

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：23803

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K01591

研究課題名（和文）深層学習を用いた時系列情報予測に関する研究

研究課題名（英文）Research on time series information prediction using deep learning

研究代表者

六井 淳（Jun, Rokui）

静岡県立大学・経営情報学部・教授

研究者番号：70362910

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、複数時系列の関係性を分析し、回帰モデルを用いて予測結果を収束させる新たな時系列予測手法を複数提案した。2003年にノーベル経済学賞を受賞したグレンジャー因果検定を用いた時系列関係性予測により、無作為に選択された複数の時系列から関係のある時系列のみを抽出することに成功した。また、時系列予測では短期予測は比較的予測精度が良くなる傾向があるが、長期予測では予測誤差が大きくなる問題がある。この問題に対して、変動の大きい注目区間を抽出することで長期予測の誤差を大幅に低減させることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、各起因子を取りまとめる機構と複数のLSTMを並列に動作させる機構を組み合わせることで、蜘蛛の糸のように複雑に収束する単一系列を可能な限り少ない誤差で予測する新たなRNNの枠組みを提案する。本研究はニューラルネットワークを基礎とする深層学習と経済学、社会学を融合させた領域横断的位置づけの研究である。工学的・統計的視点だけでなく、入出力データに対する知見も必要となるため、高い学術的独自性と創造性を有する。本研究の成果により、幅広い分野の時系列変化を実時間の範囲内で高精度に推定することができる。結果、株価や人口増減などあらゆる社会問題への解決方法として役立つものと確信する。

研究成果の概要（英文）：In this research, we proposed several new time series prediction methods which analyze the relationship of multiple time series and converge the prediction results using the regression model. By predicting the chronological relationship using the Granger causal test, which was awarded the Nobel Prize in 2003, we succeeded in extracting only the time series with the relationship from multiple time series selected at random. In the time series prediction, the prediction accuracy of the short-term prediction tends to be relatively good, but in the long-term prediction, the prediction error becomes large. For this problem, we succeeded in drastically reducing the error of the long-term prediction by extracting the noticeable interval with large variation.

研究分野：機械学習

キーワード：LSTM QRNN GRU RNN LSTNet GAN ESN グレンジャー因果性

## 深層学習を用いた時系列情報予測に関する研究

### Research on time series information prediction using deep learning

#### 1. 研究開始当初の背景

1997年にノーベル経済学賞を受賞したブラックショールズモデルは無裁定原理に基づく現代金融工学の基礎となった。ブラックショールズモデルのオプション価格は原資産の価格が伊藤過程と呼ばれる一般化ウィーナー過程の特殊形によって記述されている。ブラックショールズ方程式を解くことで価格が得られる。シンプルな計算式であり、これをベースとして様々な研究がなされている。ところが、将来の価格の確率分布は幾何ブラウン運動として正規分布であると仮定している。現実の株式相場は幾何ブラウン運動とは到底言えない。この問いに対し、ブラックショールズ方程式に関して2つの論点がある。第一は、現実の株式相場変動は白色ノイズのような対数正規分布と似た形状をしているため、概ね問題はないというものである。これに対し、第二の論点は、価格が大幅に変動するケースでは、現実の動きを捉えきれないというものである。この相反する論点は長年の研究の種となっている。実務では様々な経験に基づくスキルやテクニックを要することで問題点をカバーしているのが現状であり、膨大化するデータ量に対してその誤差は埋められないレベルに達している。この問題は経済学にとどまらず、近代におけるデータ工学全般に言えることであり、

現実世界に存在する時系列データは複数の外的・内的要因によって変動しており、無数の要因を単純な確率分布で近似することは不可能である。本研究では、複数の要因を入力時系列として与え、ブラックボックス化された入出力関係をRNN (Recurrent Neural Networks) の機構によって学習し、出力させるという新しい方式を提案する。

#### 2. 研究の目的

本研究の目的は複数の要因を起因子として持つ時系列情報に対して、誤差の少ない予測結果を与える機構を提案することである。GDP成長率を例にとると、輸出入の変動だけでなく、設備投資・住宅・消費・公需など様々な起因子で構成されている。起因子の1つである消費も複数の指数品目に対する物価変化が混在しており、GDP成長率の形成は膨大な時系列の深層構造になっている。深層構造を経験的学習によって理解する試みとして、深層学習が近年注目されており、RNNは時系列を取り扱うことのできる深層学習手法である。LSTM(Long Short Term Memory)はRNNが対応できなかった勾配消失問題に対して、長期系列学習を導入することで、短期と長期の記憶更新を可能にしたモデルである。音声認識や機械翻訳などの分野で目覚ましい成果を上げている。LSTMの成果はあくまで単一時系列変動に対するものであり、複数の系列が混在するような複雑系列では効果が得られない。本研究では、各起因子を取りまとめる機構と複数のLSTMを並列に動作させる機構を組み合わせることで、蜘蛛の糸のように複雑に収束する1系列を可能な限り少ない誤差で予測する新たなRNNの枠組みを提案する。本研究はニューラルネットワークを基礎とする深層学習と経済学、社会学を融合させた領域横断的位置づけの研究と考えられる。工学的・統計的視点だけでなく、入出力データに対する知見も必要となるため、高い学術的独自性と創造性を有する。

#### 3. 研究の方法

本研究の目標は主に3つに大別される。

- ① 複数時系列入力を並列に駆動させる LSTM 機構の構築
- ② ①から得られる複数予測出力を1系列に統合する機構の構築
- ③ 時系列情報からの起因子分析（逆問題）

①については、内閣府が提供する e-STAT の膨大な統計情報を利用し、複数の時系列情報を並列的に予測する LSTM に基づくシステムの構築を行う。独立した複数の入力時系列から出力時系列の予測を行い、実測値との誤差を計測することでシステム評価を行う。②については、①で生成された出力時系列から回帰分析などを用いて統合し、求めたい1つの出力時系列を生成するシステムを構築する。こちらも実測値との誤差を計測することでシステム評価を行う。③については、②から①への逆問題を解く手法を考案する。つまり、1つの時系列を構成する複数の時系列をテンソル因子分解などから推測し、推測値から起因子を特定する。

#### 4. 研究成果

##### 4-1. 複数時系列入力を並列に駆動させる LSTM 機構の構築に関する成果

LSTM は、過去の時系列情報を均一に参照している。しかし、過去の情報は現在の情報に均一的に影響を与えているのではなく、重要なポイントが存在すると考えられる。そのため、過去の情報を選択的に強調する新たなモデルを提案した[1][5]。更に、LSTM は情報を記憶するメモリセルが1つ存在する。時系列には複数のパターンが存在すると考えられるため、単一のメモリセルでは特徴を捉えきれなかった。そのため、メモリセルを増設し、複数の情報を記憶するモデルを提案した[3][9]。

LSTM とは異なる枠組みについても検証を行った。ニューラルネットワークを用いた時系列予測研究の中で、Convolutional Neural Network (CNN) は時系列予測において、従来の Recurrent Neural Network(RNN) に比べて同等かそれ以上の高い適性があるとの報告がなされている。新しい複数時系列データの使用方法として複数時系列データを回帰分析により統合した複合時系列データを作成し、CNN を時系列データ予測向けに拡張した Quasi-Recurrent Neural Network (QRNN) を用いて予測対象時系列データの予測を行うフレームワークを提案した[2]。更に、近年、多変量時系列予測の分野で注目を集めている Long-and Short-term Time-series Network (LSTNet) についても検証を行った。LSTNet は従来の統計的手法である自己回帰モデルと RNN を組み合わせたモデルである。本研究では自己回帰モデルと RNN のそれぞれに改良手法を提案した[7]。更に、LSTNet で用いられている RNN は、過去の時系列情報を均一に参照し予測をしている。全ての過去情報が均一に予測に影響を与えている可能性は低い。そこで、特定の過去情報を強調するモデルを提案した[8]。

##### 4-2. 複数予測出力を1系列に統合する機構の構築の成果

時系列データは、単変量予測よりも多変量に基づく予測を行うことで予測精度が向上すると報告されている。このため RNN を用いた多変量データに基づく予測研究が多数行われ、良好な成果が報告されている。一方で、複数のデータを用いる際には、扱うデータの数やデータ間の関連性が課題として報告されている。多変量に基づく予測では予測対象データとの関連性を考慮して、扱うデータを適切に選択することで予測精度が向上する。本研究では複数の時系列データの中から効率的な関連データの選択、統合を行い RNN の予測に活用する予測フレームワークを提案した。提案フレームワークではグレンジャー因果

検定や回帰分析等の既存の統計手法を組み合わせることでデータの選択機能や統合機能を構築した[6]. 複数時系列予測は複数の処理を重ねることで、高精度な予測が実現できる反面、計算コストが膨大なものとなり、実時間処理には向かないという欠点がある. 本研究では、高速学習が可能な Echo State Network (ESN) を用いて時系列予測を行う手法を提案した[10]. その結果、従来の手法と比べて約 400 倍の処理速度向上を達成した.

#### 4-3. 時系列情報からの起因子分析の成果

仮に起因子が得られた場合、いずれかの時系列とどのような関係性があるかを特定する必要がある. そこで、2003 年にノーベル経済学賞を受賞したグレンジャー因果性に着目した. グレンジャー因果とは、ある二つの時系列データが与えられたときにその時系列間に因果性があるかどうかを判定する手法である. 本研究では、文章内の単語関係にグレンジャー因果性を当てはめることで、起因子間の関係性を特定する手法を提案した[4].

次に、時系列情報からの起因子分離手法についても検討を行った. 本研究では時系列データを統計的に独立な成分に分離し、個々の成分に対して深層学習に基づく予測を行うフレームワークを提案した[11]. 信号独立成分分離を用いることでデータを構成する成分に分けることができる. 成分毎に予測が可能になることで、特徴を学習しやすくなり、より予測精度の向上ができることを実験的に確認した.

グレンジャー因果性を用いることで起因子間の関連性を加味した予測が可能だが、個々の関係性を視覚的に確認し、都度、予測に反映させることはできない. このため、本研究では、決定木を用いて起因子間の関連性を可視化し、且つ、ESN を活用することで高速な複数時系列予測を可能にする手法を提案した[12].

#### 4-4. 本研究から派生した成果

本研究の時系列予測手法を活用した不動産推薦システムを開発した[13]. 学習システム自体は対話型遺伝的アルゴリズム(iGA)を利用しているが、内部状態の推移を時系列化することでユーザの潜在的嗜好を解析した新たな推薦が可能となった.

更に、時系列予測の分野では、不確実な未来を予測する確率的予測手法の研究が盛んに行われている. 深層学習の一種である Generative Adversarial Network (GAN) は、従来手法と比較してパラメータの増加が起こらない確率的予測手法として注目を集めている. 特に、時系列予測を目的とした GAN である ForGAN は、複数の予測値を生成し、様々な予測可能性を示すことができる. 本研究では、実世界データに対して不確実性を考慮した予測を行うために、ForGAN を改良した多変量時系列 GAN モデルを提案した[14]. ForGAN の生成器と識別器で用いる GRU は、異なるタイムステップを等しく扱うため、周期性のモデル化が難しいという問題がある. 提案する手法は、周期性のあるデータと非周期的データの両方に適用可能な Dual Self-Attention Network(DSANet)と呼ばれる多変量時系列予測モデルを ForGAN に導入することで、周期性の有無に関わらず高精度な予測を可能とした.

#### 引用文献

[1] 安達 凜、六井 淳、“複数入力を用いた Recurrent Neural Network に基づく時系列予測”、FIT2019 講演論文集、第二分冊、pp.45-52、2019.

- [2] 坂崎 雄一郎、安達 凜、六井 淳、“Quasi-Recurrent Neural Networks を用いた複合時系列データ予測”、電子情報通信学会技術報告書、DE2019-32、IEICE-119、no.354、pp.93-98、2019.
- [3] 安達 凜、六井 淳、“社会的時系列予測のための時間遅れ付き LSTM”、電子情報通信学会技術報告書、NC2020-30 (2020-12)、pp.13-18、2020.
- [4] Jun Rokui, “Word Relationship Extraction from Short Text Message”, Proc of 9th International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI2020, pp.418-421, DOI: 10.1109/IIAI-AAI50415.2020.00090, 2020.
- [5] Jun Rokui, “Historical time series prediction framework based on recurrent neural network using multivariate time series”, IIAI-AAI2021, pp.486-489, DOI: 10.1109/IIAI-AAI53430.2021.00084, 2021.
- [6] 松浦 匠吾、六井 淳、“Recurrent Neural Network に基づく複数時系列関係を考慮した時系列予測”、FIT2021 講演論文集、第二分冊、pp27-32、2021.
- [7] 佐野 隼乙、六井 淳、“LSTNet に基づく多変量時系列予測精度改善法”、電子情報通信学会技術報告書、PRMU2021-37(2021-12)、pp.71-76、2021.
- [8] 佐野 隼乙、六井 淳、“LSTNet に基づく注目区間情報を強調する多変量時系列予測”、FIT2022 講演論文集、第二分冊、pp25-30、2022.
- [9] Jun Rokui, Rin Adachi, “Cell-expanded Long Short-term Memory”, Proc of Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Conference on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS) 2022,F-1-C-5, DOI: 10.1109/SCISISIS55246.2022.10001924, 2022.
- [10] 大嶽 和氣、六井 淳、“Echo State Network を用いた高速な多変量時系列予測”、The 36st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence 2022、3E4-GS-2-02、2022.
- [11] 和泉 響、六井 淳、“独立低ランク行列分析を用いた分離予測時系列再構成手法”、電子情報通信学会技術報告書、PRMU2022-95,IBISML2022-102(2023-03)、pp.187-192、2023.
- [12] 加藤 正峰、六井 淳、“決定木とニューラルネットワークを用いたアンサンブル時系列予測”、FIT2023 講演論文集、第三分冊、pp.11-16、2023.
- [13] 田島 由雅、六井 淳、“個人の不動産嗜好を反映する iGenEstate システムの提案”、FIT2023 講演論文集、第二分冊、pp.87-92、2023.
- [14] 川島 優輝、六井 淳、“予測可能性を示す多変量時系列 GAN モデルの構築”、FIT2023 講演論文集、第三分冊、pp.17-22、2023.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Rokui Jun, Adachi Rin	4. 巻 F-1-C-5
2. 論文標題 Cell-expanded Long Short-term Memory	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc of Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Conference on Advanced Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SCISISIS55246.2022.10001924	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 大嶽 和氣、六井 淳	4. 巻 3E4-GS-2-02
2. 論文標題 Echo State Network を用いた高速な多変量時系列予測	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The 36st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence 2022	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 佐野 隼乙、六井 淳	4. 巻 第二分冊
2. 論文標題 LSTNet に基づく注目区間情報を強調する多変量時系列予測	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 FIT2022講演論文集	6. 最初と最後の頁 25-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 和泉 響、六井 淳	4. 巻 PRMU2022-95
2. 論文標題 独立低ランク行列分析を用いた分離予測時系列再構成手法	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告書	6. 最初と最後の頁 187-192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jun Rokui	4. 巻 1
2. 論文標題 Historical time series prediction framework based on recurrent neural network using multivariate time series	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc of 10th International Congress on Advanced Applied Informatics	6. 最初と最後の頁 486-489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IIAI-AAI53430.2021.00084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松浦 匠吾、六井 淳	4. 巻 2
2. 論文標題 Recurrent Neural Network に基づく複数時系列関係を考慮した時系列予測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FIT2021講演論文集	6. 最初と最後の頁 27-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐野 隼乙、六井 淳	4. 巻 2021-12
2. 論文標題 LSTNet に基づく多変量時系列予測精度改善法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告書	6. 最初と最後の頁 71-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jun Rokui	4. 巻 1
2. 論文標題 Word Relationship Extraction from Short Text Message	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc of 9th International Congress on Advanced Applied Informatics	6. 最初と最後の頁 418-421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IIAI-AAI50415.2020.00090	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 安達 凜、六井 淳	4. 巻 30
2. 論文標題 社会的時系列予測のための時間遅れ付きLSTM	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告書	6. 最初と最後の頁 13-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 安達 凜、六井 淳	4. 巻 2
2. 論文標題 複数入力を用いたRecurrent Neural Networkに基づく時系列予測	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 FIT2019講演論文集	6. 最初と最後の頁 45-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂崎 雄一郎、安達 凜、六井 淳	4. 巻 354
2. 論文標題 Quasi-Recurrent Neural Networksを用いた複合時系列データ予測	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告書	6. 最初と最後の頁 93-98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 加藤 正峰、六井 淳	4. 巻 3
2. 論文標題 決定木とニューラルネットワークを用いたアンサンブル時系列予測	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FIT2023講演論文集	6. 最初と最後の頁 11-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 田島 由雅、六井 淳	4. 巻 2
2. 論文標題 個人の不動産嗜好を反映するiGenEstate システムの提案	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FIT2023講演論文集	6. 最初と最後の頁 87-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川島 優輝、六井 淳	4. 巻 3
2. 論文標題 予測可能性を示す多変量時系列GANモデルの構築	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FIT2023講演論文集	6. 最初と最後の頁 17-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Jun Rokui
2. 発表標題 Cell-expanded Long Short-term Memory
3. 学会等名 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Conference on Advanced Intelligent Systems (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大嶽 和氣
2. 発表標題 Echo State Network を用いた高速な多変量時系列予測
3. 学会等名 The 36st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐野 隼乙
2. 発表標題 LSTNet に基づく注目区間情報を強調する多変量時系列予測
3. 学会等名 FIT2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 和泉 響
2. 発表標題 独立低ランク行列分析を用いた分離予測時系列再構成手法
3. 学会等名 パターン認識・メディア理解研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jun Rokui
2. 発表標題 Historical time series prediction framework based on recurrent neural network using multivariate time series
3. 学会等名 10th International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松浦 匠吾、六井 淳
2. 発表標題 Recurrent Neural Network に基づく複数時系列関係を考慮した時系列予測
3. 学会等名 FIT2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐野 隼乙、六井 淳
2. 発表標題 LSTNet に基づく多変量時系列予測精度改善法
3. 学会等名 パターン認識・メディア理解研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jun Rokui
2. 発表標題 Word Relationship Extraction from Short Text Message
3. 学会等名 9th International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安達 凜、六井 淳
2. 発表標題 社会的時系列予測のための時間遅れ付きLSTM
3. 学会等名 ニューロコンピューティング研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安達 凜、六井 淳
2. 発表標題 複数入力を用いたRecurrent Neural Networkに基づく時系列予測
3. 学会等名 FIT2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂崎 雄一朗、安達 凜、六井 淳
2. 発表標題 Quasi-Recurrent Neural Networksを用いた複合時系列データ予測
3. 学会等名 データ工学研究科
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 正峰、六井 淳
2. 発表標題 決定木とニューラルネットワークを用いたアンサンブル時系列予測
3. 学会等名 FIT2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田島 由雅、六井 淳
2. 発表標題 個人の不動産嗜好を反映するiGenEstate システムの提案
3. 学会等名 FIT2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川島 優輝、六井 淳
2. 発表標題 予測可能性を示す多変量時系列GANモデルの構築
3. 学会等名 FIT2023
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------