

トピックス

第 34 回 ISO/TC201 総会報告

三井 正*

技術開発・共用部門、電子顕微鏡ユニット

ISO/TC201 は、1992 年に設立された ISO の専門委員会 (TC: Technical Committee) であり、表面化学分析 (Surface Chemical Analysis) の国際標準化を進めることを目的としている。TC201 の所掌する表面化学分析は、材料の表界面における化学状態や組成を原子層レベルの分解能で計測する手法と定義されており、それを行うために様々な計測分析機器が利用され、それらは広範な産業分野における製品開発を行うための研究、開発、試験、検査分野のニーズに対応し、これを支えている。2025 年度の総会は、2025 年 9 月にドイツ ベルリンの DIN (Deutsches Institut für Normung: ドイツ標準研究所) で開催された。本稿ではその内容について報告する。

1. はじめに

材料の開発のためには、その性質を調べるために様々な計測手法、計測装置を用いて多面的に分析し、さらにデータサイエンス等を駆使して「本質を理解する」ことが「科学的アプローチ」において絶対的に必要である。その時、もし計測装置から出てくるデータのフォーマットがメーカーによってバラバラで、測定結果もバラバラ、さらにそれぞれの計測手法 (例えば、光学測定、X 線分析、イオン質量分析、力学測定、熱分析、電位測定、等々) が相互にまったく比較できない状態だった場合、「本質を理解する」ことができるだろうか? 最近の AI は賢いそうなので、何とか読み込んでくれるかもしれないが、果たしてそこからはじき出される結果を信頼してよいものか……。計測分析装置の標準化というものは、「材料の標準化」というよりも「材料の『分析データの』標準化」を行っているのである。

本稿では、2025 年 9 月 11 日 (木) から 13 日 (土) にドイツ ベルリンの DIN (Deutsches Institut für Normung: ドイツ標準研究所) で開催された第 34 回 ISO/TC201 総会の内容について紹介する。なお、筆者が Convenor を務めている SC9/SG2 が所属する SC9 は、例年、総会前日に pre-meeting (準備会合) を行うことになっており、筆者自身は 9 月 10 日 (水) から出席していたのだが、こちらは総会での発表・議論の内容と重複する部分が多いので、pre-meeting の内容については割愛させていただくことをご容赦いただきたい。

2. ISO/TC201 の概要

ISO/TC201 は、材料の表面・界面状態 (組成) を、原子層レベルの分解能で調べる手法「表面化学分析」の標準化を目的に 1992 年に設立された。この TC201 は日本が幹事国を務めている。現在、TC201 には表 1 に示す通り、直轄 WG が 2 グループ、直轄 SG が 2 グループあるのに加え、9 個の SC があり、のべ 30 の WG と SG がある。表 1 の Convenor の欄を見ていただくとわかる通り、比較的多くの WG と SG において JISC (Japanese Industrial Standards Committee) が Convenor となっている。

ちなみに TC201 と同時に設立された TC202 (Microbeam Analysis: マイクロビームアナリシス) は SAC (Standardization Administration of China: 中国国家標準化管理委員会) が幹事国である。(日本と中国で切り分けた、というわけではない、と思う。たぶん……。)。切り分けとしては、TC202 が電子ビーム等を用いた微小分析法 (EPMA、分析 TEM、SEM はこちらに入る) なのに対して、TC201 は「表面からおおむね 20 nm 程度の深さまで」の領域を対象としている。分析手法に類似する点もあるため、今回の総会でも Plenary Session において TC202 の Liaison Officer による活動報告が行われた。

「表面からおおむね 20 nm」が対象、ということは、「観察用基板の上にある 20 nm のナノ粒子」も事実上、観察対象となりうる。そのため TC229 (Nanotechnologies: ナノテクノロジー) についても Liaison Officer による活動報告が毎年行われる。各国の代表委員の中には TC229 も兼任している委員も多く、

*E-mail: MITSUI.Tadashi@nims.go.jp

かく言う筆者も TC229 の日本国内の国内審議委員会のメンバーである。

TC201 は上記の 2 つの TC と常に一定の連絡があり、この他にも、ISO/TC172/SC5、IEC/TC113 と相互に Liaison Officer を派遣している。

表 1 ISO/TC201 の組織 (2025 年 9 月現在)

	Title	Secretariat or Convenor
TC201		JISC
直轄WG 4	Surface characterization of biological materials	JISC
直轄WG 5	Optical interface analysis including Raman spectroscopy and spectroscopic ellipsometry	KATS
直轄SG 1	Nano-materials characterization	ANSI
直轄SG 2	Surface analysis of energy materials	DIN
SC1	Terminology	UK and ANSI
WG 2	Definitions of term	BSI
SC2	General Procedures	ANSI
WG 4	Sample handling	ANSI
SC 3	Data Management and Treatment	BSI
SG 1	Atomic Force Microscopy data format for hybrid metrology	KATS
SG 2	Open source XPS Data and Discussion platforms	DGN
SG 4	Information and data transfer format	DIN
SG 5	Knowledge Engineering for Surface Chemical Analysis	BSI
SC 4	Depth Profiling	JISC
SG 1	Non-destructive depth profiling using ion scattering	KATS
SG 2	Depth resolution parameters	JISC
SG 5	Thickness Measurement of oxide Films by mutual calibration	KATS
SC 6	Mass spectrometries	JISC
WG 4	Organic and nano SIMS	DIN
SG 1	Atom probe tomography	NBN
SG 2	Mass Spectrometry Imaging	BSI
SC 7	Electron Spectroscopies	BSI
WG 2	Quantification and Interpretation of data in electron spectroscopy	BSI
SG 2	Standards for quantification in NAP-XPS	DIN
SG 3	Standards for HAXPES	BSI
SC 8	Glow Discharge Spectroscopy	UK and JISC 川田 哲
WG 7	Analysis of tin based metallic coatings	SAC
SC 9	Scanning Probe Microscopy	KATS
WG 4	Application-oriented dimensional SPM calibrations	KATS
WG 5	Calibration of probes	BSI
WG 6	Use of ESPM	KATS
WG 7	Mechanical properties of materials	JISC
WG 8	Effects of temperature on dimensional AFM measurements	SAC
SG 2	Use of NSOM/SNOM	JISC 三井 正
SG 3	Nanoscale roughness measurement	JISC
SG 4	Use of STM	JISC
SG 5	Basic dimensional calibration of SPMs	ANSI
SC 10	X-ray Reflectometry and X-ray Fluorescence Analysis	JISC
WG 1	XRF technique	JISC

3. 第 34 回 ISO/TC201 総会の概要

ISO/TC201 総会は 1 年に 1 度、各国の代表者が一堂に会して 1 年間の各 WG の活動報告やリエゾン機関の活動報告、新規プロジェクトの提案・審議、Convenor の交代などが議論される場となっている。

第 34 回 ISO/TC201 総会はドイツの DIN がホストとなり、ベルリンの DIN の施設内で開催された。コロ

ナ禍の影響で 2020 年の総会が中止されたが、それもある程度収束し、対面での会議が復活するかと思いきや、今度は別の理由もあり、WEB 会議とのハイブリッド形式が続いている。今回は欧州での開催だったため中国、アメリカ双方からの参加者があり、盛況であった (参加者総数: 67 名)。Plenary 及び各 SC、各直轄 WG、SC のミーティングは表 2 に示すタイムテーブルの通りに開催された (セッション数: 12)。

1 会場で、3 日間で 12 セッション、また、内容も多いため、Lunch Time もぶっ続けで行うのが通例である。実際には、午前中のセッションの Resolution (決議事項) を Committee Manager と Secretary がまとめる時間に充てており、European Style の昼食は会場の外のホワイエで菓子パンやケーキを食べる程度なので、食事に行ったまま午後に参加者が帰って来なくて会議が遅れる、ということはあまり生じない。(ただし、2 日目の VAMAS は完全にかかりつきりになる。)

表 2 第 34 回 ISO/TC201 総会のタイムスケジュール

	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sep. 11 (Thu.)	9:00 - 10:00 Plenary	10:15 - 11:00 SC 1	11:15 - 13:45 (12:00 - Lunch- 13:15) SC 2			14:00 - 17:00 SC 9			17:00 General 17:15 Adjournment
Sep. 12 (Fri.)	9:00 - 10:30 SC 3		10:45 - 12:00 SC 4	12:00 - 13:15 Lunch VAMAS	13:30 - 15:30 SC 6	15:45 - 17:45 SC 7			17:45 General 17:50 Adjournment
Sep. 13 (Sat.)	9:00 - 10:15 SC 8	10:30 - 10:45 SC 10	11:00 - 17:00 (12:00 - Lunch- 13:15) TC 201: 直轄WG、直轄SG						17:00 Closure of the meeting

以下では、筆者が特に重要と感じたトピックス (NIMS に関係がありそうなトピックス) を中心に報告する。SC4、SC6、SC7、SC10 については割愛させていただくことをご了承いただきたい。一方で、筆者が所属する SC9 については少し詳しく紹介する。

3.1 SC1: Terminology 用語

ISO18115 (Surface chemical analysis – Vocabulary) は、現在のところ 3 部構成になっており (ISO18115-01, -02, -03)、各 Part の内容は、

Part 1: General terms and terms used in spectroscopy、

Part 2: Terms used in scanning-probe microscopy、

Part 3: Terms used in optical interface analysis、

となっている。それぞれ、2023 年、2021 年、2022 年に改訂された。

現在、Part 4 として “Terms used in Total Reflection X-

ray Fluorescence”の制定の作業が進められている。これは2016年に新設されたSC10で使用される用語を定義するためのものである。2025年12月28日までに修正されたAWI (Approved Work Item) が委員会に提出され、審議がされることになっている。

Part 1 については、次回2026年の会議までにAtom Probe Tomography (APT)に関する用語の修正案が提出されることになった。

3.2 SC2: General Procedures 一般的手順

以前は試料の洗浄法、前処理などもあったとのことだが、現在は、顕微鏡法における試料上の位置合わせの標準化についての新規規格（日本提案）が審議されている。

例えば、Si ウェハ上でリソグラフィ加工をした特定の位置の物性について様々な計測装置（ラマン顕微鏡、SEM、AFM、XPS 等）で分析するケースでは、異なる計測装置に試料をセットした場合でも、常に試料上の同じ位置を計測する必要がある。

この規格は、サーボモータ等で自動で位置決めをする機能を有する顕微鏡への実装を想定しており、機械が自律自動計測を行ってくれる装置などへの適用が考えられている。そのため「どの位置を測定したか？」というメタデータを記述することも含まれており、後述のSC3とも関連がある内容となっている。

VAMAS のラウンドロビンテスト (RRT) の途中経過の報告があり、位置合わせの精度は1~2 μ m 程度だったとのこと。現在、Form 4 の作成準備中である。しかしながら、筆者が所属するSC9（走査型プローブ顕微鏡法）の国内委員会の会合では、「SPM としては少し精度が足りないのではないか？」という話になっている。

3.3 SC3: Data Management and Treatment データ管理と取り扱い

国立大学法人 九州工業大学 副学長で理事の安永卓生 教授が開発した、“MaiML”というXML形式のデータフォーマットがある。「AFM、XPS、光学顕微鏡等、ほぼすべての分析装置のデータを記述・保存が可能な共通データフォーマット」とされており、この日本発の「共通データフォーマット」を国際標準化する作業が進められている。これにより、データの構造化、データ流通が国際的に共通化されることが期待されている。MaiMLについては、一般社団法人 日本分析機器工業会 (JAIMA) のWEBサイトに詳しい記述がある¹⁾。経済産業省も『新しい資本主義』の目玉とし

て強力に推進している。

今回、VAMAS の2回目のRRT ロビントテストの途中経過の報告が安永教授よりあった。現在、異なる種類の装置間、異なる製造会社の装置間でのデータ読み取りテストが終わったところで、来年、NP 提出の予定で進んでいる。

具体的には、AFM とラマン顕微鏡の組み合わせについて進行中とのことだった（2025年9月時点）。9月の段階ではRRTの3回目を準備中であり、11月に開始する予定であった。3回目のRRTは『データセット間』での記述・読み取りテストが行われるとのことである。

2016年3月に、ARIM（文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業）のNIMSの担当者と話し合いが持たれたということだが（参考文献2のp. 21にそのような記述がある）、その後、いくつか手直しされていると思われ、現在のバージョンがデータベースと整合性があるのかどうかはわからない。（確認が必要かもしれない²⁾。

3.4 SC8: Glow Discharge Spectroscopy グロー放電分析法

Committee Manager は、NIMS の川田 哲が務めている。GDS は、自動車の車体の亜鉛メッキ鋼板などの表面分析等に用いられており、実用に非常に近い分析法である。

今回、筆者が印象に残ったのは、セッションの最後、Any other business で、中国科学院 上海セラミックス研究所のZhuo Shangjun氏が「非導電性試料のGD-MS法」についての新規標準規格を提案してきたことである。「電気を流さないもので、グロー放電ができるのだろうか？」という単純な疑問はあったが、色々と工夫はしているようではあった。ただし、これが今後、国際標準規格として成立するかどうかは、今後の審議にゆだねられるものと思われる。

3.5 SC9: 走査型プローブ顕微鏡法

プローブ顕微鏡は、イオンビームや電子ビーム、X線などと異なり、カンチレバープローブという「固体の物体で直接、触っている」ため、本質的に表面を観察している、といえる。

ただし、その表面観察像は「プローブの先端形状」に大きく影響を受けるため、プローブの表面形状についての規格を検討するWG (WG5) や、凹凸が大きい試料を観察する場合の画像校正法についてのSG (SG3) などがある。

また、プローブ顕微鏡は原子一個一個を観察することができる空間分解能に強みがあることから、現在、高さ方向（Z 方向）の校正のために、結晶格子の原子ステップそのものを標準物質にしてしまうという標準規格の提案がされている（究極の表面高さ標準。SG5）。米国の NIST（National Institute of Standards and Technology）の Gheorghe Stan 博士より 6H-SiC の微斜面を用いた新規標準規格が提案されていた。SiC は硬質材料であるため、微斜面にすると均一なステップが作りやすく、信頼性が高いとのことである。VAMAS による RRT を開始する予定とのことであった。

一方で、プローブ顕微鏡には形状観察だけでなく、電位測定（WG6）、弾性率や水平摩擦力などの機械的特性（WG7）、温度や湿度の影響（WG8）等の物性を「直接、触って」分析できるというメリットがあるため、多種多様な分析手法が存在する。そのため、SC9 は TC201 の中でもかなり大きい SC となっており、総会でも初日の午後をいっぱいに使って議論が行われた。

SC9/WG7 の弾性率測定は、ナノレベルでの試料の弾性率や塑性変形、粘性などを測定するための規格で、元々はゴムタイヤの分析のために始まった規格とのこと。ダイヤモンド圧子等を使ったマクロ測定ではなく、ミクロレベル、ナノレベルの測定分析ということである。既に標準規格となっている「2 点法」（ISO21222:2020）よりも正確な「線形化法」を上位互換として標準規格として整備することで、将来的にはすべての AFM にソフトアップグレードという形で配布・インストールすることを目指している。東京科学大学の中嶋教授より進捗報告があり、2 回目の RRT を終え、十分データがそろったので、Draft の回覧に進むとのことであった。

4. 第 34 回総会での SC9/SG2 の新規提案

筆者は SC9/SG2 において、ラマン分光と近接場顕微鏡(NSOM)を組み合わせた探針増強ラマン分光法（Tip Enhanced Raman Scattering: TERS）についての新規提案を行った。内容については筆者の個人ページを参照していただくとして、今回、筆者が Convenor となった経緯について（どうしても）説明させていただきたい。

SC9 の幹事国は韓国（KATS: Korean Agency for Technology and Standards）である。筆者は NSOM のエキスパートとして、ほぼ同い年の Convenor であった Jeonyong Kim 教授と協力して空間分解能の国際標準（ISO27911:2011）の制定に従事した³⁾。その後、Jeongyong Kim 教授が直轄 WG5 を設立して、そちらに

移ったため、弟子の Soobong Choi 教授が新 Convenor に就任した。当初は「幹事国は韓国だし、きっと、ちゃんとやるだろう。」と、思っていた。ところが、2019 年 11 月のつくばでの総会で Choi 教授から集光効率に関する新規規格が提案されたものの、不幸にもその年の年末からコロナ禍が始まってしまう。2021 年までは「まあ、仕方がない。」と思っていたが、3 年、4 年経っても進捗報告がなく、おかしいぞ、と思っていたら、昨年 2024 年の pre-meeting で突如、「SG2 は解散したいと本人が言っておりまして・・・。」と、本人からでなく、Secretary の先生が申し訳なさそうに言い出したのである。5 年間放置しておいて突然投げ出す無責任ぶりに、当然、英国とドイツの先生がブチ切れて、オンラインで参加した筆者が急遽、Convenor に指名された、というわけである。

携帯に着信あり。「ちょっと、SG2、解散する、とか言ってるわよ!」「はあ?なんですかそれ?」。ログイン。「異議あり!ちょっと待ってくださいよ!」「いいところに(ログインして)来たね。君、Convenor をやってくれたまえ。」「・・・」

これでまた筆者が新規提案もせず、放置することがあれば、「これだからアジア人は!」となりかねず、頭をひねって、新規提案を絞り出したというわけである。（「問題が起きた時だけ、『いよっ!アジアの盟主!』とか持ち上げていただかなくても結構なのだが・・・。」と、内心思いつつも。）まあ、以前から温めていたアイデアではあったのだけれど。

急に Convenor になっても、総会参加のための旅費や RRT を行うための経費が捻出できるわけもなく、困り果てていたところ、JSCA の代表理事の方がご尽力くださり、幸いにも来年度からの経済産業省の標準化調査費に申請することができた。本年の総会は 9 月だったため、ちょうど申請書提出時期と重なり、海外からのやり取りになってしまった。時差のある中、お骨折りくださった代表理事にこの場を借りて、心からお礼を申し上げたい。

総会での筆者のプレゼンはまあまあ上々で、VAMAS の開始についても了承された。また、SC9/SG2 はこれまで“Use of NSOM/SNOM”という名称であったが、今回の新規提案を機に“Tip-Enhanced Optical Spectroscopy”という名称に改められた。名称の変更を提案・指示されたくらいだから、拒否されたわけでも、無視されたわけでもないと思われる。

5. まとめ

あまりまとまっていない、雑駁な報告であることをお詫び申し上げます。しかしながら、久しぶりに TC201 総会に対面で参加したことで、筆者にとっては得るものが大きかった総会であった。

特に、コロナ禍前まではあまり注目されていなかった、マテリアル・インフォマティクスやデータサイエンスが TC201 においても急速に注目されるようになっており、そのための共通データフォーマットの国際標準化の進捗について、安永教授に直接、対面でお話を伺えたのは収穫であった。

なお、来年度の TC201 総会は、カナダ ブリティッシュコロンビア州のケローナで 11 月 4 日 ～ 6 日の日程で開催される予定である。

文 献

- 1) 一般社団法人 日本分析機器工業会 (JAIMA) : 共通データフォーマット対応ガイドライン(MaiML)
Download Site、<https://www.maiml.org/>
- 2) 重藤知夫、安永卓生、永富隆清、藤本俊幸、一村信吾：顕微鏡、**59**、20-27 (2024).
- 3) 三井正、井藤浩志：表面と真空、**68**、20-25 (2025).