

巻頭言

分析測定を支えるもの Cornerstones of Measurement and Analysis

身長や体重はどこで計ってもまたいつ計っても同様に測れるはずである。当然のことであり疑問を持つことはまずない。当たり前前に測定が行えることを支えてきたのは、精度の追求を支える科学技術の進展と測定技術の開発そして測定に信頼性を与える体系の維持であろう。

精度はその分野にかかわる科学の進展と技術力を示すひとつの指標である。物理量の例を見ると、時間単位「秒」に関して実用化された精度ではセシウム原子時計の15桁精度がある。この精度は日本標準時の決定に活用されている。研究上の精度はさらに先を行き、光格子時計では18桁精度に達している。これは1秒ずれるのに300億年かかることに相当する。宇宙誕生のビッグバンから現在までの時間138億年よりも長い。また質量単位「キログラム」では精度の追求により、質量の定義だった国際キログラム原器の安定性を疑うこととなった。これは100年にわたる原器の質量測定によりその長期安定性が50 µg (8桁)程度しかないことがわかったことによる。そこで原器よりも精度の高い物理定数に基づく定義へと2019年改定された。化学の分野ではどうであろうか。化学物質の濃度測定では精確な測定が必要となるときには標準物質を使用してよりどころにする。この基準となる標準物質の不確かさは例えば計量標準総合センターの純物質では0.01%~0.1%程度であり、それらの精度が維持管理されている。物理量や化学量では、これらの基準の精度追求に加えて、測定結果に信頼性を与えるためのトレーサビリティの体系が作られている。測定した値は校正によって高精度の基準まで元をたどることができる。

では表面分析はどうであろうか。ハードウェアでは、元素の組成・化学結合の測定に加え、深さ方向分析・高分解能化・高感度化・二次元/三次元イメージング・自動化へと開発が進んだ。ソフトウェアでは、材料と分析の知見が解析法に集積されてきた。分析対象は拡大し、鉄鋼・半導体・セラミックスの無機材料から高分子・生体材料へ、また表面や薄膜の二次元材料からナノ構造・積層構造・埋もれた材料構造等の三次元材料へ、と広がっている。様々な分析ニーズに応じて発展し進化してきたものの、精度に関しては物理量や化学量の精緻さには及ばない。不必要に高い精度は必要もないのだが、それでも測定技術の指標である精度の状況が気になる。その動向を知るのに国際比較がある。これは各国の計量標準機関が参加し同一試料を測定して結果の比較を行うものである。2005年に実施された国際比較CCQM-K32の結果では、Si酸化膜の厚さ測定の拡張不確かさは3%~6%程度であった。残念ながらこれ以降の薄膜測定の精度の動向は国際比較の報告がなく不明である。願わくは、SASJの精力的な活動によって成立した多数の国際規格が、表面分析の精度向上の仕組みとして、あるいは測定結果への信頼性を与える体系として、有効活用され、精度の向上が続いてきたと思いたい。

しかし近年の表面分析の精度は足踏み状態かひよっとすると下降への入口にあるのかもしれない。PSA19では分析の再現性が損なわれている報告が多いことに警鐘が鳴らされた(D. Baer)。再現性の劣化原因は測定者の経験や専門性の不足がひとつにあるとの指摘である。意味するのは、信頼性に欠けた測定に気づかない測定者がいること、彼らがそれに気づける環境にいないことである。ユーザーに優しい近年の測定装置と知見の蓄積の少ない新材料への対応がそれを許しているのかもしれない。

身長や体重の測定と違い、表面分析はどこでもいつでも誰でも同様の測定ができるとは言い切れないのが現状であろう。表面分析法が開発されてから半世紀たったがまだまだやることはありそうである。

黒河 明 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)