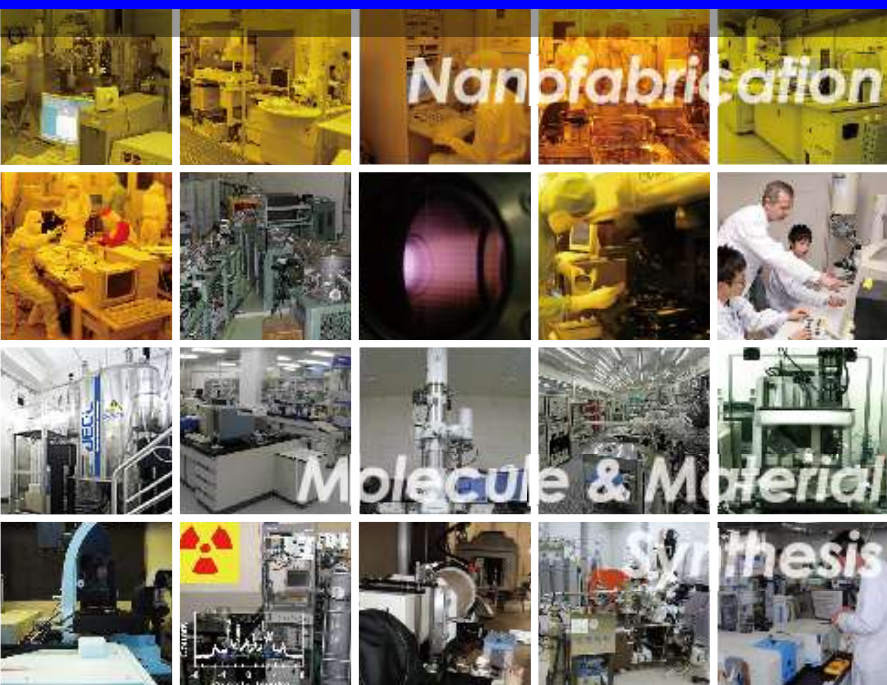




# ナノテク・材料研究開発の投資効率を最大化する 技術プラットフォームの課題と展望



2019年2月13日  
文部科学省ナノテクノロジー・材料科学技術委員会

ナノテクノロジープラットフォーム事業  
プログラムディレクター (PD) 佐藤勝昭  
プログラムオフィサー (PO) 田中竜太  
// 永野智己

# 研究力向上の鍵となる研究基盤・研究環境・ラボ改革への問い

ナノテクノロジープラットフォームは研究文化を変える可能性を持つ(田中一宜 初代PD)  
そのためには、

- 産学官共に人材不足のなか、新しい仕組み・やり方にチャレンジし続ける。そのことが新しい研究文化をつくることに他ならない。世界で選ばれる研究環境・研究市場とは如何に
- 先端機器は7-8年で技術世代が替わる。「今あるものを共用」は解にはならない。各機関のボトムアップではなく、トップマネジメントによる戦略的機器調達・更新が欧州ではスタンダード。従来スキーム・従来ラボの延長では日本の研究環境は“竹やり”と化す
- 地域と共に。全国の多様な研究開発プレーヤーが最大の力を発揮するには、先端機器と専門人材をフルセットで備えた「みんなのオープン型ハブ」と、特徴技術領域に特化した「専門型機関」との「ハブ&スポーク構造」を全国カバレッジを考え構築すべきか
- これからのリーダー像 → 研究と貢献の両方で尊敬される
- 高度専門技術者 → エキスパートとして頼られる存在へ。研究者と共に課題解決を担うパートナーとして成果創出に必須の存在に。雇用慣行にイノベーションが要る(本質は既得権益の打破。研究系教員との人件費競合に向き合う)
- プラットフォームの持続経営には財源多様化が必須要件と考えているが、誰がどれだけ負担すべきかを、根拠を持って見いだすことができるか。提供価値に見合った適正な受益者負担の在り方。一方、大学・国研等の研究費に公的資金を投じるなか、その研究成果の生産量を最大化する研究インフラ・研究環境はどう整備されうるべきか

# ナノテクプラットフォーム発展の経緯と事業概要

## 第1期:「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」(H14-18)、予算総額:約162億円(補正予算を含む)

広範な科学技術分野の発展を支えるナノテクノロジーの普及・高度化を図るため、そのための研究インフラ(極微細加工・造形、超高圧電子顕微鏡、放射光、分子・物質合成・解析)を産学官の研究者に提供

## 第2期:「ナノテクノロジーネットワーク」(H19-23) 予算総額:約75億円

第1期の課題であった異分野融合及び地域支援を実現するため、13拠点(26機関)において、産学官に**共用装置利用とともに、技術代行、技術相談等の支援提供**。課金制度の導入や、産業界の利用を促進するため、**成果非公開とする課題の支援も提供**

## 第3期:「ナノテクノロジープラットフォーム」(H24-33) 予算総額:約311億円(補正予算を含む)

- ・最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する大学・研究機関が連携し、**全国的な共用体制を構築**
- ・部素材開発に必要な技術(①微細構造解析②微細加工③分子・物質合成)に対応した強固なプラットフォームを形成し、若手研究者を含む産学官の利用者に対して、最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を、**高度な技術支援とともに提供**

- ①:プラットフォームは**一体的な運営方針(外部共用に係る目標設定、ワンストップサービス、利用手続の共通化等)**の下で運営。
- ②:産業界をはじめ、利用者のニーズを集約・分析するとともに、**研究現場の技術的課題に対し、総合的な解決法を提供**。
- ③:施設・設備の共用を通じた交流や知の集約によって、産学官連携、異分野融合、人材育成を推進。

### ・微細構造解析<11機関>

超高圧透過型電子顕微鏡、高性能電子顕微鏡(STEM)、放射光 等

### ・微細加工<16機関>

電子線描画装置、エッチング装置、イオンビーム加工装置、スパッタ装置 等

### ・分子・物質合成<10機関>

分子合成装置、分子設計用シミュレーション、システム質量分析装置 等

予算:

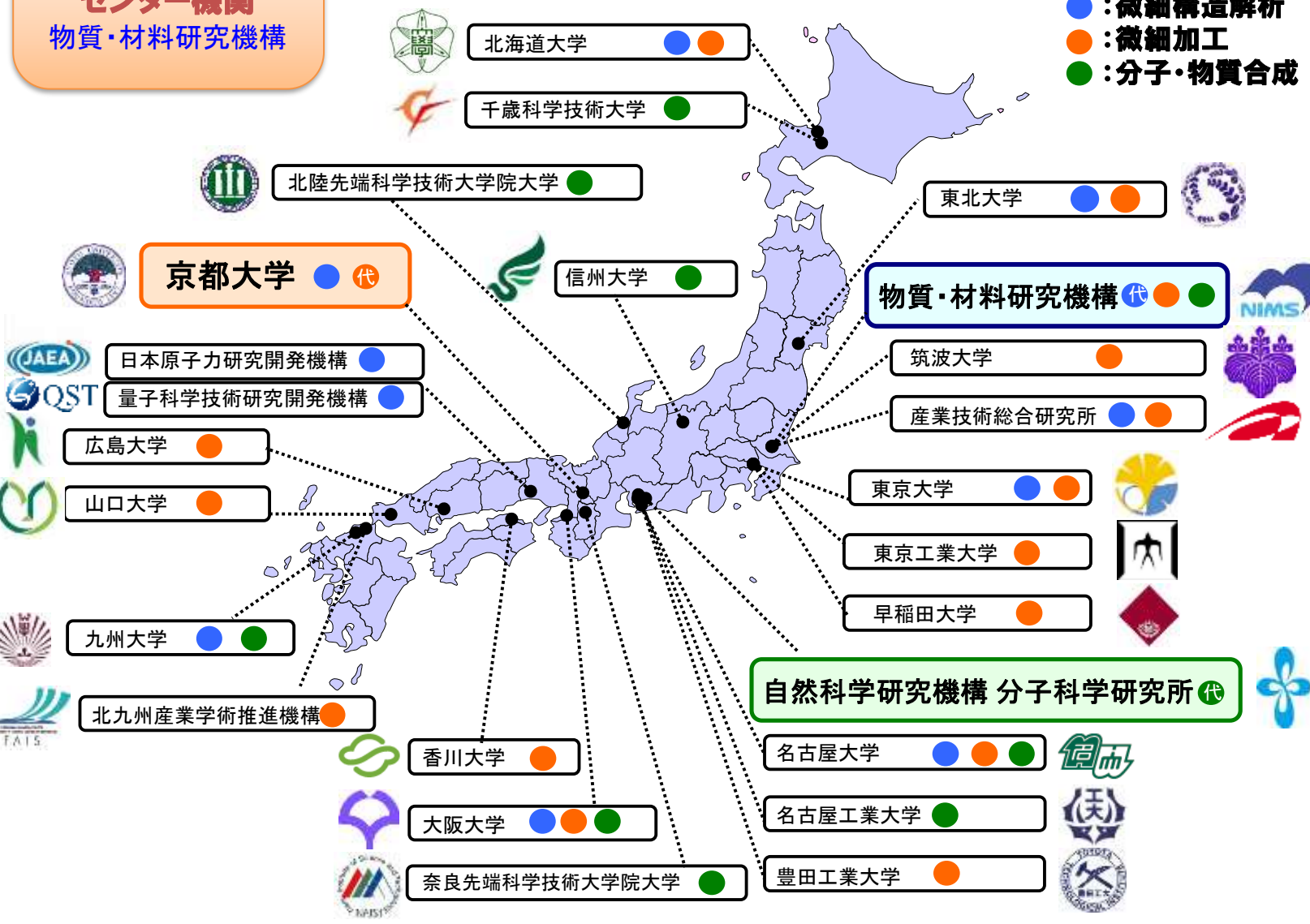
年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	翌年度以降	総額
予算額	168億円 (内、補正予算150億円)	18億円	17億円	17億円	16億円	15億円	19億円	16億円	25億円 (見込額)	311億円 (見込額)



# ナノテクノロジープラットフォームの推進体制（全国25法人38機関）

**センター機関**  
物質・材料研究機構

代：代表機関  
●：微細構造解析  
●：微細加工  
●：分子・物質合成



**微細構造解析**

超高圧透過型電子顕微鏡、高性能電子顕微鏡 (STEM)、放射光 等

**微細加工**

電子線描画装置、エッチング装置、イオンビーム加工装置、スパッタ装置 等

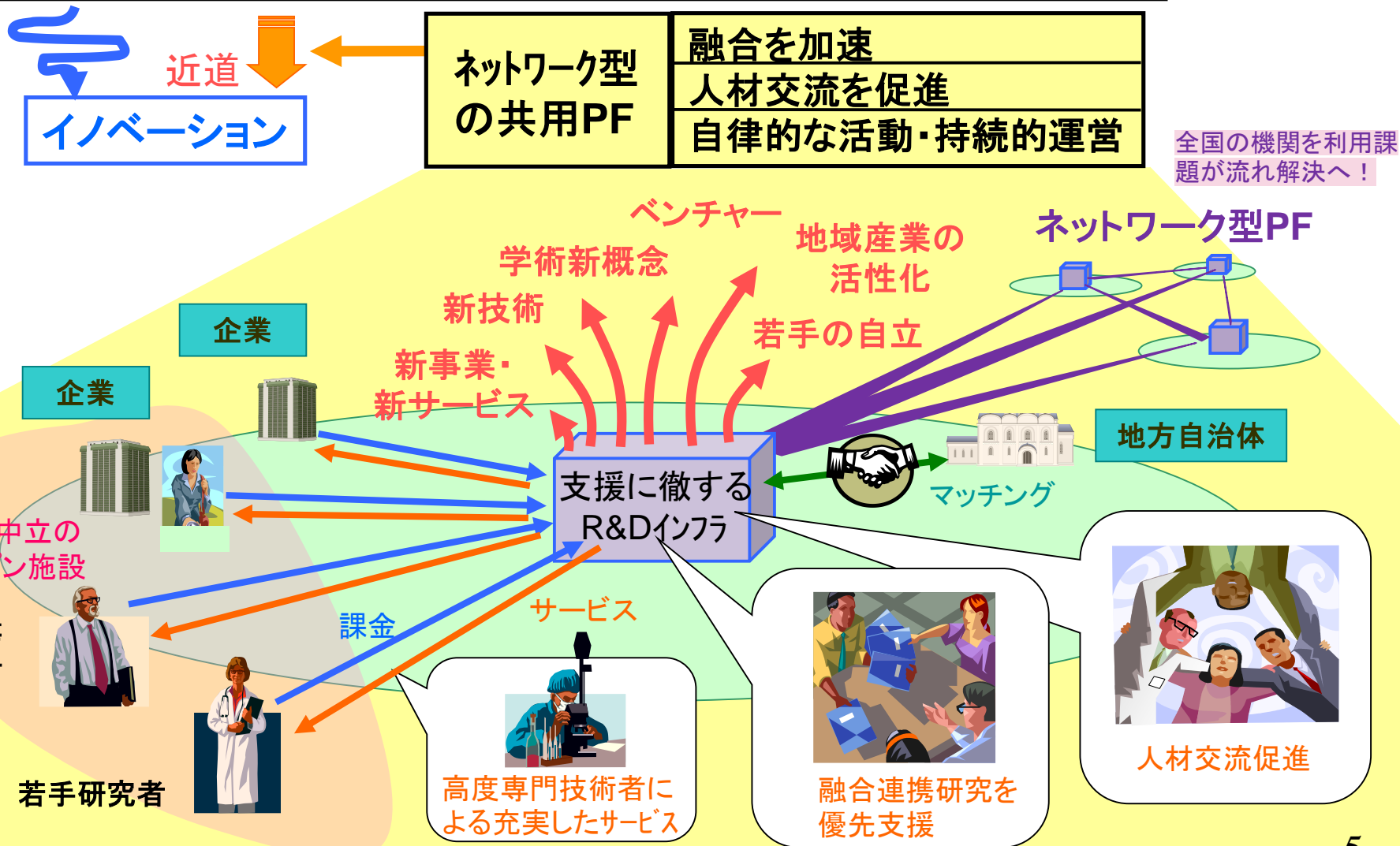
**分子・物質合成**

分子合成装置、分子設計用シミュレーション、システム質量分析装置 等

# オープンで自律的なナノテク研究共用インフラPFの基本構想

融合はイノベーション創出の条件の一つ

ナノテクは、横(異分野)と縦(シーズとニーズ)の二つの融合を促進



# ナノテクプラットフォームのエコシステムを取り巻く人

## 25法人38機関

運営主体  
(文科省参事官、  
PD/POで構成)

プログラム  
運営委員会

約1,000台の  
登録装置群

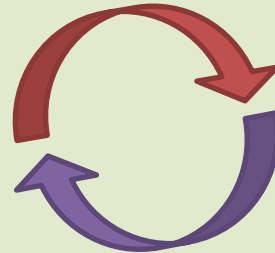
微細加工  
PF 16機関

微細構造  
解析PF 11

分子・物質  
合成PF 10

センター  
機関 1

技術・サービス  
提供



課題の持込・課金

ユーザー

利用件数: 16,467件(延べ)

利用者数: 約20,000人

(※リピーターを控除したうえで、  
1件の平均利用人数を2.5名と仮定)

新規ユーザー流入率 48%(年平均)

リピート率 52%(年平均)

ユーザー属性:

産業界 27% (大企業20%, 中小企業7%)

大学 64% (学内28%, 学外36%)

公的機関 7%

他 2%

ナノテクプラットフォーム事業の参画人員数(約、年平均)

- ・微細加工PF 270名
- ・微細構造解析PF 295名
- ・分子・物質合成PF 260名
- ・センター機関 25名

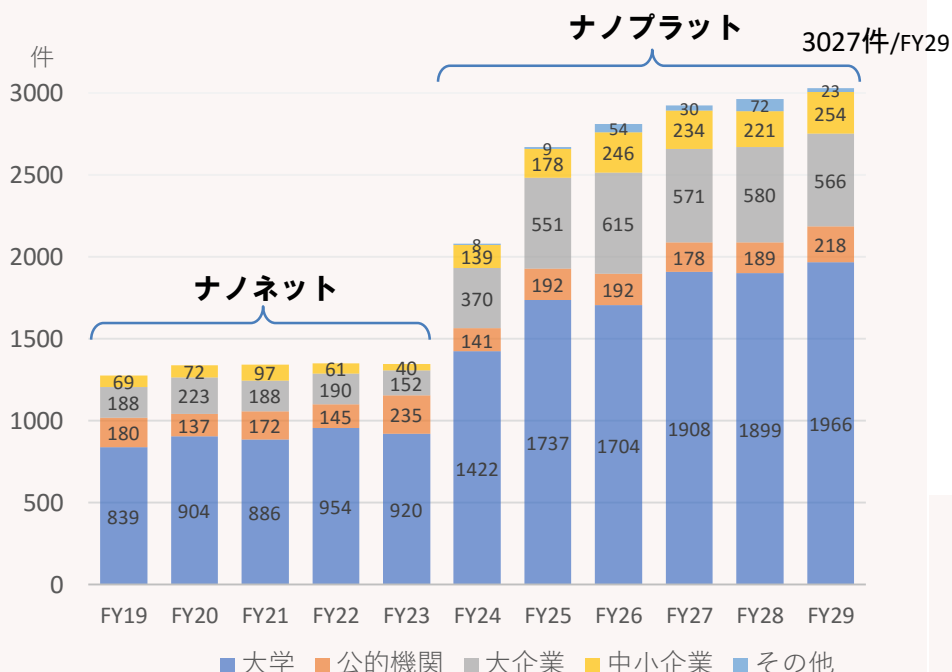
計 **常時約850名**(内、事業費による**雇用者250名**)

代表者、コーディネーター、連携マネージャー、事務系スタッフの他、  
**エキスパート、高度専門技術者、専門技術者等の技術スタッフ**がユーザーの利用課題に応じる(総人員の60%)

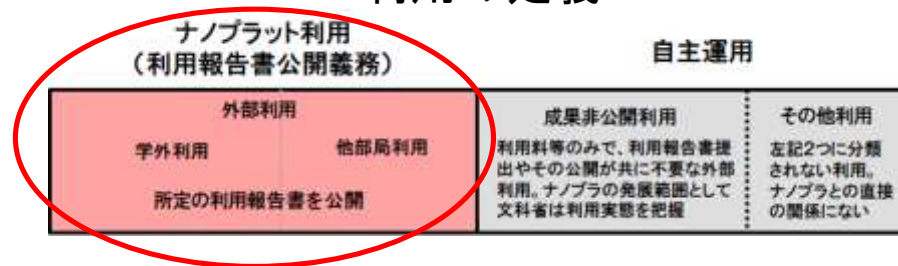
# ナノプラットは急成長、産学に必須のR&Dインフラ機能を提供

## 利用件数推移

(※ナノプラット利用分のみ。各機関における自主運用分は含まない)



## 利用の定義



## 1件 = 1利用課題 ≠ 装置利用回数

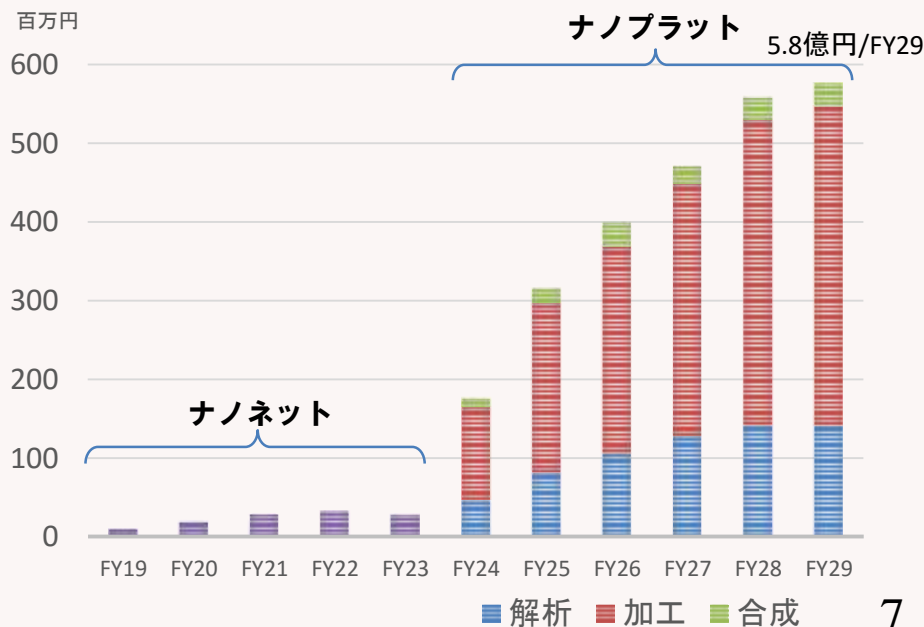
(1件あたり、1日~1か月以上におよぶ利用課題であってもすべて1件とカウントしている。件数 = 装置の利用回数ではない)

○ ナノプラ事業 (FY24-) は、前身のナノネット事業ののち、利用件数・利用料収入共に大きく成長。

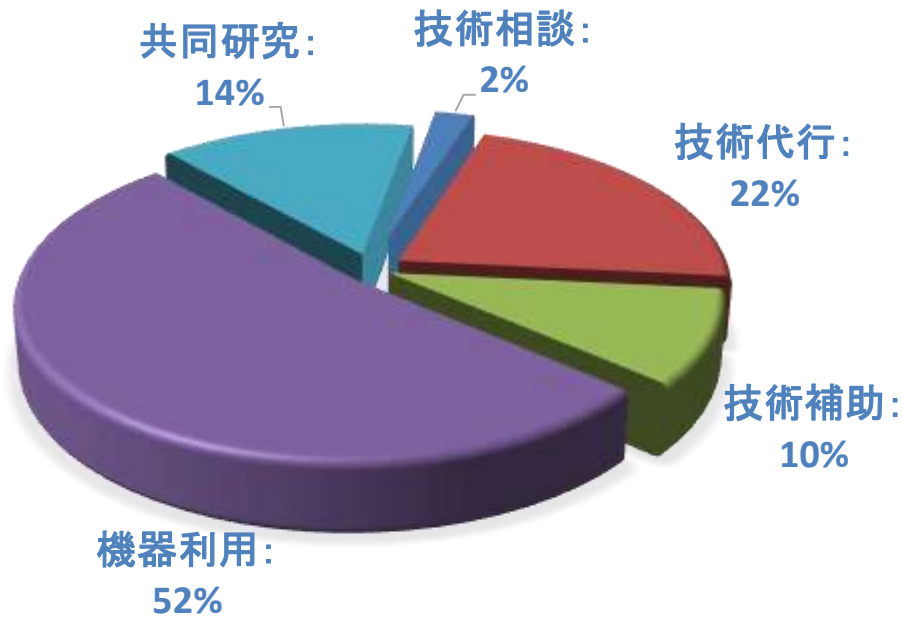
○ ナノプラットでは課金制を本格導入。利用料収入をPF運営に必要な運転資金(共用設備の修繕費、消耗品費、光熱水費、人件費等)の一部に再投資

## 利用料金収入推移

(※ナノプラット利用分のみ。各機関における自主運用分は含まない)



# 利用者の課題に応じた最適な利用・技術サポートを提供



## ナノプラ利用後に利用者が発表した成果フォロー (H24-29延べ)

論文	5,582報
口頭発表数	17,337報
特許出願	727件
受賞	886件
企業による実用化・製品化	多数 (実例フォローアップ 中)

### 技術代行

技術者が利用者に代行して設備を操作する技術支援

### 技術補助

技術者が補助し、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

### 機器利用

利用者が自ら機器を操作する技術支援

### 共同研究

契約に基づき登録設備を用いて利用者と技術者とが成果公開型共同研究を実施  
(非公開型共同研究へ移行した場合は各機関の自主事業へ移行して継続可能)

### 技術相談

利用者からの相談に、専門家として応える技術コンサルタントとしての支援

### 利用相談(無料)

利用に関する問い合わせや相談



# わが国の研究開発活動に変革をもたらす→ 新しい研究文化へ

これまで	今、そしてこれから
所有 (ヒト・モノ・カネ)	シェア (ヒト・モノ・カネ・ <u>チエ</u> のサイクル)
縦割り・タコソボ	横串・融合
クローズ	オープン (&クローズのバランス)
アナログ/バラバラのプロジェクト	デジタル/NW・プラットフォームベース
ナショナル・リージョナル	グローバル・インターナショナル
自分の視点・課題	<u>ユーザー</u> の視点・課題
自分の研究に投資 自分たちが大事	ユーザーの問題解決に必要な投資 ユーザーが大事
公的資金頼み、プロジェクトの切れ目 = 仕組みも人も雲散霧消	財源多様化、適切な利用料金で 持続経営 = 価値を蓄積し再投資・成長
価値は成果フロー至上主義 ／何が何件出たか	<b>価値の源泉はストックにあり</b> <b>／これから生み出す力 (対応力・解決力) がどれだけ増大しているか。研究力向上に直結する研究インフラに</b>
特定分野の研究者が一番、 狭く伝統的領域を深く 意識改革を叫ぶ	<b>高度技術人材、支援人材の協働、多様な専門性を持ち、研究の欠かせないパートナーとして、課題解決を共に担う</b> <b>なによりもまず行動改革から</b>

目的は、ナノテク・材料・デバイスに関わる産学官の  
**研究開発投資効率の最大化** を実現することにある

- 世界各地で、共有化・共通化されたR&Dハブが産学官連携と融合領域研究を拓く共鳴の場・土壌として大きな存在感を発揮するようになってきた
  - **研究インフラPF・拠点が世界のR&Dプラットフォームーとなっていく**
  - **日本ではPFや拠点の持続成長に大きな課題あり**  
**リソースコントロール：財源多様化、技術人材確保、先端機器更新**
- 高度な実験機器とデータ処理・コンピューティング能力の保有、実験方法・サンプルの標準化、ラボにおける実験自動化・ロボット化
  - **研究成果の生産量と生産性に直結。しかし日本では機器更新が全くままならない**
- PF・拠点の成長を妨げる資金管理規則（や自己規制）、雇用制度（契約年限、評価、クロスアポイント等）の改革
- 高度専門人材と研究支援人材の継続確保・雇用改革
- **ELSI/RRI**への取組み、産・学・官・**社会**が参画したPFへ



# 運営目的・形態からみた各国の技術プラットフォーム・研究拠点の違い

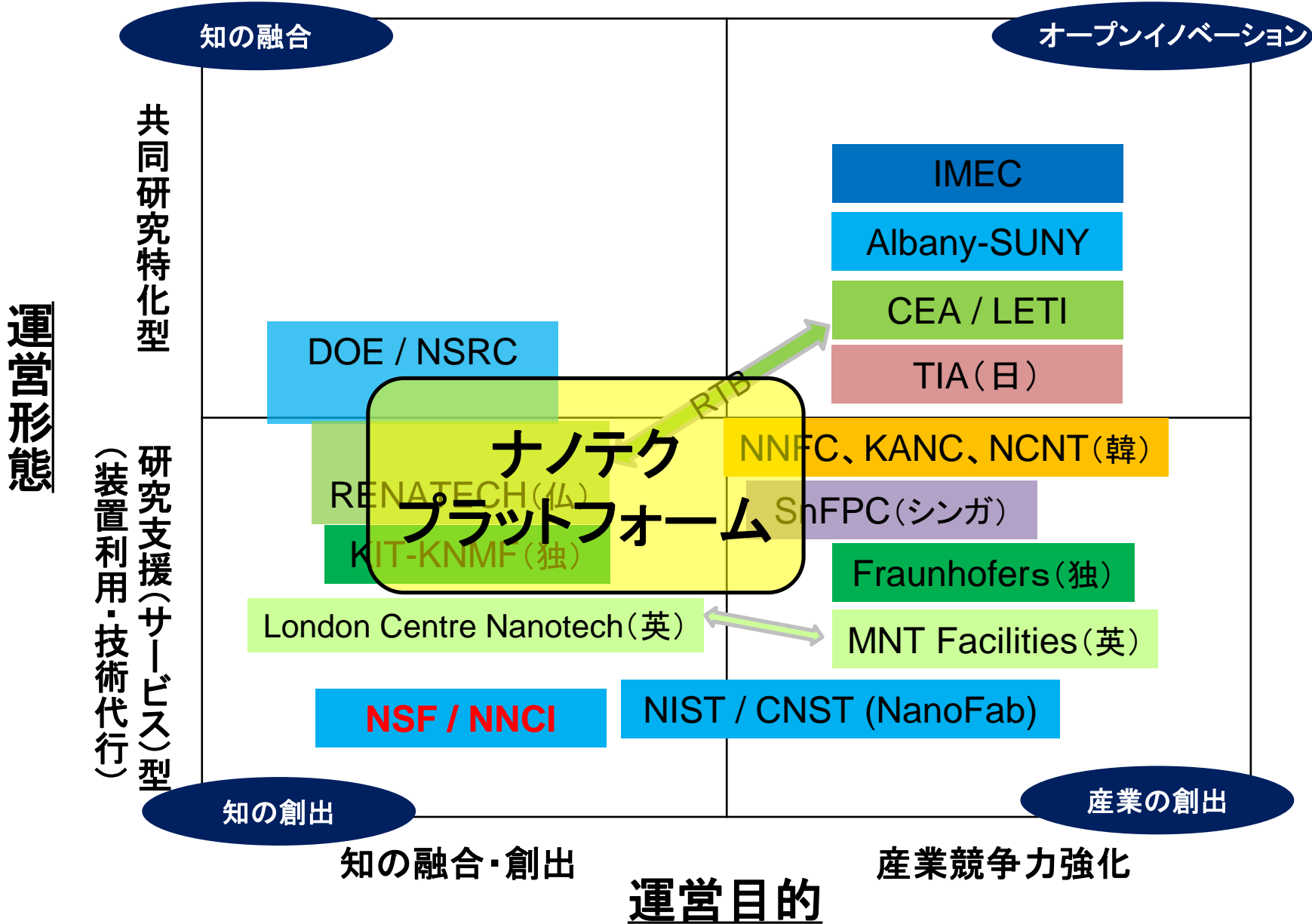
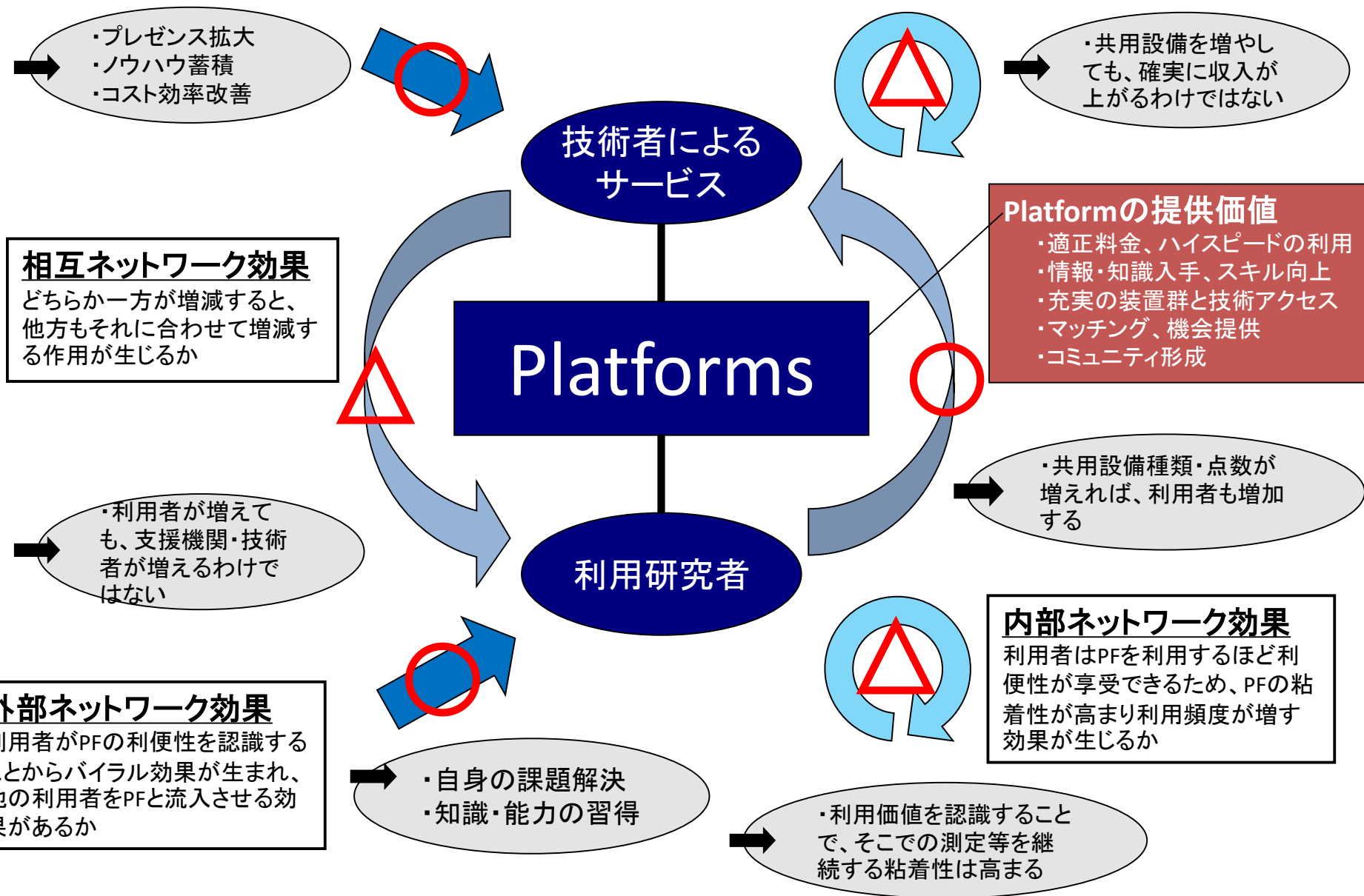


図: JST-CRDS作成 ここでは共同研究型には装置利用支援(分業)によるものは除く。

# プラットフォームに生じる基本作用を戦略的にマネジメント

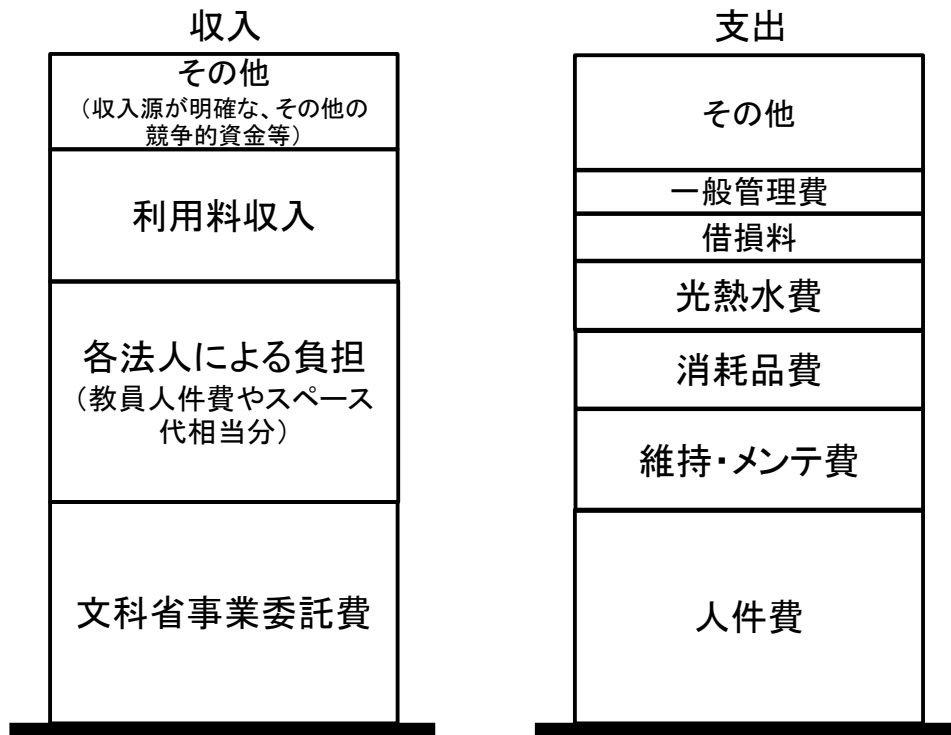


# 統一的財務マネジメントを導入、ナプラを一つの事業体として経営

PF運営に関する全活動資金規模を始めて算定し、財源・支出バランスを、経営志向で戦略的にマネジメントすることが極めて重要に  
(全活動規模 約45億円/年)

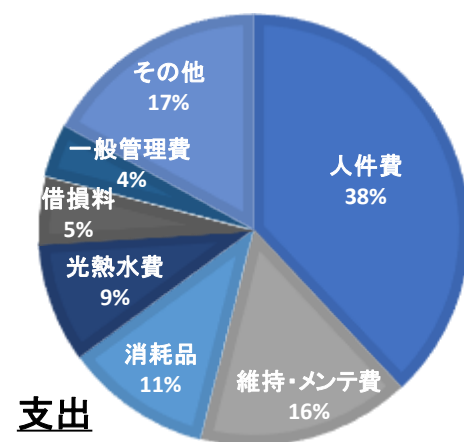
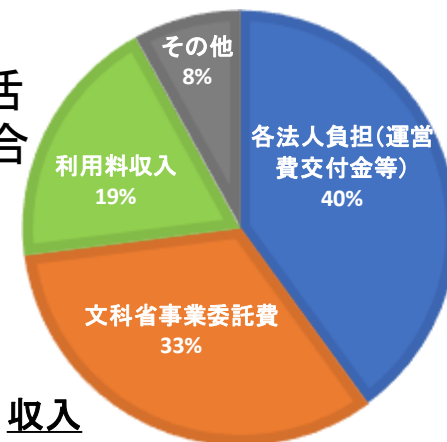
文科省事業予算部分(約16億円/年)だけを見ては、戦略的な運営、持続的成長・発展は実現しない

## 収入・支出の内訳の考え方



## プラットフォームの全活動財源割合と支出割合

ナノプラット利用 (利用報告書公開義務)		自主運用
外部利用	成果非公開利用	その他利用
学外利用	利用料等のみで、利用報告書提出やその公開が共に不要な外部利用。ナノプラの発展範囲として文科省は利用実態を把握	左記2つに分類されない利用。ナノプラとの直接の関係はない
所定の利用報告書を公開		



※ナノプラット利用と自主運用部分を含む全関連活動



# 人材育成（PF技術支援者、ユーザー、学生の技術スキル向上）

充実した研修メニューを全機関から相互提供。技術者や利用者、学生へ向けた各専用メニューを提供。新装置技能・高度知識を得る契機に

- ▶ ナノプラ事業で雇用する約250名の技術スタッフへ技能研修提供
  - 習熟スキルに応じて職能名称付与制度を開始（エキスパート、高度専門技術者、専門技術者）
  - スキル標準を定義し各PFで審査、委員会を通じて付与
  - さらに欧米亜の類似機関への短期研修機会
- ▶ ユーザーのスキルアップ・人材育成にも貢献
- ▶ 全国の学生へも研修プログラムを提供



## 大学のシステム改革促進へナノプラが貢献

ナノプラットが契機となり、各地の大学における共用システムの構築や、規則改革を惹起

- ▶ 各地の大学内で標準モデルとなって、全学の制度設計へと拡大
- ▶ 特に課金モデルや収支構造の管理方法は他大学や他事業の参考にもされていった
- ▶ H28年開始の文部科学省 先端研究基盤共用促進事業では、ナノプラットの経験・仕組みが広く活用され展開（→右図）



文科省先端研究基盤共用促進事業(H28-)においてたな共用システム導入を進める大学

# 高度なスキルを有した専門技術人材の活躍が鍵



## 微細加工PF 実施機関 大阪大学 柏倉美紀さん

「ユーザーの最終目標を念頭に置いてアドバイスし、加エプロセスを考えるようにしています。支援業務を通じて成長を実感しています。」



フォトリソグラフィと電子ビームリソグラフィを得意技術としてさらに意欲的にスキルアップを目指している若手技術支援者として活躍。



## 微細加工PF 実施機関 東北大学 辺見政浩さん

「利用者の要望は千差万別。難しい案件でもすぐに出来ないとは言わず、出来るようにするにはどうしたらよいか、と考えます。」



東北大学マイクロシステム融合研究開発センターの技術スタッフ

微細加工PF web 技術者紹介  
<http://nsn.kyoto-u.ac.jp/category/interview>

## 微細構造解析PF リーフレット



微細構造解析PF 広報チラシ  
[https://www.nims.go.jp/acnp/a\\_brochure.html](https://www.nims.go.jp/acnp/a_brochure.html)



# 利用者の声をweb掲載

## 分子・物質合成PF ユーザーボイス

**USER VOICE 021**

患者さんの役に立つ製剤の基礎研究  
～大学にない装置が気軽に使える機器共用～

ユーザーボイス第21弾では、シクロデキストリン（CD）包接複合体の研究を行う、愛知学院大学 小川法子氏に、装置との出会い、分子研の機器を活用した研究についてお話を伺いました。

愛知学院大学  
小川法子

**USER VOICE 018**

無機ナノシートを作って、並べる。  
精密制御されたナノ構造の複合素材に向けて

ユーザーボイス第18弾は、ナノテクノロジーの進展が日進月歩の中、無機ナノシートと呼ばれる物質を利用した機能性物質の開発に携わる福岡工業大学の宮元隆彦氏に、無機ナノシートの有用性をうかがうとともに、複合材料合成への応用などについて今後の展望を話していただきました。

福岡工業大学 宮元隆彦

**体外診断用高感度標識材料の開発**  
～教員の知恵と先端機器を活用したものづくり～

**USER VOICE 022**

日鉄ケミカル&マテリアル株式会社  
(旧 新日鉄住金化学株式会社)  
松村 康史、榎本 靖

**USER VOICE 024**

電力を消費しないメモリの実現を  
～電圧をかけるだけで磁石の方向を変えて情報を記録～

ユーザーボイス第24弾は、コンデンサと磁石の性質を併せ持った材料の開発に取り組んでいる東京工業大学教授の東正樹氏に、消費電力をほぼゼロにする磁気メモリへの期待についてうかがいました。

東京工業大学  
東 正樹 教授

**USER VOICE 019**

ユーザーボイス第19弾では、ガンの新しい治療器の開発を目指す合同会社ブリアステクノロジーの坂上恵氏に、光線力学療法に着目した最新の研究とデバイスの開発について伺いました。

全く新しいガン治療を目指して  
～ものづくり屋の医療への挑戦～

ブリアステクノロジー 坂上 恵

**USER VOICE 025**

新素材の開発と顧客の信頼を  
～分析の力で会社の発展を支える～

ユーザーボイス第25弾は、新たな素材の開発や改良、自社製品の調剤などの分析を行っている東洋紡コーポレート研究所分析センターの山根達平氏に、分析が果たすべき役割とその魅力についてうかがいました。

山根 達平  
東洋紡コーポレート研究所  
分析センター

# 蓄積された知とデータの利活用（構想含む・発展途上）

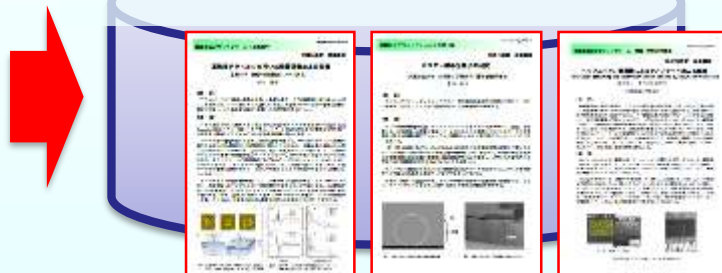
データの利活用に必要な成果事例等DBと検索システムの構築、外部連携へ

## 成果事例等、データ登録・更新

- a. 装置利用による実験条件が含まれる生データ  
(公開可能なもの)
- b. 一連の生データを統合したデータセット  
(公開可能なもの)
- c. ナノプラ利用報告書
- d. ナノプラ成果等の詳細な解説記事
- e. ナノテク周辺情報

※a, bは検討中

## 成果事例データベース



「データ駆動型（情報統合型）研究拠点」との連携

成果事例を検索して、ナノプラ事業Webサイトに表示

NanotechJapan  
(事業総合案内)

共用設備利用案内  
イエローページ

NanotechJapan Bulletin  
(Webマガジン)

実施機関紹介ページ  
当該機関利用による  
成果事例を表示

設備詳細情報ページ  
当該設備利用による  
成果事例を表示

“成果事例アーカイブス”  
成果事例の蓄積  
検索、ソート等

情報統合型・材料開発  
イニシアチブMI<sup>2</sup>I

戦略的イノベーション  
創造プログラムSIP

and more ...

- ・成果事例をより広範な研究者、技術者に提供
- ・利用機会の増加
- ・オープンイノベーション促進



# 日本の研究環境に立ちはだかる課題・方向性

- 前身10年のベースののち、ナノプラの成長・飛躍はあり。しかし、
  - PFを取り巻くエコシステムは進化の途上、阻害要因へ対処の必要
  - 時代と世界は激動の変化
    - 米中台頭、グローバルのSDGs、一方で日本の研究開発現場は疲弊
    - Society5.0 への到達には、スピードと次なる変革・進化が必須
  - 世界で戦える新サービス・新技術・新装置への対応が不可欠

IoTやバイオの新領域へ対応技術力強化、新技術・装置開発との接続、データPF連携の実現  
旧装置の更新(7-8年で装置の技術世代は替わる。もはや最先端装置群ではなくなってきている)、国際連携強化
- 研究力向上の必須インフラとしてのナノテク先端機器群。大学・国研の研究環境改革を促進。ナノプラの経験・蓄積から、常に踏み出し将来の先導を
  - 大学における「研究」、「教育」、に並ぶ第三のミッションとしての「社会貢献」

法人間のルール差による壁は部分最適化を助長(ex.料金体系、サービス)→組織を越えた新たな構造が必要。スタッフの評価・キャリア形成促進:特に高度技術専門人材は価値創出の源泉→彼ら彼女らに選ばれる場を構築
- 評価はフローだけでなくストックを重視すべき。ストックが競争力そのもの
  - 研究PJのように何が何件出たかではなく、蓄積されたアセットの価値を評価すべき。この価値はすなわち現場の課題解決力を表し、利用者の研究力向上に直結する