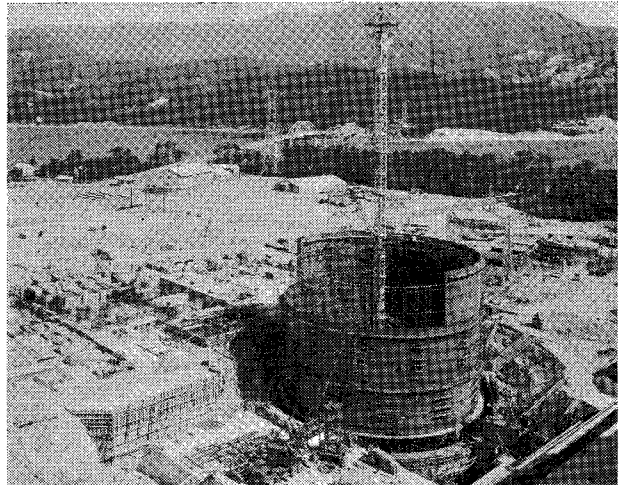




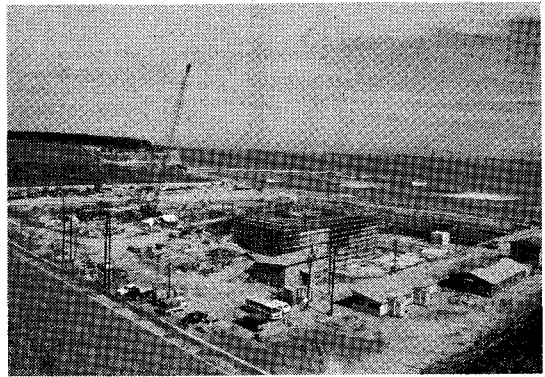
写真一 美浜発電所の建設状況

中央が組立中の鋼製格納容器。原子炉施設はすべてこの中に入る。左はタービン建物基礎である。



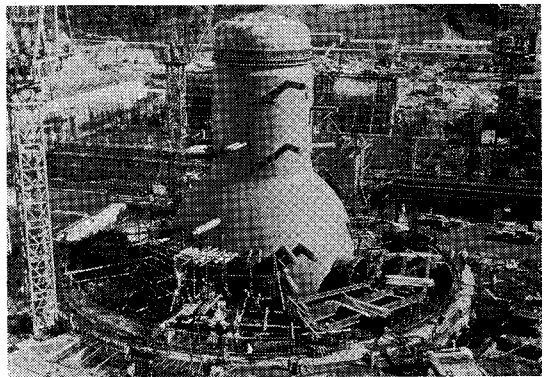
写真二 福島発電所の建設状況

中央が建築中の原子炉建物。その左が廃棄物処理建物。海側建物がタービン建物の基礎である。



写真三 敦賀発電所の建設状況

中央プラスチック型のものが鋼製格納容器（ドライウエル）。これを取巻いて円形の原子炉建物が立上がる。向う側はタービンの格納建物である。



わが国における原子力発電は、日本原子力研究所の動力試験炉（電気出力 12 500 kW）が昭和 38 年 10 月初めて原子の灯をともし、同 42 年 7 月には実用規模模

## 1. 原子力発電所

### (1) 世界とわが国の現状

原子力発電は研究開発の段階を終え、その技術的進歩とともにようやく火力発電と競合するまでに成長し、今後飛躍的な発展をとげようとする段階にきた。

海外諸国における原子力発電は、それぞれ国情に応じた開発がはかられているが、特にアメリカ合衆国においては軽水炉の著しい技術的進歩にともない、その経済性的見通しと相まって、発電所建設の重点が在来の火力発電から原子力発電へ急激に移行しつつある。また発電所規模も次第に大容量化し、1機 50~100 万 kW の発注が相つぎ、建設中または計画中の原子力発電設備は 4 000 万 kW を超えている。現在合衆国の原子炉メーカー・ゼネラル エレクトリック社 (GE) およびウェスチングハウス社 (WH) の両社は、内外からの大量の受注ですでに能力の限界に達しているといわれる。また、イギリスは現在世界第一位の設備容量を有し、343 万 kW に達する原子力発電所が運転されている。

現在運転中、建設・計画中の世界各国の原子力発電設備容量を 図一1 に示す。

図一1 世界の原子力発電所設備容量

日本原子力産業会議調査資料・原子力発電所一覧表（昭和42年6月30日現在）による。

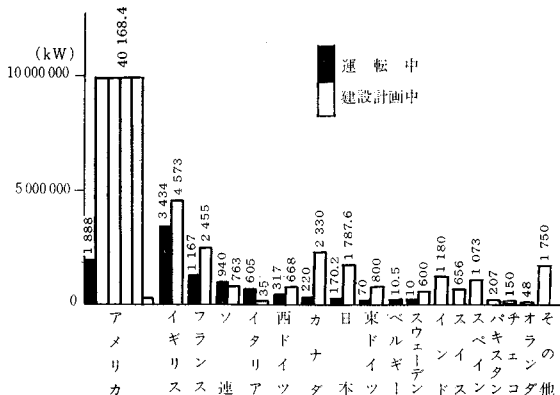


表-2 わが国における実用規模の原子力発電所

会社名・発電所名	日本原子力発電(株) 東海発電所	日本原子力発電(株) 敦賀発電所	東京電力(株) 福島発電所	関西電力(株) 美浜発電所
位 置	茨城県那珂郡東海村	福井県敦賀市浦底	福島県双葉郡大熊町～双葉町	福井県三方郡美浜町丹生
敷 地 面 積	約 241 000 m <sup>2</sup>	約 1 400 000 m <sup>2</sup>	約 3 000 000 m <sup>2</sup>	約 500 000 m <sup>2</sup>
炉 形 式	黒鉛減速・炭酸ガス冷却型 (コールドターホール改良型)	軽水減速・軽水冷却型 (沸騰水型)	軽水減速・軽水冷却型 (沸騰水型)	軽水減速・軽水冷却型 (加圧水型)
原 子 炉 熱 出 力 (MW)	587	970(1 065)	1 213(1 380)	1 031
発 電 端 電 気 出 力 (MW)	166	322(357)	400(460)	340
燃 料 種 別	天然ウラン	濃縮ウラン	濃縮ウラン	濃縮ウラン
着 工 年 月	昭和34年12月	昭和41年 4月	昭和41年12月	昭和41年12月
運 開 年 月	昭和41年7月 (一部) 昭和42年7月 (フル出力)	昭和44年12月予定	昭和45年10月予定	昭和45年10月予定
主 契 約 者	G.E.C. (イギリス)	GE (アメリカ)	GE (アメリカ)	WH (アメリカ)
建 設 費 (億円)	465	323*	406*	298*

註) ① 原子炉熱出力および電気出力の ( ) 内の数字はストレッチ後の値  
 ② \*印の建設費には核燃料費を含まない

発電所として、日本原子力発電(株)の東海発電所(コールドターホール改良型, 16万6000kW)が全出力営業運転に入った。これらに引き続き同社の敦賀発電所(沸騰軽水型炉 32万2000kW), 東京電力(株)の福島発電所(沸騰軽水型炉 40万kW), 関西電力(株)の美浜発電所(加圧軽水型炉 34万kW)が建設中である。中部電力(株)においても早くから原子力発電所の建設が計画されていたが、建設予定地の地元との折合いがつかず、計画の具体化が遅れている。また中国電力(株)は国産の機器による原子力発電所の建設方針を明らかにし、建設候補地の調査を開始し、その他の電力会社もすべて建設計画の具体化を着々と進めている。

わが国における運転中、建設中の実用規模原子力発電所の概要を表-2に示す。

原子力発電の経済性は、立地条件、設計上の要求条件等に支配されるが、わが国においては特に耐震性等安全性に対する配慮が強く要求されるなどのため、当面建設費は海外で発表されているものより割高となる傾向にあるが、近い将来重油火力に匹敵する経済性を有するものと想定されている。また経済性のほか、原子力発電の導入により燃料の多様化がはかれること、石油に比し輸送・備蓄に有利であること等から、今後大部分のエネルギーを海外に求めなければならないわが国にとっては、原子力はエネルギーの安定供給上欠くべからざるものとなる。

このような観点から、各電力会社においては原子力発電の開発が積極的に進められており、昭和50年度には約600万kW、昭和60年度までの原子力開発規模は3000万~4000万kWと想定されている。

原子力発電の開発規模の増大にとまない、ウラン資源の確保もまた世界的な問題となっており、少量かつ低品位の資源しかもたないわが国としては、海外に長期にわたり安定した供給源を確保する方法についても種々の検

討が進められている。

核燃料の有効利用、多様化、経済性等の要請に適合した核燃料サイクルの確立のため、今後ウラン資源の利用効率の高い、新型転換炉(核燃料が軽水炉等よりも有効に利用できる新しい動力炉)と高速増殖炉(原子炉で燃える核燃料より以上に新しく核燃料を生産する動力炉)の開発が将来の課題となっている。これらの自主的開発のため、昭和42年10月から「動力炉・核燃料開発事業団」が発足し、核燃料の有効利用、外国技術依存からの脱脚をはかることとなった。

## (2) 発電所建設上の問題点

原子力発電が火力発電と相違する点は、放射性物質を内蔵していることにより、きびしい安全性が要求されることである。東海発電所にせよ、現在建設中の軽水炉にせよ、現段階ではいずれもイギリスあるいはアメリカにおいて実証済の炉をまず輸入するというたてまえで進められているが、日本の特殊事情として、地震国であるためあらゆる設備について厳格な耐震設計が要求されること、原爆の洗礼を受けた国として原子炉の安全性に対しては過酷なまでの要求がなされること、原子力が日進月歩の技術であるため経済性をはかり効率のよい発電所とするためにはやはり漸新な技術を採用せざるを得ないことなどのために、必ずしも外国からのそのままの姿で輸入することはできない。そのため東海発電所においても、東海の経験が世界で初めてのケースといったものも多く、試運転開始後も幾つかの思わざる故障、改良、試験をくり返し、昭和34年12月は着工した同発電所が、完全なフル出力運転に入ったのは昭和42年7月であり、7年以上の歳月を要し貴重な経験とはなったものの、当初の予定に対し工程的にはかなりの遅れが出る結果となった。また故障箇所が原子力特有の部分のほか、案外それ以外の一般的な部分に多いのも、今後留意すべき特

色といえよう。

土木・建築工事の面からみた場合、原子力発電所といっても、放射線防護の施設が加わるところが目新しいといえるが、工事そのものとしては必ずしも特別変わったものではない。もちろん細部の問題として、種々研究・工夫を要する部分は多いが、過去の火力・水力での技術の蓄積が、建設に大いに役立っているといえよう。しかしながら、原子力のプラントとして全体を眺めた場合、現在は原子炉機器の開発が先行し、それを入れる建屋等を含めたプラントとしてまとめる上において、その構造が建設施工を十分考えて練られたものとはいい難い点に、今後の経験・研究による改良の余地があると思われる。

また、原子力に関する立地問題は、わが国の場合狭少な地域に人口が多く、この中で人口密度の低い、地盤条件が良好で、豊富な冷却水を得やすく、しかも多額の建設費を要する送電線の関係から需要地にも近い地点を見出すということは至難のことである。冷却水に関する漁業補償等、地元住民との間の問題もかなりやっかいであり、現状では立地選定上の第一の要件が、地元の誘致であるような実情から今後原子力発電の開発を円滑に推進するためには、安全に関連した、耐震工学格納容器等の研究促進と、また立地に関連した冷却水の取放水技術、水温問題、将来の地下発電所、海上の人工島等の技術開発が望まれるし、その他発電所の増大にともない廃棄物の海洋投棄等の処分方法等の開発も急務と考えられる。

原子力発電所建設の発注形態として、現在はターンキー方式（設計・施工をまかせ、性能を確認した上、でき上がったものを引取る）により外国メーカーと契約し、直接出力に関係する部分を一括請負わせる方式、あるいはこれに近いものがほとんどで、初期の輸入開発段階としては性能保証を第一義に考えざるを得ない。将来国産化に向うことは間違いないとしても、原子力発電がすべての工学分野にわたる総合技術であり、これらを総合計画するプロジェクトはもっとも重要であり、今後このためにどのような形態がもっとも望ましいかは大いに検討を要する。現在建設中の軽水炉においては、土木・建築関係の設計は GE、WH 社はそれぞれ EBASCO、GILBERT 等のコンサルタントを使用しているが、機器と建屋との設計・施工上の調整はもっともやっかいであり、GE、WH 社とも大量の受注をかかえ、人員、工場とも

手一杯のため、工程の確保については大いに苦慮される現状で、原子力において総合と専門化の問題は如実に体験されるところである。

### (3) 原子力発電所と土木技術

原子力発電所の建設において、土木技術の果たす役割としては、まず立地に関連したものがある。適地の選定、調査、自然に適した発電所の配置、および建設の計画等、総合工学としての立場にある土木工学の分野としては、初期の計画に占める役割が大きい。水力のように、土木工事の規模において大きなまとまりはないが、地形・地質調査から始まり、道路・港湾岸壁等の輸送施設、敷地造成、上下水道、冷却水取放水施設、基礎、廃棄物処理関係施設等、それぞれの地点に応じて、海あり、山あり、軟弱地盤ありで多様性には富んでいる。

立地上の困難がますます増大するにともない、それに関連する土木工事の規模も次第に拡大され、新しい土木技術の開発が要請される傾向が強い。

東海発電所では、鹿島灘の外洋・漂砂海岸からの大量の冷却水取水が必要となり、径 2.5 m、長さ 500 m の取水鋼管の曳航沈設方式による敷設が試みられ、一方敦賀発電所では浦底湾という小さな入江内での冷却水取排水による温水の再循環問題が検討され、深層取水が採用された。また敦賀・美浜発電所では、かこう岩盤の地質構造が発電所基礎の問題として注目された。福島発電所は東京電力の原子力センターとして 100 万 m<sup>3</sup> の切取りによる敷地造成、また東海と同様外洋に面した地点のため、大規模な港湾施設の新設ならびに、その港湾内からの冷却水の取水の工事が進められている。

今後の問題として、耐震工学の研究が進まない限り地盤基礎条件は緩和されないのであろうし、安全関係施設としては P S コンクリートの格納容器の開発が期待されている。また冷却水の取放水、廃棄物の海洋処分等、海の問題についても海岸工学から海洋工学への発展が大いに望まれるところである。一方、原子力、火力の最新鋭発電所において、水路付着海棲物“くらげ”の襲来により発電所運転を停止せざるを得ないこと等、宇宙科学の時代に、手近な問題で技術進歩が望まれるものがあまりにも多い。原子力発電を通じて遭遇する困難が、土木技術発展の一母体となるであろうことを期待する。



特集カットの解説

本特集のカットに使用している略図はウラン 235 である。ちなみに、原子エネルギー（正確には核エネルギー）を取り出す方法について略記する。核エネルギーを取り出す方法には、核分裂と核融合がある。核分裂反応は、ウラン 235 に中性子が衝突した場合、衝突を受けたウラン 235 は、2つの核に分裂するとともに、平均約 2.5 個の割合で中性子を出しながらエネルギーを放出する。たとえば、 $U^{235} + n \rightarrow Kr^{88} + Ba^{146}$  のような分裂を行ない、さらにこれが中性子を放出してつぎの反応を行なうこととなる。核融合反応は、重水素の融合の場合、陽子 1 個、中性子 1 個よりなる重水素は、融合して三重水素またはヘリウムとなり、大きなエネルギーを放出する。