

グローバル・バリューチェーンの 地政学

— 国際産業連関表を用いた分析 —

2024年10月8日

ジェトロ・アジア経済研究所

猪俣哲史



本報告の構成

1. 米中経済対立の原風景

米中貿易摩擦の根底に潜む対立の構図

2. 経済安全保障

国際生産ネットワークとパワー・バランス

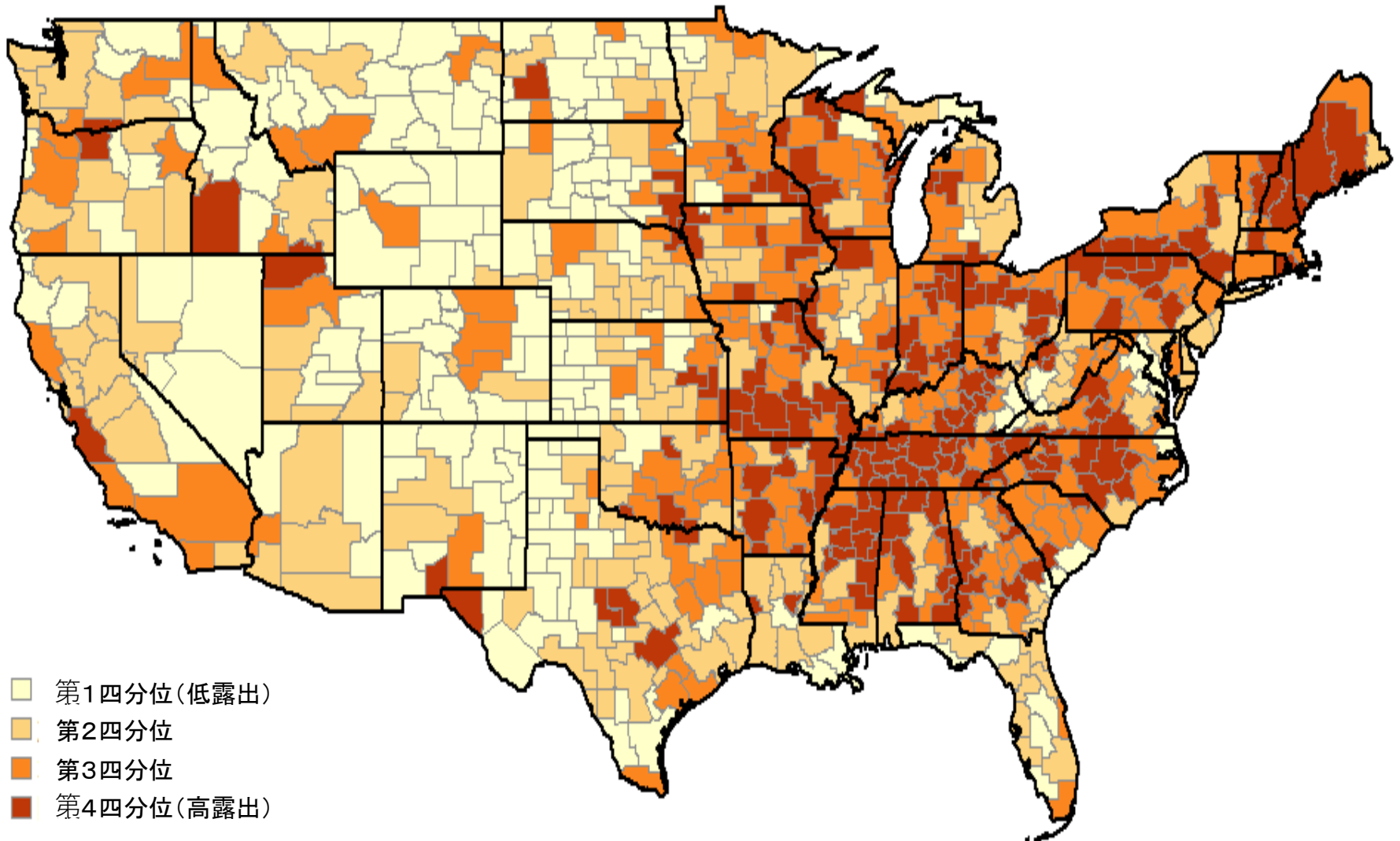
* 参考図書

『グローバル・バリューチェーン 新・南北問題へのまなざし』、
日本経済新聞出版社、2019年

『グローバル・バリューチェーンの地政学』、
日経BP日本経済新聞出版、2023年

米中経済対立の 原風景

中国との競争に対する露出度 1990-2007年



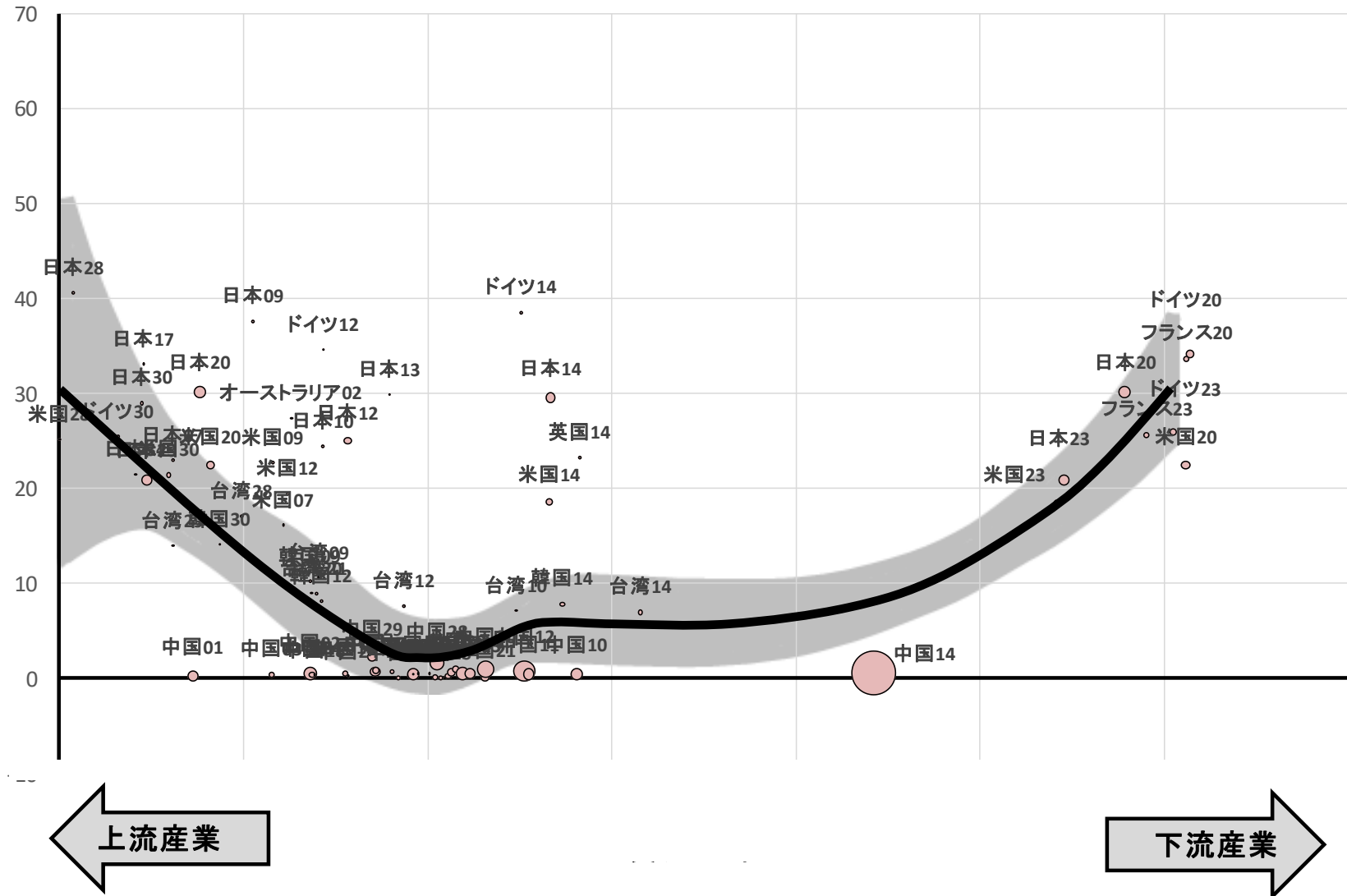
出所：Autor, Dorn, and Hanson (2013)より筆者作成。

Copyright American Economic Association; reproduced with permission of the American Economic Review

中国のバリューチェーン

電気機器：1995年

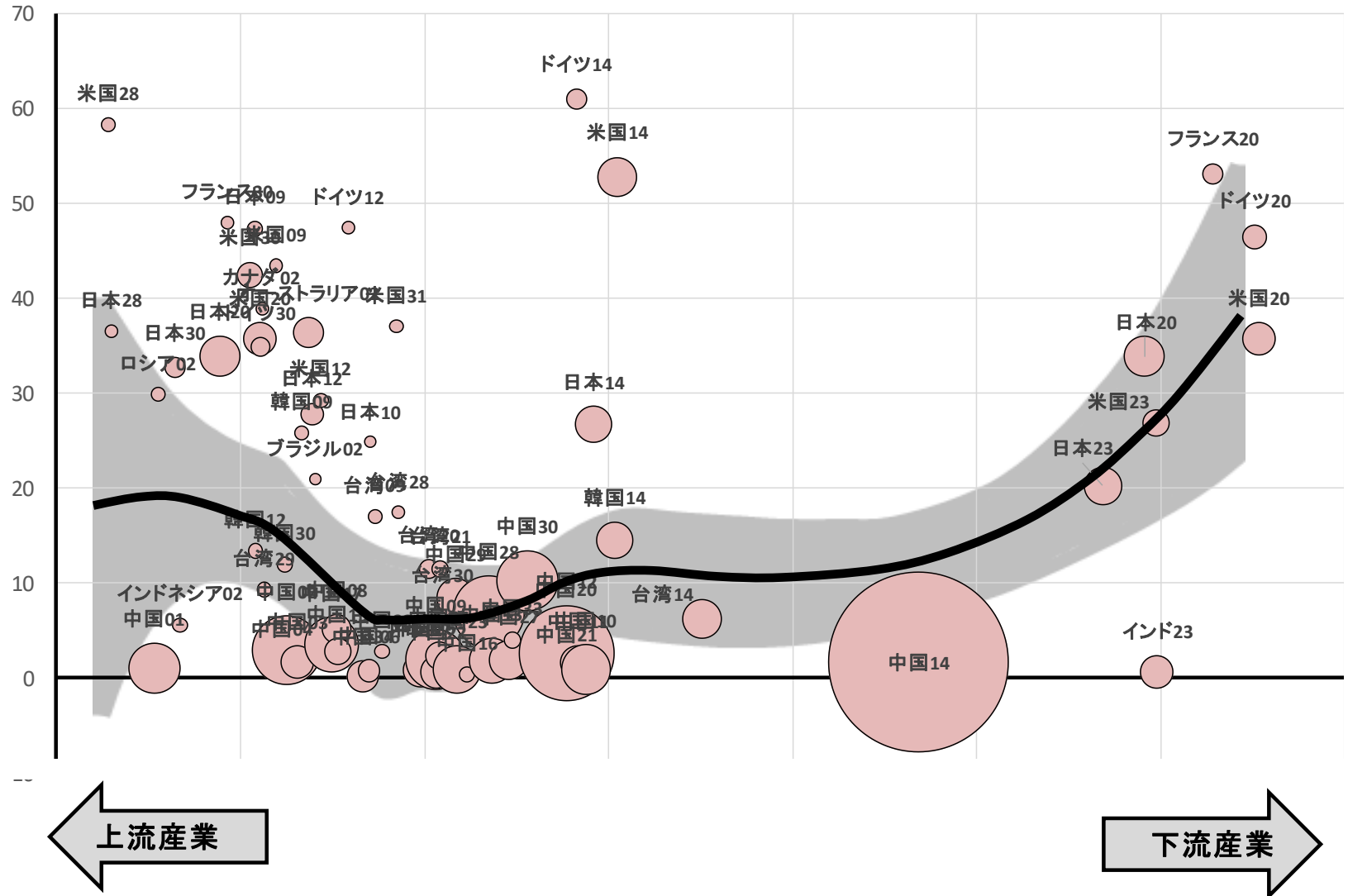
平均賃金 (時給: USドル)



中国のバリューチェーン

電気機器：2009年

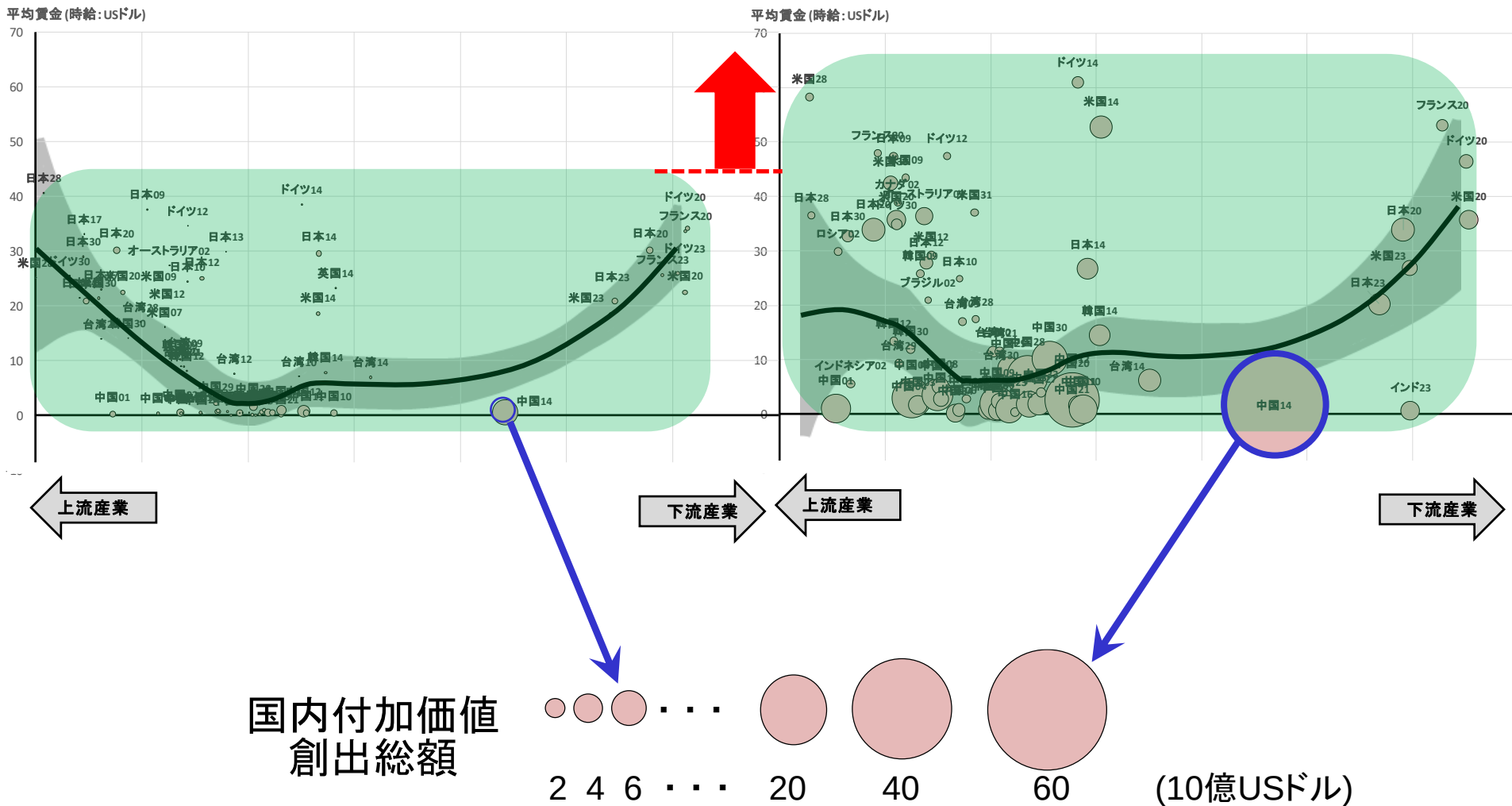
平均賃金 (時給: USドル)



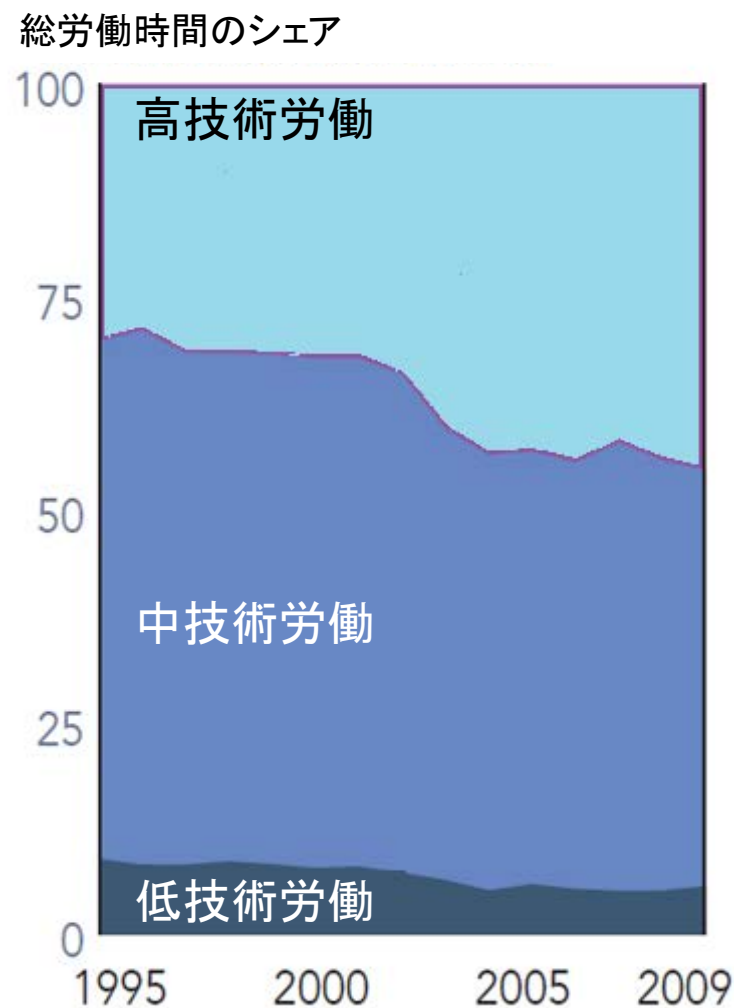
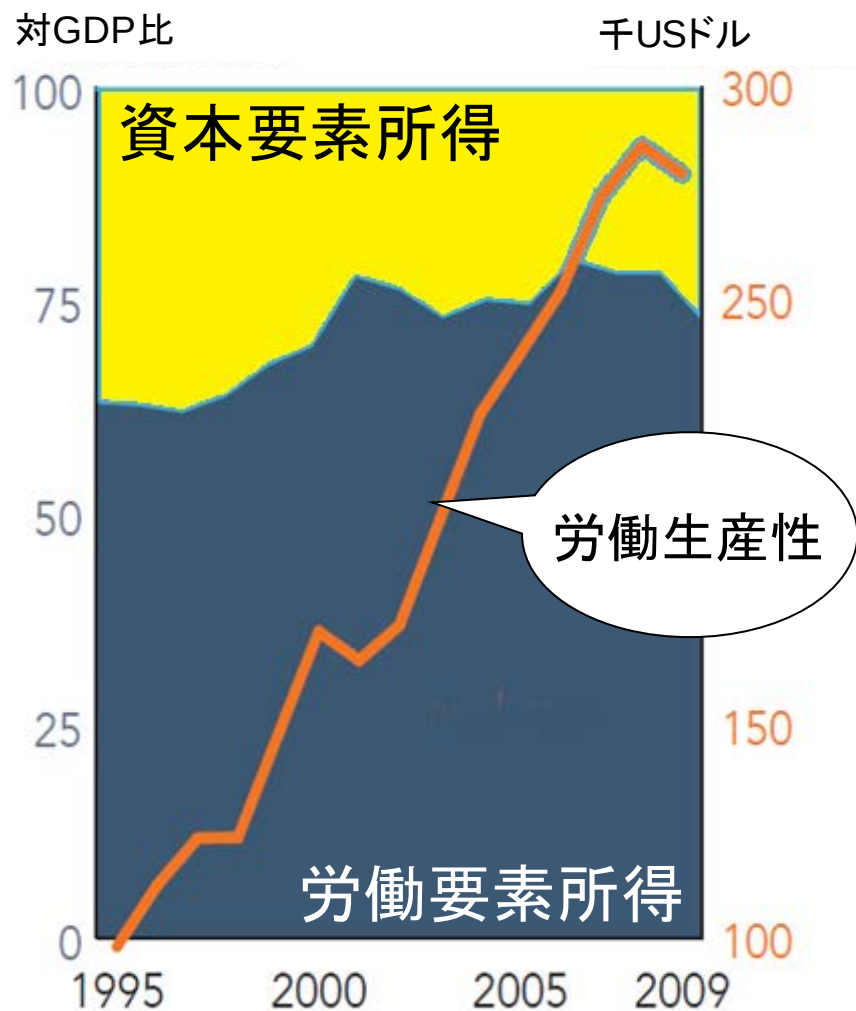
国際生産分業の深化

1995年

2009年

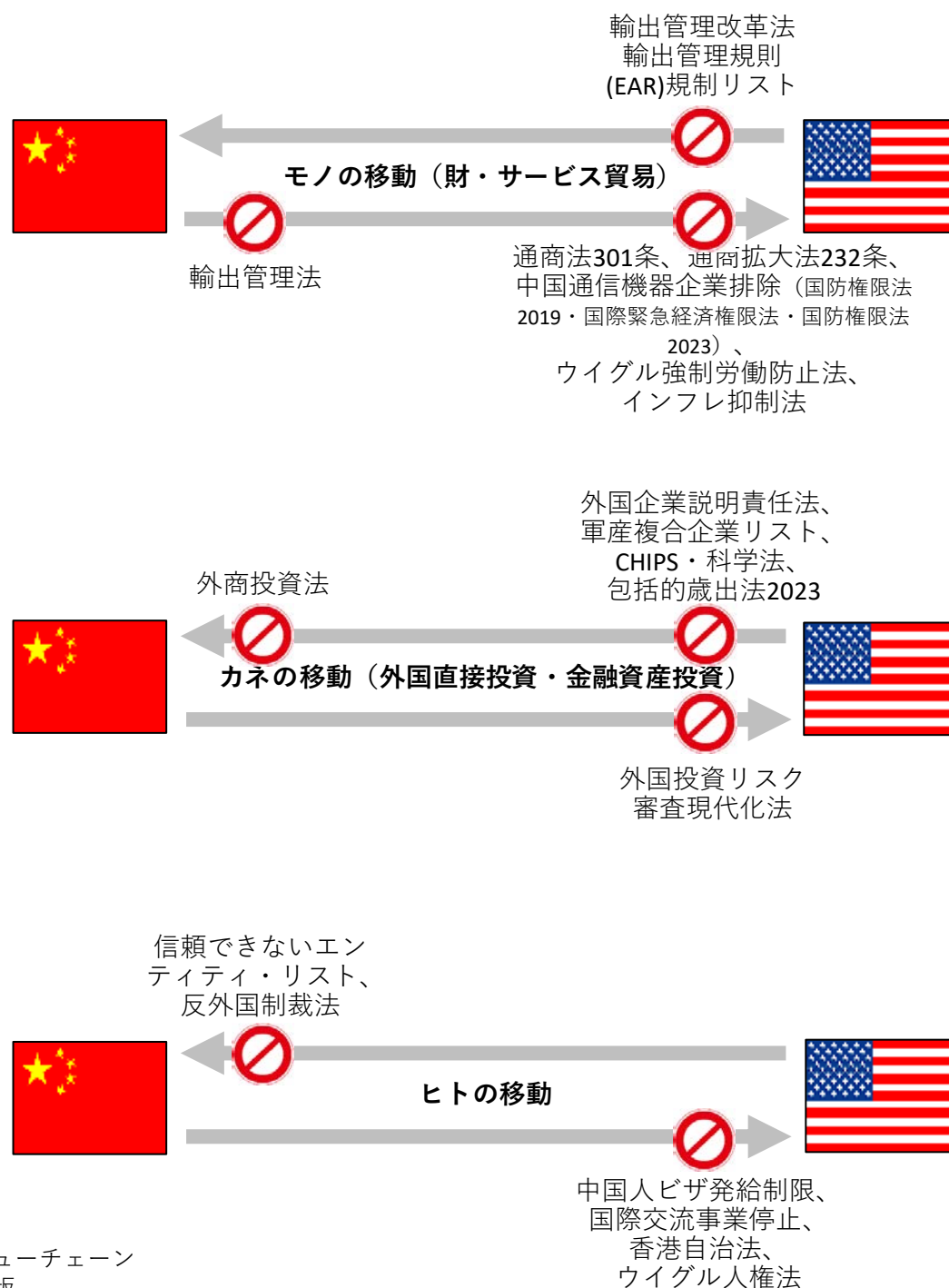


米国ICT産業の要素所得分配の推移：1995-2009年



經濟安全保障

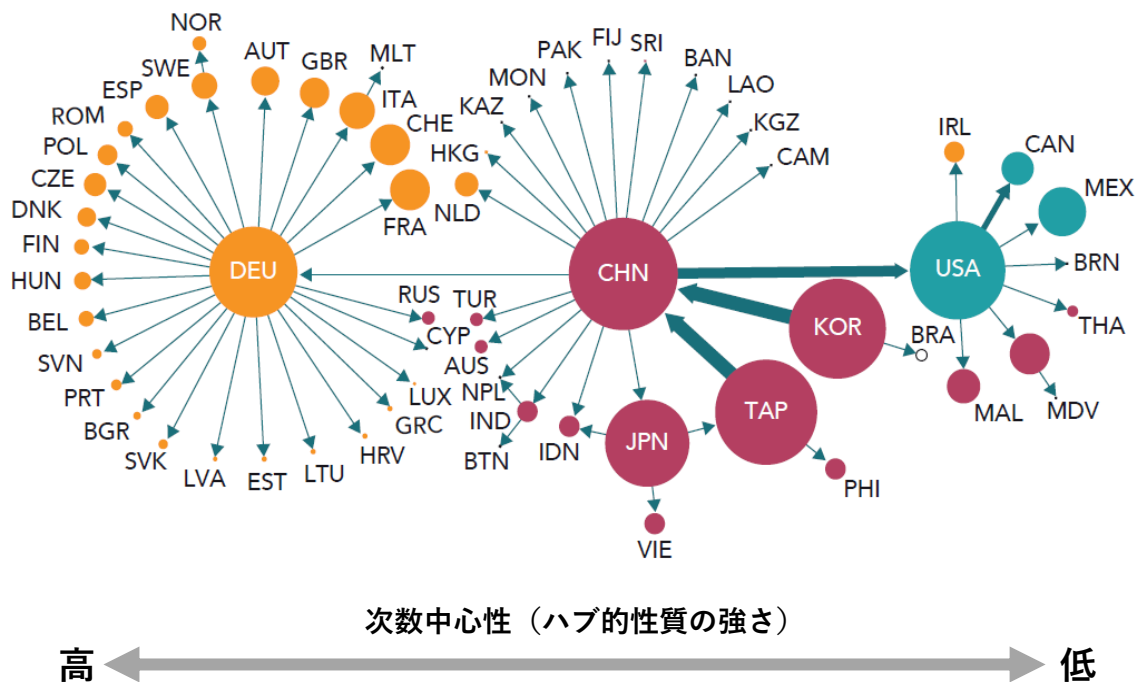
デカップリング・ツールの応酬



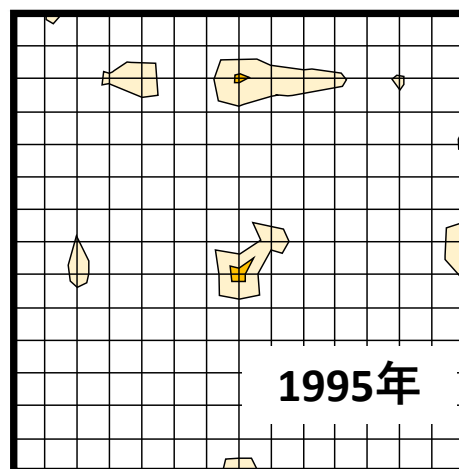
制裁発動国が国際ネットワークの中で、どれほど中心的な位置を占めているか → 経済制裁の効力

Farrell, Henry and Abraham L. Newman (2019),
"Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion,"
International Security, Vol. 44, No. 1

「次数中心性(degree centrality)」・・・ネットワークのある要素に連結している<他の要素の数>をもって、その要素の影響力を計る → どれほど「ハブ的」な存在であるか。

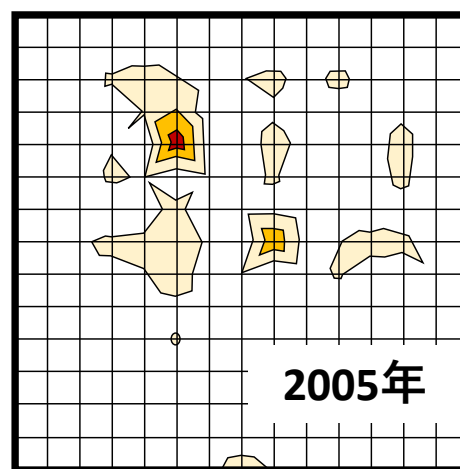


インド太平洋地域の経済相互依存関係（1995年～2020年）



オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
インド
米国

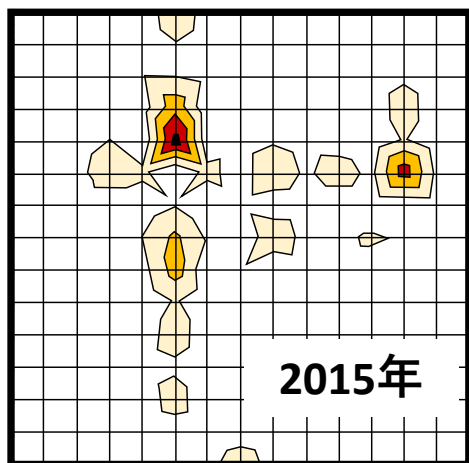
1995年



オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
インド
米国

2005年

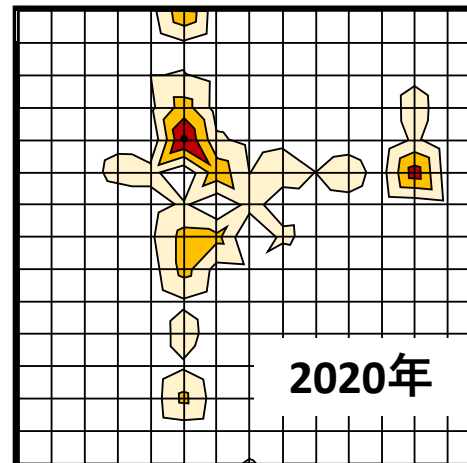
オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
米国



オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
インド
米国

2015年

オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
米国



オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
インド
米国

2020年

オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
インド
米国

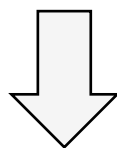
オーストラリア
ニュージーランド
日本
韓国
台湾
中国
香港
シンガポール
マレーシア
フィリピン
タイ
インドネシア
ベトナム
インド
米国

生産機能が一極集中することのリスク

(東日本大震災、タイの洪水、
リーマン・ショック、サイバー攻撃…)



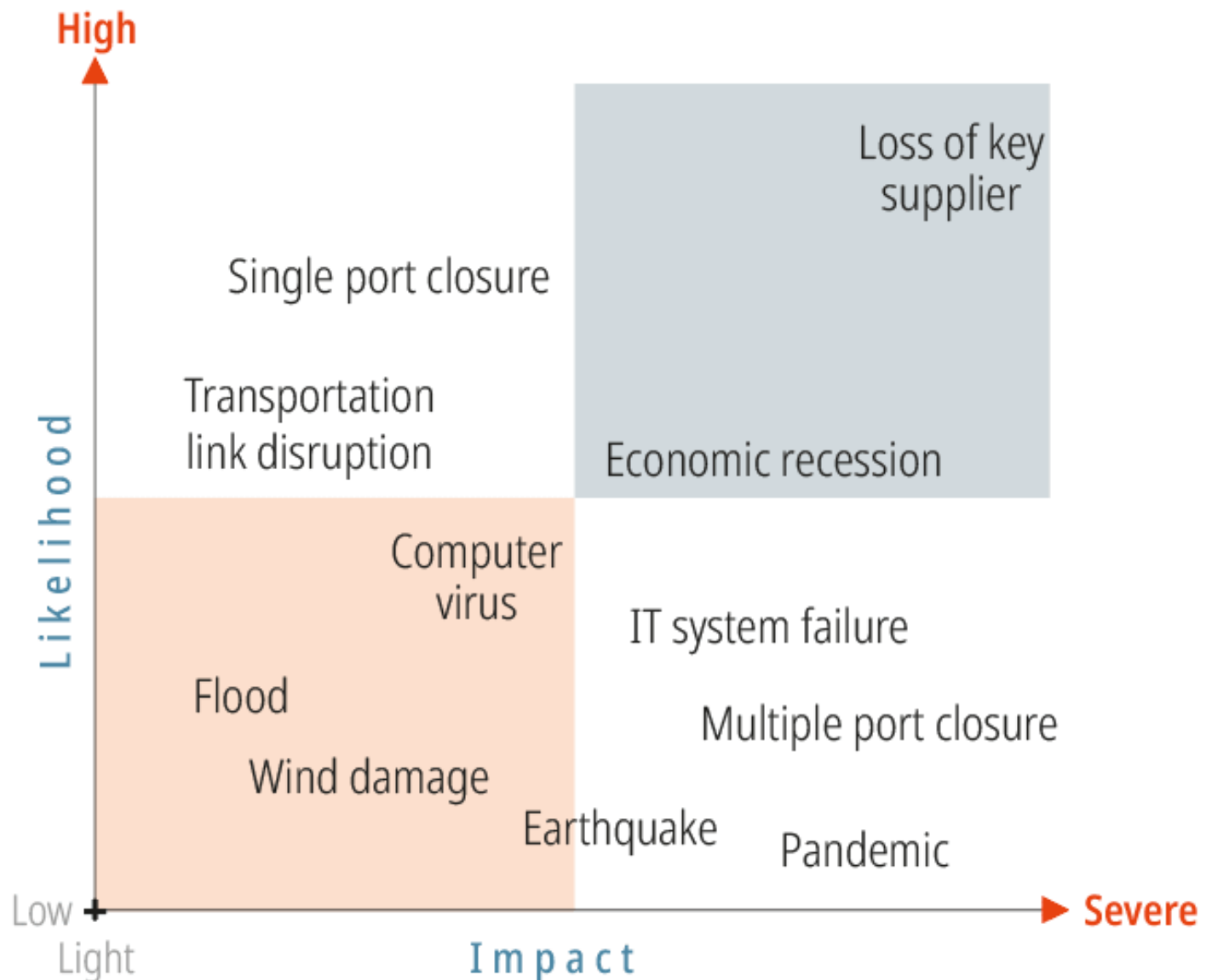
→ システムの「急所 (choke point)」に！



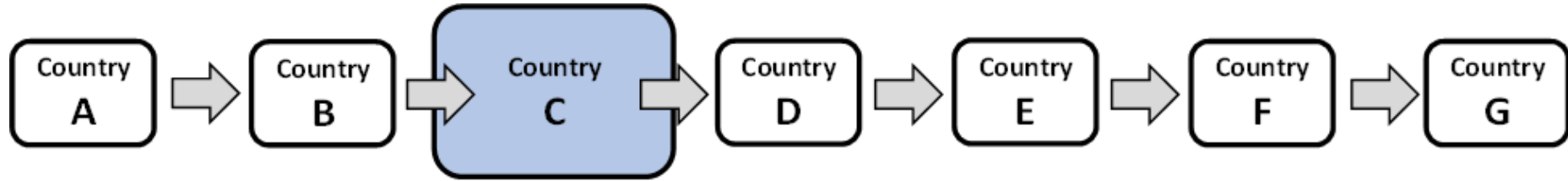
サプライチェーンの国際編成に関する リスク指標の構築

ハイリスク・カントリー(＝自然災害が多い国、
地政学的リスクが高い国、など)に対するサプラ
イチェーンの**地理的集中度・依存度**を計測する。

Risk assessment – Likelihood versus impact

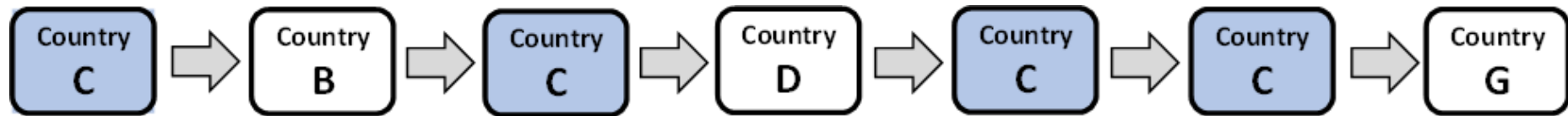


- ・ある最終製品が、特定国を源泉とする付加価値を大量に含んでいる(量ベース集中リスク)



あるいは

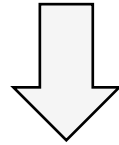
- ・その製品のサプライチェーン上に、特定国の産業部門が頻繁に登場する(頻度ベース集中リスク)



→ サプライチェーンが特定国に大きく依存し、またそのカントリー・リスクに晒されている。

量ベースの地理的集中度

(Geographical concentration
in volume)



付加価値貿易 (Trade in value-added) :
国際貿易をモノの流れではなく
価値の流れとして捉える。

日本



エンジン: 160

タイ



完成車: 300 (付加価値100)



マレーシア



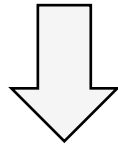
タイヤ: 10 x 4個
= 40

	従来の貿易統計	付加価値貿易統計
① 日本→タイ	160	0
② マレーシア→タイ	40	0
③ タイ→米国	300	100
④ 日本→米国	0	160
⑤ マレーシア→米国	0	40
⑥ 世界貿易量	$160+40+300=500$	$100+160+40=300$

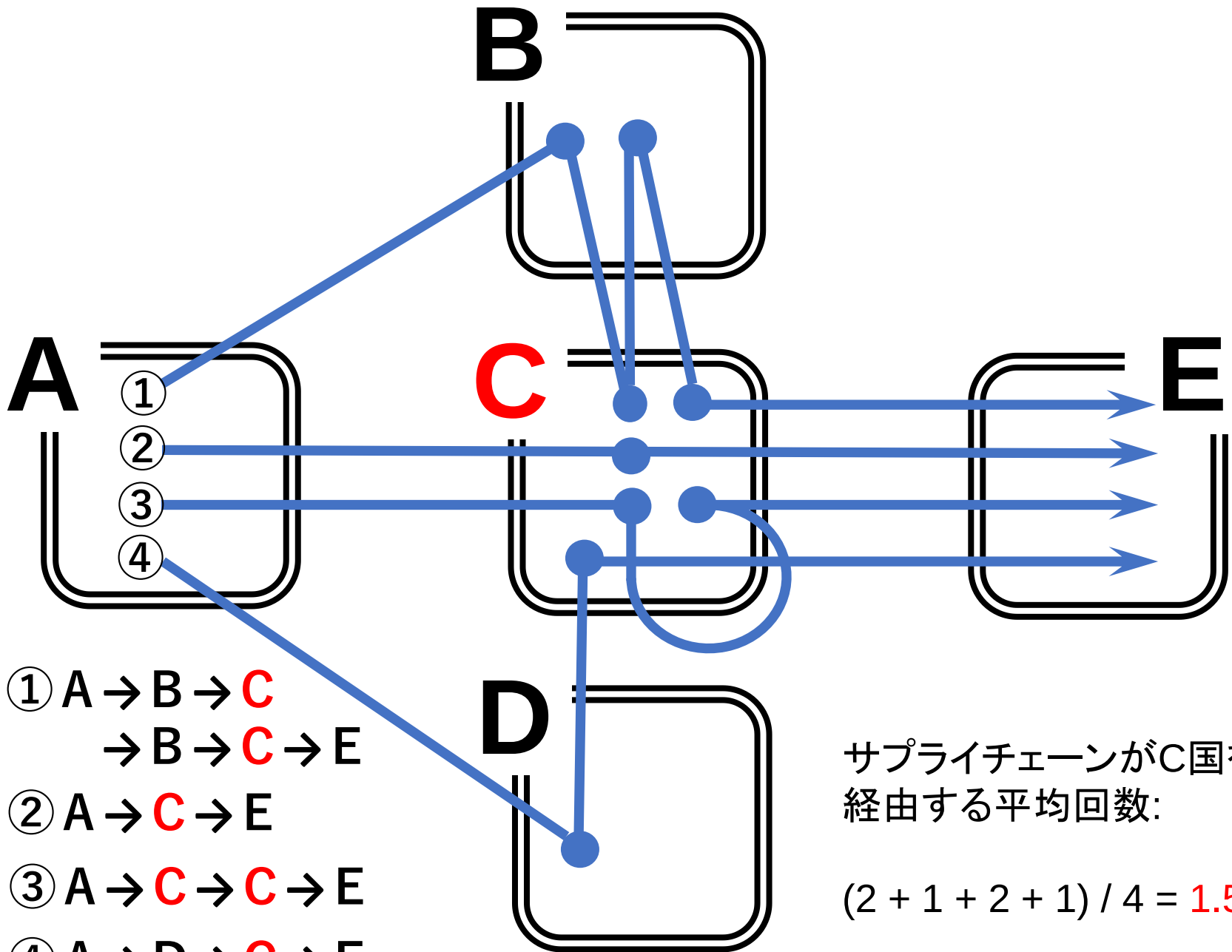
自社の製品(が属する産業)に、どの国のどの産業の
付加価値がどれほど含まれているか
→ サプライチェーンの量的な依存度、地理的集中度

頻度ベースの地理的集中度

(Geographical concentration
in frequency)



ある製品のサプライチェーンが、
ハイリスク・カントリーの産業部門を
どのくらいの頻度で経由するのか。



サプライチェーンがC国を
経由する平均回数:

$$(2 + 1 + 2 + 1) / 4 = 1.5$$

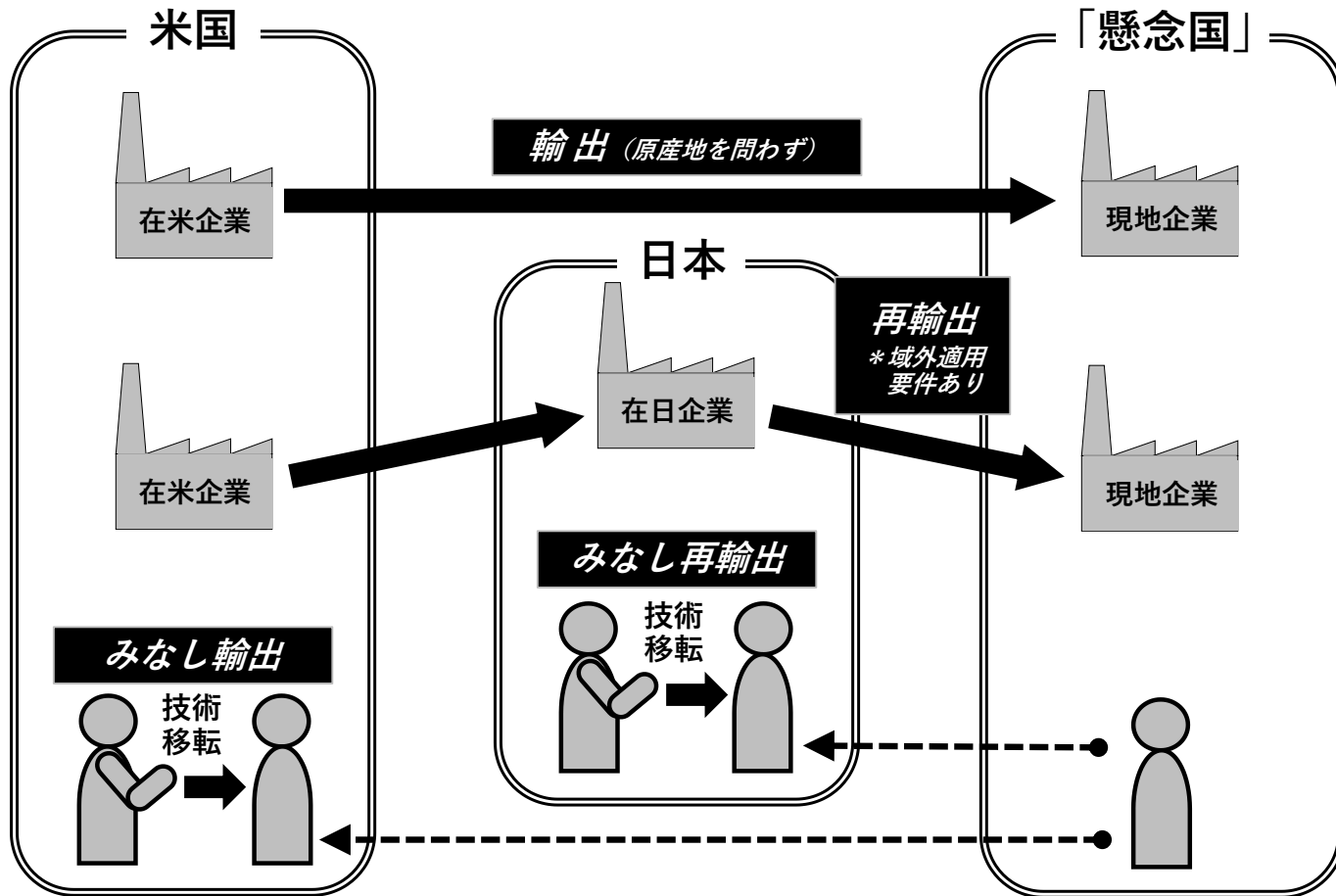
地理的集中度指標

Pass-through Frequency (PTF)

サプライチェーンの経路上に、ハイリスク・カントリーの特定部門が登場する回数を、全ての経路について加重平均したもの

→ ハイリスク・カントリーに対する
当該サプライチェーンの通過頻度

米国の輸出規制とその域外適用



*再輸出の域外適用要件：輸出品に以下が当てはまる場合、原則、米国当局の許可が必要となる。

- ・デミニスルール：規制対象の米国原産品、あるいはそれらを投入原価として25%以上含む（テロ支援国への輸出については閾値が10%）。
- ・直接製品ルール：米国政府が規制対象とした技術に基づき直接的に製造された製品、技術、ソフト。また、それらを主要な構成要素として含む製造設備・機器を用いて製造された製品。

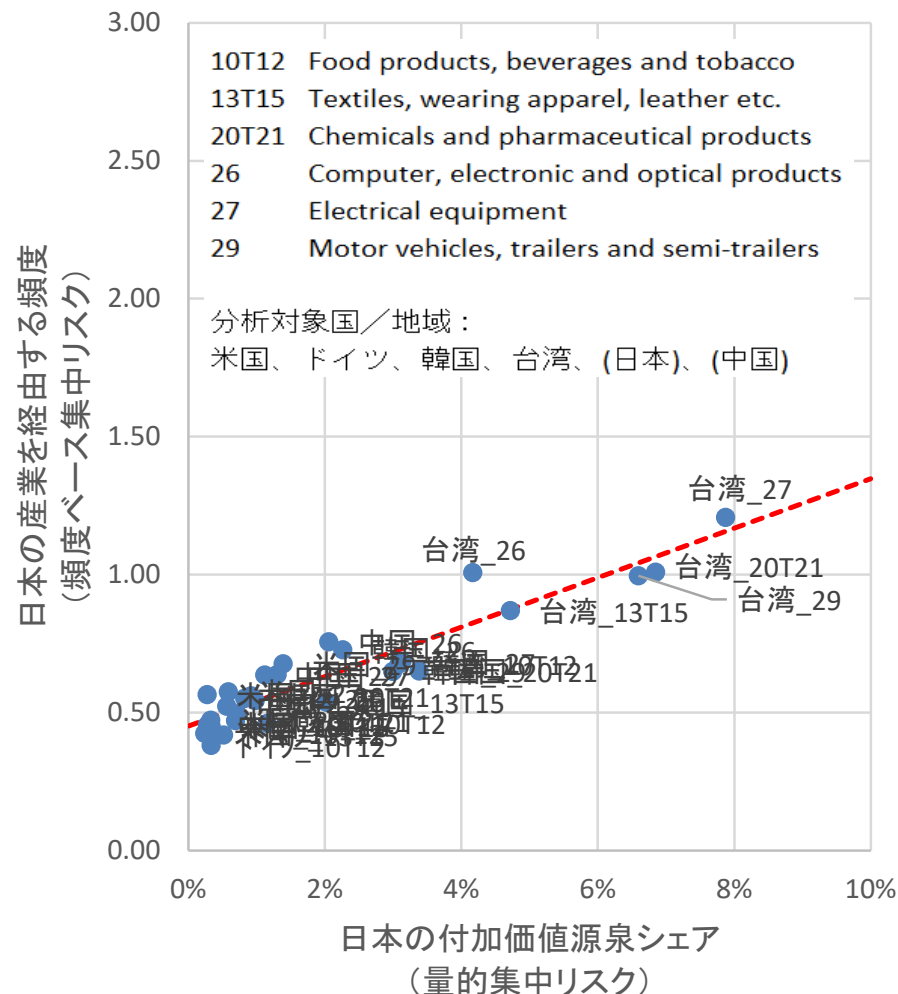
ハイリスク・カントリー： 日本（自然災害多発国）

Rank	Final product producer (j)	Value-added source (i)	PTF index Japan	TiVA_ij (million USD)
1	CHN_41T43	MYS_05T06	1.37	640
2	CHN_27	AUS_05T06	1.26	523
3	CHN_28	AUS_05T06	1.18	1,027
4	CHN_41T43	AUS_05T06	1.13	2,440
5	KOR_41T43	AUS_05T06	0.92	698
6	CHN_41T43	IDN_05T06	0.73	1,145
7	CHN_26	USA_69T82	0.52	1,423
8	CHN_28	RUS_05T06	0.52	847
9	CHN_26	USA_64T66	0.51	577
10	KOR_41T43	AUS_07T08	0.49	618
11	IND_41T43	AUS_07T08	0.47	708
12	CHN_26	AUS_07T08	0.47	1,143
13	KOR_41T43	RUS_05T06	0.45	542
14	CHN_27	USA_69T82	0.43	735
15	CHN_41T43	IDN_45T47	0.42	652
16	CHN_41T43	SGP_45T47	0.40	852
17	CHN_28	USA_69T82	0.40	1,335
18	CHN_29	CHL_07T08	0.38	561
19	CHN_26	SGP_45T47	0.38	538
20	CHN_41T43	RUS_05T06	0.37	2,936

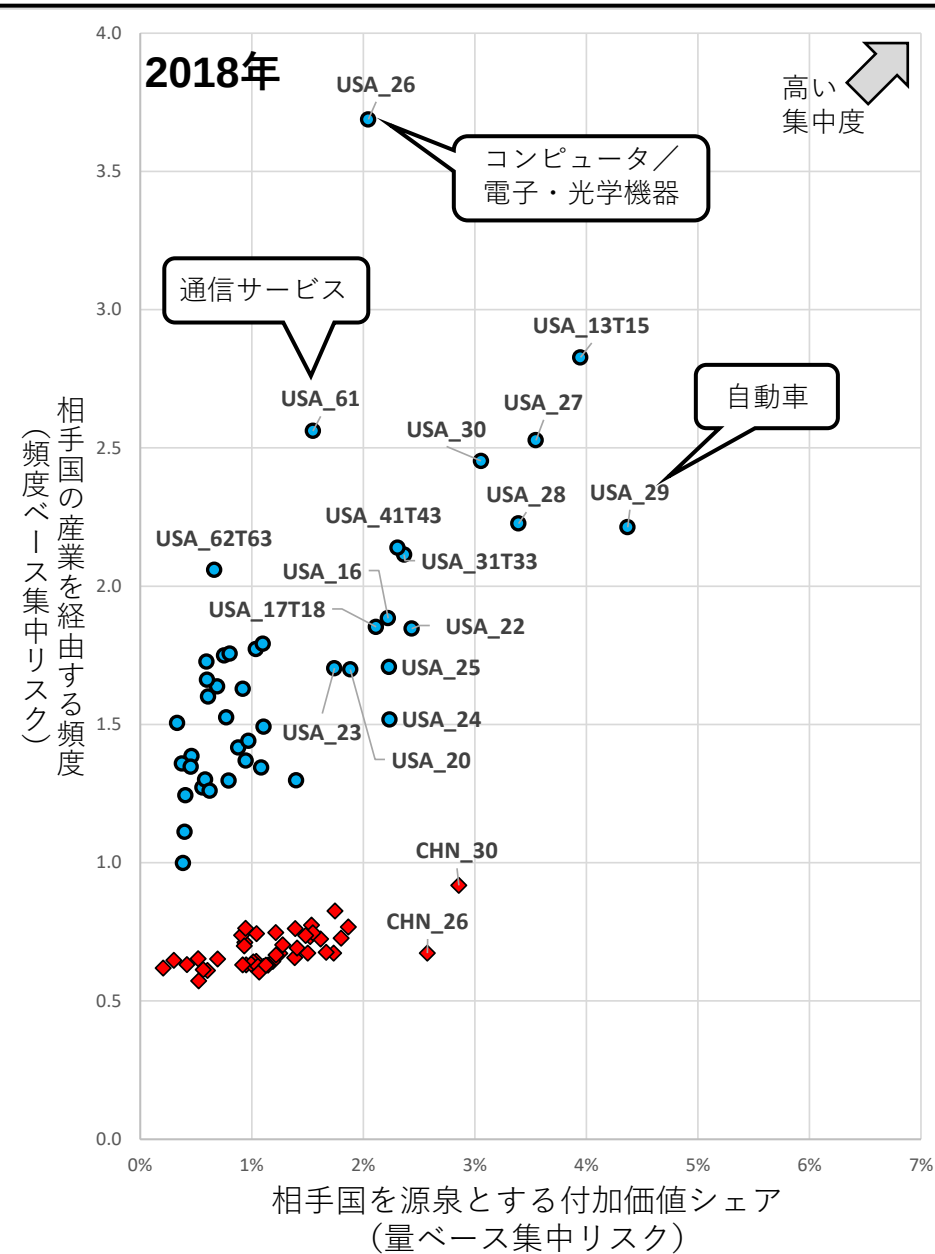
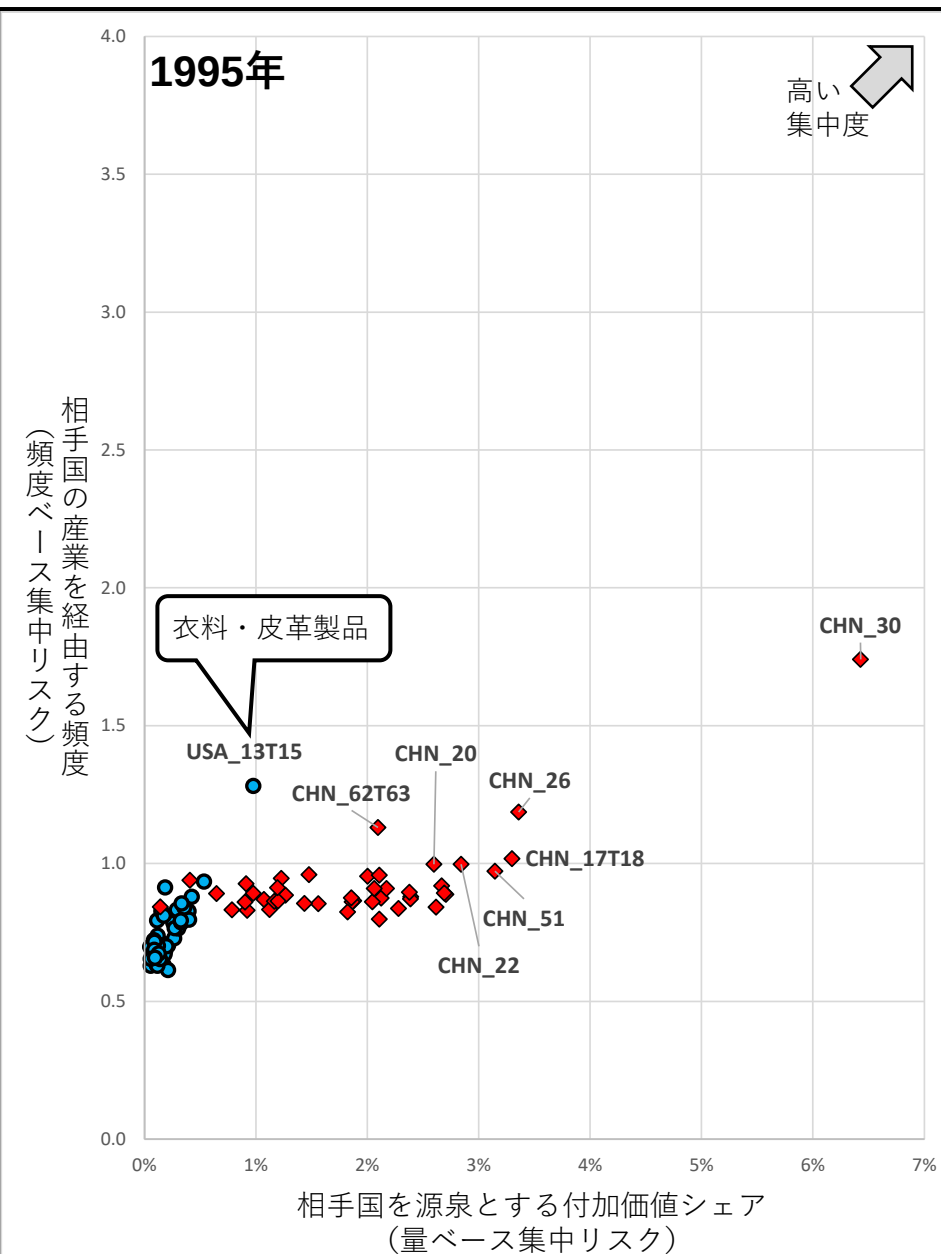
ハイリスク・カントリー： 中国（地政学的高リスク国）

Rank	Final product producer (j)	Value-added source (i)	PTF index China	TiVA_ij (million USD)
1	USA_41T43	KOR_26	5.65	516
2	USA_29	TWN_26	5.58	572
3	USA_84	TWN_26	5.34	685
4	USA_84	KOR_26	5.00	910
5	USA_29	KOR_26	4.74	842
6	MEX_26	TWN_26	4.42	590
7	USA_29	SAU_05T06	3.28	640
8	MEX_26	KOR_26	3.11	1,037
9	IND_41T43	AUS_07T08	2.27	708
10	TWN_26	KOR_26	2.12	664
11	KOR_41T43	AUS_07T08	1.88	618
12	KOR_26	TWN_26	1.63	940
13	USA_84	JPN_45T47	1.60	855
14	MYS_26	TWN_26	1.53	620
15	USA_84	RUS_05T06	1.45	507
16	USA_29	KOR_45T47	1.37	539
17	USA_41T43	SAU_05T06	1.26	2,156
18	USA_86T88	JPN_45T47	1.26	547
19	CAN_41T43	SAU_05T06	1.20	550
20	USA_45T47	SAU_05T06	1.14	739

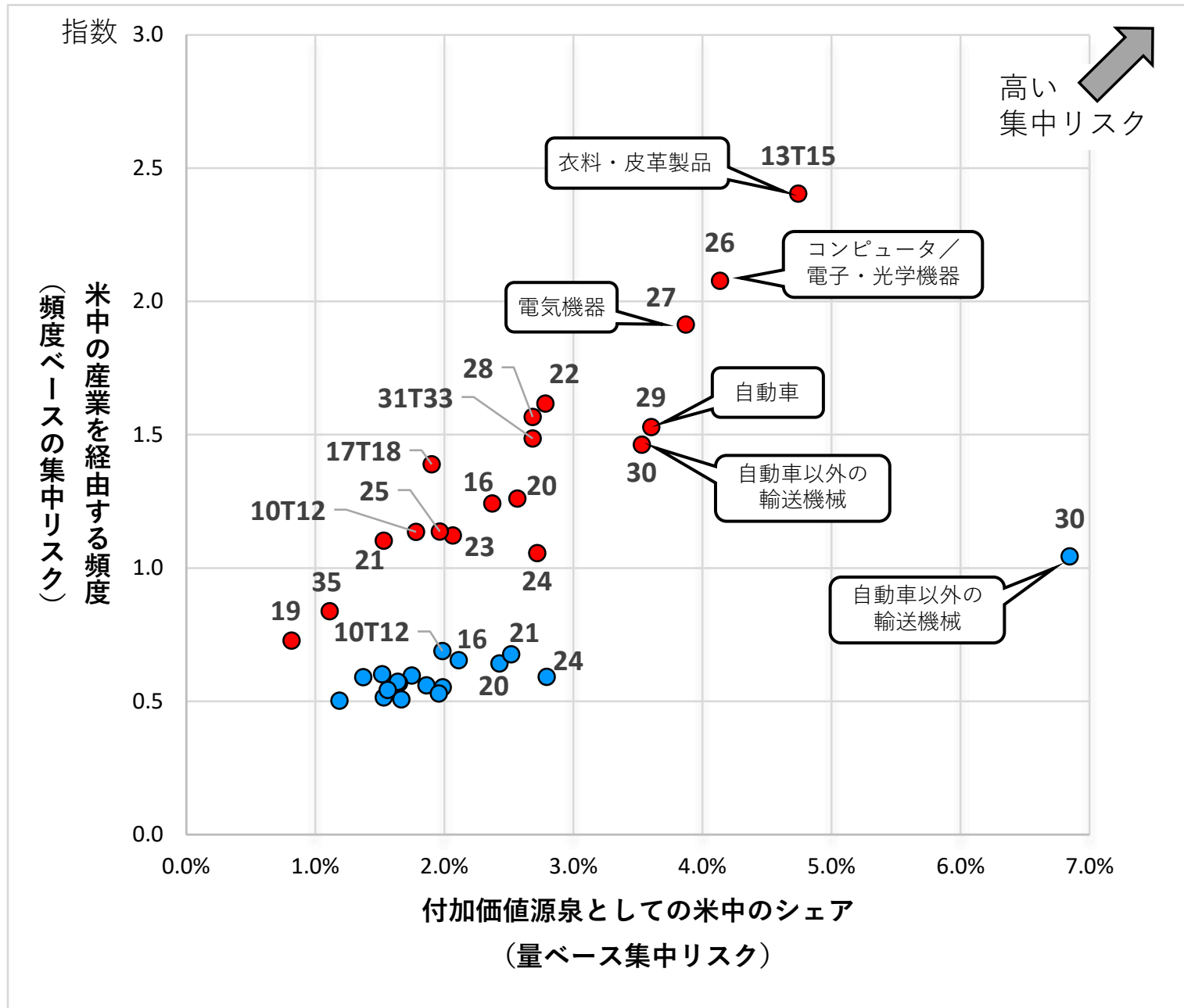
ハイリスク・カントリー： 日本（自然災害多発国）



米中サプライチェーンの相互リスクポジション：1995年、2018年



日本企業の対米国(●)・対中国(●)リスクポジション：2020年



国際産業連関表の弱点

- ・分析に用いる部門分類が非常に粗い。
- ・製品の代替可能性に関する情報が含まれていない。

OECD > Data > Dataset > Pass-through frequency

Pass-through Frequency

Pass-through frequency (PTF) indicator captures the degree of supply chain exposure to geographic concentration risk in the global production networks. It measures the frequency that a supply chain involves transactions with suppliers of a particular country throughout the production processes.

Dataset

Available in:

English

français

About

The pursuit of optimal resource allocation across borders often resulted in the agglomeration and concentration of key production capacities in a specific country. With increasing uncertainty of the global economy, however, these production hubs can quickly become “choke points” for the entire economic system.

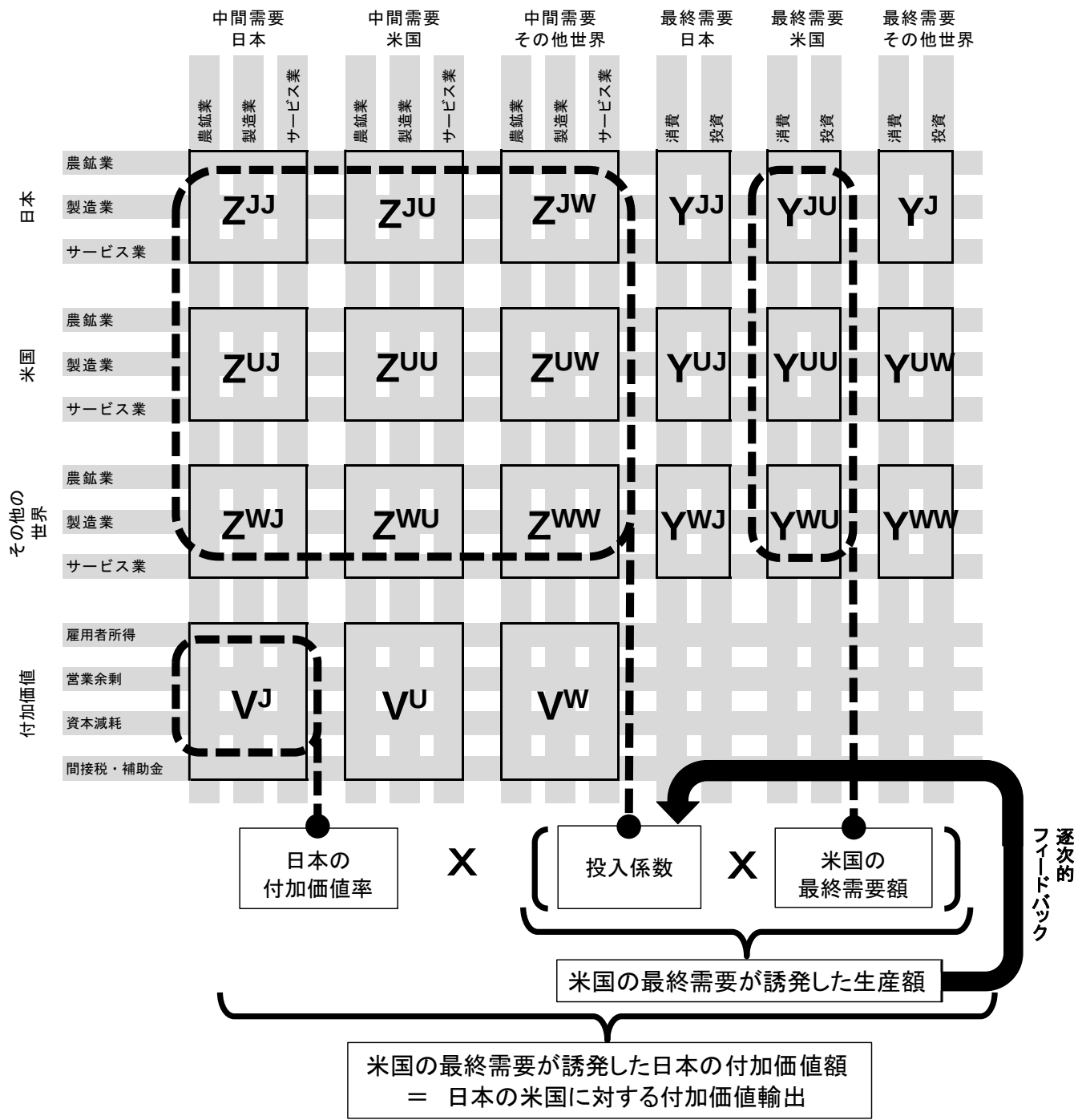
[Trade in value-added \(TiVA\) indicators](#) present origins of value added in gross exports/final demand, but what happens in-between? How many countries-industries do intermediate goods and services pass through, and how often, before being used in final production?

Where are the potential exposures to concentration risk along supply chains?

付加価値貿易の計測

日米表 (3部門)

		中間需要 日本			中間需要 米国			中間需要 その他の国			最終需要 日本		最終需要 米国		最終需要 その他の国	
		農鉱業	製造業	サービス業	農鉱業	製造業	サービス業	農鉱業	製造業	サービス業	消費	投資	消費	投資	消費	投資
日本	農鉱業	ZJJ			ZJU			ZJW			YJJ		YJU		YJW	
	製造業															
	サービス業															
米国	農鉱業	ZUJ			ZUU			ZUW			YUJ		YUU		YUW	
	製造業															
	サービス業															
その他の国	農鉱業	ZWJ			ZWU			ZWW			YWJ		YWU		YWW	
	製造業															
	サービス業															
付加価値	雇用者所得	VJ			VU			VW								
	営業余剰															
	資本減耗															
	間接税・補助金															



$$\begin{aligned}
 \mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1^J \\ x_2^J \\ x_3^J \\ x_1^U \\ x_2^U \\ x_3^U \\ x_1^W \\ x_2^W \\ x_3^W \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} a_{11}^{JJ} & a_{12}^{JJ} & a_{13}^{JJ} & a_{11}^{JU} & a_{12}^{JU} & a_{13}^{JU} & a_{11}^{JW} & a_{12}^{JW} & a_{13}^{JW} \\ a_{21}^{JJ} & a_{22}^{JJ} & a_{23}^{JJ} & a_{21}^{JU} & a_{22}^{JU} & a_{23}^{JU} & a_{21}^{JW} & a_{22}^{JW} & a_{23}^{JW} \\ a_{31}^{JJ} & a_{32}^{JJ} & a_{33}^{JJ} & a_{31}^{JU} & a_{32}^{JU} & a_{33}^{JU} & a_{31}^{JW} & a_{32}^{JW} & a_{33}^{JW} \\ a_{11}^{UJ} & a_{12}^{UJ} & a_{13}^{UJ} & a_{11}^{UU} & a_{12}^{UU} & a_{13}^{UU} & a_{11}^{UW} & a_{12}^{UW} & a_{13}^{UW} \\ a_{21}^{UJ} & a_{22}^{UJ} & a_{23}^{UJ} & a_{21}^{UU} & a_{22}^{UU} & a_{23}^{UU} & a_{21}^{UW} & a_{22}^{UW} & a_{23}^{UW} \\ a_{31}^{UJ} & a_{32}^{UJ} & a_{33}^{UJ} & a_{31}^{UU} & a_{32}^{UU} & a_{33}^{UU} & a_{31}^{UW} & a_{32}^{UW} & a_{33}^{UW} \\ a_{11}^{WJ} & a_{12}^{WJ} & a_{13}^{WJ} & a_{11}^{WU} & a_{12}^{WU} & a_{13}^{WU} & a_{11}^{WW} & a_{12}^{WW} & a_{13}^{WW} \\ a_{21}^{WJ} & a_{22}^{WJ} & a_{23}^{WJ} & a_{21}^{WU} & a_{22}^{WU} & a_{23}^{WU} & a_{21}^{WW} & a_{22}^{WW} & a_{23}^{WW} \\ a_{31}^{WJ} & a_{32}^{WJ} & a_{33}^{WJ} & a_{31}^{WU} & a_{32}^{WU} & a_{33}^{WU} & a_{31}^{WW} & a_{32}^{WW} & a_{33}^{WW} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1^J \\ x_2^J \\ x_3^J \\ x_1^U \\ x_2^U \\ x_3^U \\ x_1^W \\ x_2^W \\ x_3^W \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_1^{J*} \\ y_2^{J*} \\ y_3^{J*} \\ y_1^{U*} \\ y_2^{U*} \\ y_3^{U*} \\ y_1^{W*} \\ y_2^{W*} \\ y_3^{W*} \end{pmatrix} \\
&= \mathbf{Ax} + \mathbf{y}
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{y} \Leftrightarrow (\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} = \mathbf{y} \Leftrightarrow \mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{y} = \mathbf{Ly}$$

$\mathbf{x}$: 生産総額、 $\mathbf{A}$: 投入係数行列、 $\mathbf{y}$: 最終需要ベクトル、
 $\mathbf{I}$: 単位行列、 $\mathbf{L}$: レオンチェフ逆行列

付加価値係数

・・・単位生産あたりの付加価値創出額

ある国の最終需要が
誘発した生産額

$$TiVA = \mathbf{v} \mathbf{L} \mathbf{y}$$

仕向国の最終製品に含まれる源泉国の付加価値額
＝ 源泉国から仕向国への付加価値輸出額

ある製品に、どの国のどの産業の
付加価値がどれほど含まれているか

通過頻度指標の計測

Inomata, S and T. Hanaka. 2024. “Measuring Exposure to Network Concentration Risk in Global Supply Chains: Volume versus Frequency.” *Structural Change and Economic Dynamics*. 68: 177–93.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X23001339>

Pass-through Frequency (PTF)

$$\begin{aligned} f_{(t) s_1 s_k} &= c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}} \\ &+ \sum_{k=3}^{\infty} \sum_{s_2, \dots, s_{k-1}} \left(c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_2} a_{s_2 s_3} a_{s_3 s_4} \cdots a_{s_{k-1} s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}} \right) \end{aligned}$$

Liang et al. (2016) Structural Betweenness Centrality

$c_{(t)}$: s_1 部門と s_k 部門を結ぶサプライチェーンのうち、特定の波及経路上にハイリスク・カントリーの t 部門が現れる回数

$$a_{gh} a_{hi} a_{ij}$$

j 部門の生産を1単位増やすのに、
i部門とh部門を経由して、g部門から
どれほどの投入を必要とするか

波及経路としての投入係数配列

Pass-through Frequency (PTF)

$$\begin{aligned}
 f_{(t)}_{s_1 s_k} &= c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}} \\
 &+ \sum_{k=3}^{\infty} \sum_{s_2, \dots, s_{k-1}} \left(c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_2} a_{s_2 s_3} a_{s_3 s_4} \cdots a_{s_{k-1} s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}} \right)
 \end{aligned}$$

(直接波及) 特定経路の生産波及効果
 (間接波及)
 全経路の波及効果合計値

$c_{(t)}$: s_1 部門と s_k 部門を結ぶサプライチェーンのうち、特定の波及経路上にハイリスク・カントリーの t 部門が現れる回数

Pass-through Frequency (PTF)

$$f_{(t) s_1 s_k} = c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}} + \sum_{k=3}^{\infty} \sum_{s_2, \dots, s_{k-1}} \left(c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_2} a_{s_2 s_3} a_{s_3 s_4} \dots a_{s_{k-1} s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}} \right)$$

特定経路の波及シェア

t部門の登場回数を、波及シェアをウェイトとして加重平均したもの

→ t部門を通過する頻度／地理的集中度

Pass-through Frequency (PTF)

$$f_{(t) s_1 s_k}$$

$$= c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}}$$

$$+ \sum_{k=3}^{\infty} \sum_{s_2, \dots, s_{k-1}} \left(c_{(t)} \cdot \frac{a_{s_1 s_2} a_{s_2 s_3} a_{s_3 s_4} \cdots a_{s_{k-1} s_k}}{[L - I]_{s_1 s_k}} \right)$$

$$\Leftrightarrow f_{(t) ij} = \frac{[L J_{(t)} L - J_{(t)}]_{ij}}{[L - I]_{ij}}$$

$J_{(t)}$: t 行 t 列の成分のみ
1で、他がすべて0の行列

Trade in Value-added (TiVA)

$$TiVA_{ij} = [\boldsymbol{v} \boldsymbol{L} \boldsymbol{y}]_{ij}$$

Pass-through Frequency (PTF)

$$f_{(t)ij} = \frac{[\boldsymbol{L} \boldsymbol{J}_{(t)} \boldsymbol{L} - \boldsymbol{J}_{(t)}]_{ij}}{[\boldsymbol{L} - \boldsymbol{I}]_{ij}}$$

行 (i) : サプライチェーンの
始点 (付加価値源泉部門)

列 (j) : サプライチェーンの
終点 (最終製品の生産者)

OECD国際産業連関表 2023年版

対象年次：1995～2020年

産業部門：45部門（ISIC Rev.4）

対象国：77カ国／地域

（「その他の国」を含む）

OECD Inter-country input-output table: Industrial sector classification (45 sector)

Code	Industry	Code	Industry
01T02	Agriculture, hunting, forestry	35	Electricity, gas, steam and air conditioning supply
03	Fishing and aquaculture	36T39	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities
05T06	Mining and quarrying, energy producing products	41T43	Construction
07T08	Mining and quarrying, non-energy producing products	45T47	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles
09	Mining support service activities	49	Land transport and transport via pipelines
10T12	Food products, beverages and tobacco	50	Water transport
13T15	Textiles, textile products, leather and footwear	51	Air transport
16	Wood and products of wood and cork	52	Warehousing and support activities for transportation
17T18	Paper products and printing	53	Postal and courier activities
19	Coke and refined petroleum products	55T56	Accommodation and food service activities
20	Chemical and chemical products	58T60	Publishing, audiovisual and broadcasting activities
21	Pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	61	Telecommunications
22	Rubber and plastics products	62T63	IT and other information services
23	Other non-metallic mineral products	64T66	Financial and insurance activities
24	Basic metals	68	Real estate activities
25	Fabricated metal products	69T75	Professional, scientific and technical activities
26	Computer, electronic and optical equipment	77T82	Administrative and support services
27	Electrical equipment	84	Public administration and defence; compulsory social security
28	Machinery and equipment, nec	85	Education
29	Motor vehicles, trailers and semi-trailers	86T88	Human health and social work activities
30	Other transport equipment	90T93	Arts, entertainment and recreation
31T33	Manufacturing nec; repair and installation of machinery and equipment	94T96	Other service activities
		97T98	Activities of households as employers; undifferentiated goods- and services-producing activities of households for own use