

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム

「先端共用施設・技術プラットフォーム展望調査WG」

報告書（案） - 本体 -

2019年5月10日

先端共用施設・技術プラットフォーム展望調査WG

目次

1. WG設置の目的.....	4
2. 設置の期間.....	4
3. 委員氏名及び協力者氏名	5
4. ナノテクノロジープラットフォーム事業の概要	6
4.1 ナノテクノロジープラットフォーム事業の概要と目標	6
4.2 ナノテクノロジー総合支援プロジェクト及びナノテクノロジー・ネットワークの概要..7	
4.2.1 ナノテクノロジー総合支援プロジェクト.....	7
4.2.2 ナノテクノロジー・ネットワーク	8
5. 活動実績.....	10
5.1 投入資源.....	10
5.1.1 運営資金	10
5.1.2 人員	12
5.1.3 技術・ノウハウ	12
5.1.4 装置・設備.....	12
5.2 実績	13
5.2.1 利用件数、ユーザー数、利用料収入	13
5.2.2 ユーザーの満足度.....	16
5.2.3 装置共用ネットワーク、組織構築.....	21
5.2.4 専門能力向上の取り組み（教育・トレーニング）	23
5.2.5 産学連携、産業界への貢献.....	26
5.2.6 広報・普及促進活動.....	27
5.2.7 海外からの利用.....	28
5.3 プラットフォームがもたらすアウトカム	29
5.3.1 装置利用の意識変革.....	29
5.3.2 人材育成（技術者、研究者）	30
5.3.3 質の高い研究遂行を支援するプラットフォーム.....	34
5.3.4 研究方法の改革.....	36
5.3.5 アウトリーチ	37
5.3.6 事業としての投資効果.....	37
5.4 成果のまとめ.....	43
6. プラットフォームを取り巻く状況の動向.....	46
6.1 ユーザーニーズ.....	46
6.2 ナノテクノロジー関連技術.....	48
6.3 関連事業.....	50
7. 事業の現状の問題点と今後の課題	52
7.1 支援技術関連.....	52
7.1.1 技術領域	52
7.1.2 施設・設備	52
7.1.3 プラットフォームを担う技術専門人材	53

7.2 運営・運用.....	54
7.2.1 利用窓口、利用料金.....	54
7.2.2 技術代行への対応.....	54
7.2.3 商用利用への対応.....	55
7.2.4 成果の指標、評価.....	55
8. 将来の施策設計にもとめられること.....	56
8.1 新たな先端技術プラットフォームの全国的体制.....	56
8.2 先端技術プラットフォームの運用.....	58
8.3 その他（評価項目・指標など）.....	60
巻末付録.....	61
表 A1 ナノプラット活動財源費一覧.....	61
表 A2 H24年度補正予算導入設備費.....	62
表 A3 ナノプラットの技術・ノウハウ等.....	62
表 A4 装置・設備リスト.....	66
表 A5 試行的利用制度による支援実績.....	71
表 A6 ナノプラット5年間（H24~28）の活動のまとめ.....	72
図 A1 微細加工PFに登録されている装置の購入価格分布.....	73
附属書Ⅰ. 微細構造解析プラットフォーム報告書（別紙）割愛	
附属書Ⅱ. 微細加工プラットフォーム報告書（別紙）割愛	
附属書Ⅲ. 分子・物質合成プラットフォーム報告書（別紙）割愛	

1. WG 設置の目的

ナノテクノロジーは、情報通信、環境、エネルギー、ライフサイエンス、材料等広範な分野にわたる融会的かつ総合的な基盤科学技術であり、ナノ（10 億分の 1）メートルのオーダーで原子・分子を操作・制御することなどにより、ナノサイズ特有の物質特性等を利用して全く新しい機能を発現させ、科学技術の新たな領域を切り拓くとともに、幅広い産業の技術革新を先導するものである。現代社会においてはナノテクノロジーが、高機能化、高信頼性化等の面で、身の回りの多くの製品の価値を高めており、経済発展への貢献度は高い。また、地球環境問題や資源・エネルギーの制約等を克服するために必要な革新的材料の開発の鍵を握っており、その政策的重要性はますます高まっている。

さらに、第 5 期科学技術基本計画においては、「世界最先端の大型研究施設や、産学官が共用可能な研究施設・設備等は、研究開発の進展に貢献するのみならず、その施設・設備等を通じて多種多様な人材が交流することにより、科学技術イノベーションの持続的な創出や加速が期待される。このため、国は、（中略）幅広い研究分野・領域や、産業界を含めた幅広い研究者等の利用が見込まれる研究施設・設備等の産学官への共用を積極的に促進し、共用可能な施設・設備等を我が国全体として拡大する。さらに、こうした施設・設備間のネットワーク構築や、各施設・設備等におけるユーザー視点や組織戦略に基づく整備運用・共用体制の持続的な改善を促す。」とされている。

このような状況のもとに、平成 24 年に文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業（以下、ナノプラットと表記）は設置され、今までに 6 年間に渡る活動を行ってきた。この目的は一言でいえば、わが国における官民の研究開発投資効率の最大化に資する研究開発プラットフォームの提供である。

本 WG では、以上のような状況を鑑み、「わが国の先端共用・技術プラットフォームの展望と課題」を、ナノプラットの実績と経験にもとづいて示すことを試みた。すなわち、ナノプラットの存在によって現在まで達成されていることや本事業だけでは解決し得ない構造的な問題、今後取り組むべき課題、さらに将来へ向けた方向性を、これまでの「活動のエビデンス」及び「蓄積された資産（ストック）」を分析・検討し、展望することを目的とした。

そこで、本報告書ではまず、現ナノプラットの活動実績・成果に関して必要十分なエビデンスの収集と、その説明・表現（指標）の立案を行う。すなわち、各種データから読み取ることができる本事業の成果と課題を示す。そのうえで、今後の施策検討に求められる事項等を明確化することを意図している。

本 WG 報告書は 4 冊からなる。一つは本事業における主要な成果と課題をまとめた本体である。他の 3 冊は、それぞれの技術プラットフォームの特徴を踏まえ、その成果と課題を記述した「附属書 I. 微細構造解析プラットフォーム報告書」、「附属書 II. 微細加工プラットフォーム報告書」、「附属書 III. 分子・物質合成プラットフォーム報告書」である。（附属書は本報告書案では割愛）

2. 設置の期間

平成 29 年 1 月 27 日～平成 31 年 3 月 31 日

3. 委員氏名及び協力者氏名

主査	田沼 繁夫	(物質・材料研究機構)	センター機関	
委員	小寺 秀俊	(京都大学)	微細加工 PF 代表機関	
	坂口 佳充	(名古屋大学)	分子・物質合成 PF	
	富井 和志	(京都大学)	微細加工 PF 代表機関	
	野田 哲二	(物質・材料研究機構)	センター機関	
	藤田 大介	(物質・材料研究機構)	微細構造解析 PF 代表機関	
	古屋 一夫	(物質・材料研究機構)	センター機関	
	松田 亮太郎	(名古屋大学)	分子・物質合成 PF	
	村上 祐	(名古屋大学)	分子・物質合成 PF	
	山本 剛久	(名古屋大学)	微細構造解析 PF	
	横山 利彦	(分子科学研究所)	分子・物質合成 PF 代表機関	
	吉原 邦夫	(物質・材料研究機構)	センター機関	
	協力者	佐藤 勝昭	(PD)	
		永野 智己	(PO)	
田中 竜太		(PO)		
秋永 広幸		(京都大学)		
井上 佳寿恵		(物質・材料研究機構)		
大西 廉伸		(東京大学)		
大原 三佳		(分子科学研究所)		
島本 直伸		(東京大学)		
竹口 雅樹		(物質・材料研究機構)		
正木 法雄		(科学技術振興機構)		
真尾 淑子		(科学技術振興機構)		
松本 幹雄		(京都大学)		
三浦 薫		(物質・材料研究機構)		
事務局	渡辺 明男	(物質・材料研究機構)		
	魚住 まどか	(物質・材料研究機構)		

4. ナノテクノロジープラットフォーム事業の概要

4.1 ナノテクノロジープラットフォーム事業の概要と目標

ナノプラットは、ナノテクノロジーに関わる最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する機関が、緊密に連携して全国的なナノテクノロジーの研究基盤(プラットフォーム)を構築することにより、産学官の多様なユーザーによる共同利用を促進し、個々のユーザーに対して問題解決への最短アプローチを提供するとともに、産学官連携や異分野融合の推進を目指すものである。事業開始時の公募要領においては、本事業を実施することが、産学官の多様な人材の交流や共用施設を中核とした知の集約等を通じて、実施する機関にとって研究機能、産学官連携機能の強化をもたらす仕組みが実施機関の内部に構築されることの重要性も指摘されている。

ナノプラットでは、その前身として実施されたナノテクノロジー総合支援プロジェクト及びナノテクノロジー・ネットワーク事業の経験と課題を踏まえて、以下の3つの具体的な目標が設定された。

- (1) 産学官のユーザーに対して、利用機会が平等に開かれ、高い利用満足度を得るための研究支援機能を有する共用システムを構築する。
- (2) 最先端研究設備及び研究支援能力を分野横断的にかつ最適な組合せで提供できる体制を構築して、産業界の技術課題の解決に貢献する。
- (3) ユーザーや技術支援者等の国内での相互交流や海外の先端共用施設ネットワークとの交流等を継続的に実施することを通じて、ユーザーの研究能力や技術支援者の専門能力を向上させる。

これらの目標を達成するために本事業では、「共用設備の運用を主たる目的とした組織体制（機関内の組織規程に明確に位置づけられ専従の職員と共用の設備を有するもの）を機関内に設置していること」を応募の条件とし、設定した3つの技術領域（微細構造解析、微細加工、分子・物質合成）に関わるプラットフォーム（PF）それぞれに代表機関を置くことになった。実施体制を（表 4-1）に示す。

表 4-1 ナノプラット実施体制

微細構造解析 PF (解析 PF)	微細加工 PF (加工 PF)	分子・物質合成 PF (合成 PF)
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)	北海道大学 東北大学 NIMS AIST 筑波大学 東京大学 早稲田大学 東京工業大学 名古屋大学 豊田工業大学 *京都大学	千歳科学技術大学院大学 東北大学 (平成 29 年度まで) NIMS 信州大学 *分子科学研究所 名古屋工業大学 名古屋大学 大阪大学 北陸先端科学技術大学院大学 (JAIST) 奈良先端科学技術大学院大

量子科学技術研究開発機構 (QST) (JAEA の組織再編に 伴い平成 28 年度より参画) 九州大学	大阪大学 香川大学 広島大学 山口大学 北九州産業学術推進機構 (FAIS)	学 (NAIST) 九州大学
センター機関 NIMS、科学技術振興機構(JST) (平成 29 年度まで)		

*は各 PF の代表機関

4.2 ナノテクノロジー総合支援プロジェクト及びナノテクノロジー・ネットワークの概要

ナノプラットは、上述の二事業の経験と課題を踏まえて制度設計されたものであるから、まずは、それら事業の概要を把握しておくことが肝要である。平成 23 年 7 月 28 日に開催された第 6 期第 4 回ナノテクノロジー・材料科学技術委員会の資料 2-①「ナノテクノロジー共用基盤ネットワークの今後の在り方について」、及び参考資料 2-1「共用基盤ネットワーク検討タスクフォース報告書」等を基にして、それらを示す。

4.2.1 ナノテクノロジー総合支援プロジェクト (平成 14 年度～18 年度)

ナノテクノロジー総合支援プロジェクトは、広範な研究分野にわたるナノテクノロジーの推進を図るために、その研究基盤を産学官の研究者に提供することを目的としたプロジェクトであり、5 年間にわたり、総計 162 億円 (設備調達にかかる補正予算 23 億円を含む) の費用が投入された。先端研究設備を有する研究機関 (支援機関) およびナノテクノロジー総合支援センターが組織化され、研究機関・研究分野を越えた各種支援の提供を行った。支援機関は、技術分野ごとに、極微細加工・造形グループ (5 機関、幹事：産業技術総合研究所)、超高压透過型電子顕微鏡グループ (4 機関、幹事：物質・材料研究機構)、放射光グループ (4 機関、幹事：高輝度光科学研究センター) および分子・物質合成・解析グループ (3 機関、幹事：自然科学研究機構分子科学研究所) の 16 機関であった。当該事業の開始時期が、ナノテクノロジー関連研究が拡大し始めた時期と重なり、幅広い研究需要に対して、既存施設・設備の共用化により、適切に対応した点は高く評価された。また、「施設・設備の共用」の重要性を社会に示した点も注目に値する。

当該事業の成果として、以下にあげる 5 項目が顕著であったとされている。

- (1) 人材育成、研究環境の維持：ナノテクノロジー総合支援プロジェクトは、研究環境の維持と人材育成に貢献したと考えられた。特に、直接経費で人材育成を行えるようになったことは、大きな制度改革であった。
- (2) 先端研究設備の外部研究者等への利用制度構築：平成 14 年度から平成 18 年度までの支援件数は、合計 3,639 件であった。所属別のユーザーの割合を全体で見ると、概ね大学が 60%、企業が 25%、独立行政法人など公的研究機関が 15%であり、先端研究設備の外部研究者等への利用制度が構築された。
- (3) 論文、口頭発表等外部に公表された成果：5 年間の合計 6,411 件
- (4) 国際的先端研究施設共用ネットワークの実現：当該事業は、米国 NSF (全米科学技術財団) の NNUN (National Nanofabrication User Network) や NNIN (National Nanofabrication

Infrastructure Network) のような先行事例を参考とし、ヨーロッパ諸国よりも早く着手された研究支援システムであった。本支援プロジェクトにより研究振興のみでなく産学の融合など様々な成果が生まれるとともに、「施設の共用」という考えが広く浸透した。また、2004年には、本支援プロジェクトの極微細加工・造形グループが主催した研究支援に関するワークショップに、韓国、台湾、シンガポールが参加し、本支援プロジェクトが、アジアにおける研究支援の先駆けとしての役割を果たした。

- (5) グループ内での支援業務の効率的な運営や支援ノウハウの共有化：グループ内で連絡会を定期的に開催し、同一技術分野内での情報交換、技術交流、人材流動、相互支援が実現できた。特に、同一技術分野間の連携が強固となり、支援業務の効率的な運営や支援ノウハウの重要性が認識された。ただし、この事業においては、施設共用のドライビングフォースが遊休時間の有効活用であるという考え方に止まっており、積極的に技術支援員の育成やキャリアアップを図ることは実現できていなかった。

4.2.2 ナノテクノロジー・ネットワーク（平成 19 年度～23 年度）

「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」においては不十分であった異分野技術間の融合の実現を目指し、異分野技術を有する複数の研究機関を小規模に組織化した拠点を整備し、それらの拠点をネットワークにより連携させた。支援機関には、ナノ計測・分析及び放射光分野、超微細加工分野、分子・物質合成分野、並びに極限環境（強磁場環境）分野で、26 の法人が参画し、地域ごとに 13 の拠点を形成し、ネットワーク化のもと支援事業を行った。本事業の平成 19 年度から 23 年度までの予算は 75 億円で、主な費目は人件費及び業務実施費であり、設備備品費は原則ゼロとして、本事業を行う上で特に必要なもののみ認められた。また、拠点の自主性を高めるとともに、産業界の利用を促進するための成果非公開に関する運用を明確化した。さらに、事業全体の連携・調整のため、「センター機能」を設置しナノテクノロジー関連情報の収集・発信やメールマガジンの発行など、広報、成果普及の機能が強化された。特にホームページ等を活用した情報発信については、研究活動の高度化とイノベーション創出に有用な各種情報をコミュニティーに向けて発信するためのポータルサイト“NanotechJapan (NTJ)”の運用が平成 19 年 10 月に開始され、月平均 1 万人の読者を有し、海外からも引用・転載を求められるサイトに成長した。

成果として、以下にあげる 5 項目が顕著であったとされている。

- (1) 拠点がより広い範囲で形成され、地域に根付いた支援が実現：平成 19 年度から平成 22 年度までの支援件数は、合計 6,652 件であった。所属別のユーザーの割合を全体で見ると、概ね大学が 65-70%、企業が 20%、独立行政法人など公的研究機関が 10-15% であり、先端研究設備を外部研究者等への利用に開放する制度を構築できた。また、ナノテクノロジー総合支援プロジェクトのデータと比較すると、ユーザー数が増加するとともに、より広く全国に分布したが、全国をカバーするには至らなかった。ユーザー所属別の各機能領域の利用実績数において、公的研究機関、大企業、中小企業では、「超微細加工」の利用実績が最も多かったが、事業全体で見た企業の利用割合には、ナノテクノロジー総合支援プロジェクト期間からの変化が無かった。
- (2) 論文、口頭発表等外部に公表された成果：当該事業ユーザーが発表した成果は 5 年間で 11,012 件、また、利用成果に基づく特許出願件数は、累計 293 件であり、ナノテク

ノロジー総合支援プロジェクト期間に比較して、大幅な増加が認められた。

- (3) 異なる技術分野間や拠点間での情報交換、技術交換、人材流動、相互支援が実現：異なる技術分野間や拠点間で「人材育成スクール」が開催されるようになり、講習会や職員交流会等を通じた人的ネットワークの拡大がみられるようになった。
- (4) 適切な拠点規模で、機動性の高い拠点運営：複数の研究領域・機能を有する拠点・機関においては、トップダウン・ボトムアップの加工法の異なる各種機器群を提供することで一貫的な支援を提供できるようになってきた。
- (5) 課金制度の開始：委託費による事業の他に自主事業の推進が奨励され、定着しはじめた。課金制度を開始するにあたり、文部科学省の果たした役割は極めて大きかった。しかしながら、当該事業においては、「利用料を徴収できる」という通達に止まっており、徴収した利用料は支援事業の維持費の一部として、委託費充当額以外の自主事業に充てる等の境界条件が設けられていた（文部科学省研究振興局基礎基盤研究課事務連絡「ナノテクノロジー・ネットワークの課金制度について」平成20年1月11日）。また、受益者負担、即ち、大学等の実費分の負担を軽減させるために使用者から料金を取っているという解釈のみでの運用であった（ナノテクノロジー・材料開発推進室通達、平成20年3月13日）。

5. 活動実績

ナノプラットの活動に関して、投入された資源（運営資金、共用に供した施設・設備、支援に係る人材の知と技術・ノウハウ、プラットフォームのコーディネート・教育・普及活動）、これらに対して創出された付加価値（ユーザーが持ち込んだ利用課題に関する直接の研究成果、ネットワーク構築、研究者・技術者育成、産学の連携促進）、波及効果（アウトカム）を主に H24~H29 年度の事業活動のデータをもとに整理する。また、必要に応じて前身事業「ナノテクノロジー・ネットワーク事業（ナノネット）」および前々事業「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト（ナノ支援）」のデータも引用する。

5.1 投入資源

ナノプラットに投入された資源は、運営資金、共用に供した施設・設備、支援に係る人材の知と技術・ノウハウである。それぞれの状況について以下に記載する。

5.1.1 運営資金

運営資金は、文部科学省による参画機関への事業委託費、施設・設備維持費や参画機関に所属する教職員の人件費、スペースに係る借損料や参画機関に所属するナノプラットに係る教職員人件費等の法人負担費用¹（運営費交付金等）、利用料²収入（公開利用と非公開利用³）、及びナノプラット運営にとって直接・間接に寄与しているその他の競争的資金等の収入、からなる。H24 年~H29 年度にかけての本事業の毎年度の総運営資金額は 42~47 億円で推移している（巻末付録 表 A1）。H29 年度を見ると、委託費の占める割合は 33%ほど、法人負担は 40%、利用料収入が 19%となっている（図 5.1.1-1(1)）。利用料収入額は年々増加している（図 5.1.1-2）。なお、運営資金の約 4 割弱が人件費に、6 割が施設・設備維持等に充てられている（図 5.1.1-1(2)）（ナノプラット中間評価資料、2017 年 6 月）。法人負担としている費用は、ナノプラットの運営のために資金が移動しているわけではなく、例えば、教員の人件費のうち一定割合がナノプラットに供されているものと仮定して算出している。同様に、ナノプラットの支援を提供する場所（スペースにかかる費用や、本事業分だけを切り出して算出することができない光熱水費など、一部は仮定を置いて計算している）

¹ 法人負担費用：国立大学法人、国立研究開発法人等にあつては、運営費交付金。その他の法人にあつては、ナノプラットに参画する実施機関へ法人として拠出する費用を指す。

² 利用料：利用にあたって、ユーザーが実施機関へ納付する費用。現状では、実施機関が装置毎に設定。

³ 公開利用と非公開利用：ユーザーが成果を所定のフォームによる利用報告書として公開する利用を「公開利用」とし、公開しない契約を交わして利用する場合を「非公開利用」とする。

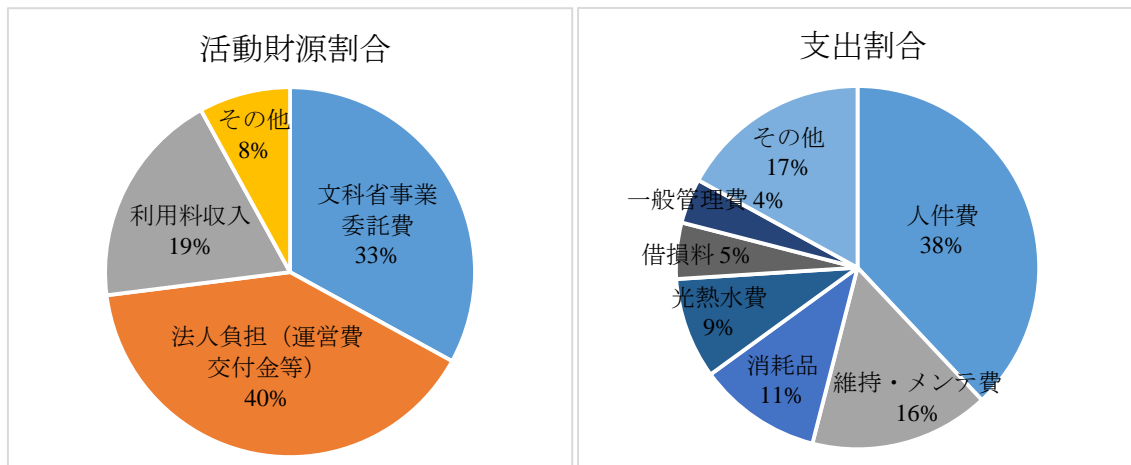


図 5.1.1-1(1)

図 5.1.1-1(2)

ナノプラットの特色は、3つの技術領域でそれぞれプラットフォームを形成し、PFごとの代表機関がPF内の運営を効率よく進めるとともに、センター機関が3つのPFの調整・とりまとめを行っていることである。このような体制により、ナノプラットの産学官の新たなユーザーの開拓、ユーザーの利便性の向上など、研究者・技術者が利用しやすい全国的な共用施設・設備基盤構築を図っている。また、多数の技術専門人材を雇用・育成し、高度な専門的な知識に基づく技術支援をユーザーに提供できる体勢をとっている。

文科省による事業委託費の使途の内、約85%は支援に係る施設・設備・運転経費に充てられており、約15%がナノプラットの新規ユーザー開拓のためのコーディネート、セミナー・シンポジウムなどの普及活動、若手研究者・技術者等の育成支援、に充てられている。

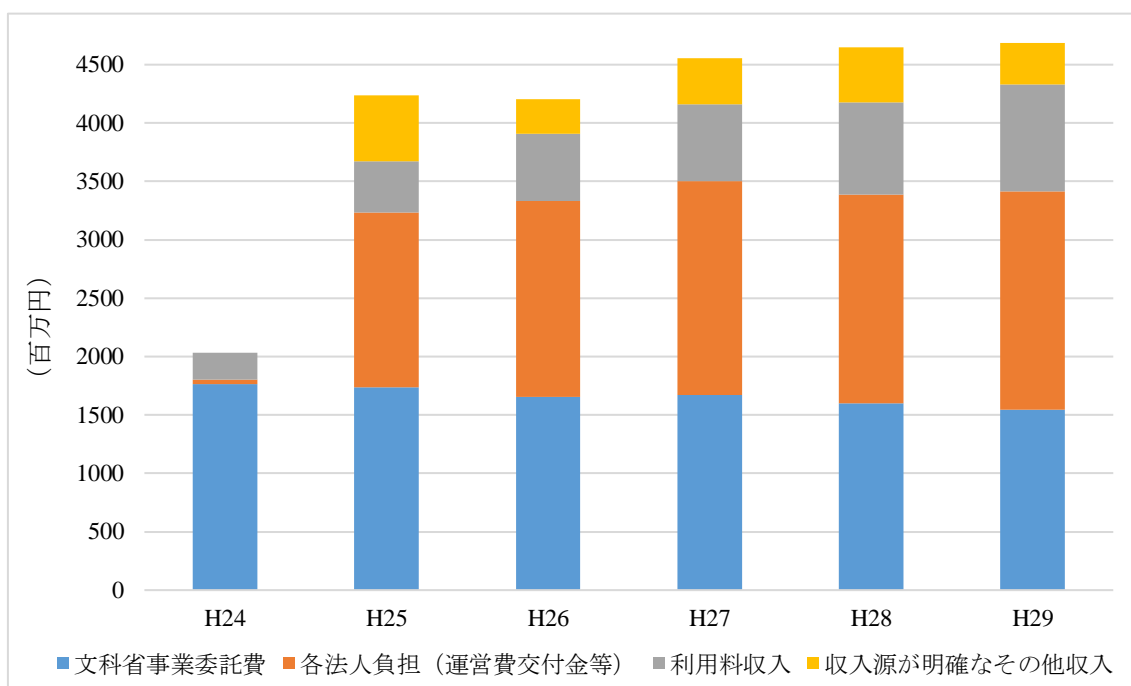


図 5.1.1-2 活動財源の年次推移

5.1.2 人員

ナノプラットの運営を担う人員は、事業委託費による技術者等に加えて、運営費交付金等の法人負担による教職員・研究者等もすべて合わせると、H24～H29年度の間で概ね一定で、常時850名ほどの体制である。すなわち、全37実施機関で構成するプラットフォームを、850名の体制で運営している。そのうち約6割が、ユーザーに技術的な支援を提供する技術系人材である（表5.1.3-1）。

5.1.3 技術・ノウハウ

ナノプラットの三つのPFに参加している37の実施機関（※センター機関を除いている）は、ユーザーに対して最先端の施設・設備を提供し、同時に第一線の研究者や高度な専門性を有する技術者が技術的な支援を提供している。それとともに、各PFの代表機関とセンター機関に所属するコーディネータ等のスタッフが、ユーザーへ最適な実施機関の紹介や、対応可能な技術・装置情報等の専門知識を活用したサービスを提供している。解析PF、加工PF、及び合成PFに参画している実施機関はそれぞれに特色のある技術領域を持ち、ユーザーへの支援を提供している（巻末付録表A3）。

ナノプラットの人員のうち、約6割が技術支援者であり、そのうち約25%が博士号を有している（表5.1.3-1）。また技術支援者のうち3割は、高度な技術を有する者として「エキスパート」、「高度専門技術者」、「専門技術者」等の技術職能名称を有している。

表 5.1.3-1 ナノプラットの運営を担う人員数と内訳

事業参画者数（年平均・人）

解析 PF	270
加工 PF	295
合成 PF	260
センター機関	25
計	850

参画者のおよその内訳（年平均・人）

研究系 (主に大学教員・研究者)	350		
技術系 (技術系の専門スタッフ)	500	交付金等による雇用	250
		事業委託費による雇用	250
計	850		

5.1.4 装置・設備

ナノプラットに供されている施設・設備は、電子顕微鏡、表面解析装置、放射光施設、NMR、微細加工プロセス設備群、分析設備など千台以上にのぼる（巻末付録表A4）。

5.2 実績

ナノプラットに関する定量的評価指標としては、利用件数、ユーザー数、利用料収入等がまず挙げられる。ユーザー視点に立てば、利用の満足度や、具体的な利用課題における研究開発成果、ナノプラットが提供する研修等を通じたユーザーのスキル向上や専門知識の獲得、などが挙げられる。また、ナノプラットの各機関においても、新たな共同研究の出会いや、研究テーマの発見、マッチング等の機会獲得、ユーザー支援を通じての技術スタッフ自身のスキル向上などがある。

5.2.1 利用件数、ユーザー数、利用料収入

1) 利用件数、ユーザー数

ナノプラットの利用成果公開型の利用件数は事業開始の H24 年度から年々増加し、現在は年間約 3,000 件の利用がある。増加の度合いは飽和傾向にあり、この背景には利用に供する設備群および人的キャパシティが、ユーザー・利用課題によってほぼ埋まりつつあることを示している。なお、ここでいう件数とは「1 件 = 1 利用課題 ≠ 装置使用回数」であり、1 件あたり、1 日～1 か月以上におよぶ利用課題であっても、すべて同じ 1 件とカウントしている。「件数 = 装置使用回数」ではないことに留意がいる。(図 5.2.1-1)。

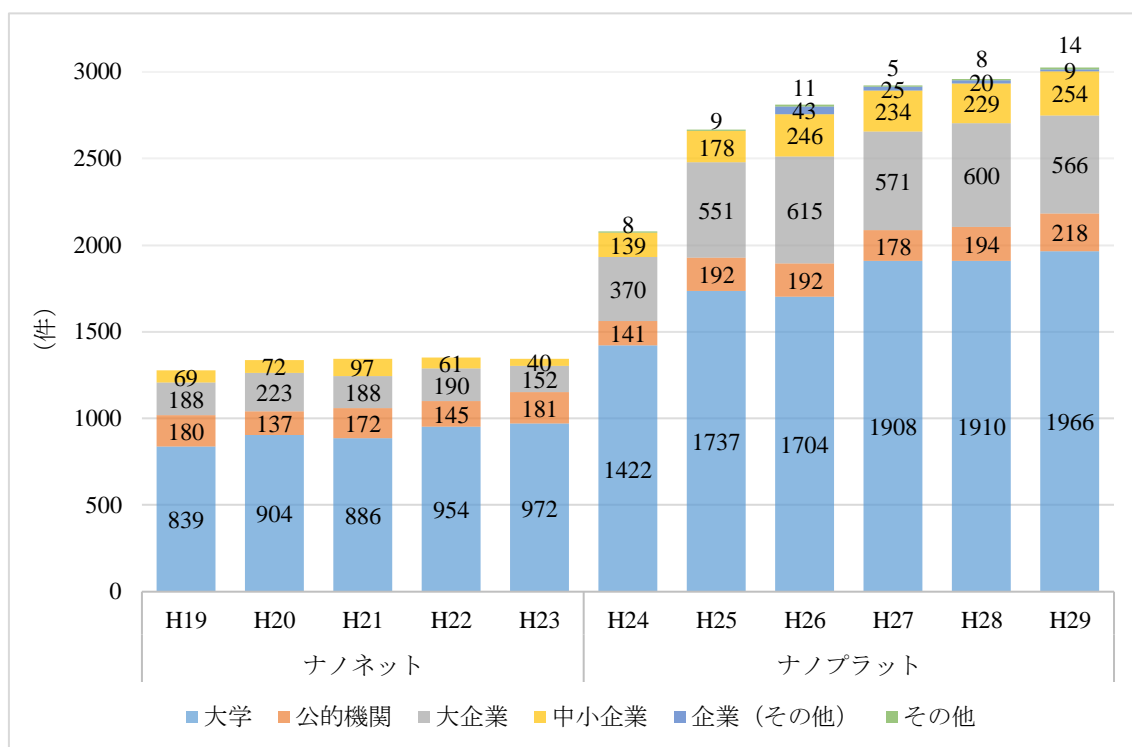


図 5.2.1-1 ナノネットとナノプラットの利用件数推移

ユーザーの所属は、約 7 割が大学・公的機関、3 割が企業である (図 5.2.1-2(2))。大学の利用件数は多いが、ナノプラット全体で見ると、プラットフォームを設置している同一法人に所属するユーザー (学内ユーザー) よりも、他大学からのユーザー (学外ユーザー) が多い (図 5.2.1-2(2))。

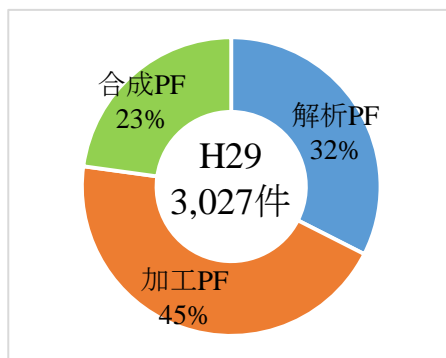


図 5.2.1-2(1) 利用件数の PF 別割合

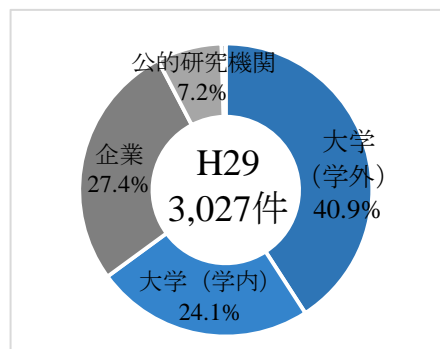


図 5.2.1-2(2) 利用件数のユーザー所属割合

利用形態に関しては、機器利用が一番多く、6割を占める（図 5.2.1-3）。

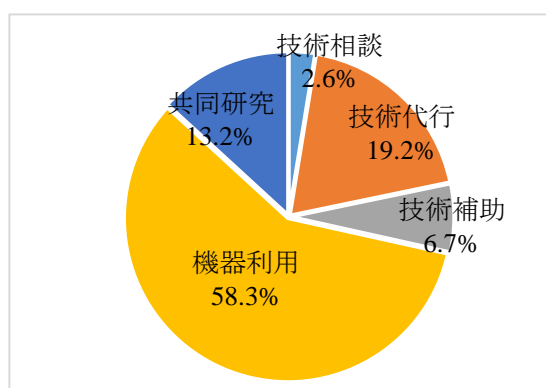


図 5.2.1-3 H29 年度の利用形態別割合

リピーター（H24 年度から H29 年度の 6 年間で同じユーザーが 2 回以上使った場合をリピーターとする。）を控除したうえで、1 件の平均利用人数を 2.5 名と仮定すると、事業開始から H29 年度までの 6 年間で 2 万人が利用していることになる。非公開利用も含めると約 23,000 人である。また、年々リピート率は増える傾向にある。H29 年度でみると、過去に一度もナノプラットを利用しなかった新規ユーザーの割合は、約 38%となっている（図 5.2.1-4）。

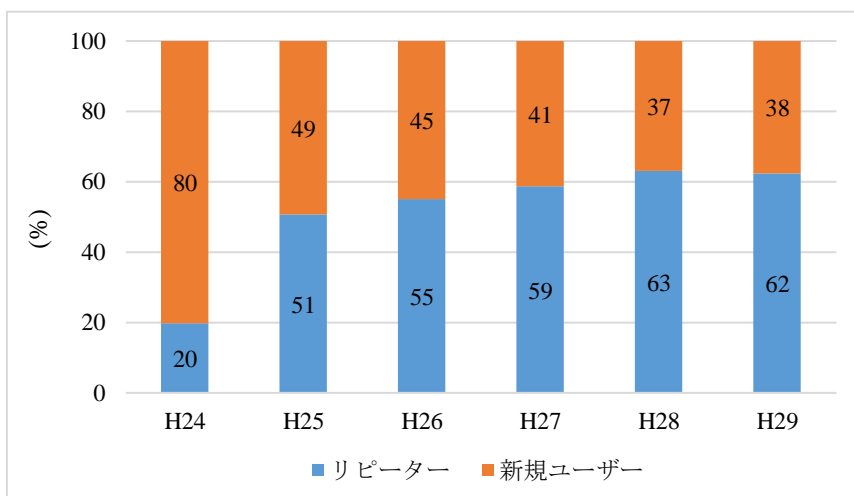


図 5.2.1-4 リピート率の年次推移

2) 利用料収入

ナノプラットに関連する全体の運営規模は、年間 45 億円相当となっていることを上述したが、このうちの約 20%に相当する約 9 億円は、ユーザーが支払う利用料収入によるものである。文科省の事業委託費を直接的に投入している成果公開型の利用からの利用料収入は、576 百万円（H29 年度）であり、文科省の事業委託費を直接的に投入しない成果非公開型の、参画法人の自主運用による利用分が 324 百万円である（図 5.2.1-5）。ナノネット事業では、例えば NIMS においては利用料が定額(1,000 円/日)であり、収入金額がわずかだったこともあり、公開利用の利用料収入の委託費に対する比は 2%程度であったが、ナノプラットでは 30%以上となっている。

特に加工 PF の利用料収入の増加は著しい。利用日数の増加に加え、各実施機関が提供する技術的サービスからユーザーが得る付加価値の向上に見合った、利用料の見直し（適正価格化）に起因する。

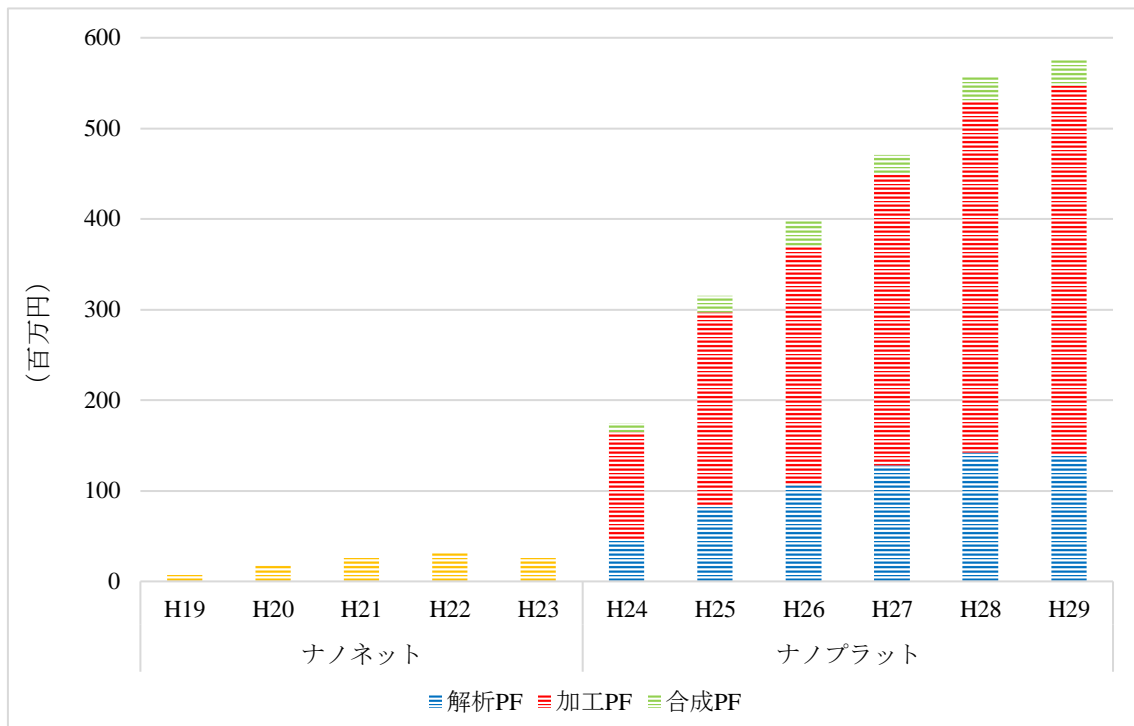


図 5.2.1-5 ナノネットとナノプラットの成果公開型利用の利用料収入推移

5.2.2 ユーザーの満足度

プラットフォーム運営では、ユーザーが利用しやすい仕組みと環境を構築することが、必要不可欠である。そのためには、ナノプラットのユーザーから見た使い勝手の良さは重要な項目である。そこで、ナノプラットの「利用手続き」、「利用装置」、「サポート」等に関してユーザーを対象にアンケート調査を行っている。回答数は H24～H29 年度までで、9,747 件となっている。回答の結果、利用手続き、利用装置、技術サポートに関しては、90%以上が満足との回答である（図 5.2.2-1）。

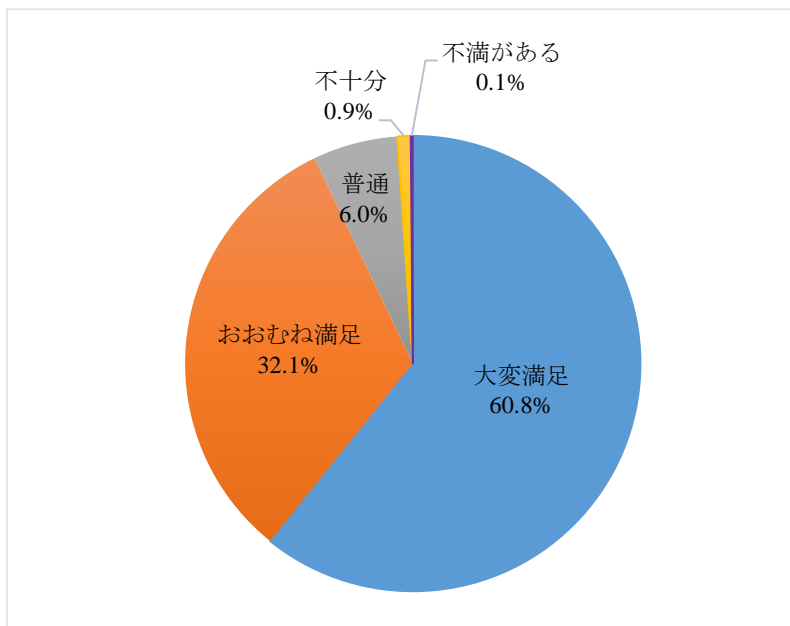


図 5.2.2-1 H29 年度ユーザーアンケート結果
(利用相談・申請のわかりやすさ、装置、技術サポートについての満足度)

ユーザーの満足度が高い理由としては、実施機関の支援の対応の良さに加えて、ユーザーの研究の高度化・スピードアップ、自前で大型・最先端装置を持たなくても目的とする実験データが得られるなどがあげられる。他方、数は少ないが、装置の予約がとりにくい、技術者の数が少ない、利用料金が高い、実施機関までの距離が遠く利用しにくいなどの回答があった（表 5.2.2-1）。

表 5.2.2-1 ナノプラットフォームユーザーからの意見

満足した理由	件数	課題指摘	件数
対応が丁寧・迅速・フレキシブル。多様なニーズやトラブルにも対応してもらえた。	78	装置の予約がとりにくい。結果をだすのに十分なマシンタイムが得られなかった。	11
高度な専門知識、技術、ノウハウに基づいた支援・提案をしてもらえた。	46	利用料金が高い。	7
研究・開発の課題解決、高度化、スピードアップに必須・有効であった。	30	装置の機能・性能が不十分、調子が悪かった、メンテナンスが行き届いていない。	6
設備やサポート体制に満足・感謝している。	26	技術職員の数が少なく、待ち時間が長い。	3
装置の操作指導や原理説明等があり、よかった。初心者にも利用しやすく、安心・安全に利用できた。	25	実施機関まで距離が遠く、利用しにくい。	3
自前で大型・最先端装置を購入・維持管理するリスクなしにデータが取得できる。	21	装置が古い、老朽化、故障が多い。	3
料金が手頃。費用対効果が高い。	19	利用のハードルが高い装置がある。	2
保守の行き届いたコンディションの良い装置を利用できた。	18	継続的な利用に繋がらず、十分な知見が得られなかった。	1
研究者、学生の人材育成、スキルアップに役立った。	11	装置不具合や担当者都合による予定変更があった。	1
コーディネータや技術者から利用の前後に利用方法や技術的な相談をすることができ助かった。	10	自身の利用課題に関しては、当該実施機関において利用できる装置が年々減少している。	1
データのクオリティ、信頼性、再現性が高い。	9	利用料金の支払い・会計処理がスムーズでない。	1

また、利用装置については満足度が高いものの、解析関係で、高分解能 TEM、FIB/SEM、表面分析装置など、加工関係では、リソグラフィ、エッチング、薄膜形成などのプロセス設備に加えて、複数種のウェハサイズへの対応、などの要望がなされている (図 5.2.2-2)。

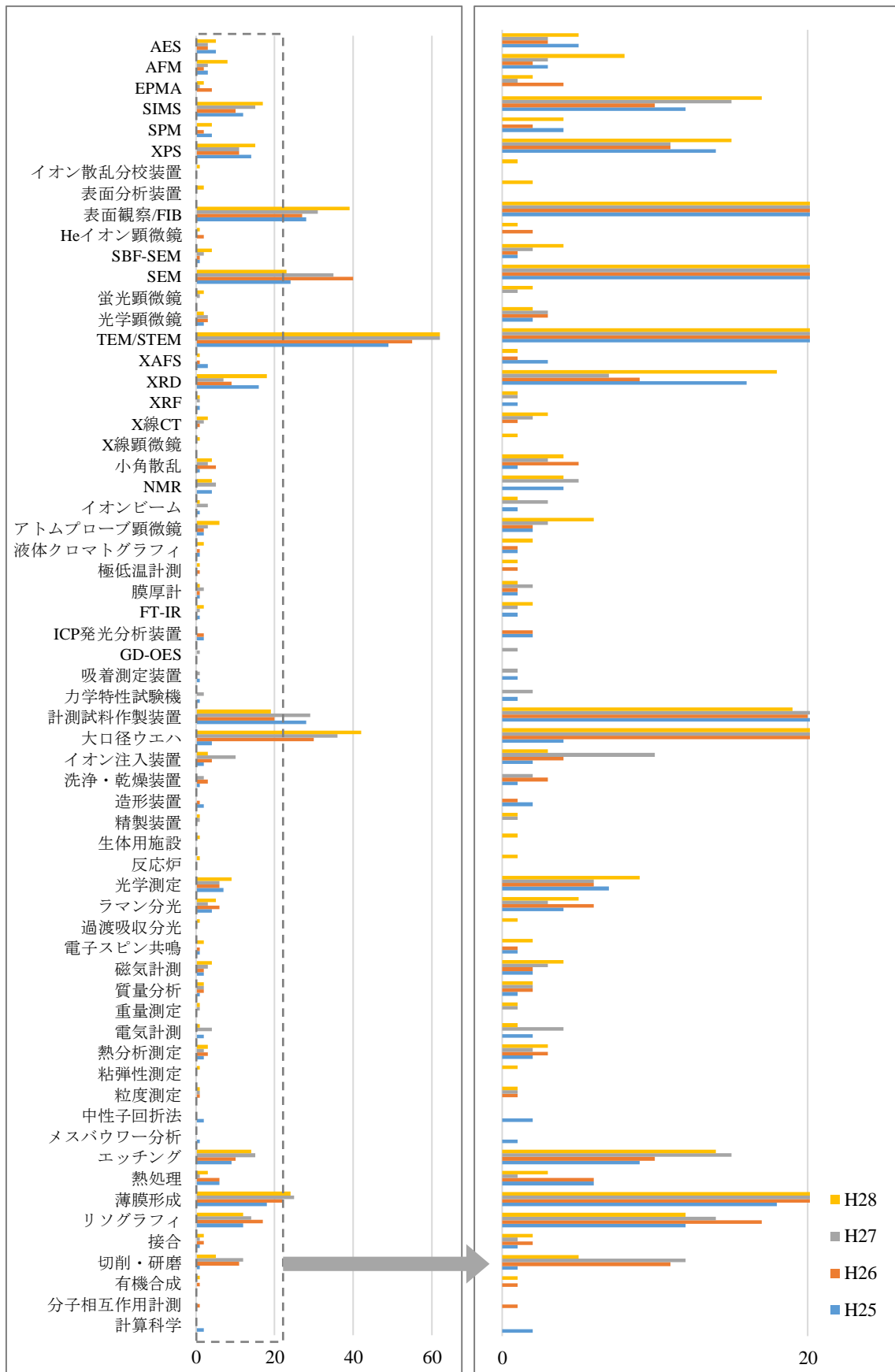


図 5.2.2-2 要望が寄せられている装置と支援技術

なお、ユーザーの多くは首都圏、東海、近畿など、実施機関の在る地域に集中する傾向がある（図 5.2.2-3）。

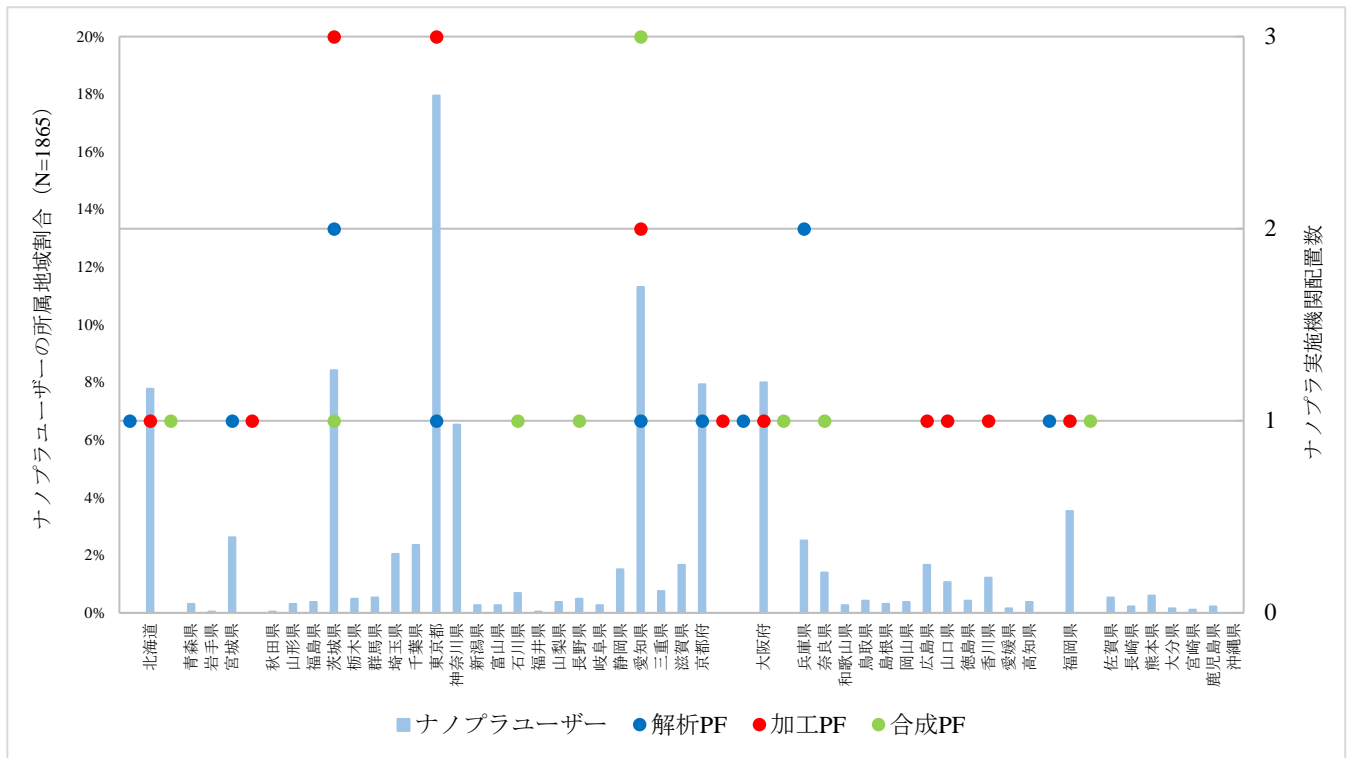


図 5.2.2-3 ナノプラットユーザーの所属地域分布と実施機関配置数

H29 年度では、ユーザーの約 6 割が PF 実施機関のリピーター（継続利用のユーザー）となっている（図 5.2.1-4、図 5.2.2-4）。

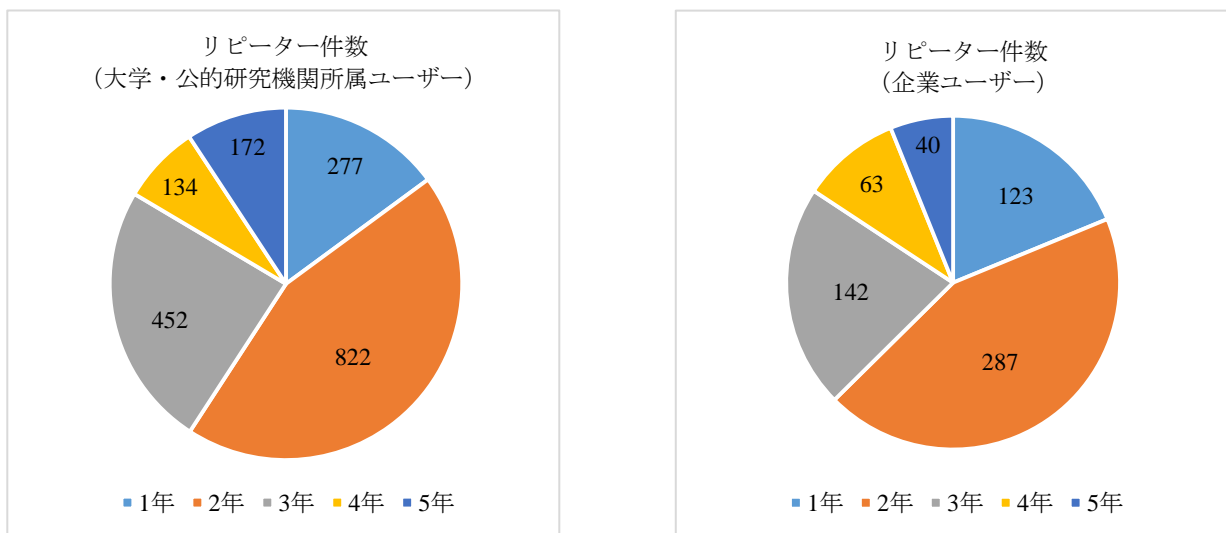


図 5.2.2-4 継続利用年数ごとのリピーター件数

リピーターのうち 8.0%は、同じ PF 傘下の別の実施機関を利用している。また、リピーターのうち 6.8%は、異なる技術領域の PF を利用しており、年々、複数の実施機関を利用するというケースが増える傾向にある（図 5.2.2-5）。

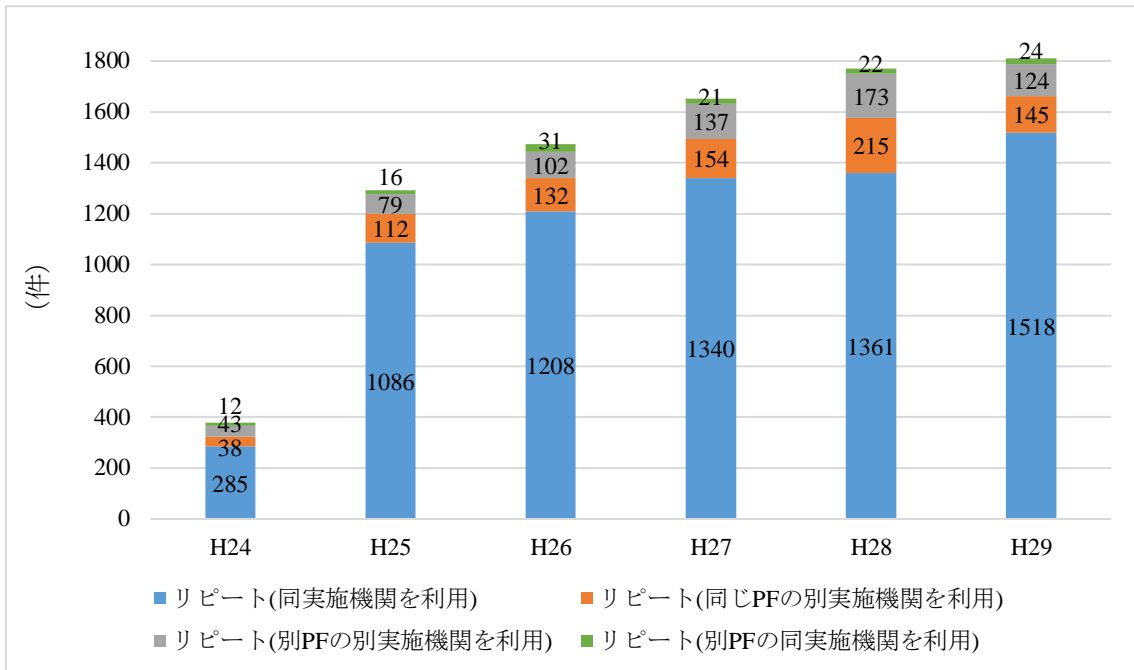


図 5.2.2-5 リピーターが利用した PF と実施機関

リピーターとして利用を継続する期間は、大学、企業ともに 2 年間ほどの継続利用が最も多い (図 5.2.2-4)。

また、長期間にわたって継続利用するユーザーは、複数の技術領域の PF にまたがって利用する傾向がある (図 5.2.2-6)。

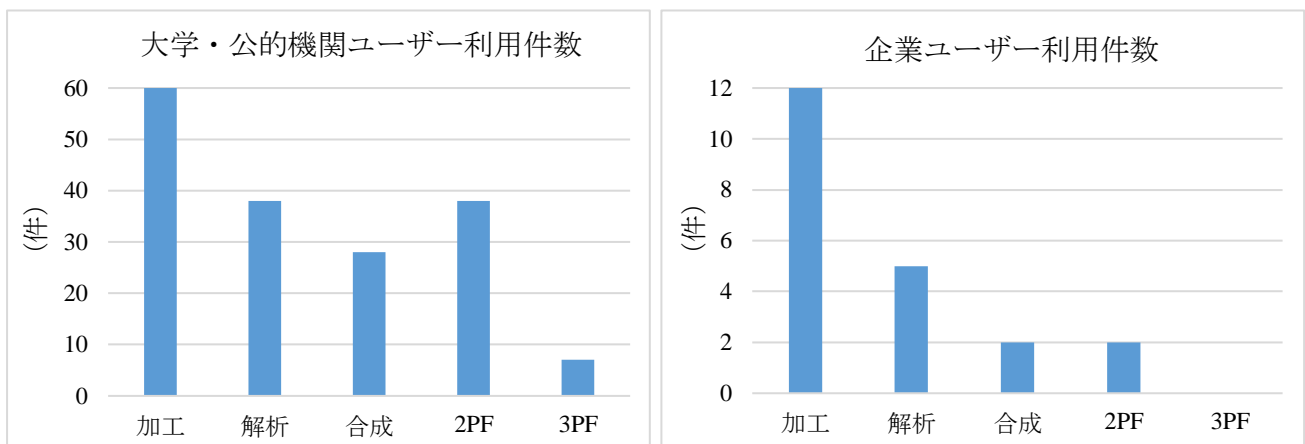


図 5.2.2-6 5 年連続リピーターの利用 PF

5.2.3 装置共用ネットワーク、組織構築

ナノプラットは、3つの異なる技術領域で特色を有する全国各地の実施機関が一体となった共用施設プラットフォーム構築を目指している。ナノプラット全体の窓口機能やプラットフォーム間の調整を担うセンター機関、各技術領域内に十数ある実施機関をとりまとめる代表機関は、ナノプラットが最適に運営されるべく活動している。

1) ナノプラット全体のネットワーク構築

3PFの代表機関の運営責任者と、センター機関のセンター長の4名で構成する「ナノテクノロジープラットフォーム運営責任者会議」を設置し、原則年間3回開催し、本事業全体のとりまとめ、諸課題についての調整を行っている。また、各代表機関の運営マネージャーが主に出席する「代表機関連絡調整会議」を年6回程度開催し、運営責任者会議で取り扱う重要案件を事前に協議している。さらに事業運営上の共通事項について、特段の必要性のあるものについては時限的にWGを設け、そこで構築した方針や施策等を、運営責任者会議を経て、案件によっては運営主体（運営主体は文科省担当参事官とPD/POにより構成）の決定を経て、事業運営に反映させている。これまで、運営上の13の課題の抽出（H24）、技術支援人材のキャリアパス（H26）、成果公開・非公開利用の定義化と商用利用に関する考え方・取扱い（H28）等の方向性を提案している。

さらに、H25年度より、毎年一度の総会を開催し、ナノプラット参画機関全体の意識合わせを行っている。3PFの代表機関、実施機関より例年約100名が参加している。

センター機関は、ナノプラットへの問い合わせに応じ、利用希望者を各PFへ橋渡しするなどの業務を行っている。Webを使ったサービスとして、多様な問合せに迅速に対応するためのクイックアクセス機能や、利用可能装置をデータベースから探す共用設備利用案内イエローページを提供している。

・クイックアクセス

本事業の総合的な窓口機能として、広く一般からの多様な利用相談あるいは技術相談等を受け付けている。ユーザーの利用希望に応じて、3つのPF代表機関を通じて適切な実施機関へとつないでいる。これにより、ユーザーは自身の課題に対応する最適な実施機関においてナノプラットを利用することが可能になる。ナノプラットが提供する技術や設備では対応が難しい課題に関しては、他事業・他機関の施設や専門家等への取り次ぎ・紹介等も必要に応じて行っている。

The image shows a screenshot of the Nanonet website's 'Quick Access' (クイックアクセス) section. It features a red header with the text 'クイックアクセス' and 'お問い合わせやご相談はこちら' (Contact or consultation here). Below this, there are three bullet points: '研究のアイデアはあるが、どう実施したらよいかわからない', '研究の実施にリスクが伴うので、専門家と相談して進めたい', and '研究の行き詰まりを最先端装置の利用で打開したい'. A 'ユーザー総合窓口' (User General Window) is highlighted in red, with the URL 'https://www.nanonet.go.jp/' and the phone number '029-859-2777'. A '利用手順' (Usage Procedure) section lists steps: '利用相談' (Consultation), '支援申請' (Support application), '課題審査' (Topic review), '割当シフトタイム' (Assignment shift time), '支援実施' (Support implementation), '報告書作成提出' (Report creation and submission), and '利用料金徴収' (Usage fee collection). A small note at the bottom states: '課題の受付は機関によって異なる。並に提出などの違いがあります。詳しくは、上記の電話番号またはホームページURLはお問い合わせください。（料金徴収については、本事業では、必要経費の一部を負担いただく他、利用料の徴収をさせていただきます。）'

・共用設備利用案内イエローページ

ナノプラットが提供する1,000以上の研究設備について、web上で閲覧可能な機器利用案内ポータルサイトシステム「共用設備利用案内イエローページ」を公開している（図5.2.3-1）。ユーザーは使用したい装置・設備をキーワードでも研究分野、研究機関、技術分類、プラットフォームなどの多様な分類からでもすばやく検索することができる。開設から

2018年11月27日現在までの累計アクセス数は59,601件である。

また、各PF代表機関、実施機関のホームページと相互にバナー掲示を行い、効率的な情報の共有化を図っている。

トップページ

大分類「透過電子顕微鏡」中分類一覧

中分類「超高压透過電子顕微鏡」設備名一覧

設備詳細情報

写真	設備名称	設置機関	研究分野	仕様
	超高压電子顕微鏡	北海道大学	微細構造解析	日本電子製JEK-1000 電圧：1300kV 0.12nm 口径：400kV系
	超高压電子顕微鏡 (JEM-1300NEF)	九州大学	微細構造解析	世界唯一のオランダ製SDD型超高压電子顕微鏡 元素組成・状態測定可能
	反応科学超高压走査透過電子顕微鏡	名古屋大学	微細構造解析	日本電子製JEM-ARM-1300 電圧：1000, 800kV 真空中と共に

研究設備詳細情報	設備詳細情報
事業名	ナノテクノロジープラットフォーム
機器ID	A-HK-005
分類	透過電子顕微鏡 > 超高压透過電子顕微鏡
設備名	超高压電子顕微鏡 (Multi-beam ultrahigh-voltage electron microscope (JEOL:JEM-ARM-1300))
地域	北海道
設置機関	北海道大学
研究分野	微細構造解析
担当部署または担当者	超高压電子顕微鏡室 ナノテック連携推進室
仕様	日本電子製JEM-ARM-1300

図 5.2.3-1 「共用設備利用案内イエローページ」検索結果例

2) ナノプラット内の組織的な連携体制の構築

ナノプラット内では、PF代表機関を中心とする各PF運営委員会（3つの技術領域でそれぞれ年2〜3回ほど）を開催し、マネージャー、コーディネータが主体的に活動する連携体制を構築している。また、地域的に近い距離にある実施機関間では、プラットフォーム

間の技術領域を越えてユーザーに応じる等の、ナノプラットのネットワークを活かした運営をしている。この過程で光ビームプラットフォームとの Web やシンポジウムを通じた連携や自由電子レーザー等の利用展開など大型共用施設との協力関係が進められている。さらに、ナノプラット事業に限定されず、各実施機関の属する法人の施設共用部門、例えば、北大機器管理センター、NIMS Open Facility、名古屋大設備機器共用システムなどとの協力も進んでいる。

5.2.4 専門能力向上の取り組み（教育・トレーニング）

ナノプラットの技術的なサービスを担う中核である専門技術者のスキルアップや、利用を通じて次世代の研究者育成を目指した、様々な教育・トレーニングプログラムを各 PF、各実施機関、センター機関が提供している。センター機関は、PF 全体に関わる取り組みとして、学生研修プログラムや、ナノプラットの技術者交流を実施している。

・学生研修プログラム

ナノプラットの実施機関を利用できる研修をプログラムとして学生に提供している。全国の大学生・大学院生・高専生が主に夏休みを利用して 3~7 日間参加する内容である。H30 年度には 42 件のプログラム（表 5.2.4-1）が各 PF 実施機関を通じて提供され、全国 55 の大学から 63 名が研修に参加した。年々、参加者数は増加する傾向にある（図 5.2.4-1）。学生研修生のなかから数名を、米国の類似事業である NNCI（National Nanotechnology Coordinated Infrastructure）（H27 年以前は NNIN（National Nanotechnology Infrastructure Network）での夏期研修（約 10 週間）に派遣し、グローバルな知識・技術の習得の機会を提供している。これまで米国 NNIN/NNCI への学生派遣数は H24~H30 年度間で 28 名である。

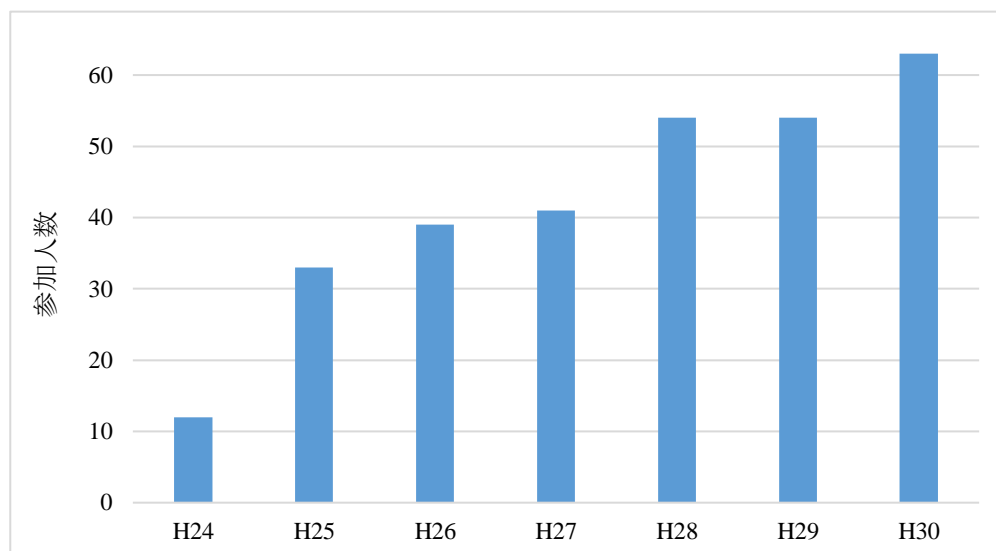


図 5.2.4-1 学生研修 PG 参加学生数推移

・技術スタッフ交流プログラム

ナノプラットにおいてユーザーの利用課題に関して技術的なサービスを提供する専門性を持つ技術者のスキルアップ、新たな技術の習得、技術者間のネットワーク形成を目的に、

事業全体で研修プログラムを実施している。さらに、技術領域単位（PF 単位）での研修も実施している。プログラムは、各実施機関が提供可能なメニューを設定し、それに対してナノプラットの各地で技術支援にあたる技術者が希望によって参加するものである。（表 5.2.4-1）H29 年度には 34 名が参加した。

表 5.2.4-1 学生研修 PG・技術スタッフ交流 PG プログラムリスト

プログラム	学生 研修	技術 スタッフ	実施大学
解析PF			
走査型プローブ顕微鏡による表面原子構造の観察・解析	○		北海道大学
FE-EPMAによるWDS（波長分散型） X線分析の実習		○	
透過型電子顕微鏡を用いた「その場観察」実習		○	
オージェ電子分光分析装置を用いる微小領域の表面分析		○	
FIBによる電顕観察試料作製とTEMによる観察・分析の研修	○	○	東北大学
FIBによる試料作製とTEMによる観察・分析の研修	○		NIMS
走査型トンネル顕微鏡による原子分解能観察	○		
走査型ヘリウムイオン顕微鏡（SHIM）によるナノスケール表面観察およびナノ加工の基礎	○	○	
ローレンツ顕微鏡法による磁区観察		○	
高品質STEM試料作製からSTEM観察まで		○	
FIBでのTEM試料作製とピックアップ技術の研修		○	
走査型プローブ顕微鏡（SPM）の原理と実環境ナノ物性計測	○		
最表面原子層を観測でき、仕事関数・電子親和力・バンド曲がり を評価する極端紫外光電子分光（EUPS）－原理と測定実習	○		
超伝導検出器による軟X線領域の蛍光X線XAFS測定の基礎	○		
超伝導検出器による軟X線分光測定の基礎講習	○	○	
超伝導X線検出器付き走査型電子顕微鏡での材料分析実習	○	○	
時間分解分光	○	○	
固体NMR計測・解析技術	○	○	
低速陽電子ビームによる欠陥評価法	○	○	
極端紫外光電子分光（EUPS）により最表面原子層の電子状態を 見る－原理と測定実習－		○	
走査型プローブ顕微鏡の基本技術		○	
初心者のためのTEM基本操作	○		東京大学
X線による粉末および薄膜回折測定，単結晶構造解析と光電子分光 実習		○	
電子顕微鏡の基礎講習と実技講習	○		名古屋大学
FIB試料作製技術の習得（講義と実技）からTEM観察まで	○		
クライオマイクロトームでの試料作製技術の習得		○	

反応科学超高压電子顕微鏡での観察		○	
STEM-EELSによる構造観察と化学分析	○		京都大学
分析電子顕微鏡による構造解析と化学分析		○	
透過電子顕微鏡法による材料微細構造解析	○		大阪大学
電子線トモグラフィー法		○	
固体表面の光電子分光分析実習	○		JAEA
放射光応力・ひずみ・変形評価の基礎実習		○	
放射光表面光電子分光の基礎実習		○	
高温高压法による新規物質合成	○	○	QST
透過電子顕微鏡による微細構造解析法	○	○	九州大学
電子線トモグラフィー		○	
解析PF/加工PF			
微細加工による金属ナノ構造作製とFIB・TEMによる構造解析	○		北海道大学
加工PF			
電子線描画装置を用いた金属ナノパターン作製		○	北海道大学
MEMSフォースセンサ ～センサの試作からIoT応用まで～	○		東北大学
シリコンウェハ真空封止接合技術と評価		○	
グラフェンマイクロデバイスの作製	○		NIMS
酸化物トランジスタ製作	○	○	AIST
電子ビームリソグラフィ	○	○	東京工業大学
半導体集積回路作製プロセス技術の基礎実習	○		名古屋大学
スパッタリング法による人工周期構造膜の作製とその構造評価		○	
半導体プロセス実習・講習会	○		豊田工業大学
X線構造解析の基礎と応用講座		○	
赤外ラマン振動解析の基礎と応用講座		○	
MEMS技術を用いたマイクロ流路の作製	○		京都大学
3Dリソグラフィを応用したPDMS製マイクロバルブ/ポンプの高精度加工		○	
マスクレスフォトリソグラフィによるフォトマスク作製	○		大阪大学
ナノインプリント用モールドの作製		○	
静電吸着力による触感提示デバイスの製作と評価	○		香川大学
楕円型静電アクチュエータの作製		○	
CMOSトランジスタ・IC作製実習	○		広島大学
電子ビーム露光を用いた室温動作Si単電子トランジスタ&薄膜トランジスタの設計・製作・評価		○	
流路付加バイオセンサーの作製・測定		○	
真空技術に関する基礎講義と実習	○	○	山口大学
CMOS集積回路要素技術実習	○	○	FAIS

合成PF			
自己組織化現象を利用したナノ構造の作製とイメージング	○		千歳科学技術
基礎から学ぶNMR (多核、固体、in vivo)		○	大学
細胞実験基礎講習	○		NIMS
ナノ粒子の物性解析実習		○	
ナノカーボンと複合材 (コンポジット) の合成	○		信州大学
ナノカーボンの気相成長と複合材作製の基礎		○	
集束イオンビーム装置実習	○		JAIST
FIB, Gentle Millを用いた断面試料の作製とTEM観察		○	
夏の体験入学 (ポルフィリンの励起状態)	○		分子科学研究所
リチウム二次電池正極材料の合成、粒子サイズ制御、形態観察		○	
ナノバイオデバイスによる分子・細胞計測の基礎技術習得 (細胞染色～超解像イメージング)	○		名古屋大学
高分子配向膜の作製と構造評価手法		○	
分子・物質合成と機能評価	○		名古屋工業大学
カーボンナノチューブの可溶化とナノ構造解析	○	○	九州大学
解析PF/合成PF			
動物細胞の電子顕微鏡観察実習	○		NIMS

5.2.5 産学連携、産業界への貢献

ナノプラットは、産学官のユーザーに対して平等な利用機会を提供し、産業界の技術課題解決にも積極的に貢献することを事業方針としている。全国5ヵ所に配置した産学官連携マネージャー (H24~H29) や各PFのコーディネータ、実施機関のユーザー開拓の活動によって、産業界からのナノプラット利用件数は、全体の約30%、前身のナノネット事業時から比べて約4倍に増加している (図 5.2.5-1)。H29年度では約800件である。企業による利用は、所定の利用報告書を公開していただく利用 (ナノプラット利用) と利用報告書の公開義務を課さない非公開の利用 (実施機関の自主運用の範囲で実施、一般に公開型の利用に比較して利用料金を高く設定している) があるが、非公開の利用件数も年々増加している (図 5.2.5-2)。このことは、企業が利用するにあたっては、より研究開発のフェーズが競争領域に近くなるほど、非公開での利用を望むことが多くなり、この割合が増加していることを意味していると考えられる。

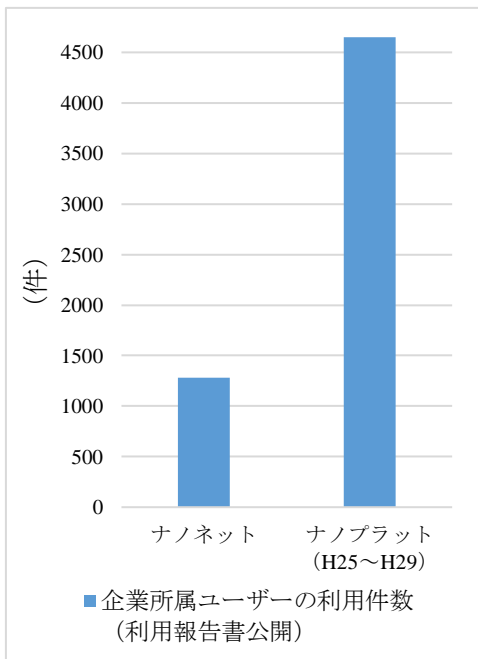


図 5.2.5-1 企業所属ユーザーの利用件数比較(ナノネット・ナノプラット)

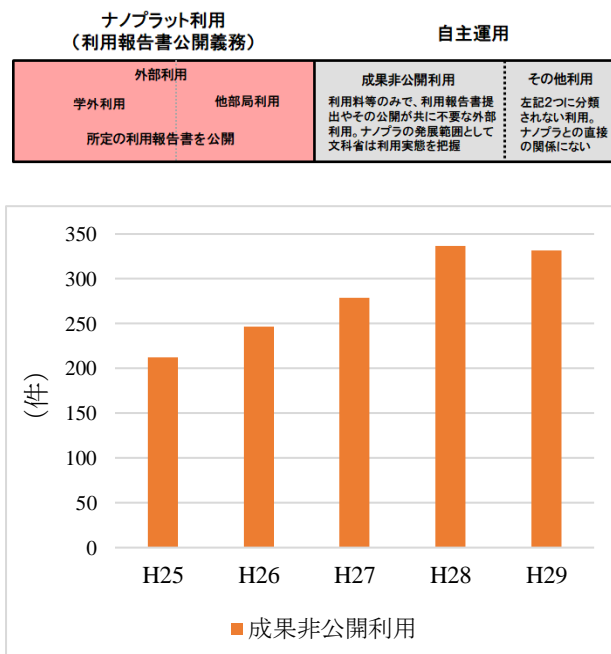


図 5.2.5-2 成果非公開利用の件数推移

ナノプラットでは、利用のなかで毎年度特に優れた成果を「秀でた利用成果」として選定し表彰している。H24～H29年度までに30件を表彰したが、内9件の3割が、企業からの利用によるものである。利用後に企業において事業化・実用化まで至っている事例として、化粧品や味覚センサー、切削バイト、鉛フリー圧電膜、MEMS マイクロホン、波長掃引パルス量子カスケードレーザーなどが挙げられ、広い産業分野に渡っている。

5.2.6 広報・普及促進活動

ナノプラットに関する広報・普及促進活動は、センター機関と各 PF 代表機関を中心に実施している。Web サイト（アクセス回数約 30 万/月）、学協会の展示会・シンポジウム、地域の自治体・公設試験研究機関との連携のセミナー、各実施機関の属する法人の関連事業との共催など様々なかたちでおこなっている。H29 年度まで NIMS と共にセンター機関を担った JST は、産学官連携推進マネージャーによる地域での広報活動と、JST 研究事業の公募説明会などの場を活用したナノプラット事業紹介をおこなってきた。こうした様々な場を通じてこれまでに配布しているナノプラット事業紹介等の各種パンフレット類は、25,000 部/年ほどである（表 5.2.6-1）。

表 5.2.6-1 出展した主要なイベントと、配布したパンフレット部数の例

JASIS*	応用物理学会 秋季学術講演会	Bio Japan	SEMICON Japan	応用物理学会春 季学術講演会	日本化学会 春季年会	Nanotech**
558	193	346	612	464	385	1,542

* Japan Analytical and Scientific Instruments Show

** The International Nanotechnology Exhibition & Conference

さらに、ナノプラット事業において共用設備を利用したことの無い研究者・技術者に対して利用の初期的機会を提供することと、ユーザーがナノプラット活用の模範となる秀でた成果を生み出すことを目的として「試行的利用」制度を設け、利用に伴い必要となる経費（利用料、旅費、その他利用に当たって必要となる消耗品等）について支援した。H24~H29年度までの支援件数の合計は474件であった（巻末付録表A5）。この内、約60%が正規のユーザーに移行した。さらに、32件が「秀でた利用成果」にノミネートされた。これは本制度利用者の6.8%にあたる。なお、通常利用における「秀でた利用成果」のノミネート率は1.4%である。

5.2.7 海外からの利用

ナノプラットでは、共用の取組み、施設・設備が国際的な頭脳循環の拠点としての位置づけを持つこと等から、施設・設備の利用にあたっては、他国との互惠関係に配慮しつつ、国内外の優秀な研究者が等しく利用できる体制を有することが望ましいとしている。利用機会が平等に開かれる共用システムの構築の考えに基づき、海外からのユーザーに対して、国内との利用機会の差は設けていない。（「海外利用及び企業利用について」文科省平成28年7月8日）。ただし、海外からの利用にあたっては、「安全保障貿易管理法令」の遵守が前提となるため、各実施機関においては、機関内に整備された法令遵守のための内部規定、内部審査等の制度に基づき適切に対応している。海外からの利用に係る審査手順、審査基準、利用形態、利用料設定等については、各PF及び実施機関に委ねているが、基本的には国内に準じて設定することが望ましい。平等な利用機会を確保するために、各実施機関において、Web、パンフレット等の案内を英語表記とする等、英語等対応の充実に向けた努力を進めている。

現状では海外からの利用は約1%程度であるが、ユーザーアンケートでは、海外からの支払い方法の簡素化、英文マニュアルなど英語対応などの要望もあり、今後、海外からの利用が増える場合の受け入れ体制の整備は課題である。

5.3 プラットフォームがもたらすアウトカム

5.3.1 装置利用の意識変革

ナノプラットの特色は、全国の大学や企業の研究者が、自身で装置をすべて保有していなくても、ナノテクノロジーに係る先端的・共通的な施設・設備を専門的な知識と技術サポートのもとに利用できることにある。プラットフォーム化された装置群と専門家集団が存在することで、やろうと思えば特定の一機関だけではなく、プラットフォームを構成する全機関を、いわばユーザー自身の研究開発の味方にするすることができる。これは研究者等が新たな研究テーマを開始する際や、問題の直面に際し、プラットフォームのどこかの機関で解決できるのではないかと、という思考ステップを踏むことで可能性を拓いている。実際、ユーザーから「自前で大型・最先端装置を購入・維持管理する膨大な投資のリスクなしに、必要な実験データを取得することができる」、「高度な専門知識・技術・ノウハウに基づいた支援・提案をしてもらうことができた」、「技術者の対応が丁寧で迅速・フレキシブル」、「初心者にも利用しやすく、安心・安全に利用できた」等のポジティブな意見が多数寄せられている。（表 5.2.2-1）

ユーザーの年齢層を見ると、20~30代が約50%を占めており、若手研究者にとって存在意義の高いプラットフォームとなっているといえる。さらに40代を加えると全ユーザーの約8割にも上る（図 5.3.1-1）。

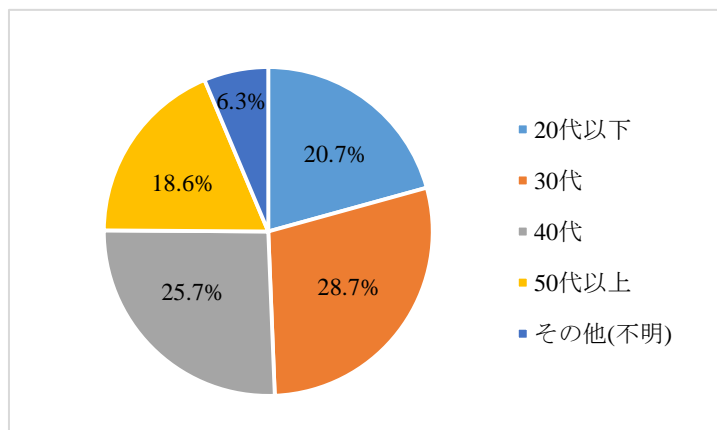


図 5.3.1-1 H29 年度のユーザー年齢別割合

現状では大学における研究活動の大部分が競争的研究資金に依っているが、ナノプラットの利用時に、ユーザー自身が獲得した競争的研究資金から利用料を拠出していると申告したケースは、H29年度で約7百件である（図 5.3.1-2）。このようなユーザーの多くは、科研費の一部を利用料に充てており、65%以上を占めている。これまで、競争的研究資金を獲得して装置・設備の購入をしてきたユーザーは、ナノプラットの利用料に獲得した競争的資金を充てることで節減を果たし、予算をそれ以外の用途に使用できるようになってきた。このことはすなわち、研究者の意識において、研究予算の使い方を変え、研究開発成果を得るに至るまでの投資効率を上げるという効果を生んでいる。わが国の研究開発において、資金使途と行動が変わり、意識の変容が進むことを通じ、研究開発成果そのものも変わっていく。この「正のサイクル」は、ナノプラットをきっかけとしてようやく緒に

ついてきたのではないかと考えている。日本全体の様々な分野の研究開発活動を前にすれば、ナノプラットの改革がおよぶ範囲はまだごく限られたものであることも認識しなければならぬだろう。

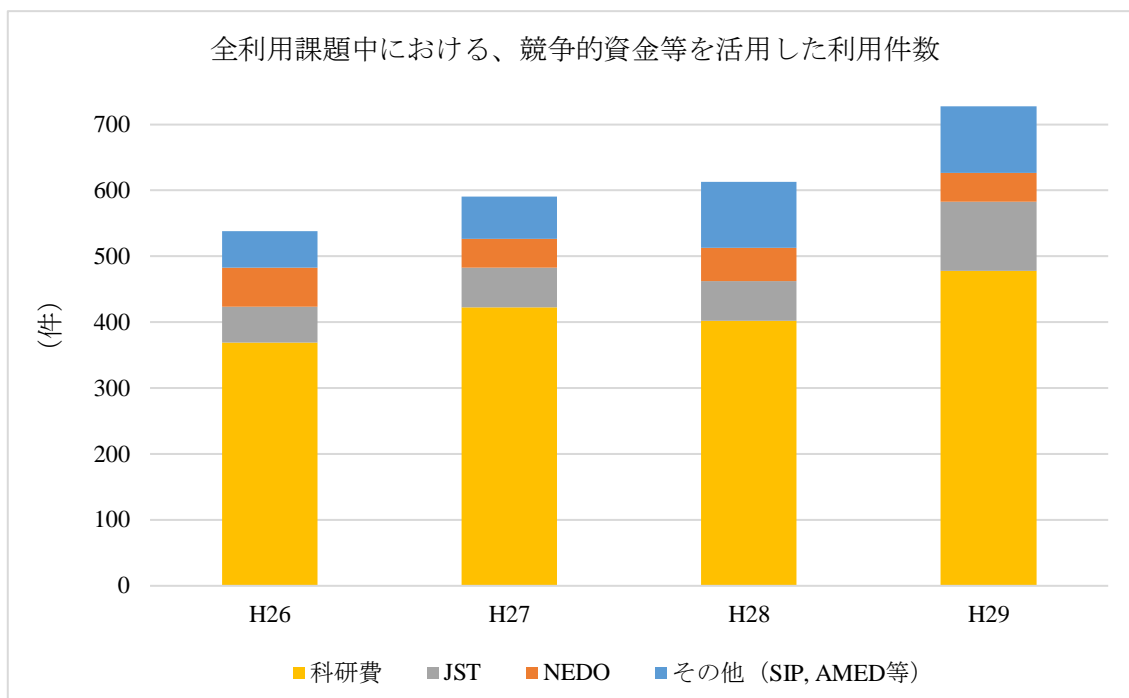


図 5.3.1-2 ナノプラットへの競争的研究開発費の投入件数の年次推移

5.3.2 人材育成（技術者、研究者）

ナノプラットの技術支援活動において施設・設備とともに最も重要なものは、知と技術を提供する人材である。ナノプラットに関わる人材は約 850 名（表 5.1.3-1）、そのうち直接技術支援に携わる者は約 500 名である。ユーザーからの利用のニーズは拡大・高度化しており、変化する外部環境に対して、より幅広い知識と高い技術力が求められている（表 5.2.2-1）。ナノプラットでは、専門の技術領域とともに、専門を越えた技術研修さらには、米国、EU、オーストラリアなどの海外の類似機関での研修により、支援を担う技術者のスキルアップを図っている（5.2.4 専門能力向上の取り組み）。

ナノプラットにおいて、高い技術力によってユーザーへの支援を行っている技術者のなかから、「優秀技術賞」、「技術支援貢献賞」、「若手技術奨励賞」を表彰し、技術者のさらなるスキルアップや貢献意欲の情勢、処遇やキャリアパスに資することを促進している。これまで H26～H29 年度の間、計 14 名を表彰している（表 5.3.2-1）。

表 5.3.2-1 技術スタッフ表彰

賞の名称	功績の内容	受賞人数
優秀技術賞	類まれな秀でた技術を有していると認められる者	3 名
技術支援貢献賞	技術支援において多大な貢献をしたと認められる者	7 名
若手技術奨励賞	35 歳以下で、優れた技術支援をしたと認められる者	4 名



H29 年度技術スタッフ表彰 受賞者

さらに、H27 年度より、技術者が保有する技術レベルを評価・審査したうえで「エキスパート」、「高度専門技術者」及び「専門技術者」の職能名称を付与している（表 5.3.2-2）。これにより、ナノプラット全体で技術者の専門性を定義・明確化・標準化していくことで、ユーザーからの信頼獲得や、技術者自身の責任意識や貢献意欲の醸成、人事評価・処遇への反映、スキルアップ・キャリアアップ促進を企図している。職能名称の付与者は、H30 年度までで 166 名を数え（表 5.3.2-3）、ナノプラットにおける技術者全体の約 1/3 に迫る状況である。

表 5.3.2-2 職能名称の定義と対応する技術分野
 (①専門技術者、②高度専門技術者、③エキスパート)

職能名称	基本的ガイドライン
①文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム専門技術者	特定の技術（計測、プロセス、合成）について、十分な知識を有し、操作及び解析並びに装置の維持管理が行える。
②文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム高度専門技術者	<ul style="list-style-type: none"> 特定の技術について、高度な知識並びに操作及び解析等の技術を有する。 ユーザーのニーズに対して能動的に対応できる。
③文部科学省ナノテクノロジープラットフォームエキスパート	<ul style="list-style-type: none"> 複数の技術について、高度な知識を有し、操作及び解析に加えて装置や技術の開発等が行える。 ユーザーへの最適なソリューションをアドバイスできる。 技術スタッフ等に十分な指導が行える。

解析 PF	①	特定の計測技術分野について、基礎的な知識を有し、基礎的な操作と解析、通常の維持管理が行えること。ユーザーのニーズに応じて対応ができる。
	②	特定の計測技術分野について、高度な知識を有し、高度な操作と解析、簡単な装置・治具などの設計製作が行えること。 ユーザーのニーズに応じて対応ができ、また能動的に測定法等をユーザーに提案することができる。
	③	複数の計測技術分野について、高度な知識を有し、高度な操作と解析、装置の開発・改造

		が行えること。最適なソリューションをユーザーにアドバイスできる。技術スタッフ等に十分な指導ができる。
技術分野		<p>I. 電子顕微鏡技術分野 試料準備、FIB 加工、TEM、SEM、STEM、シミュレーション、解析</p> <p>II. 表面分析技術分野 AES、XPS、EUPS、PEEM、SPM、STM、SIMS (D-SIMS、TOF-SIMS) 、HIM、シミュレーション、解析</p> <p>III. バルク分析技術分野 NMR、ESR、ガンマ線、振動分光、X線解析、陽電子、シミュレーション、解析</p> <p>IV. 放射光計測技術分野 試料準備・環境制御、放射光ビームライン利用技術、放射光回折・散乱測定、放射光分光測定、放射光 XAFS、解析・シミュレーション</p>
加工 PF		下記(A)又は(B)のスキルを有するとともに(C)(D)の要件を満たすことにより、ユーザーニーズに受動的に対応できる。ユーザーの指定したプロセスを、自分が所属する実施機関の能力把握結果に基づき、適切に実行できる。
	①	<p>(A) 特定の技術について十分な知識と 3 年以上の実務経験を有し、プロセス設計、プロセス実行、プロセス評価が行える。</p> <p>(B) 一連の複数の技術について十分な知識と 3 年以上の実務経験を有し、プロセス実行、プロセス評価が行える。</p> <p>(C) 周辺技術について必要な知識を有するとともに、関連する施設、設備、装置の通常の維持管理が行える。</p> <p>(D) 特許/意匠/著作権等知的財産の保護/尊重について基本的知識を有する。</p>
	②	<p>下記(A)又は(B)のスキルを有するとともに(C)(D)の要件を満たすことにより、ユーザーニーズに能動的に対応できる。ユーザーニーズの理解と自分が所属する実施機関の能力把握結果に基づき、適切な実現手段を設計・提案し、実行できる。</p> <p>(A) 特定の技術について高度な知識と豊富な実務経験を有し、プロセス設計、プロセス実行、プロセス評価が行えるとともに、標準的な指導ができる。</p> <p>(B) 一連の複数の技術（プロセス全体）について十分な知識と 3 年以上の実務経験を有し、プロセス設計、プロセス実行、プロセス評価ならびにプロセス管理が行える。</p> <p>(C) 周辺技術に関する必要な知識ならびに R&D 動向を把握するとともに、関連する施設、設備、装置等のトラブル対応ができる。</p> <p>(D) 特許/意匠/著作権等知的財産の保護/尊重について必要な知識を有する。</p>
③	<p>下記(A)又は(B)のスキルを有するとともに(C)(D)の要件を満たすことにより、ユーザーに最適なソリューションを提供できる。ユーザーニーズの理解と微細加工ナノプラットフォームコンソーシアム全 16 実施機関の能力把握結果に基づき、最適な実現手段を開発できる。</p> <p>(A) 特定の技術について特に高度な知識と豊富な実務経験を有し、プロセス設計、プロセス実行、プロセス評価が行えるとともに、高度な指導ができる。</p> <p>(B) 一連の複数の技術（プロセス全体）について高度な知識と豊富な実務経験を有し、プロセス設計、プロセス実行、プロセス評価が行えるとともに、指導ができる。</p>	

		(C) 周辺技術知識、R&D 動向を把握し、関連する設備、装置や技術の開発が行える。 (D) 特許/意匠/著作権等知的財産の保護/尊重について十分な知識を有する。
技術分野	半導体技術 Si 半導体技術 化合物半導体技術 有機半導体技術	・全体プロセス ・成膜/拡散/リソグラフィ/エッチング等の個別プロセス ・新技術/新工法
	MEMS 技術 Si 系技術 ナノインプリント技術 3次元構造技術	・全体プロセス ・成膜/拡散/リソグラフィ/エッチング/モールド/ウエハ接合等の個別プロセス ・新技術/新工法
	実装技術 ボンディング技術 モジュール化技術 パッケージ技術	・全体プロセス ・ダイシング/ワイヤボンド/ダイボンド/フリップチップ/ソルダリング/CAN/成型等の個別プロセス ・新技術/新工法
	その他周辺技術	・CR 施設、薬品、ガスに関する知識及び安全管理技術 ・設備・装置のメンテナンス技術 ・バイポーラ/CMOS//発電素子/パワー素子/発光素子/受光素子/光学素子/センサーなどのデバイス設計技術、及び評価技術 ・バイオ/流路/テクスチャー/表面改質などの応用技術 ・プラスチック/セラミックス/超伝導材料/磁性材料などの新材料技術 ・3D プリント/X 線・放射光など新加工技術・分析技術
合成 PF	①	1 つ以上の技術分野について、十分な知識、操作、解析ならびに通常の維持管理、一連の基本操作・評価ができること。経験が 2 年以上であること。
	②	1 つ以上の技術分野について高度な知識、操作、解析等の技術を有し、ユーザーのニーズに対して能動的に対応できること。技術分野(i),(ii)では操作立案・全経路独力実行することができること。技術分野(iii)では生体関連物質操作の分野では細胞等の取扱いができること。技術分野(iv)では素子作製ができること。技術分野(v),(vi),(vii)ではデータ解釈、特殊測定に対応できること。経験が 5 年以上であること。
	③	2 つ以上の技術分野について高度な知識、操作、解析に加えて装置や技術の開発等が行えること。ユーザーへ最適なソリューションを提供でき、技術スタッフ等にも十分な指導ができること。技術分野(i),(ii)では経路立案・新物質設計をすることができること。技術分野(iii)では個体・臓器等の取扱いができること。技術分野(iv)では素子設計ができること。技術分野(v),(vi),(vii)では原理を詳細に理解し、データを詳細に解釈でき、計画立案や新規測定法の導入に対応できること。経験が 10 年以上でマネジメントができること。
技術分野	(i) 有機合成 (ii) 無機合成 (iii) 生体関連物質操作 (iv) 素子作製 (v) 構造評価 (vi) 状態評価 (vii) 機能物性評価	

表 5.3.2-3 職能名称付与人数

技術領域	エキスパート	高度専門技術者	専門技術者	合計
解析PF	12	31	25	68
加工PF	9	28	9	46
合成PF	7	27	18	52
合計	28	86	52	166

このようなプラットフォームが持続的に発展し価値を提供していくためには、プラットフォームを構成する組織・人と、ユーザーの両方の観点から、次世代を担う人材（研究開発者、専門技術者）を育成していくことが重要である。そこで、ナノプラットでは、大学院生、大学生、高等専門学校生を対象に H24 年度より実践的な技術研修を行っている。これまで約 3 百名が研修を受けており、年々研修応募者数は増加している（図 5.2.4-1）。さらに、若手人材に対して国際的な研究・技術視点醸成のために、のべ 28 名の学生を米国の NNCI に研修生として送っている。大学院など大学に在籍している学生を除いた 24 名の卒業後の進路を追跡したところ、半数は企業、半数は大学に職を得て、その後研究者としてナノプラットの新たなユーザーとなったり、実施機関の専門技術者になった者もいる（表 5.3.2-4）。

表 5.3.2-4 NNCI 施設利用研修 PG 参加者（日本学生）の卒業後の進路

進路	人数	
企業	13名	昭和電工、旭硝子、旭化成、クラレ、ローム等
大学	11名	名古屋大学准教授、東北大学金属材料研究所助教、東京工業大学PD等

5.3.3 質の高い研究遂行を支援するプラットフォーム

ナノプラットの利用の直接的な実績・成果は利用件数、ユーザー数、利用料収入等に反映されるが、論文などの学術的成果、産業化に結び付く成果、人材育成などは、研究力向上に資する環境を提供するポテンシャルを示す指標である。

毎年約 3 千件の利用のなかから、特に学術的あるいは産業的に優れた成果を、「秀でた利用成果」として選出している（表 5.3.3-1）。

表 5.3.3-1 「秀でた利用成果」表彰課題一覧

受賞年度	ユーザー所属	課題名	利用機関名
H25	早稲田大学	透過型電子顕微鏡による環境・エネルギー材料の結晶構造および磁気構造評価	NIMS
	東北大、IBM	超構造セラミックスの1次元電気伝導機構	東京大学
	リオン(株)、(一財)小林理学研究所	シリコンエレクトレットマイクロホンの開発	東北大学
	名古屋大学	プラズマを利用しないMEMS犠牲層Siエッチング	豊田工業大学
	クスターテクノロジー(株)、名古屋大学	インクジェットインジェクターによるDNAドロプレットのマイクロデバイス導入技術と高集積化DNA解析技術開発	名古屋大学

	東レ(株)、九州大学	CNT複合体の膜形成技術の開発	九州大学
H26	北海道大学、JASRI、台湾中央研究院	パルス状コヒーレントX線溶液散乱法のための溶液試料ホルダの開発	北海道大学
	University of Bristol	ナノワイヤ結晶成長のその場TEM観察	NIMS
	石川県立大学	植物培養細胞を利用した有用たんぱく質合成技術の開発	JAIST
	名工大、(株)トクヤマ、九工大、東北大	フッ化物薄膜を用いた真空紫外光源	名古屋工業大学
	上智大学、JAEA	弾性応力下におけるマルテンサイト鋼中の水素起因格子欠陥の形成促進と水素脆化	AIST
	京都大学、筑波大学、分子科学研究所	内包フラーレン分子錯体の特徴的分子磁性のESR測定	分子科学研究所
H27	広島大学、首都大学東京	機能性酸化ナノワイヤの合成と構造解析	北海道大学
	ダイハツ工業株式会社	水加ヒドラジン酸化触媒のin-situ XAFS解析	JAEA
	長野計器株式会社	音響光学フィルタの開発	東北大
	九州大学	マイクロ流体有機ELの作製と電界発光特性	早稲田大学
	科学警察研究所、分子科学研究所	指定薬物3,4-ジクロロメチルフェニデートの合成と分析	分子科学研究所
	金沢大学、名古屋大学	溶出順序を自在に反転できるキラリ固定相の開発	名古屋大学
H28	東京大学、筑波大学、(株)菱化システム	黒色酸化チタンのナノ微粒子化に関する研究-熱エネルギーを保持する蓄熱セラミックスの開発	東京大学
	東京大学	超高効率水素製造光触媒を実現した新奇薄膜構造の発見とその構造解析	名古屋大学
	京都大学	創薬スクリーニングを目的としたマイクロ流体デバイス	京都大学
	慶應義塾大学	神経変性疾患の発症に関わるタンパク質ミスフォールディング	分子科学研究所
	京都大学、大阪大学、名古屋大学	高温でも使える、光で剥がせる接着材料の開発に成功	名古屋大学
H29	近畿大学、名古屋大学	塩ストレス下におけるイネ葉の葉緑体の三次元構造解析	名古屋大学
	東京大学物性研究所、東京大学放射光機構、(株)豊田中央研究所、トヨタ自動車株式会社	Pt、PtCo触媒表面の酸素吸着に及ぼす水の影響	QST/JAEA
	(株)ノバルクリスタルテクノロジ-/タムラ製作所	トレンチMOS構造を設けたGa ₂ O ₃ ショットキーバリアダイオード	NIMS
	東京工業大学、NTT物性科学基礎研	量子ホールエッジチャンネルにおける電荷ダイナミクス研究	東京工業大学
	旭川医科大学、電力中央研究所	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	千歳科学技術大学
	石川県警察本部刑事部科学捜査研究所	EI-MS/MSによるフルオロベンジル基を有する合成カンナビノイドの <i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -位置異性体識別	分子科学研究所

ナノプラットの利用からユーザーが、論文や特許出願につなげた成果は、ナノプラット開始後に増加した。（図 5.3.3-1）。

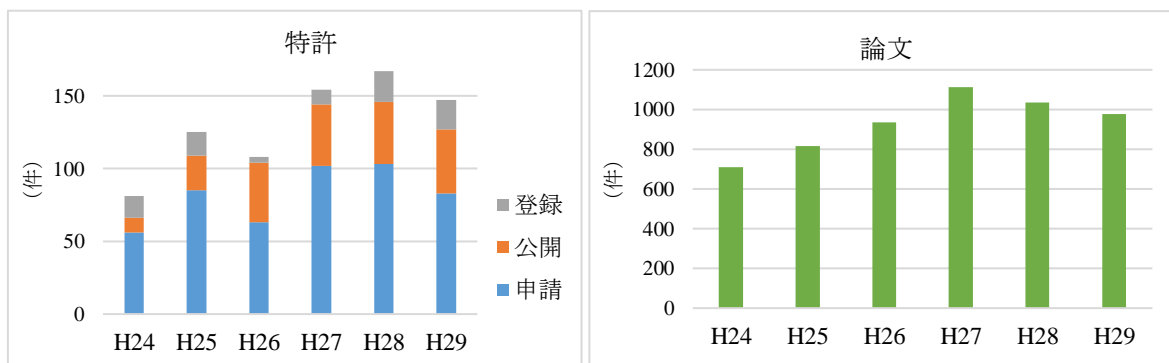


図 5.3.3-1 ユーザーが発表した特許数と論文数の年次推移

論文の被引用件数がトップ 10%以上の論文は、H28 年度では 50 報以上になっている（図 5.3.3-2）。

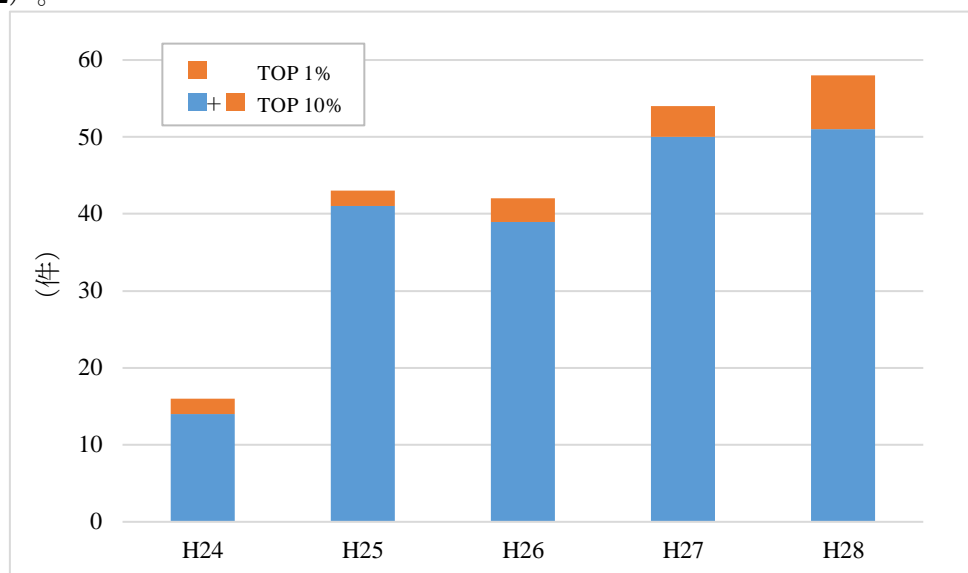


図 5.3.3-2 ユーザーが利用後に発表した論文数（被引用回数トップ 1%, 10%）

5.3.4 研究方法の改革

ナノプラットを利用することによってユーザーは、5.3.1 で述べたように、研究開発に必要な高額装置や専門家を自ら抱えなくとも、自ら実行するよりも短時間で、高いコストパフォーマンスで、優れた研究開発成果に到達できるという可能性が増した。「装置が無いからできない」「技術や専門性が無いからできない」という事情から、解放されたユーザーが多数存在する。大学や企業ユーザーの多くが、ナノプラットの装置や技術者を頼りにすることを前提に研究計画や予算計画を立案するようになってきているという現象が生じている。このことは、ナノプラットが産学の研究遂行に欠かせない共通研究インフラとして育ち、定着しつつあることを意味しているともいえる。逆にいえば、十分なりソースを持たない多くの研究開発者にとって、こうしたプラットフォームなしには目的とする研究遂行と成果創出がままならない状況にあるともいえる。高度な専門性を持った技術者を全国の

実施機関に配置しているからこそ、ナノテクノロジーの三つの領域（解析、加工、合成）における「先端技術と知、装置のネットワーク」が機能する仕組みが出来てきた。ユーザーにとっては、自身の限られた専門分野ばかりでなく、異分野融合を通じて、最適な実験方法や解析などの技術的な相談から、装置使用に関わる専門知識の獲得、より本格的な共同研究への発展など、ユーザーの状況・目的に応じた「使い方」が可能となっており、研究の方法が大きく変わりつつある。

5.3.5 アウトリーチ

ナノプラットが提供する技術力やユーザーの利用成果・事例などは、Web (<https://www.nanonet.go.jp/>) に加えて、様々なシンポジウム、展示会（表 5.2.6-1）などを通じて公開し、潜在的な新規ユーザーに向けた活動を行っている。これまでのユーザーに回答を求めたアンケートによると、1/3 が利用のきっかけになったものとして、説明会、Web、メルマガ、学会・講演会・展示会などをあげている（表 5.3.5）。日々のナノプラットからの発信が、新規ユーザーの獲得・拡大につながっていることがわかり、効果的な発信をおこなうことがいかに重要であるかがわかる。

表 5.3.5 利用の入口が何であったかの回答・件数

	H27	H28	H29
Web, メルマガ等	366	327	325
セミナー、説明会	210	210	127
個別訪問	138	143	118
合計	714	680	570
(アンケート回答数)	2,449	2,436	2,167

5.3.6 事業としての投資効果

プラットフォームを事業として運営することによる効果は多様である。事業としての最大の投資効果はナノプラットの存在により、装置と技術を持たない研究者が先端的な装置と高度な専門技術者の支援を受けて、最先端の研究を実施できること、更に技術移転が進むこと等である。すなわち、“装置や技術がなくても研究できる環境”が作られ、多くの研究者・技術者が自前では行うことができなかつた研究開発が遂行されたことである。言い換えれば「ユーザーが獲得した研究開発成果には、ナノプラットを活用することでレバレッジ効果が効いている」のであり、年間約 3,000 件の利用から、数多くの成果が創出されている。

この投資効果を経済的に見積もるためには、高度な研究設備とその性能を最大限に引き出すことを可能とする知・技術（人）に対し、必要なユーザーが必要なときに自身の研究開発課題の解決に利活用できるプラットフォーム環境を構築することが、ユーザーにとっての研究開発投資効率のどの要素に効果をもたらすのかを考える必要がある。そこで、代表的な効果を 3 つに分類する。1) ユーザーが獲得する研究開発成果のレバレッジ効果、2) 研究開発に必要な投資、すなわちユーザーにとっての研究資源のレバレッジ効果（イ

ンプットに相当する研究投資の節減効果)、3) ユーザーが利用を通じて成果創出に至るまでの時間の短縮効果、であるとして記述する。なお、事業の投資効果は以下に挙げるものだけにはとどまらないものであり、連携・融合の促進による新しい発見や展開の効果など他にも多々考えられるが、ここでは敢えてもっとも合理的な説明が可能なものとして効果を限定的に定義して取り扱う。

1) ユーザーが獲得する研究開発成果のレバレッジ効果

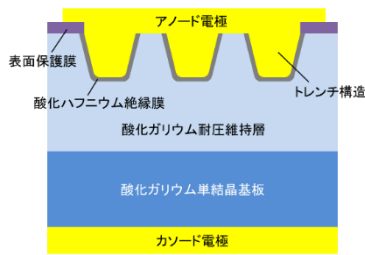
ナノプラットの存在なしには得られなかったであろう研究開発成果の事例は数多い。ナノプラットは、ユーザーにとって研究開発のアイデアはあるものの、実行するには設備も技術も足りないという場合に、先端設備と技術・知にアクセスすることを実現し、研究成果をより確からしいものにできたり、当初想定した以上の重要成果を創出することを可能にする。特に、研究立ち上げ期の若手研究者や、リソースの十分でない中小・ベンチャー企業にとってはレバレッジの効いた成果に至ることを可能にするシステムである。ナノプラット事業が毎年選考・表彰する「秀でた利用成果」等に選出された利用課題成果は、学術的な成果のみならず、企業における実用化・製品化につながっているものがすでに顕在化している。多様な研究開発成果のレバレッジ効果を総体として定量表現することは困難であり適切でもないため、以下に3つの具体的な利用成果事例を示す。

(1) 次世代酸化ガリウムショットキーバリアーダイオードの開発 (nano tech 2018 展示)

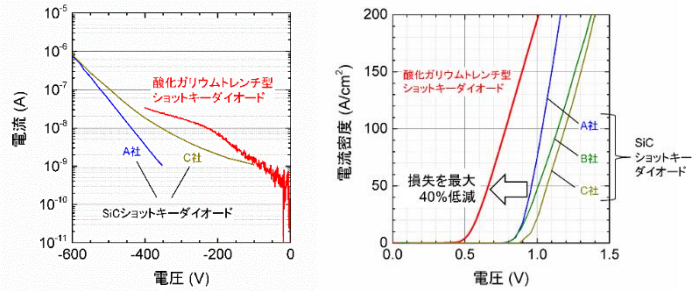
ユーザー：(株) ノベルクリスタルテクノロジ / (株) タムラ製作所

近年、地球環境やエネルギー問題が社会存続の鍵の一つとしてグローバルに議論されるようになり、半導体・エレクトロニクス分野においてもパワーデバイスが電力の伝達のエネルギー損失を低減する効果が重視され、その研究開発、産業化に欧米や台湾、中国、韓国でも関心が高まっている。パワーデバイスとしては、シリコン(Si)では不可能な高耐圧で高効率デバイスを実現できる、ワイドバンドギャップ半導体材料によるデバイスが採りあげられ、シリコンカーバイド(SiC)と窒化ガリウム(GaN)によるパワーデバイス研究開発競争がグローバルに激化している。そうしたなかで本利用課題のユーザーは、加工が極めて困難とされてきた酸化ガリウム(Ga_2O_3)を材料とするパワーデバイスに挑戦し、ナノプラットを利用し、トレンチMOS構造を設けた Ga_2O_3 ショットキーバリアーダイオードの開発に成功した(図 5.3.6-1)。市販されているSiCショットキーバリアーダイオードに比べて、最大で40%という大きなエネルギー損失低減に成功した(特許出願3件、プレスリリース)。さらに、トレンチMOS型パワートランジスタを世界に先駆けて開発にも成功し、酸化ガリウムのダイオードとトランジスタが揃ったことでパワーデバイスの応用先として最も市場の広いインバーター制作が可能になり、酸化ガリウムパワーデバイスの本格普及に大きく前進している。

デバイス構造



Ga₂O₃ トレンチ型ショットキーダイオードと市販 SiC デバイスの特性比較



Ga₂O₃への微細トレンチ構造の形成技術開発に成功。
Succeeded in developing the fine trench structure fabrication technique for Ga₂O₃.

低い逆方向リーク電流を維持したまま、順方向損失を最大で40%低減することに成功した。
We succeeded in reducing forward loss by 40% compared to commercially available SiC SBDs while maintaining low reverse leakage current.

図 5.3.6-1 開発されたGa₂O₃ トレンチ型ショットキーダイオードとその特性

(2) 高温でも使える光で剥がせる液晶接着剤の開発 (nano tech 2017 展示)

ユーザー：京都大学、大阪大学、名古屋大学

熱で剥がすことのできる接着剤は様々な製造工程で部材を加工する際の仮固定に広く用いられている。しかし、従来の製品は高温で接着力を失うために使用に大きな制限があった。そこで、光に反応して形を変える分子を合成し、光で剥がせるタイプの新しい液晶接着剤を開発した。この材料を開発してきたユーザーは、その接着・熔融過程をナノプラットの高輝度 X 線回折を光照射や高温状態で行い、詳細なメカニズムを解明した。接着機能が解明されたことにより、従来の高分子接着とは全く異なる接着アプローチ、すなわち「液晶接着」であることが判明した。高温でも十分な接着力を保持しながら、紫外線を当てることで、数秒で剥がせるため、幅広い用途への展開が期待できる(図 5.3.6-2)。この成果は「光液化材料を用いた仮固定接着」という科学技術を大きく前進させた。学術的にも産業的にも価値が高いものであり、実用に向けた共同研究が、ユーザーと企業間ですすめられている。(Nature Communications 7, 160704 (2016), 特開 2015-157769)

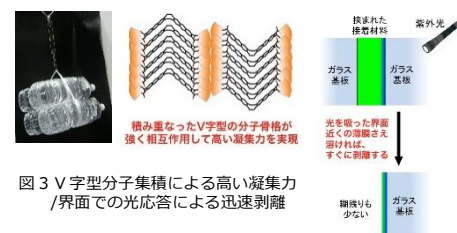
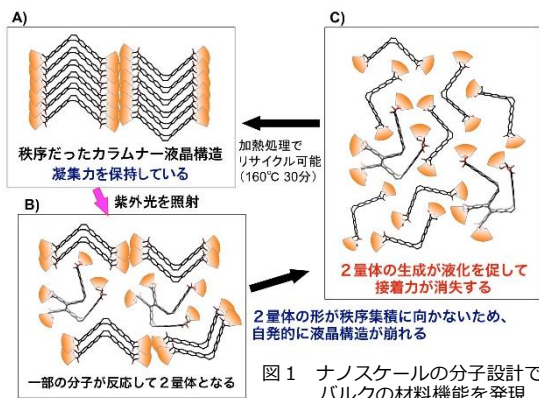


図5.3.6-2 光で剥がせる接着剤の概要

(3) 高性能鉛フリーハンダの開発 (nano tech 2019 展示)

ユーザー：有限会社ナプラ

近年、環境問題から鉛フリーハンダの普及が進められており、波及効果が大きいため開発競争が激化している。本利用課題のユーザーである有限会社ナプラは、ナノプラットを利用し、新規無鉛ハンダ材料を、加熱冷却可能な超高压電子顕微鏡や FIB-SEM 等を使い解析した。通常は数年を要するような温度サイクル試験を行うことなく、なぜこの材料が従来のハンダに比べて性能が向上するのか（理由・原因）を明らかにすることに成功した（図 5.3.6-3）。これにより、同社は特許を取得するとともに、大手企業から引き合いを受け、2017 年には量産化体制を整備した。さらに、世界最大の自動車部品メーカーである Bosch 社を始め、国内外の大手企業で採用に向けた評価が進んでいる。

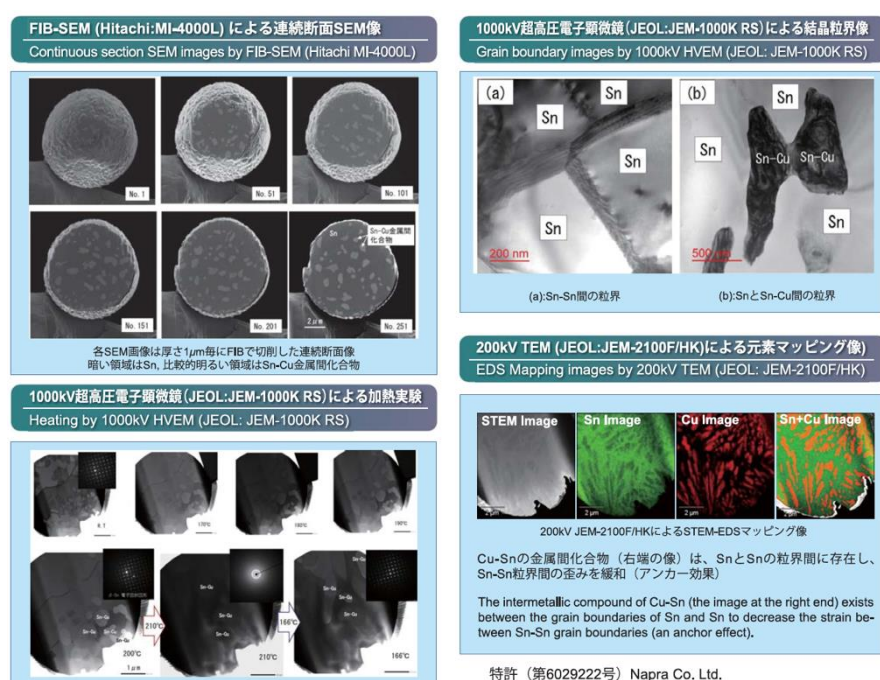


図5.3.6-3 高性能鉛フリーハンダの連続断面SEM像および透過電子顕微鏡像

2) ユーザーにとっての研究資源のレバレッジ効果

アイデアはあるが研究遂行に必要な装置・技術を保有していない研究者・技術者、すなわちユーザーにとっては、ナノプラットの活用で、それらを自前で保有する必要がなくなることが、顕著な経済効果となる。すなわち研究資源のレバレッジ効果、もしくは研究開発投資（インプット）の節減効果と言い換えても良いであろう。産学官を含めた国全体で見れば、ユーザーが各々の研究開発投資によって自前で課題を実行する場合の必要総投資額に比して、プラットフォームを整備・運用するために必要な投資額が少ないものであれば、すなわち産学官全体での研究開発投資効率は、その差分だけ実行のコスト効率は向上する。そこで、ここでは装置を集約して共用することでユーザー自身が独自に装置購入せずとも、最先端の装置を活用した研究を実施できることによる経済的な効果を「研究資源のレバレッジ効果」の一つとして類推する。

ナノプラットが利用に供する登録装置は H29 年時点で 1,096 台、その利用件数 16,467 件

(H24~H29 年度の合計)、利用料収入 2,560 百万円 (H24~H29 年度の合計) である。この全登録装置 1,096 台の調達額 (総額) は、過去に調達された設備も多く含むため不明なので、以下のように見積もった。

登録装置の内、H24 年度の補正予算によってナノプラットに導入された装置 94 台の調達額は 113 億円である。補正予算で導入された装置は大型なものが多く、単純に割り算をすれば 1 台あたり平均 1.2 億円であるが、1 台数億円の装置も含まれている。一方、ナノプラットの他の 1 千台の保有装置 (各実施機関が提供している装置) は、大型から、比較的価格の低い小型な装置まで多種多様である。例えば、大型の先端装置としては、計測関連では収差補正透過型電子顕微鏡 (3~4 億円) が 20 台以上、クライオ電子顕微鏡装置のように 5 億円以上の装置が 4 台、その他、2 次イオン質量分析装置などの 1 億円を超す表面分析装置などが 20 台以上設置されている (巻末付録 表 A4)。微細加工関連では、1 台 8 億円の直接描画装置や、3 億円のステッパが数台、2 億円台の EB の直接描画装置は多くの実施機関に導入されている (巻末付録 表 A4)。このような高額装置は個人の研究者や研究室単位で保有することは極めて難しい。さらに、これらの先端的な大型装置を有効に活用して研究を進めるためには、比較的安価である数多くの周辺機器が必要となる。さらに、ナノプラットに供する部分としての導入費用の類推が難しい放射光施設 (QST) やクリーンルーム等がある。そこで、これらの類推の難しい施設・設備は除き、かつ装置の減価・消耗や装置価格の分布を考慮し (巻末付録 図 A1)、ナノプラットの全登録装置の総額をおよそ 614 億円と推定した。

ユーザーがこれらの先端的な装置を用いて研究を行うには、高度な技術を持った専門技術スタッフが不可欠である。さらに専門知識を持っていない周辺分野の研究者・技術者、すなわち異分野の研究者がユーザーとして、これらの装置を用いて研究開発を遂行するためには、専門技術スタッフばかりではなく、高度な学術的知識を持った専門家 (研究者) のサポートも必要である。そこで、ユーザーがすべてを自己資金で研究開発を行う場合に必要となる装置に関連した費用である、装置導入費用、保守・維持費等、人件費 (専門技術者、高度な学術的知識を有する研究者) 等をナノプラットの活動実績データから推定した。

ユーザーがナノプラット利用により得られる便益は、装置そのものから得られるユーザー便益と、ナノプラットの運営を通じて提供される研究開発環境等 (知識・技術的サービス、装置の維持管理等) から得られるユーザー便益の 2 つである⁴。

前者の装置そのものから得られる便益は、装置の導入価格、減価率、共用率 (実績値とほぼ同じ 50% を用いる)、利用期間 (H24~H29 年度の 6 年間) から計算される。すると、装置から得られる便益はナノプラット利用 1 件あたり 1,120 千円⁵ となる (図 5.3.6-4) (環境設備、維持管理費の一部、人件費の一部、施設費を除く)。

また、後者のナノプラットの研究開発環境等から得られるユーザー便益は、ナノプラットの運営費 (文科省事業委託費および法人負担費の合計) から見積もることができる (巻

⁴ 厳密にはこの便益は、ナノプラットが供与した便益であるが、ここではユーザーが得た便益と同一とする。

⁵ 装置から得られるユーザー便益 = 614(億円/全装置) * 6 年 (H24-H29) / 10 年(減価償却期間年数) / 16,467 (利用件数/6 年間) * 0.5 (装置共用率) = 1,119 千円

末付録表 A1)。先に述べたように、この運営費はナノプラットが雇用している専門技術スタッフの person 費、法人が負担する高度な知を有する研究者の person 費、装置の維持メンテナンス費、消耗品、光熱水費などの一部をカバーするものである（図 5.1.1-1）。

H24~H29 年度における運営費はおよそ 18,600 百万円である。したがって、1 件あたりのユーザー便益は 1,130 千円以上となる。これより、ユーザーがナノプラットを利用する 1 件当たりの便益は 2,250 千円と算出される（図 5.3.6-4）。

ここで、ユーザー視点から見た ROI を“ユーザーに供された便益”の“ユーザー負担経費（利用料）”に対する割合と定義する⁶。すると、ナノプラット 1 件あたりの平均の利用料は 155 千円（= 2,560,459 千円/16,467 件；各プラットフォームにおいて異なるが単純平均した場合）であるので、ユーザーの投資効果 ROI は 15 倍となり、ユーザーにとってはナノプラットの利用により大きな投資効果が得られていることになる。装置から得られるユーザー便益に限っても ROI = 7.2 と十分に高い投資効果を示す（図 5.3.6-4）。

これはあくまで、上記の仮定を元に算出してのものであり、個々の事例により ROI は異なるが、これだけの装置群とその利用技術を最先端の技術を有する支援技術者の支援により利用できることは、ここで算出される数値以上の効果を生み出している。

ナノプラット利用における研究資源のレバレッジ効果

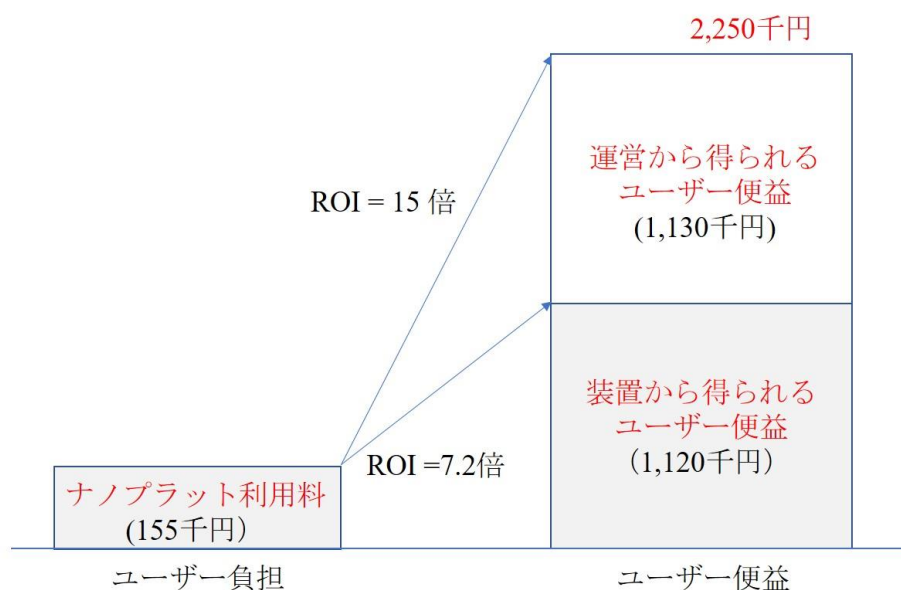


図5.3.6-4 ナノプラット利用におけるユーザーにとっての研究資源のレバレッジ効果（節減効果）

カッコ内の数値はナノプラ利用1件あたりの数値
 ナノプラット利用料155千円（H24~H29における平均）

⁶厳密には、ROI = “ユーザーが得た便益”/“ユーザーに供された便益”で定義すべきである。しかし、“ユーザーが得た便益”はナノプラット利用により得た研究成果を金額に換算して求めるべきものであるが不可能であるので、定義を変更した。

3) ユーザーが利用を通じて成果創出に至る時間の短縮効果

ナノプラットでは、高度な機能を維持された装置にアクセスし、高度な専門技術を有する支援技術者のサポートを得ることができるため、ユーザーは装置導入・保守・管理と、利用技術取得・習得の、二つの観点にかかる時間を短縮して研究開発の成果を創出することができる。

例えば、微細構造解析分野を例にとり、高性能の透過電子顕微鏡（TEM）を導入するケースを考える。解析者が未経験者の場合は、TEM 本体の基礎の習得、基本操作、EDS や EELS の習得や解析法の習得に通常およそ 10 ヶ月、高度技術・ノウハウ習得、維持管理の習得などに 5 ヶ月の計 15 ヶ月ほどを要する。一方、H24 年度の補正予算によって導入された収差補正電子顕微鏡（JEM-ARM200F）6 台を例にとると、装置研修終了後から共用開始まで、平均 104 日（5 ヶ月）ほどを要している。すなわち、ナノプラットの実施機関のように高度技術を有する TEM の専門家がいる場合であっても、5 ヶ月を装置稼働には要しているのが現状である。したがって、高性能 TEM のような、大型の装置導入に関連した時間短縮効果は 1 台につき 5~15 ヶ月といえ、ユーザーにとってそれだけ成果創出が早まる可能性がある。

一方、合成 PF で実施した企業ユーザーアンケート調査で、「ナノプラットの利用によって、どれくらいの研究開発期間が短縮されたか？」を問うたところ、半年～1 年間に相当する研究開発期間が短縮されたという回答が多数を占めた。異なる技術領域であるためまとめられるものではないが、ナノプラットのユーザーは、半年から 1 年間の幅で、研究開発課題を遂行して成果創出に至るまでの時間を短縮する効果が得られている。

5.4 成果のまとめ

項目 5.2、5.3 に示した活動実績とアウトカムより、4.1 に示した 3 つの当初目標（公募要領 ナノテクノロジープラットフォーム文部科学省平成 24 年 3 月）に相当する重要項目ごとに成果をまとめた。

1) 装置・設備の平等な利用機会の実現

ナノプラットでは、産学官のユーザーに対して、公平で開かれた共用施設・設備であるとともに、外部共用率を 30% 以上、そのうち 3 割は産業界の技術課題へのソリューションを提供することを目指した。開始当初の H24 年度から H29 年度までの活動状況を見ると、設備の外部共用率は 50% を超え、また、産業界の利用件数は全体の約 3 割となっている。ナノネット事業と比べても支援件数、成果発表件数は大幅に増加（>200%）した（巻末付録 表 A5）。

さらに、実際には装置共用率が 50% を超えていることから、ナノプラットの装置は参画機関内よりも外部に開かれ、外部共用がメインになっている。一方、利用人数はおよそ 2 万人、利用件数は 16,000 件、リピート率は約 60% となっている。ユーザーの地域分布に、偏りは見られるものの、潜在ユーザー数の分布を考慮すれば、全国的に分布は均等に広がっていると言って良いだろう。また、30 歳台以下の若手のユーザーの利用が 50% に達している。これらのことから、ユーザーに対して「設備・装置の平等な利用機会を実現」したといえる。

これにより、ユーザーは「装置保有・管理業務」から開放され、純粋に研究に専念できる時間が増加するとともに、十分な研究費を持たない研究者でも研究が可能になる体制が構築された。さらに、事業全体で 800 名以上の、専門性の高い技術者・研究者および支援技術者が全国の実施機関に所属して、ユーザーが持ち込む研究課題の解決・支援にあたっている。ナノテクノロジーの三分野（解析、加工、合成）における「知と装置のネットワークが構築」された。これによりユーザーにとっては、専門分野ばかりでなく、異分野へ参入する機会が提供されることとなった。このように、最適な実験方法や解析などの高度技術相談から、装置使用の専門的教育、共同研究まで、ユーザーの状況・目的に応じた対応が可能となっている。

支援の結果として数多くの優れた論文がユーザーから創出された。例えば、トップ 10 % の非引用利率の論文数は 213 報（H24~28）であり、かつ年々増加する傾向が見られる。また、全論文は 5,587 報（H24~H29）、特許出願数は 492 件（H24~H29）である。

以上のことから「装置・設備の平等な利用機会の実現」を通して、「研究方法の改革」に実質的に貢献しているといえる。

2) 分野横断・産業界の課題解決への寄与

前項に述べたように、ナノテク分野の広い技術領域に渡り「知と装置のネットワークが構築」されたために、異分野融合による研究の実施が容易になる体制が出来上がった。この効果は、産業界からの利用増加に繋がり、結果としてユーザーから数多くの特許が出願（492 件；H24~H29）されている。論文等についてはすでに前項に述べたが、インパクトの高い論文は分野横断的もしくは新興分野への寄与の割合が高いと予想している。さらに、数多くのプレス発表（881 件）、受賞（947 件）がなされている。

この他、企業による利用で後に実用化に至った事例が数多く見受けられた。例えば、化粧品、切削バイト、味覚センサー、鉛フリー圧電膜、MEMS マイクロホン、波長掃引パルス量子カスケードレーザーなどがあげられる。

3) 人材育成（研究者、技術者）

ナノプラットの支援に関わる技術者に対し、各々が保有する技術レベルに応じて、“エキスパート”、“高度専門技術者”、“専門技術者”の名称を付与する仕組みを構築した（職能名称付与）。同時に、そのレベルごとに必要となる技術内容も事業内で明確にした。これにより技術者の成長意欲と事業全体に対する責任意識が醸成され、技術レベルの強化・増大につながった。また、ユーザーにとっても、専門性を持つ技術者の支援を受けることへの信頼の構築につながっており、技術者のなかにはナノプラットからユーザー企業等へ転職し、新たなキャリア形成に成功する者も現れている。事業に参画する全技術者の 3 割がすでに、いずれかの職能名称の付与を得ている。

国内、国外にわたって技術者の研修と相互交流を行い、専門分野にとどまらず、分野を越えた技術者のスキルアップがおこなわれている。ナノプラットに所属する技術者だけでなく、全国の大学、高専の学生を対象にしたナノプラット施設を使った学生研修を提供し、次世代のナノテク研究者、技術者育成もおこなっている。加えて、若手人材に対して国際的な研究・技術視点醸成のために、米国 NNCI に研修生（のべ 28 名；H24~H30）を派遣し

ている。

全体として、ナノプラットに構築されたネットワーク機能を活用し、幅広い分野に対応できる教育・研修を実施する体制を整備した。材料の分野でいえば、金属、セラミックス、半導体から有機材料や生体材料まで、研究・技術分野から見れば、物理、化学、計算などの基礎分野からエレクトロニクス、機械、エネルギー、環境、農学、医学のような応用分野までと、幅広い分野で技術的な教育・研修のスキームを構築した。

以上のようにナノプラットでは、当初の目標を上回る成果が得られつつある。これらは前身の2つの事業に対しナノプラットでは、(1) 支援を担う実施機関が、所属する法人から一定の独立性をもつようにしたこと、(2) 3つの領域ごとに実施機関をプラットフォーム化し、各プラットフォームに代表機関を置いてそのリーダーシップによる主体的なマネジメントを行ったこと、(3) 新規利用に至るハードルを下げるための試行的利用制度を設け、プラットフォームによる目利きの実効性を持たせたこと、等の効果が大きい。さらに、目標が具体的に設定されていること、事業参画者全体にナノプラットとしての貢献意識の共有化を図ってきたことによる。すなわち、各参画実施機関においては、外部に開かれた共用施設組織を作り、外部共用率や産業界の利用目標率の設定がなされた。また、3つのプラットフォームそれぞれの代表機関のリーダーシップと、実施機関の連携により効果的な支援体制の整備と支援活動を推進した。ナノプラット全体に関わる共通課題について、3つの技術領域の運営責任者とセンター機関が集まる会議体を構築し、解決にむけた努力を継続している。特に本事業に参画している技術専門人材のインセンティブやスキルアップへの取り組みを強化している。また、日々、ユーザーが利用に至るハードルを下げるための広報やコーディネート活動、Webを使ってユーザーの利便性を向上させる施設・設備紹介や、得られた成果の発信を行っている。若手ユーザーの割合が50%を超えることや、事業開始から6年が経過してもユーザーの約4割が新規利用であることは注目すべき点である。

なお、現在の事業では対応し得ない、技術的、制度的、運用上の構造的問題は、第7章で論じる。

6. プラットフォームを取り巻く状況の動向

6.1 ユーザーニーズ

ナノプラットの H24~H28 年の 5 年間のユーザー数は約 2 万人（リピーター者の平均利用年数を 2 年と仮定）である。ユーザーの研究分野をユーザーアンケートから見た結果を以下に記す。

ユーザーの研究分野では、化学、材料研究者が最も多いが、生物、農学、医歯薬分野が少しずつ増加している（図 6.1-1）。

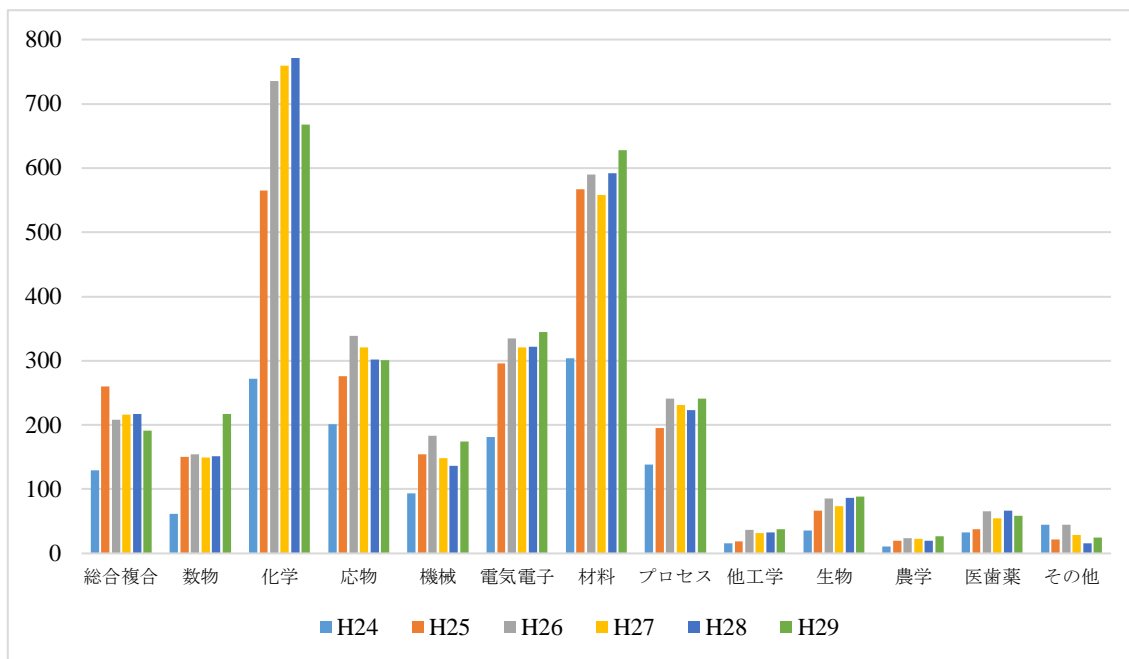


図 6.1-1 ナノプラットユーザーの研究分野

（図に記載の研究分野は、H24 年度科研費公募要領に記載の分野に準ずる。）

加工 PF ではバイオ・ライフサイエンス、化学・分子テクノロジー、フォトニクス分野の利用が増価傾向にある。合成 PF でもバイオ・ライフ関係の利用が H25 年度に比べて H28 年度で 5 倍増加している。

ナノプラットユーザーが所属する機関の地域分布をみると、ナノテクに関係する企業・研究機関の多い地域や、ナノプラットの実施機関の近くに集中する傾向にある（図 5.2.2-3）。ユーザーの所属機関がこれまでの実績においてほとんどない地域については、その理由をさらに調べる必要がある。

利用形態については、3 つの PF とも機器利用を求めるユーザーの割合が高くなっているが、これは、リピーターが年々増加し、装置の操作に習熟してくることも一因であろう。次いで技術代行の占める割合が高い（図 5.2.1-3）。加工 PF では、より製品化に近い段階まで、ナノプラットの技術を利用することができるようにしてほしいといった要望も出されている（図 6.1-2）。

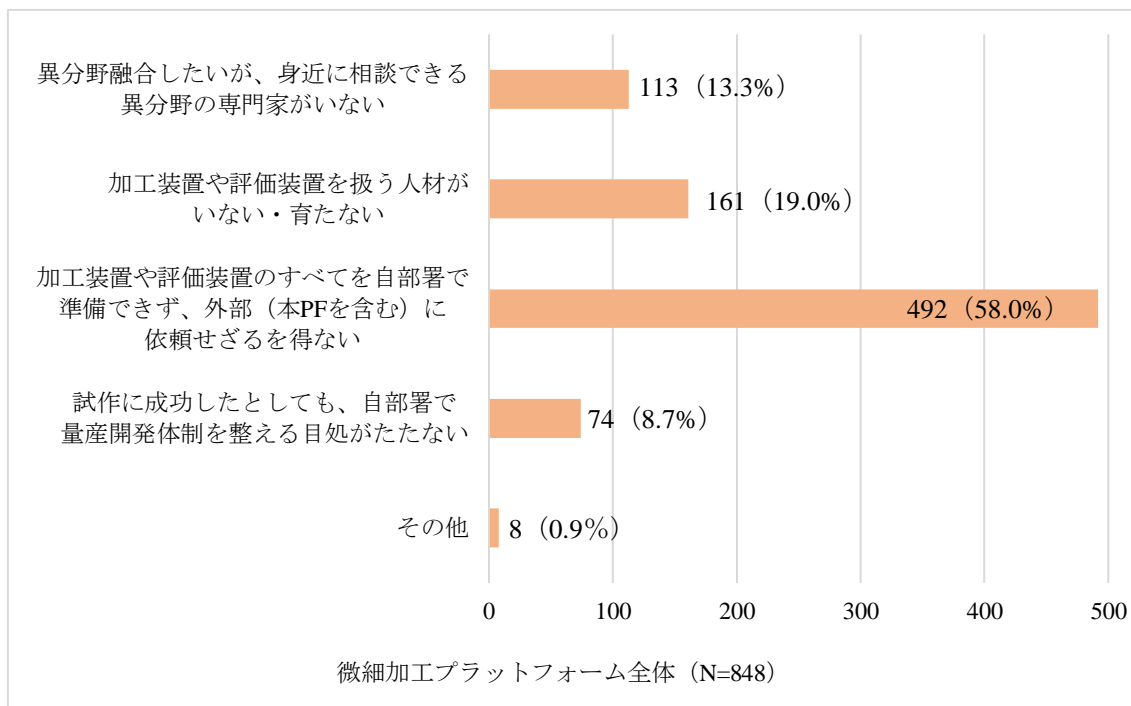


図 6.1-2 加工 PF での利用意見 (H29 年度ユーザーアンケート)

施設・設備については、FIB-SEM、TEM などの解析装置、微細加工プロセスへの要望が高い (図 5.2.2-2)。

6.2 ナノテクノロジー関連技術

Society5.0 及び SDGs など、科学技術イノベーションによる新たな価値の創造と持続的な安全・安心な社会の実現に向けて、環境・エネルギー、ライフ・ヘルスケア、社会インフラ、ICT・エレクトロニクスなどの分野で技術開発が活発化している。ナノテクノロジーは、新たな機能を有する物質・材料の合成、解析、評価から素材・デバイスの加工、解析・評価に至るまで基盤となる技術と位置づけられている（図 6.2-1）。

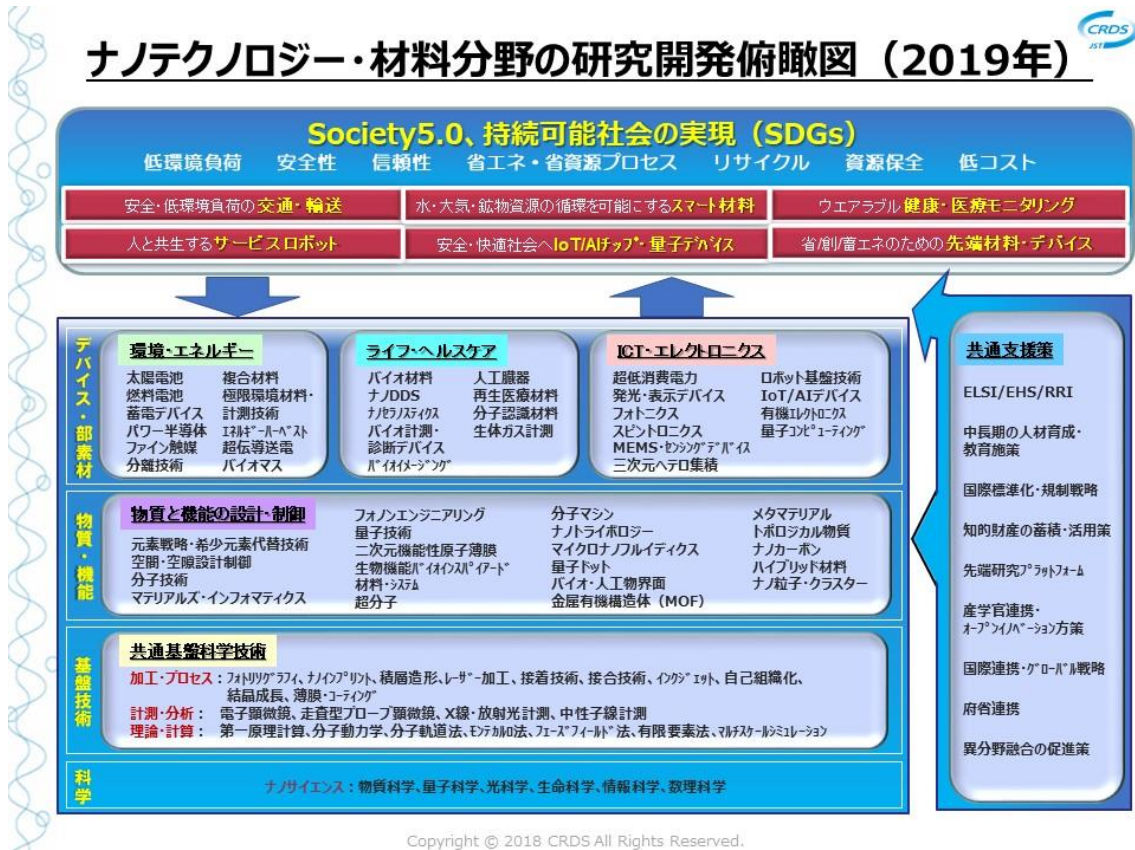


図6.2-1 ナノテクノロジー・材料分野の技術展開
 (ナノテクノロジー材料分野の研究開発俯瞰図 (CRDS より))

ナノプラットは、材料設計、創製、加工、解析評価の最先端ナノテクノロジー設備と技術を共用基盤として広く産学官の研究者にイノベーション加速の場を提供している。

IoT、AI、特に、素材、エレクトロニクス、センサー・アクチュエータ、電池などの研究開発が進展するなか、ナノプラットは研究開発の方向を見極め、適切な施設・設備と技術ノウハウの解をもってユーザーに対応していく必要がある。実際、ナノプラットユーザーの利用動向を見ると、農業や医薬系などバイオ・ライフサイエンス分野の利用傾向（図 6.1-1）や、解析・評価技術においても、実環境や動的環境下での観察、解析の要望が増えている。

他方、すべての人、もの、コトがつながる IoT 時代では、特にものづくり現場では、高い国際競争力の維持・向上のために、ビッグデータ・AI を活用した情報の共有化・オープン化の流れが進んでいる。そのための最先端計測技術に関する標準化活動が行われている

(MADIS: <https://www.nims.go.jp/research/MaDIS/>、イノベーション創出に向けた計測分析プラットフォーム(学術会議)。また一部機器メーカーでは、特定の装置に関して、遠隔で測定条件、解析結果などの情報を共有できるシステムも構築しつつある(<https://www.hitachi-hightech.com/jp/extope/>)。ナノプラットフォームでも加工 PF において、薄膜評価技術の高位平準化と国際標準化の試みがなされている。

Society5.0 や SDGs に向かう流れのなかで、今後、製造・加工・合成、計測・解析・評価、シミュレーションなどの基盤技術において必要とされる研究開発分野に対応すべき施設・設備・技術の整備を進めるとともに、サイバー空間を活用したユーザーフレンドリーな情報の共有化を進める必要がある。

6.3 関連事業

大学や公的な研究機関が所有する研究施設・設備は科学技術イノベーション活動を支える重要なインフラとされ、その整備・共用・ネットワーク化は研究開発やイノベーションの持続的な創出や加速に貢献するとされている（第5期科学技術基本計画）。SPRING-8など特定先端大型研究施設については、すでに共用利用体制が構築されているが（特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律、H6年）、さらなる研究開発投資効果の最大化、研究成果の持続的な創出、多様な学問領域への対応のために、文部科学省は、H28年度より先端研究基盤共用促進事業を推進している（表6.3-1）。

表 6.3-1 日本国内の共用事業例

最先端大型研究施設の整備・共用	特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律に基づき指定	SPRING-8, SACLA, J-PARC, スーパーコンピューター「京」
先端研究基盤共用促進事業（共用プラットフォーム形成支援プログラム）	産学官が共用可能な研究施設・設備等における施設間のネットワークを構築する共用プラットフォームを形成することにより、世界最高水準の研究開発基盤の維持・高度化を図る	<ul style="list-style-type: none"> ・光ビームプラットフォーム (◎KEK, 立命館大, 阪大, あいちシンクロトロン, 東京理科大, 兵庫県立大等) ・NMR共用プラットフォーム (◎理化学研究所, 横浜市立大学, 阪大, 北海道大) ・電磁場解析プラットフォーム (◎日立製作所, JFCC, 九大, 東北大) ・MS共用プラットフォーム (◎横浜市立大, 国立がん研究センター, 北里大学) ・風と流れのプラットフォーム (◎海洋研究開発機構地球情報情報基盤センター, JAXA, 東北大, 京大, 九大) ・原子・分子の顕微イメージングプラットフォーム (◎北海道大, 浜松医科大, 広島大)
先端研究基盤共用促進事業（新たな共用システム導入支援プログラム）	競争的研究費改革と連携し、研究組織のマネジメントと一体となった研究設備・機器の整備運営を行い、研究開発と共用の好循環を実現する新たな共用システムの導入を加速	北海道大, 帯広畜産大, 東北大, 宇都宮大, 筑波大, 千葉大, 東京大, 東工大, 東京理科大, 早稲田大, 慶応大, 東京都市大, 東海大, 金沢大, 豊橋技術科学大, 名古屋市立大, 名工大, 名大, 京都工芸繊維大, 阪大, 大阪市立大, 奈良工業高専, 高知・JAMSTEC, 広島大, 山口大, 熊本大, 長崎大, 琉球大

一方、海外におけるナノテクに関わる施設・設備の共用化については、ナノプラットとほぼ、目的、予算規模が同程度である米国 NNCI (National Nanotechnology Coordinated

Infrastructure) が参考になる (<https://www.nnci.net/>)。NNCIは2015年から5年計画で、前施設共用ネットワークのNNIN(National Nanotechnology Infrastructure Network)(2004~2015)の後継プログラムとして実施されている。全米17州から16拠点、パートナー機関を入れて合計29の機関(NNINから引き続き参加しているのは7機関)が、参画している。パートナー機関には国研、NPOなども参加している。NSFからの予算は年約17億円程である。支援の中心はクリーンルームによるマイクロ/ナノ加工、先端計測設備で、対象分野は、エレクトロニクス、材料、バイオ・医薬、エネルギー、地球科学、環境など多岐にわたる。設備数は2,000台以上、200名以上のエキスパートが支援に携る。NNCI内で都度検討されている案件等は、実施機関レベルでは、最新の施設・設備、技術スタッフの維持、ユーザーへの最適なサービス、ネットワークレベルでは、ネットワーク化による支援の最大化、新規ユーザーの開拓、ネットワーク内の協力、NNCI外のナノテク施設との協力、ナノテク研究スタートアップに対する支援、一般へのアウトリーチ、世界をリードするナノテク基盤ネットワークになるには、等である。

7. 事業の現状の問題点と今後の課題

7.1 支援技術関連

ナノプラットが開始から5年以上が過ぎ、利用ニーズの広がり、技術進展に伴うユーザーニーズの高度化、同時に求められる技術者のさらなる高度スキルと技術継承、新たな先端技術に対応するための施設・設備の更新などが、ユーザーやナノプラットを担う現場から多数指摘されている。

以下に現状の問題点と、今後の課題を整理する。

7.1.1 技術領域

○現状の問題点

ユーザーニーズの高度化や利用ニーズが広がる新しい技術領域への対応ができていない。特に学際領域・異分野融合が求められる新しい研究開発課題（利用課題）が増加するなかで、現有設備・スキルでの対応ができないケースが増えてきている。

例えば微細構造解析技術分野においては、測定対象のオペランド計測、ソフト系材料の極低温下での高分解能計測を実施できないかとのニーズが増加しており、現在のナノプラットでは対応が難しい。微細加工技術分野では、従来の半導体・MEMS加工だけでなく、関連する物質・材料の加工・プロセス技術、分子系材料の取り扱いや、マイクロ流路などを活用するバイオ/ライフサイエンス系の技術に対するニーズが増加している。分子・物質合成技術分野でも、やはりバイオ/ライフサイエンス関連研究での利用ニーズが増加している。これら、いずれもナノプラットが現在までに有する施設・設備群、技術だけでは対応することが難しい利用課題が増加しているなかで、ユーザーへ付加価値を提供し続けることが、困難になってきている。

○今後の課題

- ・ 次々に登場する新技術への利用ニーズに対応するためには、先端設備の戦略的な導入・更新と、常に装置の性能を引き出せるだけのメンテナンス、それらを可能にする高度な専門性を備えた技術者の存在、そして技術者のスキルアップが欠かせない。例えば、微細構造解析技術においては、上述のオペランド計測を可能とする装置群や改造、ソフト系材料に関わる専門知識、観察用試料の作製など、より多様で高度な技術への対応が求められている。微細加工技術では、IoT等との技術融合によるよりカスタマイズされたデバイス作製など、異分野の専門知識とそれに対応できる高度技術を習得した専門技術者が必要である。分子・物質合成技術では、バイオ/ライフサイエンス系の利用課題への対応のみならず、合成から解析評価までの一貫した支援と、データ科学を活用したインフォマティクス技術の強化が課題である。
- ・ 利用課題の多様性や広がりに応じた、“微細構造解析”“微細加工”“分子・物質合成”の技術領域をすべて駆使したユーザーへの対応に課題があり、技術領域を横断したサポート体制の構築が求められる。

7.1.2 施設・設備

○現状の問題点

利用課題の技術的な進展や広がりに応じた施設・設備上の課題については上述したが、ここでは新技術・新装置開発との関係や、日本全国をバランスよくカバーするとの観点から述べる。すでに、ナノプラット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、現在のナノプラットでは、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。また、日本全国のユーザーに支援が行き渡っているとは言い難く、ナノプラットを構成する各実施機関により、その支援機能や能力・特色には大きな違いがあるなか、各地のユーザーに十分な支援を提供することが難しい状況がある。

○今後の課題

- ・ ナノプラットを構成する機関がどのような技術を得意し、関連する設備を保有しているか、運用できる能力を有しているかと、周辺に存在する関係機関や地域の産業など、地域性を考慮した技術・設備の配備が課題である。同時に、長期的な視野に立った設備の高度化、更新が課題である。
- ・ 技術の進展に伴い新たな装置が生まれているが、このような新規に開発された最新装置・設備の取り込みに課題がある。本来、装置開発に関わる研究開発投資は別の公的施策や企業によっておこなわれているが、日本では新規な特殊装置を、将来的なスタンダードとして育てる普及施策に課題がある。ナノプラットは、装置技術と新しいニーズに対して豊富な蓄積と情報を持つことから、このような新技術・新装置開発との接続が課題である。
- ・ 微細構造解析技術分野では、遠隔地のユーザーを対象に、装置の遠隔操作の可能性、また、新規設備導入に対してはリースなど柔軟な取り組みの検討も必要である。
- ・ 微細加工技術分野では、各実施機関の役割に応じて、長期的な設備の更新が必要である。その際、利用料収入も含め様々な資金の活用も必要である。
- ・ 分子・物質合成技術分野では、ソフト材料の合成・オペランド計測に加えて、生命科学分野にも対応できる動物実験施設等の必要性も検討すべき課題である。

7.1.3 プラットフォームを担う技術専門人材

○現状の問題点

ナノプラットが生み出す付加価値の源泉は高度な専門性を持った技術者にあるが、このような人材を恒常的に先端設備と共にプラットフォームとして配置することが、難しくなっている。技術の進展と利用ニーズの拡大を考慮すれば、多様な研究開発課題に対して、研究者と共に課題解決にあたる専門技術者は欠かせないパートナーといえるが、わが国の大学法人や研究機関では、人事制度上や財政上の問題、そしてなによりも研究社会における風土や認識の問題から、このような技術者を育成し確保し続けることがうまくいっていない。研究開発課題を抱えるユーザーからすれば、頼りになる技術者の存在とともに、保有された高度技術やノウハウの継承の必要性が強く望まれている。すでに、人員の絶対数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。

○今後の課題

- ・ 高度な専門性を備えた技術者など、研究者そのものでなくとも、研究環境を取り巻く人材が担う仕事を、より魅力ある職業へと変えていくことが課題である。その手段としては、人事・雇用制度の改革や、新しい評価制度はもちろんのこと、専門性に関するインセンティブ維持・確保や処遇の改善、キャリアパスの構築が課題である。例えば、キャリアパスの見える化をしたり、多様な働き方に応じたモデルの構築をおこなひ、「選ばれる仕事」へと変えていくことが本質的な課題である。
- ・ ナノプラット参画機関に蓄積されている技術的知見（知識、ノウハウ、特許、データ）をナノプラットの資産として利活用可能な形態にしていくことが課題である。技術情報であれば、統一的な用語、フォーマットに基づくデジタル化を進め（データベース化）、ナノプラット全体で共有できる体系を構築するとともに、ユーザーにとって必要な情報が得やすいシステムを構築することが課題である。

7.2 運営・運用

ナノプラット全体に関わる運営上の現状の問題点、今後の課題を以下に挙げる。

7.2.1 利用窓口、利用料金

○現状の問題点

ユーザーは、自身の研究開発課題のためには、全国のナノプラットから最適なソリューションが期待できる技術的ポテンシャルを持った機関を、自在に組合せて利用したい。しかし、複数機関をまたいで利用する場合には、手続きの煩雑さや重複、類似技術・装置であっても利用料の設定に機関間で差があるなど、不都合が生じてしまう。現状では、利用に際してのユーザーの利用手続きの簡素化や一元化、利用料の設定やルールに関する統一化・適正化が不十分である。

○今後の課題

- ・ 地域での窓口一元化等の事例を全国展開していくことが必要である。
- ・ 利用料の基本的な考え方はプラットフォーム間で共有されているが、実施機関の属する法人ごとに料金規定が異なることからその平準化は進んでいない。利用料金の実際的な算出法を一層明確にし、法人に対してナノプラットとして利用料設定の標準化を要請していくことが必要である。

7.2.2 技術代行への対応

○現状の問題点

ナノプラットは、最先端の施設・設備と技術ノウハウの提供を旨としている。現在は約60%のユーザーが機器利用として自身で操作しているが、高度な操作や技術ノウハウが必要な場合には技術代行、技術補助や共同研究レベルの支援を提供している。ユーザーが求める技術に関して自身の専門性が不足している場合は、高度な操作や技術ノウハウを有するナノプラットサイドで技術代行の支援をできるよう制度上は設けているが、技術代行へ

のニーズは増加しており、現在の体制では十分な対応は難しい。

○今後の課題

- ・ ユーザーの利用を促進するナノプラットフォームにあって、技術代行をどこまで発展させるべきか、ということについてのコンセンサスは得られていない。大学等研究機関が、幅広い研究開発者の技術的なニーズ、とりわけ技術代行へのニーズにどこまで対応すべきかについて、考え方を整理する必要がある。
- ・ 技術代行への対応を拡大していく場合には、それを可能とする人的リソースを強化する必要がある。
- ・ 微細加工技術関連では、技術代行による試作の要望が特にあるが、ナノプラットフォームにおけるマンパワーの問題から十分な対応は難しい状況であり、試作代行を可能とする別の枠組・組織を構築するなど、対策を検討する必要がある。

7.2.3 商用利用への対応

○現状の問題点

企業、特に中小企業やベンチャーからはナノプラットフォームの装置で試作したデバイスそのまま市場に有償で提供して評価を得たい等の商用利用の要望があるが、現在までの「基本的な考え」として、ナノプラットフォームでは、研究開発目的、研究開発段階での利用に限定して、設備の使用を認めている。一方、利用課題の成果物が社会実装を最終目的とした研究開発の一部とみなされるケースもあり得るなど、ナノプラットフォームを取り巻く状況を勘案すると、必ずしも対応基準が明確でない。また、ユーザーからは試作がナノプラットフォームで成功しても量産化を受け入れてくれる企業がなかなか見つからないという問題が提起されている。

○今後の課題

製造業でもファブレス化が進んでいる現状を考慮すると、研究開発から事業化への橋渡しの機能を、大学や国研等で構成するナノプラットフォームが試作段階を超えて量産化に至るどのフェーズまでをカバーできるかを明確にする必要がある。

7.2.4 成果の指標、評価

○現状の問題点

各実施機関、代表機関では成果指標の収集に多大な労力を要している。また、同じ成果指標で支援機能、能力・特色の異なる実施機関を評価することは適切でない。また、ユーザーの研究・技術開発活動成果を把握することはアウトカムとして重要であるが、その対応が不十分である。

○今後の課題

- ・ 外部共用というミッションに対するそれぞれの機関の役割を明確化して、その役割に対してどれだけ成果を上げたかを評価項目とすべきである。

- ・ 事業の成果指標に関して、設備の外部共用率と基礎となる利用日数、利用料の算定根拠の明確化などは、継続的な課題である。
- ・ ユーザーの研究・技術開発活動成果の追跡にはユーザー識別子（例えば、ORCID: Open Researcher and Contributor ID など）の導入は必須である。

8. 将来の施策設計にもとめられること

人、もの、コトが有機的につながった産業構造の変革、安全・安心な持続社会発展など、Society5.0 や SDGs に向けた IoT、AI を中心とした研究・技術開発が活発に進められている。このような背景のもと、ナノテクを始めとした先端技術は、センシング、情報通信、ビッグデータ解析、エネルギー、環境など、IoT や AI の基盤となる技術としてますます重要になってきている。特に、イノベーションへの研究開発投資の効率化、産業化へのリードタイムの短縮化が進む。

これまでのナノテク関連共用事業の経験と実績を踏まえ、これからの研究開発を先導する先端共用施設・技術プラットフォームに求められる観点について提示する。

8.1 新たな先端技術プラットフォームの全国的体制

○ 技術プラットフォームの配置と組織構造

- ・ 日本全国の研究開発者に対して最適なかたちで技術プラットフォームを提供するには、特定の一か所だけに物理的に施設・設備を集中させるのではなく、各地のカバレッジ・アクセス性を考慮した分散ネットワーク的な配置を前提とすべきである。他方、あらゆる研究開発課題に対応できるようなフルセットの施設・設備をすべての地に整備することはリソース制約上、無理があるため、全国のうち数か所、たとえば、北海道・東北、関東、中部・東海、関西、中国・四国、九州などのいくつかには、戦略的な更新も考慮したハブ・集約的な施設・設備体制が望ましいだろう。いくつかの中核的なハブと、それ以外の各地の機関が蓄積する特徴的な技術領域を軸とした、いわば「ハブ&スポークのプラットフォーム体制」が、ユーザーのアクセス性や、変化するあらゆる技術的な課題解決への道筋を最短化させるものとして、適切ではないだろうか。
- ・ このことによって例えば、自然災害等の不確定要因による、各地での研究開発活動の停滞リスクを低減化することも可能になる。現にこの数年の間に起こった地震災害の際には、災害地域で研究開発活動に支障をきたした機関の研究者を、他地域のプラットフォーム機関がバックアップとして利用を受け付けることで、災害地域の研究開発活動のリカバリーを可能としたケースがいくつもあった。
- ・ このようなプラットフォームを運営する組織としては、多数の大学・研究機関が参画するプラットフォームでありながら、各法人に主体がある既存研究組織と分離したマネジメント・オペレーションが必要となる。プラットフォーム全体を統括する機構のような組織が必要と考えられるが、もっとも重要なことは全体で一つの“one platform”として運営されつつも、各参画法人の有する人的・技術的・物的蓄積とが、親和性を持って機能する仕組みを成立させることである。ユーザーから見て、このようなプラットフォーム

が構築されていることが、研究開発の投資効率最大化に相応しいと考えられる。

- ・ その際、最大の壁はプラットフォームを通じて活躍する人材の、雇用・評価制度を単に既存組織から分離させるような話ではなく、各法人が持つ制度・規則体系と、如何に親和的な構造を構築させるかということにある。特に、参画機関の責任者たる人材や、技術者を始めとするプラットフォーム運営組織のメンバーは、専任者を中核として構成することが望ましい。その中で、技術者を始めとするプラットフォームを取り巻く多様な人材のキャリアパス構築を可能とすることが鍵となる。
- ・ プラットフォーム全体を調整する機関を設置し、情報の集約・アウトリーチ活動、技術者人材の育成などを、責任をもって先導することが求められる。特定の参画法人だけでは、やはりその法人ならではの特定技術領域に目がいきがちとなる。技術者は多数の機関がカバーする幅広い技術的な専門性を、少なくとも複数習得する過程を経て、一定の俯瞰視野を持った頼られる技術者へと成長していくことが期待される。そのためには、このようなプラットフォーム全体を調整する機関が、技術者等の人材育成にも責任をもつような構造が望ましいだろう。また、幅広い施設・設備・技術の情報を外部へ積極提供し、潜在ユーザーを含めたユーザーが抱える課題の解決をコーディネートする人材の配置が必要である。

○ 対象とする技術領域

- ・ **Society5.0** や **SDGs** に向けた **IoT**、**AI** を中心とした研究・技術開発に対応するために、設備共用事業においては情報通信・エレクトロニクス、センシング、ビッグデータ解析、環境・エネルギーなど、広く基盤となる技術領域をカバーする必要がある。
- ・ ナノテクノロジーは、元来科学技術の基盤的技術である。求められる技術プラットフォームとは、ナノテク研究者のためだけでない、バイオ・ライフや環境・エネルギーなど、幅広い分野の研究者へ最先端の基盤的技術を提供可能とするプラットフォームであろう。ナノテクノロジーは、技術分野を横断し異分野融合を促進する、様々な研究開発分野の最先端を支えるエンジンである。具体的には例えば、計測技術関連では、オペランド計測、極低温計測、複合解析技術などである。加工技術では、半導体だけでなく、ソフト材料も含めた **MEMS/NEMS**、センサー・光・電子エレクトロニクスなど、デバイスまでの一連の加工・プロセス技術、**3D 積層造形技術**などである。ソフト材料などの材料合成に関しては、分子の設計・合成から解析評価までの一連の流れのなかでサポートを提供することである。
- ・ 重要なことは、これら技術領域がいつも別々に運用されているのではなく、ユーザーの期待に対して、総動員可能な運用体制を持つことであろう。

○ 人材

- ・ プラットフォームでユーザーの利用課題に応じる技術者を中心とする組織は、国際的な

研究のトレンドや変化に対応できる技術的能力を備える必要がある。そのために高度な専門性を有する技術者が不可欠であり、このような人材を中長期的な方針を持って雇用・育成することが必要である。

- ・ 進歩する技術に対して、保有スキルの維持・向上、異分野技術課題への対応など、共用施設・設備に係る技術者には、より多様で高度なスキルが求められつつける。技術者は、ユーザーの技術的知識やスキルに関する教育や、相談に対応するとともに、異分野の技術者・研究者と交流することにより、自身のスキルの幅と厚みを広げる必要がある。そのためにも、このようなプラットフォームで活躍する人材のインセンティブ、キャリアパスなど、緻密な制度設計・方策が必要である。技術レベルや貢献に応じたスキルアップやキャリアパスモデルを明示して、選ばれる仕事の一つとして育てていく必要がある。

○ 施設・設備の戦略的な更新

- ・ ユーザーが相対する研究・開発課題は、日々高度化し複雑化している。新原理や新技術を備えた新規設備・装置の導入は不可欠であり続ける。全国でプラットフォームを最適構成する際には、各参画法人からのボトムアップで設備を整備していくのではなく、地域性や技術の蓄積性を中長期視点にたって考慮した、戦略的な設備配置と、技術の世代更新を加味した適切なタイミングで更新を実現していくための財政的戦略が要る。また、高度な技術支援を支えている、既存技術の汎用設備の安定的・継続的な運用も重要であり、最先端設備と汎用設備とか両者ともに定常維持・管理されて初めて、多様な課題を持ち込むユーザーに解決を提供することが可能になる。過去、6年間にわたってナノプラットを運用してきた経験から判明したことは、これらは公的資金とユーザーからの利用料収入、そして各参画法人の運営費交付金等の三種の財源で賄うことのできる限界値はプラットフォームの日常的なオペレーションコストまでであり、先端・高額な設備を戦略的に更新するには、別の資金戦略が必要になるということである。同時に、複数年度にわたって利用料や寄付金などの資金を積み立てて使用できるようにするなど、いくつもの工夫を重ねる必要がある。

8.2 先端技術プラットフォームの運用

○ 縦の技術フェーズとしても拡大するユーザーニーズ

- ・ ユーザーニーズが多様化していることは上述したが、技術領域の横の広がりだけでなく、縦への広がり、すなわち基礎的なフェーズから、より具体的で実用を見据えるフェーズまで、ユーザーニーズは縦にも拡大している。実用指向のユーザーであればいつでも、「もう一段次のステップへ」研究開発を発展させたいと願うものだが、これに対し大学や公的機関で構成する技術プラットフォームがどこまで技術的な対応を担うべきかとの議論がある。現在のところ、ナノプラットの場合は利用課題に「研究要素が有ること」且つ「機関の有する専門性・特徴的な技術や知によって対応すべきと判断できるもの」であることが、プラットフォームで応じるべき利用課題であるとしてきたところである。しかし、社会実装へ向かう「もう一段次のステップ」と、特に企業が対応しうる投資対象との間には技術的にも時間的にもギャップがあり、その溝を埋めるための方策、ある

いは歩み寄りが求められると考えられる。当然のことながら、公的資金によって対応すべき課題であるかどうかの厳密な判断が必要であることはいまでもないが、イノベーションの加速には、研究成果をシームレスに社会実装へ結びつけ、そしてまた次なる研究課題へと、フィードバックループを機能させることが必要である。より商用に近い形態での利用を希望する声も一定あるなかで、わが国の先端技術プラットフォームの適用・対応範囲について、一步踏み込んだ方策を見出すタイミングにあるのではないかと考えられる。

- ・ ユーザーの利便性に関しても、利用相談に始まって、利用課題の申請、利用報告書の在り方、適正な利用料による受益者負担など、個々の参画法人固有の事情は考慮されうるべきものであるとしても、ルールや手続きの簡素化、遠隔地ユーザーに対する利用の優遇的な措置など、いくつかの方策が必要である。

○ 国際化、国際連携

- ・ 世界の研究開発活動は国際化しているなか、日本では国際共著論文の低調など、いくつかの課題が各方面から指摘されている。先端技術プラットフォームは、国際的に開かれたものとすることで、海外の情報や課題を通じて知を取り込み、また、国際的なプレゼンスを向上させ、海外の有能な人材を吸引することも求められる。プラットフォームの運営の観点では、海外の関連機関・関連事業と技術面や人的な定期的な交流を行い、技術や運用上の工夫を学びあい、そして我が国の技術プラットフォームが国際的な技術ネットワークの一極として機能することが、世界の研究開発基盤・環境のなかで最先端をキープするためには必要であろう。もって我が国の研究力の向上に本質的な貢献を担う先端技術プラットフォームたりうるものが重要である。

○ 情報の共有

- ・ 施設・設備、技術、成果の各情報をデジタル化しプラットフォーム内での共通運用はもちろんのこと、第三者の利活用に供する状態を作っていくことが重要である。ユーザーの利便性を向上させるとともに、オープンサイエンスとイノベーション加速に寄与する。他方、情報の取り扱いについては、利用課題にかかわるデータの所有権のあり方、特許・ノウハウその他の知的財産の管理など多岐にわたるが、セキュリティーの観点からレベルに応じて階層化し、公開情報と秘匿情報との適正なマネジメントの実現が求められる。
- ・ このためにはプラットフォームの資産であるストック（知や技術等の蓄積）とフロー（プラットフォームから提供されたアウトプット、アウトカム）を可視化する必要がある。特に技術ストックについては、ユーザーの満足度やその後の研究開発へ役に立つかどうかと直結するものであり、個々の実施機関の特徴を活かした上で、新たなユーザーにとってわかりやすい形で整理・体系化された蓄積が求められる。同時にストックされた技術の中で標準化すべきものは標準化を行い、プラットフォーム全体での共有を進めることも重要である。また、材料や計測情報を集約する国内の関係機関と強く連携して、わ

が国における先端技術のストックを充実させ、新たな価値を生み出す資産として成長させるべきである。

- ・ 支援の結果として得られるユーザーの研究開発の進展を追跡することは共用事業の評価には大変に重要であり、ユーザーからの報告待ちでは不十分である。プラットフォームの技術ストックとユーザーの研究成果に関する情報を統合することは、オープンサイエンスとイノベーションに寄与する技術データの可視化にも寄与する。そこで、能動的にユーザーの研究・開発の発展形をユーザーの負担なしに収集するシステムの構築が必要である。収集すべきユーザーに関するデータは論文、特許をはじめとして数多くの項目があるが、ORCID など、研究者の個人識別番号は最導入し、その収集効率を上げる必要がある。

○ 広報・アウトリーチ

- ・ 広報・アウトリーチは、新規のユーザー開拓や異分野融合を進める上で重要であり、Web、学協会でのシンポジウム・展示会等を利用して、設備・装置の利用相談、ユーザーを対象とした講習会、WSなどを幅広く実施する必要がある。すなわち、共用施設の負のサイクル（ユーザーが固定化される）に入らないためにも、新規のユーザーの開拓など常に広報、アウトリーチ活動を行うことは重要である。

8.3 その他（評価項目・指標など）

- ・ 共用施設事業における評価指標では、ユーザーの満足度、成果創出への寄与、研究開発投資の効率化やイノベーションへの時間短縮化、また施設・設備の充実、開発した技術のデータベース化・可視化、人材のキャリアパスを含めた各法人のシステム改革への寄与など多方面から行う必要がある。
- ・ 共用施設の利用は、産学官の研究者、技術者など幅広いユーザーが平等に使えることを旨とする。このため、装置などの外部利用率（学外）、イノベーション加速のための企業利用率などの数値目標設定は、運用上必須である。

以上

巻末付録

表 A1 ナノプラット活動財源費一覧（単位：百万円）

	H24	H25	H26	H27	H28	H29	
ナノプラット全体	文科省事業委託費	1,762	1,736	1,656	1,670	1,601	1,544
	法人負担 (運営費交付金等)	40	1,497	1,674	1,833	1,788	1,873
	利用料収入 (成果公開分)	232 (175)	437 (315)	581 (399)	658 (471)	790 (558)	915 (576)
	その他収入		569	292	396	468	354
	計	13,383*	4,239	4,203	4,557	4,647	4,686
	解析PF	文科省事業委託費	580	543	523	535	506
法人負担			747	728	745	713	696
利用料収入 (成果公開分)		59 (47)	104 (82)	140 (106)	169 (128)	222 (142)	213 (141)
その他収入			101	66	76	62	59
計		5,016*	1,495	1,457	1,525	1,503	1,462
加工PF	文科省事業委託費	650	656	621	621	607	583
	法人負担		404	557	670	632	566
	利用料収入 (成果公開分)	161 (118)	304 (215)	390 (263)	453 (321)	522 (388)	642 (406)
	その他収入		466	216	308	396	281
	計	5,154*	1,830	1,784	2,052	2,157	2,072
合成PF	文科省事業委託費	355	366	345	357	336	327
	法人負担		298	344	361	370	558
	利用料収入 (成果公開分)	12 (10)	29 (18)	51 (30)	36 (22)	46 (28)	60 (29)
	その他収入		2	10	12	10	14
	計	2,978*	695	750	766	762	959
センター機関	文科省事業委託費	177	171	167	157	152	140
	法人負担	40	48	45	57	73	53
	利用料収入	0	0	0	0	0	0
	その他収入	0	0	0	0	0	0
	計	235*	219	212	214	225	193

* H24年度の活動財源費合計金額には、表 A2の補正予算金額が含まれている。

表 A2 H24 年度補正予算導入設備費（単位：百万円）

解析PF	加工PF	合成PF	センター機関	蓄電池PF	計
4,377	4,343	2,611	18	(2,131)	11,349*

* 蓄電池 PF の補正予算導入設備費は、合計金額から除く。

表 A3 ナノプラットの技術・ノウハウ等

機関名	技術の特色
解析PF	
代表機関 (NIMS)	電子顕微鏡、表面解析技術などの解析の専門家。全国の解析を俯瞰するコーディネート機能。
北大	表面構造解析支援、内部構造・3D 構造解析（超高压電子顕微鏡、雰囲気制御環境透過電子顕微鏡、FIB+SEM 3D 解析等）、電子状態解析支援。
東北大	電子顕微鏡ナノ構造解析（300kV 収差補正透過型電子顕微鏡等の透過電子顕微鏡群、低加速対応 FE-SEM 等の走査型電子顕微鏡群）による計測・解析支援。
NIMS	先端電子顕微鏡、放射光計測、世界最高水準強磁場固体NMR と極限環境SPM、走査型ヘリウムイオン顕微鏡、ナノスケール表面化学分析など総合的解析支援。
AIST	原子空孔測定可能な陽電子プローブマイクロアナライザー、超伝導蛍光収量 X 線吸収微細構造分析、可視近赤外過渡吸収分光、リアル表面プローブ顕微鏡群、固体 NMR 群、イオン価数弁別質量分析等による計測・解析支援。
東大	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 等）、表面電子状態計測、超微量元素計測、有機バイオ構造解析、デバイス物性構造計測（高輝度 XRD、粉末 XRD）等の解析支援。
名大	反応科学超高压走査透過電子顕微鏡、電界放射 STEM/TEM 等の特殊電子顕微鏡群・高性能電子顕微鏡群による解析支援。
京大	有機結晶や高分子材料などのソフトマテリアルの観察に有効な極低温高分解能透過電子顕微鏡、原子分解能局所構造解析と電子状態解析可能な収差補正透過電子顕微鏡による解析支援。
阪大	クリーン及びライフィノベーションに関連する物質・材料や生物・生体試料の微細構造解析、厚さ 10 ミクロンまで透視観察可能な世界唯一の 3000kV 超高压電子顕微鏡を中心とする先端電子顕微鏡群と高分子・生物系電子顕微鏡用試料作製装置群による解析支援。
JAEA・QST	高輝度放射光施設（SPring-8）の専用ビームライン 4 本で提供する材料機能発現中その場測定とリアルタイム測定等の解析支援。
九大	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る極微小領域解析、動的その場解析、難観察試料解析等の解析支援。
加工PF	
代表機関	エレクトロニクス、MEMS に関わる微細加工技術の専門家。全国の微細加工技術を俯瞰

(京大)	するコーディネート機能。
北大	プラズモン・フォトンクス・微細電極加工を得意とし、超高精度電子ビーム露光装置、各種成膜・エッチング装置を中心としたリソグラフィ技術により、任意サイズから4インチサイズ基板への微細加工支援。
東北大	N&MEMS・半導体微細加工を得意とし、デバイス設計やプロセス設計を含む小片から6インチ基板までの微細加工、試作が可能。1,000m ² のスーパークリーンルームを中心に、フォトマスクの作製、各種デバイス加工プロセス、評価等を一貫して行える環境を提供。
NIMS	ナノ材料微細加工を得意とし、多種多様な材料に適応可能な微細加工装置群および観察・計測装置群、電気特性評価装置群を完備し、ナノスケールからミリスケールにわたる3次元加工・素子作製を主として支援。
AIST	ナノエレクトロニクスを得意とし、任意サイズから8インチ基板までの微細加工を行う40台以上の装置群を備えたナノプロセッシング施設で、職員20名を配置して支援。
筑波大	FIB-SEMによる微細加工解析、シミュレーション技術を得意とし、デバイスを具体化するマスク設計、マスク製作、一部のナノ加工、FIB-SEMによる加工の評価、解析、第一原理計算に基づいた材料設計から、デバイスシミュレーションまでの広範囲な支援。
東大	ナノ・マイクロ微細加工、高速・大面積電子線描画を得意とし、武田先端知ビルにクラス1クリーンルームを整備、8インチの電子線描画装置で『高速・大面積描画』を可能とし、1cm角～任意形状に対応。VDECの「集積回路の相乗り公開試作」によるLSI/N&MEMSの融合も可能。
早大	メッキ・電気化学反応を利用した加工を得意とし、大学内共用施設・ナノテクノロジーリサーチセンターを学内外に解放し、企業経験豊富な技術スタッフと80台近い共用装置にて支援。
東工大	電子ビーム露光装置(EBL)によるナノ構造構築技術を得意とし、数nm以下の位置合わせ精度を持つ高度なEBLによる10nmクラスの微細パターン形成技術を基盤とし、ウェノハサイズは不定形小片から6インチウエハまで対応。
名大	プラズマプロセス・薄膜作製を得意とし、プラズマを用いた成膜・材料合成とエッチング、表面処理などの支援を、ナノエレクトロニクスからバイオ・ライフサイエンスなどの幅広い分野の学内外のユーザーに提供。
豊田工大	ナノ構造素子作製・MEMSを得意とし、共同クリーンルームにシリコン系、III-V族、カーボン、磁気材料も対応可能なナノ加工設備を学内外に提供。
京大	N&MEMS微細加工・薄膜作製を得意とし、任意サイズから8インチ基板までの微細加工を行う70台以上の装置群と専任の高度専門技術職7名により、加工技術と材料開発の支援を提供。
阪大	ナノ構造作製・FIBを得意とし、EB描画装置、FIB装置、レーザー描画装置等の各種描画装置群、成膜装置群、等によるレジスト開発からデバイス作製にいたる広範囲の加工支援。
香川大	MEMS加工を得意とし、シリコン・樹脂などの様々な材料に対する開発・評価を、装置群、専門技術補助員等による様々な形態での技術支援。

広島大	CMOS デバイス作製を得意とし、ナノデバイス・バイオ融合科学研究所における 2 インチの Si 基板対応の薄膜形成、EB 描画およびマスクレス露光装置、イオン注入、エッチング等の CMOS 作製装置による技術支援。
山口大	真空・ガス分析、電子線リソグラフィを得意とし、高真空技術、極微量ガス分析技術などによる高品質薄膜形成、電子線描画等の微細加工の基盤技術と装置を提供。
FAIS	Si 集積デバイス加工を得意とし、最大 4 インチまでの半導体集積回路製造プロセスに対応可能な各種装置を保有して、上流設計から、製造プロセス、特性評価までを一貫して提供。
合成PF	
代表機関 (分子研)	分子・物質合成及び解析技術の専門家。全国の分子・物質合成技術を俯瞰するコーディネート機能。
千歳科技大	有機エレクトロニクスや色素、無機セラミックなど光・電子・スピンを制御する新規デバイス創製や生体材料や光学高分子に関する研究開発支援。化学系分光器、電顕、高分子計測、表面物性、FZ 炉、薄膜形成装置の供与。ナノスーツ走査電子顕微鏡、有機合成支援を追加導入。
東北大	有機エレクトロニクスや高分子などの機能性有機材料や生体分子など、様々な有機合成を支援。溶液・固体双方に対応した極低温プローブ 800MHz NMR、ICP 発光分光器等の供与。有機合成支援を有機エレクトロニクス素子作製支援へ転換。
NIMS	ナノ・バイオ融合応用、生体分子探索・合成を通じた診断デバイスチップや治療用ナノ材料創成に関する一貫した研究支援。有機無機分子合成評価から生体分子評価、細胞培養まで極めて多岐にわたる膨大な装置群の供与。
JAIST	有機・無機新材料の開発やバイオ系材料の研究を推進するための化学系先端機器、化学合成の試験研究、クリーンルームでの薄膜堆積・微細加工とその評価に及ぶ非常に広範な支援。
信州大	カーボンナノチューブやグラフェンを基盤とした新規ナノカーボン材料の創成を目指し、その合成と分析評価を支援。ナノカーボン全般の材料製造装置、3 種の透過電子顕微鏡を含む分析装置等、新ナノカーボン材料を開発するのに不可欠な評価装置の供与。ダイヤモンド電極作製支援、有機合成支援を追加導入。
名大	がんや生活習慣病診断・治療・予防のための次世代ナノバイオ分子物質合成支援を中心に、新エネルギー創成、エネルギー備蓄・変換、創薬を目指した有機分子等の自己組織化ナノ超構造、高分子キラリティー制御など、化学～生体にわたる合成・分析機器供与。
名工大	複合ナノ粒子の気相合成、生物分子関連の新規化合物合成、低温内部転換電子メスbauer分光、ナノカーボンファイバー室温合成、シリコンカーバイド切削工具開発、細胞構造探索マルチアナライザーなどの他では利用しにくいオリジナル機器の供与。
分子研	超高磁場 920MHz NMR を中心とした有機無機生体分子の構造機能解析設備群、放射光施設 UVSOR を利用した高磁場極低温 X 線磁気円二色性や走査軟 X 線顕微鏡など、他の施設では実施できない装置を中心に支援に供与。有機合成、無機化合物（酸化物等）合成、金属錯体合成支援を追加導入。

阪大	有機・酸化物素材の合成・構造解析等を中心としたナノマテリアルの開発や、ナノ空間制御による新奇な人工超格子素材の創製、有機無機ナノワイヤの合成・解析等を支援。ソフトマテリアルを含むハイブリッドナノエレクトロニクスデバイス作製。
NAIST	分子・物質合成のための先端機器分析、機能性有機材料の合成・解析等を支援。
九大	カーボンナノチューブなどの機能材料に関する表面物性・表面ナノ形状・ナノ構造解析などの物理分析、ナノ物質合成・精製と分光分析、医薬品等のナノバイオ融合支援など多岐にわたる領域支援。
センター機関	
NIMS、 JST	材料、解析技術、エレクトロニクス、バイオ、化学、科学情報等の専門知識、構造解析、微細加工、分子・物質合成技術を俯瞰するコーディネート。全国の産学官間のネットワーク機能

表 A4 装置・設備リスト

大分類	中分類	設置数
透過電子顕微鏡	超高圧透過電子顕微鏡	5
	電界放出型透過電子顕微鏡	19
	収差補正透過電子顕微鏡	23
	分析電子顕微鏡	21
	ローレンツ電子顕微鏡	4
	クライオ電子顕微鏡	4
	環境制御透過電子顕微鏡	5
	汎用透過電子顕微鏡	7
走査電子顕微鏡	電界放出型走査電子顕微鏡	40
	スピン偏極走査電子顕微鏡	1
	低真空走査電子顕微鏡	6
	電子線マイクロアナライザ	5
	カソードルミネッセンス	1
走査型プローブ電子顕微鏡	走査型トンネル顕微鏡	8
	原子間力顕微鏡	30
	環境制御走査型プローブ顕微鏡	9
	スピン偏極走査型トンネル顕微鏡	4
特殊プローブ顕微鏡	陽電子プローブマイクアナライザ	1
	走査型イオン顕微鏡	3
	三次元マルチスケール解析	3
	光電子顕微鏡	1
	低エネルギー電子顕微鏡	2
試料作製装置	イオンミリング	8
	集束イオンビーム (FIB)	28
	試料作製装置群 (ミクロトーム, 集束イオンビーム加工装置, 等)	55
表面分析装置	オージェ電子分光 (AES)	8
	X線光電子分光 (XPS)	12
	二次イオン質量分析 (SIMS)	7
	エネルギー分散型蛍光X線分光 (EDS)	37
	電子スピン共鳴 (ESR)	1
	電子エネルギー損失分光 (EELS)	14
	X線回折 (XRD)	10
バルク分析装置	核磁気共鳴法 (NMR)	15
	電子スピン共鳴法 (ESR)	4
	X線回折法 (XRD)	13

	電気・磁気特性測定	11
	光学特性測定装置	7
	質量分析 (MS)	4
	元素・組成分析	16
放射光計測装置	X線吸収微細構造 (XAFS)	5
	X線回折法 (XRD)	10
	X線光電子分光法 (XPS)	6
	共鳴X線非弾性散乱 (RIXS)	1
	軟X線磁気円二色性測定 (XMCD)	2
リソグラフィ・ 露光・ 描画装置	光露光 (マスクアライナ)	27
	光露光 (ステップ)	4
	光露光 (マスクレス、直接描画)	19
	電子線描画 (EB)	30
	ナノインプリント (NIL)	9
	液滴吐出型描画装置	2
	レジスト塗布・現像装置	14
成膜・膜堆積	蒸着 (抵抗加熱、電子線)	24
	スパッタリング	43
	CVD (化学気相成長) ・有機膜	29
	MBE (分子線エピタキシー)	4
	原子層堆積 (ALD)	8
	めっき	6
	光三次元造形	1
膜加工・ エッチング	ドライエッチング (RIE)	51
	ドライエッチング (ECR)	8
	ドライエッチング (その他)	25
	ウエット/ガスエッチング・洗浄	19
	アッシング・キュア	10
	集束イオンビーム加工	19
	レーザー加工	4
合成、熱処理、 ドーピング	成長炉	2
	CNT・グラフェン成長	6
	酸化・拡散・イオン注入	20
	熱処理・レーザーアニール	15
表面処理	サンドブラスト	2
	プラズマ	6
切削、研磨、接合	接合・貼り付け・ダイボンダ	19
	ダイシング・スクライバ	19

	CMP (化学機械研磨)	5
形状・形態観察、 分析	走査電子顕微鏡 (SEM)	45
	透過電子顕微鏡 (TEM)	23
	走査プローブ顕微鏡 (SPM)	22
	分光 (光・電子線・イオン線・プラズマ・磁気・X線)	58
	光学顕微鏡 (一般・共焦点・レーザー)	28
	環境試験機・高真空評価	6
	膜厚・段差・粗さ測定	40
	試料作製装置 (TEM)	7
電気計測	電子材料・デバイス評価	36
	太陽電池評価	3
	ワイアボンダ	7
機械計測	振動・変形測定	5
	粒子測定	7
シミュレーション CAD	デバイスシミュレータ	1
	プロセスシミュレータ	1
	CAD	3
表面分析装置	走査型電子顕微鏡	31
	電子分光 (XPS/UPS/AES)	17
	その他表面分析 (比表面積測定装置, XRF, AFM, レーザーラマン顕微鏡、等)	16
X線回折	単結晶 X 線構造解析	11
	粉末・薄膜 X 線回折 (XRD)	19
物性測定	磁気特性評価装置群 (SQUID/高周波透磁率測定)	10
	電子スピン共鳴装置 (ESR)	6
	粘弾性測定	3
	力学特性測定装置	3
	物理特性測定装置	7
核磁気共鳴装置 (NMR)	800 MHz 以上	3
	300~500MHz	6
	固体NMR	6
分光	紫外可視近赤外分光	18
	赤外分光	14
	蛍光分光	8
	ラマン分光	15
	ICP発光分光	1
	円二色性分光	7
	薄膜用紫外~赤外反射	12

質量分析	MALDI-MS	6
	ESI-MS・CSI-MS・LC-MS	6
	SIMS	3
クロマト装置	ガスクロマトグラフィ	2
	高速液体クロマトグラフィ (HPLC)	6
	ゲル浸透クロマトグラフィ	3
	液体クロマトグラフィ (FPLC, GPC)	3
その他材料評価	動的光散乱	3
	絶対分子量測定	2
	熱測定	12
	ゼータ電位計・パーティクルサイズアナライザー	8
	元素分析	3
	太陽電池評価システム	7
	高分子計測装置群	2
光学顕微鏡	膜厚測定装置 (エリプソメーター)	8
	蛍光・位相差・微分干渉顕微鏡	6
	共焦点レーザー顕微鏡・全反射顕微鏡	7
	超高解像顕微鏡	4
	実体顕微鏡	1
	その他顕微鏡システム	8
	バイオ装置	リアルタイムPCR
レーザーキャナー		1
表面プラズモン解析装置		1
チップ電気泳動		2
細胞探索マルチアナライザー群		1
遠心分離機		2
その他バイオ装置 (LC/MS/MS・セルアナライザー・実験小動物用MRIシステム等)		7
ものづくり、 合成支援	薄膜作製支援	18
	ナノ材料・カーボン材料作製支援	14
	分子合成支援	10
	バイオ材料合成・作製支援	7
	量子計算・シミュレーション支援	2
その他	ガス透過率測定装置	1
	放射光メスバウアー分光装置	1
	スーパードライルーム	1
	小型電池試作装置群	1
	PDMS加工装置	1

	クリーンルーム ×2	1
	クリーンルーム環境維持装置	1
	中型電池非破壊観察装置 産業用エックス線CTスキャナー	1
	分子構造解析システム	1
	装置開発	1
	ピコ秒レーザー	1
	細胞探索マルチアナライザー群	1
	グローブボックス	2
	卓上超遠心機	1
	超遠心機	1
	冷却遠心	1
	電気炉	1
	プラズマクリーナー	1
	凍結乾燥機	1

表 A5 試行的利用制度による支援実績*

年度	採択 件数	新規	若手・女性	企業	
				大企業	中小企業
H24	52	31 (60%)	27 (52%)	4 (8%)	6 (12%)
H25	95	56 (59%)	58 (61%)	7 (7%)	14 (15%)
H26	95	60 (63%)	60 (63%)	8 (8%)	13 (14%)
H27	80	50 (63%)	57 (71%)	5 (6%)	18 (23%)
H28	78	52 (67%)	48 (62%)	3 (4%)	16 (21%)
H29	74	51 (69%)	62 (84%)	1 (1%)	11 (15%)

* 実績は採択件数の欄の右側、新規から企業まではその内訳であり、その欄の件数には重なりがある。試行的利用は3つの区分（Type 1: 一般・新規、Type 2: 若手・女性、Type 3: 成果産業化）で課題を募集した。タイプ別の募集の概要を以下に示す。

Type 1: 一般・新規

広く一般の研究者／技術者のはじめての利用を促進。

Type 2: 若手・女性

アイデアはあるが装置・資金が不足している若手・女性研究者／技術者を対象。

Type 3: 成果産業化

実用化または学術的成果が期待されるテーマ。利用機関の推薦等の条件あり。

表 A6 ナノプラット5年間（H24~28）の活動のまとめ

	ナノプラット (H24~28の 5年間データ)	ナノネット** (H19~H23)	ナノ支援** (H14~H18)
事業運営体制 (参画機関数)	センター機関 (2) PF代表機関 (3) 微細構造解析PF (11) 微細加工PF (16) 分子・物質合成PF (11)	センター機関 (1) ナノ計測・分析領域 (21) 超微細加工領域 (18) 分子・物質合成領域 (7) 極限環境領域 (2)	総合支援プロジェクトセンター (1) 超高压電子顕微鏡G (5) 超微細加工・造形G (4) 放射光G (4) 分子・物質総合合成・解析G (3)
事業参画機関数計 (法人数)	43 (26)	49 (26)	17 (16)
文科省による事業 委託費 (億円/5年間)	84	75	139
利用件数 (件)	13,440	6,650	3,639
企業による 利用件数	3,821	1,280	940
利用料収入 (億円) (利用成果公開型 のみ)	26.98 (19.18)	4.0 (1.1)	- (0)
利用後のユーザー による成果発表	21,276	11,299	6,562
論文	4,611	3,015	1,789
プレス・解説	781	316	368
口頭発表	14,695	7,675	4,254
特許	409	293	151

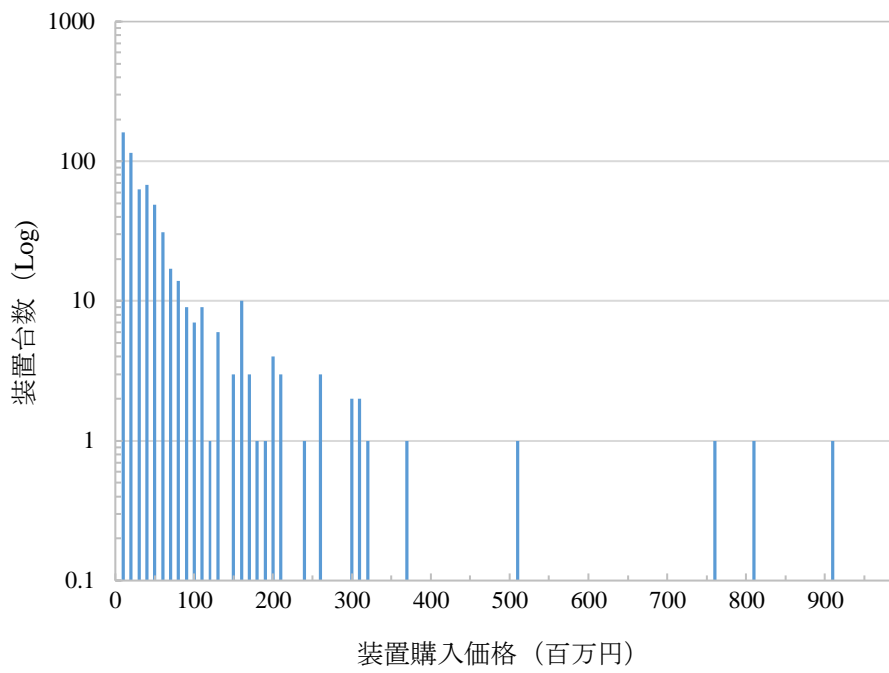


図 A1 微細加工PFに登録されている装置の購入価格分布