

# 金融経済データからの産業連関表を 活用した為替変動の波及効果の分析と可視化

**Analysis and Visualization of the Spillover Effects of Exchange  
Rate Fluctuations Using Input-Output Tables  
from Financial and Economic Data**

戸田 真聡 (Masato Toda)  
u120028@st.pu-toyama.ac.jp

富山県立大学 工学部 情報システム工学科 情報基盤工学講座

**11:55-12:10, Monday, February 10, 2025  
N210, Toyama Prefectural University**

- 1. はじめに
- 2. 産業連関分析による波及効果
- 3. 金融経済変数の影響の見える化
- 4. 提案手法
- 5. 数値実験並びに考察
- 6. おわりに

# 1.1 研究の背景

2/17

- 近年、金融工学は計算機性能の向上やデータサイエンス手法の進化に伴い、飛躍的な発展を遂げている。
- 将来予測などの分野は成長しているのにも関わらず、外国為替市場の変動が実体経済へ与える影響については、産業間の波及効果を考慮した包括的な分析が十分に行われていない。

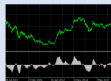


オープンデータ



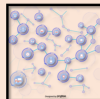
計算機技術の向上

将来予測の分野



急激な成長

経済変数間の関係性明示



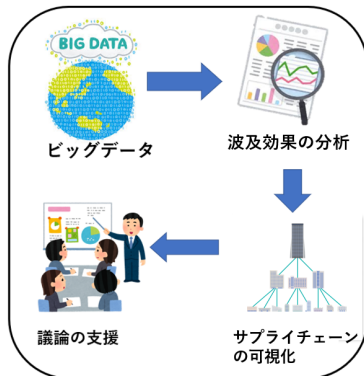
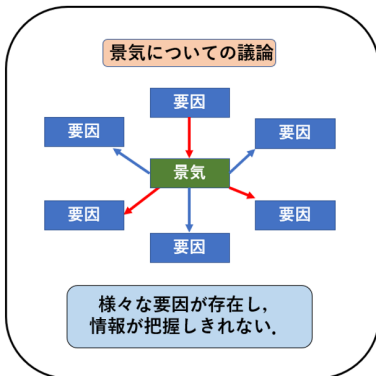
十分に研究されていない

## 1.2 研究の目的

3/17

- 産業連関表を活用した為替変動による波及効果の分析, 金融経済データとの相関分析, また 3D グラフによるサプライチェーン構造の可視化を行い, 日本の産業構造や経済動向の把握を支援することを目指す。

1. はじめに
- 2 産業連関分析による波及効果
- 3 金融経済変数の影響の見える化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 おわりに



## 2.1 産業連関分析と具体例

4/17

- 産業連関表は1年間に於いて財・サービスが各産業部門間でどのように生産され販売されたかについて、行列の形で一覧表にまとめたもの。
- 表を縦方向に見ると各産業がどれくらいの原材料や人件費等の費用を使って財・サービスを生産したか、表を横方向に見ると各産業が生産した財・サービスをどこに販売したかがわかる。



【ヨコ】どこに販売したか→

タテ何から生産されたか↓

	野菜	種・苗木	肥料	電気・水	加工食品	家計	輸出	生産額
野菜					80	100	20	200
種・苗木	50	中間部門				最終需要		
肥料	60							
電気・水	40							
加工食品								
賃金	30	粗付加価値						
利潤	20							
生産額	200							

この流れを産業連関表で表してみると・・・

## 2.2 産業連関表からの波及効果の導出

5/17

- 逆行列係数表は、各部門に対する 1 単位の需要増があった場合、どの部門の生産がどれだけ誘発されるかを示すもの。
- 逆行列係数を用いることで、容易に波及効果を求めることができる。

### ○逆行列係数

	小麦	小麦粉	パン
小麦	1	0.4	0.25
小麦粉	0	1	0.625
パン	0	0	1
列和	1	1.4	1.875

例：パンの需要が1,000円増加

逆行列係数			需要	生産誘発額
1	0.4	0.25	0	250
0	1	0.625	0	625
0	0	1	1, 000	1, 000

$$1 \times 0 + 0.4 \times 0 + 0.25 \times 1, 000 = 250$$

$$0 \times 0 + 1 \times 0 + 0.625 \times 1, 000 = 625$$

$$0 \times 0 + 0 \times 0 + 1 \times 1, 000 = 1, 000$$

$$\text{合計} = 1, 875 \text{円}$$

茨城県企画部統計課 閲覧日2024.2.6  
経済波及効果分析の手引き ～産業連関表の活用～  
<https://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/tokei/fukyu/tokei/betsu/sangyo/documents/bunseki-tebiki.pdf>

図 1: 逆行列係数による波及効果の導出例

## 2.3 三角化によるサプライチェーンの抽出

6/17

- 産業連関表の三角化は、産業連関表の配列を最終財産業、中間財産業、基礎素材産業の順で並べ替え、産業連関表の対角線下に取引を集めるようにする手法

公表されている産業連関表をただただ見ただけでは、産業構造の特徴を把握することは困難である

令和2年(2020年)産業連関表 取引基本表(生産者価格評価) (統合大分類表)

	01	06	11
	農林漁業	鉱業	飲食料品
01 農林漁業		1602758	51
06 鉱業		383	1276
11 飲食料品		1410220	0

整数計画問題を解くことで三角化を行う

$$\text{maximize } \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n ((A_{ij} - A_{ji})X_{ij} + A_{ji})$$

subject to

$$0 \leq X_{ij} + X_{jk} - X_{ik} \leq 1 \quad (i < j < k; i, j, k \in N),$$

$$X_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i < j; i, j \in N).$$

$A_{ij}$ :  $i$ 行 $j$ 列の投入係数

$X_{ij}$ :  $i$ 行 $j$ 列のバイナリ変数

産業構造の特徴をより簡単に把握するため、**三角化**を用いて産業連関表の再構成を行う

上からサプライチェーンの下流(消費者に近い産業部門)順に並んでいる

	生産用機械	医療・福祉	教育・研究	対個人サービス	飲食料品	農林漁業
生産用機械	1	0	0	0	0	0
医療・福祉	1	1	0	0	0	0
教育・研究	1	1	1	0	0	0
対個人サービス	1	1	1	1	0	0
飲食料品	1	1	1	1	1	0
農林漁業	1	1	1	1	1	1

## 3.1 為替変動と日経平均株価の関係

7/17

- 日本において為替と株価との間には、一般的に「正の相関がある」と言われている。
- 日経平均を構成している企業は輸出企業が多く、円安になるとそれらの企業の業績が良くなることや、円高になると外国人投資家が利益を確定させるために日本株を売ることで株価が下がるなどが理由として挙げられる。

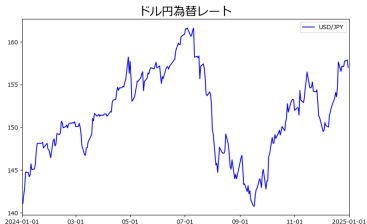


図 2: 直近 1 年間の日経平均株価とドル円為替レートの推移

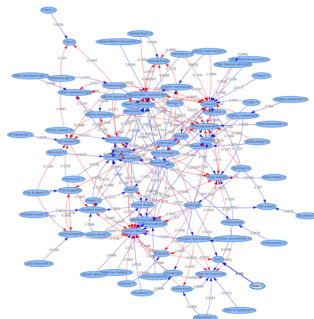
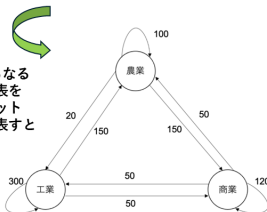
## 3.2 金融経済要因の見える化

8/17

- グラフネットワークは複雑なデータ構造を複数のノードとそれをつなぐエッジで表現し、要素の相互作用を可視化するための手法。
- 産業連関表は、重み付き有向グラフとして表すことができる。またグラフネットワークを用いて金融経済変数の因果関係を可視化する研究もある。

		消費者側				
		↓				
生産者側 ⇒		農業	工業	商業	最終需要	総生産量
	農業	80	120	170	70	440
	工業	250	230	80	40	600
	商業	70	80	190	150	490
	付加価値	40	170	50		
	総生産量	440	600	490		

3部門からなる  
産業連関表を  
グラフネット  
ワークで表すと



# 3.3 産業連関表による為替変動時の産業への影響

9/17

- 従来研究<sup>1</sup>では、対ドル円相場が10%円安に動き、各産業の輸出入価格が米ドル建て契約の割合だけ上昇した場合、各産業に及ぼす影響を産業連関表(2000年、2005年、2015年の3時点)を用いて試算した。

式(1)により、輸入価格上昇による国内価格の押し上げ効果を計算した。図の(B)に相当

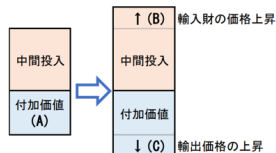
$$\Delta P_d = (I - A'_d) \cdot A'_{im} \cdot \Delta P_{im} \quad (1)$$

輸入価格の上昇は、次の2つの要因で捉えることができる

- ・ **直接的**なコスト増 (一次波及要因：式(2)で算出)

$$\Delta P_d = A'_{im} \cdot \Delta P_{im} \quad (2)$$

- ・ 企業間の取引を通じて国内価格に転嫁される **間接的**なコスト増 (投入構造要因：式(1) - 式(2)で算出)



$A_d$  : 国産品投入係数行列  
 $A_{im}$  : 輸入品投入係数行列  
 $P_d$  : 国産品価格ベクトル  
 $P_{im}$  : 輸入品価格ベクトル

輸入価格変動の影響の算出式 図の(B)/(A)に相当

輸出価格変動の影響の算出式 図の(C)/(A)に相当

$$\Delta P_d \div \text{付加価値額} \div \text{国内生産額}$$

$$\text{輸出価格上昇率} \times \text{輸出額} \div \text{付加価値額}$$

<sup>1</sup> 日本経済研究センター 小野寺敬, 落合勝昭, 田原健吾, “円安メリット薄れる国内産業-原発停止や海外現地生産が背景に-”, 2019年11月

# 4.1 3D グラフによるサプライチェーン構造の可視化

10/17

## ■ 動画で説明する

1. はじめに
- 2 産業連関分析による波及効果
- 3 金融経済変数の影響の見える化
- 4 提案手法**
- 5 数値実験並びに考察
- 6 おわりに

## 4.2 為替変動の各産業への影響と金融経済変数との相関

11/17

- 従来研究を参考に、ドル円為替レートの日足データを用いて一日ごとの為替変動による各産業への影響を求めた。
- 産業連関表による為替変動時の各産業への影響と業種別株価との相関を求める際に、産業連関表における部門の分け方と株価における業種の分け方とで違いがあるため、24 種に統合した。

Table 1: 産業連関データと業種別株価データの統合表

産業連関表(部門)	株価(業種)	産業連関表(部門)	株価(業種)
農林漁業	水産	鉱業	鉱業
飲食品	食品	繊維製品	繊維
パルプ・紙・木製品	パルプ・紙	化学製品	化学
石油・石炭製品	石油	プラスチック・ゴム製品	ゴム
窯業・土石製品	窯業	鉄鋼	鉄鋼
非鉄金属、金属製品	非鉄金属製品	はん用機械、生産用機械、業務用機械	機械、精密機器
電気機械、電子部品、情報通信機器	電気機器	輸送機械	輸送用機器、造船、自動車
その他の製造工業製品	その他製造	建設	建設
電力・ガス・熱供給	電力、ガス	商業	商社、小売業
金融・保険	銀行、証券、保険、その他金融	不動産	不動産
運輸・郵便	陸運、海運、空運、鉄道、バス、倉庫	情報通信	通信
医療・福祉	医薬品	対事業所サービス、対個人サービス	サービス

## 4.3 提案手法のアルゴリズム

12/17

- 3D グラフによるサプライチェーン構造の可視化の流れを以下に示す。

1. はじめに
2. 産業連関分析による波及効果
3. 金融経済変数の影響の見える化
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

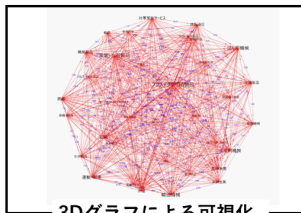
### 産業連関表を取得

令和2年(2020年)産業連関表 取引基本表(生産者価格評価) (統合大分類表)

	01	06	11	
	農林漁業	鉱業	飲食料品	
01 農林漁業	1602758	51	7253568	
06 鉱業	383	1276	7050	
11 飲食料品	1410220	0	7720587	

### 産業連関表の三角化

	生産用機械	医療・福祉	教育・研究	対個人サービス	飲食料品	農林漁業
生産用機械	1	0	0	0	0	0
医療・福祉	1	1	0	0	0	0
教育・研究	1	1	1	0	0	0
対個人サービス	1	1	1	1	0	0
飲食料品	1	1	1	1	1	0
農林漁業	1	1	1	1	1	1



3Dグラフによる可視化

	A	B	C
1	from	to	effect
2	農林漁業	飲食料品	0.1905628
3	農林漁業	教育・研究	0.0013825
4	農林漁業	医療・福祉	0.0019559
5	農林漁業	対個人サービス	0.0165897
6	鉱業	農林漁業	3.10E-05
7	鉱業	飲食料品	0.0001852
8	鉱業	繊維製品	0.0002047
9	鉱業	パルプ・紙・木製品	0.0021791
10	鉱業	化学製品	0.0042466

産業間の関係をcsvファイルに格納

## 4.3 提案手法のアルゴリズム

13/17

- 為替変動の各産業への影響と金融経済変数との相関分析の流れを以下に示す。

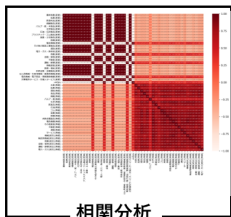
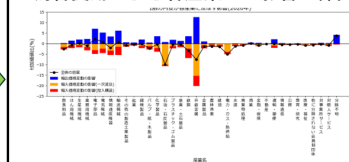
1. はじめに
2. 産業連関分析による波及効果
3. 金融経済変数の影響の見える化
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. おわりに

産業連関表を取得

令和2年(2020年)産業連関表 取引基本表(生産者価格評価) (統合大分類表)

	01	06	11	
	農林漁業	鉱業	飲食料品	
01 農林漁業	1602758	51	7253568	
06 鉱業		383	1276	7050
11 飲食料品		1410220	0	7720587

為替変動による各産業への影響の算出



データセットの統合

Date	農林漁業	鉱業	飲食料品	繊維製品
2024/7/2	-0.05023	-0.01719	-0.09784	-0.00844
2024/7/3	0.000661	0.000226	0.001288	0.000111
2024/7/4	-0.00968	-0.00331	-0.01885	-0.00163
2024/7/5	0.021737	0.007442	0.042346	0.003654
2024/7/8	0.059606	0.020406	0.116116	0.010018
2024/7/9	-0.01821	-0.00623	-0.03548	-0.00306

為替データを使用



為替, 株価データの取得

# 5.1 実験の概要

14/17

- 対象期間の一日ごとの為替変動による各産業への影響値と業種別平均株価との相関を求め、考察を行う
- 1割の円安が各産業に与える影響を算出し、間接的な影響が大きい産業部門に対して導出したサプライチェーンから波及経路の考察を行う。

## 用いるデータ

為替変動の影響分析：

2020年総務相「産業連関表」取引基本表 37部門  
輸出・輸入物価指数(2020年基準)2023年12月時点  
企業向けサービス価格指数(2020年基準)2024年3月時点  
ドル円為替レートの日足データの終値  
株価：日経500種平均株価の構成銘柄500企業の日足  
データの終値を業種別に平均をとったもの

## 対象期間

2024年7月1日～2024年12月1日

## 相関分析

為替変動の影響分析では、前日と当日の  
ドル円の終値変動率を使用。  
業種別株価についても、日足データから  
終値変動率を算出したデータを使用。

## 為替、株価データ

	A		D	E
1	Date	usdjpy	水産(株価)	鉱業(株価)
2	2024/7/2	0.375991	0.142441	0.536285
3	2024/7/3	-0.00495	-0.55055	-1.5719
4	2024/7/4	0.072447	-1.1644	0.478524
5	2024/7/5	-0.16273	-0.96701	-0.25821
6	2024/7/8	-0.44621	-0.66357	7.651153
7	2024/7/9	0.136328	0.084798	-3.42008

## 為替変動の影響の算出結果

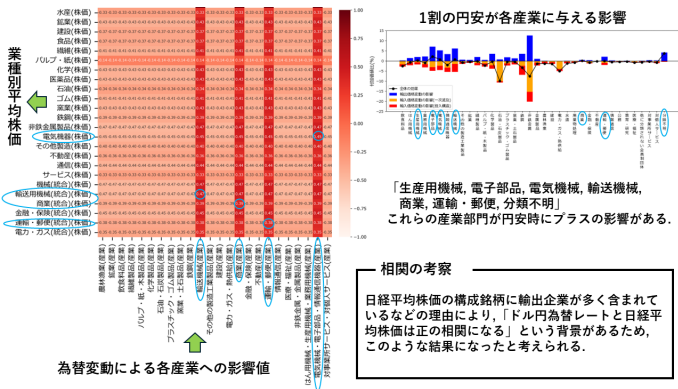
	A		
1	Date	農林漁業(産業)	鉱業(産業)
2	2024/7/2	-0.05022513	-0.01719
3	2024/7/3	0.000661287	0.000226
4	2024/7/4	-0.009677487	-0.00331
5	2024/7/5	0.021737143	0.007442
6	2024/7/8	0.059605512	0.020406
7	2024/7/9	-0.018210753	-0.00623

- はじめに
- 産業連関分析による波及効果
- 金融経済変数の影響の見える化
- 提案手法
- 数値実験並びに考察
- おわりに

## 5.2 実験結果と考察

15/17

- 円安時にプラスの影響がある部門は株価も上がり、マイナスの影響がある部門は株価も下がると考えられる。
- 実際はプラスの影響がある部門とそれらの株価は正の相関であったが、マイナスの影響がある部門とそれらの株価の相関は負の相関であった。

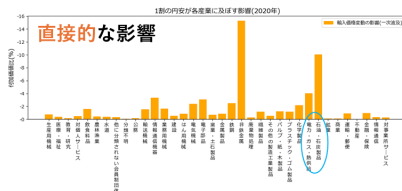


- はじめに
- 産業連関分析による波及効果
- 金融経済変数の影響の見える化
- 提案手法
- 数値実験並びに考察
- おわりに

## 5.2 実験結果と考察

16/17

- 1割円安時の輸入価格変動の影響を、左から産業連関表の三角化により抽出したサプライチェーンの下流順に産業部門を並び直した。
- 非鉄金属や鉄鋼は為替変動時の間接的な影響が大きいですが、それらよりもサプライチェーンの上流に在るか為替変動時の直接的な影響が大きい産業部門の製品やサービスを多く扱っているからと考察できる。



鉄鋼の購入先を多い順に並べたもの



購入先

鉄業 (Value: 5.87)

電力・ガス・熱供給 (Value: 4.40)

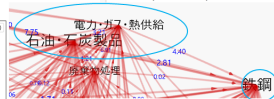
石油・石炭製品 (Value: 2.81)

運輸・郵便 (Value: 2.36)

商業 (Value: 1.71)

対事業所サービス (Value: 1.19)

非鉄金属 (Value: 0.96)



作成した3Dグラフを確認すると、為替変動時の直接的な影響が大きい部門である石油・石炭製品、電力・ガス・熱供給から鉄鋼に向かってエッジが伸びていることが確認できる

### まとめ

- 日本の産業構造や経済動向の把握を支援するため、産業連関表を活用した為替変動による波及効果の分析、金融経済データとの相関分析、また 3D グラフによるサプライチェーン構造の可視化を行った。

### 今後の課題

- 為替変動が各産業や株価に影響を与えるまでのラグについて調べ、それらを考慮した分析を行う。
- 産業連関表は原則 5 年に一度作成され、作成当時と分析時とで産業構造が大幅に変化している恐れがあるため、リアルタイム性を考慮した産業連関表を作成する。
- サプライチェーン構造を見やすくするため、3D グラフのデザインの変更やシステムに新しい機能を追加する。