

⇒ 論 説 ⇐

原発事故による放射線リスクの経済分析

藤 堂 史 明

要旨：

東電福島第一事故による放射性物質飛散は、広範囲な環境汚染を引き起こしている。放射線リスクの性質を踏まえると、リスクがゼロとなる境界線、すなわちノーリスクの閾値はない。これまで原子力利用を推進してきた国際機関は、リスクに閾値がないことを前提として、リスクと便益のバランスを追求してきた。その中で、事故時の被曝リスクの正当化が可能な論理を構築してきたのである。それは、本質的には防護の最適化の原点を二重に採用し、どの場合でも被曝の正当化が可能な論理である。本稿は、これらの最適化、正当化の論理とその一般公衆への適用の限界について論じる。

Summary:

TEPCO Fukushima First Nuclear Power Station accident's major outcome was the wide spread pollution by the radioactive materials.

When based on the characteristics of the radiation risk, the threshold value of dose-effect relationship is zero. International organizations have been using this relationship, but also took the position that there are several starting points of optimization of radiation protection, by which it can be justifiable at any time including emergency and existing exposure situations.

This paper focuses on the rationality of the protection levels against radioactive materials, to show its inherent logic of optimization, justification and its limits to the appliance to the general public.

Key Words: Radiation Exposure, Risk Benefit Analysis, Optimization and Justification, Nuclear Disaster.

1. 原発事故の危険が去らない日本

世界を震撼させた2011年3月の東京電力福島第一原発事故から2年、2013年を迎える日本では、一定の安心感が広がっている。

それは、原発事故による人的被害について関連する死者（災害関連死）はいるものの、東電・政府の発表では放射線による死者が出ていないとされていること、それだけでなく、一時は東日本の広範囲で検出されていた放射性核種が、立ち入りが制限されている警戒区域や一部のホットスポットを除き、一般の野菜、肉類等からあまり検出されなくなり、一部の魚介類や野生動物、きのこ類などに集中して放射能汚染が検出されるようになったため、国民に慣れが生じ、放射線に対する危機感が相対的に薄まったことがある。

原発事故に起因する食品中の放射性物質の放射線リスクに関しては、2012年4月より改訂された暫定リスク基準、すなわち100Bq/kgにより、人の摂取する食品経由の被曝線量を1 mSvに抑えられるとされ¹、その実際の運用においては、上記のような食品汚染の状況から基準値超えの食品は限定される事から、一定の安心感が生じている。

しかしこれが、本当に事態の改善であればいいが、一方で、より大きく長期的な損害を生じさせる間違いが現在進行しているのではないか？そのような疑問、いやむしろ確信を筆者は持っている。それは次のような事情による。

まず、第一に原発事故そのものが収束しておらず、事故を起こした原子炉と周辺の設備が不安定な状態のままであることである。東電福島第一原発においては、事故後初めてのことでないが、2013年1月に入り、2号機の温度計に100℃を超えるものが出ており、これまでと同様に事業者により「計器不良」と発表されている。しかし、温度計の特性からして不良であるとすることはできない、とする専門家の批判に耐える説明はされていない²。つまり、東電福島第一原発事故の「収束」の根拠とされた「冷温停止状態」は未だに達成されていない。また、放射性物質の放出は、現在でも低下しつつも継続しており、毎時約0.1億ベクレルである³。

今回の事故の原因が何であったのかについても謎のままである。「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」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。ところが、今年になって法により実施された国会事故調査委員会の調査に対し、東京電力が虚偽の説明をして事故原因の究明を妨げていた事実が明らかになった。この問題は、炉心の損傷の原因が地震による冷却系配管の損傷であったのではな

¹ 厚生労働省医薬食品局 食品安全部基準審査課「食品中の放射性物質の新たな基準値について」
<http://www.fsc.go.jp/fscis/attachedFile/download?retrievalId=kai20120116ik1&fileId=120> 2012年1月16日。

² 平成24年度第5回新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会（平成25年2月1日開催）「参考資料No.2」：
http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/395/927/130201_H24-5-sankou2.0.pdf

³ 東京電力株式会社「原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果」2013年1月31日、
http://www.tepco.co.jp/life/custom/faq/images/t130131_01-j.pdf

いかという点に関しての調査の問題であり、事態が究明されれば、全原発の構造的欠陥の判明となる可能性もある。残念ながら稼働を停止している原発であっても冷却系配管の地震に対する脆弱性は共通要因のリスクであるため、重大な事故要因の究明が妨げられていた可能性が高いのである。

放射線被曝によるリスクの理解については、より深刻な誤解が蔓延している。放射線被曝によるリスク、例えば空間放射線の強度に関して「健康に影響を与えるレベルではありません」等の言及が多数見られ、被曝線量における「閾値」(しきい値)が存在するという標準的ではない主張が採用されているのである。

次節でみるように、放射線被曝のリスクについては、原爆被爆者の追跡データの解析等から、慎重を期して線型の影響関係が推定されてきており、また、最新の影響分析によっても、影響に閾値がないことが指摘されている。確定的な影響と異なり、確率的影響の証明は統計学的な限界にぶつかるが、それは影響がないということではないのである。

また、放射線による被曝リスクが相対的に小さければ安全、という、いわば第二の安全神話の言説によって、今後追加的に生じる被曝のリスクや防護対策のコストが過少に見積もられている。もし、被曝する国民の自己決定権を尊重し、現在及び将来のリスク受忍に対し、原状回復を行うことになれば、原子力発電の経済性は基本から失われ、商業用の発電手段としては採算性が見合わなくなるであろう。

既設の原子力発電所で、原子力立地指針に違反する活断層等の存在が新たに指摘されているが⁴、地質そのものは大きく変化していないことから、原子力発電所の計画段階から、立地が困難になり、また対策コストが高くなることを理由に、立地に有利になるよう審査を行ってきた可能性が高い。

原発が事故を起こさないという第一の安全神話は、東電福島第一原発事故によって日本においても崩れた。しかし、放射線リスクについて明白に誤った絶対的な安全を主張し、集団的な被曝における追加のリスクの発生を隠蔽し、不可抗力とは言えない民間の商業用原発の事故の際の放射線防護の基準に対しても、最適化の原点を二重に取ることで、どんな場合でも原子力利用が正当化されるという不連続な二段階の論理、言うならば第二、第三の安全神話は現在でも進行中である。

原発事故を引き起こした原子力推進のための科学のあり方は、原発事故への対応においても推進政策に協力する科学者が放射性物質以外のリスクを意図的に高く主張して流布するなど、

⁴ 渡辺満久「大飯原子力発電所敷地内の活断層」原子力規制委員会、大飯発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合2012年11月4日会議資料、http://www.nsr.go.jp/committee/yuushikisya/ooi_hasaitai/data/0002_14.pdf

⁵ 原子力安全委員会原子力施設等防災専門部会被ばく医療分科会第28回会合において報告されている。議事次第：www.nsc.go.jp/senmon/soki/hibakubun/hibakubun_so28.pdf (2011年12月7日)

なお、ポーランドにおけるチェルノブイリ原発事故の際のヨウ素剤投与の事例については元論文 J. Nauman, J. Wolff, "Iodide prophylaxis in Poland after the chernobyl reactor accident: Benefits and risks", *The American Journal of Medicine*, Volume 94, Issue 5, Pages 524-532, May 1993.

その中立性・客観性が強く疑われる状況である。例えば、避難指示やヨウ素剤投与等の防護措置は、放射線及び放射性物質のリスクの低減を図るものであるが、この基準の表現をめぐり、安定ヨウ素剤のリスクが強調された。ところが、ヨウ素剤のリスクが極めて低いことは、チェルノブイリ事故に対するポーランドにおける投与実施例から明らかになっていたのである⁵。

現在、原発事故を契機にアカデミズムの反省とより一層の安全性の追求が必要とされているが、既に着手されている安全審査の過程や人選からして、職業的に原子力開発に依存した形式のあり方（研究）しか実現しておらず、結果として、それらが安全でないものを安全と言い換えるための論理の追求になり、第二の原発重大事故の発生を未然に防ぐことはできない恐れが高い。暗澹たる状況である。

とはいえ、未来を最後まであきらめることはできない。原発事故の再発を避けるために考え、行動するための理論的知識と実際の適用の基礎について述べたい。

2. 放射性物質のリスクの特徴

放射性物質による汚染のリスクは、摂取・接触や近接により放射線を浴びることのリスクと、放射性物質そのものの物質としての性質によるリスクに分けられるが、多くの場合は物質そのものとしてのリスクが問われるよりも遙か以前に、放射線を浴びる原因としてのリスクが問題とされる。それは、人間の体を含む生命が、その遺伝情報を含む染色体を放射線に曝されると被害を受けるという基本的関係性によるものである。

2-1. 放射性物質の発生という対価

本節では、原子力発電の原理からして、必然的に発生する放射性廃棄物とそのリスクについて、基本から考えてみたい。放射性物質が環境上のリスク物質であるのは、その化学的性質に差はあれ、放射線を放出し、核崩壊をしてゆく共通の性質から来ている。その基本的な成り立ちから確認していこう。

原子は安定した状態と不安定な状態で存在し得る。不安定な状態であるが物質的な特徴は安定な原子の属性と同一の原子を、放射性同位体と呼ぶ。放射性同位体は、一定のエネルギーあるいは物質を放出して遷移し、安定な状態となるまで変化する。このような原子の性質については、ラザフォードとソディの共同研究を初め、前世紀の初頭にかけて種々の研究が行われた⁶。

⁶ ソディによるラジウムの放射性崩壊の性質についての研究は次の著書にまとめられている。Frederick Soddy, *The interpretation of radium and the structure of the atom*, J. Murray, 1909. また、Bohr (1913) による原子核の理論の成立以前の原子の変化に伴う放射線の発生についての研究は、代表例として次を挙げられる。E. Rutherford and F. Soddy, "The Case and Nature of Radioactivity II", *Philosophical Magazine*, (6), 4, pp.569-585, 1902. そして原子の遷移の周期律についての研究として、次を挙げられる。F. Soddy, *The Radio-Elements and the Periodic Law*, *Chemical News*, 107, pp.97-99, 1913. 及び同雑誌同名の論文 pp.168-169, 1913. なお、後半の3論文の邦訳は次に所収されている。物理学史研究刊行会編『放射能』東海大学出版会、1970年。

原子力利用の場合、軽水炉の核分裂の要因はウラン235に中性子が衝突することであり、分裂した先の核分裂生成物も多くは放射性物質となる。放射性物質が放出する放射線には上述の中性子の他に、ヘリウム原子核である α 線、電子線である β 線、電磁波に分類される γ 線がある⁷。

さて、質量の大きな原子が複数の放射性物質に分裂するとき、生じる熱により水を加熱して蒸気タービンを回転させ、発電するのが原子力発電である。ここまでは誰でも知っているが、このことを熱力学の第一法則と第二法則に関連づけて述べると、熱力学の第一法則であり「エネルギーと質量の保存則」が成り立った上で、質量をエネルギーに変える反応をしているのが核分裂の本質である。しかし、その際に熱力学の第二法則である「エントロピー増大法則」により、発生した熱は高温から低温へ移動し、また物質としては拡散の程度が増大する。

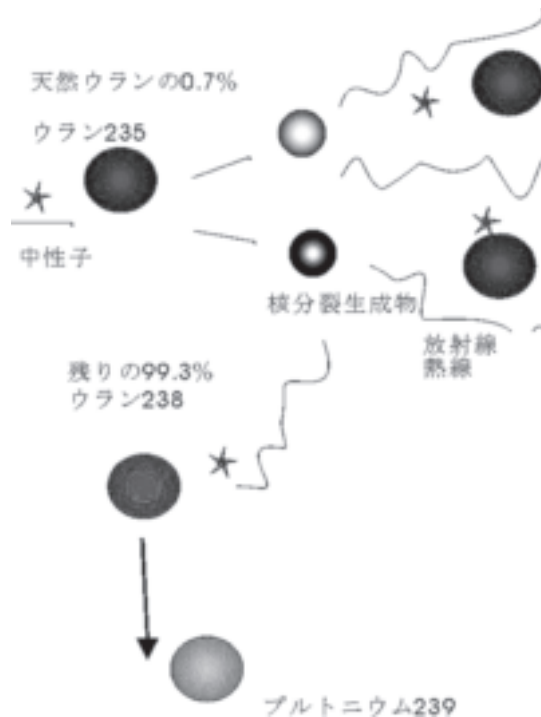


図1：核分裂の原理

従って、核分裂生成物つまり放射性物質が生じるのは、物質からエネルギーを取り出した対価であり、この意味で核分裂によるエネルギーを利用する原子力発電は、その結果としての廃棄物として、CO₂ではなく放射性物質を放出することが本質である。

上図に書き込んだように、天然のウランの0.7%に過ぎないウラン235を用いる軽水炉の発電方式は、残りの99.3%を占めるウラン238を利用できないという特徴を持つ。これを利用するた

⁷ それぞれ α 線が空気中で45mm、身体中で40マイクロメートル、また β 線すなわち電子は空気中で1m、身体中で2.5mmほどしか飛程がないため、個人用放射線測定器や緊急時放射線モニタリング体制の主な機材である γ 線の計測装置での計測はできない。

めに考えられたのが、ウラン238が中性子を吸収して核種変化したプルトニウム239を核分裂させることであり、これを使用済み核燃料から取り出すことを再処理、またより効率よくプルトニウム239を生産するための原子炉を、分裂反応に伴う中性子を高速に保つ必要があることから命名して高速増殖炉と呼んでいる。

高速増殖炉は、かつて永久に近くエネルギーを供給できると主張されていたこともあるが、再処理技術の未完成とあわせ、その実験炉である「もんじゅ」の開発が頓挫しており、実現の可能性は低い。詳細については略するが、これらの核燃料サイクルのプロセスも、施設がもたらす原子力災害のリスクと何事もなくとも発生する膨大な高レベル放射性廃棄物の問題により、今後の日本の原子力政策の中で、重大なリスク要因となっていくであろう。

さて、原子力発電が炉型や方式に関わりなく、物質をエネルギーに変える過程で、変質した物質すなわち放射性物質を生むことは、十分に明白だろう。原子力発電が種々の類型を持ちながらも、永久的なエネルギー源とはなり得ないのは、この放射性物質の発生を封じ込め、管理することに必然的に膨大なコストが生じることが原因である。筆者は、原子力発電による利用可能エネルギー生産の原理そのものについて、それが正味の利用可能エネルギーを生じさせるかどうか疑問であるが、それは、環境に影響を与えず（放射性物質を封じ込め）、利用可能エネルギーを取り出し続けるという原子力発電の実現しているはずのプロセスが、「システムの内部から利用可能エネルギーを取り出し、そのシステムを不変に永久的に維持する」という第1種の永久機関の夢想と酷似しているからである。永久機関は第1種、第2種ともに実現しないことが分かっているが、原子力発電の開発の歴史も、その軍事利用による残虐性とバランスする夢想的な革新的エネルギーの取り出し技術という位置づけから、莫大な対価を伴う危険な利用可能エネルギーの取り出し技術へと変わってきたことも、その将来を暗示していると考ええる。

現状で明らかなが一つある。それは、原子力発電は永久機関ではなく、廃熱と放射性物質の生成という対価を払って、利用可能エネルギーを生産する技術であるということだ。また、物理的な変化が熱と放射線という形で、環境というより上位のシステムに対し影響を与えることがエントロピー増大法則により保証されているため、放射性物質の環境影響は原子力発電と切っても切れない関係にある。封じ込めや無害化という発想は、この根本的な関係を回避しようとするものに過ぎない。地球の物質循環により、宇宙に排出される低温熱に変化可能な熱や、光合成により再循環可能な炭素を中心とする通常の燃料の燃焼反応とは異なるのである。

もちろん、一定程度の放射性物質やその発生する熱・放射線の封じ込めは短期的には技術的に可能である。これを放射線防護と呼んでおり、核燃料の集合体から原子炉そのもの、原発の運営に関わる運転員や技術者の個人放射線防護に至るまで、熱や放射線によるシステムへの影響を緩和、あるいは変質させて吸収するのが基本的性質である。

筆者が、エントロピー増大法則により、廃熱及び放射線が核分裂による利用可能エネルギーの生産の対価であると強調してきたのは、この対価である廃熱や放射線を対価なしに緩和、吸収することもまた不可能であることを明確にしておく必要があるからである。

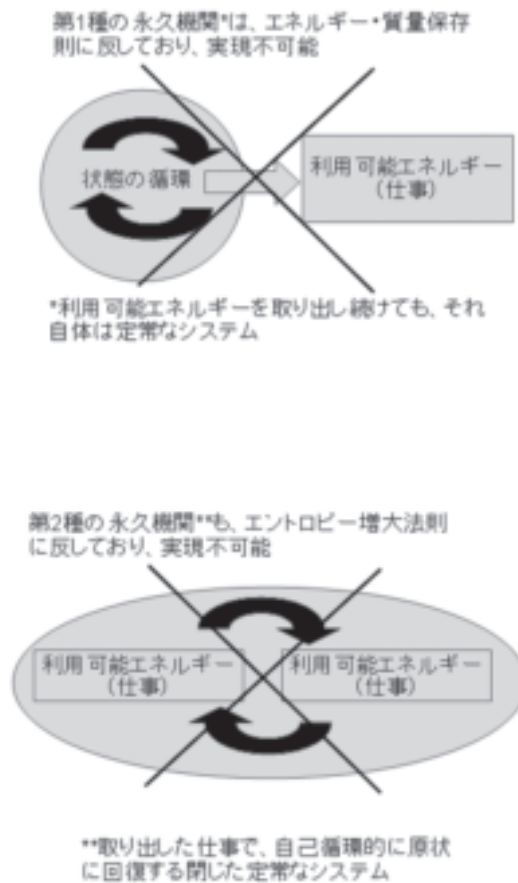


図 2：第 1 種及び第 2 種の永久機関が実現できない理由

2-2. 被曝線量と健康影響の間に線型の関係はあるか

次に被曝線量と健康影響の間に線型の影響関係があると見る LNT(linear-no-threshold) 説を巡る論争について。概観しよう。この関係があれば線量域に関わりなく放射線被曝によるリスクを健康影響による被害として評価し、便益と比較することが可能となる。

放射線のリスク評価の内容そのものは、非常に詳細な議論になるので、概観を述べている資料を引用してゆこう。まず、放射線被曝による健康被害については、第二次世界大戦中に日本の広島・長崎に投下された大量破壊兵器である原子爆弾により被曝した人々の寿命調査 (Life Span Study: LSS) が基本的なデータ源である。

100mSv 以上の被曝という「高線量域」で被曝と誘発がんとの関係は 1 シーベルト当たり 0.1 とされている。一方、100mSv 以下の「低線量域」については、これまで実験による被曝影響の可能性については詳しく調べられている一方で、統計的に有意な関係性については証明が難しいとされてきた。ICRP では低線量域では高線量域の 2 分の 1 のリスクとして線量・線量率

有効係数 DDREF=2 を採用してきた。これは比率として0.05を採ることになるが、以下でみるように統計的推測値としても過小評価となっている。

放射線による極小の被曝によっても遺伝子の変異が生じ得ることは、例えば LSS を実施している放射線影響研究所⁸非常勤理事 Warren K. Sinclair による過去の講演録にこうある。

「(低線量被曝による細胞の自己修復メカニズムについても述べた上で) 低線量域における線量反応に関する優れた実験調査の幾つかは注目すべきである。Lloyd らによる調査 (International Journal of Radiation Biology 61:335-43, 1992) では、リンパ球の染色体異常に関する6つの研究室による調査が行われており、20mGy までの線量と効果の關係に線形性が認められた。過去の調査には、更に低い線量まで調べた例があり、特に Tradescantia における pink 突然変異について調査した Sparrow ら (Science 176:916-18, 1972) は、X線については 2.5mGy、中性子については 0.1mGy まで調べた。線形尺度を用いると、X線のデータは依然として線形性を示す。また、Bateman ら (Radiation Research 51:381-90, 1972) は 0.22 mGy という低い線量の中性子に被ばくした後発生した水晶体混濁について調べ、対照者が極めて異なる所見を示すことを認めた。」

(「原爆被爆者の調査に基づくがんリスク推定値とその不確実性について」米国放射線防護・測定審議会名誉会長、放影研非常勤理事 Warren K. Sinclair より⁹。Tradescantia はムラサキツユクサ、mGy はミリ・グレイ。概算で 1 Gy = 1 Sv である。)

しかしながら、続けて、Sinclair は、個人レベルのリスク評価を目的とする防護体系の構築にあたって、個人レベルの被曝リスクが小さいことから、線型の影響關係を受け入れた上で (閾値なしとした上で)、そのリスクは小さいとしている。すなわち、この問題についての深入りを避けている。

「閾値はどのような線量レベルで始まるのであろうか。X線では 約 2mGy、中性子では 1 mGy の10分の1まで線形を認めた例が幾つかある。線形性が更に低い線量まで続くことはないと思定する理由はあるだろうか。極めて低い線量、従って極めて低いリスクにおいては、名目上の閾値が存在したとして問題があるだろうか。そのような線量およびリスクは無視できると考える者が多いだろう。私見では、このメカニズムの確率的性質から、閾値について論ずるよりも、閾値は存在しないとする仮説を受入れ、極めて低い線量においてはリスクはわずかとする方が健全であると思われる。」(同講演録より)

一方で、上記文中でも引用されているムラサキツユクサによる放射線の突然変異誘発のメカ

⁸ 「1975年に原爆傷害調査委員会 (ABCC) の活動を継承し、放射線の人々に及ぼす医学的影響及びこれによる疾病を調査研究し、原子爆弾の被爆者の健康保持及び福祉に貢献するとともに、人類の保健の向上に寄与する目的で日米共同で設立された。」高度情報科学技術研究機構「原子力百科事典 ATOMICA」

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=13-02-01-27 より。

⁹ <http://www.rerf.or.jp/library/update/rerfupda/comment/ncrp.html> 米国放射線防護・測定審議会 (NCRP) の年次総会で行われた第17回 Lauriston S. Taylor 記念講演 (1993年4月7日) の要約で、RERF Update 6 (2) :3-5, 1994 に掲載されたものの翻訳

ニズムを研究してきた市川定夫は、このような突然変異レベルの影響が非常に低線量でも誘発される実験結果を引用しつつ¹⁰、閾値のない放射線のリスクが本質的に生態系に対する脅威である、とする結論に至った。

このような見解の違いが、政府機関において東電福島第一原発後に見られた誤解、100mSv 以下の放射線被曝であれば「安全」という理解を生んだと考えられる。ではなぜ、低線量被曝の健康影響リスクに関して、専門家は断言できないのであろうか。

それは確率的リスクの性質と調査対象の被曝者の人数という、統計的推測のサンプルのサイズの問題に帰着する。

最新の LSS 論文¹¹においては、

“The lowest dose range with a significant ERR for all solid cancer was 0 to 0.20 Gy with an estimated ERR/Gy of 0.56 (95% CI: 0.15, 1.04, P=0.01) and included 74,444 persons with 9,063 solid cancer deaths. For the range of 0 to 0.18, the ERR/Gy was 0.43 (95% CI: -0.0047, 0.91, P=0.052) and included 8,920 deaths (Fig.5). The maximum likelihood estimate of a dose threshold was 0.0 Gy (i.e., no threshold) with an estimated upper bound of 0.15 Gy for 95% CI as determined by minimizing the deviance.” (p.235)

としており、0.18Gy 以下の場合有意水準がやや小さくなるもの0.20Gy の場合は有意に ERR すなわち Excess Relative Riskが推定できることを示した。なお、この場合の被曝線量と ERR の関係性の閾値の最尤推定値はゼロ、すなわち閾値のない線型関係が示されることも指摘している。統計的推定には信頼区間が生じるが、サンプル数の限界により、ここに示された推定の精度がほぼ限界に近づいていると考えられる。

このように、よく聞かれる100mSv 以下の放射線リスクは証明されていない、との言説の実態は、線型の影響関係が推定されていても、これを確証するためにはサンプル数、つまり被曝した人数が足りないことに帰着するだけなのである。

これに関連して、米国科学アカデミー－研究審議会専門委員会名「電離放射線の生物影響に関する委員会 (Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation: BEIR)」, 通称 BEIR 委員会の勧告¹²でも閾値ゼロ、つまり LNT 説の妥当性を支持している。一方で、ICRP は DDREF として2を採用するとともに、高線量域での線量影響関係を低線量域へ外挿することに慎重になるように留意しており、「原子放射線の影響に関する国連科学委員会, United Nations Scientific

¹⁰ 市川定夫「微量放射線の生物学的・医学的危険性」『技術と人間』論文選, 大月書店, 2011年 (原著1976年)。

¹¹ Kotaro Ozasa, Yukiko Shimizu, Akihiko Suyama, Fumiyoshi Kasagi, Midori Soda, Eric J. Grant, Ritsu Sakata, Hiromi Sugiyama and Kazunori Kodama, “Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950 – 2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases”, *RADIATION RESEARCH* 177, 229– 243 (2012), http://www.rerf.or.jp/library/rr_e/rr1104.pdf

¹² 英文要約: Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, National Research Council, *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII – Phase 2*, 2006. http://dels.nas.edu/resources/static-assets/materials-based-on-reports/reports-in-brief/beir_vii_final.pdf

Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR」も、チェルノブイリ事故による低線量被曝の被害者について、個人の放射線防護に用いている LNT 説を用いないことを主張している¹³。日本の原子力安全委員会もこれを採用しているが¹⁴、これについては、放射線防護の基本体系となっている ICRP の実効線量体系、すなわち物理的なエネルギー量としての放射線から被曝線量としての影響の度合いを推計する体系そのものが集団線量と影響の関係から計算されていることと矛盾もしており、奇妙としか言いようがない。

しかし、集団被曝線量からの被害影響予測は疫学の分野で一般化している。ICRP 並びに UNSCEAR の見解は、原子力の平和利用として原子力発電を推進してきた国際機関としての責任逃れとみることも出来、その曖昧な表現には問題がある。

さらに、被曝線量と健康影響の間の関係については、低線量域であれば被曝が健康を増進するとする説や、非線形の影響関係があるとするもの、とりわけ低線量域では健康被害を引き起こす比率がかえって高くなるとの説まで、諸説がある。しかしながら、いずれの場合も検証には大量の被曝者のサンプルを正確に比較する必要が生じ、理論上の論争が決着するには、大量の被曝を引き起こす原発事故等の核災害を何度も経験し、個々に人権を持っている人たちを非人道的にも犠牲にしてデータを取る必要があるなど、実際上の問題点を抱えている。

以上のように検討した結果、放射線そのものの生物の DNA に対する影響は否定しがたく、また、実験データも被曝者の生存調査においても示唆されるのは、ゼロから線型に被曝線量と健康影響の間に比例関係があるとする考え方、すなわち LNT 説である。

さらに、ECRR は外部被曝に置き換えてすべての影響を評価する ICRP の放射線防護の基準は、局所的な内部被曝の危険性について過小評価であると述べている。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の指摘である¹⁵。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¹⁶が再度、注目を集めている。

ここでは、一旦 ICRP の放射線防護の考え方を取り上げ、被曝を前提として原子力利用の便益を得ようとする考え方について検討してゆく。そのことにより、LNT 説を前提とする考え方、つまり絶対安全はないことを認めつつも便益とのバランスによって原子力利用を推進すべきであるとする考え方の特徴と問題点を検討したい。

¹³ UNSCEAR 2008, *Report to the General Assembly with Scientific Annexes, Volume II, Scientific Annexes C, D and E*, United Nations, 2011. http://www.unscear.org/docs/reports/2008/11-80076_Report_2008_Annex_C.pdf

¹⁴ 原子力安全委員会事務局「低線量被ばくのリスクからがん死の増加人数を計算することについて」2011年9月8日。 http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/info/bassi_0908.pdf

¹⁵ 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。

¹⁶ ユーリ・I・バ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

3. 放射線リスクの受忍におけるリスクとベネフィットの関係性

従来の放射線リスクに対する防護、言い換えればどれだけを受忍限度とするかについての考え方であるが、基本方針としては、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」¹⁷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」¹⁸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）¹⁹に見られるように議論の対象とされてきた。放射線審議会による同文書での見解は、公衆における線量拘束値の導入に反対しており、その根拠として次のように記述している。

「（前略）評価対象となる線源以外からの放射線の寄与により現実的に線量限度を超える可能性はきわめて低い（後略）」（同報告書6頁）。しかし、このような複数の線源を想定しない、という想定は、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、実情と異なる主張となった。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、1 mSv/y（年間1ミリシーベルト）を基準としている。

これらの勧告や基準はLNT説を前提としたものであり、集団的な影響関係については留保する見解もあるものの、個人レベルの防護基準としては完全にリスクを前提とした便益の享受という考え方を採用している。

3-1. ICRPの放射線防護基準²⁰

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」²¹によるものである。ただし、基本的な考え方としては、ICRP Publication 26²²に提示されたものである。

¹⁷ ICRP “1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,” ICRP Publication 60, *Annals of the ICRP* 21(1-3), 1991.

¹⁸ ICRP “The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,” ICRP Publication 103, *Annals of the ICRP* 37(2-4), 2007.

¹⁹ 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/_icsFiles/afieldfile/2011/03/07/1302851_1.pdf, 2011年12月20日参照。

²⁰ 拙著、藤堂（2012b）：藤堂史明「研究ノート：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」『経済発展と環境保全の新視点』第3号2012年3月，新潟大学大学院現代社会文化研究科に初出。

²¹ 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。

²² ICRP “Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,” ICRP Publication 26, Pergamon Press, Oxford, 1977. *Annals of the ICRP*, 1 (3), 1977.

基本的諸原則：

正当化の原則：「放射線被曝²³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。」

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。

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。

「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している。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、

²³ 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。

被曝は避けることができるが、「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。

次に、「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「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）

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、「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（Reference Levels）」という用語を用いると言うものである²⁴。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、いわば最適化された線量レベルを幅を持って勧告するという性格にある。

具体的には、公衆の防護にあたって、これらの最適化された数値の幅は、

緊急時被曝状況（月単位）：20 - 100 mSv

現存被曝状況（数年）：1-20 mSvの下限

長期（10年またはそれ以上）：年間 1mSv

²⁴ 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の雇用）であっても、計画職業被曝とみなす。

但し、この時間枠と値については個々の状況に依存する。
となっている²⁵。

3-2. 最適化問題としての被曝水準

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)²⁶を発売しており、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²⁷。

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。

$$G = \sum_l F_l g_l \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

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

$$G = N \sum_l p_l g_l \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

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²⁸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。

²⁵ ICRP Publication 109, "Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People in Emergency Exposure Situations", *Annals of the ICRP* 39 (1), 2009. 日本アイソトープ協会「ICRP Publication 109 緊急時被ばく状況における人々に対する防護のための委員会勧告の適用（日本語ドラフト）」
<http://www.jrias.or.jp/books/pdf/20110428-174501.pdf>。

ICRP Publication 111, Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency, *Annals of the ICRP*, 2011.
<http://www.icrp.org/docs/P111%28Special%20Free%20Release%29.pdf>

²⁶ 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。

²⁷ 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。

²⁸ 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。

$$R \simeq \sum_i p_i \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

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 ²⁹ 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。

$$H_E = \sum_T w_T H_T \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

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、

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

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。

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

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

として、

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

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、

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

²⁹ ICRP(1983)では、致死ガンと遺伝影響で、 S_v あたり 1.65×10^{-2} とされている

となる。S の値に関係なく V, P 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, この様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³⁰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³¹を市場価値に換算し, 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こと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」という可逆の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。

3-3. 二重の基準の持つ意味

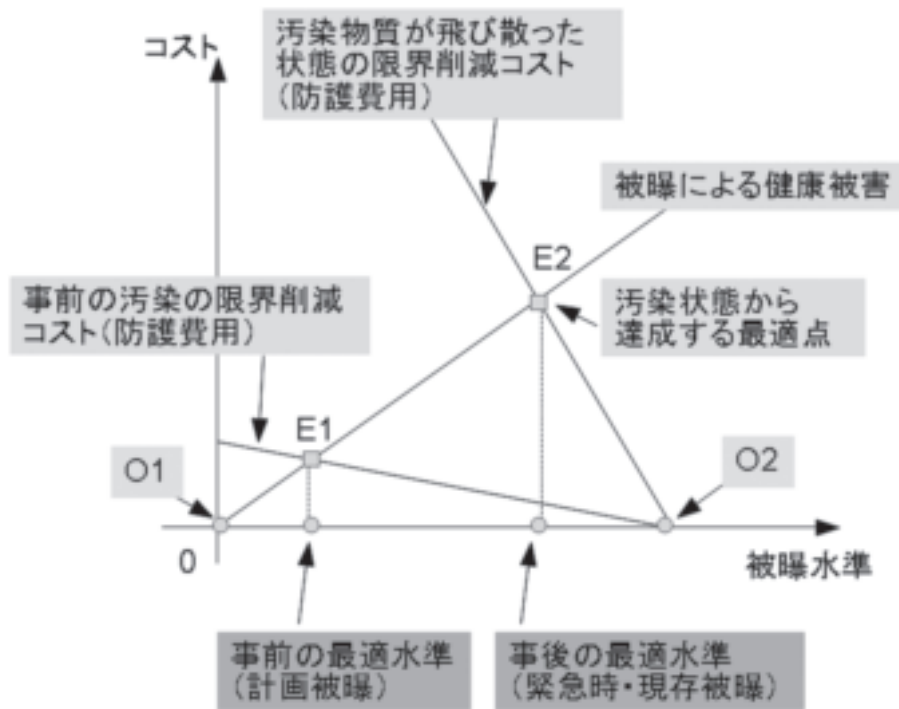
このような問題構造は, 放射線被曝についての被害と要因の因果関係の推定に関する問題を一旦, 捨象すれば³², 環境汚染の最適化問題における, 最適化の原点の選択問題と同一である。図3において, 原点01は汚染がない状態からの被曝を伴う行為の最適化である。この点から出発して最適な防護水準を考える場合, より低い汚染削減コスト(防護コスト)を前提に被曝リスクと便益の関係をバランスさせることができる。一方, もう一つの原点02となるのは, 放射性物質が飛散した状態から開始して最適な防護水準を考える場合である。放射性物質の飛散により, 被曝水準を引き下げるためのコストが相当に高くなっている。なお, 実際には緊急時と現存被曝状況では異なる(緊急時の方が大きい)水準の原点が用いられるが, 簡略化のためここでは二区分としている。このため, 事後の最適水準つまり緊急時・現存被曝の場合に相当する状況での最適な被曝リスクと便益とのバランスにおいては, より大きな被曝が望ましいということになる。緊急時被曝状況と現存被曝状況において, 実際の参考レベル(最適化の対象範囲として許容されると ICRP がしている水準)の値は異なるが, 事前と事後という二類型に分ければ, 事前の最適水準よりも事後の最適水準の方が大きいということが言えるのである。

以上のことは, 基本的な前提である行為による正味の利益(正当化の原則), 並びに個人被

³⁰ より直接的には, 防護レベルを示すパラメータ, ω を操作変数と考える。

³¹ 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

³² 被曝線量と健康被害の間の, 閾値なし線形影響説(LNT説)は, それを可能とする。



曝線量の最大許容されるリスク（被曝上限）の考え方と合わせて用いれば、ICRP 並びに原子力利用推進機関の考え方を模式化するものと言えよう。

このような分析は一般的な環境汚染水準に関する最適汚染水準と、制度的な前提条件の違いによる最適汚染水準の違いの問題と同一の問題状況である。とりわけ、原理的にはエントロピー法則の作用として取引・調整の費用や被曝の削減費用そのものが大きくなるため、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³³ことは、このことと整合的である。事故により人の体が20倍丈夫になるわけでもないのに、安全基準が20倍（20mSv）³⁴とはどういうことか。それは、もともと、安全の

³³ 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/が採用された。

³⁴ 内閣府による特定避難勧奨地点の選定基準は20mSv/yの被曝が想定されるかどうかである。また、文部科学省「福島県内の学校等の校舎・校庭等の利用判断における暫定的考え方について」2011年4月19日 http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/1305174.htm を参照。

基準ではなかったからだ。これが原子力発電に批判的な研究者の多くにも見落とされている、放射線防護の合理性の論理に内在する仕組みの一つである。

筆者は最適水準としての放射線防護の基準が通常「安全基準」と呼ばれているものであり、一般的な安全の理解、すなわち危険がない状態としての安全とは程遠い、効率性の考え方によるものであることを理解していただきたいと思っている。

次に、放射線防護の政策が抱えるより根本的な矛盾である中立性に関する構造的問題を考察しよう。

3-4. リスクと便益の分離と負担

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)³⁵の指摘する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。

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「正当化の原則」の縛りを受けない、すなわち純損害が多度であっても、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、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、

³⁵ 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。

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。

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、原子力産業のオーナー層とは、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を享受してきた経済主体の責任を明らかにすることも必要である。

単位：100万円

年 度	H20	H21	H22	H23
原子力発電設備	641,107	667,866	734,183	726,295
送電設備	2,271,257	2,168,063	2,092,329	2,009,555
装荷核燃料	146,067	147,991	133,904	131,555
加工中等核燃料	769,850	754,967	736,074	713,841
使用済み燃料再処理等積立金	667,487	824,403	982,696	1,125,997
未収原子力損害賠償支援機構資金交付金				1,762,671

表1. 原子力関連資産項目の変動：東京電力株式会社有価証券報告書
(H21年度、22年度、23年度)

表1に例として東京電力株式会社の有価証券報告書から、原子力に関係する資産の変動を示した。利益を生む資産であった核燃料及び使用済み核燃料が、福島第一原発の事故により、一転して損害賠償の為に負債も生む（表中ではその支払のための政府からの交付金）こととなった。原発事故による損失の金銭評価額は、まだ事故の収束もしていない状態で今後どの程度増加するか計算不能ではあるが、発電により電力販売益という便益を生じさせることの対価として生じた放射性物質の拡散による損害であるから、第一に株主、債権者と原子力発電推進によ

り利益を上げてきた当事者から徴取するべきである。この意味で、株式会社としての法的整理は最低限の措置として必要である。

4. 原子力発電の事故に見る矛盾

4-1. 原子力発電事故時にリスクはどう扱われるか

原子力事故が起こった際の防護の方法や基準値については、拙著（2012a）（2012c）³⁶により詳細に検討した。法体系としては、「原子力災害対策特別措置法」「施行令」及び「施行規則」が制定されている³⁷。また、原子力安全委員会の「原子力施設等の防災対策について」の基本方針としては、NRC/FEMA（1980）³⁸のEPZ（Emergency Planning Zone）、また安全規則としてのIAEA（1996）³⁹の介入基準を採用し、原子力災害時の防護方針としてきた。一方で、IAEA（2002）⁴⁰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段階であった。現在、これらを導入した計画について、原子力規制委員会により策定が行われている。この評価については後述する。

これまでの避難や退避についての実施の判断基準は、「防災指針」により次のように規定されている。予測線量（mSv）が次の分類で該当したとき

- A：外部被ばくによる実効線量：10～50、あるいは、内部被ばくによる等価線量（放射性ヨウ素による小児甲状腺の等価線量、ウランによる骨表面又は肺の等価線量、プルトニウムによる骨表面又は肺の等価線量）：100～500。これらの場合（いずれか高いレベルに応じて）、屋内退避、あるいは指示があればコンクリート屋内退避
- B：同じく、外部被ばくによる実効線量 50以上、あるいは、内部被曝による等価線量（同じく）：500以上。これらの場合（いずれか高いレベルに応じて）、コンクリート屋内退避あるいは避難。

³⁶ 藤堂（2012a）：藤堂史明「東電福島第一原発事故後の原子力防災対策」新潟大学経済論集，第92号2012-II，2012年3月。

藤堂（2012c）：藤堂史明「新潟県における原子力災害対応体制と社会経済的影響 平成23年度新潟大学プロジェクト推進経費（災害特別）研究報告書」新潟大学，2012年3月14日。

³⁷ 原子力災害対策特別措置法施行令：<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H12/H12SE195.html>，2011年12月20日参照。

³⁸ 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。

³⁹ IAEA，“International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources”，IAEA Safety Series No.115，1996。

⁴⁰ IAEA，“Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency - Safety Requirements”，IAEA Safety Series GS-R-2，2002。

一方、東電福島第一原発事故の避難指示は、次のように記述されている。

「3月11日の東京電力福島第一原子力発電所事故の発生以降、国は、原子力災害の拡大防止のため、警戒区域及び避難指示区域を設定してきた。

1. 同原子力発電所の事故直後から住民の生命・身体の高リスクを回避するために避難指示を发出した後、事故の深刻化に伴い徐々に避難指示区域を拡大し、3月12日には原子力発電所の半径20kmの地域を避難指示区域に設定した。

更に、4月22日には、引き続き同原子力発電所の状況が不安定な中であって、再び事態が深刻化し住民が一度に大量の放射線を被ばくするリスクを回避することを目的に、同じ地域を、原則立入禁止とする、より厳しい規制措置として警戒区域に設定した。

2. 同じく4月22日、半径20km以遠の地域であって、既に環境中に放出された放射性物質からの住民の被ばくを低減するため、事故発生から1年の期間内に累積線量が20ミリシーベルトに達するおそれのある地域を計画的避難区域に設定した。」(原子力災害対策本部、2011年12月26日)⁴¹

なお、事故発生当日に避難指示が出たのは、原発3キロ圏内であり、上記のように拡大するまで、暫定的な指示が繰り返された。

また、放射性ヨウ素の吸収対策としての安定ヨウ素剤予防服用については、「原則として40歳未満に対し、放射性ヨウ素による小児甲状腺等価線量の予測線量100mSvが想定される場合に、服用を指示する。」とされている。この投与基準であるが、IAEA (2002)⁴²における新基準の採用によっては半分の50mSvに、WHOの考え方⁴³によれば10mSvとするとの方向性も検討されていた。これについて、2011年の事故発生直後には、ヨウ素剤の毒性を強調し、環境中に放出された放射性物質のリスクを低く表現する言説が流布された⁴⁴。また、ヨウ素剤の予防服用指示に関しては、原子力防災体制の指示系統に従った予防的投与を指示できる体制になかった。このため、結果として制度⁴⁵に従った投与事例は皆無であったと言われる。

⁴¹ 「ステップ2の完了を受けた警戒区域及び避難指示区域の見直しに関する基本的考え方及び今後の検討課題について」原子力災害対策本部、2011年12月26日。

www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/111226_01a.pdf、2011年12月28日参照。

⁴² 前出、IAEA (2002)、IAEA Safety Series GS-R-2 に基づく投与基準。

⁴³ WHO, “Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents Update 1999”, WHO/SDE/PHE/99.6, 1999. による主張は” Intervention levels for emergency response are for national authorities to decide, but the latest information suggests that stable iodine prophylaxis for children up to the age of 18 years be considered at 10 mGy, that is 1/10th of the generic intervention level expressed in the International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources.” となっている。

⁴⁴ 安定ヨウ素剤投与のリスクは極めて低い事が、原子力安全委員会原子力施設等防災専門部会被ばく医療分科会第28回会合において報告されている。(2011年12月7日) 議事次第：

www.nsc.go.jp/senmon/soki/hibakubun/hibakubun_so28.pdf

⁴⁵ 新潟県防災局原子力安全対策課「第4回原子力防災に関する勉強会」における資料：独立行政法人日本原子力研究開発機構原子力緊急時支援・研修センター 「原子力災害対策における安定ヨウ素剤の扱い及び避難者のスクリーニング」、2011年9月5日。

飲食物の摂取制限については、次に挙げる核種について、測定値による摂取制限が規定されている。

放射性ヨウ素：	飲料水・牛乳・乳製品について300Bq/kg以上 野菜類200Bq/kg以上
放射性セシウム：	飲料水・牛乳・乳製品について200Bq/kg以上 野菜類・穀類・肉・卵・魚・その他500Bq/kg以上
ウラン：	飲料水・牛乳・乳製品について20Bq/kg以上 野菜類・穀類・肉・卵・魚・その他100Bq/kg以上
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種：	飲料水・牛乳・乳製品について1 Bq/kg以上 野菜類・穀類・肉・卵・魚・その他10Bq/kg以上

原子力防災の考え方に通底することであるが、可能性が極めて低いとしながらも、重大な事故、すなわち放射性物質の大量放出を伴う過酷事故（旧表現で仮想事故）が起こった際には、国民の集団被曝線量を抑制することは一定程度目指すが、少数の周辺住民に対しては、立地の段階から影響人数を少なくする対策をとっていることを前提に、被曝を受忍させる方針であったと言える。飲食物については、前述したように食品安全委員会により2011年度には暫定基準が、2012年度からは事故を踏まえた安全基準が策定されたが、その問題点は汚染された農地の測定や、食品の測定と流通規制を積極的に行える範囲があるにもかかわらず、原発の採算性維持のために容認する被曝水準を平常時の公衆被曝の線量限度より大幅に引き上げている。

また、放射線リスクが他のリスクに加算される事を伏せて、あたかも選択可能なリスクであるかのように既存の他のリスクと比較する。ICRP、IAEA 他、原子力利用を促進する国際機関において被曝線量と健康影響の関係性に閾値がない LNT 説が採用されているにもかかわらず、基準以下であれば「安全」「健康に影響はない」等の不正確な表現で参照する、といった現象が生じている。長期的な集団被曝線量への悪影響があることが懸念される。

4-2. 安全と原発の採算性の二律背反⁴⁶

これまでの放射線防護体制についての分析を総合すると、原子力事故の予防と非常時対応における安全確保は、通常の安全の考え方とは異なり、被曝に関する便益とリスクの関係の最適化である。

そして、この関係性は事故の前である計画被曝状況と、事故の後である緊急時・現存被曝状況の二つの想定をし、二重に最適化の原点を考案することで、二重の防護基準を生み出してきた。

⁴⁶ 当該の考察は拙著（2012c）が初出である。

このことは、言い換えれば、通常時の原子力施設の操業においては、「正当化の原則」により正味の便益の発生が前提とされた事業を前提としつつ、その範囲で、被曝労働等のリスクの側面を管理すると言う、狭い範囲の最適化問題が問われることに準じて、あくまで営利を含む正の純便益を生む範囲での原子力防災体制の維持・管理が求められることに対し、原子力災害発生時には、事後的に環境並びに人体への放射線の悪影響を、経済社会の通常状態での維持が失われることから生じる機会費用との合計について最小化するという最適化問題が問われるということを意味している。

問題は、最適化問題の制御変数である放射線防護水準： ω から、被曝線量への関係性が、事前的な「計画被曝状況」としての原子力産業の操業時と、事故が起こった際の、事後的な「緊急時被曝状況」あるいは「現存被曝状況」における関係性で、大きく異なり、最適化計算が営利事業として正当化可能な解を持たない可能性が高いことである。

このことを前出の ICRP (1983) のモデルを単純化し、場合分けしてアレンジしたモデルを用いて説明する。今、原子力産業とその他の産業が存在する地域を考えよう。

Y ：原子力産業による粗利益（放射線防護の費用以外の費用を差し引いた利益）

F_i ：他産業からの純利益（ただし、通常時 $i=1$ ，事故発生時 $i=2$ ）

ω ：放射線防護の水準

C ：放射線防護の費用（ ω ）の関数（第3節での X ）

D ：放射線被曝（ S ）によって生じる損害（第3節での Y ）

S_i ：放射線防護の水準（ ω ）による集団被曝線量（通常時 $i=1$ ，事故発生時 $i=2$ ）

とすれば、この原子力産業のある地域に生じる社会的な純利益 B は次のように示すことができる。この源泉は、商業用原発の採算性である。

$$B = Y + F_i - C - D \cdots (10)$$

また、

$$D = \psi(S_i) \cdots (11)$$

を、ある所与の被曝線量から生じる損害（貨幣価値）を表すと仮定する。このような仮定の問題点はあるが、放射線防護の最適化の発想を追うために、あえて採用する。

なお、同一の放射線防護レベル（遮蔽材、労働時間等）を採用していても、事故時には集団被曝線量は高くなる。これは放射線線源の制御ができない（爆発等による飛散が所与）であるのが、事故発生時の特徴であるからである。したがって、同一放射線防護レベル ω_0 に対し、

$$S_1(\omega_0) < S_2(\omega_0) \cdots (12)$$

であるが、飛散が広範囲に渡り、放射線防護の効果が出にくいことが想定される。すなわち、

$$S'_1(\omega) < S'_2(\omega) < 0 \cdots (13)$$

である可能性が高い。

通常時、すなわち $i=1$ の時、並びに F_1 は、他の産業に通常時は放射線防護の措置が必要ないとする $Y=Y$, $F_1=F_0$ と置き、放射線防護の水準 ω の影響を受けない。

したがって、制御変数 ω によって最適化（最小化）すべきなのは、 $-(C+D)$ であり、すなわち $C+D$ を最小化することが、最大の社会的な純利益を生む。

関数 C と D はそれぞれ、放射線防護水準 ω の増加関数、減少関数である⁴⁷と仮定できるから、4節の式(9)と同じく、放射線防護の費用最小化という必要条件は、

$$\frac{d\phi}{d\omega} = -\frac{d\psi}{d\omega} \cdots (14)$$

を要求する。これは通常時の放射線防護の限界費用と、放射線被曝の限界損害の均衡式である。

これに対し、原子力発電所事故が一旦、生じると、その他の産業が放射線防護水準 ω にかかる費用である、 $\xi(\omega)$ そしてその時の健康被害である $v(\omega)$ ⁴⁸によって変化する。

$$F_2 = F_0 - \xi(\omega) - v(\omega) \cdots (15)$$

したがって、(10)式の社会的な純利益の最大化問題は、操作変数 ω によって最適化するには、

$$\frac{d\phi}{d\omega} + \frac{d\xi}{d\omega} = -\left(\frac{d\psi}{d\omega} + \frac{dv}{d\omega}\right) \cdots (16)$$

を必要条件とする。このことは、原子力産業に加えて一般のその他の産業を経由しても、放射線防護レベルに応じた費用と、その水準における放射線被曝による損害が発生することを示している。さらに、事故時には、式(12)、(13)で示したように、防護レベル ω に対する、集団被曝線量の反応が小さい、すなわち防護の効果が小さくなる。したがって、被曝による損害である ψ の関数の値の絶対値は増大する。また、制御変数 ω による ψ の導関数の絶対値はよ

⁴⁷ $C = \phi_i(\omega)$, $\phi_i' > 0$, $\phi_i'' > 0$ $D = \psi_i(\omega)$, $\psi_i' < 0$, $\psi_i'' < 0$, $i=1,2$

⁴⁸ それぞれの関数形は、それぞれ、上記の C と D の場合と同様である。

り小さくなる。

全体として、(16)式によって放射線防護レベル ω の最適値がどう変化するかは、 $\xi(\omega)$, $v(\omega)$ の挙動によっても影響を受けるため、一概には言えないが、原子力産業に関わる部分の防護レベルに関して言うと、防護レベルのパラメータ ω の直接的な費用関数が、もし作業量増大の影響を受けないとすれば、放射線被曝による損害が、同一の ω に関して上昇することから、最適な ω の水準は上昇することがあり得る。

このことは、現実の事故時の放射線防護水準が緩和、つまり ω の低下が見られることと矛盾する。作業量の増大が大きく、同一の ω に対する Φ が大きく増大することがその主な要因であろう。

以上は、あくまで放射線防護レベル ω による費用最小化という、社会的便益最大化の必要条件、という観点からの分析であった。

(10)式で表される社会全体の純利益に関して、通常時と事故時を比較すれば、通常時に比べてマイナスの項として $\xi(\omega)$, $v(\omega)$ が追加され、さらに、通常時より存在する原子力産業における放射線防護の費用(C)、損害(D)ともに増大する。すなわち、Bは必ずマイナス方向に変化する。

現行の原子力防災体制の最大の矛盾は、このような状況で、最早、放射線防護レベルの最適化と言う問題ではなく、原子力産業の存在することによる社会の純利益への影響が、総体としてマイナスになる可能性がある、すなわち、事故によるその他の産業の純利益への影響+放射線防護の費用+放射線被曝による損害を、当該の原子力産業による粗純利益が下回るという、事実として生じている事態を、その議論の前提上、受け入れられないということである⁴⁹。

原子力防災は万一の事故に備えるものであるが、真摯にその被害を想定し、対策を行うと、費用・損害が粗利益を上回る。したがって、想定を小さくし、対策をしない、という本末転倒が生じるのである。

$$Y < (F_1 - F_2) + C + D \cdots (17)$$

このことは、放射線被曝が原子力産業のもたらす被曝環境、とりわけ人工放射性核種によってもたらされる場合、それらが生態系の循環によって無害化・再資源化されることがないため、本質的にはその費用(市場における交換できる価値で示される)で表現できないこと、この影

⁴⁹ 日本からのICRPの委員の旅費は、原子力発電を実施する電気事業者の連合体に近い電気事業連合会によって負担されているとする指摘がある。崎山比早子「低線量放射線リスク過小評価の背景 - 国会事故調査で見た事 -」原子力資料情報室、2012年12月19日。

http://www.cnrc.jp/files/20121219_sakiyama_Ust.pdf

東京電力福島原子力発電所事故調査委員会、「ICRP勧告の規制取り込みに対する抵抗」『国会事故調査報告書』、2012年、p.480。

響を封じ込めるためには、遮蔽・隔離・保管といった、極めて物理的に利用可能エネルギーのロスが大きい過程を必要とすることから生じている。

原子力産業が社会的な純便益を増大させているとするならば、それは、万一の事態も含めた原子力防災の体制も万全に整備した上で（原子力災害対策特別措置法で言うところの「原子力災害予防対策」に加え、「原子力災害事後対策」及び賠償も考慮した上で、それらの手段を準備し、費用を通常時からプールすること）、すなわち通常の代替的な産業の生じさせる健康損害のレベル以下に緊急時も維持できる保障、民間の商業活動として行うのであれば民間の損害保険のカバーできる範囲でなければならない。

原子力防災の体制整備における「緊急時被曝」の基準を用いての最適な防護水準の決定と、それに基づく体制整備は、原子力災害時に放射線防護の水準を最適化するものである。この論文で検討してきたように放射性物質の拡散が起こった事後的状況を別の原点として、二重あるいは三重に選択可能なモデルの中から常に正当化に適したものを選んで最適化を行うため、合理的に見えても、営利事業としてエネルギーの供給を行う原子力産業が採用する思考モデルとしては、事前にその与える損害の大きさ、対策費用を勘案しない点で、甚だ不適當である。

今後の原子力防災の体制改変においては、計画時と緊急・現存等の状況を便宜的に切り分けることで、事業の不採算性を隠蔽することなく、原子力事業者の収益と、事故時の原状回復・被害拡大防止策の費用を含め（すべてを回復、防止することは原理的に不可能であるが）、放射線防護のレベルに止まらず、今後の事業継続そのものの是非の判断に影響を与える覚悟をした上で進めるべきである。

そうでなければ、上記（17）式の不等号を変更し、

$$Y \geq (F_1 - F_2) + C + D \cdots (18)$$

となる範囲でしか、対策しないということになる。これが、放射線リスクの矮小化と絶対的な安全基準という誤解の流布、原子力発電の存続が前提となった安全審査や安全対策基準の策定へとつながっているのではないだろうか。

本来、上式の右辺の値は放射線防護レベル ω の関数であって、それ以外の変数の影響を受けないが、放射線被曝の損害を小さく見積もることによって、形式論上は（18）式の維持が可能となる。とはいえ、これが形式論理の上でしかなく、本質的には我が国の自然環境と国民の健康と生活に対する甚大な影響を免れるものではないことは自明である。

また、原子力事業の引き起こした環境汚染や産業への被害を緩和し、被害を補償するために国費の投入を行うことは、現状では致し方ないが、当該事業者の投資・経営責任を不問化することと、事故を起こした事業者以外においても、原子力災害時の国による補償を前提とした操業を認め続けることには、そもそも原子力事業のもたらす社会的な影響を考慮した経営を不可能とし、倫理的にも大変問題である。

日本の国土と自然、並びに国民生活にとって原子力産業の維持が妥当であるかどうか、東電福島第一原発事故のもたらした、半永久的な環境の汚染と実質的な国土の喪失、健康被害を考えれば自明であると考えられる。

その上で、原子力産業を従来の形で維持しない場合でも、原子炉の廃炉、使用済核燃料等の放射性物質管理、既に起こった甚大な放射能汚染の管理と対策、そして、地震やこれまで想定外の自然災害や人為的な事故を考慮した、原子力防災の体制整備は進めなければならない。

4－3．原発の採算性維持が大災害を招く

以上によって原発事故の際に放射線リスクがどう扱われるかを検討してきたが、現在、原子力災害対策指針の改訂が進行している。改訂原案⁵⁰：平成24年10月31日原子力規制委員会策定について考察しよう。内容は旧来の指針よりも区域指定を拡充したものである。

防護措置の判断基準となる空間放射線量率等（OILs：運用上の介入レベル）の考え方、については重大な原発事故を引き起こし得る原子力施設の災害対策指針としては、被曝リスクを受ける国民に対し、行為の正味の便益についてリスクのコスト及び便益について正確な情報提供をした上で、このような考え方を取るべきかどうかについて、公式に意見を聴くべきである。なぜなら本稿で検討してきたように、事実上の OILs である旧来の防護措置の基準値は、は一般国民にとっては安全性の基準として説明され、そのように誤解している国民がほとんどであるからである。しかしながら、それは事故が発生した後の回避・防御のための措置の必要コストと回避できるリスクを勘案した、効率性の基準によって策定されているに過ぎないからである。そして、原発の採算性維持が前提のこのような防護政策は、国民一般の被曝を過剰に引き起こし、結果として健康被害の面で大災害を引き起こしかねない。

放射線防護の研究や原子力の安全性の研究は、原子力発電の採算性を前提に、場合によっては直接的にそこから資金を得て行われている。従って、利害関係者である専門家だけで、このような考え方を採用すること、また、それに従って受忍すべきリスクを前提とした費用を最小化する防災計画の立案をすること自体、国民の原子力利用に対する選択の機会を奪う行為となる。

原子力規制委員会の原子力災害対策指針の策定プロセスには、このような放射線防護の基準値の成り立ちについて、国民の議論や意見を公式に聴取する機会が乏しく、パブリックコメントのように、短期間に募集し聞き流すだけの意見聴取によって⁵¹、国民の理解を得られたとするのは大きな誤りである。

⁵⁰ 原子力規制委員会「原子力災害対策指針（改定原案）」平成24年10月31日原子力規制委員会策定、2013年1月30日。http://www.nsr.go.jp/committee/kisei/data/0025_02.pdf

⁵¹ 2013年1月30日～2月12日のわずか2週間の間、パブリックコメントが実施された。原子力規制庁原子力防災課「原子力災害対策指針（改定原案）に対する意見募集について」

<http://search.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCMMSTDETAIL&id=198252301&Mode=0>

放射線被曝の防護水準については、対象となる施設の性格に即して、すなわち商業的原子力発電施設であれば、商業的な利益が便益に相当することは明らかであり、確率的影響を無作為に国民に受忍させる根拠は極めて薄弱である。従って、影響を受ける国民に実質的な経済的な負荷が生じず、基本的な人権を侵害しないものでなければならない。被曝リスクがコストを生じさせることは明らかであるから、追加的なリスクはゼロレベルから開始して、被曝する国民の同意を得られることが必要であるが、具体的には通常時の被曝防護基準を非常時にも守れるものであることが、最低限必要である。他の原子力施設においても商業的な発電用原子炉の基準に倣って考えるべきであるが、再処理工場や高速増殖炉など、よりリスクの高い施設に関しては、その放射性物質の集積度と予想される最大の爆発規模に即した倍率をかけた想定範囲を見込むべきである。

このためには、原子力災害における放射性プルームの拡散予測、影響予測を公開の下に厳密に行い、通常時の公衆被曝水準を超える水準のリスクを生じさせる地域に対しては、避難の実質的な措置（制度・訓練・ヨウ素剤配備や観測・指揮のための設備・移動手段・医療拠点）を備えるべきである。少な目に見てもこのような措置が必要な範囲は、原子力施設から100キロの範囲に対して準備すべきである。

このことは、緊急時防護措置を準備する区域（UPZ：Urgent Protective Planning Action Zone）の範囲を5-30キロとする原案が、原発事故の実際の影響範囲を過少評価しているとの考えに基づく。また、同様に予防的防護措置を準備する区域（PAZ：Precautionary Action Zone）を5キロ以内とすることも、プルームの拡散スピードを考えれば不十分であり、地域で観測される最大風速の1時間あたりの到達距離を基準にし、可能な限り大きな距離とすべきである。従って、少なくとも20キロ圏を対象とすべきである。

また、プルーム通過時の被ばくを避けるための防護措置を実施する地域（PPA：Plume Protection Planning Area）については、東電福島第一原発事故の実際の被害の範囲を考えれば、200キロを策定範囲とすべきであり、各地の原子力施設の立地状況からすれば事実上、我が国土の全域においてこの準備措置をすることが必要である。

この点から、提出された災害対策指針は、防護措置の範囲、防護措置のレベルともに、大幅にこの基準から不足しており、これを採用することは既存の原子力施設の稼働による投資家の商業的利益追求から生じる放射線リスクに対し、一般国民の生命・財産を保護する最低水準にも至っていない。

原子力施設は操業を停止していても爆発と放射能汚染のリスクを持っている。従って、今回の災害対策指針の方向性である防護区域及び措置の拡大は尊重して、緊急措置として地域防災計画を拡充しながらである必要があるが、上記のような国民の意見参加と、原子力施設の目的に即した利益及びリスクの認知及び公の議論を通じて、確率的損害に際しても基本的人権を侵害しないレベルにリスクを抑えられる災害対策指針に再改訂していくべきであると考ええる。

5. 結語

本稿では、原発事故による放射線リスクについて、基本から確認しつつ検討を進めてきた。東電福島第一事故による放射性物質飛散は、広範囲な環境汚染を引き起こしている。これに対する対策のうち、根本的に問題であるのは次の事項である。

放射線リスクの性質を踏まえると、リスクがゼロとなる境界線、すなわちノーリスクの閾値はない。これまで原子力利用を推進してきた国際機関は、リスクに閾値がないことを前提として、リスクと便益のバランスを追求してきた。その中で、事故時の被曝リスクの正当化が可能な論理を構築してきたのである。それは、本質的には防護の最適化の原点を二重に採用し、どの場合でも被曝の正当化が可能な論理である。このような最適化の考えは、本当に不可抗力によって放射性物質の飛散が生じるのであればやむを得ない考え方である。

しかし、商業用の原子力発電も、また、本稿では触れなかった核兵器の製造・使用であっても人間の行為によって生じる放射性物質の飛散は、不可抗力ではない。行為の主体が二重の原点を持つ最適化の手法によって行為を正当化し、放射線防護の水準を最適化することは、原子力利用による便益とリスクが分離されて、それぞれの受け手が異なる現実社会においては、大きな不公正と社会的な損失を招く可能性が高い。また、このような放射性物質のリスクは、放射性物質を生産することによって利用可能エネルギーを生産する原子力利用の本質であり、このリスクを矮小化することによって擬似的な永久機関や、科学の進歩とすることには大きな欺瞞があるといわねばならない。

本稿は、これらの事実と便益の発生構造について情報を整理し、判断の資料を提供することを目的としている。未曾有の原子力災害に対処するには、正しい情報の認識が第一歩になるからである。