

先端計測分析技術に関する俯瞰報告

(案)

平成27年11月
文部科学省科学技術・学術審議会
先端研究基盤部会
先端計測分析技術・システム開発委員会

目次

1. はじめに	・ ・ ・ 2
2. 計測分析技術・機器の俯瞰	
2. 1 俯瞰及び抽出方法	・ ・ ・ 4
2. 2 俯瞰の結果	・ ・ ・ 8
2. 3 個別機器の俯瞰	
2. 3. 1 表面・微小部分分析手法	・ ・ ・ 10
(1) 電子顕微鏡	・ ・ ・ 10
(2) 光学顕微鏡	・ ・ ・ 14
2. 3. 2 バルク分析手法	・ ・ ・ 17
(1) 核磁気共鳴	・ ・ ・ 17
(2) 質量分析	・ ・ ・ 20
3. 政策連携	
3. 1 背景	・ ・ ・ 22
3. 2 共用プラットフォーム	・ ・ ・ 22
3. 3 JST 事業	・ ・ ・ 23
3. 4 その他	・ ・ ・ 23
4. 今後の課題	・ ・ ・ 24

1. はじめに

科学の進歩の基本は観察にある。計測は、定量的観察であり、計測の進歩は科学の進歩をもたらしてきた。従って、計測は科学の母 (Mother of Science) と言え、また、その結果として社会に新たな価値をもたらすイノベーションの源泉とも言える。本年 (2015 年) ノーベル物理学賞を受賞した「ニュートリノの振動の発見」は、ミュオンの計測を可能とするユニークな光電子増倍管の開発や、極限まで厳密な計測を可能とする超純水の生成技術なくしては成し得なかった科学上の発見である。

2004 年 (平成 16 年) に国立研究開発法人科学技術振興機構 (以下、JST) を実施主体として開始された先端計測・機器開発プログラムは、2002 年に田中耕一氏がノーベル化学賞を受賞したことを契機として開始されたが、そのときの受賞課題は、「質量分析のための脱着イオン化法の開発及び NMR によるタンパク質の 3 次元構造解析手法の開発」であった。その後、2014 年の受賞課題である「超解像蛍光顕微鏡の開発」まで、計測技術自体を受賞対象としたものに限っても、自然科学分野で 6 つのノーベル賞を受賞している。¹

このように、計測は、科学上の新たな発見や理論的予言を検証する計測技術や大型研究施設での計測限界への挑戦といった側面を持つが、同時に、半導体設計やタンパク質構造解析、ナノ材料を用いた製品、医薬品などの微量成分の検出等、科学研究の場のみならず、産業分野においても不可欠な存在である。さらに、近年では、計測対象の先端性とも相まって、従前の個別の計測機器の開発から、複数の機器の有機的組合せによる複合計測機器の開発、生命科学分野においては、個体レベルでの、非侵襲・低侵襲での観察を可能とする計測機器開発へのニーズも高まっている。

しかしながら、科学上の計測の役割の重要性が認識されること、産業的に計測産業が栄えることの両面が、多くの科学分野にとって重要であるにもかかわらず、かつては、主要な計測・分析装置の世界市場において大きなシェアを占めていた日本の計測産業の地位は低下し、外国製品にその座を明け渡し続けている。同時に、研究の現場では、種々の要因によりいち早く成果を求める圧力が増していることにも起因して、実績のある先行機器を用いて研究成果を導出することが優勢となっているなどの理由から、研究の場での計測技術発達の相乗作用が得られにくい状況が生じている。

さらに、人材育成の側面からは、計測機器の研究開発人材は、計測研究発展の大きな役割を担っているが、計測産業の場を鑑みれば、最先端の科学における計測研究とは異なり、多様な計測対象について計測が可能な場を作り出さねばならず、狭義の研究者とは異なる、機器を作り、機器を使い、そして計測結果を生かす人材も必要である。現在この大宗は計測機

¹計測に関連する 2002 年以降のノーベル賞

2002 年 (化学賞) 質量分析のための脱着イオン化法の開発及び NMR によるタンパク質の 3 次元構造解析手法の開発

2003 年 (医学・生理学賞) 磁気共鳴断層画像化技術 (MRI 技術) の開発

2006 年 (物理学賞) 長短光パルスレーザーによる光周波数計測技術の開発

2008 年 (化学賞) 緑色蛍光タンパク質 (GFP) の発見

2012 年 (物理学賞) 単一量子系の計測及び制御手法

2014 年 (化学賞) 超高解像度の蛍光顕微鏡の開発

器産業によって培われているが、主戦場が主に先端科学の場、いわゆるハイエンドユースという狭い市場の中で、人材育成に十分な環境を整えることは困難を極めている。

このような状況を一挙に改善することは困難であるものの、本報告書においては、まずは、日本が比較的優位とされている主要な分析手法（顕微鏡、核磁気共鳴（NMR）、質量分析）に関し、最先端の技術状況を俯瞰しつつ、取り組むべき課題を洗い出し、課題を整理することを試みた。最先端の科学のための計測と、計測産業の両方が、他の多くの分野の研究にとって重要であるという認識の下、今一度相互の関係を正のスパイラルに変換していくためのアプローチとして、分野を絞って具体的な技術課題に着目し、抽象的な議論でなく、より本質的な議論の一端とすることを目指した。

本報告書を議論の端緒とし、今後は、X線回析等今回扱わなかった分析手法に俯瞰作業を広げるとともに、これまでも課題とされてきた、技術や装置の国際標準化や開発された機器の初期需要を創出する仕組みなどの検討も行い、長期的な戦略の構築に取り組んでいく必要がある。