Photo Masaaki Abe

Index

祝 500号記念　FBNews創刊500号によせて
今井　裕・甲斐　倫明・草間　朋子・佐々木康人・杉浦　紳之
高橋　明男・高橋　浩之・中澤　靖夫・畑澤　順・松田　尚樹
山下　孝……1

［こころの散歩道］
１年の月の話……中村　尚司　10

「JIS Z 4345：2017 X・γ線及びβ線用受動形個人線量計測装置
並びに環境線量計測装置」に対応したガラスリング改良のご紹介…　11

図説　量子ビーム・放射線利用
－第１回　序論－……岡田　漱平　15

平成30年度放射線安全取扱部会年次大会（第59回放射線管理研修会）…　18

〔サービス部門からのお願い〕
ガラスバッジの装着について……　19

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

祝 500号記念

＊五十音順にて掲載させていただきます。

FBNews創刊500号に寄せて

公益社団法人日本医学放射線学会
理事長　今井　　裕

この度、フイルムバッジ・ニュースが、創刊500号を迎えられたことに、心からお祝い申し上げます。放射線業務従事者、とくに医療においては放射線医療に携わる診療従事者の外部被ばく線量を測定するフイルムバッジの意義は、極めて重要です。1895年11月８日にWilhelm Conrad Röentgenが、X線を発見して以来、Röentgen自身も皮膚障害や脱毛などのX線障害について気付いており、鉛板を用いて防護をしていたとの記録もあります。その後、多くの研究者や学会により、X線の有用性のほかに障害についても研究されるようになりました。そして、1907年10月にX線管球職人であったRome Vernon Wagnerは、感光板をポケットに入れ、毎晩、どの位被ばくしたかを調べていることをAmerican Roentgen Ray Society の会議に報告しています。これは、まさにX線の個人モニタリング測定、すなわちフイルムバッジの原点であったと思われます。しかし、当時はあまり注目されませんでした。そして1920年代になって、Hermann J. MullerによるX線照射により突然変異が誘導されること、さらに染色体異常が生じることが知られるようになり、個人モニタリング測定が注目されるようになったのです。我が国における個人線量計の研究は、1951年頃からはじめられ、1954年の暮れに千代田レントゲン（現在の千代田テクノル）がフイルムバッジによる個人線量測定サービスを開始したのがはじめです。

FBNews創刊500号によせて

日本医学放射線学会では、国民が安心して放射線医療を受けられるように医療被ばく低減にむけての種々の取り組みをしています。これは単に医療機器の改良による被ばく低減のみならず、検査オーダーでの適切な検査選択を考えるChoosing Wisely、あるいは画像バイオマーカーの標準化の概念の導入など、異なる複数の取り組みによる大きなフレームワークでの医療被ばく低減を検討しています。そして、これらの作業は同時に医療における放射線業務従事者自身の被ばく低減にも直結します。とくに最近問題となっているのは、IVRにおける医療被ばくで、術者や介助者らに対する被ばく管理の重要性です。IVRを実施している際に、術者がその作業中における患者や術者自身の被ばく線量を常に検知し、リアルタイムに表示する線量計なども必要な時代になると思われます。

FBNewsが今後もより多くの方々に愛読され、重要な情報を発信することにより我が国の安全な放射線医療の発展に寄与されることを心から祈っております。

個人線量計の役割

一般社団法人日本保健物理学会
会長　甲斐　倫明

FBNewsが創刊500号を迎えたことを心からお祝い申し上げます。保健物理の道を歩み始めた大学院生時代から約40年、FBNewsを個人線量に関する有益な情報誌として活用してまいりました。

職業被ばくの管理に個人線量計が果たす役割はこれまで以上に大きなものになってきていると感じております。放射線障害防止上、法令の線量限度を超えないよう測定によって把握し、その結果によっては作業環境を改善したり、作業計画を見直すといったフィードバックとして個人線量を活用することも少なくなってきたように見えます。一定した作業環境の場であればそれを測定することで個人線量が推定できますので、個人線量は最終的な確認の意味で測定されてきたとこれまでは理解されてきたように思えます。

しかし、福島事故の経験や現存被ばく状況の放射線防護が重要視されると、状況が変わってきました。事故後の廃炉に向けた放射線環境での作業や、NORM（自然起源放射性物質）利用における作業では個人線量の測定が場の状況を把握する手段にもなってくるでしょう。また、計画被ばく状況においても、水晶体の線量限度の低減によって、複雑で一定しない作業の下では水晶体の線量を測定することが医療においてはとくに重要になってきています。

事故のような非日常的な状況においては、放射線の測定が信頼できる情報を与えるという点で多くの住民や支援者が測定を通して自らの被ばくの状況を把握する手段としてきました。その中で、福島事故後の汚染した地域では、個人線量を測定することは生活の中で日常的に受ける、より正確な情報を提供することになることがわかってきました。測定した個人線量を規準値や参考レベルと比較するだけでなく、最適化するための防護の情報として利用することで生活を改善したり、さらには生活者が自らの状況を把握する手段となることです。これは、これまで、個人線量計は職業被ばく管理の専売特許と考えてきましたが、事故後の被ばく状況では住民の放射線防護にも活用できることは事故からの教訓となりました。

最後に、すべての職業人の線量を一元化して登録して把握する国家線量登録システムの

祝 500号記念

確立を放射線防護関係者は１日でも早く実現したいと考えています。そのときには、FB Newsの役割が変わってくるかもしれませんが、個人線量計の役割は今一層重要なものになっていくことでしょう。

リスクコミュニケーションに長けた看護職の育成を目指して

一般社団法人日本放射線看護学会
理事長　草間　朋子

この度は､500号の節目を迎えた｢FBNews｣に執筆する機会を与えていただき感謝申し上げます。

放射線防護・安全の領域に足を踏み入れて、50年以上が経ちました。

この間に経験した二つの大きな原子力発電所の事故は、私たちが、放射線防護・安全の専門家としてステークホルダーとの直接的あるいは間接的な係わりをもつ努力が足りなかったことを痛感させられました。

1986年のチェルノブイリ原子力発電所の事故では、学生や学生の保護者までが「放射線」「原子力」に対してさまざまな形で拒否反応を示したことを今でも鮮明に覚えております。2011年の福島第一原子力発電所の事故では、放射線利用と最も密接な関係にある看護職をはじめとした医療スタッフの「放射線被ばく」「放射線防護・安全」に関する知識・技術の不足を痛感しました。

この二つの事故で抱いた想いを少しでも解決できたらと思いつつ、現在、看護職の人材育成に携わっております。

さらに、福島の事故を契機に、かつての同僚たちと協働・連携し、「放射線」と「看護」を統合した「放射線看護」を確立することを目指しております。患者さんたちにとって最も身近な医療スタッフである看護職が、効果的な放射線に係るリスクコミュニケーションを図っていくことにより、今後の放射線利用のさらなる進化・発展に貢献できるのではないかとの期待を込めております。

つい先日一般の方から、新生児に対して実施されたCT検査に対する相談を受ける機会があり、医療スタッフの放射線診療におけるインフォームドコンセントの徹底の必要性を痛感し、医療領域での放射線防護・安全の人材育成の道程の遠いことを実感しました。

人生100年時代を迎え、超高齢社会、人口減少社会を迎えているわが国で、生産年齢の人々の負担をできるだけ軽減できればと「生涯現役」のつもりで、看護職を中心に、放射線防護領域の人材育成に向けて知恵をしぼってまいります。

イオンビームを使って生まれた新品種の菊の写真を目にし、農業分野での放射線を利用したゲノム編集技術の進化に感動しました。この感動を一般の人々に伝えていくことも私たちの役割であると改めて認識しております。

祝創刊500号

公益財団法人放射線影響協会
理事長　佐々木康人

「FBNews」創刊500号達成をお祝い申し上げます。編集長と編集委員会の卓抜した企画力と不断のご努力に敬意を表します。

FBNews創刊500号によせて

平成23年３月11日の東日本大震災と巨大津波に続発した福島第一原子力発電所事故（福島事故）の対応に関わった専門家の中で、放射線健康影響の理解をどのように深め、説明するか悩んだ経験がある方は多いと思います。身近な例をあげれば、日本学術会議臨床医学委員会放射線防護・リスクマネジメント分科会は、「報告　子どもの放射線被ばくの影響と今後の課題」を昨年９月に公表しましたが、批判を含む多くの話題を提供しています。議論の絶えない直線しきい値なし（Linear Non-Threshold：LNT）モデルについて、米国放射線防護審議会（National Council on Radiation Protection and Measurements：NCRP）は最新知見を発表しました（Isotope News 本年４月号、保健物理６月号参照）。また、「FBNews」はわかり易い記事を適時掲載して、放射線の理解促進に貢献してきました。

放射線健康影響を評価するには被ばく線量が必要です。個人線量モニタリングに用いるフイルムバッジ（FB）から切り替わったガラスバッジ（GB）測定件数が、平成30年１月12日に累計6,000万件を達成したことが報告されました（FBNews No.497）。「FBNews」が「GBNews」と改称する時期が近いのかもしれません。福島事故の申し子とも言うべき「D－シャトル」も活躍しています。

市民の方々との対話のなかで、シーベルト（Sv）という単位で示される実効線量や実用量の説明は大変に難しく、放射線についての理解共有を阻害し、専門家が信頼を失った要因の一つであると思います。福島事故を契機にICRP/ICRUは実用量を見直す作業に取り組んでいます。

数値で表される線量の本来の意味が正しく理解されていない現状を多田順一郎氏が解説しておられます（FBNews No.497）。東大に「環境安全マネジメント学」分野を創設した飯本武志氏が唱導する「放射線影響の理解共有に自然科学、社会科学両方の視点が必要」に賛同する方々は大勢おられますが、異分野の専門家相互並びに市民との対話を重ねて、理解を共有し、信頼関係を回復する努力が十分なされているとは言えません。「FBNews」がその一翼を担って頂けることを期待しています。

FBNews創刊500号に寄せて

公益財団法人原子力安全研究協会
理事長　杉浦　紳之

「FBNews」が創刊500号を迎えられましたことに、心からのお祝いを申し上げます。

フイルムバッジとの出会いは30数年前のことである。卒業論文のテーマは全身カウンタに関するもので、大学院生になって初めて放射線業務従事者になった。管理区域への入館カードとフイルムバッジをもらったときの嬉しさをおぼろげながら思い出した。

その後、２つの大学で放射線取扱主任者として放射線管理の仕事に原子炉の管理を含めて長く就いた。フイルムバッジからガラスバッジへの変更がその間にあったが、記録レベルは変わらず0.1 mSvで管理されてきた。１月間の測定結果のほとんどは「X」であり、有意な測定結果は数えるほどであった。しかし、博士論文で実験を詰めて行ったり、原子炉の定期検査であったり、浴びる作業を行ったときの確かな記録が残されてきた。個人被ばく線量管理は放射線業務従事者の放射線管理になくてはならない基本事項であり、高い技術で安定したサービスを長く提供し続けられていることに改めて感謝申し上げます。

福島の事故以降、１時間毎のトレンドデー

祝 500号記念

タが測定可能なD－シャトルが開発され、住民の方が自らの行動（行き先）と被ばく線量の関係を理解するのに主に活用されている。ここ数年、避難指示が解除された地域にお住まいの方のデータを読み説明している。このほど引っ越し先が決まり、家の線量がどのくらいかを知りたい方がいた。先週の土曜日午前に行ったとのことであるが、その時間帯にピークはない。もしやと思い翌日曜日のデータを見ると小さなピークがあった。行かれたのは日曜日なのではとの問いに、そうだった、そんなことまで分かるのかと関心を持って頂き、他の日にちのデータのみならず、実は…と放射線についての疑問や不安に話は広がった。

事故直後に、細田会長から「この難局に千代田ができること、やるべきことは測ること。何をどう測ったら良いかアイデアがあれば教えて欲しい。」と聞かれたことを鮮明に覚えている。多くなされたであろう測定のすべてを承知していないが、近畿大学が行った川俣町の子どもたちのガラスバッジによる測定は、開始された時期も早く、測定データをもとに丁寧な説明が行われた。会長の意を汲んだ好事例ではなかっただろうか。

千代田テクノルのますますのご発展をお祈りするとともに、本誌が放射線の安全管理と利用の情報源として今後も号数を重ねられることを願っています。

FBNews創刊500号記念によせて

一般社団法人日本原子力産業協会
理事長　高橋　明男

FBNews創刊500号、おめでとうございます。個人線量管理も今や電子線量計やガラスバッジの時代だが、「フイルムバッジ」という言葉には我々世代にとって郷愁を感じさせる響きがある。個人線量管理は原子力の仕事に携わる限り必要不可欠で「FBNews」は原子力の歴史とともに歩んできたといえる。

現在、我が国の原子力を取り巻く環境は厳しく、原子力発電への支持率は上がらず、震災後の再稼働も９基に留まっている。一方で世界を見ると原子力プラントの数は増え続けており、現在443基が運転中、63基が建設中、89基が計画中である（2018年１月１日現在）。

我が国では先ごろ第５次エネルギー基本計画の案が公表されたが、原子力については「優れた安定供給性と効率性を有し、運転時に温室効果ガスを排出しない重要なベースロード電源」と位置づけ、「依存度については可能な限り低減させる」と、現在の計画を踏襲している。しかしながら、政府が掲げる2050年温室効果ガス80%削減は原子力の更なる活用抜きでは見通せない。今世界で発電における温室効果ガス排出の圧倒的な優等生はフランスで、これは原子力発電比率が80％近いことによる。ちなみに2022年原子力発電全基停止予定のドイツの二酸化炭素排出係数（g-CO2/kWh）はフランスの約10倍、原子力発電所の再稼働が進まない日本は約12倍になっている（2015年実績、IEA統計より計算）。

このように地球環境問題から見れば原子力の利用は欠かせないが、国民の間には安全に対する根強い不安があり継続的な安全性向上努力が求められている。また、世界では建設費の高騰などによる高コスト化が問題となっている。こうした課題に対応するため国内外でイノベーションの必要性が盛んに言われている。

原子力は社会の持続的発展に貢献できる有力なエネルギー資源であるが、今何より社会

的信頼を得ることが課題であり、そのためにもイノベーションが欠かせない。簡単なことではないが、原子力関係者は協力してこの実現に取り組まなければならない。いつの日か「FBNews」がその結果を見届けることになる。

最後に60年にわたり放射線従事者が信頼できる個人線量測定サービスを提供している㈱千代田テクノルに対し感謝と敬意を表すると共に益々のご発展を祈念しています。

創刊500号に寄せて

NPO法人放射線安全フォーラム
理事長　高橋　浩之

FBNews創刊500号おめでとうございます。FBNewsは放射線安全管理総合情報誌として、基礎的な事項から最新の動向までをカバーされ、放射線に関連する業務に携わっておられる皆様には大変有用な情報誌として定着しているものと思います。時宜を得た企画を工夫されておられる編集委員の皆様、また、半世紀以上の永きにわたって放射線安全管理に関係する方々のために、このような情報の提供を継続してこられた株式会社千代田テクノル様には敬意の念を覚えるとともに、大変感謝を申し上げたいと存じます。本誌には放射線安全フォーラムの関係者からは、毎年、多くの寄稿をさせていただいており、これについても情報発信の機会をいただいておりますことに感謝を申し上げる次第でございます。福島第一原子力発電所事故前は、放射線関連分野は専門分野として独自の領域であったと思いますが、現在では、多くの人々が放射線についてなんらかの意識をもっておられます。放射線安全管理の専門家も、一般の方々とお話する機会も多く、放射線管理の考え方についてお話をされているのではないかと思います。そこで、放射線教育に関するご経験の紹介や、個々の専門家が一般の方々とどのようなお話をしたらよいのかなどの情報提供も、最新の情報の提供と並び、重要なことではないかと思います。放射線安全フォーラムでは、この２年間、市民公開講座を開催いたしまして、一般の方々に向けた情報発信を行っておりますので、そこでお招きした各講師の先生の感じられたことなども、そのうちご紹介していただければ、皆様にとっても有益なものとなるのではないかと存じます。最後にFBNewsの名称ですが、フイルムバッジの現物を見たことのない方も多いと思いますので、時代とともに進む意思表明とともに、FをGに一歩進め、ガラスバッジニュースを示すGBNewsへ展開されてはどうでしょうか。放射線安全フォーラムもその前身の放射線防護研究会からNPO法人に変わりましてから、また更に発展をしていることもございます。いろいろ書かせていただきましたが、創刊500号を迎え、今後も貴誌のますますのご発展をお祈りしております。

FBNews創刊500号によせて

公益社団法人日本診療放射線技師会
会長　中澤　靖夫

FBNews創刊500号、心よりお祝い申し上げます。

貴誌は1965年４月より長きにわたり放射線安全管理に必要な科学技術情報を配信され、放射線関連分野の発展に寄与されてきたこと

祝 500号記念

は社会的に高く評価されることです。初期の頃より病院等医療関連施設における診療放射線業務従事者のための放射線関連技術情報の発信、特に放射線被ばく防護技術の情報は臨床現場で大いに貢献してきました。また関係法令の改定情報をいち早く掲載し、臨床業務に役立てると共に、ICRP等の解説など放射線安全に関する世界的な幅広い情報も客観的に提供されております。さらに診療放射線技師の日頃の臨床医学技術研究、研鑽の情報発信の場としても有益な機関紙であると認識しております。

日本診療放射線技師会（本会）は国民の健康増進のために、医療関連団体・学会と連携しながら、診療放射線学の研究と教育、会員の職業倫理の高揚に努めると共に、質の高い診療放射線技術を提供するために努力してまいりました。チーム医療を推進するために各医療専門職種の専門性を活用しながら機能的な業務ができるよう、特に緊急医療の現場で読影の補助を推進すると共に、高度放射線治療の担い手として、放射線治療における品質管理士・医学物理士・専門放射線技師として活躍しております。また、2011年３月11日の東日本大震災発災後は被災者健康支援連絡協議会と連携しながら、放射線を被ばくしたのではないかと不安に思っている東北地域の住民の方々に対する放射線スクリーニング作業や、ご遺体に対する検案前の放射線サーベイを行ってきました。このような経験から現在では２府９県と原子力災害時の放射線被ばく防止に関する協定を結び、定期的に訓練を行っています。

この53年の間に、医療は飛躍的に発展してまいりました。診療放射線領域はアナログの時代からデジタルの時代となり、AI・IoT等がけん引する第４次産業革命の波及により飛躍的に医療システムが改革されようとしています。このような時代に高品質の医療技術を提供するために、AI・IoT技術を活用できる診療放射線技師の役割が益々重要になって来ております。本会は、国民・医療者と協働しながら、質の高い医療の提供に寄与すると共に、放射線被ばく相談など国民の福祉・健康増進のため幅広い活動を継続的に行っていく所存です。そのため、貴誌の様々な放射線安全関連技術情報、個人線量測定情報などは、これからも我々診療放射線技師に大いに役立つと考えております。

貴誌におかれましては、500号の実績を活かし今後もますます放射線安全管理の情報誌としてさらに発展されることを期待しております。

FBNews創刊500号によせて

一般社団法人日本核医学会
理事長　畑澤　　順

フイルムバッジニュースの創刊500号、おめでとうございます。心からお祝い申し上げます。1965年の創刊以来、休むことなく一歩一歩、一号一号を刻んできた皆様に敬意を表します。この50数年の間、社会も放射線を取り巻く環境も大きく様変わりしました。その間、本誌は放射線安全管理に関する情報を発信し、この分野の充実・発展に貢献されてきました。あらためて感謝申し上げます。

医療の現場でも、放射線利用は大きく変貌しつつあります。長い間ベータ線とガンマ線を放射するヨウ素131による甲状腺疾患の治療が行われてきました。ここ数年、ヨウ素よりも細胞殺傷効果の大きなアルファ線核種の

利用が始まりました。^{223}Raは前立腺癌の患者さんの治療に用いられています。医療現場でアルファ線核種を用いるのは初めてのことなので、病院環境の汚染、医療スタッフの被曝、廃棄物処理、帰宅後の患者さんの生活上の留意点など、配慮すべき点がたくさんあります。安全な医療体制のための教育や人材育成は日本核医学会の役割です。

昨年、第３次がん対策推進基本計画が策定され、その中に初めて「核医学治療」という言葉が記載されました。核医学治療の恩恵が広く国民に行き渡るようにしなくてはなりません。本邦では未承認の核医学治療を受けるために、たくさんの患者さんが海外の医療機関を受診していると聞いています。このような状況をなくすために、核医学診療国民会議を設立し、患者さん団体、患者さん支援団体、日本核医学会、日本アイソトープ協会、関連企業が協働して、規制当局の理解を得るための活動、広く国民の皆様に核医学診療をご理解いただく活動を開始したところです。

2017年の日本核医学会学術総会（アジアオセアニア核医学会と共催）に国際原子力機関（International Atomic Energy Agency, IAEA）の天野之弥事務局長をお招きしました。放射線科学、核科学、核医学の分野で、IAEA加盟国のために日本の高度な技術を発信していただきたいと激励いただきました。千代田テクノルのガラスバッジが国際的に認知され加盟国で利用されているそうです。

核医学の分野では、医療安全、核医学治療、国際化、人材育成（核医学専門医、核医学専門技師、核医学診療看護師など）がキーワードになります。創刊1000号には、どのような記事が載っているのでしょうか。これまで同様、歩みを止めることなく着実に、そこにたどり着くことを願っています。

FBNews創刊500号に寄せて

一般社団法人日本放射線安全管理学会
第８期会長　松田　尚樹

私が初めて放射線を取り扱うことになった大学４年生の時、学生実習で配布されたFB-フイルムバッジを誇らしげに白衣の胸ポケットに挿して、なんだか研究者になったかのような気分を楽しんでいました。長崎大では放射線取扱主任者としてもFBを挿し、その後、現在のガラスバッジになりました。福岡営業所の代々の担当の方にはずいぶんお世話になってきました。その間、インド・タミルナドゥ州の高自然放射線地域へガラスチップを持ち込んで、住民の外部被ばく線量評価をしたことは良い共同研究になりました。また、大洗で開催されている放射線モニタリング国際ワークショップには、毎年、留学生を連れて参加させていただき、良い教育交流の機会になっています。東京電力福島第一原子力発電所事故以降、個人モニタリングテクノロジーの社会への貢献には大いに感心しています。さらに、日本放射線安全管理学会には、その設立当初から多大なるご協力を賜ってきました。学術大会では国際ワークショップのために来日される著名な海外の先生に特別講演をお願いし、会員の国際交流の機会を与え続けていただいています。本学会の運営に関わってきた者として深謝いたします。

現在、私自身は、原子力規制人材育成事業の一つとして大学等放射線施設による緊急モニタリングプラットフォーム構築のための教育研究プログラムと、文部科学省の高度医療人材養成プログラムの一つとして放射線健康

祝 500号記念

リスク科学教育プログラムに関わっています。放射線の健全な利用推進と、いざという時の備えは、放射線安全の両輪だと思います。その両輪をつなぐものは放射線ラーニングであり、また良質のモニタリングテクノロジーになるでしょう。まだまだこれからもお付き合いは続きそうです。

鯛と蛸と明石焼き（地元では玉子焼き）で有名な兵庫県の明石市に、播磨灘の穏やかな海に面した鳥居のある古い神社があります。そこは、私が好きな散歩道でもあります。細田会長がこの神社の近くでお育ちになったことをいつの頃か知り、それ以来、この神社への散歩は私にとって特別な時間の一つです。明石のキラキラ光る海を想い起しながら、お礼の気持ちを込めて、FBNews創刊500号を心よりお祝い申し上げます。

FBは安心のお守り

公益社団法人日本アイソトープ協会
専務理事　山下　　孝

FBNews創刊500号おめでとうございます。記念号に一言を書かせて頂き有難うございます。私は放射線治療医として40年間、フイルムバッジ（FB）をいつも白衣の胸の中に入れて働き、FBは私に安心をくれるお守りのようなものでした。

FBについて、忘れられないことを書かせていただきます。30年以上前の事です。某病院で、ある日、放射線治療医の１人が着ている白衣の左胸のポケットに付けているFBの測定値が異常に高いとの報告を受けました。早速、調べたところ、他の医師のFBの測定値には異常なく、被ばくしたと思われる放射線治療医の身体的異常はありませんでした。そこで、身体から出てきているかもしれないと、ガイガーカウンターを身体に向けるといきなりなり始めました。そして、意外にも、放射線は白衣の胸のポケットから出ていることが分かったので、ポケットを調べてみると、なんと、患者さんに使用していた低線量率イリジウム（半減期約74日）のシンワイヤーが切れた状態でいくつか出てきました。慌てて、見つけたイリジウム線源を線源格納庫に収納した後、他にイリジウム線源が落ちていないかを調べたところ、病棟の放射線治療室と病院のゴミ焼却場から、いくつかの線源を回収収納することができましたが、廃棄物処理場などの病院外では線源はありませんでした。使用したイリジウム線源は半減期が短く、低線量率使用だったので、６カ月以上経過した時点で、この線源紛失事故は、捜査中止となりました。結局、この事故の放射線被ばくによる健康障害は誰にも起こることなく終わりました。FBを付けていたおかげで、被ばくした本人も被ばくの早期発見で、健康被害を受けることなく、その後も元気に過ごしています。FBというお守りは、役に立つことを実感した一件でした。

FBで被ばくを管理すれば、「放射線は怖くない」ことを確信しています。又、一方、医師として小線量を長期間放射線被ばくしたことにより、ホルミーシス効果が効いて、私は長生きしてしまうかと心配しています。

最後に、アイソトープ協会は今年１月に、放射線を扱う部所が、駒込から川崎殿町に移転しました。より安心して、RIを使っていただけるようにアイソトープ協会職員が一丸となって努めますので、どうぞよろしくお願いいたします。

こころの散歩道

１年の月の話

中村 尚司

2012年９月２日から７日まで、私が組織委員長として奈良で開催した「第９回放射線遮蔽国際会議（ICRS-9）」の時に、会議に招待した元OECD/NEAのEnrico Sartori氏から聞いた「１年の月の話」が非常に面白くて、その後Wikipediaを見て少し追加で調べたことを加えて、コラムに書くことにしました。

現在の暦はもともと古代ローマ歴から始まっていて、この暦では１年は３月から始まり、12月までの10ヶ月として、余った日を死の季節として２分割して１月、２月としていたそうです。ユリウス暦はB.C.46年から1582年まで用いられ、その後グレゴリオ歴となり、1900年に日本に導入されました。１年は365日ですから12で割ると１月は30日となり、５日余るので30日の月と31日の月を作る必要があります。31日の月は３月、５月、７月、９月、11月と奇数月に当て、30日の月を４月、６月、８月、10月、12月として、最後に残った日を最後の２月に当てることにしていたそうです。しかしそうならなかった理由は以下に説明します。各月の意味は以下の通りです。

３月（弥生）March　１年の最初の月で、Mars（戦争と農業の神）を表す。

４月（卯月）April　大地の１年の始まりで、Aperioである。

５月（皐月）May　繁殖・成長の神　Maia　豊穣祈願の生贄を捧げる。

６月（水無月）June　ユピテルの妻　Juno（ヘラ）。

７月（文月）July　Julius Caesar（ジュリアス　シーザー）の誕生月

８月（葉月）August　Octavianus Augustus（アウグストウス）の誕生月

彼はシーザーと並ぶローマの有名な皇帝で、シーザーの誕生月７月が31日あるのに、自分の誕生月の８月が30日で少ないのはおかしいと言って、８月も31日にしたということである。これが、大の月と小の月が交互にならなくなった理由である。

９月（長月）September　第７の月　Septem 7　３月から数えて７番目の月

10月（神無月）Octobet　第８の月　Oct 8　３月から数えて８番目の月

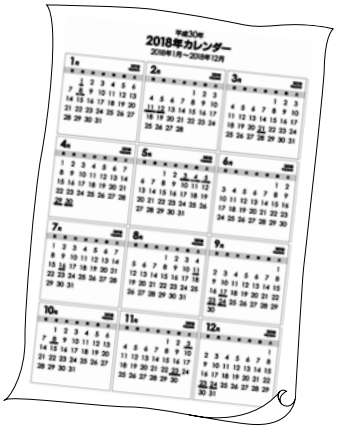
11月（霜月）November　第９の月　Novem 9　３月から数えて９番目の月

12月（師走）December　第10の月　Decem 10　３月から数えて10番目の月

１月（睦月）January　Janus　ゼウス神　万物を支配する神

双頭の鷲で過去と未来を表す。陰と陽を意味する。

２月（如月）February　斎戒、葬儀の意味で、最後の月、余った日を入れた。



「JIS Z 4345：2017 X・γ線及びβ線用受動形個人線量計測装置並びに環境線量計測装置」に対応したガラスリング改良のご紹介

はじめに

2017年11月20日、受動形個人線量計測装置並びに環境線量計測装置に対し「JIS Z 4345：2017 X・γ線及びβ線用受動形個人線量計測装置並びに環境線量計測装置」が新規制定されることとなりました（FBNews No.492にもご紹介しております）。これまで末端部の線量計についてはJISで性能要求事項が定められていませんでしたが、今回新たに定められました。以前より弊社では末端部線量計について指に装着するガラスリングを展開しておりましたが、これに伴い新しいJIS規格を満足するようガラスリングの仕様を変更することにいたしました。現行版のガラスリングを新しいJIS規格の規定する方法で試験したところ、２つの項目－①エネルギー・方向特性、②側方入射特性、について規格を満たしていないことがわかったため、フィルタを追加するなどして規格の要求を満足するよう改良いたしました。本稿ではガラスリングをどのように改良したかについて述べさせていただきます。

現行版ガラスリングのJIS Z 4345：2017対応状況

表１は現行版ガラスリングが新しいJISの項目ごとに対応できているかどうかの状況をまとめたものです。光子用は①エネルギー・方向特性、②側方入射特性、の２項目で満足せず、β用は①エネルギー・方向特性の１形で満足しないことが弊社の試験でわかりました。

１形と２形について

JIS Z 4345 : 2017ではエネルギー・方向特性について体幹部測定用線量計、末端部測定用線量計１形及び末端部測定用線量計２形に分けて性能を規定しています。これについては

表１　現行版ガラスリングのJIS Z 4345 : 2017　対応表

検査項目	光子用	β用
変動係数及び直線性	○	○
オーバーロード特性, 残線量及び再使用	○	○
エネルギー・方向特性	×	２形のみ○
側方入射特性	×	○
線量計の温度・湿度特性	○	○
光に対する線量計の安定性	○	○
経時変化特性	○	○
リーダの安定性	○	○
耐衝撃性	○	○

「JIS Z 4345：2017 解説」の「5 規定項目の内容」に「末端部測定用の線量計は，一般に指先に装着するため，作業性を損なわないように小型軽量の線量計が必要とされる。このため，検出素子の種類によっては，対応国際規格の性能を満足する線量計の供給は難しい。X・γ線，又は，β線のHp(0.07）のエネルギー・方向特性の最小定格範囲及び許容範囲については，対応国際規格を満足する，末端部測定用線量計１形及び対応国際規格外の末端部測定用線量計２形に分けて性能を規定した」としています。１形の定格範囲、許容範囲は対応国際規格（IEC 62387：2012）を満足しますが、２形は入射角度０°以外は規定していないため国際規格を満足しないことになります。

JIS規格を満足させるための対策について

１）エネルギー・方向特性の改善

図１は現行版ガラスリングの構造を示したもの、**図２**は現行版ガラスリングのエネルギー・方向特性試験結果を示したものです。最小定格範囲30～250keV、正面からの入射（入射角度０°）において60～150keV付近でわずかに許容範囲を超えてしまいます。

そこでSnフィルタを厚くして60～150keV付近のエネルギー応答を下げ（①）、フィルタ

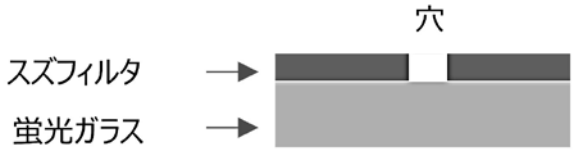


図１－１　現行版ガラスリング(X・γ用)の素子の構造

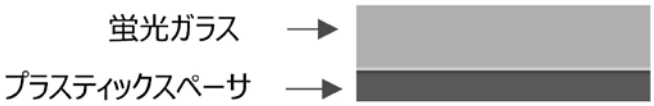


図１－２　現行版ガラスリング(β用)の素子の構造

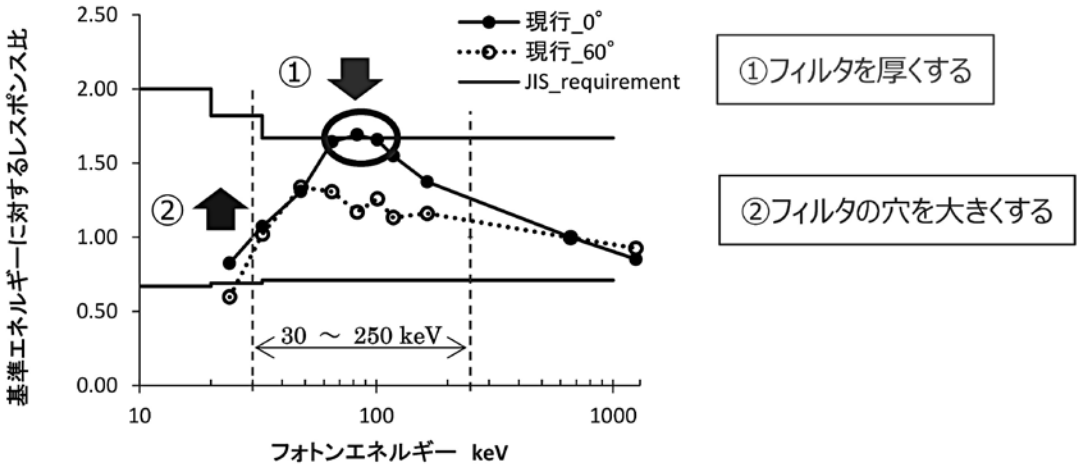


図２　現行版ガラスリングのエネルギー・方向特性試験結果

表２　X・γ線の*H*p(0.07)のエネルギー・方向特性の最小定格範囲及び許容範囲

最小定格範囲	許容範囲
末端部測定用線量計１形 エネルギー範囲：30keV～250keV 入射角度範囲：０°～±60°	８keV以上 20keV未満：0.67～2.00 20keV以上 33keV未満：0.69～1.82 33keV以上：0.71～1.67
末端部測定用線量計２形 エネルギー範囲：30 keV～250 keV 入射角度範囲：０°～±60°	８keV以上 20keV未満：0.67～2.00 20keV以上 33keV未満：0.69～1.82 33keV以上：0.71～1.67 入射角度０°以外は規定しない。

表３　β線の*H*p(0.07)のエネルギー・方向特性の最小定格範囲及び許容範囲

最小定格範囲	許容範囲
末端部測定用線量計１形 エネルギー範囲：0.8MeV(平均)※ 入射角度範囲：０°～±60°	0.06MeV以上0.2MeV未満：0.67～2.00 0.2MeV以上0.7MeV未満：0.69～1.82 0.7MeV以上：0.71～1.67
末端部測定用線量計２形 エネルギー範囲：0.8MeV(平均)※ 入射角度範囲：０°～±60°	0.06MeV以上0.2MeV未満：0.67～2.00 0.2MeV以上0.7MeV未満：0.69～1.82 0.7MeV以上：0.71～1.67 入射角度０°以外は規定しない。

※β線源は^{90}Sr/^{90}Yを用いることにしています。

の角穴を大きくしてガラスへの入射量を増やしました（②）。これによりエネルギー・方向特性の改善を図ることにしました。

JISで規定しているエネルギー方向特性の内容を**表２**、**表３**に示します。

２）側方入射特性の改善

〔試験方法〕

側方入射特性の試験方法はJISに次のように記載されています。

「試験は，側方からの入射が正面より大きなレスポンスを示すエネルギーについて実施する。β線については，試験を省略することができる。

線量計を自由空間中に設置し，線量(*H*)が*H**(10)として３mSv程度となるようにX・γ線を照射し，指示値を読み取る。

ａ）第１グループ：入射角度（α）０°でX・γ線を照射し，指示値を読み取る。

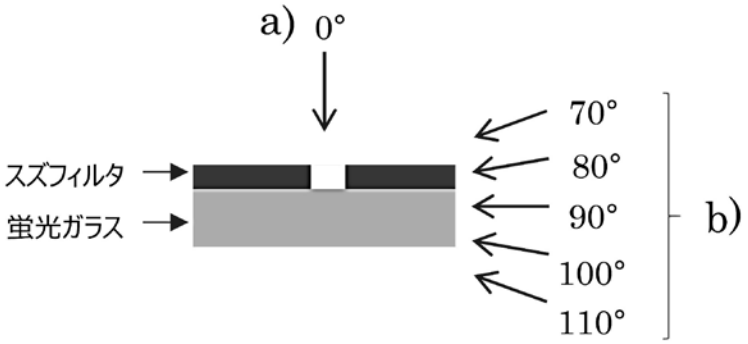


図３　側方入射特性の試験方法

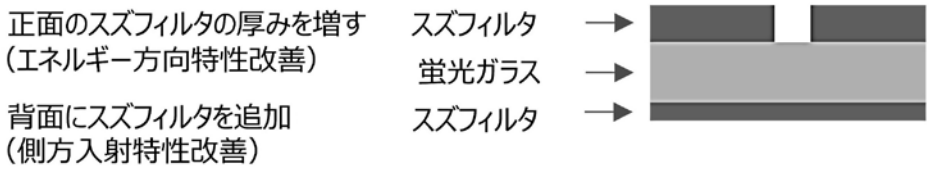


図４－1　新ガラスリングの素子の構造（X・γ用）

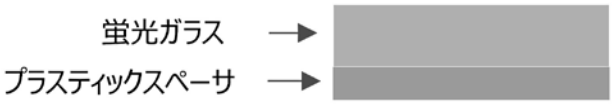


図４－２　新ガラスリングの素子の構造（β用）

b）それ以外のグループ：$\alpha_{max} < \alpha < 180° - \alpha_{max}$ の範囲において指示値が最大となる方向を基準として，90°を含む10°ステップで，各ステップで照射する線量の合計が入射角度（α）0°と同じ線量となるようにX・γ線を照射し，指示値を読み取る。各ステップで照射する線量は同一とする。」

〔許容範囲〕

この方法で試験したときX・γ線及びβ線のHp(0.07)の側方入射特性の許容範囲は、入射角度範囲：60°～120°に対し、b）/ a）≦２としています。

現行版ですと、合計でわずかに許容範囲が２倍を超えてしまいます。そこで背面にもスズフィルタを追加して側方入射特性を許容範囲内に収めるようにしました。

ケース形状の改良

今回、利便性の向上を図るためリングケースの形状も変更いたしました。（**図５**）

1．本体材質は柔らかいものに変更し、着用時の抵抗感を少なくしております。
2．サイズ種類は１種類のみとし、様々な指のサイズに対応できます（指輪サイズ７号～30号に対応）。

図５　新ガラスリング形状

3．フタは本体よりも硬い材質を用い、素子を守り脱落を防止します。
4．防水性も向上しておりますので消毒もしやすくなっております。

型式・色

型式はX・γ用：JP, JK→JQ、β用：JB, JL→JSに変更されます。

色は従来どおりバイオレット、オレンジ、グリーン、ブルー、イエロー、ピンクの６色です。

切り替え時期

2019年４月に全数切り替え予定です。

引き続きご愛顧いただければ大変幸いです。よろしくお願いいたします。

（線量計測技術課）

図説　量子ビーム・放射線利用
－第１回　序論－

大洗研究所　特別研究員　岡田　漱平

１．はじめに

筆者は㈱千代田テクノル社内において、「量子ビーム・放射線利用基礎講座」を開いている。その目的は、会社の業務に密接に関係している量子ビーム（この言葉の定義は後述する）のさまざまな利用について基礎知識を身につけてもらうとともに、創意工夫の力を育てることである。

そこで講座では、利用の原理から応用までを掘り下げて解説することとし、そのために図を多用することにしている。本稿は、この基礎講座の内容をアレンジし、シリーズでお伝えするもので、それゆえタイトルにも「図説」という言葉をつけた。第１回目の今回は、そもそも「量子ビーム」とは何か、なぜ役立つのか、といったイントロを述べ、次回から利用の具体例を解説していくことにする。

２．「量子ビームテクノロジー」とは

「量子ビームテクノロジー」という言葉が国の公式文書に登場したのは、平成17年10月に原子力委員会が策定した「原子力政策大綱」が最初である。そこには、『近年の技術革新により、加速器、高出力レーザー装置、研究用原子炉等の施設・設備を用いて、高強度で高品位な光量子、放射光等の電磁波や、中性子線、電子線、イオンビーム等の粒子線を発生・制御する技術、および、これらを用いて高精度な加工や観察等を行う利用技術からなる「量子ビームテクノロジー」と呼ぶべき新たな技術領域が形成されてきている。』と記述されている。「量子ビーム」そのものは定義されていない。

３．量子ビームテクノロジーと放射線

量子とは、電子や陽子などの粒子およびγ線、X線、レーザーなどの電磁波である光量子の総称である。では、量子ビームと放射線とはどこが違うのか、あるいは違わないのか。

いま、上述の原子力政策大綱の記述による「量子ビームテクノロジー」の範囲と、一般的に言われている放射線（電離放射線）および非電離性の電磁波（可視光、高周波、電波

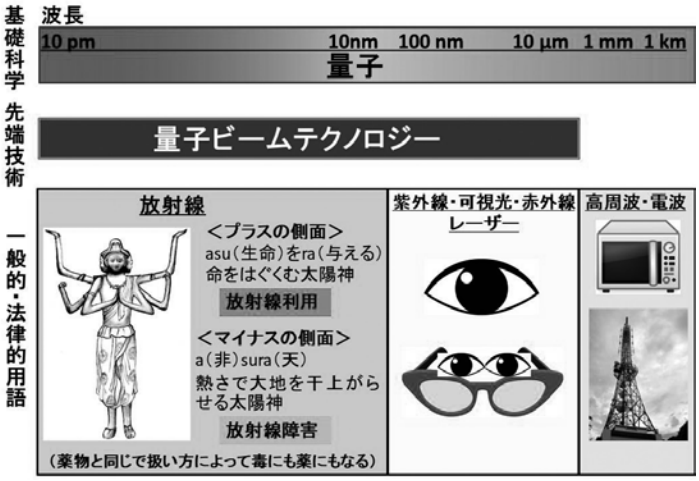


図１　量子ビームテクノロジーと放射線

など）の範囲を並べて描いてみると**図１**のようになる。

ここで、電離性と非電離性との区分の目安として量子の波長を用いた。よく知られているように量子は粒子性と波動性という二重性を持つので、粒子と電磁波を同じ土俵上で論じるのに、波長という量は便利だからである。

波長という観点から見ると、「量子ビームテクノロジー」は、「放射線」と「レーザー」の領域をカバーしていることになる。ただし、「放射線」には「放射線利用」と「放射線障害」というプラスマイナス両面があるので、効用とか用途といった観点からは、「量子ビームテクノロジー」は、このうち「放射線利用」を含んだ概念と言えそうである。

４. 量子ビームとは

では、公式的には未定義と言える「量子ビーム」とは何か。原子力政策大綱の記述に戻ると、「量子ビームテクノロジー」には、なにか大型の施設・設備を使った高度なビームの利用といったニュアンスがある。

ただ、あくまで筆者の個人的な考えであるが、時とともに言葉の意味も変わっていって良いのではないかと思う。理由は以下の通り。

①『量子ビームとは放射線の高度なもの』といった趣旨の意見を目にすることがある。高度なものがあるとすれば「低度なもの」もあるわけで、これは放射線に対して失礼ではないか。

②科研費の申請における分類に、「量子ビーム科学」という分科名および細目名があり、キーワードには中性子や電子・陽電子と並んでガンマ線、レーザー、その他の量子ビーム、小型量子ビーム発生技術などが列挙されている。必ずしも大型の施設・設備を使った高強度・高品位なビームが想定されているわけではない。

③赤﨑、天野両先生が2014年に青色発光ダイオードの発明によってノーベル物理学賞を受賞されたが、この発明にブレークスルーをもたらしたのが電子線照射技術であり、これに用いられたのは市販の小型電子線照射装置である。

以上のような視点に立てば、大型施設とか高強度・高品位とかいった制約をとっぱらって、量子ビームとは、たとえば『物質との相互作用を物質の観察、ものつくり、病気の診断・治療等の有益な目的に利用するため、その量や方向やエネルギー等が制御された、あるいは利用方法が工夫された量子の集まり。』といったように考えたらいかがであろうか。皆様のご議論を期待したい。

５. なぜ量子ビームは役に立つのか

いま、**図２**に示すように、量子の波長の大きさをフクロウの背の丈に、量子と相互作用する対象のサイズを木の高さにたとえてみる。❶のようにフクロウが大きすぎると森は見えても木の一本一本は見えないし扱えない。一方、❷のようにフクロウが小さすぎると枝

図２　量子の波長と相互作用の対象のサイズ

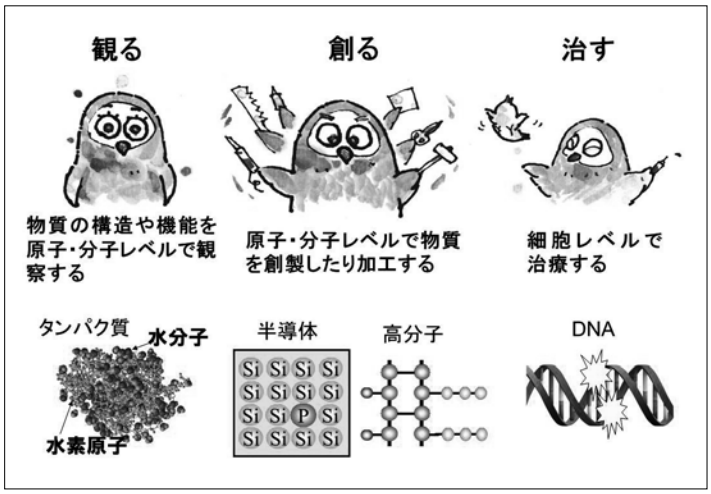


図３　量子ビームのはたらきの特徴

葉は見えるが木の全体を見ることはできないし手も出せない。

ちょうど❸のように両者のサイズが近ければ、木全体がよく見え、加工や手入れもできるようになる。量子ビーム利用における量子の波長は**図１**に示した通り10 pmから100 nm程度で、これは物質の原子・分子レベルのサイズに相当する。このため、量子ビームは、**図３**に示すように、「観る」（物質の構造や機能を原子・分子レベルで観察する）、「創る」（原子・分子レベルで物質を創製したり加工する）、「治す」（細胞レベルで治療する）というはたらきを持つことができるのである。

６. 量子ビーム・放射線の幅広い利用

人類は石器や土器を作り始めて以来、ものつくり技術を進展させてきた。そして今、物質を原子・分子レベルあるいは遺伝子レベルで操作する時代に入っている。

操作するためにはまず「見える」ことが必要であり、観察技術も含めて、量子ビームは時代の要請に応える必須の技術になっていると言ってよいだろう（**図４**）。

図４　量子ビーム・放射線のはたらきの特徴とさまざまな応用分野

平成30年度放射線安全取扱部会年次大会
（第59回放射線管理研修会）

大会のテーマを「久待扶揺萬里風（ひさしくまつふようばんりのかぜ）　平成の終わりに」として、宮城県仙台市で開催いたします。皆様のご参加をお待ち申しあげます。

開催日：平成30年10月25日（木）、26日（金）
会　場：仙台銀行ホール イズミティ21（仙台市泉区泉中央２-18-１）
　　仙台市地下鉄南北線泉中央駅下車すぐ
参加費：事前登録 6,000円　当日登録 7,000円
　　交流会事前登録 5,000円　当日登録 6,000円

・詳しくはホームページをご確認ください。
（https://www.jrias.or.jp/annual_meeting/index.html）

プログラム概要（予定）

・【前　日】［10月24日（水）9：00～18：30］
＊プレイベント　「東京電力福島第一原子力発電所見学会」（人数に限りがあります）

◆【1日目】［10月25日（木）］
＊特別講演Ⅰ　「放射線安全管理行政の動向」　斎藤雅弘 氏（原子力規制庁）
＊シンポジウムⅠ　「新しい放射線安全管理のフレームワーク」（仮題）
＊特別講演Ⅱ　東北大学災害科学国際研究所　越村俊一 教授
＊ポスター発表・相談コーナー
＊交流会

◆【2日目】［10月26日（金）］
＊シンポジウムⅡ　～平成を振り返る～福島原発事故や廃炉関連のシンポジウムを企画中
＊特別講演Ⅲ　東北大学加齢医学研究所　川島隆太 教授
＊シンポジウムⅢ　～未来へ向けて～加速器関連のシンポジウムを企画中

この他に機器展示、書籍コーナーを予定しています。

【連絡先】：（公社）日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会事務局
〒113-8941　東京都文京区本駒込2-28-45
Tel. 03-5395-8081　Fax. 03-5395-8053
E-mail　gakujutsu@jrias.or.jp

サービス部門からのお願い

ガラスバッジの装着について

平素より弊社の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。

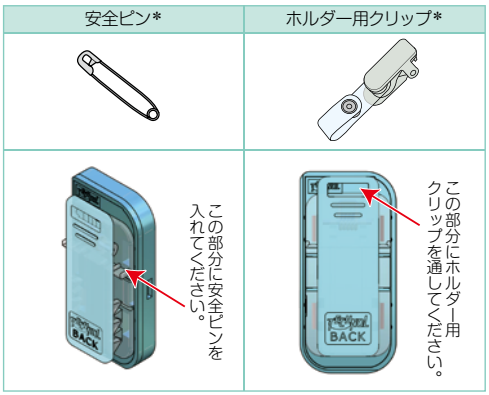
ガラスバッジには市販品の安全ピンやホルダー用クリップを取り付けることができます。お客様のご利用形態に合わせて取り付け、衣服のポケットの内側などにご装着ください。

ガラスバッジのご返却時には、安全ピンやホルダー用クリップは取り外してお手元に保管してください。

なお、ガラスバッジは、本体とクリップが一体型となっていますが、万が一、クリップが本体から外れてしまった場合は、状況によりガラスバッジの交換等の対応をさせていただきますので、最寄りの営業所までご連絡をお願いいたします。

皆様のご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。

【装着方法】



（＊市販品）

編集後記

●1965年の創刊号から53年を経て、本誌は創刊500号を発行することができました。ひとえにガラスバッジご利用のお客様ならびにFBNewsご愛読者様のご支援の賜と心より感謝申し上げます。

●今回は、500号記念として各界の先生方から記念原稿を戴くことができました。皆様からFBNewsならびにガラスバッジに対する期待がひしひしと感じられました。責任の重さを感じつつ、今後も皆様のお役に立つ情報と製品を提供したいという気持ちを新たにしています。お忙しいなか執筆いただき本当にありがとうございました。

●創刊号はフイルムバッジ測定開始から丸９年後に発行されました。X線用とγ線用のフイルムバッジが別に存在し、測定技術についてもまだまだ発展途上であったことが創刊号の内容からうかがえます。また、400号は2010年４月号でした。１年後に東日本大震災が発生しましたので我々にとっては、あっという間の８年間だったなと感じています。

●弊社大洗研究所の岡田特別研究員からは、社内で開催中の放射線利用基礎講座から掘り下げた解説を交えてシリーズで連載をさせていただきます。今後の内容にもご期待ください。

●JIS Z 4345：2017に対応し、改良を加えたガラスリングについて性能や構造のご紹介をさせていただきました。特性試験データや図解を多くして解りやすいように解説しています。2019年４月に全数切り替え予定です。ご利用中のお客様には改めてご案内させていただきます。

●中村編集委員のコラム、なぜ古代ローマ歴は３月からなの？と疑問に思いましたが、Marchから始まると考えればそれほど不自然ではないのでしょう。今号が皆様のお手元に届いているころは、猛暑が続いているのでしょうか。お体をご自愛いただくと共に、今後とも皆様方のご支援・ご指導をいただきますようお願いいたします。　（岩井　淳）

FBNews No.500

発行日／平成30年８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　川口桃子　小口靖弘　佐藤大介　髙橋英典　和田卓久
発行所／株式会社千代田テクノル
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／株式会社テクノルサポートシステム

ー禁無断転載ー　定価400円（本体371円）