

巻頭インタビュー

- 1 「高レベル放射性廃棄物処分の問題に
みんなが向き合っているほしい」
神恵内村長 高橋昌幸氏に聞く

聞き手 澤田哲生

特集Ⅰ 「福島原発事故とその後」 —原子力施設立地地点からのメッセージ

- 12 「立地地域」とは
むつ市長 宮下宗一郎

- 13 今後の原子力に対する想い
東通村長 越善靖夫

- 15 原子力が「現実解」たるためには
女川町長 須田善明

- 17 原子力について「みんな」で考えたい
東海村長 山田 修

- 18 原子力立地地域から思うこと
敦賀市長 洲上隆信

- 19 半世紀に亘る「原子力と共生する
まちづくり」
美浜町長 戸嶋秀樹

- 20 地球温暖化と原子力の果たすべき役割
おおい町長 中塚 寛

- 21 原子力政策の停滞要因
高浜町長 野瀬 豊

- 23 玄海町と原発
—再稼働から廃炉の時代に向けて
玄海町長 脇山伸太郎

時論

- 3 「人間の安全保障」と原子力

齊藤正樹

座談会

- 25 どうする？安全目標

近年のさまざまなリスクに対応するためには、社会が直面するリスクに横断的に対応するより高い汎用性をもった安全目標の策定と、その実装が求められているのではなかろうか。

佐治悦郎, 佐田 務, 寿楽浩太, 田中治邦
滝 順一, 松岡 猛, 山口 彰, 澤田哲生

- 37 東日本大震災から10年、若者が
未来を展望する

東日本大震災当時は幼かった子どもたちが、頼もしい若者たちに成長している。震災に翻弄されながら育ち、今はコロナ禍と共存する日々を生きる彼らは、どんな未来を見据えているのか。

安藤七哉, 石崎悠也, 上野和花, 加藤 結
武藤あおい, 矢座孟之進, 井内千穂, 澤田哲生

解説

- 44 目に見えない脅威にどう対処するのか？
新型コロナウイルスと放射性物質

新型コロナウイルスをめぐる社会の現状は、1F事故とそれによって引き起こされた社会の混乱を彷彿とさせる。秋の大会での理事会セッションでは1F事故の経験からウィズコロナ、アフターコロナの社会に生かすべき教訓はないかといった観点での考察を試みた。

越智小枝, 山口 彰, 土田昭司

- 50 原子力安全にかかるパンデミックの
国内外の現状と課題

世界的な相互接続性の深化が新興感染症をパンデミックに至らせる可能性を高めたが、国内外の原子力施設は新型コロナウイルスにどう備えてどう対応したのか。

小林哲朗 ほか

55 電力設備および業務を対象とした画像センシングの研究状況

IoTを活用したセンシングや、データから解を導き出すAIの活用が今後は重要になる。ここではデータ取得の入り口となるセンシングに着目し、画像を用いたセンシングの導入が電力設備の維持管理や業務の効率化に不可欠であることを示す。 中島慶人

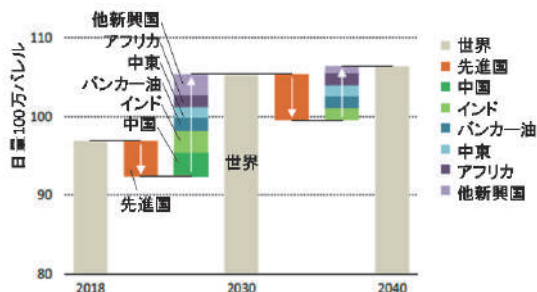
60 複数基立地サイトのリスクに対する考察

確率論的リスク評価では単一の原子炉を対象とした評価がなされており、複数基同時発災の文脈は明示的には考慮されていない。複数基立地サイトでのリスク値への影響について定性的な分析を行った。 三浦弘道

解説シリーズ

65 世界情勢の構造的変化とエネルギー(2) 転機を迎える石油情勢

近年の石油情勢は地政学的要因に加え、環境規制、エコカー普及、車への嗜好の変化、新型コロナによる社会動向の変化などの影響を受けつつあり、石油の将来は一層不確実性を増している。 小宮山涼一



2018年～2040年の石油需要の推移

70 Column

ディノコッカス・ラディオデュランス, 宇宙へ 秋江拓志
穢れと秩序 越智小枝
「統合」の時代に 菅原慎悦
スロバキアから福島へ(1) 妹尾優希
目標立ては意外と忘れがちのようで 鳥居千智
持続可能な社会を目指して3 野ヶ山康弘

5 NEWS

- 2019年のCO₂排出量、観測史上で最高に
- 海外ニュース
- 部会等の活動報告

報告

73 研究炉等へのグレーデッドアプローチ適用に係る課題と提言

研究炉が長期間、運転を停止していることは人材の育成に大きな影響を与えている。本報告ではグレーデッドアプローチを適用した適切な規制対応方法へ向けた課題を分析するとともに解決のための取組みを関係組織に提言する。 与能本泰介, 上坂 充ほか

78 アジア諸国における放射性廃棄物管理の動向

－ IAEA ANSN RWMTG の活動報告

IAEAアジア原子力安全ネットワークが設置している放射性廃棄物管理トピカルグループの活動について報告するとともに、アジア諸国における放射性廃棄物管理の状況について概説する。

青木広臣, 廣田明成, 内田雅大

82 関西電力金品授受問題への見解

倫理委員会は関西電力金品授受問題について倫理の観点から議論を行い、見解をまとめた。 倫理委員会

談話室

84 一步一步の日常 (2)

一生生きるために必要なもの

口町和香

理事会だより

85 2020年秋の大会 理事会セッション報告

新堀雄一

- 54 From Editors
- 43 新刊紹介
「ウランの化学(Ⅰ)」 坂村義治
- 86 会報 原子力関係会議案内, 新入会一覧, 基金寄付者芳名一覧, 英文論文誌 (Vol.58, No.1)
目次, 主要会務, 編集後記, 編集関係者一覧

INTERVIEW

「高レベル放射性廃棄物処分の問題にみんなが向き合ってほしい」

神恵内村長 **高橋 昌幸** 氏に聞く



高橋 昌幸（たかはし・まさゆき）

神恵内村生まれ。北海道立岩内高等学校を卒表後、神恵内村役場職員として産業課長、住民課長などを歴任。2002年に村長選挙で初当選。現在は5期目。

聞き手 本誌 澤田 哲生

神恵内村は江戸時代から、明治、大正にかけて、ニシン漁で栄えた村で、当時は弁財船による本州との交易も活発に行われた。最盛期には一日に大量のニシンが採れたことで、ニシンの処理が追いつかず、一時、ためて置く生簀のような施設の袋澗(ふくろま)は産業的な遺産として今も残っている。そんな歴史と環境のなかで育った村長が今度は日本のエネルギー問題に一石を投じた。その経緯と決意そして将来への思いを聞いた。

澤田 高レベル放射性廃棄物の最終処分に関する文献調査が2020年11月17日に経産省から認可され、調査が始まりました。今のお気持ちは？

高橋村長 9月8日に神恵内村商工会が村議会に文献調査受け入れに関する請願を提出し、10月8日に村議会で請願を採択しました。翌9日には経産省から神恵内村に文献調査の実施について申し入れがあり、同日、受け入れを表明しました。

私たちの村には今、817人の村民がいます。全員が賛成というわけではありません。村民だけでなく、このあたりの20市町村からなる後志(しりべし)地域の中には、この問題を心配する人もいます。できるだけ多くの人に、この問題の重要性を認識し、理解を深めていただきたいと思います。そのためにも国や原子力発電環境整備機構(NUMO)にも、力を尽くしていただきたいと思っています。

ー村長がこの問題に関心をもったのはいつからですか。
泊原子力発電所ができた時から、原子力のことには関

心をもって、私なりに勉強してきました。一方で村では商工会を中心に、最終処分に関心をもつ人がいて、それが商工会の請願へとつながったものと認識しています。

ーこれまでで、最も苦勞されたことは何でしょう。

申し入れを受諾した後に、新聞やテレビからたくさんの取材をうけました。記者の中には、同じことを何度も聞き、私の思いとは異なる、自分たちの取材意図に合うような発言を引き出そうとする報道関係者もありました。そして、私がいろいろなことを話す中で、私の意図とは異なる形で切り貼りされて記事になることもありました。

メディア対応は慣れないものだったので、苦勞しながらもいろいろ学ぶことが多かったです。

ー村内での反対はどのような感じなのでしょう。

村議会で文献調査の請願を審議し、5対2で採択されましたが、その間、私が直接聞いた限りでは、村内外の人が集まり反対の街頭演説が数回あったようですし、私

の政治姿勢を批判するようなパンフレットも4回ほど新聞に折り込まれました。

－文献調査で2年、さらにその先もあるかもしれません。

これは次世代にまでつながる話です。11月17日に村PTA 連合会主催で小学生、中学生を対象とした勉強会に私も出席させていただきました。また、村PTA 連合会の要請を受けたNUMOも参加する中で厳しい質問もありましたが、この問題を議論しなければならない必要性について、しっかりと説明させていただいたつもりです。

村では、今までも原子力安全対策事業の一環で小学生などを対象に、エネルギー関連施設を訪問するなどの視察研修を行ってきました。エネルギー政策については、国やNUMOからも、いろいろな機会を設け情報提供をしていただきたいと思います。

－文献調査から概要調査へ進むとなると、北海道知事の理解も必要になります。

もし次の局面に入るとすれば、知事の意見も尊重されることとなっています。この問題については、国が責任をもって説明し、対応していただくことを期待します。

また、高レベル放射性廃棄物に関する北海道の条例ができて20年がたちます。その後、社会は大きく変わり技術も進歩しました。私はそうした変化を踏まえて、条例を改めて検証していただく必要があるのではないかと考えています。

－日本の全国国民に向けての思いを。

原子力発電所は長く、「トイレのないマンション」という言い方をされてきました。反対する人たちはそのことをずっと批判してきました。高レベル放射性廃棄物の最終処分場は、地盤が強固な原子力発電所があるところをお願いできればと思っていますが、それが無理であるならば、その周辺、あるいは立地条件のよいところが引き受けざるを得ないと思っています。

できるならば多くの人に、国の政策をより理解してもらって、全国各地で調査を受け入れてくれるところが出てくるようになればと願っていますし、その中で最適地を選んでいただければと思います。

－原子力の専門家や日本原子力学会に求めることは。

この問題について、できるだけ多くの人に理解してもらえるような活動を国とともにしていただければと思

います。地層処分の問題が容易になるような技術開発、廃棄物の無害化や放射能の半減期を短くするような研究も進めてほしいと思います。

－村長に対しては村の内外からどのようなメッセージが届いていますか。

反対する意見もかなりいただきました。ただ、反対する意見は印刷されたものが多かったようです。賛成であれ反対であれ、寄せられる意見にはすべて目を通しています。

また、処分場が必要なことはわかるが、なぜ神恵内村なのか、なぜ北海道なのかと問いかけるものもあります。

その一方で、原子力政策を進める上で協力できることがあれば声をかけてくれという提案や、村の受諾に対して感謝やエールをかなりいただきました。ふるさと納税をしてくれる人もおられます。

神恵内村はかつてニシン漁で大いに栄えました。全盛期は大正時代で、神恵内村の漁獲高が北海道でトップになった時代もありました。また、私が生まれる前のことですが、ニシンの群れが産卵のために浜辺に押し寄せて、海が白子で白く濁る「群来(くき)」と呼ばれる現象があったと聞きますが、今は皆無です。

私が村長に就任したころ、村は深刻な財政難で基幹産業である漁業の振興を図るため、サケやマス、ウニの増養殖事業に取り組んできました。しかし、温暖化等の自然環境の変化が大きく影響し、増養殖事業が村の財政改善に大きく寄与するまでには至っていません。とはいえ、過疎で小さく縮こまる村になってはいけな

と思っています。そのため学校教育やスポーツ振興にも力を入れてきました。卓球では小学生が全国大会にまで出られるようになったのですが、大会では「核のごみの神恵内村」と言われたと聞き、大変胸が痛みました。

文献調査に伴う交付金がでることは事実ですが、高レベル放射性廃棄物の処分という極めて重い問題は、20億円で引き受けるような話ではないと思っています。お金のために受諾したと言われるのは心外です。この受諾をきっかけとして、電気という恩恵を受けている国民一人ひとりが、この問題を考えるようになることを、強く願っています。

－村の幸せだけでなく、日本全体の公益をも見据えたお話、ありがとうございました。

(2020年11月24日 zoom で実施/編集協力：佐田 務)



「人間の安全保障」と原子力



齊藤 正樹（さいとう・まさき）

日本核物質管理学会会長，東京工業大学名誉教授。

米国 Purdue 大学，動力炉・核燃料開発事業団，大阪大学，東京工業大学で勤務。内閣府原子力安全専門委員，内閣官房参与等を歴任。

この時論は、「人間の安全保障」と原子力とのかかわりについて紹介している。

I. はじめに

日本は戦後一貫して平和国家としての道を歩み，他国に脅威を与えるような軍事大国とはならず，「原子力基本法」およびわが国の国是である「非核三原則」を堅持し，「核兵器の不拡散に関する条約（NPT）」や「包括的核実験禁止条約（CTBT）」を基に，「原子力平和利用」と「核軍縮と核不拡散」を推進してきた。

また，2013 年 12 月 17 日に公表された「国家安全保障戦略」において，「わが国は，国際協調主義に基づく積極的平和主義の立場から，国際社会の平和と安定のため，積極的な役割を果たしていく」こと，および，そのための「軍縮・不拡散」に係る政策について，「わが国は，世界で唯一の戦争被ばく国として，『核兵器のない世界』の実現に向けて引き続き積極的に取り組む」と謳っている。

わが国は国益である「わが国の平和と安全をより強固にし，わが国と国民の更なる繁栄を実現し，平和で安定した国際社会を構築する」ことに努めてきた。

しかし，国際社会の「平和と安定」とは，単に「戦争や紛争のないこと」ではない。

II. 「人間の安全保障」と「原子力基本法」

「人間の安全保障」とはなにか？外務省の資料によると次のように解説されている。（外務省資料¹⁾抜粋）

「冷戦後の国際社会においては，経済の自由化や情報通信技術の飛躍的発達とも相まってグローバル化が急速に進展した。この過程は世界の相互依存関係を深化させ，人々に多くの恩恵をもたらす一方，各国間と一国内の人々の格差を拡大する要因ともなった。現在，世界中で実に 13 億人が 1 日 1 ドル以下で生活している。人，モノ，金，情報の大量かつ高速な移動は，人・武器・薬物の密輸や感染症などの拡散を助長し，経済の拡大は地球温暖化等の地球環境問題・エネルギー問題を深刻化させている。また，冷戦構造の崩壊は宗教・人種・民族その他を要因とする紛争の引きがねとなり，難民・国内避

難民・対人地雷・小型武器等の問題を顕在化させることとなった。そしてこれらの問題は，一つひとつが相互に複雑に結びついている。このように，人々を直接に脅かす問題を克服するためには，国家がその国境と国民を守るという伝統的な『国家の安全保障』の考え方のみでは対応が難しい。もちろん『国家の安全保障』の重要性はいささかなりとも減ずるものではないが，それに加え，人間の視点から多様な問題の相互関係をとらえ，これらに包括的に対処する必要がある。これが，『人間の安全保障』である。すなわち『人間の安全保障』は，人間の生存・生活・尊厳に対する広範かつ深刻な脅威から人々を守り，人々の豊かな可能性を実現するために，人間中心の視点を重視する取り組みを統合し強化しようとする考え方である。」

一方，わが国の原子力基本法は，「原子力の研究，開発および利用（以下「原子力利用」）を推進することによって，将来におけるエネルギー資源を確保し，学術の進歩と産業の振興とを図り，もって人類社会の福祉と国民生活の水準向上とに寄与することを目的とする」と謳っている。原子力は「人間の安全保障」と密接に関係している。

このように，「原子力利用」推進の目的は「エネルギー安全保障」や「環境安全保障」はもとより，「国家安全保障」や「国際安全保障」への貢献のみならず，究極的には「人間の安全保障」に貢献することである。

III. 「人間の安全保障」に貢献するアプローチの例

原子力は，再生可能エネルギーでは太刀打ちのできない「多様性」を持っている。CO₂ フリーのエネルギーとしての利用のみならず，「医療・福祉」，「農業・食糧・水資源」，「海洋開発」，「宇宙開発」などの多様な分野における原子力の研究・開発・利用の推進が，「わが国のみならず，国際社会の平和，安定，福祉そして繁栄」の実現に大いに貢献する。

1. 感染症（新型コロナ）パンデミックへの貢献

放射線は医療や非破壊検査の分野などで広く貢献している。X 線や紫外線が新型コロナ・パンデミック対策にどう貢献できるだろうか？例えば，

- (1) 病院内で使用した高価な医療器具や医療防具の再使用のための非接触型殺菌や感染症患者を診療した病室やベッドなどの小型で可動な非接触型ウイルス不活化
- (2) 多くの人が出入りする病院、ホテル、劇場、遊園地、動物園、オリンピック会場などの競技場や空港のゲート等における人体、衣服、荷物に付着しているウイルス不活化(「人間の安全保障委員会」の提言¹⁾「移動する人々の安全確保をする」に貢献する。)

など挙げられるが、私はこの分野の専門家ではないので、この分野の専門家の活躍に期待したい。

2. 国境を越えた「エネルギー(電気、水素)」や「水」支援への貢献

世界の人口が益々増加する将来、世界的に食糧、水、エネルギー不足が予測される。特に開発途上国では深刻な問題となる。領海および排他的経済水域の面積では世界第6位、その体積では世界第4位の「海洋国家」である日本は、このような危機に対して、これまで培ってきた日本の造船技術や原子力技術を基に、エネルギー(電気(海底ケーブルで送電))、水素(海水の電気分解等により生成し、沖合や公海上では液化水素タンカーで輸送)、水(海水淡水化)等を支援する「多目的原子力船団」を開発し、政府開発援助(ODA)として開発途上国等へ派遣することが考えられる。

この「多目的原子力船団」は以下の特徴を持つ。

- ▶ 地震や津波に対して強い安全性を持つ。
- ▶ 緊急用原子炉冷却水(海水)が豊富で、海は膨大の除熱源である。
- ▶ 万が一の緊急時には、住民が避難するのではなく、船が移動して居住地域から離脱が可能である。
- ▶ 「多目的原子力船団」は、発電する原子力船の他に、液化水素輸送用大型タンカーや客船(従業員・家族の居住、病院、学校、レストラン、劇場、スポーツジムなど装備)で構成される「海洋都市」(学校や病院等は開発途上国等の教育や医療等の支援にも活用できる。)

この「多目的原子力船団構想」は、「人間の安全保障委員会」の提言¹⁾「普遍的な最低生活水準を実現するための努力を行う」、「基礎教育の完全普及により全ての人々の能力を強化する」や「極度の貧困下の人々が恩恵を受けられる公正な貿易と市場を支援する」などに貢献する。

そのためには、原子力船「むつ」を参考にして、長寿命で核拡散抵抗性の高い²⁾「小型モジュラー海洋原子炉(Small Modular Marine Reactor: SMMR)」の開発が望まれる。

3. 国境を越えて人々を繋ぐ未来の「情報社会」への貢献

情報通信は国境を越えて人々を繋ぐ。新型コロナのパンデミック状況下で、リモート会議、在宅勤務、オンライン教育などのデジタル情報通信技術がその威力を発揮

している。教員や教室のない僻地でも教育を平等に受けることが可能である。また、アフリカなどの開発途上国への医療支援として、現地の病院と日本の医療機関を結ぶ「遠隔診断・治療支援ネットワーク」構築も可能である。これらは、「人間の安全保障委員会」の提言¹⁾「基礎教育の完全普及により全ての人々の能力を強化する」や「基礎保健医療の完全普及実現により高い優先度を与える」に貢献する。

しかし将来、情報通信量が飛躍的に増大し、情報通信のシステムが膨大な電力を消費することが予測される。これらのシステムの大幅な省エネルギー化を進めない限り、近い将来、わが国のみならず世界の全発電量を大幅に上回る電力を、情報通信のシステムだけで消費する新たな「グローバルな電力危機」が予測される³⁾。

化石燃料は、地球上に偏在し、枯渇の可能性があり、加えて、CO₂による地球規模の気象変動を起こす。また、太陽光や風力はエネルギー密度が低く、その大量の消費電力は賄えない。加えて、気象条件に強く依存するため異常気象が普通になりつつある将来の環境下では「不安定」であり、情報通信のシステムにとっては「致命的」である。

国境を越えて人々を繋ぐ未来の「情報社会」を安定して支えるのは原子力しかない。

重要な情報通信インフラ拠点を支えるために、トレーラー等で移動可能な超小型、長寿命で核拡散抵抗性の高い²⁾「可動型マイクロ原子炉(Mobile Micro Reactor: MMR)」の開発が望まれる。

IV. おわりに

「自国第一主義」で争い合うのではなく、「人間第一主義」の視点で、国連を中心に各国が協調・連携して、「人間の安全保障」に貢献する「原子力平和利用」のアプローチを策定し、行動を始める時期に来ている。

「私たちは1つの同じ惑星で共存してる。」

「多様性」は力。原子力は「エネルギー安全保障」や「環境安全保障」のみならず、「人間の安全保障」、更に「海洋資源の探査・開発」や「月や火星等の宇宙開発」など、人類の未来を切り拓く「推進力」として大きなポテンシャルを持っている。「非連続イノベーション」が重要である。

(2020年10月1日記)

－ 参考文献 －

- 1) 外務省「人間の安全保障基金」資料、「人間の安全保障委員会報告書」における10の提言。
- 2) 齊藤正樹、「プルトニウムの軍事転用問題」、エネルギーレビュー、2019年2月。
- 3) 「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響(Vol.1)」, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 平成31年3月(LCS-FY2018-PP-15)。

特集Ⅰ 福島原発事故とその後 原子力施設立地点からのメッセージ



東京電力福島第一原子力発電所事故からまもなく、10年目の節目を迎えます。事故からこれまでの間に、原子力をめぐる状況は大きく変わりました。

原子力学会誌ではこの節目を契機として、原子力をめぐるさまざまなこと
がらについて、多角的な視野から分析した特集を企画しています。

今号では原子力施設が立地する自治体の首長の方々に、事故後の原子力を
めぐるあり様や今後のあり方などについて論を展開していただきました。

また続号では有識者の方々の論考や主要学会、原子力学会による1F事故
関連の取り組みなどをこれから半年間にわたって掲載します。

(写真の出典は東京電力ホールディングス)

「立地地域」とは

むつ市長 宮下 宗一郎

東京電力福島第一原子力発電所の事故から、まもなく10年が経過しようとしています。しかしながら、未だに多くの方々が避難生活を続けざるを得ない状況に置かれているなど、本当の意味での節目を迎えることができていない方も多いのではないかと思います。

2年ほど前の話になりますが、福島から避難しているという方からお手紙を頂戴することがありました。その中に、「国の為、地域の為に臨んだ方針は普通の人には理解されることはなく、『恩恵を受けていたんでしょ』『自分たちが望んだことなんでしょ』という言葉が浴びせられると思う」といった一文がありました。私自身としても、市民の皆様がそのような言葉を浴びせられるようなことは絶対に避けたいという思いがあります。電力消費地の経済発展、利便性向上等の礎には、電力生産地としての立地地域があり、だからこそ立地地域の地域振興、発展が大事なのです。消費地と生産地の関係は、決して一方的な搾取関係であってはなりません。むしろ家族的な紐帯で繋がることが重要であり、だからこそ立地地域は発展しなければなりませんし、福島の復興は成し遂げられなければならないのです。

今、日本の現状を見てみると、地域の理解や協力が得られず、国策が立ち行かなくなるケースが多くなっているような気がします。エネルギー需給についても、国家と国家、地域と地域がそれぞれに課題を抱える中で協力しあわなければならないはずなのですが、福島第一原子力発電所の事故以降、それを分断するような論理が横行していることは残念でなりません。

福島第一原子力発電所の事故によって、原子力に対する信頼は大きく失われました。当然ながら、それまでの原子力規制の在り方についても問われることとなり、平成24年9月には、二度とあのような事故を起こさないために、そして、わが国の原子力規制に対する国内外の信頼を回復し、真の安全文化を確立すべく、原子力規制委員会が設置されました。

原子力に対する確かな規制を通じて、人と環境を守ることをその使命とし、常に世界最高水準の安全を目指すべく、たゆまず努力するという組織理念の下、原子力規制委員会における新規制基準に係る適合性審査が進められてきました。その審査は、人の想像力や科学の限界を超えて安全性を突き詰めた結果、想定以上に長期化したという印象があります。そして、事業開始時期が延期される度、誘致した立地地域の民意が離れていくこともま

た実感しています。

詳しく知らない方々からすれば、よく分からないまま、審判がゴールをどんどん遠ざけていくという感じに見えてしまい、審査自体に疑問を感じてしまうのです。審査が難しいということは理解しますし、もちろん、安全第一が大前提なのですが、電力事業には経済活動の側面もまた大きいということもあります。国が予見可能性の無い審査をするべきではありません。規制側、事業側、双方の技術者がしっかりとコミュニケーションを取りつつ、改善していったほしいと思います。もしかしたら、政府の縦割り110番に通報できる案件かもしれません。

そのようななかではありますが、令和2年9月、当市に立地するリサイクル燃料備蓄センターの審査書(案)が原子力規制委員会です承され、審査にも漸く進展が見られるようになってきました。

現状では、まだまだ国民全体の原子力に対するリテラシーが不足していると感じています。福島も含めてですが、立地地域が不当に貶められることのないよう、国においては、国策として原子力政策、核燃料サイクル政策をしっかりと進めていただきたいと思います。

また、リサイクル燃料貯蔵(株)については、平成22年の事業許可から10年、平成26年1月の事業変更許可申請から6年が経過しております。この間、事業開始時期を7回延期し、地域の信頼を損ない続けてきたことを重く受け止めていただき、これから先、むつ市政、むつ市民の皆様と一緒に歩みを進めていく姿をしっかりと示していただきたいと思います。その姿こそが損なわれた信頼を回復していくことになると思いますし、安全安心な地域づくりに欠かせないものと信じています。

立地地域とは、“立地も”している地域です。ももとは悠久の自然に囲まれた美しい大地と海に彩られた地域です。それらが損なわれることがないように努めることはもちろん、一層輝いていくよう皆様と共に取り組んでいきたいと思っています。

著者紹介

宮下宗一郎（みやした・そういちろう）
東北大学法学部卒。2003年国土交通省入省、
外務省在ニューヨーク日本国総領事館領事
を経て2014年から現職。



今後の原子力に対する想い

東通村長 越善 靖夫

1. 東通村の地勢

東通村は、本州の北東端に位置し、面積約 300 km²、人口約 6,200 人、北側は津軽海峡、東側は太平洋に面し、海岸線は約 65 km におよび、比較的なだらかな地形となっています。この恵まれた自然環境を活かした漁業や農畜産業等の第一次産業が基幹産業となっています。

また、当村の西隣には使用済燃料中間貯蔵施設を立地するむつ市、南隣には原子燃料サイクル施設を立地する六ヶ所村、さらには、周辺にフル MOX 燃料の原子力発電所を立地する大間町があり、今後のわが国の原子力を担う地域であると認識しています。

2. 東通原子力発電所の経緯

東通村に立地する東通原子力発電所は、昭和 40 年、村民の雇用の場の確保と村民所得向上を図るため、東通村議会において誘致を決議したものです。

それから半世紀以上にわたり、行政・議会・村民が一体となり、国や原子力事業者との信頼関係を築きながら、安全性の確保を大前提とし、一貫して、国策である原子力政策の推進に全面的に協力してきました。

特に、用地取得、漁業補償については、地域を二分するような議論を経て、先人たちのご努力と関係者のご理解の上で全てを解決し、現在に至っています。

東通原子力発電所は、東北電力(株)2 基、東京電力 HD(株)2 基が計画され、このうち東北電力(株)東通原子力発電所 1 号機(以降「東北 1 号機」)は、誘致決議からちょうど 40 年の節目にあたる平成 17 年に営業運転を開始しました。当村の将来を考え誘致決議をし、立地を推進してきた先人たちのご労苦に対し想いを馳せたことを覚えています。東北 1 号機は、以来、大きなトラブル等もなく、安全かつ安定的に運転を積み重ねてきました。

一方、後続 3 基は、炉型および出力変更に伴う追加漁業補償に時間を要しましたが、東京電力 HD(株)東通原子力発電所 1 号機(以下「東京 1 号機」)が、平成 23 年に本体工事を着工し、本格工事の開始により更なる地域経済や財政運営の発展に期待を大きくしたところでした。

3. 福島第一原子力発電所事故

平成 23 年に発生した東日本大震災に伴う大津波により福島第一原子力発電所の事故が発生し、原子力を取り巻く環境は一変しました。

福島では、未だ多くの方々が避難を余儀なくされてお

り、早期の復興を強く願うところですが、東通村においては、東北 1 号機が停止し、東京 1 号機の本格工事の開始が見合わせとなりました。

福島第一原子力発電所事故後、国は、原子力事業者に対し、再稼働の条件として、緊急安全対策、シビアアクシデント対応措置、ストレステストなどの実施を指示し、その後、国はその実施内容は妥当であると評価したにもかかわらず、次々に追加対策を指示するということが繰り返され、立地地域は翻弄され続けました。

4. 原子力規制に対して

わが国は、福島第一原子力発電所事故の教訓に鑑み、世界最高水準と言われる規制基準を導入しました。原子力施設の安全性を絶えず追求していくことに全く異論はありませんが、新規制基準施行から 7 年以上が経過してもなお、未だ審査中のプラントが多数あり、特に BWR 機は 1 基も再稼働に至っていません。

既設の原子力発電所は、長い年月をかけ、事業者や幅広い専門家により、さまざまな調査や膨大なデータに基づく審議が行われ、国の厳格な安全審査を経て、原子炉設置が許可されたものと認識しており、新規制基準が導入されたとはいえ、これほど審査が長期に及んでいることは、立地地域に住み続けてきた私たちには理解できません。

行政手続法において、原子炉設置変更許可の標準処理期間は「2 年間」とされていますが、大幅に超過しているのが実情です。このような状況は、原子力事業者のみならず、規制当局側にも是正すべき事由があることが推察されます。このことから、第三者機関が審査状況等を監視するなど、国策民営である原子力事業の予見可能性を高める環境整備が必要であると考えます。

また、緊急安全対策や原子力事業者の自主的な安全性向上対策などにより、福島第一原子力発電所事故を教訓とした対策はすでに実施済みであると認識しています。

わが国の経済、設備の運用面等を踏まえれば、例えば、原子力発電所を運転しながら、審査や安全対策工事を実施するなど検討する余地があるように思います。

また、原子力発電所の運転期間は原則 40 年とされていますが、審査によりこの貴重な 40 年のうちの 10 年も停止している状態は、原子力事業の経済性にも大きな影響を与えるものです。この停止期間の取扱いを明らかにした上で、国民の経済的資産とも言える原子力発電所は、安全性の確保を最優先に活用されるべきです。

私は、原子力規制は原子力を安全に利用するためのものであると認識しています。

原子力規制委員会は、新規規制基準導入から7年以上を掛け蓄積してきた経験や海外の知見等を活かし、経済、エネルギー安全保障、脱炭素化など、わが国のエネルギーを取り巻く総合的な視点も踏まえ、原子力を安全かつ適切に利用していくため、独立性を履き違えることなく、国民や立地地域住民、原子力事業者との緊密なコミュニケーションを図り、現実に即した規制を講じていく段階にあると考えます。

5. 原子力政策に対して

わが国は、昭和30年、原子力基本法を制定し、国策として原子力利用を推進し、立地地域はさまざまな課題を解決しながら協力してきました。

しかし、平成24年、「2030年代に原発稼働ゼロ」とする「革新的エネルギー・環境戦略」が決定された際は、これまで原子力政策に全面的に協力してきた立地地域の想いや歴史が軽視されたことに憤りを覚えました。

平成26年に閣議決定した「第4次エネルギー基本計画」で、「エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源」と位置づけられ、平成27年に決定した「長期エネルギー需給見通し」では、電源構成比率における原子力の割合は「20～22パーセントを目指す」とされました。

本内容は、平成30年に閣議決定した「第5次エネルギー基本計画」へ継承されましたが、2050年に向けた対応として、「原子力は実用段階にある脱炭素化の選択肢」とであるとされたものの、原子力発電所の新增設を含めた中長期的かつ具体的な方針は示されませんでした。

今年は、エネルギー基本計画見直しの年となります。東通村は、中長期的な視点に立ち、ブレのない明確な国家戦略として、原子力発電所の新增設を含めたエネルギー政策・原子力政策の明確化を強く求めています。

6. 国・事業者・立地地域の信頼関係に対して

東通村は、明治22年の村政施行以来、隣接するむつ市に庁舎を構えてきましたが、村政施行100年となる昭和63年に村内への庁舎移転を果たしました。

その後、保健・福祉・医療施設の包括ケアシステムの構築、幼保小中一貫教育による教育環境の整備を進めるとともに、原子力発電所立地に伴う流入人口に対応するための住宅団地を整備するなど、庁舎を中心とした新たな村づくりに取り組み、また、平成の大合併に参加せず、単独での発展を目指すこととしました。

これらの村づくりは、東通村に計画される4基の原子力発電所建設に伴う中長期的財政見通しを前提として推し進めてきたものです。

しかし、東北1号機の停止、東京1号機の本格工事の

見送りから10年が経過しようとしており、この空白は、地域経済にかつてない深刻な疲弊をもたらしています。

行財政も非常に苦しい運営を余儀なくされ、村づくりは停滞、存亡の危機に瀕していると言っても過言ではありません。さらに、このような状況がいつ打開できるか見通しすら立てられない異常事態が続いています。

原子力事業の予見可能性がないことが、健全な行財政運営、村づくりに大きな影響を与えています。

国策である原子力政策は、国、原子力事業者、立地地域の相互の信頼関係なくして成り立つものではありません。この信頼関係は、永い年月をかけ、地道な活動の蓄積により構築してきたものです。

国策である原子力政策に長年協力してきた立地地域が、自らに瑕疵がないにもかかわらず、翻弄され続けている状況は、原子力政策に対する信頼が崩壊しかねない、非常に憂慮すべき事態と言えます。このままでは、原子力政策のみならず、全ての国策への信頼を失墜させかねず、非常に強い危機感を抱いています。

原子力事業者はもちろん、国もこのことを強く再認識し、今後も立地地域が国策である原子力政策を信頼し、誇りを持って協力していけるよう、立地地域の実情に応じた、きめ細かな支援策を打ち出していくべきです。

7. 今後の東通原子力発電所への想い

東通村は、昭和40年の東通村議会における誘致決議以来半世紀以上にわたり、電力消費地へ電力を安定的に供給するとの自負と責任を持ち、原子力政策の推進に全面的に協力してきました。

私は、資源小国であるわが国において、エネルギーの安全保障、地球環境問題等の課題を解決しつつ、現在の経済や生活水準を持続的に維持するためには、再生可能エネルギーや省エネルギーを積極的に推進しつつも、将来にわたり、一定の比率で原子力発電を利用すべきであると確信しています。

東通村は、「運転」、「建設」、「計画」の3つの段階の原子力発電所がある、全国でも唯一の地点です。エネルギー政策基本法の目的である「地域および地球の環境の保全に寄与するとともに、わが国および世界の経済社会の持続的な発展に貢献する」ことはもとより、日本のエネルギー政策、原子力政策に対して、大きな役割を担い続けていくものと自負しています。

著者紹介



越善靖夫（えちぜん・やすお）

東通村企画課長、助役を経て、平成9年から現職(6期目)。

原子力が「現実解」たるためには

女川町長 須田 善明

「リスクのある電源よりリスクの無い電源のほうが良いと思うか?」と訊ねられれば、百人が百人「はい」と答えるだろう。それは原発立地地域でもそうだろうし、私自身だってそのように答える。少し言い方を変えて「事故時に多大なリスクのある原子力発電よりリスクの無い再生可能エネルギーの方が良いと思うか?」としても似たような答えかと思われる。では「わが国のエネルギー事情を鑑みたときに基軸となる電源として、事故時にリスクのある原子力発電よりリスクの無い再生可能エネルギーの方が良いと思うか?」とした場合に答えはどうだろうか? このように前提条件を付けると、当然答えは人によって異なってくるし、その前提条件を加えるほど答えは多様化する。これは火力と再エネを比較した場合や、それを原子力と火力とした場合でも同じである。

現在女川原子力発電所2号機の再稼働について、経済産業大臣より宮城県知事に対し理解要請がなされているが、本稿を執筆している現時点においては本町としての考え方はまだ示すに至っていない。もっとも、私自身は原子力について、わが国のエネルギーを取り巻く環境を考えれば短中期的には活用されるべきであると言明はしてきている。一方、だからと言って「必要だからまずはガンガン動かせ」ではなく、安全面を第一に必要な要素を一つ一つ積み上げた上で判断がなされるべき、ともしてきた。なぜならば、あれだけのことがあったのである。今日に至るまでも、議会の場をはじめとしてさまざまな議論が本町でも行われてきた。東日本大震災での福島第一原子力発電所の過酷事故は、隣県に所在する本町にも直接間接問わず多くの影響を与えた。過酷事故が発生すれば立地地域はどうなるのか、ということをまざまざと突き付けられもしてきた。

あれから10年近くが経過しようとしているが、あの日、女川原子力発電所は烈震と巨大津波に見舞われながらも、プラントそのものが津波の直撃を受けることはなく、一部設備には当然ながら損傷が出たものの、一番重要な「止める・冷やす・閉じ込める」は健全に機能し、事なきを得た。ばかりか、集落が壊滅した発電所近隣住民を受け入れ3か月にわたって避難所として運営されたのは、福島第一との残酷に思えるほどのコントラストであろう。津波の直撃を受けなかった最大の要因はサイト全体の地盤高の高さであるが、これは当初計画の地盤高よりも実際の建設時にはより高い地盤高が採用されたこと

による。つまり、コストの合理性や採算という経営ベースで考えた地盤高でなく、津波に関する1000年以上前の文献や記録を重く捉え、いつ来るかわからない、逆に言えば来ないかもしれない津波高を考慮しコストアップをしてでも地盤高を上げた結果である。東日本大震災時に女川原発が津波の直撃を受けなかったことに対し「偶然、たまたまだ」という論評も見かけるが、あの大震災の襲来自体はたまたまだったとしても、そのいつ来るかわからない、ひょっとしたら来ないと思われても当然に思われた脅威に対してすら備えた先人の先見の力が原子力災害を防いだのであり、その意味では偶然どころかむしろ「必然」であったと言える。

マクロエネルギー政策を考える上では、資源小国であるわが国において“現実的に”考えられるべき優先度は①供給安定性、②環境変動リスクへの耐性(為替を含む)、③コスト(調達・送電とも)、④CO₂対策、そしてこれらを総合的に勘案したうえでの⑤自己調達性(自給率)をもって判断されるべき、と大震災前からさまざまな場面で述べてきた。これは今でも同様に考えているのだが、このうち10年前とは全くその優先順位が変わったのが④のCO₂問題であり、脱CO₂については今や国際社会全体の、全地球的な規模の問題として最優先課題かつ約束事となっている(私自身、以前は挙げた5つの要因を考慮したうえで切り札になっていくのは日本近海に相当量が眠っているとされるメタンハイドレートの実用化と考えていた時期がある。技術開発による普及・商用化が前提だが、CO₂問題を抜きにすれば全ての要素を満足するからだ。しかし、今日的にはおそらくもっとも避けるべき発電方法かもしれない。言うまでもなく、CO₂排出量が石炭火力の比でなく、その方向へ進むのは国際社会での孤立すら招きかねない)。これらのことを踏まえて将来像へ向けての努力と当面の現実的な最適解の両方を求めているかなければならない。

釈迦に説法かと思うが、わが国のCO₂排出量(電気・熱配分前)の約4割がエネルギー転換分だが、その9割が火力発電でその5割強が石炭火力。火力発電の発電量全体に占める石炭火力の割合は4割。全排出量に対する比率の約1/8が石炭火力に由来することになるとともに、単位発電量当たりのCO₂排出量も大きい。ここを何でいかに代替していくか、が「地球温暖化対策≒CO₂排出量大幅削減」という国際社会全体の合意とそこでの

わが国の状況を鑑みたときには最重要の視点となる。もちろん大震災以降の再エネ導入の拡大はCO₂総排出量の抑制と削減に貢献しているし、エネルギー自給率向上の観点からも更なる導入促進は必須である。他方、供給安定性と供給力そのものを考えれば、近い将来に火力、少なくとも石炭火力を代替できるほどまで行けるかと言えば電源の特性上難しいし、その課題が解決できるようになってこそ、再エネが主役になるところであろう。ドイツではICTとAIをフル活用して小規模再エネを中心としたグリッドを形成するスタートアップが出現しており、どのような展開になっていくか興味深い。構造が違うので一概に比較はできないが、そのような取り組みが全面展開に向かっていけるような、そのような段階を迎えるまで(そしてその段階は早く迎えられるべきであるが)、それぞれの課題や難点を抱えつつも当面の全体最適を指向しながらエネルギー政策は進められなければならない。そこにおける、少なくとも当面の現実的な解として原子力発電の役割は変わらないものと認識している。

さて、女川原子力発電所2号機の再稼働判断の是非に当たっては、当初より以下の四点を重視することを示してきた。すなわち、①サイト・プラントの安全性の確立＝原子力規制委員会の審査結果の妥当性、②地域住民の理解＝住民代表である町議会の意見、③避難計画など原子力防災対策の妥当性、④事業者の経営品質＝東北電力におけるリスクマネジメントに限らない平時からの運営能力、である。このうち、①については本町ならびに宮城県・石巻市にて設置した「東北電力女川原子力発電所の安全性に関する検討会」において、今後への意見や要望が付された上で「審査内容は妥当」との確認がなされ、②については去る9月14日の女川町議会本会議において、再稼働を求める旨の陳情4件が賛成多数で採択、再稼働に反対の旨の請願2件が反対多数により不採択となり、町議会全体としての考え方が示された。ただし、賛成/反対・容認/拒絶、どのような表現でもいいが、双方の立場に共通して強く示されたのが、道路をはじめとする避難時に最重要となるインフラ面での改善についての強い声である。言い換えれば、立地自治体である以上再稼働に対して前向きな考えであっても防災面での不安を常に抱え続けていく、ということである。防災インフラの機軸を担うのは県ならびに国であり、ソフト面に限ら

ずハード面においても着実かつ継続的に原子力防災対策が拡充整備されていかなければならない。望まれるのはそのことが制度として担保されていくことである。そうすることで、今は再稼働の是非を判断するためのやり取りであるものが、最終的には全ての立地地域の防災面の拡充を後押しするものになるからである。これらを総合的に判断しながら再稼働については意思判断していく。

最後に。町議会での質疑においても「電気は足りている」というようなイノセントな意見が再稼働反対・慎重な立場からなされてきた。中には「原発再稼働へ向けた太陽光発電の出力抑制など断じて許されない」という陰謀論じみたトンデモな妄想的持論が議事録に残る場で展開され、さすがに卒倒しそうになったが、前者は“足りている”現状がもたらしめている問題の無視、後者は供給の仕組みへの認識の致命的欠如あるいは意図的な無視からくる。それは「原子力＝悪であり認めない」という大前提から全てがスタートしその認識が全てに優先するからであろう。一方で、これらであっても、それぞれのスタンスからの意見としては、おそらく正しいのかもしれないと思う。これに限らず、エネルギー政策においてあるスタンスや理念から生まれた意見に間違っている、というものはおそらく無い。というのも、全ての立場をくくれる唯一の輪っかのようなものがあるとして、それは将来のわが国のエネルギーが「自給力のあるリスクの無い(低い)クリーンな電源で低コストかつ安定的に賄われる」ことが最良ということであり、冒頭の問いのようにそこだけは全員が一致できるからである。要はそこへの向かい方の違いである。であればなおさら、現実的な解を積み上げていくことがそのような在り方を作るうえで近道と考えるところであるが、同時に原子力が抱える、リスクが顕在化したときの被害の凄まじさ、そしてそれを起こさないようにする弛まぬ努力を忘れてはならない。

著者紹介



須田善明 (すだ・よしあき)

明治大学経営学部卒。株式会社電通東北勤務を経て、1999年に宮城県議会議員初当選(3期)。東日本大震災後の2011年11月に県議を辞し、女川町長に初当選(3期目・現職)

原子力について「みんな」で考えたい

東海村長 山田 修

1F 事故から、10 年が経過しようとしています。本村では、その約 10 年前に、JCO 臨界事故を経験しています。当時、日本で初めての原子力災害事故が、原子力発祥の地である本村で発生したことは、大きな衝撃でありましたが、この事故を契機として、原子力災害に対する法整備や規制等が強化されたところであります。しかしながら、2011 年に 1F 事故が発生し、その原因を究明していく中で、残念ながら当時の教訓は生かされていなかったのだと思わざるを得ませんでした。原子炉建屋が無残な姿をさらけ出し、多くの住民が避難を余儀なくされました。この時、国民が抱いていた原子力に対する漠然とした不安は、はっきりとした嫌悪感に変わったのではないかと思います。

そして、この 10 年間を見てきても、相変わらず、国民の理解は得られていません。新しい規制基準が導入され、安全性向上対策は、着実に強化されたところでありますが、事業者をはじめとして、原子力関係者に対する信頼が回復されていないと感じています。これは理屈ではなく、普段の姿勢や言動などが大きく影響しているのではないのでしょうか？事業者側にとって、相手に理解してもらおうということは、言葉だけではなく、「真摯に向き合う」ことが欠かせません。説明ではなく「対話」です。感情的な対立を乗り越えて対話が成り立つような環境を作っていかなければなりません。

一方で、住民の方々にも対話の必要性は訴えていかなければならないと考えています。原子力の問題は、首長の政治的判断が大きいとは認識していますが、住民の皆さんがどのように考えているのかということは、しっかりと把握しておかなければなりません。ただし、原子力の話、特に原発問題は、地元の人であっても話題になりにくいテーマだと思います。いろいろな要素があり、主体的に自分の意見を述べにくい。そうしたプレッシャーが対話を遠ざけてきたのだと思います。一般的には、課題について議論し結論を出していくステップは、本来のあるべき姿かもしれませんが、原発問題については、まず、いろいろな意見を素直に出し合えるという環境が大事ではないかと考えています。

そうした中で、本村では、これから「自分ごと化会議」というものを始めます。平成 30 年度に島根県松江市で

行われた事例を参考にして取り組んでいこうと考えておりますが、原発問題を誰かが考える問題ではなく、自分の問題として考えるきっかけにしたいと思っています。相手の主張や立場を理解しながら、「みんな」で考える場を作ることで、多様な意見の話し合いが可能になると考えています。この会議の特徴の一つに参加者の選び方があります。住民基本台帳から無作為で抽出した方々に案内を送付し、応募のあった人が集まって会議を進めていくというものです。会議の進行役はファシリテーターとして専門家にお願いしますが、あくまで参加者が主体で話し合いを進めていきます。当然、シナリオなどありませんから、どのような結果をもたらすか分かりませんが、私は大いに期待しています。

原子力政策は国策ですが、それはエネルギー政策上だけの話ではなく、総合科学として科学技術立国を牽引していく役割も担っていると考えております。そういう意味で、本村は、原子力の研究開発を起点として、60 有余年にわたり、その発展を支え、共に歩んできました。原子力に関しては、常に、シンボリックな地域として注目され続けてきたところであり、一種のプライドのようなものを感じておりました。しかしながら、近年では、原子力に関するさまざまな課題が縮図となって表れてきており、腫れ物に触るようなイメージが持たれ、悔しい想いもしているところであります。

ここで、私たちは、これまでの反省を踏まえ、課題を先送りすることなく、次世代への責任として、しっかりと方向性を導き出せるよう取り組んでいかなければなりません。そして、本村のこの新しいチャレンジが、原子力を冷静に見つめ、建設的な議論へと繋がっていくステップとして有意義な取り組みであったと評価されることを願ってやみません。

著者紹介

山田 修（やまだ・おさむ）

高崎経済大学経済学部卒。茨城県庁商工労働部、企画部地域計画課、東海村副村長などを経て 2013 年から現職。現在、2 期目。



原子力立地地域から思うこと

敦賀市長 瀧上 隆信

1. 敦賀市と原子力発電所の歴史

敦賀市は天然の良港を有し、古くから大陸文化の玄関口として栄えてきました。明治から昭和初期にはヨーロッパとの交通拠点としての役割を担い、1920年代にポーランド孤児を、1940年代には杉原千畝が発給した「命のビザ」を携えたユダヤ難民が上陸した日本で唯一の港としての歴史があります。

敦賀発電所1号機が日本初の軽水炉として1970年に運転を開始して以降、ふげん、敦賀発電所2号機、もんじゅが立地し、50年以上にわたり原子力発電所と共存してきました。これまでの長い歴史の中で、事故やトラブルにより原子力に対する信頼が大きく揺らぎ、住民対応の最前線で苦慮することもありましたが、住民の理解のもとで難局を乗り越え、電力の供給により国民の生活や産業の発展を支えてきたと自負しています。

2. 福島事故後の原子力を取り巻く環境

福島第一原子力発電所事故の発生により、原子力を取り巻く環境は大きく変化しました。被災地では今なお、故郷に戻ることができない方々が多数おられます。間もなく10年を迎える中、地震、津波による被災地の復興は進んでいますが、原子力災害からの復興には未だ課題も多く、国の更なる対応を強く望むところです。

敦賀市においては、福島第一原子力発電所事故後、敦賀発電所1号機ともんじゅが廃止措置に移行し、平成20年から廃止措置に着手していたふげんと合わせ3基が廃止措置段階にあります。その中で、特にもんじゅについては、敦賀の地から世界に貢献する研究成果が発信されることを期待し、国のエネルギー政策に協力してきました。もんじゅの開発は、わが国が進める核燃料サイクルにとって、また世界的にも重要な研究であったにも関わらず、核燃料サイクル実現に向けた新たな道筋を示さず、運営上の課題や規制基準対応に係る経費などの側面から廃止にした国の判断には今なお疑問を感じています。

また、敦賀発電所2号機は規制基準適合性審査が長期化し、今後の見通しすら立っていません。

立地地域に対する批判の目を向けられながらも、エネルギーの安定供給の一翼を担うという誇りを持って国の原子力政策に協力してきましたが、先を見通せない苦しい状況のまま時間が経過している中で、いつまでも市民の理解が続く保証はなく、市民にとって原子力が遠い存在になっていくのではないかと危惧しています。

3. 今後の原子力政策に対して思うこと

気候変動への危機感を背景とした脱炭素化という国際的な流れの中、わが国としてもその実現に向けたあらゆる取組を実行することが国際社会の一員としての義務があります。また、新型コロナウイルス感染症の世界的拡大がもたらしたグローバルサプライチェーンの寸断や混乱は、エネルギーの自国調達的重要性を改めて認識させました。

そのような中、世界的に見れば、原子力はCO₂削減や持続可能な国産エネルギーの確保において有力な選択肢として捉えられており、重要なエネルギー源として利用や技術開発が進められています。一方、わが国では、現行のエネルギー基本計画において「ベースロード電源」に位置付けられているものの、審査の長期化や廃炉等により、2018年度の電源構成ではわずか6%程度に留まっています。また、福島第一原子力発電所事故を経験し、未だ原子力発電の社会的信頼は回復しておらず、原子力利用に対する国の積極的な姿勢も見えてきません。

しかしながら、カーボンフリー電源である原子力は脱炭素化社会やエネルギー自給に向けての有効な手段として高い可能性を持っており、今ある発電所の再稼働を進めるとともに、安全性、経済性に優れた新たな原子炉への転換や技術開発を積極的に進めるべきであると考えています。また、原子力発電に携わる人材や技術の継承という点においても、原子力発電所の設計、建設、運転そして廃止といった一連のプロセスが継続して行われることが必要であります。

令和2年10月13日に開催された総合資源エネルギー調査会基本政策分科会において、エネルギー基本計画の見直しに向けた議論が開始されました。国においては脱炭素化社会に向けた実現性の高いエネルギー政策と、われわれ立地地域が将来を見通すことができる力強い原子力政策を明確に示していただくことを期待しています。

著者紹介

瀧上隆信（ふちかみ・たかのぶ）

九州大学理学部卒。

2007年敦賀市議会議員（1期）。2015年から敦賀市長。全国原子力発電所所在市町村協議会会長も務める。



半世紀に亘る「原子力と共生するまちづくり」

美浜町長 戸嶋 秀樹

2011年(平成23年)3月11日の東日本大震災による東京電力㈱福島第一原子力発電所事故は、史上最悪レベルの原子力発電所事故となり、被災地では復旧・復興が着実に進展しているものの、いまだに被災地を始め全国各地に避難された、多くの方々が不自由な生活を送られています。被災された方々には心からお見舞い申し上げますと共に、故郷を愛する人たちが故郷に帰ることが出来るよう一日も早い復興をお祈り申し上げます。

さて、わが町の美浜発電所1号機は、昭和45年7月29日に初臨界に達し、同年8月8日には、大阪で開催された日本万国博覧会に「原子の灯」を届けました。あの時、会場の電光掲示板に表示された「本日、関西電力の美浜発電所から 原子力の電気が万国博会場に試送電されてきました。」の文字は、原子力発電の将来に期待を膨らませた瞬間であったことは、今でも多くの人々の脳裏に刻まれていることと思います。

同年11月28日には、わが国初の加圧水型軽水炉として営業運転を始め、国産化技術の礎として多くの技術者を育てる等、わが国の原子力発電技術の発展に果たしてきた役割は極めて大きいものであったと考えています。

本町においても、原子力発電所の誘致は未曾有の大プロジェクトであり、戦後の復興から本格的な高度経済成長期を迎える中で、昭和37年5月に福井県知事から原子力発電所建設に向けた協力要請を受け、同年6月の臨時町議会において、原子力発電所誘致についての決議が満場一致で可決され、時代の要請に基づく国策への協力と地域振興のため全面的に協力することとなりました。

知事の要請を受けてから僅か8年程で美浜発電所1号機が完成していますが、これは、町民の絶大な理解と協力があって成し得られたものであります。また、今では町民の誰しもが受け入れ進めてきた、半世紀に亘る「原子力と共生するまちづくり」が、今日の国の発展、地域の発展を支えてきたものと誇りを感じています。

今後においても「原子力と共生するまちづくり」を進めるに当たっては次の3つが重要であると考えます。

1つ目には、安全・安心の確保が大前提であり、原子力発電所の安全対策や、地域の原子力防災の充実強化などの対策を国や県、事業者等と連携しながら、引き続きしっかりと取り組んでいかなければなりません。

2つ目には、原子力発電所が存在することで地域の産業や経済を発展させていかなければなりません。

3つ目には、町民が更にエネルギーや原子力発電所に対して正しく理解を深めることが大切です。本町では、日本初の体験型エネルギー環境教育施設として美浜町エネルギー環境教育体験館「さいばす」を2017年4月に開館し、様々なエネルギー体験やエネルギー環境教育を通して、未来を見据えて、将来の科学者や技術者の育成にも繋がるよう、「地球の将来に役立つ人材教育」に取り組んでいます。

安全安心であること、地域の発展に寄与することを大前提として、しっかり理解するための情報を町民に伝えることが、これからの「原子力と共生するまちづくり」に特に重要であると考えます。

2016年5月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」では、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すとしており、この目標を達成するためには当然ながら原子力発電所の新增設やリプレースが必要になってきます。国策としての原子力政策を理解し、地域で出来ることは果たしていこうという思いがあるので、今後も引き続き、心から国策に協力していけるような、国としてのあり方を今こそしっかりと表に出して頂きたいと考えます。

第5次エネルギー基本計画においては、再生可能エネルギーの主力電源化が謳われており、本町においても、再生可能エネルギーなどの導入・利用促進といった国策としての「エネルギー構造転換」について取り組みを進めてきました。同時に、原子力発電についてはエネルギー安全保障や経済性、環境適合性をバランスよく達成するため、安全を最優先に、引き続き重要なベースロード電源であり、日本の産業や国民生活を支える重要なエネルギーとして今後においても必要であると考えており、引き続き、町の大きな柱として原子力との共生を進めてまいります。

著者紹介



戸嶋秀樹（としま・ひでき）

福井県美浜町町長、平成31年3月より現職。

地球温暖化と原子力の果たすべき役割

おおい町長 中塚 寛

1. 3・11 後初の原発再稼働

大飯原発 3, 4 号機は福島第一原子力発電所事故後、わが国で初めて再稼働を果たしました。

当時の再稼働議論は、政府が導入したストレステスト評価の妥当性と「原子力発電所の再稼働にあたっての安全性に関する判断基準」いわゆる暫定基準に適合しているかどうかに加えて、地元同意が必要でしたが、福島事故後初の再稼働議論であり、全国からの批判やバッシングに連日対応しながらの再稼働議論でした。

当時の町長、議会、そして町民は、エネルギー資源の少ないわが国の国策として誇りをもって支えてきた歴史から一転、バッシングが浴びせられる状況に非常に困惑しながらも「わが国にとって必要」との政府の要請を受け、かろうじて原子力の灯を守ったのです。

2. 進まぬ国民理解

その後、原子力規制委員会の発足、新規制基準の施行等により、安全性は格段に向上していますが、国民の信頼回復や必要性への理解は遅々として進んでいません。

立地の町を預かる者として、住民の安全・安心をさらに向上させるためにも、信頼の回復や理解の促進は必要不可欠です。しかし、原発が立地する自治体の人口は総人口の僅か 0.6 % にも満たない圧倒的少数であり、電力消費地の皆さんは、半世紀にわたり供給を受けることはあっても、その理解を進める機会はなかったのです。

皮肉なことに原子力の効率性が国民理解の促進を妨げたとも言える状況にあって、福島のシビリアクシデントが発生しました。今では、当時すでに存在した津波知見に対応しなかった事業者の責任も議論されるところですが、当時は日本全体が原子力への理解も進まないまま、福島の惨状から「脱原発」が大きなムーブメントとなったのです。

このように、まさに国民理解の停滞こそが、バックエンド問題をはじめ、さまざまな原子力政策が進まない、進められない負のスパイラルの根源的な要因なのです。

エネルギー資源を持たない島国日本を支え、地球温暖化防止にも貢献できる原子力の安全性をさらに高め、必要とされる時間軸において社会を支え続けるには、広く国民に理解されることが必要です。

しかし、このように原子力環境が依然厳しい中において、北海道寿都町と神恵内村において最終処分場文献調査が議論され始めたことは、原子力の課題解決と国民理解の大きな契機となります。心からエールを送ります。

福島の事故以来、原発に関する多くの世論調査があり

ますが「好きか嫌い」を問うのではなく、エネルギー安全保障や地球温暖化、既存原発の安全確保など、広く俯瞰した冷静な判断が重要だと感じています。

まさに「木を見て森を見ず」となってしまつては、正しい理解は進まないでしょう。

3. 気候危機とエネルギー

温暖化による地球規模の気候変動は全世界の最重要課題であることは、もはや論をまたないところです。

2000 年以降の日本の状況だけを見ても、豪雨災害や台風被害によって 850 名を超える犠牲者が発生しています。熱中症に至ってはその犠牲者は 1 万 3 千人を超えています。これだけでも異常気象の影響は甚大です。

今、二酸化炭素を発生する日本の石炭火力発電が世界から厳しい批判を受けています。非効率な石炭火力は廃止の方針ですが、高効率のものは新增設の計画があり、2030 年のエネルギーミックス比率は変わらないのです。

一方、環境にやさしい再生可能エネルギーに期待のかけるところですが、気象条件などに影響を受け、供給の不安定性から原子力もしくは火力のどちらかがベースロード電源を担う必要があります。

しかし「パリ協定に基づく長期成長戦略」では石炭火力の依存度を下げるとしながら、他方「エネルギー基本計画」では原子力の依存度を下げるとしているのです。

現在、第 6 次エネルギー基本計画の議論が進んでいますが、必要とされながら理解が進まない原子力に対して、客観的かつ冷静な議論が進められるためには、科学的・技術的な視座は、ポピュリズムや多様性による排他的な反応や感情的な反応によってエネルギー政策がパラドックスに陥ることから免れるためにも非常に重要です。

原子力の進化のために日夜ご尽力いただいています皆様心から敬意と感謝を申し上げますとともに、さらなるご活躍とご繁栄を心より祈念申し上げます。

そして願わくば、半世紀にわたり、少なくないリスクと背中合わせに生活しながら、社会に貢献してきた全国の立地自治体が、誇りと使命感を取り戻せる日が来ることを切望してやみません。

著者紹介

中塚 寛 (なかつか・ひろし)

名田庄村議会議員、おおい町議会議員を経て、2014 年からおおい町長。



原子力政策の停滞要因

高浜町長 野瀬 豊

1. 福島第一発電所事故による強烈なトラウマ

2011年の福島第一発電所(以下1F)の事故からまもなく10年。あの事故以降、原子力発電を取り巻く環境は激変し、その評価も大きく毀損することとなり、いまでもその信頼は改善したとは言い難い状況にあります。

1F事故から遡ること数年前、世界では「原子力カルネサンス」という潮流が起きていました。

「地球温暖化抑止の切り札」また「エネルギー安全保障上においても有益」との再評価が高まり、あの民主党・鳩山政権下における2010年のエネルギー基本計画でさえ2030年までに原子力発電の比率を52%(当時の原子力発電の比率は28.6%)にまで高め、2030年までに14基の原子炉を新增設するというものでした。まさに隔世の感であります。

ただ1F事故により状況は一変。2012年9月に野田政権下でまとめられた「革新的エネルギー・環境戦略」では「原発に依存しない社会の実現を一日も早く目指し」「グリーンエネルギー革命を実現」そして2030年代には原発稼働ゼロを可能とするようあらゆる政策資源を投入すると謳われることになりました(ただこのエネルギー環境戦略は閣議決定には至りませんでした)。

他方、この事故を契機とし原子力発電所の稼働には厳しい規制がかかることとなり、シビアアクシデントが起こる確率は大幅に低減。もはや1F事故と同じようなアクシデントが起こることは考えにくいものとなっています。

また2012年の政権交代後は、野田政権が打ち出した「2030年代には原発稼働ゼロを目指す」方針は見直され、現行のエネルギー基本計画では「重要なベースロード電源」と位置付けられ2030年を目標年次とする電源構成においても原子力発電が20～22%を担うことを目指しています。

つまり政策面における原子力発電は一定再評価されたともいえますが、他方2018年度の原子力の発電比率は僅か6%に留まり、審査の長期化や地元の意向などの影響により再稼働が思うように進んでいない現状にあります。

厳しい新たな規制基準のもと、既存プラントの安全性は飛躍的に向上したにも関わらず、現実としては再稼働プラントが限定的となっている背景には、1F事故とその周辺地域が被った影響が多くの国民の心理に理屈では

払拭できない大きなトラウマとして残っていると言えるのではないのでしょうか。

2. 表面化した二律背反の現実

一方で現実として、また実際に起きている事実として、日本では今後も一定の原子力発電が必要とされる背景の変化も現れてきました。

まず1点は再生可能エネルギーの限界です。現行のエネルギー基本計画における再エネの2030年の導入目標は22～24%ですが、2018年度の再生可能エネルギーの電源構成比率は17%に留まっています。

FIT制度導入当初、再生可能エネルギーは大幅に導入が進みましたが、それに比例して電気料金に上乗せされる再生可能エネルギー導入賦課金も年々上昇してきました。いまや一般家庭でも月額1,000円を超え、無視できないエネルギーコストとなっています。

この現実を受け、FIT価格も年々引き下げられていますが、買取価格の引き下げは再エネ導入促進と相反するものであり、今後は再エネの導入目標を大幅に引き上げることは現実的ではないと考えます。2030年段階における現実的な再エネ導入目標は20%程度でないかと私は感じています。

2点目は日本の温暖化対策に対する欧州を中心とする各国からの国際批判です。

一昨年12月、地球温暖化対策の国際会議COP25がスペイン・マドリッドで開かれましたが日本は具体的な脱石炭火力の方針を示すことができず、環境NGOから2度目となる「化石賞」を受賞することとなりました。

この背景には、石炭火力という選択肢を削減していくことが難しい日本の電力事情が挙げられます。

東日本大震災以前は電源構成のなかで28%を担っていた原子力が現状(2018年度実績)では僅か6%であり、その補完を火力発電に頼っており発電コストの低い石炭火力は欠かせない存在となっています。

しかし国際的批判が日本に注がれる中、昨年の7月、梶山経済産業大臣は「2030年に向けた石炭火力フェードアウト」方針の中で旧式石炭火力発電を100基程度廃止していくことを打ち出しました。

現在(2018年値)、日本における石炭火力の発電比率は32%。このうち非効率な旧式が16%、発電量の半分を占めます。この旧式石炭火力のほとんどを廃止する方針

です。ので相当な困難が予想されます。大手電力会社の内6社は総発電量の内25～55%を旧式石炭火力に頼っており、その穴を埋める新たな発電設備への投資は民間の電力会社の経営に大きな影響を与え、延いては電気料金の上昇要因となります。

クリーンで環境影響の少ない再エネは供給安定性とコスト増という課題があり、石炭をはじめとする火力発電は二酸化炭素による地球環境への影響が避けられない。

現実的視点から考えれば、温暖化ガスを発生させず供給安定性の高い原子力発電を今後も一定割合維持・継続していく必要性は、もはや好き嫌いを超越して明らかだと考えます。

3. 解決すべき原子力発電のアキレス腱

ただ原子力発電においてもその解決を急がなければならない課題があることも事実です。

プラントの安全性については新規規制基準が設けられたことで飛躍的に向上したといえますが、いまだ解決の目途が立っていないのがバックエンドの課題です。

昨年8月、北海道・寿都町が最終処分地誘致に向けた文献調査への応募を検討していることが明らかとなりました。また9月には神恵内村の商工会も最終処分地誘致に興味を示し村議会へ請願書を出し、今後の動向が注視されています。

原子力発電所を立地する首長である私としては、本当に有難く、それぞれの動きに敬意と感謝を申し上げたいと思います。

未だ六ヶ所村の再処理施設も稼働していない現状においては、使用済核燃料は発電所内に溜まり続けています。今後、核燃料サイクルが順調に進もうが停滞しようが使用済核燃料を最終的にどこで管理するのかについては、原子力発電を続ける以上、避けられない課題です。

本来なら、この間を受け持つ中間貯蔵施設があれば発電所からの搬出は可能となるわけですが、関西電力ではその施設を確保できていません。

なぜこの中間貯蔵施設でさえ、これほどハードルが高いかと申しますと、1つには一時的であれ使用済核燃料を預かるというイメージ・風評の問題がありますが、最

大の課題は最終処分地が決まっていないという現実です。

名称こそ中間貯蔵施設(預かり期間・最大50年)ですが、核燃料サイクルが順調に進むことと最終処分地が整備されなければ中間とは名ばかりで永久貯蔵施設になるのではないかと不安です。

サイクル政策を進めようが、ワンスルー方式に変更しようがいずれにせよ最終処分地は必須要素であり、これが無ければ原子力発電の継続性は相当危ういものとなります。

その意味において、今回の北海道内・一町一村のアクションは国家的課題に対し「ひと肌脱ごう」という矜持であり、国民全体で感謝し、そしてフォローしていくテーマであると思います。

マスメディアでは「厳しい財政状況から交付金目当て」であるとか「住民の反対論が少なくない」といった、ネガティブな印象の報道が目立ちますが、ここは真剣にそして冷静になって報道してほしいと思います。

繰り返しになりますが、何処かが、誰かが担わなくてはならない重要な課題なのです。そして地元はもとより周辺地域にも一定の理解を得る努力を重ねながら、メディアのネガティブキャンペーンに対峙しなければならない非常にタフな課題なのです。

頓挫させることは容易かもしれませんが、その前例はトラウマとなり次に「ひと肌脱ごう」という自治体が現れなくなる事も予想されます。

原子力政策の賛否を超えて、この国民的課題を前に進めていけるよう、関係者のご尽力とマスメディアの良識に期待したいと思います。

そして、そうして行くことが原子力発電の継続性に繋がっていくと確信しています。

著者紹介

野瀬 豊 (のせ・ゆたか)

福井県立若狭高校卒。1982年洋菓子・イタリア料理「ラ・プラージュ」創業後、高浜町議会議員を経て、2008年から高浜町長に就任。現在4期目。



玄海町と原発 —再稼働から廃炉の時代に向けて—

玄海町長 脇山 伸太郎

1. はじめに

本町にある玄海原子力発電所は、1号機が昭和50年10月に営業運転を開始して以来、増大する電力需要に符合するように、2号機、3号機、4号機と建設され出力は合計で347万8千kWとなり、4号機の営業運転開始の当時(平成9年7月時点)で、九州の発電所では最大、全国の原子力発電所の中では5番目の規模の発電所だった。現在は、1号機が平成27年4月、2号機が平成31年4月にそれぞれ運転が終了し、現在稼働中の3号機と4号機の出力の合計は236万kWであり、出力順位では九州の発電所において3番目、日本の原子力発電所の中では4番目の規模となっている。

玄海原子力発電所が出来るまでのあゆみとして、昭和40年4月、九州における原子力発電所の立地候補点の一つとして、佐賀県東松浦郡玄海町値賀崎が国において決定された。同年9月には、値賀崎地点の地質調査が実施され、さらに、昭和41年6月、町議会において原子力発電所の誘致を議決、同年7月、町からの原子力発電所誘致促進の請願が佐賀県議会において採択された。

このような背景のもと、九州電力株式会社は、昭和43年6月、原子力発電所を値賀崎地点に建設することを決定した。各種調査の結果、値賀崎地点が発電所の立地条件に適していることが確認され、昭和45年12月、国から九州電力に対して原子炉設置許可および電気工作物変更許可が行われた。そして、昭和46年3月から建設工事に着手、昭和50年1月に初臨界、同年10月に1号機の営業運転が開始された。

本稿では、1号機の営業運転開始から45年目を迎える玄海原子力発電所に関して、東京電力福島第一原子力発電所の事故から発電所の再稼働ならびに1号機と2号機の廃炉までを振り返り、今後の原発政策について論を展開していく。

2. 再稼働までのあゆみ

平成23年3月11日の東日本大震災は、わが国に多くの災害をもたらした。大地震により発生した大津波で広範囲にわたる被害が生じるとともに、東京電力福島第一原子力発電所の各号機においては、炉心溶融や水素爆発により放射性物質が大気中へ放出されたことに伴い、多くの住民の方が避難を余儀なくされ、また、風評被害等

で地域の産業経済にも大きな打撃を与え、未曾有の災害となった。

そのような中、定期検査中だった玄海原子力発電所においては、震災発生後の3か月後、町は、国から再稼働の要請を受けて2号機と3号機の再稼働を容認したが、急遽、国は発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価いわゆるストレステストの実施を発表。その発表を受け、町は再稼働の容認を撤回した。

その後、国において原子力規制委員会が発足、平成25年7月には、福島事故の反省や国内外の指摘を踏まえた「改正原子炉等規制法」に基づき「新規制基準」が施行された。九州電力は、新規制基準の施行に伴い、3号機と4号機の新規制基準への適合性を確認する審査を受けるため、原子炉設置変更許可や工事計画認可等を申請した。

原子炉設置変更許可等の申請後、町では、玄海町議会の原子力対策特別委員会を開催し、国からは、新規制基準の概要、エネルギー基本計画の概要および新規制基準への適合性の審査の状況について説明を受け、九州電力からは、発電所の安全性と信頼性の向上に向けた安全対策への取り組み等について説明を受けた。当委員会では、国と事業者からの説明とともに発電所内における安全対策等の取組状況に関する現地視察も行われ、安全対策や審査の状況について確認と協議がなされ、平成29年2月、町議会から再稼働への同意が得られた。そして、翌3月には、町として再稼働への理解を示すとともに、発電所の安全性の確保や信頼性の向上、適切な情報提供など、6つの点について九州電力へ要請を行った。また、4月には佐賀県からも再稼働への理解が示され、工事計画認可や使用前検査等を経て、3号機が平成30年3月、4号機も同年6月に再稼働し発電が再開された。

3. 廃炉の動き

九州電力において、玄海原子力発電所1号機と2号機の運転延長の可能性について検討が行われていたが、新規制基準適合のための安全対策にあたっての敷地上的制約や再稼働した場合の残存運転期間などについて、総合的に勘案された結果、1号機が平成27年3月に運転終了が決定され同年4月に運転を停止、つづいて、2号機が平成31年2月に運転終了が決定され同年4月に運転を停止した。1号機は九州初の原子力発電所として約39

年間、2号機も約38年間の長きにわたり運転され、九州地域への安定的な電力供給に寄与し、地域の経済や雇用などに多大なる貢献をもたらした。

運転終了に伴い、九州電力は、今後の廃止措置のための計画を国に申請、計画は解体工事のための準備作業からはじまり、原子炉周辺設備等の撤去、原子炉等の解体を経て、原子炉建屋等の解体が行われる計画で、計画の期間が、1号機は開始から39年間、2号機は35年間と長期にわたる計画となっており、廃止措置には運転されていた期間と同じくらいの歳月がかかる。

この計画を受けて、町は、国の審査内容の確認を行い、町議会からの了解を得て、1号機の廃止措置に関しては平成29年7月、2号機の廃止措置と1号機の廃止措置計画の変更に関しては令和2年6月に、それぞれ事前了解をし、現在、解体工事の準備期間における汚染状況の調査や汚染の無い2次系設備の解体撤去が行われている。

廃止措置への理解にあたり、町からは、地域住民の安全安心を最優先とし安全対策に万全を期すこと、作業の実施状況や異常時の速やかな通報、地元企業の育成および活性化等への寄与について、事業者に対し要請をした。今後、町としては、廃炉事業との共生の在り方や廃炉事業を活かした地域振興・地域経済の活性化の可能性を模索するとともに、廃止措置の進捗状況や町からの要請事項への対応について、注視していかなければならない。

4. これからの原発政策に望むもの

現在の国のエネルギー基本計画において、原子力発電は、「運転時には温室効果ガスの排出もないことから、安全性の確保を大前提に、長期的なエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源」と位置付けられているものの、政策の方向性としては、「依存度をできるかぎり低減するという方針の下、安全最優先の再稼働や使用済燃料対策など、必要な対応を着実に進める」とされている。

国民の原子力発電に対する信頼は、福島での事故やその他の国内外での事故・トラブルで大きく揺らぎ、また、福島事故後、国が原子力・エネルギー政策に対し曖昧な姿勢を続けたことで、立地地域は翻弄され、地域によっては町の将来像を見据えることができない状況になっている。

現在、原発政策が抱える問題は様々あり、安定的かつ継続的な電力供給を実現するための運転期間の考え方や延長、新增設・リプレースの問題、発電所内に蓄積されつつある使用済燃料と核燃料サイクルの問題、高レベル放射性廃棄物の最終処分の問題など、国が中心となり積極的な議論が必要なもの、国の積極的な関与や国が前面に立ち解決に導いていかなければならない問題が山積している。原発政策が将来世代へのツケとならないよう、国には、わが国の将来を見据えた原発政策の在り方や国

の根幹にかかわるエネルギー政策に対し、覚悟を持って向き合っていただきたい。

また、国は非効率な石炭火力発電所を2030年度までに休廃止する方針を示した。石炭火力への依存から「脱炭素」へかじを切る中、原子力はその代替となる重要な電源の一つであるので、事業者には、原子力発電所の安全性の向上と国民からの信頼回復に、なお一層努めていただきたい。

5. おわりに

本稿では、まず、わが町の発電所の現状やあゆみをご紹介させていただき、福島での事故から発電所の再稼働ならびに廃炉のはじまりに至るまでを振り返ってみた。

本町はこれまで、原子力発電所との共生のもと、町政の発展を進めてきたが、福島での事故が国の原子力政策を大きく揺るがし、それ以降、新規制基準の施行やエネルギー基本計画の見直しなど、原子力政策の大きな岐路となった。そして、玄海原子力発電所も2基が廃炉となり、本町の原子力政策は大きな転換点に立っている。原子力発電を取り巻く環境が、3号機が増設された時代や4基体制の時代とは大きく異なる中で、発電所との共生の在り方や地域振興・地域経済の活性化を改めて考えていかなければならない。

原子力発電所が、住民の安全安心を最優先に安定運転を継続し電気の安定供給に寄与するとともに、地域振興に大きく寄与するよう、関係者の皆様や関係団体の方々とともに、国や事業者への要請等を効果的に行い、原子力発電所の立地とその周辺地域が、今後とも継続的に発展していけるよう、本町の原子力政策を進めていきたい。

そして、福島第一原子力発電所の事故からもうまもなく10年の節目をむかえる。故郷に戻れず長期の避難を余儀なくされている方々、難航する廃炉作業、放射性物質を含む汚染水の処理に伴う風評被害への懸念など、福島は様々な問題を抱え、復興はいまだ道半ばである。本町としても、引き続き関係者の皆様や関係団体の方々と協力しながら被災地への支援を継続していくとともに、被災地の早期の復興を切に願う。

－ 参考文献 －

- 1) 佐賀県の原子力発電(令和2年3月改訂、佐賀県)。

著者紹介

脇山伸太郎（わきやま・しんたろう）

福岡大学を卒業後、自営業に従事。

平成13年9月に玄海町議会議員に当選。総務文教常任委員長、産業建設常任委員長を歴任。平成30年8月、玄海町長に就任。



座談会

どうする？安全目標

当会理事 佐治悦郎
 本誌 佐田 務
 東京電機大学 寿楽浩太
 日本原燃 田中治邦
 日経新聞 滝 順一
 宇都宮大学 松岡 猛
 東京大学 山口 彰
 東京工業大学 澤田哲生(司会)

* 50 音順掲載

原子力施設の安全確保の要の指標となるのが安全目標だ。旧原子力安全委員会はなぜ、安全目標を決定できなかったのか。原子力規制委員会はいったんは議論を開始しながら、なぜその後、棚上げにしたのか。国内の原子力安全規制行政は、明確な安全論理にもとづいた体系化がなされているのか。近年のさまざまなリスクに対応するためには、社会が直面するリスクに横断的に対応するより高い汎用性をもった安全目標の策定と、その実装が求められているのではなかろうか。有識者にこの問題について論じてもらった。

Keyword: safety goals, Nuclear Safety Commission, Nuclear Regulation Authority, mortality risks, risk informed regulation

原安委はなぜ安全目標を決められなかったのか

澤田 最初に現状を整理しておきます。2011 年 3 月 11 日の福島第一原子力発電所事故から約 10 年になりますが、この間、原子力規制委員会・規制庁は三つの大きな不合理を重ねて来たと考えます。

エネルギーミックスの観点からすれば、この三つの不合理は、国家の目標を充足するにおいて著しく非合理的な状況を作り出しているということです。

最初にあげられるのが、2013 年 3 月 19 日に原子力規制委員会の田中俊一委員長から「原子力発電所の新規制施行に向けた基本的な方針(私案)」,いわゆる田中私案が提案されて了承され、法的根拠がないままにすべての原発を止めることに至ったこと。

二つ目は 2013 年 4 月 10 日に、安全目標のことに關して原子力規制委員会で議論がされ、「事故時のセシウム 137 の放出量が 100 テラベクレルを超えるような事故の発生頻度は、100 万炉年に 1 回程度を超えないように抑制されるべきである」ことをシビアアクシデント時の原子力施設に課せられる安全目標として旧原子力安全委の

検討結果に追加すべきと提案したけれども、策定には至っていない。そればかりか、肝心要の「死亡リスク」という安全目標の本丸については継続議論のままで棚上げされ、今に至っていることです。ただし、死亡リスクに関して、かつて原子力安全委員会で議論された内容は十分な基礎にはなる、としています。

この棚上げとほぼ時を同じくして、2013 年 4 月 30 日の北海道新聞に、事故当時の首相だった菅直人さんが新聞のインタビューに答える中で、原子力発電所の再稼働に関して、「たとえ政権が代わっても、トントントンと元には戻りません。10 基も 20 基も再稼働するなんてあり得ない。そう簡単に戻らない仕組みを民主党は残した。その象徴が原子力規制委員会を作ったことです」と述べています。このようなこともあって、原子力規制委員会の姿勢は原発がなかなか稼働しない、あるいは原発ゼロに緩やかに向かっていっている——そういう舵取りをしているのではないかと見る向きがあります。

それから川内原子力発電所 1, 2 号機が新規制基準に沿って初めて事実上の合格が出た時に、当時の田中委員長は「規制委員会はその原子力発電所が規制基準に適合しているかどうかを審査するだけで、その原発が安全で

あるかどうかを判断することはしない」という趣旨の発言をしています。これはまさに安全目標を棚上げにしたことと通じています。

学会誌で7月28日に実施した座談会(2020年11月号掲載)を行った際に、安全目標を議論していた当時に原子力安全委員長だった松浦祥次郎さんは安全委員会の当時の考えとして、「工学的施設における安全の基準を人の死で測るというのは何事かという議論などがあり、決定までには至らなかった。その背景には、たくさんの自然災害に見舞われてきた日本人は自然災害については問わないけれども、人間がもたらす人工リスクについてはとことん問うという基準が、心のあり方としてあると思う」と述べられました。この発言を聞いて、松浦さんと田中俊一さんには、安全目標を決めがたいというマインドが共有されているような気もしました。

そして三つ目は、過重な追加的安全対策と特定重大事故等対処施設(特重)に事業者が莫大なるコストを注ぎ込むことを強いてきていることです。初代の原子力規制委員長の田中俊一さんは、その在任中にことあるごとに安全確保のためのコストというのは考えてはいけないとの旨を表明してきました。一方で安全目標を棚上げにして決めておかなければ、安全の設備や対策の目標を仕切ることができない。どこまでも追加的安全対策やそれに係る設備を厚くしていかなければならないということになる。つまり行政権力を背景に安全確保にかかるコストは青天井にできます。この結果、今や事業者は追加的安全対策や特重のコストの面のみならず現場は設備のメンテナンスやシビアアクシデント対策訓練などで疲弊まくっています。

3つの不合理についての説明が長くなりました。

安全目標の策定は中途半端に棚上げにされたままですが、原子力業界や学術界で安全やリスクに携わっている方には、明確な安全目標を決めるべしという考え方を持っている人が多いと認識しています。

しかしながら、原子力の安全目標の策定にはいくつかの壁があります。まず、私は2004年ごろの原子力安全委員会で行われた議論の資料を見る機会がありました。そこでは科学技術社会論(STS)の論客は、安全目標は単独で決めるものではなくて、避難の問題や、賠償などとセットで考えなければいけないという趣旨を主張しています。避難や賠償は日本の原子力規制の所掌の外的問題です。

また、日本学術会議が最近出したレポートでは安全目標のうちの死亡リスクについて、欧米等の基準より100倍ぐらい厳しい値を提示されています。日本学術会議の認識は、原子力の安全目標の本丸である死亡リスクを策定する上で、いわば壁になっているようにも見えます。

それではまず、原子力安全委員会でこの問題が議論されていた2003年当時、安全委員会事務局におられた佐

治さんと佐田さんに伺います。安全委員会ではこの問題をどう扱い、最終的になぜ棚上げされたのでしょうか。

佐治 私は2004年の春まで在籍していました。安全委員会では2003年12月に「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」を出しましたが、そのときは安全委員会を挙げて安全目標を決定にまでもっていくこと、さらにリスク情報を活用することにもとても前向きで推進するという方向でした。私はリスク情報活用の基本方針策定のリーダーをしていまして、同年11月には「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針について」というポリシーペーパーを安全委員会決定として出したのですが、そこには将来的に安全目標を使っていくということが明確に書かれています。当時は松浦委員長も非常に意欲的でした。

私はその後に事務局を辞めましたが、当時の安全委員会が立ち上げたリスク情報活用タスクフォースの専門委員としてずっと関与していました。なお、さきほどのポリシーペーパーの中には3年後ぐらいをめどに、その活用の状況についてレビューするという文言があったのですが、残念ながら活用自体はあまり進みませんでした。ともあれ私が在籍中および上記タスクフォースの活動中には、安全委員会が棚上げにしようという空気はまだなかったと思います。

佐田 その前の話にさかのぼりますと、安全委員会では1980年代から安全目標に関心をもっていて、細々と調査や研究をしていました。そして1999年のJCO事故を経て2001年に安全目標専門部会ができて本格的な議論が始まり、2003年に中間取りまとめ案ができました。

佐治 JCO事故前の平成10年(1998年)の原子力安全白書には、安全目標の話がはっきりと書いてあります。その直後にJCO事故が起こって、安全委では当面の施策の基本方針で、安全目標を早急に決めようということになり、専門部会を設置して検討するということになりました。

佐田 2003年の中間とりまとめを作った後の2004年から、安全委員会内では安全目標案を最終決定にまですることに消極的な気運がだんだんと支配的になりました。その理由はたぶん二つあると思います。

一つは安全目標をつくれれば、それは一つのお墨つきになる。原子力事業者にとってはとても便利であり、それさえ守っていれば、万一の事故の際、責任を一定程度免れることになります。しかし、もし安全目標がそういう位置づけであるならば、安全目標を守ったのにも関わらず大きな事故が起こった場合には、安全目標をつかった安全委員会が責任を問われます。当時の安全委員会には、そこまでの腹のくくりがなかったのではないかと突き詰めていうならば、原子力安全委員会が策定中の安全目標の正当性と正統性はきちんと確保されていたのかということです。

もう一つの要因が、策定に至る過程での利害関係者の参画の問題です。安全目標は専門家を中心に議論して決められており、反対派の人や市民の代表のような人をあまり交えていなかった。この安全目標の一番のステークホルダーは国民であるにもかかわらず、その国民の代表を交えずに、専門家たちだけで決めたようなものを国民に納得してもらうというのは、正当性が薄い。もし本当に国民に納得できるような案をつくるとするならば、はじめから市民代表や批判的な人まで入れて、議論すべきではなかったかということです。

佐治 安全目標専門部会のメンバーの中には、例えば消費者団体の人やメディアの方、社会科学系の人もしました。当時から専門家だけで決めたというふうにはしていません。

佐田 言葉が過ぎました。どちらかといえば専門家が優勢な中で決められたという位置づけではなかったかと思えます。一方で安全委員会が、安全目標を決定するためにはそれが社会的に受け入れられなければならない。その難しさを克服するために外部の有識者を集めて2004年に作ったのが、「リスクコミュニケーションを通じた安全目標の社会的定着」検討委員会です。

しかしその検討委員会では、安全目標が本当に社会的に受容されることをめざすのであれば、市民を主役にして白紙の状態から決めるべきであるという論が優勢に

なっており、結局この検討委員会は、この検討委員会に託されたタスク自体に疑義を向ける形で終わりました。これ以降、性能目標の議論は進みましたが、安全委員会としては安全目標自体を決定にまでもっていくという意欲はなくなったと思います。

澤田 先にも触れましたが、その検討委員会のメンバーだった人たちの発言を見る機会がありました。彼らは原子力に強く反対している有名な論客数人を策定の際の議論に入れるべきだと主張している。しかし、もしそのような設定にしたら、原子力はそもそもやるべきではないという主張が根底に根強くあるので、あらゆる言説を用いて議論は紛糾するのが目に見えています。

山口 電中研はリスク研究センターができた2015年にシンポジウムを開催しましたが、そこでのパネル討論で松浦さんが、安全目標専門部会で中間取りまとめを出したのだけれども、安全委員会の中に持ち帰って議論したときに二つの理由があつてつぶれたと。

一つ目は、そういうリスクや安全というものを、人の死亡ではかってよいのか、二つ目は国民にそもそも確率によって安全目標を表現することが受け入れられるのか、それをもとに強い反対意見があったということでした。

規制委の安全目標では死亡リスクが消えた

澤田 原子力規制委員会の話に移ります。

原子力規制庁は2013年4月10日に開かれた原子力規制委員会の会合に、安全目標に関して前回委員会までに議論された左下のメモ¹⁾を出しており、この中に5項目が書いてあります。(本メモは以降、「資料1」と略)この中で注目すべきはまず4項目めで、「安全目標は、原子力規制委員会が原子力施設の規制を進めていく上で達成を目指す目標である」とあり、最後の5項目めで「安全目標に関する議論は継続的な安全性向上を目指す原子力規制委員会として、今後とも引き続き検討を進めていくものとする」とあります。

これは、安全目標をここでは決めないけれど議論は続けていくということ。しかし、安全目標の要である死亡リスクの目標値は定められることがなく、事実上棚上げにされたまま今日に至っています。

一方、安全目標に適合しているかどうかを判断する目安となる性能目標、具体的には炉心損傷頻度などの抑制水準を定めたものは出ている。棚上げされた死亡リスクとしての安全目標、そして機器の損傷頻度に関わる性能目標について、事業者としてそのことを深く受け止めておられる田中治邦さんに説明いただけないでしょうか。

田中 2003年に安全目標専門部会が近藤駿介部会長のもとにまとめた報告書は、原子力安全委員会

安全目標に関し前回委員会（平成25年4月3日）までに議論された主な事項

平成25年4月10日
原子力規制庁

①平成18年までに旧原子力安全委員会安全目標専門部会において詳細な検討がおこなわれており(※)、この検討結果は原子力規制委員会が安全目標を議論する上で十分に議論の基礎となるものと考えられること。

※安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ(平成15年12月)

発電用軽水型原子炉施設の性能目標について-安全目標案に対応する性能目標について-(平成18年3月28日)

②ただし、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、放射性物質による環境への汚染の視点も安全目標の中に取り込み、万一の事故の場合でも環境への影響をできるだけ小さくとどめる必要がある。

具体的には、世界各国の例も参考に、発電用原子炉については、

・事故時のCs¹³⁷の放出量が100TBqを超えるような事故の発生頻度は、100万炉年に1回程度を超えないように抑制されるべきである(テロ等によるものを除く)ことを、追加するべきであること。

③バックフィット規制の導入の趣旨に鑑み、現状では安全目標は全ての発電用原子炉に区別無く適用するべきものであること。

④安全目標は、原子力規制委員会が原子力施設の規制を進めていく上で達成を目指す目標であること。

⑤平成25年3月6日の原子力規制委員会に提出された論点のうちの残された論点に関する議論を含め、安全目標に関する議論は、継続的な安全性向上を目指す原子力規制委員会として、今後とも引き続き検討を進めていくものとする。

の正式決定には至りませんでしたが、事業者としてはこうした報告書がまとまり公表されたということは、大きな影響力のある話です。これは関係者たちがとても熱心に協力してまとめたものであり、これが日本の安全目標だという意識が、事業者にはあります。その後に性能目標の数値も決まり、事業者としてはこれを自分たちできちんと守っていこうと、安全設計のレベルは常にこれをクリアしているかどうかを意識していました。だから、決定はしていないとはいえ、実質上はそれを大切にするようにしていかなければいけないという雰囲気でした。

一方で2013年4月10日の文章は、原子力規制庁事務局が何かを決めようとしたのではなくて、これまでの議論の様子を整理しただけだというつもりで出したと思うのです。そうしたら、原子力規制委員会での議論の中で、最後に当時の田中俊一委員長が、これは決定でいいですねと言ったことで、決定になったのではないかな。だから規制庁事務局は、この成り行きに驚いたのではないかと想像しています。

なお事務局が、この文章で本当にやろうとしたことは2項目め、セシウム137の放出量が100テラベクレルを超えるような事故は 10^{-6} /炉年以下に抑えることは追加しなければならないということだけだったのではないかと思います。

再稼働を許可されたプラントでは再稼働後の一定期間後に安全性向上評価というのを提出しなければならない。そこにこの2項目めが加わったので、従来からの炉心損傷頻度(CDF)や格納機能喪失頻度(CFF)をクリアしているという回答に加えて、100テラベクレルの超過確率がどのぐらいかというのも評価しています。

要するに前の安全目標は“案”が取れなかったけれども、これによって安全目標は新しく決まった。けれどもそこでの大きな問題は、この4月10日決定後の記者会見で日経新聞の記者が、「急性死亡リスクやがんによる

死亡リスクはどうなったのか」と田中委員長に聞いたところ、田中さんは「それはもうやりません」と答えた。それは事務局と委員長などとの間で、事前にきちんとすり合わせていた結果をふまえていなかったのではないかな。

ここからは推測ですが、規制庁は単純にセシウム137の100テラベクレルを加えるだけのつもりだったのに、死亡リスクの話が記者会見で否定されたので、事務局は困ったことになったのではないかな。その記者会見で否定したことがずっと残っているのではないかな。

ともあれ、かつての安全目標は案どまりではあるもののきちんとした内容のものだったのが、2013年の決定では案はとれたが死亡リスクの話が落ちて、部分的な棚上げという変な状態になったという印象があります。

澤田 安全目標については死亡リスクが例えば 10^{-6} /炉年というような数値を明確に示さない限り、きちんとした安全目標を決めたことにはならないという理解でよいのですか。

田中 そうです。安全目標には定性的目標と定量的目標があって、定量的目標では数値をきちんと定める。セシウム137の放出量についても、新規規制基準適合性審査の中では、重大事故対処施設を造ることで100テラベクレルを超えないということが基準で、超えないことを証明しなければならない。一方、安全目標との比較において安全性向上評価をするときは、セシウム137放出量が100テラベクレルを超えるケースは 10^{-6} /炉年以下であるということを証明しなければいけない。しかし今は、死亡リスクの方が抜け落ちた片手落ちの状態になっています。

今の安全規制には明確な論理性がない

寿楽 今の話は重大で、原子力規制当局が安全目標という考え方や、それについての国際的に議論されて整理

新規規制基準について

○原子力規制委員会は、通常の生活からもたらされるリスクと比較して許容できるレベルまで原子力発電所のリスクを低減させることを念頭において、以下のような目標を有している。

- ・ 事故時のセシウム137の放出量が100テラベクレルを超えるような事故の発生頻度は、100万年炉心1回程度(テロ等によるものを除く)を超えないように抑制されるべき。
- ・ 炉心損傷頻度 10^{-4} /年程度
- ・ 格納容器機能喪失頻度 10^{-5} /年程度

○新規規制基準はこの目標も念頭において定めたものであり、高浜発電所3・4号炉はこの目標を満足しているものと判断している。

※適合性審査の中で確認した極めて厳しい重大事故において、セシウム137の放出量は約4.2テラベクレル。

○原子力規制委員会としては、安全の追求に終わりはないとの認識の下、規制基準の見直しを含む更なる安全性の向上に継続的に取り組んでいくとともに、事業者にも更なる安全レベルの達成に向けた不断の取り組みを求めている。

「高浜発電所に係る地域協議会 原子力規制庁説明資料」

平成27年8月、原子力規制庁 p 2

されてきたものをきちんと理解しているのかどうかということ。

澤田 規制当局がそれを理解していないという可能性はあるのですか。

寿楽 あると思います。安全目標というのは本来リスクのエンドポイントで、どういう被害をどのぐらいに抑え込むかという形で表されるので、CDFやCCFというのは、それを実現するための代理指標として性能目標として定めるものです。さきほどの田中治邦さんの説明に沿うならば、最終的にどこまでリスクを下げるのかの目標がないのに、原子炉の性能としてどこまでの水準を達成するかということだけ残しているということになりますから、それは安全目標として完結していないことになります。

だから、それがそういう状態で、当時の田中俊一委員長がやりませんと言ったというのが事実だとすると、それは社会的にとっても重大なことです。

前ページの資料は5年前の高浜原子力発電所の地域協議会で、地域の関係者の皆さんに規制庁が提示したスライドですが、そこには今の性能目標が書いてあり、新規制基準はそれを念頭に置いて定めていて、高浜3、4号炉はこの目標を満足していると書いてあります。

そもそも安全目標というのは、この数値を満足している、していないで、安全か安全でないかというふうに使ってはいけないというのは、国際機関の報告書でも他国の専門家でもそのように答えているのに、この使い方にまず疑問があります。さらに、目標を満足している根拠として、「もし重大事故が起きた時の想定はセシウム137の放出量は4.2テラベクレル」であり、そのことによって問題ないと言っている。

けれどもそこには発生確率の話も書いてないし、途中の論理的なステップには何も言及せずに、任意に定めた最悪のシナリオでのセシウム放出量が安全目標より2桁小さかったから満足しているというのは、ロジカルには絶対言えないはずです。こういうものを示して、ここの発電所は大丈夫ですという説明を、地域の関係者の皆さんに対してしているわけです。

私はこの安全目標の議論については以前から疑問に思っていて、菅原慎悦さんらの報告書²⁾でもいろいろ指摘されていますが、考え方を正しく使った上で、その上でどういう基準を設定するのか、どういうやり方で社会の声を聴くのかという議論が当然あり得ると思います。まずもって、そもそも安全目標の概念や、それに関する議論の蓄積を踏まえているのかなというのが疑問です。

澤田 死亡リスクの目標値が示されていないから、先ほど寿楽さんがスライドで示されたような安易なことしか言えないということですよ。

寿楽 これが論理的に「だから安全だ」というロジックとしてきちんと成り立っているか分からない。そもそも

10^{-4} /炉年でいいのか、 10^{-5} /炉年でいいのかというのは、最終的に死亡リスクがここまで下がりますという参照値がない限りは、それが正しいか、十分厳しいものなのかどうか、社会の側は判断できない。ただ、それを満足しています、数値はこうですということを言われても、それが安全を意味するのかどうかは全く判定不能です。

澤田 それは地元住民であれば、なおさらそうですね。

寿楽 ただ、こういうふうに難しいことを言われたら、地元の方は、何か難しい計算をして、十分安全だというふうに証明されているんだろうなと思わされてしまう。それは非常によくないことではないかと思います。

田中 厳密には寿楽さんが言っていることが正しいと思います。田中俊一さんが死亡リスクを使った定量的目標を安全目標から消したのに、こういう説明を高浜でしたというのは、明らかに論理矛盾です。とはいえ、少し規制委員会を弁護すると、CDFやCCFに関する性能目標は、死亡リスクを使った定量的な安全目標をベースにして計算して値を決めています。そこには、周辺住民の人の健康被害が有意に増加しないようにということで決めていると言っている部分は、理解してあげないとかわいそうかなと思います。

滝 松浦さんの時も、死亡リスクまで出すだけの勇気がなかったというか、それを出すことによっていろんな社会的な問題が起きるのを避けて言えなかったのではないのでしょうか。

さきほど山口さんが紹介された電力中央研究所(電中研)のシンポジウムでは、私もあのとき壇上にいました。死亡リスクの議論になって、私も死亡リスクというエンドポイントを出さなければ、安全目標にならないのではと発言しましたが、明快な答えは得られなかった。けれどもセッションが終わった後にアポストラキス氏(電力中央研究所・原子力リスク研究センター所長)が私のところへ来て、君の言うとおりだ。エンドポイントを出さない限りは、安全目標とは言えない。今の性能目標だけでは駄目なんだ。でも、それを日本の業界は嫌っていると言っていました。

だから、 10^{-6} /炉年や 10^{-5} /炉年という性能目標を出すことについては、原子力事業者は安全の仕組みが説明しやすいので歓迎でしょうが、それを最後のエンドポイントまで持ってきて、何人死ぬリスクがあるんだという話を説明することはやりにくいと、そこまで持ってこない段階で打ち止めにしているというのが実態ではないかと思っています。

もともと世界標準での死亡リスクの値があって、それから逆算して性能目標を出していると思うのですが、性能目標までは出せても、最後のエンドポイントは難しいというのが、恐らく規制側あるいは電力事業者の間の暗黙の了解で、そのために安全目標は完結していない状態

が続いていると私は理解しています。

澤田 それはその点、つまりエンドポイントを出さないという点で、事業者と規制側に暗黙の了解があった、つまり手を握っていたとすればそれはちょっと看過できないのではないですかねえ。

学会内にリスク部会を立ち上げられた山口さんはこの安全目標、とりわけエンドポイントとしての死亡リスクの棚上げ問題に関してどう考えますか。

安全目標は社会全体のリスク対応の指標となる

山口 リスク評価をレベル3のPRA (Probabilistic Risk Assessment: 確率論的リスク評価)でやりたいという人はいません。データがないし不確かさが大きいからです。寿楽さんが指摘されていたようになぜレベル1でやるのか、なぜCDFを出すのかといったら、それは軽水炉の安全設計をする時に役に立つからです。CDFの不確かさは小さく、定量化できる指標があるからです。

ただし米国ではCDFを正式な性能目標とは決めていません。炉の設計によってはCDFがいいのか、あるいはほかの指標がいいのかということが異なる。つまり、CDFはある設計の原子炉にとって役に立つ安全の指標であるということです。米国の安全目標の最初の議論では、米国規制委員会の命によりACRSが安全目標の指標や要件を提示した経緯をOkrent³⁾が論じています。炉心損傷という言葉ではなく、炉心の3分の1が溶融するなどのソースタームとしてどれだけ被害が出るかという発想から指標を定めようとしている。そのソースタームによる健康影響を安全目標の中心に据えておかねばならなかったのに、いつのまにかCDFの数字に走ってしまった。それをふまえると、先ほど松浦さんが原子力安全委員会の中では死亡リスクという形で出していくことに反対する意見と同様の考え方であろうと想像できます。

一方で規制委員会が2013年に安全委員会の目標案を提示¹⁾してから5年以上がたち、自然災害で台風や豪雨に襲われ、パンデミックがきました。こんな中では死亡リスク、社会的なリスクに対する目標というものがないと、政策を決めるときに右往左往して、後づけになってしまう。それは福島第一原子力発電所事故(1F事故)の時も同じでした。けれども、そろそろこのことに気づかないといけないのではないのでしょうか。

経済産業省の方が、原子力防災は役所の中でもうまくいかない、防災という横軸を通さなければならないテーマに対して、組織は縦割りなので一貫性ある政策として立案し実現することが難しいと述べていました。安全目標も同様で、その横軸を通すという発想で議論しなければならないのに、それができていないのが現状だと理解しています。

澤田 その横軸を通すための議論を実施する仕組みとは、どういうイメージですか。

山口 原子力の安全であれ防災であれ、もともとの目的は、例えば国民の生命を守るという目標を定めて決める。それが決まると、原子力の事故であれ、あるいは自然災害やパンデミック、さらには貧困にしても、生命を守るという目標を前提にして政策に反映されるような意思決定の仕組みができる。

けれども、原子力規制委員会は原子力を活用して、安定的にエネルギーを確保するという目的には直接に言及せず、その下位目標にあたるところで議論しているように思えます。さきほどの仕組みを機能させるためには、行政を動かすドライビングフォースが必要です。

かつて澤昭裕さんが、原子力のリスクは安全リスクだけではない、司法リスクと政治リスクがある。昔の政治家のように、信念をもってこういうことをやらなければならないと主導する人がいないとおっしゃっていました。

今は毎年のように豪雨や台風に見舞われ、さらにコロナがある中で、政策が毎年のように後手に回っていると批判されているので、そろそろ横串を刺した安全目標的な発想をしなければなりません。そうした機運を盛り上げる活動をすることが、原子力規制委員会が積極的に議論していく契機になると思います。

澤田 結局、政治の問題ということですね。でも今の政治家は、私もいろんな政治家とコンタクトをとりましたが、規制の問題に関してはきわめて消極的です。

政府の中に3年ごとに原子力規制のあり方を見直す委員会のような組織があります。最初の見直しは2015年で、その委員長は井上信治議員でした。彼らは結局実質的になんら手をつけることはなく提言書をまとめました(2015年8月20日)。皆さんは選挙やポストが重要だから、火中の栗を拾わない。

山口 政治は外部からの強い要請がないとなかなか動かない。その意味では、1F事故は規制の仕組みを変える非常に強い契機となった。けれどもその後いろいろなことが起きていることを、われわれはもっとしっかり見ていなければならない。先日の原子力総合シンポジウムで私はグローバルリスクという話をしたのですが、世界はグローバルリスクを真剣に見ている⁶⁾のに、日本はローカルリスクを局所的に熱心に見ている、そこに大きなギャップがあると思います。

佐治 実務レベルの話をします。今の新検査制度は安全上の重要度評価に Δ CDF(炉心損傷頻度の変化量)や Δ CCF(格納容器機能損失頻度の変化量)という性能目標を念頭に置いた値を使っています。それ自体は世界共通のものであり、違和感はありません。ただし、日本では安全目標をきちんと決めていないので、その状態でCDFやCCFの変化量が大きい小さいというのは、何を根拠としているのかが分かりません。規制の制度設計

上、大きな不備があると思います。

そもそも新検査制度で安全目標に対する態度を曖昧にしたままにリスク情報の活用を規制庁が制度として取り入れたこと自体が、問題だと思っています。しかし一方で、さきほどの資料1でも、今までの安全委員会が定めてきた値は十分に議論の基礎となるものと考えられるとしており、彼らも実はそれをきちんと念頭に置いている。田中俊一さんは、このペーパーで決定をした、これで国際的なレベルに近づいたと胸を張って言っていました。規制庁はこれを以って安全目標は決まっていると言いたいのかもしない。

澤田 今の説明だと、資料1をあぶり出してみると、死亡リスクの 10^{-6} /炉年が透かし見えてくるということですか。

佐治 というか、もし私が役人だったら、そうやって現状のつじつま合わせをするだろうと考えました。でも、「この簡単な一枚紙」(田中委員長発言)には「引き続き検討を進めていく」と書いてありますし、やはり手続き的にも内容的にも決まっているというには無理があると思います。

山口 重要なことは、安全目標を定めるとそれによりもたらされる大きな効果を理解することではないでしょうか。2019年にリスク部会で安全目標をテーマにしたシンポジウムを開催しました。その討論会でアポストラキス氏は、米国が「規制ガイド(RG)1.174」で Δ CDFを使っていろいろな意思決定をする方法を定めた時に、ドイツの友人から「おまえらはクレージーか」と言われたと発言されました。 Δ CDFという指標にはリスクが増えることもあり、そもそもリスクが増えるということを米国規制委員会が認めるなんて社会から猛反対されるだろうということをそのドイツ人は伝えたわけです。

しかし、米国はその何年か前に安全目標の政策声明を出していたから規制ガイド1.174を発行することができた。安全目標がなければその友人の言うとおりであっただろうと。結果としては、規制ガイド1.174の活用が米国の原子力発電所の稼働率を上げて安全性を高めてきた。原子炉の運転とか安全とかを適正化することができた。

そういう視点からいうと、規制委員会は何のために安全目標を定めるのかを議論するというのが大事だと思います。

佐治 今の話しは裏を返せば、だから今は安全目標がきちんと定まっていないので、残念ながら新検査制度の(リスク情報を活用した)重要度評価というのは、論理体系上の欠陥を有していると理解します。

山口 そういう意味ではもし新検査制度が動き出しているような詳細な部分が見えてくると、論理的な積み上げがきちんとないからたぶん多くの議論を呼ぶと思います。

澤田 そのしわ寄せはまたしても結局事業者にくいしくないわけですね。

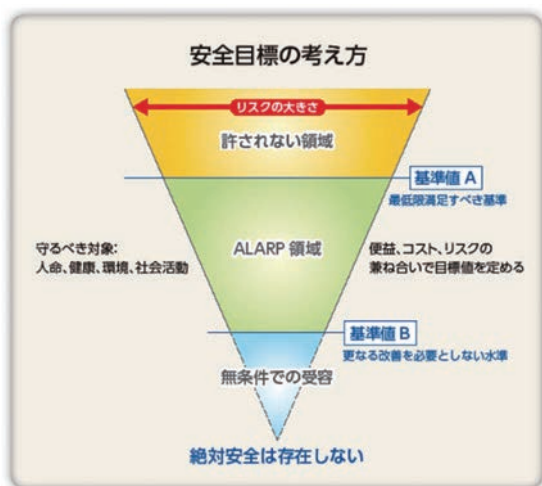
佐治 規制ガイド1.174があるから Δ CDFの議論ができる、さらに同ガイドは安全目標をベースにしているということは大変重要な指摘なので繰り返します。同ガイドで示された5つの原則の中に「安全目標政策声明の意図と整合していること」というのが明確に書いてあって、だからこそ Δ CDFの議論ができる。翻ってわが国は、 Δ CDFや Δ CFFを新検査制度で使うにあたって、同様のガイドはなく、安全目標も決定されていない。基盤となるものがなく底が抜けてしまっているのではないのでしょうか。実務的なレベルにおいても安全目標が決まっていないということが、現在の規制制度における問題点であるということを、しっかりと確認しておきたいと思います。

もう一点。安全目標というのは、最終的には社会においていろいろな災害横断的なリスクに対してどう対処するかということを考えると、やはり社会がその文章を読んで分かるものでないといけない。その観点からいうと、死亡リスクで表現しているというのは、それが受け入れられるかどうかはさておき、文言としては分かりやすい。

一方で規制委員会は、性能目標にセシウムの放出頻度を追加することを提案した。けれども、それではその上位目標は何か。「環境への影響をできるだけ小さくとどめる」ための目標であることは理解しますが、社会に対して何をどれだけ守ろうとしたものかということを示す上位目標としては十分ではありません。

これではまずいということで、私たちは2016年に山口さんをリーダーとした産学の有志による勉強会を立ち上げて議論を開始し、2018年には東大・弥生研究会のレポート⁴⁾としてその成果をまとめ、当学会リスク部会主催のシンポジウムでも取り上げました。さらには2019年の学会秋の大会でも発表しましたし、学会誌にも寄稿しました⁵⁾。規制委員会はこういう考え方の下に安全規制をし、性能目標を示しているんだという説明がないままに、その数字だけを、しかもこんなたった一枚紙だけで出している。この状態のまま放置しておいてよいのでしょうか？規制委員会は今、強大な行政権限を行使して電気事業者にすごく重いコストを課しているのですから、自分たちにも厳しくあってほしいと思います。

規制委員会には継続的な安全性向上に関する検討チームがあるのですが、その会合の場でも時々話題には上るものの、安全目標そのものを決める話となると、日本では外的事象が大きくて不確かさが大きいから(規制委員会としては)決めるのは難しいとされてしまう。けれども、そうした見解は事業者が外的事象起因のリスクを定量的に評価しリスク管理に活かす意欲を削ぐことにつながりかねない。不確かさが大きいことを理由に外的事象起因リスクにきちんと向き合わなかったから、1F事故が起ったのではなかったのか。1F事故前の思考パ



ターンに戻りつつあるような気がして心配です。

学術会議は生涯リスクを提示

澤田 松岡さん、学術会議が先日、まとめられたレポート⁷⁾では生涯にわたって 10^{-6} 以下、それは原子力業界で議論されているレベルより 2 桁ぐらい厳しい死亡リスクの目標値になると思いますが、そういう理解でよいでしょうか。

松岡 学術会議では安全目標を基準値 A というのと B という二段構えにしています。基準値 A はこれよりリスクが大きなものは受入れ不可能なレベルで、基準値 B は逆にこのレベル以下までリスクを下げるという努力をする必要がないというレベルです。世の中のいろんな工学システムは、この A と B の間にあって、ここではコストとベネフィット、バランスを考えてどこまでリスクを下げるかということを提案しています。

田中 今、原子力分野の人たちが話をしているのは、基準値 B のほうです。それは 10^{-6} /炉年というのを以前に決めただけでも、それを田中俊一委員長が否定した。それと同じように並べてあるのがセシウム 137 の放出量が 100 テラベクレルを超える事故の発生確率が 10^{-6} /炉年で、電力業界ではこれをクリアすることに取り組んで

いるところですよ。

澤田 話を少し整理します。学術会議のレポートでは基準値 B を死亡リスクにすると……

松岡 生涯だと 10^{-6} です。人間が被るリスクはいろいろありますが、そこではそれらのリスクを横ならびに考えて、その工学的システムによって人間が被るリスクが 0.1 % 以下であれば無視できるという考え方にもとづいています。なお米国の食品品質保護法では、その食品による生涯の発がんリスクレベルの増加が生涯で 10^{-6} 以下だったら許されるということが提案されています。英国の HSE (安全衛生庁) も、労働災害でいろいろ計算していて、そこでは 10^{-5} という計算が出ています。

一方、日常生活でわれわれは、多くのリスクにさらされています。死亡の確率が一番小さいのが若い女子のリスクで、彼女らの生涯リスクの増加率が 0.1 % 以下になるように考えると、だいたい無条件で許容可能な生涯リスクは、 10^{-5} から 10^{-6} という値が出てくる。だから、これが一番ミニマムな基準値 B ではないかという試算を提案したということです。

山口 原子力安全委員会の報告書は末尾の参考資料からもわかるように、社会にあるいろいろなリスクを徹底的に調べた上で、アメリカと同じように現存するリスクを有意に増加させないというような考え方です。もう一つは、実際の原子力施設の運転の際にその目標を上回ったとしても、それが直ちに問題があるわけではないと説明しています。

日本の場合には定性的安全目標で、リスクを有意に増加させないと述べ、定量的安全目標で死亡リスクを 10^{-6} /年、米国の場合には 0.1 % ルールを最初につくって、それをいろいろなものに適用するという発想をしています。 10^{-6} /年という数字が絶対的な意味を持つということではありません。

滝 松岡さんが今、おっしゃったのは B ではなく A の方の目標として考えているのではないのでしょうか。

松岡 A ではありません。そこを混同している方がときどきおられます。

寿楽 さきほど規制庁の資料を見せましたが、この基

The boundary between the 'tolerable' and 'unacceptable' regions for risk entailing fatality:

Worker:	1 in 1000 pa
Member of the public:	1 in 10 000 pa

The boundary between the 'broadly acceptable' and 'tolerable' regions for risk entailing fatality:

Worker	1 in 1 000 000 pa
Member of the public	1 in 1 000 000 pa

英国HSEの死亡リスクの目標値 (表中のpaはper annumつまり/年の略)

準を A だと言ってみたり B だと言ってみたりするような一貫性のなさが規制当局にはあるように感じます。それだと社会からは欺瞞に感じられるでしょう。A と B とでは意味が全く違います。先ほどの例のように、ある時はこれを満たしているから安全ですと言い、ある時には、これはあくまで究極的な目標で、そこに向かってさらなる安全を高めていく上での努力目標だから、この瞬間は少し満足できていなくても、どうということはない、合否判定のように使う性質のものではないという説明をすることがある。両面を都合よく使い分けてはいないか。

そういうことになる安全目標というのは、結局すごく抽象度の高い概念的なことを話して、意図はさて置き、一般の人を何か安全に関して煙に巻いているような役割を持ってしまう。本来は当然、理路整然と明快に示すべきです。そのあたりのことは、佐治さんがずっと指摘されていたように、規制当局が、われわれはこういう考え方でこういう性質のものとして安全目標というのを打ち出しているということをはっきり言わない以上、今みたいところが結局蒸し返されてしまう。

山口 原子力規制委員会の原子炉安全専門審査会が出しているペーパーにも、まさに寿楽さんが言われたような話を書いてあります。一つは安全目標とは、事業者が福島のようなものは二度と起こさないという決意の下に、安全神話に陥らないために使うものだと言っている。一方で、原子力規制委員会が規制基準の作成にあたり参照するものだとも言っている。そういう二面性がある。原子力規制委員会は今のところ、安全目標を何かに具体的に使おうという意図はあまり見えない。むしろその話は別にして、われわれの理解は、松岡さんがおっしゃっていた A と B と 2 つというラインがあって、その間でリスク管理していくんだという考え方で齟齬はないと思っています。

田中 原子力の分野で言っている安全目標は、学術会議で言われている基準 B での話です。そこでの 10^{-6} は、原子力分野では世界共通です。しかし、この数値は 10^{-6} /炉年であり、生涯での 10^{-6} と言われると、人間が仮に 100 年生きるとすると 2 桁厳しい値になります。つまり 10^{-6} /100 ですから、 10^{-8} になります。リスクの大きさをはかるときの単位が、「生涯」で数えるか「年」で数えるかで 2 桁違います。

佐治 さきほど根拠のひとつとして引用された HSE と同じ英国の文書を示したいと思います。

前頁の表は英国の原子力規制当局 ONR (Office for Nuclear Regulation) の Safety assessment principles for nuclear facilities⁸⁾、いわゆる SAPs と呼ばれる文書からの抜粋ですが、これらは HSE の “Reducing risks, protecting people” (R2P2) 文書からの値として示されています。先ほどの松岡さんの基準値 A は、SAPs からの表の上のほ

う、The boundary between the tolerable…に相当しますが Worker は 1,000 分の 1/年 (pa=per annum), member of the public, 一般公衆は 1 万分の 1/年としています。

もう一方、The boundary between the broadly…が基準値 B に相当します。この基準値 B については両方とも、Worker も Member of the public も 1 in 1 ミリオン pa ですから 10^{-6} /年です。これは「/年」なので、HSE を根拠に 10^{-6} /生涯という数字とは整合しません。

松岡 HSE のデータを基に計算したのですが、再検討してみます。

寿楽 安全目標は結局、確率論的に安全を語ったときに、論理的な無限後退に陥らないようにする「アンカーポイント」です。なぜ、そこまででいいのかという話は、工学的に内在的には出てこないの、社会的な合意として設定しようということだと思います。そこでは政治の話は確かに重要です。例えばオランダの国土は干拓で作られた部分が多いので、万一、通常のレベルを大きく超える高潮がくると国土の相当部分が水没して、国として致命的なことになるリスクがある。そこで、防潮堤の高さを決める最終的な判断は専門家に委ねずに、専門家の見解も踏まえた上で、議会で議論して決めていると聞きます。

一方で横串を通して議論するという話があり、それには私も賛成なのですが、このオランダの例のように、国家に致命的な影響を与えるリスクは他の一般的なリスクとは区別して議論するという考え方もあります。リスクの態様を捉えて、それが社会にとって破局的、致命的なものになるかどうかを問題とするわけです。

原子力の安全の場合も、原子力のリスクはその点でどういう性質のものなのかということになります。今は食品や大気汚染や化学物質などと同じ方法論で同じように処理してよいものとは別に、頻度は低いけれども帰結が重大なものは、他の方法で処理するという考え方は当然あるはずです。実際、福島原発事故以前に安全目標をきちんと定められなかったという議論とは別に、福島での事故で起きた長期的で大規模な避難や社会経済活動を制限するような出来事は、直接的な死亡リスクとはまた別に、社会としては相当受け入れがたいという判断がなされればこそ、事故後に LRF (大規模放出頻度) が性能目標に追加されたと理解しています。

つまりそれは、定性的な安全目標を新たに追加したのと実質的には同じ意味を持つのではないかと私は理解しています。ただ、本来はこの部分の議論はオランダの例でもわかるように、まさに「政治」そのものです。国、社会全体の行く末に関わる公共的な事柄を決める、ということなのです。それは社会の議論があって、いろいろな知見や意見が参照され、手続的にも皆が納得して、最終的にこういうことに決まりましたという、そういう決め方が求められると思います。

そうしたときに、いわゆる英米法の社会では、訴訟や交渉なども含めて、チェック・アンド・バランスのダイナミズムの中で議論を繰り返して随時、修正しながら、その時どきで社会や国民が受け入れられる落としどころを探していくというものだと思えます。であればこそ、原子力分野では、安全目標や確率論的安全評価のようなものがアメリカを中心に発達してきていると思います。

松岡さんに見せていただいた2段階の図は個人的には共感しますが、事故があったときに賠償しなければならぬかどうかとか、業務上過失致死で有罪になるのか無罪になるのかということになると、途端にゼロか1か、安全か危険かという判断になるという日本の法律論や社会通念上の慣習との折り合いが気になります。

日本の法律の体系や行政の仕組みも100年以上もかけてそういうふうに出て来て、一般の人の安全の考え方も、危険と安全についてはどこかに基準値があって分けるみたいな考え方になっているようにも感じます。目標をずっと追及して行って、そこに向かって一生懸命にLRFでやっているからよいという正当化の仕方自体が、例えば司法に持っていった途端に通らないのであれば、幾ら安全目標の議論をしても、なかなか社会全体で使えるものにはなっていきません。

佐田 原子力については一定の少数の人が強い反対姿勢をもっています。そういう人たちは原子力の安全については厳しい水準を要求している。このため 10^{-6} /年が一番妥当だというような話を説明したとしても、その人たちは納得しない。そうはいつでも、それをきちんと出すことはとても必要なことだと思います。

それは原子力だけの話ではなくて、食品でも航空機の安全でも同じで、そのことによってさきほど山口さんが指摘された横断的なリスクのリテラシーやリスク管理が進むと思います。その数値が出た時は必ず反論が来ますが、そのときにこの数値は、こういう理由で一番妥当なのだと堂々と説明できるような論理性と腹のくくりが必要で、誰がそれを主体的にやるのかということだと思います。最終的にはそれは政治ではないかと思っています。

一方で、今はその機が熟していないような気がします。今、安全目標をがっちりをつくったことを一番歓迎するのは、直接的な意味では原子力事業者だけかもしれませんが。だとしたら、政治家がそこまでの腹のくくりで大きな振るうインセンティブはないのではと思います。

多様なリスクに横断的に対処する基準を

澤田 何か良い処方箋はないのでしょうか。

寿楽 まずは原子力ではない分野で議論してはどうでしょうか。原子力だと、「だから、原子力をやめればいいのか」という答えが落とし所になり得る。そうすると、安全についての粘り強い議論には進まず、賛否論争に

なってしまう。けれども水害や感染症対策などは、「やめればいいのか」とはなりやうがない。

だから、例えば堤防を造るとか、感染症対策の備えをする際に、安全目標はこのあたりにあるから、社会としてこのぐらい投資をして、ここまでは堤防で守りましょう、この先は避難で守りましょう、さらにその先は賠償や支援で支えましょうというような合意形成をする経験をしてからでないと、本当の原子力の安全論議には行きつかない。そういう他分野での経験をして、日本の安全の考え方というのはこういうものだ、安全目標という考え方自体を使うのかどうか、使うとしたらどういうふうに対策や法制度とつなぐのかとかを、経験を積んだ後に原子力の安全論議に取り組んではどうでしょうか。

澤田 日本では今まで、そういうこともされていないということですね。

寿楽 されていないから結局、堤防が壊れるたびに、惨状を前にして、あれはしょうがなかったという人と、もっとやっておくべきだったという人との水かけ論になってしまう。とても不幸なことです。惨事が起きる前に、社会にとって避けがたいリスク、個人の選好の問題と片付けようがないテーマでの議論と経験を積む必要があるのではないのでしょうか。医療の場合でも、新興感染症の発生自体からは逃げられない。そして、公衆衛生上の目標や基準には社会的合意が必要だし、他方で個々の治療のリスクには個人の選択の部分がある。両方の面でリスクと向き合う経験が積めるはずで。それが、横串や横並びということの本当の意味ではないかと思います。

滝 今の寿楽さんの指摘は納得できます。先日、新型コロナ対応に関する民間臨時調査会の報告が公表されたのですが、そこではパンデミック対策など国家的なテールリスク事案への備えについては、各省予算とは別枠で予算を確保する。低頻度のものに関しては、通常予算とは別に何か予備費を用意して、省庁を超えて対応しようという提言をしています。

これを具体化するためには、発生確率が前提になります。例えばパンデミックが起きたことを想定して、日本政府はこれくらいの資金を事前に確保しておく必要があるというようなことが議論されていけば、仮に南海トラフ地震に襲われた時に備え、国家財政でこれくらいの予備費をもっておく。原発事故についても同じで、これくらいは必要だという議論をしていけば、寿楽さんの言われた話につながっていく可能性はあると思います。

個人の選好から外れたような分野、みんなが共有せざるを得ない問題に関して議論していくというのは、一つの突破口であると思います。それは山口さんが指摘されたグローバルリスクになると思います。気候変動によるリスクも、みんなが影響を受けるでしょうから、そういうリスクの議論から始めていくというのはいいと思います。

明確な安全目標がないために司法判断が分かれる

田中 二つ指摘します。寿楽さんが言われた、ほかの分野から始めるというのは、まさしくそれが学術会議の仕事だと思っています。松岡さんがもう何年にもわたって、いろいろな安全目標のレポートをまとめられておられるのを、期待を持って見てきています。学術会議がそれをやってくれば、それは全分野に共通のものになる。ところが、その値が原子力の基準Bの安全目標と比べて2桁も低かったんで、これは困ったなというのが一つ目の話です。だから、学術会議で修正していただけないなと思っています。

それから、原子力の分野については、やはり死亡リスクで表現する安全目標を、もう一度しっかり議論して策定してほしい。原子力規制庁はもともと消すつもりはなかったと思うのですが、後の記者会見で田中俊一さんが使いませんと言ってしまっただけで破算になった。けれども原子力規制委員会は原子力分野について、死亡リスクで表現する定量的安全目標をきちんと明示してほしい。その上で電力各社はきちんとレベル3のPRAをやり、それを守っているということを示すべきです。

原子力発電所の運転差止めをめぐる最近の裁判所の仮処分決定文や判決文の中では、原子力の持っているリスクが社会通念上許容されるリスクであるかどうかの問題で、そこを評価するというのが書いてあります。けれども定量的な評価結果と、それを比較する定量的な基準Bとがないから、裁判官によって判断が分かれることが起きている。そこできちんと安全目標とレベル3PRAの結果を比べて、問題ないということが定量的な数字で言えるようになれば、裁判で異なる結果がでることもない。それをきちんとやるべきだというのが、私の一番主張したいことです。

澤田 最後に皆さんに、一言ずつお願いします。

佐治 二つ指摘します。原子力規制委員会は性能目標の案として、セシウムの放出頻度の話をしています。それは新しい評価軸を入れたということだと思いますが、それに触れずに、死亡リスクから導き出されるCDFとCFFの性能目標だけで検査制度を組み立てていいのでしょうか。提案された数字が妥当かどうかはさておき、私は新たな評価軸の導入は正しい方向だと思いますが、それが新検査制度の中に全く取り入れられていないことは、片手落ちだと思います。

もう一つは政治と堤防という話があって思い出した熊本県の球磨川の氾濫の話です。昔、上流でダムを建設しようという計画があったときに、当時の民主党政権や知事が脱ダム政策で盛り上がっていて、脱ダムイコール社会正義というような空気を背景に計画をつぶしたが、あの時点でダムができていれば、今回の被害は軽減できて

いたのではないかという評価があると聞いています。

客観的な事実や分析よりも社会的な風潮や政治的な立場を優先させて政策が決定された結果、人がより多く死んだというようなことがあれば、後世ではそれをきちんと評価すべきだと思います。そうでないと、過去の政策の失敗が生かされないし、政治家も時代の空気感だけで政策決定することになってしまいます。原子力については、今のこの空気のまま「脱原子力で漂流すれば、結果責任を取らされるのは国民」(故澤昭裕氏の言葉)です。そういうリスクを国民は共有できていない。

球磨川の例がそれに該当するかはもう少し検証が必要と思いますが、ここで言いたいのは、事実に基づいてさまざまなリスクを横断的に評価、分析し優先順位を決めるということなく、時代の空気のようなものを背景に決定された政策については、きちんと後世で評価し政治決定の重みを問いたすべきということです。

原子力安全も社会安全も根本的な哲学から体系化を

寿楽 今の球磨川の話にしても、性能目標と安全目標が定まっていなかった中で議論になってしまう。それは正当な失敗だったのか、不当な失敗だったのか、定まりやうがない。川が氾濫して人が亡くなり家が壊れるという被害は、ただの結果論ではなく、このぐらいまでに抑え込もうという目標、そこでは何年に一回起こるような豪雨まで想定するかをきちんと議論した上で設定し、それに照らしてダムはどうあるべきだったか、あるいはほかの方法でも十分できるという当時の判断は、間違いだったかそうではなかったかという議論もあってよいはずですが。

気候には変動があり、何十年間もあまり水害がない時期とかなり来る時期とが繰り返すということも言われます。日本の防災が進んできた高度成長時代以降しばらく前までの時期は意外と大きな災害が少なかったけれども、最近は大きな自然災害に襲われている。つまり、安全目標を変えねばならないのかもしれない。毎度、事前の対応が不備だったという話になるけれども、それが安易な結果論に基づく欠陥説に行き着いてばかりでは議論が深まらない。他方で、無限に備えができるわけではないことも明らかです。

だから事業や政策に関わる人は、率直にそういう議論をすることが大事だと思います。PRA(確率論的評価)やROP(原子炉監視プロセス)等を活用したリスクベースの規制というのはすべて、論理的に一貫した根本の考え方があって初めて成り立つことです。外国からキーコンセプトや評価方法を持ってきてすぐにそれを適用するのではなく、どういう考え方で全体の体系が構成されており、それはこういう理由で社会的にも妥当性をもっているというような骨太な議論から出発しないと突破できないというのが私の最後のコメントです。

山口 新型コロナ対応としてさまざまな経済対策が今、行われていますが、これらの対策はこれから、大きな不公平感が出てくるかもしれません。大きな自然災害は発生後に激甚災害に指定される。そうするとその後の対策でより手厚い対応がなされる。けれども何をもって激甚災害とするのかは明瞭ではありません。

例えば MERS(中東呼吸器症候群)の死亡率は 40 % ほどもある。もし、そんなものが広く発生したら、大混乱になると思います。それにどう備えるかという重要なそして困難な問題に社会として取り組んでいない。

そのためには、事前に手を打っていただかなければならない。日本の原子力の場合だと、原子力基本法が一番もとなる法律ですが、あまり引用されない。だから、安全目標のような議論とつながらない。

一方で IAEA の基本安全原則は、原子力利用の正当性を認識することが原点にある。そしてコストと便益を考える、防護は最適化を図る、世代間の公平を考える、原子力や放射線の施設を不当に止めてはいけないというようなことが書いてあります。

もう一つは米国 NRC「良い規制の原則」(NRC's Principles of Good Regulation)⁹⁾の 5 原則で、そこには一貫性や効率性、透明性、説明性、信頼性が必要だと書いてあります。日本はこうした原則が欠けている。こうした原則をつくるように法制化するなどをしないと、安全目標が必要だという強い動機が生まれない。

私はさきほど、ドライビングフォース(駆動力)となるのは政治家と言いました。新型コロナのときのような対症療法的経済対策だと、不公平感などのさまざまな問題がでてきて、大混乱になってしまうのではないかと思います。その時に指標となるようなものが必要で、原子力分野では原子力基本法から安全目標につながるまでの間のプロセスを具体化するという部分が欠けています。法律がそこをカバーすることは処方箋になるかと思います。

最後に学会としての取り組みですが、社会科学の分野で活躍し発信力のある方々ともっと連携し、横串的な取り組みを促進できるようなことができればと思います。

澤田 本日は 2020 年 7 月 28 日に実施した座談会記事(11 月号掲載)を受けた最初のフォローアップとして、安全目標というシングルトピックスにフォーカスした議論を行いました。原子力をめぐるこれまでとこれからを総括する座談会はさらにいくつか実施する予定です。

皆さん、長時間ありがとうございました。

(2020 年 10 月 9 日 実施)

－ 参 考 資 料 －

- 1) 安全目標と新規制基準について—参考 5：平成 25 年度第 2 回原子力規制委員会(平成 25 年 4 月 10 日)、原子力規制庁、平成 29 年 8 月 7 日
<https://www.nsr.go.jp/dAtA/000198792.pdf>
- 2) わが国の原子力分野における安全目標の活用、菅原慎悦、稲村智昌、電中研、2003.
- 3) DAVID OKRENT, The Safety Goals of the U.S. Nuclear Regulatory Commission, SCIENCE, VOL. 236 (April 17, 1987).
- 4) 山口、竹内、菅原、「安全目標」再考—なぜ安全目標を必要とするのか？—、東京大学弥生研究会、安全目標に関する研究会、UTNL-R-497, 2018 年 3 月.
- 5) 山口、菅原、佐治、「安全目標」再考—わが国でのあり方を問う—、日本原子力学会誌 Vol.62, No3, 2020.
- 6) エネルギーと環境との調査、山口 彰、原子力総合シンポジウム 2020.
- 7) 報告「工学システムに対する社会の安全目標」、日本学術会議、平成 26 年 9 月 17 日
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140917-2.pdf>
- 8) Safety Assessment Principles - 2014 edition (Revision 1, January 2020), ONR, UK
<http://www.onr.org.uk/saps/saps2014.pdf>
- 9) Principles of Good Regulation
<https://www.nrc.gov/docs/ML1413/ML14135A076.pdf>

座談会

東日本大震災から 10 年，若者が未来を展望する

名鉄学園杜若高等学校 2 年	安藤七哉
京都教育大学附属京都小中学校 中学 3 年	石崎悠也
京都教育大学附属高等学校 1 年	上野和花
福島県立磐城桜が丘高等学校 1 年	加藤 結
福島大学 2 年	武藤あおい
東京学芸大学附属国際中等教育学校 高等学校 3 年	矢座孟之進
	* 50 音順掲載
フリージャーナリスト	井内千穂 (モデレータ)
本誌	澤田哲生 (ホスト)

東日本大震災当時は幼かった子どもたちが、頼もしい若者たちに成長している。震災に翻弄されながら育ち、今はコロナ禍と共存する日々を生きる彼らは、どんな未来を見据えているのか。原子力発電の是非、地層処分をめぐる最近の動き、福島の復興、震災の記憶の伝承について、次代を担う若者たちがそれぞれの思いを語り合う。

Keyword: Fukushima accident, COVID-19, deep geological disposal, renewable energy, Paris Agreement, decommissioning, disaster area reconstruction

I. 震災当時をふりかえる

幼かったあの日の記憶

井内 東日本大震災からもうすぐ 10 年になりますね。今日は、若い世代の声を伝えようということで集まってきました。まず、震災当時、みなさんは何歳でしたか。その時何をしていたか覚えていますか。若ければ若いほど、覚えていないかもしれませんが、改めてふりかえてみましょう。

石崎 京都教育大学附属京都小中学校 中学 3 年の石崎悠也です。福島や原子力発電の問題については、「中学生サミット」や NUMO の活動に参加しています。

震災当時は 5 歳で、保育園の年中クラスにいました。3 月 11 日に何をしていたかは全く何も覚えていませんが、母に聞くと、いつも通り保育園に行っていたようです。ニュースを見て保育園児なりに不安を感じたらしく、「地震ごっこ」のようなことをして不安を紛らわそうとしていたらしいです。

上野 京都教育大学附属高校 1 年の上野和花です。中学生の頃は、「中学生サミット」でいろいろな活動をして

いましたが、高校に入ってからコロナもあって、活動ができていない状況です。意見交換というのも久しぶりで、いろいろな意見を聞けたらいいなと思っています。

私は震災当時 6 歳で、幼稚園の卒園の時期でしたが、何も覚えていません。ただ、毎年クリスマスに家をイルミネーションするのに、その年はダメだと言われて「なんでやろ?」と思ったことは覚えています。

矢座 東京学芸大学附属国際中等教育学校の高校 3 年の矢座といいます。高 1 の頃から原発のドキュメンタリー映画を作り続けていて、たぶん、この中にも何人か見てくれた人がいると思います。去年あたりからその続編を作っているところです。

震災当時は 8 歳でした。学校が午前中で終わる日で、午後は祖母と出かけていました。ショッピングモールの 1 階はそれほど揺れなくて、帰ってからテレビで津波の映像を見てショックを受けたことを覚えています。8 歳までアメリカに住んでいて帰国した頃だったので、アメリカの友達からたくさん電話がかかってきました。母が米軍基地で仕事をしていて、原発事故の後、職場の人たちがどんどん本国に帰っていく様子を見ていて不安になり、放射線にすごく敏感になっていたのは覚えています。雨が降ったら「絶対濡れないようにしなさいよ」とか。

福島の子どもの体験

加藤 磐城桜が丘高校1年の加藤結です。部活は演劇部です。私は震災当時6歳で、幼稚園から帰ってきて家でのおんびりと過ごしていた時に、突然大きな揺れが来て、一緒にいた母が尋常じゃないほど怯えていました。いわき市の小名浜で、海に近い高台の住宅街に住んでいて、そこから近所の人たちと一緒に、津波が下のほうの町をのみ込んでいくところを6歳で見てしまったんです。

小学校に入学した後も大変な状況で、まず、ほかの小学校の1年生になる子たちと一緒にいわき文化センターで入学式をやりました。小学校の校舎の1階が流されて、車が廊下に入っていて、泥もすごかったので、1年生の時はほかの小学校の校舎を借りて授業を受けていました。

放射線とか原発の情報はあまりわからなかったのですが、「放射線には絶対に気をつけなさい」と先生方は毎日口を酸っぱくして言っていました。

武藤 私は福島県の安達高校を卒業し、いま福島大学2年の武藤あおと申します。大学では、地域に足を運んで学ぶ「むらの大学」という授業のティーチャー・アシスタントをしています。ずっとオンライン授業で、最近、大学にまた行き始めたばかりです。

私は震災当時、小学校4年生でした。授業だったか帰りの会だったか忘れましたが、みんなで先生の話聞いていたのは覚えています。そうしたら急に、校舎の上の階だったので結構揺れて、机の中が乱雑だった子の机からは中身が全部出てきちゃって、両脇の棚に入っていた辞書の空箱なんかも全部落ちちゃって、初めて避難訓練以外で校舎の外に逃げました。ちょうど雪が降っていて、すごく寒くて、大学生になった今でも心臓を握りつぶされそうになった出来事です。

二本松市内なので、津波の心配はなかったんですけど、次の日に原発事故があって、それからしばらくは学校に行けませんでした。臨時休校で、もう家にいなさい、絶対外に出ないで、というお達しが学校から来て、しばらく長い春休みみたいな感じでした。次の年度が始まるまでは学校に行かなかった気がします。

それまでは集団登校だったのですが、外を歩かせられないからということで車通学に変わり、外で遊ぶのは1時間以内、それ以上は出ないでくださいと。しばらくはマスクをつけた生活が続きましたが、たぶん除染があったからか、次の年にはだいぶ落ち着いていたと思います。でも、運動会は外でできなかったですね。

井内 学校に行けないとか、外に出ちゃいけないとか、マスクをしなきゃというのは……。

武藤 いまのコロナとすごく似ているんですね。

II. いま原子力発電を考える

核のごみの最終処分場をめぐって

井内 最近、北海道の寿都町や神恵内村が核のごみの最終処分場の選定プロセスに手を挙げたという動きがあり話題になっていますが、そういうニュースを見て、みなさんはどう感じていますか。

武藤 先に手を挙げた寿都町は、反対意見も多いような記事をたくさん見ましたが、神恵内村のほうは、記事を読んだ感じでは肯定的な人が多いイメージで、もしかしたら決まるんじゃないのかなという気持ちが心の隅に誕生しました。やっと「文献調査」に手を挙げるところが出てきたんだと。

石崎 寿都町と神恵内村の対比が面白いです。新聞記事にも「ボトムアップの神恵内村」と書いてありました。確か、地元の商工会から自治体のほうに「やってみたらどうか」と言ったそうで、それは過疎化の問題や泊原発がすごく身近にあるからということでした。決まるかどうかは別として、「うちが手を挙げない理由がない」というコメントを読んで、この考え方は、日々電気を使っている中で、今後すごく参考になると思いました。

矢座 僕はドキュメンタリーを作ってきたので、このニュースを見た時は「取材に行きたい」というのが最初の感想でした。上映会を開いていく中で、地層処分についてあまり知らない人が多いと感じています。

これはみなさんに聞きたいんですけど、僕が小学校で習った時は、「地層処分」というワードは使わなくて、「核のごみ」の問題があって、それを宇宙に飛ばすとか海底に埋めるとか、いろんな方法がある中で、地層の奥深くに埋めるという方法があるということしか教えられなかったんです。だから、国がそれを本気で進めていると思っている人はそんなにいないんじゃないかと。

やっぱり東京の人たちは、まさか東京で地層処分はできないだろうと思っているふしがあって、心配なのは、北海道で手が挙げたので、また自分たちから遠い問題になっていくことです。

井内 「みなさんに聞きたい」と言ってくれたところを聞いてみましょうか。

矢座 そうですね。みなさんは「地層処分」って習いましたか。習ったとしたら、どんな感じで習ったのか、例えば国が本気でそれを今進めようとしていますよということも含めて習いましたか。

上野 中学生の頃は、学校として「中学生サミット」などの活動をしていたので、教科書以上のことを教えてもらっていましたが、授業でやっていたかとなると別の話で、教科書を見ても、1ページの4分の1ぐらいのスペースに、いろいろな問題が載っている中に「核のごみ」

というのがあって今は青森県にあります、みたいな感じで、どれほどその問題が迫っているかというのが全然わからないような教科書でした。高校の教科書には中学より少しは詳しい知識が載っていますが、今年はコロナで授業が遅れているということもあって、ここの単元は飛ばすようです。

賛成派と反対派の対立を乗り越えるには

井内 日程の関係でこの座談会には参加できないけれど、今日のテーマについて、意見を寄せてくれた人が二人いるので、ここでご紹介したいと思います。

まず、一人は武藤さんの後輩で安達高校3年の服部杏菜さんです。地層処分のニュースをしっかりとフォローしているようです。

「寿都町の町長さんが、『この議論を長時間議論しても反対派との溝がなかなか縮まらない』と発言したという記事で読んだのですが、どのような口調で話したのか気になりました。(中略)溝が埋まらないとしても、やはり議論はし続けるべきだと思うし、そのことを認識し続けるだけでも議論に意義はあると思います」という意見を寄せてくれました。

もう一人は矢座君の同級生の小澤杏子さんです。

「寿都町が文献調査に応じるというニュースを見て、私は正直驚きませんでした。もちろん、賛否両論あるのは当然ですが、(中略)どのような結論に至ったとしても、一人でも多くの人の理解があった上で、核のごみの処分が進むことを願います」という意見です。

二人の意見にもあるように、最終処分場に反対する人たちもいます。その中でこの問題を進めていくときに、何が大事だと思いますか。

加藤 そもそも問題があって賛成と反対があるときには、たとえ賛成派が多数でも、少数意見の尊重が大事だと思います。少数意見に耳を傾けたときに、確かにここは抜けていたというところがあると思うんですよ。

井内 話し合いを前に進めていくにはどうしたらいいのでしょうか。

加藤 まず一人ひとりに「なぜ反対なのか」という意見をちゃんと聞いて、そこを改善する策を練る。具体性がないと、反対派も納得のしようがないです。このままじゃダメだという場合は、やり直すというか、反対派の人たちにもっといろいろな意見をもらって、方向性を変えていくほうがいいと思います。

井内 なるほど。すごく難しい話だから、今までずっと手を挙げるところすらなかったのが、今回、寿都町が手を挙げたら神恵内村も手を挙げました。ほかにもどんどん手が挙がるようになってくるのでしょうか。

上野 寿都町もそう思って手を挙げたと思うんですけど、町長の家の窓ガラスが割られたとか。ネットニュー

スでコメントを見ていると、結構誤った情報で「反対」と言っている人が多いので、そこをどうにかしないと、手を挙げる所が出てこなくなりそうです。まずは、最初に手を挙げた寿都町の反対派の意見の内容までしっかり分析して報道したほうが、いろんな意見を持つ人が増えて、まとまりが生まれるんじゃないかと思います。

井内 正しい知識が普及すれば反対意見は減るのでしょうか。

上野 それでも反対という人はいると思うし、逆に賛成と言っている意見が変わる人もいるかもしれません。正しい知識の基盤の上で決めていかないと、結局ごちゃごちゃになって、よくわからない意見を持った人たちも増えてくると思います。賛成・反対の前に、まずは正しい知識をつけたほうがいいかなと思います。

言語化できないモヤモヤの正体

矢座 確かに、知識が普及すれば反対派が減りそうですが、ある程度知った上でも、なんとなく嫌なことってあるじゃないですか。うまく言語化できないモヤモヤが。

だから、賛成・反対に関係なく、お互いの心の中にあるモヤモヤをなんとか言語化していくような話し合いがあってもいいのかなと思います。

わからないものってやっぱり怖いので、自分は何が怖いのかをしっかりと認識するプロセスがあれば、その不安がなくなっていくかもしれませんし、多くの人たちが持っている「なんとなく怖い」という不安をどうやって解消できるかを専門家が考えることにもつながります。

井内 みなさんは、「中学生サミット」での話し合いも経験しているので、ベースとしての知識は一般の人よりは持っていると思いますが、やっぱりモヤモヤしているものはありますか。

石崎 こういう問題があることを知ったときに、さっき矢座君が言ってくれたような言語化できないモヤモヤというのはすごくありましたが、議論したり、説明してもらったり、知識や情報を得ていく中で、モヤモヤの形が変わってくるという感じです。

矢座君が作った映画の中で、アメリカの科学者の方が「科学にできることとできないこと」みたいな話をしていて、情報をまとめたり、いろいろ調べたりすることはできるけれど、最終的な価値判断は、やっぱり人間がしなくちゃいけないということでした。正しい何かを知っていくことで、自分はこういうことを知っているから、こう考えているのだという価値のすり合わせができるので、話し合う上で大事なことだと思います。

井内 武藤さん、考え込んでいますみたいですね。

武藤 「科学にできることとできないこと」という言葉に、ああそうだなと思って。自分の中のモヤモヤは、きっと、どうあがいてもなくならないリスクが嫌なんで

す。「絶対大丈夫」はこの世に存在しないから。もしもの最悪の場合、そうなるのがすごく怖いから嫌なんだなと、最近、自分の中のモヤモヤは解決したんです。いくら安全でも、安心できない人は一生できないんですよ。最悪の場合をずっと考えてしまう。もうあり得ないことでも考えてしまう。少しでも安心に近づけるために、安全をつくるのが大事なんじゃないかと思います。

井内 最終処分場に反対する人の立場に立つと、何が不安で反対していると思いますか。

上野 データがこうだから安全だと言われても数値だけでどうかなる問題じゃなくて、どれだけ偉い科学者が言っても解決できない部分で、もしも最終処分場で何かが起こってこの村がつぶれたら元も子もないし、自分や家族に害があったらと考え、なにも越したことはないじゃないですか、お金は別として。わざわざ進んで受け入れようと思う人は少ないですね。

原子力発電はこの先日本に必要なか

井内 放射性物質に汚染されてしまうことへの恐怖感、知識の量にかかわらず、多くの人が共通して持っていますよね。最終処分場の話から入りましたが、その元である原子力発電をこれからも日本で使っていくのか、というところは、みなさんはどう考えますか。

加藤 私は、今回の東日本大震災で起きた事故みたいなことが起こる可能性があるから、できればもう原子力発電はしてほしくないと思っています。今回の事故があったことで、発電所側も対策をいろいろと練ってきたと思いますが、発電を原子力で行うにしても、事故が起こらないようにしてほしいです。

私は再生可能エネルギーを主にした発電に関心があります。私の住んでいるあたりには風力発電が結構あって、そういう技術も発達してきていると思うので、まだ問題はありますが、今後20年、30年と長い年月をかけて、再生可能エネルギーが発電の中心になっていくような世の中になってほしいです。

武藤 原発は、すごく遠過ぎるぐらいの未来には、また稼働するような気がするんです、日本でも。

たぶん、私が生きているうちには福島原発が終わらないと思うので、ほかのところをどんどん再稼働することにはならないと思うんですけど、今も資源を輸入に頼り過ぎていて、もう日本には輸出しないとほかの国に言われたら、日本は終わりじゃないですか。だから、少しでも自分の国でできることはしていかなければいけないし、土地もそんなに広くないし、遠い未来にはまた稼働し出すような気はするんですけど。その頃には技術もすごく進歩していると思うので、今現在稼働するよりは、事故のリスクも格段に減っていると思うんです。

井内 さっき、何事にもリスクゼロはないということ

が腑に落ちたという話をしてくれましたが、遠い未来ではなく、いま原子力を使うのはやっぱり嫌だなということですか。

武藤 はい、そうです。私は、リスクゼロはあり得ないということを根底に置いて、限りなくゼロに近い状態で運用するのが技術者としても最低限なのかなと感じています。もうすぐ10年ですね。10年前に一つ大きなことを起こしてしまって、まだ廃炉も終わっていない状態なので、後処理をせずに今すぐ何かやりますというのは無責任じゃないかなという感じです。

井内 なるほど。さっきご紹介した福島の服部さんも、「原子力発電はこの先日本に必要なだと思いません。完全な処理が確約できる道もまだなく、ましてあれだけの事故が起きていて、続ける理由はどこにあるのでしょうか。再生可能エネルギーに切り替えるべきだと思います」という意見です。ほかのみなさんはいかがですか。

矢座 確かに、原発をなくすべきではあると思いますが、やっぱりパリ協定のことや、日本の経済規模を保つとか、いろいろな条件をクリアしていくには、どうしても原発が必要なのかなと思ってしまいます。

経済の規模を小さくしたり何かを諦めたりできるんだったら、原発をなくすることもできるんでしょうけど。

ただ、原発がなくせるように努力することは必要で、地域ごとにどんどん自然エネルギー化していくことはできると思うんですけど、しばらくは原発を使い続けざるを得ないのかなと思います。

井内 パリ協定って補足説明がなくて大丈夫ですか。

矢座 パリ協定は、地球温暖化を2℃以内に抑えるために、なるべく温室効果ガスを抑えましょうという協定で、日本は一応それを守るということにしています。これまで日本も温室効果ガスを出していた国として、やはり今後は抑える責任があると思います。

井内 つまり、温室効果ガスを減らしていくためには、原子力発電が有効だという意味合いですね。

矢座 そうです。再生エネルギーを伸ばすべきではあるんですけど。

井内 その辺はみなさん、どう思いますか。

石崎 僕もできれば原子力発電を使いたくないというか、敢えて使いたい人がいるのかなと思うんですけど。事故もあって、できることなら使いたくないという気持ちは一緒であってほしいと思います。

パリ協定や地球温暖化の話ですが、原発は、エネルギー変換効率もすごく高く、夢のエネルギーみたいな…メリットはすごく大きいと思います。ただ、地球温暖化以外の環境への負担や、事故があったらとか、核のごみの問題も考えると、クリーンなエネルギーとは言えないので、やっぱり使うべきではないと思います。

ただ、今の日本がぶつ切りやめられるかというと、火力発電だけに頼ると温室効果ガスを出してしまう問題も

あるので、そこはエネルギーミックスで再生可能エネルギーの開発を進めていってほしいと思いますね。

井内 将来的にはなくしていきたいんだけど、今すぐにはやめられないということは、今の時点では原子力発電を使っていくということになりますか。

石崎 そうですね。原子力を使って事故のリスクを取るか、逆に地球温暖化の問題を無視というか許容して火力を使うのかというところで、どっちに寄せるかというバランスの問題だと思います。

井内 上野さん、一生懸命考えていますね。

上野 現時点で言える意見はなくて、みなさんが言っていることも全部わかるんですけど、中学生の頃からずっと、原発を今後どうしていくかという問題に対して、明確な意見を持てたことがなくて、それは石崎君も言っていたように、進んで使いたい人はそんなにいないだろうし、使わないに越したことはないけど、でも使わないといけない現状だし、どうしたらいいかはよくわからない感じです。

Ⅲ. 未来を展望する

福島復興の姿を思い描く

井内 難しいですよ。10年前に福島で本当に大変な事故が起きました。そこから、みなさんは福島がどのような姿で復興するのがよいと思いますか。

武藤 どのような姿と言われると難しいです。原爆ドームが良い例だと思いますが、何かしら戒めというか、こういうことがあったと見てわかるような場所が残ったまま、人が住める場所になったらいいなと思います。最近、震災伝承館という施設ができたようです。

井内 ここで安藤君が来てくれました。聞こえますか。

安藤 はい。遅くなってしまいました。

井内 では、自己紹介からまずお願いします。

安藤 愛知県の安藤七哉といいます。高校2年生です。学校でゼロ限から7限まで授業をやって学力向上にいそしんでいます。

井内 ありがとうございます。今、福島がどんな形で復興するのがいいと思うかという話題になっています。

加藤さんは福島の地元に住んでおられるわけですが、どんなふうに復興してほしいと思いますか。

加藤 私はここに住む人たちが制限されることなく生活を送れる環境になってほしいと思っています。

震災で原発事故が起きたときも、今のコロナのときも、いろいろな人たちが行動に制限を受けていて、ストレスを感じることが多いと思うんですよ。住民の意見が通るような環境をつくって、ストレスを感じない程度の自由がある環境になってほしいと思っています。

井内 ほかのみなさんも今まで福島に行ったことがあ

る人が多いですね。浜通りを実際に自分の目で見て、感じたことを元にお話しいただければと思います。

矢座 福島に住んでいた人たちと話す中で、元の町だったら帰りたいけど…という話を聞いて、でも実際に福島に行くと、本当に元通りに戻ることかなと思いました。それから、福島第一原子力発電所をどういう形にするのか、完全に更地にするのか、あるいは、ある程度あの建物は残すようにするのか、僕の中でのイメージがまだできていないです。

形だけで終わらせない心の復興とは

上野 私も自分の目で見たとき、本当にこれが元通りになるのかと思いました。本当に人はいないし、物音もしないし、止まったままというのがすごく印象に残っています。しかもそれが一部じゃなくて結構な範囲で、そこに人が住んでいたと言われても、逆に信じられないくらいで、そこから復興となると、いつになるのかという感じではあるんですけど。

このあいだ、まだオリンピックが開催されると言われていた頃、福島を走るために復興を進めているという記事を見たときに、地元の人が「これは偽りの復興だ」と言っておられました。映る部分だけの、表面上の復興にはなってほしくないです。

そこに住んでいた人、そこに帰りたいと思っている人がたくさんいるわけで、そこも含めての復興だと思うし、形だけで終わらせてほしくない勝手に思っているところはあります。もし、京都がそういうことになって、帰れなくて、でも形だけ直されてニュースにも取り上げられなくなると思うと……人の復興というか、精神にまで目を向けてやっていかないと、完全に復興したとは言えないんじゃないかと思います。

井内 上野さんは、精神の復興のためにどうすればいいと思いますか。

上野 たぶん、一つは風化させないというか、忘れさせないようにすることかなと思って。こうやってほかの県の人たちとも話すとか。日本で福島のことを考えている人をもうちょっと広めたり、考える範囲を広げたりすることで、福島人は、ほかの人たちも支援してくれているということで少しは和らいで、気持ちを復興に向けられるのかなと思います。

井内 いまの話聞いて、福島の人はいかがですか。

加藤 福島をそういうふうに考えてもらっているのをいまでも私はじかに聞いたことがなかったので、ちょっとうれしくなりました。福島県民、とくに私ぐらいの若い世代は、他県の人がそういうふうに福島をどうすればいいかを考えてくれていることを知らなくて「そうだったの？」みたいな感じの人が結構いるんですよ。県外でも考えてくれているということをもっとアピールしてい

けたらいいなと思いました。

石崎 今回このコロナの影響で、生活様式を変えようということで、常にマスクをしていたり、テレワークが進んだりしています。これから先はもっとデジタル化が進んで、どこにいても同じ仕事ができたり、物が手に入ったりという時代になると思うんです。その上で、自分が生活している地域に愛着を持てるのがすごく大切になってきて、結果的に、僕が考える福島の復興の形というのは「どこに住んでいてもやりたいことはできるけど、ここで暮らしたい」と思えるような「心の復興」だと思います。

風評被害を乗り越え、震災の記憶を伝える

井内 安藤君は、福島の復興について、どんなことを考えていますか。

安藤 僕は福島へ行ったことはないんです。元の状態に戻したり地域の方の傷を癒やしたりということも大切だとは思いますが、やっぱり福島は大きな原発事故を経験して……そういう所ってそんなに多くないじゃないですか。だから、後世にも事故のことを伝えていくような復興ができたらいいかなと思います。広島原爆資料館のように、後世にも震災や原発事故に関する記憶を残していけるような資料館ができたらいいかなと思います。

なぜかと言うと、これから首都直下地震とか、南海トラフ地震とか、そういう災害が起きると言われているときに、やっぱり震災の記憶を後世に伝えていくことで、少しでも被害が減らせるんじゃないかと思うからです。

井内 安藤くんがいま言ってくれたような震災の記憶を伝えるための伝承館という資料館が、つい最近、双葉町にオープンしました。武藤さんもさっき言ってくれましたね。

武藤 はい、そうです。自宅からかなり遠いので、まだ行ってないんですけど、今日うちの大学の後輩たちが見ていると思います。

井内 さっきご紹介した二人の意見もお伝えします。東京の小澤さんは、「私が考える福島の一番の復興は、風評被害がなくなり、地元の人々が住むことが当たり前になることです」という意見を、福島の服部さんは、「少なくとも福島県で育ったお米や野菜、果物たちが何の偏見もなく受け入れられるといいなと思っています」という意見を寄せてくれました。二人とも風評被害のことを言っています。みなさん、日々の暮らしの中で、福島への風評被害があると感じることはありますか。

上野 うちの家族は、私がこういう活動をしているので、福島への偏見は一切なくて、「福島やから買わへん」という話は聞いたことがありません。

井内 矢座君は、お母さんが米軍基地でお仕事をしておられ、震災直後は放射能に敏感になられたということ

でしたが、今でもそうなのでしょうか。

矢座 いや、最近は全然ないですね。僕がこういう活動でいろいろ調べ始めて、母にも話すようになってからは、そんなに敏感でなくなりました。普通に生活していてそんなに風評被害を感じることはありませんが、上映会では、やはり、まだ心配している人が東京には一部いるな、という印象を受けます。

30年後の自分を想像して

井内 最後に、30年後の自分はどんなふうになっていきたいか、今日話し合った原子力について、いろいろな意見を聞いた上で思うこと、これからしたいことをひと言ずつお願いしたいと思います。

武藤 30年後、私はもうおばあちゃんなんですけど、50歳になるまでの過程で、原発の廃炉に何かしら携われる仕事ができたらいいなと思います。結構難しい分野なので、私の頭がついていくかどうか心配ですが、廃炉とか復興とか、次につながるような仕事ができればいいなと思っています。次の世代に伝えるという意味では、伝承館のような施設で働くのも面白いなと最近考え始めたところです。

矢座 僕は映像を作っているんで、上映会を開き続けて、当時の記録として伝えたいです。僕も一応、東京ではありますが、震災以降の混乱期の中で育っているんで、そういう記憶を次世代に残していきたいです。それから、僕はアメリカの大学に進学するつもりなので、震災当時そこにいた日本人として、日本の視点から伝え続けられたらいいなと考えています。

安藤 30年後どうなっているかな。30年後というと、やっぱり核のごみの問題とか、あとは地震の記憶が風化しないように……人って10年もすればほとんど忘れちゃうじゃないですか。だから、地震の被害を忘れないようにしたいなと。活動はぱっと思いついたりするわけじゃないんですけど、何かそういうことが忘れられないように、自分も関わられたらいいなと思います。

上野 今後30年となると、大きい災害や事故がどれだけ起こっているかわからないし、原発事故もみなさんが言っていたように記憶が薄れて、今もコロナが流行ると廃炉現場で働いている人たちのニュースが取り上げられなくなるとか、どんどん人の情報は変わっていきます。でも、事故があったことに変わりはないし、それを忘れないように、つないでいけたらいいなと思います。震災当時大人だった人は、30年後にはおじいちゃん、おばあちゃんか、亡くなっているかで、もう記憶があるのは私たちしか残っていないので。

加藤 私の30年後はあまり想像できていませんが、今回、他県の人の意見も聞いてみて、県内と県外では考え方というか、知っている情報が違ったりすることがあ

りました。私は、どんな形であれ、そういう情報の格差がないようにしていける仕事がしたいです。

石崎 30年後、45歳の自分というのは想像が付きませんが、30年間できっとたくさん出会いがあると思うので、福島の問題についても原発の問題についても、自分一人で考えるのではなくて、出会った人たちと「私たちが」として考えていけたらなと思います。

澤田 みなさん、長時間お疲れさまでした。とても議論が広く深くなされたように思います。オンラインなの

で、直接顔を合わせて空気を感じ取りながら話すのとは若干違うところがありますが、そういう中でも結構いい話が出てきたと思います。

井内 画面上ではなく、本当はどこかでリアルにお会いできたらいいのですが、きっとそういう機会がこれからもあると思いますので、今後ともよろしくお願いします。今日はありがとうございました。

(2020年10月10日、オンライン会議で実施)

新刊紹介

ウランの化学(Ⅰ) —基礎と応用—

佐藤修彰, 桐島陽, 渡邊雅之著, 184p. (2020.6)
東北大学出版会(定価 3,000 円)
ISBN 978-4-86163-345-4 C3058

ウランは化学的に活性な元素で、多くの元素と化合物を形成する。原子炉の燃料として用いられる化学形態は、酸化物、窒化物、炭化物、ケイ化物、合金(アルミニウム、ジルコニウム、モリブデンなど)、さらには液体燃料まで、書き出してみると多様であることに驚かされる。核燃料サイクルの再処理では、水溶液や有機溶媒、溶融塩など、さまざまな溶媒中で溶解、抽出、沈殿が行われる。濃縮ではフッ化物ガスが登場する。本書は、A5版184頁、重さ277gのハンディな仕上がりながら、それら全てのウランの化学が網羅されている。また、本書の特徴として、化合物の合成法を詳細に記述していることが挙げられる。取り扱いに細心の注意を要するフッ素ガスやフッ化水素を用いたフッ化ウランの合成は、まさに著者らの面目躍如といったところであろう。この稿を書いている筆者は、溶融塩化学が専門分野で、ウランといえば溶融塩に溶けている三塩化ウラン(UCl_3)が馴染み深い。し

かし、純物質としての UCl_3 を合成する方法として、水素化物(UH_3)を経由する手段があることを、迂闊ながら本書によって初めて知ることができた。

本書の前半は基礎編として、ウランとその化合物に関して百科事典的に記述されているが、後半の応用編では、核燃料サイクルや福島第一原子力発電所の炉心溶融事故による燃料デブリ生成について、相応のページを割いて解説されている。燃料デブリをどのように始末するべきか。この国家的課題に対して、TMIやチェルノブイリの事故状況と比較しながら燃料デブリの物性を評価することにより、著者らは助言している。応用編の締めくくりはウランガラスの話で、装飾品としてだけでなく、機能性材料としての利用が紹介されている。本書は、特にウランを自らの手で取り扱う機会のある方々に是非お勧めしたい一冊である。

(電力中央研究所・坂村義治)



目に見えない脅威にどう対処するのか？

新型コロナウイルスと放射性物質

東京慈恵会医科大学 越智 小枝, 東京大学 山口 彰,
関西大学 土田 昭司

新型コロナウイルスをめぐる社会の現状は、放射性物質という同じ目に見えない脅威の拡散を招いた東電福島第一原子力発電所(1F)事故, それによって引き起こされた社会の混乱を彷彿とさせる。そこでは情報の不足や不確かな知見, 専門家や政府への期待とその反作用としての不信や反発, 人々の心理的ストレスと過剰反応, 不適切な対応が生み出す副次的被害など, 多くの類似点を見出すことができる。さまざまなリスクをどうバランスさせて対処すればよいのか。この現状から, 原子力界は何を学ぶべきか? 原子力学会の秋の大会での理事会セッションでは1F事故の経験から, ウィズコロナ, アフターコロナの社会に生かすべき教訓はないかといった観点での考察を試みた。

KEYWORDS: COVID-19, nuclear disaster, At-a-Glance, Risks and Alternatives, Responses to risks by citizens

I. COVID-19 と原子力災害

会合では東京慈恵会医科大学の越智小枝氏がまず, 「COVID-19 と原子力災害」というテーマで, 次のように講演した。



1. 科学には限界がある

今の社会はさまざまな防災対策をしている。しかし, その対応能力を超えたハザードが到来すれば, それが災害として顕在化する。

科学とは, 自然や社会など世界の特定期域に関する法的認識をめざす合理的知識の体系や探求の営みだとされる。そこでの科学は, 理想的な環境下という枠の中での合理的な思考である場合が多い。しかし現実の世界では想定を超えたものや, 特定の専門分野では網羅できないようなハザードが到来し, 「大災害」が発生することがある。今の社会では, それらの災害を科学やそれがもつ合理性で説明や解決できるという思い込みがあり, さらに, それができなかった場合には, 誰かの責任を追及するという風潮がある。

例えば1F事故は爆発や環境汚染だけでなく避難や失業というできごとをもたらした。それらのできごとが放

射線や精神的ストレスなどの共通の仲介因子を経てさまざまな健康被害をもたらした。

この事故の反省をうけて, 原子力分野ではオフサイトまで含めた対策が加味された。とはいえ, 現行の深層防護は風評や失業による被害まで十分に防ぐことができるものではない。COVID-19 の場合も科学・技術面での予防策は整備されたが, 感染者への差別や風評被害, 自粛警察の被害を防ぐことはできない。検査や治療に対する理解の促進も含め, 科学に頼りすぎないコミュニケーションが必要だ。

1F事故後の福島を見てきた者であれば, 2月にパンデミックが起きた当初からリスクコミュニケーション・科学コミュニケーションが必要であることは明らかであったはずだ。たとえば福島における甲状腺スクリーニング時の状況を思えば, 性急に開始した検査が偽陽性・偽陰性に係る問題や検査陽性者への差別を引き起こすことは容易に想像ができたし, 感染回避が放射線回避と同じく長期的な健康被害を起こし得ることも十分予測できた。しかし残念ながらこのような懸念につき, 当初十分なコミュニケーションを行えていたとはいえない。

COVID-19 の場合の無症状者への検査を考えてみよう。検査を制限すれば, 検査による誤った安心感による感染拡大や現場の病弊を防ぐことができるし, 医療資源の効率化を図ることができる。一方で検査をすれば, 安心感による社会の安寧や, 無症候感染者を発見すること

How do we cope with invisible threats? ; COVID-19 and radioactive hazard : Sae Ochi, Akira Yamaguchi, Shoji Tsuchida.
(2020年10月5日受理)

ができる。検査をすべきかどうかは感染者数や検査技術の進歩、国際情勢によって変化するもので、そこでは定常的な正解があるわけではない。

2. インフォデミックを助長する「正解信仰」

人々の不安が高まる時にはさまざまな誤情報や陰謀論が流布する。その結果、偏ったリスク回避やある特定の人々に対する風評・差別が生じる。これらの情報災害（インフォデミック）の根源は、この情報化社会においてわれわれが分からないことに脆弱になっていることにある。

今の情報化社会に生きるわれわれは、今回の災害時のように何か分からないことが起きるとまず検索をする習慣が染みついている。検索により即座に情報を得られるが、一方で「正解が存在するのかどうか」と問われることは稀になっている。

災害のさなかには、「正解がない」あるいは「今の所、分からない」情報が多々出現する。しかしたとえば「今自粛をすべきかどうか」を検索すれば、ほとんどの検索結果は「すべき」「すべきでない」の両論のいずれかを返すだろう。「状況による」「予測不能」という回答を検索から得ることは難しい。

人々が最も頻繁に知りたがる「正しいリスク選択」という問いには、本来正解はない。リスクはその性質上「不可知性」を含むからだ。予測不能な事態であればあるほど、検索により誤った、あるいは偏った回答を得る可能性が高いということになる。一方で災害の規模が大きくなるほど予測不能性が上がると同時に人々の不安は募る。その結果人々が検索を行う頻度は急増する。大規模災害時にインフォデミックが氾濫する理由は、この相乗効果によるものだろう。

インフォデミックを最小限にとどめるために、科学者が災害時にすべきことは、現状でどの情報に正解があり、どの情報は未知・不可知であるかを明確に発信することである。しかし災害時にはしばしば周囲の過度な専門家依存により、専門家が容易には「分からない」と発言できない空気が醸される場面がみられる。

3. 正解信仰が生む専門家依存

どこかに正解があるに違いない、という正解信仰はまた、「誰かが正解を知っているに違いない」という他者への依存へもつながる。未曾有の災害という正解のない状況において、「専門家」へ過剰な期待と責任がかけられるのはそのためだ。

もちろんパンデミックにおいてウイルスの基礎知識やPCR検査の基礎知識、診察や検査の現場の実情をそれに携わる人々に語ってもらうことは重要だ。しかしそれをもとにどのように暮らすのか、どのリスクまで許容するのか、というのは本来生活者自身が決めることである。

未知のウイルスの動態・人の動態が100%予測可能なはずもない。それにもかかわらず、自身の暮らしの在り方や将来予測の責任までを専門家に負わせるかのような報道もしばしば耳にする。

その背景には、専門家への過剰な期待がある。人々は彼らに、専門知識だけでなく選択肢を示す「規範」をさえ求めがちになる。「福島のことを食べていいのか」「検査は受けた方がいいのか」というような具合に。

この過剰な専門家依存は、不透明な中での決断に対する責任意識の退行だといえる。それらが一方では「自称」専門家の安易な扇動に乗る劇場型マスメディアを作り上げ、耳当たりのいい回答を流布することでインフォデミックを加速する。

社会の在り方、人の暮らし方を設計・予測できる専門家など存在しない。情報を元に行動を選択するのは日々を暮らすわれわれだ。専門家もまた、「下々の者に正解を示す」傲慢を自制する必要がある。本来専門家がなすべきことは、あくまで材料の提供、つまりあるリスクとそのリスク回避により呼び込み得るリスクの両者を提示し、人々が自身の価値観に基づいてリスクを選択できるようコミュニケーションを繰り返すことだ。

4. 悪人・責任を求める正義信仰

大災害の後にはしばしば行政等の対応が不十分であることから「これは天災ではなく人災である」という人が必ず出る。誰かが悪いから災害が拡大したのだ、というこの発想は、災害の本質を見誤っているように見える。

災害とはある事象が社会のキャパシティを超えた状態を指す。つまり災害時には平時のシステムが許容量オーバーとなっていることが前提とも言える。そもそも平時のシステムが対応可能であれば災害とは呼ばれないことを考えれば、天災の中には必ずそれまでの対策の破綻、という「人災」が含まれる。

5. 施策にゼロリスクは存在しない

極論を言えば、災害に関わる政策はすべからず人災を引き起こし得る、という認識が全ての人に必要だ。たとえば今般のパンデミックにおける自粛要請、GoToキャンペーンのような経済活動促進という政策決定でも被害者が出る。前者では飲食業や接客業が廃業の危機に立たされたし、後者では感染者の急増により医療資源が不足する。それは政策決定前から容易に想像できることだ。

問題は、施策決定そのものにあるのではなく、「ゼロリスクの政策」が存在するかのような幻影の下、政策の是非論ばかりが議論されることだ。政策には必ずそれにより損失を被る者が出る。その被害者を前提としない政策の推進は、防災システムばかりを強化して避難訓練を行わない施設のようなものだ。ある政策を決定する時に

は、被害者がゼロであるふりをするのではなく「被害者の出ない政策決定など存在しない」という前提の下、予測される被害者への対策を同時に行うことこそが必要だ。

これは原子力政策にとっても他山の石だろう。原子力の安全性を施設の規制強化にばかり頼み、その責任を関係者のみに帰すことは、再びゼロリスク信仰を生むこととなる。住民との対話を怠る限り、その信仰から脱することはできないだろう。原子力政策が被害者を生み得ること。それを前提に住民自らの災害対策も呼びかけなければ、将来の被災者への備えが不十分な政策が未来の被災者を増やす結果となりかねない。

6. 正義・正解・ゼロリスクからの脱却

ここにあげた例は、原子力災害とパンデミックという2つの災害を比較した時に見えてくるごく簡単な例に過ぎない。しかしその簡単な課題ですらあまり議論されないのは、災害横断的な情報共有という概念自体が未だ乏しいためだと思われる。原発事故の知恵をパンデミックに共有できていれば、防げたかもしれないインフォデミックや住民不安があるのではないだろうか。繰り返すが、その被害の原因は、原子力災害からの学びをパンデミックに充分活かせなかったわれわれにもある。

今、原子力からパンデミックに何が貢献できるのか。なぜ福島知恵は今般のパンデミックに応用されなかったのか。そこには、原子力災害について学びながら「おらが災害」の枠を超えて知恵を共有しきれなかったわれわれの責任も大きい。

Ⅱ. リスクリストと選択肢リスト

次に、学会でリスク部会長を務める東京大学の山口彰氏が登壇し、「リスクリストと選択肢リスト」というテーマで、次のように述べた。



1. 脅威に対処するには

現代はさまざまなリスクが複合的に絡み合う。目に見えない脅威は、感染症や放射線だけではない。むしろ、目に見える脅威の方が稀である。目に見えない脅威に対処するには、脅威を知ること、リスクシナリオの重要性を判断すること、適切な対策を取ること、対策の効果を監視することが重要である。コロナウイルスへの対応と放射性物質への対応を対比しつつ、脅威に対処するために何をすれば良いのかについて考察する。

2. リスクリスト

ここではまず、フレッド・グテルが示した「人類が絶滅する6つのシナリオ」を紹介する。それは「世界を滅ぼすスーパーウイルス」「繰り返される大量絶滅」「突然起こりうる気候変動」「生態系の危うい均衡」「迫りくるバイオテ

ロリズム」「暴走するコンピュータ」からなる。また、World Economic Forum が2020年にまとめた報告では、グローバルリスクを経済、環境、地政学、社会、技術の視点から分析し、影響と発生確率が高いものとして気候変動対応失敗や異常気象、水資源、サイバー攻撃などをあげている。

脅威への対処はリスクの制御と管理で行うというのは常道である。脅威を抑え込むことはできない(そもそも抑え込むことができないものが脅威となる)ので、それに対して適切な対策をとってリスクを制御し、重大な影響が顕在化しないようにリスクを管理するのである。

リスクを制御し管理するためにはリスクリストが必要である。原子力発電では、リスクリストは整っていた。原子力の安全目標は国際的に議論されてきたし、炉心損傷は予測確度の高い、晩発性の健康影響に対応する性能目標として利用されている。また、放射性物質の大規模放出は、より不確かさは大きい急性の健康影響に対応する性能目標と認識されている。

コロナウイルスはどうであったか。リスクとは何かが共有されていなかったと思う。当初は、ダイヤモンド・プリンセス号の対応で代表されるように、船内でPCR検査と健康観察を行い、ウイルスを国内に持ち込まないことを目標とした。その後、国内に感染が広がると、感染者を分離することによって感染を拡大させないことを目標とした。感染者が増加すると患者の重症化を防ぐため医療体制を充実させ、重症化する感染者が増加するに伴い医療崩壊をもたらさないよう無症状や軽症者は自宅などで経過観察、中等症患者の病棟を用意するなどの識別救急(トリアージ)策をとった。その後、経済の停滞が顕著に現れると経済活動制限を緩和することに重点が移った。このように、水際対策、感染防止、重症化防止、医療体制維持、経済活動維持と、徐々に目標を拡張しつつ重点をシフトさせた。

両者を比べれば対照的である。この違いは、私たちに知識があったかどうかによっているようである。

原子力では約50年におよぶリスク評価による知見の蓄積があった。ところが、感染症は、SARSやMERSに対応できたという経験から、日本には新感染症に対する危機感が欠如しており、コロナウイルスにはリスクリストがなかったと考える。

3. 選択肢リスト

しかし1F事故ではリスクリストがあったにも関わらず、混乱をきたした。選択肢リストを用意していなかったからである。異常の発生防止に多くの労力を注ぎ、優れた設計と品質管理、運転管理がゆえに、設計基準を逸脱する状況は極めて起こり難いと考えられ、そのような事態が起きないであろうとの願望のもと、選択肢リストをきちんと用意しておかなかったのではないだろうか。

原子力発電所の事故対応では時間の制約が重要である。初動の拙さが事故の拡大をもたらした。

コロナウイルスに対しても選択肢リストはなかった。そもそも、リスクそのものが十分に理解されていなかったからである。しかし、このような不確かな状況の中で、対策は概ね成功したのではないかと考える。先に述べたように、状況の変化に応じて、リスクを制御し影響を緩和する目的をダイナミックに変えていくことにより、その都度の選択肢リストを提示することができたのではないか。その結果、とった対策は、ベストとは言わないまでもそれほど悪くはない選択であった。

リスクの制御と影響緩和策は、どれかの対策が成功すれば結果は改善される。じっくりと状況を観察して、得られる知見を反映して選択肢リストを用意するという冷静な対応を続けていれば、結果影響がカタストロフィックにならない確率は格段に高まる。その結果は、重症者数や死亡者数、経済への影響が、諸外国に比べて相対的に小さいことから示されるのではないか。

4. 考察

目に見えない脅威に対応するには、まず脅威に関する知識を増やすことである。それは、不確かさを低減することと同じである。将来の不確かで目に見えない脅威に備えて、私たちは定量的リスク評価を行っている。その成果はリスクリストである。リスク評価はリスクが小さいということを示すためのものではなく、何が不確かで何の知識が欠如しているかを明らかにすることである。次に、リスク評価を活用しなければならない。これはリスク管理である。リスク管理の成果は選択肢リストである。リスクの制御と抑制のための選択肢を用意しなければならない。リスクリストと選択肢リストが用意されていれば、見えない脅威に対しても相当の対応が可能であると思う。“不十分な”リストであっても“十分に”役に立つ。

1F 事故では、選択肢リストが十分に用意されていなかったが、事故の状況を見据えて冷却水の注入、格納機能の健全性維持、放射性物質の放出抑制といったやるべきことは明確に共有されていた。それはリスクリストがあったからである。

目に見えない脅威に対処するために、脅威の理解、リスクの評価、重要度の判断、適切な対策、効果の監視が重要である。リスク評価とリスク管理により、リスクリストと選択肢リストをさまざまなリスク指標に対して用意しなければならない。これは私たちのリスクに対する知識を充実させ、脅威に適切に対処するに役立つものである。

Ⅲ. 一般公衆のリスク対応

最後に登壇したのが、社会心理学を専門としている関

西大学の土田昭司氏である。同氏は「一般公衆のリスク対応」というテーマで、次のように語った。



1. 曖昧さがもたらす「恐れ」

リスクは不確実な危険と利益によって構成されている。それに加えて実態、原因、対処法などがよく分かっていない不明確さが伴うリスクは、一般公衆からの納得を得ることが困難である。

Ambiguity(曖昧さ・多義性)とは、情報として十分な手がかりがないために、適切な構造化や分類ができない状態をいう。このような状態は人々にとって基本的に心地よいものではないが、曖昧さが心理的に受け取られるにはいくつかの側面がある。すなわち、手がかりがない新奇性、考慮すべきことが多すぎる複雑性、手がかりが矛盾した状況にある不可解性、複数の意味に解釈できる多義性などである。人々はこうした曖昧な事態におかれた場合、関心を向ける一方で、それを危険の源泉として知覚する傾向がある。

原子力施設事故と今般の新型コロナウイルス感染症流行は、非専門家である多くの一般公衆にとっては明らかに不明確な事態である。不明確さを伴うリスクであると認識した公衆は、これらを危機的な状況をもたらす重大なリスクと認識して、不安を募らせることとなる。

2. 一般公衆にとっての専門家・行政・政治家

原子力施設事故や新型コロナウイルス感染症のように先端科学技術を用いなければ対応できないリスクは、個人が独力で対応することは難しい。このため人々は、専門家や行政・政治家に解決を委ねて、専門家ならびに行政・政治家からの助言をもとに自分のリスク対応法を考え実践することになる。

ただし、一般公衆がこのようなリスク対応をとるのは、専門家ならびに行政・政治家が正しく問題を解決してくれるとの信頼があることが前提である。専門家や行政・政治家に問題を解決する能力がない、さらには、問題を解決しようとする意欲すらないと一般公衆が認識した場合には事態はカオスに陥る。専門家ならびに行政・政治家のリスク対応に一般公衆が信頼をおけないと認識した場合には、一般公衆各自がリスク判断をしなければならないが、その状況は一種の群衆行動となるからである。往々にしてそのような場合には、真偽にかかわらず事態を明確に理解していると主張する「専門家」「政治家」に一般公衆の支持が集まりやすい。

専門家ならびに行政・政治家が一般公衆から信頼を得るには、リスクに効果的に対処できたこれまでの実績を示すことが最も重要である。そのうえで、一般公衆にリスクの本質について理解を深めてもらうことが社会にとって望ましいことであろう。

3. 情報の質とリスク理解

情報はその性質から、単純な情報、複雑な情報、不確実な情報、多義的な情報の4つに分類することができる。不確実な情報は、意味する内容が真実であってもそれが現実化するかは確率などでしか表現できない情報である。多義的な情報は、真実は誰にも分かっていない、あるいは、同じ事象についてさまざまな見解や理論などが併存しているような情報である。

先端科学技術に関わるリスクは不確実であるだけでなく多くは複雑で多義的なものであるが、リスク状況において人が信頼できて安心できる情報は単純情報のみである。なぜならば、複雑な情報では、一応は納得できて自分の理解に間違いがなかったかと不安になる。不確実な情報では、万一の危険が発生するのではないかと不安になる。多義的な情報では、何が正しいのか分からなくなってしまう。

原子力施設事故や新型コロナウイルス感染症のような先端科学技術に関わるリスクを説明する場合、真摯に正しく説明しようとするほど、単純な情報で説明できることはほとんど何ともなくなる。新型コロナウイルスにかかる現状では、ウイルスとそれに対応する免疫のメカニズムを正しく理解するには少なくとも大学受験レベルの知識と理解が必要であろう。また、自分や自分の家族が実際に感染するかは確率の問題である。さらに、世界中の専門家が新型コロナウイルスについて分かっていないことが多いと発言している報道が毎日のようになされている。原子力施設事故と放射性物質汚染でもこの構図は基本的にはほとんど同じであろう。

一般公衆にリスクについての理解を深めてもらう重要な点は、現在進行しているリスクは単純な情報では説明できないことを理解してもらうことであるのだが、このことは結果的に、リスク事態が解消するまで一般公衆に不安と心理的ストレスをもたらすことになる。

こうしたことの結果として、人々の中には不安感情の高まりのために、危険に対する過敏、客観的事実が曖昧であるために起こす独善的行動、他者への安全行動の要求、SNSでの非難や差別的言動などの他罰的行動をとることがある。

4. 不安と心理的ストレスが生じさせること

人は明確な危険を知覚したとき恐怖感情を生じさせる。恐怖感情のもとでは人は危険からの回避行動を最優先して行うよう動機づけられる。これに対して、不明確な危険に対峙したとき、すなわち、危険がありそうに思えるのだが本当に危険なのかどうかよく分からないとき、人は不安感情を生じさせる。不安感情のもとでは人は危険の探索行動が動機づけられる。つまり、状況が本当に危険なのかどうかははっきりさせようとするのである。

探索行動によって危険が明確になれば、不安は恐怖に変わり、危険回避行動が促される。逆に、危険がないことが明確になれば安心することになる。ところが、先端科学技術に関わる危険が対象となった場合には、不安感情にかられて危険を探索するにも、自力で正確な探索を行うことは多くの一般公衆にとっては困難である。したがって、いつまでも不安感情をかかえたまま危険の探索行動を動機づけられ続けることになる。このことは人に大きな心理的ストレスをもたらす。危険に曝されるかもしれない不安だけでなく、探索行動を続けることに疲れてしまうからである。

人は基本的に心理的ストレスからのがれようとするのであり、上記の不安感情が比較的に長期に続く場合には次の二つの解決策のいずれかを採りやすくなる。

一つは、危険はないと思い込むことによる解決である。人には正常性バイアスや非現実的楽観主義などの心理メカニズムによって、客観的に危険な状況に在っても「自分だけは安全でいられる」と思い込もうとする性質がある。新型コロナウイルス感染症流行の状況において行政が自粛生活を呼びかけてもこれに応じようとしない人々がいる理由の一つがこれであると考えられる。

あと一つは、危険があると決めつけることによる解決である。これにより恐怖感情が発生するため危険回避行動を動機づけられることになるが、危険回避行動は単純な情報にもとづくため、不確実で不明確な危険探索行動よりは心理的ストレスが小さい。心理的ストレスをより小さくするためには、より明確で単純な情報にもとづく危険回避行動をとることが効果的である。すなわち、少しでも危険に思えるものは間違いなく危険であると断定して強固な回避行動をとるのである。危険回避行動をすること自体はリスク対応として適切なことであるが、このような状態においては、しばしば不必要に過度な危険回避行動がとられることがある。

しかしそれは、客観的ではなく自分の主観的な判断基準にもとづいて他者にも危険回避行動を強要する行為、危険に関わった人々あるいは関わりそうと思われる人々を必要以上に非難する攻撃的行為などが伴いかねない。

報道されている新型コロナウイルス感染症流行におけるいわゆる自粛警察や外国人などに対する差別的行動、1F事故後における福島県からの避難者に対するいじめや偏見などは、これによって生じたと考えられる。

新型コロナウイルス感染症と放射性物質の相違点について述べる。

前者の場合は比較的自己能管理できる余地がある。自己責任の部分があり、事態を自分なりに安全と定義することもできる。一方で後者の場合は、一般公衆にとって自己能管理できないリスクであり、行政や関連企業などに安全を要求することしかできない。このような他者管理型

のリスクについては、事態を安全と定義しにくい。

リスク事態において一般公衆が安心し信頼を寄せるのは単純情報による説明や対策が提示されたときである。しかし、原子力施設事故や新型コロナウイルス感染症流行などの先端科学技術に関わるリスクは、客観的には単純情報による説明や対策の提示はできない。これにより一般公衆には心理的ストレスを強いることになることをふまえた対応が専門家や行政・政治家には望まれる。

IV. 総合討論

会合ではその後、このセッションの座長を務めた佐治悦郎氏の司会のもとで登壇者らと討論。原子力学会会長の中島健氏は新型コロナ感染症と原子力事故による放射性物質については、「どちらも目に見えず、よくわからない脅威であること、その影響を抑え込もうとすると経済的な影響が生じることが類似点である」と指摘。一方で「原子力事故は地域限定だが、今回の感染症は世界的であること、また感染は誰にとってもが身近な自分事であるものの、原子力事故による放射線の影響は事故が起きた地域の外の人にとっては他人事であることが相違点だ」と述べた。また、「1F 事故を経験した原子力関係者が災害横断的な情報共有をすべきではなかったか」という越智氏の指摘については、それを今後、どう反映していくかを考えたいと述べた。これに関連して土田氏は、原子力関係者にはリスク関連学会に参加する人が少な

く、領域を横断した知見の共有や、社会への関心により向き合う必要性を指摘した。

会場からは「原発のリスクだけ見ているとそのリスクは無視できないので、他のエネルギー源のリスクも同時に認識して相対的に評価してもらおう」提案があった。また、山口氏は「リスクにはさまざまな階層のものがあつて、意見の違いがあつても、上位概念のリスクは共有することができる。それを踏まえた上で、解くべき問題は何かということから始めるべき」だと発言した。

* 本原稿は当日の講演内容を、予稿集や当日の発表資料などで一部補足しています。〔文責〕佐田 務(本誌)

著者紹介

越智小枝（おち・さえ）

東京慈恵会医科大学

（専門分野・関心分野）災害公衆衛生

山口 彰（やまぐち・あきら）

東京大学

（専門分野・関心分野）原子力工学，安全工学，リスク学

土田昭司（つちだ・しょうじ）

関西大学

（専門分野・関心分野）リスクコミュニケーション，安全心理学

原子力安全にかかるパンデミックの国内外の現状と課題

電源開発 小林 哲朗ほか

2019年12月以降、中国湖北省武漢市を中心に発生した新型コロナウイルス感染症COVID-19は、翌年急激にパンデミック(感染症の世界的な大流行)に発展し、世界の人的・経済的・社会的な影響は極めて大きなものとなっている。そこで本稿では、パンデミックに対する原子力施設の安全について、国内外の医療以外の措置の現状と課題を解説する。

KEYWORDS: *nuclear facility, pandemic, covid-19, external hazard*

I. はじめに

COVID-19が急激に世界に拡がってパンデミックⁱに至った要因として、COVID-19がSARS(重症急性呼吸器症候群)のような下気道ⁱⁱへの重度な影響と一般の風邪コロナウイルスⁱⁱⁱの持つ伝染しやすさを併せ持っていたこと、近年の世界的な相互接続性の深まり(例えば、中国の世界経済への統合、航空旅客数が2000年から2018年で17億人から42億人に増加)などに加え、最近のSARSやMERS(中東呼吸器症候群)による死亡者数が比較的少なく、地理的にも限られていたため、気が緩んでいた可能性があるとの指摘¹⁾がある。

今般の状況も踏まえると、パンデミックは、後述する原子力施設への脅威とその発生頻度から、あらかじめ原子力施設においてレジリエンスを強化しておくべき重要な生物学的な外部ハザードの一つということもできる。なお、パンデミックについては、外部ハザードという捉え方ではなく、原子力施設の運営に当たり考慮しておくべき前提条件といった捉え方もある。

II. 原子力施設に与える脅威と発生頻度

パンデミックやエピソード^{iv}は、原子力施設の設備に物理的な損傷を与えないものの、安全な運営(緊急時のマネジメント含む)に及ぼす可能性がある脅威として大きく以下の2点がある。なお、感染予防・拡大防止対策の実施のための体制および消毒液、防護具などの資機材もこれらと相互に関連する。

Worldwide status and issue of nuclear safety against pandemic :
Tetsuro Kobayashi, Takashi Takata, Yoshiyuki Narumiya,
Susumu Iida.

(2020年9月9日 受理)

(1)多くの職員の長期欠勤(安全性、セキュリティ、セーフガード、緊急時対応などに従事する原子力事業者、その協力企業および規制当局の職員)

(2)製品(部品、消耗品)や外部サービスの供給中断

一方、パンデミックに至る可能性のある新興感染症^vなどは、新型インフルエンザが10~40年周期(1918年スペイン風邪、1956年アジア風邪、1968年香港インフルエンザ、2005年鳥インフルエンザ、2009年豚インフルエンザ)、新型コロナウイルスが最近十数年間に3回(2002年SARS、2012年MERS、2019年COVID-19)、ほかに1976年エボラ出血熱などが発生しており、原子炉施設の稼働期間を考えるとその発生頻度は有意に高い。

III. 国内外の現状

ここでは、COVID-19によるパンデミック以前に、原子力施設を対象としたパンデミック対応計画などの備えがあったかどうかを中心に述べ、COVID-19によるパン

ⁱ 世界保健機関(WHO)では、世界にパンデミックの脅威の深刻さや事前の対策計画の準備の必要性などを知らせるため、6段階のフェーズ(警戒段階)を設けている。COVID-19については、2020年3月にWHO事務局長がフェーズ6を意味するパンデミックと認定。

ⁱⁱ 下気道とは、気道のうち声帯よりも末梢側の部分で、気管から気管支、細気管支を経て、終末の肺胞まで。

ⁱⁱⁱ 一般の風邪は、80~90%がライノウイルス、コロナウイルスなどのウイルスによる感染症。

^{iv} エピソードとは、一定の地域や集団において、ある感染症の罹患者が通常の予測を超えて大量に発生すること。エピソードとなった感染症が、一定の地域を超えて世界的に流行する状況がパンデミック。

^v 新興感染症とは、WHOの定義によると、「かつて知られていなかった、この20年間に新しく認識された感染症で、局地的に、あるいは国際的に公衆衛生上の問題となる感染症」。

デミックへの初期対応にも触れることとする。

1. 原子力関連の国際組織

国際原子力機関(IAEA)の原子力エネルギーシリーズ NP-T-3.3「原子力施設の産業安全ガイドライン」²⁾では、他の従業員または一般社会からの生物学的ハザードに対して、原子力施設が準備するパンデミック対応計画は、従業員が感染する可能性を最小限に抑え、原子力施設での安全な作業を維持するために十分健康な職員を確保することに役立つとしている。

COVID-19 によるパンデミックにおいては、IAEA は、経済協力開発機構原子力機関(OECD-NEA)と共同で運営している運転経験国際通報システム(IRS)および新たに開設した COVID-19 運転経験ネットワークを通じた情報交換など、原子力事業者への支援を強化している³⁾。

また、世界原子力発電事業者協会(WANO)は、COVID-19 の状況下での原子力事業者の経験に基づいた「パンデミックの脅威への対応のガイドライン」⁴⁾を会員向けに発行している。

なお、執筆時点では、西欧原子力規制者会議(WENRA)、のパンデミックに対するガイド類の情報はない。

2. 米国

米国では、送電網を支える発電設備の継続的な信頼性を保証することをパンデミック対応戦略の重要な国家目標としている⁵⁾。

原子力規制委員会(NRC)は、2006 年に、「暫定パンデミック対応計画」^{vi)}を定め、パンデミック時には、12~18 か月の間に数週間、最大 40 %の職員が欠勤すると連邦政府の想定を踏まえ、その際の NRC が行うインシデント対応、脅威の評価と周知、外部コミュニケーション、重要なライセンス活動、執行および行政上のサポートを含む組織のパンデミック優先機能(pandemic priority functions)を特定している⁶⁾。

また、NRC は、2010 年に、パンデミック発生の結果として今後 48 時間以内における原子力施設に対する運転上の課題(安全性、セキュリティ、セーフガード、緊急時対応)および規制緩和措置の要求の必要性について、原子炉施設の許認可取得者が NRC スタッフに情報提供するよう要請するための一般通達文書⁷⁾を発行している。

一方、産業界の原子力エネルギー協会(NEI)では、2006 年に、国土安全保障省(DHS)の原子力セクター調整評議会(NSCC)と連携して、パンデミックの影響下で

^{vi} 現在、暫定パンデミック対応計画の内容は、NRC 本部の施設や設備が喪失するような広範な緊急事態や混乱時においても主要機能を 30 日間確保するための「運営継続計画(Continuity of Operation Plan)」「非公開」に取り込まれている。

も原子力事業者が原子炉発電所を安全に運営するための対応計画策定に利用できる「パンデミックの脅威への計画・準備・対応 参考ガイド」⁸⁾ ^{vii)}を作成している。同ガイドでは、パンデミックの想定(職員の欠勤率・期間など)のもと、パンデミックの各段階での機能分野毎の行動計画(公的保健機関や緊急対応機関との連携、医療スタッフの対応、従業員とのコミュニケーションや就業方法、供給が受けられなくなる可能性がある備品の備蓄、感染防止、感染または感染が疑われる場合の対応行動、定期的な訓練など)が示されている。

また、NEI は、2007 年に、同ガイドおよび前述の NRC の暫定パンデミック対応計画を補足することを目的として、パンデミック時に連邦規則で要求されているプラント人員数以下になった場合、通常状態に復旧するまで安全に運転継続するための方法(職員の欠勤により遵守できなくなる可能性がある連邦規則、NRC スタッフが利用可能な規制緩和オプションなど)を記載した「パンデミック許認可計画」⁵⁾を作成している。

COVID-19 によるパンデミックにおいては、原子力事業者は、NEI ガイドをベースとしたパンデミック対応計画を実行し、NRC は、遠隔でのプラント状況確認や緊急時対応訓練検査を延期するとともに、更新最終安全解析報告書提出の延期、消防訓練の免除などの原子力事業者からの連邦規則 10 CFR50.12 に基づく規制緩和要求を承認している。

3. 欧州

欧州各国では、COVID-19 によるパンデミック以前に、新型インフルエンザなどの経験を踏まえて、公衆衛生/緊急時対応当局により感染予防・拡大防止対策のガイド類^{viii)}が定められているが、米国のような原子力施設に特化したパンデミック対応にかかる国や産業界のガイド類は確認できなかった。

COVID-19 によるパンデミックにおける対応については、以下にイギリスとフランスの例を示す。

(1) イギリス⁹⁾

すべての原子力発電所は、安全評価原則(SAP: Safety Assessment Principles)で、安全で確実な運転を確保するために必要な最低限の人員配置レベルおよびこのレベルでは処理できない事態に対応する緊急時体制を明確にすることが求められている。これにより、パンデミックを含むあらゆる想定される状況下で原子力安全とセキュ

^{vii} NEI のガイドには、ガイドが原子力発電所以外の原子力施設にも応用できる旨の記載がある。

^{viii} イギリス公衆衛生庁のガイダンス、フランス国防・安全保障事務総局のインフルエンザ・パンデミック予防・対応計画、ドイツ連邦市民防護・災害救援庁のパンデミック対策マニュアル、スイス連邦保健庁のパンデミック計画－運用準備マニュアル/インフルエンザ・パンデミック計画。

リティに影響しうる動きを原子力事業者が適切に管理・制御できるよう具体的に計画されている。

COVID-19 によるパンデミックにおいては、原子力規制局 (ONR) は、原子力発電所における職員、インフラストラクチャー、公衆を防護するために必須でない業務の削減について、それらの活動の安全かつ確実な実施を保証していくとしている。また、原子力事業者が行う感染拡大を抑えるための対策も規制対象としており、英国公衆衛生庁 (PHE) のガイダンスの適用に不備がある原子力発電所が特定された場合、然るべき措置の検討などを行うとしている。

(2) フランス

COVID-19 によるパンデミックにおいては、原子力安全規制機関 (ASN) は、その対応措置による原子力安全と放射線防護への影響を分析するため、原子力事業者と密に連携している。

フランス電力 (EDF) の原子力発電所では、2003 年 SARS および 2009 年豚インフルエンザの流行当時に原子力発電所の職員が大幅に欠勤した場合でも事業を継続できるような事業継続計画を実行しており、COVID-19 によるパンデミックの際にも、ピーク時の 2~3 週間で 40 %、12 週間で 25 % の欠勤に対応可能な事業継続計画を実行している¹⁰⁾。

4. 日本

日本では、2009 年豚インフルエンザによるパンデミックなどを受けて、2013 年 4 月に「新型インフルエンザ等対策特別措置法」が施行された。

厚生労働省は、2009 年に、「新型インフルエンザ対策ガイドライン」を定め、その中の事業者・職場における新型インフルエンザ対策ガイドラインでは、感染拡大防止と社会機能維持の観点から、欠勤率が最大 40 % になることも想定しつつ、職場での感染防止策を徹底するとともに、重要業務を継続または不要不急の業務を縮小・中止するため、各事業者において事業継続計画 (BCP) を策定することが必要としており、感染防止対策と事業継続計画の具体例を示している。また、内閣府では、企業・組織の事業 (特に製品・サービス供給) の中断をもたらす自然災害に対する事業継続計画の策定・改善に繋がる事業継続マネジメントの普及促進を目指して「事業継続ガイドライン (2013 年改訂)」を定め、パンデミックに対しても適用可能としている。

2009 年豚インフルエンザによるパンデミック以降、原子力施設に特化したパンデミック対応にかかる国や産業界のガイド類はないものの、原子力事業者を含む多くの企業ではパンデミック時の BCP を含む相応の備えがあったものと思われる。

COVID-19 によるパンデミックにおいては、日本でも、2009 年豚インフルエンザ (国内死者数約 200 人) と



図1 飛沫感染防止のための中央制御室の仕切り
(資料提供：関西電力株式会社)

比べ、感染者・死亡者数が格段に増加するおそれがあった。政府は、2020 年 3 月に、COVID-19 も対象に加えた改正新型インフルエンザ等対策特別措置法を施行した上で、同 4 月に同法に基づく緊急事態宣言を行った。

原子力規制庁は、原子力事業者が行う保安活動について点検のタイミングや体制などについて弾力的に取扱うことが可能となるよう運用すること、原子力規制庁が行う原子力規制検査の検査計画を弾力的に運用して実施することなどの方針を 2020 年 4 月に示し、原子力事業者との会合もリモート会議となった。

一方、原子力事業者は、表 1 および図 1 の例に示すように、原子力施設の安全な運営を継続するための感染予防・拡大防止対策を行っており^{ix}、これまで、原子力事業者やその協力企業などの職員の一部で感染者が確認されたものの、安全な運営に影響があるものではなかった。

また、原子力災害時については、内閣府は、2020 年 6 月に、以下のような感染症の流行下での原子力災害時における防護措置の基本的な考え方を示しており、それに沿った住民参加の原子力防災訓練も行われた。

- ・避難または一時移転；感染者とそれ以外の者との分離、人と人との距離の確保、マスクや手指衛生など
- ・自宅での屋内退避；被ばくを避けることを優先し原則換気を行わない
- ・指定避難所での屋内退避；密集を避け、極力分散して退避 (困難な場合は定められた UPZ 外の避難先へ)

IV. まとめと課題

日本と欧州と異なり、米国では、COVID-19 によるパンデミック以前から、原子力施設に特化したパンデミック対応にかかるガイド類があり、感染予防・拡大防止対策にとどまらず、プラント人員数が不足した場合でも安全に運転継続 (運転停止ではない) するための方法を検討

^{ix} 原子力事業者が公開している至近の安全性向上評価届出書には COVID-19 への対応状況の記載がある。

表1 原子力発電所での感染予防・拡大防止対策

1. 感染予防対策

(1) 共通対策

業務管理

- ・手洗い、うがい、アルコール消毒、咳エチケットの徹底
- ・風邪の症状、味覚・臭覚の異常兆候がある場合の出勤待機（症状が継続する場合や息苦しさ・強いだるさ・高熱等の強い症状の何れかがある場合には相談センターへの連絡を指示）
- ・通勤車両（通勤バス等）内の対策（換気やマスク着用等）
- ・執務室の定期的な換気の実施
- ・多数の参加者が集まる会議開催の自粛
- ・一般見学等の一時立入の受付停止
- ・業務上必要な部屋以外の出入りを原則禁止

出張・外出

- ・出張、外出は、TV 会議の活用などにより原則実施しない。実施する場合でも必要性を精査して慎重に実施（関係会社社員へもお願いを実施）

(2) 安全・安定運転継続対策

- ・運転当直員は、通勤時を含めた勤務時間中のマスク着用
- ・運転当直員の食事時の他の社員との隔離
- ・運転当直員以外の中央制御室への不要不急の入室禁止（入室の際は健康確認、アルコール消毒、マスク着用）
- ・運転当直員を号機間で離隔（中央制御室内における運転当直員間の間隔を確保、通勤車両の分乗）
- ・要員の確保等の交代体制の確保
- ・当直課長席周辺に飛沫感染防止のためのアクリルボードの設置

(3) 工事・点検他関連対策

- ・発電所への入所にあたっては、入所予定の2週間前からの健康状態や行動履歴等に問題がないことを確認

(4) 地域における取り組み

- ・宿舎内や外出時等の私的な時間帯における、3密を回避した行動の徹底
- ・会食・懇親会は必要最小限とし、実施にあたっては、3密の回避を心掛ける
- ・感染が流行している地域への不要不急の移動を自粛

2. 染拡大防止対策（感染者が発生した場合）

- ・感染者発生（体調異常、PCR 検査実施含む）の迅速な把握のための関係者間の情報連絡の徹底
- ・感染者と接触した可能性のある者の特定および原則2週間の出勤待機の実施（出勤待機期間中は、健康状態の変化に留意し、可能な限り外出は控える）
- ・感染者および感染者と接触した者の居室、エレベータ等の共用部分の消毒
- ・感染者と接触した可能性のある者の活動空間の分離（通勤車両や食堂等の共用部分の利用時間の分離）
- ・感染者発生および感染拡大防止対策について、速やかに公表

（九州電力株式会社ホームページより）

し、それに応じた規制緩和措置も想定している。

パンデミックやエピソードは、原子力施設において、多くの職員の長期欠勤および製品や外部サービスの供給中断などにより、緊急時のマネジメントを含めた、その安全な運営に影響を与える可能性があり、起因となる新興感染症などの発生頻度も高い。また、発生初期にはその感染症の特徴（伝染しやすさ、潜伏期間、症状、死亡率）も判明していないことが多いため、初動段階から柔軟性のある対応をすみやかにとることが有効である。

したがって、原子力事業者は、原子力施設を安全に運営するための以下の検討を行い、具体的な対応計画を整備し、その教育・訓練を含む基盤整備をしておくことが重要である。なお、これには、防災業務計画およびその運用にかかわるものも含まれる。

- ・職員の欠勤・在宅勤務の割合・期間の想定
- ・リモート/離隔分散業務のためのテレコミュニケーション規則や IT インフラの整備
- ・安全衛生・情報共有などの体制（保健・医療などの外部連携含む）
- ・感染予防・拡大防止対策
- ・消毒液、防護具（マスク、手袋、飛沫防止シートなど）、赤外線式体温計、糧食、医薬品などの備蓄
- ・施設で定期的に交換する部品、消耗品などの備蓄
- ・職員の欠勤率に応じて、または外部サービスの中断によって、支障が生じる可能性がある点検・検査、訓練などの保安活動のリストアップと対処方法

また、国や地方自治体においては、原子力事業者との連携（医療面も含む）、規制事項などの弾力的運用のルール化、届出・報告などの電子化の一層の推進が望まれる。

V. おわりに

執筆者らは、標準委員会原子力安全検討会「外的事象安全分科会」において、リスク情報を活用し原子力施設の安全性向上を合理的かつ包括的に行うための外部事象に対する基本的な考え方と取り組むべき課題を検討している。本分科会では、原子力施設の総合的なシステムに重大な影響を及ぼす可能性がある外的事象としてパンデミックについても調査を行っており、本解説では、本分科会の調査結果の一端を紹介した。

なお、ここまで原子力施設の安全な運営の観点で述べてきたが、全国的な感染症蔓延下では種々の発電設備からの安定的な電力供給に影響を与える可能性があるため、その意味でも原子力発電所での上述の対応計画は重要であると思われる。

－ 参考資料 －

- 1) Aengus Collins, International Risk Governance Center, “COVID-19: A Risk Governance Perspective”, (April 2020).
- 2) IAEA, IAEA Nuclear Energy Series NP-T-3.3, “Industrial Safety Guidelines for Nuclear Facilities”, (2018).
- 3) IAEA, News, “IAEA Steps up Support for Nuclear Facility Operators during COVID-19Crisis”, (8 April 2020).
- 4) WANO, GL 2020-04, “Guideline for Members in Response to Pandemic Threat”, (2020). [CNNC 中核集団 Home page (2020-07-08 update) より引用]
- 5) Nuclear Energy Institute, NEI White Paper Revision 1, “Pandemic Licensing Plan”, (December 2007).
- 6) NRC, Press Release 06-147, “Interim Pandemic Response Plan”, (1 December 2006).
- 7) NRC, Regulatory Issue Summary 2010-04, “Monitoring the

- Status of Regulated Activities During a Pandemic”, (25 May 2010).
- 8) Nuclear Energy Institute, NEI 06-03, “Nuclear Sector Coordination Council, Influenza Pandemic Threat Summary and Planning, Preparation, and Response Reference Guide”, (March 2006, Revision 2; February 2020).
- 9) ONR, “Coronavirus (COVID-19)– ONR Position”, (1 April 2020, Update issued; 23 April 2020).
- 10) RGN, “Coronavirus en France, la filière nucléaires’ organisme”, (17/03/2020).

著者紹介

小林哲朗 (こばやし・てつろう)

電源開発

(専門分野/関心分野)原子力安全, 炉心・燃料設計, 原子力法制度

高田 孝 (たかた・たかし)

日本原子力研究開発機構

(専門分野/関心分野)原子力安全, 高速炉, PRA

成宮祥介 (なるみや・よしゆき)

日本原子力安全推進協会

(専門分野/関心分野)PRA, リスクマネジメント, 規格基準

飯田 晋 (いいだ・すすむ)

東北電力

(専門分野/関心分野)プラント運用管理, 原子力安全



From Editors 編集委員会からのお知らせ

ー 最近の編集委員会の話題より ー

(11月10日 第5回論文誌編集幹事会)

- ・WEBを使ったリモート会議を実施した。
- ・9月16日から10月15日までに英文論文誌に20報, 和文論文誌に5報の新規投稿があった。
- ・福島原発事故関連の記事等英訳公表事業の進捗状況が報告された。すべての翻訳と校閲が完了した。Vol. 1と4の組版を開始している。
- ・和文投稿原稿にもPre-Screeningを実施することとした。
- ・第7分野再編の組み込みと計算科学技術論文を含めることを明確化するため, 投稿分野別のSubject Indexの改訂案を検討した。
- ・年次報告書が公開される政府系ファンドによる研究および学位論文に関する投稿論文の新規性に関して, 意見が交換された。
- ・2021年が福島事故10年に当たり, 関連Reviewを依頼することとした。また, Virtual Issueとして事故関連の10数編の論文を無料公開することが報告された。

(11月10日 第5回学会誌編集幹事会)

- ・テレビ会議システムを使ったリモート会議を実施した。
- ・委員長から理事会報告があり, 学会誌の電子化について理事会での検討結果と今後の対応について説明された。
- ・「福島事故から10年」の1月号特集の自治体首長の依頼状況と2月号特集の有識者の依頼状況, 3~4月号の主要学会の依頼状況について, 編集長から報告があった。

- ・座談会の進捗状況と掲載号について確認した。
- ・次年度予算について編集長から説明があった。
- ・学会誌の編集後記は編集理事にも依頼することとした。
- ・学会誌10月号アンケート回答結果を確認した。
- ・巻頭言, 時論, その他の記事企画の進捗状況を確認し, 掲載予定について検討した。

(12月1日 第6回学会誌編集幹事会)

- ・テレビ会議システムを使ったリモート会議を実施した。
- ・副委員長から, 学会誌編集委員会の予算が理事会で承認された旨の報告があった。
- ・「1F事故から10年」の1月号特集の自治体首長と2月号特集の有識者, 3~4月号の主要学会のそれぞれの依頼状況について, 編集長から報告があった。
- ・巻頭言, 時論, その他の記事企画の進捗状況を確認し, 掲載予定について検討した。
- ・学会誌の電子化について, 来年2月から毎月10日にJ-STAGEで会員向けに公開することになったという報告が編集長からあった。現在, 公開に向けて作業を進めている。
- ・学会誌11月号アンケート回答結果を確認した。

編集委員会連絡先<hensyu@aesj.or.jp>

電力設備および業務を対象とした画像センシングの研究状況

電力中央研究所 中島 慶人

国内で進行している少子高齢化と社会インフラの高経年化は、国内の全産業に今後大きな影響を与え、これまでと異なる半世紀が訪れると筆者は考えている。また、IoTを活用したセンシング、センシングで得られるビックデータ、さらにはデータから適切な解を導き出すAIの活用が今後益々重要になることも想像に難くない。そこで本稿では、データ取得の入り口となるセンシングに着目し、画像を用いたセンシングの導入が電力設備の維持管理や業務の効率化に不可欠であり自然な方向性であることを、研究事例を示しながら解説する。

KEYWORDS: *Image processing, IoT, Sensing, Big Data, Artificial Intelligence, Machine Learning, Surveillance, Radiation, Virtual Reality, Operation, Inspection*

I. はじめに

動物は約5億年前のカンブリア紀に急激な進化をとげ現在の原形を得たとされている。現在、この急激な進化に目の誕生が起因しているとの説が唱えられている¹⁾。太陽光を利用し移動しながら餌を捕食しつつ天敵に捕食されないように逃げる動物が、厳しい生存競争下で目を持ち世代を重ねている事実は、目による画像センシングが動物の生存と密接に関係していると考えることが素直であろう。

ここで、国内の電力設備を含めた社会インフラの現状を考えてみたい。現在、電力設備だけでなく道路・橋梁・トンネル・上下水道・鉄道など、高度経済成長期に構築された社会インフラの高経年化対策が課題となってきた²⁾。さらに、少子化により国内人口が2008年から減少しはじめ、昨年一年間だけでも50万人を超える人口が減っている。今後、少なくとも半世紀あるいはそれ以上にわたり人口減少が進むと予想されている³⁾。このような状況下で、社会インフラの高経年設備の増加と、更新作業にあたる人手不足が意識されはじめている。

社会インフラの高経年化と少子高齢化に伴う人口減少、さらに昨今のデジタル化で生活が劇的に変化していく中、画像センシングを最大限活用し生存を有利にすることはカンブリア紀の動物と同様に自然なことであろう。特に、昨今の撮影技術の進展により人の目が感受できる可視光以外にも、宇宙線、放射線、X線、温度、超音

波、電磁波を可視化し、画像としてセンシングできる時代へと進化している。さらには、人物の表情変化から主観的な喜怒哀楽などの感情を画像でセンシングする研究なども進んでおり、その活用範囲は広がる一方である。

本解説では、画像処理によるセンシング技術の概要を紹介した後、電力設備および電力業務を対象として筆者が取り組んできた研究の一端を例に、現在の研究状況を解説する。

II. 画像処理によるセンシング技術

画像処理によるセンシングは、目のように外界の対象から届く光をデータとして取り込む画像取得、取得したデータからその後の処理に必要な特徴を抽出する特徴抽出、抽出した特徴から機械学習等で狙った対象や事象を検知・検出・分類・認識する処理に大分類できる。昨今は、特徴抽出と機械学習が階層的に絡み合った深層学習で高いセンシング精度が得られている。それらの概略を本章で説明する。

1. 画像センシングでの画像取得

画像センシングでは、初めに捉えたい対象や事象に適した光の波長を選定する必要がある。例えば、金属配管内の減肉を見たい場合には、X線を配管に照射しその反射や透過する線量を撮影に使用する(図1⁴⁾)。

ここで注意すべきことは、人が見ている光は電磁波であり、電磁波に「色」は存在しないことである。人が感じる「色」は主観であり、人の頭の中で形成される仮想的なものである。人は400~800 nmの間を三波長(青緑赤)に個別に反応する視細胞の反応で世の中を見ている⁵⁾。しかし、他の生物は異なる色世界を見ている。例えば、

Research Trends of Image Sensing for Power Equipment and Business : Chikahito Nakajima.

(2020年9月1日 受理)

画像処理による鮮明化



図1 配管の X 線撮影画像と減肉部分の鮮明化例



本の表紙画像

特徴点の抽出例

図2 画像内の特徴点抽出例

蝶は紫外線領域の波長 300 nm 付近から反応する視細胞を持ち、人とは異なる色世界の中で暮らしている。例えるなら、工業用の紫外線カメラや赤外線サーモグラフィカメラで物体を撮影すると、通常の影響と異なる画像が得られるような違いと考えてよい。

2. 特徴抽出

カメラなどの撮影装置で画像を取得した後は、捉えたい対象や事象に起因する部分を際立たせる特徴抽出処理が必要となる。本処理は長年の画像処理研究で数多くの手法が提案されており、その特性や使用方法を含めた知見が蓄えられてきている。一例として、画像処理の研究や実務で広く活用されているオープンソースライブラリ OpenCV を使い、本を撮影した写真から特徴となる点を自動検出した例を図2に示す。図2右の中で、○で囲まれている部分が自動抽出した特徴点である。このような特徴抽出結果は、その後の画像処理の精度に大きく影響を与える。そのため、撮影対象に特化した特徴抽出処理の開発に、筆者を含め多くの方々が地道に挑戦している。

3. 機械学習等による検知や認識

図2に示した本を再撮影し、2枚の画像間で同じ箇所を示す特徴点を線で結んだ例を図3に示す。両画像のサイズ、本の傾き、撮影場所や照明が異なるが、おおむね両画像の特徴点間で対応がとれている。特徴点間の位置関係を維持した状態で一致率が高い画像を選択することで、画像検索アプリも作成できる。

画像から抽出した特徴に基づき対象や事象を集め・整理・分類・ラベリングしておくことで、新たに撮影した画像内の対象や事象を検知・検出・分類・認識すること



図3 新たに撮影した画像との特徴点マッチング例

が可能である。画像センシングでは、特徴の整理や分類、さらには検知・検出・認識などに統計的な解析を活用した機械学習などが数多く使われている。これらの画像センシングで作られたシステムは、すでに銀行のATMやスマートフォンの生体認証など、さまざまな分野で使われており身近なものとなっている。

ただし、汎用的な特徴抽出を行い単に機械学習を適用するだけでは、得られる精度におのずと限界が発生する。その限界を超えるには、センシング対象に関する深い理解と知見に基づく撮影装置の選択、特徴抽出処理の設計、ならびに特徴解析に適した機械学習方法の決定が不可欠であり、三者の組み合わせの試行錯誤が画像センシングの成否を握っているといえる。

4. 深層学習の現状と今後の展開

昨今、深層学習を用いたシステムが、人を超える高い画像センシング精度を上げている。深層学習では特徴抽出と機械学習を連続的に実施する多層の回路を作り、大量のサンプル画像を使い収束するまで学習を繰り返すことで、捉えたい対象や事象に特化したシステムを構築している。チェス・将棋・囲碁などのように、明確なルールと枠組みが決まっている探索問題では、すでに人の能力を凌駕している。昨今は、人による支援を受けずにデータのみから独自に知識やルールを見つけ出す研究に注目が集まり始めている⁶⁾。

脳の視覚野の初期研究の歴史と同じように、深層学習でも回路の各部位の変化や情報伝達特性を可視化し、処理過程を説明する研究が行われている。しかし、視覚野の研究と同様に、深層学習で得た回路内部を直接解析し書き換えることは未だに困難である。そのため、昨今の研究成果は「本研究では、データに○○を追加あるいは△△の前処理を行い、**のモデルで再学習を行い、××の精度を得た。」のような研究報告が増えている。

深層学習結果の内部を明確に解明することができないため、深層学習で作成したシステムを業務用の既存システムへ組み込みこむことに対し難色を示す事例も多い。しかし、この考え方に関し筆者は懐疑的である。深層学

習で得たシステムが検証データセットに対し要求を満たす回答を出していれば、通常のシステムとして採用して良いと考えている。その理由は、特徴抽出と機械学習で作る従来のシステムも、深層学習で得られる新システムも、原理的には問題に特化した解空間が形成され類似的な回答を出すためである。さらに、両者とも想定外のデータでエラーが出れば、対応範囲を広げるために再学習が必要になり、あえて両者を区別する必要がない。むしろ利用者は、捉えたい対象や事象の物理的な変化を、シミュレーションなどを通して可能な限り網羅した検証データの準備に努めるべきであると筆者は考えている。

Ⅲ. 電力設備や業務への適応例

画像センシングの電気事業への応用例として、はじめに市販の家庭用カメラで放射線量を計測できることを示し、次に発電所の運転員の動作認識ならびに運転の仮想体験ができるVR研究事例を示す。さらに、画像センシングを用いたコンクリート欠損の新たな記録方法を示し、最後に動物やプランクトンの画像センシング事例を紹介する。

1. 放射線量の測定

画像からの特徴抽出処理として、画像内で隣接する2画素の出現頻度を集計し、画像内で情報量大きい部分を特徴点として抽出する方法を筆者が考案している⁷⁾。本特徴抽出処理を用いると、市販の家庭用カメラで放射線量をおおまかに測定できる。

実験例を図4と図5に示す。実験では周囲の状況が分かるようにカメラに魚眼レンズを取り付けて画像を撮影した。図4上はカメラに5~6 mSv/hの放射線を照射し撮影した画像である。画像を目で見ただけでは放射線による画像内雑音を検出できる(図4下)。図5は放射線の強度に応じて、画像内に発生する雑音数が増加することを実験で確認した結果である。

本成果は、市販のカメラあるいは発電所内の監視カメラの画像から、撮影場所の放射線量を直接確認できることを示している。なお本研究は、2011年の福島第一原子力発電所の事故直後に、現場で撮影した画像の解析中に本現象を見出し、当所で独自に確認実験を行ったものである⁷⁾。

2. 運転員の動作記録とVR

次に特徴抽出後の機械学習の活用として、発電所運転員の動作認識例を示す。図6左の画像は、運転員の動作を録画した映像の一部であり、図6右は画像センシングで動作を認識しその結果を仮想の人体CGモデルで表現した例である。なお、人体CGモデルの足元の線は、運転員が移動した軌跡を示している。本成果は2000年代前半の研究事例⁸⁾である。昨今は、コンビニエンスストアを

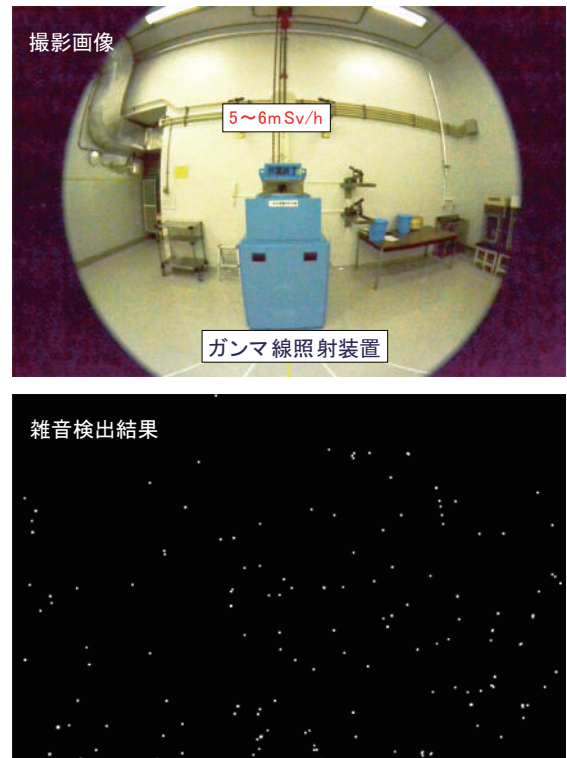


図4 ガンマ線照射時の撮影画像と画像処理による雑音検出結果例

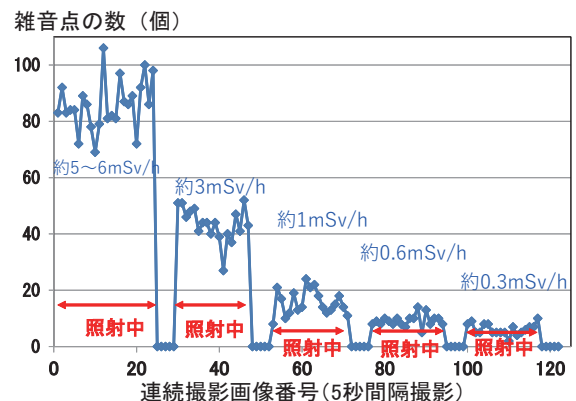
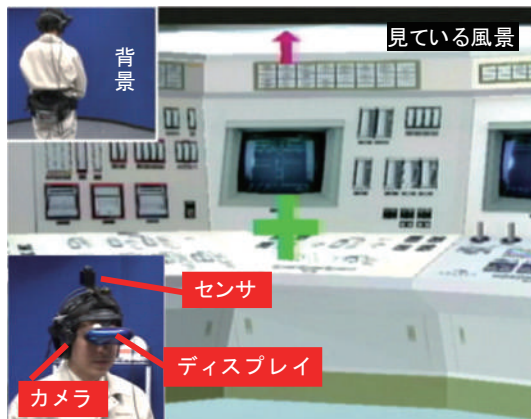


図5 ガンマ線量と画像中に発生する雑音数の関係



図6 運転員の移動軌跡と動作の認識例

訪れる顧客の興味や行動を認識しデータ化するなど、本分野の技術がより洗練された画像センシングへと年々進歩している。



被験者の装着装置と被験者が見ている映像



被験者が指差し確認時に見ている映像

図7 訓練シナリオに従い操作をしている様子と被験者が見ている映像

さらに、バーチャルリアリティ (VR) の中で仮想の発電所を運転したり、熟練者の運転を体感したりする研究を当所で 2001 年に実施した⁹⁾。図 7 に当時のシステム概要と体験デモの様子を示す。利用者の周囲に青色スクリーンを配置し、頭部に位置と傾きを計測するセンサを、耳横にはカメラを取り付けた。目に眼鏡型ディスプレイをかけ、青色背景に発電所の操作盤を合成表示するシステムとした。運転盤上の数値メータの指差し確認やボタンの操作は、画面上で点滅するメータやボタンと指先が重なった時に正しく操作したものと判定する画像処理を導入した。本システムでシナリオに従い一連の操作訓練が可能であることを確認し当時の研究は終了した。

昨今の VR や AR ゲーム環境により、より高精度な訓練環境が実現可能である。ただし、周囲の人物や自分の体・腕・手・指先などの動きを取り込み、仮想環境の中で自然に振る舞うには、提案したように被験者頭部につけたカメラ映像をセンシングするか、あるいは被験者の体の動きを認識するセンシングが必要となる。現在、当所では過酷なストレスを与える地震シナリオで動作する VR 体験システムを新たに構築し、被験者の心理・生理状態を計測する研究を実施している¹⁰⁾。

3. コンクリートの欠損検査

電力設備にコンクリートは不可欠であり、設備点検でコンクリートのひび割れや剥離等の変化に注意を払っている。コンクリートに発生する主要なひび割れや剥離を点検員が記録しているが、計測に手間がかかることや、作業員による計測誤差が含まれる課題がある。本課題に画像センシングを使うと、対象をカメラで多数撮影するだけで、ひび割れや剥離を客観的な 3 次元形状とし記録することができる。その一例として、図 8 にコンクリートの剥離を撮影し 3 次元形状として記録した例を示す¹¹⁾。現在、計測対象をスマートフォンのカメラなどで多方向から撮影した画像を使い、同様の 3 次元形状計測ができる状況となっている。今後、少子高齢化による人口減少で専門知識を持った点検員の確保が難しくなるな

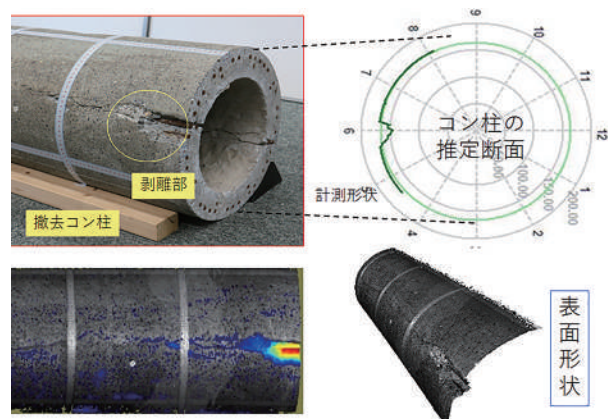


図8 コンクリート柱の剥離形状の3次元化例

かで、撮影した写真から 3 次元形状を再現する技術により、専門家以外でも従来のような (従来以上の) 記録を残すことができる。

4. 鳥やフジツボなどの生物対策

送配電設備の鳥害対策や取水口や復水器などに付着するフジツボさらには大量に襲来するクラゲなどの水生生物対策は、ほぼ全て人海戦術で監視し対応している状況である。これまで人の目視に頼ってきた生物監視は、画像センシングに適した課題といえる。下記に、ムクドリとフジツボの検知例を示す。

まず、ムクドリ検知を説明する。鉄塔へ大量に飛来するムクドリだけを検出する画像センシングシステムを作成し、長期間にわたり監視を実施して得た例を図 9 に示す¹²⁾。本システムは、ムクドリ以外にも鉄塔に飛来する鳥や、背景を通過する飛行機などを全て記録しているが、ムクドリの大量飛来時だけに警報を出すようにした。

次に、フジツボ幼生の検出を示す。発電所の取水口の海水をポンプで吸い上げ観測セルに流し込みフジツボ幼生を個別に検出する画像センシングシステムを作成した。システムを使い長期間にわたりフジツボ幼生の襲来を計測した結果を図 10 に示す¹³⁾。従来、プランクトンネットを使い人海戦術でプランクトンを捕捉し、事務所



ムクドリの大量飛来の検知例



ムクドリ以外の鳥や飛行機、雷等では警報を出さない

図9 鉄塔に大量に飛来するムクドリの検知例

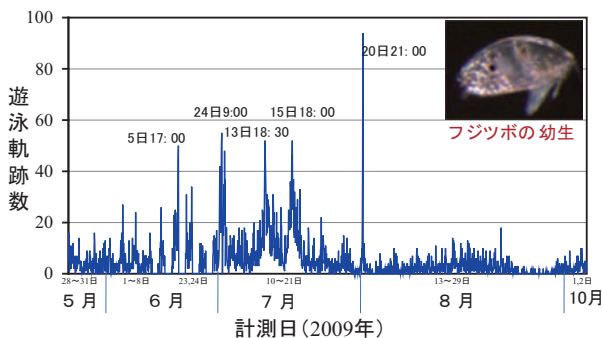


図10 発電所取水口でのフジツボ幼生の計測結果

でフジツボ幼生を目視で数えていたため、高頻度な監視ができていない状況であった。しかし、画像センシングであれば長期間にわたりフジツボ幼生の出現を連続的に監視することが可能である。なお、フジツボ幼生に関してはフジツボに類似したプランクトンが数多く存在し、それらを網羅的にデータ化し分類することができていないため、フジツボ以外の誤検出も多い状況であった。しかし、長期間にわたる連続的な計測結果は、プランクトンが短時間に集団で押し寄せている様子を示す初の成果となった。

IV. 今後の展開とまとめ

本稿では、電力設備を含めた社会インフラの高経年化ならびに今後の少子高齢化による人口減少の進行で、今までと大きく異なる社会環境が訪れる可能性があることを述べた。その変化の中で、画像センシングの活用拡大が必然的な成り行きであるとの筆者の見方を示した。画像センシングは、対象や事象の撮影装置、撮影画像か

らの特徴抽出、その特徴を使い対象や事象を検知・検出・分類・認識する機械学習で構成されることを示した。さらに、昨今は特徴抽出と機械学習が階層的に絡み合った深層学習で人を凌駕する成果が得られていることを伝えた。その後、筆者が取り組んできた画像センシング事例を紹介しつつ、本分野の研究状況や進展状況を説明した。最後に、本稿が読者の研究や仕事の参考になれば幸いである。

－ 参考資料 －

- 1) Andrew Parker, (渡辺正隆, 今西康子訳), 眼の誕生, 草思社, 2006.
- 2) 中島慶人, 社会インフラを守る新たな画像処理技術—鉄道・道路・電力設備での保守点検の高度化に向けて—, 電気学会誌, Vol.136, No.5, pp.272, 2016.
- 3) 総務省, わが国における総人口の長期的推移, https://www.soumu.go.jp/main_content/000273900.pdf (2020/8/1 アクセス).
- 4) 大石祐嗣, 名雪琢弥, 中島慶人, 藤井隆, 根本孝七, 狹隘部診断用 X 線イメージングシステムの開発(2)—X 線透過画像の視認性向上およびセンサー感度の向上—, 電力中央研究所報告 H08005, 2009.
- 5) 今元泰, 視細胞の光受容メカニズム, 生物物理 Vol.55, No.6, pp.299-304, 2015.
- 6) Elizabeth Gibney, Self-taught AI is best yet at strategy game Go, <https://www.nature.com/news/self-taught-ai-is-best-yet-at-strategy-game-go-1.22858> (2020/8/1 アクセス).
- 7) 中島慶人, 共起ヒストグラムを用いた放射線通過痕跡検出, ビジョン技術の実利用ワークショップ p.307-311, 2011.
- 8) 中島慶人, 原子力発電所運転訓練時の訓練員の検出と姿勢認識, 電気学会論文誌, Vol.125-D, No.1, pp.60-66, 2005.
- 9) 中島慶人, 伊藤憲彦, 堤富士雄, 保守訓練支援用バーチャルリアリティシステムの簡易実現, 電力中央研究所研究報告 R00029, 2001.
- 10) 廣瀬文子, 野々瀬晃平, 武田大介, 石川大樹, 小柳誠, 黒田真吾, ストレス環境を模した VR 体験時の心理生理状態の計測, 電子情報通信学会 IEICE-119, SSS-13, pp.SSS-17-SSS-20, 2019.
- 11) 西片太樹, 中島慶人, 画像を用いた電柱のコンクリート剥離計測, 電気学会全国大会論文集, 7-128, 2017.
- 12) 中島慶人, 電力設備へ大量に飛来するムクドリの検知, 電気学会電子情報システム部門大会, 2013.
- 13) 野方靖行, 中島慶人, 動画解析によるフジツボ幼生観測システムの開発, 電力中央研究所報告 V07009, 2008.

著者紹介



中島慶人 (なかじま・ちかひと)

電力中央研究所
(専門分野/関心分野) 情報学, 人工知能,
画像処理, 画像センシング, IoT, 機械学習
/目視検査, 脳の視覚野

複数基立地サイトのリスクに対する考察 —確率論的リスク評価の観点での定性的な分析—

電力中央研究所 三浦 弘道

多くの原子力発電所では複数の原子炉施設を有するものの、確率論的リスク評価(PRA)では単一の原子炉を対象とした評価がなされており、複数基同時発災の文脈は明示的には考慮されていない。現在、国際的にも複数基立地サイトのリスクについて関心が高まっており、マルチユニット PRA 手法の開発や実施が進められている。本稿では、福島第一原子力発電所事故事例から複数基同時発災時の事故の様相を整理し、複数基立地サイトでのリスク値への影響について、起因事象発生頻度、事故緩和対応の失敗確率および影響度合いの観点から定性的な分析を行った。

KEYWORDS: *Site Risk, Multi-unit Site, Multi-unit PRA*

I. はじめに

多くの原子力発電所では、複数の原子炉施設を有するものの、現状なされている安全評価では単一の原子炉を対象とした評価が実施されている。確率論的リスク評価(PRA)を規制活動に用いている米国においても、リスクを考慮した決定を行う際には、原子炉毎のリスクを考慮することが慣行である。一方で、福島第一原子力発電所事故(以下、「1F 事故」という。)や小型モジュール型炉の開発等により、複数の原子炉を有する原子力発電所に対する安全性について、国際的に関心が高まっている¹⁾。

複数原子炉の安全性評価手法の一つとしてのマルチユニット(以下、「MU」という。)PRA 手法について国際的な研究開発が進められている。MUPRA は、1983 年の Seabrook 原子力発電所における評価にはじまり²⁾、その後いくつかの実施例があるものの、仮想的なプラントの評価であったり、技術的制約による簡略化であったりするのが現状であり、定量的な傾向を把握できる程度までには知見が蓄積されていない。また、これらの知見の蓄積が進まないのは、複数基立地サイトのリスクが、構造物、系統および機器(SSC)の共有状況や原子炉のサイト内の配置、ハザード特性等の立地条件の影響を受け、それら相互の関係がサイト固有であり、複雑であるためと考えられる。

Considerations for the Risk of Site with multiple units :
Hiromichi Miura.

(2020 年 9 月 7 日 受理)

前述のとおり現状では複数基立地サイトの現実に近い形での定量的な議論は難しいものの、複数基立地によるリスクへの影響はサイトの安全性を考える上では避けては通れない重要な関心事であると考えられる。そこで、本稿では PRA の評価体系に沿って、複数基立地サイトにおけるリスク値への影響について定性的に考えてみたい。Ⅱ章では単基を対象としている現状の PRA について概説し、Ⅲ章では複数基立地サイトにおけるリスク指標について概説する。Ⅳ章では 1F 事故の事例の分析を通して複数基立地サイト特有のリスク要因について整理し、Ⅴ章では複数基立地であることがリスク値にどのように影響するのかについて考察する。

Ⅱ. 確率論的リスク評価の概要

一般に原子力発電所の PRA は、原子力のエネルギー利用に係るリスクのうち、公衆や環境に電離放射線が与える影響を表す放射線リスク(原子力安全のリスク)を対象とし、それに関連するあらゆる事象・事故シナリオについて、それらの発生可能性(確率または頻度)と、発生した場合の影響度合いとを定量的に評価する手法である。

原子炉設備での、炉心損傷に進展し得るさまざまな擾乱(起因事象)に対して、事象を緩和する方策の成否あるいは付随して発生する事象の有無を網羅的に事故シナリオとして展開する。展開したそれぞれの事故シナリオに対して、終状態、すなわち、事象終息・炉心損傷や核分裂生成物(FP)の環境への放出の有無等で分類し、それぞれの事故シナリオの発生頻度を計算する。特に FP の

環境への放出を引き起こす事故シナリオについては、その放出タイミングや放出量、拡散や沈着、食物等への移行を計算し、これに基づき、放射線による健康影響を評価する。

厳密性を欠いた表現となるが、平易に表すと以下のとおり表現できる。

原子炉安全に関するリスク

$$= \sum_i \left(\text{事故シナリオ}i\text{の発生頻度} \times \text{事故シナリオ}i\text{の（健康）影響} \right)$$

↑

$$\left\{ \text{起因事象の発生頻度} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{事故シナリオ}i\text{に至る緩和系の失敗} \\ \text{（あるいは事象発生）の組合せの発生確率} \end{array} \right\}$$

原子力発電所では、「止める、冷やす、閉じ込める」の安全機能毎に事故緩和策が多重化・多様化されていることから、起因事象が発生したとしても必ずしも炉心損傷に至るわけではなく、事故緩和策が失敗して炉心損傷に至るシナリオはある発生確率を持つ。そのような事故緩和策の失敗確率を評価するために、機器の故障や操作の失敗といった安全機能の機能喪失要因を組み合わせたロジックモデルが用いられる。

現状のPRAでは、発端となる起因事象の要因であるハザード毎に評価が行われる。ハザードはその発生場所により内部ハザードと外部ハザードに大別され、内部ハザードは機器の偶発故障や人的過誤、内部火災や内部溢水等の内的事象からなり、外部ハザードは、地震や津波、外部火災等の外的事象からなる。

PRAにおいて公衆の健康影響のリスク評価まで行うことは大変な労力を要することから、炉心損傷頻度(CDF)、格納容器機能喪失頻度(CFF)、大規模放出頻度(LRF)といった評価の中間段階でリスク指標を設定している。PRAから得られるリスク情報を活用した意思決定活動においては、これらの指標が判断材料に用いられる。現状、これらの指標の算出にあたり、学会のPRA標準類では複数基の影響を考慮することに言及はしているものの、評価対象自体は単一の原子炉であり、そのため、これらリスク指標の単位は単位年あたりに1つの原子炉で当該事象が発生する頻度、すなわち【/炉年】となっている。

PRAを実施する目的は、これらリスク指標の数値を得るだけでなく、発生頻度の高い事故シナリオの同定、機器故障や人的過誤といった事象の相対的なリスク重要度の決定等のリスク情報を得ることである。これらの情報は原子炉の脆弱点や安全性向上策の検討・分析に資するものであり、リスク指標と同様に重要な情報である。これらの情報を正確に得るためには、現状のプラント構成が正確にモデル化されているだけでなく、事故時のプラント応答が過度に保守的でなく現実的に評価され、事故シナリオやそれらの背後要因が網羅的に考慮されることが重要である。

Ⅲ. 複数基立地サイトに係るリスク指標

IAEAのリスク統合に関する議論³⁾においては、従来のような単基の原子炉に対するリスク指標では不十分であるとし、マルチソースリスクを表すための指標として、以下の指標を例示している。

- ・サイト炉心損傷頻度(SCDF)
- ・マルチユニット炉心損傷頻度(MUCDF)
- ・サイト燃料損傷頻度(SFDF)
- ・マルチソース燃料損傷頻度(MSFDF)
- ・サイト大規模放出頻度(SLRF)
- ・サイト早期大規模放出頻度(SLERF)
- ・サイト放出カテゴリ頻度(SRCF)。

いずれも単位は【/サイト年】となる。

複数の原子炉での事故シナリオ内で発生する事象が原子炉間で共通であったり、事象間で従属性、共通原因性や因果関係を有していたりするために、Seabrook原子力発電所におけるMUPRAからの知見としてFleming²⁾も複数基立地サイトにおけるサイトのリスク評価において、単基および複数基からの寄与を結合するためのリスク指標の単位は【/サイト年】ベースにすべきであるとしている。また、単基でのPRAから得られたCDFやLRF等のリスク指標を細工しても複数基立地サイトのリスク指標やリスク情報を得ることはできないとも述べている。

そこで、複数基立地サイトのリスクについて考える際には、事象が共通か、事象間にどのような従属性があるのかを分析することが肝要であろう。

Ⅳ. 複数基同時発災の影響

本章では、2011年3月に発生した1F事故の進展を参考に、複数基立地サイトでの同時発災事故がどのような様相を呈し得るかを考えてみたい。なお、本議論で、1Fが重大事故に至った主要因が複数基立地サイトに拠るということを主張する意図はないことに留意いただきたい。

1F事故発生の直接的要因は、地震およびその後の津波により引き起こされた。すなわち、地震と津波の影響により、非常用ディーゼル発電設備、非常用海水系設備や非常用メタクラ・パワーセンター等、原子炉設備間で同様あるいは近接配置の設備が同一の要因により機能喪失し、また外部電源送電網や開閉所等の原子炉設備間での共用されている設備が機能喪失した。このように、機器の共通要因による機能喪失あるいは共用設備の機能喪失と(特に外部ハザード下では、)原子炉設備間で独立でない事象が発生することが判る。

次に、福島第一原子力発電所1号機から4号機における事故進展を振り返る⁴⁾。地震発生後、出力運転中の1号機から3号機においてはスクラムに成功したものの、

外部交流電源喪失が発生し、非常用ディーゼル発電機が成功裡に起動し、炉心冷却が開始された。その後、津波の襲来により、全電源喪失(3号機は全交流電源喪失)に至り、1号機については3月11日中に炉心損傷、翌12日に原子炉建屋において水素爆発が発生、3号機については、初期には高圧系が機能していたものの、13日に停止して炉心損傷し、翌14日に原子炉建屋において水素爆発が発生、2号機については、14日に炉心損傷、翌15日に放射性物質が大量放出した。一方、4号機にあっては停止中であり、4号機自体の燃料は損傷していなかったものの、3号機からの水素流入により建屋において水素爆発が発生した。

この間、1号機の水素爆発飛散物による2号機-電源車間のケーブルの損傷、3号機水素爆発による2号機のサブプレッション・チャンバーからのベントラインにある空気作動弁の電磁弁励磁用回路の閉、3号機の水素爆発による3号機のタービン建屋前の逆流弁ピット内およびその周辺での高線量瓦礫の散乱による取水作業中断等、他号機の事象により直接的に事故緩和策に障害の発生が確認された。また、津波による故障、漂流物による移動制限、水素爆発による損傷、所外の道路ネットワークの輸送能力低下による消防車(可搬型注水設備)の不足、1、2号機の計器復旧等への対応による3号機の主蒸気逃し弁手動開のためのバッテリーの不足、同時発災に対応する上での運転員の不足等、複数基同時発災による冷却水、可搬型設備、人的リソース等の取り合い・不足が発生した。各原子炉設備で並列して事故が進展しつつも、近接原子炉での炉心損傷や水素爆発等の事象が、事故の緩和・操作の障害となっていたことが判る。

また、サイト内の複数基において全交流電源喪失が発生しプラント状態に関する情報が入り乱れたことにより、発電所対策本部での1号機非常用復水器の作動状況の誤認、事故初期の原子炉設備の深刻度判断の誤りによる2号機への注視、3号機高圧注水系の設備保全のための手動停止に関する情報把握の遅延、4号機原子炉建屋水素爆発時の4号機燃料の状態の誤認等、複数基同時発災への対応により状況評価や事故終息プラン策定において困難な状況が発生し、事故緩和に影響を及ぼした。

なお、ここまで複数基サイトのマイナス面を述べてきたが、5号機においては全交流電源喪失したが6号機の非常用ディーゼル発電機が一台健全であったために、タイラインを用いて6号機から5号機に電源融通を行い、RHRを機能させたといったプラス面の事例があったことについて付記しておきたい。

以上を整理すると、複数基立地サイトでの同時発災影響を評価する上で考慮する事項としては、以下が考えられる。

- (1)SSCの共有・相互接続
- (2)損傷・機能喪失要因の同一性

- (3)他原子炉設備の事故進展による緩和対応への影響
近接原子炉設備からのFP放出や水素爆発
資機材・要員等リソースの分配
- (4)複数基事故対応に伴う状況把握や緩和対応戦略の困難化
- (5)号機間での資機材・要員等リソースの融通

V. 複数基立地サイトのリスク

複数基立地サイトのリスクを考えるにあたっては、IV章で示した考慮事項により単基におけるリスクがどのように変化していくのか見ていくことになる。

前述のとおり、リスクは事象の発生可能性(頻度)とその影響度の積で表される。さらに、事象の発生可能性(炉心損傷頻度等)は、起因事象の発生頻度と事故緩和・操作の失敗確率(条件付炉心損傷確率等)の積で表される。厳密には単純な掛算とはならないが、ここでは議論をし易くするために、単純化して考える。この考え方を図示すると、図1のように表せる。x軸に起因事象の発生頻度、y軸に事故緩和・操作の失敗確率、z軸に影響度をとると、事象の発生可能性は起因事象発生確率と事故緩和・操作の失敗確率との積であるので、x-y平面での面積、リスクは事象の発生可能性と影響度との積であるので直方体の体積として表せる。

複数基立地サイトであることによりリスク値がどのように変わるのかを考える際には、IV章で示した考慮事項によりこの3軸の値がどのように変化するかを別個に考えることが理解の助けになるだろう。

図2では、例として同一サイト内に2基の原子炉設備

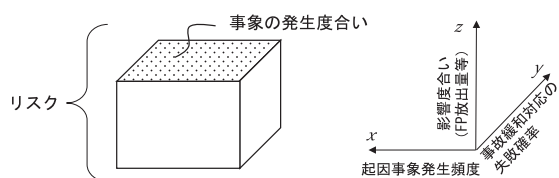


図1 リスクのイメージ

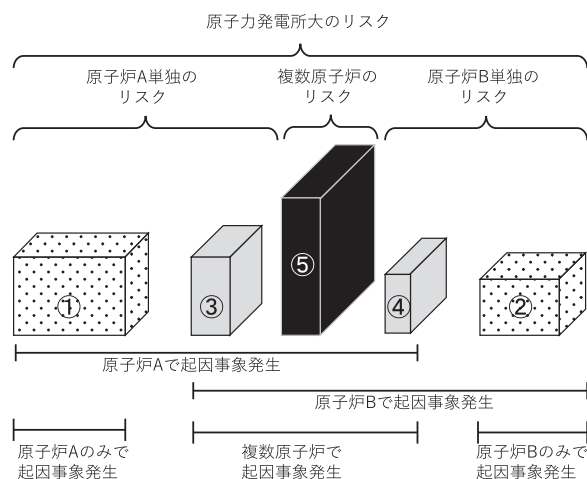


図2 2基の場合のリスクのイメージ

が存在する場合のリスクのイメージを示す。このとき、起因事象の発生状況(単基での発生か、複数基での発生か)、終状態への到達状況(炉心損傷や放射性物質の望ましくない状態が単基で発生か、複数基で発生か)について分けて考える。起因事象が発生しないと炉心損傷や放射性物質の放出等望ましくない状態は起こり得ない。一方で起因事象が発生したからといって、必ずしも炉心損傷に至るというものではない。そこで、単基で起因事象が発生し、かつ、単基で炉心損傷等に至る場合(領域①および②)と、2基で起因事象が発生し、かつ、単基で炉心損傷等に至る場合(領域③および④)および、2基で起因事象が発生し、かつ、2基で炉心損傷等に至る場合(領域⑤)に分けられる。なお、起因事象発生後の事故シナリオ(緩和対応の成否)により損傷する原子炉設備およびその数が変わることから、あたかも起因事象の段階で損傷する原子炉設備が既定されているように解釈できる領域③～領域⑤の表現は正確ではないが、議論の単純化のため、ここでは、図2の表現により議論を展開する。

1. 起因事象の発生頻度

複数基立地サイトでの起因事象の発生頻度について、設置・立地条件の特徴によりどのように変化するかを考えてみたい。

起因事象が発生しないとそのユニットでは事故には至り得ないため、複数ユニットで起因事象が発生していないと複数基同時の炉心損傷等に至らない。そこで、複数基で発生する起因事象(以下、「MU 起因事象」という。)と単基のみで発生する起因事象とに分けて考える必要がある。Seabrook 原子力発電所でなされた MUPRA²⁾での MU 起因事象は、(a)両ユニットに影響を受ける事象、(b)特定の条件下で両ユニットに影響を受ける事象および(c)独立して各ユニットに作用する事象の3つに分類される。

(a)は外部電源喪失、地震、外部洪水等を対象としており、起因事象を引き起こす共用設備の損傷や複数基に同時にインパクトを与える外部ハザードを対象としている。これらは、もともと単基の原子炉を対象とした評価においても、すでに起因事象の発生頻度として考慮されていることから、複数基に議論を拡張しても「単基での起因事象発生頻度」には影響は与えず、「単基のみでの起因事象発生頻度」と「複数基での起因事象発生頻度」の配分に影響がある。(b)はタービンミサイル等を想定しており、一方の原子炉設備で発生した起因事象の影響が他方の原子炉設備に波及することを想定している。これは対象を複数基にすることによりはじめて顕在化するものであり、「複数基での起因事象発生頻度」とともに「単基での起因事象発生頻度」にも影響がある。しかしながら、実態としては設計段階でも考慮されており、その影響は小さいものと思われる。また、(c)については、偶発的な

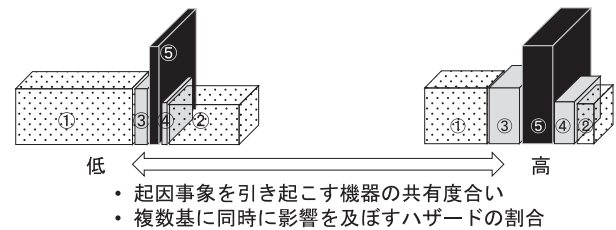


図3 起因事象に係る事象の共通要因度合いによるサイトリスクへの影響のイメージ

事象の組合せを対象とするため、その発生頻度は非常に小さいものと推察される。

起因事象を引き起こす機器の共有度合いや複数基に確定的にインパクトを与えるハザードの割合により、図3に示すようにサイトリスクの様相が変化する。

このことから、一基以上の原子炉設備での起因事象発生頻度はせいぜい原子炉設備の数倍程度となり、機器の共有度合いや複数基に確定的にインパクトを与えるハザードの割合が大きい場合には小さくなり、最小で単基と同等となる。ただし、機器の共有度合いや複数基に確定的にインパクトを与えるハザードの割合が大きいということは、複数同時発災の割合(③～⑤のx軸方向の長さ)が大きくなることを意味し、事故緩和対応の失敗確率が高くかつ影響度が大きい状態、すなわち、③～⑤の直方体の体積が大きい状態であり、リスクが下がる(直方体の体積の和が小さくなる)ことを意味する訳ではないことに留意が必要である。

2. 事故緩和対応の失敗確率

複数基立地サイトにおいて事象が発生した際の事故の緩和対応の失敗確率が、単基との差異がどのような場合に生じ、どのように影響を及ぼすのかを考えてみたい。

IV章の複数基同時発災の影響における整理を見る限り、複数基立地による事故緩和対応の失敗確率やリスクを高めるのは、サイト内に複数基立地することによりも複数基が同時発災することによるものと考えられる。そこで、複数基で起因事象が発生する場合(領域③、④および⑤)のリスクに影響があると考えられる。

複数基が同時発災した場合には、複数号機からの事故に関する情報が入り乱れ、サイト状況の把握や判断が単基での発災時に比べ困難な状況が想定され、意思決定・判断の失敗や緩和対応における過誤の可能性を高め得る。そのため、単基のみで起因事象が発生した場合に比べ、事故緩和対応が困難な状況に置かれ、その失敗確率は高まると考えられる。また、近接原子炉設備において事故が進展し、炉心損傷に伴う空間線量の増加やFP放出、水素爆発により、事故緩和作業が困難になったり、作業現場への立ち入りが困難になったりする障害だけでなく、緩和設備への物理的な影響も発生し得る。1F事故以降、どの発電所でもサイト内での水源や可搬型設

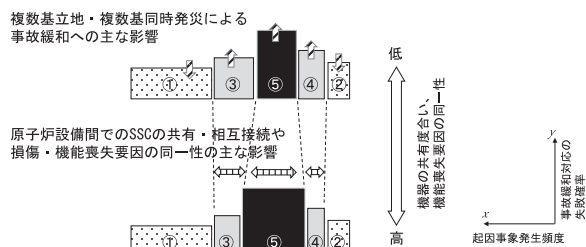


図4 複数基立地による事故緩和対応の失敗確率への影響のイメージ

備、事故対応要員が増強されているが、それでもなお事故緩和作業に必要な資機材や要員等リソースが不足する可能性は残る。その影響もまた、単基のみで起因事象が発生した場合に比べ、事故緩和対応の失敗確率を高めると考えられる。なお、この影響はプラントの事故進展状態に特に左右される。すなわち、他号機で厳しいプラント状態のときに顕著に発現する。また、原子炉設備間でSSCの共有・相互接続や損傷・機能喪失要因の同一性が多くある場合には、複数の原子炉設備で同様にSSCの損傷等が発生することにより、同様の事故シナリオを辿る可能性が高くなる。すなわち、「単基での事故緩和対応の失敗確率」には影響は与えず、「単基のみでの事故緩和対応の失敗確率」と「複数基での事故緩和対応の失敗確率」の配分に影響がある。

一方で、他号機からの号機間融通は他号機のプラント状態によりその実施可否が左右されるものの、冗長性を高めることから、特に他号機が安定した状態である領域①および②リスクの低減に働くものと期待される。

このことから、複数基立地の場合には他号機からの融通によるリスクの低下が期待される(図4の上段 領域①および②)が、複数基での同時発災時には単基での発災に比べ緊急時対策所や屋外対応の困難化により緩和対応失敗確率が増加する(図4の上段 領域③、④および⑤)。また、SSC間で共有・相互接続、故障要因の同一性が大きい場合には複数基での事故緩和対応失敗となる確率が増える(図4 領域③、④および⑤のx軸方向の長さの変化)。

3. 影響度合い

複数基立地サイトで事故が発生した場合の影響度合いについて、単基との差異がどのような場合に、どの程度生じる得るのかについて考えてみたい。

サイトが保有するFPの量は、原子炉設備の数に応じて増えることになり、FPの放出量は、複数同時発災の文脈においても単独発災時とFP放出割合が著しく変わらないと仮定すると、損傷した原子炉設備の数に比例し、影響度合いも同様となると考えられる。そのため、領域①および③のz軸方向の長さ、および領域②および④のz軸方向の長さはそれぞれ同じで、領域⑤では、領域①および②の和と同程度となる。ただし、Seabrook

原子力発電所のMUPRA²⁾によると、単基の事故の場合には、いくつかのシナリオで周辺公衆において被ばく量が放射線による急性死亡の閾値を下回っているが、複数基損傷によるソースタームの増大のために被ばく量がこの閾値を超えることで、SLERFが損傷した原子炉設備の数に単純に比例しないという知見がある。これは、原子炉が保有するFP量、放出割合、周辺の人口分布等に影響されることから、国内の原子力発電所で同様の傾向を示すかについて、確認していく必要がある。

VI. おわりに

本稿では、1F事故事例から複数基立地サイトでの事故の様相を整理し、複数基立地サイトでのリスク値への影響について、起因事象発生頻度、事故緩和対応の失敗確率および影響度合いの3つの観点から定性的な分析を実施した。特に外部ハザードのリスクが大きい発電所においては、複数基立地の影響は大きいものと考えられる。

原子炉設備間でSSCの共用・相互接続および故障要因の共通性の程度が小さい場合には、サイト大での事象の発生頻度は大きくなるものの、影響度合いまでを含めて考えると、リスクとしては設置基数に応じた値となる。一方で、共用・相互接続および故障要因の共通性の程度が大きい場合には、逆の傾向を示す。現状の国内原子力発電所では、安全クラスの高い設備は共用・相互接続されていない。また1F事故以降、資機材や事故対応要員の充足が図られている。依然として外部ハザードによる故障要因の共通性という問題は残り、MUPRAといった定量的な評価の必要性は残る。MUPRAの実用化へ対応する手法・データ収集・分析の技術開発を継続することは重要である。

－ 参考資料 －

- 1) 三浦弘道、猪股亮、神田憲一．“マルチユニットPRAに関する国際動向について．”日本原子力学会誌ATOMOS 60.11 (2018)：687-691.
- 2) Fleming, Karl N. “On the Issue of Integrated Risk—a PRA Practitioners Perspective.” Proceedings of the ANS International Topical Meeting on Probabilistic Safety Analysis, San Francisco, CA. 2005.
- 3) Poghosyan, Shahan, et al. “IAEA Project on Aggregation of Various Risk Contributors for Nuclear Facilities.” 2019.
- 4) 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会，“調査報告書(国会事故調)”，2012.

著者紹介



三浦弘道 (みうら・ひろみち)

電力中央研究所 原子力リスク研究センター
(専門分野/関心分野) 原子力安全工学、
確率論的リスク評価

世界情勢の構造的変化とエネルギー (その2) 転機を迎える石油情勢

東京大学 小宮山 涼一

日本の重要なエネルギー政策上の課題として、石油の安定供給が挙げられ、これまでさまざまな地政学的リスクに直面してきた。その中で近年の石油情勢は、従来の地政学的要因に加え、環境規制、エコカー普及、車への嗜好の変化、新型コロナによる社会動向の変化など、複合的要因が相まって影響を受けつつあり、石油の将来は一層不確実性を増している。また、SDGs(Sustainable Development Goals)への対応という観点から、石油産業は大きな岐路にあり、持続可能な発展に貢献するための新たなビジョンの形成が求められている。

KEYWORDS: *oil security, geopolitical risk, clean energy vehicle, SUV, COVID-19, oil peak, ESG, SDGs, divestment*

I. はじめに

日本の重要なエネルギー政策上の課題として、石油の安定供給が挙げられる。地政学的リスクの影響が大きい地域からの石油輸入に依存する状況の中、日本の主要な原油供給源である中東では過去、第一次石油危機(第四次中東戦争)、第二次石油危機(イラン革命)、湾岸戦争、イラク戦争、最近では2019年のホルムズ海峡タンカー攻撃など、量的な原油の安定供給に対する懸念が強まった。くわえて、石油の安定供給は、量的な安定供給のみならず、企業や家計への経済的影響もあり、低廉な価格での供給確保も重要になる。その中で、原油価格は大幅な乱高下を繰り返している。2008年の米国金融危機前後での投機的資金に起因する価格急変動、2014年秋以降の米シェールオイル台頭に伴う供給過剰懸念に起因した価格急落、イラン問題に起因する中東情勢緊張化に起因する価格上昇、そして新型コロナによる外出規制等に起因する石油消費急減と価格急落など、原油価格は急激な変動リスクにさらされており、量的、経済的に見た安定供給確保は容易ではない。また近年、低炭素化への取組強化を背景として、天然ガス需要が国際的に増加基調にあるが、欧州やアジアでは天然ガスやLNG価格は原油価格と

連動し、原油価格の影響が大きく、低炭素化推進においても原油市場の動向は無視できないものとなっている。

そして、新型コロナ感染症拡大の影響により、2020年の世界のエネルギー消費は戦後最大の減少を記録すると見られているが、新型コロナは社会の今後のあり方や展望に影響を及ぼしており、デジタルシフトや財や人の移動需要の変化など、石油消費に構造的インパクトを与える可能性も指摘されており、注視が必要である。そして近年では、化石燃料からの投資撤退(ダイベストメント)の動向、国際的な船舶硫黄分規制強化策¹⁾が石油需給構造に影響を与える可能性も指摘されている。従来の地政学的要因に加え、金融要因、環境規制、新型コロナによる社会動向の変化、エコカー普及(電気自動車)、車の嗜好の変化(SUV車の人気の高まり)など、従来にない複合的要因が相まって石油市場に影響を与える可能性があり、石油の将来は一層不確実性を増している。本稿では、2040年までの石油需給構造をレビューし、石油市場の影響要因を考える。

II. 原油市場の動向

新型コロナ感染症拡大は石油消費に大きな影響を与えた。都市封鎖、国内・国際間での移動需要の制限・抑制により、2020年は前例にない規模での石油消費急減が予測されている。特に国際間の移動制限により、世界的に航空輸送需要が大きく低下しており、ジェット燃料消費が激減していることから、短期的に石油消費の大きな伸びは限定的になると考えられる。ただし、コロナ下にお

Structural change of global affairs and energy (2) ; Turning point of oil market : Ryoichi Komiyama.

(2020年9月22日 受理)

■前回タイトル

第1回 コロナウイルスとエネルギー情勢

表1 中東・北アフリカ産油国の財政均衡原油価格

[ドル/バレル]	00-16 平均	実績			予測	
		2017	2018	2019	2020	2021
サウジアラビア	-	84	89	83	76	66
アラブ首長国連邦	48	62	64	67	69	61
クウェート	-	46	54	53	61	60
バーレーン	76	113	118	106	96	84
カタール	45	51	48	45	40	37
オマーン	-	97	97	93	87	80
イラン	56	65	68	244	389	320
イラク	-	42	45	56	60	54
アルジェリア	-	91	101	105	157	109
リビア	81	103	69	48	58	70

(出所)文献²⁾を基に筆者作成

いてもネット注文等に対する宅配需要は堅調なことから、貨物輸送需要とそれに伴う軽油需要への影響は軽微な状況にある。また、新型コロナにより、テレワーク、Web 会議等が継続的に拡大すれば、移動需要の伸びが長期的に抑制され、石油消費の伸びは一層鈍化すると考えられる。また、電動車の普及や、海洋プラスチック問題³⁾に代表されるように、プラスチックごみ削減と再資源化・利用に向けた動きが内外でもし加速化すれば、輸送用需要、原料用需要を含め、幅広い用途で構造的に石油需要の伸びにブレーキがかかるものと予想される。

また石油需要が構造的に抑制もしくは近くピークを迎えることになれば、原油価格への影響も不可避になる。象徴的な出来事として、新型コロナによる石油需要急減により、原油価格も急落し、米国の原油先物価格は4月に史上初めてマイナス価格を記録した。IEAの見通しでも、石油需要が2040年にかけて大幅に抑制されれば、原油価格は1バレル60ドル程度に抑制されると見込んでいる。そして問題は、石油消費と石油価格の同時低下、いわば石油のデフレ化が当面進んだ場合、産油国の財政環境や景気の悪化が進行し、必要な探鉱開発投資が停滞し、これらの投資不足により、たとえ石油需要が抑制されたとしても、将来の需給ひっ迫、市場不安定化の要因になりえることが挙げられる。

特に中東産油国は全般的に財政における石油輸出収入への依存度が高い。例えばサウジアラビアでは石油輸出収入への依存度が8割程度にのぼる。各国の資産規模や外貨準備高等により影響の度合いは一様ではないが、中東産油国は概ね原油価格低迷により国家の財政収入への影響を受ける。中東・北アフリカ産油国の財政均衡原油価格(歳出額を石油輸出量で除して算出)を見ると(表1)、各国とも新型コロナ以前は、アジア等での輸入増加に合わせて石油輸出が増加基調にあったため、財政均衡油価は低下傾向にあった。しかし、この財政均衡油価と2020年8月現在の原油価格(45ドル/バレル、ブレント原油)を比較すると、多くの産油国が財政赤字に陥る可能性があり、経済多角化、歳出削減が重要な課題として位置づ

けられている。また中東では、潤沢な石油資源をもとに、国民への社会保障や福利厚生を実施しており、財政状況の悪化でこれらの実施が困難となり、社会情勢が不安定化するリスクもある。将来の石油輸出収入減少の可能性を踏まえれば、中東産油国は経済多角化など脱石油依存に向けた社会の構造改革が必要となっている。ただし問題は、石油に代わる新たな産業の創出など、産業構造の転換といった経済多角化にも相応の資金が必要になるため、石油収入減少の可能性を踏まえれば、産油国は早急の対応強化が必要になる。国際的な石油需要の構造的抑制とそれに起因する中東情勢の不確実性に備え、日本も含めた石油消費国は引き続き、輸入依存度低減などエネルギー安全保障対策が重要となる。

Ⅲ. 石油情勢の展望

本稿では、IEAのWorld Energy Outlook 2019⁴⁾に基づき、石油市場の2040年までの展望を紹介する。石油の中長期的な展望においては、自動車、米シェールオイル、石油の安全保障の3点の見方が重要になるとしている。

自動車に関しては、車が石油へのニーズをもたらし最大の要因になっているが、電気自動車普及など、新技術が従来車に取って代わる兆候が見受けられ、石油需要ピーク論など、それらの石油需要への長期的影響に世界の関心が集まっている。電気自動車の普及拡大と共に、電気自動車用の充電所設置数も急速に伸びており、2019年には世界で100万箇所に達し、2018年比で60%も増加した(図1)。一方で、ライフスタイルや嗜好の変化を踏まえ、SUVといったより大型で効率の劣る車を選択する消費者が米国等で近年増加しており、これらの傾向が石油需要に与える影響も注視する必要がある。また、米国のシェールオイルの台頭は、新型コロナの影響と並び、過去10年間で石油市場に最大のインパクトを与えた要因の一つである。2014年の原油価格の急落を機に採算性に苦慮したともいわれるが、生産技術の高度化、知見・ノウハウの蓄積による生産コスト低下により、依然として生産量が増加するとの見方がある一方、資金調達など不確実性も指摘される。そして、米国の産油量は消費量を超える一方、石油資源に乏しいアジア地域は石油消費が世界で唯一増加傾向にあり、石油輸入も増加し

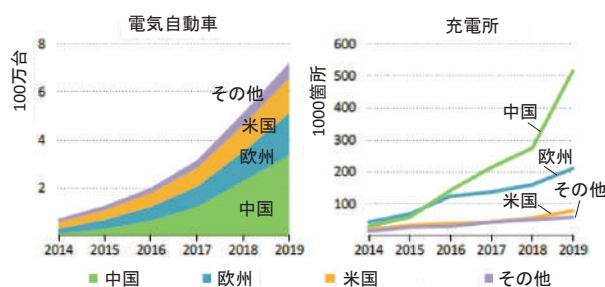


図1 電気自動車の保有台数と充電所の推移

(出所)IEA,Sustainable Recovery(2020)⁴⁾,Fig.2.15より作成

ており、国際的に石油の安全保障の考え方に隔たりが生じつつある。

1. 石油需要の展望

公表政策シナリオ(各国政府の政策が反映された蓋然性の高いシナリオ)では、世界の石油需要は、欧米地域では減少するがアジア地域など新興国では継続的に増加し、世界の石油需要は2018年の9,700万バレルから2040年には1兆600万バレルまで増加するが、2025年以降、石油消費の伸びは大きく鈍化する(図2)。2018年～2040年の石油需要の増加量をみると(図3)、アジアでの石油需要が顕著に増加する一方、欧米など先進国では減少し、中東やアフリカでの伸びも限定的となる。その結果、世界の大半の石油はアジアに向かい、アジアの石油輸入量が大きく増加する。アジア地域では2030年にかけて中国やインドで石油需要が大きく増加するが(図4)、省エネ、新エネなどの政策措置により、中国の急速な石油需要の伸びは2030年付近で終焉を迎えてピークに達し、日量1,570万バレルで頭打ちとなる。それで

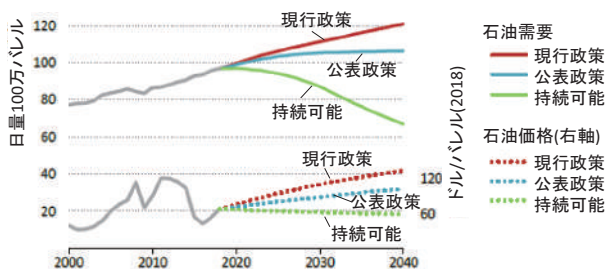


図2 2018年～2040年の石油需要、石油価格の推移
(出所)文献⁴⁾, Fig3.2より作成

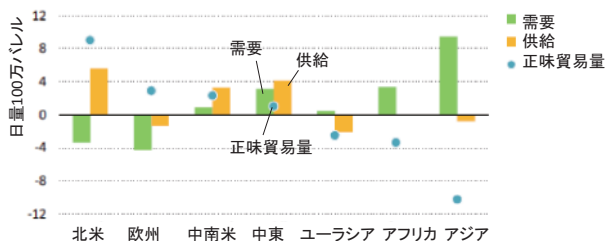


図3 2018年～2040年の石油需要、石油供給の変化量
(出所)文献⁴⁾, Fig3.1より作成

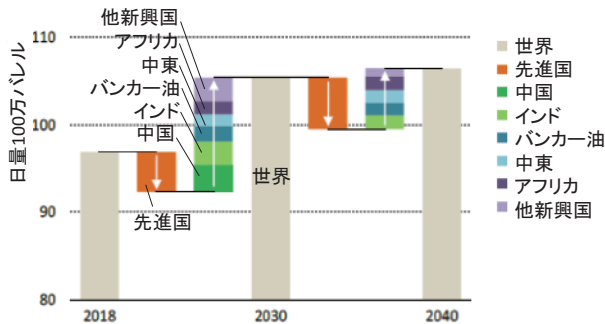


図4 2018年～2040年の石油需要の推移
(出所)文献⁴⁾, Fig3.3より作成

も中国は米国を抜いて2040年頃には世界最大の石油消費国となる。インドの石油需要は、2040年には900万バレルに達して現状比でほぼ倍増する。一方、2℃目標と整合的な持続可能な開発シナリオでは、石油需要は現状をピークとして、2018年の日量9,700万バレルから2040年までに1990年の水準と同程度の同6,700万バレルまで大きく低下する。石油需要のピークへの国際的関心が高まっているが、新型コロナの影響により石油消費の構造的変化が加速的に進み、石油需要が回復しなければ、このシナリオと同じく、2019年が世界の石油需要のピークとなる可能性もありうる。

また持続可能な開発シナリオでは、石油需要の低迷により、石油価格も高騰することなく、2040年まで横ばい、微減で推移する。また、同シナリオでの石油需要低迷と低価格環境へのシフトの中では、石油輸出国は十分な石油市場からの輸出収入が保証されない可能性に直面し、収入減少が上流投資を妨げ、経済の多様化に必要な投資をも制限する可能性があることから、経済改革と経済構造の多様化は緊急課題になるとしている。

2. 石油供給の展望

世界の石油生産の大半を担うOPECとロシアの石油生産は、2040年まで世界全体の生産量の半分を担う見通しである(図5左)。ロシアを除く非OPEC地域では、NGL(天然ガス液)やシェールオイルなどの非在来型石油生産が2040年にかけて生産量の3分の2以上を占める(図5右)。

また、米国のシェールオイル生産は、2018年日量600万バレルから2035年に最大で同1,100万バレルに達する

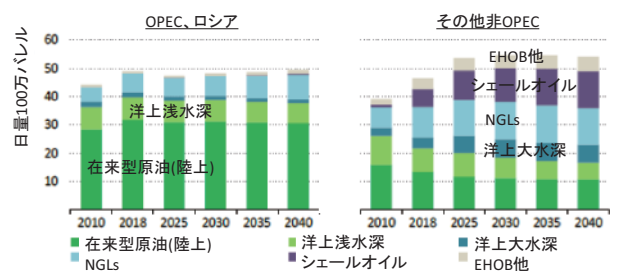


図5 2018年～2040年の石油生産の推移
(出所)文献⁴⁾, Fig3.5より作成

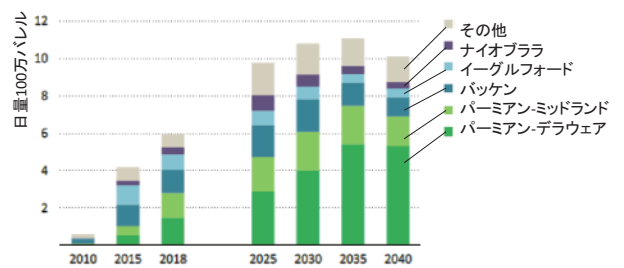


図6 米国のシェールオイル生産の見通し
(出所)文献⁴⁾, Fig3.12より作成

(図6)。シェールオイル生産の大部分は、パーミアン地域からの生産であり、2030年にはアフリカ全体の産油量をこの一地域だけで上回る見通しである。ただし、米国のシェールオイル生産の見通しは、環境規制、事業者の資金調達など社会情勢や事業環境、そして生産技術の不確実性により、2030年で±200万バレルほど予測が振れる可能性がある指摘されている。非OPECの中でも、米国のシェールオイル生産量の増加は、2030年までの世界の産油量の伸びの85%を占め、存在感が極めて大きい。大水深での産油量も増加し、ブラジルの大水深の産油量(米国に次ぐ世界第3位の伸び)が増加するなど、OPEC諸国とロシアの生産量シェアは2030年に世界全体の47%に低下し(2000年代半ばは55%)、市場支配力が徐々に低下する。それでもOPECとロシアの産油量は2040年時点でも世界の半分を占めるため、同地域における油田枯渇による減産を補うための継続的な探鉱開発投資は、長期的な石油市場の安定にとって依然として重要であると考えられる。

3. 自動車の展望

公表政策シナリオでは、2040年までに毎年3,000万台以上の電気自動車が販売され(図7)、2040年には世界の電気自動車の保有台数が3億3,000万台に達し、日量400万バレル(日本の石油消費に匹敵)の石油消費削減に貢献する。2020年代後半までに、従来の内燃機関自動車の販売は世界的に頭打ちとなり、乗用車の石油使用量はピークに達する見込みである。一方、大型で燃費効率の劣るSUV車の人気は近年、米国や中国など国際的に高まっているが(図8、図9)、同シナリオではSUV販売比

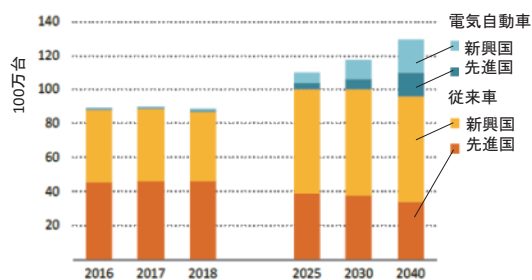


図7 乗用車販売の展望

(出所)文献⁴⁾, Fig3.9より作成

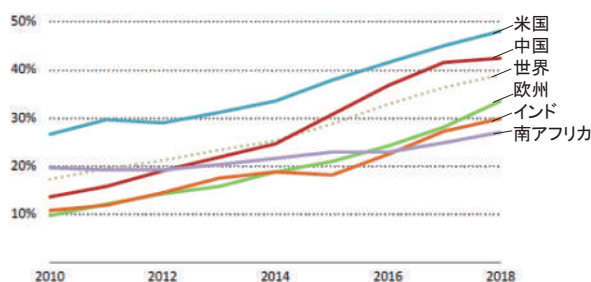


図8 SUV販売シェアの推移(国別)

(出所)文献⁴⁾, Fig3.7より作成

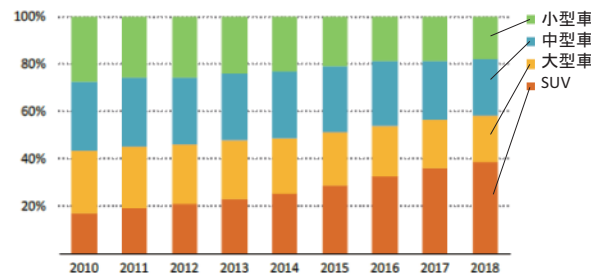


図9 SUV販売シェアの推移(車種別)

(出所)文献⁴⁾, Fig3.8より作成

率は現状の販売比率を仮定している。ただしSUV車に対する消費者の嗜好がより高まれば、2040年の石油需要を日量200万バレル押し上げるとしている。SUV車は燃料効率が低く、電動化することが困難であるため、SUV車の普及が拡大すれば乗用車の石油消費のピークも遅れることになる。

4. 石油貿易

世界の石油の貿易構造は将来的に大きく変化すると見られる。公表政策シナリオにおいて、需要側ではアジアは世界で唯一の巨大な石油輸入拠点となり、供給側では米国の石油輸出は2020年代半ばにはサウジアラビアを追い抜く見込みである。中国は現在石油供給の6割を輸入に依存しているが、将来的には8割を輸入に依存する(図10)。アジア新興国全体の石油輸入依存度も2040年までに80%以上に達すると見込まれており、アジア地域は加速的に世界の石油輸入拠点に変貌を遂げる。また、2040年には中東産原油の9割が中国やインドなどアジア向けに輸出され、中東とアジアの原油貿易上の結び

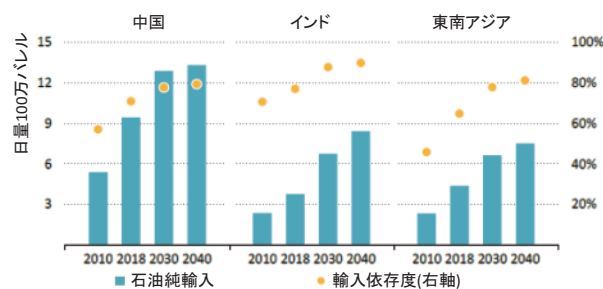


図10 各国の石油輸入量、石油輸入依存度の展望

(出所)文献⁴⁾, Fig3.15より作成

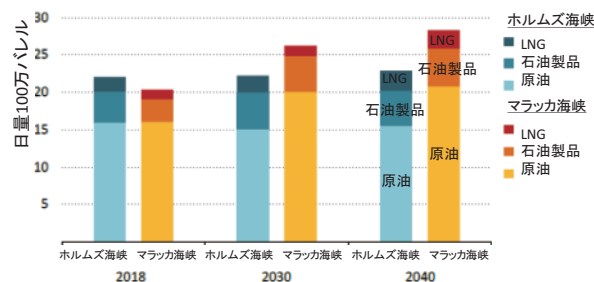


図11 ホルムズ海峡、マラッカ海峡における石油通航量の展望

(出所)文献⁴⁾, Fig3.18より作成

つきが強くなる。

そして、需要側と供給側の構造的変化を受けて、主要な海洋輸送上のチョークポイントを取り巻く状況も変化する。世界で最も重要な石油貿易の要衝は現在、ホルムズ海峡であるが、2040年までに日量2,600万バレルもの石油がマラッカ海峡を通過し、同2,000万バレルの石油がホルムズ海峡を通過する見込みであり、石油輸送の要衝として、マラッカ海峡の石油通過量がホルムズ海峡を上回り、マラッカ海峡の安全保障はきわめて重要になる。石油需要は頭打ちになるものの、石油の重要性は2040年においても不変であるため、石油輸出障害は市場をひっ迫化させる可能性があり、緊急石油備蓄など石油セキュリティ対策は重要な役割を果たし続けると考えられる。

IV. おわりに

エコカー普及や新型コロナによる移動需要の変化等に加え、環境問題も近年、石油の行方に影響を与えつつある。現在、ESG投資(Environment, Social, Governance)の潮流が世界的に顕在化している。典型的な例を挙げれば、再エネ100%の電力(RE100)を調達する動きが大企業を中心に徐々に見られつつあるが、現在は単なるクリーンエネルギー調達から、脱化石燃料といった持続可能な社会の構築といった目標実現への取組にシフトしつつある。石油利用に際して、大気汚染物質削減(SO_x, NO_x)についてはすでに十分な対策強化が進んでいるが、新たにCO₂排出の観点から石油産業は徐々に制約を受けつつある。ESG投資の観点から、シェールオイル関連企業への投資撤退を表明する金融機関も現れており⁶⁾、シェールオイルの不確実性要因になると共に、石油事業における投

資確保が困難になりうる兆候が出始めていると考えられる。石油産業もSDGs(Sustainable Development Goals)への対応が必須になりつつあり、将来の社会の輸送需要や原材料需要を支える燃料供給のあり方について、機関投資家や社会全体に対して説明する責任が求められていると考えられる。SDGsへの対応という観点から、石油産業は大きな岐路に差し掛かりつつあり、持続可能な発展に貢献するための新たなビジョンの形成が求められていると言える。

－ 参考資料 －

- 1) 国土交通省、海事分野におけるSOX規制の概要及び国土交通省の対応について、2019年。
< <https://www.mlit.go.jp/common/001292832.pdf> >
- 2) IMF, Regional Economic Outlook Update: Middle East and Central Asia Statistical Appendix, 2020.
< <https://data.imf.org/regular.aspx?key=60214246> >
- 3) 環境省、海洋プラスチック問題について、2018年。
< https://www.env.go.jp/council/03_recycle/【資料3】海洋プラスチック問題について.pdf >
- 4) OECD/IEA, World Energy Outlook 2019, 2019.
- 5) RE100 Climate Group ホームページ。
< <https://www.there100.org/> >
- 6) BNP Paribas, BNP Paribas takes further measures to accelerate its support of the energy transition, 2017年。
< <https://group.bnpparibas/en/press-release/bnp-paribas-takes-measures-accelerate-support-energy-transition> >

著者紹介

小宮山涼一（こみやま・りょういち）

本誌、62[10], p.29(2020)参照。

デインコッカス・ラディオデュランス，宇宙へ

本誌 秋江 拓志

これは放射線に極めて強い耐性を持つ微生物です。その放射線耐性や遺伝子修復機能は ATOMOS 誌の記事テーマとしても興味深いのですが、今回は別のお話、昨年発表されたいくつかの論文から。

8 月に、国際宇宙ステーション「たんぼぼ計画」で、宇宙空間にさらしたままのデインコッカスが 3 年間生存していたという結果が報告されました。3 年間とは、火星から地球まで移動することのできる期間だそうです。つまり、太陽系の惑星が出来た後、地球よりも小さな火星は早く冷えて、いち早く生命が誕生する環境が整った (ATOMOS 誌昨年 7 月号の記事もご覧下さい)。その生命が隕石に乗ってやって来て、地球生命の起源となりえた可能性が示されました。実際に、火星由来の隕石は世界中でいくつも見つかっています。地球外生命としては、8 月に金星大気中の生命の可能性を論じた論文、9 月には金星大気から生命の痕跡の可能性もあるリン化水素を検出した論文も続けて報告されました。火星よりも重力の大きな金星からの隕石が見つかった例はありませんが、大気圏を通過して宇宙空間に戻る天体なら地球でもしばしば目撃されています。金星大気を通過してから地球に来た隕石もあるかも知れません。火星や金星どころか、白亜紀の岩石中の微生物が生きて活動可能な状態にあったという 7 月の報告を見ると、岩石に閉じ込められた生命は、2017 年に太陽系外から飛来した「オウムアムア」のような天体に乗って星から星へ、1 億年という時を旅することさえできるかも知れない。

さて、デインコッカス等さまざまな環境を生きのびるいろいろな微生物が知られています。人間が作った探査機にも微生物が付着して宇宙へ旅立っているでしょう。地球外生命探査の名のもと、他の天体の貴重な生命環境を地球産微生物で汚染することはあってはなりません。そして、多くの探査機が送り込まれた火星はもう手遅れかもしれないのです。

Column

穢れと秩序

東京慈恵会医科大学 越智 小枝

日本における穢れと祓いの文化は元々仏教と共に輸入され、10 世紀の「延喜式」でほぼ完成を見たようだ。死穢、産穢などに一定の隔離期間(物忌み)を設けるやり方や、死体の中でも白骨は穢れではない、物忌み中の家を訪問しても靴を脱がず飲食をしなければ穢れは伝染しない、などの細則を見ると、これが元々感染症対策であったのでは、という事がうかがわれる。天皇制や神道との結合により精神的な側面が強調され、不敬や穢れの自己責任という概念が生まれたのは、その後のことのようにだ。

穢れの文化は世界各国に見られるが、多くは宗教的儀式として存在する。日本が少し特殊な点は、穢れが神道のような宗教的側面を持ちつつも多くが無宗教的な慣習として伝承され、主語のない「全体秩序の維持」という体制を構築したことかもしれない。明らかな宗教のない日本人が統制の取れた清潔行為を行えるのも、秩序主義の伝統と穢れの文化が渾然一体となり、意識と儀式の両者に深く浸透しているためではないだろうか。その伝統は時にゼロリスク神話や差別・排斥、自粛警察などの悪影響を招く。しかし一方で、大災害からの速やかな復興や感染対策の高い順守率など、社会のレジリエンスの源となっていることも確かだろう。

西洋合理主義の観点から穢れ文化の非合理を批判することは簡単だ。しかし 1 千年来政権や宗教を超えて社会の秩序を維持してきた歴史の力には抗い難い。むしろこの土台に西洋科学を加えることで差別や排斥、過剰な儀式化という「副作用」だけを減らせないか。そう考えてしまう貧乏性もまた「日本的」発想なのかもしれない。

「統合」の時代に

関西大学 菅原 慎悦

大阪に居を移し早1年、未だ物見遊山気分が抜けず、大阪ローカルの話題から始めることをご容赦願いたい。本稿執筆現在(10/1)、筆者の住む大阪市では「大阪都構想」が耳目を集めている。わが家にもオールカラーの美しいパンフレットが届いた。曰く、「二重行政の解消」「効率的な行政運営」のためには、何としても都構想が必要とのこと。その是非はさておき、効率化を旗印に「統合」が進められるのは、今に始まったことではない。筆者が都市計画を学んでいた2000年代半ば—あの頃、自分が原子力に深く関わるとは露ほども思わなかった—、「平成の大合併」が盛んなりし頃で、いたるところで「行財政の効率化」が叫ばれていたことを思い出す。

安全の世界も、いまや「統合(integration)の時代」と言われる。INSAGの2011年レポートは、“risk-informed decision making”の冒頭に“Integrated”の“I”を伴わせ、安全の意思決定における「統合」の重要性に光を当てた。近時制定された本学会の標準も、表題に“I”を冠している。筆者自身、“risk-informed”の本質は、安全を捉える認識上の軸を増やし、そこから得られる異質な知見を統合していく過程にあり、と論じたことがある。

こうしてみると、同じ「統合」でも片や効率化を目指すもの、片や異質さに向き合うものと、その中身はずいぶん異なっている。「安全の官僚制化」(Dekker, 2014)*が批判的に指摘される昨今、効率化や官僚制化による果実を享受しつつも、安全における「統合」の意味とは何かを改めて掘り下げていきたい。

* S. W. A. Dekker, The bureaucratization of safety, *Safety Science* 70, 348-357, 2014.

Column

スロバキアから福島へ(1)

コメニウス大学医学部英語コース 妹尾 優希

福島よりこんにちは。欧州の新型コロナ2波の感染拡大を受け、コメニウス大学医学部では、最終学年の6年生はスロバキア国外の病院実習を受けることで単位を取得できる事がまりました。その為、昨年9月より福島県いわき市の常磐病院を中心に、南相馬市立病院や福島県立医科大学病院にて外科実習を受けさせていただいています。

コメニウス大学の夏学期の新型コロナ対策は、欧州の他の大学より早く行われたのに対して、9月より始まった新学期の授業は、8月第4週まで方針が決まりませんでした。最終的に、6年生に関しては他国で病院実習の受け入れ先を見つけることができた学生は、Pre-state practicalと呼ばれる国家試験前の実習をスロバキア外の病院で受けることが許可されました。受け入れ先を見つけることができない学生は、他の学年の生徒同様に、始業開始2週間前にスロバキアに入国し、大学負担でPCR検査を受け、陰性の場合はコメニウス大学付属病院で人数を規制して実習を受けることとなりました。しかし、急な方針決定に対応できず多くの学生が規定の日に検査を受けられなかったことや、大勢の外国人学生が一度にスロバキアの大学に集まったことなどが原因で、教員を含むクラスターが発生してしまいました。スロバキアのニュースメディアのThe Slovak Spectatorの公表する新型コロナ関連の統計データによると、始業に合わせて帰国する外国人学生の動きがあった、8月末頃から急激に感染者数が上昇しています。大学負担で実習を受ける全校生徒にPCR検査や、他国での病院実習を単位として認めるなど新しい対策を試行したのですが、学期途中からオンラインで授業を実施することとなり、大学は混乱状態となっています。

目標立ては意外と忘れがちのようで

大阪市立大学 鳥居 千智

物理を学べる道へ進めた私だが、半年間の大学生活の中で何か違和感を覚えていた。これまでの勉強とは違うものだからという理由もあるのだろうが、勉強していてもなぜか勉強している感覚になれないのだ。そう思っていたある日、遠隔授業の導入により新入生は学生間の関わり合いがあまりないことに対応しようとしてくれたのだろうか、大学側が新入生を対象にリモートで学長と上級生と数人の同級生で話すという企画を立てた。そしてそれに参加した際、学長が勉強は目標を持ってこそ本当の勉強になるという趣旨の発言をしていた。それを聞いて今までの違和感の正体が少し分かった。今の私には特に目標が無いのだ。

高校生の頃は受験というはっきりとした目標があり、むしろ意識しなくとも大前提であった。対して大学生になった今ひとりひとりの最終的な目標は違うものであり自分で見つけに行かない限りは出来上がらない。大学卒業後の目標を立てることは、選択肢を選ぶというよりは真っ白なページに何を描くのかを決めることのように今までにない感覚だ。

目標を持つことを意識するようにしよう、とまた1つ学びができた。このことは多くのことにも言えるのではないだろうか？

後期では一部の授業が対面という形で私は嬉しく思っている。日本の大学生は世界一勉強しないと言われているが、私の同級生には学問への意欲が高い人が多い。その人たちと目標を語り合いながら高め合えるのは楽しみだ。

Column

持続可能な社会を目指して3 ～子どもたちの感覚～

京都教育大学附属京都小中学校 教諭 野ヶ山 康弘

東日本大震災から10年が経とうとしている今日、東北地方の復興は進み、新しくなった街が動き出している、事故を起こした福島第一原子力発電所周辺も帰還困難区域の解除が進んでいる、そんな光景が盛んに報道されるようになった。子どもたちはその映像を見て、東日本大震災から復興したんだと思い込んでいる。

果たしてそれだけでいいのだろうか。大きな被害を受けて日本中が混乱し、悲しみに暮れたどん底の日々から、「頑張れば元に戻る、今まで以上によくなる」と復活していく明るい未来を子どもたちに示すことは必要である。しかしそれと同等、もしくはそれ以上に、どうしても解決していくことが難しい暗い負の部分を示すことも大切ではないだろうか。

かつて震災7年後の福島県浜通り地区の街並みの写真を子どもたちに見せたことがある。このとき子どもたちから返ってきたのは「震災直後の写真かと思ったら現在だった」「もう復興して日常が戻っていると思っていたのに全然だった」という声であった。当たり前のことではあるが、やはり正確な知識や情報がなければ正しい見方ができないのである。なぜ、情報が出てこないのか、それとも情報を得ようとしていないのか、そもそもそこに何か問題があるのではないだろうか。

さらに、子どもたちが見た浜通りの写真に隠れている事実こそが、福島県の復興を妨げている原因であり、子どもたちが将来、背負っていかなければならない、解決していかなければならない大きな課題である。この課題は福島県だけのものではなく、国策のエネルギー政策とも関わってくる日本全体の課題である。

最近では原子力発電所から出た核のゴミ(高レベル放射性廃棄物)の地層処分の問題が話題になりつつある。そんな時代だからこそ、負の部分も含めた事実について、次世代を担う子どもたちに正しく伝えていく必要があるのではないだろうか。正しい事実を知らなければ、感情論に奔ったり、偏った根拠に乏しい考えに向いてしまったりしてしまうのではないだろうか。正と負の両面を正しく伝えることで、子どもたちは自らの力でその解決策を見出していこうとするのではないかと思う。実際に私の目の前にいる子どもたちは、自らの力でその解決策を見出そうとしている。