

[SciREX-WP-2023-#01]

TLOとの関係は大学の技術移転収入にどのような影響を与えるか： 日本のサーベイデータを用いた実証分析

**How Does the Relationship with Technology Licensing Organizations
Affect the University's Income from Technology Transfer? An Empirical
Analysis in Japan**

2023/09

池内 健太

独立行政法人経済産業研究所 上席研究員

政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センター プログラムコンサルタント

林 侑輝

大阪公立大学 大学院経営学研究科 准教授

山田 仁一郎

京都大学 経営管理大学院 教授

清水 勇吉

神戸大学 バリュースクール 学術研究員

坂井 貴行

神戸大学 バリュースクール 教授



SciREX Center
WORKING PAPER

政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センター (SciREX センター)
ワーキングペーパー SciREX-WP-2023-#01

政策研究大学院大学

科学技術イノベーション政策研究センター (SciREX センター)
ワーキングペーパー SciREX-WP-2023-#01

[SciREX-WP-2023-#01]

TLOとの関係は大学の技術移転収入にどのような影響を与えるか: 日本のサーベイデータを用いた実証分析

How Does the Relationship with Technology Licensing Organizations Affect the University's Income from Technology Transfer? An Empirical Analysis in Japan

2023年9月

池内 健太

独立行政法人経済産業研究所 上席研究員

政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センター プログラムコンサルタント

林 侑輝

大阪公立大学 大学院経営学研究科 准教授

山田 仁一郎

京都大学 経営管理大学院 教授

清水 勇吉

神戸大学 バリュースクール 学術研究員

坂井 貴行

神戸大学 バリュースクール 教授

※本ワーキングペーパーの著作権は、著者もしくは政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センターに帰属しています。本ワーキングペーパーに含まれる情報を、著作権法で許された範囲を超えて転載、またはコピーを行う場合には、政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センターによる事前の承諾が必要となりますので、以下までご連絡ください。

【連絡先】政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センター
TEL: 03-6439-6318 / E-Mail: scirex-center@grips.ac.jp

目次

Abstract	4
エグゼクティブサマリー	5
1 はじめに.....	6
2 日本のコンテキスト.....	8
3 仮説.....	9
3.1 大学からのTLOの独立性.....	10
3.2 研究者とTLOの近接性.....	11
4 方法.....	13
4.1 データと分析手法	13
4.2 変数.....	17
5 結果.....	18
5.1 基本の分析.....	18
5.2 頑健性の確認.....	20
6 おわりに.....	26
6.1 発見.....	26
6.2 議論.....	26
謝辞	29
参考文献	29

Abstract

This paper is a Japanese translation, with some additions and corrections, of the English article published in *Organizational Science* (組織科学).

This study aims to investigate the effect of different types of technology licensing organizations (TLOs) on university technology transfer performance using national-level data on industry-academia collaboration in Japan. Three types of TLOs were identified based on their organizational structures—internal, external-integrated, and external-extensive. Using Poisson regression and a population-averaged model, two hypotheses were tested with supportive results: universities using an external TLO perform better in terms of patent licensing income than those using an internal TLO; and smaller universities are more likely to perform better with a dedicated, external-integrated TLO. These findings suggest that TLOs should be independent of the university's bureaucratic system. However, a high degree of proximity for communication with researchers is important.

This study presents implications for government innovation policy, suggesting that universities should be encouraged to select a TLO type that aligns with their needs and objectives and to carefully weigh independence and proximity when choosing a type. It also suggests that researchers should consider the history and reality of each country's innovation system when analyzing industry-academia collaboration.

エグゼクティブサマリー

本稿は、2023年6月に『組織科学』誌に掲載された英語論文を、日本の読者の便宜のために、一部加筆修正のうえ日本語に翻訳したものである。

本研究では、技術移転機関(TLO)を組織構造に基づいて3タイプ(内部型・外部一体型・外部広域型)に分類し、その違いが大学の技術移転パフォーマンスに及ぼす影響を分析した。これらのタイプが異なれば、(1)大学からのTLOの独立性と、(2)大学の研究者とTLOとの近接性に違いが生じ、技術移転パフォーマンスにも差をもたらすと考えられる。本研究では、TLOの独立性は外部広域型>外部一体型>内部型の順に高く、研究者との近接性はその逆であることを仮定している。

文部科学省が公表している「大学等における産学連携等実施状況について」(産連調査)に基づくパネルデータ(2018~2021年度の4年分)を用いた実証分析の結果、次のようなことが明らかになった。

第1に、大学と別の法人として設立される「外部型」と、大学組織の一部である「内部型」との比較では、前者を利用する大学の方が高い特許ライセンス収入を示す。これより、大学の官僚的な制度や意思決定プロセスからの独立性を確保することでTLOが自律的な経営を行いやすくなり、結果として大学の技術移転パフォーマンスの向上に繋がる可能性が示唆される。

第2に、特定の大学と一対一で提携する「外部一体型」と、複数大学のハブとして活動する「外部広域型」との比較では、小規模な大学ほど前者を用いる利点が大きかった。その要因として、外部広域型は3タイプの中で大学からの独立性が最も高く、規模の経済性も発揮しやすいが、主要な大学以外の研究者との近接性が犠牲になりやすいことが考えられる。

上記の分析結果に基づくと、政策担当者の大学の経営陣および産学連携担当部門には、TLOのタイプについて普遍的な最適解を探し求めるのではなく、独立性と近接性のバランスを勘案して適切な方法で技術移転を推進する姿勢が求められる。とりわけ、経営資源に限りのある大学では、既存の外部広域型TLOを利用する(産学連携業務をアウトソースする)インセンティブが強く働きがちであると考えられるが、それが必ずしも最適な手段であるとは限らないことに留意すべきである。

TLOとの関係は大学の技術移転収入に どのような影響を与えるか

— 日本のサーベイデータを用いた実証分析 —

1 はじめに

本稿は、2023年6月に『組織科学』誌に掲載された英語論文を、日本の読者の便宜のために、一部加筆修正のうえ日本語に翻訳したものである¹。

産学連携を通じたイノベーション活動の過程では、原則的には非営利セクターとして公共性を追求する大学と、利潤の専有を追求する民間企業との間でしばしば摩擦や対立が生じる。プロセスが基礎研究から応用研究、さらには製品の実験的開発へと進むにつれて、大学関係者にビジネスの知識が不足していることが問題になる場合も多い (Conti & Gaule, 2011; O’ Shea et al., 2005; Soares & Torkomian, 2021)。産学連携には上記のような難しさが内在しているため、アカデミアと産業界との境界連結 (boundary spanning) を専門的に行う仲介組織を利用することは双方にとって有意義である (Siegel et al., 2003)。とりわけ、技術移転機関 (technology licensing organization, TLO) と呼ばれる組織は²、大学が保有する発明の保護や知的財産のライセンスを支援するのみならず、時には研究支援や事業開発にも関与する (Takata et al., 2020)。そのため、TLOは学術的にも政策的にも、アカデミック・アントレプレナーシップの促進において中心的な役割を果たすことを期待されている。

これまでの研究によって、技術移転のパフォーマンスは大学やTLOの特徴から影響を受けることが明らかにされている (Holgersson & Aaboen, 2019)。実証分析における主要なアプローチは、技術移転プロセスにおいてどのようなインプットを増やせばアウトプットが増えるのかについて主に回帰

¹ 元論文の書誌情報は次の通り。Ikeuchi, K., Hayashi, Y., Yamada, J., Shimizu, Y., & Sakai, T. (2023). Organizational Structures and Performance of University Technology Transfer: An Empirical Analysis in Japan. *Organizational Science*, 56(4), 20–36. <https://doi.org/10.11207/soshikikagaku.20230712-2> 本稿をワーキングペーパーとして公表することを快諾いただいた組織科学編集委員会、および発行元の白桃書房に記して感謝を申し上げたい。

² 日本国外ではTLOよりもTTO (technology transfer office) という表現が一般的であるが、本稿では国内の慣例に従ってTLOという表現を用いる。

分析を用いて検証するものである。既存の研究ではTLOの経営資源や組織能力に関する変数が考慮されており、それらの一部は技術移転パフォーマンスと統計的に有意な相関を持つことが明らかになっている(Conti & Gaule, 2011; González-Pernía et al., 2013; Heisey & Adelman, 2011; Soares & Torkomian, 2021)。

ただし、多くの国において産学連携活動は公的支援なしには成り立たない。言い換えれば、技術移転プロセスに対するインプットの全体的な規模と、その源泉の多様性は国家イノベーション・システムのあり方によって制約されている。その制約を与件とみなし、同一条件のインプットからより多くのアウトプットを得るための条件を問う実証研究もいくつかの国で行われている(e.g., Chapple et al., 2005; Siegel et al., 2003)。しかしながら、それらの研究では測定が容易な変数しか考慮されておらず、一貫性の高い結果は得られていない。

むしろ、現状のイノベーション・システムという制約条件のもとで技術移転パフォーマンスを高めたり、より良いイノベーション・システムを設計したりする方法を明らかにするためには、国や地域ごとのコンテキストが技術移転活動に及ぼす影響について理解を深めることが重要である。その目的を達成するためには国際比較研究の蓄積が必要であり、日本のデータを活用した実証研究も例外ではない。確かに、日本における技術移転活動の規模は、経済状況や大学の規模などの面で類似点が多いイギリスと比べて遙かに小さく(Ito et al., 2016)、金額ベースでは韓国よりも小規模である(小野ほか, 2019)。だが、「国家主権」型から「トリプルヘリックス」型への移行を目指す科学技術政策により、日本のイノベーション・システムが20世紀末から大きく変化してきた点は検討に値する(Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Etzkowitz et al., 2008)。

にもかかわらず、日本のコンテキストを考慮した統計的な実証分析の前例は産学共同研究を主題にしたものが大半で(三森, 2012; 能見・小沼・依田, 2015; 新谷・菊本, 2010)、我々が知る限り、ライセンスの実績を従属変数として置いている例は柴山・阪(2010)を除いて見当たらない。経済規模の大きさに対して日本のデータを用いた実証研究の蓄積は極めて浅く、それゆえ政策評価のための信頼できる枠組みも確立されていない。

そこで本稿は、日本における技術移転に関するサーベイ調査に基づいて実証分析を行い、上記のギャップを埋めることを目的としている。具体的には、文部科学省が毎年調査し、公表している「大学等における産学連携等実施状況について」(以下では「産連調査」と表記)のデータを用いることで、民間企業に対する大学発技術のライセンス実績に対して、TLOの属性がどのような影響を与えるのかを定量的に明らかにする。本稿の分析結果は、イノベーションや経済発展の領域における政策に対して有益なエビデンスを提供し、また技術の商業化活動を改善しようとする大学やTLOにとって実践的な示唆をもたらすことが期待できる。さらに、技術移転活動の有効性を高め

るために大学とTLOがどのような関係を構築すべきかについての理論的な理解を深めることにも貢献する。

2 日本のコンテクスト

本稿は、技術移転パフォーマンスに関する既存研究で標準的に採用されているプロトコルに依拠しつつも、日本のイノベーション・システムの固有性を考慮した、最初期の実証研究の1つとして位置づけられる。

2023年3月時点で、日本には経済産業省および文部科学省の承認を受けた承認TLO (accredited TLO) が32機関存在するが³、それらは設置形態に基づいて「内部型 (internal type)」と「外部型 (external type)」の2種類に大別されている。また、外部型TLOは連携形態に基づいて、「外部一体型 (external-integrated type)」と「外部広域型 (external-extensive type)」の2種類に細分化される (総務省行政評価局, 2016)⁴。後述するように、これらのタイプは大学による技術移転戦略と、政府によるイノベーション政策の歴史の両方を反映している。

最初に、内部型TLOとは、大学組織の一部として設置されているTLOのことである。法人格は持たず、産学官連携本部などといった名称の部局に設けられた技術移転部門として存在している場合が多い。業務範囲は個々のケースによって異なるが、共同研究を所管する部門や、特許の出願・管理を所管する部門などが並列的に設置されていることが一般的である。産学連携を担当する組織として知的財産本部などといった名称の部局を設置している大学もあるが、それらと産学官連携本部は基本的に共通の役割を負っている⁵。

³ 承認TLOとは、技術移転の実施計画について文部科学省と経済産業省から承認を受けることにより、様々な措置を受けられるようになる仕組みである。国内に存在するTLOの多くは承認TLOであり、近年では承認TLOに対象を限定した補助金のような優遇措置も減少していることから、本稿では承認の有無に関する作業仮説は設定しない。なお、承認TLOが受けられる措置の中には、国立大学からの技術移転を行うために事実上必須の項目が含まれており、そのことを反映して外部型TLOのほとんどは承認TLOである。ただし、承認TLO制度の成立に先立って、実質的に日本で最初にTLO的な事業を始めた組織は株式会社リクルートのテクノロジーマネジメント開発室 (TMD) である (渡部・隅藏, 2002: chap.11)。現在の分類に当てはめれば、日本のTLOの原型は外部広域型・非承認TLOであったと言える。

⁴ 内部型、外部一体型、外部広域型は、それぞれBrescia et al. (2016) におけるinternal-single model、external-single model、external-joint modelと対応する。

⁵ 組織名称の不一致は、時期によって異なる制度・事業が政策的に推進されたことを反映している。例えば、2003年度からは大学知的財産本部整備事業によって全国の大学で知的財産本部が相次いで設立された。また、2007年度からは「国際的な産学官連携の推進体制」整備事業によって産学官連携本部といった名称の組織が新たに設立されたり、知的財産本部からの名称変更・組織再編が行われたりした。歴史的な経緯は文部科学省研究振興局 (2007) の巻末資料に要約されている。

次に、外部型TLOとは、大学から独立した法人として、大学組織の外部に設置されているTLOのことである。これらの組織は会社または財団の形態で存在し、その出資者は大学の設置法人や、大学に所属する研究者の有志である場合が多い。外部型TLOは基本的に大学と連携協定を結び、その大学と民間企業の間で行われる技術移転業務を包括的に受託する。なお、TLOの仕組みが日本で制度的に導入された当初、国立大学は法人格を有しておらず、知的財産権を所有することができなかったために、大学単独では技術移転を行うことが現実的に困難であった(Ito et al., 2016)。それゆえ、国立大学は外部型TLOを自ずと採用することになったのに対して、私立大学が設置するTLOでは内部型と外部型を能動的に選ぶことができた。

続いて、外部型TLOの細分類について述べる。1つ目の外部一体型TLOは、基本的に特定の大学と一対一で提携する外部型TLOを指す(e.g., 東京大学TLO、産学連携機構九州)。少数の他大学と提携することもあるが、主たる相手は明確で、TLOのオフィスはその大学の構内に置かれていることがほとんどである。財務面や人材面で大学に大きく依存すると独立性が形骸化し、内部型との実質的な違いが失われてしまう可能性には留意すべきである。外部一体型が採用される主な理由には、次の2種類が想定できる。(1)本来は内部型TLOを設置したかったが、大学が国立であるために外部型TLOにせざるをえなかった場合。(2)内部型と外部型の特徴を併せ持ったTLOを設置したい場合。

2つ目の細分類である外部広域型TLOは、複数の大学との間でハブ・アンド・スポーク型のネットワークを形成する外部型TLOを指す。特定地域内の大学のハブになることがほとんどだが(e.g., TLO京都、東北テクノアーチ)、特定の技術分野を専門的に扱う方針を掲げて全国の大学と提携する例もある(e.g., iPSアカデミアジャパン)。外部広域型TLOのオフィスは、ネットワーク内で中核的な位置付けの大学の構内に設置されていることが大半であるため、各大学とTLOとの関係は一様ではない。外部広域型が採用される主な理由には、次の3種類が想定できる。(1)特定の大学に依存せず、できるだけ独立性の高いTLOを設置したい場合。(2)TLOの事業規模と商圈をできるだけ大きくしたい場合。(3)単独の大学では困難であるため、複数大学の協働によってTLOを設置したい場合。

3 仮説

本稿と同じく、文部科学省による産連調査のデータ(2004~2007年度)を用いた柴山・阪(2010)による実証分析では、TLOまたは知的財産本部を設置した大学では、ライセンス契約の件数やライ

センス収入の発生確率が有意に高まることが明らかにされた。それ以降、類似の研究は日本で行われていないため、本稿は最新のデータを用いて彼らの研究を部分的に拡張するものでもある。

前節で述べた内部型、外部一体型、外部広域型のいずれが採用されるかによって、大学とTLOとの関係性は異なると考えられる。後述するように、大学からのTLOの独立性と、研究者とTLOとの近接性は技術移転パフォーマンスに影響を及ぼすと予想されるが、この論点は日本国内においても十分なエビデンスが蓄積されているとは言いがたい。本節において、我々はTLOのタイプに焦点を当てた作業仮説を提示する。

3.1 大学からのTLOの独立性

産学連携の実務者や研究者の間では、TLOが有効に機能するためには十分な独立性を持つことが重要であると考えられている(Axanova, 2012; Markman et al., 2005a)。その理由の1つは、TLOが柔軟かつ敏捷に仲介業務を行うためには、大学内部のルールや意思決定プロセスから独立した組織運営が必要になるからである。また、投資や訴訟に係るリスクを負担して大きなリターンを追求するためには、自律的なガバナンス構造と財務基盤が求められるという理由もある。Markman et al.(2005a)はアメリカに所在する138のTLOを対象に実証分析を行い、大学の一部門として設置されているTLOは、大学から財務的に独立したTLOよりもライセンス収入の実績が低いことを明らかにした。

TLOが長期的な視座から自律的に経営を行うことは、TLOの人的資本や組織能力を高めるためにも必要である(大西, 2017; 高橋・中野, 2003)。様々な国における実証分析の結果を総合すると、(1)TLOに十分な人数のスタッフが所属していること、(2)経験学習を通じてTLOの組織能力が高められていること、(3)学術研究と事業開発のそれぞれに精通したスタッフがTLOに所属していること、これらは総じて技術移転パフォーマンスを向上させる要因であることが判明している(Conti & Gaule, 2011; González-Pernía et al., 2013; Heisey & Adelman, 2011; Soares & Torkomian, 2021)。それゆえ、優秀な人材を惹き付け、定着させられるだけのインセンティブをTLOが提供できるかどうかは技術移転パフォーマンスの重要な決定要因であると言える(Markman et al., 2004)。極端な例を挙げれば、特許出願やライセンスの判断、人材の登用や育成、給与体系の設計、あるいは企業や企業家への出資を自律的に行うことができる組織と、これらの意思決定を下すたびに学長や理事会の決裁を要する組織とでは、業務の効率性に歴然たる差が生じるはずである。

さらに、産学連携プロセスに伴う不確実性を適切に対処するためにもTLOの独立性は求められる。Takata et al.(2020)は日本とアメリカのTLOに勤務する専門家に対して詳細なインタビュー調査を実施し、ベテランと新人の行動面における特徴を定性的に比較した。分析の結果、ベテランの振

る舞い方には、熟達した企業家に見られるエフェクチュエーション(effectuation)と呼ばれる、適応的な行動様式に似通った特徴が観察されやすく、それが不確実性に対するバッファとして機能することが明らかになった。この結論は、不確実性の高い産業ではパワー構造の階層数が少ない組織ほど好業績を上げやすいという、組織デザインの古典的理論とも整合的である(Thompson, 2003)。

やや古い情報ではあるが、綿引(2007)の調査によると、日本の大学では事務職員の経験学習や組織学習がローテーション人事によって阻害され、リエゾン・オフィス(TLOを含む)の専門性やリーダーシップの発揮が困難な状態が続いてきた。さらに、日本の大学は政府に対する財務的な依存度が大きく、しかも多くの大学では政府から配分される予算規模が年々減少している(McNeill, 2023)。そのため、専門家集団を抱え、高度な自律性を持った「特区」として内部型TLOを組織することは困難であると考えられる。すなわち、日本の内部型TLOでは大学の官僚的な組織プロセスからの影響を隔離しづらいという構造的特徴がある。

以上より、TLOの独立性に注目した考察からは次のような仮説が主張できる。

仮説 1: 日本では、外部型TLOを利用している大学の技術移転パフォーマンスは、内部型TLOを利用している大学のそれよりも高い傾向がある。

3.2 研究者とTLOの近接性

上で論じたように、TLOは大学からの独立性を十分に確保し、自律的に経営されてこそ効果的に業務を遂行できるため、外部一体型と外部広域型はいずれも内部型よりも高いパフォーマンスを発揮しやすいことが予想できる。だが、外部一体型と外部広域型を比較して、必ずしも後者が最適であるとは言い切れない。大学からの独立性の高さだけを追求して外部広域型を選択すると、その逆機能として、大学に所属する研究者との近接性が失われてしまう恐れがあるからである。

技術移転プロセスにおいて非効率性が発生する原因を明らかにするために、Siegel et al.(2003)は50名以上の産学連携の実務者(研究者、TLOスタッフ、企業側担当者の3者)に対するインタビューを行った。それによると、調査対象者は契約内容に由来する問題よりも対人的なコミュニケーションに起因する問題について語るが多かった。特に、産学連携の目標に関する認識が当事者の間で一致しないこと、インフォーマルな対人コミュニケーションが不足すること、インセンティブ構造の違いが原因となって相互不信に陥ることなどが、技術移転プロセスにおける非効率性の主な源泉であると示唆された。上記の発見は、TLOに期待される産・学の境界連結という機能には、知的財産の取引における卸売業者としての側面だけでなく、文化的背景を異にする人々が出会う場における調整役としての側面が含まれることを示唆している(Weckowska, 2015)。

また、優れた実績を上げるTLOのスタッフは、ただ受動的に大学から研究成果が「出荷」されるのを待ち、それを企業に向けて「陳列」する働きに甘んじていない(Takata et al., 2020; 渡部・隅藏, 2002)。例えば、ニュージーランドで15人のTLO役員と27人の研究者を対象にインタビューを行ったO' Kane(2018)によると、優秀なTLOスタッフはしばしば補助金申請の支援まで手掛けることにより、川上側である研究者とのエンゲージメントを確保している。このように役割を積極的に拡張しようとする試みは、研究者からTLOに対する評価が低い場合において特に有効であるとされる。

上記のように、産学連携の境界連結活動にはインフォーマルな側面があるため、TLOと研究者との近接性の高さは技術移転パフォーマンスを向上させるもう一つの要因であると考えられる。したがって、外部一体型と外部広域型の選択においては近接性と独立性のトレードオフ関係に留意する必要がある。

トレードオフが問題になりやすいかどうかは、大学の規模や地位によって異なると考えられる。すなわち、外部広域型TLOは規模の経済性を活用することにより、近接性の低下を補って余りあるほどのコスト削減や経験学習を達成できるかもしれないが、これらの強みを享受できるのはTLOとの近接性が高い大学に限られる。例えば、地域イノベーション・システムにおいて中心的な役割を果たす大学や、比較的大規模な大学では、研究者と外部広域型TLOとの近接性は比較的高いと考えられる。日本の外部広域型TLOの中には、一部の提携大学にスタッフを常駐させるなどして研究者との近接性を補っている例もある⁶。他方で、近接性を補強するための活動にはコストが発生するため(大西, 2017)、ネットワーク内で周辺的な位置付けにあり、TLOの常駐スタッフさえ配置されない小規模大学では研究者と外部広域型TLOとの関係は疎遠になりやすいと考えられる。

言い換えると、小規模大学は外部広域型TLOの優位性を引き出すことが相対的に難しいため、外部一体型TLOを利用することがより適している。これに対して、大規模大学は外部広域型TLOの独立性と規模の経済性の両方を享受しやすいため、外部一体型TLOを利用することは相対的に非効率である。したがって、TLOの独立性と近接性のバランスに関する考察からは次のような仮説が主張できる。

仮説 2: 外部一体型TLOの利用によって技術移転パフォーマンスが向上する程度は、小規模な大学においてより顕著である。

⁶ 例えば、テクノネットワーク四国(四国TLO)と徳島大学の事例が佐竹(2004)によって報告されている。

4 方法

4.1 データと分析手法

研究で分析に用いる主なデータソースは、文部科学省による「大学等における産学連携等の実施状況について」(産連調査)である⁷。本調査は日本全国の大学、短期大学、高等専門学校、大学共同利用機関を対象として2003年度以降に毎年度実施され、日本語で公表されている。本稿では、組織ごとの詳細なデータが公表されている2018年度から2021年度までの4年分の調査結果を用いて分析を行う(表1)。

表1 「大学等における産学連携等の実施状況について」の概要

年度	調査対象数	DB 収録数	カバー率
2018	1,069	1,063	99.4%
2019	1,068	1,050	98.3%
2020	1,059	1,038	98.0%
2021	1,078	1,055	97.9%

次に、産連調査のデータを文部科学省の科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が公開している「NISTEP大学・公的機関名辞書」(ver.2022.2)と接続することにより、調査対象の組織種別や名称の変更などに関する情報と学部構成などの情報を得る。さらに、NISTEPが公表している対応表を用いることで、Clarivate社の学術文献データベースであるWeb of Science (WoS)に収録された各大学の出版年別の論文数に関する情報も得る⁸。表2は産連調査に収録されている研究機関の組織分類の分布を示しており、特許に繋がる発明や特許のライセンスを行っているのは国公立の大学および高等専門学校、および私立大学が中心であることがわかる。簡便性のために、以下では分析対象を「大学」と総称する。

⁷ 各年版のデータは文部科学省のウェブページで公表されている。https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/sangakub.htm

⁸ 「WoSCC_NISTEP大学・公的機関名辞書対応テーブルver2020.1」を用いることで、2019年までに公開されたWoS収録の論文に関する情報を得ることができる(https://doi.org/10.15108/data_rsorg003_2020_1)。「Scopus_NISTEP辞書対応テーブルver2018.1.1」を用いればElsevier社のScopusに収録された論文に関する情報も得られるが、範囲が2018年までに限定されているため、本研究では前者のデータを用いることとした(https://doi.org/10.15108/data_rsorg004_2018_1)。

表 2 組織分類(2018~2021年度)

セクター分類	全体	特許あり	ライセンスあり	ライセンス収入あり
1: 国立大学	344	316	282	263
3: 国立高専	204	190	87	45
4: 公立大学	371	180	123	89
5: 公立短大	36	0	0	0
6: 公立高専	12	6	2	1
7: 大学共同利用機関	16	16	12	12
9: 国立研究開発法人等	2	0	0	0
12: 私立大学	2,409	672	383	292
13: 私立短大	800	7	0	0
14: 私立高専	12	4	0	0
計	4,206	1,391	889	702

表3は産連調査から得られたサンプルの概要を、表4は各年度における研究機関のTLOの設置状況を示している。TLOを設置している研究機関は全体の9%前後であり、設置されているTLOは外部広域型が多い。したがって、独自にTLOを設置していない大学ではこれらのTLOを介して技術移転を行っているものと考えられる。

表 3 サンプルの概要

	年度					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全体	603	607	1,063	1,050	1,038	1,055
研究者あり	438	408	1,042	1,034	1,017	1,029
WOS 論文あり(2年前)	508	508	645	642	675	664
特許あり	325	327	348	350	345	348
TLO あり			81	87	98	95
産連本部あり			298	349	350	360
知財本部あり			287	339	349	357
URA あり			169	177	182	194
ライセンスあり	192	201	216	220	230	223
ライセンス収入あり	171	175	171	173	179	179
イニシャル・ロイヤリティあり			73	77	74	69
ランニング・ロイヤリティあり			152	152	155	163
不実施補償あり			25	29	30	17

	年度					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全体に占める割合						
研究者あり			98.0%	98.5%	98.0%	97.5%
WOS 論文あり(2 年前)			60.7%	61.1%	65.0%	62.9%
特許あり			32.7%	33.3%	33.2%	33.0%
TLO あり			7.6%	8.3%	9.4%	9.0%
産連本部あり			28.0%	33.2%	33.7%	34.1%
知財本部あり			27.0%	32.3%	33.6%	33.8%
URA あり			15.9%	16.9%	17.5%	18.4%
ライセンスあり			20.3%	21.0%	22.2%	21.1%
ライセンス収入あり			16.1%	16.5%	17.2%	17.0%
イニシャル・ロイヤリティあり			6.9%	7.3%	7.1%	6.5%
ランニング・ロイヤリティあり			14.3%	14.5%	14.9%	15.5%
不実施補償あり			2.4%	2.8%	2.9%	1.6%

表 4 研究機関のTLO設置状況

年度	2018	2019	2020	2021	計
全体	1,063	1,050	1,038	1,055	4,206
TLO あり	81	87	98	95	361
内部型	12	11	13	13	49
外部型	70	76	85	82	313
外部広域型	52	52	59	60	223
外部一体型	6	5	6	5	22
全体に対する割合					
TLO あり	7.6%	8.3%	9.4%	9.0%	8.6%
内部型	1.1%	1.0%	1.3%	1.2%	1.2%
外部型	6.6%	7.2%	8.2%	7.8%	7.4%
外部広域型	4.9%	5.0%	5.7%	5.7%	5.3%
外部一体型	0.6%	0.5%	0.6%	0.5%	0.5%

表5は各年度における産学連携に関する組織改編のあった大学の数を示している。TLOの設置状況に変化があった研究機関は全体の1%未満に過ぎず、その他の産学連携への取り組みについても体制に変化があったのはごく少数の大学に限定されている。

表 5 産学連携に関する組織改編の状況

		2018-2019	2019-2020	2020-2021
継続機関数		1,040	1,024	1,024
TLO	あり→なし	4	1	5
	なし→あり	10	12	2
産連本部	あり→なし	11	16	9
	なし→あり	64	18	15
知財本部	あり→なし	7	2	6
	なし→あり	62	15	10
URA	あり→なし	9	15	12
	なし→あり	18	19	22
割合				
TLO	あり→なし	0.4%	0.1%	0.5%
	なし→あり	1.0%	1.2%	0.2%
産連本部	あり→なし	1.1%	1.6%	0.9%
	なし→あり	6.2%	1.8%	1.5%
知財本部	あり→なし	0.7%	0.2%	0.6%
	なし→あり	6.0%	1.5%	1.0%
URA	あり→なし	0.9%	1.5%	1.2%
	なし→あり	1.7%	1.9%	2.1%

表6は分析に用いる主な変数の記述統計を示している。本研究は大学発技術の商業化におけるTLOの役割について分析することが目的であるため、技術移転パフォーマンスを表す被説明変数の指標としては特許のライセンスに基づく収入額を用いる。また頑健性の確認のため、特許のライセンス件数を従属変数とする分析も行う。これらの変数はいずれも負の値を取らないカウントデータであるため、ポアソン回帰モデルを用いる。また、パネルデータであることを考慮して、母集団平均モデル (population-averaged model) を用いる⁹。

表6 変数の記述統計(2018~2021年度)

変数	N	平均	標準偏差	中央値	最小値	最大値
特許ライセンス件数	4,122	19.117	157.522	0.000	0.000	4212.000
特許ライセンス収入(千円)	4,122	3400.274	36020.000	0.000	0.000	1090000.000
特許イニシャル・ロイヤリティ収入(千円)	4,122	1075.278	11640.000	0.000	0.000	314300.000
特許ランニング・ロイヤリティ収入(千円)	4,122	1609.769	20820.000	0.000	0.000	657200.000
特許の不実施補償収入(千円)	4,122	200.475	6941.056	0.000	0.000	428400.000

⁹ 統計分析ソフトStata/17の“xtpoisson …, pa”コマンドを用い、グループ内の相関(同一大学の異時点の観測値間の相関)は均一であること(equal-correlation)を仮定した母集団平均モデルの推定結果を示す。統計的な優位性の検定には、大学単位でクラスター頑健な標準誤差(robust standard error)を用いる。

変数	N	平均	標準偏差	中央値	最小値	最大値
TLO 利用ダミー	4,122	0.088	0.283	0.000	0.000	1.000
内部型 TLO 利用ダミー	4,122	0.012	0.108	0.000	0.000	1.000
外部型 TLO 利用ダミー	4,122	0.076	0.265	0.000	0.000	1.000
外部一体型 TLO 利用ダミー	4,122	0.005	0.073	0.000	0.000	1.000
研究者数の自然対数	4,122	4.405	1.386	4.318	0.000	8.959
論文数(研究者 1 人あたり)	4,122	0.148	0.565	0.032	0.000	16.959
保有特許数(研究者 1 人あたり)	4,122	0.060	0.182	0.000	0.000	2.190
国立・公立ダミー	4,122	0.237	0.426	0.000	0.000	1.000
医科大学ダミー	4,122	0.047	0.211	0.000	0.000	1.000
医学部設置大学ダミー	4,122	0.033	0.179	0.000	0.000	1.000
工科・工業大学ダミー	4,122	0.031	0.174	0.000	0.000	1.000
工学部設置ダミー	4,122	0.036	0.186	0.000	0.000	1.000
産学官連携本部整備ダミー	4,122	0.328	0.470	0.000	0.000	1.000
知財本部整備ダミー	4,122	0.322	0.468	0.000	0.000	1.000
URA 設置ダミー	4,122	0.175	0.380	0.000	0.000	1.000
年度	4,122	2019.493	1.120	2019.000	2018.000	2021.000

4.2 変数

主な説明変数は大学がTLOを利用しているかどうか(TLO利用ダミー)と、利用されているTLOの種類である。具体的には、外部型と内部型の違いに加えて、外部型のうち外部一体型と外部広域型の違いを考慮し、それが大学の技術移転パフォーマンスに与える効果の違いについて検証する。

ここで、外部型と内部型については産連調査における大学からの回答結果に基づいて分類する。他方、外部一体型と外部広域型については、文部科学省から提供を受けたTLOに関する行政記録資料(TLO自身による報告書)を用いて分類する。本資料は毎年度、承認TLOが文部科学省および経済産業省に提出する報告書であり、各TLOの提携大学のリストが記載されている。本研究では、提携大学が1つのみのTLOを外部一体型、2つ以上の大学と提携しているTLOを外部広域型と定義する。そして、外部型TLOを利用している大学の中から外部一体型TLOを利用している大学を識別した。

コントロール変数としては、まずTLOの機能を代替あるいは補完する可能性のある産学連携本部等の設置有無(産連本部ダミー)、知的財産本部等の設置有無(知財本部ダミー)、URA(university research administrator)の配置有無(URAダミー)を用いる。

その他のコントロール変数は先行研究に従っている。まず、大学の規模をコントロールするために、研究者数の自然対数を考慮する (Galdera & Debande, 2010; 柴山・阪, 2010)。次に、大学の研究能力をコントロールするため、研究者1人あたりの論文数と保有特許数を考慮する (Galdera & Debande, 2010; Soares & Torkomian, 2021; González-Pernía et al., 2013)。このうち論文数についてはWeb of Scienceに収録された業績の数を用いるが、基礎研究が商業化に繋がるまでの時間的な遅れを考慮して2年のラグを取る。さらに、国公立大学と私立大学の違いを考慮するために国公立ダミーを含め (Galdera & Debande, 2010; Markman et al., 2005a; Soares & Torkomian, 2021; 柴山・阪, 2010)、大学の学術分野の違いを考慮するために医科大学ダミー、医学部設置ダミー、工科・工業大学ダミー、工学部設置ダミーを含める (Markman et al., 2004; Galdera & Debande, 2010; Heisey & Adelman, 2011; Soares & Torkomian, 2021)。最後に、年度ダミーについても考慮する。

5 結果

5.1 基本の分析

表7は特許のライセンス収入に関するベースラインの分析結果を示している。[1]の結果によれば、TLOがライセンス収入に与える効果は統計的に有意に正である。内部型と外部型のTLOの違いを分析した[2]によれば、外部型については統計的に有意な正の効果を確認されるが、内部型のTLOについては統計的に有意な効果は見られなかった。これは内部型TLOを利用している大学と比べて、外部型TLOを利用している大学のライセンス収入が多いことを示しており、仮説1を支持する結果である。

外部型TLOのうち外部一体型と外部広域型の違いを分析した[3]によれば、外部一体型TLO利用ダミーの係数は正であるが統計的には有意ではなかった。ただし、大学の規模による外部一体型TLOの効果の違いを検証した[4]によれば、研究者数の自然対数と外部一体型TLO利用ダミーの交差項は係数が負であり、統計的に有意である。これは、小規模な大学ほど外部一体型TLOを利用しているとライセンス収入が多くなりやすいことを示しており、仮説2を支持する結果である。

表 7 ライセンス収入に関するベースラインの分析結果

従属変数: 特許ライセンス収入	[1]	[2]	[3]	[4]
TLO 利用ダミー	0.452*** [0.139]			
内部型 TLO 利用ダミー		-0.036 [0.157]	-0.056 [0.153]	-0.175 [0.159]
外部型 TLO 利用ダミー		0.767***	0.744***	0.639***

従属変数: 特許ライセンス収入	[1]	[2]	[3]	[4]
		[0.136]	[0.148]	[0.132]
外部一体型 TLO 利用ダミー			0.079	2.099**
			[0.232]	[0.908]
研究者数の自然対数 × 外部一体型 TLO 利用ダミー				-0.526**
				[0.234]
研究者数の自然対数	1.538***	1.506***	1.483***	1.661***
	[0.119]	[0.110]	[0.130]	[0.154]
論文数(研究者 1 人あたり)	-0.200	-0.076	-0.124	0.169
	[0.507]	[0.377]	[0.348]	[0.301]
保有特許数(研究者 1 人あたり)	1.540***	1.498***	1.511***	1.529***
	[0.435]	[0.415]	[0.403]	[0.392]
国立・公立ダミー	0.783***	0.451	0.443	0.477*
	[0.293]	[0.280]	[0.281]	[0.280]
医科大学ダミー	0.755**	0.844***	0.864***	0.757**
	[0.321]	[0.314]	[0.312]	[0.319]
医学部設置大学ダミー	0.218	0.286	0.309	0.152
	[0.361]	[0.358]	[0.363]	[0.375]
工科・工業大学ダミー	0.455	0.683*	0.670*	0.333
	[0.390]	[0.379]	[0.370]	[0.416]
工学部設置ダミー	0.102	0.075	0.065	0.067
	[0.332]	[0.322]	[0.318]	[0.305]
産学官連携本部整備ダミー	0.757***	0.703***	0.705***	0.718***
	[0.275]	[0.271]	[0.271]	[0.274]
知財本部整備ダミー	0.718*	0.777**	0.798**	0.678*
	[0.394]	[0.367]	[0.367]	[0.373]
URA 設置ダミー	0.287	0.347	0.352	0.288
	[0.308]	[0.293]	[0.294]	[0.301]
2019 年度ダミー	-0.310**	-0.305**	-0.303**	-0.294**
	[0.128]	[0.125]	[0.126]	[0.127]
2020 年度ダミー	-0.260	-0.251	-0.249	-0.240
	[0.279]	[0.274]	[0.277]	[0.277]
2021 年度ダミー	-0.281	-0.285	-0.282	-0.271
	[0.202]	[0.199]	[0.199]	[0.199]
定数項	2.060***	2.119***	2.172***	1.840***
	[0.476]	[0.445]	[0.457]	[0.519]
サンプルサイズ	4,122	4,122	4,122	4,122
大学数	1,085	1,085	1,085	1,085
χ^2 乗値	1365.8	1718.5	2444.9	3124.9
p 値	0.000	0.000	0.000	0.000

注) 2018~2021年度の大学単位のパネルデータに基づく、ポアソン回帰分析モデルの係数推定値。グループ内の均一相関(equal-correlation)を仮定した母集団平均モデル(population-averaged model)の推定結果を示す。カッコ内は大学単位でクラスター頑健な標準誤差を示す。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

コントロール変数の分析結果についても確認しておこう。産学官連携本部ダミーと知財本部ダミーについては、ライセンス収入に対していずれも統計的に有意な正の効果が見られる。URA設置ダミーの係数は正だが統計的に有意ではない。研究者数が多い大規模な大学ほどライセンス収入が多いが、産学連携担当者数の効果は有意ではない。論文数の効果は統計的に有意ではないが、保有特許数が多いほどライセンス収入が増える傾向が見られる。国公立大学ダミーは[1]でのみ統計的に有意な正の効果が見られる。医科大学ダミーには有意な正の効果が見られるが、医学部設置ダミー、工科・工業大学ダミー、工学部設置ダミーの効果はいずれも有意ではない。産学官連携本部ダミーと知財本部ダミーについては、ライセンス収入にたいしていずれも統計的に有意な正の効果が見られる。URA設置ダミーの係数は正だが統計的に有意ではない。

5.2 頑健性の確認

ここでは、基本の分析結果の頑健性を確認するために行った追加的分析について報告する。

まず、特許のライセンス契約数を従属変数として用いて分析を行った(表8)。TLOがライセンス契約数に与える効果は統計的に有意に正であった。類型別に見てみると、外部型については統計的に有意な正の効果を確認されるが、内部型については統計的に有意な効果は見られなかった。これは内部型TLOを利用している大学と比べて、外部型TLOを利用している大学のライセンス契約数が多いことを示しており、仮説1を支持する結果である。また、外部一体型と外部広域型の間には統計的に有意な違いが見られなかった。一方、研究者数の自然対数と外部一体型TLO利用ダミーの交差項の係数は正で統計的にも有意である。これは、大規模な大学ほど外部一体型TLOを利用しているとライセンス契約数が多くなることを示しており、仮説2の予想とは反対の結果である。ライセンスの収入額と契約数はそれぞれ異なった要因で増加することが示唆される。

表 8 特許ライセンス契約数に関する分析結果

従属変数:特許ライセンス件数	[1]	[2]	[3]	[4]
TLO 利用ダミー	0.377** [0.162]			
内部型 TLO 利用ダミー		-0.028 [0.147]	0.036 [0.0936]	0.064 [0.0939]
外部型 TLO 利用ダミー		0.401** [0.168]	0.485*** [0.0954]	0.524*** [0.0928]
外部一体型 TLO 利用ダミー			-0.286 [0.211]	-1.416** [0.639]

従属変数: 特許ライセンス件数	[1]	[2]	[3]	[4]
研究者数の自然対数 × 外部一体型 TLO 利用ダミー				0.346** [0.176]
研究者数の自然対数	0.957*** [0.114]	0.975*** [0.118]	1.026*** [0.120]	0.982*** [0.129]
論文数(研究者 1 人あたり)	0.307*** [0.0544]	0.345*** [0.0587]	0.341*** [0.0573]	0.316*** [0.0589]
保有特許数(研究者 1 人あたり)	1.113*** [0.298]	1.176*** [0.276]	1.288*** [0.233]	1.257*** [0.228]
国立・公立ダミー	0.846** [0.341]	0.702* [0.384]	0.719* [0.375]	0.679* [0.375]
医科大学ダミー	1.458*** [0.484]	1.580*** [0.498]	1.515*** [0.489]	1.490*** [0.474]
医学部設置大学ダミー	0.759* [0.446]	0.875* [0.468]	0.773 [0.481]	0.835* [0.461]
工科・工業大学ダミー	1.013* [0.560]	1.177* [0.642]	1.436** [0.578]	1.470*** [0.567]
工学部設置ダミー	0.923** [0.391]	0.841** [0.397]	0.799** [0.364]	0.730** [0.361]
産学官連携本部整備ダミー	0.532*** [0.0962]	0.532*** [0.0986]	0.536*** [0.103]	0.510*** [0.104]
知財本部整備ダミー	-0.089 [0.103]	-0.078 [0.0928]	-0.084 [0.0984]	-0.067 [0.0931]
URA 設置ダミー	-0.009 [0.0430]	-0.005 [0.0428]	0.001 [0.0437]	0.010 [0.0446]
2019 年度ダミー	0.040 [0.0465]	0.032 [0.0431]	0.019 [0.0404]	0.016 [0.0401]
2020 年度ダミー	0.144** [0.0650]	0.140** [0.0625]	0.129** [0.0597]	0.123** [0.0591]
2021 年度ダミー	0.152** [0.0712]	0.134** [0.0641]	0.117* [0.0612]	0.112* [0.0613]
定数項	-1.358*** [0.364]	-1.353*** [0.387]	-1.515*** [0.415]	-1.337*** [0.397]
サンプルサイズ	4,122	4,122	4,122	4,122
大学数	1,085	1,085	1,085	1,085
χ^2 乗値	1500.4	1540.7	1286.9	1594.3
p 値	0.000	0.000	0.000	0.000

注) 2018~2021年度の大学単位のパネルデータに基づく、ポアソン回帰分析モデルの係数推定値。グループ内の均一相関(equal-correlation)を仮定した母集団平均モデル(population-averaged model)の推定結果を示す。カッコ内は大学単位でクラスター頑健な標準誤差を示す。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

次に、ライセンス収入の内訳を考慮した分析を行った(表9)。外部型TLOについては、イニシャル・ロイヤリティ、ランニング・ロイヤリティ、不実施補償金のいずれに関しても統計的に有意な正の効果が見られ、仮説1を支持する結果である。イニシャル・ロイヤリティ収入については、研究者数

の自然対数と外部一体型TLO利用ダミーの交差項の係数が負で有意となっており、仮説2を支持する結果が得られた。ただし、ランニング・ロイヤリティおよび不実施補償収入については、研究者数の自然対数と外部一体型TLO利用ダミーの交差項の係数が統計的に有意ではなく、仮説2を支持する結果は得られなかった。

表 9 ライセンス収入の内訳に関する分析結果

従属変数:	イニシャル・ロイヤリティ	ランニング・ロイヤリティ	不実施補償
内部型 TLO 利用ダミー	-0.295 [0.270]	-0.526** [0.246]	1.638 [1.026]
外部型 TLO 利用ダミー	0.895*** [0.220]	0.461** [0.194]	1.572** [0.800]
外部一体型 TLO 利用ダミー	3.020 [1.861]	1.795 [1.125]	-1.361 [3.293]
研究者数の自然対数 × 外部一体型 TLO 利用ダミー	-0.800* [0.469]	-0.516 [0.359]	1.325 [1.035]
研究者数の自然対数(平均との差)	1.429*** [0.282]	1.736*** [0.219]	0.748 [0.482]
論文数(研究者 1 人あたり)	-0.086 [0.739]	0.254 [0.187]	0.284 [1.017]
保有特許数(研究者 1 人あたり)	1.674** [0.757]	2.108*** [0.313]	-1.509 [2.505]
国公立ダミー	0.178 [0.507]	0.087 [0.313]	-0.640 [1.119]
医科大学ダミー	0.890* [0.515]	0.577* [0.346]	1.212 [1.427]
医学部設置大学ダミー	0.361 [0.599]	-0.257 [0.493]	3.176*** [0.958]
工科・工業大学ダミー	0.907 [0.690]	-0.223 [0.600]	0.204 [2.147]
工学部設置ダミー	0.157 [0.467]	0.512 [0.312]	-1.517* [0.834]
産学官連携本部整備ダミー	1.137** [0.516]	0.430 [0.341]	2.862** [1.147]
知財本部整備ダミー	1.232*** [0.391]	0.305 [0.535]	1.871 [1.175]
URA 設置ダミー	0.587 [0.607]	0.074 [0.273]	0.855 [0.762]
2019 年度ダミー	-0.344 [0.259]	-0.082 [0.101]	-0.816 [0.618]
2020 年度ダミー	-0.620** [0.267]	-0.280 [0.301]	0.943 [1.181]
2021 年度ダミー	-0.832*** [0.288]	0.083 [0.202]	-1.636* [0.944]

	従属変数:	イニシャル・ロイヤリティ	ランニング・ロイヤリティ	不実施補償
定数項		-5.957*** [1.795]	-5.986*** [1.575]	-6.331** [2.991]
サンプルサイズ		4,122	4,122	4,122
大学数		1,085	1,085	1,085
χ^2 乗値		1223	2152	556.7
p 値		0.000	0.000	0.000

注) 2018~2021年度の大学単位のパネルデータに基づく、ポアソン回帰分析モデルの係数推定値。グループ内の均一相関(equal-correlation)を仮定した母集団平均モデル(population-averaged model)の推定結果を示す。カッコ内は大学単位でクラスター頑健な標準誤差を示す。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

また、外部一体型TLOを利用している大学では、外部広域型を利用している大学よりも不実施補償収入が統計的に有意に多い傾向が見られる。ここからは、TLOとの連携形態の違いが産・学の間におけるパワー関係に影響する可能性が示唆される。

さらに、ライセンス件数およびライセンス収入に関する結果については、推定モデルの仮定を変えた分析を行うことによっても頑健性を確認したところ、仮説1および仮説2を支持する分析結果が得られた(表10・表11)。

表 10 推定モデルの仮定を変えた分析結果 (1)

従属変数: 特許ライセンス収入	[1] PA1	[2] PA2	[3] PA3	[4] ランダム効果	[5] 固定効果
内部 TLO 利用ダミー	-0.158 [0.204]	-0.036 [0.157]	-0.211 [0.184]	0.001 [0.177]	0.001 [0.177]
外部 TLO 利用ダミー	0.775*** [0.160]	0.767*** [0.136]	0.745*** [0.148]	0.582** [0.261]	0.581** [0.261]
研究者数の自然対数	1.531*** [0.113]	1.506*** [0.110]	1.577*** [0.109]	0.715 [0.718]	0.713 [0.718]
論文数(研究者 1 人あたり)	0.006 [0.421]	-0.076 [0.377]	-0.002 [0.384]	-1.321 [0.887]	-1.322 [0.887]
保有特許数(研究者 1 人あたり)	1.334*** [0.459]	1.498*** [0.415]	1.426*** [0.433]	1.800 [1.649]	1.798 [1.649]
国立・公立ダミー	0.380 [0.270]	0.451 [0.280]	0.413 [0.285]	0.742 [0.529]	
医科大学ダミー	0.709** [0.307]	0.844*** [0.314]	0.757** [0.316]	2.583** [1.024]	
医学部設置大学ダミー	0.172 [0.354]	0.286 [0.358]	0.240 [0.367]	2.424** [1.015]	
工科・工業大学ダミー	0.693* [0.354]	0.683* [0.358]	0.757* [0.367]	1.672 [1.015]	

従属変数: 特許ライセンス収入	[1] PA1	[2] PA2	[3] PA3	[4] ランダム効果	[5] 固定効果
工学部設置ダミー	[0.393] 0.136	[0.379] 0.075	[0.396] 0.039	[1.054] 0.286	
産学官連携本部整備ダミー	[0.306] 0.843**	[0.322] 0.703***	[0.319] 0.673**	[1.001] 0.238	0.237
知財本部整備ダミー	[0.402] 0.850*	[0.271] 0.777**	[0.337] 0.856*	[0.364] 0.896**	[0.364] 0.894**
URA 設置ダミー	[0.478] 0.451	[0.367] 0.347	[0.466] 0.382	[0.388] 0.571**	[0.388] 0.571**
2019 年度ダミー	[0.328] -0.298**	[0.293] -0.305**	[0.284] -0.310**	[0.229] -0.297**	[0.229] -0.296**
2020 年度ダミー	[0.127] -0.256	[0.125] -0.251	[0.125] -0.263	[0.138] -0.218	[0.138] -0.218
2021 年度ダミー	[0.270] -0.289	[0.274] -0.285	[0.270] -0.297	[0.283] -0.243	[0.283] -0.242
定数項	[0.199] 1.924***	[0.199] 2.119***	[0.199] 1.969***	[0.202] 2.748**	[0.202]
	[0.568]	[0.445]	[0.564]	[1.381]	
サンプルサイズ	4,122	4,122	4,014	4,122	830
大学数	1,085	1,085	1,024	1,085	208
χ^2 乗値	1590.8	1718.5	1601.5	8143.8	73.4
p 値	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注) カッコ内は大学単位でクラスター頑健な標準誤差を示す。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

PAは母集団平均モデル(population-averaged model)の推定結果を示す。

- ・PA1: グループ内の系列相関なし(independent)と仮定。
- ・PA2: グループ内の均一相関(exchangeable)を仮定。
- ・PA3: グループ内の系列相関が1階の自己回帰過程AR(1)に従うと仮定。

表 11 推定モデルの仮定を変えた分析結果 (2)

従属変数: 特許ライセンス収入	[1] PA1	[2] PA2	[3] PA3	[4] 固定効果
内部型 TLO 利用ダミー	-0.259 [0.206]	-0.175 [0.159]	-0.305* [0.180]	-0.262 [0.233]
外部型 TLO 利用ダミー	0.694*** [0.158]	0.639*** [0.132]	0.665*** [0.145]	0.175 [0.325]
外部一体型 TLO 利用ダミー	1.889* [0.970]	2.099** [0.908]	1.626* [0.932]	17.72* [9.363]
研究者数の自然対数 × 外部一体型 TLO 利用ダミー	-0.477* [0.244]	-0.526** [0.234]	-0.415* [0.239]	-5.529* [3.005]
研究者数の自然対数	1.673*** [0.153]	1.661*** [0.154]	1.704*** [0.152]	1.292** [0.611]
論文数(研究者 1 人あたり)	0.171 [0.318]	0.169 [0.301]	0.198 [0.271]	0.641 [1.245]

従属変数: 特許ライセンス収入	[1] PA1	[2] PA2	[3] PA3	[4] 固定効果
保有特許数(研究者 1 人あたり)	1.381*** [0.439]	1.529*** [0.392]	1.449*** [0.415]	1.106 [1.848]
国立・公立ダミー	0.393 [0.275]	0.477* [0.280]	0.433 [0.287]	
医科大学ダミー	0.631** [0.311]	0.757** [0.319]	0.688** [0.320]	
医学部設置大学ダミー	0.057 [0.372]	0.152 [0.375]	0.136 [0.383]	
工科・工業大学ダミー	0.445 [0.422]	0.333 [0.416]	0.505 [0.435]	
工学部設置ダミー	0.102 [0.293]	0.067 [0.305]	0.034 [0.305]	
産学官連携本部整備ダミー	0.867** [0.407]	0.718*** [0.274]	0.693** [0.343]	0.274 [0.375]
知財本部整備ダミー	0.738 [0.497]	0.678* [0.373]	0.774 [0.478]	0.836** [0.380]
URA 設置ダミー	0.384 [0.334]	0.288 [0.301]	0.335 [0.292]	0.518** [0.219]
2019 年度ダミー	-0.286** [0.128]	-0.294** [0.127]	-0.301** [0.126]	-0.245 [0.150]
2020 年度ダミー	-0.243 [0.272]	-0.240 [0.277]	-0.254 [0.272]	-0.145 [0.269]
2021 年度ダミー	-0.275 [0.199]	-0.271 [0.199]	-0.286 [0.198]	-0.143 [0.217]
定数項	1.691*** [0.606]	1.840*** [0.519]	1.716*** [0.624]	
サンプルサイズ	4,122	4,122	4,014	830
大学数	1,085	1,085	1,024	208
χ^2 乗値	3345.0	3124.9	3593.6	54.2
p 値	0.000	0.000	0.000	0.000

注) 2018~2021年度の大学単位のパネルデータに基づく、ポアソン回帰分析モデルの係数推定値。カッコ

内は大学単位でクラスター頑健な標準誤差を示す。* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01

PAは母集団平均モデル(population-averaged model)の推定結果を示す。

- ・PA1: グループ内の系列相関なし(independent)と仮定。
- ・PA2: グループ内の均一相関(exchangeable)を仮定。
- ・PA3: グループ内の系列相関が1階の自己回帰過程AR(1)に従うと仮定。

ランダム効果モデルの推定も試みたが、収束しなかった。

6 おわりに

6.1 発見

本稿では、TLOのタイプが大学の技術移転パフォーマンスに及ぼす影響について2つの作業仮説を設定し、日本のデータに基づく実証分析を行ったところ、両方を支持する結果を得た。

TLOの独立性に注目した仮説1が支持されたことにより、外部型TLOを利用している大学の技術移転パフォーマンスは内部型TLOを利用している大学のそれよりも高い傾向があることが明らかになった。先行研究によると、TLOが専門性のある人材にとって魅力的なインセンティブを提示し、十分な人的資源の量と質を確保したり、経験学習を通じて組織能力を高めたりすることは技術移転パフォーマンスを高める要因である(Markman et al., 2004)。さらに、技術移転プロセスに伴う不確実性は専門家による柔軟で機敏な行動によって対処される必要がある(Takata et al., 2020)。これらの知見を総合すると、大学の官僚的な制度や意思決定プロセスからの独立性を確保することでTLOが自律的な経営を行いやすくなり、結果として大学の技術移転パフォーマンスの向上に繋がる可能性が示唆される。

研究者とTLOとの近接性に注目した仮説2が支持されたことにより、外部一体型TLOを利用することで高められる技術移転パフォーマンスは、大規模大学よりも小規模大学において顕著であることが明らかになった。先行研究によると、TLOスタッフが大学の研究者とインフォーマルな形で接触することは、有望な技術の発見や信頼の獲得を促進する(Siegel et al., 2003; 渡部・隅藏, 2002; Weckowska, 2015)。そのため、大学の組織プロセスから独立しつつも、内部の研究者とは頻繁かつ密接にコミュニケーションできる状態がTLOの経営にとって望ましい。

外部広域型TLOは3タイプの中で大学からの独立性が最も高く、事業規模の大きさに基づく優位性も発揮しやすいが、ネットワーク内の主要大学以外の研究者との近接性が犠牲になりやすい(大西, 2017)。一部の外部広域型TLOでは、大学にスタッフを常駐させることで近接性を補っている事例も確認できているが(佐竹, 2004)、小規模な大学に割り当てられる資源は少なくなりやすい。以上より、技術移転パフォーマンスを高めようとする小規模大学にとって、外部一体型TLOを利用することは独立性と近接性を適度な水準で両立する手段たりうることが示唆される。

6.2 議論

上記の発見事項からは、いくつかの含意が示唆される。第1に、政府によるイノベーション政策においては、TLOのタイプについて普遍的な最適解を探し求め、全大学の技術移転アプローチを1つに収斂させようとするべきではない。むしろ、それぞれの大学が自らに適合するタイプを選択するよう

に動機づけたり、支援したりすべきである。例えば、2019年度より文部科学省は「イノベーションマネジメントハブ形成支援事業」を通じて外部広域型TLOの重点化を図っており、研究者とTLOの近接性を補うために中規模大学に出張所を設置すること(拠点化)も推奨している¹⁰。しかし、政策の有効性を適切に評価するためには、スタッフが配置されていない小規模大学へのケアをTLOに促すような、インセンティブ設計に係るコストまで考慮する必要があることに留意すべきである。外部広域型の採用によって実現される規模の経済性はあくまでもTLOにとっての利点であり、必ずしも全ての大学が享受できるものではないからである。

また、本研究では頑健性チェックのために特許のライセンス契約数を従属変数とする分析も行ったが、仮説2に関してはベースラインの分析と反対の結果が得られた。すなわち、ベースラインの分析結果からは、小規模な大学ほど外部広域型よりも外部一体型のTLOを用いることでライセンス収入を向上させやすい、という仮説2が支持された。他方、頑健性チェックの分析結果によると、ライセンス契約数については大規模な大学ほど外部一体型TLOを利用することでパフォーマンスを向上させやすい傾向が認められた。これより、ライセンスの収入額と契約件数との間に何らかのトレードオフ関係があることが示唆されるため、組織や政策の評価基準は慎重に設定されるべきである。

第2に、大学による産学連携戦略の策定においては、独立性と近接性の両面を考慮して適切なタイプのTLOを設置することが重要である。特に、経営資源に限りのある中小規模の大学では、既存の外部広域型TLOを利用するインセンティブが強く働きがちであると考えられるが、長期的には外部一体型TLOを独自に設置する戦略にも合理性がある。TLOのパフォーマンスに対する人的資本の影響度を鑑みると(González-Pernía et al., 2013; Heisey & Adelman, 2011; Soares & Torkomian, 2021)、特異なポジションを取ることで差異化の戦略を意図する大学では、特殊な能力を有するTLOを自ら育成する意義が大きいと考えられるからである。実際に、日本の芸術大学において民間企業からの出資を受けて外部一体型TLOを設立する事例も現れた¹¹。

これらの点は、政策担当者の考えが示された「大学知財ガバナンスガイドライン」の指摘と整合的であり¹²、その実践に資する知見をデータ分析に基づいて導出したことが本研究の貢献である。

第3に、産学連携や技術移転について分析する研究者は、変数の定義や解釈において、国ごとのイノベーション・システムの歴史や実態を反映させるよう努めなければならない。全体を通じて、

¹⁰ 文部科学省のウェブページを参照。 https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1415815.htm

¹¹ 京都芸術大学からのスピノフとして設立されたクロステック・マネジメントは、その萌芽的な事例である。

¹² 同ガイドラインは、2016年11月に初版が公表された「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」を補完するものとして、2023年3月に公表された文書である。これらの資料は経済産業省のウェブページで集約的に掲載されている。 https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/guideline.html

本稿は日本の産学連携データを用いた国際比較研究の基礎資料としても有用な情報を提供している。例えば、日本のデータを用いた我々の分析では内部型TLOを利用する大学は少数派であり、これらの大学の技術移転パフォーマンスは相対的に低かったが、世界的に見れば内部型TLOはむしろ多数派である(Brescia et al, 2016; Markman et al. 2005b)¹³。また、日本やアメリカでの研究結果とは異なり、スペインのデータを分析したGonzález-Pernía et al.(2013)の分析では、内部型TLOと外部型TLOそれぞれの技術移転パフォーマンスの間には有意な差が認められなかった。

本研究の一部の分析モデルからは、国公立大学の技術移転パフォーマンスは私立大学よりも高い傾向が確認されたが(表7を参照)、これはスペイン、アメリカ、ブラジルの各国で実施された先行研究とは反対の結果である(Caldera & Debande, 2010; Markman et al., 2005b; Soares & Torkomian, 2021)。この違いは、かつて日本の国立大学が法人格を持っておらず、実質的に外部型TLOを選択せざるをえなかったことに起因するかもしれない。しかし、この解釈の妥当性を明確にするためにはより長期のデータを用いた分析が必要である。

もちろん、本研究はいくつかの限界を抱えている。まず、今回の分析では、TLOの外形的なタイプを主な説明変数として用いており、TLOの独立性と研究者との近接性を直接的に測定したわけではない。我々は産連調査とTLO自身による報告書のデータを適宜照合しながら分析データを準備したが、両者のデータには一致しない部分が存在したことも断っておきたい¹⁴。

さらに、非承認TLOは政府に対して報告書を提出する必要がないため、日本の産学連携の実態には我々のデータセットに反映されていない領域が残されているかもしれない。アメリカでは研究者の3割がTLOを迂回して技術移転を行っているという報告もある(Aldridge & Audretsch, 2010)。こうした例は日本では稀だが、技術移転活動の全体的な規模が大きくなるにつれて、プレイヤーとチャネルが多様化する可能性はある。非承認TLOを対象に含めたサーベイとしては一般社団法人大学技術移転協議会(University Network for Innovation and Technology Transfer, UNITT)が毎年行っているものが既に存在するため、今後の政策立案においては産連調査とは異なる情報源の活用も検討されるべきである。

¹³ Brescia et al.(2016)は各国の知識移転機関(TLOを含む)の組織構造を調査しているが、その対象は世界大学ランキングの上位200校に限定されている。その結果、日本においても内部型TLOが主流であると結論づけられている。

¹⁴ そのような場合、本研究では産連調査のデータを優先した。

謝辞

本研究は、科学技術振興機構 社会技術研究開発センター (JST-RISTEX) の共進化型プロジェクト (グラント番号: JPMJRX21B2)、および文部科学省 SciREX 事業 (科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業) 共進化実現プログラム (第 II フェーズ) 「科学技術・イノベーション政策の経済社会効果分析の政策形成プロセスへの実装」プロジェクトによる連携成果の一部である。また、本研究は JSPS 科研費 (グラント番号: JP18K12787、JP21K01718) の助成を受けたものである。

参考文献

- Aldridge, T., and Audretsch, D. B.
2010. “Does policy influence the commercialization route? Evidence from National Institutes of Health funded scientists.” *Research Policy*, 39(5): 583–588.
- Axanova, L.
2012. “U.S. academic technology transfer models: Traditional, experimental and hypothetical.” *Nouvelles-Journal of the Licensing Executives Society*, 47(2): 125–137.
- Brescia, F., Colombo, G., and Landoni, P.
2016. “Organizational structures of knowledge transfer offices: An analysis of the world’s top-ranked universities.” *The Journal of Technology Transfer*, 41(1): 132–151.
- Caldera, A., and Debande, O.
2010. “Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis.” *Research Policy*, 39(9): 1160–1173.
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., and Wright, M.
2005. “Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: Parametric and non-parametric evidence.” *Research Policy*, 34(3): 369–384.
- Conti, A., and Gaule, P.
2011. “Is the US outperforming Europe in university technology licensing? A new perspective on the European paradox.” *Research Policy*, 40(1): 123–135.
- Etzkowitz, H., and Leydesdorff, L.
2000. “The dynamics of innovation: From national systems and ‘mode 2’ to a triple helix of university–industry–government relations.” *Research Policy*, 29(2): 109–123.
- Etzkowitz, H., Ranga, M., Benner, M., Guarany, L., Maculan, A. M., and Kneller, R.
2008. “Pathways to the entrepreneurial university: Towards a global convergence.” *Science & Public Policy*, 35(9): 681–695.

- González-Pernía, J. L., Kuechle, G., and Peña-Legazkue, I.
2013. “An assessment of the determinants of university technology transfer.” *Economic Development Quarterly*, 27(1): 6–17.
- Heisey, P. W., and Adelman, S. W.
2011. “Research expenditures, technology transfer activity, and university licensing revenue.” *The Journal of Technology Transfer*, 36(1): 38–60.
- Holgersson, M., and Aaboen, L.
2019. “A literature review of intellectual property management in technology transfer offices: From appropriation to utilization.” *Technology in Society*, 59: 101132.
- Ito, T., Kaneta, T., and Sundstrom, S.
2016. “Does university entrepreneurship work in Japan? A comparison of industry–university research funding and technology transfer activities between the UK and Japan.” *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 5(1): 1–21.
- Markman, G. D., Gianiodis, P. T., Phan, P. H., and Balkin, D. B.
2004. “Entrepreneurship from the Ivory Tower: Do Incentive Systems Matter?” *The Journal of Technology Transfer*, 29(3/4): 353–364.
- Markman, G. D., Gianiodis, P. T., Phan, P. H., and Balkin, D. B.
2005a. “Innovation speed: Transferring university technology to market.” *Research Policy*, 34(7): 1058–1075.
- Markman, G. D., Phan, P. H., Balkin, D. B., and Gianiodis, P. T.
2005b. “Entrepreneurship and university-based technology transfer.” *Journal of Business Venturing*, 20(2): 241–263.
- McNeill, D.
2023. “Will Japan’s new ¥10-trillion university fund lift research performance?” *Nature*, 615(7951): S84–S85.
- O’ Kane, C.
2018. “Technology transfer executives’ backwards integration: An examination of interactions between university technology transfer executives and principal investigators.” *Technovation*, 76/77: 64–77.
- O’ Shea, R. P., Allen, T. J., Chevalier, A., and Roche, F.
2005. “Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities.” *Research Policy*, 34(7): 994–1009.
- Siegel, D. S., Waldman, D., and Link, A.
2003. “Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: An exploratory study.” *Research Policy*, 32(1): 27–48.
- Soares, T. J., and Torkomian, A. L. V.
2021. “TTO’s staff and technology transfer: Examining the effect of employees’ individual capabilities.” *Technovation*, 102: 102213.

Takata, M., Nakagawa, K., Yoshida, M., Matsuyuki, T., Matsuhashi, T., Kato, K., and Stevens, A. J.

2020. “Nurturing entrepreneurs: How do technology transfer professionals bridge the valley of death in Japan?” *Technovation*: 102161.

Thompson, J. D.

2003. *Organizations in action: Social science bases of administrative theory*. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers. (J・D・トンプソン『行為する組織—組織と管理の理論についての社会科学的基盤』大月博司・廣田俊郎訳, 同文館出版, 2012年).

Weckowska, D. M.

2015. “Learning in university technology transfer offices: Transactions-focused and relations-focused approaches to commercialization of academic research.” *Technovation*, 41/42: 62-74.

三森八重子

2012. 「国立大学法人における産学連携活動の成功要因の質的・量的分析」『研究・技術・計画』25(3/4): 242-262.

能見利彦・小沼良直・依田達郎

2015. 「中小企業の産学共同研究実施企業数の推計と今後の拡大策の考察」『産学連携学』11(2): 18-28.

大西晋嗣

2017. 「関西 TLO の目指す産学連携」『産学連携学』13(2): 43-46.

小野浩幸・木村雅和・李素婷

2019. 「日本と韓国の産学連携業績比較研究—文部科学省及び韓国研究財団の統計データを用いて」『産学連携学』15(2): 83-103.

佐竹弘

2004. 「徳島大学における地域結集型産学官連携」『産学連携学』6(2), 1-14.

柴山創太郎・阪彩香

2010. 「大学における産学連携施策の影響の検討」NISTEP Discussion Paper, No. 66
<http://hdl.handle.net/11035/477>

新谷由紀子・菊本虔

2010. 「大学における産学連携の成長要因に関する研究」『産学連携学』6(2): 1-14.

総務省行政評価局

2016. 「イノベーション政策の推進に関する調査」
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/107493.html

高橋伸夫・中野剛治

2003. 「技術移転の考え方」『赤門マネジメント・レビュー』2(10): 481-530.

文部科学省研究振興局

2007. 「イノベーション創出へ向けた技術移転事例集—国公立大学・独立行政法人・高等専

門学校の“知識と知恵”で国民の生活の質の向上へ」

https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/07091398.htm

綿引宣道

2007.「リエゾン・オフィスは何をしているのか」『日本経営学会誌』 20: 102-114.

渡部俊也・隅藏康一

2002.『TLO とライセンス・アソシエイト—技術移転機関と研究社と産業界の橋渡し役：新産業創生のキーマンたち』ビーケーシー.



SciREX Center



GRIPS

政策研究大学院大学

NATIONAL GRADUATE INSTITUTE
FOR POLICY STUDIES

科学技術イノベーション政策研究センター

Science for RE-Designing Science, Technology and Innovation Policy Center (SciREX Center)

〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1 / Tel 03-6439-6329 / Fax 03-6439-6260

7-22-1 Roppongi, Minato-Ku, Tokyo 106-8677 JAPAN

Tel +81-(0)3-6439-6329 / Fax +81-(0)3-6439-6260