

⇒ 論 説 ⇐

原子力災害対策の見直しについての経済学的考察

藤 堂 史 明

要旨：

東電福島第一原発事故によって日本の原子力災害対策はその有効性を大きく問われ、事故の経験を踏まえた改変が行われてきた。それらの改変について考察する。それらの対策には多くの欠陥が認識されたが、基本的な枠組みは変わっていない。事故前と共通する原子力災害対策の基本理念について振り返り、放射性物質への曝露の防止と公衆の被曝リスクの受忍の限界に関して、その本質的性質を踏まえて考察する。

Summary:

After TEPCO Fukushima First Nuclear Power Station accident there have been amendments of emergency response measures for nuclear disaster, in Japan. Despite of changes in order to cope with widely acknowledged flaws in those measures, fundamental framework for disaster management have been almost unchanged. There are limits in their essential nature, to the abilities to prevent exposures to radioactive substances, and justification of general public's exposure to radiation due to the use of atomic energy.

Key Words: Emergency Response Measures, Radiation Exposure, Nuclear Disaster, Public Acceptance.

はじめに

本稿では、原子力発電所の事故、核兵器の爆発、放射性物質漏れ事故などの原子力災害における、防災のしくみについて、東電福島第一原発事故後の改変を踏まえ、順を追ってその論理と問題点を確認してゆく。災害対策に被害の完全な抑制は不可能であるが、原子力災害はその構成要因の一つが人間の原子力利用という行為である。タイトルにあるように、現状の原子力災害の防災対策は、一般的な公衆の理解とは異なり、一定程度の被害を前提とし、また災害時には汚染の拡散そのものを不可避の前提条件とした、後付けの理屈で「安全」を宣言する枠組みの一部と化している状態であるというのが、筆者の見解である。

まず、防災には1. (事前の) 予防, 2. (事後の) 被害の拡大防止, 3. (事後の) 回復とい

う三つの側面があると考えられる。東電福島第一原発事故前の原子力災害に対する制度は、原子力施設が事故を起こすことはない、という考え方の下で予防は事業者任せに任せてきた。逆に見ると、原子力事業者は施設外における事故の影響（放射性物質の拡散）による被害の拡大に対する対策は行わないという考え方である。

事故後の組織及び制度の変更により、現在は過酷事故が起こり得るという前提の上で、原子力規制委員会による審査が行われているが、政治的に原発の再稼働を掲げる政権により政府が主導されている以上、これも予防的に厳しく運用するというのではなく、原発稼働の安全性は確保されているという結論が最初にありきで規格審査をしている状況と推測される。ともあれ、現在は原子炉の損傷や核燃料物質の放出などの過酷事故が起こった上での防災対策が議論されており、この稿での主な対象として、事後の被害の拡大防止について考えてみる。

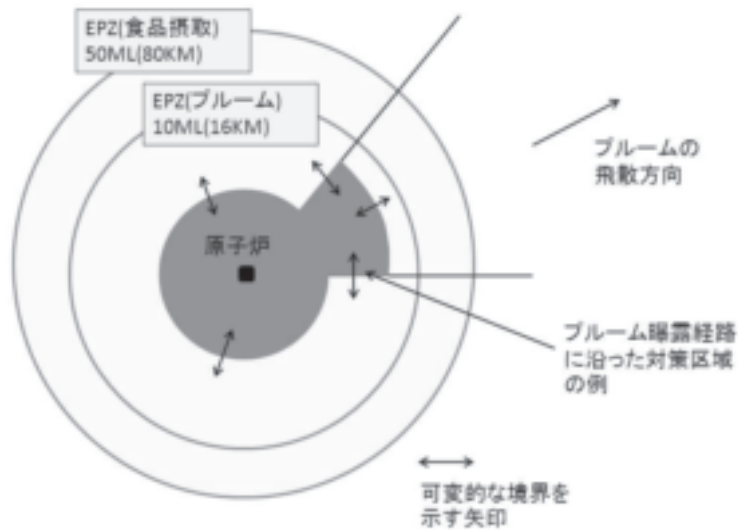
原子力災害時の防災対策の見直しと変更

原子力災害に対する防災の仕組みとしては、国の災害対策基本法、原子力災害対策基本法、(事故前の)旧防災指針に代わる「原子力災害対策指針」(原子力規制委員会、平成24年10月(25年9月改正))⁽¹⁾、原子力立地自治体の県等による防災計画(原子力災害対策編)の策定と実施体制の整備がある。まず、対象となるのは原子力事業者の施設だが、ここで通報に相当する事象(事故)が起こった場合(原子力災害対策基本法第十条による規定)及び、重大な事象(事故)が起こった際の「原子力緊急事態」(同法第十五条による規定)の宣言と対策本部の設置、住民の避難などの対策からなっている。これらの対策の内容に関しては、東京電力福島第一原発事故の後大幅な見直しと変更が行われている。もちろん変更はより拡大した原子力災害対策を行うことを意味しているが、果たして十分な変更なのかは疑問が残る。

東電福島第一原発事故前の日本における原子力防災の基本的な枠組みとしては、国際基準の取り入れとして、NRC/FEMA(1980)⁽²⁾に見られるEPZ(Emergency Planning Zone)、(※日本語では直訳の「緊急事態計画地域」とは全く異なる「防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲」と呼称されている)区域策定の考え方、そして安全規則としてのIAEA(1996)⁽³⁾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、原子力災害への対策とは放射線被曝対策に他ならないが、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」⁽⁴⁾等が基礎となって対策に反映されてきた。さらに、避難などの具体的な活動を判断する際の基準である、介入基準の見直しにつながる線量拘束値などの考え方を含むICRPの発した勧告「国際放射線防護委員会2007年勧告」⁽⁵⁾の国内制度への取り入れが検討されてきた経緯がある。

図1：EPZ区域概念図



出典：NRC/FEMA(1980)⁽²⁾ より翻訳作成

図1に示すのはEPZの考え方の基本となるNRC/FEMAの1980年の資料である。基本的には、原子力施設（原子炉）から大規模な放射性物質の放出があった場合、その放射性物質を運ぶ放射性プルーム（雲）の移動経路を予測し、原子炉からの至近距離である10マイル（16km）半径のEPZ（プルーム）内において、同心円及び放射線状の可変的な領域において、退避・避難等を行うこと、そして50マイル（約80km）半径のEPZ（食品摂取）の領域において、食品からの放射性物質摂取について制限することとなっている。東電福島第一原発事故前の日本の原子力災害対策も、基本的にEPZ内で退避および避難の対策を立て、それ以遠の距離では避難の受け入れおよび食品からの放射性物質摂取に関して対策を行う前提であった。これが、原発立地自治体等の原子力立地地域としての種々の地元対策費などの受益と、いざという時に危険にさらされる事の潜在的な費用の負担との関係にも対応していた。

東電福島第一原発事故では、複数の号機の爆発、核燃料のメルトスルーという事故の状態の深刻度に加えて、原子力災害対策に関わる具体的な問題として、放射性プルームの拡散状況が事前の日本におけるEPZの設定範囲8～10kmを大きく上回る50km以遠においても「特定避難勧奨地点」に指定され避難対象となる地域があるなど、事故の状態及び規模に関して想定があまりに過小であったことが明らかになった。

また、プルームの拡散方向に応じて退避・避難地域を特定することが必須であった対策案にとって、放射性プルームの拡散による被曝線量を予測計算するはずであったSPEEDIの情報が生かされず避難指示がされない、要介護者を避難のため移動したため亡くなる方が続出する⁽⁶⁾、また、ヨウ素剤の予防服用手続きが、一部自主的に行った自治体を除き災害対策で予定されて

いた緊急時被ばく医療体制としては機能しなかった事等、原子力災害に対しての制度上の仕組みの欠陥が明らかになった。

これを受け、原子力安全委員会が2012年9月の廃止前、2011年10月に避難対象地域などの区割りの改訂案を提案し⁽⁷⁾、これに準じる形で各原子力立地自治体における防災計画の改訂案が作成されてきた。例えば新潟県による「柏崎刈羽原子力発電所の過酷事故時における対策の考え方」⁽⁸⁾や、その後の行動指針⁽⁹⁾、地域防災計画（原子力災害対策編）⁽¹⁰⁾である。

制度上の大きな変更点としては原子力災害時の対策を事前に準備しておく重点対策地域の区域が改変され、拡大されたことである。具体的には事前のEPZのみの区割りを以下に改めた。以下はその後、改正を重ねた原子力災害対策指針（同指針37頁）に記載された各区域の呼称と概要である。ただし、新潟県の例のように（ ）内のより直接的な呼称が用いられる場合もある。

1. 予防的防護措置を準備する区域（PAZ:Precautionary Action Zone）（即時避難区域）

「PAZとは、急速に進展する事故においても放射線被ばくによる確定的影響等を回避するため、先述のEALに依じて、即時避難を実施する等、放射性物質の環境への放出前の段階から予防的に防護措置を準備する区域のことを指す。PAZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、PAZの最大半径を原子力施設から3～5kmの間で設定すること（5kmを推奨）とされていること等を踏まえ、「原子力施設から概ね半径5km」を目安とする。

なお、この目安については、主として参照する事故の規模等を踏まえ、迅速で実効的な防護措置を講ずることができるよう検討した上で、継続的に改善していく必要がある。」

※ 具体的には「直ちにPAZ外への避難を実施し、引き続きおおむね半径30km圏外への避難を実施する文字通りの即時避難区域に相当している。

2. 緊急時防護措置を準備する区域（UPZ: Urgent Protective action Zone）（避難準備区域）

「UPZとは、確率的影響のリスクを最小限に抑えるため、先述のEAL、OILに基づき、緊急時防護措置を準備する区域である。UPZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、UPZの最大半径は原子力施設から5～30kmの間で設定されていること等を踏まえ、「原子力施設から概ね30km」を目安とする。」

※ これについても具体的には避難等の準備区域として、緊急時モニタリング結果等に基づき必要な場合は、おおむね半径30km圏外への避難等をできる限り速やかに実施する、避難準備が必要な区域に相当している。

3. 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）（屋内退避計画地域）

「UPZ外においても、プルーム通過時には放射性ヨウ素の吸入による甲状腺被ばく等の影響もあることが想定される。つまり、UPZの目安である30kmの範囲外であっても、その周辺を中心に防護措置が必要となる場合がある。

プルーム通過時の防護措置としては、放射性物質の吸引等を避けるための屋内退避や安定

ヨウ素剤の服用など、状況に応じた追加の防護措置を講じる必要が生じる場合もある。また、プルームについては、空間放射線量率の測定だけでは通過時しか把握できず、その到達以前に防護措置を講じることは困難である。このため、放射性物質が放出される前に原子力施設の状況に応じて、UPZ外においても防護措置の実施の準備が必要となる場合がある。

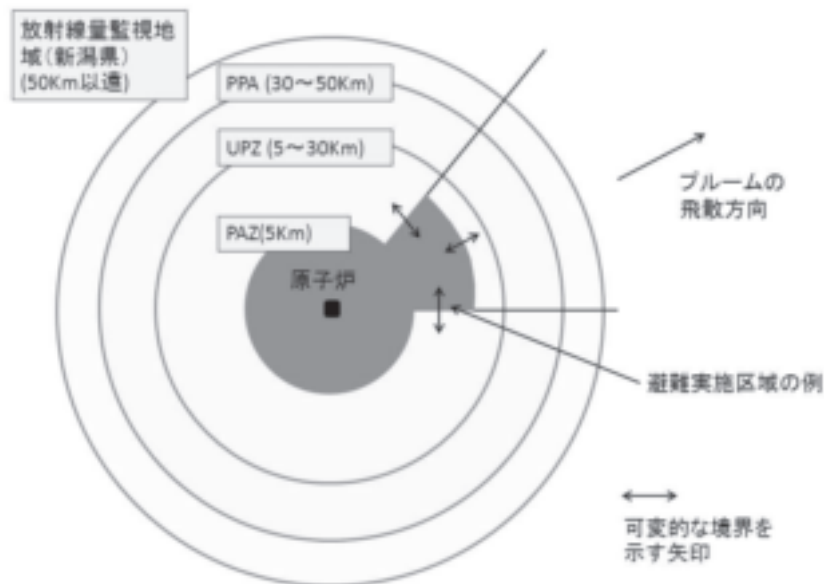
以上を踏まえて、PPAの具体的な範囲及び必要とされる防護措置の実施の判断の考え方については、今後、原子力規制委員会において、国際的議論の経過を踏まえつつ検討し、本指針に記載する。」

とされている。同心円状の区域を原則としつつも、改変に言及した曖昧な規定である。

※ PPAについては、新潟県の計画案⁽⁸⁾においては具体的に次のように規定されていた。

「おおむね半径30～50km圏については、プルーム通過時の被ばくを避けるための防護措置として、屋内退避や、安定ヨウ素剤の備蓄などの計画をあらかじめ策定する地域として、計測可能な判断基準のほか、事故の状況、気象条件、大気中の放射性物質の濃度等や線量率の予測結果により、必要に応じて、屋内退避、安定ヨウ素剤の服用等を実施する。」

図2：拡張された区域設定



出典：原子力規制委員会⁽¹⁾、新潟県⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾等により作成

このような区割りとそれに対して設定されている対策の組み合わせは、一部改変されながら導入された国際原子力機関 IAEA による概念の OIL: Operational Intervention Level, 「運用上の介入レベル」(すなわち、外部・吸入・摂取などの複数の被曝の経路について測定器による測定値により求めたレベル) の考え方を反映させた物である。

原子力災害への対策の考え方

新しい原子力災害対策指針では OIL そして EAL (Emergency Action Level) 「緊急時活動レベル」(多重の防護(深層防護)を構成する各層設備の状態や放射性物質の閉じ込め機能の状態、外的事象の発生等の原子力施設の状態等に基づく評価尺度で、緊急事態の程度を示す)に応じて、モニタリングや退避・避難など各区域における対応措置を規定している。これらの基準はともにこれまでに IAEA が提示してきたもので、代表的な文書として2002年⁽¹¹⁾、2011年⁽¹²⁾にその概念が整理されている。

それぞれの概念は、原子力災害の被害の拡大防止という局面では、客観的指標として役立つことを目標としている。EAL に関しては、緊急事態の区分とそれによって行う措置として以下を設けている。

1. 警戒事態：体制構築や情報収集を行い、住民防護のための準備を開始する。
2. 施設内緊急事態：PAZ 内の住民等の避難準備、及び早期に実施が必要な住民避難等の防護措置を行う。
3. 全面緊急事態：PAZ 内の住民避難等の防護措置を行うとともに、UPZ 及び必要に応じてそれ以遠の周辺地域において、放射性物質放出後の防護措置実施に備えた準備を開始する。放射性物質放出後は、計測される空間放射線量率などに基づく防護措置を実施する。

これらの EAL の区分は原子炉の形式により以下の5つに区分された詳細な項目によって判断される。

1. 沸騰水型軽水炉
2. 加圧水型軽水炉
3. ナトリウム冷却型高速炉
4. 使用済燃料貯蔵槽内にのみ照射済核燃料集合体が存在する原子炉施設
5. 原子炉(1.～4.に掲げる原子炉を除く。)…原子炉容器内に核燃料物質が存在しない場合であって、使用済燃料プールに新燃料のみが保管されている原子炉及び使用済燃料プール内の照射済核燃料集合体が十分な期間冷却されているものとして原子力規制委員会が定めた原子炉等。

これらのうち、5.の原子炉に当たっては EAL の「警戒事態」について「原子炉施設以外に起因する事象が原子力施設に影響を及ぼすおそれがあることを認知した場合など、委員長又は委員長代行が警戒本部の設置が必要と判断した場合。」、また「施設緊急事態」について「原災法第10条に基づく通報の判断基準として政令等で定める基準以上の放射線量又は放射性物質が検出された場合」等、「全面緊急事態」について「原災法第15条に基づく緊急事態宣言の判断基準として政令等で定める基準以上の放射線量又は放射性物質が検出された場合」等に基づくとしている。

すなわち、従来の区分に警戒事態の区分を追加し、また、各状態の判断条件を幅広く「おそれがあることを認知した場合」等の表現で追加していることが分かる。

また、1. ～ 4. の炉型等による区分については、5. の類型における一般的な原災法10条、15条の区分に加えて、それぞれの形式の特徴である主復水器への注水、蒸気発生器への注水などの異なる機材に応じた緊急事態区分の判断条件を定めている。

これらについての検討は委細に渡るが、全面緊急事態において原子炉の非常停止のための制御棒の挿入についての項目がはじめて登場する事が示すように、原子炉の運転継続を前提として、段階的に緊急事態を認知、原子炉の操作を行いつつ、緊急事態区分を発表するという手順となっている。当然ながら、全面緊急事態においてはじめて操作される機器が、前段階においては作動チェック不能であるため、万が一の操作ミスや機器の動作不良があれば事態は一気に悪化する。この事は東京電力福島第一原発事故の事故原因調査においてもその可能性が指摘されている点である。

正常に稼働しているかに見える原子炉であっても、実際にはトラブル・事故の発生が多い。これは2002年に発覚した「東京電力原発トラブル隠し事件」の際に明らかになっていた事である。軽微なトラブル・事故で原子炉を停止させることを厭うあまり、大きな事故への可能性を事前に除去できないことは、営利を目的とした商業発電として原子炉を稼働させている事が必然的に引き起こす危険性である。

地震等の外部要因の可能性が高い場合や機器の点検・作動状況に不安があれば、万一に備え予防的に原子炉を停止する等の判断とその基準もあるべきではないだろうか。原子力災害対策指針そのものにも「事態の進展によっては全面緊急事態に至るまでの時間的間隔がない場合等があり得る」(同指針6頁)と記載されている。

次に、とりわけ被害の受け手側にとっての状況の安全・危険を意味すると捉えられがちな OIL については、原子力災害対策指針に示されているように、各区域における災害対策の措置のトリガーとしての数値基準である。例えば PAZ では EAL の全面緊急事態によって放射性物質放出前に避難を開始するが、UPZ では一部を除き OIL 1 (500 μ Sv/h) を超える放射線量を観測した場合に避難を行う。

このような考え方の基本は被害防止のための対策・その費用とそれによって防止・軽減される放射線被曝による被害とのバランスの考慮である。すなわち原子力利用から得られる利益があると前提した上で、急性の被害は防止するとの制約条件をつけるものの、被害を未然に全て防ぐのではなく、(存在するはずの) 利益を最大化する範囲で行おうとしている点に注意が必要である。ただし、原子力災害には原子力発電等の利用に伴うものではなく、核兵器の使用など外部的な要因もあり得るだろう。

表1：運用上の介入レベル（OIL）の原子力災害対策指針への反映

	基準の種類	基準の概要	初期設定値 ※1			防護措置の概要
緊急防護措置	OIL 1	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、住民等を数時間以内に避難や屋内退避させるための基準	500 μ Sv/h (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 ※2)			数時間以内を目途に区域を特定し、避難等を実施。(移動が困難な者の一時屋内退避を含む)
	OIL 4	不注意な経口摂取、皮膚汚染からの外部被ばくを防止するため、除染を講じるための基準	β 線：40,000cpm ※3 (皮膚から数cmでの検出器の計数率) β 線：13,000cpm ※4【1ヶ月後の値】 (皮膚から数cmでの検出器の計数率)			避難基準に基づいて避難した避難者等をスクリーニングして、基準を超える際は迅速に除染。
早期防護措置	OIL 2	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、地域生産物※5の摂取を制限するとともに、住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準	20 μ Sv/h (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 ※5)			1日内を目途に区域を特定し、地域生産物の摂取を制限するとともに1週間程度内に一時移転を実施。
	飲食物に係るスクリーニング基準	OIL 6による飲食物の摂取制限を判断する準備として、飲食物中の放射性核種濃度測定を実施すべき地域を特定する際の基準	0.5 μ Sv/h (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 ※6)			数日内を目途に飲食物中の放射性核種濃度を測定すべき地域を特定。
	OIL 6	経口摂取による被ばく影響を防止するため、飲食物の摂取を制限する際の基準	核種 ※7	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、 肉、卵、魚、 その他	1週間内を目途に飲食物中の放射性核種濃度の測定と分析を行い、基準を超えるものにつき摂取制限を迅速に実施。
放射性ヨウ素			300Bq/kg	2,000Bq/kg ※8		
放射性セシウム			200Bq/kg	500Bq/kg		
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種			1Bq/kg	10Bq/kg		
ウラン			20Bq/kg	100Bq/kg		

注釈：

※1 「初期設定値」とは緊急事態当初に用いる OIL の値であり、地上沈着した放射性核種組成が明確になった時点で必要な場合には OIL の初期設定値は改訂される。

※2 本値は地上1mで計測した場合の空間放射線量率である。実際の適用に当たっては、空間放射線量率計

測機器の設置場所における線量率と地上1mでの線量率との差異を考慮して、判断基準の値を修正する必要がある。

- ※3 我が国において広く用いられているβ線の入射窓面積が20cm²の検出器を利用した場合の計数率であり、表面汚染密度は約120Bq/cm²相当となる。他の計測器を使用して測定する場合には、この表面汚染密度より入射窓面積や検出効率を勘案した計数率を求める必要がある。
- ※4 ※3と同様、表面汚染密度は約40Bq/cm²相当となり、計測器の仕様が異なる場合には、計数率の換算が必要である。
- ※5 「地域生産物」とは、放出された放射性物質により直接汚染される野外で生産された食品であって、数週間以内に消費されるもの（例えば野菜、該当地域の牧草を食べた牛の乳）をいう。
- ※6 実効性を考慮して、計測場所の自然放射線によるバックグラウンドによる寄与も含めた値とする。
- ※7 その他の核種の設定の必要性も含めて今後検討する。その際、IAEAのGSG-2におけるOIL6値を参考として数値を設定する。
- ※8 根菜、芋類を除く野菜類が対象。
- ※9 IAEAでは、OIL6に係る飲食物摂取制限が効果的かつ効率的に行われるよう、飲食物中の放射性核種濃度の測定が開始されるまでの間に暫定的に飲食物摂取制限を行うとともに、広い範囲における飲食物のスクリーニング作業を実施する地域を設定するための基準であるOIL3、その測定のためのスクリーニング基準であるOIL5が設定されている。ただし、OIL3については、IAEAの現在の出版物において空間放射線量率の測定結果と暫定的な飲食物摂取制限との関係が必ずしも明確でないこと、また、OIL5については我が国において核種ごとの濃度測定が比較的容易に行えることから、放射性核種濃度を測定すべき区域を特定するための基準である「飲食物に係るスクリーニング基準」を定める。

出典：原子力規制委員会⁽¹⁾ 34頁 表3「OILと防護措置について」より作成。

前述のとおり、費用と便益のバランスを考慮して、原子力・放射線利用による社会的利益を最大化するという観点で構築されている国際放射線防護委員会(ICRP: International Commission on Radiological Protection)の防護基準の最適化の考え方が災害の深刻度(事業所及び被害地域における)に対応する措置内容の基礎にある。この点について確認しておこう。

放射線防護の考えかた：功利主義的な論理の問題点

放射線に対する安全性の確保の考え方の基礎が、費用と便益のバランスすなわち費用便益分析の応用であるということは、貨幣の価値にしたときの損得の差額、「純便益」を最大にする「最適化」の条件を考えているということ、つまり数学的には必要条件を求めている事にあたる。ただし、大前提は急性の被曝によって死亡するようなりリスクは除外していることだ。全体の利益が増加するかについては、これとは別に「正当化」の原則もあり、全体がプラスとなるように計画的な被曝とそれに伴う利益の享受を謳っている。

しかし同時に、緊急時や現存被曝と呼ばれる放射性物質がばらまかれてしまった状態においては、全体がプラスでなくなるのは前提条件とされて、その時点ではもはや原子力利用のあるいは原子炉の稼働についての是非に遡って判断することはできない。正当化の原則は新たな行為についてのみ判断され、事故を引き起こすような原子力利用のありかたについては不問に付されるのである。

その上で対策そのもののリスク削減の利益とその費用を限界的にバランスさせる手法により、そもそも放射線を発生させる側と被曝する側を同一の主体として、全体の利益の最大化を

図ろうとしている点に現実との乖離がある。事故が生じた際の被害・加害関係の明確化や情報においても決定権においても独占的な立場にある事業者・政府の責任を曖昧にさせる全体主義的かつ功利主義的な論理で望ましい対策を決めていくアプローチでもある。

これらの放射線防護の諸原則は「国際放射線防護委員会2007年勧告」によるものとされているが、基本的な考え方としては、ICRP Publication 26 (1977)⁽¹³⁾ に提示されたものである。

基本的諸原則：

- ・正当化の原則：「放射線被曝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。」

後者の原則は ALARA (As low as Reasonably Achievable)「合理的に達成できる限り低く」の原則として知られている。

原子力災害においては、被曝を伴う放射性物質の拡散が引き起こされている事態（原子力災害の住民にとっての意味）が発生している訳だが、その深刻さと被曝対策の関係性は社会全体の利益の増大を掲げた功利主義的な論理である、ICRP による費用便益分析に基づく放射線防護の考え方が規定している。

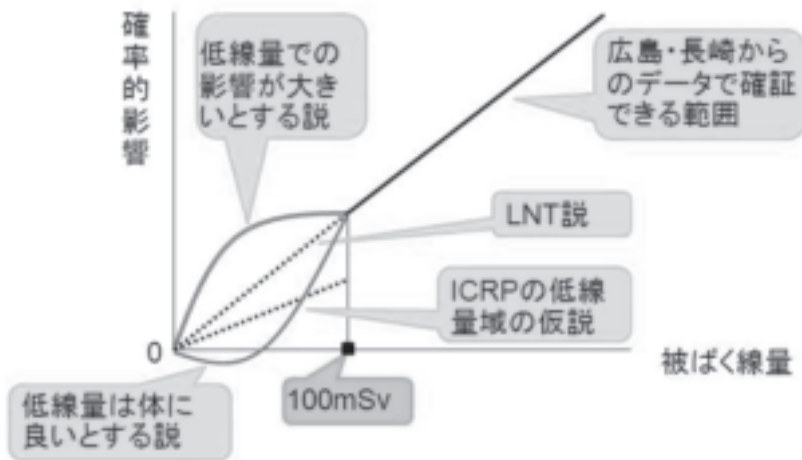
ICRP の費用便益分析に基づく放射線防護基準の考え方についてはこれまでも批判的に検討してきたが⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾、実際問題としても、防災対策として国民が漠然とした印象を持っている「安全」の確保という考え方と、限界的なリスク削減費用と便益とのバランスという功利主義的な最適化の考え方、すなわち経済学のアプローチで言うと新古典派経済学的な割り切り方との間には認識上の深い溝があると考えられる。

また、そもそもの被曝と被害との間の関係性の理解についての問題として、被害・影響について「これ以下では影響が出ない」という数値である閾値がある汚染物質における安全基準と、放射性物質を含むリスク物質において「どんなに少量・低レベルであっても影響は出る」という閾値なしの供与量効果の関係の区別が国民に示されていない事である。

具体的には、「直ちに健康に影響はない」あるいは（一定量以下の被曝で）「健康影響は確認されていない」等の曖昧かつ誤解を招く表現によって、受け手が閾値ありの安全と誤解するような言い方が種々の行政文書、パンフレット等でされている点についても顕著な特徴であり、大きな問題である。図2で示した通り、100mSv以上の被曝では明確な線型の関係性が被曝と確率的影響の間にあるが、100mSv以下の領域で諸説があるといっても、被曝と癌等の確率的影響との関係を統計的に示せないという事は、「その量の被曝が確率的影響を及ぼさない」という帰無仮説を一定の有意水準で棄却することが難しいという事でしかない。ごく低線量の領域でも放射線被曝と遺伝子の突然変異との関係性は実験的に確かめられている事を踏まえると、

現状の国際機関においてLNT説が採用されていることを否定するような言説を政府機関が採用するべきではない。

図3：LNT説の概念図



出典：後藤 忍、福島大学放射線副読本研究会⁽¹⁷⁾等を参考に著者作成

対策の実際面における問題点

2014年は自治体の原子力防災の体制にとって衝撃的な事件が発覚した。4月23日に報道されたように、原子力防災の体制においてヨウ素を含むプルーム通過対策のために自治体に配備される安定ヨウ素剤が新潟県において更新のための購入がされておらず、1,326,000錠が架空配備となっていた問題である。

この問題は「安定ヨウ素剤未調達事案等に関する調査報告1」⁽¹⁸⁾等の調査が行われ、県議会による審議や対策案が策定されているが、そもそも原子力防災対策の要になる区域策定の改変とヨウ素剤防備地域の拡大にとって必須である、具体的な薬剤の配備そのものが、担当係長一人に委ねられ、チェックもされていなかった（発見自体、備蓄場所の柏崎市役所の指摘によるものを待った）という点が原子力災害対策の改変における確認の形式化の実情を示している。

新潟県の事例をとってヨウ素剤の対応についてさらに言えば、ヨウ素剤を配備していたとしても、新しい区割りでは事前にヨウ素剤を配布されている原子力事業所の至近距離の5km圏PAZは即時避難であり、プルームの通過は想定されていないこと、一方で、より広域となるUPZ、PPAについては事前配布ではなく、子供へのシロップ剤の配布も含め、避難経路上の配布場所で職員の臨時対応と20チーム程度と言われている緊急被ばく医療派遣チームによって対策するという点についても実現性があるのか大いに疑問である。

現状では医薬品としてのヨウ素剤を個別の問診と服用指示を前提とした緊急時被ばく医療体制で、UPZ 区域および PPA 区域の40万人～数100万人（新潟県の場合で、長岡市など UPZ 地域及び PPA にかかる新潟市などを想定）規模となるヨウ素による被曝が想定される地域住民に十分な対応ができるとは思えない。近郊に大都市圏を抱える原子力立地地域であればなおさらである。もちろん、ヨウ素剤では希ガスやセシウム・ストロンチウム他の放射性核種による被曝は予防できないため、これは問題の一部にすぎない。

また、東京電力が示したデータにおいても原子炉冷却機能の喪失から予想されるもっとも早い炉心のメルトダウン、放射性物質の大量放出までの時間はシナリオレスと称する想定で6時間、シナリオ想定ありで18時間とされている⁽¹⁹⁾。

一方で、新潟県は避難時間のシミュレーションで UPZ 圏からの90%避難で8時間～21時間50分、100%避難で最長31時間30分という推定を発表した⁽²⁰⁾。これらに関しても自家用車利用者などが段階的に避難するなどの実現困難な想定がされているケースもあり、楽観的と言える。

全国の原子力発電所の事故を想定した避難推定時間の独立した研究としては、上岡（2014）⁽²¹⁾があり、これによれば、UPZ 対象地域の総人口を、交通手段を想定して範囲外に脱出させることを考えると、国道のみの利用では最短で15時間（泊原発）、最長では132時間（東海第二原発）ないし142.5時間（浜岡原発）かかるということが分かっている。なお柏崎刈羽原発の場合66.5時間である。

この問題は、そもそも UPZ である30km圏の想定人口数十万人～数百万人の速やかな避難を可能とする交通手段などもともと存在しない、という点を避けて通ることが出来ない。原発事故を受けた対策により区域を追加し、範囲も大幅に拡大させたものの、もともとある道路インフラと発電所施設外の輸送手段・避難所等の資源はほとんど変化がない。つまり、今までと同様に原発事故による被曝から一時的にせよ逃れる方法はなく、大量の被曝者を発生させることは不可避な状況で、日本の原発は運転されようとしているということである。

絵に描いた餅の描きなおしとしての原発事故対策

これまで見てきたように、原発は事故を起こさないという想定、つまり「安全神話」から、過酷事故を想定した対策へと大きく変化した原子力防災の体制だが、対策地域の拡大は東電福島第一原発事故の放射能汚染の実態からしても不十分、また事故原因のきちんとした特定がされておらず津波対策に偏重した施設内の安全対策が十分かどうか不明であること、また核燃料自体の危険性に関心が向かず、再稼働させなければ安全という誤解もあること等、多くの基本的問題点が残っている。

その中で、IAEA の基準の取り入れと範囲の拡大をはじめとする表面的な対策の改訂が行われている訳だが、以上でみてきたように、現場のチェックや実施体制に根本的な限界があり、有効性に疑問が残る、また一定程度の被曝を前提として防護対策が立てられていることについ

で説明に基づく理解のプロセスを欠いているなどの、実施面と理論面での基本的問題が多々ある。

このような現状において、原子力防災体制における国および自治体の原子力災害対策指針および個別計画が改訂されたから、原発の再稼働や核燃料棒の貯蔵についての安全性が確保されたと結論するのは大きな間違いだろう。また、原子力の利用再開を議論する際は、長期的には放射性廃棄物の捨て場、最終処分の問題が未解決というボトルネックが手つかずであることを忘れてはならない。

エントロピー問題としての原子力災害

理論的な課題の部分で検討したように、計画的な被曝、事故時の緊急・現存被曝のいずれにも共通する安全性の功利主義的な定義を基礎として、一般社会における安全の捉え方を知りながら、費用便益分析的なリスクの受け入れという論理が採用されている。これは専門家・知識人と一般公衆の認識の落差をついた欺瞞的な手法である。つまり統計的な検証方法の限界と社会的な利益の最大化のための合理的な被曝の許容という論理体系をきちんと説明、理解させることを避け、放射能は「安全」だという後付けの理屈を提示することの問題点である。

この問題点の矛盾をより大きくしているのが、「事故の前と後では、事故の後のほうが放射線を浴びる利益が大きくなる (!)」点にあるだろう。すなわち、不思議なことに、回収のコストが上がると、「回収しない利益」が大きくなるという論理展開となるのだ。これは回収する事の経済学的な機会費用としての逸失利益が増大するためである。

放射性物質の拡散により回収の費用が増大するのは物質の拡散によるエントロピー増大が物理的な基礎としてあると考えられる。すなわち、エントロピー増大と回収コストの間には正の相関関係がある。単なる確率変動の問題ではなく、不可逆な時間の前後関係（時間の矢：N.Georgescu-Roegen⁽²²⁾）による回収コストの増大が利いてくるのである。これは一般的に資源の回収・再利用の限界について指摘されている事象でもある。

エントロピー増大に基づく費用の増大は、現象そのものの計数的な予測や特定は難しいものの、爆発や漏出によって飛び散った放射性物質の、物質としての拡散の度合いが大きくなり、回収には利用可能エネルギーの投入などで莫大なコストがかかることは確約されている。

結果として、それが事実上、不可能であることから、一定程度の被害の受忍を求める論理へとつながるか、それを倫理的に回避すべき判断として事前に利用自体を制限すべきかという問題となる。

「エントロピー経済学」ではこのような不可逆的な現象が、個別の経済主体の持続的な活動の条件として、外部へのエントロピー排出を必須の条件とする事と関連づけ、格差・分配上の公平性が、経済プロセスの分析に必須であることが検討され得る。

筆者はエントロピー経済学的な観点に立つわけだが、対して原子力利用と親和的な功利主義

的論理、新古典派経済学的な最適化の論理と言っても良いが、これらの論理の背景にある思想と世界観においては、時間の変化による質的变化と配分の問題が分離不能であるという構造的な問題が見落とされている。これは、分析者自身が気づいていないのではなく、設計されたものだ。

これらの「環境経済学」上の分析課題については、同様の構造をもつ公害問題に対する外部不経済性理論の適用にも当てはまる。すなわち、広く指摘されてきたように物質的拡散、生物的な損失（病気・死亡）の不可逆な現象は時間的に中立な費用（コスト）ではなく、取り返しがつかないという意味で、「コスト化に問題がある」という事と合わせ、コスト概念は本質的に対価を支払うことにより原状が回復可能であるという概念であるから、不可逆な変化をあたかも交換可能とみなす事により、結果的には物質循環における持続可能性の条件に対応する各経済システム間の構造と、とりわけこれらの環境問題発生時における被害加害関係の軽視につながるという論点と関連してくる。

仮にコスト化を前提にその量に着目した場合でもそのリスク対応には限界があり、かつて室田武⁽²³⁾が指摘したコストとリスク低減のトレードオフ関係が基本にある。従って、「自主・民主・公開の原子力平和利用」や商業用発電は虚像であり、市場システムで運用することが出来ない高コストと民主主義と相いれない核物質防護を必要とする、という問題点は残ると思われる。

結論として原子力の利用において現状では、「防災」という言葉を文字通り災いを防ぐ安全確保の意味で受け取ることはできず、事故による被害を一定程度発生させる前提であること、そしてこの事の意味が直接告げられずに、国民の誤解が誘導されている状況がある。また、既存の防災の仕組みを単に改変し、拡大したとしても、インフラの本質的な欠乏をはじめとする諸問題により、実際の事故に対応できない恐れが高く、放射性物質への根本的な無害化や封じ込めが原理的にできない事から、対策の拡充がコストを高めて原子力利用による利益とのトレードオフ関係にあることが問題である。

ここまで検討してきた課題を総括すると、国民の安全を確保するための合理的な原子力防災は原子力利用を廃止することへと導かれるのではないかと考える。安全の確保よりも経済的利益が優先するとの立場があることは承知であるが、拙著⁽²⁴⁾でも検討したように、原子力利用の利益、利用停止の不利益を説く主張は、データ面で根拠が弱い。日米原子力協定をはじめとする軍事的・政治的要因により日本が原子力利用を続けているという指摘⁽²⁵⁾もあり、国民の手にエネルギー政策の是非の判断を取り戻すためには、これらの指摘についても真摯な検討が必要だろう。

謝辞

本稿はエントロピー学会2014年春の研究集会（2014年5月17・18日）における研究発表に基づき、同学会2014年秋の研究集会での議論や、月例で著者が行っている「にいがた原子力防災研究会」での討議等に基づいて改稿したものである。記して感謝する。

【注と参考文献】

- (1) 原子力規制委員会「原子力災害対策指針」原子力規制委員会，平成24年10月31日（平成25年9月5日全部改正）
- (2) 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.
- (3) IAEA, “International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources”, IAEA Safety Series No.115, 1996.
- (4) ICRP “1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, ICRP Publication 60, *Annals of the ICRP* 21 (1-3), 1991.
- (5) ICRP “The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, ICRP Publication 103. *Annals of the ICRP*, 37 (2-4), 2007. 邦訳：『ICRP 2007年勧告』
- (6) 復興庁「東日本大震災における震災関連死に関する報告」2012年8月。
http://www.reconstruction.go.jp/topics/20120821_shinsaikanrenshihoukoku.pdf
- (7) 原子力安全委員会防災指針検討ワーキンググループ「原子力発電所に係わる防災対策を重点的に充実すべき地域に関する考え方」
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/bousin/bousin2011_06/siry03.pdf, 2011年10月20日。
- (8) 新潟県「柏崎刈羽原子力発電所の過酷事故時における対策の考え方」2012年4月。
http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Simple/693/561/jimukyoku%20zanteian,0.pdf
- (9) 新潟県「原子力災害に備えた新潟県広域避難の行動指針（Ver. 1 H26. 3月）」2014年3月。
http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/421/126/20140325%20koudoushishinn.pdf
- (10) 新潟県「新潟県地域防災計画（原子力災害対策編）平成26年3月修正」
http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/203/67/06_gensiryokutaisakuhen.pdf
- (11) IAEA, “Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency” (GS-R-2), 2002.
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1133_scr.pdf
原子力規制委員会（旧組織 原子力安全基盤機構情報）邦訳「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」<https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/content/000013196.pdf>
- (12) IAEA, “Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency General Safety Guide Series No. GSG-2”, published Thursday, March 17, 2011.
原子力規制委員会（旧組織 原子力安全基盤機構情報）邦訳「原子力又は放射線の緊急事態への準備と対応に用いる判断基準」<https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/content/000120491.pdf>

- (13) ICRP, "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 26, Pergamon Press, Oxford, 1977. *Annals of the ICRP*, 1 (3), 1977.
- (14) 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年3月。
- (15) 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。
- (16) 藤堂史明「原発事故による放射線リスクの経済分析」『新潟大学経済論集』第94号, 2013年3月。
- (17) 後藤 忍, 福島大学放射線副読本研究会(監修)『みんなで学ぶ放射線副読本-科学的・倫理的態度と論理を理解する』合同出版, 2013年。
- (18) 新潟県出納局・総務監理部「安定ヨウ素剤未調達事案等に関する調査報告1」2014年6月13日。
http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/538/959/20140613hokoku2.pdf
- (19) 東京電力「フィルタベント設備の検討のための事故想定」における各ケースの放出量評価方法について, 新潟県技術委員会資料, 2014年8月27日。
www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/935/11/140827%20No.2-2.pdf
- (20) 新潟県防災局原子力安全対策課「原子力災害時の避難に関する課題について～避難時間推計シミュレーション結果から～」
http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/20/75/ete-setumeisiryou,0.pdf
- (21) 上岡直見『原発 避難計画の検証 このままでは, 住民の安全は保障できない』合同出版, 2014年。
- (22) N.Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, 1971.
- (23) 室田武「原子力のエネルギーコスト」『技術と人間』11月臨時増刊号, 1976年。
- (24) 藤堂史明「原発再稼働をめぐる経済的論理」『新潟大学経済論集』第96号, 2014年3月。
- (25) 矢部宏治『日本はなぜ, 「基地」と「原発」を止められないのか』集英社インターナショナル, 2014年。