

2. プロジェクトの概要 - ナノ物質・材料研究のための高度ナノ計測基盤技術の開発 -

ナノ計測センター長 藤田大介

ナノ計測センターの重要なミッションは第2期中期計画において掲げられている“ナノ物質・材料研究のための高度ナノ計測基盤技術の開発”プロジェクトを推進することである。機構において開発を進めてきた高度ナノ計測解析技術を結集・高度化することにより、世界最高水準のナノ物質・材料解析技術を確立することをめざしている。さらに知的基盤の整備と標準化に取り組むことにより、革新的な物質・材料研究の推進に貢献することを目的としている。ここではナノ計測センターの実施するプロジェクトの概要について紹介する。

本プロジェクトでは、図1に示すように、表面から固体内部に至るまでの原子分解能ナノ解析技術、非晶質から単結晶に至る多様な材料に対応できる解析手法、機能発現や材料創製に関わる極限環境場における計測技術、遷移過程の超高速時間分解計測技術、などのナノマテリアル研究開発にとって必要とされる世界最高水準の先端ナノ計測技術の開発を目指している。



図1 表面・表層・固体内部にいたる世界最高水準の高度ナノ計測基盤技術の開発

ナノ物質・材料研究とは、新規なナノ物質を創製し、極微構造に起因する機能を探索することにより、有用な機能を有する材料を開発することである。本プロジェクトではナノ物質・材料研究にとって必要不可欠な情報であり、かつNIMSの保有技術が既に世界水準に達している計測技術(走査型プローブ顕微鏡 (SPM)、透過電子顕微鏡 (TEM)、表面化学分析、フェムト秒レーザー分光、核磁気共鳴分光 (NMR))をサブテーマとして設定する。固有の計測技術の連携により包括的なナノ物質・材料解析技術の確立を目指すものである。

プロジェクトの研究実施体制ならびに推進体制の概要を図2に示す。プロジェクトのサブテーマを担当する5つの研究グループをセンターに設置し、研究代表者ならびにセンター事務局がプロジェクトの総合的推進を担当する。プロジェクトの研究推進体制として、研究方針や年度計画などの効率的運営に的確なアドバイスを得るために“アドバイザーボード”を設置する。物質材料の計測技術に関する有識者として委嘱されたアドバイザーの方々は以下の通りである。

幾原雄一 教授	東京大学大学院工学系研究科総合研究機構
二瓶好正 教授	東京理科大学 総合研究機構
松本吉泰 教授	京都大学大学院理学研究科化学専攻
森博太郎 教授	大阪大学超高压電子顕微鏡センター
森田清三 教授	大阪大学大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻
和田 仁 教授	東京大学大学院新領域創成科学研究科

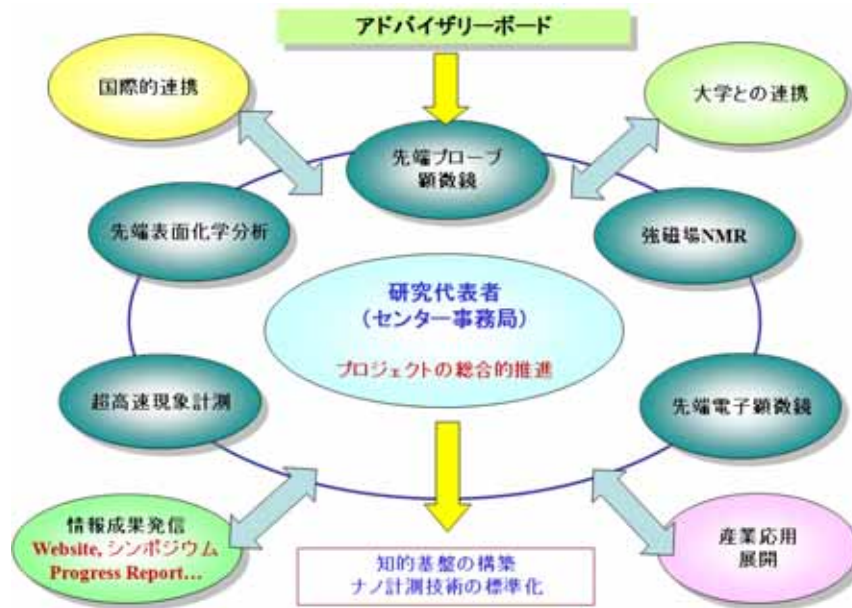


図2 プロジェクトの研究実施体制ならびに研究推進体制の概要

本プロジェクトでは、ナノ物質・材料研究にとって必要性が高く、かつNIMSの技術が世界水準に達している計測技術(極限場走査型プローブ顕微鏡、高分解能透過電子顕微鏡、強磁場高分解能NMR法、表面表層精密電子分光技術、超高速時間分解計測技術、等)をコア技術として選択し、表面から固体内部に至る高度なナノ計測技術に関する以下の5つの研究サブテーマを行う。

【表面多機能ナノプローブ法の開発とナノ物質・材料への応用】

多様な極限物理場環境(極低温場、強磁場、超高真空場、応力場など)において、表面ナノ構造体の創製メカニズムやナノ物性を高分解能で解析できる表面多機能ナノプローブ技術を開発する。原子構造、電子状態、フォトン、スピンなどの多元的表面ナノ計測技術や探針操作による原子レベルの表面ナノ創製技術を開発する。多様なナノ物質・材料へ適用するとともに、表面多機能ナノプローブ法の標準化と表面ナノ計測知的基盤の構築を行う。

【広域表層3次元ナノ解析技術の開発】

ナノ物質・材料研究で重要な表層領域を実用的な分解能・測定時間で3次元分析できるシステムを開発する。電子の固体内輸送現象を記述する各種物理パラメータの精密化を図ると共に、これを基礎とした3次元シミュレーション法および実用計測法の構築と要素技術の開発研究を行う。

【超高速現象計測技術の開発とナノ物質・材料への応用】

電子の集団運動及びこれと相互作用する格子の運動状態の実時間観測を主たる対象に、ナノ物質・材料系における超高速量子現象を計測するための基盤技術を確認する。サブ10fsの超短パルスレーザーを光源とした時間分解ポンププローブ分光測定装置を構築し、半導体、炭素系材料(ダイヤモンド、グラファイト等)及び金属ナノ構造体等の超高速光応答を解析・評価する。

【電子顕微鏡法の高度化と先端物質科学・材料工学への適用】

高分解能化と高識別能化の両面からTEM技術を飛躍的に発展させ、次世代ナノ評価技術として完成させるとともに先端物質・材料研究に適用する。高分解能化では電子線単色化技術や収差補正技術等、高識別能化では電子状態解析やナノ磁気構造解析技術等の要素技術開発を行なう。

【強磁場固体NMRの開発とナノ物質・材料研究への応用】

NMRの強磁場化(四極子核の分解能向上する唯一の方法)、核スピン超偏極技術の高度化(感度向上)、NMR分光計技術の高度化(高耐圧・高速回転・高周波対応・超小型化・超低雑音化)等の機器開発を行う。無機物等の材料分析に応用し、機能向上を目指した新規材料の効率的設計に資する。

上記のサブテーマを担当するグループならびにグループリーダーは以下の通りである。

- 先端プローブ顕微鏡グループ 藤田大介グループリーダー（兼）
- 先端表面化学分析グループ 田沼繁夫グループリーダー（併）
- 超高速現象計測グループ 北島正弘グループリーダー
- 先端電子顕微鏡グループ 松井良夫グループリーダー
- 強磁場NMRグループ 清水 禎グループリーダー

各サブテーマにおける固有技術の融合や連携を十分に行うことにより研究開発効率の向上を図る。また、国内外研究機関との連携と共同を推進し、物質・材料研究全体の推進に資することを旨とする。

本プロジェクトの研究開発ロードマップ（年次計画）を図3に示す。表面から固体内部に至る世界トップレベルのナノ計測技術を達成し、多様なナノ物質・材料研究に適用することを目指している。サブテーマ毎の達成目標としては、以下のとおりである。

表面多機能ナノプローブ法では、世界最高水準の複合極限環境における走査型トンネル顕微鏡/分光計測技術、応力場環境における走査型プローブ顕微鏡計測技術を実現する。広域表層3次元ナノ解析技術では、材料表面を実用的な分解能・測定時間で3次元解析を行えるシステム開発を達成する。超高速現象計測技術では、ナノ構造の振動やキャリアの運動の時間領域検出に十分な時間分解能（10fs）と検出感度を達成する。電子顕微鏡法の高度化では、高分解能と同時に、各種先端物質・材料の特性に応じて必要な情報を識別計測しうる「高識別能型・高分解能電子顕微鏡」技術を開発する。強磁場固体NMRの開発では、非晶質材料のナノレベル分析等の従来NMR技術では困難だった分野が強磁場固体NMR技術によって開拓できることを実証する。

さらに高度なナノ計測により得られたデータの知的基盤化を達成する。

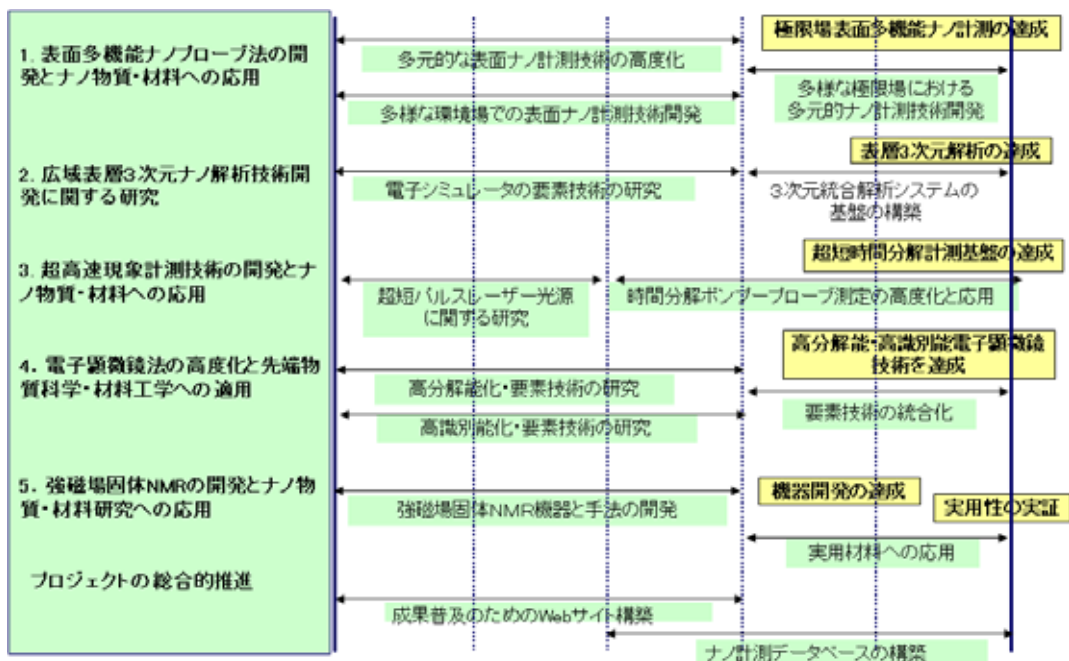


図3 ナノ物質・材料研究のための高度ナノ計測基盤技術の開発ロードマップ