

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：23102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K01612

研究課題名（和文）中国における共同R&Dネットワーク、特許引用ネットワークおよびイノベーション

研究課題名（英文）R&D collaboration networks, patent citation networks and innovation in China

研究代表者

秋山 太郎（Akiyama, Taro）

新潟県立大学・国際経済学部・教授

研究者番号：40167854

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：中国の企業センサスASIEのデータと中国の特許データをリンクさせたデータベースを構築し、企業間の知識の波及経路としての特許の共同出願ネットワークと引用ネットワーク、さらにはそれらと企業のパフォーマンスの関係性を分析した。まず、中国の共同出願ネットワークと引用ネットワークを構築し、両ネットワークの特徴やその時間を通じての進化を明らかにした。さらに、ネットワーク統計量ではかったネットワーク上の企業の位置と、イノベーションや技術的効率性で測った企業のパフォーマンスとの関係について計量的分析を行い、どのようなネットワーク上の企業の位置が、企業のパフォーマンスと有意な関係にあるのかを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究のために構築した中国の特許データとセンサスASIEをリンクさせたデータベースは、先行研究よりもより正確かつリンクされた企業数も多く、このデータベース自体が大きな学術的意義がある。このデータベースを用いて構築された共同出願ネットワークおよび引用ネットワークの分析によって、中国のイノベーションシステムの特徴とその進化が明らかにされた。さらに、共同出願ネットワークと引用ネットワークの分析の企業の新製品導入ではかったイノベーションや技術効率性ではかった技術水準との関係を明らかにした。とくに、引用ネットワークとの関連についての分析は、これまで行われておらず、学術的意義は大きい

研究成果の概要（英文）：We built a database linking data from the Chinese enterprise census ASIE and Chinese patent data, and analyzed the relationships between patent co-application and citation networks as drivers of knowledge diffusion among firms, and between these networks and firms' performance. First, we constructed a co-application network and a citation network in China, and revealed the characteristics and evolution of both networks over time. Furthermore, we conducted an econometric analysis of the relationship between the position of firms on the network, measured by network statistics, and firms' performance measured in terms of innovation and technical efficiency, thereby elucidating which positions on the network have a significant relationship with firms' performance.

研究分野：応用経済学

キーワード：特許 共同出願ネットワーク 引用ネットワーク イノベーション 技術効率性 中国経済

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初の背景は下記の通りである。

組織間の共同出願ネットワークと特許引用のネットワークは、ともに知識の拡散・伝播の経路として機能し、イノベーションを促進するものと考えられている。(共同出願ネットワークは、成功した共同 R&D 関係からなるネットワークであると考えられることができる。)したがって、企業を中心とした共同出願ネットワークや特許引用ネットワークの特徴やその時間を通じての進化、さらには両ネットワーク上の企業の位置と企業のイノベーションの成果との関係を調べることは、企業のイノベーションや経済のイノベーションエコシステムを理解する上で極めて重要である。

共同出願ネットワーク上の企業の位置と企業のイノベーション成果との関係については、特許出願数や特許引用数を企業のイノベーション成果の尺度として、ネットワーク統計量で測った企業のネットワーク上の位置との関係について、数多くの計量的な研究が行われている。しかしながら、特許はイノベーションの最終的な成果ではなく、特許出願数や特許引用数は、イノベーションの間接的な尺度にしか過ぎない。2つの尺度のうち、特許引用数は特許の経済的価値と正の相関が存在することは、実証的にもよく知られており、単純な出願数よりはより好ましい尺度ではある。しかしながら、特許はイノベーションの最終的な成果ではなく、より優れた尺度である特許引用数も、イノベーションの間接的な尺度にしか過ぎないという問題点が存在した。他方、引用ネットワークに関しては、特許引用そのものをイノベーション成果の指標とすることはできないこともあり、企業のネットワーク上の位置とイノベーション成果との関連については、ケーススタディなどに留まる研究が多く、計量的な研究は行われていなかった。

より適切なイノベーション成果の計量分析を行うため、また特許引用ネットワークについても計量的分析を行うためには、新製品データ等の企業に関するより詳細なデータが必要であった。本研究では、特許データと新製品の売り上げをはじめとする企業の詳細なデータが含まれている中国の企業センサス Annual Survey of Industrial Enterprise (以下 ASIE) を組み合わせることにした。そのためには、ASIE 内の企業の longitudinal なリンクと、中国の特許データと ASIE の企業のリンクが必要である。中国の特許データと ASIE の企業のリンクについては、主として企業名の漢字コードを利用して、特許とセンサスデータの接合を行ったデータベースを提示している He et.al.(2018) が最も注目を集めていた。しかしながら、研究開始以前の準備作業において、He et.al.(2018) の名寄せおよび接合の信頼度には、大きな問題が存在することが判明していた。また、ASIE 内の企業の longitudinal なリンクについては、ASIE の企業に付与された ID を主として用いた Brandt et.al.(2014) による結果が多くの先行研究で用いられている。しかし、Brandt et.al.(2014) の結果にも、信頼度の面で大きな問題点があることが、研究開始後に判明した。そのため、ASIE 内の企業の longitudinal なリンク作業、中国の特許データと ASIE の企業とのリンク作業を、ともにやり直す必要があることが判明した。

2. 研究の目的

本研究では、中国の特許データを用いて共同 R & D ネットワークと特許引用ネットワークを作成し、その2つのネットワークを、ネットワーク分析の手法や動学の推定等を通じて、() 両ネットワークの知識フローの経路としての特徴や進化を明らかにするとともに、() 中国のセンサスに含まれる新製品等のデータをイノベーション成果の指標として、R & D ネットワークおよび引用ネットワーク上の企業の特性とそのイノベーション成果との関連の分析を行い、どのような企業が高いイノベーション成果を挙げているのかについて、実証的に分析を行うことを目的とする。

本研究の独自性と創造性は以下の通りであり、単に中国についての分析に留まらない独自性や創造性を有している。

第一に、既存研究では行われてない共同 R & D ネットワークと特許引用ネットワークの比較をネットワーク分析や計量的手法の手法を適用して行い、両ネットワークの知識フローの経路として特徴やその進化を明らかにする点である。

第二に、中国のセンサス(ASIE)のデータにある新製品の項目を企業のイノベーション成果として利用することにより、これまで行われていなかった R & D ネットワークと特許引用ネットワークを同時に取り上げたイノベーションとの関係の統計的・計量的分析を行うことが可能となる点である。

第三に、企業のイノベーション成果の実証研究において用いられてきた特許被引用数は、イノベーション成果の間接的な指標に過ぎず、それに替えてイノベーションの最終的成果の直接的指標である新製品のデータを使うという点においても大きな独自性がある。

3. 研究の方法

中国の統計データ利用上の中国語の障壁および中国の統計法上のマイクロデータ利用の規制が存在するため、ASIE 個票データへの正式なアクセスの権利を持つ中国の研究者(北京大学傅帥雄 Fu Shiaixiong)を海外研究協力者とした国際共同研究制を構築して、研究を進めた。

より詳細な研究方法は以下の通りであった。

）センサスと特許データをリンクさせるデータベースの構築

センサス ASIE のデータについて、企業の名寄せ作業と longitudinal なリンク作業を行う。特許については、中国国家知識産権局 (SIPO) の特許書誌データ、欧州特許庁 (EPO) の特許データベース PATSTAT の特許引用情報、そして Google Patent の特許ファミリー情報を用いて、特許データのデータベースを作成する。この特許のデータベースの企業と ASIE の企業とをリンクすることにより、特許データと ASIE を統合したデータベースを構築する。

）ネットワークの構築と分析

データベース化された中国の特許データを基に、共同出願ネットワークと引用ネットワークを作成する。すなわち、企業をネットワークのノードとし、共同で特許を出願している企業間にエッジを引くことで共同 R&D ネットワークを形成し、更に特許引用関係から引用ネットワークも作成する。

これらのネットワークについて、ネットワークの構造、ノードの中心性、Burt の拘束度などの各種ネットワーク特性値、そして引用ネットワークについては権威値やハブ値等の特性値を導出する。さらに、これらのネットワーク統計量とその時間を通じての変化から、ネットワークの特徴と進化を分析する。

）ネットワーク上の企業の位置とイノベーション成果の計量分析

企業のネットワーク特性値、ASIE データ、特許データおよびネットワーク関連変数を使用し、企業のイノベーション成果とネットワーク統計量で示されるネットワーク上の企業の位置の関連についての計量分析を行う。

4. 研究成果

(1) センサス ASIE と特許データをリンクさせるデータベースの構築

センサス ASIE と特許データをリンクさせ、データベースを構築するためには、ASIE 内の企業の longitudinal なリンク、中国国家知識産権局 (SIPO) の特許データの出願者企業と ASIE の企業のリンクを行い、さらに PATSTAT の特許引用情報とのリンクを行うことが必要となる。

ASIE 内の企業の longitudinal なリンクについては、リンクを容易にするために各企業に対して一意の ID が付与されている。しかしながら、ID の欠落、あるいは異なる企業への同一 ID の付与などが存在する。このため、ID に加えて、企業名 of ファジーマッチングを利用し、ASIE への登録年、所在地、代表者名、主要製品、電話番号、産業分類コードなどを組み合わせてリンク作業を行った。さらに、天眼查および百度の中国のビジネスレジストリー情報サービスの情報をも利用することにより、先行研究に比して、拡充されて正確なリンクを実現した。

次に、特許データの企業と ASIE の企業のリンクについては、企業名 of ファジーマッチング、所在都市の情報を用いてリンク作業を行い、ビジネスレジストリー情報サービスの情報をも利用することにより、先行研究に比して、拡充され手より正確なリンクを実現した。さらに、PATSTAT から中国企業に関する引用情報を抽出し、Google Patent のスクレイピングによって中国語名を補完して、ASIE - 特許データとのリンクをおこなった。

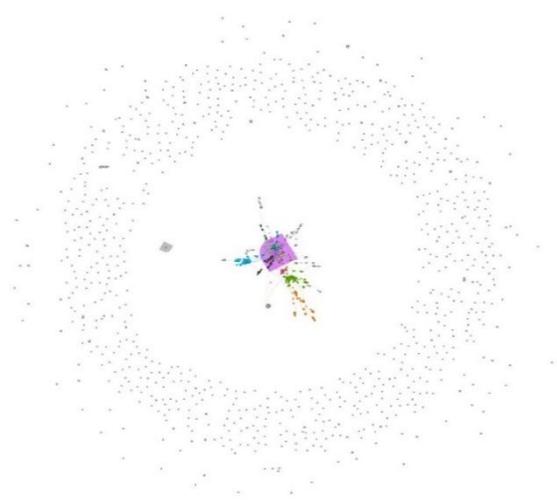
	期間		ASIE Assignee	ASIE 企業と特許のリンク結果	
	ASIE	CNIPA		総特許 (発明) 数:	内 ASIE 企業とリンクされた数
Eberhardt et al	1999-2006	1985-2006	1,219	405,180	44,344
Dang and Motohashi	1998-2008	1998-2008	12,208	283,377	126,386
Xie and Zhang	1998-2009	1985-2009	11,631	265,713	127,542
He et al	1998-2009	1998-2009	30,716	265,338	257,033
Fang et al	1998-2007	1998-2007	NA	NA	84,497
本研究	1998-2013	1985-1997	3,226	17,582	5,969
本研究 t	1998-2013	1998-2009	31,089	514,014	257,606
本研究	1998-2013	2010-2013	55,951	1,165,222	539,484

上の表は、本研究の ASIE-特許データのリンク結果と先行研究との比較であり、先行研究と比して ASIE 企業とマッチされる特許数が拡充されていることが分かる。

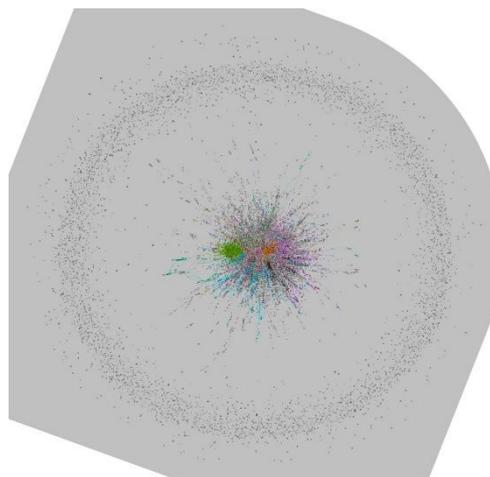
このリンクの結果として、ASIE の企業データと特許データを統合した大規模なパネルデータが作成された、

(2) ネットワーク構築と分析

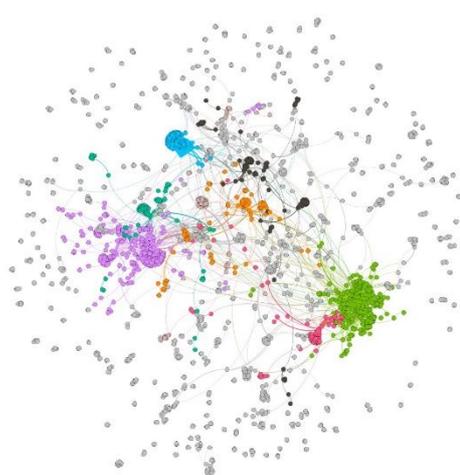
構築されたデータベースを用いて、共同出願ネットワークと特許引用ネットワークを、構築した。2001年と2013年の両ネットワークを視覚化したものが下の図である。



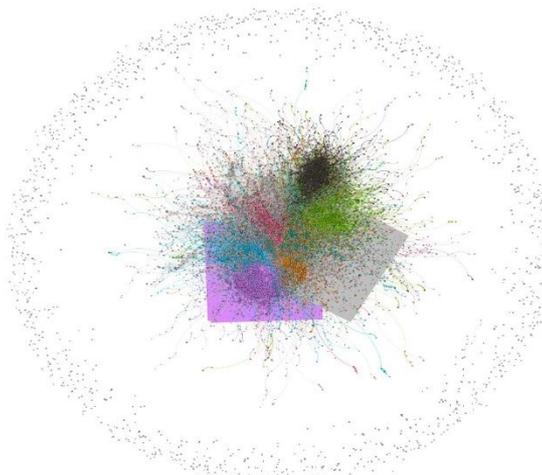
共同出願ネットワーク (2001年)



共同出願ネットワーク (2013年)



引用ネットワーク (2001年)



引用ネットワーク (2013年)

両ネットワークともに、時間を通じて拡大しており、とくに2008年以降は拡大が顕著である。さらに、図からは判然とはしないが、両ネットワークの密度は低下し、は疎らになってきている。

共同出願ネットワークにおいて、媒介中心性が高く、ネットワーク上の異なる組織を結びつける機能が高い組織は、清華大学等の研究大学、石油、鉄鋼、電力、電気機器産業の少数の巨大大国営企業である。引用ネットワークについては、引用の方向を考慮したHITSアルゴリズムの権威値とハブ値によってネットワークにおける重要性が高い組織には、大学は含まれない。さらに、中国企業は主に外国企業の特許からの引用を行うが、外国企業からの引用は少ない。すなわち、外国企業から知識を一方的に吸収していることが分かった。ただし、このトレンドは後の段階になると、僅かではあるが逆転している。

さらに、時間(年)両ネットワークの進化について、次のような発見があった。共同出願ネットワークについては、媒介中心性が時間を通じて減少してゆく傾向にあり、これはネットワークの中心的なプレイヤーをバイパスして、ノード間を結ぶ代替的な経路が増加する傾向にあることを意味する。すなわち、中心的な企業が企業を結びつける働きが低下していることを意

味している。引用ネットワークについては、権威値が時間を通じて減少してゆく傾向にあり、これは従来知識の発信者として重要であった企業の重要性が低下してゆく傾向があることを示している。また、クラスター係数が時間を通じて増加して傾向がある。これは、ある企業と繋がりがあある 2 つの企業の間相互に繋がりが存在する傾向が強まるという意味で、ネットワークの企業間での相互の繋がりがより強くなる傾向があることを意味している。以上から、中国のイノベーションエコシステムはより非集中化・分散化してゆく傾向があることが示唆される。

比較のために、日本についても同様の分析を行った。共同出願ネットワークについては、媒介中心性の現象、引用ネットワークにおける権威値の減少、クラスター係数の増加と言う傾向は中国と共通であり、日本においてもイノベーションシエコシステムはより非集中化・分散化してゆく傾向があることが示唆される。

(3) ネットワーク上の企業の位置とイノベーション成果の計量分析

(1) で構築したパネルデータを用いて、共同出願ネットワークと引用ネットワークについての各種ネットワーク統計量と企業のイノベーション成果間の関係を計量分析した。その際、産業集積に関する変数も説明変数として加えた。集積に関する変数としては、詳細は省くが、企業の立地都市の都市規模を示す urbanization、企業の所属する産業の集積を示す localization、産業の多様性を示す urban diversity、競争の程度を示す competition を加えた。

まず、ASIE の新製品データを用い、新製品の導入の有無(二値変数) 売りに占める新製品の割合である新製品集約度を企業のイノベーション成果の尺度とし、各種ネットワーク統計量、産業集積に関する変数を説明変数として回帰分析を行った。そして、共同出願ネットワークの拘束度が企業のイノベーション成果に有意な負の影響を与えるという結果を得た。すなわち共同出願ネットワークにおいて、緊密に繋がっていない部分を結びつける役割を果たしている企業は、イノベーション成果が優れているという結論が得られた。

さらに、Battesse and Coelli(1995)の方法によって、確率的フロンティア分析における技術(非)効率性関数の変数として、各種ネットワーク統計量、産業集積に関する変数を含めた推定を行った。各種ネットワーク変数や産業集積に関する変数がイノベーション成果に正の関係があれば、企業はそのフロンティアからの距離が小さくなると考えられる。技術非効率関数についてのみの推計結果(コントロール変数は除く)の一例を示したのが下の表である。

変数	係数	標準誤差	P 値
Cons.	1.989231	0.404905	8.98E-07 ***
Year	0.02993	0.02453	0.222412
Authority (引用ネットワーク)	-45.1534	10.54887	1.87E-05 ***
Hub (引用ネットワーク)	-12.4684	9.59205	0.193646
Constraint (共同出願ネットワーク)	0.243389	0.044206	3.68E-08 ***
Between Cent. (共同出願ネットワーク)	51.65935	21.53921	0.016467 *
累積特許出願数	-0.00726	0.001058	6.96E-12 ***
Localization	-0.02994	0.015279	0.050067
Urbanization Size	-0.06397	0.02008	0.001445 **
Urban Diversity	-0.17835	0.240584	0.458507
Competition	0.009165	0.01628	0.573472

有意水準 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’

変数の選択により、推計結果に異なる部分はある。しかし、いずれの推計結果でも、共同出願ネットワークの拘束度の係数は 0.1% 有意で正、引用ネットワーク上の権威値の係数は 0.1% 有意で負という結果が得られた。すなわち、引用ネットワークの権威値が高い企業は、技術フロンティアからの乖離が小さく技術効率性が高い。また、共同出願ネットワーク上の拘束度が低い企業は、術フロンティアからの乖離が小さく技術効率性が高い。これより、引用ネットワーク上で権威値が高い企業、共同出願ネットワーク上の拘束度が低い企業は、イノベーション成果が良好であり、効率性が高いことが示唆される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Baojun Fang, Shuaixiong Fu , Taro Akiyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Linking Chinese Census Firms to Patent Databases : A New Methodology	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 SSRN Working Pper	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2139/ssrn.4403049	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Baojun Fang, Taro Akiyama	4. 巻 -
2. 論文標題 SSRN Working Pper	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 SSRN Working Pper	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2139/ssrn.4406012	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 長岡貞男、塚田尚稔、遠藤 志久真	4. 巻 2-J-023
2. 論文標題 知識の組み合わせと研究開発：国際的に見た日本企業のパフォーマンス	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RIETIディスカッションペーパー	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	塚田 尚稔 (Tsukada Naotoshi) (70599084)	新潟県立大学・国際経済学部・准教授 (23102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	石塚 辰美 (Ishizuka Tatsumi) (50600425)	新潟県立大学・国際経済学部・教授 (23102)	
研究分担者	荒井 恒宣 (Arai Tsunenob) (30793187)	新潟県立大学・情報基盤センター・助教 (23102)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	傅 帥雄 (Fu Shuaixiong)		
研究協力者	房 宝軍 (Fang Baojun)		
研究協力者	劉 慶彬 (Liu Qingbin)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
中国	对外経済貿易大学	北京大学	