

第7章 核兵器は拡散させない

7-1 原子力利用は核兵器開発から

(1) 核エネルギーの利用は原爆の開発から始まった

原子力の開発は、不幸にも、核兵器の開発から始まった。1939年、ウラン-235の原子核が中性子を吸収すると核分裂を起こし、核分裂当たり2.5~3個の中性子が生まれることが発見され、核エネルギー利用の道が示された。科学者たちはこの膨大な核エネルギー¹を安全に取り出すことが出来れば、新たなエネルギー源を手にするになると、核分裂反応の基礎研究を進めていた。

ナチス・ドイツを嫌って米国に渡ったドイツの科学者達、アインシュタイン、ハイゼンベルグ等はナチス・ドイツがこの核エネルギーを利用した強力な爆弾（原子爆弾：原爆）の開発に着手する可能性があることを恐れた。そして、ナチス・ドイツより先に原爆を持たないと、通常火薬（TNT）の爆弾では太刀打ちできないことを指摘し、ナチスに対抗する兵器を備えるために「米国は早急に原爆の開発を進める必要がある」とする警告の手紙を米国大統領ルーズベルトに送付した²。この手紙が地球上で最初に原爆を開発したマンハッタン計画の引金となった。

この手紙によりルーズベルトは、直ちにウランに関する大統領諮問委員会を立ち上げ、1940年には国防研究委員会を設置した。この研究委員会の下でウラン-235の分離（濃縮）³と核分裂の連鎖反応の可能性に関する研究が進められた。そうした中で、1941年にはプルトニウム-239が発見され、ウラン-235と同様に核分裂を起こすことが分かった。1942年12月にはエンリコ・フェルミによって、ウラン-235が核分裂の連鎖反応を起こすことが実験（最初の原子炉）で確かめられ、核エネルギーの活用方法（連鎖反応の制御メカニズム）の基礎が明らかにされた。そして、1943年、ニューメキシコ州にロスアラモス研究所を開設し、原爆の本格的な開発（マンハッタン計画）に着手した。この頃から、厳しい報道管制が敷かれ、原子力や新型兵器を思わす言葉や記事が規制され、始めのうち計画は議会にも報告されていなかった。このような体制の下で核兵器の開発は極秘の内に進められた。

1945年7月には米国のネバタでプルトニウムを用いた原爆（核爆発装置）の最初の核爆発実験が行われ、8月に広島に高濃縮ウランを用いた原爆（リトルボーイ）⁴、長崎にはプルトニウムを用いた原爆（ファットマン）⁴が投下された。残念ながらこれら原爆の投下が核エネルギー利用の最初である。

¹ 1kgのウラン-235が核分裂を起した場合に発生するエネルギーはおおよそ20万トンの化石燃料が燃えた場合に相当。

² 1939年8月、アインシュタインは米国大統領ルーズベルト宛の手紙に署名した。この手紙はナチス・ドイツから逃れてきたハンガリー出身の物理学者レオ・ジラードの意見を入れて書かれたものである。

³ 天然ウランの中にウラン-235は0.7%しか含まれているが、このウラン-235の濃度を高め、全ウラン中のウラン-235量を天然ウランより多くしたものであり、濃縮されたウランを濃縮ウランと言う。

⁴ <http://chemcases.com/nuclear/nc-09.htm>

(2) 核分裂の連鎖反応 - 臨界状態と核爆発 -

前節で示したように、当時分かっていた核分裂を起こす同位元素⁵はウラン-235 とプルトニウム-239 である。

ウラン-235 の原子核は中性子を吸収すると不安定になり、その過半数は分裂を起こし、2つの分裂片(質量がほぼ半分の同位元素であり核分裂生成物と言う)に分裂すると共に、2.5~3個の中性子を放出する。すなわち、1個の中性子が核分裂を誘発し、2.5~3個の中性子を放出する。ウラン-235 を集めて塊とし、1回の核分裂で生まれた中性子(2.5~3個)の内の1個が次の核分裂を起こすような状態に保てば、核分裂は無限に続き、連鎖反応は一定の割合で続き、途絶えることはない。この状態を臨界状態⁶と言い、中中性子の実行増倍率⁷が1.0の状態である。

一方、一回の核分裂により生まれた中中性子の内、1個以上が次の核分裂を起こすような状態では、核分裂が繰り返される度に、核分裂の数は増加する。原爆では、およそ2個の中中性子が次の核分裂を起こし、核分裂の数が鼠算的に増加(実行増倍率が2.0かそれ以上)するように設計・製造したものである。

(3) 核兵器と原子炉の違い - 反応速度が全く異なる -

1回の核分裂で生まれる中中性子は2.5個から3個であることは先に述べたが、この中中性子の大部分は核分裂と同時に生まれる即発中中性子であるが、ウラン-235 の場合、およそ0.7%が核分裂からおおよそ数秒(0.2秒から1分)遅れて生まれる中中性子(遅発中中性子)⁸である。原子炉では即発中中性子と、この遅発中中性子を加えた全中中性子数を一定に保つ状態(遅発臨界状態)で発電を続ける。

核分裂で生まれた中中性子が次の核分裂を起こすまでの平均時間間隔(平均世代時間)が原子炉と原爆では大きく異なる。原子炉では、核分裂で生じたエネルギーを冷却材(水あるいはナトリウム等)を介して熱エネルギーに変換し、発電している。原子炉内で起きる核分裂の平均世代時間は、原子炉内で生まれた中中性子がこの冷却材で減速され、拡散しウラン-235 に吸収されるまでの時間に比例し、1/100秒から1/10秒程度となる。さらに、遅発臨界状態にあることから、実効的な平均世代時間はさらに伸び、核分裂の増加率はさらに遅くなる。一方、原爆では原子炉のような減速材は一切使用しないため、核分裂の平均世代時間は100万分の1秒程度である。言い換えれば、体系内の核分裂率を倍にするために必要な時間は、原子炉では数十秒間⁹であるが、原爆の場合は、実効増倍率が2.0で

⁵ 原子番号が同じ(電子の数が同じで化学的特性が同じ)で質量が異なる元素を同位元素(同位体とも呼ぶ)と言う。天然に実在するウラン元素は主にウラン-235(存在比:0.7%)、-238(99.3%)の同位元素から出来ており、人工的に作られたプルトニウムの同位元素は主にプルトニウム-239とプルトニウム-240である。

⁶ 臨界状態では、時間当たりの核分裂を起こす割合が一定であり途絶えることがない。この状態はウラン-235あるいは(および)プルトニウム-239を集めた体系で作ることが出来、原子炉はこのような状態で運転される。なお、原子炉の出力は時間当たりに核分裂を起こす数で決まる。

⁷ 体系内である時間内に発生する全中中性子数と同じ時間に吸収され漏れる中中性子数の比であり、(実効増倍率) = (中中性子の発生数) / (吸収された中中性子の数 + 漏れた中中性子の数)と定義する。

⁸ 核分裂により分裂し生成した同位元素の核は全て高励起エネルギー状態にあり、あるいは崩壊を繰り返し、安定同位元素に変わって行く。この崩壊過程で発生する中中性子を遅発中中性子と言う。

⁹ 原子炉は遅発臨界状態に保たれていることから実効増倍率は1.07以下であり、中中性子の数を倍増するには少なくとも10回の平均世代時間を必要とし、さらに、遅発中中性子が核分裂に寄与していることを考慮すると、数十秒間が必要となる

あるとすれば、1 平均世代時間を経過すれば良く、1000 万分の 1 秒程度でたりる。この桁違いに早い核分裂の増倍率をもつ原爆では、如何に短時間に実効増倍率を 1.0 以下（未臨界状態）から 2.0 程度（即発臨界状態）に高めるかがその生命線であり、爆発の大きさを決める重要な技術的課題である。起爆装置が設計通り働かなければ、核爆発を起こす前に、緩やかな核分裂の増加が起き、温度があがり、ウラン-235（あるいはプルトニウム）は膨張し、溶けて変形し、実行増倍率は小さくなり（1.0 以下になり）、核爆発は起きない。

（４）最初に作られた核兵器

広島に投下された原爆、リトルボーイはウラン型の原爆であり、核爆発実験を行うことなく広島に投下された。このリトルボーイには 60 kg のウラン-235（全ウランに対するウラン-235 の割合が 80%の濃縮ウラン¹⁰ 75kg）が用いられた。ウランの塊は 2 つに分け離し、各々は臨界にならないようにしておき、火薬の爆発で 2 つの塊を急激に合体し、実効増倍率を 2.0 以上にし、核爆発を起こしている。半分に分けたとしても 30kg を超えるウランの塊を砲弾のように発射し（ガン・バレル型）、他方の塊に打ち込むため、完全に合体するには約 1000 分の 1 秒程度の時間がかかった。そして、核分裂は 80 回程度繰り返されたと想定されているが、この間は約 100 万分の 1 秒である。この核爆発で 1kg 弱のウラン-235 が核分裂を起こし、15～16kt の TNT 火薬の爆発に相当する爆発を起こした。15kt の TNT とは 15 トン積みトラック 1000 台に満載した火薬が同時に爆発したと同等の爆発力であり、広島の惨事を思い浮かべればその想像を絶する威力は容易に理解できよう。

他方、長崎に投下されたプルトニウム型爆弾は、約 6kg のプルトニウム-239 が用いられたが、プルトニウムではガン・バレル型の原爆は作れない。プルトニウムはその製造過程から、核分裂を起こすプルトニウム-239 ばかりでなく、プルトニウム-240 等他の同位元素が混じることは避けられない。プルトニウム-240 は自発中性子として 1g 当り毎秒約 1000 個の中性子を放出する。プルトニウム-240 が約 5%混在していると仮定すると、6kg のプルトニウム-239 を含むプルトニウムからは、毎秒 30 万個の中性子が生まれ続けていることを意味し、2 つに分けられたプルトニウムの塊が合体するのに必要な千分の 1 秒間に 300 個の中性子が生まれている。この中性子は、原爆として望ましい実効増倍率 2.0 に到達するまでに核分裂を始めるに十分な量であり、合体する途中で緩やかな核分裂が進み、プルトニウムの温度は上がり、膨張し、実行増倍率が上がらなくなり、効率の良い核爆発は起こらない。このため、プルトニウム型原爆の起爆方法はウラン型のそれと全く異なり、火薬の爆発により衝撃波を起こし、四方から圧力をかけ、その体積を 2/3 程度まで圧縮することにより、短時間に実効増倍率を 2 まで高める¹¹方法を採用している。この爆縮が設計通りに進むかどうか、プルトニウム型原爆が爆発するかどうかの鍵を握っている。米国ですら、原爆を長崎に投下する前に、この爆縮については確認実験¹²を行っている。6kg

¹⁰ 天然ウランの中にウラン-235 は 0.7%しか含まれていが、この天然ウランを全ウラン中のウラン-235 量が 80%になるまで濃縮した高濃縮ウラン。

¹¹ 体系の実効増倍率はプルトニウム-239 等、核分裂性物質の密度を高くすれば大きくなり、密度が下がれば小さくなる。原子炉は出力が上昇すると、温度が上がるために密度が下がり、出力を低下させる。この効果を負の温度計数と呼び、原子炉の安全性を確保する重要な因子である。

¹² 1945 年 7 月 16 日、米国はニューメキシコ州のアラモゴードで世界最初の核爆発実験を行った。これは長崎に投下されたプルトニウム型の原爆、すなわち爆縮の可能性を確認するための核爆発実験と見ることが出来る。

のプルトニウム-239 を用いたファットマンは 1kg 強のプルトニウム-239 が核分裂を起こし、TNT 換算で 22kt 相当の爆発をしている。このことは、爆縮型の原爆がガン・バレル型よりはるかに効率が良いことを示している。このため、米国は爆縮技術の改善を進め、金属としての特性からプルトニウムより爆縮の難しいウランにも爆縮技術の適用を可能にし、爆縮型の高濃縮ウラン原爆を作り、ガン・バレル型の原爆は姿を消した。

爆縮技術が進歩すると共に、原爆は改良され、小型化し、さらに使用目的に適した爆発力を持つ原爆、核弾頭が作られるようになった。しかし、ここで留意すべき点は、初歩的な原爆としては TNT 換算で 10～20kt のものが最も作りやすいと言う事である。ウラン-235、プルトニウム-239 はある一定量を超える塊にすれば実効増倍率が 1.0 になり、臨界状態になる。臨界状態を超え、実効増倍率を 2 以上にするにはそれなりの工夫がいるが、前にも述べたように起爆前のプルトニウム等の塊が臨界に成らないようにしなければ成らない。このため、数 10kt 以上の原爆を作るためには核融合反応等、別の核反応を組み合わせる必要がある。また、10kt 以下の原爆を作るには、確実に爆発する起爆機構を備えなければ成らない。これは、核爆発実験等を行う核爆発装置（装置の物理的な大きさ、重さ等は無視したもの）でも同じである。

（ 5 ）平和利用技術は核兵器開発技術の応用

前節でも示したように、ウラン（U-235）あるいはプルトニウム（Pu-239）のように核分裂を起こす同位元素の持つエネルギーは石油、石炭のように化学反応（酸化反応）により生じるエネルギーに比べ桁違いに大きく、1kg の U-235 が全て核分裂を起こすと約 2 万トンの石油を燃したのと同等のエネルギーを出す。この様に膨大なエネルギーを持っている U-235 あるいは Pu-239 を臨界状態に保ち、石油・石炭を燃料とした火力発電所と同じように、徐々に核分裂を起こさせ（燃焼させ）、発電するのが原子力発電所である。一方、原爆では大量の火薬を瞬時に爆発させる爆弾の様に、U-235 あるいは Pu-239 を瞬時に核分裂を起こさせるものである。

原子力発電を中心とした原子力の平和利用、すなわち現在の核燃料サイクルは、原爆を作るために開発された技術をベースに構築されており、経済性と安全性を改善して平和目的に活用しているに過ぎない。すなわち、核燃料サイクルの基本技術であるウラン濃縮、原子炉と使用済燃料再処理に関する技術は核兵器製造に必須な高濃縮ウランおよびプルトニウムを製造する技術と同じである。

広島に投下されたウラン型原爆には 60kg のウラン-235（80%高濃縮ウラン 75kg）が使われた。天然に存在するウランの中にはウラン-235 が 0.7%しかなく、残りはウラン-238 である。ウラン-235 とウラン-238 は同じ元素の同位体であり化学的性質の差はないと考えてよい。したがって、ウラン-235 を濃縮するには、-235 と-238 の差、つまり質量の差を使って濃縮することになるが、その差は 1%程度しかなく、効率的に濃縮する方法は数少ない。マンハッタン計画では、後にカルトロンと呼ばれた電磁法（イラクでも濃縮ウラン製造のために開発されていた）とガス拡散法が用いられた。電磁法は原理的に高濃縮ウランを作り易いが、効率が悪い。一方ガス拡散法は多量処理に適しているが高濃縮ウランを作るのは容易ではない。このような理由から、マンハッタン計画でも広島に投下した後、2 個目の原爆を作るに十分な予備の高濃縮ウランは持っていなかった。

一方、長崎に投下されたプルトニウム型原爆に使ったプルトニウムは天然ウランを核燃料とした原子炉（フェルミが連鎖反応を立証した原子炉を改良したもの）で生産された。この原子炉は発電こそしないものの、現在問題になっている北朝鮮の 5MWe 黒鉛減速炭酸ガス冷却原子炉と類似のものと考えられる。この原子炉で照射された使用済燃料は再処理され、プルトニウムが抽出される。この再処理・抽出工程は、現在、日本で試験運転に入っている六ヶ所の再処理工場で採用している処理工程と原理的には同じである。

7 - 2 平和利用の始まり

前節で紹介したように、核エネルギーの平和利用と軍事利用は表裏一体の関係にあり、諸刃の剣であるといえる。

人類の進歩は火を使うことから始まり、より強力な武器を持つ部族が権力を持ち、経済力を高めてきた。産業革命はエネルギー密度の高い石炭火力の作る水蒸気エネルギーを活用することから始まり、生産性は飛躍的に増大し、現代社会の基礎が形成された。この進歩の中で、強力な火薬、ダイナマイトが発明され、道路、水路建設等の大規模な土木工事を可能にし、経済活動を拡大した。他方、この火薬は、兵器の性能を一新し、地雷から機関銃等の小型武器、長距離砲とロケット弾、そして爆弾等、現代兵器の開発と高性能化を進め、戦争の形態までも変えてしまった。

1kg のウラン-235 が持つ実用可能なエネルギーはおおよそ 2 万トンの化石燃料が燃えた場合に相当する。この核エネルギーは、平和利用に徹すれば、人類社会への貴重な贈り物であり、新たなエネルギー源である。しかし、このエネルギーを悪用すれば地球を破滅に陥れる最悪の凶器となる。核エネルギーをどのように使うかは人類が決めることであり、平和利用を推進するには、人々の、そして国々の利害を超えた英知を結集する必要がある。

ここでは、平和利用の始まりと平和利用を約束する政策、核兵器不拡散条約と条約を守るための措置、すなわち平和利用目的の核物質と技術が核兵器の製造に転用されることを防止するための措置を紹介する。

（1）平和利用への移行 - 軍事利用技術の転用 -

1945 年に米国が広島、長崎に投下された原爆の威力が世界に知れ渡ると、原爆は究極の兵器であり米国に対抗するためには原爆を持つ必要があると、各国、特にソ連は原爆の開発を急いだ。そして、1949 年 9 月にソ連が、1952 年に英国が核爆発実験を行い、各国の核兵器開発競争が始まった。米国では、この間、更に強力な水爆の開発へ進むと共に、核エネルギーの開発と管理手法について様々な角度から検討が進められていた¹³。1951 年にソ連が水爆の核爆発実験に成功した時点で、米国は核エネルギーの利用を一部の国が占有することは不可能であることを認識し、国際機関による核エネルギーの管理を提案することとした。

米国アイゼンハワー大統領は、1953 年 12 月の国連総会で核エネルギーの平和利用について演説した。この「Atoms for Peace」¹⁴と呼ばれている有名な演説に端を発し、国際原

¹³ A REPORT ON THE INTERNATIONAL CONTROL OF ATOMIC ENERGY, Chester I, Barnard, J.R. Oppenheimer, Charles A. Thomas, Harry. A. Winne, David. E. Lilienthal, March 16, 1946

¹⁴ Address Before the General Assembly of the United Nations on Peaceful Uses of Atomic Energy, New York City.

子力機関(IAEA)が設立され、核エネルギー、つまり原子力の平和利用の道が開かれた。

「Atoms for Peace」は原子力の平和利用の推進を図る画期的な提案であると各国から歓迎されたが、実際は、原子力の利用を平和目的のみに封じ込めるための提案でもあった。米国の提案の真意は、原子力開発の流れをそのまま放置しておく、核兵器の開発に必要な技術と核物質は、何れ各国に広がり¹⁵、次々と核兵器を持つ国が誕生することになり、核兵器を持っているか否かが地域間の力のバランスを崩し、些細なトラブルから核戦争に発展する可能性が高くなると予想したからであると思われる。すなわち「Atoms for Peace」は、すべての国の原子力活動を一元的に管理し、原子力を人類のために(平和利用目的のために)役立てることのみを目的として、平和利用に使う核分裂性物質を核兵器の製造に転用することを防止する国際的な査察及び管理システムの整備と運用の必要性を提案したのである。

この提案が国際原子力機関(IAEA)の設立につながり、原子力平和利用の道を開いた。原子炉および核燃料に関する基礎研究がこの時期を境に一斉に開始された。すなわち、原子力の平和利用はアイゼンハワー大統領の演説「Atoms for Peace」から始まったと言える。この時点ではIAEAの管理と査察(供給した核燃料の管理と平和目的以外に利用されていないことを査察活動により監視)が有効に機能すれば、核兵器の拡散防止は十分可能であると考えられていた。しかし、原子力開発利用計画は国の意思によって決定されるものであり、やがて、IAEAの管理を超えた形態で自主開発が進められるようになる。

(2) 国際原子力機関(IAEA)の設立とIAEA憲章

アイゼンハワー大統領の演説の後、5年間にわたり、IAEAが平和利用の促進に果たす役割とその任務について議論が続けられた。1957年、IAEAの設立に伴って制定された憲章では、各国の原子力の平和利用を促進するために、及び、IAEAが供与した核物質¹⁶が軍事目的に利用されていないことを確認するために、また締約国からの依頼があった場合に保障措置活動を行うこと規定された。

平和利用の促進について憲章第3条では「全世界における平和利用のための原子力の研究、開発及び実用化を奨励しかつ援助する」とし、「世界の低開発地域におけるその必要性に妥当な考慮を払った上で、この憲章に従って、物質、役務、設備及び施設を提供する」と規定している。この条文が、原子力の平和利用を加速し、世界各国が競って原子力平和利用の開発研究を開始する切っ掛けとなった。

一方、平和利用物質が軍事利用のために使用されていないことを確認するための措置として保障措置の適用が平和利用を推進するための条件であると規定されている。すなわち、憲章第12条には、概ね次のように保障措置活動の範囲と目的を規定している。

- 原子力関連設備及び施設の設計を検討し、その設計が軍事目的を助長するものではない場合のみ承認すること。

December 8, 1953, PUBLIC PAPERS OF THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES, Dwight D. Eisenhower, Containing the Public Messages, Speeches, and Statements of the President, January 20 to December 31, 1953

¹⁵ 米国は核兵器の製造に関する情報を極秘情報として厳重に管理し、国外に流れることを避ける措置をとった。しかし、ソ連は米国から遅れること4年で核爆発実験に成功している。情報と技術の拡散を完全に防止する事は困難である

¹⁶ 加盟国から供出され、IAEAの管理下に置かれた核物質は、米国の5,000kg、ソビエト50kg、英国20kg等のウラン等である。David Fischer, "HISTORY OF THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY", IAEA 1997, ISBN 92-0-102397-9

- 原子炉等で照射した物質の化学処理方法を、その処理が軍事目的へ転用するためのものではない場合のみ承認すること。回収されたまたは生産された特殊核分裂性物質は、継続的に IAEA の保障措置下で平和目的に利用されるように要求すること。
- 査察官を受領国及び平和利用計画を提出した関係国へ派遣すること。

IAEA 憲章に基づく当初の保障措置はモデル保障措置協定文書 INFCIRC/26 により実施され、平和利用活動が拡大するにつれ、INFCIRC/66 に移っていった。このモデル協定に基づく保障措置の目的は「IAEA が提供した特殊核分裂性物質その他の物質、役務、設備、施設及び情報がいかなる軍事目的をも助長するような方法で利用されないことを確保するための保障措置を設定し、かつ、実施すること、及び、いずれかの 2 国間または多数国間の取極の当事国からの要請を受けたときには、その国の原子力の分野における諸活動に対して保障措置を適用すること」となっており、IAEA 憲章の保障措置の目的と同じと見ることが出来る。そして保障措置の適用範囲には各国が独自に進める原子力開発は含まれておらず、国内で産出されたウランや自主技術で生産されたプルトニウムなどは、その国からの要請がない限り、保障措置適用対象とはしていない。日本もこの保障措置協定の下で原子力開発を進めていた時期がある。現在、保障措置の適用を拒んでいる国は 2003 年 5 月現在、イスラエル、インド、パキスタンの 3 カ国である。

7 - 3 原子力の平和利用と保障措置 - 核兵器への転用の防止 -

IAEA が設立され、原子力の平和利用が解禁されて以来、各国の技術開発は米国、ソ連等の予想を遙かに上回った。INFCIRC/66 の定める保障措置では、自国が開発した技術および自国で生産した特殊核分裂性物質¹⁷が保障措置の対象とならないために、保障措置対象外の原子力活動が急速に拡大していった。多くの国は自国の原子力活動に IAEA 保障措置を適用するよう要請し、ウラン濃縮、原子炉燃料の製造、再処理等、核兵器製造に直結する技術の開発を進めていったが、要請しない国も在った。この状況が更に進めば、義務ではなくボランティアとして申告された施設、核物質に関する保障措置のみでは核兵器の拡散を抑える事はできないと危惧する国が多くなった。このような状況の下で、1965 年にはソ連が核兵器不拡散条約(案)をジュネーブの軍縮委員会に提案し、1967 年には査察条項(案)を米国とソ連が共同提案し、1998 年には国連総会で核兵器不拡散条約は採択された。

(1) 核兵器不拡散条約と包括的保障措置協定

核兵器不拡散条約(NPT)は 1970 年に発効し、現在 188 カ国が加入している。NPT の特徴は核兵器を持っている国(核兵器国)と核兵器を持っていない国(非核兵器国)に分割し、核兵器の不拡散及び核軍縮にかかる権利と義務を定めていることにある。NPT に加入している非核兵器国は「核兵器や核爆発装置を受領せず、製造せず、取得せず、さらに製造のための援助を受けないこと」と規定(NPT 第 2 条)している。核兵器国は、当時、核兵器を保有していると自他共に認められていた 5 カ国、米国、英国、フランス、中国、

¹⁷ 特殊核分裂性物質とはプルトニウム-239、ウラン-233、同位元素ウラン-235 またはウラン-233 の濃縮ウランであり、IAEA 憲章第 20 条で定義されている。

そしてソ連に限定し、「核兵器国は核兵器の削減交渉を誠実に行うこと」と規定（NPT 第6条）している。（1998年5月、インドおよびパキスタンは核爆発実験を行い、核兵器保有国となったがNPT上の核兵器国として認知する動きは無い。）

NPTは不平等条約であるが、日本を始め多くの非核兵器国は新たに核兵器を持つ国を作らないとの強い連帯感からNPTを批准し、NPTの定めるIAEAの包括的保障措置協定（INFCIRC/153）を受諾し、新たな保障措置体制に移行した。

包括的保障措置協定の下でも保障措置の目的は「原子力の平和利用に用いられる核物質が核兵器その他の核爆発装置に転用されることを防止する」ことであり、IAEA憲章の定めた目的と変わりはない。しかし、その対象と手法は大幅に変わった。包括的保障措置の下では「非核兵器国の領域内若しくはその管轄下で、又は場所のいかんを問わずその管理の下で行われる全ての平和的な原子力活動に係るすべての原料物質及び特殊核分裂性物質につき、適用される」と規定している（NPT第3条1項）。非核兵器国にある核物質は、全て平和利用目的に限定されていることから、その国内にある全ての核物質が包括的保障措置の対象になる。そして、国は、国内に有る、あるいは使用している核物質の在庫と移動を毎月IAEAに申告し、IAEAはその申告が正しいことを立ち入り査察により確認する。すなわち、包括的保障措置の目的は、有意量¹⁸の核物質が、核兵器あるいは其の他の核爆発装置の製造のため、または不明の目的のために転用されることを適時に探知¹⁹すること、及び早期探知の危惧を与えることによりそのような転用を防止することにある（INFCIRC/153 (Corrected) 第27条）。この目的を達成する手段として、核物質の計量を基本的に重要な保障措置手段として、重要な補助手段としての封じ込め及び監視と共に用いる（INFCIRC/153 (Corrected) 第28条）。この包括的保障措置はINFCIRC/66に基づく保障措置とは全く異なり、締約国の原子力活動に特別の制限は付けないが、締約国は保有する全ての核物質をIAEAに申告することを前提に組み立てられている。すなわち、IAEAは各国の申告が正しい事を、帳簿検査、そして核物質の実在庫と受払い量の計量検査を行なうことにより保障措置の目的を達成可能であるとしており、締約国の自己申告が保障措置のベースとなっている。

包括的保障措置協定は、これらの原則を実施に移す具体的な手順を規定している。繰り返しになるが、核物質計量管理²⁰を基本的な手段として位置付け、封じ込め/監視を補助手段と定義している。そして、査察検認活動の結論は、それぞれの物質収支区域の物質収支バランスで説明できない量（MUF: Material Unaccounted For）の大きさと申告された核物質の計量（測定）精度に起因する収支バランスの誤差の限界との比較によって判断される。

核物質の計量管理は申告された核物質が申告通りに保管あるいは使用されていることを査察により確認することが基本となる。写真 7.3.1 は IAEA 査察官がウラン試料の濃縮度を測定している時のスナップであり、写真 7.3.2 は新燃料集合体を査察している時のスナ

¹⁸ 有意量；原爆を造るために必要なプルトニウム等の量であり、プルトニウム：8kg、ウラン-233：8kg、ウラン-235：25kg（ウラン-235が20%以上の濃縮ウラン）等であり、加工工程で生ずるスクラップもこの量に含まれている。

¹⁹ 適時に探知とは、転用された核物質が核兵器になる前に探知するという意味であり、酸化プルトニウム等は1ヶ月、ウラン-235の割合が20%以下の低濃縮ウランは1年以内に転用を探知することを意味する。

²⁰ 銀行の会計手法に習い取り入れられたシステムであり、核物質の在庫と受払い量を計量し、帳簿に記載し、少なくとも毎月帳尻が合い、過不足の無いことが確認できる核物質の管理システム。

ップである。そして封じ込め / 監視手段の 1 つとして用いられる監視カメラのセットアップ時のスナップを写真 7.3.3 に示しておく。

写真 7.3.1 ウラン試料の濃縮度検査



[出典] パンフレット 保障措置と核物質防護 / 科学技術庁

写真 7.3.2 新燃料集合体の検査



[出典] パンフレット NMCC-SAL / NMCC / IAEA)

写真 7.3.3 監視カメラのセットアップ



[出典] The IAEA's Safeguards System; Ready for the 21st Century / IAEA)

NPT 締約国である非核兵器国は、長い間、その約束を忠実に守り、核物質の在庫と移動量を IAEA に申告し、IAEA はその申告の正当性を検認するという手法によって保障措置査察を維持してきた。湾岸戦争の戦後処理で明らかになったイラク問題は、自己申告をベースとして成り立っているこの包括的保障措置の弱点を白日に晒した。すなわち、申告された実在庫は申告通りであったが、未申告の核物質を生産し、条約違反の核兵器開発を着々と進めていた。包括的保障措置を受けている非核兵器国は全て NPT を批准しており、核兵器を持たないことを約束している。したがって、包括的保障措置の下では保障措置の前提である申告の完全性を確認する措置は組み込む必要はないとされていた。「IAEA は加盟国が全ての核物質を申告していると信じ、核物質が申告の通り実在する事を立証する」これが包括的保障措置協定の基本理念であることを忘れてはならない。

(2) イラク及び北朝鮮問題

イラク問題

イラクは2つの研究用原子炉(500KWt、5000KWt 何れも1967年に臨界に到達)とホット・セルを持ち、INFCIRC/66の下で原子力利用の基礎研究を進めていた。1974年には包括的保障措置を受諾し、上記2つの原子炉に装荷している核燃料(93%濃縮ウラン12.3kg、及び80%濃縮ウラン10kg)と約450tの天然ウランをブラジル、ナイジェリア等から購入し、所有しているとIAEAに申告し続けていた。IAEAは、1991年湾岸戦争が終結するまでは、この申告に基づき査察を続け、申告通りの核物質が有る事を確認し「査察結果から核兵器等に転用していると結論付ける根拠は無かった」とする査察結果をIAEA理事会に報告していた。この結果は、包括的保障措置によりIAEAに付与された権利と義務の下で導かれたものである。

1991年3月湾岸戦争が終結し、安全保障理事会決議687に基づくUNSCOM査察(核物質に対する査察はIAEAが代行)により、未申告の核物質が、未申告の施設から発見された。確認された未申告核物質は約90tの天然ウラン、0.6kgの4%濃縮ウラン、そして3gのプルトニウムである。イラクは研究炉で照射した天然ウランを溶解し、長崎型の原爆に使われたプルトニウムの抽出の試験を行っていた。

写真 7.3.4-1、7.3.4-2 濃縮施設の残骸を見つけるための査察の情景



[出典] The IAEA's Safeguards System ; Ready for the 21st Century / IAEA

また、広島型の原爆に使われた高濃縮ウランの製造を目指し、ウラン-235の濃縮を試みていた。ウラン濃縮では現在日本等が採用している遠心分離法と、マンハッタン計画で活躍した電磁方を平行して開発しており、試験的ではあるものの、何れの方法でも濃縮に成功している事実が明らかにされた。

これらの未申告の活動と核物質は、何れも核兵器開発を目的としたものであり、明らかにNPT第3条に違反しており、全ての核物質を申告するとしているIAEA保障措置、すなわち包括的保障措置にも違反している。

イラクでの査察はIAEAの通常査察ではなく、無制限の立ち入り査察権を持つ査察であり、湾岸戦争の終戦処理の一環として行なわれたものである。査察グループがイラクに入った時、すでに全ての濃縮施設は解体され、砂漠に埋設されていた。ウラン濃縮が行なわれていた可能性があるとの想定は、施設内に大容量電力が使用されていた痕跡、そして床に埋め込まれていたアンカーボルトの配置等から推定したものであり、ウラン濃縮に供せられていた機器が解体され、投棄されていた場所を見つけるために苦労したと聞いている。写真7.3.4は砂漠の中で発見された投棄場所で解体され廃棄されていた関連機器を検査しているところであり、配管等の内面の環境サンプリングにより、低濃縮ウランが付着していることを突き止め、ウラン濃縮が行なわれていた事実が解明された。またイラクの査察では、原子力開発を完全に絶つために、原子力設備および施設が査察チームにより順次破壊されていった。写真7.3.5は第11次査察チームにより関連施設が爆破された瞬間である。

写真 7.3.5 査察チームのイラク原子力施設の爆破



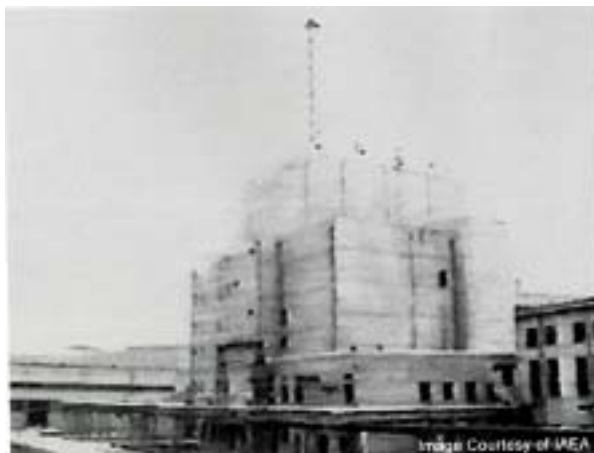
[出典] Pavicek / IAEA

このような終戦処理により、イラクの原子力関連施設は完全に破壊され、濃縮ウランおよび使用済燃料は全て国外に持ち出された。イラン国内に残っていたのは天然ウラン等、核原料物質のみである。

北朝鮮問題

保障措置に係る北朝鮮問題はイラク問題と全く異なる。北朝鮮は 1960 年代半ばに当時のソ連から研究炉（IRT）を導入し、1970 年代後半には研究炉で照射した試料から 1g 弱のプルトニウムを分離している。1980 年には 5MWe 原子炉の建設に着手し、1986 年に運転を開始している。さらに、50MWe、200MWe の原子炉を建設中であった。何れの原子炉も黒鉛減速、炭酸ガス冷却型の原子炉であり、金属天然ウラン燃料棒（直径：2.9cm、長さ：52cm、重さ：6.24kg）を燃料とするものである。5MWe 原子炉は発電炉と言うよりはプルトニウム生産炉であるが、燃料棒を垂直に装填する縦型炉であり、燃料取替え時には運転を停止しなければならない設計となっている（50MWe 原子炉は横型の原子炉であり、運転中に核燃料の交換が出来ると思われる）。北朝鮮の報告によると、1989 年、2 ヶ月間運転を停止している。問題はこの 2 ヶ月間に何本の燃料棒を新燃料に交換したかであるが、この燃料交換に関する情報は IAEA にも報告されていない。さらに、米朝枠組み合意に基づく原子力活動の凍結作業の一環として、IAEA は原子炉から取り出された燃料棒の燃焼度を全て測定し、1989 年当時、新燃料と交換された燃料棒の数と炉心内位置を確認しようとしたが、北朝鮮の妨害に遭い、測定する機会は失われた²¹。この北朝鮮の行為は以下に示す使用済燃料を再処理し抽出したと報告されたプルトニウム 60g の信憑性²²に疑いの度を加えるものであり、1994 年当時、すでに原爆を作るに十分なプルトニウムを持っているとの報道された根拠の 1 つになっている。

写真 7.3.6 5MWe 原子炉の全景



[出典] Solving the North Korean Nuclear Puzzle / ISIS Press, 2000

北朝鮮は 1992 年 4 月包括的保障措置を受け入れると IAEA に通告し、直ちに査察実施の準備に入った。この準備作業として、先ず、北朝鮮は協定に基づき保障措置の対象となる全ての核物質を IAEA に申告（冒頭報告）した。続いて、IAEA は冒頭報告に全ての核

²¹ IAEA が測定の準備をし、5MWe 原子炉サイトに到着した時、北朝鮮はすでに主要炉心部分の燃料棒を抜き取り、炉心の何処に装荷されていたかが分からないような態様で保管施設に移していた。

²² Solving the North Korean Nuclear Puzzle, The Institute for Science and International Security, 2000

物質が含まれており、正しく申告されていることを検認する作業（冒頭査察）に入った（INFCIRC/153 第 71 条）。

問題は北朝鮮が冒頭報告に記載したプルトニウム約 60g の組成（同位元素の存在比率）の検証過程で起きた。この 60g のプルトニウムは、申告されたホット・セルで分離されたものであるが、IAEA 査察の分析結果によると、プルトニウムの分離抽出工程で生じた再処理廃液に残っているプルトニウムの組成とが一致しなかった。すなわち、提供された再処理廃液のサンプルは申告されたプルトニウムを抽出した際の再処理廃液とは異なり、未申告のプルトニウムを抽出していたことになる。IAEA は未申告の再処理を行なった施設（未申告）を見つけ出そうと確認査察を続けると共に、サンプルを採取した再処理廃液の総量を確認する必要があると、その貯蔵タンクの査察を要求した。しかし、北朝鮮は拒否した。

このため、IAEA 理事会は、冒頭査察ですべての問題が解決されることが保障措置開始の条件であると、特別査察（査察結果に問題があった場合に発動する IAEA の最終検証手段）を発動するよう IAEA 事務局に要請した。しかし、北朝鮮はこの要請も拒否し、IAEA を脱退すると宣言した。以後、IAEA と北朝鮮間の交渉チャンネルは閉ざされることになった。

北朝鮮の核兵器開発を停止させることが最重要課題であると判断した米国は北朝鮮と協議を続け、1994 年には、米朝枠組合意を合意した。以後、北朝鮮の原子力関連施設は凍結され、IAEA 査察官が枠組み合意に基づく凍結の監視を続けた。この凍結と監視は 2002 年 12 月、北朝鮮が枠組み合意を破棄するまで続いた。枠組み合意の下で IAEA は封じ込め監視の手段として写真 7.3.3 に示されている監視カメラと共に多数の封印を使用していたが、北朝鮮は一方的に監視カメラを停止し、封印を撤去した。写真 7.3.7 は北朝鮮が撤去し、IAEA に返還された封印であり、その大部分は原子炉から取り出され IAEA の監視下に置かれていた核燃料から外されたものである。2003 年に入り、北朝鮮はこの封印を取り外した核燃料の再処理を開始すると宣言し、同年 6 月には再処理を完了したと宣言した。しかし、この事実を確認する根拠は無く、依然として、北朝鮮が分離抽出したプルトニウム量は不明であり、冒頭査察で解決されなかった問題も解明されていない。

（3）強化された IAEA 保障措置

イラク及び北朝鮮問題が起きたことにより、NPT 締約国である非核兵器国（核兵器は造らないと約束した国）の申告は信頼できるとする前提条件が崩れ去り、申告された核物質を査察し、申告の信頼性を確認するという手法で実施してきた包括的保障措置（INFCIRC/153 タイプの保障措置）の有効性は保証できなくなった。意図的に核物質を隠し、申告しなかった場合、隠された核兵器の製造につながる原子力活動を IAEA が見つけることは難しい。IAEA は、

写真 7.3.7 北朝鮮の原子力施設に設置されていた封印



[出典] Hansen / IAEA

加盟国の申告の正確性 (correctness) に加えて、申告の完全性 (completeness) をも保証する査察手法と手段をもつことが必要となった。

申告の完全性を検証するための手法と手段について本格的な検討が始まったのは 1992 年であり、未申告活動の検知手段としてイラク問題解決の切り札となった「環境サンプリング」²³技術を IAEA 保障措置に適用するための条件、核物質を保管または使用すると申告されていない未申告施設への査察立ち入り条件等に付いて SAGSI (常設 IAEA 保障措置実施諮問委員会) で検討が開始された時点である。1993 年には IAEA 事務局により保障措置強化プログラム「93+2 計画」²⁴が理事会に提案され、直ちに実現に向けて検討が開始された。

1995 年 6 月には理事会で包括的保障措置協定の枠内 (申告されている施設内) で採用可能な強化措置が承認された。この措置が「93+2 計画」Part-1²⁵である。

未申告施設で行なわれている未申告の原子力活動を探知可能にするためには、新たな査察権限 (「93+2 計画」Part-2) を IAEA に与える必要がある。前にも述べた様に、IAEA が包括的保障措置により査察立ち入りが可能なのは申告された施設に限定されている。この立ち入り権限にかかる制限を緩和する事は、民間施設に無条件で立ち入り、査察できるとする超法規的な権限を IAEA に与える可能性があり、Part-2 ではこの問題を如何に調整するかが大きな課題であった。1996 年 6 月、理事会は特別委員会 (Committee 24 : COM-24) を設置し、申告の完全性を検証するために必要となる措置に付いての検討を始めた。すなわち、IAEA の立ち入り権限を合理的な範囲内に制限し、有効かつ効率的な査察手法と手段の検討に入った。1997 年 5 月には、IAEA に新たな法的権限を付与する「包括的保障措置協定のモデル追加議定書」²⁶に各国は合意し、追加議定書は署名のために公開された。

この追加議定書は包括的保障措置を強化し、補完するものであり、第 1 条は「この議定書は包括的保障措置協定と一体不可分のものであり、追加議定書の規定を優先する」としている。しかし、包括的保障措置加盟国が自動的に追加議定書の加盟国となる法的根拠はなく、各国は IAEA と新たな協定を結ぶ必要があることに注意しなければならない。

COM-24 では、核物質を持っていない施設への立ち入りを合理的な範囲内に制限する手段を中心に検討が進められた。結果として、申告の完全性を検証するための措置として、第 1 に IAEA の利用可能な情報の範囲を拡大した。すなわち、新聞報道等の公開情報から加盟国が提供する機微情報に至るまで、IAEA は入手可能なあらゆる情報を保障措置の実施のために活用出来る²⁷とし、加盟国は、核物質の利用を伴わない核燃料サイクル関連の

²³ 環境サンプリングはウランおよびプルトニウムの取扱中に施設内に飛散し、残留している極微量粒子 (直径 0.2 から 5 μm) を拭き取り、粒子中のウラン、プルトニウムの同位体組成を分析する技術であり、過去の核物質使用実績を明らかにする。この技術がイラクの行なっていた未申告のウラン濃縮を見つけた技術である。

²⁴ 「93+2」計画の詳細は、「核不拡散への挑戦(3) NPT 体制の強化への着手-」, 磯 章子, 核物質センターニュース 2000.8 Vol. 29 No. 8 を参照されたい。

²⁵ 包括的保障措置では核物質を持っているか、持つこととなっている施設内の査察 (設計情報の確認) は出来る。この権限の下で、施設内の建物内で未申告の原子力活動を行っていないかどうかを確認するための立ち入りを認める。また、この立ち入りの際に、環境サンプリングを認める。 GOV/2807, 12 May 1995

²⁶ INF/IRC/540 (Corrected)

²⁷ 包括的保障措置では、原則として、国が申告した情報及び査察で収集した情報以外の情報を利用する事はできない。このため、北朝鮮では、衛星写真で廃液貯蔵施設ではないかと想定されていた未申告施設を査察することは出来ず、イラ

研究開発活動に付いて、その活動が国の計画に関連している場合は、場所の如何を問わず、その活動と場所に関する情報を報告する等²⁸である。第 2 に、IAEA は申告された情報と IAEA が独自に入手した公開情報等を比較検討し、申告漏れの有無を調べる。

この情報の比較検討により、「未申告施設がある」あるいは「未申告活動が行なわれている」と思われる（疑いがある）場合、「IAEA は当該国にその場所（施設）の実状報告を求め、必要があれば施設に立ち入り、真偽を確認することが出来る」と IAEA の権限を拡大した。この立ち入りによる検証を「補完的なアクセス」と言う。補完的なアクセスでは、包括的保障措施に基づく査察と異なり、核物質の計量管理に係る査察活動は行なわれない。しかし、必要に応じ環境サンプリングを行い、過去に当該施設内で核物質を使用していたことが有るかどうかは確認する（イラクで未申告のウラン濃縮が行なわれていたことを見つけた有力な検知手段）。

統合保障措施は追加議定書の第 1 条「この議定書は包括的保障措施協定と一体不可分のものであり、追加議定書の規定を優先する」の規定を実施に移すために開発されている措置である。先にも示したように、包括的保障措施は「申告の正確性（correctness）」を検証し、たとえ未申告施設が在ったとしても厳格な計量管理（帳簿検査と計量）により、有意量の核物質の転用を適時に探知するようになっている。すなわち、未申告施設が在ることを前提とし、申告された核物質が核兵器等に転用されれば適時に見つける手法と手段を整備し維持している。追加議定書の適用により IAEA が「申告の完全性（completeness）」を保証する査察手法と手段をもつことになり、未申告施設がない（稼動前に見つけることができる）ことを保証する措置の実施が可能になったことから、未申告施設が在ることを前提としていた包括的保障措施と重複している査察目的に関する部分を省略し、有効かつ効率的な保障措施を目指しているのが統合保障措施である。

（４）日本は統合保障措施導入の旗手

日本は非核兵器国の中で唯一再処理を進めている国である。追加議定書で強化された IAEA 保障措施、すなわち統合保障措施が有効かつ効率的な施策であり、2 度とイラク問題あるいは北朝鮮問題を起こさない施策であることを立証することが、日本の原子力平和利用の促進を図る有効な手段であるとの観点から、当初から統合保障措施導入の手法と手段の開発整備に寄与し、IAEA 事務局に協力してきた。

統合保障措施の新たな査察モデルは、保障措施の有効性を維持しつつ査察効率を改善するものでなければならない。日本はその有効性を立証するために IAEA と共同で日本向けの手順の開発やり取りを行なっている。すなわち、2002 年より原子力発電所に関する統合保障措施の手順の開発を開始し、原子力発電所当りの査察回数を 1/2 程度に削減したモデルを開発した。そして 2003 年 3 月から 6 月にかけて国内の 2 つの原子力発電所でやり取りを行った。さらに、国内の全ての商業用原子力発電所 51 ヶ所を対象とした、より包括的な査察モデルのやり取りが行なわれている。そして、このモデルは商業用原子力発電所に対して 2004 年当初から IAEA の統合保障措施の査察形態として採用される予

クでは、公開情報で把握していた未申告施設を査察することが出来なかった。

²⁸ INFCIRC/540 (Corrected) 第 2 条

定である。これらの査察回数の削減は IAEA 査察の合理化ばかりでは無く、国そして施設者側の負担も軽減するものであり、その成果は今後追加議定書を受諾した他の国にも適用される。その他の保障措置対象施設の統合保障措置に付いても IAEA ではすでに合理化のシナリオを準備している。今後は、そのシナリオの実証試験を行うための条件を整備し、有効性を確認することであり、適用範囲を拡大することである。

(5) 不拡散政策の新たな動き - 核拡散抵抗性の強化と保障措置の役割 -

ソ連の崩壊は核物質そして核兵器関連技術等の管理体制の崩壊を引き起こした。さらに、2001 年 9 月 11 日の同時多発テロは、核物質の核兵器または核爆発装置への転用防止だけでなく、放射性核物質を直接散布する爆弾（ダーティ爆弾）への転用・拡散の防護対象として検討させることになった。加えてこの事件は、防護対象の主体を国家だけでなくテロリスト・グループにまで対象を広げさせることになった。

ブッシュ政権の下で、米国は原子力の平和利用を積極的に進めるよう基本政策を転換した。これは 1978 年に核不拡散法を制定し、再処理を禁止し、使用済燃料は直接、地下 500m から 1000m の安定した地層に埋設し処理処分（地層処分）し、分離プルトニウムは持たないとする核不拡散政策を四半世紀ぶりに転換したことになる。新たな政策は、21 世紀後半を見据えたエネルギー安全保障計画に基づき、使用済燃料中のウランおよびプルトニウムは、将来、必要不可欠なエネルギー源となるとし、新しい核燃料サイクルの開発に向け、研究開発の必要性を指摘している。

この政策転換の理由の 1 つに、地層処分された使用済燃料の環境負荷（5 万年、10 万年先まで、極長半減期の核分裂生成物、ネプチニウム、プルトニウム等が含まれることとなる）がある。また、地層処分された使用済燃料は 500 年から 1000 年を経過すると放射能を持つ大部分の核分裂生成物は崩壊し、放射線を出さなくなり、多量のプルトニウムを埋蔵した鉱山に変わる。米国は、将来このプルトニウムが盗掘され、核兵器に使用される可能性を危惧している。プルトニウム利用の促進に政策を転換した背景には、このような理由も含まれている。ロシア、IAEA でも米国と同様に新しい核燃料サイクル構想を打ち出し、検討を進めている。これらの検討の中で、核拡散抵抗性を考慮するべきであるとする動きが見られる。

米国の核拡散抵抗性に関する最近の研究は TOPPS²⁹にまとめられており、核拡散抵抗性とは「物質や技術そのものの性質として備えている核拡散に対する抵抗性」であると定義し、内的障壁（Intrinsic Barrier）と位置づけている。外的障壁（Extrinsic Barrier）としては核拡散を防ぐための IAEA 保障措置制度や核物質防護、そして輸出規制等の措置を挙げている。

内的障壁については、保管、輸送、そして使用形態の核物質の同位体組成や放射線強度、重量及び容積、核物質を識別する検知手段の感度と有効性等について、また、施設や技術に関しては、入手可能な核物質の量と魅力度、貯蔵時間、そして転用するために必要な知識と熟練度等が挙げられている。また、核拡散抵抗性を高めることで影響を受ける要因と

²⁹ 原子力研究諮問委員会（NERCA: Nuclear Energy Research Advisory Committee）の下にタスクフォースを設けて行った研究であり、Technical Opportunities to increase the Proliferation resistance of civilian nuclear Power System、1999 の略称

しては安全性や環境問題、経済性を挙げており、これらの要因と核拡散抵抗性のレベルをバランスさせることが不可欠であるとしている。そして、TOPPS は核拡散抵抗性の評価方法について、その定量化（尺度を定めること）を図ることは難しいとしている。

内的障壁は核拡散抵抗性を維持する上で最も望ましいものであるが、核拡散を防止する手段としては不十分であり、IAEA 保障措置などの制度（外的障壁）によって補完しなければならない。従って、内的障壁と外的障壁を併せてシステムを構成する必要がある。核兵器への転用を防止するために必要なシステムとしての核拡散抵抗性のレベルは後で述べる脅威のレベルにより決まるものであるとしている。

ウランの濃縮から原子炉、使用済燃料の再処理とプルトニウム利用、そして高レベル廃棄物の処理処分にわたる原子力システムに関する新たな研究では、システムが備えなければならない基本的な要素として、経済性、安全性、環境への負荷と共に核拡散抵抗性が重要な要素であるとしている。最近の核拡散抵抗性に関する議論を紹介すると次のようにまとめられる。

- ・ 核拡散抵抗性の定量的評価は合意が難しい問題として取り扱われてきたが、次世代の原子力システムの研究では具体的な評価手法や指標を作ることが必要である。
- ・ 9.11 以降、核テロの方が、これまで想定していた核兵器または核爆発装置への転用より、現実的な問題として捉えられ、核テロも核拡散の対象の一つとして取り扱う必要がある。このため、
- ・ 核物質防護措置も核拡散抵抗性の要素の一環として捉える。

現在、米国のエネルギー省が中心となり検討が進められている次世代原子力システム（第4世代原子力システム）においても、この核拡散抵抗性を評価する手法等の検討を始めている。しかし、核不拡散抵抗性の持つ言葉としての魅力度が先行しており、政策用語として用いられている観が強く、実態を伴う研究が進み、有効かつ合理的な評価尺度が定まり、実施に移すにはかなりの経費と時間が必要となる。

7 - 4 核物質の不法使用は許さない

テロリスト・グループが不法に核兵器等を持つことが出来ないようにする最も有効な手段は、原子力施設から核物質を不法に持ち出されない（盗取されない）よう厳重に管理することである。各国の責任で実施されているこの盗取に対抗する措置が核物質防護措置の始まりである。核物質防護措置には、後に原子力施設を破壊し、施設が持っているあるいは輸送中の放射性核種を環境に飛散させ、放射能汚染を起こし、住民をパニック状態に陥れることを目的とした妨害破壊工作に対抗する措置が組み込まれた。

しかし、どの様な防護措置も完全であると思っはならない、平和利用核物質が核兵器を持ちたいと思っている国に渡る可能性もある。このため、原子力先進国グループは、IAEA の包括的保障措置を受け入れていない国、あるいはイラク、北朝鮮のように NPT に違反してでも核兵器を持つと見られている国には、原子力施設を造るために必要な機器・機材の輸出をしないことを申し合わせ、各国は独自に輸出管理規定を作り、NPT 違反の原子力施設の建設を抑えている。以下にこれらの措置の概要を紹介する。

(1) テロリストが核兵器等を持つことが無いように - 核物質の物理的防護 -

原子力活動で使用されている施設および核物質をテロリスト・グループから守る、すなわち、核物質の盗取や原子力施設への妨害破壊行為を防止する措置は、原子力平和利用を進める条件として、初期の段階から検討され、平和利用が進むにつれて具体化され、強化されてきた。

1969年、米国は核物質の盗取や原子力施設への妨害破壊行為を防止するための物理的な核物質防護措置³⁰を定めた。この措置が、以後、世界各国で採用される事になる「原子力施設および核物質の物理的防護措置」の雛形である。

1972年、IAEAは核物質防護について検討を始め、1977年には「核物質防護(Physical Protection of Nuclear Material)」³¹を各国が自国の責任で整備し、管理する核物質防護措置ガイドライン(指針)を公開した。この指針はその後順次改訂され、1989年には妨害破壊行為の対抗策を強化し³²、1992年には関連情報の管理指針、および防護対象とする核物質の区分を見直した³³。

複数の国の間を輸送される核物質、あるいは一つの国では対応の取れない核ジャック等から核物質を守る、また盗取された核物質を取り戻すための国際協力を取り決めた「核物質の防護に関する条約」³⁴(以下、条約)は1988年に発効した。この条約により「国際輸送中の核物質の防護義務」および核物質が不法に持ち去られた場合の対応策として、関連各国の「相互協力義務」を定め、「犯罪人等の処罰義務」を定めている。1980年代には、このように包括的な核物質防護の基本的な枠組みが出来上がった。日本国内の核物質防護措置もこの国際的な枠組みの一環として整備され、適用されている。

(2) 想定しているテロの脅威

核物質防護措置はテロリスト・グループの規模と装備のレベル(脅威のレベル)、そして目標とする施設と核物質の魅力度を考慮し、適切な物理的障壁を備え防備する措置である。原子力施設に対するテロの目標は2つのシナリオに大別される。その1つは、不法に持ち出した、あるいは盗み出した核物質で核兵器等を製造するシナリオ(盗取シナリオ)であり、他の1つは、原子力施設等に対する妨害破壊行為により多量の放射性核物質を環境に飛散させ、公衆をパニックに陥れる環境汚染シナリオである。盗取シナリオに係わる魅力度は直接核兵器に転用可能なプルトニウムと高濃縮ウランが最も高く、低濃縮ウランはその次のレベル³⁵になる。環境汚染シナリオで最も魅力度の高い施設は原子炉施設、再処理施設、そしてプルトニウム燃料加工施設である。輸送中の使用済燃料の魅力度は、その形態及び輸送容器の安全設計基準等を考慮し、少なくとも施設内にある場合に比べ、脅威のレベルは1ランク低いと見られている。いずれにしても、これら魅力度の評価は相対的なものであり、テロリスト・グループが備えている脅威のレベルにより防護措置が有効

³⁰ 10CFR Part73 “Physical Protection of Plant and Materials”

³¹ INFCIRC/225/Rev.1

³² INFCIRC/225/Rev.2

³³ INFCIRC/225/Rev.3

³⁴ INFCIRC/274

³⁵ 低濃縮ウラン(ウラン-235がウラン全体に占める割合が20%以下のウラン)はさらに濃縮し、20%以上にしなければ核兵器等は造れない。したがって、たとえ低濃縮ウランを不法に取得しても、濃縮施設が無ければ核兵器等は造れない。

であるかどうかが決まる。

想定される脅威のレベルは、長い間、米国の核物質防護措置を定めた 10 CFR Part 73 を参考にし、我が国の実情を考慮して定めてきた。Part 73 の想定している脅威のレベルは、おおむね以下に示す属性および装備を持つ数名のグループが、2 つまたはそれ以上のチームに分かれ活動する能力を持つとしている。

- ・ 特殊訓練（軍事訓練と各種技能を含む）を受けた、信念を持った人々、
 - ・ 消音装置を付け、長距離射撃が正確に出来る携帯用自動銃および小型武器の携帯、
 - ・ 侵入手段として使用し、また原子力施設及び防護システムの機能を破壊するために使用する爆薬等の携帯、
 - ・ テロリスト及び装備品を運搬するための車両の使用、そして、
 - ・ 施設の職員（地位の如何を問わず）の援助（インサイダー）、
- 等である。

日本では、これらの条件を全て備えた妨害破壊行為が起きるとは想定されていない。例えば、米国と異なり武器の所有と携帯を厳重に管理している日本ではライフル銃あるいは自動小銃の使用は困難であり、爆薬等の使用に関する日本の規制はテロの脅威の削減に有効に働いている。日本の雇用形態を考えれば、インサイダー（施設内部のテロ協力者）による妨害破壊行為の援助が米国で想定されているのと同じレベルで起きると想定する根拠はなく、はるかに少ないと見てよい。しかし、日本で妨害破壊行為が起きないと保証することはできないが、日本の施設者が対応しなければならない脅威のレベルは、残念ながら、いまだ明確には定められていない。

（3）防護措置のレベルを決める基準

テロの目的を効果的に達成する手段としてはプルトニウムあるいは高濃縮ウランの盗取であり、放射性物質の拡散による環境汚染を引き起こす原子炉等の破壊活動であることはすでに述べた。

核物質防護措置の基礎が確立された 1970 年代は、盗取に対する防護対策の確立に重点が置かれていた。表 7.4.1 に示す未照射核物質の防護区分は条約及び INFCIRC/225 に規定され、現在も国際的に使用している区分である。

最も魅力度の高い区分 に属し、最も厳重な防護と管理が必要であるとする核物質は 2kg 以上のプルトニウム、5kg 以上の高濃縮ウラン（ウラン-235 の濃縮度が 20% 以上）、そして 2kg 以上のウラン-233 と定めている。この量は、当該核物質を 4 ないし 5 回の盗取等により入手すれば、1 つの核兵器を造るに十分な量であるとされている。また、区分 以下の核物質は各国の規定に基づき慎重に管理する事になっているが、INFCIRC/225/Rev.3 の改訂を協議している際に、ロシアは「15g 以下のプルトニウムは慎重な管理下に置く」とするこの基準では不十分であり、5g 程度に下げるべきであると変更を要求した。しかし、国が慎重な管理を行っているプルトニウムから、検知されることなく 500 回以上の盗取（8kg のプルトニウムを集める）を繰り返すことは不可能であり、15g は妥当な量であると米国が主張した。また、日本を始め多くの国は、INFCIRC/225 は管理の指針であり、国が区分 の範囲を 5g まで拡大し防護する必要であると判断する場合は、自国の責任でその範囲を定めればよいと主張し、結果として 15g が残された経緯がある。

表 7.4.1 未照射核物質の防護区分

		区 分		
(1) プルトニウム		2kg 以上	500g を越え 2kg 未満	15g を越え 500g 以下
(2) 濃縮ウラン	20%以上	5kg 以上	1kg を越え 5kg 未満	15g を越え 1kg 以下
	10%以上 20%未満		10kg 以上	1kg を越え 10kg 以下
	天然ウラン以上 10%未満			10kg 以上
ウラン-233		2kg 以上	500g を越え 2kg 未満	15g を越え 500g 以下

(1) : プルトニウム-238 の同位対比、80%を越えないすべてのプルトニウム。

(2) : ウラン-235 の濃縮度、重量はウラン-235 の量を示す。

[出典] 核物質の防護に関する条約附属書 より

(4) テロに対抗する防護措置

盗取に対する防護措置

区分 に属する核物質は全て枢要区域内に保管され、使用される。枢要区域は防護区域の中に、そして防護区域は周辺防護区域で取り囲まれ、三重の防護システムで守られている。周辺防護区域内には施設の運転等に直接関係のない施設、例えば事務本館、見学者用展示館等、不特定多数が出入りする建造物を設置することは許されず、24 時間/日、365 日/年、警備員が駐在し警備している。さらに、周辺防護区域の周辺には侵入検知器および監視システム等を備えたフェンスが張り廻らされており、異常な動きを検知すると警備員は直ちに原因を解明し、事後措置を採る事が義務づけられている。この監視・警備システムは盗取のみならず妨害破壊行為を目的としたテロリストの侵入を早期に発見する役割を担っている。写真 7.4.1 は周辺防護区域に張り廻らされている侵入阻止・監視用フェンスの 1 例である。

写真 7.4.1 周辺防護区域に廻らされている侵入阻止・監視のフェンス



[出展] Reduce the Global Nuclear Danger / US DOE、1998 and 1999

区分の核物質を盗み出すには少なくとも3つの防護区域を突破しなければならない（多重防護）。各防護区域には厳重な出入り管理システムが設けられており、当該施設で働いている職員ですら、定められた手続きを取り、許可を得ない限り出入り口のドアは開かない。また、核物質の在庫管理は不法持ち出し等により起きる帳簿在庫と実在庫の差を見つける有効な手段である。国及びIAEA 保障措置制度は各原子力施設の核物質をグラム単位で計量管理しており、区分の核物質は毎月、実在庫量を確認している。

・妨害破壊行為に対する防護措置

原子力施設は、その安全性を保証するための審査項目の一つとして、仮想重大事故（通常では起きえない事態を想定した事故）を想定し、解析・評価・分析を行い、その施設が安全であることを立証する事を義務づけられている。そして、たとえ仮想重大事故が起きたとしても、周辺住民に対する放射線被ばく線量が国の定めた規定値を越えないよう、施設は設計・建設され、運転されている。この安全解析の過程で仮想重大事故を引き起こす要因となる機器（枢要機器）もまた特定されている。妨害破壊行為から施設を守り、周辺住民に及ぼす放射線災害を引き起こさないためには、物理的に破壊行為が困難となる防護措置をとる必要がある。現在稼働している原子力施設は、その設計ベースに基づく評価によると、少なくとも施設の枢要機器に近づき、直接破壊しない限り、テロの目的は達成しない。「脅威のレベルと対抗措置」で示したように、テログループの持つ装備は米国の想定している装備より脆弱であるが、一方、施設に配備されている警備員は如何なる小型武器の携帯も許されていない。我が国の防護措置はテロの襲撃を一早く見つけ、国の警備担当部署に通告することが基本であり、警察機動隊が到着するまでは枢要区域（機器）に接近できないよう、多重の物理的な障壁を設けるのが原則である。そして鎮圧等、テログループに対する対応は警察機動隊がとる事になっている。

原子力施設の防護措置は、「盗取に対抗する措置」の項で示した防護区域と同様、周辺防護区域、防護区域そして枢要区域から構成され、枢要機器は枢要区域内に置かれており、枢要区域の障壁は外部からの侵入に対抗できる構造と強度を持つものでなければならないとしている。従って、テロの襲撃があったとしても、枢要区域に到達する前に機動隊が到着するよう、防護区域そして枢要区域の防護壁、侵入経路の扉を頑強にし、所定の手続きを踏まない限り、枢要区域には侵入出来ない多重防護システムが組み込まれている。

施設の耐震構造等、安全性を保証する原子力施設の設計はこの防護措置の重要な役割を担い、妨害破壊行為に対抗する構造ともなっている。

（５）同時多発テロと防護措置の強化

2001年9月11日の世界貿易センタービル等で起きた同時多発テロはこれまで想像もしなかった破壊力を持つものであった。原子炉施設の防護壁は本来このような航空機の突入を考慮した設計とはなっていない。しかし、施設の耐震性、気密性等に関する安全設計基準を考慮すると、セスナ級小型飛行機の突入、あるいは人が運び得る小型武器、例えば対戦車砲等による攻撃には十分耐える防御壁を備えていると見られ、原子炉から放射性物質が多量に放出される大事故になる可能性はないと見られている。

これまで、国内で起きると想定されていた脅威のレベルは米国等のそれに比べて低く、

施設の警備に小型兵器の携帯を必要とするような事態は想定しなかった。これは、原子力施設の安全設計基準に基づく構造物の耐震設計等に負うところが大きく、防護区域および枢要区域等への出入管理を厳格にし、不法侵入を妨げる措置を追加する事で、警察機動隊が現場に到着するまで持ち堪えテロ攻撃に対処可能であったためである。しかし、国際テロ組織が標的とする国の中に日本が入っているとすれば事情は異なる。ハイジャックされたジャンボ機が原子力施設を直撃するような事態を想定すれば、原子力施設の防護システムを再検討する必要がある。核物質防護措置のみで、このようなテロ攻撃に対抗するとすれば、全ての施設を核シェルター相当のシステムで防護しなければならないかもしれない。一方、原子力施設のように高層でない施設にジャンボ機が直撃することは操縦が難しいとも言われている。脅威のレベルにもよるが、施設の備えている核物質防護措置には限界があり、そのリスクをどのように考えるかが重要である。

2001年9月11日以降、日本も主要な原子力施設には警察機動隊が常駐し、沿岸は巡視船が監視している。このような警備が有効かどうかはテロ実行グループの規模と装備している武器等の破壊力、すなわち脅威のレベルに依存する。燃料を満載した大型旅客機が原子力施設へ突入するような事態は、ハイジャック防止法等の措置の強化により避ける以外に道はないし、ミサイル攻撃が考えられる場合は自衛隊の防衛体制に頼る以外に避ける道は考えられない。国の総合的な危機管理体制と防護体制を整備する以外に、同時多発テロに相当する規模の妨害破壊行為に対処する事はできない。

脅威のレベルの分析評価と対応策の策定は、もはや施設あるいは核物質防護措置の設計・設置に関する専門家グループで対処可能な範囲を超えている。国は危機管理の一貫として妨害破壊行為にかかる脅威のレベルの分析と評価を行い、国として取るべき防護体制を明らかにし、整備する必要がある。

(6) 原子力機器の輸出管理

- ・ 原子力資機材及び非核物質の輸出管理 - ロンドン・ガイドライン -

1974年、インドが行なった核爆発実験は、平和利用に使うことを約束してカナダから輸入した原子炉（CANDU炉）で照射した燃料（使用済燃料）を再処理し、抽出したプルトニウムで作った原爆の爆発実験であった。このような事態が二度と起こらないように、原子力システムの開発・整備に用いる資機材を輸出する国々（原子力供給国グループ）³⁶の間で、資機材の輸出を許可する条件について検討が進められ、1978年には、原子力に関連する資機材の輸出規制品目及びそれに関連した技術の輸出条件を定めた指針「ロンドン・ガイドライン」が合意された。供給国グループはこの指針に基づき国内法を整備し、輸出管理を実施している。しかし、この輸出管理の指針は紳士協定（ボランタリー協定）であり、国際法のように各国政府の遵守の義務を法的に規定したものではない。

1978年当時、規定された輸出規制品目には、プルトニウム、ウラン等の核物質、原子炉及びその関連付属装置、重水や原子炉級黒鉛など減速材、再処理や濃縮プラントなど、核拡散に直結する資機材が含まれていた。そしてこれらの輸出に当たっては、

- ・ 輸入した資機材を核兵器等の製造には利用しないこと、

³⁶ 原子力供給国グループ（NSG）の詳細は Web Site を参照されたい。 <http://www.nsg-online.org>

- ・適切な核物質防護措置を適用すること、そして
- ・IAEA との間で包括的保障措置協定を締結し、適切な保障措置を受諾すること³⁷、

などを規定し、受領国がこれらの条件を受け入れることが輸出の条件であるとする基本指針が定められた。この指針には、2000年3月に対象資機材にプルトニウム転換施設に関するものが追加された³⁸。

1990年代に入って、NPT違反であるイラクの核兵器開発が発覚したことから、原子力分野で用いられる汎用機器にまで輸出規制の範囲が拡大され、1992年、新たな指針（ロンドンガイドライン・パート2）が設定された。この指針も、技術の進歩に適合するよう、規制対象品リストの見直しと改訂が適宜行なわれている³⁹。

（7）不法移転の検知手段の強化と国際協力

ソ連の崩壊は、米ソ二大勢力の均衡の上に成り立っていた世界平和の構造を根底から覆し、世界各地に地域紛争、部族間紛争が頻発するようになった。さらに、ソ連の中央政府が軍の下で一括管理していた核物質の管理体制が崩壊し、原子力施設さらには核兵器製造施設内に封じ込められていた核物質の拡散を抑えることが困難な状態に陥った。この状態は、核兵器を持つ機会を待っていたテロリスト・グループ、およびテロリスト・グループを裏で支援し、核兵器を持ちたいと願っている「ならず者国家」などには千載一遇のチャンスである。

原子力施設へのテロの可能性の増大は、核物質が拡散する危険性が高くなることであり、核物質防護の指針を強化し対処する必要がある。1999年「核物質防護のガイドライン」は改定され INFCIRC/225 (Rev.4) となった。さらに、2001年9月11日の同時多発テロを受けて、核物質防護条約の改定が提案され、検討されている。条約の改定案や INFCIRC/225 (Rev.4) では、従来の事業者責任による対応に加えて、国の責任において防護対策の基礎となる設計基礎脅威（DBT：Design Based Threat）を定め、この脅威に対抗できる対策が取られているかどうかの評価を行なう等、国の責任の強化が明示されている⁴⁰。

米国は国土安全保障計画の一環として、核物質防護措置が有効に機能しない場合の補完手段として、他国で盗取された核物質を国外に持ち出させない手段と、さらに自国に持ち込ませない手段を強化しつつある。すなわち、国境を通過する主要ルートに放射性核種の検知手段を加え、不法移転（密輸）の監視体制を強化している。米国は、米国本土のみならず、ロシア国境、さらには旧ソ連邦諸国周辺の国境にもこの措置を配備するという膨大な計画を実施に移しつつある。

原子力活動全体への安全保障問題は、米国の9/11テロの際に、原子力発電所もその標的になっていたのではないかと懸念から、特に原子力施設のテロ防止対策が再検討された。米国で改訂された核物質防護のガイドラインでは、DBTのなかに、従来は無かった多量の

³⁷ 包括的保障措置協定の締結のみを規定しており、追加議定書の締結は必ずしも明確にしている。一方追加議定書においては、その付属書11において、ロンドンガイドラインの規制品目を包含する特定設備及び非核物質を定め、これらの輸出の際に輸出国は、輸入国の最終使用地を含め、IAEAに報告する義務を課している。

³⁸ INFCIRC/254/Rev.4/Part1, 15 March 2000

³⁹ INFCIRC/254/Rev.4/Part2, 9 March 2000

⁴⁰ Responsibility, authority and sanctions, article 4.2.3 of INFCIRC/225/Rev.4

爆発物の使用を前提とした破壊活動が組み込まれた。

国の責任の明確化が米国の 9/11 テロにより一層明確になってきた。ハイジャックされた大型旅客機が原子力施設に突入するようなテロ攻撃に対抗する措置を各施設が備える事を要求するのは現実的な措置ではない。施設が防護可能な脅威のレベルには限界がある。国は施設に要求する防護措置を明らかにするため、DBT を設定する必要がある。この DBT は状況に応じて適宜見直されることになるが、各事業者には、この DBT に対応する機能を持つ防護システムの整備が義務付けられる。

(8) ダーティ爆弾

ダーティ爆弾は国際的に組織されたテロリスト・グループであるアルカイダによる放射性物質を使用したテロ計画が明らかになってから、テロの脅威として認識されるようになったと言える。ダーティ爆弾（放射性物質の飛散装置）を用いたテロ攻撃の目的は、人口密集地で放射性物質等を飛散させ、環境を汚染し、民衆を恐怖と混乱に陥れ、パニックを起こすことであろう。そして、汚染区域への立ち入り制限と除染作業を必要とすることから、多大の経済的な損失を負うことになる。この種のテロにより人が死亡することは稀であるが、飛散した放射性物質のため迅速な救助活動は困難になる。もし、飛散した放射性物質が吸入され、体内に留まりやすい形態をしている場合、放射性物質の種類によっては、急性あるいは慢性の疾患を患うことになる。この種のテロ攻撃に使用される放射性物質は広く世界各国で使用されており、その全てが先進国が行っているように規制され、管理されていない。有効な防護策は、かかる放射性物質がテロリストに渡らないよう、規制と管理を強化することであり、不法移転を阻止し、国内に持ち込ませない措置を強化することである。

このような背景から、核物質防護の世界でも、従来の核物質に特化した防護制度だけではなく、放射性物質一般も含めた原子力全体の防護、安全保障を視野に入れた防護活動が展開されるようになってきている。

7 - 5 二度と核爆発実験はさせない - 包括的核実験禁止条約 -

包括的核実験禁止条約（以下、CTBT: Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty）は、全ての核爆発実験を禁止する歴史的な核軍縮・不拡散条約であり、その第 1 条に「締約国は、核兵器の実験的爆発又は他の核爆発を実施しないことを約束する」と規定している。核兵器不拡散条約（NPT）は平和利用を目的とした核爆発装置の使用を禁止しては⁴¹ない、核兵器国の核爆発実験を禁止しても⁴²いない。NPT に基づく IAEA 保障措置は平和利用核物質を核兵器及びその他核爆発装置へ転用することを禁止している。NPT が不平等条約で有ると言われる理由はこの核兵器国にのみ核兵器の保有と核爆発実験を許す特権を認めていることにある。一方、CTBT は、核兵器国および非核兵器国に拘わりなく、全て

⁴¹ NPT 第 5 条

⁴² 最初の核爆発実験は、前にも述べたように、長崎に投下された原爆の爆発実験であり、以後、米国だけでも 1000 回を越す核爆発実験が行なわれた。この核爆発実験は新型核兵器の性能を確認する核爆発装置（核弾頭に組み上げる前の実験装置）、そして核兵器の性能及び信頼性試験として行なわれた実験であり、核兵器国の核戦力の誇示に使われた実験でもある。

の締約国の核爆発実験を平等に禁止する条約であり、CTBT 以外に核爆発実験を禁止することは出来ない。CTBT は日本を始め多くの国が待ち望んでいる核兵器廃絶への道を開く画期的な軍縮・不拡散条約である。

(1) 原子核実験と爆発実験は同義語ではない

原子核物理学に関する研究分野で行われる実験的研究を原子核実験と言うことがある。この原子核実験では、原子核の構造と性質等を実験的に研究する分野であり、種々の核反応(核分裂、中性子の散乱と吸収、そして核から放出される放射線の種類とエネルギー等)が主な観測の対象である。一例を挙げれば、ウランに中性子を照射して核反応を確かめる、いわゆる原子核実験により、ウラン-235 の原子核が中性子を吸収すると核分裂を起こす現象が発見され、膨大な核エネルギーを解放することが確認された。これは 1938 年に行われた有名な原子核実験の成果である。このように原子核実験とは原子核物理学の分野で行なわれる実験の総称として用いられており、その幅と奥行きは計り知れない。このような広義の原子核実験を全て禁止すると原子核の構造と性質そして核反応に関する基礎研究は途絶えてしまう。CTBT は全ての核爆発実験を禁止しているのであり広義の原子核実験を禁止しているのではない。

(2) 核爆発は全て見つける

CTBT は全ての核爆発実験を禁止する条約であるが、併せてその遵守を検証するための検証制度を定めている。この検証制度は世界 321 ヶ所の監視観測所と 16 ヶ所の実験施設を含む国際監視制度 (IMS : International Monitoring System)、国際データセンター (IDC : International Data Center)、そして現地査察を主要な要素とし、地球上の如何なる地点で、何時、通常火薬 (TNT) 1000t 以上の規模の核爆発が起きても、それを検知することが出来るよう設計されている。IMS は、1 日 24 時間、365 日、監視を続け、衛星通信回線を使ってウィーンの IDC に観測データを送り続ける。

IDC に集められる IMS の観測データには、核爆発と想定される大規模な爆発が起きた可能性がある地点 (爆心地) を見付けるために、地震波 (地下で爆発した場合)、微気圧振動 (大気圏内で爆発した場合)、そして水中音波 (水中で爆発した場合) の観測データがある。世界中に配備された地震波監視観測所は 170 ヶ所であり、微気圧振動監視観測所 60 ヶ所、そして水中音波監視観測所は 11 ヶ所である。これらの監視観測所で大規模な爆発が起きた日時と爆心地の確定が出来たとしても、その爆発が核爆発であるかどうかを決める決め手にはならない。このため、大気中に核爆発で生まれた放射性核種が含まれているかどうかを監視観測する 80 ヶ所の放射性核種監視観測所が配備される。

IDC ではこれらのデータ全てを記録すると共に分析し、震源地 (爆心地) と地震 (爆発) の規模を推定する。条約署名国と IDC は、日々、世界各国で発生する膨大な自然現象に基づく観測波形 (例えば地震波形) から、爆発により発生する特異な地震波形の識別方法について研究を進めており、IMS が完備すれば、目標の 1000t 規模の爆発のみならず 100t 規模の地下爆発が見付けられるとの報告がある。

大気中の放射性核種の監視観測所も、観測が最も難しいとされている地下核爆発実験で生まれる放射性核種、特にゼノン等の放射性希ガスの観測を日夜続け、1000t 規模の地下

核爆発が起きれば、その異常を検知出来るように設計され配備されている。この放射性核種監視観測所の測定感度は、原子炉等、核燃料取扱い施設の放射線強度周辺監視装置のそれと比べ桁違いに高く⁴³、原子炉等の影響を受けない様、少なくとも 300km 以内には原子力施設が無い場所に設置される。

世界 321 ヶ所に配備される 4 種類の監視観測所の内、日本に配備されるのは 9 ヶ所であり、16 ヶ所の実験施設の内 1 施設である。

地震学的監視観測所：主要観測所 松代

補助観測所 上川朝日、八丈島、大分、国頭（沖縄）、父島

微気圧振動監視観測所：筑波

放射性核種監視観測所：高崎、沖縄

放射性核種監視のための実験施設：日本原子力研究所東海研究所

（3）核爆発を検知する IMS 監視網の完成は近い

条約に基づく IMS 監視網の整備は着々と進んでおり、日本に設置される全ての地震学的監視観測所は、いまだ承認手続きは完了していないが、すでに観測データを IDC に送信しており、高崎の放射性核種監視観測所はすでに建設を完了し、近い内に承認される予定である。その他の施設も 2004 年、2005 年にかけて建設され、順次承認される予定である。条約の規定している IMS 全体の整備は 2003 年中に約 20% の監視観測所が承認され正式に観測データを IDC に送信し始め、2007 年には 95% 以上の IMS の配備を完了し、稼動する予定である。

IMS の観測データは全て IDC に集められ、データ・ベースに蓄積される。そして、最も難しいと言われている地下核爆発実験の検知を例にあげれば、IDC は IMS で観測した地震波データを分析し、震源地（爆心地）と地震の規模（爆発の規模）を推定する。このようなデータ収集と分析に必要なデータ処理システムの基本機能の整備はほぼ完了し、2007 年に

図 7.5.1 国内に配備される 10 ヶ所の IMS 監視観測施設



[出典]「我が国の軍縮外交」外務省軍備管理・科学審議官組織編

⁴³ 原子炉施設等の周辺監視施設の測定感度と直接比較は出来ないが、放射性核種監視観測所の希ガスの測定感度は「1mBq/立方メートル」、放射性微粒子の測定感度は「50μBq/立方メートル」であり、ほぼ 10 万倍 20 倍の測定感度を持っている。

向けて、処理能力を高めるところにまで到達している。

残されている課題は、締約国、特に執行理事会を構成する締約国が、IDC の分析データを参考に、IDC に蓄積されている IMS の観測データから、自然地震と爆発により誘発された地震を識別し、独自に現地査察の必要性を判断し、採決に臨むことの出来る体制を作り上げる⁴⁴ことあり、現地査察の実施を規定する運用手引書を完成させることである。前者に関しては、IMS の整備に目処がついたことから、包括的核実験禁止条約機構(CTBTO)準備委員会が今後取り組む必要があるがある主要課題として検討を始めている。後者に関してはその遅れを如何に回復させるかについて、本件が準備委員会の解決すべき問題であるとして改善策の検討を始めた。いずれにしても、2007 年には総合的な現地査察のフィールド試験を行い、運用手引書の有効性と実用性を試験することになる。

我が国においても、2002 年 11 月、外務省は文部科学省と気象庁の協力の下に CTBT 国内運用体制を立ち上げ、条約の定める国の義務を果たすため、財団法人日本気象協会(NDC-1 : National Data Center 1)に地震波、微気圧振動、そして水中音波の観測データから爆発現象に起因する波動を識別する機能の整備等を委嘱し、日本原子力研究所(NDC-2 : National Data Center 2)には大気中に含まれる放射性核種の異常が核爆発に起因しているかどうかを識別する機能の整備等を委嘱した。財団法人日本国際問題研究所軍縮・不拡散促進センターは、外務省の指示監督の下に、NDC-1 および NDC-2 への委託業務の調整を行うと共に、現地査察に関連する国際的な検討への参加、国内協力機関とのネットワーク構築等の関連業務を行う事務局を担当する。

(4) 日本の悲願達成のために

1996 年 9 月、国連総会で採択された CTBT は、2003 年 5 月末現在、167 カ国が署名(インド、パキスタン、北朝鮮等が未署名)しており、101 カ国が批准しているが、いまだ発効⁴⁵してはいない。この条約は特異な条約であり、条約第 4 条では、その発効以前に検証制度の確立を求めており、署名国は CTBTO 準備委員会を設立し、ウィーンに暫定技術事務局を開設し、検証制度の整備を進めている。

しかし、発効の時期についての見通しは、2003 年現在、不透明な状況にある。インド、パキスタン、北朝鮮の署名、批准の見通しの無いことも問題ではあるが、最大の障害は発足当時、早々と CTBT の批准はしないと明言した米国のブッシュ政権と米国議会の態度にあると言える。核兵器国は他国の核爆発実験をモニターするために IMS および IDC の整備には積極的であり、米国も例外ではない⁴⁶。一方、現地査察に関する整備については、早期発効を目指す国、今後核爆発実験を行うかもしれない国、あるいは、条約の発効を引き伸ばしたい国、そして、米国の動向を待って自国の態度を決めたいとしている国々の利害が一致せず、難航している。

⁴⁴ 条約第 4 条 46 : IMS の観測データに核爆発実験が行われた可能性がある疑わしい事象を見付けるのは締約国の責任であり、締約国が核爆発実験の疑いがあり現地査察が必要であると執行理事会に要請し、執行理事会の議決で行われる。現地査察を承認する決定は、執行理事会の理事国(51ヶ国)の30以上の賛成票による議決で行われる。

⁴⁵ 条約第 14 条 1 項の定める発効に必要な批准国、44 カ国の中で、2003 年 5 月末現在の批准国は 31 カ国であり、米国、中国、イスラエル等が未批准

⁴⁶ 米国は CTBT 準備委員会の進めている検証体制の整備に要する経費分担の内、97%は拠出している。残り 3%分は、現地査察の整備にかかる経費であり、米国は現地査察分について拠出を拒否している。

核爆発実験が二度と行われたいことを願っている我が国は、条約の早期発効を外交の優先課題とし、高村元外相が1999年の第1回の発効促進会議議長を務めるなど、積極的に署名国を広げ、批准国を増やす努力を続けている。これは、大多数の国々がCTBTを批准し、国際規範として広く世界が認知せざるを得ない状況を作り、未批准国の外堀を埋め、早期発効を実現しようとするものである。

検証体制の総仕上げである現地査察の整備に米国が協力的で無いのには理由がある。その主な理由の1つは現地査察の発動手続きであり、現地査察発動の決定が執行理事会の理事国(51ヶ国)の30以上の賛成票による議決で行われることである。条約第2条28で規定されている執行理事会の構成によると、アフリカの地域の締約国から10ヶ国、中東及び南アジア地域7ヶ国、南東アジア、太平洋及び極東地域8ヶ国、ラテンアメリカ及びカリブの9ヶ国と、少なく見積もっても20ヶ国以上の開発途上国が執行理事会の席を占めている。もしも、これらの国が独自の判断をせず、現地査察は必要ないとする国の主張に荷担すれば、如何に明白な根拠を揃えても、現地査察は発動できず、条約違反の核爆発実験を立証することは出来ない。東欧の7ヶ国を先進諸国に加え、北アメリカ及び西欧の10ヶ国と日本等を加えたとしても、30ヶ国の賛成票を集めるのは至難である。

この米国の危惧を払拭するためには、執行理事会の構成国が独自の責任でIMS観測データを解析し、地震波、微気圧振動あるいは水中音波に、爆発による異常振動が見られ、放射性核種監視観測データに異常を検知していることを確認し、執行理事会で採決に臨むことが出来るようにする以外に道は無い。CTBTO準備委員会もこのことに気付き、各国のNDCの機能整備計画を進めようとしている。

米国のNDCはすでに100人規模の解析要員を備え、条約違反の核爆実験監視を続けている。日本は2002年末、CTBT国内運用体制を立ち上げ、NDCとしての解析能力を整備するための本格的な準備に入った。しかし、米国並みの体制を完備し、常時監視できるとは思えない。当面は解析手法の改善と自動化等、省力化を進め、有効かつ効率的な監視体制の基となる技術開発を進め、発効に備える事にしている。

一方、日本は1995年度以降毎年、グローバル地震観測研修を開催し、開発途上国の人材育成、地震観測機材の供与等を行っており、CTBTO準備委員会や関係各国から評価されている。この研修プログラムをベースに、開発途上国のNDC要員の研修と、IMSデータの監視と解析を共に行うことが出来る地域センターの基礎とすることが出来れば、地域センターに参加している国々は独自の判断を下すことが可能になり、上記の米国の危惧も解消すると思われる。

核爆発実験を2度と繰り返させないために、条約を単なる精神規定に留めることが無いように、有効かつ実態の伴う検証体制の確立を目指し、条約の定める国の義務を遵守するよう検証体制の整備を着実に進めていく必要がある。