

東海第二原発緊急事態における経済被害に関する意見書

令和6年1月26日

環境経済研究所／新潟県原子力災害時の避難方法に関する検証委員会¹元委員 上岡直見



1 経済被害推計について

原子力災害が発生した際、他の災害と異なる点として放射性物質に起因する人命・健康への被害を避けるため「被ばく回避措置」を講ずる必要がある。規制委員会が定める「原子力災害対策指針²（以下「指針」）」によれば、PAZ（発生源からおおむね5km圏内）では放射性物質の放出前でも原則避難が求められ、UPZ（おおむね30km圏内）ではいったん屋内退避の後、放射性物質の放出後は条件に応じて避難あるいは一時移転等を実施することとなっている。

この場合、避難・一時移転いずれにせよ対象地域で生活する住民は日常生活を放棄し、あるいは対象地域内の事業所（農林業等や個人事業等も含む）に従事する就業者は生産活動を放棄して他所に移動せざるをえなくなる。住民の消費活動が停止するから財貨（無形のサービス業等も含む）の供給・生産も停止するし、事業所の生産活動も停止する。また人は移動できるが住宅・土地など不動産は移動できないし、また産業分野でも設備・固定資産などは移動できないのでその価値は失われる。

かりにUPZで屋内退避から避難・一時移転に移行しなかったとしても、日常生活・就業を平常通り継続することは考えられず同様の影響が発生する。また長期にわたりその状態が継続し原状に復帰できない、恒久的に放棄せざるをえない場合が発生することは福島原発事故における経験から明らかである。

一方で東海第二原発の運転により事業者には収益がもたらされるが、その額と比較して経済被害額は桁違いに多い。過去の判例では運転差止請求が認められる要件の一つとして「損害が発電事業者の被る不利

¹新潟県原子力災害時の避難方法に関する検証委員会

<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/1356877582245.html>

²原子力規制委員会「原子力災害対策指針」2023年11月1日版

<https://www.nra.go.jp/data/000459614.pdf>

益〔注・発電所を運転しないことによる不利益〕よりもはるかに大きな場合」を挙げる例があるが³、本原発の緊急事態に起因する被ばく回避措置によりもたらされる経済被害はまさに「はるかに大きな場合」の要件に該当する。

本意見書では、理工学・経済学等の分野で一般的に認められている推計手法を用いて本原発の被ばく回避措置に起因する経済被害を推計する。被害推計のためには、第一に事故シナリオを想定し放射性物質の放出量や放出形態、その他のパラメータを設定して拡散シミュレーションを行い、どこにどれだけの被ばく（実用上は〔 μ Sv/時〕など）が想定されるかを推計する。第二にその想定される被ばくに対して、防災上の基準に照らして回避行動（避難・一時移転、屋内退避等）を必要とする範囲を推定する。第三にその回避行動に起因してどのような社会的・経済的影響が生じるかを推定する。

2 原子力災害に起因する経済被害の規模

福島原発事故の経験から容易に想像されるように、原子力災害に起因する経済被害は莫大であるが、具体的な金額として評価した例を検討する。例えば福島原発事故で東京電力が支払った損害賠償額は、その被害の全容に比べては一部にすぎないといえども 10 兆 9974 億円（2023 年 12 月 1 日時点⁴）に達している。また 2022 年 7 月には、一般公衆に対する損害賠償ではないものの、東京電力の旧経営陣の不適切な判断により事故を惹起し株主に損害を与えたとして、株主代表訴訟において東京地方裁判所は旧経営陣に対して総額 13 兆 3210 億円の損害賠償を命じた⁵。法的な責任論とともに判決では「周辺環境に大量の放射性物質を拡散させる過酷事故が発生すると、当該原子力発電所の従業員、周辺住民等の生命及び身体に重大な危害を及ぼし、放射性物質により周辺環境を汚染することはもとより、国土の広範な地域及び国民全体に対しても、その生命、身体及び財産上の甚大な被害を及ぼし、地域の社会的・経済的コミュニティの崩壊ないし喪失を生じさせ、ひいては我が国そのものの崩壊にもつながりかねない」と指摘している。

また想定上の被害推計として、過去には科学技術庁・原子力産業会議が 1960 年に試算を行い、当時の金額で経済的損失 3.7 兆円（当時の国家予算の 2 倍）としている⁶。別の例では 2005 年に朴勝俊により関西電力大飯 3 号機を事例に経済的損失が試算されている⁷。主な結果は、最大で経済被害 460 兆円とされる。この朴推計に対して原子力関係者から非現実的・過大推計であるとして強い批判⁸が寄せられたが、前述の科学技術庁・原子力産業会議の試算でも国家予算の 2 倍という規模が推定されていたことに照らせば過

³関西電力高浜発電所 2 号機運転差止請求事件における大阪地裁判決、平成 5 年 12 月 24 日。

⁴ 東京電力ホールディングス「賠償金のお支払い状況」

https://www.tepco.co.jp/fukushima_hq/compensation/results/

⁵東京地裁 平成 24 年（ワ）第 6274 号ほか損害賠償請求訴訟一審判決

⁶科学技術庁・原子力産業会議「大型原子炉の事故の理論的可能性及び公衆損害に関する試算」1960 年

⁷朴勝俊「原子力発電所の過酷事故に伴う被害額の試算」『国民経済雑誌』vol.191, No.3, 2005 年

⁸ エネルギー問題に発言する会「私の意見」

<http://www.Engy-sqr.com/watashinoiken/index.htm>

大推計とはいえない。なお朴論文では人命・健康に対する直接的な被害も推計しており、たとえば急性死亡 17,000 人としている。また朴推計とは集計の枠組みが異なるが、民間研究機関の推定例として処理費用（廃炉・汚染水処理等も含む）が 35～80 兆円⁹とされており、これも経済的損失と捉えることができる。

福島原発事故後に文部科学省に設けられた原子力損害賠償紛争審査会（以下「原賠審」）は、2011 年 8 月 5 日に「東京電力株式会社が賠償すべき損害」についての「中間指針」を示し、また同年 12 月 6 日から 2022 年 12 月 20 日にかけて五次にわたる「追補」を示している¹⁰。

それによると損害賠償の類型は、①政府による避難指示等に係る損害、②政府による航行・飛行禁止区域の設定に係る損害、③政府による農林水産物等の出荷制限指示等に係る損害、④その他の政府指示等に係る損害（営業損害、就労不能、物の検査費用等）、⑤いわゆる風評被害、⑥その他の間接損害、⑦放射線被ばく損害が列挙されている。この中で具体的な損害項目としては、①人の検査費用、②避難費用、③一時立入費用、④帰宅費用、⑤生命・身体的損害、⑥精神的損害、⑦営業損害、⑧就労不能損害、⑨物の検査費用、⑩財物価格の喪失又は減少等が列挙されている。さらに、いわゆる自主避難（区域外避難）についても、被ばくの不安による行動に対して可能な限り広くかつ早期に救済する方針を示している。

この「中間指針」と前述朴推計を対比すると、損害賠償の類型あるいは項目の考え方は類似しているし、項目として朴推計に含まれていない項目も列挙されているところから、朴推計は決して過大推計とはいえないことが確認される。福島原発事故では、前述朴報告の想定よりも一桁小さい放出規模（福島原発事故ではセシウムにして炉内保有量の 1～3%放出、朴推計では 50%放出仮定）であったにもかかわらず甚大な被害が生じた。以上を要約して一覧を表 1 に示す。

表 1 原発重大事故の経済被害試算例

対象	報告者	内容
福島原発事故	日本経済研究センター	40 年間で 35～80 兆円（2019 年 3 月 7 日）
福島原発事故	東京電力ホールディングス	賠償額実績として 10 兆 9974 億円（2023 年 12 月）
福島原発事故	東京地裁判決	株主代表訴訟において 13 兆 3210 億円の損害賠償を認定（2022 年 7 月）
モデル計算	科学技術庁・原子力産業会議	1960 年価格で 3.7 兆円（当時の国家予算の 2 倍）、現在の国家予算の 2 倍とすれば 200 兆円以上
関西電力大飯 3 号機	朴勝俊	最大で 460 兆円 朴報告では人命・健康の損失も経済価値に換算している

⁹（公社）日本経済研究センター「事故処理費用、40 年間に 35～80 兆円に」2019 年 3 月 7 日

¹⁰文部科学省「原子力損害賠償紛争審査会」

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kaihatu/016/index.htm

3 被害範囲推計

(ア) 被害範囲の考え方

「指針」によると、原発から概ね 5km 圏 (PAZ) では放射性物質の放出前に事前避難が求められる。また概ね 5km～30km 圏 (UPZ) ではいったん屋内退避を行い、放射性物質の放出後にモニタリングにより OIL1 (空間線量率が $500 \mu\text{Sv}/\text{時}$ を超えた場合、数時間内を目途に避難) と OIL2 (同、 $20 \mu\text{Sv}/\text{時}$ を超えた時から 1 日が経過した時点で同基準を超えた場合、1 週間程度内に一時移転) に該当した場合は各々に対応した防護措置の実施が必要との基準が定められている。また 30km 以遠については現時点では「指針」に記述がないが、放射性物質の拡散が地理的に 30km ラインで止まるわけではなく被ばくは連続的に発生する。ある想定事故において、30km 圏外であっても OIL1, OIL2 の条件に該当して避難の可能性が生じた地域で平常通り社会・経済活動が行なわれるとは考えられず、この条件に該当する区域を避難範囲として設定する。前述のとおり「原賠審」の「中間指針」でも、政府等の指示した避難範囲外であっても被ばくの不安によるいわゆる自主避難 (区域外避難) も賠償の対象と認識していることと整合する。

(イ) 拡散シミュレーションと結果

影響範囲を知るためには、ある想定された放出シナリオ (放射性物質の種類・量・放出開始時期・放出継続時間などで、原子力分野では「ソースターム」という) のもとで放出された放射性物質がどのように拡散し、どの範囲でどれだけ空間線量率が出現するかについて拡散シミュレーションにより推定する必要がある。シミュレーションはさまざまな計算法があるが、いずれもある条件 (気象条件や風速など) での汚染大気中の濃度 (大気の体積あたりの汚染物資の量・通常は Bq/m^3 単位) と、それに対応して地表面等に沈着する核種の汚染密度 (面積あたりの汚染物資の量・通常は Bq/m^2 の単位) の推定が目的である。

ただしこの結果は物理的な量であり、それが人体に対してどのくらいの被ばく (通常は mSv 等) に相当するかは別に評価する必要がある。各々の核種ごとに、たとえば呼吸で体内に取り込んだ核種の量 (Bq) あたり何 mSv の内部被ばくに相当するか、あるいは地表に沈着した核種の濃度の状態で何時間被ばくすると何 mSv の外部被ばくに相当するか、などの換算係数を用いて最終的に人体に対する被ばくとして評価する。その換算係数に法定の基準値はないが、いくつかの研究機関による報告を取りまとめた INSS の報告などがある¹¹。全体の表は煩雑なのでここでは省略する。

被ばくの推定結果に影響を与える要因は数多くあるが、①放出が始まる時点で炉内あるいはプールに保有されていた核分裂生成物 (FP) の量、②核反応停止 (運転中の場合) から放出が開始するまでの時間

¹¹ INSS JOURNAL Vol. 23, 2016 NT-9 「運用上の介入レベルに基づく被ばく線量計算手法の検討—計算式および線量換算係数等の整備—の付録 外部被ばく線量換算係数」
http://www.inss.co.jp/wp-content/uploads/2017/03/2016_23J101_129.pdf

と経過、③保有されていた FP のうち環境中に放出される割合、④放出の継続時間（短時間なのか長時間にわたるのかの相違）、⑤原子炉建屋の形状や放出高さ、⑥気象条件（風向・風速・大気安定度・降水）・地形条件、⑦放出開始から住民の避難までの時間などが主要な要因である。

実務的に利用されている拡散シミュレーションの計算法には大別して①ガウス・プルームモデル、②流跡線パフモデル、③数値解析（粒子拡散）モデルの三種類がある¹²。③は ATDM（Atmospheric Transport, Dispersion and Deposition Modelling）と呼ばれることもある。①～③の順に精緻なモデルであり、コンピュータの計算能力の向上とともに発展してきた。福島第一原発事故で注目された SPEEDI は数値解析（粒子拡散）モデルの一種である。2012 年に「指針」が策定された際に、PAZ（5km）・UPZ（30km）の妥当性の検討にはガウス・プルームモデルである MACCS2（米国で開発）が採用されている。また 2014 年に「指針」が UPZ では屋内退避を原則とする方針に転換した際には、流跡線パフモデルである OSCAAR（国内で開発）が検討に使用されている。ただしどのような場合にどのモデルを使用すべきか公的な基準等はない。各々の設定条件のうち最も粗い（信頼性が低い）部分によって全体の精度が制約されてしまうので、精緻なモデルだからといって必ずしも現実を確実に再現するとも限らない。一方で単純化したモデルであっても「モデルの単純化で生じる個々の拡散事例の評価誤差のうちで、ランダムな部分が多数の重ね合わせで相殺されることが期待される¹³」という評価もある。

こうした背景から本意見書での一連の検討はガウス・プルームモデルを採用している。近似的な方法であるが、前述のように精緻なモデルを適用しても上下一桁の振れがありうることを考慮すれば、比較としてオーダーレベルで合致していれば評価の対象になりうると考えられる。またガウス・プルームモデルは地形の影響（山などの凹凸）が考慮できない制約があるが、東海第二に対しては関東平野がほぼ平面であることからその影響は除外してよいと思われる。新潟県では一連の検証委員会を開催しており、前述「技術委員会」で前述 SPEEDI と DYANA（東京電力が開発・数値解析モデル）を利用したシミュレーションを実施している¹⁴。モデルが異なるのでパラメータを厳密に一致させることはできないが、主要な条件をできるだけ類似させてガウス・プルームモデルと結果を比較したところ、実効線量（外部被ばく）や甲状腺等価線量（吸入被ばく）について同等の結果が得られ、単純化したモデルでも、避難範囲の検討の範囲では妥当性があると考えられる。これにより、福島第一原発事故の際に最も大量の放出があったと推定されている 2 号機からの放出量¹⁵を想定し、都心方向の風向（北東）を想定して推計した被害範囲（避難・一時移転）の範囲は図 1 のとおりである。

¹²日本原子力研究開発機構「原子力防災における大気拡散モデルの利用に関する考察」2021 年 11 月。

<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2021-021.pdf>

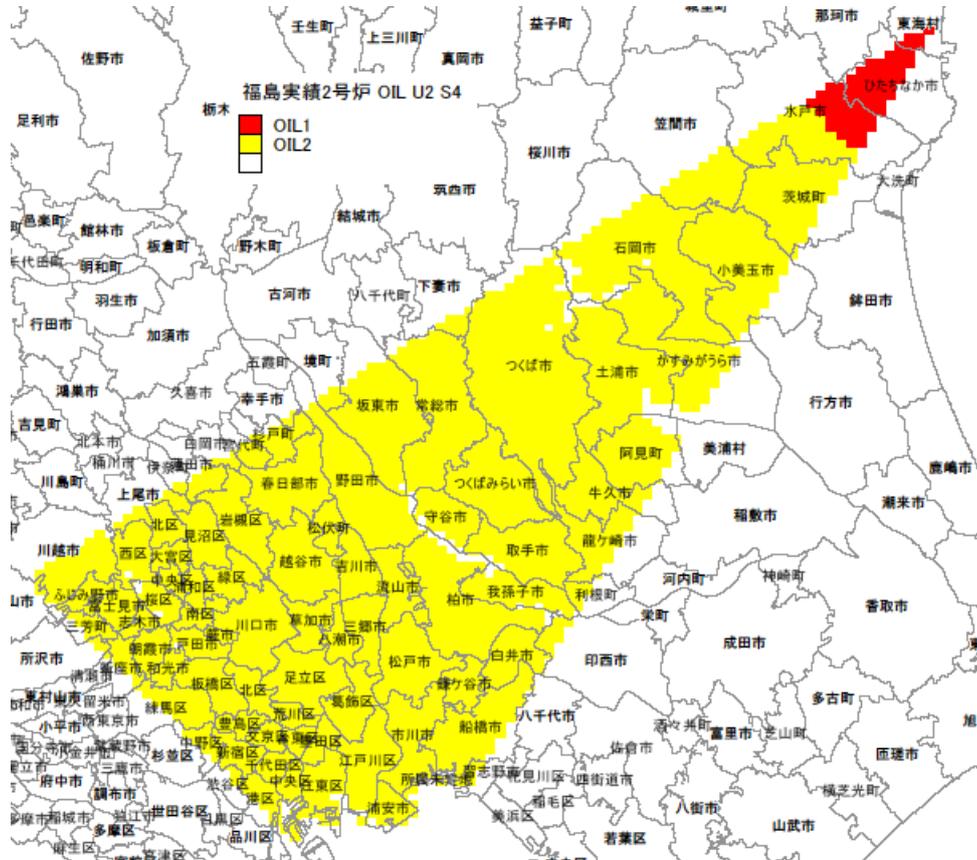
¹³ 山澤弘実「大気拡散計算の役割と制約」『日本原子力学会誌』vol.55, No.12, 2013, p.707

¹⁴新潟県「平成 27 年度第 3 回 新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会」資料「放射性物質拡散シミュレーション結果」2015 年 12 月 16 日

¹⁵旧原子力安全・保安院「東京電力福島第一原子力発電所の事故に係わる 1 号機、2 号機及び 3 号機の炉心の状態に関する評価について」2011 年 6 月 6 日

<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/6017222>

図1 東海第二緊急事態の影響範囲



(ウ) PAZの被害範囲の考え方

PAZ（おおむね5km圏内）では放射性物質の放出前でも緊急事態（施設敷地緊急事態）の段階で防護措置（避難・屋内退避）が実施されるので日常生活・就業が停止することはUPZ（おおむね30km圏内）と同様である。最終的に放射性物質の大量放出に至らず緊急事態が終息したとしても、PAZではその範囲内で経済被害が発生する。東海第二に関するPAZは東海村全域と日立市・那珂市・ひたちなか市の一部であり対象人口は約65,000人である。現実には施設敷地緊急事態に至ればPAZ外でも自主避難が発生すると思われるが、ここでは計算上PAZのみを考慮する。

4 茨城県が公表した被害範囲との比較

茨城県は、避難計画の前提となる東海第二の事故時の放射性物質の拡散について日本原子力発電（以下「原電」）にシミュレーションを要請し、原電から提出されたシミュレーション結果および第三者検証委

員会の評価結果を2023年11月28日に公開した¹⁶。その結果によると、原電はシミュレーションⅠ（国の審査で用いた重大事故〔フィルタ付ベントで放射性物質を放出〕を設定）と、シミュレーションⅡ（位置的に分散設置している安全対策設備がほぼ全て機能しない設定）を提示し、シミュレーションⅠではUPZ（おおむね5～30km圏内）OIL1（避難）・OIL2（一時移転）の対象となる区域は発生しないとしている。またシミュレーションⅡでは避難・一時移転が必要となる区域が30km付近まで発生するが、シミュレーションⅡの状況は「およそ工学的に考えにくい」としている。ただしいずれにしてもPAZでは放射性物質の放出がなくても緊急防護措置に該当するのでシミュレーションの結果如何にかかわらず経済被害は発生する。なお原電は拡散シミュレーションの計算にR-Cubicというシステムを使用している¹⁷。これは流跡線パフモデルの一種である。ここで原電の結果を検討したところ、多くの条件設定で被害が過小に算定される問題点が見出された。以下に原電のシミュレーションによる被害範囲の過小評価について述べる。

（ア） 事故想定が過小であること

シミュレーションⅠに対して設定された放出シナリオにおける放出量は、福島原発事故での推定放出量の約5,000分の1（セシウムにして）の規模である¹⁸。原電の推定した放出量は、国の審査に対応した対策を講じた前提でPRA（確率論的リスク評価、Probabilistic Safety Assessment）の考え方に基づくMAAP¹⁹という解析コードでソースタームを設定しシミュレーションしたとしている。その結果、内部事象（地震・津波・航空機衝突等の外的要因がないプラント内での故障等）PRAでは 10^{-9} /炉年オーダー、地震PRAでは 10^{-6} オーダー、津波PRAでは 10^{-7} オーダーとしている²⁰。PRAの手法は福島事故前から用いられているが、当時は 10^{-5} /炉年（10万年に1回）と評価されていた規模の放出が、現実の福島原発事故では運転開始から33年（福島第一原発4号機）で発生し、しかもPRAでは想定していないシナリオで発生した。このようにPRAはあくまで机上の推論であって直接的に実効性を確認しているわけではない。こうした設定の結果として原電はシミュレーションⅠでは避難（一時移転）の範囲が生じないと評価しているが、

¹⁶茨城県「放射性物質の拡散シミュレーション実施結果について」2023年11月28日

<https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/kakusansimulation.html>

¹⁷日本原子力発電株式会社「東海第二発電所拡散シミュレーションの実施結果について」2022年12月23日, p.20

<https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/documents/06simulationkekka.pdf>

¹⁸「第1回検証委員会日本原子力発電株式会社説明資料[2]」2023年1月26日, p.73

https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/documents/09_1_2gendensiryoku.pdf

¹⁹東京電力「MAAPコードの解説」

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/accident_unconfirmed/pdf/221110j0105.pdf

²⁰「第1回検証委員会日本原子力発電株式会社説明資料[1]」2023年1月26日 p.3, p.36

https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/documents/09_1_1gendensiryoku.pdf

妥当性が検証されているとはいえない。

(イ) 単一のシミュレーション結果では信頼性がないこと

拡散シミュレーションは採用するモデルや条件設定により結果に大きな差が生ずることが知られており、単一のシミュレーション結果のみに依拠して評価を行うことは危険である。過去の大量放出事故（チェルノブイリ、福島第一原発）の実測値とシミュレーションとの照合がいくつか報告されているが、同じソースタームでシミュレーションしてもモデルの特性やパラメータの設定の相違から報告者により結果が大きく異なる。たとえば放出率の推定の不確実性が1/3～3倍の範囲²¹、沈着量の推定を1/5～5倍の範囲内で計算できた地点の割合が約65%²²、計算値が実測値の1/10～10倍に入る割合が70%ぐらいに入れば良好とみなせる程度²³などのばらつきが不可避である。新潟県では柏崎刈羽原発に関して「三つの検証」の委員会を開催し、その中の「技術委員会」において同原発からの拡散シミュレーションを実施している²⁴。原電のシミュレーションI（一定の防護設備が機能した場合）に相当する事象は、条件が完全には一致していないが新潟県でCASE1と題するものである²⁵。双方の結果を見比べると、原電のシミュレーションIではUPZでOIL1（避難）・OIL2（一時移転）に相当する地域は生じないとしているのに対して、新潟県CASE1では放出後2時間でOIL1（避難）が30km圏まで達し、3時間でOIL1が30km圏外まで達している。

(ウ) 被ばく線量を過小評価していること

発生源から放出された放射性物質による被ばくは、大別してクラウドシャイン（飛来する汚染大気塊の直接吸入と空中からの放射）とグラウンドシャイン（地表に沈着した核種からの放射）により発生する。特に甲状腺被ばくはプルーム中の放射性ヨウ素の吸入が問題となる。前出新潟県技術委員会では「時間ごとの空間線量率（ μ Gy/hr）」「外部被ばく実効線量」「甲状腺等価線量（1歳児）」を評価して公表している²⁶。しかし原電の報告ではプルームによる直接線量を評価しないとしている。これについては第三者評価

²¹ 永井晴康「被ばく線量評価のための大気拡散シミュレーション 福島第一原子力発電所事故初期段階における大気中放射性物質濃度分布の再構築」『日本原子力学会誌』vol.55, No.12, 2013年, p.712

²² 山澤弘実「大気拡散計算の役割と制約」『日本原子力学会誌』vol.55 No.12, 2013, p.707

²³ 茨城県「令和四年度空間線量率等評価結果に係る検証委員会」第3回議事録, 2023年2月16日, p.20
https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/documents/10_3gizi.pdf

²⁴ 新潟県「平成27年度第3回新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会」2015年12月16日
<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/1356829346997.html>

²⁵ 新潟県「放射性物質拡散シミュレーション結果」2015年12月16日
<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/1356828270087.html>

²⁶ 新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会「放射性物質拡散シミュレーション結果」

委員会でも指摘されている²⁷が原電は明確に回答していない。新潟は SPEEDI でシミュレーションしているが原電の R-Cubic でも計算の過程でこの数値は当然に算出されているので、なぜ評価に加えないのか疑問である。さらに原電は沈着核種の実効線量換算係数、すなわち地表に沈着した核種の汚染密度 (Bq/m²) からの放射が、人体に対してどのくらいの被ばく線量率 (Sv/hr 等) に相当するかの係数について、ICRP pub.38, ICRP pub.72 等を参照して、Cs-137 の実効線量換算係数を 2.85×10^{-19} (Sv/(Bq · s · m⁻²)) としているが²⁸この数値は誤りである。Cs-137 の 95% は Ba-137m を経て Ba-137 (安定状態) になるため換算係数は Cs-137 と Ba-137m の合計で評価する必要がある。原電が引用している資料では Ba-137m を考慮していない (Cs-137 のみ) 表示法の違いによる誤認と思われ、通常は Cs-137 に対しては 5.85×10^{-16} (同) 程度が用いられる²⁹。すなわち原電の実効線量評価は Cs-137 についていえば3桁近く過小になっている。このようにいくつかの過小評価の要因が重複している原電のシミュレーションに依拠して避難範囲が生じない等の評価は不合理である。

(エ) PRA (確率論的リスク評価) は信頼性がないこと

福島原発事故前、原子力関係者は IAEA の考え方を参照して確率論的安全評価 (PSA (Probabilistic Safety Assessment)) を導入した。なお福島原発事故以後は、PSA を PRA (Probabilistic Risk Assessment) と言い替えるようになり原電も PRA と称している³⁰が内容は同じである。「重大な炉心損傷事象」の発生確率が 10^{-5} /炉年すなわち 10 万炉年に 1 回を十分に下回ると評価し『原子力安全白書』で提示した³¹。 10^{-5} /炉年と言われると人類の歴史時間の中では考える必要がないような可能性という印象を受けるが、それは確率を示しているだけであって、明日なのか 10 万年後なのかという時期についての情報は与えられない。前述の『原子力安全白書』の PSA 評価は、わが国で本格的な商用発電の開始から数十年経過しただけの実績で 10 万炉年に 1 回だと評価していたが、福島原発事故は運転開始から最短 33 年 (4 号機) で発生し、しかもそれは PSA では想定していなかった経路で発生した。前述のように PRA の信頼性が乏しいことに加えて、また原電は「安全対策を考慮したことで、全炉心損傷頻度が低減

<https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/37788.pdf>

(詳細結果一覧)

<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/1356828270087.html>

²⁷第 2 回「令和 4 年度空間線量率等評価結果に係る検証委員会」議事録, 2023 年 1 月 27 日, p.10

https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/documents/10_2gizi.pdf

²⁸「第 2 回検証委員会日本原子力発電株式会社説明資料」2023 年 1 月 27 日, p.13

https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/documents/09_2gendensiryoku.pdf

²⁹放射線医学総合研究所緊急被ばく医療研究センター線量評価研究部「放射線緊急事態時の評価および対応のための一般的手順 (和文訳)」, "IAEA TECDOC 1162"

³⁰山口彰「確率論的安全評価 (PSA) と確率論的リスク評価 (PRA)」『日本原子力学会誌』 vol.54, No.6, 2012 年, p.406

³¹原子力安全委員会『原子力安全白書 (平成 2 年版)』 1991 年 3 月, p.227

していること、新たな事故シーケンスグループがないことを確認³²⁾としているところからすると、運転延長や老朽化要因を考慮していないと推察される。これも過小評価をもたらす一因となる。

(オ) リスク評価の前提がすでに破綻していること

2023年10月に地震・津波対策として建設中の防潮堤基礎部分に施工不良があることが関係者の公益通報で判明した。冷却水取水口部分の防潮堤基礎部分(2か所)でコンクリートが正しく打設されていない、鉄筋が正しく組まれていない、基礎(一か所)が岩盤に到達していない等が指摘され、原電もこれを認め原子力規制委員会に報告した³³⁾。原電は同年6月に問題を認識していたにもかかわらず同年7月に周辺市町村長が現地を視察した際には「工事は順調に進んでいる」と説明していた。前述の原電のシミュレーションでは津波対策等もPRAに取り込んでいるが、物理的欠陥が現実存在し、また公益通報によるまで隠蔽されていたことは、リスク評価の前提がすでに破綻していることを示している。

5 経済的被害の考え方

(ア) 生産活動の停止

本項では①避難範囲の住民が退去することによる消費の消失と、それから波及する生産の消失、②避難範囲の従業者が退去することによる企業等の生産活動の停止により波及する経済影響を「GDPの減少」として評価する。消費の増減などの変動に対する経済影響の試算には、産業連関モデル・マクロ計量モデル・応用一般均衡モデルなどがあるが、ここでは基礎データがよく整備されていて客観性がある産業連関モデルを採用する。産業連関分析とは、ある産業部門に需要が発生すると、連鎖的にさまざまな産業に経済効果が波及する効果を推計する方法である。整理すると次の式のようなになる。これは国内での最終需要額に対する生産誘発額の関連を示す。

$$x = (I - (I - \hat{M})A)^{-1} (I - \hat{M})f$$

太斜字は行列またはベクトルを示す。

x 生産額

\hat{M} 輸入対角行列(国内産品と輸入を分離するため)

³²⁾ 「第1回検証委員会日本原子力発電株式会社説明資料[2]」2023年1月26日, p.1
https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/genshi/kikaku/documents/09_1_2gendensiryoku.pdf

³³⁾ 日本原子力発電(株)「東海第二発電所 防潮堤(鋼製防護壁)の南基礎地中連続壁部で確認された事象について」2023年10月16日
<https://www2.nra.go.jp/data/000455343.pdf>

A 投入係数行列

I 単位行列（対角要素が1でその他が0の正方行列）

-1 「逆行列」を示す

f 最終需要

この関係より最終需要 f （たとえば家計消費支出、政府の公共投資、輸出など）の変化に対応する生産額 x の変化が推定される。生産額 x の変化が得られると、それに応じて雇用者所得、営業余剰等の付加価値の変化が得られ、それらを合計したものが国内総生産（GDP）の変化となる。また生産額に応じた雇用者数の変化が伴う³⁴。こうして得られた結果が、しばしば「公共事業の経済効果」「イベントの経済効果」等として「GDP 押し上げ効果が云々」等と報告される数値である。ただしここでは原子力災害に伴う住民の消失に起因するマイナス（GDP 押し下げ）方向への変化となる。図1の避難範囲（OIL1, OIL2）に対応する住民すなわち消費者の数は、国勢調査を基に統計地理情報のメッシュデータとして提供されている³⁵。

図1に示される OIL1, OIL2 ではいったん屋内退避の上、モニタリングに応じて避難とされているものの、そのような状況ではいずれにしても住民が平常通り生活や就業を続けるとは思われず、消費と生産活動は停止するものと想定する。さらに OIL1, OIL2 の範囲外であっても、隣接する住民が平常通り生活や就業を続けるとは思われず、自発的に避難する住民・就業者がいると思われるが、その範囲がどこまで及ぶかは推定が困難なので、あくまで計算上の範囲として OIL1, OIL2 について集計した。

現代の経済活動は地域内で完結することは稀で全国的に関連しているから、消費額の変化に伴う生産額への波及は避難の該当地にとどまらず全国に波及する。したがって計算は全国的なモデルで行う必要がある。就業者の変化については、同様に経済センサス活動調査のメッシュ（1km・500m）データとして産業分野別の就業者数³⁶が提供されている。避難範囲（OIL1, OIL2）に該当する就業者の数は表2のとおりである。なお公務も産業分野として統計に計上されているが、災害時は公務員の就業は継続されて変化はなしとした。この OIL1, OIL2 に該当する就業者が活動を停止し、それに比例して生産活動が停止することに伴う国内総生産（GDP）の変化として現れるものとした。以上の結果を総合すると、単年度では表3のような影響が生じる。合計では全国の1割程度に達しているが、これは東海第二地域の被害範囲が東京23区の一部にまで及ぶ影響によるものである。

³⁴ 現実には生産額と雇用者は必ずしも比例せずさまざまな雇用調整が行われるが、産業連関分析の計算上、その比率は一定と仮定される。

³⁵ 政府統計ポータルサイト「国勢調査」

<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521>

³⁶ 「産業（大分類）別事業所数及び従業者数」

<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200553>

表2 OIL1, 2に該当する産業分野別の就業者

産業分野	OIL1, 2 該当	(参考 全国)
第1次産業（農林水産業）	6,834	363,345
鉱業，採石業，砂利採取業	163	19,503
建設業	327,589	3,691,887
製造業	582,344	8,866,198
電気・ガス・熱供給・水道業	10,213	187,850
情報通信業	229,688	1,642,079
運輸業，郵便業	346,975	3,197,883
卸売業，小売業	1,219,521	11,846,233
金融業，保険業	199,172	1,530,206
不動産業，物品賃貸業	171,822	1,462,662
学術研究，専門・技術サービス業	208,913	1,842,944
宿泊業，飲食サービス業	496,659	5,363,039
生活関連サービス業，娯楽業	212,961	2,421,012
教育，学習支援業	190,395	1,827,714
医療，福祉	587,762	7,376,911
複合サービス事業	28,292	484,540
サービス業（他に分類されないもの）	535,277	4,760,429
合計	5,354,580	56,884,435

表3 単年度の影響

単位 100 万円	①住民退去による波及影響	②従業者退去による波及影響	①+②
生産額	-54,819,857	-556,779	-55,376,636
粗付加価値（GDP）	-31,499,190	-731,351	-32,230,541
うち雇用者所得	-12,772,843	-319,431	-13,092,274
雇用者数	-3,200,020	-6,209,946	-9,409,966

また産業連関分析の結果は年額で得られるが、住民・従業者が退去した後、どのくらい時間が経過すれば原状に復帰できるのか推定は難しい。福島原発事故では事故後12年（本稿執筆時点）経過してもとうてい原状に復帰したとはいえない。このため毎年この額の損失が続くものとして社会的割引率（将来の価値を現在価値に換算する比率）を4%として評価期間を15年間とした。社会的割引率に公的な定めはないが、国土交通省のインフラの費用便益分析では4%が推奨されているので同値を使用した。なおPAZについては放射性物質の大量放出に至らず緊急事態が終息すれば1か月で原状に復帰するものと仮定したが、大量放出が生ずればUPZと同じく長期間にわたり原状復帰はできない。

(イ) ストックの毀損

住民や従業者は避難するが、移動が不可能な土地・建物等の固定資産は使用価値を失うから、その資産価値の毀損をカウントする。固定資産等の毀損額の推計については、内閣府資料の「東日本大震災によるストック毀損額の推計方法について³⁷⁾」を参考にした。直接的被害額の推計の対象となるストックの項目として、同資料では表4のように示されている。原子力災害における避難に起因する固定資産の毀損として、これら全項目の推計は難しい。このうち公的インフラについては毀損額の集計対象としない。推計対象は「宅地家屋」と「民間企業資本ストック」とした。内閣府資料では「民間企業資本ストックは内閣府社会経済総合研究所「民間企業資本ストック」、社会資本ストックは「内閣府政策統括官（経済社会システム担当）日本の社会資本 2007」を利用している。住宅については、内閣府社会経済総合研究所「国民経済計算確報（ストック編）³⁸⁾」に掲載されている住宅の期末残高をもとに、総務省「国勢調査」から得た世帯数を用いて、都道府県別に按分した」としているため、本報告でもそれに従った。ただし本報告のデータはメッシュで扱うので、人口・世帯数は国勢調査メッシュデータ³⁹⁾より、分野別従業者数は経済センサス活動調査メッシュデータ⁴⁰⁾を用いている。なおPAZについては放射性物質の大量放出に至らず緊急事態が終息すれば住民・従業者は原状に復帰し資産価値の毀損はないと仮定するが、大量放出が生ずれば長期間原状に復帰できないのでUPZと同じく資産価値の毀損が生じるものとした（毀損額はUPZ計算に含んでいる）。

表4 固定資産等の毀損の対象項目

建築物	電気・ガス・上下水道	社会インフラ	他の社会資本
住宅	水道	道路	都市公園
民間住宅	下水道	道路改良	治山
公的住宅	管きよ	橋梁整備	治山対策事業
学校	処理場	舗装新設	農業、森林、漁業
国立大学	工業用水	港湾	農業
公立大学	民間企業資本ストック	交通施設	農業基盤整備
公立の小中高等学校及び各種	電気・ガス・水道	係留施設	市場及びと畜場
民間企業資本ストック		その他	林業
食料品		空港	林道及び造林

³⁷⁾岩城秀裕・是川夕・権田直・増田幹人・伊藤久仁良「東日本大震災によるストック毀損額の推計方法について」内閣府政策統括官室「経済財政分析ディスカッションペーパー（DP/11-1）」，2011年12月
<https://www5.cao.go.jp/keizai3/discussion-paper/dp111.pdf>

³⁸⁾内閣府「国民経済計算年次推計(ストック編)」国民資産負債残高
https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/2021/2021_kaku_top.html

³⁹⁾総務省統計局「統計地理情報（国勢調査）」
<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521>

⁴⁰⁾総務省統計局「統計地理情報（経済センサス活動調査）」
<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200553>

繊維
パルプ・紙
化学
石油製品
窯業
一次金属
金属製品
一般機械
電気機械
輸送用機械
精密機械
その他の製造業
農林水産業
鉱業
建設業
卸売・小売業
金融・保険業
不動産業
運輸・通信業
サービス業

航空路	漁業
空港	漁港
海岸	社会教育
海岸保全施設整備	社会教育施設
海岸環境整備	社会体育施設
廃棄物処理施設	文化施設
中間処理施設	
最終処分場	
収集運搬施設	

6 経済被害のまとめと評価

(1) 放射性物質の大量放出が生じた場合

大量放出が生じた場合の被害の推計結果を表5に要約する。ただし経済損失や固定資産毀損に関しては、前述のようにデータの制約から全項目を網羅できていない。前述の朴推計では、緊急避難・移住費用、農産物廃棄損失、転職に伴う賃金低下、物的資本の所得（賃料など）、健康被害（治療費など）等の項目を計上しているが、本試算ではそれらを計上していない。すなわち本試算の経済損失の推計値は「少なくとも」という位置づけになると考えられる。もとより被害想定は事故の進展や気象条件により異なるが、かりに想定が本試算の数分の一ないしは数十分の一であったとしても「兆円」レベルに達する。

表5 経済被害の推計値まとめ（兆円表示）

対象	放出想定	経済活動（GDP）被害・宅地建物・民間企業固定資産毀損 （兆円単位）	合計 （兆円）
東海第二 （BWR・ 1110MW）	福島2号機の放出実績 （旧原子力保安院推定）	GDP 398.1	665.5
		宅地家屋 157.7	
		企業固定資産 109.7	

(2) 放射性物質の大量放出に至らず終息した場合

PAZで大量放出に至らず緊急事態が終息した場合は経済損失をGDP損失の1か月分として表6に示す。この場合は不動産・固定資産は再利用できるものとして価値の毀損はないものとする。

表6 PAZ避難の場合の経済損失

対象	想定	経済活動（GDP）被害 （億円単位）
東海第二 （BWR・1110MW）	全面緊急事態で避難し 1か月後帰還の場合	148

(3) 本原発の稼働による発電事業者の利益

一方で本原発を稼働した場合に発電事業者にどの程度の利益が発生するかと比較する。表7は日本原子力発電(株)の経営実績について、東日本大震災と福島原発事故に伴う長期停止前の暦年度の有価証券報告書⁴¹と同社資料⁴²より抜粋した数値である。ただし経常利益は毎年ばらつきが大きい上に同社の東海第二・敦賀1号機・2号機の各々に応じた寄与が分離されていないため、同社の経常利益に対する東海第二原発の平常時の稼働によりもたらされる寄与を分離して評価できないが、概略としていかに楽観的に推定しても30億円を超えないと考えられる。これに対して社会的な経済損失が発生すれば同社に対する賠償請求となることは福島原発事故の経験に照らして明らかであるが、同社の財務体質からしてその負担は不可能であるから「原子力損害賠償・廃炉等支援機構⁴³」等、結局は公的負担によらざるをえず、同原発の稼働は狭義の経営的にも社会的にも全く不合理である。また表6に示すように、かりに放射性物質の大量放出に至らず緊急事態が終息して1か月で住民・従業員が原状に復帰したとしても、その間の経済的な損失はGDPにして148億円となり同社の年間経常利益をはるかに超える額となる。すなわち東海第二原発の存在自体が莫大な経済損失の蓋然性を持つものである。

⁴¹ 「有価証券速報」より抜粋

<https://toushi.kankei.me/c/7068>

⁴² 日本原子力発電「発電所情報」

<https://www.japc.co.jp/plant/data/index.html>

⁴³ 原子力損害賠償・廃炉等支援機構

<https://www.ndf.go.jp/>

表7 日本原子力発電(株)の暦年の事業実績

年度	原電全体の 経常利益	発電電力量 (100 万 kWh)		
	億円	東海第二	敦賀 1 号機	敦賀 2 号機
2002-3 月期	61.2	6,482	2,829	9,048
2003-3 月期	7.0	6,527	2,901	9,141
2004-3 月期	16.7	8,063	2,599	8,823
2005-3 月期	14.8	9,075	2,671	8,219
2006-3 月期	14.1	5,450	2,663	9,662
2007-3 月期	28.4	7,147	2,605	6,552
2008-3 月期	35.1	8,790	1,719	3,784
2009-3 月期	43.2	7,177	1,514	2,340
2010-3 月期	38.7	3,382	953	9,304
2011-3 月期	127.6	7,187	2,135	7,639

(4) 東海第二の発電実績

さらに表7にみられるように。東日本大震災に起因する長期停止の前から、自然災害等によらない内部事象によって発電実績は不安定であり、結局は火力発電のバックアップに依存せざるをえない実態である。また東海第二が関与する関東エリア（東京電力グループ）の電力需給実績において、近年で最も需給が逼迫したとみられる2022年6月30日14時前後の状況⁴⁴で、総需要5,437万kWに対して東海第二の供給力は定格出力で稼働したとしても110万kWであり全体に対して寄与は小さく、安定供給の理由を挙げたとしても再稼働の合理性は見出せない。また環境対策（脱炭素）の理由を挙げたとしても火力発電を稼働すれば脱炭素にはならない。

(5) 東海第二の運転が差止められるべき理由

大飯原発3,4号機運転差止請求事件⁴⁵において原告（住民側）の差止め請求を認めた判決では、「個人の生命、身体、精神、及び生活に関する利益は、各人の人格に本質的なものであり、その総体が人格権であるといえることができる」「人格権は憲法上の権利であり、我が国の法制下においてはこれを越える価値を他に見い出すことはできない」としている。そして「人格権は個人に由来するものであるが、その侵害形態から多数人の人格権を同時に侵害する性質を有するとき、その差止めの要請が強く働くのは理の当然であ

⁴⁴東京電力パワーグリッド「エリア需給実績データについて」

https://www.tepco.co.jp/forecast/html/area_data-j.html

⁴⁵ 大飯原発3,4号機運転差止請求事件、福井地裁2014年5月21日判決

る」としている（同判決第四「当裁判所の判断」の一）。また「原子力発電所は、電気の生産という社会的には重要な機能を営むものではあるが〔中略〕原子力発電所の稼働は法的には電気を生み出すための一手段たる経済活動の自由に属するものであって、憲法上は人格権の中核部分よりも劣位に置かれるべきである（同判決第四「当裁判所の判断」の三）」としている。従来ことに福島原発事故前に原発の建設・変更・稼働の差止めを求める訴訟においては、人格権構成する要素として生命・身体に対する被害が主に注目されてきたが、福島原発事故ではいかに少なく見積もっても「兆円」単位の経済的被害が現実化した。これは同判決でいう「生活に関する利益」として人格権を構成する要素であり、原発の運転が差止められるべき理由をさらに補強するものである。

(以上)