

解説

標準化の軌跡

吉原 一紘*

オミクロンナノテクノロジージャパン(株)
140-0002 東京都品川区東品川3-32-42 IS ビル
*k.yoshihara@omicron.oxinst.com

(2015年4月1日受理: 2015年5月11日掲載決定)

表面分析法が測定科学である以上、定量性に優れた最も良い方法は何かを探し求め、それを決定していくことが標準化のプロセスである。すなわち、標準化という作業は、表面分析を行う際に発生する誤差やばらつきを与える原因を一つ一つ科学的な検証に基づいて潰していき、最後に、それらが最も小さくなる「ワン・ベスト・ウェイ」を見つけることである。本解説では、互換性という概念から標準という概念に発展した経緯と、VAMAS や ISO などの標準化活動と表面分析研究会の関わりを紹介する。

Follow the Track of the Standardization

Kazuhiro Yoshihara

Omicron Nanotechnology Japan
3-32-42 Higashishinagawa, Shinagawa, Tokyo 140-0002, Japan
k.yoshihara@omicron.oxinst.com

(Received: April 1, 2015; Accepted: May 11, 2015)

Surface analysis is a measurement science. Therefore, the standardization process is to find the best way to get the best quantitative analytical results. That means we have to erase every possibility to make errors or fluctuations based on the scientific inspection, and find the one best way to give the smallest error or fluctuation. This paper follows the track of the concept from the compatibility to standards, and introduces the relation between the standardization activities by VAMAS / ISO and the Surface Analysis Society of Japan.

1. 互換性^[1]

1761年にフランスがプロイセンと戦ったときに、フランスはプロイセンに大敗を喫した。フランスの主要な武器は城塞を攻撃する大砲であったが、プロイセンはフランスを野戦に引き出して戦い、勝利を収めた。当時大砲は非常に重量があり、容易には移動させることができなかったために、主要な武器のないフランスは敗退した。その後、フランスは大砲の軽量化に努めたが、軽量にすると壊れやすくなるので、修理が必要となる。修理技師がいない戦場では、兵士が壊れた部品を交換することで修理ができなければならない。このため部品の互換性が重要視

された。この互換性が標準化の嚆矢である。また、当時最もよく使われた銃にマスケット銃があるが、発火装置は非常に複雑な形状をしていた。しかし、この銃に関しては、詳細な設計図が流布し、それをもとにマスケット銃に必要な部品を制作することが可能となり、マスケット銃が普及した。

部品の互換性を重要視すると、部品は職人の手作りではなく、工作機械で制作できるようになり、1850年代には武器だけではなく、自転車やミシンのような民生用品の機械工作による製造が可能となった。そして、T型フォードに代表される自動車の大量生産も可能となった。

2. 互換性から標準へ^[1]

部品の互換性という概念が浸透するにつれ、「ねじ」のような基本部品は、異なった機械間での互換性があれば、様々な装置で共通で使用したいという考えが生まれた。1841年に英国土木学会からの要請に基づき、Whitworthは当時使用されていた「ねじ」の平均形状を計測し、Fig. 1に示すような「標準ねじ」を提案した。この規格はWhitworth standardと称された。一方、米国ではFranklin InstituteのSellersが制作しやすさの観点からWhitworth standardを改良して、「ねじ」の溝の先端を平らにし、ねじ山の角度を60度としたSellers standardを1864年に提案した。しかし、その20年後の1888年でもSellers standardの採用率は20~25%程度であった。Sellers standardが広く採用されたのは第1次世界大戦以降であった。このように規則で決めた標準は「de jure standard」と呼ばれる。

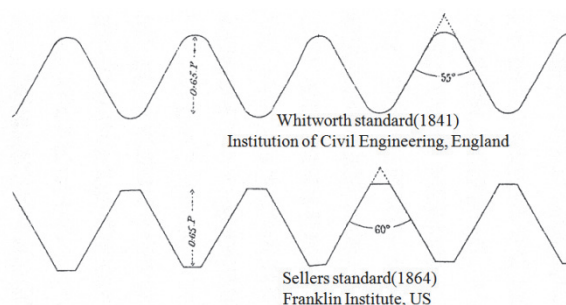


Fig. 1. Design of standard screw [1].

3. 作業効率を向上させるための標準化^[1]

部品の標準化とともに、作業効率を向上させるために作業工程の標準化ということが考えられた。タイプライターは19世紀後半にScholesにより考案された。当時のタイプライターは長いバーの先に活字を取り付け、キーを叩いて印字するタイプであった。この方式だと連続する文字のバーが近くにあると、ぶつかり合っとうまく打てなくなる。そのため、連続する頻度の高い文字のキーはできるだけ(離れて)配置するようにした。これが現在、一般に使われている「QWERTY」配列である。しかし、この考え方は、作業効率という観点からは正反対で、タイピングの効率を考えれば、連続する頻度の高い文字のキーはできるだけ(近接して)配置すべきである。この考えに基づいて、DvorakはFig. 2に示すような「Dvorak」配列を提案した。しかし、タイピストたちは慣れ親しんだ「QWERTY」配列から離れようとはせず、現在でも「QWERTY」配列が標準となっている。これは「de facto standard」と呼ばれる。

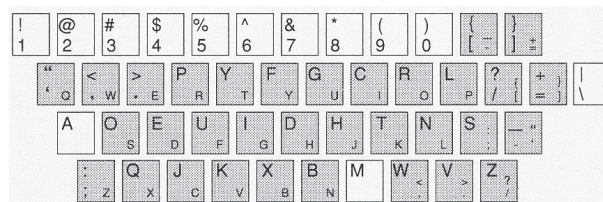


Fig. 2. Dvorak arrangement of typing keys [1].

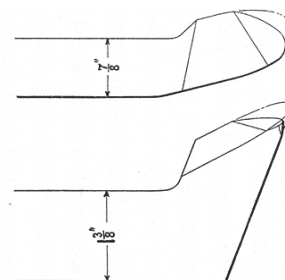


Fig. 3. Design of the standard cutting tool [1].

米国のTaylorは切削工具の改良に取り組み、26年間を費やして、Fig. 3に示すような、最適(ワン・ベスト・ウェイ)な切削速度を与える切削工具の形状を決定した。この形状は現在も使用されている。

(第1節から第3節の記述、および図面は、橋本毅彦著「(標準)の哲学」より引用)

4. VAMAS から ISO

表面化学分析が測定科学である以上、定量性に優れた最も良い方法は何かを探し求め、それを決定していくことが標準化のプロセスである。すなわち、標準化という作業は、表面化学分析を行う際に発生する誤差やばらつきを与える原因を一つ一つ科学的な検証に基づいて潰していき、最後に、それらが最も小さくなる「ワン・ベスト・ウェイ」を見つけることである。この考え方は、TaylorがFig. 3に示す標準切削工具を決定した方法と同じである。どのように小さな誤差やばらつきにも科学的に説明できる原因がある。そして、このような検証こそが測定科学の基本であり、新たな現象を見いだすことにつながる。

1982年6月のベルサイユ経済サミット(G7)において科学技術の推進のための国際協力に関する合意に基づき、VAMASプロジェクト(Versailles Project on Advanced Materials and Standards)が1987年に参加各国の調印を経て発足した。1997年に活動期間を無期限とする覚え書きが締結され現在に至っている。分野ごとにTechnical Working Area (TWA)が設置されており、現在活動しているTWAは15個ある。表面

化学分析は TWA2 として活動している。

TWA2 の主な目的は表面化学分析の標準化に必要な、参照すべき手続き、データ、試料を共同研究を実施して提供することである。TWA2 はこれまでに 23 個の共同試験を通じて、表面分析法をより正確で、より信頼性の高い技術にしてきた。我が国では、VAMAS-SCA-Japan 委員会が 1986 年に設置され、「スペクトルデータの共有化」を主な課題として TWA2 に参加し、多くの共同試験を実施した。

1991 年には ISO に表面化学分析の標準化を担当する Technical Committee 201 (TC201) が設立され、VAMAS 活動の成果は標準化作業に直接結びつく道筋ができた。ここでは VAMAS-SCA-Japan 委員会時代に行われた共同試験をいくつか紹介する。

5. 相対感度を用いた定量分析^[2]

委員会で作製した Au-Cu 合金、および純 Au、純 Cu を用いて、Au と Cu の感度比の装置間のバラツキと、相対感度を用いて得た定量値のバラツキを推定する共同試験を、AES と XPS について 18 機関の参加を得て実施した。AES のピーク強度は微分形のピーク高さを使用した。ここでは、Fig.4 と Fig.5 に Au 50 at%-Cu 50 at%合金を AES で測定した例を紹介する。横軸は合金の相対感度比 (α_{Au}/α_{Cu}) で、縦軸は純金属の相対感度比 ($\alpha_{Au}^{std}/\alpha_{Cu}^{std}$) である。Fig.4 には Au 69 eV と Cu 920 eV のピークを用いた場合、Fig.5 には Au 2024 eV と Cu 920 eV のピークを用いた場合を示す。Fig.4 と Fig.5 から、低エネルギーのピークを用いた相対感度のバラツキは大きいので、機関間でスペクトルデータを評価する場合には高エネルギーピークを使用すべきであるということを提言した。なお、Fig.4 には、傾斜 45 度の直線が描かれている。得られた濃度の誤差はこの直線からのズレで評価できる。結論として、装置ごとに相対感度を求め、その値を使用して得られた濃度の誤差はおよそ 10~20%程度であることが示された。

この成果を基に、XPS の検討結果等^[3-5]も加え、TASSA レポート^[6]を作成するなどを経て、ISO 18118

Surface chemical analysis - Auger electron spectroscopy and X-ray photoelectron spectroscopy - Guide to the use of experimentally determined relative sensitivity factors for the quantitative analysis of homogeneous materials が成立した。

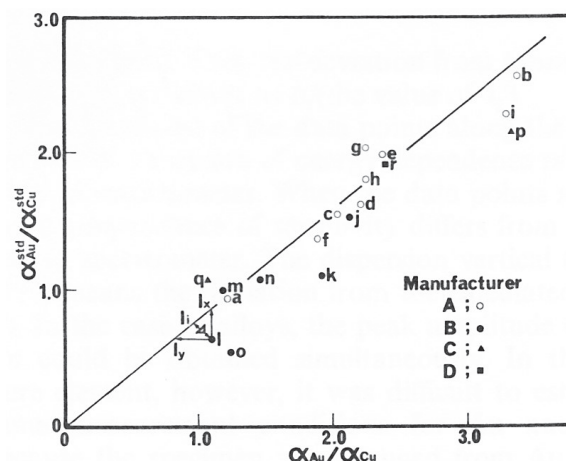


Fig.4. The plot of the relative sensitivity factor ratio for Au 50 at%-Cu 50 at% vs. that for pure element (in the case of Au(69 eV)/Cu(920 eV)) [2].

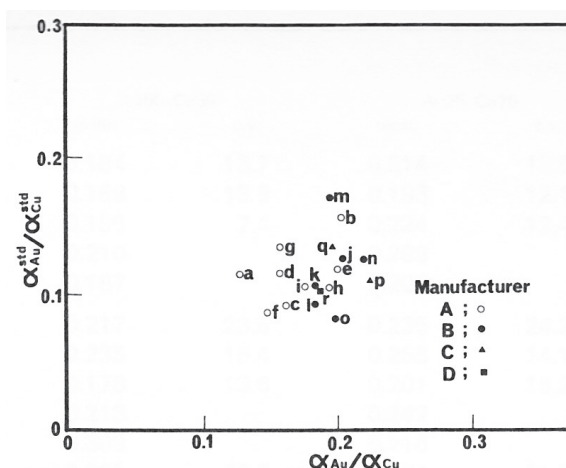


Fig.5. The plot of the relative sensitivity factor ratio for Au 50 at%-Cu 50 at% vs. that for pure element (in the case of Au(2024 eV)/Cu(920 eV)) [2].

6. エネルギー軸の校正^[7,8]

AES のエネルギー軸の校正に関して、12 機関の参加を得て、簡便にエネルギー軸を補正する方法を提案した。Fig. 6 に各機関で測定した Ni オージェピーク位置 (L_3MM , M_3VV) を示す。データの分散は大きいですが、各データは傾き 45 度の直線上に多く分布しており、ある定数をオフセットとして加減すれば分散は減少すると予測できる。

各機関で測定した Au, Cu, Ag の測定ピーク位置と標準として報告されている値^[9]との差をオフセット値とし、それを一次関数 (オフセット関数) で近似して、各エネルギー値に対するオフセット値を求め、それにより補正した結果を Fig. 7 に示す。

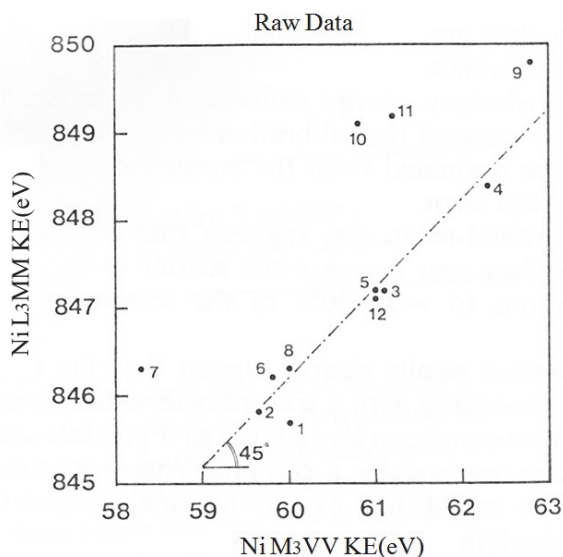


Fig. 6. Plot of the reported values for the Fermi-level-referenced kinetic energies of Ni L₃MM and M₃VV peaks [8].

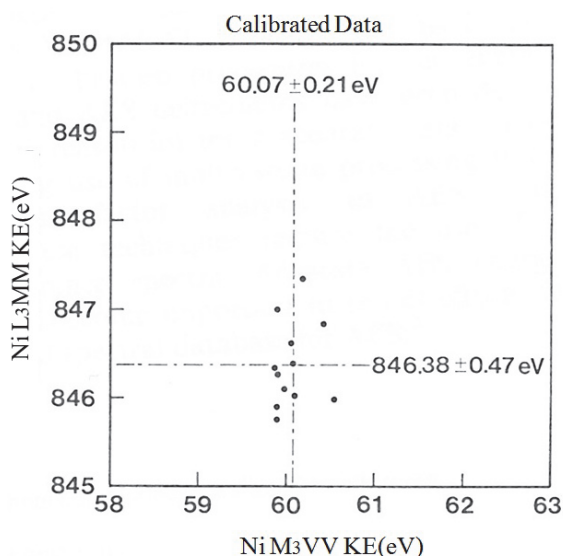


Fig. 7. Plot of the calibrated Auger peak positions for the Ni L₃MM and M₃VV peaks after using the spectrometer offset functions [8].

この方法は厳密な校正法ではないが、補正しない場合に比べてエネルギー値の分散は 1/6~1/3 に減少することが示され、実用的には十分なエネルギー軸補正法であると提案した。これらの成果を基に、XPS のエネルギー軸校正法に関しては

ISO 15472

Surface Chemical Analysis - X-ray photoelectron spectrometers - Calibration of energy scale
AES のエネルギー軸校正法に関しては

ISO 17973

Surface Chemical Analysis - Medium - resolution Auger

electron spectrometers - Calibration of energy scales for elemental analysis

ISO 17974

Surface Chemical Analysis - High-resolution Auger electron spectrometers - Calibration of energy scales for elemental and chemical state analysis

が成立した。これらの規格の詳細は表面分析研究会の講習会で紹介されているので、詳しくは述べないが、Au, Ag, Cu の標準ピーク値を用いてエネルギー軸を「再現性」、「直線性」、「オフセット (ずれ)」から評価する厳密な校正方法であり、我々がラウンドロビンで検証した補正法は規格の一部として含まれている。

7. 強度軸の校正^[10,11]

電子分光法で得られる信号強度に最も大きな影響を与える因子は、電子増倍管のエネルギー特性である。我々は 18 機関の参加を得て、CMA タイプの分析管のエネルギー特性を Cu のオージェスペクトルを用いて評価するラウンドロビン試験を実施した。基準となるスペクトルとしては、後藤先生作製の電子増倍管を用いない CMA で取得した Cu のオージェスペクトルを用いた。一例を Fig. 8 に示す。

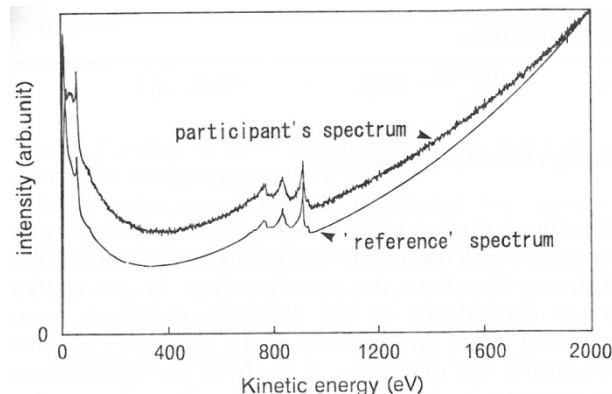


Fig. 8. The wide range spectra of Cu of one of the participants and the reference. The ordinate scale is normalized at 2000 eV [11].

Fig. 9 は Fig. 8 の Cu スペクトルを参照スペクトルで除した結果である。図中には除した結果と併せて滑らかな曲線を示しているが、この曲線は以下に示す電子増倍管の増倍率のエネルギー依存性の経験式 [12] に、 δ_m および E^m の値をフィッティングさせて求めた。

$$\frac{\delta(E)}{\delta_m} = \frac{1 - \exp(-1.35Z)}{0.775Z^{0.35}} \quad \text{ここで, } Z = \frac{1.3544E}{E^m} .$$

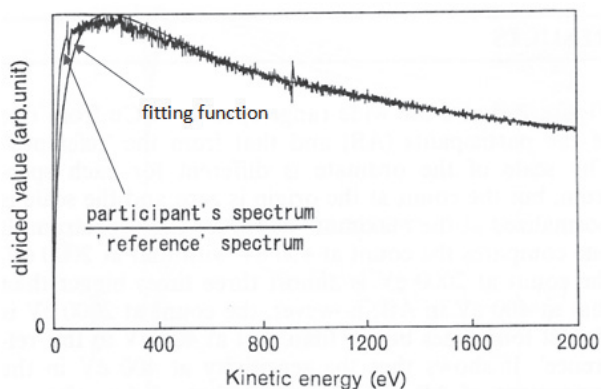


Fig. 9. The results of division of participant's spectrum by the 'reference' spectrum, i.e. ratio function [11].

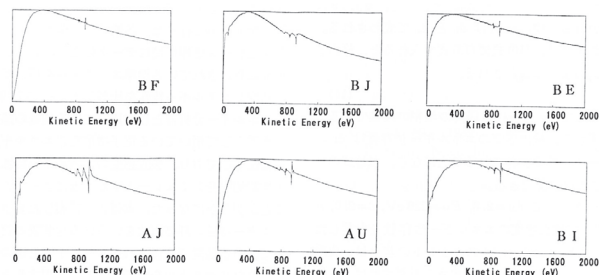


Fig. 10. The results of the round robin on the energy dependence of sensitivity [10].

Fig. 10 にラウンドロビンで得られたデータを同様の割り算処理した結果の一部を示す。割り算結果は全てがほぼ同一の形状をしており、後藤先生の Cu スペクトルを参照スペクトルとして、各機関の Cu スペクトルをそのスペクトルで除すことにより電子増倍管の効率を補正し、強度の絶対比較が可能となることを示した[10].

ISO では強度軸の校正法に関して、「線形性」、「再現性」、「定常性」から定量性を評価する規格が成立した。強度軸の線形性については

ISO 21270

Surface Chemical Analysis - X-ray photoelectron and Auger electron spectrometers - Linearity of intensity scale

AES の強度軸の再現性と定常性については

ISO 24236

Surface Chemical Analysis - Auger electron spectroscopy - Repeatability and constancy of intensity scale

XPS の強度軸の再現性と定常性については

ISO 24237

Surface Chemical Analysis - X-ray photoelectron spectroscopy - Repeatability and constancy of intensity scale

これらの規格は、定量性を保証する規格として成立しており、我々が最初に計画していた、スペクトルの共有化を目指すための規格ではない。

8. Common Data Processing System [COMPRO]

本稿の 5 節から 7 節で述べた共同研究の大きな目標はスペクトルデータの共有化であった。スペクトルデータの共有化に関して、最も重要なことは、スペクトルデータ構造の統一であった。1988 年には、VAMAS-SCA のグループとして共通のデータ構造が提案されていたので[13]、その構造を使用してデータを集めることとした。このデータ構造は、後刻 ISO で規格として成立した。データ構造に関連した規格としては、転送用のデータ構造として

ISO 14976

Surface Chemical Analysis - Data transfer format

試料情報やデータ処理情報の構造として

ISO 14975

Surface Chemical Analysis - Data information format

ISO 22048

Surface Chemical Analysis - Information format for static secondary-ion mass spectrometry が成立している。

取り扱うデータの構造を ISO 構造とするソフトウェアを作成すれば、スペクトルデータの集積や、それらの表示やデータ処理も可能になる。我々は 1989 年から、VAMAS 共同研究の一つとして、Common Data Processing System [COMPRO] と称するソフトウェアの作成プロジェクトを開始した[14]。プロジェクト開始後、ほぼ 2 年に 1 回の割合でバージョンアップし、現在は Version11 (COMORO11) が公開されている。初めのうちは、ソフトウェアは希望者にフロッピーディスクの形で郵送していたが、現在では、表面分析研究会のホームページからのダウンロードによる配布となっている。

所期の目的であるスペクトルデータを収録し、データベースを作るために、表面分析研究会にデータベース委員会（柳内委員長）を設け、委員の方々の大変な努力により、データの収録と検収を行った。現在、スペクトルデータは 1491 本収録されている。また、後藤先生が取得した'絶対'オージェスペクトルは 1801 本が収録されている。これら収録されたスペクトルは全て表面分析研究会のホームページからダウンロードでき、COMPRO11 を使用することにより閲覧できる。

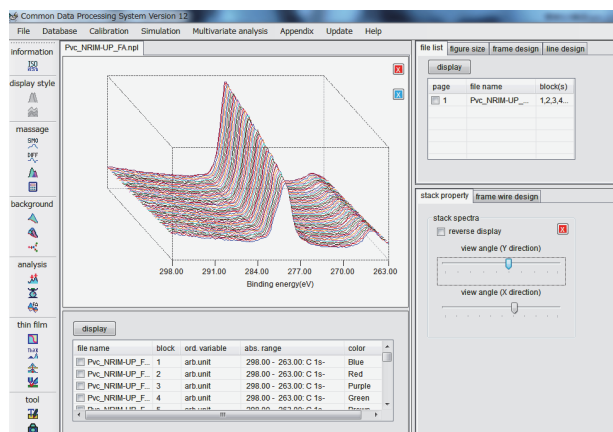


Fig. 11. Display screen of COMPRO11.

COMPRO11 の表示画面を Fig. 11 に示す。画面の上部にはメニューバーがあり、そこからデータベースを呼び出すことが出来る。また、ISO で採択されたエネルギー軸校正法、強度軸校正法も組み込まれており、画面の指示に従うことで機器を校正することが可能となっている。表示されたデータは画面の左側に現れるツールバーを選択するとデータ処理が出来る。通常使われるデータ処理法以外に、研究者や技術者により新たに提案された以下に示すデータ処理法も含まれている。

- (1) MRI: Prof. Hofmann
- (2) Thickogram: Prof. Cumpson
- (3) QUASES: Prof. Tougaard
- (4) Two angles analysis: Dr. Yoshihara
- (5) Band bending analysis: Dr. Yoshikawa
- (6) Dynamic Shirley background subtraction: Mr. Matsumoto (from Version 12)

現在、COMPRO11 は C# で書かれ、Windows7 上で稼働する。Fig.12 に示すように COMPRO のプログラム構造はデータや処理結果を画面に表示する部分 (GUI) とデータ処理部分 (Library) とに分離されている。データ処理部分の言語は C# 以外の言語で書かれていても DLL (Dynamic Link Library) の形にすれば COMPRO で稼働させることが可能である。データベースにはスペクトルデータ以外に IMFP やピーク位置などの値もデータベース化され、組み込まれている。

今後は表面分析関係のデータ処理にはシミュレーションが重要になると予測される。そのためには、現在のデータ構造 (ISO14976) では不十分なので、新たな構造の提案が必要である。表面分析研究会の役割は重要である。

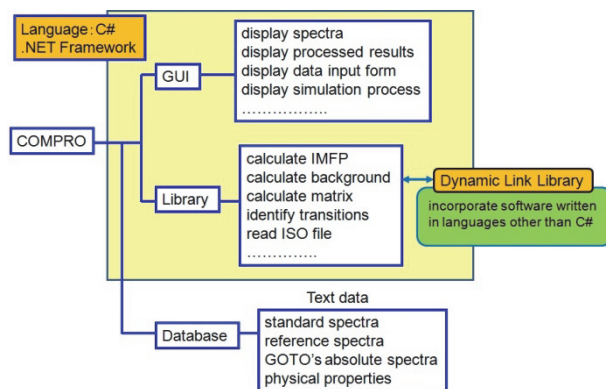


Fig. 12. The structure of COMPRO.

COMPRO11 は C# で記述されているが、Fig. 12 で示すように、計算部分は C# で記述されていなくても、DLL 形式に変換して組み込むことが出来る。研究者や技術者が提案したデータ処理方法やシミュレーションソフトを検証する際に COMPRO に組み込むことによって、多数のユーザーによる当該ソフトの実効性の検証が可能である。また、スペクトルデータベースを充実させるために、COMPRO を活用してスペクトルデータの容易な収集方法を構築することが考えられる。

9. 口伝から標準化へ

VAMAS-SCA-Japan 委員会の発足から表面分析研究会設立までの経緯については、既に本誌の第3巻1号に「一通の開催通知」と題した拙文[15]を掲載させていただいているので、それを参照していただきたい。

「西洋では数百年も前に個人という概念が成立し、市民社会が生まれたが、我が国には、個人も市民社会もなく、あるのは世間だけ」と阿部謹也氏 (元一橋大学学長) が著書「世間とは何か (講談社)」の中で喝破し、世間では「非言語の知」としての「掟」が支配していると述べている。(以降は私見だが、) 我が国では、さまざまな知識は「口伝」ということで、一族 (= 世間) の中だけに伝えられ、文書としては残さない。この「掟」が我々を長い間支配し、ノウハウの塊である分析技術の詳細手続きは「口伝」として仲間だけ (= 世間) に伝えられ、普遍的な情報伝達の手段としての論文の形で発表することは、「社外秘」などを理由として、あまり行われなかった。その結果、VAMAS-SCA-Japan 委員会が設立される以前には、我が国で表面分析に携わっている研究者や技術者が多数いるということは、国際的には知られていなかった。海外の研究者も我々が情報を国内 (= 世間) に留めていたという認識を持ってお

り, NPL の Seah 博士は本誌 2 巻 1 号の巻頭言に「on documentation」と題し, 文書化の重要性を以下のように記述している[16].

「The spoken word can enthuse and stimulate activities in a way generally not possible with the written word but it is the documented article that lays claim to posterity.」

VAMAS-SCA-Japan 委員会では, 知識を「世間」の中だけに留めずに広く共有することが, 表面分析技術を発展させるために重要なことだと考え, 多くの共同研究を実施し, 海外の研究者も招聘するなどした. そして参加形式をオープン方式にするために, VAMAS-SCA-Japan 委員会を発展的に解消し, 1995 年に「表面分析の標準化」を旗印として掲げた表面分析研究会を設立し, Journal of Surface Analysis (JSA)を発行した.

ISO の活動を通じて, 分析技術情報はあらかじめ文章にしておかないと, 規格にすることはほとんど不可能であることが分かった. JSA の出版は, 文書化する強力な道具を得たと同時に, 情報の共有化に大きな役割を果たした. また, 我々の活動の国際化ということでは, 韓国と共同して PSA を開催していることは, 大きな成果である. NIST の Powell 博士からは, 以下のような評価をいただいている.

「The establishment of the PSA international conferences (in association with TC 201 meetings) was also a key factor in improving communications between Japanese (and later Korean) scientists and other scientists in the world.」

また, 表面分析研究会は, 会員諸氏が取得したスペクトルデータをデータベースとして記録するシステムを有している. 表面分析研究会で取得した知的財産を蓄積するシステムが, JSA と併せて存在しているので, これからの活動はますます実り多い物になると期待される.

10. 旅はまだ終わらない

JSA の 21 巻第 3 号の巻頭言に書かせていただいた文章の一部をそのままここに転記して, 結言とする.

表面分析研究会の活動は「表面分析に関する知識, 技術, 成果を共有して表面分析法の標準化を進める」ということですが, これは通常の学会活動の枠を越えています. 我々がこれまで旅をしてきた 20 年間は, たしかに長い年月でした. 旅の途中では, 道が枝分かれすることがあり, そのたびに「どちらの道を取るべきか」という議論がありましたし, これからもあるでしょう. しかし, 我々が掲げた「表面分析法

の標準化」という旗印はこの 20 年間変わりませんでした. そして, この旗印を掲げながら「ワン・ベスト・ウェイ」を求める旅に終わりはありません.

11. 参考文献

- [1] 橋本毅彦, 〈標準〉の哲学 (講談社, 東京, 2002).
- [2] K. Yoshihara and VAMAS-SCA-Japan, *Surf. Interface Anal.*, **12**, 125 (1988).
- [3] S. Tanuma and VAMAS-SCA-Japan, *Surf. Interface Anal.*, **15**, 466 (1990).
- [4] K. Yoshihara and VAMAS-SCA-Japan, *Surf. Interface Anal.*, **16**, 140 (1990).
- [5] M. Yoshitake and VAMAS-SCA-Japan, *Surf. Interface Anal.*, **17**, 711 (1991).
- [6] T. Sekine, *J. Surf. Anal.*, **1**, 414 (1995).
- [7] 藤田大介, 吉原一紘, *表面科学*, **14**, 49 (1993).
- [8] D. Fujita and K. Yoshihara, *Surf. Interface Anal.*, **21**, 226 (1994).
- [9] M. T. Anthony and M. P. Seah, *Surf. Interface Anal.*, **6**, 95 (1984).
- [10] 吉武道子, 吉原一紘, *表面科学*, **15**, 376 (1994).
- [11] M. Yoshitake and K. Yoshihara, *Surf. Interface Anal.*, **25**, 209 (1997).
- [12] R. G. Lye and A. J. Dekker, *Phys. Rev.*, **107**, 977 (1957).
- [13] W. A. Dench, L. B. Hazell, M. P. Seah and the VAMAS-SCA, *Surf. Interface Anal.*, **13**, 63 (1988).
- [14] K. Yoshihara and M. Yoshitake, *Surf. Interface Anal.*, **18**, 724 (1992).
- [15] 吉原一紘, *J. Surf. Anal.*, **3**, 138 (1997).
- [16] M. P. Seah, *J. Surf. Anal.*, **2**, 1 (1996).

査読コメント、質疑応答

査読者 1. 田沼繁夫 (物質・材料研究機構)

標準化の始まりが互換性の必要性であることから始まり、VAMAS, SASJ に関することまで、大変おもしろい原稿で楽しく拝見いたしました。出版はこのままで結構ですが、いくつか著者に質問したいと考えます。

[査読者 1-1]

「定量性」について

要旨および項目 4. VAMAS から ISO において「定量性に優れた最も良い方法は何か…」と書かれておられます。このままでも十分ですが、敢えて挙げ足取りのような質問を致します。

計測・分析においては、査読者は精度、正確さ、再現性、トレーサビリティが重要であると考えます。ここで述べておられる「定量性に優れる」とはこの4つを含むと考えてよろしいのでしょうか？それともトレーサビリティは除くべきでしょうか？また、対象試料（分析対象）については除外されるのでしょうか？

これに関連する事項ですが、2つの機関で同一試料を同一方法で分析したところ、異なる値を与える。両者が同等な装置・技量をも持っているとしたら試料もしくはそのサンプリングに起因すると考えられます。実例としては、鉱石などでは海外で出荷する場合は対象元素品位は高く、受け入れ側では、海上輸送なので（水分を吸収することがあり）低く出ることが多いと聞いています。このようなことを考えると「定量性に優れる」とは 実に難しい概念だとおもいます。ご意見をお伺いできれば幸いです。

[著者]

お忙しい中、貴重なコメントをありがとうございます。原稿の修正はありませんが、コメントに対する著者の意見を述べさせていただきます。

JSA の3巻1号の巻頭言に「口伝から標準化へ」と題した拙文を載せていただきましたが、その中に「トレーサビリティとリピータビリティが標準の基本であるが、それにピッタリと合う日本語がなく、我が国では標準という概念が育ち難い。」という趣旨のことを書かせていただきました。ここでは「リピータビリティ」には「再現性」という狭義の意味ではなく、「精度、正確さ、再現性」を含めた概念として説明させていただきました。定量性には「精度、正

確さ、再現性、トレーサビリティ」が重要だという査読者のご意見には完全に同意いたします。しかし、VAMAS から ISO に至る過程では、例えば、エネルギー軸や強度軸の校正に関する議論の中では精度、正確さ、再現性に関しては検討されましたが、トレーサビリティに関しては考慮されませんでした。トレーサビリティの議論をすると「国家標準」とどう結びつけるかの議論につながるため、そこまで踏み込めなかったためです。SASJ には後藤先生の絶対オーグメントなどの成果も蓄積されていますので、これまで等閑に付されていたトレーサビリティの議論も会の中で深めていただければと思います。また、試料の素性がどのように測定結果に影響を与えるかを議論したことも私の記憶にはありません。実際の分析には大変重要な課題ですので、会の中に WG を設置するなどして、ISO への提案を目指した議論をしてはいかがでしょうか。

[査読者 1-2]

文献について；参考情報です。

[1]の文献は現在では絶版のようです。改訂版が『「ものづくり」の科学史。世界を変えた標準革命』として講談社学術文庫版(2013)が出ています。読者の参考までに申し添えます。

改訂版では第6章として「標準化の十字軍- 国家による標準化とその限界」、7章にはあたりに、[1]の6章に加えて、機構記の安全な飛行を確保するために定められた標準化の例を示しているとの本の前書きに書かれています。

[著者]

貴重な情報をありがとうございます。会員の方々の「標準の概念」を深めるための手引き書になればと思います。会員の方々が業務の合間にも触れていただければ幸いです。

[査読者 1-3]

VAMAS 活動について

読者へのご参考として。

4章「VAMAS から ISO」のところに、TWA2 はこれまで23個の共同試験を通じて、とあります。ここでいう“共同試験”はラウンドロビンテストと思われませんが、これらを含むすべての共同研究を数えてみますと、どのように TWA2 活動を数え上げるかは難しいのですが、2015年までに約50のプロジェクト（終了・進行中を合わせて）が行われています。

少し古くなりますが、表面科学 Vol. 32, No. 5, pp. 238-245(2011) 特集「表面科学はいかに産業界に寄与してきたか」にリストがあります。

[著者]

VAMAS の TWA2 の 公 式 サ イ ト (<http://www.vamas.org/twa2>) に 「 This TWA has conducted 23 interlaboratory comparisons, ... 」 という記述がありますので、それに準拠して、原稿には 「 TWA2 はこれまでに 23 個の共同試験を通じて、 ... 」 と記述しました。査読者が指摘されますように、VAMAS-TWA2 が実施したプロジェクトは 50 以上ありますが、その中で共同試験を実施したプロジェクトは 23 個であるということだと思います。

査読者 2. 柳内克昭 (TDK 株式会社)

長年、SASJ に関わってきた者として、本解説を読みながら、既存の学会にはないユニークな研究会にしようとして JSA 誌の出版、PSA の国際版を 3 年ごとに日本と韓国交互開催、1 分間ショートプレゼンテーション、スペクトルデータベース構築など、数々の新しい試みが行なわれたことが昨日のように思い出されました。「表面分析法の標準化」の旗を立てて、吉原先生などの先達が、「ワン・ベスト・ウェイ」を求め続けたおかげで、今や海外の高名な大先生や研究者が決して裕福ではない SASJ が開催する国際シンポジウムに「補助はいらないから invite してほしい」と言われるまでになりました。終わりのない「ワン・ベスト・ウェイ」の旅をこれからも世代をつないで 30 周年、40 周年へと続けていかねばならないと感じました。本解説は若い世代の皆さんにも設立の経緯を理解してもらうのに適したものであると判断し、掲載可とします。