

輸出構造からみる 国際間の知識類似性に関する基礎的研究*

A Study of Knowledge Similarity among Countries Based on the Export Structure

山田 恵里**

YAMADA Eri

河上 哲***

KAWAKAMI Tetsu

Based on countries' export baskets by destination, this study develops a knowledge similarity index on production and trade structures between countries. Knowledge similarity indices for 2000 and 2019 were calculated using the UN Comtrade database and then visualized as a graphical network with the nodes representing countries connected according to their degree of similarity. The results show substantial similarities in production and trade structures between neighboring countries. Even after controlling for similarities in geology or climate and demand-side preferences, the neighboring similarities remain significant for 2019. This implies that the growth trajectory of countries is strongly affected by the knowledge in their neighborhood.

Keywords: Knowledge similarity, Knowledge spillover, Network, Comparative advantage

* 本研究の一部は、JSPS 科研費（JP19K13688, JP18K01597）の助成を受けたものです。

** 名古屋市立大学大学院経済学研究科
Graduate School of Economics, Nagoya City University

*** 近畿大学経済学部
Faculty of Economics, Kindai University

I. はじめに

国や地域の経済成長の源泉となるイノベーションは、どのような知識基盤から創出されるのか？またイノベーションに資する洗練された知識は、どのような経路を通じて、どのような範囲で波及するのか？既存研究では、洗練された知識は国際競争力を有する輸出財に体化されているものとし、各国における輸出財の構成をもとに国が有する知識の洗練性を計測している(Hidalgo and Hausmann, 2009; Hausmann and Hidalgo, 2011)。また国際間の知識波及の経路として国際貿易が重要な役割を果たし、輸入国の経済成長に寄与していることが実証されている(Coe and Helpman, 1995; Coe et al., 2009)。一方で、イノベーションに寄与する洗練された知識は、人や地域に体化された暗黙知による部分が大きく(Polany, 1962; Arrow, 1969)、ゆえに他の国や地域による模倣や習得が困難で、その波及は一定の地理的範囲に限られる(Jaffe et al., 1993; Keller, 2002, 2004)。

これらの研究成果を踏まえれば、発展途上にある経済の成長は、先行して発展する近隣の国や地域に根付いた洗練された知識を、貿易、直接投資、人口移動などの経路を通じて習得する過程であることが示唆される。ただし、知識波及の個別具体的な経路や範囲については、地域ごとに特有な事象を検証する研究が主であり、一般化した分析枠組みのもとで統合的な評価を試みる実証研究の蓄積は十分とは言えない。各国で異なる経済成長と成長に寄与する知識波及について一般化した政策議論をするにあたり、それぞれの知識の波及経路や波及範囲を、先行する経済が有する知識に後続する経済が類似化する過程として捉えることが有用である(Bahar et al., 2014)。

本研究は、知識波及の経路としての国際貿易に着目し、国の輸出財とその仕向地の構成をもとに、各国間における輸出財の生産と取引にかかる知識の類似性を指標化して計測することを目的とする。類似性指標の計測結果について、国をノード(結節点)とし、類似性の程度に応じて国をリンク(辺)でつないだり国際間の類似性ネットワークとして可視化することにより、各国間の知識構造の関連とその動態的側面について、経済の発展段階や地理的側面などを踏まえた直感的な理解を深める。

各国間における輸出財の類似性を指標化した先駆

的研究としてMacDougall(1952)やFinger and Kreinin(1979)があり、類似性指標の計測により特惠関税制度などの貿易政策の影響を分析している。Bahar et al.(2014)は、国際貿易市場における輸出国の経済規模や輸出財の取引規模の影響を受けない、比較優位にある輸出財の「構成」のみに着目した類似性指標を導出している。国間の知識構造、すなわち「どのような」輸出財を生産できる知識を有するかを探索する本研究の目的を考慮すれば、Bahar et al.(2014)と同様、質的な側面に限って指標化することが適当であろう。

さらに本研究では、輸出財の構成だけでなく、仕向地の構成も考慮した類似性指標を導出する。貿易取引の実現には、生産にかかる知識はもちろん、相手国との取引にかかる知識も必要である。類似した輸出財を生産する国(とりわけ近隣の国)が、既に他の国で実績がある類似の相手国と取引を行うか、あるいは競合を避けて別の相手国との取引を目指すのか、取引にかかる知識も評価可能な指標化を試みる。

本稿の構成は次のとおりである。第Ⅱ節では、本研究で用いる分析データの概要を基本統計量とともに説明する。第Ⅲ節では、輸出品目と仕向地の構成に関する情報を用いて各国間の仕向地別品目に関する類似性指標を導出する。第Ⅳ節では、計測された類似性指標をもとに、各国における知識構造の関係をネットワークにより表現し、可視化することで得られる知見を考察する。最後に、第Ⅴ節で本稿の分析をまとめ、今後の課題を述べる。

Ⅱ. 分析データ

1. データ概要

本研究は、独立行政法人経済産業研究所(RIETI)が公開しているRIETI-TID(RIETI Trade Industry Database)を利用した。RIETI-TIDは国際連合統計局が提供しているUnited Nations Commodity Trade Statistics Database(UN Comtrade Database)から構築されたデータベースであり、2022年時点から1980年から2020年までの輸出国・地域、輸入国・地域、産業と生産工程別の輸出(輸入)財とその金額について把握することができる。RIETI-TIDでは、産業を13分類、生産工程を3カテゴリーまたは5サブカテゴリーに整理している。表1に示すとおり本研究は、産業及び生産工程別(素材・中間財・最終

表1 対象品目

	産業	素材	中間財	最終財
1	食料品及び関連の農林水産業	X	X	X
2	繊維製品	X	X	X
3	パルプ・紙・木製品(含むゴム, 皮, 油)及び関連の農林水産業	X	X	X
4	化学製品(プラスチック製品含む)	X	X	X
5	石油・石炭製品及び関連の鉱業	X	X	
6	窯業・土石製品及び関連の鉱業	X	X	X
7	鉄鋼, 非鉄金属・金属製品及び関連の鉱業	X	X	X
8	一般機械		X	X
9	電気機械		X	X
10	家庭用電気機器		X	X
11	輸送機械	X	X	X
12	精密機械		X	X
13	玩具・雑貨		X	X

出所：独立行政法人経済産業研究所「RIETI-TID2020（SITC分類）について」をもとに筆者作成。

表2 対象国・地域

地域	国	合計
1 アジア	日本, 中国, 香港, 台湾, 韓国, シンガポール, タイ, マレーシア, インドネシア, フィリピン, ベトナム, ブルネイ, カンボジア, インド	14
2 北米	米国, カナダ, メキシコ	3
3 西ヨーロッパ	英国, ドイツ, フランス, イタリア, スペイン, オランダ, オーストリア, ギリシャ, ベルギー・ルクセンブルク, フィンランド, スウェーデン, アイルランド, ポルトガル, デンマーク, リトアニア, ラトビア, スロベニア, エストニア, キプロス, マルタ, トルコ, ノルウェー, クロアチア	23
4 東ヨーロッパ	ブルガリア, チェコ・スロバキア, ハンガリー, ポーランド, ルーマニア, ロシア	6
5 南米	アルゼンチン, ブラジル, パラグアイ, ウルグアイ, チリ, ベネズエラ, コロンビア, エクアドル, ペルー, ボリビア	10
6 オセアニア	オーストラリア, ニューゼaland	2
7 中東	イラン, イラク, イスラエル, クウェート, オマーン, カタール, サウジアラビア, アラブ首長国連邦	8
8 アフリカ	エジプト, ガボン, 赤道ギニア, ナイジェリア, 南アフリカ共和国	5

出所：独立行政法人経済産業研究所「RIETI-TID2020（SITC分類）について」及びUnited Nations「Classification and definition of regions」をもとに筆者作成。

財)に1品目として取り扱い、13産業・3カテゴリに該当する計33品目を分析の対象とした。

RIETI-TIDは73国・地域（ベルギーとルクセンブルク、チェコとスロバキアはそれぞれ二国を一国として集計しているためデータ数は71国・地域）とその他1地域（Rest of the World）を対象としている。本研究ではRest of the World以外の表2にある71国¹⁾を対象とし、輸出財に仕向地の情報も付与した仕向地別品目を分析で用いた。仕向地別品目をも

とにした貿易件数の総数は2000年で100,490件、2019年で118,336件である²⁾。

2. 基本統計量

本研究では世界の輸出構造を貿易の外延的側面から把握することとする。まずは仕向地も考慮した品目数に関する基本統計量をみていく。表3には輸出国における仕向地を考慮した輸出品目の取引件数に関する基本統計量をまとめた。仕向地別品目数で

表3 基本統計量

	2000年			2019年		
	輸出件数	輸出品目	仕向地	輸出件数	輸出品目	仕向地
最大値	2,150	33	69	2,214	33	71
最小値	91	25	32	154	24	34
平均値	1,415	32	64	1,667	32	68
中央値	1,596	33	67	1,856	33	70

表4 仕向地別品目数(a)上位国, (b)下位国

(a)

2000年		2019年	
国	仕向地別品目数	国	仕向地別品目数
ドイツ	2,150	中国	2,214
米国	2,142	ドイツ	2,212
英国	2,101	米国	2,203
オランダ	2,091	オランダ	2,187
ベルギー・ルクセンブルク	2,073	英国	2,184
中国	2,067	イタリア	2,167
フランス	2,054	ベルギー・ルクセンブルク	2,166
イタリア	2,045	フランス	2,166
スペイン	2,011	スペイン	2,152
日本	1,988	インド	2,132

(b)

2000年		2019年	
国	仕向地別品目数	国	仕向地別品目数
赤道ギニア	91	赤道ギニア	154
イラク	132	ガボン	438
ガボン	292	ブルネイ	501
ブルネイ	300	イラク	523
カンボジア	400	パラグアイ	727
パラグアイ	488	ポリビア	830
カタール	516	ベネズエラ	879
ポリビア	547	オマーン	986
オマーン	587	クウェート	1,007
ナイジェリア	657	ナイジェリア	1,049

測った輸出件数で見ると、最大国は2000年では2,150件、2019年では2,214件、最小国は2000年では91件、2019年では154件であり、最大国と最小国ともに約20年間に増大した。平均値と中央値についても増大しており、世界全体で輸出件数が増大していることがわかる。仕向地別品目数の増大は、各国での取り扱い品目が増えたことよりも仕向地が増大したことが影響していた³⁾。

表4は、2000年と2019年の仕向地別品目数の上位10国と下位10国が示されている。表4(a)より、上位国は2000年から2019年にかけて日本とインドが入り替わった以外は同じ国が列挙されている。上位国の

多くは国境を接している国々が多い西ヨーロッパ諸国であり、他地域よりも地域内での貿易の多さが反映されていることがうかがえる。2000年はドイツ、米国、英国をはじめとする欧米の先進国が仕向地別品目数の多い国を占めた一方で、2019年には中国が最大となり、さらにインドが上位国となっている。

表4(b)より、仕向地別品目数の少ない国については、20年間でカンボジアとカタールがベネズエラとクウェートに入れ替わった以外は同じ国が列挙されている。下位国の多くはアフリカ、中東地域の国が多い。これらの国では原材料や資源などの素材に分類される輸出品が中心であり、輸出品目の種類が限

定的かつ少ないことが仕向地別品目数に影響していると考えられる。

3. 輸出国における仕向地別の比較優位品目

国がある輸出品目の生産に比較優位を有するか否かを国際間で比較・評価する際には、輸出国の経済規模や、国際貿易における当該輸出品目の取引規模の影響を取り除く必要がある。国が輸出する財の比較優位を表す指標として、Balassa (1965) によって定義されたRCA (Revealed comparative advantage) 指数がしばしば用いられる。輸出国 e が品目 p に有する比較優位 RCA_{ep} は、輸出国 e による品目 p の輸出額 X_{ep} を用いて、式(1)のように表される。

$$RCA_{ep} = \frac{X_{ep}/\sum_e X_{ep}}{\sum_p X_{ep}/\sum_e \sum_p X_{ep}} \quad (1)$$

さらに、仕向地の経済規模の影響を取り除いたRCA指数を定義できる。輸出国 e が特に仕向地 d の品目 p に有する比較優位 $RCA_{e,dp}$ は、輸出国 e による仕向地 d への品目 p の輸出額 $X_{e,dp}$ を用いて、式(2)のように表される。

$$RCA_{e,dp} = \frac{X_{e,dp}/\sum_d X_{e,dp}}{\sum_e \sum_p X_{e,dp}/\sum_e \sum_d \sum_p X_{e,dp}} \quad (2)$$

本研究では、各国が各仕向地において比較優位を有する輸出品目を、次の2つの手順により抽出する。第一に、 $RCA_{ep} \geq 1$ となる品目を式(1)によって求め、輸出国 e が国際貿易において比較優位を有する品目 p とする。第二に、最初の手順で抽出された

輸出国・品目のうち、さらに $RCA_{e,dp} \geq 1$ となる品目を、特に仕向地 d において輸出国 e が比較優位を有する品目 p とする。

図1は、上記手順のもとに、各輸出国が仕向地において比較優位を有すると判断された仕向地別品目数の総数を表したものである。同じ品目でも複数の仕向地への輸出は、それぞれカウントしている。2000年から2019にかけての全体的な傾向として、仕向地別品目数で測った輸出件数は先進国では減少し、中進国や後進国では増加した。これら中進国・後進国において比較優位を有する仕向地別品目数の増加した要因は、おもに仕向地の多様化によるところが大きい。仕向地別品目数は、中進国や後進国の増大に伴い、相対的に先進国では減少することとなった。

さらに比較優位のある仕向地別品目について、輸出件数の多い上位10国を表5に列挙する。表4と比較すると、仕向地別品目数は減少し、上位国に挙げられる国も異なっている。イタリア、ドイツ、ポーランド、トルコ、英国、インド、チェコ・スロバキアは2000年と2019年ともに上位国である一方、米国、ギリシャ、スペインは中国、ブルガリア、デンマークと入れ替わった。式(1)及び(2)によって抽出された仕向地別品目の情報を利用して、次節では国が有する生産や仕向地に関する比較優位を反映した輸出構造 (= 知識構造) とその国際間の類似性 (知識類似性) を定量的に計測する。

表5 仕向地別品目数の上位国

2000年		2019年	
国	仕向地別品目数	国	仕向地別品目数
イタリア	539	イタリア	455
ドイツ	343	トルコ	437
ポーランド	317	中国	401
トルコ	289	ポーランド	348
米国	287	英国	310
ギリシャ	266	インド	296
英国	266	ドイツ	291
スペイン	263	ブルガリア	279
インド	252	チェコ・スロバキア	275
チェコ・スロバキア	236	デンマーク	272

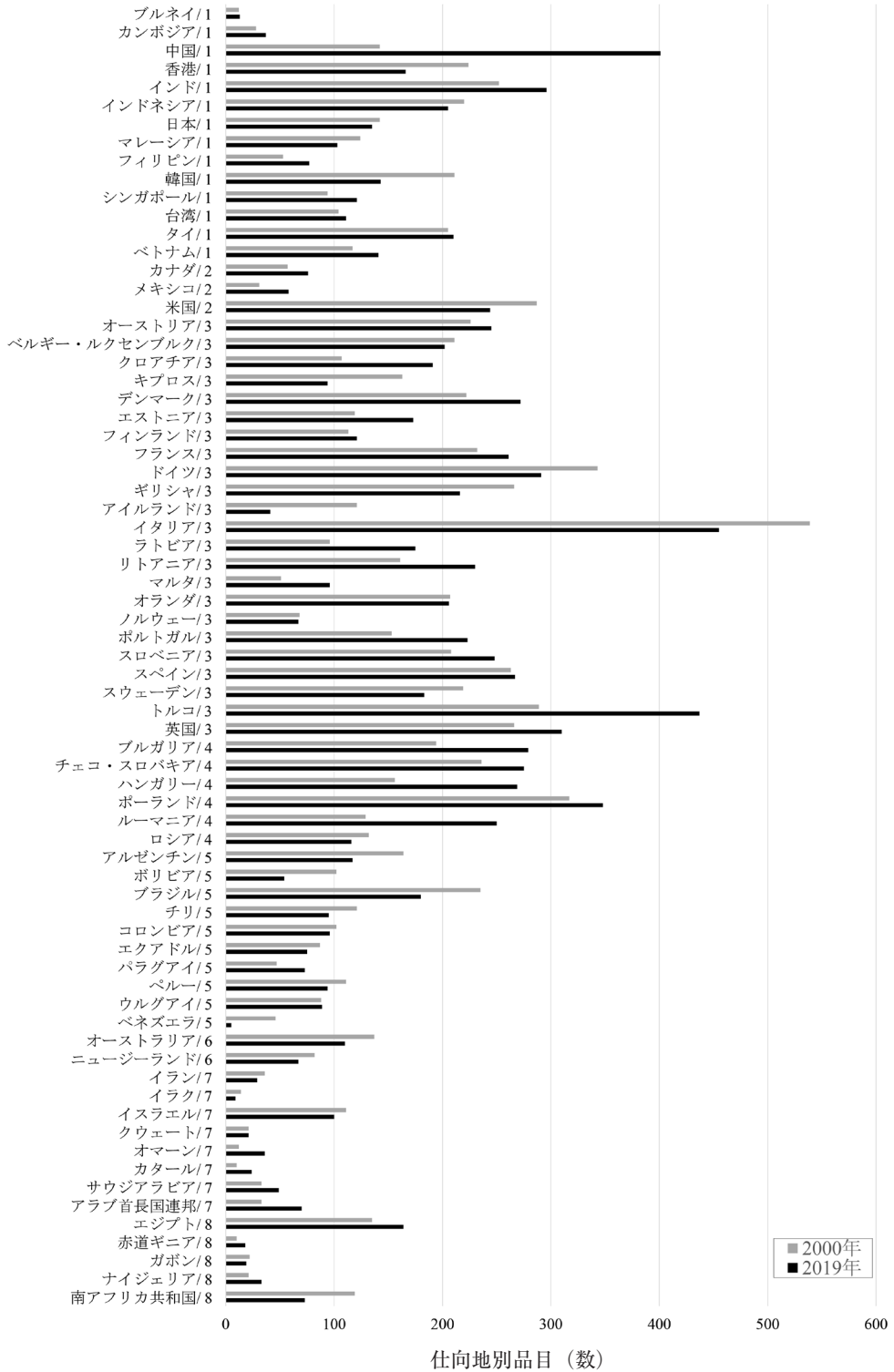


図1 仕向地別の比較優位品目数

※国名右の数字は表2の地域分類を示す。

Ⅲ. 分析方法

1. 輸出国と仕向地別品目の二部ネットワーク

本節では、各国間の輸出構造で測った知識類似性指標を導出する。その準備として、各国が輸出する品目と仕向地の構成を二部ネットワークとして捉える。二部ネットワークとは、異なる集合に属する2つのデータ間の定性的な関係を、ノード（点）とリンク（線）によって表現する方法である。ここでは、3国・2品目を例に説明する。

図2(a)に示すように、各輸出国 ($e1, e2, e3$) と各仕向地別品目 ($d1p1, d1p2, d2p1, d2p2, d3p1, d3p2$) をノードとし、輸出国と仕向地別品目のノードをリンクでつなぐことにより、どの国 e がどの品目 p をどの国 d へ輸出しているか（どの国 d のどの品目 p がどの国 e から輸入されているか）の関係を表現する。例えば、輸出国 $e1$ は、すべての仕向地 $d2, d3$ にすべての品目 $p1, p2$ を輸出しており、輸出国の中で最も多様な国に多様な品目を輸出している国であることがわかる。一方、輸出国 $e3$ は、仕向地 $d1$ のみに品目 $p1$ のみを輸出している国である。いずれの関係も、輸出額や輸出量などの数量的な情報は表現されていない。

二部ネットワークで表される関係は、行列形式に整理することにより数学的処理が可能になる。輸出国 e を行に、仕向地 d の品目 p を列にとった行列 M の各成分 $M_{e,dp}$ を、次のように定義する。

$M_{e,dp} = 1$: 輸出国 e が仕向地 d における輸出品目 p に比較優位がある場合。

$M_{e,dp} = 0$: 輸出国 e が仕向地 d に品目 p を輸出していない場合。または輸出国 e が仕向地 d における輸出品目 p に比較劣位な場合。

本研究では、前節で述べた方法に則り、各輸出国の

各仕向地における輸出品目の比較優位（または劣位）を判断する。上記の定義の下に、図2(a)の二部ネットワークは図2(b)の二値行列で表される。

2. 知識類似性指標の導出

各国間の輸出構造の類似性は、式(3)の共起行列 C によって表される。

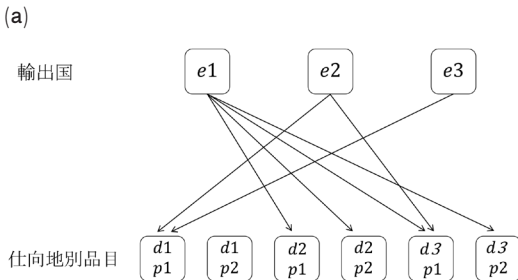
$$C = MM^T \quad (3)$$

ここで M^T は、二値行列 M の転置行列であり、共起行列 C は（輸出国数×輸出国数）の対称行列である。共起行列の対角成分 C_{ii} は、輸出国 i が輸出する仕向地別品目の総数を表す。非対角成分 C_{ij} ($i \neq j$) は、輸出国 i と輸出国 j が同一の仕向地に輸出する同一品目の数を表す。 C_{ij} の値が大きい（小さい）ほど、同一の国に同一の品目が輸出される頻度が高く（低く）、輸出の背後に類似の知識や技術を要する（要しない）国と見なし、輸出国 i と輸出国 j の類似性が高い（低い）と評価される。図3(a)は、図2の例をもとに算出された共起行列である。

ただし、多くの品目を生産し、多くの仕向地を有する国ほど、それら二国間の共起数 C_{ij} は確率的に（背後にある知識の類似性とは無関係に）大きな値をとる傾向がある。この影響を取り除くために、 C_{ij} の値を、輸出国 i と輸出国 j がそれぞれ輸出する仕向地別品目数で標準化する（Van Eck and Waltman, 2009）。

$$S_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{ii} C_{jj}} \quad (4)$$

式(4)分母の C_{ii} (C_{jj}) は、輸出国 i (輸出国 j) が輸出する仕向地別品目の総数であり、共起行列の対角



(b)

	$d1p1$	$d1p2$	$d2p1$	$d2p2$	$d3p1$	$d3p2$
$e1$	0	0	1	1	1	1
$e2$	1	0	0	0	1	0
$e3$	1	0	0	0	0	0

図2 3国・2品目に関する(a)二部ネットワーク、(b)二値行列

(a)		<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>	(b)		<i>e1</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>
	<i>e1</i>	4	1	0		<i>e1</i>	0.250	0.125	0
	<i>e2</i>	1	2	1		<i>e2</i>	0.125	0.500	0.500
	<i>e3</i>	0	1	1		<i>e3</i>	0	0.500	1

図3 3国2品目に関する(a)共起行列, (b)知識の類似性行列

成分である。本研究では、式(4)で算出された類似性指標 S_{ij} を成分にもつ S をもって、輸出国間の仕向地別輸出品目で測った知識の類似性行列と定義する⁴⁾。図3(b)は、図3(a)の共起行列を標準化して得られた知識の類似性行列である。

図3(a)より、輸出国 $e2$ は、輸出国 $e1$ 及び輸出国 $e3$ との間で共起成分がそれぞれ1であり、仕向地別品目が $(e2, e1)$ 及び $(e2, e3)$ の国間で1つだけ共通していることが示されている。ただし、図3(b)より各国の仕向地別品目総数で標準化された2国間の類似性は、 $(e2, e1)$ で0.125、 $(e2, e3)$ で0.500であり、 $e2$ は、 $e1$ よりも $e3$ との類似性が大きいと評価される。

IV. 分析結果

1. 国際貿易の類似性ネットワーク

第Ⅲ節において計測された類似性指標をもとに、各国間の生産と取引にかかる知識構造の関係を、国際貿易の類似性ネットワークとして可視化する。ネットワークは、輸出国をノード（結節点）とし、比較優位にある仕向地別輸出品目の構成が類似する輸出国間をリンク（辺）で結ぶことによって描かれる。ネットワークのリンクの長さは、類似性に依じて、短い（長い）リンクほど国間の類似する程度が大きい（小さい）ことを示す。

ただし、各国間のすべての類似性をリンクで結ぶと、最大で2,485のリンクを持つ煩雑なネットワーク図となり、ネットワーク構造の特徴が判別できない。よって、Hidalgo et al. (2007) を参考に、次の手順でネットワークを描写する。まず、可能な限りすべての輸出国をリンクで結んだ閉路を持たないネットワーク（全域木）のうち、リンクの重みが最大になる最大全域木（Maximum spanning tree）を描く。次に、最大全域木を下地とし、ある閾値以上の類似性指標を示す輸出国間のリンクを付加する。最後に、類似性の大きさがリンクの長さによって表現されるようノードを配置する。

図4(a)に、2000年の類似性ネットワークを示す。輸出国を表す各ノードの色は表2の地域分類にもとづいている。全体的な傾向として、同じ地域分類に属する国間の類似性が大きい。特に南米（orange：ネットワーク図の地域を表すノードの色。以下括弧内同様）、アフリカ（pink）、中東（brown）に属する国間は密に結節しており、原材料や資源などの素材を輸出品の中心とする国間において生産・取引構造の類似性が大きいことが分かる。またアジア（red）の国間も比較的密に結節している傾向が見られる。西ヨーロッパの国々（green）は地域内で結節している傾向は見られるものの、他地域に比して疎な関係である。東ヨーロッパの国々（purple）は、西ヨーロッパの国々と結節している傾向が見られ、西ヨーロッパ諸国から東ヨーロッパ諸国へのサプライチェーンの進展とそれに伴う知識・技術の移転の様子がうかがわれる。

図4(b)は、各国間の類似性指標の分布を示したものである。異なる地域に属する国の組合せで計測した類似性指標の分布ととともに、同じ地域に属する国の組合せで計測した類似性指標の分布を示す⁵⁾。同地域に属する国間の類似性（平均値0.00228）は、異なる地域に属する国間の類似性（平均値0.00070）に比べて有意に大きく（ $t=9.01$ ）⁶⁾、地理的近接性が国際貿易の知識構造に関係があることが示唆される。

2019年のデータをもとにした類似性ネットワークを図5(a)に示す。2000年の結果と同様、同じ地域に属する国間の類似性が大きく、ネットワーク内でクラスターを形成する傾向が確認できる。ただし図4(a)と比べ、アジア（red）と南米（orange）の地域間において類似性が高まっている。

また、図5(b)によれば、2019年においても異なる地域の国間の類似性（平均値0.00082）に比べて、同地域の国間の類似性（平均値0.00166）は有意に大きい（ $t=9.29$ ）。ネットワークのおよその大きさを表現する平均経路長は、2000年では1.24であったのに対し、2019年には1.19に縮小しており、世界全体

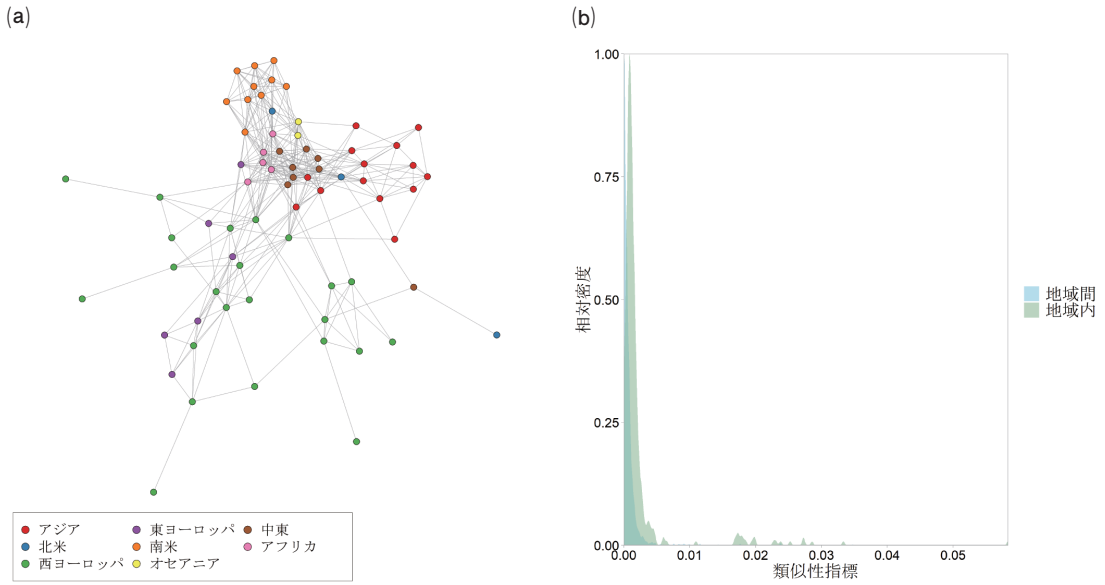


図4 2000年(a)類似性ネットワーク, (b)類似性指標の分布

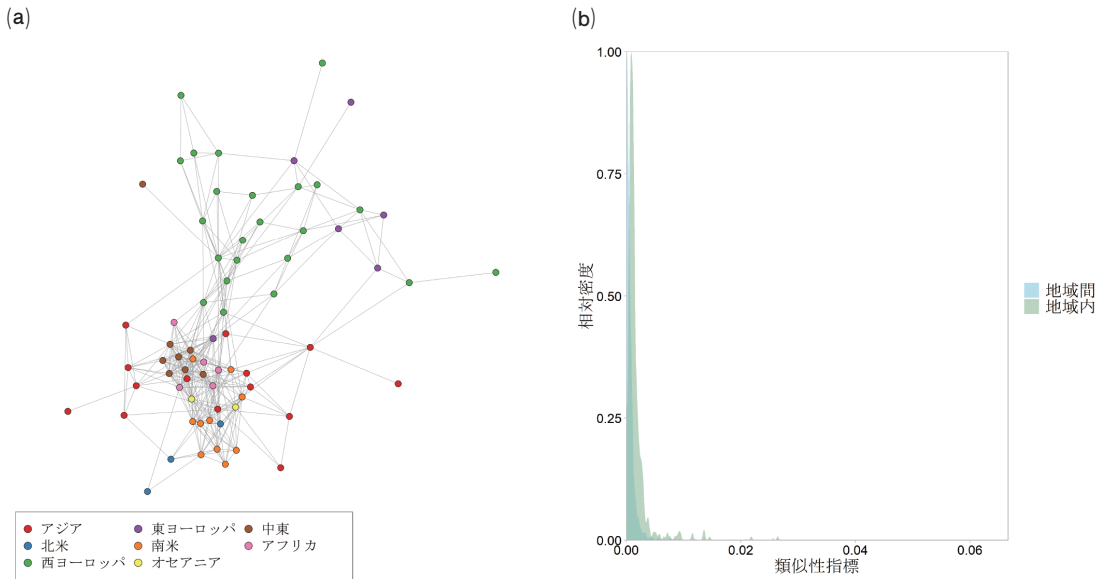


図5 2019年(a)類似性ネットワーク, (b)類似性指標の分布

で生産・取引の構造の類似度が若干増している傾向がうかがわれる⁷⁾。

2. 素材品目と地域内取引の除外

近接する国間の類似性には、天然資源の分布や気候・地形などの自然条件が強く影響を及ぼすと考えられる。地質や天候など自然的影響を取り除いても、地理的に近接する国々の知識は類似すると言え

るのだろうか？これを検証するため、表1の対象品目から「素材」を除く品目を利用して類似性指標を計測する。

さらに、近接する地域ほど消費者の嗜好が似通っている場合は、両国間での類似する財の製品差別化によって、同品目に分類される財が互いに輸出される可能性もあり得る (Helpman and Krugman, 1985)。近年では近接する国際間でグローバルなサ

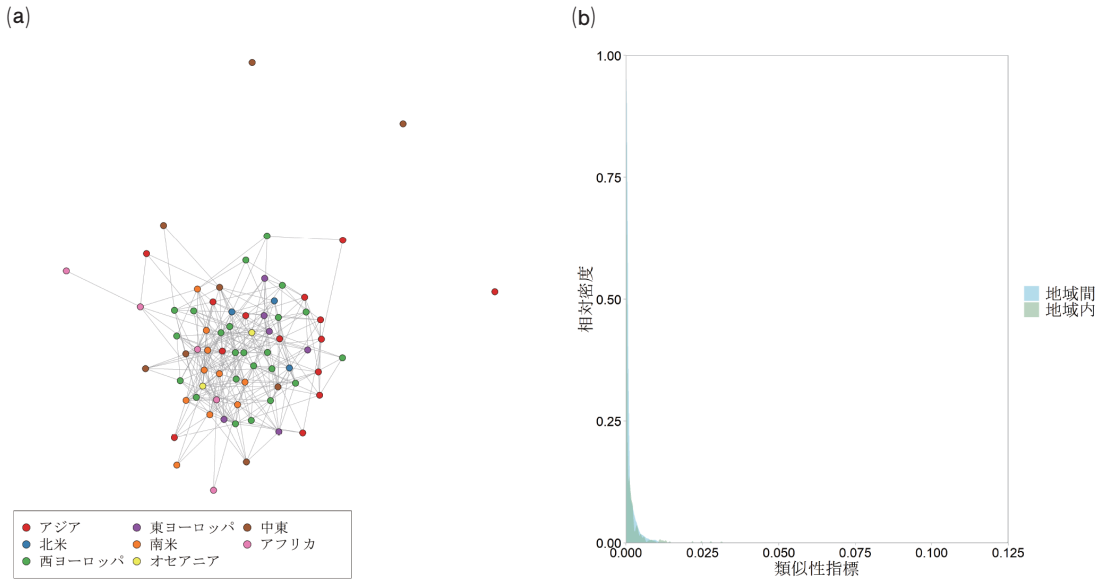


図6 2000年(a)類似性ネットワーク, (b)類似性指標の分布

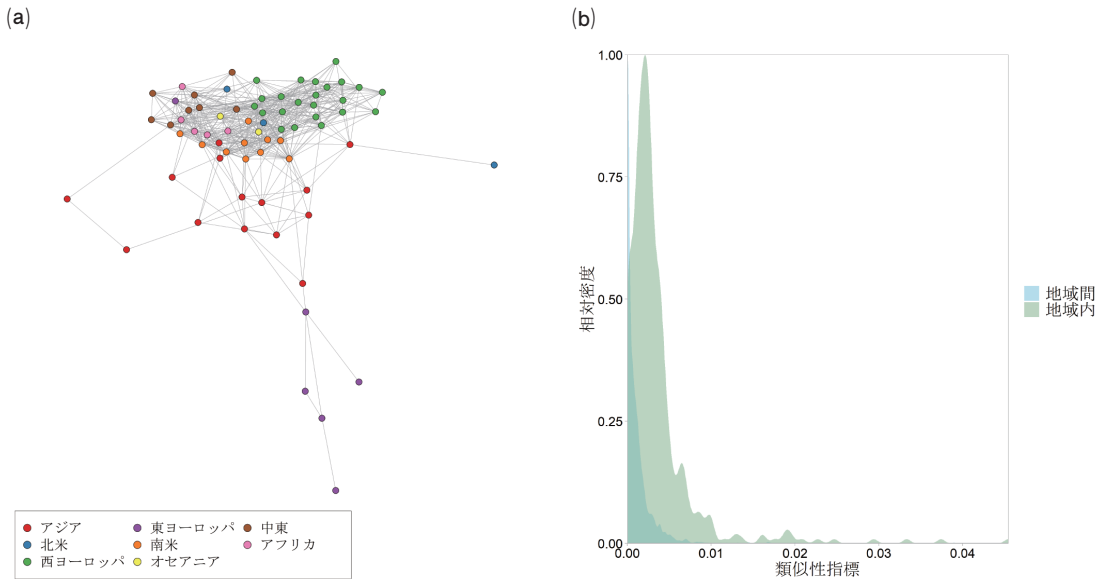


図7 2019年(a)類似性ネットワーク, (b)類似性指標の分布

サプライチェーンが構築されており、データの集計上、同じ品目に分類される異なる財が、投入物あるいは産出物として国際間で互いに取引されることも近接地域の類似性が大きく計測される要因の一つと考えられる。これら需要構造の類似性に伴う産業内貿易の影響や、サプライチェーンの海外展開に伴うデータの集計上の影響を取り除くことを目的に、同地域に属する国際間の取引も除外して類似性指標を

計測する。

素材に含まれる品目と同地域内の取引を除外したデータに基づく類似性ネットワークと類似性指標の分布を図6（2000年）と図7（2019年）に示す。2000年における類似性ネットワークを可視化した図6(a)を図4(a)と比較すると、地域内の国間において生産・取引の構造が類似する傾向は、アジア（red）、南米（orange）、西ヨーロッパ（green）のいくつ

かの国々を除いて確認されない。

各国間の類似性指標の分布を示す図6(b)によれば、異なる地域に属する国の組合せで計測した類似性指標の分布(平均値0.00077)は、同じ地域に属する国の組合せで計測した類似性指標の分布(平均値0.00149)と有意な差が確認されるものの($t=3.15$)、図4(b)の結果と比して、その差は小さい。これらを踏まえて図4の結果を再度解釈すれば、地域内における国間の類似性は、素材品目や近接にある同地域内の取引の類似性によって説明される部分が大いものと推察される。

一方、2019年のデータをもとにした図7(a)の類似性ネットワークによれば、素材品目と同地域内の取引を除外してもなお、同じ地域に属する国間の類似性が大きい傾向が確認される。ネットワークの平均経路長は、図6(a)の1.88に対し、図7(a)では1.32に縮小しており、世界全体では生産・取引の構造の類似度が大きく増している傾向が見受けられる。

図7(b)によれば、異なる地域の国間の類似性(平均値0.00105)に対し、同地域の国間の類似性(平均値0.00349)は有意に大きい($t=15.33$)。2000年において確認されなかった地域内の類似性クラスターが2019年に現れるようになった要因として、中進国の輸出財の仕向地がこの間多様化し、特に工業化が先行する近隣諸国の輸出品目・仕向地と類似するようになったことが挙げられる。つまり、発展途上にある経済の成長は、先行して発展する近隣の国々に根付いた生産・取引構造の知識を習得することで実現されるものと示唆される。

V. 結論

本研究は、国の輸出財とその仕向地の構成に関する国際貿易データを用いて、各国間における輸出財の生産と取引にかかる知識の類似性を指標化し、分析した。2000年と2019年のデータから、各輸出国が仕向地別に比較優位を有する輸出品目を、輸出国と仕向地の経済規模と、輸出品目の取引規模の影響を取り除いて抽出したうえで、各国間の仕向地別品目に関する類似性指標を導いた。計測された類似性指標をもとに、各国間の知識構造の関係をネットワーク図として可視化することにより、知識構造の関連とその動態的側面について、経済の発展段階や地理的側面などを踏まえた直感的な理解が可能となった。分析から導かれた主な結果は以下のとおりである。

第一に、仕向地別品目数でカウントした輸出件数は上位国・下位国ともに、2000年より2019年の方が多くなった。輸出件数の多い上位国の中でも、特に中国とインドの件数の増加が著しい。ただし、輸出国や仕向地の経済規模や、輸出品目の取引規模の影響を取り除いた仕向地別品目数で輸出件数を評価すると、先進国では減少し、中進国や後進国では増加する傾向が確認された。中進国・後進国において比較優位を有する仕向地別品目数が増加した要因は、おもに仕向地の多様化によるところが大きい。

第二に、2000年と2019年において、国間の生産と取引にかかる類似性ネットワークを可視化したところ、近接する国間の類似性が大きく、ネットワーク内でクラスターを形成する傾向が確認できた。特に2019年では、地質や天候など自然的条件に影響を受ける素材品目の取引や、需要構造の特性に影響を受ける同地域内の取引を除外してもなお、地域内の国間で生産・取引構造の類似性が大きい傾向が頑健に確認された。このことは、発展途上にある経済の成長は、先行して発展する近隣の国々に根付いた生産・取引構造の知識を習得する過程を通じて実現されることを示唆しており、知識波及の地理的な制約を実証する既存研究を補足する結果である。

本稿に残された課題として、産業大分類に区分される品目では、各国の輸出品目の生産に要する知識を十分に捉えることができない可能性がある。例えば大分類では同じ輸送機械に区分される品目でも、内燃機関自動車と電気自動車とは生産に要する知識は随分と異なり、自動車用部品にしても様々な知識レベルの部品が存在する。国際連合統計局が提供する細分類に基づくデータを取得・利用することで、より詳細な知識レベルにもとづく各国間の知識類似性を分析することが可能であると考えられる。詳細なデータによる分析は今後の課題としたい。

謝辞

本稿をはじめ、これまでの研究を進めるにあたり、名古屋大学根本二郎先生から丁寧なご指導を多分にいただきました。研究で困難なときも根本先生の温かいご後援により、研究を発展させることができたことに心より厚く御礼申し上げます。

注

- 1) 中国と香港など一国で複数地域のデータをもつ国が含まれている。本研究ではそれぞれを一国として扱う。
- 2) UN Comtrade databaseは随時、新たなデータが追加されるが、過年のデータも更新される。そのためRIETIが公開した時点以降に取得したUN Comtrade databaseとはデータ値が異なることがあることに注意されたい。
- 3) 本稿で用いた33品目は産業大分類にもとづいており、輸出品目の変動を詳細に捉えることができないことが推測される。より詳細な分類データによる品目の変化に着目した分析は今後の課題としたい。
- 4) ただし、類似性行列の対角成分はゼロと定義する。
- 5) 図4(b)の分布は、類似性指標の相対度数をカーネル密度推定したものである。後述する図5(b)、図6(b)、図7(b)も同様である。
- 6) t は地域内と地域間における類似性指標の平均値差の検定統計量。
- 7) 平均経路長とは、ネットワークに含まれるすべてのノードの組合せについて、ノード間の最短経路長を算出して平均した値のことをいう。なお平均経路長は、閾値未満の値を排除しない、すべてのリンクをもとに算出された値である。

参考文献

独立行政法人経済産業研究所「RIETI-TID2020 (SITC分類) について」, https://www.rieti.go.jp/jp/projects/rieti-tid/data/about_SITC13.pdf (参照日2022年8月23日)。

Arrow, K. J. (1969), Classificatory notes on the production and transmission of technological knowledge. *The American Economic Review*, 59(2), pp.29-35.

Bahar, D., Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2014), Neighbors and the evolution of the comparative advantage of nations: Evidence of international knowledge diffusion? *Journal of International Economics*, 92(1), pp.111-123.

Balassa, B. (1965), Tariff protection in industrial countries: an evaluation. *Journal of Political Economy*, 73(6), pp.573-594.

Coe, D. T., & Helpman, E. (1995), International R&D spillovers. *European economic review*, 39(5), pp.859-887.

Coe, D. T., Helpman, E., & Hoffmaister, A. W. (2009), International R&D spillovers and institutions. *European economic review*, 53(7), pp.723-741.

Finger, J. M., & Kreinin, M. E. (1979), A Measure of Export Similarity and Its Possible Uses. *The Economic Journal*, 89(356), pp.905-912.

Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2011), The network structure of economic output. *Journal of economic growth*, 16(4), pp.309-342.

Helpman, E., & Krugman, P. (1985), *Market Structure and International Trade*. MIT Press, Cambridge.

Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A. L., & Hausmann, R. (2007), The product space conditions the development of nations. *Science*, 317(5837), pp.482-487.

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009), The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), pp.10570-10575.

Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993), Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3), pp.577-598.

Keller, W. (2002), Geographic localization of international technology diffusion. *American Economic Review*, 92(1), pp.120-142.

Keller, W. (2004), International technology diffusion. *Journal of economic literature*, 42(3), pp.752-782.

MacDougall, G. D. A. (1952), British and American exports: A study suggested by the theory of comparative costs. Part II. *The Economic Journal*, 62(247), pp.487-521.

Polanyi, M. (1962), The republic of science: its political and economic theory. *Minerva*, 1(1), pp.54-73.

United Nations 「Classification and definition of regions」, <https://esa.un.org/MigFlows/Definition%20of%20regions.pdf> (参照日2022年11月1日)。

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2009), How to normalize cooccurrence data? An analysis of some well-known similarity measures. *Journal of the American society for information science and technology*, 60(8), pp.1635-1651.