

### 巻頭言

#### 1 生活と原発再稼働

山本隆三

### 時論

#### 2 大学における非密封 RI の利用の現状と課題

大学における非密封 RI の利用が急減している。対策が急務だ。 柴田徳思

#### 4 放射線被ばくによる健康影響

—組織反応と発がんリスク

この課題の理解を深めるためには、学会相互の連携と基本情報の共有が不可欠である。 佐々木康人, 飯本武志

#### 6 リスクオーナー視点による保全活動の最適化

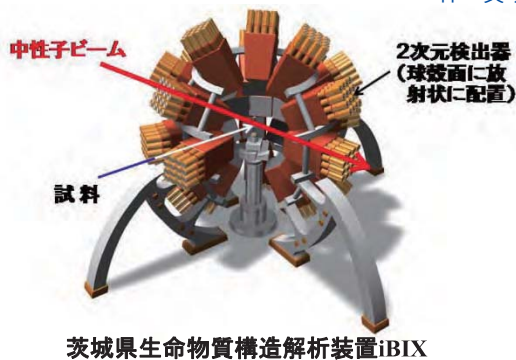
ISO31000 でのリスクマネジメントは、好ましくない影響の管理手法というレベルから、組織目標を達成する手法へと進化した。 野口和彦

### 報告

#### 19 J-PARC の概要と中性子の産業利用の現状

大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の物質・生命科学実験施設は供用開始後 7 年余りを経過。その 3 割近くが産業用に利用され、Li イオン電池や表面コーティング触媒、低燃費タイヤなどの成果をあげている。

林 眞琴



### 解説シリーズ

#### 転機を迎えるエネルギー市場 (6)

#### 25 原子力を巡るエネルギー情勢—「エネルギー白書 2016」に見る内外の動向

今年のエネルギー白書では今後の原油価格の上昇リスクや国際的な温室効果ガス排出抑制策の動向、国内動向として原子力政策、省エネ対策、再エネ普及策、火力発電効率基準や非化石電源比率に関する指針の策定等が紹介されている。 小宮山涼一

### 解説シリーズ

#### 津波波圧・波力実験とその活用 (1)

#### 31 津波波力に関する基礎的実験

原子力発電所では津波に対応するための防潮堤や水密工の設計等においては、津波が持つ波圧や波力を適切に評価することが肝要である。ここでは津波波圧・波力に関する水理実験について 2 回に分けて解説する。

木原直人, 甲斐田秀樹



### 解説

#### 14 $^3\text{He}$ 代替非破壊分析装置の開発

—迫り来る  $^3\text{He}$  クライシスの解決を目指して

核セキュリティ、保障措置分野では、核分裂に伴う中性子を検出する検認装置として  $^3\text{He}$  検出器を利用したものが広く使われている。しかし同時多発テロ以後、その  $^3\text{He}$  ガスのストックが急激に減少してきた。このため原子力機構では、 $^3\text{He}$  ガスを使わない検出器の開発を進めてきた。

小泉光生, 坂佐井馨, 呉田昌俊, 中村仁宣

## 41 低線量・低線量率放射線影響は解明できるか

低線量放射線の生物影響解明には、線量・効果関係を明らかにする必要がある。しかし、研究者間で線量・線量率に対する認識は共有されているのだろうか。

福本 学

## 談話室

## 45 イチエフ訪問記

1Fの廃炉作業は先を完全に見通せる状況にはないが、着実に前進している。

河田東海夫



大型休憩所からの眺望（東京電力 HD 提供）

## 47 人体の遺伝子保護・修復による放射線障害の防御

放射線被曝による DNA 損傷は体の修復能で、適切な栄養があれば、大幅に予防、治療できる。LNT モデルに基づく疫学の数字は、被曝した人を無対策に放置した仮定の確率である。

香川靖雄

## 会議報告

## 49 流れ加速型腐食に関する国際会議 F A C 2016

米田公俊

## 50 核軍縮をどう検証するか？

堀尾健太, 木村祥紀

44 From Editors

52 「2017 年春の年会」

発表および聴講者申込受付のご案内

53 会報 原子力関係会議案内、寄贈本一覧、新入会一覧、英文論文誌 (Vol.53, No.11) 目次、主要会務、編集後記、編集関係者一覧

## 8 NEWS

- 「もんじゅ」、廃炉を含む見直しへ
- 学術会議、討論型世論調査結果を実施
- 規制委が検査制度見直しで中間整理
- 伊方3号機が本格運転復帰
- 海外ニュース

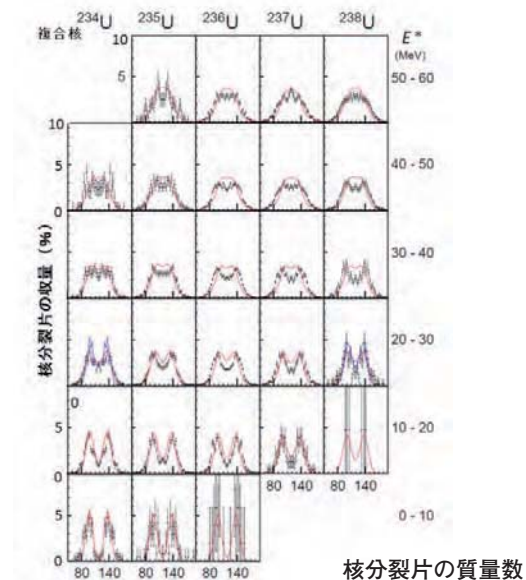
## サイエンス

## 36 核分裂の物理学：わかったこと、まだわからないこと

原子力の原点である核分裂の物理学をとりあげる。「核燃料核種の質量数はなぜ奇数なのか」「核分裂生成物の収量分布はなぜ二山なのか」などといった疑問にも答えるとともに、この分野の最新の研究状況を紹介します。

千葉 敏

インタビュアー 吉田 正



## 理事会だより

## 51 財務状況の改善と財産の有効利用

大塚雅哉

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://ssl.aesj.net/publish/meyasubako>)にお寄せください。

学会誌ホームページはこちら  
<http://www.aesj.net/publish/atomos>

# 生活と原発再稼働

## 巻頭言



常葉大学 経営学部教授

**山本 隆三** (やまもと・りゅうぞう)

京都大学卒。住友商事地球環境部長、プール学院大学教授などを経て2010年4月から現職。『経済学は温暖化を解決できるか』(平凡社新書), 『電力不足が招く成長の限界』(エネルギーフォーラム社)などの著書あり。

一昨年从去年にかけてトマ・ピケティの「20世紀の資本」がベストセラーになり、世界の多くの国で格差が拡大していることが話題になった。しかし、失われた20年からの脱出に未だもがいている日本では、格差は拡大していないようだ。と言うと、「良かった」と思う方がおられるかもしれないが、日本では低所得者が増え、高所得者が減っている。要は国民の総下流化現象が進んでいるのだ。

日本人の平均所得が最も高かったのは1997年度の467万円だが、この時年収300万円以下の人の比率は32.1%、年収1,000万円以上の人の比率は5.8%だった。2014年度には平均年収415万円、年収300万円以下40.9%、1,000万以上4.1%になっている。年収の下落に合わせ、生活が苦しいという国民は増え、6割を超えた。生活にゆとりがある層は3.6%しかいない。

この下流化現象を悪化させている大きな要因の一つが、電気料金だ。電気料金は、人件費と異なりコストのわずかな部分しか占めていないから、大きな問題ではないと主張する衆議院議員がいるが、間違いだ。例えば、東日本大震災後、産業用電気料金は最大38%値上がりした。製造業の支払う電気料金は3兆円が4兆円になった。人件費が2桁上がることはないが、電気料金は簡単に上がる。問題はコストに占める比率ではなく、値上がり額がもたらすインパクトだ。

製造業が支払った値上がり分の1兆円は、原発停止により海外から追加で調達した原油や液化天然ガスの支払いに充てられた。この1兆円を製造業の人件費に回していると3%の賃上げが可能だった。海外に支払った燃料代と給与の大きな違いは給与の大半は国内の消費に充てられ、景気を上向かせることだ。

原発の停止により海外からの燃料調達量は急増したが、量の増加に加え、2011年からは原油価格が上昇し、2014年の秋まで1バレル100ドルを超えていた。この価格上昇も負担増を引き起こし、さらに2013年からの円安も円建て価格の値上がりを引き起こした。

原油価格の値下がりや円高が起これば、電気料金上昇も止まるかと思ったら、また問題が出てきた。再生可能エネルギーの導入支援策として菅直人政権が開始した固定価格買い取り制度(FIT)による負担額だ。日本に先立ちFITを導入した欧州主要国では、電気料金が大きく上昇し、各国政府は買い取り価格の減額から、制度見直しまで行っていた。

例えば、スペインは遡及して買い取り価格を減額した。イタリアは再生可能エネルギーの事業者に新たな課税を開始した。フランスと英国は買い取り価格を減額した。ドイツは原則FITを廃止した。そんななかで、世界の動きに逆行し事業者にとり魅力的な買い取り価格で制度を開始したのが日本だった。

制度には抜け穴もあったため、導入が容易な太陽光発電は家庭用も事業用も急増した。買い取り増により電気料金の負担額も、急増することになった。今年度の負担額は総額1兆8千億円、電気料金1kWh当たり2.25円だ。昨年度の産業用電気料金は全国平均1kWh当たり17.6円だった。FITの負担額が電気料金の10%以上を占めている。

菅政権は原発の停止を求め、その一方FITを政権の辞任と引き換えに開始した。燃料代の増加と同時に再エネの負担額を増やし、電気料金を両面で引き上げた。電気料金の上昇は交通機関の運賃、小売店舗の光熱費など社会のコストに大きな影響を与える一方、家計の負担も増やす。

2010年に118,000円だった世帯平均の年間の電気料金は2015年には133,000円になった。単価の上昇ほど負担額が上昇しなかったのは、節電が行われたからだ。2014年の世帯所得の中央値は427万円だったので、平均的な世帯にとってはこの電気料金の上昇額は決して小さくない。

現政権、日銀は経済成長を実現するべく様々な政策手段を講じているが、まず大切なのは社会のコストの基本になる電気料金を下げることだ。FITによる負担額は今後当分の間増加を続ける。その増加分を吸収し料金の引き下げに結びつけるには、安全が確認された原発の再稼働を進めるしか方法はない。

(2016年9月21日記)





## 大学における非密封 RI の利用の現状と課題



柴田 徳思 (しばた・とくし)

株式会社千代田テクノ大洗研究所，東京大学名誉教授

大阪大学理学部卒，東京大学教授，高エネルギー加速器研究開発機構教授，日本放射線安全管理学会監事，日本アイソトープ協会専務理事などを歴任。書籍には，「放射線物理学」，「放射線取扱の第一章物理」，「放射線をはかる」など。

### 1. 大学における非密封 RI の利用の現状

大学における非密封 RI の利用の現状を調べるのに，日本アイソトープ協会の医薬品アイソトープ部のご協力を得て，大学への非密封 RI の出荷個数の年度推移についてデータを頂いた。非密封 RI を多く利用している北大，東北大，東大，名古屋大，京都大，大阪大，九大へ出荷している合計個数の年度推移を図 1 に示した。

この図に示すように，出荷個数が漸減していて，このまま推移すれば数年後には 0 になってしまう恐れのあることが分かる。実際には大学ごとに推移が異なること，毎年購入している核種は比較的半減期の短い核種で，長半減期核種を用いる研究の変化は年度推移では分からないことなどがあり，非密封 RI を用いた研究が数年後に無くなることを意味している訳ではないが，大学における非密封 RI の利用の減少かかなりな速さで進んでいることが懸念される。

### 2. 今後の非密封 RI の利用について

我が国における非密封 RI の中で最も需要の多いのは放射性医薬品である。研究用非密封 RI の供給量は 2010 年で 1.76TBq，2014 年で 1.11TBq と減少傾向である。これに対して，in vivo 放射性医薬品では 2010 年で 510TBq，2014 年で 491TBq となっていて漸減傾向が見られるが，研究用非密封 RI の減少より緩やかな減少である。2016 年には新たに<sup>223</sup>Ra を用いた治療薬が販売さ

れ，今後治療薬の開発が進めば放射性医薬品の需要は増加することが予想される。しかし，我が国では新たな放射性医薬品の開発はほとんどなされていない。新たに開発が望まれている核種は加速器で製造される核種が多く，我が国には RI 製造に適した各種の加速器が稼働しているにもかかわらず開発が進んでいないのは，加速器施設の研究者と核医学分野の研究者が議論する場のないことが大きな原因であると思われる。

今年度から大阪大学核物理研究センターが中核機関となり，短寿命 RI 供給プラットフォームが形成され，その連携機関として，理研仁科加速器センター，東北大 CYRIC，東北大電子光物理学研究センターが参加して，全国の広い分野の研究者に対して希望する RI を供給する体制が整備された。これは加速器で RI を製造し利用するうえで重要なシステムの整備といえる。このプラットフォームを進展させることが期待される。一方，放射性医薬品の開発では核医学分野の研究者との開発戦略を含めた検討が必要で別のプラットフォームが必要である。さらに，放射性医薬品の開発段階で動物実験に投与する量に比べ人への投与となると大幅な量の増加が必要でこのための設備や技術を持つ人材の育成も欠かすことができない。

我が国では原子力発電所の廃炉が今後大きな事業となる。特に東京電力福島第一発電所の廃炉は，通常の原子力発電所の廃炉とは異なる多くの研究開発課題がある。東京電力による「福島原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2016」では，研究から実用までの開発を進めるために研究段階を基礎研究，基盤研究，応用開発，実用と定め，基礎研究と基盤研の担い手を大学・研究機関，JAEA (日本原子力研究開発機構) とし，応用開発を JAEA と IRID (国際廃炉研究開発機構) 等，実用部分を東京電力としている<sup>1)</sup>。この中でも当然非密封 RI の取扱いは避けられない。このように非密封 RI の取り扱いが必要な分野があるにもかかわらず，大学において非密封 RI の利用が減っている状況は改善しなければならない。

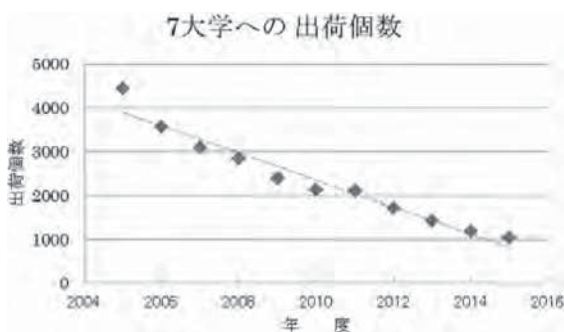


図 1 7 大学への出荷個数の年度推移

### 3. 大学における RI 利用が減少している背景

大学等放射線施設協議会ではアンケート調査「大学等放射線施設の現状」を 2014 年 5 月に行い、その結果を 2015 年 8 月に公表している<sup>2)</sup>。アンケート調査は、協議会に加盟している 281 の国公私立大学・施設に依頼し、153 の大学・施設から回答を得ている。その結果によると、RI の数量、利用件数、利用者数についての経年変化について 10 年前と 3 年前について表 1 の結果を得ている。

この結果からみると、現在の状況は 10 年前に比較して約 70% の施設で減少しており、3 年前に比較して 60% があまり変化なしという結果となっている。図 1 と比べると、10 年前との比較は同じ結果であるが、3 年前との比較では変化が小さいという結果になっている。

この調査では、施設の活性化、利用者の増加等のために努力している事柄、施設の縮小や効率化等への対応事例を記述式で回答を求めている。それによると記述式回答数 84 施設に対し 29 施設で、貯蔵能力等数量の減少、管理区域の縮小、設備の減少、RI 施設の統合と廃止がなされた、あるいは計画中と回答している。

非密封 RI 施設の維持には、日常的な研究活動を支えるための経費はそれほど多くないが、排水設備や排気設備の老朽化で更新しようとするとなると数千万円から 1 億円という経費が必要となり、大学内で運営交付金による更新を行うにはハードルは非常に高い。このような状況が非密封 RI の利用の減少につながっている一因と思われる。

### 4. 改善策について

国立大学が法人化される以前は、RI 施設に対して RI 経費が割り当てられ、補正予算等で必要な機器や設備の充実や更新がなされてきた。しかし、法人化以降は運営交付金として各国立大学法人に一括して与えられ、その学内での配分は各大学に任されている。このような状況では、排水設備や排気設備のように高額な費用を要する更新をすることは困難であると考えられる。これを放置しておくとならば大学における非密封 RI 取扱施設が消滅してしまう事態となる。将来の非密封 RI を取扱う作業者の育成を全国レベルで展開するためには、複数の拠点を設けて研究・教育を進めていく必要がある。

現在、ネットワーク型共同利用・共同研究拠点という枠組みが有り、大学の運営交付金とは別に概算要求をし

表 1 RI の利用量、利用件数、利用者数の経年変化(%)

	増加 している	あまり 変化なし	減少 している	無回答
RI の数量(10 年前と比較して)	12	14	71	3
利用件数(10 年前と比較して)	10	16	70	3
利用者数(10 年前と比較して)	8	25	63	3
RI の数量(3 年前と比較して)	11	58	31	1
利用件数(3 年前と比較して)	10	60	29	1
利用者数(3 年前と比較して)	7	67	24	1

て必要経費を得ることができる。全国のいくつかの放射線施設をこの枠組みで運用できれば非密封 RI を用いた研究・教育が継続できる。この候補となる施設としてはいくつかの大学にあるラジオアイソトープセンターが考えられる。これを実現するためには、ラジオアイソトープセンターが学内共同利用はもとより周辺の大学や民間の施設からの利用者を受け入れて運営できれば有力な候補となり得る。また、この枠組を用いる場合には拠点としてどの程度の利用者を確保できるか、どのような研究成果を上げることが可能か、既存の施設を廃止して拠点到統合した時の経費の削減の可能性、などについて十分検討し、説得力のある提案を示す必要がある。

最近の日本アイソトープ協会の会誌 Isotope News によれば長崎大学では RI を用いた分子イメージングを専門とする教員による積極的サポート体制を構築することにより、SPECT や PET 装置の稼働率を上げ、利用者 と RI の利用量の拡大を図ることができたという報告がなされている<sup>3)</sup>。非密封 RI の利用の減少は、RI を用いた分析法が代替法にとってかわられた事その原因であり、代替法のない利用法に特化した施設の充実を図ったことが成功の原因となっている。このような取り組みは非密封 RI の利用拡大及び RI を取り扱う人材育成の観点から、重要な示唆を与えている。

#### — 参考文献 —

- 1) 東京電力ホールディングス(株)、福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン、2016.
- 2) 平成 26 年度「大学等放射線施設の現状」、平成 27 年 8 月、大学等放射線施設協議会.
- 3) 西弘大、Isotope News、2016 年 8 月号、No. 746、p.32.  
(2016 年 8 月 23 日 記)



# 放射線被ばくによる健康影響

## —組織反応と発がんリスク

湘南鎌倉総合病院附属臨床研究センター 佐々木 康人,  
東京大学環境安全本部 飯本 武志

### 1. 低線量放射線健康影響に関する国内関連学会の取り組みと連携

2016年7月6日～8日東京大学弥生講堂で開催された第53回アイソトープ・放射線研究発表会におけるパネル討論1.「低線量放射線の健康影響に関する国内関連学会における研究の現状とこれからの連携の在り方」に参加した。放射線に関連する5学会(日本放射線安全管理学会, 日本保健物理学会, 日本放射線影響学会, 日本癌学会, 日本原子力学会)が一堂に会して討論する貴重な機会であった<sup>1)</sup>。東電福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえて, 一般市民と社会へ発信することの重要性をいずれの学会も認識し始めている。特に, 低線量放射線健康影響という難しい課題の理解を深めるためには, 学会相互の連携と基本情報の共有が不可欠である。さらに市民と「専門家」の共通基盤としての放射線基礎教育の重要性が指摘された。

本稿では低線量放射線影響とその防護の共通理解を難しくしていると思われる要因のひとつとして, 2種類の健康影響をとり上げて解説する。

### 2. 2種類の健康影響と防護目的

19世紀末に人類が放射線を認知し, その特徴を利用して医療に應用を始めて間もなく, 放射線の人体障害作用が報告された。放射線医療従事者に多くの犠牲者がでた後, 1928年に防護対策に国際的に取り組む委員会が発足し, これが今日の国際放射線防護委員会(ICRP)の前身となった<sup>2)</sup>。当初防護の対象は急性の身体的障害, 特に皮膚障害, 血液の障害, 腸管など内臓の障害であった。放射線を受けて多数の細胞が死に, 組織や臓器の機能が障害されると身体的徴候が発症する。この種の放射線障害は放射線感受性の高い個人ではより低い線量で, 感受性の低い個人ではより高い線量で発現する。被ばく線量が増えると症状の強さが増し, 発症者の頻度も高くなる。一定線量を超えればすべての人に徴候が発症する。ICRPは被ばく集団の1%が発症する線量をしきい線量と定義している。放射線感受性は組織や臓器により異なるのでしきい線量は徴候ごとに異なる(表1)。当初防護の目的は, しきい線量以下に放射線被ばくを制限することであった。

原爆被爆者の健康調査により白血病の増加が, ついで固形がんの増加が観察された。放射線が当たった細胞のDNAにがん誘発性の突然変異が起こり, 変異が修復されないまま細胞が生き続けると, がん化を促進する変異が何段階か重なった結果, 変異した1個の細胞がある確率でがん化し, 増殖して癌腫を形成する結果と考えられている。

1960年代後半にこの「確率的影響」が認知され, しきい値はないとした方が合理的であると考えられるようになった。この時, しきい線量のある従来からの影響を「非確率的影響」と呼んだ(1977年勧告, 刊行物26)。1990年勧告(刊行物60)ではこれを「確定的影響(deterministic effects)」と呼び換えた。「deterministic(決定論的)」とは最初に起こった事象(被ばく線量)で最終の結果(健康影響)が決まるという意味である。その後, 放射線の身体的影響の出方は体内の物質や体外から投与する薬剤などで修飾されることが明らかになり, 「確定的影響」という呼び名はふさわしくないとされた。「確定的影響」を「組織反応(tissue reactions)」と呼び換えることが2007年勧告(刊行物103)の準備段階で議論されたが, 放射線防護で「確定的影響」という言葉が定着普及していることを勘案して, 当分の間「組織反応」と併用することとなった。その後のICRP刊行物では「組織反応」を主に使用している<sup>3)</sup>。

2種類の放射線健康影響が認知された結果, 防護の目的は「組織反応(確定的影響)の回避と確率的影響の最小化」に変更された。後者のために最適化原理にALARA(As Low As Reasonably Achievable)原則が導入された。

確率的影響は高線量でも低線量でも起こるが, 低線量被ばくでの主要な健康問題である。原爆被爆者集団を非被爆者集団と比べて観察した結果, 150 - 4,000mSv程度の被ばくで, 線量の増加に比例してがん死亡, 罹患が増加することがわかっている。臓器により放射線誘発がんの起こりやすさは異なるが, 原爆被爆者のすべてのがんをまとめた場合, 1,000mSv当たり約10%のがんの増加が観察されている。100mSv以下の低線量被ばくでは, 非被爆者群と統計学的に有意の差が認められない程リスクが小さい。約10万人規模の原爆被爆者の健康調査での結果であるので, 例えば1/10の10mSvの影響を



表1 全身ガンマ線被ばく後の成人の臓器及び組織に関わる罹病の1% 発生率に対する、急性吸収線量のしきい値の予測推定値(文献3)より引用)

影響	臓器/組織	影響の発現時間	吸収線量(Gy)
罹病:			1% 発生率
永久不妊	睪丸	3週間	~6
永久不妊	卵巣	< 1週間	~3
造血系の機能低下	骨髄	3~7日	~0.5
皮膚発赤の主要期	皮膚(広い範囲)	1~4週間	< 3~6
皮膚の火傷	皮膚(広い範囲)	2~3週間	5~10
一時的脱毛	皮膚	2~3週間	~4

有意の差でみるためには10万人の100倍(1千万人)程度の被ばく者の調査が必要と推定される。したがって、疫学調査により10mSv以下の影響を観察することは現実的ではないと考えられる。動物の照射実験でもこれだけの数を照射することは事実上困難である。そこで、細胞の照射実験により放射線影響の分子生物学的解明が進むことで、低線量の影響の機序に新たな知見が加わることが期待されている。ICRP刊行物131(2016年)は幹細胞生物学の現状を述べ、低線量影響解明への期待を表明している。

2種類の健康影響を区別して理解することは極めて重要である。東電福島原発事故で過大評価気味に推定されている、原発内作業員で平均12mSv、最大679mSv、福島県住民平均10mSv、最大25mSv(UNSCEAR2013年報告<sup>4)</sup>)は、組織反応(確定的影響)が現れる線量ではない。放射線被ばくの直接的な影響として、骨髄機能障害—血小板減少—出血傾向—鼻出血というシナリオは福島ではまず考えられない。

原発作業員でも被ばく住民でも、放射線影響として注意深く観察すべきは確率的影響、つまりがんリスクの増加である。日本人の生涯がん罹患リスクは30-50%である。これに上乘せされる放射線誘発がんリスク増加は、直線しきい値なし(LNT)モデルを用いて100mSvの長期にわたる被ばくで0.5%、10mSvで0.05%程度と推定される。

近年はがん患者の約40%が、がんが原因で死亡する。50年前にはほぼ全員が死亡していた歴史もあり、今後がん医療がさらに進歩することで死亡率が減少すれば、がんになることへの不安は著しく減ずるであろう。

3. 将来展望 ~わかりやすい防護体系を目指して~ ICRP1990年勧告の改定に当たり、ロジャー・クラーク委員長(当時)が当初提案したのは、放射線防護3原則のうち「正当化」と「線量限度」の2原則を廃止し、「最適化」原則だけを残し、年間20mSvの防護対策レベル

(protective action level: PAL)で規制する斬新な防護体系であった<sup>5)</sup>。勧告作成過程の透明化、ステークホルダーの関与という新しい作成方針の中でこの考えは大きく変更された。チェルノブイリ原発事故後の対応に苦労した委員長の意図が、福島事故を経験した今、よく理解できるような気がしている。

職業被ばくの防護・管理で長い経験を持つICRPは公衆の被ばく管理の経験は比較的浅い。まして、事故時に最大の関心事となる小児や妊婦の防護体系は未成熟と言わざるを得ない。福島事故を含む過去の事故から多くを学び、経験を積んでいる組織・機関や個人が協力して、現防護体系の不備を早急に改善することが求められる。住民の心理や行動の背景にある道徳感や倫理感の地域差、民族差なども加味された、わかりやすい放射線防護体系の整備へ向けて、力を結集したい。

(2016年8月31日記)

#### 参考文献

- 1) 佐々木康人, 飯本武志 第53回アイソトープ・放射線研究発表会 パネル討論1. 「低線量放射線の健康影響に関する国内関連学会における研究の現状とこれからの連携の在り方」ISOTOPE NEWS No.748 2016年12月号印刷中(2016).
- 2) 佐々木康人, 岡崎篤 国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告への道のり放射線による健康影響の低減を目指して日本原子力学会誌 55(2): 102-105, (2013).
- 3) ICRP Publication 118 ICRP Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs - Thresholds Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. Annals of the ICRP 41(1-2), (2012).
- 4) UNSCEAR 2013年報告書 第1巻 科学的附属書A: 2011年東日本大震災後の原子力事故による放射線被ばくのレベルと影響 pp.54-55(2014).
- 5) 佐々木康人 ICRP新勧告作成の経緯と主要な論点 - 1. 改定開始時の考え方 - ISOTOPE NEWS 2007年9月号 pp14-16 (2007).

#### 著者紹介



佐々木康人 (ささき・やすひと)

湘南鎌倉総合病院附属臨床研究センター  
放射線治療研究センター  
(専門分野/関心分野)放射線医学・核医学/  
放射線健康影響と防護体系及び倫理的側面



飯本武志 (いのもと・たけし)

東京大学 環境安全本部  
(専門分野/関心分野)放射線防護, 放射線計測/線量評価, 放射線管理。



## リスクオーナー視点による保全活動の最適化



野口 和彦 (のぐち・かずひこ)

横浜国立大学大学院環境情報研究院教授  
 東京大学航空学科卒、三菱総合研究所研究理事を経て2014年4月より現職。2015年10月より同大リスク共生社会創造センター長を兼ねる

### 1. 保全活動にリスクオーナーの視点を

本稿は、保全活動のあり方を事業経営の視点から論じるものである。

工学システムは社会の要求に応えるために、時代と共に変化していく。したがって、そのシステムの保全活動も他の技術と同様に時代の要求に応じていく必要がある。

また、高度な工学システムは、システムとしての体系の整合性や機能バランスが重要である。この様な高度な工学システムへの保全活動を、気づいた懸念に順次対応するという方法で対応していくと、システム全体としての整合性を損じたり、事業として成立性を損なったりする危険性がある。

したがって、保全活動もまた、システムとしてのバランスや事業経営の視点から検討することが必要である。それは、個々の問題解決のための安全設備を追加すれば、総合的な安全性が向上するとは限らないからである。安全対策がもたらす他のリスクへの影響を評価することも、システム全体の安全向上には、重要なのである。その観点からも、保全を担当業務の管理視点から事業のマネジメントの視点へ切り替えて考える必要がある。つまり、システム環境や社会の環境・要求の変化に対して、事業経営の視点で保全活動のあり方を考えることが大事なのである。

ここで、保全活動に対する管理と経営の視点の差異を考えてみたい。Quality management を品質管理というように、わが国では、マネジメントを管理と言い換える場合がある。しかし、品質管理は本来 quality control という用語の翻訳であり、コントロールとマネジメントは同じ概念ではない。

管理という概念は、決められた手順を着実に実施するというように捉えられていることが多い。その為に管理は、その担当者が活動工程を遵守していることを確認することと考えられがちである。しかし、本来様々な活動は、その重要性や予算等も併せて判断することが求められるものであり、経営者の判断は必須であり、マネジメントの視点がないと保全活動が硬直的になりがちであ

る。

保全活動は、事業における業務の一環であり、事業の合理性を向上させるものである必要がある。施設は、年々変化しており、保全も今までの活動の延長線上に望ましい姿があるとは限らない。保全活動も同様に、管理ではなく経営や事業の最適化を目指すマネジメントの観点で考えることが重要である。

リスクに対する権限と責任を持つ者をリスクオーナーと呼ぶが、保全に関するリスクに関しても、リスクオーナーの視点が重要である。

リスクに対して、マネジメント視点で対応していくには、保全も含めた事業・施設のリスクに対してリスクオーナーとして総合的に判断し対応していくことが重要なのである。

### 2. 保全活動へのリスクアプローチの課題

リスクオーナーの立場で、保全活動の在り方を検討する場合には、当然のことながらリスクアプローチの手法を採用することになる。保全活動におけるリスクアプローチについては、様々な課題が提起されているが、安全活動がトラブルの発生した箇所について再発防止を行うということでは十分でないとするれば、リスクという概念を持ち込むしかないことは自明の理である。

しかし、リスクアプローチを保全活動に有効に活用するためには、リスクの本質を理解する必要がある。工学システムの安全分野では、リスクの持つ定量的評価の部分に注目されることが多かった。保全におけるリスクアプローチも同様であり、リスクの持つ不確かさを定量的に評価し、その発生確率によって保全の必要性を考えようとする事が多かった。しかし、発生確率の推定の精度を上げようとする、その対象は故障データがある程度得られているものに限定されてしまう。しかし、このことにより、故障データが多く得られている機器・部品の保全の必要性は、リスク論を使用しなくても判断できる場合が多いという矛盾が生じるという課題も指摘されてきた。この矛盾は、リスク論の活用の意義が定量評価にあると考えたところから生じている。リスク論の本質



は、不確かさを取り扱うことにあり、定量評価のみに存在意義があるわけではない。リスク論では、どの箇所の変化が施設や事業にどのような影響を持つかを経験していない状況も含め分析を行い、対象とするリスクの特徴を踏まえた対応を考えることが重要なのである。定量評価には使用できないような知見しかないということは、その事象に対して知見がないということがわかるということであり、そのリスクへの対応の考え方は、影響の種類や大きさによって変わってくる。リスクの把握レベルによって、リスク基準自体が変化するのである。定量評価ができないからといってリスク論が活用できないわけではない。寧ろ、不確かさが大きい事象への判断こそが、リスク論を適用すべきことである。

何十万点とある部品・機器を持つ巨大システムや複雑システムにおいて全ての項目を同じレベルでチェックすることには、無理がある。定まった手順を確実に実施すれば、保全活動がうまくいくわけでもない。その状況が施設に与える影響を踏まえリスクを考えることが重要であり、そのシステムにとって、何をどのレベルでチェックすれば良いかということ、常に検討しなくてはならない。

工学システムには、発生を防がなくてはならない事象の優先順位が存在する。保全活動は、その優先順位の高い事象から順次確実に実施していく必要がある。ただし、その優先順位の判断には、技術者の視点に止まらず、社会の視点も取り入れたリスクオーナーの判断が重要である。

社会の要求の中には、物理的影響が大きい事象への対応と共に、社会との約束を遵守することも含まれることに注意を要する。

リスクの定量評価にこだわるのは、リスク評価の結果のみで判断を行おうとするからである。リスクマネジメントは、判断の材料を提供するものであり、リスク評価の結果がすぐに最終判断になるわけではない。

### 3. 保全活動の向上のために

保全へのリスクアプローチを適用する際には、先に記述した様に、リスクの捉え方が重要となる。最新のリスクマネジメント規格である ISO31000:2009 では、リスクマネジメントは、好ましくない影響の最小化から組織目的達成のための最適化手法へとその位置づけを変えている。この特徴を示しているのが ISO31000 のリスクの定義である。

ISO31000 では、リスクは、「目的に対する不確かさの

影響」と定義された。

この定義の特徴は、二つある。一つは、リスクの定義に「目的との関係を記したこと」である。この定義によって、リスクは目的により変化することになる。保全活動も、この組織目的の達成という視点で、そのあり方を考えるべきなのである。組織目的は、安全も含めて複数存在する。したがって、保全を如何に行うかということは、保全を含めた組織の全ての活動との関係でも議論をする必要がある。

ISO31000 のリスク定義のもう一つの特徴は、定義の注記で「影響とは、期待されていることから、よい方向及び／又は悪い方向に逸脱すること」と記されたことである。このことによって、リスクの影響を好ましくないことに限定していないことになる。このリスクの定義により、ISO31000 では、リスクマネジメントが各分野の好ましくない影響の管理手法というレベルから、組織目標を達成する手法へと進化した。保全活動も、事故を防ぐだけでなく、システムの稼働効率をさらに上げるという視点も含めて、そのあり方を検討すべきである。

また、ISO31000 では、リスクを特定する前に、組織内外の状況を特定することを求めている。このことは、保全活動をどのように実施するかは、対象とする施設の状況だけで決まるのではなく、組織の内外の状況によっても変化するというを示している。

安全におけるリスクとは、安全に影響を及ぼす事象であり、保全におけるリスクとは保全活動に影響を及ぼす事象である。本来、この二つのリスクは重なり合う概念と考えられるが、保全活動の十分性を実施すべきことを定められた項目に関して定められた通りに行っているか否かという視点だけで考えてしまうと、保全活動におけるリスクと安全に関するリスクには差異が生まれる。

保全活動も管理からマネジメントへの転換の時期に来ている。対象となるシステムの内外の状況変化に対応し、保全活動のあり方も変化する必要がある。その為には、業務管理の視点による保全の実施から、事業活動最適化の為に経営や社会の要求の視点も持ったリスクオーナーの視点による保全活動へとそのあり方を変えていく必要がある。

#### － 参考文献 －

- 1) Risk management -- Principles and guidelines, ISO 31000:2009, 2009.

(2016年9月1日記)