

## CONTENTS

1. 放射線被ばくと新型コロナウイルス感染を比べてみる
2. 令和元年度放射線安全取扱部会年次大会  
(第60回放射線管理研修会) 概要報告



熊本城 (撮影者: 島崎達也氏)



公益社団法人

日本アイソトープ協会  
Japan Radioisotope Association

発行日 2020年10月1日  
発行 公益社団法人 日本アイソトープ協会  
(連絡先) 学術振興部 学術課 03-5395-8081

## 放射線被ばくと新型コロナウイルス感染を比べてみる



長崎大学原爆後障害医療研究所

松田 尚樹

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、おそらく誰もが、あるいは少なくとも私が当初予想したよりも急な速度で拡大し、再拡大し、地球上の誰もが社会生活の上で大きな影響を被っている。初期には国内でも有名タレントが重症化により死亡する例が続き、死に至る病としてのリスクも早い段階で思い知らされることとなった。今、私たちは、感染症の脅威と隣り合わせの状況にある。奇しくも約10年前、日本は東京電力福島第一原子力発電所事故を経験し、放射線、放射能の健康リスクに関する国民的混乱の最中であつた。しかし当時の経験を共有する関係者と会うと、皆、COVID-19の方が大変だと口を揃えている。それは私も感情的にそう思う。では、健康リスクの正しい評価に基づく対策の検討という観点では、何が違うのだろうか。放射線被ばくによる健康リスクの評価は、モニタリング→線量評価→健康リスクアセスメント、の流れをたどる。その流れに沿って、放射線被ばくと新型コロナウイルス感染を並べて考えてみたい。

### モニタリング

例えば今、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）に感染したとする。しかし、感染したことを五感で感じることはできない。そもそも私たちの体には、ヴァイロームと呼ばれるウイルス叢が常在しており、最近の大規模バイオインフォマティクス（実験や検査を行うのではなく、ヒトの組織とウイルスの既存のデータセットを付き合わせてスーパーコンピュータで解析する）の結果では、健康人547人の51組織から39種類の常在性ウイルスが検出されたという<sup>1)</sup>。同様に、私たちの体には一定のK-40やラドンの娘核種が存在し、常に内部被ばくを受けている。その線量は実は

外部被ばくよりも多い<sup>2)</sup>。人間の五感では感じない、これはウイルス感染と放射線被ばくの共通点だ。

それでは、今ここにウイルスや放射線があるとして、モニタリングはできるのか。まず放射線について。種類によるが、空間を流れている $\gamma$ 線であればNaIシンチレーションサーベイ、物の表面から出ている $\beta$ 線であればGMサーベイメータ、とそれなりにその場で測る（in situ測定）ことができる。なので、このような数値を用いて、例えば原子力災害時には避難や屋内退避といった防護措置のためのいくつかの基準（OIL：Operational Intervention Level）ができています。その場で判断できるので、楽である。それに対して、ウイルスの存在をin situで検出することはできない。相手は生き物ではなく、その本体は細胞の中に入り込んだただのRNA、いわば直鎖型高分子化合物である。うまく試料を採取して、SARS-CoV-2を分離して、RNAの配列を増幅して、ようやく、あるのかないのかを判断することができる。今、我々の周りにウイルスのエアロゾル（空气中の微小粒子）が存在していても、それをリアルタイムで検出する術はない。これでは避難指示区域など設定できず、感染者の数の大小や増減から現在の環境を大きなエリアで推測するしかない。感染症の方が大変だ、に一理あるかもしれない。

### 被ばく線量評価・ウイルス量評価

放射線の場合はモニタリングした値からおおよその線量評価はできる。被ばくシナリオをエイヤッと決める必要はあるが、放射能の線源強度がわかれば外部被ばくの実効線量率定数、体表面の汚染密度がわかれば皮膚吸収線量率係数、経口・吸入摂取した場合には内部被ばくの実効線量率係数など、計算に

必要な数値は揃っていない、すべてアイソトープ手帳に記載されている。福島県県民健康調査による事故後初期の住民の外部被ばく線量は、その人が滞在したすべての場所のモニタリング値と滞在時間から推定されている。このような線量評価が放射線管理区域外に使われた一例である。

それに対して、体内のウイルス量を環境のウイルス量から推定することはできないし、そもそも環境のウイルス量など検出できないということは前項で述べたとおりだ。体内のウイルス量の正確な把握は、極々微量なウイルスRNAを一度DNAに逆転写し、できたDNAを測定できる量にまで増幅し、その過程を定量的に検出することにより可能となる。それがリアルタイムPCR (Polymerase chain reaction) で、中国疾病対策センター (CCDC) が早い時期に SARS-CoV-2 のゲノム情報を公開<sup>3)</sup>したので、PCRに必要なプライマーと呼ばれる特異的な遺伝子配列も早い時期に設計され、各国で使用されてきた。ただしサーマルサイクラー (温度と時間を設定する自動サイクル反応装置) と蛍光分光光度計を一体化した専用装置が必要で、時間も約4時間はかかる。その応用版がLAMP法 (Loop-Mediated Isothermal Amplification) で、比較的単純なリアルタイム濁度測定装置があれば1時間以内にPCRとほぼ同様の感度で検出可能である。いずれも、一般の臨床検査で用いられる方法で、手技的に特殊な訓練は必要としない。抗原検査、と言う方法も耳にする。これは、SARS-CoV-2 を特徴づけるタンパク (抗原) を認識することのできる抗体を使って、SARS-CoV-2 の有無を確認するものである。抗原と抗体が複合体を形成した場合に着色反応を起こすような仕掛けを施したキットが使用され、30分程度で結果が得られるが、検出には十分なウイルス量が必要であるため、陰性の場合であっても未感染とは結論できなかった。しかし最近になって、より定量性のある抗原検査法が製品化され、PCR法、LAMP法とともに無症状者の検査として保険適用を受けている。一口にPCR検査というが、このようなPCRを含む複数の手法の確立が、検査数の拡大につながっていると言っているだろう。

では、生体に与えられる特別な痕跡、という観点ではどうだろうか。放射線の影響、特に低線量の健康影響が不確実性を伴う理由の一つに、放射線は

DNAに損傷を与えるものの、そのDNA上に何の痕跡も残さないことが挙げられる。癌のDNAをどう調べてみても、放射線由来の変異が入っているということを確定することはできない。あえて言うなら、チェルノブイリ原子力発電所事故後に増加した小児甲状腺癌の患者から、ある種の融合遺伝子の反復配列 (*RET/PTC*など) が多く見られ、これは成人性の甲状腺癌で見られる遺伝子変異 (*BRAF*の点突然変異など) とは大きく異なることが示されているが、これとて放射線被ばくのマーカーと定義づけられるほど特異性は高くない<sup>4)</sup>。

ウイルスの場合には様相が異なる。免疫系が発動し、抗体が産生されるからである。この抗体は無症状、不顕性であってもまさしくウイルス感染の痕跡となる。抗体検査は手法として確立しているが、あくまで過去から現在の感染履歴を知るものであり、抗体の持続期間や抗体保有者の再感染リスクの有無については定かではない。したがって、今現在の病状の診断には適していない。むしろ今後の長期に渡る疫学的調査研究への貢献度が高いと考えられている。ちなみに、2020年6月に国内で行われた抗体検査 (対象数3000名/地域) の結果、抗体保有率は東京都0.10%、大阪府0.17%と極めて低いものであった<sup>5)</sup>。論文化されている他国の情報としては、2020年8月時点で累積感染者数が日本の6倍以上の33万人を超えるスペインでは、約5%の抗体保有率 (2020年4月-5月の検査) であった<sup>6)</sup>。集団免疫閾値 (HIT: Herd Immunity Threshold) は一般的に70~90%にあるとされており (COVID-19のHITは確定していない)<sup>7)</sup>、集団免疫の獲得には、まだまだ遠い数字である。

まとめてみると、放射線環境や体内の放射能からある程度の推定ができる被ばく線量、ただし推定の域を出ない、と、環境との紐付けは困難だが正確な数値を実測で求められるウイルス量、という色分けはできるかもしれない。また、線源の状況把握とコントロールの可能性次第では予防的な防護措置を決定しやすいのは放射線、あくまで感染状況に基づいて判断せざるを得ないのがウイルス感染症、ということも言えるだろう。

## 健康リスク評価とリスクコントロール

放射線影響の有無を確定的に表現できる症状 (組

織反応) の場合、しきい値を超えるか超えないかでそのリスクを判断できる。実際に影響が出てくる時期も、白内障を除いて数ヶ月単位であり比較的早い。一方、放射線による発がんや遺伝性影響については、確率論的に将来の発生確率を記述するしかない。低線量域では、疫学調査から得られる発生確率の統計学的な有意性が見えなくなるため、不確実な領域に入る。いずれにせよ、影響があったのかなかったのが結果として分かるのは、早くても数年先の話である。将来に対する不安への対処、リスクコミュニケーションの重要性がここに浮かび上がる。コミュニケーションである程度対処できる、とも言える。

それに対して、COVID-19では、体内ウイルスの量と健康リスクは必ずしも相関しないようである。例えば、無症状感染者と有症状者の体内ウイルス量は同じレベルという報告が複数の研究により報告されている<sup>8,9)</sup>。また無症状であっても胸部CT検査では異常所見を認めることもある。重症肺炎までにたどるメカニズムは明確ではないが、リスク因子としては高齢者(65歳以上)、慢性呼吸器疾患、慢性腎臓病、糖尿病、高血圧、心血管疾患、BMI 30以上の肥満が挙げられている<sup>10)</sup>。つまり、体内ウイルス量のしきい値は見当たらず、明確なウイルス量-重症化発生確率の関係も得られないままに、リスク因子や関連する基礎疾患を考慮しつつ、急性影響を防がなければならない。ここに有効な手段はまだなく、発症後の医療体制の充実に依るところが極めて大きい。私自身がCOVID-19に感じる薄寒い不安感の理由は、福島原発事故以来、ずっと先の放射線影響を確率論的に考えることに慣れてしまっていて、急性影響を確率論的に考える、という未経験の世界に対応しきれていないことにある。

リスクコントロールも、放射線では主として我々専門家が平時の放射線管理で対応しているし、原子力事故などの緊急時には緊急モニタリングセンターや原子力災害時医療チームが招集され専門的対応にあたるが、感染症では、感染拡大防止のための接触減少、感染者の同定隔離、社会活動の制限、といった社会的な関与、一般市民による協力によるところが大きくなる。放射線安全取扱部会のWEB開催も、そのライン上にある。

このように考えると、同じように我々の身体に影響を及ぼす外的因子であるものの、放射線被ばくと

感染症は、環境モニタリング、被ばく・ウイルス量評価、健康リスク推定とリスクコントロールのどれをとっても大きく異なっている。あえて比較するまでもなかったことに今更ながら気付く。

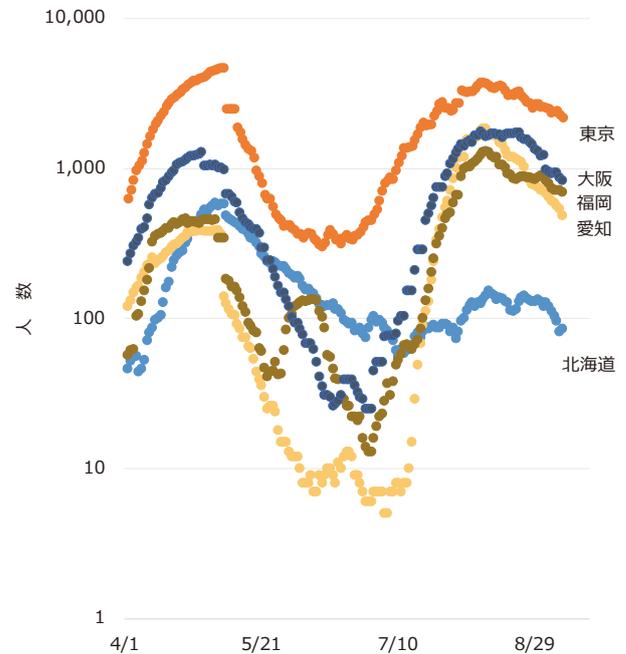


図 COVID-19により入院治療・療養を要する人数

図は、厚生労働省が毎日発表している各都道府県の検査陽性者の状況(空港検疫、チャーター便案件を除く国内事例)に示されたデータ<sup>11)</sup>のうち、入院治療や療養を要する人数をプロットしたものである。新規感染確認者から、退院・療養解除となった者と死亡者を引いた、現在の感染者数を示している。4月から5月初旬に見られる増加を第一波とすると、6月下旬から始まった第二波は8月中旬まで増加を続け、ようやくピークを過ぎようとしている。大阪、愛知、福岡では第一波以上の感染者数に達しているが、検査体制、医療体制が第一波時よりも整ってきたこともあってか医療崩壊につながってはいない。ほぼ2ヶ月から3ヶ月の周期でこれを繰り返しつつ、徐々に振幅が小さくなって低い値で安定化した時を収束とすると、それまでには数年の期間が必要であろうことが見て取れる。

一般環境に大量の放射能が放出拡散された福島原発事故による汚染状況について、事故発生10年後の総括を迎える時が近づいている。健康影響を考えると、ある程度良いレベルではあっても、ある程度の汚染

は帰還困難区域や避難指示解除準備区域以外の帰還区域でも見られるのが現状である。SARS-CoV-2は、おそらく10年後にも人類と共存し、インフルエンザと同じようにある程度の感染は続けることになるのだろう。長期的な共存関係とそこでの生活、もしかするとこれが放射線被ばくと新型コロナウイルス感染の最大の共通項なのかもしれない。

(参考文献)

- 1) Kumata R, Ito J, Takahashi K, et al. A tissue level atlas of the healthy human virome. *BMC Biol* 18, 55 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12915-020-00785-5>
- 2) UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. Vol.1, Annex B, pp 140, Table 31 (2000)
- 3) Lu R, Zhao X, Li J, et al. Genomic characterization and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet* 395, 565-574 (2020). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30251-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30251-8)
- 4) Yamashita S, Saenko V. Mechanisms of Disease: molecular genetics of childhood thyroid cancers. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab.* 3 (5), 422-429 (2007). doi:10.1038/ncpendmet0499
- 5) 厚生労働省. 抗体保有調査における中和試験の結果について (2020年7月14日掲載). <https://www.mhlw.go.jp/content/000648706.pdf>
- 6) Pollan M, Perez-Gomez B, Pastor-Barriuso R, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID) : a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet* published online July 6, 2020. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31483-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31483-5)
- 7) Rubin R. Difficult to Determine Herd Immunity Threshold for COVID-19. *JAMA* 324 (8) :732 (2020) doi:10.1001/jama.2020.14778
- 8) Lee S, Kim T, Lee E, Lee E, et al. Clinical Course and Molecular Viral Shedding Among Asymptomatic and Symptomatic Patients With SARS-CoV-2 Infection in a Community Treatment Center in the Republic of Korea. *JAMA Intern Med.* published online August 06, 2020. doi:10.1001/jamainternmed.2020.3862.
- 9) Zou L, Ruan F, Huang M, et al. SARS-CoV-2 Viral Load in Upper Respiratory Specimens of Infected Patients. *The New England journal of medicine.* 382, 1177-1179 (2020). doi: 10.1056/NEJMc2001737.
- 10) 厚生労働省. 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 診療の手引き・第2.1版. 2020年6月17日. <https://www.mhlw.go.jp/content/000641267.pdf>
- 11) 厚生労働省. 新型コロナウイルス感染症について (2020年8月18日24時時点). [https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/kokunainohasseijoukyou.html#h2\\_1](https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/kokunainohasseijoukyou.html#h2_1)

主任者コーナー 令和元年度放射線安全取扱部会年次大会  
(第60回放射線管理研修会) 概要報告

## 令和元年度放射線安全取扱部会年次大会実行委員会

## はじめに

令和元年度放射線安全取扱部会年次大会（第60回放射線管理研修会）は令和元年10月24、25日の2日間、岡山県の倉敷市芸文館（倉敷市中央1-18-1）で開催されました（写真1, 2）。本年度の大会担当の中国・四国支部では、参加される方に喜んでいただけるよう開催地を岡山で一番の観光地である倉敷市の美観地区にいたしました。観光シーズンの只中であることと、岡山からの移動の手間等、不安要因もありましたが306名（招待者含む）と多数の方々にご参加いただきました。大会期間中はあいにくの天気となりましたが、その前後は快晴となり、観光にも絶妙の日程となったように思います。ご参加いただいた皆様に感謝申し上げます。

今回の年次大会のテーマは倉敷ゆかりの大原総一郎氏の言葉「現在と過去を整理するのは、未来のためだ」としました。これは企業経営者として社内報で発した言葉に由来しますが、このシンプルで力強い言葉は放射線安全取扱部会の課題にも通じるころがあろうと考え採用しました。プログラムも未来、将来の変化に備えて、現在と過去の出来事を振り返るような視点で編成しました。

本大会での試みとして、ひとつは大会開始時間を12時20分からとしました。これは会場の都合で前日準備ができないための措置でした。そのため、昼食時間や相談コーナーの設置時間等にしわ寄せが行き、ご不便をおかけした面もありましたが、遠方からは当日移動が可能となり参加しやすくなったとの意見もいただきました。また、交流会では、恒例の出しものに加え、実行委員によるクイズ大会を行いました。これも確保できた会場の制約が理由の変更でしたが、反響はまずまずだったように思います。更に、本大会では前回に習いプレイベントとして10月23日に人形峠環境技術センターの見学会を行



写真1 部会総会風景



写真2 令和元年度部会表彰受賞者

（左より尾上昌平氏、小坂尚樹氏、榎本和義氏、佐藤和則氏、杉原真司氏、河野孝央氏、上糞義朋部会長）

いました。前回ほどの人数は集まらないと予想していましたが、多くの方にご参加いただきました。参加された方には日本の原子力開発の歴史を体感できる貴重な機会を提供できたように思います。

大会をひとまず無事に終えることができましたが、これはひとえに実行委員と岡山在住の事務局の皆様のお力によるものです。また、協賛企業の皆様には多大なご支援をいただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

（花房直志（実行委員長））

**特別講演 I****「最近の放射線安全規制の動向」****(原子力規制庁 土居亮介氏)**

年次大会恒例の規制庁の特別講演ですが、規制庁の組織変更や、法令改正が一区切り付いた後という時期的な事情もあり、お受けいただけないかもと気をもんでいたところ、土居亮介氏をお招きすることができました。土居氏は、放射線安全取扱部会の活動にご理解があり、規制当局と規制される側との微妙なバランスを保つパイプ役を担っていただいていると思います（写真3）。

講演は、まず法律名の変更と様式の変更の周知から始まりました。特に様式についてはすべて変更され、古い様式で出されたものは再提出が必要となるなどの注意喚起がありました。講演内容は、立入検査の話題、最近の事故・トラブル事例、緊急時の連絡、及び今後の規制の見直しについてでした。立入検査の話題では、今年度（9月1日）からは重点確認事項を定め年間約170件の予定で行うとのことでした。法令改正を踏まえ、予防規程に基づく活動状況の確認やマネジメント層へのインタビュー（特定許可使用者、許可廃棄業者のみ）が重点的に実施されることになるようです。立入検査での指摘事例等や事故事例の資料は、参考資料を含めかなりの分量がありました。法令改正による規制の見直しに、我々が指摘事例や事故事例の減少で応えることができれば理想的ですが、安全管理に関わる者として、これらの事例を業務改善に参考として活用していきたいと思っています。

今後の規制の見直しの話題では、眼の水晶体の等価線量限度の取入れ、測定の商品保証、審査ガイド

の整備について話されました。新しい眼の水晶体の等価線量限度の取入れは令和3年4月1日となるようです。審査ガイドの整備の話題では、最新の資料を用意していただいたため、要旨集とは少し内容が異なる部分がありましたが、今後RI法に関する審査ガイド（使用許可、立入検査、予防規程に定めるべき事項に追加する線量測定の信頼性確保について等）の整備を進めていくとのことでした。

講演に対する質問もお受けいただき、時間一杯有意義な内容でした。

（花房直志）

**特別講演 II****「地球惑星物質総合解析システム（CASTEM）の構築と応用：小惑星イトカワ・チェリャビンスク隕石・はやぶさ2」****(岡山大学惑星物質研究所 中村栄三氏)**

本大会の最後を締めくくる2日目午後の特別講演2題は、市民の皆さんにも興味深いテーマであり、公開講座として実施した。特別講演IIは、岡山大学が誇るトップサイエンティストの一人である中村栄三教授に、宇宙惑星物質の物性分析、化学分析について、興味深い様々なトピックを交えてご講演いただいた（写真4）。

中村氏は佐賀県ご出身で、カナダのトロント大学で博士の学位を取得され、その後、パリ第6・7大学地球物理学研究所の연구원として研究生活に入り、既に国際的に著名な研究者として活躍されていた。その後、岡山大学が鳥取県三朝町に地球内部研究センターを開設することに伴い、その教員として招請された。その後、地球内部センターは固体地球研究センター、地球物質科学研究センター、惑星物質研究所と改組され現在に至っているが、中村氏は地球物質科学研究センター並びに惑星物質研究所のセンター長、所長を歴任され、同研究所が惑星物質分析における世界的なメッカとなったのも、中村氏の功績である。また、その間、東京大学地震研究所客員教授、JAXA宇宙科学研究所客員教授、中国科学院名誉教授等も兼任され、世界的に活躍されている。

中村氏は、前述のように惑星物質研究所の生き引のような方なので、研究所の立ち上げから現在までの歴史についてお話しになり、ご講演の導入部と



写真3 特別講演 I (土居亮介氏)

## 主任者コーナー

された。次に、宇宙の誕生から現在までの歴史を概観していただき、宇宙の起源と進化の機構を知るために、小惑星や隕石等の物質分析がなぜ有用なのかをお話しになった。中村氏は、地球惑星物質科学の学問的課題及び目的はどのように定義されるべきか、という問いを投げかけられ、その答えとして、地球を中心とした太陽系内に存在する「物質」の構成及びその構成に至った過程を物理化学的に理解することと言われた。すなわち、太陽系のサイズである  $10^{11} - 10^{15}$  m 空間における元素分布（現在の地球惑星物質科学では物質の構成要素単位として原子を考えるのが妥当）が、太陽系形成から現在に至る約46億年間にわたってどのように発展してきたかを物理化学的に記述し、物質進化の過程を解き明かすことが目標とのことである。人類が宇宙に飛び出すことができる前は、宇宙の物質組成を研究する試料は隕石が唯一のものであった。しかし、隕石は試料としては、地球大気を通過して地上に落下するまでに摩擦による高熱にばく露されるため、その表面の物質情報が失われてしまうこと、また、落下後は地球上に存在する物質に「汚染」されてしまうという問題がある。現在は、小惑星や彗星等の物質を直接採取し、持ち帰って分析することができるようになり、この分野が飛躍的に進展した。しかし、それらは極微量でしか入手できないため、その分析のための分析システムを構築することが重要である。そのため、中村氏たちは、惑星物質研究所に「地球惑星物質総合解析システム（CASTEM）」を構築された。CASTEM（Comprehensive Analytical System for Terrestrial and Extraterrestrial Materials; <https://pml.misasa.okayama-u.ac.jp/pages/castem.php>）は、微細構造観察や元素分析、分光分析等を行うことができる複数の高性能分析機器をシステム化したもので、74種の元素分析、20種の同位体分析、10種の放射年代測定、有機物分析が可能である。有機物分析については、近年興味もたれている宇宙における生命の存在を検証するために必要とのことである。このシステムの説明では、その構築の苦労話、特に、2016年に発生した鳥取県中部地震でそのシステムを構成する大型分析機器の大部分が被災し使えなくなったこと、そしてそこからの再建についても交えたお話を聴かせていただいた。

次に、惑星物質分析の実例を3つあげ、具体的な

お話を聴かせていただいた。最初に、小惑星探査機はやぶさが、2010年に地球に持ち帰った小惑星イトカワの物質分析についてである。実は、はやぶさが持ち帰った物質量は、たったの1 ngであり、その分析のご苦労は大きいものがあつたようだ。小惑星の物質分析が、宇宙の物質進化を知る上で有用な点については、小惑星は直径100 km以下で小さいことから温度が上がることがないため（地球を始めとして惑星はその物質量の大きさから温度上昇が見られる）、熱に影響を受けずに45億6千万年前の太陽系発生時の物質の状態を保存していることにある。次は、チェリャビンスク隕石のお話であった（写真5）。この隕石は、2013年2月15日にロシアのチェリャビンスク州に落下したもので、中村先生は現地へ赴き、隕石の破片を回収して持ち帰り分析をされたとのことである。ここでは、隕石の落下過程を録画したドライブレコーダーの動画を上映しながら説明をされた。また、隕石の実物を持ってこられ、会場の参加者で回して見ることもできた。最後に、現在進



写真4 特別講演Ⅱ（中村栄三氏）



写真5 チェリャビンスク隕石

行系のはやぶさ2が持ち帰る小惑星リュウグウの回収試料の解析戦略について紹介された。はやぶさ2は、2020年に地球に帰還予定ということで、分析はそれから始まるとのことである。

講演後は、時間の都合で質問を2件しか受けることができなかったが、今後の構想として火星の物質分析等の夢のあるお話を聴かせていただいた。あつと言う間の1時間で、もっとお話を聴きたかったと思います。中村氏、貴重なお話をありがとうございました。

(寺東宏明)

### 特別講演Ⅲ

#### 「原子科学の父仁科芳雄と郷里岡山」

(岡山大学 小野俊朗氏)

大会開催地岡山に相応しい話題「原子科学の父仁科芳雄と郷里岡山」(写真6)について、岡山大学特命教授の小野俊朗氏からご講演いただいた(写真7)。小野氏は、仁科博士と同じ岡山県浅口郡(あさくちぐん)里庄町(さとしょうちょう)のお生まれである。同氏は、仁科博士に関する多くの写真や資料等を紹介して、博士の生い立ち、東京帝国大学での学生時代、米欧諸国の大学での研究者時代、帰国後の研究教育活動、敗戦後に日本の科学技術の復興のために奮闘したこと等について、ご講演された。

仁科博士は明治23年(1890年)岡山県浅口郡里庄町浜中で出生、“神童”と期待され、東京帝国大学工科大学電気工学科を首席で卒業、最後の恩賜の銀時計を授与された。その後、理化学研究所の研究生となり、1921年4月にヨーロッパ留学、ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所のラザフォード教授やコペンハーゲン大学のボーア教授のもとで理論物理学の研究をされた。留学は8年に及び、量子力学の勃興を体験した唯一の日本人である。博士は、生涯に夥しい数の手紙(葉書)を書き、その手紙には誠実な人柄や人を思いやる心情があふれている。

帰国後は、ディラックやハイゼンベルグ、ボーア教授らを招聘し、湯川秀樹、朝永振一郎両博士等の多くの弟子を育てた。1937年には、世界で3か所目の27 inch サイクロトロンを完成、1944年には、60 inch のサイクロトロンを完成させたが、敗戦後進駐軍により破棄された。広島、長崎に原子爆弾が落とされると、直後に現地へ入り、サンプリング調

査も行っている。戦後は、(株)科学研究所を設立、社長として日本の科学の再興の道を拓いた。1950年、博士は米国より放射性同位元素( $^{113m}\text{In}$ ,  $^{125}\text{Sb}$ )の輸入に尽力し、これを契機に、日本のRIの応用に関する研究と普及のために日本放射性同位元素協会(現・日本アイソトープ協会)が設立された。そんな中1949年、博士は郷里岡山の里庄中学校で講演をしている。博士と高等小学校で同級生であった小野氏のおじい様は、「よっさんは顔色が悪く、なんか、えらそうじゃったなあ(よっさんは顔色が悪くて、何か疲れている様子だった)」と、後に小野氏に話されていたという。1950年11月に、岡山市の日本学術会議公開講演会で、「科学技術と日本の再建」と題する講演の後、翌1951年1月10日に亡くなられた。

仁科博士は、「中国総合大学設立期成会」の東京支部長に就任し、岡山大学初代学長を要請されていたが、叶わなかった。岡山大学理学部前庭には博士の胸像が立ち、その傍らに湯川秀樹博士の追悼文が

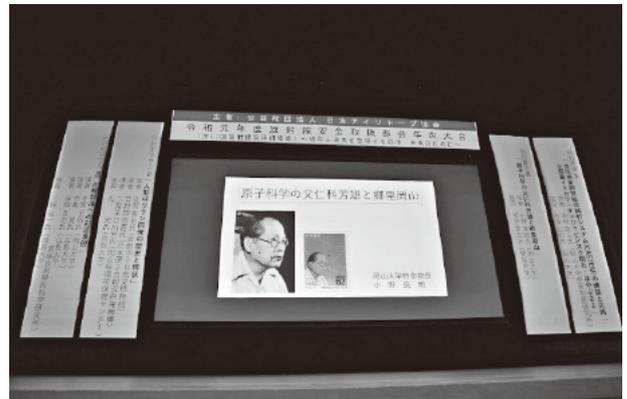


写真6 特別講演Ⅲ(仁科博士)

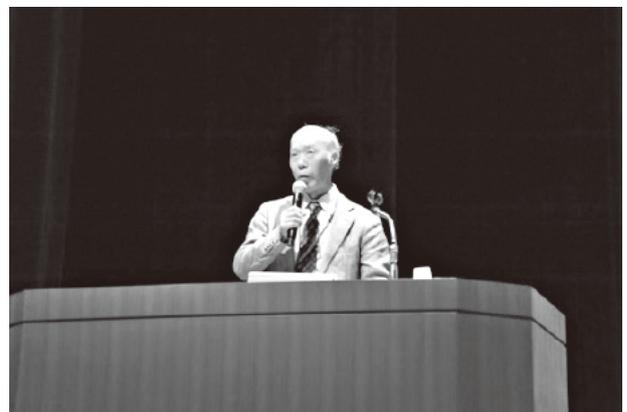


写真7 特別講演Ⅲ(小野俊朗氏)

## 主任者コーナー

刻まれている。日本人のノーベル物理学賞受賞者の多くは博士と繋がっており、現在、日本の物理学が世界をリードしているのは、博士の夢や遺産が受け継がれてきたためである。多くの弟子を育て、日本の原子科学（原子物理学）の父と呼ばれている。

小野氏の講演の後、参加者から、仁科博士はなぜ理論物理学の道に進まれたのかとの質問があり、小野氏は、理論物理に進んだのは留学先での経験等の影響ではないかと返答された。また、別の参加者からは、博士が行った原爆被爆地の現地調査のデータは、今でも通用する科学的に重要なものであり、博士の仕事を多方面からご紹介いただき、感動しましたとの意見が述べられた。

(増田晴造)

## シンポジウム I

## 「放射線事故の初動対応を考える」

本シンポジウムは、企画専門委員会の企画によるもので、火災や事故にどう対応するかについて、事例を基に皆で考える貴重な機会となった。

まず最初に、「事例から学ぶこと・火災」と題して、京都大学環境安全保健機構放射性同位元素総合センターの角山雄一氏にご講演いただいた。京都大学では2016年7月に、医学部附属病院RI施設において、管理区域が破れるほどの大きな火災を経験している。その際の貴重な体験を、火災原因の検証・緊急時対応・情報公開の3つの観点からお話いただいた。火災対応を経験して学んだことは、即応可能な人材の確保、火災発生の想定（地元消防との連携）が重要であるということだった。あれから3年経た現在でも、緊急時対応の改革や見直しが行われているとのことである。

次に、「事例から学ぶこと・プルトニウム汚染」と題して、(国研)日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所の百瀬琢磨氏にお話いただいた。プルトニウム同位体は、内部被ばくによる実効線量（線量係数）が顕著に高く、内部被ばくの防止に特段の注意が必要である。そのため、密閉性の高い設備での取扱いを基本とし、作業者の装備や作業の各段階における汚染検査も詳細に取り決められている。このような特徴をもつプルトニウム同位体を含む放射性物質による汚染事例として、①大洗研究開発センター（現：大洗研究所）燃料研究棟におけ

る汚染、②核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料第2開発室における汚染の2つについてお話しいただき、その初期対応について放射線管理の視点からご紹介いただいた。

最後に、「放射性物質事故における消防活動」について、総務省消防庁特殊災害室の早川卓也氏にご講演いただいた。総務省消防庁では消防職員向けに、放射性物質による事故発生時の消防活動において必要な事項を記載したマニュアルを作成している。そのことも踏まえ、火災防護の変革と事事例についてご紹介いただき、事前対策や消防活動の流れについての説明をしていただいた。火災時、消防機関への速やかな情報提供が必要となるが、一度にすべての状況を把握することは困難であるので、まずは通報、判明次第続報、そして更新という手順が大切であるということであった。また、平時から消防機関、自治体、警察、医療機関と緊密な連携を取り、情報共有を図っておくことが重要となってくる。マニュアルを準備し、防災教育や防災訓練を協力して行うことで、顔の見える関係を構築し、万全を期していただきたいという内容であった。

最後のパネルディスカッションでは、企画専門委員長の松田尚樹氏も加わり、討論を行った（写真8）。松田氏から、今回このテーマを取り上げた趣旨が説明された後、これらの事例の共通点等に触れ、事例を勉強することでそれをどう生かすか、我々は何を求められているのかについてフロアからの発言も含めて討議された。放射線施設では、事故や火災等に関する対応のプログラム化がまだまだ万全ではない。初動対応の大切さを知り、マニュアルやプログ



写真8 シンポジウム I（左より松田尚樹氏、早川卓也氏、百瀬琢磨氏、角山雄一氏）

ラムの整備をすることが必須であるとの認識で一致した。また、事故発生に対する訓練の実施等も含め、今後も企画専門委員会から情報の提供をしていきたいとの松田氏の発言で本シンポジウムは締めくくられた。

(前田志津子)

## シンポジウム II

### 「人形峠ウラン開発の歴史と現状」

人形峠には、昭和 30 年にウラン鉱床露頭が発見されたことを契機に人形峠環境技術センター（以下、「人形峠センター」という）が開所され、以降、ウラン採鉱、製錬、転換、濃縮といった日本の核燃料サイクルに関する研究開発を担ってきた。本シンポジウムでは、ウラン鉱床・鉱物の地学、人形峠センターの現状、岡山県の環境監視等について諸氏にご講演をお願いした（写真 9）。

初めに、倉敷市立自然史博物館の武智泰史氏から、「自然界のウランと人形峠のウラン鉱床」と題して、ウラン鉱の地学について紹介された。自然界のウランには、地下深部等の遊離酸素が乏しい還元環境に存在する 4 価ウラン鉱物及び地表付近の遊離酸素が富む酸化環境に存在する 6 価ウラン鉱物がある。人形峠地域の地質は、約 6,000 万年前の花こう岩を基盤として、その上に約 700 万年前の河川堆積物層が広く分布している。人形峠のウラン鉱床は、河川堆積物層の基底付近にあり、そのうち、花こう岩直上の礫岩層には、4 価ウラン鉱物の人形石が分布し、人形石の上には 6 価ウラン鉱物のリン灰ウラン石が分布する。人形峠のウラン鉱床のウランの起源は、基盤の花こう岩に含まれていたウランであり、それが直上の礫岩層中の地下水に溶け出し、植物遺体等により沈殿・濃縮してウラン鉱床が形成されたものと考えられている。

次に、日本原子力研究開発機構の日野田晋吾氏から、「人形峠環境技術センターのこれから」と題して、人形峠センターの現状と今後について紹介された。人形峠センターは、平成 13 年に核燃料サイクルの主要事業に係る技術開発が終了し、役割を終えた製錬転換施設の設備解体、濃縮工学施設における使用済み遠心分離機の除染・解体等の施設廃止に向けた取組みが行われている。また、鉱山施設を有するので、その閉山措置に関する研究も行われている。ウ



写真 9 シンポジウム II（左より二階堂日出伸氏、日野田晋吾氏、武智泰史氏）

ラン取扱施設の廃止措置や鉱山施設の閉山措置を進めるために、平成 28 年 12 月に事業構想案「ウラン環境研究プラットフォーム構想」が公表され、この事業構想案について、地域代表や有識者を含む「ウランと環境研究懇話会」が開催されて、立地地域と連携した上で、施設の安全対策を講じてリスクの低減や環境保全に取り組む事業構想案の研究開発を進めることは適切であると確認された。

最後に、岡山県環境保健センターの二階堂日出伸氏から、「人形峠周辺環境放射線等の監視測定について」と題して、岡山県による環境監視の状況が紹介された。ウラン濃縮プラントが稼働する前の昭和 54 年 7 月に、岡山県、鏡野町、原子力機構の 3 者間で環境保全協定が結ばれた。岡山県は、この環境保全協定に基づいて、排気、排水等については、法令による規制値よりも更に厳しい環境目標値を定めて、監視測定、定期的な立入調査を実施している。

人形峠センター周辺の環境監視は、3 か所の連続観測局で連続測定が行われ、それらの測定値は、県のホームページにおいてリアルタイムで公表されている。また、人形峠付近とそれらを源流部とする吉井川流域で、大気、河川水、土壌、生物質等を定期的に採取して測定するサンプリング測定が、51 か所の地点で行われている。連続測定結果とサンプリング測定結果は、いずれも管理目標値以下であったと報告された。

(成相透)

## 主任者コーナー

## シンポジウムⅢ

## 「RI 規制法への対応事例」

平成 29 年 4 月に、「放射性同位元素等の規制に関する法律」が公布された。この法改正では、各事業所で様々な対応が必要となった。本シンポジウムでは、「放射線障害予防規程の改訂」、「教育訓練の時間数の検討」、「特定放射性同位元素に係る防護措置」について、事業所での対応事例の紹介があった。

放射線障害予防規程の改訂について、岡山大学自然生命科学研究支援センターの寺東宏明氏より、「予防規程及び関連規則改訂の実例」の演題で、岡山大学の事例が紹介された（写真 10）。岡山大学の放射線使用施設では、それぞれの施設で放射線取扱主任者が選任され、各施設の運営委員会等により施設運営が行われている。岡山大学の放射線管理の特徴として、「統括放射線安全管理主任者」がある。本安全管理主任者は、全学委員会である「放射性同位元素等安全管理委員会」の委員長を兼ねており、各放射線施設に対して管理運営上の助言や関係当局との連携を行っている。今回の法改正への対応では、全学委員会の下に各施設の主任者をメンバーとする法令改正対応ワーキンググループを設置し、その中に予防規程や教育訓練に関連するサブグループを置き、法令改正への対応を全学的に取り組んだ。このワーキングでは、予防規程の他に関連規則を見直す等、一体とした対応を行ったとのことである。

教育訓練の時間数の検討における対応事例として、広島大学自然科学研究支援開発センターの中島 覚氏により、「教育訓練の見直し—広島大学の例—」の演題で、広島大学の事例が紹介された（写真 11）。今回の法改正では、教育訓練の最低時間数が見直された。広島大学では、各施設の放射線取扱主任者で構成される全学委員会である「放射性同位元素委員会」で、教育訓練の時間数の変更について議論された。この中で、（病院を除く）大学内の各部局で主催する教育訓練の時間数が異ならないよう、ある程度統一化することを基本とした。また安全取扱の各項目（密封、非密封、放射線発生装置）については、大学の従事者は将来的に複数の事業所を使用する可能性があることを考慮し、各部局施設の使用形態にかかわらず全項目を行うこととした。その他に、再教育訓練に関する検討内容についても紹介があった。

特定放射性同位元素に係る防護措置の強化に対する対応事例として、広島大学原爆放射線医科学研究所の保田浩志氏により、「防護規程の策定における論点と着地点」の演題で、特定放射性同位元素に係るセキュリティ対策における取組み事例について紹介された（写真 12）。今回の法改正により放射性同位元素を盗取して悪用することを防ぐため、一定量

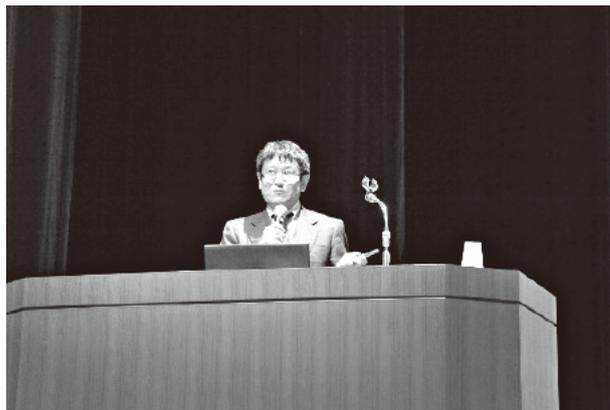


写真 10 シンポジウムⅢ（寺東宏明氏）

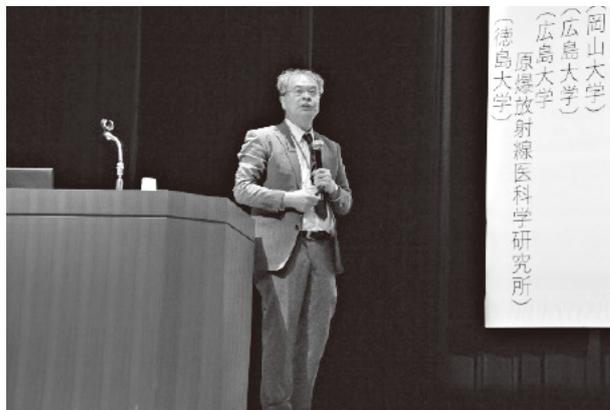


写真 11 シンポジウムⅢ（中島 覚氏）



写真 12 シンポジウムⅢ（保田浩志氏）

以上の放射性同位元素を保有する事業所については、防護措置（セキュリティ対策）の強化が必要となった。これを実施するにあたり、防護管理者の選任や防護規程の策定、防護従事者への教育訓練等を検討する必要があった。セキュリティ対策では、防護に関する情報やセキュリティ管理に関与する人が制限される等難しい点が多い。このような制限の中で、セキュリティ対策等を行う上で、考慮すべき事項や論点を整理し、どのように検討したのかを詳細に分かりやすく紹介された。

最後に、講演者が登壇し、会場の参加者からの質疑応答や討論が行われた。

（稲田晋宣）

### ポスター発表

今回のポスター発表は、年次大会が開催された倉敷市芸文館の1階ロビーを会場とし、大会の初日に、近くのホテルで開かれる交流会を後にひかえて、1時間にわたって開催された。

会場となったロビーは、屋外に接する壁面がほぼ全面にわたって、ひときわ高い天井から床面にいたるまで、大きなガラス窓がいくつかに分かれてはめ込まれたつくりをしている。会場全体が外に向かって開かれているような感じがあって、参加者はそのようなオープンな雰囲気の中で、落ち着いてポスターを閲覧し、発表に臨めるようになっていたのではないかと思う。

とはいえ、当日当時は、秋の雨。しかし、むしろこれが幸いしたとみえ、会場に設置された各ポスターの前にはそのいずれにも多くの参加者が時間中絶えることなく閲覧のために行き交い、発表者との間で、そして参加者間で熱心に意見交換がなされる場面が繰り広げられた（写真13）。

ポスター発表の演題は、4部門に分かれており、病院施設や大学施設、関係団体や関連企業から様々に寄せられ、「施設管理・運用・リスク」が7件、「教育訓練・啓発活動」が9件、「分科会・委員会・支部報告」が5件、そして「環境放射能・その他」が3件の全24件が集まった。

本大会実行委員11名からなる審査員の採点により、次のとおり、最優秀賞1件、優秀賞2件が選出された。



写真13 ポスター発表会場の様子

#### 【最優秀賞】

「大学生実践放射線教育のためのインターンシップ企画とその成果」

加藤明子（オリオン・ラドセーフメディカル(株)）

#### 【優秀賞】

「福岡大学 RI センター実験施設におけるラドン濃度測定に関する研究2」

川井妙子（福岡大学 RI センター実験施設）

「アルファ線内用療法薬である塩化ラジウムの利用紹介と治療効果からみえる課題」

門前暁（弘前大学大学院保健学研究科）

なお、受賞ポスターの詳しい内容については、本誌（80ページ〜）で改めて紹介されているのでそちらをお読みいただくとして、ここでは、順にその概略だけ記しておくが、放射線科学を学ぶ大学生を対象にして、大学と企業が共同するかたちで、実践教育のためのインターンシップを企画したもの、大学施設建屋の壁建材のコンクリートに含まれる放射能を測定することにより、屋内のラドン濃度の高低を評価したもの、 $\alpha$ 線内用療法薬である塩化ラジウム製剤の臨床解析の結果から見える治療効果の個人差出現の要因について示唆を得たもの（門前氏は前回に続いての優秀賞受賞である）、というふうに関に多岐にわたり、全国の放射線施設で実践されている日ごろの活動成果を見渡すことができる内容になっている。

受賞者の表彰は、場所を交流会の会場に移して行われ、宴たけなわの頃合いをみて、それぞれ賞状と記念品が贈呈された。発表のその時まで受賞が知られないということもあったためか、受賞者が会場

## 主任者コーナー



写真 14 ポスター発表表彰の様子

に不在というハプニングが一部には生じたものの、予期せぬ吉報に、なかば驚きつつ壇上に立った受賞者には、会場から惜しめない拍手が送られていた。  
(写真 14)

(西本一幸)

## 相談コーナー

大会初日、10月24日の16:10～17:20の1時間余りにわたり、芸文館1階ロビーの大会受付の右手奥に、放射線管理・取扱(2ブース)、法令(2ブース)、密封線源取扱・RI廃棄物関連(1ブース)の合計5ブースを用意し開設した(写真15)。時間帯はポスターセッションと同じで、場所も受付を挟んで向こう側の隣接した場所であった。相談員は各支部及び法令検討専門委員会から合計11名、日本アイソトープ協会から2名の経験・知識共に豊かな方々にご協力いただいた。お忙しい中、相談員をお引受けいただいた方々に深く感謝申し上げる。参加者の皆様からは合計で19件のご相談をお受けした。

法令関連では、健康診断や教育訓練の帳簿の保管管理の方法、教育訓練の時間数の決定方法、管理状況報告書の記載方法、日本アイソトープ協会が作成した教育訓練資料を使用する場合の著作権の問題、その他法令条文の解釈等についての相談があった。

非密封RIの使用関連では、使用の減少した非密封RI施設の維持費のコストダウンの方法、自前の放射線施設を廃止して他所の施設を使用したい場合の方針、排水中の放射性物質濃度の測定と評価の方法等について、また、放射線発生装置関連では、サイクロトロンでRIを製造した際の放射エネルギーの記録方法、直線型電子加速器の廃止や更新の手順等につ

いての相談があった。

密封RIの使用関連では、密封線源の帳簿の記載方法、下限数量以下の密封RIの購入等について、また、RI廃棄物関連では、廃棄物区分と廃棄方法の確認、下限数量以下のRI利用時の廃棄物の取扱い等についての相談があった。

なお、最近の年次大会では、相談コーナーでご相談いただくにあたり、あらかじめ相談コーナー相談票に所属氏名、使用施設の区分、相談に係る分類(例えば、人に関する事、施設に関する事等)、相談内容を可能な範囲で記載していただくようお願いしている。これに相談員の回答も合わせて記載して回収し、法令検討専門委員会に報告している。報告を受けた法令検討専門委員会では、紹介すべき質問があれば一般化した上で、日本アイソトープ協会のホームページで放射線管理Q&Aとして掲載している。今後の年次大会でも同様の方式となると思われるので、ご相談される皆様にも引き続きご協力をお願いしたい。

放射線施設は全国に数あるものの、放射線安全管理、放射線や放射性物質の取扱いについて相談できる相手が近隣にいないこともあろうと思われる。そのような時はぜひこの相談コーナーをご活用いただければと思う。

(坂口修一)

## 交流会

今年の交流会は年次大会会場近くのホテルで開催された。参加者は定員上限の158名であった。会場が狭いため、地下にある会場の廊下や別室も使用した交流会となった。会場のスペースの都合で参加で



写真 15 相談コーナー

きなかった方にはお詫び申し上げます。

定刻少し前に小野実行委員の進行で開会し、花房直志実行委員長の開会の挨拶、上叢義朋部会長の挨拶の後、二ツ川章二理事の乾杯の音頭により交流会が開始された（写真 16）。実行委員会では、会場の狭さが一番の懸念であったが、まずは不快とはならない程度の混み具合だった。料理については、ホテル側にお任せの内容であったため、岡山の地元の料理を揃えてのもてなしはできなかったが、代わりに、小野実行委員の見立てによる、岡山の地酒が用意されていた。これについてはなかなかの盛況だった。

会が中盤に差しかかった頃に、今回の交流会のイベントであるクイズ大会が、渋谷実行委員の進行で始まった。形式は岡山、倉敷のローカルな話題を取り上げた問題を 2 択で解答して勝ち残りの勝者に景品を贈呈するというものだった。景品は、備前焼とかママカリとかの地元の名物が用意されていた。「でーこー、てーてーてー」といった岡山の方言を取り上げた問題では笑いを誘い、日本三大奇祭の 1 つの西大寺のはだか祭を紹介した問題では、実際に参加した方の締込が披露され注目を浴びていた（写真 17）。岡山ゆかりの有名人、地場産業や観光地を紹介した。問題は結構難問だったようで、あっという間に人数が減り、2 回戦も行われ、勝者には用意された 10 個程度の賞品が贈呈された。

クイズ大会に続いて、まだステージが注目されている間に、ポスター発表優秀賞の表彰が行われ、賞状と記念品が受賞者に贈られた。3 名の受賞者の内 2 名は交流会に参加されていて無事、表彰することができた（もう 1 名の方は翌日会場にて贈呈した）。会の終りには、九州支部の島崎達也、杉原真司、馬田敏幸、松田尚樹の各氏からそれぞれ来年の年次大会の案内があり、九州の魅力の紹介があった。時間を少し残っていたが、日本酒や料理も尽きたため、最後に花房直志実行委員長より閉会の挨拶があり、交流会は閉会となった。

（花房直志）

## プレイベント

シンポジウム II に関連したプレイベント企画として、年次大会前日の 10 月 23 日に、人形峠環境技術センターの見学会を行った（参加者 31 名）。人形峠は、岡山県と鳥取県の県境付近にあり、鉄道駅



写真 16 交流会（二ツ川章二理事の乾杯の音頭）



写真 17 交流会（はだか祭の締込）

からも遠いため、貸切バスで移動した。岡山駅を 9:50 頃出発し、12:20 頃に人形峠環境技術センターに到着した。

昼食休憩の後、13:00 から見学案内担当者の日野田氏（シンポジウム II の演者）より、人形峠の概要説明を受けた。人形峠は、ウラン鉱山として知られているが、その鉱床発見は昭和 30 年であり、その後、探鉱・採鉱、製錬、転換、ウラン濃縮という核燃料サイクルに係る技術開発を行ってきたこと、平成 13 年以降は、開始した施設の廃止措置を今後 40 年間程の時間をかけて進める予定であるとのことであった。その後、2 班に分かれバスで各施設を順に回った。

ウラン濃縮原型プラントの第 2 貯蔵庫は、六フッ化ウランを封入したシリンダーが多数保管された施設であった。このシリンダーは、もともと輸送用に物理的な強度や内容物の密封性能などを考慮して設計されたものであるが、現在保管用に使用しているとのことであった。いずれはすべて引

## 主任者コーナー

き渡すか逆転換して酸化物にする予定であるとのことであった。

製錬転換施設は、ウランを鉱石から六フッ化ウランになるまで、あるいは再処理施設から運んだ回収ウランを再び六フッ化ウランまで加工する化学プラントで、この施設の存在により軽水炉核燃料サイクルの輪が閉じたとのことであった。役割を終えた現在では、多くの設備は解体済みで、放射性廃棄物となった部材は、細断して200Lのドラム缶に封入保管されていた。見学窓近辺に展示された写真から、往時を想像できるのみであった。

濃縮工学施設は、かつては遠心分離器を使用してウラン濃縮の研究を行っていた施設であるが、現在は廃止措置中で、遠心分離機を分解解体中であるとのことであった。核燃料物質により汚染された装置を、効率的に分解する手順や汚染拡大防止の工夫など、放射線安全管理の視点から興味深い説明が多くあった。また、遠心分離機の材質やサイズなどは機密情報であるため、それを保護する工夫が建物になされているとのことであった。

鉱さい堆積場は、人形峠の鉱山としての施設で、ウランを分離した後の残渣を貯蔵するほか、処理前の坑水を貯留する役割があるとのことだった。ここでは、人形峠の地層調査の際に得られたボーリングコアを見ることができ、礫岩層に含まれたウ



写真18 人形峠環境技術センター見学会

ラン鉱石を採鉱していたことが説明された。

見学坑道は、人形峠のウラン鉱石の採掘終了後も残された数十メートル程度のもので、入口には、鉱床の発見は偶々電源を切り忘れたサーベイメータに感度があったという偶然によったことが記載されたパネルがあった。坑道に入り、少し進むとウラン鉱石が露出している壁面があった。天井照明を消して坑道壁面に設置されたブラックライトのみで照らすと、壁面に点々とあるウラン鉱石が緑色に光る様子がよく見え、大変美しかった(写真18)。

16:10頃に帰途につき、18:50頃に岡山駅に到着、解散となった。興味ある原子力系の施設であるが、遠方であるため、なかなか訪れる機会もない人形峠の施設を見ることができた貴重な1日であった。

(坂口修一)