

# 原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画

第2回 昭和36年

原子力委員会

## 目 次

### 第 I 部 緒論

1. 長期計画改訂の背景
2. 原子力開発利用の意義
3. 新長期計画の構想

### 第 I I 部 原子力開発利用の長期見通し

#### 1 原子力発電

- (1) 原子力発電の開発の意義
- (2) 原子力発電の技術進歩の見通し
- (3) 原子力発電の経済性見通し
- (4) 前期 10 年間に於ける原子力発電の開発
- (5) 後期 10 年間に於ける原子力発電の開発

#### 2. 原子力船

- (1) 原子力船の開発の意義
- (2) 原子力船の技術進歩の見通し
- (3) 原子力船の経済性見通し
- (4) 原子力船の開発への準備
- (5) 前期 10 年間に於ける原子力船の開発
- (6) 後期 10 年間に於ける原子力船の開発

#### 3. 核燃料

- (1) 核燃料の需給見通し
- (2) 天然ウラン系燃料の生産および加工
- (3) 濃縮ウラン系燃料の加工
- (4) 使用済燃料およびその再処理
- (5) プルトニウム利用の見通し

#### 4. 放射線利用

4. 1 アイソトープの利用
4. 2 放射線化学

### 第 I I I 部 研究開発計画

#### 1. 一般の方針

- (1) 研究開発のすすめ方
- (2) 海外技術と国内技術
- (3) プロジェクト研究
- (4) 安全性確保のための研究
- (5) 国際的共同研究

- (6) 各研究機関の役割
- (7) 研究開発計画の要点
- 2. 基礎研究
  - (1) 基礎研究の必要性と範囲
  - (2) 大学,日本原子力研究所,その他研究機関の役割
  - (3) 基礎研究の規模と施設
  - (4) 国際交流の必要性
- 3 原子炉の研究開発
  - (1) 各種動力炉の評価と研究開発方針
  - (2) 前期 10 年における動力炉および関連機器,材料の研究開発
  - (3) 半均質炉
  - (4) 増殖炉
  - (5) 試験研究用原子炉の設置
  - (6) 原子炉の研究開発プログラム
- 4. 核燃料の研究開発
  - (1) 製錬
  - (3) 加工
  - (4) 核燃料の検査および照射試験
  - (5) ウランの濃縮
  - (6) 再処理
  - (7) 劣化ウラン
  - (8) プルトニウム
  - (9) トリウム
- 5. 原子力船の研究開発
  - (1) 設計研究
  - (2) 第 1 船の建造に伴う研究
  - (3) 遮蔽の研究
  - (4) 新型式原子力船の開発
- 6. 核融合反応の研究
  - (1) 高温プラズマの発生,加熱および現象の解析
  - (2) 測定技術および機器材料の開発
- 7. アイソトープ利用の研究開発
  - (1) アイソトープの生産に関する研究
  - (2) 生物および農業への利用に関する研究
  - (3) 医学利用に関する研究
  - (4) 工業利用に関する研究

- (5) 基礎研究
  - 8. 放射線化学の研究開発
    - (1) 基礎研究
    - (2) 反応プロセスの研究
    - (3) 放射線工学の研究
    - (4) 放射線源の開発
  - 9. 放射線の障害防止の研究
    - (1) 放射線障害に関する基礎研究
    - (2) 環境汚染に関する研究
    - (3) 許容量に関する研究
    - (4) 予防,診断および治療に関する研究
    - (5) 事故時対策に関する研究
  - 10. 原子力施設の安全性の研究
    - (1) 安全設計に関する研究
    - (2) 遮蔽に関する研究
    - (3) 計測制御および安全保護装置に関する研究
    - (4) 事故解析に関する研究
    - (5) 事故時における放射性物質の放出と拡散に関する研究
    - (6) 燃料破損に関する研究
    - (7) 耐震性に関する研究
    - (8) その他の研究
  - 11. 放射性廃棄物処理の研究
    - (1) 液体廃棄物の処理に関する研究
    - (2) 気体廃棄物の処理に関する研究
    - (3) 固体廃棄物の処理に関する研究
    - (4) 海洋投棄に関する研究
- 第IV部 原子力開発の促進方策
- 1. 一般方針
  - 2. 研究施設の整備と共同研究体制の確立
    - (1) 研究施設の整備
    - (2) 共同研究体制と共同利用体制の確立
  - 3. 科学技術者の養成
    - (1) 原子力関係科学技術者の範囲
    - (2) 科学技術者所要数の推定
    - (3) 養成訓練対策
  - 4. 安全対策

- (1) 原子力施設の安全確保
- (2) 核燃料の検査
- (3) 放射線障害防止
- (4) 放射性廃棄物の処理
- 5. 原子力産業の育成
  - (1) 低利資金の融資および税制上の措置
  - (2) 国内技術の助成
- 6. 核燃料の確保と有効利用
- 7. その他の重要な施策
  - (1) 原子力施設周辺環境の整備
  - (2) 緊急時対策の整備
  - (3) 災害補償制度の確立
  - (4) 放射能調査
  - (5) 情報の国際交流
  - (6) 原子力知識の普及

## 第 I 部 緒論

### 1. 長期計画改訂の背景

原子力委員会は、その設置の年である 1956 年(昭和 31 年)9 月に、原子力開発利用のための長期基本計画を策定し、わが国原子力開発利用の目標と方針を明らかにした。さらに、1957 年(昭和 32 年)12 月には発電用原子炉開発のための長期計画を、また 1958 年(昭和 33 年)12 月には、引き続き核燃料開発に対する考え方を策定した。

日本原子力研究所の研究施設の拡充整備、原子燃料公社による人形峠等ウラン鉱山の開発及び製錬の研究、放射線医学総合研究所の設立と研究および治療施設の整備、国立試験研究機関等における原子力研究開発の推進、民間企業における原子力関係研究開発への助成、海外への留学生派遣等は、いずれも上記長期基本計画等に示された線に沿ってすすめられたものであり、また日本原子力発電株式会社によるコールダーホール改良型原子力発電施設導入も、上記発電原子炉開発のための計画に基づいて推進されたものである。

しかしながら、最近 2,3 年来の情勢の変化を考慮すれば、当初の長期基本計画、特に原子炉発電計画をある程度修正することによって、今後の開発をより合理的ならしめるのが適当と考えられるに至った。ここでその理由のおもなものをあげれば次のごとくである。

第 1 は、原子力平和利用分野のこの数年間における世界の発展に伴い、利用しうる技術情報資料が当時に比べれば非常に豊富になり、判断のために必要なかなり詳細にわたる材料が得られるようになったことである。したがって、開発利用の長期的な見通しについても、より具体的かつ広範囲にわたっていえるようになったことである。

第 2 は、世界の核燃料事情の変化である。すなわち、数年前には、核燃料は、天然ウランを含め国際的流通が必ずしも自由でなく、海外からの入手については、相当の制約を受けるのみならず、数量的にも不安があった。このため、わが国としては、原子力開発利用の基盤である核燃料を主として国内の核燃料資源におき、できるだけ自立体制の下に開発をすすめる必要があると考えられたが、その後の海外における核燃料供給力の増大から、国内核燃料資源の開発と海外からの核燃料の輸入とを合わせ考えた政策をとることが必要となってきたことである。

第 3 は、原子力開発利用を実用化するために克服しなければならない技術的問題の複雑さが、研究開発の進展に伴い次第に明らかになったことである。特に核燃料サイクルの自立体制をとった場合、不可欠の要素であると考えられた高速中性子増殖炉についても、その後の研究開発の進展に伴いまだ技術的困難が多いことが明らかとなり、これを解決し実用化にもっていくためには、従来考えられた以上の研究開発期間を必要とするとみななければならなくなったことである。

第 4 は、最近の世界経済の正常化に伴いわが国の外貨収支もかなり改善された一方、世界の石油の供給力が著しく伸び、かつまた価格も低下してきているので、わが国のエネルギー所要量の大部分を石油の輸入でまかなうことも可能になってきたことである。しかもその後の在来火力発電の技術進歩と関連し、重油専焼大規模高能率火力方式が経済性比較の対象とし

てクローズアップしてきたことは、当面原子力発電の発展に見逃しえない影響を及ぼしていることである。

第5は、原子力利用の分野がアイソトープ利用の面等において拡大し、特に放射線化学等がその後急速に発展しつつあり、わが国経済の成長に及ぼす効果は、単に原子力発電としての利用面のみでなく、他の分野についても、もつと積極的に取り上げる必要性が生じたことである。

以上のごとき情勢の変化からみて、前回の長期計画のよって立った条件が、かなり変わってきたことは、明らかである。もとより前回計画の基本精神に変わりはないが、ここにおいて新しい情勢に対応した目標および方針に基づき改めて長期計画を策定することが適当であると考ええる。

## 2. 原子力開発利用の意義

原子力開発利用の意義については、前回の長期計画においても一部述べられているが、わが国の立場からみると、原子力平和利用を推進する必要性は、ますます大きなものがある。たしかに原子力を経済的かつ技術的に安全に開発利用するためには、当初考えられたより多くの研究開発を必要とすることが次第に明らかになってきたのは、事実であるけれども、これによって原子力開発の意義を過少評過するようなことがあってはならない。これまでの科学技術発達の歴史をみてもわかるように、開発の初期段階に直面する多くの問題は、研究開発の進展に伴い、やがて次々に解決されていくことが十分期待できるし、さらに長期的にみるならば、原子力平和利用が将来人類に与える福祉はきわめて大きなものがある。すなわち、(1)原子力のエネルギーとしての利用については、エネルギーが産業発展のため量的質的に不可欠の要素であることから考え、長期にわたり経済的なエネルギーを安定して確保しうるようにすることは、わが国経済の躍進を可能とするための鍵である。しかるにわが国の在来エネルギー資源の賦存状態をみると、水力、石炭、石油等いずれも今後あまり多くを期待しえないと考えられるので、結局増大するエネルギー需要の大部分は海外からの輸入にまたねばならない。この場合、最近の海外における状況からみて、当分の間、輸入エネルギーとしては、石油に依存するのが有利と考えられるが、石油といえども開発に限度があると考えられ、したがって長期こわたりエネルギー供給源の安定化をはかるためには、将来にそなえていまから原子力開発利用に着手しておく必要がある。原子力については、核分裂反応により少量の核燃料で多量のエネルギーを発生するという特色があるばかりでなく、さらに将来核融合が実現すれば、利用しうるエネルギー資源はほとんど無限に拡大されるという可能性があり、これらの面で石炭および石油等化石燃料とは全く異なる特色を有しているから、エネルギー供給源の多様化について重要な役割を果たすことが期待される。

(2)原子力開発利用の他の一面であるアイソトープおよび放射線の利用についてみれば、そのわが国産業の発展に及ぼす影響は、きわめて広範に及びかつまた多岐にわたるものである。すなわち、アイソトープをトレーサーとして、あるいは放射線源として医学、生物学および農

業へ利用する技術は、今日すでに一部については実用の段階に達し、他の手段をもっては代えがたい重要な役割をそれぞれの分野で受け持っている。また、アイソトープの工業利用は、計測関係のほか放射化分析等の面へも急速に発展してきており、今後さらにあらゆる工業分野において広く行なわれるようになれば、電子工業等の発展と相まって生産工程の合理化、品質改善等に大きく貢献するばかりでなく、特に化学工業においては、熱、圧力などと並んで放射線が利用されるのに伴い、将来その生産方法や品質改良に飛躍的な発展をもたらすとともに、すすんで新製品の分野への開拓も期待されている。

(3)このような原子力開発利用のもたらす直接的効果のほか、原子力の開発を推進することは、多くの面においてわが国産業経済の基盤を拡大し強化するうえに重大な影響を有するものである。すなわち、わが国が狭い国土と大きな人口をかかえつつ、将来にわたって健全な経済成長を実現し、国民の福祉をたかめるためには、わが国技術水準の飛躍的向上、産業構造の高度化が絶えず要求されるが、この点において技術革新の大きな担い手である原子力をみずから手がけることは重要な意義を持つ。原子力発電の実用化に伴うエネルギー供給力の増大、原子力船の実現によってもたらされる海運、造船分野におけるいっそうの発展、放射線利用から生ずべき新しい技術開発の可能性、品質改善等は、それ自体わが国産業の中で次第に大きな比重を占め、他の産業の発展と相まって産業構造の高度化を促進するものであるが、同時に原子力開発利用のために要求される新金属の開発、材料純度の絶対値の改善あるいは機器性能の飛躍的改善等は、直ちにわが国科学技術の向上に密接な関係を有するものである。また、在来技術を基礎とする産業から、従来に比し非常に広範囲にわたる多岐の科学技術を総合化することによりはじめてその基礎の確立が可能となる原子力産業への発展は、わが国産業構造の体質改善をすすめるうえに重大な要素となることが期待される。

以上のごとき観点からして、長期的にみればわが国において原子力開発利用を強力に推進することは、きわめて重要な意義を持つものである。しかも原子力平和利用が他の諸産業とやや異なる性格を有する新規産業であること、かつまたわが国が諸外国より遅れてスタートしたことなどから考えて、単にその研究開発を民間にのみ期待するだけでなく、政府みずからも直接間接開発利用推進のうえに重要な役割を受け持つべきであり、特に初期段階においてその責任が大きいと考えられる。

すなわち、わが国の原子力産業を健全に発展させ、かつこれまでの遅れを早急に取り戻すためには研究開発の推進に非常に大きな資金と人材を投入する必要があるのみならず、核燃料ならびに安全性の確保等については、政府がみずから責任をもって計画的に開発をすすめるなければならない。さらに、原子力開発利用の円滑化については、他の分野以上に国際関係の協力および調整が重要な要素となっている事実からみても、政府が積極的な役割を果たす必要があることは明らかである。

したがって、今回長期計画を改訂するにあたっては、長期的観点にたつて原子力開発利用のあらゆる分野にわたり、かつまた基礎研究から応用研究、さらに実用化に至る開発の全過程を総合的に検討し、政府、民間を通じ関係機関が相協力して追求するに足る計画を策定する

必要がある。

### 3. 新長期計画の構想

今回新たに原子力開発利用のための長期計画を策定するにあたっては、上述のごとき情勢の変化と開発利用の意義を十分考慮に入れるとともに、これまでに得られた最高の知識、情報および経験を生かして、長期的かつ総合的見地から広く見通し、わが国が原子力平和利用を推進するうえに最も合理的かつ効果的な方針を打ち出すことに主眼をおく。

計画期間については、1961年に始まり1980年に終る20年間を対象とする。この場合、原子力開発利用が世界的にみてここ当分主として研究開発をすすめる段階であり、原子力開発利用の経済性の確立は、多くの面について1970年以降と考えられるので、対象計画期間のうち前期約10年を開発段階、後期約10年を発展段階とする。ここで前期10年には、その努力をもっぱら将来の発展にそなえ足場を固めるための研究開発、探鉱等に重点を指向することが必要であると考え。したがって、前期10年については、できるだけ具体的な計画をたて、後半の10年間については、前期における開発計画が具体化するに伴い進展すると考えられる将来の姿を展望するものとする。

このため、新長期計画においては、結論に続く第II部において原子力発電、原子力船、核燃料および放射線利用の4部門における長期的発展の見通しを与え、第III部においてこの見通しを実現するために主として前期10年に実施されねばならない研究開発について、広く各分野における推進計画を明らかにし、最後に第IV部において、これら研究開発計画および長期見通しを実現するために必要な促進方策を述べるという4部構成をとることとする。

その趣旨は、原子力開発利用長期計画の中心が、ここ当分地道な研究開発をそれぞれの分野において強力に推進すること、および国として必要な促進方策、特に原子力施設および周辺的安全性確保について万全の措置を講ずる点にあることを明確にするところにある。したがって、研究開発計画の内容および効果的な実施のために必要な諸方策、すなわち、共同研究およびプロジェクト研究体制、大規模研究施設の共同利用体制の確立等、各研究機関の連絡および協力強化の必要性を重視し、この点に最も力をそそぎ、わが国原子力開発のすすむべき道を明らかにすることに努める。原子力開発利用の具体化の見通しは、このような研究開発の今後の進展および成果のいかんによるものであるから、今回の長期計画においては、将来の発展見通しについては、できるだけ弾力性をもたせることが適当であると考え。なお、原子力開発利用の分野がますます拡大してきている実情にかんがみ、単に原子力発電の実用化のみに重点をおくことなく、各分野の利用が相伴って有機的関連のもとに進展させることを考える。

ここで長期計画全般を通ずる基本的構想を示せば次のとおりである。

まず一般に国内外においてすでにこれまで相当の開発が行なわれ、ある程度実用段階に近づいたとみられる技術については、主として民間の研究開発および海外からの導入技術に期待するが、他方今後新たに開発さるべき大きな課題については、主として国が中心となってそ

の研究開発をすすめる。なお、基礎的研究については、民間においてもある程度行なわれるが、国の機関が当然大きな役割を持つものとする。さらに、安全性確保の面からみて重要な問題については、国としてその指導に万全を期する。

また、核燃料の確保、特に将来需要が増加すると予想される濃縮ウランについては、政府として国際的な供給源の確保に積極的に努力するほか、プルトニウムの核燃料としての利用開発に重点を指向し、その活用をはかることを考えると同時に、さらにすすんでは濃縮ウラン国産化の可能性をも考慮し、あらかじめ研究を推進する等の措置を講ずるものとする。

## 第 I I 部 原子力開発利用の長期見通し

### 1 原子力発電

#### (1) 原子力発電の開発の意義

経済の発展とともに、わが国の電力需要は、年々大幅に増大する傾向にあり、所得倍増計画による最近の見通しによれば、1970 年度および 1980 年度における電力需要は、それぞれ 1959 年度の約 2.8 倍および約 5 倍と増加し、これに伴い前期 10 年間に於いて、3,622 万キロワット、後期 10 年間には、4,819 万キロワットの発電設備の開発を必要としている。しかもこれらの発電設備は、適地の漸減のため水力資源の新たな開発にあまり多くを期待できず、技術の進歩および燃料費の値下りにより発電原価の低下が期待できる火力に重点がおかれるものとしている。すなわち、1959 年度における火力発電量の全発電量に対する比率は 33% であったが、1970 年度には 65% に、1980 年度には 78% に増加するものと見込んでいる。

さらに、この発電量に見合った所要燃料は、現在判明している国内の資源状況からみてその相当部分を輸入に依存せざるをえないと考えている。これを前記所得倍増計画において、今後建設される火力発電所の大部分を占めると予想される重油専焼火力発電所に燃料として使用される石油を例にとるならば、その全エネルギーに対する構成比率は、1957 年度に 29.5% であったものが、1970 年度には 49.6%、1980 年度には 62.6% に増大することとなり、電力の総エネルギーに対する比率も 38% からそれぞれ、46%、50% へと増加するものとみている。

上記にみられるごとく、将来の電力需要の急速なる増加に対応するため、新たな電源開発を必要とするとともに、これに必要なエネルギー源を海外資源に依存せざるをえないという傾向は、今後ますます遠くたるものと思われるので、外貨収支の見地からのみでなく、エネルギー源確保の安定化の面からもより安価なエネルギー源の開発のおよびその多様化をはかることが必要である。このため電力供給源として原子力発電に期待することは、大きな意義があるものとする。

また、原子力発電の開発が促進されるに伴って、国産比率が高まるとともに、長期的にみると原子力発電は、重油専焼火力発電に比して外貨収支の面においても有利となる見通しを得た。

さらに、原子力発電の開発には広範かつ高度の技術を必要とするので、その開発を行なうことにより新しい技術・産業が発展し、ひいてはわが国産業において技術水準の向上をもたらす、産業構造の高度化に役だつものとする。

#### (2) 原子力発電の技術進歩の見通し

英国における黒鉛減速ガス冷却炉に引き続き米国における軽水冷却炉が実用規模発電所として運転を開始した実情にかんがみ、前期 10 年の間にわが国で実用化がすすめられるのは、主としてこれら二つの炉型であると考えられる。

ガス冷却炉については、低濃縮燃料を用いた高温ガス冷却炉へと改良発展がすすめられ、

これらの実用化が可能となるであろう。一方、軽水冷却炉については、核過熱方式の採用等の技術的改良発展によって、より有利な経済性を獲得するものと思われる。

さらに、その他の型式のものとして有機材冷却炉については、有機材の核的性質、諸外国の開発の現状等からみて後期段階には実用化が可能となるであろう。重水減速炉については、将来における天然ウラン等の経済的利用を考慮すれば、後期 10 年間に於いて実用化することも考えられる。

また、増殖炉等については、前期 10 年間に於いても相当程度の開発がすすめられるであろうが、その実用化は、後期 10 年の後半以降と思われる。

### (3) 原子力発電の経済性の見通し

電力需要の増大に伴って、今後建設される火力発電所の大部分は、重油専焼火力発電所となるものと予想されるが、その発電原価は、設備の大容量化による建設単価の低下、熱効率の上昇、燃料費の値下り等によって今後さらに改善され、1970 年ごろには 1 キロワット時あたりほぼ 2 円 40 銭ないし 3 円程度になるものと考えられる。

これに対して原子力発電による発電原価は、現在までの海外における研究資料・運転経験等を参考とし、これにわが国の特殊事情として金利の高いこと、耐震設計の必要であること等を考慮して行なわれた試算によっても 1970 年前後には前記重油専焼火力発電による発電原価に匹敵する 1 キロワット時あたりほぼ 2 円 40 銭ないし 3 円程度になるものと思われる。さらに、原子力発電は、その技術の発展の可能性からみても、将来は原子力発電のほうがより有利になることが期待される。

### (4) 前期 10 年間に於ける原子力発電の開発

#### a 発電 1 号炉の建設

現在、日本原子力発電株式会社が建設中の黒鉛減速ガス冷却型発電炉は、わが国における最初の実用規模の原子力発電所として計画されたものであり、将来設置の予想されるガス冷却型発電炉の開発に資するため、建設技術の習熟・国産化の推進・技術者の養成訓練等を目的として 1964 年半ばには建設を完了する予定である。

#### b 発電 2 号炉の建設

わが国における実用規模の発電 2 号炉としては、現在のところ軽水冷却型が適当であると考えられる。

本型式炉は、最近海外において実用規模の発電炉が完成されて運転に入りつつあり、また経済性についての見通しもやや明確となってきた。その将来性および内外の情勢からみて、後期 10 年間に於いては、わが国においても本型式の炉が多数設置されるものと思われるので、将来の開発に備えてその建設技術の習熟・国産化の推進・技術者の養成訓練等に資するため、本型式の発電炉を建設することが妥当であろう。

しかし、その選定は、慎重に行なう必要があるので、なるべく早い機会に海外への調査団を派遣し、建設の準備をすすめるものとする。

#### c 発電 3 号炉以降の建設

前に述べた発電 1 号炉および 2 号炉に引き続いて前期 10 年間には、後期の開発への足場としてさらに 3 基程度の発電炉の設置が期待される。

これらの発電炉の選択は、慎重に検討すべき問題であり、発電 1 号炉および 2 号炉の経験を基礎とし、海外諸国においてすでに開発され、実用性のある程度明確となっているものの中から選定すべきである。これらの点からみて前記 10 年間においては、ガス冷却型および軽水冷却型が主たる対象となるものと思われる。

#### d 開発規模

上記により、前期 10 年間における原子力発電の開発規模は、発電 1 号炉・発電 2 号炉およびこれに引き続き建設されるものを合わせて電気出力約 100 万キロワット前後と考えるが、これらの建設は、電気事業者が協調してこれにあたることを期待するとともに、政府としては、その推進のために金融・税制その他において適切な施策を講ずる必要があると考える。

### (5) 後期 10 年間における原子力発電の開発

後期 10 年間においては、原子力発電をできうるかぎり開発することが望ましいが、電力系統運営上の技術的・経済的見地からみて原子力発電は、当分の間は資本費も高く、主として基底負荷用に利用されるとみられるので、その開発規模にはおのずから限度があり、この期間において新たに設置される原子力発電施設は、同期間に増設される火力発電施設の約 30%以内程度と考えるのが適当であり、したがってその規模は電気出力約 600 万キロワットないし 850 万キロワット程度と思われる。

なお、後期 10 年間に設置される発電炉の型式は、現段階においてこれを推定することは、きわめて困難であるが、前期 10 年間における開発の見通し等からみてガス冷却型および軽水冷却型が主たる対象となり、これに今後新たに開発される型式の発電炉が若干は建設されるものとする。

## 2. 原子力船

### (1) 原子力船の開発の意義

経済の伸長に伴って、鉄鋼および非鉄金属原材料、石油を主とする鉱物性燃料等の輸入量は、著しく増大し、これら貿易量の増加と相まって船腹需要も増大する傾向にある。所得倍増計画による最近の見通しによれば、前期 10 年間に総船腹量で年 9%、油送船船腹で年 10.6%の割合で増加し、1970 年における外航船腹の所要量は、1,335 万総トンに達するものとみられている。すなわち、前期 10 年間に約 970 万総トンの船舶の建造を必要としており、その内訳を

みると約 260 万総トンの油送船のほか、現在年間 1,000 万トン程度の鉄鉱石の輸入が 1970 年には年間 3,000 万トンないし 4,000 万トンに増加するため必要となる鉱石船の新造等が大きな部分を占めている。

以上の傾向は後期 10 年間ににおいても進展することが考えられ、このような船腹の需要を満たすためには船舶の大型化、高速化を積極的にすすめることが望ましく、この点からみて大型高速船として有利な原子力船が将来において重大な役割を占めることが期待される。

一方、わが国の造船業は、輸出産業中重要な地位を占めているのみでなく、世界の主要造船国の中でも優位にあり、この地位を将来とも保持するためには常に技術の向上をはかる必要があり、この見地からみても、できるだけ早い時期に原子力船の開発を行ない、その建造技術の確立をはかることが必要であると考ええる。

## (2) 原子力船の技術進歩の見通し

船舶への原子力利用は、技術的にはすでに先進諸国において開発されているが、一般商船として経済性を確保しうるためには、原子炉の性能向上、放射線遮蔽構造の合理化、建造費および燃料費の低下を実現することが必要であり、今後これらの技術的開発との関連において、原子力船の建造技術は前期 10 年間に著しく進歩するものと期待される。

さらに、船舶の大型化・高速化ならびに輸送距離の遠隔化がすすむに伴って、原子力船の優位性はますます高まるものと考えられるので、後期 10 年間ににおいては、在来船では困難と考えられていたような超大型、超高速の原子力船の出現も現待され、将来においては原子力船の特殊性を生かした潜水商船等の開発も考えられよう。

## (3) 原子力船の経済性の見通し

わが国を中心とする主要航路における油送船および鉱石船の輸送原価を在来船についてみると、積荷トン埋あたり約 25 銭ないし 35 銭程度で、これとほぼ同型式の原子力船については、10 年後には約 30 銭ないし 40 銭程度になるものと推定され、さらに船舶の大型化・高速化が進み、航海距離の伸びることを考慮すれば、10 年ないし 15 年後にはこの種原子力船の経済性は在来船と競合しうるものと考えられる。

## (4) 原子力船の開発への準備

原子力船の特殊性からみて、これに対応する安全性の確保が必要であり、さらに放射性廃棄物の取扱安全管理体制および緊急時対策の確立、港湾の整備、原子加災害補償、その他運航に関連した国際とりきめおよび関連法規の整備等が必要である。これらの問題は、原子力船が建造・運航される時期までに解明されなければならない。

## (5) 前期 10 年間ににおける原子力船の開発

原子力船は前に述べたごとく、おそくとも 1975 年ごろまでには、その経済性は、在来船に匹

敵しうることが期待されるので、前期 10 年間に於いて後期の開発に備えて、原子力船建造技術の確立、運航技術の習熟技術者および乗組員の養成訓練等に資するため、適当な仕様の原子力船 1 隻を建造し、運航せしめるものとする。

#### a 原子力第 1 船の建造

原子力第 1 船の建造については、早急に建造の主体を定め、慎重な検討を行なった上で、将来の原子力船開発の足場とするのに適したものとし、またこれに搭載する原子炉は、軽水冷却型と考える。本船の建造は、1968 年ないし 1970 年に竣工することを目標とし、これに必要な技術については、海外からの導入も考慮する。

#### b 原子力船開発に関する研究の促進

原子力第 1 船の設計、建造および将来の開発に必要な設計技術、放射線遮蔽構造、船舶用原子炉等についての研究開発を促進するものとし、これに日本原子力研究所に建設を予定している動力試験炉および遮蔽研究炉を十分に活用するものとする。

### (6) 後期 10 年間に於ける原子力船の開発

後期 10 年間に於いては、経済の伸長に伴う貿易量の著しい増加に対応して、所要船腹量の急増が見込まれるとともに、長距離航海能力を有する高速大型船舶に対する需要が高まることが期待され、一方に於いて原子力船の経済性も向上すると思われるので、本期間の後半には、わが国の海運界に於いても原子力船がその船列に加えられるものと考えられる。

## 3. 核燃料

### (1) 核燃料の需給の見通し

原子力発電・原子力船等の開発が進展するにつれて、核燃料の需要は、ますます高まるものと考えられる。核燃料の需要量の長期にわたる推定は、将来に於いて開発される原子炉の型式および建設時期の予想が困難ではあるが、1970 年には天然ウラン換算数百トン程度、1980 年には数千トン程度にも達するものと思われる。

もしもこれらの大半が濃縮ウランであるとすれば、その年間需要量は、 $^{235}\text{U}$  で 1970 年に於いても数トン程度に達し、その後は急激なる増加が予想される。

このような核燃料の需要見通しに対し、その供給は、天然ウランについては、国内資源がまだ十分に開発されておらず、当面海外資源にも頼らざるをえないが、海外の情勢からみて、さしあたり量的に問題は、ないものと考えられる。また、海外市場に於けるウラン精鉱の価格も当分軟調を続けるものとみられる。

濃縮ウランについては、米国・国際原子力機関等から供給を受けるものとなろうが、この場合長期にわたる供給の安定をはかることとする。

さしあたり前期 10 年間に於ける供給には、支障はないものと予想されるが、将来の需要の

増加等からみて海外の供給源にのみ依存することは必ずしも適当ではないので、後期 10 年の前半において、プルトニウム燃料の実用化を、さらに後期 10 年の後半においては、濃縮ウランの一部国産化を可能とすることを目標として研究開発を推進する必要がある。

## (2) 天然ウラン系燃料の生産および加工

### a 国内資源の開発

#### i) 探鉱

通商産業省地質調査所においては、国内のウラン鉱床の所在を総括的に把握するため、全国的規模における概査を行ってきたが、未調査の部分につき引き続きこれを行なう。

原子燃料公社においては、現在探鉱を実施している地区および地質調査所等の概査により有望と望められた地区について当分の間現状程度の規模をもって探鉱をすすめる。

#### ii) 採鉱および製錬

原子燃料公社は、ウラン生産技術を確立するため、埋蔵鉱量の把握との見合いにおいて人形峠鉱山および東郷鉱山地区の試験的開発に着手する。この場合国産ウラン精鉱は、東海製錬所において精製錬を行ない、ウラン鉱採鉱から国産ウラン地金生産までの一貫した技術を開発する。なお、国産鉱から生産した天然ウランは、主として国内における試験研究用に使用する。

将来、国内資源の本格的な開発の可能性が明らかになったときには、原子燃料公社のほか民間企業によっても開発されることを期待する。

### b 精製錬および加工

コールダーホール型動力炉用燃料要素は、技術的経済的見地からみて当分の間輸入されることになろうが、その国産化は、精製錬および加工が経済的に実施しうる時期になった時に、民間企業において事業化されることを期待する。その際精製錬の方式については、技術的および、経済的に最も有利な方式が採用されるべきであるが、原子燃料公社において、開発される技術の活用をはかることを考える。また、初期の段階においては、コールダーホール型動力炉用燃料の加工技術については、英国から技術を導入するものとする。

試験研究炉用天然ウラン燃料については、日本原子力研究所および原子燃料公社協力のもとに、民間企業において早期にその取替燃料の国産化をはかるとともに、さらに燃料性能の向上に関する研究をすすめる。

## (3) 濃縮ウラン系燃料の加工

### a 加工

軽水冷却型動力炉用燃料は、当初の間は輸入されることとなろうが、その国産化は、経済的に加工を実施しうる時期になれば、民間企業において行なわれることを期待し、必要があれば海外技術の導入も考慮する。また、試験研究炉用燃料の需要は、前期 10 年においても、かな

りの量に達する見込みであるのでなるべく早い時期に民間企業により加工が実施されることを期待する。

#### b ウラン濃縮

将来の濃縮ウラン需要の増大に備えるとともに、その供給源の多様化を期して、後期 10 年の後半には、その一部の国産化を可能とすることを目標として、ウラン濃縮に関する研究開発を日本原子力研究所および原子燃料公社を中心としてすすめる、なお、将来においてウラン濃縮事業を実施する必要がある場合には、原子燃料公社に受け持たせることが適当であると考えられる。

#### (4) 使用済燃料およびその再処理

使用済燃料については、国際協定に基づいて処理するが、原子力発電の規模が増大した段階においては、わが国において再処理を行なう必要がある。

この観点から、再処理に関する研究は、日本原子力研究所および原子燃料公社が共同してすすめるとともに、さらに再処理技術の確立および技術者の養成訓練を目的として前期 10 年の後半において天然ウラン燃料および低濃縮ウラン燃料を処理しうる方式による再処理パイロットプラントを原子燃料公社に設置する。

なお、将来再処理事業は原子燃料公社に行なわせる。

#### (5) プルトニウム利用の見通し

前期および後期を通じて原子力発電の開発が発展すれば生成されるプルトニウムは、相当の量に達するものと推定される。

プルトニウムの燃料としての利用は、高速中性子増殖炉に使用される場合が最も有利であると考えられるが、技術的な困難が多く、その実用化は、海外諸国においても後期 10 年の半ば以降とみられるので、プルトニウムの濃縮ウラン代替利用に関する研究開発をすすめる。さらに、将来プルトニウムを使用する高速中性子増殖炉に関する技術を開発し、わが国において合理的な燃料サイクル系が確立されることを期待する。

## 4. 放射線利用

### 4. 1 アイソトープの利用

#### (1) アイソトープの利用の見通し

アイソトープの新核種の開発・新しい利用技術の開発およびレーザー技術の進展等に伴って、わが国におけるアイソトープの利用は、今後ますますその応用分野が拡大し、実用化の面においても、大規模かつ広範囲に利用が促進されるものと期待される。

アイソトープは、大学・国立および公立試験研究機関・民間企業等において基礎科学・医学・生物・農業部門、各種工業等の各分野に広く利用され、基礎科学の進歩・産業の進展および国民福祉の向上に貢献しつつある。すなわち、基礎科学においては、生理学・生化学・地球

物理学・考古学等への応用等研究分野の拡大をもたらし、医学の分野においては、疾病の診断および治療への応用により国民の保健福祉の向上に貢献し、また生物・農業部門においても有用動植物の品種改良および保護・農林・水産物の品質改善および保存等への利用が広まり、さらに工業分野においては、鉄鋼・非鉄金属材料等の基礎産業部門における工程管理・品質管理等への応用・化学工業における品質改善・新製品の開発等への応用および土木・建設等への応用も開発され、わが国の産業技術の向上に貢献することが期待される。

## (2) アイソトープの需要の見通し

アイソトープの利用の進展に伴い、アイソトープの使用箇所および使用量の増加・使用核種の多様化、使用単位量の増加等が期待される。

最も需要の多い核種は、放射線源として用いられる  $^{60}\text{Co}$ 、トレーサーとして用いられる  $^{32}\text{P}$  および  $^{131}\text{I}$  等である。これらの需要は、年々増加の傾向にあり  $^{60}\text{Co}$  の使用量は、年 8%ないし 20%の割合で、 $^{32}\text{P}$  および  $^{131}\text{I}$  はそれぞれ 3 年%ないし 4%、および 3%ないし 6%の割合で増加しており、前期 10 年間ににおいても、おおむねこの程度の割合で増加するものとすれば、1970 年における年間使用量は、 $^{60}\text{Co}$  10 万キュリーないし 20 万キュリー、 $^{32}\text{P}$  4 万ミリキュリーないし 4 万 5 千ミリキュリーおよび  $^{131}\text{I}$  7 万ミリキュリーないし 8 万ミリキュリーに達するものと推定される。

そのほか、使用量としては、あまり大きくはないが、今後の開発を大いに期待される核種としては、医学・生物学等に使用される  $^3\text{H}$ ・ $^{14}\text{C}$ ・ $^{24}\text{Na}$  および  $^{195}\text{Au}$ 、これらの分野のほか、各種工業部門等において研究用として広く用いられる  $^{35}\text{S}$ 、線源として利用される  $^{137}\text{Cs}$  等がある。

さらに、各分野における基礎および応用研究に広く利用されている 100 種以上にのぼる標識化合物の需要は、ますます増加するものと考えられる。今後新たに開発を期待されるものとしては、冶金技術の解明のために使用される  $^{53}\text{Co}$ ・ $^{59}\text{Fe}$ ・ $^{110}\text{Ag}$  等の標識化合物がある。

## (3) アイソトープの生産の見通し

当面の需要については、外国からの輸入にまつものとするが、今後の需要の増加に対応してアイソトープの供給を確保するため、その生産は、日本原子力研究所を中心として原子炉の開発の状況に応じて行なうものとする。まず、 $^{24}\text{Na}$ ・ $^{32}\text{P}$ ・ $^{35}\text{S}$ ・ $^{42}\text{K}$ ・ $^{131}\text{I}$  および  $^{193}\text{Au}$  の 6 核種については、すみやかに生産を開始し、前期 10 年の半ば以降においては、わが国の需要の大半をまかなうものとする。 $^3\text{H}$ ・ $^{14}\text{C}$ ・ $^{51}\text{Cr}$ ・ $^{56}\text{Mn}$ ・ $^{55}\text{Co}$ ・ $^{64}\text{Cu}$ ・ $^{76}\text{As}$ ・ $^{92}\text{Br}$  等半減期の短い核種については、前期 10 年の後半において逐次生産に移行することを考慮する。

$^{60}\text{Co}$  は、後期 10 年間ににおいて大出力原子炉を活用して生産することを考慮し、 $^{90}\text{Sr}$ ・ $^{137}\text{Cs}$  等の核種については、使用済燃料の再処理との関連において生産することとする。

## 4. 2放射線化学

### (1) 放射線化学の開発の意義

放射線化学の研究開発は、海外諸国においても活発に行なわれており、近い将来それらの成果が各分野において進展することが期待されるが、特に繊維・ゴム・合成樹脂等をはじめ化学工業の広範な分野に及ぼす影響は、きわめて大なるものがあると考えられる。

放射線化学は、比較的新しい分野であるが、わが国は、相当の化学工業を有しているから、先進諸国に比して遅れている基礎研究・放射線工学・放射線源の開発等について適切なる促進をはかることによって、先進諸国と近い将来において肩を並べることができるものと期待される。

したがって、わが国において放射線化学の開発を促進することは、新技術の開発・産業の発展等に貢献するとともに、わが国の産業構造の高度化に役だつものとする。

### (2) 放射線化学の発展の見通し

化学工業において放射線利用が熱・圧力および触媒と並んで主要な手段となることの可能性については、もはや疑う余地はないものと考えられる。特に放射線化学による新製品の開発・コストの低下等が期待されるが、さしあたり有望と思われるものとしては、ホルムアルデヒドのイオンの重合、セルローゼ繊維におけるグラフト重合、ベンゼン等の酸化、空中窒素の固定による硝酸の合成等がある。

これらは、今後の研究開発にまつところが大きい、特に大量線源による中間規模試験、放射線の照射原価の低下等により前期10年においてもかなり実用化されるものがあると思われる。

### (3) 放射線化学の開発

放射線化学の研究開発を強力に推進するため、わが国における放射線化学の中央研究機構として日本原子力研究に専門部門を設置することを考慮する。さらに、将来の発展とにらみ合わせてその組織機能の強化をはかる。

ここには、経済的見地から民間においては、設置が困難とみられる大施設を設置して、有望と考えられる放射線化学に関する中間規模試験、照射原価の低廉なる放射線源の開発研究、大施設の使用を必要とする基礎研究等を行なうものとする。

上記施設の運用にあたっては、民間の意向を十分に反映し共同利用の円滑をはかり、設置の目的を生かすことを特に考慮するものとする。

## 第 I I I 部 研究開発計画

### 1. 一般的方針

#### (1) 研究開発のすすめ方

わが国の原子力開発利用をその長期見通しの上になんて効果的にすすめるには、必要な研究開発を強力に推進するとともに、その成果を直ちに開発利用面に反映せしめなければならない。このため、大学・国立および公立試験研究機関、民間企業等の関係機関が緊密な連絡をとり研究開発をすすめるとともに、さらにすすんで国際間の協力をより密接に強化する必要がある。

かかる観点からみて、国内各研究機関が自由な研究活動によってみずからの創意工夫を発展させるのに適した環境を保持するとともに、相互の連絡および協力を深めることにより研究開発を効果的に進めることが望ましく、さらに特定の目的達成のために関係機関の協力によってすすめる共同研究計画およびプロジェクト研究計画を確立して研究開発を強力に推進することは、原子力のごとき新しい分野においては特に有効な方策であると考えられる。

なお、原子力開発利用のためには、社会科学関係の研究も必要であるが、本計画では、一応自然科学部門について述べるものとする。

#### (2) 海外技術と国内技術

原子力の開発利用にあたっては、きわめて広範囲にわたる科学および高度の技術の開発が必要とされる。これらの科学技術のうちには、従来からわが国が有していたもの、あるいは1954年ごろから特に原子力関係として開発された科学技術に相当の期待を持てる面もみられるが、大部分がわが国にとって全く未経験の分野であり、今後研究開発を進める過程において科学関係については、できるだけ国際交流をすすめるとともに、他方技術関係については、海外から技術を導入して、研究開発を飛躍的に向上させる必要があると考えられる。

いま今後10年の間にわが国で建設されると予想される軽水冷却型動力炉を例にとれば、炉の設計建設に際し、個々の機器については、わが国の技術のみで製作しうるものも少なくないが、しかし、動力炉プラントとしての機能を完成させ、しかも安全性を確保するためには、プラント全体としての設計、製作、建設の技術と経験が必要である。したがって、今後動力炉の国産化を図り、さらにわが国独自の発展を期する場合、研究開発促進の手段として海外の技術を導入することは、時間的、資金的効率の面から見て十分意義あることと思われる。

かかる観点からして、長期計画による研究開発のすすめ方は、第1にすでに海外において高水準に開発されている技術を導入してこれを消化するための技術基盤を確立するとともに、さらにすすんで外国技術をわが国固有の条件に適合させ、改良発展させるための研究を一方の柱とし、他方これと並行してわが国の独創性による構想に基づくやや将来の発展を期待した研究を他の一つの柱として力を注ぐことが最も適当であると考えられる。

さしあたり前期開発段階においては、海外から導入した技術に依存するところが相当の部門を占めることと思われるが、今後本計画に沿ってわが国の技術を強力に育成するとともに

い導入された技術の消化と相まって、計画の後期段階においては、先進諸外国と同列の基盤に立ってわが国独自の研究開発をすすめる、経済性、信頼性のより高い成果が得られることを期待する。

### (3) プロジェクト研究

さきに述べたような広範にわたる原子力開発利用を効果的に促進し、なるべく早い時期に目標を達成するためには、これらの研究の現状を詳細に把握し問題点を明確化するとともに、それぞれの分野において一貫した計画のもとに技術的・経済的問題の解明を図ることが必要である。特に基礎研究においては開発の基礎としての横の連携を強化することはもとより必要であるが、特定の開発を目標とした応用研究への縦の関連をも十分考慮すべきである。すなわち、基礎研究部門は、今後もますますその幅を広める傾向があると思われ、かつ基礎研究に対してなんらかの方向性、計画性を持たせることは困難であると考えられるが、他方基礎、応用の両部門を特定の開発目標に向って横方向のみならず縦方向に総合したいいわゆるプロジェクト化することによって、開発の重点が明らかとなり、開発の速度も急速に伸びることが期待される。

このような見地から、原子力開発利用のための研究計画をすすめるにあたって、わが国の原子力平和利用の遅れを取り戻し、かつまたわが国独自の技術を発展させるとともに、海外諸国と原子力科学技術のうえで対等な交流および協力が深められるようにするための方策として現在時点において最も有効ないし緊要と考えられるいくつかの特定の項目を取り上げ、これをプロジェクト研究と規定し、国の努力を重点的に投入することを考える。

ここでプロジェクト研究としてなにを指定するかは、いろいろ問題のあるところであるけれども、その主旨にかんがみいたずらに数をふやすことは望ましくなく、全般的かつ長期的にみて最も適当した研究にできるだけしぼって取り上げる必要がある。したがって、近い将来海外から導入される技術によって比較的容易に解決されると思われるものは除き、むしろやや長期的に見てわが国独自の技術を育成しつつ開発される研究および国の政策としてぜひとも緊急に開発する必要があると考えられる研究を対象として選定することとし、さしあたっては前者のカテゴリーに属するものとして平均質炉の研究開発、後者に属するものとしてプルトニウム燃料の研究開発を取り上げる。

### (4) 安全性確保のための研究

原子力開発利用が円滑に推進されるためには、原子力施設の安全性を確保することがなによりも大切である。したがって、研究開発計画においても、安全性確保のために必要な機械的設計の研究のみならず、核燃料、遮蔽、計測制御装置、事故解析、耐震性等に関する問題、さらに間接的に安全対策と関係する諸問題について、特に重点的に調査研究および研究開発を計画する必要がある。もとより原子力施設の設置に際しては、原子炉等規制法等により十分な安全審査を経る必要があり、かつまた核燃料については、特に国家検査制度を考慮する等

万全の策を講ずることとなっているが、これらの対策も、結局その基礎において必要な調査研究が徹底的に行なわれ、確信をもって推進されるものでなければならない。安全性確保のための研究は、各分野の研究開発にまたがるものであるが、この意味において、特にその重要性が強調され、政府、民間が協力して総合的に推進する必要がある。

#### (5) 国際的共同研究

研究開発の推進にあたっては、プロジェクト研究と相並んで、同一研究問題に関係を有する研究機関が協力して業務を分担するとき共同研究を促進する必要がある。このためには、学会等の場を通じ国内各研究機関相互の連絡を密にして研究情報の交換等が能率的に行なわれなければならないが、さらにすすんでは海外研究機関との協力をも積極的に発展させる必要がある。ことに原子力のように新しいしかも広範にわたる分野においては、その研究開発に多大の資金および設備と多くの研究者が必要であり、これらを一国がすべて負担することは容易なことではないから、国内における共同研究の場合のごとく、各国研究機関がそれぞれ特色を有する分野において貢献することにより、国際的な規模で研究成果をあげることが考えておかねばならない。

さきに述べたプロジェクト研究は、かかる見地からみてわが国が国際協力の場において、積極的役割を果たしうるための有力な拠りどころとなることが期待される。

このような国際的共同研究を発展させるためには、海外諸国および関係国際機関との接触を深めることが必要であるので、既存の双務協定および国際原子力機関を通ずる政府間協力をいっそう推進するほか、必要な場合には、他の諸国との間の双務協定の拡大を考慮し、さらに欧州原子力機関あるいはユーラトムのごとき地域機関と新たに協力関係を結び、原子力技術開発のための情報交換を強化し、すすんでこれらとの間の共同研究の推進を考える。

#### (6) 各研究機関の役割

研究開発を効果的に推進するためには、開発の初期の段階にあるわが国としては、各分野の協力が必要であることはいうまでもないが、一方それぞれの研究機関の特色に応じた研究を中心に開発計画をすすめることが必要である。

反面、原子力開発研究がきわめて広範囲であり、かつ開発の初期にあつては、多数の資料と経験の集積を必要とすることにかんがみ、研究の分担を画一的に規定することは、かえって研究の有機的関連を障害し発展を遅らせるおそれがあることも考えられる。したがって、研究開発の過程においては、基礎研究あるいは研究の外延的部分についての研究が重複して行なわれることは当然であるが、それぞれの研究機関が重点をおいて分担すべき役割は、次のごとくであると考えられる。

##### a 大学

原子力開発に関連し、基礎研究を重視すべきことはいうまでもないが、特に核物理、物性論、

素粒子論のごとき基礎科学における研究については大学における研究の発表に期待しなければならない。また、原子炉物理、核工学、核設計のごとき応用科学における基礎研究についても、大学の研究に期待するところが大きい。特に、わが国独自の研究開発を進展させ、諸外国と原子力科学技術の面で肩を並べうるためには、基礎科学から応用科学への進展を効果的に具体ささせる努力が肝要であり、この観点から従来必ずしも十分でなかった大学と日本原子力研究所との間の共同研究または協力をよりいつそう緊密にすることを考える必要がある。

また、原子力の研究開発に不可欠の科学者技術者の養成については、大学における教育にほとんど全面的に依存しなければならないので、この点に関して文部省、大学、原子力委員会等関係者の連絡を緊密にし、効果的教育が行なわれることを期待する。

#### b 日本原子力研究所

原子力の研究開発における日本原子力研究所の役割は、日本原子力研究所法に定めるとおりであるが、特に重要と考えられるのは、第1に大学における基礎研究と並行して行なわれるべき基礎科学分野の研究であり、第2に大学あるいはみずからの行なう基礎研究を基礎として、これを開発目標をもった応用研究へと連繋させるような基礎研究である。すなわち、大学とともに基礎科学における研究および応用科学における研究をすすめつつ、これをみずからの実施する応用科学研究と結びつけ、さらに発展させて応用研究(工学研究)ないし工業化試験研究(実用化研究)を行ない、やがてわが国原子力産業技術の向上に寄与することにより、基礎研究と実用化の間のかけ橋的役割を果たすことである。

第3にわが国として、将来の開発のため重要と考えられる応用研究、たとえば均質炉の研究、プルトニウムの研究等原子力開発の基本計画において要請される研究を行なうことである。

第4には、原子炉、加速器、大型電子計算機等の特殊な設備を必要とするものについて研究開発の中心となるとともに、これら設備を利用する大学、国立および公立試験研究機関ならびに民間企業における研究に広く協力することである。なお、その他の研究施設についても各界の利用に供せしめるほか、特に原子力に関係する科学者技術者を教育し、所要の訓練を行なうことが必要である。

これらの役割を果たすためには、日本原子力研究所は一方において民間企業との間の協体制について十分の考慮を払うとともに、他方前述のごとき大学および国立試験研究機関における研究との間の関係をより密接ならしめることを考える必要がある。このため日本原子力研究所におかれる研究設備の効果的運用をはかる体制を一段と強化し、さらに日本原子力研究所から大学および民間研究機関への委託研究制度を確立するほか、大学教授あるいは民間研究者等の協力が得られるごとき方策の実現をはかるべきである。

#### c 原子燃料公社

原子燃料公社の役割は、原子燃料公社法に定めるとおりであり、粗製錬および精製については、従来の技術を改良進歩せしめるための研究を引き続きすすめるほか、前期段階におい

では、燃料要素検査技術の確立、再処理技術の研究、遠心分離法によるウラン濃縮の研究等について原子燃料公社が研究開発推進の重要な役割を受け持つものとする。特に、ウラン濃縮に関する研究については、今後の動向とも関連するが、1970年代に入れば、国内においてウラン濃縮を実施する必要性が生ずることも予想されるので、関係機関の協力を得つつ日本原子力研究所および原子燃料公社において漸次研究を強化することを考える。

また、プルトニウム燃料の研究については、燃料としての有効利用をはかることの重要性にかんがみ、日本原子力研究所と原子燃料公社との共同研究体制を確立し、ここを中心として強力に研究開発を推進する。

#### d 放射線医学総合研究所

放射線医学総合研究所における研究開発については、放射線医学に関する全般的基礎研究を推進するほか、放射線を診断および治療に利用する面と、放射線による障害の治療に利用する面とがあるが、さらに放射線障害防止のために必要な人員の養成訓練を受け持たせる。これらはわが国の原子力平和利用を正常かつ健全に発展させるうえに重要な意義をもつものであるから、その研究成果がつねに実際の原子力開発利用面に反映するよう措置する必要がある。

#### e 国立および公立試験研究機関

国立および公立試験研究機関においては、それぞれの機関の特色および地域性を発揮するとき分野における研究開発を行なう。この場合、研究項目の若干の重複は、あるものと考えられるが、各機関相互および日本原子力研究所等との間の連絡および協力については、今後その緊密化についていつそう努力する必要がある。

#### f 民間における研究開発

原子力関連技術が実用化にまで発展するためには、民間企業が受け持つ応用研究および工業化試験研究の果たすべき役割はきわめて大きい。原子力の分野においては、当面海外から導入した技術の消化およびこれを基盤とする技術の改良発展に研究努力の大部分が向けられるものと考えられるが、同時に国内技術の萌芽の育成についても意をそそぎ、自主的創造力の伸長による今後の発展を期待する。この場合、大規模高価な研究施設を必要とするものについては、日本原子力研究所等に設置する施設を有効に利用しうる方策を講ずるとともに、長期計画との関連において、特に開発段階における国の育成が必要と考えられるものについては、委託費、補助金等により民間の研究開発の促進をはかる。

### (7) 研究開発計画の要点

#### a 基礎研究

i) 科学としての基礎研究は、幅広く科学技術の基盤を培養し深化させていくためのもので

あり、一方応用化につながる基礎研究は、原子力開発の基礎的技術水準を向上させつつ開発の目標へ向うところにその役割がある。原子力開発利用を真に発展させるためには、これら基礎研究の充実と深化をはかることが大切である。

- ii) 基礎研究のための研究施設は、研究手段の進歩に伴いより大規模化し高級化するので、これら施設を大学、国立およびこれに準ずる試験研究機関にそれぞれの部門に応じて設置するとともに、広く関係研究者の利用に供する措置を講ずる必要がある。
- iii) 基礎研究の推進にあたっては、国内各研究機関相互の連絡を密にするほか、海外諸国との間の情報交換および研究の交流を促進する。

#### b 動力炉の研究開発

- i) 動力炉開発においては、まだ最適の炉型を最終的に決定しうる段階にないので、今後の進展とにらみ合わせつつ効果的かつ弾力的な研究開発を行なう必要がある。
- ii) 現在、海外において実用段階にあるガス冷却炉および軽水冷却炉の開発は、主として海外技術の導入により民間企業が行ない、日本原子力研究所はその改良研究に協力する。
- iii) 半均質炉の開発は、プロジェクト研究として日本原子力研究所が中心となり強力に推進するものとし、これに民間企業等が協力する。
- iv) 将来の核燃料サイクルを確立するため、高速中性子増殖炉等の研究開発を日本原子力研究所においてすすめる。

#### c 前期 10 年における原子炉、関連機器および材料の研究開発

- i) 原子炉の設計、フード計算等の基礎研究を推進するため、日本原子力研究所に大型電子計算機をおく必要がある。なお、これと関連して設計フードセンターを設けることが望ましい。
- ii) 軽水冷却炉の研究開発については、動特性、核過熱等の研究に JPDR を最大限に活用する。
- iii) ガス冷却炉の研究開発については、炉の高温高压化に重点をおく。
- iv) 民間企業の行なう研究開発のうち必要なものに対しては、国が適当な助成策を講ずる。
- v) 燃料および材料の開発のために日本原子力研究所に材料工学試験炉をおき、関係機関の効率的な共同利用をはかる。
- vi) 大学における研究教育を推進するため、臨界実験装置および教育用研究をさらに充実することが望ましい。

#### d 核燃料の研究開発

- i) 製錬に関する研究は、原子燃料公社および民間企業において行なう。
- ii) 実用化に近い原子炉用燃料の加工に関する研究は、主として民間企業において行ない、この場合必要なものについては、海外からの技術導入を期待する。

- iii) 検査技術に関する研究は,原子燃料公社において行なう。
- iv) ウラン濃縮に関する研究開発については,日本原子力研究所および原子燃料公社において行なう。
- v) 再処理の研究開発については,日本原子力研究所および原子燃料公社の共同研究としてすすめる。
- vi) 半均質炉の燃料およびその再処理に関する研究開発は,日本原子力研究所において行なう。
- vii) プルトニウム燃料の研究は,原子燃料公社および日本原子力研究所をもって特別の研究開発体制を設けて強力に推進する。
- viii) トリウム燃料の研究は,熱中性子増殖炉と関連し,日本原子力研究所,国立試験研究機関および民間企業において行なう。

e 原子力船の研究開発

- i) 第 1 船は,1968~1970 年までに建造運航せしめることを目標とし,この第 1 船の建造をもって国産化をすすめるうえの有効な手段として最大限に活用する。
- ii) 船体関係については,海外からの需要の可能性を考慮し,できるだけすみやかに研究開発をすすめる。
- iii) 推進用原子炉号については,第 1 船に対しては軽水冷却炉を考え,その技術は,海外からの導入によるが,できるだけ国産化を可能とするための研究を推進する。
- iv) 将来の発展可能住を考え,原子力潜水商船等の調査研究をすすめる。
- v) 主として原子力船開発のための遮蔽研究にあてるため,スイミングプール型研究炉を日本原子力研究所におき,関係機関の効率的共同利用をはかる。

f 核融合反応の研究

- i) 核融合反応に関する研究は当面は高温プラズマ現象の理解を深め,プラズマ実験の技術的基盤を養なうことに重点をおく。
- ii) 高温プラズマの物理的解明については,プラズマ研究所の研究成果に期待する。
- iii) 高温プラズマの実験研究については,従来に引き続き各試験研究機関においてすすめる。
- iv) 海外および国内の研究成果から,将来大規模の実験が必要となった場合は,プロジェクト研究として取り上げ,相当規模の実験設備を建設し,研究規模を拡大する。
- v) 高温プラズマ工学との関連において,直接発電方式についても日本原子力研究所を中心に調査研究をすすめる。

g アイソトープ利用の研究開発

- i) アイソトープおよびその放射線の利用研究については,農業,生物,医学および工学への利用に関し,引き続きその促進をはかる。

- ii) 特に工業への利用の発展の余地が大きい事情にかんがみ,この分野への利用研究については,いっそうの推進をはかる。
- iii) アイソトープの需要は,今後ますます増大すると考えられるので,アイソトープの国内生産に関する研究をすすめる,特に生産価格の低下をはかるものとする。
- iv) 計画の前期段階において,放射線医学総合研究所を中心に医用原子炉を設置することを考える。

#### h 放射線化学の研究開発

- i) 放射線化学は新しい分野であり,今後大きな発展が予想されるので,広範囲にわたる研究開発を積極的に推進する。基礎研究については,大学,国立および公立試験研究機関においてすすめるほか,民間試験研究機関における基礎研究の育成をはかる。
- ii) 放射線化学の中間規模試験,放射線工学の開発等を強力に推進するため,なるべく早い時期に日本原子力研究所に中央研究機構をおくことを考える。
- iii) 中央研究機構には,大規模放射線源をおき,関係各機関,特に民間研究機関との効率的共同利用をはかる。また,将来は化学用原子炉をおくことを考える。

#### i 放射線障害防止の研究

- i) 放射線障害防止の研究については,新しい分野であり,かつ重要な問題であるので,放射線医学総合研究所が中心となり,大学,国立試験研究機関等と協力して積極的に推進する。
- ii) 当面の研究課題としては,生体に及ぼす放射線の影響,環境汚染,許容量に関する研究,予防,診断,治療に関する研究および事故時対策の研究を取り上げる。

#### j 原子炉安全対策の研究

- i) 原子炉安全対策の研究は,日本原子力研究所,国立試験研究機関,大学,民間企業の協力により強力に推進する。
- ii) 研究内容としては,安全設計に関する研究,遮蔽に関する研究,計測制御および安全保護装置に関する研究等のほか,わが国の特殊事情にかんがみ,特に耐震性に関する研究を重点的に取り上げる。
- iii) 原子力船の安全対策に関する研究は,上記の研究に合わせ,その特殊性に対応する研究を関係機関においてすすめる。

#### k 廃棄物処理の研究

- i) 今後アイソトープ利用をはじめ,原子力開発利用が発展するに伴い排出される廃棄物の量は,ますます増加するので,適当な時期に廃棄物処理のための機関を新設するほか,日本原子力研究所,国立試験研究機関および民間企業の一部において廃棄物処理の研究を

推進する。

- ii) 廃棄物処理の研究については、液体、気体および固体廃棄物の処理に関し、それぞれ研究をすすめるが、さらに将来の必要性に備えて、海洋投棄に関する研究を積極的に行なう。

## 2. 基礎研究

### (1) 基礎研究の必要性と範囲

原子力の開発利用に関する研究は、原子力委員会における総合的調査研究をはじめとし、大学、日本原子力研究所、国立試験研究機関等における基礎科学および応用科学の分野での基礎研究、さらに民間企業を中心としてすすめられている実用化のための試験研究に至るまできわめて広範囲にわたっている。これを原子炉の開発についてみれば、大学において行なわれている素粒子、核物理等の基礎科学における研究が広い基盤となり、このうえに原子炉物理等の応用科学における基礎研究が、原子炉の実用化への発展の基礎となる。さらに、核設計あるいは炉設計のための応用研究の段階を経て工業化、実用化のための試験に至って初めて原子炉の建設に着手しうることとなる。原子力開発研究の底流をなしている基礎および応用科学における基礎研究は、その研究の方向性について規制し、あるいは計画性についてうんぬんされる性質のものではなく、幅広く潜在的能力を向上させていくべきものと考えられる。一方、これら科学としての基礎研究から発展し、原子力開発利用のために直接有効に働くべき基礎研究、すなわち、原子炉の開発のごとき特定の目的のための基礎研究は、おのずからその範囲が限定され、研究の焦点は明らかとなるであろう。

### (2) 大学、日本原子力研究所、その他研究機関の役割

科学としての基礎研究と原子力開発の基礎研究は、その方向性、計画性において差異を有するものの、原子力開発の基礎研究が科学としての基礎研究を基盤として発展するかぎり、両者の間には有機的な連携を保つよう配慮されなければならない。また、原子力の開発利用という究極の目標を効果的に達成するためには、研究開発の分担も同時に考慮すべきである。基礎研究全般についてみると、特定の開発目的に直接関連を有しないものは、主として大学において分担し、将来の具体的目標へ向って発展させるための基礎研究は、主として日本原子力研究所および国立試験研究機関を中心としてこれに民間企業も協力していくべきであることは、それぞれの研究機関の性格からみても明らかである。もちろん、科学としての基礎研究と開発のための基礎研究の間には、画一的な境界を示すものではなく、したがって両者の研究の分担も十分な弾力性を持ったものであるべきことは、当然である。これら研究機関の相互の連絡を緊密化するために、有効な研究討論の場をつくり、各研究機関が容易に参加できる機会を設けることが必要である。

### (3) 基礎研究の規模と施設

原子力開発の潜在的技術水準を向上させつつ開発の目標に向うということが基礎研究の

役割と考えられ、特に科学としての基礎研究には、広い幅が要求されるので、今後 10 年ないし 20 年の原子力開発においては、基礎研究が占める比重は、ますます増加するものと思われる。

同時に基礎研究のための研究施設は、研究手段の進歩により大規模化、高級化することになり、これに伴う研究費も次第に高額のものとなることが予想される。たとえば核物理および炉設計における理論的分野の研究では、条件等がますます複雑化するにつれて、中型電子計算機で処理できない問題が山積しつつある現状にかんがみて、高速大容量の電子計算機は、必要欠くことのできない状態にたりつつある。さらに、核物理、素粒子における基礎研究推進のためには、大型加速器共同利用という観点から設置が考えられなければならない。その他固体物理、化学あるいは生物学等の面においても、特殊大規模の施設が要求されるものと思われる。

これらの施設は、大学、国立試験研究機関ないしはこれに準ずる公的研究機関にそれぞれの部門に応じて設置し、広く関係研究者の利用に供するよう措置するとともに、その運営にあたっては、適当な機構を設けて有効利用をはかることが望まれる、また、これら施設の共同利用に伴う関係研究機関の共同研究体制の促進も必要である。

#### (4) 国際交流の必要性

基礎研究の推進にあたっては、前述のごとく国内各研究機関の相互の連絡を密にし、また基礎研究、応用研究の過程における研究機関と産業界との連携をはからねばならぬことは当然であるが、さらに海外諸国との情報の交換および研究の交流も同時に考慮しなければならない。すなわち、科学としての基礎研究あるいは開発の目標を明らかにしている基礎研究において、その包含する広い分野のうち、独自の構想に基づき新しい開発が進展する研究も考えられるが、他方、研究開発を効果的に進展させるためにはできるだけ多くの国際的研究討論の機会をもつこと、あるいは共同研究をすすめることがきわめて有効な手段と考えられる。原子力先進諸国の動向をみると、研究開発、特に基礎研究の協同化が発展しつつあるから、今後諸外国との情報交流を強化し、さらに進んでは国際的共同研究もしなければならない。諸外国との研究交流の一環として、学術的討論会等へは、積極的に参加するとともに、わが国においても国際会議の開催を企画することが望まれる。

### 3. 原子炉の研究開発

#### (1) 各種動力炉の評価と研究開発方針

内外における最近の動向及び見通しからみて、原子力の動力利用が経済性をもつようになるのは、1970 年ごろと予想されるので、前期 10 年の開発段階においては、動力炉の国産化を目標として発電炉をはじめとする原子炉の開発を強力に推進する。開発の対象となる原子炉の選択は、今後約 10 年の間における諸外国の進展を勘案がかなりすすんでおり、一方半均質炉については、日本原子炉の開発が有望視されているので、わが国における原子炉の開発は、これら三つの炉形に重点をおいて推進をはかる。

さらに、有機材冷却炉、重水減速炉、高速中性子増殖炉および水性均質炉についても、将来の発展が予想されるので、これらに関する研究の推進をはかるのが適度である。

#### a 軽水冷却炉

軽水冷却炉は、主として米国において早くから開発がすすめられ、すでにかんりの運転実績をもっているが、今後さらに加圧水炉では炉内の体沸騰を許すととも炉では炉心での蒸気含有量を高くし単一サイクルにすることに等によって建設費が低下するものとみられ、1970年ごろには経済性をもつにいたるものと期待される。

また、わが国においても本形式炉の開発がすすめられており、近い将来建設が予想される発電炉は、この型式のものが多いと思われるので、1970年代初めを目標として実用規模の動力炉を国内メーカーが主体となって建設に必要な技術の確立に推進する。本形式炉建設に必要と考えられるが、その技術の育成をはかるためには、さらに重点的に助成措置を講ずる必要がある。

軽水冷却炉の開発の推進にあたっては、さらに有利な経済性を獲得するために、炉内出力密度の増加、コンテナ、冷却系、安全装置等の設計の合理化、核過熱方式の採用、燃料成型加工費の低下、燃焼度の増加等の研究が必要である。これらの研究は、民間企業が主体となって推進すべきであるが、核物理、原子炉設計等の基礎的問題、JPDR を使用しての各種実験的研究等は、日本原子力研究所が主体となり、これに民間企業が参画する形をとるのが適当である。JPDR については、今後の開発と見合って、開発段階の後半において、核過熱方式についての研究を行なうことも考慮する。

#### b ガス冷却炉

ガス冷却炉は、天然ウランを使用する場合には、設計の自由度が小さく、運転温度の高温化、炉の小型化という経済面からの要求を十分に満たしえない面もあるが、燃料要素を中空にすること等による表面積比の増加あるいは運転圧力の上昇によってある程度の改良が可能であるし、また低濃縮燃料を用いることによって設計の自由度を増し、運転温度の高温化と炉の小型化が行なわれることにより、すぐれた経済性が得られるものと思われる。さらに、被覆材を黒鉛にすることによって運転温度のいっそうの高温化をはかることが考えられる。

これらの状況からみて後期 10 年の間には、このような改良型の高温ガス冷却炉の実用化が可能となる見通しがあるので、わが国においても本形式炉の研究開発をすすめる必要がある。前期 10 年においては、燃料、燃料被覆材、黒鉛の処理、炉心構造等基本的問題に関する研究を促進する。

#### c 半均質炉

海外における最近の動向からみても、半均質炉は、本計画の後半すなわち 1970 年代において実用化し、すぐれた動力炉となる可能性が考えられ、またトリウムを燃料として利用しうる

利点もあるので、日本原子力研究所をはじめ関係機関の技術を傾注して研究開発に努力を集中すべきであるとする。このため、日本原子力研究所を中心とするプロジェクト研究として強力に推進する。

日本原子力研究所においては、当初高温ガス、冷却炉としてのみ考えられていたが、現在までの調査研究の結果、海外諸国においてもまだ手をつけていないビスマス、冷却の構想も有望と考えられるに至ったので、開発段階の前半においては、ビスマス、冷却炉としての開発にもかなりの重点をおく。すなわち、ビスマス技術の開発、半均質炉用燃料の開発をはじめ、各種技術的問題点の解明につとめ、動力炉としての可能性の評価をたしかめる。その結果有望と認められる場合には、開発段階の後半において実験炉の建設を考えるものとし、強力に開発を推進する。さらに要すれば動力試験炉まで発展させることを考える。

#### d 有機材冷却炉

有機材冷却炉は、現状ではなお不確定な要素が多いが、有機材の諸特性からみて発電、船舶推進用等の原子炉として将来有望であると考えられる。わが国においては、海外における開発の進展とにらみ合わせつつ日本原子力研究所、民間企業等において、伝熱研究、有機材の研究基礎的研究を推進する。

#### e 重水減速炉

重水炉は、重水が高価であるため、動力炉の開発に遅れているが、本型式炉においては、天然ウランの使用が可能であり、また蒸気を冷却材とすることによる核過熱の可能性も考えられる。本型式の炉については、海外の開発状況を参考としつつ、JRR-2、JRR-3等を利用して日本原子力研究所を中心として研究を進める。

#### f 高速中性子増殖炉

高速中性子増殖炉は、早くから開発が進められているが、増殖をねらうために技術的に困難な問題が多くまだ実用段階にはほど遠い状況にある。この炉の理想的形態は、プルトニウム燃料炉であるが、プルトニウム技術は、まだ確立されていない。本型式炉は、増殖と経済性を両立させた設計が困難であるが、セラミック燃料またはサーメット燃料を用いれば、10年程度の倍加時間は可能であり、燃焼度が大きくなるのですぐれた経済性が期待できる。したがって、開発段階の前半においては、プルトニウム燃料の取扱い、処理、加工等の技術、ナトリウム技術、燃料要素の熱的特性等の技術を推進し、開発段階の後半において研究開発の進展と見合せて実験を建設することを考慮する。

#### g 水性均質炉

水性均質炉については、その将来性は、なお未知数であるが、資源的に見た場合、トリウムの有効利用という利点があるので、さしあたっては基礎的研究を継続する。

## (2) 前期 10 年における動力炉および関連機器,材料の研究開発

### a 原子炉設計

#### i) 原子炉物理に関する研究

原子炉物理に関する研究については,今後の急速な発展にまつところが大きい。理論的研究の分野においては,原子炉の核物理的特性および諸現象の理論的解析を積極的に推進するとともに,実験データとの照合を行なうことが必要である。このためには,臨界実験装置その他による実験結果の集積が研究の促進にとって欠くことのできないものであると考える。

原子炉理論の数値解法に関しては,日本原子力研究所および民間企業において,中型計算機を用いたコードが開発されつつあるが,2次元を考慮した場合の臨界計算,燃焼度計算,遮蔽計算等をより適切に行なうために,大型計算機の設置が必要である。このため,日本原子力研究所に大型計算機を早急に設置してコードの開発を行なうとともに,一般の共同利用に供することとし,組織的な共同開発を行なうことが適当である。さらに,前期の半ばごろには,大学,民間企業等にも数台の大型計算機が設置されることを期待する。

わが国においては,実験的研究の分野が遅れているので,臨界未満実験装置,臨界実験装置等の設置を促進するとともに,実験データの蓄積,新しい実験方法,測定方法の開発を早急に行なう必要がある。これらの実験装置としては,簡単な教育訓練用のものから高温,加圧状態で測定可能なものまで各種のものが必要であり,前期段階において大学,日本原子力研究所,民間企業等に 20 基程度設置されることを期待する。

#### ii) 原子炉の熱設計に関する研究

原子炉の熱設計は,在来のプラントに比較して苛酷な条件にあるので,その研究は,特に重要である。わが国では,日本原子力研究所および民間企業に熱伝達実験ループを設置し各種の実験が行なわれているが,今後はこれらの研究を継続するとともに,JPDR の実験結果をもとにして普遍性ある結果を得るよう努力する必要がある。

重要な研究課題としては,焼損,圧力損失,流型等熱伝達および流動に関する諸現象の理論的な解析,高温高压軽水実験ループによるボイドの発生分布,燃料体の焼損,2相流の流れの分布および振動,圧力損失,サブクーリング,局部沸騰,体沸騰等に関する研究:有機材実験ループによる粘性および熱伝達率の変化,熱および放射線による有機物の分解重合,転移温度等に関する研究:高温高压ガス実験ループによる熱伝達率,流体抵抗,温度の関連についての研究:JPDR を利用してのボイドの反応度と与える影響,放射線下における沸騰または焼損,燃焼棒の熱伝達率の時間的変化等に関する研究が考えられる。

これらの研究は,広範で多数の資料を必要とするので,日本原子力研究所ならびに民間企業において相互に密接な連携を保ちつつ進めることが適当である。

#### b 原子炉の制御および動特性

原子炉の制御および動特性の問題は、原子炉の安全性につながるものであり、引き続き研究の促進をはかることが必要である。特に、従来欠けていた実験データの解析と新しい研究方法の開発に重点をおき、日本電子力研究所と民間企業の協力のもとに、動特性と制御の最適化設計研究、多数情報を取扱うコントロールコンピュータおよび原子炉の計数制御方式の開発研究等を行なう必要がある。

#### c 動力炉の改良のための研究開発

将来の動力炉の改良発展のためには、炉心部領域数と燃料取替方法、燃料の燃焼度との関連を明確にするための理論および実験面における研究、可燃毒物を含んだ炉心に関する研究、過熱蒸気の採用に関するプラントの設計研究、核過熱炉の制御方式、中空燃料棒の熱特性等に関する研究を前期 10 年において行なうことが必要である。なお、諸外国における開発の動向と関連し、開発段階の後半において、JPDR に核過熱インパイルループを設け、核過熱炉の熱特性の研究を行なうことを考慮する。

#### d 燃料

燃料の研究開発は、前期 10 年の初期において、従来から開発されつつある技術の完成およびその改善のために研究を重点として（推進する。一方、将来の動力炉の発展を考慮しつつ、各種新型式の燃料の開発についても広く基礎研究から着手し、開発段階の後期においては、従来から開発された燃料の生産と新しい型式の燃料の実用化研究とを並行的に推進する。

コールダーホール改良型発電炉用燃料の国産化については、海外技術の導入を考慮するとともに、新しい燃料用合金あるいは改良された合金の開発を漸次進めるものとする。この面の研究は、主として民間企業を中心として行ない、これに各研究機関が協力する。

軽水冷却炉用燃料についても、海外からの技術導入を考慮し、二酸化ウランペレットの量産化に関する研究は、民間企業の自主的開発に期待する。また、製造コストをより引き下げるための押出法、スウェーピング法等新しい成型法の研究について引き続き推進する。

さらに、将来の動力炉の発展の見通しとの関連において炭化ウラン等のセラミック系燃料およびサーメット系燃料あるいは二酸化ウラン-二酸化ナトリウム系、炭化ウラン-炭化ナトリウム系等の新しい燃料の研究開発も前期 10 年の半ばごろから積極的に進めることを考慮する。

セラミック系燃料の被覆、その燃料要素への組立て等の技術については、民間企業の自主的開発に期待する。

#### e 材料

従来から開発されつつある材料については、その技術の完成およびその改善のための研究に重点をおき、前期 10 年の半ば以降において量産化のための研究を行なう。なお、新材料の

開発についても積極的に研究を推進する。

また、照射試験による材質の最終的な確認、構造物として用いる際の加工、溶接およびこれらの検査法の確立について、重点的に研究を実施するものとする。

i) 減速材、反射材および冷却材 重水については、年間数トンの生産を行なう技術は、民間企業においてほぼ完成しているが、今後の重水炉の開発状況および重水需要の見通しからみて、さらに大量の重水が必要な場合には開発段階の後半ごろから大量生産に適した工業化のための試験研究を民間企業において漸次行なうことを考慮する。

減速材および反射材に使用する高純度、高密度の黒鉛については、主として民間企業において研究され、その製造技術は、一応確立されているが、将来の動力炉に使用されると考えられる不透過性黒鉛材料の開発は、これらの炉の開発と並行して民間企業に期待する。

有機材については、開発段階の後半までに炉外および炉内試験を実施するとともに、その精製の研究、新しい有機材の開発研究等を日本原子力研究所を中心として行なう。

ii) 被覆材料 燃料被覆材については、マグネシウムおよびその合金、ステンレス鋼、ジルコニウムおよびその合金等に関して研究開発がすすめられ、かなりの成果を収めているが、それらの実用化のためには、なお寸法精度のよい加工法、肉厚公差の核的性質に及ぼす影響、欠陥検査法、炉内照射試験等の問題が残されている。これらの研究は、民間企業の自主的開発にまつ面も少なくないが、腐食試験、照射試験等については、日本原子力研究所、国立試験研究機関および民間企業の連携を密にして研究開発をすすめ、早期に国産化しようよう努力する。

酸化ベリリウムの精製、成型加工の研究、ベリリウムの精錬、加工法の研究は、一部行われているが、前期10年においては、海外における開発状況を勘案しつつ、暫時ベリリウムの経済的生産方式、加工法等の研究を行うこととする。

鉄-アルミニウム合金、鉄-アルミニウムをもととし、これに2,3の元素を加えた合金等の新しい被覆材についても、その改良研究、加工研究等を行ない、漸次その実用化を促進することとする。

iii) 構造材料 ステンレス鋼は強度および耐食性においてすぐれているが、ステンレス鋼中に含まれるコバルトが誘導放射能を帯びるという欠点がある。したがって、ステンレス、鋼の代わりに誘導放射能の少ない炭素鋼あるいは低合金鋼を使用することも考えられるので、炭素鋼からの腐食生成物の処理、溶接後の焼鈍等について研究する必要がある。

炉心周辺に使用するステンレス鋼、炭素鋼等の構造材料についての放射線照射による特性の研究は、日本原子力研究所が中心となってすすめ、十分な資料を蓄積することが望まれる。

ステンレスクラッド鋼板は、わが国でも試作されているが、その均一性、機械加工性については、今後研究を進めるものとし、また肉盛溶接技術についても、研究が進められかなり好結果が得られているが、実際の建設にあたり、設計、工作法、検査法などについて技術を開発する必要がある。

iv) 制御材 制御材料として使用されるボロン銅,ボロンステンレス鋼,ハフニウム等については,わが国においてもこれらの溶接研究がすすめられているが,今後は主としてその加工技術についての研究開発を民間企業に期待する。

また希土類系の制御材も,近時着目されているので,これらの技術開発についても考慮する。

#### f 関連機器

原子炉に使用される各種の機器については,従来から民間企業によって研究がすすめられ,また政府も助成策を講ずるなどその促進をはかってきたが,当面は軽水冷却炉およびガス冷却炉用機器をおもなる対象とし,その国産化を目標とする。

圧力容器,循環ポンプ,弁,熱交換器,気水分離器,制御棒駆動装置,制御および安全回路等の設計,製作に関する研究開発を民間企業が中心となって進める。

### (3) 半均質炉

#### a 設計研究

つねに最新の実験データおよび調査結果をもととして,実験炉,原型炉,動力炉の概念設計を行ない,より完成したものへと近づけていく努力を続ける。

半均質炉臨界実験装置により各種の炉定数を,またループによる熱伝達実験等により設計上必要な各種データを集め,実験炉の本格的な核設計,熱設計および構造設計を行なう。このため,早急に日本原子力研究所に大型計算機の設置を行なう必要がある。

#### b 燃料

半均質炉燃料として,二酸化ウラン,黒鉛系燃料とするか,炭化ウラン-黒鉛系燃料とするかについては,炉設計における最高温度によって決定されるものであり,当分の間並行して研究をすすめるが,炭化ウラン燃料の開発については,他の炉型式にも応用しうるものであり,また高温炉燃料としての可能性からみても特に重点をおく必要がある。なお,炭化トリウム等ブランケット部分の燃料についても研究をすすめる。

高温,高中性子束下における核分裂生成物の挙動および燃料の物理的・化学的性質の変化を研究するため,高温常圧ガスループおよび高温高压ガスループによる実験を行なう。

その他,ガス状核分裂生成物の連続除去等の問題点の解明を行なう。

再処理については,物理的または簡単な化学的再処理が行なうことが,二酸化ウラン-黒鉛系燃料の一つの利点と考えられるので,その可能性を確かめるとともに,半均質炉燃料に最も適した再処理法の開発についてさらに研究を進める。

#### c 材料

ビスマスについては,国産ビスマスの不純物等の検討を行なうとともに,その品位向上の

ための工業的研究を推進する。多量のビスマスの溶解,凝固,再溶解,注入,注出,等その取扱い技術を修得するとともに,ポンプ,弁等のビスマスに対する共存性の試験を行なう。ビスマスからの  $^{210}\text{Po}$  の生成は,種々の問題を生ずるので,インパイル,カプセル試験等により  $^{210}\text{Po}$  の挙動を解明するほか,その除去についての研究を行なう。

鉄鋼材料については,現在ビスマスに使用しうるものは低クロム鋼であるとされているが,これを中心としてさらに耐食性,機械的強度,溶接性の良好な材料の開発研究を行なう。

非鉄金属材料としては,ビスマスに対しては,ベリリウム,モリブデン,タンタル,等が非常にすぐれた性質をもっているが,これらはきわめて高価であるので,鉄表面の被覆,鍍金等の方法を開発する必要がある。

黒鉛は,ビスマスに対してきわめて安定な物質であるが,黒鉛を使用する場合の最大の問題として黒鉛中へのビスマスの滲透,高温における黒鉛の性質の解明等がある,そのため,ビスマス・アップテイク装置,インパイル・カプセル試験装置等によりビスマスの黒鉛中の吸収,放射線照射下でのビスマス-黒鉛の開発研究を行なう。さらに,鋼表面への黒鉛の被覆については,機械的強度,熱的強度について研究開発をすすめる。

なお,ガス冷却の場合,重要な問題である黒鉛とガスとの間の反応についても研究をすすめる。

本炉については,液体カドミウムにより制御を行なう構想があり,その可能性を検討するためカドミウム,ビスマスに耐食性のある金属の開発研究を行なう。

#### d 総合工学試験

実験原子炉を模擬した総合工学試験装置を前期 10 年の半ばごろに完成し,従来小規模に行なわれてきた各種実験と対比しつつ,実験原子炉の炉体構造についての工学的研究,冷却材の流動と伝熱の総合的研究をはじめ,各種の総合的工学実験を実施し,工学面における平均質炉の性能を検討するとともに,さらに実験炉建設のため必要なデータを得る。

#### e 実験炉の建設

開発段階前半の研究の結果に基づき,優秀な動力炉としての可能性が認められた場合には,後半には実験炉を建設し,さらに強力に発開を推進する。前半の研究の結果,ビスマスが冷却材として技術的に必ずしも適当でないことが判明した場合には,高温ガス冷却炉としての開発一本にしばって推進する。

#### f 発開の態勢

平均質炉の研究発開は,これまで日本原子力研究所においてすすめられてきたが,今後わが国における原子力開発のプロジェクトの一つとして研究開発をすすめていくため,日本原子力研究所を中心とし,関係研究機関および民間企業が有効に協力しうる態勢を固める必要がある。

#### (4) 増殖炉

##### a 高速中性子増殖炉

高速中性子増殖炉の開発は、すでに海外でもかなり強力に進められているが、わが国としては、最終的な理想的形態を目標とし、日本原子力研究所を中心として研究開発を促進する必要がある。この場合、海外における技術情報を十分に吸収し、国内でも開発が可能と思われるもの、安全性等に直接関係のある部分で実験的研究の必要な技術等を将来に備えて重点的に開発する、なお、将来の形態として、プルトニウムを使用するセラミックまたはサーメット燃料炉を目標とするのが適当である。以上の趣旨に沿って今後の研究開発を次のように推進する。

##### i) ナトリウム技術

ナトリウムについての主要な問題は、空気または水との反応およびナトリウムによる腐食である。これらについては、すでに試験ループによる研究が民間企業で行なわれているが、今後さらに日本原子力研究所の研究炉を利用したインバイルループを設置し、ナトリウム冷却に伴う腐食や熱伝達特性についての研究を行なう。一方、ナトリウム冷却に関連した機器についても、将来の国産化をめざして開発をすすめる。

##### ii) プルトニウム技術

プルトニウムは、毒性があるうえに放射性が強いため、その取扱いが困難である。したがって、まずその取扱いに習熟するとともに成型加工法の研究を行なう。さらに進んでセラミックまたはサーメット系について熱的特性の研究、放射試験等行なう。

##### iii) 炉物理および制御

高速中性子増殖炉の場合には、核定数の解明は、炉の安全性確保のため、また炉心設計の最適化をはかるため特に重要である。このため、高速領域を臨界未満とし、若干の熱中性子を混用した臨界実験装置を日本原子力研究所に建設し、核断面積、遅発中性子割合等を明確にする。一方、高速中性子炉の制御についての研究をも行なう。

##### iv) 実験炉の建設

以上の研究成果をもとにし、さらに海外技術情報をも取り入れたうえ、前期段階の後半または後期段階の前半に小規模の実験炉を建設し、これによって主として安全性に関連した研究を行ない、さらに進んで実用規模炉のための工学的研究を推進する。

##### b 水性均質炉

水性均質炉の研究開発は、すでに海外においてかなり以前からすすめられているが、燃料溶液、スラリー等に関する困難な問題があるため、まだ実用化の時期にはかなり遠い状況である。したがって、わが国としてもいま直ちに動力炉を想定した研究は行わず、当分は日本原子力研究所の臨界実験装置を使用し、これらの基礎的な研究に重点を置いて研究を進め、海外における発展とにらみ合わせて実用炉のための関連機器の開発等を行なう。

以上のような趣旨にそって今後の研究開発を次のように推進する。

i) 炉物理

水性均質炉の基礎研究としては,中性子経済,増殖率,燃焼度長期変化,臨界実験装置による核定数の解明等の研究を行なう。

ii) 燃料溶液

炉心燃料としての硫酸ウラニル水溶液の高温,高圧下における安定化,腐食等について研究を行なう。

iii) スラリー

ブランケット親物質としての酸化トリウムスラリーを一様に懸濁させる技術,高温,高圧放射線下でのスラリーの安定性,腐食,浸食等に関する研究を行なう。

iv) 実験炉の建設

以上の研究成果および海外での発展状況からみて,動力炉として有望であることが明らかとなった場合には,小規模の実験炉を建設することを考える。

(5) 試験研究用原子炉の設置

a 遮蔽研究用原子炉

遮蔽構造の設計に必要な放射線と遮蔽材,構造材との各種反応の確率および放射線源については,現在でも未知の分野が多く,実際の遮蔽設計は,大きな安全率で補足されている。この安全率の使用は,既存の研究用原子炉,発電用原子炉の遮蔽においては,問題とはならないが,船舶推進用原子炉のように重量および容積を制限されるものの開発においては,遮蔽設計の資料を得るための基に研究,実物大模型を利用した実験研究等が経済的にも重要な意味をもってくる。

このような見地から,従来原子力開発における弱点となっていた遮蔽に関する基礎研究をすすめるため,早急にスイミングプール型原子炉を主体とする遮蔽研究施設を日本原子力研究所に設置し,原子炉の遮蔽に関する総合的研究を行なう。施設の運営にあたっては,日本原子力研究所と関係機関の共同利用をはかることとする。

b 材料工学試験炉

材料試験のための施設は,比較的小規模な照射試験と大規模な工学試験によって異なるが,工学試験において圧力,温度,流量,中性子束,熱流束,形状等について,実際の炉の運転条件になるべく近い状態を実現する施設が望ましい。

このため,実用炉を一部材料試験に利用することも考えられるが,研究を効果的に進めるためには,専用の材料工学試験炉を設置することが適当である。したがって,炉型,規模,運営方法について早急に調査を行ない,開発段階のできるだけ初期に日本原子力研究所に設置するものとする。

#### c 化学用原子炉

原子炉において発生する放射線および熱エネルギーを、直接化学プロセスに使用することを目的とする化学用原子炉については、日本原子研究所を中心として調査および必要な基礎研究を行ない、実用化の見通しを得た場合に建設を行なうものとする。

#### d 医用原子炉

中性子線による治療の研究、生物および人体への中性子線の影響ならびに障害の研究等を行なうため。放射線医学総合研究所を中心として調査研究を行ない、日本原子研究所の協力を得て、その設置を考慮するものとする。

### (6) 原子炉の研究開発プログラム

原子炉の開発利用については、研究施設としての研究炉および材料工学試験炉建設とともに、将来実用化される可能性のある各種動力炉についての開発と連携せしめつつその方向を明らかにする必要がある。

かかる観点から原子炉の研究開発を全体として眺めると、次の図に示すようなプログラムとなるであろう。

もとより 20 年間にわたる原子技術の発展を正確に予測することはできないので、特に後半におけるプログラムは、むしろ展望に近いものとならざるをえない。しかし、そのような事情にもかかわらずあえて、このプログラムの中に将来の原子炉の建設を含めたのは、これによって原子炉の研究開発の方向を明確に示すためである。

試験化研究炉については、JRR-1、JRR-2 に引き続き、JRR-3 が 1961 年に完成し、これに引き続いて遮蔽研究用原子炉を建設するとともに、材料工学試験炉は、1965～1966 年に運転を開始する目標のもとに建設に着手する。

動力炉については、第 2 部長期見通しに示されたところにより建設が進められるが、日本原子力研究所に建設中で 1963 年に完成を予定されている。JPDR は、軽水冷却炉の動特性の研究等のほか、今後の改良に必要な研究開発に役だてるものとする。さらに、JPDR は、さきに述べた遮蔽研究用原子炉とともにわが国の原子力船の開発に貢献し、将来は軽水冷却炉の技術の進歩に応じて、核過熱の研究にも利用することも考慮する。

後期 10 年間に動力炉として、実用化される可能性のあるものについては、日本原子力研究所を中心として研究開発を行なう。すなわち、平均質炉の実験炉を前期 10 年の後半に建設することとし、その運転試験研究の結果、ビスマス冷却の優秀性が十分認められる場合に、引き続きビスマス冷却のプロトタイプの段階を経て、後期 10 年間の後半にかけて実用規模の動力炉にまで発展させることを考える。

一方、内外における高温ガス冷却炉開発の進展状況とにらみ合わせつつ、可能な場合は、海外との共同研究等によってその技術を吸収し、高温ガス冷却炉として発展せしめることを考える。この場合、1970 年代半ばには、実用規模の原型炉さで発展させることが期待される。

水性均質炉については、前期 10 年後半に小規模の実験炉を建設することを考えるが、これを将来動力試験炉まで発展させるか否かは、実験炉の性能等の解明をまって決定する。

さらに、後期 10 年間には、プルトニウムを使用する高速中性子増殖炉の実用化が期待されるので、1960 年代末までに、実験炉を建設することを目標として研究開発を進める。なお、プルトニウムを熱中性子動力炉に燃料として利用する可能性が高まれば、1960 年代後半にプルトニウムリサイクル熱中性子実験炉の建設を考慮するが、この場合、できれば海外諸国あるいは国際機関との共同研究によって効果をあげることを考える。プルトニウムの動力炉燃料としての利用の見込みがうすく、一方において天然ウラン重水型動力炉による天然ウランの高度利用をはかる方式が有利に展開する場合には、天然ウラン重水減速炉の開発を積極的に取り上げることとし、実験炉の建設を考慮する。



#### 4. 核燃料の研究開発

核燃料の製造加工技術については、さらに燃焼率および熱効率の向上、新しい製造加工方式の開発等燃料要素の設計および製作技術上改善の余地が多く、また原子炉自体が研究開発の段階にあるため、異なった新しい型式の核燃料も次第に要求されるものと考えられるので、原子炉開発と密接な関連のもとに研究をすすめる必要がある。

原子力発電の進展に伴い、生成されるプルトニウムは、かなりの量に達する見込であり、この実用化の可否は、原子力発電の将来に大きな影響を及ぼすので、プルトニウム燃料の開発を原子燃料公社および日本原子力研究所の共同開発プロジェクトとして促進する。さらに、使

用済み燃料の再処理および劣化ウランの再使用に関する技術の開発を並行してすすめることにより、燃料サイクルを国内で自立することができるように努力する。

また、将来における濃縮ウラン需要の増大に備えるとともに、供給源の多様化を期して、ウラン濃縮に関する研究を推進する。

#### (1) 製錬

ウランの粗製錬および精製錬については、現在原子燃料公社において工業化試験を行っているが、さらに工程の簡略化、機器の改良等製錬技術の改善に関する研究をすすめるとともに、その施設を利用して当面の試験研究に必要な金属ウランの生産を行なうほか、貧鉍の処理に適した製錬方式に関する研究等を行なう。

なお、民間企業における精製錬研究も、並行してすすめ、将来天然ウラン型動力炉用燃料を国産化する場合、精製錬の方式については、原子燃料公社および民間企業において開発されたそれぞれの技術を検討し、技術的および経済的に最も有利な方式を採用することとする。

(2) 六弗化ウランの二酸化ウランまたは金属ウランへの転換、濃縮六弗化ウランの二酸化ウランまたは金属ウラン等への転換は、当分の間は海外に依存することとするが、将来濃縮ウラン系燃料の加工を国内で転換を実質することを目標として、早期に濃縮六弗化ウランの処理技術を開発する。この技術の開発にあたっては、加工との関連において主として民間企業において開発されることを期待する。この場合、要すれば海外技術の導入を考慮する。

#### (3) 加工

JRR-3 用燃料については、日本原子研究所を中心とし、民間企業の協力を得て、引き続き燃料性能の向上を期して、天然ウラン系合金燃料およびその加工方式ならびに被覆材および被覆方式に関する研究をすすめる。

動力炉燃料については、将来の開発に備え、技術の蓄積をはかるほか、核燃料の加工技術には、なお改良の余地が多いので、新合金系燃料の開発、セラミック燃料のスウェーピングおよび抽出加工法等について民間企業による研究の発展を期待する。

これと並行して、日本原子研究所においては、核燃料加工に関する一般的基礎研究および新形式の燃料の開発に関する研究を推進する。

#### (4) 核燃料の検査および照射試験

核燃料の検査技術は、原子炉の安全性とも関連して特に重要である。このため、非破壊検査および破壊検査法に関する研究をすすめ、各種型式の核燃料に対するこれら検査法の適用方式を開発するとともに、検査基準の確立をはかることとする。この研究は原子燃料公社を中心とし、民間企業等の協力を得て強力で推進する。

また、核燃料の開発に際しては、原子炉による照射試験が不可欠のものであるので、日本原

子力研究所の試験研究炉を有効に利用しうるよう措置するとともに、前期 10 年の後半において材料試験炉を設置し、核燃料開発の促進をはかる。

#### (5) ウランの濃縮

濃縮ウランの将来の需要に備えるとともに、その供給源の多様化を期するため、後期 10 年の後半に濃縮ウランの一部国産化を目標として、ウラン濃縮に関する研究開発をすすめる。

このため、ウラン濃縮に関する一般的基礎研究を日本原子力研究所を中心としてすすめるとともに、現在着手している遠心分離法についての研究開発を原子燃料公社を中心とし、関係機関の協力を得て推進する。なお、将来ウラン濃縮事業は、原子燃料公社に受け持たせることを考える。

#### (6) 再処理

使用済燃料の再処理については、将来原子力発電における燃料インベントリ、使用済燃料の輸送費節減等のために、さらには燃料サイクルの円滑な実施をはかるため、わが国においても早期にその方式を確立しておく必要がある。このような観点から前期 10 年の後半に完成を目標として原子燃料公社に再処理パイロットプラントを建設し、再処理の工業化試験を実施する。この再処理パイロットプラント建設に関する基礎的資料を得るため、日本原子力研究所に設置されるホット・ケープを利用して両者協力のもとに溶媒抽出法に関する工学的試験研究を実施する。日本原子力研究所においては、半均質炉、水性均質炉および高速中性子増殖炉の開発と並行して、それらの炉の使用済燃料の再処理を対象として、機械的分離法、弗化物分留法、乾式冶金法等に関する基礎的研究をすすめ、研究の進展に応じてホット・ケープを使用して、工学的研究を実施する。

#### (7) 劣化ウラン

使用済燃料を再処理して得られる劣化ウランは、将来相当の量に達するものと見込まれており、これの再使用技術の開発は、燃料サイクル確立のために不可欠であり、その再使用の方式としては、増殖炉にブランケットとして使用する方式、再濃縮またはプルトニウム強化をして再使用する方式のほか、より高濃縮またはより低濃縮ウランと混合して所定の濃縮度を有するウランに調整して再使用する方式等が考えられる。これらの再使用方式について、その技術的可能性を明らかにするとともに、最も経済的な再使用方式を確立するため、原子燃料公社を中心として研究をすすめる。

#### (8) プルトニウム

プルトニウム燃料の開発は、燃料サイクルの基礎ともなるべき事項であるので、後期 10 年の前半において熱中性子炉への実用化を、後期 10 年の後半において高速中性子増殖炉への実用化を目標とし、原子燃料公社および日本原子力研究所の共同研究プロジェクトとして、強

力に推進する。この場合、日本原子力研究所は、主としてプルトニウムに関する物理的および化学的基礎研究、原子炉物理、原子炉設計等の分野を担当し、原子燃料公社は主としてプルトニウム冶金、加工冶金、燃料試作および製造等の分野を担当する。

プルトニウムについては、核的性質、固体としての性質がまだ十分に解明されておらず、また、アルファ放射体でかつ強い毒性を有しており、その取扱いに細心の注意を要すること、さらに金属として五つの変態点を有し、融点が低く、熱伝導性、照射に対する安定性も良くない等の性質がある。したがって、開発初期においては、プルトニウムの分析、物理的および金属学的基礎研究等を進めるとともに、取扱技術の習得、研究人員の養成をはかり、これを基盤として、加工冶金学的研究をすすめる。さらに、プルトニウム燃料の試作設備を設置して開発の促進をはかるとともに、臨界実験装置等に必要なプルトニウム燃料を供給する。

これと並行して既設の原子炉、材料工学試験炉等を使用して、プルトニウム燃料の照射試験を行ない、さらにその成果をもとにして漸次既設の原子炉にプルトニウム燃料を使用することを考え、熱中性子炉に対するプルトニウム燃料の実用化をはかると考える。

#### (9) トリウム

トリウムについては、半均質炉系増殖炉および水性均質炉系増殖炉燃料として、日本原子力研究所を中心として、民間企業の協力を得て酸化トリウムに関する研究をすすめているが、さらに将来は金属トリウムの製造およびその加工に関する研究を行なう。なお、トリウムの精錬に関する研究は、民間企業に期待する。

### 5. 原子力船の研究開発

前期 10 年間には、船舶用原子炉としてまず軽水冷却炉を対象とし、海外からの技術導入によるわが国技術の向上をはかるとともに、国産化のための研究開発をすすめるうえに最も有効手段として原子力第 1 船を建造し、運航することを研究開発の主体とする。第 1 船の仕様は、必要な設計研究を行なったのち決定するものとするが、設計と建造の過程を通じて設計研究の成果をできるだけ実験によって確かめながら、原子力船の建造技術を習得するとともに、実用化のための技術的・経済的問題点を明らかにする。完成後は、運航試験によって設計基準の適否、設計に使用された計算と実験結果の精度比較、制作誤差等を検討するほか、経済性について解析を行ない、これらの成果を取り入れて、さらに経済的な炉心の開発に努める。また、有機材冷却炉、ガス冷却炉、核過熱方式の採用等についても研究をすすめるとともに、原子力の特色を最も発揮しうる潜水船等の研究を行なう。

#### (1) 設計研究

##### a 設計基準の確立

わが国ではすでに 1956 年以来、船の運動による外力が原子炉に与える影響、船の負荷変動から要求される船舶用原子炉の動特性、原子力プラントに共振を起こすような船の振動、原

原子炉周辺の船体構造,船舶用原子炉の制御方式等についての研究が実施されてきた。これらの研究成果の解析により,また必要があれば新たに研究を行なうことにより,原子力船およびその推進装置に対する設計基準を作成する。すなわち,船体運動により原子炉系に加えられる外力の加速度,原子炉系に影響を与える振動の振動数および振幅,原子炉系が追従すべき負荷変動の度合,補助動力装置の仕様,スクラム方式,コンテナの仕様,衝突に対する船体強度,損傷時復原性,廃棄物処理等について作成する。

#### b 船体,機関および装に関する設計研究

前記の設計基準を前提として,原子力船の技術的,経済的な評価を行なうための設計研究をすすめる。船体関係の設計研究は,原子力船として,船の用途,大きさ,速度,出力,航続距離,安全性等の最良の組合せを求める基本設計と,原子力防護構造および2区画可浸制の適用等の詳細設計を行なう。

機関関係の設計研究は,飽和タービンと補助動力装置の設計に重点をおき,特にタービン翼の侵食,湿分分離の方法等湿分対策の研究を行なう。

ぎ装については,廃棄物処理装置,燃料交換設備,放射線監視装置,特殊備品等について研究を行なう

#### c 原子力プラントの設計研究

個々の機器の設計や製作上の問題等は,技術導入による知識をできるだけ利用することとし,主として,軽水冷却炉のプラント方式について設計研究を行なう。すなわち,加圧水炉における加圧器と炉容器および沸騰水炉における蒸気ドラムと炉容器の一体化,直接サイクル方式と間接サイクル方式的比較,強制循環方式における炉心の冷却方法とポンプ動力の関係,自然循環,機械シールの採用とプラントの複雑化の問題,炉心の寿命と初期超過反応度の制御方法,材料の選択と浄化系能力および遮蔽重量の関係等について,できるだけ詳細な解析を行なう。

#### (2) 第1船の建造に伴う研究

建設研究的の結果により,第1船の仕様を決定するため,JPDR,遮蔽研究用炉および臨界実験装置を活用して可能性なかぎり実験による裏付けを行ない設計に使用された基礎データと計算の精度を確かめながら,今後の開発のための問題点を明らかにする。ここで必要と思われる実験は,政界実験装置による出力分布,初期超過反応度および制御棒価値の測定,炉心冷却方法の流体力学的実験,動揺状態における流量あるいはボイド分布の変化,制御棒駆動実験,1次系機器の振動模型試験,遮蔽の実物試験等である。

船体の建造,機器のすえつけを通じて,建造工程および工作法,コンテナの組立,遮蔽施工法,機器のすえつけ順序と配置,燃料装置方法,検査および試験方法についての経験を得るものとする。

第1船の完成後、運航を含む各種試験を実施して、設計上の使用と実際の性能を比較することにより、設計に使用された基準の適否、計算と実験の比較、製作誤差等を検討するとともに取替用炉心の開発改良を行なう。

### (3) 遮蔽の研究

原子炉の遮蔽については、一応の計算方法は開発されているが、まだ未開発の分野が広く、実際の遮蔽設計は、大きな安全率で補足されている。既存の陸上原子炉の場合には、このような大きな安全率の使用によって不利益をこうむることは少ないが、原子力船の場合には、遮蔽重量の増加は、直ちに载荷重量の減少となって商船の性能に影響する。しかも遮蔽重量は、機関全重量の半分以上を占め、ほぼ在来機関の積載燃料の重量に匹敵する。したがって、遮蔽方法を開発してその重量を減らすことは、原子力船の性能を向上させるための重大な要素の一つである。このため、遮蔽設計に必要な各種遮蔽材料の放射線に対する物理定数の測定のような基礎的研究から、空気中における放射線の散乱までを考慮した2次遮蔽の研究、さらに3次元遮蔽の実物大模型試験に至るまでのすべての遮蔽研究を実施しうる施設を早急に日本原子力研究所に設置する。

この施設の利用により、主として、遮蔽体による放射線の透過減衰、放射線物理量の測定、水中および空気中における2次遮蔽の工学的実験、遮蔽体の熱発生、冷却材の放射化等の実験研究を行なう。

### (4) 新型式原子力船の開発

#### a 船舶用原子炉の開発

現在のところ、船舶用原子力プラントの改良には、二つの方向が考えられる。第1は経済的に大きな負担となる原子炉の資本費を切り下げる方向にすすむものであり、第2は原子力プラントの効率の改善をはかるもので、軽量小型のガス冷却炉、ガスタービンプラントの開発、軽水冷却炉における核過熱の採用等である。

これらのうち、前者は第1船の試作とも関連して比較的早期から開発をすすめるものとし、後者は後期10年間における実用化を旨として研究を行なう。

#### b 新型船の開発

現状では、在来船の機関を原子力でおきかえた原子力船の開発が主力であるが、原子力の特色は、在来機関では実現不可能であった超大型の超高速船、潜水船等への利用によって真に発揮される。したがって、今後も従来の研究に引き続き、高速大型潜水船の抵抗試験、動的安定性、船体構造、潜水航法等に関する研究を実施する。

## 6. 核融合反応の研究

核融合反応に関する研究は、現在予想されない未知の要因が多く含まれており、長期的な

研究計画の樹立は困難であるが、当面は、高温プラズマ現象に対する理解を深めることに重点をおき、合わせてプラズマ実験に関する技術的基盤を養うこととし、以下により研究を促進することが効果的であると考え。すなわち、プラズマ物理の理論的研究を推進すると同時に高プラズマ実験に関する研究は、従来に引き続き各試験研究機関において実施するが、それらの研究と密接な関係を保ちつつ、プラズマ科学を体系的に研究するための中核的機関として設立準備中のプラズマ研究所については、その実現と施設の充実に対する積極的に協力するものとする。さらに、前期開発段階の後半になれば、諸外国の開発の動向および成果ならびに国内の研究成果から核融合反応の実現に具体的見通しがつくことも予想されるが、その場合には、研究をプロジェクト化し、相当規模の実験装置を建設し、研究規模を拡大するものとする。

また、直接発電についても海外における研究状況を勘案しつつ、日本原子力研究所を中心として研究をすすめる。

#### (1) 高温プラズマの発生、加熱および現象の解析

各研究機関の実験装置、測定装置等の施設を充実させ、高温プラズマの物理、制御、加熱、発生、診断、測定について実験を行ない、信頼性あるデータの集積をはかり、プラズマ現象の解析あるいはプラズマ現象の理論的研究を推進し、合わせて人員の養成を行なう。また、プラズマの加熱および保持に関する新しい着想を機動的に実験に移しうるような措置を講ずる。

以上の研究は、従来の研究に引き続き大学における研究と並んで国立試験研究機関、日本原子力研究所、その他において実施する。

なお、民間企業において大学等の協力参加を得て開発してきたイオンサイクロトロンレゾナンス方式、スカロップ型、誘導ピンチを併用した環状放電によるプラズマの発生加熱測定等の研究は、今後も継続し成果を早期に得るよう措置する。

#### (2) 測定技術および機器材料の開発

プラズマの実験は、特殊な条件において特殊な測定方法で行なわれねばならないので、上に述べたプラズマ実験と並行してそれに必要な技術の開発をすることが適当なものは、積極的に研究を助成する。

### 7. アイソトープ利用の研究開発

#### (1) アイソトープの生産に関する研究

わが国におけるアイソトープの生産に関する研究は、日本原子力研究所を中心として行なわれているが、引き続きこれを推進する。すなわち、基礎的な核反応の研究のほか、ホットアトム効果を利用した製造研究、核反応後の分離精製の研究、短半減期核種の研究、ターゲット物質の研究等をすすめる。さらに、使用済燃料の再処理から生ずる核分裂生成物の有効利用をはかるため、有用核種の分離精製の研究も行なう。

標識化合物の生産研究については、一部民間企業においてすでに研究を完成して小規模生産を行なっているものもあるが、

$^{14}\text{C}$ ,  $^{195}\text{Au}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{32}\text{P}$  等についての標識化合物の生産に関する研究を促進する。

## (2) 生物および農業への利用に関する研究

生物および農業へのアイソトープ利用の研究は、大学、国立試験研究機関等が中心となっ  
てすすめられているが、引き続きこれを促進する。

分子レベルにおける生物学の研究、生物本の栄養生理、代謝の研究、生化学の研究、病理の研究、実畜疾病の予防診断、治療の研究、土壌、肥料の研究、農薬の研究、農業構造物の研究、農林水産物の品質向上等において、さらに強力に

$^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  等の各種標識化合物を使用しての研究あるいは多種類のアイソトープを同時に使  
って行なう研究を進める。

生物関係では、窒素、酸素等の生体内の行動についての研究が要望されているが、これらの放射  
性同位元素は、半減期が短かく、その利用が困難なところから

$^{15}\text{N}$ ,  $^{19}\text{O}$  等の安定同位元素を使用してこれらの研究を行なう必要がある。

また、従来困難とされていた土壌、動植物、海水等に存在する微量成分に関する研究に放射  
化分析を利用し、この分野の研究を促進する。

放射線育種の研究においては、これまでガンマ線照射室を用いて行なわれ、かなりの成果  
が得られており、今後もこの研究を推進すべきであるが、他方、農林省放射線育種場を中心と  
して、自然条件下での植物体の照射研究を行なう。また、環境条件の制御下における生物体の  
照射研究を行ない、遺伝および育種の研究を推進する。

## (3) 医学利用に関する研究

医学利用については、基礎医学、診断、治療等への利用をいっそう促進するほか、原子炉によ  
る中性子線および加速器による放射線を利用しての研究を推進する。

アイソトープ利用による疾病の診断治療について基礎となる病理、生理学的研究を推進す  
るとともに、

$^{24}\text{Na}$ ,  $^{42}\text{K}$ ,  $^{52}\text{Mn}$ ,  $^{61}\text{Cu}$ ,  $^{72}\text{Ga}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{108}\text{Au}$  等の短半減期核種,  $^{33}\text{P}$ ,  
 $^{132}\text{I}$ ,  $^{152}\text{Eu}$  等の新核種および種々の標識化合物の利用に関する研究を推進する。

また、悪性腫瘍などの治療を行なうため、粒子加速器、アイソトープ線源等の利用を推進す  
る。

さらに熱中性子を体外から照射し、病巣において生物学的効果比を大きな重粒子線を発生  
させ、腫瘍の診断、治療に関する研究等を行なう。

#### (4) 工業利用に関する研究

わが国の工業への利用は、欧米に比較してまだ相当の遅れが見られるが、この分野での利用は、技術的経済的効果が非常に大きいので、この開発を早急に行なう必要がある。

アイソトープの工業利用の開発にあたっては、特に下記項目について重点的に行なう。

##### a アイソトープ利用による工程管理

わが国においては、アイソトープ利用計測器の利用は、一部行なわれているが、工程管理のオートメーション化におけるアイソトープの利用は、まだ開発されていない。これらに関する研究を促進するため、アイソトープ利用管理計測器の精度、安定性の向上、管理計測に適切なアイソトープ、構成部品、計測方式等についての研究をすすめる。さらに、代表的なプロセスについて、アイソトープ利用による工程管理のオートメーション化の実際的な応用研究を行なう。

##### b アイソトープによる工程の解析

アイソトープの特性を利用して、工程中における材料の流動、拡張、混合などの状況を把握し、工程の合理化を図ることは、化学工業、金属工業等において非常に有用である。したがって、アイソトープ利用による工程および反応解析に関する研究、現場における工程解析に適したアイソトープ、測定器等の研究をすすめ、かつその利用を促進する。

#### (5) 基礎研究

各分野におけるアイソトープ利用に共通した基礎的研究としてアイソトープそのものの研究、たとえば放射性核の崩壊様式、アイソトープの純度、低レベルのアイソトープの計測法、混合核種の測定方法、標準線源、散乱線等に関する研究が必要である。

一方、これと並行して放射線検出器の精度、安定性の向上のための諸研究、たとえばガイガー計数、比例計数管等の性能向上を図るとともに、微弱放射線の測定機器の開発、半導体計数子またはスパークカウンタ等による重粒子の計測法の研究等を行なう。

また、物質中に微量に存在するものの検出、微量物質の行動についての研究等は、従来の分析技術では困難な点が多かったが、放射化分析がこの解決に有力な手段となるので、中性子発生装置を利用した放射化分析の研究も行なう。

このほか、分析化学、反応機構の研究、光合成の研究等生化学の研究、 $^3\text{H}$ 、 $^{83}\text{Kr}$ 等気体アイソトープの各分野への利用開発、考古学における年代決定等人文科学および地球物理学への利用、地質年代の測定等地質学への利用、流水の調査、砂泥等堆積物の移動調査、地下資源探査等各分野における利用開発を推進する。

## 8. 放射線化学の研究開発

わが国の放射線化学の研究開発の状況は、基礎研究、反応プロセス開発の放射線工学の研

究および放射線源の開発においては、欧米に比べて相当に遅れているのでこれらの研究開発の促進をはかる必要がある。さらに、将来の工業化のための中間規模における試験研究をすすめるため、日本原子力研究所に放射線化学の専門部門を確立する。

ここには、経済的見地から民間においては、設置が困難な大施設を設置し、有望と考えられる放射線化学に関する中間規模試験、照射原価の低廉な線源の開発研究、大施設の使用を必要とする基礎研究等を行なう。

#### (1) 基礎研究

放射線化学の反応機構を解明するため、イオン、フリーラジカル、励起分子等 1 次生成物の寿命の測定および性質の究明、トレーサー技術による放射線作用機構の究明、放射線の種類エネルギー、線量率の相違による効果の研究、添加物の作用の研究、温度、圧力、磁場、その他外界条件の影響の研究等放射線化学の基礎分野の研究を推進する。

#### (2) 反応プロセスの研究

放射線化学の反応プロセスの開発の一環として有機高分子反応については、フォルムアルデヒドのイオン重合、塩化ビニル等のラジカル重合、セルローズ繊維におけるグラフト重合およびゴム、ポリエチレン、ポリエステル、有機半導体等における架橋に重点をおく。

有機低分子反応については、パラフィン系炭化水素からの有機酸製造、ベンゼンからのフェノール製造、メタノールからのアセチレンの製造等のほか、ラロメリゼーション反応、加圧下におけるアセチレン等の重合、付加反応等の研究を推進する。

無機反応プロセスについては、アンモニア合成用触媒、メタノール合成用触媒等の活性化、空中窒素の固定による硝酸の合成等に関する研究を行なう。さらに、放射線を照射することによって、混合酸化物触媒の性能を向上させるための研究をすすめる。

食品の殺菌および滅菌による食品貯蔵、発芽抑制による食品貯蔵、注射薬、医薬品等の滅菌プロセスについての研究も行なう。

#### (3) 放射線工学の研究

わが国における放射線化学の工業化を促進させるために、反応装置の開発、照射技術、耐放射線材料の研究、線量測定およびその自動化の研究等を強力に推進する。

#### (4) 放射線源の開発

わが国における放射線化学の工業化において、これに適する経済的技術的な放射線源の開発が重要な要素であるので、照射原価の低下、安定性、安全性等の見地から研究開発を促進する。

大量  $^{60}\text{Co}$  放射線源の照射原価の低下をはかるため、原子炉の制御系の一部にコバルトターゲットを用いて  $^{60}\text{Co}$  を製造する方法等について研究をすすめる。

工業用に適する大出力加速器の開発のため、その安定性、加速管の開発、電流およびエネルギーの安定化その他部品の品質の改良等についての研究を促進する。

また、化学用原子炉の開発のため当分の間は既存の JRR-2、JRR-3 等を使用してループ実験を行なう。さらに、使用済燃料、高レベル廃液、核分裂生成物等を放射線源として利用するため、放射能汚染、遮蔽、安全性、均一照射線技術、発熱除去等について研究するとともに、核分裂生成物からの  $^{137}\text{Cs}$  等のガンマ線源および  $^{90}\text{Sr}$  等のベータ線源の分離利用についての研究を促進する。

## 9. 放射線の障害防止の研究

放射線の障害防止の研究については、研究を効果的に行なうため、次の課題について、放射線医学総合研究所が中心となり大学、国立試験研究機関、日本原子力研究所等と協力して研究を進める。

また、中性子線障害に関する研究を医学的利用に関する研究と並行して医用原子炉によって進めるものとする。

### (1) 放射線障害に関する基礎研究

この研究は、許容量算定の基礎となるので、放射線と生体との相互作用、吸収線量の算定および測定法、放射線の細胞組織に対する作用、放射線の生体に及ぼす一般的利用、人体における放射線障害の発生、放射線による突然変異の発生、中性子線による障害等に関する研究に重点をおく。

### (2) 環境汚染に関する研究

自然環境からの被曝量の調査研究を行なうとともに、原子力利用開発に伴い環境の放射線による汚染は、増加することが予想されるので、原子力産業の職業環境における放射線の障害に関する研究として、放射性物質の自然界における循環、原子力職業環境における放射線の人体への影響ならびに環境および人体の放射性物質による汚染の研究を行なう。

### (3) 許容量に関する研究

この研究は、原子力関係の職業環境および国民遺伝を考慮した線量の割当等の基礎的データを与えるもので、放射線障害防止に関する研究において、重要な課題の一つである。

ICRP の勧告等によって、一応の数値は、示されているが、その値も、勧告ごとに切り下げられ、また考慮された生活条件、体質等は、欧米人のものであるので、勧告の中で示された許容量決定の諸因子を日本人の生活条件等を考慮して、許容量算出の基礎となった重要諸因子、遺伝的有意線量および日本人の生活条件の特殊性と許容量との関係に関する研究を行なう。

#### (4) 予防,診断および治療に関する研究

放射線被曝者の障害の診断および治療に関する研究ならびに放射線障害を事前に防ぐ予防薬の研究は,今後の原子力開発上重要な問題と考えられるので,その促進をはかる。

#### (5) 事故時対策に関する研究

原子力施設の設置に際しては,その安全性は,十分考慮されているが,事故時における限界線量,危害要因の測定分析,被曝者の応急処置および汚染除去に関する研究を行なう。

### 10. 原子力施設の安全性の研究

原子力施設の開発を促進するにあたっては,その安全を確保する必要があるので,原子力施設の事故およびそれに伴う災害を予測し,これを防止するための対策の研究を,日本原子力研究所を中心として各国立試験研究機関,大学,民間企業の協力により強力に推進するものとする。

#### (1) 安全設計に関する研究

原子力施設は放射線を取り扱うという点において,在来の施設とは材料,構造等において大きな差異がある。その安全基準,設計基準の確立について理論計算研究,実物模型実験等による研究を行ない,その安全設計に万全を期する。

#### (2) 遮蔽に関する研究

計算面からの研究としては,計算フード,炉本体の遮蔽計算,炉心蓄積放射能の計算等を行なうとともに,本格的な理論式または総計理論をもととした計算方式を開発する必要がある。実験的には原子炉を用いて各種の定数の測定を行ない,遮蔽設計についての正確な基礎データを提供するとともに,理論計算結果と照し合わせて理論の信頼性を高める。

#### (3) 計測制御および安全保護装置に関する研究

信頼度,精度のより高い各種計測器,安全保護装置等についての研究開発をすすめるとともに,誤動作,誤操作によっても危険をまねくおそれのない制御方式を確立する。

#### (4) 事故解析に関する研究

原子炉における冷却材循環動力の喪失事故の際の系の圧力,温度中性子京,炉心出力等の過渡的变化を解析する必要がある。さらに,1次系の破損による冷却材喪失により,炉心の溶融が生ずる場合,燃料冷却材,核分裂生成物の挙動を明らかにする解析式およびその数値解法を各型式の炉について求める研究を行ない,また,この研究に関連してコンテナの最適化設計の研究を行なう。なお,再処理施設等についても必要な事故解析に関する研究を進める。

#### (5) 事故時における放射性物質の放出と拡散に関する研究

この研究に関しては、諸外国でもほとんど例がなく困難な問題であるが、わが国では、今後系統的な理論および実験により促進をはかる。特に、事故時の漏洩放射線量およびその分布、放出される放射性物質の種類と世の算定ならびに気象その他の状況による周辺地への移動状態を明らかにすることである。

また、予想すべき気象条件を過去の記録に基づき適切に選定するために高度のデータ処理技術を開発する。放射性物質の拡散については、組織的に実験を行なったのち、採用すべき理論式の吟味、局地性による影響等を明らかにする。

#### (6) 燃料破損に関する研究

燃料被覆管にピンホールが生じた場合のピンホールの成長、その部分から分裂生成物が放出される機構、破損の程度と放射能レベルとの関連等、燃料破損について不明な点が多く、今後これらの研究を実施するとともにデータの蓄積をはかる。

燃料破損検出装置については、特に軽水炉にとって困難な問題であるので、サンプリング方法を含め十分信頼性がある、かつ運転中に破損箇所を検知する方式を進める。

一方、燃料破損検出については、分裂生成物の挙動と関係して各チャンネルごとの検出を必要とするか否かも検討する必要がある。

#### (7) 耐震性に関する研究

わが国は地震国であるので、特に耐震性については、安全性の見地から問題となる。したがって、各種構造物および機器類の耐震設計基準を確立するため、実物および模型を用いた振動試験、耐震試験等の研究を行なう。

また、各種機器の地震時における振動性状、共振現象等に関する測定技術の開発に関する研究をすすめ構造物の耐震試験技術を確立する。

#### (8) その他の研究

以上のほか、各種の安全系における設定、レベルの選定等具体的な問題についての研究の必要があり、また、強度試験、漏洩試験、非破壊試験等の検査技術の開発のための研究と検査基準の確立に関する研究を早急に推進する。

### 1 1. 放射性廃棄物処理の研究

原子力開発利用の進展に伴い、核燃料の製錬、加工、再処理、アイソトープ使用等による多量の放射性廃棄物の放出が予想される。現状においては、アイソトープ使用による廃棄物が大半を占めており、その量はきわめてわずかにすぎないが、放射性廃棄物の今後の増加に備えて、これらの処理を一元的に行なうため廃棄物処理機関を設置する。放射性廃棄物の処理に関する研究は、日本原子力研究所、国立試験研究機関および民間企業の一部が担当し、開発をは

かる。

#### (1) 液体廃棄物の処理に関する研究

放射性廃液の蒸発乾固,凝集沈殿,イオン交換による処理については,ほぼ研究を終了し,実用の段階に移りつつあるが,さらに高能率,高除染率の装置の研究をすすめるとともに,高レベル廃液処理のための流動床か焼の研究を行なう。また,ガラス固化法のほか,活性汚泥法等生物学的方法による処理についても研究を行なう。

#### (2) 気体廃棄物の処理に関する研究

放射性煙霧体処理の研究は,従来スチームエジェクターによる処理,凝集法による処理等の研究が行なわれてきたが,さらにこれらを発展させるとともに振動法,ダストインパクト法等による処理の研究をすすめる。なお,煙霧体処理に関連してフィルターの研究も引き続き行なう。

放射性気体処理の研究については,原子炉,再処理プラントから排出されるクセノン,クリプトン等の不活性気体の処理が未開発であるので,特に力を入れて研究を行なう。

#### (3) 固体廃棄物の処理に関する研究

固体廃棄物については,可燃性のものの燃却炉について研究を行なうとともに,不燃性のものについては,経費節減のための圧縮粉碎等の装置に関する研究およびその安全性に関する研究を行なう。

一方,廃液処理により生ずるスラッジ,高レベル廃液で飽和したイオン交換樹脂等の処理のための固化法の研究,汚染物の薬品洗浄法,汚染機器の除染法等の研究を行なう。

動物処理については,動物処理用焼却炉の研究を行なうほか,乾固法,腐敗処理法についても研究を行なう。

#### (4) 海洋投棄に関する研究

放射性廃棄物の海洋投棄のための容器について耐圧,腐食防止についての研究をすすめる。

なお,海洋投棄に関係して深海流の流速,深海水の循環,拡散等についての研究,海産生物の放射性物質摂取の状態等についても研究を行なう。

## 第 I V 部 原子力開発の促進方策

### 1. 一般方針

原子力の開発利用がすすめば、わが国将来の経済発展に影響するところは、きわめて重大なものがあり、かつまた広範囲に及ぶものと考えられるが、わが国の現状は、海外諸国に比べなお大きなへだたりがあるので、その推進のためには、政府民間を問わずあらゆる関係機関が緊密に協力する必要がある。

特に、原子力開発利用は、他の分野と異なり、やや特殊な性格を有すること、また新しい部門であって、現状においては、なお未開拓の分野が多い等の事情からみて、その効果的な推進のために国が受け持たねばならぬ責任は、きわめて大きい。すなわち、政府としては、一方において有効な開発のための積極的な役割を果たすとともに、他方において原子力開発利用に不可欠な安全性の確保のために必要なあらゆる措置を講ずべき責務を有する。

ここで政府が実施すべき促進方策としては、直接的な面と間接的な面とに分けて考えることができるであろう。直接的なものとしては、大学、日本原子力研究所、原子燃料公社、放射線医学総合研究所、その他の国立試験研究機関等における原子力関係研究開発に対し、適切な計画のもとに有効な財政支出を行なうこと、またたとえば民間における原子炉および関連機器材料ならびに燃料の国産化研究に関し、特定の項目に対し補助金、委託費を支出してその積極的育成をはかること、あるいは民間企業が建設する原子力発電所に対し、資金調達の間等で適当な援助措置を講ずることなどのほか、現在なお国際協定等の制約のもとにある核燃料の海外からの入手について、必要な斡旋を行なうこと等の施策があげられる。間接的なものとしては、研究開発をすすめるうえに必要な科学技術者の養成訓練を適切に行なうための計画をすすめること。万一障害が生じた場合に備え、補償制度の確立をはかること等の施策があげられる。これらの施策に関しては、原子力開発利用の進展の各段階に対応し、適時適切に所要の法的措置を講じ、開発利用の円滑な推進に資する。

次に、民間においては、原子力開発利用の実用化を早めるための努力をすすめるのは、当然であるが、特に前期段階には、将来の発展に備えてみずからの研究開発を推進すると同時に、必要なものについては、海外技術を導入し、原子力産業の基盤を固めることが肝要である。このためには、必ずしも経済性にのらない場合であっても、技術的経験を得るため、原子力設備の設計、製造、建設、運転をある程度実施する必要があると考えられる。このような経験を得ることによって、海外から技術を導入したものであっても、早急にその国産化が可能となるものであり、またこの間において、民間企業の創意工夫を生かす方途が生まれ、性能の向上と経済性の改善の早期達成に資するところが大きい。かかる観点から製造者、使用者を問わず関連産業の全般的協力がますます効果をあげるよう推進されることを期待する。

これらの施策は、総合的かつ長期的な観点のもとに、相互に補充し合うような形で推進され実施されねばならないが、本計画による原子力開発利用の長期見通しおよびこれを達成するために必要な研究開発計画との関連において研究施設の整備と共同研究体制の確立、科学技術者の養成、安全対策、民間企業に対する助成策、核燃料の確保と有効利用、その他重要な

施策の 6 項目に大別して、それぞれの対策を明らかにこするのが適当と考える。

## 2. 研究施設の整備と共同研究体制の確立

原子力に関する研究開発を効率的にすすめるためには、既存の研究機関および施設のいっそう有効な活用をはかることが必要なことは、論をまたないが、長期計画との関連においてみると、なお新たな研究施設の整備および共同研究体制の確立をはかる必要があると考えられる。

### (1) 研究施設の整備

原子力の利用を促進するためには、前期 10 年間に於いて研究開発に大きな比重をおかなければならない。この研究開発は、もとより民間においても行なわれるが、政府が直接あるいは間接に資金を投入する研究開発が主導的な役割を占めるものと考えられる。前期 10 年における研究開発の成果が、後期あるいはそれ以後の原子力開発利用に重大な影響を及ぼすことを考慮し、必要と考えられる研究施設の新設および拡充をはかることとするが、この場合研究開発に必要なおもなる施設は、日本原子力研究所、原子燃料公社、放射線医学総合研究所、大学、国立試験研究機関において整備されるものとする。

まず、日本原子力研究所に設置すべき施設としては、大型電子計算機、大型加速器をはじめ、JRR-1 から JRR-4(遮蔽研究用原子炉)に至る研究炉、JPDR(動力試験炉)、材料工学試験炉等の原子炉があり、さらに放射線化学研究の促進のため、大規模線源等の施設を置く必要がある。また前期段階において特に重点がおかれているプルトニウム研究開発のための施設も必要とされる。

なお、将来の動力炉開発のための課題である半均質炉、高速中性子増殖炉等について、今後研究開発がすすめば、適当な段階においてそれらの実験炉あるいは試験炉をおく必要が生ずることも考えられ、核融合関係についても、高温プラズマに関する研究が進展し、基礎的資料が十分に得られるようになれば、さらに研究開発を推進するための手段として、かなり多額の費用を要する大型実験設備が必要となるであろう。

次に原子燃料公社に設置すべき施設としては、再処理および廃棄物処理に関する研究開発施設が重要なものであり、そのほか、粗製錬および精製錬、ウラン濃縮、プルトニウム、燃料検査等に関する研究開発が行なわれるので、これらのための研究施設が必要である。なお、核燃料の事業に関しては、ある程度の採鉱、採鉱および製錬が行なわれるが、これらは、当分の間試験的規模ですすめられるので、これに必要な施設も多分に研究開発的な性格を有する。

放射線医学総合研究所に設置すべき施設としては、放射線医学の研究のため直接必要な研究施設のほか、治療のための諸施設が必要であり、将来は医用原子炉の設置も考えられる。

原子力船については、第 1 船は、後期における原子力船発展へのための足場としての研究開発的性格をもつものであるため、その建造に必要な資金の確保については、国として十分努力するものとする。

なお、原子力の研究開発は、広く総合的にすすめられねばならないので、上記のごとき施設のほか、大学その他国立試験研究機関における研究施設の拡充整備をはかる必要がある。

これら研究施設の整備に必要な国の資金については、これをいま具体的に推定することは、困難であるが、前期 10 年間における文教関係を除くおおよその政府所要資金を一応の仮定をおいて見積れば、必要な研究経費を含め総額約 1,800 億～2,000 億円程度とみられる。

## (2) 共同研究体制と共同利用体制の確立

共同研究体制の確立については、すでに述べたいくつかのプロジェクト研究を強力に推進するため、日本原子力研究所を中心として、関係研究機関の機能を有機的に結びつけた組織の確立をはかるほか、特定の研究機関に設置される大規模施設の活用を中心とする新たな運営委員会組織の設立などがある。

すなわち、プロジェクト研究の一つである半均質炉の開発については、政府民間の関係者からなる開発推進協議会のごとき組織を設け、ここにおいて日本原子力研究所における半均質炉の研究開発成果を検討しつつ、その効果発展のための施策を協議するとともに、大学、国立試験研究機関および民間研究機関の協力を求めるための適切な連絡を行なうものとする。

同じくプロジェクト研究であるプルトニウムの燃料研究開発については、前述のごとく日本原子力研究所と原子燃料公社とをもって共同研究組織をつくり、両者の間の研究分担、施設の整備等について最も有効な計画を推進し、双方の研究努力が共同研究組織によって総合化され、実用化への発展ができるだけ早く実現するよう措置する。なお、共同研究組織の運営にあたっては、大学、その他研究機関の協力が得られる方策を講ずるものとする。

これらプロジェクト研究を中心とする共同研究体制のほか、その他の重要な研究課題についても、できるだけ関係研究機関の努力が有効に総合化されるような共同研究方式を推進するものとする。

日本原子力研究所に設置される大規模施設を利用する研究計画の運営にあたっては、大学、民間企業等の研究者が有効に活動できるような方策を講ずる必要がある。すなわち、放射線化学研究開発のための施設、遮蔽研究用原子炉、材料工学試験炉等の利用については、日本原子力研究所と関係研究機関との間で適当な研究運営委員会を設け、研究の効率的推進をはかる。放射線医学総合研究所に設置することとなると考えられる医用原子炉の活用等についても、同様の措置をとり、研究施設の共同運営の妙を発揮するよう努力する。

## 3. 科学技術者の養成

長期計画の推進にあたっては、その中核となる科学技術者の養成を適切に行なわなければならない。養成訓練計画をたてるためには、単に所要数の確保に努めるだけでなく、原子力が開発の初期段階にあることからみて、研究的要素をもった科学技術者の養成を重視する必要がある。

### (1) 原子力関係科学技術者の範囲

原子力研究開発の現状および将来の発展方向からみて、原子力関係科学技術者の範囲を次のごとく分類するのが適当であろう。

#### (a) 原子力専門科学技術者

原子物理、原子力工学等原子力関係の専門分野について高度の知識、技術を有するもの。

#### (b) 原子力関連科学技術者

機械、電気、物理、化学、生物、冶金等の専門分野についてそれぞれの知識、技術を有し、合わせて原子力関係専門の知識、技術を有するもの。

#### (c) 放射線利用関係科学技術者

「放射線取扱主任者」に要求される程度以上の知識技術を有し、アイソトープ利用、放射線化学等の分野に従事するもの。

#### (d) 放射線安全管理者

これに属する科学技術者の概念は、業務内容の上からも法制上からもまだ確立されていないが、放射線防護安全設計への参画、職場および周辺環境の放射線測定、放射線危険度の評価、廃棄物の管理および処理、緊急時の対策および措置等を行ないつねに安全作業の確立と作業管理を指示する立場にある者(Health physicist)をいう。

なお、大学において、原子力関係分野の教授、研究に従事するものは、原子力関係科学技術者の養成訓練の中核となるべきものである。したがって、当面最も早急に高度の教授陣を整備する必要があるが、その規模内容に関しては、上に述べた分類に属する科学技術者の養成訓練計画、大学における他の分野の教授、研究等に左右されると考えられるので、文部省その他関係機関において、原子力研究開発、科学技術振興の進展を勘案しつつ、立案整備されることが望ましい。

また、本計画の遂行のためには、ここでいう科学技術者とは別に多数の技能者が必要となるので、技能者の養成訓練も合わせて行なうことが望ましい。

### (2) 科学技術者所要数の推定

養成訓練計画を立案するためには、原子力関係科学技術者の将来における所要数を把握することが必要であるが、現状において正確な推定を行なうのは、きわめて困難である。しかしながら、本計画の見通しに従って、民間企業、国立試験研究機関、日本原子力研究所、原子燃料公社その他関係機関の 1970 年における所要数を一つの方法によって、とりあえず概括的に推定すると、原子力専門科学技術者については、1,200～1,300 人、原子力関連科学技術者については、4,500～5,300 人、放射線利用関係科学技術者については、5,000～5,500 人、放射線安全管理者については、300～350 人程度に達するものとみられる。

これらのうちには、大学における科学技術者および行政官としての科学技術者は、含まれていない。1958 年(昭和 33 年)末に行なった調査では、大学における科学技術者は、全体の約 4 割と推定されていたことからみても、かなりの人員が必要とされるものと考えなければな

らない。

### (3) 養成訓練対策

今後 10 年間の原子力開発利用に必要な科学技術者数の推定は、上に示したとおりであるが、これら科学技術者の養成訓練にあたっては、関係各機関は、密接な連携を保ちつつ、組織的体系的な養成訓練を行なう必要がある。

#### a 大学

原子力関係技術の養成訓練に関して、大学が果たすべき役割は大きい。特に、原子力平和利用も今後積極的に推進するために、原子力専門科学技術者の所要数を養成しなければならぬことを考えれば、その使命は、まことに重要である。したがって、すでに設置された国立大学における原子力関係学部学科および大学院専攻科目については、さらにこれを充実し、教授内容、研究設備等を早急に整備するとともに、必要に応じ新たに原子力関係専門学部学科または大学院専攻科目、場合によっては両者の設置を考慮して、原子力専門科学技術者、原子力関連科学技術者および放射線利用関係科学技術者の養成にあたるものとする。

なお、原子力関係専門学部学科または大学院専攻科目の設置されない大学においても、原子力の発展情勢に応じて原子力関係専門の講座を設け、原子力関連科学技術者の養成訓練にあたる必要がある。また、原子力関係科学技術者の教育を計画している公、私立大学に対しても必要に応じなんらかの助成措置をとることが望ましい。

以上のごとき、原子力関係科学技術者の基礎的な教育にあたる大学の原子力関係専門学部学科、大学院専攻科目に設置されるべき研究諸設備は、これら大学における研究計画とも関連せしめつつ、教授研究を遂行するに十分なものでなければならない。このため、教育訓練用原子炉あるいは研究用原子炉、臨界または臨界未満集合体等も、たとえば各地域に 1 基または主要大学に 1 基のごとく、必要に応じ設置するとともに、少なくとも教科課程を履修するに必要な放射線測定機器、照射設備の装置、設備は、早急に整備することが望ましい。

しかしながら、これら原子力関係教育研究設備は、他の分野の設備と異なり、設備自体に多額の資金を要するのみならず、保守運転のための費用実験研究のための費用も多額にのぼるものが多い。このため、大学における原子力関係科学技術者の教育に対しては、高度の教育を遂行するに十分な措置を講じるよう関係各方面の協力を求めるとともに、原子炉のごとく多額の資金を要する設備については、各大学が共同利用しうような体制を整備することも必要であろう。これら教育、研究設備の計画は、原子力関係専門学部学科または大学院専攻科目の設備計画とともに、文部省その他関係機関において慎重に立案する必要がある。

#### b 日本原子力研究所原子炉研修所

原子炉研修所の本来の使命は、大学卒業後職業に従事しているものの再教育あるいは高度の研究訓練にあると考えられるので、大学における体制の整備された後においても、引き続き原子力関係科学技術者の養成訓練機関として重要な位置を占める考えである。

原子炉研修所は、今後日本原子力研究所における原子炉の設置状況、研究開発の進展状況等を勘案しつつ、収容人員の増大、教科課程および研究施設の充実等その整備拡充が行なわれることが必要である。特に、高級課程については、原子力研究所の設備を利用しなければ行なえないような研究テーマについて研修を行ない、大学における教育とあいまって原子力専門科学技術者の養成訓練に努力する必要がある。

なお、同研修所の教科課程の編成にあたっては、実際の原子力研究開発に即応しうるような知識、技術の教育を行ないうるよう留意すべきである。さらに、外国からの研修生の受入れをも考慮するものとする。

また、原子炉運転技術者の養成のための運転講習者については、今後の運転技術者の需要を勘案しつつ、たとえば、動力炉の運転訓練を行なう等、その内容、規模等を検討することとする。

#### c 日本原子力研究所ラジオアイソトープ研修所

ラジオアイソトープ研修所は、今後とも放射線利用関係科学技術者の養成訓練を目標に、養成訓練内容の拡充、施設の充実をはかるものとする。特に、大学における初級程度の取扱技術の教育と関連せしめつつ、養成訓練の内容を高度化および専門化し、放射性同位元素取扱技術者の知識、技術をさらにたかめる体制を整備することが必要である。

なお、外国からの研修生の受入れについても、今後引き続き行なうものとする。

#### d 放射線医学総合研究所養成訓練部

放射線安全管理者の養成訓練の目的とする放射線医学総合研究所養成訓練部の行なう研修は、放射線安全管理者の法律上の制度化とそれに伴う業務内容等を勘案して研修内容、規模等を明確に策定することとする。

すでに開設されている同研究所養成訓練部の短期コースについては、当面増大しつつある放射線安全管理者に対する需要に応ずるため、実地の放射線安全管理の業務に従事しているものの研修を目標に、収容人員の拡大、研修内容の高度化に努力する。

将来、大学に放射線安全管理者の教育のため設置される大学院専攻科目が整備された後においても、同研究所養成訓練部の行なう研修はすでに大学卒業後職業に従事しているものの補習あるいは実地訓練の場として引き続き放射線安全管理者の養成訓練機関として重要な位置を占めるものとする。

#### e その他の養成訓練機関

上記のごとき原子力研究機関に設置された養成訓練施設のほか、その他の養成訓練機関、たとえば公衆衛生院、航海訓練所等の政府機関および民間の養成訓練施設においても、原子力開発利用の進展に対応しつつ、合わせて正しい知識の普及をはかるため、適切な訓練を実施する必要がある。

#### f 海外への留学

海外の原子力に関する知識、技術を効果的に体得し吸収していくためには、海外留学制度の活用をはかることが常に必要である。すなわち、今後養成訓練機関の整備に伴い国内で養成しうるものは、遂次それら養成訓練機関に委ねるが、海外先進国の原子力関係科学技術の進歩を不断に取り入れるためには、引き続き各専門的分野の研究開発に従事するものを海外に派遣しなければならない。

なお、海外留学の規模については、今後の原子力研究開発の進展状況、国内機関の整備状況を勘案しつつ、弾力的に決定することが必要であるが、原子力関係科学技術者の需要増加と同時に専門化の傾向がすすむものとみられるから、その結果派遣人員の拡大が必要になることが予想される。このため、科学技術庁原子力局において推薦を行なっている原子力関係海外留学生派遣制度のほか、国際原子力機関フェローシップ、原子力平和利用基金留学生制度、その他海外の援助計画等を有効に利用する。

#### g 研究員の交流

国内、国外における研究員の交流は、原子力研究開発を効果的に進めるためにも、また優秀な科学技術者の有機的な連携をはかるためにも重要である。

国内における研究員の交流については、養成訓練機関の整備拡充と関連せしめつつ、たとえば、日本原子力研究所とその他の試験研究機関との研究員の交流、流動研究員制度等の適用を考慮するものとする。

海外諸国との研究員の交流については、必要な場合民間企業が行なうものを援助するだけでなく、国として、わが国研究者の国際的共同研究への参加を積極的にすすめるものとする。

### 4. 安全対策

原子力開発利用の促進にあたっては、上述のごとき直接的な措置および援助のほか、原子力利用の基盤と環境を確立するため、万全の安全対策を講ずる必要がある。

安全対策として考えられるものは、原子力施設の安全確保、特に原子炉安全設計および審査制度の確立、障害防止対策の完備、廃棄物処理等多くの重要な問題がある。これらの一部については、民間の協力にまたねばならぬ面も多いが、しかしその性質上、主として国が積極的に最も適切な対策を講ずべき責任を有するものである。

#### (1) 原子力施設の安全確保

原子炉については、機器設備材料の発達に伴いますますその安全性を高めてきているが、さらにその確保をはかるため、わが国においては、早くから原子炉等規制法等を制定し、これに基づいてあらかじめ厳重な審査を行なったうえで、初めて、その設置許可を与えることとしている。このため原子力委員会には専門部会として原子炉安全審査専門部会をおき安全性の審査を実施するとともに関係各省においてもそれぞれ関係部門についての審査機能を強

化しているが、さらに今後発展する原子炉設置計画に備え、上記安全審査部会を他の専門部会とは異なる性格の常設委員会に改め、その機能の強化をはかる。また、船用炉、再処理施設等についても、これらの機関において安全審査を実施するものとする。このような審査機能の強化と並行的に、発電炉、原子力船その他原子力施設の安全基準を確立する必要があるので、放射線審議会、原子力委員会の原子炉安全基準専門部会および関係各省の安全基準関係組織において、そのため国際的基準等を十分参考として研究をすすめる。

なお、原子力船搭載の原子炉は、陸上に設置した炉と異なり、海上を航行(移動)するとともに、一般民衆が集合する港湾に出入することもあるので、放射線事故が発生した場合の沿岸民衆、港湾施設、一般船舶、水産資源および海水の汚染を防止するため、原子力船の出入港湾の選定、受入対策、事故対策等を早急に確立し、必要な体制を整備するものとする。

## (2) 核燃料の検査

核燃料物質の保安に関しては、原子炉等規制法により、その安全を確保するための措置が講じられているが、さらに核燃料保安の強化を期するためには、国際的な動向をも考慮しつつ燃料要素に関する国家検査制度を確立する必要がある。

この場合、核燃料検査に関する技術の開発は、原子燃料公社を中心として行ない、検査方法、検査規準の確立をはかるとともに、国家検査制度の実施にあたっては、原子燃料公社の修得した技術を十分に活用するものとする。

## (3) 放射線障害防止

アイソトープ等放射線の利用が拡大するに伴い、これを取り扱う事業所は、今後ますます増加するものと考えられるが、これらの施設に対しては、すでに放射線障害防止法のほか、医療法、薬事法等によってアイソトープの利用等が常に安全に実施されることを確認しなければ取扱いを許可しないこととなっている。また、設置許可後も遺漏なきを期するため、定期的に検査官を派して検査を行なう制度をすでに確立しているが、こちら検査制度の実施については、今後さらに強化するとともに、今後の発展に備え、放射線医学総合研究所等において障害防止のための研究をいっそう推進する。

## (4) 放射性廃棄物の処理

アイソトープ利用に伴う放射性廃棄物の処理に関しては、さしあたり、その回収および貯蔵措置を講じているが、今後アイソトープ利用が発展するに伴い、処理を必要とする廃棄物は、量的に増加するので、単に回収貯蔵を行なうだけでは十分とはいえない。さらに研究用原子炉および発電用原子炉の建設運転が増加するに伴い、将来国内において使用済み燃料の再処理を実施するようになれば、多量かつ高水準の放射性廃棄物が生成されるが、これらは一部その利用をはかるほか、適当な処理を施すことにより、廃棄物から生じるべき影響を絶対に防止しなければならない。

このため、研究施設および事業所において処理の困難な放射性廃棄物については、適当な公共的機関において、国際的に制度を十分勘案しつつ必要な処理および廃棄を行なう体制を確立するものとする。

## 5. 原子力産業の育成

政府は、直接資金を投入して研究開発を推進すると同時に、合わせて民間産業がみずからの創意と責任とにおいて行なう原子力の開発利用を促進する方策をとる必要があると考える。特に、前期 10 年において原子力産業の育成をはかることは、広くわが国の原子力産業にその分野における経験を与えることになり、後期における急速な拡大発展をもたらすうえに効果的であると考えられる。ここで政府が行なう育成方策としては次のごときものがある。

### (1) 低利資金の融資および税制上の措置

原子力発電については、新規産業であるとともにその性格として建設費が高く燃料費が安いという特性がある。したがって、前期 10 年に原子力発電 100 万 kW を建設する場合には、重油専焼火力発電で行なったばあいより相当多額の余分の建設資金が必要となる。これらの事情を考慮すれば、当分の間政府として、長期低利資金の確保、海外金融機関からの資金導入促進等についての配慮が必要であろう。

また、民間企業に対しては、研究費についての一般的な優遇措置だけでなく、開発の初期段階にある原子力産業育成のための税制上の優遇措置をとることが必要である。

### (2) 国内技術の助成

研究開発の促進にあたっては、海外技術の導入によって早急に産業の基盤を固め、その技術の基盤に立脚してさらに改良を進展させるとともに、一方わが国の独創性による研究の開発をすすめることを重点として考えており、その達成のためには、国の研究機関のみならず民間技術の健全な発展に期待する面が大きい。

したがって、わが国の原子力産業としても、原子力施設の国産化を推進すると同時に、その創意工夫が将来有効に生かされ発展するようはかられなければならない。このため、国内の民間技術を重点的に開発し、計画期間の半ばごろにおいて海外諸国と同程度の技術水準に到達させることを目途として、前期 10 年には、特に民間産業のすぐれた技術に対し、国として補助金、委託費等の助成措置を積極的に講じ、研究開発の促進をはかる必要がある。この場合、これら助成措置の対象としては、本計画の線に沿った研究を重点的に取り上げるよう措置する。

## 6. 核燃料の確保と有効利用

原子炉に使用される核燃料の確保は、わが国原子力開発利用を健全に発展させるうえにも重要な問題である。その供給源としては、現在のところ国内核燃料源の開発による分も一部あるが、量的には主として海外からの購入に期待しなければならない。この場合、天然ウラ

ンについては、供給可能な国が比較的多いが、濃縮ウランについては、現在のところ米国およびIAEAに依存することとなり、かつ濃縮ウランは、政府みずからこれを購入して民間に賃貸するものとなっているので、原子力発電所等の建設にあたっては、海外諸国または国際機関との間に必要な協定を締結する等、長期にわたる核燃料の供給が円滑に行なわれるような措置を講ずる。

さらに、将来は他の供給源がふえることも考えられるが、なお国内におけるウラン濃縮に関する研究をもすすめるものとする。

また、現在、原子力発電コストの推定にあたっては、使用済み燃料ないしはプルトニウムのクレジットが計算に入れられている。したがって使用済み燃料ないしプルトニウムが経済的に価値を持ちうるか否かは、原子力発電の経済性に大きな影響を及ぼすことになる。このため、政府としては、日本原子力研究所および原子燃料公社を中心として、プルトニウムおよび劣化ウランの利用のための研究開発を促進し、その有効利用をはかるものとする。

このように核燃料供給源の確保、燃料要素の製造、使用済み燃料の再処理、プルトニウムおよび劣化ウランの有効利用を通じ、核燃料に関する一貫した体制の確立をはかるものとする。

## 7. その他の重要な施策

### (1) 原子力施設周辺環境整備

原子力の研究開発の進展に伴い、今後大規模な原子力施設が増加するものと考えられるが、これら原子力施設について、その立地の適正を期するとともに周辺環境整備をはかる必要がある。すなわち、環境整備のための関連施設が適正に配置されるよう措置するとともに、放射線監視機構については、原子力施設の所有者または事業者に必要な措置を講ぜしめるほか、さらに所有者、地方公共団体および国の三者により実施されるモニタリング計画を樹立することを考える。

### (2) 緊急時対策の整備

これまで述べてきたとき種々の安全対策を講ずることによって、原子炉等の安全は、十分確保されることになっているが、万一予想しない原因のため事故が生ずるようなことのある場合に備え、かつまた事故の拡大を未然に防止するため、関係機関の取るべき措置、協力体制組織機構等に関する対策を検討し、確立するとともに、要すれば関係法規の整備充実をはかる。

### (3) 災害補償制度の確立

さらに、万一事故が生ずるようなことのある場合は、第三者の損害に対して、被害者の保護をはかり、かつ原子力事業の健全な発達に資することを目的として原子力災害補償制度を確立することが必要であるので、このため、政府としては、すでに必要な措置を講じている。

また災害補償制度については、国際的規模において、そのとりきめを行なう必要もあるの

で、国際原子力機関等を通じ、その推進に積極的な協力をするものとする。

なお、従業員の災害補償についても、万全の措置を講ずるものとする。

#### (4) 放射能調査

放射能調査については、すでに一応国内全体にわたり広く調査網を設け、その放射能レベルを全般的に調査してきたが、これまでのところ原水爆実験に伴うフォール・アウトの調査がその主体を占めていた。このようなフォール・アウトの調査は、現在の世界情勢が特に変化しないかぎり、おおむね現状の線を維持するにとどめ、今後は核種分析に重点をおいて、平和利用との関連において、環境の放射能レベル、すなわち、バックグラウンド調査に主力をそそぐこととする。

(a) これまでの放射能調査網を上記の趣旨に従って、特に将来原子力施設が設置される可能性があると思われる地域および原子力船が入港する可能性がある港湾のバックグラウンド調査に重点をおいて強化する。

(b) ウラン鉱山およびその周辺の放射能調査を強化し、気象、水象等各種の測定を定期的に行なう。

(c) 海洋については、放射性廃棄物の海洋投棄に備える一般的基礎調査として、日本近海の海流調査、表面海水、深海水および深海底ならびに海洋生物の放射能調査を継続して行なう。

(d) 原子力施設が海岸にある場合および放射性廃棄物が投棄された場合は、その付近の海水、海底沈殿物、海洋生物について、実期的にモニタリングを行なう。

なお、その他フォール・アウトあるいは放射性廃棄物の海洋投棄の問題は、国際的に関連する事項であるので、 $^{14}\text{C}$  の調査、極東および東南アジア地域の米食民族に関する放射能レベル調査等につき国際的に協力するとともに、海洋の放射能レベルに関する調査研究については、IAEA と緊密に連絡し、必要の場合は、国際的規模における調査を行なうようすすめるものとする。

#### (5) 情報の国際交流

わが国における原子力研究開発利用は、この数年間の進展をみたとはいえ、なおまだ海外諸国に比しかなり大きなへだたりがあり、国内情報の交流はもちろん、これら海外諸国との間の情報の交換の円滑化をはかることは、本計画の推進上重要な役割を果たすものと考えられる。

原子力に関する情報の交流については、現在国際的にも大いに進められつつあり、わが国もその恩恵に浴しているが、現在までのところ、情報を海外から入手することに重点がおかれ、海外に対し、国内の研究成果を提供する面については必ずしも十分でない。今後は海外の重要な情報を入手するためにも国内の情報を積極的に諸外国に提供する必要がある。このため、関係機関の連絡を密接にするとともに、国としても日本科学技術情報センターを通ずる等によるこの事業の推進に対して必要な援助を行なうものとする。

#### 原子力災害補償専門部会委員の増加

原子力災害補償専門部会では、原子力災害補償に関する国際条約案についての検討に着手することとなったので、審議のよりいっそうの充実を期するため、さらに東大教授石井照久、東大助教授鴻常夫および外務省国際連合局長鶴岡千仞の 3 氏に委員を委嘱することを第 3 回定例委員会で了解した。

#### (6) 原子力知識の普及

原子力のように新しい技術の発展のためには、一般国民が正しい知識をもってこれを守り育てていくことが必要である。この意味で原子力の正しい知識の普及徹底を活発に行なうことは、本計画を推進する上においてもきわめて重要な課題である。

現在、原子力の知識の普及活動は政府および民間の関係各機関において、それぞれ行なわれているが、今後直接政府が行なうものについてさらにその活動を積極化するとともに、民間の行なう普及活動に対しても、適当な援助を行なうことを考える必要がある。

原子力の正しい知識を普及するための具体的方法としては、次の世代をになう、中、高校生に対してはできるかぎり、原子力が教材に取り入れられるように努力し、また各機関の刊行物のうち必要のあるものについて、内容の充実につき政府、日本原子力研究所、原子燃料公社、放射線医学総合研究所等から適当な材料を提供するほか、映画、スライドの作成および展覧会、講演会等の催し物に対して積極的な援助を与えるなど、各種の方法を総合的に推進するものとする。

なお、これらの活動は、非常に多岐にわたるので、政府および民間の関係機関相互の連絡を緊密にするための適切な措置を講じ、最も効果的な普及活動が行なわれるよう努力する。