

原子力産業論の基本的問題（試論）

目次

川上幸一

一、原子力技術の特徴

(1) 人工的反応

(2) 自己疎外性の「管理」

二、爆発的利用（軍事利用）の問題

(1) ウラン濃縮と再処理

(2) 核拡散と核軍縮

## 原子力産業論の基本的問題（試論）

川 上 幸 一

### 一 原子力技術の特徴

#### 1 人工的反応

個別産業論の体系化は一般にむずかしいとされているが、原子力産業の場合は、他の産業一般とはいちぢるしくその特徴を異にする点で、体系化がよりむずかしいとも言えるし、その特徴を捉えて体系化し易い面があるとも言える。

個別産業の特質は、何よりもその技術的特徴によって規定される。産業の特質をもつばら技術的要因によって説明しようとする、技術決定論は間違いであるが、原子力産業のほかならぬ特徴は、その技術が自然や人間に対して強力なインパクトを及ぼす可能性をもち、また現にインパクトを及ぼし、一九四五年にフランク委員会によ

って提起されたその社会的、経済的、政治的意義の問題が、今日に至るもなお充分には解明されていないと思われる点にあるので、この産業の技術的特徴の考察はきわめて重要である。

周知のとおり、原子力産業の概念には、軍事産業である核兵器産業とエネルギー産業である原子力発電産業とが含まれている。<sup>2)</sup> 両産業は技術の本質的な部分を共有しており、この章の目的には両産業を区別して議論する必要性は少ないので、ここでは原子力の本来の利用形態と考えられる原子力発電産業を主に取上げ、その技術的特徴を考察しながら、必要に応じて核兵器産業にも言及することしよう。

原子力産業の主要な技術的特徴は、核分裂反応（nuclear fission reaction）を利用することである。つまり、原子核の結合エネルギーを解放して利用するわけであり、従来のエネルギー生産が石油や石炭の分子的結合のエネルギーを利用しているのとは、技術課題が質的に相違する。その違いをごく概念的に説明すれば、石油や石炭では原子—原子間の反応を利用していたが、原子力の場合は、極微の世界である原子の構造にふみこみ、その内部エネルギーを抽出して利用しようとすることから、技術課題の範疇的な違いが生じるといえる。原子力利用のこのむずかしさを、一般的に「核レベル」の技術課題と呼んでおこう。

核分裂反応は、ウランの原子核に中性子が衝突することによって発生し、原子核の分裂とともに大量のエネルギーが放出される。工業利用にとって都合なのは、エネルギーとともに二ないし三箇の新たな中性子が放出され、別のウラン原子核との間に反応が起きるので、反応が連鎖的に持続する可能性があることである。ウランは週期表の最後に位置する原子番号92の、もっとも複雑な、したがって不安定な元素であり、中性子のわずかな衝撃で原子核が崩壊してしまうことが、新たなエネルギー利用の機会を開いているわけである。ウランは天然の元素のなかで核分裂反応を起こす唯一のものであり、差しあたりウランを分裂させる以外に原子力利用への「入口」

はない。

しかも、このような核分裂反応の利用可能性は、ウランのすべてが核分裂するわけではないという事実によって、さらに局限されたものとなっている。ウランは質量数二三五および二三八（水素の質量数を一として）の二種類の原子、つまり同位元素（isotope）から成り立っているが（正確には三種類であるが、第三の同位元素はごく微量なので無視してよい）、核分裂を起こすのは質量数二三五のウランだけであり、その存在比は約〇・七％にすぎない。残りの九九・三％を占める質量数二三八のウランは、中性子（質量数一）に遭遇するとこれを原子核に吸収して、原子番号93の新元素プルトニウム（二三九）に変わる。このようにウランが中性子に対して二様の反応を起こすことは、核分裂によって生じた中性子が次の核分裂のためとウラン→二三八↓プルトニウム変換との双方に消費されることを意味し、それだけ連鎖反応の可能性は局限されざるを得ない。

つまり、連鎖反応を持続させるためには、核分裂から生じる二箇以上の中性子のうち、少なくとも一箇を確実にウラン→二三五に衝突させねばならないが、自然の条件下ではこのことはたやすくは起こらない。中性子の一部がウラン→二三八に吸収されるほかに、中性子のウランからの逃げ出し、不純物（つまり他の元素）による中性子のむだ食い（吸収）などが、反応の点火剤である中性子の数を減らすからである。その結果、連鎖反応の条件はかなり厳しいものとなり、石油や石炭の燃焼のような自発的な反応は起こらなくなる―地球上に天然の核分裂連鎖反応は存在しない<sup>3)</sup>。言いかえれば、この反応は人間が一定の技術的条件を構成することによって初めて実現された、その意味で管理された人工的の反応なのであり、その点に従来のエネルギー生産方法との重要な差がある。

ウラン→二三八↓プルトニウム変換は、連鎖反応の可能性を制限するが、一方では核分裂反応の利用可能性を

増大させる働きもする。すなわち、この変換によって生成するプルトニウムは新たな核分裂性元素（核分裂性物質、nuclear fissionable material）であり、その核分裂を利用して連鎖反応を起こすことができる。というより、天然の核分裂性元素ウラン-二三五の存在比が小さいので、ウランの大部分を占めるウラン-二三八をプルトニウムに変換し、その核分裂を利用することによって、はじめてウラン資源の完全利用の可能性が拓けることを意味する。核分裂反応の利用はその「入口」が限られているが、人工の核分裂性元素によってその可能性が拡大され、それだけ「管理された人工的反応」の領域もひろがることになる。<sup>4)</sup>

この反応の技術的条件の構成がどの程度困難な技術課題であるかは、以上の範疇的な説明からでは必ずしも明らかでない。連鎖反応の実現条件の厳しさは、たとえば中性子のむだな吸収を防ぐために、反応装置である原子炉（nuclear reactor）の構造材料等の選択および高い純度、いわゆる原子炉純度が要求されることに表れている。<sup>5)</sup> また、後述するウラン濃縮（核分裂するウラン-二三五の濃度を高める）の必要性や、プルトニウムの生成によってその抽出・利用の工程が追加されることも、この産業の体系と課題を複雑化する。それらの工程はすべて「核レベル」の技術課題をふくんでいるが、原子力利用の真の困難さを理解するには、核分裂反応の諸特徴にさらに立入る必要がある。

ここでは差しあたり、次のことを指摘できるであろう。すなわち、核分裂反応が自生的な反応でないことは、反応の実現にともなつて生じるかも知れない問題が、人間にとって未経験な、本質的に未知な問題であることを示唆している。それは石油化学の発達によって、天然に存在しないさまざまな人工物質が作り出された事例に対比されるが、技術が到達したこのような段階は、その産業経済的意義をうんぬんする前に、より根本的な技術論的、自然哲学的省察を不可欠にしていると考えられる。問題は自然に存在しなかった反応や物質を作り出すこと

の意味、それが自然や人間に対してどのようなインパクトをもたらすかの見究めである<sup>6)</sup>。核エネルギーの解放は産業革命以来の技術進歩の集積によって可能になった、その意味で技術の到達点を示すひとつのメルクマールに違いないが、同時に技術利用そのものへの重大な反省の契機を与えているといえる。

## 2 自己疎外性の管理

核エネルギーの解放は、しばしば第二の「プロメテウスの火」にたとえられる。人間が解放した核分裂反応の諸特徴は、それを利用しようとする人間の企てに厳しい制肘を加えるものであり、その結果、原子力技術の管理的性格はますます強まらざるを得ない。

その第一は、上述したこの反応の放出エネルギーの莫大さである。同じ質量のウランと石油とを比較すれば、エネルギー比はウラン一二三五のみの分裂でも一万対一以上、ウラン一二三八のプルトニウム変換を含めれば、量無限二百万対一になる理論上の可能性がある。このような高いエネルギー集約度(密度)は、安い燃料費に代表される原子力産業の顕著な特質をもたらした要因であるが、同時にこの反応の利用のむずかしさとそれともなう潜在的危険の大きさをも意味している。

すなわち、この反応(連鎖反応)は冷却中の燃料棒表面(被覆管)で摂氏千二百度前後の高温を発生させる。この高温に長期間耐えられる耐熱材料が必要であり、また発生熱を連続的、定常的に除去しなければならぬ点で、反応の管理(原子炉や燃料の設計をふくむ)は高度の整合性を要するむずかしいものとなる。その管理にわずかな狂いが生じると、一反応当たりのエネルギーの大きさから統制が失われ、連鎖反応の加速や発生熱の蓄積

によって燃料が溶融してしまう危険が潜在している。ということ、この反応の管理が単にそれを実現させるための管理—技術的条件の構成—にとどまらず、その厳密な制御（control）をふくむ概念であること、その制御がいかに確かなものとして設計され、遂行されるかに、原子力技術の利用可能性がかかっていることを意味している。

第二に、この要請をさらに強めるのは、反応にともなう放射線（radiation）の発生である。原子核の反応には一般に放射線の発生がともなうが、核分裂の場合は反応にともなう放射線のほかに、ウランやプルトニウムの原子核が不規則的にふたつに分裂し、それぞれが雑多な放射性物質（radio-active material）になるという厄介な事実がある。反応にともなう放射線は反応が停止すれば発生しなくなるが、生成した放射性物質はその放射線寿命の期間放射線を出しつづける<sup>8)</sup>。反応の進行とともに、原子炉の内部（正確には核燃料体の内部）には放射性物質がしだいに蓄積していき、放射線の最大値は数億ないし数十億キュリーにも達すると計算されている<sup>9)</sup>。このことが工学上のむずかしい問題を提起することはいうまでもない。すなわち

1、原子炉の内部は強烈な放射線にさらされる環境であり、その照射に耐えられる諸材料、放射線遮蔽などが要求される。原子炉は人間が接近しにくい装置であり、すべての操作は遠隔制御（remote control）によって行なわれるが、装置の点検保守、とくに故障の究明や修理の場合には、人間のある程度の接近を必要とするので、作業員の放射線被曝（radiation exposure）が問題にならざるを得ない。

2、生成した放射性物質を環境に排出することはできない。原子炉（および核燃料）の設計には、放射性物質をできるだけ完全に系内に「封じこめる」ことが要求され、その充分さに原子炉の利用可能性がかかることになる。とくに、反応の無統制化によるいわゆる暴走事故（run-away accident）は、放射性物質の大規模な拡散を

もたらず可能性があるので、設計上の絶対的な禁止条件となる。

3、しかし、生成した放射性物質は使用済の燃料とともにいずれは原子炉外に取り出さねばならない。この放射性廃棄物 (radio - active waste) やそれを内蔵している使用済燃料の処理工程でも、原子炉の場合と同様な「封じこめ」が必要であり、最終的にはそれらを安全かつ恒久的に人間の生活環境から隔離すること (isolation) が重要な課題である。問題は放射能寿命の長い若干の核種 (放射性元素) の存在であり、その寿命期間の長さが必要な管理の期間と程度を決定する。

4、原子炉は三十年ぐらいでその耐用年数を終わる。その内部は放射能に汚染されている—放射化している—ので、この大きな汚染構造物の解体処分問題を解決しなければならない。使用済燃料や廃棄物の処理工程でも、同様に汚染設備が生じるわけであり、一般的にはほとんどの工程で大なり小なりの放射能汚染を免れず、汚染物質の処分問題をともなうところに原子力利用の本質的な難点がある。

以上の諸問題はいずれも核分裂反応の特性に根ざしたものであり、いわば技術の本性にもとづく問題である。反応の「制御」や放射性物質の「封じこめ」、さらには廃棄物の恒久的な「隔離」、汚染設備の「解体」処分などいずれも原子力技術がきわめて自己疎外的な、自然や人間の生活環境になじまない技術であることを示している。人間が「管理的」に実現した反応が自然になじまないのは当然ともいえるが、このような自然との違和を克服するため、原子力技術はますます管理的にならざるを得ない。逆説的な言い方だが、このような自然との違和を克服する工程を可能な限り環境から「隔離」し、その自己疎外性を貫く限りにおいて成り立つ条件があるといえる。

以上の観点から、上でしばしば用いてきた「管理」の意味を、より厳密に規定することができる。それは技術一般の特徴である自然法則の効率的・経済的利用、そのための工学的努力を意味する「管理」ではなく、地球上



に存在しない反応の実現に範疇的な意味を認め、そのための工学的な努力を「管理」と呼んだものであった。しかもこのような反応の実現は、地球の環境に対してきわめて自己疎外的な反応の特性を引き出すこととなり、管理の内容にはこの自己疎外性の克服というむずかしい課題が付加された。この課題はエネルギー利用という単なる産業経済上の目的をこえた社会的、人類的な課題であり、それが遂行される保障を欠いたまま、この技術の利用を推進するわけにはいかない。この次元の「管理」はもはや単なる工学的努力ではなく、そのような努力を強制し、保障する社会的管理をふくむものでなければならぬ。核分裂反応の「管理」は、このような技術的、社会的両面にわたる反応の自己疎外性の管理を意味するわけである。

このような原子力技術の「管理」は複雑な課題であり、それが十分に遂行されない場合、環境や人間に対して重大なインパクトを生じる可能性がある。また「自然になじまない」反応の特性からすれば、そのインパクトを許容範囲内に抑えられるであろうという先験的な保障は存在しない（逆にいえば、管理が本来的に不可能であるとする論証もむずかしい）。この管理可能性の問題は技術的、社会的な現実の管理努力に即して判定される以外にないが、今日原子力発電をめぐる論争がたえないのは、この問題に必ずしも明確な答が得られていないこと<sup>11)</sup>に由来するといえよう。

原子力技術の管理的性格は、原子炉や核燃料の構造を見れば容易に理解することができる。核燃料は原子炉と一体的に設計され、製作される工作物、いわゆる核燃料体（nuclear fuel assembly）であり、原子炉内の計算された場所に設置されるという点で、石油や石炭のような在来燃料の概念とは全く異なるものである。その燃焼過程も外見的には核燃料体が発熱するだけであり、その熱が水（軽水）などによって除去される一方、生成した放射性物質は燃料体の内部にたまり、通常二年から三年にわたる所定の燃焼期間を終えると、燃料体は当初挿入さ

れたときと同じ形状のまま炉外に取り出される。このような完全に計算された燃焼は、今日の技術が到達し得た「管理」の極限を示しているが、核燃料のこの取り澄ました姿は、一方では原子力利用に潜在する問題の大きさを暗示する事実でもある。

- (1) 第二次大戦の最終段階で、原爆開発に動員されていたシカゴ大学のT・フランク、A・シラードら七人の科学者が「原子力の社会的、政治的意義委員会」を結成し、原子力の戦後問題を検討した。略してフランク委員会といわれる。一九四五年六月、委員会がスチムソン陸軍長官に提出したレポートは、原爆の日本への投下に反対し、沙漠か無人の島でデモンストレーション（示威爆発）を行なうことを勧告している。
- (2) このほか、ラジオ・アイソトープ（放射性同位元素）の農業、医療、非破壊検査などへの広汎な利用があるが、本稿では除外した。
- (3) 一九七二年にフランス原子力庁の科学者 R. Zauder が、アフリカのガボンで十七―八億年前に天然の核分裂連鎖反応が起きた痕跡を発見したが、これは自然条件がたまたま連鎖反応の条件を満たした例外的なケースである。
- (4) 原子番号90のトリウム（ ${}_{90}^{232}\text{Th}$ ）も、中性子によって核分裂性元素ウラン ${}_{92}^{235}\text{U}$ に変換される。これらの人工核分裂性元素の生成には中性子が不可欠であるが、中性子の供給手段は天然にはウラン ${}_{92}^{235}\text{U}$ の核分裂以外にないので、プルトニウムやトリウム（ウラン ${}_{92}^{233}\text{U}$ ）の利用可能性は独立的には存在せず、まずウラン ${}_{92}^{235}\text{U}$ を燃焼することが前提となっている。このことはトリウムやプルトニウムの安易な利用論に対する批判の根拠として確認しておかねばならない。
- (5) 最初の原子力利用の試みであった第二次大戦中の原爆開発（米国のマンハッタン計画）において、最大の技術課題のひとつがウランおよび諸材料の前例のない純度の達成であったことは、開発の公式報告 Atomic Energy for Military Purposes, 1945 その他に指摘されている。
- (6) この論文で用いている「自然」という言葉は、一般的な自然（nature）ではなく、より限定された地球上の自然、人

間の生存環境としての生態学的自然を指している。核分裂反応や核融合反応は宇宙のなかでは実際に生起しているが、地球はそれらの反応とは無縁な環境として形成されている。

(7) ウランの高いエネルギー密度は、エネルギー単位当たりの採取費、輸送費、貯蔵費、濃縮費等を極端に引き下げ、安い燃料費をもたらす。廃棄物処分費が単位エネルギー当たりでは負担可能な範囲をこえないと見られるのも同じ理由からである。しかし、資本費をふくめた原子力発電費が安くなるかどうかはこれとは別問題である。発電費はウラン原子核からその内部エネルギーを引き出して利用するための、工学的努力の大きさに対応するものであり、現にその資本費は火力のそれより大きい。経済的諸要因の影響もあり、エネルギー密度が高いことから直ちに安い発電費を推論できないので、原子力利用の初期に見られた安い電力への過大な期待は間違いである。

(8) 放射能寿命の長さは放射能が半減するまでの時間、つまり半減期で表される。核分裂によって生成する放射性物質の半減期は、数秒程度の短かいものから数万年という長いものまである。問題になるのは放射能が比較的強い、いくつかの長寿命元素の生成である。

(9) たとえば日本原子力産業会議が行なった科学技術庁委託調査「大型原子炉の事故の理論的可能性および公衆損害額に関する試算」、一九六〇年。熱出力五〇万キロワット級の原子炉で五億キュリーと試算している。

(10) 耐用期間をすぎた原子炉の汚染は、運転中の放射線照射によって鉄鋼材料が放射能を帯びるようになること、つまり放射化されることを意味し、核分裂生成物の付着、残留によって汚れているわけではない。放射化による放射能は誘導放射能と呼ばれ、比較的弱いものなので、原子炉の解体処分はその使用停止直後でも技術的には可能であるが、作業員の放射線被曝を軽減するには解体時期を遅らせることが望ましい。

(11) 米国のプロテスタント教会（National Council of Churches）には、倫理的価値基準によって原子力利用の可否を判断すべきだという議論がある。原子力発電の安全性をめぐる学者の意見が対立しており、実証的な手法では判断がむずかしいという理由からである。教会としての態度の決定は一九七九年まで保留されているが、科学的、実証的な努力を放棄した場合、はたして万人に受け入れられる普遍的な価値基準が存在するかどうかには疑問が多い。

## 二 爆発的利用（軍事利用）の問題

### 1 ウラン濃縮と再処理

原子力産業には前章に見た反応の自己疎外性の「管理」という問題のほかに、そうした管理的利用（制御的利用）とは全く対照的な、もうひとつの利用形態の問題がともなっている。それは、すでに述べた核分裂反応の放出エネルギーの莫大さが、その爆発的利用への関心を生み、核兵器の開発、生産への利用が現実に行なわれたのである。

核兵器の爆発力は、広島、長崎に投下された最初の原子爆弾が在来火薬（TNT火薬）約二万トン相当であったが、その後の改良と大型化によりその数十倍に達し、さらに水素爆弾が開発されている。核兵器はこのような爆発力と強烈な放射線による破壊的、軍事的効果を利用の対象としており、制御的利用におけるような反応の「管理」への関心は事実上存在しない。その意味で核兵器は原子力の危険そのものの利用であり、危険を最大限に拡散する利用形態というべきであろう。このような爆発的利用の性格は、それにとまう一定の技術的特徴を核兵器産業に与えている。

すなわち、核兵器の目的である最大限の破壊効果は、できるだけ純粋な核分裂性物質を入手し、連鎖反応を瞬時に無制御に進行させることによって得られるので、そのような核分裂性物質の生産がとりあえずの優先課題となる。その方法は核分裂性元素の種類——ウラン—二三五とプルトニウム——に応じてふたつある。ひとつ

は、天然ウランからウラン<sup>238</sup>を分離（同位元素分離）することによってウラン<sup>235</sup>濃度を高め、純粋な核分裂性物質を得ようとするウラン濃縮（enrichment）であり、もうひとつは、ウラン<sup>238</sup>から生成したプルトニウムを化学処理によって使用済燃料から抽出する再処理（reprocessing）である。第二次大戦中に米国が原子爆弾を開発したときは、この両方法のそれぞれについてさらに<sup>2</sup>ないし<sup>3</sup>の代案を並行開発するという大規模な計画を遂行し、良質な爆弾材料を確実に入手しようとした。

このことはウラン濃縮と再処理の技術が、もともと原子力の爆発的利用のために開発された核分裂性物質生産技術にほかならないことを示す。その工程から得られる純粋なウラン<sup>235</sup>とプルトニウムは、その質量が単に一定の量（形状によって異なる）に達するだけで連鎖反応をおこす、その意味で爆発の危険を体現する物質であり、とくにプルトニウムは放射能と化学的毒性とを合わせもつ有害物質である。<sup>12)</sup>人間は軍事目的のために、このような危険な人工物質を大量に生産する道を開いたわけであり、それが一九四〇年代から五〇年代にかけての原子力利用の初期段階の姿であった。

ところが、核兵器技術のシンボルともいえるウラン濃縮と再処理が、利用の目的は違うが原子力発電にとっても不可欠な、あるいは有用な技術として使われることから問題が生じる。たとえばウラン濃縮は、核燃料のウラン<sup>235</sup>濃度を<sup>2</sup>ないし<sup>3</sup>％程度（天然ウランでは〇・七％）に高めるために行なわれる。その方が燃焼効率と経済性がまさるからである。この程度の低濃縮ウランは爆発の危険性も少なく、濃縮度が<sup>1</sup>〇〇％に近い核兵器材料（高濃縮ウラン）とは全く異質の物であるが、濃縮設備自体は濃縮度にかかわらず同じものであり、工程の段数をふやすだけで共用が可能である。原子炉には、カナダの重水炉（CANDU炉）のように天然ウラン燃料を用いるものもあり、その意味ではウラン濃縮は必ずしも不可欠な工程ではないが、今日の原子力発電の主流は

自由圏、共産圏とも軽水炉であり、<sup>14)</sup>低濃縮ウラン燃料を使用しているので、濃縮を行なわねばならない。

また再処理は、使用済燃料中の残存ウランやプルトニウムを再利用し、資源の有効活用をはかろうとする限り、原子力発電にとっても不可欠の要素になる。利用の目的こそ違うが、プルトニウムそのものを抽出して利用する点は軍事目的の場合と同じであり、再処理設備の共用も可能である。また、原子炉におけるウランの燃焼工程でプルトニウムが必然的に生成される（ウラン→二三八↓プルトニウム変換）ことを考えると、発電から再処理までの原子力発電の全工程は、軍事目的のプルトニウム生産工程とその手順が類似しており、効率性やプルトニウムの品質を問わなければ、<sup>15)</sup>原子力発電を行ないながら、その工程から得られるプルトニウムで爆発物を製造することが可能である。

このように、核兵器産業と原子力発電産業との技術の共通性は、具体的にはウラン濃縮と再処理をその主要な環としている。そして、この環の存在が原子力発電産業に厄介な問題を提起し、厳しい制約を加えることになる。すなわち、原子力発電産業の発展にともなう核兵器生産の技術能力（再処理、ウラン濃縮）が形成され、新たな核兵器が作られる潜在可能性を高めるといふ、いわゆる核拡散問題（nuclear proliferation problem）の発生がそれである。上述のように、原子力発電の工程ではプルトニウムが必ず生産されるし、再処理やウラン濃縮を必要とする技術的、資源的な理由もあるので、核拡散問題はこの技術の本性に基づく、原子力発電に固有の問題として受けとられている。一九五三年にアイゼンハワー米大統領の提唱で「平和利用の解放」が行なわれたとき、米ソ間で最初に討議されたのもこの問題であり、平和利用の展開にともなう核拡散の危険をいかにして防止するかであった。<sup>16)</sup>

しかし、核拡散問題の性格についてはもう少し立入った検討が必要である。核拡散という言葉は、字義どおり

には核兵器が増殖すること、現実的には核保有国の数がふえることを意味するが、核兵器や保有国の数がゼロから一になることを核拡散とはいわない。論理的には、すでに存在するものがふえ、ひろがるのが拡散の語義である。歴史的にも、米国が最初に核保有国となったとき、拡散という言葉は使われなかったし、使うことが適当でもなかった。むしろひとつの核保有国が出現したのちに、第二、第三の保有国が出るかも知れない核拡散可能性が意識されたのであり、核拡散概念の前提には明瞭に核兵器＝核保有国の存在がある。

また、核拡散が進行する方法や経路も必ずしも単純な問題ではない。核拡散はすでに存在する核兵器や技術の現実の移転によって進むとは限らない。現に米国は原子力機密化政策をとり（一九四五―五三年）、技術移転による核拡散を防ぐとしたが、第二、第三の核保有国は出現し、核拡散が進行している。また、横の拡散に対する縦の拡散が指摘されているように、核保有国による新型兵器の開発、増殖も無視できない拡散であろう。これらの事実が意味するのは、核分裂反応の知識がすでに世界に普及している限り、その知識に基づいてある国が開発努力をすれば、その難易の差は別として核保有国に到達し、あるいはそれを増殖できる一般的条件が存在することである。原子力発電は技術移転を通じてこの一般的拡散可能性を助長するが、それが歴史の舞台に登場したのは米・ソ・英三国がすでに核保有国となっていた時期のことであり、その核拡散可能性の意味もそれだけ限定されたものであったことに留意する必要がある。

以上のかんたんな考察は、核拡散問題について次のような基本的視点を与える。

1、核拡散は論理的にも、歴史的にも、核保有国の存在を前提とする概念である。したがって、いわゆる核拡散問題には現存する核兵器の問題が必然的にかかわり、核保有国——および非核保有国——の立場と利害が反映されざるを得ない。

2、米国の最初の核保有以来、保有国の数は五つ（インドを除いて）にふえ、核拡散が進行したが、これらの国は個別的、直接的な開発努力によって核保有に到達したもので、技術移転や原子力発電ルートを經由したわけではない。<sup>17)</sup>

3、原子力発電は「核世界」がすでに形成されたのちに登場している。それは核保有に至る唯一のルートでも、恐らくは効率的なルートでもなく、その核拡散可能性は「より以上核保有国をふやさない」という限定された目的のために問題とされている。

4、以上が示すように、核拡散は今日の「核世界」の形成とからみ合った歴史的な問題であり、原子力発電の核拡散上の意味も、歴史的状況との関連で評価される必要がある。その意味で、前章で見た自己疎外性の「管理」の問題のように、単に技術の本性に帰結させられる問題ではない。

## 2 核拡散と核軍縮

以上の基本的視点にもとづいて、核拡散問題の性格、とくに今日の核問題とのかかわりをもう少し検討して見よう。

上述のように、核拡散可能性は米国の最初の核保有とともに発生し、それ以来存在しつづけている危険である。この一般的、根源的な可能性は、核分裂反応の爆発的利用可能性というような単なる技術的可能性（technical feasibility）ではない。技術的可能性は爆発的利用への関心をたしかに生むが、そのこととその関心が現実の利用に転化されることとは区別すべきであって、その区別を認めなければ技術の本性にすべてを帰結させる技術決



定論の立場に立つことになる。問題はむしろ、技術的可能性を現実の利用に転化させる社会的可能性（social feasibility）の存在であって、米国の最初の核保有のあと、さらに核保有国の出現が相つぎ、核開発競争が持続している世界的状況が、新たな核保有への誘因（incentive）を与え続けているところにある。

人間はいろいろな技術を、自らの意思と選択にもとづいて利用している。技術の利用可能性はその技術的可能性とともに、人間がその利用を選択し、その選択を持続している―利用を許容している―社会的状況、つまり社会的可能性の存在に依存する。技術的可能性が直ちに現実の利用をもたらずではなく、ある種の技術についてはそれを利用すべきか否かの社会的決断が重要な意味をもつ。技術的可能性は自然の性質によって与えられたものであり、その可能性自体を人間が消滅させ、またはその知識の伝播―これも拡散である―を妨げることができないが、社会的可能性の存在はあくまで人間の意思と選択の結果であり、宿命論をとらない限り技術的可能性のように必然的なものではない。原子力のようなクリティカルな技術がふえている今日、この点の区別の認識はきわめて重要である。

核兵器の場合、その技術的可能性の特異性から社会的可能性の問題がいつそう重要性をもつ。すでに見たように、原子力の爆発的利用には制御的利用におけるような「管理的」利用の可能性が存在しない。それは原子力の「危険」そのものの利用―しかも最大限利用―であり、危険を適度に抑えながら「管理的」に利用しようというのは自己矛盾だからである。危険の観点からは、核兵器利用の性格はオール・オア・ナッシングであり、危険を緩和するような利用の仕方がないので、利用そのものを抑制する以外に危険の顕在化を防ぐことができない。その意味で核兵器の利用可能性は、何よりもその利用を選択し、持続するかどうかの社会的可能性の問題なのである。

核兵器の利用の概念には、そのじっさいの使用のほかに、大きな潜在的危険とインパクトをとまなう兵器の製造や保有もふくまれる。したがってその利用の抑制も、使用の抑制から製造・保有の抑制、さらに最終的な廃棄に至るさまざまな段階をふくむわけである。核兵器利用の抑制はまだ全く実現されていないが、軍拡のペースのわずかなスローダウンや核戦争の暴発に対する若干の予防措置が軍備管理 (arms - control) と呼ばれ、あたかも核兵器の「管理的」利用が可能であるかの印象を与えている。しかしこの場合の「管理」の意味は、これまで述べてきた「管理的」利用のそれとはいうまでもなく異なる。いわゆる軍備管理によって核兵器の制御的利用が可能になり、その潜在的危険がわずかでも除去されるわけではなく、きわめて不満足な程度の利用の抑制によって、核戦争の勃発が当面回避されていることを意味するにすぎない。問題はあくまで利用そのものにかかわっているのであり、いささかも利用の仕方―管理的利用―の問題ではない。<sup>19)</sup>

核拡散の社会的可能性は、このように限定された核兵器の利用可能性にかかわる概念である。核兵器の利用の抑制が不十分である程度に応じて、核兵器の利用可能性と、それが新たな核保有―核拡散に誘因を与える社会的可能性とが存在しつづける。核兵器一般の利用可能性が存在する限り、新たな核兵器も許容されているわけであり、そのような社会的条件―枠組こそ核拡散の社会的可能性にほかならない。核拡散をうながす要因として、地域的な政治紛争の存在や米国の「核の傘」のゆるみ、さらに拡散の技術的可能性自体がしばしば指摘されるが、それらは拡散の前提条件ないしそれを促す局部的要因ではあっても、拡散を可能にする根源的要因ではない。それらの副次的要因を強調することは、根源的な核世界の存在と影響をレベル・ダウンする意図にもとづく場合が多いといえよう。<sup>20)</sup>

したがって、新たな核保有の抑制―核拡散の防止には、既存の核保有の抑制が第一義的な重要性をもつ。核兵

器の使用の抑制はもちろん、核兵器ストックと産業の縮小、つまり核軍縮（nuclear disarmament）をすすめ、核兵器の利用可能性自体を制限する以外に、核拡散の社会的可能性を除去する根本的な方法はない。その意味で核拡散ないし核不拡散（non-proliferation）問題の本質はまさしく核軍縮問題だといえることができる。さきに核拡散問題には現存の核兵器の問題が必然的にかかわり、核保有国―非核保有国の立場が反映されざるを得ないと述べたのは、このような核軍縮問題との本質的関連を意味したわけである。

しかし以上の議論によつては、今日の不拡散問題の性格はまだほとんど明らかにならない。かんじんの核軍縮がすすまず、核世界が存続し、拡大さえしていることが、またそれにもかかわらず新たな核保有に限つてその抑制が要求されることが、今日の不拡散問題に独特の性格を付与しているからである。端的にいえば、今日の不拡散要求は既存の核保有と新たな核保有（可能性）とを差別し、核軍縮と核拡散とを切りはなし、核兵器の利用可能性を放任したままで拡散可能性のみを、封じこめ、やうという企てにはかならない。このことは、核不拡散の国際的枠組である核拡散防止条約（Non-Proliferation Treaty、略称NPT）にも反映しており、核兵器の新たな製造・保有・移転（技術移転をふくむ）を厳しく禁止する一方で、核軍縮については軍縮努力の道義的義務を指摘するに止まっている。<sup>21)</sup>

このような今日の不拡散要求が、核世界―核保有国の現状維持要求を反映していることはいうまでもあるまい。核保有国は軍縮のむずかしさや、新たな核保有の出現が現在の核バランスに危険な影響を及ぼすことを理由にあげ、軍縮の進展とは無関係に核拡散への厳しい防止措置を要求しているが、このような防止措置を講じる対象として、あたかも拡散可能性のシンボル視されているのが原子力発電である。核兵器との技術の共通性によって、原子力発電の普及が拡散の技術的可能性（技術能力）をひろめ、あるいは高めること、その結果非核保有国が核

分裂物質を手に入れるようになれば、その後の核兵器の組立製作は比較的容易なプロセスであること―それだけ技術が進歩したこと―が、原子力発電が核保有国によって目の仇にされる主な理由である。要するに技術的「能性の拡散とそれによる核兵器製造の容易化にもっぱら関心が向けられ、核拡散は原子力発電に「固有の問題」とする通説がますます定説化する傾向になっている。

しかし、このような今日の不拡散要求には明らかに矛盾がふくまれる。

その第一はすでに指摘したことだが、核兵器の利用可能性が存続する限り、拡散の社会的可能性も決して除去されないことである。「浜のまさご(砂)は盡きない」という諺があるが、社会的可能性が存続する限り、原子力発電が行なわれるところに拡散の危険を発見することはつねに容易である。とくにその技術的可能性、つまり技術能力の形成自体が危険の主要な徴候と見なされ、この産業の発展にともなって不拡散要求はますます上積みされる傾向がすすむことになる。発見される危険は実は現存する核兵器―核世界の危険の投影にすぎないのであるが、現象的には原子力発電に内在し、起因するもののように受けとられる。

第二は、核保有国自身が不拡散措置の抱束を事実上受けなため、核バランスの維持を至上とする立場から、その不拡散要求が一方的にエスカレートされる明白な可能性があることである。そのようなエスカレートが進み、たとえば再処理、ウラン濃縮に対する技術的、制度的な不拡散の保障措置が累積されると、非核保有国は原子力発電を経済的に行なえなくなる限界に早晚ぶつからざるを得ない。

第三は、原子力発電に対する不拡散要求が、原子力発電に起因する拡散可能性だけでなく、それ以外のルートをふくめた一切の拡散可能性の「封じこめ」を意図していることである。核保有国は発電用燃料や設備の供給と引換えに、被供給国から不拡散一般の誓約をとりつけるというやり方を今日まで採ってきた。そのことが原子力

発電の拡散可能性をじっさいより大きく観念させ、過大な不拡散措置がもつぱら原子力発電に対して負荷されるという傾向を招いたといつてよい。その根源にあるのは核保有国の軍縮サボタージュであつて、いわばその代償の一切が原子力発電に求められているのが今日の不拡散問題の姿にはかならない。

以上の議論は、原子力発電に対する不拡散措置が一切不用であり、不当であると言おうとしているのではない。核兵器の存在下で原子力発電を行なう以上、合理的な不拡散措置の適用は恐らく必要悪である。問題は完全な不拡散が要求され、そのための保障措置が累加されるのに対して、原子力発電がそれを無制限に受け入れねばならない正当な理由が存在するのかどうかである。不拡散要求のエスカレートはやがてエネルギー産業への圧迫となり、エネルギー価格の騰貴を通じて、核保有国との全般的な国際競争力格差、経済的不平等をもたらす可能性をはらんでいる。今日の不拡散問題が核保有国と非核保有国との複雑な対立、依存、競争の力学のもとに展開されている理由は、この問題が単なる国際政治の問題にとどまらず死活の経済的抗争の側面を有するからである。このように、今日の原子力発電をめぐる不拡散問題は、単純な核拡散一般の問題として理解し、議論するのは不十分である。原子力発電による技術的可能性の拡散は、「平和利用の解放」当時から認識されていたことであり、それにもかかわらず、一定の保障措置のもとで原子力発電利用をすすめることが、緊張緩和にも寄与するとして世界的に受け入れられた歴史的なきざつがある。言いかえれば、技術的可能性のゆえに原子力発電を禁止しないし機密化するという軍事利用優先の考えは、五〇年代においてすでに清算されているのであり、その当時平和利用の解放は究極の核軍縮の実現をめざす努力の第一歩とさえ見なされていた。したがって、今日の不拡散要求が核軍縮サボタージュの結果として、原子力発電の経済的存立をも脅すような方向に動いていることは、歴史の逆行にひとしい重大な問題をはらんでいると言わねばならない。

（未完）

- (12) 核分裂連鎖反応は中性子の逃げ出しが少なく、反応に使われる量が多いほど起こり易い。中性子の逃げ出し量は核分裂物質の表面積に比例し、反応に使われる量は体積（質量）に比例するから、極端な形状でなければ、物質の量を単にふやしていくだけで連鎖反応が起きる量に到達する。反応が起きるこの最小量のことを臨界量（critical mass）という。臨界量に達すれば爆発的反應が起きるので、核分裂性物質の臨界量管理は重要である。臨界量は物質の形状や核分裂性元素の濃度によって異なり、純粋のプルトニウム<sup>239</sup>の球体では約九キログラム、夏みかん大の大きさである。
- (13) このため、プルトニウムの抽出、加工、貯蔵などの操作はすべて遠隔操作によらねばならない。プルトニウム<sup>239</sup>の放射能半減期は二万四千年できわめて長い。
- (14) 原子炉にはいくつかの型があるが、型の違いは燃料の天然ウラン、濃縮ウランの相違や減速材、冷却材の種類から生じる。減速材はウランの原子核から放出される高速の中性子を適当に減速するために、また冷却材は燃料の発熱を吸収し、伝達するために使われる。減速材（および冷却材）に重水を用いるのが重水炉であり、軽水（ふつうの水）を用いるのが軽水炉である。
- (15) 原子力発電工程から生じるプルトニウムは、爆弾材料としては品質が良くない。その理由はプルトニウム<sup>239</sup>以外の同位元素（核分裂しない）の構成比が高いことである。軍事的なプルトニウム生産では、プルトニウム<sup>239</sup>の効率的生産に重点をおいて原子炉を設計し、運転するが、原子力発電では発電が主目的なので、プルトニウムの構成比はあまり問題にならない。
- (16) 米ソ交渉の詳細は『商経論叢』第十三巻一号所載の拙稿「原子力発電と核拡散問題」参照
- (17) 軍事利用と平和利用とは技術の共通性があるので、英、仏両国のようにその両目的を並行して開発を進めた事例はある。フランスは、初期の研究段階（一九四五―五三年ごろ）では平和利用を目標にかかげていたが、のちに軍事利用に転換した。しかし、その転換は開発・工業化への移行期に行なわれており、この時期に開発努力が両目的に分岐したのであって、原子力発電ルートを「經由」して核兵器を生産したものではない。
- (18) 科学技術の性質からいって、機密化政策や輸出制限措置によりその知識の伝播を完全に防ぐことは不可能であり、そのことは歴史的にも証明済みである。それらの制限措置の効果は技術の取得を単に「遅らせる」ことに盡きており、拡散問題の本質的な解決策ではない。
- (19) 核保有国の専門家は、核兵器の「管理的」利用が可能であるかのように主張することがある。たとえば、放射性物質を多量に発生する「汚ない」水爆に対して「きれいな」水爆、爆発効果を局地的なものにする戦術核兵器の概念などがそれ

である。これらは一般に核兵器を通常兵器化しようとする努力といえるが、爆発力と放射能の影響の広域性、無差別性、残酷性などの特徴が除去されるわけではない。

(20) 米国の国際政治学者の間でこの種の議論が多い。たとえば T. Greenwood, H. A. Fetteson & B. Taylor *Nuclear Proliferation*, 1977 核兵器生産の技術能力の形成と核保有への動機、逆動機をもつばら検討し、核軍縮にはウエイトを置いていなく。

(21) NPT 第六条は「各締約国は核軍備競争の早期の停止及び核軍備の縮小に関する効果的な措置につき、並びに嚴重かつ効果的な国際管理の下における全面的かつ完全な軍備縮小に関する条約について、誠実に交渉を行なうことを約束する」として、軍縮交渉を義務づけるに止まっている。