

## 計量標準総合センター長挨拶

日頃NMIJ/AISTの活動に協力いただき、お礼申し上げます。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）によるパンデミックにより皆様と直接会う機会が限られていますが、本ニュースレターによりNMIJ/AISTの近況をお知らせできることをうれしく思います。

計量標準は国際的な同等性が極めて重要です。私たち国家計量標準機関(NMI)コミュニティはメートル条約のもと、単位の統一、定義の共有、CIPM MRA（校正証明書の相互承認取決め）に基づく国際比較、と着実に同等性確保に向けた歩みを進めてきました。このような活動にとって、NMI相互の協力は不可欠です。3年目となるパンデミック下において、オンライン会議の活用やオンラインピアレビューの確立により、私たちは同等性確保における新たな日常を切り開きつつあります。

一方、東ヨーロッパを起点とした、地政学的な動きは今後の世界秩序を大きく変えようとしています。また、短期的には影響が見えにくいものの、気候変動のように長期的に重要な問題も横たわっています。これらの問題も私たちNMIコミュニティにとって無縁ではありません。そしてその解決に向けて、NMIはこれまで以上に密接に協力する必要があります。

本年12月には、国内関係機関と協力してアジア太平洋地域のNMI組織であるAPMP（アジア太平洋計量計画）の総会をホストします。スローガンは“Beyond all limits”です。ポストパンデミックにおける新たな国際会議のスタイルを提供し、NMIの相互協力をより強化する場にしたいと考えています。会場で、またオンラインで、お会いすることを楽しみにしています。



計量標準総合センター  
総合センター長

臼田 孝

## 計量標準副総合センター長挨拶



計量標準総合センター  
副総合センター長

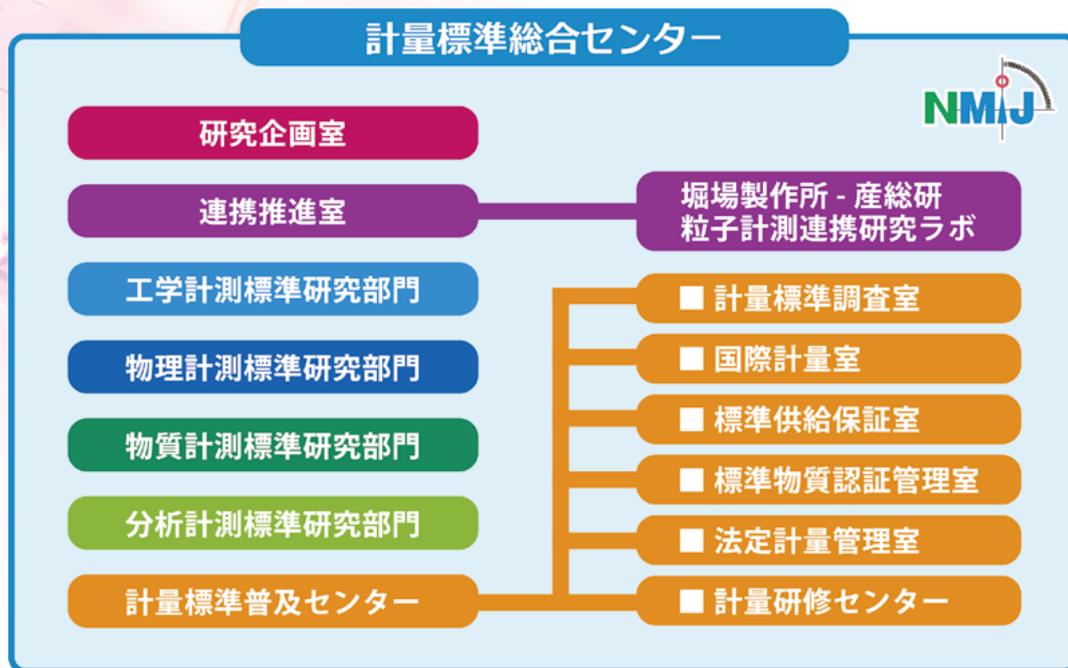
小島 時彦

NMIJニュースレターをご覧の皆様、こんにちは。新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響拡大から、早いもので、2年半が経過しました。COVID-19により影響を受けられた方々に心よりお見舞い申し上げます。計量標準総合センター(NMIJ)では、感染症対策にもより一層の注意を払いながら、ウィズ・コロナ、ポスト・コロナ社会に適切に対応すべく、スタッフ全員で精力的に各種業務への取り組みを進めています。

さて、2022年4月1日に、産業技術総合研究所の研究推進組織の体制変更に伴い、NMIJの組織体制は、次ページに示す組織図のように変更されました。現在、NMIJは、計量標準を整備する4つの研究部門とその管理支援業務等を実施する「計量標準普及センター」、企画調整や連携等を担う「研究企画室」と「連携推進室」から成り、これらの組織が一体となって、国内外に幅広く様々な活動を展開しています。今後とも、NMIJは、

国家計量標準機関として、国が整備すべき計量標準の開発・供給と利活用促進、計量標準の普及、計量標準に関連した計測技術の開発、法定計量業務の実施と人材の育成について、重点的に取り組んで参ります。引き続き、皆様のご支援・ご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。末筆となりますが、皆様と一日も早く“対面で”お目にかかれる機会を心待ちにしております。

# 研究企画室・連携推進室の概要



2022 年 4 月 1 日より計量標準総合センターの組織体制は上図に変更となりました。

詳細：<https://unit.aist.go.jp/nmij/info/>

## ■研究企画室

計量標準総合センター研究企画室では、産総研のミッション遂行を目指し、計量標準総合センターで行う研究・開発における方針・戦略の策定、研究プロジェクトの企画・立案、予算編成を行うとともに、産総研他領域や経済産業省など関係団体との調整を行っています。また、他の研究開発法人・大学などとの連携支援を連携推進室と協力しながら進めています。

## ■連携推進室

計量標準総合センター連携推進室では、計量標準総合センターにおける企業等との連携に係る企画及び立案並びに総合調整、企業等への技術移転の推進及び支援、連携研究ラボに係る研究及び開発に関する業務を行っています。企業等との連携を担当するイノベーションコーディネータ、技術移転を担当する知財オフィサーを中心に、産業界との組織的な連携を推進しています。

## ■堀場製作所 - 産総研粒子計測連携研究ラボ

> 遠心式ナノ粒子解析装置  
 > カーボンナノチューブの分散状態評価  
 > ナノセルロースの粒子径解析

堀場製作所 - 産総研 粒子計測連携研究ラボでは、遠心沈降法を用いたアプリケーション開発を行っています。遠心沈降法では、粒子を大きさごとに分けながら検出するため、幅広い粒子径分布を示す試料の分析が可能です。特に、カーボンナノチューブやナノセルロースを対象とした粒子径・分散状態の解析に取り組んでおり、先端ナノ材料の評価システムの確立を目指しています。

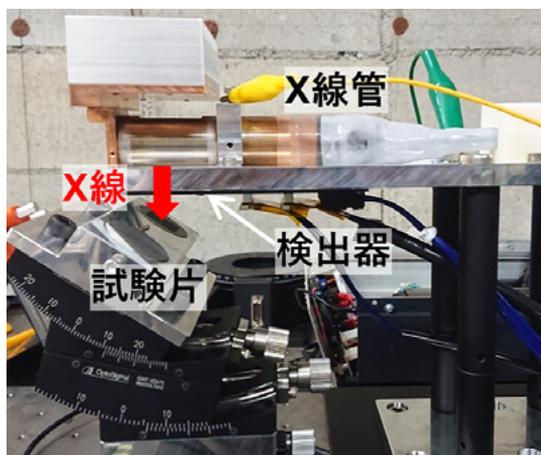
遠心沈降法の原理とカーボンナノチューブとナノセルロースへの適用例

## 研究トピックス

## その場で高速な残留応力測定を可能とする X 線検査技術の開発

加藤 英俊、鈴木 良一

機械部品の品質評価やインフラ構造物の健全性診断において、材料特性の指標となる残留応力をその場で高速に測定する技術が求められています。X 線を用いた残留応力測定装置は、非破壊・非接触で測定できます。しかし、要する測定時間が長く、全数検査に対応できませんでした。そこで、我々は産総研の有する X 線発生技術と金沢大が開発した測定法である  $\cos \alpha$  法を組み合わせた高速・高精度な X 線残留応力測定装置を開発しました。X 線管は針葉樹型カーボンナノ構造体電子源を使用し、直径 25 mm、長さ 84 mm の小型化を実現しました。また、バッテリー駆動が可能であり、起動が早いことから、その場計測に適しています。 $\cos \alpha$  法は二次元検出器を用いて得られた回折環全周から応力を求める手法です。従来法の角度制御機構が不要であり、装置の小型化および高速測定を可能にしました。開発した装置は高感度な SOI (Silicon-On-Insulator) ピクセル検出器を採用し、従来、数分間要した残留応力測定を約 1 秒で実現しました。今後、測定装置全体の小型化・軽量化を行い、各種検査用途で利用できるポータブル X 線装置に仕上げていきます。



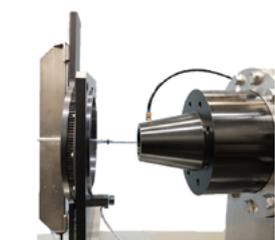
試作した X 線残留応力測定装置

## 小型温度計を用いた臨界ノズル内の流速計測と流量標準の高度化に向けて

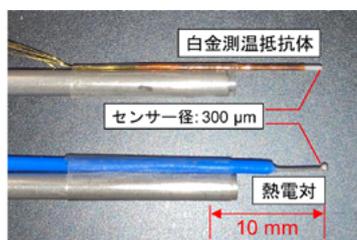
竹川 尚希

日本の気体流量標準では、差圧を与えることで安定した流量の発生が可能である臨界ノズルをトレーサビリティ確保の為に仲介器として使用しています。臨界ノズルは ISO 9300 においてその利活用を推進するための改善が進められているものの、ノズル内流速計測の難しさから合理的な形状の設計については課題が残されています。

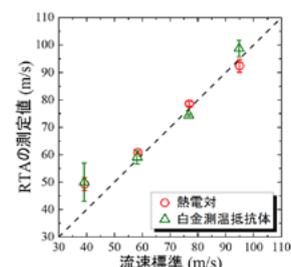
本研究では、小型温度計を用いて流速を計測する手法 (RTA, Recovery Temperature Anemometry) の開発に取り組みました。まず、流速の国家標準に基づいて RTA の評価実験を行い、流速 60 m/s から 95 m/s の範囲において、RTA と流速標準からの差が 5 % 以内になることを確認しました。さらに、RTA を用いて臨界ノズル内部の流速計測を実施した結果、RTA により計測された臨界ノズル内の超音速流は、数値解析結果と良好に一致しました。



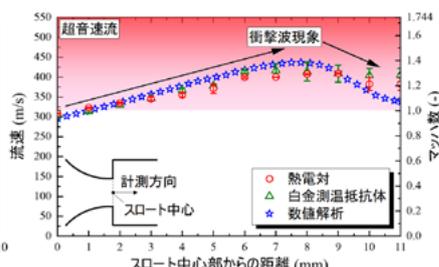
流速標準との比較実験



使用した小型温度計



流速標準との比較実験結果



ノズル内の流速計測実験結果

既存の安価な小型温度計により、低擾乱かつ高空間解像度な流速計測を幅広い流速レンジで実現できたことは特筆すべきものです。また、RTA の計測原理は物理モデルに基づいているため、校正に要する労力が少なく、簡便に使えるという点においても社会的意義が大きいと言えます。本研究の遂行により、臨界ノズル内の詳細な流れ場を把握し、合理的な形状設計を行うことで、より小さな差圧で安定した流量を発生させることが可能となります。すなわち、大規模流量設備の効率化・小型化が可能となり、持続的な流量標準の供給に寄与するものです。

小型温度計を用いた臨界ノズル内の流速計測

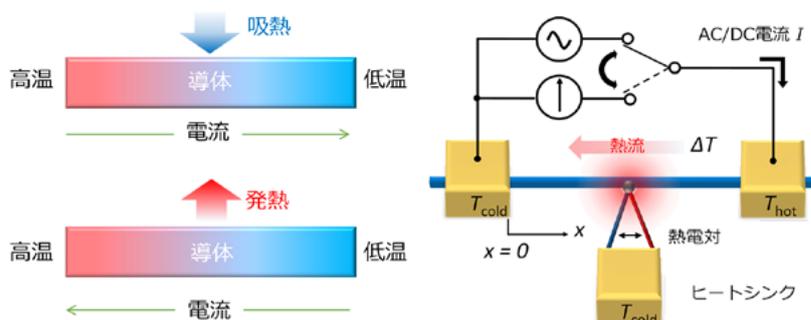
参考文献: N.Takegawa et al., Scientific Reports, 11, 23778, 2021, DOI: 10.1038/s41598-021-02877-w

## 熱電変換現象「トムソン効果」の新原理による高精度測定

天谷 康孝、島崎 毅、大川 顕次郎、藤木 弘之、金子 晋久

固体中の電子の運動による熱と電気の相互変換は熱電変換と呼ばれ、この原理を利用し、廃熱を電気として再利用できる電源や電子冷却部品の研究開発が行われています。これらの技術は物体に与えた温度差に応じ電圧が生じるゼーベック効果や、電流の向きに応じ物体の両端に温度差が生じるペルチエ効果を利用しています。一方、トムソン効果は温度差のある導体に電流を流すと吸熱・発熱が生じる熱電変換です。単一物質で発現する唯一の熱電変換であるため、トムソン効果は熱電変換性能の絶対的な評価基準として利用できます。しかし、試料周辺に熱が流出する熱損失により測定精度が低下するため、トムソン効果を測定できる試料形態や材質は限られていました。そこで、NMIJ では熱損失の影響を排除できる新しいトムソン効果の計測法を開発しました。この方法では、交流電流によりトムソン熱とジュール熱を峻別し、トムソン熱をジュール熱の相対量として計測してトムソン効果を決定することができます。両者の比を取ることで熱損失が相殺されるため熱損失の絶対量に無関係にこの比は一定となり、高い精度の測定が可能です。熱損失の影響が大きく、従来法では困難であった高熱抵抗の金属細線やガラス基板上の薄膜に本手法を適用し、試料形状にとらわれない広範な測定対象のトムソン効果の測定に世界ではじめて成功しました。

参考文献：Y. Amagai et al., Appl. Phys. Lett. **117**, 063903, 2020, DOI: 10.1063/5.0018593

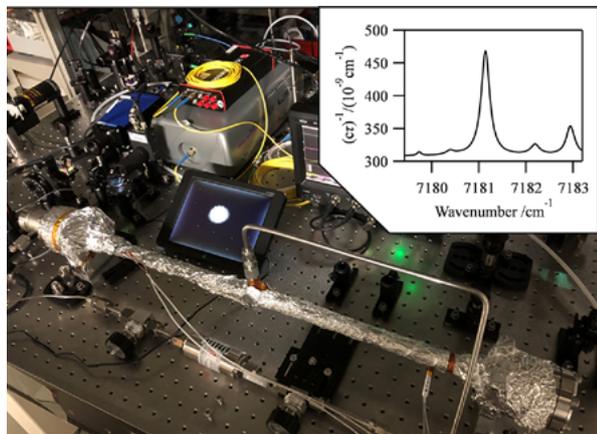


熱電変換現象トムソン効果 (左) と NMIJ で開発した測定方法の原理図 (右)

## 波長計制御型 CRDS を用いたガス中微量水分の高感度測定

橋口 幸治

産業のハイテク化に伴い、ガス中に微量に存在する水 (微量水分) を正確に測定する需要が高まっています。この状況に対応するため、キャビティリングダウン分光法 (CRDS) を用いた微量水分測定装置の開発を進めてきました。CRDS では、反射率の高いミラーを用いた共振器をサンプルセルとして用いています。ミラーの反射率が高いほど有効光路長は長くなり、高感度化を実現できますが、一方で、共振器を透過できる光の周波数の条件 (共振条件) が厳しくなり、測定用レーザーを共振器に入射させるのが難しくなるという問題がありました。そこで NMIJ では、独自の測定手法「波長計制御型 CRDS」を開発し、この問題を解決しました。波長計制御型 CRDS では、He-Ne レーザーを参照として共振条件を固定し、その共振条件を満たすように測定用レーザーの周波数を波長計で制御することで、反射率の高いミラーを用いた共振器の使用を可能にしています。開発した装置を用いて  $7180 \text{ cm}^{-1}$  近辺の水の吸収スペクトル測定を行い、微量水分測定の検出感度としては世界最高レベルとなる、モル分率  $\text{pmol/mol}$  (ppt) レベルを実現しました。NMIJ では、測定装置開発に加えて、得られた吸収スペクトルから水分量を求める際の解析手法の検討も進めることで、水分量測定の高精度化も目指しています。



波長計制御型 CRDS、(右上) 微量水分の吸収スペクトル

参考文献：K. Hashiguchi et al., Jpn. J. Appl. Phys. **61**, 012003, 2022, DOI: 10.35848/1347-4065/ac3724

## 眼の被ばくを管理するためのβ線標準

加藤 昌弘

放射線を取り扱う医療従事者、原子力発電所等の作業員、研究者などは、放射線被ばくによる悪影響が身体に起きないように、線量計を用いて放射線の線量管理を行っています。近年の研究により眼の水晶体の放射性白内障への理解が進み、国際放射線防護委員会がより精密な管理の必要性を勧告したことから、眼の被ばく線量について新たな管理が行われるようになりました。

NMIJ では、水晶体への影響が強く懸念されるβ線について、水晶体用線量計の校正や試験に必要な、人体表面からの深さ 3 mm における個人線量当量 ( $H_p(3)$ ) の標準を開発しました。β線源として広く用いられている Sr-90/Y-90 線源と、β線のエネルギーが高い Ru-106/Rh-106 線源からのβ線について、放射線測定器である電離箱の中でもβ線測定に特化した外挿電離箱を一次標準として用いて  $H_p(3)$  を決定しました。

産総研が供給する  $H_p(3)$  標準を基準として校正や試験を実施する手法は、保健物理学会が出版した「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」に採用され、市販の線量計の管理に利用されています。NMIJ は現在、EURAMET 補完比較 (Project No.1398: 人体表面からの深さ 70 μm および 3 mm におけるβ線の個人線量当量の比較) に参加しており、国家標準の国際的整合性の確立に取り組んでいます。



β線測定用外挿電離箱

## 注目のトピックス

### 標準物質の開発・供給における連携・協力に関する協定の締結について

朝海 敏昭

国立研究開発法人産業技術総合研究所（産総研）と一般財団法人化学物質評価研究機構（CERI）は、化学分析の正確さを保証する、標準物質の開発・供給の連携・協力に関する協定を 2022 年 8 月 1 日に締結しました。

各種産業で行われている製品の化学分析においては、通常、試薬メーカー等から販売されている成分ごとの標準物質が用いられます。日本の計量法では、それらの標準物質は、CERI が製造している特定標準物質を基準に評価されており、その特定標準物質は、産総研計量標準総合センター（NMIJ）が値付けした基準物質への計量トレーサビリティを有しています。



CERI 東京事業所における連携打合せの様子

NMIJ と CERI は、これまで、基準物質や特定標準物質をそれぞれ個別に開発し、供給スキームを構築しておりました。この協定は、NMIJ と CERI が人材交流と技術交流を進めることで、将来を見据えた計量計測分野の人材育成を促進するとともに、一体的に標準物質の開発・供給の効率化を目指すものです。

本協定の下、NMIJ と CERI は、産業界ニーズに即した標準物質の一体的な開発を促進し、各種産業にとって必須となる標準物質の持続的な供給体制を維持することで、国内産業の技術開発や製品の信頼性確保を支援していきます。

## 2022 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受賞

### 若手科学者賞：浅川 大樹

分析計測標準研究部門 応用ナノ計測研究グループ 浅川大樹 上級主任研究員が「タンパク質の気相ラジカル分解過程に関する研究」の業績により2022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。本研究成果は、質量分析装置内で起こる気相イオンの分解に関して、化学的視点から考察する新たな研究展望を学界に提供するものです。理論的根拠をもって生体分子の新たな構造解析法を構築することで、質量分析法の更なる高度化の実現が期待され、生体分子のより精確な分析や標準物質開発の加速が見込まれます。



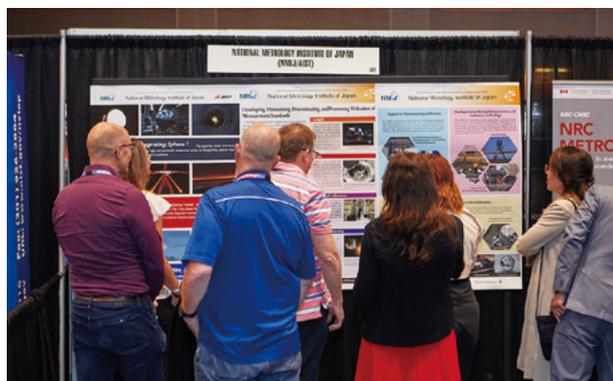
参考文献：D. Asakawa, et al., “Hot Hydrogen Atom Irradiation of Protonated/Deprotonated Peptide in an Ion Trap Facilitates Fragmentation through Heated Radical Formation”, J. Am. Chem. Soc. **144**, 3020, DOI: 10.1021/jacs.1c11081

### 創意工夫功労者賞：菅谷 美行

工学計測標準研究部門 質量計試験技術グループ 菅谷美行 主任研究員が「積算熱量計試験高性能化装置の改良」の業績により2022年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 創意工夫功労者賞を受賞しました。積算熱量計は、家庭などで使用される給湯器や空調などが消費した熱量を測定する計量器として広く使用されており、近年、スマートシティなどの熱供給システム（地域冷暖房）の増加など、積算熱量計の需要が高まっています。産総研では計量法に基づき型式承認を行う機関として、新たな測定原理である電磁式の積算熱量計のための新技術基準に適した試験を実施することが必要となりました。本成果では、積算熱量計の試験装置の構造および温度制御の改良を行い、高精度かつ安定した試験評価を実現しました。



## NCSLI ワークショップ&シンポジウム 2022



写真提供：NCSLI Grapevine 2022

アメリカテキサス州グレイブバインで2022年8月20日から24日に開催されたNCSLI\* Workshop & Symposium 2022 “Nourishing Metrology Professionals”に出展しました。NMIJは、新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から昨年と同様に現地参加を控え、NMIJブースを設置してポスターを展示しました。

\* NCSLI：National Conference of Standards Laboratories International

## 計測標準フォーラム第 20 回講演会 未来を創る情報通信技術と計量標準・計測 —ポスト 5G/6G に向けて—

計測標準フォーラムでは、INTERMEASURE 2022 併催事業として、(一社)日本計量機器工業連合会と NMIJ の主催で計測標準フォーラム第 20 回講演会 (NMIJ 計量標準セミナー共催)「未来を創る情報通信技術と計量標準・計測—ポスト 5G/6G に向けて—」を INTERMEASURE 2022 会期中の 2022 年 9 月 15 日に、東京ビッグサイトにてハイブリッド開催いたしました。

基調講演として、国立研究開発法人情報通信研究機構の齊迫巖氏に「Beyond 5G/6G 時代の未来像、及びその実現へ向けた研究開発戦略と取り組み」と題して次世代情報通信技術が形作る未来像に関してご講演いただきました。また招待講演として、株式会社 NTT ドコモの須山聡氏に「5G の高度化と 6G に向けた最新の取り組み」と題して通信のさらなる高速化や高度化を可能にする技術に関してご紹介いただきました。さらに招待講演として株式会社 ディーエスピーリサーチの富樫浩行氏に「第 5 世代移动通信システムの標準と基準認証制度における試験・校正の実際」と題して今後試験や認証に必要な計測技術について話題提供いただきました。産総研の製造技術研究部門と NMIJ からは、次世代通信技術を支える材料に関する技術開発や関連する計量標準・計測技術について紹介しました。

現地とオンライン合わせて約 140 名の方々に聴講いただき、次世代情報通信技術に対する関心の高さがうかがえる講演会となりました。



## 2022 年度 計量標準総合センター 成果発表会

開催期間：2023 年 1 月 30 日 (月) ~ 2 月 3 日 (金) (特設ページでのオンライン開催)

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

<https://unit.aist.go.jp/nmij/public/events/seika/2022/index.html>

## 第 38 回アジア太平洋計量計画 (APMP) 総会及び関連会議を 11 月 28 日から 12 月 2 日に東京お台場で開催します。

As of October 2022

Date/Time	7~25 Nov.	Monday 28 Nov.	Tuesday 29 Nov.	Wednesday 30 Nov.	Thursday 1 Dec.	Friday 2 Dec.
Morning	TC FG DEC PT-WG Workshop	DXFG Workshop		EC-CC	EC-CC	Handover meeting (Chairperson & Secretariat)
Afternoon		EC	TCC	NMI Directors' Workshop	APMP Symposium	
In person or online	Online	In person & online		In person & online	In person & online	In person & online



<https://www.apmp2022.jp/>



## 国際計量シンポジウムを産業技術総合研究所 臨海副都心センターにて開催します。

アジア太平洋計量計画 (APMP) 2022 年総会にあわせて、2022 年 11 月 30 日 (水) に国際計量シンポジウム「サステナブル社会を支える計量標準」を産業技術総合研究所臨海副都心センターにて開催いたします。当日は、英日同時通訳で、世界各国に向けてオンライン配信いたします。皆様のご参加をお待ちしております。

日時：2022年11月30日(水) 14:00～16:30 (予定)

場所：産業技術総合研究所 臨海副都心センター

講演内容：

- ① NMIの活動へのパンデミックの影響(2020-2021)に関する調査報告  
Report of survey on the pandemic impact to NMI activities, 2020-2021  
講師：阿子島めぐみ NMIJ/AIST 物質計測標準研究部門 熱物性標準研究グループ長
- ② 持続可能な社会のためのインフラ検査、長寿命化技術の開発  
Development of novel inspection and long-life technologies for infrastructures toward a sustainable society  
講師：津田浩 AIST サステナブルインフラ研究ラボ長
- ③ ガス中微量水分の標準と計測  
Standard and measurement of trace moisture in gases  
講師：阿部恒 NMIJ/AIST 物質計測標準研究部門 ガス・湿度標準研究グループ 上級主任研究員  
APMP 温度技術委員会委員長
- ④ Activities of MMFG and new challenges  
講師：DING Xiang, NIM, China, 医療計測フォーカスグループ委員長
- ⑤ APMP Energy Efficiency Focus Group  
- Engaging with energy sector and showcasing measurement -  
講師：BUDOVSKY Ilya, NMIA, Australia, 省エネルギーフォーカスグループ委員長
- ⑥ Metrological activities related to Climate Change and Clean Air in the Asia-Pacific region  
講師：KAI FUU Ming, NMC A\*STAR, Singapore, 気候変動・大気汚染フォーカスグループ委員長

参加申し込み〆切：2022年11月22日(火)

現地参加定員：50名 (定員に達しましたら、その後はオンライン参加となります)

参加申し込み先：NMIJ webサイト・APMP2022 国際計量シンポジウム

<https://unit.aist.go.jp/nmij/>

