

工学計測標準研究部門長あいさつ

工学計測標準研究部門は、幾何学量・質量・力学量・流量・音響・超音波・振動加速度などに関連する国家計量標準の整備と普及、関係する計測・評価技術の開発・高度化を推進します。特に、カーボンニュートラルや有害物質暴露からの人体健康・環境の保護、デジタルトランスフォーメーション(DX)等の社会的課題・要請に対応した次世代計量標準の確立に向け、革新的な計測・評価技術の開発・高度化に取り組みます。また、これらの技術に関わる産業標準化や国際標準化も積極的に貢献します。



大田 明博
工学計測標準研究部門長

NMIJ 計量標準総合センター

- 研究企画室
- 連携推進室
- 工学計測標準研究部門
- 物理計測標準研究部門
- 物質計測標準研究部門
- 分析計測標準研究部門
- 計量標準普及センター

- 長さ標準研究グループ
- 幾何標準研究グループ
- 質量標準研究グループ
- カトルク標準研究グループ
- 圧力真空標準研究グループ
- 音響・超音波・振動研究グループ
- 動的力学量研究グループ
- 液体流量標準研究グループ
- 気体流量標準研究グループ
- データサイエンス研究グループ
- 型式承認技術グループ
- 計量器試験技術グループ
- 質量計試験技術グループ
- 流量計試験技術グループ

さらに、特定計量器の型式承認試験・審査、その検定に必要な

基準器検査など、商取引における消費者保護などを目的とした法定計量業務を実施します。加えて、適切な計量法の執行のために、計量器の技術革新、計量制度を取り巻く社会的環境変化に対応するべく、対象特定計量器の技術基準の作成・見直し等を支援します。国際的な活動として、計量標準の国際同等性を確保するとともに、国際法定計量に係るOIML証明制度の適切な運用を図ることにより、国内校正事業者並びに計量器製造事業者の円滑な海外展開等を支援します。

物理計測標準研究部門長あいさつ



中野 享
物理計測標準研究部門長

物理計測標準研究部門では、時間・周波数、電磁気、温度、光放射などの物理量の計量標準を開発・維持・管理し、供給することで、産業や社会の中での計測の信頼性確保に貢献しています。また、計量標準で得た技術を活用して、電磁波を用いた非破壊検査、ポスト5Gや6Gなどの通信技術に関連した測定・評価、熱電材料の性能評価など、産業に貢献する計測技術の開発も進めています。また、民間企業との連携により、精密電気計測器、標準LED光源、精密温度評価装置など、社会実装に資する研究開発も行っています。さらに、単一電子や単一光子、光

コムなど量子技術を用いた研究も進め、次世代の計量標準や計測技術の開発を目指しています。次世代標準という観点からは、光格子時計の開発とそれを用いた国際原子時への貢献は、国際的な秒の単位の定義改定への繋がるものと期待されています。測れないものは作れないとよく言われますとおり、これからも計量標準の維持・開発と新規の計測技術の開発を通して、次世代のもののつくりを支え、我が国の産業と社会の発展に貢献をすることを目指します。

NMIJ 計量標準総合センター

- 研究企画室
- 連携推進室
- 工学計測標準研究部門
- 物理計測標準研究部門
- 物質計測標準研究部門
- 分析計測標準研究部門
- 計量標準普及センター

- 時間標準研究グループ
- 光周波数計測研究グループ
- 量子電気標準研究グループ
- 応用電気標準研究グループ
- 高周波標準研究グループ
- 電磁波計測研究グループ
- 電磁界標準研究グループ
- 温度標準研究グループ
- 光温度計測研究グループ
- 光放射標準研究グループ
- 応用光計測研究グループ
- 量子センサー計測研究グループ

工学計測標準研究部門組織紹介

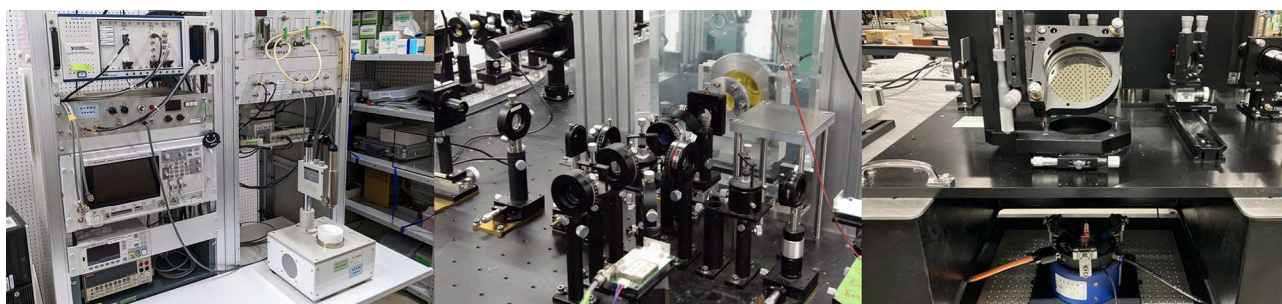
工学計測標準研究部門は 4 月に発足 11 年目を迎え、新たな人材が加わり 13 グループから 14 グループへと組織体制が変わりました。工学計測標準研究部門は 10 研究グループと 4 技術グループから構成されます。研究グループは、長さ関連量、質量関連量、音響・超音波・振動加速度の国家計量標準の開発・維持・供給、並びに、これらに関する基盤的または応用的な計測・評価技術の開発、さらに計量・計測に関わる不確かさ評価、試験所間比較における同等性評価、計量・計測用ソフトウェアの適合性評価技術の開発などを行っています。

技術グループは、計量法に基づく特定計量器の型式承認試験・審査、基準器検査、OIML 勧告に基づく OIML 証明書の適合性評価を行うとともに、技術革新や国際勧告に調和した技術基準の導入を支援し、合理的かつ興味的な試験・評価方法の検討を行っています。

今年度は融合研究の強化を図るために、当部門で 2 研究グループを新設しましたので、以下に紹介します。

【音響・超音波・振動標準研究グループ】

音響、超音波、及び振動加速度に関する計量標準の開発、維持、供給を行っています。音響標準は、空気中を伝搬する音波を測定するための基準であり、法律に基づく騒音の評価に不可欠です。音波伝搬による圧力の時間変動である音圧を電圧に変換する、マイクロホンの感度（音圧から電圧への変換係数）校正により標準供給します。超音波標準は水中を伝搬する音波を測定するための基準であり、医用超音波の生体安全性評価に用いられます。音源の出力を表す超音波パワーの校正と、水中用マイクロホンであるハイドロホンの感度校正により標準供給します。振動加速度標準は物体の振動による位置変動を測定するための基準で、法律に基づく環境振動の評価に不可欠です。振動加速度を電圧や電荷に変換する振動ピックアップの感度（振動加速度から電圧、電荷への変換係数）校正により標準供給します。



左からマイクロホン校正装置、ハイドロホン校正装置、振動ピックアップ校正装置

【動的力学量計測研究グループ】

動的力学量計測研究グループでは、変位、加速度、空気中及び水中の音圧、圧力、材料硬さなどの動的力学量の精密計測技術および次世代国家標準に資する研究開発に取り組んでいます。これら物理量の精密計測は、機械構造物の健全性評価、環境モニタリング、大規模自然災害の早期検出、医療診断など幅広い分野で重要な役割を果たします。時間変動する事象の物理量計測は、時間とその物理量との相互関係を正確に捉えるために、物理量を検知・変換するデバイス（センサ）及び利用する計測器の周波数特性や線形性（ダイナミックレンジ）、そのトレーサビリティ、データ取得後のデータ処理に重点を置いて研究する必要があります。本グループでは、特にセンシング技術の新規開発・高度化に重点を置き、光音響センサや多軸慣性センサ等の動的な応答特性を正確に捉えるための先進性と実用性を兼ね備えた研究開発を行っています。



レーザ干渉式低周波微小振動校正装置

2025 年は度量衡取締条例公布から 150 年を迎え、「計量」の節目の年です。国際的にはメートル条約締結 150 年、国際法定計量機関を設立する条約（OIML 条約）締結 70 年を迎える年でもあります。これまで長きにわたって計量の国内・国際活動に尽力された方々に深い感謝の意を表すとともに、持続可能な未来を構築するため、当部門一丸となって引き続き業務に邁進していきたいと思っています。今後ご支援・ご協力をよろしくお願い致します。

物理計測標準研究部門組織紹介

物理計測標準研究部門では、物理量の計量標準を開発・維持・管理し、供給することで社会の計測の信頼性確保に貢献しています。各研究グループの最近の研究活動は以下の通りです。

■ 時間標準研究グループ

365 日 24 時間提供可能な時間・周波数標準である UTC (NMIJ)、ならびに、SI 秒の再定義を目指した、光格子時計等による次世代時間標準の研究開発を行っています。

長期連続運転可能な Yb 光格子時計による国際原子時 (TAI) の校正や、GPS を介した周波数遠隔校正を行うとともに、暗黒物質探索等の基礎研究も行っています。

■ 光周波数計測研究グループ

波長安定化レーザの光周波数（波長）校正を行うとともに、光周波数計測に関わる研究開発を行っています。より使いやすく、より低い不確かさで光の周波数を測るための光コム発生・制御に関わる基礎技術から、高速・高精度ガス分析などの応用技術、そしてこれらに関わる橋渡し研究まで、多くの研究開発を行っています。

■ 量子電気標準研究グループ

量子電気標準に関わる研究開発・維持・供給を行っています。量子電気標準とは、量子ホール効果やジョセフソン効果、単一電子素子など量子効果を利用した電気標準です。微細加工技術による素子作製、各種不確かさ要因の追求と低減など、基礎研究から産業応用にいたるまで様々な研究を行っています。

■ 応用電気標準研究グループ

交流電圧・電流、インダクタンス、キャパシタ、変成器などの交流電気に関連する国家標準の供給を行っています。標準供給に加えて、新型センサーや広帯域電力計測技術、リチウムイオン電池や電気二重層キャパシタのインピーダンス特性評価、熱電材料の評価など産業応用の研究開発も推進しています。

■ 電磁波計測研究グループ

通信・電子機器の設計・製造・評価に必要な、電力やアンテナ係数などの計量標準をはじめ、THz 領域に至る高周波回路やデバイス特性の広帯域計測技術の研究、量子コンピュータの大規模化に向けた部素材の低温評価技術の研究、これらの技術を基にした電磁波を用いた非接触センシング技術の産業応用などの研究を行っています。

■ 高周波標準研究グループ

高周波・マイクロ波等の電磁波は、近年、産業分野で幅広く利用されるようになってきました。高周波領域の電磁波の計量標準の研究開発を通して、これまでに蓄積した高度な高周波計測技術を応用し、電波の有効利用を開拓するテラヘルツ帯計測技術、量子効果に基づく新しい高精度マイクロ波計測などの研究を行っています。

■ 電磁界標準研究グループ

放射 EMI 計測用アンテナ、無線通信用アンテナ用各種標準アンテナの整備、アンテナ利得やアンテナ放射パターン、メタサーフェスの RCS 等各種空間電磁界デバイスの特性測定方法の研究開発を行っています。さらに、50 Hz 以上の低周波磁界標準の整備、20 MHz 以上の電界標準の整備と校正方法に関する研究開発や国際標準化にも取り組んでいます。

■ 温度標準研究グループ

-260 °C の低温から 2000 °C 近くの高温度までの温度標準の実現と、その供給を行っています。また、温度定点、抵抗温度計、熱電対の開発などの産業ニーズに応える標準や計測技術の研究開発に加え、SI に対応した音響気体温度計を用いた熱力学温度の測定などの基礎研究も行っています。

■ 光温度計測研究グループ

-30 °C ~ 2800 °C の範囲の放射温度に関する国家標準の開発・維持・供給を行っています。さらに光コムを使った光領域およびテラヘルツ領域における分子分光による非接触・高精度なガス温度計測技術や蛍光温度計測技術の研究開発など既存技術では困難な温度計測への応用にも取り組んでいます。

■ 光放射標準研究グループ

光検出器の分光感度や光源の分光分布等、光放射の絶対評価、分析評価に不可欠な放射量、照明・ディスプレイ産業等で不可欠な測光量、などに関わる標準の供給、及び測定技術の開発を行っています。さらに、創薬・有害性評価への応用が期待される細胞発光の絶対測定など、産業利用につながる橋渡し研究にも取り組んでいます。

■ 応用光計測研究グループ

レーザ・LED 等の光計測の応用・利用に関する研究を行っています。具体的には LED 等の発光デバイスの測光・放射計測技術、加工用や光通信用のレーザパワー計測・制御技術、極低反射光吸収体や近接場光学素子といった光材料・素子技術の開発を行っています。また、関係する計量標準の開発、供給、拡充に取り組んでいます。

■ 量子センサー計測研究グループ

量子光学や超伝導を基盤に、微弱な電磁気現象の高精度計測技術を研究し、医療・宇宙観測などへの応用も目指しています。また、量子コンピュータなどの量子計測で必要となる超低温での冷却技術や、小型原子時計の開発も進めています。

研究トピックス

基準球面レンズの表面形状を高精度に校正

川嶋なつみ、近藤余範、平井亜紀子、尾藤洋一

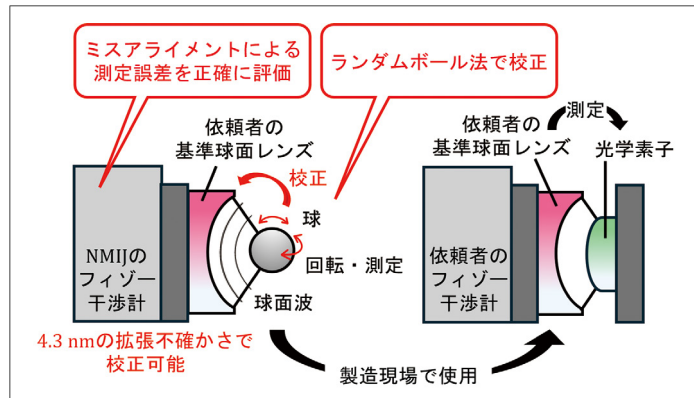
産業界において高精度な光学素子が製造されるようになり、理想の球面形状からの形状偏差（球面度）の高精度測定が求められています。光学素子表面の形状は解像度などの性能を左右し、必要な仕様を満たすためには高精度な加工技術はもとより、それらが設計通りに作成されたかを正確に測定して評価しなければなりません。そのために使用されている形状測定装置（球面フィゾー干渉計）は測定に際して基準球面レンズを参照するため、測定データには測定対象の形状だけでなく基準球面レンズが持つ形状も含まれます。この基準球面レンズの球面度校正精度が球面フィゾー干渉計の測定精度のボトルネックとなっています。市販レンズの生産現場では基準球面の球面度が $\lambda/50$ （約 13 nm）から $\lambda/20$ （約 32 nm）程度であり、NMIJ に要求される校正測定能力は $\lambda/100$ （約 6 nm）です。NMIJ では基準球面レンズ校正にランダムボール法を導入し、さらにミスアライメントによる測定誤差を詳細に解析した不確かさ評価法を確立することで、拡張不確かさ 4.3 nm で基準球面レンズ表面の球面度を校正可能なシステムを開発しました。

参考文献：

N. Kawashima et al., *Opt. Lasers Eng.*, **184**, 1, 2025
<https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2024.108646>

川嶋ら、産総研プレスリリース、2024.11.28

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2024/pr20241128_2/pr20241128_2.html

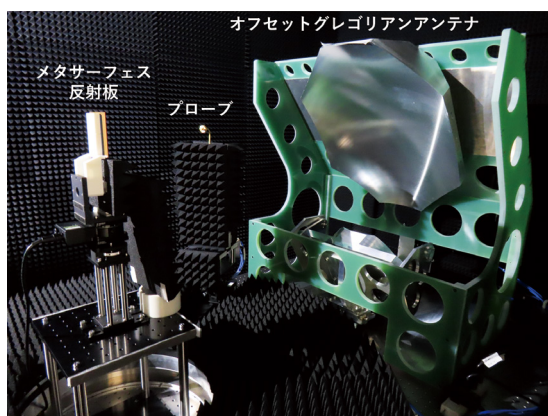


球面度校正システムの模式図

次世代テラヘルツ通信に向けたメタサーフェス反射板の評価・設計技術

加藤悠人

次世代の 6G 通信では、テラヘルツ帯の電磁波を利用した高速大容量通信の実現が期待されています。そのエリア拡大技術として、入射波を特定方向へ効率的に反射するメタサーフェス反射板が注目されています。しかし、テラヘルツ帯では反射板が波長に比べて極めて大きくなるため、実使用と同等の平面波照射下での正確な性能評価が困難でした。



開発したメタサーフェス反射板の反射特性評価システムの写真

そこで、疑似平面波を生成するオフセットグレゴリアンアンテナを用いた評価装置を開発し、コンパクトな構成で平面波照射下における高精度な反射特性評価を実現しました。本装置は実環境に近い条件下での反射特性を直接確認できるもので、実際に 220 GHz と 293 GHz で動作するデュアルバンドメタサーフェス反射板を試作・評価し、設計通りの性能を確認しました。

さらに、大面積メタサーフェスで設計自由度が発散的に増大する課題に対しては、量子・疑似量子アニーリングを活用した最適設計探索技術の開発も進めています。これらの基盤技術の実現により、テラヘルツ通信のエリア拡大を支える反射板技術の高度化と社会実装への展開が期待されます。

参考文献：

[1] Y. Kato, M. Ameya, M. Tezuka, H. Kobuke and A. Sanada, "220/293 GHz Dual-Band Anomalous Reflectors Using Higher-Order Diffraction Modes and Their Precise Characterization Using a Compact Antenna Test Range System," *IEEE Access*, vol. **11**, pp. 139295-139305, 2023.

[2] Y. Kato, M. Ameya, R. Shimasaki and A. Sanada, "Beam Forming Design of Anomalous Reflective Metasurface Based on Quantum Annealing," 2025 19th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Stockholm, Sweden, 2025, pp. 1-4.

オゾンリアクションを活用した極微量の放射性ヨウ素の分析法開発

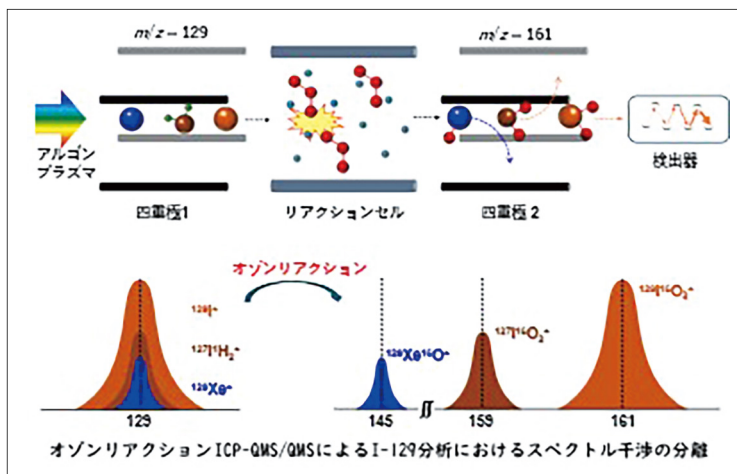
朱 彦北、浅川大樹

長半減期 (1570 万年) 放射性ヨウ素 (I-129) は、世界保健機関 (WHO) の「飲料水水質ガイドライン」で対象となる放射性核種の一つです。飲料水中のガイドラインレベルは 1 Bq/L (152 ng/L 相当) であるため、極めて微量の I-129 を分析する技術が必要です。誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) はさまざまな化学元素の分析に適し、環境・食品・エネルギーなどの分野に広く普及しているため、汎用性の高い I-129 の分析装置として検討されています。しかしながら、I-129 は共存する非放射性ヨウ素 (I-127) の二水素化物やアルゴンガス中に含まれるキセノンの同位体 (Xe-129) のイオンと同じ質量数を持つため干渉を受けます。そのため、数式処理による干渉補正が必要となり、ガイドラインレベルの I-129 の微量分析においては精度と正確さが不十分であることが問題とされています。そこで NMIJ では、独自でオゾンリアクション技術を開発し、タンデム四重極型 ICP-MS (即ち ICP-QMS/QMS) の優れたスペクトル干渉抑制のポテンシャルを活かして、I-129 の分析におけるスペクトル干渉問題を効率的に解消しました。実際に、従来技術よりブランク値をその約 100 分の 1 までに低減し、極微量 I-129 (60 pg/L) の分析を実現しました。現在、外部連携を通じて、同技術の普及を図っています。

参考文献：

Y. Zhu, D. Asakawa, *iScience*, 27, 11138, 2024.

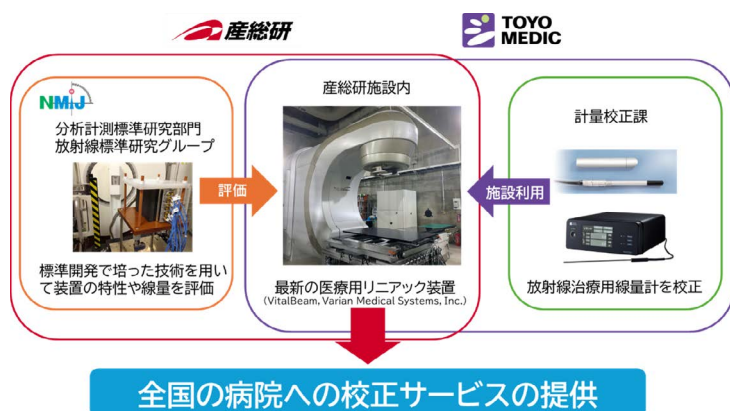
<http://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111138>



産総研施設を活用した放射線治療用線量計の JCSS 校正サービス

清水森人

医療用リニアック装置から出る高エネルギー光子線および電子線をがん腫瘍などに照射して治療を行う放射線治療は国内 800 施設以上で実施され、年間に 25 万人程度の患者さんが治療を受けています。この放射線治療の臨床現場での線量計測に用いられる放射線治療用線量計の JCSS 校正サービスが 2025 年 4 月より開始されました。これにより、全国の放射線治療施設で実施される線量計測の不確かさが低減され、放射線治療の信頼性や安全性が向上することが期待されます。



この JCSS 校正サービスは、一次標準機関である NMIJ の研究成果によって放射線の線量や特性が正確に評価された医療用リニアック装置を、産総研の施設利用制度に従って企業様に利用していただくことで実現しました。この施設利用制度を他の企業様にも活用していただくことで、NMIJ がもつ研究成果を含むその他の産総研施設を利用し、より質の高い製品やサービスを提供していただくことができますようになります。ご興味のある方は、是非、NMIJ までお問い合わせください。

参考文献：

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2025/pr20250214/pr20250214.html

産総研と東洋メディック株式会社の連携による校正サービスの提供

注目のトピックス

2025 年日中韓若手研究者ワークショップ (ESW2025) 開催報告

日本、中国、韓国の国家計量標準機関の若手研究者が参加する日中韓若手研究者ワークショップ (Emerging Scientist Workshop, ESW) が、2025 年 6 月 3 日から 6 月 5 日までの 3 日間、長野県松本市にて開催されました。ESW は NMIJ、韓国標準科学研究院 (KRISS) および中国計量科学研究院 (NIM) が持ち回りで毎年開催するワークショップであり、今年の開催 (ESW2025) は NMIJ がホストを務め、若手研究者、招待講演者、サイエンティフィック・コミッティーおよびスタッフを含めた総勢 54 名 (現地参加：53 名 / オンライン：1 名) の参加となりました。口頭発表、ポスター発表および 4 つのトピックスに分かれてのグループ・ディスカッションを通じて、活発な意見交換がなされました。また、テクニカル・ツアーでは、東洋計量史資料館を訪問し、日本における計量の歴史、計量機器の歴史的資産に触れながら、お互いに親交を深め合いました。最終日に実施された招待講演では、各参加機関の国際的に活躍する先輩研究者が登壇し、参加者が今後のキャリア形成を検討していく上で大変良い刺激を受ける機会ともなり、大変有意義なワークショップとなりました。

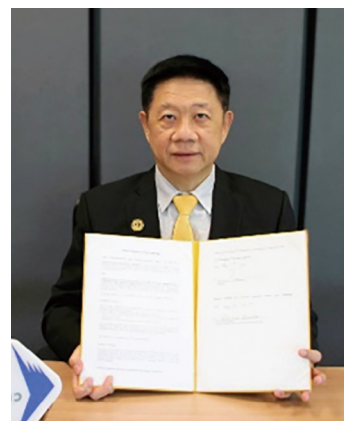


タイ国家計量標準機関 (NIMT) と NMIJ との間の MOU の更新

2025 年 8 月 1 日、NMIJ とタイ国家計量標準機関 (NIMT) は研究協力に関する覚書 (MOU) を更新しました。この MOU は、2015 年に締結された研究協力に関する意向書 (LOI) を 2020 年新たに MOU として締結したものの更新です。Pornchai Suteerakune NIMT 機関長を代表とした代表団が 2025 年 4 月 11 日に NMIJ を訪問した際の議論に基づいて、両機関によって再確認されたものです。本 MOU により、計量標準分野における両機関の継続的な協力関係が強化されることが期待されています。



白田 孝
NMIJ 総合センター長



Pornchai Suteerakune
NIMT 機関長

放射線諮問委員会第一部会と国際ワークショップを開催

放射線諮問委員会 (CCRI) は国際度量衡委員会の下に設置され、放射線標準や放射線計測における国際的な信頼性の向上に取り組んでいます。同委員会の、X 線・ γ 線及び荷電粒子に関連した諸量を担当する第一部会の隔年会議が、2025 年 9 月 17 日、18 日に福島県南相馬市丸屋グランデで行われました。現地での会議参加者は海外から 36 名、日本人 4 名、オンライン参加者は 20 名でした。会期に合わせて 15 日、16 日午前には CCRI ワークショップ、16 日午後には NMIJ、CCRI および福島国際研究教育機構 (F-REI) による国際ワークショップ「放射線の医学応用と計量標準」を開催しました。国際ワークショップには現地に約 80 名、オンラインに約 120 人の参加があり、F-REI から山崎光悦 理事長、絹谷清剛博士、量子科学技術研究開発機構から水野秀之博士、CCRI から Malcolm Macween CCRI(I) 議長と Dr. Duncan Butler、産総研から加藤昌弘グループ長が講演を行い、近年の医療における放射線利用と計量標準の貢献について活発に意見交換が行われました。ワークショップのプログラムは次のウェブサイトをご参照ください。

https://www.f-rei.go.jp/activity/9_16_f-rei_ccri.html

また閉会後の 19 日には東日本大震災・原子力災害伝承館及び福島第一原子力発電所の視察を行い、参加者は当時の事故の詳細や現在の復興状況について理解を深めました。



第 20 回 KRISS-NMIJ サミット

2025 年 6 月 12 日 (木)、13 日 (金)、KRISS (韓国太田) にて、韓国標準科学研究院 (KRISS) がホストとして、第 20 回 KRISS-NMIJ サミットが開催されました。

KRISS プレジデント、KRISS 各部門代表者等、NMIJ 代表、NMIJ 各部門代表者等の参加により、協力パッケージの更新など様々なトピックについて議論を交わしました。今後、両機関の技術協力のさらなる強化が期待されます。

詳細は、ホストとして開催した KRISS の Web ページに詳細な内容が掲載されていますので、ご参照願います。



KRISS Holds the 20th KRISS-NMIJ Summit

- Expanding Joint Research for Emerging Needs in Global Measurement Standards -

https://www.kriss.re.kr/gallery.es?mid=a20302000000&bid=0017&list_no=4922&act=view

2025 年度 計量標準総合センター オープンデイ

開催日時：2026 年 1 月 29 日 (木) 9:30 ～ 16:00

開催場所：つくばセンター共用講堂

※プログラムや参加登録等、詳細は決まり次第、下記ウェブページでご案内いたします。

<https://unit.aist.go.jp/nmij/public/events/seika/index.html>