

微細構造解析プラットフォームの概要

独立行政法人物質・材料研究機構 微細構造解析プラットフォーム推進室
 藤田大介（先端的共通技術部門長）、竹口雅樹（電子顕微鏡ステーション長）



要旨

微細構造解析プラットフォーム (<http://www.nims.go.jp/acnp/>) はナノ計測分野における最先端共用拠点として、ナノテク・材料分野における学問的・技術的課題の解決によるイノベーションに寄与するとともに我が国のナノテクノロジーの更なる発展、国際競争力の向上、若手人材の育成に貢献することを目的として2012年7月に発足しました。利用者ニーズの高い先端電子顕微鏡、放射光計測、強磁場 NMR、先端プローブ顕微鏡などの最先端計測設備を有する10機関を結集してプラットフォームを構成し、ナノ計測支援拠点として全国6ブロックに設置しました。各拠点は独自のコアコンピタンスを有しており、その得意分野を生かした上で、地理的、支援分野の面から相補的に拠点間連携を行う仕組みを構築し、我が国全体の先端ナノ計測ニーズに対応します。先端ナノ計測技術群を産学官の研究開発支援に供することにより、世界トップレベルの研究成果を続々と創出可能にしたいと考えています。また、産業ニーズに応える研究支援と異分野融合研究を積極的に推進しつつ、地域セミナー、ワークショップや支援者交流会等の外部連携事業

を通じて、産学官連携に精通した研究者と若手支援技術者を育成します。さらに、ユーザーフレンドリーな共用システムと共通化された利用料体系を構築し、将来にわたっての長期安定的な公共財として、自立可能な先端計測の共用基盤を構築します。



1. はじめに

～イノベーションのための先端計測と共用～

私達、物質科学と材料工学に携わる研究者は、環境エネルギー、情報通信やライフサイエンスなどの分野からの社会的なニーズに応えられるような先進的な新材料の開発を推進しています。材料とは、有用な機能を発現することが求められる物質であり、その機能を担うのは、表面や表層もしくは内部における構造・組成・電子状態などです。材料の構造・物性・状態・機能を詳細に計測解析することを材料計測 (Material Characterization) と定義すれば、私達は最先端の材料計測技術 (Advanced Material Characterization Technology) の開発を目指しています。特に、機能発現メカニズムを解明するためには、表面敏感性 vs. バルク敏感性、単結晶性 vs. 非晶質性、ナ



微細構造解析プラットフォームの主なメンバー：【左上から】大塚 俊明（北海道大学）、今野 豊彦（東北大学）、藤田 大介（物質・材料研究機構）、竹口 雅樹（物質・材料研究機構）、大久保 雅隆（産業技術総合研究所）、幾原 雄一（東京大学）、丹司 敬義（名古屋大学）、倉田 博基（京都大学）、保田 英洋（大阪大学）、片山 芳則（日本原子力研究開発機構）、松村 晶（九州大学）

ノスケール vs. マクロスケールなどの相補性を有する材料評価法を組み合わせること、すなわち相補性と包括性 (comprehensive and complementary) を兼ね備えることが重要であると考えます。

我が国は科学技術立国を標榜し、技術革新すなわちイノベーションの創出と加速による産業競争力の強化を志向しています。さて、イノベーションの創出にとって重要な基盤となる科学技術とは何でしょうか。世界トップの科学技術力を誇る米国では、イノベーションにおける計測技術の重要性が強く認識されています。例えば、米国の科学技術と標準を先導する国立標準技術研究所 (NIST) が 2007 年に発行した特別レポート #1048 「An Assessment of the United States Measurement System: Addressing Measurement Barriers to Accelerate Innovation」では、米国における計測システムの包括的な評価を行っています。様々な産業分野におけるイノベーションを加速するうえで計測技術がバリアすなわち障壁となっている事例を抽出し、計測技術開発の重要性を指摘しています [1]。また、産業技術総合研究所 (AIST) は、分析機器産業の国際競争力強化に関する調査報告書を 2011 年に発行しております。それによれば、日本分析機器産業の世界シェアは 2009 年に米国の 66% に次いで 14% と世界第 2 位でしたが、第 3 位 (13%) のドイツの成長が著しく、2010 年時点ではドイツに抜かれ世界第 3 位となっているようです。これら 3 カ国合計の分析機器市場における世界シェアはおおよそ 93% に達しており、米日独の科学技術における先進性が当該分野の科学技術における産業競争力に直結していることを示していると言えます [2]。科学技術振興機構 (JST) が先端計測技術分野の科学技術・研究開発の国際比較を 2008 年に行いましたが、それによれば、欧米が国策的に推進しているにも拘わらず、我が国の対応が弱いとされているものとして、①技術や装置の国際標準化、ならびに、②開発された機器の初期需要を創出する政府調達等の仕組み、が挙げられています [3]。米国やドイツでは国が先端計測機器の開発と調達を先導しており、我が国においても国の機関である研究開発型独立行政法人や国立大学法人がリスクの高い先進技術の開発を先導すべきと考えます [4]。また、日本発の先端計測機器を世界に広く普及させるためには国内に閉じた活動では不十分であり、国際標準化機構 (ISO) などの国際的枠組みに参加してナノテク・計測分野の標準化を推進する人材育成も重要です [5]。

一方、イノベーションの創出には中長期的なインフラ整備が重要であることは言を待ちません。特に基礎科学においても産業応用展開においても発展過程にあるナノテク・材料分野では、水平的な連携である「異分野融合」と垂直的連携である「基礎 - 応用 - 出口の一気通貫」を実現する場として、共同利用施設や先端ナノテク設備の共用化の推進が必要とされています [6]。世界的にみれば、米国、EU、英国、ドイツ、フランス、韓国、台湾は、ナ

ノテク国家戦略における重要施策として、明瞭にナノテク共同利用施設や設備インフラへ重点投資しています。ネットワーク型もしくは集中型の拠点形成を行い、いずれにおいても融合と連携、人材育成の場として位置付けられています。この観点から、イノベーションに資する先端計測の課題としては、研究者や技術者が最先端の計測機器と計測技術をパッケージとして容易に利用できる公共財としての共用基盤 (プラットフォーム) の整備が重要であると考えます。内外の研究者が最先端計測機器を共用装置として利用できることにより、イノベーションの加速と計測分野の人材育成に資するのみならず、最先端計測機器の開発と普及を同時に加速する効果も期待できます。

我が国では、文部科学省の施策として、ナノテクに関わる先端施設共用ネットワークの基礎を作った「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト (平成 14 ~ 18 年度)」、さらにイノベーションに向けた共用システムにより全国の研究開発能力の底上げに寄与した「ナノテクノロジーネットワークプロジェクト (平成 19 ~ 23 年度)」において、ナノ計測分析、超微細加工、分子合成、極限環境、放射光に関わる研究支援が実施されてきました。

ナノテク総合支援プロジェクトは、多くの研究者が必要としながら容易に取り組むことのできない高度な計測技術、超微細加工技術、合成評価技術の利用を支援する施設共用プログラムであり、14 機関が参加しました。物質・材料研究機構 (NIMS) はセンター機能である「ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター」の運営責任を担い、ナノテク領域の研究関連情報を産学官の研究者に広く提供するとともに、研究者への交流機会の提供や人材育成のための支援を行いました。ナノテク総合支援プロジェクトを継承した事業が、ナノテクノロジー・ネットワーク (ナノネット) 事業であり、研究施設・設備の共有化を一層推進することにより、異分野融合と人材育成さらにイノベーションにつながる成果創出を目指したものです。全国レベルでナノテク活用研究開発を推進するため、26 の機関が参加して 13 の拠点を形成し、ナノ計測、微細加工、分子合成等の高度なナノテクノロジーに係る研究支援を提供しました。NIMS は「国際ナノテクノロジーネットワーク拠点」として、ネットワーク全体の連絡調整、窓口機能、情報発信、研究者交流、人材育成、国際連携等のセンター的役割を果たしました。

上記プロジェクトを継承する形で 2012 年度から開始された文科省ナノテクノロジープラットフォーム事業では、NIMS は微細構造解析プラットフォーム (Advanced Characterization Nanotechnology Platform) に実施機関として参加しつつ、10 の実施機関を取り纏める代表機関として、オールジャパンの体制で最先端計測の共用基盤構築を推進しています。本稿では、上記の歴史的もしくは社会的な立場から俯瞰しつつ、微細構造解析プラットフォームの概要について紹介します。



2. 微細構造解析プラットフォームが 目指す姿

1959年12月29日、カリフォルニア工科大学で開催された米国物理学会においてファインマン (Richard P. Feynman) 博士は、"There's plenty of room at the bottom" (底には余地が大いにある) と題する講演を行いました [7]。筆者の理解では、ここで「底」とは原子・分子レベルの微小な世界を表しています。もし微細な加工や観察技術があれば、"直径 1/16inch (1.6mm) の虫ピンの頭上にブリタニカ百科事典の全頁を書き込むことも読み取ることもできる"と博士は指摘し、「底」には非常に多くの余地 (room) があることを示しました。さらに、ファインマン博士は、原子スケールの制御と加工、原子分解能の電子顕微鏡、DNA 構造の観察などの新しい技術が 20 世紀末に実現することを予言しました。博士の予言は 1980 年代後半の走査型トンネル顕微鏡 (STM) の発明を契機として次々と実現されていき、今日では、ナノテクノロジーはナノメートル (10^{-9} m) スケールでの創製、加工、制御、分析、計測に係わる最先端テクノロジーとして、精緻な産業技術の進展と新たな学理の探索に必須の技術領域となりました。特に、ナノスケールの計測技術はナノテクノロジーを構成する最も基盤的なキーテクノロジーであると言えます。

さて、微細構造解析プラットフォームは、我が国の最先端計測技術群を横断的かつ最適に組み合わせることにより「知の集約化」を図り、ナノメートルからマイクロ

メートルのスケール領域における微細構造解析分野において全国レベルの共用に資する枠組みを確立します。これにより、ナノテクノロジーを活用した先進材料・デバイス分野における学問的・技術的課題解決によるマテリアルイノベーションに寄与するとともに、我が国のナノテクノロジーの更なる発展、国際競争力の向上、人材の育成に貢献することを目的とします。これまでに国立大学や研究開発独法が整備してきた先端ナノ計測技術群を産学官の利用者ニーズに対応した研究支援に供することにより、ファインマン博士ですら予測できなかったような、世界をリードする飛躍的な発見すなわち「飛躍的知」が続々と生み出されることを期待しています。さらに、産業界のニーズに応える研究支援と異分野の融合研究を積極的に推進し、将来的には自立した先端計測における共用基盤拠点を構築したいと構想しています。微細構造解析プラットフォームは、ナノ計測分野における世界トップ水準の最先端計測共用基盤を目指しており、国内外の研究者や社会に対して、以下の様な貢献をしたいと希望しています (図 1)。

- 産業界の技術的課題の解決によりナノテク材料分野の競争力強化
- 共用施設を中核とした「知の集約」による人材交流や効果的な人材育成
- 学問的課題の解決により世界トップレベルの飛躍的な知の創出
- プラットフォーム間連携による異分野融合と材料イノベーションの加速

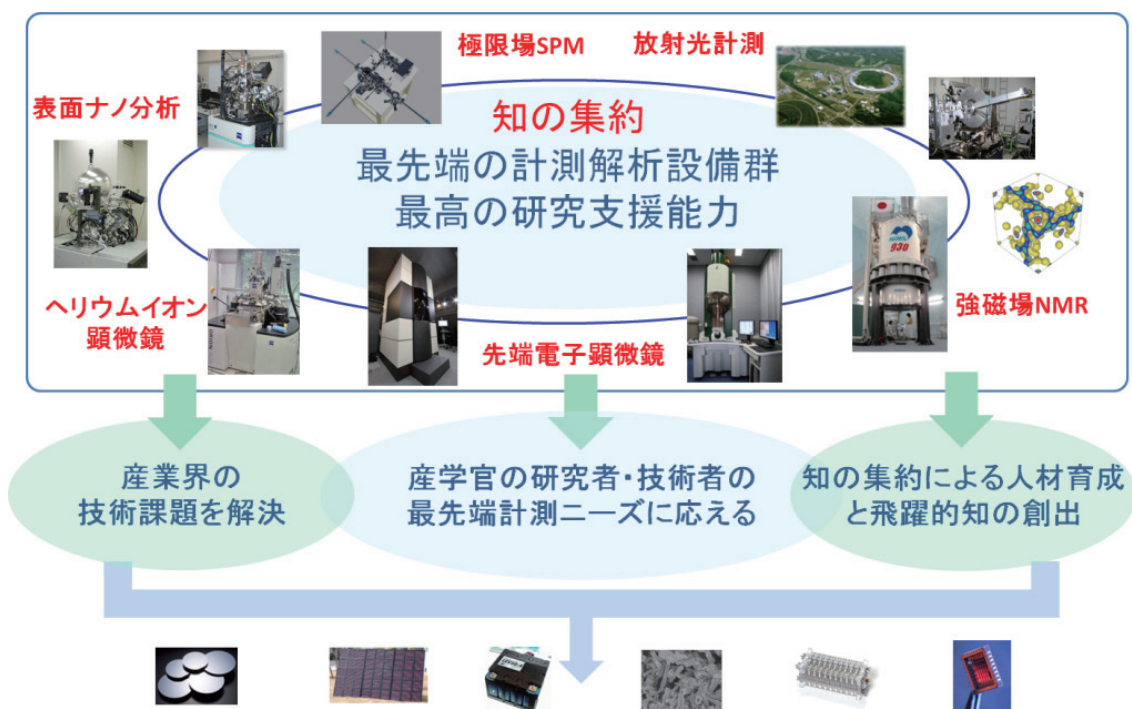


図 1 微細構造解析プラットフォームの活動が目指す姿



3. 微細構造解析プラットフォームの構成

3.1 最先端計測の共用化への大きなニーズ

平成 19～22 年度に実施されたナノテクノロジー・ネットワーク事業の 4 つの領域（ナノ計測・分析，超微細加工，分子合成，極限環境）において、「ナノ計測・分析」領域は最も多数の利用実績を達成しました。ナノテクノロジー・ネットワーク事業により平成 23 年 6 月に実施された「次期施設共用ネットワーク意識調査」の結果を図 2 に示します。産学官の研究開発者が共用ナノテクインフラとして研究支援を希望する機器・装置としては、「電子顕微鏡（TEM, STEM, HRTEM）」が第 1 位であり，2 位の「バイオ用分析装置（イオン化 TOF 等）」（31%）以下を引き離し，半数近くの研究開発者（45%）が先進的な電子顕微鏡の利用を希望していることがわかります。また，利用希望の高いトップテンの機器・装置のうち 9 件までを計測分析機器が占めており，内 7 件までは「X 線分析・表面分析」，「組成構造分析装置」，「高性能走査型電子顕微鏡」，「放射光利用計測装置」，「走査型プローブ顕微鏡」，「一般分析装置」等の先端・ナノ計測に関する機器によって占められました。このようにユーザーは透過電子顕微鏡の共用支援に対する非常に大きなニーズと先端ナノ計測全般に対する幅広いニーズがあることがわかりました。

3.2 ニーズに対応したプラットフォームの構成

このような利用者からのニーズの非常に高い先端電子顕微鏡を重点整備すべきコア設備としつつ，放射光計測，強磁場 NMR，先端走査型プローブ顕微鏡，極限場計測などの最先端計測設備を有する国立大学法人や独立行政法人 10 機関（北海道大学，東北大学，物質・材料研究機構（NIMS），産業技術総合研究所（AIST），東京大学，名古屋大学，京都大学，大阪大学，日本原子力研究開発機構（JAEA，高輝度放射光：SPring-8），九州大学）を結集し，微細構造解析プラットフォームを構成しました（図 3 参照）。代表機関は物質・材料研究機構が担当します。これら 10 機関の最先端計測に係わる共用施設をナノ計測支援拠点として全国 6 つのブロック（北海道，東北，関東・甲信越，中部・北陸，関西・中国四国，九州）に設置しました。このような拠点の配置により，全国どこでも最先端電子顕微鏡法による微細構造解析支援を受けることができるように構成しました。さらに各拠点の得意とする先端計測分野を生かした上で，地理的，支援分野の面から相補的に拠点間連携を行う仕組みを構築し，我が国全体の先端・ナノ計測に対する利用ニーズに対応します。地域毎の産業界の多様なニーズに応える研究支援と他のプラットフォームとの連携による横断的な異分野融合を積極的に推進し，長期安定的に高度な研究支援を提供できる「サステイナブルな最先端計測共用基盤」を構築したいと考えます。

ナノテク共用において“何”が最も求められているのか

次期施設共用ネットワーク意識調査の結果

対象：研究開発者等 約1万5千人、 調査期間：H23年6月15日～27日 回答者数：3356

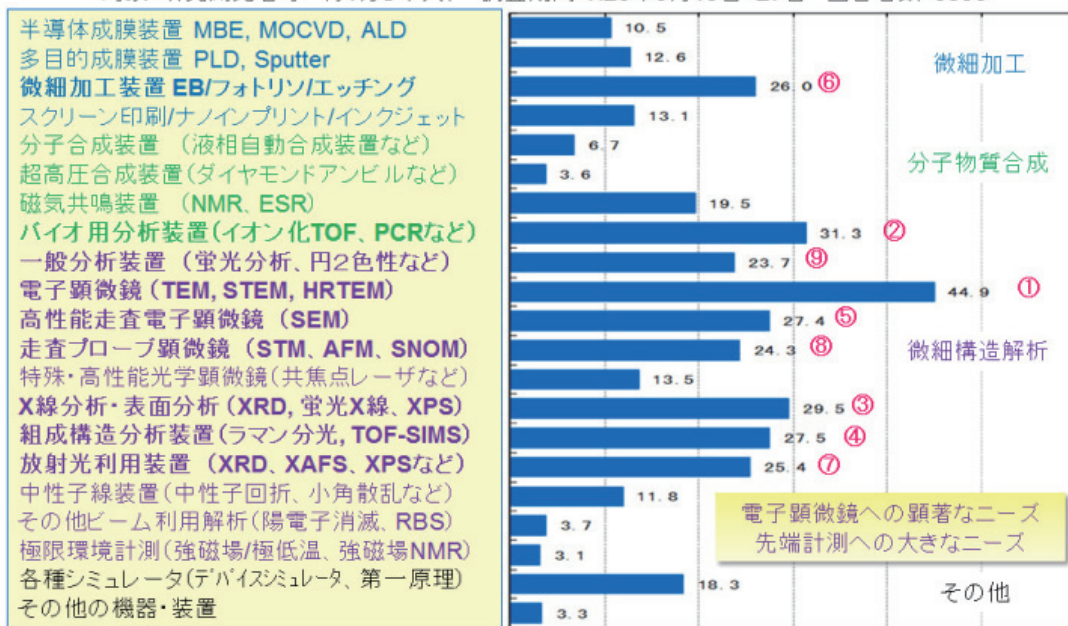


図 2 次期施設共用ネットワーク意識調査（平成 23 年度ナノネット事業による）

～全国6ブロック(地域)をカバーする10拠点～
全ブロックで最先端の電子顕微鏡計測技術を提供



図3 利用者のニーズに対応した微細構造解析プラットフォームの構成



4. 参加実施機関のプラットフォームの特徴

各実施機関が提供する先端計測技術について、以下に特徴ある研究支援の概要を紹介します。

- (1) **北海道大学 先進ナノ構造・状態解析共用拠点**
ホームページ <http://www.cris.hokudai.ac.jp/cris/nanoplat>

国立大学法人北海道大学では、(1) 表面構造、(2) 内部構造・3D 構造、(3) 電子状態分析の観点からナノ～マイクロメートルオーダーにわたる材料・デバイスの分析・評価に関する研究支援を行います (図4)。

- (2) **東北大学 ナノテク融合技術支援センター**
ホームページ <http://cints-tohoku.jp/>

透過電子顕微鏡による一般的な観察から収差補正を駆使したサブオングストロームの分解能を有する像の取得に加え、走査型電子顕微鏡においても低加速での観察や透過モードでの観察など、最適な解析方法をご提案します (図5)。

- (3) **物質・材料研究機構 最先端ナノマテリアル計測共用拠点**
ホームページ <http://www.nims.go.jp/nmcp/>

先端電子顕微鏡 (単原子分析 STEM, 実動環境物理分析 STEM, 微細組織 3D 解析), 放射光計測 (硬 X 線 XPS, 高分解能 XRD), 世界最高水準 930MHz 強磁場固体 NMR と極低温高磁場 STM, ヘリウムイオン顕微鏡, ナノスケール表面化学分析 (TOF-SIMS) による高度な研究支援を提供します (図6)。

- (4) **産業技術総合研究所 ナノデバイス計測分析拠点**
ホームページ <http://unit.aist.go.jp/riif/openi/nanotech/index.html>

産業技術総合研究所オリジナルの計測装置を中心に公開し、市販装置では対応が難しい課題の解決にチャレンジします (図7)。先端電子顕微鏡は、原子スケールの空間分解能を有しており、森の中の1本の木を観察できるナノ計測装置です。一方、ナノデバイスの機能は、原子集団によって発揮されます。そこで、産総研では、先端電子顕微鏡を相互補完するために、原子欠陥や特定の軽元素の回りの原子配位といったナノ情報を、マクロスケールの平均データとして提供します (森を見るナノ計測分析)。

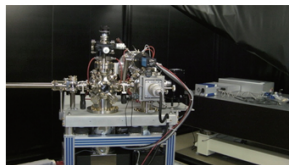


超高压電子顕微鏡によるナノマテリアル評価
 ~原子レベル微細構造解析と量子ビーム照射効果解析~

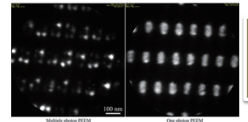
デュアルイオンビーム/電子線あるいはナノ秒パルスレーザー/電子線の同時照射が可能な超高压電子顕微鏡群による材料のマイクロ構造解析支援

マルチビーム超高压電子顕微鏡 (JEM-ARM-1300)
 2台の高エネルギーイオン加速器と超高分解能超高压電顕を連結したマルチビーム型超高压電子顕微鏡システム、点分解能0.12 nm

プラズモンの超高速時間分解計測技術
 ~フェムト秒の時間分解能で光電子像を可視化~



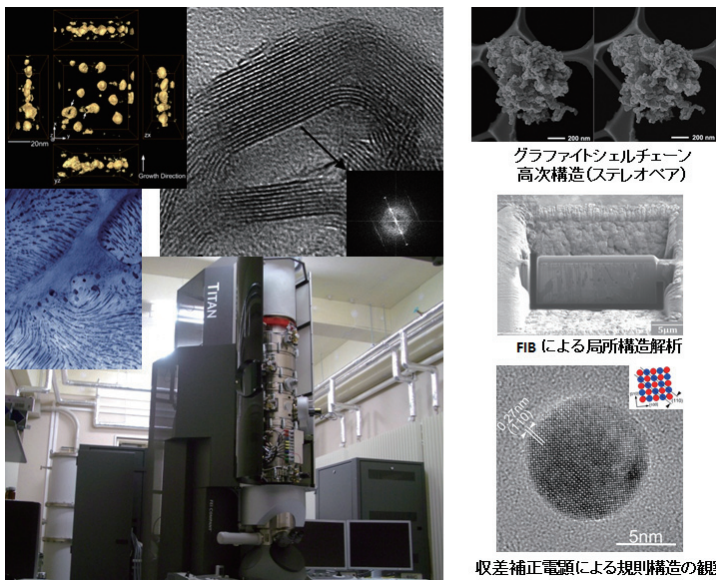
レーザー励起 水銀ランプ励起



空間分解能8nm以下、
時間分解能7fsで光電子イメージング

超高速時間分解光電子顕微鏡システム(TR-PEEM)

図4 北海道大学(先進ナノ構造・状態解析共用拠点)の先進研究設備



グラファイトシェルチェーン
高次構造(ステレオペア)

FIBによる局所構造解析

収差補正電顕による規則構造の観察

図5 東北大学(ナノテク融合技術支援センター)の先進研究設備



図6 NIMS(最先端ナノマテリアル計測共用拠点)の先進研究設備

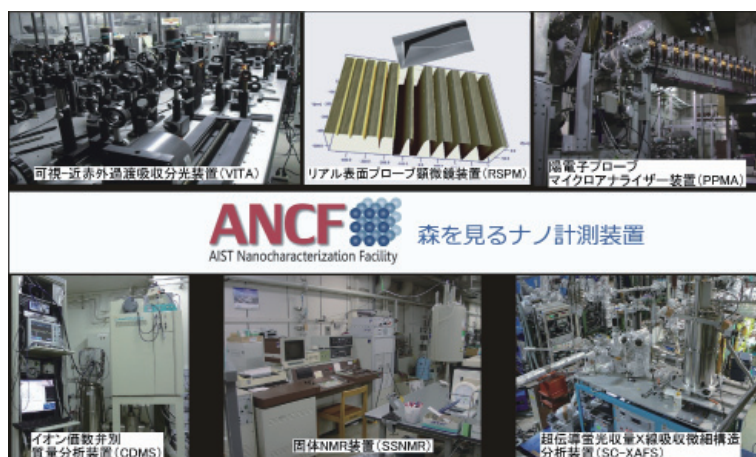


図7 AIST (ナノデバイス計測分析拠点) の先進研究設備

(5) 東京大学 先端ナノ計測プラットフォーム拠点
ホームページ

http://lcnet.t.u-tokyo.ac.jp/pf_index.html

無機材料原子構造計測 (収差補正 STEM, 原子直視超高压 TEM, 高分解能 SEM, 低真空 SEM など), 電子状態計測 (走査型 XPS), 超微量元素計測 (ナノ SIMS), 有機バイオ構造解析 (クライオ TEM など), デバイス物性構造計測 (高輝度 XRD, 粉末 XRD) による高度な研究支援を提供します (図 8)。

(6) 名古屋大学 高性能電子顕微鏡による反応科学・ナノ材料科学研究支援拠点

ホームページ <http://nanoplat.nagoya-microscopy.jp/>

反応科学超高压走査透過電子顕微鏡 (加速電圧 1000kV) は触媒反応などガス環境下でのその場観察が可能であり, 試料近傍で最大 1/10 気圧まで各種ガス (N_2 , CO, Ar, H_2+N_2 , CH_4 , CO_2 など) が導入できます (図 9)。電子エネルギー損失分光 (EELS) を使うことでガス環境下における触媒材料の電子状態変化を調べることも可能です。試料ホルダーは, ヘリウム冷却ホルダーや超高温加熱ホルダーなど多岐にわたり用意しており, どのホルダーでもガス環境実験が可能です。その他, 超高压電子顕微鏡の特徴である 1000kV の高加速電子により, 厚い試料を透過することが可能で, 例えば生物試料では細胞を丸ごと観察し, その連続傾斜像から三次元立体像を構築することもできます。

(7) 京都大学 最先端構造観察・計測共用拠点

ホームページ <http://tem.nanoplat.cpiep.kyoto-u.ac.jp>

特色ある最先端の透過電子顕微鏡を用いた各種ナノ材料や有機, 無機物質で合成された先端機能性材料の微細構造解析と元素分析を主な研究領域として支援を行います。

支援装置として, 化学研究所に設置されている極低温高分解能透過電子顕微鏡と球面収差補正透過電子顕微鏡を登録し, 装置の特性を生かした支援を実施します (図 10)。

(8) 大阪大学 超高压電子顕微鏡センター

ホームページ

<http://www.uhvm.osaka-u.ac.jp/nanoplat-form-kouzoukaiseki/home.html>

世界最高加速電圧 300 万ボルト超高压電子顕微鏡を中心とする計 4 台の電子顕微鏡により, 厚い試料の立体観察に主眼をおいた研究支援を行います (図 11)。

(9) 日本原子力研究開発機構 最先端放射光ナノ計測・解析共用拠点

ホームページ <http://www.wapr.kansai.jaea.go.jp/srrc/>

大型放射光施設 SPring-8 にある 4 本の JAEA 専用ビームラインを用いてナノテクノロジープラットフォームを推進, 最先端の放射光計測・解析技術による研究支援を提供します (図 12)。利用相談では JAEA の他の量子ビーム施設 (中性子, 電子・イオンビーム, 大強度レーザー) も考慮した課題解決方法を提案します。

(10) 九州大学 ナノマテリアル開発のための超顕微解析共用拠点

ホームページ <http://nanoplat.hvem.kyushu-u.ac.jp/>

世界唯一のエネルギー選別型超高压電子顕微鏡, 世界最高分解能を有する収差補正走査/透過型電子顕微鏡, 世界最高のエネルギー分解能/高検出立体角の X 線検出器を装備した走査/透過型電子顕微鏡などにより, 極微小領域解析, 動的その場解析, 難観察試料解析に主眼をおいた研究支援を行います (図 13)。

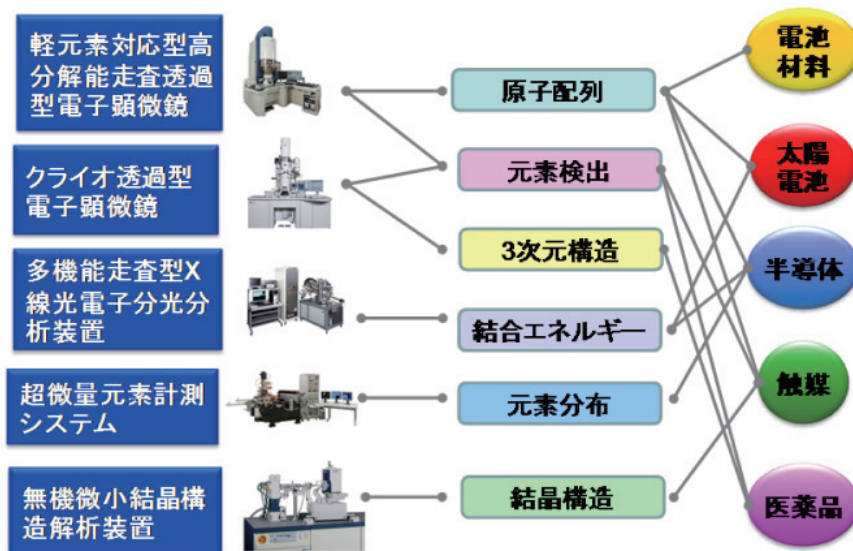


図8 東京大学（先端ナノ計測プラットフォーム拠点）の先進研究設備

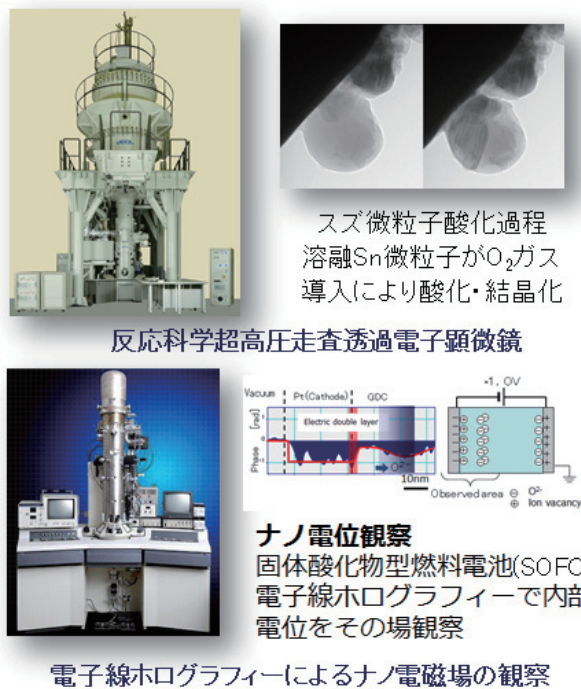


図9 名古屋大学（高性能電子顕微鏡による反応科学・ナノ材料科学研究支援拠点）の先進研究設備

極低温高分解能透過電子顕微鏡 (JEM-2100F(G5)) 球面収差補正透過電子顕微鏡 (JEM-2200FS + CEOS CETOCOR)

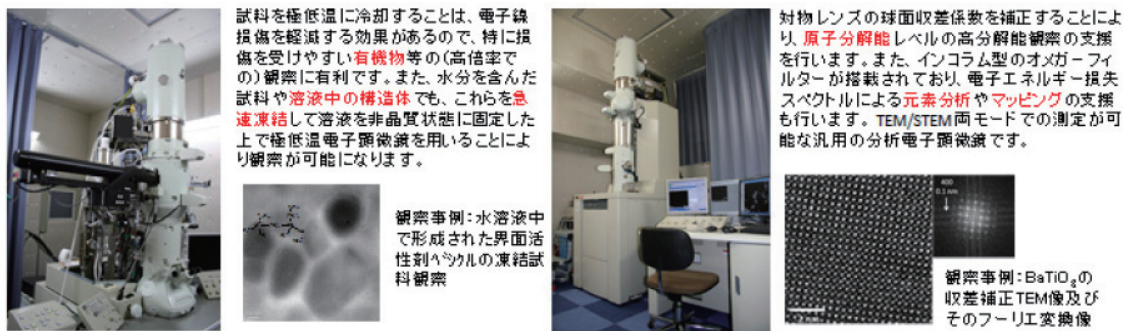


図10 京都大学（最先端構造観察・計測共用拠点）の先進研究設備

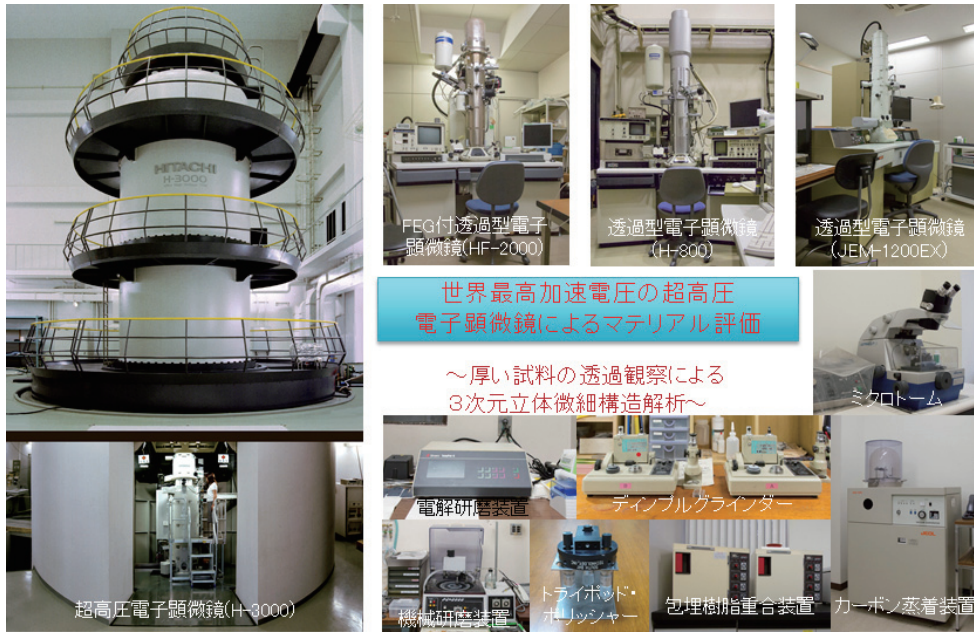
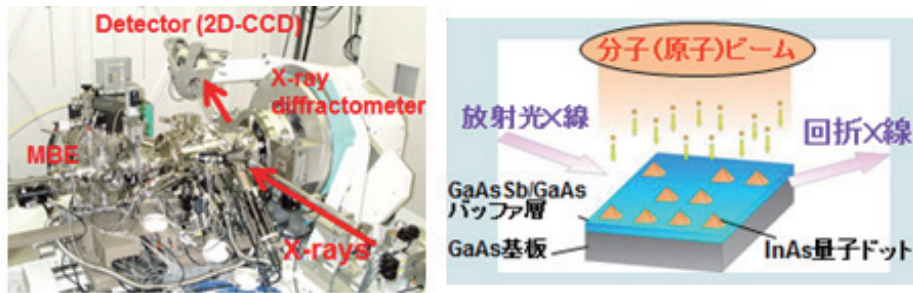
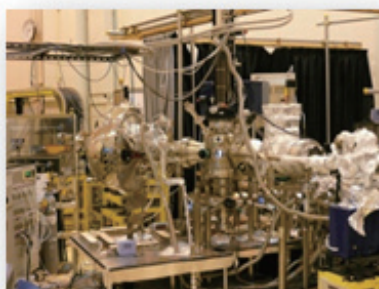


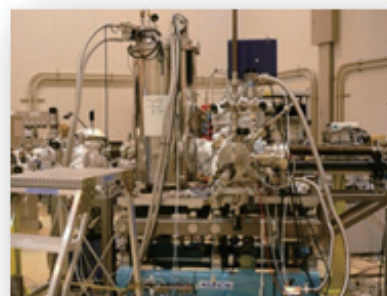
図 11 大阪大学（超高压電子顕微鏡センター）の先進研究設備



世界最高水準のその場実時間計測・表面X線回折計
 ~半導体の結晶成長・ナノ構造自己形成の観察~



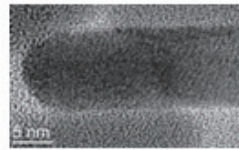
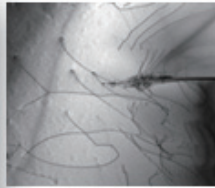
軟X線光電子分光装置
 バンド構造、フェルミ面



軟X線磁気円二色性測定
 元素・電子軌道選択的磁化測定

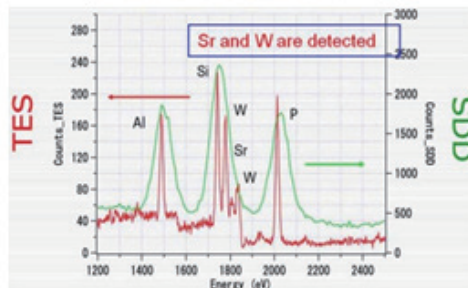
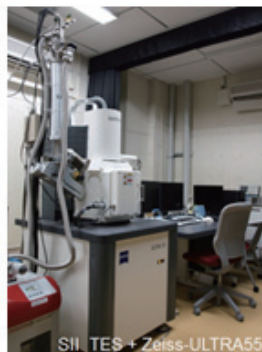
世界最高水準の電子・磁気構造の解析・評価技術
 ~軟X線ビームラインにおける高精度分光測定~

図 12 JAEA（最先端放射光ナノ計測・解析共用拠点）の先進研究設備



数 μm 厚のバルク材の高分解能観察・元素分析、3Dトモグラフィー、加熱・冷却・引張その場実験、パルスレーザー光照射その場実験

世界唯一オメガフィルター内蔵電子分光型超高压TEM



高エネルギー分解能($\sim 10\text{eV}$)

による高い元素識別
マイクロカロリメーター高エネルギー分解能
元素分析装置(SEM)

図 13 九州大学（ナノマテリアル開発のための超顕微解析共用拠点）の先進研究設備



5. ニーズに応える共用システム、情報の発信と人材の育成

微細構造解析プラットフォームではユーザーフレンドリーな共用システムを構築しています。共用システムは利用者の利便性を最大限に考慮したウェブデザインを設計し、各実施機関に関する情報、利用可能な最先端計測設備毎の情報、提供される支援形態や利用例の紹介、メールによる利用相談窓口、支援課題の申請、代表機関もしくは各実施機関の開催する設備利用講習会、地域セミナー、ワークショップなどのイベント紹介など、情報発信機能を配置しております。代表機関ならびに実施機関がきめ細かい情報発信を行うため、パンフレットの発行も行なっています(図 14)。また、利用者の多様な支援ニーズに対応し、利便性を高めるために、実施機関が提供する利用形態を統一しました。利用形態としては、以下のように、利用料の発生する「機器利用」、「技術補助」、「技術代行」、「技術相談」、「共同研究」を設定し、定義を統一しました。

機器利用：利用者自らが機器を操作する技術支援

技術補助：支援者が補助し、操作方法を指導しながら、利用者が機器を操作する技術支援

技術代行：支援者が利用者に代行して設備を操作する技術支援

技術相談：利用者からの相談に専門家として応える計測技術コンサル支援

共同研究：契約に基づき登録設備を用いて利用者と支援者が共同で実施する成果公開型研究

(成果非公開型共同研究へ移行した場合、自主事業)

また、利用料の発生しない形態として「利用相談」のほかに、民間企業などの新規利用者拡大を図るため、利用を考えている研究者や技術者が1-2回のみ試す機会として「トライアル利用」の形態を設定しました。また、課題の審査に当たっては、利用機会の公平性と実効性を確保するため、審査ガイドラインを共通化し、若手研究者や競争的資金採択課題への優先的な配慮を取り入れるための定量的な仕組みを組み入れました。



図14 ホームページとパンフレットでプラットフォーム活動情報を効果的に発信

担当する地域において産学官の新たな利用者を開拓するため、各実施機関では設備利用講習会や地域セミナーを開催しています。設備利用講習会はプラットフォームの設備利用を促進するため、各実施機関が開催する講習会であり、実地での施設見学もしくは実習を含む等、支援者と利用者が直接に交流する場です。民間企業等からの具体的なニーズをダイレクトに取り入れるための仕組みとして活用しています。地域セミナーは、各実施機関が担当する地域（ブロック）の産学官の利用者もしくは潜在的な利用者を対象にして企画、実施するセミナーです。最新の技術動向や企業・大学などの研究者の計測ニーズをリサーチする場として活用しています。

一方、微細構造解析プラットフォーム内の若手技術支援者の交流やスキルアップによる人材育成を目的として、支援者交流会の制度を実施しています。これは、各実施機関の若手技術支援者が、希望する別の実施機関に1週間程度滞在し、支援者間の人的交流を促進するとともに高度な計測技術の習得を行うものです。ある実施機関の保有する先端計測ノウハウを別の実施機関の支援者が学

ぶ機会を提供することにより、微細構造解析プラットフォーム全体としての先端計測技術の向上に資することを期待しています。

また、私たちは微細構造解析プラットフォームの成果報告と最先端計測技術に関する特別講演を中心とするワークショップを年2回開催しています。これは微細構造解析プラットフォームに参加する技術支援者の情報共有の場であると同時に、ユーザーとの交流の場を提供するものです。平成25年2月28日-3月1日には、第2回の微細構造解析プラットフォームワークショップをNIMS（つくば市）にて低炭素研究ネットワーク事業ならびにNIMS先端計測プロジェクトと合同で開催しました（図15）。オールジャパンのスキームで先端的な共用施設の運営や推進もしくは利用に関わる160名を超える参加者があり、産学官の異分野融合の場としても重要な役割を果たしました。

6. まとめ

ナノテクノロジープラットフォーム事業に実施機関や代表機関として参画し、全国10実施機関と協力しながら、微細構造解析プラットフォームを立ち上げてから2013年4月で9ヶ月が経過しました。初年度の数値目標である支援件数や利用料収入は目標以上の数値を達成し、大学などのアカデミアのみならず、民間企業の技術者や研究者により、微細構造解析プラットフォームの最先端計測支援を利用して頂きました。また、国内のみならず海外の大学研究者にも利用して頂きました。微細構造解析プラットフォームが海外にも開かれた国際性のある先端計測共用拠点となることは大変に喜ばしいことです。運営体制が整備され、全国の各実施機関において地域への

◎情報共有と発信、異分野融合と交流の場としてのワークショップの開催

- ・成果報告 & 最先端計測技術に係る特別講演
- ・年2回、各実施機関に赴いて開催(秋・春)
- ・技術支援者の情報発信の場（ポスター賞）
- ・支援者とユーザーの交流の場（打ち合わせ）
- ・異分野融合の場(共同・計測合同シンポ2013)

図15 情報共有と発信、異分野融合と交流の場としてのワークショップ

広報活動や外部連携活動が実施されるに従い、利用相談や利用申請が増えてきたことが実感されてきました。微細構造解析プラットフォームの認知度（Visibility）を伸ばして、より多くの研究者や技術者に利用していただければ幸いです。

ところで、研究者から「第一線の先端計測研究者でありつつ、施設共用と研究支援活動に携わることに対して、メリットは何か」と問われることがあります。その主旨は、研究者は自らの携わる学理の探求や研究に専念すべし、ということかと推察します。そのような問いに対しては、東北大学金属材料研究所の初代所長である本多光太郎博士の「学問のあるところに技術は育つ、技術のあるところに産業は発展する、産業は学問の道場である」の言葉を引用して答えることにしています。基礎研究 - 応用研究 - 産業応用の連携と融合の重要性を教え諭している言葉だと思います。基礎科学や学理の探求により新技術が開発され、優れた新技術に基づいて新たな産業応用が展開される。微細構造解析プラットフォームは、産業界の技術課題の解決に貢献することによりイノベーションを加速するとともに、新学理の創出につながる知の創出と先端計測分野の人材育成に寄与する好循環をもたらす先端ナノテク共用基盤を目指したいと考えています。



参考文献

- [1] NIST Special Publication 1048, "An Assessment of the United States Measurement System: Addressing Measurement Barriers to Accelerate Innovation", (2007).
- [2] 調査報告書「日本分析機器産業の国際競争力強化について」、産業技術総合研究所 (2011).
- [3] 先端計測技術分野 科学技術・研究開発の国際比較 2008年版, 科学技術振興機構 研究開発戦略センター, (2008).
- [4] 研究を加速させるナノ・先端計測, NIMS Now, Vol.11, No.1 (2011).
- [5] D. Fujita, H. Itoh, S. Ichimura and T. Kurosawa: Global standardization of scanning probe Microscopy, Nanotechnology 18, 084002 (2007).
- [6] 海外比較調査報告書 我が国の研究開発拠点構築に資する主要各国のナノテクインフラ投資戦略調査, 科学技術振興機構 研究開発戦略センター, (2006).
- [7] <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>



【お問い合わせ】

微細構造解析プラットフォーム

代表機関：(独) 物質・材料研究機構

☎ 029-859-2139

E-mail acnp@nims.go.jp

ホームページ

<http://www.nims.go.jp/acnp/>