

放計協 ニュース

公益財団法人 放射線計測協会



福島第一原子力発電所事故で問われた 放射線に係る基礎知識の普及啓発

公益社団法人 茨城原子力協議会

常務理事 山田 広次

平成23年3月15日未明、福島県境の北茨城市役所(福島第一原子力発電所の南南西約70km)に県が設置した可搬型モニタリングポストの値が上昇していると、県災害対策本部で仮眠中をたたき起こされた。同日午前4時過ぎ、原子力災害対策特別措置法第10条に基づく通報レベルである $5 \mu\text{Sv/h}$ を超えた。福島第一原子力発電所事故の影響が茨城県に現われた瞬間だった。

その後、連日、野菜を始め水道水、原乳、魚介類、牛肉等々から暫定規制値を超える放射性セシウムやヨウ素が検出され、出荷の制限や自粛措置がとられた。現在、出荷制限等は一部を除き解除されたが、風評被害は未だに収まっていない。

この様な状況の中、茨城原子力協議会は、地震で被災した展示館(原子力科学館)の復旧と並行して、県民の放射線や放射能に対する不安解消の一助として、「放射線アドバイザー派遣事業」を茨城県とも共同で行ってきた。

本事業は、県内各地の自治会や消費者団体等からの要望を受け、放射線等の専門家を派遣し、放射線の基礎知識や健康影響等の講演を無償で行うものであり、23年度は92回、4,114名、24年度は55回、2,658名、25年度は4回、274名(7月末現在)の県民が受講されている。

本年度は、県内各地の空間放射線量率が低下したほか、県内の農畜水産物中の放射性セシウムも基準値を大幅に下回っており、放射線アドバイザー派遣事業への応募者も減少していることから、県民の不安も徐々にではあるが解消されつつあるのではないかと。

24年度の受講者に対するアンケート結果によると、講演内容に対しては、受講者の約70%が「よく分かった、大体分かった、半分くらい分かった」、約10%が「分かりにくかった」と回答し、「講演を通して放射線や放射能に対する不安は解消されましたか」との問いに対しては、受講者の約70%が「かなり軽減、多少軽減した」、約10%が「不安は解消されない」、約15%が「最初から不安はなかった」と回答している。

これらの結果から、概ね講演内容を理解された方は不安が解消、軽減されており、アドバイザー派遣事業の目的は概ね達成できたものと考えられる。

茨城県では、平成11年のJCO臨界事故を踏まえ、放射線の基礎知識を子供の頃から学習することにより、放射線と放射能の違いや放射線に係る様々な数値(Sv、Bq等)の意味等を理解していただくこと、事故の翌年から、小中高校生向けの副読本を毎年作成、全児童・生徒に配布し、理科や社会、避難訓練等で活用してきた。

しかし、成人向け資料は予算の制約上、これまで1回の発行にとどまっていた。また、今回の放射線アドバイザー派遣事業を通じて、成人、特に若いお母さん方に対する放射線や放射能に係る基礎知識の普及啓発が、重要であることを痛感させられた。

茨城原子力協議会は、県民が事故に際し冷静に判断できるよう、今後とも微力ではあるが各種講演会等の開催や原子力科学館の運営を通じて、放射線の基礎知識の普及啓発に努めてまいりたい。

黒鉛パイルと²⁴¹Am-Be線源を用いた減速中性子校正場の開発

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター

原子力科学研究所 放射線管理部 放射線計測技術課 西野 翔

1. 開発の背景

原子炉施設や加速器施設などの中性を扱う施設においては、その被ばく管理を目的として中性子サーベイメータや個人線量計などが広く利用されている。放射線防護の目的に利用されるこれらの中性子測定器の応答関数は、一般に大きなエネルギー依存性を持つ。従って、中性子測定器の校正を行う際は、実際の作業現場に近い中性子スペクトルをもつ校正場を利用することが望ましい。しかしながら、通常の校正によく使用される²⁵²Cfや²⁴¹Am-BeなどのRI中性子線源から直接放出される中性子スペクトルは、実際の作業現場と比べて平均エネルギーが高い場合が多い。そこで、日本原子力研究開発機構原子力科学研究所の放射線標準施設では、²⁵²Cf及び²⁴¹Am-Be線源から直接放出される中性子を利用する速中性子校正場の他に、黒鉛パイルと²⁵²Cfを用いた熱中性子校正場^[1]、重水球と²⁵²Cfを用いた減速中性子校正場、及びコンクリートブロックと²⁴¹Am-Beを用いた減速中性子校正場^[2]（以下、コンクリート減速場という）を整備し運用してきた。ところが、2011年の東北地方太平洋沖地震の影響により、コンクリート減速場に用いられているコンクリートブロックが大きく移動・損傷し、従来の校正場の特性を再現できなくなった。ブロックを積み上げるという構造上、校正場の安全利用が困難であることも考慮し、コンクリート減速場の使用を取りやめることとした。そこで、放射線標準施設では、コンクリート減速場に代わる、新たな減速中性子校正場の開発を行った。

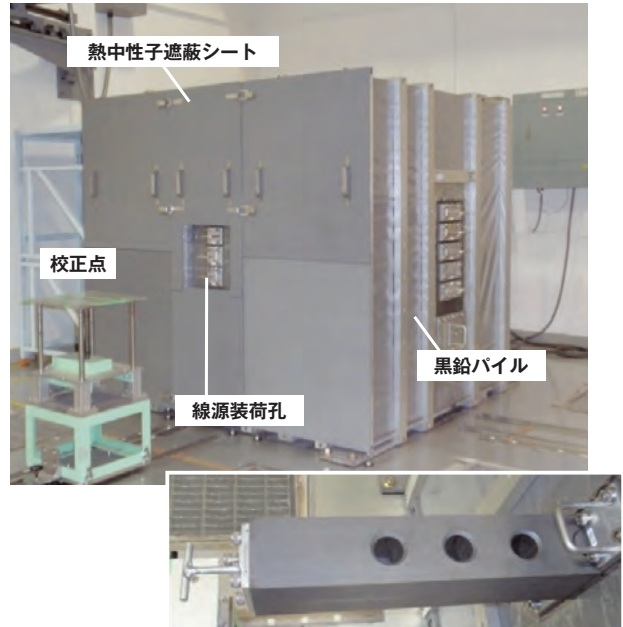


写真1 減速中性子校正場の外観

2. 新しい減速中性子校正場の概要

早期の減速中性子校正場構築を目指し、当施設の熱中性子校正場に用いられている黒鉛パイル(150cm(縦)×164cm(横)×150cm(高))を、減速材として利用することにした。熱中性子校正場として利用する場合は、黒鉛パイル中心に線源を設置するのに対し、開発した減速中性子校正場では、黒鉛パイル表面に近い線源装荷孔(写真1)に線源を設置することで、熱化が十分に進んでいない高いエネルギーの中性子を多く取り出すことができる。2個の²⁴¹Am-Be線源を中性子線源として用いることにより、校正に十分な線量率を確保するようにした。また、線源の装荷位置を変えることで、中性子スペクトルの異なる複数の校正場を利用可能とした。黒鉛パイルから放出される中性子をそのまま利用した場合、熱中性子が支配的な校正場となって

しまうため、校正点側の黒鉛パイル表面に、ガドリニウムを配合した熱中性子遮蔽シートを設置した。シート中央部には、30cm四方の開口部を設け、線源の出し入れを容易にできるようにするとともに、適当な量の熱中性子を取り出せる構造とした。なお、黒鉛パイルを熱中性子校正場として利用する際は、遮蔽シートを取り外す必要があるため、遮蔽シートは3つのパーティションに分割して製作し、容易に着脱・持ち運びができるようにした。校正点は、黒鉛パイル表面から75cmの位置に設定した。

3. 数値計算及び測定による校正場特性の評価

2個の²⁴¹Am-Be線源を、黒鉛パイル表面から18cmと28cm位置にある装荷孔に設置した場合(線源配置A)及び28cmと38cm位置にある装荷孔に設置した場合(線源配置B)に得られる中性子スペクトルについて、数値計算及び測定による評価を行った。数値計算はMCNPコード^[3]を使用し、線源カプセル、黒鉛パイル、熱中性子遮蔽シート、照射室の床・壁など、中性子スペクトルに影響を与えるものを計算体系に取り込んだ。スペクトル測定には、ボナー球スペクトロメータ(BF₃比例計数管+ポリエチレン減速材)を使用し、SANDIIコード^[4]を用いてスペクトルのアンフォールディングを行った。熱中性子領域については、BF₃比例計数管を用いたCd差法により、別途フルエンスを決定した。

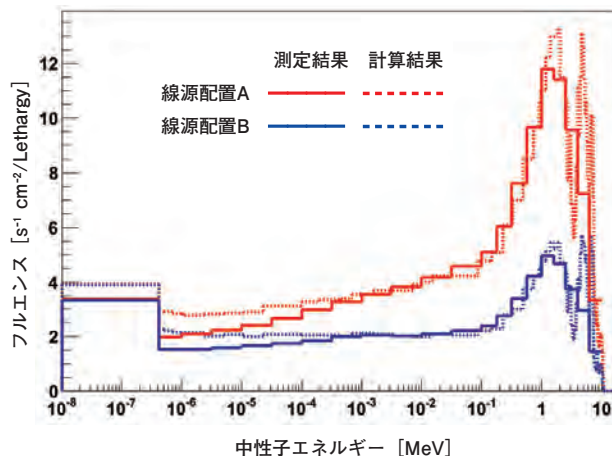


図1 測定及び数値計算により得られた減速中性子校正場の中性子スペクトル

なお、本測定に用いたボナー球は、国家標準とトレーサブルな校正場で校正されたものを使用している。

測定及び数値計算により得られた中性子スペクトルを図1に示す。熱中性子領域から約10MeVにわたる広いエネルギー分布をもつ中性子スペクトルが得られることが分かった。また、測定及び数値計算では、低エネルギー側でわずかに違いがみられるものの、全体として、概ね一致する結果となった。測定により得られたスペクトルから、校正点における周辺線量当量率、フルエンス平均エネルギー及び線量当量平均エネルギーを計算し、表1にまとめた。従来のコンクリート減速場と同程度の校正場パラメータが得られており、サーベイメータ等の測定器の校正に十分利用可能であることが確認で

表1 ボナー球による測定結果を基に決定した減速中性子校正場パラメータ

線源配置	周辺線量当量率 H*(10) [μSv/h]	平均エネルギー [MeV]	
		フルエンス	線量当量
A	49.3 (50.9)	0.84 (0.85)	2.20 (2.26)
B	21.4 (22.2)	0.60 (0.59)	2.10 (2.17)

() 内は、数値計算結果を用いて評価した値を示す。
ICRP Publ.74の中性子フルエンスー周辺線量当量換算係数を用いた。

きた。なお、校正点から黒鉛パイルを見込む立体角が大きく、広い角度から中性子が入射すると予想されるため、方向依存性のない周辺線量当量率($H^*(10)$)のみを評価することとした。

次に、校正点付近における線量率の一様性について評価を行った。前述のとおり、測定結果と数値計算により得られたスペクトルが概ね一致していることから、数値計算を用いて評価することとした。校正点から、左右方向、上下方向に評価点をずらした場合に得られる線量率の分布を図2に示す。その結果、校正点の周囲±15cm(サーベイメータのサイズと同程度)では、5%以内で線量率が一様であることが確認できた。なお、校正点の線量率が、その周囲よりもわずかに小さいのは、線源装荷孔引き出しの取っ手が、線源と校正点の間に存在し、線源からの直接線の到達を妨げることによる。

4. まとめ

放射線標準施設に、黒鉛パイルと ^{241}Am -Be線源を用いた、新しい減速中性子校正場を開発した。異なる2つの線源配置について、ボナー球による中性子スペクトルの測定を行い、校正場の平均エネルギー及び基準線量率を決定した。得られた校正場パラメータは、従来のコンクリート

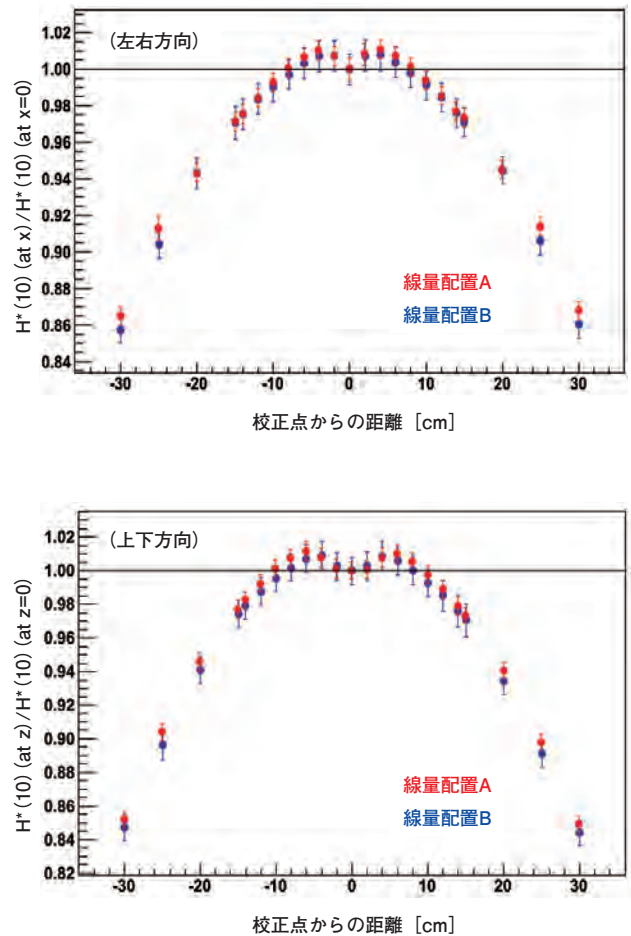


図2 校正点付近の線量率一様性

減速場と同程度のものであることが確認できた。なお、本校正場では、周辺線量当量率($H^*(10)$)を提供し、レムカウンタなどの中性子サーベイメータの校正を対象とする。

参考文献

- [1] 内田 芳昭ほか：黒鉛パイルを用いた熱中性子校正場の特性評価、JAERI-Tech 2005-012 (2005)
- [2] Yoshizawa et al., “Neutron spectra and angular distributions of concrete-moderated neutron calibration fields at JAERI”. Radiat Prot Dosimetry 110, (2004)
- [3] Briesmeister, J. E. (ed.) : “MCNP-A General Monte Carlo Code N-Particle Transport Code Version 4B”, LA-12625-M, (1997)
- [4] W. N. McElroy, S. Berg, T. Crockett, R. G. Hawkins. : “A COMPUTER-AUTOMATED ITERATIVE METHOD FOR NEUTRON FLUX SPECTRA DETERMINATION BY FOIL ACTIVATION”, AFWL-TR-67-41, (1967)

1. これまでの校正の状況

国内の原子力施設等で使用されている放射線測定器は、その信頼性確保のため点検校正が行われております。

当協会では、発足当時よりこの点検校正業務を行っており、1975年に制定されたJIS Z 4511による校正方法等を取入れた点検校正要領をもとに、国内外の多種多様な放射線測定器の点検校正等の業務を行ってまいりました。

また、平成5年11月、貿易の技術的障壁の低減と除去等の動きに対応して計量法が改正され、校正事業者認定制度(JCSS)が始まりました。当協会も平成7年12月よりJCSS認定事業者として、校正業務を行っております。

しかし、今日まで実施してきたJCSS校正は、X線や γ 線の標準校正場の線量率測定を行う電離箱式照射線量計とガラス線量計等の線量計素子に対する標準照射など、照射線量や空気カーマについてのトレーサビリティの明確化が必要な基準として用いる機器が主な対象でした。このため、現場で使用される実用測定器(サーベイメータ)に対するJCSS校正は行われていませんでした。

JCSS校正では、不確かさの評価が必須となります。近年、(独)製品評価技術基盤機構認定センターにおいて、校正時の不確かさの評価法として「不確かさの見積もりに関するガイド(JCG217S 11-01)」がまとめられたため、これを基にエネルギー特性や安定性等の性能が比較的良好な電離箱サーベイメータについて校正時の不確かさの見積もりを行い、JCSS校正サービスを開始しました。

以下に、今回評価を行った電離箱サーベイメータの校正時の不確かさ評価について紹介します。

2. 校正の不確かさ評価

(1) 対応機種

今回評価することが出来た電離箱サーベイメータは、以下の3シリーズです。

ICS-321シリーズ(日立アロカメディカル社製)

ICS-311シリーズ(日立アロカメディカル社製)

AE-133シリーズ(応用技研社製)

これら3シリーズは、数多くの校正実績、JIS Z 4333のエネルギー特性でEI型に適合していることから対象機器としました。それ以外の電離箱サーベイメータについては、その性能調査を行い不確かさを見積もる事が可能か検討しましたが、エネルギー特性の個体差が大きいため、個別に対応することと



写真 JCSS校正対応機器

しました。

(2) 校正場設定の不確かさ

校正を行う時の不確かさの要因は、校正場の設定に伴う不確かさと被校正品の校正を行う時の不確かさに分けられます。

校正場設定の不確かさについては、特定二次標準器の校正定数の不確かさ、校正に使用する照射装置の性能に起因する不確かさ(線量の再現性、 γ 線場の非均一性、逆二乗法による基準線量の不確かさ)、及び量換算($Gy \rightarrow Sv$)の不確かさ等が主な要因となります。

(3) 被校正品の校正時の不確かさ

電離箱サーベイメータの校正時に見積もる不確かさは、以下の通りです。

指示値読み取り

位置設定

温度補正(通気型のみ補正する)

気圧補正(通気型のみ補正する)

方向特性(設定角度)

温度特性

散乱線に対するエネルギー特性

これら各要因の中で、電離箱サーベイメータの性能に起因する不確かさは以下のように見積もりました。

・方向特性(設定角度)

電離箱サーベイメータ設置時に、基準放射線の入射方向に対して最大 $\pm 5^\circ$ の範囲でずれが生じた場合に、サーベイメータの方向特性よりその不確かさを算出します。

・温度特性

メーカー仕様の温度特性と、測定開始から終了までの温度変化量よりその不確かさを算出します。

・散乱線に対するエネルギー特性

メーカー仕様のエネルギー特性と、校正場の散乱線の線量率比よりその不確かさを算出します。

(4)校正定数の不確かさ

電離箱サーベイメータの校正結果(校正定数)の不確かさは、(2)及び(3)に示した不確かさを合成することにより得られ、その合成標準不確かさは、上記各要因の相対標準不確かさの二乗和の平方根により算出します。

また、校正結果に対し約95%の信頼の水準をもつ区間を定めるため、Welch-Satterthwaiteの式により有効自由度を計算し、それに対する包含係数(通常はk=2)を求めます。校正定数に対する不確かさ(相対拡張不確かさ)は、合成標準不確かさに包含係数を乗じて算出します。

3シリーズの電離箱サーベイメータのうち代表的な型式に対する校正の不確かさを表に示します。その結果、最大でも7.0%の不確かさで校正できることがわかりました。

3. おわりに

東電福島第1原発事故以降、住民の方々の安心・

表 サーベイメータ型式とJCSS校正の不確かさ

型式	校正範囲	不確かさ
ICS-321	5 μ Sv/h～5mSv/h	6.0%～6.8%
ICS-311	6 μ Sv/h～6mSv/h	5.1%～7.0%
AE-133/ Λ_1	6 μ Sv/h～600mSv/h	5.3%～7.0%

安全の観点からデータの信頼性確保が益々重要となっております。放射線測定を行う機関等では国家標準とのトレーサビリティを明確にすることが求められており、JCSS校正の重要性が高まっております。

今回は、電離箱サーベイメータのJCSS校正における不確かさ評価について紹介しましたが、今年度は除染作業等の現場で使用されているエネルギー補償型NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータに対してJCSS校正を行うための不確かさの評価等を行います。

当協会では、今後もトレーサビリティの普及に努め、信頼あるデータの提供とユーザーのニーズに合ったサービスを行うよう引き続き取り組んでまいります。

〈校正等申込・問い合わせ先〉

校正グループ 技術主幹 とうなみ こういち 当波 弘一

TEL：029-282-5549

FAX：029-283-2158

平成25年度下半期定期講座開催案内

講座名	開催期間	講座の目的
定期講座	原子力教養講座 第16回 11月13日～15日	原子炉から廃棄物までの原子力全般の解説と放射線測定実習など、原子力の基礎的な知識を身につけることを目指す。
	放射線管理入門講座 第67回 12月2日～6日	放射線管理の実務に重点を置き、講義と実習により入門的知識、技能を学び、即戦力となる実務者養成を目指す。
	放射線管理計測講座 第116回 1月27日～31日	放射線管理業務に従事している中堅技術者などを対象に、測定実習などに重点を置き、中級程度の知識、技能の習得を目指す。
放射能測定講座	ゲルマニウム検出器による放射能測定法 第6回 10月30日～11月1日	ゲルマニウム半導体検出器を用いて食品等に含まれる放射能濃度の求め方を理解する。
	NaI(Tl)検出器による放射能測定法	NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いて食品等に含まれる放射能濃度の求め方を理解する。
	ゲルマニウム検出器によるin-situ測定法	(受講人数により実施時期の変更有り) in-situ用ゲルマニウム検出器を用い核種別線量率寄与及び地表面沈着濃度の求め方を理解する。

開催場所：公益財団法人 放射線計測協会 会議室

募集人員：定期講座 20名、放射能測定講座 各12名

申込方法：「受講申込書」を当協会のホームページ<http://www.irm.or.jp/>の「申込方法」からダウンロードし、必要事項をご記入の上ご郵送下さい。

担当：研修・普及グループ 根本・照井 TEL：029-282-5546(代) 9：00～17：30

*ご要望に応じて放射線業務従事者の教育訓練並びに講師派遣による各種研修を実施しています。

平成24年度事業報告と決算報告

平成24年度事業報告・決算報告の概略を紹介します。(全文は協会のホームページ <http://www.irm.or.jp>で公開しています。)

平成24年度事業報告書(抜粋)

当協会は、放射線計測の信頼性の確保と向上を目的として、放射線計測に係る調査・試験研究、放射線計測器の校正、放射線計測、及び放射線計測に係る研修・普及等を実施してきた。公益財団法人移行後も、社会から信頼性と客観性が強く求められるこれらの事業を引き続き実施している。

平成24年度は、法人移行の初年度にあたり、当協会が実施する「放射線計測の信頼性確保に係る事業」について、業務品質の一層の向上を図り、原子力・放射線施設の放射線安全の確保に努めた。また、平成23年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故(以下「福島原発事故」という。)に関し、地方公共団体、一般企業、一般住民等を対象として、信頼ある放射線計測の提供、並びに放射線とその計測技術に対する正しい知識の普及と理解の促進に努め、安全・安心に係る意識の醸成に寄与した。

「放射線計測に係る調査・試験研究及び技術開発」では、放射線標準の円滑な供給のための技術開発や整備、並びに福島原発事故に起因して必要とされる放射線計測に係る技術開発を実施した。

「放射線計測器の校正、基準照射、特性試験及び放射線・放射能の計測」では、原子力研究機関、地方公共団体、一般企業等に向けて、放射線計測に係る専門的知識及び技術を基に、品質の高い校正サービスを提供した。また、放射線管理試料の分析、放射能測定等を通じて、原子力・放射線施設等の放射線安全に寄与した。さらに、福島原発事故に関連する放射線計測のニーズに積極的に応え、放射線計測器の校正、放射能試料の測定等を実施した。

「放射線計測に係る研修及び知識の普及」では、放射線計測の専門的知識を活用して、原子力・放射線に対する安全・安心に繋がる技術教育を行うとともに、放射線知識の普及活動として、福島原発事故に関連して必要とされる放射線教育を実施した。

法人運営については、法律及び定款を遵守し確実かつ効率的に事業を遂行するため、協会内の規程類の精査や業務環境の改善を着実に進めた。また、品質保証活動については、ISO/IEC17025並びにISO9001品質マネジメントシステムの維持及び継続的改善に努め、利用者の要求に応えた。

平成24年度正味財産増減計算書

平成24年4月1日～平成25年3月31日

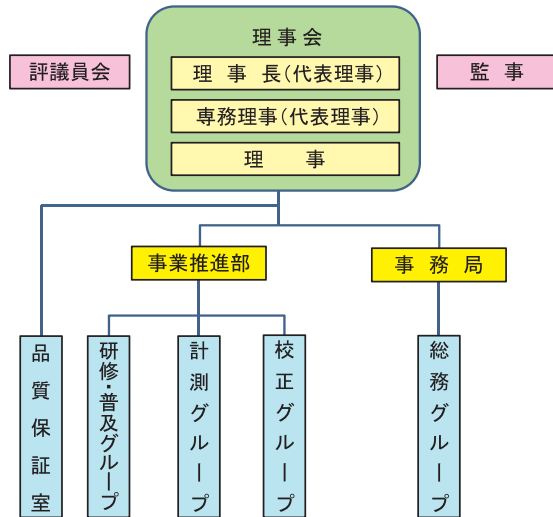
(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I 一般正味財産増減の部			
1. 経常増減の部			
(1) 経常収益			
基本財産運用益	10,939	12,025	△ 1,086
特定資産運用益	28,286	37,998	△ 9,712
事業収益	340,816,650	314,269,321	26,547,329
雑収益	7,924,668	15,400,206	△ 7,475,538
経常収益計	348,780,543	329,719,550	19,060,993
(2) 経常費用			
事業費	333,068,687	260,107,006	72,961,681
管理費	22,359,994	90,298,082	△ 67,938,088
経常費用計	355,428,681	350,405,088	5,023,593
当期経常増減額	△ 6,648,138	△ 20,685,538	14,037,400
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
貸倒引当金戻入	0	215,400	△ 215,400
退職給付引当金戻入	0	13,100	△ 13,100
前期正味財産修正益	2,134,418	0	2,134,418
経常外収益計	2,134,418	228,500	1,905,918
(2) 経常外費用			
什器備品除却損	4,068	94,816	△ 90,748
経常外費用計	4,068	94,816	△ 90,748
当期経常外増減額	2,130,350	133,684	1,996,666
当期一般正味財産増減額	△ 4,517,788	△ 20,551,854	16,034,066
一般正味財産期首残高	197,566,578	218,118,432	△ 20,551,854
一般正味財産期末残高	193,048,790	197,566,578	△ 4,517,788
II 指定正味財産増減の部	0	0	0
III 正味財産期末残高	193,048,790	197,566,578	△ 4,517,788

短 信

【組織改正について】

当協会は、平成24年4月1日に公益財団法人に移行し活動を行ってきましたが、今般、業務実施体制の強化及び責任・権限の明確化を図るため、平成25年10月1日付で、「事務局」並びに「事業推進部」を新設しました。これに伴い、総括計画管理室を廃止しました。



【放調協平成25年度総会及び第40回年会】

平成25年7月17,18日の両日鹿児島市において、原子力施設等放射能調査機関連絡協議会（以下「放調協」という。）の平成25年度総会及び第40回年会（記念大会）が開催され、その年會にオブザーバーとして参加しました。

記念大会では、原子力規制委員会の福島及び青森の各地方放射線モニタリング対策官事務所長からの放射線モニタリングに関する講演などがあり、また第40回の記念事業として「放調協若手の会によるパネルディスカッション」がありました。

放調協加盟機関からは、東電福島第1原発事故に係る放射線モニタリングの経験を踏まえて、原子力安全に係る人材の養成、緊急時における自治体相互の支援体制、国との連携のあり方など、多くの課題提言がなされ、今後の放調協の活動の充実とともにその重要性が再認識されました。

当協会は放射線計測に係る分野で放調協活動に寄与できるよう務めたいと考えます。

人事往来(リーダー以上)

組織改正に伴う発令 (H25.10.1付)

吉田 真 専務理事兼事業推進部長
増淵 恵一 事務局次長兼総務グループリーダー
本多 哲太郎 事業推進部次長
坂本 隆一 事業推進部技術首席

清水 滋 品質保証室長兼事業推進部技術首席
當波 弘一 事業推進部 校正グループリーダー
鈴木 健夫 事業推進部 計測グループリーダー
根本 久 事業推進部 研修・普及グループリーダー

編集後記

今年は、昨年にも増して暑い夏となりました。当協会では、この夏、福島県内で放射能調査を行わせて頂きましたが、真夏の日差しの中、作業者の熱中症対策に大変苦勞致しました。福島県内では、連日の暑さの中、懸命に除染作業が行われていますが、作業者の方々のご苦勞も相当に大変であろうと思われます。

東電福島第1原発事故から既に2年半が経過し、なお、貯水タンクからの汚染水漏れなど新たな問題も発生していますが、専門家の英知が住民の方々への早期帰還の実現に繋がることを願っております。

本ニュースに掲載を希望されるテーマや、放射線計測協会に対するご意見・ご要望等がございましたら、メール、FAX等でお寄せいただくと幸いです。

放計協ニュース No. 52 Oct. 2013

発行日 平成25年10月15日

発行編集 公益財団法人 放射線計測協会

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

TEL 029-282-5546 FAX 029-283-2157

E-mail kensyuka@irm.or.jp

ホームページ <http://www.irm.or.jp>