

# 金融変数と実体経済変数の 因果探索と数法則発見法による 波及経路のモデル化と可視化

Modeling and Visualization of Spillover Paths  
Using Causal Search and Number Law Discovery Methods  
for Financial and Real Economic Variables

蒲田 涼馬 (Ryouma Gamada)  
u020010@st.pu-toyama.ac.jp

富山県立大学情報システム工学科 4 年

F221, AM 9:45-10:00 Friday, February 9, 2024,

# 1.1 本研究の背景

2/17

はじめに

経済情報と市場  
データ

経済変動の数理モ  
デル

提案手法

実験結果並びに  
考察

おわりに

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、公的機関によるオープンデータの提供に伴い、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にも関わらず、多様な要素の相互関係や因果関係、経済の動向をモデル化するような研究は多くない。

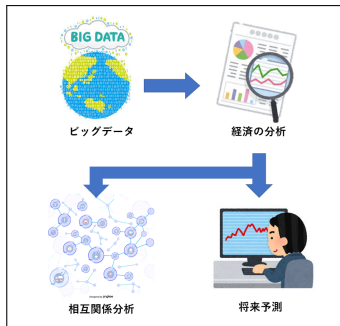
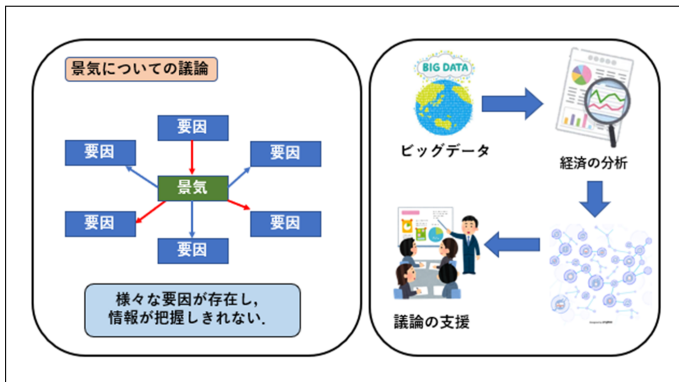


図 1・実行結果

## 1.2 本研究の目的

3/17

本研究では VAR-LiNGAM による時系列を考慮した因果探索を行い、時系列を考慮した 3D 因果グラフの作成、また数法則発見法を用いた経済変数のモデル化を行うことで、経済変数間の影響を直感的に理解できるようなシステムの実装を目指す。



## 2.1 経済時系列の状態変数と指標

4/17

経済時系列は時間の経過に伴って変動する経済データの系列や指標を指す。これらは日本銀行など様々な機関によって公開されており、経済の時系列分析などで利用されている。

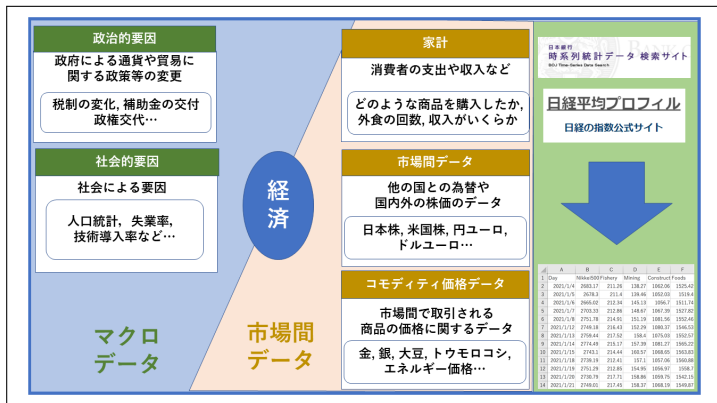


図 3: 経済情報の例

## 2.2 経済における波及メカニズム

5/17

経済状況进行分析のために用いられる概念として、経済の波及メカニズムというものがある。

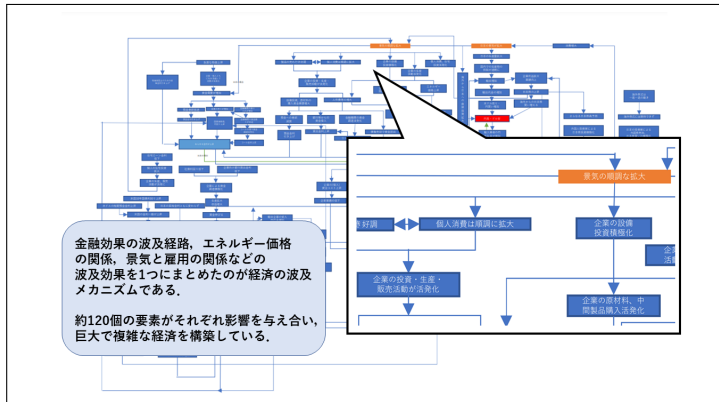


図 4: 経済波及メカニズムの例

## 2.3 統計的手法における経済の分析

6/17

統計的手法による経済分析は実際の経済データを用いて経済現象の定量化や関連要因の分析を行う手法である。時系列分析や回帰は典型的な例であり、将来予測などに役立つため特に注目を集めている。

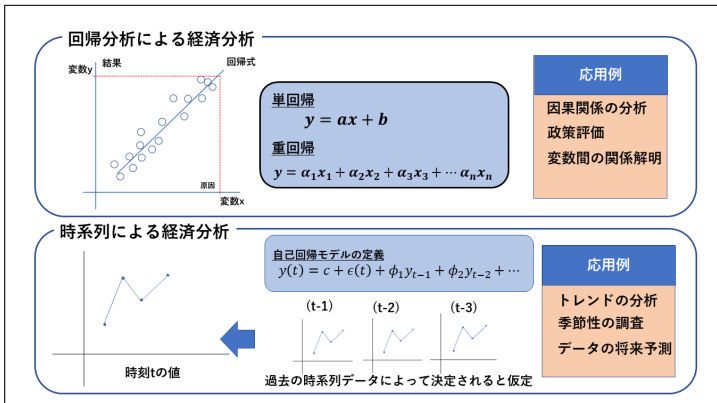


図 5: 基本的な統計的手法

はじめに

経済情報と市場  
データ

経済変動の数理モ  
デル

提案手法

実験結果並びに  
考察

おわりに

# 3.1 種々の計量経済モデル

7/17

経済波及の分析を行うために、計量経済モデルを用いて因果性を導出する研究は様々ある。  
その手法の一つとして VAR-LiNGAM による因果探索がある。

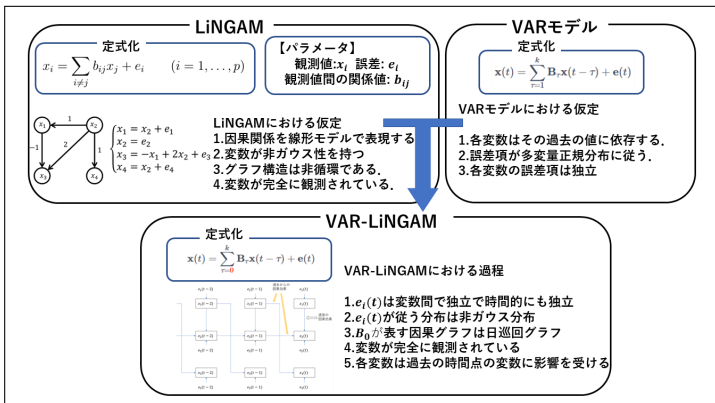


図 6: VAR-LiNGAM について

## 3.2 回帰を用いた数法則発見

8/17

経済においてモデル化は経済の動向を把握するために有用な手法である。経済のモデル化を行う手法の一つとして数法則発見法がある。

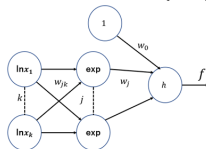
### RF5法による数法則の発見

RF5法では多変量多項式回帰法の1つであり、以下の式でモデルを考える

$$y = f(x; \theta) + \epsilon, \quad f(x; \theta) = w_0 + \sum_{j=1}^K w_j \prod_{k=1}^K x_{kj}^{w_{jk}}$$

$K$ 個の説明変数  
 $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_K)$   
 1個の目的変数  
 $y$

$\theta$ に実数パラメータ群 $w_0, \{w_j\}, \{w_{jk}\}$ が入る



3層パーセプトロンの学習により、組み合わせ爆発を回避することができる。指数部分が整数でない多項式を求めることもでき、複雑な多項式を事前知識なしで容易に発見できる。

図 7: RF5 について



### 3.3 グラフネットワークによる経済の可視化

9/17

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である。経済においてもグラフネットワークは利用されている。

消費者側  
↓

	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		

生産者側 ⇒

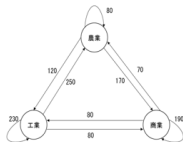


図6. 産業連関表

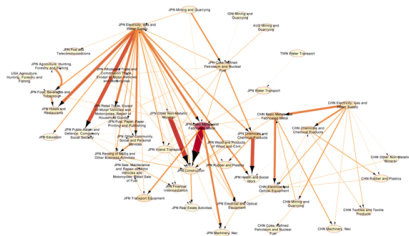


図7. 産業連関ネットワーク

図 8: 経済におけるネットワーク活用の例

# 4.1 数法則発見法による経済変数のモデル化

10/17

本研究では経済変数のモデル化を行い，同定式を導出することで直感的に経済の動向を把握できるようにする．そのために，RF5を用いてモデル化を行う．

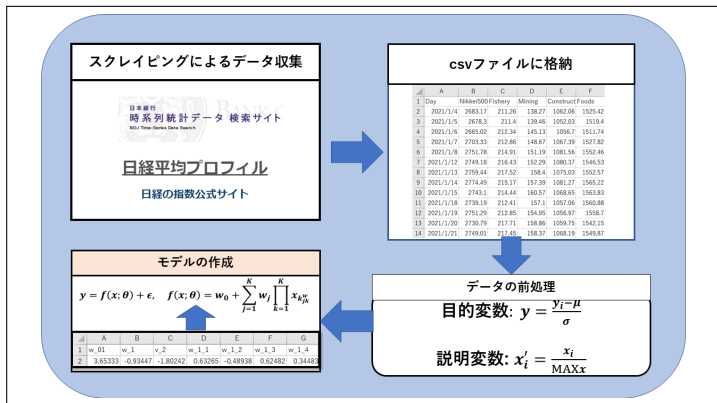


図 9: 経済におけるネットワーク活用の例

## 4.2 VAR-LiNGAM による因果関係の導出

11/17

本研究ではスクレイピングによって経済情報や金融情報を収集し、正規化などデータの前処理を行い、VAR-LiNGAM による因果性探索を行う。

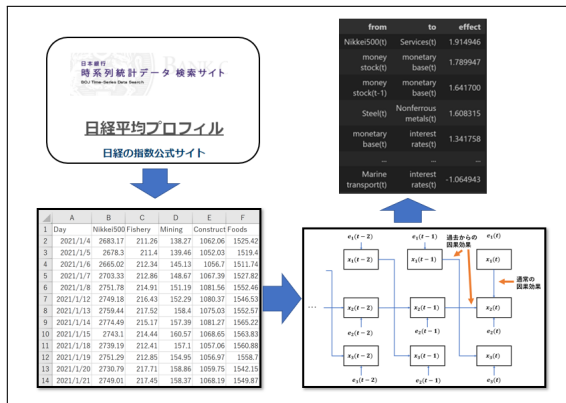


図 10: 本実験で用いるデータ

## 4.3 経済データの 3D グラフによる可視化

12/17

動画で提案システムの流れをお見せします.

はじめに

経済情報と市場  
データ

経済変動の数理モ  
デル

提案手法

実験結果並びに  
考察

おわりに

## 5.1 実験の概要

13/17

はじめに

経済情報と市場  
データ

経済変動の数理モ  
デル

提案手法

実験結果並びに  
考察

おわりに

本研究では日経 33 業種の時系列データに加え、いくつかの金融データについて分析を行い 3D グラフによる可視化を行う。また、RF5 を用いた数法則発見により経済変数のモデル化を行う。今回は日足のデータに対して分析を行う。

データ項目	時間足	データ項目	時間足	データ項目	時間足
水産	日	窯業	日	金利	月
鉱業	日	鉄鋼	日	マネーストック	月
建設業	日	非鉄・金属	日	マネタリーベース	月
食品業	日	機械	日	エネルギー価格	月
繊維業	日	電気機器	日	日本物価指数 (総平均)	月
パルプ・紙業	日	ガス	日		
科学業	日	自動車	日		
医薬品	日	輸送用機器	日		
石油	日	精密機器	日		
商社	日	海運	日		
小売業	日	空運	日		
銀行	日	倉庫	日		
その他金融	日	通信	日		
証券	日	電力	日		
造船	日	サービス	日		
保険	日	ゴム	日		
不動産	日	陸運	日		
鉄道・バス	日	その他製造	日		

市場間データはすべて株価であり、単位は全て円で表記される。物価指数の単位のみ%で表記される。今回は日足と月足のデータを取り扱う。月足のデータは一か月間同じ値をとり続けると仮定し、日足のかたちに直してデータセットに格納した。

図 11: 本実験で用いるデータ

## 5.2 実験結果と考察

14/17

RF5 によって得られた結果を示す。

from	to	effect
Nikkei500(t)	Services(t)	1.914946
money stock(t)	monetary base(t)	1.789947
money stock(t-1)	monetary base(t)	1.641700
Steel(t)	Nonferrous metals(t)	1.608315
monetary base(t)	interest rates(t)	1.341758
...	...	...
Marine transport(t)	interest rates(t)	-1.064943

	from	to	effect	probability
0	Transportation instruments(t-1)	Transportation instruments(t)	0.859349	0.987755
1	monetary base(t-1)	monetary base(t)	0.973287	0.985034
2	Petroleum(t-1)	Petroleum(t)	0.909080	0.983673
3	money stock(t-1)	money stock(t)	0.984165	0.982313
4	Communications(t-1)	Communications(t)	0.920379	0.982313
...	...	...	...	...
3316	Pharmaceuticals(t-1)	gross average(t)	-0.016641	0.300680
3317	Shipbuilding(t-1)	Retail(t)	-0.080427	0.297959
3318	Air transport(t-1)	Retail(t)	-0.050161	0.295238
3319	Air transport(t-1)	Nikkei500(t)	0.047179	0.295238
3320	Electric power(t-1)	Glass & Ceramics(t)	-0.121124	0.281633

海運業界の株価と金利には負の因果関係があると導出されている。これは一般的に知られている関係であり、正しい因果関係が導出されたと言えるだろう。  
ブートストラップ法による検定結果で得られた確率を見ると、そのデータの過去のデータから得られる因果性の確率が高く、それ以外のデータから得られる因果性の確率は低くなってしまっている。  
これは変数間の関係が時系列によって異なってくる可能性が考えられる。

図 12: RF5 の実行結果

## 5.2 実験結果と考察

15/17

一般的に正の因果関係を持つとされているマネタリーベースと金利との間に因果性があることが求められている。

from	to	effect
Nikkei500(t)	Services(t)	1.914946
money stock(t)	monetary base(t)	1.789947
money stock(t-1)	monetary base(t)	1.641700
Steel(t)	Nonferrous metals(t)	1.608315
monetary base(t)	interest rates(t)	1.341758
...	...	...
Marine transport(t)	interest rates(t)	-1.064943

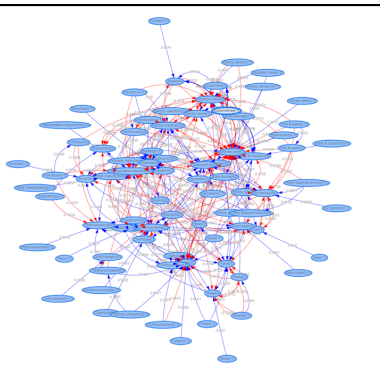


図 13: VAR-LiNGAM の実行結果

はじめに

経済情報と市場  
データ

経済変動の数理モ  
デル

提案手法

実験結果並びに  
考察

おわりに

## 5.2 実験結果と考察

16/17

提案手法で作成したグラフ・ネットワークと Python のモジュール「LiNGAM」によって得られたグラフ・ネットワークを比較し、考察を行う。

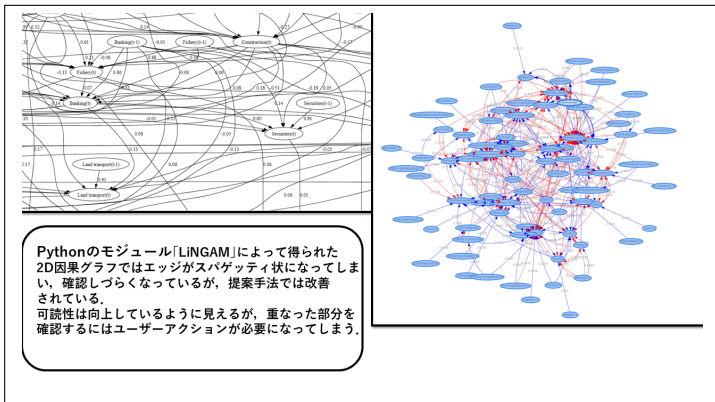


図 14: VAR-LiNGAM の実行結果



## 6 おわりに

17/17

数値実験より，VAR-LiNGAM によって求められた因果性がある程度正しいものであるということが確認できた．

はじめに

経済情報と市場  
データ

経済変動の数理モ  
デル

提案手法

実験結果並びに  
考察

おわりに