進していくことが重要である。