

### 巻頭言

#### 1 バイデン政権で何が変わるのか —世界情勢とエネルギー事情

宮家邦彦

### 時論

#### 2 原子力と気候変動

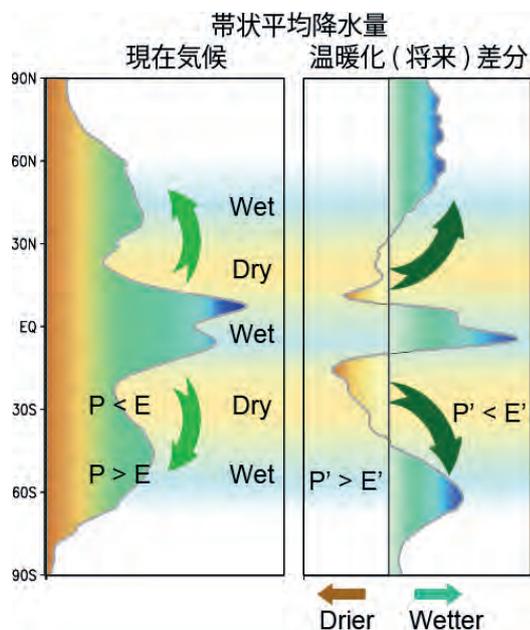
有馬 純

### 解説

#### 33 地球温暖化による降水の激甚化 (令和2年7月豪雨に見る豪雨の未来)

地球温暖化にともなう気温上昇により、将来的に豪・暴風等の激甚災害の増加が懸念されている。気候の予測データを用いて地球温暖化が降水量にもたらす影響を概説する。

大庭雅道, 筒井純一



東西で帯状平均された降水量とその将来変化差分の模式図。将来は緯度帯別の湿潤・乾燥のコントラストが強まると予想される。

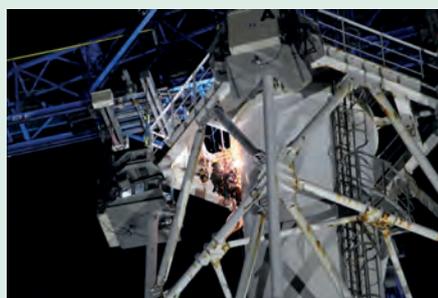
### 特集Ⅴ 「福島原発事故とその後」

#### 11 福島原発事故 10 年検証委員会は何を明らかにしたか

鈴木一人

#### 16 福島原発事故から 10 年で思うこと

畑村洋太郎



1F1/2号機排気筒解体作業のもよう(2019年12月)  
出典は東京電力ホールディングス

### 特集 放射性核種の摂取量の評価方法

岩井 敏ほか

#### 19 内部被ばくの体内動態モデル

放射性核種の体内摂取が生じた場合、バイオアッセイやホールボディカウンター、肺モニターによる測定値から摂取量を評価するために体内動態モデルは重要な役割を果たす。ICRPはその改良を続けてきた。

#### 23 摂取量推定方法の定式化

内部被ばくが発生した可能性がある場合、さまざまな測定値と動態モデルを用いて摂取した放射性核種の量が評価される。本稿ではその評価法として有用な概念である最尤推定法とベイズ推定法について解説する。

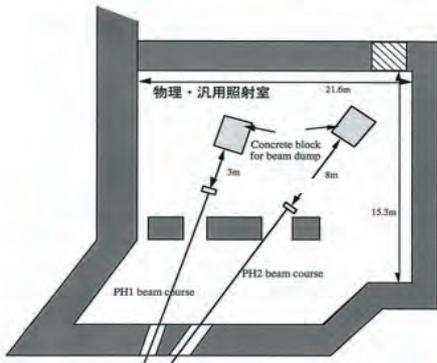
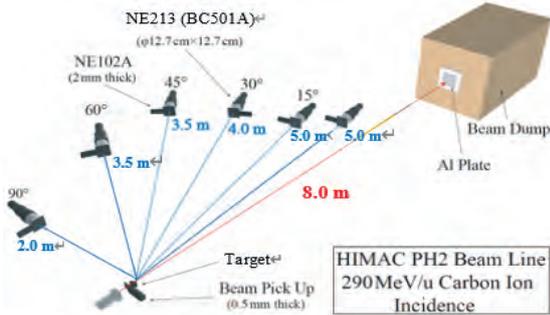
#### 27 モンテカルロ法等を用いた摂取量算定

モンテカルロ法は解析的に取り扱うことが困難な確率分布や尤度関数を扱う計算に有効に活用できる数値解法である。ここではベイズ推定法の解法として2種類のモンテカルロ法(MCMC法, WeLMos法)とアンフォールディング法を紹介する。

### 43 遮へいに関する OECD/NEA 積分実験データベースの技術評価グループ活動について

遮へいに関する OECD/NEA の積分実験データベース SINBAD と、2018 年に開始された技術評価グループの最新の活動状況について紹介する。

津田修一



HIMAC の測定体系

### 48 学会誌アンケート結果のまとめ (2020年1月～2020年12月号)

小林容子 ほか

### 51 Column

「地層処分」に教育の今後を見出す  
 対話にはエネルギーが要る  
 中学生サミット 2020 に参加して  
 トランスサイエンスのさらにその先を考える  
 液状化する社会  
 一番最後を走る人の傍らで

浅井佑記範  
 井内千穂  
 上野和花  
 佐治悦郎  
 佐田 務  
 服部美咲

### 54 倫理委員会の活動

土田昭司

### 4 NEWS

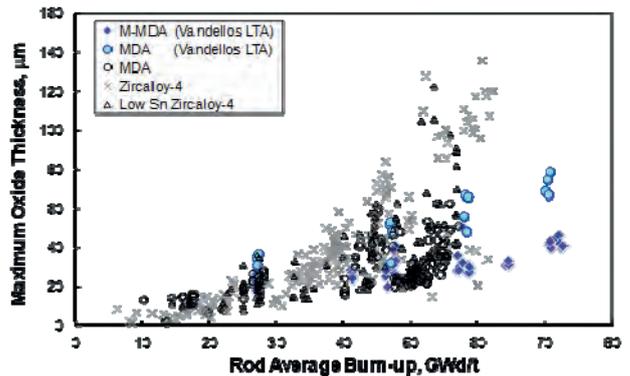
- 原子力学会, 1F 事故後 10 年のシンポ開催
- 原発訴訟, 司法判断分かれる
- JAEA, JRR-3 運転再開
- 海外ニュース

### 連載講座 多様な原子燃料の概念と基礎設計 (2)

### 39 軽水炉燃料のふるまい

軽水炉の燃料棒の燃料ペレットや燃料被覆管の性質と使用時の挙動, さらに燃料ペレットと燃料被覆管との相互作用で引き起こされる燃料棒としての挙動を紹介する。

草ヶ谷和幸, 下村尚志



耐食性改良被覆管の腐食挙動の例

- 47 From Editors
- 55 会告 2021 年度新役員候補者投票のお願い
- 57 会告 2021・2022 年度代議員選挙結果報告
- 58 論文誌編集委員会お知らせ
- 59 会報 原子力関係会議案内, 新入会一覧, 人事公募, 「2021 年秋の大会」開催に関するお知らせ, 「2021 年春の年会」学生 PS 受賞者一覧, 英文論文誌 (Vol.58, No.5) 目次, 主要会務, 編集後記, 編集関係者一覧
- 62 Vol.63 (2021), No.5 J-STAGE 閲覧 ID・パスワード後付 第 53 回 (2020 年度) 日本原子力学会賞概要

学会誌に関するご意見・ご要望は, 学会誌ホームページの「目安箱」([https://www.aesj.net/publish/aesj\\_atomos/meyasu](https://www.aesj.net/publish/aesj_atomos/meyasu)) にお寄せください。

学会誌ホームページはこちら  
[https://www.aesj.net/publish/aesj\\_atomos](https://www.aesj.net/publish/aesj_atomos)

# バイデン政権で何が変わるのか—世界情勢とエネルギー事情—

## 巻頭言



キャノングローバル戦略研究所研究主幹

宮家 邦彦 (みやけ・くにひこ)

東大法卒。外務省参事官，立命館大客員教授，内閣官房参与，外交政策研究所代表などを歴任。専門は外交・安全保障。

ジョー・バイデン政権発足から早くも2カ月近くが過ぎた。米新大統領の地球温暖化問題に対する危機感とクリーンエネルギーへの転換に向けた決意は本物であろう。だが、科学者ではない筆者は、権威をもって気候変動問題を論ずる知見や気概を持ち合わせていない。

それはさておき、所詮筆者には「政治」しか分からない。バイデン政権の「温暖化」重視政策が民主党左派に阿った極論である可能性は高いが、それとて確信がある訳ではない。されば、今回は開き直って、バイデン政権が進める地球温暖化対策を国際政治の観点から論じてみよう。これから申し上げることは、あくまで筆者個人の見解であって、日本政府の確立した政策ではないことを予めお断りしておく。

### 「地球温暖化」という新たな国際ゲームのルール

誤解を恐れずに申し上げる。科学者でない筆者は、「地球」が本当に「温暖化」しているのか、実のところ良く分からない。だが、それも筆者にとって大きな問題ではない。現在の国際政治において「地球」が「温暖化していること」は一種の「公理」として確立しつつあり、近い将来然るべき対策を怠れば、「海面が上昇し、異常気象が頻発し、全人類の生態系に多大な悪影響が及ぶ」ことが議論の大前提だからだ。

この「地球温暖化説」の根拠は、国連のIPCC(気候変動に関する政府間パネル)の評価報告書であり、第一次報告はすでに1990年に出ている。これを国際政治的に眺めれば、「地球温暖化」とは、東西冷戦終了に伴い、米ソの間で影響力が低下した欧州諸国が、地球温暖化の元凶であり続ける米国や将来確実に影響力を拡大するであろう中国に対抗すべく編み出した、国際政治上の有力な「カード」と見ることも可能だ。

似たような現象は1970年代にもあった。スイスに本部を置くローマクラブが発表した「成長の限界」に関する報告書がそれだ。「世界の人口増加に対し食糧・資源増産が追い付かず、近い将来地球社会が破綻することは明白で、世界的運動が必要だ」とする主張は、当時一世を風靡した。このような「終末論」的、「黙示録」的な発想が欧州大陸で生まれたのは偶然なのか。これもあくまで筆者の仮説にすぎないのだが。

### バイデン外交の目玉は気候変動？

いずれにせよ、バイデン外交の最大の特徴は「内政と外交の一体化」だ。「効果的外交政策のためには国内中間層の信頼回復が不可欠」とし、「中国と競争する」ためには先ず「国内経済の再活性化が必要」とも主張する。一方、習近平・共産党総書記は米中の「覇権争い」に勝つつもりなのだろう。要するに、米中とも「自国第一」なのだから、近い将来、米中関係が劇的に改善する見込みは薄いということだ。

習近平政権は、バイデン式「人権外交」を警戒しつつも、「温暖化問題」では米国との政治取引を試みるだろう。だが、化石燃料供給はいつ不安定化しても不思議はなく、再生可能エネルギーが近い将来商業的にペイする可能性も低い。されば、米中が如何なる取引をするにせよ、地球温暖化に本気で対処したいなら、原子力発電の有効利用は避けて通れない。これがバイデン政権後も続く現代国際政治の現実なのである。

(2021年3月1日記)



## 原子力と気候変動



有馬 純 (ありま・じゅん)

東京大学公共政策大学院教授

1959年生 1982年東京大学経済学部卒業後、通商産業省(現経済産業省)入省。国際エネルギー、環境問題を中心にキャリアを積み、2015年より現職

気候変動と原子力の関わりを考えると合理的な議論の欠如にしばしばフラストレーションを感じる。筆者が最初にこの問題に関与したのは京都議定書に基づくクリーン開発メカニズム(CDM)の詳細ルールに関する交渉であった。原子力が大量の脱炭素電力を供給できることについては疑いがない。にもかかわらず CDM 交渉では反原発国、環境団体が原子力を対象技術から除外すべきだとの主張を展開し、「原子力プロジェクトからのクレジット利用を差し控える」という結論になってしまった。気候変動問題で発言力の大きい環境団体の前身はしばしば反原発団体であった。そうした DNA のせい、気候変動防止に対する原子力の役割は無視され、再生可能エネルギーばかりが強調されたのである。CDM 交渉を担当した筆者は「気候変動防止を目的とする議論でなぜ有力な脱炭素技術を排除するのか」と強い違和感を覚えた。とはいえ、この時期、わが国のエネルギーミックスにおいて原子力は確固たる位置づけを占め、エネルギーセキュリティと温暖化防止を同時達成するカギとみなされていた。特にポスト京都議定書交渉において鳩山元首相が 2020 年に 90 年比 25 % という非現実的な目標を掲げた結果、第三次エネルギー基本計画では総発電電力量に占める原子力のシェアを 50 % にすると目標が掲げられた。この数字は後に原子力偏重であると批判されたが、そもそもの原因はフィージビリティを考慮せず打ち出された鳩山目標を達成するために無理無理数字を積み上げたというのが実情である。

2011 年 3 月の福島第一原発事故は状況を根底から覆してしまった。事故によって国民の原発に対する信頼感は大に損なわれ、民主党政権の下で脱原発、再エネ偏重の方向性が打ち出されることとなった。脱原発、再エネ推進を掲げるドイツが日本のモデルであるとされ、ドイツに倣って固定価格買取制度(FIT)が導入された。FIT がメガソーラーを中心に再エネを大きく拡大した一方、買取総額が 4 兆円に近付き、国民負担を大きく拡大させたことは周知のとおりである。自民党政権において脱原発路線は修正されたものの、2014 年の第 4 次エネルギー基本計画(およびそれを踏まえた 2015 年の長期エ

ネルギー需給見通し)では原子力のシェアと再エネのシェアに専ら関心が集まった。いずれも国産エネルギーであり、脱炭素電源であるにもかかわらず、あたかも原子力対再エネといった愚かな二者択一論が幅を利かせることとなったのである。パリ協定に向けた国別削減目標の根拠をなすエネルギーミックスでは 2030 年の総発電電力量の 22~24 % を再エネで、20~22 % を原子力で賄うこととされ、非化石電源 44 % という目標が設定された。これは再エネの更なる拡大による FIT 買取コスト負担増を原子力再稼働による化石燃料輸入負担の減少分で賄おうという、それなりによく考えられたものであったと思う。しかし筆者は第 4 次エネルギー基本計画において「原子力依存度を可能な限り低減させる」という方針が刻み込まれたことは将来に向けて禍根を残したと考えている。その後の展開をみると再エネは FIT によって引き続き拡大を続ける一方、原発再稼働は思うように進んでいない。原発が担ってきたベースロード電源の役割を専ら代替したのは石炭火力である。再稼働の遅れは「原発を安全に稼働させる」という規制機関本来の役割を逸脱し、あたかも「再稼働させないことでゼロリスクを確保する」といった原子力規制委員会の規制運用によるところが大きい、その淵源は「原子力依存を可能な限り低減させる」という方針にある。エネルギー安全保障や温暖化防止といった政策課題をめぐる不確実性や状況に柔軟に対応するためには全てのオプションを使えるようにしておくことが要諦である。メディアや NGO があおる反原発世論に屈した結果、特定のオプションに制約をかけ、合理的なエネルギー環境政策の遂行を困難にしまったのである。

2015 年 12 月のパリ協定合意を経て地球温暖化をめぐる状況は大きく変わりつつある。グレッタ・トゥーンベリに代表される環境原理主義的な動きが欧州で盛り上がり、米国におけるバイデン政権の誕生はこうした動きを更に加速するだろう。パリ協定の目的は産業革命以降の温度上昇を 1.5 度~2 度に抑制するというものであるが、今や 1.5 度安定化、2050 年カーボンニュートラルがデファクトスタンダード化した感がある。気候変動と原子

力の関わりについてもこうした大きな環境変化の中で考えていくことが必要である。

欧州グリーンディールを掲げる EU ではサステナブルな分野に資金を誘導することを目的にサステナブルな活動とそうでない活動を色分けするタクソノミー (taxonomy: 分類) の議論が行われている。技術専門家グループ (TEG) の作成した原案では原子力は脱炭素電源であることは確かであるが、放射性廃棄物等、他の環境面の問題があるとの理由でサステナブルな活動には分類できないとされている。この点については合同調査委員会 (JRC) で更に議論を行い、3月に結論を出すことになっているが、本稿執筆時点ではいまだ結果が判明していない。反原発国、反原発団体は原子力を対象から除外することを強く求めているが、CDM 交渉のデジャヴの感がある。EU 各国の kWh 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量を示す欧州電力マップを見ると 1 年を通じて最も CO<sub>2</sub> 排出量が少ないグリーン電力を供給しているのは大規模安定非化石電源を有するフランス、スウェーデン等である。ポーランド、チェコ、ブルガリアはロシアからの天然ガス依存や石炭依存を避けるために原発新設を計画しており、ベルギー、ブルガリア、フィンランド、フランス、ハンガリー、ルーマニアの労働組合はタクソノミーに原子力を加えるべきであるとのレターを發出している。日本ではドイツの脱原発ばかりがプレーアップされるが、欧州全体としてみれば、原子力は脱炭素化の手段として確固たる位置づけを占める。

バイデン政権は原子力を 2035 年の電力のカーボンフリー化、2050 年ネットゼロエミッションの手段として明確に位置付けている。ジャネット・グランホルム・エネルギー長官は原発が立地するミシガン州知事経験者であり、トランプ政権末期にエネルギー省が策定した原子力戦略ビジョン (既設炉の継続運転や先進型炉の設置、先進的な原子燃料サイクルの開発等) を踏襲する方針だ。

国際エネルギー機関 (IEA) はパリ協定と整合的な形で脱炭素化を進めていくためには再エネの大幅拡大と併せ、既存原発の運転期間の延長、新增設が必要であるとの見方を示している。太陽光、風力等の変動性再エネの発電コストは近年、大幅に低下しており、脱炭素化に向けた非常に有力なツールになってきている。他方で変動性再エネの大幅拡大は系統の安定性を確保する上でさまざまな課題を惹起している。こうした中、確立された脱炭素技術である原発が果たす役割は依然大きい。

日本では昨年 7 月から第 6 次エネルギー基本計画の検討が開始されている。パリ協定を踏まえた脱炭素化の流れが更に加速している一方、エネルギー安全保障については従来のようなエネルギー資源の自給率のみならず、自然災害等に対するエネルギー設備のレジリエンスや技

術自給率等、より広い視点での取り組みが求められている。これに加えて 10 月末には菅総理が 2050 年カーボンニュートラル目標を表明した。それまでの日本の長期目標であった 2050 年 80% から更にハードルが高まった形である。こうした大きな状況変化の中で原子力について従来同様「可能な限り依存度を低減」のままで良いのだろうか。

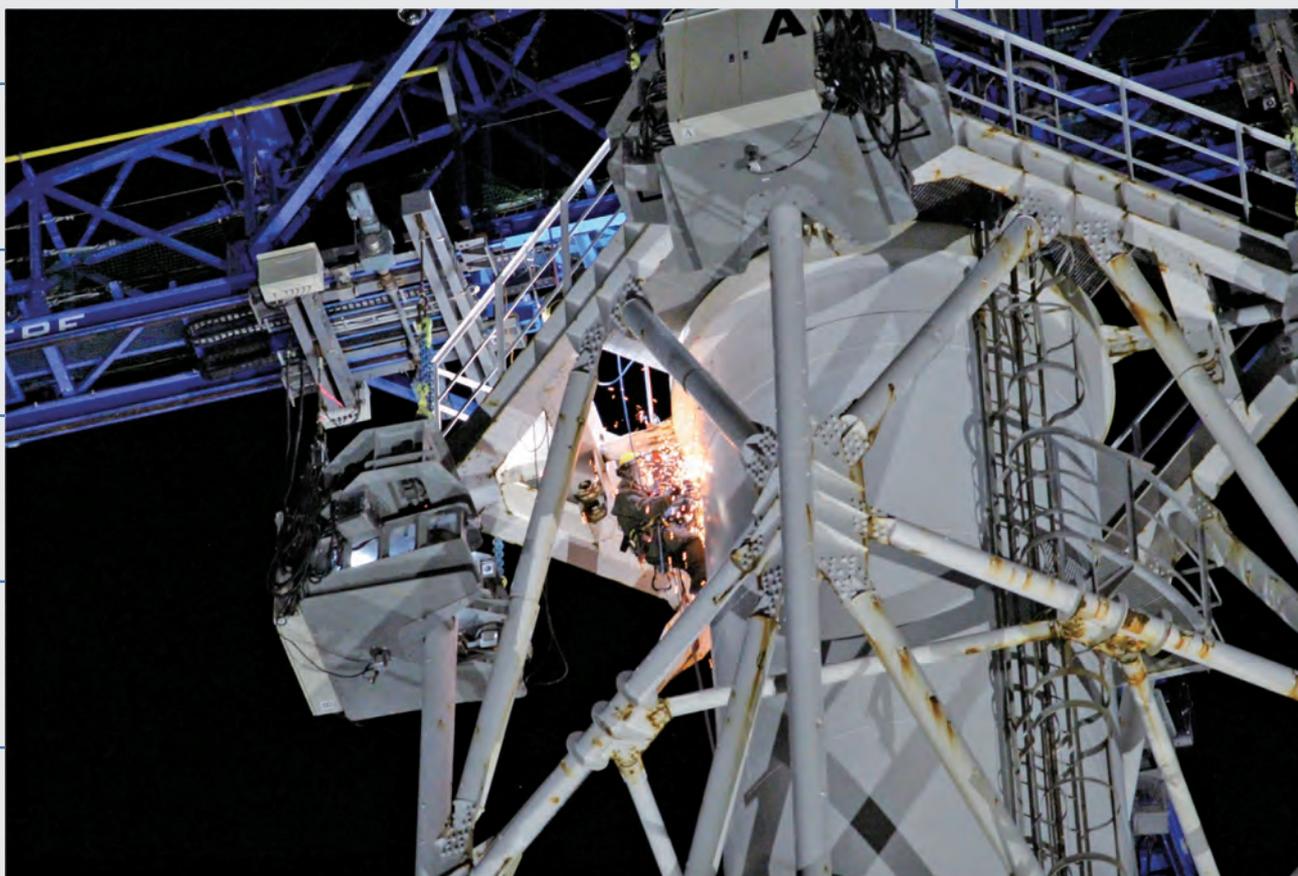
日本は国内に化石燃料資源を有さず、欧米のように隣国との間に送電網、パイプライン連係線を有していない。国土は狭隘であり、再生可能エネルギーに恵まれているとは必ずしも言えない。FIT によって太陽光発電は急拡大したものの、買取負担の拡大により電力料金は上昇し、日本の産業界は米国、中国、韓国等のアジア太平洋諸国に比して非常に高いエネルギーコストを負担している。しかも急拡大したメガソーラーのほとんどは中国製パネルで敷き詰められている。昨年 12 月末に発表された 2050 年カーボンニュートラルに関するグリーン成長戦略では洋上風力を 2030 年までに 10 GW、2040 年までに 30~45 GW 設置するとの数値目標が示されたが、日本の洋上は欧州の北海地域と異なり夏季に風が非常に弱まるため、洋上風力の年間設備利用率は欧州地域に大きく劣後する。

バイデン大統領が 4 月に開催する気候サミットにおいて日本は 2050 年カーボンニュートラルを掲げたのだから、2030 年の目標も引き上げるべきだとの圧力を受けるだろう。非効率石炭火力のみならず、高効率石炭火力の利用も批判される可能性がある。そうした中で欧州より割高な洋上風力頼みで目標を大幅に引き上げれば、日本の電力料金は間違いなく上昇する。そうなれば日本の製造業の国際競争力を毀損し、雇用にも悪影響をもたらす可能性が高い。エネルギー安全保障の観点から国産技術を重視するのであれば、これまで培ってきた原子力技術を活用するのが合理的な対応であろう。この期に及んで未だに「原子力か再エネか」といった二者択一論に陥ることは日本の国益を損なうのみである。

脱炭素化に向けて必然的に生じるコスト上昇を最小限にするためには再エネ一本足打法では駄目なことは自明だ。変動性再エネのコスト低下を活用しつつ、安定的な非化石電源である原子力の維持拡大を図るべきである。「原発依存度を可能な限り低下」という呪縛にとらわれたままでは 2050 年カーボンニュートラルに向けた選択肢を狭め、日本のエネルギーコスト負担を上昇させることになる。欧州、米国でも原子力を活用しようとしている中、欧米に比して数々のハンディを負った日本が原子力オプションを使わず、自縄自縛に陥る愚は何としてでも避けるべきである。

(2021 年 3 月 6 日 記)

## 特集Ⅴ 福島原発事故とその後



東京電力福島第一原子力発電所事故から、10年目の節目を迎えました。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1F事故後に策定された事故調査委員会をまとめられた当事者の方々に、その後について紹介していただきました。続号では原子力学会による1F事故関連の取り組みなどを掲載します。(写真は1F1/2号機排気筒解体作業のもよう(2019年12月)、出典は東京電力ホールディングス)

# 福島原発事故 10 年検証委員会は何を明らかにしたか

東京大学 鈴木 一人

福島原発事故は、その規模の大きさと最大で 16 万人の住民避難という被害を生み出し、10 年経った現在でも完全に事故が収束した状態ではないという点で未曾有の事故であり、それ故に政府、国会、原子力学会、東京電力などが事故調査に乗り出し、筆者も関わった日本再建イニシアティブ(現アジア・パシフィック・イニシアティブ)も「独立検証委員会」(いわゆる民間事故調)を立ち上げ、報告書を発表した。

日本において、こうした国家規模の危機が起きた際に、事故調査会が立ち上がり、報告書を発表して教訓を世に知らせ、政府や当事者に改善を求めるとするのが一般的である。また、そうした報告書を出すことで事故調の役割は終わり、解散するというのも一般的である。そのため、報告書を出し、一通り教訓を学んで改善計画を進めることで、問題が解決したかのような意識になるのが「いつものパターン」である。果たしてそれで問題は解決するのであろうか。

話は原子力から離れるが、2009 年に日本を襲った新型インフルエンザは感染症対策の不備から多くの犠牲を出し、その経験を繰り返さないため、「新型インフルエンザ総括対策会議」が設置され、報告書が 2010 年に提出された。そこでは保健所の能力強化やリスク・コミュニケーションの改善、PCR 検査の強化といったいくつかの提言がなされていたが、民主党から自民党への政権交代や、財政的な制約から、こうした提言は十分に政策に反映されず、2020 年に新型コロナウイルスによるパンデミックに直面して、その「備え」の乏しさが批判の対象となった<sup>i</sup>。

こうした「いつものパターン」に陥らないためにも、過去の検証から何を学び、何を教訓としたのか、また教訓を受けて何が変わっていないのかを明らかにすることは、同じ過ちを繰り返さず、来たるべき将来の危機への備えを整えるためにも不可欠であると考えられる。そのため、アジア・パシフィック・イニシアティブ(API)では、民間事故調のフォローアップとして「福島原発事故 10 年検証委員会(第二民間事故調)」を立ち上げ、筆者が座長となって、検証作業を行った。合計 37 人の事故当時からその後の改革に関わった方々にインタビューし、

船橋洋一 API 理事長がプログラムディレクターとなり、筆者を含めた 8 名の委員が、API 研究員の支援を受けて作業を行った。その報告書が 2 月 19 日に出版された『福島原発事故 10 年検証委員会 民間事故調最終報告書<sup>ii</sup>』である。

本稿では、本検証委員会で取り組んだテーマについて概観し、何を結論としたかを紹介することで、10 年間の学びと改善が何をもたらしたのかを整理し、これからの原子力安全の考え方への問題提起としたい。

## I. 10 年検証委員会で取り上げたテーマ

本委員会では、2012 年に民間事故調が発表した報告書だけでなく、他の事故調の報告書も踏まえ、それぞれが提起した問題についてどのような変化があったのかをいくつかの分野に分けて検討した。第一章では、「原子力安全規制」に焦点を当て、三条委員会としての原子力規制委員会の設置に加え、原子力安全・保安院を解体して原子力規制庁が作られたこと、また、「世界一厳しい」とされる規制が定められたことを踏まえ、それが福島第一原発事故の遠因となった「安全神話」を乗り越えることが出来るのか、という課題に取り組んだ。ここでは、形の上では新規制基準、バックフィット制度、安全性向上評価届出制度、新検査制度などの制度改革を評価しつつ、物事を決めるときの権限と責任の曖昧さ、日本の規制文化・慣行は変わっていないことを指摘した。確率的リスク評価の導入を提唱しつつも、その技術の未熟さを理由に導入されていない点を問題視し、規制当局と事業者の間で安全目標に関する議論も進んでいないことに懸念を示している。

第二章では「東京電力の政治学」と題し、東京電力が何を学び、どう改革したのかを検証した。とりわけ東京電力の企業内文化を問題として取り上げ、異論を述べ合う環境が十分ではなく、「原子力安全改革プラン(通称、姉川プラン)」においても安全文化の劣化が指摘されていたが、それでも現状を維持する慣性力が働いており、安全文化の改善は道半ばであることを指摘している。また、政治との関係において、東京電力が抱える賠償の問題など、経営上の問題について、政治的なロビイングによる

<sup>i</sup> 一般財団法人アジア・パシフィック・イニシアティブ『新型コロナウイルス対応・民間臨時調査会 調査・検証報告書』ディスカヴァー・トゥエンティワン、2020 年。

<sup>ii</sup> 一般財団法人アジア・パシフィック・イニシアティブ『福島原発事故 10 年検証委員会 民間事故調最終報告書』ディスカヴァー・トゥエンティワン、2021 年。

解決を探るといふ慣習はまだ残っていることも指摘した。現時点では東京電力の改革は「7合目」であるというのが本報告書の評価である。

第三章では「放射線災害のリスク・コミュニケーション」を取り上げ、事故後のコミュニケーションの問題や風評被害の問題を取り扱った。ここでは科学者のコミュニケーションのあり方が除染や避難の問題に大きく影響し、結果として長期的な対応が困難になったこと、さらには危機時のクライシス・コミュニケーションから、その後のリスクを管理する観点からのリスク・コミュニケーションへの切り替えの失敗を指摘した。また、風評被害の問題については、「被ばくリスク・主観リスク・経済リスクのトリレンマ」という概念を用いて、風評被害に対する対策を講じることに失敗した点を指摘している。さらに住民避難に関するコミュニケーションの問題として、規制と原子力防災が分離され、規制の厳格さという言説がもたらす「新たな安全神話」に警鐘を鳴らす。

第四章では、2012年の民間事故調の報告書でも大きく取り扱った「官邸の危機管理体制」を再検証した。ここではこの10年で起きた自然災害や新型コロナ対応などを参照しながら、官邸の危機管理体制が福島原発事故から何を学んだのかを明らかにした。そんな中で、首相のリーダーシップや政治判断への備えが十分でない点や、少人数への業務の集中、官邸と事業者との連携の問題、「未経験の危機」への備えの欠如、官邸への科学的補佐・助言機能の不十分さなど、制度的な改革だけでは埋めきれない運用上の問題などを含めた指摘を行った。

第五章では、福島原発事故で明らかになった「原子力緊急事態に対応するロジスティクス」の問題を取り上げた。ここでは福島原発事故後の海外の動向などを踏まえ、日本のロジスティクスの問題点を指摘する。それらは、緊急対応部隊と関連省庁、警察および自衛隊の役割分担がはっきりしていないという問題である。日本でも原子力緊急事態支援センターが福井県に設置され、必要な資機材を運搬する仕組みが作られているが、さまざまなシナリオに対して適切な時間に運搬できない問題や、規制要件化されていないなどの問題を抱えていると指摘している。

第六章では、「ファーストリスポンダーと米軍の支援リスポンダー」について取り扱い、消防、警察、海上保安庁、自衛隊、さらには米軍の役割と能力について分析した。これらのリスポンダーは防災訓練等で連携を高めてはいるが、その連絡体制などは十分とは言えず、原子力緊急事態において消極的な姿勢をとる可能性は否めない。また、米軍の支援についても政策レベルと部隊運用レベルで問題が残り、重大事故において「究極の問いかけ」、すなわち事業者が手に負えない状態になった時に国やファーストリスポンダーがどう立ち振る舞うのかが定まっていない点を指摘している。

第七章は「原災復興フロンティア」と題し、復興の問題を取り扱った。復興に関しては福島原発事故後のいずれの事故調も取り扱っていないが、事故後10年間を検証するうえで無視できないテーマとして加えた。ここでは「復興が遅れている」という問題だけでなく、「復興を急ぎすぎることによる弊害」についても目を向け、福島の復興が抱える問題を検証している。ここでは放射線モニタリングのもたらした結果や、甲状腺がんの過剰診断、風評被害対策、復興に向けての「イノベーション・コースト」構想についての分析を行った。そのうえで、福島原発事故の「エンドステート(最終形態)」が明らかにならない中で、復興支援を続けることが地域を「ゾンビ化」という問題にも言及している。

## II. 新たな「安全神話」の形成

### 1. 「宿題型」規制の弊害

本報告書では、日本における原子力安全規制を「宿題型」規制と位置づけ、米国の原子力規制委員会(NRC)の安全規制である10CFRを「効果型」規制と呼んで、両者の規制に対する考え方の違いを分析した。「宿題型」規制とは、規制当局が「宿題」を設定し、事業者がその「宿題」をこなして基準に達することで合格をもらい、そのことをもって「安全である」ということが保証されるという考え方である。「効果型」規制とは、「事故が発生した際に、住民に被害がないよう」な目標を設定し、その目標を達成する方法は事業者任せられているという規制のやり方を指す。

この「宿題型」と「効果型」の規制思想の違いは、「安全神話」を考える上で決定的に重要である。「宿題型」規制は、いかに「世界一厳しい」規制であったとしても、その基本的な考え方は、「想定しうる限り」の事象を想定し、その事象に対して対応出来るだけの規制要求を設定するところにある。事業者は規制要求を満たすことが目的となり、その目的を達成することで「安全」が達成されたと認識し、人々に「安心」を提供する。

しかし、この「宿題型」規制にはいくつもの問題が内包されている。第一に、「宿題型」規制で「絶対安全」を目指すとすると、極めて非現実的な規制要求を設定することになり、事業者に大きな負担を強いるだけでなく、事業者の経営に大きな制約を設けることになる。原子力安全規制の究極の目的が安定して安全な原子力利用であるとするならば、いかに事業者が事業を継続し、持続可能な原子力利用を可能にするかを考えるべきであるが、多大なコストをかける「宿題型」規制はサステナブルなものとは言えないだろう。

第二に、「宿題型」規制は規制当局と事業者の対話を制約し、規制当局から事業者に対して一方的な規制要求を突きつける形態となっている。現在の規制当局と事業者の対話は全て「フル・オープン」の形で公開されている。

しかし、フル・オープンの中で事業者が自らの経営上の理由から規制の見直しや効率的な規制への変更を求めることは、極めて難しい。福島第一原発事故以降、事業者は国民の信任を十分得ているとは言えない状況で、規制当局と事業者が対等な立場で意見を交換することは、まずもって考えられない。そうなる「宿題型」規制は、規制当局からの一方的な要求を引き受け、経営資源を削りながら基準達成を目的とし、それ以上の安全向上に向かうインセンティブを失わせる。さらに、国会事故調では「規制の虜(Regulatory Capture)」の概念を使って、規制当局と事業者の関係が深くなれば規制当局が事業者側に取り込まれていたことが指摘されたため、福島原発事故後の規制当局と事業者の接点は可能な限り少なく、規制当局は可能な限り独立した存在でなければならないとされた。

第三に、「宿題型」規制は必然的に「想定外」のリスクに対応できないという問題が起こる。「宿題型」規制は、「宿題」を出す側が、あらゆる事象に目を配り、全ての事故のシナリオを想定して「宿題」に組み込むことで「安全」を達成する、それによって人々に「安心」を提供することを前提としている。言い換えれば「宿題」を出す側が見落としている問題があれば、「安全」は達成されず、人々が「安心」することも出来ない。しかし、「宿題型」規制を継続することは、どこかで規制委員会が全ての問題をカバーし、「安全」を達成しているという神話を作り、人々が「安心」を得ようとしているという「新たな『安全神話』」を作り出していることに他ならない。

米国の原子力規制委員会(NRC)では「想定外」の事態に直面した際、「事故が起こったら、規制当局の帽子をかなぐり捨てて、政府の持てる資源をそこにつぎ込み、できるだけ支援をする」ことになっているが、「日本の規制当局はかつての保安院もいまの規制庁も危機の際も依然、規制者の帽子をかぶったままで」と元米国原子力規制委員会(NRC)地域局長代理で福島原発事故時に米大使館に派遣されたカストー氏は厳しく指摘する<sup>iii</sup>。規制委員会は先生として「宿題」を出すのが仕事であり、生徒が危機に陥った時に助けないという点は、福島原発事故の際に、原子力安全・保安院の要員がサイトを離れ、福島県庁に退避したことから変わっていないことを示唆する。

福島原発事故によって「世界一厳しい」規制を導入したとしても、「宿題型」規制が継続する限り、事故前の規制の考え方と大きく変わらないことを意味している。つまり、かつて「安全神話」といわれ、規制当局がきちんと規制している限り原発は安全であり、ゆえに事故に対する備えをする必然性は低く、備えをすれば「事故が起こることを前提にすべきではない」といった声が強まり、結

局、「想定外」の事態に対する備えがないまま対応しなければならぬ、という状況と大きく変わっていない。つまり、現在の安全規制は「新たな『安全神話』」を生んでいると言わざるを得ない。

## 2. 追求すべきは「効果型」規制

「宿題型」規制は事業者にとってコンプライアンス問題、すなわち言われたことをこなし、問題を起こさないことを目標とする対応をもたらす。しかし、本来の安全規制とは、事業者も規制当局も常に「より高い安全」を目指し、その「備え」をし、そこからの「学び」を血肉化するところにあるべきである。

そのためには「効果型」規制を導入すべきである。「効果型」規制とは、規制当局が規制の目標を設定し、その目標をいかに達成するかは事業者が独自に工夫して実施するというものである。規制当局はその方法に関して検査し、それが確かに安全を高めるものであるかどうかを確認して許可を与えるという形で展開される。ある事業者が行った工夫は、他の事業者にもベストプラクティスとして共有され、それによってすべての事業者が同様に工夫をし、さらに安全を高めていくという形の規制である。

言い換えれば、「宿題型」規制は先生が生徒にドリルを渡し、その模範解答と照らし合わせて点数をつけるものであるのに対し、「効果型」規制は、生徒に自由に作文させ、その善し悪しを評価し、より良いものは他の生徒たちとも共有するというような、「動的規制」である。こうした「動的規制」は固定された目標に向かって努力し、それを達成すれば安全であるということを保証するのではなく、安全の目標に終わりはなく、その終わりなき安全を不断の努力によって追及するということを求めるものである。それは結果として、どこかで「安心」できるものにはならないかもしれないが、そうした「安心」を求めて安全を高める努力を止めるのではなく、より大きな「安全」を求めて努力をし続け、規制当局も、また事業者を支える投資家や株主も、その姿を評価するような安全文化が必要になる。2020年4月から一部「パフォーマンス・ベースド」規制が導入されたが、まだ定着したとはいいがたく、規制思想はまだ「宿題型」から脱却してはいない。

## Ⅲ. 「国策民営の罫」にはまったままの原子力

民間事故調では福島第一原発事故前の原子力政策が、いわゆる「国策民営」といわれる事業体制で進められてきたことの問題点を指摘した。これは、政府が掲げる原子力平和利用推進の「国策」を、民間企業が原子力発電事業を「民営」で担う体制のことである。しかし、原子力事故が起こった場合、政策を推進した政府が責任を取るのか、それとも民間企業である事業者が無限の責任を持つ

<sup>iii</sup> 『福島原発事故10年検証委員会』p.274

ことになるのか、が曖昧なまま原子力政策は進められてきた。

この曖昧さは、福島第一原発事故のあとの賠償および廃炉を巡る問題で改めて問題となった。事故が起きた場合の賠償を定めた原子力損害賠償法では、民間企業の賠償責任の上限を1,200億円と定め、それを超えた場合、「国会の議決による政府に属された権限の範囲内」において民間事業者の賠償を支援するという事になっている。そのため、2011年8月の原子力損害賠償支援機構設置法によって、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)が設置され、国が事業者の賠償を支援することとなった。東京電力は、現在適用されている、いわゆる「新々・総合特別事業計画」に基づき、NDFに対して毎年2,000億円程度を積み増し、総額で21.5兆円(2016年段階での見積もり)のうち16兆円を東京電力が支払うことになった。そのために東京電力は年5,000億円程度の資金を確保することを目標としている。また、除染に充てられる費用は国が保有する東京電力株の売却益で賄うことになっており、そのためには株価を1,500円程度に維持する必要がある(2021年2月末で約340円)。

このように、東京電力は一方で賠償・廃炉にかかる「見えない(バランスシートには記載されない)負債を抱え、毎年4,000億円以上の収益を上げることを目指さざるを得ないが、他方で電力自由化に対応した競争的な環境で収益を上げなければならない。しかも、原発の再稼働に関しては、自らの経営判断だけでは決定することが出来ず、巨大な経営資源であるにもかかわらず、国や立地自治体との交渉が必要となる状況にある。電力自由化により経営が自由化され、「普通の企業」としての経営や企業文化が育つことが期待されつつ、賠償と廃炉の問題を抱え、規制当局と立地自治体の政治的な判断に経営を委ねざるを得ない状況は、「国策民営」時代の枠組みから脱却出来ない東京電力の宿命となっている。

電力自由化によって迫られる「普通の企業」としての経営と福島原発事故レガシーでさらに強まる「国策民営」の経営を同時に進めなければならない状況は、東京電力の改革を遅らせ、安全向上のイノベーションを阻むリスクを高めている。本来であれば規制当局との信頼関係を築いて「効果型」規制の関係を構築すべきところを、柏崎刈羽原子力発電所の再稼働を急ぐあまりに、再び「規制の虜」をもたらしかねない政治力に訴える可能性も否定できない。

#### IV. ファーストリスポンダーと「究極の問いかけ」

本報告書では、第六章で取り上げたファーストリスポンダーの役割、中でも運転者が手に負えないような状況になり、生命を賭してでも原発事故の進行を止め、住民と国家を守らなければならない「最悪の事態」のケースについても考えなければならないと指摘した。何らかの

「想定外」の事態が起き、事故の一義的な責任を持つ事業者が手に負えなくなった場合、民間企業である事業者は、その職員や下請けの人員に対して、命を賭して事故を止めることを命じることはできない。では、その時、いったい、誰がその対処に当たるのか、誰が責任を持つのか、という「究極の問いかけ」に対して、政府も国民も答えを得ていない。これに関しては、再稼働を巡る議論の中でもほとんど扱われてこなかった。

この「究極の問いかけ」に出来合いの答えはない。しかし、重大事故が進展し、そこで止めなければ国家と国民の安全が失われる時に、誰かが生命を賭して作業しなければならないとすれば、それはサイトのことを隅々まで理解している運転者と、「事に臨んでは危険を顧みず、身をもって責務の完遂に努め、もって国民の負託に応える」とサービスの宣誓をしている自衛隊が何らかの形で協力することが想定される。最後に判断するのは政治の役割だが、少なくともそうした事態がありうることを想定し、事業者と自衛隊はその時に備えて計画を立て、訓練をしておかなければ、いざ政治が決断した際になんの「備え」もなく、極めて危険な任務を遂行しなければならないことになる。

そしてその時にその最前線の任務に就く人々に対して、国としていかなる待遇、信賞必罰、表彰、そして補償を準備しておくのか、彼らにどのように報いていくのかを私たちは決めなければならない。そのようにして「この国のかたち」を決めていくときである。

最悪の事態が訪れることは誰も望んでいない。それでも最悪の事態を想定して備えておくことが、福島第一原発事故の最大の教訓であった。そして、それはいまなお最大の教訓であり続けている。

#### V. 「大きな安全」と「小さな安心」の両立

本報告書では、この10年の「学び」は事故の「近因」を除去することには熱心だったが、その「遠因」を克服することには臆病であったと結論付けた。

その遠因とは、「安全神話」を作り出した「宿題型」規制であり、いまなお強い政治力を持つ電力業界の「ムラと空気のガバナンス」であり、「国策民営」がもたらす責任の曖昧さと東京電力の企業文化の惰性であり、リスク・コミュニケーションの欠如であり、「究極の問いかけ」に正面から向かい合うことを忌避する、国家としての覚悟の欠如である。

この「遠因」を克服できない背景は、「安全」であることよりも「安心」を求め、「安全」のために必要なことをするのではなく、「安心」を得るために「安全」にとって不必要なことや、場合によっては矛盾することを行うことにある。その社会心理的動態を2012年の民間事故調の報告書では「小さな安心を優先して、大きな安全を犠牲にする」と形容したが、改めてこの10年で一番、変わらな

かったのは社会全体の「大きな安全」を確立するための覚悟を持たず、「小さな安心」を追求した姿であった。

福島第一原発事故後の日本は「世界一厳しい」規制を実施するという旗頭を高々と掲げたが、そのことは結果的に国民に「安心」を与え、「新たな『安全神話』」を再生産してしまったきらいがある。

この「宿題型」の社会から脱し、終わりのない「安全」を追求し続けるには、「効果型」規制を導入し、規制当局と事業者が対等な立場で共通する目標を対話の中から見だし、その目標を達成するために自ら考え、よりよいものを探求する原子力安全規制にしていかなければならない。そして、その「安全」を達成するために、事業者は旧来型の地域独占・総括原価方式のメンタリティから、電力自由化にあわせた新たな企業文化を作り上げ、「安全」

を高めることで顧客に「安心」を提供する事業に転換していかなければならない。そしてその対話には国民や世界との対話も含まれなければならない。それらを支えるものとして、原子力安全ガバナンスと、緊急時には、「究極の問いかけ」から逃げることなく事故に立ち向かうガバナンスの仕組みを確立しなければならない。

そうすることで初めて、「大きな安全」と「小さな安心」は両立し、調和することができるだろう。

#### 著者紹介

鈴木一人（すずき・かずと）

英国サセックス大学博士課程修了。筑波大学、北海道大学をへて2020年から東京大学公共政策大学院教授。



### 書籍販売のご案内

#### ■『原子力がひらく世紀(第3版)』

一般社団法人日本原子力学会編、2004年発行、B5判406ページ、定価2,000円(税込)

この世に存在するすべての物質に共通する、微細で基本的な構造を解明しようとして、科学者たちが18世紀以来根気よく続けてきた努力は、今から約100年前にアンリ・ベクレルが自然放射線を発見するに及んで、一層の現実感を伴って加速されることとなった。原子物理、または原子科学とよばれるこの分野は、20世紀に入って驚くべき発展を遂げ、われわれの宇宙観を一新し、広い可能性を開拓したのである。歴史的には原子爆弾という、不幸な産物を経過したものの、現在ではその応用は工業、農学、医学での放射線利用、およびエネルギー源としての原子力発電に及んでいる。これらの応用をまとめて原子力の平和利用と呼んで、これをやさしく、じっくり解説するのが、本書の意図するところである。(「発刊の言葉」より抜粋)

ご購入は日本原子力学会ホームページよりお申し込みください

<https://www.aesj.net/shopping>

#### ■『原子力のいまと明日』

丸善出版株式会社出版、B5判329ページ、定価2,200円(税込)

日本原子力学会では、原子力と放射線についてのわかりやすい解説書『原子力がひらく世紀』を20年前に刊行し、好評のうちに現在「改訂3版」を発売中です。

その後、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた新たな解説書を刊行すべく教育委員会を中心に検討が進められ、2019年3月「原子力のいまと明日」を上梓いたしました。

本書は、事故の推移と現状、原子力利用状況の変化、研究開発状況と廃炉への道のり、放射線の人体、生活、産業、経済への影響、あわせて福島県における風評被害の実態や原子力分野の人材育成について取り上げています。

『原子力のいまと明日』は、丸善ネットストア、Amazon、

そのほかオンライン書店などでお買い求めいただけます。

日本原子力学会事務局からの直販は行っておりませんので、ご注意ください。



# 福島原発事故から 10 年で思うこと

(株)畑村創造工学研究所, 東京大学名誉教授 畑村 洋太郎

## はじめに

東北地方太平洋沖地震による津波で被災し、東京電力福島第一原子力発電所で過酷事故が発生した。筆者は思いもよらず、政府東京電力福島原子力発電所事故調査・検証委員会の委員長を委嘱され、現地・現物・現人(げんにん)の「3現」をモットーに、1年余の活動後、報告書をまとめた。事故調の活動終了後も、筆者は事故や津波の被災地に足繁く通って知見を得ると共に、議論や実験をして考えを深めた。ここでは詳細に記すことはせず、より大きな視点から事故から学ぶべきことを述べる。

## I. 失敗経験と記憶

### 1. どんな分野でも十分な失敗を積むには 200 年かかる

技術の発展には失敗経験の積み重ねが必要である。どんな分野の技術であっても一通りの失敗を経験するには200年かかると考えられる。原子力技術はまだ若く、技術が世に出てから70年しか経っていない(図1)。原子力技術者たちも、それを取り巻く社会も技術の成熟に必要な失敗経験を十分に積んでいない。十分な失敗経験を積むために必要な200年を短縮するには、図2に示すように他分野の失敗の本質を学び取るしかない。

### 2. 災害の記憶は 1000 年経つと完全に失われる

人や人の作る集団の持つ知見・知識は次第に忘れ去られていく。個人の記憶は3日・3月・3年で消え、組織のそれは30年で、地域のそれは60年で、地方のそれは300年で消える。1200年経つと、たとえ歴史的な記述が残っていても、国の文化としても顧みられることはなくなってしまう。知見が次第に記憶から薄れる状態を図3(筆者はこれを忘却曲線と呼ぶ)に示す。忘却曲線は横軸に時間、縦軸に人や集団に残っている記憶を示すもので、下に凸の対数曲線で表される。1200年前(869年)に発生した貞観地震による津波は、産業技術総合研究所等の研究者らの調査により、その襲来や規模が明らかにされ、研究者らも大津波の再来に警鐘を鳴らしていたが、東京電力はそれを科学的根拠が少なくとして、設計上考慮すべき対象から外してしまった。その結果、福島原発事故は再来した大津波によって引き起こされたわけである。

## II. 人・組織・社会の特性について

人・組織・社会の考え方や判断の仕方は、災害や事故の発生直後とある程度時間が経過して定常状態に入ってから

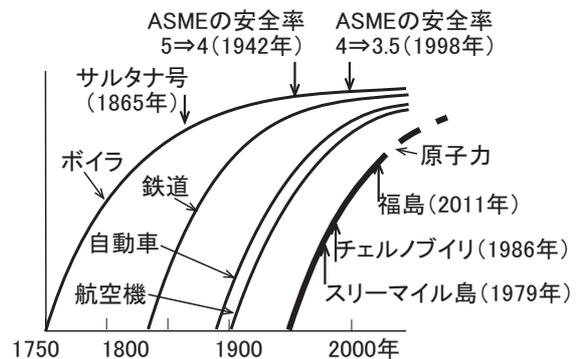


図1 どんな分野でも十分な失敗経験を積むには200年かかる  
～原子力はまだ70年しか経っていない～

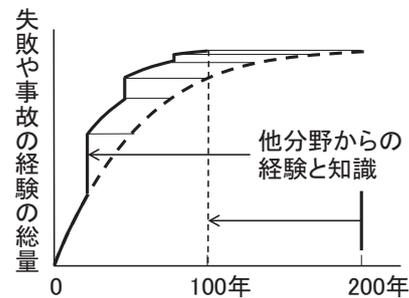
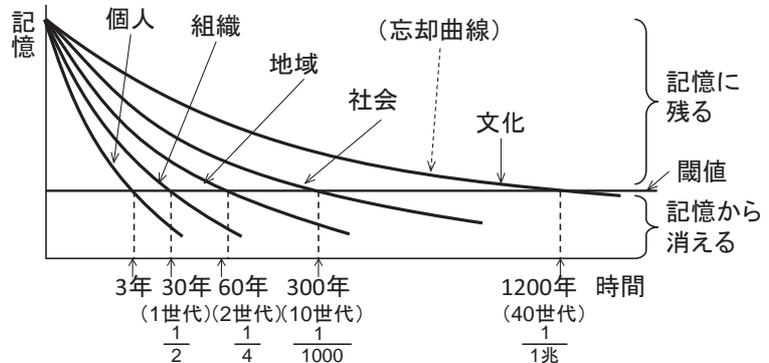


図2 他分野の経験・知識の転用で必要年数は短縮できる  
～ベンチマークの必要性～



災害の記憶の減衰・消滅～3日,3月,3年,30年,60年,300年,1200年～  
大災害は頻度が低く、発生の間隔が長いいため、災害の記憶が社会から消える。

図3 人間の記憶と時間の関係

らとでは、全く異なることに気づかなければならない。

1. 被災直後の恐怖が薄れ、日常の利便が優先する人は自分が経験した範囲の中でだけ考え、社会が持っている経験知を生かさない。東日本大震災で津波警報が出されたが、高齢者の避難が遅れ、多くの方が亡くなった。高齢者は過去の津波の被害に関する知識はあったが、チリ津波等の自分の経験から避難が必要とは考えず、消防団員が逃げるのを促しても、即座には避難しようとしなかった。一方、津波からの避難教育を受けた子どもたちは素直に教えを実行し、全員が助かった(釜石の奇跡)。高齢者の場合、知識が直近の自分の経験に上書きされてしまったと考えられる。

一方、災害発生直後は経験した恐怖が強く印象付けられているため、来襲した津波より高い防潮堤を求め、居住地の高所移転を計画する。しかし、実際に高所に移転して海から離れた生活が続くと、海で生計を立てている人々は不便さに耐えられなくなり、海の近くに再移転し始める。実際、過去の津波でも、直後に高所移転したものの、結局は便利な低地に移り住んだ例が散見される。地域の復興計画を立てる際に、一時の感情に押し流されるのではなく、歴史に学び、このような人間特性を考慮することが必要である。

## 2. 「減災策」で対策コストは軽減できる

組織が判断・決定・実行するとき、周囲はそれらの考え方や実行に完璧を求め、不完全や論理矛盾を許さない。たとえば、原子力発電所を設置する際、原子力は安全であるとして、社会に理解を得ようとした。いつしか「絶対安全」が神話化され、事故や自然災害を考えること自体が許されなくなった。その結果、技術の進歩により明らかになった新たな危険や自然災害に対する防災策や被害軽減策を講ずることができなくなった。

防災対策を打たないことの最も効果的な言い訳はコストがかかりすぎることを挙げることである。事故調査において、しばしば過剰な対策コストは経済活動として許されないという論理展開に遭遇する。防災策に完璧を求めればコストは膨大にならざるを得ないが、「減災」の考えを取り入れ、被害を最小限に抑え込むにはどうすればよいかと考えて対策を立案すれば、答えは導けるのではないか？ 例えば福島原発事故の場合、膨大な費用をかけて堅牢な高い防潮壁を作らずとも、非常用発電機や配電盤を高所に設置したり、所内の各所に浸水防止設備を配しておけば、事故を防げたと考えられる。また、格納容器の圧力を下げるためにフィルターベントが行われていれば、被害は局所的になり、筆者の試算では、事故の対策費は国が目下計上している約20兆円の1/1,000の200億円程度で済んだと考えられる。

ただし、この考えが社会で受け入れられるには、電気が不足し、原発の導入が強く求められた70年前の日本の状況を思い起こし、改めて減災策の構築のために世論

の醸成が必要となる。

## 3. 安全神話が固定化すると想定外に足をすくわれる

社会は常に動き、変化している。ものごとを一つの方向からだけ見て、こうあるべき、こうでなくてはならないと弁ずるのはたやすい。福島原発の根底に見えるのは「絶対安全神話の固定」の恐ろしさである。一つの技術を取り入れるとき、事故が怖いと言われると、いやこういう防護がしてあるから事故は起こらないと言い返す。思いつく危険のすべてに防護策を施したつもりでいたら、「想定外」の津波にしてやられたのが今回の福島原発事故である。要するに、固定化された神話に引きずられ、目前の正義に振り回されたのである。

## Ⅲ. 被害拡大防止策に教訓を生かす

今回の過酷事故では事故発生後の対応に種々の課題が残った。まず住民避難、その後の除染、そして長期にわたる避難生活である。

住民の避難の際に緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)の試算が非公開とされ、住民が放射線量の高い地域に避難してしまったことは周知の事実である<sup>1</sup>。また、避難の際の混乱で、入院患者および老人保健施設入所者の多くが一時取り残されるなどしたため、避難の際や避難直後に計50人ほどが亡くなった。

このような避難の際の混乱を避けるためには、避難経路や避難場所、避難の際の交通手段等を事前にあらゆる場合を想定して考えておかねばならない。また、地域住民だけでなく観光客や通過旅客などに避難に関する情報の伝達など、現地の実情に即した周知・伝達方法の工夫が求められる。とっさの時にはもともと頭の中に入っていた像だけしか役立たないからである。

除染についても然りである。事故後、年間線量が20 mSvを超える区域が計画的避難区域に指定され、国や市町村による除染が始まったが、除染の長期目標が追加被ばく線量1 mSv/y以下とされた。除染による汚染物の中間貯蔵施設や最終処分場の決定に手間取り、避難区域の仮置き場に汚染土が野積みされた。筆者は汚染土壌の除染について、「その場処理の深穴埋め」方式(図4)を提案し、実験を行い、有効性を確認することができた。この方法ならば汚染土の移動も必要ないし、処理場も不要である。

人間を取り巻く環境の影響はその総量だけでは決まらない。一時に大量にその影響が加えられる部分と、少量が長期間にわたって常時加えられる部分に分けて考えなければならない。これを無視して総量だけを考えると制御しようとする大きな矛盾が生じる。事故による放射線の取り扱いにおいて、緊急対応時の基準20 mSv/yが長

<sup>1</sup> 編集委注)この点についてはさまざまな解釈が提起されています。

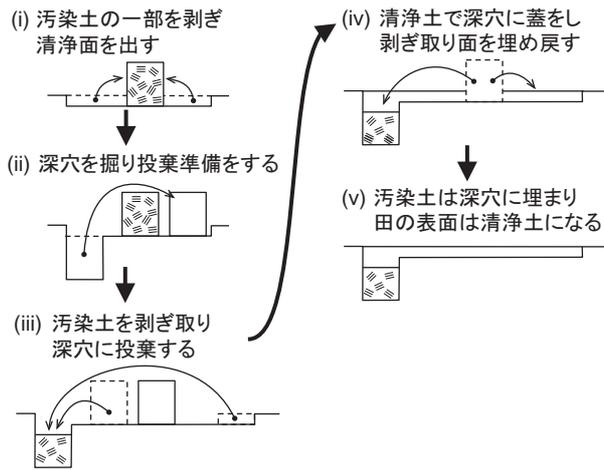


図4 危険学プロジェクトで行った「その場処理の深穴埋め」除染実験

期的な目標であったはずの1 mSv/yに置き換わり、それが固定化されたため、長期にわたる避難生活を余儀なくされた。長期の避難生活の中、精神的ストレスによって健康を害した人も多い。震災関連死亡者数は、2020年9月30日現在、全国で3,767人であり、そのうち原発のあった福島県が特に多く2,313人にも上る。

避難指示が解除された地域でも、住民の帰還が進まず、未だに30,000人弱が県外に避難している(事故の1年後には約63,000人)。被災から10年経とうとしている今、物理的理由から帰還困難だけではなく、すでに避難した地で新しい生活基盤ができ、帰還できなくなってしまう人も多いのではないだろうか。

原発事故は地域、職場、家庭、人の心など、全てを崩壊させることを肝に銘ずるべきである。それと共に、避難計画だけでなく除染についても予め十分考慮しておかねばならない。

被災者用仮設住宅設置のための法整備の課題もある。津波被災地の例だが、目の前に仮設住宅建設に適当な土地があっても、所有者が確定できず、利用できないケースが多々みられた。これを解決するには、緊急事態に対応した特別立法を作るか、地方自治体があらかじめ建設用地を用意するしかない。

災害が発生したときに付随して起こることを想定して、予めその対応策を考え、実情に即した準備をしておかねばならない。ことが起こってから実行のためのシステムを考え始めたのでは、必要な手続きに手間と時間を食ってしまい、目の前の必要に手が出せない事態に陥りかねない。全体を統括する立場の人は事故を起こさないための防災を考えるだけでなく、事故が起こった際に発生するさまざまな状況を想定して全体像を把握し、備えておかねばならない。

東日本大震災の津波では、震源から陸地までの距離が数100 kmと離れていたため、地震発生から津波到着までの時間が30分以上あり、避難に余裕があったが、南海

トラフ地震の場合には震源と陸地が近い分、数分の余裕しかない。自然災害はその発生を防止することはできない。東日本大震災や福島原発事故で得た教訓を被害拡大防止策に十分生かすべきである。

#### IV. 原子力は地球温暖化に貢献できるか？

地球温暖化が問題視されて久しい。その間も世界人口の増加に伴い、エネルギー使用量が増え、食料の増産が進んだ。地球温暖化をもたらすCO<sub>2</sub>の発生を抑制するのに原子力発電が有望視された時期があったが、福島原発事故によって原子力発電の持つ危険性を社会が再認識し、新設はもちろん、再稼働もなかなか進まない。再生可能なエネルギー源として太陽光や風力がもてはやされるが、これらのエネルギー源はそれぞれの持つ特性に応じて、蓄電やネットワーク化技術などの対応が必要となる。

人間のエネルギーの獲得の歴史において火を使う期間が長かったが、熱機関の発明で多種類の形態のエネルギーが利用されるようになった。20世紀中期に物質の構造が微細に突き詰められると、微細構造の分裂によって外部にエネルギーを取り出せることに気づき、核分裂によるエネルギーを利用する原子力技術が発達して、今日の姿になった。この技術の根幹はウラニウムのように大きな原子量の物質に高速の粒子をぶつけて原子核を分裂させ、核を形作っている粒子の結合エネルギーを外部に取り出すものである。しかし、この技術にはどうしても避けることができない致命的な問題がある。それは、核分裂によってそれまで自然界には存在していなかった有害な放射性物質が生成され、その処理が困難なことである。

一方、20世紀中期になると宇宙科学が発達し、太陽エネルギーの生成メカニズムが明らかになってきた。太陽エネルギーの根源は、水素のように小さな原子量の物質が融合し、新たな物質になるときに放出するエネルギーである。この反応を地球上で再現できれば地球上のどこにでもある物質を基にしてエネルギーを取り出すことができる。この「地上の太陽」を作る技術は核分裂によってエネルギーを得る方法に比べ、原理的に半減期の長い放射性物質を生成することがない点で、地球環境保全の観点からみても優れているといえる。

このようなことを考えると、物質の分解を基本とする原子力に依存するより、「地上の太陽」に進む方がよさそうな気がする。日本も参加している「イータープロジェクト」に注目したい。

#### 著者紹介

畑村洋太郎 (はたむら・ようたろう)

東京大学工学系研究科修士課程修了。東京大学教授、工学院大学教授を経て、現在は東京大学名誉教授。2001年畑村創造工学研究所を主宰、2002年NPO法人失敗学会を設立。専門は創造学、失敗学・危険学。