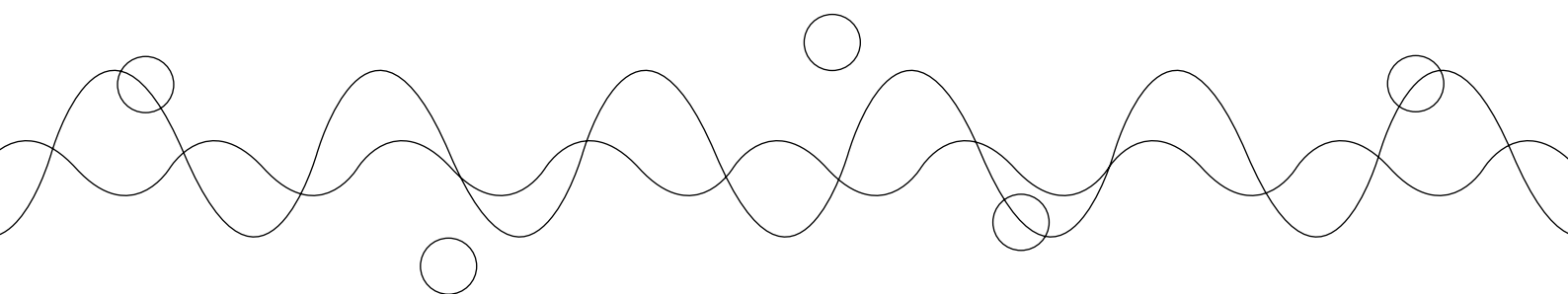


CRDS-FY2010-RR-01

調査報告書

計測・分析技術に関する諸外国の 研究開発政策動向



2010年8月



独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

エグゼクティブ・サマリー

現代科学が発展してきた歴史を振り返り、その原点に帰れば、新たな科学の発見は、いつも新たな計測・分析技術によってブレークスルーがもたらされてきた。しかしながら、現在の日本の科学技術研究において、計測・分析技術の他者への依存が強まる傾向がある。また、日本の計測・分析機器メーカーも、市場経済原理に従うばかり、すぐに売上げが見込めない新たな計測機器・新技術の研究開発投資は限定的である。この計測・分析技術軽視ともとれる傾向は、諸外国においても明らかになっており、新たな計測・分析技術開発の価値を如何にして評価するかが課題となっている（例えば EURAMET iMERA プログラム・タスクグループ：Measuring R&D Impact）。この基盤的技術を開発する価値は、大きな波及効果を生み出す。例えば、新たな計測・分析技術によって生み出された科学技術を元に、革新的な環境技術が開発されるかもしれない。また、社会インフラの劣化やテロの未然防止等、国のセキュリティ確保につながるかもしれない。その技術が一般化され、日本発の国際スタンダードとして認められるかもしれない。新たな計測・分析技術の価値に対する国としての考え方は、新たな科学技術の萌芽、進展をどう見据えるかという点で、ひとつの重要なポリシーだといえる。

本調査では、日本の計測・分析技術の国際的な立ち位置を確認し、今後の研究開発戦略のあり方を検討するため、諸外国の研究開発政策の動向を把握することを目的とした（特に分野横断的な「計測・分析技術に特化した政策」の把握に注力している）。その結果、以下の特徴が浮かび上がってきた。

- 諸外国では、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。
- 各国とも、研究開発機能をもった計量・標準化機関が中心となって計測・分析技術に関する政策の実行を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を「国家計測システム¹」の戦略的整備の一環と認識している。
- 米国、欧州等の動向
 - 特定分野における長期的な目標を掲げて取り組む、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）を目指す動きが見られる。
 - 近年の計測・分析技術に関する公的研究開発投資は、低炭素社会の構築に向けた「環境・エネルギー分野」を強化する傾向がある。
 - 増加する「計測ニーズ」に対し、そのすべてを、自国内や単独の研究機関で対応することが困難になってきており、機関間や国際的な協力体制の構築を積極的に推し進めている。

今後、科学技術振興機構研究開発戦略センターでは、本調査で明らかになった諸外国の政策動向・情報を踏まえた上で、今後の日本の研究開発において求められる「計測チャレンジ」を示し、その取り組みシナリオを提案していく予定である。

¹ 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

目 次

エグゼクティブ・サマリー

はじめに

新たなサイエンスを拓く計測技術の研究開発 吉川弘之	1
第1章 調査の概要	3
1.1. 調査の背景と目的	3
1.2. 調査の対象・項目	3
第2章 諸外国の動向の概要と比較分析	5
2.1. 諸外国の動向の概要	5
2.2. 主要項目の比較分析	9
第3章 諸外国の動向	19
3.1. 米国 (United States of America)	19
3.2. EU (European Union)	45
3.3. 英国 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)	63
3.4. フランス (France)	74
3.5. ドイツ (Germany)	82
3.6. ロシア (Russia)	90
3.7. イスラエル (Israel)	98
3.8. 中国 (People's Republic of China)	104
3.9. 韓国 (Republic of Korea)	124
3.10. シンガポール (Singapore)	132

はじめに

新たなサイエンスを拓く計測技術の研究開発

日本の科学技術において、投資された科学技術予算が、欧米製の計測・分析機器の購入へと費やされる状況が指摘されている。とりわけライフサイエンス分野は、「生命とは何か」という課題に対して、様々な物理・化学計測技術が開発され、生命現象の解明に寄与してきているが、日本で使用されているライフサイエンス関連機器のかなり多くが欧米製であるという。この事実に対して、「税金で賄われる研究投資が海外流出してしまうとはけしからん」、「ライフサイエンスの研究開発が滞ったわけではないのだから問題ないだろう」等の様々な意見があるが、ここは問題の本質を捉えなければならない。現代科学が発展してきた歴史という原点に帰れば、「計測なき科学はない」ということである。DNAの二重螺旋の構造も、地球のオゾンホールが存在も、新たな科学の発見は、計測することによってブレークスルーされてきたわけである。まさに、計測技術は“mother of science”といえるだろう。したがって、一流の研究者は計測プロセスや機器を大切に扱い、また、新たな計測手法の萌芽にまで踏み込む研究者である。計測技術の他者への依存は、新たな科学の発見、進展をどのように見据えているかという根本的な認識と繋がるのである。

もう少し広い視点から計測を捉えてみよう。我々の日常生活は、計る活動に大きく依存している。例えば、朝起きれば時計で時間を知り、熱っぽければ体温をはかり、外へ出掛ければGPSによって自分の居場所を特定できる。また、産業上でも計測は欠かせず、工業製品の製造プロセスでは歩留まりを向上するために生産プロセスを監視し、国際貿易では規格の準拠を証明、評価する。そして、科学技術の世界では、自分が成した発明・発見を客観的に伝えるため、計測して図示する。このように、計測は、社会的人類活動において異なる相手・対象・現象などと客観的情報をやり取りするコミュニケーション手段と位置付けられる。

したがって、計測技術は、利用されてこそ価値を発揮する基盤的ツールであり、新たな計測技術は、常にそのニーズと隣り合わせて開発が進められる。ニーズとの密接な研究開発が必要という特性は、その価値の定量的な評価が難しいこととも繋がる（世界的に見ても、計測技術の価値は間接的であり、これを示す定量的指標の共通認識が難しいとされている）。例えば、工場の製造ラインでは工業計測があることで良い品質の製品が生産され、ラインにおける歩留まり（経済性）が向上する。直接的な製品とは違い、その工業計測技術には値段をつけようがない。ましてや、新たなサイエンスの発見・進展に向けて開発される計測技術の価値の把握は、言うまでもなく難しい。例えば、新たな計測技術によって発見された科学技術を元に、超高効率の環境技術が開発されるかもしれない。また、社会インフラにおける国のセキュリティ確保に繋がるかもしれない。その技術が一般化され、日本発の国際スタンダードとして全世界で認められるかもしれない。新たな計測技術の価値に関する考え方は、一つの国家的ポリシーだといえる。

計測技術は、使われる各分野の歴史や流れに添って発展を遂げてきており、その分野ごとの大まかな水準（特徴）が見てとれる。一般的に、例えば、ナノテクノロジー分野の計

測（ナノ計測）は物理計測と同義で、現在、大きなエネルギーを付加して、何とか極限までの物質の存在を見よう（存在計測）としている。ライフサイエンス分野の計測（ライフ計測）は、物質の存在というよりも物質間の関係から現象の意味を理解（関係計測）している。環境分野の計測（環境計測）は、対象とする空間が地球規模などと大きく、また、数十年に亘ってゆっくりと変化する現象を扱うため、計測データと数値計算シミュレーションとの統合（シミュレーション連動）によって理解を試みている。安全・安心分野の計測（セキュリティ計測）は、サイバーセキュリティなども含め、極限的に高度な技術を模索している。このように、計測技術の研究開発は、対象とする科学技術分野ごとに分けることが肝要であり、目標を定め、シナリオを考えていくべきであろう。この計測技術の研究開発への取り組みについても、一つの国家的ポリシーが要求される。

さて、公的シンクタンクである J S T 研究開発戦略センター（CRDS）は、日本の科学技術分野のポリシー、戦略の提案をミッションとしている。日本において、エビデンスに沿って、将来的に必要となる科学技術の予測までを検討している中立的な機関は限られてくるだろう。計測分野も重要視しており、「計測技術に関する横断グループ」を形成し、フロンティアの科学を拓く計測技術の研究開発戦略について検討を行っている。本報告書も、「計測技術に関する諸外国の研究開発政策動向」についての基本的なファクトデータを調査、分析したものである。

我々は、今後、対象とする科学技術分野ごとに未解決の計測ニーズ（課題）を調査、俯瞰していく予定である。そして、その課題（多面的な科学技術要素を統合させてこそ解決される）に対して、課題解決型のアプローチを想定した検討を行っていく。このアプローチでは、一つの専門分野を深く掘ってノウハウ、知識を発見、発明していく研究者（分析型基礎研究者）と、異なる専門分野の間関係を広く知り、社会へ繋げる術を考える独特の能力や経験を持ち合わせている研究者（構成型基礎研究者）が一つのグループを構築し、推進することを考えている（『役割連携』）。我々は、計測技術の基本的問題を前提に、日本として今後必要となる計測チャレンジを示し、その取り組みシナリオを提案していく予定である。各分野の研究者、学協会など、関連する皆さまには、我々 CRDS の取り組みへの御協力をお願いしたい。

JST 研究開発戦略センター（CRDS）
センター長 兼 計測技術に関する横断グループ総括
吉川 弘之

第1章 調査の概要

1.1. 調査の背景と目的

JST 研究開発戦略センター（CRDS）では、「情報通信」、「ナノテクノロジー・材料」、「ライフサイエンス」、「環境・エネルギー」などの分野を横断する組織として計測技術に関する横断グループを設置し、計測ニーズを志向する研究開発戦略を検討している。一般的に計測・分析技術は、米国は圧倒的な強さを誇るとされ、欧州は個別分野での歴史・深さを持ち、また、中国は国家戦略として桁違いの資源を投入していると言われている。今回、日本の計測・分析技術の国際的な立ち位置を確認するため、これら諸外国の研究開発政策の動向の調査を行った。

本調査¹では、計測・分析技術に関する諸外国の研究開発政策動向および投資実態等を把握し、わが国との比較分析を行うことで、今後の計測・分析技術の研究開発戦略を検討することを目的としている（特に分野横断的な「計測・分析技術に特化した政策」の把握に注力している）。

1.2. 調査の対象・項目

(1) 計測・分析技術の対象範囲・分野

JST 先端計測分析技術・機器開発事業、および新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）の計測・分析技術関連事業等の対象範囲を基本とした。軍事、宇宙、天文などに関する技術は調査の対象外とした。

(2) 調査の対象国・地域

- ・ 欧米諸国（米国、EU、英国、フランス、ドイツ、イスラエル、ロシア）
- ・ アジア諸国（中国、韓国、シンガポール）

(3) 具体的な調査項目

各国における計測・分析技術に特化した研究開発の政策の有無を調査し、その政策動向やファンディング制度等の実態を調査した。具体的な調査項目は以下の通り。

- ・ 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ
各国における政策文書レベルでの計測・分析技術への言及内容
- ・ 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）
各国における計測・分析技術に係わる主な政府機関（標準化機関、研究開発機関、等）
- ・ 計測・分析技術に係わる予算規模
各国における計測・分析技術に係わる予算規模（研究開発、標準化、等）
- ・ 計測・分析技術に係わる施策とその特徴
各国における計測・分析技術に係わる施策（研究開発、人材育成、インフラ整備、等）
- ・ 計測・分析技術に係わるファンディング制度
「計測・分析技術」に特化した制度の有無、対象テーマ、配分規模、等

¹ 本報告書は、平成 21 年度 CRDS 委託調査「計測・分析技術に関する諸外国の研究開発政策動向および投資実態の調査分析」（受託者：株式会社三菱総合研究所、2010 年 3 月）の調査結果を元にまとめたものである（第 3 章はその委託調査報告書原文を掲載）。

- ・ 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組
各国での大規模研究施設とその運営機関における計測・分析技術の施策・取組状況

第2章 諸外国の動向の概要と比較分析

2.1. 諸外国の動向の概要

- 諸外国では、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。
- 各国とも、研究開発機能をもった計量・標準化機関が中心となって計測・分析技術に関する政策の実行を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を「国家計測システム¹⁾」の戦略的整備の一環と認識している。
- 米国、欧州等の動向
 - 特定分野における長期的な目標を掲げて取組む、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）を目指す動きが見られる。
 - 近年の計測・分析技術に関する公的研究開発投資は、低炭素社会の構築に向けた「環境・エネルギー分野」を強化する傾向がある。
 - 増加する「計測ニーズ」に対し、そのすべてを、自国内や単独の研究機関で対応することが困難になってきており、機関間や国際的な協力体制の構築を積極的に推し進めている。

(1) 欧米諸国

米国：

米国における計測分析技術に係わる施策は、商務省（DOC）傘下の国立標準技術研究所（NIST²⁾（予算：約10億ドル[FY2010]³⁾）が担っている。2007年8月に成立した米国競争力法（The America COMPETES Act⁴⁾）では、イノベーションの創出を担う機関の一つであるNISTに対する予算を増額することや、NIST所長が3ヵ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。

2010年3月提出の3ヵ年計画（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⁵⁾への対処に重点を置くこと、③協業体制を拓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（USMS⁶⁾）を構築している。その一環で、NISTは技術イノベーショ

¹⁾ 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

²⁾ National Institute of Standards and Technology (NIST)

³⁾ NIST. Budget, Planning and Economic Studies. http://www.nist.gov/public_affairs/budget/

⁴⁾ 中国やインドの急速な経済発展等により国際競争がますます激化する中で、米国の競争力優位を確実なものとするため、研究開発によるイノベーション創出の推進や人材育成への投資促進、およびこれらのための政府予算の大幅増加を一体的にとりまとめたもの。

⁵⁾ 「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。

⁶⁾ The United States Measurement System (USMS)、USMSの本質は、イノベーションを加速する科学と産業化における必要ツールを、互いに供給し、利用すること。オフィシャルな会員制度はないが、USMSを包括する専門家と団体が、イノベーションインフラの基礎を作る。

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、2009年2月に成立した米国再生・再投資法（ARRA⁷）のもと、計測科学技術研究グラントプログラム（MSE⁸）を開始している（予算：3,400万ドル[FY2010]⁹）。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（TIP¹⁰）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（SMP¹¹）の新設を提案している（予算：925万ドル¹²）。ただし、まだ実現はしていない。

一方、他省（NIH¹³、DOD¹⁴、NASA¹⁵等）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¹⁶」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。

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（EURAMET¹⁷）（2007年に発足、予算：約2億ユーロ[FY2008]¹⁸）である。

EURAMETの前身である欧州計量会議（EUROMET¹⁹）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（MERA²⁰）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）。

⁷ American Reinvestment and Recovery Act (ARRA)

⁸ Measurement Science and Engineering Research Grant Programs (MSE)、FY2010は、27プロジェクトを採択。1件当たりの提供額（プロジェクト期間3年分一括）は、42万～150万ドル。

⁹ NIST. http://www.nist.gov/public_affairs/releases/measurementgrants2010.cfm

¹⁰ Technology Innovation Program (TIP). 参画企業は中小・ベンチャーに限定。また、対象は「国家にとって重要な研究分野」であり、2008年度は「社会インフラ向け高度センシング技術」を、2009年度は「社会インフラの監視もしくは修繕」と「製造用の先進材料の実用化」を設定。この公募領域は一般からも意見を募っており、定められた様式の白書（white papers）を提出する。

¹¹ Strategic Measurement Partnerships (SMP). NISTと大学によるコストシェア方式の研究協力体制で、次世代の計測と標準の開発を目指すものである。期限は5年間で更に5年間の延長が可能としている。

¹² Senate Appropriations Committee Report <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/cpquery/T?&report=sr397&dbname=110&>

¹³ National Institute of Health

¹⁴ United States Department of Defense. アメリカ国防総省

¹⁵ the National Aeronautics and Space Administration. アメリカ航空宇宙局

¹⁶ ARRAが元になった大型プロジェクト。次世代シークエンサの開発を推進したプログラム（正式名：Revolutionary Genome Sequencing Technologies）。

¹⁷ European Association of National Metrology Institutes (EURAMET)、その目的の一つは、欧州における協調的な計測研究を通じ、「最小の資源（critical mass）」でより大きな効果を達成すること。

¹⁸ KÜHNE, Michael, Luc ERARD, Andy HENSON. Introduction to EURAMET and the EMRP.

<http://www.inm.ro/pdf/2008-2-3-Introduction-to-the-EURAMET-and-the-EMRP.pdf>, p.8.

¹⁹ European Collaboration in Measurement Standards (EUROMET)

²⁰ Metrology in the European Research Area (MERA)

また、MERA 実施プログラム (iMERA²¹、2005～2008年)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 (EMRP²²) によって実施されている (2007年～、7年間総予算:4億ユーロ²³)。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 (FP7²⁴、2007年～2013年、総予算:505億ユーロ²⁵)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。

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 (NMO²⁶) 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 (NMS²⁷) 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²⁸」も作成している。

ドイツ：

ドイツでは、連邦教育研究省 (BMBF²⁹) を中心に推進する「ハイテク戦略」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³⁰。

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 R³¹) 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³²」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

²¹ implementing the Metrology in European Research Area (iMERA)

²² European Metrology Research Programme (EMRP)、研究の重複を避けて効率的にインパクトの強い研究成果につなげることを目指している。

²³ EURAMET. EMRP. Phase 2. <http://www.euramet.org/index.php?id=emrp>

²⁴ Seventh Framework Program (FP7)

²⁵ FP7 Fact Sheet. http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/home_en.html

²⁶ National Measurement Office (NMO)

²⁷ National Measurement System (NMS)

²⁸ Support to NMS Strategy Development National Measurement System Programme Roadmaps

²⁹ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMBF)

³⁰ 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。

³¹ Federal Agency on Technical Regulating and Metrology of Russia (GOST R)

³² Strategy to secure uniformity of measurements in Russia till 2015、同戦略には、組織や法律、経済、科学技術といった多くの要素をもとに、ターゲットプログラム (国家的な優先分野に対して政府特別予算を割り当てる政策ツール) やプロジェクト、その他活動が総合的に盛り込まれている。ターゲットプログラムは、グローバル・ナビゲーション・システム/ナノテクノロジーのインフラ開発/計量分野における基礎研究プログラム/計測の均一性を確保するシステム開発プログラムの4つが示されている。

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³³（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。

(2) アジア諸国

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。

また、中国科学院「中国2050年までの科学技術ロードマップ³⁴」における、個別分野「中国2050年までの重大科学技術基礎施設発展ロードマップ」では、2050年時点で「施設全体のレベルを世界ランキング上位に引き上げ、一部で世界最先端に達する」との目標が設定されている。計測・分析に係る放射光施設などの研究プラットフォームとハイテクパークを中核として、イノベーションを生み出すとの姿勢が明確に示されている。

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。

韓国：

韓国の李明博政権の科学技術基本計画（577イニシアチブ）では、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。

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2010³⁵」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（A*STAR³⁶）は「計量技術5ヵ年ロードマップ³⁷」を策定し（5年間総予算：1,776万シンガポールドル³⁸）、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。

³³ <http://www.minprom.gov.ru/ministry/dep/metrology/strateg/0>

³⁴ Science & Technology in China: A Roadmap to 2050、例えば
<http://www.zaobao.com/wencui/2009/06/liaowang090616f.shtml>

³⁵ Science and Technology Plan 2010

³⁶ Agency for Science, Technology and Research (A*STAR)

³⁷ 5-year Metrology Roadmap

³⁸ http://internet-stg.mof.gov.sg/budget_2006/expenditure_estimates/attachment/MTI_EE2006.pdf p.193.

2.2. 主要項目の比較分析

(1) 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（研究開発機関等）

表1に、計測・分析技術に関わる施策の実施主体（研究開発機関等）を、日本と併せてまとめた。各国とも、その政策は、研究開発機能をもった計量・標準化機関が中心となって担っているケースが多い。

表1 計測・分析技術に関わる施策の実施主体（研究開発機関等）

	計測・分析技術に係わる施策の実施主体
米 国	<ul style="list-style-type: none"> ○ NIST：商務省（DOC）傘下の国家計量標準機関。米国の計量・計測研究の中心的存在。 ○その他：他省（DOD、NASA等）でも特定分野の計測・分析技術について研究やファンディングを行うケースもある。
E U	<ul style="list-style-type: none"> ○ JRC-IRMM（標準物質計測研究所）：欧州の政策に特に関連性のある食品、バイオ技術と保健、環境分析、原子力研究等の分野の計量研究や標準物質を策定。 ○ EURAMET（欧州国家計量標準研究所協会）：EU加盟国や一部の非加盟国の国家計量標準機関（NMIs）等で構成され、計量・計測分野における欧州協力体制を促進する役割を担う。また、EMRP実行の責任を負っている。
英 国	<ul style="list-style-type: none"> ○ NMO（国立計量庁）：ビジネス・イノベーション・技能省（BIS）傘下の独立執行機関。NMSの戦略を決定し、国家計量標準機関群（NMIs）に予算を提供する。 ○国家計量標準機関群（NMIs）：NMOの一部であり、国立物理研究所（NPL）、国立技術研究所（TUV NEL）、政府化学者研究所（LGC）次の3つの研究所がある。特にNPLはNMSの研究開発の8割を支えている。
フランス	<ul style="list-style-type: none"> ○ LNE（国立計量試験所）：フランスの計量標準の中核。他3つの国立計量研究所（NNLs）と6つのアソシエート研究所（ALs）がある。またフランスには国際度量衡局（BIPM）が所在する。
ド イ ツ	<ul style="list-style-type: none"> ○ PTB（国立物理技術研究所）：連邦経済技術省傘下の国家的計量研究機関で、所管である連邦経済技術省の他、環境庁や消費者保護食品安全局、ドイツ臨床化学実験医薬協会などの他省庁との連携も図っている。
ロ シ ア	<ul style="list-style-type: none"> ○ GOST R（ロシア連邦標準化度量衡認証委員会）：産業貿易省所管の連邦行政機関で、計測機器の製造・保守に関する許認可および計測に関わる規制を統制する機能を果たし、計量標準および技術規定の順守を監督。傘下にある複数の国立研究所で計量・計測関連の研究開発活動を実施。
イ ス ラ エ ル	<ul style="list-style-type: none"> ○ INPL（イスラエル国立物理研究所）：イスラエルにおける計量・計測分野の中心的な国立研究所。
中 国	<ul style="list-style-type: none"> ○ National Institute of Metrology（NIM）：国家品質検査総局に属する、計測標準の分野における中国の最高研究機関。 ○中国科学院北京生命科学研究所ライフサイエンス機器技術イノベーションセンター：生命科学研究所が必要とする汎用型機械・設備の研究開発を実施する計画。
韓 国	<ul style="list-style-type: none"> ○ Korean Research Institute of Standards and Science（KRISS）：韓国の計測標準機関。国家測定標準を確立し、測定関連科学技術を研究開発、その成果を普及することで経済や科学技術の発展に寄与することがミッション。
シ ン ガ ポ ール	<ul style="list-style-type: none"> ○ WMO（度量衡局）：シンガポール規格・生産性・革新庁（SPRING）管轄下にあり、計量標準および認証制度の管理を担う。 ○ A*STAR NMC（計量標準センター）：①電磁波計測、②長さ・幾何学計測、③力学計測、④光放射計測、⑤温度湿度計測、⑥時間周波数計測の研究開発を実施。 ○ HSA, Chemical Metrology Division（健康科学庁化学計測局）：医療、薬品、食品、ヘルスケア、法医学分野における計測を担当。
日 本	<ul style="list-style-type: none"> ○産業技術総合研究所 計量標準総合センター（計測標準研究部門＋計量標準総合センター）。なお、同研究所には生産計測技術研究センター、計測フロンティア研究部門もある。 ○先端計測分析技術・機器開発事業は文部科学省—JSTが推進。

(2) 計測・分析技術に係わる中核機関の予算規模

先端計測・分析に関する中核機関として各国とも、計測・標準化に関する中核機関を保有している。これらのうち、予算規模が判明した機関について、年間の予算規模を比較した（図1）。なお、一口に予算規模といっても、どのような費目が含まれているかについては不明な点が多いため、ここで示した比較の定量性はあまり高いことには留意する必要がある。

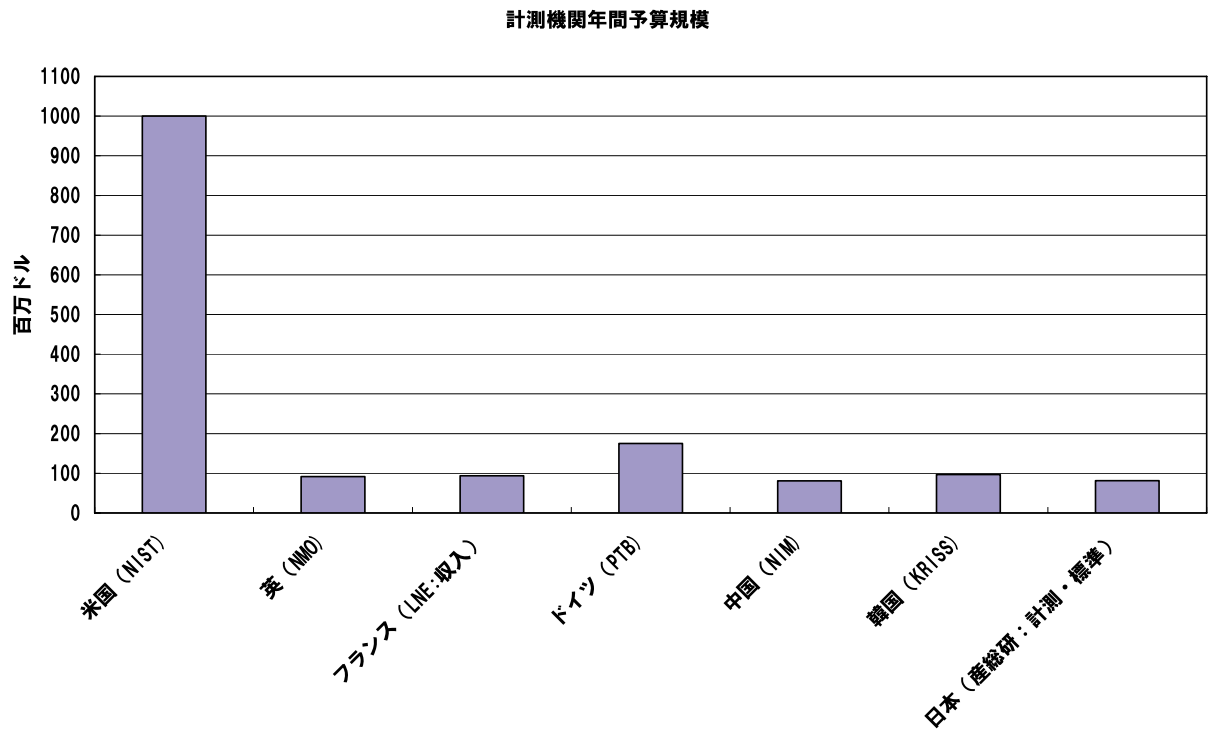


図1 各国の計測関連中核機関の年間予算規模

この図から明らかなように、米国（NIST）の年間予算は突出して大きい。次にドイツ（PTB）の予算規模が大きく、他の国はほぼ横並びの水準である。

試しに、各国の政府研究開発予算（2007年：購買力平価ベース。出典：科学技術白書2009）に対する比を計算し、米国を100として指数標記した（図2）。

政府研究開発投資に対する機関予算比率（米国：100）

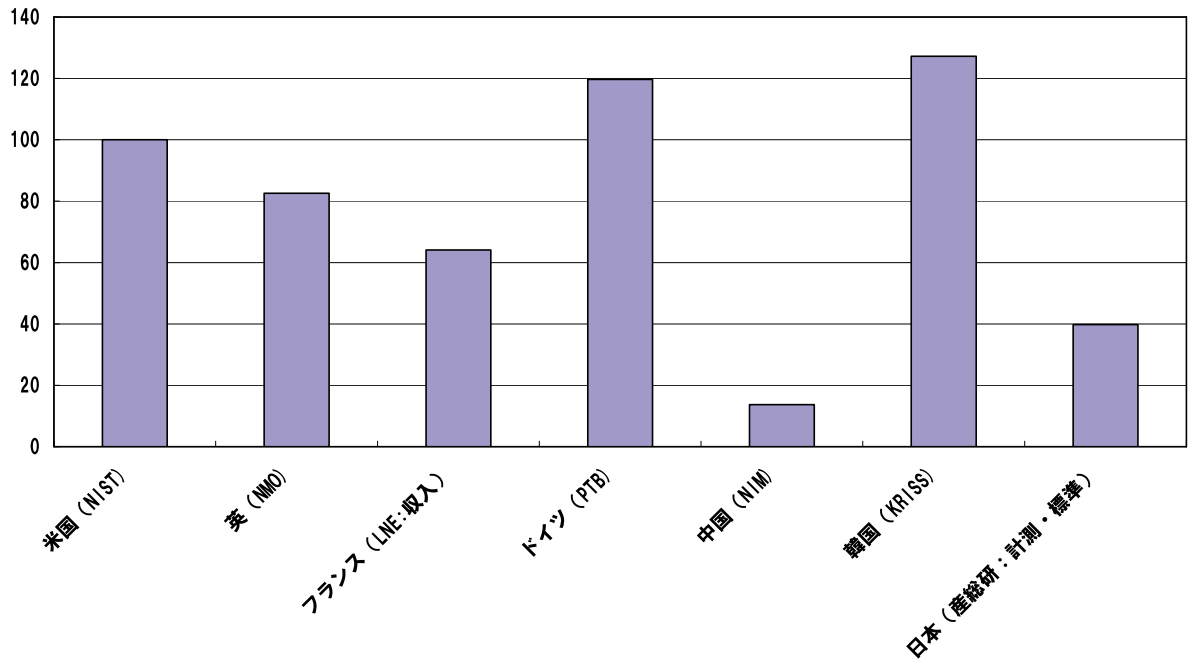


図2 政府研究開発投資額で規格化（米国：100）した計測関連中核機関の予算規模

政府の研究開発投資金額規模で規格化すると、日本の中核機関である産業技術総合研究所計量標準総合センターの予算規模は少ないといえる。ただし、次項で示す計測・分析技術に特化したファンディング予算を合わせることで、欧米とさほど遜色ない値となる。

(3) 計測・分析技術に特化したファンディングの比較

計測・分析に特化したファンディングの実施は、米国（NIST）、EU（EURAMET）、日本（JST）のみであった。それぞれのファンディングプログラムは、その支援対象や目的が異なっている（米国では計測研究中核機関による大学や民間企業を対象としたファンディング、EUでは欧州の国家計測機関を対象としたファンディング、日本ではファンディング機関による大学や民間企業を対象としたファンディングである）。これらの予算の概要を表2に示す。この予算規模を比較する限り、日本は欧米と十分に伍する規模のファンディングを行っていると言える。また制度への応募資格という点では、米国と同様の緩やかさを持つ。

表2 計測・分析に特化したファンディングの日米欧比較

	計測・分析技術に係わるファンディング予算	特徴
米国	NIST "Measurement Science and Engineering Research Grant Programs (MSE)" 総額約 34 百万ドル (3 年間) →年間約 11 億円	計測技術中核機関による運営。 米国の研究機関、NPO、民間企業、州政府などに対して提供。
	NIST "Technology Innovation Program (TIP)" 総額約 65 百万ドル (2009 年度予算) →年間約 61 億円 (参考: 2009 年度新規採択約 42.5 百万ドル、3-5 年間)	計測技術中核機関による運営。 産業界向け (大学単独での採択例はない)。
EU	EURAMET "European Metrology Research Programme (EMRP)" 総額 4 億ユーロ (約 7 年間) →年間 72.6 億円	予算配分先は、基本的に欧州の国家計測機関 (JOINT)。
日本	科学技術振興機構 (JST) 「先端計測分析技術・機器開発事業」 63 億円 (2009 年度) 49 億円 (2010 年度)	ファンディングに特化した機関による運営。 大学や研究機関、民間企業などに対して提供。ただし、プログラムによっては、産学連携であることが応募条件。

(4) 計測・分析技術に係わる施策等における重点分野

表3に各国の計測・分析技術に係わる施策等における重点分野についてまとめた。特にこの1～2年では、欧米では「環境・エネルギー分野」の計測技術を強化する傾向にある。また、重要分野の設定について一般から公募を行うケースもある。

一方、日本の当該施策においては、領域非特定型プログラムもあるなど、応募研究者の自由度が高くなっている。また、第3期科学技術基本計画の中で、科学技術振興のための知的基盤整備として先端計測機器の重要性が示されているが、重点分野は特定されていない。

表3 計測・分析に係る施策等における重点分野の日米欧比較

	施策	分野	分野設定手法
米国	NIST3カ年計画 (2011-2013年)	計画書の中に「重要性の高い国家的問題への対処に重点をおく」ことが大項目として明記されている。以下2分野。 ・エネルギー効率と環境管理を向上させる ・消費者の健康と安全を確保する	ND
	NIST "Measurement Science and Engineering Research Grant Programs (MSE)"	下記6分野を特定している。 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	ND
	NIST "Technology Innovation Program (TIP)"	方針として「国家にとって重要な研究分野」に限定。その中で毎年の公募時に分野を特定している。 ・2008：社会インフラ向け高度センシング ・2009：社会インフラの監視および修繕 ・2009：製造用先進材料の実用化	領域は一般からも公募している（定められた様式[白書 white paper]あり）。現在、以下2つの白書についてパブコメ募集中（2010年6月時点） ・エネルギー：スマートグリッドを可能にする技術 ・健康：生きている生体組織におけるリアルタイム非侵襲タンパク質網羅解析
EU	EURAMET "European Metrology Research Programme (EMRP)"	毎年の公募領域が計画されている。 ・2009年：エネルギー ・2010年：環境、産業向け ・2011年：健康 ・2012年：SI、募集中 ・2013年：エネルギー、環境	iMERAロードマップを元にEURAMET委員によって重点分野を設定（一部、一般からも公募）。2009年のエネルギー分野は、エナジーハーベスティング、スマートグリッド、バイオエネルギーなどの詳細分野が設定されている。
日本	科学技術振興機構 (JST) 「先端計測分析技術・機器開発事業」	公募分野は特定型と非特定型があるなど、自由度が高い。特定型については、毎年の公募時に分野を特定している（これまでバイオ・医療の比率が相対的に高い）。	特定型の分野は、専門の審議会評価を受けて文部科学省が特定している。

(5) 計測・分析技術に係わるニーズの共有化

表4に各国の計測・分析に係わるニーズ共有化ツールとその策定手法をまとめた。米国におけるUSMS、EUにおけるiMERAのように、計測・分析先進地域では、計測・分析に係わる将来ニーズの大規模な意見集約が行われ、関係者がニーズやビジョン、戦略を共有している。日本では、経済産業省が技術戦略マップ（計量・計測システム分野）を策定している。ただし、策定は計測機器メーカーの意見が中心であり、計測分析技術に携わるアカデミア研究者、計測ニーズを持つ各分野の研究者などの意見は集約されていない。

表4 計測・分析に係わるニーズの共有化ツールの比較

	計測・分析に係わるニーズの共有化ツール	ツール策定手法
米国	米国計測システム（USMS）の一環： 技術イノベーションを阻害する未解決の計測ニーズを調査（723件）。ウェブページで公開している。 （様式の項目：①計測ニーズタイトル、②報告者、③注目すべき技術イノベーション、④イノベーションの経済的価値、⑤イノベーションへの技術的障壁、⑥障壁のあるイノベーションのステージ、⑦障壁における計測課題、⑧課題解決のために考えられる手段）	下記情報を専門家が評価 ・各種の公表されたロードマップ（164冊） ・15回のワークショップ開催 ・1,000名以上の各分野識者、専門家へのインタビュー
EU	iMERA： 欧州内でのR&D協力体制・構造の考案とその基礎となるR&Dロードマップを策定	欧州19カ国の国家計測研究所における専門家による編集。
英国	NMO「国家計測システム（NMS）戦略開発を支えるNMSプログラムのロードマップ」： NMSプログラムが実施すべきR&D活動について8つの分野を特定し、そのロードマップを策定。	英国にある3つの国家計測研究所の専門家による編集。（国立物理研究所NPL、国立技術研究所TUVNEL、政府化学者研究所LGC）
シンガポール	A*STAR「計測技術5ヵ年ロードマップ」	ND
日本	経済産業省／NEDO「技術戦略マップ：計量・計測システム分野」： 2009年度に初版を策定。毎年改訂版が発行される。初版は実質的に産業技術総合研究所・計量標準総合センターが策定した。	下記情報を専門家が評価 ・計測機器産業界からのニーズ、要望 ・既存ロードマップ、法令、JISなどの調査

(6) 計測・分析技術に係わる研究開発の連携方針

表5に各国の計測・分析技術に係わる研究開発の連携方針の特徴をまとめた。欧州は、2002年から計測・分析に係る研究開発の連携方針が議論されてきており、予算も含めた研究開発の効率化、産業化、国際標準化という観点から連携すべきと結論づけている。米国(NIST)も、近年、特にイノベーション促進および予算との兼ね合いから研究開発の連携強化を掲げている。一方、日本の当該施策においては、技術の産業化を狙った産学連携方針が前面に出されている。

表5 計測・分析に係る施策等における研究開発の連携方針の日米欧比較

	計測・分析技術に係わる施策等	研究開発の連携方針
米国	NIST3ヵ年計画(2011-2013年)	計画書の中に「協業体制を広げることでイノベーションを加速する」ことが大項目として明記されている。
	USMS: 「米国計測システムの評価:イノベーション促進を阻む計測上の障害への対処」	集約された723件の計測ニーズに対して、NIST研究所のみで対応することは予算の観点から難しいことが判明。現在、NISTは外部機関との連携を積極的に推進している。
	NIST “Strategic Measurement Partnerships (SMP)”(戦略的計測パートナーシッププログラム)(計画中)	NIST研究所が外部との研究協力体制を育て計測・分析に係る研究開発を加速させるための施策。(計画中)
EU	EURAMET “MERA (Metrology for the European Research Area)”	①多くの国の研究プログラムの目的がオーバーラップしており、②研究チームの多くは、“クリティカルマス”という観点で最適化されておらず、③主要/特殊な計測設備は高価で、1国のニーズのみでは導入する必要性が充分でない、などの問題点が指摘された。また、多くの研究は、連携して実施すべきだとの結論が提示された。
	EURAMET “iMERA (implementing the Metrology in European Research Area)”	欧州内でのR&D協力体制・構造の考案と、その基礎となるR&Dのロードマップを策定。
	EURAMET “European Metrology Research Programme (EMRP)”	この研究プログラムは、20カ国以上の国家計測研究所の連携によって運営されている。
日本	科学技術振興機構(JST) 「先端計測分析技術・機器開発事業」	プログラムによって、産学連携による推進が条件となっている。

(7) 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組み

表 6 および表 7 に大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組み動向をまとめる。
計測・分析の中心（プローブ）は放射光と中性子である。

表 6 大規模研究施設に係る計測・分析技術の取組 (1)

	大規模研究施設関係での計測・分析技術の施策	備考
米 国	<p>○大規模研究施設の整備状況：基礎エネルギー科学、生物・環境、核融合科学、高エネルギー物理、核物理の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設が整備されている。</p> <p>○計測・分析技術を利用した実験・研究：放射光施設や中性子施設においては、物質科学、化学、高分子科学、生命科学、物理学、環境、地球科学等の分野で、分光、散乱、イメージング、硬 X 線回折等の計測・分析技術を利用した実験・研究が行われている。</p>	<p>DOE が整備主体。 APS（放射光）、SNS（核破砕中性子） *DOE 傘下の研究所が運営。</p>
EU	<p>○大規模研究施設の整備状況：物質科学や生物化学・医科学の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設の整備が行われている。</p> <p>○計測・分析技術を利用した実験・研究：放射光施設や中性子施設においては、物質科学、材料科学、高分子科学、生命科学、固体物理学等の分野で、分光、散乱、X 線回折、X 線イメージング、中性子回折、質量分析等の計測・分析技術を利用した実験・研究が行われている。</p>	<p>EU の共同運営 ESRF（放射光）、HFR（原子炉中性子）</p>
英 国	<p>○大規模研究施設の整備状況：材料科学や医学・生命科学の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設の整備が行われている。</p> <p>○計測・分析技術を利用した実験・研究：放射光施設や中性子施設においては、物質科学、材料科学、化学、生物学、生命科学、薬学、環境学、地球科学、考古学等の分野で、分光、散乱、X 線回折、中性子回折、質量分析等の計測・分析技術を利用した実験・研究が行われている。</p>	<p>Diamond Light Source（放射光：Diamond Light Source Ltd） ISIS（核破砕中性子：RAL） EU の共同運営施設への参画</p>
フランス	(大規模研究施設に特化した施策はない)	ESRF, HFR 共にフランス ILL に設置
ドイツ	<p>○大規模研究施設の整備状況：物性物理学、素粒子物理学、核物理学の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設の整備が行われている。</p> <p>また、放射光施設 BESSY II 内に、PTB が MLS (Metrology Light Source) の研究施設を有している点が特徴的である。</p> <p>○計測・分析技術を利用した実験・研究：放射光施設においては、物質科学、材料科学等の物質構造科学のほか、例えば半導体工学や触媒化学等のような応用分野で、分光、散乱、X 線回折等の計測・分析技術を利用した実験・研究が行われている。</p>	<p>BESSY II（放射光：BESSY） EU の共同運営施設への参画</p>
ロシア	(大規模研究施設に特化した施策はない)	—
イスラエル	(大規模研究施設に特化した施策はない)	—

表 7 大規模研究施設に係る計測・分析技術の取組 (2)

	大規模研究施設関係での計測・分析技術の施策	備考
中国	<p>○大規模研究施設の整備状況：基礎エネルギー科学、材料化学、エレクトロニクス、核融合科学、高エネルギー物理、核物理、生命科学、資源、環境等の分野において、大規模研究施設の整備が行われている。</p> <p>○計測・分析技術を利用した実験・研究：放射光施設や中性子施設においては、物理化学、材料化学、生物学、薬学等の分野で、計測・分析技術を利用した実験・研究が行われている。</p>	<p>上海光源 (SSRF) (CAS の研究所を設立して運営予定) 国家と地方政府との合同による大規模研究施設。</p> <p>中国先進研究炉 CARR (中国原子力科学研究院) 核破砕型 (広東省：CNRS、北京：BNRS) 国家タンパク質科学基礎施設 (上海 SSRF ベース + 北京：プロテオーム)</p>
韓国	<p>○大規模研究施設の整備状況：基礎エネルギー科学、材料化学、核融合科学、高エネルギー物理、核物理、生命科学、エレクトロニクス等の分野において、大規模研究施設の整備が行われている。</p> <p>○計測・分析技術を利用した実験・研究：放射光施設や中性子施設においては、物理化学、材料化学、生物学、薬学等の分野で、計測・分析技術を利用した実験・研究が行われている。</p>	<p>Pohang Light Source (PLS) (放射光) : POSTEC と国家の共同建設。 HANARO (原子炉中性子)</p>
シンガポール	(大規模研究施設に特化した施策はない)	—
日本	<p>○大規模研究施設の整備状況：基礎エネルギー科学、生物・環境、核融合科学、高エネルギー物理、核物理の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設が整備されている。</p> <p>○計測・分析技術を利用した実験・研究：放射光施設や中性子施設においては、物質科学、化学、高分子科学、生命科学、物理学、環境、地球科学等の分野で、分光、散乱、イメージング、硬 X 線回折等の計測・分析技術を利用した実験・研究が行われている。</p>	<p>SPring-8 (放射光 : JASRI) PF (放射光 : KEK) JRR-3 (原子炉中性子 : 原研) J-PARC (核破砕中性子 : 原研 + KEK ⇒ JPARC センター)</p>

国	科学技術政策上の位置づけ	技術ロードマップの作成	ファンディングの制度設計	計測・分析技術に係わる予算規模	(参考)
米国	<p>◎：計測・分析技術に特化した政策あり △：政策文書の中で計測・分析技術に言及 ×：計測・分析技術への言及が見受けられず</p> <p>NIST『米国計測システムの評価：イノベーション促進を阻む計測上の障壁への対処』 (An Assessment of the United States Measurement System: Addressing Measurement Barriers to Accelerate Innovation)</p>	<p>◎：ロードマップ作成 △：ロードマップはないが、ターゲットを明確化 ×：特に技術施策なし</p> <p>NIST『米国計測システム技術ロードマップレビュー』 (USMS Technology Roadmap Review)</p>	<p>◎：計測・分析技術に特化したファンディングあり △：計測・分析技術を含むファンディングあり ×：計測・分析技術に特化したものは見受けられず</p> <p>NIST M&E (Measurement Science and Engineering Research Grant Programs) ・ NIST TIP (Technology Innovation Program) →計測・分析技術を含むハイリスク研究を助成</p>	<p>年間約10億ドル (約930億円) (NIST予算 (R&D費以外を含む)、2010FY)</p>	<p>大規模研究施設関係での計測・分析技術の施策</p> <ul style="list-style-type: none"> 基礎エネルギー科学、生物、環境、核融合科学、高エネルギー物理、核物理の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設を整備。 分光、散乱、イメージング、硬X線回折等の計測・分析技術を利用した実験・研究を実施。
EU	<p>△：計測・分析技術に関する体系的な研究開発政策はないが、EURAMETが以下のアクティビティを実施。 Research Area) (Metrology in European Research Area) [2005-2010]IMERA (implementing MERA) [2007-2010]IMERA-Plus</p>	<p>◎：IMERAの活動の中で各分野でR&Dロードマップを策定。</p>	<p>◎：European Metrology Research Programme (EMRP) ・ Seventh Framework Program (FP7) →「環境を保護するためのバイオセンサーの研究と商業化」のように計測・分析技術に特化した研究を助成</p>	<p>年間約1億ユーロ (約126億円) (EURAMET予算の約半分が研究開発)</p>	<p>物質科学や生物化学・医科学の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設を整備。</p> <ul style="list-style-type: none"> 分光、散乱、X線回折、X線イメージング、中性子回折、質量分析等の計測・分析技術を利用した実験・研究を実施。
英国	<p>◎：NMO『国家計測システム戦略 2010-2014年』 (A Strategy for the National Measurement System 2010-2014: Investing for Impact)</p>	<p>◎：NMO『国家計測システム戦略 2010-2014年』 プログラムのロードマップ (Support to NMS Strategy Development National Measurement System Programme Roadmaps)</p>	<p>△：計測・分析分野に特化したファンディング制度はないが、NMOがロードマップに掲げた8分野について傘下のNPL、TUV NEL、LGCにファンディングしている。</p>	<p>年間約6,000万ポンド (約85.2億円) (計量・計測に係わるもの (R&D費以外を含む))</p>	<p>材料科学や医学・生命科学の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設を整備。</p> <ul style="list-style-type: none"> 分光、散乱、X線回折、中性子回折、質量分析等の計測・分析技術を利用した実験・研究を実施。
フランス	<p>△：計測・分析技術に関する体系的な研究開発政策はない</p>	<p>×：計測・分析技術に関するロードマップ等はない</p>	<p>×：計測・分析技術に特化したファンディングは見受けられなかった。</p>	<p>年間約1000万ユーロ (約12.6億円) (LNEの2008FY研究予算の70%が計量・計測分野)</p>	<p>(大規模研究施設に特化した施策はない)</p>
ドイツ	<p>△：計測・分析技術に関する体系的な研究開発政策はなく、個別の技術領域のアクションプラン (例：“Nano-Initiative - Action Plan 2010”) で言及。</p>	<p>×：計測・分析技術に関するロードマップ等はない</p>	<p>△：計測・分析技術に特化したファンディングはないが、ハイテク戦略からPTBを含む各国国立研究機関へ配分されたナノテクノロジー関連のプロジェクトで計測関連の課題が含まれている。</p>	<p>年間約1.3億ユーロ (約164億円) (PTB予算 (R&D費以外を含む)、2008FY)</p>	<p>物性物理学、素粒子物理学、核物理学の分野において、計測・分析技術に関連した大規模研究施設を整備。放射光施設 BESSY II に、PTB が MLS (Metrology Light Source) の研究施設を有する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 分光、散乱、X線回折等の計測・分析技術を利用した実験・研究を実施。
ロシア	<p>◎：産業貿易省『2015年までのロシアにおける計測的性質確保戦略』 (Strategy to secure uniformity of measurements in Russia till 2015)</p>	<p>◎：ロードマップはないがターゲットプログラムは明示。 ・ グローバル・ナビゲーション・システム ・ 計測分野における基礎研究プログラム ・ 計測の均一性を確保するシステムを開発するR&Dプログラム</p>	<p>×：ロードマップはないがターゲットプログラムは明示。 ・ グローバル・ナビゲーション・システム ・ 計測分野における基礎研究プログラム ・ 計測の均一性を確保するシステムを開発するR&Dプログラム</p>	<p>2009～2011年：860億ロシアルーブル (約261.4億円) 2012～2015年：670億ロシアルーブル (約2036億円) (2015年までの・・・) に示された計量・計測技術に係わる研究開発機関の予算額 (R&D費以外を含む))</p>	<p>(大規模研究施設に特化した施策はない)</p>
イスラエル	<p>△：計測・分析技術に関する体系的な研究開発政策はない</p>	<p>×：計測・分析技術に関するロードマップ等はない</p>	<p>△：計測・分析技術に特化したファンディングは見受けられなかった。</p>	<p>年間約12億新シケル (約300億円) (計量・計測関連の研究開発活動に予算を出している産業貿易省の2007年の研究開発支出総額)</p>	<p>(大規模研究施設に特化した施策はない)</p>
中国	<p>△：計測・分析技術に関する体系的な研究開発政策はないが、国家中長期技術発展計画や科学技術開発ロードマップの中で言及。</p>	<p>×：計測・分析技術に関するロードマップ等はない</p>	<p>×：計測・分析技術に特化したファンディングは見受けられなかった。</p>	<p>年間5.53億元 (約75億円) (NIM研究開発予算、2009FY)</p>	<p>基礎エネルギー科学、材料化学、エレクトロニクス、核融合科学、高エネルギー物理、核物理、生命科学、資源、環境等の分野において、大規模研究施設を整備。</p> <ul style="list-style-type: none"> 計測・分析技術を利用した実験・研究を実施。
韓国	<p>△：計測・分析技術に関する体系的な研究開発政策はないが、個別分野の技術課題の一部として言及。</p>	<p>×：計測・分析技術に関するロードマップ等はない</p>	<p>×：計測・分析技術に特化したファンディングは見受けられなかった。</p>	<p>年間1,081億ウォン (約87億円) (KRISST予算 (R&D費以外を含む)、2009FY)</p>	<p>基礎エネルギー科学、材料化学、核融合科学、高エネルギー物理、核物理、生命科学、エレクトロニクス等の分野において、大規模研究施設を整備。</p> <ul style="list-style-type: none"> 計測・分析技術を利用した実験・研究を実施。
シンガポール	<p>◎：科学技術計画 2010 (Science and Technology Plan 2010) において計測・分析技術への言及はないが、右記ロードマップは同計画に基づき作成されている。</p>	<p>◎：A*STAR『計測技術5年ロードマップ』 (5-year Metrology Roadmap) HSA『化学計測技術ロードマップ』 (Chemical Metrology Roadmap)</p>	<p>△：計測・分析技術に特化したファンディングはないが、貿易産業省から研究ファンドをA*STARとその傘下のNMCが得て「科学技術計画 2010」の重点分野における計測・分析技術の研究を支援。</p>	<p>5年間総額で約1,778万シンガポールドル (約7.8億円) (5-year Metrology Roadmap 予算、2006FY時点)</p>	<p>(大規模研究施設に特化した施策はない)</p>

(備考) 為替レートは、以下の通り (2010年3月30日時点)。1ドル=83円、1ユーロ=126円、1ポンド=142円、1ロシアルーブル=8円、1新シケル=0.08円、1ウォン=0.08円、1シンガポールドル=67円。

第3章 諸外国の動向

3.1 節 米国 (United States of America)

3.1.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

(1) 米国競争力法における計測・分析技術の位置づけ

2007年8月に成立した米国競争力法(The America COMPETES Act, PL 110-69¹)は、中国やインドの急速な経済発展等により国際競争がますます激化する中で、米国の競争力優位を確実なものとするため、研究開発によるイノベーション創出の推進や人材育成への投資促進、およびこれらのための政府予算の大幅増加を一体的にとりまとめたものである。

同法の中で、先端計測・分析技術に関する言及状況は以下の通りである。

(a) 国立標準技術研究所 (NIST)

- ・研究所3ヶ年計画の提出：法施行の翌年、NIST 所長は大統領予算教書提出時に、NIST 全体の3ヶ年計画書を議会に提出する。その後は毎年、3ヶ年計画を更新してこれを議会に提出する。
- ・TIP (技術イノベーションプログラム) の設立：ATP (先端技術計画) を撤廃して、NIST 内に TIP (技術イノベーションプログラム) を設立し、中小企業および合弁会社を対象とする TIP グラントを実施する。単独会社グラントは3年間で最高300万ドル、合弁会社グラントは5年間で最高900万ドルとする。また、NIST 内に、TIP 諮問委員会を創設する。TIP 諮問委員会のメンバーはNIST 所長が指名し、任期は3年とする。

(b) 科学技術政策局 (OSTP)

- ・国家的な研究インフラの共用：国家科学技術会議 (National Science and Technology Council : NSTC) を介して、国立研究所の研究設備および主要な機器の把握作業および設備不足への対処の優先度付けを行い、連邦機関が研究設備および機器を取得、更新、メンテナンスする際の計画立案の調整作業を行う。また、OSTP 局長は研究設備の不足状況、連邦政府の研究設備に関する計画および予算、そしてそれらの取得が優先度との関係でいかにして実施されるかについての報告書を毎年議会に提出する。
- ・イノベーションの促進に資する研究プログラムへの投資：各連邦機関は、ハイリスク・ハイリワード基礎研究プロジェクトを介して米国のイノベーションを推進・支援する。そのために各連邦機関は毎年、基礎研究予算に占めるハイターゲット基礎研究プロジェクトへの配分比率の目標値を設定し、その結果に関する報告書を議会に提出する。

¹ The America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science Act

(c) 国立海洋大気圏局 (NOAA)

- ・海洋大気研究開発プログラムの設立：NOAA 局長は航空宇宙局 (NASA) および国立科学財団 (NSF) の局長と協議し、諸研究所および民間組織と共同で海洋研究、沿岸研究、五大湖研究、大気研究のための共同プログラムを設立する。本プログラムでは米国の海洋科学および大気科学でのリーダーシップ、ならびにそれらの学識を活用した競争力の強化を促進することを目的として、先進技術および分析手法の開発に焦点をあてるものとする。
- ・NOAA によるイノベーションへの貢献：NOAA は短期的および長期的な基礎研究の実施を通して、イノベーション能力および経済的競争力の強化のためのあらゆる省庁連携活動に関与する。また、NOAA 局長は海洋科学、大気科学、および工学の発展を促す重要な体制を構築し、さらに科学技術工学数学に関連する研究職に就く機会および動機を提供する。

(d) エネルギー省 (DOE)

- ・科学工学イノベーション創造研究所の設立：DOE 長官は、基礎科学上の発見を技術イノベーションに発達させるための学際的な研究所を開設する。本研究所では国際競争力の強化に必要な新興技術に対する科学工学研究および教育活動の支援を行うものとし、対象分野を持続可能エネルギー技術、マルチスケール材料技術、ミクロ・ナノ工学、コンピュータ工学、情報工学、ゲノミクス、プロテオミクスとする。本計画に対し、2008 年度から 2010 年度まで毎年 1,000 万ドルの予算の使用を許可する。
- ・エネルギー高等研究計画局 (ARPA-E) の新設：エネルギー技術に関する長期的かつハイリスクな技術課題に取り組むため、ARPA-E を開設する。ARPA-E の最終目的はエネルギー技術の開発を介した米国の経済成長およびエネルギー安全保障であり、最終目標は、外国からのエネルギー輸入量の減量、温室効果ガスを含むエネルギー関連排出物の減量、全てのエネルギー関連部門でのエネルギー効率の向上である。この目標に資するため、基礎科学の飛躍的な発展および発見、科学的発見の技術イノベーションへの転換、産業界が技術的・経済的問題により取り組むことが困難な分野での先進技術の研究・移転のためのプロジェクトを実施する。ARPA-E 局長は毎年度、ARPA-E が実施したプロジェクトに関する報告書を議会に提出し、また 2008 年 10 月 1 日と 2011 年 10 月 1 日に、3 年間の戦略ビジョンについてのロードマップを議会に提出する。また、ARPA-E 局長は既存の DOE 諮問委員会、新設される ARPA-E 支援のための諮問委員会、PCAST、および専門家集団や科学機関からの助言を求めることができる。本計画に対し、2008 年度に 3 億ドルの予算の使用を許可し、本予算は 2009 年度および 2010 年度に使用しても良いものとする。しかし、本法施行後 5 年間以内に、予算を新しいビルの建設費や施設費に使用してはならない。

(e) 国立科学財団 (NSF)

- ・主要研究機器プログラム (Major Research Instrumentation Program) : 科学者や技術者が容易に公的高等教育機関などの研究機器を利用して研究活動を行うことを可能にしたり、また研究機器の複数機関間での共同購入や共用を促したりするための事業であり、多くの科学者個人や研究機関が研究機器を容易に購入・利用できるようにすることを目的としている。主要研究機器プログラムで購入できる機器の価格は最低 10 万ドル以上、最高 400 万ドル以下とするが、主要研究機器プログラムへの予算支出が 1.25 億ドルを超過した年度には、最高 600 万ドル以下とする。また、本プログラムの予算は研究機器の購入費のみならず、運用費や維持費にも用いることができるものとする。次に、本プログラムによる助成を受けた高等教育機関は、費用の 30%以上を連邦政府以外から調達しなければならないこととする。
- ・分野融合研究の支援体制の評価 : NSB は、主要研究機器プログラム、NSF による分野融合研究へのファンディングに関する科学者への情報提供の効率性、分野融合研究ファンディングに対するプロポーザル審査の過程を評価し、そして本法施行後 1 年以内に評価結果を下院および上院へ提出する。
- ・各種レポートの追加発行 : NSB は主要研究機器の詳細設計業務に対するファンディングの妥当性の評価を行い、また、主要研究機器の管理運用費に対する予算配分が NSF の方針から見て妥当かも評価する。そして、前述の評価結果を本法施行後 6 ヶ月以内に下院および上院に提出する。

以上のことからわかるように、米国の科学技術政策の最上位文書である米国競争力法では、具体的な分野を対象とした研究開発施策というよりも、研究開発基盤（人材教育を含む）の整備・支援に重点が置かれており、具体的な研究開発の方向性は、各所掌機関（NASA の航空宇宙、DOE の原子力・炭化水素、NOAA の海洋・気象、など）が検討・整理し、議会に報告する形式となっている。

(2) 計測・分析技術に係わる NIST の施策

米国の国家計量標準機関である国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology : NIST) は 2007 年 2 月、米国計測システム (United States Measurement System : USMS)²⁾に関する評価報告書³⁾を発表しており、この報告書は米国の計測分野の施策・戦略の主要な報告書の一つとなっている（詳細は後述）。

NIST はまた、2007 年に成立した米国競争力法のもとに、3 カ年計画を連邦議会に提出することを義務付けられており、この 3 カ年計画は前述の USMS に関する評価報告書や、全米アカデミーズ (National Academies) などによる提言を吸い上げた、最新の米国の計量・計測分野における施策・戦略をまとめた報告書であるといえる（詳細は後述）。

NIST はさらに、特定科学分野における計測戦略も打ち出している。その一例として、

²⁾ 米国計量システム (USMS) とは、国家計量システムを中核とした計量の開発、供給、利用、確証に係わる全ての関係者、関連機関、関連活動を含む複雑なネットワークである。

<http://usms.nist.gov/files/Assessment-2006-Foreward-Exec-Summary.pdf> p.v.

³⁾ NIST. An Assessment of the United States Measurement System http://usms.nist.gov/usms07/usms_assessment_report_2006.pdf

新興技術であるナノテクノロジー分野の計量・計測について、2004年1月に開催されたワークショップをもとにまとめた報告書が挙げられる。NISTはその中でナノテク分野に必要な計量インフラのニーズを洗い出し、次の6項目の提案を行っている⁴。

- ・ ナノテク分野の機器と計量についての国家的技術ロードマップを作成し、技術開発を導くとともに機器製造業者を支援する。
- ・ 充実した教育プログラムを開発する。計測インフラと高度計測機器の開発に取り組んでいる連邦研究機関を活用する。
- ・ 他の政府機関と共同で教育プログラムの資金を出し、共通分野の教育プログラムを効果的に支援する。
- ・ 国立研究所のユーザー施設を活用し、新たな計量技術の開発やナノ計測専門の国立ユーザー施設の設置を促す。
- ・ 産官共同出資のコンソーシアム結成を奨励し、分野に特有のナノ計測やナノ製造用の機器開発における問題点の解決を促す。
- ・ ナノ計量学やナノ製造のための予測ツールや評価ツールの開発に向けた総合的計算方法の開発に投資する。

⁴ NSET. Instrumentation and Metrology for Nanotechnology http://www.nano.gov/NNI_Instrumentation_Metrology_rpt.pdf

3.1.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

(1) 国立標準技術研究所（NIST）

商務省（Department of Commerce : DOC）傘下の NIST は、1901 年に設立された 国 立 の 計 測 ・ 標 準 研 究 機 関 で あり、米 国 の イ ノ ベー シ ョ ン と 産 業 競 争 力 を 促 進 す る た め に 計 測 科 学 や 標 準、技 術 の 進 歩 に 取 り 組 み、経 済 的 安 定 と 生 活 の 質 の 向 上 に つ な げ る こ と が そ の ミ ッ シ ョ ン で あり。メ リー ラ ン ド 州 ゲ イ サ ー ス バ ー グ の 本 部 キ ャ ン パ ス の 他 に、コ ロラ ド 州 ボ ル ダー に も キ ャ ン パ ス が あり、科 学 者、エ ン ジ ニ ア、技 術 者、事 務 員 な ど 総 勢 約 2,900 名 の 職 員 を 抱 え て いる。ま た、NIST の ユーザー 施 設 に は、学 界 や 産 業 界、他 の 政 府 機 関 な ど か ら 約 2,600 名 の 利 用 者 が 訪 れ て いる⁵。

NIST 傘 下 の 研 究 所 は 以 下 の 10 ヶ 所 で あり⁶、米 国 の 技 術 イ ン フ ラ の 進 歩 と 米 国 産 業 の 製 品 や サ ー ビ ス の 向 上 に つ な がる 研 究 開 発 活 動 を 行 っ て いる。

- ・ビルと火災研究所（Building and Fire Research Laboratory）
- ・ナノスケール科学技術センター（Center for Nanoscale Science and Technology）
- ・化学と技術研究所（Chemical Sciences and Technology Laboratory）
- ・電子・電気工学研究所（Electronics and Electrical Engineering Laboratory）
- ・情報技術研究所（Information Technology Laboratory）
- ・製造技術研究所（Manufacturing Engineering Laboratory）
- ・材料科学と技術研究所（Materials Science and Engineering Laboratory）
- ・中性子研究センター（NIST Center for Neutron Research）
- ・物理学研究所（Physics Laboratory）
- ・技術サービス（Technology Services）

(2) その他の機関

米 国 に お け る 計 測 ・ 計 量 ・ 分 析 技 術 研 究 の 中 心 は NIST に あり が、国 防 総 省（Department of Defense : DOD）や 航 空 宇 宙 局（National Aeronautics and Space Administration : NASA）な ど、他 省 で も 特 定 分 野 の 計 測 ・ 計 量 ・ 分 析 技 術 に つ い て は 規 模 が 小 さ い も の の 研 究 を 実 施 し て いる ケー ス が あり。NIST に よ れ ば、NIST の 研 究 所 が 実 施 し て いる 研 究 の 内、約 4 分 の 1 の 作 業 に つ い て は、計 測 の 専 門 知 識 や 能 力 の 習 得 を 求 め る 他 の 連 邦 機 関 と の 直 接 的 な 協 業 に よ っ て 進 め ら れ て いる⁷。

(a) 国防総省（DOD）

DOD の ナ ノ テ ク 研 究 開 発 プ ロ グ ラ ム（Defense Nanotechnology Research and Development Program）で は、ナ ノ テ ク 分 野 の 計 量 技 術 と 標 準 を 開 発 す る と い う 国 家 ナ ノ テ ク イ ニ シ ア チ ブ（National Nanotechnology Initiative : NNI）の 長 期 目 標 の 達 成 に 向 け た 努 力 の 一 環 と し て、ナ ノ テ ク ベー ス の 材 料 や デ バ イ ス の 開 発 に 必 要 な 画 期 的 な 機 器 の 開 発 や、磁 気 力 顕 微 鏡 法 を さ ら に 進 め た 単 一 ス ピ ン 計 測 の 実 現、最 新

⁵ NIST. General Information http://www.nist.gov/public_affairs/general2.htm

⁶ NIST. NIST Laboratories http://www.nist.gov/public_affairs/labs2.htm

⁷ DOC/NIST Three-Year Programmatic Plan FY2011-2013
http://www.nist.gov/director/planning/nist_three_year_plan_march2010.pdf p.18.

の計測能力をもとにした国防目的の革新的センサーの開発などを目指した研究開発が行われている⁸。

(b) 航空宇宙局 (NASA)

NASA では、2008 年度に 2 人の研究者がそれぞれ 255 万ドルと 187 万ドルの内部研究開発予算を得て、温室効果ガスである二酸化炭素の計量に用いる 2 種類のレーザー技術を開発した⁹。

⁸ DOD. Defense Nanotechnology Research and Development Program <http://www.fas.org/irp/agency/dod/nano2007.pdf> p.4

⁹ NASA. R&D Achievements http://gsfctechnology.gsfc.nasa.gov/Goddard_08_AR_Final_Lowres.pdf p.6

3.1.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

2010年度のNISTの予算は約10億ドル（推定）で、そのうち8億5,660万ドルが連邦政府からの予算、4,990万ドルが校正や計測標準、実験室の認定などのサービス提供による収入、そしてNIST傘下研究所での研究を支援するために他の政府省庁が拠出している予算が1億150万ドルとなっている。また、これとは別に、2009年度に米国再生・再投資法（American Recovery and Reinvestment Act : ARRA）によって得た6億1,000万ドルの予算のうち、2010年度末までに5億9,000万ドルを使い切ることになっている¹⁰。

¹⁰ NIST. Budget, Planning and Economic Analysis http://www.nist.gov/public_affairs/budget.htm

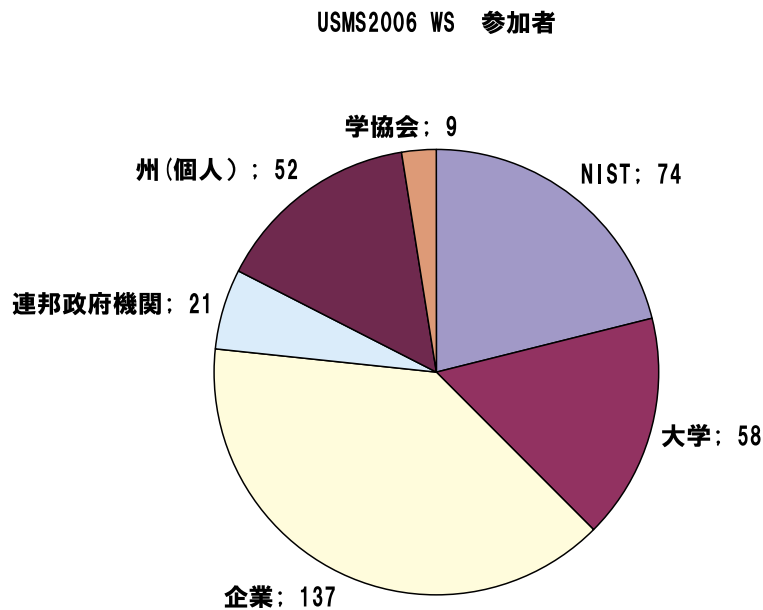
3.1.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

(1) 主な戦略

(a) 米国計量システムの評価：イノベーション促進を阻む計測上の障壁への対処（An Assessment of the United States Measurement System: Addressing Measurement Barriers to Accelerate Innovation）

NIST が 2007 年 2 月に発表した米国計量システム（United States Measurement System : USMS¹¹）に関する評価報告書、『米国計量システムの評価：イノベーション促進を阻む計測上の障壁への対処（An Assessment of the United States Measurement System: Addressing Measurement Barriers to Accelerate Innovation）¹²』は、NIST が実施したワークショップやインタビュー、ロードマップの検討作業などを通じ、1,000 名以上の各界識者や専門家の参加を得て行った評価の結果、特定された 723 件の問題点を分析してまとめたものである。

図 1 に同報告書作成の一環として開催されたワークショップの参加者の属性を、図 2 に同報告書向けに計測ニーズを提供した専門家の所属セクター構成を示す。



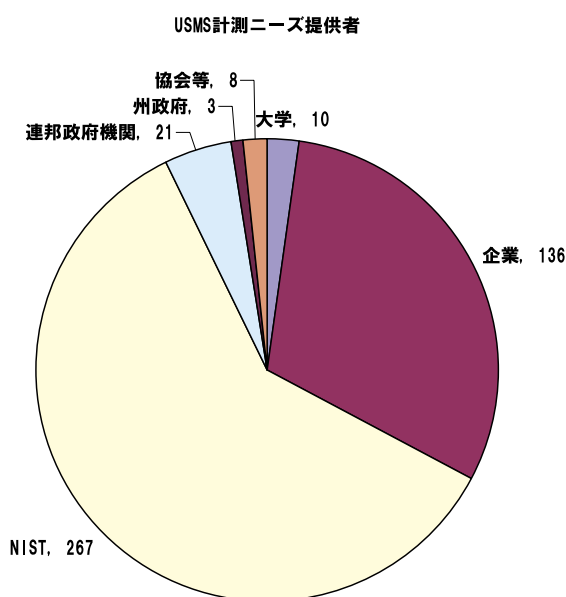
出典：「米国計量システムの評価：イノベーション促進を阻む計測上の障壁への対処」参加者リストより作成

図 1 USMS 2006 ワークショップ参加者属性

¹¹ 米国計量システム（USMS）とは、国家計量システムを中核とした計量の開発、供給、利用、確証に係わる全ての関係者、関連機関、関連活動を含む複雑なネットワークである。

<http://usms.nist.gov/files/Assessment-2006-Foreward-Exec-Summary.pdf> p.v.

¹² NIST. An Assessment of the United States Measurement System http://usms.nist.gov/usms07/usms_assessment_report_2006.pdf



出典：「米国計測システムの評価：イノベーション促進を阻む計測上の障壁への対処」参加者リストより作成

図2 USMSにおける計測ニーズ提供者のセクター別構成

同報告書は、あらゆるセクターや分野に共通の問題点として次の3点を挙げている¹³。

- ・技術イノベーションを阻む計測精度の問題を克服する新たな計測技術が必要である。
- ・製造プロセスや環境条件をリアルタイムでモニターできる高精度で頑強なセンサー技術が必要である。
- ・新しい技術をシステムレベルで評価する規格、基準、単位、手法などが欠如している。

同報告書は、これらの問題点の克服に向けた取組において重要な要素として、次の4点を挙げている¹⁴。

- ・競争前段階での共同研究開発を行い、新たな計測技術へのニーズに対応する。
- ・USMSの一部である連邦政府研究機関や他の公的機関が、増え続ける計測ニーズの優先順位を決める。
- ・USMS関係者は、先端計測が未来技術の科学的発見へ繋がることを明確にする必要がある。
- ・技術革新における計測障害を迅速に突破するため、公的機関と民間の一致団結が必要である。

さらに、NISTはこの評価報告書の中で、増え続ける計量ニーズや急速に変化する先端技術経済の需要を満たす国家的計測インフラの構築や、新しいタイプの計量ニ-

¹³ Ibid., pp.34-35

¹⁴ Ibid., pp.41-42

ズに対応する際の学際的取組の実施、そして米企業が国際市場にアクセスし効率的に取引するために必要な国際的計測システムとの協調、などの点を今後の USMS の方向性として掲げている¹⁵。

なお USMS のキャパシティの強化に向けた提言としては、以下の 7 項目が挙げられている¹⁶。

- ・ 評価を通じて特定された重要な計測ニーズへの理解を促進するための周知活動
- ・ USMS の効果を高める戦略の特定およびイノベーションを阻む計測上の問題に対応する計測技術の迅速な開発
- ・ 計量・計測分野における問題解決の突破口となるような画期的成果につながる協業の奨励
- ・ 各産業分野による計測ニーズの特定と優先順位の決定の奨励
- ・ 評価を通じて特定された、業界の具体的な計測上の問題解決に向けた取組の支援
- ・ 様々な産業や研究分野に共通の計測ニーズの特定と、相乗効果が期待できる点の特定
- ・ 技術イノベーションを促進する計測分野の研究開発への、政府による戦略的投資の促進

【補足】 USMS 評価のその後について

NIST 内に設置されていた USMS オフィスは、前述の評価報告書を取りまとめた後、組織が解体されている。担当者へのインタビュー結果によると、NIST のディレクターの指示により USMS オフィスの機能は、ディレクター室傘下の「NIST External Needs Assessment」という取組に吸収され、NIST 全体の経営戦略を担う企画組織となっている。USMS の評価を行った結果、NIST の限られた予算の範囲内で全ての計測ニーズに応えることは難しいことから、外部機関との連携を積極的に進めている。

(b) NIST の 3 カ年計画 (NIST Three-Year Programmatic Plan)

NIST の最新の戦略施策としては 3 カ年計画 (NIST Three-Year Programmatic Plan) が挙げられるが、2011 年度から 2013 年度の計画をまとめて 2010 年 3 月に発表された最新版の 3 カ年計画では、次の 3 点が優先度の高い取組として挙げられている¹⁷。

- ・ NIST 傘下の研究所と施設を強化し、計測科学と標準分野におけるリーダーとしての米国の立場を確保する。
 - － 政府の計量標準へのニーズを満たすために、他の政府機関への支援を強化する。
 - － 最新の計測科学をさらに進歩させる。
 - － 施設や機器を改善し、最先端の研究を可能にする。

¹⁵ Ibid., pp.36-37

¹⁶ NIST. An Assessment of the United States Measurement System Executive Summary
<http://usms.nist.gov/files/Assessment-2006-Foreward-Exec-Summary.pdf>

¹⁷ DOC/NIST Three-Year Programmatic Plan FY2011-2013
http://www.nist.gov/director/planning/nist_three_year_plan_march2010.pdf

- ・重要性の高い国家的問題に対処するための活動に重点を置く。
 - －エネルギー効率と環境スチュワードシップを向上させる。
 - －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。
- ・NIST の能力を生かす協業体制を拡げ、地域レベルと国家レベルでのイノベーションを促進する。

(2) 施策の特徴

(a) 標準化活動

NIST の標準サービス局 (Standards Services Division : SSD) は、標準関連のプログラムの実施や、米国経済の強化と生活の質向上のつながる知識とサービスの提供を行っている。SSD の目標は①米国の標準が国内外で認識され、使用されるようにすること、②米国の試験・校正データが世界中で受け入れられるように働きかけ、米国製品のマーケティングを支えること、③業界団体や輸出業者などを対象にトレーニングや情報提供プログラムを実施し、産業を支援することなどである¹⁸。

(b) 技術移転

NIST は、技術パートナーシップ室 (Office of Technology Partnership) を設置し、内部で開発された計量技術を、外部の公的機関や研究機関などと協力して民間セクターへ移転する活動を積極的に行っている¹⁹。NIST が保有する技術は、実用化や提携が可能な NIST の技術のデータベース (<http://patapsco.nist.gov/TS/220/sharedpatent/index.cfm>) から、分野別やキーワードを使った検索をすることが可能である²⁰。

(c) 研究開発動向

NIST の内部研究の例としては、2010 年度の NIST 予算の中で提案されているイニシアチブの一つで「量子ベースの計測 (Quantum-based Measurement) プログラム」がある。同プログラムの目的は、時間、電荷、光の計測用の量子ベースの単位の基礎をつくり、現在の国際単位系 (International System of units、メートル法) の土台となっている単位と結びつけることである。同プログラムを通じ、NIST は量子系の操作と管理用のツールを開発し、複雑な量子デバイスを作るための計測面の基礎を作ること、そして精密な量子計測を活用することで根本的な自然界の法則への理解を深めることを目指している²¹。

GPS によるナビゲーションや通信ネットワークの同期化など、多くの最新技術は量子力学を用いた原子時計による正確な時間と周波数の計測に支えられている。この原子時計をさらに改善するための研究が量子計算の研究へとつながり、NIST による世界最先端の量子情報処理プログラムの立ち上げに至っている。NIST はさらに、量

¹⁸ NIST. About the Standards Services Division (SSD) <http://ts.nist.gov/Standards/about.cfm>

¹⁹ Federal Register. Announcement of NIST Partnership Opportunities for Technology <http://edocket.access.gpo.gov/2009/pdf/E9-22180.pdf>

²⁰ NIST. Technology Services <http://tsapps.nist.gov/techtransfer/>

²¹ NIST. Quantum-based Measurements http://www.nist.gov/public_affairs/factsheet/quantum_meas_2010.html

子計算のツールと技術を用いて現在の原子時計の 100 倍の精度を持つ新型原子時計の開発にも最近着手した。ナビゲーションや通信、重力、磁力などの計測において、このような高度な精密性への需要が高まり続けており、NIST の 2010 年の歳出予算には量子ベース計測研究用の予算 300 万ドルが追加されている²²。

²² DOC/NIST Three-Year Programmatic Plan FY2011-2013
http://www.nist.gov/director/planning/nist_three_year_plan_march2010.pdf pp.9-10.

3.1.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

(1) NIST のプログラム

(a) 計量科学技術研究グラントプログラム (MSE)

NIST は 2009 年 2 月に成立した米国再生・再投資法 (American Reinvestment and Recovery Act : ARRA) のもとに、計量科学技術研究グラントプログラム (Measurement Science and Engineering Research Grant Programs : MSE) を実施している。2010 年 1 月に発表されたニュースリリースによると、NIST はグラントを提供する 27 プロジェクトを採択した。総額約 3,400 万ドルのグラントを提供、1 件当たりの提供額 (プロジェクト期間 (3 年) 分一括) は 41 万 8,996 ドルから 150 万ドルである。同プログラムでは、特に次に挙げる 6 分野における計量科学研究の促進を狙いとしている²³。

- ・エネルギー (Energy)
- ・環境、気候変動 (Environment and climate change)
- ・IT / サイバーセキュリティ (Information technology and cybersecurity)
- ・バイオ / 医療 (Biosciences/health care)
- ・製造業 (Manufacturing)
- ・インフラ (Physical infrastructure)

各分野グラントは米国の研究機関、NPO、民間企業、州政府などに対して提供され、コストシェアリングは必要ない^{24,25}

表 1 に、2010 年に採択された MSE グラントの 27 テーマリストを示す。

²³ NIST. http://www.nist.gov/public_affairs/releases/measurementgrants2010.html

²⁴ NIST. FY2010 Measurement Science and Engineering Research Grants Programs http://www.nist.gov/public_affairs/2010_MSE_FFO120809.pdf

²⁵ NIST. Recovery Act Information http://www.nist.gov/recovery/measurement_ffo.html

表1 MSE グラント採択テーマ (2010)

分野	プロジェクト	実施機関	ファンド
エネルギー	小売店における換気と室内空気質	ASHRAE Inc. (アトランタ, GA)	\$1,500,000
	SiC-SiO ₂ インタフェースの新たな電気的・物理的な特性評価	ゼネラルエレクトリック社・GE グローバル研究所 (ニスカユナ, NY)	\$1,500,000
	バイオ燃料の熱物性	ブリガム・ヤング大学 (プロボ, UT)	\$627,500
	位相差計測ユニット較正器の開発	フルーク電子 (エバレット, WA)	\$1,404,400
	電気化学的エネルギーシステムへの中性子測定法の適用	ゼネラルモーターズ社・電気化学エネルギー研究室 (ハネオイエフオールス, NY)	\$1,255,833
環境 / 気候変動	電子イメージと単一電子エネルギー損失分光による大気エアロゾルにおける炭素ナノ粒子の光学特性の測定	アリゾナ州立大学 (テンペ, AZ)	\$742,983
	地球温暖化ガスの統合的な都市フラックスの航空機ベースの物質収支測定値の精度の開発、改良、および査定	パデュー大学 (ウェストラフィエット, IN)	\$1,500,000
	ブイ・センサー技術: 海洋の二酸化炭素と同位体組成の長期水中観測	ウッズホール海洋生物学研究所 (ウッズホール, MA)	\$1,046,438
	多波長の気象特性評価システム	多波長の気象特性評価システム	\$1,499,463
	反転法による地球温暖化ガス放出: 社会実験	スクリプス海洋研究所/カリフォルニア大学サンディエゴ校 (ラ・ホーヤ, CA)	\$1,211,820
IT/サイバーセキュリティ	無線 Body Area Network (BAN) の RF 伝搬計測とモデリング	ワーチェスター工芸研究所 (ウスター, MA)	\$1,170,293
	ダイヤモンドベース磁気計の量子制御法と量子情報処理への応用	ハーバード大学 (ケンブリッジ, MA)	\$1,441,440
	クラウドコンピューティングの計測科学: データ管理と利用	IBM (ニューヨークハイツイ, NY)	\$1,494,041
	暗号ハードウェア/ソフトウェアの正しい総合的性能評価の環境	ジョージメイソン大学 (フェアファクス, VA)	\$1,496,655
バイオ/医療	PSA とセックスステロイド活性測定のためのリファレンス方法の開発	メイヨー・クリニック医大 (ロチェスター, MI)	\$1,496,654
	シングルセル・サンプルからの多種 ELISA ベース・タンパク質測定のためのマイクロロフルイディクス・プラットフォーム	システムバイオロジー研究所 (シアトル, WA)	\$1,485,605
	治療抗体の評価のための in-vitro ヒト用テストベッドの開発とバリデーション	VaxDesign 社 (オーランド, FL)	\$1,499,990
製造	3D ホログラフィ・2光子超分解顕微鏡	ジョーンズ・ホプキンス大学 (ボルチモア, MD)	\$1,498,674
	モデルベースの持続可能な製造における相互運用性のための製品過程存在論のための測定基準、測定法、および枠組みの開発	ケンタッキー大学 (レキシントン, KY)	\$1,499,935
	自由曲面の正確な測定法の開発	アリゾナ大学 (ツーソン, AZ)	\$1,348,643
	ポスト CMOS 電子機器のためのナノスケール磁石の測定と特性評価	コロラド州立大学 (フォートコロリズ, CO)	\$962,440
	非構造動的環境における自律的ナビゲーションの世界モデル: 性能評価とベンチマーキング	テンブル大学 (フィラデルフィア, PA)	\$1,095,019
社会インフラ	強化石工断壁構造へのパフォーマンススペースの耐震設計方法・ツール	カリフォルニア大学サンディエゴ校 (ラ・ホーヤ, CA)	\$1,499,366
	フライアッシュ (飛散灰)・コンクリートの科学: フライアッシュの拡大利用における新技術を可能にする基本モデル	ノースウェスタン大学 (エバンストン, IL)	\$1,500,000
	床組の防火性能を高めた火災安全性向上と、消防サービスへの情報提供	アンダーライタース・ラボタトリーズ (UL: 米国認証機関) (ノースブルック, IL)	\$1,295,000
	天災リスク管理モデリング: ステークホルダーの見解	デラウェア大学 (ニューアーク, DE)	\$796,255
	パフォーマンススペース地震工学 (PBEE) に準拠した構造系の開発と評価	バージニア州工科大学 (ブラックスバーグ, VA)	\$580,493

出典: http://www.nist.gov/public_affairs/releases/measurementgrants2010.html

(b) 技術イノベーションプログラム (TIP)

NIST では、**技術イノベーションプログラム**²⁶ (Technology Innovation Program: TIP) を通じて、ハイリスクではあるが成功すれば画期的成果が期待できるタイプの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グラントおよびアワードを提供している。同プログラムは、2007年に成立した米国競争法 (America COMPETES Act) によって設けられた²⁷。

このプログラムでは、「国家的優先度の高い課題」でかつハイリスク・ハイリターンな分野に関する研究プロジェクトを支援しており、2008年度、2009年度とも、数件の計測・分析技術に関するプロジェクトに対する支援が行われている。例えば2009年度の公募では、①インフラ、②製造の2つのトピックが公募課題となっており²⁸、ディストリビューテッド・センサーテクノロジーズ社 (Distributed Sensor Technologies) が獲得したグラントでは、プロジェクトの一環として最先端計測技術のためのファイバー光学センサーケーブルを開発する予定である。同プロジェクト予算は合計 854 万 8,000 ドルとなっており、そのうち 403 万ドルを TIP がグラントとして支援している²⁹。

²⁶ NIST. Technology Innovation Program <http://www.nist.gov/tip/>

²⁷ NIST. Technology Innovation Program http://www.nist.gov/public_affairs/tip.htm

²⁸ http://www.nist.gov/tip/comp_09/frn_comp09.pdf

²⁹ <http://tipex.nist.gov/tippb/prjbriefs/prjbrief.cfm?ProjectNumber=080019>

表 2 に TIP プログラムの 2009 年新規採択テーマ（9 テーマ）のリストを示す。

表 2 TIP2009 年新規採択テーマ

プロジェクト	実施機関	期間	予算
公共インフラの高度な健全性管理を可能にする SCANS ^a の開発	Acellent Technologies 社 (サニーベール、CA)	3 years	\$2,995,000
公共インフラの健全性モニタリングのための光ファイバーセンシングシステム	Distributed Sensor Technologies 社 (サンタバーバラ、CA)	3 years	\$4,030,000
超広帯域パルスレーダー表面形状測定装置を利用したインフラ欠陥の把握・視覚化・故障予測システム	ELXSI 社 (オーランド、FL)	3 years	\$3,119,000
鉄筋コンクリート腐食検知・モニタリング用マイクロ波熱電撮像装置	Newport Sensors 社 (アーバイン、CA)	3 years	\$1,249,000
自動車に搭載して、橋や道路の状態を観測・評価する VOTERS の開発	ノースイースタン大学 (ボストン、MA)	5 years	\$9,000,000
橋梁の構造健全性を予知診断する電源内蔵型無線センサーネットワーク	Physical Acoustics 社 (プリンストンジャンクション、NJ)	5 years	\$6,930,000
水道システムインフラの災害を予防および緩和するための次世代型 SCADA	カリフォルニア大学アーバイン校 (アーバイン、CA)	3 years	\$2,800,000
国家インフラシステムの劣化を防ぐためのコンピュータネットワークを利用した無線監視システム	ミシガン大学 (アナーバー、MI)	5 years	\$8,998,000
高速で信頼性が高く経済性に優れた道路橋の点検・モニタリング手法の開発	テキサス大学オースティン校 (オースティン、TX)	5 years	\$3,421,000
			\$42,542,000

出典：http://www.nist.gov/tip/upload/nist_tip_2008_annual_report.pdf

(c) その他のプログラム

また、NIST と大学との共同研究を促す動きも見受けられる。連邦上院歳出委員会は、2009 年度の商務省予算法案を可決した際に、NIST 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の加速化を図るべきであると提言し、戦略的計測パートナーシップ（Strategic Measurement Partnerships: SMP）を新たに設けるための予算として 925 万ドルを提案した³⁰。同パートナーシップは NIST と大学によるコストシェア方式の研究協力体制で、次世代の計測と標準の開発を目指すものである。期限は 5 年間で更に 5 年間の延長が可能である³¹。ただし、同プログラムは、最終法案には盛り込まれておらず、プログラム情報もないことから、プログラムとしては実現していない。

(2) 国立科学財団（NSF）のプログラム

国立科学財団（National Science Foundation : NSF）が提供している MMS（Methodology, Measurement, and Statistics）プログラム³²は、社会科学、行動科学、経済学の学際的プログラムであり、これら科学に用いる革新的な分析的、統計的方法とモデルの開発をサポートするものである。調査および調査データの分析への新しい革新的アプローチの開発を促進する研究提案の支援のため、MMS プログラムは連邦政府の統計機関のコンソーシアムと連携している。MMS プログラムは、次のような様々なタイプのアワードおよびグラントをサポートしている。

³⁰ Senate Appropriations Committee Report <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/cpquery/T?&report=sr397&dbname=110&>

³¹ Senate Appropriations Committee Report <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/cpquery/T?&report=sr397&dbname=110&>

³² NSF. MMS http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=5421

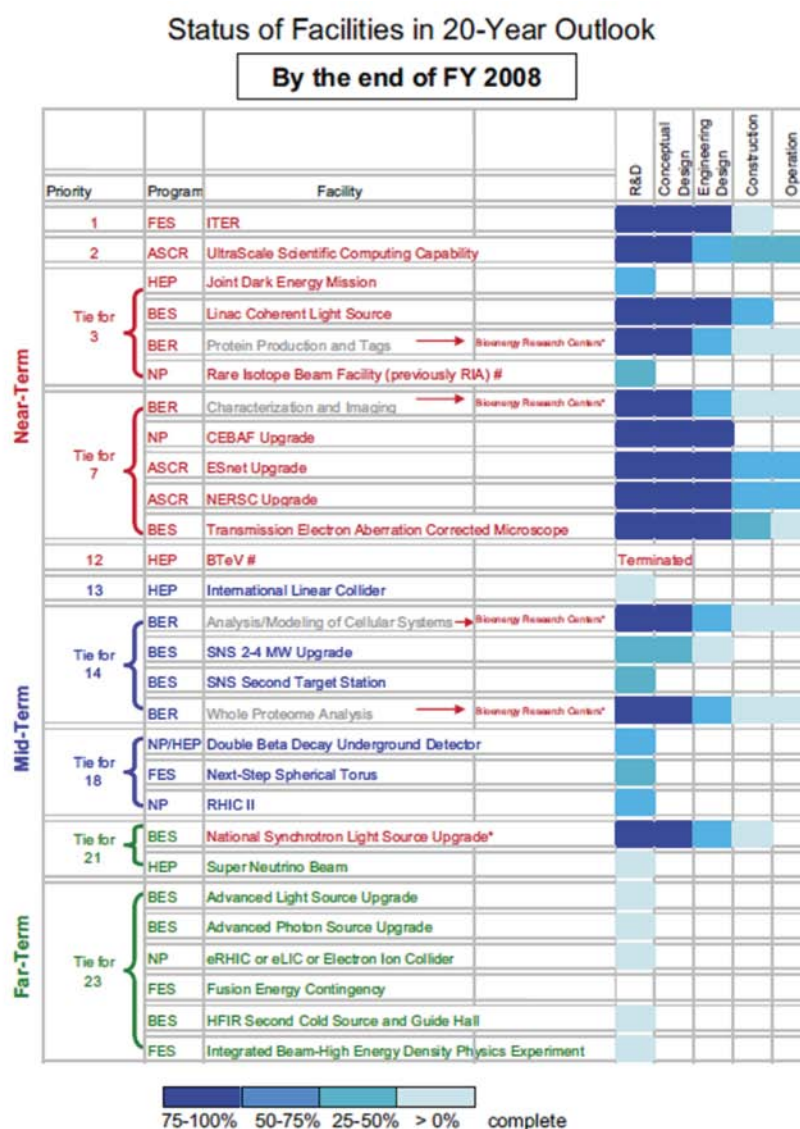
- Regular Research Awards
- Mid-Career Research Fellowships
- Doctoral Dissertation Research Improvement Grants
- Research Experience for Undergraduates (REU) Supplements

3.1.6 項 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組

2003年11月に、米国エネルギー省（DOE）が、様々な科学的成果を生み出してきた科学技術関連設備を整備することにより広範な科学における米国のリーダーとしての地位を確実にすることを目的として、米国として今後20年間に必要な科学技術関連設備の優先順位付けを行った”Facilities for the Future of Science : A Twenty-Year Outlook”を公表した（計28の新規に建設される施設、および既存施設の拡充を対象）。

また、さらに4年後の2007年8月には、”Four Years Later : An Interim Report on Facilities for the Future of Science:A Twenty-Year Outlook”が発表され、技術開発ロードマップや優先順位付けの見直しが行われている。

表3 対象となった大規模研究施設



* technological readiness change
changed due to planned facility abroad

出典：米国エネルギー省 “Facilities for the Future of Science : A Twenty-Year Outlook”

対象となっている大規模研究施設の種別は以下の通りであり、これらのうち、コンピュータ科学以外の分野においては、程度の差はあるもののロードマップの中に計測・分析に関連した技術開発課題が挙げられている。

- ・ コンピュータ科学 (Advanced Scientific Computing Research : ASCR)
計測・分析に関連した研究施設は無い。

- ・ 基礎エネルギー科学 (Basic Energy Sciences : BES)
 - Linac Coherent Light Source の建設 (2005 年～)、運用 (2008 年～)
 - Transmission Electron Achromatic Microscope の建設 (2006 年～) 運用 (2008 年～)
 - Spallation Neutron Source (SNS) のアップグレード (2007 年～) 運用 (2010 年～)
 - SNS のセカンド・ターゲット・ステーションの建設 (2009 年～) 運用 (2012 年～)

- ・ 生物・環境 (Biological and Environmental Research : BER)
 - Analysis and Modeling of Cellular System Facility の建設 (2006 年～) 運用 (2010 年～)
 - Whole Proteome Analysis Facility の建設 (2006 年～) 運用 (2010 年～)
 - Characterization and Imaging of Molecular Machines Facility の建設 (2006 年～) 運用 (2010 年～)

- ・ 核融合科学 (Fusion Energy Sciences : FES)
 - 国際協力による ITER の建設 (2006 年～) 運用 (2014 年～)
 - NSST (Next-Step Spherical Torus) の建設 (2010 年～) 運用 (2016 年～)
 - IBX (Integrated Beam Experiment) の建設 (2013 年～)

- ・ 高エネルギー物理 (High Energy Physics : HEP)
 - 国際協力による LC (Linear Collider) の研究開発 (2006 年～)

- ・ 核物理 (Nuclear Physics : NP)
 - CEBAF (Continuous Electron Beam Accelerator Facility) のアップグレード (2007 年～) 運用 (2012 年～)
 - RIA (Rare Isotope Accelerator) の建設 (2009 年～) 運用 (2015 年～)
 - Double Beta Decay Underground Detector の建設 (2007 年～) 運用 (2013 年～)

以下においては、大規模放射光施設 APS (advanced Photon Source) と中性子施設 SNS (Spallation Neutron Source) における計測・分析技術への取組状況を示す。

(1) APS (Advanced Photon Source)

(a) 施設の概要

APS は、物質構造科学研究を実施する研究施設である。施設は、線形加速器・シンクロトロン・蓄積リング・挿入光源から構成されており、最大電子エネルギー 7GeV、最大ビームライン数 68 本、周長 1104m である。また、挿入光源は 35 台設置可能である。

(b) 運営機関

ANL (Argonne National Laboratory)

(c) 施設の整備状況、および今後の整備計画

1990 年に建設開始し、1996 年に運営開始している。また、今後 2020 年までに順次リニューアルを行っていく予定である。

(d) 予算

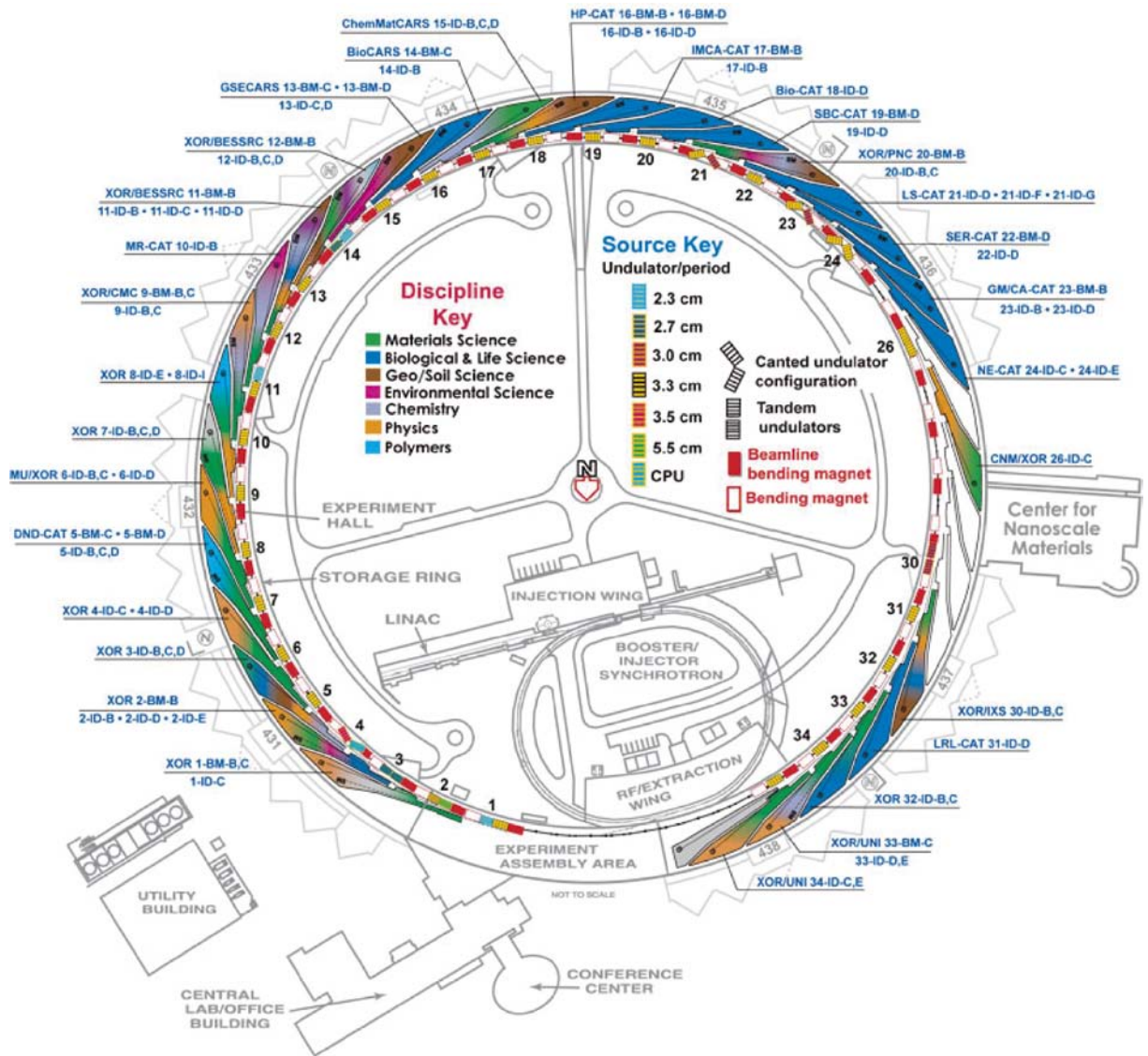
建設費は 812 百万ドル、年間運営費は 101 百万ドル (2005 年実績)。

(e) 施設における実験装置の概要

APS における実験装置のレイアウトを図 3³³ に、利用可能な実験装置を表 4³⁴ に示す。分光、散乱、イメージング、硬 X 線回折等、多岐にわたる計測・分析技術が用いられており、物質科学、化学、高分子化学、生命科学、物理学、環境、地球科学等の分野の実験が行われている。

³³ APS. Beamlines Map http://www.aps.anl.gov/Beamlines/Beamlines_Map/index.html

³⁴ APS. Beamlines: http://www.aps.anl.gov/Beamlines/Sectors_Map/



出典：APS. Beamlines Map http://www.aps.anl.gov/Beamlines/Beamlines_Map/index.html

図3 実験装置のレイアウト (APS)

表 4 APS において利用可能な実験装置

No.	計測・分析技術の種別	No.	計測・分析技術の種別
1-BM-B,C	Powder diffraction	8-ID-E	Grazing Incidence Small Angle Sattering (GISAXS)
1-ID-C	High energy x-ray diffraction		Intensity fluctuation spectroscopy
2-BM-B	General Diffraction		X-ray Reflectivity
	Micro-diffraction		X-ray photon correlation spectroscopy
	Phase contrast imaging	8-ID-I	Intensity fluctuation spectroscopy
	Tomography		Small angle x-ray scattering (SAXS)
2-ID-B	Coherent x-ray scattering (Soft X-ray)		X-ray photon correlation spectroscopy
	Micro-Fluorescence (Soft X-ray)	9-BM-B,C	X-ray absorption fine structure (XAFS)
2-ID-D	Micro-diffraction	9-ID-B,C	Inelastic X-ray Scattering
	Micro-Fluorescence (Hard X-ray)		Liquid scattering
	Micro-XAFS		Resonant Inelastic X-ray Scattering
2-ID-E	Micro-Fluorescence (Hard X-ray)	10-BM-A,B	Tomography
3-ID-B,C,D	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)		X-ray Lithography
	Inelastic X-ray Scattering		X-ray absorption fine structure (XAFS)
	Nuclear Resonant Scattering	10-ID-B	Diffraction anomalous fine structure (DAFS)
4-ID-C	Anomalous and Resonant Scattering (Soft X-ray)		Micro-Fluorescence (Hard X-ray)
	Magnetic circular dichroism (XMCD-Soft X-ray)		Micro-XAFS
	Magnetic x-ray scattering		X-ray absorption fine structure (XAFS)
	X-ray Photoemission electron microscopy (X-PEEM)	11-BM-B	Powder diffraction
	X-ray Photoemission spectroscopy (XPS)	11-ID-B	Pair Distribution Function (PDF)
	X-ray magnetic linear dichroism (XMLD)	11-ID-C	Diffuse x-ray scattering
4-ID-D	Anomalous and Resonant Scattering (Hard X-ray)		High energy x-ray diffraction
	Magnetic circular dichroism (XMCD-Hard X-ray)		Pair Distribution Function (PDF)
	Magnetic x-ray scattering	11-ID-D	General Diffraction
5-BM-C	Powder diffraction		Time Resolved XAFS
	Tomography		X-ray absorption fine structure (XAFS)
5-BM-D	High energy x-ray diffraction	12-BM-B	Fluorescence spectroscopy
	X-ray absorption fine structure (XAFS)		General Diffraction
5-ID-B,C,D	Powder diffraction		Powder diffraction
	Small angle x-ray scattering (SAXS)		X-ray Reflectivity
	Surface diffraction		X-ray absorption fine structure (XAFS)
	Wide angle x-ray scattering (WAXS)	12-ID-B,C,D	Grazing Incidence Small Angle Sattering (GISAXS)
	X-ray Optics Development/Techniques		Small angle x-ray scattering (SAXS)
	X-ray Reflectivity		Surface diffraction
	X-ray standing waves		Wide angle x-ray scattering (WAXS)
6-ID-B,C	Anomalous and Resonant Scattering (Hard X-ray)	13-BM-C	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)
	General Diffraction		Single crystal diffraction
	Grazing Incidence Diffraction		Surface diffraction
	Liquid scattering	13-BM-D	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)
	Magnetic x-ray scattering		High Pressure Multi-Anvil Press (LVP)
	Surface diffraction (UHV)		Tomography
6-ID-D	High energy x-ray diffraction		X-ray absorption fine structure (XAFS)
	Magnetic x-ray scattering	13-ID-C,D	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)
	Pair Distribution Function (PDF)		High Pressure Multi-Anvil Press (LVP)
	Powder diffraction		Inelastic X-ray Scattering
7-ID-B,C,D	Phase contrast imaging		Micro-diffraction
	Time Resolved XAFS		Micro-Fluorescence (Hard X-ray)
	Time-resolved x-ray scattering		Micro-XAFS
			X-ray absorption fine structure (XAFS)

No.	計測・分析技術の種別	No.	計測・分析技術の種別
14-BM-C	Biohazards at the BSL2/3 level	21-ID-D	Macromolecular crystallography
	Fiber Diffraction	21-ID-E	Macromolecular crystallography
	Large unit cell crystallography	21-ID-F	Macromolecular crystallography
	Macromolecular crystallography	21-ID-G	Macromolecular crystallography
	Subatomic (<0.85 Å) resolution	22-BM-D	Macromolecular crystallography
14-BM-D	Macromolecular crystallography	22-ID-D	Macromolecular crystallography
14-ID-B	Biohazards at the BSL2/3 level	23-BM-B	Multi wavelength anomalous dispersion (MAD)
	Laue crystallography		Macromolecular crystallography
	Macromolecular crystallography		Large unit cell crystallography
	Time-resolved x-ray scattering		Macromolecular crystallography
15-ID-B,C,D	Wide angle x-ray scattering (WAXS)	23-ID-D	Micro-diffraction
	Anomalous and Resonant Scattering (Hard X-ray)		Multi wavelength anomalous dispersion (MAD)
	Liquid scattering		Single wavelength anomalous dispersion (SAD)
	Micro-diffraction	Subatomic (<0.85 Å) resolution	
	Single crystal diffraction	24-BM-B	Large unit cell crystallography
	Small angle x-ray scattering (SAXS)		Macromolecular crystallography
	Surface diffraction		Micro-diffraction
Wide angle x-ray scattering (WAXS)	Multi wavelength anomalous dispersion (MAD)		
16-BM-B	EDXD diffraction	24-ID-C	Single wavelength anomalous dispersion (SAD)
	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)		Subatomic (<0.85 Å) resolution
	White Laue single crystal diffraction		Macromolecular crystallography
16-BM-D	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)	24-ID-E	Macromolecular crystallography
	Powder ADXD diffraction		Micro-diffraction
	Single crystal diffraction		Micro-beam
	X-ray Absorption (XANES)		Single crystal diffraction
16-ID-B	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)	26-ID-C	Single wavelength anomalous dispersion (SAD)
	Micro-diffraction		Micro-diffraction
	Single crystal diffraction		Micro-beam
16-ID-D	High Pressure Diamond Anvil Cell (DAC)	30-ID-B,C	Single crystal diffraction
	Inelastic X-ray Scattering (1 eV resolution)		Single wavelength anomalous dispersion (SAD)
	Nuclear Resonant Scattering		Micro-diffraction
	X-ray Emission Spectroscopy		Micro-Fluorescence (Hard X-ray)
	X-ray Raman Scattering		Tomography
17-BM-B	Macromolecular crystallography	31-ID-D	Inelastic X-ray Scattering
17-ID-B	Macromolecular crystallography	31-ID-D	Fiber Diffraction
18-ID-D	Fiber Diffraction		Macromolecular crystallography
	Micro-diffraction		Single crystal diffraction
	Micro-Fluorescence (Hard X-ray)		Single wavelength anomalous dispersion (SAD)
	Small angle x-ray scattering (SAXS)		Phase contrast imaging
	Time-resolved x-ray scattering	Radiography	
micro-XAS	32-ID-B,C	Ultra-small Angle X-ray Scattering (USAXS)	
19-BM-D		Ultra low temperature (15K)	
19-ID-D	Large unit cell crystallography	33-BM-C	Anomalous and Resonant Scattering (Hard X-ray)
	Macromolecular crystallography		Diffuse x-ray scattering
	Micro-beam		General Diffraction
	Multi wavelength anomalous dispersion (MAD)		Grazing Incidence Diffraction
	Subatomic (<0.85 Å) resolution		Powder diffraction
	Ultra low temperature (15K)		X-ray Reflectivity
20-BM-B	Micro-Fluorescence (Hard X-ray)	33-ID-D,E	Anomalous and Resonant Scattering (Hard X-ray)
	Micro-XAFS		Diffuse x-ray scattering
	X-ray absorption fine structure (XAFS)		General Diffraction
20-ID-B,C	Micro-Fluorescence (Hard X-ray)	34-ID-C,E	Surface diffraction
	Micro-XAFS		X-ray Reflectivity
	Surface diffraction		X-ray standing waves
	Time Resolved XAFS		Coherent x-ray scattering
	X-ray Emission Spectroscopy		Micro-diffraction
	X-ray Raman Scattering		
	X-ray absorption fine structure (XAFS)		

出典 : APS. Beamlines: http://www.aps.anl.gov/Beamlines/Sectors_Map/

(2) SNS (Spallation Neutron Source)

(a) 施設の概要

パルス中性子を用いた物質・生命科学実験を行う研究施設であり、1GeVの陽子加速器およびこれにより駆動される1.4MWの出力の中性子源を有している。

施設は、エネルギー省のもと、オークリッジ国立研究所、アルゴンヌ国立研究所、ロスアラモス国立研究所、ブルックヘブン国立研究所、ローレンス・バークレー国立研究所、ジェファーソン加速器研究所が共同で、オークリッジ国立研究所に建設したものである。

SNSでは、高分子・タンパク質の機能解析、ナノスケールの磁性体、触媒・薄膜の構造解析等の研究に重点をおいて実験装置の整備を行っており、創薬、高密度時期メモリ、触媒、機能性薄膜等の分野の研究開発を行うことを目的としている。

(b) 運営機関

ORNL (Oak Ridge National Laboratory)

(c) 施設の整備状況、および今後の整備計画

2006年に運営開始している。また、2008～2012年にアップグレードを行う計画であり、散乱装置の能力向上、ビーム強度の向上を図る予定となっている。

(d) 予算

建設費は1,400百万ドル、年間運営費は142百万ドル(2006年実績)。

(e) 施設における実験装置の概要

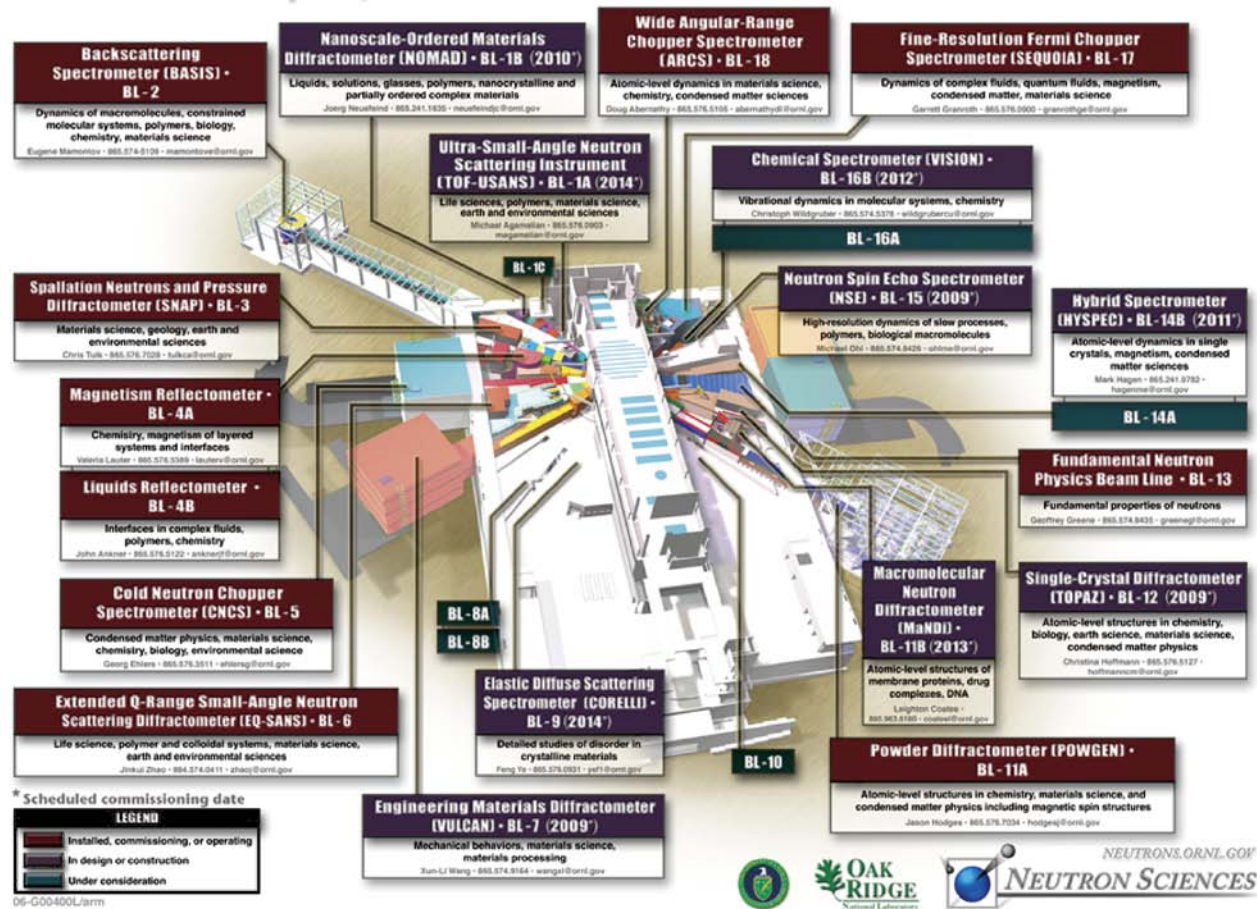
SNSにおける実験装置のレイアウトを図4³⁵に、利用可能な実験装置を表5³⁶に示す。分光、散乱、回折等の計測・分析技術が用いられている。

³⁵ SNS.Instrument Beam Lines <http://neutrons.ornl.gov/instruments/SNS/beamline.shtml>

³⁶ SNS.Available Instruments <http://neutrons.ornl.gov/instruments/>

Spallation Neutron Source at Oak Ridge National Laboratory

The world's most intense pulsed, accelerator-based neutron source

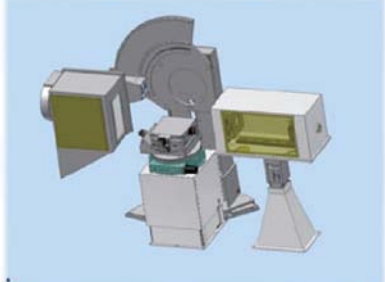
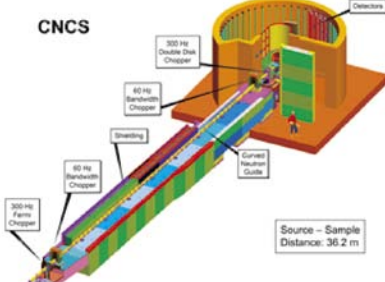
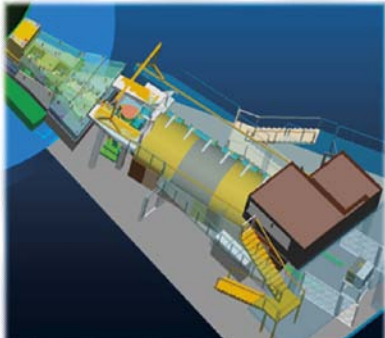
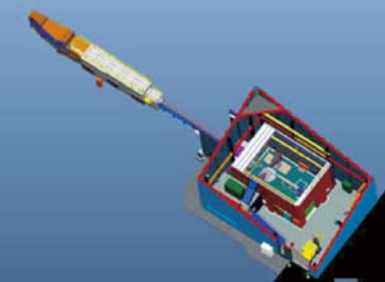
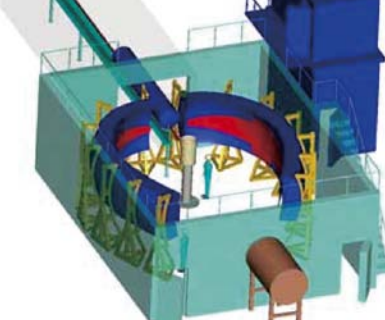



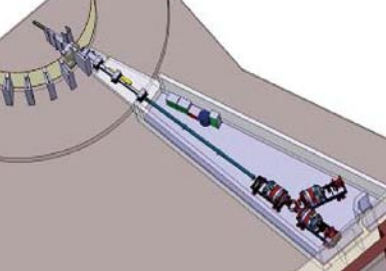
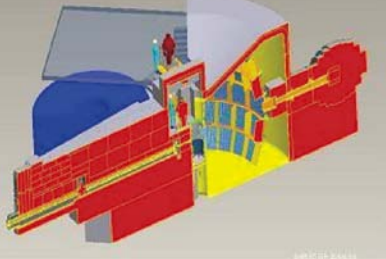
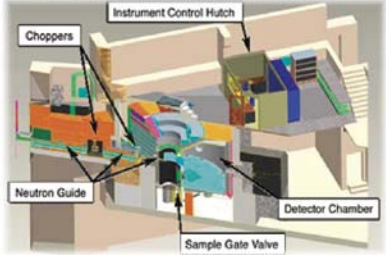
出典：SNS.Instrument Beam Lines <http://neutrons.ornl.gov/instruments/SNS/beamline.shtml>

図 4 実験装置のレイアウト (SNS)

表 5 SNS において利用可能な実験装置

No.	実験装置の種類	実験装置の概要図
1	Backscattering Spectrometer (BASIS) (後方散乱分光器)	
2	Spallation Neutrons and Pressure Diffractometer (SNAP) (高圧回折装置)	
3	Magnetism Reflectometer (MR) (磁性体反射率計)	— (装置の概要図は無し)

No.	実験装置の種別	実験装置の概要図
4	Liquids Reflectometer (LR) (液体反射率計)	
5	Cold Neutron Chopper Spectrometer (CNCS) (冷中性子チョッパー分光器)	
6	Extended Q-Range Small-Angle Neutron Scattering Diffractometer (EQ-SANS) (中性子小角散乱装置)	
7	Engineering Materials Diffractometer (VULCAN) (残留応力解析装置)	
8	Powder Diffractometer (POWGEN) (粉末回折装置)	

No.	実験装置の種別	実験装置の概要図
9	Single-Crystal Diffractometer (TOPAZ) (単結晶回折装置)	
10	Neutron Spin Echo Spectrometer (NSE) (中性子スピンエコー)	
11	Fine-Resolution Fermi Chopper Spectrometer (SEQUOIA) (高分解能チョッパー分光器)	
12	Wide Angular-Range Chopper Spectrometer (ARCS) (広角チョッパー分光器)	

出典：SNS.Available Instruments <http://neutrons.ornl.gov/instruments/>

3.2 節 EU (European Union)

3.2.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

欧州委員会 (European Commission : EC) による、EU レベルでの計量・計測分野の包括的な研究開発戦略や計画は策定されていない³⁷が、地域計量組織 (Regional Metrology Organization : RMO) の一つである EURAMET が欧州の計量・計測戦略の中心となっている。

なお、この EURAMET の設立などのきっかけとなったのは、EU の第 5 次フレームワークプログラムの中で、欧州計量会議 (EUROMET) が実施した、MERA (Metrology for the European Research Area) である。

この研究では 21 世紀において、欧州の計量関連機関 (NMI) が如何に協力していくかに関するシナリオが検討された。また、同研究では、R&D のあり方についても検討が行われ、①多くの国の研究プログラムの目的がオーバーラップしており、②研究チームの多くは、“クリティカルマス” という観点で最適化されておらず、③主要／特殊な計測設備は高価で、1 国のニーズのみでは導入する必要性が充分でない、などの問題点が指摘された。また、多くの研究は、共同で実施すべきだとの結論が提示された。

³⁷ IRMM Annual Report 2008. 37.

http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/publications/promotional_material/documents/JRC-IRMM_AR_2008.pdf (accessed on 9 March 2010).

3.2.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

EU 内には、米国の国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology : NIST）に相当する、計量・計測に特化した政府機関は存在せず、代わりに研究総局（Directorate General for Research）や保健・消費者保護総局（Directorate General for Health and Consumer Protection）など、関連する様々な総局が対応している³⁸。

ただし、欧州においても今後総局間での計量・計測分野での協力体制が強化される動きも出てきている。EC の共同研究センター（Joint Research Center: JRC）は 2008 年 6 月、EC 内に調整グループ（Inter Service Coordination Group）として、「欧州の法律のための計測基準（Measurement Standards for European Legislation）」を設置した³⁹。EU 内の様々な総局の代表者がメンバーとなっており⁴⁰、一般的な計量・計測関連の問題への取組における協調を促し、早期から調整を図ることや、ベストプラクティス事例についての情報を広めることなどがミッションとなっている⁴¹。実際に研究開発を実施している機関としては、次の 2 つが挙げられる。

（1）欧州委員会共同研究センター：標準物質計測研究所（JRC-IRMM）

共同研究センター（JRC）の任務は、その 7 つの研究センターの一つである、標準物質計測研究所（Institute for Reference Materials and Measurements : IRMM）を通じ、データの収集や、データと標準物質、標準的測定方法、その他の標準との調和を図ることによって、欧州共通の計測システムの確立に向けて準備することである^{42, 43}。

標準物質計測研究所（IRMM）は 1957 年に欧州経済連合（EEC）を設立したローマ条約のもとに核計測中央統計局（Central Bureau for Nuclear Measurements）として設立され、現在では世界有数の標準物質生産者として、食品の質と安全性、バイオ分析などに関する専門的アドバイスを行っている他⁴⁴、計量、標準化、計測の調和と質などについて科学的アドバイスを政策決定者に提供している^{45, 46}。IRMM の主な任務は欧州の共通計測システムの信頼性向上に努め、国際的に受け入れられる品質保証ツールを作って普及させることで計測結果の比較可能性に対する信用を得ることであり⁴⁷、この

³⁸ Institute for Reference Materials and Measurement. Annual Report 2008. p.37.

http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/publications/promotional_material/documents/JRC-IRMM_AR_2008.pdf

³⁹ European Commission — Joint Research Centre. The role of Joint Research Centre as reference centre for science and technology.

http://www.mirs.gov.si/fileadmin/um.gov.si/pageuploads/Dokpdf/Dogodki/EMRP/03_Roland_Schenkel.pdf (accessed on 9 March 2010)/

⁴⁰ IRMM Annual Report 2008. 37.

⁴¹ European Commission — Joint Research Centre. The role of Joint Research Centre as reference centre for science and technology.

⁴² European Commission — Joint Research Centre. Competitiveness and Innovation. "Reference materials, reference measurements and standards." <http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=1600#1> (accessed 8 March 2010).

⁴³ なお、JRC はさらに、個別の産業界に対しても支援を行っており、JRC の欧州太陽光発電試験施設（European Solar Test Installation: ESTI）が PV モジュールの型式認定試験や校正サービスを提供しているのは、その一例である。（European Commission — Joint Research Centre. Providing reference. <http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=3030&lang=en> (accessed on 8 March 2010).

⁴⁴ JRC-IRMM — Annual Report 2008

http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/publications/promotional_material/documents/JRC-IRMM_AR_2008.pdf p.6.

⁴⁵ European Commission — Joint Research Centre. Providing reference. <http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=3030&lang=en> (accessed on 8 March 2010).

⁴⁶ IRMM が標準物質の提供や検証などを通じて携わった法律やその他の政策の詳細のリストは、以下

（http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/about_IRMM/policy_support/policy_support_examples.htm）から閲覧可能である。

⁴⁷ JRC-IRMM — Annual Report 2008

http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/publications/promotional_material/documents/JRC-IRMM_AR_2008.pdf p.6.

活動により、欧州における試験と計測の結果に対する信用を高め、「一度測ればどこでも受け入れられる」という概念を広めることを目的としている⁴⁸。IRMMの活動は水資源や栄養表示、食品に含まれる特定の汚染物質の最高含有レベルの設定、特定の病気の予防と管理、撲滅などの分野をカバーするEUの様々な政策や司令を支えている⁴⁹。IRMMでは、欧州の政策に特に関連性のあるトピックについて重点的に研究している。現在作業中のプログラムは、ECのFP7(3.2.5項(1))におけるJRC複数年プログラムを基礎としており⁵⁰、食品、バイオ技術と保健、環境分析、原子力研究などの分野の計測研究や標準物質の策定を行っている⁵¹。

(2) 欧州国家計量標準研究所協会 (EURAMET)

欧州国家計量標準研究所協会 (EURAMET) は欧州の地域計量組織 (RMO) の一つあり⁵²、計量や国際単位系 (System of Units: SI) への計測のトレーサビリティ、国家計測基準の国際的承認、メンバー国の校正と計測の能力 (Calibration and Measurement Capabilities: CMC) などの分野における研究について、各国家計量標準機関の間の協力をとりまとめている。これらの作業の中でも特に、欧州計量研究プログラム (European Metrology Research Programme: EMRP) を実施することがEURAMETの重要な任務となっている⁵³。EMRPは欧州における計量分野の質の高い共同研究を促進する長期的計画であり、研究の重複を避けて効率的にインパクトの強い研究結果につなげることを目指している⁵⁴。

EURAMETはEU加盟国や一部の非加盟国の国家計量標準機関 (NMIs) と計量・計測関連分野のEC組織によって構成され⁵⁵、科学と研究を奨励し、計量・計測分野における欧州諸国の協力体制を促進する役割を担っている。EURAMETにおける具体的な活動内容は以下の通り。

- ・計測と計量標準の分野における欧州全体の研究協力体制の構築と支援
- ・EMRPの進展と活動内容の定期的更新、および実施
- ・欧州における協力プロジェクトのための研究資金を申請するメンバーの支援
- ・特別施設の共同利用に関する調整
- ・計量関連のニーズを満たすために役立つリソースの効率的使用に向けた改善と、国家標準のトレーサビリティの確保
- ・EURAMETの枠組みを超えた計量研究機関や他の地域・国際計量研究機関との技術

⁴⁸ European Commission — Joint Research Centre. Providing reference. <http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=3030&lang=en> (accessed on 8 March 2010).

⁴⁹ European Commission — Joint Research Centre. Institute for Reference Materials and Measurements. http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/about_IRMM/policy_support/policy_support_examples.htm (accessed on 8 March 2010).

⁵⁰ European Commission — Joint Research Centre. Institute for Reference Materials and Measurements. <http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/activities/index.htm> (accessed on 8 March 2010).

⁵¹ Ibid.

⁵² EURAMET. <http://www.euramet.org/index.php?id=homepage> (accessed on 8 March 2010).

⁵³ Ibid.

⁵⁴ EURAMET.

[http://eumat.eu-vri.eu/\(S\(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2\)\)/newsandevents/documents/EMRP%20Call%202009%20Information_2009-05-11.pdf](http://eumat.eu-vri.eu/(S(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2))/newsandevents/documents/EMRP%20Call%202009%20Information_2009-05-11.pdf)

⁵⁵ EURAMET. Membership. http://www.euramet.org/index.php?id=members&no_cache=1 (accessed on 8 March 2010).

協力

- ・ 国家計測標準と校正、計量証明についての国際的な相互承認を目指す、地域計量組織としての課題への取り組み
- ・ 計量分野の科学的知識や経験の移転の奨励と調整
- ・ 欧州を代表する計量機関として、計量関連のインフラや欧州内の協力に関するベストプラクティスを紹介するなど、政策決定者への助言の提供
- ・ 統一された専門的文書の作成に参加するなど、質の高いインフラの構築を担う欧州の機関や国際機関との協力⁵⁶

⁵⁶ EURAMET. Objectives of EURAMET. <http://www.euramet.org/index.php?id=objectives> (accessed on 8 March 2010).

3.2.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

欧州全体における、計量・計測に直接関係がある活動に対する投資額は、EUの国内総生産（GDP）の1%近くに相当する、年間830億ユーロ以上となっている⁵⁷。ただし、この投資額には民間セクターによる研究開発や各国政府による投資額が含まれている。EU単独の計測・分析技術に係わる予算規模については情報が無いが、EU内の各組織の予算は以下の通り。

(1) 欧州委員会共同研究センター（JRC）

欧州委員会共同研究センター（JRC）には2,750名の職員がおり、FP7から年間約3億3,000万ユーロの予算を得てEUの関連組織に直接的な支援を行っている^{58,59}。JRCの研究センターの一つであるIRMMの職員数は320名で、2007年の予算総額は3,990万ユーロであった⁶⁰。このうち約10%は、標準物質の販売やEC内のプロジェクトへの参加による収入、他のEC総局のために行った研究などから得た収入となっている⁶¹。

(2) EURAMET

EURAMETは、約2億ユーロの予算のうちほぼ半分を研究開発活動に割り当てている⁶²。

⁵⁷ KÜHNE, Michael, Luc ERARD, Andy HENSON. Introduction to EURAMET and the EMRP.

<http://www.inm.ro/pdf/2008-2-3-Introduction-to-the-EURAMET-and-the-EMRP.pdf> (accessed on 9 March 2010), p.7.

⁵⁸ European Commission - Joint Research Centre. At a glance.

<http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=1460> (accessed on 8 March 2010).

⁵⁹ 欧州議会（European Parliament）と加盟諸国からの強力な支援を反映し、EUはFPを通じて継続的にJRCに資金を提供している。JRCはさらに、収入の15%以下を協業プロジェクトや技術移転、産業や地域機関など第三者のための作業などの活動などから得ている。

⁶⁰ FP7-JRC. Budget. http://ec.europa.eu/research/fp7/pdf/fp7-jrc_en.pdf (accessed on 9 March 2010).

⁶¹ European Commission - Joint Research Centre. Institute for Reference Materials and Measurements.

http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/about_IRMM/key_figures/index.htm (accessed on 8 March 2010).

⁶² KÜHNE, Michael, Luc ERARD, Andy HENSON. Introduction to EURAMET and the EMRP.

<http://www.inm.ro/pdf/2008-2-3-Introduction-to-the-EURAMET-and-the-EMRP.pdf> (accessed on 9 March 2010), p.8.

3.2.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

(1) 主な戦略

EURAMET が 2007 年に発足するまで 20 年近くにわたり、欧州における計量・計測分野の研究は欧州計量会議 (European Collaboration in Measurement Standards : EUROMET) によって調整が行われていた⁶³。しかし、新興技術であるナノテクやバイオ技術などの発展を支える計量・計測上のニーズの急増に対応するための十分な予算が確保できないという課題に直面した欧州諸国の NMI は、計量・計測分野の欧州研究領域 (Metrology in the European Research Area : MERA) プログラムを立ち上げ、2002 年から 2003 年⁶⁴にかけて欧州内の計量・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。その結果、EUROMET の組織構造の見直しと、欧州の NMI や指定研究所による共同研究の必要性が指摘された^{65,66}。

MERA による提言を実行するにあたり、次の段階として **MERA 実施プログラム (implementing the Metrology in European Research Area : iMERA、2005 ~ 2008 年⁶⁷)** が立ち上げられ、欧州内での R&D 協力体制・構造の考案とその基盤となる R&D のロードマップを策定した。

iMERA で策定された、欧州内の R&D 協力体制は、**欧州計量研究プログラム (European Metrology Research Programme : EMRP)** として実現し、その第 1 段階 (Phase 1) として、iMERA-Plus (2007 ~ 2010 年⁶⁸) が開始され、欧州 19 カ国の計量研究所と IRMM から集めた資金での合同研究公募がスタートした。同時に⁶⁹ 同年 1 月 11 日にドイツで EURAMET が結成され、同年 7 月 1 日に欧州の RMO としての EUROMET の機能は全て EURAMET に移された⁷⁰。

EURAMET による EMRP の実施は順調に進んでおり、2007 年公募で採択された 4 つの研究テーマ、計 21 件の協業プロジェクトが行われており⁷¹、現在は EMRP の第 2 段階 (Phase 2) (3.2.5 項 (2) 参照) の実施に向けた最終的な調整が行われている⁷² (詳細は後述)。EURAMET による EMRP の活動は、第一段階は国際単位系、保健、距離、電力、磁力などが中心であったが、2009 年からの第 2 段階ではエネルギー分野に焦点が移った。2010 年には、環境と産業向けの計測が中心となる見込みであり、現在、活動への参加の募集が行われている。2011 年から 2013 年にかけて、EMRP は保健と広範囲の国際単位系、新技術、エネルギー、環境などの分野の計量研究を実施することを計画中である⁷³。

EU は計量・計測分野の研究とその研究結果についてまとめた、一貫性のあるデータ

⁶³ EURAMET. <http://www.euramet.org/index.php?id=homepage>

⁶⁴ EURAMET. Technical Committee Projects <http://www.euramet.org/index.php?id=projects>

⁶⁵ EURAMET – EMRP <http://www.euramet.org/index.php?id=993>

⁶⁶ Seton, Bennett. EUROMET – Coordinating Metrology in 21st Century Europe

<http://www.imeko.org/publications/wc-2006/PWC-2006-TC11-005u.pdf>

⁶⁷ EURAMET. Technical Committee Projects <http://www.euramet.org/index.php?id=projects>

⁶⁸ Ibid.

⁶⁹ EURAMET – EMRP <http://www.euramet.org/index.php?id=993>, EURAMET.

[http://eumat.eu-vri.eu/\(S\(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2\)\)/newsandevents/documents/EMRP%20Call%202009%20Information_2009-05-11.pdf](http://eumat.eu-vri.eu/(S(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2))/newsandevents/documents/EMRP%20Call%202009%20Information_2009-05-11.pdf)

⁷⁰ EURAMET. <http://www.euramet.org/index.php?id=homepage>

⁷¹ EURAMET – EMRP <http://www.euramet.org/index.php?id=993> (accessed on 8 March 2010).

⁷² Ibid.

⁷³ Ibid.

ベースの構築に向けて準備を進めており、加盟諸国の国家計量標準機関に対し、このデータベース構築に参加するよう働きかけている。

なお、EC レベルでは、域内での標準と計量に関して様々な指令や通達を発行している。その一例である、「欧州の政策と法律の枠組みにおける欧州標準化の役割 (The role of European standardization in the framework of European policies and legislation)」という報告書は、欧州標準化とその組織的枠組みの効率性や一貫性、認知度などを高めるために発表された。同報告書には、あらゆる関係者が効果的に参加することの重要性や、欧州標準化の経済的な実行可能性についてもまとめられている⁷⁴。標準は本質的に計量・計測と関連性があるため、(EU には包括的な計量・計測戦略が無いながらも、) EU の標準政策や JRC と EMRP の計量・計測分野の研究活動などを通じて EU の方針は明らかにされている。

【補足】 iMERA における計測技術 R&D のインパクト把握手法の検討

EURAMET が行った iMERA プログラムの中で、計測技術 R&D を実施する上でのインパクト把握手法について検討が行われている (Task Group: Measuring R&D Impact [T1.5])。これは、過去から、計測技術 R&D のインパクトがしばしば間接的であり、終了したプロジェクト評価、および、新規プロジェクトの優先順位付けの困難性が指摘されてきたためである。このタスクグループでは、欧州各国で実施されている計測技術 R&D インパクト把握の手法をサーベイし、ワークショップ (2006 年 10 月、イタリア・トリノ) による議論を深め、一つの結論を導き出した。ヨーロッパ計測技術のインパクトをハイライトするためには、非専門家でも広く理解できる「社会・経済のことば」で示された「サクセス・ストーリー」を描き、社会的インパクトを明確化させ、そこに関わる計測技術の重要性を示すことによって、最も投資効果の立証を説得できるとされた。

(出典：iMERA - Publishable Final Activity Report (February 2009))

(2) 施策の特徴

(a) トレーニング

欧州には、各国で検証や校正、不確実性の報告などのトピックについてトレーニングを提供する組織のネットワークとして、「計量と化学のトレーニング (Training in Metrology and Chemistry)」プログラムがあるが、JRC-IRMM はこのプログラムをまとめる役割も果たしている⁷⁵。

(b) インフラ

IRMM の研究施設には、標準物質を作る多機能実験室や質量計量実験室、超清浄化学実験室、などがある⁷⁶。さらに、IRMM には中性子生産に使う 150 メガ電子ボルト

⁷⁴ European Commission — Enterprise and Industry. Policy Implementation Action Plan for European Standardization. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/standardisation-policy/implementation-action-plan/index_en.htm (accessed on 8 March 2010).

⁷⁵ IRMM Annual Report 2008. 39. http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/publications/promotional_material/documents/JRC-IRMM_AR_2008.pdf (accessed on 9 March 2010).

⁷⁶ IRMM Annual Report 2008. 7. http://irmm.jrc.ec.europa.eu/html/publications/promotional_material/documents/JRC-IRMM_AR_2008.pdf (accessed on 9 March 2010).

トの線形電子加速器と7メガボルトの軽イオンバンデグラフ型加速器もある⁷⁷。

3.2.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

欧州における計測・分析技術に関するR&Dは、JRC-IRMMにおける研究の他、以下のプログラムにおいても資金が提供されている。

(1) 第7次研究枠組み計画 (FP7)

FP7は、「第7次研究・技術開発のための枠組み計画 (Seventh Framework Program)」の略称であり、欧州における研究活動に資金を提供する主な手段として、2007年から2013年まで実施される⁷⁸。今後7年間のECのFP7向け予算は505億ユーロで、FP6に比べると2004年の時価で41%増、現在の時価では63%増に相当する予算レベルである⁷⁹。

FP7はEUの主要かつ大規模な科学技術R&Dプログラムで、その研究分野は多岐に亘る。その中には「環境保護のためのバイオセンサーの研究・商業化」などのように計測・分析技術に特化した研究も含まれている。このバイオセンサー研究・商業化プロジェクトの目的は、革新的なバイオセンサー研究を環境・農業分野の事業者による営利目的の開発と組み合わせることにある。まず最初に研究対象としたのは、水中の農薬や重金属、有機化合物などの検出への応用で、多重パラメーターやマルチセンサーに応用しやすいバイオセンサーの設計と生産のためのモジュール式産業プラットフォームの構築を目指している⁸⁰。

(2) 欧州計量研究プログラム (EMRP)

欧州計量研究プログラム (EMRP) は、欧州における計量・計測分野の質の高い共同研究を促進する長期的計画であり、研究の重複を避けて効率的にインパクトの強い研究結果につなげることを目指している⁸¹。ECと、EURAMET参加国が合同でEMRPの活動を支援している⁸²。

第1段階 (Phase 1)、第2段階 (Phase 2) に分かれており、公募の分野は募集年度により異なっている (表6参照)。

⁷⁷ Ibid.

⁷⁸ FP7 Fact Sheet. http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/home_en.html (accessed on 19 February 2010).

⁷⁹ Ibid.

⁸⁰ CORDIS. Bio-sensor for Effective Environmental Protection and Commercialization - Enhanced. http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&PJ_LANG=EN&PJ_RCN=10967163&pid=0&q=0E82C889B65825370BCD4A92A41FD80C&type=sim (accessed on 10 March 2010).

⁸¹ EURAMET.

[http://eumat.eu-vri.eu/\(S\(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2\)\)/newsandevents/documents/EMRP%20Call%202009%20Information_2009-05-11.pdf](http://eumat.eu-vri.eu/(S(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2))/newsandevents/documents/EMRP%20Call%202009%20Information_2009-05-11.pdf)

⁸² European Metrology Research Program. About EMRP. www.emrponline.eu (accessed on 8 March 2010).

表6 EMRP 公募スケジュールおよび分野

Phase	Call Year	Field	Status
Phase 1:i MERA-Plus	2007	SI and Fundamental Health Length Electricity and Magnetism	Projects in progress
Phase 2: Article 169 (indicative planning)	2009	Energy	Projects in negotiation
	2010	Environment Metrology for Industry	Call in progress
	2011	Health II SI Broader scope New Technologies	
	2012	Metrology for Industry (II) SI Broader scope (II) Open excellence call	
	2013	Energy II Environment II	

出典：<http://www.euramet.org/index.php?id=993>

(a) 第1段階 (Phase 1) ⁸³

EMRP の第1段階は、iMERA-Plus であり、総額で 6,460 万ユーロとなる資金は、欧州 19 カ国の計量研究所と IRMM から集められた。2007 年の 5 月から 12 月までの間に行われた公募の結果、2008 年から 3 年間にわたり 4 つの研究テーマにわたる計 21 件の協業プロジェクトが行われている (表 7 参照)。

⁸³ <http://www.euramet.org/index.php?id=993>

表7 EMRP 採択プロジェクト (Phase 1)

Theme 1: SI and Fundamental Metrology		
T1.J.1	e-Mass	The watt balance route towards a new definition of the kilogram
T1.J1.2	NAH	Avogadro and molar Planck constants for the redefinition of the kilogram
T1.J1.3	REUNIAM	Redefinition of the SI base unit ampere
T1.J1.4	Boltzmann constant	Determination of the Boltzmann constant for the redefinition of the kelvin
T1.J2.1	OCS	Optical clocks for a new definition of the second
T1.J2.3	qu-Candela	Candela: towards quantum-based photon standards
Theme 2: Health		
T2.J02	Breath analysis	Breath analysis as a diagnostic tool for early disease detection
T2.J04	Regenmed	Metrology on a cellular scale for regenerative medicine
T2.J06	Brachytherapy	Increasing cancer treatment efficacy using 3D brachytherapy
T2.J07	EBCT	External Beam Cancer Therapy
T2.J10	TRACEBIOACTIVITY	Traceable measurements for biospecies and ion activity in clinical chemistry
T2.J.11	CLINBIOTRACE	Traceability of Complex Biomolecules and Biomarkers in Diagnostics - Effecting Measurement Comparability in Clinical Medicine
Theme 3: Length		
T3.J1.1	Nanoparticles	Traceable Characterization of Nanoparticles
T3.J1.4	NANOTRACE	New Traceability Routes for Nanometrology
T3.J2.2	NIMTech	Metrology for New Industrial Measurement Technologies
T3.J3.1	Long distance	Absolute long distance measurement in air
Theme 4: Electricity and Magnetism		
T4.J01	Power & Energy	Next generation of power and energy measuring techniques
T4.J02	NanoSpin	Nanomagnetism and Spintronics
T4.J03	JOSY	Next generation of quantum voltage systems for wide range applications
T4.J04	ULQHE	Enabling ultimate metrological Quantum Hall Effect (QHE) devices
T4.J07	EMF and SAR	Traceable measurement of field strength and SAR for the Physical Agents Directive

出典 : <http://www.euramet.org/index.php?id=jrps>

(b) 第2段階 (Phase 2)

EMRP の第2段階は、欧州委員会および22の参加国による資金によるもので、その総額は、約7年間にわたって4億ユーロとなる見込みである⁸⁴。

① 2009年度公募⁸⁵

2009年度公募の対象は、エネルギー分野であり(表6参照)、共同研究プロジェクト(Joint Research Projects: JRP)と研究者向けグラント(Researcher Grants)が含まれている⁸⁶。

⁸⁴ EURAMET. EMRP. Phase 2. <http://www.euramet.org/index.php?id=emrp> (accessed on 10 March 2010).

⁸⁵ [http://www.euramet.org/index.php?id=latestnews&tx_ttnews\[tt_news\]=150&tx_ttnews\[backPid\]=31&cHash=56fa0c311b](http://www.euramet.org/index.php?id=latestnews&tx_ttnews[tt_news]=150&tx_ttnews[backPid]=31&cHash=56fa0c311b)

⁸⁶ EURAMET e.V. EMRP - Background Information on EMRP Call 2009.

[http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:iErNHO8r5zMJ:eumat.eu-vri.eu/\(S\(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2\)\)/newsandevents/documents/EMRP%2520Call%25202009%2520Information_2009-05-11.pdf+EURAMET+budget&hl=en&gl=us&pid=bl&srcid=ADGEESjhbBOPkTii6t4-nbb4PG-Y6NSZMb8Q5fTiUw9q_M_uEAcDwESVg2BAGlhvVeHs1BHSKBjUJmgDuoW5v1zWBsPQvT-RzLmKYeSzUxHv-_FhFB2lufwGerVirASypqSARd1Ac9w&sig=AHIEtbTI3hYHy608ijCkz4cXEW5wu1vs1g](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:iErNHO8r5zMJ:eumat.eu-vri.eu/(S(vzaqmcjrersrvygzsohz53m2))/newsandevents/documents/EMRP%2520Call%25202009%2520Information_2009-05-11.pdf+EURAMET+budget&hl=en&gl=us&pid=bl&srcid=ADGEESjhbBOPkTii6t4-nbb4PG-Y6NSZMb8Q5fTiUw9q_M_uEAcDwESVg2BAGlhvVeHs1BHSKBjUJmgDuoW5v1zWBsPQvT-RzLmKYeSzUxHv-_FhFB2lufwGerVirASypqSARd1Ac9w&sig=AHIEtbTI3hYHy608ijCkz4cXEW5wu1vs1g) (accessed on 8 March 2010).

公募スケジュールは、ステージ1～3に分かれており、ステージ1で寄せられた研究トピックの中から最も優先度の高いものをもとにしてステージ2の共同研究プロジェクト（JRP）の公募が行われた（表8参照）。引き続き、公募のステージ3である研究者向けの研究者エクセレンスグラント（Researcher Excellence Grant）と、研究者モビリティグラント（Researcher Mobility Grants）の募集が行われる。これらの3つのステージに加え、さらに若手研究者向けの恒久的なモビリティグラント（Early-Stage Researcher Mobility Grants）も募集予定である。

採択された共同研究プロジェクトには約2,924万ユーロを支給する予定である。うち1,394万ユーロはEURAMETが提供し、残りを各国のNMIや研究機関が提供する⁸⁷。また研究者向けグラント（Researcher Excellence Grants、Researcher Mobility Grants、Early-Stage Researcher Mobility Grants）は総額340万ユーロで、ECと参加各国のNMIが合同で提供する予定である。

表8 EMRP 2009年度公募スケジュール

A. Joint Research Projects and integrated Researcher Excellence Grants to advance measurement science and technology in the field of energy	Stage 1: Call for proposals for potential metrology research topics	(open from 15 May to 28 June 2009 - closed)
	Stage 2: Call for proposals for Joint Research Projects (JRPs) which may include proposals for associated Researcher Excellence Grants	(open from 2 September to 2 November 2009)
B. Stage 3: Call for proposals for	<ul style="list-style-type: none"> • Researcher Excellence Grants for JRPs not awarded such a grant at Stage 2 • Researcher Mobility Grants 	early 2010
C. Early-Stage Researcher Mobility Grants		early 2010

出典：http://www.euramet.org/index.php?id=latestnews&tx_ttnews[tt_news]=150&tx_ttnews[backPid]=31&cHash=56fa0c311b

② 2010年度公募

EMRPは、2010年の活動の重点を産業と環境分野の計量に置いている⁸⁸。現在、ステージ1の計量研究トピックを公募中で、2010年3月28日に締め切る予定となっている⁸⁹。共同研究プロジェクト（JRP）の実施は、主に各参加国の国家計量標準体系について責任を有するNMIと特定研究機関が担当する⁹⁰。

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ European Metrology Research Program. About EMRP. www.emrponline.eu (accessed on 8 March 2010).

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ Ibid.

3.2.6 項 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組

2006年にESFRI（European Strategy Forum on Research Infrastructures）は、欧州研究インフラのロードマップを発表し、その後2008年に見直しが行われた。

ESFRIは、欧州の科学の統合の促進、国際的なアウトリーチの強化のための戦略的枠組みであり、競争的かつオープンな高品質研究インフラへのアクセスにより、欧州科学者の活性化のみならず、世界中から最上の研究者をひきつけることができるとの考えに基づいている。

対象となっている大規模研究施設の種別は以下の通りであり、これらのうち、「生物化学および医科学」分野の一部、「物質ならびに分析施設」分野において、計測・分析に関連した研究施設の整備計画が挙げられている。

- ・社会科学ならびに人文学
計測・分析に関連した研究施設は無い。
- ・環境科学
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。
- ・エネルギー
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。
- ・生物化学および医科学
計測・分析に関連した研究施設としては、EuroBioImaging（生物学並びに生物医学におけるイメージング技術の研究インフラ）が挙げられる。
- ・物質ならびに分析施設
計測・分析に関連した研究施設が多数見受けられる。
- ・物理科学ならびに工学
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。
- ・情報通信インフラ
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。

表9 2008年版欧州研究インフラロードマップ（一覧）

区分	プロジェクト名称	概要	建設費用 (M€)	運用経費 (M€ year)	稼働若しくは改良開始
(社会科学並びに人文科学) Social Sciences and Humanities	CESSDA	社会科学分野において、研究者に高品質データを提供し、また容易なアクセスを可能とするための施	30	3	2013
	CLARIN	全ての分野の研究者に対し有用な言語資源や技術を提供する研究インフラ。	104	7.6	2014
	DARIAH	分化遺産研究機関が源資料を研究するためのデジタルインフラ。	12	4	2013
	European Social Survey	2001年に設立され社会的価値の長期変遷をモニターするための欧州社会調査のアップグレード。	54**	9**	2008
	SHARE	現在進行中の人口高齢化の経験的、経済的及び社会科学的分析のためのデータインフラ	11.6	0.3	2008
(環境科学) Environmental Sciences	AURORA BOREALIS	欧州の極地研究用砕氷船	635	32.5	2014
	COPAL (ex EUFAR)	対流圏研究のための長距離航空機	50	3 (+6000€/hour)	2012
	EISCAT_3D Upgrade	イオノスフェアや宇宙天気研究のための EISCAT 施設のアップグレード	60-250	4-10	2015
	EMSO	学際的海洋底観測所	160	32	2013
	EPOS	テクトニクスおよび地球表面ダイナミクス研究のためのインフラ	500	80	2018
	EURO-ARGO (GLOBAL)	海洋観測ブイシステム	80	7.3	2011
	IAGOS	商用航空機による気候変化観測	15	0.5-1	2012
	ICOS	統合炭素観測システム	128	14	2012
	LIFEWATCH	生物多様性の保護、マネージメント、及び持続的利用に関する研究のためのインフラ	370	71	2019
	SIAEOS	Svalbard 統合北極圏地球観測システムのアップグレード	50	9.5	2012
(エネルギー) Energy	ECCSEL	欧州二酸化炭素および貯蔵研究所インフラ	81	6	2011
	HiPER	高速点火核融合のための高出力長パルスレー	800	検討中	20203
	IFMIF (GLOBAL)	国際核融合材料照射施設	1000	150-80	2020
	JHR	核分裂反応器材料試験用高フラックス反応器	500	24-33	2014
(生物科学及び医学) Biological and Medical Sciences	BBMRI	生物バンクおよび生体分子リソース研究インフラ	170	15	2013
	EATRIS	医療における欧州先進トランスレーショナル研究インフラ	255	50	2013
	ECRIN	臨床試験および生物療法のための汎欧州インフラ	50	5	2014
	ELIXIR (GLOBAL)	生物学的情報のための欧州ライフサイエンスインフラのアップグレード	470	100	2012
	EMBRC	欧州海洋生物学リソースセンター	100	60	2018
	EU-OPENSREEN	化学生物学のためのオープンなスクリーニングプラットフォームの欧州インフラ	40	40	2012
	EuroBioImaging	生物学並びに生物医学におけるイメージング技術の研究インフラ	370	160	2012
	High Security BLS4 Laboratory	レベル4病原体の研究のための高セキュリティ研究所のアップグレード	174	24	2018
	Infrafrontier	モデル哺乳類ゲノムのフェノタイプ化並びにアーカイブ化のための欧州インフラ。	270	36	2010
	INSTRUCT	統合構造生物学インフラ	300	25	2012
(物質並びに分析施設) Materials and Analytical Facilities	EMFL	欧州磁場研究施設	120	8***	2015
	ESRF Upgrade	欧州シンクロトロン放射光施設のアップグレード	238	83	2009-2014
	EuroFel (ex-IRUV-FEL)	赤外～軟X線領域向け相補型自由電子レーザー	1200-1600	120-160	2007-2020
	European Spallation	中性子分光のための欧州核破砕型中性子源	1300	110	2019-2020
	European XFEL	ハンブルグ硬X線自由電子レーザー	1043	84	2014
	ILL20 20 Upgrade	欧州中性子分光施設のアップグレード	171	5***	2007-2017
(物理科学及び工学) Physical Sciences and Engineering	CTA	ガンマ線天文学のためのチェレンコフ望遠鏡アレイ	150	10	2013
	E-ELT	光学天文学のための欧州極巨大望遠鏡	950	30	2018
	ELI	極高光強度ショットパルスレーザ	400	50	2015
	FAIR	反陽子およびイオン研究のための施設	1187	120	2016
	KM3NeT	立方キロメートル体積のニュートリノ望遠鏡	200	5	2016
	PRINS	汎欧州ナノ構造研究インフラ	1400	300	2009-2015
	SKA (GLOBAL)	電波天文学のための平方キロメートルアレイ	1500	100-150	2016
	SPIRAL2	希少放射性同位体ビームの生成と研究	196	6.6	2014
(情報通信インフラ) e-Infrastructures	PRACE (ex EU-HPC)	欧州の先進コンピューティングに関する連携	200-400*	50-100	2009-2010

* 毎2-3年にハイエンドインフラを更新するために予測される費用 * * 6年を超える建設 運用の統合に必要 * * * 現行の運用コストへの追加
 建設“開始”(緑)は、予算措置及び契約がほぼ定まったことを意味する
 建設準備が進行しているが、予算や契約は未だ定まっていない(黄色)
 太字斜体字は、2006年ロードマップ以後追加された施設

出典：平成20年度「大規模研究施設に関する諸外国の動向調査」報告書（平成21年3月、内閣府）

以下においては、大規模放射光施設 ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) と、ILL (Institute Laue-Langevin) の中性子施設 HFR (High Flux Reactor) における計測・分析技術への取組状況を示す。

(1) ESRF (European Synchrotron Radiation Facility)

(a) 施設の概要

ESRF は、欧州 19 ヶ国による共同出資で建設された大規模放射光施設であり、最大電子エネルギー 6GeV、最大ビームライン数 56 本、周長 844m を有する研究施設である。

ESRF では、物質構造科学研究をはじめ、生物学、医学、気象学、地理学、考古学等の多岐にわたる研究分野の実験が行われている。

(b) 運営機関

ESRF (欧州 19 ヶ国の共同運営)

(c) 施設の整備状況、および今後の整備計画

1988 年に建設開始し、1994 年に共同利用を開始している。また、今後 2015 年までに、ビームラインの増設や既存ビームラインの高度化が図られる予定である。

(d) 予算

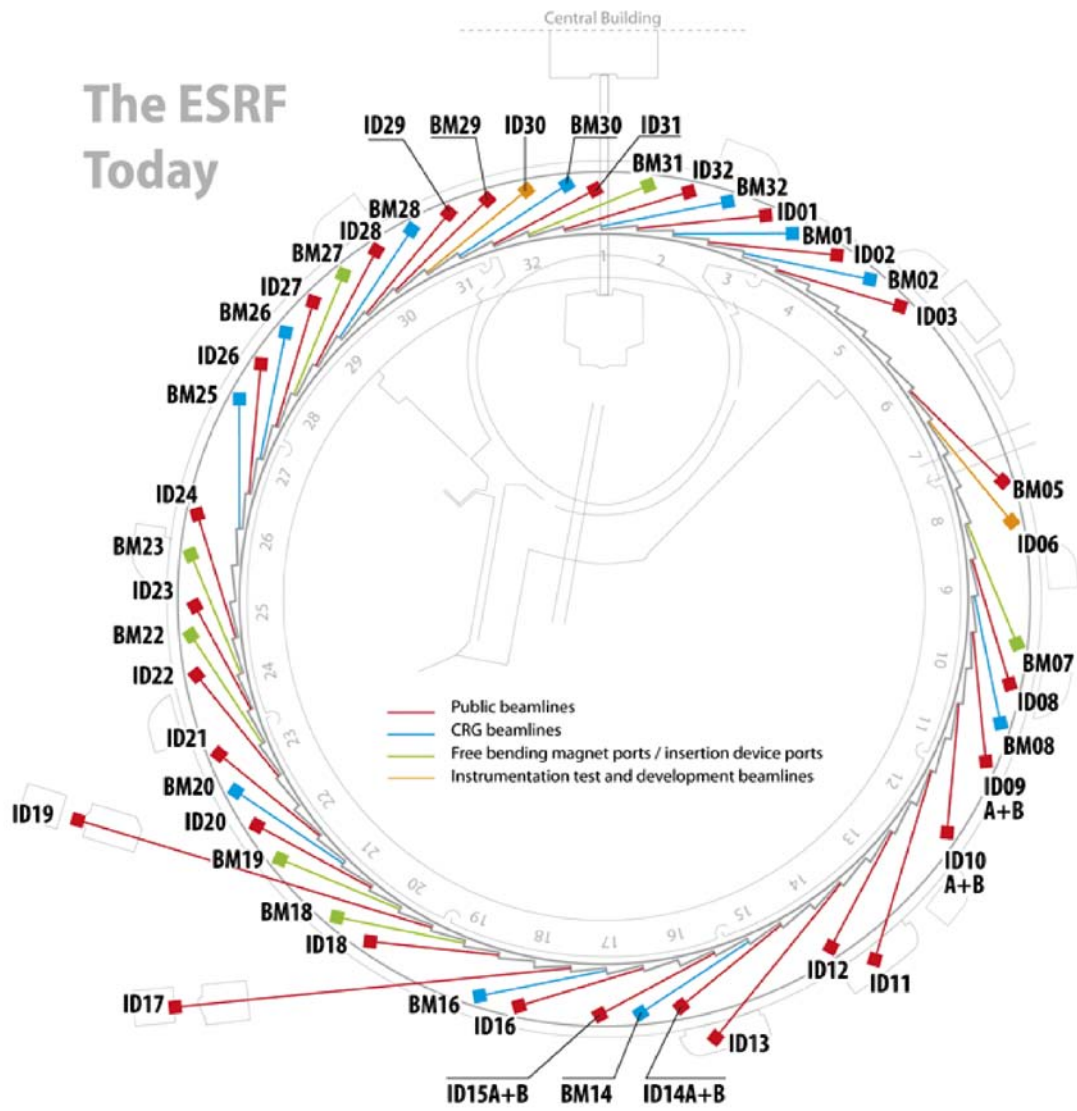
建設費は 681 億円、年間運営費は 80 百万ユーロ。

(e) 施設における実験装置の概要

ESRF における実験装置のレイアウトを図 5⁹¹ に、利用可能な実験装置を表 10⁹² に示す。分光、散乱、X 線回折、X 線イメージング等の計測・分析技術が用いられており、物質科学、高分子化学、生命科学、等の分野の実験が行われている。

⁹¹ ESRF. Beamlines Map <http://www.esrf.eu/UsersAndScience/Experiments/Beamlines>

⁹² ESRF. Beamlines: http://www.aps.anl.gov/Beamlines/Sectors_Map/



出典：ESRF. Beamlines Map <http://www.esrf.eu/UsersAndScience/Experiments/Beamlines>

図5 実験装置のレイアウト (ESRF)

表 10 ESRF において利用可能な実験装置

研究分野	ビームライン番号	計測・分析技術の種別など
Structural Biology	ID14-4, ID23-1, ID29	highly intense, tunable beamlines
	ID14-1, ID14-2	fixed wavelength beamlines
	ID23-2	microfocus beamline
	ID14-3	scattering beamline
Structure of materials	ID01	Anomalous scattering
	ID03	Surface diffraction
	ID11	Materials science, time-resolved diffraction
	ID15A/B	High-energy scattering
	ID31	Powder diffraction
	ID32	Surface XRD, SEXAFS and X-ray Standing Waves
Electronic structure and magnetis	ID08	ESRF Dragon -Soft X-ray beamline for polarization dependant studies
	ID12	Circular Polarisation
	ID20	Magnetic Scattering
	ID24	Dispersive EXAFS
	BM29	X-ray Absorption Spectroscopy
	ID06	Techniques and instruments test beamline
Dynamics and extreme conditions	ID09A	High pressure I
	ID16	Inelastic Scattering I
	ID18	Nuclear Resonance I
	ID22N	Nuclear Resonance II
	ID26	High-brilliance X-ray spectroscopy beamline
	ID27	High pressure II
	ID28	Inelastic Scattering II
Structure of soft matter	ID02	High Brilliance Beamline
	ID098	Time-resolved studies
	ID10A	TROIKA Beamline (I+III)
	ID10B	TROIKA II Beamline
	ID13	Microfocus Beamline
X-ray Imaging	ID17	Bio-Medical Beamline
	ID19	Topography & Tomography Beamline
	ID21	X-ray Microscopy & Microanalysis Beamline
	ID22	Micro-Fluorescence-Imaging-Diffraction Beamline
	ID18F	Microanalysis End-Station
	BM05	Optics Beamline

出典：ESRF. Beamlines: http://www.aps.anl.gov/Beamlines/Sectors_Map/

(2) HFR (High Flux Reactor)

(a) 施設の概要

HFR は、冷中性子源による定常中性子を利用した実験を行う研究炉であり、物質・材料科学をはじめ、固体物理学、材料科学、高分子科学、生命科学等の研究分野の実験が行われている。

(b) 運営機関

ILL (Institute Laue-Langevin)。但し欧州 10 カ国による共同運営が行われている。

(c) 施設の整備状況、および今後の整備計画

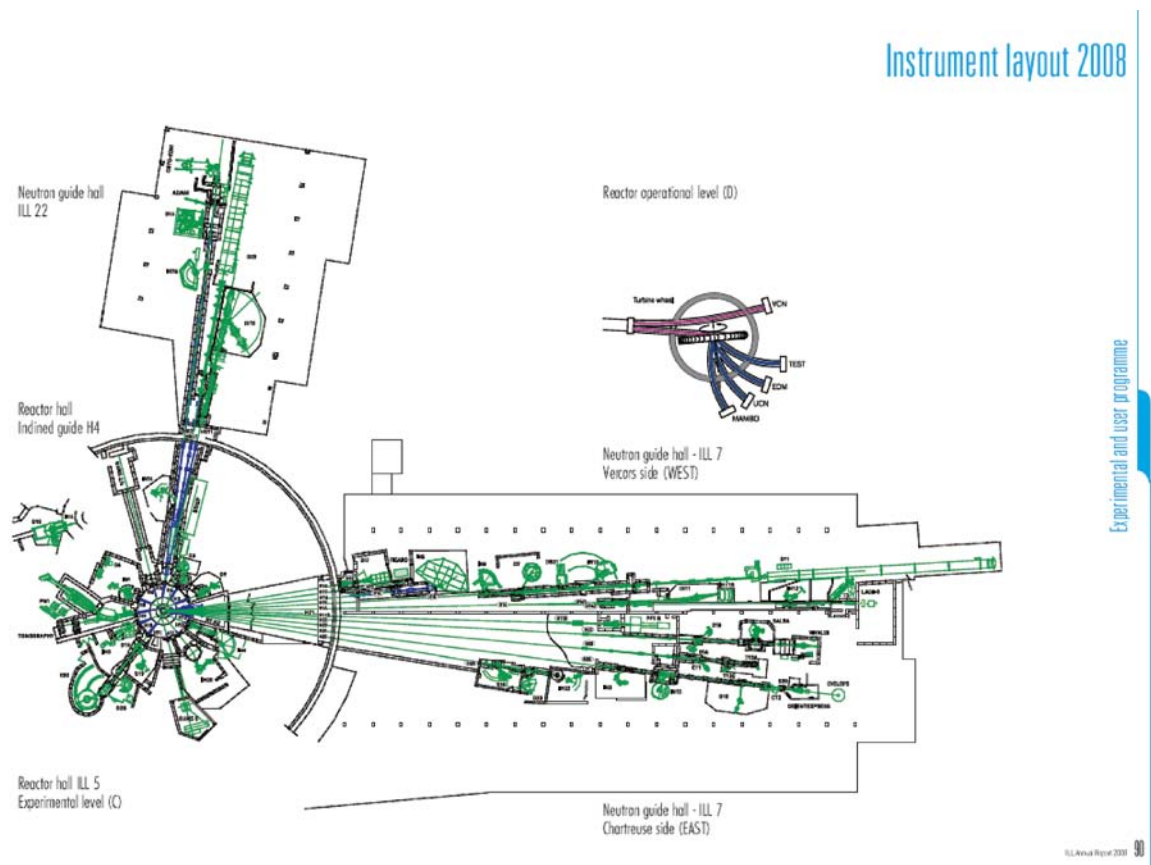
1967年に建設開始し、1972年に運営開始している。また、今後2013年までに、装置のアップグレード、装置の新設、設備の改善が図られる予定である。

(d) 予算

建設費は76百万ユーロ、年間運営費は80百万ユーロ。

(e) 施設における実験装置の概要

HFRにおける実験装置のレイアウトを図6⁹³に、利用可能な実験装置を表11⁹⁴に示す。分光、中性子回折、質量分析等の計測・分析技術が用いられている。



出典：HFR. Map of the instruments <http://www.ill.eu/instruments-support/instruments-groups/>

図6 実験装置のレイアウト (HFR)

⁹³ HFR. Map of the instruments <http://www.ill.eu/instruments-support/instruments-groups/>

⁹⁴ HFR. Instrument characteristics: <http://www.ill.eu/instruments-support/instruments-groups/>

表 11 HFR において利用可能な実験装置

Instrument Groups	Description	Instruments	
Diffraction (DIF)	The instruments of the DIF group use neutron diffraction for studying the structure of materials used in everyday life.	Powder diffractometers: D1A, D2B, D20, D1B (CRG), D4, SALSA	Single-crystal diffractometers: CYCLOPS, D3, D9, D10, D15 (CRG), D19, D23 (CRG), OrientExpress, VIVALDI
Large scale structures (LSS)	The instruments of the LSS are all dedicated to measuring structures on the scale of 1 to 100s of nanometers.	Large-scale structure diffractometers: D11, D16, D22, DB21, LADI-III	Reflectometers: SuperADAM (CRG), D17, FIGARO
Time of flight (TOF/HR)	The instruments of the TOF/HR group are aimed at studying the dynamics in condensed matter samples, either in the form of powders, glasses or liquids.	Time-of-flight spectrometers: IN4, IN5, IN6, D7, BRISP (CRG)	High-resolution spectrometers: IN10, IN11, IN13 (CRG), IN15, IN16
Triple axis (TAS)	The three-axis spectrometers are very versatile instruments for the studies in condensed matter. They are designed, primarily, to investigate the collective motion of atoms and that of their magnetic moments in single crystalline samples.	IN1, IN3, IN8, IN12 (CRG), IN14, IN20, IN22 (CRG)	
Nuclear and particle physics (NPP)	The NPP instruments are excellent and unique tools to investigate key questions in nuclear and neutron particle physics.	PF1B, PF2, PN1, PN3, S18 (CRG), CryoEDM (CRG)	

出典：HFR. Instrument characteristics: <http://www.ill.eu/instruments-support/instruments-groups/>

3.3 節 英国 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)

3.3.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

英国では、ビジネス・イノベーション・技能省 (Department for Business Innovation and Skills : BIS⁹⁵) 傘下の国立計量庁 (National Measurement Office : NMO) が計量・計測に関する包括的なプログラムを実施している⁹⁶。2009年5月に発表された国家計測システム (National Measurement System : NMS) についての最新の戦略報告書、「国家計測システム戦略 2010～2014年 (A Strategy for the National Measurement System 2010-2014: Investing for Impact)」には、2010年から2014年にかけて、試験・計測の分野における英国の競争力と優位性の向上に確実につながる形で、政府が主要計測分野に投資するための戦略がまとめられている⁹⁷ (詳細は後述)。

同戦略報告書の発表と同時に、NMOは「国家計測システム (NMS) 戦略開発を支える NMS プログラムのロードマップ (Support to NMS Strategy Development National Measurement System Programme Roadmaps⁹⁸)」を作成した。同ロードマップでは NMS プログラムが実施すべき R&D 活動について 8つの分野が特定されている⁹⁹。

- ・ 化学と生物学の計量プログラム
- ・ 工学と流量の計量プログラム
- ・ 音響と電離放射線の計量プログラム
- ・ 材料と熱の計量プログラム
- ・ 物理計量プログラム
- ・ 計量プログラム向けのソフトウェアサポート
- ・ 先駆的計量プログラム
- ・ イノベーション研究開発プログラム

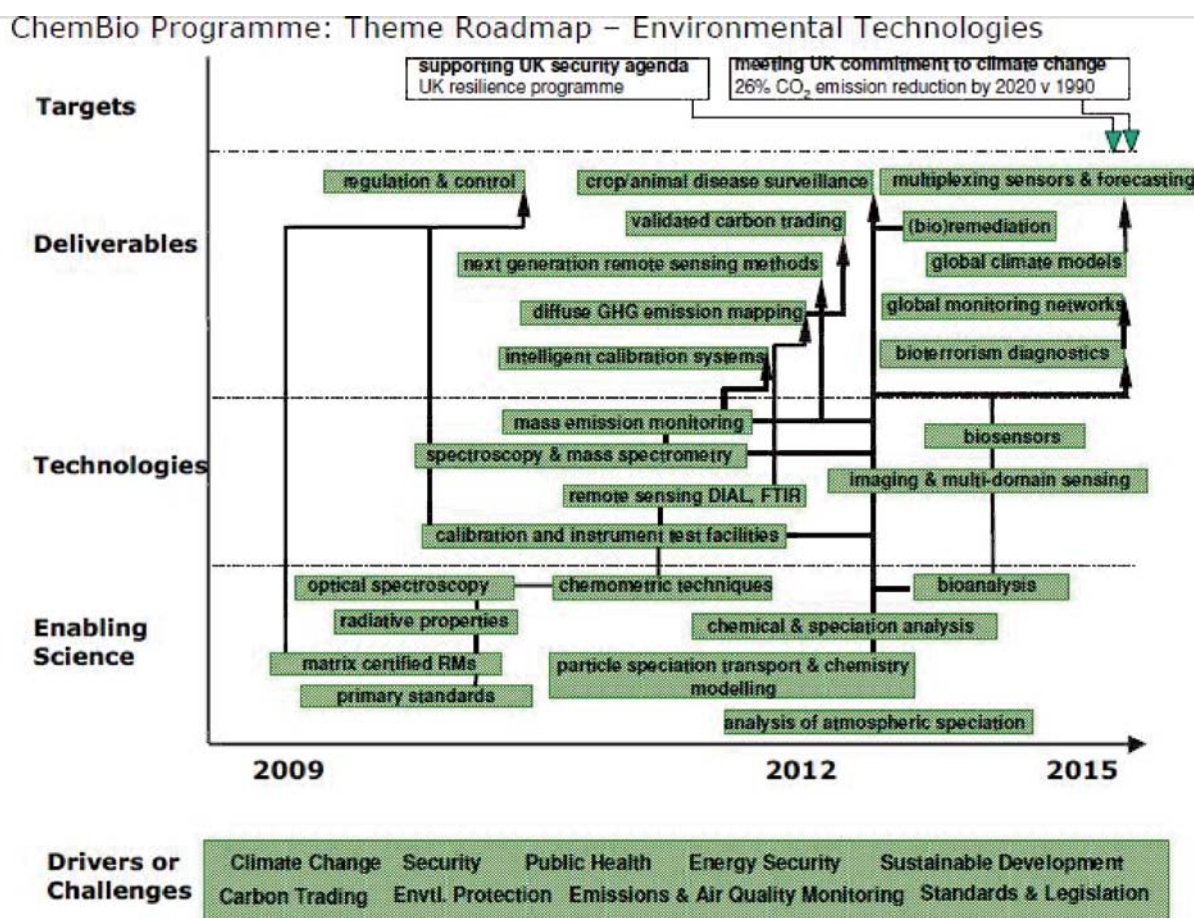
⁹⁵ 同省はイノベーション・大学・職業技能省 (Department for Innovation, Universities, and Skills : DIUS) が再編されて2009年6月に現在の名称に変わった。

⁹⁶ Department for Business Innovation and Skills (BIS) – National Measurement Office (NMO). National Measurement System. http://www.nmo.bis.gov.uk/content.aspx?SC_ID=484 (accessed on 9 March 2010).

⁹⁷ NMO. Investing for impact 2010 – 2014. May 2009. www.nmo.dius.gov.uk/nmsconsultation (accessed on 9 March 2010).

⁹⁸ NMO. Support to NMS Strategy Development National Measurement System Programme Roadmaps http://www.nmo.bis.gov.uk/fileuploads/NMS/NMS_Consultation_Doc_Support_Docs_May_09/Sept_Roadmaps.pdf

⁹⁹ Department for Innovation, Universities, and Skills (DIUS). National Measurement System Programme Roadmaps. May 2009. http://www.nmo.bis.gov.uk/fileuploads/NMS/NMS_Consultation_Doc_Support_Docs_May_09/Sept_Roadmaps.pdf (accessed on 9 March 2010).



出典：NMO. 「国家計測システム（NMS）戦略開発を支える NMS プログラムのロードマップ」¹⁰⁰ p.7.

図7 化学と生物学の計測プログラムのロードマップ

NMS は、正確でトレーサビリティのある信頼性の高い計量を行えるようにすることで、国益につなげる仕組みである。その実現には、計測インフラの維持や、国際社会における英国の意見の明確化、公正で安全な競争が可能な環境づくり、イノベーションへの支援の提供などの活動が必要となる。NMS プログラムを通じた英国の計量・計測の改善に向けて、年間約 6,000 万ポンドの予算が投じられている¹⁰¹。

NMS プログラムは、「知識基盤 (knowledge base)」「NMS イノベーション研究開発 (NMS Innovation R&D)」「基礎計量 (Underpinning Metrology)」「分野横断的計量 (Cross Cutting Metrology)」「規制的計量 (Regulatory Metrology)」の 5 つに分類される¹⁰²。そのうちの「知識基盤プログラム」は、英国の国家計量標準機関群 (national metrology institutions : NMIs) における、化学・生物学分野、工学・流量、音響と電離放射線、材料と熱、物理などにおける計量研究開発力および施設の強化を目的としている。また「NMS イノベーション研究開発プログラム」には、高度生産システムや情報通信技術、医療、セキュリティ、輸送、エネルギー、環境などの分野の新たな計測能力の開発を目指すプロジェクトが含まれている。

¹⁰⁰ NMO. Support to NMS Strategy Development National Measurement System Programme Roadmaps http://www.nmo.bis.gov.uk/fileuploads/NMS/NMS_Consultation_Doc_Support_Docs_May_09/Sept_Roadmaps.pdf

¹⁰¹ BIS — NMO. National Measurement System. http://www.nmo.bis.gov.uk/content.aspx?SC_ID=484 (accessed on 9 March 2010).

¹⁰² Ibid.

3.3.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

(1) 国立計測庁（NMO）¹⁰³

国立計量庁（NMO）はビジネス・イノベーション・技能省（BIS）傘下の独立執行機関¹⁰⁴である。NMOは公正で正確な計量・計測を確保し、法律の規制対象となる取引に用いられるようにすることを目指している。イノベーションを支え、公正な競争が行われる環境を作ることや、貿易の促進、消費者や健康、環境の保護などに必要な計測インフラの提供を任務としている¹⁰⁵。つまり、NMOは英国における計量・計測に一貫性を保ち、商業活動を行いやすい環境を確保するための政府機関である。さらに、NMSの戦略を決定し、国家計量標準機関群（NMIs）に予算を提供するのもNMOの役割である。

(2) 国家計測標準機関群（NMIs）

国家計測標準機関群（NMIs）はNMOの一部であり、主にNMOから予算を得ている。NMIsには、次の3つの研究所があり、このうちNPLは、10分野のプログラムを抱え¹⁰⁶、NMSの研究開発の8割を支えている¹⁰⁷。

国立物理研究所（National Physical Laboratory : NPL）

国立技術研究所（National Engineering Laboratory : TUV NEL）

政府化学者研究所（Laboratory of the Government Chemist : LGC）

図8からもわかる通り、英国の計量・計測分野の研究開発は主に政府のプログラムによって支えられているが、政府は計量・計測分野の先端研究者のチームやイノベーション系企業などとも提携して作業を進めている¹⁰⁸。

(a) 国立物理研究所（NPL）

NPLは計量・計測に係わる英国政府の研究機関であり、できる限り正確な標準、科学、技術を開発し、応用することを任務としている。英国の主な計量標準の開発と維持を行っている他、英国内外においてトレーサビリティのある計測のためのインフラを支え、計測の正確性と一貫性の確保に努めている¹⁰⁹。

NPLは音響、分析化学、電磁気学、環境測定、ナノサイエンス、量子現象、先進材料、バイオ技術、光学測定、電離放射線、数学と科学計算、光学的放射とフォトンクス、時間と周波数などの分野の研究開発を手がけている¹¹⁰。

¹⁰³ NMOは、2009年4月までは国立度量衡研究所（National Weights and Measures Laboratory: NWML）という名称であった。

¹⁰⁴ NMOは1996年4月より政府機関として機能している。

BIS — NMO. About Us. http://www.nmo.bis.gov.uk/content.aspx?SC_ID=246 (accessed on 9 March 2010).

¹⁰⁵ Ibid.

¹⁰⁶ NPL. <http://www.npl.co.uk/about/npls-role/national-measurement-system/>

¹⁰⁷ BIS — NMO. A Strategy for the National Measurement System 2010 - 2014, p.26.

National Physical Laboratory (NPL). About NPL. <http://www.npl.co.uk/about/> (accessed on 9 March 2010).

¹⁰⁸ BIS — NMO. A Strategy for the National Measurement System 2010 - 2014, p.13.

¹⁰⁹ National Physical Laboratory (NPL). About NPL. <http://www.npl.co.uk/about/> (accessed on 9 March 2010).

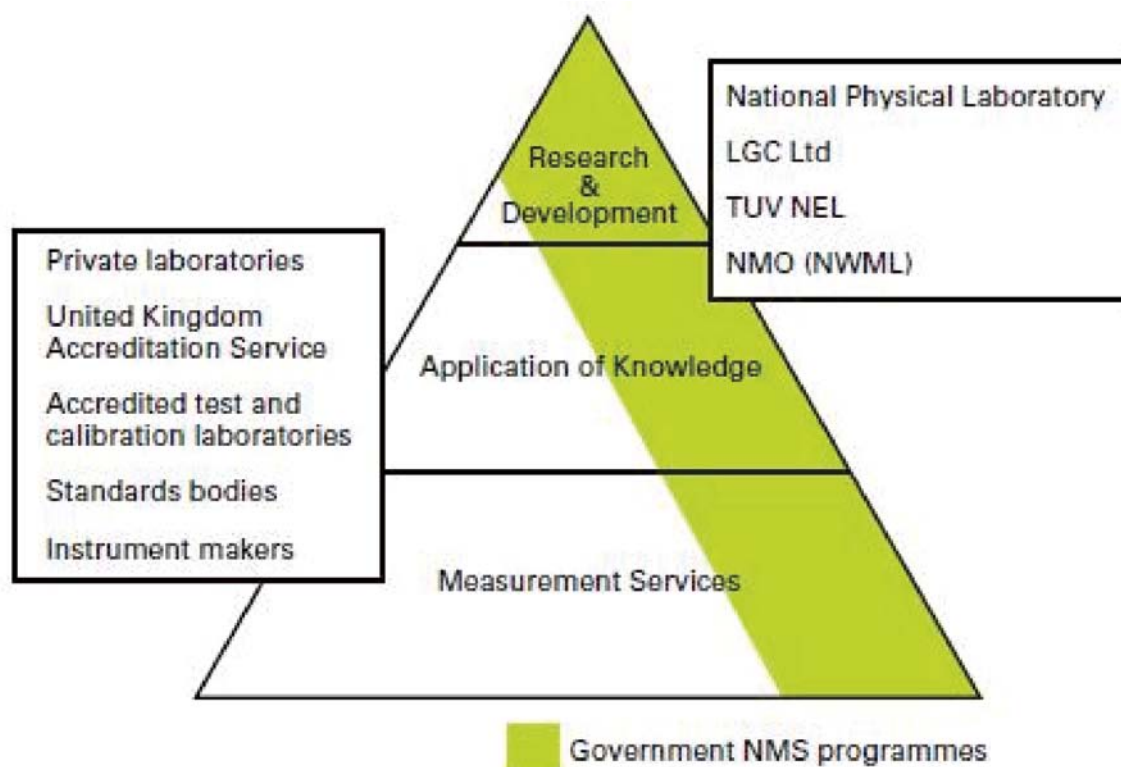
¹¹⁰ NPL. Science and technology. <http://www.npl.co.uk/science-technology/> (accessed on 9 March 2010).

(b) 国立技術研究所 (TUV NEL)

TUV NEL は、液体・流量・ガス分野に特化した国立の計量・計測研究所である¹¹¹。TUV NEL の風力エネルギー計量センター (Wind Energy Metrology Center) は 2008 年 12 月に NMS の予算を受け、風力発電業界が新たな試験方法を確立するための土台となる計量・計測分野の研究を実施する¹¹²。

(c) 政府化学者研究所 (LGC)

LGC は英国の化学とバイオ化学分析分野の計測研究を担う研究機関であり、1996 年に民営化されている。その業務の一部として、政府によるプログラムの管理もあり、例えば、LGC は保健省 (Department of Health : DH) との契約により、国立健康研究所 (National Institute for Health Research : NIHR) の研究資金提供制度である中央委託制度 (Central Commissioning Facility : CCF) を運営している¹¹³。



出典：NMO. 「国家計量システム戦略 2010～2014年¹¹⁴」 P.9.

図 8 英国の計量・計測関連活動の構造

¹¹¹ BIS — NMO. A Strategy for the National Measurement System 2010 – 2014, p.27.

¹¹² TUV NEL. DIUS supports TUV NEL Wind Energy Metrology Centre. [http://www.tuvnel.com/news/\(NR\)NWTC.pdf](http://www.tuvnel.com/news/(NR)NWTC.pdf) (accessed on 9 March 2010).

¹¹³ LGC. Our expertise. http://www.lgc.co.uk/our_expertise/programme_management.aspx (accessed on 9 March 2010).

¹¹⁴ NMO. Investing for impact 2010 – 2014. May 2009. www.nmo.dius.gov.uk/nmsconsultation (accessed on 9 March 2010).

3.3.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

2006年に発表された報告書『石油とガスの流量計測技術研究開発国家戦略 (National strategy for R&D on oil and gas flow measurement technology)』によると、2005年から2008年間の、NMO、NPL、TUV NEL、LGCなどを含む英国の計測・計測プログラムの予算総額は、年間約6,000万ポンド(約82億円)であった¹¹⁵。

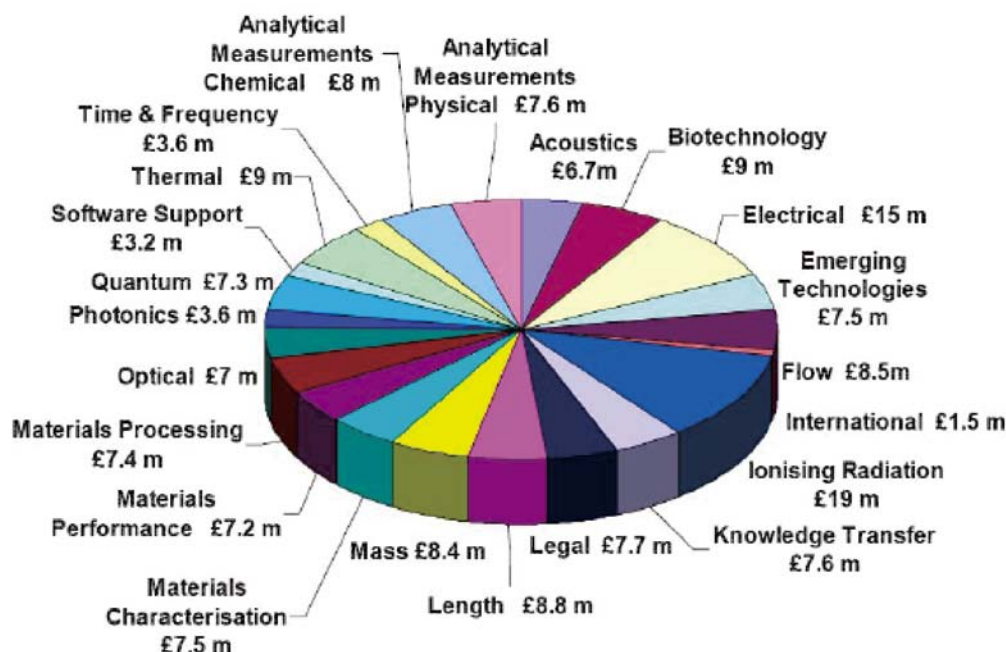


Fig. 3.5. NMS programme values, over the 3 year period 2005 - 2008 (as defined per April 2005) [14].

出典：CMR Instrumentation. 「石油とガスの流量計測技術研究開発国家戦略」 Section 3.2. Figure 3.5¹¹⁶

図9 英国の計測プログラム予算の分野別内訳

¹¹⁵ CMR Instrumentation. National strategy for R&D on oil and gas flow measurement technology. 31/12/2006. <http://www.nfognm.no/docup/dokumentfiler/National%20strategy%20for%20R&D%20on%20oil%20and%20gas%20flow%20measurement.pdf> (accessed on 24 March 2010) p.21.

¹¹⁶ Ibid.

3.3.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

(1) 主要な戦略

(a) 「国家計測システム戦略 2010～2014年」の概要

NMO が発表した NMI 戦略報告書である「国家計測システム戦略 2010～2014年 (以下、NMS 戦略)」には、2010年から2014年の期間に政府の投資が不可欠となる分野について説明されている。この報告書は、計量・計測分野に関連のある組織や関係者などとの協議を経てまとめられたもので、協議は2009年5月から同年8月にかけて12週間にわたって行われ、2009年末にNMS戦略の最終版が発表された。NMS戦略には、重点分野として次の項目が挙げられている¹¹⁷。

- ・ 世界一流レベルの科学研究開発の実行
- ・ 国家的課題への対応
- ・ 英国における計測研究の先導
- ・ 計測関連の資産への投資
- ・ 計測コミュニティとの協力
- ・ 知識の共有による影響力の行使
- ・ NMS 戦略の影響の度合いの判断
- ・ 効率的運営

具体的な研究分野としては、エネルギー、デジタル経済、サステナビリティ、医療、セキュリティなどが挙げられている¹¹⁸。

同戦略は、既に英国に優位性がある分野や、国際的に優位に立てそうな分野への投資の重要性を強調しており、高付加価値の製造とサービスや低炭素製品などを主要投資分野の例として挙げている¹¹⁹。

2008年4月にNMOは3カ年のBIS法定計量プログラム (Legal Metrology Programme 2008-2011) に着手した¹²⁰。同プログラムの究極の目的は、英国が国内外で法定計量の近代化と発展を促す先導的立場を維持し、その役割を果たしていくことにある。プログラムは以下の3つのテーマから成る¹²¹。

- ・ テーマ1 (法定政策) : 政策、規制の改善、国際協力、市場監視など、英国政府のためにNMOが実施するあらゆる法定政策関連の作業
- ・ テーマ2 (法定インフラ) : 型の承認を求める製造業者や、市場の監視と検査を行う取引標準担当官を支援するための研究施設の維持と能力向上
- ・ テーマ3 (コミュニケーション) : 英国産業と関係者が、技術面や規制面でのNMO

¹¹⁷ BIS — NMO. A Strategy for the National Measurement System 2010 – 2014. http://www.nmo.dius.gov.uk/fileuploads/NMS/NMS_Consultation_Doc_Support_Docs_May_09/SEPT_NMS_STRATEGY_MASTER.pdf (accessed on 9 March 2010). Section 2.

¹¹⁸ Ibid., p.11.

¹¹⁹ BIS — NMO. A Strategy for the National Measurement System 2010 – 2014, p.14.

¹²⁰ BIS – NMO Overview of Legal Metrology Programme. http://www.nmo.bis.gov.uk/content.aspx?SC_ID=273 (accessed on 9 March 2010)

¹²¹ DIUS – NMO. National Measurement System Programme for Legal Metrology 2008-2011. http://www.nmo.bis.gov.uk/fileuploads/Docs/Literature%20&%20Events/Corporate%20documents/Legal_Metrology_Programme_2008_-_11_Final_NMO_Version.docx p.3.

の専門知識を直接利用できるようなコミュニケーション、および、NMO とその他の法定計量関連組織のコミュニケーション

このプログラムを通じ、NMO は①イノベーションと競争力の強化を支え、②英国の法定計量インフラの基盤を増強し、③機器の計測と商品の取引の両方において消費者や産業、小売業者に必要な保護を提供することで、④英国の製造業者の国際競争力強化を支援することを目指している。

(2) 施策の特徴

(a) 研究開発動向

BIS の内部研究の例としては、石油とガス分野の NMI である TUV NEL が管理する、流量プログラムがある¹²²。現在の流量プログラムは 2008 年 10 月に始まり、年間予算は約 280 万ポンドである¹²³。同プログラムの目的は次の 4 点である¹²⁴。

- ・ 流量計測用の国家的インフラの提供と開発を行う
- ・ 産業流量計測における問題点に関する一般的な研究を実施する
- ・ 流率の各要素（容積、質量、時間）や、あらゆる補助的計測要素（密度、温度、圧力など）についての英国の一次標準をトレーサビリティのあるものにし、諸外国の国家標準と相互比較することにより英国の標準の国際的互換性を確保する
- ・ 英国産業に役立つように、作業成果を迅速かつ効率的に公表する

また流量プログラムは、達成目標別に 6 つのテーマに分かれている¹²⁵。

- ・ 常量法と微量・ナノテクノロジーの関連性
- ・ 技術イノベーション
- ・ 新規要件への対応
- ・ 環境と規制遵守のための計測技術の支援
- ・ 計量の基盤づくり
- ・ 知識の移転、管理、および形成

¹²² TUV NEL. <http://www.tuvnel.com/home.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1> (accessed on 9 March 2010).

¹²³ CMR Instrumentation. National strategy for R&D on oil and gas flow measurement technology. <http://www.nfogn.no/docup/dokumentfiler/National%20strategy%20for%20R&D%20on%20oil%20and%20gas%20flow%20measurement.pdf> (accessed on 3 March 2010).

¹²⁴ Flow Programme. DIUS National Measurement System for Flow. <http://www.flowprogramme.co.uk/flowprogramme.asp> (accessed on 9 March 2010).

¹²⁵ Ibid.

3.3.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

NPLの親組織であるBIS以外の省が直接行っている具体的な計量・計測分野へのファンディングの事例は見つかっていないが、研究開発に従事している他の政府機関がNMOと協業を行っている例も見受けられる。例えば、BIS（旧DIUS）と保健省（Department of Health）は、共同でNPLの臨床線形加速器用施設に600万ポンドを投資している。これにより、病院はがん患者に対してこれまでより正確で効果の高い放射線用量を使って治療できるようになった。また、NMOの戦略は、研究開発活動に関連のある全ての政府省庁による監修を受けて作成されている¹²⁶。

¹²⁶ BIS — NMO. A Strategy for the National Measurement System 2010 – 2014, p.24.

3.3.6 項 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組

2001年6月に、英国科学技術庁（OST）は、英国の研究レベル維持（最先端の研究の実施や競争力強化）のため、今後の研究施設整備について、大型施設戦略マップ（Large Facilities Strategic Road Map）を策定し、以後約2年毎にロードマップの改定が行われている（表12）。

近年では2008年に、英国DIUS（現BIS）のもとで、研究会議（Research Council）がロードマップ（Large Facilities Roadmap 2008）を策定・発表している。

対象となっている大規模研究施設の種別は以下の通りであり、これらのうち、「医学・生命科学」分野の一部、「材料化学」分野において、計測・分析に関連した研究施設の整備計画が挙げられている。

- ・天文学、天体物理、核・素粒子物理
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。
- ・医学・生命科学
計測・分析に関連した研究施設としては、Integrated Structural Biology Infrastructure（構造生物学のための統合インフラ）が挙げられる。
- ・コンピューター・データ処理
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。
- ・エネルギー
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。
- ・環境科学
少なくとも研究施設の概要レベルでは、計測・分析技術との関連性は明記されていない。
- ・材料化学
計測・分析に関連した研究施設が多数見受けられる。
- ・社会科学・人文科学
計測・分析に関連した研究施設は無い。

表 12 英国の大型研究施設整備ロードマップに記載されたプロジェクト

分野	プロジェクト名	経費 (百万ユーロ)	運用予定
天文学、 天体物理、 核・素粒子物理	Future High Energy Colliders	5,000	2020-
	European 3rd Generation Gravitational Wave Observatory (Einstein Telescope)	200	2014-
	Next Generation Neutron Sources	about240	2015, 2020
	Underground Science Initiatives	45	2010-
	Large Hadron Collider	50	2015
	European Extremely large Telescope	750	2017
	Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)	850	2012/13
	Power Lazer Energy Research Project (HiPER)	N/A	N/A
	Neutrino Factory	2,000	2015-
医学・生命科学	Square Kilometre Array	1,100	2014-2020
	Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure	100	2009
	European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine	255	2012
	European Centre for Systems Biology	50-70	2012
	European Life-Science Infrastructure for Biological Information (ELIXIR)	100	2012-13
	Infrafrontier	320	2017
	Infrastructures for Clinical Trials and Biotherapy Facilities	36	N/A
	Institute for Animal Health - Compton	150	2013
	Institute for Animal Health - Pirbright	195	2012
	Integrated Structural Biology Infrastructure	300	2008
	Mary Lyon Centre	18	2006
	Laboratory for Molecular Biology	197	2012
	National Academic Drug Development Facility	N/A	N/A
	Research Complex at the Rutherford Appleton Laboratory	26	2009
コンピューター・ データ処理	UK Biobank	74	2010
	National Institute for Medical Research	500	2014-
エネルギー	National Service Provision for High End Computing	52	2007-2013
	High Power Laser Energy Research Project	500	2017-2019
環境科学	Mega Amp Spherical Tokamak (MAST)	35	2011-2012
	Atmospheric Research Aircraft	25	2015
	Community Heavy-Payload Long Endurance Instrumented Aircraft for Tropospheric Research and Geosciences (COPAL)	50-100	2012
	Euro-Argo	76	2010
	European Multidisciplinary Seafloor Observation	150	2012
	European Polar Research Icebreaker (Aurora Borealis)	360	2012
	Ground-based and airborne mobile atmospheric observatory	6	within 5years
	Halley Research Station Antarctica	45-50	2010
	Instrumented Autonomous Global Observing System - European Research Infrastructure (IAGOS_ERI)	20	2012
	Integrated Carbon Observation System	275	2012
	Life Watch	370	2014
	Oceanographic Research Ship (replacement for RRS Discovery)	55	2012
	Oceanographic Research Ship RRS James Cook	40	2007
	Rothera Research Station, Antarctica	30	2018
	Royal Research Ship (replacement for Ernest Shackleton)	N/A	N/A
Royal Research Ship (replacement for James Clark Ross)	N/A	N/A	
材料科学	Daresbury and Harwell Science and Innovation Campuses	125-250	2010-2012
	Diamond Light Source — phase III	79	2015
	Diode Pumped Optical Laser for Experiments (DIPOLE)	15, 50-85	2012
	European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)	262	2017
	European X-Ray Free Electron Laser (X-FEL)	1,082	2013
	Extreme Light Infrastructure (ELI)	200-500	2014
	Institute Laue-Langevin (ILL)	160	2017
	Isis	29, 35	2012, 2016
	Mesoscale Facility Service Provision	10	in operation
社会科学・ 人文科学	New Light Source	100	2015
	Administrative Data Service	0.5	2008
	British Election Study (BES)	2	2008-2010
	Census of Population Programme	8	2006
	Centre for Longitudinal Studies (CLS)	18	2010
	Council for European Social Science Data Archives (CESSDA)	30	2008
	Economic and Social Data Service (ESDS)	14	2003, 2007
	European Social Survey (ESS)	0.7	2009-2010
	National Centre for E-Social Science (NCeSS)	11	2007/2008
	National Centre for Research Methods (NCRIM)	12	2008
	Research Facility for the Birth Cohort Studies	105	2010
	Secure Data Service (SDS)	0.	2008
	English Longitudinal Study of Ageing (ELSA)	8	2000
	UK Household Longitudinal Study (UKHLS)	16	2008
UK Longitudinal Study Centre (ULSC)	1.4	2009	

以下においては、大規模放射光施設 Diamond Light Source と中性子施設 ISIS (Spallation Neutron Source) における計測・分析技術への取組状況を示す。

(1) Diamond Light Source

(a) 施設の概要

Diamond Light Source は、線形加速器によって 100MeV に加速された電子をシンクロトロンで 3GeV まで加速し、最大電子エネルギー 3GeV、最大ビームライン数 40 本、周長 562m である。生命科学、薬学、環境学をはじめ、物質構造科学分野の実験が行われており、とくに創薬の可能性を持ったタンパク質の構造解析実験が多く行われている。

(b) 運営機関

Diamond Light Source Ltd

(c) 施設の整備状況、および今後の整備計画

2003 年に建設開始し、2007 年に共同利用を開始している。また、今後 2011 年までに 22 本のビームラインを追加する Phase II、ビームラインを 32 本に増やす Phase III のアップグレードが予定されている。

(d) 予算

建設費は 263 百万ポンド。

(2) ISIS

(a) 施設の概要

ISIS では、物理、化学、材料工学、地球科学、生物学、考古学等の分野において実験が行われている。

(b) 運営機関

RAL (Rutherford Appleton Laboratory)

(c) 施設の整備状況、および今後の整備計画

1977 年に建設開始し、1985 年に共同利用を開始している。また、2003 年にセカンドターゲットステーションの建設を開始し、2007 年に first neutron を観測している。

(d) 予算

初期建設費は 154 百万ポンド、セカンドターゲットステーションの建設費は 145 百万ポンド。

3.4 節 フランス (France)

3.4.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

フランスにおける科学技術政策に関する国家戦略などでは特に計測・分析技術に触れられておらず、また計量・計測のみに絞った国家戦略や指針などは確認できなかった。一方で、フランス政府の主な計量・計測研究機関である、国立計量試験所 (Laboratoire National de Métrologie et d'Essais : LNE) によれば、LNE の研究プログラムは3つの分野を機軸として展開されているが、それらは、各省庁や科学技術研究機関などが策定する戦略プログラムやアクションプランをもとに抽出されているということである¹²⁷。

なお、フランス (パリ郊外) には国際度量衡局 (Bureau International des Poids et Mesures : BIPM) があり、ここが国際度量衡の中心機関として機能している。同局は、関連国からの拠出金で運用されている (2010 年予算 : 1000 万ユーロ強)。

¹²⁷ LNE. http://www.lne.fr/en/r_and_d/research-at-lne.asp

3.4.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

フランスには計測・分析技術の研究を統括する政府機関は存在せず、計量・計測に関連のある省庁から成る計量委員会（詳細は後述）の支援を受けつつ、国立計量試験所（LNE）が計量・計測分野の主要研究機関としての役割を果たしている。なお、LNEによれば、研究、産業、環境、文化、国防、保健などに関係のある各省庁とパートナーシップを組んでおり¹²⁸、計量・計測関連の研究開発活動において、これらの省庁との協業を行っている¹²⁸と推測できる。

(1) 国立計量試験所（LNE）

2005年1月25日に発効した法令により、LNEはそれまでの国立計量局（Bureau national de métrologie/ National Bureau of Metrology : BNM）に代わってフランスの計量標準を監督している。以降、LNEはドイツのPTBや英国のNPL、イタリアのINRIM¹²⁹、米国のNIST、日本のNMIJ¹³⁰など、先進各国を代表する国家計量標準機関のカウンターパートであり、メートル条約（Metre Convention）の国際度量衡委員会（International Committee of Weights and Measures : CIPM）や、欧州国家計量標準研究所協会（European Association of National Metrology Institutes : EURAMET）などの国際組織においてフランスを代表している¹³¹。LNEは独立組織であり、どの省庁にも属していない。

LNE内部には、LNE理事会（Board of Directors）に対して、その科学的方向性や戦略などについて提言を行う計量委員会（Metrology Committee）が設置されている。同委員会は、科学界や産業界、関連省庁（経済産業省と教育省）などの代表者14名の委員で構成されており、LNEが取り組むべき優先度の高い分野を示し、予算配分を調整し、必要に応じて共同研究グループを設置する役割を担っている^{132,133}。

LNEは、①国立計量研究所（National Metrology Laboratories : NMLs）と、②LNE傘下の、分野別の研究を行っている7つのアソシエイト研究所（Associate Laboratories : ALs）の2種類に分類される。これらの各研究所の任務は全て計量委員会によって決められており、総勢約220名の研究者が計量・計測関連の研究活動を行っている¹³⁴。

(a) 国立計量研究所（NML）¹³⁵

- ・LNE-INM/CNAM（国立工芸院の国立計量研究所、National Institute of Metrology at the Conservatoire National des Arts et Métiers）
- ・LNE-LNHB/CEA（フランス原子力庁・国立アンリ・ベクレル研究所、

¹²⁸ LNE. http://www.lne.fr/en/r_and_d/research-at-lne.asp#partenaire

¹²⁹ Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica（英語名称：National Institute of Metrological Research）

¹³⁰ (独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター（英語名称：National Metrology Institute of Japan）

¹³¹ LNE-Metrology in France. <http://www.french-metrology.com/en/organisation/organisation.asp> (accessed on 11 March 2010).

¹³² この計量委員会の活動は、各分野の科学委員会（Scientific Councils）と科学技術研究部門（Scientific and Technological Research Division: DRST）が支えており、主にDRSTが計量委員会や科学委員会の会議の準備や様々なプログラムの提案書作成などを担当している。

¹³³ Ibid

¹³⁴ Ibid

¹³⁵ LNE-Metrology in France. Organization <http://www.french-metrology.com/en/organisation/organisation.asp>

Laboratoire National Henri Becquerel at the French Atomic Agency)

- ・ LNE-SYRTE/OP (パリ天文台の時空間基準系研究所、Laboratory of Time-Space Reference Systems at the Observatoire de Paris)

(b) アソシエート研究所 (AL)

- ・ LNE-ENSAM (パリ国立工芸学校、Ecole Nationale Supérieure d' Arts et Métiers of Paris)
- ・ LNE-IRSN (放射線防護原子力安全研究所、Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire)
- ・ LNE-CETIAT (空調工業技術センター、Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques)
- ・ LNE-LTFB (ブザンソン時間周波数研究所、Laboratoire Temps Fréquence de Besançon¹³⁶)
- ・ LNE-LADG (ガス流量測定研究所、Laboratoire Associé de Débitmétrie Gazeuse)
- ・ LNE-TRAPIL (トラピル社の炭化水素流量研究所、Trapil company)

(2) その他の機関

LNE 以外でも、特定の分野に関しては、他の国立研究所が計測・分析技術の研究を実施している場合がある。例えば国立航空宇宙研究所 (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales : ONERA) がその例である。ONERA は 1946 年に設立された国立の航空宇宙研究機関で、国内に 8 つの主要研究施設がある。約 2,000 名の職員のうち約 1,500 名は科学者、エンジニア、あるいは技術者で、その任務は次の 6 つに大別される¹³⁷。

- ・ 航空宇宙分野の研究
- ・ 国や産業界による同分野の研究成果の商業化支援
- ・ 試験施設の建設と運営
- ・ 産業界への、高水準の技術的分析やその他のサービスの提供
- ・ 政府のための、技術的分析の実施
- ・ 研究者とエンジニアのトレーニング

研究の目標が短期的なものから長期的なものまで、ONERA が行う研究は全て応用を念頭に行われており、フランスの航空宇宙・国防業界の競争力を強化するように計画されている。研究結果は、民間航空機、軍用航空機、ヘリコプター、ティルトローター機、推進システム、軌道システム、宇宙輸送、ミサイルシステム、防衛システム、ネットワーク化システムとセキュリティシステムなど、航空宇宙関連のあらゆる分野の製品やサー

¹³⁶ LNE-Metrology in France. http://www.french-metrology.com/en/organisation/associate-laboratories.asp#lne_femto_st
2008 年に LNE-FEMTO-ST と LNE-OB が合併して LNE-LTFB となった。

¹³⁷ ONERA - ONERA's Identity <http://www.onera.fr/onera-en/identity.php>

ビスの設計と製造に生かされている¹³⁸。

2008年のONERAの予算は2億200万ユーロであった¹³⁹。ONERAの予算のうち約60%は産業界や政府機関のために行う研究の契約から得る収入であり、これが応用間近の短期・中期的研究活動の資金源となっている。あとの40%は政府からの助成金で、主に長期的な研究にあてられている¹⁴⁰。

ONERAには16の科学部門¹⁴¹があり、そのうち光学の理論と応用の部門(Theoretical and Applied Optics)では、レーザー技術を用いた新しい現場計測と遠隔計測の機器の開発に取り組んでいる¹⁴²。また、空気力学部門(Fundamental and Experimental Aerodynamics)は、高いセンサー校正技術で知られているほか、広範にわたる風洞測定リソースを提供している¹⁴³。また、ONERAの風洞専門部門であるGMTでは、感圧塗料計測(PSP)技術や模型変形測定(MDM)などの新たな計測方法の開発を行っている他、風洞試験に伴う測定バイアスを減らすなど、データの質向上に取り組んでいる¹⁴⁴。

¹³⁸ Ibid.

¹³⁹ ONERA - ONERA at a glance, 2008 <http://www.onera.fr/publications-en/institutional-publications-onera.php>

¹⁴⁰ ONERA — ONERA's Identity <http://www.onera.fr/onera-en/identity.php>

¹⁴¹ ONERA — Annual Report 2008. <http://www.onera.fr/publications-en/institutionnelles/2008-Onera-RA-GB.pdf> p.8. Organization Chart

¹⁴² ONERA — Theoretical and Applied Optics. <http://www.onera.fr/dota-en/index.php>

¹⁴³ ONERA — Fundamental and Experimental Aerodynamics. <http://www.onera.fr/dota-en/index.php>

¹⁴⁴ ONERA — Testing techniques, measurement methods and technologies.

<http://windtunnel.onera.fr/testing-techniques-measurement-methods-and-technologies>

3.4.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

LNE の 2008 年度の研究予算は 1,450 万ユーロで、そのうち 70% が計量・計測分野の研究に投じられた。残りの 30% の研究は、消費者の安全性と保護 (Consumer safety and protection)、医療・健康 (Medical/Health)、維持可能な開発 (Sustainable development) である。計量・計測分野の研究予算の内訳は、電気計量 (40%)、化学計量 (12%)、質量と関連数量 (11%)、温度と熱関連の数量 (11%)、ワットバランス (11%)、長さに関連数量 (8%)、光学的放射 (7%) の順番に予算が多かった。また、同年度における LNE が各種サービスから得た収益は 6,960 万ユーロで、その内訳は 38% が試験や技術支援、30% が認証、18% が校正、14% がトレーニング・その他であった¹⁴⁵。

¹⁴⁵ LNE - Key Figures. http://www.lne.eu/en/lne_glance/key-figures.asp (accessed on 11 March 2010).

3.4.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

(1) 主要な戦略

前述のとおり、フランスには計測・分析技術に関する国家的な施策は確認できなかったため、以下では LNE の研究開発動向について記載する。

(a) 研究開発分野

2005 年に当時の LNE 所長、マーク・モーテロー氏 (Marc Mortureux) が LNE 発行の計測・計測専門誌 (French Metrology Review¹⁴⁶) の中で明らかにした計画によると、LNE では次の分野を重視している¹⁴⁷。

- ・医療や維持可能な開発に関連する分野のニーズに対応するための、化学と生物学分野の計測
- ・時間と周波数 (ガリレオプロジェクトなど)、温度目盛 (特にエネルギーや輸送分野向けの超高温や超低温)、光学あるいは高周波電力 (通信、情報技術)
- ・ナノ計量 (Trappes の LNE 施設に専門の実験室が建設された)

(b) 研究開発動向

年次報告書によれば、2008 年の動きとして以下が挙げられる。

- ・ナノ科学分野の研究対象を拡張、耐火性材料やコクサッキーウイルスを含むウイルス画像 (ナノウイルス学) などに取り組んでいる。医療関連の研究に以前よりも力を入れている他、環境分野では、メチル水銀やセレンメチオニンの投与用標準的測定方法を開発した¹⁴⁸。
- ・維持可能な開発に関する政策の分野にも従来より力を入れるようになり、同分野に関連する研究の多様化を進めた。また、同位体希釈とクロマトグラフィー、分光分析などに基づいた多成分残留農薬分析方法も開発した¹⁴⁹。
- ・消費者保護に必要な消費者製品のモニター分野の研究にも取り組み、食品との接触に関する試験から、EU の化学物質登録評価許可規則 (Regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals : REACH) の有害化学物質管理規則や温室効果ガスの分類やラベル表示規則の遵守に関連するサービスなどを行っている¹⁵⁰。
- ・輸送分野においても火災安全性やメカトロニクス材料の研究を進めており、部品製造業者の製品が基準を満たし、道路交通安全政策の実施に用いられる制御機器の完

¹⁴⁶ フランスの研究、教育、産業セクターにおける計測関連活動に関する科学的専門誌で、年 4 回発行される。2005 年以来、LNE が同誌を編集している。LNE - Revue française de métrologie.

<http://www.metrologie-francaise.fr/fr/publications/revue-fr-metrologie.asp> (accessed on 12 March 2010).

¹⁴⁷ La réforme de la métrologie française, Revue Française de Métrologie. Volume 2005-1), pp.5-6.

http://www.metrologie-francaise.fr/publications/revue_francaise_metrologie/2005_01/reforme_metrologie_francaise_P5_6_RFM1.pdf (accessed on 11 March 2010).

¹⁴⁸ LNE Activity Report 2008. http://www.lne.eu/publications_en/annual-report-2008/LNE-activity-report-2008.pdf at page 3 (accessed on 13 March 2010).

¹⁴⁹ Ibid., p.6

¹⁵⁰ Ibid., p.7

全性を高めることができるよう支援している¹⁵¹。

(2) 施策の特徴

(a) 人材開発

LNE は法定計量分野のトレーニングや情報を提供している。各分野の LNE の専門家が指導する企業向けトレーニングプログラムもある他¹⁵²、高度なコースでは最先端技術がテーマで、通常、実習とラボでの実演を含んでいる。応用計量から試験機器の使い方、標準や規則の適用などに至るまで、幅広い分野の指導をしている。さらに、標準と規則の最新情報や各分野への影響についての専門的な説明会も開催している¹⁵³。

(b) 規則と標準化

LNE は国家の主要計量研究機関であるだけでなく、製造業者や校正研究所が用いる計測機器に欠かせない標準的基準の開発についても、作業の半分近くを担当している。2008年にはLNEの活動により、特にガス、密度、電気、熱などの分野の計量で大きな進歩があった。冷却と空調機器に関する欧州の指令に従い、漏電の校正・検知用機器の参照用標準器をLNEが開発したのはその一例である¹⁵⁴。

LNE はフランス国内や欧州向け、および国際的な規則や標準の本文を作成する役割も担っており、規制関連の認証だけでなく、製造業者の関心が高まっている ISO 9001 や ISO 14001 などの国際標準の認証も自主的に提供している¹⁵⁵。

¹⁵¹ Ibid., p.8

¹⁵² LNE Brochure. http://www.lne.eu/publications_en/brochures/lne-measuring-standardizing-assessing-certifying.pdf (accessed on 13 March 2010).

¹⁵³ Ibid.

¹⁵⁴ LNE Activity Report 2008. http://www.lne.eu/publications_en/annual-report-2008/LNE-activity-report-2008.pdf p.4 (accessed on 13 March 2010).

¹⁵⁵ Ibid.

3.4.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

フランスの主要な計測・分析技術に関する研究は、LNE とその傘下の研究所群が行っており、フランス政府省庁とはパートナーシップを組んで取り組んでいる。今回の調査では、LNE 以外の政府機関による計測・分析技術の研究開発へのファンディング制度は確認できなかった。

3.5 節 ドイツ (Germany)

3.5.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

ドイツの主要科学技術振興政策としては「ハイテク戦略 (High-Tech Strategy)¹⁵⁶」があり、科学技術政策の基盤として 17 の重点分野で科学技術・イノベーションを推進し、17 の重点分野のうち、さらにバイオやナノテクノロジー、ITC など高度技術に関する 7 分野を主要技術 (key technologies) と位置づけている¹⁵⁷。

これらの「重点分野」や「主要技術」としては計測・分析技術は取り上げられてはいないが、各主要技術のアクションプランの中では取り上げられている。例えば、ナノテクノロジーの場合、ナノイニシアチブ—アクションプラン 2010 (Nano-Initiative – Action Plan 2010、以下「ナノイニシアチブ」) 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して位置づけている¹⁵⁸。

このナノイニシアチブには、連邦教育研究省 (Federal Ministry of Education and Research: BMBF) が 3.7 億ユーロの予算を拠出しており¹⁵⁹、他の 6 省¹⁶⁰ と共同で技術移転やイノベーションを推進している¹⁶¹。また、ナノイニシアチブには、規格や計測技術のみならず、計測技術を活用して設定した評価値や安全値などを応用したリスク評価、職業安全衛生、消費者保護、環境保護など、様々な分野が網羅されており、それぞれの分野でドイツ規格協会 (German Institute for Standardisation :DIN) や国立物理技術研究所 (Physikalisch-Technische Bundesanstalt : PTB) などの政府担当機関が連携を進めることとなっている¹⁶²。

¹⁵⁶ <http://www.hightech-strategie.de/en/350.php>

¹⁵⁷ http://www.bmbf.de/pub/forschung_und_innovation_fuer_deutschland_en.pdf p.17

¹⁵⁸ http://www.bmbf.de/pub/nano_initiative_action_plan_2010.pdf pp.17-19

¹⁵⁹ <http://www.hightech-strategie.de/en/236.php>

¹⁶⁰ 6 省庁とは、連邦経済技術省 (Federal Ministries of Economics and Technology: BMWi)、連邦環境省 (Federal Ministries for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety: BMU)、連邦厚生省 (Federal Ministries of Health: BMG)、連邦国防省 (Federal Ministries of Defence: BMVg)、連邦労働社会省 Federal Ministries of Labour and Social Affairs: BMAS)、連邦食糧・農業・消費者保護省 (Federal Ministries of Food, Agriculture and Consumer Protection: BMELV)

¹⁶¹ <http://www.bmbf.de/en/nanotechnologie.php>

¹⁶² http://www.bmbf.de/pub/nano_initiative_action_plan_2010.pdf p.20

3.5.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

ドイツの計量・計測分野の主要国立研究所は国立物理技術研究所（PTB）である。PTBは、1887年に設立され、ドイツの法定計量を管理している連邦機関である。米国標準技術局（National Institute of Standards and Technology : NIST）に次ぐ世界でも高水準の技術と開発能力を誇る計量・計測技術の研究開発機関であり、ブラウンシュバイクとベルリンに拠点を置き、1,800名のスタッフを抱えている¹⁶³。

PTBの主な活動は、法定計量の標準設定、研究開発、製品試験、認定制度の運営、校正および省庁へのコンサルテーションなどとなっており¹⁶⁴、PTBは、10局（Division）とその下部にある48の課（Department）で構成され、研究開発プログラムは後述する13のテーマに分類されている¹⁶⁵。

PTBの所管は、連邦経済技術省（Federal Ministry of Economics and Technology : BMWi）となっており¹⁶⁶、PTBの3年毎の目標設定や予算配分、PTB評議会（Board of Trustees）への参画、上層部の人事などを監督している。

PTBは、BMWい他、環境庁（Federal Environment Agency : UBA）や消費者保護食品安全局（Federal Office of Consumer Protection and Food Safety : BVL）、ドイツ臨床化学実験医薬協会（German Society for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine : DGKL）などの他省庁が参加する作業部会をつくり、省庁間を調整するなど連携も図っている¹⁶⁷。

¹⁶³ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wasistdieptb/_index.html

¹⁶⁴ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PT_B_engl.pdf pp.11-12

¹⁶⁵ Ibid., pp.12, 53-55

¹⁶⁶ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wasistdieptb/_index.html

¹⁶⁷ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PT_B_engl.pdf pp.15-16

3.5.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

PTB の 2008 年の予算はおよそ 1.3 億ユーロで¹⁶⁸、その他に、認定料や試験料などサービス収入約 1,300 万ユーロ、外部とのプロジェクト資金として約 860 万ユーロの収入があった。また、連邦政府のハイテク戦略の恩恵を受け、毎年追加予算として数百万ユーロも加算されている¹⁶⁹。ただし、民間から得たサービス収入は、750 万ユーロを超えた場合、超えた部分の 50% を連邦政府へ返還しなければならないという規定がある¹⁷⁰。一方、2008 年の支出は 1.4 億ユーロで、主な支出先は人件費 7,800 万ユーロ (55.8%)、建物や機器類などの設備投資に 3,400 万ユーロ (24.1%)、光熱費などに 2,800 万ユーロ (20.1%) であった¹⁷¹。

¹⁶⁸ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wasistdieptb/_index.html

¹⁶⁹ http://www.ptb.de/de/publikationen/jahresberichte/jb2008/zahlen_fakten/zuf.pdf pp.40-41, 43;

http://www.ptb.de/de/publikationen/jahresberichte/jb2007/zahlen_fakten/zuf.pdf pp.46-47, 49;

http://www.ptb.de/en/publikationen/jahresberichte/jb2006/zahlen_fakten/haushalt4.html

¹⁷⁰ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PTB_engl.pdf p.26

¹⁷¹ http://www.ptb.de/de/publikationen/jahresberichte/jb2008/zahlen_fakten/zuf.pdf pp.40, 42

3.5.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

(1) 主要な戦略

PTBは2006年、国際評価委員会（Weule commission）による研究開発強化の提言を受け¹⁷²、「コンセプト2016（Concept 2016）¹⁷³」を発表し、PTB内部組織の役割を見直す大規模な組織改革を実施した。その際、優先度の低いプロジェクトや部署を見直し、ナノスケール磁性（Nanomagnetism）や核磁気共鳴（NMR）、バイオ磁性（Biomagnetism）など、戦略的に研究分野が見直された¹⁷⁴。

現在、PTBにおける主要研究開発プログラムは以下の13であり、特に、ドイツの社会経済にとって、精密計量、医療、電子エンジニアリング、光学分野の発展が重要であり、そのためには計測・分析技術がそれらの高度技術の応用に欠かせないものとして位置づけられている¹⁷⁵。

- ・音響・超音波・加速度（Acoustics, Ultrasound, Acceleration）
- ・流況（Flow）
- ・エレクトロニクス・磁性（Electricity and Magnetism）
- ・イオン化放射線（Ionizing Radiation）
- ・長さ・次元計量（Length, Dimensional Metrology）
- ・質量・組立量（Mass and Derived Quantities）
- ・化学計量（Metrology in Chemistry）
- ・医療における計量（Medical Metrology）
- ・放射分析・測光学（Radiometry and Photometry）
- ・温度計測（Thermometry）
- ・時間周波数標準（Time and Frequency）
- ・数理・情報技術（Mathematics and Information Technology）
- ・物理安全工学・防爆計測（Physical Safety Engineering, Explosion Protection）

PTBの研究プログラムは、1年間の短期プログラム、1～3年間の中期プログラム、3年以上の長期プログラムに大別される。短期プログラムで扱う研究課題は、役員会（Presidential Board）に加えて、外部のPTBサービス受給者からの評価や要望、評議会や外部の諮問委員会からの勧告などからの提案が吸い上げられ、年次プログラム計画会議で協議される。中期プログラムの課題は、理事会（Directorate）および役員会とマネージャーで構成されている研究プログラムの小委員会で協議され、長期プログラムは、役員会とマネージャーによる3年毎の社会経済科学に関する戦略会議（strategy conference）において決定される¹⁷⁶。

¹⁷² http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PT_B_engl.pdf p.17

¹⁷³ <http://www.ptb.de/en/publikationen/jahresberichte/jb2007/nachrdjahres/ndj20e.html>

¹⁷⁴ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PT_B_engl.pdf pp.14, 30

¹⁷⁵ Ibid., p.5

¹⁷⁶ Ibid., p.20

(2) 施策の特徴

(a) インフラ

これらの研究開発を実施するために、PTBはブラウンシュビックとベルリンに合わせて100万平方メートル以上に及ぶ敷地を有し、89戸の建物には大規模な最先端計測設備を装備している。最先端計測設備のうち、粒子加速器やシンクロン放射装置などは、欧州の計量機関や外部の共同研究パートナーにも活用されている¹⁷⁷。

(b) 欧州におけるリーダーシップ

PTBは、欧州内の計量・計測コミュニティでも、リーダーシップを発揮している。PTBは、1987年、欧州諸国の包括的な協力体制を整えるために設立された、欧州計測会議（European Collaboration in Measurement Standards）の創設メンバーであり、欧州の計量・計測R&Dの主軸となっているEURAMET（3.2節参照）も2007年にPTB内に本部を置くなど¹⁷⁸、ドイツの主導権の強さが伺われる。さらにドイツは、EUとEURAMET参加国の共同出資プログラムである欧州計量研究プログラム（EMRP）の全体予算の内、参加国予算分に対し約35%を出資している¹⁷⁹。

(c) 諸外国との共同研究

欧州以外にもPTBは諸外国と活発に計量・計測分野における協力を展開している。

米国や日本など世界各国の大学や研究機関、産業界との共同プロジェクトを実施しており、その総数は年間133件に上る（2007年）¹⁸⁰。具体的な共同プロジェクトには、NISTとの光磁場センサー（optical magnetic field sensor）共同試験¹⁸¹や、日本の独立行政法人情報通信研究機構（NICT）とのUTC（世界時）の高精度時刻比較に関する共同研究¹⁸²などがある。

また、PTBの技術協力課（Technical Cooperation Department）は、ドイツ経済協力省（BMZ）との合意のもと、発展途上国のインフラ整備の一環として計量・計測や試験、標準化などのトレーニングを支援している。2008年には、二国間あるいはEU、世界銀行を通じて21カ国で45件のプロジェクトを実施した¹⁸³。特に、20年以上にわたり、中国の国家標準の開発と検証および専門家の人材育成に関する二国間共同プロジェクトを実施している¹⁸⁴。その他、東南アジア諸国連合（Association of Southeast Asian Nations : ASEAN）とは2009年から2013年の期間で、計量技術基盤の質向上プロジェクト（Improving quality infrastructure in ASEAN）を実施している¹⁸⁵。

¹⁷⁷ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PT_B_engl.pdf pp.18-19, 41

¹⁷⁸ *Ibid.*, pp.20, 22-23

¹⁷⁹ 2009年12月のアジア太平洋計量計画（Asia Pacific Metrology Programme:APMP）の総会での発表資料による情報。EU条約169条（article 169 of the EU treaty）により、EURAMETに対する出資比率をEU50%、参加国50%とすることを決めている。
http://www.apmpweb.org/25th%20GA/GA%20Documents-web/speakers/EURAMET-report_v2%202.pdf p.13

¹⁸⁰ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PT_B_engl.pdf pp.21-22

¹⁸¹ <http://www.ptb.de/en/aktuelles/archiv/presseinfos/pi2009/pitext/pi091211.html>

¹⁸² <http://www2.nict.go.jp/w/w114/research.html>

¹⁸³ http://www.ptb.de/de/publikationen/jahresberichte/jb2008/zahlen_fakten/zuf.pdf p.7

http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PT_B_engl.pdf p.27

¹⁸⁴ <http://www.ptb.de/en/suche/suche.html>

¹⁸⁵ http://www.ptb.de/q5/docs/broschueren/broschuere_QI_2006e.pdf

3.5.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

(1) BMBF によるファンディング

科学技術の研究開発に対する主なファンディングは、連邦教育研究省（BMBF）が中心となって推進しているハイテク戦略から PTB を含む各国立研究機関へ配分されるが¹⁸⁶、BMBF の 2004 年の報告書によれば、BMBF はナノテク関連のプロジェクトに対して、標準化や計量に関連する研究課題も盛りこみ、支援するとのことである¹⁸⁷。なお、PTB は BMBF によるファンディングプロジェクトの一つ、32 ナノメートルマスクリソグラフィに関する研究にも参加し、その支援を受けている¹⁸⁸。

(2) 共同研究事例

ファンディング制度ではないが、PTB は、ドイツ研究振興協会の共同研究センター（German Research Foundation/DFG Collaborative Research Centers）や産業界などとの共同研究に参加している¹⁸⁹。また、2008 年にはドイツの 66 の大学や、135 社の民間企業と共同研究（bilateral cooperation）を実施している。

例えば、国内では、技術大学ブラウンシュバイク校（Technical University [TU] Braunschweig）との共同出資で「共同光学計量センター（Joint Optical Metrology Center : JOMC）を創設した¹⁹⁰。その他、複数のパートナーが参加する BMBF の共同プロジェクトとして、光波を用いた光波散乱計測（Scatterometry）によるナノサイズのコンピューター・コンポーネントなどの精密計測を可能にする技術開発を実施している¹⁹¹。

¹⁸⁶ <http://www.hightech-strategie.de/en/975.php>

¹⁸⁷ http://www.bmbf.de/pub/nanotechnology_conquers_markets.pdf p.44.

¹⁸⁸ PTB. <http://www.ptb.de/en/aktuelles/archiv/presseinfos/pi2008/pitext/pi080813.html>

¹⁸⁹ http://www.ptb.de/en/zieleaufgaben/wissenschaftsrat/WR-Report_PTB_engl.pdf p.21

¹⁹⁰ Ibid., p.21

¹⁹¹ <http://www.ptb.de/en/suche/suche.html>

3.5.6 項 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組

2000年3月に連邦教育研究省が科学委員会（Science Council）に対して、基礎科学研究のための大規模研究施設における研究開発や将来計画に関して諮問を行った。これを受けて、2002年7月に科学委員会から "Statement on nine large-scale facilities for basic scientific research and on the development of investment planning for large-scale facilities" が発表された（表13）。

この中では、以下に示すような研究施設が対象となっており、とくに物性物理学の分野において計測・分析技術に関連した研究施設の整備計画が挙げられている。計測・分析技術としては、X線自由電子レーザー、中性子散乱、核破砕中性子源が利用されている。

物性物理学（condensed matter physics）
 素粒子物理学（elementary particle physics）
 核物理学（Hadron and Nuclear physics）
 環境・地球科学（environmental and geo-research）

表 13 大規模研究施設および予算計画等

		建設費 (百万ユーロ)	年間運営費 (百万ユーロ)	建設期間 (予定)	出資国等
物性 物理学	TESLA X-ray Free Electron Laser (TESLA X-FEL)	673	36.1	8年	欧州共同
	Soft X-ray Free Electron Laser (Soft X-ray FEL)	148	12.4	4年	ドイツ国内
	High Field Laboratory Dresden (HLD)	25	3.7	4年	ドイツ国内
	High Magnetic Field Facility for Neutron Scattering Research	49	4.3	3年	ドイツ国内
	European Spallation Source (ESS)	1,390	144	7年	欧州共同
素粒子 物理学	TeV Superconducting Linear Accelerator (TESLA)	3,450	135	8年	国際共同
核物理学	International Accelerator Facility for Beams of Ions and Antiprotons	675	79	7年	欧州共同
環境・ 地球科学	High Altitude and Long Range Research Aircraft (HALO)	97	3.8	3年	ドイツ国内
	European Drilling Research Icebreaker (Aurora Borealis)	250	10-15	4年	欧州共同

以下においては、大規模放射光施設 BESSY II における計測・分析技術への取組状況を示す（BESSY II は、今後の整備計画に相当する表 13 には挙げられていないものの、ドイツにおける主要な大規模放射光施設である）。

(1) BESSY II

(a) 施設の概要

BESSY II は、物質の構造と性質の解明、半導体工学、触媒化学、材料科学への応用等の物質構造科学の実験を行う研究施設であり、46 本のビームラインを有している。

BESSY II では、テラヘルツ領域の長波長の放射光から硬 X 線までのエネルギー領域をカバーしており、高解像度の挿入光源により、フェムト秒やピコメートルの解像度を得ることができている。

なお、BESSY II 内に、PTB が MLS (Metrology Light Source) の研究施設を有している点も特徴的である。

(b) 運営機関

BESSY

(c) 施設の整備状況、および今後の整備計画

1993 年に建設開始し、1999 年に共同利用を開始している。

(d) 予算

建設費は 140 百万ユーロ、年間運営費は 24 百万ドル（2005 年実績）。

3.6 節 ロシア (Russia)

3.6.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

ロシアにおける科学技術に係わる国家戦略としては、「ロシア連邦の科学技術開発と技術的な経済近代化複合プログラム 2015¹⁹²」、教育科学省が策定している「ロシア連邦の科学技術開発長期予測コンセプト¹⁹³」などがあるが、これらのどちらにも計測・分析技術に関する情報は含まれていない。

しかし、産業貿易省 (Ministry of Industry and Trade) は、2009年6月17日、計測・分析技術のビジョンを盛り込んだ「**2015年までのロシアにおける計測均一性確保戦略 (Strategy to secure uniformity of measurements in Russia till 2015)**¹⁹⁴」を採択した。同戦略には、組織や法律、経済、科学技術といった多くの要素をもとに、ターゲットプログラムやプロジェクト、その他活動が総合されて盛り込まれている。ターゲットプログラムには、計測・分析技術分野の基礎研究や、計測の均一性を確立するためのシステムを開発する R&D プログラムなどがある。同戦略は、ロシアの計測の均一性を確立するとともに、競争力向上および、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 (詳細は後述)。

¹⁹² <http://mon.gov.ru/work/nti/dok/str/ntr.pdf>

¹⁹³ <http://mon.gov.ru/work/nti/dok/str/prognoz.pdf>

¹⁹⁴ <http://www.minprom.gov.ru/ministry/dep/metrology/strateg/0>

3.6.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

産業貿易省（Ministry of Industry and Trade）は、標準化・計量技術に関する政策立案と規制を執行し、国際通商に関する国家規制を取り仕切っている¹⁹⁵。

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（Federal Agency on Technical Regulating and Metrology of Russia : GOST R）は、技術規制および計測技術に関する行政サービスと諸手続きを行っている。GOST R は、計測機器の製造・保守に関する許認可および計量に係わる規制を統制する機能を果たし、計量標準および技術規定の順守を監督している¹⁹⁶。

GOST R の主な目的は以下の通り。

- ・ 国家標準機関としての機能実現
- ・ 計測の均一性の確立
- ・ 認証機関、試験施設認定に関する業務
- ・ 技術規定要件および標準化の義務的要件順守に関する連邦政府による管理の導入
- ・ 技術規定および標準に関する国家レベルでの情報の集約と統一技術規定制度の作成と維持
- ・ 画一的物品管理体系維持のためのガイダンス導入
- ・ 技術規定要件違反による登録抹消に関する組織的対応
- ・ 連邦政府による品質や、品質に関する基準での表彰制度の実施
- ・ 標準化、技術規定および計量技術の分野における行政サービス提供¹⁹⁷

GOST R による監督のもと、ロシア国内には数百に上る民間の認定組織¹⁹⁸や、試験組織¹⁹⁹があり、それぞれ電子、食品、自動車製造など、特定の分野を担当している。また、GOST R 傘下では、以下の国立研究所が計量・計測関連の研究開発活動を行っている。

- ・ 全ロシア・D.I. メンデレーエフ計量科学研究所
(All-Russian Scientific Research Institute of Metrology named after D.I.Mendeleev : VNIIM)
- ・ 全ロシア計量サービス科学研究所
(All-Russian Scientific Research Institute of metrological Service : VNIIMS)
- ・ 全ロシア物理技術・無線計測科学研究所
(All-Russian Scientific Research Institute of Physico-Technical Measurements : VNIIFTRI)
- ・ 全ロシア光学・物理学測定科学研究所
(All-Russian Scientific Research Institute of Optical and Physical Measurements :

¹⁹⁵ <http://www.minprom.gov.ru/eng/ministry/about>

¹⁹⁶ http://www.GOST_R.ru/wps/portal/pages.en.About?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Web_Content/GOST_R/About+Agency

¹⁹⁷ http://www.GOST_R.ru/wps/portal/pages.en.Activity?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Web_Content/GOST_R/Activity

¹⁹⁸ http://www.GOST_R.ru/wps/portal/pages.en.SertificationOrgans

¹⁹⁹ http://www.GOST_R.ru/wps/portal/pages.en.TestLaboratories

VNIIOFI)

- ウラル計量科学研究所
(Ural Scientific Research Institute of Metrology : UNIIM)
- シベリア計量科学研究所
(Siberian Scientific Research Institute of Metrology : SNIIM)
- 全ロシア流量計測科学研究所
(All-Russian Scientific Research Institute of Flowrate Measurement : VNIIR)
- 国家標準参照データサービス所管の計量科学センター
(Main Scientific Center of Metrology under State Service of Standard Reference Data : GNMC “GSSSD”)
- 表面真空研究センター
(Center for Surface and Vacuum Research : NICPV)

これらの研究所は全て GOST R の管轄下であり、各研究所はそれぞれの分野における計測・分析技術の研究開発に注力している。

3.6.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

計測・分析技術の研究開発に特化した予算配分は見受けられないが、「2015年までのロシアにおける計測均一性確保戦略²⁰⁰」では、計量・計測技術に係わる研究開発機関の予算額が示されている。

- ・ 2009年から2011年の間：860億ロシアルーブル（約258万USドル²⁰¹）。このうち、連邦政府による予算拠出は630億ロシアルーブル（約189万USドル）となっており、残りは計測・計量関連のサービス料などによる収益である。
- ・ 2012年から2015年の間：670億ロシアルーブル（約201万USドル）。このうち、連邦政府による予算拠出は440億ロシアルーブル（約132万USドル²⁰²）となっており、残りは計測・計量関連のサービス料などによる収益である。

GOST Rの予算は連邦政府が拠出する予算と、試験組織や認証組織から得られる認証サービス料収入とに大別される。

²⁰⁰ <http://www.minprom.gov.ru/ministry/dep/metrology/strateg/0>

²⁰¹ 1.00 RUB = 0.0339409 USD as of March 11, 2010, <http://www.xe.com/ucc/>

²⁰² <http://www.minprom.gov.ru/ministry/dep/metrology/strateg/0>

3.6.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

「2015年までのロシアにおける計測均一性確保戦略」の概要を下記にまとめる。

(1) 主な戦略

「2015年までのロシアにおける計測均一性確保戦略」では、以下の計量・計測分野におけるターゲットプログラムが記載されている。ターゲットプログラムとは、政府の特別予算が割り当てられ、国家的な優先分野に対する、大規模な科学技術プロジェクトを含む取組の枠組みであり、ロシア政府の重要な政策実施ツールである。複数の政府機関が監督官庁となることもあり、プログラム内にさらに下部プログラムが構成されることもある。「2015年までのロシアにおける計測均一性確保戦略」に示されたターゲットプログラムは以下の通り。

- ・ グローバル・ナビゲーション・システム (Global Navigation System)
- ・ ナノテクノロジーのインフラ開発 2008-2010 (Development of infrastructure of the nanotechnology industry in Russia in 2008-2010)
- ・ 計量分野における基礎研究プログラム
- ・ 計測の均一性を確保するシステムを開発する R&D プログラム

また、2015年までの5年間、前述のターゲットプログラムと並行して下記が実施される予定である。

- ・ 計量標準の科学的・技術的レベルの向上を通じた計測の均一性の確立
- ・ 「ロシア標準 2009-2011」プログラムの導入
- ・ 計測の均一性を確立するための公共サービスの開発
- ・ ナノテクノロジーとナノ素材を含む優先分野における計測支援策の開発
- ・ 計量標準を確立する制度の組織の構造的・機能的な改善
- ・ 計測分野における人材育成の向上²⁰³

下表は「2015年までのロシアにおける計測均一性確保戦略」推進のためのアクションプランに示された活動と、その監督政府機関、活動の期限の抜粋である。

²⁰³ <http://www.minprom.gov.ru/ministry/dep/metrology/strateg/0>

表 14 「2015 年までのロシアにおける計測均一性確保戦略」推進のためのアクションプラン

Activity	Responsible executors	Deadline
1	2	3
Objective 1. Increasing scientific and technological level of public standards of measurement units		
To implement a program (plan) of the development of the standard base of Russia for 2009-2011; to develop, adopt and implement a program for subsequent years (until 2015)	Ministry of Industry & Trade, GOST R	2009-2015
Implement a program of comparisons of Russian state standards with national standards of other countries	GOST R	2009-2015
Develop regional and sectoral targeted programs of the park of working standards in the 2009-2015	Ministry of Industry & Trade, GOST R	2009-2010
Develop proposals for funding work related to the development of the standards' base to 2015	Ministry of Industry & Trade, GOST R	2009
Optimize transmission system of units of quantities from the state primary (original) standards to working standards and measuring instruments based on their spatial location	GOST R	2009-2015
Objective 2. Raising the level of technical resources of the Stateservice of time, frequency, and determining the parameters of the Earth's rotation		
Complete the development, implementation and commissioning of the cesium frequency reference frame such as "Fontan" with the error: $(1 \div 3) \cdot 10^{-15} \ 5 \cdot 10^{-16}$	GOST R	2009 2011
Develop tools for the formation and storage of highly stable group of the timeline on the basis of the measurement data from time custodians of the upgraded standards GOST R, Ministry of Defense of Russia, as well as the standards of other agencies (σ_y (10 days) $\leq 3 \cdot 10^{-16}$)	GOST R	2010
Develop national standards of large lengths in the range of 24 m-400 km with an error of $\theta_0 \leq 0,025 \text{ mm} \div 20 \text{ mm}$	GOST R	2011
Modernizing the existing system of transfers of standard reference for time and frequency and learn new channels for transfer of standards reference for time and frequency	GOST R	2011
Introduce the Russian radiointerferometric network of three-element complex Quasar-KVO and upgraded radio telescope RT-70	GOST R	2011
Organize the items satellite laser ranging to GOST R points. Modernise the equipment to receiving data of the GLONASS /GPS metrology points of the State Service of Time and Frequency. Organize a system for collecting measurement data for signals of GLONASS / GPS in real time	Under the federal program "GLONASS"	
Modernize hardware and software processing centers State Service of Time and Frequency. Put in order correlation processing centers in the Defense Ministry of Russia and the Academy of Sciences	As part of the "Polyus"	

出典：ロシア貿易産業省²⁰⁴

(2) 施策の特徴

(a) 人材開発

GOST R には、規格・計量・認証アカデミー (Academy of Standartization, Metrology and Certification) があり、人材育成に取り組んでいる。2008 年には、18,000 名以上が研修を受講し、100 名以上が能力向上のコースに参加し、12,000 名以上が技術規定に関する優先課題について議論するセミナーに参加した。アカデミー全生徒の 12% は GOST R の職員であった²⁰⁵。

国立研究所でも人材育成活動を実施している。例えば、VNIIM では、「博士論文評議会」を設け、「計測タイプによる計測機器とその過程」や「計測技術と計測評価に関する科学エンジニアリング (技術)」など特定の分野に関連した論文を受け付けて

²⁰⁴ R&D Components of the action plan to implement "Strategy to secure uniformity of measurements in Russia till 2015."

<http://www.minprom.gov.ru/ministry/dep/metrology/strateg/0>

²⁰⁵ <http://webportalsrv.GOST>

[R.ru/portal/GOST_RNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/6cc0c6af986f939cc325757b002a830a/\\$FILE/Statistika_2008.pdf](http://R.ru/portal/GOST_RNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/6cc0c6af986f939cc325757b002a830a/$FILE/Statistika_2008.pdf), p. 4. and <http://www.ramet.ru/prespage.php?page=1>

いる²⁰⁶。

(b) 研究開発動向

ロシアにおける、計測・分析技術の研究開発の枠組みは2つあり、一つは、GOSTRと産業貿易省が実施するターゲットプログラム、もう一つは、通常の国立研究所の研究である。以下はその事例である。

VNIMSは連邦政府のターゲットプログラム「ナノテクノロジーのインフラ開発2008-2010」に参加しており、2008年9月29日、連邦政府の「ボルガ連邦地域におけるナノテクノロジーとナノ製品に関する計量技術と適合性評価センターのインフラ整備 (Creation of the infrastructure for the Center for Metrology and Conformity Assessment of nanotechnology and nano-products in the Volga Federal District)」事業を受託することが決まった²⁰⁷。またVNIMSは、産業貿易省によるプログラム「基礎計量 (Fundamental Metrology)」および重力定数の評価に関する研究を扱った「科学2001-2002 (Science in 2001-2002)」にも参加した。

VNIMSは、過去にもターゲットプログラムの一つ、「ロシア国家標準2005 (National standards Russia-2005)」のプログラムの開発・設置に貢献し、実際にプログラムにも参加している。同ターゲットプログラムは、計量標準や規格規準、精密計測技術の向上を目指し、現在と将来における科学技術や産業のニーズを分析する基礎となるものであり、①ロシアの社会経済発展における優先分野や目標、②建設的な科学技術政策とその方向性、③国家のニーズとそれに見合う国内資金源の予測、④外交政策における社会経済・環境に関する分析、⑤国際経済情勢、さらに計量・標準・認証分野における国際協定などを考慮したプログラムとなっている²⁰⁸。

²⁰⁶ <http://www.vniim.ru/sov-doctor.en.html>

²⁰⁷ http://www.vniims.ru/index.php?nano_infrastruct

²⁰⁸ http://www.vniims.ru/index.php?pfm_1

3.6.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

現時点では、計測・分析に関する研究開発を大学や民間セクターに委託したケースは見受けられなかった。

なお、ロシアでは、各省庁傘下の国立研究所が研究開発を実施するケースが多く、民間セクターや大学が研究開発を行うケースは一般的に少ない²⁰⁹。なお、米国 NSF を模した組織として、「ロシア基礎研究財団 (Russian Foundation for Basic Research : RFBR)」が 1993 年に設立されているが、2009 年度のグラント情報を見る限り、計量・計測分野に関する研究に対するグラントは提供されていない²¹⁰。

²⁰⁹ http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/554/Russia_92s_innovation_gap.html

²¹⁰ http://www.rffi.ru/eng/default.asp?doc_id=6389

3.7 節 イスラエル (Israel)

3.7.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

公開情報²¹¹では、イスラエルにおける科学技術戦略を示した報告書や、計測・分析技術に関する国家的な戦略や計画は見受けられなかった。計量・計測関連を担当する政府機関は産業貿易労働省 (Ministry of Industry, Trade, and Labor) であり、主にイスラエル国立物理研究所 (National Physical Laboratory of Israel : INPL²¹²) を通じて計量・計測分野の研究を行っている。

イスラエルは計量・計測分野での国際的な研究協力を積極的に取り組んでおり、INPL は国際法定計量機関 (International Organization of Legal Metrology : OIML) や NCSL インターナショナル (National Conference of Standards Laboratories International : NCSL International) と密接に協力し、計量標準の開発と維持、研究などを行っている²¹³。EURAMET も INPL をイスラエルの NMI として認識している²¹⁴。

²¹¹ 英語での調査結果を示している。

²¹² Ministry of Industry, Trade, and Labor. National Physical Laboratory of Israel.

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/6D8D7F91-C54C-43A0-9923-0CAB7BE86FB9.htm> (accessed on 10 March 2010).

²¹³ Ministry of Industry, Trade, and Labor. National Physical Laboratory of Israel..

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/BA182F2B-373C-4FDA-9289-01E0CA76FADA.htm> (accessed on 10 March 2010).

²¹⁴ EURAMET. Liason Organizations. <http://www.euramet.org/index.php?id=liaisonorganisations> (accessed on 10 March 2010)

3.7.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

（1）イスラエル国立物理研究所（INPL）

INPLは1950年にNMIとして、英国の国立物理研究所（UK National Physical Laboratory）を真似て創設された²¹⁵。INPLは、イスラエルにおける計量・計測分野の中心的な国立研究所であり、周波数と時間、距離、質量、電気パラメータ、温度、平面角、圧力、物理場など、いくつもの計量・計測分野における研究を行っている²¹⁶。

1985年以来、国際度量衡局²¹⁷（BIPM）やその他のメートル条約（Metre Convention:MC）加盟国の会議にイスラエルを代表して参加しており²¹⁸、2004年にはEURAMETの前身であるEUROMETによって、NMIに相当する機関として認められている²¹⁹。

また、INPLは分析信頼性国際会議（Cooperation on International Traceability in Analytical Chemistry : CITAC）、イスラエル計量協会（Israel Metrological Society : IMS）、イスラエル品質管理協会（Israel Society for Quality : ISQ）、イスラエル分析化学会（Israel Analytical Chemical Society）などと協力し計量・計測関連の研究の調整を行っている（各組織については後述）²²⁰。

²¹⁵ INPL. History of INPL and the Metre Convention. <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/7D6E9721-6E72-44B9-B62C-B909C5F9EF33.htm> (accessed on 10 March 2010).

²¹⁶ Ministry of Industry, Trade, and Labor. National Physical Laboratory of Israel.

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/6D8D7F91-C54C-43A0-9923-0CAB7BE86FB9.htm> (accessed on 10 March 2010).

²¹⁷ 国際度量衡局（Bureau International des Poids et Mesures、英語名はInternational Bureau of Weights and Measures）は、メートル条約の事務局として設置され、世界的に統一され、国際単位系（International System of Units: SI）へのトレーサビリティのある計測システムの基盤を提供している。単位の直接的な普及（質量や時間など）や国家計量標準の国際比較（電気や電離放射線など）を通じた調整など、様々な形でこの任務を実施している。 <http://www.bipm.org/en/bipm/>

²¹⁸ INPL. History of INPL and the Metre Convention. <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/7D6E9721-6E72-44B9-B62C-B909C5F9EF33.htm> (accessed on 10 March 2010).

²¹⁹ Ibid.

²²⁰ INPL. Links to national and international organizations collaborating with INPL.

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/BA182F2B-373C-4FDA-9289-01E0CA76FADA.htm> (accessed on 10 March 2010).

(2) その他の組織

イスラエルには、次のような計量関連の組織がある。

(a) イスラエル計量協会 (IMS)

イスラエル計量協会 (IMS) は、メンバー間や他の計量関連組織との情報交換を促進し、関連性のある計量関連の案件について話し合う場を設けることを主な目的として活動している。IMS メンバーの関心分野は特に、度量衡、計測、校正、試験、化学分析、試験計測用の機器、校正試験室の認定となっている²²¹。

(b) イスラエル品質管理協会 (ISQ)

イスラエル品質管理協会 (ISQ) では、その活動の一環として、エンジニアや医師、教師、管理者などが協力し合い、計量・計測と校正の発展を支えている²²²。

(c) イスラエル分析化学会 (Israel Analytical Chemistry Society)

イスラエル分析化学会は分析機器開発や、レーザーと電気工学の技術による新しい化学センサー開発等の研究を行っており²²³、INPL とも協力している²²⁴。

²²¹ IMS. <http://www.science.co.il/ims/> (accessed on 10 March 2010).

²²² Israel Society for Quality, Activities. <http://www.isq.org.il/activities1.htm> (accessed on 10 March 2010).

²²³ Israel Analytical Chemical Society. Related sites. <http://isranalytica.org.il/Related%20Sites.htm> (accessed on 10 March 2010).

²²⁴ INPL. Links to national and international organizations collaborating with INPL.

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/BA182F2B-373C-4FDA-9289-01E0CA76FADA.htm> (accessed on 10 March 2010).

3.7.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

イスラエルにおける計測・分析技術に係わる研究開発予算や INPL の予算に関する情報は公開していない。計量・計測関連の研究開発活動に予算を出している産業貿易労働省の 2007 年の研究開発支出総額は約 12 億新シケル（約 324 万ドル²²⁵）であった²²⁶。

²²⁵ 1 NIS (New Israel Shenkel) is about 0.27 US Dollars as of March 12, 2010

²²⁶ Israel Central Bureau of Statistics. http://www1.cbs.gov.il/publications09/expenditure_survey07/pdf/gr01_07.pdf

3.7.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

前述の通り、イスラエルには計測・分析技術の研究開発に関する国家的な戦略・計画は公開情報では、見受けられない。INPLには、イスラエルの計量・計測研究の中心的分野である①物理標準 (Physical Standards)、②周波数と時間 (Frequency and Time)、③物質 (Materials)、④測定領域 (Field Measurements)、という4つの研究部門がある²²⁷。

イスラエルでは、産業貿易労働省が標準化局 (Standardization Administration) を通じて国内の標準化活動について監督している²²⁸。標準の作成はイスラエル標準化機構 (Standards Institution of Israel : SII、イスラエルの標準の作成と公布を担う公的機関) の標準化委員会 (Standardization Committees) が担当している²²⁹。

イスラエルはまた、他の計量・計測関連組織や外国とも密接に協力している。例を挙げると、標準化と計量、認定などの分野でベラルーシ²³⁰、ウクライナ²³¹の両国と提携しているほか、EURAMETの協業にも積極的に参加している²³²。

²²⁷ INPL. Organizational chart of INPL. <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/279EECF7-BE53-415F-8A25-5C339A000D1C.htm> (accessed on 10 March 2010)

²²⁸ INPL. Standardization Administration. <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/66C7D915-A587-4171-B517-C40FAF9710D3.htm> (accessed on 10 March 2010).

²²⁹ INPL. Standardization in Israel. <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/0F56C368-2D7E-4973-B5D2-C8B375FD2C10.htm> (accessed on 10 March 2010).

²³⁰ Export.by "Belarus, Israel sign agreement on cooperation in standardization." 20 October 2009. <http://export.by/en/?act=news&mode=view&id=14030> (accessed on 10 March 2010).

²³¹ AGREEMENT ON COOPERATION BETWEEN THE GOVERNMENT OF THE STATE OF ISRAEL AND THE GOVERNMENT OF UKRAINE ON COOPERATION IN THE FIELD OF STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION. http://untreaty.un.org/unts/144078_158780/14/8/6219.pdf (accessed on 10 March 2010).

²³² EURAMET のプロジェクト (Time and Frequency 分野および Length 分野) への参加実績がある。
(<http://www.euramet.org/index.php?id=tc-projects>)

3.7.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

INPL がイスラエルにおける計量・計測に係わる研究開発の主要機関であると見られるが、イスラエル科学財団 (Israel Science Foundation : ISF) でも、計測・分析技術の研究開発を支援していることが、 Grant 情報から確認できている。

イスラエル科学財団は、イスラエルの大学における基礎研究を対象に Grant を提供する独立非営利組織²³³で、そのほとんどの資金は、教育大臣が議長を務める、イスラエル高等教育審議会 (the Israel Council for Higher Education)²³⁴ の企画・予算委員会 (Planning and Budgeting Committee : PBC) を経由して、イスラエル政府から拠出されている。具体的には次の分野の研究に Grant を授与している²³⁵。

- ・精密科学技術 (Exact Sciences and Technology)
- ・生命科学と医療 (Life Sciences and Medicine)
- ・人文科学 (Humanities)
- ・社会科学 (Social Sciences)

Grant はイスラエルの大学やその他の高等教育機関、研究機関、および医療センターなどで活動する研究者に支給されている。ISF の予算は、毎年約 6,000 万ドルとなっており、その大部分 (96%) はイスラエル高等教育審議会 (Israel Council for Higher Education) の計画・予算委員会 (Planning and Budgeting Committee : PBC) を通じて、イスラエル政府から出ている²³⁶。

Grant が支給された計測・分析技術に関連するプロジェクトには次のような例がある。

- ・大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) のアトラス測定器での 3 重ゲージボゾン結合の計測
- ・横方向電気伝導度の計測に基づいた新しい DNA シーケンス方法
- ・1a 型超新星レートの計測と影響
- ・誘電体の誘電率と電気伝導率の計測による粒状ろ過材と帯水層におけるバイオフィルムの生成とバイオクロギングの現場モニタリング
- ・流れにおける弾性応力の役割と計測
- ・ケルビンプローブフォース顕微鏡による粗面の計測からの表面電位の推測
- ・量子的に制約された計測のための非線形性の利用²³⁷

²³³ 同組織は、もともとイスラエル科学人文アカデミーが助成する基礎研究支援プログラムであったが、イスラエルの基礎研究支援の強化するため、1992 年に、イスラエル政府がほぼ支援する、現在の科学分野の財団としての立場を確立した。

²³⁴ <http://www.che.org.il/english.aspx>

²³⁵ Israel Science Foundation. About ISF. <http://www.isf.org.il/english/default.asp> (accessed on 10 March 2010)

²³⁶ Ibid.

²³⁷ Israel Science Foundation. List of ISF' s Active Grants. <http://www.isf.org.il/english/default.asp> (accessed on 10 March 2010).

3.8 節 中国 (People's Republic of China)

3.8.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

(1) 研究開発政策における計測・分析技術の位置づけ

(a) 国家中長期技術発展計画 (2006-2020) における位置づけ

国家中長期技術発展計画 (2006-2020) は、15 ヶ年計画で科学技術政策に関する長期的方向性を示すものであり、20 のテーマ別分科会で約 2000 人の有識者による議論を経て策定された。その中で重点領域 (11 領域) および優先テーマ (68 テーマ) が設定されている。

- ・「重点領域」国民経済、社会発展および国防安全において、重点的な発展が必要とされるもの、並びに科学技術による支援が必要とされる産業および業種。
- ・「優先テーマ」重点領域の中で発展を必要とし、任務が明確であり、良好な技術的基礎があり、近い将来に技術的ブレークスルーが予想される技術群。

また、国の目標に向けて、特に重大特定プロジェクトとして実施するものを 16 テーマ設定している。さらに、8 つの技術領域で 27 の先端技術および 18 の基礎科学課題を設定し、加えて、4 つの重大科学研究計画を設定している。

国家中長期技術発展計画 (2006-2020) の中で、計測・分析技術は、最優先 (重大特定プロジェクトや重大科学研究計画) として特記されていないが、いくつかの領域で、計測・分析技術に関連する記載が見受けられる。

- ・「重点領域」「優先テーマ」における計測・分析技術への言及

農業、製造業、情報産業と近代的なサービス業、人口および健康、公共安全の領域で、計測 (バイオ・医療、動的計測) やセンサーおよびセンサーネットワーク的な記述がある。なお、環境や都市化および都市発展でもセンサーネットワーク的な記述が見受けられる。なお、エネルギー、水資源で、資源探査関連の記述がある (表 15)。

- ・「先端技術」における計測・分析技術への言及

情報技術、新材料技術、先進製造技術、海洋技術 (リモートセンシング中心) にそれぞれ計測に関する記載がある (表 16)。

- ・「基礎研究」「重大科学研究計画」における計測・分析技術への言及

科学の先端的課題の中「科学実験および観測方法、技術および設備の創新」に計測関連記載がある (表 17)。

表 15 「重点領域」「優先テーマ」における計測・分析技術への言及

重点領域	優先テーマ	言及
1. エネルギー	(1) 工業における省エネ (2) 石炭のクリーンかつ高効率な開発利用、液化および複合利用 (3) 複雑な地質における石油天然ガス資源の探査および開発利用 ・石油天然ガス資源の探査技術 (4) 再生可能エネルギーの低コストかつ大規模な開発利用 (5) 超大規模の配電および電力網の安全確保。	△ 資源探査技術)
2. 水資源および鉱物資源	(6) 水資源の最適化配置および総合開発利用 (7) 総合的な節水 (8) 海水の淡水化 (9) 資源探査、確認埋蔵量の増加 ・宇宙航空技術に基づく地球物理領域への調査測量技術。3次元高解像度の地震探査。高精度の地磁気および地球化学探査等により高速かつ総合的、大深度探査技術を開発。 (10) 鉱物資源の高効率の開発および利用 (11) 海洋資源の高効率の開発および利用 ・浅海の石油天然ガスに対する探査技術 (12) 総合的な資源利用のための区域計画	△ (資源探査技術)
3. 環境	(13) 総合的な汚染対策および廃棄物の循環利用 (14) 脆弱な生態区域における生態システムの機能回復 ・鉱物採掘地地域等の典型的な脆弱な生態区域における生態システムのダイナミックな監視技術 (15) 海洋生態および環境保護 ・海洋の生態と環境の観測技術・設備を重点的に開発 (16) 地球規模の環境変化の監視および対策 ・大スケールの環境変化の正確な観測技術を重点的に開発	○ センサーネットワーク的な部分あり
4. 農業	(17) 種苗資源の発掘、保存および創製並びに新品種に応じた育成技術 (18) 家畜・水産の健康な飼養および疫病予防 ・動物の疫病と動物に由来する人畜共通流行病の警報および監視 (19) 農産物の高度加工および近代的な貯蔵および運輸 (20) 農林業バイオマスの総合開発利用 (21) 農林業の生態安全および近代的な林業 (22) 環境保護型の肥料、農薬の開発および生態農業 (23) 多機能の農業設備および施設 (24) 農作業の精度向上および情報化 ・動植物の生長と生態環境情報のデジタル取得技術、リアルタイムな土壌・水肥・光熱の測定技術、 (25) 近代的な乳業	◎ バイオ分析+センサーネットワーク技術あり
5. 製造業	(26) 基礎部品および共通部品 ・共通部品の設計製造技術および高精度検査器具を開発 (27) デジタル化およびインテリジェント化による設計製造 (28) 工業プロセスのグリーン化、自動化および設備 ・工業プロセスに必要なセンサー、インテリジェント検知制御技術、設備および制御システムを重点的に開発 (29) 循環可能な鋼鉄プロセス技術および設備 (30) 大規模の海洋工事技術および設備 (31) 基礎原材料 (32) 新世代の情報機能材料およびデバイス (33) 軍需産業に関連する重要材料およびエンジニアリング	◎ 分析・計測機器の自力開発
6. 交通運輸業	(34) 交通運輸のインフラ建設・保守技術および設備 (35) 高速軌道交通システム (36) 低燃費、新エネルギー自動車 (37) 高効率の運輸技術および設備 (38) ITS (39) 交通運輸の安全および応急対策	— 明示的記載なし

<p>7. 情報産業と近代的なサービス業</p>	<p>(40) 近代的なサービス業の情報支援技術および大規模アプリケーションソフト (41) 次世代ネットワークのコア技術およびサービス (42) 高効率で信頼性の高いコンピュータ (43) センサーネットワークおよびインテリジェント情報処理 ・多種で新型のセンサーと先進的なバーコード識別、無線 I C タグ (RFID)、多種のセンサー情報を基にするインテリジェント情報処理技術を開発して、低コストのセンサーネットワークとリアルタイム情報処理システムを発展させ、より便利で高機能の情報サービスのプラットフォームと環境を提供 (44) デジタルメディア・プラットフォーム (45) 高解像度の大スクリーン薄型ディスプレイ (46) 重要システム向けの情報安全</p>	<p>◎ センサーネットワーク的</p>
<p>8. 人口および健康</p>	<p>(47) 安全避妊・産児制限および出生欠陥予防・治療 ・出生時の欠陥を高効率かつ早期に検出し、診断する技術 (48) 心・脳血管病、腫瘍など重大な非伝染疾病の予防および治療 ・心・脳血管病、腫瘍等の重大な疾病の早期警報と診断 (49) 都市と農村でよくある多発病の予防・治療 (50) 漢方医薬の伝承および創新・発展 (51) 先進的な医療設備および生物医用材料</p>	<p>◎ パイオ・医療分析機器開発</p>
<p>9. 都市化および都市発展</p>	<p>(52) 都市計画および動的な観測 ・動的な観測技術とシミュレーション予測技術等を重点的に開発。 (53) 都市機能の向上および空間の節約利用 (54) 建物の省エネおよび建築のグリーン化 (55) 都市の生態居住環境条件の確保 (56) 都市の情報プラットフォーム</p>	<p>○ 動的 (リアルタイム) 計測分析</p>
<p>10. 公共安全</p>	<p>(57) 国家公共安全のための緊急情報プラットフォーム 危険源の特定・監視、正確な位置測定と情報獲得、また動的情報の多角的な分析・処理、最適対策の決定方法、公共安全に係る緊急時の対策を決定し指揮を国家により一体的に行うためのプラットフォーム等の技術研究に重きを置き、公共の安全に関する早期探知・迅速な警報と効率的な対処の一体化した緊急対応の緊急対策の決定・指揮のためのプラットフォームを構築。 (58) 重大な労働災害の早期警報および救援 鉱山現場のガス・水等の漏れによる事故に対する事前警報と予防・制御の技術研究 (59) 食品安全および出入国の検査 ・有効的な監視・検査等の重要技術の研究、食品汚染予防のインテリジェント化技術および検査検査の高処理化の安全監視技術の研究。 (60) 非常事態に対する予防および迅速対処 ・バイオメトリクス認証、物的証拠による原因究明、早期特定、実証技術およびシミュレーション予測技術、位置検知、リアルタイム・モニタリング、非接触での検出、爆発物・麻薬等携帯禁止品又は安全を脅かす可能性のある核・生物・化学物質に対する遠隔探査技術・設備。 (61) バイオセーフティ ・迅速かつ敏感な特別モニター・探索技術、有害化学物質の人体内での代謝の検査技術。 (62) 重大な自然災害の監視および予防 ・地震、台風、暴雨、洪水、地質災害等への監視・事前警報・緊急対応の技術、また、森林火災、堤防決壊等の事故災害への監視・事前警報技術</p>	<p>◎ センサーネットワーク、バイオ分析、危機対応。</p>
<p>11. 国防</p>	<p>6 テーマが設定されているが非公開</p>	

表 16 「先端技術」における計測・分析技術への言及

領域	先端技術名称	言及
1. バイオテクノロジー	(1) 標的分子の発見・同定技術 (2) 動植物品種および医薬品の分子設計技術 (3) 遺伝子操作および蛋白質工学技術 (4) 幹細胞を基礎とするヒト・ティッシュエンジニアリング技術 (5) 次世代の工業バイオテクノロジー	—
2. 情報技術	(6) インテリジェント・センシング技術 特に、生物学的特徴に基づき、自然言語と動的画像への理解を基礎とする「人間中心」の情報の知能的処理と制御技術、中国語情報処理、また、バイオメトリクス認証と高度道路交通システム (ITS) 等の関係分野の系統的な技術を研究。 (7) 自己組織ネットワーク技術 低コストの情報のリアルタイム処理システム、多数の探査情報の融合技術 (8) バーチャルリアリティー技術	◎
3. 新材料技術	(9) インテリジェント材料・構造の技術 (10) 高温超伝導技術 高温超伝導非破壊検査装置と走査型磁気力顕微鏡等高感度センサーの研究。 (11) 高効率エネルギー材料技術	◎
4. 先進製造技術	(12) 極限製造技術 (13) 知的サービスロボット (14) 重大な製品および重大な施設の寿命予測技術 製造プロセスにおける現場検査・評価技術、部品寿命予測技術、重要製品や複雑システムと重要設備の信頼性・安全性・寿命予測技術。	◎
5. 先進エネルギー技術	(15) 水素エネルギーおよび燃料電池技術 (16) 分散型エネルギー技術 (17) 高速中性子炉の技術 (18) 磁場閉じ込め式核融合	
6. 海洋技術	(19) 海洋環境の立体的な監視技術 統合的海洋観測の技術とは、空中・海岸・海面・水中等から同時に海洋環境を観測する技術である。特に、海洋リモートセンシング技術、アコースティックエミッション計測法、海洋観測ブイ、遠距離海洋レーダーシステムの研究を行い、海洋情報の処理・応用技術を進展 (20) 大洋海底パラメーターの高速測定技術 統合的な深海調査技術は地球物理学・地球化学・生物化学等多くの面から海底の各パラメーターを同時に測定し、情報のリアルタイム伝送を実現する技術である。特に、異常な環境におけるセンサー技術、センサー自動的識別技術、海底情報伝送技術等を研究。 (21) 天然ガスハイドレート開発技術 (22) 深海作業技術	△
7. レーザー技術	5項目について非公開	—
8. 航空宇宙技術		

表 17 「基礎研究」「重大科学研究計画」における計測・分析技術への言及

区分	個別研究テーマ	関連
科学の先端的課題	(1) 生命プロセスの定量研究と系統整合 (2) 凝縮系の物質および新規効果 (3) 物質の深次元構造と宇宙次元の物理的法則 (4) コアとなる数学および学際的な応用 (5) 地球システムのプロセス、資源、環境および災害効果 (6) 新物質の創造・転化における化学プロセス (7) 脳科学および認知科学 (8) 科学実験および観測方法、技術および設備の創新 主な研究方向：動的・リアルタイム・非破壊・高感度・高解像度等の特徴を持ち合わせた生命科学的検査・画像形成・分析および操作の方法、物質の形成・機能・構造情報の解析および特徴表現の技術、地球科学と空間科学の研究においての新たな観測手段と情報獲得方法等。	◎
国家の重大な戦略ニーズに対応した基礎研究	(1) 人類の健康および疾病の生物学的基盤 (2) 農業生物の遺伝改良および農業の持続可能な発展のための科学的な課題 (3) 人類活動が地球システムに影響を与えるメカニズム (4) 地球の変化および地域の変化 (5) 複雑系システム、異変の形成および予測制御 (6) エネルギーの持続可能な発展における重要科学課題 (7) 材料設計および調製の新原理および新方法 (8) 極限環境下における製造の科学基礎 (9) 航空・宇宙の重要な力学課題 (10) 情報技術の発展を支える科学基礎	—
重大科学研究計画	(1) 蛋白質の研究 (2) 量子制御の研究 (3) ナノテクノロジー研究 (4) 発育および生殖の研究	○

(b) 中国科学院「Science & Technology in China: A Roadmap to 2050」における位置づけ

中国科学院が作成した「Science & Technology in China: A Roadmap to 2050」は、2050年までの科学技術ロードマップであり、ロードマップ全体を示した全体報告と表18で示した個別分野のロードマップにより構成されている。

ロードマップ作成の狙いについて、中国科学院企画戦略局（Bureau of Planning & Strategy Chinese Academy of Sciences、ロードマップ作成の担当機関）局長の潘教峰氏が『瞭望新聞週刊』²³⁸のインタビューに答えた記事によると、以下のとおりである。

- ・ 2050年に向けてのロードマップということで、中国科学院の長所である長期展望に根ざしたものを目指している。
- ・ 科学技術の課題というのは、短期と長期では全く違うビジョンを描く必要がある。
- ・ 2050年は建国100周年にあたり、国家戦略的に「中レベルの先進国」の実現という目標が達成する頃でもある。それにむけての科学技術発展の方向性を示す必要がある。
- ・ あらゆる科学問題は、発見から解決、応用を経て生産力に変わるまで二、三十年のタイムスパンが必要で、それを見越してマネージメントをしなければならない。

²³⁸ <http://www.zaobao.com/wencui/2009/06/liaowang090616f.shtml>

(2009年6月16日付け、OUTLOOK WEEKLY、新華社通信が刊行、おもに中央政府の動静を伝える有名な雑誌)

表 18 中国科学院「Science & Technology in China: A Roadmap to 2050」個別分野のロードマップ

	名称	概要
1	中国 2050 年までのエネルギー科学技術発展ロードマップ	10 の技術分野の発展ロードマップを明記。非化石燃料の地上での高速運送技術、石炭のクリーニングおよび高付加価値利用技術など。
2	中国 2050 年までの鉱物資源科学技術発展ロードマップ	鉱物生成の理論、探索技術、効率よくかつクリーンな利用、資源の代替と循環などに関する科学技術を含む。
3	中国 2050 年までの石油・天然ガス科学技術発展ロードマップ	石油と天然ガス資源の発見および採掘、開発に関する技術。
4	中国 2050 年までの水資源科学技術発展ロードマップ	水資源、水環境、水のエコロジー、水災害、水管理の五つの面から、発展目標・科学技術の課題・肝要な技術のカテゴリーからロードマップを作成。
5	中国 2050 年までの先進的材料科学技術発展ロードマップ	金属材料、高分子材料、複合材料、生物材料など 12 の分野を含む。
6	中国 2050 年までの先進的生産科学技術発展ロードマップ	第一部ではユキピタス時代の情報化生産技術に関する八つのキーテクノロジー。第二部ではクリーン生産領域について。
7	中国 2050 年までの情報科学技術発展ロードマップ	将来 40 年の発展の趨勢を分析し、中国の重点的に選択すべき発展方向を考察。
8	中国 2050 年までの農業科学技術発展ロードマップ	農業全体のロードマップ以外に、資源節約型農業の実現や、食品安全科学技術のロードマップも含む。
9	中国 2050 年までの健康衛生科学技術発展ロードマップ	八つの部分から分析。例えば、人口のコントロールと生殖における衛生、栄養・食品安全と健康、認知神経科学と精神衛生など。
10	中国 2050 年までのエコロジーおよび環境技術発展ロードマップ	世界の全体流れと中国独自の問題を考察し、重点研究領域を抽出。例えば、環境汚染のコントロールおよび回復など。
11	中国 2050 年までの宇宙空間科学技術発展ロードマップ	宇宙空間の探索および応用技術をめぐる各国の現状を紹介。さらに中国における研究の現状と注目すべき重点領域を紹介。
12	中国 2050 年までの海洋科学技術発展ロードマップ	海洋科学技術の現状を紹介、さらに重点分野の戦略的選択、発展目標、ロードマップを設定。
13	中国 2050 年までの生物資源科学技術発展ロードマップ	六つの研究分野について分析。例えば、光合成のメカニズムおよび作物の光エネルギー利用効率など。
14	中国 2050 年までの重大科学技術基礎施設発展ロードマップ	粒子物理学、原子力、天文・空間科学、多領域の研究プラットフォーム、生命科学と生物技術、資源環境とエコといった分野の基礎施設整備の発展ロードマップ。
15	中国 2050 年までの地域科学技術発展ロードマップ	中国の地域間における科学技術発展の問題を析出、さらにそれに基づく発展のロードマップを示す
16	中国 2050 年までの重大学際的前端科学技術発展ロードマップ	(不明)

(ア) ロードマップの全体像

2050年に実現しうる近代化の青写真として、科学技術の革新によって構築されるべき8つの社会経済システム（表19）が設定されている。この8つの社会経済システムについて、2020年、20年、2050年までの発展目標をそれぞれ設定している。

表19 ロードマップで設定された社会経済システムの概要

	システム	概要
1	持続可能なエネルギー・資源システム	エネルギーや資源の利用効率を引き上げ、大陸棚や地球の深層探索、新エネルギー・再生可能資源の開発。
2	新素材・グリーン生産システム	材料生産技術、製造業における生産技術のエコ化、クリーン化、智能化、再生可能化を進める。およびその産業構造の転換を図る。
3	情報ネットワークシステム	ブロードバンド、ワイヤレスネットワーク、スーパーコンピュータ技術、ソフトウェア技術が含まれる。
4	エコロジー農業・バイオ産業システム	エコかつ高率の農業生産の実現や、食品の安全性を高めること。
5	健康保険システム	医学におけるパラダイムを治療から予防への転換。現代的生命科学と伝統医学との融合。
6	生態系および環境の保護・開発システム	自然環境の保護、災害の予測や防災技術の構築。
7	宇宙・海洋システム	海洋・宇宙空間の探索およびその応用研究を進める。
8	国家・公共安全保障システム	防犯技術の開発など。

設定した社会経済システムに影響を及ぼしうる22の戦略性を有する科学技術課題として挙げられているものを表20に示す。計測・分析技術に関する記述は次のとおりである。

- ・「暗黒物質および暗黒エネルギーの探索」において、「暗黒物質・暗黒エネルギー探索のために、地下および宇宙空間での粒子探測器や南極での大口径天文望遠鏡が必要」との記述がある。
- ・「ナノ技術」において、「現在、時代は物質構造の観測・解明の段階からそのコントロールの段階に移った。その意味ではこれを戦略的チャンスに捉え、先端放射光施設、中性子施設、極限状態実験装置、ナノレベルの精密加工設備の研究開発を速めるべきである。」との記述がある。

表 20 22の戦略性を有する科学技術課題

	科学技術課題	計測測定に関する記述
①国際競争力に影響を及ぼす戦略技術	(1) 「ポスト IP」時代のネットワーク技術の新原理、新技術の研究、そして試験網の建設	
	(2) 高品質の基礎原材料（鉄鋼、非鉄金属、合成樹脂、ゴム、セメント、ガラスなど）のグリーン設備（環境に配慮した高品質素材の生産）	
	(3) 資源を効率よく、クリーンに、循環的に利用できるためのプロセスエンジニアリング	
	(4) ユキピタス感知情報化システム	
	(5) 次世代スーパーコンピュータ技術	
	(6) 農業における動植物品種の分子設計	
②わが国の持続的発展の能力に影響を及ぼしうる戦略技術	(7) わが国の持続的発展の能力に影響を及ぼしうる七つの戦略技術	
	(8) 新型再生可能なエネルギーによる電力システム	
	(9) 深層地熱発電技術	
	(10) 新原子力エネルギー技術	
	(11) 海洋能力を開拓するプロジェクト（海洋発電の拡大）	
	(12) 幹細胞および再生医学	
③国家および公共の安全に影響を及ぼしうる戦略技術	(13) 重大な慢性病の早期診断およびシステムの処置	
	(14) 空間における状況認識（Situation Awareness）ネットワーク	
④革命的革新が見込まれる基礎科学課題	(15) ソーシャル・コンピューティング（Social Computing）および並行の管理システム	
	(16) 暗黒物質および暗黒エネルギーの探索	○
	(17) 物質構造の調整とコントロール	
	(18) 人工生命および合成生物学	
⑤発展が著しい学際的先端分野	(19) 光合成のメカニズム	
	(20) ナノ技術	○
	(21) 宇宙空間の科学探索および衛星技術	
	(22) 数学および複雑系（Complex Systems）	

(イ) 中国 2050 年までの重大科学技術基礎施設発展ロードマップ

個別分野のロードマップの一つである「中国 2050 年までの重大科学技術基礎施設発展ロードマップ」の全体構想は表 21 の通りである。2050 年時点で「施設全体のレベルは世界ランキングの上位に入り、一部の分野では世界の最先端に達すること」とあり、堅実な目標設定であるとの印象である。また、計測・測定に関係する放射光施設などを含む科学研究プラットフォームとハイテクパークを中核してイノベーションを生み出すとの姿勢が明確に示されている。

表 21 「中国 2050 年までの重大科学技術基礎施設発展ロードマップ」全体の構想

	発展目標
短期の発展目標 (2020 年あたりまで)	世界の先進レベルと距離が大幅に縮められ、国家の科学技術・経済・社会発展にとって急務であるいくつかの空白分野をできるだけ補い、既存分野の研究支援能力を引き上げること。生命科学・材料科学・環境科学・エネルギー科学といった重点分野での世界一流の研究を行えるための支援能力を備えること。それによっていくつかの先端領域で、特色ある研究を行い、オリジナリティのある研究成果を得ること。このような研究支援に根ざしたいくつかの大型科学研究基地を初歩的に形成する。
中期発展目標 (2035 年あたりまで)	数量、カバー領域、技術水準、科学目標、技術のイノベーション性および科学技術成果の産出といった点を含めた施設全体のレベルは世界の先進レベルに達し、若干の領域で世界の先端地位に立つこと。いくつかの科学技術分野で重大な影響力を持つ成果を得ること。環境・エネルギー・資源・健康といった経済・社会分野の持続的発展に顕著な効果を示すこと。これらの施設を核にして形成された科学研究基地およびハイテクパークは国の技術革新体系の重要なファクターになる。
長期発展目標 (2040 から 2050 年)	数量、カバー領域、技術水準、科学目標、技術のイノベーション性および科学技術成果の産出といった点を含めた施設全体のレベルは世界ランキングの上位に入り、一部の分野は世界先端地位の達すること。世界の多くの先端科学領域において大きな影響力を持ち、環境・エネルギー・資源・健康といった経済・社会の持続的発展において突出した役割を果たすこと。形成された科学研究基地およびハイテクパークで生まれた科学技術成果の数は世界ランキングの上位になる。

3.8.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

中国における計量・計測分野の中核機関は中国計量科学研究院（National institute of Metrology : NIM）である。中国計量科学研究院は 1955 年に設立され、国家品質検査総局の傘下にある。10 の研究所を持ち、研究人員は 644 人、2009 年時点で 339 の研究プロジェクト（個別の研究プロジェクトは不明）が行われており、その研究費は 5.53 億元に上る。

中国計量科学研究院の主な任務は以下の通りである。

- ・ 国家の計測基準（標準物質を含む）の研究・制定・維持。さらにその国際比較を行い、国際的基準との一致を保証する。
- ・ 科学技術・国民経済および社会発展の需要に基づき、計測分野でオリジナリティのある科学技術研究・新分野での計測基準および計測技術の研究を行う。
- ・ 計測基準の持続的研究を行い、最新成果の利用で計測基準の範囲（scope）を拡大させ、その精度と自動化度合いを高める。
- ・ 計測理論の研究を行う。共通性・基礎性ももつキー技術の研究を行う。
- ・ dissemination & traceability of quantity の研究を行う。
- ・ 国家の他機関から計測依頼・品質確認・実験室評価審査など技術的依頼を引き受ける。

研究動向としては、National Key Technology R&D Program の「量子物理学を基礎とする計測基準の構築」などを行うとされている。

また、2009 年 8 月 27 日、北京郊外に建設された新しい実験基地（建設費 7.48 億元、敷地面積 56.1 万平方メートル、建築面積 4.53 万平方メートル、2005 年 7 月 27 日建設開始）の利用が開始された。当基地の第二期建設はいま申請中であり、この実験基地は国家量子計測実験室、精密計測実験室と新領域計測実験室の建設も兼ねる形で行う予定である

²³⁹。

²³⁹ <http://info.edu.hc360.com/2009/08/310954184713.shtml>

3.8.3 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

計測・分析技術に係わる研究開発動の例として、中国科学院北京生命科学研究院ライフサイエンス機器技術イノベーションセンターの整備がある。同センターは、管理は北京生命科学研究院が担当し、実際の建設は中国科学院生物物理研究所が受け持つこととなっている。両機関のホームページを確認したところ、該当センターのホームページはなく、センター設立のニュースリリースのみ確認できる。それによると、計測・分析技術に関連して以下の記述がある。

- ・生命科学研究所が必要とする汎用型機械・設備の研究開発を自前で行う。それに伴う新しい方法論の研究やその技術の実現についても合わせて行うこと。
- ・集積化したイノベーションを行う。技術レベルの引き上げ、性能の引き上げ、新しい機能の追加、大型機器の潜在能力の発掘をすること。
- ・関係科学分野の専用機器設備および実験技術のイノベーションを行うこと。
- ・現有する技術力を統合し、精密機械の設計および加工・精密光学機器の設計および加工・汎用型電子回路の設計および加工・基本的なコントロールソフトウェアの作成および調整といったプロフェッショナルな技術プラットフォームそしてイノベーションを支える技術者集団を構築すること。
- ・実験機器のイノベーションに関する研究会や座談会を開き、「北京生命科学大型機器地域センター」の発展に必要なサービスを提供することなど。

なお、「北京生命科学大型機器地域センター」は北京に生命科学研究所が集中している特長を受けて、各研究所の需要に集中して応え、脳・認知・たんぱく質科学・遺伝発育などの分野の研究を支える大型研究機器センターとして設立されたものである。これによって科学技術研究資源の共有と合理的配置を図ることができ、地域内にある科学院と大学、民間との間の交流が一層図られ、イノベーション力のアップを期待している。地域センターは「個別に建設、共同で利用」、そして「機器利用時間と費用の公開」を運営の方針にしている²⁴⁰。

²⁴⁰ http://www.biols.cas.cn/xwdt/zhxw/200909/t20090918_2510473.html

3.8.4 項 計測・分析技術に係わる予算規模

中国において計測・分析技術に係わる予算規模に関する情報は公開されていない。

3.8.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

ファンディング機関としては、National Natural Science Foundation of China (NSFC) が存在する。ファンディングの詳細については情報が公開されておらず、計測・分析技術に係わるファンディングが行われているかは不明である。

3.8.6 項 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組

(1) 当該国における大規模研究施設の位置づけ

(a) 中国 2050 年までの重大科学技術基礎施設発展ロードマップ

多分野に用いることが可能な研究プラットフォームに関するロードマップを下表に示す。「大型高性能計算プラットフォーム」以外は、先端計測・測定に関する施設である。

表 22 多分野に用いることが可能な研究プラットフォームのロードマップ

研究施設種別	ロードマップ概要
先進光源	2015 年頃：上海光源第二期完成、世界先進水準との距離が一段と縮まる。 2020 年頃：北京先進光源と合肥先進光源が完成。世界的にも輝度の高い SR 水準に達する。同時に軟 X 線自由電子レーザー装置が完成。ERL および XFEL などの装置のコア技術の予備研究を行う。 2030 年頃：ERL および XFEL 光源が完成。次世代新型光源の理論および技術の研究を行う。 2050 年頃：大型光源の理論研究、技術開発および装置建設の面で世界をリードできるレベルに達する。
先進的中性子源	全体のロードマップはなく、散乱中性子源 (CSNS) プロジェクトに関する叙述のみである。
極限条件実験プラットフォーム	想定する三つの研究プラットフォーム①超低温量子②高温高圧新材料合成および低温高圧物理性質③超高速超強レーザーである。極限条件施設の建設には大規模の投資と長期にわたる技術蓄積が必要で、わが国の全体水準は世界の先進レベルにまだ一定の距離があり、これがわが国のいくつかの核心分野での競争力に直接影響を及ぼしている。しかし何世代の科学者の努力により、人材の準備および技術の蓄積といった面で、総合的な極限条件大型科学装置の建設が必要とする条件が十分に整えられている。
大型高性能計算プラットフォーム	①スーパーコンピュータ：2020 年までに分布式分級スーパーコンピュータプラットフォーム (いくつかの国家レベル計算センターが一級、大学や研究所が二級、さらに実験室レベルの小型スーパーコン)。 2035 年までに分級構造が平面化し本当の意味での分布式の実現。2035 年以降新技術の発展によりまったく新しいスーパーコンを導入する。 ②科学データベース：その容量を 2020 年 100PB レベルに、2035 年までに EB レベルにする。 ③高速ネットワーク：2020 年まで、一級計算センター間 50Gbps、二級計算センター間 10Gbps に達する。2035 年以降、すべての端末間において 100Gbps に達する。
分子イメージング総合研究プラットフォーム	第一段階：2020 年あたりまで、脳科学・認知科学・材料科学・環境科学、ナノ科学などの基礎および応用研究にとって必要な大型複雑イメージング設備の建設。その際、集中的に建設できさらに共同利用できる設備を中心に。研究者 100 人あまりのチームを形成する。 第二段階：2020 年から、この分野での新しい理論や技術に基づく高性能イメージング設備の建設によって、いっそうその研究支援能力を引き上げ、先端的学際的研究の拡大を推し進める。この場合、北京での新しい先進光源の建設にあわせて行う必要がある。
その他、強レーザー科学実験装置	中国科学院上海光学精密機械研究所の「神光 shenguang II」 high power laser system がすでに世界のトップレベルに達している。強レーザー科学実験装置の建設は二段階に分けるべきだ。第 1 期はできるだけ早く着工し三年で完成させるべきである。第二期は装置のアップグレードで、2012 年前後開始させ三年で完成。場所は上海にすべきである。既存の施設とあわせて総合力において世界トップクラスの光子科学研究基地を構築する。

また、生命科学と生物技術に用いる研究プラットフォームに関するロードマップを表 23 に示す。これらの施設は、先端計測・測定に係わる施設である。生命科学と生物技術に用いる研究プラットフォームの重要性について、「生命科学分野での研究が世界先進レベルに達し、あるいは革新性ある研究をリードするためには、それに必要な大規模研究装置およびプラットフォームの整備の要求がますます緊迫性を有してくる。科学研究は常に道具を優先する。したがって、生命科学基礎施設および大規模研究装置の建設を重視すべきである。その中においても政府そして科学者はより技術設備のイノベーションに関心をよせるべきだ。」との記述がある。

表 23 生命科学と生物技術に用いる研究プラットフォームに関するロードマップ

研究施設種別	ロードマップ概要
DNA 配列解読技術	我が国はすでに一部のゲノム配列解読関連研究機関を設立し、一定の国際競争力を持つ解読技術を有している。将来に必ずやってくるゲノム新時代において、我が国は資金などの投入を拡大させ、新しい解読装置の研究開発および更新をタイムリーに行い、国家レベルの解読センターを設け、この分野での国際競争力を維持すべきである。
プロテオミクス	中国における「タンパク質研究計画」は 2006 年により発足し、一定の成果を得てきた。同時にタンパク質国家実験室を設立し、その研究を実際支援するための国家タンパク質科学基礎施設を北京と上海両地に建設することになった。全国的研究ネットワークが初歩的ではあるが形成されつつある。しかし将来において大規模タンパク質相互作用技術プラットフォーム、大規模タンパク質 protein intracellular targeting 技術プラットフォーム、大規模抗体製造設備と評価技術プラットフォーム、生物情報学技術プラットフォームおよびデータベースを整備していかなければならない。
システム生物学	システム生物学の基本的研究方法は実験とモデル化だ。特にモデル化は、生命システムの各部分の関係および相互作用を描き出し、定量化分析によってシステムに対して予測を行う。その技術・科学実験装置に対する依存性は分子生物学自身より遙かに高い。生物に対するシステム生物学の認知が現実になるかどうかは新技術・新測定器機およびコンピューティング技術の進歩に依拠している。そのなかでゲノミクスとプロテオミクス技術の発展と進歩、大型計算機技術の発展が特に重要だ。
合成生物学	我が国の合成生物学分野での研究はまだスタートしたばかりで、ばらばらの状態といわざるを得ない。しかし生物学の相関技術の研究と応用において一定の蓄積があるし、他の国とはほぼ同じスタートラインにたっているといえる。我々はできるだけ速く国家レベルの合成生物学研究センターをつくり、大規模 DNA 合成技術および装置の研究開発、そしてこれに付随する大規模配列解読、代謝分子測定といった技術および装置の開発を進めるべきだ。
顕微技術	将来の 20 年において、知的財産権をもつ各種超高解像度の顕微技術を発展させ、S R 光源などの大規模研究装置と組み合わせ、S R に基づいたより高解像度の顕微画像技術プラットフォームを構築すべきである。将来の 50 年において、今より 1000 倍以上の性能を持つ探針 (PROBE) の研究開発を重点的に行い、国内のイメージング・探針合成プラットフォームを構築し、生命科学の不断の技術的要求に応えるべきだ。
認知科学	認知科学の研究に関連する研究装置には、 ①知と行為実験プラットフォーム、 ②神経イメージング技術プラットフォーム。中国は 1996 年にこの技術を導入して以来、いくつかの分野で重要な成果を得てきた。国内においてもいくつかの認知科学研究機関が設けられ、比較的新しい機械を導入されている。この実験プラットフォームの一層の充実が我が国の認知科学研究にとって画期的進展を得るための前提条件である。 ③バーチャルリアリティ実験プラットフォーム。我が国がすでに所有している VR 実験システムは主に軍事国防分野で利用されていて、認知科学分野にはまだない。
品種分子設計	人類の品種の特性に対する要求がますます高まっている。品種特性の設計・測定・改良・組み換えがますます精度の高い基礎施設を要求する。しかし我が国において品種分子設計基礎施設という分野は空白状態である。専門化かつシステム化した基礎施設の整備が必要だ。(毎年 20000 種類の稲そして小麦などの作物の分子設計と遺伝子組み換えを計測し評価できる能力を想定)

(b) 国民経済の第十一五カ年計画（2006～2010年）

国民経済の第十一五カ年計画（2006～2010年）において、12項目に対して60億元を投入する予定である（2005年までに合計で34項目に53億元あまりを投入していた）。

また、将来の三つの五カ年計画（十五年間）について、資金の投入の総額は更に大幅にアップ。新規建設以外に、既存の施設の後続投資（運営、科学研究と後続発展的投資を含む）と未来の施設の前段階研究費をも考慮している²⁴¹。

表 24 国民経済の第十一五カ年計画における12のプロジェクトの内訳²⁴²

	名称	予算（億元）	建設周期（年）
1	China Spallation Neutron Source	11	6
2	強磁場実験装置	3.8	5
3	新世代天文望遠鏡	6	5
4	海洋総合調査船	5	4
5	航空遠隔探査	9	4
6	結氷風洞試験施設	3.6	5
7	中国大陸構造環境監視測定ネットワーク	5.5	4
8	重大工程材料構造・利用安全性評価試験装置	5	5
9	タンパク質科学研究施設	11	3
10	東半球宇宙環境総合監視測定プロジェクト	1.7	3
11	地下資源および地震観測用超低周波電磁気観測ネットワーク	3.8	3
12	農業生物安全研究施設	1.4	2

(c) 放射光・中性子等の大規模研究施設の候補地

中国でも大規模な科学研究基地を形成する必要性が高まっており、具体的な候補地として、以下が想定されている²⁴³。

- ・北京：すでに BEPC、BSRF を有していて、大規模基地に発展する雛形がすでに形成された。北京では更に新しい先進的放射光施設を企画立案中である。
- ・上海：わが国の重要な科学技術基地であり、新しく建設された SSRF はわが国の生命科学、材料化学などの国際先端技術発展にとって強力な土台である。さらに、企画中ではあるが、上海タンパク質科学施設は SSRF の近くに建設される予定である。また材料研究センターやナノセンターも設立されるだろう。若干年後、上海は SSRF を中心とする一大総合的科学研究基地になるであろう。
- ・広東省：CSNS (Chinese Spallation Neutron Source) の建設は広東省東莞に決まっている。将来 CSNS を中心とする学際的研究基地が形成される見込み。南方中国、更に香港・マカオを含む拠点となるであろう。
- ・蘭州：HIRFL-CSR が中心施設として発展の可能性。医療・農業・漢方薬分野では先進的になる可能性が大である。
- ・合肥：既存の HLS や EAST があり、潜在的可能性が大である。

²⁴¹ <http://www.lssf.cas.cn/lsg/>

²⁴² <http://www.ndrc.gov.cn/default.htm>

²⁴³ <http://www.lssf.cas.cn/gjjd/>

(2) 当該国における放射光・中性子等の大規模研究施設とその運営機関

(a) 中国における三代放射光施設

中国における三代放射光施設の概要を表 25 に示す。

表 25 中国における三代放射光施設の概要

	第一世代	第二世代	第三世代
名称	北京放射光実験室 (BSRF)	国家放射光実験室 (NSR)	上海光源 (SSRF)
場所	北京	安徽省合肥市	上海市
建設時期	BEPC (1984 年 10 月 建設 開始、1988 年 10 月 竣工。2004 年～2009 年の改造を受け、BEPC II となる) の兼用施設である。その間、BSRF も二回ほど改造を重ねた。	1984 年建設開始 1991 年 12 月第一期完成 1994 年第二期建設開始 2004 年 12 月第二期完成	2004 年 12 月 25 日建設開始 2009 年 4 月 29 日竣工
直属機関	Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences	University of Science And Technology of CHINA	Shanghai Institute of Applied Physics, Chinese Academy of Sciences

(b) 上海光源 (SSRF)

① SSRF とは

SSRF は中国で初めての国家と地方政府との合同による大規模研究施設の建設である。SSRF は将来の発展が予想されるマイクロエレクトロニクスやマイクロメカニクスなどのハイテックの開発にとって大きな推進力となると目されている。中国揚子江デルタ地域ではこれらの分野のハイエンドユーザーがたくさん存在し、上海市の中長期の科学技術発展企画に中にするに SSRF の応用を非常に重要な地位においてきた。潜在的なユーザーはマイクロエレクトロニクス、光電子工学、先端的複合材料、赤外線光電子工学材料や部品、再生エネルギーなどの分野の数千に上るハイテックディベロッパを網羅する形になると考えられている²⁴⁴。

1998 年企画立案段階での費用 8000 万元のうち上海市が 6000 万元を負担している。さらに建設用地 300 ムーを無償で提供している²⁴⁵。

② SSRF の運営方式

大規模研究施設の運営には二つの方式が有り、国家実験室方式（その典型はアメリカエネルギー省のもとの国家実験室）と多国共同建設共同管理の方式（その典型は欧州の CERN）である。現在の中国の大規模研究施設は主に中国科学院の各研究所の管理の下に置かれている。この体制には管理の多元化の問題（研究経費が国家自然科学基金や科学技術省、更に CAS、そして教育部などによってまかなう）が存在し、国家実験室の設立は管理の一元化でもあるとされている。現在、想定される運営体制は、国家実験室理事会をおき、その元に管理委員会、科学技術委員会、ユーザー委員会を設置するというものである²⁴⁶。

SSRF について中国科学院 (CAS) は、これを基盤にした「上海応用物理国家実験室」の設立は今計画されている。SSRF は 60 以上のビームラインを建設する能力を有しており、国際的な慣例等にとりあって、SSRF はまず 7 つのビームラインを設置

²⁴⁴ SSRF ホームページ <http://ssrf.sinap.ac.cn/1/jianjie.htm>

²⁴⁵ <http://info.ec.hc360.com/2010/01/211015185351-2.shtml>

²⁴⁶ <http://www2.cas.cn/html/Dir/2006/08/25/3139.htm>

(経費は12億元の総工費のうちに含まれる)し、その他のラインの建設費用は、民間を含む多岐にわたるチャンネルで調達する予定である²⁴⁷。

SSRFのユーザー担当事務室によると、課題審査と選択を経て、2009年内すでに78のユーザーの施設利用を認めた。そのうち36校の大学、29の研究所および企業、病院が含まれる。さらにGEやGlaxo Smith Klineといった外国企業も含まれる²⁴⁸。

(c) 中性子施設

① 原子炉型：中国先進研究炉CARR (China advanced research reactor;60MW)²⁴⁹

中国における中性子散乱研究の需要増に応える形で、新しいタイプの高スラックス研究炉であるCARR(China advanced research reactor)を建設中である。CARRは、 8×10^{14} n/sec.cm²の熱中性子流を持つ60メガワットの多目的研究原子炉である。

北京の中国原子力科学研究院(China Institute of Atomic Energy)内に建設され、総投資規模7.7億元である。2009年秋、臨界運転に達するとのことである。

② 散乱源型：散乱中性子源(CSNS)プロジェクト²⁵⁰

散乱中性子源(CSNS)は、2010年建設開始予定であり、建設期間7年、広東省東莞市である。80MeV負水素イオン線形加速器と、1.6GeVの陽子加速器を備える計画である。

第一期(2017年まで)では、中性子ビームラインの数は18本である。第一期では3台の実験器械を設置する(100kW)。第二期(2017年から)では、2020年までに線形加速器を130MeVに引き上げる(200kW)。2022年までに実験器械15台を増設し、そのうち10台分は国が負担し、残りの5台は特注型で、費用はユーザーと国が折半することとなっている。第三期(2024年から4年間予定)では、250MeVと500kWにそれぞれ引き上げ、線形加速器が超伝導型にする。さらに第二ビームボードを建設し、ミュオンと快中性子用に、第二ビームボードのミュオン流の強度はJ-PARCに次いで世界二位になる予定である。

CSNSは広東省なので北のユーザーの利用が不便であるため、2030年あたりに中国北方地方に6MWの散乱中性子源を建設すべきとされている。予定実験器械の数40台、1.3GeV線形加速器が必要とされている。

²⁴⁷ SSRF ホームページ <http://ssrf.sinap.ac.cn/1/jianjie.htm>

²⁴⁸ <http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node2314/node2315/node4411/userobject21ai336047.html> (2009年5月7日付けの記事)

²⁴⁹ 中国における先進中性子源発展ロードマップ

²⁵⁰ 中国における先進中性子源発展ロードマップ

③ 北京散乱中性子源 (BSNS)²⁵¹

北京散乱中性子源 (BSNS) は、6年の期間で散乱中性子源を作るというものである。陽子のエネルギーは 1.6GeV、100 kW、 2.5×10^{16} n/cm²/s が想定されている。第一期では実験器械 7 台、第二期完成すると合計 18 台に、そして 100kW を 200kW に引き上げる計画である。

表 26 BSNS のスペック

	BSNS - I	BSNS - II
ビーム効率	100kW	200kW
周波数	25Hz	25Hz
ビームボード	1 個	1 個
慢化器	3 個	3 個
中子放射孔	18 個	18 個
実験器械	7 台	17 台
平均流強	63 μ A	125 μ A
陽子エネルギー	1.6GeV	1.6GeV
線形加速器エネルギー	80MeV	130MeV

(d) 国家蛋白質科学基礎施設

中国「蛋白質研究計画」による²⁵²と、タンパク質科学国家実験室 (National Laboratory of Protein Science, NLPS) を設立することであり、中国科学院生物物理研究所が中心に設立の準備を進めている。2006 年末の時点で準備作業開始し、2008 年 3 月初代実験室主任募集に当たって、質問会が開催された。実験室の運営は理事会指導の下での主任責任制である。

また、北京と上海にそれぞれ「国家タンパク質科学基礎施設」を建設が決定している (2008 年 12 月国家発展と改革委員会によって批准)。

① 上海施設

上海施設の総投資規模 7 億元 (国家が 5.5 億元) である。中国科学院上海生命科学研究所が中心となり、中国科学院上海浦東サイエンスパークに建設される。2009 年 11 月 25 日工事開始、建設期間 3 年である。上海の SSRF を基盤にし、タンパク質の析出、純化、構造分析、機能研究を大規模的に行い、動態分析と定量分析、分子の図像化とデータベースの構築なども行う計画である。

② 北京施設

北京施設の総投資規模 11 億元 (国家が 5.5 億元)、建設期間 4 年 (開始時期不明)、軍事医学科学院を中心として清華大学が協力して建設される。主にプロテオーム研究を行う計画である。

²⁵¹ <http://www.csns.ac.cn/index.htm>

²⁵² <http://www.ibp.cas.cn/jgsz/yjxt/dbzsys/>

3.9 節 韓国 (Republic of Korea)

3.9.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

(1) 李明博政権の科学技術基本計画 (577 イニシアチブ)

科学技術イノベーションに関する政策として、2007年に策定された第二次科学技術基本計画(2008～2012年)がある。本計画は、李明博政権の選挙公約をふまえて、2008年8月「李明博政権の科学技術基本計画(577イニシアチブ)」として、修正されている。

李明博政権の選挙公約における科学技術・イノベーション政策としては、「国際科学ビジネスベルト」構想が挙げられる。本計画は、大規模基礎科学研究院、重イオン加速器、国際科学大学院、先端融合センターを置き、科学ビジネス都市を設立する計画である。

また、「第二次科学技術基本計画」では、重要度の高い40の重点戦略技術とそれ以外の60の戦略技術が挙げられている。計測・分析技術としては、重点戦略技術において、「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」、「ナノ測定評価技術」が挙げられている。また、戦略技術として「バイオチップ・センサー技術」、「医療機器開発技術」が挙げられている。「577イニシアチブ」では、100の戦略技術を見直し、90の戦略技術に統合・削減され、重点戦略技術(50技術)を再選定している。その結果、戦略技術であった「バイオチップ・センサー技術」、「医療機器開発技術」が重点戦略技術に選定され、「ナノ測定評価技術」は、重要度が下げられている。国家研究開発事業 Total-Roadmap による2009年度技術分野別政府 R&D 予算の編成状況をみると、生命科学分野が2兆1,452億ウォンで最も高い投資規模を占めており²⁵³、生命科学を重視する傾向が伺える。

(2) 新成長分野総合推進計画

韓国政府は2009年5月26日に「財政戦略会議」にて「新成長分野総合推進計画」を確定した。62のスターブランドと呼ばれる R&D 課題を中心に新成長分野を本格的に推進し、今後5年間でグリーン技術産業、先端融合産業、高付加サービス産業の3大分野における17新成長分野(表27)に24.5兆ウォンを投資することが決定した。

62のスターブランドとは、17の成長技術分野のうち、R&D 課題が導出されていないグローバルヘルスケア、グローバル教育サービス、グリーン金融、MICE・観光の4つを除外した13の新成長分野に関する R&D 課題である。

スターブランドにおいて先端計測・測定技術に関する課題としては、「メディ・バイオ診断システム」と「先端医療映像診断機器」が挙げられている。なお、ナノテク関係のテーマでは、計測・測定に関連するものは無かった。

²⁵³ 企画財政部

http://www.mosf.go.kr/_policy/policy01/policy_search_new.jsp?boardType=general&hdnBulletRunno=&cvbnPath=&ub_category=&hdnFlag=&cat=&hdnDiv=&hdnSubject=R%26D&&actionType=view&runno=4005844&hdnTopicDate=2010-03-03&hdnPage=1

表 27 3大分野の17の新成長分野（新成長分野総合推進計画）

大分野	新成長分野
グリーン技術産業	再生エネルギー、炭素低減エネルギー、高度水処理、LED 応用、グリーン送受システム、先端グリーン都市先端融合産業
先端融合産業	放送通信融合産業、IT 融合システム、ロボット応用、新素材・ナノ融合、バイオ製薬（資源）－医療機器、高付加食品産業、高付加価値サービス産業
高付加サービス産業	グローバルヘルスケア、グローバル教育サービス、グリーン金融、コンテンツ・ソフトウェアサービス産業、MICE・観光

(* MICE : Meeting (企業会議), Incentives (褒賞観光), Convention (コンベンション), Events (国際イベント))

(a) メディ・バイオ診断システム

メディ・バイオ診断システムとは、BINT 融合技術で早期発見、診断等を遂行するシステムである。RFMP 等、基盤技術確保の容易性、高事業性、高市場成長率が選定理由となっている。

戦略的な品目としては、質量分析基盤超高速デジタル分子診断システム、小型医療用質量分析基盤診断機器、新技術融合型分子診断システムがある。

目標市場を高付加価値医療臨床分野に設定し、基盤技術の早期事業化により市場シェアを獲得すること、および推進力となる研究員を確保することを戦略としている。短期的には国内市場のシェア拡大、中・長期的にはグローバル市場のシェア拡大を目指している。

(b) 先端医療映像診断機器

先端医療映像診断機器とは、医学的に有用な全ての生体情報を簡易に測定、映像化する早期診断などの治療分野における最先端かつ革新的な技術である。検査、治療手続きの省力化を図るとともに、早期診断等の医療診断パラダイムの変化による低線量、高解像度診断機器の需要増加に 대응することを目的としている。

戦略的な品目としては、単色 X 線機器、マルチエネルギー低線量映像センサー機器、3次元超音波映像診断機器、放射線医薬品自動合成装置等がある。短期的には、既存市場の需要に応え、製品差別化戦略をとり、長期的には最高級の製品を生産する高級化戦略を目指している。

3.9.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

韓国標準科学研究院（Korean Research Institute of Standards and Science : KRISS）は、韓国の国家計量標準機関である。国家計量標準を確立し、計量・計測関連の科学技術に関する研究開発およびその成果普及を行うことにより、国の経済発展や科学技術発展に寄与することを目的とした活動を行っており、以下をミッションとしている。

- ・ 国家計量標準機関として、国家計量標準の確立・維持および向上を図る。
- ・ 計量・計測分野の科学技術研究機関として、計測に係わる科学技術の研究開発を行う。
- ・ 計量標準の普及に責任を持つ機関として、計量標準の普及促進およびサービス提供を行う。

なお、2008年3月より教育科学技術部基礎技術研究会の所管に変更されており、2009年予算のうち、政府出資金は671億ウォン、その他の収入が410億ウォンである。

研究本部は「基盤標準本部」、「QOL測定標準本部」、「産業測定標準本部」、「未来融合技術部」の4つの部から構成されている。産業測定標準本部の個別部署の主要業務を表28に示す。

表 28 KRISS 産業測定標準本部の主要業務

部署名	主要業務
ナノ素材評価センター	ナノ素材の特性評価および測定技術の開発
材料測定標準センター	材料分野の国家標準確立・維持・向上および普及
宇宙光学センター	宇宙および先端産業用光学系開発 ー高解像度人工衛星カメラ開発 ー大型天体望遠鏡開発 ー高解像度大型光学系設計、政策、組立、評価技術開発 ーホログラフィック（holographic）光学素子開発
真空技術センター	真空標準確立・維持・向上および ISO/TC 112 国際標準 真空測定 / 部品 / ポンプ / 材料の測定評価技術装置開発および試験評価サービス半導体 / ディスプレイ産業のプロセス診断技術の開発
安全測定センター	超音波、音響放出、渦電流、赤外線など非破壊評価技術開発および測定標準 公共安全保安用、危害物質検出および異常兆候探知技術開発 構造健全性監視先端技術および応用技術開発 安全測定関連技術標準化および計測機器環境信頼性試験
先端装備技術センター	ウィパー切断および医療手術のための超高速レーザー基盤プロセス技術開発 先端材料研究のための電子 / 両電子工学技術 四重極子タイプ質量分析用核心イオン光学技術開発 ナノ磁性および磁性動力学測定技術開発 SEM/AFM 基盤ナノ測定およびナノ技術開発

3.9.3 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

(1) 研究開発動向

李明博政府の科学技術基本計画と新成長分野総合推進計画より、国における計測・分析技術に係わる研究開発は生命科学分野、特に医療診断機器開発を重視している傾向が伺える。

(2) インフラ（共有施設・研究用材料・データベース）整備

科学技術・イノベーション施策として、重イオン加速器を中心とした科学ビジネス都市開発構想である国際科学ビジネスベルト構想が挙げられており、測定・計測に関するインフラを中心とした産業振興施策が重視されている。

(3) 人材育成

KRISSにおいて、計量標準の普及・啓発を目的として、シンポジウムが開催されている。

3.9.4 項 計測・分析技術に係わる予算規模

KRISS の 2009 年予算総額として、年間 1081 億ウォンが計上されている。ただし、研究開発費以外の予算も含んでいる。

3.9.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

(1) 韓国におけるファンディング制度改革

政府研究開発投資は、多くの国家研究開発事業と研究開発課題の二つで執行される。部処（日本の省庁に該当）毎に企画された国家研究開発事業政府の研究開発予算は、各部処で遂行する国家研究開発事業に配分され、配分機関である韓国研究財団（NRF）を通して、研究開発課題について、公募の形式で企業、大学等の機関に配分されている。

NRFは、2008年2月25日に就任した李明博政権の省庁再編施策により、2009年6月26日に、国の基礎研究支援システムの効率化・先進化を目指して、教育科学技術部の傘下にあった「韓国科学財団」、「韓国学術振興財団」、「国際科学技術協力財団」を一つに統合して設立された機関である。韓国研究財団は国家代行研究管理専門機関として、韓国の研究資金配分に関する全てを管理している。

(2) 計測・分析技術へのファンディング

NRFにおける、計測・分析技術に関連するファンディング²⁵⁴としては、「未来基盤技術開発事業」と「放射線技術開発事業」がある。

(a) 未来基盤技術開発事業

既存のバイオ技術開発事業、ナノ技術開発事業と、国政課題である新技術融合型成長主導研究を改変・統合し、未来基盤技術開発事業として推進している。2009年に4分野に対して1,220億ウォンを支援しており、その一部のテーマとして「ナノ工程・装備・測定（37億ウォン）」が挙げられている。

(b) 放射線技術開発事業

放射線技術開発事業は、放射線技術を基盤としてIT、BT、NT、ET、ST、医療技術を通して、「低炭素グリーン成長」を牽引する、高付加価値の放射線革新技術を確保することを目的とした事業である。2009年予算は40億ウォンである。計測・分析技術に関連するテーマとして、放射線融合技術分野が挙げられている。

放射線融合技術分野では、放射線および放射線同位元素利用技術とIT、BT、NT、ET、ST、国防技術等との融合を通して新産業創出を目指す放射線融合革新技術開発を実施する。支援対象は、放射線利用産業素材開発、生物工学応用技術、環境保全技術、RI利用産業用診断・測定技術などの放射線技術を用いた生物・環境・医療・工業的利用研究である。最大支援期間は5年である。NRFのウェブページによると、2008年実績は172億ウォン、2009年予算は182億ウォンである。

²⁵⁴ 出典：NRFのウェブページ <http://www.nrf.go.kr/htm/main/main.jsp>（2009年3月15日アクセス）

3.9.6 項 大規模研究施設に係わる計測・分析技術の取組

(1) Pohang Light Source (PLS)

POSCO の支援を受けて浦項工科大学校 (POSTECH) により建設計画が始まったが、予算上の問題で政府と一緒に推進する計画に変更された。加速器建設に必要な予算 1,399 億ウォンのうち、POSTECH で既に確保していた 739 億ウォンを除いた 600 億ウォンを政府が負担し、国家的事業として民官共同で推進することとなった。

(a) 施設

建設期間は、1988 年 4 月から 1994 年 12 月で、敷地面積 66 万 m²、建物数 14 棟 (41,719m²) である。1500 億ウォン (政府 596 億ウォン、POSCO864 億ウォン、その他 40 億ウォン) の資金が、最終的に投入された。

(b) 設立目的

国家的共同研究施設 (National User's Facility) である放射光加速機の活用を促進することで科学技術の水準を先進的な水準に引き上げることが設立の目的である。利用分野の例は以下の通りである。

表 29 PLS の利用分野の例

基礎科学分野	応用分野
タンパク質 / 生体構造研究	ギガ DRAM 以上の超高集積回路の製作
結晶および非結晶の微細構造分析	新素材開発 (高温超伝導体、高温セラミックス)
物質の表面 / 系面の構造研究	洗剤や新薬開発
PPM 単位の微量分析	心臓病診断 (Angiography)
化学触媒の研究	微細ロボット製作

(c) 利用実績

国家機関や産業体、大学、外国からの利用実績が幅広く見られ、企業、大学、研究所などの産業化技術開発および新製品開発を最大限支援している²⁵⁵。

²⁵⁵ <http://pal.postech.ac.kr/> (2010 年 3 月 3 日アクセス)

(2) HANARO

本格的な原子力技術開発を推進するため、政府の決定により韓国原子力研究所が設計・建設した多目的研究用原子炉である。” High-flux Advanced Neutron Application Reactor” の頭文字をとって「HANARO」となる。1985年から設計・建設・試運転を重ね、1995年4月7日に竣工し、同年の5月に性能試験後、翌年1月から出力運転を始めている。30メガワット級高性能多目的研究用原子炉であり、韓国では唯一の国家的共同利用原子力研究施設である。

(a) 施設

30メガワット級の研究炉、高分解能粉末回折装置など一部実験装置を備えている。建設期間は、1985年から1994年（10年）で、総投資額は、934億ウォンである。

(b) 設置目的

HANAROは多目的研究用原子炉であり、様々な分野において世界的な競争力を備えている。まだHANAROには原子炉の性能を十分に活用できるような多様な実験装置はそろっていないが、持続的に装置開発を行っている。HANAROは平和的利用を目的であれば、国内外の誰でも利用可能である²⁵⁶。

²⁵⁶ HANARO ホームページ http://hanaro.kaeri.re.kr/Sub_menu/Sub_Frm.php?Sub_chk=1&Main_chk=1-1

3.10 節 シンガポール (Singapore)

3.10.1 項 計測・分析技術の科学技術政策上の位置づけ

シンガポールは、5年毎に科学技術分野の国家戦略を策定しており、その最新版は「科学技術計画 2010 (Science and Technology Plan 2010) ²⁵⁷」であるが、計測・計測・分析技術については計画の重点分野に取り上げられていない。しかし、シンガポール科学技術研究庁 (Agency for Science, Technology and Research : A*STAR) 下の「国家計量技術プログラム (National Metrology Programme)」は、2004年、「計量技術 5 カ年ロードマップ (5-year Metrology Roadmap)」を発表した。同ロードマップは、2004年から2008年の間、電子やバイオメディカル、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に、強固な物理的計測インフラ (robust physical measurement infrastructure) を構築することを目的としている ²⁵⁸ (次ページ参照)。

A*STAR の電磁波計量局 (Electromagnetic Metrology Department) のディレクター (Director) であるチュア・ジー・ウェイ氏 (Dr. Chua Sze Wey) によれば、このロードマップは、「科学技術計画 2010」に基づき策定されており、現在前述のロードマップのもとに展開されてきた研究は収束に向かっている。一方シンガポール政府は、次の「科学技術計画 2015 (Science and Technology Plan 2015)」の策定に向けて準備を進めており、それをもとに A*STAR は新規ロードマップを策定する予定である。

一方、化学分野の計量のみ特化して研究を行っている健康科学庁 (Health Sciences Authority : HSA) の化学計量局 (Chemical Metrology Division) でも、過去に「化学計量技術ロードマップ (Chemical Metrology Roadmap)」を作成している ²⁵⁹。

なお、別途、IT および通信分野にフォーカスした「IT ロードマップ (Infocomm Technology Roadmap)」が 2005 年に発表されたが、計測・分析技術の研究開発の必要性に関して、その中で部分的に触れられている。

²⁵⁷ Ministry of Trade and Industry. Science and Technology Plan 2010. [http://app.mti.gov.sg/data/pages/885/doc/S&T%20Plan%202010%20Report%20\(Final%20as%20of%2010%20Mar%2006\).pdf](http://app.mti.gov.sg/data/pages/885/doc/S&T%20Plan%202010%20Report%20(Final%20as%20of%2010%20Mar%2006).pdf)

²⁵⁸ National Metrology Centre. <http://www.nmc.a-star.edu.sg/aboutus-programme.htm>, <http://cohesion.rice.edu/CentersAndInst/ICON/emplibrary/SingaporeICON%20Nov06%20ver2.pdf>

(実際のロードマップはウェブ上では公開されていない。また、新たに 2009-2013 年をターゲットとした「5 カ年計画」の策定について触れた文書が存在するものの、2010 年度予算にはその内容は記載されておらず、一般に公開されている資料が不十分なため未確認である。 http://www.worldscibooks.com/etextbook/7224/7224_chap01.pdf See p.13.)

²⁵⁹ HSA. http://www.hsa.gov.sg/publish/hsaportal/en/careers/current_job_opportunities0/laboratory_director.html (実際のロードマップは一般に未公開)

(参考)

5-Year Metrology Roadmap (2004 – 2008)

New measurement capabilities to support :

- Nanotechnology
- Biomedical sciences
- Pharmaceuticals
- Photonics
- IT & Telecoms
- ~ precision length, dimensional, mass, pressure, temperature measurements, micro-forces, optics, low currents

↑ ↑


Economic Review Committee (2001/2) **EDB 2010 Plan**
Science & Technology Plan (2004/5) **Infocomm Foresight 2015**

5-Year Metrology Roadmap

Initiatives

1. Nanotechnology, MEMS & Photonics
2. Biomedical Sciences and Healthcare
3. Infocomm Technology
4. Time Authentication
5. Energy Efficiency
6. CIPM MRA

About \$20 million to build new capabilities



出典 : <http://cohesion.rice.edu/CentersAndInst/ICON/emplibrary/SingaporeICON%20Nov06%20ver2.pdf> p25

3.10.2 項 計測・分析技術に係わる施策の実施主体（担当政府機関）

(1) シンガポール規格・生産性・革新庁（SPRING）度量衡局（WMO）

シンガポールの法定計測に関する当局は、度量衡局（Weights and Measures Office : WMO）で、シンガポール規格・生産性・革新庁（Standards, Productivity and Innovation Board : SPRING）の管轄下にある²⁶⁰。SPRING および WMO は、度量衡プログラム（Weights & Measures Programme）を通じて計測・計量技術の確立に寄与しており、両機関の主な任務は、計測の標準化および認証制度の管理となっている。

一方、計測・分析技術に関して実際に研究開発を行うのは、後述する貿易産業省（Ministry of Trade and Industry : MTI）の管轄下にある A*STAR²⁶¹ の国立計量標準センター（National Metrology Centre : NMC）と、HSA 化学計量局である^{262,263}。

(2) A*STAR 計量標準センター（NMC）

NMC は、米国の商務省国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology : NIST）と同様の役割を果たしている。NMC のミッションは以下の通り²⁶⁴。

- ・国際単位系（SI）へのトレーサビリティの確立と維持
- ・産業界への校正および計量サービス提供
- ・産業界へのトレーニングとコンサルテーション提供
- ・産業界の新たなニーズに対応した研究開発事業
- ・標準設定など計量技術に関する国際協議への参画

計量技術に関する NMC の研究分野は、①電磁波計量、②長さ・幾何学計量、③力学計量、④光放射計量、⑤温度湿度計量、⑥時間周波数計量、となっている²⁶⁵。

また、NMC は、アジア太平洋計量計画（Asia Pacific Metrology Program : APMP）を通じて、アジア太平洋地域の各組織との連携に大きな役割を果たしている。その他の地域でも、国際度量衡局（International Bureau of Weights and Measures : BIPM）や国際度量衡委員会（International Committee for Weights and Measures : CIPM）の諮問委員会などに従事している²⁶⁶。

(3) 健康科学庁化学計測局（HSA, Chemical Metrology Division）

HSA は、保健省（Ministry of Health : MOH）の管轄下にあり、化学分野において

²⁶⁰ SPRING Singapore. <http://www.spring.gov.sg/QualityStandards/wmo/Pages/weights-measures-programme.aspx#overview> (accessed on 12 March 2010)

²⁶¹ 2008年1月1日、NMCはSPRINGシンガポール（SPRING Singapore）から科学技術研究庁（A*STAR）へ移管された。（<http://www.nmc.a-star.edu.sg/aboutus-programme.htm>） (accessed on 11 March 2010).

²⁶² National Physical Laboratory - UK. Worldwide Metrology - Singapore. http://resource.npl.co.uk/international_office/countries/pack_sg.html (accessed on 11 March 2010).

²⁶³ National Metrology Centre. About Us. <http://www.nmc.a-star.edu.sg/aboutus.htm> (accessed on 11 March 2010)

²⁶⁴ Ibid.

²⁶⁵ National Metrology Centre. Our Metrology Work. <http://www.nmc.a-star.edu.sg/metrology.htm> (accessed on 11 March 2010).

²⁶⁶ Ibid.

シンガポールの国家計量標準機関としての機能を果たしている²⁶⁷。2008年、HASはNMCから医療、医薬、食品、ヘルスケアと法医学の分野の化学計量における指定機関(Designated Institute)とされた。同時に、HSAを強化し新たなミッションに対応できるようにHSA法(HSA Act)も改正された。2008年4月以来、HSAは様々な国際計量プログラムに参加している²⁶⁸。

HSAの化学計量局は主に、有機・無機分析に焦点をあてており、食品、医薬、臨床医療およびDNA測定などバイオ分析に係わる領域をカバーしている。

²⁶⁷ National Physical Laboratory – UK. Worldwide Metrology – Singapore. http://resource.npl.co.uk/international_office/countries/pack_sg.html (accessed on 11 March 2010).

²⁶⁸ Health Sciences Authority. Chemical Metrology. http://www.hsa.gov.sg/publish/hsaportal/en/applied_sciences/Chemical_Metrology.html (accessed on 11 March 2010).

3.10.3 項 計測・分析技術に係わる予算規模

「計量技術 5 カ年ロードマップ (5-year Metrology Roadmap)」関連プロジェクトの総予算は 1,777.6 万シンガポールドルである²⁶⁹。また、2010 年度予算では、気体計量能力 (Gas Metrology Capability) について、2008 年から 2010 年の 2 年間で 475 万シンガポールドルを計上した²⁷⁰。

2008 年 3 月末で終わる会計年度中の HSA の収入総額は、約 1 億 1,000 万シンガポールドルであり、そのうちグラントによる収入が約 4,600 万シンガポールドルとなっている。グラントのうち、政府による予算配分は約 3,900 万シンガポールドル、また政府以外の組織によるグラントは 47 万 2,275 シンガポールドルとなっている²⁷¹。

なお、A*STAR は、国家科学技術計画 2010 作成にあたって重要な役割を果たしており、この 5 カ年計画には 60 億ドルの予算が配分され、その内、40 億ドルが A*STAR 傘下の研究開発強化に、20 億ドルを経済開発局 (Economics Development Board) による民間の研究開発事業推進に充てられている²⁷²。

²⁶⁹ Ministry of Finance. http://internet-stg.mof.gov.sg/budget_2006/expenditure_estimates/attachment/MTI_EE2006.pdf p.193.

²⁷⁰ Government of Singapore. http://www.singaporebudget.gov.sg/revenue_expenditure/attachment/28%20MTI%20EE2010.pdf p.192.

²⁷¹ Health Sciences Authority. Annual Financial Statements Year Ending in March 2008. http://www.hsa.gov.sg/publish/etc/medialib/hsa_library/corporate/ar20062007.Par.61569.File.dat/Annual%20Financial%20Statements.pdf (accessed on 11 March 2010).

²⁷² Ministry of Trade and Industry. Science and Technology Plan 2010. [http://app.mti.gov.sg/data/pages/885/doc/S&T%20Plan%202010%20Report%20\(Final%20as%20of%2010%20Mar%2006\).pdf](http://app.mti.gov.sg/data/pages/885/doc/S&T%20Plan%202010%20Report%20(Final%20as%20of%2010%20Mar%2006).pdf) (accessed 11 March 2010).

3.10.4 項 計測・分析技術に係わる施策とその特徴

(1) 主要な戦略

前述の通り、A*STAR 下の国家計量技術プログラムが 2004 年に策定した「計量技術 5 年ロードマップ (5-year Metrology Roadmap)」がシンガポールの主な戦略となっており、同ロードマップは、2004 年から 2008 年の間、電子やバイオメディカル、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に、強固な物理的計測インフラを構築することを目的としている。

(2) 施策の特徴

(a) NMC のインフラ

NMC の研究施設は、2,000 m² を超える敷地に、計量事業のために設計された環境が用意されている。NMC の研究分野は以下の通り²⁷³。

- ・電磁波計量
- ・長さ・幾何学計量
- ・力学計量
- ・光放射計量
- ・温度湿度計量
- ・時間周波数計量

(b) 国家標準化プログラム

国家標準化プログラムは SPRING が調整しているもので、国家標準についてのコンセンサスをもとに、政府や産業が広く受け入れられる国家標準を開発し、最終的には同国の生産性と競争力を強化することを目指している²⁷⁴。

(c) トレーニング

NMC では、計量・計測技術に関するトレーニングコースを提供している。2009 年 10 月と 2010 年 1 月には、「実務的な幾何学計測コース (Practical Dimensional Measurement Course)」を実施した²⁷⁵。

²⁷³ National Metrology Centre. Our Metrology Work. <http://www.nmc.a-star.edu.sg/metrology.htm> (accessed on 11 March 2010).

²⁷⁴ The Singapore Standardization Program. About Us. <http://www.standards.org.sg/> (accessed on 11 March 2010).

²⁷⁵ National Metrology Centre. <http://www.nmc.a-star.edu.sg/services-Train.htm>

3.10.5 項 計測・分析技術に係わるファンディング制度

A*STAR の電磁波計量局ディレクターであるチュア・ジー・ウェイ氏によると、シンガポールでは基本的に貿易産業省が、計測・分析技術に関するファンディングを提供しており、傘下の A*STAR と A*STAR の傘下の NMC がそのファンドを得て、「科学技術計画 2010」の重点分野における計測・分析技術の研究を実行している。

その他の政府機関は通常、計測・分析技術へのファンディングは実施していないが、各政府省庁のミッションに関連した特定の計測・分析技術プロジェクトに対して、関連する省庁が追加支援として資金提供をすることがあるという²⁷⁶。

A*STAR は、合同評議会 (Joint Council) を通じて、A*STAR の研究者へグラント (A*STAR Joint Council Research Grant Calls) を提供しており²⁷⁷、現在の研究募集に対して、約 600 万シンガポールドルが用意されている²⁷⁸。このプログラムの過去のプロジェクトを見ると、計測・分析技術の研究にグラントが提供されている。例えば、プログラムの第 3 回募集では、2 分野にまたがった「幹細胞の試験管培養を計測・検証する 3D イメージング・テクノロジー (dual field 3D imaging technology for measurement and inspection of in-vitro stem cell culture)」に対してグラントを提供している²⁷⁹。

²⁷⁶ A*STAR の電磁波計量局ディレクターであるチュア・ジー・ウェイ氏とのヒアリングによる情報。

²⁷⁷ A*STAR. Research – Grants and Scholarships.

<http://www.a-star.edu.sg/Research/FundingOpportunities/GrantsSponsorships/tabid/136/Default.aspx> (accessed on 15 March 2010).

²⁷⁸ A*STAR. Fifth A*JC Grant Call.

<http://www.a-star.edu.sg/Research/FundingOpportunities/GrantsSponsorships/JointCouncilResearchGrantCalls/FifthAJCGrantCall/tabid/761/Default.aspx> (accessed on 15 March 2010).

²⁷⁹ A*STAR. A*STAR Jouncil Council Research Grants – Past Proposals.

<http://www.a-star.edu.sg/LinkClick.aspx?link=241&tabid=248> (accessed on 15 March 2010).

■調査報告書作成メンバー■

○	丸山 浩平	フェロー	(環境・エネルギーユニット)
	金子 健司	フェロー	(電子情報通信ユニット) (2010年4月から)
	佐藤 勝昭	フェロー	(ナノテクノロジー・材料ユニット) (2010年4月から)
	曾根 純一	シニアフェロー	(ナノテクノロジーユニット) (2010年3月まで)
	永野 智己	フェロー	(ナノテクノロジー・材料ユニット)
	平野 正浩	フェロー	(ナノテクノロジー・材料ユニット)
	川口 哲	フェロー	(ライフサイエンスユニット)
	武内 里香	フェロー	(環境技術ユニット) (2010年3月まで)
	吉川 弘之	センター長	

○：主担当
※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いします。

調査報告書

計測・分析技術に関する諸外国の研究開発政策動向

CRDS-FY2010-RR-01

2010年8月

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
計測技術に関する横断グループ

〒102-0084 東京都千代田区二番町3番地
電 話 03-5214-7487
ファックス 03-5214-7385
<http://crds.jst.go.jp/>
©2010 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

