



Photo Yasuhiro Kirano

Index

韓国 三星ソウル病院（成均館大学校医科大学）の紹介 －本院の放射線安全管理について－……………キム・ジョンソン	1
〔コラム〕 3rd Column ……………中川 恵一	6
飛驒の秋 地下に巨大な 蜻蛉（トンボ）の眼 “Dis-Cover”の“Super-KAMIOKANDE”を訪ねて……………加藤 和明	7
原子力・切手と父 三島良績 ……………三島 良直	13
〔第14回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ （The 14 th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring）〕が開催されました！……………	17
〔サービス部門からのお願い〕 GBキャリア（ゆうパック）でガラスバッジをお届けしているお客様へ…	19

韓国 三星ソウル病院 (成均館大学校医科大学)の紹介 —本院の放射線安全管理について—



キム・ジョンソン*

1. 三星ソウル病院について

三星ソウル病院は、ソウル市江南（カンナム）区逸院洞（イルウォンドン）に位置している成均館大学医科大学の教育病院である。1994年開院当時「患者中心」と「顧客満足」という先進スローガンで、韓国国内医療界のパラダイムを変えてきた。本館、別館、がんセンター、未来医学館、プロトンセンター及び地下鉄イルウォン駅ビル等、延べ床面積354,319㎡に及び、1989病床と40の診療科と8つの特化センター、100以上の特殊クリニックを有している。（写真1）1,300人の医師、2,400人の看護師と2,800人の医療技師を含む約7,000人の従業員が勤務している。2008年1月に国内初の700病床規模のがん専門治療施設であるがんセンター

と、2016年5月に国立がんセンターに続き、国内で2番目にプロトン治療センターをオープンし、様々な分野で、国内最高水準のがん診療を提供してきた。（写真2）

三星ソウル病院は、「新しい医療文化の創造」を目指し、優れた医療陣と処方コンピュータ化システム（OCS）、医学画像保存伝送システム（PACS）、臨床病理自動化システム、物流の自動化などの完全な先進診療インフラを備え、先端診療施術を最も得意とする病院、真の患者中心の医療サービス（待機時間が最も短い病院、看護看病統合サービス病院等）を提供することを公表し、韓国医療界に新しい病院文化でリードしてきている。

また、三星ソウル病院は、特化センター、高難易度・多頻度疾患中心の診療、国内最高水準の先端施術の安定施行、100以上の特殊クリ



写真1 三星ソウル病院 全景



写真2 プロトン治療センター

* Jung sun KIM 三星ソウル病院 映像医学科

ニック運営は、完全な救急医療システムの構築などの診療分野の成果はもちろんのこと、1995年に地域医療界と相互協力する診療依頼システムを国内で初施行し、農村地域無料巡回診療、オープン音楽会の定期開催、海外での医療ボランティア活動の拡大等、国民の健康向上のための継続的な努力を展開している。

このような新しい医療文化の創造活動は、対内外的に認められ、過去20年の間にNCSI（国の顧客満足度）1位が14回、KCSI（韓国産業の顧客満足度）1位が16回、Ks-SQI（韓国サービス品質指数）12回連続で計13回1位、ブランドスター病院部門で、12年連続1位に選ばれるなど、国民から非常に愛顧を受けてきている。

三星ソウル病院は、優秀な医療スタッフを養成するために、1997年から成均館大学医科大学との教育病院協約を結び、医学教育の分野でも優れた教授陣と最新の設備で韓国医学界の後継者養成にも寄与している。

さらに2012年の「ビジョン2020、患者の幸福のための医療革新」を宣言し、「ハッピーノーベーション (happinnovation) 20*20」というスローガンの下、「患者の幸福」と「医療イノベーション」を実践しながら、世界最高水準の病院に飛躍している。

今後、三星ソウル病院は、患者の幸福のための医療技術革新を具現し、病院－研究所－学校－企業を接続するバイオヘルスケア研究と連携産業のグローバルハブに発展するだろう。

同時に、社会的貢献活動をリードする公益的医療機関として、新たな未来の病院像を切り開いて行く。

2. 放射線安全管理室について

三星ソウル病院の放射線安全管理業務は、

放射線安全管理室で総括している。放射線安全管理室は、原子力安全法の管轄下の核医学分科、治療用放射線分科と医療法の管轄下の診断用放射線分科に区分されており、室長1名（副院長）、専門人材1名（放射線技師）、兼職人材3名（放射線技師2名、医学物理士1名）が担当している。

三星ソウル病院放射線業務分野は、単純X線（通常の撮影、マンモグラフィ、骨密度測定、C-arm等）、透視造影、血管造影、CT、MRIなどで構成された映像医学検査部門と核医学検査部門、放射線治療部門で構成されている。（写真3）

150人の医師、300人の放射線技師、50人の看護師やその他の一般職を含めて約600人の従業員が従事している。

3. 放射線業務従事者について

韓国の放射線業務の特性上、直接、放射線機器を操作することなく、手術中の放射線技師がC-arm等を使用する際に業務に従事している医療スタッフ（医師、看護師、業務補助員など）まで、放射線従事者に編入されており、規制機関に登録されている放射線業務従事者は、約1,300人程度である。（図1）

放射線安全管理教育は業務開始前に1回実施した後、毎年1回、全体従事者を対象に実施しており、韓国の法令により、医療法と原子力安全法の対象者を区別して実施している。

4. 放射線安全管理業務について

三星ソウル病院では、放射線安全管理業務を効率的に実行するために、放射線安全管理



写真3 主要放射線装置

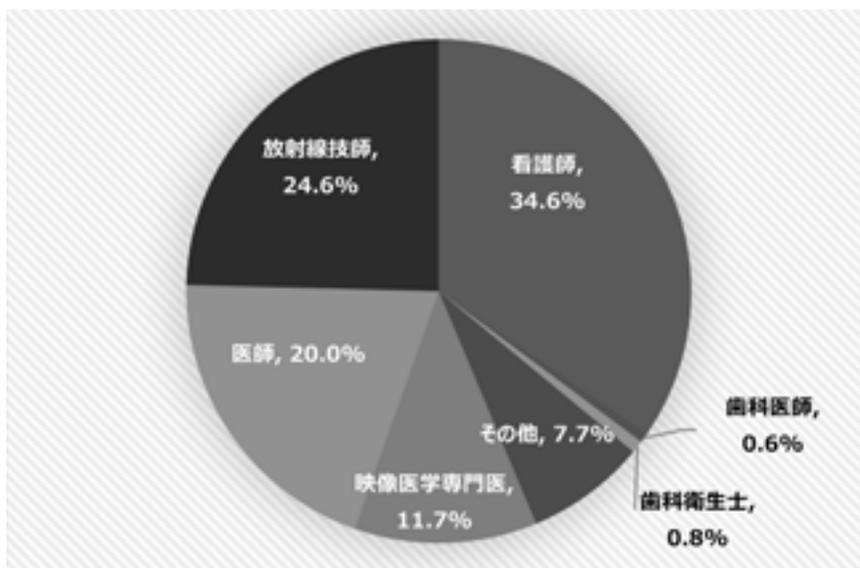


図1 職種別放射線従事者の現況

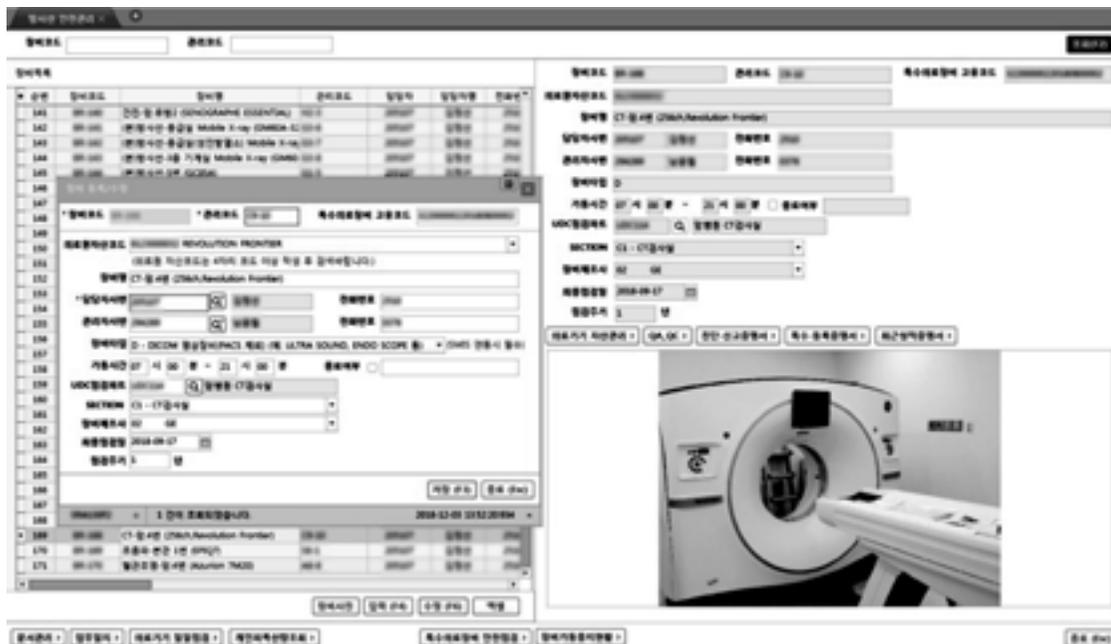


写真4 放射線安全管理 電算プログラム

室傘下の3つの分科（核医学分科、治療用放射線分科、診断用放射線分科）には、各分科別QA/安全管理チームを構成し、放射線安全管理室と円滑に連携し、機器の管理、線量の測定、研究などを実施している。

各分科別QA/安全管理チームでは、デバイスごとに精度管理チェックリストを作成し、毎日、毎月、四半期、年毎に必要な精度管理のチェック項目を実施しており、各精度管理チェックの結果は、放射線安全管理室で一元管理することとなる。このように統合管理された精度管理チェックの結果は、放射線安全管理電算プログラム（病院コンピュータ・ネットワーク）を介して共有され、放射線機器の効率的な管理が行われている。（写真4）

放射線安全管理室では、機器の精度管理や患者線量測定に必要な各種測定器とファントムなどを備えており、年2回の校正機関を通しての校正を実施し、管理している。2006年からは日本の千代田テクノル社を通じて、ガラス線



写真5 ガラス線量計システム(上)と環境放射線測定用ガラスバッジ(下)

量計の測定システムを導入し、線量測定と評価に利用している。

導入されたガラス線量計の測定システムを活



写真6 放射線安全認証

用し、国家機関（食品医薬品安全庁）で進めている部位別患者線量勧告案に対する国策課題など、様々な研究分野でも活用している。また、米国GEヘルスケア社と共同で、病院ネットワーク上の患者累積線量管理システムを世界で初めて開発し、活用している。そして、放射線遮蔽施設の漏洩線量測定と放射線作業環境での放射線モニタリングのために、2008年から韓国の医療機関の中で初めて、日本の千代田テクノルの環境放射線測定サービスを導入し、活用している。(写真5)このような努力の結果として、2009年の国家機関（食品医薬品安全庁）から患者線量低減化の先導病院に指定され、映像医学会から医療画像品質管理の模範修練病院に認定されるなどの成果を達成した。(写真6)

することができる病院、患者が安心して訪れることができる病院になるよう努力致します。この度、三星ソウル病院を紹介させて頂く機会を与え下さった方々に心から感謝申し上げます。

著者プロフィール

- 学 歴**.....
- 2004年 東南保健大学 放射線科 専門学士取得
 - 2007年 乙支(ウルチ)大学校 放射線科 学士号取得
 - 2014年 極東大学校 放射線学 修士号取得
- 経 歴**.....
- 2004年 現三星ソウル病院 映像医学科 入社
 - 2007年 医療画像精度管理協会(KMIAA)精度管理理事在任
 - 2011年 大韓放射線士協会(KRTA)広報部長在任
 - 2017年 韓国放射線医学財団 放射線安全管理責任者教育講師
 - 2018年 大韓放射線士協会(KRTA)補修教育講師
- 資 格**.....
- 放射線技師免許
 - 放射線安全管理士 (RSM)
 - 医療画像情報管理士 (MIAA)

5. 最後に

今後も三星ソウル病院は、地域社会に貢献

日本の医療被ばくは、年平均約4ミリシーベルトと世界一です。今回の原子力発電所事故では、日本中がパニックに陥りましたが、自ら望んで被ばくする量は世界トップとは皮肉です。しかし、日本人を世界一長寿にした「国民皆保険制度」が結果的に医療被ばくを増やした面とも言えます。

私はスイスやスウェーデンに留学したことがあります。最近、スウェーデンは医療に関する政策目標をいくつか掲げました。そのうちの一つは「病院にかかる必要がある人は一週間以内に受診できるようにしよう」というものです。日本と違って「福祉先進国」のスウェーデンでも、自由に病院にかかることはできません。まずは役所に電話して予約日を決めなければなりませんから、風邪で病院に行く人はまずいません。まして、頭が痛いからといって、その日のうちにCTを撮ってもらうことなどあり得ません。

スウェーデンの医療のもう一つの目標は「治療が必要な人は、3ヶ月以内に開始できるようにしよう」というものです。ヨーロッパの多くの国では、がんの治療を受けるまでに何ヶ月も待たなければならないのが現実なのです。

一方、日本は、いつでもどこでも、安い費用で病院にかかります。先進国のなかで、医療費も医師数も下位にある日本が世界一の長寿

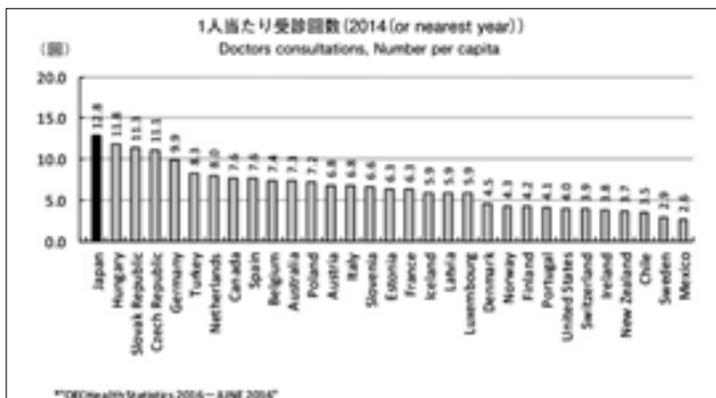
を誇りますから、世界保健機構（WHO）をはじめ、世界中が日本の医療制度を学ぼうとしています。日本人には当たり前の国民皆保険制度は世界の垂涎的になっているのです。

医療の「フリーアクセス」が保証されているわが国では、国民が病院にかかる回数も当然、多くなります。経済協力開発機構（OECD）の2016年のデータによると、日本人の一人当たりの外来診察回数は、年間12.8回ですが、オランダでは年間8.0回、フランスでは6.3回、アメリカでは4.0回にすぎません。

そして、わが国の外来診療では、検査や投薬などの医療行為に制限なく医療費を支払う「出来高払い制」が原則ですから、受診回数が増えれば、結果的には医療被ばくも増えてしまう傾向があります。ムダな検査はいけません。日本の医療被ばくが世界一であることと、皆保険制度によって日本人が世界一長寿になったことは深く結びついていると思います。

しかし、外来診察回数は90年代をピークに減少に転じています。とくに、会計窓口で支払う自己負担金が家計に重くのしかかる低所得者層で、経済的な理由で受診を控えるケースも目立ちます。

自営業者やパート勤務者、無職者が加入する「国民健康保険（国保）」が財政難にあえいでいます。国保加入世帯のうち、保険料を滞納している世帯の割合は5人に1人程度と言われています。無保険者が急増する可能性もあり、まさに、皆保険制度崩壊の危機です。そして、日本人の長寿を実現してきたこの制度が崩れれば、医療被ばくは減るでしょうが、平均寿命も減少に転じることになるでしょう。そのときはじめて日本人の医療被ばくは減少に向かうことになります。



飛驒の秋 地下に巨大な 蜻蛉(トンボ)の眼

“Dis-Cover”の
“Super-KAMIOKANDE”を訪ねて



加藤 和明*

2018年10月04日、富山県との県境に近い岐阜県飛驒市神岡町を訪ねた。ここに、亜鉛や鉛を掘っていた「神岡鉱山」(三井系)がある。昔は銀の産出でも知られていた。イタイタイ病の元凶とされた神通川のカドミウム汚染との関連で肩身の狭い時期もあったが、今はノーベル賞という、誰もが知る高価値の金メダルの2度の“生み出し”に貢献したことで、世界にその名を知られている。訪問の目的は、保守・改修のため12年振りに“蓋”を開けたという、巨大なニュートリノ検出装置「スーパーカミオカンデ(SK)」の見学である。周知のように、2015年のノーベル物理学賞(梶田隆章・東大卓越教授:現東大宇宙線研究所長)はこのSKの研究成果、2002年のそれ(小柴昌俊・東大特別荣誉教授)はSKの先代カミオカンデ(以下本稿ではK)の研究成果によるものである。

北陸新幹線を富山で降り(東京から130分)、JR高山本線に乗り替えて猪谷駅で下車(60分)、クルマで10分ほどのところにSKを擁する「東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設」があった。



施設入口の標識

設)があった。濃飛バスの停留所「茂住」の直ぐ隣である。当時、富山と名古屋を結ぶJRの鉄道は夏(7月)の異常大雨で不通が続いていて、高山経由での神岡入りは困難であった。偶々(たまたま)目にした「茂住」停車のマイクロバスは、その代替であったのか、車体に大きく「JRバス」と書いてあった。

ニュートリノとは

ニュートリノ(ν)とは、電子やクォーク(陽子や中性子のモト)と並ぶ素粒子の一つであり、1930年にW. Pauli(泡)が存在を予言し、1933年にE. Fermi(伊)が命名し、1956年にF. Reines(米)が原子炉から実際に放出されていることを発見した。Pauliは1945年、Fermiは1938年、Reinesは1995年にノーベル物理学賞を受賞している。

パウリがその存在を予言したのは、放射性物質が放出する α 線と γ 線はエネルギーが揃っているのに β 線はそうならない謎を解くためであり、中性の素粒子という意味で“neutron”と名付けていた。1932年に現在我々が中性子と呼んでいる素粒子が発見され、この名称はそちらに使われたが、それはパウリの予言したものではなかった。フェルミは中性子発見の後、パウリの考えに沿って β 線放出の機構を解き明かし、この粒子に“neutrino”なる名称を改めて与えたのであった。-inoはイタリア語で“小さい”を意味し、日本では“中性微子”と訳されていた。

* Kazuaki KATOH KEK名誉教授/弊社アドバイザー 本誌編集委員

今日では、多種多様の素粒子の存在が知られており、ニュートリノの種類も反粒子を含めると6種類あることが知られている。そして、自然界に存在する4種の力、“弱・強・電磁・重”のうち重力を除く3種は、標準理論と呼ばれる理論により統一的に理解できるとされている。

標準理論では、観測される素粒子のうちハドロン（と呼ばれる属）は、質量固有状態にある6種類のクォーク{u,d,c,s,t,b}からなる複合粒子（flavour混合）であり、また、それに対応して（もう一つの属である）レプトンが6種類、{e,μ,τ,3種類のν}、あるとしている。νは反粒子を含め6種類存在することになった。

KやSKでは様々なνを検出しその性質を解析できるのである。そして、1998年のSKにおける観測で、標準理論では予期していなかったニュートリノのフレーバー混合が起こっていることとνには質量があることが証明されたのであった。SKで実在が検証された“ニュートリノ振動”（本稿では説明省略）は標準理論では説明できず、この現象の理解が未知の理論の研究の糸口になると期待されている。

神岡のニュートリノ研究施設

Kは、1979年に前記小柴昌俊先生が提唱、1983年に完成、1987年2月に、16万年前に大マゼラン星雲の中で起きた超新星爆発でつくられたニュートリノを偶発的に検出（13秒間に11箇）したことで世界を驚かせ、2002年のノーベル物理学賞受賞に至った。SKはKの後継施設である。タンクの水量が3,000トンから50,000トンに増大され、電子回路やデータ処理のシステムなど他の性能をも大幅に向上させたもので、1996年の完成以来、画期的な研究成果を連発し、2015年の梶田隆章先生のノーベル物理学賞受賞に繋がったことは、国民の記憶に新しい。

SKでは、直径40m、深さ41.4mのタンクに50,000トンの超純水を蓄え、直径約50cmという超大型の特製“光電子増倍管（PMT）”を11,200本内部に配したものが“センサー”であ

り、SKの目玉と見做されているが、大量のデータを高速で高度に処理するためのシステムや超純水の製造・水質監視のシステムなども備えていて、どれをとっても“世界最高”を誇れるものとなっている。

訪問時には、保守と性能改良のためSKは稼働を停止し様々の工事を行っていて、一昨年から始められた超人気（昨年は300人の定員に6倍以上の応募があったと仄聞）の一般公開も今年はお休みとなっている。そんな中での今回の見学は、SK施設長（中畑雅行教授）の特別のお取り計らいで実現できたものである。水タンクの蓋が開けられたのは実に12年振りのことで、同行の永宮正治先生（J-PARC初代センター長；米コロンビア大学・東京大学の元教授）も、神岡には何度かきているが中を見るのは初めてとのことであった。

筆者は、Kが完成した1983年に、現地を見せて戴く機会を得ていた。文部省学術審議会原子力専門部会の委員を拝命していたことによる。その時は、神岡鉱山のトロッコに乗り、頭上に1,000mの岩石（と土）を抱く実験施設まで運んでもらったが、今回は（公道も走れる）8人乗りの専用ワンボックス車であった。35年振りにみる地底の景色は当然のことながら大層な様変わりであった（鉱石の採掘は2001年06月で終了）。余談であるが、2003年08月27日に、当時の小泉純一郎首相もここに立たれたとのことである。

実験装置が、狭い坑道でつながれた、山の地下1,000mの鉱石採掘場に置かれているので、



中畑施設長による概要説明(入坑前)



坑内施設に通じるトンネル



坑内の様子(その2)



坑内の様子(その1)



中畑施設長による概要説明(坑内)

建設や稼働・保守のために施設への出入り、作業には、細心の安全対策が講じられている。入坑者は、すべて、安全確保に係るガイドラインを渡され、「読んだこと、内容を理解したこと、規定・指示に従うこと」を事前に書面で誓約させられる。その中には「酒気を帯びては入坑しない」などというのもあったが、転倒や出火や空気汚染の防止などに加え、不注意による“携帯品”などの水槽内への落下防止に、細心の注意が払われているのであった。

2度のノーベル賞受賞は、研究当事者たちの比類なき着想と努力の賜物であることは当然であるが、陰にそれを支えた日本の技術力があることも強調されなければならない。マスコミの報道では研究成果の解説に力点が置かれることが多い中で、例えば、朝日新聞では梶田受賞の3月後(2016年03月13日)の朝刊に「受賞支えた日本のわざと精神」という1頁を使った解説記事を載せている。地下岩石の掘削は三井金属鉱業(鉱山所有者)、巨大PMT製作は浜松ホトニクス、情報処理システ



SK入り口

ムは富士通、タンクの製造は三井造船、超純水の製造はオルガノが担当した。

オルガノ社のホームページに掲載されているSK超純水特性値の表によると、比抵抗17.5 MΩ・cm以上；微粒子(0.2μm以上)10個/cc以下、同(0.1μm以上)100個/cc以下；バクテリア1個/cc以下；溶存酸素1 ppm以下；U, Ra, Th, Rnの濃度は毎立方メートルBqを単位としてそれぞれ1,1,0.1,1以下、とのことであるが、SK研究者の実測では、U238に対して、 3×10^{-15} g/g以下、

Th232に対しては 4×10^{-14} g/g以下という値を得ているという。放射能濃度 [Bq/m³] に換算すると、U238に対しては 4×10^{-5} Bq/m³以下となり、ここに書かれている数値よりかなり小さくなっている。

SKの宇宙線由来ミューオン (μ) の検出は毎秒2個とのことである。標高1,360mの“池の山”の地下1,000mの場所にあり、上部被覆体(土壌と岩石と鉱石)の平均実効密度は2.7 [g/cm³]とのことである。最小電離粒子の阻止能を2 MeV \cdot cm²/g と仮定すると、SKに到達できるのは飛程1 km以上、即ち運動エネルギー540GeV以上のものということになるが、SKに到達する宇宙線ミューオンの平均(?) エネルギーは1 TeV (1,000GeV) と評価されているとのことである。地上における μ の強度は、このような超高エネルギーの成分については、角度分布がほぼisotropicalと思われ、SKに到達する μ の地殻透過距離は天頂から入射するもの(1 km)より大となっているものも多くても不思議

はない。阻止能の値も、いわゆる相対論効果と密度効果により上記の値より高くなっているかも知れない。念のため付記するなら、地上から見える1 TeVのミューオンの寿命は、これも相対論的效果により、静止時のそれ(2.15 μ sec)の約10倍に伸びていて、SK到着前に寿命が尽きることはない。ともあれ、飛驒片麻岩を主体とする被覆体の遮蔽効果は驚異的である。

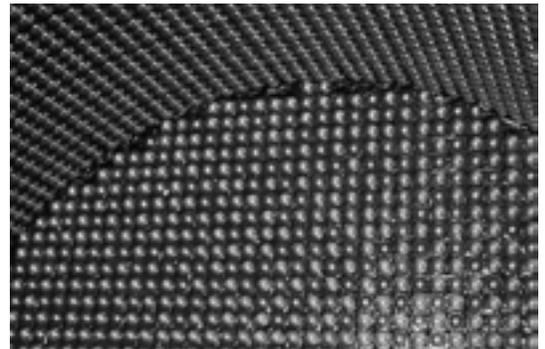
水の透明度は100m以上、漏洩水量は1日に数トンである。タンクはステンレス製で厚さ3~45mm。今回の改修工事は、この漏洩を止めるのも目的とされている。

SK改修の歴史

SKは、1996年04月01日に正式に稼働を始めたのであるが、改修などに伴い、その後の研究期間をSK-1,SK-2、などと呼び分けている。今回の改修は、水漏れ量低減のための手当て、機能が限度以下に低減した光電子増倍管(PMT)



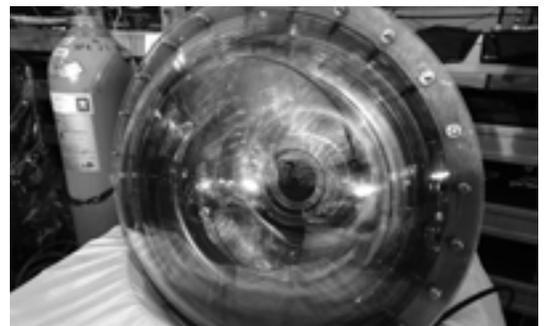
SK水槽外観



(トンボの眼) - II



SK水槽内のPMT群(トンボの眼) - I



SK用に開発された世界最大最高性能のPMT
(トンボの眼1個の拡大写真)

の交換などに加え、配管を増強して循環水量を上げることが目的である。この改修により、ニュートリノの“逆β崩壊”時に、電子とともに生成される中性子を“遅延同時計測”という手法で検出できるように、タンク内の水にガドリウムGd(という元素)を溶融させることができるようになる。本誌の読者にはご存知の方も多と思われるが、Gdは熱化された中性子に対し特異的に高い吸収反応断面積をもち、生成核の寿命が適当に短い上、放出ガンマ線のエネルギーが観測に相応しく高いという、特性を持っている。

SKの性能は、上述のように、これまでににおいても実に驚愕的なものであったが、研究者の“向上欲”は留まる場所がない。

MOEとSTAとの比較文明論

日本は1945年の敗戦から7年後に独立を果たし、以後世界から驚異的と受け止められる経済成長を遂げたのであるが、その中に、占領軍によって禁止されていた原子核・素粒子の実験的研究の再開と原子力の平和利用開始が含まれ、後に「2つの巨大科学」と呼ばれるようにそれぞれ発展を遂げてきた。

歴史を振り返ると、前者では原子力船むつ開発や高速原子炉もんじゅ建設の躓きが目に付く半面、学術会議が300億円と見積もったGeV級陽子加速器建設が1/4の認可予算をもって筑波(KEK)に成功裏に建設できたこと、SKが2001年11月大事故[#]に見舞われ、誰もが再起不能かと目を瞑ったにも拘わらず、関係者の必死の頑張りや、翌年12月に見事“再稼働”できた、といった事象を対比してみると、二つのムラの何がこのような結果の違いを生み出したのかという、疑問を抱かずにおられなかった。はっきりとした答えの見つからないまま時が過ぎたが、今回の神岡訪問から帰ってまもなくその答えが見つかった。それは、9月の末に熊本市の議会で議員の一人(女性)が、咳止めのために飴を口に入れて質問席に立ったところ、行儀が悪いと注意



中畑施設長と筆者

されたが、当人が謝罪を拒否したため、議会が8時間空白となり、結局、当議員に1日の資格停止処分が下されたという出来事があり、それをイギリスのBBC放送が、メイ首相が咳をしたとき野党議員がキャンディを差し入れた映像をバックに流しながら、日本は何という国かと(揶揄しているかのよう)に報じているのを目にしたことによる。原子力予算に守られる原子力のムラビトは“口に飴を入れない”人たちであり、豊かとはいえない文教予算を120%活用しようとするもう一つのムラビトたちは、咳を止めるためなら口に飴を入れる人たちなのである。誤解を怖れずもっと直裁にいうならGood BaddiesとBad Goodiesということになる。

[#]2001年11月12日11時01分に起きた大事故：補修作業後の給水中に1本のPMTが破裂、その衝撃波が総数約1万本(11,146本)のPMTの60%を失うという破壊の連鎖を引き起こした。生き残りに予備を加えた数千本にアクリルとFRPでつくった防護カバーをつけ、約1年後の2002年12月に見事“再稼働”に漕ぎ付け、またも世界中を驚かせたのであった。戸塚洋二先生(故人：当時のSK施設長)の大きな指導力によるものであった。

ハイパーカミオカンデ(HK)計画

標準理論ではνの質量をゼロとしていたの、(νが質量を持つと分かった今)これからの素粒子物理や基礎物理の発展にニュートリノ実験物理は重要である。6月初旬ドイツのHeidelbergで開かれたニュートリノ物理の国際学術大会は「(SKによる)ニュートリノ振動発見20周年記念」のタイトルがつけられ、

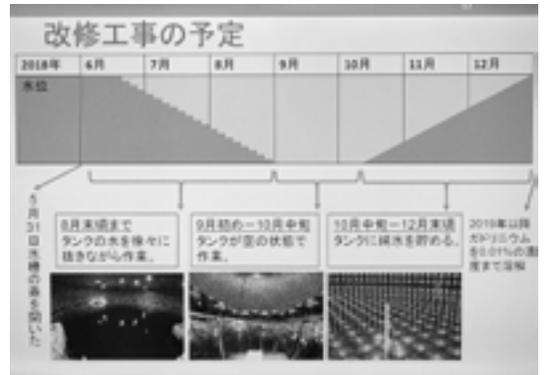
CERNのニュートリノ研究施設のリーダー A. de Roeck教授（ベルギー大学）は、CERN Couriel誌の2018年7/8号巻頭に「現在は“A golden age for neutrinos”である」との見解を載せている。

ICRRではSKに続くHK(Hyper Kamiokande)の建設を計画中である。水の有効質量は19万トン、使用するPMTの数は約4万本で、性能はSKの約10倍である。建設の目的にはカミオカンデ建設の当初の目的「陽子崩壊の検出による大統一理論の検証」も復活して掲げられている。文科省は、国際共同事業としてその調査費を2019年度の概算要求に織り込むとみられる。第1期675億円とレプトンのCP非保存を検証するためのJ-PARC補強費等72億円が見積もられている。SKの建造費は（当初6年で）100億円であった。

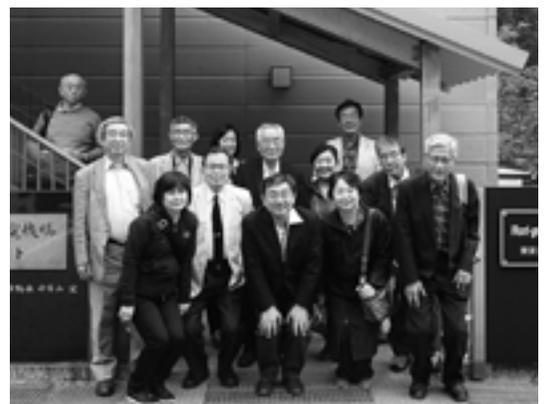
カミオカンデは当初素粒子理論の大統一理論（GUT）検証を目的に陽子の崩壊寿命測定を主目的に据えていたことからKamioka Nucleon Decay Experimentの頭を集めて作られた略号とされていたが、ニュートリノ検出に成果があがってきたため今ではKamioka Neutrino Detection Experimentの略とされている。HK計画では、陽子崩壊の検出を再び主目的に据えているので、Kのカミオカンデには両方の意味が込められることになりそうである。

「二度あることは三度ある」という経験則(?)もある。神岡鉱山から新しくまた金メダルがつくり出されることを心から期待している。

カミオカンデが後継のSKにバトンタッチした後、その跡地に東北大学が発光体を水から液体シンチレータに替え、反ニュートリノ検出に特化した装置カムランド（KAMLAND = Kamioka Liquid Anti-Neutrino Detector）を建設した。原子力発電所から飛来する反νを検出し成果を上げてきたが、稼働中の国内原発が少なくなったので、ニュートリノ物理学の発展を願う者にとっては、残念なことになっている。しかし、地殻内にあるU/Th起因



今回のSK改修工事の工程



この日の特別見学者一行

のニュートリノの測定を通し、地球物理学の発展に特筆される研究成果を出している。

因みに、米国で行われた太陽ν検出の先駆的研究ではテトラクロロエチレンが使われ、また、米国で建設中の大型ニュートリノ実験施設（DUNE）では液体アルゴンが使われる予定と聞く。

謝 辞

本稿のbrush-upにお力添えを戴いた多くの方々、とりわけ、素案を丁寧にお読み下さり、数値等の誤り是正と記述の改善に貴重なアドバイスを沢山戴いた、中畑雅行、永宮正治、荒船次郎（元宇宙線研究所長）の三先生に、心からの謝意を呈する。

(2018年11月05日記)



原子力・切手と父 三島良績



三島 良直*



1. はじめに



私の父、三島良績がこの世を去ったのは1997年1月10日でもう22年前のこととなった。享年75歳という今の時代では早すぎる最後であったが、父はなくなる直前まで次の春には仕事に復帰すると言いつづけていたことをよく覚えている。父の性格は何より几帳面で、例えば小学生の頃から日記を付けること60余年というだけでも敬服するところであるが、晩年のヨーロッパ旅行の際中にバグページが無くなり入っていた日記帳を失ったことにもめげず、その年の日記帳を新たに買って何週間もかけてそれまでの毎日について思い出す限りを綴ったというのはいさや執念であった。

父の几帳面さは材料工学分野の学者としての生き方はもちろん、趣味においても半端ではなかった。特にものを書くのが好きで、家にいるときもいつも何かを書いているという印象が強かったが、電車に乗っても席が空いていると座って何やら書き始める。専門の論文や、解説記事などに加えて、切手収集、草野球、そして猫が大好きであったのでそれらを楽しみながら享受した様々な蘊蓄や体験をエッセイのような形で世に出すことが生きがいのようなようであった。そんな父による原子力と切手にかかわる出版物について簡略ではあるが紹介したい。

2. 父の原子力と切手とのかかわり



父は1921年生まれで東京帝国大学第二工学部冶金学科（その後の金属工学科）を卒業、

大学院に進学して工学博士の学位を取得後、助手、助教授として教育、研究に注力した。その後1963年に東京大学工学部教授（核燃料工学、基礎工学）に昇任して原子力分野での活動に従事した。退官後の1988年には日本原子力学会長に就任、同年に高融点金属の研究と工業標準化への功績により米国ASTM功績賞受賞、さらにジルコニウムの研究への貢献によりクロール国際賞を受賞した。また1990年には原子力平和利用研究への貢献により、米国原子力学会（ANS）からシーボルク賞を受賞するなど多くの功績を残した。

一方で父は切手の収集家としても有名であり、ここでもその几帳面ぶりをいかに発揮していた。父の切手収集の方法の中で大きな位置を占めていたのは外国の友人との郵送による交換であった。郵便受けには頻りに外国からの封書が届いていたが、父は届いた内容（どの国の誰からどのような切手が何枚）を日記帳に付けていて、毎年年末の仕事納めから正月にかけてそれらのデータを基に丁寧にアルバムに整理する作業をしていた。切手収集家は国別や動物、植物など特定のテーマを持っている人と、父のように手に入る切手を国別に整理するジェネラリストとに分けられるようである。父のアルバムは大変によく整理されており、30冊ほどになっていたが父の死後それをどうするかを母と相談した結果、取められた切手の保存環境も含めて逓信博物館に寄付することにし、博物館には快く受け入れていただいた。父はさらに切手の製造法、例えば凸版印刷やグラビア印刷などの印刷技術の発展の歴史や目打

* Yoshinao MISHIMA 東京工業大学 名誉教授

ち（切手シートから一枚の切手を取り出すための周辺の小さな穴）の付け方に関しても海外の技術と比較して論じ、「切手集めの科学」（同文書院）というその道ではかなり知られている単行本も出版した。筆者は小学生の時に父親についての作文に「私の父は毎日大学に行って切手の研究をしています」と書いて両親に叱られた覚えがある。またその頃父は筆者に切手収集のやり方を教えようと様々な努力をしてくれたようであるが、まったくズボラな息子にあきれ果ててやめてしまったようである。

3. 原子力の歴史と切手の関係

~~~~~

父は1983年（昭和58年）10月に「切手でつづる原子力」という単行本を（株）サンケイ出版（現存しない）から発刊している（図1に表紙のコピー、原本ではカラー印刷）。日本の原子力発電の始まりは1963年（昭和38年）10月26日に東海村の日本原子力研究所（当時）に所有の動力試験炉（JPDR：Japan Power Demonstration Reactor）が発電を開始し、研究所近くの東海クラブの電灯を点けたのが最初とのことである。それから20周年を迎える機会に長年切手を集めてきた立場から、切手や関連の郵便物、郵便局のスタンプ（消印）、写真などをならべながら原子力の平和利用の経過と現状、そしてこれからを語ってみようというのが発刊の動機であると父は前書きで述べている。この本はもちろんすでに絶版であり、筆者がAmazonで調



図1 「切手でつづる原子力」表紙

べてみても手に入るのはもちろん中古でかなり限られている。

全127ページこの本の構成は以下の通りである。

- 第一章 アイゼンハワーの提案で始まった平和利用
  - \* 原子力とは、核反応とは
  - \* 核反応で出る特大なエネルギー
- 第二章 潜水艦の原子炉陸へ上がる
  - \* 動力炉タイプに二つの流れ
  - \* 海水淡水化、暖房にも一役
- 第三章 放射線利用はジェットエンジンの検査や品種改良にも
  - \* 脳腫瘍なおしに来日する外人
  - \* たくさんあるキュリー夫人とレントゲンの切手
- 第四章 ノーベル賞継続出の原子物理
  - \* 原子核は太陽、電子は惑星
  - \* “原子の火” 第一号はシカゴ大学グラウンド下
- 第五章 原爆は作るな、世界で監視
  - \* 放射能の寿命は長短いろいろ
  - \* 反核切手の最初は日本
- 第六章 二十一世紀のエース高速炉を目指して
  - \* いまの炉の湯加減は最高三四〇度
  - \* 当分は勉強、核融合の実用化
- 第七章 ゼロから出発、今や世界のトップ
  - \* 三原則厳守で平和利用
  - \* エクスボ'70に送電、日本商業発電のはじめ
- 第八章 原子力切手リストの見方と利用法

この章立てと各章の2つの中項目を見ると原子力に携われてきた皆様には現在に至る36年間の時の流れを感じられることと思う。各中項目には関連する事象のわかりやすい解説と、これらに因む切手が紹介されている。そして第八章には父の友人の収集家で原子力にかかわる切手収集をテーマにしてこられた3名の方による膨大なデータとその利用法が整理されている。以下に本書を構成するいくつかの興味深い切手とその説明文を本文から引用して（『 』部分）示す。

図2は1955年7月28日に米国で発行された3セント切手である。『1953年末の国連総会でアメリカの当時の大統領アイゼンハワーが“Atoms for Peace”という提案をしました。今まで人間が使ってきた化石燃料にかわって新しく得た核分裂エネルギー利用の知識を役立て



図2 原子力平和利用提唱 ATOMS FOR PEACE：地球をめぐる原子構造図  
1955.7.28 米国発行

ようというのです。そしてこのための知識を持ち寄って平和利用を進めるための第1回の国際会議を1955年8月にスイスのジュネーブのパレ・デ・シオンという嘗て国際連盟本部があった建物で開くからみんな集まれ、と提案しました。これが原子力平和利用というのを正式に国際的にうたった始まりです。この切手の中にはアイゼンハワー提言の中の文句、“To find the way by which the inventiveness of man shall be consecrated to his life” が引用されています。』この切手はこの提案を周知するために発行されたもので1億3千万枚余売られたそうである。

『このアイゼンハワー大統領の平和利用の提唱を受けて、いろんな国が原子力の平和利用を始めたわけですが、原子力の平和利用を推進すると同時に、この爆弾のもとになりそうなものを国際的にもよく連絡をとって、みだりに軍事利用などに転用しないように気をつけなくてはいけないということになり、原子力の平和利用を国際的にちゃんと相談してやる機関として、国際原子力機関をつくろうということになったわけです。』 図3はその機関であるIAEA (International Atomic Energy Agency) が創立され1958年にオーストリアのウィーンに事務局を置くことになった創立記念切手である。この切手はニューヨークの国連本部が1958年2月10日に発行したもので3セント、8セントの2種類である。

原子炉の平和利用は20世紀後半以降においては発電所を作って社会に電力を供給することが主流となったが、米国は第二次世界大戦末期に原子爆弾という兵器を作るため核分裂を起こす天然ウランの中に0.7%しか含まれていないウラン235を高濃度に濃縮する技術を持っ



図3 IAEA 発足記念：国連紋章と原子構造図形  
1958.2.10 国連ニューヨーク局発行

ていた。したがって核分裂を制御して発電する技術においては3%まで濃縮したウラン235を燃料として水等の冷却材により熱を取り出すとともに核分裂を連続して起こすために必要な熱中性子も作る仕組みとして軽水炉、沸騰水型原子炉 (BWR)；加圧水型原子炉 (PWR) 等を開発した。興味深いのは米国がこの技術の最初の利用は発電所ではなく潜水艦の動力に使ったことである。『原子力は油をたく船と違って空気がなくても核燃料は燃えますから、北極の氷の下をまったく給油しないで、こちらから向こうへ抜けるという潜水航海に成功しました。』 図4-1はその潜水艦ノーチラス号の切手で1965年5月25日にパナマ共和国で原子力の平和利用シリーズとして発行されたものである。図4-2はアメリカが1959年に出した北極探検50周年に因む特殊切手でロバート ピアリ提督の犬ぞりによる北極横断50周年の記念行

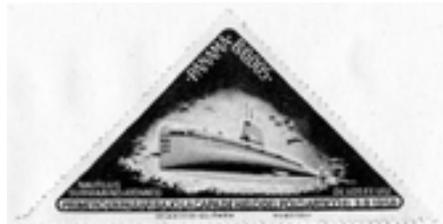


図4-1 米原潜ノーチラス号(原子力平和利用シリーズ切手) 1965.5.25 パナマ発行



図4-2 北極探検50周年記念：犬ぞりと氷の下のノーチラス号 1959.4.6 米国発行



図5-1 広島平和記念都市建設記念：バラを持つ女性 1949.8.6 日本発行

事としてノーチラス号が北極海を潜航横断したことに因んだものである。

ご紹介している本の第三章に「反核切手の最初は日本」という中項目がある。『第2次世界大戦後すぐに原爆反対という主張が起こりました。今日では核廃絶という表現もあります。そもそも広島、長崎に最初の爆弾が落とされたのですから、日本人には原爆反対は当たり前ですが、当時の占領軍の手前そうはっきりした切手を出せなかったために1949年に広島平和都市建設記念、長崎国際文化都市建設記念という名目で特殊切手を出しました(図5-1、5-2)。実質的に核兵器反対を主張した切手の世界第一・二号と言えましょう。外国では東ドイツがまず1950年に出した反戦周知の4種の切手の中の一つとして原爆反対、原爆キノコ型の雲を描いてまっぴらごめんと手で断ったという凶案のものが出ています。(図5-3) その後も原子力の軍事利用反対といったような表示をした切手はかなりあります。』

#### 4. おわりに

父は日本の原子力発電にかかわる技術の進展を1960年代から晩年に至るまでの40年余にわたって見守ってきた。よく新幹線を日本に導入し定着するまでの過程において特に重要な安全に係る技術の進展と比較されるように、我が国のこれら2つの技術を育てたエンジニアの努力は世界に冠たるものであった。原子炉の安全な運転をさせるために考えられるあらゆる不具合の発生を防ぐためにはこれにあたる人間が慎重に慎重を期し、そして魂を注ぎ続ける気概を持つことが重要で、その点で父はことあるごとに日本の原子力技術は世界一だと自慢して



図5-2 長崎国際文化都市建設記念：平和記念像と鳩 1949.8.9 日本発行



図5-3 世界平和運動広報：原爆をさえぎる手 1950.12.15 ドイツ民主共和国発行

いた。あいにく21世紀に入るところから人為的なミスによる事故が散見されるようになり、そして未曾有の規模の自然災害に襲われた2011年の福島第一原子力発電所の事故も「想定外」で済まされない多くの命を奪った。これからも新しい科学技術が生まれ続け、その結果人間社会がより良いものに進化するためには、これに携わる我が国の科学者、エンジニアの心構えが世界一であってほしいと願うばかりである。

#### 著者プロフィール

|     |                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 学 歴 | 1973年3月 東京工業大学工学部金属工学科卒業                                                                                 |
|     | 1975年3月 東京工業大学大学院工学研究科金属工学専攻修士修了                                                                         |
|     | 1979年8月 University of California, Berkeley, Department of Materials Science and Engineering, 博士課程修了, PhD |
| 職 歴 | 1981年5月 東京工業大学精密工学研究所助手                                                                                  |
|     | 1989年11月 同 精密工学研究所助教授                                                                                    |
|     | 1997年4月 同 大学院総合理工学研究科材料物理科学専攻教授 (～2011年3月)                                                               |
|     | 2005年4月 同 評議員 兼務 (2006年3月)                                                                               |
|     | 2006年4月 同 大学院総合理工学研究科長 兼務 (～2010年3月)                                                                     |
|     | 2010年4月 同 フロンティア研究機構長 兼務 (～2011年3月)                                                                      |
|     | 同 センター長会議主査 兼務 (～2011年3年月)                                                                               |
|     | 2011年4月 同 ソリューション研究機構長 兼務 (～2011年10月)                                                                    |
|     | 2011年10月 同 理事・副学長 (教育・国際担当) (～2012年9月)                                                                   |
|     | 2012年10月 同 学長 (～2018年3月)                                                                                 |
| 学 会 | 2010年3月 社団法人日本金属学会 会長 (～2011年4月)                                                                         |
|     | 2010年3月 社団法人日本鉄鋼協会 理事                                                                                    |
|     | 2003年6月 社団法人日本熱処理技術協会                                                                                    |
|     | 2012年 同 会長 (現在に至る)                                                                                       |
|     | 2005年1月 国際熱処理・表面処理学会 (IFHTSE)                                                                            |
|     | 2007年1月 同 会長 (～2007年12月)                                                                                 |

## 「第14回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ (The 14<sup>th</sup> International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring)」 が開催されました！

2018年12月8日(土)、9日(日)の2日間にわたり、第14回放射線モニタリングに係る国際ワークショップ (The 14<sup>th</sup> International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring : IWIRM14) が開催されました。茨城県大洗町の(株)千代田 テクノル テクノル・コンベンションセンター -Hosoda Hall- においての開催は今回が6回目となりました。2日間で31件の講演、66件のポスター発表、1件のパネルディスカッションが行われました。

今回のワークショップには、日本の他、イギリス、イタリア、オーストリア、クロアチア、スイス、スペイン、フランス、ベルギー、ポーランド、ブラジル、インドネシア、カザフスタン、韓国、タイ、中国、オーストラリア、アメリカの18か国、48機関から226名(海外37名)が参加しました。Dražen Hrastić 駐日クロアチア大使にもご出席頂き、開会に際しご挨拶を賜りました。

機器展示会場ではガラスバッジの他、マンモQC測定サービス、DoseAce (小型ガラス線



山本組織委員長(左)と小谷大洗町長(右)

量計)、DOSIRIS (水晶体用線量計)、ガンマ・キャッチャー (γ線可視化装置)、ガンマ・トレーサー (可搬型モニタリングポスト)、汚染サーベイメータ校正等の展示を行いました。また隣接するラディエーションモニタリングセンターの見学ツアーも実施しました。

このワークショップは、毎回大洗町の全面協力を得ております。今回も小谷隆亮大洗町長に開会と懇親会でのご挨拶を、また開会では大井川和彦茨城県知事にもご祝電を賜りました。



第14回国際ワークショップ参加者の皆さん(テクノル・コンベンションセンター玄関前にて)

講演では、医療放射線の測定や環境モニタリング、各種線量計の応用、ガラス線量計や新たな材料を用いた基礎的検討など多岐にわたる研究の現況が報告されました。また、2日目に開催されたパネルディスカッションでは“外部被ばくの実用量に関するICRU/ICRP共同レポート”をテーマに、Hannes Stadtmann氏（ザイバースドルフ研究所、オーストリア）をコーディネーターとして、Thomas Otto氏、Jonathan Eakins氏、黒澤忠弘氏、Francesco d’Errico氏、Pawel Marcin Oliko氏、Filip Vanhavere氏の6名のパネリストによる活発な意見交換が行われました。

ポスター発表では、大学院生を中心に放射線測定技術に関わる様々な研究成果が発表されました。今回は1日目と2日目それぞれで参加者間の投票を行い、各日の1位から3位までが優秀ポスター賞（1日目：Dolphin prize、2日目：Sea lion prize）として懇親会で表彰されました。また、2019年9月に広島で開催される第19回国際固体線量計測会議（SSD19）への参加費が授与されるSSD19 Awardも選出されました。

### 【1日目】

#### ◆◆金賞◆◆

“Fingernail dosimetry using electron spin resonance for radiation disaster”

Gonzales Chryzel Angelicaさん（広島大学）



パネルディスカッションの様子

#### ◆◆銀賞◆◆

白鳥 大毅さん（奈良先端科学技術大学院大学）

#### ◆◆銅賞(2名)◆◆

川本 弘樹さん（東北大学）

金森滉太郎さん（名古屋大学）

### 【2日目】

#### ◆◆金賞◆◆

“The role of splicing factor SART1 in DNA double-strand break repair by homologous recombination”

Shakayeva Aizhanさん（長崎大学）

#### ◆◆銀賞◆◆

磯川 裕哉さん（奈良先端科学技術大学院大学）

#### ◆◆銅賞◆◆

黒澤 俊介さん（東北大学）

#### ◆◆SSD19 Award◆◆

“Development of Optical Fiber-based Neutron Detectors Using 6Li Scintillator”

石川 諒尚さん（名古屋大学）

本国際ワークショップは14回目を迎え、益々内容が充実してきました。(株)千代田テクノルは事務局として運営を担当しております。次回以降も、放射線モニタリングの国際的な情勢や最先端の技術に関する活発な情報交換・議論を行う機会として、本国際ワークショップがより有意義なものとなるよう、関係者一同努力して参ります。



懇親会の様子

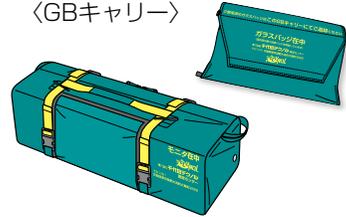
サービス部門からのお願い

## GBキャリア(ゆうパック)でガラスバッジをお届けしているお客様へ

平素より弊社ガラスバッジサービスをご利用くださいまして、誠にありがとうございます。

2019年4月より、ガラスバッジ専用の集荷フリーダイヤルが廃止となります。これにともない、GBキャリア(ゆうパック)の集荷フリーダイヤルが変更となりますので、お知らせいたします。

〈GBキャリア〉



【現在の集荷フリーダイヤル】

2019年3月31日廃止：ガラスバッジ専用集荷フリーダイヤル 0120-22-9080

【新しい集荷フリーダイヤル】

2019年4月1日より：ゆうパック専用集荷フリーダイヤル 0800-0800-111

## 編集後記

- 今月の巻頭は、韓国の三星ソウル病院とその放射線診療・治療での安全管理について、同院のキム・ジョンソン氏が紹介しています。最新医療を適切に提供できるよう患者のみならず関係者すべての線量管理を進め、その精度向上にも努めているとのこと。当社のサービスもその一端を担っています。今後とも健康の増進と患者の幸福を追求して、病院-研究所-学校-企業による連携の範として、さらに発展されることを期待しています。
- 中川恵一先生のコラムでは、医療被ばくと平均寿命を病院へのかかり易さから論じています。米国民間医療のメリットを導入して国民皆保険を維持するしかないのでは？
- K、SK、HKは、加藤和明編集委員による施設訪問記にある施設の頭文字です。12年ぶりに蓋を開けたSKを目の当たりにされた僥倖は

徳の為すところか。大型施設は、足許の覚束無いところには有り得ないでしょう。

- 三島良直先生が、ご尊父良績先生の原子力と切手にまつわる思い出を寄せられました。事実を整理して積み上げ学問を築くことに長けた良績先生は、平和利用と安全の間に埋没しがちな科学者、技術者の努力を世界一の原子力技術と自慢されました。努力と気概、心構えが改めて求められています。
- 14回を迎えた放射線モニタリングの国際ワークショップでは、若手の活躍が評価されました。新たな発想、新たな試みが期待されます。
- 統一地方選挙が始まります。地域での生活に直結する自治体の首長などを選ぶので、多くの投票が期待されるものの、争点が少ないときにはそうでもない。より良い生活を求めて活発な議論がたたかわれますよう。(青山 伸)

## FBNews No.507

発行日／平成31年3月1日

発行人／山口和彦

編集委員／今井盟 新田浩 中村尚司 金子正人 加藤和明 青山伸 河村弘  
谷口和史 岩井淳 片桐和真 小口靖弘 高橋英典 和田卓久

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／03-3816-5210 FAX／03-5803-4890

http://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371円)