☆

1 解説

核燃料物質保障措置の概要

(日本原子力研究所) 黒 井 英 雄

核物質保障措置・核防護を原子力平和利用のための国際的必須要件である核不拡散達成の1つの手段として位置付け、その手段の特殊性に焦点を合わせて保障措置・核防護の政治的目的と目標、技術的目標と限界、技術的手段の現状と将来の傾向、保障措置・核防護実施上の問題点等について解説し、核物質保障措置・核防護に関する健全な理解に資する。

☆

☆

I. ま え が き

“保障措置”英語では safeguards, 正確には Nuclear Material Safeguards の和訳である。日本では、“保障措置”といっても、一般の人々には詳しい説明を加えなければ意志疎通が図れない特殊用語である。

米国人にとって Safeguards とは、一般的で人口に膾炙された言葉である。その意味は“保護または擁護、守る手段、安全装置等危険から守る”という意味であり、また“魚礁”という意味もあると聞いている。したがって、写真1のように、石鹸の商品名にもなっている。さしずめ“お肌を守りましょう”石鹸であろう。日本にも“セーフガード”という缶入健康飲料が出回っている。

写真1 商品名“Safeguard”の石鹸

英語の意味からいって、保障措置とは核物質が人間に危害をもたらさないように、核物質を管理する技術のことであろう。では、核物質の人間に与える危害の代表的なものは何であろうか。それは、核物質により核爆弾が作られ、それが爆発し、人間および人間の生存環境に壊滅的被害をもたらすことである。そのような事態を招かないように核物質を管理する技術が保障措置といえる。このような観点から、米国防務省の保障措置問題の担当課が海洋・国際環境問題局に属しているのは、その本質をよく表わしている。

II. 保障措置の重要性

上記のように、一般的な意味を持つ保障措置が、原子力の場合なぜ特殊の意味を持ち重要視されるのだろうか。

人類は約80万年前に火を利用することを学んだといわれる。この火の利用が人間の進歩、増加、幸福に大きく寄与したといえよう。一方、火の利用技術の発達は森林を消費し、次に石炭さらに石油へと移り、現在では資源の枯渇・環境破壊に深刻な問題をもたらしつつあり、種々の規制・管理の必要性が生じている。しかし、火の利用が現在の深刻な状態をもたらすまでに約80万年の歳月が経っている。

人間は1945年、米国において“第3の火”ともいえる原子力の利用を手中にした。しかし、その利用は不幸にして核兵器としてであり、大量殺りくと大規模な環境破壊を実証した。この原子力は破壊力の巨大さのため、その技術の拡散を恐れた米国はその技術を国家の最高機密として厳重に管理した。しかし、その技術は米国の独占するところとならず、1949年にソ連が、52年に英国がその技術を手に入れるとともに、この巨大なエネルギーを平和的に民生に利用する技術にも大きな進展が見られた。

いかなる技術も一たんそれが実証された場合、その技術の拡散は速度の差こそあれ避けられないことは歴史的に見て明らかである。このような背景の下に、1953年の米国アイゼンハワー大統領の原子力平和利用宣言に端を発し、原子力の利用が軍事利用と平和利用の両側面を有している点、軍事利用された場合、第1の火の環境破壊の緩慢性に比べ、一瞬にして地球規模の巨大環境破壊が起こる可能性を重視し、軍事的に利

Introduction to Nuclear Material Safeguards:
Hideo KUROI.

(1986年 1月23日 受理)

用されないことが確保できることを条件に、原子力の平和的利用を国際的に推進することとなった。このため、平和利用の検認・保障措置が緊急な課題となり、57年にIAEAが設立され、62年に保障措置査察を開始した。

このように原子力利用の推進には平和利用の検認、すなわち保障措置が前提となって開始された経緯がある。しかしその後、1960年フランスが、64年中国が核兵器を開発し、さらに74年インドが核爆発実験を行うに至って、核拡散の問題がより一層深刻かつ現実問題としてクローズアップされてきた。

しかし、現実には核兵器を所有している国があり、一方、核兵器がその破壊力の巨大さのため全面戦争の抑止力にもなっている現実を勘案した場合、核による被害を阻止するための最低の条件として、これ以上の核の拡散を防ぐことが現実的であるとの考えが支配的になった。

核拡散には2つの意味がある。その1つは垂直拡散、すなわち現在核を持つ核兵器保有国における数的拡大であり、他は水平拡散、すなわち核兵器保有国の増加である。1968年の核不拡散条約は、核保有国には核軍縮を、非核保有国には核兵器を保有しないことを求めるとともに、IAEAの保障措置受入れを求めた条約である。この観点からも、保障措置は原子力平和利用にとって不可欠の要件となっている。

Ⅲ. 保障措置技術の特殊性

核不拡散に関連した問題を技術的に見た場合、選択的解析手法、確率的手法の適用等から、よく安全性の問題との類似で議論されるが、そこには本質的な違いがある。それは、安全性に関する被害は不明な物理・化学的現象、機器の故障、人間の誤操作のいずれか、またはその組合せにより引き起こされるのに対して、核拡散による被害は必ず人間の意図的行動を伴って起こる点である。核兵器を取得しようとする意志決定は政治的なものであり、核不拡散の手段もまず第一には政治的なものであるに違いない。

このため、国際社会または各国が取っている手段はおおむね以下に分類される。

- (1) “核兵器を保有しない”との国際約束(二国間協定、核不拡散条約、トラテロロコ条約等)
- (2) 政治・安全保障上の核保有誘因の除去措置(通常兵器供与、経済援助、安全保障条約等)
- (3) 核兵器製造技術を取得させないための措置(ロンドンガイドライン等)

(4) 保障措置の適用

保障措置はこれらの手段のうち唯一の技術を中心とした手段である。すなわち、保障措置は核不拡散達成の政治的枠組みの一つの重要な技術を中心とした手段であるが、技術的手段を中心とした保障措置にはその政治的課題の達成に限界のあることを認識する必要がある。つまり、過大な期待を抱いてはならない。

では、技術を中心とした保障措置の政治的意味をどのように解釈すべきであろうか。次の解釈が最も一般的であろう。すなわち、核不拡散政策に対し一つの信頼を勝ち取る手段として、核不拡散条約受入れ国が保障措置によりその責務を守っているという証拠を提供するためと解釈すべきであろう。補足的役割としては、国際約束違反の事実の早期検知を可能にする技術手段を用意することにより、違反に対する国家的恥辱と国際的制裁を受ける可能性を維持し、条約違反を思い留まらせる点にある。

保障措置の仕組みは、歴史的に見ても独特な仕組みである。それは、各国が自発的に受け入れたとはいえず、各国が条約の遵守の実証のため、IAEAの査察官を原子力施設に受け入れ、独自の査察活動を認めた点にある。これは一種の国の主権の制約であり、各国がこれを自発的に受け入れたのは、核兵器による人類の滅亡を防ぐという至上目的のため、一種の超法規的配慮によるものであらうと考えられる。したがって、この特殊目的のための技術・制度は決してその他の目的に利用してはならない点に充分注意を払うことが肝要である。

保障措置は技術的課題であるが、上述のように、国際政治の枠組みに組み込まれた課題として考えねばならない。したがって、核保有国対非核保有国、先進国対発展途上国、技術および資源の供給国対受入れ国、条約加盟国対非加盟国、異なった文化的、政治的体制問題等、複雑な流動的な国際背景に影響される多体問題として検討されねばならない場合が多い。こういう複雑な問題に対処するためには、技術課題といえども政治的手段との適当なバランス感覚を持って対処することが肝要である。

Ⅳ. 核防護と保障措置

平和利用に供されている核物質の軍事目的への転用には2つの異なったモードが考えられる。その1つは国家の意志で行われる転用であり、他の個人または専門家集団、いわゆるサブナショナルにより行われる転用である。国家による転用を抑止する手段を各国に任

せるわけにはゆかず、IAEA に委ねられることとなる。これが国際保障措置と呼ばれる手段である。サブナショナルによる転用に對抗する手段が核防護と呼ばれる。この核防護は各国の責任で実施される。広義の保障措置はこの国際保障措置と核防護の両方を含んでいる。したがって、国際保障措置が実際に機能しない核兵器保有国においては、保障措置、すなわち核防護と解釈する人が少なくない。

国際保障措置と核防護の具体的な違いの第一は、誰が対抗手段の実施に責任を持つのかという点で、前者は IAEA、後者は各国である。

第二の違いは、技術的要件の違いである。国際保障措置の技術的要件は核物質の転用の早期発見にあり、転用の直接阻止手段および転用された核物質の回収等は含まれていない。しかし核防護では、転用の直接的阻止手段、転用された核物質の回収手段まで含まれる。これらの差がその技術システム設計に大きな差をもたらす。

V. 国際保障措置の技術的目標

核兵器の取得・使用には、核物質の取得、爆発装置製作技術、核兵器の運搬技術が揃わなければならない。これらのうち平和利用と軍事利用の面で最も区別をつけにくいのは核物質であり、技術的に最も困難なもの、核兵器に必要な金属高濃縮 U または金属 Pu の入手である。したがって、核物質を中心に保障措置を適用するのが適切である。以下に、不拡散条約の枠組みにおける保障措置の技術的目標について解説する。

この条約の基では、保障措置の技術目標は“有意量の核物質が平和的な原子力活動から核兵器、その他の核爆発装置の製造、または不明な目的のため転用されることをタイムリーに検知すること”である。この転用の有無の検認のため査察が行われる。

この査察の実施は、①有意量、②検知時間、③検知確率、④誤報確率の 4 つのパラメータにより定量化される。

これらのパラメータは査察目標と呼ばれ、これらの量により査察は以下のように技術的に定義される。すなわち、査察は有意量の核燃料の転用の有無を、定められた検知確率で、定められた検知時間内に検知することを目標として実施される。また査察は転用が起こっていないのに転用があったと間違えて結論づける確率を、定められた誤報確率以内にしよう実施される。

当然査察の実施には相応の技術手段が必要である

が、これらの目標パラメータはこの技術的観点のみから得られるものではなく、政治的要素も当然考慮されて定められる。

(1) 有意量

国際保障措置は核兵器の製造を主な関心事として実施されている。したがって、有意量は 1 個の核兵器を製造するのに必要な核物質の量(しきい値)に関連する量として定義される。このしきい値として国連文書 A/6865 は、

Pu	(²³⁹ Pu: 95%以上)	8 kg
高濃縮 U (90~95%濃縮)		25 kg
²³⁵ U		8 kg

としている。

しかし、実際には種々な割合の U, Pu 同位体を含む核燃料に対して保障措置が適用されているので、核物質の各範疇ごとに有意量を定義する必要がある。これらの値は IAEA/SG/INF/1 に述べられている。

これらの数値はあくまで目安であって、実際には核物質測定精度の現状、施設の種類と処理量、施設にある核物質の量と形態、施設者に与える迷惑度を考慮して決められる。

(2) 検知時間

有意量の核物質の転用を検知し得たとしても、時期を逸しては、転用した核物質により核兵器が作られ使用されてしまう。このようになれば保障措置の効果は期待できない。したがって、タイムリーな転用の検知は保障措置の一つの要件であり、このタイムリーを定量化した量が検知時間である。この定量化の基本となる考察要素は以下の 2 つである。

(1) 種々な核物質を核爆発装置に必要な金属要素に転換するのに必要な時間

(2) 想定される転用モード、すなわち一括転用(一時に有意量の転用を行う)と分割転用(少量の核燃料を徐々に時間をかけて転用する)

一括転用の場合の転換時間は、IAEA の保障措置実施諮問委員会の助言を得て以下のように考えられている。

金属 Pu および高濃縮 U	7~10 日
照射済燃料中の Pu	1~3 ヶ月
天然または低濃縮 U	約 1 年

しかし、査察目標としての検知時間を設定する場合は IAEA および施設者の合理的な努力で達成できるものでなくてはならない。

一括転用は分割転用に比べて技術的に検知し易く、この検知のために、いわゆる通常査察が実施される。

この頻度は實際上、高濃縮UおよびPuに対して1ヵ月に一度が現実的であることから、現状の査察目標としての検知時間は1ヵ月といえよう。

分割転用は徐々に転用が行われるため、転用の検知は技術的に一括転用に比べて難しい。しかし、転用に時間が掛かるので検知時間は比較的長くてよい。この分割転用を検知するために実在庫検認による査察が実施される。高濃縮UおよびPuに関してこの実在庫検認の頻度は年間2回が現状である。

(3) 検知確率, 誤報確率

保障措置はその目的上、国際社会に対して必要な程度の保障を提供するとともに、ある国が転用を決定するのを抑止するためのものである。したがって、検知確率はその目的に十分な程度に高くなくてはならない。しかし、この問題は複雑な問題である。国際社会にとってどの程度の保障が適切であるかは一種の判断の問題であり、また転用の検知に関して、当事国がどの程度の危機の認識を持っているかは、国によって異なるからである。

IAEAは90~95%の検知確率と5%以下の誤報確率を目指している。

Ⅶ. 保障措置の技術的手段

保障措置の技術的手段は、一定区域内に、一定期間にある核燃料の計量と管理を主な手段とし、封じ込め・監視を補助的手段として構築される。保障措置の技術的手段は高価な物質または危険な物質の管理技術の域から概念としてはみ出るものではない。銀行における貨幣の管理とその概念は同じである。

金貨を例にとれば、受け入れた時にその枚数を勘定し(アイテム勘定)、贋金かどうかを調べ(非破壊検査)、帳簿をつけ(記録)、金庫にしまい鍵を掛ける(封じ込め・監視)考え方と本質的に変わらない。計量の方法も、対象が砂金の場合(バルク施設)は、金貨(アイテム施設)と異なる点も同じである。砂金の場合、一部試料を採り(サンプル取去)、化学分析(破壊分析)を行う点も同じである。さらに実在庫検認も帳簿上の在庫の確認であり、銀行で行なっていることと変わりはない。

銀行で使われている技術と大幅に変わる技術は物質の測定方法である。すなわち、対象となる物質が変わるので、非破壊測定の方法、破壊測定の方法が変わるのは当然である。しかし、これらの測定技術は該当施設の本来目的、すなわち品質管理、工程管理、安全管理のために用いられている技術と基本的には同じである。

1. 要素技術

(1) 破壊測定技術

核燃料の破壊測定技術(主として化学分析)は施設本来の目的に利用されている技術、または汎用の技術と同じで保障措置としての特殊性は少ない。

(2) 非破壊測定技術

核物質の大部分はその核物質固有のエネルギー分布を持つ γ 線を放出している。この γ 線のエネルギー分布を測定して核物質の種類を同定するための情報を得るとともに、放射線強度を測定して存在する核燃料量に関する情報を得ることができる。これらの放射線強度およびスペクトル測定技術は一般的な技術である。

また、核物質のほとんどは中性子を放出している。核物質が中性子を放出するメカニズムとして(α, n)反応によるものと、自発核分裂によるものがある。これらの中性子の強さは存在する核燃料量に比例することから、核物質の存在量を推定するのに利用される。特に、自発核分裂中性子のコインシデンス計数法はPuの存在量を推定するのに有力な方法である。自発中性子の放出数が弱い場合は、外部から中性子を与えて核分裂を起こさせ、核分裂中性子をコインシデンス法で測定する方法もよく用いられる。これらの中性子測定によく用いられる技術は一般的な技術である。

使用済燃料から出る γ 線が水中を通過する時に出るチェレンコフ光は、使用済燃料同定法として有力な方法である。このチェレンコフ光の観測用機器は施設側にその使用の必要性のないこと、既存機器がないため保障措置用として開発された機器である。

その他、非破壊測定法として、ストレインゲージを利用した重量計、核物質の α 崩壊熱を測定する方法等が代表的である。これらの技術のほとんどは既存技術の応用であるが、査察に利用し易いよう種々改良されている。

(3) 封じ込め・監視技術

封じ込め・監視機器は核物質の移動、保障措置用機器・設備の健全性に関する情報を得るための機器である。この手段は次のような場合に有効に適用できる。

- (1) 以前に検認された核燃料の量の測定結果の有効性の延長(大規模な施設または検認のために核燃料に近づくことが困難な施設においては、封じ込め・監視手段は特に重要である)
- (2) 非破壊測定等に用いられるスタンダードまたは取去した試料の健全性の保持
- (3) IAEAの保障措置用機器および補給物質に対する干渉排除

代表的な封じ込め・監視機器として、封印、光学監視機器が挙げられる。封印は保障措置独特の物ではなく一般に多く利用されている。光学監視機器はカメラまたはテレビにより核物質の移動を監視して貯蔵核物質の常時観察(連続監視ではない)を維持するのに用いられる。この機器も保障措置固有の機器ではなく、最近では銀行等でよく用いられている。

以上の機器のほか、種々のモニタ類、例えば炉出力モニタ、放射線モニタ、移動モニタ、侵入モニタ、出入りモニタ等が開発され、利用されようとしている。

2. 保障措置のシステム技術

前節で述べた保障措置の要素技術については2, 3の例外を除いて、保障措置固有の技術ではない。他の分野で利用されている技術の応用である。保障措置技術で大切なのは、これらの要素技術を組み合わせて、保障措置上有効で現実的、経済的であり、施設の迷惑度を低減するような保障措置システムの構築である。

原子力施設は保障措置システムの観点からアイテム施設とバルク施設とに分けられる。アイテム施設とは、原子炉、臨界実験装置のように、核燃料が当該施設にある間ずっと勘定し得る単位体の施設である。銀行の例でいえば、金貨および銀貨を扱う部門に対比されよう。

バルク施設には、濃縮施設、再処理施設、燃料加工施設等が該当し、核燃料がばらの形、すなわち気体、液体、粉体の形で取り扱われる施設のことである。銀行の例でいえば、砂金を取り扱う場合に相当する。

(1) アイテム施設

アイテム施設における核燃料の検認は、燃料の単位体の員数勘定と同定により行われる。同定とは、核燃料単位体が申告された物から変わっていないかどうかの確認である。この同定の最も簡単な方法は、単位体の一部となっているものに付けられた同定番号または記号の確認である。しかし、Puおよび高濃縮U等、保障措置上重要な核物質に対してはこの番号・記号等の確認による同定では不十分であり、非破壊測定による単位体の属性確認が行われる。

最近、Puの核拡散上の危険性が強調され、特に使用済燃料の検認手法に対して単位体番号・記号等の確認では、「すり替え」に対して無力であるとして、非破壊試験による照射済燃料であることの確認が要求されている。チェレンコフ光目視装置はこのために開発されたものである。

純技術問題としては、Puより高濃縮Uの方が核兵器製造が容易であるにもかかわらず、国際的にPuの

方をより危険視する考え方は、技術的判断というより政治的判断としては妥当なものといえよう。

(2) バルク施設

バルク施設における核物質の検認はアイテム施設と異なり、スクラップや廃棄物も含めて多くの異なる物理的および化学的形狀の核物質の測定が必要である。これらの測定は、核物質の組成分析、質量分析、体積測定、重量測定を含む。これらの測定に必要な試料の取去技術も重要な問題である。しかし、技術的に見てこれらの技術は、施設が品質管理、工程管理、安全管理のために用いている技術と本質的に異なるものではない。

これらの測定には破壊測定、非破壊測定を問わず、必然的に誤差を伴う。したがって、これらの測定精度で決まる一定の精度以上で核燃料を検認することは不可能である。測定精度は費用と時間を掛ければある程度よくすることは可能であるが、施設が本来目的のために行なっている測定の精度以上を期待することは現実的でない。

バルク施設は前述のように濃縮施設、再処理施設、燃料加工施設等、原料を受け入れ加工して製品として払い出す施設である。すなわち、これらの施設は核燃料の流れの中にある施設である。このような流れが中心となる施設では、一定の領域(物質収支領域)を設け、その領域に受け入れられる核燃料および払い出す核燃料の量を測定により検認する移転検認と、一定期間核燃料の流れを止めて(1~2週間程度)領域内にある核燃料の量を検認する在庫検認が実施される。一括転用に対しては移動検認で、分割転用に関しては在庫検認で対応する考え方である。

この形式の核燃料計量の達成度を表わす1つのパラメータとして一種の収支バランスである不明物質質量(MUF)が用いられる。このMUFは以下の関係式で表わされる量である。

$$\begin{aligned} \text{MUF} = & (\text{前回の在庫検認で測定確認された在庫量}) \\ & + (\text{当該期間における受入れ核燃料量}) \\ & - (\text{当該期間における払出し核燃料量}) \\ & - (\text{今回の測定により検認された在庫量}) \end{aligned}$$

この値は核物質の測定誤差のためゼロではない。在庫検認の精度に関係したMUFの値は測定精度と測定量に関係するため、施設の当該期間の核燃料処理量(スループット)に関係する。在庫検認の期間を短くすればMUFの値を小さくすることは可能であるが、實際上施設の運転停止を伴う在庫検認の頻度を1年間に4度以上実施することは、施設に対する迷惑度を考慮し

た場合非現実的である。

このように測定精度、在庫検認の期間を勘案した場合、大量の核燃料を処理するバルク施設では、有意量の5倍程度の核燃料の転用検知が通常の方法では限界であろう。また、検知時間に関しても現在の方法では、分割転用に関して3ヵ月が限界であろう。

(3) システム技術

前述のように、要素技術は若干の例外を除いて施設の固有の目的、すなわち工程管理、品質管理、安全管理のために開発された技術がそのまま応用できる。しかし、システム化するための技術にはかなりの違いが生じる。その違いの主な点は、次の通りである。

- (1) 保障措置は政治的に如何に美辞麗句(保障措置を受け入れることにより国際約束を守っている証拠を示すため等)を並べても、人間不信、強すぎる表現であれば、人間はたびたび愚行を繰り返す、という論拠に基づいた論理構成に立脚している。
- (2) したがって、IAEAが核燃料を独立に検認しなければ目的を達成できず、しかもIAEAは常時施設活動に立ち合っておらず、間欠的に施設を訪れて目的を達成しなければならない。
- (3) 施設に対する迷惑度を最低にするともに施設の商業機密を侵してはならない。

上記の目的を達成させるシステムの構築には、特殊な技術開発が今後も必要であろう。ここではその主な技術について触れてみる。

a. タンパ検知、オーセンティケーション技術

大きなバルク施設では、施設者は品質管理、工程管理、安全管理のため工程内に種々の測定器を設置して常時核燃料をモニタしている。これらの機器は比較的高価で複雑な機器が多いが保障措置に利用できる物が多い。しかし、IAEAは独立検認の建前から施設者の設置した機器をそのまま利用するわけにはいかない。IAEAとしては、これらの機器が施設者によって意図的に妨害されておらず、また測定値が改ざんされていないことを示すための手段を備える必要がある。

一方、IAEAは常時施設に滞在して監視していないので、これらは機械的、自動的に満たされねばならない。これらの手法をタンパ表示機能およびオーセンティケーション機能と呼んでいる。主として、機器の妨害工作を検知する機能をタンパ検知機能と呼び、データの改ざんを検知する機能をオーセンティケーション機能と呼んでいる。

この施設側の機器をIAEAが利用して施設に対す

る迷惑度を低減し、保障措置の費用対効果を改善するためにはタンパ検知技術、オーセンティケーション技術の開発が重要である。

b. 施設自動化による効果

原子力産業においては特に自動化の経済効果が高い。自動化は核燃料の移動に関して人間の介在をなくし、封じ込め・監視技術の適用の可能性を高める。計量管理は測定精度、施設に与える迷惑度の問題から施設の自動化に伴い、より進んだ封じ込め・監視技術の開発が重要視されてきている。その代表的な例はCANDU炉の保障措置システムであろう。

自動化は計量管理に対しても、工程に組み込まれた工程制御用の非破壊測定器、データ収集装置、データベース、進んだ統計解析手法を駆使した準リアルタイム計量管理の可能性を与え、この方法は施設の運転を阻害せず核物質の移動検認を適時に行うことを可能にするシステムとして注目されている。

c. 自動遠隔監視

封じ込め・監視手法の適用が進むにつれ、通常査察として、封印健全性の検認、光学監視機器の点検・保守および画像調査、その他の機器の健全性点検等に費やす査察マンパワーが多くなる。保障措置費用の大部分が人件費である点、および保障措置はどちらかといえば人間不信をベースに構築されている点を勘案した場合、査察を人海戦術に頼るのには矛盾がある。

自動遠隔監視システムはこのような矛盾を解決するための1つの考え方で、封じ込め・監視機器の状況、保障措置関連情報をIAEAの本部または地域支部で監視し、査察官の施設訪問の頻度を大幅に減少させるためのものである。査察のための施設訪問頻度を減少させることは、施設の商業機密を保護する上にも好都合である。通信の方法として公衆電話回線、衛星通信回線が考えられるが、データ通信速度が上がるとともに回線使用料が大幅に安くなってきたので、画像の転送も含めて将来有望であろう。

Ⅶ. 核防護システム技術

強奪、窃盗、破壊行為の想定に関しては種々のレベルがある。その最も過激な場合はよく訓練され組織化された専門家集団による武力攻撃を伴った破壊・強奪であり、最もレベルの低いものは核物質の窃盗である。

1. 過去における事件の事例

さて、では原子力を巡って、どのような不思議な事件が起きているであろうか。このような事件は素姓の明らかなものもあるが、その性格上事件は起こったが

原因については不明の事件も含まれる。

- (1) 脅迫状事件：米国ではこの10年間に300件の脅迫状が送られたが、実際事件につながったのは後述の1件のみである。日本でも数件の事例があるようである。
- (2) 核物質紛失事件：米国で数gのPu外部流出事件が起きたが原因不明、米国で約90kgの高濃縮Uの行方不明事件が起き、イスラエルが一部を入手したといわれる。ヨーロッパでは約200tの天然Uが行方不明となり、イスラエルがこれを入手したといわれる。
- (3) 破壊行為：米国では、この10年間に14回の原子力施設爆破事件が起こっている。イタリア、フランスでは原子力機器製作工場で爆破事件が起こっている。最も典型的な例はフランスの高速炉のロケット攻撃であろう。また、性格は違うがイスラエルのイラク原子炉爆撃事件も記憶に新しい。
- (4) 核物質窃盗事件：米国の燃料加工工場で作業者が低濃縮U 145ポンドを盗み250万ドルを要求した事件がある。
- (5) 核物質強奪事件：現在までに発生したという記録はない。

2. 核防護は何に對抗するのか

核防護は国際保障措置と異なり、国が責任を持って実施すべき性格を持つ。しかし、核に関する事件はその被害が一国内にとどまらず他国にもその被害を及ぼす可能性が高いので、国際的に考えて非常識なものであってはならない。特に、国際間輸送の核防護に関しては国際的常識によりその手段を定める必要がある。

以上の考察から日本で考慮すべき事態は以下のよう整理できよう。

- (1) 窃盗およびそれに類似した事件は日本でも起こる可能性はある。
- (2) 小規模な火器を利用した強奪、破壊行為の可能性は否定できない。
- (3) いわゆる大規模な核テロリズムは日本の社会的、地勢学的に見て起こる可能性は非常に少ない。しかし、このようなシナリオは政治的に利用され、原子力活動の阻害要因になる可能性があるため、それを避けるためある程度の配慮を払っておく必要がある。

3. 核防護の技術手段

核防護の技術手段を考える場合にも、核防護は政治的レベルの問題であり、その対応も第一義的には、政治的なものであるべきである点を忘れてはならない。

すなわち、核を奪取しようとする意図をなくすよう努力することである。

一般的に見て、テロ行為には少数の実行者とかなりの同調者がいる。幸いにして、日本には人種的対立も宗教的対立も少ない。したがって、テロ行為の同調者にその動機を与える可能性の高い原因は、行政上の問題に原因する要素が強いと考えられ、その点は行政に携わる者にとって注意しておく必要があろう。

技術的手段は即効性があり政治的手段を助けるものであるが、それには限界があるとともに弊害も生じる点に留意することが肝要である。極端に技術に走れば、泥棒と警官の技術のおっかけっこになり際限のない話となる。

核防護に関する施設の責任は、核奪取および破壊工作の目的達成の遅延を図る技術手段を講ずることである。この遅延には武力対応と物的障害を設けることが考えられる。しかし、日本では施設の武力対応は法律的に許されていない。したがって、採り得る方法は物的障害による遅延である。

遅延の程度は相手の意図の発見から、国の治安・武力対応力が施設に到着するまでが妥当であろう。遅延のための技術とは、相手の意図の早期発見技術と遅延効果の高い物的障害製作技術である。

意図の検知技術として、出入管理技術、侵入検知技術が考えられる。諸外国ではフェンスの遅延効果を評価しているが、日本ではこの解釈の直訳は成り立たない。施設の武力対応が認められる場合にのみ許される解釈であるからである。実際フェンスの物理的遅延効果は1, 2分がせいぜいである。したがって、核防護用のフェンスは日本では意図の早期検知手段と考えるべきであろう。

物理的障害による遅延効果を期待する技術として、発泡材、ガス放出装置等が研究されているが、その基本は頑強なコンクリート構造と頑強な扉である。したがって、核防護上重要な区域は可能な限り小さく設計するのが原則である。核防護のために用いられる技術はすでに米国サンディア研究所でマニュアル化されている。

核防護では、技術を如何に利用・運用するかを総合的判断により決めることが重要な課題である。如何に嚴重にコンクリートで幾重に防護し、頑強な扉で防護しても、人質を取られ、鍵を開けさせられたりすれば、全く意味をなさなくなる例は事柄の本質をよく表わしているといえよう。

Ⅶ. ま と め

種々の文化ギャップ、価値観ギャップ、イデオロギーギャップ、貧富ギャップ、資源ギャップ、発展ギャップが存在する国際環境において、緩慢、急激を問わず、地球規模の環境破壊の危機が懸念されるため、数々の規制を目的とした国際条約が締結されつつある。

一方、最近の国際条約は単に国家として約束するだけにはとどまらず、国際約束の履行を検認する行為をも含めた条約、すなわちソフトな条約からハードな条約へと移ってきている。つまり、政治的である条約が技術的課題である検認を求め、それがなければ条約の政治的効力も期待できなくなっている。

しかし、複雑な国際政治環境にあって、技術的手段は目的達成のための重要かつ即効性のある手段であるが、あくまでも補助手段であり、限界があることを認識することが重要である。

また、すべての技術にはプラスのインパクトとマイナスのインパクトがあるように、保障措置、核防護の技術にもマイナスのインパクトがある。その最も深刻な例は保障措置、核防護の技術が社会的容認を得ずに他の目的に利用されることである。保障措置、核防護は核爆発による地球規模の環境破壊を防ぐという至上目的のため、他に方法がなく例外的に認められた措置

を含むからである。したがって、核防護の手段を用いてコソ泥を捕まえようとするような試みは許されない。原子力を利用することのできる社会はそれ相応の良識を要求される。

核不拡散上、保障措置は重要であるが1つの手段にすぎない。したがって、常に流動する国際関係を勘案しつつ技術的方策と政治的方策のバランスに配慮を払う必要がある。このために、常に国際音痴にならないよう、いわゆる技術馬鹿、条約馬鹿にならないよう注意することが大切である。特に形式論、教条主義、イデオロギーにとらわれない現実的な対応が必要である。米国、ソ連のイデオロギーの差は大きい、保障措置に関しては共通の認識を持っている。核不拡散条約は世界最初の試みとしてIAEAの検認を含めた枠組みを築きつつある。この条約の下で得られた検認の枠組みは今後の国際的条約による検認の枠組み確立の基礎を提供するものと考えられ、すでに軍縮条約の検認のための基礎を与えつつある。

日本は、平和利用、核不拡散を国是として、国際的にも主張している。しかし、その具体的達成案を提示できるまで昇華されていない。今後の課題は技術を含めた政策達成の具体案をもって国際社会に充分の寄与をしてゆくことが重要である。そのためには、まずそのための哲学を自ら生み出さねばならない。

○ 第7回核物質管理学会日本本部 ○ (’85~’86) 年次大会

日 時 昭和61年5月30日(金) 9:30~17:05

場 所 航空会館(7階)第1,第2会議室
(東京都港区新橋1-18-1, 03-501-1272)

○ プログラム ○

1. 招待講演(午前)

保障措置をめぐる最近の国際状況

(科技庁原子力安全局)池田 信一

IAEA Office in Tokyo—Activities
and Advantages

(IAEA 査察官)S. Beach

2. 特別講演(午前)

IAEAの査察目標達成度の評価基準 (核管センタ)萩野谷 徹

3. 研究発表(午後) セッションⅠ~Ⅶ 13件

4. INMM 日本本部総会

(論文集は当日「受付」にて配布します)

参加費(論文集含む) INMM 会員 3,000円, 非会員 5,000円

参加申込 所定申込書で5月20日(定員 130 名次第締切)

申込・問合先 (〒100)東京都千代田区永田町2-17-13

(財)核物質管理センター内

INMM 日本本部年次大会係(03-593-2551)

(詳細プログラムは在本会事務局)

本会マーク入りタイピン・カフセット
(ロジウム・七宝製・エポキシ樹脂加工)

本会創立25周年記念に、学会マークをゴールドメッキエポキシ樹脂加工を加え、装いを一新して製作しました。

特に海外へのプレゼント用に好評です。

頒価 3点セット 3,000円(〒240円)

タイピンのみ 1,500円(//)

○ご希望の方は学会事務局へ。○