

Photo Kironori Kirano

Index

迎春のごあいさつ	細田 敏和	1
モンテカルロシミュレーションコード		
PHITSによる新型コロナ感染拡大の解析	仁井田浩二	2
[テクノルコーナー]		
【施設紹介】－原子力防災機器展示棟のご案内－		7
2021年4月法令改正に伴う放射線業務従事者個人管理システム		
「ACEGEAR」シリーズに関するご案内		11
[コラム] 25th Column		
【座りすぎ】	中川 恵一	12
国際原子力機関の緊急事態準備対応教育研修		
ネットワーク(iNET-EPR)の紹介	立崎 英夫	13
[放射線道場の喫茶室]		
第7回 CurieとRoentgen	鴻 知己	18
[サービス部門からのお願い]		
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

迎春の

ごあいさつ



株式会社**千代田テクノル**

代表取締役会長 兼 社長 細田 敏和

新年あけましておめでとうございます。

皆様におかれましては、お健やかに新しい年を迎えられましたこととお慶び申し上げます。

昨年は新型コロナウイルスの影響により、社会経済が激変した一年でした。

弊社でも新型コロナウイルス感染拡大防止対策として在宅勤務を推奨しております。

あわせて、全社員に対する日々の検温、マスク着用、うがい・手洗いの励行を継続実施しております。

弊社測定センターは新型コロナウイルス感染者を出すことなく、皆様へガラスバッジの発送、測定結果の発送を通常通り行っております。

様々な場面において、Webによる面談、研究会や学会の実施がされております。

FBNews No.526 (2020年10月発行) でもご紹介させていただきましたが、弊社では昨年秋より「テクノルウェブセミナー」と称して、法令やガイドラインの解説など皆様のお役に立つ情報のWeb配信を開始いたしました。引き続き新たなコンテンツを作成し、配信してまいります。ぜひ、ご利用ください。

本誌FBNewsも継続して、お役に立つ情報をご提供させていただく所存です。

本年もどうぞよろしくお願い申し上げます。

以上

取締役副社長	井上 任	取締役	小山 重成
常務取締役	安川 弘則	取締役	新田 浩
常務取締役	赤座 太郎	取締役	尾崎 英樹
取締役	今井 盟		
取締役	馬場 一郎	監査役	本圖 和夫

※なお、「テクノルウェブセミナー」は会員登録制です。弊社ホームページ <https://www.c-technol.co.jp> より会員登録申込が可能です。詳しくは、FBNews No.526 (2020年10月号) の裏表紙をご参照下さい。

モンテカルロシミュレーションコード PHITSによる新型コロナ感染拡大の解析



仁井田浩二*

1. はじめに

新型コロナによる死者は全世界で100万人を超え甚大な被害をもたらしています。更に、罹患による直接的な被害だけでなく、ロックダウン、人の移動制限等による経済的損失も歴史的な規模です。後者は、主に「ヒトとの接触8割削減をしないと42万人死亡」等の感染症数理モデルによる予測をもとに施行された疫学的予防措置ですので、その妥当性は厳しく検証されるべきです。ところが、既に全世界で多くのデータが取得された現在でも、予測モデルの検証があまり出されていないことは、分野は違いますがシミュレーションコードの開発とそれを用いた評価業務を行っている者としては甚だ不満です。そこで新型コロナの感染拡大の現象について、モンテカルロシミュレーションコードPHITSを用いて独自に解析してみました¹⁾。

2. シミュレーションモデル

シミュレーションに取り込んだプロセスは図1のように2つに分

けられます。まず、個人内で起る事象です。感染した人は1週間で発症し、更に1週間で検査を受け入院するか、そのまま市井にいるか決まります。いずれの場合もそこから2週間で死亡率 β により回復するか死亡します。これらのプロセスは、ちょうど放射線の崩壊過程と同様に確率過程として扱います。

次に感染者と健常人との接触による感染の事象です。それぞれのステージの人はそれぞれの平均速度 v で動き回ります。速度分布はマクスウェル分布です。動き回る感染者は他人と接触します。感染確率は、人口密度 ρ と接触する断面積 σ （接触幅）、更に感染率 γ の積 $\sigma \rho \gamma$ で表されます（注1）。これも放

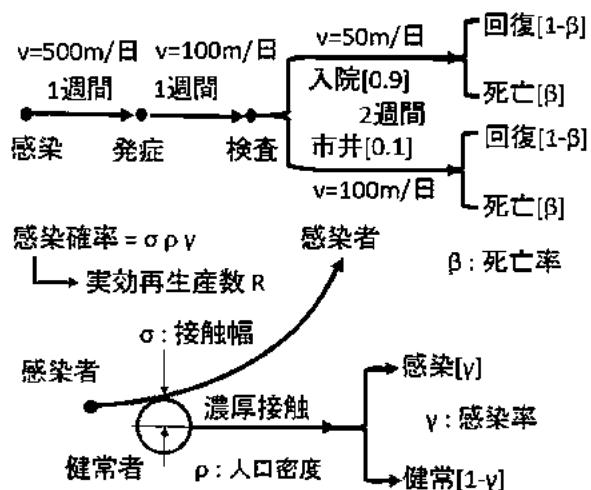


図1 モデルに取り込んだプロセス

* Koji NIITA 一般財団法人高度情報科学技術研究機構 RIST

射線輸送での衝突過程と同様に確率論的に扱います。

3. 解析の方法

まず、新規陽性者と死亡者の日毎変化のデータを再現するように計算モデルのパラメータ（初期分布、感染確率、死亡率）を決めます。そのとき、第2波のように時間とともに感染者数と死者の関連（死亡率）が初期値からずれる場合は、死亡率の異なる「種」を新しい感染源として設定します。国により「第1種」「第2種」「第3種」…のように設定しました。

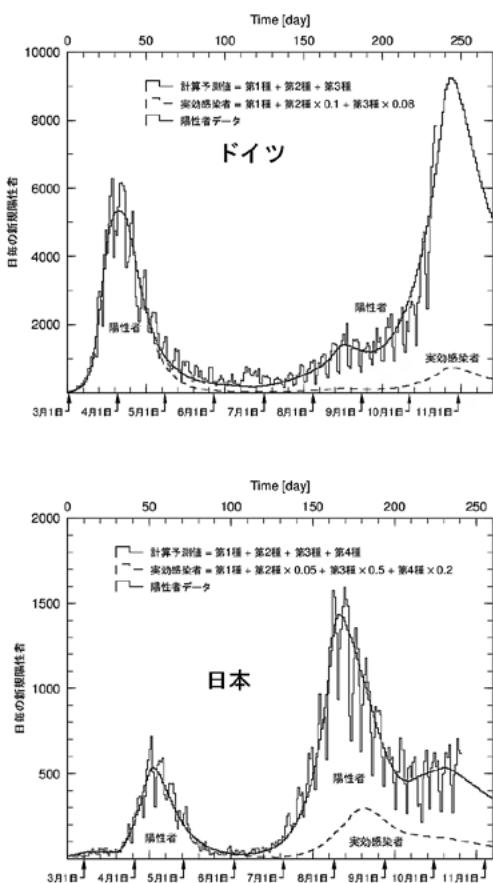


図2 新規陽性者日毎変化

4. 新規陽性者数の変化

これまで、ドイツ、ベルギー、フランス、スペイン、スウェーデン、ブラジル、日本、米国、イスラエル、オーストラリアの10カ国について解析を行ってきましたが、ここでは、ドイツ、日本の2カ国について結果を示します。図2に陽性者データとともに黒線がシミュレーションの結果、破線が後述する「実効感染者」です。

ドイツは他のヨーロッパ諸国と同様、10月に入り第3波相当の波が急激に増大する兆候が見えていました。今後冬に向けて懸念されるところです。日本は第2波の後に次の動きが見えますが、ドイツ同様に上昇するのか、予測のようにピークアウトするのか不明です。

5. 陽性者、死亡者数の変化（対数表示）

シミュレーションでは、死亡率を一定とすれば、陽性者数から自動的に死者数が求められます。ところが、第1波の陽性者と死者数を再現する死亡率では、第2波以降の死者数は全く再現できないことが分りました。そこで陽性者と死者を同時に再現するように、死亡率の異なる「種」を新しい感染源として設定し、データを再現しています。

この死亡率の変化の原因としては、PCR検査数の増大、検査精度の変化、医療技術の向上、免疫力の上昇、ウイルスの変種、等考えられます。本解析ではこれらを区別する手段やデータがないので、できるだけシンプルかつ数少ないパラメータの調整で、陽性者数と死者数を同時に再現することを目標に、「第1種」「第2種」「第3種」のような死亡率の異なる新たな感染源を設定して解析しています。

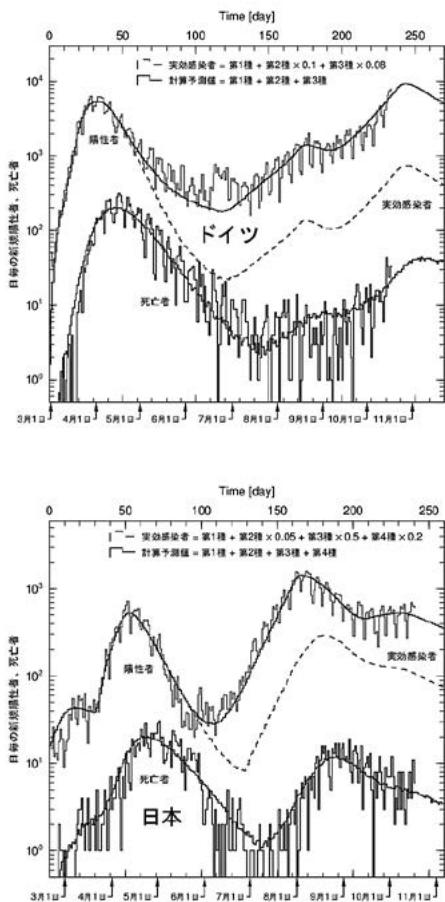


図3 新規陽性者、死亡者日毎変化

また、死亡率を「第1種」の死亡率で固定して、全期間の死亡者数を再現するときに必要な感染者数という定義で「実効感染者」というものを定義しました。死亡者数からシミュレーションで逆算した「実効感染者」数です。

この死亡率の異なる感染源を用いて、各国の陽性者数と死亡者数を計算した結果を図3に対数表示で示します。陽性者数（上）と死亡者数（下）のデータとともに黒線がシミュレーションの結果、破線が「実効感染者」です。

6. 「実効感染者」の変動

「実効感染者」の推移をよりリアルに表現するために、実際の陽性者のデータを

$$\begin{aligned} \text{実効感染者 (データ)} &= \text{陽性者データ} \times \\ \text{実効感染者 (計算)} &= \text{陽性者データ} / \text{全陽性者数 (計算)} \end{aligned}$$

でスケールして、図4に実際のデータのように表示しました。この「実効感染者」が、第1波の第1種の死亡率を基準として見たときの感染者数です。図2の陽性者数のデータと比較すると様相がだいぶ変わりますが、

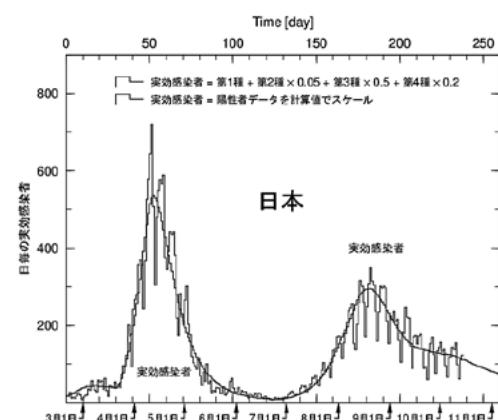
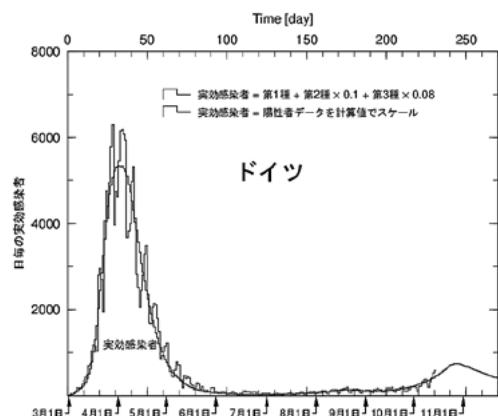


図4 「実効感染者」日毎変化

現在の各国の感染状況の共通点、特徴を解析する上で重要な指標だと考えられます。

ドイツを含むヨーロッパの国々は、10月に入り陽性者数が急増していますが、死亡者はそれほど増加していません。図4の「実効感染者」数でみると、第1波に比べると十分に小さいので、このまま収束していく見えます。一方、日本は、「実効感染者」で見ても第2波ははっきり見えていて、今後、冬に向かって再び上昇するのか、このまま収束するのか、注視する必要があります。

7. 第1波の半値幅

図4の「実効感染者」でドイツと日本の第1波ピークの形がほぼ同じように見えます。他の国々も比較すると、ベルギー、フランス、スペイン、ドイツ、日本、イスラエルの6カ国について、第1波ピークの半値幅（ピークのところから半分の高さの山の幅）がほぼ同じであることが判明しました。第1波の半値幅を比較するため、計算で得られた死者数と「実効感染者」数をピーク点で100人に規格化し、ピーク位置を図の50日目にシフトしたものを見たものを図5に示します。

この図より半値幅は、「実効感染者」で25日、死者で36日でした。

今回比較した6カ国は、第1波のピークで、「実効感染者」数で最大28倍、死者で実際に85倍の差がある国々です。絶対値は数十倍以上の差がある国々で、全て第1波の半値幅は同じで、ほぼ1ヶ月で収束しているという事がデータから示された事実です。

この結果から想定される最初のことは、第1波に関して各国の対策や社会状況の違いは、その絶対値には表れているが、形や幅には全く見えないということです。このことから、考

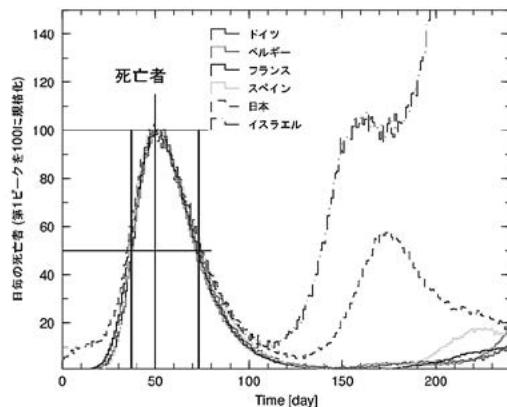
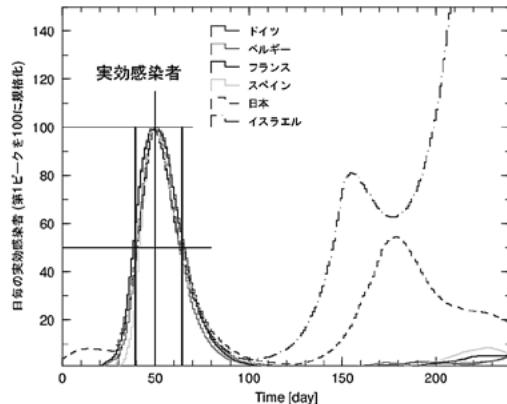


図5 規格化した「実効感染者」と死者

えられるシナリオを、シミュレーションでこの状態を作り出す観点から以下に書いてみます。

まず、1ヶ月というのは比較的狭い幅です。感染確率を大きくするとピークの幅はどんどん広がります。従って、各国とも第1波では感染確率がほぼ同じではないか、ということを考えられます。

この点を考慮すると、強度で数十倍以上違うが、半値幅が同じピークを各国ごとに作るのに最も簡単な方法は、半値幅の同じ小さな単位となるピークをまず作り、その単位ピークを強度に従って重ね合わせることです。

このシナリオの問題点は、単位ピークを重ねるときに、時間のシフトがないということ

です。生成される単位ピークに時間のずれがあると最終的なピークの半値幅が広がります。もうひとつの問題は、単位ピークはなぜこの共通な半値幅でピークアウトするかという原理の問題です。

ひとつの解答は、各国とも短い時間に多数の感染者が入国し、それぞれの感染者を核に単位クラスターを生成し感染が拡大する。そして新型コロナの第1種の寿命を1ヶ月と仮定すると、それぞれのクラスターは1ヶ月で自然にピークアウトし消滅して、感染は第2種、第3種の種によるものに移行する、というシナリオです。

「新型コロナの第1種の寿命が1ヶ月」という唐突な仮定を持ち出しましたが、各国の対策や、社会状況の違いの中で、結果として第1波のピークの半値幅だけが、今回示されたように全て一致するという偶然性を考えると、あり得ないことではないように思えます。

8. まとめ

これまで、世界の10カ国の陽性者数、死亡者数、「実効感染者」の動向をモンテカルロシミュレーションで解析しました。これまでの結論をまとめます。(紙面の関係で、ここで示さなかった考察も含みます。詳しくは参考文献1)をご覧ください。)

①第1波の後、死亡率の低い第2波が現れるが、強度は弱く、収束に向かっている。強烈なロックダウン以外、各国の対策に大きな違いは、「実効感染者」の動向からは見えない。

②大国の場合、死亡率の低い第2波の感染は規模が大きく継続するがピークアウトの兆候が見えてきている。

③強烈なロックダウンは、結局、第1波と同

程度の第2波、第3波を招いている。

④ブラジルを除く9カ国の第1波の「実効感染者」及び死者の半値幅は、それぞれ25日、36日で各国共通であった。各国の対策の差異は、半値幅には全く見えない。

最後に、現在使われているPCR陽性者の指標を、本シミュレーションの「実効感染者」のような新しい指標、例えば、入院者数等に変更することが、新型コロナ感染の状況をより正確に把握し、不必要的不安、対策を省き、より迅速に通常の生活に戻るために重要であると考えます。

参考文献

1) <http://agora-web.jp/archives/author/niita>
(本稿の解析は執筆時の10月18日までのデータを用いています。)

注1) 感染確率 $\sigma \rho \gamma$ は、 $\sigma = 0.1m$ 、 $\rho = 6.25 \times 10^{-3} / m^2$ (東京の人口密度)、 $\gamma = 0.1$ のとき、実効再生産数(ひとりの人が何人に感染させるかの数)が $R = 0.31$ となる感染状態です。感染確率 $\sigma \rho \gamma$ と R は、ほぼ比例します。

著者プロフィール

略歴

1984年 東北大学理学研究科原子核理学博士号取得
1984年 ドイツ重イオン科学研究所研究員
1986年 ドイツギーセン大学研究員
1991年 日本原子力研究所専門研究員
1994年 RIST嘱託
1996年 RIST主任研究員
2001年 RIST研究センターセンター長
2008年 RISTコード開発部部長
2013年 RISTコード開発部非常勤嘱託

e-mail: niita@rist.or.jp

専門: 原子核理論、放射線輸送コードPHITS の開発、粒子線治療装置等の遮蔽評価

テクノルコーナー

施設紹介



原子力災害発生時に必要とされる一般保安資機材の設営や放射線測定器の取り扱いを体験できる施設をコンセプトとした、『原子力防災機器展示棟』が弊社ラディエーションモニタリングセンター・茨城営業所のある茨城県大洗町の大貫台事業所内に2020年6月29日に完成しました。弊社では東日本大震災以降、原子力災害に備えた原子力防災訓練の補助や原子力

– 原子力防災機器展示棟のご案内 –



災害時に住民の安全を確保するために活動する関係者の方向けの原子力防災研修を行っております。また、各自治体が準備する原子力防災資機材の使用方法と維持管理について助成を行うこともあります。弊社は原子力災害時に必要な資機材を準備し、適切な知識と経験を養つて緊急時に活用することが重要と考えているからです。そこで、今回は原子力防災と原子力防災機器展示棟について説明いたします。



図1 千代田テクノル大貫台事業所の所在地

原子力災害と災害時に求められること

原子力災害は、原子力施設から放射性物質及び放射線が放出という特有の事象が生じ、地震や火災、風水害などの自然災害と異なる特殊性があります。

原子力災害には、放射線についての基礎的な知識と理解が必要となります。特に、放射性物質や放射線は放射線測定器を用いることにより存在を検知できますが、その影響をすぐ人に人の五感で感じることができないことが理由です。従って、原子力災害時に原子力災害活動を実施する防災業務従事者自身に対して、適切な放射線管理と防護措置を講じる必要があります。

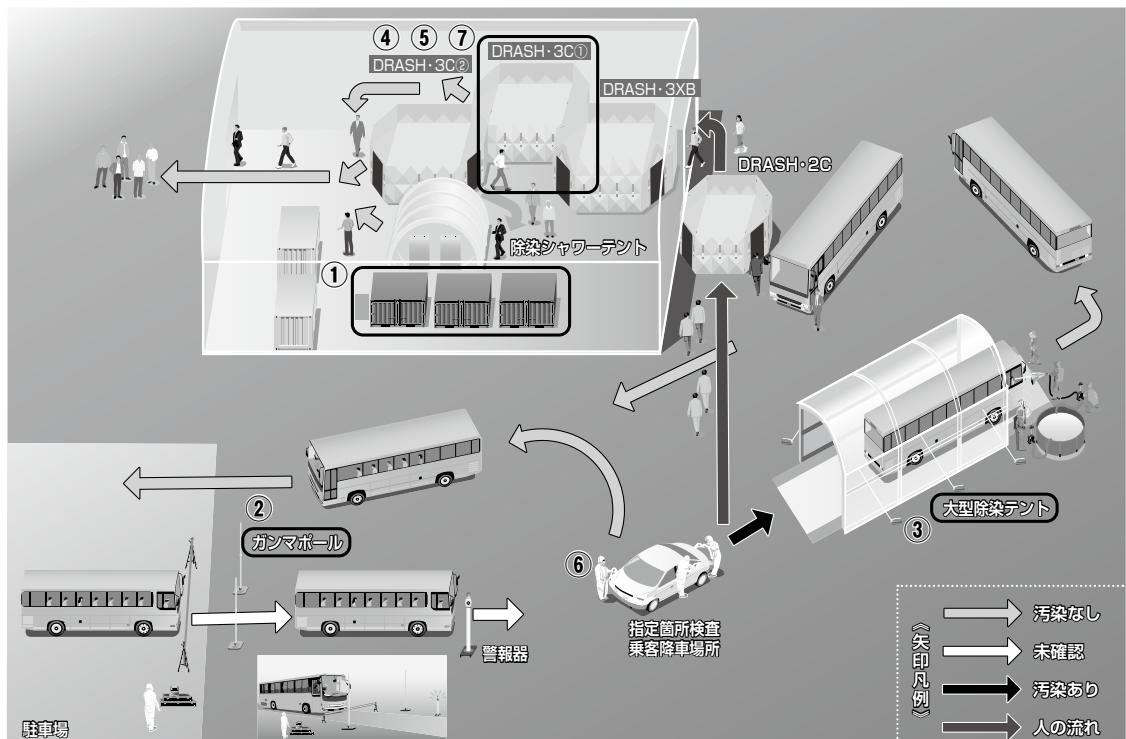
あわせて、放射性物質が放出された場合に

は、住民の被ばく線量を最小限に抑えると共に被ばくを直接の要因としない健康等への影響を抑えることが重要とされており、住民の被ばくを最小限に抑えるために避難や一時移転を行います。

一方で避難や一時移転で住民を受け入れる自治体側には、「基本的な放射性物質・放射線の性質」、「放射線の影響」、「放射線の防ぎ方」、「放射線の測定」、「防災機器の取り扱い」の知識を有し、かつ円滑で確実な受け入れが求められています。

原子力防災機器展示棟のコンセプトと展示品のご紹介

原子力防災機器展示棟では、避難や一時移



【紹介】

- | | | | |
|---------------|--------------|-----------|-----------|
| ①原子力災害対策用コンテナ | ②ガンマポール | ③大型除染テント | ④DRASHテント |
| ⑤ベータパネル Σ* | ⑥携帯型サーベイメータ* | ⑦保護衣・保護具* | |
- *1 「④」に配備
*2 「①」に保管し各作業者が装着

図2 原子力防災機器展示棟の展開時のモデル

転の人を受け入れる施設だけでなく「原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル」における検査や除染に使用する資機材がすべて備えてあり、原子力災害を想定した体験をしていただけます。今回は展示棟に保管している製商品の一部をご紹介します。

①原子力災害対策用コンテナ

原子力災害時の避難や一時移転先の避難退域時検査場で必要な資機材を機能別にパッケージングして10ftコンテナ内に収納しております。ユニック車による運搬が可能で検査場の設営を迅速かつ効率的に行えます。

また、避難生活に必要な食品や日用品を備蓄するコンテナも配備しております。



②ガンマポール（車両用ゲートモニタ）

車両に放射性物質が付着していないかを測定します。小型車両から大型車両まで測定が可能で、測定した結果は自動記録されます。



防滴構造（IPX3相当）を有し、AC100V電源の他にシガーソケット、乾電池でも起動できます。

③大型除染テント

放射性物質が付着した車両の除染を行うためのテントです。

入口高さが4.75mあり車高のある大型バスにも対応できます。除染に使用した水は、デコンプールに貯めて外部流出を防ぎます。



④DRASHテント

退域時検査場所等に使用できます。展開時に約4.5m×6.0m仕様、4.5m×7.0m仕様として2種類サイズを揃えております。

折りたたみ式のテントで、数名で収納と設営をすることができます。テントのシートは、二重構造を採用し外気温による影響を受けにくい材質で耐熱、耐寒に優れた機能を有しています。



⑤ペータパネルΣ

短時間で人の指定箇所（頭部、顔面、手指及び掌、靴底）の表面汚染（ $120\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）を約5秒で検査できます。着座式を採用し、児童・高齢者の方への体の負担を軽減します。また、検査結果は自動記録されます。



⑥携帯型サーベイメータ

手のひらサイズに収まる携帯型サーベイメータです。表面汚染測定用のB20J（下図左）と線量率測定用のPRD-ERJ（下図右）を揃えています。

単4電池2本で連続600時間以上の起動ができ付属のBLEアダプタによりパッド等の電子端末とシステム連携が可能です。

軽量でコンパクトであり持ち運びが容易で保管場所を小さくすることができます。



●B20J(汚染)

●PRD-ERJ(線量率)

⑦保護衣・保護具

原子力災害時に住民の安全を確保するため

に活動する作業者の方を保護する不織布作業服、DS2マスク、手袋、靴カバーを備蓄しております。

原子力防災に関わらず感染症対策としても活用することが可能ですが、また、保護衣の他に住民向けの着替え（衣服・靴）も準備しております。



終わりに

原子力防災機器展示棟は、原子力災害時に備えた製商品取り扱いの学習と教育・訓練を実施することを目的に開設しました。また、本施設を原子力防災の研修やトレーニングで活用していただいて「原子力防災と原子力災害時の安全確保」の理解を深める場になることに想いを込めて、一般開放もしております。皆様のご利用を心よりお待ちしております。

最後に、弊社では原子力防災に尽力して、各種商品並びにサービス（教育、研修等）を提供することで皆様の安全に貢献していく所存です。

原子力防災機器展示棟のお問合せ先：
株式会社千代田テクノル 原子力営業課
電話 03-3816-5921 FAX 03-5803-1939

2021年4月法令改正に伴う放射線業務従事者個人管理システム 「ACEGEAR」シリーズに関するご案内

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用いただき、誠にありがとうございます。

ガラスバッジサービスと併せてご利用いただいている放射線業務従事者個人管理システム「ACEGEAR」シリーズにつきまして以下の通りご案内申し上げます。

● ACEGEAR NEO

法令改正に伴う、アップデートは2021年3月頃に行う予定です。

[主なアップデート内容]

- ①眼の水晶体の累積線量（ブロック5年間の線量）の取込・帳票出力（各種管理票）に対応
- ②3mm線量当量の取込・帳票出力（各種管理票）に対応
- ③新書式の電離放射線健康診断結果報告書の出力に対応

※上記アップデートに伴い、電子報告データの様式も変更となります。

[アップデートの方法]

- ①インターネット接続されているパソコンでACEGEAR NEO (Ver.1.0.5以上) をご使用の場合
アップデートが可能になるとACEGEAR NEOログイン時にポップアップでご案内いたします。画面の指示に従い、アップデートをお願いいたします。アップデートは5~10分程度で完了いたします。
- ②インターネット接続がないパソコンでACEGEAR NEOをご使用の場合、もしくはACEGEAR NEO Ver.1.0.4以前をご使用の場合
担当事務所までご一報ください。CD-R等でアップデートプログラムをご提供いたします。

● ACEGEAR Vシリーズ (ACEGEAR V、ACEGEAR V2、ACEGEAR V3、ACEGEAR V4等)

ご使用いただいているお客様には別途ご案内しておりますが、令和3年4月1日施行の電離放射線障害防止規則等の法令改正に合わせた改良は行わず、サポートを終了させていただきます。

管理・出力できる記録および帳票は令和3年4月1日以降の法令に準拠しないバージョンとなりますので、後継のACEGEAR NEOへのバージョンアップをお願いいたします。

本件に関するお問い合わせ先

■ 本件について、ご不明な点やお困りの点がございましたら、下記担当事務所までお問い合わせください。

担当事務所

担当事務所	TEL/FAX	担当都道府県
札幌事務所	TEL : 011-206-6801 FAX : 011-200-2030	北海道
仙台事務所	TEL : 022-727-9572 FAX : 022-727-9574	青森県・岩手県・宮城県・秋田県・山形県・福島県
東京事務所	TEL : 03-3816-5210 FAX : 03-5803-4890	茨城県・栃木県・群馬県・埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県・新潟県・山梨県・長野県
名古屋事務所	TEL : 052-220-6722 FAX : 052-220-6721	富山県・石川県・福井県・岐阜県・静岡県・愛知県・三重県
大阪事務所	TEL : 06-6369-1566 FAX : 06-6368-2057	滋賀県・京都府・大阪府・兵庫県・奈良県・和歌山县・鳥取県・島根県・岡山県・広島県・山口県・徳島県・香川県・愛媛県・高知県
福岡事務所	TEL : 092-262-2235 FAX : 092-282-1256	福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県・沖縄県

座りすぎ

在宅勤務で座る時間が長くなったという方も多いと思いますが、座ったまままでいると、がんを含めた病気のリスクが上がります。

コロナ禍以前から日本は、世界の中でも座っている時間が長い国として知られています。日本人が平日に座っている時間は1日7時間と、調査対象の20カ国中、最長でした。

アメリカでは座ったままの健康リスクが知られるようになっており、シリコンバレーの大企業を中心に、立ったまま仕事ができる「スタンディングデスク」が増えています。日本人にはそういう認識が欠けている上に、コロナ後のアンケートでは、在宅勤務をしている人の8割近くが「座っている時間がさらに増えた」という結果が出ています。

座っている時間が長いほど運動不足になつて、肥満になりやすいのは当然です。ただ、運動をしていても、座っている時間が長いとがんが増え、死亡率も高くなるというデータがあります。「座りすぎ」と「運動不足」は

別の問題として考えたほうが良さそうです。

約8,000人に加速度計を装着してもらい、座っている時間と動いている時間を連続する7日にわたって、正確に調べました。その結果、肥満や喫煙などのリスクファクターを調整しても、長く座っている人にがん死亡が多いことが明らかになりました。座る時間の長さで3つの群に分けると、座る時間が最も長いグループは最も短いグループに比べて1.82倍も死亡リスクが高いことが分かりました。喫煙による死亡率の増加は1.6倍ですから、たばこ以上の危険ということになります。

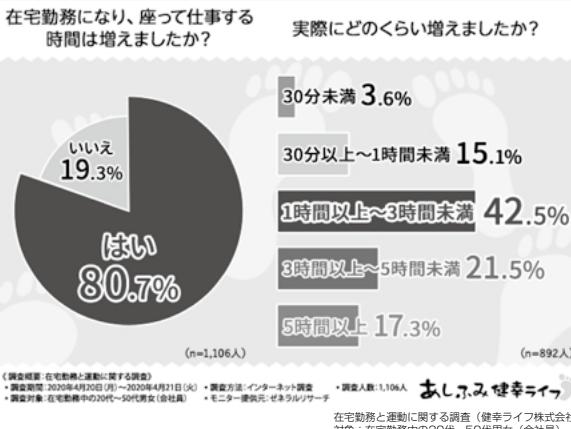
なぜ座りすぎると死亡リスクが高まるのか。詳しいメカニズムはまだ分かっていませんが、長時間座り続けることで血流が悪化し、筋肉の代謝の低下、その他のホルモンバランスの変化など、複数の要因が関係しているといわれています。

では、具体的に座りすぎによる健康リスクをどう軽減するか。仕事中でも、動くことを意識することが大切です。30分に1回は席を立って、トイレに行ったり、飲み物を取りに行ったり。それが難しいなら、おすすめしたいのは「貧乏ゆすり」です。在宅勤務なら人目を気にする必要もありませんが、いかんせんネーミングが悪い。私は「健康ゆすり」と呼び名を変えて普及させたいと考えています。

座りすぎはがんを増やすだけでなく、心にも悪影響を及ぼします。1日12時間以上座っている人は、6時間未満の人と比べて、メンタルヘルスの悪い人が約3倍も多いという調査もあります。

コロナ禍がきっかけとなり、新しい日常として定着しつつある在宅勤務ですが、健康のためには、長時間座り続けて仕事をしない工夫が必要でしょう。

在宅勤務で、さらに座る時間が増えている！



国際原子力機関の緊急事態準備対応教育研修

ネットワーク(iNET-EPR)の紹介



立崎 英夫*

1. 前書き

原子力や放射線の緊急時、つまり事故等の発生の際には、各種関係機関が連携して的確に対応できることが必要であり、そのためには平時から十分な計画と準備が必要である。原子力や放射線の事故や特に大規模災害は稀な事象であり、多くの専門家にとっても定常的に経験を積めるものではない。そのため、例えば一般の医療関係者にとっては、放射線というものはなじみの薄い健康障害因子であり、知識や情報も不足しがちで、時に必要以上の不安や恐怖を引き起こす。また、社会の関心も高く、社会的影響も大きい。従って、医療関係者を含む対応者にとって、平時の教育研修や訓練で、各担当者が知識と技能を持つことが極めて重要である。

このたび、国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency: IAEA) で、このための国際ネットワークが設立された。このネットワークの事務局は、IAEAの原子力安全・核安全・セキュリティ局 (Department of Nuclear Safety and Security: NS)、緊急時対応セン

ター (Incident and Emergency Center: IEC) が担っている。活動が始まったばかりで、まだネットワークとしての方向性が模索されている段階ではあるが、このネットワークについて簡単に紹介したい。

なお、IAEAは加盟国による各種のネットワークやグループを組織しているが、そのうち原子力安全とセキュリティに関するものは、Global Nuclear Safety and Security Network (GNSSN) のホームページ (<https://gnssn.iaea.org/main/pages/default.aspx>) に掲載されている。

2. IAEA-CBC

ネットワークの説明の前に、その中心となる教育機関について説明する。IAEAでは2015年ごろから、原子力や放射線の緊急時に対する準備と対応の分野で研修等の人材育成機能を強化するため、各地域に緊急時対応能力研修センター (Capacity Building Centre: CBC) を認定してきた。国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下量研：前の放射線医学総合研究所を含む）は、以前から被ば

* Hideo TATSUZAKI 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター

表1 IAEA-CBC機関(2020年7月現在)

国	機 関	主たる所在地	主な研修分野
オーストリア	Ministry of Interior, Civil Protection School	Traiskirchen	事故時初動対応
中 国	China Institute for Radiation Protection (CIRP)	Beijing	原子力、放射線緊急事態対応
モロッコ	Agence Marocaine de Sécurité et de Sécurité Nucléaires et Radiologiques	Rabat	放射線緊急事態対応： School of Radiation Emergency Management 開催等
日 本	量子科学技術研究開発機構	千葉県 千葉市	被ばく医療
日 本	外務省	福島県	環境モニタリング等緊急時対応
韓 国	Korea Institute of Radiological and Medical Sciences (KIRAMS)	Seoul	被ばく医療
ロシア	Emergency Response Center of the ROSATOM (国営原子力企業ロスアトム) 及びROSATOM Technical Academy (ROSATOM Tech: 2017年設立) が共同でCBCとして認定	Obninsk, St. Petersburg, Novo Voronozh	原子力緊急時対応

く医療の分野で、海外向け研修を主にアジア地域の医師を対象に実施していたが、2017年にIAEAから「アジア地区における被ばく医療対応および線量評価分野の緊急時対応能力研修センター」、つまりCBCに指定された。そして指定後、これらの分野の短期研修コースや個人研修生の受け入れといったCBCとしての活動をしてきた。なお、IAEA-CBCはこれまでに全世界で7機関設立されているが、それらのCBC機関を表1に示す。

3. ネットワーク形成

IAEAではさらに、緊急事態準備対応

(Emergency Preparedness and Response (EPR)) の分野で加盟国の人材育成の強化と教育研修の相互協力促進のため、このCBCを含め国際的ネットワーク組織の設立が計画された。このネットワークは、「The international Network for Education and Training on EPR (iNET-EPR)」との名称で、加盟国からの要求に国際的な教育機関関係者や教育専門家が応えるために相互支援するためのネットワークである。

iNET-EPRネットワークの目指すところは、このメンバー機関と国際的専門家がこのネットワークに招待され、緊急時準備対応の教育研修の教材や経験を開発したり共有したり、教授陣や教育者の交

換の機会を提供し、研修の提供を調整し、マスターコースレベルのモデルカリキュラムを提供し修了証についてもその発行の可能性を検討することなどである。

このネットワーク設立準備のため、2019年7月8日～11日に、オーストリア、ウィーンのウィーン国際センター（Vienna International Center）において「Workshop on Capacity Building Centres on Emergency Preparedness and Response (CBC)」が開催された。この会議では、今後CBC活動を拡大し、ネットワークを設立する方針が討議された。参加者はIAEA加盟国からの参加登録者、54か国から71名であり、筆者もこの会議に出席の機会を得た。

会議の目的は、(原子力)緊急時対応のための人材育成の協調を深めるため、人材育成センター等関係機関のネットワーク(iNET-EPR)の概要を討議することであった。主な議事内容として、この会議では以下の3つの文書のドラフトが議題となった。

- Capacity Building Centers on Emergency Preparedness and Response (CBC-EPR)
- Concept for a Capacity Building Tool: international Network for Education and Training on EPR (iNET-EPR)
- TERMS OF REFERENCE: international Network for Education and Training (iNET-EPR Network)
そして、この3つのドラフトは、グループ討議と全体討議を経て修正され、この会議で最終版として承認された。

4. iNET-EPRの目的

上記のコンセプトペーパー「Concept for a Capacity Building Tool: international Network for Education and Training on EPR (iNET-EPR)」によると、iNET-EPRの目的は次の項目とされる。

- EPRの分野で教育研修活動を開始し強化しようとする教育団体や専門家たちの国際的教育研修のネットワーク形成や運用を可能にすること。
- ネットワークメンバーにより運営されるこのネットワーク内のグループに、テキストなどの教材の開発を可能にし、メンバーに専門能力向上の機会を与え、教育研修活動を促進することができるようになること。
- 加盟国の広範な教育研修組織に、それらが必要とするEPR能力を探し出すことを容易にするなどの包括的な情報交換の場を提供すること。
- IAEAガイドラインに沿ったEPR教育を提供することに关心を持つ大学などの機関によって用いることのできる、修士レベルのモデルカリキュラムを作成すること。

5. 期待される成果

また、このコンセプトペーパーでは、このネットワークの成果としては以下のことが期待されている。

- 加盟国の原子力あるいは放射線緊急事

態への準備対応の強化。

- 放射線緊急事態への準備対応の分野の教育者や研修教員相互の協力の促進。
- IAEA-IECの提供するこの分野の研修の加盟国への情報提供の増加。
- iNET-EPR platformの開発へIAEAのIT技術資源の一層の利用。
- IAEAの既存のあるいは計画中の活動との目に見える共同作用。
- iNET-EPR platformに情報を提供することによりネットワーク参加者間でそれらを共有する文化。

なお、ここで挙げられた、iNET-EPR platformとは、IAEAホームページ内に位置するこのネットワークのホームページで、基本はネットワーク参加者向けに作られている内部向けページであるが、一部は一般向けページとして公開されている。[\(https://gnssn.iaea.org/main/iNET-EPR/Pages/default.aspx、\(2020年10月4日現在\)\)](https://gnssn.iaea.org/main/iNET-EPR/Pages/default.aspx)

6. 加盟機関と内部組織

iNET-EPRネットワーク参加機関は、これまでにIAEAに認定されたCBCに加えて、今後CBCになる予定の機関、今後もCBCになる予定のない研修実施機関、高等教育機関（マスターコース設置等）であり、幅広い教育研修機関を対象としている。

上記の会議では、このネットワークの具体的活動のために以下の3つのワーキンググループが作られることになった。

- WG A: Coordination, Collaboration and Good Practices in training programs;
(ワーキンググループA：研修プログラムの共同活動、共同と良好事例)
- WG B: Education and academics;
(ワーキンググループB：教育と大学等教育機関)
- WG C: Information Sharing, Promotion, and Outreach.
(ワーキンググループC：情報共有、宣伝活動、外部伝達)

またネットワークの企画立案を機動的に行うため、ネットワークビューロー（Network Bureau）が置かれることになった。ビューローはネットワークの管理を先導するとされている。これは、ネットワーク全体の議長、副議長、各WGの議長、副議長によって構成される。ビューローは、定期的会合、連絡、電話会議、WEB会議等を通して、WGとそのメンバー間の調整をする。そしてそれらの情報は、各メンバーに通知されることになっている。以上述べたiNET-EPRネットワークの運営体制図を図1に示す。

2020年11月より、IAEAによりこのネットワークの参加者が募集され、加盟国の承認を受けた個人がメンバーとして登録されている。2020年8月5日現在、WG A: 54人、WG B: 68人、WG C: 42人の登録があり、この中には複数のWGに重複している人もおり、その他、WGを特定していない参加者もいる。これらを合わせて、この時点で全体では166人の登録がある。なお、国によって、複数のメン

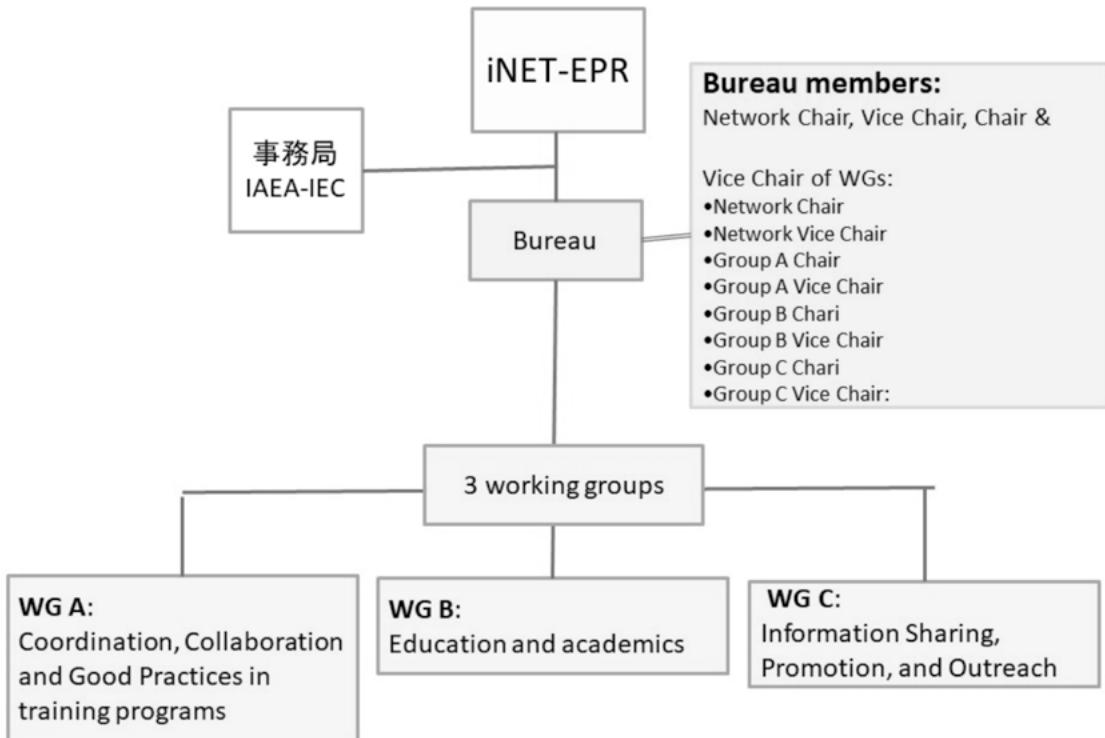


図1 iNET-EPR の運営組織

バーを1つのWGに登録しているところ多くある。これらのメンバーにより、各WGが活動を始めている。iNET-EPRの全体の会合は、年2回の開催が予定され、第1回が2020年4月に予定されていたがCOVID-19の蔓延により延期され、2020年9月現在の計画では2021年開催の予定である。

7. 結語

以上がiNET-EPRネットワークの概略である。この活動は端緒についたばかりであるが、関係者の参考になれば幸いである。

著者プロフィール

1959年現さいたま市生まれ。
専門分野は被ばく医療。医師、医学博士。
1983年筑波大学医学専門学群卒業、1987年筑波大学大学院博士課程医学研究科修了（医学博士）。その後、米国ハーバード大学マサチューセッツ総合病院クリニカルフェロー、筑波大学臨床医学系講師、IAEA原子力科学・応用局健康部応用放射線生物学・放射線治療課オフィサーを歴任。2002年（独）放射線医学総合研究所国際・研究交流部国際室室長の後、研究所内異動及び法人統合を経て、2019年より（国研）量子科学技術研究開発機構量子医学・医療部門高度被ばく医療センター副センター長。
元ICRU委員、現広島大学客員教授併任。
NPO法人放射線安全フォーラムの設立時からのメンバーで現在同監事。



放射線道場の喫茶室

第7回

【CurieとRoentgen】

鴻 知己

時刻を知りたいと思ったときや、何かの対価を支払うときなど、数字との付き合いが不可避・不可欠である。我々は、日常、物事を数量化して知覚することが多い。

数量化には、元々整数で数え上げられないものもあり、それらは何らかの方法で単元量を定め、それに対する比率として表現される。

約束事としての“単元量”（単位）は簡単で誰にもすぐ分かるものであることが望ましく、実際多くの単位はそのように導入されたものである。

今日、度量衡の基礎（国際単位系）に据えられている基本の単位はmeter、second、kilogramであり、単位の記号にm、s、kgが充てられている。MKS単位系という呼称もある。

横道にそれるが、ここで一つ気に入らないことがある。基礎に据えるなら“k”という接頭辞は使わない方がいい。通貨のデノミ（呼称変更）ではないが、“kg”を“新g”とし、MKSをMGSとするのである。

ともあれ、MKSの単位 {m、kg、s} は分かり易い。己の身長、体重、脈拍に照らし、その大きさが直感できるからである。元々 1 m は、赤道から北極までの地表距離の1/10,000 の1/1,000、1sは1年1/12の1/30の1/60の1/60、が出発点であった。1 kgは水 1 L（リットル）の質量である。

さて、表題に掲げたのは、人類が放射線や放射能の存在を初めて知った19世紀の末、それぞれ放射能と放射線の量の単位として使われていたものである。Curieは言わずと知れたラジウムの発見者、Roentgenは“新光線（レントゲン線）”の発見者である。

表記の人名に由来してつくられた単位を辞

書やデータブックで調べると

$$1 \text{ curie} : 1 [\text{Ci}] = 37.0 [10^9/\text{s}]$$

$$1 \text{ roentgen} : 1 [\text{R}] = 258 [10^{-6}\text{C/kg}]$$

である。

条約として定められている度量衡の基本ルールでは、単位の名称は人名に因んだものであっても小文字を連ねて書き、記号には最初の1文字を大文字とすることになっている。

“C”は既に電荷coulombの記号とされていたのでcurieの記号は“Ci”とされたのである。

2桁や3桁の数値で書かれるこれらの量はどのようにして導かれたのであろうか？

大体新しい単位をつくるときはナイーブでシンプルな発想でなされるものである。これら2つの単位も例外ではなかった。

1 curieは「放射性物質ラジウム 1 g が所有する放射能」、1 roentgenは「1 cc（1立方センチ）の空気中に生成される電離の量が（正負それぞれ）1 esu（静電単位）となる“放射線の量”」というのが、導入当初の定義であったのである。

1 esuとは、真空中で 1 cm 離れた等量の電荷が 1 dyn の力で反発し合うときの電気量を意味する。

1 という数字には、単に 1 桁の数字で覚えやすいということだけでなく、整数数え上げの最小単位であり、その 1 番に来るものである、という点で、非常に特異的なものである。

放射線被曝に起因するリスク評価の言説で“1 ミリシーベルト”がかくもモテハヤサレテイルという現象の裏には、このような事情もあるのだろうと考える。“1 ミリシーベルト”がどれ位の安全を意味するかは“2 の次”なのである。

サービス部門からのお願い

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

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。

「ガラスバッジを洗濯してしまった」とご連絡をいただくことがございます。白衣や作業着などを洗濯されるときは、今一度ガラスバッジがついていないかご確認をお願いいたします。

ガラスバッジやガラスリングを洗濯してしまった場合は、必ず**自然乾燥してください**。

急激な加熱乾燥は、避けてくださいますようお願いいたします。誤ってドライヤーの熱風を当てたり、乾燥機にかけてしまったときは、最寄りの弊社事務所にご相談ください。状況によっては、ガラスバッジやガラスリングを交換する必要があります。

洗濯してしまったガラスバッジやガラスリングを測定依頼されるときは、測定依頼票の通信欄に「お客様コード」「整理番号」「お名前」と洗濯した旨を明記してください。

お客様のご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。



編集後記

- あけましておめでとうございます。本年も本誌をどうぞよろしくお願い申し上げます。
- 今年最初の寄稿は「モンテカルロシミュレーションコードPHITSによる新型コロナ感染拡大の解析」と題して一般財団法人高度情報科学技術研究機構の仁井田浩二先生にその解析結果について解説していただきました。新型コロナウイルスについては我が国においてもまだ感染が収まる気配がありませんが、あらゆる機関で様々な角度からの研究が進められています。本誌では紙面の都合ですべてのデータを掲載できませんでしたが、是非参考文献もあわせてご覧いただければと思います。
- 弊社は茨城県大洗町にガラスバッジの組立・測定センターがございますが、この度同じ敷地内に原子力災害時に備えた製商品取り扱いの学習および教育や訓練の実施が可能な「原子力防災機器展示棟」を開設いたしました。大洗町は太平洋に面し海の幸が大変豊富で研修旅行等にもピッタリです。事前に申し込みいただければ施設を見学いただくことも可能です。是非お立ち寄りください。
- 東大病院の中川恵一先生のコラムは連載3年目に突入しました。テレビやラジオでもご活躍されている中川先生ですが、「健康ゆすり」のネーミングアイデアはさすがの一言です。今年もお医者様の立場から、健康とがん、放射線や原子力に関係する話題など幅広くコラムで取り上げさせていただきますのでどうぞお楽しみに。
- 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センターの立崎英夫先生には国際原子力機関の緊急事態準備対応教育研修ネットワーク(iNET-EPR)の取り組みについてご紹介いただきました。IAEA加盟国による緊急時の相互支援ネットワークの構築が始まったとのことで今後の進展に期待大です。
- コラム「放射線道場の喫茶室」では「CurieとRoentgen」と題して鴻知己先生にコラムを寄稿頂きました。一般的にはやや難しいと感じるテーマであっても、鴻知己先生のペンさばきにより毎回とても面白く、読者の方に読みやすい内容になっています。今月も必読です！
- 読者の皆様方にとって本年が良い年になりますように。
(H.N)

FBNews No.529

発行日／2021年1月1日

発行人／細田敏和

編集委員／新田浩 小口靖弘 中村尚司 金子正人 加藤和明 青山伸 原明

五十嵐仁 藤森昭彦 高橋英典 中本由季 廣田盛一

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／03-3252-2390 FAX／03-5297-3887

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

印刷／株式会社テクノルサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円（本体364円）