

調査報告書

イノベーションエコシステム形成に向けた 産学橋渡しの現状と課題

エグゼクティブサマリー

わが国の科学技術イノベーション政策の目指す主要な方向性の一つが、民間企業、政府、公的機関、大学、金融機関、投資家、起業家、市民社会など多様なアクター間の相互作用のもとに社会・経済的価値を創出する「イノベーションエコシステム」を形成し、機能させることにある。アカデミアセクターと産業セクターの相互作用は、このエコシステムの重要な部分をなす。大学や公的研究機関で生まれた研究成果を産業界へ受け渡す、あるいは大学等と産業界が協働して社会・経済的価値を生み出す諸活動である。

過去四半世紀、日本では主要先進諸国に数歩遅れながらも、大学発シーズの技術移転、共同研究やコンソーシアム形成、大学発ベンチャー創出など、様々な形の産学連携の体制がつくられてきた。各大学・研究機関や各企業での努力に加え、産学連携の進展状況や課題について文部科学省や経済産業省を中心に調査・分析が継続的に行われ、改善のための施策が打たれてきた。その結果、産学共同研究、知的財産のライセンス、大学発スタートアップの活動など、種々の活動のボリュームを示す指標は一貫して増大傾向にある。その一方で、諸外国での状況を引き合いに、まだまだ日本の産学連携のポテンシャルが発揮しきれていないとの指摘もある。

日本の産学連携の現状をどう理解すればよいのか。そして今後、どのような姿を目指すべきなのか。産と学の相互作用の体制や方法は多様化・複雑化し、また特に第6期科学技術・イノベーション基本計画以降、政策自体が大きく変化している今日、産・学・官の各ステークホルダーが認識を共有することの難度は上がっている。

そこで本レポートでは、産学連携の現状に関するデータをできるかぎり平明な説明とともに構造化し、提示することを目指した。特に産学のインターフェースを「橋渡し（bridging）」の問題として捉え、過去の報告書のレビュー、専門家へのインタビュー、独自の定量調査をもとに情報を整理した。産業界とアカデミアの垣根を越える主な手段（チャンネル）として、以下の三つを取り上げる。

- ・ 特許化とそのライセンスによる技術移転
- ・ アカデミア発スタートアップ（ベンチャー）創出
- ・ 産学共同研究（国プロ、拠点、コンソーシアム等による産学連携を含む）

本レポートで扱う問いは次のようなものである。

- ・ 科学技術・イノベーションにおける産学橋渡しの今日的意義は？
- ・ 産学橋渡しはどのように進むのか？
- ・ 産学橋渡しはどのように測ることができるのか？
- ・ 産学橋渡しはどのくらいなされているのか？
- ・ 各種の産学橋渡しチャンネルにおいて、ボトルネックは何か？
- ・ 諸外国と比較したとき、日本の特徴は何か？

本レポートは4章で構成している（図）。第1章では、産学橋渡し（産学連携）の目的を「イノベーションエコシステムの活性化」に位置づける。第2章では、産学橋渡しの主要なチャンネルとして、①特許による技術移転、②アカデミア発スタートアップ、③産学共同研究を取り上げる。それぞれの橋渡し活動のための制度・体制が整えられ、各種の指標で測られるそのボリュームは増大していること、一方で資金・人材のリソースやその分布に関して各種のボトルネックが指摘されていることを見る。第3章では、各国の産学橋渡しのマクロ動向の把握を目的に、主として各国の特許出願動向を調べた。また、スタートアップ環境、産学間の研究資源の分布と相互作用という観点から、各国と比較した日本の特徴づけを試行的に行った。第4章では、現状や課題が政策的に認識され一定の手が打たれていることを確認したうえで、今後の深堀りが必要だと考えられる3点を提案する。

- (1) 産学橋渡しのリソースをどう最大限活用するか
- (2) 指標に表われない産学橋渡しの果実をどう認識して伸ばすか
- (3) 産学橋渡しをどう研究力の向上につなげるか

こうしたポイントも踏まえ、さらなる事例調査や分析が進み、具体的な施策立案や改善につなげていくことが重要である。本レポートがその認識共有に資することを期待する。

科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）では、本年度すでにイノベーションエコシステムに関する調査報告書「近年のイノベーション事例から見るバイオベンチャーとイノベーションエコシステム」¹やワークショップ報告書「多様なイノベーションエコシステムの国際ベンチマーク」²を発行済みである。本レポートは特許出願をはじめとするマクロ動向や、産学橋渡し活動の課題の観点から一定の情報整理を試みたものであり、CRDSではこれらを踏まえて今後も情報発信・提案を行う予定である。

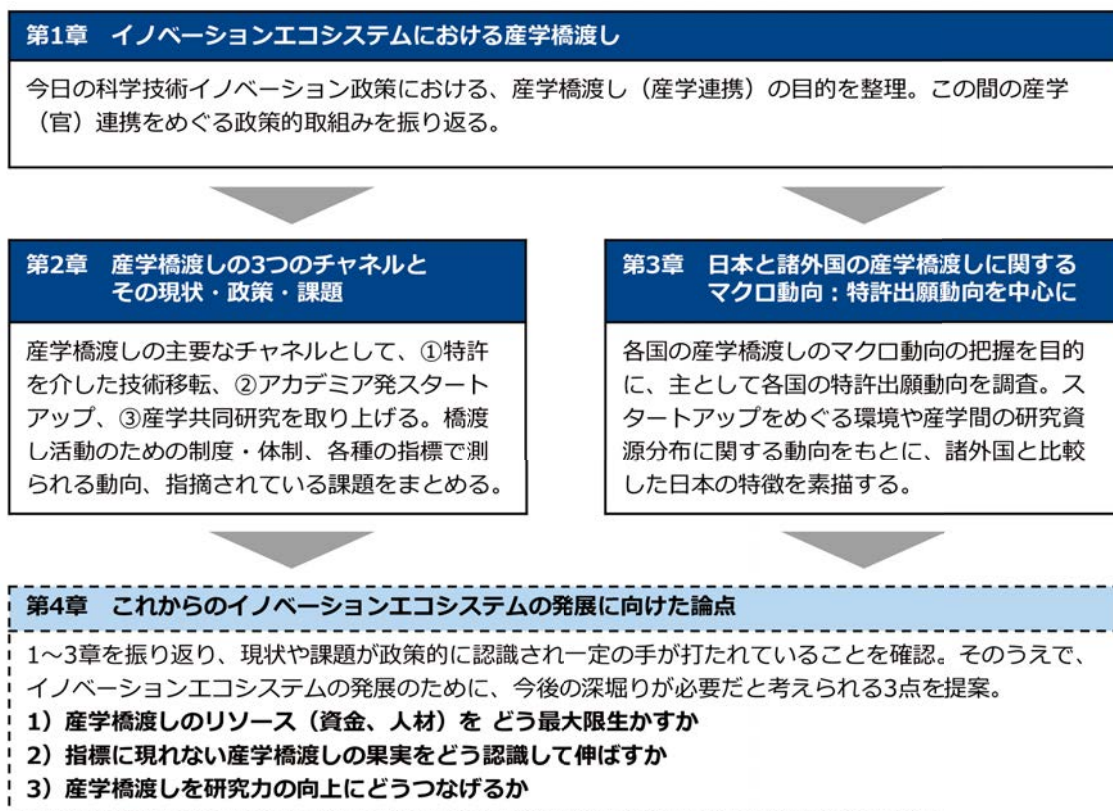


図 レポートの概要

1 CRDS-FY2021-RR-02「近年のイノベーション事例から見るバイオベンチャーとイノベーションエコシステム」

2 CRDS-FY2021-WR-03「多様なイノベーションエコシステムの国際ベンチマーク」

用語整理

用語	本レポートでの意味
アカデミア機関	本レポート内では、大学などの高等教育機関と国研などの公的研究機関を指すものとする。OECD等のレポートにおける「HEI/PRI (higher education institution and public research institution)」に相当。
アカデミア発スタートアップ	アカデミア機関の研究成果や、学生が母体となって生まれる企業（英語では“academic spinoff”などとも言う）。「ベンチャー」もスタートアップと同義で用いる。本レポートでは「アカデミア発スタートアップ」の厳密な定義は行わない。
アカデミア特許	アカデミア機関が出願人となっている特許。
イノベーションエコシステム	民間企業、政府、公的機関、大学、金融機関、投資家、起業家、市民社会など、多様なアクターが協働、競争を続け、イノベーションを誘発するように働く、相互作用と循環機能を持つシステム。1.1 節参照。
産学連携	アカデミア機関や研究者と産業界の企業や研究者が相互作用を行う広範な活動を指す。2.1.1 項参照。
産学橋渡し	産学連携とほぼ同義だが、イノベーションエコシステムの一部を構成する活動であることを強調する場合、本レポートではより動詞的な「橋渡し (bridging)」を用いる。なお「橋渡し」は産学双方からなされるニュアンスである。産と学、さらに他の多様なアクター間の連携を能動的に促す営みを「橋渡し」という表現に込めた。

目次

1	イノベーションエコシステムと産学橋渡し	1
1.1	イノベーションエコシステムのための産学橋渡し	1
コラム	イノベーションエコシステムとは何か	4
1.2	産学連携・技術移転の歩み	6
コラム	世界の産学連携・技術移転の起こり	8
1.3	産学双方にとっての連携の意義	9
1.4	本章のまとめ	12
2	産学橋渡しの三つのチャネルとその現状・政策・課題	13
2.1	産学をつなぐ橋	13
2.1.1	産学橋渡しの多様なチャネル	13
2.1.2	研究が事業につながるまで	14
2.1.3	事例1：高速原子間力顕微鏡の製品化	17
2.1.4	事例2：東京大学－小松製作所の共同研究による 熱交換器の製品化	19
2.1.5	事例3：神戸大学発ベンチャー Bio Palette 社によるゲノム編集技術	20
2.2	橋渡し活動の定量的把握	22
2.2.1	定量的把握のための指標	22
2.2.2	日本の産学橋渡しの推移	23
2.2.3	海外との比較：知財収入の少なさ	26
コラム	バイオベンチャーに関する国際ベンチマーク	28
2.3	産学橋渡しのための政策と体制	29
2.3.1	京都大学	31
2.3.2	徳島大学	32
2.3.3	早稲田大学	34
コラム	大学における産学連携の体制・運営の中心的課題	35
2.3.4	物質・材料研究機構（NIMS）	36
2.3.5	コンソーシアム型の産学連携：COI プログラムを例として	37
2.4	産学橋渡しにおけるボトルネック	38
2.4.1	特許を介した技術移転におけるボトルネック	38
2.4.2	アカデミア発ベンチャー創出に関するボトルネック	39
2.4.3	産学共同研究に関するボトルネック	40
2.5	本章のまとめ	41

3	日本と諸外国の産学橋渡しに関するマクロ動向：特許出願動向を中心に	42
3.1	日本と諸外国のアカデミア機関の特許出願動向	42
コラム	先行調査——国内の国立大学の特許出願調査	43
3.1.1	調査方法	44
手法ノート	PatentSight® によるアカデミア特許の分析	45
3.1.2	国別のアカデミア特許数ランキング	47
3.1.3	日・米・独・中のアカデミア特許の分野構成、 企業共同出願の割合	49
コラム	特許の「競争力」を考慮した分析	54
3.1.4	日・米・独・中のアカデミア特許の海外出願動向	55
コラム	日本の大学の特許料収入はなぜ少ないのか？	57
3.2	米・独・韓の 20 機関の特許出願動向	59
3.2.1	日米各 20 機関の出願分野構成の比較	60
3.2.2	韓国のアカデミア特許出願動向	62
3.2.3	ドイツのアカデミア特許出願動向	63
コラム	各国機関の特許の「量」と「競争力」	65
3.3	特許以外のデータ	66
3.3.1	スタートアップを生み出す環境	66
3.3.2	産学連携の前提条件としての産学の研究資源	70
コラム	各国比較のまとめ——産と学の研究資源から見る 各国のイノベーションエコシステム	72
3.4	本章のまとめ	74
4	これからのイノベーションエコシステムの発展に向けた論点	76
4.1	前章までの振り返り	76
4.2	論点提案	78
4.2.1	産学橋渡しのリソースをどう最大限生かすか	78
4.2.2	定量化できない産学橋渡しの果実をどう認識し、どう伸ばすか	80
4.2.3	産学橋渡しをどう研究力の向上につなげるか	81
資料		
A.1	各国・地域で特許の保有件数が多い 20 機関	83
A.2	連続セミナー概要	86

1 | イノベーションエコシステムと産学橋渡し

過去四半世紀にわたり、日本では、主要先進諸国に数歩遅れながらも、大学発シーズの技術移転、共同研究や国プロ、大学発ベンチャー創出など、産業界とアカデミア（大学や公的研究機関）の連携を促す施策が進められてきた。本レポートでは、こうした産学の垣根を越えて知識の行き来を可能にする活動を「産学橋渡し」と位置づけ、その現状と課題について考察する。なお、本レポートにおける「産学橋渡し」と「産学連携」はほぼ同義だが、イノベーションエコシステムの一部を構成する活動であることを強調するため、タイトル等ではより動詞的な「橋渡し（bridging）」を用いた（当然、「橋渡し」は産学双方からなされるニュアンスである。産と学、さらに他の多様なアクター間の連携を能動的に促す営みを「橋渡し」という表現に込めた）。

本章では、産学橋渡し（産学連携）の政策の歩みを含め、その今日的な意義を確認する。

1.1 イノベーションエコシステムのための産学橋渡し

産業界とアカデミアがつながることは、両者にとってメリットがあるだけでなく、社会全体へ恩恵をもたらす。だからこそ、政策的にも後押しする意義がある。本レポートは、科学技術イノベーション（STI）政策としての産学橋渡しの意義を「イノベーションエコシステムの主要かつ不可欠な構成要素」として捉える。

イノベーションエコシステムとは、民間企業、政府、公的機関、大学、金融機関、投資家、起業家、市民社会など、多様なアクターが協働、競争を続け、イノベーションを誘発するように働く、相互作用と循環機能をもつシステムである（図1-1左）。基礎研究が生み出す科学的知識も活用して、新しい製品・サービスや市場を創出し、経済的・社会的価値を増大させ、より良い社会の形成に資する。そのために、情報、人材、資金、制度が結びつく場、ないし仕組みがイノベーションエコシステムと呼ばれる¹（用語としての多義性については節末のコラムも参照）。イノベーションエコシステムの形成は、わが国の科学技術・イノベーション政策の主要課題の一つである²。

産学連携は、このイノベーションエコシステムのなかで、アカデミア（大学や公的研究機関）と産業界（既存企業だけでなくスタートアップ含む）との相互作用を切り出したものとみなせる（図1-1右）。これは、エコシステムを構成する多くの相互作用のなかでも、とりわけ重要なものの一つである。本レポートでは、こうしたイノベーションエコシステムの構成要素としての産学橋渡し活動と、それを可能にする様々な体制や施策を主題とする。

- 1 イノベーションエコシステムのこの説明はCRDS-FY2021-WR-03「多様なイノベーションエコシステムの国際ベンチマーク」を参考にした。
- 2 2021年3月に閣議決定された第6期科学技術・イノベーション基本計画では、政策的目標の一つに「価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成」が位置づけられている。

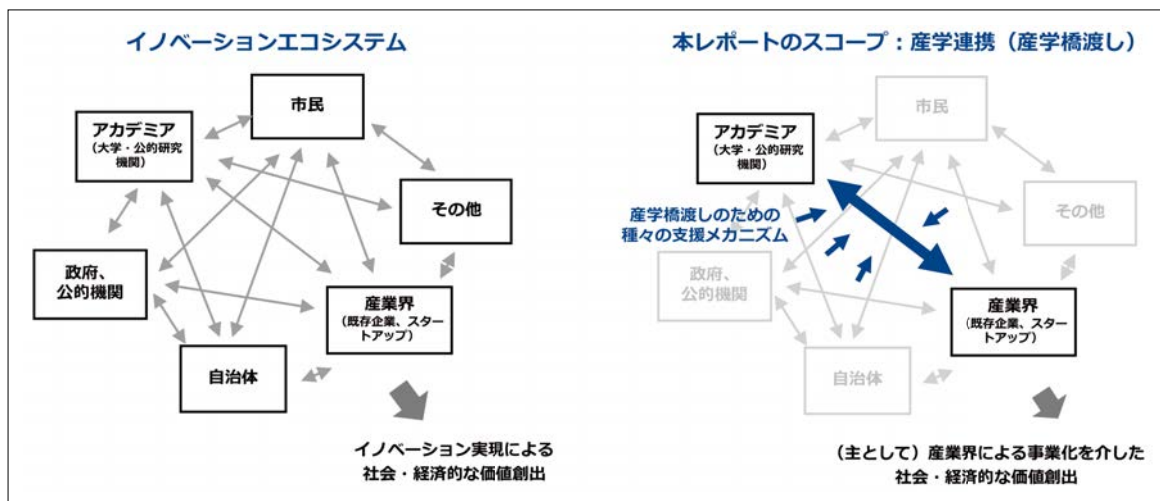


図1-1 「イノベーションエコシステム」と「産学橋渡し」

STI 政策上の「イノベーション」概念の変遷

エコシステムによって実現すべき「イノベーション」とはそもそも何だろうか。第6期科学技術・イノベーション基本計画では、イノベーション概念の変化に関する記述がある。同計画によれば、「企業活動における商品開発や生産活動に直結した行為と捉えられがちだったイノベーションという概念」が、今では「経済や社会の大きな変化を創出する幅広い主体による活動と捉えられ」、今日求められるのは「地球環境問題などの複雑で広範な社会的課題へ対応するため、社会の変革を志向」する「トランスフォーマティブ・イノベーション」であるとされる³。イノベーション概念の変遷について、CRDSのレポート「社会的課題解決のためのミッション志向型科学技術イノベーション政策の動向と課題」⁴では以下の4段階で整理した（表 1-1）。

1. 第二次大戦以降：各国は、国家安全保障、産業の国際競争力の強化などを目的に、科学技術およびイノベーションを推進するための行政組織、法律など制度面を整備。冷戦期には、防衛、宇宙開発や原子力などの国家的優先課題に資する技術開発を行う組織を国が主体となって設置した。
2. 1970年代以降：国際競争の時代に入り、民間部門の研究開発能力の向上とも並行して、国際競争上必要な技術開発を目的とした産学官のコンソーシアムの形成などを通じた産業技術開発型の政策を実施した。
3. 1980年代以降：政府がターゲットを設定する産業政策、およびその根底にあるリニアモデルに対する批判とともに、ナショナル・イノベーション・システムの概念が提唱される。公的研究費による研究開発の成果の移転を促進するための知的財産制度の整備、大学や公的研究機関における技術移転機関の設置など、ナショナル・イノベーション・システムを構成する産官学の各要素間の関係の強化を目的とした政策が導入された。
4. 2010年代以降：社会変革型の科学技術・イノベーション政策という新たな枠組みが要請され、その具体的なアプローチとして、「ミッション志向型」のSTI政策の取組みが各国で始まる。

3 「第6期科学技術・イノベーション基本計画」
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

4 CRDS-FY2020-RR-08「社会的課題解決のためのミッション志向型科学技術イノベーション政策の動向と課題」

表 1-1 科学技術イノベーション政策の主要な枠組みの特徴とイノベーションモデル⁵

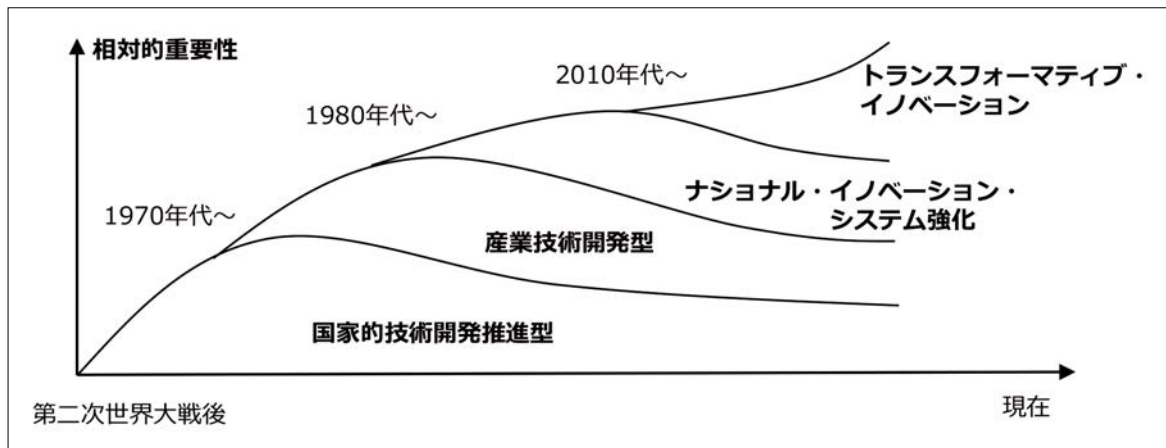
年代	第二次世界大戦～	1970年代～	1980年代～	2010年代～
政策枠組み	国家的技術開発推進型	産業技術開発型	ナショナル・イノベーション・システム強化	トランスフォーマティブ・イノベーション
目的	国家的観点（安全保障・外交等）上重要な技術目標達成のための大規模プロジェクトの推進	国際競争力上重要な技術開発とその普及	ナショナル・イノベーション・システムの強化	グランド・チャレンジや社会的課題解決に向けた社会変革
主たる内容	国が主体となり、目標達成のための組織（ミッション・エージェンシー）を設立。研究者・技術者・企業等を結集	当該技術に関連する企業・公的研究機関からなるコンソーシアム等をプラットフォームとして、共通の産業技術を開発（半導体等）	ナショナル・イノベーション・システムを構成する主たるアクター間の連携の強化	政策手段（規制・ルール、標準、税制、政府調達等）も活用し、技術開発・ソリューションの実装を目指す
事例	マンハッタン計画、宇宙開発（アポロ計画等）、原子力開発など	旧通商産業省のナショナルプロジェクト、米国 SEMATECH など	知的財産権強化、パイプライン条項、産学連携の強化、スタートアップ促進策など	国連 STI for SDGs EU Horizon 2020/ Europe 欧州各国のミッション志向政策など
主体	国、ミッション・エージェンシー（米国 NASA、旧科学技術庁など）	大企業、公的研究機関コンソーシアム（技術研究組合など）	企業、大学、公的研究機関、TLO 等技術移転組織	市民セクターを含む多様な主体
国の役割	研究開発から事業遂行の主たる実施者	企業間の調整と競争前段階での技術支援	各アクター間の連携強化と調整（法制度、資金など）	目標設定プロセスの設計と運営、長期的コミットメントの提示による各アクターの取組みの誘引、各種政策手段の活用など
イノベーションモデル	リニアモデル	リニアモデル（改良型（チェーン・リンクト・モデルなど）含む）	ナショナル・イノベーションシステム（死の谷の議論など）	トランスフォーマティブ・イノベーション

重要なことは、新しいイノベーションモデルが従来のものを置き換えるものではない点である（図1-2）。社会経済の環境の変化に伴って、従来の枠組みでは対応できない課題に対応するために新たな枠組みが「補完的に」生じてきている。

この4段階に基づく、産学連携に政策的に介入するという発想は、第3段階の「ナショナル・イノベーション・システム強化」で登場していることがわかる。当時は主に自国の経済力や産業競争力の強化に主眼があった。一方、今日的な産学連携の意義は、第3段階と第4段階にまたがる。つまり、日本の産業競争力や科学技術力にとって産学間の知的協働は依然として重要だが、それに加えて、私たちは気候危機をはじめとする様々な地球規模課題や地域の社会的課題に直面し、その解決のためのトランスフォーマティブなイノベーションを求めている。後者の意味でのイノベーションを実現するためにも、産学の架橋が必須となっている⁶。

5 出所：CRDS-FY2020-RR-08「社会的課題解決のためのミッション志向型科学技術イノベーション政策の動向と課題」より作成（元表はGassler, H. et al. (2007), Schot, J., and Steinmuller, W. E. (2018), TIP Consortium (2019) 等をもとに作成。）

6 産業界がどのようにトランスフォーマティブ・イノベーションを起こすことができるのかについては、飯塚（2021）が先駆的な事例のケーススタディをもとに論じている。飯塚倫子（編）『〈善い〉ビジネスが成長を生む：破壊と包摂のイノベーション』（慶應義塾大学出版会、2021）

図1-2 四つの枠組みの相対的重要性の変遷⁷

コラム

イノベーションエコシステムとは何か

「イノベーションエコシステム」概念は、日本および世界のSTI政策のなかでキーワードになっているが、その語義は一意ではない。たとえば近年のレビュー論文⁸は“innovation ecosystem”の語が用いられている120の論文をサーベイし、21の独立な用法をリストアップしている。大まかには、(1) 国家レベルのイノベーションに着目する「ナショナル・イノベーション・システム（NIS）」から派生した系譜と、(2) 主にビジネスの協業-競争関係の連関をエコシステム（生態系）になぞらえた系譜⁹に二分されるようだ。

近年のSTI政策で用いられるイノベーションエコシステム概念は、20世紀末から存在する「ナショナル・イノベーション・システム（NIS）」の概念に近く、両者には大きな違いはないものの、より広範囲にわたるアクター間の相互作用を記述しようとする点に意義があるとの指摘もある¹⁰。加えて「エコシステム＝生態系」には、トップダウンの設計・制御の及ばない自律的なアクターの相互作用という付加的なニュアンスがある点も認めてよいだろう。CRDSでは、2000年代より「ナショナル・

⁷ 出典：表1-1と同じ。

⁸ Ove Granstrand, Marcus Holgersson, Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition, Technovation, Volumes 90-91, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>

⁹ Adner (2006) などが嚆矢といわれる。Ron Adner. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem Harv. Bus. Rev., 84 (4) (2006), pp. 98-107.

¹⁰ 永田晃也「イノベーション・プロセスをシステムとして捉える」、SciREX コアコンテンツ所収。
<https://scirex-core.grips.ac.jp/1/1.0.3/main.pdf> アクセス日：2022年1月13日。

イノベーション・エコシステム（NIES）」や「グローバル・イノベーション・エコシステム（GIES）」という概念を提唱してきた¹¹。

近年、経済産業省は、特に産学のアクターに着目し、「日本が目指すべきイノベーションエコシステム」を「①事業会社とベンチャーによる価値共創によって新たな付加価値を創出。②さらに、大学・国研の【知】が産学「融合」によってシームレスかつ迅速に市場へと繋がる。③これらの結果、グローバルに通用するサービスを創出。その利益や人材を還流。これらがシームレスに繋がり、自律的かつ連続的にイノベーションが生み出されるシステムのこと」と説明している¹²。イノベーションエコシステムの射程は公的セクター（政府・自治体）や市民にも及ぶが、産業界（企業・スタートアップ）とアカデミアの相互作用にこの概念の大きな主眼の一つがあるのは間違いない。

なお、「エコシステム」には、地理的な局在が含意されている場合がある。「スタートアップエコシステム」は都市圏を中心とするスタートアップや企業、VCなどの投資機関のネットワークを指すことが多い。たとえば、Startup Genome 社が各都市のスタートアップ環境をまとめた The Global Startup Ecosystem Report 2021¹³は、おおむね半径100kmのエリアにおける種々のリソースを共有する範囲を“startup ecosystem”と定義している。また文部科学省は日本型イノベーション・エコシステムの形成と地方創生を目的とした「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」を2018年度から実施している¹⁴ほか、「地域科学技術イノベーション・エコシステムの構築に向けた方策」についての報告書を出している¹⁵。金間（2021）は、スタートアップエコシステム、ビジネスエコシステム、イノベーションエコシステムを、それぞれに異なるが互いにオーバーラップをもつ概念として整理している¹⁶。

本文で述べたように、STI 政策では「イノベーション」概念自体の内容が変化している。したがって、「イノベーションエコシステム」の目的や構成要素もまた時代ごとによって変わっていくものと言える。

- 11 CRDS-FY2010-SP-06 「（戦略プロポーザル）問題解決を目指すイノベーション・エコシステムの枠組み」
- 12 経済産業省 産業技術環境局「新たなイノベーションエコシステムの構築の実現に向けて」令和2年1月16日
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/kenkyu_innovation/pdf/015_03_00.pdf
- 13 Startup Genome, “The Global Startup Ecosystem Report 2021”, 2021.
<https://startupgenome.com/reports/gser2021>
- 14 文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」
https://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/chiiki/program/1367366.htm
- 15 文部科学省 科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会「地域科学技術イノベーション・エコシステムの構築に向けた方策について」（2021年1月）
https://www.mext.go.jp/content/20210129-mxt-000009610_1.pdf
- 16 金間大介「産学連携とスタートアップ・エコシステムに関する先行研究レビュー」研究・イノベーション学会、第36年次学術大会講演予稿集所収、2021年。

1.2 産学連携・技術移転の歩み

日本の産学連携（産学官連携）関連の政策には、四半世紀にわたる歴史がある。それ以前にも、奨学寄附金制度や受託研究制度などのもとで、大学と民間企業の連携は存在していた。しかし産学連携の制度が本格化するのには、「第1期科学技術基本計画」の策定（1996年）以降である。同計画では「産学官連携」が謳われており、これが「産学連携」¹⁷の語の普及につながった¹⁸。以下、CRDSが発行した「日本の科学技術イノベーション政策の変遷2021」¹⁹をもとに、その後の流れを振り返る（図1-3）。

第1期科学技術基本計画の期間（1996～2000年）には産学官連携の基盤づくりが行われた。1998年の「大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律（TLO法）」により、各大学における承認TLO（Technology Licensing Organization）の設立が始まった。1999年「産業活力再生特別措置法（日本版バイ・ドール条項）」により、国からの資金に基づいて実施された研究開発成果の知的財産権を大学等の機関に帰属させることが可能になった。

第2期科学技術基本計画の期間（2001～2005年）では、産学官連携を促進する制度体制の整備がなされた。「産学官連携推進会議」（2002年）や「イノベーション・ジャパン—大学見本市」（2004年）といった産学官交流の場の設定のほか、コーディネーター・目利きなどの産学官連携の触媒的役割を担う人材の養成、大学内の産学官連携・知財管理部門の設置等が進められた。2001年に経済産業省が大学発ベンチャー企業を3年間で1,000社にするとの「大学発ベンチャー1,000社計画（平沼プラン）」を公表し、2003年度末にはこの目標を達成している。

第3期科学技術基本計画（2006～2010年）では、イノベーション創出のための産学官連携の重要性が強調されていく。教育基本法の改正（2006年）により、大学の使命は「教育」と「研究」だけでなく「社会貢献」をも含むことが明確化された。大学と企業等の組織の連携により研究開発段階から事業化までを行う「先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム」（2006～2018年）、「先端イノベーション拠点整備事業」（2008～2011年）等の拠点形成事業もこの間に実施された。

第4期科学技術基本計画の期間（2011～2015年）には、社会課題からのバックキャストを起点に産学で拠点を形成する「革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM）」（2013～2021年）が始まった。ベンチャー支援に関しては、大学が投資会社や大学発ベンチャー支援ファンド等に出資することが可能な「官民イノベーションプログラム」（2012年）、文部科学省・JSTの「大学発新産業創出プログラム（START）」（2012年～）および「出資型新事業創出支援プログラム（SUCCESS）」（2014年～）、経産省主導の「研究開発型ベンチャー支援事業」（2014年～）が開始し、大学等発ベンチャーの創出および事業育成を支援する仕組みが整備された。起業家育成を促進するために「グローバルアントレプレナー育成促進事業（EDGE）」（2014～2016年）が実施され、「次世代アントレプレナー育成プログラム（EDGE-NEXT）」（2017年～）に引き継がれている。

第5期科学技術基本計画の期間（2016～2020年）には、内閣府の「日本再興戦略2016」において「2025年度までに大学・国立研究開発法人に対する企業の投資額をOECD諸国平均の水準を超える現在の3倍とする」という政府目標が設定され、「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」がまとめられた。

17 なお、第1期科学技術基本計画における「産学官連携」の「官」は「国立試験研究機関、公設試験研究機関、研究開発型独立行政法人等の公的資金で運営される政府系試験研究機関」を指す（https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu8/toushin/attach/1332039.htm）。本レポートでは公的研究機関もアカデミア機関＝「学」に位置づけるため、「産学官連携」は「産学連携」と同義になる。

18 玉井克哉・宮田由紀夫（編）『日本の産学連携』（玉川大学出版会、2007年）

19 CRDS-FY2020-FR-06「日本の科学技術イノベーション政策の変遷2021 科学技術基本法の制定から現在まで」

民間とのマッチングファンドを導入した「産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)」(2016年～)や、「組織」対「組織」の本格的連携のための「オープンイノベーション機構の整備事業」(2018年～)が開始された。2019年の「スタートアップ・エコシステム拠点形成戦略」を踏まえて、2020年度にはグローバル拠点都市4都市、推進拠点都市4都市を選定した。2019年には「研究開発力強化法」が「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」へと改正され、国立研究開発法人の出資先拡大など、大学や国立研究開発法人を中心としたイノベーション創出の仕組みが強化された。

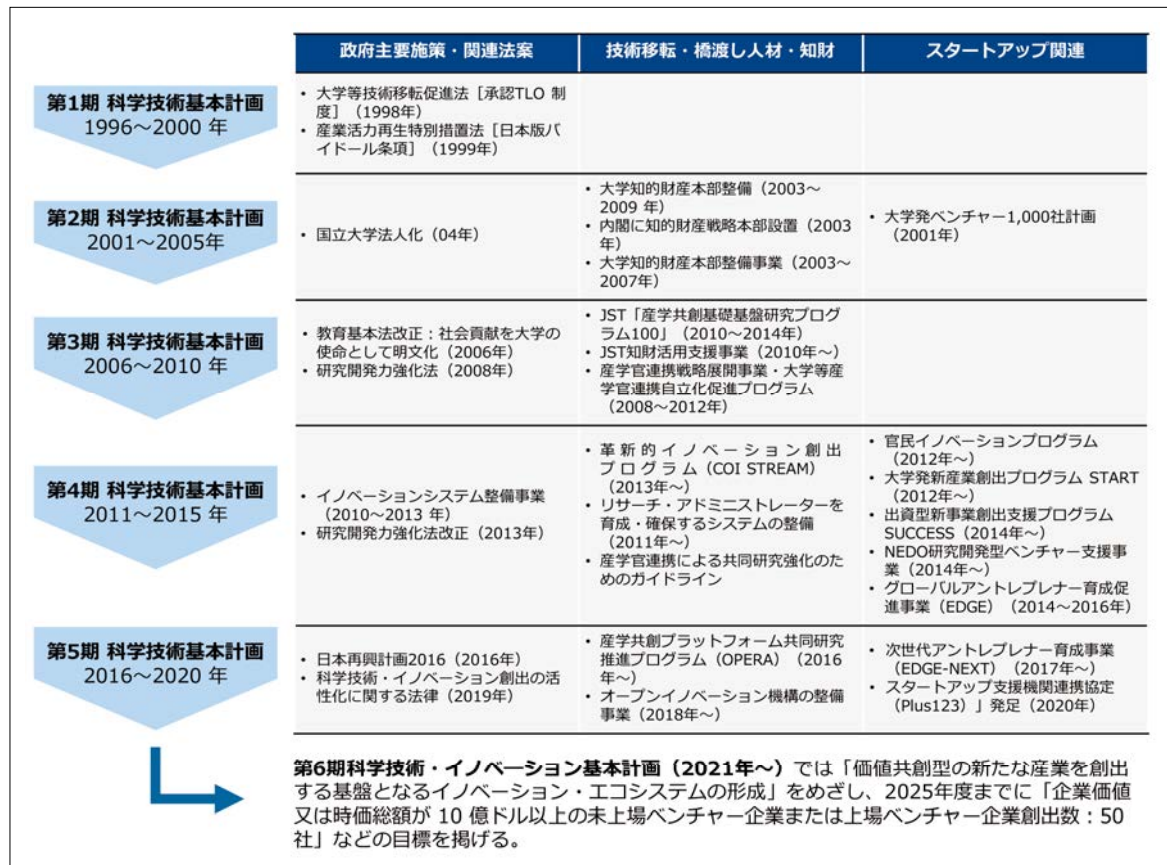


図1-3 日本の産学(官)連携をめぐる主な政策²⁰

以上のように、日本では一貫して産学(官)連携を推進するための政策が取られ、第2章で見るように、この間には共同研究受入額、大学の知財収入、ベンチャー創業数など各種指標は上向きの推移を続けている。こうした経緯を経て、2021年の第6期科学技術・イノベーション基本計画において「価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成」を掲げるに至っている²¹。

20 CRDS-FY2020-FR-06「日本の科学技術イノベーション政策の変遷2021 科学技術基本法の制定から現在まで」などをもとに作成。

21 以下が目標として掲げられている。SBIR制度に基づくスタートアップ等への支出目標：570億円(2025年度)、官公需法に基づく創業10年未満の新規事業者向け契約目標：3%(2025年度)、実践的なアントレプレナーシップ教育プログラムの受講者数：1,200名(2025年度)、大学等及び国立研究開発法人における民間企業からの共同研究の受入額：2025年度までに、対2018年度比で約7割増加(2025年度)、分野間でデータを連携・接続する事例を有するスタートアップ・エコシステム拠点都市数の割合：100%(2025年)、企業価値または時価総額が10億ドル以上となる、未上場ベンチャー企業(ユニコーン)または上場ベンチャー企業創出数：50社(2025年度)。

コラム

世界の産学連携・技術移転の起こり

アカデミア機関から産業界への技術移転を促す政策は、米国から始まったとされる。もともとは米国でも大学研究者が産業界と協働する文化はなかったが、潮目が変わったのが1970年代だった。この時期の米国では、バイオ分野での大学発の起業ブーム、大学発明の特許の増加、産学連携研究センターの増加など、急速に大学と産業界との距離が縮まる。たとえば、遺伝子組み換え技術に関する1973年のCohen-Boyer特許は、初期のホームラン（blockbuster）特許として知られ、大学に2.5億ドルにも上る収入をもたらしたとされる。1970年代、科学技術には、米国企業の産業競争力を立て直す「経済のエンジン」としての役割が期待されるようになる²²。

1971年のカーター政権による「産業イノベーション構想」を皮切りに、ベンチャー企業の支援を目的にした国立科学財団（NSF）によるSBIR制度の創設（1977年）、国立研究所が技術移転の役割を担うことを明確にしたスティーブソン・ワイドラー技術革新法（1980年）、連邦政府資金による研究開発の成果を大学が特許化することを可能にしたバイ・ドール法（1980年）など、今日の米国の産学連携の基礎となる制度が相次いで整備されていく²³。1989年には大学技術マネージャー協会（AUTM）が設立され、技術移転に関わる実務者・専門家の世界最大のネットワークとして、現在まで続いている。

アカデミアに「経済のエンジン」としての役割を期待し、技術移転を促していく政策は、世界中に広がっていく。たとえば英国では1985年、サッチャー政権下でバイ・ドール法に相当する制度がつくられ、各大学で技術移転機関（TTO）が整備されていく。欧州科学技術移転専門家団体（ASTP）の直近のレポート²⁴では、サーベイに回答した知識（技術）移転機関（KTO）は欧州27か国の512機関に上っている。この間、技術移転活動の量や質を計る指標（metrics）の整備も進んでいる（第2章）。

一方、産学連携・技術移転の捉えられ方はこの間変遷している。大学から産業界に技術や知識が一方向的に移転されるのではなく、知識の流れは双方向であり、かつ産学官の相互作用が重要であるとする「三重らせん（triple helix）モデル」

22 Berman, Elizabeth Popp. *Creating the Market University*. Princeton University Press, 2011.

23 佐藤靖『科学技術の現代史：システム、リスク、イノベーション』（中央公論新社、2019年）

24 ASTP 2020 Survey Report on Knowledge Transfer Activities
<https://www.astp4kt.eu/about-us/kt-news/astp-survey-report-on-knowledge-transfer-activities-2020.html>

が1990年代から提唱されている²⁵。また、産業界との協働を介したイノベーションへの貢献は、「教育」と「研究」に次ぐ「第3のミッション（third mission, third stream）」の一部であるという位置づけが2000年頃からなされ始める。第3のミッションには、技術の商業化だけでなく、大学の活動が社会にインパクトを与えうる広範な活動を含む。特に欧州では、技術以外の移転を考慮した「知識移転（knowledge transfer）」、双方向性を意識した「知識交換（knowledge exchange）」など、より包摂的な概念が用いられることもある²⁶。

1.3 産学双方にとっての連携の意義

1.1節では、産学連携をイノベーションエコシステムの構成要素と位置づけた。この観点では、産学連携を政策的に促す意義は、イノベーションエコシステムをよりよく機能させ、社会・経済的価値をもたらすことになる。一方、橋を渡す産学の当事者、つまり民間企業や大学や研究機関、そしてアカデミア研究者にとっての意義とは何だろうか。産学連携がエコシステムの構成要素として成立するためには、それが産学双方にとって利害に適うものでなければならない。

企業にとっての意義

過去20年あまり、今日のビジネス環境では企業が自社の資源のみによって研究開発を行いイノベーションを生み出していくことの限界から、「オープンイノベーション」の必要性が指摘されている。この概念の提唱者ヘンリー・チェスブロウによれば、オープンイノベーションとは「組織内部のイノベーションを促進するために、意図的かつ積極的に内部と外部の技術やアイデアなどの資源の流出入を活用し、その結果組織内で創出したイノベーションを組織外に展開する市場機会を増やすこと」である²⁷。

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）らがまとめた『オープンイノベーション白書第2版』²⁸は、オープンイノベーションに関わる代表的な主体として、①大学・公的機関、②大企業、③中小・ベンチャー企業、④国・自治体（研究開発支援機関）の四つを挙げる。日本の企業の研究者数は、先進国の中でも多い（規

25 Etzkowitz, Henry, and Loet Leydesdorff. "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations." Research policy 29.2 (2000) : 109-123.

26 Tom Hockaday, *University Technology Transfer: What It Is and How to Do It*. Johns Hopkins University Press, 2020.

27 Henry W. Chesbrough, "Open Innovation – the New Imperative for Creating and Profiting from Technology", 2003. 翻訳は次注の『オープンイノベーション白書第二版』より。

28 NEDO、オープンイノベーション・ベンチャー創造協議会（JOIC）「オープンイノベーション白書第2版：日本におけるイノベーション創出の現状と未来への提言」（2018）
<https://www.nedo.go.jp/content/100879992.pdf>

模としては世界第3位である) 一方、人材や資金の産学をまたぐ流動性に課題があり、「産学の連携不足がわが国のイノベーション創出において弱点となっている」としている。

企業にとって、アカデミア機関(大学・公的研究機関)は他企業やベンチャー企業と並んで、重要な潜在的パートナーであり、産学連携の活性化は今後の国内企業の競争力に貢献しうる。また、企業にとっては、大学院生や若手の研究者にアプローチし、人材獲得につなげることも産学連携の重要な意義とみなされている。

アカデミアにとっての意義

アカデミア機関、あるいは研究者にとって、産業界とつながることの重要な意義の一つは、研究テーマそのものとの出会いが産業界との接触から生じることにある。今日の科学技術は、「アカデミアで発見されたシーズを産業界ないし社会が受け取って自らのニーズに応用する」という単線的な捉え方だけでは成り立たず、新しいアイデアはニーズが存在する場から生まれる場合が多数である²⁹。さらに「技術」自体がすでに「ある現象をある目的に適うように利用すること」であり、「発明」とは「手持ちの手段と目的とを関連づけることである」という見方もできる³⁰。この視点に立てば、工学的な研究が産業界と接点をもつことの重要性は自明となる。

アカデミア機関や研究者にとっては、産学連携には財源の多様化を通じて研究活動の柔軟性や安定性、自律性を高める意義がある。共同研究費の受け入れ、特許のライセンス収入などは、公的資金による研究ファンディングを補完する収入源となる。

ただし収入はあくまで産学連携や技術移転活動の副次的な意義である。このことは、国内外の実務者や政策レポートによって幾度も指摘されている(表1-2)。収入は一つのわかりやすい指標ではあるが、単一目的化してしまうことによる弊害に留意すべきである。健全なエコシステム形成のためには、その二次性は繰り返し確認する必要がある³¹。

29 CRDSでは、国の研究開発戦略の策定においては「社会的期待と研究開発領域の『邂逅』」が必要であるという立場から、種々の検討を行ってきている。CRDS-FY2013-XR-05「社会的期待と研究開発領域の邂逅に基づく「課題達成型」研究開発戦略の立案」など。また、米国での事例研究からアカデミアと資本主義の関係を論じた上山(2010)は、経済学者ハイエクの「発見の手段としての市場」という考え方を発展させ、米国におけるアカデミアと市場との親和性が「常に生まれ出る新たな知見や知恵や技能を、大学の地道な研究の中から発見するのに有用だった」のではないかと指摘する。上山隆大『アカデミック・キャピタリズムを超えて：アメリカの大学と科学研究の現在』(NTT出版、2010)

30 W・ブライアン・アーサー『テクノロジーとイノベーション』(みすず書房、2010)

31 前々注の上山著は、財源の多様化を「パトロネッジを広げる」と表現し、「パトロネッジを広げるということは、単純な研究資金の確保という問題ではなく、むしろパトロンたる提供者との緊張関係の中から生まれる、新たな知識生産への刺激なのである」とその意義を語っている。

表 1-2 収入はあくまで産学連携や技術移転活動の副次的な意義であることの指摘例

著者	引用
Tom Hockaday ³² (2016年まで、Oxford University Innovation 社（前 Isis Innovation、オックスフォード大学の技術移転を担う機関）CEO)	「技術移転は「金銭的リターンの最大化」に走るべきではない。大学自体よりも社会への還元が重要。英国政府は「Third stream」へのファンディングとして、TTOのための資金提供を行ってきた。」
Lita Nelsen ³³ (2016年までMITのTLOの長)	「大学の経営層には広く認識されていないものの、否定しようのない結論がある（…）それは、技術のライセンスに大学の財政的健全性への安定的貢献を望むことはできないし、望むべきでもないということだ。」
経済産業省 オープン＆クローズ戦略時代の大学知財マネジメント検討会 ³⁴	「大学は、知的財産マネジメントを、部分的マネジメントとして実行するのではなく（たとえば、特許権等の実施許諾収入の向上のみを目指すのではなく）、産学官連携活動や研究経営の強化に向けて、総合的なマネジメントとして実行していく必要がある。」（下線は引用者）

産学連携と「研究力」の問題

過去数年、「研究力低下」が日本の科学技術・イノベーション政策における最大の論点の一つとなっている。研究力を有意味に定義すること自体に困難があるものの³⁵、日本から発表された学術論文数および注目度の高い論文数を「研究力」の主な代替指標と捉える議論において、その低下が問題視されている³⁶。

仮に、産学連携を「学」から「産」へだけの知の移転活動として限定的に捉えたとすると、その活動はアカデミアの「研究力」を消費するばかりで、増やす方向に向かわず、産学のパイプが太くなるにつれエコシステムとして活力を損ないかねない。さらに、かつて日本の産学に存在していたインフラとしての人材・設備・技術にも陰りが見えている。日本のカーボンニュートラル社会の実現に向けた環境・エネルギー機器や輸送機器、それらを構成する部品の高効率化、知能化、電動化には、そうした機器・部品の開発・設計・製造・保守を支える「工学基盤」としての、たとえば流体、伝熱、燃焼、振動、材料、構造・強度、化学、電気などの分野に広がる基盤科学技術が必要である³⁷。

したがって、産学橋渡しを促す諸施策はアカデミアの研究力維持・向上とトレードオフ関係にあってはならず、エコシステムの充実に寄与し、ひいてはアカデミアの「研究力」にもプラスに作用するものであることが求められる。

産学連携のアカデミアへの研究力への貢献が期待できる経路の一つに、研究人材の育成がある。研究力低下の原因については様々な分析がなされているが、なかでも若手研究者の減少と、それにつながる博士課程入学人数の低下が指摘されている。海外において、博士課程学生数を維持・向上できている背景として、産

32 Tom Hockaday, *University Technology Transfer: What It Is and How to Do It*, Johns Hopkins University Press, 2020 からの試訳。

33 Nelsen, Lita. "Technology transfer in US universities and research institutions." *University Technology Transfer*. Routledge, 2017. 471-480. からの試訳。

34 経済産業省 オープン＆クローズ戦略時代の大学知財マネジメント検討会「大学における知的財産マネジメントの在り方について」（2016年）
https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/sangakukan_renkei/pdf/002_s02_00.pdf

35 CRDS-FY2019-RR-02 「異分野融合を促し、研究力向上を支える土壌を育む（—The Beyond Disciplines Collection—）」

36 たとえば『一橋ビジネスレビュー（2021年度 Vol.69-No.2）』『特集：研究力の危機を乗り越える——その本質的な原因と未来志向の処方箋』など。

37 CRDS-FY2020-RR-02 「調査報告書：環境・エネルギー分野における非連続的なイノベーションを支える工学研究基盤強化」

業界との連携が挙げられる。CRDSのレポートでは、米国、英国、ドイツで研究する日本人研究者への聞き取りをもとに、「産業界とのコラボレーションを生み出すオープンな環境」を含む、人材循環の体制が日本には欠けていることを指摘している³⁸。第6期科学技術・イノベーション基本計画においても、人材育成の面で研究力と産学連携が結びつけられている。

第4章では、産学の連携から好循環を生む構想の一例として、研究機器エコシステムを取り上げる。

1.4 本章のまとめ

本章のポイントは以下の4点である。

- ・産学橋渡しはイノベーションエコシステムを構成する主要な要素の一つである。
- ・日本では、過去20年以上、産学橋渡しに政策的に取り組んできた。
- ・産学双方にとって、産学の連携が深まることに意義がある。
- ・産学橋渡しは、日本の研究力の底上げにつながる形でなされなければならない。

38 CRDS-FY2019-RR-03「調査報告書：研究力強化のための大学・国研における研究システムの国際ベンチマーク ～米国、英国、ドイツおよび日本の生命科学・生物医学分野を例に海外で活躍する日本人研究者に聞く～」

2 | 産学橋渡しの三つのチャネルとその現状・政策・課題

前章では、産学の連携をイノベーションエコシステムの構成要素と捉え、その意義を確認した。産学の垣根は自然には越えられない。産学間の知の移転の難しさの根幹は、産業界とアカデミアでは人や組織が異なる原理で動いていることにある¹。利害が一致する場面でも、産と学の間で互いに期待するものに齟齬がある場合に様々なコンフリクトが生じうる²。根本的に異なるミッションをもつ両者の垣根を安易になくすことには、利益相反、責務相反といった問題が生じるリスクも孕む。産学はそのままでは望ましい形で接続せず、両方の文脈に通じた媒介者による橋渡し（bridging）が必要になる。だからこそ、第1章で見たように、橋渡しのための様々な制度や体制が整えられてきた。

産学橋渡しは具体的にはどのようなになされるのだろうか。それはどのように計測でき、現状はどうなっているのか。本章では、産学橋渡しの主要な手段について、その現状・政策・課題について見ていく。

2.1 産学をつなぐ橋

2.1.1 産学橋渡しの多様なチャネル

産学連携には様々な形態がある。表2-1は、「産学間の対面交流を必要とするか否か」と「契約ベースの知識移転か否か」の2軸によって産学連携のチャネルを4分類したものである。契約ベースのものに限っても、知的財産権の使用許諾（本レポートでは主に特許のライセンスを対象に取り上げる）や共同研究、委託（受託）研究だけでなく、国家プロジェクトなどのコンソーシアムに産学双方の参画、コンサルティング、キャンパス内連携など様々なパターンがある。

さらに、企業による共同研究先の大学の卒業生採用、アカデミア研究者の論文を介した知識移転といった、通常は産学連携とみなされないような活動も広義の産学連携に含めて考えることができる。これらは定量的把握が難しいものの、イノベーションエコシステムの形成という観点からは重要な産学連携のチャネルであり、そのいくつかの例は第4章で扱う。本章では、表中に◎を付したチャネルを主に扱う。

- 1 オックスフォード大の技術移転機関を牽引してきたTom Hockaday氏が「技術移転が難しいのは、根本的には、大学の人々とビジネスの人々は全然違うからだ（Fundamentally, it is difficult because the people in universities are very different from the people in business）」と語る。Tom Hockaday, *University Technology Transfer: What It Is and How to Do It*, Johns Hopkins University Press, 2020.
- 2 澤田芳郎（2007）は、産学の「大学モデル」が一致しない場合に、大学側が提供する成果が企業の期待を下回る「品質管理問題」か、企業が大学の成果を公共財のようにみなし大学が自らの権利を主張する際に生じる「知財権者問題」のいずれかが生じることを指摘している。出典：玉井克哉・宮田由紀夫（編）『日本の産学連携』（玉川大学出版会、2007年）

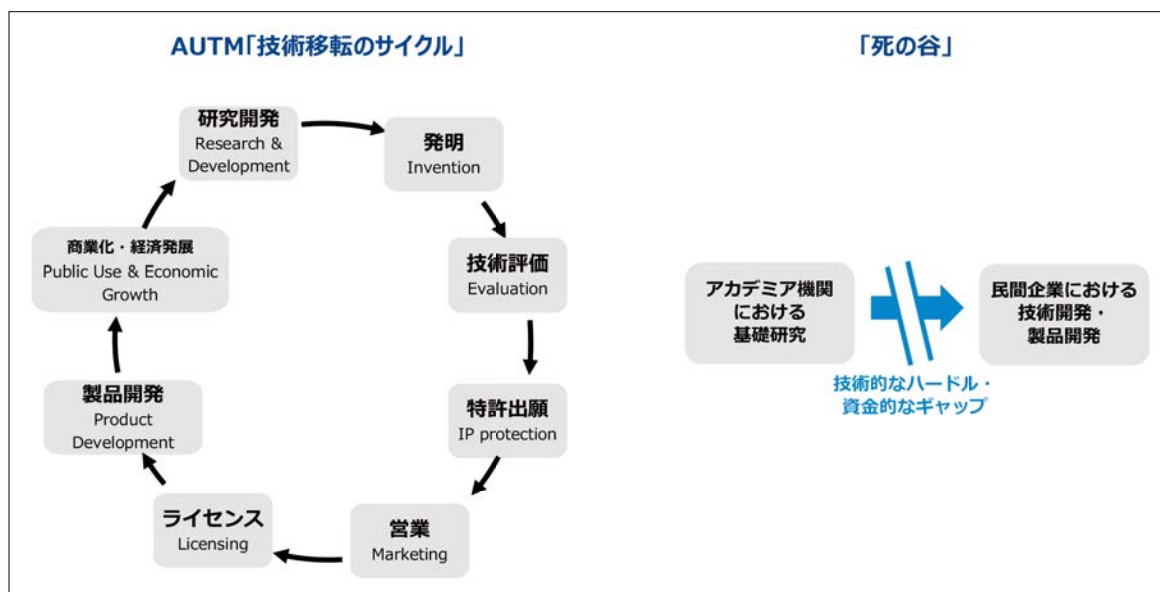
表 2-1 産学連携の様々な形態³

	契約ベースの知識移転 (公式な組織間連携)	契約を伴わない知識移転 (非公式な交流)
対面交流を必要とするもの	・共同研究 ◎ ・委受託研究 ○ ・大学発ベンチャー起業 ◎ ・キャンパス内の企業研究所 ・コンソーシアム型研究開発 ○ ・産学連携による博士論文 ・コンサルティング (契約ベース)	・企業による学生・大学院生・ポストドクターの雇用 ・企業研究者のトレーニング ・企業人による講義・研究指導 ・コンサルティング ・学会や研究会
対面交流を必要としないもの	・知財権 (特許) の使用許諾 ◎ ・ソフトウェアなどの使用許諾 ・研究資料提供	・論文の公刊と被引用

◎：本レポートで主として扱うもの、○：一部扱うもの

2.1.2 研究が事業につながるまで

産学橋渡しの成果は、典型的には企業が製品やサービスとして事業化することで社会・経済的な価値につながる。では、それは具体的にどのように起こるのだろうか。たとえば米国AUTM（大学技術マネージャー協会）は、「発明→技術評価→特許出願→マーケティング→ライセンス→製品開発→商業化（経済発展）→さらなる研究開発→次の発明」という「技術移転のサイクル」モデルを説明に用いている（図2-1左）。また、産学連携に限らず研究開発から事業化までの工程の説明によく持ち出されるのが「死の谷」（valley of death）である。これは、1998年に米国下院科学委員会での報告「Unlocking Our Future」にて用いられた表現であり、基礎研究と技術開発や製品化の間にあるギャップを指す。産学連携は、アカデミアの基礎研究と、民間企業における事業化を隔てる「死の谷」を越える活動として捉えられることが多い（図2-1右）⁴。

図 2-1 研究から事業化に至る過程のモデル⁵

3 安田聡子・隅藏康一「第6章 大学の知識生産と移転」表1（鈴木潤・安田聡子・後藤晃（編）『変貌する日本のイノベーション・システム』（有斐閣、2021年）所収）をもとに作成。

4 その後、「死の谷」は様々な意味に転用されている。「死の谷」概念の出自やその利用上の留意点については次の文献が詳しい。児玉文雄「大学院教育としてのMOT」、『技術と経済（2003年12月号）』
https://www.rieti.go.jp/jp/events/bbl/bbl050201_1.pdf

5 左：AUTMサイトの図より作成
<https://autm.net/AUTM/media/Surveys-Tools/Documents/FY20-Infographic.pdf>。

これらの単線的（リニア）な図式化はわかりやすさの点でメリットはあるものの、現実のプロセスに当てはめようとするといくつかの観点から無理が生じる（図2-2）。

- **一方向ではない**：アカデミアの知（技術シーズ）が企業に移転するだけでなく、アカデミアが得るものもある。
- **「移転」だけではない**：共同研究などの場合は、産学双方がともに知識や技術の創出に関わる（共創的な関係にある）。
- **一回では終わらない**：企業がある技術シーズを製品化するまでには、大学との共同研究、国プロへの参加、アカデミア特許のライセンスイン（実施権取得）など、複数の産学連携活動に関わるケースがある。
- **様々なフェーズで連携**：企業は、新技術の探索、特定の技術の改良、製品の不具合の解消、試料の解析など、製品化に至る様々なフェーズでアカデミアと連携する。
- **分野特性**：産業界とアカデミアの典型的な連携のあり方は、技術分野や産業分野ごとに異なる⁶。

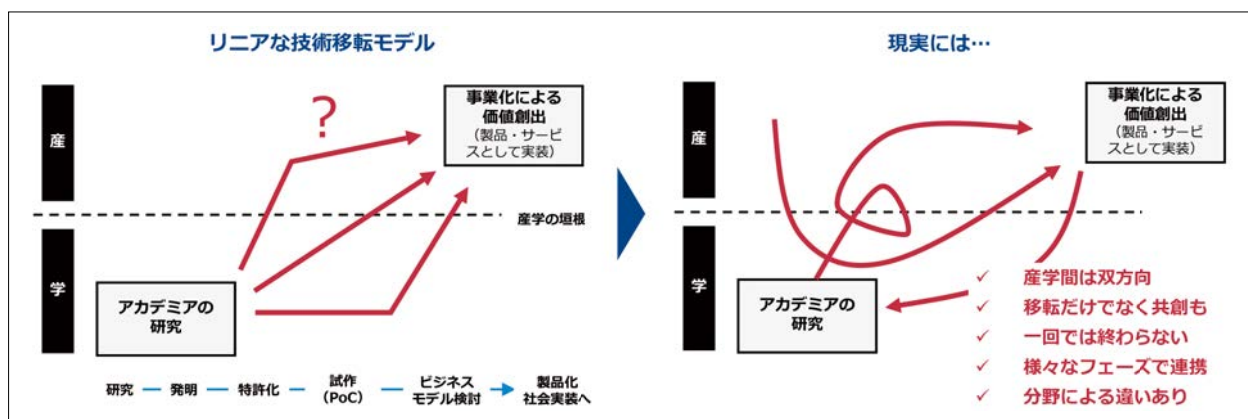
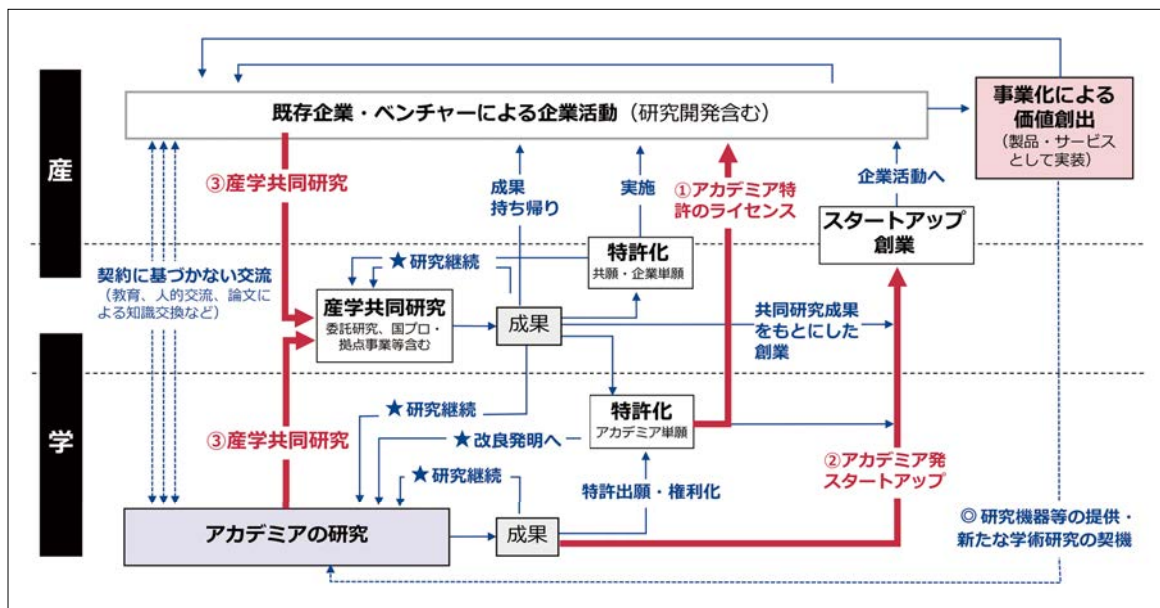


図2-2 現実にはリニアな技術移転モデルで捉えきれない

必ずしも「アカデミアシーズ→企業による事業化」とリニアに進行するわけではない、現実の多くのケースを包含できるような図式化は、図2-3のようなものになると考えられる。ここでは、左下のアカデミアの研究から右上の企業における事業化に至るまでに発生しうる、特許化、ベンチャー創業、共同研究などの事象を図示している。研究の成果が出た後、あるいは特許化の後に、再び研究に戻る経路（図中の★）もあれば、事業化が成功した後に、その成果をもとにさらにアカデミアの研究のインフラが充実することもありうる（図中の◎）。

6 塩谷（2019）では、工学系分野を①機械・電機・材料系、②化学系、③建築・土木・都市計画系に分け、それぞれで企業と大学等との連携のあり方に違いがあることを論じている。塩谷景一「大学と民間企業による協働研究開発システムの実態―工学系の事例研究―」、NISTEP DISCUSSION PAPER、No.177、文部科学省科学技術・学術政策研究所、2019年。
<http://doi.org/10.15108/dp177>

図2-3 アカデミアが関与する研究が企業による価値創出につながる経路⁷

上図で強調したいのは、赤で示した①～③の矢印のいずれかを少なくとも一度は経由しなければ産学の隔たりを越えられず、事業化による価値創出には到達できないことである⁸。

- ① アカデミア特許を介した技術移転：アカデミア機関の研究者が行った発明を特許出願し、それを民間企業へ実施許諾（ライセンス）したり譲渡したりすることによってなされる技術移転。学内外のTLO（技術移転機関）や、学内の知財担当部門が発明の有用性評価、出願手続き、ライセンスのためのマーケティング等を担う。
- ② アカデミア発スタートアップ（ベンチャー）創出：アカデミア機関の研究者や学生が、自身の研究成果をもとにスタートアップを起業することを通じて技術の産業応用を目指す。学内外のインキュベーション施設、アクセラレーションプログラム、メンター制度、ベンチャーキャピタルによる出資など、資金・ノウハウ面での様々な支援が提供される。
- ③ 産学共同研究等（国プロ、拠点、コンソーシアム等による産学連携含む）：研究室単位での連携、大学と企業との組織間連携、国家プロジェクトへの産学の共同応募、産学の多数の機関をメンバーとするコンソーシアム形成などを通じてなされる共同研究や受（委）託研究。産学のマッチングの機会としては、個人間の人脈、展示会などでの出会い、組織間連携、大学の産学連携本部のコーディネーター、URAによるマッチングなど様々なものがある。

三つのチャンネルがそれぞれ機能しないことは、産学双方のニーズが満たされないことによる機会損失、あるいは価値創出のポテンシャルをもつアカデミア研究成果の死蔵につながりかねない。このことが、三つのチャンネルに対する政策的介入の根拠となる。

上記のような認識のもと、本レポートでは、産学橋渡しの主なチャンネルとしてこの三つを取り上げる。以降では、「アカデミアの研究→企業での実装」の一連のプロセスを最初から最後までを追うのではなく、この三つチャンネルを日本のイノベーションエコシステムに資する形でいかに太くしていくか、という視点で問題を捉え

⁷ 各種文献、産学連携経験者へのヒアリングをもとに試みとして図式化。

⁸ ただし「非契約ベースの相互作用」の場合を除く。第4章参照。

ることとする。三つのチャンネルの概要を表2-2にまとめる。

表 2-2 産学をつなぐ三つの橋

	①アカデミア特許を介した 技術移転	②アカデミア発スタートアップ 創出	③産学共同研究等（委託研究、国 プロ、拠点等含む）
産学の橋渡し メカニズム	・アカデミア研究者の発明の特 許化し、企業へライセンスま たは譲渡	・アカデミア研究者による、研究 成果をもとにした起業 ・共同研究の成果をもとにした起 業	・研究室単位の共同・委受託研究 ・大学と企業との組織間連携 ・国プロへの産学での共同参画など
橋渡しに関わる 専門職・ 支援機関	・学内外のTLO ・学内の知財担当部門	・VC、TLO、学内外インキュベ ータ、アクセラレータプログラム ・公的FAの起業支援など	・URA、産連本部、TLO、公的 FA など

図2-3の図式化に沿って、以下三つの事例を取り上げる。

2.1.3 事例1：高速原子間力顕微鏡の製品化⁹

一つ目の事例として、金沢大学安藤敏夫教授らの研究に端を発する、高速原子間力顕微鏡（高速AFM）の製品化を取り上げる。

一般に、微小な探針を試料表面に近づけ、針先と試料間から検出される物理量の分布をマッピングする顕微鏡は走査型プローブ顕微鏡（SPM）と総称される。SPMの一種であるAFMは、真空・大気・溶液といった様々な測定環境で、幅広い材料の表面構造や組成、力学特性の分布をナノメートルスケールの空間分解能での構造解析を可能にする。AFMで用いる探針は、カンチレバーの先端に取り付けられ、水平方向に走査するカンチレバーのたわみ量から、試料の表面構造を画像化する。通常のAFMでは画像取得に数分の時間を要し、その間試料が静止している必要があるため、秒単位やそれ以下の時間スケールで変動するような構造ダイナミクスを捉えることができない。

安藤教授らは、2001年に従来のAFMの撮像速度を大幅に上回る、80ミリ秒で1フレームの画像取得が可能で高速AFMの開発に成功した。その後、タンパク質のリアルタイムイメージングも実現した。AFMの高速化によるリアルタイムイメージングを可能にした基礎技術の特許化し、企業4社（日本、米国、ドイツ）へ実施許諾をした。米国BRUKER社、日本の生体分子計測研究所（RIBM）社が開発を進め、2021年現在、それぞれの企業から製品化に至っている。

安藤教授は1993年頃から企業との共同研究によってAFMの高速化に着手し、共同出願による権利化も当時から積極的に行っていた。企業との共同出願を行った背景には、日本版バイ・ドール法施行以前の93年当時、まだ大学では研究者の発明の特許化するための体制が十分に整えられていなかったことがある。特許出願は研究者個人が担うには負担が大きく、発明への寄与は研究者が多くを占めている場合でも、企業が一定割合の共願人になることで、特許化に要する費用の一部や業務を企業に託していた。発明への寄与の程度は異なるにせよ、特許化は企業からの提案をきっかけに取り組んだこともあり、共同研究が研究成果の事業化に影響を与えたと考えられる。

安藤教授の研究成果の特許を介した技術移転が進展する契機となったのは、2002年の金沢大学TLOの設立である。これにより、大学の研究成果は大学の単願特許として出願することが可能となった。その前年、

9 安藤教授への聴き取りをもとに執筆。

安藤教授は高速AFM開発に関する最初の論文¹⁰を発表しており、TLOの協力のもと成果の特許化を進めた。同TLOは特許のライセンスを模索し、国内にはライセンシー企業候補が存在しないことが明らかになると、海外企業へのマーケティング展開を進めた。その結果、米国企業（A社とする）から独占的通常実施権契約の提案があり、ライセンスに至った。しかしA社での事業化は滞る。その間、他社からライセンスや共同研究の提案を受け、その際には、独占的通常実施権をもつA社と交渉し、生産台数を限定するという条件のもと開発を進めた。この教訓から、その後の発明については、企業には通常実施権にて特許をライセンスすることを決め、日米の各社での製品化に成功した。

その後、高速AFMの製品化に向けた開発が各社で進んだ。日本国内では、安藤教授が形成した産学連携コンソーシアムで高速AFM開発を進め、生体分子計測研究所（RIBM）社での開発に安藤教授も関与してきた。その間、同社は2010年頃からプロトタイプ機を毎年数台販売していた。日本ではコンソーシアムおよびRIBM社での開発が進み、JPK Instruments社でも安藤教授の特許技術をもとに高速AFMの開発を進めた。JPK Instruments社は、2018年にBRUKER社に買収された。2021年現在、BRUKER社、RIBM社はほぼ同等の仕様・性能をもった高速AFMを販売している。両社が販売する高速AFMのマーケットは、この10年の間にRIBM社が開発したプロトタイプ機「NanoExplorer -Ando model- ®」が普及を先行し、ユーザー拡大に取り組んでいたことで創出されたものである。

本事例は、アカデミア特許の技術移転においてTLOが果たす役割の大きさと、事業化した後の市場を創出するまでの期間にも産学の共同研究・橋渡し活動が継続することの重要性を示している。

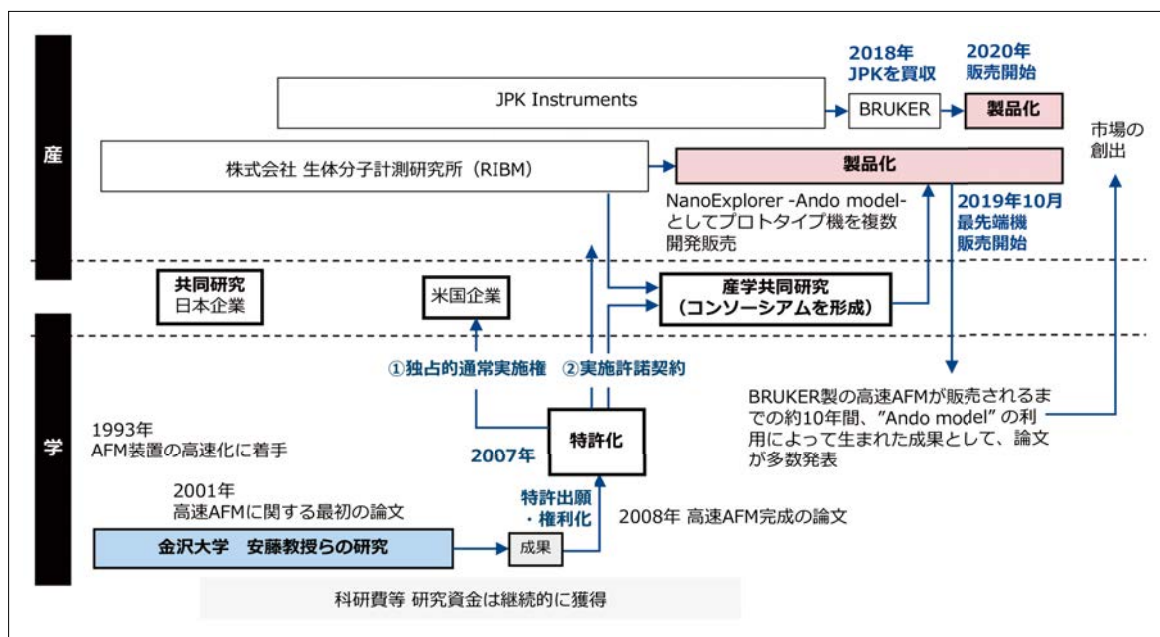


図2-4 高速AFMの製品化まで¹¹

10 Ando, N. et al., “A High-speed atomic force microscope for studying biological macromolecules,” *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*98, 12468–12472 (2001).

11 公開情報およびインタビューをもとにレポート筆者が作成。

2.1.4 事例2：東京大学－小松製作所の共同研究による熱交換器の製品化¹²

二つ目の事例は、東京大学生産技術研究所の鹿園直毅教授と、株式会社小松製作所が共同開発した熱交換器（ラジエーター）である。鹿園教授らが発明したV字（斜交波面）状のフィンを搭載した熱交換器は、小松製作所の建設機械の燃費を5%改善、または同じ性能で大きさの15%縮小を達成し¹³、2016年時点で20機種以上の建機に導入されている¹⁴。

鹿園教授らは、2003年に再生熱交換器に関する研究成果を特許出願している（2005年に公開）。東京大学TLOの支援も得ながらライセンス先を探し、別用途でいくつかの企業と開発をしようとしたが仕様がうまくマッチせず、実用化に至っていなかった。その折、2007年から東京大学と小松製作所が「社会連携講座」を開設。小松製作所側が提示したテーマの一つに熱交換器があったため、鹿園教授へ相談が寄せられた。当時の排ガス規制を背景に、同社は熱交換器の冷却性能の向上を課題としており、鹿園教授らの技術には、従来技術（ルーバーフィンなど）と比べて目詰まりしにくいなどの利点があった。

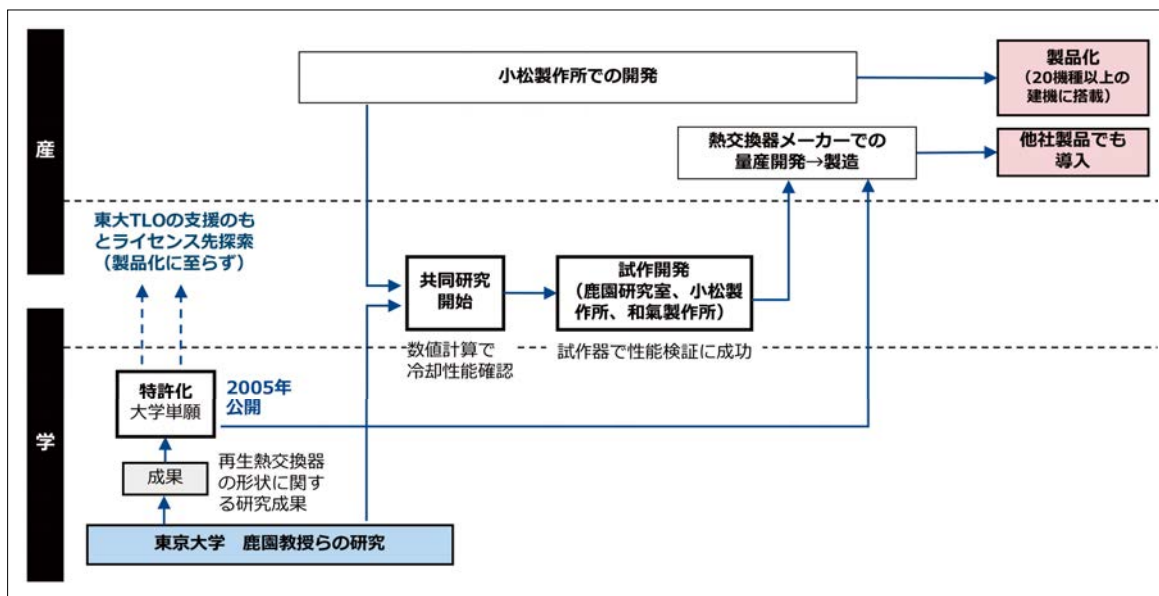
小松製作所の想定する条件に合わせて数値計算をしたところ、優れた冷却性能が出ることがわかった。小松製作所側の担当者の熱意もあり、従来からつながりのあった和氣製作所にてフィンの試作をしたところ、計算どおりの性能が出ることが実証できた。その成果をもとに、小松製作所が取引先の熱交換器メーカーとともに量産品の開発を開始。試行錯誤の末、製品化にこぎつけた。同技術はその後、小松製作所以外でも自動車の排ガス熱交換器等として活用されている。

鹿園教授は、本ケースでは、①ニーズとシーズがマッチしており、②数値計算→試作→量産の各ステップにおいて致命的な課題が発生せずに進んだ稀な事例だと話す。また、企業側の課題（ニーズ）が明確であり、強い熱意のもとで障害を乗り越えていけたという技術以外の側面も大きかったと言う。東京大学のTLOや社会連携講座が有益なマッチングの機会として機能したことはもちろんであるが、鹿園教授は常に自らの技術を世に出す機会を窺い、産業界との情報交換を継続し続けてきた。そのことが、幸運な産学の出会につながり、また好機をつかむことにつながっている。

12 公開情報および鹿園教授への聴き取りをもとに執筆。

13 日刊工業新聞 Newswitch（2017年5月19日「東大が産学連携で熱意を共有した“同志”とは－コマツと熱交換器の効率化でブレークスルー」
<https://newswitch.jp/p/9074>

14 高村藤寿・太田順子・尾崎光則・西澤泉「大学に見える化技術を活用した産学連携の技術循環モデルとその実践」日本機械学会論文集、82（842）、16-00070、2016年。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/transjsme/82/842/82_16-00070/_article/-char/ja/

図2-5 熱交換器の製品化まで¹⁵

2.1.5 事例3：神戸大学発ベンチャー Bio Palette 社によるゲノム編集技術¹⁶

最後に、アカデミア発スタートアップによる技術シーズの事業化を目指す事例として、神戸大学から創業したBio Palette社を取り上げる。2017年2月に設立したBio Palette社のコア技術は、神戸大学の西田敬二教授が発明した新たなゲノム編集技術、DNAを切らずに1文字だけ書き換えられる「Target-AID®」とゲノムの特定領域を多様化することができる「Target-G®」である。ゲノム編集技術と言えば、2020年にEmmanuelle Marie Charpentier氏（独、マックス・プランク感染生物学研究所）とJennifer Anne Doudna氏（米国、カリフォルニア大学教授）らのノーベル化学賞受賞につながった「CRISPR/Cas9」が知られるが、西田教授らが開発した「切らないゲノム編集®」はCRISPR/Cas9にはない特長をもち、創薬ツールとしての利用や、遺伝子治療、農業分野への応用が期待されている。

神戸大学ではイノベーション促進のために独自の取組みを推進している。西田教授らの発明がScience誌に掲載された2016年8月と同年、「イノベーションを起こす最先端研究者を育てる」ことを掲げる神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科、およびシード・アクセラレータとして神戸大学発ベンチャーを支援する株式会社アントレプレナーシップが設立された。株式会社アントレプレナーシップは、創業期のベンチャーへの資金提供や、事業計画書の作成支援等、事業立ち上げに関する指導・助言等を実施する¹⁷。このように、研究成果が出たタイミングで、大学内に創業のための支援体制が整ったことが、Bio Palette社の創業を後押しした。

同社はアントレプレナーシップ社の協力により米国VCからの出資を獲得し、米国Beam Therapeutics社とクロスライセンス契約を締結。ゲノム編集技術の社会実装を進めるためには、主要特許を保有するハーバード大学やBeam Therapeutics社との知財提携は必要不可欠であり、大学およびアントレプレナーシップ社などの支援によって、難しい契約交渉の末、戦略的アライアンスを結ぶに至った。また、資金調達に成功した

15 公開情報およびインタビューをもとにレポート筆者が作成。

16 公開情報および西田教授への聴き取りをもとに執筆。

17 CRDS-FY2021-WR-04 2.3節「大学発スタートアップ創出へのアプローチ（忽那憲治）」

背景には、大学の支援体制に加え、多数のゲノム編集技術に基づくスタートアップへの出資を行う米国のVCにゲノム編集に関する技術の価値を評価するための経験や見識が蓄積していることも挙げられる。

ゲノム編集を含め、創薬や医療機器の分野で技術の社会実装を目指すバイオベンチャーにとって、臨床試験が大きな参入障壁となる。臨床試験に多額の資金を要し、その回収に時間がかかる。バイオベンチャーへの巨額投資によるイノベーション創出が進む世界各都市（米国のボストンなど）に対し、わが国では、ベンチャーの創業と成長に必要な資金規模、スピード感が不足し、事業化に至った後の企業の成長にもまだ課題が多く残っている。そうしたなか、Bio Palette社のように学内外の支援制度を活用しながらバイオ分野での成長を目指し、奮闘するアカデミア発スタートアップが複数出てきている。

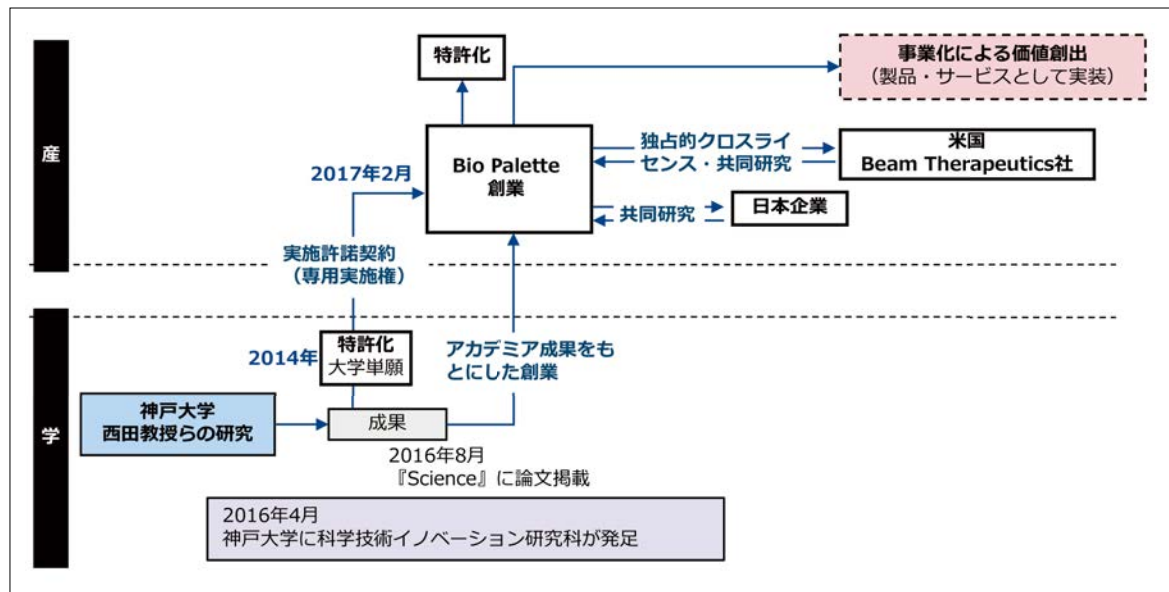


図 2-6 Bio Palette 社の創業まで¹⁸

18 公開情報およびインタビューをもとにレポート筆者が作成。

2.2 橋渡し活動の定量的把握

橋渡し活動がどのくらい行われているのかを知るためには、何らかの定量的な指標が必要である。本章で扱う三つのチャネルは、いずれも表2-1における公式な活動（契約に基づく組織間連携）なので、測定が可能である。

2.2.1 定量的把握のための指標

産学橋渡し活動を各種の指標で表現するためのサーベイが各国で行われており、どんな指標で見ることができるのかについての議論も進んでいる。表2-3には、その一例として、欧州委員会共同研究センター（JRC）が「知識移転のコアな指標セット」として提案しているものを示す。

表 2-3 欧州委員会共同研究センター（JRC）が提案する知識移転のコアな指標セット^{19, 20}

インプット指標		アウトプット指標	
研究機関内の体制に関する指標 （Internal Context）	外的環境に関する指標 （Environment）	知識移転活動に関する指標 （Activity）	知識移転活動のインパクト指標 （Impact）
・ 機関内での知財・技術移転ポリシーの有無 ・ 知識移転戦略の有無 ・ 機関から知識移転機関などへの直接のファンディングの有無 ・ 機関から知識移転活動への間接的なファンディング（例：PoCなど）の有無 ・ 知識移転機関の有無 ・ 知識移転機関の存続期間 ・ 機関における研究費 ・ 研究者数	・ その国のGDPに対する研究費の割合（％） ・ 高等教育機関の研究費（HERD） ・ 産業部門の研究費（BERD） ・ 知識移転に関する公的ファンディングプログラムの有無 ・ 利用可能な investment capitalの有無	・ 発明開示数 ・ ライセンス・譲渡件数 ・ ライセンス・譲渡による収入額 ・ スピンオフ数（ベンチャー起業数） ・ スピンオフの持ち株により機関が得る収入（equity sales） ・ 非アカデミアとの研究協力の契約数（共同研究・受託研究含む） ・ 非アカデミアと研究協力による機関への収入（受託研究含む） ・ 非アカデミアとのコンサルティング契約数 ・ 非アカデミアとのコンサルティング契約による収入	・ スピンオフによって生まれた雇用数 ・ スピンオフへの投資額合計 ・ 市場に出た製品 ・ 研究機関における文化の変容（知識移転に関与する研究者の割合など） ・ 社会的な便益（ケーススタディが必要） ・ 経済的な便益（定量化はチャレンジングであり、経済学のプロの関与が必要だが、定期的に取り組む必要がある）

19 Campbell, A., Cavallade, C., Haunold, C., Karanikic, P. and Piccaluga, A., Knowledge Transfer Metrics –Towards a European-wide set of harmonised indicators, Karlsson Dinnetz, M. editor (s), EUR 30218 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020からの試訳。

20 なお、このなかに「特許出願数」が含まれていないことは特筆すべきだろう。その理由を、同レポートは次のように説明する（試訳）。「コア指標に特許出願数や登録数が含まれないのは不思議に思うかもしれない。各者へのヒアリングで何度も聞かれた意見が、特許は重要だが知識移転指標としてはしばしば誤用されてきた人為的な測定値であるというものであり、これは専門家グループの共通見解でもあった。より重要なのは、知財がどうなるか、つまりライセンスされるかである。とはいえ、特許出願はライセンスやイノベーションの原料として依然重要ではあるので、予備的な指標としては含めておくのがいいだろう。しかしながら、特許活動の量は、研究機関の特許予算や、特許の保護や実務に割ける能力に依存していることを忘れてはならない。」

以下では、橋渡しのアクティビティに関する以下の指標に特に着目する。

- ① 特許化とそのライセンス等による技術移転：ライセンス等の契約数・収入
- ② アカデミア発ベンチャー創出：スタートアップ起業数、調達額
- ③ 産学共同研究等：共同研究等の契約数・受入額

これらはあくまで橋渡しのアクティビティの量を測る指標であり、その最終的なインパクトについては定量的指標で測ることは難しい。そこでたとえばAUTMは、毎年の定量的調査に加えて、個別の技術移転がどのようなインパクトをもたらしたかについてのケーススタディを蓄積し、ウェブサイトで公開している（Better World Project）²¹。日本の文部科学省の定年調査でも、各大学における「産学官連携活動の主な実用化事例」を収集している²²。

2.2.2 日本の産学橋渡しの推移

文部科学省は、全国の大学等における産学連携等の実施状況の把握を目的に国公立大学（短期大学を含む）、国公立高等専門学校、大学共同利用機関に対する調査を行い、調査報告「大学等における産学連携等実施状況について」を毎年公開している²³。

図2-7は、民間企業との共同研究の実施件数と研究費受入額の推移である。共同研究の件数も受入額も一貫して伸びており、2019年度の受入額は10年前の2009年度と比べて2.7倍に増加している（2009年度295億円→2019年度797億円）。従来、日本の産学連携は数百万円程度の小規模なものが多かったが、1,000万円以上の受入額の案件も一貫して増えており、5年で2.1倍の伸びとなっている（2014年度691件→2019年度1,462件）。

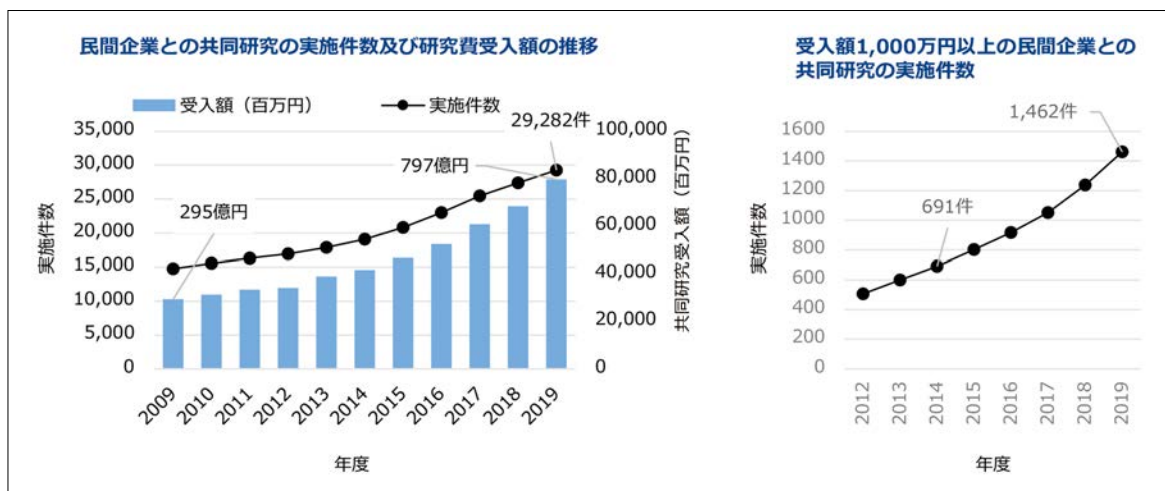


図2-7 民間企業との共同研究の実施件数と研究費受入額の推移²⁴

21 <https://autm.net/about-tech-transfer/better-world-project/about-better-world>

22 文部科学省「令和元年度 大学等における産学連携等実施状況について」
https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1413730_00010.htm

23 同上。

24 出所：文部科学省「大学等における産学連携等実施状況について」より作成。数値は調査対象となった国公立大学（短期大学を含む）、国公立高等専門学校、大学共同利用機関の合計。

図 2-8は、大学等による特許権実施等件数と収入額の推移である。こちらも増加傾向にあり、収入額は10年間で4.1倍（2009年度8.91億円→2019年36.62億円）となっている。

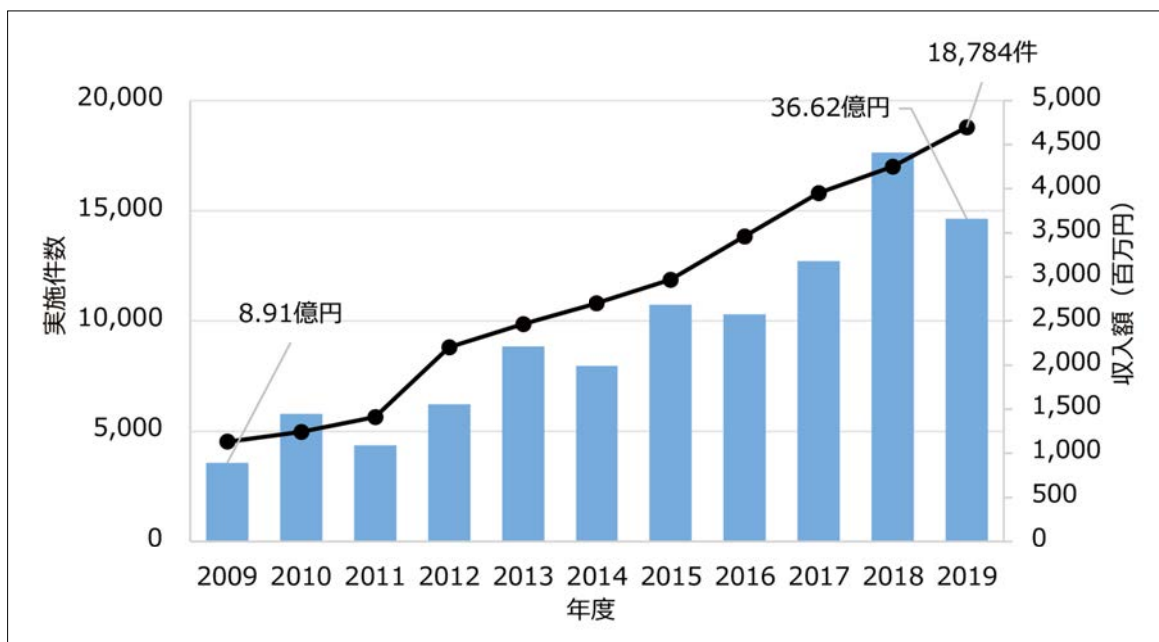


図 2-8 特許権実施等件数と収入額の推移²⁵

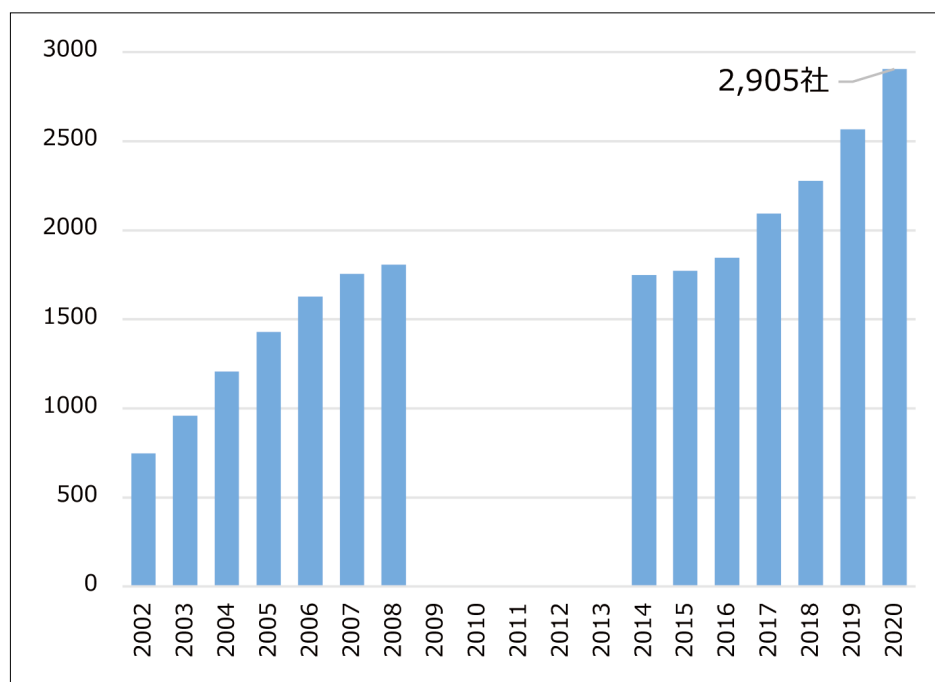
大学発ベンチャー（スタートアップ）に関しては、経済産業省が毎年調査報告を行っている²⁶。この調査では、表 2-4 の 5 類型を「大学発ベンチャー」として各類型の企業数を調べている。その経年推移が図 2-9 であり、リーマンショック後の数年間未調査機関があるものの、過去 7 年間は増加している。2020 年度に認識された大学発ベンチャー 2,905 社のうち、最多の 56.3% が大学の研究成果に基づく「研究成果ベンチャー」であり、「学生ベンチャー」（22.2%）と合わせて 8 割近くを構成する。また同報告書によると、2021 年 1 月時点で上場している大学発ベンチャー企業は 66 社で、時価総額は 3 兆 630 億円である。

25 出所：文部科学省「大学等における産学連携等実施状況について」より作成。数値は調査対象となった国公立大学（短期大学を含む）、国公立高等専門学校、大学共同利用機関の合計。「特許等実施額（件数）」とは、実施許諾または譲渡した特許権の収入額（数）を指す（イニシャルロイヤリティ、ランニングロイヤリティ、オプション契約、マイルストーン収入、不実施補償金、株式売買による収入、その他の収入、譲渡収入を含む）。

26 経済産業省、野村総合研究所「研究開発型ベンチャー企業と事業会社の連携加速及び大学発ベンチャーの実態等に関する調査」（2021）
https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/start-ups/reiwa2_vc_cyousa_houkokusyo.pdf

表 2-4 大学発ベンチャーの種類と数の割合²⁷

種別	説明	割合 ²⁸
1. 研究成果ベンチャー	大学で達成された研究成果に基づく特許や新たな技術・ビジネス手法を事業化する目的で新規に設立されたベンチャー	56.3%
2. 共同研究ベンチャー	創業者の持つ技術やノウハウを事業化するために、設立5年以内に大学と共同研究等を行ったベンチャー	6.7%
3. 技術移転ベンチャー	既存事業を維持・発展させるため、設立5年以内に大学から技術移転等を受けたベンチャー	2.6%
4. 学生ベンチャー	大学と深い関連のある学生ベンチャー	22.2%
5. 関連ベンチャー	大学からの出資がある等その他、大学と深い関連のあるベンチャー	11.6%

図 2-9 大学発ベンチャー企業数の年度別推移²⁹

大学発ベンチャー（スタートアップ）の資金調達も伸びており、国内のスタートアップのデータベースを運営しているユーザーベース社のINITIALによると、大学発スタートアップによる調達額は2012年は137億円だったのに対し、2021年は1,072億円に上っている³⁰。

27 前注のレポートをもとに作成。

28 2020年度調査での割合（全2,905社）。

29 出所：経済産業省、野村総合研究所 令和2年度産業技術調査事業「研究開発型ベンチャー企業と事業会社の連携加速及び大学発ベンチャーの実態等に関する調査」

30 INITIAL『2021年 Japan Startup Finance ～国内スタートアップ資金調達動向決定版～』
<https://initial.inc/enterprise/resources/japanstartupfinance2021>
「大学発スタートアップ」はINITIAL独自の定義による。

2.2.3 海外との比較：知財収入の少なさ

日本の産学連携の量的指標は一貫して増大傾向にある一方、海外と比較するとまだ増加の余地があると言われる。たとえば、日本のアカデミア（大学・公的研究機関）の特許ライセンスなどによる知財収入の少なさが従来より指摘されている。大学へのサーベイをもとにした日米では50倍、日英では6倍の開きがある（図2-10）。ドイツのフラウンホーファー応用研究促進協会が公表している知財収入は、単体で日本の大学+3国研の合計の2倍近くに上る（図2-11）。この知財収入の差の要因については、3.1節末尾のコラムで触れる。

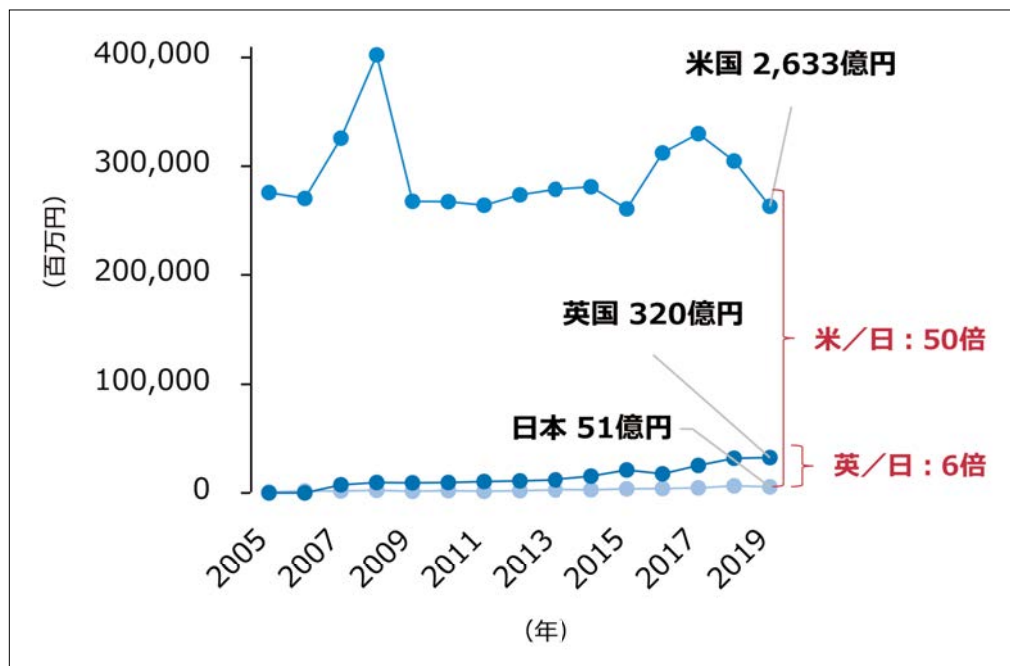


図2-10 日米英の大学の知的財産権収入の推移³¹

31 出典：NISTEP「科学技術指標2021」。日本の知的財産権とは、特許権、実用新案権、意匠権、商標権、著作権、その他知的財産（育成者権、回路配置利用権等）、ノウハウ等、有体物（マテリアル等）を含む（文部科学省、「大学等における産学連携等実施状況等について」）。米国の知的財産権とは、ランニングロイヤリティ、ライセンス収入、ライセンス発行手数料、オプションに基づく支払い、ソフトウェア及び生物学的物質のエンドユーザーライセンス（100万ドル以上）等（AUTM, “AUTM STATT database”）。英国の知的財産権とは、特許権、著作権、意匠、商標等を含む（HESA, “Higher education-business and community interaction survey”）。

		特許権実施等件数	知財収入額
ドイツ	フラウンホーファー研究協会 (FhG) FY2019※1	2,654	137億円 (1.07億€)
以下の合計			65.1億円
日本	国立大学等 FY2019※2	14,992	42.2億円
	公立大学等 FY2019※2	608	1.8億円
	私立大学等 FY2019※2	3,184	7.5億円
	産総研 FY2019※3	-	7.5億円
	NIMS FY2018※4	137	4.3億円
	理研 FY2018※5	287	1.8億円

FhG単体で日本の大学+3国研の約2倍の知財収入

図2-11 ドイツ・フラウンホーファー研究協会と日本機関の知財収入の比較³²

また、スタートアップ環境や産学間の資金の流れに関しても、第3章で見るように一部の諸外国と比べて量的な差が存在する。

32 出典：

- ※1 額は知財によるライセンス収入。
<https://www.fraunhofer.jp/content/dam/japan/ja/documents/media/AnnualReport/Fraunhofer-Annual-Report-2019.pdf>
- ※2 文部科学省、「大学等における産学連携等実施状況等について」
- ※3 産業技術総合研究所「令和元年度財務諸表等解説」
<https://unit.aist.go.jp/acdi/ci/zaimusyohyo/r1fy-exp.pdf>
- ※4 NIMS「第19期事業年度 事業報告書」
- ※5 「理研の産学連携」
<https://www.riken.jp/medialibrary/riken/pr/publications/pamphlets/renkei-jp.pdf>

コラム

バイオベンチャーに関する国際ベンチマーク³³

イノベーションに対するアカデミアの貢献のあり方は、分野によって大きく異なる。なかでもバイオ・医薬分野は、アカデミア発の技術シーズが大きな社会的・経済的インパクトにつながりやすい分野として知られる。近年の医薬モダリティの多様化やデジタルトランスフォーメーション、AIの導入によって、研究開発のあり方やイノベーションのプロセスが大きく変容し、ベンチャーキャピタル（VC）の出資を受けた大学発スタートアップが基礎研究シーズの社会実装を担う形が成功モデルとして確立してきている。CRDSでは、2021年の報告書「近年のイノベーション事例から見るバイオベンチャーとイノベーションエコシステム」にて、その国際ベンチマークを行った。

医薬品に着目すると、2021年以前の5年間に（FDAに）承認された新薬の28%は、2000年以降に設立された企業由来であり、6%は大学や国研から創出されている。新薬を創出した組織は圧倒的に米国に多く（63%）、日本（8%）、英国（6%）が続く。

多額の研究開発費を要する医薬品製造業や医療機器企業では、ベンチャー企業のM&Aが加速している。海外大手製薬企業の売上上位19社が2014年以降に実施した主なM&A 207案件のうち、M&Aの対象がベンチャー企業であった例は161件（78%）に上った。さらに、そのベンチャー企業が大学、国研などアカデミア由来、あるいはアカデミアからライセンスを受けたシーズが主要なパイプラインを構成している企業だった例が78件（38%）であった。日本の製薬企業もM&Aを行っているが、国内外のM&A事例において、日本のベンチャー企業が対象となった事例は認められなかった。

ライフサイエンスのスタートアップエコシステムの代表例である米国ボストンでは、ハーバード大学とマサチューセッツ工科大学（MIT）のキャンパスをはじめ、バイオベンチャー、メガファーマ、大企業、VC、スタートアップ支援組織、行政組織などが密集したエコシステムが形成されている。ここでは、知識を基盤とする産学官の集積と、ヒト、知識（技術）、カネの循環によるイノベーションの連続的な創出が実現している。日本でもそうしたエコシステムを構築するために必要な取り組みとして、同報告書では①新しい科学技術を生み出す研究力強化のための基盤・拠点整備、②バイオも経営もわかる起業・商業化人材育成のための高等教育（修士・博士学生）、③大学等シーズの起業の促進（シーズを事業化できる人材と研究者とのマッチング）、④スタートアップ（アーリーステージ）の支援の充実、⑤海外からの出資の呼び込み／海外にもベンチャー拠点の設置／海外でのEXIT等の支援を挙げている。

33 CRDS-FY2021-RR-02「調査報告書：近年のイノベーション事例から見るバイオベンチャーとイノベーションエコシステム」

2.3 産学橋渡しのための政策と体制

日本の産学橋渡し活動のボリュームが伸びてきた背景には、第1章でも触れたような種々の政策と、大学・公的研究機関等で進められてきた様々な体制整備がある。OECDレポート³⁴は「知識移転のための21の政策手段」を挙げている（表2-5）が、日本国内でもこれらに該当する種々の施策が進められてきた。

表 2-5 知識移転の21の政策手段

種類	政策手段（OECDレポートの分類）	施策のターゲット	関係する主な知識移転チャンネル
財政的政策	1. 共同プロジェクト（コンソーシアム型含む）への補助、グラント（R&D and innovation subsidies or grants）	研究者、アカデミア機関、企業	共同研究
	2. 共同研究、委託研究への税制優遇（Tax incentives）	企業	共同研究、受託研究、コンサルティング
	3. 大学発スタートアップへのファイナンス（PoC ファンド、シードファンド、公的VCなど）（Financial support to academic spin-offs Including proof-of-concept, seed funds）	研究者、起業家	大学発スタートアップ
	4. 特許取得にかかる資金・作業支援（Grants for IP Applications）	研究者	知財ライセンス
	5. 博士やポストドク雇用時の補助（Financial support to recruit PhDs or post-docs）	企業	人的移動
	6. 企業研究者の受入補助（Financial support to host industry researchers）	アカデミア機関	人的移動
	7. 公的調達（Public procurement）	企業【需要側】	共同研究、受託研究
	8. イノベーション・パウチャー（企業によるR&Dサービス購入の補助）（Innovation Vouchers）	企業	受託研究、コンサルティング
	9. 共同ラボ設立の補助（Public-private partnerships creating joint research laboratories）	アカデミア機関、企業	共同研究
	10. 特許、ベンチャー創出、共同研究などを評価項目としたファンディング（Performance-based Funding systems）	アカデミア機関	論文発表、アカデミア発スタートアップ、知財ライセンス
	11. 中間機関（TLO、インキュベーター等）へのファンディング（Funding of infrastructures and intermediaries）	アカデミア機関	知財ライセンス、アカデミア発スタートアップ、共同研究、ネットワーク
制度・規制	12. 知財の保有と収入に関する制度（IP rights regime）	研究者、企業、アカデミア機関	知財ライセンス、アカデミア発スタートアップ

34 OECD (2019), University–Industry Collaboration: New Evidence and Policy Options, OECD Publishing, Paris.
<https://doi.org/10.1787/e9c1e648-en>

	13. スタートアップへの出資、持ち株、兼業についての制度 (Regulation of spin-offs founded by researchers and students)	研究者、アカデミア機関	アカデミア発スタートアップ
	14. 知識移転に関する研究者の活動への評価 (Career rewards for professors and researchers)	研究者	全チャンネル
	15. サバティカルほか、人的流動性の向上策 (Sabbaticals and mobility schemes)	研究者、アカデミア機関	人的移動、アカデミア発スタートアップ
	16. 論文のオープンアクセス、オープンデータに関する制度 (Open access and open data provisions)	研究者、アカデミア機関	論文公開
ソフトな手段	17. 啓発活動、アウトリーチ (awareness raising)	アカデミア機関、企業	全チャンネル
	18. 知識移転のトレーニングプログラム (Training Programmes)	研究者、技術移転機関のスタッフ	全チャンネル
	19. イベント、ワークショップなどのネットワーキング (Networking)	アカデミア機関、企業	ネットワーキング
	20. 共同でのロードマップづくりやフォーサイト (Collective roadmapping and foresight exercises)	アカデミア機関、企業	ネットワーキング
	21. 自主的ガイドライン、標準、行動規範 (Voluntary guidelines, standards and codes of conduct)	アカデミア機関、企業	共同研究、知財ライセンス

大学や研究機関においては、研究成果の知財化、アントレプレナーシップ教育、起業支援、組織対組織の大型連携、等の産学橋渡しを促進するための体制が、各法人の独自の戦略のもとで進んでいる。

国内の大学・研究機関のうち、ベンチャー設立数をはじめ各種の産学連携の指標で突出しているのは東京大学である。東京大学では、共同研究やアントレプレナーシップ教育を担う産学共創推進本部、知財の技術移転活動を担う東京大学TLO、スタートアップへの投資・支援を行う東大IPC、UTEC（東京大学エッジキャピタルパートナーズ）といった各組織が連携する体制を構築してきた。研究者やシーズの蓄積、産学連携のためのリソースの潤沢さなどにおいて利点をもつものの、東京大学の先駆的な取組は他大学のモデルになってきた面がある。しかしより重要なのは、他大学・研究機関では、それぞれの条件に合わせた独自の体制を築いてきたことである。

以下では、その事例として次の4機関に着目した。

- ・ 国内有数規模の産学橋渡し活動を行う京都大学
 - ・ 地方国立大学として、イノベーション創出に向け積極的な取組みを進めている徳島大学
 - ・ 国立大学とは諸条件が異なる私立大学として、独自の産学連携体制を構築している早稲田大学
 - ・ 国研のなかでも、知的財産マネジメントを中心に特筆すべき取組みが進む物質・材料研究機構（NIMS）
- それぞれについて、産学橋渡しに関する取組みを、大学関係者への聞き取りをもとに報告する³⁵。

35 関連する文献として、忽那（2020）では、大学発ベンチャーのエコシステム形成に向けて特徴的な取組みを行う国内10大学がケーススタディされている。忽那憲治（編）『ケースブック大学発ベンチャー創出のエコシステム』（中央経済社、2020年）

2.3.1 京都大学

日本を代表する総合国立大学の一つである京都大学では、国内有数の規模の産学連携が行われている。民間企業との共同研究費受入額は国内大学で3番目の多さ（2018年度において55.4億円）、知的財産権等収入は2番目の多さ（同年7.2億円）である³⁶。また、2020年度の調査では222社の京都大学発ベンチャーが把握されており、これは東京大学に次ぐ多さである³⁷。

京都大学の産学連携の機軸を担うのは産官学連携本部である。同本部の産業・国際連携部門と知的財産部門が中心となり、企業をはじめとした外部からの問い合わせ対応、学内の研究者からの相談対応、発明届の受理等を行っている。産官学連携本部を中心としながらも、後述のオープンイノベーション機構や種々のグループ会社と連携しながら取組みを推進している（図2-12）。

こうした京都大学の体制整備は、過去10年ほどの産学連携にまつわる政策的取組・施策に一部呼応する形で進められてきた。

2014年12月には、大学が投資会社や大学発ベンチャー支援ファンド等に出資することを可能にした「官民イノベーションプログラム」による出資をもとに、京都大学の100%子会社として「京都大学イノベーションキャピタル株式会社（京都iCAP）」を設立した。

また2017年に京都大学が指定国立大学法人に指定された際の法人構想の柱の一つとして、産官学連携の新しい「京大モデル」の構築を掲げた。指定国立大学法人のみに出資が可能となっている研修・講習事業やコンサルティング事業を実施する事業子会社として「京大オリジナル株式会社」を2018年6月に設立した。同社では京都大学の研究成果・知的財産をもとにした研究・コンサルティングサービス等を展開している。その他、京都大学ほか数大学と提携する承認TLOである株式会社TLO京都はじめ、iPSアカデミアジャパン、京都アカデミア法律事務所などが京大グループ会社として産学連携活動を展開している。

さらに、2019年7月には、文部科学省の「オープンイノベーション機構の整備事業」の採択を受け、大型産学連携プロジェクトの企画・提案とマネジメントを目的とした京都大学オープンイノベーション機構（OI機構）を設置した。OI機構では、大型共同研究に向け、①窓口の一本化、②プロジェクトクリエイティブ・マネージャーを置き、彼らからの積極的な共同研究企画提案、③組織を越え優れた研究のチームメイキング、④長期的な連携の円滑な推進、という四つの柱を掲げ、一貫したプロジェクトマネジメントを行っている。また、産学連携担当部門では従来の知財化活動が研究者からの発明開示を待つという「守り」の姿勢になりがちだったところ、OI機構のプロジェクトクリエイティブ・マネージャーが研究段階から研究者に伴走し、能動的に権利化戦略を提案していく「攻め」の姿勢への転換を図っている³⁸。

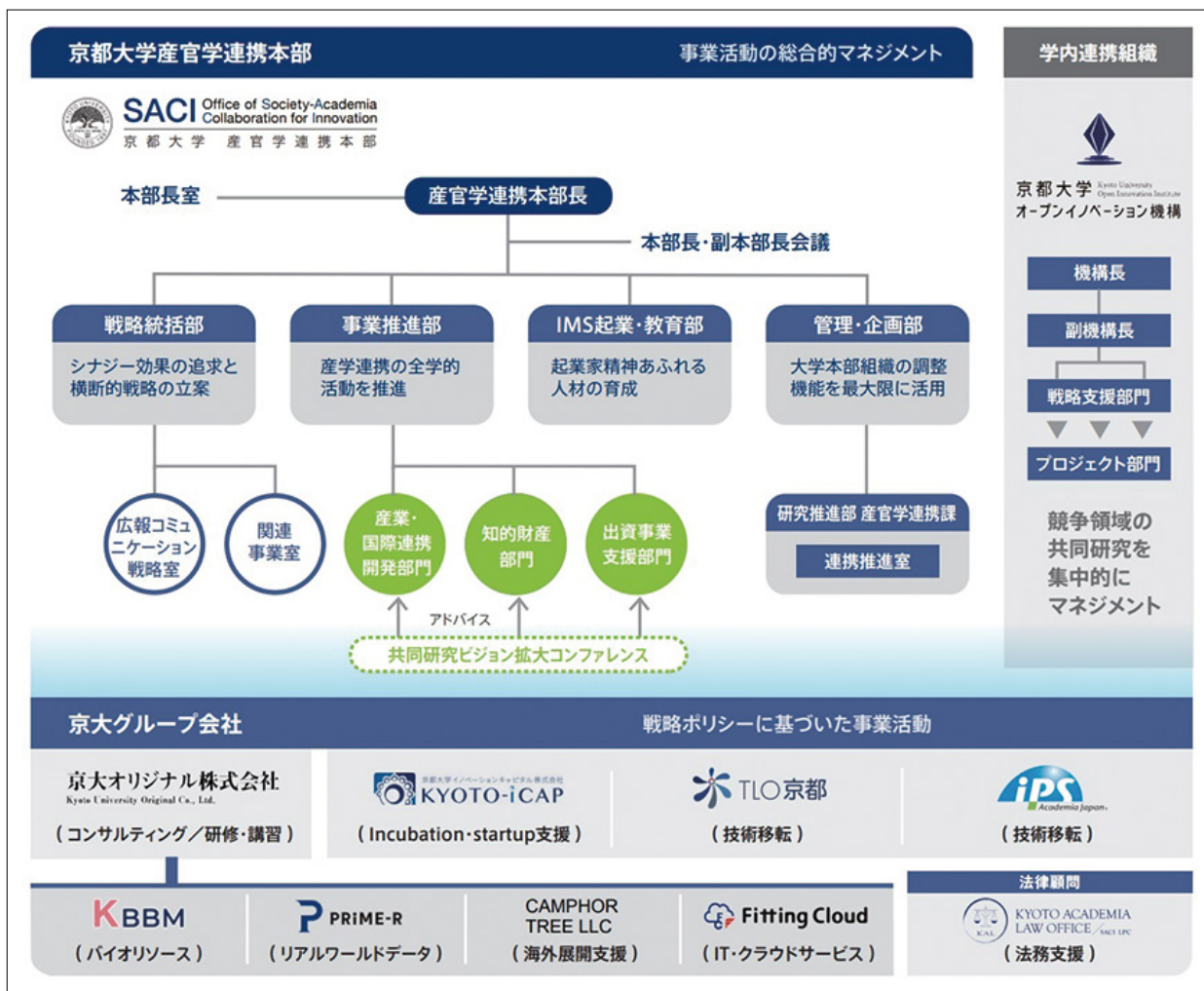
36 経済産業省・文部科学省「大学ファクトブック2021」

https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/210902_kokuritsu_daigaku_r5.pdf

37 経済産業省「令和2年度産業技術調査事業 大学発ベンチャー調査 調査報告書」

https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/start-ups/reiwa2_vc_cyousa_houkokusyo_r.pdf

38 CRDS-FY2021-WR-04 4.5節「京都大学OI機構における取組みを中心とした、産学連携プロジェクトマネジメントについて（工藤真弓）」

図2-12 京都大学の産学連携の体制³⁹

2.3.2 徳島大学

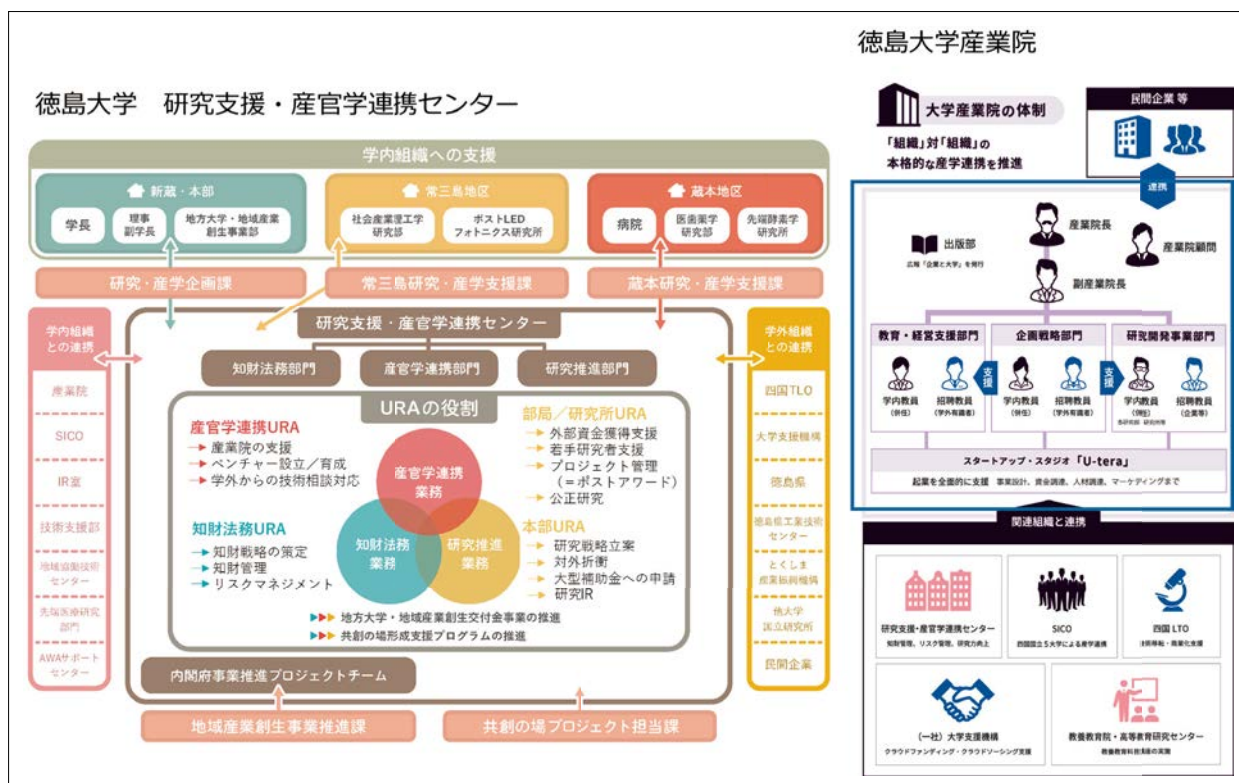
徳島大学では、強みのある光技術の研究成果などをもとに四国地方のイノベーション創出と地域連携を牽引してきた。さらに近年では、学長のリーダーシップのもと大学発ベンチャーの育成に特に力点を置いた取組みを進めている。2014～2020年度の各年には年間約2,000～3,500万円の知的財産権等収入を得ており⁴⁰、2016年の徳島大学の特許権実施等収入額は全国で6位（東京大学、京都大学、日本大学、大阪大学、東北大学に続く）であった⁴¹。

徳島大学では研究支援・産官学連携センターと産業院を中心に、四国TLOや四国産官学連携イノベーション共同推進機構（SICO）などの学外組織が連携して産学連携を推進している（図2-13）。

³⁹ 出典：京都大学 産官学連携本部Webサイトより転載。
<https://www.saci.kyoto-u.ac.jp/about/organization/>

⁴⁰ ただし、2016年度と2020年度については、それぞれ約1億円、約1億4千万円に上る収入を得ている。

⁴¹ 文部科学省「平成28年度 産学連携等実施状況について」

図2-13 徳島大学の産学連携の体制⁴²

研究支援・産官学連携センターは、徳島大学の研究分野および産学連携分野を強化していくことを目的に2015年4月に設立された。センター所属のURAが外部組織と連携し、研究成果の知財化、外部資金の獲得支援、学外からの技術相談受入等を進めている。

四国産学官連携イノベーション共同推進機構（SICO）は、徳島大学を基幹大学として、鳴門教育大学、香川大学、愛媛大学、高知大学とで構成され、四国TLOとの連携により、5大学の技術移転、外部資金獲得、知財管理支援、事業化支援を進めている。四国地区の国立5大学の産学官連携部門共通業務を統合・一元化し、運営を効率化や高度化することで、イノベーション創出の拠点となることを目指している。2012年度の文部科学省国立大学強化推進補助金にて「四国5大学連携による知のプラットフォーム形成事業」が採択されたのを契機に活動を開始し、2017年度の補助事業終了後も活動を継続している。

四国TLO（株式会社テクノネットワーク四国）は、四国の五つの大学が主導して設立された広域型のTLOである。四国TLOを中心としたプラットフォームに予算と人員を集中させることで、「四国5大学連携による知のプラットフォーム形成事業」終了後も、四国TLOと四国5国立大学との業務統合を継続して活動できる体制を構築している。四国TLOでは、発明時点から技術移転活動を開始し、プレマーケティングによって出願可否を判断する⁴³。その間、同じ担当者・組織が一貫通貫で関与する。そのプロセスでは、四国TLOの社員と徳島大学URAがチームで技術移転活動を進めることで、四国TLOがもつ技術移転スキル・ノウハウが

42 出典：徳島大学 研究支援・産官学連携センター
<https://www.tokushima-u.ac.jp/ccr/about/summary/taisei.html>
 徳島大学産業院
<https://industrial.tokushima-u.ac.jp/about/organization.html>

43 JST知財活用支援事業が提示する「大学技術移転のロールモデル」に沿った方式である。
https://www.jst.go.jp/chizai/news/role_model.html

大学にも蓄積している。

徳島大学産業院は、「組織（企業・法人）」対「組織（大学・産業院）」の大規模な産学連携の支援を目的に、2018年4月に設立された。産業院は徳島大学が組織的に行う産官学連携の総合窓口となり、企業からの技術相談にワンストップで対応している。2021年現在、産業院には7名の研究者が所属し、研究者1人につきURAが1人ついて特許戦略やマーケティングの伴走支援を行っている。

徳島大学における大学発ベンチャーの認定規則は2016年に施行し、2021年12月時点で、計28社のベンチャーが起業し、その認定を受けている。うち21社は、認定規則を制定した2016年11月以降に起業した。2020年には、地方銀行からの出資と地域経済活性化支援機構（REVIC）の協力を得て徳島大学の大学ファンドを運用する株式会社産学連携キャピタル（AIAC: Academia Industry Alliance Capital）を設立した。2021年9月時点で、AIAC社には、県内事業会社6社が参画しており、合計10億6,100万円の資金によって、産学連携1号ファンドの出資と運用を行っている⁴⁴。

2.3.3 早稲田大学

早稲田大学では、「早稲田オープン・イノベーション・エコシステム」戦略⁴⁵のもと、近年大きな組織再編を含む体制構築を行い、研究の活性化、産学連携推進、ベンチャー創出・育成に一体的に取り組んでいる。

その中心を担うのが「リサーチイノベーション統合センター」である（図2-14）。同センターは、①URAを擁し大学の研究戦略機能を担う研究戦略センター、②組織的企業連携を推進するオープンイノベーション戦略研究機構、③学内TLOとして知財を介した技術移転を担う知財・研究連携支援センター、④ベンチャー支援やアクセラレーションを担うアントレプレナーシップセンター、からなる。従来、これらの部門は独立していたが、研究推進担当の副総長のもと組織を集約した。また、同センターでは学内外からの研究推進の問合せに対して「研究推進ワンストップ窓口」を設け、研究推進から産学連携、研究成果の発信などに関する相談を一元的に受けつけている。

近年はベンチャー支援を本格化させている。上述のアントレプレナーシップセンターが中心となり、学内のギャップファンドプログラム（Waseda PoC Fund）などの資金的支援、法務や財務面でのコンサルティング、ネットワーキングといったインキュベーション活動を提供している。ギャップファンドは提携した民間ベンチャーキャピタル（VC）2社からの寄付をもとに開始し、2020年にはJST「研究成果展開事業 社会還元加速プログラム SCORE 大学推進型」にも採択されている。その他、文部科学省の「オープンイノベーション機構の整備事業」への採択を機にオープンイノベーション戦略研究機構機を設立するなど、公的事業を活用しながらも、独自の体制を整備してきている。

2022年には早稲田大学として初のVC「早稲田大学ベンチャーズ株式会社（WUV）」設立を予定している⁴⁶ほか、「スタートアップ・エコシステム形成支援事業」の東京拠点の主幹機関（東京大学、東京工業大学、早稲田大学）の一つとして、起業活動支援プログラム等を他の大学や自治体と協力して進めていくことを予定している。

44 CRDS-FY2021-WR-04 4.4節「徳島大学を中心としたイノベーション創出への取組（北岡和義）」

45 世界に比肩する大学となることを目指す早稲田大学は、諸外国の私立研究大学と比較した際の資金力の差への問題意識なども背景に、博士学生の資金的支援と育成、研究成果の産業応用、産業界からの様々な還元といったエコシステムの構築を構想している。

46 日本経済新聞「早稲田大学が初のVC設立へ 最大100億円ファンド（2022年1月10日）」
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC100U10Q2A110C2000000/>

図2-14 早稲田大学の産学連携の体制⁴⁷

コラム

大学における産学連携の体制・運営の中心的課題

本レポートの調査にあたっては、複数の大学の産学連携の実務者にインタビューを行った。そのなかでは様々な問題意識も聞かれたが、最も多かった声が、産学連携の業務量の多さに対する人員の不足と、その業務に求められる知識やノウハウをもった人材の養成・確保の難しさについての指摘であった。

たくさんの研究が同時進行するなかで、きめ細やかな対応や戦略立案をするには人員が足りず、ともすれば定常的に寄せられる学内外からの相談への対応に追われてしまう。また特に国立大学では、これらの活動を担う職員の多くは任期付き雇用

47 出典：早稲田大学「アントレプレナーシップセンターについて」
<https://waseda.app.box.com/s/4x73ug3kx1mmnygj32txe72xi6ck2x5z>

であり、また任期の定めのない職員は一定期間の業務に従事したのち異動してしまう。URAの多くも任期付き雇用であることから、技術移転に関するスキルや知見をもった人材を長期・安定的に確保することが課題とされる。十分な活動のためには専門性やスキルをもつURAの存在が重要となるが、こうした人材は構造的に不足しており、各人は常時オーバーワークとなる。

また、産学連携のための全学的な組織をつくっても、そこに十分な人的・資金的リソースがなく、個別の案件は部局任せになってしまうという問題や、この間の各種政策・公的ファンディング施策に沿う形で学内外に異なる組織が増えていったもののその連携に課題があるといった声も聞かれた。

ベンチャー支援の観点では、研究者の所属の問題も指摘された。教職員が大学発ベンチャーの経営者を兼任することも可能であるが、クロスアポイント制度は煩雑さもあり、その活用は道半ばである。また、企業活動との間で利益相反の問題が生じたり、学内施設の一部を事業活動に活用できる学内制度に関する学内周知が不十分な大学もある。

2.3.4 物質・材料研究機構（NIMS）

物質・材料研究機構（NIMS）は、物質・材料分野を専門とする国立研究開発法人として、積極的な産学橋渡し活動に取り組んでいる。NIMSの活動は、（1）物質・材料科学技術に関する基礎研究および基盤的研究開発、（2）研究開発成果の普及とその活用の促進、（3）NIMSの施設および設備の共用、（4）研究者・技術者の養成およびその資質の向上、の4つのミッションに沿ってグローバル企業との組織的連携、個々の共同研究、装置共用、技術相談、大学院生のインターンシップ制度を利用した人材育成など多岐にわたり、このうち企業や大学および公的機関との共同研究等の連携活動における研究者のサポートは外部連携部門がその主体を担う。外部連携部門は、特許の維持・管理をはじめ知的財産権に関する業務を行う知的財産室と、マッチング活動・技術移転業務・ベンチャー支援等の業務を行う企業連携室からなり、それぞれ約10名と約20名のスタッフを擁する。知的財産室では特許事務所出身者等、知見の豊富な人材を雇用しており、大学の場合であれば特許事務所等の外部組織へ委託する業務を組織内で遂行している。

NIMSの知的財産マネジメントは特筆すべきものとしてたびたび言及される⁴⁸。NIMSでは、基礎研究・基盤的研究は独自で行い、その成果を質の高い知的財産権（基本特許等）として単独で出願した後に、企業との実用化研究を進めることを旨とし、企業との連携や共同研究から生まれた特許のうち企業とNIMSで共有するものについては、企業による自己実施の際には原則不実施補償を求めない。NIMSが保有する単願特許と共有特許をパッケージ化し、強固な特許ポートフォリオを構築することにより第三者へライセンスする戦略を展開する。

48 経済産業省「大学における知的財産マネジメントの在り方について（報告書）」
https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/sangakukan_renkei/pdf/002_s02_00.pdf

NIMSの2020年度の特許権収入は約5億3千万円に上っている⁴⁹。NIMSの研究成果であるナノ材料や耐熱合金等の発明に関する特許権を中心に企業へのライセンスを行っており、なかでも代表的な発明はサイアロン蛍光体である。サイアロン蛍光体の特許権は、2018年より物質／製造特許（蛍光体物質およびそれを製造する特許）に属する特許群と、用途特許（LEDデバイス等を製造する特許）に属する特許群を分けて扱い、それぞれの対象企業に対してライセンスを行っている。サイアロン蛍光体の特許権に関する企業とのライセンス契約の交渉に関する経験が、新たな特許料収入獲得に向けたNIMSの知財・特許マネジメントの修正・改善につながるという好循環を生んでいる。

扱う技術分野や組織の特質による背景の違いは踏まえるべきものの、NIMSの知財マネジメント・知財戦略をはじめとする産学橋渡しのポリシー、体制には参照すべき部分があるだろう。

2.3.5 コンソーシアム型の産学連携：COIプログラムを例として

産と学、さらに（場合によっては）自治体などのステークホルダーが参画する各種の公的ファンディングプログラムも、重要な産学橋渡しのメカニズムである。第1章で述べたようなイノベーション政策の変遷の観点から、特に拠点型・コンソーシアム型のプログラムやプロジェクトの重要性は増している。これらのプログラムでは、産学共同研究のなかからシーズが生まれ、そのシーズをもとにベンチャーがスピナウトするといった好循環も出てきている。

その一例として、JSTのセンター・オブ・イノベーション（COI）プログラムを取り上げる⁵⁰。同プログラムは、①10年後の社会のあるべき姿から研究開発課題を設定する「バックキャスト」型の研究開発の支援と、②大学や企業等の関係者が一つ屋根の下（アンダーワンルーフ）で取り組むことを方針とし、2013年度から開始している⁵¹。大学等を中心に18拠点が活動し、2021年度まで実施した⁵²。各拠点では、大学等に設置された「研究推進機構」を中核として、機構長である企業所属・出身のプロジェクトリーダー（PL）、副機構長である大学等の研究者である研究リーダー（RL）が拠点活動を推進した。

その一つ、川崎市産業振興財団ナノ医療イノベーションセンター（iCONM）が中心となる「スマートライフケア社会への変革を先導するものづくりオープンイノベーション拠点（COINS）」は、「いつでも・どこでも・だれもが気づかぬうちに健康になれる『スマートライフケア社会』」の実現を掲げ、病気の検出、診断、治療を行うウイルスサイズのスマートナノマシン等の開発を行っている。ナノ医療イノベーションセンターは川崎市の「殿町国際戦略拠点キングスカイフロント」の一角に位置し、一つの建物内で技術の社会実装までに必要な実験が完結する設備や、所属や立場を越えたメンバーの交流を促す共有スペースを備える。同センターの常勤研究員は6%にとどまり、全体の58%を企業の研究者が占める。同拠点では、高い論文生産性を実現しているだけでなく、発明発掘からライセンス活動までを専門スタッフが担当する体制を敷いている（この体制のもと、2021年時点で出願件数82件、ライセンス12件が実現）。さらに拠点発スタートアップの創出に取り組んでおり、2021年時点で6社が同拠点からスピナウトしている⁵³。産と学の研究者が課題解決に向けて風

49 国立研究開発法人 物質・材料研究機構 第20期事業年度 事業報告書

https://www.nims.go.jp/nims/disclosure/hdfqf100000016uy-att/NIMSBusinessreport_latest.pdf

50 JST「COIプログラム全体評価」（2020年12月）

<https://www.jst.go.jp/coi/hyoka/data/katsudojisseki.pdf>

51 文部科学省「革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM）」として始まり、2016年にJSTに移管。

52 2020年度からは、COIの「ビジョン主導・バックキャスト型研究開発」を基軸に制度設計された「COI-NEXT 共創の場形成支援プログラム」が始まっている。

<https://www.jst.go.jp/pf/platform/outline.html>

53 CRDS-FY2021-WR-04 5.3節「世界で最もイノベティブな拠点を目指して～川崎市産業振興財団におけるオープンイノベーションへの取組～（岩崎廣和）」

通しよく協働する拠点を実現し、着実に成果が生まれている事例と言える。

その他、産業競争力上の重要な課題を設定し府省連携による分野横断的な取組を推進する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）⁵⁴など、産学官でミッションを共有した上で連携を図る種々の事業が推進されている。

2.4 産学橋渡しにおけるボトルネック

橋渡しの各チャンネルにおいて、様々なボトルネックが指摘されている。以下では、識者による連続セミナー（2021年にCRDSにて実施、資料A.2参照）⁵⁵や、近年の文部科学省、経済産業省による報告書をもとに課題を整理する（表2-6）。

表 2-6 産学橋渡しのボトルネックとして指摘されている点

橋渡しチャンネル	ボトルネック
1. アカデミア特許を介した技術移転	・ 特許出願の戦略性を高めるための人材・体制 ・ 外国出願の維持費用やギャップファンド資金の不足 ・ 技術移転人材の確保・育成、環境改善
2. アカデミア発ベンチャー創出	・ 起業を目指す研究者の少なさ ・ 経営人材の厚みの不足 ・ 地方発スタートアップのためのリソース不足
3. 産学共同研究	・ 契約面での交渉・事務コスト ・ 連携相手の発見・マッチングが難しい

2.4.1 特許を介した技術移転におけるボトルネック

日本の大学・公的研究機関は、特許出願の戦略性に関して米国などに遅れをとる。たとえば、ライフサイエンス分野の特許戦略に詳しい森田裕弁理士（大野総合法律事務所）は、米国MITの外郭研究所であるホワイトヘッド研究所の高度な戦略性に着目し、同研究所の戦略性を表す一例としてiPS細胞の初期化因子に関する特許を挙げている⁵⁶。同研究所はルドルフ・イエーニッシュ教授らの発明により、iPS細胞の初期化因子の一つであるOct4タンパク質に関する特許を保有しているが、この特許のもとになる発明では体細胞の核初期化を達成しておらず（「初期化しやすくする」のみ）、実施例も1例のみであった。にもかかわらず、出願後の技術分野の動向を注視しながら継続出願などの手段も用いることで、圧倒的に広い権利の確保に成功している。米国の一部アカデミア機関では、研究者と知財担当者が研究開発の初期段階から協働し、特許の制度的特徴を踏まえた戦略を実現している。国内のアカデミア機関では、ここまで戦略的な特許出願はできておらず、そのための専門人材（弁理士等）も不足していると森田氏は指摘する。

54 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第1期課題評価 最終報告書
<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/saishuhokoku.html>

55 CRDS-FY2021-WR-04「連続セミナー：科学技術イノベーションによる社会的・経済的価値創造のエコシステム形成へ向けて」

56 CRDS-FY2021-WR-04 4.2節「イノベーション保護に適した驚異的な特許戦略論（森田裕）」

大学等では外国特許の出願・維持が資金面で困難となるケースが多く、これは特に大学発スタートアップ支援の観点から課題が多い。東京大学TLOの本多聡氏は、大学技術は既存市場における技術より3～5年先を進んでいることが多く、特許の維持には「我慢比べ」の側面があると言う⁵⁷。また特許取得からベンチャー設立までに2、3年の準備期間が必要となるが、その間に各国移行の期限が来てしまう。外国特許は長期的な成長戦略のもとに出願維持をしていく必要があるが、大学の財源的制約から困難となっている⁵⁸。大学発シーズのライセンスやスタートアップ設立を成功させるうえでは、市場のニーズに合わせた技術改良のためのギャップファンドの有効性が広く認識されてきた一方、大学におけるギャップファンドの継続的な財源確保にも課題がある。

アカデミアの発明の発掘、特許出願、マーケティングなどを行う技術移転専門人材（TLOのアソシエイト職、大学のURAなど）には、非常に高度なスキルが求められる。アカデミアの研究者と産業界のステークホルダーの技術やニーズについての知識だけでなく、高度なコミュニケーションの能力や、不確実性の高い業務への挑戦を楽しめるような適性をも備えていなければならず、こうした人材を確保・育成することは容易ではない。米国では、こうした技術移転人材がプロフェッショナルとして確立し、キャリア展望も描ける⁵⁹のに対し、国内大学では職業上の安定性や見通しが十分とは言えない。URAなどの人材の待遇や評価を、報酬、契約期間、キャリアの見通しなどの面から総合的に改善する必要性は繰り返し指摘されている。

2.4.2 アカデミア発ベンチャー創出に関するボトルネック

大学発スタートアップへの資金的支援に関しては、大学ファンド、民間VC、NEDOやJSTをはじめとする公的機関による支援事業など、整備が進んできた。一方で、起業を目指すアカデミア研究者は絶対数としてまだ多くない。日本では、起業の意思がなく身近に起業した人もいない「起業無関心者」の割合が高く⁶⁰、研究者のあいだでも起業が選択肢に入りにくいとされる。スタートアップを増やすためには、挑戦を当たり前とするカルチャーや教育が必要であり、年少期から起業家に触れる機会を増やすことが有効と考えられる⁶¹。また、起業を目指す大学院生にとって、所属研究室（教員）からの理解の得られにくさが障壁となるとの指摘もある。研究室を運営する教員からすると学生・大学院生はプロジェクト推進や研究室の持続に欠かせない存在であり、起業活動を推奨するインセンティブを教員はもちにくい⁶²。

起業を目指す研究者にも増して不足が指摘されているのが、スタートアップを実際に経営する人材である。現役のアカデミア研究者がスタートアップを起業する際には、自身はCTOや技術顧問として関与し、経営は事業経験が豊富なプロに委ねたほうがよいケースが多い。VCなどによる研究者と経営人材のマッチングの成

57 CRDS-FY2021-WR-04 4.3節「東京大学TLOにおける研究成果の社会的・経済的価値創造における取組（本多聡）」

58 2016年の経済産業省の報告書では、大学における知財へのリソース配分の小ささを問題とし、大学経営のなかで意義を認めていくことの重要性が指摘されている。経済産業省「大学における知的財産マネジメントの在り方について」
https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/sangakukan_renkei/pdf/002_s02_00.pdf

59 CRDS-FY2021-WR-04 4.6節「ニューメキシコ大学の技術移転プログラム・アントレプレナープログラムについて（星エリ）」

60 NISTEP「科学技術指標2019」
https://www.nistep.go.jp/sti_indicator/2019/RM283_02.html

61 CRDS-FY2021-WR-04 3.2節「テクノロジー・スタートアップの起業家育成と起業支援（鎌田富久）」

62 CRDS-FY2021-WR-04 3.4節「Rhelixaの成長を振り返り、技術を生み出すエコシステム実現へのヒントを考察する（仲木竜）」

功例も多数出てきているものの、その候補となりうる経営人材の「厚み」が足りていない⁶³。また経営者だけでなく、マーケティング・営業人材も不足している。この背景には、技術が先進的であるため顧客・市場の想定を明確化できず、採用すべき人材が定まりにくいという大学発スタートアップ特有の事情もある⁶⁴。日本では大企業の各部門にはインキュベーション能力や法務・経理などのバックオフィス能力を備えた人材が在籍しており、そうした人材がスタートアップのエコシステムに出入りするようない人材や業務の流動性向上が望ましい。

起業のための人材や資金的なリソースが東京に偏在し、地方で不足している。INITIAL「2021年 Japan Startup Finance」⁶⁵によれば、スタートアップの資金調達額の83.7%は東京都に集中しており(2021年)、「大学発スタートアップの大学別資金調達割合」を見ると、2021年では慶應義塾大学17.6%、東京大学12.1%、京都大学11.2%、九州大学9.0%、東京工業大学7.6%であり、この5大学で57%を占める。資金だけでなく、起業のメンター、弁理士、テクノロジー領域がわかる弁護士、VCといった人材やネットワークが地方ではアクセスしにくく、地方発スタートアップにとってのハンディキャップとなっている。多くの大学発スタートアップへの投資・支援を行うリアルテックホールディングス株式会社の永田暁彦氏は、日本の地方には投資が足りていない技術シーズが多くあり、その社会実装のためのエコシステム形成が必要だと言う⁶⁶。

2.4.3 産学共同研究に関するボトルネック

産学共同研究については、従来の企業と大学研究室の個人的人脈をベースにした共同研究だけでなく、大学・国研と企業の組織的連携やCOIなど拠点事業でのコンソーシアム型の連携など、様々な形に発展してきた。文部科学省科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が毎年行う企業の研究活動に関するサーベイ(回答企業数:1,996社)によると、74.6%の企業が、主要業種の研究開発において他組織との連携を実施しており、そのうちの75.4%は「国内の大学等」と連携していた。国内大学・研究機関との連携における問題点を訊ねる選択式の設問で多くの企業が回答したのは、「連携のための調整や契約に要する時間や手間が多すぎる」(45.3%)、「連携先を選択するための情報が少ない」(41.1%)、「連携につながる機会や場が少ない」(38.0%)であった⁶⁷。この結果から、国内企業はアカデミア機関との研究開発での連携に期待をしているが、契約面での交渉・事務コストと、連携先を発見しマッチングを行う機会の少なさがボトルネックになっていることがうかがえる。CRDSによる各種インタビューにおいても、この2点がよく指摘された。

契約に関しては、主に共同研究の成果として得られる発明の知財の扱いなどが問題になる。1990年代以降、産学共同研究が発展するなかで、どのような契約が望ましいのかについて産・学双方から多くの提言がなされてきた⁶⁸。現在ではアカデミア機関が使途を明確化したうえで間接経費などの適切な対価を得る方針などを

63 経済産業省(2018)では、大学発ベンチャーの人材面での課題として、「経営人材の厚みを増していく必要(研究者、外部人材、学生)」「大学教員の兼業に関するルールの明確化」「大企業等における副業・兼業の促進」「シリアルアントレプレナーを創出するためのエコシステム」「大学発ベンチャーを支援する専門人材の育成・確保」などを挙げている。経済産業省産業技術環境局「大学発ベンチャーのあり方研究会報告書」(2018年)

<https://www.meti.go.jp/press/2018/06/20180619002/20180619002-2.pdf>

64 CRDS-FY2021-WR-04 2.2節「大学発ベンチャーの出口戦略と技術移転における上市の決定要因(山田仁一郎)」

65 INITIAL『2021年 Japan Startup Finance ~国内スタートアップ資金調達動向決定版~』
<https://initial.inc/enterprise/resources/japanstartupfinance2021>

66 CRDS-FY2021-WR-04 3.1節「科学技術イノベーションによる社会的・経済的価値創造のエコシステム形成に向けて(永田暁彦)」

67 文部科学省 科学技術・学術政策研究所「民間企業の研究活動に関する調査報告2020」、NISTEP REPORT、No.191、2021年。
<https://doi.org/10.15108/nr191>

68 金井昌宏「産学連携によるイノベーション実現に向けた共同研究契約の課題」産学連携学、16.2(2020):2_48-2_58。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsip/16/2/16_2_48/_pdf

定めたガイドライン⁶⁹やコンソーシアム型を含む共同研究契約のひな形⁷⁰の整備が進んでいる。その一方で、企業からはいまだに大学との契約がビジネスライクな交渉のもとで行えず、事務コストが大きく、産学連携の障害になっているという意見も散見される。海外の一部研究大学に見られるような、プロボストなどのリーダーシップのもとに産学連携に関する全学的な意思決定の仕組みの整備までは道半ばである⁷¹。

企業とアカデミアのマッチングの仕組みに関しては、JSTの各種事業をはじめ様々な施策が功を奏しつつも、先のNISTEP調査からは、まだまだ潜在的な協働の可能性は実現しつくされていないことがうかがえる。既存の人脈に頼らない、企業とアカデミアが出会う場や仕組みの構築が求められている。ここでも、能動的に両者のネットワーキングを行う橋渡しの専門人材（各大学のURA、オープンイノベーション機構のクリエイティブ・マネージャー、JSTのマッチングプランナーなど）の獲得・育成と、活躍しやすい環境づくりが大きな課題である。

コンソーシアム型や拠点型の産学共同に関しては、前節で触れた川崎iCONMなど、複数の企業がアカデミア研究者と共同でイノベーションを起こす拠点の構築に成功した例も出てきている。今後は、それら拠点の持続可能性と、他の拠点への敷衍可能性が大きな挑戦になる。

2.5 本章のまとめ

本章のポイントは以下の4点である。

- ・アカデミアが関与する研究が企業の事業につながるまでの道筋は単純ではないが、①アカデミア特許を介した技術移転、②アカデミア発スタートアップ創出、③産学共同研究等の三つのチャネルを一つ以上組み合わせるものとして捉えることができる。
- ・三つのチャネルの活動の量を計る各種指標はいずれも伸びている。
- ・産学橋渡しのための政策が整備され、各アカデミア機関でも体制が構築されてきた。
- ・資金・人材のリソースやその分布に関して各種のボトルネックが指摘されている。

69 文部科学省・経済産業省「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン【追補版】」2020年
https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/200630_guideline_tsuiho_r2.pdf

70 「さくらツール」
https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1383777.htm

71 文部科学省（三菱総合研究所）「海外大学における産学連携のマネジメント・制度に関する調査」2018年
https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1409478.htm

3 | 日本と諸外国の産学橋渡しに関するマクロ動向：特許出願動向を中心に

前章では、日本では産学連携のための様々な取組み（政策や体制づくり）が進み、大学の知財収入、共同研究費、大学発ベンチャー起業数などの各面において活動が増加していること、しかしその一方で、各橋渡しチャンネルにおいて課題が指摘されていることも見た。

今後の方策を議論するうえでは、諸外国の施策は参考になる。しかし海外で功を奏している施策が、日本で有効（必要）だとは限らない。まずは、日本と諸外国の産学連携の境遇の違いを押さえる必要がある。

本章では、統計的なデータを通して各国の産学橋渡し活動のマクロな動向を見ていく。特にアカデミア機関による特許出願動向について、独自調査の結果を報告する。さらにスタートアップにまつわる活動と、産学間の資金の流れに関する統計も簡単に紹介し、各国と比較した日本の産学橋渡しの概況をまとめる。

3.1 日本と諸外国のアカデミア機関の特許出願動向

各国の特許出願動向は、たとえばNISTEP「科学技術指標」¹にまとめられている。それによると、日本からの企業を含めた特許出願数は諸外国と比べて多く、2000年代は日本からの（2か国以上への）特許出願数は1位だったが、近年はシェア減少傾向にある。日本の技術分野バランスは電気工学、機器、機械工学が多く、バイオテクノロジー・医薬品などが少ない。また日本からの出願先は米国に次いで中国が多いこと、さらに中国からの出願が近年増加していることが報告されている。

では大学や国立研究開発法人等のアカデミア機関に限定した特許出願動向はどうなっているのだろうか。本節では、本レポートが独自に行った調査の結果を報告する。日本・米国・ドイツ・中国を動向把握の主な対象国とし、（1）アカデミア機関により出願された特許の技術分野構成、（2）アカデミア機関のみによる出願と企業との共同出願の割合、（3）海外出願の傾向、に関する調査を行った。

1 文部科学省 科学技術・学術政策研究所「科学技術指標2021」調査資料-311、2021年。
<https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-indicators-and-scientometrics/indicators>

コラム

先行調査——国内の国立大学の特許出願調査

NISTEPの2017年のレポート「国立大学の研究者の発明に基づいた特許出願の網羅的調査」²では、発明者の名寄せに基づく国立大学発の特許出願データベースを構築し、網羅的な分析を行っている。大学研究者が関わる特許は、大学、外部型TLO、ファンディング機関などの公的機関、企業などが出願人になりうる。同報告書では、国立大学の研究者が発明者として入っている特許を「国立大学発特許出願」として同定している。そのうちで「国立大学が出願人となっているもの」は、国立大学法人化前（1995～2003年度）の21%から法人化後（2004～2012年度）は83%へと増加しており、この背景として、法人化後は外部型TLOなどに代わり大学内部の組織にて特許出願を行う大学が増えたことが指摘されている。また、法人化により①特許を受ける権利が機関（国立大学法人）帰属に移行したこと、②特許関連諸費用の免除（産業技術力強化法附則第3条による）、③大学評価（産学連携活動）の指標の一つとして特許の出願実績を重視したことなどを要因として、国立大学による特許出願数は急増した。その後、国立大学からの特許出願数は2006年度をピークとして2007年度は減少に転じている。

また、同レポートによると、国立大学発特許（国立大学の研究者が発明者に入っている特許）のうち企業の単独出願の割合は、法人化前は50%以上あったものが、法人化後は急激に減り10%台半ばで推移している。つまり国立大学と企業との共同発明のうち、企業単願で出願されるのは10%程度ということである³。

本章の以降での特許調査では、大学等の機関が出願人となっている特許を検索しているため、アカデミア研究者が関わるそれ以外の出願については捕捉できていない。2010年以降の日本の国立大学に関しては、TLO等の出願はほぼなく、おおむね妥当な数字として扱うことができると考えられる。ただし、大学が関わった発明のうち企業単独で出願される特許が10%程度あることに留意が必要である。

3

日本と諸外国の産学橋渡しに関するマクロ動向…
特許出願動向を中心に

2 文部科学省科学技術・学術政策研究所「国立大学の研究者の発明に基づいた特許出願の網羅的調査」2017年、NISTEP RESEARCH MATERIAL、No.266。
<http://doi.org/10.15108/rm266>

3 （同前）概要p.6「法人化前は権利の本来の所有者たる大学研究者が発明者名誉権のみ受け出願作業は企業に一任し出願していた状況が窺え、同様に、法人化後は、企業にとって価値の高い発明に絞り、その権利を国立大学法人から譲渡を受けて出願している状況が窺える。」

3.1.1 調査方法

本調査では、LexisNexis社のPatentSight®データベースに収録されている最新の特許データを用いる。同データベースは、欧州特許庁（EPO）のDOCDB⁴、INPADOC⁵をもとに構築され、主要国をすべて網羅している。PatentSight内所収のデータは、アルゴリズムおよび専門家チームによる権利者名の名寄せが行われており、名寄せ済みデータからの検索が可能となっている。

アカデミア機関による特許の同定にはPatentSightのデータベース内で用意された権利者タイプを利用した。また出願元となっている国の同定には、発明者住所を利用した。手法の詳細は下記の「手法ノート」にまとめた。

4 EPOが提供するデータベース。世界の100を超える国・地域の特許等の書誌情報を収録。
<https://www.epo.org/searching-for-patents/data/bulk-data-sets/docdb.html>

5 EPOが提供するデータベース。世界の50を超える特許庁におけるリーガルイベント（出願・登録・取り消しなど）に関する情報を収録。
<https://www.epo.org/searching-for-patents/data/bulk-data-sets/inpadoc.html>

手法ノート

PatentSight® によるアカデミア特許の分析

データベース／分析ツール

LexisNexis PatentSight® データベースに収録されている特許データを用いた。同データベースは、欧州特許庁（EPO）のDOCDBをソースとして構築されており、主要国を網羅している。特許ファミリーの法的ステータスに関する情報はEPOのINPADOCなどから取得されている。今回の集計では、植物特許、デザイン特許、実用新案権は除外している。

PatentSightにおける主要概念の定義⁶

- ・ **権利者名（owner）**：各特許ファミリーに対して、権利者（owner）名での名寄せが、アルゴリズムおよび専門家チームによる判断を介して行われている。権利者名は、審査中のものや権利移転が行われていない場合は出願人名（applicant）に一致する。
- ・ **特許ファミリー（patent family）**：EPOによる「DOCDB simple patent family」を採用し、優先権主張番号が完全に同一である特許文献を一つの特許ファミリーとしてまとめている。
- ・ **特許の法的ステータス（legal status）**：各特許ファミリーには、「登録済み（in force）」、「出願公開済みかつ未登録（pending）」、「失効・消滅（inactive）」の三つの法的ステータスが付与される。
- ・ **年金額（annuity fee）**：PatentSightは、世界の40の特許庁における法的ステータス情報から、当該機関が現在の特許ポートフォリオを維持するのに必要な年金額（annuity fee、以降「維持費」）を推定算出する機能をもつ。

アカデミア特許の定義

PatentSightでは権利者（owner）の名寄せ（harmonization）を行う際に、その種別に応じて「権利者タイプ」が機械的に付与される（一部は専門チームによるチェックと修正がなされる）。本調査では、そのうち下記のタイプを用いた。

6 データカバレッジについて：
<https://knowledge.lexisnexisip.com/patentsight/patentsight-data-coverage>
 特許ファミリーについて：
<https://knowledge.lexisnexisip.com/patentsight/simple-patent-familyjp>
 権利者の名寄せについて：
<https://knowledge.lexisnexisip.com/patentsight/data-harmonization-and-ownership-information#Data-harmonization>
 権利者タイプについて：
<https://knowledge.lexisnexisip.com/patentsight/data-harmonization-and-ownership-information#Data-harmonization>
 年金額推定について：
<https://knowledge.lexisnexisip.com/patentsight/annuity-fees>

- ・「Research」…大学をはじめ、研究開発を主な目的とする組織に付与される権利者タイプ。
- ・「Company」…製品やサービスの販売を行う操業中の民間企業に付与される権利者タイプ。

本調査では、下記の手順で「アカデミア特許」や「企業との共願特許」を定義した。

- ・権利者タイプが「Research」である権利者（Owner）を含む特許ファミリーを抽出。
- ・日・米・中・独の出願特許ファミリー数が多いトップ50機関（計200機関）に対しCRDS内エキスパートによる目視チェックを行った。その結果、6機関をアカデミア機関に該当しないものとして分析対象から除外した。
- ・残りの機関を（目視していないものを含めて）アカデミア機関とみなし、それらが権利者となっている特許ファミリーを「アカデミア特許ファミリー」と定義した（以下、適宜「アカデミア特許」とする）。
- ・また各国の特許出願数が多い100機関（計400機関）を目視チェックし、主要な機関が漏れていないことを確認した。
- ・上記のアカデミア特許のうち、権利者タイプ「Company」を有するものを「企業との共願特許」とした。
- ・「アカデミア特許」から「企業との共願特許」を除外したものを、「アカデミアのみ特許」とした。これはアカデミア機関による単願と、アカデミア機関同士の出願の特許を含む。

出願元の国の同定法

各特許ファミリーの出願元国は、「発明者の住所の所在国」をその代替として用いた。PatentSightに実装されている「Invented in」クエリにより、発明者の住所の国情報で検索を行った。発明者の住所地が、出願人（applicant）となるアカデミア機関の住所地と一致しないことも考えられるが、出願人の住所情報が入手できない特許文献も多いため、比較的欠損が少ない発明者住所を用いた。発明者が複数おり、その住所地が複数国にまたがる場合は、両国のアカデミア特許としてカウントしている。

技術分類

世界知的所有権機関(WIPO)による35分類と、その上位区分としてNISTEP「科学技術指標」で用いている「技術分野」の9分類を利用した（表3-1）。

表 3-1 WIPO35 分類と NISTEP「科学技術指標」の上位区分⁷

NISTEPによる上位区分	WIPOの35 技術分類
1 電気工学	電気機械器具、エネルギー AV 機器 半導体
2 情報通信技術	電気通信 デジタル通信 基本的な通信処理 コンピューター技術 マネジメントのための IT 手法
3 一般機器	光学 計測技術 制御技術
4 バイオ・医療機器	生体情報・計測 医療技術
5 化学	有機ファイン・ケミストリー 食品化学 基本的な材料化学 材料、冶金 表面技術、コーティング マイクロ構造・ナノテクノロジー 化学工学 環境技術
6 バイオテクノロジー・医薬品	バイオテクノロジー 医薬品 高分子化学、ポリマー
7 機械工学	操作（エレベータ、クレーン、ロボット、包装技術など） 工作機械 織物および抄紙機 他の特殊機械 熱プロセス・器具 機械構成部品
8 輸送用機器	エンジン、ポンプ、タービン 輸送
9 その他	家具、ゲーム 他の消費財 土木建築

3.1.2 国別のアカデミア特許数ランキング

2021 年 11 月時点で、各国のアカデミア機関が 1 か国以上で出願公開済みかつ失効・消滅前の特許ファミリー数は、中国が最多の 133 万件、韓国 19.9 万件、米国 101 万件、日本 7.4 万件であった（図 3-1 左）。2 か国以上出願されている特許ファミリーに限定すると、米国（6.6 万件）、韓国（4.2 万件）、中国（4.0 万件）、日本（2.7 万件）の順となった（図 3-1 右）。韓国は 1 か国以上と 2 か国以上出願のいずれでも世界 2 位であ

7 出典：NISTEP「科学技術指標 2021」（WIPO, IPC – Technology Concordance Table をもとに、NISTEP が分類したもの）

り⁸、今回の主たる調査対象国ではないものの、後半で追加調査を行うことにした。各国のアカデミア機関のうち特許数の多い20機関を巻末資料A.1に掲載する。

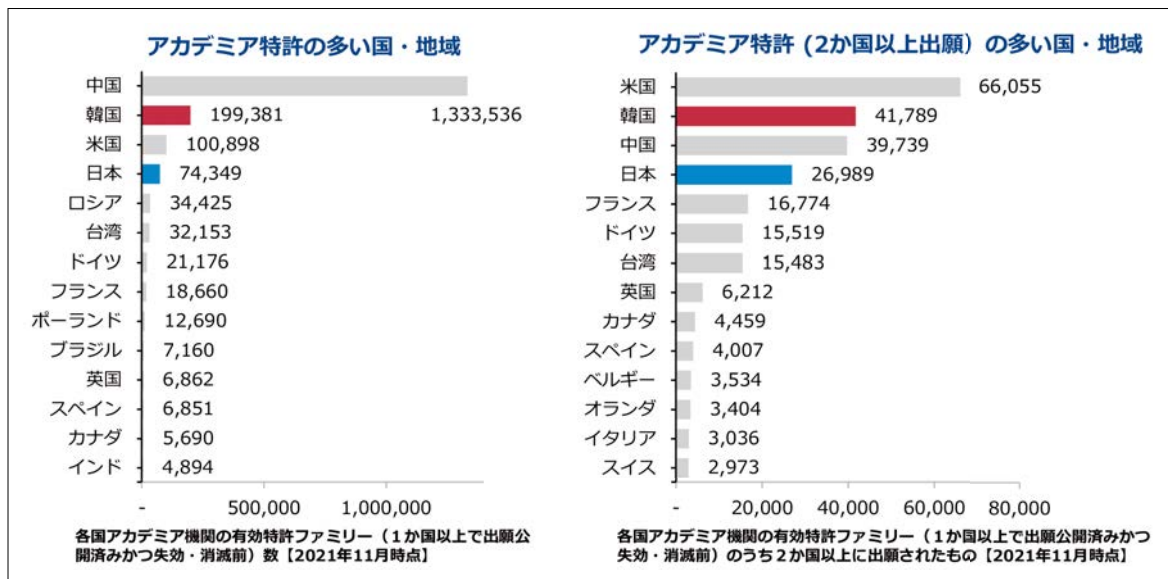


図3-1 国別のアカデミア特許保有数ランキング⁹

図3-2は出願数の経年変化である。アカデミア発の特許件数は過去20年間で10倍以上に増加しており、その大部分が中国による。2か国以上出願に関しても増加幅は中国が一番大きい。各国のアカデミア特許も2か国以上出願の件数が増加している（図3-2右）。

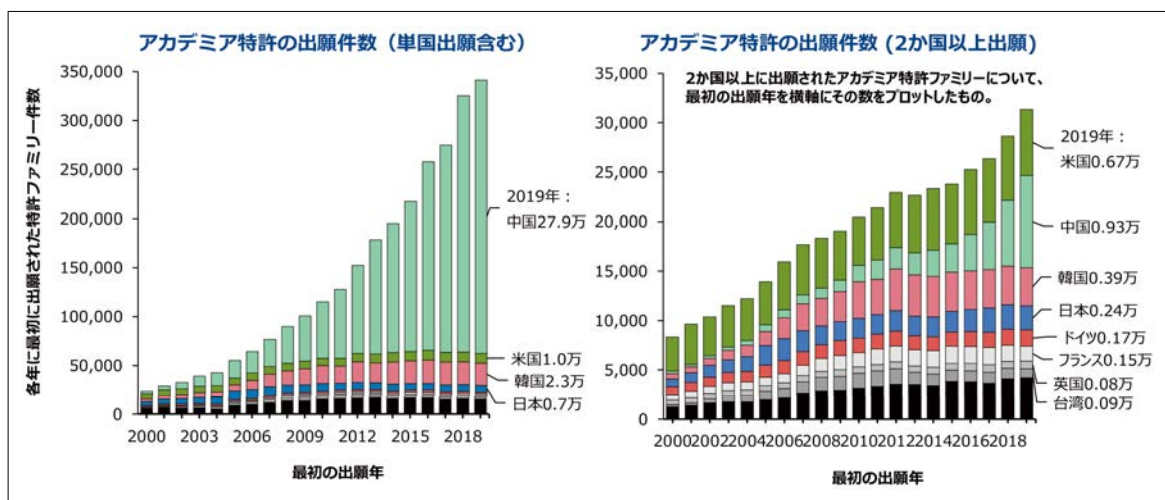


図3-2 アカデミア特許出願件数の推移（2000～2019年）¹⁰

⁸ NISTEP「科学技術指標」によれば、韓国は企業を含めた出願数は日本よりも少ない（2015～2017年時点）。

⁹ LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/11）。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は手法ノート参照。日・米・中・独以外は、機関リストの目視を行っていない参考値。

¹⁰ 同上。

3.1.3 日・米・独・中のアカデミア特許の分野構成、企業共同出願の割合

日本、米国、ドイツ、中国の4か国について「企業のみ」「アカデミアのみ」「企業-アカデミア共同（以下、共願）」での2017～2019年の3年間の特許出願数を、技術分野（WIPO35分類の上位区分9分類）別に調べた。日本からの出願は「企業のみ」が96.8%（58.8万件）を占め、「アカデミアのみ」が1.5%（0.93万件）、「共願」が1.7%（1.0万件）であった。詳細な結果を表3-2に示す。

表 3-2 2017～2019年における日・米・独・中からの出願特許ファミリー数
（「企業のみ」「アカデミアのみ」「企業-アカデミア共同出願」別・分野別）¹¹

技術分野	日本				米国			
	企業のみ	アカデミアのみ	企業-アカデミア共願	計	企業のみ	アカデミアのみ	企業-アカデミア共願	計
1 電気工学	154466	1682	2129	158277	59991	3095	332	63418
	97.6%	1.1%	1.3%		94.6%	4.9%	0.5%	
2 情報通信技術	108308	1135	1194	110637	123290	3604	375	127269
	97.9%	1.0%	1.1%		96.9%	2.8%	0.3%	
3 一般機器	127838	1937	2052	131827	58352	3745	331	62428
	97.0%	1.5%	1.6%		93.5%	6.0%	0.5%	
4 バイオ・医療機器	30565	1828	1594	33987	36171	6097	612	42880
	89.9%	5.4%	4.7%		84.4%	14.2%	1.4%	
5 化学	100127	2647	3558	106332	46098	5156	537	51791
	94.2%	2.5%	3.3%		89.0%	10.0%	1.0%	
6 バイオテクノロジー・医薬品	32918	2745	2285	37948	26968	9660	1028	37656
	86.7%	7.2%	6.0%		71.6%	25.7%	2.7%	
7 機械工学	154298	1146	1617	157061	60006	2002	232	62240
	98.2%	0.7%	1.0%		96.4%	3.2%	0.4%	
8 輸送用機器	80654	422	522	81598	42237	664	83	42984
	98.8%	0.5%	0.6%		98.3%	1.5%	0.2%	
9 その他	92401	206	480	93087	42194	542	66	42802
	99.3%	0.2%	0.5%		98.6%	1.3%	0.2%	
全分野合計※	587,838	9,342	10,118	607,298	320,778	21,610	2,257	344,645
	96.8%	1.5%	1.7%		93.1%	6.3%	0.7%	

11 LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/11）。件数は2017～2019年（公開年）の3年間に各国により出願された特許を特許ファミリー単位で計数したもの。百分率は各国・各分野における出願数に対する「企業のみ」「アカデミアのみ」「企業-アカデミア共同出願」の割合を示す。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は3.1節の手法の項目参照。出願元の国の同定は発明者所在地による（手法の項目参照）。※「全分野合計」は、特許ファミリーカウントにより一つの特許ファミリーが複数の分野に紐づけられている場合があるため、1～9の分野の合計にはならない。

	ドイツ				中国			
技術分野	企業のみ	アカデミアのみ	企業－アカデミア共願	計	企業のみ	アカデミアのみ	企業－アカデミア共願	計
1 電気工学	25714	904	112	26730	247650	50754	3039	301443
	96.2%	3.4%	0.4%		82.2%	16.8%	1.0%	
2 情報通信技術	18047	767	86	18900	388297	109391	5915	503603
	95.5%	4.1%	0.5%		77.1%	21.7%	1.2%	
3 一般機器	24753	1282	142	26177	241483	103960	5724	351167
	94.6%	4.9%	0.5%		68.8%	29.6%	1.6%	
4 バイオ・医療機器	8937	740	89	9766	76867	27018	1599	105484
	91.5%	7.6%	0.9%		72.9%	25.6%	1.5%	
5 化学	20742	1172	199	22113	394163	139542	10423	544128
	93.8%	5.3%	0.9%		72.4%	25.6%	1.9%	
6 バイオテクノロジー・医薬品	6256	961	170	7387	100600	63120	4464	168184
	84.7%	13.0%	2.3%		59.8%	37.5%	2.7%	
7 機械工学	42156	1072	137	43365	463209	80969	6019	550197
	97.2%	2.5%	0.3%		84.2%	14.7%	1.1%	
8 輸送用機器	36756	397	91	37244	117219	25371	1311	143901
	98.7%	1.1%	0.2%		81.5%	17.6%	0.9%	
9 その他	14961	148	32	15141	208476	35389	2483	246348
	98.8%	1.0%	0.2%		84.6%	14.4%	1.0%	
全分野合計※	129,015	4,764	689	134,468	1,859,026	526,179	33,386	2,418,591
	95.9%	3.5%	0.5%		76.9%	21.8%	1.4%	

日本からの特許（企業・アカデミア含む）は「電気工学」「一般機器」「機械工学」分野が多く、これはNISTEP「科学技術指標」での報告と一致している（図3-3上）。アカデミア特許で見ると「化学」「バイオテクノロジー・医薬品」が多くなっている（図3-3下）。

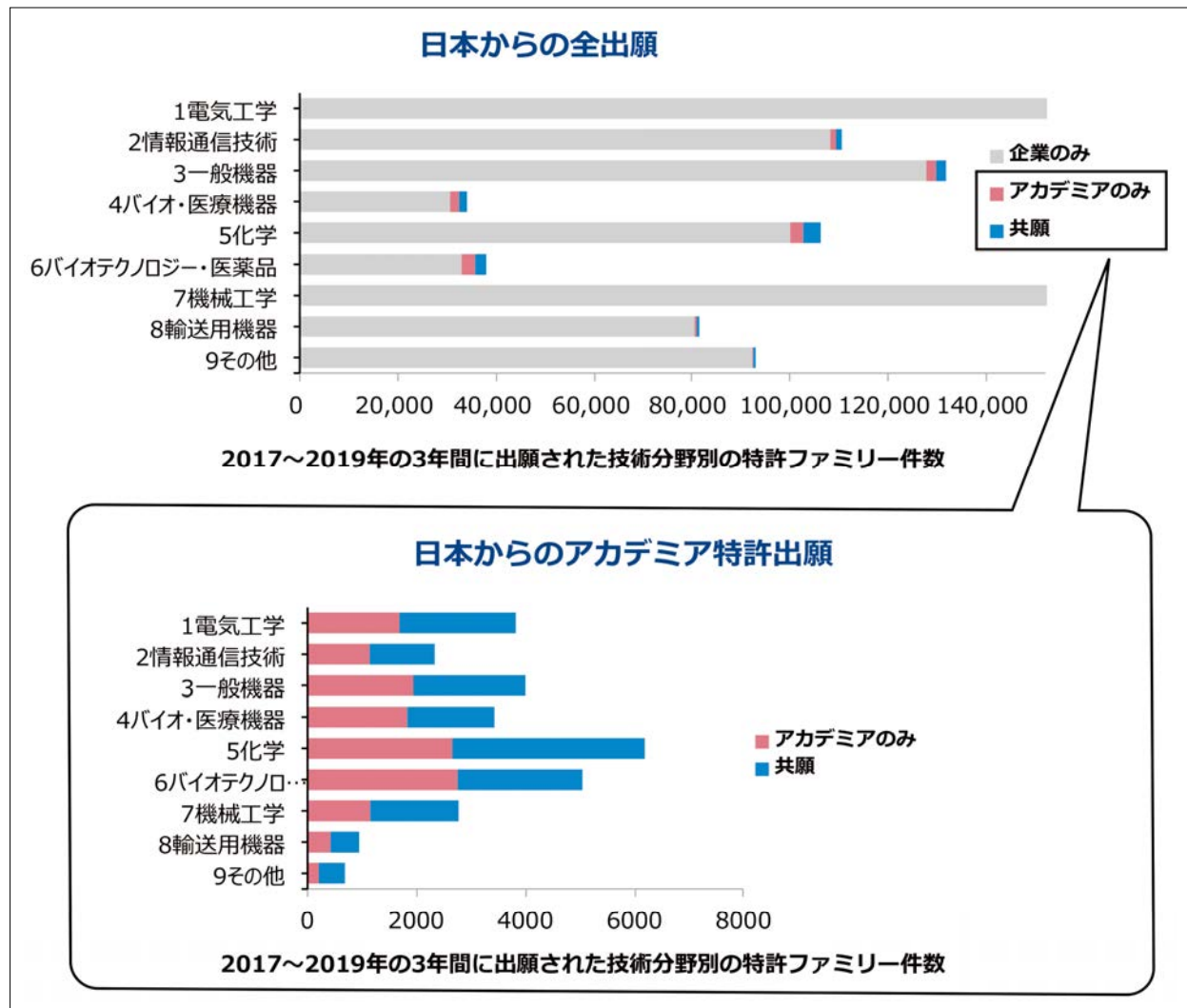


図3-3 日本からの出願数（2017～2019年）¹²

12 LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/11）。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は手法ノート参照。出願元の国の同定は発明者所在地による。技術分野は、WIPO35分類の上位区分としてNISTEP「科学技術指標」が用いているものを採用した。一つの特許ファミリーが複数の分野に紐づけられている場合があるため、全分野の合計件数は1～9の分野の合計未満となる。

4か国の比較を図3-4に示した。日米の比較では、企業含む出願数は「バイオ・医療機器」と「バイオテクノロジー・医薬品」を除き日本が米国を凌駕しているが、アカデミア特許の総数は米国のほうが多い。また米国のアカデミア特許出願数は「バイオテクノロジー・医薬品」分野が10,688件と突出している。ドイツのアカデミア特許では突出した分野は見られない。中国ではアカデミア特許の割合が他国と比べて多く（23%）、出願数の多い分野は「化学」「情報通信技術」「機械工学」「一般機器」となっている。なお、中国のグラフは、他国とは件数の桁が異なることに留意が要る。

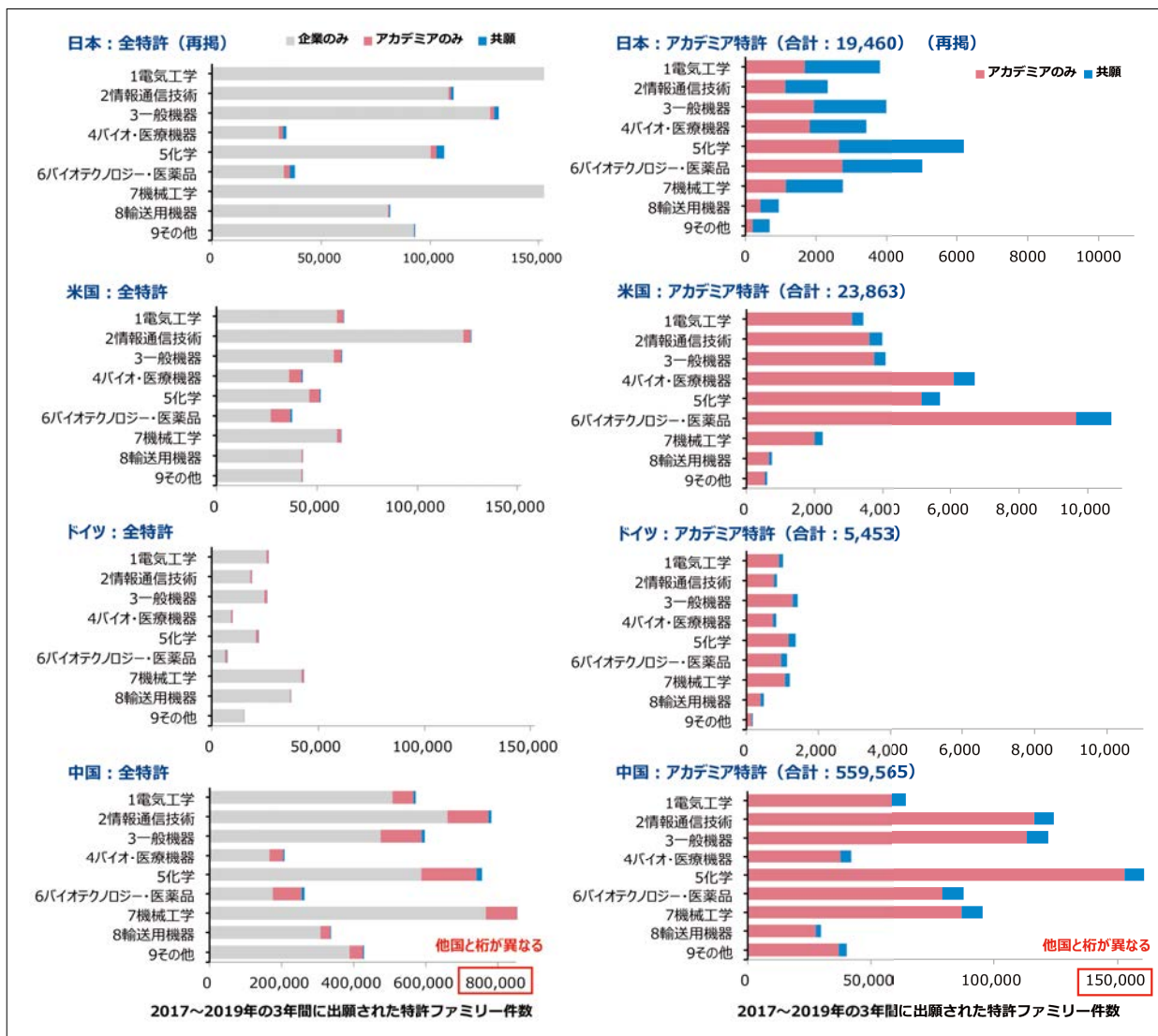


図3-4 4か国の分野別の出願数の比較（2017～2019年）¹³

13 LexisNexis® PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/11）。横軸は2017～2019年（公開年）の3年間に各国により出願された特許を特許ファミリー単位で計数したもの。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は手法の項目参照。出願元の国の同定は発明者所在地による（手法の項目参照）。一つの特許ファミリーが複数の分野に紐づけられている場合があるため、全分野の合計件数は1～9の分野の合計未満となる。

図3-5にアカデミア特許の総数（左）と、アカデミアのみ出願と企業共願の割合（右）をまとめた。日本のアカデミア特許にしめる企業との共願の割合は53%であり、他の3国と比べて高い。日本は米国と企業との共願を含むと同規模の出願数だが、アカデミアのみ出願だと半数程度となる（日本9,342件に対し米国21,610件）。

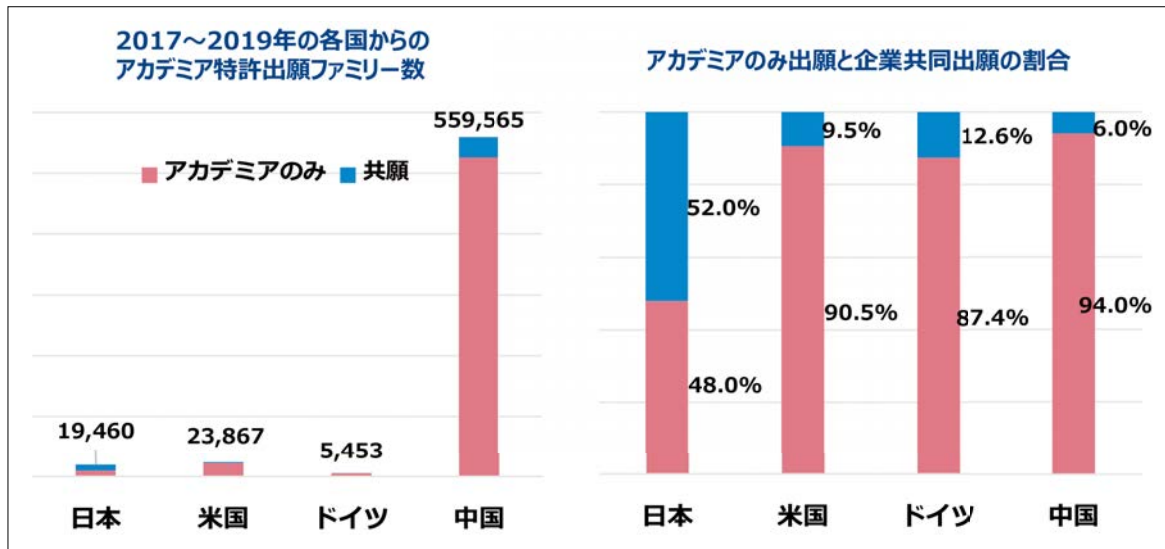


図3-5 アカデミアのみ特許と共願特許との出願件数・割合比較サマリー（2017～2019年）¹⁴

¹⁴ LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/11）。

コラム

特許の「競争力」を考慮した分析

PatentSightでは、1特許ファミリー当たりの価値（競争力）の指標であるCompetitive Impact（CI）値を定めている。CI値は、世界中の後願特許からの被引用数から（特許庁、公開年、技術分野で平準化して）算出した技術的価値である「Technology Relevance（TR）値」（全世界の平均値は1.0）と、1件の特許ファミリーが展開される市場規模を各国のGNIと法的ステータス（登録済み／登録前）によって重み付けした「Market Coverage（MC）値」の積（ $CI = TR \times MC$ ）として算出される。

図3-6は、4か国の特許数と平均CI値の2012年から2021年までの変遷を示している。バブル（丸）の大きさは、CI値の総和である。これを見ると、中国ではCI値を維持したまま、特許の数が大幅に増加している。米国、ドイツのアカデミア特許のCI値は日・中に比べて高く、ここ数年は増加傾向にある。また日本のアカデミア特許のCI値は漸減している。何がこうしたスコアの違いや変化をもたらすのか、今後掘り下げて考察する価値があるだろう。

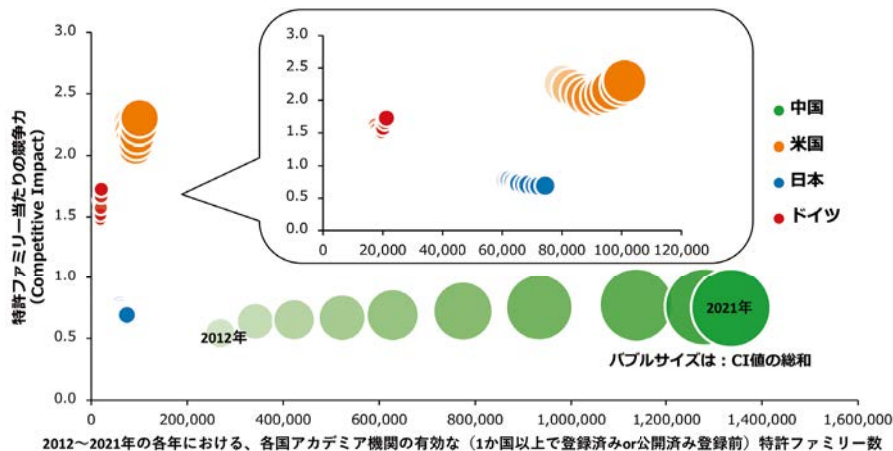


図3-6 アカデミア特許の国別特許保有件数と競争力（CI値）の推移（2012～2021年）¹⁵

15 LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/11）。

3.1.4 日・米・独・中のアカデミア特許の海外出願動向

各国のアカデミア特許の出願先の上位を表3-3に示す。件数は、各国特許庁にて出願公開済みかつ失効・消滅前の特許数であり¹⁶、アカデミア機関がどの国での権利化を重視しているかの目安となる。各国とも、自国特許庁での（出願公開済みかつ失効・消滅前の）特許の件数が最も多く、日本のアカデミア機関は次いで米国、中国、ドイツの順、米国のアカデミア機関はカナダ、中国、日本の順、ドイツのアカデミア機関は米国、英国、フランス、中国のアカデミア機関は米国、日本、韓国となっている。中国のアカデミア特許のほとんどは中国のみで出願されており、最大の海外出願先である米国で出願公開済みかつ失効・消滅前のものは全体の1.4%にとどまる。しかし件数ベースでは1.9万件であり、日本のアカデミア機関の米国での件数（1.2万件）を上回っている。

表 3-3 各国アカデミア特許の出願先¹⁷

日本から			米国から			ドイツから			中国から		
出願 (登録)先	件数	割合	出願 (登録)先	件数	割合	出願 (登録)先	件数	割合	出願 (登録)先	件数	割合
日本	69,340	93.2%	米国	85,072	84.5%	ドイツ	15,459	73.2%	中国	1,358,774	99.3%
米国	11,973	16.1%	EPO	12,189	12.1%	米国	7,921	37.5%	米国	19,252	1.4%
中国	6,562	8.8%	カナダ	11,700	11.6%	英国	5,268	25.0%	WIPO	12,256	0.9%
ドイツ	4,280	5.8%	中国	11,658	11.6%	フランス	5,063	24.0%	日本	4,146	0.3%
WIPO	3,998	5.4%	日本	11,457	11.4%	EPO	4,075	19.3%	韓国	3,460	0.3%
韓国	3,644	4.9%	WIPO	11,119	11.0%	中国	3,547	16.8%	ドイツ	2,436	0.2%
EPO	3,184	4.3%	ドイツ	9,428	9.4%	日本	3,260	15.4%	英国	2,326	0.2%
英国	2,976	4.0%	英国	9,074	9.0%	スイス	2,945	14.0%	台湾	2,271	0.2%
フランス	2,622	3.5%	オーストラリア	7,817	7.8%	WIPO	2,319	11.0%	EPO	2,245	0.2%
台湾	2,180	2.9%	フランス	7,636	7.6%	イタリア	2,130	10.1%	オーストラリア	1,618	0.1%
総数	74,419	100%	総数	100,648	100%	総数	21,108	100%	総数	1,368,719	100%

図3-7に、4か国のアカデミアの出願公開済みかつ失効・消滅前の特許の出願先の経年変化を示す。日・米・独のアカデミア機関はいずれも中国で出願・登録する特許の割合を増やしており、直近10年間では、日本のアカデミア機関では3.3%（2009年）から7.8%（2019年）へと増加している。米国では6.0%（2009年）から10.7%（2019年）、ドイツでは7.2%（2009年）から14.8%（2019年）へと、いずれも2倍程度に増化している。中国アカデミア機関が海外で権利化を目指す特許は、自国での特許活動に比べて相対的に減っているものの、絶対数としては増えている。

16 したがって各国移行前のWIPOやEPOへの出願もカウントされる。

17 LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/18）。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は手法の項目参照。出願元の国の同定は発明者所在地による（手法ノート参照）。件数は、各国特許庁において有効（出願公開済みかつ失効・消滅前）の特許数（2021年11月時点）。割合は1か国以上で有効な特許ファミリー数に対するもの。表には上位10の出願先を記載。

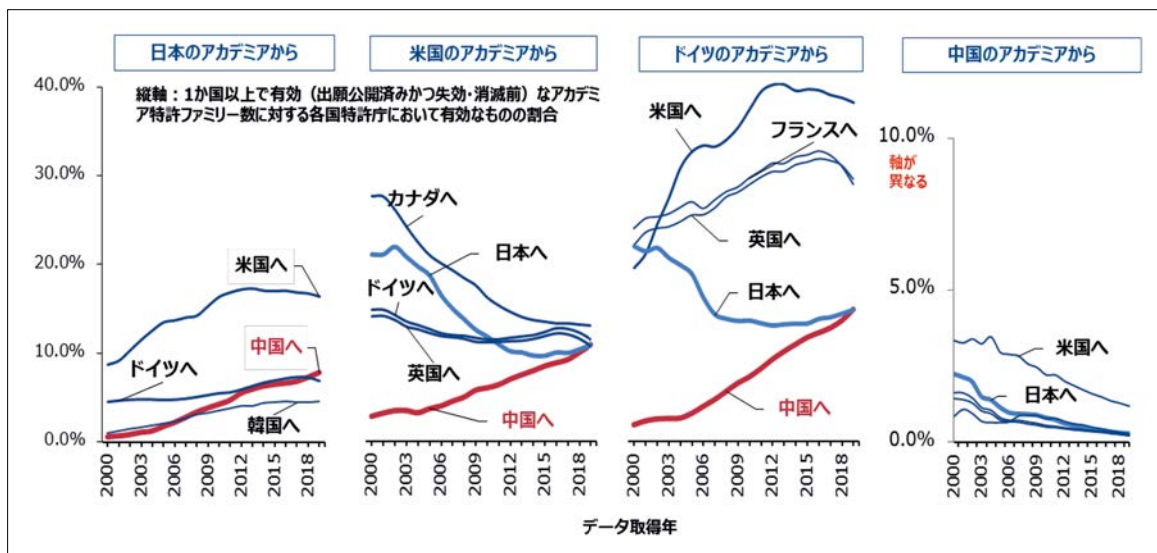


図3-7 各国アカデミアの出願（登録）先の経年変化（2000～2019年）¹⁸

ここまでの調査で明らかになったことをまとめる：

- ・アカデミア特許の保有数1位は中国で、2位韓国の6倍、3位米国の10倍ほど。日本は4位で米国の7割ほど。複数国出願特許で見ると米国が1位で、2位韓国の約1.5倍となっている。
- ・中国は全体に占めるアカデミア特許の割合が2割強と多く、その数が急速に増化している。
- ・日本では民間企業との共同出願の割合が5割を超え、諸外国と比べて高い。
- ・各国のアカデミア機関から、中国で出願・登録する特許数が増加している。
- ・中国のアカデミア機関が海外で特許出願する割合は低く数パーセントにとどまるが、絶対数では日本を上回っている。

¹⁸ LexisNexis PatentSight®によるデータ。横軸の各年末に取得されたデータを利用している。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は手法の項目参照。出願元の国の同定は発明者所在地による（手法ノート参照）。

コラム

日本の大学の特許料収入はなぜ少ないのか？

日米のライセンス収入の違いは、日本の産学連携がまだ十分に進んでいないことの証左としてたびたび言及される¹⁹。大学技術移転協議会（UNITT）による「大学技術移転サーベイ」では、日・米でのサーベイにおける、「発明届数」「特許出願数」「特許登録数」「新規ライセンス件数」「収入を生じたライセンス件数（前年度以前からの継続を含む）」「ライセンス一件あたりの収入」などのデータが掲載されている。表 3-4 に、2018 年における値と、日米の比率をまとめた。

表 3-4 日米の大学発特許にまつわる指標²⁰

	発明 届数 ^{※1}	特許 出願数 ^{※1}	特許 登録数 ^{※1}	新規ライセ ンス件数 ^{※2}	収入を生じたライ センス件数 ^① ^{※2}	ライセンス 収入 ^② ^{※2}	ライセンス1件当たり の収入（②÷①） ^{※2}
日本 FY2018	8,227 件	9,529 件	3,689 件	4,956 件	7,544 件	61.4 億円	81.4 万円
米国 FY2018	26,217 件	17,087 件	7,625 件	9,350 件	21,750 件	3,230 億円	1,485 万円
	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
米/日 の比率	3.2 倍	1.8 倍	2.1 倍	1.9 倍	2.9 倍	53 倍	18 倍

ここから見て取れるのは、（1）発明届数、特許出願・登録数、ライセンス契約件数では、日米の比率はおおむね 2～4 倍であり、（2）ライセンス 1 件当たりの収入が米国は日本の 18 倍であることである。

このライセンス 1 件当たりの収入の違いには、複合的な要因が考えられる。

まず、契約当たりの収入、ライセンスや譲渡を受ける企業の資金力や技術力や収益力にも依存する。特にランニングロイヤリティは、企業の製品の売り上げや利益に連動する。また、日米での訴訟環境の違いが、特許に対する価格付けに大きな

19 「知的財産推進計画 2020」の下記の記述はその一例である。「大学発特許ライセンス件数・収入は増加傾向にあるものの、他国と比較すると、大学における研究はビジネスに十分に活用されているとはいえない。また、一部の大学を除き、大学におけるライセンス収入は低く、知財を活用して収益に結び付ける知財マネジメントに課題がある。」CSTI 知的財産戦略本部「知的財産推進計画 2020」2020 年

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/kettei/chizaikeikaku20200527.pdf>

20 出典：※1「大学技術移転サーベイ 2019 年度版」表 2-23、図 2-67、図 2-74、図 2-75、図 2-80 をもとに作成。日本：文科省データ、米国：FY2018、AUTM Licensing activity survey、回答機関数：198、※2「大学技術移転サーベイ 2019 年度版」表 2-35 をもとに作成。日本：2018 年度、大学・TLO：93 機関、研究法人 11 機関、米国：FY2018、AUTM Licensing activity survey、回答機関数：不明。1 ドル=110 で換算

違いをもたらしているとの議論もある²¹。

特定の技術分野の特定の特許が、ライセンス料の平均額を押し上げている可能性がある。特にバイオ・医薬系特許に着目したい。表3-5は、日本の大学を「ライセンス等1件当たりの収入」の高い順に並べたものである。東京大学、大阪大学、京都大学などのライセンス収入ではトップの大学は現れず、医薬系の大学が上位に並ぶ。これらの大学は、日本の大学の平均である25.9万円（ライセンス1件当たり）を大きく超えている。

表 3-5 実施許諾等1件当たりの収入が大きい国内大学²²

大学名	実施許諾等数	収入(千円)	実施許諾等件数当たり (万円) ②÷①
北里大学 FY2018	23	85,253	371
横浜市立大学 FY2018	33	119,658	363
埼玉医科大学 FY2018	5	14,335	287
三重大学 FY2018	46	109,046	237
昭和大学 FY2018	1	1,508	151
聖路加国際大学 FY2018	1	1,207	121
日本獣医生命科学大学 FY2018	6	6,386	106
徳島大学 FY2018	31	32,964	106
東京歯科大学 FY2018	3	3,123	104
神奈川大学 FY2018	5	5,026	101
国内大学計 FY2018	17,002	44.1 億円	25.9
(参考) 東京大学 FY2018	3,725	11.1 億円	30

後述のように、米国ではバイオ医薬系分野での特許保有が多く、それがライセンス収入を押し上げる要因になっている可能性がある。その他、大学やTLOの知財マネジメントに起因する要素（当該研究機関における研究者の特許化への意識や理解の高さ、より強い特許を出願するスキル、どの特許を出願および登録するかについての適切なスクリーニング、保有する特許のライセンス先を見つけるマーケティング力、良い条件で契約をする交渉力など）も考えられる。こうした複合的な要因によって、日米のライセンス収入の差が生じているものと考えられる。

21 独立行政法人 工業所有権情報・研修館（INPIT）理事長の久保浩三教授は、米国大学の高額なライセンス収入の一因が、「米国における異常な損害賠償額の高騰」にあると考察している。久保浩三「日米大学ライセンス収入の差とその対応（特許情報施策および事業）」、Japio year book、124-129、2017年。
https://japio.or.jp/00yearbook/files/2017book/17_1_12.pdf

22 出所：文部科学省「平成30年度 大学等における産学連携等実施状況について」をもとに作成。

3.2 米・独・韓の20機関の特許出願動向

前節の結果のうち、ここでは下記3点に着目する。

- (1) 米国はバイオ・医薬系の特許出願が多い
- (2) 韓国のアカデミア機関は特許出願数が伸びている
- (3) ドイツは第2章で述べたようにフラウンホーファー研究協会は高い特許料収入を得ている一方、全体としての特許出願数は少ない

それぞれの背景について、PatentSightで研究機関別の分析を行った。本節の調査は、各国の特許保有数が多いアカデミア20機関（表3-6）に絞り、当該機関が権利者となっている特許ファミリーを分析の母集団とした。

表 3-6 分析対象とした日米独韓20機関

順位	日本	米国	ドイツ	韓国
1	産業技術総合研究所	カリフォルニア大学	フラウンホーファー研究協会	韓国電子通信研究院 ETRI
2	東京大学	マサチューセッツ工科大学	ヘルムホルツ協会	韓国科学技術院 KAIST
3	東北大学	フロリダ大学システム	ライプニッツ協会	ソウル大学校
4	大阪大学	テキサス大学システム	マックス・プランク協会	延世大学校
5	京都大学	スタンフォード大学	ドレスデン工科大学	高麗大学校
6	東海国立大学機構	パテル記念研究所	ミュンヘン工科大学	漢陽大学校
7	東京工業大学	マサチューセッツ総合病院	アーヘン工科大学	韓国科学技術研究所 KIST
8	物質・材料研究機構	アリゾナ大学システム	フライブルク大学	国防科学研究所
9	九州大学	ウィスコンシン大学	シュトゥットガルト大学	韓国産業技術研究院 KITECH
10	農研機構	ジョンズ・ホプキンズ大学	エアランゲン=ニュルンベルク大学	韓国機械研究院
11	北海道大学	ミシガン大学	ダルムシュタット工科大学	成均館大学校
12	科学技術振興機構	オハイオ大学システム	ハイデルベルク大学	農村振興庁
13	信州大学	カリフォルニア工科大学	ベルリン工科大学	RIST Korea
14	理化学研究所	コモンウェルスシステム	イエーナ大学	韓国電子通信研究院 KETI
15	慶應義塾大学	ハーバード大学	ハノーファー大学	慶北大学校
16	広島大学	ペンシルベニア大学	フライブルク工科大学	韓国エネルギー技術研究院 KIER
17	情報通信研究機構	コーネル大学	マインツ大学	慶熙大学校
18	千葉大学	パデュー大学	ザールラント大学	忠南大学校
19	筑波大学	ノースカロライナ大学	イルメナウ工科大学	韓国化学技術研究所 KRICT
20	早稲田大学	イリノイ大学	チュービンゲン大学	仁荷大学校

3.2.1 日米各20機関の出願分野構成の比較

PatentSightは、各特許の各国での保有状況から、当該機関が特許ポートフォリオを維持するのに必要な年間維持費（年金額、annuity fee）を算出する機能を備えている。維持費推定額は共同出願している特許でも単独で費用負担した場合の額が算出されるなど、現実の負担額とは異なる。したがってあくまで参考値であるものの、各国の特許維持にかかるコストの指標として用いる。

WIPO35分類での特許保有数（出願公開済みかつ失効・消滅前）と、年間の維持費推定額は表3-7のようになった。日本20機関の特許年間維持費（推定額）が多い分野は、多い順に「半導体」「材料、冶金」「医薬品」「計測技術」であり、米国20機関では「医薬品」「医療技術」「生体情報・計測」「基本的な通信処理」の順であった。

表 3-7 WIPO35分類ごとの日米20機関の保有特許数と年間維持費の推定額²³

WIPO35 分類	日本 20 機関		米国 20 機関	
	件数	維持費（ドル）	件数	維持費（ドル）
01_電気機械器具、エネルギー	4,607	111,259	3,925	167,135
02_AV 機器	1,251	41,317	1,064	43,233
03_半導体	4,437	149,005	3,241	179,559
04_電気通信	1,125	30,303	1,618	87,883
05_デジタル通信	576	12,211	973	44,083
06_基本的な通信処理	3,189	106,677	5,557	249,026
07_コンピューター技術	2,830	91,605	4,982	218,203
08_マネジメントのためのIT手法	506	4,775	365	22,943
09_光学	2,565	70,006	2,783	139,429
10_計測技術	4,754	110,469	5,372	220,085
11_制御技術	963	26,499	1,039	39,363
12_生体情報・計測	2,421	85,937	5,374	336,117
13_医療技術	3,447	101,548	7,717	422,404
14_有機ファイン・ケミストリー	2,922	77,028	2,942	203,642
15_食品化学	1,158	20,756	636	53,164
16_基本的な材料化学	2,542	88,399	2,920	256,785
17_材料、冶金	5,042	149,974	1,914	99,399
18_表面技術、コーティング	2,836	98,274	2,359	137,651
19_マイクロ構造、ナノテクノロジー	1,329	62,935	2,091	112,293
20_化学工学	3,765	83,211	3,429	229,158

23 LexisNexis PatentSight®によるデータ出力（取得日：2021/11/25）。「件数」：各機関の有効特許ファミリー（1か国以上で出願公開済みかつ失効・消滅前の特許ファミリー）数（2021年11月時点）。「維持費」：PatentSightにて、世界の40の特許庁における法的ステータス情報から算出される、2021年の特許の年金額（annuity fee）。

21_環境技術	1,507	24,934	1,149	81,361
22_バイオテクノロジー	3,892	101,433	5,472	256,719
23_医薬品	3,302	140,866	11,895	808,815
24_高分子化学、ポリマー	2,285	53,256	1,875	148,574
25_操作（エレベータ、クレーン、ロボット、包装技術など）	618	15,150	450	31,884
26_工作機械	850	14,243	445	12,917
27_織物および抄紙機	651	18,794	589	22,381
28_他の特殊機械	2,371	80,370	2,053	144,895
29_熱プロセス・器具	470	8,292	429	22,320
30_機械構成部品	552	19,519	555	31,343
31_エンジン、ポンプ、タービン	1,250	39,781	1,339	70,099
32_輸送	609	23,367	632	38,300
33_家具、ゲーム	257	3,018	225	7,726
34_他の消費財	209	11,953	428	26,087
35_土木建築	574	11,518	389	2,419
全分野合計	37,957	923,507	43,588	2,282,971

全分野とバイオ・医薬系分野での特許数と年間維持費（2021年）の日米比較を図3-8に示す。日米20機関の推定年間維持費の差は2.5倍だが、医薬品分野に限ると5.7倍、医療技術分野では4.2倍になっており、日米の機関が特許維持にかけている費用の差は、バイオ医薬系分野では特に大きいことが示唆される。

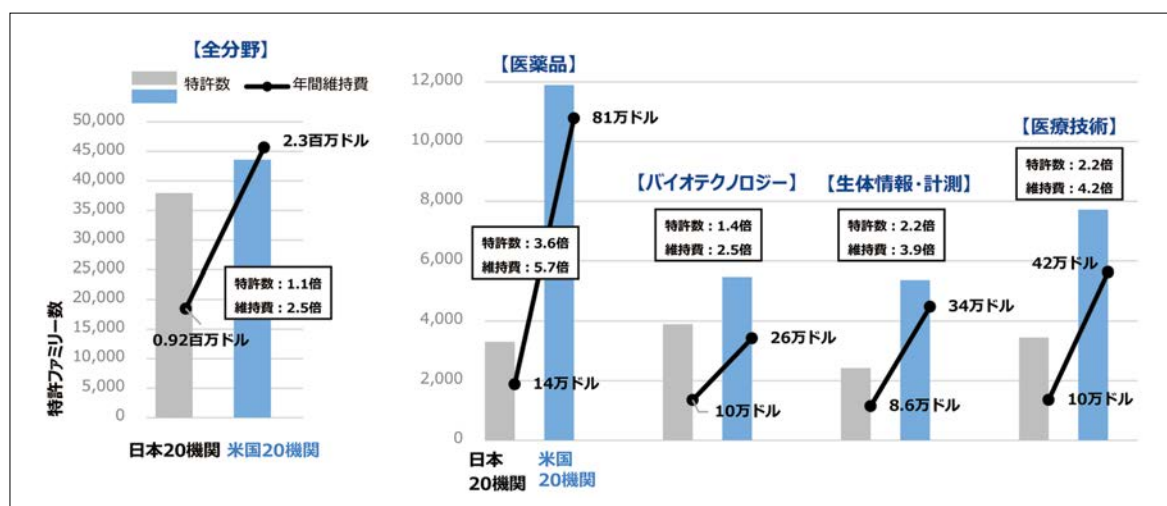


図3-8 図全分野とバイオ・医薬系分野での特許数と年間維持費（2021年）の日米比較²⁴

24 LexisNexis PatentSight®によるデータ出力（取得日：2021/11/25）。「件数」：各機関の有効特許ファミリー（1か国以上で出願公開済みかつ失効・消滅前の特許ファミリー）数（2021年11月時点）。「維持費」：PatentSightにて、世界の40の特許庁における法的ステータス情報から算出される、2021年の特許の年金額（annuity fee）。

3.2.2 韓国のアカデミア特許出願動向

韓国と日本のアカデミア20機関の特許出願数は図3-9のようになっている。韓国は2000年代後半から大きく出願数が増加していること、韓国アカデミア特許の企業共願の割合は低いこと（10%台）がわかる²⁵。

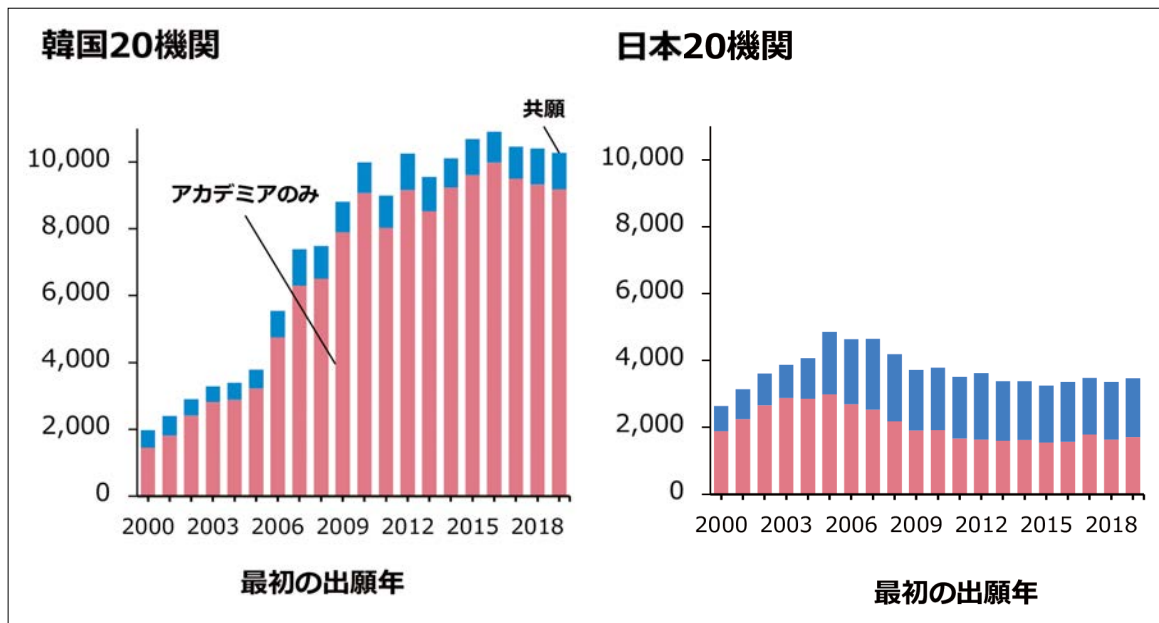


図3-9 韓国と日本の20機関の特許出願件数の推移（2000～2019年）²⁶

機関別の特許ファミリー数（出願公開済みかつ失効・消滅前）と年間維持費推定額（参考値）は図3-10のようになる。韓国の各機関は、20位まで活発な特許化を行っていることがわかる。

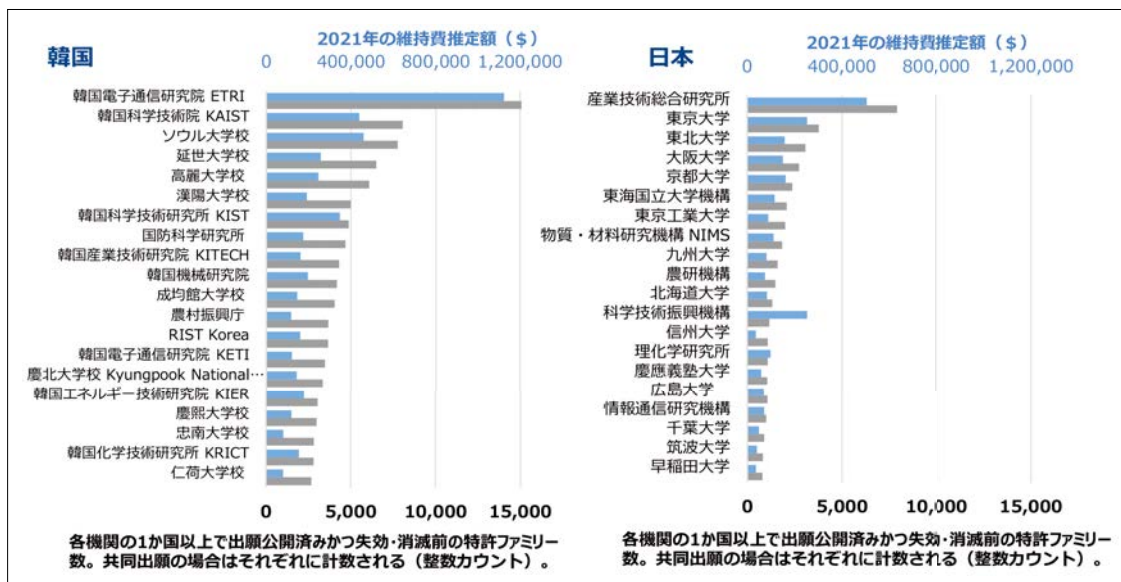


図3-10 韓国と日本のアカデミア機関の特許数と年間維持費推定額²⁷

²⁵ 日本の出願数の傾向は、主に産業総合研究所が2000年代前半に特許を多く出し、その後減少させてきたことによる。

²⁶ LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/25）。

²⁷ LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/11/11）。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は手法の項目参照。維持費推定額は共同出願している特許でも単独で費用負担した場合の額が算出されるなど、現実の負担額とは異なるあくまで参考値。

3.2.3 ドイツのアカデミア特許出願動向

同様にドイツの機関別の特許ファミリー数（出願公開済みかつ失効・消滅前）と年間維持費推定額（参考値）は図 3-11 のようになった（日本は再掲）。ドイツでは特許出願数と維持費（参考値）がフラウンホーファー応用研究促進協会（以降、フラウンホーファー研究協会）とヘルムホルツ協会の2機関に集中していることがわかる。有効特許ファミリー数（1か国以上で出願公開済みかつ失効・消滅前）はフラウンホーファー研究協会が6,221件、ライプニッツ協会が4,244件であり、大学の中で最も多いドレスデン大学は633件にとどまる。それに対して日本では、産業総合研究所（7,900件）に続く東京大学が3,780件、20位の早稲田大学も798件となっている。

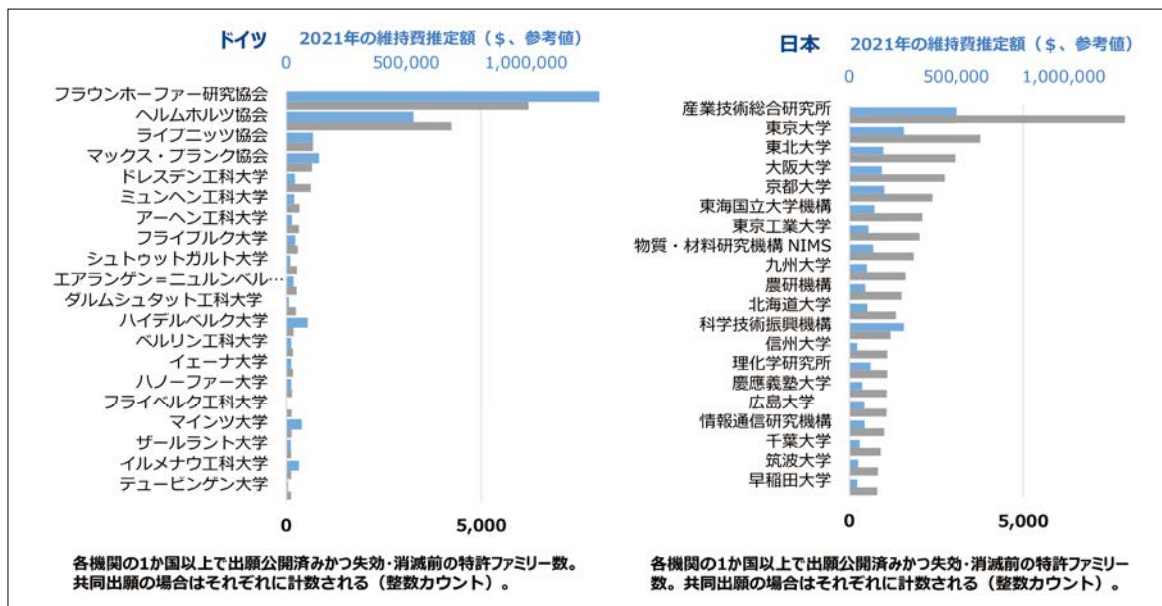


図 3-11 ドイツと日本のアカデミア機関の特許数と年間維持費推定額²⁸

第2章にて、フラウンホーファー研究協会の知財収入が日本のアカデミアの2倍近いことを述べた。同研究協会は、ドイツ産業界の共通基盤研究所として、その仕組みが世界的に注目されている²⁹。多くは大学キャンパス内に設置された全国で75か所の研究所からなり、約1万人の研究者と博士課程の研究者（大学院生）約3,500人を含む約2万8,000人の職員を擁する。応用研究と産業への技術移転をミッションとし、各研究所の研究費は、①機関助成（運営費交付金）、②競争的資金、③民間からの研究委託費がそれぞれ3分の1ずつで構成されている。総研究費に占める研究委託費の割合によって機関助成が増える「フラウンホーファーモデル」や、プロジェクトに関わった博士課程学生が産業界へ就職し再び研究機構へ委託する「頭脳による技術移転」を特徴とし、地域産業、地場の産業への研究開発力の提供と研究開発人材の供給源となっている。

²⁸ LexisNexis PatentSight®によるデータ(取得日:2021/11/11)。特許ファミリー、アカデミア特許ファミリーの定義は手法ノート参照。維持費推定額は共同出願している特許でも単独で費用負担した場合の額が算出されるなど、現実の負担額とは異なるあくまで参考値。

²⁹ CRDS-FY2015-OR-03「海外調査報告書：主要国における橋渡し研究基盤整備の支援」、CRDS-FY2021-WR-03「多様なイノベーションエコシステムの国際ベンチマーク」(澤田朋子「ドイツのイノベーションエコシステム～フラウンホーファー研究所の役割～」を参考に記載。詳しくは両報告書を参照。

産学の人材循環等の観点から注目されるフラウンホーファー研究協会だが、今回の調査では、ドイツのアカデミア機関全体からの特許を介した技術移転における役割の大きさも見えてきた。その知財戦略については参考にすべき部分があると思われる（他方、フラウンホーファー研究協会が委託研究を行う相手の多くは地元の中小企業であり、その多くが社内に研究開発の部門をもっていない。自社に研究部門を持つ大企業と大学・国研との産学共同研究がメインとなる日本とは状況が異なり、知財所有権や受託研究のボリュームや扱いを単純比較することはできないことが指摘されている点には注意が必要である^{30, 31)}。

3

日本と諸外国の産学橋渡しに関するマクロ動向…
特許出願動向を中心に

- 30 中村吉明「産総研の今後の研究戦略：フラウンホーファー型研究機関への脱皮」研究・イノベーション学会 年次大会講演要旨集、2014年。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/rand/29/0/29_213/_pdf/-char/ja
- 31 なお、日本特有の産学連携の制度に、地方自治体が設立する公設試験研究機関（公設試）がある。3.1節のアカデミア特許調査で得た日本のアカデミア機関リストには公設試験研究機関も含まれる。公設試のうち最も特許保有数（2021年11月時点）の多かったのは東京都立産業技術研究センター（316件）であった。なお、内閣府の調査によると公設試の一機関あたりの特許による収入は2015年のデータで51.1万円となっている。全227機関の合計では1.25億円となる。
<https://www8.cao.go.jp/cstp/stsonota/katudocyosa/h27/gaiyo6.pdf>

コラム

各国機関の特許の「量」と「競争力」

前々コラムで用いた1特許ファミリー当たりの価値（競争力）の指標である Competitive Impact（CI）値を用い、各国のアカデミア機関の現在の特許数と平均CI値をプロットした（図3-12）。オレンジが米国10機関、赤がドイツ10機関、青が日本10機関、ピンクが韓国10機関である。これを見ると、各国の機関は平面上でクラスターをなしていることがわかる。

- ・米国機関：特許数は少～中、CI値は高
- ・ドイツ機関：特許数は少（フ라운ホーファー、ヘルムホルツを除く）、CI値は高
- ・日本機関：特許数は中（産総研を除く）、CI値は中
- ・韓国機関：特許数は多、CI値は低

このような結果になる要因についてはさらなる分析が必要であるものの、韓国のアカデミア各機関は特許1件当たりの「質」（被引用数や海外での権利化の度合いで測られる）よりや「量」を増やしている段階にあることが示唆される結果となっている。

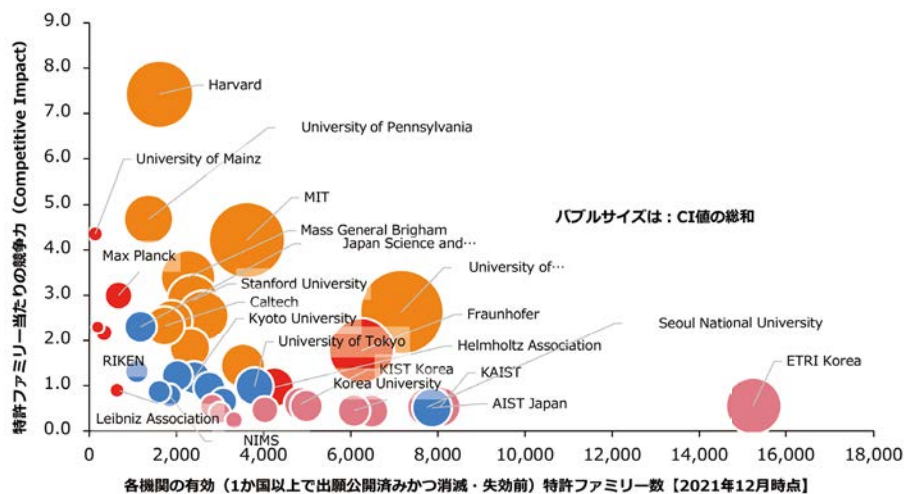


図3-12 日・米・独・韓の各10機関の特許保有件数と競争力（CI: Competitive Impact）³²

32 LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/12/21）。

本節で得られた知見と、今後の要考察ポイントを挙げる。

- ・米国のアカデミア特許のバイオ・医薬分野への傾斜：米国は、バイオ・医薬系の分野に特許出願が集中している。そもそも医療・健康分野への政府支出研究費において日米の差は大きい、特許化の活動も活発であることが確認された。分野の集中は米国大学のライセンス収入の高さに関係すると考えられる。
- ・韓国のアカデミア特許の増加：韓国のアカデミア機関は、2000年代後半から大きく出願数が増加している。現状は米国やドイツのような質重視ではなく、量が増えているフェーズかもしれない。各機関のライセンス収入など、アウトカム指標を今後見ていく必要がある。
- ・ドイツ公的研究機関による特許戦略：ドイツのアカデミア特許は、フラウンホーファー研究協会とヘルムホルツ協会の2機関からの出願が突出している。このことから、ドイツは各大学が知財戦略を展開する英米とは異なるアカデミアの特許活用体制が実現していることが示唆される。フラウンホーファー研究協会における特許戦略は今後さらに掘り下げて検討する必要がある。

本調査では特許出願および登録数ベースでの計数を行ったが、より産学橋渡しの実際を明らかにするには、論文と特許出願の対応づけ、あるいは保有特許とライセンス収入の対応を行った考察が望ましい³³。

3.3 特許以外のデータ

特許出願以外の動向として、各国のスタートアップ創出に関するマクロ動向と、産学間の研究資源の分布・移動について統計データをもとに簡単に見ておく。

3.3.1 スタートアップを生み出す環境

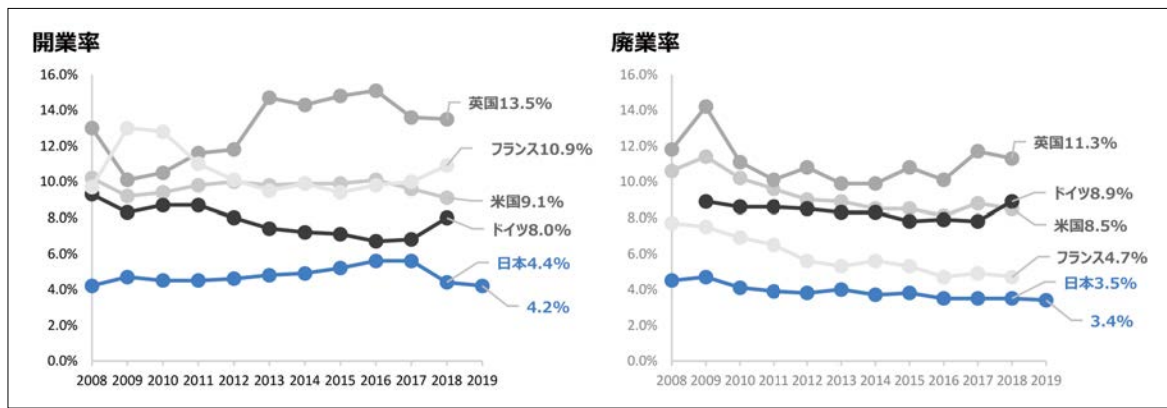
各国のスタートアップをめぐる動向に関して、ここではアカデミア機関に限定せず、技術シーズベースのスタートアップ創出のしやすさにまつわるいくつかのデータを取り上げる³⁴。

主要国における開廃業率

中小企業庁によると、欧米諸外国に比べて日本の開業率と廃業率は低い（図3-13）。開業率／廃業率とは、日本の場合は、全事業所数に対して雇用関係の新たに成立した／消滅した割合を示す（国によって計測方法が異なる）。

33 先駆的な調査例として、特許庁では、特定の分野について、日本と諸外国の大学の特許出願とグラント獲得情報を紐づけることで、各国の大学の注力分野とその権利化状況の分析を行っている。特許庁（2020）「令和元年度 大学の技術動向調査」
https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/2019_daigaku_dokouchosa.pdf
 また、論文から特許における論文からの引用（サイエンスリンケージ）に関してはNISTEP「科学技術指標」4.3節に詳しい。
https://www.nistep.go.jp/sti_indicator/2021/RM311_4a.html

34 アカデミア発スタートアップに関する指標を各国比較するのは難しい。まず、スタートアップ企業とアカデミア機関の関係性は明らかではなく、どこまでをアカデミア発ベンチャーとするかの定義が一致しない。また、単純に起業数を比べるだけでは意味のある比較にはなりにくい。国際比較を試みた例として、OECDのレポートでは、スタートアップデータベースのCrunchbaseの企業情報から創業者の履歴書をたどり、その経歴に応じて①学部生起業家（student founder）、②博士学生起業家（PhD founder）、③研究者起業家（researcher founder）と定義し、アカデミア発スタートアップの分析を試行している。
 OECD, “Public research and innovative entrepreneurship: Preliminary cross-country evidence from micro data”
https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/public-research-and-innovative-entrepreneurship_0d057da7-en

図3-13 主要国における開廃業率の推移³⁵

Crunchbaseによる産業分野別ベンチャー数

各国での技術系ベンチャーの動向を調べるため、スタートアップのデータベースCrunchbaseによる計数を試みた。人工知能（Artificial Intelligence）、バイオ医薬品（Biopharma）、バイオテクノロジー（Biotechnology）、ナノテクノロジー（Nanotechnology）、クリーンエネルギー（Clean Energy）、ロボティクス（Robotics）について、各国のベンチャー企業数を一定の条件で調べた結果が表3-8である。国によってCrunchbaseの捕捉率が異なる可能性があるため国間の比較には注意が必要だが、一国内で見ると、日本では6分野のなかでは人工知能（Artificial Intelligence）分野が最多の157社（全体の7.6%）であるのに対し、米国ではバイオテクノロジー分野が3,440社（8.3%）で最多となっている。

表3-8 各国の6産業分野でのスタートアップ数（2010年以降設立、調達額10万ドル以上）³⁶

Industry 区分	日本		米国		ドイツ		フランス		英国		韓国		台湾		中国	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
Artificial Intelligence	157	7.6%	2,781	6.7%	157	8.3%	188	7.0%	527	7.3%	58	9.0%	22	13.1%	715	6.1%
Biopharma	9	0.4%	408	1.0%	6	0.3%	24	0.9%	53	0.7%	5	0.8%	1	0.6%	71	0.6%
Biotechnology	84	4.1%	3,440	8.3%	75	4.0%	168	6.2%	392	5.4%	38	5.9%	13	7.7%	384	3.3%
Nanotechnology	0	0.0%	125	0.3%	4	0.2%	14	0.5%	22	0.3%	0	0.0%	0	0.0%	4	0.0%
Clean Energy	1	0.0%	161	0.4%	20	1.1%	2	0.1%	34	0.5%	1	0.2%	1	0.6%	8	0.1%
Robotics	65	3.2%	596	1.4%	26	1.4%	53	2.0%	83	1.1%	11	1.7%	0	0.0%	394	3.4%
Advanced Materials	2	0.1%	109	0.3%	13	0.7%	4	0.1%	19	0.3%	0	0.0%	0	0.0%	8	0.1%
全区分の合計	2,058	100%	41,581	100%	1,896	100%	2,696	100%	7,252	100%	648	100%	168	100%	11,664	100%

35 出典：中小企業庁「2021年版 小規模企業白書」より作成。

36 Crunchbaseによる検索（2021/12/23）。検索条件：設立年が2010年以降、かつCrunchbaseに登録された資金調達額の累計が10万ドル以上の企業のうち、各Industry区分について各国に本社所在地住所（Headquarters Location）をもつ企業数をカウントした（Founded date: after 2010、Total Funding Amount > \$100000）。Industry区分は、Crunchbaseに用意されている744分類から、科学技術に関連の深いものをサンプル的に選択した。最終行は、同条件での全分野合計。割合は全分野合計に対する各分野の比率。網掛けは割合が5%以上かつ100社以上のIndustry区分。

ユニコーン数

ユニコーン企業（企業価値が10億ドル以上の未上場企業）の存在は、その国のスタートアップ環境の充実度を表す一つの指標とみなされている。CB Insights社による2021年11月のデータでは、表3-9に示すように、ユニコーン企業が多いのは米国と中国であり、日本は6社で世界13位となっている（香港を含む順位）³⁷。同リストに登場する日本のユニコーン企業はPreferred Networks（カテゴリー：人工知能分野）、SmartNews（モバイル&テレコミュニケーション）、SmartHR（フィンテック）、Spiber（その他）、Liquid（フィンテック）、Playco（その他）である。

表 3-9 分類別・国別ユニコーン企業数³⁸

カテゴリー	米国	中国	インド	英国	ドイツ	イスラエル	フランス	カナダ	ブラジル	シンガポール	韓国	香港	日本	その他
人工知能	36	19	0	3	0	4	2	2	1	2	0	0	1	2
自動車と輸送	4	17	2	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	2
消費者と小売	10	8	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
サイバーセキュリティ	27	1	0	1	0	6	0	2	0	0	0	0	0	1
データ管理と分析	27	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
電子商取引と直接消費者向け商取引	28	31	11	1	2	0	6	1	4	3	2	1	0	7
エドテック	7	12	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
フィンテック	97	8	12	20	6	3	2	4	4	3	2	3	2	19
ハードウェア	10	17	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
保健	43	8	1	1	1	1	2	0	0	0	1	0	0	4
インターネットソフトウェアとサービス	121	13	7	1	3	2	2	3	0	1	0	0	0	11
モバイル&テレコミュニケーション	12	14	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	5
サプライチェーン、物流、配送	18	11	6	1	2	1	0	0	3	1	1	1	0	5
旅行	3	3	1	0	3	0	0	1	0	0	1	1	0	1
その他	26	5	2	3	1	0	3	1	1	0	1	0	2	6
計	469	169	48	34	22	20	19	15	14	12	11	7	6	70

スタートアップエコシステム

スタートアップ創出においては、各地域にどれくらいのリソースが集積しているかが重要だとされる。調査会社のStartup Genomeは、報告書Global Entrepreneurship Monitor 2020/2021 Global Reportにて、世界各都市の約300のスタートアップエコシステムを調査している³⁹。そこでは、exit数、スタートアップの推定評価額の合計、ステージを進む割合や速さなどのスタートアップ活動、VCやCVCによる投資の規模、グローバル企業の数やその国の市場規模、人的交流の多さ、エンジニアの数、ライフサイエンス分野の特許数など、多彩な指標を組み合わせて各都市をスコア化している。20位までの都市は国別に以下のとおりである。日本からは東京が9位に入っている。

³⁷ CB Insights, Global Unicorn Club: Private Companies Valued at \$1B+ (as of November 22nd, 2021)

³⁸ CB Insightsの調査においてユニコーン企業とされた企業価値が10億ドル以上の未上場企業（2021年11月現在）。

³⁹ Startup Genome, “The Global Startup Ecosystem Report 2021”, 2021.
<https://startupgenome.com/reports/gser2021>

表 3-10 Global Entrepreneurship Monitorによるスタートアップエコシステム⁴⁰

米国	シリコンバレー（1位）、ボストン（5位）、ニューヨーク（2位タイ）、ロサンゼルス（6位）、ワシントンDC（11位）、シアトル（10位）シカゴ（14位タイ）、オースティン（20位）
英国	ロンドン（2位タイ）
中国	北京（4位）、上海（8位）、深圳（19位）
イスラエル	テルアビブ（7位）
日本	東京（9位）
フランス	パリ（12位）
オランダ	アムステルダムデルタ（13位）
カナダ	トロント・ウォータールー（14位タイ）
シンガポール	シンガポール（17位タイ）
スウェーデン	ストックホルム（17位タイ）
韓国	ソウル（16位）

40 “The Global Startup Ecosystem Report 2021”より作成。

3.3.2 産学連携の前提条件としての産学の研究資源

研究開発で成果を生み出すためには、研究に携わる人材（ヒト）、研究資金（カネ）、施設・設備（モノ）、科学的知識・技術（チエ）からなる「研究資源」が必要である⁴¹。各国の研究資源は、アカデミア（大学・公的研究機関）と産業界（企業、スタートアップ）に分布しており、なおかつ産学の橋渡しによって相互に活用し合うことができる。OECDの研究開発にまつわる統計データでは、この産学での研究資源の分布を、主に研究人材と資金の面から把握することができる（表3-11）。

表3-11 OECD “Research & Development Statistics” 各国の比較まとめ⁴²

項目	Indicator名	日本	米国	ドイツ	フランス	英国	韓国	台湾	中国
研究開発費総額 (百万ドル、購買力 平価換算)	GERD at current PPP \$ (2019)	173,267	657,459	148,149	73,286	56,935	102,521	44,014	525,693
研究開発費総額の対 GDP比率 (%)	GERD as percentage of GDP (2019)	3.20	3.07	3.19	2.20	1.76	4.64	3.49	2.23
研究者数 (フルタイム換算)	Total Researchers (FTE) (2019)	681,821	1,549,900 (2018年)	450,697	314,101	317,472	430,690	159,160	2,109,460
労働力人口千人当 たりの研究者数	Total Researchers per thousand labour force (2019)	9.9	9.5 (2018年)	10.3	10.6	9.3	15.4	13.3	2.6
研究主体別研究費支 出に占める企業等の 割合 (%)	Percentage of GERD financed by the business enterprise sector (2019)	78.9	63.3	64.5	56.7	54.8 (2018年)	76.9	81.0	76.3
産業部門の研究者数 (フルタイム換算)	Business Enterprise researchers (FTE) (2019)	507,473	1,127,000 (2018年)	276,964	197,360	132,140	354,381	113,299	1,216,670
大学等の研究費に占 める産業部門の負担 割合 (%)	Percentage of HERD financed by the business sector (2019)	3.4	5.6	13.6	3.0	4.4 (2018年)	14.3	11.2	26.2
公的研究機関の研究 費に占める産業部門 の負担割合 (%)	Percentage of GOVERD financed by the business sector (2019)	2.5	0.3	9.7	5.4	2.8 (2018年)	3.0	2.8	4.6

日本の研究開発費は米国、中国に次ぐ第3位の多さであり、その79%を企業による研究開発費が占めている。またフルタイム換算の研究者数も世界3位であり、企業の研究者がその74%を占める。このように、日本の企業には大きな人材・資金面での研究資源が存在する。7～8割の研究者・研究資金が産業界に分布している傾向は、韓国や台湾でも同様となっている。

一方で、日本の大学等の研究費に占める産業部門の負担割合は3.4%、公的研究機関の研究費に占める産業部門の負担割合2.5%であり、諸外国に比べて低い傾向にある。

Times Higher Education (THE)によれば、THE大学ランキングの上位200大学では、研究者 (academic

41 CRDS-FY2019-RR-02「異分野融合を促し、研究力向上を支える土壌を育む」

42 各指数 (indicator) の定義や集計方法はOECDサイト参照。
<https://www.oecd.org/sti/inno/researchanddevelopmentstatisticsrds.htm>

staff) 当たりの民間からの収入の中央値は3.6万ドルである（スタンフォード大学は10.7万ドル、MITは10.8万ドル）⁴³。研究者数や収入の定義が異なるので単純比較はできないが、国内の国立大学の研究者当たりの民間資金額を見ると、この水準にある機関は大阪大学（333万円）、東京工業大学（341万円）など一部にとどまる（表3-12）。

表 3-12 大学による産業界からの研究費受入額の日本と世界の比較

日本（FY2019） ⁴⁴ （共同研究費が多い10の国立大学）				世界（2021） ⁴⁵ （THE World University Rankings 2021の上位10大学）	
機関	研究者数	民間資金 （千円）	研究者当たり	機関	研究者（academic staff） 当たりの民間からの収入
東京大学	6,868	16,233,201	236万円	University of Oxford	5.7万ドル
大阪大学	4,922	16,394,132	333万円	Stanford University	10.7万ドル
京都大学	5,337	10,246,082	192万円	Harvard University	2.2万ドル
東北大学	3,830	6,520,501	170万円	California Institute of Technology	11.8万ドル
名古屋大学	2,825	7,873,816	279万円	Massachusetts Institute of Technology	10.8万ドル
東京工業大学	1,379	4,696,732	341万円	University of Cambridge	3.0万ドル
九州大学	3,338	4,385,482	131万円	University of California, Berkeley	9.0万ドル
筑波大学	2,463	2,508,765	102万円	Yale University	3.6万ドル
北海道大学	2,776	3,256,434	117万円	Princeton University	3.9万ドル
広島大学	2,207	3,576,731	162万円	The University of Chicago	3.4万ドル

- 43 Times Higher Education “University Industry Collaboration: The Vital Role of Tech Companies’ Support for Higher Education Research” 2020/11
https://www.timeshighereducation.com/sites/default/files/the_consultancy_university_industry_collaboration_final_report_051120.pdf
- 44 経済産業省「大学ファクトブック2021」
https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/210902_factbook_zentai_r8.pdf
- 45 Times Higher Education “University Industry Collaboration: The Vital Role of Tech Companies’ Support for Higher Education Research” 2020/11

コラム

各国比較のまとめ——産と学の研究資源から見る各国のイノベーションエコシステム

本章で見てきた、アカデミア特許出願、ベンチャーをめぐる環境、産学の研究資源分布のデータをもとにした各国の現状把握からどのような検討をするべきだろうか。前述のように、研究開発で成果を生み出すためには、研究に携わる人材とその研究時間（ヒト）、研究資金（カネ）、施設・設備（モノ）、科学的知識・技術（チエ）からなる「研究資源」が必要である。各国の研究資源は、アカデミア（大学・公的研究機関）と産業界（企業、スタートアップ）に分布している。

産学の橋渡しによって、企業はアカデミアのヒト（研究者や大学院生など）やチエ（知識・技術）やモノ（実験設備など）を活用することができ、アカデミア機関は資金（共同・受託研究費、ライセンス収入）に加えて企業のヒト（研究者等）、チエ（知識・技術等）、モノ（実験装置等）を活用できる。あるいは、アカデミア発スタートアップを起業すれば、産業界の新しいプレーヤーとして登場する。このように、種々の産学連携を通して、アカデミアと産業界のどちらにも研究資源が積み増されるという捉え方ができる。アカデミア機関や企業にとって、産学連携をすることは資金や研究時間という支出を伴う活動だが、全体として相互に得るものが支出を上回るならば、産学橋渡しは相互作用による利得をもたらす。図 3-14 はその概念図である。

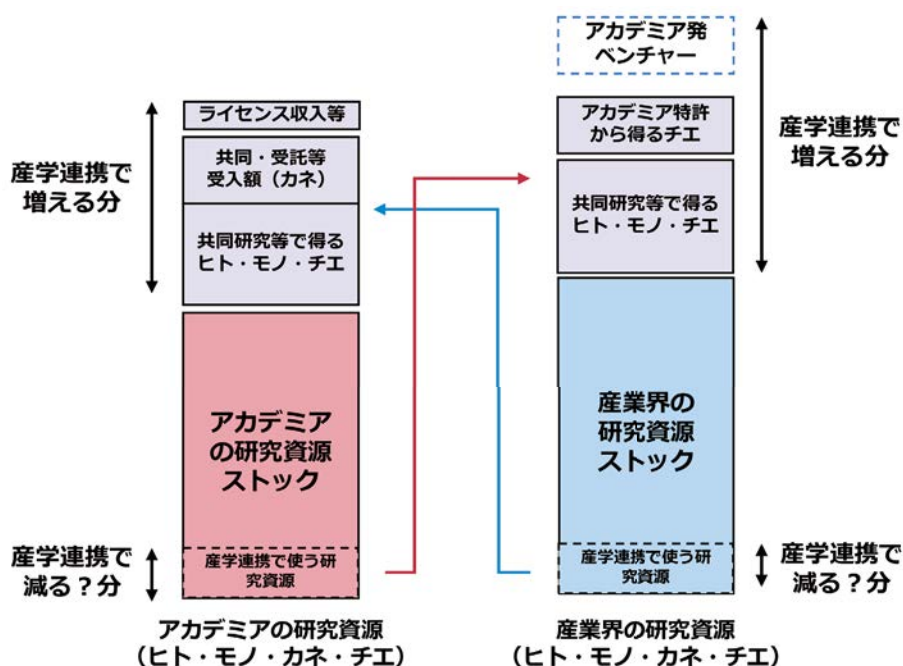


図 3-14 産学連携による、産と学の研究資源のやりとり（概念図）

あくまで大まかな理解の道具として、この図を使って、各国の産学橋渡しの現状と、その前提条件となる産学の研究資源ストックを表現できる。試みに、日本とドイツの例を示す（図3-15）。

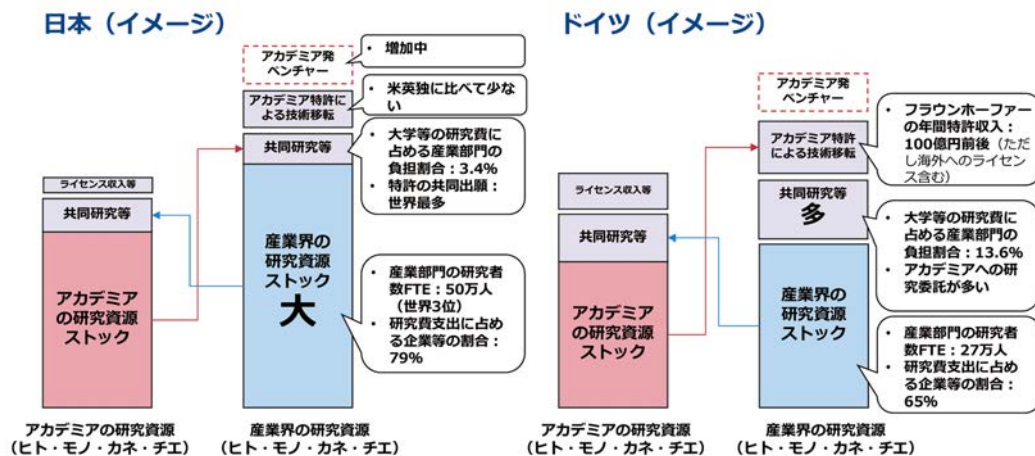


図3-15 日本とドイツの比較（イメージ）

日本の産学橋渡しにとって、この産業界の研究資源の大きさが前提となる。とはいえ、当然、技術分野・産業分野ごとに事情は異なる。大企業・中小企業などの経営形態の違いの考慮も必要だろう。分野別の分析や、人の移動というファクターも考慮したうえで、各国の大学・公的研究機関における橋渡しの体制のベンチマーク調査⁴⁶と併せて検討を進める必要がある。さらに、現在の高度に分業化したグローバル経済のなかで、日本はどのようなイノベーションを目指すのかという観点も重要である⁴⁷。

46 CRDS-FY2015-OR-03「海外調査報告書：主要国における橋渡し研究基盤整備の支援」

47 Breznitz（2021）は、各国のイノベーション政策はその地域固有の文脈にカスタマイズしたものでなければならないという議論を説得的に展開している。Dan Breznitz, *Innovation in Real Places: Strategies for Prosperity in an Unforgiving World*, Oxford University Press, 2021.

3.4 本章のまとめ

本章では、諸外国と比較した日本の産学橋渡しの動向について調べてきた。ここで明らかになったのは以下の各点である。

特許出願動向について

- 1) 日本のアカデミア特許は、どの技術分野においても4～6割が企業との共願となっている。これは諸外国には見られない特徴である（米国、ドイツ、中国、韓国は10%前後）。
- 2) 日本のアカデミア機関の近年の特許出願数は中国・米国・韓国に次いで第4位。特許ファミリー数では米国とはほぼ同規模の出願数だが、ライセンス収入は大きく差をつけられている（要因の考察については3.1節のコラム参照）。

スタートアップ環境について

- 3) 開業・廃業率、ユニコーン数、スタートアップエコシステム都市の成熟度などから見るスタートアップの土壌は、日本は一部の先進的な諸外国と比べて発展段階にある。一方、次章で触れるように、国を挙げた支援強化が進みつつあり、今後数年間で状況が大きく変わる可能性がある。

産学の研究資源と共同研究について

- 4) 日本は産業界の研究者や研究資金が多い（いずれも世界3位）。研究費支出に占める産業界によるものの割合は78%で、主要先進国（米・独・英・仏・中・韓など）のなかで最も高い。
- 5) 産業界の研究活動の活発さに比して、アカデミアへの資金支出は多くない（大学等の研究費に占める産業部門の負担割合は、日本で3.4%であるのに対し米国5.6%、ドイツ13.8%）。

1) のアカデミア特許の産学共同出願（共願）の多さについては、両面の評価が可能である。一方では、共願特許の多さは、日本の産業界における研究開発の活発さを反映している。また、産学共同研究の成果が企業も含む特許出願につながっているということは、多くの成果が生まれている証左と見ることができる。他方では、アカデミア機関とTLO等が主導する「技術移転」のスキームが、他国に比べて進んでいないという解釈ができる⁴⁸。また、米国等では、共同研究や受託研究の成果であっても原則は大学が出願人となり権利をもつことで、収入確保や知財の活用自由度の確保をしている。単独での特許保有が必ず望ましいとは一概に言えないが、「とりえず共同出願」という慣行の弊害についてはこれまで指摘がなされている⁴⁹。第2章で触れたNIMS（物質・材料研究機構）は、そうした慣行に一石を投じ、基礎特許に関する単独保有と、共願特許に関する非独占実施契約等をポリシーとしている。扱う分野が多岐にわたり出願・維持費用も限られる大学等ではそうした運用が難しい現実もあるが、社会実装に注力する分野では特にリソース（出願費用等）を集中投下して単願を目指すといった戦略性はどの機関にも求められる。近年では、大学や公的研究機関と

48 安田・隅藏（2020）は、「半数以上においては既存の共同研究の成果を共同出願したもの」である日本の特許出願の状況を、「当初目的のように産学連携の仲介機関の専門スタッフが新たなマッチングを生んだわけではない」として、「当初の目的から外れた、いささか想定外の事態」と表現している。鈴木潤・安田聡子・後藤晃（編）『変貌する日本のイノベーション・システム』（有斐閣、2021年）第6章：安田聡子・隅藏康一「大学の知識生産と移転」

49 金井昌宏「産学連携によるイノベーション実現に向けた共同研究契約の課題」、産学連携学 16.2（2020）：2_48-2_58。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsip/16/2/16_2_48/_pdf

企業との共願特許をめぐる注目すべき紛争事例も生じており⁵⁰、今後、従来から続いてきた「とりあえず共同出願」の慣行が変化していく可能性がある。

以上、本章で明らかになった産学橋渡しに関する日本の特徴を、表3-13のようにまとめた。

表 3-13 産学橋渡しに関して、諸外国と比較した日本の特徴

諸外国と比較した日本の特徴	
1. 特許を介した技術移転	・アカデミア特許の出願数は多い傾向（ファミリー数で米国と同規模）にあるが、ライセンス収入は少ない。 ・アカデミア特許に企業との共同出願が約半数含まれる。
2. アカデミア発ベンチャー創出	・スタートアップの土壌は、日本は一部の先進的な諸外国と比べて発展段階
3. 産学共同研究	・産業界の研究活動が活発（企業の研究費は世界3位、全研究費に占める割合は8割近く、主要国では1位） ・共同研究などによる産→学への資金の流れは諸外国に比べて小さい。

50 理化学研究所などが持つiPS細胞関連の特許を巡り、共同で権利者となっている企業に実施権を認めるよう、経済産業相に裁定を求めている。日本経済新聞「iPS特許、第三者利用の可否裁定へ 元理研研究者ら請求」（2021年12月28日）
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD2331I0T21C21A2000000/>

4 | これからのイノベーションエコシステムの発展に向けた論点

4.1 前章までの振り返り

第1章では、産学橋渡し（産学連携）の目的を「イノベーションエコシステムの活性化」に位置づけた。これからの日本では様々な意味でのイノベーションが求められる。それには広範なアクターのネットワークが機能することが必要となるが、特に産学間の連携は不可欠となる。今日のSTI政策において、産学連携には、従来の産業競争力強化にとどまらない役割が期待されている。

第2章では、産学橋渡しの主要なチャンネルとして、①特許を介した技術移転、②アカデミア発スタートアップ、③産学共同研究を取り上げた。それぞれの橋渡し活動のための制度・体制が整えられ、各種の指標で測られるそのボリュームは増大していること、一方で資金・人材のリソースやその分布に関して各種のボトルネックが指摘されていることを見た。

第3章では、各国の産学橋渡しのマクロ動向の把握を目的に、主として各国の特許出願動向を調べた。また、産学間の研究資源の分布と相互作用という観点から、各国の特徴づけを試行的に行った。

第3章で明らかにした日本の産学連携の現状・特徴と、第2章における現在指摘されているボトルネックを下表に再掲する（中2列）。これらの状況を踏まえて、すでに多数の政策が打たれている。日本の科学技術イノベーション政策の年次計画である「統合イノベーション戦略2021」¹と、内閣府知的財産戦略本部が取りまとめた「知的財産推進計画2021」²からいくつかの施策を取り上げた（最右列）。

1 統合イノベーション戦略2021（2021年6月18日閣議決定）
https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2021_honbun.pdf

2 内閣府・知的財産戦略本部「知的財産推進計画2021」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/kettei/chizaikeikaku20210713.pdf>

表 4-1 三つの産学橋渡しに対する2、3章のまとめと、施策例

	諸外国と比較した日本の特徴 (第3章から)	ボトルネックとして指摘されていること (第2章から)	最近の施策の例
1. 特許を介した 技術移転	・アカデミア特許の出願数は多い傾向（ファミリー数で米国と同規模）にあるが、ライセンス収入は少ない。 ・アカデミア特許に企業との共同出願が約半数含まれる。	・特許出願の戦略性を高めるための人材・体制 ・外国出願の維持費用やギャップファンド資金の不足 ・技術移転人材の確保・育成、環境改善	・バイオ分野の特性を踏まえた産学連携における知財の取り扱いについて、産学官で検討する場を2021年度中に創設（予定）³
2. アカデミア発 ベンチャー創 出	・スタートアップの土壌は、日本は一部の先進的な諸外国と比べて発展段階	・起業を目指す研究者の少なさ ・経営人材の厚みの不足 ・地方発スタートアップのためのリソース不足	・スタートアップ・エコシステム拠点都市において大学等発ベンチャー創出の総合的な環境整備支援を2021年3月に開始
3. 産学共同研究	・産業界の研究活動が活発（企業の研究費は世界3位、全研究費に占める割合は8割近く、主要国では1位） ・共同研究などによる産→学への資金の流れは諸外国に比べて小さい。	・契約面での交渉・事務コスト ・連携相手の発見・マッチングが難しい	・産学官連携ガイドライン（2020年6月）の取りまとめと周知 ・「官民による若手研究者発掘支援事業」開始（2020年6月） ・産学融合先導モデル拠点創出プログラム（2021年3月）

以上のとりまとめは素描的な現状把握にとどまるが、本レポートで述べてきた産学橋渡しの状況やボトルネックは政策的にも認知され、いくつかの手は打たれているところである。特にスタートアップ支援については2021年10月に始動した岸田内閣も注力を鮮明にしている⁴。

そのうえで構造的な問題の所在を明らかにし、さらなる抜本的かつ効果的な施策を打つには、産学連携、技術移転、スタートアップ支援に関してなされてきた20年以上の政策の積み重ねを踏まえた、過去の政策や制度との相互作用の考慮が必要となる。

3 このほか、工業所有権情報・研修館は2022年度から「産学連携・スタートアップアドバイザー事業」を開始する。
<https://www.inpit.go.jp/katsuyo/startup/index.html>

4 令和4年1月4日 岸田内閣総理大臣年頭記者会見より：「本年をスタートアップ創出元年として、「スタートアップ5か年計画」を設定して、スタートアップ創出に強力に取り組みます」
https://www.kantei.go.jp/jp/101_kishida/statement/2022/0104nentou.html

4.2 論点提案

今後の議論に向けて、本レポートの調査の過程で見えてきた、今後の深堀が必要な3点を提案したい。

- (1) 産学橋渡しのリソース（資金、人材）をどう最大限生かすか
- (2) 定量化できない産学橋渡しの果実をどう認識して伸ばすか
- (3) 産学橋渡しをどう研究力の向上につなげるか

それぞれについて、ヒントとなりうる国内事例を併せて紹介する。

4.2.1 産学橋渡しのリソースをどう最大限生かすか

第2章で見たように、産学橋渡しのどのチャンネルにも共通する課題として「リソース不足」があった。特許の出願・維持費用やギャップファンドといった資金面のリソースに加えて、戦略性をもった特許マネジメント、特許の（プレ）マーケティング、大学発スタートアップを成功させるためのインキュベーションやアクセラレーション、産学のマッチングなどには、産と学の両方のロジックを理解した高度な専門人材が必要となる。そうした人材はもともと希少なうえ、キャリア展望が確立していないこともあり、その獲得や長期的な育成が難しい現状もある。こうした橋渡しのための資金や人材の拡充のためには、その重要性に関して政策サイドや大学経営層とのコミュニケーションを重ねていく必要がある。

他方、産学橋渡しを促進するための様々な取組みからは、限られたリソースを最大限生かすヒントを見出すこともできる。3点取り上げたい。

1. 技術移転におけるシステム活用とノウハウ形式化：米国ニューメキシコ大学にて技術移転業務の経験をもつ星エリ氏は、米国の大学では、民間企業が提供する技術広告プラットフォームなどを使って効率的にマーケティングを行っている実情を報告している⁵。そうしたシステムの導入には、情報を出す大学・TLO側の努力だけでなく、情報の受け手となる産業界の認知向上も必要となるが、今後日本でも類似のシステムを導入することには検討の価値があろう。また、ニューメキシコ大学の技術移転機関では、業務の一部を定型化することで、アルバイトやインターンシップとして大学生を雇用するなど、少人数でも効率的にマーケティング業務等がこなせる仕組みが確立している。当然、形式化できる業務は限られるが、効率化できる部分については国内外のプラクティスから学ぶ余地がまだまだあるだろう。
2. 支援体制のシンプル化、ユーザビリティ向上：大学等における知財化、起業、産学連携の支援業務の相互連携を高めることは、全体としての間接業務を減らし効率化につながるだけでなく、支援を受ける側にとってのユーザビリティ向上にもつながる。たとえば、早稲田大学は近年、産学連携の諸業務に加え学内の研究戦略や支援を行う部門を「リサーチイノベーション統合センター」として一元化し、学内外からの研究推進の問合せに対しては「研究推進ワンストップ窓口」を設けて研究推進から産学連携、研究成果の発信などあらゆる相談を集約的に受け付けている⁶。各研究機関内の体制だけでなく、府省や公的機

5 CRDS-FY2021-WR-04 4.6節「ニューメキシコ大学の技術移転プログラム・アントレプレナープログラムについて（星エリ）」

6 早稲田大学「研究推進ワンストップ窓口」
<https://waseda-research-portal.jp/inquiry/>

関が設計する各種の支援施策においても、利用者にとってシンプルであることが極めて重要である⁷。さらに、政策側が大学におけるスタートアップ支援や大型の産学連携支援の体制構築のためのファンディングや制度を設計する際には、結果として大学側の支援体制が複雑化しないようにする配慮が必要である。

3. 教育と組み合わせる：大学のミッションである「教育」と、産学橋渡し支援とを組み合わせることにより、両者の相乗効果が見込める。九州大学では、九州大学ビジネススクール（QBS）とアントレプレナーシップ・センター（QREC）のダブルコード科目として、ビジネススクールの学生と理系の院生がチームとなり、大学発の研究成果をどうビジネスにできるかを検証する演習を実施している。QRECセンター長の高田仁氏は、この取組みには人材育成と同時に技術商業化が促進できる「1粒で2度おいしい」効果があるという⁸。AIスタートアップを数多く輩出している東京大学の松尾豊研究室では、ディープラーニング等の技術の教育、その技術力を活用した企業での経験（インターンシップ）、さらに企業での経験を自らのスタートアップ起業につなげるという、教育-ビジネス経験-起業が相乗効果をもたらすような仕組みを構築している⁹。大学と企業の組織間連携のなかにインターンシップや大学院教育の要素を取り入れるプログラムも各大学で見られる¹⁰。都市圏の大学・自治体がコンソーシアムでアントレナーシップ教育に取り組む「スタートアップ・エコシステム形成支援事業」などによっても、こうした各大学の個性的なプラクティスが広く普及・展開していくことが期待される。

- 7 2015年に英国の産学連携について行われた包括的な提言である「Dowling Review」のなかでは、冒頭のメッセージが「現状の公的支援は複雑すぎる」となっており、制度自体が複雑でもそれを使うユーザーとのインターフェースを簡略化する（「配線を隠す」）ことを推奨している。The Dowling Review of Business-University Research Collaborations, 2015. <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/the-dowling-review-of-business-university-research>
- 8 CRDS-FY2021-WR-04 2.1節「大学発シーズの商業化促進策（高田仁）」
- 9 松尾研究室
<https://weblab.t.u-tokyo.ac.jp/startups/>
- 10 大阪大学大学院工学研究科の「インターンシップ・オン・キャンパス」（<http://www.mit.eng.osaka-u.ac.jp/ioc/internship.html>）など。

4.2.2 定量化できない産学橋渡しの果実をどう認識し、どう伸ばすか

第2、3章では、特許出願数、ライセンス収入、起業数など、定量的な指標をもとに産学橋渡しの進展を見てきた。しかし産学間の相互作用のなかには、契約等に基づかないインフォーマルなものも多数含まれる(表2-1)。第1章での産学橋渡しの本来の意義(=イノベーションエコシステムの発展)に立ち返れば、定量的指標に表われない成果も極めて重要である。

仮に特許料収入や共同研究費など金銭的な取引がないか少ない場合でも、産と学の関係がWin-Winになることはあり得る。隅蔵・斎藤(2014)は、製薬バイオ分野とICT分野の企業のサーベイにおいて、アカデミック・ナレッジ(産学連携で大学等から得られる知見)のイノベーションへの貢献度を、経営層よりも発明者(企業の研究者)のほうが高く評価していることを報告している¹¹。現場の企業研究者は、アカデミアとの協働によって特許などの形で陽に表われないものも含めて、様々なアイデア等を得ているためである¹²。

産学橋渡しを定量的指標で捉えることの妥当性は技術分野にも依存する。特許ライセンス料や共同研究費等でインパクトを計るのに向いていない分野としてしばしば指摘されるのが、ICT分野である。たとえば、イリノイ大学の研究者が開発したHTTPサーバー「Apache」は、大学発シーズが大きなインパクトをもたらした例だが、オープンソースソフトウェアであるApacheでは金銭的(pecuniary)な取引は生じず、従来の指標では定量化できない。Greensteinらは、Apacheの経済効果を20億~120億ドルと見積もったうえで、こうした定量指標から逃れるICT技術を「デジタル・ダーク・マター」と呼ぶ¹³。特許料収入などに着目しがちな今日の技術移転の議論は、「バイオテクノロジーモデル」に偏重しているという指摘もある¹⁴。

産学連携の専門人材や機関に割かれるリソースが不足しているなかでは、定量的指標にリソース配分がなされがちになるのは避けられない面はある。だからこそ、繰り返しイノベーションエコシステムの発展という本来の目的に立ち返り、定量的指標に表われなかったとしてもインパクトやエコシステムの充実につながった事例や業績は積極的に可視化し、共有可能にしていくことが重要となるだろう。大学や技術移転の専門家による積極的な発信、政策や公的機関の側からの探索に加え、両者の有機的なコミュニケーションが求められる。

4

これからの
イノベーションエコシステム
の発展に向けた論点

- 11 隅蔵康一・斎藤裕美(2014)「アカデミック・ナレッジはイノベーションに貢献しているか?—ライフサイエンスに基づく製薬・バイオのイノベーション創出に向けて—」、日本知財学会知財学ゼミナール編集委員会(編)『知的財産イノベーション研究の展望 明日を創造する知財学』(白桃書房)、209-235。
- 12 NISTEPと一橋大学イノベーション研究センターによる2013年のレポートのなかでも、「産学の共同作業による人材育成・人脈形成や非コード化知識の産学間の相互移転」を強調している。文部科学省 科学技術政策研究所、一橋大学 イノベーション研究センター「産学連携による知識創出とイノベーションの研究:産学の共同発明者への大規模調査からの基礎的知見」
<https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-RM221-Fullj.pdf>
- 13 Greenstein, S., & Nagle, F. (2014). Digital dark matter and the economic contribution of Apache. Research Policy, 43 (4), 623-631.
- 14 Kenney, M., & Patton, D. (2017). In university technology transfer one size does not fit them all: comparing the biological sciences and information technology. In University Technology Transfer (pp. 439-447). Routledge. 一部引用する(試訳):「(…)アカデミアと産業界の研究者の交流が極めて重要であり、TTO(大学の技術移転機関)がこうした交流の促進に役割を果たすことは少ない。分野によっては、企業研究が根本的な問題を発見し、それによりアカデミックな研究テーマを始動したり牽引したりすることすらある。LEDや半導体において起こったのはまさにこれだ。」「アカデミアの特許の数、ライセンス収入、スタートアップ数などは大学の技術・知識移転のパフォーマンスの指標として貧弱である。」「産学連携の設計やマネジメントには、これをやればよいという単一の「テンプレート」は存在しない。産業や研究領域の特性に対応できる柔軟性が重要である。」

4.2.3 産学橋渡しをどう研究力の向上につなげるか

日本のイノベーションエコシステムにとって、「研究力低下」は大きな危機とみなされている（第1章）。第3章で述べたように、研究を生み出す源泉であるヒト・モノ・カネ・チエからなる研究資源は産と学に分布しており、その相互作用によって両者の研究力が高まることが理想である。米国の一部大学では、大学発スタートアップがイノベーションにより多額の収益を生み、巨額の寄付を大学に戻し、それが潤沢な基金として大学の研究資金を支えるという資金的なエコシステムが成立している。国内では、政策サイドだけでなく各大学でも、そうした資金循環エコシステム構築を目標に掲げる例が増えている。

資金循環が形成されるには長い時間がかかる一方で、産学連携が研究力強化につながるルートは、資金的還元だけではない。三つの観点を指摘する。

1. 産学連携を通してアカデミックな研究成果が生まれる：第2章で扱った金沢大学安藤教授による高速AFMの事例では、ベンチャー企業のコンソーシアムで装置開発されたが、その間に試作モデル（「Ando Model」）を使って多くの学術論文が書かれている。装置の製品化を待っていたとしたら数年間のラグが生じていたはずであり、産学連携に関わり続けたからこそ、学術的な進展が得られた例と言える。このほか、産業界とともに問題を発見することが、次なる研究テーマに発展する事例は枚挙にいとまがないだろう。
2. 新しい学域を拓く：個別の研究が実を結ぶだけでなく、研究を産業的な出口まで接続させることは、学問として新しい領域を創設する（学域を拓く）ことにつながる場合がある。CYBERDYNE社を創業した山海嘉之氏は、人とサイバー・フィジカル空間を扱う新しい学術領域「サイバニクス」を掲げ、サイバニクスの研究開発、社会実装、人材育成を同時展開するために同社を起業したという¹⁵。さらに山海氏は、100億円規模のファンド「CEJ ファンド」などを通してサイバニクス産業創出のイノベーションエコシステムの構築に取り組んでいる。大学の研究職のポジションやファンディングは既存の学問領域を前提に行われる傾向があるなかで、スタートアップ等による社会実装までのエコシステムをつくることは、学問を刷新する駆動力にもなりうる。
3. 研究基盤を拡充する：企業が生み出す製品やサービスが、アカデミアを含む研究のインフラとなっている側面もある。特に顕著なのが研究機器の開発であり、そこでは、アカデミアは企業にシーズを提供するだけでなく、企業にとってのマーケットでもある。ここでは緊密なエコシステムを構築することで、研究力向上と企業によるイノベーションを並行して進めることができる可能性がある。CRDSでは、こうした研究機器開発における産学連携のエコシステム形成に関する具体的な提言を行っている¹⁶。

15 CRDS-FY2021-WR-04 3.3節「社会的・経済的価値創造のための科学技術イノベーションエコシステムの形成に向けた挑戦 ～アカデミア発『CYBERDYNE社』の起業、上場、世界展開への取り組みを通して～（山海嘉之）」

16 CRDS-FY2020-RR-07「研究機器・装置開発の諸課題 - 新たな研究を拓く機器開発とその実装・エコシステム形成へ向けて」

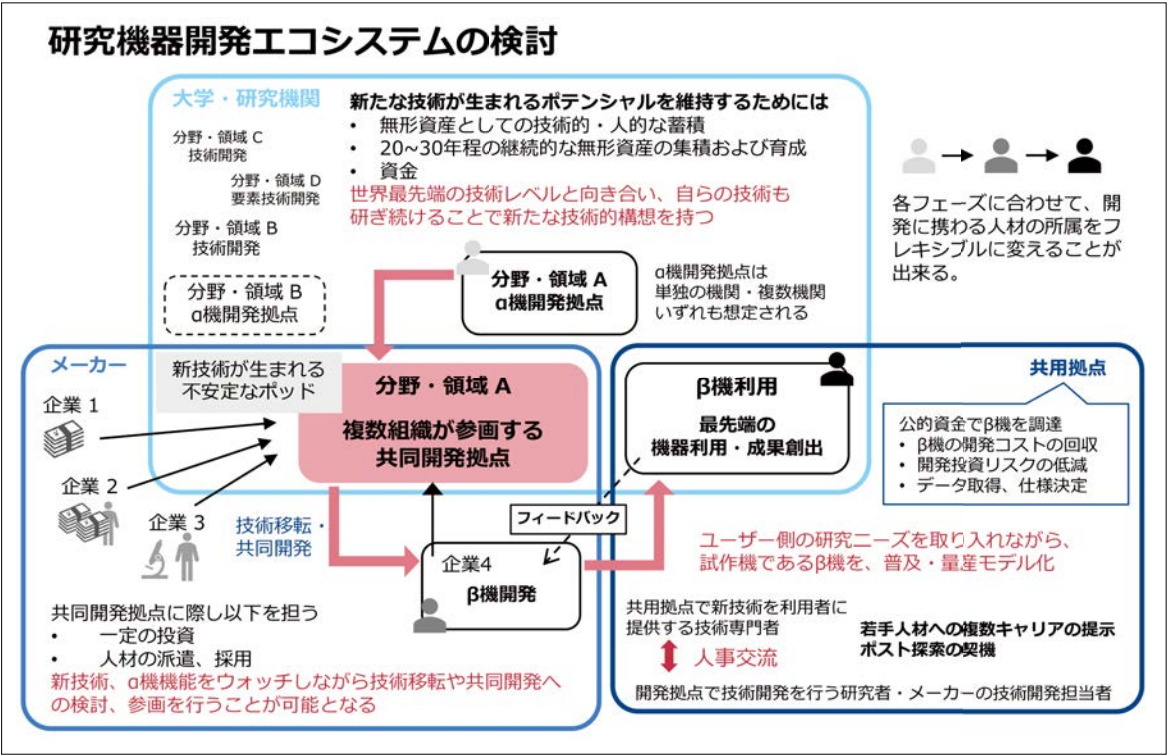


図 4-1 (参考) 研究機器エコシステム構想の概要¹⁷

以上、本章では（１）産学橋渡しのリソース（資金、人材）をどう最大限生かすか、（２）定量化できない産学橋渡しの果実をどう認識して伸ばすか、（３）産学橋渡しをどう研究力の向上につなげるか、という三つの論点を提起した。こうしたポイントを踏まえ、さらなる事例調査や分析、具体的な政策提言につなげていく必要がある。

17 出典：前注と同じ。

資料

A.1 各国・地域で特許の保有件数が多い20機関¹

順位	日本		米国		中国		ドイツ	
	機関	件数	機関	件数	機関	件数	機関	件数
1	産業技術総合研究所 AIST Japan	7,865	カリフォルニア大学 University of California	6,991	中国科学院 Chinese Academy of Sciences	114,226	フラウンホーファー研究 協会 Fraunhofer	6,155
2	東京大学 University of Tokyo	3,791	マサチューセッツ工科 大学 MIT	3,585	清華大学 Tsinghua University	44,456	ヘルムホルツ協会 Helmholtz Association	4,213
3	東北大学 Tohoku University	3,074	フロリダ大学システム State University System of Florida	3,511	浙江大学 Zhejiang University	24,662	ライプニッツ協会 Leibniz Association	690
4	大阪大学 Osaka University	2,755	テキサス大学システム University of Texas System	2,590	華南理工大學 South China Univ. of Tech.	19,683	マックス・プランク協会 Max Planck	655
5	京都大学 Kyoto University	2,403	スタンフォード大学 Stanford University	2,361	ハルビン工業大学 Harbin Institute of Technology	19,046	ドレスデン工科大学 Dresden University of Technology	634
6	東海国立大学機構 Tokai Nat. Higher Edu. and Res. System	2,103	バテル記念研究所 Battelle	2,294	天津大学 Tianjin University	18,370	ミュンヘン工科大学 Technical University Munich	337
7	東京工業大学 Tokyo Institute of Technology	2,019	マサチューセッツ総合 病院 Mass General Brigham	2,246	東南大学 Southeast University	18,353	アーヘン工科大学 RWTH Aachen	327
8	物質・材料研究機構 NIMS	1,840	アリゾナ大学システム Arizona Board of Regents	1,969	上海交通大学 Shanghai Jiao Tong University	17,261	フライブルク大学 Univer-sity of Freiburg	296
9	九州大学 Kyushu University	1,607	ウィスコンシン大学 University of Wisconsin System	1,950	西安交通大学 Xi'an Jiaotong University	15,636	シュトゥットガルト大学 University of Stuttgart	284
10	農研機構 NARO Japan	1,506	ジョンズ・ホプキンス大学 Johns Hopkins University	1,897	華中科技大学 Huazhong Univ. of Sci. & Tech.	14,835	エアランゲン＝ ニュルンベルク大学 University of ErlangenNuremberg	269
11	北海道大学 Hokkaido University	1,342	ミシガン大学 University of Michigan	1,873	西安電子科技大学 Xidian University	14,286	ダルムシュタット工科大学 TU Darmstadt	256
12	科学技術振興機構 Japan Science and Technology Agency	1,155	オハイオ大学システム University System of Ohio	1,858	山東大学 Shandong University	14,267	ハイデルベルク大学 Heidelberg University	187
13	信州大学 Shinshu University	1,092	カリフォルニア工科大学 Caltech	1,716	浙江工業大学 Zhejiang University of Technology	14,144	ベルリン工科大学 Berlin Institute of Technology	177

¹ LexisNexis PatentSight®によるデータ（取得日：2021/12/15）。特許ファミリーの定義は3.1節の手法ノート参照。英語表記はPatentSightで名寄せされた権利者のラベル。共同権利者がいる場合にはそれぞれの機関でカウントされる（整数カウント）。青のアミ掛けは大学以外の機関（公的研究機関、政府機関、病院など）。「件数」：各機関の有効特許ファミリー（1か国以上で出願公開済みかつ消滅・失効前の特許ファミリー）数（2021年12月時点）。

14	理化学研究所 RIKEN	1,089	コモンウェルスシステム Commonwealth System (Pennsylvania)	1,660	中南大学 Central South University	13,399	イエーナ大学 University of Jena	176
15	慶應義塾大学 Keio University	1,074	ハーバード大学 Harvard	1,596	北京航空航天大学 Beihang University	13,271	ハノーファー大学 Leibniz University of Hanover	156
16	広島大学 Hiroshima University	1,073	ペンシルベニア大学 University of Pennsylvania	1,347	電子科技大学 UESTC	12,254	フライベルク工科大学 Freiberg Uni. of Mining & Tech.	143
17	情報通信研究機構 NICT	990	コーネル大学 Cornell Uni-versity	1,318	吉林大学 Jilin University	11,926	マインツ大学 University of Mainz	142
18	千葉大学 Chiba University	894	パデュー大学 Purdue University	1,313	南京航空航天大学 Nan-jing University of Aero-nautics and Astronautics	11,142	ザールラント大学 Saar- land University	132
19	筑波大学 University of Tsukuba	824	ノースカロライナ大学 University of North Carolina	1,301	北京大学 Peking University	10,791	イルメナウ工科大学 Ilmenau University of Technology	131
20	早稲田大学 Waseda University	800	イリノイ大学 University of Illinois	1,210	江南大学 Jiangnan University	10,475	テュービンゲン大学 University of Tuebingen	129

	フランス		英国		韓国		台湾	
順位	機関	件数	機関	件数	機関	件数	機関	件数
1	原子力・代替エネルギー 庁 CEA	7,052	ロンドン大学 University of London	721	韓国電子通信研究院 ETRI	15,148	工業技術研究院 ITRI	8,879
2	フランス国立科学研究セ ンター CNRS	5,740	オックスフォード大学 University of Oxford	720	韓国科学技術院 KAIST	8,029	台湾大学 National Taiwan University	1,851
3	フランス国立衛生医学研 究所 Inserm	1,814	ケンブリッジ大学 University of Cambridge	397	ソウル大学校 Seoul National University	7,742	国立清華大学 National Tsing Hua Univ. (Taiwan)	1,504
4	ソルボンヌ大学 Sorbonne University	630	サウサンプトン大学 University of Southampton	166	延世大学校 Yonsei University	6,472	国家中山科学研究院 NCSIST	1,502
5	パリ大学 University of Paris	564	王立がん研究基金 Cancer Research UK	142	高麗大学校 Korea University	6,067	国立陽明交通大学 NYCU	1,456
6	リヨン大学 University of Lyon	556	マンチェスター大学 University of Manchester	142	漢陽大学校 Hanyang University	4,972	金属工業研究発展中心 Metals Industries R&D Center	1,243
7	パリ公立病院連合 APHP	506	エジンバラ大学 University of Edinburgh	131	韓国科学技術研究所 KIST Korea	4,837	成功大学 National Cheng Kung University	1,067
8	コミュ・グルノーブル・ア ルプ大学 Community Grenoble Alpes University	432	セント・アンドルーズ 大学 St. Andrews	119	国防科学研究所 Agency for Defense Development	4,665	資訊工業策進会 Inst. for Information Industry	974
9	モンペリエ大学 University of Montpellier	431	パーミンガム大学 University of Birmingham	107	韓国産業技術研究院 KITECH	4,282	中央研究院 Academia Sinica	690

10	エクス=マルセイユ大学 AixMarseille University	414	インペリアル・カレッジ・ロンドン Imperial College London	103	韓国機械研究院 Korea Institute of Machinery and Materials	4,157	国立中興大学 National Chung Hsing University	581
11	ボルドー大学 University of Bordeaux 1	377	ノッティンガム大学 University of Nottingham	94	成均館大学校 Sungkyunkwan University	4,018	国立台湾科技大学 National Taiwan University of Science and Technology	551
12	国立農業・食糧・環境研究所 INRAE	369	リーズ大学 Leeds University	88	農村振興庁 Rural Development Administration	3,641	国立中央大学 National Central University	518
13	フランス政府 Government of France	293	リバプール大学 University of Liverpool	87	RIST Korea	3,634	紡織産業総合研究所 Taiwan Textile Research Institute	515
14	国立応用科学院 Groupe INSA	288	シェフィールド大学 University of Sheffield	87	韓国電子通信研究院 KETI	3,454	国立中山大学 National Sun Yatsen University (Taiwan)	511
15	パスツール研究所 Pasteur Institute	271	カーディフ大学 Cardiff University	84	慶北大学校 Kyungpook National University	3,321	国立台北科技大学 National Taipei Univ. of Technology	433
16	トゥールーズ大学 University Toulouse III - Paul Sabatier	264	サリー大学 University of Surrey	77	韓国エネルギー技術研究院 KIER	3,038	国家実験研究院 NARLabs	417
17	ストラスブール大学 University of Strasbourg	238	ウォーリック大学 University of Warwick	76	慶熙大学校 Kyung Hee University	2,995	国立屏東科技大学 National Pingtung University of Science & Technology	412
18	ナント大学 University of Nantes	232	ブリストル大学 University of Bristol	75	忠南大学校 Chungnam National Univ.	2,824	国立高雄科技大学 NKUST	391
19	パリ=サクレ大学 University of Paris-Sud	210	ニューキャッスル大学 Newcastle University	73	韓国化学技術研究所 KRICT	2,817	車両研究測試中心 Automotive Research & Testing Center	348
20	レンヌ第1大学 University of Rennes 1	207	ダンディー大学 University of Dundee	72	仁荷大学校 Inha University	2,674	中原大学 Chung Yuan Christian University	343

A.2 連続セミナー概要

本レポートに先立って実施した、有識者による連続セミナー「科学技術イノベーションによる社会的・経済的価値創造のエコシステム形成へ向けて」（2021年7月～10月）のあらましを掲載する。各セミナーの詳細はセミナーレポート参照²。

トピック	講演者	講演概要
大学発ベンチャー論・アントレプレナーシップ教育	高田仁 九州大学大学院 経済学研究院	技術商業化やアントレプレナーシップ論を専門とし、その教育的実践を行う立場から、大学発シーズの商業化へのステップについての解説。九州大学では技術商業化とアントレプレナーシップに要求されるスキルやマインドセットに重なりが大きいことに着目し、両者を組み合わせた教育を実施しており、技術商業化の専門人材や大学発ベンチャーの経営人材を輩出するなど実績を重ねる。他方、技術商業化プロセスには研究者の関与が不可欠であることが指摘された。
	山田仁一郎 京都大学経営管理大学院	大学研究者の企業家活動の「出口戦略」に着目した研究を紹介。地域に企業家プラットフォームを築くうえで、ベンチャーに対する「複合的なオーナーシップ」の問題を指摘。またTLO等における技術移転の専門家（アソシエイト）活動を分析し、その成功要因について分析。従来より重要性が指摘されてきたマーケティング（営業）活動だけでなく、出願評価やライセンス後のハンズオン支援がその後の上市の可能性に貢献する可能性を示唆する。
	忽那憲治 神戸大学大学院 経営学研究科	神戸大学では理系の大学院のカリキュラムにビジネス系の科目を組み込んだ科学技術イノベーション研究科や、研究者の事業立ち上げを強力に支援するシードアクセラレーターなど、独自の取組みを進めている。地方と都市圏との起業支援のリソースのギャップを乗り越えるため、大阪や東京の人材を巻き込みつつ、地方でのエコシステム構築の実践について報告がなされた。
起業家・VCから見た、スタートアップ・エコシステム形成	永田暁彦 リアルテックファンド、株式会社ユーグレナ	大学発ベンチャーの先駆的な存在であるユーグレナ社の歩みとともに、研究開発スタートアップへの投資に特化したベンチャーキャピタルであるリアルテックファンドの取組みを紹介。同ファンドは、VCとしての出資だけでなく、企業が成長するバリューチェーンの前段階を支援する。特に地方発ベンチャーの可能性と課題に関して、スタートアップ経営者、VC経営者の視点からの指摘がなされた。
	鎌田富久 TomyK Ltd., 東京大学大学院 情報理工学系研究科	起業経験者として、研究開発スタートアップの支援に多数関わってきた立場から、「スタートアップ流」の新しいイノベーションの起こし方の意義を解説。研究者と起業家を兼ねながら活動するうえでの心構えや、今日の起業環境をとりまく課題について指摘がなされた。
	山海嘉之 CYBERDYNE 株式会社、筑波大学大学院	CYBERDYNE 社のロボットスーツ HAL は、今では、ヨーロッパ全域、米国、アジア、中東において許認可を進め、グローバルに展開している。山海氏の狙いは、特定の技術の社会実装にとどまらず、「サイバニクス」という新分野の確立を通して、アイデアを持った若手研究者が継続的にチャレンジできる環境をつくることにあったという。現在、CYBERDYNE 社を中心に、ファンドの設立やネットワーク形成に取り組んでいる。
	仲木竜 株式会社 Rhelixa	博士課程在学中にゲノム解析を手掛ける株式会社 Rhelixa（レリクサ）を創業した立場から、大学院生が起業を行う際の道のりや障壁についての経験を紹介。大学院生の起業の大きな壁となる「所属研究室（研究主宰者、PI）の理解の得られにくさ」を緩和する提案や、当事者から見て望ましい支援についての指摘がなされた。
大学の知財戦略、技術移転、TLO	杉光一成 金沢工業大学虎ノ門大学院	最近のコーポレートガバナンス・コード改訂の議論なども踏まえ、昨今の企業にとっての知財の位置づけの変化について丁寧に解説。長期投資家が重視する、企業の「持続的な競争優位性」の源泉としての知財が重要度を増しており、その資産としての「見える化」が進む。今後は大学債などで大学も投資を受ける側になることもあり、投資を受ける側としても大学にとっての知財の重要性は高まることが指摘された。

	森田裕 大野総合法律事務所	国内の大学の特許戦略が「負け組」といってよいほどに米国に後れを取っている現実について、象徴的な特許を紹介しつつ解説がなされた。学術論文と特許の性格と役割の違いを踏まえ、たとえば効果の高い発明をいかに「低性能化」するかが特許戦略の要諦となるという。最新のトレンドを押さえた支援体制の構築が急がれる。
	本多聡 株式会社東京大学 TLO	日本を代表するTLO（技術移転機関）である株式会社東京大学TLOの管理職の立場から、東京大学の技術シーズの事業化支援の体制や、東京大学TLOでの技術移転の業務について紹介。東大TLOは、大学の産学共創推進本部等と連携しながら、企業との共同開発、ベンチャー創出、海外VCへのライセンス売り込みなど、種々のルートで成功事例を生んでいる。大学の特許戦略を取り巻く問題として、長期的な外国出願の維持が困難である点や、ギャップファンドの継続性に課題があることが指摘された。
	北岡和義 徳島大学、株式会社 産学連携キャピタル	地方国立大学として徳島大学が積み重ねてきた、地域に根差した新産業創出への取組みを紹介。徳島大学では、学長の構想の下、ベンチャー認定制度、独自のクラウドファンディングサイト、地域社会に新産業創出を目標とする大学産学院など、次々と体制を整えてきた。地方大学においては、大学がリターンを得る仕組みの構築、ニーズを意識した研究開発、ベンチャー支援などのノウハウを地域の人材で吸収することなどが課題として提起された。
	工藤真弓 京都大学オープンイ ノベーション機構	複数の大学や民間企業で産学連携や技術移転に携わってきた経験から、産学連携の支援活動の実際について紹介。京都大学オープンイノベーション機構の立ち上げに関わり、プロジェクトクリエイティブ・マネージャーとして、学内の研究情報の収集、戦略立案、学内外との調整や交渉、ポストアワードまで多岐にわたる活動を行う。自ら産学連携を企画して研究者と企業に働きかける攻めの姿勢と、研究者との信頼関係が重要であることや、技術移転や産学連携に関わる人材の能力開発や雇用に関する課題についても指摘された。
	星エリ 合同会社幸星	米国ニューメキシコ大学で技術移転の実務を担ってきた経験から、米国の技術移転の現状、および同大学での技術移転業務の特徴についての紹介がなされた。特にプレマーケティング、マーケティングの重視、また技術移転の実務をできるだけマニュアル化し、学生インターンを即戦力として少人数で技術移転業務を回している実態が、日本でも導入可能な取組みとして報告された。
イノベーション創 出を促進する場・ 拠点、学際研究	倉敷哲生 大阪大学大学院工学 研究科ビジネスエン 지니어リング専攻、 フューチャーイノ ベーションセンター	大阪大学工学部・工学研究科が設立したプラットフォーム「テクノアリーナ」とその運営を行う「フューチャー・イノベーションセンター」の取組みを紹介。キャンパス内で学生と産業界との接点をつくる「インターンシップ・オン・キャンパス」など、イノベーション人材エコシステムを作るための取組みが進められている。
	富田勝 慶應義塾大学先端生 命科学研究所	自身が所長として率いる、山形県鶴岡市の慶應義塾大学先端生命科学研究所の歩みを紹介。同研究所はスパイバー社など、世界的なバイオベンチャーを複数輩出し、鶴岡サイエンスパークのなかに拠点を構えるほか、鶴岡市内の高校生の助手・特別研修生としての受け入れ、高校生バイオサミットなど、人材エコシステムの構築に力を入れる。今後、地方でエコシステムを発展させるための公的支援の課題についても議論がなされた。
	岩崎廣和 川崎市産業振興財団	複数の研究機関・大学・企業が集まり、アンダーワンルーフ拠点として運営されている川崎市産業振興財団ナノ医療イノベーションセンター（iCONM）の運営や成果について報告。同センターでは研究成果・人材育成・イノベーションプラットフォームの形成の3点で進められており、得られた研究成果を知財化・ベンチャー創業などまで、知財や広報の専門人材がサポートできる体制を整えつつある。
	宮野公樹 京都大学学際融合教 育研究推進センター	学際研究とは何か、研究とは何か、学問とは何か、という本質論（「そもそも論」）から掘り起こし、数々の新しい仕掛けを行っている。学問がその価値を発揮するためには、歴史を経てできてきた分野間の垣根を越えることが必要となる。行政と大学現場の両方を経験した立場から、両者の間にある「ムードの悪さ」を指摘し、「論文生産」や「産学連携」といった計測可能な指標では測れない大学の価値へ立ちかえることを訴える。本報告書の問題設定を、一度立ち止まって再考することを促す内容となっている。

政策的取組	吉田剛 新エネルギー・産業 技術総合開発機構	新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が手掛ける、研究開発型スタートアップ支援をはじめとしたオープンイノベーションへの取組みと、日本のスタートアップ・エコシステム、オープンイノベーションの今後の課題を提示。ここ数年の大学や支援機関の努力により、「大学発ベンチャーを生み出す素地」や「起業数」の面では向上がみられ、「大企業との連携不足」に関しては大企業でのアクセラレーションプログラムや共同研究の取組みが進む。「リスクマネー不足」に関しては増えてはいるものの、分野・ステージによっては不足感があるほか、米国・中国との差は大きく、今後は海外からの資金調達も課題となっている。人材面では、特にマーケティング・営業人材が不足する。NEDOの支援事業は多数の上場企業を生み、特に事業カタライザーなどの起業経験者からのメンタリングが有効に機能している実態が報告された。
-------	------------------------------	--

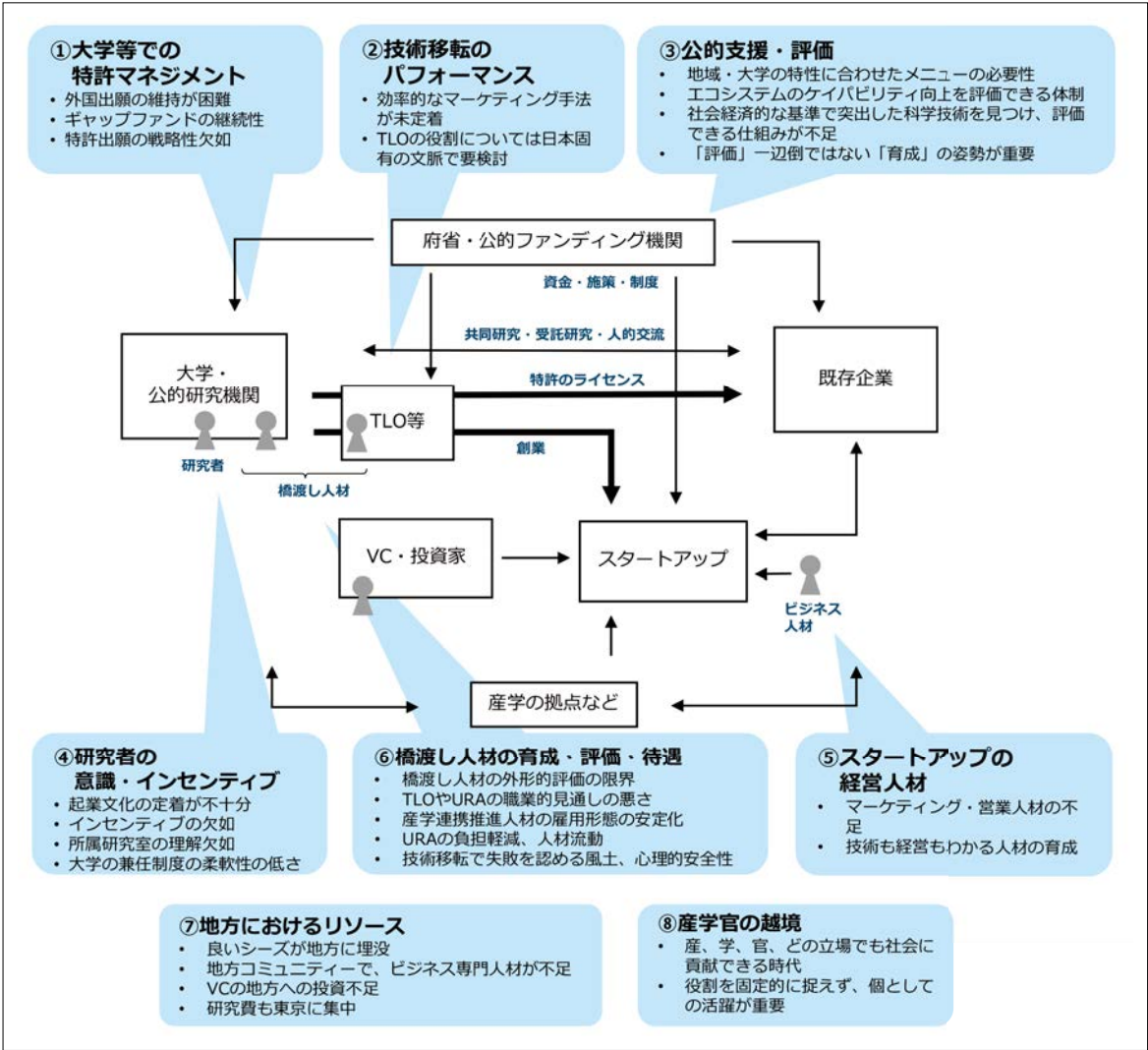


図 連続セミナーで指摘された点のまとめ

作成メンバー

◎永野 智己	総括ユニットリーダー	(企画運営室)
○丸山 隆一	フェロー	(企画運営室 横断・融合担当)
魚住 まどか	フェロー	(企画運営室 横断・融合担当)
野澤 陽子	フェロー	(企画運営室 横断・融合担当)

◎リーダー、○サブリーダー

調査報告書

CRDS-FY2021-RR-04

イノベーションエコシステム形成に向けた 産学橋渡しの現状と課題

令和 4 年 3 月 March 2022

ISBN 978-4-88890-774-3

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター

Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's 五番町

電話 03-5214-7481

E-mail crds@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/crds/>

本書は著作権法等によって著作権が保護された著作物です。

著作権法で認められた場合を除き、本書の全部又は一部を許可無く複写・複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

This publication is protected by copyright law and international treaties.

No part of this publication may be copied or reproduced in any form or by any means without permission of JST, except to the extent permitted by applicable law.

Any quotations must be appropriately acknowledged.

If you wish to copy, reproduce, display or otherwise use this publication, please contact crds@jst.go.jp.

FOR THE FUTURE OF
SCIENCE AND
SOCIETY



<https://www.jst.go.jp/crds/>