

# 相互依存関係の理論的研究

## — 2つのアクターの場合 —

矢澤 信雄

### 【要 旨】

本論文においては、相互依存関係の概念を相互性と依存性という2つの概念に分解し、ネットワーク理論を応用することにより相互依存関係の2つの側面を定量化した。次に、この手法を日本とアメリカの貿易による相互依存関係の分析に適用した。この結果、この事例においては相互性指標と依存性指標の間には強い負の相関関係が存在することが判明した。本論文の限界としては、分析対象のアクター数を2つに限定していることである。3つ以上のアクター間に理論を拡張することが今後の重要な課題である。

### 【キーワード】

相互依存関係 日本 アメリカ 貿易統計

## I. 序

本論文の目的は、矢澤 (2021) において提案された、相互依存関係は2つの概念に分解できるという仮説に基づき、2つのアクター間の相互依存関係についてネットワーク理論のアプローチで理論構築を行うことである。そして、実際の事例に理論を適用し、2概念への分解アプローチの有効性を検証することである。

国際関係の複雑さの度合いは増大し続けている。1970年代に入って国家間の相互依存 (interdependence)<sup>(1)</sup> という概念が提唱され、国際関係の複雑化による相互依存関係の度合いの増大は長期的には国際紛争を減少させるものであるとの主張がなされてきた (Keohane, Nye 1973)。1980年代以降、相互依存関係の研究はグローバル化の進展と並行して継続的に発展し続けている。相互依存関係について、これまで最も活発に研究が行われた分野は国際貿易である。

## II. ネットワーク理論を用いた相互依存関係の理論構築

複数のアクター間の関係はネットワークで表現することができる。従って、相互依存関係はどのようなネットワークで表現できるかというのは重要な問題である。複数のアクター間の結びつき方がどのようになっているかというネットワークの研究は近年非常に活発化している。しか

し、アクター間の結びつきに強弱があることを考慮した研究はまだほとんど無い。この章ではネットワーク理論を用いた相互依存関係の理論構築を試みる。

## 1. 2つの概念への分解

相互依存関係の概念は相互性と依存性という2つの概念に分解できる。

### (1) 相互性概念に関する考察<sup>(2)</sup>

相互性とは2者の関係が対等であるのか、互恵の関係であるのか、一方的な関係でないのかといった点に着目した概念である。相互の関係が対等でなくなったとき、関係性は傾き一方が他方に一方的に与える関係になる。

ネットワーク理論で表現すれば、相互性の存在とはアクターAとアクターBの間に双方向のリンク(2つのリンク)が存在する状態ということになる。一方、相互性の不在とはアクターAとアクターBの間に一方方向のリンク(1つのリンク)しか存在しないということになる(図1)。つまり、ネットワーク理論では2つのアクターAとBの間にAからBへの方向のリンクとBからAへの方向のリンクが存在するとき、AとBの間にco-linksが存在するという(Newman, 2010)。co-linksの概念は2者間に関係が存在するか否かといういわば0, 1の発想である。

例えば、A国とB国間の2国間貿易における相互関係であれば、A国からB国への貿易は存在するがB国からA国への貿易は全く無い場合、相互性はなくA国からB国への一方的関係が存在するということになる。同様にB国からA国への一方的関係が存在する場合は考えられる。この2つの状態を2極として、B国からA国への貿易量とA国からB国への貿易量がちょうど等しい状態がA国とB国が完全に対等の状態、つまり最も相互関係の度合いが高い状態と見なすことができる。

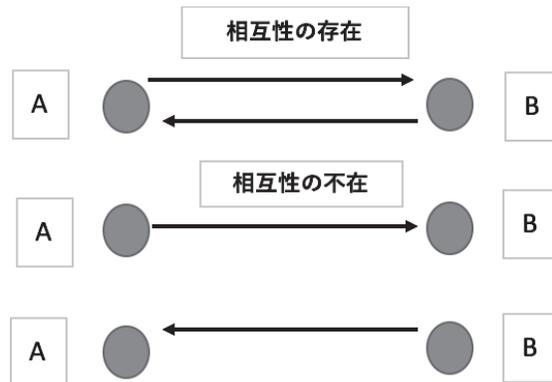


図1 ネットワークにおける相互性の表現  
(出典 著者作成)

### (2) 依存性概念に関する考察<sup>(3)</sup>

ここでは、二者間の依存性をネットワーク理論で表現することを試みる。依存性とは方向性を持つリンクで表現することができる。ここで、依存度は方向づけされたリンクに大きさ(太さ)を持たせることで表現できる。例えば、AからBに太いリンクが伸びていることで、BがAに大きく依存している状態を表すことにする。また、AからBに細いリンクが伸びていることで、BがAに少し依存している状態を表すことにする。従って、AとBの間にリンクが存在しない場合は両者の間に依存性が存在しないことを意味する(図2)。

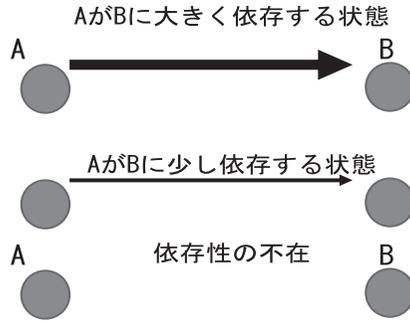


図2 ネットワークにおける依存性の表現  
(出典 著者作成)

## 2. 2つの概念の指標による表現

### (1) 相互性

前述の co-links の概念は2者間に関係が存在するか否かといういわば0, 1の発想である。そこで、この概念を発展させてみる。今、リンクが水流のように正の実数値を取るとする。図では実数値が大きいほどリンクを太く描くことにする。このとき、AB間の相互関係の度合  $R$  として次の指標を考える。

$$R = \left| \frac{x+y}{x-y} \right| \quad \text{指標 (1)}$$

ここで、 $x$  は A から B へのリンクの値を表し、 $y$  は B から A へのリンクの値を表す。

また、 $x=y$  のとき  $R$  は定義できないが、この時のみ便宜的に  $R = +\infty$  と定義する。

この指標は値が大きいと相互性の度合いが高く、値が小さいほど相互性の度合いが低くなる。

$R$  の値の取り得る範囲は  $1 \leq R \leq \infty$  である。

### (2) 依存性

従来のネットワーク理論ではアクター内の構造を明示的に考慮して、それを含めてネットワークを分析することは別段なかった。各アクターは大きさや内部構造を持たない「点」であり、あくまでも点と点の間関係性の分析に絞った研究が行われてきた。

しかしながら、アクター間の依存性の問題を考察するときにはアクター内部に何らかの構造を想定せざるを得なくなる場合がある。アクター A がアクター B に「依存」しているか否かを判定するためには A の内部が必要とするものは何か。そのものは A の内部で創出できるものなのか。あるいは A の外部にしか存在しないものなのか。といった点の検討が不可欠だからである。

例えば、日本経済とアメリカ経済の依存度を考察する場合、日本経済とアメリカ経済という2つのアクターとしての内部構造を無視して分析することは不適切であると考えられる。

本項では、ネットワーク理論を基礎としてアクターの内部構造にまで考察範囲を拡張して考えてみる。

2つのアクター AB 間のリンクを単位時間当たりの或るもの  $m$  の流量とする。またこの  $m$  はアクター内部でも単位時間当たりある量が生産されているとする。

2つのアクター AB 間で、A の B に対する依存の度合  $D(A, B)$  として次の指標を考える。

$$D(A, B) = \frac{B \text{ から } A \text{ へのリンクの表す } m \text{ の単位時間当り流量}}{A \text{ 内部における } m \text{ の単位時間当り生産量} - A \text{ から流出する } m \text{ の単位時間当り流量}} \quad \text{指標 (2)}$$

さらに、 $D(B, A)$  を考え、 $AB$  両者の依存関係の度合を表す指標として  $D(A, B)$  と  $D(B, A)$  の積を考える。

この指標は値が大きいと依存性の度合いが高く、値が小さいほど依存性の度合いが低くなる。 $D$  の値の取り得る範囲は  $0 \leq D < \infty$  である。

### (3) 相互性指標と依存性指標の統合可能性について

多くの下部概念を包摂する上位概念ほど抽象度が高まり、一元的に単一指標で表現できる可能性は低くなる。

相互依存関係は「相互性」と「依存性」という互いに全く異質な概念を包摂する極めて抽象度の高い概念である。従って、安易に「相互依存関係が高まった」などといった表現をすることには十分警戒しなければならない。むしろ、「相互性は高まった。しかし依存性は低下傾向にある」といった表現を用いる方がより現実的であると考えられる。

## Ⅲ. 事例への適用

### 1. 適用対象

ここでは、2001年から2020年までの日本とアメリカの貿易を対象とする。使用したデータについては本稿末尾のデータソース一覧を参照されたい。

### 2. 分析

#### (1) 相互性の指標を適用した分析

前章で提示された指標 (1) を用いて日本とアメリカの  $R$  を計算した。この計算には、日本からアメリカへの貿易額とアメリカから日本への貿易額を用いた。よって、 $R$  の式は具体的には次の形になる。表1と図3に計算結果と  $R$  の推移グラフを示す。

$$R = \left| \frac{\text{日本からアメリカへの貿易額} + \text{アメリカから日本への貿易額}}{\text{日本からアメリカへの貿易額} - \text{アメリカから日本への貿易額}} \right|$$

表1 日本—アメリカ間の相互性指標の推移 (2001年~2020年)

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| R | 3.14 | 3.04 | 3.04 | 2.97 | 2.94 | 2.84 | 2.84 | 3.06 | 3.56 | 3.86 |
| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| R | 3.97 | 3.63 | 3.48 | 3.36 | 3.31 | 3.28 | 3.23 | 3.39 | 3.56 | 3.76 |

(出典 データソースより著者作成)

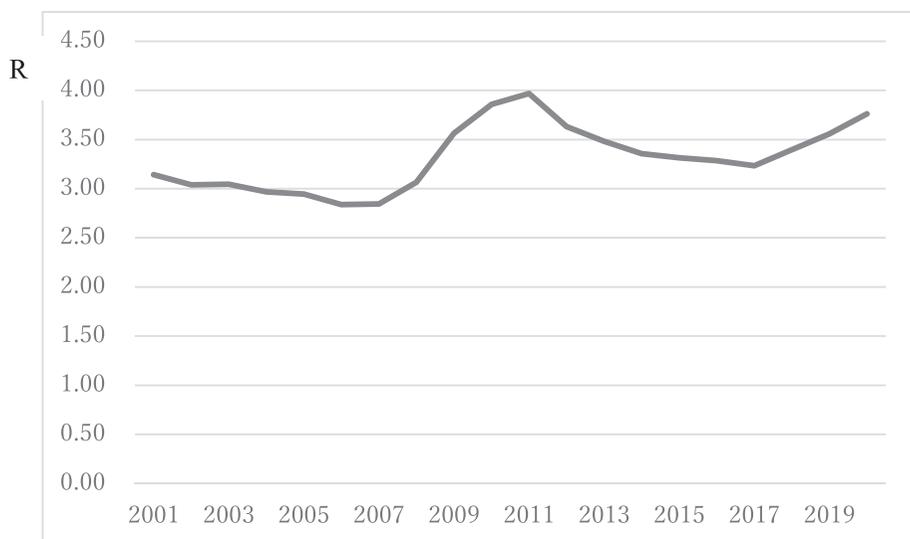


図3 日本—アメリカ間の相互性指標の推移グラフ (2001年～2020年)

(出典 著者作成)

## (2) 依存性の指標を適用した分析

前章で提示された指標 (2) を用いて日本とアメリカの  $D(A, B)$  と  $D(B, A)$  の積  $D$  を計算した。この計算には日本とアメリカの GDP, 日本の輸出総額, アメリカの輸出総額, 日本からアメリカへの貿易額とアメリカから日本への貿易額を用いた。表2と図4に計算結果と  $D$  の推移グラフを示す。

表2 日本—アメリカ間の依存性指標の推移 (2001年～2020年)

| 年 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| D | 1.62 | 1.45 | 1.27 | 1.31 | 1.39 | 1.63 | 1.64 | 1.52 | 0.76 | 0.98 |
| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| D | 1.03 | 1.15 | 1.18 | 1.24 | 1.23 | 1.13 | 1.24 | 1.40 | 1.30 | 1.02 |

(出典 データソースより著者作成)

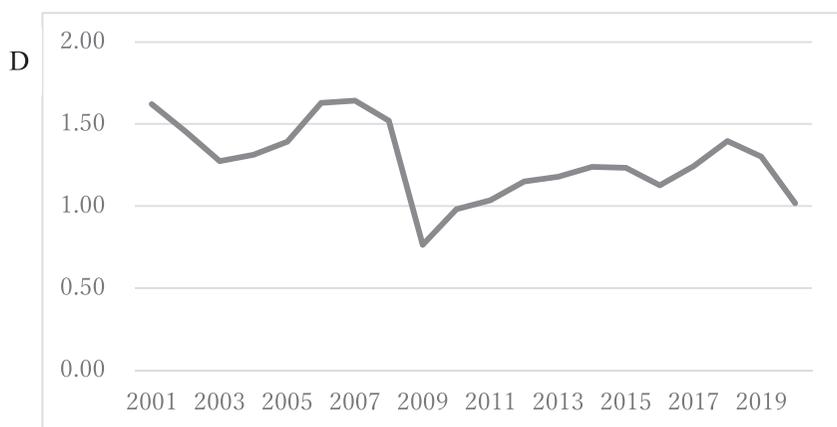


図4 日本—アメリカ間の依存性指標の推移グラフ (2001年～2020年)

(出典 著者作成)

### (3) RとDの関係性の分析

上記RとDについて相関係数を計算したところ、相関係数は $-0.78$ となった。相関係数の絶対値が $0.7$ を上回るとは極めて高い相関関係が存在することを意味する。従って、本事例においては、相互性指標Rと依存性指標Dの間には非常に高い負の相関関係が存在することが明らかになった。相関係数の概念・定義については本稿末尾の付録を参照されたい。

### 3. 分析結果の解釈

本事例の分析結果を解釈すると、2国間の関係が一方的でなく相互的になると依存度は低下するという解釈ができる。また、2国間の依存度が高まると相互性は低下するという解釈も成立する。ただし、「相互性」と「依存性」の間には相関関係が存在しても、それは因果関係の存在を保証するわけではない。この2つの変数がこのモデルの中でどのように結びついているのかを解明する数学モデルは本項では提示できていない。

## IV. 結論

本論文においては、相互依存関係の概念を相互性と依存性という2つの概念に分解し、ネットワーク理論を応用することにより相互依存関係の2つの側面を定量化した。

次に、この手法を日本とアメリカの貿易による相互依存関係の分析に適用した。この結果、この事例においては相互性指標と依存性指標の間には負の相関関係が存在することが判明した。

## V. 今後の課題

本論文の限界は、分析対象のアクター数を2つに限定していることである。本稿で構築した理論を3つ以上のアクター間に拡張することが今後の最も重要な課題であると考えられる。

具体的な分析対象としては、{日本, アメリカ, カナダ}, {日本, アメリカ, オーストラリア}あるいは{日本, アメリカ, 韓国}といった3つのアクターの集合を選ぶことが考えられる。

最終的目標として、世界百数十の国家の関係をネットワーク理論により表現して分析を行うことは極めて有意義なことであると考えられる。

### 【注】

- (1) interdependenceという語が最初に英語で使用されたのは1817年である(Merriam-Webster Dictionaryより)。
- (2) 「相互性」についてはネットワーク理論における reciprocity や co-links の研究で扱われている(Ball, B.; Newman, M.E.J. (2013) および Eckman, J.-P.; Moses, E. (2002))。
- (3) 「依存性」の研究についてはネットワーク理論では、まだ扱われていない。これは、アクター内部の構造にまで理論を拡張することの困難が原因と思われる。

### 【参考文献・引用文献】

- 矢澤信雄 (2021) 「相互依存関係」概念に関する考察」別府大学紀要. No. 62 (2021. 2), pp. 81-86  
Ball, B.; Newman, M.E.J. (2013), Friendship networks and social status, *Netw. Sci.* 1, 16-30

Eckman, J.-P.; Moses, E. (2002), Curvature of co-links uncovers hidden thematic layers in the world wide web, Proc. Natl. Acad. Sci. USA99, 5825–5829

Keohane, Robert O.; Nye, Joseph S. (July 1973). "Power and interdependence". *Survival*. 15(4) : 158–165. doi : 10.1080/00396337308441409. ISSN0039–6338.

Newman, Mark (2010) *Networks*, Oxford University Press

## 【事例分析に用いたデータソース一覧】

### (1) 相互性の計算

日本とアメリカの間の貿易量（日本からアメリカ，アメリカから日本）

財務省貿易統計，暦年データ

<https://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/data/d42ca003.csv> 2022年1月24日閲覧

### (2) 依存性の計算

#### 1) GDP

日本 SNA（国民経済計算マニュアル）に基づいた日本の実質 GDP（自国通貨）の推移

[https://ecodb.net/country/JP/imf\\_gdp.html](https://ecodb.net/country/JP/imf_gdp.html) 2022年1月26日閲覧

アメリカ

Real Gross Domestic Product, Billions of Chained 2012 Dollars, Annual, Not Seasonally Adjusted

2022年1月27日閲覧

#### 2) 輸出総額

日本

財務省貿易統計，暦年データ

<https://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/data/d42ca003.csv> 2022年1月27日閲覧

アメリカ

暦年データ， Real Exports of Goods by Principal End-Use Category Chained (2012) million Dollars

<https://www.census.gov/foreign-trade/statistics/historical/realexp.pdf> 2022年1月27日閲覧

### 3) 日本とアメリカの間の貿易量（日本からアメリカ，アメリカから日本）

日本からアメリカ

JETRO ドル建て貿易概況，主要国・地域別長期貿易統計，主要国・地域別×財別輸出入（1999～2020年）

<https://www.jetro.go.jp/world/japan/stats/trade/> 2022年1月27日閲覧

アメリカから日本

財務省貿易統計，暦年データ

<https://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/data/d42ca003.csv> 2022年1月27日閲覧

## 【付録】

相関係数について

今， $i=1, 2, 3, \dots, n$  について2つの正の変数  $x_i$  と  $y_i$  があるとする。この  $n$  個の値の平均値をそれぞれ， $\bar{x}$  と  $\bar{y}$  で表すとき，相関係数  $r$  は次式で定義される。

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

ここで、 $r$ の絶対値は1以下である。また $r$ が1に近づくと上記2変数間に傾きが正の線形な関係があり、 $-1$ に近づくと傾きが負の線形な関係がある。いずれにせよ、 $r$ の絶対値が1に近づくと2変数の分布は $y = ax+b$ の形に近づく。

また、 $0 < r$ のとき、 $0 < a$ であり、 $0 > r$ のとき、 $0 > a$ である。