



RIETI Policy Discussion Paper Series 23-P-030

イノベーション・エコシステムの構築に向けた異分野融合研究

矢野 誠
京都大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

イノベーション・エコシステムの構築に向けた異分野融合研究*

矢野 誠 (京都大学)

要 旨

独立行政法人経済産業研究所 (RIETI) では、2020年4月から4年間の「第五期中期計画」に基づく活動の柱として、文理融合・異分野融合およびEBPMというテーマを置き、「融合領域プログラム」を立て、研究活動に注力してきた。幸い、EBPMの意義については社会全体に浸透しつつある。他方で、文理融合・異分野融合の意義については、社会全体で共有できたとは言いがたい。そこで、本稿では、「第五期」の目標に沿って、文理融合・異分野融合を目指してきた「融合領域プログラム」の研究成果を中心に紹介する。

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策をめぐる議論にタイムリーに貢献することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

* 「第五期」のテーマや目標は、「第四期中期計画」終了まで RIETI の活動を率いてこられた中島厚志 RIETI 元理事長が筆者への活動指針として設定くださったものと理解している。また、筆者の研究が可能となったのは、森川正之所長以下、所員の皆様の支えがあってこそある。特に、本稿で述べるアイデアの形成は、RIETI において、2019年から2021年にかけて理事を務められた安藤晴彦氏、2020年から2022年にかけて副所長を務められた渡辺哲也氏、現在、RIETI で EBPM シニアコーディネーターを務めておられる杉浦好之氏との共同研究によるところが大きい。深い感謝とともに付記する。また、「第五期」の活動期間中に、COVID-19 データベースのデザインに関する共同研究 (Dai, Chigusa and Yano, 2022) を進めてきた千種忠明氏が急逝された。ここに深い感謝の念と哀悼の意を表するものです。

序

独立行政法人経済産業研究所（RIETI）では、2020年4月から4年間の「第五期中期計画」（以下では、「第五期」と呼ぶ）に基づく活動の柱として、「社会科学的な要素と産業技術の融合」（文理融合・異分野融合）および「証拠に基づく政策立案」（EBPM）というテーマを置き、「融合領域プログラム」を立て、研究活動に注力してきた。一方で、EBPMの意義については社会全体に浸透しつつあるように見える。しかし、文理融合・異分野融合の意義については、社会全体で共有できたとは言いがたい。そこで、本稿では、「第五期」の目標に沿って、文理融合・異分野融合を目指してきた「融合領域プログラム」の研究成果を中心に、EBPMの意義も交えて、ご紹介する。

日本を「世界で最もイノベーションに適した国」にするというのは、亡き安倍晋三首相が2014の施政方針演説で打ち出された目標である。カーボンニュートラル社会の2050年実現、「経済政策の新機軸」というイニシアティブの下での技術開拓型産業支援の採用など、最近の施策は「イノベーションに適した国」実現への第一歩と評価できる。¹しかし、そのためには、特定の企業を選び出し、それを支援するといったことも必要になる。長年、そうした政策を避けてきた我が国にとっては、これは大胆かつ根本的な方針転換である。したがって、実現には、単に産業支援を行うだけでなく、社会制度や一人一人の意識まで変えていかなくてはならない。

イノベーションを阻害する大きな要因として、社会のさまざまなパーツ間に根を張る垣根の存在がある。新しい技術開発を先導する欧米では、ここで言う垣根はサイロと呼ばれ、組織や社会の停滞を避けるためには、サイロを壊されなければならないとされる。²この点については、筆者もRIETIコラムにおいて指摘させていただいている。³また、過去10年ほどの間、科学技術基本法にもあった文理の垣根を超えないという姿勢の転換がイノベーションの活性化には不可欠ということをさまざまな場で主張してきた。矢野・中澤(2015)が指摘するように、文系と理系を隔てる垣根の存在が我が国のイノベーションを妨げる最大の問題である。さらには、文系、理系のそれぞれにおいて、各分野の間に存在する垣根がある。一つの学部の研究室間にさえ、強固な垣根があり、それが発展の妨げになっていることが少なくない。

このような問題意識を背景に、RIETIでは、2020年度からの4年間にわたる「第五期」の一つの柱として「文理融合」を掲げ、4年間の研究活動を推進してきた。これは最近制定された科学技術・イノベーション基本法や「総合知」を強調する第6期科学技術・イノベーション基本計画の趣旨にも沿うものでもある。RIETIの問題意識は単に「文科」と「理科」の垣根という限定的な挑戦をしようというのではなく、さまざまな学問分野の間に存在する垣根に少しでも風穴を開けようとするものである。そのため、RIETIでは「文理融合」にとどめず「融合領域プログラム」を設け、一つの分野（つまり、RIETIが最も得意とする経済学、経済政策の分野）にこだわらない研究活動を推進してきた。

1. イノベーション・エコシステムの構築

「イノベーションに適した国」づくりを行うには、社会のどこか一部を改善、修正するのではなく、既存の社会制度を全般的に検討し、そのパーツ・パーツをコーディネートし、新しいビジネス・エコシステム（エコシステム）を形成する必要がある。欧米のIT産業界では、産業を支えるパーツがうまくコーディネートされることで適切なエコシステムが形成され、それが産業の成長をけん引すると考えられている。こうした考え方が現代の技術イノベーションをけん引するIT分野で形

¹たとえば、https://www.rieti.go.jp/jp/events/bbl/22061601_ishikawa.pdf 参照。

²サイロというのは、農家などが穀物などの貯蔵庫に使う円筒形の大型建造物である。サイロを壊すことの重要性については、たとえば、Enrique Dan, 「破壊的技術の導入、必要なのは組織内の「サイロ」解体」, Forbes Japan, 2020/12/06, <https://forbesjapan.com/articles/detail/38564>, 参照。

³ 矢野（2016）, https://www.rieti.go.jp/jp/columns/s17_0010.html

成されてきたことを考えれば、「イノベーションに適した国」づくりというのは、技術開拓に向けたエコシステムの構築に他ならないと言ってもよい。

「第五期」のもとでの活動は、AIやビッグデータに関する研究推進という「第四期」の活動から発展してきたものである。「第四期」では、ブロックチェーンという大きな技術的イノベーションを支えるエコシステムをどのようにして構築し、技術を産業として社会に取り込んでいくかという具体的なテーマが取り上げられた。さまざまな分野の専門家の知見を糾合することが不可欠という視点にたち、経済学者、情報学、データサイエンス、法律、経済政策実務などの第一線で活躍する専門家とともにブロックチェーン産業を支えるエコシステムを検討した。この成果は、「第五期」の「複合領域プログラム」の最初の研修成果として英語の書籍にまとめられた(Yano, Dai, Masuda, and Kishimoto, 2020)。以下で紹介するイノベーション・エコシステムという考え方はこの書籍の考え方を発展させたものである。

1. 1. エコシステム

どんなエコシステムも固有の目的を持ち、環境さえ整えば、目的達成にむけて自律的に組織される。これが「複合領域プロジェクト」で培われてきた基本的な知見である。

我が国では、エコシステムという言葉がかなり歪んだ形でとらえられることが多い。たとえば、日本語のウィキペディアでは、「主に情報通信産業において、動植物の食物連鎖や物質循環といった生物群の循環系という元の意味から転化して、経済的な依存関係や協調関係、または強者を頂点とする新たな成長分野でのピラミッド型の産業構造といった、新規な産業体系を構成しつつある発展途上の分野での企業間の連携関係全体を表すのに用いられる用語である」とされる。⁴しかし、これは、弱肉強食という動物界の食物連鎖に強く引きずられた見方で、現代的な意味でのエコシステムのイメージからも大きくずれたものである。

代表的な百科事典ブリタニカでは、エコシステムとは、「一つの空間的ユニットに生きる諸生物、それが置かれた物理的環境、およびそれらもろもろの相互関係」(the complex of living organisms, their physical environment, and all their interrelationships in a particular unit of space)であると定義される。エコシステムの生物学および非生物学的な構成要素は、エコシステム内を流れるエネルギーとそこに流れるエネルギーの循環という二つの大きな力によって結びつけられている。⁵

エコシステムの破壊や崩壊といった表現が使われるように、暗黙のうちに、エコシステムには理想形もしくは目的のようなものが想定される。破壊や崩壊とは、何か望ましい状態があって、そこから離れていくことを意味するからである。特定の生物グループのエコシステムといえば、暗黙裡に想定される目的はグループの増殖や持続的な生存である。

そう考えると、エコシステムは、食物連鎖や物質循環といった機械的なものとしてではなく、もっと積極的で明るいものとしてとらえられるということになる。たとえば、陸上生物のエコシステムとは、山や丘や平原があり、川が海に流れ、森や林や草原があり、太陽の光が降り注ぎ、そのエネルギーが水や大気の動きや生体の活動を通じて循環し、その中で生物が生まれ、育ち、進化するなかで、陸上生物の持続的な生存や繁栄を目的として、組織される。そういう組織の全体を指すとってよいだろう。⁶

こうした要素をまとめ、エコシステムを定義すると、さまざまな生命体が、常に活動を変化させながら、自らを取り巻く環境の中で循環する外部エネルギーを利用することで、生存と繁栄を求めるシステムということができるだろう。この定義からわかるように、エコシステムは自生的かつ動態的なものである。そのため、外側からエコシステムをデザインし、作り出すのは難しい。また、下手な力を加えれば、崩壊につながる可能性もある。

⁴ [https://ja.wikipedia.org/wiki/エコシステム-\(ハズワード\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/エコシステム-(ハズワード)) (2023年6月20日ダウンロード) 参照

⁵ <https://www.britannica.com/science/ecosystem> (2023年6月20日ダウンロード) 参照。

⁶ Yano, M., C. Dai, K. Masuda, and Y. Kishimoto, 2020, "Preface," page vi, in *Blockchain and Crypto Currency*, Springer.

1. 2. イノベーション

イノベーション・エコシステムを考えるためには、イノベーションとは何かという問いから始めなくてはならない。以下では、何がイノベーションを引き起こすのか、どのようにしたらイノベーションが起こせるのか、といった問題を考えよう。

矢野・中澤(2016)でも指摘したように、イノベーションとは、旧来の活動を一新させるような新しいアイデアの創出を指す。単なる発明はイノベーションの種ではあるが、イノベーションそのものではない。

経済全体の活動を一新させるようなイノベーションもあるし、個人個人の経済活動・生活を一新させるようなものであってもよい。大きなイノベーションを起こすのは、毎日の生活をより良いものにするための人々の努力の積み重ねだろう。いくら努力してもイノベーションにはつながらずと感じる人がいるかもしれない。しかし、自らが作りだしたイノベーションでなくても、常にイノベーションの種を探していれば、他人が作りだしたイノベーションを敏感に受け入れ、それを発展させることも可能になる。逆に、個人個人がイノベーションに向けた努力を怠ると、外で起きているイノベーションに気づくのがおくれ、技術革新についていけない状態に陥る。それが経済全体の停滞する大きな理由だろう。

イノベーションをけん引する第一の要素はニーズである。「必要は発明の母」という格言は古くはプラトンの言葉としてしられる。19世紀末から20世紀初頭に活躍した有名な発明家トーマス・エジソンは、「不満が進歩の第一条件だ」と表現した。別な表現を用いれば、我慢や遠慮はイノベーションの敵である。それでは、せっかくニーズを発見しても、イノベーションにはつながらない。

イノベーションをけん引する第二の要素は創意工夫である。発見したニーズを充足するためには、ニーズを満たす手段を見出さなくてはならない。そのためには、創意工夫が不可欠である。

イノベーションに向けた創意工夫の方法として、異なる技術やアイデアの融合がある。これは自分たちが行っている研究でも言えることで、異分野の研究成果を融合することによって新しい研究が生まれることは少なくない。

異分野の技術を取り込むことで生み出されたイノベーションは枚挙にいとまがない。身近なところから考えれば、回転ずしやキャスター付きスーツケースは良い例である。

いうまでもなく回転ずしは、20世紀の初頭にフォードによって考案されたベルトコンベア方式の自動車生産プロセスを寿司屋のカウンターに移植するイノベーションである。それによって、昔は、庶民にとっては高根の花だった専門職人の握る寿司を安価で楽しめるようになった。また、キャスター付きスーツケースは、数千年も前から使われていた車輪という技術をスーツケースに取り付けたものである。もともとスーツケースは船旅が盛んになった19世紀中ごろに考案されたもので、今のような車輪付きスーツケースが普及したきっかけは、1970年代から80年代にかけて、飛行機による旅行が一般化してからだとされる。⁷ どちらの例も、ニーズによってイノベーションが支えられることを示す。

⁷ アメリカで、特許が認められた1972年ころには、キャスター付きスーツケースの需要は小さかったということである。Sharkey, J., 2010, "Reinventing the Suitcase by Adding the Wheel," *New York Times*, Oct. 4. また、アメリカの特許が認められる20年近く前に、ポーランドでキャスター付きスーツケースが発明されているが、一般には普及しなかったということも知られている。Chatham, A., 2020, "Was suitcase on wheels invented by Pole?" *The First News*, February 26. こうした事実からも、ニーズがイノベーションを支えることがわかる。

こうした身近な例だけでなく、ファンダメンタルな技術革新をみても、ニーズや異分野融合の重要性を知ることができる。以下では、産業革命の周期性を取り上げた「古川雄一プロジェクト」における研究成果に基づいて、実際の産業革命の歴史を見ながら跡付けることにしよう。⁸

ジェームズ・ハーグリーブスのジェニー紡績機とジェームズ・ワットの蒸気機関は第一次産業革命をけん引した新技術としてよく知られている。こうした発明も、下で述べるように、複数の技術が融合することで、大きなイノベーションが起きることを示す良い例である。

ジェニー紡績機は、1764年から1765にかけて発明された糸を製造するための機械である。それまでの紡績機では、一人の人が一つの糸巻きに糸を巻き取る作業をおこなっていたが、ジェニー紡績機は一人の人が同時に八個（後にはもっと多数）の糸巻きに糸を巻き取ることを可能にした。その結果、紡績の生産性が飛躍的に増大した。

ジェニー紡績機が織物産業における巨大なイノベーションとなりえたのは、1733年のジョン・ケイによる飛び杼の発明のおかげである。織機には一枚の布の横幅分のたて糸が固定され、たとえば、ペダルを押せば、奇数番のたて糸を上、偶数番のたて糸を下にすることができる。偶数番と奇数番のたて糸の間に、杼と呼ばれるよこ糸を繰り出すケースを手で投げるようにしてスライドさせ、よこ糸を通す。よこ糸をたて糸に押し付けた後で、ペダルを離すと、今度は、奇数番のたて糸が上、偶数番のたて糸が下にくる。そこで、逆方向から杼をスライドさせ、横糸を通す、この作業を繰り返すことで布が織られていく。飛び杼は手ではなく、機械的に杼をスライドさせるものである。それによって、幅の広い布が織れるようになったのと同時に、布を織る時間が飛躍的に短縮された。

飛び杼の発明によって織物を織る速度が非常に高まり、当時、労働者の職を奪うものとして強く警戒された。実際、速度の高まりの結果、糸の生産が間に合わなくなり、職工の手が空いてしまい、糸待ち状態が発生したと言われる。⁹ この状態を解消したのが、糸の生産を飛躍的に拡大させたジェニー紡績機である。

蒸気機関はジェームズ・ワットという技術者・発明家とマシュー・ボルトンという産業家が協力することで、1776年に世に出されたイノベーションである。これを見ても、異分野の協業が社会に大きなイノベーションをもたらすことが分かる。

もともと蒸気機関は1712年のトマス・ニューコメンの発明にさかのぼることができる。ニューコメンの蒸気機関は水鉄砲の原理を応用したものである。水鉄砲を作るには、上端に節を残して太い竹を筒状に切り、筒（シリンダー）の中に布を巻き付けた細い棒（ピストン）を指せばよい。上端の節に穴をあけ、水の中でピストンを引けば水を吸い上げることができ、ピストンを押せば水を発射できる。筒に穴をあけず、水をため、下から熱せば、水は水蒸気になり、ピストンを押し上げる力が生まれる。ピストンとシリンダーの接触を調整し、ピストンが十分に押しあがったところでシリンダーを冷せば、中の水蒸気は水になり、ピストンは自らの重さで下がる。このような加熱と冷却を繰り返せば、ピストンは上下動し、（炭鉱内でできる）地下水をくみ上げるポンプを動かすことができる。しかし、ニューコメンの蒸気機関の問題は、せっかく加熱したシリンダーを冷やすことで、熱エネルギー（燃料）を無駄にするところにある。さらに、シリンダーを再加熱するための時間的ロスも生まれる。

ワットの発明は、シリンダーとは別の場所に冷却装置を置くことで、こうした問題を解決するものである。シリンダー内で加熱された水蒸気がピストンを十分持ち上げたところで、シリンダーの外に逃がし、冷却装置で冷やす。それによって、シリンダー内の圧力は下がり、ピストンは下降する。冷却装置で冷やされた水を再度シリンダー内に戻せば、シリンダーは常に加熱された状態にあるので、時間的なロスも燃料の無駄遣いも避けることができる。

⁸ 矢野誠、古川雄一、2023、「産業革命サイクル生む「市場の質」 好循環生み出す政策を、」日経ビジネス 5月19日。

⁹ エンゲルス／一條和生・杉山忠平訳『イギリスにおける労働者階級の状態』上 岩波文庫 p.30-32。

このように言ってしまうと、ワットの蒸気機関も簡単に聞こえるが、シリンダーとピストンの接触が密でないと機能しない。シリンダーとピストンの間から水蒸気が漏れてしまえば、ピストンを押し上げている水蒸気を逃がすタイミングを計るのも難しい。

ワットがこの問題を解決できたのは、1755年にジョン・ウィルキンソンによって鉄棒の中を正確にくり抜く技術が開発されたことによる。鉄棒の中をくり抜く技術は大砲や鉄砲の普及とともに発達した。もともと、銃身を作るには、鉄棒を固定し、刃物で中をくり抜くという方法がとられていたが、それでは正確に穴をあけるのは難しい。ウィルキンソンの発明は、刃物の方を固定し、鉄棒を回転させながら、正確に穴をくり抜くというものである。この技術を用いることで、ワットの蒸気機関の製作が可能になった。

人間の活動やそのプロセスに大きな変革をもたらすのがイノベーションである。その意味で、ハーグリーブスやワットの技術は、単体では、発明であってイノベーションとはならなかったことを示す。

1. 3. イノベーション・エコシステム

イノベーションを活性化するためには、単に、異分野を融合すればよいというわけではない。必要なのは、消費や生産にかかわるすべてのパーツがイノベーションの活性化にむけ、コーディネートされた総合的なシステムである。それがイノベーション・エコシステムである。

イノベーション・エコシステムにおいて、陸上生物のエコシステムの中で陸上生物の役割を果たすのは、もろもろの経済主体である。家庭や企業や政府は森や林や草原に比定できる。

エネルギーを循環させる川や海や大気の影響を果たすのは市場である。市場は、物を作る側と使う側をつなぐパイプであると考えれば分かりやすい。市場というパイプを流れるのは、財であり、情報である。

イノベーション・エコシステムにおいては、平行して走る二本のパイプで技術や資源が暮らしにつながられている。一本のパイプは生産物市場で、技術や資源から生まれる生産物を生活の場に流す役割を持つ。他の一本は資本市場で、暮らしから生み出されるニーズに関する情報を技術開発や資源利用の場に流す役割をする。

1. 4. 市場の質

流れのよいパイプも悪いパイプもあるように、市場にも良し悪しがある。押し売り、詐欺、粗悪品が横行するようでは、良い市場とは言えない。市場の質は、単に市場の効率性を意味するものではない。では、市場の質をどう定義すればよいのだろうか。

それぞれの人が何らかの得をしたと感じるときしか交換は成立しない。損をしたと感じるような交換には誰も応じないはずだからである。交換は参加者に何らかの利益をもたらすと交換してもよい。その利益の総計が交換の利益である。

それぞれの交換参加者が交換から得る利益は、対価として手放したものととの相対的關係で決定される。言い換えると、対価の設定を通じて、交換の利益が交換参加者に分配される。

交換の利益の創出と分配は、交換が市場で行われるか否かとは関係しない。交換は、取引費用さえ存在しなければ、経済学的な意味で、効率的な資源配分を達成する¹⁰。交換を通じて達成された現状の資源配分では参加者の誰かの状態を改善する余地があるならば（つまり、現状の資源配分が非効率的ならば）、改善が実行される（これは取引費用がないという想定のもとでは当然である）。その結果、誰の状態も改善できないような（つまり、効率的な）状態が達成される。

¹⁰ 矢野 ミクロ経済学の基礎

市場は競争の場を提供することで、市場参加者の間で、交換の利益の分配を平準化する¹¹。あらゆる競争は、競争の場に課せられたルールのもとで行われる。そうしたルールの中で最も基本的なものは、市場では誰もが誰とでも取引できるというルールだと考えられる。誰とでも取引できることを保証されているとしたら、たとえば、売り手が「法外な」価格を吹っ掛けようとするれば、買い手は別の売り手に逃げてしまう。つまり、競争者がいる結果、だれにも「法外な」価格を吹っ掛けることはできない状態が達成される。ここで言う「法外な」という表現は、無差別性原則に反した行為と考えるとよい。

無差別性原則：どんな市場参加者も、他のどんな市場参加者とも取引できる機会が保証されていることである。

無差別性原則は、現代の経済学では、取り上げられることが少ないものである。しかし、市場取引にとっての無差別性の重要性はマグナカルタの時代から認識されていたことはよく知られている。

こう考えると、市場の質とは、市場に課せられたルールが順守される程度であるとみなせる。しかし、単なるルール順守で市場の質を定義するのは適切ではない。アダム・スミスは公正 (just) でも平等 (equitable) でもない規制の例として、縫製業者の要請でジョージ三世 (1760-1820) が採用した縫製職人の賃金規制法をあげている。産業革命前夜以来、市場活動の規制に向けて、さまざまなルールが形成されてきた。17世紀初頭に整備された英国知的財産法、19世紀を通じて形成された英国工場法、19世紀の終盤の長期恐慌を受けて形成された米国反トラスト法、さらには、大恐慌を受けて採用された米国証券法など、枚挙にいとまがない。こうしたルールの中には、市場の機能向上に大きく貢献したものもあるし、貢献しなかったものもある。

すでに述べたように、交換の利益の創出と分配が市場の中心的機能である。しかし、市場は、他にもさまざまな付随的機能を果たす。品物の価値や取引に際する信頼にかかわる情報の創出、質の高い製品と低い製品との仕分けなどは重要だろう。そうした機能を保護したり、阻害したりする様々な法や規制が存在しうるのは歴史が明確に示す。それを考慮すると、市場の質に、次のような定義を与えることができる。

定義 1：市場の質とは、（交換利益の創出と分配を中心とする）市場機能を高めるために経済活動に課せられたルールの順守の程度とルールそのものの機能と有効性の指標である。

1. 5. 開拓型産業政策と RIETI・EBPM センターの展開

第二次産業革命のころまでは、産業革命をけん引したファンダメンタルなイノベーションに政府が積極的な役割を果たすことはなかった。イノベーションや発明は個人の技術者や産業家に任されていたということは上で見た産業革命期の技術開発も示すとおりである。

第三次産業革命において、そのようなイノベーションのあり方は一変した。月ロケットやインターネットなど、近年の大きなイノベーションの技術的基礎は第二次大戦中や直後のアメリカ政府の技術開発支援によって可能になったものである。こうした技術開発支援を開拓型産業政策と呼ぶことができる（矢野，2022）。

産業政策は経済学と同じぐらい長い歴史を持つ。もともとの産業政策は、キャッチアップ型と呼ぶことができる。後発のアメリカ経済がイギリスという先進経済に追いつくためには政府の産業支

¹¹ 交換に取引費用が存在すれば、その節約機能を市場は持つ。しかし、この機能は、取引費用が存在しないという想定の下では、考える必要がない。

援が必要というアレグザンダー・ハミルトン（1757-1804）の主張に原型がある。そのような産業政策をキャッチアップ型と呼んでもよいだろう。他方で、開拓型産業政策の原型は1960年代に根岸隆が提示した経済理論にある（Negishi, 1961）。

矢野（2023）が指摘するように、今の世の中で世界を一新するようなイノベーションを日本がけん引しようと思うなら、アメリカの産業支援の成功が示すように、開拓型産業政策で技術開発を支援する必要がある。同時に、ニーズに関する情報を技術開発者にスムーズに流す質の高い市場を備えたイノベーション・エコシステムも欠かせない¹²。キャッチアップ型産業政策の場合、開発されるべき技術は先進国の例を見れば明らかだが、開拓型産業政策の場合、暗中模索の状態から次に開発すべき技術を見つけ出さなくてはならないからである。

イノベーション・エコシステムの構成要素としての政府は、企業や家計という他の構成要素と比べ、圧倒的な影響力を保有する。現代経済では、イノベーションは企業や起業家によって起こされる場合が多い。そのような世界で、圧倒的な影響力を持つ政府が恣意的な活動を行えば、ニーズを的確にとらえた技術開発は難しい。

RIETIでも、「第五期」の一環として、EBPMセンターを開設し、開拓型産業政策の立案に資する政策評価に乗り出したところである。政府の推進する開発型産業政策がニーズを的確にとらえられるように、たえずデータに基づいてニーズとシーズの関係を検証することこそ、EBPMセンターに課せられた責務だろう。それなしには、産業政策から恣意性をぬぐいさることは難しい。

2. イノベーション・エコシステムを構成するパーツの研究

以下では、まず、異分野融合プロジェクトにおいて検討されてきたイノベーション・エコシステムの全体像を説明する。そのうえで、イノベーション・エコシステムのさまざまなパーツに関する研究成果を紹介する。

文理融合は直接イノベーションにつながるか。「文理融合」も「異分野融合」も昔から唱道されてきた。それが形となって表れてこないのは、お題目だけにとどまり、どのような手法で融合が達成できるのかという問題に正面から取り組めていないためだろう。そこで、「第五期」では、どのようにしたら、実際に「融合」を進めることができるのかという問題意識に基づき研究活動を続けてきた。

2. 1. 産業革命サイクル

イノベーションと市場の質をマクロ経済モデルの中で明らかにするのは重要である。18世紀以来、人類は少なくとも三回の産業革命を経験した。Yano and Furukawa (2023) や矢野・古川 (2023) では、この繰り返しが産業革命サイクルと呼ばれ、新しいタイプの2次元カオスの数学的特徴づけが行われた。

すでに見てきたように、産業革命は画期的な技術を開発した個人や企業との関連で語られる。第一次産業革命ではジェームズ・ハーグリーブスのジェニー紡績機（1765）やジェームズ・ワットの蒸気機関（1776）、第二次ではヘンリー・ベッセマーの鋼鉄製造転炉（1855）やヘンリー・フォードのオートメーション（1913）、第三次ではIBMPC（1981）と、それぞれの産業革命をけん引した技術が思いだされる。属人的な発明によって産業革命がけん引されたとみるとしたら、産業革命は確率事象だという解釈が生まれても不思議ではない。

Yano-Furukawa 論文では、そういう見方が転換され、（1）技術の質的向上を製品の差別化によってとらえ（2）多数の無名の発明家たちによる技術独占と先導者利益の追求、および（3）技術を利用する多数の人々の経験の蓄積による生産性向上、という三つの要因によって産業革命サイク

¹² 矢野 (2022).

ルが説明される。経済のファンダメンタルズを律するパラメーターが現実に近い値をとるときに、100年に一度程度の割合で、非常に多くの発明が創出されるというのが結論である。

産業革命が多数の「無名」な発明家による集中豪雨的な発明に支えられるという視点は第一次産業革命期の特許取得データに関する筆者たちの研究に基づく¹³。この特許データは1854年にウッドクロフトがまとめたもので、1617年から1852年にかけて取得された16000件にのぼるすべての特許を網羅する。このデータを利用すると、1700年から1850年ごろにかけて、急激な技術革新が3回あったことがわかる。そのうち、第二回目の技術革新期(1758-1764)は第一次産業革命の開始時期に重なる。また、第三回目の技術革新期(1835-1844)は第二次産業革命の導火線に火をつけた時期とみなせる。このような事実から、産業革命が、単に少数の大発明ではなく、互いに独立した多数の発明家の努力にけん引されたことが読み取れる。

Yano-Furukawa 論文には、こうした歴史が盛り込まれている。人々は自らの経験を通じて徐々に生産性を高め、誰もが発明家になれ、発明家にならない人は技術を利用し生産すると仮定される。一般に、人々の生産性が高まれば、技術の希少性も高まる。また、イノベーションが活発になれば、それを独占的に用いる企業の割合が高まり、その結果、市場の質が低下する。

このような関係は、既存の発明と新しい発明という二つの状態変数を持つダイナミカルシステムとして記述することができる。さらに、二つの状態変数は、技術の希少性と市場の質という変数に置き換えることができる¹⁴。希少性が高まりは新しい発明を誘導する。同時に、希少性の高まりは、技術開発者の市場独占力を高め、市場の質を低下させる。さらに、技術開発を通じて、技術の数が増大する。そのため、技術の希少性を低めることになる。つまり、技術の希少性が高まれば、次の期には技術の希少性を低下させるという変動が生まれる。この変動が産業革命サイクルを引き起こす原因となっている可能性が示されている。

2. 2. ソシオ・ライフサイエンスと新型コロナパンデミック

イノベーション・エコシステムは、お題目として唱えていても、形成されない。イノベーション・エコシステムの形成に不可欠なのは各パーツ間の垣根の撤去である。では、どうしたら垣根が撤去できるのだろうか。そのような問題意識のもとで筆者が京大在職中に開始されたのが、京都大学医学研究科との共同研究である。

共同研究の開始当初から、この共同研究の目的は、ソシオ・ライフサイエンスという、生命科学から社会科学にまたがる新しい研究領域の構築にむけた基礎をつくり、将来のEBPMに資するための生命科学から社会科学までをカバーするコホート・データを構築することにある。社会を社会たらしめている要因はどこにあるのか。人が肉体的、精神的健康を維持するには何が必要か、といった基本的な問題を解明するために不可欠なデータ構築を、RIETIは京都大学医学研究科・経済研究所と協力して構築してきた。

人間は社会性を持った生き物である。したがって、人間を総合的に理解するためには、理系と文系の双方の視点から分析を加える必要がある。新型コロナウイルスの経験が示すように、健康維持や病気のコントロールに際しては、医学的対策だけではなく、社会としての対策を考えていく必要がある。また、人間の社会性の分析には、所得や教育のような経済学的視点だけでなく、肉体的・精神的な健康状態の情報も不可欠である。こうした問題の解明に向け、所得、教育、家族、健康、バイオマーカー、ゲノム情報といった基礎的情報だけでなく、人間のリスク回避度、ソーシャルキャピタルといった主観的データが集積されつつある。

この研究の一環として、2020年4月に「第五期」が開始される直前に発生した新型コロナウイルスのパンデミックを受け、パンデミックに対する社会の向き合い方の追跡調査を開始した。特に、仏パスツール研究所にも協力を求め、同研究所で開発された高感度ウイルス抗体検出技術を利用し、感染による抗体形成とワクチンによる抗体形成を分離することで、不顕性感染者の数の把握を

¹³ Yano and Furukawa (2023, Fig. 1).

¹⁴ 矢野・古川 (2023). =

目指してきた。さらに、感染防止に向けた行動変容の在り方、ワクチン接種と行動変容の関係など、広範囲にわたるデータが構築されつつある。

こうしたデータに基づく研究は現在進行中である。他方、京大との共同研究で進められているデータのデザインについては、Yano, Matsuda, Sakuntabuhai, and Hirota (2022) に詳しく解説されている¹⁵。さらに、この書籍では、京大との共同研究が目指すソシオ・ライフサイエンスという研究分野の構築にむけ、社会科学者と生命科学者の共同研究が紹介されている。

2. 3. 公共財としてのブロックチェーン技術の応用システムの開発

RIETI では、第四期中期計画の一環として、ブロックチェーン技術の産業化に向けたエコシステムのあり方について、コンピュータエンジニアとともに共同研究を行った。その共同研究では、ビットコインやイサリウムのような私的財の取引への応用に焦点が置かれた。この研究を通じて、ブロックチェーンの準公共財としての利用できる可能性が明らかにされた。

その結果に基づき、Dai, Chigusa, and Yano (2022) では、ブロックチェーン技術を応用することで、準公共財として研究データを研究者間で共有する可能性を考えている。この研究は、ブロックチェーン技術の持つデータ管理の厳密さと結果として生まれる使いにくさのトレードオフに着目して、適度な厳密さを達成することで研究データの管理を提唱するものである。同時に、研究データの管理費用削減のために、イサリウムを活用する可能性も示される。

この研究は、ブロックチェーン技術の最も高い将来性が公共財としての利用にあることを示唆する。現代社会では、登記簿謄本や戸籍謄本・住民票、レセプト・データなど、さまざまなビッグデータが公共財として紙媒体で社会に提供されている。ブロックチェーンはそれを完全に電子化した形で、インターネットを通じて安価に社会で共有することを可能にする技術である。そのためのプリテストを行っていくための予算措置が強く望まれる分野である。

2. 4. 垣根の政治学、法と経済学

イノベーション・エコシステムの形成には、エコシステムを構成する各パーツ間に存在する垣根を取り除く必要があることはすでに述べたとおりである。ここで言う垣根というのは、財・サービス、資金、情報のパーツ間での自由な流れを妨げる障害を指す。垣根を取り除くためには、なぜ垣根そのものが形成されるのかを知り、垣根がどのような問題を引き起こすのかを理解しなくてはならない。「融合領域プロジェクト」では、政治学、法学、経済学を融合した視点に立って、この問題の解明に挑んできた。本項では、その研究成果を紹介する。

2. 4. 1. 垣根形成プロセスの政治学

経済活動の妨げとなる垣根はアダム・スミスの時代から経済分析の対象とされてきた。他方で、そのような垣根がなぜ形成されるのかというのは政治学的な問題である。RIETI では、尾野義邦プロジェクトのもと、『先端技術と民主主義：技術の進展と人間社会の共生を目指して』と題して、新しい政治学的分析手法を用い、人種間、男女間、年齢間など、さまざまなところに存在する垣根の形成要因を実証的に分析してきた¹⁶。

¹⁵ これについては、Setoh, Kazuya, and Fumihiko Matsuda (2022)。

¹⁶ このプロジェクトは、2020年11月に開始され、2023年4月に完了した。2018年5月から2020年6月までの第一回目のプロジェクトを受けたものである。

これらの研究は、因果推論を可能にするようにデータをデザインし、人々の意識調査によりデータを構築し、政治学的テーマを実証するという斬新な手法に基づいている。テーマは国際的な政治から日本の政治までさまざまな側面をカバーする。

1. 女性候補者は選挙戦においてジェンダーステレオタイプに沿った振る舞いをするよう戦略的に動機づけられている (Barnes, Crabtree, Matsuo, and Ono, 2022).
2. 日本人有権者の大多数が、政治的なネットワーク、大臣任命の可能性、補助金事業を有権者に提供する能力など、世襲政治家の持つ一定の特性をポジティブに評価している。これは、日本の有権者が投票において候補者が世襲であるかどうかになんら影響されないとする既存の研究とは一線を画す(Miwa, Kasuya, and Ono, 2022),
3. 有権者は、参議院が意思決定において従属的な役割を担っていることを知らされると、参議院選挙において女性候補をより支持するようになる (Miwa, Kasuya, and Ono, 2022),
4. 多くのアメリカ人は、裁判官の判断が人種や性別によって影響を受けているとみなしている。特に、政治的右派と政治的左派によって、女性裁判官やヒスパニック系裁判官に関する有権者の評価が大きくことなる (Ono and Zilis, 2021),

など、人種や性別を分ける垣根に関し、さまざまな重要な発見があった。

2. 4. 2. 政治プロセスにおいて情報の流れを阻害する垣根の存在

政治プロセスとは、情報の流れによって引き起こされるさまざまな集団の営為であると考えられる。そのような視点にたつと、集団の営為の選択基準を社会的環境とし、情報の流れと集団の営為の同時問題として政治プロセスを扱うという新しいアプローチが想起される。「融合領域プロジェクト」では、このアプローチの最初の試みとして、情報の発信者（政府）と受信者（国民）の間の情報の流れを阻害する垣根の内生的形成をチープトーク・ゲームの枠組みで分析している¹⁷。

情報の流れを阻害する垣根の存在は情報の受け手の最適な状態依存型行動を阻むので、情報の送り手にとっても望ましいとはいえない。この研究では、イデオシンクラティックな情報と非イデオシンクラティックな情報という二つのタイプの情報の役割が明らかにされる。イデオシンクラティックな情報というのは受け手の状態依存型行動決定に直接影響するタイプの情報を指し、非イデオシンクラティックな情報は状態依存型行動決定に直接的影響を持たないものを指す。二つのタイプの情報に相関がある場合、送り手から受け取ったメッセージを利用し、受け手は両方のタイプの情報を同時に改定する。そのため、もし、送り手が両方の受け取られ方を気にするならば、情報の流れが阻害されるというのが結論である。

情報の発信者と受信者の間に重大な垣根が存在し、発信者の持つ情報が流れないという現象はいたるところで発生している。たとえば、ロシアのチェルノブイリ原発事故、わが国の福島原発事故、2009年アムステルダム空港でおきた旅客機の墜落事故、など枚挙にいとまがない。この研究は、そうした事故に絡んでおきる情報の流れの障害が構造的な原因から発生する可能性があることを明らかにするものである。

2. 4. 3. 国際間の垣根としての企業制度とその統合の効果の分析

企業法改革は RIETI 創立以来の大きな研究テーマである。1990年代以来、わが国は英米型の企業法と日本型の企業法の間垣根を低める努力を続けてきた。一言でいえば、「米英では、強すぎるガバナンスをいかに制御し、近視眼的な経営を避けることに大きな関心があるのに対して、日本では、依然として弱すぎるガバナンスの問題をふまえて株主の利害を強化することに重点が置かれて

¹⁷ Honryo, T., and M. Yano (2021).

きた」。¹⁸それを通じて、両者の制度が近づけば、企業への国際的な投資活動が活性化するはずである。

そのための努力の一環として、今世紀に入って日本の企業制度を欧米に近づける努力が続けられてきた。その間、スチュワードシップ・コード、コーポレートガバナンス・コードの導入、取締役会や報酬制度改革などが行われ、所有構造が変化し、経営権市場が整備されてきた。¹⁹

この間、世界を見ると、巨大インターネット企業による行き過ぎた利潤追求が指摘され、アメリカでは反トラスト法の運用が大きく変化した。さらに、ビッグデータの利用によって、情報操作を行い選挙への干渉なども行われるようになってきている。同時に、地球温暖化が進み、気候変化も急激に進行している。こうした変化からは、効率性だけに力点を置いた20世紀的な経済哲学の行き詰まりも見てとれ、市場の質という効率性と公正性を総合した市場機能の新しい尺度も重要になりつつある²⁰。

「第五期」の活動は、こうした変化を受け、「近視眼の罠に陥ることなく、市場の規律を重視した改革を通じて、イノベーションと経済のダイナミクスを実現し、さらに企業がESG要素を含む社会の持続可能性を考慮する枠組みを創出する」ことに日本の企業統治改革の課題があるという見方にたつ。特に、以下の三点に注目して研究がつけられた。²¹

1. イノベーション能力の基礎となるR&D投資や人的資本投資、M&A、事業再組織化、財務政策などに焦点をあて、日本企業の統治制度の特性と、企業行動への影響を実証的に分析する²²。
2. 近年の資本市場の変化（機関投資家の影響力の上昇、社会の持続的可能性に対する最終投資家の関心の上昇）にともなう、近視眼的経営への傾斜の有無、所得分配への影響（従業員から株主への富の移転）などをつうじ、企業のCSR活動の促進効果を検証する²³。
3. こうした実証分析にもとづき、日本型モデルのVer2.0の制度設計に取り組み、企業の目的の再定義、取締役会機関の整備、報酬制度の設計、最適な所有構造、企業成果（パフォーマンス）の測定、経営権市場に対する規制などを検討する²⁴。

こうした問題意識にたつた研究成果として、以下のような結論が得られている。²⁵

1. 近年、日本の企業所有形態は、旧来の株式持ち合いから、ブロック株式の取得や自己株式を金庫株として保有し、他の事業法人へと売却するという「内部経営権市場」とも呼ぶべきという新しい日本の企業所有形態を成立しつつある。²⁶

¹⁸ RIETIも協力した早稲田大学高等研究所主催による国際会議“Governance reforms from comparative perspective” (2019/11/06), 開催案内より。 <https://www.rieti.go.jp/jp/events/19110601/info.html>

¹⁹ 『アベノミクス下の企業統治改革：二つのコードは何をもたらしたのか（第1回）企業統治改革の進展とその論理構造』 旬刊商事法務 = Commercial law review (2224), 12-23, 2020-03-05
商事法務研究会, (第2回) チュワードシップ・コードは何をもたらしたか：機関投資家のエンゲージメントの強化 旬刊商事法務 = Commercial law review (2226), 20-30, 2020-03-25, 商事法務研究会, (第3回) 取締役会改革とその帰結, 商事法務研究会 旬刊商事法務 = Commercial law review (2227), 45-53, 2020-04-05, 商事法務研究会

²⁰ 新しい反トラスト法の運用とその背景, 近年のビッグデータによる情報操作や選挙干渉については, Yano, M., 2021, 参照。

²¹ FRANKS, Julian, MAYER, Colin, MIYAJIMA, Hideaki, and OGAWA, Ryo, 2022, “Managing Ownership by Management,” RIETI DP 23-E-022.

2. 持合いが企業価値を毀損するものであったのに対し、この新しい所有形態は戦略的で平均的に企業価値を高めている。%
3. この変化は、国際機関投資家の存在感の上昇とコーポレート・ガバナンスの改善によってもたらされたものである。言い換えると、外部市場からの規律を受ける場合には、経営陣による所有構造の調整が企業価値の向上をもたらす可能性があるということになる。%

この結論は新しい日本の企業形態の方向性を示す画期的な研究成果と言えよう。

2. 5. 文理融合・異分野融合に向けた研究活動のあり方

RIETIのような経済系の政策研究組織において文理融合や異分野融合を目指すためには、経済学以外の分野の研究者との接点を組織的に提供することが大切である。「第五期」の活動では、RIETIの誇る研究者ネットワークが接点の形成に大きな役割を果たしてきた。充実したネットワークのおかげで、「第五期」の活動開始と同時に分野間の垣根のない研究活動が可能になり、本稿で紹介したような優れた文理融合・異分野融合研究が生まれた。つまり、「文理融合・異分野融合」はRIETIならではの活動成果だといってもよい。

組織の中で物事を整理して事業を遂行するためには、さまざまな活動を縦割りにして、グループを作らざるを得ない。そこに横の連携を作り出すのは簡単ではない。「第五期」の活動は、九つのプログラムからなり、プログラムごとに喫緊の課題に関する重要な分析が進められている。しかし、それらの課題が重なりをもち、非常に関係が深い研究が異なるプログラムで進んでいる。それにも関わらず、それぞれ独立の道を歩んでいることも少なくない。プログラム間の連携を高めるため、RIETIでは個々の研究テーマの設定や成果の報告・検討はすべてのプログラムをまたいで実施されている。それによって、プログラム間で情報をやりとりするインターフェースをつくらうとしているわけである。

研究者個人が異分野融合に向けたインターフェースを形成するためには、すべての科学分野を網羅する総合学術誌や自分の領域以外の学術誌での論文発表に力を傾注することも不可欠である。これは、分野ごとにもとめられる論文の書き方が異なるからである。書き方が異なるということは、ものの考え方が分野ごとに異なっていて、分かりやすい説明の仕方が異なることを意味する。異分野の研究者にうたえる説明ができたということは、異なる分野をつなぐインターフェースが形成できたということである。本稿において異分野融合研究を紹介するにあたり、経済学以外の場で出版された論文を中心に紹介してきたのは、「第五期」の活動をつうじ形成されたインターフェースを紹介するためでもある。

本書の構成も九つのプログラムごとに研究成果をまとめる形になっている。しかし、「異分野融合プログラム」以外の場で行われた研究にも非常に質の高い文理融合・異分野融合研究がある。最後に、プログラムの垣根を越えて、そうした研究を紹介しよう。

『Proceedings of the National Academy of Sciences』(PNAS)に掲載されたMori et al. (2020)論文は、空間経済学・都市工学にまたがり、規模の異なる都市の形成がフラクタル構造を持つことを実証的に示すものである。『PNAS』は、『Nature』、『Science』と並び、あらゆる科学分野を網羅する総合科学学術誌のトップ3の地位とされることからわかるように、この論文の価値は非常に高い。「第五期」の活動開始直前に刊行され、「文理融合・異分野融合」研究の方向性に大きな影響を与えたことも高く評価される。

『Nature』の姉妹誌として評価を高めつつある総合学術誌『Scientific Reports』に掲載されたKondo (2021)論文はSusceptible-Exposed-Infectious-Recoveredモデルと呼ばれる疫学モデルに複数地域を導入することで、地域間移動による新型コロナウイルスの感染拡大への影響を分析したものである。この論文では、感染拡大時にとられた都道府県間の移動制限が国全体の感染収束に果たす役割は非常に限定的であることが示されている。これは、移動制限よりも、テレワーク、三密回避、

通常の感染症対策の強化といったことが必要ということを示唆する。将来のパンデミック対策を考える上でも非常に重要な知見である。

また、戸堂康之プロジェクトや青山秀明プロジェクトからは、多数の論文が総合学術誌として高い評価をうける『PloS One』に出版掲載された。Inoue, Murase and Todo (2021) では、新型コロナウイルスの感染対策として採用されたロックダウンがサプライチェーンを通して引き起こす効果が検討されている。サプライチェーンの構造によって、ロックダウンの効果が異なるというのが主な結論である。また、Inoue and Todo (2020) では、ロックダウンが感染防止にどの程度役立つのかという問題が研究されている。主な結論として、もし東京のロックダウンが一か月間継続されると、東京における直接効果よりも、東京以外の地域に対する間接効果が二倍程度になることが示されている。Mizuno, Aoyama, and Fujiwara (2022) では、ビール市場に着目して、顧客とブランドのタッチポイントの系列をカスタマージャーニーと呼び、超高次元の主成分分析を応用して、ネットワーク構造を記述している。また、Sato, Ikeda, Kawai, and Schich (2020) では、サプライチェーンデータのネットワーク解析から、京都の伝統産業の構造的頑健性、脆弱性を明らかにしている。

3. 結語

以上、見てきたように、「第五期」における文理融合、異分野融合研究は、理系研究者との共同研究を推進し、文系・理系を結ぶインターフェースを作る上で大きな成果を上げたと考える。特に、国際的にみても経済学研究者には縁のうすい総合科学学術誌に、PNAS というトップジャーナル掲載論文2本を含めて、計7本の論文が発表された。また、法学・政治学と経済学の融合を目指す研究でも大きな成果を上げた。中でも、American Journal of Political Science と American Political Science Review という政治学系のトップジャーナルに論文が掲載されたことを特筆したい。EBPM センターという「産業政策の新機軸」の定着を目指す経済政策の現場と政策研究をつなぐインターフェースも創設されたことも重要な成果である。

本稿の冒頭で、イノベーションの活性化のためには、文系理系や異なる学問分野を隔てるサイロや垣根を壊すことが重要であると指摘した(矢野・中澤, 2015)。しかし、サイロや垣根はそれなりの目的をもって作られている。それを壊してしまえば、本来の目的は達成できない。サイロや垣根を壊せというのは、現状に照らして、その構造が本来の目的達成のために有効であるか否かを常に確認し、常に作り変えていくべきだということなのだろう。そのためには、サイロや垣根の内側から外を見たり、外から検証したり、さらには全く異なる場から眺めたりすることが大切である。本稿で示したように、RIETIにおける「第五期」の事業を通じて、日本経済に乱立する垣根やサイロの一角を崩す道筋を示すことができたと思う。

Barnes, T., C. Crabtree, A. Matsuo, and Y. Ono, 2022, "Women Use More Positive Language than Men: Candidates' strategic use of emotive language in election campaigns," RIETI DP 22-E-114

Chatham, A., 2020, "Was suitcase on wheels invented by Pole?" The First News, February 26.

Dai, Chris, Tadaaki Chigusa, and Makoto Yano (2022), Sharing of Research Data by Blockchain, Socio-Life science and the COVID-19 outbreak, Yano, Matsuda, Sakuntabhai, and Shigeta, eds., Springer.

Franks, Julian, C., Mayer, H. Miyajima, and R. Ogawa, 2022, "Managing Ownership by Management," RIETI DP 23-E-022.

Hamilton, A. (1791), Report on the Subject of Manufactures, presented to the US Congress, 5 Dec. 1791 Papers 10:252--56.

Honryo, T., and M. Yano, "Idiosyncratic Information and Vague Communication," *American Political Science Review*, 115(1) 165-178, Feb, 2021.

Inoue, H., Y Murase, Y Todo, 2021, Do economic effects of the anti-COVID-19 lockdowns in different regions interact through supply chains? *PLoS One* 16 (7),

Inoue, H., Y Todo, 2020, The propagation of economic impacts through supply chains: The case of a mega-city lockdown to prevent the spread of COVID-19

Kondo, Keisuke, 2021. "Simulating the impacts of interregional mobility restriction on the spatial spread of COVID-19 in Japan," *Scientific Reports*, Volume 11, 18951.

Miwa, Hirofumi, Yuko Kasuya, Yoshikuni Ono, 2022, "Voters' Perceptions and Evaluations of Dynastic Politics in Japan," RIETI DP 22-E-113.

Miwa, Hirofumi, Yuko Kasuya, Yoshikuni Ono, 2022, Why are There More Women in the Upper House?, RIETI DP 22-E-94.

Mizuno, Makoto, Hideaki Aoyama, and Yoshi Fujiwara, 2021. "Untangling the complexity of market competition in consumer goods - A complex Hilbert PCA analysis," *PLOS ONE*, 16(2):

Mori, T, T. Smith, and W-T Hsu, (2020), Common power laws for cities and spatial fractal structures, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117 (12).

Negishi, T. (1962), Entry and the optimal number of firms, *Metroeconomica*, 14.

Negishi, T. (1968), "Protection of the infant industry and dynamic internal economies," *Economic Record*, 56-67.

Ono, Yoshikuni, and Michael A. Zilis (2021). "Ascriptive Characteristics and Perceptions of Impropriety in the Rule of Law: Race, Gender, and Public Assessments of Whether Judges Can Be Impartial." *American Journal of Political Science*, 2021, May.

Pu, S., and M. Yano, 2020, Market Quality Approach to IoT Data on Blockchain Big Data, in *Blockchain and Crypto Currency*, Springer.

Sato, Daisuke, Yuichi Ikeda, Shuichi Kawai, and Maxmilian Schich. 2020, "The sustainability and the survivability of Kyoto's traditional craft industry revealed from supplier-customer network," *PLoS ONE*, Vol. 15(11): e0240618.

Setoh, Kazuya, and Fumihiko Matsuda (2022), "Cohort Profile: The Nagahama Prospective Genome Cohort for Comprehensive Human Bioscience (The Nagahama Study)."

Sharkey, J., (2010), "Reinventing the Suitcase by Adding the Wheel," *New York Times*, Oct. 4.

Yano, M., C. Dai, K. Masuda, and Y. Kishimoto, 2020, "Preface," page vi, in *Blockchain and Crypto Currency*, Springer, Yano, Matsuda, Sakuntabuhai, and Hirota, *Socio-Life Science and the COVID-19 Outbreak* (2022).

Yano, M., F. Matsuda, A. Sakuntabuhai, and S. Hirota, (2022), *Socio-Life Science and the COVID-19 Outbreak*, Springer.

Yano, M., and Y. Furukawa, (2023), "Two-dimensional constrained chaos and industrial revolution cycles," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120-5.

Enrique Dan, (2020), 「破壊的技術の導入、必要なのは組織内の「サイロ」解体」, Forbes Japan, 2020/12/06

エンゲルス／一條和生・杉山忠平訳『イギリスにおける労働者階級の状態』上 岩波文庫 p.30-32.

宮島英明, 齋藤卓爾, 2020, 『アベノミクス下の企業統治改革: 二つのコードは何をもたらしたのか (第1回) 企業統治改革の進展とその論理構造』 旬刊商事法務 (2224), 12-23, 2020-03-05, (第2回) チュワードシップ・コードは何をもたらしたか: 機関投資家のエンゲージメントの強化(2226), 20-30, 2020-03-25 (第3回) 取締役会改革とその帰結, 商事法務研究会旬刊商事法務 = Commercial law review (2227), 45-53, 2020-04-05, 商事法務研究会

矢野誠, (2016), 「サイロと垣根の克服」, REITI 新春特別コラム, 2016/12/28, https://www.rieti.go.jp/jp/columns/s17_0010.html

矢野誠, (2001), ミクロ経済学の基礎, 岩波書店.

矢野誠 (2022), 『分配と成長、高質な市場カギー「新しい資本主義」の課題』, (日本経済新聞 2022年4月27日版)

矢野誠, (2023), 産業革命サイクルと市場の質のダイナミクス, 日本学士院.

矢野誠, 古川雄一 (2023), ” 産業革命サイクル生む「市場の質」 好循環生み出す政策を, ” 日経ビジネス 2023/05/19.

矢野誠, 中澤正彦 (2015), なぜ科学が豊かさにつながらないのか, 慶應出版会.