

令和4年(ワ)第1880号 損害賠償請求事件

令和4年(ワ)第22539号 損害賠償請求事件

原告 原告1ほか

被告 東京電力ホールディングス株式会社

第24準備書面

(UNSCEAR2020/2021報告書の信頼性が乏しいことについて)

2024(令和6)年5月29日

東京地方裁判所民事第32部甲合議B係 御中

原告ら代理人弁護士 井 戸 謙

同弁護士 河 合 弘

ほか



1 はじめに

被告は、本件事故によって原告らは甲状腺に有意な放射線被ばくを受けていない可能性があり、被ばくを受けているとしてもその被ばく量は極めて限定的と主張している(被告準備書面(1) p.31~32等)。その根拠とされているのはUNSCEAR2020/2021¹報告書(乙全4)の線量評価であり、被告は被告準備書面(5)、同(6)のp26~30においてその線量評価は科学的に合理的であると主張し、併せてUNSCEAR報告書が依拠する寺田論文(甲全134-1)を批判する黒川意見書に対する反論もしている。

¹原子放射線の影響に関する国連科学委員会「電離放射線の線源、影響およびリスク」UNSCEAR 2020年/2021年国連総会報告書 第II巻科学的附属書B(乙全4に同じ)

被告の反論に対する全面的反論は次回以降に行うが、本書面では、黒川意見書に対する被告の反論のうち、ATDM の各シミュレーション、バルク沈着速度に関する部分について、上岡直見氏の意見書（甲全252）に基づき再反論し、UNSCEAR2020/2021 報告書における放射性物質の推定手法は、科学的信頼性が乏しく、またその手法に基づく推定量は過小評価であって、甲状腺がん罹患の放射線起因性を否定する根拠とはならないことを、以下の2点から明らかにする。

第一に、寺田論文が、放射性核種の大気中濃度の推定に活用した ATDM は一般的に使用されるシミュレーション手法の一つで、不確実性が大きいことが多くの研究者によって指摘され、現に福島第一原発事故の同一の現象に対して国内外で多数の異なった推定結果が報告されている。しかし UNSCEAR が多くの報告の中から寺田論文のみに依拠しことに関する説明の合理性は乏しい。第二に、UNSCEAR2020/2021 に記述される「バルク沈着速度」は、寺田論文にも記述されていない UNSCEAR 独自の解釈であり、このため放射性ヨウ素の大気中濃度が過小評価される結果をもたらしている。またバルク沈着速度は一定の範囲内の物理的数値であるはずのところ、被告みずからが柏崎刈羽原子力発電所の適合性審査申請に用いた沈着速度等と桁ちがいに乖離しており不自然な点が多い。

2 上岡直見氏の略歴

原子力災害時の緊急時対応には「原子力プラントの構造や運転」「放射性物質の拡散シミュレーション」「避難（移動交通）」の複数の分野を関連づけた知見が必要である。上岡氏は民間企業に23年間在職し化学プラントの設計や安全性評価に従事した。原子力プラントは原子炉以外の大部分は核反応が関与しない汎用的なプラント装置（伝熱、流体輸送、制御等）によって構成されるのであり、化学プラントの知見はこの原子力でも共通である。またプラントの安全性評価には大気汚染物質等の拡散の検討も含まれるが、放射性物質の拡散シミュレーション

も工学的には全く共通である。上岡氏はこれら化学プラントの業務に関連して技術士法²に基づく技術士（化学部門）の資格を1992年に取得した。一方で緊急時対応に関しては交通の知見が必要であるが、上岡氏は「交通権学会」において2014年～2016年まで会長を務めた。こうした経緯から、新潟県防災局の委嘱を受け2017年から2022年まで「新潟県原子力災害時の避難方法に関する検証委員会」委員を務めた³。参考までに関連の著作物を例示する⁴。

3 シミュレーションの不確実性について

(1) 拡散シミュレーションの信頼性

放射性物質の拡散シミュレーションは多数の要因を数式化して組み合わせた計算過程であるが、数式自体が理論的に構成されたものであったとしても、不適切なデータを入力すれば不適切な結果が算出されるにすぎず、実験や観測によって検証されなければ信頼に足るシミュレーションとは言えない。

また、シミュレーションが信頼に足るか否かは客観的・科学的検証に基づくべきであって、作成者・検証者に依存するものではない。被告が準備書面（5）p.9～p.10においてにおいて UNSCEAR2020/2021 報告書の作成過程を記述して科学的信頼性があると結論付けているが、作成過程の記述は、内容の正当性とは何の関係もない。

² 同法第二条で、技術士とは「科学技術（人文科学のみに係るものを除く。以下同じ。）に関する高等の専門的応用能力を必要とする事項についての計画、研究、設計、分析、試験、評価又はこれらに関する指導の業務（他の法律においてその業務を行うことが制限されている業務を除く。）を行う者」と規定されている。

<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=358AC0000000025>

³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>

⁴ 化学工学会編『改訂六版化学工学便覧（分担執筆）』丸善，1999年，p.562～等、『原発避難計画の検証』合同出版，2014年、『原発避難はできるか』緑風出版，2020年、『原子力防災の虚構』緑風出版，2024年

UNSCEAR2020/2021は寺田論文に依拠しているが、同種のシミュレーションは国内外で多数実施されており、それらは日本学術会議の放射性物質放出シミュレーションの比較プロジェクト⁵（甲全253）にみられるように、いずれも相互に一致しない結果を示している。このように拡散シミュレーションは試行錯誤の段階にあることは多くの研究者が広く認めているところであって、寺田論文のシミュレーションは試行錯誤段階にあるシミュレーションの一例にすぎない。

被告は「多数の専門研究者による検討、討議というプロセスを経た上で（p. 10）」などと主張するが、UNSCEAR2020/2021が寺田論文のみに依拠したことについて合理的な理由を何ら述べていないし、他の異なる報告と比較検討した評価も示していない。

（2）シミュレーションモデルの基本

被告準備書面（5）には、ATDM（Atmospheric Transport, Diffusion and Deposition Modelling（大気輸送・拡散・沈着モデル））の評価について次のように述べている（p. 23）。

すなわち、ATDMでは、気象庁の数値予報データ等を初期条件とし、地球の球面効果および地形の影響を考慮した運動量3成分、熱エネルギー、水蒸気量、雲水量（液体、固体）等についての方程式を数値的に解くことにより、大気拡散計算に必要となる風速3成分、乱流量、降水量等の気象要素を計算する。そして、放出源条件と気象場計算で求めた気象要素を基に、放射性物質の大気中での移流・拡散を計算し、大気中濃度および地表面沈着量を入力する。このうち地表面への沈着については、乱流による乾性沈着と降雨

⁵日本学術会議総合工学委員会原子力事故対応委員分科会「東京電力福島第一原子力発電所事故によって環境中に放出された放射性物質の輸送沈着過程に関するモデル計算結果の比較」, 2014

<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140902-j1.pdf>

による湿性沈着を考慮し、湿性沈着では、3次元気象モデルが計算する3次元の降雨、雲量分布を考慮する。これらのモデルは、チェルノブイリ事故解析や欧州広域拡散実験における実時間予測および事後解析による性能評価により、予測精度が検証されている（乙全126）

この部分の概念を図示すれば図1のとおりである。福島第一原発事故で活用する筈だった「SPEEDI（緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム：System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information）」もこの計算手法に基づくシミュレーションの一種である。このほか本書面末尾の付表2にみられるように、東京電力ではDIANA、IRSN（フランス放射線防護原子力安全研究所）ではECMWTというように多数の異なったモデルが用いられている。なお付表2とは、IAEA（国際原子力機関）が「福島第一原発事故 技術報告 VOLUME1 事故の状況と経緯」として取りまとめた資料のうち、国内外の各種機関により推定された事故時の大気中放出量（TABLE 1.4-6）である。（甲全254のp.151～152）

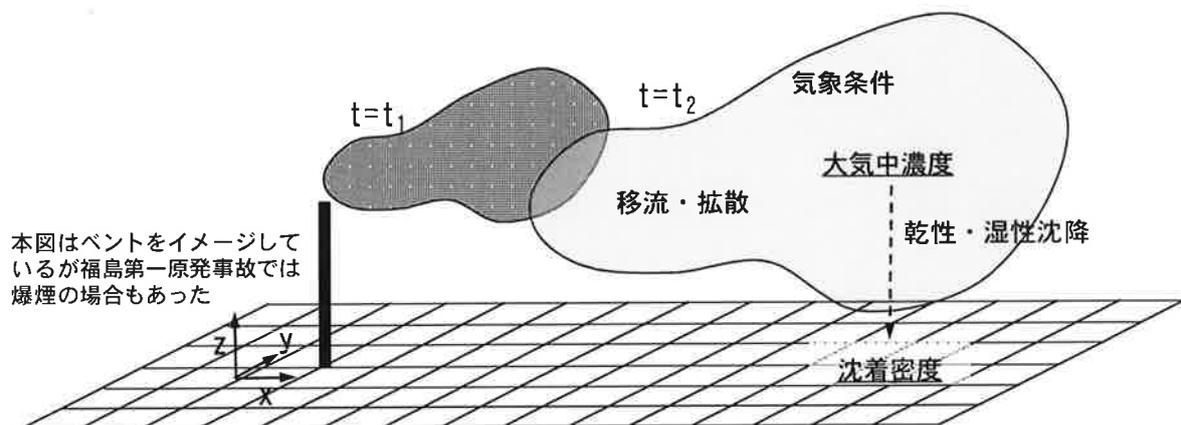


図1 ATDMのイメージ

なお被告準備書面（5）p.12では、ATDMについて

そこで、ある時間及び場所における大気中の放射性核種の種類、化学型、濃度を推定する科学的な手法が必要となるが、その手法として、JAEA（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）の研究者グループによって開発されたのが、ATDM（大気輸送・拡散・沈着モデル＝Atmospheric Transport Diffusion and Deposition Model）である。

と述べているが（p. 12）、ATDMは計算手法の一般名称にすぎず、JAEAに固有の計算手法ではない。

ATDMは、同じ現象に対しても使用モデルによって異なった結果が導出され、そのいずれが妥当であるかという統一された基準による評価もない。

日本原子力開発機構の永井晴康氏は「被ばく線量評価のための大気拡散シミュレーションー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」（乙全 126）におけるIV.まとめにおいて「この解析結果は、放出源情報およびモデル計算の不確実性が含まれており、線量推計の概算値を得るためには利用可能であるが、十分に精度が高いとは言えない。今後さらなるモデル改良と放出源情報の精査を行い、精度の高い解析を進める必要がある（同 p. 33）」と述べ、拡散シミュレーションの不確実性を認め、精度の高い解析を必要とすると問題提起をしていたが、後記のとおり、寺田論文はこの課題を克服したものではない。

（3）シミュレーションモデルの不確実性

拡散予測モデルの不確実性を与える要因は大別して2つある。第一は気象データや発生源情報などの外的要因であり、第二はモデル内部に使用されている格子間隔、拡散係数、沈着過程などの内的要因である⁶（甲全 255）。

⁶近藤裕昭ほか「放射性物質拡散・予測モデルの不確実性の低減と活用」『日本原子力学会誌』 Vol.63, No.4, 2021, p.319

Katata[2015]⁷ (甲全256) の Table1 (p.1031) にも例示されているように、主な設定条件だけでも「拡散計算のタイプ」「取扱い核種」「化学形態のタイプ」「粒子の粒径分布の考慮の有無」「乾性沈着の推計方法」「湿性沈着の推計方法」「霧(降水に至らない)の考慮の有無」「降雪の考慮の有無」「雲の凝結核の考慮の有無」「発生源情報の推計」といった多岐にわたる設定があり、その取捨選択は報告者によって様々である。寺田論文では移流部分に” WRF”、拡散部分に” GEARN”というモデルを使用していると記述されているが、それも一例であり学問的・国際的にいずれのモデルが妥当か等の合意がなされているわけではない。

照合すべき実測データが多岐にわたるため、すべての要因について実測と整合させることは困難であるが、同じ条件に対して複数のシミュレーションモデルを実行したときに、相互にどれだけ合致するか、違っていればその原因は何か等の検証は試みられている⁸。たとえば図2は、日本学術会議総合工学委員会原子力事故対応委員分科会が実施した各種モデル計算の結果比較プロジェクトにおいて、2011年4月1日0時(世界標準時)までの¹³⁷Cs積算沈着量の分布の推計結果に関する多数の国内外の報告(略号で示す)について比較一覧する図である⁹(甲全253, p.41)。左上のMEXTとは文部科学省による航空機観測である。MEXTの航空機観測は実測値であるから、各々の研究機関の結果がこの実測値に相互に一致していれば再現性・信頼性が高いと評価できるが、図2に示すようにばらつきが大きくこの実測値と一致したものはない。

⁷ Atmos. Chem. Phys., 15, 1029–1070, 2015 www.atmos-chem-phys.net/15/1029/2015/ doi:10.5194/acp-15-1029-2015 福島第一原子力発電所事故における大気放出の詳細な発生源期間の推定と、大気分散モデルのシミュレーションと堆積スキームの改良および海洋拡散モデルの連成による

⁸同上近藤裕昭ほか, p.318

⁹日本学術会議(前出)

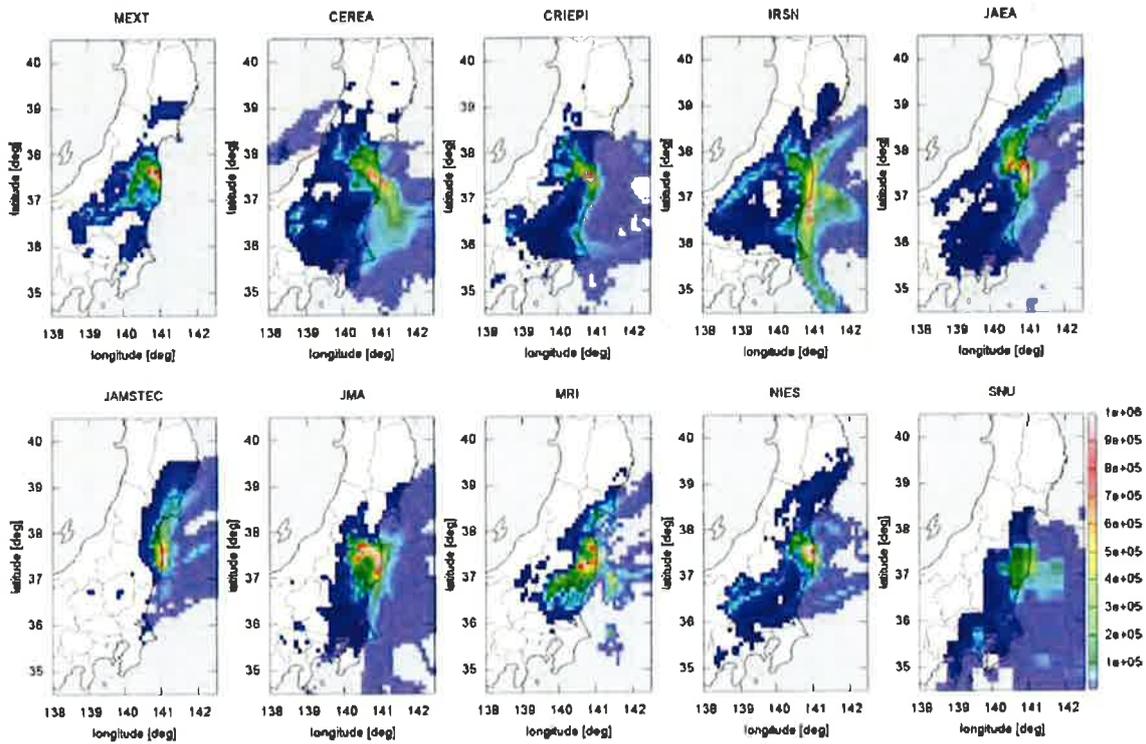
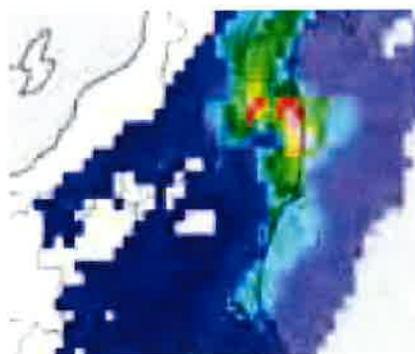
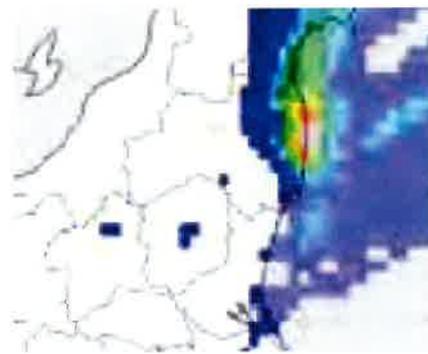


図 2 同じ現象に対するモデルによる結果の相違

このうち「JAEA（日本原子力研究開発機構）」と「JAMSTEC（海洋研究開発機構）」について福島県周辺を拡大したものが図 3 である。JAEA では福島県中通りないし会津地方から新潟県まで青色（およそ $1 \times 10^5 \text{Bq/m}^2$ ）の ^{137}Cs 沈着がみられるが、JAMSTEC ではほとんど沈着がみられない評価となっている。こうした背景からも、UNSCEAR2020/2021 が寺田論文のみに依拠し他の報告との比較検討をしていないことは科学的信頼性を欠くことに繋がる。



JAEA



JAMSTEC

図 3 JAEA と JAMSTEC の比較

この関係は本件訴訟で争点となる ^{131}I についても同じである。UNSCEAR2020/2021 が「多数の科学的情報や研究結果を踏まえて」というのであれば、国内外の多数のシミュレーション結果について福島市紅葉山等あるいはその他の多数の地点において、プルームの到来・離脱を示す大気中濃度の時間変化等について相互に近似した結果が得られているかどうか確認すべきであるが、そのような記述はみられない。単に寺田論文のみに依拠して「専門性・中立性・信頼性に疑問はない」と主張するのは、科学的根拠をもとにする主張ではない。

(4) ソースターム（発生源情報）の不確実性とその原因

ア ソースタームの意味と不確実性

ATDM であれその他の手法であれ、計算の出発点となるソースターム（発生源情報）すなわち、「どのような核種が・いつ・どれだけ・どのような化学的形態」で放出されたかという情報がなければシミュレーションはできない。地形や気象については実測値が得られる一方で、ソースタームの実測値は存在しない。このため、緊急時防護対策の支援を目的に開発されていた SPEEDI は、計算機能としては稼働可能であったものの、電源喪失により、原子炉の温度や気圧、放射線量等のデータを ERSS（緊急時対策支援システム）から受け取ることができず（ソースターム不明）、災害時の避難方法の情報提供において、事故前に想定していた機能を発揮できなかつたとされる。

寺田論文の Table 4 に示されているソースタームでは 3 月 12 日 15:00 の $100 \times 100 \times 100$ [m] とは 1 号機の爆煙が塊状に発生した状態、また 3 月 14 日 11:00 の $100 \times 100 \times 300$ [m] とは 3 号機の爆煙がキノコ雲状に発生した状態を表現している。また同表に「放出継続時間」の項があるが、これは同じ量の核種でも、それが一挙に出たのか長時間にわたって継続的に出たのかによって ATDM の結果に影響を及ぼすからで

ある。しかしこの段階から不確定要素が多数介在し、その後の展開でも不確定要素が累積するので、真の値を得ることは困難であり、報告によってさまざまな結果をもたらす。

イ ソースタームの推定と不確実性

ソースターム推定にも付表 2 (甲全 2 5 4) のようにさまざまな報告があり¹⁰、いずれが正しいという客観的な基準はない。¹³¹I の放出量でも報告者によって最小 90～最大 700PBq と 1 桁近い差がある。なお原告の第 2 準備書面 p. 5 でも指摘しているように、被告東京電力自身の推計 (No. 1) では ¹³¹I の総放出量の推定を 500PBq としている。この際の東電自身が用いた推計システムは DIANA (自社開発) と表示されている。これに対して UNSCEAR2020/2021 は ¹³¹I の総放出量を寺田論文に依拠して約 120PBq としている。

具体的に、ソースターム推定方法には大別して①Forward modelling と②Reverse modelling の 2 種類がある (被告準備書面 (6) p. 26～の下線部における「事故進展のシミュレーションに基づくもの」が①の Forward modelling、「インバース法またはリバース法のモデリング計算」が②の Reverse modelling である)。①の Forward modelling とは、事故の進展シナリオを設定して「この防護機能が失われればこれだけ放出が起きるはず」というさまざまなシナリオに基づいて放出量を推定する。ただしこの方法を用いるにしても、いつ・どこが・どれだけ壊れたかという直接的な観察結果は存在しないために、何らかの疑似的なモデルで置きかえた間接的な推定によらざるをえない。

一方で②の Reverse modelling とは、シミュレーションモデルと実

¹⁰ IAEA "The Fukushima Daiichi Accident Technical Volume 1 Description And Context Of The Accident", 2015, p.151-152.

<https://www->

[pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/AdditionalVolumes/P1710/Pub1710-TV1-Web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/AdditionalVolumes/P1710/Pub1710-TV1-Web.pdf)

測値を照合して「ある時点・地点で、ある実測値が観測されたとすれば、放出源からいつ・どれだけ放出されたはずだ」という逆推定 (Reverse) を行う解析である。寺田論文はこの方法の一種であるが、この方法でも直接の観察結果がないので、何らかの疑似的なモデルで置きかえた間接的な推定によらざるをえない。

このようにさまざまな手法が用いられるのであるが、付表 2 のようにソースターム推定からして Forward と Reverse が入り混じった上に、使用される気象モデル、拡散・沈着モデルもさまざまである。UNSCEAR2020/2021 も「大きな不確実性を持つソースターム」としている¹¹。別の検討によれば、Hirao et al. [2013] (甲全 257) は以下のように各放出時間において ^{131}I と ^{137}Cs の放出量は 3 倍程度の不確かさがあると指摘している¹²。

Estimation of release rate of iodine-131 and cesium-137 from the Fukushima Daiichi nuclear power plant

(訳) 福島第一原子力発電所からのヨウ素 131 およびセシウム 137 の放出率の推定

3.1. Uncertainty of estimated release rate

(訳) 3.1 推定放出率の不確実性

The geometric standard deviations were obtained as 3.3 and 2.9 for I-131 and Cs-137, respectively. This indicates that the uncertainty in the estimated release rate is a factor of approximately three.

(訳) 幾何標準偏差は、I-131 と Cs-137 についてそれぞれ 3.3 と

¹¹Attachment A-9, para.14

¹²Hirao S, Ymazawa H, Nagae T., Estimation of release rate of iodine-131 and cesium-137 from the Fukushima Daiichi nuclear power plant, Journal of Nuclear Science and Technology 2013; 50 (2) : 139-47.

2.9 として得られました。これは、推定放出率の不確実性が約 3 倍であることを示しています。

Chernobyl 事故については付表 2 末尾のように 1760PBq (IAEA による推定) と評価され、被告は準備書面 (1) において、Chernobyl 事故と本件を対置して「その放射性物質の放出量やその後の防護措置の内容等全く事情を異にしており」というが、一般に放出量において数倍程度の不確かさが避けられない中で、福島第一原発事故における 500PBq (東電推定) と Chernobyl 事故の 1760PBq を対置して「全く事情を異に」などという解釈は合理的ではない。

(5) シミュレーションモデルと実測の照合

このように多くの仮定を設けた計算であるから、その結果の妥当性は慎重に検討しなければならない。福島第一原発事故当時の ^{131}I 大気中濃度については限られた実測データしか残っていない。事故後の 2011 年 5 月までは福島第一原発から約 100km の範囲の ^{137}Cs の地上への沈着量分布と東海村における 1 地点の ^{137}Cs の濃度の時間変化のデータしか利用できなかった。

その後、もともと放射線監視のための施設ではない大気環境常時監視局で浮遊粒子状物質の測定済みフィルターテープが回収されて ^{137}Cs 濃度の分析がなされ¹³、関東地方および東北地方の 99 地点の 2011 年 3 月 12 日から 23 日までの間の大気中の ^{137}Cs の 1 時間ごとの濃度データが取得できた。ただし ^{131}I については黒川第 3 意見書にあるように、直接の実測データは福島県ではなく千葉県にある日本分析センターの数値しか知られていない (データは乙全 103 に同じ)

しかも同じ条件設定で計算しても前述の日本学術会議報告のように

¹³大浦泰嗣・鶴田治雄・海老原充・大原利眞・中島映至「浮遊粒子状物質自動測定機で使用されたテープろ紙を利用する大気中放射セシウムの定量」『分析化学』Vol.69, No.1・2, 2020, p.1

モデルや報告者により結果がかなり異なる。

シミュレーションと実測値の合致度を示すために表 1（寺田論文甲全 134-1 7 頁 Table 5）のように FA2, FA5, FA10 等の指標が用いられる。FA2 とは、上下 1/2~2 倍の範囲に何%入っているかという的中率である。Katata [2015] では 1/2~2 倍の範囲（Total 欄）に 12.9%が入っていた（換言すれば 12.9%しか入っていない）が、寺田論文では計算過程の改良の結果、それが 22.7%に向上したことを示している。この範囲を FA10 すなわち対数で上下 1 オーダーまで広げると（すなわち上下 100 倍まで取ると）、Katata [2015] では 35.9%が、寺田論文では 47.3%まで改良されたとしている。

しかし言いかえれば、誤差範囲を上下 100 倍まで許容しても半分以下しか入らないことも意味している。また図 3 は寺田論文中の Fig. 8 の再掲であり、実測値と推計値の合致状況を図示化したものであるが、同様にばらつきが大きいことが示される。いずれにしてもこのような背景のもとでは、寺田論文に全面的に依拠した UNSCEAR2020/2021 の報告は実際の大気中濃度をよく再現しているとは認めがたく、甲状腺がん罹患の放射線起因性を否定する根拠とはいえない。

表 1 シミュレーション結果と実測値の合致度

Region and period	Calculation	FA2 (%)	FA5 (%)	FA10 (%)	相関係数
FDNPS: Fukushima Daiichi Nuclear Power Station					
(1) North of FDNPS, 12 to 14 March	Katata et al. (2015)	12.5	25.0	25.0	0.54
	This study	43.8	62.5	62.5	0.75
(2) Kanto, 15 to 16 March	Katata et al. (2015)	9.1	17.5	25.9	0.57
	This study	28.0	52.4	60.8	0.65
(3) Fukushima, 15 to 16 March	Katata et al. (2015)	15.2	39.4	48.5	0.75
	This study	21.2	33.3	54.5	0.78
(4) North of FDNPS, 18 to 19 March	Katata et al. (2015)	6.7	6.7	6.7	0.15
	This study	33.3	46.7	53.3	0.49
(5) Southern Tohoku, 20 to 21 March	Katata et al. (2015)	9.8	28.3	34.8	0.49
	This study	7.6	18.5	22.8	0.47

(6) Kanto, 20 to 21 March	Katata et al. (2015)	18.3	41.8	46.4	0.48
	This study	23.5	39.2	45.8	0.51
Total	Katata et al. (2015)	12.9	29.4	35.9	0.54
	This study	22.7	39.7	47.3	0.60

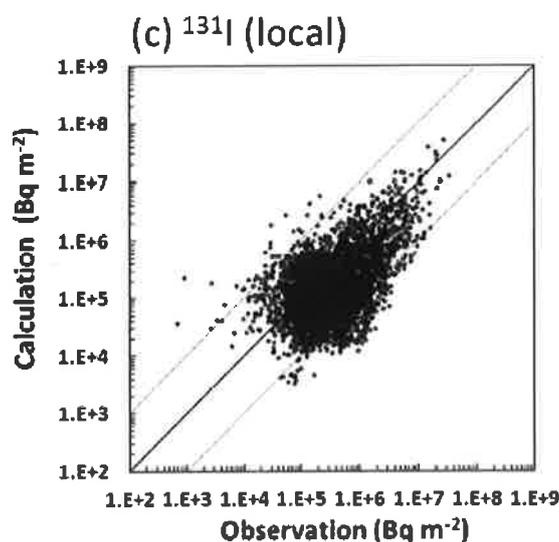


図 3 寺田論文 Fig.8

- 3 バルク沈着速度が信頼できないこと及び大気中濃度を過小評価していることについて

バルク沈着速度とは、沈着密度／大気中積分濃度＝沈着速度とされている。UNSCEAR2020/2021 において「公衆が避難しなかった地域における大気中濃度の推定法について」で「バルク沈着速度」を使用しているが、これは UNSCEAR2020/2021 による独自解釈であり、この使用の結果、放射性ヨウ素の大気中濃度が過小評価される結果をもたらしている。

(1) 乾性沈着と湿性沈着

「沈着速度」とは、図 1 の ATDM のイメージ図で示すように、また被告準備書面 (5) p. 20 以降にも述べられているように、汚染大気中の放射性核種のうちどれだけが地表に沈着するかのパラメータである。

放射性物質が地表面に沈着するプロセスには、乾性沈着と湿性沈着がある。乾性沈着は、地表面付近の放射性物質が大気乱流や重力沈降により地表面に沈着する状態を指す。一方、湿性沈着は、粒子状の放射性物質が雨滴の核になったり、降雨に付着して雨とともに地表に落ちる状態を指す。

シミュレーションでは、乾性沈着を支配する「乾性沈着速度（一般に mm/s 等）」と、湿性沈着を支配する「洗浄係数（一般に 1/s 等）」を分けて別のメカニズムでモデルを構築することが多い。乾性沈着速度は、降水なしの条件で大気中の放射性核種等が地表に沈着する速度として定義され、大気中の放射性核種積分濃度 $[Bq \cdot s/m^3]$ と地表沈着密度 $[Bq/m^2]$ の比として通常は $[mm/s]$ 等で表される。一方で洗浄係数は、降水ありの条件で、大気中に含まれる放射性核種の量に対して単位時間あたり除去される比率で、通常は $[1/s]$ で表される。

（２）バルク沈着速度と乾生沈着・湿性沈着

ア 「沈着速度」と「洗浄係数」とは性格が異なる数値なので本来は相互に換算できないが、被告準備書面（５）p.20 では「ここで、UNSCEAR は、ATDM のうち地表沈着シミュレーションから得られる沈着速度を、「バルク沈着速度」と呼んでいる（甲全 135 の 3・13 頁・14 頁）。このバルク沈着速度とは、湿性沈着と乾性沈着を包含した沈着の速度を表している」とし、メカニズムが異なるために本来は別のモデルで扱うべき現象を一括して疑似的な係数としてまとめている。しかし、被告が引用する乙全 123 の p.61 左段には、被告が指摘するとおり、次のような指摘がある。

乾性沈着量が少ない地域あるいは乾性沈着量がそう重要とは考えられていなかった時期には、湿性沈着も乾性沈着も含めたバルク法による全沈着量での評価でも良かったが、生態系への影響や都市部での文化財などへの影響ならびに発生

源対策などを考慮した場合、湿性沈着量と乾性沈着量をそれぞれ個別に、正確に評価することが望まれるようになってきた。

複雑な過程をいくつか包括した便宜上の係数として取り扱う手法は、実務的・工学的には便法として行われることはあるが、乙全 123 では、乾性と湿性を区別せず包括的に取り扱うバルク法は古い、ないしは便宜的な考え方であって、近年は乾性と湿性を分けて正確に取り扱うことが望まれている。本件に関しては、UNSCEAR2020/2021 が沈着部分で最近では推奨されないバルク法という理論的に不明瞭な方法ないしは便法を混在させたために、結果の信頼性をさらに低下させている。

イ バルク沈着速度の使用法の不合理性

被告は、「公衆が避難しなかった地域における大気中濃度」については ATDM による地表の沈着密度の推定値が、実際の測定値と少なからず乖離し、大気中濃度の推定に不確かさがあるので、UNSCEAR2020/2021 は、実測値がある地表の沈着密度をバルク沈着速度で割り戻すことにしたと主張し、「 $\text{沈着密度} / \text{大気中時間積分濃度} = \text{沈着速度}$ 」の式をもとに、沈着速度は不確かさが小さく、同じような値になるという前提で、 $\text{大気中積分濃度} = \text{沈着密度} / \text{沈着速度}$ という割り戻しを試みている（準備書面（5）p.15～）。

しかし、被告のバルク沈着速度の不確かさが小さいという説明は却ってバルク沈着速度を不要とすることを示すものであり、バルク沈着速度を導入する必要性・合理性は失われる。

沈着速度の不確かさが小さいという前提について、被告は「地表に降下する過程は複雑なものであるが、気象状況等の客観的要素は変わらないから、数値計算によって放射性物質が地表に降下する過程を詳細にシミュレーションすることができる。そのシミュレーションに依拠すれば沈着速度の不確かさも小さい」（被告準備書面（5）p.18）と

主張する。しかし、計算によって地表降下シミュレーションを算出しそれに依拠して沈着速度が先決的に求まるのであるなら「バルク沈着速度」などという過程を導入する必要はなくなる。被告の主張によれば、当該地点の放射性核種の大気中濃度を求めるには、その時の気象条件に応じて算出可能な乾性あるいは湿性沈着速度を使用すれば大気中濃度を直接求めることができるはずである。それをせずにバルク沈着速度を用いる必要性・合理性についての主張はなされていない。

ウ 被告が他の原子力施設で使用する沈着速度との著しい矛盾

被告はバルク沈着速度が数 100mm/s は不自然ではないと主張している（準備書面（5）p. 22～25）。しかし、被告は、所有する柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の新規制基準適合性審査書類において全く異なる数値（湿性沈着速度 12mm/s）を使用している¹⁴（甲全 258）。なお〔 〕内は本件と単位を揃えたものである。

2-6 地表面への沈着速度の設定について

中央制御室の居住性評価において、地表面への沈着速度として、乾性沈着速度 0.3cm/s [3mm/s] の 4 倍である 1.2cm/s [12mm/s] を用いている。

「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（昭和 51 年 9 月 28 日 原子力委員会決定、一部改訂 平成 13 年 3 月 29 日）の解説において、葉菜上の放射性よう素の沈着率を考慮するとき、「降水時における沈着率は、乾燥時の 2～3 倍大きい値となる」と示されている。

¹⁴東京電力株式会社「柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉中央制御室の居住性に係る被ばく評価について」平成 27（2015）年 6 月，添 2-6-1

https://www.tepco.co.jp/about/power_station/disaster_prevention/pdf/nuclear_power_150611_02.pdf

これを踏まえ、湿性沈着を考慮した 沈着速度は、乾性沈着による沈着も含めて乾性沈着速度の 4 倍と設定した。

同資料は中央制御室の居住性評価を対象としているが、「地表面への沈着」は同一の物理現象であって原子炉からの距離によって変化する数値ではないから本件でも同様である。現に北海道電力株式会社「泊発電所 3 号炉設置許可基準規則等への適合（甲全 2 5 9）では¹⁵

緊急時対策所指揮所及び緊急時対策所待機所の居住性に係る被ばく評価では、地表面への沈着速度を乾性沈着速度の 4 倍と想定しており、乾性沈着速度として 0.3cm/s [3mm/s] を用いている。乾性沈着速度の設定の考え方を以下に示す。

乾性の沈着速度 0.3cm/s は NUREG/CR-4551^{*1}に基づいて設定している。NUREG/CR-4551 では郊外を対象とし、郊外とは道路、芝生及び木・灌木の葉で構成されるところとしている。原子力発電所内も同様の構成であるため、郊外における沈着速度が適用できると考えられる。

として、発電所外で採用される数値を発電所内にも適用したとしている。

このように被告及び他の原子力発電会社もみずから「バルク沈着速度」に相当する包括的な値として 10mm/s 前後の値を採用し、それ

¹⁵北海道電力株式会社「泊発電所 3 号炉設置許可基準規則等への適合状況について（重大事故等対処設備）」「資料 1-2-40」と題するもの 令和 5（2023）年 8 月，p.232

でも保守的（安全側）な数値であるとして新規制基準の審査書類にさえ記載しているのに、本件では桁ちがいの数 100mm/s も不自然ではないなどと主張することは自己矛盾を呈している。バルク沈着速度とは、沈着密度／大気中濃度＝沈着速度とし、沈着速度を過大評価することによって、沈着密度／沈着速度＝大気中濃度の過小評価を導いている。沈着速度 10mm/s と数 100mm/s では、大気中濃度が数十分の一に過小評価される。

4 まとめ

以上を総括すれば、第一に、被告が依拠する UNSCEAR2020/2021 は、大気汚染物質の拡散シミュレーションに一般的に使用される手法（被告が ATDM と称する手法）を用いているが、大きな不確実性が伴うことが多数の研究者によって指摘されており、寺田論文のみに依拠してその他の報告を採用しない理由について説明は十分に合理的なものではない。第二に、UNSCEAR2020/2021 に記述される「バルク沈着速度」は、寺田論文には記述されていない UNSCEAR2020/2021 による独自解釈であって放射性ヨウ素の大気中濃度が過小評価される結果をもたらしており、かつその値は被告みずから柏崎刈羽原子力発電所の適合性審査申請に用いた沈着速度とも桁ちがいに乖離した数値であるなど不自然である。甲状腺がん罹患の放射線起因性を否定する根拠として薄弱であることが明らかである。

付表 1 寺田論文で採用しているソースターム（抜粋）

		放出継続時間	Cs137[Bq]	I131[Bq]	放出高さ[m]
3月12日	5:00	4	3.88E+12	4.05E+13	20
3月12日	9:00	1	4.20E+12	4.50E+13	20
3月12日	10:00	4	2.70E+12	2.96E+13	20
3月12日	14:00	1	7.20E+13	5.70E+15	120

3月12日	15:00	1	2.70E+14	4.20E+15	100×100×100
3月12日	16:00	6	1.40E+13	1.19E+14	120
(中略)					
3月14日	3:00	4	4.40E+12	5.49E+13	120
3月14日	7:00	4	3.50E+12	4.43E+13	120
3月14日	11:00	1	1.86E+14	2.30E+15	100×100×300
3月14日	12:00	6	1.80E+12	2.33E+13	20
3月14日	18:00	1	1.10E+12	1.44E+13	20
(中略)					
3月25日	11:00	35	2.20E+12	1.26E+14	20
3月26日	10:00	47	6.91E+11	6.46E+13	20
3月28日	21:00	35	3.00E+12	1.21E+13	20
3月29日	11:00	14	5.87E+12	4.26E+13	20
3月30日	0:00	13	4.32E+13	2.66E+14	20
3月31日	22:00	22	2.70E+12	7.95E+13	20
3月31日	0:00	2	8.91E+11	5.30E+12	20

付表2 さまざまなソースターム推定の一覧

SUMMARY OF DIFFERENT ESTIMATES FOR THE ATMOSPHERIC SOURCE TERM IN 2011 IN PBq						
	¹³⁷ Cs	¹³¹ I	¹³³ Xe	Release duration	Method used	Models or code used
1 TEPCO, 2011 [6,100]	10	500	0.5x10 ³	12.03-31.03	Reverse modelling	Weather data (measurements on site and AMEDAS) /DIANA
2 IRSN-1, 2011 (Emergency Response) [101]	10	90	2x10 ³	11.03-22.03	Estimate of reactor state, analysis of information	Available operational data about the accident progression and reactor state

3 IRSN-2,2012 [101-103]	20-21	190-197	5.9×10^3	11.03-27.03	Forward+reverse modelling	ECMWT+ARPEGE+local observations/C3X (ldX+pX) / ASTRID
4 IRSN-3,2013 [104]	15.5	105.6	12×10^3	11.03-27,03	Reverse modelling	ECMWF/C3X (ldX)
5 CERE,2012 [105,106]	12-19, uncertainty 15-20%	190-380, uncertainty 5-10%	-	11.03-27.03	Reverse modelling	ECMWF, Wrf/ Polair3D (polyphemus platform)
6 JAEA-1,2011 (Chino et al.) [107]	13	150	-	12.03-05.04	Reverse modelling	SPEEDI (PHYSIC/PRAWDA21) WSPEEDI-II (MM5/GEARN)
7 JAEA-2/NSC, 2012 (Katata et al.) [2,108,109]	11	130	-	12.03-05.04	Reverse modelling, refinement of JAEA-1 source term	WSPEEDI-II (MM5/GEARN) +JMA data (WRF)
8 JAEA-3,2012 (Terada et al.) [110]	8.8	124	-	12.03-30.04	Reverse modelling, refinement of JAEA-2 source term	WSPEEDI-II (MM5/GEARN) 1 JMA data (WRF)
9 JAEA-4,2013 (Kobayashi et al.) [111]	13	200	-	12,03-30.04	Reverse modelling	Same as JAEA-3-SEA-GEARN
10 NILU,2012 [112]	37, uncertainty 20-53	-	15×10^3 , uncertainty (12-18) $\times 10^3$	11,03-05.04	Reverse modelling	ECMWF+NCEf GFS/ FLEXPART
11 IBRAE,2012 [87,113,114]	30	188	0.4×10^3	15.03	Forward+reverse modelling (iterations)	SOCRAT/ ARW-WRF/ NOSTRADAMUS
12 SECNRS,2011 [115]	35	700		11.03-17.03	Estimate of Fuel inventory, reactor state, analysis of information	SCALE6 (ORIGEN-ARP) / WASH-1400/ NUREG-1150
13 NISA,2011 [2.116]	15	160	11×10^3	11.03-15,03	Forward modelling	MELCOR
14 JNES,2012 [117]	7.3-13	250-340	9×10^3	11.03-17.03	Forward modelling	MELCOR
15 ZAMG,2011 [118]	30	400	-	11.03-15.03	Reverse modelling	ECMWF/ FLEXPART

16 NIES,2011[119]	9.9 (100 % particulate, 1 μ m)	142 (80 % gaseous form)	-	11.03 -30.03	Rcverse modelling	Models-3 CMAQ/ WRF+JMA data
17 CEA,2012[120]	10	400	6.0×10^3	12.03 -01.05	Reverse modelling	MM5,Wrf, NCEP GFS/ FLEXPART
18 SNL,2013[115]	10	276	7.9×10^3	11.03 -15.03	Forward modelling	Fractional releases, ORIGEN core inventories
19 ENEA,2014 [121]	21	199	5.56×10^3	11.03 -16.03	Forward modelling	RASCAL 4.2
20 UNSCEAR,2014 [122]	8.8	124 (50 % gaseous form)	7.3×10^3	Same as in JAEA-3	Reverse modelling	Same as in JAEA-3
Chernobyl source term, IAEA, 2006	85	1760	6.5×10^3			