

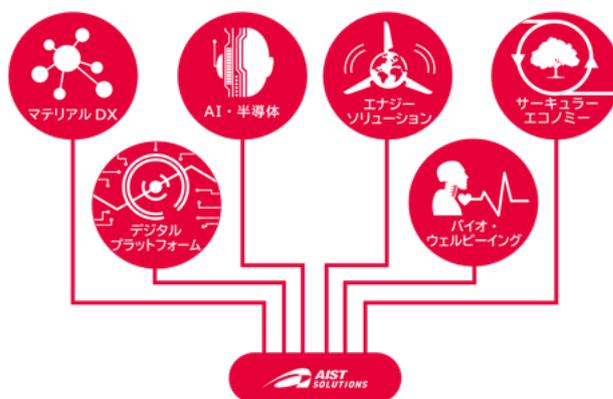
## AIST Solutions の設立について

産業技術総合研究所（以下産総研）は、そのミッションである「社会課題解決と産業競争力強化」を目指し、研究成果の社会実装に向けた体制と活動を一層強化するため、成果活用等支援法人として産総研 100 % 出資により、株式会社 AIST Solutions（アイストソリューションズ、以下 AISol）を 2023 年 4 月 1 日に設立しました。

AISol は、事業化に向けたマーケティング機能を強化し、研究所の持つポテンシャルを最大限に活かしていきます。産総研がこれまで培ってきた技術を組み込み「エネルギーソリューション」、「AI・半導体」、「サーキュラーエコノミー」、「マテリアル DX」、「バイオ・ウェルビーイング」、「デジタルプラットフォーム」の 6 つのソリューション領域を構築しています。

産総研は、今後、産総研グループで一体となって、AISol とともに日本最大級の公的研究機関として知的資産と研究・技術設備を活用し、積極的なマーケティング活動を通じて市場や産業のニーズに即応し、オープンイノベーションの強化により、ナショナル・イノベーション・エコシステムの実践や新たな事業価値創出に取り組んでまいります。

AIST Solutions が取り組む 6 つの事業領域



<https://www.aist-solutions.co.jp/>

## 工学計測標準研究部門 首席研究員挨拶



工学計測標準研究部門  
首席研究員  
倉本 直樹

2019 年、質量の単位「キログラム」の定義が 130 年ぶりに改定されました。世界に一つしかない分銅「国際キログラム原器」に代わって、普遍的な物理定数「プランク定数」にもとづく定義が実現したのです。計量標準総合センター（NMIJ）は、その前身機関である計量研究所も含め、半世紀にわたって、人工物に頼らないキログラムの定義を導くための計測技術開発に取り組んできました。新たな定義は、世界各国の国家計量標準機関による 8 つのプランク定数の測定データから導かれました。NMIJ は 4 つのデータの取得に「アボガドロ国際プロジェクト」の一員として貢献し、特に、そのうち 1 つは NMIJ が独立に論文発表（N. Kuramoto et al., *Metrologia* **54**, 716-729, 2017）したものです。世界各国が威信をかけて最高水準の技術を投入するなか、科学の歴史に残るキログラムの定義改定に、NMIJ やその研究者の名前を明確に刻む決定的な役割を果たしたことは、世界に向けて誇ることのできる快挙と言えるでしょう。

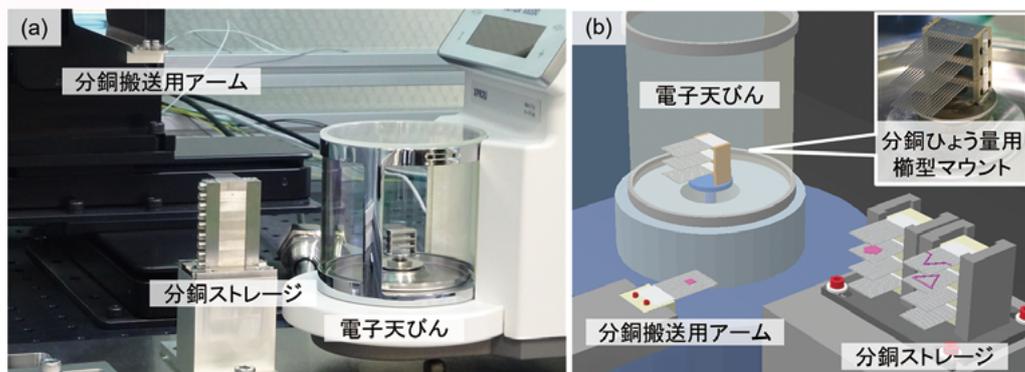
新たな定義のもと、私たちは世界最高水準の精度でプランク定数からキログラムを実現し、世界各国の質量の国家標準の基盤となっている「キログラムの合意値」の決定に主導的な役割を果たしています。さらに、以前の定義のもとでは実現が難しかった、微小な質量を正確に測定する技術の開発も進めています（N. Kuramoto, *Nature Physics* **18**, 720, 2022）。NMIJ は今後も新たなキログラムの定義を活用して将来の産業や社会を支えるコア技術を開発し、豊かな世界の実現に貢献します。

## 研究トピックス

# 微小分銅自動校正装置の開発と世界最高の校正能力の実現

大田 由一、植木 正明、倉本 直樹

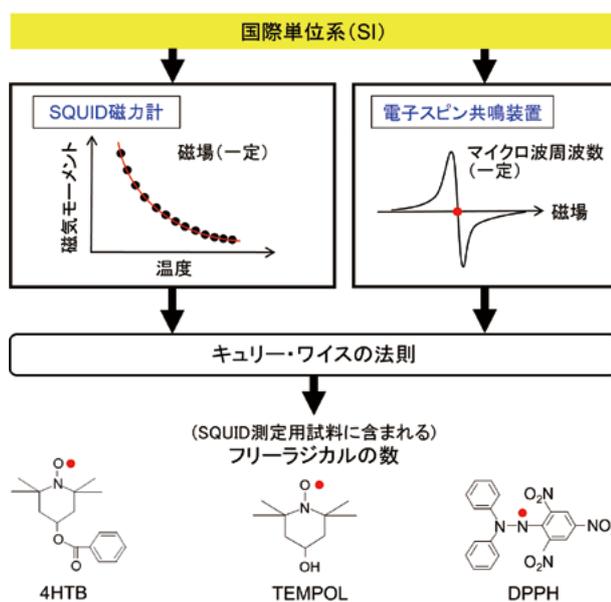
近年、大気中の微粒子分析などの先端研究分野で、サブミリグラムレンジの微小質量の精密測定が必要とされています。正確に質量を測定するためには、その信頼性確保において、質量の校正された分銅を用いることが不可欠です。NMIJ では分銅校正を電子天びんによる参照分銅との質量比較によって行っており、1 mg 未満の微小分銅を校正する際には、手作業でピンセットなどを用いて分銅を電子天びんに載せていました。しかし、分銅の取り扱いが難しいためひょう量値のばらつきが大きく、高精度な校正が困難でした。そこで、手作業に起因する不確かさを低減するため、新たに微小分銅校正装置を開発しました。この装置では、独自に開発した櫛型分銅マウントによって、任意形状の微小分銅の自動搬送・校正を世界で初めて実現しました。手作業での分銅校正と比較してひょう量値のばらつきを半減させ、100  $\mu\text{g}$  以上 1 mg 未満の分銅の世界最高の校正能力を実現しています。極めて高精度で効率的な微小分銅校正が可能となったことから、本装置を用いた 100  $\mu\text{g}$  以上 1 mg 未満の分銅の校正サービスを、2021 年 3 月から新たに開始しています。

参考文献：Y. Ota et al., *Measurement* **198**, 111320, 2022, DOI: 10.1016/j.measurement.2022.111320

(a) 新たに開発した微小分銅自動校正装置 (b) 微小分銅自動搬送用櫛型分銅マウント

## キュリー・ワイスの法則に基づく有効磁気モーメント法

松本 信洋



有効磁気モーメント法による有機フリーラジカル試薬の純度評価

標準物質を用いずに SI 単位を基準に物質質量または物質質量分率を直接決定できる「一次標準直接法」は重量法、電量分析法、凝固点降下法の 3 種類のみです。本研究では、新規一次標準直接法の実現を目的として、常磁性体の磁性の温度変化に関するキュリー・ワイスの法則に基づく「有効磁気モーメント法」を考案しました。この分析法は、反磁性マトリックス中に不対電子を有する物質に適用可能であり、不対電子によるフリースピンの数を定量します。それによって、希土類化合物、遷移金属化合物、有機フリーラジカル化合物などの純度評価に応用できる可能性があります。実際に、安定である代表的な有機フリーラジカル試薬について、超伝導量子干渉計 (SQUID) 磁気計を用いた磁気モーメントの温度変化測定、及び電子スピン共鳴装置を用いたマイクロ波照射時の共鳴磁場測定により、これらの試薬に含まれる正確なフリーラジカル数 (フリースピン数) を得ました。そして、そのフリーラジカル数に基づく純度を評価しました。

参考文献：N. Matsumoto et al., *Anal. Chem.* **94**, 12595, 2022, DOI: 10.1021/acs.analchem.2c01005

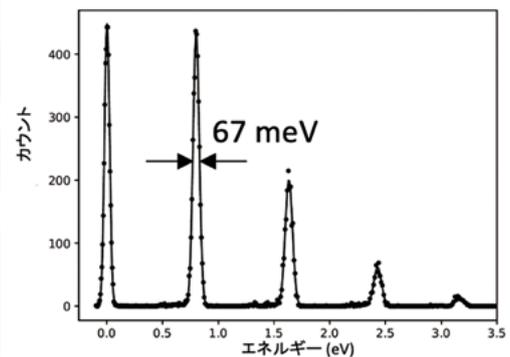
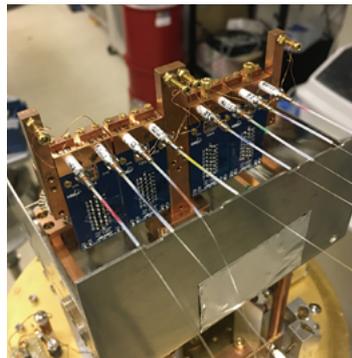
## 単一光子に感度のある超伝導転移端センサによるエネルギー計測の高分解能化

服部 香里

金属が低温で示す超伝導現象を応用した超伝導転移端センサを用いた超高感度の光検出器を開発しています。このセンサは高い検出効率を実現し、可視光から近赤外までの広帯域の光を検出できます。さらに、センサ内で吸収された光子によるわずかな温度上昇を検出することで、光子 1 個 1 個のエネルギーを測定することができます。このように、超伝導転移端センサは単一光子レベルでの分光計測を可能とします。このような特徴から、多色のバイオイメージング、光情報通信に必要な光子の計測など様々な分野での極限計測への応用が期待されています。

バイオイメージングやスペクトル測定など、異なる波長の光子を同時に測定するセンサには、高いエネルギー分解能が求められます。しかし、超伝導転移端センサでは、理論的には最大で 50 meV 程度のエネルギー分解能を実現することが期待される一方、長年、100 meV の分解能を上回ることができませんでした。本研究では、超伝導転移温度を従来の 1/3 にすることで、超伝導光センサとしては世界最高レベルのエネルギー分解能 (67 meV) を達成しました。今後は、エネルギー分解能を決定づける要因について、さらに研究し、より高い分解能を目指します。

参考文献：K. Hattori et al., *Supercond. Sci. Technol.* **35**, 095002, 2022,  
DOI: 10.1088/1361-6668/ac7e7b

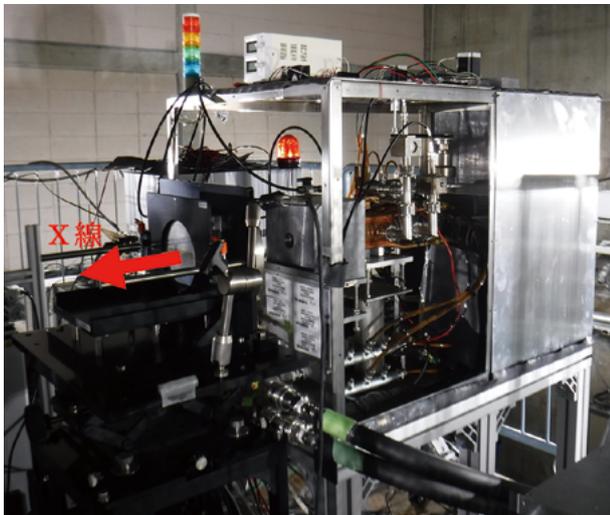


センサモジュール (左) と、近赤外光子の光子数スペクトル (右)

## 小型加速器を用いた線量校正場の実現

石井 隼也、佐藤 大輔、藤原 健、田中 真人、加藤 昌弘、黒澤 忠弘

近年、放射性核種 (RI: Radioisotope) の世界的な供給不足・価格高騰と国内の核セキュリティに関する規制の厳格化により、高強度の RI を搭載した放射線発生装置を利用する線量計校正施設の維持が困難となっております。この問題に対処するため、NMIJ は、RI の代わりに放射線発生源として独自に開発した小型の加速器を利用し、放射線被ばく管理等に用いる線量計の新たな校正施設の開発を進めています。加速器による放射線発生装置は RI のような放射線強度の時間的な減衰がないため、より安全な線量計校正施設の持続的な運用が可能となります。



加速器駆動による模擬 Cs-137  $\gamma$  線照射装置

NMIJ では、最大エネルギー 1 MeV 弱の小型加速器とエネルギー調整用のフィルタを用いて、線量計校正用の照射装置として広く利用されている Cs-137 からの  $\gamma$  線 (662 keV) を模擬する放射線校正場を新たに構築しました。さらに線量計の照射試験を実施した結果、線量計応答は Cs-137  $\gamma$  線場と不確かさの範囲内で一致することを検証しました。今後は、加速器放射線をより高エネルギー化することにより、Co-60 からの  $\gamma$  線 (平均 1.25 MeV) を模擬する放射線校正場を整備し、線量計のエネルギー特性試験を可能にすることで、更なる線量計校正の信頼性確保を目指す予定です。

参考文献：J. Ishii et al., *Metrologia* **60**, 042101, 2023,  
DOI: 10.1088/1681-7575/acd8c0

## 注目のトピックス

## スイス連邦 METAS と MOU を締結



Dr. Richard Philippe : METAS Director (左) と  
白田孝 NMIJ 長 (右)

NMIJ はスイス連邦の Federal Institute of Metrology (METAS) と個別研究協力覚書 (MOU) を 2023 年 6 月 22 日に締結しました。調印式は、国際度量衡委員会 (CIPM) の会合で訪問していたフランスの国際度量衡局 (BIPM) にて、Dr. Richard Philippe : METAS Director と白田孝 NMIJ 長により行われました。

METAS は NMIJ 同様に計量標準に関する研究開発・標準整備・維持管理等を実施している機関です。MOU の締結により、計量計測分野、特に量子センシングと量子計測、キップルバランス、粒子計測等について、今後の研究協力が期待されます。

## 米国 NIST から Chief Metrologist ほか 2 名が来訪

米国国立標準技術研究所 (NIST) から Dr. James Olthoff : Chief Metrologist (チーフメトロロジスト)、Dr. James Kushmerick : Director of the Physical Measurement Laboratory (物理計測部門長)、Dr. Claire Saundry : Director of the International and the Academic Affairs Office (国際部門長) の 3 名が 2023 年 5 月 15 日に来訪され、NMIJ からは白田孝 NMIJ 長、小島時彦 副 NMIJ 長、阿子島めぐみ 研究企画室長他が歓迎しました。

白田 NMIJ 長からは歓迎の挨拶に続き、NMIJ の概要説明がありました。一行は NMIJ 研究者によるプレゼンテーションのあと、NMIJ の研究室をいくつか視察され、活発な意見交換が行われました。



中央から右に NIST の Dr. Olthoff, Dr. Kushmerick, Dr. Saundry

## タイ王国 DSS から 副局長ほか 3 名が来訪



視察の様子。右端が Ms. Pattariya Chaimanee 副局長

タイ王国の高等教育科学研究イノベーション省科学サービス局 (DSS) から副局長の Ms. Pattariya Chaimanee 他 3 名が、2023 年 9 月 4 日と 5 日の 2 日間にわたり来訪され、白田 NMIJ 長他スタッフが歓迎しました。来訪時、DSS における今後の研究戦略等について紹介があり、関連する NMIJ の研究室の視察も行われました。

DSS とは 2015 年に Letter of Intent を締結し、これまで技術交流が続けられてきましたが、今後は計量計測分野全体を対象を広げることで、より広範な協力関係への発展が期待されます。

## NITE 認定制度創設 30 周年記念イベント

2023 年 6 月 15 日～16 日に、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）認定センター（IAJapan）の主催で、『認定制度 創設 30 周年記念イベント』が開催されました。IAJapan は、試験所、校正機関、標準物質生産者、製品認証機関など現在では 600 を超える適合性評価機関を認定している公的認定機関です。IAJapan が運営している、1993 年に運営開始された計量法校正事業者登録制度（JCSS）が今年で創設 30 周年を迎えることを記念して、日本における適合性評価分野への理解促進と更なる発展を目指し、「新たな価値に信頼を ～これまでも そしてこれからも～」のテーマのもと、講演会の開催や特設サイトの公開が行われました。オンラインで開催された講演会では、2 日間にわたり、国内の大学、公的機関、産業界の講演者から、標準化、適合性評価、認定制度、認証制度、校正サービス等をテーマに、計 11 の講演が行われました。NMIJ からは、小島時彦副NMIJ長が、「計量標準総合センターのミッションと最近の取り組み」と題して、NMIJ の取組方針と最近の主な研究開発成果を中心に紹介しました。講演会には 2 日間で延べ 1,200 人を超える参加者が集まり、各講演後には活発な質疑応答も行われました。



講演資料抜粋、

右下：オンライン講演会からの抜粋画像：小島時彦 副NMIJ長（NITE 提供）



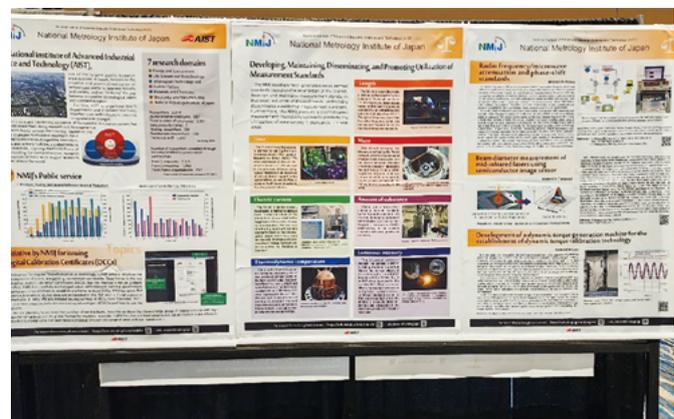
(NITE の特設サイト)

<https://www.accreditation30.jp>

## NCSLI Workshop & Symposium 2023

2023 年の NCSLI\* Workshop & Symposium が、「Understanding Climate Change through Metrology」をテーマにして、アメリカフロリダ州オーランドの Rosen Shingle Creek Hotel & Convention Center を会場として開催されました。NMIJ は、展示会場にブースを出展し、現地参加しました。国家計量標準機関としては、米国 NIST、カナダ NRC、イギリス NPL も展示会場にブースを出展していました。

\* National Conference of Standards Laboratories International



NMIJ 展示ブースの様子（NCSLI Orlando 2023）

## 国際放射線単位測定委員会 (ICRU) 国際シンポジウムを福島にて開催

国際放射線単位測定委員会 (ICRU) 国際シンポジウムは、福島国際研究教育機構、NMIJ、及び ICRU の共催で、2023 年 4 月 19 日、いわきワシントンホテル (福島県いわき市) にて開催されました。ICRU は、1925 年に設立され、放射線の単位や放射線を用いた医療・産業利用・防護などについて勧告を行っている国際機関です。本シンポジウムは、現地参加に加えオンラインでも配信され、現地 60 名、オンライン 116 名

が参加しました。本シンポジウムは「福島の復興と放射線計測」と題し、ICRU からは 2 名、国内から 4 名の専門家が講演を行い、ICRU 委員と国内の専門家との活発な意見交換が行われました。NMIJ からは黒澤忠弘が環境モニタリング機器のための低線率校正技術に関して報告しました。ICRU 年次会合の日本招致及び本シンポジウム開催にあたり、復興庁、経済産業省、協賛機関をはじめ、多くの方々にご協力を頂きました。ここに感謝申し上げます。



Dr. Vincent Grégoire : ICRU 委員長

[https://unit.aist.go.jp/nmij/public/events/seminar/2023/ICRU\\_symposium/](https://unit.aist.go.jp/nmij/public/events/seminar/2023/ICRU_symposium/)

## サウジアラビア計量機関職員への法定計量に関する技術コンサルティング

サウジアラビアの法定計量機関である標準化公団 SASO (The Saudi Standards, Metrology, and Quality Organization) から 16 名の職員が日本の法定計量について学ぶため、2023 年 5 月 29 日～6 月 10 日まで来日しました。

経済産業省の計量行政官と株式会社タツノの技術者が、日本の計量法、構造、最新の話題などについて講義を行いました。NMIJ では、株式会社 AIST Solutions の技術コンサルティングとして日本計量機器工業連合会 (JMIF) から請け負い、主に水道メーターの型式承認試験及び OIML D 31 に基づくソフトウェアの検査方法について指導しました。今回の技術コンサルティングの特筆すべき点は、単に座学として指導するだけでなく、実際に NMIJ の設備を使って実務を習得して頂いたことです。これにより、SASO に戻られてから行う予定の試験及び検査業務を体感していただきました。

NMIJ 以外にも、日本電気計器検定所、東京都立産業技術研究センター、東京都水道局、愛知時計電機株式会社、大崎電気工業株式会社にて見学等を実施しました。



SASO 職員、NMIJ 専門家及び JMIF 職員

## 岡崎雄馬が文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞

物理計測標準研究部門 量子電気標準研究グループ 岡崎雄馬 主任研究員（研究実施時）が「量子電気標準の基盤技術および計測技術開拓に関する研究」の業績により 2023 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞しました。2019 年に改訂された新 SI では、量子力学的観点から電流の単位（アンペア）を普遍的に再定義する方針へと転換しました。再定義された電気量の実現には、単一電子や量子化抵抗など電子の量子力学的状態を精密に制御・計測する必要があり、



岡崎 雄馬 主任研究員

基盤技術、計測技術開発が急務となっています。本研究成  
果は、量子交流電流標準へとつながる新手法の発明、新材料トポロジカル絶縁体の抵抗標準への応用、量子ドットを用いた高精度振動センサの実現など、量子電気標準の基盤強化、ならびにその計測応用に関するものになります。これらの成果は、高精度かつ高信頼性の電気計測の礎となり、科学技術の信頼性や再現性を下支えする基盤の強化につながると期待されます。

参考文献：Y. Okazaki et al., *Nature Physics* **18**, 25, 2022,  
DOI: 10.1038/s41567-021-01424-8

## APMP 測温技術委員会 (TCT) の紹介

アジア太平洋計量計画 (APMP) の中には 12 の技術委員会 (TC) が設置されており、その 1 つに測温技術委員会 (TCT) があります。TCT では温度、湿度、熱物性の各計測標準に関する活動を行っています。TC の議長は APMP の正規加盟国から選出され、通常 3 年の任期を務めます。私は TCT 議長を 2021 年 11 月の APMP 総会後に引き継ぎました。

各国の国家計量標準機関は、自らの校正測定能力 (CMC) が客観的に認められ、国際度量衡局が管理するデータベース (KCDB) に登録されることを活動目標の一つとしており、この活動への支援は TCT として重要な仕事になります。そのため TCT 議長は、CMC 登録に不可欠となる国際比較及び CMC にかかる申請書審査と現地審査がスムーズに進むように、関係者と常に密接に連携するよう心がけています。



阿部 恒  
上級主任研究員



2023 年 APMP 中間会合での会議の様子

TCT は、多くの国が参加する国際比較の企画と進捗状況の確認、複数の国が絡む込み入った問題や委員会の将来の方向性などの議論を行います。メールのみの議論では限界があるので、これらの議題を集中的に話し合うため、年に一度総会を開催しています。それもここ数年はリモート会議でしたが、コロナ禍も一段落したことから、本来の対面会議に戻ることで、より効率的かつ活発に議論が進むことが期待されます。

TCT 議長になってから TCT 関係で多くの時間が必要となり現在も奮闘中ですが、上手くトラブルシューティングできたときなどは、思わず小さくガッツポーズします。

## 計量標準 120 周年

今年 2023 年（令和 5 年）は、1903 年（明治 36 年）12 月に中央度量衡器検定所（NMIJ の前身）が設立され、我が国で近代的な計量標準の組織的普及が始まってから 120 周年にあたります。計量標準技術を担う中核機関の設立を契機として、産業や科学における計量計測の基盤が整備され、我が国の経済活動、科学の発展に大いに貢献してきました。

中央度量衡器検定所は、2 回の名称変更を経て、1961 年に計量研究所となりました。その間、東京都中央区銀座から板橋区に移転し、1979 年には板橋区から茨城県新治郡桜村（現在のつくば市）へ移転しました。2001 年 4 月には、中央省庁の再編に伴い、独立行政法人産業技術総合研究所が発足しました。その中で、計量研究所、計量教習所、電子技術総合研究所と物質工学工業技術研究所の関連部署が統合され、NMIJ が設置されました。現在、NMIJ は、「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」、「研究企画室」、「連携推進室」により構成されています。

NMIJ は、計量標準の開発と普及、測定・分析技術の開発、及び法定計量における商取引で使用される計量の信頼性確保に取り組んでいます。NMIJ ウェブサイト内の 120 周年記念の特設ページ (<https://unit.aist.go.jp/nmij/info/120th/>) も是非ご覧ください。



1979 年（昭和 54 年）東京都板橋区から茨城県新治郡桜村（現茨城県つくば市）への移転作業



中央度量衡器検定所は、1903 年（明治 36 年）に、東京市京橋区木挽町（現東京都中央区銀座）の農商務省構内の一角に建設されました。

## 成果発表会予告

### 2023 年度 計量標準総合センター 成果発表会

開催期間：2024 年 2 月 1 日（木）、2 月 2 日（金）

開催場所：つくばセンター 共用講堂（対面開催：事前登録制）

※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。

今年度は、サテライトイベントも企画中です。

<https://unit.aist.go.jp/nmij/public/events/seika/2023/index.html>

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター  
計量標準普及センター 国際計量室  
〒305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1

お問い合わせ：info\_imco-ml@aist.go.jp <https://unit.aist.go.jp/qualmanmet/nmijico/>

©2023 NMIJ All Rights Reserved