

Photo Kiranori Kirano

Index

アジアドジメトリグループ (ARADOS) について ……	栗原 治	1
アンケートによる国内のI-125シード線源の 強度計測の現状と課題 ……	小島 徹	6
[コラム] 48th Column		
【酒】 ……	中川 恵一	11
[施設訪問記⑨]		
ー 日本科学未来館の巻 ー ……		12
放射線業務従事者のための教育訓練講習会 ……		17
FBNews 新編集委員のご紹介 ……		17
「FBNews」総合目次 その50 (No.541～552) ……		18
[サービス部門からのお願い]		
払込取扱票がATMで使用できなかったら…ご確認ください! ……		19

*誌名の「FBNews」は、弊社が行っていた「フィルムバッジ(FB)」による個人線量測定サービスに由来しています。

アジアドジメトリグループ (ARADOS)について



栗原 治*

はじめに

アジアドジメトリグループ (Asian Radiation Dosimetry Group, ARADOS) とは、日本、韓国、及び、中国の放射線防護等を専門とする研究機関が中心となり、2015年に発足したボランティアな活動によるアジアの国際ネットワークであり、名称は欧州のEURADOS (European Radiation Dosimetry Group) に因んでいる。ARADOSの主たる目的は、各国各機関で行われている研究開発の情報共有と共同プロジェクト等を通じた機関間連携の推進である。ARADOSの主な活動は毎年の年次会合であり、新型コロナ感染症が流行する以前までは、上記3か国において順番に現地開催を行ってきた。本稿では、ARADOSの概要を紹介するとともに、今後の展望について述べる。

ARADOSの設立とこれまでの活動

ARADOSは、韓国のWi-Ho HA氏 (当時、Korea Institute of Radiological & Medical Sciences : KIRAMS、現 Korea Atomic Energy Research Institute : KAERI) による提案により発足に至った。2015年度のキックオフミーティングはKIRAMSにおいて行われ、各国の代表機関 (日本:QST、韓国:KIRAMS、中国:CIRP) から招聘された数名ずつのメンバーによって、ARADOSの共通ミッションや活動内容等が議論された。ARADOSの共通ミッションは下記の3つである。

1. アジア各国における放射線ドジメトリ能力の向上と調和を図ること。
2. 参加機関における放射線ドジメトリ関連の研究活動の情報共有を図ること。
3. 大規模な放射線/原子力災害への対応の連携を図ること。

最後のミッションは、2011年3月11日に発生した

東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、事故対応の重要性が各国代表者の共通認識であったことから追加された。なお、日本を含む東アジアの沿岸は、世界的にも類を見ない原子力発電所の密集地帯である。

2016年度は、前年度に決定した年次会合をCIRP (China Institute of Radiological Protection) の主催により開催し、ARADOSの体制について議論した。その結果、座長と事務局長、これらにワーキンググループ (WG) メンバーを加えたミニマルな体制が決定した。初代座長には著者、事務局長にはWi-Ho Ha氏が選出された。WGとしては、WG1 (Internal Dosimetry)、WG2 (External Dosimetry)、WG3 (Biological Dosimetry)、WG4 (Computational Dosimetry) の4つが設置された。

2017年度は、著者の所属するQSTにおいて、キックオフミーティングから数えて第3回目となる年次会合を開催した。同会合では、前会合において設置されたWGの内、WG1とWG3で進められたプロジェクトの途中経過が報告された。

2018年度は、再び韓国において、KIRAMSとKHNP/RHI (Korea Hydro and Nuclear Power Company/Radiation Health Institute) の共催により、第4回目の年次会合を開催した。同会合には、国際的な研究者としてD. Broggio氏 (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire : IRSN)、D. Endesfelder氏 (Bundesamt für Strahlenschutz : BfS) 及びChan Hyeong Kim氏 (Hanyang 大学) の3名を招聘し、特別講演を賜った。

2019年度は、中国において、NIRP (National Institute of Radiological Protection) とCIRPの共催により、第5回目の年次会合を開催した。同会合では、WGの活動を強化するために、各国から各WGのリードメンバーを選出した。

2020年度以降は、新型コロナ感染症の流行により海外渡航が困難となったため、現地での年次会合を行うことができず、主な活動としてはWG毎のオン

* Osamu KURIHARA 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所

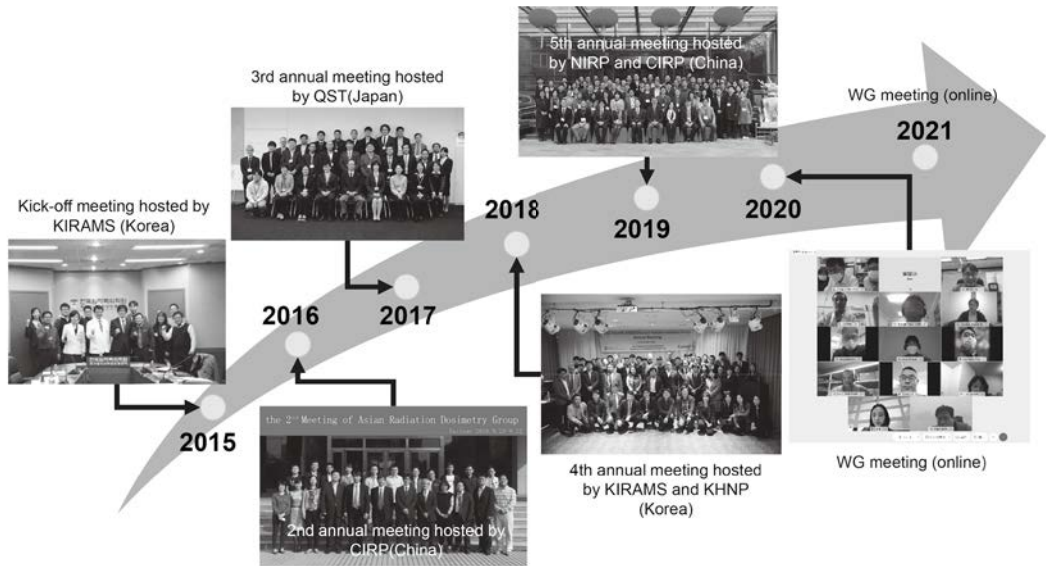


図1 開催されたARADOS会合

表1 ARADOSの参加機関

国	参加機関
日本	量子科学技術研究開発機構*、日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所、広島大学、長崎大学、弘前大学、福島県立医科大学、大阪府立大学、放射線影響研究所
韓国	Korea Institute of Radiological and Medical Sciences (KIRAMS)*, Korea Hydro and Nuclear Power (KHNP)*, Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), Korea Institute of Nuclear Safety (KINS), Korean Association for Radiation Application (KARA)
中国	China Institute of Radiological Protection (CIRP)*, National Institute of Radiological Protection (NIRP, China CDC)*, National Institute of Metrology (NIM), Tsinghua Univ.
ベトナム	Vietnam Atomic Energy Institute, Nuclear Research Institute (NRI) of Vietnam Atomic Energy Commission
マレーシア	Malaysian Nuclear Agency, Sabah Nuclear Medical Center
インドネシア	PTKMR-BATAN (Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional)
フィリピン	Philippine Nuclear Research Instit
シンガポール	Defense of Medical and Environmental Research Institute
カザフスタン	Institute of Radiation Safety and Ecology

*年次会合の主催機関

ライン会合でのみであったが、今年度は、韓国において、11月に3年ぶりとなる年次会合をハイブリッド形式で行う予定である。

以上がARADOSのこれまでの活動概要(図1)になるが、年次会合の参加者は2019年度までは年々増加し、3か国以外からも参加者があった。表1には、過去の年次会合またはWGプロジェクトに参加した約20の機関名を示した。年次会合では、前述した内容に加え、各WGに関連した各国の代表機関からの研究活動の発表の他、各WGによるプロジェクトの議論の機会を設けた。また、主催機関の好意により、施設見学等の機会も提供された。表2には、2018年度の年次会合のプログラムを一例として示した。

ワーキンググループのプロジェクト

前述したWGのプロジェクトとして、代表的なものを二つ紹介する。

一つ目は、WG1のプロジェクトとして行われた甲状腺中ヨウ素測定に関する比較試験である。このプロジェクトは、原子力災害時に重要となる放射性ヨウ素によるオンサイト作業者及び公衆の甲状腺内部被ばくのモニタリングに直結するものであり、参加機関の関心も高かった。世界的にも、東京電力福島第一原子力発電所事故後に、IAEA (International Atomic Energy Agency) 安全文書に甲状腺被ばく線量モニタリングのためのOIL (Operational Intervention Level) の

表2 2018年度ARADOS年次会合プログラム

<p>Day 1 Opening Remarks : Osamu Kurihara (QST-NIRS) Welcome Address : Young Woo Jin (KIRAMS) Introduction of Participants : All participants</p> <p>Section 1 (WG1 : Internal Dosimetry)</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Invited Talk) Phantom Study Considering Different Size of the Human Body and Organ for Internal Dosimetry : David Broggio (IRSN) • A Reliable and Robust Method for Monitoring Large Populations to Assess Thyroid Internal Exposure from Radioiodine in a Nuclear Accident : A Proposal Based on Experiences of Fukushima : Kazuaki Yajima (QST-NIRS) • Personalized Internal Dose Assessment for Radioiodine : Tae-Eun Kwon (KIRAMS) • Conceptual Design of a Portable Thyroid Dose Monitoring System Using Gamma-ray Spectrometer : Yoshihiko Tanimura (JAEA) • Dose Assessment for Workers Involved in an Internal Contamination Accident with Pu Compounds at JAEA's Oarai R&D Institute : Eunjoon Kim (QST-NIRS) <p>Section 2 (WG2 : External Dosimetry)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retrospective Dosimetry Using Thermoluminescence and Optically Stimulated Luminescence : Jungil Lee (KAERI) • The First EPR/Alanine Dosimetry Intercomparison Exercise in Korea : Byeong Ryong Park (KIRAMS) • EPR/Fingernail Dosimetry for Accidental Exposure : Hiroshi Yasuda (Hiroshima Univ.) <p>Section 3 (WG3 : Biological Dosimetry)</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Invited Talk) Biological Dosimetry : Recent Developments in RENEB and at BfS : David Endesfelder (BfS) • Biodosimetry Network Activities in Japan : Yumiko Suto (QST-NIRS) • Biodosimetry Network in China : Jianxiang Liu (NIRP) • Intercomparison of Divalent Chromosome Assay (DCA) between KIRAMS and Health Canada : Younghyun Lee (KIRAMS) • Monitoring Radiation Workers : The Comparison between Divalent Chromosomes Assay and Cytokinesis-Block Micronucleus Assay : Pham Ngoc Duy (NRI, Vietnam) <p>Section 4 (WG4 : Computational Dosimetry)</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Invited Talk) ICRP Mesh-type Reference Computational Phantoms (MRCP) : Chan Hyeong Kim (Hanyang University) • EURADOS Intercomparison on ICRP Voxel-type Reference Computational Phantom : Han Sung Kim (KIRAMS) • The Method of Accident Exposed Dose Reconstruction Based on MC Method : Qinjian Cao (CIRP) • A Simulation Approach Using the Mesh Phantom to Evaluate the Effective Dose from Mobile Phone Glasses : Min Chae Kim (KAERI) <p>Discussions : All participants</p>
<p>Day 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invited Talk by David Broggio (IRSN) • Invited Talk by David Endesfelder (BfS) • Discussion on the progress of the intercomparison exercise and future plan : All participants • Presentation of WG Meeting Results : All participants • Closing Remark of the 4th ARADOS Meeting : Osamu Kurihara (QST-NIRS) • Announcement of Next ARADOS Meeting : Qinjian Cao (CIRP)
<p>Day 3 Technical tour (KHNP/RHI, KNHP, KAERI)</p>

導入¹⁾や第4回目の年次会合に招聘したD. Broggio氏らによるCATHyMARA (Child and adult thyroid monitoring after a reactor accident) プロジェクト²⁾等の動きがあり、同モニタリングの重要性が再認識されたように思われる。

上記試験は、主催者から提供された試料中の放射能を参加者がレポートする、いわゆるブラインド試験の形で行われたが、試料としては米国規格 (ANSI) に準じた頸部ファントム³⁾及びこれに設置するI-131溶液を封入したバイアルを用い、前者をQST、後者をKIRAMSが準備した。参加機関は、日本、韓国及び中国の3か国の計8機関であり、各機関が甲状腺

内部被ばくモニタリングのために所有する測定器と校正用ファントムを用いてI-131の放射能を定量した(図2)。参加機関の中には、複数の測定器を用いて、個々の評価結果を報告した機関もあった。使用された測定器の大半はNaI (TI) 検出器であったが、HPGe検出器やCeBr₃検出器を用いた参加機関もあった。

図3に比較試験の結果を示す。各参加機関からの評価結果は、試験に使われた線源の放射能強度と比較され、大半がISO28218にある基準⁴⁾(真値に対するバイアスとして75%から150%以内)であることが確認された。他方、基準から逸脱した評価結果



図2 甲状腺モニタリング比較試験における各機関の測定の様子(一例)

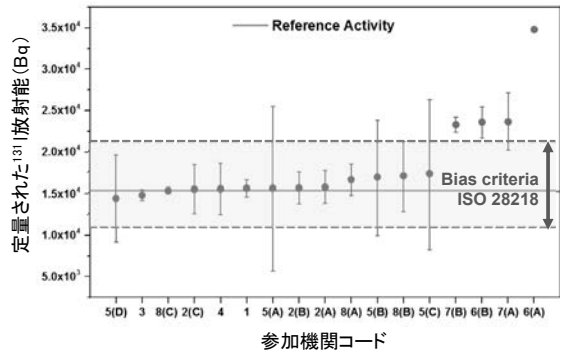


図3 甲状腺中ヨウ素測定に関する比較試験結果

表3 ARADOS WG3メンバー及び2017年度比較試験参加メンバーの生物学的線量評価の能力

機関名 (国)	1週間当たりの トリアージ可能な サンプル数 [§]	検量線作成に用いた 線源	可能な分析法 (計画中) [¶]	観察者数 (N)	自動化システム (設置数)
KIRAMS (韓国)	100	Co-60	DCA, FISH, (MN)	5	3
NIRP (中国)	120	X-ray, Gamma, Neutron, ¹² C ion	All	8	2
CIRP (中国)	50	X-ray, Gamma	DCA, (FISH, MN, PCC)	6	0
NRI (ベトナム)	40	Co-60	DCA, MN	3	1
量研 (日本)	30	Co-60	DCA, FISH, PCC	3	2
弘前大学 (日本)	140	Gamma	DCA, FISH, (MN, PCC)	5	3
福島県立医大 (日本)	140	Gamma	DCA, FISH	1	3
放影研 (日本)	50	-	DCA, FISH	4	0
長崎大学 (日本)	50	-	DCA	1	0
大阪府大 (日本)	10-15	-	DCA	1	0

§ 1サンプルにつき50メタフェーズを観察

¶ DCA: Dicentric chromosome assay; FISH: Translocation assay using chromosome painting with fluorescence in situ hybridization; MN: Micronuclei assay (also known as CBMN assay, cytokinesis-block micronucleus assay); PCC: premature chromosome condensation assay.

も見られたが、原因は試験に用いられた頸部ファントムと当該機関が通常使用していた校正用ファントムとの違いにあることが分かった。同試験の詳細については参考文献にも紹介しており⁵⁾、こうした機関間の相互比較試験の意義や重要性が確認できた。

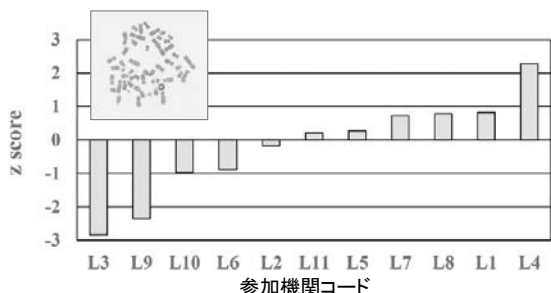
二つ目は、WG3のプロジェクトとして行われたヒト染色体の形態異常頻度を指標とする生物学的線量評価に関する機関間の比較試験であるが、これに先立ち、各機関のキャパシティやリソースに関する調査が行われた(表3)⁶⁾。

ヒト染色体を用いる生物学的線量評価は、被ばく医療の対象となるような比較的高線量(数Gy程度)を受けた患者や個人線量計が利用できない者等の外部被ばく線量推定に有効であり、特に自然発生が殆どない二動原体染色体異常を指標とした線量推定法はゴールドスタンダードとされている。線量推定には、事前に作成した検量線、すなわち、線量と染色体異常頻度を対応付けたレスポンスカーブが必要である。個々の染色体異常の判定は人の目視によるが、数百mGy程度の線量域では染色体異常(二動原体)

頻度が低い場合、相当数の細胞の観察が不可欠となり⁷⁾、染色体画像の取得までの作業と併せてかなりの労力になる。そのため、大多数の被ばく患者が発生した場合の備えとして、生物学的線量評価に関する国際ネットワークが幾つか構築されている。しかしながら、そうしたネットワークが運用される際に、ラボ間の線量推定値のばらつきなどが問題となる。

生物学的線量評価に関する比較試験では、3か国の代表機関が持ち回りで試験の主催を務め、任意の線量で照射した血液試料から作成された染色体画像の電子ファイルを参加機関に送付する形で進めることが決定された。各参加機関は、送付された染色体画像ファイルを閲覧し、前述した方法により線量を推定し、結果を主催者に報告する。

図4に2017年度にKIRAMSの主催により実施された比較試験の結果の一例(3.9Gy照射)を示す⁸⁾。各参加者の線量推定値の平均値からの差分としてZ検定(母集団の平均とサンプリングした集団の平均が統計的に見て等しいといえるか検定する方法)がなされる。同図に示す線量推定値のばらつきは、各



Z-score*: 分布の平均値からのずれを示す値。注目している標本値と分布の平均値の差を分布の標準偏差で割った値で定義される。Z-scoreの絶対値が大きければ大きい程、分布の平均値からのずれが大きいことを示している。

*バイオテクノロジージャーナル, 2006年7-8月号 Vol.6 No.4

図4 染色体画像を用いた生物学的線量評価比較試験結果

参加機関(者)の染色体異常の判定精度や使用する検量線の精度等の不均衡が主な要因と考えられるが、こうした試験を定期的に繰り返し、フィードバックを行っていくことで改善が見込まれる。

課題と今後の展望

前述のようにARADOSはボランティアな国際ネットワークである。年次会合の開催やプロジェクト遂行に必要な予算は主催機関が負担しているため、活動には限界があるものの、新型コロナウイルス感染症が流行する以前までは、主催国を中心に年次会合の参加者は年々増加し、各国の情報交流の場として非常に有意義であったと考える。一方、アジア諸国には欧州連合(EU)のEURATOM-BSS(European Atomic Energy Community - Basic Standard Safety)といった加盟国共通の放射線防護等に関する法規制等は無いために、各国の行政的な後押しも受けつつ、国際間の技術標準や勧告に直結するようなプロジェクトの立案は難しい。そのため、各機関が手掛けている研究開発の中で、共通の課題になり得るものをプロジェクトとして選んできた。今後は各国の放射線防護の社会実装の状況を俯瞰しつつ、世界に発信できるようなプロジェクトも提案していきたい。例えば、日本、韓国及び中国における個人線量計サービスの現状を見ると、日本と韓国は少数の大手民間企業がサービスを提供しているのに対し、中国では数多くの企業が参入していることとあり、各国の放射線量計測に関するトレーサビリティ体制を比較することは興味深い。著者は、昨年度に原子力規制庁から原子力災害時における公衆の甲状腺内部被ばくモニタリングに係る方針⁹⁾が示されたこともあり、韓国や中国における同モニタリングの運用に関心があり、ARADOSのプロジェクトとして提案している。日本では東京電力福島第一原子力発電所

事故を受け、環境放射線モニタリングや公衆の被ばくモニタリングに関して多くの経験と教訓を得てきた。これらをARADOSメンバーにも共有し、ARADOSのミッションの1つでもある有事の際の国際協力の枠組みに繋げることができればと考えている。

おわりに

ARADOSの活動については、2017年のEURADOS WG7の年次会合や2019年の第19回固体線量計国際会議(SSD19)等で紹介しており、存在自体はこの分野の関係者に広く知られることになった。ARADOSの活動を通じて、著者自身はIAEA/RCA(Regional Cooperative Agreements)等の国際協力の依頼を受ける機会も増えた。ARADOSの発足から今年で7年目となったが、今後も参加機関間の連携を密に活動を継続するとともに、その取り組みをアジア全体に拡張できるように一步一步前進していきたい。関係各位のご支援・ご鞭撻を賜れば幸いである。なお、ARADOSの過去の活動については、ホームページ(<https://www.nirs.qst.go.jp/usr/ARADOS/index.php>)に掲載している。

参考文献

- 1) IAEA. Actions to protect the public in an emergency due to severe conditions at a light water reactor. ERP-NPP Public Protective Actions 2013, 2013.
- 2) D. Broggio et al. Child and adult thyroid monitoring after a reactor accident(CAThymARA): Technical recommendations and remaining gaps. Radiat. Meas. 2019; 128: 106069.
- 3) ANSI. Thyroid radioiodine uptake measurements using a neck phantom. ANSI N44, 3-1973, 1973.
- 4) ISO. Radiation Protection-Performance Criteria for Radiobioassay. ISO 28218, 2010.
- 5) X. Peng, J. Zhang, W.H. Ha, O. Kurihara, B. Yang, F. Tuo. Experience and performance of In Vivo Monitoring Laboratory of NIRP in 2017 thyroid measurement intercomparison. Appl. Radiat. Isot. 2021; 168: 109492.
- 6) S. Jang, Y. Suto, J. Liu, Q. Liu, P.N. Duy, T. Miura, Y. Abe, K. Hamazaki, K. Suzuki, S. Kodama. Capabilities of the ARADOS-WG3 regional network for large-scale radiological and nuclear emergency situations in Asia. Radiat. Prot. Dosim. 2019; 186(1): 139-142.
- 7) Y. Suto, M. Hirai, M. Akiyama, G. Kobashi, M. Itokawa, M. Akashi, N. Sugiura. Biodosimetry of restoration workers for the Tokyo Electric Power Company(TEPCO) Daiichi Nuclear Power Station Accident. Health Phys. 2013; 105(4): 366-373.
- 8) O. Kurihara, W.H. Ha, C. Qinjian, S. Jang. ARADOS: Asian network for radiation dosimetry. Radiat. Meas. 2020; 135: 106336.
- 9) 原子力規制庁.「緊急時の甲状腺被ばく線量モニタリングに関する検討チーム会合」からの報告. 令和3年9月22日. <https://www.dansr.go.jp/file/NR000203957/000365637.pdf>

著者プロフィール

1997年に動力炉・核燃料開発事業団(現、日本原子力研究開発機構)に入社後、再処理施設の放射線管理に従事。1999年9月30日に発生したJCO臨界事故において従業員等の線量評価に関わったことを契機に、個人被ばく線量評価(内部被ばく)に係る業務及び研究に従事。2012年に放射線医学総合研究所(現、量子科学技術研究開発機構)に移籍し、以降は被ばく医療における線量評価に係る研究開発全般に従事している。2011年度の東京電力福島第一原子力発電所事故及び2017年度の作業員のプルトニウム内部被ばく事故等における線量評価を経験。

アンケートによる 国内のI-125シード線源の 強度計測の現状と課題



小島 徹*

1. はじめに

国内ではヨウ素125シード線源（以下、シード線源）による前立腺永久挿入密封小線源治療（以下、前立腺シード治療）が2003年に開始され、これまで110以上の施設で45,000件を超える患者が治療されてきた¹⁾。前立腺シード治療は、有効性が高く副作用の少ない治療方法として、局所前立腺癌の治療において重要な役割を担っている^{2, 3)}。

密封小線源治療で患者に投与される線量は、線源強度と比例する。よって正確な患者投与線量の評価と、シード線源を留置する位置を決定する治療計画を行うためには、測定などで評価された正しい線源強度を使用することが求められる。低エネルギーかつ低線量率の密封小線源の線源強度計測に関して、欧米のガイドラインでは、患者治療前に線源強度に誤りが無いことを保証することが、医学物理士の責務と述べられ、測定すべき線源の個数なども提案されている⁴⁻⁸⁾。

2007年に国内で行われた、前立腺シード治療を実施する施設を対象とした線源強度計測に関するアンケートでは10%の施設で線源強度が測定されていた⁹⁾。当時は国内でトレーサビリティが確立されていなかったため、ウィスコンシン大学に設置された校正事業者など海外の校正サービスを利用して、シード線源に対するウェル型電離箱の校正定数を得て

いた。その後、国内で流通していたOncoSeed 6711 (GE Healthcare Medi-Physic, Inc., 製品名：オンコシード)¹⁰⁾とSTM1251 (C.R.Bard, Inc., 製品名：バードブラキソース)¹¹⁾の2つの線源で、一つ一つの線源を繰り返し測定するシングルシードアッセイ法による線源強度計測の結果が報告された。オンコシードとバードブラキソースともにメーカの公称値（国内から発注される線源強度と同義）と良く一致していた。2013年には、滅菌されたプリスターパック（カートリッジ面を硬質プラスチックで成型して台紙に接着させた物）に封入されたカートリッジのまま線源強度を計測（バッチアッセイ法）し、こちらも線源メーカの公称値と良く一致していた事が報告された¹²⁾。これらの結果や国内販売事業者によるシード線源の品質保証体制が構築されたこと¹³⁾によって、国内におけるガイドライン等では、“線源強度計測は本来行われるべきこと”などの表現に留められている¹⁴⁻¹⁷⁾。そのため、患者治療前に線源強度を測定するか否かは、各病院の判断に委ねられており、多くの施設で行われていなかった。

そのような中、2017年以降に3件のシード線源に関する医療事故につながりかねない事例が発生した¹⁸⁻²⁰⁾。誤った強度の線源が届けられたり、デッドシードと呼ばれる放射能のない線源が混入したりというものであった。これらの事故は、前立腺シード治療を受ける患者の治療成績を低下させる可能性がある。

* Toru KOJIMA 埼玉県立がんセンター放射線治療科 主任/医学物理士

短期間でシード線源の品質に問題があることが報告されたため、その信頼が低下する事態となった。そこで、国内のシード線源の強度計測の現状と問題点を把握するため、日本放射線腫瘍学会小線源治療部会や日本医学物理学学会計測委員会でワーキンググループを立ち上げ、アンケートを実施した。

2. アンケート方法

2020年12月から2021年4月まで、Googleフォームを通じて回答を依頼した。年間の治療件数、使用している線源モデルと納入されるタイプ(形状)、従事する職種など、施設の基本情報を質問した。納入された線源の強度計測と個数確認を行っているか、さらにその方法、実施者、実施日、何個実施をしているかなど、詳細な内容を質問した。最後に線源強度計測をできない理由や、計測するために改善すべき点を、自由意見として記載頂いた。

3. アンケート結果① 施設情報

2021年現在で前立腺シード治療を行っていると考えられる95施設中67施設から回答頂いた。図1に2019年の年間のI-125シード治療件数を、表1に使用する線源モデルと納入される線源の装填型式を示す。現在、国内で利用できる線源

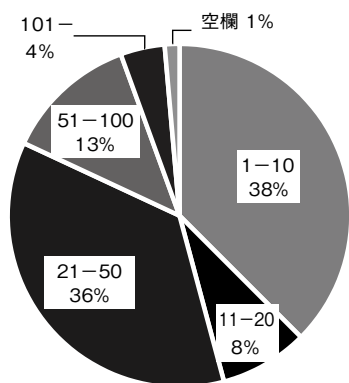


図1 回答施設の2019年に行われた前立腺シード治療の件数 (n=67)

は、STM1251とTheraAgX100 (Theragenics Corporation、製品名:セラAgX100)の2種類である。STM1251の納入型式は、裸のシード線源または生体吸収材で端部を被膜されたソースキャップタイプを線源留置に用いるミックアップリケータ用のカートリッジに装填、クイックリンクカートリッジに装填、およびレディリンクである(ソースキャップ、クイックリンク、レディリンクは、C.R.Bard社の登録商標で製品名)。レディリンクとは、プレプランと呼ばれる術前の治療計画であらかじめ決定した線源配置に則って、生体吸収材と線源が連結されたタイプである。国内でレディリンクを使用しているのは、2施設である(販売業者の株式会社メディコンとの私信)。TheraAgX100は、裸のシード線源または生体吸収材の編み糸に包含されたタイプ(製品名:セラストランド-SL)が、ミックアップリケータ用のカートリッジに装填されて納入される。生体吸収素材を併用することで、線源留置が容易になることや、線源が前立腺の外に脱落しにくくなるため、表1から多くの施設で利用されていることがわかった。

4. アンケート結果② 線源の強度計測と受入個数の確認

全体の17%の施設で、線源強度が計測されていた(図2)。計測する施設の割合は、2008年の10%⁹⁾よりも、わずかながら増加していた。線源個数の確認は41%で行われており、残る43%の施設では、計測と個数確認の両方とも実

表1 線源モデルと線源が納入される際の装填型式
複数の線源モデルや装填型式を使用する施設もある。

線源モデル	納入される線源の装填型式	回答数	割合%
STM1251	ミックアップリケータ用カートリッジ	48	67
	クイックリンクカートリッジ	48	67
	レディリンク	1	1
AgX100	セラストランド-SL	34	47
	ミックアップリケータ用カートリッジ	30	42

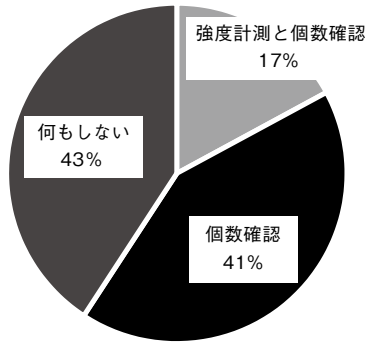


図2 線源強度計測と個数確認を実施する割合 (n=67)

施されていなかった。表2に計測している施設の方法をまとめた。ウェル型電離箱によるシングルシードアッセイが1施設、カートリッジをウェル型電離箱に装填して計測が7施設、サーベイメータなど簡易的方法が4施設であった。

シングルシードアッセイ法で計測する施設では、患者に挿入されなかった余剰線源を測定していた。これは事後の測定であり、線源強度を担保した前立腺シード治療を提供しているとは言いがたい。シングルシードアッセイ法とバッチアッセイ法ともに、校正事業者が提供するウェル型電離箱の校正定数を用いることで、国家標準にトレーサブルな基準空気カーマ率 (reference air kerma rate) または空気カーマ強度 (air kerma strength) を測定できる。トレーサビリティの担保された方法で測定している施設はなかったため、

表2 線源モデルと装填型式ごとの測定方法 (n=12)

線源モデル	納入される線源の装填型式	シングルシードアッセイ法	バッチアッセイ法	その他サーベイメータなど
STM1251	ミックアプリケーション用カートリッジ	1	4	1
	クイックリンクカートリッジ	0	2	
	レディリンク	0	0	0
AgX100	セラストランド-SL	1	1	
	ミックアプリケーション用カートリッジ	1	1	

すべての施設で前回の値と比較するなどの相対的な線源強度を評価していると考えられた。

5. アンケート結果③

線源強度計測ができない理由と改善点

線源強度を計測していない施設が回答したその理由を表3に示す。製造業者による線源の品質保証が確立されているとの回答が多かった。測定条件に対する改善点を尋ねた結果を表4に示す。測定器が無いことや、計測の方法がわからない、人員不足など、技術的な環境整備が問題となっていた。続いて、測定費用が保険請求できない、測定に使用した線源の法的規制がある、日本のガイドラインでは治療前の測定は推奨されていない、などの回答が多かった。

表3 線源強度計測ができない要因

要因	回答数
滅菌や再滅菌ができない	59
製造業者が報告する線源強度を信用	50
人員不足	41
線源納入からシード治療までが短期間	32
被ばくを避けたい	31
測定機器がない	26
測定用の線源を購入できない	25
線源の紛失が心配	25
測定方法がわからない	15
線源強度を計測する必要は無いと考える	5

表4 線源強度計測を実施するために必要と考えられる意見

意見	回答数
測定機器の充足	55
線源強度計測法の習熟	50
線源強度計測を保険点数に反映するなど病院収益に反映	50
人員の増加	46
ガイドライン等で強度計測を必須とする	41
測定に使用した線源を、法令*などの規制から除外	34
その他	6
いずれにせよ、計測できないと考える	5

*: 放射性同位元素等の規制に関する法律を指すと考えられる

6. 考 察

前立腺シード治療によって患者が投与される線量の品質を保証するためには、測定などによって線源強度を確認することが望ましい。欧米からのガイドライン⁴⁻⁸⁾では、理想的にはすべてのシード線源を患者治療前に計測することが望ましいと述べている。しかしながら国内では、線源強度を含めた品質保証の体制が担保されていると考えられており、それぞれの施設ではほとんど確認されていなかった。今回のアンケートによって、改めて日本では患者治療前の線源強度計測があまり行われていない現状が明らかとなった。

計測できない理由は、線源を再滅菌できないことが最も多い回答だった。線源の滅菌には非常に手間がかかり、かつ専用の人員が必要となる。国内で流通する多くの線源は、滅菌されていない線源が購入できず、かつ薬機法で承認された使用法からの逸脱となるため再滅菌もできない。またシード線源自体は問題ないものの、生体吸収素材は溶融や変形が生じるため、それらが固着された状態で納入される線源は滅菌できない。よって、トレーサブルな線源強度計測を行うためには、測定用の線源を別途に購入しなければならない。

測定用線源の購入に関しては、計測に使用した線源の法的管理と、購入コストの負担が課題である。患者に挿入されなかったシード線源は、放射性同位元素等の規制に関する法律など関連する法令に則って厳格に管理されなければならない。万が一線源を紛失すると、法的な罰則を受ける可能性があり、計測を躊躇する一因となっている。また、患者に挿入せず計測のみを目的とした線源の購入費用は、患者や医療保険で請求できない。測定とそれに付随する線源管理が煩雑なものの、病院の収益にはつながらないため人員を割り当てるのは困難となる。くわえて、ウェル型電離箱などの測定機器を所有できず、計測方法もわか

らないなど、技術的な障壁につながっており、悪循環が続いているのが現状と考えられる。

2009年に国内で、日本アイソトープ協会と産業技術総合研究所によるシード線源における線源強度計測のトレーサビリティが確立された。それに伴い、ウェル型電離箱式線量計の校正サービスが開始されて、ユーザ施設でトレーサビリティの担保された基準空気カーマ率や空気カーマ強度が測定できるようになった。しかしながら前述の理由などによって、各病院でシングルシードアッセイ法などによる基準空気カーマ率の評価は行われていないため、校正サービスを利用する施設はほとんどない。よって、国内の校正サービスは一時的な停止を余儀なくされている。

このような現状を鑑み、線源の滅菌状態を保持したままで可能な計測法が国内で開発された^{2, 17, 21-23)}。海外からも製造業者と異なる事業者（サードパーティなどとも呼ばれる）が計測した線源強度の妥当性を確認するために、サーベイメータを利用した方法が報告された²⁴⁾。それらの報告から、トレーサビリティが担保されていない代替的な計測方法であっても、誤った線源強度やデッドシードの発見に有効であったと述べられている。それらの滅菌状態を保持したまま計測できる手法であっても、国内においては滅菌や労働量の問題などからほとんどの施設で行われていない。日本では、サードパーティ事業者による線源強度計測サービスが確立されておらず、かつ、米国のサービスも利用できない。よって、ほとんどの施設で線源製造業者が提供する線源強度を信頼して、自施設で確認しないまま、治療計画やポストプランの線量が計算されている。これは、患者が投与された線量を正しく評価できていないことが危惧される。

国内では引き続き、技術的、金銭的、法的な問題が施設による線源強度計測の障壁と考えられる。筆者らはこのような日本の現状を鑑みた、ユーザが実施できるシード線源の強度

確認方法を確立すべきと考えている。滅菌を維持したまま、サーベイメータや核医学用のウェル型電離箱を使って、簡便に測定する方法の開発と測定すべき線源個数の提言案に取り組んでいる。これらとともに計測に要する人件費や測定機器の購入費などを調査し、密封小線源治療における線源強度計測を含めた品質管理が医療機器安全管理料2などの診療点数につなげられるよう活動を続けている。

7. 謝 辞

アンケートにご協力頂きました皆様、¹²⁵I線源強度計測課題検討ワーキンググループ各位のご尽力に心より御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) Yorozu A. Current status of prostate brachytherapy in Japan. *Jpn J Radiol* 2020; 38(10): 934-941.
- 2) Ito K, Saito S, Yorozu A, et al. Nationwide Japanese Prostate Cancer Outcome Study of Permanent Iodine-125 Seed Implantation (J-POPS): first analysis on survival. *Int J Clin Oncol* 2018; 23(6): 1148-1159.
- 3) Koga H, Naito S, Ishiyama H, et al. Patient-reported health-related quality of life up to three years after the treatment with permanent brachytherapy: Outcome of the large-scale, prospective longitudinal study in Japanese-Prostate Cancer Outcome Study by Permanent I-125 Seed Implantation (J-POPS). *Brachytherapy* 2019; 18(6): 806-813.
- 4) Kutcher GJ, Coia L, Gillin M, et al. Comprehensive QA for radiation oncology: report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40. *Med Phys* 1994; 21(4): 581-618.
- 5) Nath R, Anderson LL, Meli JA, et al. Code of practice for brachytherapy source physics: report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 56. *American Association of Physicists in Medicine. Med Phys* 1997; 24(10): 1557-1598.
- 6) Yu Y, Anderson LL, Li Z, et al. Permanent prostate seed implant brachytherapy: report of the American Association of Physicists in Medicine Task Group No. 64. *Med Phys* 1999; 26(10): 2054-2076.
- 7) Butler WM, Bice WS, Jr., DeWerd LA, et al. Third-party brachytherapy source calibrations and physicist responsibilities: report of the AAPM Low Energy Brachytherapy Source Calibration Working Group. *Med Phys* 2008; 35(9): 3860-3865.
- 8) Perez-Calatayud J, Ballester F, Carlsson Tedgren A, et al. GEC-ESTRO ACROP recommendations on calibration and traceability of LE-LDR photon-emitting brachytherapy sources at the hospital level. *Radiother Oncol* 2019; 135: 120-129.
- 9) 土器屋 卓志. がんの小線源放射線治療の評価と品質管理に関する研究報告書. 厚生労働省がん研究開発費指定研究17分指10. 2008.
- 10) Takahashi Y, Ito A, Sumida I, et al. Dosimetric consideration of individual ¹²⁵I source strength measurement and a large-scale comparison of that measured with a nominal value in permanent prostate implant brachytherapy. *Radiat Med* 2006; 24(10): 675-679.
- 11) Sumida I, Koizumi M, Takahashi Y, et al. Verification of air-kerma strength of ¹²⁵I seed for permanent prostate implants in Japan. *Int J Clin Oncol* 2009; 14(6): 525-528.
- 12) Otani Y, Yamada T, Kato S, et al. Source strength assay of iodine-125 seeds sealed within sterile packaging. *J Appl Clin Med Phys* 2013; 14(2): 4082.
- 13) 南 克哉. 国内の線源供給におけるQA体制について. *日本放射線技術学会雑誌* 2009; 65(1): 100-103.
- 14) ¹²⁵I永久挿入治療物理QAガイドライン検討専門委員会. ¹²⁵I永久挿入治療の物理的品質保証に関するガイドライン. 2010.
- 15) HDR組織内照射等の標準化の研究班. I-125永久挿入治療物理QAマニュアル(2011). 厚生労働省がん研究開発費 指定研究21分指8②: HDR組織内照射等の標準化の研究 2011.
- 16) 日本放射線腫瘍学会 小線源治療部会編. 小線源治療部会ガイドラインに基づく密封小線源治療診療・物理QAマニュアル(第2版). 金原出版, 東京, 2022.
- 17) 日本医学物理学会編. 密封小線源治療における吸収線量の標準計測法(小線源標準計測法18). 通商産業研究社, 東京, 2018.
- 18) 高井 公雄. セラストンド-SL における線源数が不足したカートリッジ提供の報告. 東京コンファレンスセンター・品川, 2020.
- 19) 日本医学放射線腫瘍学会 放射線治療インシデント報告. ヨウ素125前立腺密封小線源治療に関わるインシデント事例の報告(S02-2017-002). <https://www.jastro.or.jp/member/news/170817.pdf> (Accessed 2022 08/05).
- 20) 日本医学放射線腫瘍学会 放射線治療インシデント報告. ヨウ素125線源におけるインシデント(不良線源混入)事例(S01-2018-003). <https://www.jastro.or.jp/member/news/s01-2018-003.pdf> (Accessed 2022 08/05).
- 21) Furutani S, Ikushima H, Ozaki K, et al. Quality assurance of I-125 seed permanent implant therapy using a self-color developing reflection-type dosimetry sheet film. *Radiat Med* 2005; 23(7): 474-477.
- 22) Furutani S, Saze T, Ikushima H, et al. Quality assurance of I-125 seeds for prostate brachytherapy using an imaging plate. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006; 66(2): 603-609.
- 23) 阪間 稔, 安野 卓, 山田 隆治, 他. 前立腺がん治療用ヨウ素(¹²⁵I)シード放射線強度品質管理測定システムの開発と製品化. *Isotope News* 2015; No. 736: 18-21.
- 24) Muryn JS, Wilkinson DA. A method for confirming a third-party assay of I-125 seeds used for prostate implants. *J Appl Clin Med Phys* 2017; 18(1): 53-58.

著者プロフィール

2006年 東京都立保健科学大学大学院 修士課程修了
 2007年 医学物理士認定
 2012年 密封小線源治療 診療・物理QAガイドラインHDR物理QA項執筆委員
 2013年 埼玉県立がんセンター 医学物理士(現職)
 2015年 密封小線源治療における標準計測法18の執筆・編集委員
 2016年 画像誘導密封小線源治療 導入のためのガイドラインの執筆責任者
 2021年 婦人科腫瘍に対する組織内照射併用腔内照射ガイドラインの執筆委員
 密封小線源治療の線量分布の優位性と創意工夫性に惹かれる。現在は出生地のさいたま市で、本件やRALIS室に併設されたCT装置を密封小線源治療以外の目的(外照射の治療計画など)で安全に使用するための活動に奔走中。



中川 恵一

東京大学医学部附属病院

酒

お酒が「百薬の長」と言えるのは、せいぜい1合までと言えるでしょう。195の国と地域におけるアルコールの消費量とアルコールに起因する死亡などの関係について分析した最近の研究では、1合以下のわずかなアルコールでも、がんが増えるという結果も出ています。

要は、「全く飲まないことが健康に最もよい」という結論で、酒飲みの私には耳が痛い話です。

「百薬の長」という言葉とは裏腹に、酒は食道がん、咽頭がん、肝臓がん、乳がん、大腸がんなど、多くのがんの発症リスクを高めることは間違いありません。

たとえば日本人男性の場合、日本酒を毎日4合飲むと、大腸がんになるリスクは3倍になります。日本酒3合で、がん全体の罹患リスクは喫煙と同じ1.6倍になります。飲酒しながら喫煙するのは最悪の自殺行為で、食道がんのリスクは30倍にも上ります。

とくに、飲むと顔が赤くなる人が深酒をすると、食道がんや咽頭がんになる危険が非常に高まることを知っておく必要があります。

お酒に含まれるエタノールは肝臓で「アセトアルデヒド」に分解されます。アセトアルデヒドには発がん性がありますが、「2型アセトアルデヒド脱水素酵素 (ALDH2)」が酢酸に分解して、解毒しています。

ALDH2の遺伝子には、分解力の強い型（正常型）と、乏しい型（欠損型）があり、両親からどちらかを受け継ぎます。両親からともに欠損型を受け継いだ「完全欠損型」は日本人の約5%にみられ、お酒が全く飲めない下戸です。飲めませんから、発がんも問題になりません。ともに正常型を受け継いだ場合、アセトアルデヒドが蓄積しにくいので、がん

の危険は少ないです。ただ、アルコール中毒が多い傾向にあります。

問題は両親から受けた遺伝子のうち、どちらか一方が欠損型である「部分欠損型」で、日本人の約45%を占めます。このタイプの人にはアセトアルデヒドを分解する力が十分ではないので、大量に飲むとアセトアルデヒドが体内にたまりまます。これが血管を拡張させて顔を赤くすると同時にがんのリスクを高めます。

お酒を飲んで顔が赤くなるのは、体内に発がん物質がたまっているサインだというわけです。

実際、赤くなる人が毎日3合以上のお酒を飲むと、食道がんのリスクが50倍にもなるというデータもあります。

日本人男性の発がん原因の約1割がお酒ですが、西洋社会ではお酒とがんの関係はそれほど強くありません。ALDH2の変異型は東アジアの一部にしかみられないからです。

そもそも、15万年前にアフリカで誕生した人類にはALDH2の変異型はありませんでした。アイヌ民族や縄文人が属する「古モンゴロイド」にも変異型はまずありません。2万年以上前にアジアのどこかで「新モンゴロイド」に起きた突然変異が起源と推測されています。

1万年以上前から日本列島に住んでいた縄文人と、約2,000年前に朝鮮半島からやってきた新モンゴロイドの弥生人との混血が日本人のルーツといわれます。

当時はお酒などありませんから、ALDH2の変異型は生存上のマイナスとはならず、淘汰圧力がないまま、受け継がれたわけです。

弥生人が稲作とともに日本列島に持ち込んだALDH2の遺伝子変異のおかげで、日本人の深酒は喫煙なみのリスクになったと言えます。

ただし、受動喫煙は加熱式たばこでも避けられませんが、お酒には受動飲酒はありません。自己責任で飲むのは許して欲しいと思います。。。

— 日本科学未来館の巻 —



(写真提供：日本科学未来館)

我々FBNews編集委員会一同は、朝晩に若干の涼しさを感じ始めた8月下旬に日本科学未来館を訪問してきました。日本科学未来館をご存知の方も多いかと存じますが、お台場のすぐ近く東京都江東区青海に位置します。

開館は2001年7月9日。「科学技術を文化として捉え、社会に対する役割と未来の可能性について考え、語り合うための、すべての人々にひらかれた場」を設立の理念としています。初代館長は日本人初の宇宙飛行士の毛利衛氏、現在の館長は浅川智恵子氏です。

ホームページの浅川館長の挨拶の中にありますが、日本科学未来館は最新の科学技術の知識を得るだけでなく、あらゆる人々がともにより良い未来をつくるためのプラットフォームを目指しています。このプラットフォームに関するご説明等をいただきながら館内を見学いたしました。

見学当日は夏休み中であるためか、平日にも関わらず、多くの親子連れの方々が来館されていました。

施設概要

日本科学未来館は7階までが公開されています。各階の構成は以下のとおりです。

- 1階 シンボルゾーン、企画展示ゾーン
(2階 吹き抜け)
- 3階 常設展示ゾーン (4階 吹き抜け)
- 5階 常設展示ゾーン
- 6階 ドームシアター
- 7階 コミュニケーションフロア、展望ラウンジ
(レストラン)

【1階 シンボルゾーン、企画展示ゾーン】

エントランスを入ると7階まで吹き抜けとなっており、1階にはシンボルゾーン、企画展示ゾーンなどがあります。企画展示ゾーンでは期間限定の特別展が行われます。

シンボルゾーンは7階までの吹き抜けに「ジオ・コスモス」と呼ばれる大きな球体のディスプレイが展示されており、1階、3階、5階の各フロアからその姿を見ることができます。「ジオ・コスモス」では世界中の気象衛星のデータを用いて作成された、最近90日の世界中の雲の動きを映し出しています。データは毎日開館前に最新の情報へ更新されています。

【3階 常設展示ゾーン「未来をつくる」】

こちらはロボット、情報、イノベーションというテーマで様々な展示をしています。ロボットの展示では実際のアンドロイド(人間型のロボット)が展示されています。人間のような複雑な動きをするアンドロイド、見た目が人間ソックリなアンドロイド、2種類のアンドロイドを間近にみて、アンドロイドのいる社会、人間の存在について改めて考えさせられる展示です(写真1)。また、



写真1 アンドロイド(左側)



写真2 ぬか床ロボット「Nukabot」

微生物を紹介する展示もあります。微生物には細菌、菌類、ウイルス、原生動物等が含まれ、私たちの体内にも微生物が生息しています。微生物は私たちの生活のいたるところに存在し、独自の生態系を作り出しています。微生物の働き等の紹介を見ながら、その重要性を知ることができます。ぬか漬けを作るロボットも展示されていました。ぬか床の中の微生物とコミュニケーションをとるロボットで、声を掛けると現在のぬか床の状況を音声で教えてくれます(写真2)。ぬか漬けは微生物が居るからこそ作れるものです。

気になった展示はインターネットの仕組みを紹介する展示です。普段、何気なく使用しているインターネット。その概念はシンプルです。実際に体感しながら、インターネットの技術を知ることができます。

また、「ノーベルQ」という展示(写真3)では、日本科学未来館の活動を理解し協力されたノーベル賞受賞者を日本科学未来館が名誉館員として顕彰し、来館の際に来館者向けに書いてもらったメッセージが掲げられています。メッセージを読み改めて考えさせられました。

なお、3階と5階のあいだは「ジオ・コスモス」(写真4)を横から見ながらめぐることが



写真3 ノーベル賞受賞者のメッセージ展示



写真4 ジオ・コスモス

できる「オーバルブリッジ」と呼ばれるスロープが続いています。

【5階 常設展示ゾーン「世界をさぐる」】

こちらでは宇宙、地球、生命の3つのテーマについて展示されています。「ニュートリノから探る宇宙」の展示では、岐阜県飛騨市神岡町にあるスーパーカミオカンデの10分の1スケールの部屋とスーパーカミオカンデ内で使用している光電子増倍管の模型があります。スーパーカミオカンデはご存知のとおりノーベル賞を受賞された小柴先生、梶田先生等の研究に大きく貢献した施設です(写真5)。こちらでは規模の大きさと、スーパーカミオカンデを満たしている水がニュートリノを捉えたときに発する微弱な光を、光電子増倍管が検出する様子を体感することができます。同じ展示ゾーンに自然環境中の放射線を可視化することができる霧箱が設置されています(写真6)。



写真5 スーパーカミオカンデの展示



写真6 霧箱

およそ30年前には大型の霧箱は海外製しかありませんでしたが、元富山第一高等学校の物理教諭だった戸田一郎先生が、独自に研究を重ね

て作った、検出部の厚さが約20mmという世界で最も感度の高い霧箱が展示されています。

展示の「細胞たち研究開発中」では5つのシアターとiPS細胞を始めとした幹細胞研究に関する紹介等があります。人間の受精卵の実物大の模型があり、実際に手で触れることができます。受精卵の小ささに驚きと生命の偉大さに触れた気がしました。

また、人体の臓器に関する紹介等もあり、細胞レベルから自分の体について知ることができる展示です。

【6階 ドームシアター】

ドームシアターでは、迫力ある全天周の立体視映像で、科学や宇宙を体験できます。

時間で上映内容が変わります。



写真7 ドームシアター
(写真提供：日本科学未来館)

【7階 コミュニケーションフロア】

展望ラウンジ(レストラン)があり、お台場から東京タワーまで見渡せます。

また、ホールや会議室などの貸出施設もあります。

科学コミュニケーション専門主任の池辺様より日本科学未来館についてお話をお伺いいたしました。



写真8 展望ラウンジ
(写真提供：日本科学未来館)

日本科学未来館で重点にしているテーマ

「Life」「Society」「Earth」「Frontier」のテーマがあります。



写真9 池辺様より説明を受けている様子

科学が好きでも、苦手でも。子どもでも、大人でも。みんなが未来を自分のこととして考えて、関わってほしい。そんな思いから、人それぞれの視点、関心事から、未来を考えるきっかけとして欲しいと考えています。

各テーマを入口とした常設展示も検討していますので一部を紹介します。

- 1) Life：「年を重ねる」ことについて、先端技術を使用し、五感による体験を通じて「年齢による変化」を実際に感じ、未来を考える展示を企画中。
- 2) Society：AIやロボットがこれまで以上に生活に溶け込んだ未来の街を描き出し、実際に先端技術に触れあいながら、未来の生活への没入体験を提供する展示を企画中。
- 3) Earth：地球を旅するような体験をしながら、現在起こっている地球の環境問題を考え、未来の地球のために、できることを探し、人生や行動を変えるきっかけとなる、そんな体験を提供できる展示を企画中。

日本科学未来館の特徴

日本科学未来館は「『未来』をつくるプラットフォーム」をビジョンに掲げています。年齢、性別、障害の有無に関わらず、未来づくりに参画することのできるプラットフォームになりたいという宣言です。どんな人でも未来づくりに参画できるし、参画したい方は誰一人、排除しない。日本科学未来館は、そのようなプラットフォームを目指しています。

具体的には、世界で何が起きているかを見ていただき、体験していただくことを起点に、未来はどのように作っていくのか。「あなたなら、未来に対



写真10 AIスーツケース
(写真提供：日本科学未来館)

して、どのような選択をしますか?」ということと一緒に考える場を作りたいと考えています。

そのためには例えば、最先端の研究を研究者と一緒に実施していけるよう、館内フロアを実証実験の場として色々なことを行っていく。例えばロボットを動かして、来館者の

感想をいただく。来館者の皆さんが気軽に参画していただけるようにしたいと考えています。

浅川館長は全盲の研究者で、視覚障害者がAIの助けを借りて何処へでも行けるようナビゲートする「AIスーツケース」を企業コンソーシアムとともに研究・開発・実験しています。館内での実証実験も行い、体感していただく場を設けています(写真10)。

一番大切なことは、来館された方々が、最新の科学技術を見て、触れて、体験して、ワクワクしていただけるような場の提供だと思っています。

日本科学未来館への来館者の傾向

来館者は大人(18歳以上)が比較的多いです。2021年度のデータでは、

- 大人：58%
- 小学生～18歳未満：30%
- 幼児：12%

2001年の設立から多いときで年間140万人の方に来館いただいたこともあります。

幼児から大人の方まで楽しんでいただけるようにしておりますが、理工系の学生さんに良く利用いただいている感があります。

平日は小学校を中心とした学校団体の割合が高いです。学校団体向けには、科学コミュニケーターによるトークプログラムやワークショップ(要予約)を提供しているほか、ワークシートもご利用いただけます。土日祝日や夏休み等の期間はご家族連れ等の個人来館の割合が高くなります。特にお盆やゴールデンウィークは多くの来館者で賑わいます。

特に見て欲しい点

日本科学未来館では、色々な活動を実施しております。常設展示・ドーム映像・特別展等、各ゾーンの活動を基本にしています。

また、時事的なトピックスを選んで、トークイベントを実施しています。トークイベントへの参加は大人の方が比較的多いようです。

大学などの研究室で今まさに研究開発中の、本当に最先端の科学技術を体験するイベントを開催することもあります。科学技術が拓きつつある一歩先の未来像を見せるだけでなく、「あなたなら、この技術をどのように活用しますか?」と未来をつくるのはあなた自身なのだ、研究開発の現場に対して積極的に関わってもらいようなプログラムを実施しています。

来館された際には、展示フロアにいる科学コミュニケーターと話をしたいと思っております。そして、色々なことに興味を持っていただきたいです。

現在、「Miraikan ID」という個人アカウントを無料で取得することができます。

登録していただくと日本科学未来館の次のサービスをご利用いただけます。

- ・メールマガジン「Miraikan News」の受信
 - ・年間パスポートの購入
 - ・一部のイベントの参加申し込み
- イベントでは親子で楽しめる「DNA抽出実験」等を行っております。

なお、Miraikan IDの取得は以下のホームページより可能です。

<https://www.miraikan.jst.go.jp/friendship/>

科学コミュニケーター

日本科学未来館には、多くの科学コミュニケーターが在籍しております。

科学コミュニケーターは定期的に募集しており、任期は最長5年間。理工系であること等の部門は問わず四年制大学卒業相当の実力があれば応募可能としています。理系分野や学際的研究分野の修士号・博士号を持っている方や、企業等で業務経験がある方は特に歓迎しています。

これは、科学のみに精通しているのでは無く、社会の側から科学を考えることができる視野の広い方を必要としているためです。やる気がある人であれば、入ってから勉強すれば良いと考えています。もちろん、社会への視野が広く、その上で科学に精通している方なら有難いです。

人材育成・養成事業の一つとしての側面もあります。任期を終えて、日本科学未来館の科学コミュニケーターを通して得られた経験を外の組織で活かして欲しいと考えています。任期を終えた科学コミュニケーターが現在活躍している場合は、大学・企業の広報、リサーチアドミニストレーター、科学ライター、学校教員等と多彩で、教えること・伝えることに携わっているようです。

なお、お話をお伺いした池辺様は宇宙物理学の研究をされておられましたが、もっと広い分野に関わりたいと考え、日本科学未来館の科学コミュニケーターとなられました。現在はたくさんの科学コミュニケーターを指導しながら、彼らとともに様々な展示やイベントの企画や、科学コミュニケーションの手法研究をされています。

最近気になる話題を聞いたところ、宇宙からのニュートリノを捉えるスーパーカミオカンデが、超新星爆発観察のためバージョンアップをしたことを挙げられました。スーパーカミオカンデ内に満たしている純水へガドリニウムを混ぜ、稀にしか起こらない超新星爆発により発生するニュートリノを観測し易くするため感度をアップさせたそうです。

超新星爆発が発見し易くなれば、より詳しく色々なことが発見できるそうで、ちょっとした工夫で新しい場を作る実験物理の醍醐味とのこと。

最近のブラックホールの撮影に成功したニュースについても、撮影できたことも凄いですが、その画像が理論で予想されたとおりに映っていたことが凄く、まさに科学史に残る観測だった、かつては想像上の存在であったものが、科学の眼によってその実在が確認されるということ、これが私たちの世界を広げる科学の力です、と語っておられました。

日本科学未来館は子どもから大人まで楽しむことができる展示が多くありました。また、最

新の科学技術を見て、触れて、知り、そして、考えることができます。私は本当に楽しく、また興味深く見学させていただきました。また、伺いたいと思います。皆様も足を運んでみては如何でしょうか。

日本科学未来館の所在地

所在地：東京都江東区青海 2 - 3 - 6

T E L : 03-3570-9151 (代表)

ホームページ：https://www.miraikan.jst.go.jp/

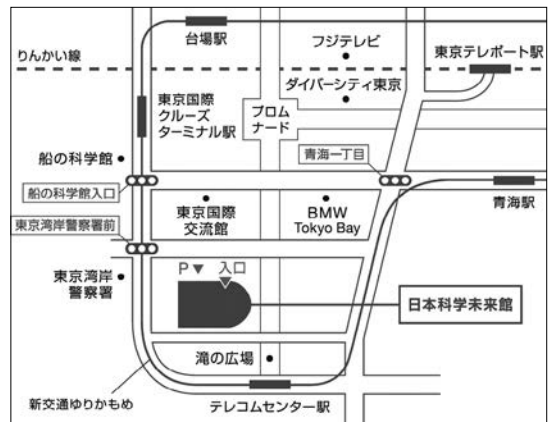


図1 案内図

(提供：日本科学未来館)

この度は忙しいところご対応いただきました、池辺様と関係者の皆様に、この場を借りて感謝申し上げます。ありがとうございました。

FBNews編集委員の中村、高橋、東京事務所中市川、木戸が伺わせていただきました。



写真11 霧箱前にて

(右から池辺様、編集委員会の中村、市川、高橋)

(文責：高橋 英典)

放射線業務従事者のための 教育訓練講習会

WEB(e-ラーニング)での講習を開始しました
医療従事者向けのコースを新たに開設しました

申込
受付中

医療従事者向けコース（WEB講習）のご案内

本コースは「放射性同位元素等の規制に関する法律」第22条に定める教育訓練として、医療分野における放射線の基本的な内容や各医療機関の予防規程を理解する上で必要な内容を提供し、各医療機関で実施する教育訓練の負担軽減を目的としています。

各医療機関の実態（所有する医療機器等）を反映した講義内容ではありません。そのため、各医療機関の実態に合わせて、各医療機関で追加の教育訓練を実施していただければと思います。本コースの趣旨をご理解いただき、お申込みいただければ幸いです。

○医療従事者向けコース（WEB講習）受講料（消費税を含む）

新規教育：5,000円 再教育：4,000円

※標準コース（新規教育：7,000円、再教育：5,000円）もごございます。

○申込方法・プログラム等

<https://www.jrias.or.jp/>

トップページ > 参加する > 教育訓練・講師派遣

○連絡先：放射線安全取扱部会事務局（日本アイソトープ協会 学術課）

TEL 03-5395-8081 E-mail kyoiku-kunren@jrias.or.jp



講義内容については、
上記QRコードから
ご確認ください。

FBNews 編集委員のご紹介

野村 貴美（のむら きよし）

この度FBNews編集委員に拝命されました野村です。名の貴美は祖母（キミ）の命日に生まれたので、それに因んで付けられました。東京大学工学部で施設やRI使用の変更、廃止など、35年間経験し、また、最近では東京医科大学で管理および研究に従事しています。微量のRIは学術研究にとってとても有用であります。いろいろな経験から興味ある情報を提供できたらと思います。どうぞよろしくお願いたします。

古田 悦子（ふるた えつこ）

この度FBNews編集委員を拝命いたしました、東京都立大学 理学部 客員准教授（元お茶の水女子大学、放射線取扱主任者）の古田悦子と申します。現在、原子力発電環境整備機構（NUMO）評議員を務めており、また、月刊誌 エネルギーレビューのコラム「放射線アラカルト」の連載を担当しております。

微力ではございますが、編集の一助になれますよう努力してまいります。よろしくお願いたします。

福田 達也（ふくだ たつや）

この度FBNews編集委員を担当させていただくことになりました線量計測事業本部の福田達也と申します。入社以来、管理本部総務部、財務部、医療機器事業本部、営業推進本部と、多くの部門を経験させていただきました。またNPO放射線安全フォーラムの事務局長を長年拝命しております。その経験を活かし、紙面の充実に少しでもお役に立てればと思っております。どうぞよろしくお願いたします。

「FBNews」総合目次 その50 (No.541~552)

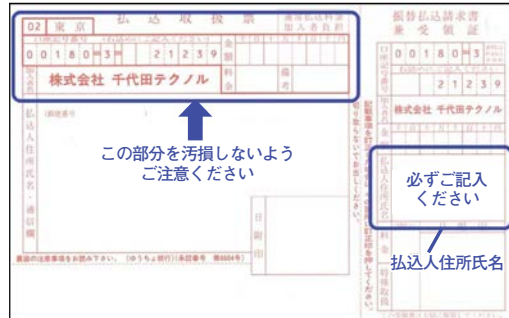
2022 1.1 No.541		2022 7.1 No.547	
迎春のごあいさつ	井上 任 1	「生活環境放射線（国民線量の算定）第3版」の紹介	米原 英典 1
α線放出核種を用いた核医学治療薬の開発 ～ 福島県立医科大学の取り組み～	伊藤 浩 2	研究用原子炉JRR-3の運転再開と 医療用RI製造への取り組み	新居 昌至 6
法令に基づく被ばく線量記録等の 指定記録保存機関への引渡しについて	鈴木 晃 7	【コラム】43th Column 【コロナに強い放射線治療】	中川 恵一 11
【コラム】37th Column 【がんが転移する仕組み 後編】	中川 恵一 12	国際放射線防護委員会基本勧告改訂に関する課題について － 放射線安全フォーラム 放射線安全検討会（2021年9月）での議論から－	小池 弘美 12
六ヶ所再処理工場の操業に向けた 放射線計測方法等の改善について	岡村 泰治 13	2022国際医用画像総合展 － The International Technical Exhibition of Medical Imaging2022－に出展して	17
【放射線道場の喫茶室】 第13回 核災害時の環境“核能汚染”動態	鴻 知己 18	ガラスリングのラベルシールの材質変更について	18
【サービス部門からのお願ひ】 ガラスバッジやガラスリングを洗濯しないようご注意ください	19	【サービス部門からのお願ひ】 2021年度「個人線量管理票」のお届けについて	19
2022 2.1 No.542		2022 8.1 No.548	
放射線発生装置廃止のための放射化測定評価マニュアル	松村 宏 1	小型で持ち運びが容易な遠隔一体型 甲状腺ヨウ素モニタリングシステムの開発	谷村 嘉彦 1
【2021年改訂版循環器診療における 放射線被ばくに関するガイドライン】の紹介	天野 英夫 6	【コラム】44th Column 【学校でのがん教育】	中川 恵一 6
【コラム】38th Column 【横浜市立医大早期がん減少】	中川 恵一 11	【施設訪問記】 － 青森県量子科学センターの巻－	7
公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ	12	バイオサイエンス分野における非密封放射性同位元素実験に関する 利用者の意識調査	田野井慶太郎 13
FBNews 新編集委員のご紹介	12	令和4年度放射線安全取扱部会年次大会（第63回放射線管理研修会）	18
東京工業大学とのネーミングライツ契約締結について	13	【サービス部門からのお願ひ】 返信用封筒はゼロハンテープで確実に封をしてください	19
【テクノコーナー】 眼の水晶体用線量計 DOSIRISのご紹介	15	2022 9.1 No.549	
ガラスリング形状変更・ラベルシール変更のご案内	17	「ICRPよ、どこへ行く」という公案に就いて	多田 順一郎 1
【サービス部門からのお願ひ】 ガラスバッジの「休止」処理について	19	令和3年度 個人線量の実態	16
2022 3.1 No.543		【コラム】45th Column 【ウクライナ】	中川 恵一 15
競走馬専用の診療施設 ～ 馬医療の実際と今後の展望～	神谷 和宏 1	【テクノコーナー】 千代田テクノ ラディエーションモニタリングセンターの コロナ対策への取り組みについて	16
【施設訪問記】 － 福島県立医科大学保健科学部診療放射線科学科の巻－	6	【製品紹介】 抗ウイルス・除菌用紫外線照射装置 「Care222 [®] i シリーズ」の新ラインナップを販売開始	17
【コラム】39th Column 【放射線治療区になったわけ】	中川 恵一 11	公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ	18
小型炉開発の歴史と現状	飯田 式彦 12	【サービス部門からのお願ひ】 ガラスバッジを使用しなかったのに報告書が送られてきた?!	19
指定記録保存機関への放射線管理記録の引渡しについて	17	2022 10.1 No.550	
【放射線道場の喫茶室】 第14回 被曝線量の分布解析	鴻 知己 18	「原子力の日」に思う 原子力サプライチェーンの現状と課題解決に向けて	新井 史朗 1
【サービス部門からのお願ひ】 ご使用者の変更連絡は早め	19	超高線量率で行うFLASH放射線がん治療の 作用機序解明を目指して	楠本 多聞 3
2022 4.1 No.544		【コラム】46th Column 【がん治療は手術か?】	中川 恵一 8
原爆被爆の誤解	中島 裕夫 1	WIN (Women in Nuclear) -Globalのご紹介 － 原子力と放射線利用の分野で働く女性の国際NGO－	9
ラジウム再訪	青山 伸 6	令和4年度 医療放射線防護連絡協議会の開催案内	13
【コラム】40th Column 【形質細胞】	中川 恵一 11	腹部・骨盤部単純X線撮影時の 生腫瘍防護に関するNCRP声明と関連動向	藤瀬 俊王 14
原子力・放射線人材の育成及び流動化の促進	井上 浩義 12	【サービス部門からのお願ひ】 変更連絡方法についてご協力お願いします	19
放射線安全技術講習会 第65回放射線取扱主任者試験受験対策セミナー・開催のお知らせ	17	2022 11.1 No.551	
【2022国際医用画像総合展出展】のご案内	18	原子力防災と大気拡散予測	山澤 弘実 1
【サービス部門からのお願ひ】 4月1日はガラスバッジ、ガラスリング、DOSIRISの交換日です。	19	【コラム】47th Column 【原爆】	中川 恵一 6
2022 5.1 No.545		令和3年度 一人平均年間被ばく実効線量0.18ミリシーベルト	中村 尚司 7
井戸形電離箱の校正と線源強度計測	三家本 隆宏 1	令和3年度 年齢・性別個人線量の実態	10
【コラム】41th Column 【原子力発電所事故から11年】	中川 恵一 6	～対談企画～ 福島復興へ携った経験と今後の想いを語る！	中川 恵一・中島 裕夫 13
【施設訪問記】 － 株式会社ホストクラブの巻－	7	公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ	18
改正 電離放射線障害防止規則施行から1年経過 法令改正後のお問い合わせについて	11	2022年 製薬放射線研修会	18
【放射線道場の喫茶室】 第15回 ポアソン変数による状態の監視と制御	鴻 知己 16	【サービス部門からのお願ひ】 ご使用者の変更をFAXで依頼したいとき	19
ガラスリング形状変更のご案内	17	2022 12.1 No.552	
【サービス部門からのお願ひ】 ガラスバッジの装着について	19	アジアジスメリグループ (ARADOS) について	栗原 治 1
2022 6.1 No.546		アンケートによる国内のI-125シード線源の 強度計測の現状と課題	小島 徹 6
画像透導高線量率密封小線源治療の郵送調査について	橘 英伸 1	【コラム】48th Column 【酒】	中川 恵一 11
【施設訪問記】 － 医療法人社団 脳神経脊髄外科サービス 宇都宮脳脊髄センター・シンフォニー病院の巻－	6	【施設訪問記】 － 日本科学未来館の巻－	12
【コラム】42th Column 【コロナとがん】	中川 恵一 11	放射線業務従事者のための教育訓練講習会	17
大線量域の放射線計測－その経緯と現状－	小嶋 拓治 12	FBNews 新編集委員のご紹介	17
公益財団法人原子力安全技術センターからのお知らせ	17	「FBNews」総合目次 その50 (No.541~552)	18
日本保健物理学会 測定信頼性専門研究会 アンケートへのご協力のお願ひ	17	【サービス部門からのお願ひ】 払込取扱票がATMで使用できなかったら…ご確認ください!	19
令和4年度 放射線取扱主任者試験施行要領	18		
【サービス部門からのお願ひ】 測定依頼票のご記入のお願ひ	19		

サービス部門からのお願い

払込取扱票がATMで使用できなかつたら…ご確認ください!

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用くださりまして誠にありがとうございます。郵便局のATMで払込取扱票が受け付けられないときは、次のような原因が考えられます。

- ・ 払込取扱票の赤太枠に汚損、破損、折り曲げなどがある
(ATMは赤太枠の情報を読み取ります)
- ・ 払込取扱票を裏返し、または斜めに投入した
- ・ 振替払込請求書兼受領書に払込人住所氏名の記入がない
- ・ 静電気など、ATM自体の一時的な問題が発生している



折り曲げはまっすぐに伸ばし、再度ATMに投入してください。

汚損や破損につきましては、窓口での振込を行うか、[ガラスバッジ専用フリーダイヤル0120-506-997](tel:0120-506-997)にて払込取扱票の再発行をご依頼ください。

編集後記

- クリスマスのイルミネーションが目を楽ませしてくれる季節となりました。今年も、一年の早さを改めて感じています。時の流れを早いと感じるのは、「ワクワク感」や「感動」の欠如と関係があるそうです。何事にも大いに興味を持って、ワクワクと過ごしたいものです。
- さて、冒頭、量子科学技術研究開発機構の栗原治先生からアジアドジメトリグループ (ARADOS) の発足や活動事例、今後の展望についてご紹介いただきました。放射線ドジメトリー関連の情報共有や能力の向上はもとより、大規模な放射線/原子力災害への対応の連携を図ることは福島を経験した我が国にとっての使命とも思われ、今後の活動を益々期待したいと思います。
- 埼玉県立がんセンターの小島徹先生から国内のI-125シード線源の強度計測の現状と課題について興味深い問題提起と解決に向けた方向性をご提示いただきました。医療

現場の現状とあるべき姿とのギャップについて真摯に向き合われ、それを埋めるためにご尽力されていることに改めて敬意を表したいと思います。皆の安心に間違いなく繋がるものと確信します。

- 合点のいく東京大学医学部附属病院中川恵一先生のコラムを拝読して一言。「先生のおっしゃる通り、自己責任で飲むのは許して欲しい。」ALDH2の完全正常型を偶然受け継いだ酒飲みの方々は、特に同じ感想を持たれるのではないかと信じて疑いません。
- FBNews編集委員一行が、日本科学未来館を訪問させていただきました。幼少の頃、北の丸公園にある科学技術館で「テレビ電話」に初めて出会い、夢のような未来を想像してワクワクしたことを思い出しました。最新の科学技術は人の心をワクワクさせてくれると思います。日本科学未来館でワクワク体験をしてみてくださいはいかがでしょうか。(A.F.)

FBNews No.552

発行日/2022年12月1日

発行人/井上任

編集委員/新田浩 小口靖弘 中村尚司 野村貴美 古田悦子 青山伸 福田達也

藤森昭彦 篠崎和佳子 高橋英典 廣田盛一 前原風太 山口義樹

発行所/株式会社千代田テクノ

所在地/〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

電話/03-3252-2390 FAX/03-5297-3887

<https://www.c-technol.co.jp/>

印刷/株式会社テクノサポートシステム

— 禁無断転載 — 定価400円 (本体364円)