

## 東電福島第一原発事故後の放射線リスクと防護基準の考え方

藤 堂 史 明<sup>1</sup>

### 1. はじめに

東日本大震災から既に1年程が経過し、東京電力福島第一原子力発電所（以下、略称「東電福島第一原発」）の同時多発事故は、2011年12月16日に、政府による事故の収束宣言（事故の収束に関する工程表のステップ2完了宣言）が行われた<sup>2</sup>。しかし、炉心が溶融し、冷却系統が破損した状態での原子炉が、通常の安定状態に戻っているという事は論理的に成立し得ないため、このような観点から見れば、東電福島第一原発事故は収束には程遠い状態にあると考えられる。また、事故が単に津波に対する想定のおささだけでなく、地震動に対する関連設備の耐震脆弱性に起因する破損にも波及していることが指摘されているが、こちらが主要因である可能性もある。

「東京電力（株）福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」<sup>3</sup>によれば、炉心が冷却され、核燃料の取り出しが完了するのは、30～40年後となる。従って、事故原因の正確な検証はこの時期まで待たなければ確定できない。

事故の発生要因と拡大の原因については、国会事故調査委員会をはじめ、種々の調査が行われているが、それらの要因に関わらず、日本及び周辺領域を中心に、大規模な放射性物質の放出と汚染が継続しており、今後、数十年以上に渡る、大規模で集団的な人工放射線核種による被曝状況が現出したことは、否定しようのない事実である。

事故の影響を費用と考えれば、事故炉起源の人工放射性核種からの放射線への被曝に伴う、種々の健康影響の費用と、生産や居住の制限、除染や瓦礫処理などの二次的な対策費用から構成されることができると考えることができる。環境汚染の市場化された費用概念への投影の問題は、拙稿（2010）<sup>4</sup>等において指摘してきたところであり、環境システムを損壊する事象が、市場において代替可能なものであるとは著者は考えていないが、放射能対策の政策における経済的な相互関係の影響を抽出するという観点に限れば、これらの要因への分解は意味があるであろう。

本稿では、このように日本及び周辺領域において大量の放射性物質放出（セシウム137での比較で、広島型原子爆弾で168発分以上に相当）が生じ、環境汚染による被曝問題が生じている事を前提に、環境放射線

<sup>1</sup> 新潟大学大学院現代社会文化研究科・経済学部 准教授

<sup>2</sup> 原子力災害対策本部「東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋（ステップ2完了）のポイント」  
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/111216b.pdf>, 2011年12月16日。

<sup>3</sup> 原子力災害対策本部、政府・東京電力中長期対策会議「東京電力（株）福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」  
[http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/111221\\_01b.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/111221_01b.pdf), 2011年12月21日。

<sup>4</sup> 藤堂史明、「<研究ノート>環境・資源管理問題におけるいくつかの基本的命題の考察」新潟大学大学院現代社会文化研究科『経済開発と環境保全の新視点』第1号、42-53頁、2010年3月。

及び放射性降下物及びその食品・飲料からの摂取に伴う、集団的な被曝状況について、放射線防護基準、対策の設計構造についての考察を行う。とりわけ、従来の政府見解が国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection）の放射線防護体系に関する勧告に基づいている点に鑑み、この体系の考え方について、考察を試みる。ただし、とりわけ低線量領域での被曝線量と健康被害の間の量的な因果関係等に見られるように、被曝線量とその影響については別途、論じることとして、放射線防護水準の量的な値そのものの妥当性ではなく、放射線防護の考え方、その設計方針そのものの持つ、構造的な問題点と課題について着目するものである。

## 2. ICRPの放射線防護基準

現在、東電福島第一原発事故を受け、日本政府による放射線防護体系についての考え方は流動的であるが、従来の原子力災害時の危機管理の基本方針としては、NRC/FEMA（1980）<sup>5</sup>に見られるEPZ（Emergency Planning Zone）<sup>6</sup>の考え方、また安全規則としてのIAEA（1996）<sup>7</sup>の介入基準を採用し、原子力災害時の防護方針が策定されてきた。

また、放射線防護の基準となるリスク評価については、2001年3月に国内法令へ取り入れられた「国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection: ICRP）1990年勧告」<sup>8</sup>が基礎となってきた。

さらに、ICRPの発した新しい勧告「国際放射線防護委員会2007年勧告」<sup>9</sup>の国内制度への取り入れが検討されてきた経緯がある。同勧告における「線量拘束値（dose constraint）」の適用拡大と、「最大拘束値（maximum constraints）」の導入により、複数の評価対象線源からの被曝管理基準が強化される可能性については、放射線審議会の第二次中間報告（2011）<sup>10</sup>に見られるように議論の対象とされ、同審議会は、公衆における線量拘束値の導入に反対していた。しかし、主要な反対理由であった複数線源を想定できない、という主張は、日本においても福島県を中心とする広範囲において、東電福島第一原発事故による多量の放射性物質放出による、職業被曝、環境放射線被曝、内部被曝等の、異なる経路による複合的な被曝状況が現出するに至り、根拠を失った。いずれにせよ、ICRPの2007年勧告については国内法制に反映されていない段階であったため、現行での原子力防災体制においては、公衆の放射線防護については、1mSv/y（年間1ミリシーベルト）を基準としている<sup>11</sup>。

<sup>5</sup> NRC/FEMA, NUREG-0654 FEMA-REP-1 rev.1, “Criteria for Preparedness and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants”, NRC/FEMA, 1980.

<sup>6</sup> ただし、当該文献に見られる米国の原子力規制においては、食品経路の被曝対策区域を含むEPZ概念となっている。

<sup>7</sup> IAEA, “International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources”, IAEA Safety Series No.115, 1996.

<sup>8</sup> ICRP “1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, ICRP Publication 60, *Annals of the ICRP* 21(1-3), 1991.

<sup>9</sup> ICRP “The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, ICRP Publication 103. *Annals of the ICRP* 37(2-4), 2007.

<sup>10</sup> 放射線審議会 基本部会「国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告（Pub.103）の国内制度等への取入れについて－第二次中間報告－」2011年1月。

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/housha/toushin/\\_jcsFiles/afidfile/2011/03/07/1302851\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/housha/toushin/_jcsFiles/afidfile/2011/03/07/1302851_1.pdf), 2011年12月20日参照。

<sup>11</sup> ただし、事故後の「暫定基準」においては、国際放射線防護委員会2007年勧告における「現存被ばく状況」における線量限度の考え方が採られた。

このように、日本における原子力防災体制については、国際的基準の評価及び導入を巡っての議論の途上であった。これに関連して、原子力防災の基礎概念や具体的体制についても、上述の NRC/FEMA (1980) や IAEA (1996) における考え方が、制度の基礎となってきた一方で、IAEA (2002)<sup>12</sup> に基づく、新しい防災の判断基準である EAL (Emergency Action Level)、OILs (Operational Intervention Levels)、そして PAZ (Precautionary Action Zone)、UPZ (Urgent Protective action Zone) といった区割りの導入、そして安定ヨウ素剤の投与基準の引き下げについては検討が行われていたに過ぎなかった。

これらの制度は、現在、原子力安全委員会や各都道府県レベルの原子力防災計画改訂への素案として取り入れられつつあるが、事故の経過実態や拡大要因の特定といった、抜本的な対策の策定根拠となる調査が、(例え、根本的な要因の特定に数十年かかるとしても)未だ初回の結論も示せていない状態であること、拙稿 (2012)<sup>13</sup> で別途述べるように、根本的な事故原因の特定が、既存の原子力関係者によって可能であるか、また体制及び費用について過小な見積もりがなされないか、についての疑問等から、新しい規制体系、制度の早期採用に批判的な意見もあり、本稿執筆時 (2012年2月末) 時点で、それらの法制化・体制の整備には至っていない。

### 3. ICRP放射線防護基準における「正当化」・「最適化」

以下に述べる放射線防護の諸原則は、「国際放射線防護委員会2007年勧告」<sup>14</sup> によるものである。ただし、基本的な考え方としては、ICRP Publication 26<sup>15</sup> に提示されたものである。

基本的諸原則 (符号 A～C は本稿著者によるもの) :

A : 正当化の原則 :

「放射線被曝<sup>16</sup> の状況を変化させるいかなる決定も、害より便益を大きくすべきである。」

B : 防護の最適化の原則 :

「被曝する可能性、被曝する人の数、及びその人たちの個人線量の大きさは、すべて、経済的及び社会的な要因を考慮して、合理的に達成できる限り低く保たれるべきである。」

以上、二つの原則については、放射線線源関連で、すべての被曝状況に適用される、とされている。

<sup>12</sup> IAEA, “Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency - Safety Requirements”, IAEA Safety Series GS-R-2, 2002.

<sup>13</sup> 拙著「東電福島原発事故後の原子力防災対策」新潟大学経済学部『経済論集』, 2012年3月, (予定)。

<sup>14</sup> 日本語の引用は次の文献による。邦訳版: 日本アイソトープ協会『国際放射線防護委員会の2007年勧告: ICRP Publication 103』丸善, 2009年。

<sup>15</sup> International Commission on Radiological Protection. “Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, ICRP Publication 26, Pergamon Press, Oxford, 1977. *Annals of the ICRP*, 1(3), 1977.

<sup>16</sup> 放射線の人体等への影響について、日本語表現において「被ばく」が用いられている部分は、本稿では「被曝」と表記した。著者は、原子爆弾、水素爆弾等の核兵器の爆発による影響について「被爆」と表記する以外は、「被曝」によって表記する。

C：線量限度の適用の原則：

「患者の医療被曝を除く計画被曝状況においては、規制された線源からのいかなる個人への総線量も、委員会が勧告する適切な限度を超えるべきでない。」(5.7節)

この原則は、個人関連で、計画被曝状況に適用される、とされている。

Aの「正当化の原則」については、ICRP(2007)は、放射線被曝のレベルあるいは潜在被曝のリスクの増加又は減少を伴う活動が考えられている場合、意思決定の際に放射線に関連する、あるいはその他のリスクや活動費用も含めて、正味便益がプラスであることを求めている。その上で、「利用できる代替案全ての中から最良のものを探し出すことは、放射線防護当局の責任の範囲を超えた課題である。」と、明確に述べている。この原則の適用範囲については、線源が直接制御できるかどうかによって依存する2つのアプローチがあると述べている。それらは1:「放射線防護が前もって計画されて、線源に対して必要な対策をとることが可能な、新たな活動を取り入れる際に用いられる。」(5.7.1.節)すなわち、「計画被曝状況」の場合である。

そして2:「線源について直接決めることによるのではなく、主に被曝経路を変更する対策により被曝が制御できる場合に用いられる」(5.7.1.節)この場合の適用例としては、「現存被曝状況」と「緊急時被曝状況」が挙げられている。どちらも、行為による正味の社会的便益の発生を要請していることは同じではあるが、その持つところの意味合いは変わってくると思われる。

なぜなら、「計画被曝状況」では行為の不存在によって生じる被曝はないため、被曝を伴う行為の是非について、存在の根本から判断が可能であり、不作為によって逸失利益があっても、被曝は避ける事ができるが、「現存被曝状況」及び「緊急時被曝状況」においては、既に何らかの理由によって放射線源からの被曝が存在する(事故による放射線源となる放射性核種の飛散が典型例)ため、不作為によっても被曝状況は解消しないのである。

このような問題構造は、放射線被曝についての被害と要因の因果関係の推定に関する問題を一旦、捨象すれば<sup>17</sup>、環境汚染の最適化問題における、最適化の原点の選択問題と同一である。とりわけ、取引・調整の費用に関する分析が当てはまるとすれば、現存被曝状況や緊急時被曝状況においては、最適化の際の被曝低減のための機会費用が、取引費用を含めて計画被曝状況より大きくなる傾向にあり、結果として、計画被曝状況よりも大きな被曝水準が最適であると計算される。

日本政府が東電福島第一原発事故以降に表明してきた、暫定的な放射線防護基準が、従来の基準よりも相当高い<sup>18</sup>ことは、この事と整合的である。

次に、Bの「防護の最適化」についてである。この原則は全ての被曝状況に適用され、前提として上述のAの「正当化の原則」に照らして「正当」とみなされてきた状況への適用が意図されている。それは「最適化の原則は、経済的及び社会的要因を考慮して、(被曝することが確実でない場所での)被曝の発生確率、被曝する人の数、及び個人線量の大きさのいずれをも合理的に達成できる限り低く抑えるための線源関連のプロセスである、と委員会は定義している。」(5.8節)

<sup>17</sup> 被曝線量と健康被害の間の、閾値なし線形影響仮説(LNT仮説)は、それを可能とする。

<sup>18</sup> 例えば、食品経由の被曝線量の場合、項目単独で、従来の公衆一般の被曝線量基準の5倍である5mSv/yが採用された。

続いてこの原則の下、実施されるべきプロセスとして以下が挙げられている。

- 「・あらゆる潜在被曝を含む、被曝状況の評価（プロセスの枠組み作り）
- ・拘束値又は参考レベルの適切な値の選定
  - ・考えられる防護選択肢の確認
  - ・一般的な事情における最善の選択肢の選定
  - ・選定された選択肢の履行」

とりわけ、注意すべきなのは、「防護の最適化は線量の最小化ではない」と明記されていることである。これは、防護の費用と被曝による費用の合計という概念が前提であり、「最適化された防護は、被曝による損害と個人の防護のために利用できる諸資材とで注意深くバランスをとった評価の結果である。」(5.8節)とされている。

基本原則の最後は、Cの「線量限度の適用の原則」であるが、計画被曝、緊急時被曝、現存被曝のそれぞれの状況において、職業被曝、公衆被曝、医療被曝に関する線量拘束値及び参考レベルについて定義している。これは、線量レベルを制限する基準値ととれるものであるが、とりわけ緊急時被曝と現存被曝について、線量拘束値に相当する線量レベルを表現するのに「参考レベル」という用語を用いると言うものである<sup>19</sup>。これらの「線量レベル」は放射線被曝の最適化における被曝線量の上限についての制約条件と呼ぶべきものであるが、緊急時被曝および現存被曝状況については、線源のコントロールができないという前提であることから、この値が確実に履行可能でないことからきている。

#### 4. 最適化問題の対象としての被曝

以上の放射線防護の諸基準は、被曝線量を制御変数とし、複数の制約条件のついた、放射線利用及びそれへの対策から生じる純便益の最大化という最適化問題と考えることができる。ICRPでは1983年に「放射線防護の最適化における費用－便益分析」(ICRP Publication 37)<sup>20</sup>を発刊しており、そこでは上記のような費用－便益分析及び、それを防護レベルによる得失に単純化した費用－効果分析の二つが紹介されている。

なお、前述したが、これらの定式化は、外部性の内部化モデルにおける環境汚染の最適化問題と同一の構造をしている。以下に、費用－便益分析モデルを適用した場合について引用しよう<sup>21</sup>。

まず、前提としての被曝による損害を定義する。

損害の概念は、基本的には有害な影響 $l$ の期待数（その線源によって引き起こされる影響 $l$ の期待頻度）、その重篤度を係数 $g_l$ で計り、損害 $G$ を定義する。

<sup>19</sup> ただし、医療被曝については緊急時被曝と現存被曝についての該当なし、職業被曝については現存被曝状況に相当するケース（長期的な改善作業や影響を受けた場所での長期的な雇用）であっても、計画職業被曝とみなす。

<sup>20</sup> International Commission on Radiological Protection, "Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection", *Annals of the ICRP*, 10, No.2/3, 1983. 邦訳：日本アイソトープ協会『放射線防護の最適化における費用－便益分析』丸善、1985年。

<sup>21</sup> なお、該当する被曝状況の類型化については、当該文献には見られないが、医療被曝、原子力発電所などの計画被曝状況についての事例を参照している。

$$G = \sum_i F_i g_i \dots (1)$$

続いて、被曝した個人の総数  $N$  により、発生確率  $p_i$  の時の影響の期待頻度が  $N$  に比例するとして、総影響を

$$G = N \sum_i p_i g_i \dots (2)$$

とする。この時、放射線被曝によるリスクは、被曝の結果、ある個人に起こるであろう有害な影響の確率<sup>22</sup>である。総リスク  $R$  は、放射線によるそれぞれの有害な影響  $l$  の発生確率を  $p_l$  とし、次のように定義される。

$$R \approx \sum_l p_l \dots (3)$$

また、全身が均等に放射線照射された場合にある生体組織  $T$  が受けるリスクの、総リスク  $R$ <sup>23</sup> に対する割合を  $w_T$  で表すと、その組織が受ける平均線量当量を  $H_T$  として、

実効線量当量は次のように定義される。

$$H_E = \sum_T w_T H_T \dots (4)$$

また、客観的（平均余命減少をもたらす遺伝的影響と悪性腫瘍に限定し、重篤度を 1 に固定）健康損害は、

$$G_{H,1} = R H_E \dots (5)$$

とされた。すなわち、総リスクに荷重平均全身被曝である実効線量当量 ( $H_E$ ) を乗じたものである。さらに、このような概念から、集団的な人口スペクトル  $N(H_E)$  を考慮し、集団実効線量当量  $S_E$  を定義する。総括すると、それによる健康損害は次の式となる。

$$G_H = \int_0^{\infty} R H_E N(H_E) dH_E = R S_E \dots (6)$$

さらなる委細の定式化は省略する。このような放射線被曝による健康損害の定式化により、次のように費用・便益の関係を定式化する。

すなわち、

B：ある行為を導入することの正味の便益

V：そのような行為の導入の粗便益

P：放射線防護の費用を除いたその行為の基礎生産費用

X：ある選ばれた放射線防護レベルを達成するための費用

Y：その選ばれた放射線防護レベルでのその行為による損害の費用

<sup>22</sup> ここでは放射線による確定的影響ではなく、確率的影響を論じている。しかし、低線量被曝においても放射線の影響は、発がんなどの確率的影響に留まらないとの指摘もあり、一種の仮説であることに留意されたい。ただし、本論ではそれらの影響の因果関係についての詳述は省いた。

<sup>23</sup> ICRP (1983) では、致死ガンと遺伝影響で、Sv あたり  $1.65 \times 10^{-2}$  とされている。

として、

$$B = V - (P + X + Y) \cdots (7)$$

である。

正味便益である B の最大化の必要条件は、集団線量 S が独立変数であるとする、

$$\frac{dV}{dS} - \left( \frac{dP}{dS} + \frac{dX}{dS} + \frac{dY}{dS} \right) = 0 \cdots (8)$$

となる。S の値に関係なく V, P は一定とするならば、ある一定の放射線防護レベル  $S_0$  でこの条件が達成されるとすると、そこでは、次の式が成り立つ。

$$\frac{dX}{dS} = -\frac{dY}{dS}, \quad S = S_0 \cdots (9)$$

このような考え方により、損失余命等の数量で表された損害を、放射線防護レベルを達成するための費用 X とつり合わせるために、その費用に変換さえできれば、最適化のための必要条件を得ることになる。

繰り返しになるが、このような計算が成り立つためには、選択される放射線防護レベル<sup>24</sup>によって決まる集団被曝線量の結果としての、損失余命やその他の起こり得る健康上の損害<sup>25</sup>を市場価格に換算し、放射線防護レベルの選択結果としての集団線量を選択することの費用（防護費用）と微分的に釣り合わせる事が可能でなければならない。

つまり、このことは、損失余命（致死性ガン・遺伝子異常）という、修復不能な損害を「交換」という可逆的プロセスで表現される貨幣価値に置き換えることを意味しているため、本質的な定義矛盾を含んでいる。放射線による健康被害に限らず、回復不能な健康被害、生態系の損失を市場価値に置き換える際には同一の問題がついて回るため、このような分析には注意が必要である。

本論では、この問題については別途論じることとして、さらに放射線防護基準の設計における構造的問題を考察しよう。

## 5. リスク・便益の分離と負担構造の問題点

前節で述べた放射線防護の最適化における必要条件は、同じ記号法を用いれば V：ある行為の導入の粗便益が、P：放射線防護の費用を除いたその行為の基礎生産費用を上回っていることを仮定し、微小変化量において最適化された放射線防護レベルを論じていた。

そもそも被曝を引き起こす行為の「正当化」のためには、一定の放射線防護レベルを達成するための費用を加えた総費用を、行為の粗便益から引いて正味の便益が残らなければならない。

医療被曝などの計画被曝状況については、このような正味の便益についての議論が必要であり、岡田(2011)<sup>26</sup>の指摘する X 線検査の問題のように、これまでの医療における放射線利用については、この点の吟味がないまま、過度の被曝が誤って正当化されていた事例があると思われる。

<sup>24</sup> より直接的には、防護レベルを示すパラメータ、 $\omega$  を操作変数と考える。

<sup>25</sup> 上述の計算では捨象したが、ICRP の文書ではその可能性は認められている。

<sup>26</sup> 岡田正彦【放射能と健康被害-20のエビデンス】日本評論社、2011年。

医療被曝の場合でも、治療と引換えにリスクを受ける患者と、限定的には被曝しながらも、主に経済的利益（売上）を得る医師とでは、リスク・便益の発生の程度が異なっている。このように、被曝状況におけるリスク・便益の発生者の乖離、すなわちリスク・便益が実質的に分離される状況は一般的に問題と言えるが、東電福島原発事故を受けた日本及び周辺領域の大規模な放射能汚染においては、リスクの一般公衆への転嫁、経済的負担及び健康上の損害の帰着の問題が生じている恐れがある。

前掲の（9）式は、放射線防護の最適化における微分的な放射線防護の費用・便益の均等、すなわち限界放射線防護費用と限界放射線防護便益の均等式である。原発事故による放射性物質拡散の状況下では、計画被曝状況と異なり、放射線源のコントロールが直接的にはできない。これを緊急時被曝状況と呼ぶか、現存被曝状況と呼ぶかは関係がない。

所与の放射性物質汚染があると考え、この状況での放射線防護の最適化は、防護の基本原則の A：「正当化の原則」の縛りを受けない、すなわち純損害が多大であっても、そもそも事故のコントロールができないのである。しかしながら、B：防護の最適化の原則は適用される。この時、放射線防護の水準は、例えば食品の生産・出荷規制や安全基準、除染の手段・範囲の選択、避難の範囲・避難人数、瓦礫等を含む物流・交通の規制の水準である。これらの防護手段の費用は、実施の機会費用（逸失利益等）であるが、損害の費用については、問題となる低線量での放射線の健康影響の多くが晩発性であること、被害があっても放射性物質との因果関係が立証困難であることなどにより、過小評価となり得る。

本稿では詳述しなかった放射性核種の取り込みによる内部被曝については、その健康影響の大きさもさることながら、ICRP が採用してきた実効線量当量のような、外的な被曝影響の測定及び評価手法自体の限界も指摘されている<sup>27</sup>。そのため、東電福島第一原発事故を契機にチェルノブイリ原発事故時の健康被害報告<sup>28</sup>が再度、注目を集めているのである。

とりわけ、原発事故の原子炉周辺における収束作業や、関連設備の補修・維持などにおける被曝労働においては、このようなリスクの分離と負担の構造が大きな問題である。

また、国民全般の環境放射線量や食品経由の集団被曝線量に伴うリスクについて考えると、これが広く薄く負担されることから、特定の業種（農林漁業・食品産業・建設土木・廃棄物処理業など）の利益に比して、政治的な過小評価につながる恐れがある。また、原発事故の対策の策定に当たる政治家や科学者等の有識者においては、原子力及び放射線科学、医学、工学などの分野における特定業界の寄付や競争的資金の提供による過大な影響力は是正する必要がある。

さらに、広く薄く負担されるリスク、あるいは大きな便益、あるいは急性被曝障害の防止の担保すらなく動員される被曝労働におけるリスクの問題は、放射線防護の制度設計における、人間社会における現実的な労働条件、資産運用条件の格差等の軽視によって放置され、拡大している。被曝労働者と、原子力産業の経営者とは、明白に分離された社会階層を形成していると見てよいだろう。社会・経済的な問題点の分析と、原子力産業への金融資産の投資・融資等により、被曝リスクから分離された便益だけ享受してきた経済主体の責任を明らかにする事も必要である。

<sup>27</sup> 中川保雄『放射線被曝の歴史』技術と人間、1991年。

欧州放射線リスク委員会（ECRR）編、山内知也監訳『放射線被ばくによる健康影響とリスク評価 - 欧州放射線リスク委員会（ECRR）2010年勧告』明石書店、2011年。

<sup>28</sup> ユーリ・I・パンダジェフスキー著、久保田護訳『放射性セシウムが人体に与える医学的・生物学的影響 - チェルノブイリ原発事故被曝の病理データ』合同出版、2011年。