

Title	東京工業大学におけるクリーンルーム統合共用化による組織的研究支援の推進
Author(s)	松谷, 晃宏; 佐藤, 美那; 遠西, 美重; 藤本, 美穂; 平野, 明子; 西沢, 望; 進士, 忠彦; 初澤, 毅
Citation	年次学術大会講演要旨集, 34: 245-248
Issue Date	2019-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/16495
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

東京工業大学におけるクリーンルーム統合共用化による 組織的研究支援の推進

○松谷晃宏, 佐藤美那, 遠西美重, 藤本美穂, 平野明子, 西沢望, 進士忠彦, 初澤毅 (東京工業大学)
matsutani.a.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

東京工業大学では、文部科学省の「新たな共用システム導入支援プログラム」の支援を受けて、すずかけ台キャンパス内のクリーンルームを統合共用化し、研究機器の管理をラボから組織へ移行しつつある。この中でも、コアファシリティとして、各種センサ、マイクロ流体制御、バイオ MEMS、新材料の研究を行う研究室に学内外に開放され、その管理運営は技術職員と教員の教職協働で実施されている。本稿では、このクリーンルーム運営の予算規模、料金体系、収益について紹介するとともに、学外利用者からの技術代行について、ニーズ調査の結果などから考察する。

2. 先端研究基盤共用促進事業における「クリーンルーム統合」

東京工業大学では、先端研究基盤共用促進事業として平成 28 年度から 3 年間のキャンパス内クリーンルーム統合事業が採択され、すずかけ台キャンパス内において点在していた装置群を 5 カ所に統合整理した。その結果、研究分野に合わせた機能毎に再編され、それぞれが独立した共用クリーンルームとして効率的に運用されている。その中でも、メカノマイクロプロセス室は他のクリーンルームとは異なり、研究分野を選ばず全学を対象とした共用クリーンルームとして運営されている。

3. 半導体プロセス（微細加工）の共用型クリーンルームの問題点

半導体プロセス技術を用いた実験研究は一つのプロセス技術の装置のみで進めることは少なく、複数の装置を用いて評価分析結果を適宜フィードバックしながら進める。一般的に取り扱うサイズが μm から nm であることから、光学顕微鏡や電子顕微鏡は分析機器というよりは虫眼鏡の延長線の装置で、表面粗さを測定する装置や原子間力顕微鏡なども同様である。このような測定評価装置は、リソグラフィ時のレジストのスピンコートを始め、薄膜生成やドライエッチングなどのプロセス装置のすぐ横において、試し実験後はすぐに測定評価して本番の実験へ臨む。新しいデバイス製作には、新しいプロセス技術が必要となるので、条件探索のトライアンドエラーを含む実験研究では上述のように複数の装置を同時に利用する。この時、複数の装置を 1 回毎または単位時間当たりの課金システムで予め全て予約することは煩雑過ぎて現実的ではない。また、このような課金システムでは料金を気にしながら実験を進めることになるので安心して失敗することもできず、特に新技術探索の研究や新人研究者にとっては不向きである。1 回毎の課金システムでは、実施確認や請求の件数が膨大になり課金の事務的業務で勤務時間が消費され、運営スタッフの本来の技術支援業務に与える影響も大きい。これらのことに加えて、実験装置には固有の特性があること、プロセス技術はノウハウも多く経験が財産であることから、初心者や経験の浅い利用者では、単なる設備利用では十分な成果を出せないことが多いこともこの技術分野の特徴である。つまり、プロセス技術それ自体が研究分野であることがあまり考慮されていない。

4. メカノマイクロプロセス室の課金システムと管理・運営

東京工業大学精密工学研究所（現科学技術創成研究院未来産業技術研究所）では、1995 年度に図 1 に示す共同利用のクリーンルーム（100 m^2 ）を稼働させ、バイオ、メカトロニクス of 融合的なデバイス研究を全学的に支援する体制を構築しつつあった。国立大学法人化後は、技術職員集約化により組織された技術部半導体・MEMS 支援センター（現マイクロプロセス部門）が運営に関与するようになり、図 2 に示すような広範囲の研究分野の研究者に利用されるようになった。2016 年度の先端研究基盤共用事業により、新たに 100 m^2 のクリーンルームを統合運用し、コアファシリティとしての汎用的な共用設備を中心として、他機関から着任したばかりの研究者や若手研究者にもスピーディにかつ自由に研



図1 メカノマイクロプロセス室

究に打ち込める環境を提供している。メカノマイクロプロセス室の運営は図3に示す教職協働体制をとり運営会議を月に2回に開催している。

前節での述べたように、この技術分野は常に課題解決型、研究型である。そこで、メカノマイクロプロセス室の課金システムは年会費制を採用している。この課金システムでは、1回毎の実施（時間）の確認やそれに伴う請求事務手続きなどが原理的に発生せず、1利用者に対し当該年度に1回だけ課金の手続きをすればよいことになるから、利用者側、運営側の双方にとって Happy となる。運営スタッフも本来の技術的業務に専念でき超過勤務もほとんど必要なくなる。利用者は卒業や進学、新規利用や利用中止等により毎年3分の1程度入れ替わるものの、毎年度の利用登録は20研究室余、利用登録者数は100名余が標準的な数である。装置のリプレイスを考慮しない標準的な維持管理費として1年間350万円弱で運営しているので、これを利用人数で案配し、研究室登録料と利用人数に応じた料金との合計で年会費の料金体系としている。料金の徴収は、現在のところ法人運営費の予算振替を基本としている。この考え方の基礎には「運営の安定性」がある、外部資金による利用料支払いの場合、利用者が外部資金を獲得している場合には問題ないが、全利用者が外部資金獲得に失敗した時には共用クリーンルームの運営の基礎が瓦解する可能性がある。最悪の場合は、技術支援員を雇用し

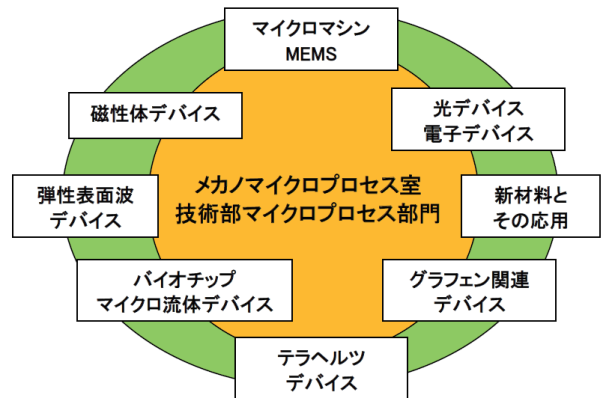


図2 メカノマイクロプロセス室と技術部マイクロプロセス部門が関係する研究分野の例



図3 メカノマイクロプロセス室の運営委員会の教職協働体制

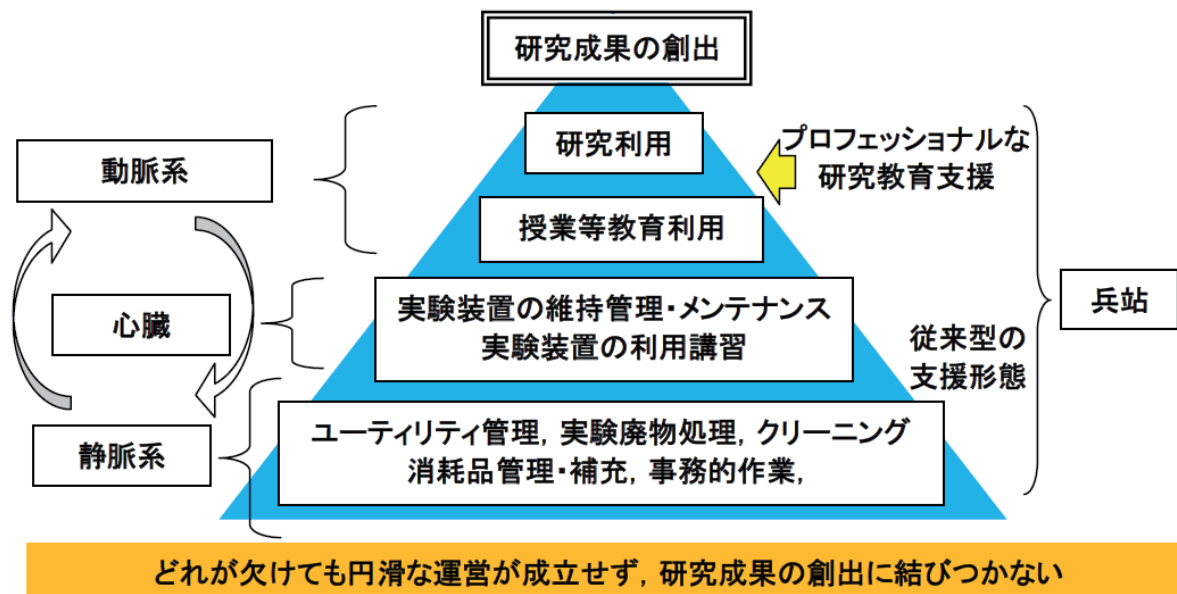


図4 メカノマイクロプロセス室の運営のコンセプト

ている時に人件費の不払いの可能性があり、これは経営としても無計画ということであるから運営のベースとなる安定財源の確保は最重要である。

メカノマイクロプロセス室の運営の概略は図4に示すような考え方に基づいている。実験装置の維持管理・メンテナンスや実験装置の利用講習を中心とする心臓から送り出した血液は動脈系を流れ利用者に供給され活用される。この時発生した実験廃棄物の処理などは静脈系の流れに乗って消耗品の管理や補充などと合わせて処理され、この流れはまた心臓に戻って動脈系へと流れて研究や教育に活かされる、という循環となる。動脈系の研究利用や教育利用が存分に力を発揮するには、静脈系の兵站機能を十分に備えて新鮮な血液を動脈系に送ることが重要である。この循環およびプロフェッショナルな研究教育支援を合わせた兵站としての研究支援力が加わり研究力が向上することになる。これらはどれが欠けても円滑な運営が成立せず、研究成果の創出に結びつかない。一般的には研究のための戦略はしばしば議論されるけれども実は戦術であることが多い。戦略の決定には、兵站の重要性を十分に考慮することが本当の研究力向上には最も必要である。

ところで、共用設備を利用した研究成果の追跡調査は一般的に難しいとされている。メカノマイクロプロセス室の研究成果の創出についても、論文・学会発表に関する実績調査はこれまで利用者の善意に期待するだけであり困難であった。そこで、我々は本稿執筆にあたり本学の T2R2 東京工業大学リサーチポジトリという業績管理システムを利用して急遽アンケート調査を実施した。その結果、学会開催期間中で出張中の利用教員が多かったにも関わらず、1 週間のアンケート期間における回収率は 67% となり、メカノマイクロプロセス室の利用による 2018 年の論文および学会発表は 124 件、2019 年は 82 件（9 月 20 日現在）であることがわかった。この方法による回収率は 100% とすることが可能であるから、全ての調査の終了時点ではほぼ正確な成果創出の実績を把握することができると考えている。

5. 技術部マイクロプロセス部門における人材の養成

このように、メカノマイクロプロセス室の運営にはプロフェッショナルな技術者集団による運営が必須である。上述したような共用型クリーンルームの問題点を解決するには経験豊富な専門家が利用者とコラボレーションしながら進めることが、時間も含めた効率的な研究成果の創出には最適な方法であることは容易にわかる。言い換えれば、研究支援するスタッフ自身が研究者あるいは研究的に業務の遂行が可能か少なくとも研究を理解できる力があることが必須である。

東京工業大学では法人化時点より技術職員は技術部に集約されている。ここでは技術部マイクロプロセス部門における高度専門技術職人材育成としての技術職員養成の取組みについて述べる[1]。技術部マイクロプロセス部門は、「半導体プロセスによる集積システム及び MEMS 開発支援」を主な業務とする研究支援部門であり（本学規則による）、プロセス技術および関連材料の分析などを行っている。核となる技術は、真空技術・プラズマプロセス技術・電子線技術である。新しいデバイス研究の進展には従来技術だけでなく、新たな技術開発による支援が必要であるため、図5に示すように、従来技術や基盤技術からの研究支援に加えて、新技術や技術開発による研究支援を行っている。研究がすくすく成長するように肥料と水やりで支援するイメージである。このようなコンセプトのもとに、図6に示すような研究と研究支援のポジティブなループを形成することにより、大学の研究の発展及び研究力向上に寄与する考えである。

このような、組織の運営には、リーダーとフォロワーが役割分担と協力体制を構築してチームとして運営することが重要である。若手職員には、知識力・技術力・行動力をバランスよく成長してもらい、将来は自らが研究支援先を探す（頼りにされる）力をもつことを期待している。支援先とよい関係を築けば、お互いにプラスになるようにさらに幅が広がることになる。これには、各職員を高度専門技術人材とするために、様々な養成の仕組みを用意する必要がある。マイクロプロセス部門では、各自が管理

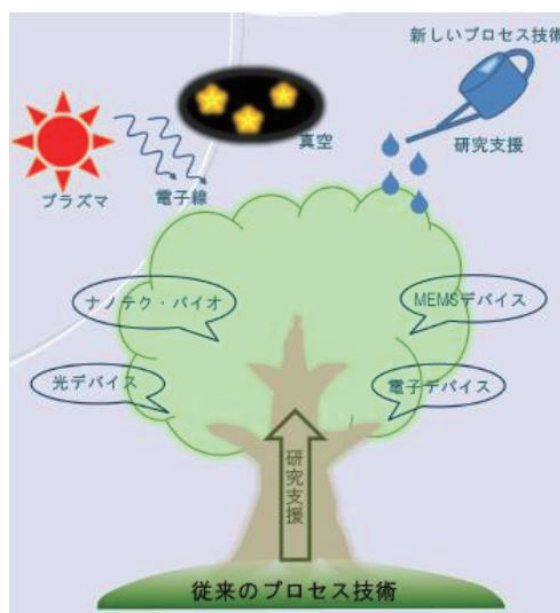


図5 技術部マイクロプロセス部門の研究支援の考え方

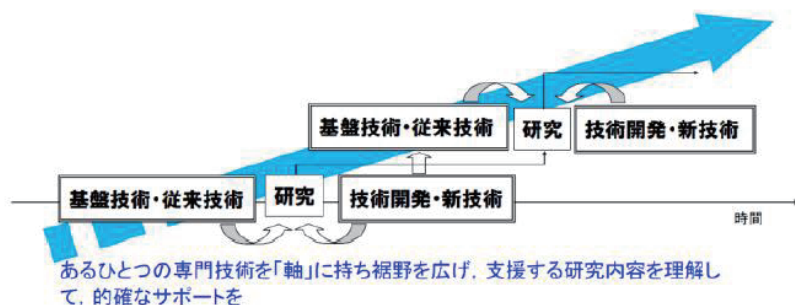


図6 研究と研究支援のポジティブなループの形成

バイオ、ナノテクの展示会にも全員参加して情報収集して会議報告、その他必要とされるセミナー・学会・研究会にも出席可としている。これらにより、最先端技術情報の取得とニーズの調査が可能である。また、様々な大学で開催される技術発表会での発表、科学研究費応募についても全員に課している。これにより、作文力・プレゼンテーション力も身に付き、研究支援先の教員とも高度専門技術者として円滑な会話が可能となり最先端研究への貢献も実現できる。継続した貢献の結果は共著としても現れ、大学の研究力向上に帰することになる。これらの取り組みの結果として、約 10 年前の当部門発足当初から数えて 300 件余の学会・論文発表に自著共著として貢献している。

このような取り組みは技術職員の全学集約化による効果大きい。集約化により学内の多くの教員、研究室とコラボレーションできるようになったことは、一つの研究室に所属している場合には味わえない広範囲な貢献ができるということでありモチベーション向上にも有効である。集約化して様々な研究領域の「ハブ」として機能させる部門を運営し得られた成果を利用者へ全て還元すれば、だれもが **Happy** になれる。このようなことを実現可能とするのは集約化の最大のメリットとである。また、共用施設の利用を通して、教員、研究室のニーズを把握できることから、それらを取捨選択した情報収集やプロセス技術の味見実験や開発も可能になり、これに取り組むことは議論と実践を合わせて進めることで部門スタッフの養成にも役立ち、さらに利用研究室が必要になったときにすぐに役に立てるということになる。これも大学の研究力向上に貢献できるということになりメリットである。

6. 展望：メカノマイクロプロセス室の学外利用について

学外利用におけるニーズを調査した事例を次に示す。応用物理学会に所属する半導体微細加工プロセスを必要とする研究者と意見交換したところ、「現在のところ学生が大学近隣の共用設備・施設を使いに行っているが条件出しなどで苦労していて研究成果の創出がなかなか大変である。専門家に依頼してプロセスを行ってもらえれば大変助かる」という要望であった。このデバイス研究支援では、予め研究目的や製作するデバイスの情報を共有したプロセス実験の代行を依頼したいということであり、単なる機器利用を超えたトライアンドエラーを含めての共同実験的性格を有する例となる。このような要請に応えるために、規則を整備して技術代行料を導入したいと考えている。技術代行料を設定する理由は主に次の3つになる。維持管理費への充当、技術支援員の人件費、技術スタッフのプロとしての自覚とモチベーションの向上である。さらに、学外からの技術代行料収入による装置のリプレイスまで実現可能となれば理想的である。少なくとも維持管理費、技術支援員の人件費等をベースとした計画による必要経費から算出する方法の採用が望ましい。多くの先行事例では、当該装置の利用に係る消耗品や光熱費あるいは作業員の人件費相当額を加算しているようであるが、計画根拠の導入などの工夫が必要である。

7. おわりに

東京工業大学において先端研究基盤共用促進事業として平成 28 年度から採択されたキャンパス内クリールーム統合事業で運用している事例として、東京工業大学メカノマイクロプロセ室の取り組みについて、技術部マイクロプロセス部門との教職協働運営の観点から報告した。我々の研究基盤共用の取り組みがロールモデルの一つとして我国の研究力向上の一助となれば幸いである。

参考文献

[1]松谷晃宏, 東京工業大学技術部マイクロプロセス部門における技術職員の養成, 2019 年度分子科学研究所機器・分析技術研究会, I-PA-02 (2019).