

# 我が国の知的創造基盤の強化に向けて

—世界をリードする先端計測分析技術・機器開発体制の構築—

平成22年8月6日

科学技術・学術審議会  
技術・研究基盤部会  
知的基盤整備委員会  
先端計測分析技術・機器開発小委員会

# 目 次

はじめに	．．．	1
I．先端的計測分析技術の研究開発の重要性	．．．	2
1．先端的計測分析技術の位置づけ	．．．	2
(1) 研究開発基盤としての役割	．．．	2
(2) 我が国の政策課題実現に対する役割	．．．	3
2．先端的計測分析技術実現に向けた国の役割	．．．	3
(1) 研究開発基盤構築や国家戦略の実現	．．．	3
(2) 高い研究開発リスクの克服	．．．	4
(3) 産学官連携による技術開発の推進	．．．	4
(4) 知的創造プラットフォーム概念の導入	．．．	5
3．諸外国の研究開発動向	．．．	7
(1) 米国、欧州等の先進国	．．．	7
(2) 中国、韓国等のアジア諸国	．．．	10
(3) その他の国	．．．	10
II．先端計測分析技術・機器開発事業の成果と今後の課題	．．．	12
1．先端計測分析技術・機器開発に向けた我が国の取組と成果	．．．	12
(1) 先端計測分析技術・機器開発事業の創設とその目的	．．．	12
(2) 事業スキーム	．．．	13
(3) 他事業との比較	．．．	15
(4) 応募、採択実績	．．．	16
(5) 主な研究開発成果	．．．	17
(6) 周知広報活動の実績	．．．	18
(7) 学術的・社会的インパクト	．．．	19
(8) その他の実績・成果	．．．	21
2．現状の問題点	．．．	22
(1) 研究機器開発現場の現状と問題点	．．．	22
(2) 研究開発現場における機器ユーザーの現状と問題点	．．．	24
(3) 我が国の計測分析機器メーカーの現状と問題点	．．．	25

(4) 本事業における現状の問題点	・・・ 26
3. 今後の課題	・・・ 26
(1) 本事業を取り巻く問題点の克服	・・・ 26
(2) 先端計測分析技術・機器開発事業の発展充実のための課題	・・・ 27
Ⅲ. 今後の先端的計測分析技術実現に向けた基本的考え方	・・・ 30
1. 国の政策実現への貢献	・・・ 30
2. 研究開発基盤強化への貢献	・・・ 30
3. 知的創造プラットフォームの構築	・・・ 31
(1) 知的創造プラットフォームに求められる機能と役割	・・・ 31
(2) 知的創造プラットフォーム構築の考え方	・・・ 33
(3) 国際標準化を想定した技術開発の推進	・・・ 33
4. 事業推進体制及び事業運営体制の見直し	・・・ 35
(1) 戦略的重点開発領域の設定	・・・ 35
(2) 事業実施体制・業務プロセスの効率化・最適化	・・・ 37
(3) 研究開発成果の活用促進	・・・ 38
(4) 周知広報活動の取組強化	・・・ 39
(5) 学会等外部組織および他のプロジェクトとの連携強化	・・・ 40
5. その他の検討事項	・・・ 41
(1) 若手研究者のものづくりマインド育成	・・・ 41
(2) 開発側の資金負担	・・・ 42
(3) 研究開発成果に基づく収益	・・・ 42
6. 第Ⅲ章のまとめ	・・・ 43
おわりに	・・・ 44
委員名簿	・・・ 46

## はじめに

科学と技術の発展は、これまで不可能であったことを可能ならしめ、また想像もできなかった未知の世界を眼前に大きく展開させ、それにより人類の福利と生存に重要な貢献をしてきたことは言うまでもない。科学を限りなく発展させることは、我が国が地球とそこに住む全ての人類の繁栄に貢献する貴重な方途である。

経済のグローバル化が進展し国際競争がますます激化している今日、我が国は研究開発投資を重視すると共に、絶えずシステム改革を行うことにより大きな成果を挙げ、社会経済の発展に結びつけてきた。科学技術は、グローバルな課題を解決すると共に、イノベーションを創出することにより新たな成長を生み出す重要な要素であり、原動力である。

特に計測分析技術は、世界最先端でかつ極めて独創的な研究開発成果を創出するための重要なキーテクノロジーであると言われている。オリジナルの計測分析技術・機器は、これまで生み出すことが困難であった研究成果の創出に直接貢献するものである。世界一流で、真に独創的・創造的な研究開発成果は、既存の計測分析技術・機器のみに頼っているだけでは創出することが極めて困難である。また、計測分析技術は、科学技術の進展に必要不可欠な、あらゆる研究開発を支える共通的な研究開発基盤としても極めて重要な役割を担っている。

文部科学省では、「先端計測分析技術・機器開発事業」（以下、「本事業」という。）を平成16年度に創設し、世界最先端の研究者のニーズに応えられる我が国発のオンリーワン・ナンバーワンとなる計測分析技術・機器開発を強力に推進している。本事業はすでに多くの成果を挙げ、実用化のレベルに達して社会に広く利用できる計測分析機器を多数創出し始めたところである。

以上の通り本事業は概ね順調に進行しているものではあるが、事業創設6年が経過していることに鑑み、我が国の現状ならびに諸外国の状況の変化等を調査すると共に、事業の進捗状況を精査することにより、今後さらに高まる「研究開発基盤の強化」や「イノベーション創出への貢献」に対する期待に応えるための基本的な考え方をまとめることとした。

科学技術・学術審議会 技術・研究基盤部会 知的基盤整備委員会 先端計測分析技術・機器開発小委員会（以下「小委員会」という。）では昨年度より、今後の計測分析技術・機器開発推進体制等に関する議論・検討を行ってきた。本報告書は、小委員会におけるこれまでの検討結果を取りまとめたものである。

本報告の内容は、本事業が今後実施すべき施策を中心に、計測分析技術・機器開発の方向を明らかにしたものであり、今後本事業を推進するにあたり、その施策に反映されることを強く期待するものである。

## I. 先端的計測分析技術の研究開発の重要性

### 1. 先端的計測分析技術の位置づけ

#### (1) 研究開発基盤としての役割

昨年 2009 年は国際連合とユネスコ及び国際天文学連合が定めた世界天文年であった。ガリレオが望遠鏡により天体観測をはじめてから丁度 400 年に当たるからである。

ガリレオは 1609 年に、その前年オランダの眼鏡職人リッペルスハイによって発明された望遠鏡を自作して、月面に多くのクレーターや海を見いだすと共に翌年木星の 4 つの衛星を発見し、さらに金星の満ち欠けの観測から地動説を確信したと言われている。ちなみに、世界天文年のスローガンは「THE UNIVERSE: YOURS TO DISCOVER」(宇宙・・・解き明かすのはあなた)である。

以上の事柄を一般化すれば、“計測分析技術の進歩が「宇宙」の謎を解く扉を開けた”と言ってよい。現在の天体望遠鏡は可視光から赤外線、X 線、電波へと情報取得の手段を広げているが、未だに未知の世界が広がっている。まだまだ、若い世代に「自然を解き明かす」夢が託されているのである。

人類社会の進歩のために不可欠な新たな「知」を獲得するために、先端的計測分析技術・機器の開発にチャレンジする若手人材が多数現れ、育つための契機となることが期待される。

現在、計測分析技術はあらゆる研究開発を支える共通的な研究開発基盤であると考えられている。優れた研究成果の創出には、最先端の計測分析技術・機器の開発・活用の成否が重要な鍵である。世界最先端の研究データ・独自の研究データは、オリジナルの計測分析技術・機器から生まれるものであることは諸外国では広く認識されているところであるが、我が国においては依然として、独創的計測分析技術・機器開発に関する研究が十分に高く評価されていない状況にある。

科学技術は自然現象を解き明かし、その「知」が生み出す成果を社会に還元する役割を担っている。またモノづくりにおいては革新的プロセスを産み出し、社会生活を豊かなものにする。それらの実現のためには、現象を記述する、あるいは可視化する新たな計測分析技術が必要となる。新たな計測分析技術はその研究開発自体が、最先端の研究領域を切り開き発見につながるものであるが、この事実は、多くのノーベル賞が計測分析技術の研究成果に対して授与されているという実績からも示されている<sup>1</sup>。また、先端的な計測分析技術の開発は、ユーザーとなる研究現場と連携し、車の両輪となって、幅広い研究開発分野における新原理・新材料の発見を先導し、画期的な技術革新を創発するものである。

---

<sup>1</sup> 参考資料集 P 1 「計測分析技術に関連した近年のノーベル賞受賞者リスト」

さらに計測分析技術は、研究開発段階だけでなく製造プロセス開発や製品評価等の各段階においても重要な役割を果たすものであり、社会的に重要なイノベーション創出のために欠かせない技術として、その重要性が再認識されている。即ち、近年では、科学技術全般と産業における国際競争力を高めるためのキーテクノロジーとしての評価がますます高まっている。

我が国発のオリジナルな研究成果を基にした高度な計測分析技術を実現し、実力を備えた若手人材を輩出できるような世界トップレベルの研究開発基盤を構築することこそが、人類の未だ知り得ていない「知」を先取りし、誰も到達していない未踏技術の開拓につながり、我が国の科学技術を世界のトップに位置づけ、産業競争力を高めるための重要施策であると共に、我が国が世界に尊敬される国としての地位の確立につながるものである。したがって、国家の最重要政策の一つとして、組織的かつ継続的に推進すべきであると考えられる所以である。

## (2) 我が国の政策課題実現に対する役割

「新成長戦略～「元気な日本」復活のシナリオ～」(平成22年6月18日閣議決定)で求めるグリーン・イノベーションやライフ・イノベーションなど、我が国が掲げる政策課題達成を目指した研究開発を加速・成功させるためには、先端的な計測分析技術を開発し活用することが必要不可欠である。また、計測分析技術は、特定の分野にとどまらず、幅広い分野において横断的に貢献するものであり、高度な研究開発基盤を構築すれば、その成果は広く波及する。したがって、基礎研究～応用開発などの各段階において、大きな波及効果が期待出来る。さらに、先端的計測分析技術に係わる研究開発基盤を集中・集約化して構築することが出来れば、あらゆる面で効率を高めることが可能となり、国費投入の観点からも望ましい。

特に、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーション等の研究開発を推進する上で、その課題解決のポイントとなる現象解明に必要な計測分析技術をタイムリーに開発し現場で活用することが、課題解決の障壁を取り除き、各研究開発における成果の創出を可能とする。研究開発から製造、製品評価あるいは安心・安全の確保における計測分析技術の必要性はより一層増大しており、これらに係る重要政策を遅滞なく実施する上では欠くことが出来ない。

## 2. 先端的計測分析技術実現に向けた国の役割

### (1) 研究開発基盤構築や国家戦略の実現

資源が乏しく人口の縮小化へ向かいつつある我が国が、今後持続的に発展していくためには、優れた人材の育成と科学技術の振興による国際競争力の強化が最重要課題である。また、経済の持続的な成長を実現するために必要な種々の国家戦略を実行する能力を備えなければならない。

科学技術の振興を効果的に促進するためには、あらゆる分野の研究開発を確実に推進するための強力な研究開発基盤を構築しなければならない。

研究開発基盤の構築や国家戦略実現のためには、先端的な計測分析技術の開発・活用が必要不可欠であるので、重要政策の一環として先端計測分析技術開発の進展に向けて、国が積極的に取り組む必要がある。

## (2) 高い研究開発リスクの克服

1. (1) で述べたとおり、先端的な計測分析技術・機器の研究開発は極めて高い新規性・独創性が求められる研究開発分野である。特に新規な要素技術の開発には大きなブレークスルーが要求され、初期段階において、時間的・費用的にリスクの高い研究開発が必要となる。

また、計測分析機器は様々な分野における技術イノベーションや製品の品質向上に大きく貢献し我が国の産業を底辺で支えているが、計測分析機器を始めとする科学機器の国内市場はそれほど大きくはない。平成19年度では9670億円<sup>2</sup>（平成20年度は大きく減少する見込み）となっており、他の産業の市場規模に比べてもかなり小さい規模である。特に新規の計測分析機器の開発には多大の研究開発費を必要とするが、先端機器であればあるほどマーケットは小さく、当面見込まれる需要は限定され、メーカーの経営上のリスクは避けられない。しかも、海外のメーカーとの激しい開発競争<sup>3</sup>にも勝ち抜かなければならないというリスクも抱えている。

さらには、昨今の厳しい経済状況の下において、大きなリスクを伴う新規の計測分析機器開発を機器メーカーが回避する傾向が見られる。一方近年、本章の「3. 諸外国の研究開発動向」においても紹介されている通り、諸外国においては、先端計測分析技術の開発を国際競争力の重要な要因と見なし、国を挙げた取組みを一段と強化してきている。また、ベンチャー企業が国の支援等を活用し、よりチャレンジングで新規な分析機器開発に取り組んでいる場合も多い。したがってこのままでは外国との先端分析技術・機器開発力の差が拡大することが懸念されている。我が国においても、本事業を更に強化・深化させ、先端分析技術・機器の研究開発を推進することにより、高い研究開発リスクを克服しなければならない。

## (3) 産学官連携による技術開発の推進

先端的な計測分析技術開発には、本質的に産学官の連携が必要である。最先端の計測分析ニーズは多くの場合アカデミックな先端の研究現場から生まれる。例えば核酸の配列解析の重要性は、最初に研究者によって認識され、糖鎖の解析装置の必要性は、糖鎖の機能解明をしている研究者がもっ

<sup>2</sup> 参考資料集 P 2 「科学機器の国内末端市場規模の推移」

<sup>3</sup> 参考資料集 P 3, 4 「主要な計測分析機器の国内・国外企業別シェア」

とも良く知っていた。また、こうして生まれたアカデミアを中心として使われる理化学機器は、基礎研究のみならず産業においても、必ず必要とされるようになる。DNAシーケンサーは研究室で利用が始まり、医療や安全・安心の面で広く活用されるようになってきている。電子顕微鏡も大学での研究用途を中心に発明され発展し、今では半導体工場の生産を支える重要な産業機器となっている。

先端計測技術を実用機器にまで完成させるには、機械、エレクトロニクス、ソフトウェアなどを含めた技術開発・設計とその統合化および製造設備が必要である。実際には原理・コンセプト検証試作から実用機試作を行い、更に改良を重ね、生産に移管していかなければならない。これらの過程は、企業が参画していくことになるが、ビジネスにならない期間の多額の投資（人的リソースの確保も含む）が必要である。

近年企業は、投資家などステークホルダーに対し活動の詳細な報告を行うことが求められており、ビジネス立ち上げ期間の投資に対して大きな収益成果と高い成功確率が求められている。初期市場が小さい先端計測装置では、挑戦的な開発はますます困難になりつつある。

また我が国では、高いリスクをとる開発初期段階に対する投資ファンドが十分整備されておらず、例えば大学発ベンチャーでは、先端計測装置開発と事業化は困難である。従来、我が国のイノベーションシステムとしては、国家プロジェクトが媒介する産学官連携が歴史的にも成功例が多く、最も日本にあった開発形態であると考えられている。

また装置の普及という面からみると、先端的計測技術が普及していくには先端的な研究開発に取り組んでいるユーザーの試用が欠かせない。一般的製品でも製品上市初期には「新らし物好き」ともいえるアーリーアダプターと呼ばれる購買層が、市場の立ち上がりを支える。先端計測装置におけるアーリーアダプターは、大学・民間の研究者である場合が多く、こういった研究者層に共用・試用をしてもらえる仕組みが必要である。このためには幅広いネットワークが必要であり、民間企業一社では困難な場合が多い。利害関係を越えてネットワークを幅広く構築できるように、国が主導する事が効果的である所以である。先端計測技術は、基礎研究から産業全体に係わる公共性、公益性を有する戦略的分野であることから、諸外国においても、このようなアプローチが採用されている。

#### （４）知的創造プラットフォーム概念の導入

科学技術イノベーション政策を推進するためには、知的創造基盤の整備・強化が必須の要件である。特に重要政策課題解決のための研究開発においては、独創的・先導的な研究開発を他者に先駆けて迅速に推進することが必要不可欠である。

従来の研究開発は、課題毎に特定の分野またはコミュニティの研究者によ

り実施されることが多かった。しかしながら、このような分野個別型の開発研究では、情報交換や人材交流の範囲が限定的であり、十分な分野横断的連携が実現できないため、最高水準の先端性や独創性が発揮できない場合が多い。特に国家レベルで推進する事業でありながら、All Japan での情報交換や人的交流ができていない。

また、研究分野間の情報交換が十分でない場合には、研究開発の重複や非効率等が発生し、不適切な予算執行が生じると共に、さらには、研究成果の活用が十分に成されないなど、多くの無駄を招く結果となる。現在のように、世界的な開発競争が激化しつつある状況では、このような非効率な研究開発は許されず、より広い視野に立った連携・協力を進めると共に、適切な研究開発評価を行うことがより一層重要となっている。

プラットフォーム概念とは、より広く役立ち、誰もが何時でも参加し利用でき、かつ極めてユーザーフレンドリーなことを必須要件とした、機能発現・便益共有・情報（価値）共有システムと考えることができる。このようなシステムを知的創造基盤に係わる研究開発に適用したものが知的創造プラットフォーム<sup>4</sup>である。

ここで述べる研究開発システムは、広い分野に適用可能でしかも先端的な機能を有する計測分析技術を実現するためのものである。先端計測分析技術は知的基盤<sup>5</sup>の構成要素の一つであるが、特に高度な専門性を必要とする上に、広範な分野にわたる研究開発活動や、多種多様な科学技術イノベーション実現のために役立つことと、際立って大きな波及効果を有することが大きな特徴である。従って、真に先端的でかつ国家的戦略の実現に有効であり、また、公平公正かつ透明性を確保した上で、効率的に運営することが出来るシステムであれば、国費を投入した上で、今後継続的に機能を発現し、便益を提供し続けることが可能となる。

先端計測分析技術・機器開発のように、学術と技術で世界の激しい競争に打ち勝つと共に、我が国の国家戦略を実現するため、大きな効果を生み出すと共に決定的な役割を果たすことが可能な研究開発分野は、適切に制度設計された知的創造プラットフォームを構築し、推進する必要がある。

---

<sup>4</sup> 「知的創造プラットフォーム」とは、科学技術イノベーション政策に貢献するための、効果的で強力な「先端的計測分析技術・機器」の戦略的研究開発基盤であり、幅広いステークホルダーから構成される「機能発現・便益共有・情報共有」システムである。課題解決を目指す「プロジェクト型プラットフォーム」とはことなり、多くのプロジェクトを支える「共通基盤型プラットフォーム」の一種である

<sup>5</sup> 研究者の研究開発活動、さらには広く経済社会活動を安定的かつ効果的に支えるために整備された、幅広い研究分野に共通で、広く役立つ研究用材料、計量標準、計測・分析・試験・評価方法及びそれらに係る先端的機器、並びにこれらに関連するデータベースを意味する。

### 3. 諸外国の研究開発動向<sup>6</sup>

諸外国では近年、先端的な計測分析技術の研究開発は、国家における科学技術競争力、イノベーション創出の強化につながるとの認識の下、戦略的に研究開発投資を行っている。

特筆すべきは米国であるが、2005年ブッシュ政権は「米国競争力イニシアティブ」を発動し、計測分析技術を主軸とするイノベーション戦略を発動した。即ち国立標準技術研究所（NIST）をイノベーションエージェンシーと認定し、NISTを中心として、計量技術に関する研究開発を強力に支援する政策を採択した。これは、「計量技術は科学と技術を結ぶイノベーションの要である」との認識に基づくものである。

また、中国では、2009年9月中国科学院北京生命科学研究院に「ライフサイエンス機器・技術イノベーションセンター」を設立した<sup>7</sup>。この政策の目的は我が国における本事業の創設の経緯と酷似しており、その後の本事業の展開を踏まえたものと考えられる。

各国特にヨーロッパでは、計測分析技術に関する研究開発促進政策を、計量・標準化機関が中心となって担っているケースが多く、先端的な計測分析技術の研究開発は、「国家計測システム<sup>8</sup>」の標準化戦略の整備の一環と認識する傾向が強い。これは、ヨーロッパにおける伝統的な「度量衡」重視の価値観によるものであるが、近年では、国際標準に基づく科学技術分野における競争力強化政策の結果とも考えられる。

一方欧米において、長期的な特定分野のミッションを掲げて取組む、計測分析技術関連の研究開発プロジェクトも存在する。「未解決の計測ニーズ」を大規模に意見集約し、そのビジョンや戦略、ロードマップ等の共有化（計測に関わる全てのステークホルダー）を目指しており、計測分析技術に係るファンディングは、ここ1～2年では、低炭素社会の構築に向けて、「環境・エネルギー分野」を強化する傾向がある。また、増加する「計測ニーズ」のすべてを、一つの国や機関で対応することが困難になってきているため、分野によっては外部との協力体制の構築を積極的に推し進めている。

#### （1）米国、欧州等の先進国

##### ① 米国

米国における計測分析技術に係わる施策は、商務省傘下の国立標準技術研究所（NIST<sup>9</sup>）が担っている。米国競争力法<sup>10</sup>では、イノベーションの

<sup>6</sup> 調査報告「計測・分析技術に関する諸外国の研究開発政策動向」（平成22年8月発行）  
科学技術振興機構／研究開発戦略センター

<sup>7</sup> 参考資料集 P 18

<sup>8</sup> その国における、計測の研究開発、供給、利用、校正・トレーサビリティなど、全ての計量・計測関連活動の仕組み

<sup>9</sup> National Institute of Standards and Technology (NIST) 予算：約10億ドル[FY2010] 参考資料集 P 17

創出を担う機関の一つであるNISTに対する予算を10年間で倍増することや、NIST所長が3カ年計画書を議会へ提出すること（実質的な米国における計測分析技術関連の政策方針に相当する）などが示されている。

3カ年計画（2011～2013年度）には、①計測科学・標準分野において米国が国際的なリーダーとしての地位を確保すること、②重要性の高い国家的問題<sup>11</sup>への対処に重点を置くこと、③協業体制を拡げることでイノベーションを加速させること、が優先度の高い取組みとして明記されている。

NISTは、米国内の計測に関する全てのステークホルダーをまとめることを目的とした米国計測システム（USMS<sup>12</sup>）を構築している。その一環で、NISTは技術イノベーションを阻害する未解決の計測ニーズ（723件）を調査し、また、この計測ニーズを評価・分析して、今後のUSMSの方向性などを取りまとめている（2007年2月）。その結果、NISTのみで全ての計測ニーズに応えることは難しいことから、現在、NISTは外部機関との連携を積極的に進めている。

NISTは、米国再生・再投資法<sup>13</sup>のもと、計測科学技術研究グラントプログラム<sup>14</sup>を開始している。このプログラムは、特に6分野（エネルギー／環境・気候変動／IT・サイバーセキュリティ／バイオ・医療／製造業／インフラ）を設定している。また、NISTは、技術イノベーションプログラム<sup>15</sup>を2008年度から開始しており、ハイリスク・ハイインパクト研究を実施する企業や大学、研究所などにコストシェア方式で研究資金を投じている。さらに、2009年度、NISTでは、傘下の研究所が外部との研究協力体制を育て計測研究開発を加速させるため、戦略的計測パートナーシップ<sup>16</sup>の新設を提案している。ただし、まだ実現はしていない。

一方、他省<sup>17</sup>でも特定分野の計測分析技術に関する研究開発の実施や、ファンディングを行うケースがある。大規模プロジェクトの例として、アメリカ国立衛生研究所（NIH）が支援して2004年から開始している「\$1,000ゲノムプロジェクト<sup>18</sup>」があり、2015年までにヒトゲノムを1,000ドルで解読可能とする目標を立て、次世代のゲノム解読装置の開発を推進している。

---

<sup>10</sup> The America Compete Act、2007年8月に成立 参考資料集P17

<sup>11</sup> 「エネルギー効率と環境スチュワードシップ(管理)を向上させる」、「消費者の健康と安全性を確保する」、「外部プログラムを通じ産学パートナーシップを奨励する」の3つが示されている。

<sup>12</sup> The United States Measurement System (USMS)、参考資料集P17

<sup>13</sup> American Reinvestment and Recovery Act (ARRA)、2009年2月成立

<sup>14</sup> Measurement Science and Engineering Research Grant Programs (MSE) 予算：3,400万ドル [FY2010]、参考資料集P17

<sup>15</sup> Technology Innovation Program (TIP)、参考資料集P17

<sup>16</sup> Strategic Measurement Partnerships (SMP)、予算：925万ドル、参考資料集P17

<sup>17</sup> National Institute of Health (NIH)、United States Department of Defense (DOD)、the National Aeronautics and Space Administration.(NASA)等

<sup>18</sup> Revolutionary Genome Sequencing Technologies、参考資料集P17

## ② 欧州連合 (EU)

EUには、米国NISTに相当するような計量・計測に特化した政策担当機関は存在しない。研究開発を実施している主たる機関は、欧州国家計量標準研究所協会 (EURAMET<sup>19</sup>) である。

EURAMETの前身である欧州計量会議 (EUROMET<sup>20</sup>) では、ナノテクノロジーやバイオテクノロジーの発展を支える計測ニーズに対応する十分な予算確保が困難であったため、計測分野の欧州研究領域プログラム (MERA<sup>21</sup>) を立ち上げ、欧州内の計量・計測分野の研究開発協力体制の強化方法を模索する調査を実施した (2002~2003年)。また、MERA実施プログラム (iMERA<sup>22</sup>) にて、欧州内でのR&D協力体制・構造の考案と、その基盤となるロードマップを策定した。現在、このiMERAで策定された欧州内の計測分析技術に関する研究開発は、欧州計量研究プログラム (EMRP<sup>23</sup>) によって実施されている。公募する分野は募集年度により異なり、2009年はエネルギーの計測分野、2010年は環境、工業の計測分野が進められている。

また、EUにおける主要かつ大規模な科学技術R&Dプログラムである第7次欧州研究開発フレームワークプログラム<sup>24</sup>の中にも、「環境保護のためのバイオセンサーの研究・商業化」などのように特定分野の計測分析技術に関連する研究開発が含まれている。

## ③ 英国

英国における計測分析技術に関する政策、予算の決定は、国立計量庁 (NMO<sup>25</sup>) が担っている。2009年5月、NMOは戦略報告書「国家計測システム (NMS<sup>26</sup>) 戦略2010-2014」を発表し、標準・計測の分野における英国の競争力・優位性向上へ向けた政府投資戦略を示している。対象分野は、エネルギー/デジタル経済/サステナビリティ/医療/セキュリティなどである。また、NMOは、この戦略報告書と共に「NMS戦略開発を支えるNMSプログラムのロードマップ<sup>27</sup>」も作成している。

## ④ ドイツ

ドイツでは、連邦教育研究省 (BMBF<sup>28</sup>) を中心に推進する「ハイテク

<sup>19</sup> European Association of National Metrology Institutes (EURAMET) 、2007年に発足、予算：約2億ユーロ [FY2008]、参考資料集P18

<sup>20</sup> European Collaboration in Measurement Standards (EUROMET)

<sup>21</sup> Metrology in the European Research Area (MERA)

<sup>22</sup> implementing the Metrology in European Research Area (iMERA)

<sup>23</sup> European Metrology Research Programme (EMRP) 、参考資料集P18

<sup>24</sup> Seventh Framework Program (FP7)

<sup>25</sup> National Measurement Office (NMO)

<sup>26</sup> National Measurement System (NMS)

<sup>27</sup> Support to NMS Strategy Development National Measurement System Programme Roadmaps

<sup>28</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMBF)

戦略」を策定しており、17の「重点分野」と、そのうち高度技術に関する7分野を「主要技術」と位置づけている。計測分析技術は、これらの「重点分野」や「主要技術」として含まれないが、「主要技術」ごとのアクションプランの中で扱われている<sup>29</sup>。

## (2) 中国、韓国等のアジア諸国

### ① 中国

中国では、15ヵ年計画で科学技術政策に関する長期的方向性を示す「国家中長期技術発展計画(2006-2020)」を策定している。その中の「重点領域・優先テーマ」等として、計測(バイオ・医療、動的計測)やセンサー、センサーネットワーク等が取り上げられている。

特定分野の一例ではあるが、2009年9月、中国科学院北京生命科学研究院は、「ライフサイエンス機器・技術イノベーションセンター」を整備した。ここでは、生命科学研究院が必要とするライフ研究機器の独自開発、新たな研究手法の探索及びその技術の実現を図るとしている。

### ② 韓国

韓国における科学技術基本計画(577イニシアチブ)では、特定した90の戦略技術として、「超精密加工および測定制御技術」、「癌疾患の診断および治療技術」、「バイオチップ・センサー技術」などの計測分析技術が取り上げられている。また、財政戦略会議にて確定した「新成長分野総合推進計画」(2009年5月)では、62のR&D課題として、「メディ・バイオ診断システム」、「先端医療映像診断機器」などの計測分析技術が取り上げられている。

## (3) その他の国

### ① ロシア

ロシアにおける計測分析技術に関する施策は、産業貿易省所管の連邦行政機関であるロシア連邦標準化度量衡認証委員会(GOST R<sup>30</sup>)が担っている。2009年6月、産業貿易省では「2015年までのロシアにおける計測均一性確保戦略<sup>31</sup>」を策定し、ロシアの計測の均一性/競争力向上/先端技術およびイノベーションに基づいた産業の発展を目指している。研究開発予算は、2009年から2011年の間に860億ロシアルーブル<sup>32</sup>(約258万USドル)(うち3/4が連邦政府予算)を投資するとしており、研究開発は、主としてGOST R傘下にある複数の国立研究所が実施している。

<sup>29</sup> 例えば、ナノテクの場合、ナノイニシアチブアクションプラン2010の中で、計測技術を、イノベーションを促進する上で必要な技術の一つと位置づけている。

<sup>30</sup> Federal Agency on Technical Regulating and Metrology of Russia (GOST R)

<sup>31</sup> Strategy to secure uniformity of measurements in Russia till 2015、参考資料集P18

<sup>32</sup> 参考資料集P18

## ② シンガポール

シンガポールが5年毎に策定する国家戦略「科学技術計画2010<sup>33</sup>」において、計測分析技術は重点分野として取り上げられていない。ただし、貿易産業省の傘下にあるシンガポール科学技術研究庁<sup>34</sup>は「計量技術5ヵ年ロードマップ<sup>35</sup>」を策定し、電子／バイオメディカル／ICT／MEMS／ナノテクノロジー／光学などの技術分野を育成するため、強固な物理的計測インフラの構築を目指している。

---

<sup>33</sup> Science and Technology Plan 2010

<sup>34</sup> Agency for Science, Technology and Research (A\*STAR)

<sup>35</sup> 5-year Metrology Roadmap、5年間総予算：1,776万シンガポールドル、参考資料集P18

## Ⅱ. 先端計測分析技術・機器開発事業の成果と今後の課題

### 1. 先端計測分析技術・機器開発に向けた我が国の取組と成果

#### (1) 先端計測分析技術・機器開発事業の創設とその目的

現代社会の基盤を形成している文化と文明は、永年の人類の経験と知恵の蓄積の賜物である。人類の進歩を支えたものが知能であり、道具である。道具が知能を発達させ、知能が道具を進歩させた。言わば、人類の進歩に道具の進歩は欠かせなかったと言える。現在の科学技術において、「観るため、測るため、つくるため」に用いる装置、機器など科学機械 (Instrument) は最も重要な道具の一つである。

科学と技術の諸分野における計測分析技術の重要性は、もとより世界的に広く認識されている。特に欧米においては、計測と分析のための装置、器具、即ち機器の研究開発に対し、第1級の優先度が与えられている。実際、自然界の現象と物質を計測、解析することこそ、まさに、科学的知識を豊富にし、技術を生み出す原動力であることが、歴史的にも明らかだからである。

一方、我が国に於いても計測分析技術の重要性が認識されていた。その一例が昭和15年前後に開始された電子顕微鏡の開発研究である。世界初の電子顕微鏡はドイツに於いて開発されたが、我が国においては、東京大学の瀬藤教授等によって研究が開始された。第二次世界大戦後もこの伝統が受け継がれ、ついには1970年代に超高压電子顕微鏡の分野で、世界ナンバーワンとなった。

計測分析装置における我が国独自の開発事例は電子顕微鏡の他に質量分析装置の例がよく知られている。また、その他の機器分析装置の開発機運は、1950年に米国から輸入された機器の利用が契機となり、その後急速に計測分析機器の国産化が進み、普及していった。この分野の技術と装置の進歩・普及が戦後の我が国の高度成長を支えたと云っても過言でない。この過程において、我が国の機器メーカーも大きく成長し、世界的な競争力を徐々に高めると共に、世界初の機器を開発するに至った。

この流れを大きく変える契機となったのが、1980年代半ばの日米経済摩擦であった。時の内閣により、いわゆるドル減らしのために、コンピューターや科学機器の輸入が奨励された。我が国の機器メーカーは多くの分野の普及品においては世界的にもシェアを高めていたが、最先端の分野では、未だ十分な実力を蓄えていた訳ではない。このようなタイミングで国内市場が輸入品によって席卷された。

この政策によって、我が国の機器メーカーは多額な開発経費を要する先端的な機器開発の意欲を失い、普及品市場に注力する傾向を強めた。これらの国策や産業界の変化は、そのまま大学での基礎研究にも影響を及ぼし、後述する大学における計測分析装置、機器分析装置の発達の鍵を握る基盤研究の土台が崩れていった。

以上の結果、我が国の基礎研究分野における先端的計測分析機器の輸入品依存傾向が強まり、例えば一部の分野では研究開発予算の2/3が海外からの輸入品等の購入に充てられていると言われる程の状況を生み出した。

このような状況下において、一夜にして社会の雰囲気を変え、計測分析機器の重要性を社会に知らしめた重要なニュースが報じられた。それは、島津製作所の田中耕一氏の「生体高分子の同定および構造解析のための手法の開発」による2002年度ノーベル化学賞受賞である。

田中氏のノーベル賞受賞は、白川英樹氏と野依良治氏に続く3年連続の日本人研究者によるノーベル化学賞の受賞であった。このため、化学分野を中心とした基礎研究の重要性が議論の焦点となった。また、折しも1995年に成立した科学技術基本法に基づき2001年に制定された第2期科学技術基本計画で謳われた「世界水準の優れた成果の出る仕組みの追求と、そのための基盤への投資の拡充」政策の3年目にあたり、研究基盤の重視という方向付けとも合致していた。

このような状況のもとに、田中氏を始めノーベル賞受賞者を中心とした各種研究分野の有識者が糾合し、2003年5月、日本学術会議講堂において「研究基盤としての先端機器開発・利用戦略」と題する特別シンポジウムが開催された。その後直ちに文部科学省において「先端計測分析技術・機器開発に関する検討会」が開催され、「先端計測分析技術・機器開発の進め方について一早急に着手すべき開発領域とその開発戦略」なる報告書が作成され、8月に提出された。

以上の経緯に基づき、2004年度から「先端計測分析技術・機器開発事業」のほか、戦略的創造研究推進事業において、チーム型研究CRESTに2つの研究領域、個人型研究さきがけにおいて2つの研究領域が発足した。

これらの事業は、研究者の独創的な研究開発活動を支えると共に、科学技術創造立国を構成する優れた人材の養成・確保を図ることを目指して、研究開発基盤を整備することを目的としていた。さらには、我が国発の先端計測分析技術・機器を数多く実現し、上述したような研究基盤の海外依存から一刻も早く脱却することを目指している。

## (2) 事業スキーム

本事業<sup>36</sup>は、産・学・官の力を結集して、世界最高性能を持つ、文字通りオンリーワン・ナンバーワン<sup>37</sup>の先端計測分析機器の開発を目指すと同時に、産業界の要請にも応えられるより広汎な研究開発現場等への普及を目指した

<sup>36</sup> 平成21年度より「産学イノベーション加速事業【先端計測分析技術・機器開発】」と名称変更参考資料集P19「産学イノベーション加速事業」

<sup>37</sup> ここで言う「オンリーワン機器」とは、既存の機器にはない画期的な概念や手段により、独自の研究データ、世界最先端の研究データを取得できる計測分析機器のことであり、既存の技術レベルを大きく凌駕し、世界一の性能(感度、分解能等)を誇るものを「ナンバーワン機器」と称する。

機器の実用化を推進している。

本事業は、4つのプログラム（「要素技術」「機器開発」「ソフトウェア開発」「プロトタイプ実証・実用化」）から構成されている。

① 「要素技術プログラム」

計測分析機器の性能を飛躍的に向上させることが期待される新規性のある独創的な要素技術の開発を行うことを目的とする。

産・学・官による開発チームを編成してもよいし、開発者単独でもよい。課題の規模はおおむね総額5千万～1億円、期間は2.5～3.5年間。

② 「機器開発プログラム」

独創的な研究開発活動に不可欠な最先端の計測分析機器及びその周辺システムを開発（プロトタイプ機を開発）することを目的とする。

機器開発を担う企業等の産と学・官が連携した開発チームを編成。課題の規模はおおむね総額2～5億円、期間は3.5～5.5年間。

③ 「ソフトウェア開発プログラム」

開発された要素技術・機器の更なる汎用化、プラットフォームへの適合性を高めるため、アプリケーションや組み込み制御ソフトの開発、ファクトデータのデータベース構築ならびに関連ソフトウェアの標準プラットフォームの開発を行い、ユーザビリティが高く、信頼性の高いシステムに仕上げることを目的とする。

ソフトウェア開発企業の参画を得て実施。課題の規模はおおむね総額1～2億円、期間は2.5年間以内。

④ 「プロトタイプ実証・実用化プログラム」

独創的な研究開発活動に不可欠な最先端の計測分析機器及びその周辺システムのプロトタイプ機を実用化に向けて開発することを目的とする。

企業がチームリーダーとなり、マッチングファンド方式を適用。課題の規模はおおむね総額2億円（自己資金含む）、期間は3年間以内。

実施に当たっての具体的な取り組みは以下の通りである。

- チームリーダーを核とする産と学・官の密接な連携による開発チームを構成する。
- 各開発チームの開発計画に基づいて適切な開発期間や開発費を設定する。
- JSTはチームリーダーの所属機関と委託契約等を締結するとともに開発の推進に関して必要なサポートを行う。
- 知的財産権については、原則として開発実施機関に帰属する。
- 開発の進捗に対して支援する開発総括と、事業化の観点から支援する事業化推進顧問が開発チームをサポートする。
- 開発目標が達成された課題は、プログラムをステップアップして（例えば、機器開発プログラムからプロトタイプ実証・実用化プログラムへ）

継続実施を推奨する<sup>38</sup>。

なお、課題の採択や中間・事後評価に関しては、外部専門家からなる評価委員会により行っている。特に中間評価は、原則として開発開始1年ないし3年後に実施し、以後の開発継続・見直しや中止の判断を行っている。

### (3) 他事業との比較

本事業は我が国でユニークなものであり、計測分析技術・機器の開発を主対象とする競争的資金は見あたらない。一方、計測分析技術・機器の開発を含む他事業として、NEDOの「分子イメージング機器研究開発プロジェクト」(平成17～21年度)あるいは「再生医療評価研究開発事業」(平成17～21年度)等が挙げられる。これらの事業においては、企業および官あるいは大学などの研究機関が連携することでPET<sup>39</sup>やCTの高感度化・高精度化等が進められた。

NEDOの研究開発事業は、国家的に重要な産業技術及びエネルギーや鉱工業分野の発展に直結する技術分野を経済産業政策面から絞り込み、その中で民間のみでは取り組むことが困難な技術テーマに対して、民間の技術力を活用しつつ研究開発を推進する。事業テーマは、基本的に技術分野ごとのロードマップに則り、重点的に設定される。従って開発される機器については、それらを実用化することで産業競争力の強化を図るものである。

これに対して本事業は、個別具体の目的達成型プロジェクトと異なり、我が国の将来の創造的・独創的な研究開発を支える基盤の強化を図るため、先端計測分析技術・機器開発及びその周辺システムを開発することを目的としている。その推進方法として、我が国の大学等の研究現場に眠る大きな可能性を秘めたシーズに着目し、応募された種々のシーズからオンリーワン・ナンバーワンになりうると期待される提案を幅広く選定した上で機器開発を進めている。

また、その推進に当たってJSTはプログラムディレクターを指名し開発総括(プログラムオフィサー)を配置した上で、「計測分析」に関する知識と情報を共有し、事業全体のマネジメントを行っている。これは、後に述べる知的創造プラットフォーム機能を一部先取りした運営形態であると言える。

さらに、大学等のシーズについて企業への橋渡しを進めており、共同研究段階から産学連携を通じて技術を育成し、核となる技術を確立して実用化につなげることにより研究成果を社会還元している。従って本事業で開発される機器については、幅広い分野の大学ならびに産業界等の研究者により利用されるオンリーワン・ナンバーワンの機器が中心であり、ノーベル賞級のデータを取得することが期待されるものである。

<sup>38</sup> 参考資料集P24～26「採択課題のステップアップ状況(全13課題の内訳)」

<sup>39</sup> Positron Emission Tomography

また、先端計測分析機器としての実用化に向けて、プログラムをステップアップしつつ開発を推進する仕組みが設けられている。

なお、JSTでは、イノベーションにつながる技術シーズの創出をめざす課題解決型基礎研究として、戦略的創造研究推進事業を実施している。

この事業において平成16年度の戦略目標「新たな手法の開発等を通じた先端的な計測・分析機器の実現に向けた基盤技術の創出」のもとに、CRESTでは研究領域「物質現象の解明と応用に資する新しい計測・分析基盤技術」及び「生命現象の解明と応用に資する新しい計測・分析基盤技術」（2領域とも平成16～23年度）が設定され、さきがけでは研究領域「構造機能と計測分析」（平成16～21年度）及び「生命現象と計測分析」（平成17～22年度）が設定され、先端計測分析機器の開発につながる基盤技術を確立するための基礎研究を実施している。

本事業は、上述の戦略的創造研究推進事業や科学研究費補助金などで生まれた技術シーズ等をシームレスにつなぎ、実用化に向けて計測分析機器の開発を加速するものであり、これら基礎研究の成果の社会還元への受け皿といえるものである。

#### （４）応募、採択実績

本事業は平成16年度に創設され、現在7年目を迎えている。これまでの応募実績及び採択実績は次表の通りである。当初は応募課題数が極めて多く、採択率は6%または7%と低く推移した。しかしその後は予算も増加して、12%から24%と改善しており、ほぼ妥当な水準となっている。

表1 本事業への応募、採択実績

		平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
予算規模		33億円	40億円	42億円	48億円	55億円	63億円
応募課題数	要素技術	292	209	127	86	101	135
	機器開発	230	71	48	44	47	90
	ソフトウェア	—	—	—	—	—	32
	実証・実用化	—	—	—	—	21	27
	合計	522	280	175	130	169	284
採択課題数 (採択率)	要素技術	11 (4%)	10 (5%)	8 (6%)	9 (10%)	19 (19%)	22 (16%)
	機器開発	18 (8%)	8 (11%)	4 (8%)	6 (14%)	12 (26%)	13 (14%)
	ソフトウェア	—	—	—	—	—	13 (41%)
	実証・実用化	—	—	—	—	10 (48%)	17 (63%)
	合計	29 (6%)	18 (6%)	12 (7%)	15 (12%)	41 (24%)	65 (23%)

(参考資料集 P23)

## (5) 主な研究開発成果

本事業のめざすところは、「最高レベルの研究に資する最先端の計測分析機器を日本から発信すること」であり、その方策の一つが「チャンピオンデータを取得可能なオンリーワン・ナンバーワン機器の創出」、もう一つが「市場に出し、広く普及すること」である。

6年間の実績として世に出た成果の内「オンリーワン・ナンバーワン機器」であり、かつ将来的に大きな市場を形成することが見込まれている計測分析機器の代表例は以下の通りである<sup>40</sup>。

### ① 患者の病理組織における異常原因物質をその場で解明することを可能とする「顕微質量分析装置」

浜松医科大学の瀬藤光利教授と(株)島津製作所などが共同開発した、生体組織から採取した試料を顕微鏡で観察し、見たものを直接質量分析する世界でも類を見ない装置である。これは、生体分子の高分解能・高解像度の可視化が可能で、医学・生物学の研究分野で役立つ。さらに、癌組織などの病気の原因組織を分析することで病気の原因物質を特定でき、迅速な診断が可能となる。また、開発中の新薬の副作用などの予測にも役立つ。

### ② 一滴の血清などから、従来の数百倍の速さで糖鎖を抽出し、迅速な医療診断・検査を可能とする「糖鎖自動分析装置」

北海道大学の西村紳一郎教授と(株)日立ハイテクノロジーズなどが共同開発した世界でも類を見ない装置で、本システムにより、非常に簡単かつ高速に糖鎖試料が取得でき、現在の数百倍の速度で糖鎖を生体試料から自動抽出し分析することができる。これにより、癌や生活習慣病などの病気と密接に関係する糖鎖を一滴の血清から解析することが可能となり、病気の予防や早期診断に役立つ。

### ③ 生きたままの生体試料の断層画像をリアルタイムで測定可能であり、眼科診断などに適用可能な「光断層撮像装置」

筑波大学（現在は宇都宮大学）の谷田貝豊彦教授と富士フイルム(株)が共同で技術開発し、その成果をさらに(株)トプコンに技術移転して完成した装置である。生体の内部構造を生きたまま、非侵襲で光計測する世界最高レベルの性能を持つ生体断層映像装置で、眼科診察、内視鏡、皮膚計測などに適用できる。通常の診察だけでは分かりにくい病変部位の形の変化を明らかにし、より適切な治療方針の決定や、治療効果の判定に役立つ。

### ④ 従来のX線透視法では見ることができなかった軟骨などの軟組織の撮影を可能とし、リウマチ診断に应用が期待される「X線格子干渉計撮影装置」

東京大学の百生敦教授とコニカミノルタエムジー(株)などが共同開発した、

<sup>40</sup> 参考資料集P27, 28「先端計測分析技術・機器開発の主な成果～オンリーワン・ナンバーワン機器」

X線の位相情報を利用することにより生体軟組織が従来に比べて約1000倍の高感度な画像を得ることが出来る世界でも類を見ない撮像装置である。小型X線源を開発し病院などの医療現場で利用でき、これによりリウマチなどの軟骨病変や乳ガンの早期診断が可能となる。更に非破壊検査などへの応用も期待される。

#### ⑤ 黄砂やディーゼルの「すす」粒子のような環境汚染物質の発生源や内部組成を分析可能な「単一粒子履歴解析装置」

東京工業大学の藤井正明教授と新日本製鐵(株)などが共同開発した、工場の煤煙や自動車の排気ガスなどに含まれる微粒子一個を電子顕微鏡で観察しながら、イオンビームを当てて表面を少しずつ削っていき、削りとられた分子にレーザーを当ててイオン化し、質量分析を行う世界最高性能の装置である。ごくわずかの大気浮遊粒子を迅速・高感度に分析でき、汚染原因(発生源と浮遊経路など)を正確に把握することが可能で、環境科学の研究分野で役立つ。特に微粒子の形成メカニズムを解明でき、さらに、微粒子に付着した有害物質の評価が可能となる。さらに、鉄鋼材料表面の極微小不純物などの高感度観察も可能であり、不良解析装置としても役立つ。

また、上記以外のオンリーワン・ナンバーワン機器の例は以下の通りであり、他にも候補となりうる機器の研究開発が進行中である。

- 浮遊状態で試料の熱物性値を高精度に測定する、世界初の手法を用いた「超高温熱物性計測システム」(チームリーダー:東北大学 福山博之)
- 河川の汚染分析、土壌の重金属分析などができる可搬型で高感度な「全反射蛍光X線分析装置」(チームリーダー:京都大学 河合潤)
- 磁性材料薄膜の結晶磁区成長過程を動画撮影できる世界初の「表面電子顕微鏡のスピン偏極電子銃」(チームリーダー:名古屋大学 中西彊)
- アスベスト結合タンパク質を用いて、より簡易で高感度かつ迅速に検出できる「大気用アスベスト検出キット」(チームリーダー:広島大学 黒田章夫)
- 従来検出感度が極めて低かった巨大な生体分子を検出できる質量分析用の「超伝導粒子検出器」(チームリーダー:(独)産業技術総合研究所 大久保雅隆)

### (6) 周知広報活動の実績

本事業の開発成果に関する周知広報活動として、これまでに次のような取組を行ってきている。

#### ① 展示会、シンポジウムを通じたPR活動

計測分析に携わる関係者に対して、本事業における開発成果を周知広報することは極めて重要である。これまでに、「分析展」(平成19年度～)、

「BioJapan」(平成21年度～)、「PITTCON<sup>41</sup>」(平成20年度～)などの専門展示会において成果物の展示や成果報告を行っている。

また、平成21年度までにJST主催で単独の成果報告会等を12回開催した他、昨年度は「事業5周年記念シンポジウム」を開催し、代表的な機器を展示すると共にこれまでの成果を一堂に会したポスター展示や、企業向けの技術説明会を行った。また、日本分析化学会、日本生物物理学会などの学協会の年会等にブースを出展し、専門家等に対し本事業のPRを行っている。

## ② 成果報告集の作成、配布

代表的な成果をまとめた成果集を平成20年度から毎年度作成し、展示会等で広く配布すると共に、JSTホームページ上での公開を行っている。

また、JSTの機関誌である「JSTニュース」において開発成果等を掲載すると共に、プレス発表(平成21年度までに約130件)も積極的に行っている。さらに事業紹介DVDを昨年度に作成し、国内外の展示会において上映するとともに、「サイエンスチャンネル」での放映を行った。

## ③ 全国各地での公募説明会等の開催

本事業の研究開発課題の公募に際しては、ホームページで紹介するだけでなく、各地の大学や関係機関において説明会を実施し、事業の知名度向上にも努めている。平成20年度からは、全国のJSTイノベーションプラザ等において説明会を実施している。さらに昨年度は、地域経済産業局が主催する制度説明会に参加し、企業等の掘り起こしを行っている。

## (7) 学術的・社会的インパクト

「To measure is to know」とは英国の物理学者ケルビン卿の言葉であるが、計測分析技術は研究開発の共通基盤であり、計測分析機器がなければ研究開発を推進することはできず、新たな原理・現象の発見もなく、科学技術分野の発展も停止してしまう。また、次々と新陳代謝が起こる製品の開発にも、基礎的な研究が欠かせず、そのために必要な計測分析装置も高度化・高性能化させる必要がある。

本事業において開発されたプロトタイプ機を用いて得られた学術的成果、社会的にインパクトを与えている事例を次に示す。

### ① 顕微質量分析装置を用いて脳梗塞が起きている部位のエネルギー代謝を解析する手法

慶應義塾大学医学部の末松教授らの研究グループは、「プロトタイプ実証・実用化プログラム」で開発中の「顕微質量分析装置」(チームリーダー：(株)島津製作所 小河潔)を用いて、脳梗塞が起きている部位のエ

<sup>41</sup> The Pittsburgh Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy

エネルギー代謝を包括的かつ定量的に解析することに世界で初めて成功した。本装置は田中耕一氏（（株）島津製作所）が開発したMALDIを原理とする、我が国独自の質量分析装置である。この装置により取得したデータとメタボローム解析により得られたデータを複合的に解析することで、脳梗塞でも細胞死を免れている部分と壊死してしまった部分の代謝メカニズムに明らかな違いがあることが判明した。この発見により、脳細胞の壊死を最小限に食い止められるようになる可能性があり、また、効果的な医療技術の確立や医薬品の開発を促進することが期待される。

#### ② 「はやぶさ」が持ち帰った貴重な微量の試料を高感度で分析可能な質量分析システム

「プロトタイプ実証・実用化プログラム」で開発中の「超高感度極微量質量分析システム」（チームリーダー：日本電子（株） 工藤政都）は、極微量元素の超高感度分析をナノメートルオーダーの高い空間分解能、かつ、超高真空下でコンタミネーションの影響を受けず、正確に行うことができる。本装置は我が国で開発されたマルチターン技術を導入した我が国独自の質量分析機器である。小惑星イトカワから帰還した「はやぶさ」が持ち帰るサンプルの分析を目指して開発された文字通りmission-orientedプロジェクトによるもので、その分析結果に注目が集まっている。なお、半導体や鉄鋼金属のような産業分野においても不純物の極微小領域高感度分析のニーズに貢献できると考えられる。

#### ③ 生体軟組織や高分子材料など、軽い元素から構成される弱吸収物体を描写できるX線Talbot-Lau干渉計

「機器開発プログラム」で開発中の「X線位相画像撮像装置」（チームリーダー：東京大学 百生敦）は、光干渉効果で知られるTalbot効果をX線分光法に初めて適用するもので、従来法より数百倍高感度化が達成できる。X線透過格子を組み合わせることでX線Talbot-Lau干渉計を構成し、弱吸収物体によるX線の微弱な屈折率を通常のX線源を用いて可視化することができる。1990年代前半に発見されたX線位相撮像法では、X線源としてシンクロトロン放射光から得られる高い品質のX線を必要としていたが、新たに開発した本法では通常の病院で用いられているようなX線源を用いることができるようになり、MRIよりも解像度が数十倍程度高く、格段に安い装置になる見込みであり、早期のリウマチ診断、乳がんの診断などへの応用が期待されている。

#### ④ 雨水など低イオン強度の試料の正確なpH測定を実現する疎水性イオン液体塩橋

「プロトタイプ実証・実用化プログラム」で開発中の「高精度高安定pH計測用イオン液体塩橋」（チームリーダー：（株）堀場製作所 野村聡）は、参照電極と被験溶液との液間電位差の動的低減を抑えるため、従来のKC

1に代わり、有機系イオンコンプレックス化合物から構成される疎水性イオン液体を開発した。KC1型塩橋は100年以上にわたり使われてきたが、ハンドリング等の面で問題が多く、この疎水性イオン液体塩橋は電気化学計測技術におけるブレークスルーである。本法は従来不可能であった、海水など塩が含まれる水溶液のpH測定を可能とする。さらに、メンテナンスの軽減、KC1の流入による試料汚染がないこと、希薄水溶液でも液間電位が安定であることなどが挙げられている。この新しい塩橋の出現により、希薄水溶液の精密なpH測定など、分析科学や物理化学における学術的な貢献が期待されている。

#### ⑤ ハードディスク等磁気記録媒体の高密度化研究に貢献するスピNSEM

「機器開発プログラム」で開発された「高分解能スピNSEM電子顕微鏡」(チームリーダー：北海道大学 小池和幸)は、小さなプローブ電流でも大きな信号が得られるよう、スピNSEM検出器の高効率化を図り、世界最高の高分解能(磁気分解能3nm)を得ている。本装置により、ハードディスクの磁気記録高密度化の基礎となるデータの取得、磁性物理分野における研究の進展に対する大きな貢献が期待されている。

### (8) その他の成果・実績

本事業の推進に際して、上述のような研究開発における成果以外にも、社会的に重要な貢献や実績が多く生み出されている。

#### ① 大学等における当該分野の特許件数等の増加

本事業で得られた成果としては論文や特許もあり、平成21年度までに論文発表約1,400件、特許出願(プロジェクト開始前に出願・取得している基本特許に関する周辺技術の特許が中心)約450件を創出している。

#### ② 現場における機器開発意識の変化、大学とメーカー間の連携強化

特に、「(5) 主な研究開発成果」で紹介した、①②④の開発成果にみられるように、大学における、計測原理の掘り起こし(要素技術)と研究現場における実試料への応用研究(プロトタイプ機製作)、さらに、メーカーによる汎用性機器開発に向けた研究がシームレスに進行するという理想的展開が実現しつつある。

さらに特筆すべきは、大学と中小企業との連携である。既に述べた様に、先端的な技術開発においては、経営上のリスクが大きいため、大企業の参入には少なからず障害がある。そこで、本事業においても、従来計測機器開発分野に参画していなかった中小企業があらたに参入し、成果を挙げている例が増加している。このような事例は本事業にとっても有益であるが、産学連携のカテゴリーとしても大きな意義があり、将来益々重要になると思われる。

また、大学における当該分野のベンチャービジネスの増加も見受けられ、本事業においてもいくつかのベンチャー企業が育ちつつあり、大学における意識革命が進んでいる。

### ③ 人材の育成

人材育成も重要な観点であるが、特に大学に置いては、平成21年度までに開発期間を終了した課題50課題に関して、約180人（チームあたり3.6人）の若手研究者の雇用を創出すると共に、修士の学生を約210人（チームあたり4.2人）、博士を約90人（チームあたり1.7人）輩出し、約140人（チームあたり2.8人）の大学院修了者がその後企業で活躍している。この様に装置づくりの経験を積んだ若手人材は、将来、自らのアイデアを基に、全く新しい技術・装置づくりに積極的にチャレンジ出来る研究者に成長することが期待出来る。

一方では、企業人材の育成効果も重要である。近年では企業に於いても、チャレンジングな研究開発の分野では、人材育成の機会を維持することが容易ではない。また、企業の根幹を支える技術の継承のためにも、将来を担う若手人材の育成が重要である。本事業の様な、先端的な技術開発に加わることは、このような意味でも大きな意義があると考えられている。

## 2. 現状の問題点

### （1）研究機器開発現場の現状と問題点

本章の1（1）で述べたように、我が国の計測分析機器の産業構造の変化と共に、大学から離れていった基盤技術力を回復させるために、本事業の目的は「科学技術創造立国を構成する優れた人材の養成・確保を図ることを目指して、研究開発基盤を整備すること」とされた。しかしながら、限られた予算と体制の中で、All Japanでの基盤技術力の底上げを実現するまでには、まだ長い道のりがある。本分野における問題点を分析すると以下のとおりとなる。

計測分析技術・機器開発の基盤となるものづくり現場について、特に大学において、自分たちの手で設計・試作し、時間をかけて改良して新しい計測技術を開発していくという文化は埋没しつつある。

我が国の科学技術関係経費の予算は平成15年度以降ほぼ横ばい<sup>42</sup>であるが、競争的資金は毎年度増加傾向<sup>43</sup>にあり、産学の研究者が競争的資金を活用する計測分析分野の研究が非常に活発になっている。一方、研究の成果を追うあまり、海外の機器を購入して事足りりとする風潮を蔓延させていることも否めない。このような深刻な状況を招いた遠因について、次の3つの

<sup>42</sup> 平成21年版 科学技術白書

<sup>43</sup> 我が国の中長期を展望した科学技術の総合戦略に向けて～ポスト第3期科学技術基本計画における重要政策～ 参考資料（平成21年12月25日 科学技術・学術審議会 基本計画特別委員会）

指摘を取り上げる。

### ① 運営費交付金の削減

国立大学法人の研究室は、新しい計測・分析機器の購入や現有装置の改良・改造を行うことによって計測分析技術の基盤を支えてきたが、運営費交付金が毎年度減少傾向にあり、平成16年度から平成21年度にかけて5.8%の削減<sup>44</sup>となる中、現有の研究・教育機器の保全に対する費用の捻出が困難になっていることが指摘されており、このままでは数年を経ずして各大学から大型研究・教育機器が姿を消してしまうという指摘もある。

### ② 技官定員の削減による国立大学法人のワークセンター等の弱体化

1999年に政府の中央省庁等改革推進本部が、公務員数を10年間で25%削減するとした「中央省庁等改革に係る大綱」を決定したことを受けて、国立大学は教官定員に殆ど手をつけず、技官と事務官の定員削減で対応したことにより、「ものづくり」を支えて来たワークセンター等を中心とするいわゆるワークショップは大きな打撃を受けたと指摘されている。この状況は国立大学の法人化後も改善されることなく現在に至っており、中には1/3まで削減された大学もあるという指摘もある。

### ③ 科学研究費補助金における試験研究等の廃止

科学研究費補助金には、1965年から1996年まで続いた研究種目として「試験研究」（1990年から1996年は（A）と（B）の2つに分割）<sup>45</sup>が設けられていた。これは計測分析技術・機器開発を支え、まさに「ものづくり」文化の基盤を形成していた。この「試験研究」によって、各大学の研究室においては計測技術・分析機器を改良し、新しい機能を付加して性能を向上させる原動力となるとともに、大学における「ものづくり」の基盤となる人材育成に大いに貢献してきたと指摘されている。

その後、「試験研究」は「基盤研究（A）（B）」の「展開研究」<sup>46</sup>となり、引き続き計測分析技術・機器開発を支えてきた。しかしこの「展開研究」も2001年度をもって公募停止となっている。現在、計測分析技術・機器開発関連の研究課題は、研究内容で区別されることなく、科学研究費補助金の基盤研究（A・B・C）等で実施されているが、独自のアイデアにより実用化が想定される機器を設計・試作する、あるいは現有機器を改

<sup>44</sup> 我が国の中長期を展望した科学技術の総合戦略に向けて～ポスト第3期科学技術基本計画における重要政策～ 参考資料（平成21年12月25日 科学技術・学術審議会 基本計画特別委員会）

<sup>45</sup> 同一の研究課題について研究者が通常数人で共同して行う研究であって、基礎となるこれまでの研究成果の累積を踏まえて、更に研究を発展させることにより、研究の成果が実用に移される可能性を持つ試験的・応用的な研究を対象とする。試験研究（A）は申請総額が3,000万円以上。試験研究（B）は申請総額が3,000万円未満。

<sup>46</sup> 基礎となるこれまでの研究成果の累積を踏まえて、さらに研究を展開、発展させることにより、研究の成果が社会において実用化される可能性を持つ研究。

造することで性能を飛躍的に向上させるという「ものづくり」は、大学の現場からは消えつつある。

産学イノベーション加速事業【先端計測分析技術・機器開発】の「要素技術プログラム」は、その課題あたりの規模（開発期間、経費）から、かつての「試験研究」をカバーする制度であるとの見解もあり、現在、この「要素技術プログラム」が大学における先端計測分析技術開発の中心的役割を果たしている。ただし、2009年度の「要素技術プログラム」は応募件数135件に対して採択件数は22件、開発費総額はおよそ3.5億円に止まり、その規模は「試験研究」と比較するとかなり小さく、十分な役割を果たし切れていないと指摘されている。

本来は科学研究費補助金などにより、各大学において計測分析技術開発の基盤を形成しながら、そこから育った芽を本事業の「要素技術プログラム」へステップアップしていくことが望ましく、車の両輪のように、どちらが欠けても先端計測分析技術・機器開発の豊かな実りは期待できない。

また、「試験研究（B）」や「運営費交付金」によって、数百万円以下の経費による現有の計測・分析機器の改良や、独自の付属器具の開発及びその性能向上が行われていた。これらの取組によって、各研究室においてそれぞれ営々として培ってきた、絶え間ない技術開発の継承・発展が支えられてきたとの指摘もある。現在、このような取組が減少し、次世代を担う若い人々が先端計測分析技術をはじめとする「ものづくり」への親しみ、敬意、憧れ、情熱を失い、人材育成・ものづくり文化の基盤形成が埋没しつつあるとも指摘されている。

これらの政策の総括を別な視点で記述すれば、計測分析装置や機器分析装置に関わる基盤技術を、課題特定型のプロジェクトの一部に位置づけるだけでは、縦割りの技術整理、予算配分の中で、特定の研究者、大学機関に情報と予算の集中と選択が発生し、All Japanでの基盤技術の底上げに必ずしも繋がらないことを示す事例と考えるよい。

## （2）研究開発現場における機器ユーザーの現状と問題点

「平成21年度次世代産業の技術開発に必要とされる計測・分析技術の動向調査報告書」<sup>47</sup>によると、機器使用者は、構造解析や評価解析に関して、多くの機器を扱わなくてはならない実態がある。したがって、操作のスペシャリスト（オペレータ）の養成が望まれている。また機器には、高機能化、信頼性、簡単操作、低価格化、データや操作性に関するソフト面での仕様の業界標準化、アプリケーションソフトの提供などの要望がある。基本部分以外はモジュール化し使用者が任意に組み合わせることによってカスタマイズ化を図る方法や、自ら手を加えられるような構造の簡素化なども必要と考えられている。

---

<sup>47</sup> (社)日本分析機器工業会

また、外国製機器を使用する国内ユーザーは、海外文献に掲載され実績があること、一旦輸入品を使い始めると操作に慣れてしまっていること、測定データの継続性も重要なポイントであると考えている。したがってこの種のユーザーは、特に問題がなければ、そのまま同一メーカー製品を継続使用する傾向がみられており、納入実績を重視する傾向が強い。このような傾向は、特に生命科学分野の研究者に多く見られ、これが、この分野における国内機器メーカーの業績の向上を阻んでいる傾向がある。

さらに全く別な視点からの昨今の重要な問題点は、近年の研究業績評価における論文の量的評価の重視と言われている。第Ⅰ章で述べている通り、独創性・新規性の高い研究は、新しい計測分析法の開発や研究手法のブレークスルーと強く結びついているが、多くの研究者は、既製の方法により効率よく進められる研究テーマを選択する傾向がある。ただし、このような発想では、先端計測分析技術・機器開発にまで遡った質的に高い水準の研究成果を生み出すことは困難である。

### (3) 我が国の計測分析機器メーカーの現状と問題点

我が国の計測分析機器市場の生産規模は4,203億円であり、その約5割を輸出している<sup>48</sup>。また、主要機器の国内の市場規模はおよそ2300億円<sup>49</sup>と見られ、日本製の割合は約50%となっている。ただし、ライフサイエンス関連機器等一部の機器・機種においては、輸入品のシェアが高くなっている（参考資料参照）。

国産メーカーは一部の大手企業を除いて中小企業が多く、開発資金、開発人材が大きく不足していることと、後継者不足も問題となっている。このような状況下で、セットメーカーへの部品加工等により計測分析機器の開発・生産をサポートしているのがものづくり中小企業である。

そのものづくり中小企業は、大企業や中小企業の計測分析機器セットメーカーだけでなく、他の大企業メーカーからの発注に大きく依存している。国内需要の減少が続き、設備投資が低調で、海外マーケットや中国などのボリュームゾーンへ大企業が設計や試作部門をシフトし、中小企業への発注が急減しており、中小企業の事業継続に重大な問題となっている。現状のままでは、我が国における計測分析機器開発の基盤が失われてしまうのではないかとということが強く懸念されている。

以上の様に、我が国の計測分析機器メーカーは全体として、その持続性の確保という意味でのかなりの問題点を抱えている。

本事業は、国家戦略としての先端計測分析技術・機器開発の維持発展を目指しており、産業政策の視点に立つ訳ではない。しかしながら、我が国の知的創造のための研究基礎を強化するためには、我が国の当該分野の科学技

<sup>48</sup> 参考資料集 P 6 「計測分析機器市場の生産高、輸出高」

<sup>49</sup> 参考資料集 P 1 3～1 5 「国内販売実績（2008年度）」

術・イノベーション推進の能力を高めることは必須の要件である。その目的のためには、国内の生産能力を高い水準で保持することが必要である。

他方、別の視点からの問題点として、以下のような指摘がある。

材料科学を始めとした科学技術分野において、現象の解明、理解のためには単一の分析装置や技術に頼るのではなく、高度な先端分析・解析装置を複合的に組み合わせて問題解決に取り組むことが一般的である。ところが、我が国の機器メーカーでは、縦割りで進化した計測装置・分析機器の互換性の弱さや、システムインテグレートされた発想がまだ十分ではないために、孤立した先端計測技術群となっている現状が否めない<sup>50</sup>。

#### (4) 本事業における現状の問題点

本事業が発足した時点で顕在化していた計測分析技術・機器開発における主な問題点は、①全体システムとしての整備が不十分、②コアとなる要素技術開発の開発が不十分、③開発段階における研究者と機器メーカーとの協力体制が不十分、④長期的な視野に立った開発戦略が不十分、⑤プロトタイプ段階でのデータ発信が不十分、などに基づく事項が主なものであった。

前節において述べられている通り、上記の問題点に関してはその解消を目指した事業スキームを整備し、鋭意事業を進めている。ただし、今後においてもさらに、研究開発システムのより一層のレベルアップが必要である。

以上の他に、研究機関及び研究者の問題点として指摘されていた、①既存技術・機器への大きな依存性、②大学等における開発の場の減少、さらには機器メーカーの問題点とする③リスクを伴う機器開発への取り組みの回避、④前処理、試薬類、データハンドリングを含めた全体システムとしての開発が不十分、等の諸点については、③と④については一部改善されつつあるが、①と②については、未だに不十分である。

なお、本事業を実施する間に顕在化した問題点としては、①申請課題の評価と採択、②採択後の各研究課題の研究支援体制、③知的財産権の取り扱い、④マッチングファンドの運用、⑤収益納付制度の導入、⑥成果普及のあり方、⑦成果の波及効果の定量的指標、等が挙げられているが、JSTにおいて設置された「あり方検討委員会」において別途検討が進められている。上記項目の一部に関しては、次節「3. 今後の課題」において整理・検討しており、詳しい内容は上記委員会の報告書に記載されている。

### 3. 今後の課題

#### (1) 本事業を取り巻く問題点の克服

2. (1) において取り上げられた研究機器開発現場における諸問題に関しては、組織・制度上の問題と研究費の問題に分けられる。前者に関する問

<sup>50</sup> 参考資料集 P 2 9 「計測分析機器におけるシステム化の課題」

題、特に大学等における工作センター等の弱体化の問題は、本事業の開始時に於いて既に指摘されていたが、抜本的な解決は極めて困難である。一部の大学では、地元の中小企業グループの協力を仰ぐために契約を交わし、大学における小規模な機器、器具、部品等の注文に応じてもらうことを制度化している例がある。

機器ユーザーの問題点として挙げられている海外製品への過度の依存傾向の問題は、特に生命科学分野にその傾向が強いことが知られている。この問題についても、高性能なプロトタイプ製品の情報を周知させると共に、機器の共用等を通して利用機会の拡大をはかる等の施策が必要である。

機器メーカーに係る問題点では、技術力を有する中小企業を活用することにより、我が国のものづくり基盤を維持する方策が必要である。

## (2) 先端計測分析技術・機器開発事業の発展充実のための課題

### ① 研究開発活動の効率的促進

先端分析計測技術・機器開発事業の初期のステージでは、シーズ志向型の開発課題が主体であったが、ここ数年は“ものづくり”にも有用なニーズ志向型の開発課題も設定され、両者のバランスの取れた開発が行われてきた。

現在、「新成長戦略～「元気な日本」復活のシナリオ～」において課題解決型のグリーン・イノベーションやライフ・イノベーションへの取組が進められている。例えば、グリーン・イノベーションの主要推進項目としては、再生可能エネルギーの転換(太陽光発電他)、エネルギー供給の低炭素化、エネルギー利用の効率化・スマート化(燃料電池・Li イオン電池他)等が挙げられている。先端分析計測技術はこれらの課題解決の現場においても極めて重要な役割を果たすことが期待されている。本事業としても戦略的開発課題として、このようなイノベーションの創出・加速に貢献する新規な分析計測技術の開発にも積極的に取り組む必要がある。一方で同時に、大学における人材育成・ものづくり文化の基盤形成の埋没をまさに止めなければ、技術立国日本の将来像を描くことはできない。

先端分析計測技術開発においては、開発段階からユーザーである大学・企業の研究者と開発者(メーカー主体)とが協力し、開発途中であってもユーザーの研究現場に持ち込み評価してもらい、ユーザーの意見を開発にフィードバックさせることが重要であるが、我が国では開発者とユーザー間の交流や密接な連携体制が充分とは言えない。その原因の一つとして、開発者(メーカー)は自己が保有する技術に対する秘密保持上の制約等もあり、自社以外のユーザーが評価を行うことについて柔軟に対応できないことが挙げられる。この課題を解決し、先端計測分析技術を迅速に開発・実現・普及させるためには、ユーザーと開発者側との密な連携を加速させ

る新たな仕組み（知的創造プラットフォーム）が必要となる。

このような仕組みは、開発段階のみならずプロトタイプ完成までの幅広いステージにおいて有効と考えられる。特に、「プロトタイプ実証・実用化プログラム」では、関心のある企業や大学の研究者などに幅広く実証試験等に参加してもらえるよう、比較的自由的な参画を可能とすべきである。参加者はインターフェースユーザーとして、分析機器を実際に測定・評価して開発者側に有用な意見をフィードバックすることができる。開発者側は、限定されたユーザーだけでなく、多様なユーザーからの様々な意見を分析機器の実用化に有効に役立てることができる。

## ② 切れ目のない研究開発体制の構築

本事業創設以前は、計測分析技術・機器の開発は個別の研究開発プロジェクト遂行のための一つのツールとして、開発が進められることが多く、そのため、せっかく優れた計測分析技術開発が行われても他プロジェクトへの展開が効果的に行われず、我が国における計測分析技術開発の進展にとって大きな課題とされていた。

本事業の特徴として、「要素技術」「機器開発」の各プログラムで創出されたプロトタイプ機をもとに「プロトタイプ実証・実用化プログラム」へ厳正な審査のうえ橋渡しし、実用化の支援を行ってきており、これまでに12件を支援している。今後は、実証・実用化プログラムにより完成した機器を、より広く社会に提供し、共用可能にする必要がある。

また、ホームページ等により成果を広く広報し、開発成果の社会還元をより一層進める必要がある。

## ③ 事業推進体制・業務プロセス改革の推進

課題解決型のグリーン・イノベーションやライフ・イノベーションを進めるプロジェクトと連携し、それらのプロジェクトの技術開発隘路事項の解決や、製造時の検査などに必要な計測・分析ニーズを洗い出し、それらのプロジェクトの目標に必要な計測・分析技術開発を付加し、前出の計測知的創造プラットフォームで計測技術の開発を行うなどがイノベーション加速のために重要である。また、各種学会との連携により、開発内容を関係研究開発者に周知し関係研究を加速するとともに、日本主導の標準化に向けた動きを加速すべきである。また、実務的なところでは、評価・監査などの体制を効率化し、現場の開発を進めやすくするとともに、管理コストを引き下げる努力をする必要がある。

## ④ 知的財産の活用促進

知的財産については、日本版バイ・ドール条項を適用し、開発チームに積極的に特許出願等を促している。しかし、大学の研究者に対しては特許マインドの醸成や出願に対する適切な支援も重要である。また、出願した特許の活用という点からも企業への紹介、ライセンス促進など様々な工夫をすべきである。特にJSTでは知的財産戦略センターが設置されており、

センターとの連携を強化することにより効果的・効率的な活用促進が期待できる。

また特許に関しては、権利化と同時にメンテナンスが重要であり、いたずらに出願件数を伸ばすだけの取り組みにすべきではなく、基本特許を中心に活用可能な質の高い出願にすべく、サポート体制を整えることが重要である。また特許は育成していくものであり、出願から登録、活用にいたる継続的メンテナンス体制が必要である。また定期的な特許の棚卸を行い未利用特許の活用推進や、場合によっては権利放棄によってメンテナンスコストを下げる等の方策を促進する必要がある。

#### ⑤ 周知広報活動

本事業における意義や重要性並びに成果について、専門家をはじめ広く一般国民や若手研究者等に周知することは大切であり、これまでに様々な取組を行ってきたが今後は、一層拡充強化して引き続き実施していくことが重要である。

特に、一般国民や若手研究者等を対象にした取組はより一層の工夫が必要である。国費を利用した研究開発に対する説明責任を果たすことが求められる現在、JSTのみならず、研究者自らアウトリーチ活動を実施することも重要であり、計測分析分野の重要性・必要性等の情報発信や開発ニーズの把握に努めるべきである。大学において、ものづくりの場であるワークショップ（簡易工場）が大幅に減少した現在、若手研究者への装置作りマインド喚起と奨励に向けた取組も必要であろう。

#### ⑥ その他

我が国の科学技術力、産業競争力の維持・強化の原動力となる研究開発のスピードは日々速まっている。このような状況のなか、先端的な計測分析技術の開発については、適確にニーズを把握・予測し、迅速かつ適切な対応をとることがより一層重要となる。

本事業実施主体のJSTでは、「先端計測分析技術・機器開発 あり方検討委員会」を今年3月に設置し、外部有識者の参画を得て今後の推進方策の検討を実施してきた。このように、実施機関自らが事業運営上の課題等について検討し継続的に改善を図っていくことは、事業を効果的・効果的に実施していくうえで非常に重要である。

### Ⅲ. 今後の先端的計測分析技術実現に向けた基本的考え方

計測分析技術は科学技術分野等における国の政策目標の達成や研究開発基盤として重要な役割を果たすものであり、その重要性は益々高まっている。

本章では、前章における現状の問題点と今後の課題に関する点検と考察を受けて、将来における先端的な計測分析技術の実現に向け、本事業において今後実施すべき基本的な考え方や方向性について述べる。

#### 1. 国の政策実現への貢献

計測分析技術は、人類の尊厳ある生存と人類社会の持続的発展のため、ならびに環境、エネルギー、医療等を含む我が国の重要な産業の競争力を高めるために、あらゆる科学・技術分野における研究開発を支える重要な研究開発基盤である。特に「新成長戦略～「元気な日本」復活のシナリオ～」では、グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略、ライフ・イノベーションによる健康大国戦略を掲げ、2020年までに達成すべきとされた設定目標実現に向け、我が国全体として取り組むことを求めている。世界をリードする画期的な技術革新を創発する役割を果たすための、真に優れた先端計測分析技術は、グリーン・イノベーションあるいはライフ・イノベーションを実現するうえで、必要不可欠なものである。

このため、研究開発の現場と密接に連携し、情報を共有することにより、これまで以上に、より具体的なニーズを見据えた計測分析技術開発を進めていく必要がある。

具体的には、新成長戦略で掲げる2020年の目標達成に向けたグリーン・イノベーション等の研究開発プロジェクトにおいて必要とされる先端計測分析技術や機器を念頭に置き、小委員会での議論、検討等をも踏まえつつ、適切な開発プログラムを新たに設定し、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーション等の実現に必要なとされている計測分析技術の実現を強力に支援することが必要である。

#### 2. 研究開発基盤強化への貢献

研究開発基盤の強化は、研究人材と並んで研究開発活動を支える重要な要素であり、創造性にあふれる研究者が思う存分その能力を活かして独創的な研究開発成果を創出するうえで極めて重要である。画期的な技術革新を先導し、多様な技術分野において幅広く用いられる計測分析技術・機器は、研究開発基盤として特に重要な役割を果たす。我が国発のオンリーワン・ナンバーワンの計測分析技術・機器の実現によるメリットを世界の誰よりも早く先行して（ファーストワン）享受できるのは国内研究者であり、最先端の優れた計測分析技術・機器を創出し、企業、大学等における研究開発現場への普及、活用を促進させる取組を推進する

必要がある。

そのためには、最先端の計測分析技術・機器の実用化に向けた開発、特に、プロトタイプ機の実証、高度化・最適化といった開発段階と、研究開発当初の段階におけるユーザー側と開発者側との緊密な連携強化を図ることが必要である。

### 3. 知的創造プラットフォームの構築

#### (1) 知的創造プラットフォームに求められる機能と役割

I. 2. (4) において述べた通り、先端計測分析技術・機器開発のように高度な専門性を必要とし広範な分野において必須となる科学技術分野では、知的創造プラットフォームを構築・活用して、研究開発を進めることが合理的である。

プラットフォームで最も重要な要件は、イノベーション創出の原動力となるための機能である。すなわち、「知の創造」から「種の創出」、「種の育成」を経て「価値の創造」までの効果的な接合を前提とした研究開発を推進する枠組みが重要となる。そのためにはまず、産・学・官の緊密な連携が不可欠であり、異質な専門家集団の「出会いと交流の場」が重要である。特にこの一連の進展を途切れることなく繋ぐプロセスには、ネットワーク機能の導入が極めて重要である。

したがって、従来の基礎研究と開発・実用化研究と共に、製品開発までを念頭に置いた社会・経済との連携を可能とする「縦のつながり」を担保する産学連携に加え、幅広い異分野・異業種間の連携を特に意識した「横のつながり」を創出する連携の場の形成が重要となる。

以上を踏まえた、知的創造プラットフォームに求められる機能と役割は次の通りと考えられる。

#### ① マネジメント機能

- 研究開発の目的とポリシー、開発領域と推進体制、資金配分の基本原則等の幅広い検討を行い決定する機能
- 開発課題の選定・評価、学術的・実務的助言機能  
(事前・中間・事後評価ならびに実際のサポート等)
- 研究開発を事務的にサポートする機能(募集、選考、進行管理、監査等)

#### ② 調査機能

- ポリシー決定のための調査機能(ニーズ・シーズ把握、適切な人材発掘、諸外国の動向監視、ロードマップ作成等)

#### ③ 研究推進機能

- 最重要研究課題
  - ・重要な国家プロジェクトの進捗への貢献  
(グリーン・イノベーションならびにライフ・イノベーション等)
  - ・基礎科学の大幅な進展への貢献(物理、化学、生命科学、工学等)

- ・社会的に重要な課題解決への貢献（安全・安心、社会基盤老朽化対策等）
- 推進すべき研究領域（グリーン・イノベーションの場合）
  - ・「低炭素社会システム実現のためのモニタリング手法開発」
  - ・「生態系や気候変動に影響を与える汚染物質の地球規模広域移動のモニタリング手法開発」等
- 推進すべき研究プログラム
  - 要素技術開発、機器開発、プロトタイプ実証・実用化、ソフトウェア開発
- ④ 社会的広報・ネットワーク機能
  - 広報機能（社会への情報開示・周知活動、成果の広報、ニーズとシーズの出会いの場提供等）
  - ネットワーク機能
    - ・情報発信（シーズ情報、研究成果情報、共有情報、人材情報等）
    - ・情報収集（ニーズ情報、研究進捗情報、研究論文情報等）
- ⑤ 研究成果の社会還元機能
  - 研究成果であるプロトタイプ機の共同利用、共同研究ならびに普及活動
- ⑥ 人材育成機能
  - ネットワークを通して、各機能を担う組織が結ばれ、その機能を果たす人材が育成される。特に、ものづくりマインドをもった優れた人材を輩出する有効な場となることが期待出来る。

先端計測分析技術・機器開発のための知的創造プラットフォームの概念を図1に示した。

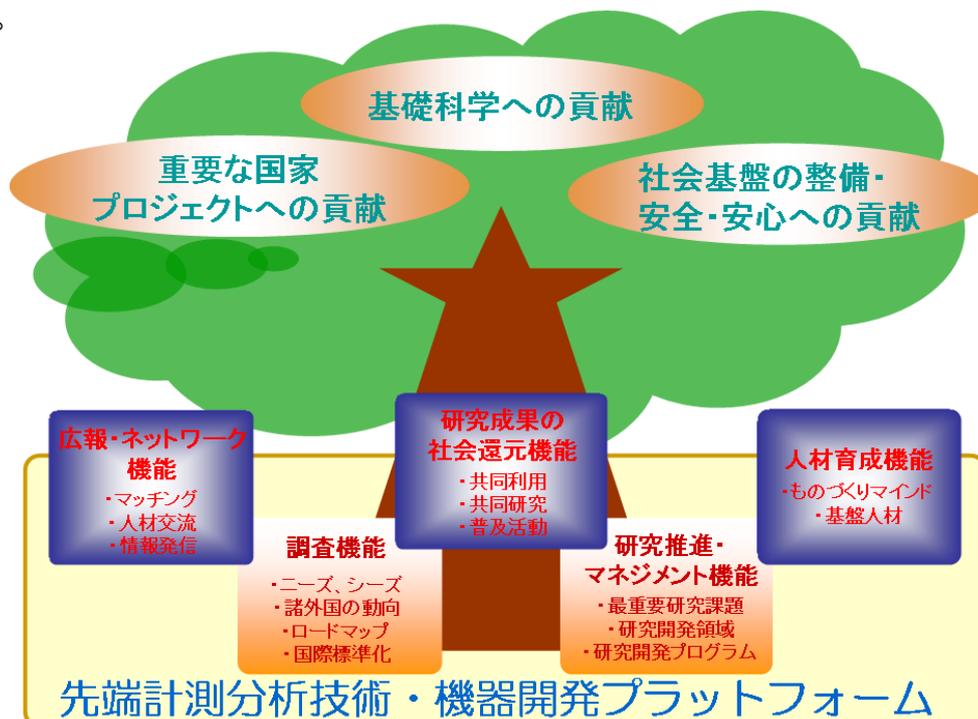


図1 先端計測分析技術・機器開発のための知的創造プラットフォームの概念図

## (2) 知的創造プラットフォーム構築の考え方

上述図1の知的創造プラットフォームは重要な研究開発基盤である先端計測分析技術・機器開発を目的としたものである。「グリーン・イノベーション」事業のような大規模なプロジェクトは、それ自身でプロジェクト推進プラットフォームを保有する可能性があるが、その種の「プロジェクト型プラットフォーム」とは機能と果たす役割が異なるものである。ここで述べているプラットフォームは個別的なものでなく、全ての研究分野を支える役割をする「共通基盤型プラットフォーム」である点が大きな特徴である。

また、プラットフォームが有する各機能を担う組織はリアルなものであるが、各機能を結びつける機能はネットワークが担うのであり、全体としては分散型組織となる。

## (3) 国際標準化を想定した技術開発の推進

### ① 国際標準化視点の必要性

日本の計測分析機器は、多機能・高精度で多様な分野に展開し、先端技術の代名詞的役割を果たしているが、一方でマーケティング競争に主眼が置かれたために、使い易さより高精度化・高分解能化技術に重点がおかれてきた。JIS<sup>51</sup>や社内製品規格にもとづき高性能・高品質製品の安定供給を行う点では世界有数であるが、これまで標準化は日本の産業成長を妨げるとも考えられてきた。その結果、過剰品質・ガラパゴス化といった負の側面も指摘されている。標準化は各メーカーに任せ、認証は海外機関に依存した結果、国内には標準化ビジネスや認証ビジネスが育つ土壌が形成されなかった<sup>52</sup>。

米国では、10年前よりNIST<sup>53</sup>において国際標準化への注力が始まり、IEEE<sup>54</sup>やASTM<sup>55</sup>などの国内規格を世界のデファクトスタンダードにする戦略からISO<sup>56</sup>やIEC<sup>57</sup>などの国際標準を重要視する戦略に変更した。欧州では、もともとISO規格の1国1票の原則から強い発言力を持ってきたが、EU連合としての中心的役割を強化する政策をとっている。

一方中国では、巨大な自国市場を生かした戦略的な標準化政策を進めている。積極的に海外の強い認証機関と相互承認を結び、国内で標準化・認証可能な体制を目指し、認証機関を国家戦略として育てている。日本も、平成15年に知的財産戦略本部が設立され国際標準化に関する議論がされており、「知的財産推進計画2010」においても、国際標準をツールとして活用す

<sup>51</sup> JIS (Japanese Industrial Standards) 規格：日本工業標準規格

<sup>52</sup> ただし認証ビジネスについては、AISTを中心に見直す動きが見られる

<sup>53</sup> National Institute of Standard and Technology：国立標準技術研究所

<sup>54</sup> The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc：米国に本部がある電気電子学会

<sup>55</sup> American Society for Testing and Materials：米国試験材料協会

<sup>56</sup> International Organization for Standardization：国際標準化機構

<sup>57</sup> International Electrotechnical Committee：国際電気標準会議

る重要性が指摘されている。

産業・経済のグローバル化に伴い、分析計測結果に対する客観的信頼性の重要性がますます高まっている。校正・試験・評価方法の国際標準化と、そのトレーサビリティ確立、先端計測分析技術との強い連携の視点での国家戦略やビジネスモデルの構築も重要となる。

## ② プロジェクト初期段階における戦略

標準化戦略は、先端的な技術の確保と相反する所があり、特許戦略とコア技術のブラックボックス戦略とセットで考える必要がある。これは対象ごとの個別議論が必要であるが、開発者と利用者、異分野の人達が集まるプラットフォームの場での検討により個別解を出すことが可能と考えられる。標準化すべき技術を決定した際には、認証機関や認証方法、校正のための標準物質の選択も重要ポイントであり、開発当初段階からの議論が重要となる。

一例として、日本が強い「ロボット」技術の開発断面において、安全性に関する標準化のための認証機関が国内にないため、海外機関に依頼する際に技術開示を求められ、結果として最先端の技術を開示しなければならないケースがある。介護ロボットなどに国策として力を入れるデンマークや韓国等の戦略も考慮し、ロボットの目や手となりうる計測・分析技術の側面から、我が国の得意分野を生かした標準化戦略・技術認証戦略も必要であろう。

最先端分野である領域ほど、我が国の技術流出を伴わない国家レベルでの体制作りが初期段階から必要である。

## ③ 先端技術に対する視点

先端計測技術では、新たな計測技術、正確な校正技術、精度管理、計測機器間の相互比較、計測値の標準化が必要となる。産学官の関係機関を含めた系統的・継続的な活動展開を図ることが望まれる。また先端技術の世界では、例えば「ナノ粒子」を対象とした時に、そのものの定義、大きさの基本単位の定義や改訂まで視野に入れた活動が必要であり、これらの標準化作業は具体的な開発機器ターゲットの制約をも変えてしまうこともある。

このように先端技術においては、時には物質形態、生態系への影響まで考慮したデバイスやシステム設計が必要であり、さらに、早い段階から俯瞰図を作成し、適切な標準化作業を進める領域を明確にし、早い段階から多くの国と連携していくことが重要である。

先端計測技術の事業化はベンチャー企業に依存する部分が多い。透過電子顕微鏡を例に挙げると、本体技術は日本が強いが、周辺装置はEDXS<sup>58</sup>やEELS<sup>59</sup>等、海外技術が先行し、ハイエンドな技術力を持つベンチャー企業が大きな役割を果たすこととなる。ベンチャーを支援するプロジェクトや、開発メーカーや大学等の研究者らが積極的に議論・情報交換のできるブ

<sup>58</sup> EDXS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) : エネルギー分散型 X 線分光法

<sup>59</sup> EELS (Electron Energy Loss Spectroscopy) : 電子線エネルギー損失分光法

ラットフォームが必要とされる。

#### ④ 新興国に対する視点

韓国や中国が、国家戦略として標準化活動を進めていることを十分に考慮する必要がある。例えば韓国では、国家戦略として、KRIS<sup>60</sup>（韓国標準科学研究所）を中心に、「2020年までに、計測標準で世界のTOP5になる」というビジョンを提示している。アジア市場での標準化と認証プロセスが、ISO規格か独自規格に基づくものか見極め、アジアで必要とされる戦略を立てるべきである。

また商品化された優れた分析機器が、容易にアジア圏で所有可能な現状では、機器や試験方法の規格を提示するだけでは日本の強みとならない。機器の適合性評価や、試験方法のばらつきに対する考慮までも技術開発の枠とすべきである。試験法の妥当性を常時モニタリングできるソフト開発、分析機器の性能が保証できない状態では動作しない機構など、新しい視点も重要である。さらには3R（Reuse, Recycle, Reduce）や新エネルギー創出の観点も重要である。

#### ⑤ 国際標準化の視点からみたシーズ発掘

先端計測機器・分析技術に関するプロジェクトを考える上で、世界動向をマクロに捉える必要がある。特に、国際標準化の進む領域では、そのための新しい計測機器や分析技術が必要になることが多い。これらの技術動向把握という視点で、標準を決める国際会議に機器メーカーや関係者が参画すべきである。海外メーカーの参加は多いが、我が国は皆無に等しいと聞く。優れた製品を輸出するだけでなく、その使い方や周辺技術も含んだシステムとしての計測・分析技術の確立を考えていくべきである。

## 4. 事業推進体制及び事業運営体制の見直し

### （1）戦略的重点開発領域の設定

#### ① 国の政策課題実現に向けた戦略的計測分析技術開発推進

Ⅲ. 1. で述べたとおり、計測分析技術はあらゆる分野の技術開発を支える重要な技術開発基盤である。「新成長戦略～「元気な日本」復活のシナリオ～」で求めるグリーン・イノベーションやライフ・イノベーション実現への貢献を目指した計測分析技術の推進をはじめとして、国として掲げる多種多様な研究開発プロジェクトとの連携を強化し、優れた研究開発成果創出に対し積極的な貢献を図る。

具体的には、例えば「新成長戦略」で2020年までの目標として掲げている「日本の技術を活かした世界の温室効果ガス削減量を13億トン以上」を達成するために必要とされる画期的な技術、機器、システムを開発するために、既存の計測分析機器では実現不可能な高いレベルの分解能や感度

<sup>60</sup> Korea Research Institute of Standards and Science : 韓国標準科学研究所

(検出限界)を有する機器を必要とする場合が生じる。この場合、求められるスペックニーズが極めて高度で、明確な基準に corres ponding することを目的とした提案公募型の開発プログラムの設定を検討する必要がある。利用ニーズに即した開発を進めていくことがポイントであり、研究開発現場(ユーザ側)との密な連携が必要となる。このため、開発課題の提案に際しては開発段階へのユーザ側の参画を条件とするとともに、開発スケジュール及び開発終了後に当該機器がどのように活用・貢献されるのかを予め具体的かつ明確に説明できる研究開発提案を選定することが適当である。

## ② 計測分析の開発技術と重点化領域との関係の可視化

### ア 重点開発領域の設定

先端計測分析技術・機器開発は、要素技術開発の段階から実用化に至る段階、研究開発現場への活用・普及には相当な時間を必要とする。このため、要素技術開発の段階では5～10年後、機器開発の段階では5～7年後、プロトタイプ機の実証段階においても数年後の実用化を想定した計測分析技術開発を推進していくことが求められる。

本小委員会では、本事業の「機器開発プログラム」の新規公募・課題採択にあたり、重点的な研究開発を推進するべき開発領域についての検討を行い、最終的に2～3領域を重点開発領域として決定している<sup>61</sup>。JSTは新規公募・採択にあたり、文部科学省が特定した重点開発領域を中心に「機器開発プログラム」の課題公募を行うこととしている。

重点化領域を選定する際には、次のような視点が必要である。

- 将来の独創的な研究開発に資するもの
- 研究現場の強いニーズが現実にあるもの
- 国の政策、戦略目標の達成に貢献できるものであること
- 広汎な波及効果が見込めるもの
- 将来の開発実現可能性が見越せるもの
- 研究ニーズと技術シーズがベストマッチした提案を期待できるもの
- 多様な提案が期待できるもの
- 既存の技術レベルでは達成できないもの

真に必要とされている分野の研究開発推進を図るためにも、開発領域の重点化を今後とも図っていくことが適当である。

### イ 重点開発領域の可視化

中長期にわたる開発推進が必要となる計測分析技術・機器開発については、将来の利用ニーズ、あるいは現在の技術シーズに関する技術俯瞰図を作成し、計測分析技術全体の可視化を図ることで、相互関係を明らかにしつつ、計測分析技術・機器開発の実現に向けた中長期的な戦略ロードマッ

<sup>61</sup> 参考資料集P30「機器開発プログラム」開発領域一覧

プを明らかにすることも必要である。戦略的な重点領域設定や、全体像の把握のための一つのツールとして有効活用することを検討すべきである。

### ③ 開発成果が創出する社会イメージの具現化

世界一流の、真に創造的な研究開発は、独創的な先端計測分析技術・機器を開発して、オリジナルなデータを取得することにより、はじめて世界をリードする研究開発を実現することができる。しかしながら、出口が明確な研究開発プロジェクトとは異なり、最先端の計測分析技術・機器開発がもたらす直接的な効果を予想するのは難しい場合が多い。むしろ、予想を超える社会的インパクトをもたらす場合が少なくない。

また、先端計測分析技術・機器は画期的な技術革新を先導するための研究開発基盤として非常に重要な役割を果たすにもかかわらず、依然として研究開発等に間接的に貢献するものであるとの認識があり、研究現場においてかならずしも十分な配慮がなされているとは言えない場合がある。

計測分析技術開発の継続的な推進を図るためには、計測分析技術開発の意義・重要性について、社会に広く理解・認知してもらうことが必要となる。

このためには、先端的な優れた計測分析技術・機器の創出により、研究開発現場においてどのように活かされ、また、その結果としてどのような研究開発成果の創出に繋がっていくかを明らかにする必要がある。特に科学技術の専門家以外の者に対しその意義や重要性について理解を深めてもらう努力が求められている。

### ④ JST研究開発戦略センターの活用

JSTの研究開発戦略センター(CRDS)では、科学技術全体を俯瞰し、今後重要となる分野、領域、課題及びその研究開発の推進方法を系統的に抽出し、社会ビジョンの実現及び科学技術の基盤充実とフロンティアの拡大を目指した研究開発戦略の提案等をそのミッションとしている。計測分析技術に関して、これまでに俯瞰マップの作成や関連ワークショップの開催、国として重点的に推進すべき研究領域等に関する戦略プロジェクトの提案等を行ってきている。

CRDSが本来有している企画調査力を、計測分析技術・機器開発分野において今後重点的に開発すべき研究領域の提案に活かすことが望ましい。

## (2) 事業実施体制・業務プロセスの効率化・最適化

近年国家予算の財政規律が強く求められている状況から、事業実施体制ならびに業務プロセスの効率化と最適化に関し、不断の努力が求められている。

本事業では採択を含む課題評価を行う評価委員会と採択課題の開発推進を行う開発総括の両輪によるシステムで開発を推進しているなど、他の事業に比べて、手厚い体制のもとに、最大の成果を実現するための体制を保持している。即ち、開発総括は、選定課題についていかに技術開発を成功させるかという観点からきめ細かく助言を行い、評価委員会の厳格な評価との適切

な役割分担により効果的に開発推進を図っている。従来から実施しているこのような研究評価・開発推進活動においても、さらなる効率化と最適化を実現すべく、点検と改善に努めなければならない。

また、開発チームへの監査業務に関しては、「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」（平成19年2月15日文科科学大臣決定）にもとづき適正な運営・管理体制が構築されている組織に対しては業務検査を簡略化するなどメリハリのある効率的な業務を実施することも必要である。

### （3）研究開発成果の活用促進

#### ① 採択時における知財事項評価の重視

計測・分析機器の実用化をめざすうえで、知的財産権、特に特許の確保・活用は重要である。プロジェクトを開始する際に、技術のよりどころとなる特許が無いあるいは類似特許が存在する等で開発に支障が出ないように、応募申請書には開発に必要な基本特許や競合する特許などの有無について記載を求めているが、特に「プロトタイプ実証・実用化プログラム」においては採択する前にあらかじめ調査しておくことが開発のリスクを回避する点から重要である。

#### ② 特許出願、審査請求、取得、活用時におけるサポート体制の構築

本事業では、産業技術力強化法第19条（日本版バイ・ドール条項）に基づき、本開発において取得した知的財産権は委託先の開発機関（大学、企業等）から譲り受けないことが出来るとしている。しかしながら、大学や中堅中小企業においては特許出願経費等の経費負担、出願のための支援体制の脆弱さ等の問題があり、開発を成功させるためには、開発を委託する側の支援も必要である。例えば国が実施している各種軽減措置（特許庁による特許出願手数料等の減免制度や中小企業向けの先行技術調査支援等）の活用促進、JSTの既存制度（外国出願支援、特許相談、産学マッチング機会の提供等）の活用促進を図ることが重要である。

#### ③ 未利用特許の利用促進

本事業で得られた特許等は実用化のために有効活用されるべきであるが、開発戦略などにより活用が見送られる場合もある。しかしながら、相当期間活用しない場合は日本版バイ・ドール条項の精神に基づき、第三者にライセンスするなどの利活用の促進が必要であり、ホームページ（J-STORE等）での情報提供や企業への説明会等、当該特許等を広く紹介し企業にマッチングする機会を設ける必要がある。

未利用特許の活用促進に準じて周知を強化すべきである。また、実際のプロトタイプ機などについても、開発者の同意が得られれば、成果を死蔵せず活用促進を図るため広く周知する努力が必要である。

さらに、本事業の成果活用を図る上で、特許の利用促進は極めて重要な課

題であることから、引き続き成果活用の拡大に向けてより詳細な議論、整理、分析等を行う必要がある。

#### ④ 技術説明会等の機会拡大

「要素技術プログラム」では、大学等が単独で要素技術の開発を行っているものが多く、将来実用化に結びつけるためには企業とのマッチングが必須である。そのためJSTでは、大学で生まれた特許を研究者が企業に説明し開発を促進することを目的とした「新技術説明会」や大学のシーズと企業のニーズとのマッチングを図る「イノベーション・ジャパンー大学見本市」を従来から実施している。これを有効に利用し実用化促進に努める必要がある。

#### ⑤ プロジェクト終了後の機器、研究者に対するフォロー

本事業で創出したプロトタイプ機のうち、優れた成果については「プロトタイプ実証・実用化プログラム」への橋渡しを行い実用化へ向けた開発支援を促進すべきであるが、その他にも世界トップレベルのプロトタイプ機が幅広く有効活用される仕組みを構築することも必要である。本取組をネットワーク化し、連携を強化することにより、相乗効果として、最先端の科学技術への貢献も期待できる。また、既に事業化されている先端研究施設共用促進事業への応募等により広く学会および産業界のユーザーに活用機会を提供することも可能であり、研究成果の社会還元チャンネルを増やす努力も必要である。また、このネットワークに多くの研究者がユーザーとして参加することで、新分野・新市場の創出に繋がることも期待できる。

#### ⑥ JST知的財産戦略センターの活用

知的財産戦略センターでは、知的財産に関する調査結果や政策提言等を発信すると共に、特許マップの作成を通じて知的財産活動を支援、大学等の特許取得の活動を支援、大学等の特許等を企業にライセンスする等の活動を行っている。また、新たに「パテントコモンズ」の制度を設置し、JST及び大学等が所有する特許の基礎研究における利用を開放することとしている。本センターと連携し本事業の特許等の活用促進に努めるべきである。

#### ⑦ 知的創造プラットフォームの活用

上述の③④⑤については、すでに述べた知的創造プラットフォームを利用して、幅広く情報共有することが特に有効である。このためにはプラットフォーム上のネットワークを広げ、我が国の計測分析技術・機器開発に係る関係者を全て包含するべく、努力する必要がある。

### (4) 周知広報活動の取組強化

#### ① 研究開発成果に関する対外発表等の積極的な実施

本事業の内容や開発成果等の周知広報についてはより一層強化していくことが重要である。特に、将来の科学技術を支える若手研究者等に対し、本事業の内容だけでなく、独創的な研究開発の基盤となる先端的な計測分析技術・機器を開発することの意義や重要性等についても周知広報し、本事業に

よる人材育成への貢献を強化することが必要である。具体的取組としては、計測分析技術の研究開発者（若手研究者を含む）に対しては、関連学会のイベント等において、成果発表会やワークショップの開催等の周知広報活動を強化する必要がある。

開発成果の事業化が期待される企業、開発成果の利用が期待されるユーザー側研究開発者等に対する広報活動と情報共有促進活動としては、これまで国内外の展示会において開発成果の展示や成果報告会等を実施しており、今後も継続して実施することが必要である。また、関連する学会において成果報告会やワークショップ等を実施し意見交換を行うことも必要である。

さらに、国民に対する説明責任を十全に達成するために、本事業の趣旨、意義や必要性等について周知広報することは極めて重要である。様々な機会をとらえて、計測分析技術が社会にどのように貢献しているか分かりやすく積極的に情報発信する必要がある。この際、プレス発表やマスメディアを対象とする説明会等の機会を活用することも必要である。

また、研究者が自ら研究開発内容の説明を実施するアウトリーチ活動の重要性はより一層高まっている。ただし、このような活動により、研究者が研究開発に十分な時間がとれなくならないよう、適切なサポート体制が必要である。

## ② 計測分析技術開発が果たす役割や意義の認知度向上

計測分析技術開発が果たす役割や意義について、広く市民・社会レベルまで認識を広げていくことが、当該開発のすそ野を広げ、最終的にはより優れた成果創出に繋がるものとなる。我が国が取り組むべき科学技術分野の具体的課題（例えば、再生医療、低炭素科学技術、エコマテリアルズ、感染症克服技術）に対して計測分析技術がどういう役割が期待されており、それにどのように応えていくのかなどを、分かりやすく説明していく活動も重要である。

## (5) 学会等外部組織および他のプロジェクトとの連携強化

これまで本事業と学会との連携に関しては、事業の周知広報活動の一環として併設展示会でのブース出展が中心であったが、さらに強化を図る必要がある。例えば、各学会の年次大会等における中心的活動・プログラムである、口頭発表やポスター発表において冠セッション等を設け、本事業の活動を明確に位置づけるための目論みは有用である。特に、大学の助教クラスなど若手研究者に対しものづくりマインドを醸成させ、自らが保有するシーズを計測分析機器へ昇華させる機会となることを、より広く明示することが効果的である。また、専門家からの意見・批判を受ける貴重な機会が得られるなど、本事業の今後の発展に、役立つことが期待される。

また、優れた先端計測分析技術・機器の実用化を図り、研究開発活動現場

への普及・活用を促進するためには、優れた技術シーズを有する大学等研究者と、具体的な利用ニーズを有し、目標が明確な研究開発プロジェクトを実施している開発者（ユーザ）が議論し、そこに計測機器メーカー等に所属する計測分析技術の開発者が参加できる場を設ける等、具体的な利用ニーズを見据えた先端計測分析技術・機器開発を進めていくことが非常に大切である。

これを効果的に行っていくためには、種々の課題解決型プロジェクトとの連携を強化するべく、本事業を推進するための知的創造プラットフォームを活用することが適切である。

## 5. その他の検討事項

### (1) 若手研究者のものづくりマインド育成

先端的な計測分析技術の研究開発を将来にわたって強力に推進するためには、産学官の若手研究者が結集し、さらには研究者を束ねる優れたリーダーシップを持つ人材が多数輩出する仕組みを創り上げることが必要不可欠である。

一方、我が国の大学機関では近年、データ取得・解析により基礎的及び応用的な知見を得る論文を数多く発表できる研究が評価され、新現象の探索に向けた技術・機器開発に関する取組が重視されない傾向があり、この傾向が広がりつつあると言われている。また、大学等の研究開発現場では、研究開発の進展を急ぐあまり、既存技術・機器を利用し、あるいはその範囲内で研究活動を進めようとする志向が強く、時間と努力を要しリスクの高い技術・機器開発から遠ざかる傾向にある。このため、以前と比べて若手研究者による計測分析技術・機器開発に向けた取組が減少してきており、このことが我が国の研究開発力の向上を妨げているとの指摘もある。

このような研究現場における状況を打開するためには、第一に、研究現場における研究者コミュニティ全体が計測分析技術開発の重要性を認識することが必要である。またさらに、自らものづくりに挑戦する若手研究者の意欲や能力を高く評価する研究環境を創り上げる必要がある。このような目的のためにもⅢ. 3. で示した知的創造プラットフォームの活用が有効となる。

次いで、若手研究者への装置づくりマインド喚起と奨励に向けた取組として、若手研究者がチャレンジできるプログラム（かつての科学研究費の試験研究のように比較的少額の開発費）を創設し、装置作りの楽しさを醸成するような仕組みの導入、計測分析に関する啓蒙本の作成、学協会との連携により事業の説明会や成果報告会の開催、学会のポスター発表などへの積極的な参画奨励、テレビの科学番組、インターネット上での（ストーリーミングによる）コンテンツ公開を活用した本事業のPR、展示会等の場を利用した若手研究者の取組事例紹介といった方法などが考えられる。

また、学会の専門家に評価を委嘱し特別表彰制度等を創設して、当該分野

の若手研究者をエンカレッジすることは、当該研究者に対し大きなモチベーションを与えることになると考えられる。

なお、施策の具体化にあたっては、研究開発の最前線で活躍する多くの若手研究者からの情報収集・議論等を重ねていくことが大切である。このための方法としても、知的創造プラットフォームの活用が考えられる。

## (2) 開発側の資金負担

「プロトタイプ実証・実用化プログラム」では、マッチングファンド方式により、開発者側はJSTから支出を受ける委託費と同額以上の負担（中堅中小企業にあっては1/2以上）を行うことを実施条件としている。このことは、実用化を目指した開発プログラムの場合、実用化に向けた企業の取組意欲を確認するという面で有効との指摘がある。現在、導入後3年目に入っており、マッチングファンド方式が徐々に定着しつつあるといえる。

マッチングファンド比率を固定ではなく変動型（ステップ型）とすべきとの意見もある<sup>62</sup>。この場合は、企業負担分を開発状況に応じて変動させる仕組みを設けることとなるが、本プログラムのように開発期間が短い（3年程度）場合に変動させるメリットがあるのか、あるいは適正な比率をどのように算定するのかといった点が課題となる。また、中堅中小企業やベンチャーの場合、開発途中で企業負担を増大させると、当初の資金調達計画を含めた全体見直しが必要となり、開発実施に大きな支障を来す恐れがある。

一方、先端計測分析技術開発はその最先端性ゆえに開発リスクが極めて高いことから、実用化直前の段階であっても、マッチングファンド方式を採用しないほうが良いとの意見もある<sup>63</sup>が、全体として見た場合、現行方式に大きな問題は見あたらず、引き続き継続していくことが適切と考えられる。

なお、開発側の適切な費用負担のあり方は、開発推進上極めて重要な課題であることから、引き続きマッチングファンドの妥当性、必要性等に関してより詳細な議論、整理、分析等を行う必要がある。

## (3) 研究開発成果に基づく収益

国の資金を活用し行われた研究開発の成果により収益を生じた場合、開発経費の一部又は全部を国に納付すべきとの指摘がある。いわゆる収益納付については、我が国でも一部の制度で既に導入されている。収益算定の判断を行うにあたっては、開発の成功認定、国と企業との寄与の割合を明らかにする必要があり、そのためには経理的な事務だけでなく、技術的な面からの検討、開発者側との協議・交渉が必要不可欠となる。

計測分析機器の場合は、一般的に市場・売上げもそれほど大きなものが見

<sup>62</sup> 平成21年11月の行政刷新会議「事業仕分け」評価コメント、参考資料集P33

<sup>63</sup> 「先端計測分析技術・機器開発 あり方検討委員会」報告書（JST）

込めないことも多く、収益納付は現実的には非常に困難ではないかとの指摘がある。さらには、収益納付額を具体的に算定するためには、国と企業の開発の寄与の割合を明らかにする必要があるが、現実問題として適切な算定は相当な困難が予想されることから、メリット・デメリットを勘案しつつ更に検討していくことが適当である。その妥当性、必要性等についてさらに詳細な議論、整理、分析等を行う必要がある。

## 6. 第Ⅲ章のまとめ

本章では、今後の先端的な計測分析技術実現にむけた基本的な考え方を記述した。

第一は、我が国の研究開発基盤の強化への貢献を今後も重視することの表明である。我が国の科学技術イノベーション政策において、研究開発基盤の強化が、今後も依然として重要政策であり、本事業が担うべき最重要課題であることに依拠している。

第二は、本事業の推進に当たり知的創造プラットフォーム概念の導入が必要不可欠であるとの主張である。即ち本事業の目的達成のためには、研究開発の推進を強力に支援する諸機能と本事業の価値を最大にするための機能を有機的に結合することが鍵であり、最も有効な方法であるとの確信に基づいている。国際標準化を推進し、支援する機能も今後必要となる。

第三は、国費により推進される事業にとって必須の項目であるところの、事業推進の効率性・透明性の向上、国民に対する説明責任、ならびに最大の成果を挙げることが重要である。

最後に、今後検討すべき事項を挙げているが、本事業の将来を考えるに、若手研究者が計測分析技術・機器開発に意欲を持って取り組めるように、研究開発環境を改革することこそが最重要課題であると考えられる。

## おわりに

本報告は、平成16年度に創設された本事業が7年目を迎えるにあたり、本事業設立の目的を振り返ると共に、6年間実施された本事業の成果を取りまとめ、検討を加えることにより、平成23年度から開始予定の第4期「科学技術基本計画」の実施に際して、我が国の科学・技術・イノベーション政策に貢献するために本事業のさらなる進化と発展を目指し、委員会の総力を挙げて幅広く審議すると共に、本事業の実施機関である科学技術振興機構（JST）の協力をいただき、今後の本事業推進にあたっての基本的考え方を取りまとめたものである。

本事業の6年間の成果は、まず約1500件にもものぼる研究課題の申請を受けた後、6～24%の採択率という厳しい競争的環境において評価・採択された4つのプログラムで180件の課題が実施され、60課題が終了している。その中には本報告書で紹介した事例のとおり、文字通りオンリーワン・ナンバーワン機器と評価されるものを多数生み出している。

事業の実施状況は概ね順調であるが、この機会に、本事業を取り巻く国内外の状況も含め詳細に点検すると共に、その問題点の克服、および、さらなる発展充実のための課題を抽出し、その改善と格段の向上のための方策を検討してきた。

本事業が発足した平成16年以降、諸外国ではそれぞれの国家戦略に基づき、イノベーションの創出を強力に支援するための体制作りにも最大限の努力を払う政策を実施し始めた。特に米国では、ブッシュ政権において「米国競争カイニシアティブ」を採択し、計測分析技術を主軸とするイノベーション戦略を発動した。すなわち、「計測技術は科学と技術を結ぶイノベーションの要である」と認識したのである。また、中国では、昨年9月に中国科学院北京生命科学研究院に「ライフサイエンス機器・技術イノベーションセンター」を設置した。これらの政策は、あたかも我が国における本事業の発足と発展が引き金に成っているかの様相を呈しており、今後の我が国にとっても厳しい競走を強いられる状況にある。

一方国内では、大学を中心とした研究機器開発現場において、従来当該分野での萌芽的な研究を支えてきた運営費交付金の削減、大学における工作センター等の弱体化による機器の試作・製造能力の低下、科学研究費における試験研究の廃止等による研究機会の減少などの諸問題への対応が求められている状態にある。また、研究開発現場における機器ユーザーの抱えている問題、ならびに国内における中小規模の機器メーカーが直面している諸課題などについて、適切な施策が求められている状況にある。

今後、実現すべき研究開発体制のうち、最も重要なものは「知的創造プラットフォーム」の設置による、先端計測分析技術・機器開発の高度化、迅速化、効率化、波及効果の極大化等の実現である。すなわち、研究開発体制に必須の研究推進・マネジメント機能、調査機能、広報・ネットワーク機能、研究成果の社会還元機

能、人材育成機能を十全に実働させ、研究開発を迅速化し、社会貢献の極大化を実現することが目的である。

また、我が国の現下の財政状況に鑑みると、事業の効率化を最大限に進める必要があるが、一方では、4つのプログラムの有機的連携を確保し、本事業を持続的に発展させるためには、事業のクリティカルマスがある。本事業がまさに国家的戦略の実現のために必須であることを考えれば、事業をさらに加速させるため、事業規模を維持発展させる必要がある。

さらに、我が国の若年人口の減少傾向を考えると、国家的戦略事業にかかわる将来の人材育成は極めて重要である。このためにも、十分な配慮がなされなければならない。

文部科学省においては、関係府省庁との連携を図りつつ、我が国の科学・技術イノベーションシステム創出のための研究基盤強化戦略の実現を可能とするよう、本報告書の内容に沿った効果的な措置が講じられていくことを期待する。

本委員会では、上に述べた本事業の将来の発展充実のための基本的考え方を着実に実現するため、研究システムの改革ならびに事業推進体制等の改善に関し、今後さらなる検討を継続すると共に、適宜報告、提言を行っていく所存である。

第5期科学技術・学術審議会 技術・研究基盤部会 知的基盤整備委員会  
先端計測分析技術・機器開発小委員会 委員名簿

【臨時委員】

石田英之	前 株式会社東レリサーチセンター 常任顧問
上野保	東成エレクトロビーム株式会社 代表取締役社長
長我部信行	株式会社日立製作所 研究開発本部本部長付(兼)中央研究所 ライフサイエンス研究センタ長
志水隆一	財団法人国際高等研究所 上級研究員
杉浦康夫	愛知県 心身障害者ココニー総長
杉山昌章	新日本製鐵株式会社 技術開発本部技術開発企画部部長 先端技術研究所解析科学研究部 主幹研究員
田中耕一	株式会社島津製作所 フェロー
◎ 二瓶好正	東京理科大学 特別顧問
松尾由賀利	独立行政法人理化学研究所 前任研究員
森川智	ヤマト科学株式会社 代表取締役社長

【専門委員】

小原満穂	独立行政法人科学技術振興機構 理事
近藤豊	東京大学 先端科学技術研究センター教授
菅野純夫	東京大学大学院 新領域創成科学研究科教授
竹内孝江	奈良女子大学 理学部化学科准教授
玉田薫	東北大学 電気通信研究所教授
中村志保	株式会社東芝 研究開発センター記憶材料・デバイスラボラ トリー研究主幹
原清明	株式会社堀場製作所 執行役員
山科正平	北里大学 名誉教授

(◎：主査)