

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業

ナノテク支援運営委員会

【ナノテクノロジー分野の共用プロジェクト】

ナノテクノロジー分野で装置と技術の共用によって大学の研究の効率化と企業の製品開発の促進を目指す国家プロジェクトは、平成14年度～18年度のナノテクノロジー総合支援プロジェクト、平成19年度～23年度のナノテクノロジーネットワーク、更に平成24年度～令和3年度のナノテクノロジープラットフォームに受け継がれてきた。特にナノテクノロジープラットフォーム事業は、10年間という異例の長期プロジェクトであり、予算面でも8年目の現在まで事業規模を縮小しておらずこの点でも異例である。現在では、ナノテクノロジー以外の分野でも装置共用を推進するプラットフォーム事業は広範に実施されているが、ナノテクノロジープラットフォーム事業はそれらのモデルケースとするべく、事業の活性化のための多様な施策を実施してきており、代表機関、実施機関に対する督励は大変厳しいものがある。2年に1回の文科省のサイトビジットはその一例である。また、平成29年度の調査によると、運営資金の33%が文科省の事業委託費であり、法人負担が40%、利用料収入が19%、その他8%と実施機関の負担が大きいことがわかる。

本学は、ナノテクノロジーネットワークでは北大と共同で参加していたが、ナノテクノロジープラットフォームでは単独で実施機関となっている。私立大学で本事業に参加していたのは、早稲田大、豊田工大、本学の3校のみであり、平成31年度に本学が公立となつてからは公立大が1校のみである。本事業は、設立後22年を迎えようとしている本学の存在感を高める役割を果たしてきた。本稿では、終了まで残すところ2年となった科技大ナノプラ事業の総括と展望について記したい。

【担当スタッフ】

平成24年度発足当時支援担当教員は3学科にまたがる15名(カートハウス・オラフ、今井敏郎、角田敦、川辺豊、木村廣美、谷尾宣久、大越研人、坂井賢一、李黎明、唐澤直樹、小林壮一、山中明生、張公儉、小田久哉、長谷川誠)であった。小規模の大学ではあるが、人的資源を大きく割いて本事業を支えていく意図であった。その後、あまりにも負担が大きいことから、現在の6名(カートハウス・オラフ、下村政嗣、木村廣美、大越研人、小田久哉、平井悠司)に縮小した。

教員以外のスタッフとしてはシニアアドバイザーとして河野敬一、技術員として清野裕司、田部真理子、櫻井智規、室崎喬之、山崎郁乃、中嶋菜実、室初美が歴任して、現在は櫻井真理、伊勢崎政美の二人体制となっている。また技術補佐員としては尾籠京子から現在の田中布美子に受け継がれている。櫻井智規はNIMSへ、田部真理子と山崎郁乃は北大へ、室崎喬之は旭川医大へ、中嶋菜実は正社員として企業へ、各々転出した。

「すでに、人員の絶対量の不足と高齢化が生じている。人材の安定的な確保のためには、任期付きの雇用では10年間といえども困難な面がある。このような研究環境を取り巻く人材の不足は、社会全体の問題でもある。」と先端共用施設・技術プラットフォーム展望調査WGは昨年3月の報告書で述べているが、上述のように本学においても技術員の平均在任期間が2年未満であり、人材確保は極めて困難な状況にある。6年目の中間評価において、

分子・物質合成プラットフォームは、微細加工プラットフォームや微細構造解析プラットフォームに比して利用件数、利用料収入等が少なく、厳しい評価を受けた。特に目標として掲げている「合成支援」が少ないことが問題となった。これに応じて分子・物質合成プラットフォームの代表機関である分子研は、合成支援を増強できる実施機関を募った。本学では、それ以前から合成支援業務を小規模で担っていた今井敏郎元教授を合成アドバイザーに充てる内容の申請を行ったところ承認され、人件費も新たに手当てされた。今井元教授は豊富な有機合成の経験と知識を生かして、嶋田知生講師（京大理）の植物の気孔形成因子バブリン誘導体の合成支援、および斎藤菜摘准教授（鶴岡高专）の¹³C 標識クマリンの合成支援事業に貢献している。1億総活躍社会において、定年者の再雇用も人材確保の有力な方法であろう。合成支援には大越教授と同研究室の学生達の協力を得ている。

【整備してきた装置】

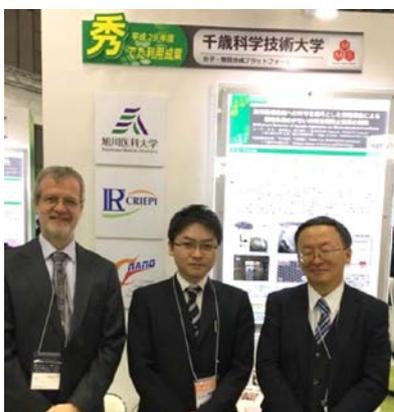
発足時の登録装置は8群に分かれ、NMR（1台）、透過型電子顕微鏡群（TEM、ミクロトーム、各1台）、EDX群（SEM、EDX、各1台）、化学系分光測定装置群（VIS/UV、FTIR、蛍光、各1台）、表面物性測定装置群（SNOM、FilmTek、エリプソメーター、顕微IR、XRD、AC-1、顕微分光、Nano Viewer、各1台）、薄膜形成支援装置群（真空蒸着器3台、スパッタ装置1台、自己組織化構造作成装置1台）、高分子計測装置群（オートグラフ、TG/DTA、誘電率測定装置、粘弾性スペクトロメータ、各1台）、FZ炉（1台）の26台であったが、必要に応じて登録の加除を行い、現在48台を登録している。

平成24年度ナノプラの補正予算（1億円強）で、FE-SEMとしては最高峰のJNM-7800F（415万円、以下括弧内の金額はH24~H30の7年間にナノプラの予算で整備した金額）とレニショー社（英国）のラマンイメージング（inVia、38万円）が新規導入され、学内外の研究支援の軸として活躍している。特にFE-SEMの導入はタイムリーであり、生きた生物、ウェットな材料をそのまま電子顕微鏡で観察できる本学独自の技術であるナノスーツ法を発展させ、学外に広めていくために果たした役割は非常に大きい。ラマンイメージング（レーザー波長325nm, 532nm, 785nm、38万円）に顕微ラマン（レーザー波長1064nm、251万円）を加えることで、本学は4種類のレーザー波長で測定できる全国でも数少ない支援機関となっており、全国からユーザーが訪れている。紫外レーザー（325nm）はダイヤモンドライクカーボンの定量等で本州の大手自動車会社や大手化学企業、更に大阪市大理の西村勇姿特任助教が利用しており、近赤外レーザー（1064nm）はポリイミド樹脂の組成・配向解析にカネカ（株、大阪）が、リチウム-硫黄電池の正極材量の開発に阿波賀邦夫教授（名大理）が利用した（小田久哉准教授支援）。TEMには742万円という大きな金額の整備を行ってきたが、当初は利用者が少なかった。材料系の大学部局・研究機関では電子顕微鏡によるウェットな試料の観察が許可されないことが多いが、本学では内部利用者の生物系の測定が多いため許可しており、近隣の大学等から利用者が徐々に増加している。来年度にはTEMの冷却水循環装置室外機の更新[372万円]を大学予算で行う予定である。クライオミクロトーム（103万円）は常温では薄切しにくいTEMの試料を凍結薄切する装置であり、TEM支援の幅を広げている。顕微鏡関連では他に蛍光顕微鏡（84万円）、レーザー顕微鏡（23万円）の整備を行った。400MHzのNMR（NMRおよび液体窒素製造装置の保守契約、液体ヘリウム購入等1276万円）は有機合成の確認を中心に最も利用頻度の高い装置であるが、古い装置のため故障頻度も高い。幸い、ナノプラの予算で保守契約に入っているため迅

速なトラブル対応を得ることができた。保守部品の在庫がなくなるため、今春で修理できない旨通告されていたが、大学の予算で今春更新予定である [約 3700 万円]。固体や多核測定オプションも引続き装備されているため、河野シニアアドバイザー（本学の坂井賢一准教授、東北大多元研の芥川智行教授の¹⁵N 標識 ES IPT 型蛍光色素 BTImP について支援）の専門を生かした支援が期待される。液体窒素製造装置は、本来 NMR のマグネット冷却用であるが、他の装置のセンサー冷却等に広く用いられている。X 線小角散乱装置 (Nano Viewer、415 万円) は液晶の構造解析に用いられているが、全国的にも共用に供されている装置は少ないため、カネカ (株、大阪) や早大理工の多辺由佳教授等の遠隔地の利用者が訪れ、大越教授の支援を受けている。Nano Viewer を蛋白質の構造解析にも展開するため、河野シニアアドバイザーが昨年末に奈良先端大で研修を受けた。X 線回折装置 (XRD、175 万円) は主に無機結晶の解析に用いられる標準的な装置であるが、靱殻研究センターの奥谷猛 (横国大元教授) らは靱殻から活性炭、ゼオライトを調製し、それらが複合した吸着材の開発過程で XRD を利用した。膜厚を見る Dektak (4 万円)、FilmTek (45 万円)、エリプソメーター (3 万円)、および表面形状を見る AFM (69 万円)、SNOM (147 万円)、簡易型 SEM (27 万円) は古い装置を整備しながら支援に供してきた。通常の FTIR (50 万円)、VIS/UV (5 万円)、蛍光 (5 万円) 等の分光計の他に円二色性分散計 (1 万円) を整備した。また、試料作製用として FZ 炉 (無機結晶作成、133 万円)、HPLC (検出器増設等に 450 万円)、ガスクロマトグラフィー (49 万円)、試料混和器 (21 万円) を整備した。「すでに、プラットフォームの装置群は老朽化や陳腐化が始まっており、最先端と呼ぶには難しい状況になりつつある。しかし、現在のプラットフォームでは、新たに開発された技術を装置と共に導入することは、ほとんどできていない。」と先端共用施設・技術プラットフォーム展望調査 WG は昨年 3 月の報告書で述べている。本学では公立大学としての地域貢献と合わせて、尖った装置・技術による普遍的な貢献を目指して、大学の支援を受けながら装置共用による技術支援を推進している。

【科技大ナノプラの実績】

以前の紀要において紹介したが、科技大ナノプラの歴史で特筆すべき支援成果は、平成 29 年度「秀でた利用成果」に選ばれた「海洋設備表面への付与を目的とした微細構造による環境負荷の少ない付着生物防止技術の開発」(ユーザー氏名：室崎喬之 (旭川医科大学)、野方靖行 (電力中央研究所)、実施機関担当者：平井悠司, 下村政嗣) である。下村・平井研のバイオミメティクス、ナノスーツ技術が新技術開発に繋がった事例であり、低環境負荷型防汚材料の開発は米国海軍の需要だけでも 5,600 万ドル/年と言われる。他にも同グループによる支援事例として、国立科学博物館の野村周平研究主幹による「ナノスーツを用いたバラ花卉表面の撥水構造の研究」から開発が期待される非フッ素系撥水材料は、市場規模が 1,600 億円と言われている。農研機構の萬屋宏主任研究員による「チャノミドリヒメヨコバイと茶の被害」の研究では、抵抗性品種の吸汁痕研究から、品種改良による無農薬食品の開発につなげることで、100 億円規模の輸出増が期待される。



7年間のプロジェクトの間にリピーターも増えてきた。2年目からのヘビーユーザーである日本電波工業(株、千歳)は水晶デバイス製造メーカーであるが、ビールのコクの定量において、水晶発振子センサー表面に塗布した人工膜への蛋白質の吸着量と官能試験の間に高い相関関係を見出しており、商品化している。人工膜を均一に拓げる技術開発に対して、カートハウス教授がスピコーター、蛍光顕微鏡、FE-SEM等を用いて支援してきた。また、エバープラスマテリアル(株、恵庭)はコンデンサーの開発を行っているが、やはりカートハウス教授がTGA、FE-SEM等を用いて長期間支援を行ってきた。機能性植物研究所(株、札幌)は薬品開発のために標準となる試薬を開発しているが、構造と純度の検定のためにNMR(河野支援)とHPLC(大越教授支援)を利用している。小樽商大の沼田ゆかり教授はバクテリアセルロースゲル研究にナノスーツ技術、FE-SEMを利用している。佐々木隆浩助教(北海道医療大薬)もヘビーユーザーであり、夏休み、春休みにTEM、FE-SEM、TGA等を細胞内ナノ粒子の研究に使っている。長崎大工の中谷久之教授は北見工大在任時代から引き続きTEMによるプラスチックナノ複合材料の観察を測定代行で利用している。ここ数年のヘビーユーザーとしては、量子ドットナノプローブを用いたアミロイド凝集阻害物質探索過程をTEMで観察する徳楽清孝准教授(室蘭工大)、機能性材料の創成にAFM、HPLC、CD、ラマンイメージングを使用している馬渡康輝助教(室蘭工大)、円偏光二色性装置とラマンイメージングを用いてカルモジュリン蛋白質のシグナル伝達機構の研究を行う村山幸一教授(北海道教育大旭川)、がいる。FE-SEMを利用して金属腐食性の細菌が金属に付着している様子を観察している産総研北海道の五十嵐健輔研究員、変形菌細胞内外に存在する微生物の実体解明の研究のためにTEMを用いている矢島由佳准教授(室蘭工大)、やはりTEM、FE-SEMでメタン分解反応を経由する金属炭素複合材を観察している小寺史浩准教授(旭川高専)の方々も研究意欲溢れる若手の研究者である。北海道医療大歯学部小児歯科学教室の倉重圭史講師、戸島洋和助手、同歯科矯正学教室の川村尚彦助教、同生体材料工学教室の根津尚史准教授等は歯牙および歯科材料のSEM観察、カーボンナノファイバー混和による熱伝導性の改善研究等を行っている。酪農学園大学の渡邊敬文准教授(獣医学)は「生物試料の超薄切片の反射電子像を利用した観察」のタイトルで、同学の岩崎智仁教授(農食環境学)は「OsO₄浸軟法を用いた家畜骨格筋の筋細胞内オルガネラの観察」のタイトルで各々FE-SEMを高度に利用している。本学の木村教授は最近地域振興のためにユニークな共同研究を国立公園支笏湖運営協議会と行っており、特産品のヒメマスの鮮度を各種分光法、力学試験で解析している。

これらヘビーユーザーの間からは、本学におけるプラットフォーム事業が継続されるよう強い要望が出されていることを記しておく。

上述のように、外部ユーザーの利用の幅は大きく拓がってきたが、他の大規模実施機関に比べて利用件数等が十分とは言えない。毎年、東京ビッグサイトで開かれる国際ナノテクノロジー総合展・技術会議に公立千歳科技大単独のブースを出しており、またアクセス札幌で開かれる北海道最大規模のビジネスEXPO、北洋銀行ものづくりテクノフェアにも毎年ブースを出してナノプラ事業と大学の宣伝を行ってきた。更に、今年度9月から分子科学研究所と全国の国公立大学が連携する「大学連携研究設備ネットワーク」に登録し、全国からのユーザーを発掘していく予定である。

本学は公設民営大学として、発足時から千歳市と密接な関係にあり、本学ナノプラ事業はNPO法人ホトニクスワールドコンソーシアム(千歳科技大、千歳市、千歳工業クラブ等が

連携した産学官ネットワーク)と共同で上記の展示会等への出展を行ってきた。公立化に伴って大学に新たに設置された地域支援センターとも協力して、これからも地域支援に力を入れていきたい。



【学生研修プログラム、技術スタッフ研修プログラム】

ナノプラ事業では技術員育成を事業の柱の一つとしており、技術スタッフ研修プログラムはその一環として行われている。また、次世代の研究者・技術者の育成支援強化のひとつとして、「学生研修プログラム」を実施している。本学は、一貫してこれらの事業に協力している。以下に、今年度実施した両プログラムの概要を記す。



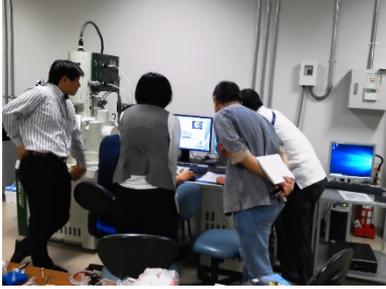
・「令和元年度ナノテクノロジープラットフォーム学生研修プログラム」(公立千歳科学技術大学)を行った。

担当者: カートハウス・オラフ教授

課題名: 自己組織化現象を利用した高分子メゾスコピック構造の作製とイメージ

参加者: 2名(横国大院・環境情報学、岩手大・理工学部)

実施日: 2019年7月29日(月)～8月1日(木)



・「令和元年度ナノテクノロジープラットフォーム技術スタッフ交流プログラム」(公立千歳科技大)を行った。

担当者：平井悠司講師

課題名：ナノスーツ法による生きた生物のSEM観察

参加者：4名(九州大、大阪大、名古屋大、産総研)

実施日：2019年10月24日(木)～25日(金)