



RIETI Discussion Paper Series 18-J-030

# 政策評価のための「自然実験」の有効性要件と単一の「自然実験」による処置効果の分離・識別に問題を生じる場合の外部的有效性などを用いた対策手法の考察

戒能 一成  
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

政策評価のための「自然実験」の有効性要件と単一の「自然実験」による処置効果の  
分離・識別に問題を生じる場合の外部的有効性などを用いた対策手法の考察\*

戒能 一成（経済産業研究所）

要 旨

政策評価などに用いられる「自然実験（"Natural Experiment"）」は自然的・経済的・社会的に生じた状況変化を利用して多数の要因が複雑に影響する事象から特定の要因による処置効果を識別するための分析手法の一つとして位置づけられる。「自然実験」の応用においては事象や制度変更と分析の整合性など幾つかの確認を要する点が存在し適用すべき計量分析手法を適切に選択する必要があるなどその応用における内部的・外部的有効性に関する問題が知られている。

本研究では、主要英文誌における社会科学系の文献のうち「自然実験」を用いた近年の先行研究 62 例における内部的・外部的有効性に関する検討・確認や計量分析手法の適用について整理・察し、当該結果に基づいて内部的・外部的有効性を確保しつつ「自然実験」を用いた識別を行うための標準的推計手順を整理した。更に類似する「自然実験」の結果を複数用いて特定の処置効果に関する外部的有効性などを確認し同時発生・混在した処置効果から特定の処置効果を分離・識別する新たな推計手法を開発した。

当該新たな手法の実用性とその限界を確認するため、実際に事象が同時発生し単一の「自然実験」では識別が困難な東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による農産物の卸取引需給への影響について、中越地震や熊本地震などによる同種農産物の卸取引需給への影響の外部的有効性を確認し震災と原子力発電所事故の影響を分離・識別する実証実験を試みた。

当該結果から、異なる「自然実験」間の完全な外部的有効性が確認できなくても影響規模又は影響期間の範囲など実務上有益な情報が確認できる「部分外部的有効性」と呼ぶべき場合があることが判明した。今後、各種の制約により実験室実験などの他の手法による処置効果の推計が困難な分野での定量的な政策評価において当該新たな分析手法の応用が期待される。

キーワード：政策評価、自然実験、外部的有効性、災害被害推計

JEL classification: H83 H84 C54

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

\* 本研究中の分析・試算結果等は筆者個人の見解を示すものであって、筆者が現在所属する独立行政法人経済産業研究所、国立大学法人東京大学公共政策大学院、UNFCCC CDM Executive Board などの組織の見解を示すものではないことに注意ありたい。

また、本研究は公務員諸氏など政策担当者が読者となることに配慮したものであり、計量経済学の研究者など専門知識を有する読者には自明で冗長な説明が多く含まれることを御了解・御容赦願いたい。

**政策評価のための「自然実験」の有効性要件と単一の「自然実験」による処置効果の分離・識別に問題を生じる場合の外部的有効性などを用いた対策手法の考察**

- 目次 -

要 旨

目 次

本 文

|  |      |
|--|------|
| <b>1. 本研究の背景と趣旨</b>                            | … 1  |
| <b>1-1. 本研究の背景・目的</b>                          | … 1  |
| 1-1-1. 政策評価の手法としての「自然実験」と課題整理の必要性              | … 1  |
| 1-1-2. 「自然実験」を応用した政策評価と新たな手法開発の必要性             | … 2  |
| 1-1-3. 本研究の目的と期待される効果                          | … 2  |
| <b>1-2. 「自然実験」に関連する主要な先行研究の概要</b>              | … 4  |
| 1-2-1. 「自然実験」の方法論及び分析手法に関する主要先行研究              | … 4  |
| 1-2-2. 「自然実験」を応用した主要先行研究(1) 経済学                | … 12 |
| 1-2-3. 「自然実験」を応用した主要先行研究(2) 社会学・政治学他           | … 25 |
| <b>1-3. 本研究の構成・研究方法と先行研究との関係</b>               | … 40 |
| 1-3-1. 本研究の構成・研究方法                             | … 40 |
| 1-3-2. 「自然実験」に関する主要先行研究と本研究の関係                 | … 41 |
| <b>2. 「自然実験」における有効性要件・計量分析手法の整理・考察</b>         | …42  |
| <b>2-1. 「自然実験」を方法論として捉えた先行研究と論点整理</b>          | … 42 |
| 2-1-1. 「自然実験」の定義と位置付け                          | … 42 |
| 2-1-2. 「自然実験」と内部的有効性に関する論点                     | … 44 |
| 2-1-3. 「自然実験」と外部的有効性に関する論点                     | … 46 |
| <b>2-2. 「自然実験」を応用した先行研究と有効性要件・計量分析手法整理</b>     | … 48 |
| 2-2-1. 「自然実験」を応用した先行研究数推移と計量分析手法               | … 48 |
| 2-2-2. 「自然実験」と内部的有効性の分析課題に基づく整理                | … 51 |
| 2-2-3. 「自然実験」と内部的有効性の事象や制度変更に基づく整理             | … 53 |
| 2-2-4. 「自然実験」と内部的有効性の補助的確認手法に基づく整理             | … 56 |
| 2-2-5. 「自然実験」と外部的有効性に関する整理                     | … 58 |
| <b>2-3. 「自然実験」の識別に関する再整理と標準的分析手順の考察</b>        | … 60 |
| 2-3-1. 「自然実験」における内部的有効性に関する再整理                 | … 60 |
| 2-3-2. 「自然実験」における外部的有効性に関する再整理                 | … 61 |
| 2-3-3. 「自然実験」を応用した識別に関する標準的分析手順                | … 62 |
| <b>3. 「自然実験」の外部的有効性の確認と分離・識別の実証試験</b>          | …65  |
| <b>3-1. 類似した「自然実験」の結果を複数用いた外部的有効性の確認と分離・識別</b> | … 65 |
| 3-1-1. 類似した「自然実験」の結果を複数用いた外部的有効性確認の考え方         | … 65 |

|   |       |
|---|-------|
| 3-1-2. 時系列回帰分析などを併用した外部的有効性の確認                | … 66  |
| 3-1-3. 外部的有効性の確認結果を用いた分離・識別                   | … 67  |
| 3-1-4. 簡易な外部的有効性の確認手法と相互比較                    | … 68  |
| <b>3-2. 国内自然災害などによる被害推計の外部的有効性と分離・識別の実証試験</b> | … 70  |
| 3-2-1. 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の同時発生と分離・識別         | … 70  |
| 3-2-2. 震災など自然災害による企業被害と関連統計・指標                | … 71  |
| 3-2-3. 震災による被害推計と外部的有効性などの確認及び分離・識別           | … 74  |
| - 外部的有効性及び部分外部的有効性による分離・識別の考え方 -              |       |
| <b>3-3. 実証試験結果と問題点の抽出</b>                     | … 80  |
| 3-3-1. 自然災害などによる被害推計での外部的有効性などの確認結果           | … 80  |
| ・ 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故                         | 80    |
| ・ 大規模震災(中越・中越沖及び熊本地震)                         | 84    |
| ・ 「偽薬試験(Placebo Study)」                       | 87    |
| ・ 大規模畜産関係疫病害(鳥インフルエンザ・口蹄疫)(参考)                | 92    |
| ・ 大規模風水害(参考)                                  | 93    |
| 3-3-2. 東日本大震災と福島第一原子力発電所事故の影響の分離・識別           | … 95  |
| 3-3-3. 外部的有効性などの確認手法による結果の相互比較と検証             | … 97  |
| 3-3-4. 実証試験の結果などから抽出される問題点                    | … 102 |
| <b>4. 考察と提言</b>                               | … 104 |
| <b>4-1. 「自然実験」における内部的・外部的有効性を考慮した標準的分析手順</b>  | … 104 |
| 4-1-1. 「自然実験」における内部的有効性を確保した分析手順              | … 104 |
| 4-1-2. 「自然実験」における外部的有効性などの確認手順                | … 106 |
| <b>4-2. 今後の課題と更なる政策評価の推進に向けた提言</b>            | … 108 |
| 4-2-1. 「自然実験」による分析と今後の課題                      | … 108 |
| 4-2-2. 更なる政策評価の推進に向けた提言                       | … 108 |
| <b>参考文献・統計出典</b>                              | … 110 |

2018年 9月 戒能一成(C)

## 1. 本研究の背景と趣旨

### 1-1. 本研究の背景・目的

本節においては、本研究の背景及び目的について述べる。

#### 1-1-1. 政策評価の手法としての「自然実験」と課題整理の必要性

近年、我が国においても政策措置の効果を評価し制度改正の企画立案に際して過去の政策措置に関する定量的な評価を行った上でその結果を活用・反映することの重要性が改めて認識されている状況にある。

特に政策評価法(2015)<sup>\*1</sup>第9条により研究開発、公共事業、政府開発援助及び各種税制措置など多くの行政分野において事前評価が義務づけられ、同法第6条・第7条により各府省が既に実施した政策の効果に関する事後評価を計画的に実施することが義務づけられた結果、毎年度同法に基づいて多数の評価が実施され公表されている<sup>\*2</sup>ところである。

ここで同法第9条においては「事前評価に必要な政策効果の把握の手法その他の事前評価の方法が開発されていること」が政策評価の事前評価における対象選定要件の一つとされており、特定の政策措置が経済社会に与えた影響を評価する方法論の開発は評価自体と同様に重要な政策課題となっている。

こうした政策評価に関する分析の方法の一つとして、社会科学分野において「自然実験」("Natural Experiment")と呼ばれる分析手法を用いた一連の研究があり、当該分析手法については実験室実験など他の実験的手法と比べたその簡便性を背景に経済学や社会学・政治学などの分野で広汎に利用されているところである。他方で当該分析手法においては実験の実施条件を厳密に管理することが困難である点に起因して適用に際し確認を要する内部的・外部的有効性要件が存在し得られた結果の妥当性や一般性に制約が付く場合があるなど、方法論としての課題が少なくないことが知られている。

特に「自然実験」において分析に用いた事象により生じた現象や特定の分析手法による結果が他の状況においても同様に生じ外挿できるか否かという外部的有効性の問題については、他の実験的手法と同様にその妥当性が問題となるものの具体的な確認手法についてはなお先行研究が極めて限られているところである。

「自然実験」の方法論については、後述するようにマクロ経済学など幾つかの分野においては「自然実験」の応用とその問題点について整理した先行研究が存在しているが、政策評価への応用を研究の目的としたものはなく政策評価に関連した記述がある場合でも量的にわずかであるため、当該分析手法について政策評価への応用を念頭に整理・分析した研究が行われているとは言難い状況にある。

このため「自然実験」を分析手法として用いた処置効果評価における識別・推計の有効性要件特に分析結果の外部的有効性に焦点を当て、主要な先行研究における事例を整理・分析し考察することにより、「自然実験」を用いた政策評価を実現するための統合的・標準的推計手順を確立することが必要である。

---

\*1 行政機関が行う政策の評価に関する法律(平成27年9月法律第66号) 条項番号は2018年7月現在。

\*2 総務省行政評価局政策評価ポータルサイトにて各省庁の評価書へのリンクが作成されており閲覧できる。  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/hyouka/seisaku\\_n/portal/index.html](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/portal/index.html)

### 1-1-2. 「自然実験」を応用した政策評価と新たな手法開発の必要性

「自然実験」を応用した政策評価については、先に述べたとおり主要な先行研究事例の大部分が「自然実験」による影響の処置効果が正しく識別されているか否かについての内部的有効性の確認に止まっており、当該「自然実験」による事象や制度変更による影響の処置効果が他の事象や制度変更の場合においても適用できるか否かについての外部的有効性が確認されている場合は数例が知られているに過ぎない。

他方で現実の政策評価においては、今後実施すべき政策措置についての効果予測や直近年に実施されたばかりの政策措置の影響評価など、実績値の試料が入手困難であるため過去の類似の事象や制度変更による結果などからの推計による政策評価を行わなければならない場合が多数存在し、外部的有効性の確認手順を開発することは政策評価において重要な意義を有している。見方を変えれば、過去の事象や制度変更による政策評価の結果であっても、当該問題についての外部的有効性が確認できていないのであれば、今後実施すべき政策措置や直前に実施されたばかりの政策措置の効果予測や影響評価に安易に用いることには問題があると考えべきであろう。

更に一般に単一の「自然実験」の中で複数の事象や制度変更が同時発生していた場合には、これらの影響を個々に分離・識別して評価することは困難とされているが、当該同時発生した事象や制度変更の一部について何らかの方法によって外部的有効性などが確認できるのであれば、同時発生した事象や制度変更の影響であってもこれらを一定の精度で個々に分離・識別して評価することが可能な場合が存在するものと考えられる。

従って「自然実験」を応用した政策評価において、従来あまり重視されてこなかった外部的有効性の有無の確認手順を開発することは、これまで困難とされてきた政策評価上の幾つかの問題に実用的な解決策を与えるものと期待される。

### 1-1-3. 本研究の目的と期待される効果

#### 1) 本研究の目的

本研究における目的は以下の2つである。

第一の目的は、実際の中央・地方行政の現場における政策評価への応用を念頭として、「自然実験」を用いた分析手法について英文学術誌に掲載された主要な先行研究を用い評価の前提条件と対策措置に焦点を当てた学際的かつ実用的な先行研究調査及び帰納的分析を行い必要な有効性要件や計量分析手法とその内容を事例に則して整理・検討するとともに、内部的・外部的有効性の成立を確認しつつ偏差のない識別・推計を実現するために必要な標準的推計手順について考察することである。

第二の目的は、複数の要因による処置効果が同時発生・混在し単一の「自然実験」では識別が困難である場合において、類似の「自然実験」を複数用いてその外部的有効性などを確認した上で特定の要因に基づく処置効果を分離・識別して推計する手法を開発する。具体的には2011年3月に生じた東日本大震災・福島第一原子力発電所事故において、震災による直接的被害と原子力発電所事故による風評被害などの直接的・間接的被害が同時発生し結果の識別が困難である問題に対し、2004年中越地震や2016年熊本地震など他の大規模な地震などによる被害の影響について時系列回帰分析などを用い外部的有効性などを確認し分離・識別を試みることによって当該手法の有効性を実証することである。

## 2) 本研究により期待される効果

本研究により期待される効果については、上記2つの目的への貢献を通じて実際の中央・地方行政の現場における政策評価の実践を支援する手法を開発・整備すること及び「自然実験」を応用した政策評価手法の応用可能な範囲の更なる拡大を図ることである。

前者の政策評価の実践支援については、実際の政策評価を担当する中央・地方行政の現場における利用を念頭に、単なる「自然実験」に関する学術的意義に固執せず可能な限り基礎的な内容から平易かつ具体的な事例・内容を加えて解説することにより、特段の予備知識のない公務員諸氏による現場での政策評価への実践的理解・応用に貢献するものと考えられる。

後者の「自然実験」を応用した政策評価手法の応用可能範囲の拡大については、一般には識別困難とされている同時発生・混在した複数の事象や制度変更の存在により単一の「自然実験」による識別に問題を生じる可能性がある場合について、そのうちいずれかの事象や制度変更による影響について類似する「自然実験」を複数用いて外部的有効性などが確認できるのであれば「自然実験」のうち同時発生した複数の事象や制度変更による影響を一定の精度で分離・識別できることを実証し、「自然実験」を用いた新たな処置効果評価の手法・手順を開発することにより、「自然実験」を応用した政策評価手法の応用可能範囲の更なる拡大に貢献するものと考えられる。

## 1-2. 「自然実験」に関連する主要な先行研究の概要

本節においては、英文学術誌<sup>\*3</sup>に見られる社会科学分野の主要な先行研究であって「自然実験」の方法論及びこれに用いられる分析手法に関する代表的研究の概要について、方法論や手法に関する研究と経済学及び社会学・政治学他の分野別に当該方法論を応用した研究にそれぞれ分類・整理しその概要を説明する。

### 1-2-1. 「自然実験」の方法論及び分析手法に関する主要先行研究

#### 1) 「自然実験」の方法論に関する主要先行研究

「自然実験」の方法論自体に関する主要先行研究については、以下の5例が挙げられる。

Meyer(1994)<sup>\*4</sup>は、1990年代迄の経済学分野における「自然実験」及び「準・自然実験」の利用・応用と留意点について実際の分析事例を基礎に体系的・包括的に解説している。「自然実験」とは通常は観察できない脱落変数の存在や対象の内生的選択行動の影響などにより識別が困難な問題について、処置の割当を決定する説明変数の変化に明確な外生的が認められる状況変化を利用して処置効果を推計する分析をいい、政策措置の変更やランダム化された施行などの外生的事象を利用する機会が多いことを述べている。「自然実験」において注意すべき内部的有効性についてChampbell(1979他)の先行研究を参考に9の留意点と外部的有効性について3の留意点を指摘している。具体的に推計結果を処置効果と見なせるか否かに関する内部的有効性については 1)脱落変数の有無、2)結果指標の時間変化、3)分散の特定化の誤謬(「組織効果」など)、4)試料の測定誤差・測定手法変更、5)政策措置など事象の内生性、6)同時均衡による内生性、7)対象主体の内生的選択行動、8)対照群・処置群の同時存在性、9)対照群・処置群の結果指標の時間挙動の異質性などに留意する必要がある点を述べている。また推計した処置効果が観察対象以外にも適用可能か否かに関する外部的有効性については 1)処置対象選択の偏在性・特異性、2)処置効果の地域的・組織的偏在性・特異性、3)処置効果の時間的偏在性・特異性に留意する必要がある点を述べている。更に「自然実験」を利用・応用した処置効果の推計手法には前後差分(BA)、横断面前後差分(DID)及び固定効果モデルを用いた時系列回帰分析などの手法が用いられているが、今後の方向性として複数の対照群・処置群の利用や試料分割の試行、処置前後での複数時点の試料の利用、Granger因果性分析を用いた内生性の確認及び操作変数(IV)の利用など分析手法の更なる高度化を進めていくべき点について展望を述べている。

Rosenzweig and Wolpin(2000)<sup>\*5</sup>は、双子の出産や天候不順などの自然事象を「自然実験」として用いて経済的な処置効果の影響を推計している先行研究20例を分析し、各先行研究が用いている操作変数(IV)などの方法論、設定されている明示的な前提条件、設定を変えた場合の結果解釈の変化及び暗黙裏のものを含めた前提条件の妥当性の4つの論点について帰納的に議論している。当該研究においては先行研究を生年月などを用いた教育・労働経験など人的資本への投資と利得の分析、年次毎の天候変化などを用いた個人の消費行動と労働供給の分析、双子出産などを用いた出産と女性の労働力供給の分析に大別し、

\*3 具体的にはJSTOR及びNBERを用いて"Natural Experiment"を用語検索した結果から1990年以前のもの又は内容的に「社会実験」及び「実験室実験」に相当するものを除去し最近の「自然実験」に関する論文を抽出した。

\*4 Meyer(1994) 参考文献001を参照。

\*5 Rosenzweig and Wolpin (2000) 参考文献002を参照。



各事例での上記4論点について再検討を加えることによってその妥当性を評価・検証している。当該分析の結果から、自然現象を用いた「自然実験」においては対象への処置のランダム化を通じて処置効果の識別が容易化する利点があるものの、人為的に設計された実験室実験などと異なり自然現象により生じた事象と分析者が検討したい処置効果の間の対応関係が必ずしも直接的でなく、更に社会事象を用いた場合などで個人の選好行動や技術選択・進歩あるいは市場取引の影響など内生的要因や外部要因が介在し結果に複数の解釈の余地が残ってしまう場合や検証できない暗黙の前提条件が置かれている場合があるなどの問題点を指摘している。

Heckman(2000)<sup>\*6</sup>は、20世紀における計量経済学の発展の歴史を「識別」という観点から整理・俯瞰しているが、「自然実験」については1950年代からのCowles委員会などが主導した構造方程式学派への批判的改善策の1つとして1990年代に生じた動きとして位置づけた上でその長所・短所について解説を加えている。「自然実験」学派については当該状況を利用して良好な操作変数(IV)を抽出し処置効果を適切に推計する方法論を重視する動きとして特徴付けられ、理論に基づく構造的変数の推計や補正よりも計量経済学的手法に基づく直接的な証拠の透明性を重視する点において構造方程式学派や他の批判的対応学派である校正(Calibration)学派や感度分析(Sensitivity Analysis)学派などと異なっている点を指摘している。当該「自然実験」学派において多用される分析手法については操作変数(IV)、横断面前後差分分析(DID)<sup>\*7</sup>あるいはベクトル自己回帰分析(VAR)などが挙げられ、方法論としての透明性・信頼性・再現性などの点において優れた点を持つと考えられる反面で、理論との結びつきが弱く対象の判断・行動などを峻別して深く分析することが困難であり結果の経済学的解釈や過去に生じたことのない処置の効果の推定などにおいて難点があることを述べている。

Gangl(2010)<sup>\*8</sup>は、計量社会学で用いられる非実験的(統計的)手法のうち「自然実験」について個人や組織への外生的な事象や社会的状況の変化を利用して処置効果を推計する手法であると説明している。当該説明において「自然実験」の典型的な手法は不連続回帰(RD)、(不連続)時系列回帰(ITS)特に操作変数(IV)の利用であり、更に時間に対して不変な要因による処置群・対照群の処置との独立性条件(CIA)の問題を解消するために時系列試料への固定効果モデルによる分析や横断面前後差分分析(DID)による分析が用いられるとしている。特にAngrist(1990)による操作変数(IV)の「自然実験」への応用により当該分析手法の応用範囲・内容が格段に拡大・進展したことを述べ、計量社会学の分野においてもKirk(2009)による米国南部でのCatarina台風による居住地域の被害と元囚人の再犯率の関係に関する分析を事例として当該手法に関する解説を行っている。

Fuchs-Schuendeln and Hassan(2015)<sup>\*9</sup>は、マクロ経済学の分野における「自然実験」

---

\*6 Heckman(2000) 参考文献003を参照。

\*7 Heckman他による一連の研究においてはランダム化や横断面前後差分分析(DID)による推計は操作変数(IV)の特殊な形態であることが論証されている。不連続回帰(RD)が時間以外の説明変数を用いた離散型の操作変数(IV)と見なせることを考慮すれば「自然実験」における計量分析手法はその大部分が「広義の操作変数(IV)」による推計と考えることができる。本研究においてはこうした計量分析手法の分類論には立入らず、単に「操作変数(IV)」とした場合には「狭義の操作変数(IV)」を指すものとする。

\*8 Gangl(2010) 参考文献004を参照。

\*9 Fuchs-Schuendeln and Hassan(2015) 参考文献005を参照。

の応用について、(1)理論の検証、(2)係数の観測、(3)処置効果の識別の3つの応用方策別にテーマを定め主要な先行研究を整理してその利点と問題点について議論している。最初にマクロ経済学の分野においてランダム化された実験室実験やこれに準じた社会実験による観察が実務上非常に困難であることを述べた上で、「自然実験」による分析に期待される上記3つの効果とその意義について概観している。最初に(1)理論の検証についてはFredmanらによる「恒常所得仮説」を題材とし、予見できない一時的所得と予見できる一時的所得への家計世帯の反応に対して理論から予想される「自然実験」による観察結果を整理している。予見できない一時的所得に関する「自然実験」については事例が少数しかないと指摘した上でドイツからイスラエルへの戦後賠償、米国での宝くじの当選、アフリカのサハラ以南地域での降水量と農業所得、東西ドイツ統一による旧東ドイツ世帯の期待生涯所得などの事例につき説明している。他方予見できる一時的所得については24事例が存在するとし、処置群・対照群の適切なランダム化、処置過程のランダム化の検証、処置の異なる群の相互比較、マッチングによる対照群選定、「偽薬試験(Placebo Study)」及び流動性制約による影響の検証などの代表的論点・手法別に事例を分類して説明している。更にこれらを整理し予見できる一時的所得が小規模な場合には4事例全てが「恒常所得仮説」と整合的であるが大規模である場合には大部分がその逆であり家計の流動性制約や調整費用の存在が推定されること、予見できない一時的所得については少数の例外を除く大部分が「恒常所得仮説」と整合的であることを述べている。次に(2)係数の観測については「財政乗数」を題材とし、一般に国内総生産など景気指標と財政支出の間には医療・失業給付など景気悪化時に必然的に増加する支出や起債制約など財政資金調達上の問題により双方向の因果性が存在しており直接的に乗数が観測できない問題に対して「自然実験」を応用した分析について説明している。具体的には朝鮮戦争・ベトナム戦争や"911"同時多発テロなど米国の国際紛争への介入を国内景気に対し外生的な財政支出増加の「自然実験」として用いたベクトル自己回帰分析(VAR)などにより分析した事例、国内の特定地域・企業に対する予見不可能な財政支出増加による影響を国内全体の景気に対して中立的な局所的「自然実験」として(更に外生性を厳密に確認した上で)操作変数(IV)により分析した事例、同様にブラジルの地方交付金配分やEU域内地域開発助成制度の配分を地域間での不連続回帰(RD)により分析した事例について説明している。更にこれらを整理して操作変数(IV)や不連続回帰(RD)による局所的「財政乗数」の計測結果は国・組織を問わず1.5から2.0の間にあること、操作変数(IV)による観測結果に対し単純回帰分析(OLS)による観察結果は0.1~0.2と小さく例外なく下方偏差を伴うことを述べている。更に(3)処置効果の識別については1人当国内総生産(GDP)とその本質的成長要素である社会制度・社会構造・信頼と民間資本及び複数均衡と経路依存性の4要素との関係を識別する問題を題材として、当該識別における具体的問題点別に分析事例について説明している。社会制度についてはアフリカなどでの経済成長率の差異を植民地時代の欧州入植者死亡率を操作変数(IV)として用いた事例やインドでの植民地時代における英国直接統治と藩王統治の差異を操作変数(IV)とした分析事例や民族・人種別の植民地化前の分布と人為的国境の関係や南米での地区別鉱山労働徴用の有無を不連続回帰(RD)を用いて分析した事例について説明している。社会構造については米国Silicon-valleyのインド系技術者比率と地域別経済成長、第二次大戦での被災率とBerlinの壁崩壊後の東独系移民の所得増加、華僑やベトナム移民、第二次大戦の日系人収容所などと米国州別貿易・投資の関係、米国のNative-American Reseratio nの部族構成や第二次大戦後のロシアのNazisによるユダヤ人迫害の結果と経済成長の関

係に関する分析などについて説明している。信頼と民間資本については社会制度との識別が困難を伴う点を指摘しつつ、アフリカ西部地域での奴隷貿易後期の誘拐型貿易の増加と社会的信頼、旧ユーゴスラビア地域での統治体系の頻繁な変化と社会的信頼などの事例を説明している。最後に上記3分野における分析事例を横断的に考察した上で、マクロ経済学分野における「自然実験」の応用において確認すべき点として4点を挙げている。

- (1)識別における前提条件 「自然実験」外生性、逆因果不存在性、脱落変数可能性
- (2)識別のための補助情報 処置群・対照群の処置との独立性、識別のための準ランダム性を説明・支持する材料・情報の提示
- (3)因果性の識別のための補助手法 「偽薬試験」の実施、複数の異なる対照群の利用、マッチングなどの処理の適用
- (4)測定・推計結果の妥当性・整合性確認 結果の理論的妥当性や先行研究との整合性  
更に「自然実験」の応用における限界として3点を挙げて分析者の注意を促している。
  - (1)分析する政策・処置と「自然実験」の効果との整合性
  - (2)分析結果の外挿・一般化可能性
  - (3)分析結果の将来予測の困難性、特に過去に類例がない事象の影響評価の困難性

## 2) 「自然実験」の方法論の検証に関する主要先行研究

「自然実験」の方法論の検証に関する主要先行研究については、以下の5例が挙げられる。

Goolsbee(1998)<sup>\*10</sup>は、Feldstein(1995)他の分析により米国における超富裕層の課税所得と所得税率の弾力性が1を超えると推計され異常が疑われる問題について、当該推計の基礎となっている超富裕層に対する税率変化が「自然実験」として妥当であったか否かを検証することを試みている。具体的にはFeldstein(1995)他による富裕層を課税所得額で3分し1980年代から1990年代前半の超富裕層への所得税率変化を「自然実験」とした当該3分された対象間での横断面前後差分分析(DID)による分析を事例として、Standard & Poors(S&P)による1991~95年の企業経営者など高額給与支払者4,231人の試料を用いて再検証した場合には上位超富裕層の1990年代からの特異的な所得増加の継続的な時間変化が分析結果に混在してしまい「自然実験」としての妥当性がなくなっていることを説明している。更にFeldstein(1995)他の「自然実験」系の研究においては納税額を基準に所得変化の分析をしているが、上記S&Pの試料を用いた回帰分析により超富裕層の所得は税率変化より国内景気と企業業績変化に反応して決定されていたと推計されること及び所得について"Stock-Option"など非金銭的で所得時点が任意に選択できる給付が所得増加につれて加速的に大きくなっていることの2点を示した上で、当該所得階層別の納税額と所得変化の相互比較から税率変化への反応を「自然実験」として分析することが不適切であることを説明している。更にこうした一連の問題を考慮に入れた分析を行った場合、上記「自然実験」系の研究が示した所得税率の弾力性は75%程度過大であると推計されることを論証している。

Imai他(2008)<sup>\*11</sup>は、処置効果評価での実験的手法と統計的(非・実験的)手法の差異に関する議論において、特に実験的手法では多くの研究が処置群・対照群の間の偏差の内訳を意識せずに分析手順を設定し両者の偏差を平均値の差に関する統計検定によって「確認」し

---

\*10 Goolsbee(1998) 参考文献006を参照。

\*11 Imai, King and Stuart(2008) 参考文献007を参照。

たとしているが、このような分析・確認手順には本質的な問題がある点を述べている。具体的に有限の処置群・対照群の試料により観察される処置効果への偏差には「試料選択偏差」と「処置効果偏差」が生じ得、それぞれ試料から観察可能な要因と観察不可能な要因に起因する偏差が存在し合計4種類の偏差が存在することとなるが、例えば実験的手法で多用されるランダム化であっても試料数が少ない場合や、統計的手法の有力な手法であるマッチングであっても観察指標と相関の高い変数を用いた場合など、これら4種類の偏差に全て対応できる万能の分析・確認手法は存在せずどの方法でも単独では偏差が残留し得ることを説明し、複数の手法を用いた複合的な分析・確認手順を適用することの重要性を述べている。更に米国での乳癌の切除手術と化学・放射線治療別の生存率や中高等学校での不登校対策事業の結果を事例に、処置群試料数を固定して対照群試料を減少させて行くとい何の本質的変更を加えなくてもある試料数以下では両者の平均値の差の検定結果が棄却され「差があるとは言えない」領域に勝手に陥り不適切な結果が出ることを示している。

Sekhon and Titiunik(2012)<sup>\*12</sup>は、計量政治学の分野において自然現象・社会現象の不連続な変化が処置の有無に差異を生じる機会を利用した「自然実験」による評価手法について、ランダム化の確認処理や不連続回帰(RD)などの手法を用いた「自然実験」に関する先行研究を4例引用した上でその問題点について指摘し改善策を提示している。具体的には、米国での選挙区再編と投票行動変化(Ansolabehere他(2000):選挙区異動住民に対する適切な対照群の設定の問題)、下院議員の上院議員への鞍替え出馬と保守化傾向(Grofman他(1995):鞍替え議員の政治活動環境変化と前後差分分析の問題)、インドの3回の国会議員選挙での女性枠指定選挙区と女性当選率(Bhavnani(2009):前回指定区での政党による女性立候補者回避効果が存在する可能性)などランダム化比較であっても適切な処置効果の評価に問題がある3事例、米国下院議員選挙で両政党の得票率が50%となる近傍での不連続回帰(RD)と現職有利度(Lee(2008)・Butler(2009):不連続回帰(RD)の試料とする「接戦選挙区」での前回敗者側の「復讐」効果や敗北が予想される現職の「自主引退」効果(Caughey他(2011))などによる事前選択の可能性)により不連続回帰(RD)による評価に問題を生じる事例について議論している。更にこうした「自然実験」における問題点を検出し回避するための方法論として、「処置効果の評価におけるランダム化による比較の有効性」及び「本来処置効果の推計にあるべき比較と現実にランダム化が実現している比較の間の対応関係」の2つの点を分けて考えることが重要であると述べている。

Dehejia他(2015)<sup>\*13</sup>は、処置効果評価において近年多用されている実験室実験や自然実験などの分析結果が直接的に実験の対象となった時点・地域・属性以外に適用可能か否かという外部的有効性の問題について、Angrist and Evans(1998)による米国での同一性別の双子を初産した母親の3人目の出生率と労働参加時間の関係に関する操作変数(IV)を用いた分析結果を応用して国際出産統計(IPUMS)を用いた他国・他時点での適用可能性について検討を行っている。具体的には、国際出産統計(IPUMS)の61ヶ国における母親の出産及び労働時間統計を利用して、特に発展途上国のうち男児相続指向の強い国や性別別に育児費用が異なる国が存在する場合に米国での分析結果と同様の結果が期待できるか否かについて、各国試料の異質性に関する統計検定や当該異質性と外挿時の予測誤差を年齢・

---

\*12 Sekhon and Titiunik(2012) 参考文献008を参照。

\*13 Dehejia, Pop-Eleches and Samii(2015) 参考文献009を参照。

所得などの説明変数を用いたProbit回帰分析により分析を行っている。当該分析の結果から、国別試料の異質性に基づく外挿時の予測誤差について個別の母親の年齢・所得などのミクロ変数は説明変数として有意でなく1人当GDPなどのマクロ変数でほぼ完全に説明されること、外挿時の予測誤差は該当国を除く地理的に近接した国で時間的に近接した国の試料を多数用いることにより最も効率的に縮小できることなどを述べた上で、外挿時の予測誤差自体を説明変数で記述したモデルにより予測・低減することが有効であること、またこれに用いる説明変数の中位点付近で行われた「(自然)実験」が最も外挿時の有益性が高いこと、「(自然)実験」による分析結果や外挿時の予測誤差の推計に用いる説明変数が試料数・項目ともに十分に得られる(本例では約50ヶ国・年)のであれば新たに「(自然)実験」を行う必然性はなく既存の分析結果から外挿することが十分可能であることを論証している。

Bisbee他(2015)<sup>\*14</sup>は、Dehejia他(2015)同様の問題意識からAngrist and Evans(1998)による米国での同一性別の双子を初産した母親の3人目の出生率と労働参加時間の関係に関する分析結果を出発点に、国際出産統計(IPUMS)を用いて139ヶ国・時点での外部的有効性について検討を行っている。ここでDehejia他(2015)とは異なりAngrist and Evans(1998)による操作変数(IV)を用いて推計した局所処置効果(LATE)について国・時点別の局所処置効果(LATE)の予測誤差が"遵守者(Complier)"のミクロ変数を説明変数として決定されていると仮定し、当該仮定を検証し特定の国・時点での局所処置効果(LATE)から異なる国・時点での局所処置効果(LATE)への外部的有効性を確認することを試みている。当該研究においては、基本的な外部的有効性の成立の確認、予測誤差の観察、予測誤差の回帰分析、回帰分析への試料数増減の影響分析、外部的有効性を用いた予測誤差と予測対象の内部推計誤差の比較の5つの段階的方法により分析を行っている。当該分析の結果、操作変数(IV)による推計対象と類似した他国・時点への外挿の予測誤差はマクロ変数と"遵守者(Complier)"のミクロ変数を併用して十分説明できること、当該外挿の予測誤差は内部推計誤差以下とすることが可能であり、当該方法によって類似の条件にある実験室実験や「自然実験」の外部的有効性を確保することが可能であることなどを論証している。

### 3) 「自然実験」の関連手法に関する主要先行研究

「自然実験」を用いた分析において高頻度で利用される計量分析手法についての主要先行研究については、以下の8例が挙げられる。

Imbens and Angrist(1994)<sup>\*15</sup>は、処置が実施又は不実施の二値選択である場合でかつ処置を受けた対象が対応を選択できる場合について考察し、Heckmanなどによる潜在選択変数モデルに代えて操作変数(IV)を用いた推計を行う場合における前提条件として、処置の選択や結果指標から独立な操作変数(IV)の存在、操作変数(IV)による処置の単調性、操作変数(IV)による選択の非独立性などの条件が充足されることが必要であるとしている。具体的に操作変数(IV)を用いた推計の事例として、米国のベトナム戦争期での籤引きによる兵役と所得の関係、行政庁の複数担当官による処置対象の選別、操作変数(IV)を用いたランダム化による処置対象の選別の場合を挙げて前提条件の充足について議論している。当該議論において処置への対応の内容を処置に対する正の反応を示す「遵守」"Complier"、処置に対し負の反応を示す「違背」"Defier"、処置と無関係に正の反応又は負の反応

\*14 Bisbee J., Dehejia R., Pop-Eleches C. and Samii C.(2015) 参考文献010を参照。

\*15 Imbens and Angrist(1994) 参考文献011を参照。

を示す者(併せて「不遵守」"Non-complier")の4つから対象が対応を選択できる場合に、処置の単調性が成立することを前提に処置に対し正の反応を選択した対象(「遵守者」"Complier")に関する処置効果評価の結果について"LATE: Local Average Treatment Effect (of Complier)"として定義することを提唱している。

Heckman(1996)<sup>\*16</sup>は、社会実験などで用いられているランダム化について処置を受ける資格のランダム化による割当と資格のある対象に実際に処置を行うか否かのランダム化による割当の2種類があるとしてそれぞれ事例を紹介し、これらのランダム化を用いた処置の割当を用いた処置効果の推計が、他の説明指標や観察指標の誤差から割当の有無が独立であることを保障し処置群・対照群の間での説明指標の類似化("Balancing")を確保する性質を持ち、操作変数(IV)を用いた処置効果の推計と等価な効果を持つことを論証している。他方でランダム化を用いた処置の割当を用いた推計においては一般の操作変数(IV)による推計と同様に観察指標と説明変数の間の「正しい関数形」や当該関数における「真の構造変数("Deep Structural Parameter")」に関しては何の情報ももたらさない点について注意する必要がある点を述べている。

Imbens and Kruger(2001)<sup>\*17</sup>は、操作変数(IV)を用いた処置効果の推計について包括的・網羅的な説明を行っている。Wright(1928)による操作変数(IV)による推計の起源、操作変数(IV)による推計が不偏性を持たず一致性のみを持ち正確な推計のためには原理的に多数の試料を要する問題、脱落変数による推計誤差の問題とランダム化や「自然実験」による対策と脱落変数に起因した系列相関問題の解決困難性、操作変数(IV)の推計と対象毎の挙動の異質性(「遵守者」,「不遵守者」及び「違背者」など)及び必要な前提条件の問題、説明変数と弱い相関しか持たない「弱い操作変数」や誤差と相関を持つ不適切な操作変数(IV)及び関数形の特定化の誤りなど推計に問題を生じる場合、実際に教育・労働などの分野でランダム化実験や「自然実験」の試料を用いた操作変数(IV)による処置効果推計の事例などについて説明し、操作変数(IV)を用いた推計手法の理論と応用について詳細に説明している。

Hahn他(2001)<sup>\*18</sup>は、不連続回帰(RD)の手法により切断点近傍での処置効果が正しく推計できるために必要な前提条件について考察し、連続分布性、対象毎の処置効果と特性との独立性及び処置に対する遵守者の存在性などの前提条件が成立していることが必要であると述べている。処置効果が対象を問わず一定の場合及び対象毎に異なる場合、処置効果の影響が完全である場合(Sharp RD)及び内生的選択などにより不完全である場合(Fuzzy RD)に分類した上で処置効果の推計に必要な前提条件を議論し、処置・対照群の処置効果の影響以外の特性が切断点近傍において連続的であること(連続分布性)、Imbens and Angrist(2004)による部分的処置効果(LATE)の議論からの類推に基づき対象毎の処置効果と観察指標・特性の間での独立性(効果独立性)及び予想される処置効果に対する遵守者(Complier)の存在性(遵守者存在性)の3つの条件が必要であることを論証している。他方で不連続回帰(RD)による処置効果の推計においては操作変数(IV)による推計と異なり観察指標及びその誤差と措置変数の間での独立性は問題とならないと述べている。

---

\*16 Heckman(1996) 参考文献012を参照。

\*17 Imbens and Kruger(2001) 参考文献013を参照。

\*18 Hahn, Todd and VanderKlaaw(2001) 参考文献014を参照。

Imbens and Wooldridge(2009)<sup>\*19</sup>は、統計学・経済学及び社会学の分野での処置効果評価の問題について主要な推計手順・手法別に先行研究調査を行いこれらを詳細かつ体系的に整理し非常に解りやすく紹介した解説を行っている。当該研究においては、Rubin因果モデル(RCM)と基礎的概念の説明、平均処置効果・処置群平均処置効果など推計の対象・目的と検定に用いる帰無仮説、ランダム化による実験とその効果、処置率型推計やマッチングなど観察指標の処置群・対照群の選択との独立性条件下での推計、横断面前後差分分析(DID)など選択因子・説明変数が不明の場合の推計、多段階・連続的処置の場合の推計の順に説明を展開し主要な研究成果を題材として処置効果評価の枠組みと代表的な分析手法について包括的・網羅的に整理・紹介している。

Brundell and Costa Dias(2009)<sup>\*20</sup>は、処置効果評価などミクロ経済分野での計量分析に用いられる代表的手法を6分類し、各手法について前提条件・適用性・必要試料の3つの要件に着目した包括的評価を試みている。1)実験室実験については、ランダム化による処置・対照群の性質の一致性が前提条件であり、平均処置効果(ATE)の推計が可能であるが、実験が必ず実施できる保証はなくまた実施できた場合でも実験参加の内生的選択や不履行(Non-compliance)など攪乱要因の影響を受ける点を指摘している。2)自然実験(横断面前後差分分析(DID))については、処置・対照群の観察指標の共通平行性や処置・対照群の選択指標の観察可能性が前提条件であり、一般に処置群平均処置効果(ATET)の推計が可能であるが、"Ashenfelter's Dip"のような例外的時間変動や処置・対照群での異なる時間変動に対して脆弱であること、処置・対照群の対象の入替りの影響を受けること、非線形の処置効果の推計が困難である点を指摘している。3)マッチング(Matching)については、観察指標の処置との独立性(CIA)及び処置・対照群の同時存在性(OVLA)の前提条件に基づき、平均処置効果(ATE)又は処置群平均処置効果(ATET)の推計が可能であるが、適切な対照群の試料の入手可能性、マッチングに用いる情報・変数の妥当性の問題などを指摘している。4)操作変数(IV)については、処置効果の均一性、操作変数(IV)により影響を受ける対象の部分集合性、当該対象とそれ以外の対象での誤差の均一性及び処置効果の単調性(Monotonicity)などが前提条件であり、操作変数(IV)により影響を受ける対象の局所処置効果(LATE)の推計が可能であるが、そもそも適切な操作変数(IV)を見出すことの困難性、処置の選択と弱い相関しか持たない「弱い操作変数」による脆弱性及び対象の内生的選択による攪乱の可能性などを指摘している。5)不連続回帰(RD: Regression Discontinuity Design)については、切断点前後での処置・対照群の存在性、切断点前後での処置・対照群の連続性及び切断点前後での処置効果の均一性の前提条件に基づき、切断点近傍での局所処置効果(LATE)の推計が可能であるが、切断点近傍での推計しかできない点や処置・対照群の内生的選択への脆弱性、切断点近傍の試料を多数用いる必要がある点などを指摘している。6)制御関数(Control Function)については、処置・対照群の選択が制御関数で完全に識別可能であること、選択の決定変数と観察指標の独立性、選択の決定の誤差と観察指標の誤差が相関を持つことなどが前提条件であり、平均処置効果(ATE)が推計可能であるが、制御関数が正しく判明していない限り推計ができない点を指摘している。

---

\*19 Imbens and Wooldridge(2009) 参考文献015を参照。

\*20 Brundell and Costa Dias(2009) 参考文献016を参照。

Lee and Lemieux(2010)<sup>\*21</sup>は、処置効果評価における不連続回帰(RD)の手法についてその基本的な考え方と推計に必要な前提条件について整理するとともに、近年の主要な応用事例を分野・手法別に整理し不連続回帰(RD)に関する包括的な説明を行っている。不連続回帰(RD)においては切断点近傍での処置・対照群の分布が「ランダム化に近い状況」にあることを利用して切断点直前・直後の観察指標Yの差を処置効果として推計する手法であり、横断面前後差分分析(DID)など他の統計的(非実験的)な処置効果手法での前提条件などと比較して処置・対象群間での処置の観察指標の独立正条件(CIA)及び同時存在性条件(OVLA)の前提条件が必要ない反面で、処置・対象群の処置効果の影響を除いた特性が全て説明変数Xに対し連続的に分布していること(連続分布性)、切断点近傍の処置・対象群が処置効果の有無を完全に内生的に決定できないこと(非内生選択性)、処置効果の推計に用いる処置・対象群の分布の関数形が正確であること(関数形正確性)などの前提条件が充足される必要があるとしている。更に先行研究を基礎として「Fuzzy RD」など不連続回帰(RD)の種類、マッチングや操作変数など他の推計手法との比較、不連続回帰(RD)による推計の説明・表示手法及び手順、不連続回帰(RD)を用いた計量経済学的分析の事例と類型化・分類について概観し説明した上で、当該手法の今後の課題として処置に対する遵守者・不遵守者・違背者別の挙動差と調査誤差の問題、処置・対照群の順序化・試料操作と内生的選択による異質な挙動の識別の問題の2つを指摘している。

Angrist and Val(2010)<sup>\*22</sup>は、一般に操作変数(IV)を用いた処置効果の推計結果が当該変数により処置効果に影響を受ける特定の対象("Complier")についての局所処置効果(LATE: Local Average Treatment Effect)を示し、異なる操作変数(IV)を用いて推計した結果が相互に異なる点や対象全体についての処置効果(ATE)と一致しない問題についての評価・対策手法について考察している。ある複数の操作変数(IV)による局所処置効果(LATE)と処置効果(ATE)の関係についてはAbadie(2003)による加重補正("Weighting")を用いた手法が適用可能であり、その適用性については各操作変数(IV)により生じる局所処置効果(LATE)の差異が観察可能な変数によってのみ影響を受けるという前提条件("CEI": Conditional Effect Ignorability)が成立つ下で、複数の操作変数(IV)を用いた推計結果についての過剰識別性(Over-identification)を推計することにより評価できる点を示した上で、このような加重補正により複数の操作変数(IV)の局所処置効果(LATE)から推計された一般的結果を共通的処置効果("CATE": Compatible Average Treatment Effect)と定義している。実際に米国での女性の出産と労働時間・就業率の関係における事例を用い、「双子出産の有無」と「既出産児の性別が同一か否か」という2種類の異なる操作変数(IV)を用いた局所処置効果(LATE)から、GMM-Bootstrap法を用いた分布推計結果に基づく加重補正を行い労働時間・就業率についての共通的処置効果(CATE)を推計している。

#### 1-2-2. 「自然実験」を応用した主要先行研究(1) 経済学

「自然実験」を応用した経済学分野での主要先行研究については、以下の31例が挙げられる。

---

\*21 Lee and Lemieux(2010) 参考文献017を参照。

\*22 Angrist and Val(2010) 参考文献018を参照。



Meyer他(1995)<sup>\*23</sup>は、米国での州別労災保険による保障支払額と労働者の治療休業期間の関係について分析する際に、一般には労働者・就業先の属性や傷害種類などの影響が錯綜し直接的な関係の観察が困難である問題に対処するため、1980年にKentucky州で1982年にMichigan州でそれぞれ行われた保障上限額の実質約60%の引上げを「自然実験」として捉え、労災保険による保障支払額と労働者の治療休業期間の関係を分析している。当該分析においては全米労災保険委員会(NCCI)の統計値を用い、保障支払額が傷害前の賃金に比例して支払われることから保障上限額の引上げにより裨益する旧上限額と新上限額の間の高賃金層を処置群とし当該引上げにより影響を受けない旧上限額未満の低賃金層を対照群として、引上げ前後での治療休業期間を横断面前後差分(DID)及び労働者の属性・職種・傷害種類を説明変数に加えた回帰分析により分析している。当該分析の結果、いずれの方法を用いた場合でも保障支払額の上限引上げに対し影響を受ける高賃金層でKentucky州においては統計的に有意な治療休業期間の増加が観察されたがMichigan州では増加は認められたが統計的に有意でなかったこと、いずれの州においても休業期間の保障支払額の変化に対する弾力性は0.3~0.4程度と推計されることを報告している。

Bittlingmayer(1998)<sup>\*24</sup>は、企業の生産活動や株価の分散と政治的安定性の関係についてこれらの指標の間に同時決定的な内生性が存在した新聞による不確実性記事の影響が指摘されるなど識別が困難である問題に対処するために、第一世界大戦前後でドイツが第二帝国からWeimar共和国に移行し様々な制度が変更された事案を「自然実験」として捉え、企業の生産活動や株価の分散と政治的体制変化の間にある影響と因果性を分析している。具体的には、1914年の第一次世界大戦を挟んだ1880年から1940年迄の工業生産や株価指数の月次時系列試料を用いて、工業生産の変化を株価及びその分散の変化、物価指数及び大戦ダミーなどを説明変数とする2期Lag付時系列回帰分析により分析を行っている。当該分析の結果、株価及びその分散は工業生産の変化に有意な影響を与えているが変動の20%程度しか説明できていないこと、同様の分析手法を用いた米国に関する先行研究(Mitchell and Mulherin(1994))により新聞記事の影響はごく僅かであると判明していること、物価指数(極度のデフレ)と大戦ダミーが変動の大部分を有意に説明することから、大戦前後での政治体制の急変と安定性の欠落が工業生産に大きな影響を与えた問題が株価の変動の原因側であった可能性を述べている。

Kogut and Zander(2000)<sup>\*25</sup>は、社会主義体制と資本主義体制が企業の技術革新能力に与える影響を比較分析する際に、個別企業の技術革新能力の差異や社会主義特有の集団事業化("Kombinate")の影響により同一条件下での比較が困難である問題に対処するため、1900年代の創設以来大戦前迄同一企業であったドイツ・Zeiss社が大戦後から1990年迄社会主義側(東側Zeiss:Zeiss・Jena)と資本主義側(西側Zeiss:Zeiss・Oberkochen)に2分割されそれぞれ独立企業として存続した事案を「自然実験」として捉え、両Zeiss社の1951~1990年迄の特許出願件数などを直接比較することにより社会経済体制が企業の技術革新能力に与えた影響を比較分析し移行経済国の円滑な経済再建政策への示唆を得ることを試みている。具体的には欧州特許機関(EPO)などによる西独・東独及び海外諸国での両社

---

\*23 Meyer, Visconti and Durbun(1995) 参考文献019を参照。

\*24 Bittlingmayer(1998) 参考文献020を参照。

\*25 Kogut and Zander(2000) 参考文献021を参照。

の併願・複数技術出願を除いた単一技術に関する特許件数を産業分類別に比較し、件数において西側Zeiss2,355・東側Zeiss2,393とほぼ同数であり出願分野も0.943と非常に高い相関を有していることを報告している。更に10年刻みで観察した出願分野比較を行った結果いずれの期間でも高い相関が維持されているが社会主義体制の集団事業化などの影響で東側Zeissの出願分野の分散が時間とともに大きくなり相関が0.8程度に低下していることを報告し、両社の技術革新能力には差異がないものの東側Zeissは実需を無視した経済計画や集団事業化により広汎な技術的需要への対応を強いられ技術革新能力の選択・集中の困難性に直面しそれが生産性低下の遠因となっていたことを論じ、移行経済国の経済再建には当該機能の再編とそれを行う十分な時間が必要であることを述べている。

Bianchi他(2001)<sup>\*26</sup>は、一般に所得税と労働供給の間には内生的関係があり識別が困難である問題に対処するため、1988年にアイスランドで個人への所得課税が前年所得基準から該当年所得基準に切替えられた際に新たな税制と経過措置の公布が実施2ヶ月前にずれ込んでしまい過渡的に1987年については1986年の所得実績で徴税が行われることが突然国民に通知され1年限定で限界所得税率が0となり幾ら所得が増加しても該当年及び翌年の所得税額が変わらない事態が突如生じたことを「自然実験」として利用し、いわゆる"Supply-Side Economics"の考え方に基づく所得減税を行った場合どの程度労働供給の増加が生じ得るのかを直接比較により分析している。当該事態は1年限定で生じたものであり所得効果などが発現する前に過渡期間の1年が終わってしまったことから"Supply-Side Economics"で考えられる所得減税効果の上限を与えるものと考えられること、非常に大きい個人差が認められること(試料中労働時間増3,860:減2,455)、該当期間は水産漁獲の好調により景気拡大期に該当することなどに注意する必要があるとした上で、全体として結果は弾力性0.42(男性0.58,女性0.06)で限界所得税率が0となった結果として過渡期間に労働供給が有意に増加しており、先行研究による米国での実測結果(Killingworth(1983))と良好に一致することが確認されたこと及び労働参加率において若年層及び既婚女性の増加が特に顕著であったことを報告している。

Angrist他(2002)<sup>\*27</sup>は特に発展途上国における中等教育による教育サービスがもたらす効果の計測において当該地域・学区の所得水準による内生性の問題に対処するため、コロンビアで1991年から実施されている低所得層子弟への大規模な籤引による私学助成金交付制度(PACES)を「自然実験」として利用し、当該籤引制度の当選を操作変数(IV)とした二段階最小二乗法(2SLS)による時系列回帰分析を用いて中等教育の社会的・経済的な効果評価を実施している。具体的にはBogota市及びJamundi市での1993・95・97年当時の当選者・落選者半数ずつ合計1,618人に電話調査を行い更にそのうち283人には比較試験を行い、籤引が本当にランダムであったか否かを地域別・学校別制度利用率の比較などにより確認した上でBogota市1995年の試料を用いた分析結果を採用している。当該制度では進学率には大きな差異が見られなかったが、留年や学業怠慢などにより途中失効する制度であるため留年率の有意な低減や特に比較試験での女子の有意な好成績が確認され、2SLSの結果から高校卒業率が約25%向上する効果があると推計している。更に当該結果を基礎に費用便益分析を行い、追加学費・非就業損失と助成の合計社会費用が\$43/年・人程度

---

\*26 Kogut, Gudmundsson and Zoega(2001) 参考文献022を参照。

\*27 Angrist, Bettinger, Bloom, King and Kremer(2002) 参考文献023を参照。

と見積もられるのに対し、高校卒業による期待賃金収益は\$3,000/人と見積もられるとし、残念ながら当該制度はインフレ率に連動していない固定額助成であり現在は殆ど利用されていないものの、1995年当時の制度は個人に非常に大きな経済効果をもたらすと同時に所得税収を介して政府にも大きな将来便益をもたらすものであったと推計している。

Chari and Henry(2004)<sup>\*28</sup>は、資産価格理論において株式価値は期待収益率と当該企業のリスクに応じ決定されるとされているが、現実にはリスクの定量化が難しく識別が困難である問題に対処するために、1990年前後に資本自由化を行った11ヶ国の多くで投資可能企業・不可企業が指定された事案を「自然実験」として捉え、資本自由化による個別企業のリスク変化と該当企業の株価変化の関係を分析している。当該分析においてはIFCによる月別株価試料で自由化前に5年以上の取引実績があるインド・ブラジルなど1989～92年に資本自由化11ヶ国の410社の試料を用い、CAPMモデルを用いて自由化前後での株価分散差及び自由化による投資可能性の有無、企業規模・収益率などを説明変数とする横断面回帰分析(CS)により、国際市場でのリスク分散効果に基づく自由化前後での株価分散差が株価変化に与えた影響を投資可能企業(238)・不可企業(172)について比較分析を行っている。当該分析の結果、投資可能企業においては株価分散差が株式価格変化に有意な正の影響を与えており株価変化の約40%に達する影響を与えていたと推計されるが、投資不可企業では株価分散差は株式価格変化と有意な関係にないこと、個別企業のリスク分散効果によるリスク変化は各企業の株式価格変化と正の相関関係にあるが、単なる資本自由化による共通効果は株式価格に影響を与えていたとは言えないことから、資産価格理論による予想と整合的な分析結果が得られたことを報告している。

Friedman(2005)<sup>\*29</sup>は、1920年代の米国、1980年代の日本及び1990年から2000年に掛けての米国における経済成長率が著しく高かった期間(「大収斂期間」)について比較し、これらの経済成長が技術革新に牽引されて資本主義経済市場での「自然実験」として生じたと見なした上で、該当期間での中央銀行の資金供給、国内総生産及び株式市況指数の推移を直接比較により比較し論評している。当該比較において最盛期以前の過去5年間での国内総生産と資金供給は3例とも完全に同じ増加傾向をたどっているが、最盛期以降の推移は3つの事例で異なること、どの場合でも国内総生産と資金供給はほぼ同じ傾向で推移することを述べている。他方で株式市況指数については最盛期以前の過去5年間での推移が3例ともほぼ一致しているだけでなく最盛期以降の1～2年に急激に下落することもほぼ一致しており、国内総生産や資金供給の推移とは大きく異なる挙動を示すことを述べている。更に最盛期後のいわゆる「バブル崩壊期」における資金供給が時代が後になる程に緩和傾向で推移し国内総生産や株式市況指数の下落の程度が改善されてきており、金融政策による調整効果が重要な位置付けを持っていることを説明している。

Plug and Vijverberg(2005)<sup>\*30</sup>は、家計の所得と子弟の学業成績の関係について高所得を背景とした教育支出などの成績への影響と高所得な両親の遺伝的性質の成績への影響を識別することが困難である問題に対処するために、遺伝的関係にない養子縁組で育った子弟を「自然実験」と見なし追跡データを用い家計所得と子弟の学業成績の相関分析を試み

---

\*28 Chari and Henry(2004) 参考文献024を参照。

\*29 Friedman(2005) 参考文献025を参照。

\*30 Plug and Vijverberg(2005) 参考文献026を参照。

ている、具体的にはWisconsin追跡データ(WLD)を用い、子弟側の在学年数・大学進学有無・年齢・性別、家庭・両親側の所得・子弟数(含養子)・年齢・学歴年数及び祖父の年収・学歴を説明変数として、養子縁組子弟574名・実子弟14,552名の在学年数を横断面回帰分析(CS)により推計し大学卒業の有無をProbit回帰モデルにより推計して比較している。更に結果の頑健性を確認するため、所得以外の経路を通じた子弟への影響を分析するため祖父の年収を用いた「家風・家庭文化」の影響・異時点での所得の影響・所得水準別に試料を分けた3通りの分析を行い、また養子縁組が受入側家庭との関係でランダムな「自然実験」と言えるか否かを分析するため実子弟との比較や片親家庭・離婚家庭・離婚後再婚家庭の子弟についての同様の分析・比較を試みている。当該分析の結果、養子縁組の子弟においても家計所得は就学年数及び大学卒業のいずれの学業成績にあっても有意な正の影響があること、所得以外の経路の影響を考慮した3通りの分析においても当該結果が支持されたこと、ランダム性に関する各種の比較の結果においても当該結果は覆らなかったことを述べている。

Feyer and Sacerdote(2006)<sup>\*31</sup>は、植民地統治の形態・時期・期間が現代での途上国の1人当国内総生産(GDP)や経済成長に与える影響について、一般に経済成長には多数の要因が存在し両者の関連性を識別することが困難である問題に対して、大西洋・インド洋などの島嶼国の多くが18世紀以前の帆船時代に偶然発見されて植民地化されていることを「自然実験」として捉え、植民地統治と途上国経済の関係について分析を試みている。当該分析においては国連統計などから識別が可能な島嶼国39ヶ国61地域を試料とし1人当国内総生産(GDP)、当該地域の植民地としての歴史・経緯、主要産業などを説明変数とした上で、植民地となった長さを左右する帆船航海による発見確率に対して当該島嶼地域での卓越風向を操作変数(IV)とした横断面回帰分析を行っている。当該分析の結果、単純回帰分析及び操作変数(IV)回帰の何れにおいても欧州の植民地であった期間の長さが現在の1人当国内総生産(GDP)と有意な正の相関があること、当該関係は宗主国により差異があり米国・オランダの方がスペイン・ポルトガルより1人当国内総生産(GDP)の係数が大きいこと、18世紀以降の植民地の方が同様に係数が大きいことを述べている。

van Ours and Vodopivec(2006)<sup>\*32</sup>は、失業保険の給付期間の長さが失業者の失業期間に与える影響については景気動向など労働需給に強く影響され識別が困難である問題に対し、1998年にスロベニア共和国で突如予告なく行われた熟練労働者を対象とした失業給付期間の短縮を「自然実験」として捉え、失業保険の給付期間と失業期間の関係を分析している。当該分析においてはスロベニアで1998年に実施された職歴年数別の失業給付制度改革において10年以上の職歴保有者が50、5年以上の職歴保有者が33%程度削減され職歴が5年未満の失業者の給付は変更がなく全て6ヶ月に統一された結果として職歴別に5つの群で異なる改革が実施されたことを利用して、制度改革を挟んだ1997~1999年各月での約2万人の記録を用いた生存時間分析(Survival Analysis)を行い、制度改革前後での生存時間の差を年齢・学歴・家族構成・健康状態・職歴及び制度変更ダミーで説明した分析結果を郡別に比較することによって分析を行っている。特に制度改革前において多くの群で失業給付が切れる月に再就職率が急増し"spike"が生じる現象が観察されているが、当該

---

\*31 Feyer and Sacerdote(2006) 参考文献027を参照。

\*32 van Ours and Vodopivec(2006) 参考文献028を参照。

spile"が制度改革後に時間的にどのように変化したかに着目した分析を行っている。当該分析の結果、失業給付期間が短縮された群ではいずれも給付期間内の有意な再就職率の増加が観察されること、特に失業給付が切れる月の"spike"については給付期間が短縮された群では短縮された期間に応じて発生月が移動していること、給付期間が短縮された群では全般に失業給付期間が切れた後においても再就職率が増加しているが短縮されなかった群では変化がなかったことから、当該失業給付期間の短縮は再就職の早期化と再就職率の増加に有意な効果があった点を述べている。

Ginsburgh and van Ours(2007)<sup>\*33</sup>は、美術品の競売順序や出品方式の相違が決定価格に与える影響を分析する際に、一般に対象物の同質性や出品方式の相違を厳密に管理した比較が困難である問題に対処するために、同質的な16世紀の中国製陶器が別の沈没船3隻から偶然に発見・回収され、オランダにある著名な古美術品取引所"Christie's"の同時期での競売において3回に亘って大量に出品・落札された案件を「自然実験」として捉え、美術品競売における出品方式と決定価格の関係を分析している。具体的には1986・92及び95年の3回の競売のうち同質的な陶器が複数出品された競売(例:揃組絵皿8枚)3,794件の決定価格を用い、事前予定価格・競売順序・競売単位数・競売単位当出品点数及びその組合せなどを説明変数とした横断面回帰分析(CS)を行っている。当該結果から、一連の競売において事前予想価格の係数は全て負で実際には高い決定価格が付いているが競売順序が後になるにつれて相対的に価格が下落していること、競売単位数が徐々に増加又は減少した場合よりもずっと一定であった場合の方が決定価格が高くなっていたことなどを報告している。更に決定価格と事前予想価格の時系列を用いた誤差訂正モデル(ECM:Error Correction Model)による分析の結果、競売順序が後になるにつれて決定価格が下落しているものの初期の競売による経験が反映されて事前予想価格と決定価格の差異が縮小し両者が均衡に向かっていることを確認している。

Alatas and Cameron(2008)<sup>\*34</sup>は、先進国と比べて賃金水準が相対的に低い発展途上国における最低賃金政策の導入が雇用に与える影響を評価する際に、地域別の雇用と賃金・物価などの内生性の問題に対処するため、インドネシアにおいて最低賃金が州別に設定され社会経済情勢が類似したJakarta近郊州でも相互に最低賃金が異なる州が存在していたことを「準・自然実験」として捉え、特に女性を中心とした低賃金労働者の多い繊維・衣料・製靴・皮革産業における1990-96年の州別雇用・賃金水準の試料を用いた影響分析を行っている。具体的にはCard and Kruger(1994)による米国の州別最低賃金の分析を参考に、Jakartaと近郊のBotabek地域で1990年には30%近い最低賃金の格差があったが1994年迄の両地域での引上げにより最低賃金が同じとなったことを利用して、両地域での上記4産業での雇用に関する試料を用い最低賃金統一後の1996年を基準とした1人当付加価値を尺度に企業別マッチングを行った上で横断面前後差分析(DID)の方法により最低賃金格差解消の雇用への影響を分析している。当該分析の結果、地元資本・海外資本を問わず大企業では有意な差異が認められなかったが、中小企業においては最低賃金の相対的引上げにより1992-96年及び1993-96年の雇用水準が弾力性-0.35~-0.55で有意に減少していたと確認されることを報告している。更にJakarta-Botabek境界からの距離や地域・業種

---

\*33 Ginsburgh and van Ours(2007) 参考文献028を参照。

\*34 Alatas and Cameron(2008) 参考文献030を参照。

別相対的賃金水準の差異による感度分析を行い結果の頑健性を確認している。

Rickman and Witt(2008)<sup>\*35</sup>は、主従(Principal-Agent)理論において非効率性の一つとされている最良行動(Favoritism)を管理する手法としての金銭的動機の付与の有効性を議論する際に、そもそも最良行動の内容・程度を検出・評価することが困難である問題に対処するために、2001年にイギリスのプロサッカー連盟のうち最上位の"Premier League"のみが審判の報酬大幅引上げによる職業審判化や研修の義務化、業務の外部監査・評価制などの制度改革を実施した事案を「自然実験」として捉え、審判による最良行動が当該制度改革前後で変化したか否かを統計検定することにより最良行動に対する金銭的動機の付与による対策の有効性について分析している。当該分析においては、イギリスのプロサッカー連盟による2000～2001年の試合別の審判による警告・退場処分回数や延長時間裁定延べ時間数などを試料として用い、制度改革を実施した"Premier League"を処置群とし実施しなかった"First Division"を対照群とする制度改革前後での横断面前後差分析(DID)を用いた分析を行っている。当該分析の結果、制度改革後において地元チームに対する試合の延長時間付与が有意に短くなっており、当該制度改革への各チームの対応変化など他の要因の影響の可能性が残るものの金銭的動機の付与により最良行動が管理できる可能性が認められることを述べている。

Chong他(2009)<sup>\*36</sup>は、1994年にペルーが国営電話会社を民営化した際の条件の一つとして国内僻地の低人口・低所得集落に1,500の有料公衆電話を設置し維持運営することを義務づけたが、入札により運営受託会社となったTelophonica del Espaniaが当該条件に基づき政府から提示された約4万の候補集落からランダムに公衆電話を設置していたことを「準・自然実験」として位置づけ、公衆電話の有無による地域住民の農業・非農業所得の差異を分析し発展途上国における貧困と情報の経済の関係について分析を行っている。具体的には公衆電話が設置された集落が人口規模・所属地方などの評価指標を用いてランダムに選択されていることを確認した上で、2002年に合計1,000世帯への世帯属性・所得調査を行い、単純比較及びマッチングによる比較により公衆電話が設置された集落の世帯所得が有意に高くなっていることを報告している。当該効果については農業所得・非農業所得の両方に対して有意であり、特に世帯主が公用語であるスペイン語を話せる世帯において有意な効果が認められることから、公衆電話による国内の公的・私的情報へのアクセスが低所得地域の経済厚生を改善し所得の向上を通じて貧困対策に一定の効果をもっていたことを論証している。

Giannetti and Laeven(2009)<sup>\*37</sup>は、事業組織への出資者数・構成などの構造と達成業績や内部統制など成果の関係を分析する際に両者が内生的関係にあり「良き投資家は業績好調・統制良好な企業に投資する・企業の成果は良き投資家の管理(「管理効果」)に依存する」という問題に対処するため、スウェーデンで2000年に開始された年金制度改革により6つの公的年金基金が民営を含む7つの年金基金に改組された過程で公的年金基金(AP4)から強制的な株式の放出が行われたことを「自然実験」として捉え、株式の放出対象となった企業か否かを操作変数(IV)として放出後の企業の出資者構造と成果の関係を分析してい

---

\*35 Rickman and Witt(2008) 参考文献031を参照。

\*36 Chong, Galdo and Tororro(2009) 参考文献032を参照。

\*37 Gianetti and Laeven(2009) 参考文献033を参照。

る。当該強制的な株式放出の後で公的年金基金(AP4)が保有していた株式の相対収益率は-1%と有意でありランダムに放出が行われた(儲かる株式を手元に残したとは言えない)と見なすことができることを確認した上で、放出後2001~5年の公的・民営年金基金が買戻した経営投票権のない株式の保有率と企業規模・従業員数・機関投資家保有率などを説明変数とした時系列回帰分析及び操作変数(IV)を用いた分析を行い、企業への出資者数・構成などの構造が株式時価総額など企業成果に与える影響を分析している。当該分析の結果、制度改革以降の公的年金基金による株式保有比率と株式時価総額には有意な正の相関があり「管理効果」が確認できること、民営年金基金では大規模な基金では同様の効果が認められるが小規模で企業集団・金融機関などが運営する基金の場合にはその反対であり利害相反のおそれがあることなどを述べている。

Silva他(2010)<sup>\*38</sup>は、労働需給の分析において一般に地域別の労働供給と賃金が内生的に決定され識別が困難である問題に対処するため、2005年8月に米国南部諸州を襲ったKatarina台風に伴い大量の被災者がHouston市に流入し労働供給が一時的に増加した事件を「自然実験」として、低技能労働力を中心とする労働者の意図せぬ供給増が労働賃金に及ぼした影響を推計している。Houston市周辺での台風による被害は甚大で早期の生活再建が困難であったため流入した被災者の大部分が低技能労働者として同市に一時的に定着せざるを得なかった事実を基礎に、四半期別賃金調査の統計値を用いた上で同じTexas州で被害が殆どなかったDallas市と両市での高技能労働者の賃金水準を対照群として、被災前後での低賃金労働者の賃金を多元横断面前後差分析(DDD)の手法により分析している。当該分析において単純な労働力の供給増のみを考慮した分析では賃金への影響は有意とならないが、被災した企業のうち対個人サービスなど移転不能な財サービスに関連する業種の売上変化を税務統計に基づき推計し説明変数に加えることにより結果は有意な負となり、Houston市での低技能労働者の賃金はDallas市や高技能労働者の賃金と比較して被災後に少なくとも相対的に0.7%程度低下したと推計されることを報告している。

Staiger他(2010)<sup>\*39</sup>は米国において高度に専門化された登録看護師(RN: Registered Nurse)の労働市場における買手独占効果を分析する際に、産出指標として用いる病院毎の患者の延べ入院日数と看護師賃金が内生性の影響を受けて同時決定され識別が困難である問題に対処するため、米国退役軍人庁が1991年に付属病院の看護師給与を全米平均賃金基準から地域別賃金基準に変更した機会を「自然実験」として利用し、当該賃金変更前後での各地の退役軍人庁付属病院と周囲の病院の看護師給与の変化と病院間の距離の関係を分析している。全米病院協会による1990年・92年の看護師雇用・賃金統計から退役軍人庁付属病院との距離(~15mile・~30mile)別の雇用・賃金試料を用いて、病院が相互に距離(通勤費)に応じた近隣病院との賃金差により看護師の手配を競うという独占的競争モデルを用いた横断面回帰分析(CS)を行ったところ、当該退役軍人庁付属病院の賃金改定(平均約10%増)に伴い距離15mile以内の他病院で約2%、距離30mile以内の他病院で約1%の賃金引上げが観察され、各病院は近隣地域の看護師労働市場において買手独占力を行使していたと推定されること、登録看護師の労働力供給の賃金弾力性は0.1前後と非常に小さいと推定されることを報告している。

---

\*38 Silva, McComb, Moh, Schiller and Vargas(2010) 参考文献034を参照。

\*39 Staiger, Spetz and Phibbs(2010) 参考文献035を参照。

Iyer and Peydro(2011)<sup>\*40</sup>は、一般には試料入手が非常に困難で研究実績が希薄な銀行間の相互与信の連鎖による金融危機の伝搬・増幅の効果について、2001年にインド・Gujarat州で証券会社への不正融資の発覚により同州最大の銀行であったMMCBが突如として倒産した事例を「自然実験」として捉え、同州内の他142行のMMCB倒産前後での財務諸表から得られる情報と同行への破産債権残高を試料として用いた分析を実施している。ここでMMCBへの破産債権残高の多寡と各行の預金増減などとの関係について業績低迷の投機的融資による内生的選択の可能性を考慮し、破産債権残高による直接的な回帰分析と銀行間借入利用の有無を操作変数(IV)として用いた回帰分析の2種類を試行している。この際に操作変数(IV)の妥当性についてStaiger and Stock(1997)の方法に基づき破産債権残高を銀行間借入利用で回帰するモデルを設けF統計値が11.4となり10以上であることを確認した上で分析を試みている。当該回帰分析の結果から、預金残高の増減や大規模な取付あるいは貸付残高や資産利益率の低迷などの二次的問題は問題行への破産債権残高と非常に強い有意な正の関係が認められかつその効果は非線形的であること、更にMMCBとの関係についてメディアで報道されている場合や銀行の事業規模が小さく弱体である場合には当該効果は増幅され、他方で同行破産前からの資産収益率が高い場合には当該効果が減殺されていたことを述べている。

Vollaard and van Ours(2011)<sup>\*41</sup>は、住宅の防犯対策規制と侵入盗犯の関係を分析する際に、単純な比較では防犯対策が施工済の住宅から近隣の未施工の住宅や他の盗犯へ犯罪対象が迂回するだけで「見掛上の効果」しか観察できない問題に対処するために、住宅の95%が70戸程度の団地形式で一括建設されているオランダで1999年に建築基準法が改正され新築住宅に防犯型の鍵・扉・窓などを装備することが義務づけられたことを「自然実験」として捉え、迂回の影響が殆どない条件下での住宅の防犯対策に関する規制影響評価を試みている。1993～2005年での国内犯罪統計による住宅への侵入盗犯発生件数を1999年新建築基準適合ダミー・住宅の居住形態・物理構造・都市内での位置・地域などを説明変数とした横断面回帰分析(CS)により分析するとともに、新建築基準適合前の住宅への侵入盗犯や自動車盗など他の盗難犯罪への迂回の有無を分析し、当該規制により侵入盗犯が26～32%有意に減少する非常に大きな効果があったが有意な迂回は認められなかったことを報告している。更に新建築基準の適合に必要な費用が約430EURO/軒と見積られるのに対し、別の先行研究での侵入盗犯による被害の社会的費用の推計額4,700EURO/件数と年間被害率実績約1.5%及び上記推計結果から推計される便益は約460EURO/軒であり、上記規制の実施は費用便益分析の結果に基づき十分に正当化されることを述べている。

Kotchen and Grant(2011)<sup>\*42</sup>は、世界で76ヶ国が採用しているサマータイム(DST)制度について照明を中心に電力消費が減少しているという見解と他の用途の電力需要が却って増加しているという対立的な見解がある問題について、郡により東部標準時と中央標準時に時間帯が分かれている関係で米国Indiana州においては2006年迄は南部の15郡のみDSTが実施され他の大部分の77郡で実施されていなかったが2006年に州法で全郡でDSTが導入されることになった事案を「自然実験」として捉え、DSTが本当に電力消費を減少さ

---

\*40 Iyer and Peydro(035) 参考文献036を参照。

\*41 Vollaard and van Ours(2011) 参考文献037を参照。

\*42 Kotchen and Grant(2011) 参考文献038を参照。



せていると言えるか否かを定量的に検証している。当該分析においては同州各郡での2004年から2006年各日のDST導入により主に影響を受ける家計の電気料金賦課実績及び工学モデルによるシミュレーション結果を試料とし、同州南部各郡のうち人口・世帯数・平均所得などがほぼ等しい25州365万世帯をマッチングにより抽出し2006年からDSTを導入した18郡の世帯を処置群とし2006年以前からDSTを実施していた7郡の世帯を対照群とした横断面前後差分分析(DID)により分析を行っている。当該分析の結果、電気料金実績を用いた分析では前提条件を変えてもDSTの導入により約1%の有意な電力消費の増加が認められシミュレーションを用いた分析では一部の前提条件で増加で他は有意な電力消費の変化が認められない結果となり当該電力消費の増加が10月に顕著で照明用電力の減少を暖房・給湯用電力が上回っていると推定されることから、少なくともIndiana州において現行のDSTが電力消費を減少させていたとは言えず却って追加的電気料金の賦課や環境負荷などの社会的費用を増加させていることを論証している。

Lefebvre and Merrigan(2011)<sup>\*43</sup>は、育児期の若年女性の労働進出と公的な託児・育児支援政策の関係について一般には世帯所得と女性の労働・育児選択及び世帯所得と託児・育児支出がそれぞれ内生的関係にあり識別が困難である問題に対処するために、1997年からカナダ・Quebec州で従来最貧困層に限定されていた託児・育児助成が全育児女性を対象とし所得階層別に託児無償化から1日最低\$5-の助成金交付(料金引下げ)制度などに再編されたことを「自然実験」として捉え、公的託児・育児支援政策と女性の労働力進出の関係について分析を試みている。当該分析においてはカナダ労働・所得追跡調査(SLID)の1993~2004年の調査結果を試料としてQuebec州での制度対象女性を処置群とし他州の年齢・所得階層などの属性が等しい女性をマッチングにより抽出して対照群とし、年齢・学歴・総労働時間などを説明変数に加えた横断面前後差分分析(DID)を用いた分析を実施している。当該分析の結果、制度対象女性の学歴・総労働時間と無関係に、1999~2002年の各時点において労働参加率で7~8%・年間労働週数で3~5週の有意な増加が認められたこと、制度の助成率・助成対象が大きく拡大された2001年度以降においては更に年間労働時間・年間所得などにも有意な増加が認められたこと、当該効果は特に低所得層の女性で顕著であったことを報告し、育児期の若年女性の労働進出に対して公的な託児・育児支援政策が一定の効果をもっていたことを論証している。

Hanna and Oliva(2011)<sup>\*44</sup>は、大気汚染が労働供給に与える影響を分析する際に、一般に排出規制による工場移転などの直接的影響や労働需要側や人口分布変化など間接的要因による影響が混在し識別が困難である問題に対処するため、1991年にメキシコの首都Mexico-Cityにおいて大規模な製油所の閉鎖により半径5kmの地域で局所的にSO<sub>2</sub>が8%程度も低減した事案を「自然実験」として捉え、労働供給の製油所閉鎖前後での地域間相对比较により大気汚染と労働供給の関係を分析することを試みている。当該分析においては、メキシコで四半期毎に個人を対象に実施されている雇用労働調査(ENEU)とMexico-City内の地区別大気汚染物質濃度の1989~93年の試料延約14万件を用い、観察期間内に製油所近傍での賃金や転居率が他地域と相対的に有意に変化していないことを横断面前後差分分析(DID)により確認した上で、製油所からの距離を操作変数(IV)として用い世帯・年齢な

---

\*43 Lefebvre and Merrigan(2011) 参考文献039を参照。

\*44 Hanna and Oliva(2011) 参考文献040を参照。

どの個人属性を説明変数とし地域・四半期の固定効果を考慮した週労働時間のパネルデータ分析を行っている。当該分析の結果から、SO<sub>2</sub>濃度1%の減少により労働供給0.61%の有意な増加が認められること、労働供給だけでなく失業率に対しても有意な改善効果が見られること、特に50歳以上の高齢労働者や5歳以下の子供がいる者での影響が大きいことを報告している。更に当該結果に基づき労働供給増による便益と製油所移転の費用を比較することにより当該大気汚染規制による工場移転措置が十分に正当化されることを論証している。

Anagol and Kim(2012)<sup>\*45</sup>は、信託投資における加入支払費用と発行費用償却の透明性の差異が投資家の行動に与える影響について分析する際、両者の間に内生的関係が存在する可能性がある問題に対処するため、2006年及び08年にインドで実施された常時換金型(Open-end)及び定期型(Close-end)投資信託への上記費用・償却に関する2回の規制変更を「自然実験」として捉え、信託投資開始時に一括払で請求され透明性が高い加入支払費用と信託開始後3年間に亘り償却・賦課され相場変動と見分けが付きにくい発行費用償却の透明性の差異が投資行動に与える影響を分析している。具体的には2000~2010年の期間に設立された株式投資信託等個人投資家を中心とする投資信託の設立数・投資規模を2回の当局による規制実施と対応づけて比較し、2006年以前の加入支払費用と発行費用償却の賦課が両方とも全ての信託投資で任意に認められていたと時期では定期型は全く募集されていなかったが、2006~08年の定期型投資信託にのみ発行費用償却が認められた時期に定期型が極端に増加し、更に2008年以降で全ての投資信託で発行費用償却が禁止され加入支払費用のみが認められるようになった途端に定期型が全く募集されなくなったこと、当該結果は定期型を処置群・常時換金型を対照群とする横断面前後差分分析(DID)を用いて利回りなどの説明変数を加えて分析した結果に対しても安定で有意な差異があったことを報告している。当該結果から、投資信託を募集する側は透明性の低い発行費用償却による「見えざる手数料」を選好する傾向があり、2006~08年の期間にインドの投資家は約US\$3.5億もの余計な費用を徴収されていた可能性があることと認められるが、インドの投資信託に関する制度的特殊性から当該結果がより長期の期間や海外の事例に適用できるか否かはなお検討の余地があると述べている。

Carrillo and Emran(2012)<sup>\*46</sup>は、政府公式統計値など公的情報が個人の物価上昇率見通しとこれに関連する消費・貯蓄行動などに与える影響について分析する際、通常の状態では個人が私的情報に基づいて判断・行動しているのか公的情報に基づいて判断・行動しているのかを識別できない問題に対処するため、エクアドルで2005年1月から06年2月迄の14ヶ月間についてプログラムミスにより約40%も過大な消費者物価指数とインフレ率が政府公式統計値として公表され事後的に大規模な訂正が行われた問題を「自然実験」と捉え、公的情報が個人の物価上昇率見通しなどに与える影響について分析している。当該分析においては当初公表された誤った指数を公的情報、訂正後の指数や地域別雇用指数など当該指数と別の経路で算定・公表される統計値を私的情報と見なすことができるため、エクアドル中央銀行の月例家計消費調査による当該期間での約3,000世帯の調査における物価・賃金見通しへの回答試料と両指数や地域・世帯属性などを説明変数としたProbitモデル

---

\*45 Anagol and Kim(2012) 参考文献041を参照。

\*46 Carrillo and Emran(2012) 参考文献042を参照。

を用いた横断面回帰分析(CS)から、家計世帯が地域別・世代層別に公的情報・私的情報のいずれに判断基礎を置いているのかを推計している。当該分析の結果、公的情報(誤った指数)は個人の物価上昇率見通しやこれに関連する消費・貯蓄行動などに有意な影響を与えており、また当該影響は地域・時点・世帯属性などに大きく左右され特に高学歴層や高齢者で強い影響を与えていたが、若年女性には殆ど影響を与えていなかったことを報告している。

Andersen and Nielsen(2012)<sup>\*47</sup>は、起業において限界的な経営者と平均的な経営者の経営能力を比較する際に通常は金融市場を介して起業資金調達と経営能力・実績の関係が内生的に決定され識別ができない問題に対処するために、1991~2001年にデンマークにおいて親族の突然の死による遺産相続で起業に足る資金を得た19,329人の個人がランダムに起業機会を付与されていることを「自然実験」として捉え、遺産相続を契機に起業した経営者とそれ以外の経営者の起業率や企業生存率・売上高・利益率など経営能力・実績を比較し分析することを試みている。最初に突然の遺産相続で起業した経営者を処置群としてこれに該当しない同時期に起業した経営者を対照群として年齢・性別・学歴及び相続前の年収による完全マッチング(Exact Matching)を行い横断面前後差分析(DID)などを用いて突然の遺産相続による起業率が約1%有意に高く対照群の2倍近くに達しこれらが「ランダムかつ限界的に起業した経営者」と見なせることを確認した上で、実際に突然の遺産相続により起業した304人の経営能力・業績を同様の完全マッチングを用いた横断面前後差分析(DID)により分析している。当該分析の結果、突然の遺産相続により起業した経営者の初年度事業生存率は10.9%・5年生存率は8.1%有意に低く、総収入・収益とも同様に低くなっていることを報告している。更に遺産相続による資産効果を取除くため、既に起業している経営者のうち同一期間に遺産相続により資産が増加した者を対照群として同様の分析を試みた場合でも結果は同様となり頑健であることが確認され、起業において多く問題とされる「資金不足」は実際には金融市場による経営能力の選別が有効に機能した結果であることを論証している。

Bloningen and Cristea(2012)<sup>\*48</sup>は、空港の整備や路線維持への公的支援政策が都市・地域経済に与える影響を分析する際、一般には空港の整備などと都市・地域経済の規模や成長率が内生的に決定される傾向があり因果関係の識別が困難である問題に対処するため、米国において1978年に実施された航空自由化法により多くの航空会社が不採算の小規模空港間の直航路線網を停止し重点路線に運航を集中させる放射状路線系統に再編した事案を「準・自然実験」と捉え、空港に対する公的支援政策が都市・地域経済に与えた影響について政策評価を行っている。当該分析においては米国国勢調査(CSA)による都市・地域別の人口・雇用・経済統計を用いて規制緩和の前後差(1969~77,1977~91の平均増加率の前後差)を航空旅客数変化や他に地域経済などに影響を与え得る要素(初期人口・初期失業率・初期産業構造)及びこれらの交絡項を説明変数とした階差型の前後差分析(BA)により分析を行っている。また当該時期に石油危機による航空燃料の大幅な値上りや航空機の大規模化などの他の影響因子が存在するが、これらが規制緩和と同様に小規模空港に不利で大規模空港を中核とする放射状路線への再編を促進する方向に作用し「自然実験」としての有効性が損なわれない点を確認した上で前後差分析(BA)を行っている。当該分析の結果、

---

\*47 Andersen and Nielsen(2012) 参考文献043を参照。

\*48 Bloningen and Kristea(2012) 参考文献044を参照。

航空旅客数変化は周辺都市・地域の人口増加に+0.03%程度、1人当所得増加に+0.2%程度の有意な正の影響を与えていたこと、更に雇用変化に+0.31%程度の有意な正の影響を与えているがこれは主に卸小売など商業部門での雇用増加が影響していることを論証している。

Vig(2013)<sup>\*49</sup>は、債権市場における債権者保護制度と市場規模・特性の関係について、保護制度が借入れの容易化を通じて債権市場の規模拡大に貢献しているという見解と保護制度が不適切な清算のリスクを増加させ過大な流動性の偏差を生じているとの対立する見解について対処するため、インドで2002年に実施された破産手続制度改革による裁判手続を経ない迅速な担保保全・清算制度への転換と債権者保護の強化を「自然実験」と捉え、財務諸表公開企業23,533社を当該制度改革に影響を受けた固定資産比率の高い会社(上位1/3・7,661社)を処置群とし制度改革の影響を殆ど受けなかった低い会社(下位1/3・8,052社)を対照群に分けて業種別に制度改革前後での横断面前後差分分析(DID)による分析を試みている。当該分析の結果、制度改革の前後で総資産当有担保負債率及び総負債当有担保負債率は全体でそれぞれ4.4%・2.1%減少し、更に資産当総負債も5.7%減少したと推計され、EBIT・"TobinのQ"・企業別固定効果などを説明変数に用いた場合でも結果の頑健性が確認されることを報告し、当該制度改革による債権者保護制度が借入れの容易化を促す効果よりも不適切な清算のリスクを増加させる効果が上回ってしまい、インドの債券市場においてある種の信用収縮を招いていたことを論証している。

Baker and Bloom(2013)<sup>\*50</sup>は、社会的・経済的不確実性が経済に与える影響を分析する際に、経済的変動が不確実性と内生的関係にあり識別が困難である問題に対処するために、主要国で発生した自然災害・クーデターなどに起因した株価変動の分散増加を「自然実験」として捉え、企業の生産関数を仮定したシミュレーションやGoogle検索によるメディア記事数を操作変数(IV)とした回帰分析により、不確実性が実体経済に与える影響を分析している。具体的には(1)過去主要国で実際に発生した大規模自然災害・テロリズム・クーデター・革命などの政変が企業活動に与えた影響をこれらの要因別の株価の分散の変化を説明変数として、Cobb-Douglas型生産関数のTFP項に影響するとの仮定によるシミュレーション分析及び(2)社会的・経済的不確実性をもたらす事象についてのGoogle検索によるメディア記事数を操作変数(IV)とした回帰分析の2種類を試行し、不確実性の原因と発生国の組合せによる局所処置効果(LATE)を分析している。当該分析の結果、提示した4種類の要因による社会的・経済的不確実性は株価の分散の変化を介して国内総生産(GDP)に影響を与えていること、社会的・経済的要因による不確実性の1次・2次のモーメントは有意な影響を与えているが高次のモーメントは有意でなかったこと、操作変数(IV)を用いた推計の結果は最小二乗法(OLS)による結果より大きく後者は内生性の影響に基づく誤差を含んでいる可能性が考えられることを述べている。

Koudijs(2013)<sup>\*51</sup>は、証券市場における短期価格変動と情報の関係を分析する際に、情報源としての公的情報・私的情報の混在や情報に基づく変動と市場取引自体の流動性指向による変動の識別の困難性の問題に対処するために、18世紀のAmsterdamにおける英国

---

\*49 Vig(2012) 参考文献045を参照。

\*50 Baker and Bloom(2013) 参考文献046を参照。

\*51 Koudijs(2013) 参考文献047を参照。

銘柄の証券取引がLondon-Amsterdam間の週2便の通信船に情報源を依拠しており通信船が荒天により多頻度で遅延したことを「自然実験」として捉え、証券市場での短期価格変動を公的情報・私的情報や市場取引自体による変動要因に識別・分離して分析することを試みている。当該分析においては、Amsterdam・Londonの両市場で取引されていた英東インド会社・英国銀行などの証券価格の日報を試料として、欧州で大きな戦乱がなかった1771-77,83-87の期間における通信船の到着記録と上記英国銘柄証券価格との関係を時系列回帰分析及びVECMにより分析しLondon側の変動が(通信船により)遅延してAmsterdamに伝わり価格変動を生じていることを確認した上で、通信船の到着時系列とAmsterdam市場との系列相関、通信船到着が遅延している期間でのLondon市場とAmsterdam市場の価格変動の共分散及びAmsterdam市場の他銘柄の価格変動との共分散を分析することにより、Amsterdam市場での英国銘柄の価格変動が公的情報、私的情報及び市場取引自体の流動性指向のいずれにより説明されるかを分析している。当該分析の結果、当該市場においては通信船の到来と相関するLondon市場から伝わった公的情報が価格変動の50%程度を説明し、通信船が遅延している期間での変動に影響する要素のうち私的情報が25~35%、市場取引自体の流動性指向が最大で30%程度を説明すると推定されたことを論証している。

Agawal and Qian(2014)<sup>\*52</sup>は、消費者の一時的な所得増加に伴う消費・借入行動の変化について分析する際に通常的环境下では両者が内生的関係にあり識別が困難である問題に対処するため、シンガポールで2011年2月に突如実施が公表され4月に実施された成人1人当US\$428~624の個人向け助成金交付事業(Growth Divident Program)を「自然実験」として利用し、当該事業実施の公表以降の個人消費特に信販消費の変化及び信販借入の変化について約18万人に関する24ヶ月間の試料を用いた分析を行っている。当該分析においてはシンガポール人口の約40%を占める在住外国人が交付対象とならなかったことを利用し事業公表前の時点での同質性を確認した上で交付対象者・非対象者(在留外国人)をマッチングした試料により事業実施前後での横断面前後差分析(DID)を推計し、公表後の行動変化に対してラグ分布モデルを当てはめることにより信販消費・デビット消費・信販借入の変化について分析している。当該分析の結果として事業実施後10ヶ月累計で平均して+0.8に達する非常に高い限界消費性向の増加が観察されたこと、事業告知時点から交付までの2ヶ月においても信用消費を中心に+0.15程度の有意な限界消費性向の増加が観察され「広報効果」の存在が確認できること、消費の約75%が信販消費で残り25%がデビット消費であり信販借入はわずかな減少が認められるのみであったこと、消費者の反応には非常に大きな個人差が見られるが特に信販利用限度SG\$5,000以下の層とそれ以外で+0.7に達する限界消費性向の差が見られ、信用力が低く流動性の制約を受けている「低所得層」が非常に強く反応して消費を増加させたことを報告している。

Krishnan他(2014)<sup>\*53</sup>は、融資審査による流動性制約と中小企業の生産性の関係について、一般には企業単位での長期継続的試料を集めることが困難で融資の量・質と企業の生産性には内生的関係があり識別が困難である問題に対処するために、1994年に米国で銀行の州際での支店開設と業務規制が緩和され供給の増加により中小企業向けの融資条件が

---

\*52 Agawal and Qian(2014) 参考文献048を参照。

\*53 Krishnan, Nandy and Puri(2014) 参考文献049を参照。

大幅に改善された事案を「自然実験」として捉え、当該規制緩和前後で流動性制約を受けていた中小企業とそれ以外の中小企業の全要素生産性(TFP)を比較することにより流動性制約が中小企業の生産性に与えている影響を分析している。具体的には米国企業追跡データ(USLRD)の1976~2005年の試料を用い、1994年の規制緩和により流動性が大きく改善した米国中小企業庁支援基準(USSBA)を満たさない企業と流動性に変化がなかった当該基準を満たしている企業の全要素生産性(TFP)について規制緩和前後での変化に関する不連続回帰分析(RD)を行い、更に規制緩和時点を1年前に設定した「偽薬試験」(Placebo Study)を行って結果の頑健性を確認している。当該分析の結果、規制緩和による融資供給増加により流動性制約に直面していたUSSBA基準未達の既存企業について0.3%の有意な全要素生産性(TFP)の増加が生じたと推計され、新規立上直後期の中小企業だけでなく既存の中小企業においても適切な流動性の増加が生産性を向上させることを論証している。

### 1-2-3. 「自然実験」を応用した主要先行研究(2) 社会学・政治学他

「自然実験」を応用した社会学・政治学他の分野での主要先行研究については、以下の31例が挙げられる。

Zimmerman(2003)<sup>\*54</sup>は、高校生の成績に対し友人など周辺環境が与える影響("Peer Effect")について個人の選好と周囲からの影響が内生的で識別が困難である問題に対処するために、全寮制の米国Williams学校における初年度の同室者が入学時のSAT試験の成績に対しランダムに決定されていることを「自然実験」として捉え、本人と同室者のSAT試験の成績の組合せと卒業時点のGPA試験の成績を比較することにより、高校生の成績に周辺環境が与える影響について分析を試みている。具体的に2002年の入学者のSAT試験の成績などの特性と部屋の選択等がランダムであることを統計的に確認した上で、1990~2001年の毎年約500名の入学者のSAT及びGPA試験の成績試料などを用い、GPA試験の成績を本人のSAT試験の成績・同室者のSAT試験の成績・性別・人種・入学年次などを説明変数とした横断面回帰分析(CS)を行っている。当該分析の結果、同室者の英語のSAT試験の成績が高い場合にはGPA試験の英語の成績に対し有意な正の効果が認められるが、同室者の数学のSAT試験の成績は数学のGPA試験に対し有意な影響が認められなかったこと、当該効果は英語の成績下位15%の生徒が中位70%層と同質になった際に有意に成績が下がる形で観察されること、当該効果は本人のSAT試験の成績による影響に比べて小さいが統計的に有意であったことなどを報告している。

Edin他(2003)<sup>\*55</sup>は、移民の多くが大都市内の特定の地域に集中居住する現象について、言語・技能的に未熟な労働者の雇用が容易であるためとする解釈や多様な労働機会の付与と取引が可能となるためとする解釈など多様な解釈が存在し評価が分かれる問題について、スウェーデンで1985年から91年迄Stockholm周辺の住居不足のために実施された移民の無作為な地域割当制度を「自然実験」として捉え、移民の集中居住と労働需給への影響を分析することを試みている。当該分析においては、1987年から91年迄の期間において都市部の集中居住地域に配分された移民と地方部に配分された移民それぞれ3,000人を処置群とし1987年以前に到着した移民を対照群とした上で、移民の到着後2年目から8年目

---

\*54 Zimmerman(2003) 参考文献050を参照。

\*55 Edin, Frederiksson and Astund(2003) 参考文献051を参照。

迄の年齢・性別・学歴・家族構成・元国籍及び年収などの公的統計値を用いた前後差分分析及び横断面前後差分分析(DID)、更に配分先の都市を操作変数(IV)とした回帰分析を行い、年収と集中居住地域への居住有無の関係を分析している。当該分析の結果、移民の居住地域においては顕著な「近隣効果」が存在し特に低学歴移民において集中居住地域への居住が年収に有意な正の影響を与えていること、平均年収の高い又は自営比率の高い「質の高い」集中居住地域への居住は移民の年収に有意な正の影響を与えていること、こうした集中居住地域の年収に対する効果は移民後の累積時間と相関があり5年後から顕著に大きくなることなどを報告している。

Gould他(2004)<sup>\*56</sup>は、初等教育が青年期での能力形成に与える影響を分析する際に多くの場合個人・世帯の属性と学校選択が居住地域や学校の属性と内生的に決定されている問題に対処するために、1991年にエチオピアからイスラエルに移民しランダムに国内居住地や子弟の学校が割振られた1.5万人のエチオピア系ユダヤ人移民の発生を「自然実験」として捉え、当該移民子弟の高校での学業成績を追跡調査することにより初等教育と青年期での能力形成の関係を分析している。具体的には当該移民がエチオピアでの政変に伴い36時間以内に全員が携行荷物なしの身一つでイスラエルに移送されランダムに国内居住地を割振られ近隣の小学校が無差別に子弟を受入れたことを記録から確認し更に世帯所得・両親の学歴・地域別大学進学率などを用い受入小学校の割振がランダムと見なせることを統計的に確認した上で、エチオピア移民が到来する直前での受入小学校別の算数・国語の平均成績を小学校側の質的水準の説明変数として当該子弟の高校中退率や大学入学試験合格率をProbitモデルを用いて横断面回帰分析(CS)している。当該分析の結果、移民直前で算数の平均点が高かった小学校の卒業者は留年率が低く大学入学試験合格率が有意に高いが、国語(ヘブライ語)の平均点が高かった小学校の卒業者については留年率以外に有意な関係が見られなかったことを報告している。

Hotz他(2005)<sup>\*57</sup>は、米国において10代で青年期出産した女性の就学・賃金など成人後の生活環境について分析する際に当該女性が出産前に属していた家庭の社会・経済的環境の影響と青年期出産による出産後の影響が直接識別できない問題に対処するために、10代で妊娠した女性全体を試料とし自然流産を「自然実験」とした分析により青年期出産と成人後の生活環境の関係について分析している。当該分析においては米国のNYLS-79による公的統計値で追跡調査対象となっている女性のうち18歳迄に妊娠したことのある1,042人を出産778人・人工中絶192人及び自然流産72人の3群に分け、自然流産した女性の群が属していた家庭の社会・経済的変数(世帯所得・母親学歴・片親家庭率など)から見て他の群に対してランダムと見なせることを確認した上で、自然流産の有無をダミーとして用いた回帰分析及び当該ダミーを操作変数(IV)とした回帰分析により成人後の就学・労働時間・賃金などの生活環境について分析を行っている。当該分析の結果、出産前に属していた家庭の社会・経済的環境を説明変数として管理した場合には多くの成人後の生活環境に対する青年期出産の負の影響は有意でなくなること、更に追跡調査の時点別資料に対し操作変数(IV)を用いた分析結果から有意な負の影響がある就学・労働時間などの項目についても数年で有意な負の影響が消えていることを示した上で、米国において青年期出産を社会的

---

\*56 Gould, Lavy and Paserman(2004) 参考文献052を参照。

\*57 Hotz, McElroy and Sanders(2005) 参考文献053を参照。

問題の原因として有害視する議論に疑問を呈している。

Lassen(2005)<sup>\*58</sup>は、選挙における投票率への投票者側が持つ情報による影響を分析する際に、投票者の情報獲得行動自体が観察できない他の要因によって内生的に決定されている可能性や投票費用が影響している可能性がある問題に対処するため、2000年にデンマークのCopenhagen市で行われていた市内15区のうち4区への行政権限区移管実験の継続是非に関する投票がデンマークのEURO圏加入の是非を問う国民投票と同時に行われた事案を「自然実験」として捉え、投票に関する追加的費用がほぼ0の条件下で、投票者が得ている行政情報に個人差がある状態での投票率の差異を分析することによって情報による影響を推計することを試みている。当該分析においては、投票後に市当局によって行われた行政権限区移管実験に関する電話調査に基づく約2,000人の試料を、年齢・学歴などを説明変数とするProbitモデルにより推計した処置率を用いた処置率マッチングによる回帰分析及び実験が行われた4区を操作変数(IV)とする回帰分析を用いて分析を行っている。当該分析の結果、電話調査において行政権限移管実験について明確な意見を述べ「十分な情報を持っている」と推定された個人においては、回帰分析の方法によらず投票率が相対的に約20%有意に高いこと、当該「十分な情報を持っている」個人と学歴の間に非常に強い相関があることを述べている。

Hyde(2007)<sup>\*59</sup>は、発展途上国・移行経済国などにおける民主的選挙に関する国際監視団が選挙結果に与える影響について、一般に不正のない選挙と国際監視団の招聘は内生的関係にあり国単位・選挙単位では識別が困難である問題に対処するため、多くの不正が指摘されている2003年のアルメニア大統領選挙において招聘された国際監視団が投票所を概ねランダムに訪問・監視していた事案を「自然実験」として捉え、投票所毎の与党得票率とその分布から国政監視団の存在が民主的選挙に与える影響について分析している。当該分析においては、国際ジャーナリズムなどから大規模な選挙不正が行われたと糾弾されている2003年大統領選挙を題材に、同国外務省が招聘した国際監視団が投票所リストのみを交付され随意に監視対象を選定でき概ねランダムに巡回監視を行っていたことを記録から確認した上で、当該選挙での2回の投票において国際監視団が訪問した全体の43%に当たる748投票所と全く訪問がなかった755投票所での政権与党(Kocharian候補)側の得票率を用いて直接比較及び横断面回帰分析(CS)による分析を行っている。当該分析の結果から、監視対象の投票所では監視対象でなかった投票所より政権与党得票率が第1回答表では5.9%・第2回投票で2.0%有意に低く、2回の投票のうち1回でも訪問・監視があった投票所では得票率が4.4%有意に低く逆に2回とも訪問・監視がなかった投票所では4.5%有意に高く前回の訪問・監視による「記憶効果」が認められること、また両者での得票率の確率分布密度の比較から監視対象でなかった投票所では一部で不自然に投票率が高い「双峰型」になっており、従って国際監視団の訪問・監視は有効に投票日における選挙不正を抑制する効果を持っていたことを論証している。

Ho and Imai(2008)<sup>\*60</sup>は、氏名アルファベット順など選挙における候補者名簿の順番が有権者の投票に与える影響(「順序効果」)を分析するため、米国California州で1975年に

---

\*58 Lassen(2005) 参考文献054を参照。

\*59 Hyde(2007) 参考文献055を参照。

\*60 Ho and Imai(2008) 参考文献056を参照。



導入された候補者名簿配列のランダム化処理を希有なる「ランダム化された自然実験」として捉え、実験室での管理実験における現実再現性の欠落の問題や統計的分析での潜在的偏差の問題を解消する優れた分析手法であると評価しこれを用いた分析を行っている。当該分析においては制度導入後の名簿による配列処理のランダム性を改めて統計検定した上で1978年から2002年迄の延べ80回の選挙での80の選挙区における473人の候補者の得票率を所属政党・性別などの個人属性を説明変数として候補者名簿の順番が1番であった候補者の得票率に2番目以降の他の順番の候補と有意な差があったか否かを横断面回帰分析(CS)により分析している。当該分析の結果、選挙全般において二大政党に属さない独立系候補又は超党派候補は名簿の最初に配列された場合約2%の「順序効果」があり、更に候補者の知名度が低い予備選挙では二大政党の候補であっても1~2%の「順序効果」が認められ、これらの効果については有権者の候補者に関する情報収集費用が影響していると推定されることを述べている。

Krasno and Green(2008)<sup>\*61</sup>は、米国大統領選挙の投票行動とテレビ広告の回数・内容について分析する際に投票後の聞き取り調査を用いた分析では対象者の記憶違いや他の広告媒体などによる影響が混在している可能性が考えられる問題に対処するために、2000年の大統領選挙において同一の州内であってもテレビ局の営業地域が異なる関係上から放送された広告回数が2桁も異なる地域が存在していたことを「自然実験」として捉え、地域別の実際の投票率を基礎とした投票行動とテレビ広告の関係を分析している。当該分析においては、米国大陸部48州を2つ以上の異なるテレビ局が放送区域としている128地域に再分類した上で、投票日前3週間でのテレビ広告調査会社(CMAG)による視聴度数指数(特定の広告の視聴率x視聴頻度)と人口当投票率の関係を同一州内の隣接する放送区域間で比較する不連続回帰分析(RD)を用いて分析を行っている。当該分析の結果、単純な視聴度数指数と投票率には関係があるように見えるが、州別の固定効果や過去の大統領選挙の投票率、広告の内容(いわゆる"Negative Campaign"か否か)、選挙期間中の候補者の該当地域訪問回数・「草の根」支援活動の存在などを説明変数に加えた場合には簡単に結果が覆り有意でない結果が得られ、少なくとも投票日3週間前の期間でのテレビ広告の回数・内容は大統領選挙の投票率に有意な影響を与えていたとは言えず、最大限に見積もっても投票者1人を限界的に投票させるためにUS\$200-程度が掛かる非常に非効率な広告手法であったことを報告している。

Kirk(2009)<sup>\*62</sup>は、米国での受刑者の再犯と受刑前後の居住地の関係について通常の状態では元受刑者などの釈放後の居住地の内生的選択により偏差のない分析が困難であるが、2005年8月に米国南部を襲ったKatarina台風に伴い各刑務所で仮釈放が行われると同時に元受刑者が多く居住する"Home"と呼ばれる地域が被災し居住不能となった事象を「自然実験」として捉え、当該台風による被災後のLouisiana州での仮釈放者(但し刑法上釈放後も居住地を制限される性犯罪者を除く)の再犯率と居住地の関係について分析を行っている。具体的には同州で性犯罪者以外で仮釈放された者約1,500人づつを2001-02,2003-04(台風被災前)及び2005-06(台風被災後)の3群について試料とし、釈放後に収監前の居住地と異なる地域に居住したか否か及び台風被災後の識別ダミーの積を操作変

---

\*61 Krasno and Green(2008) 参考文献057を参照。

\*62 Kirk(2009) 参考文献058を参照。

数(IV)として用いて第一段階の回帰分析を行い、更に人種・性別・既未婚・初犯などの個人に関する説明変数及び移住先の失業率・賃金・家賃などの地域に関する説明変数を用いて第二段階の回帰分析を行うことにより、仮釈放者の居住地域の変更と再犯による1年以内の再収監率の関係を推計している。当該推計の結果から州内でも犯罪発生率の高いOrleans郡が激しく被災し仮釈放者が居住地域の変更を余儀なくされた結果、個人や再移住先の属性と無関係に居住地域を変更した仮釈放者について50~70%に達する有意な再収監率の低下が観察され居住地域が再犯に大きく影響していたことを報告している。

Drago他(2009)<sup>\*63</sup>は、刑法による懲役刑の量刑と犯罪抑止力の関係を分析する際に、一般に量刑が個々の犯罪者の属性や犯歴などに応じて決定され両者の直接的な識別が困難である問題に対処するため、2006年にイタリアで施行された包括特赦法により法施行以前に収監された囚人のうち殺人犯・組織犯(マフィア)以外の懲役年数を残り刑期に応じ一律に最大3年輕減するが5年以内に刑法犯罪を再犯した場合には当該輕減分が量刑に自動的に加算されるという特異な措置を「自然実験」として捉え、偶然にも釈放されたが再犯時の量刑に加算が予定されている元囚人の再犯挙動を調べることによって量刑と再犯の関係を分析している。具体的には当該特赦により社会復帰した20,950人の元囚人の再犯の有無について、輕減された残り刑期(再犯時に将来加算される刑期)・特赦前の本来の刑期・国籍・年齢・性別及び犯罪種別などの属性を説明変数としLogitモデルを用いた横断面回帰分析(CS)を用いて分析を行っている。当該分析の結果、輕減された残り刑期(再犯時に将来加算される刑期)は再犯率を約1.3%有意に低減させているが他の大部分の説明変数は有意でないことを示し、更に試料を年齢・性別・犯罪種別などに分割した場合でも同様であった結果が頑健であることを示した上で、少なくとも再犯については量刑の多寡が抑止力として有効に機能していることを論証している。

Meng and Qian(2009)<sup>\*64</sup>は、1959~61年に中国で発生した大飢饉の長期的影響について分析する際に避難・移住による測定誤差や再帰的影響による地域的内生性や観察可能な生存者の選択偏差の問題などによって正確な識別が困難である問題に対処するため、当該飢饉が政府の過剰徴収が原因で通常の飢饉と異なり穀物生産の多い穀倉地帯で選択的に発生し特異的に出生率が低くなっていることを「自然実験」として捉え、胎児期及び幼少期に飢饉を経験した世代の健康・就学・就労への長期的影響を分析している。当該分析においては、中国の1990年国勢調査の結果・1989年国民健康調査及び1997年農業統計による穀物生産指標を郡・省別に整理した統計値を用い、胎児期及び幼少期に飢饉の影響を強く受けた穀倉地帯・世代のダミーを操作変数(IV)とし地域・世代に固定効果を設けた地域・世代層別の2段階最小二乗法(2SLS)による回帰分析により分析を行っている。更に生存者が観察できない欠落変数により選択・決定されていた可能性(結果指標の低い層が死亡してしまい観察できない可能性)に対処するため、文化大革命期の都市部出生世代を試料から除くとともに、四分位回帰分析や四分位操作変数(IV)の考え方を応用し健康・就学・就労などの結果指標の分析において上位10%での結果のみを比較に用いている。当該分析の結果、胎児期及び幼少期に飢饉の影響を受けた世代はいずれも体格が有意に小さく、30年経過した時点での長期的影響として胎児期の世代で就学率が8.6%・幼少期の世代で就労時間

---

\*63 Drago, Galibiat and Vertova(2009) 参考文献058を参照。

\*64 Meng and Quian(2009) 参考文献060を参照。

が13.9%有意に低くなっていることを示している。

Bhavnani(2009)<sup>\*65</sup>は、政治的公平性の確保手段として実施されている議席指定制度が制度廃止後もなお対象議員の当選に有利に働いているか否かを分析する際に、通常は指定制度が廃止されることは稀でありまた議席毎の特性に差違があり政党側による候補者の最適化の懸念がある問題について、インドで実施されている地方議会選挙で約1/3の議席をランダムに女性指定議席とする制度を「自然実験」として利用し指定が終了した議席における女性議員の当選比率を比較することによって議席指定制度の廃止後の効果を推計している。当該分析においては女性議席指定がランダムに実施されていることを前提として、Mumbai市の1997年の選挙で女性指定議席とされ2002年の選挙で指定が解除された37議席における女性議員当選率を処置群、いずれの選挙でも指定が行われなかった81議席での女性議員当選率を対照群とした横断面分析(CS)により分析を行っている。当該分析の結果、Mumbai市の2002年の選挙において1997年に女性議席指定が行われた議席での女性当選率は相対的に17.9%有意に高くなっており制度廃止後もなお女性議員の当選が有利となっていることを論証している。更に当該「廃止後効果」について2002年の女性議員当選率を議員の属性別にLogitモデルを用いて分析し現職効果や女性人材拡大効果などが「廃止後効果」を形成していることを述べている。

Apestequia and Palacios-Huerta(2010)<sup>\*66</sup>は、実験室実験では再現性を確保することが困難な非常に強い心理的圧力が競争的環境での個人の成果に与える影響を分析するために、プロサッカー勝抜戦の同点PK(KFPM)で審判の投げたコイン表裏で勝った側が先攻・後攻を決定できる点を「ランダム化された自然実験」と捉え、先攻を取られた状況下での心理的圧力が後攻の選手の成果(得点)に与える影響を直接的比較による統計的手法を用いて分析している。具体的には1970年～2008年に行われたワールドカップ(FIFA)・欧州リーグ(UEFA)などでの269回のKFPMの結果記録を試料として、先攻・後攻の決定がチームのFIFA順位・UEFA順位などと無関係でランダムと見なせることを確認した上で、先攻が約60.5%の勝率にあり心理的圧力下にある後攻が有意に不利であること、更に勝敗に対してLogit/Probitモデルなどを当てはめて先攻か否か・試合地とチーム所在地の関係(Home/Away/Neutral)・チーム等級・決勝戦か否かなどを説明変数として分析した結果においても先攻が有意に勝利に寄与しているが他の説明変数はいずれも有意でないこと、特に先攻に1点取られた状況下での後攻の得点率が有意に低くなることを報告し、当該設定においては強い心理的圧力が競争的環境での個人の成果に負の影響を与えていることを論証している。

Coupe他(2010)<sup>\*67</sup>は、欧州の大学における研究の質的評価において「査読による評価」や「論文数による評価」と並んで多く採用されている「論文引用件数による評価」について、内容が質的に優れているため引用されているのか単に最初の論文が読者の目を引き良く読まれているために引用されているのかを識別するため、一部の巻においてアルファベット順を採用している欧州経済学会誌(EER)を「自然実験」と見なし、アルファベット順でない巻やアルファベット順を採用していない米国経済学会誌(AER)の1975年から97年の論文

---

\*65 Bhavnani(2009) 参考文献061を参照。

\*66 Apestequia and Palacios-Huerta(2010) 参考文献062を参照。

\*67 Coupe, Ginsburgh and Noury(2010) 参考文献063を参照。

の掲載順序別引用件数を比較することにより、論文引用件数が本当に当該論文の質的優良性を示す指標として適切と言えるか否かを比較・検証している。当該比較・検証の結果、欧州経済学会誌(EER)でアルファベット順を採用する巻の最初の論文は他の順番の論文より引用数が多く、更に記事分量・著者数・発行からの年数などを説明変数としてPoisson分布を当てはめ回帰分析した結果、アルファベット順を採用するか否かにかかわらず欧州・米国経済学会誌(EER・AER)において最初の論文は他の順番の論文より有意に引用数が多くなっていることを論証している。このうちアルファベット順を採用している巻・採用していない巻の最初の論文での限界効果の比が1.93:2.78であることから、論文引用数の2/3程度は順番による効果であり残りの1/3が内容の質などによる効果であると推定し、研究の質的評価において「論文引用件数による評価」は定量的基準ではあるものの必ずしも質的評価につながらない場合があることに注意が必要であることを述べている。

Zhang and Zhu(2011)<sup>\*68</sup>は、個人が無償で準公共財形成に労働を投入する行為と当該準公共財の利用者規模の関係を要因を分けて分析するため、中華人民共和国からの中国語Wikipediaへのアクセスが当局の「長城システム」により北京オリンピックと前後して2005年10月から断続的に5回遮断され合計約2年間利用不能となった事件を「自然実験」として利用し、当該遮断により推定利用者規模がほぼ半減した際の中国語Wikipediaへの編集作業の実施者数及び実施度数を試料とした計量分析を実施している。中国語Wikipediaの編集記録による台湾・シンガポールなど非遮断利用者の編集履歴を用いた横断面前後差分分析(DID)などの分析により、非遮断の編集利用者が中国語Wikipediaを編集する頻度が遮断による利用者規模の減少に伴って有意に低下していることを報告している。当該分析の解釈において中国語Wikipediaの準公共財としての特殊性や中国語利用者間での社会的交流効果や動機の関係が未解明である点に注意を要する旨を指摘している。

Lai他(2011)<sup>\*69</sup>は、学校及び教師の質が生徒の学術成績に与える影響を分析する際に、学校側の入試選抜と生徒側の志願先選択の関係を通じて学校と生徒の対応関係が内生的に決定されている問題に対処するために、1998年に北京東区で導入され1999年に市内全域に拡大された中学校入試の選抜制度から学区別籤引割当制度への政策変更を「自然実験」として捉え、1999年入学時に籤引の対象となった生徒4,717人の2002年における試験成績とその在籍中学校24校の教員600人の資格ランク(4段階)などの関係を分析している。当該分析においては、志願時に割当員数が超過しておらず自動的に入学を許可された生徒や転校生など籤引の対象でなかった生徒を対象試料から除外しMonte Carlo法により生徒の属性に関する試料のランダム性を確認した上で、生徒の試験成績にパネルデータ分析の固定効果モデルを当てはめた際の固定効果の係数に、学校別の教員資格ランク分布・両親の年収・生徒教員比・校庭面積などを説明変数とした横断面回帰分析(CS)を行い、両者の関係が統計的に有意か否かを分析している。当該分析の結果、生徒の試験成績の前後比較の結果から政策変更前は学校別の成績は主として生徒側の志願先選択で決定されていたこと、政策変更後では中学校教師の上位資格ランク保有者比率が全ての科目の試験結果に対し有意な正の効果を持つことが観察されるが、経験年数に対しては中国語など幾つかの科目で有意な負の影響が観察され、高齢教員への過負荷による質的低下が疑われることを報

---

\*68 Zhang and Zhu(2011) 参考文献064を参照。

\*69 Lai, Sadoulet and Janvry(2011) 参考文献065を参照。

告している。

Montalvo(2011)<sup>\*70</sup>は、2004年3月にスペインの首都Madridでイスラム系過激派による大規模な爆弾テロが発生しその直後に行われた総選挙で野党社会党が勝利して政権交代が生じたが、事後的な世論調査の結果では爆弾テロは投票行動への影響がなく野党が勝利すべくして勝利したとの見解と爆弾テロが投票行動に影響を与え与党の中東派兵政策への批判的意見を惹起したとの対立見解が存在する問題に対処するため、海外在住者による郵送不在者投票が爆弾テロの前に締切られていることを「自然実験」として利用し、爆弾テロ後に行われた州別通常投票の結果を処置群とし海外郵送不在者投票の結果を対照群とした爆弾テロの投票行動への影響に関する比較分析を試みている。当該分析においては1993年から2000年迄の3回の総選挙での通常投票と海外郵送不在者投票の結果から共通平行性を確認した上で横断面前後差分析(DID)を試み更に2000年に架空の「爆弾テロ」を想定した偽薬試験(Placebo Study)を行うとともに、Abadie and Gardiazabal(2003)などによる「合成対照群」の手法を用いて結果の頑健性を確認している。当該分析の結果、横断面前後差分析(DID)により-0.61、「合成対照群」を併用した横断面前後差分析(DID)により-0.55の有意な爆弾テロによる与党得票率の大幅な低下が生じたと推計され、爆弾テロがなければ2004年の総選挙において野党が勝利し政権交代が生じることにはなかつたと結論づけている。

Fukumoto and Horiuchi(2011)<sup>\*71</sup>は、従来の政治学では注目されてこなかった選挙目的での架空・不正な住民移動による選挙不正について一般には住民の移動の目的が不詳であり不正の識別が困難である問題に対処するために、2003年4月に日本で行われた統一地方選挙で首長・議員の死亡・辞職などの理由により当該選挙日に統一的に選挙を行わなかった市町村が存在することを「自然実験」として捉え、選挙前後での住民異動数を比較することにより当該類型での選挙不正を識別することを試みている。具体的には当該統一地方選挙で首長又は議会選挙を行った市町村1,794を処置群とし行わなかった市町村1,311を対照群として選挙前後計36ヶ月での住民移動数を試料とした横断面前後差分析(DID)を行い、選挙直前の転入増と直後の同規模の転出増など明らかに選挙目的と推定される住民異動が存在したか否かを推計するとともに、対象を市部・町村部に分けた結果などを用いて頑健性を確認している。当該分析の結果、2003年4月の選挙に有効な投票権を得るための住民移動の最終期限である2003年1月において統一地方選挙を行った市町村では約111人の有意な住民の転入増が見られ選挙後の2003年12月・2004年1月にほぼ同規模の有意な住民の転出増が観察されたこと、当該選挙前後での転入増・転出増は市部より町村部で顕著であったこと及び当該人数は限界的な当落線上の候補者の結果を覆すに足る数であったことを報告し、明らかに選挙目的の住民移動による選挙不正が行われていたことを論証している。

Silveira and Mello(2011)<sup>\*72</sup>は、選挙における得票率とテレビ・ラジオなどの選挙広告の関係について分析する際に広告投資と当選確度の内生性や観察できない要因による脱変数の問題に対処するため、ブラジルの知事選挙においてテレビ・ラジオの広告時間が選

---

\*70 Montalvo(2011) 参考文献066を参照。

\*71 Fukumoto and Horiuchi(2011) 参考文献067を参照。

\*72 Silveira and Mello(2011) 参考文献068を参照。

拳当局により厳密に管理されており1回目の投票迄は政党議席数比例で過半数得票者がいない場合2回目の投票迄は上位2候補に半分ずつ割当てられる事案を「準・自然実験」として捉え、テレビ・ラジオなどによる選挙広告と得票率の関係について分析を行っている。当該分析においては1998～2006年の知事選で2回目の投票が行われた18州34選挙の候補者別得票率を試料として、同一の候補者の1・2回目の投票における得票率の差と各回のテレビ出演時間の差の関係を横断面前後差分析(DID)により分析し、更に上位2候補の得票率が最初から高い選挙か否か(接戦性)や都市部州・地方州の差(地域性)を識別した試料を用いて頑健性を確認している。また当該分析とは別途に選挙資金の多寡、第三極候補者の挙動など結果に影響を与え得る要因について検証・確認を行っている。当該分析の結果、2回目の選挙に残った候補者のテレビ出演時間による得票率増加効果は限界的に0.27程度と推計され、接戦性・地域性を管理した試料においても同様の結果が得られることから、ブラジルにおいて候補者毎の特性を管理した場合にはテレビ出演時間が選挙における得票率に非常に大きな正の影響を与えていたことを示している。

Guyon他(2012)<sup>\*73</sup>は、中学校入学時における入試選抜制が生徒の成績に与える影響を分析する際に、一般には入試選抜の有無が地域により異なり純粋な選抜による効果と生徒の地域的属性による効果が識別できない問題に対処するために、古くから公立中学校で入試選抜制を用いている北アイルランドで1989年に制度改正が行われ選抜校の入学定員が15%増加した事案を「自然実験」として捉え、入学時での入試選抜制度が卒業時での大学入学試験の合格率に与える影響を分析している。当該分析においては当該制度改正前後の世代における北アイルランド全学生の大学入学資格試験(GCSE)の合格有無など達成度の試料を学生数がほぼ等しい23学区別に整理した上で、制度改正以降の学生ダミーを操作変数(IV)として用いた回帰分析、制度改正前後での合格者数の差の前後差分析(BA)及び地域別での合格者数を用いた横断面前後差分析(DID)を行った分析を選抜校・一般校別に試行している。更に横断面前後差分析(DID)での系列相関の可能性など頑健性を確認するために異なる時点での試料を用いた試行を行っている。当該分析の結果としていずれの方法論を用いた場合でも同様の結果が得られ、選抜校の入学定員が10%増加した場合には選抜校からの大学入学資格試験合格者数は16歳で4%・18歳で7%有意に増加する正の外部効果が認められたが、入試選抜に漏れた生徒が入学する一般校においては両者とも有意な負の外部効果が認められたことを報告している。

Legewie(2013)<sup>\*74</sup>は、移民に対する社会的認識とその増幅過程が受入地域側・移民側の属性により内生的に決定されている可能性がある問題に対処するため、欧州9ヶ国65地域における中東系移民に対する社会認識調査(ESS)の実施期間中の2002年に偶然発生し欧州人200人以上が犠牲となったインドネシア・Bali島でのイスラム系組織による爆弾テロ事件を「自然実験」として、テロに関する情報が欧州での中東系移民への認識に与える影響変化とその増幅過程について定量的に分析した結果を報告している。当該分析において、テロを挟んだ処置群・対照群試料選択の妥当性を評価するため試料を22変数のマッチングにより処理しRubin(2001)による規格化した平均値の差が0.25以内及びImai他(2008)による分散の比が0.5から2.0の範囲内との判断基準の両方を満たしていることを確認した

---

\*73 Guyon, Maurin and McNairy(2012) 参考文献069を参照。

\*74 Legewie(2013) 参考文献070を参照。

上で、同一地域における当該事件直前の調査対象を対照群とし事件直後の調査対象を処置群とした横断面前後差分析(DID)の方法により分析している。更に当該結果を2004年に起きたスペイン・Madridでの同様のテロを挟んだ欧州世論調査("Eurobarometer")の結果を用いて検証し比較分析を試みている。当該一連の分析結果から、欧州においてイスラム系組織によるテロに関する情報が中東系移民に対する負の認識を生じた地域が限定されること、当該認識が増幅される要因として失業率が悪化しているポルトガル・ポーランド・フィンランドなどの地域において負の認識の増幅効果が特徴的に観察され、次いで該当地域での移民人口が大きい地域、移民との個人的接触機会が少ない地域において増幅効果が大きくなること、他方でテロの影響が有意でなくなる迄の期間は最長のポルトガルにおいて3週間程度であったことを報告している。

Hainmuller and Hangertner(2013)<sup>\*75</sup>は、移民の受入や帰化に関する受入地域側の否定的行動の要因を分析する際に、一般には移民個人の属性や受入側の社会的・経済的背景・特性など多くの要因が複雑に混在し識別が困難である問題に対処するために、スイスにおいて2003年の最高裁による違憲判決(拒絶理由不開示の違憲性判断)迄の期間に帰化審査が国・州・自治体の3段階で申請者の国籍・社会的地位・職業・語学力・犯歴等の属性情報に基づき自治体住民の直接投票で決定されていたことを「自然実験」として利用し、移民の帰化に対する否定的行動と申請者側の属性及び審査する自治体側の特性の間の関係を分析している。具体的にはスイスの自治体のうち1973～2003年に住民の匿名直接投票により帰化の是非を決定していた44自治体(人口比で4%)が他の自治体(人口比で96%)と人口・帰化率・失業率などに有意な差がないことを確認した上で、これら自治体での2,429の帰化審査投票事例において、事前に住民に配布された審査資料に記載された申請者属性を説明変数とした横断面回帰分析(CS)により分析を行っている。当該分析の結果、帰化申請の拒否率の大部分は申請者の国籍で説明され、特に旧ユーゴスラビア・トルコ系及び旧東欧地域からの移民で拒否率が極端に高くなっていること、国籍以外では失業状態の移民の拒否率が高いが言語的能力は殆ど影響を与えていないことなどを報告している。更に自治体規模や投票方式を区分した再計測や、旧ユーゴスラビア・トルコ系申請者と西北欧系申請者を職業・語学力などでマッチング処理した試料を用いた再計測及び直近の選挙における反移民右翼政党(SPP)の得票率などを説明変数に加えた再計測などを行い結果の頑健性を確認している。

Klusener他(2013)<sup>\*76</sup>は、欧州西部において旧西ドイツ地域がベネルクス三国・北欧などと比べ特異的に出生率が低い問題についてその要因が家族に関する文化・生活様式の問題であるのか幼児保育制度など社会制度の差異にあるのかを識別することが困難である問題に対し、ベルギー東部の2郡が第一次世界大戦の結果ドイツから割譲されドイツ語・ドイツ風生活様式を保っている約7万人のドイツ系ベルギー人が現在も居住していることを「準・自然実験」として捉え、一般(ドイツ系以外)ベルギー人・ドイツ系ベルギー人・旧西ドイツ人の3集団の出生率を比較することにより出生率格差の要因についての分析を行っている。当該分析においては両国の国勢調査の試料を用い上記3集団について生活文化・様式が急変し旧西ドイツ地域での出生率が急落した第二次世界大戦を挟む1935～1959年生ま

---

\*75 Hainmuller and Hangertner(2013) 参考文献071を参照。

\*76 Klusener, Neels and Kreyenfeld(2013) 参考文献072を参照。

れの女性の子供の有無に対しLogitモデルを適用し更に子供の数に対し順序Probitモデルを適用した結果を比較して横断面回帰分析(CS)を行っている。当該分析の結果、第二次大戦の前後を通じた生活文化・様式の急変と無関係にドイツ系ベルギー人の出生率は一般ベルギー人とほぼ同様で2.0近い出生率を保っており、旧西ドイツ人での第二次世界大戦後の出生率の1.6未満への低下とは大きく乖離していることを確認し、当該旧西ドイツ地域での出生率の特異的な低下は両国の社会制度の差異に起因すると推定されることを述べている。

Healy and Malhorta(2013)<sup>\*77</sup>は、幼児期の社会的体験が成人後の政治的立場に与える影響について、政治的立場が成人迄の過程での様々な要因に影響されて決定され識別が困難である問題に対処するために、幼少期の家庭における兄弟姉妹の構成を「自然実験」として捉え、幼少期の家庭内での社会的体験が成人後の政治的立場に与える影響について分析している。当該分析においては、米国のNLSY・PSPの2種類の追跡データによる家族構成とANESによる政治的立場・支持に関する情報を突合した試料を用い、兄弟姉妹数と人種・所得等の間に相関がなくランダム化されていることを確認した上で、成人後の政治的立場と幼少期の兄弟姉妹構成の関係をこのうち姉妹の比率を操作変数(IV)として用いた回帰分析により分析している。当該分析の結果、幼少期に妹を家族に持っていた男性は政治的に保守的支持層となる傾向が有意に高いが、女性については兄弟姉妹の性別と政治的支持層の間に相関が見られないこと、特に妹を家族に持っていた男性においては家族内の性別による役割分担に関して保守的な政治的傾向を持っていることを述べている。

Loewen他(2014)<sup>\*78</sup>は、国会議員の本来業務である法案提出活動と選挙での当否の関係について、法案内容や議員の個人的資質あるいは選挙情勢など様々な外的要因の影響により両者の直接的関係の観察が困難な問題に対処するため、カナダ下院で2004年に導入された閣僚以外の議員への籤引きによる個別法案・声明案提出の優先順位決定制度を「自然実験」として捉え、籤に当たって独立に法案を提出した議員とそうでない議員の選挙における得票率を比較することによって両者の直接的因果関係について分析することを試みている。当該分析においては、当該籤引きが与党・野党別や議員の性別・当選回数などの分布から見てランダムに行われている点及び籤引きと議員引退の間に相関がないことを確認した上で、2004～2008年に閣僚でなかった議員のうち、籤引きの結果を高順位を獲得した165名の議員(内生的選択の影響を回避するため籤引きによる権利を放棄した者16名を含む)とそうでない239名についての選挙得票率を直接比較及び横断面回帰分析(CS)により比較し、立法成功率の高い与党の議員については5.3%の有意な正の得票率の差異が観察されたが野党の議員については有意な差が観察できなかったことを報告している。更にメディア露出回数・選挙対立候補の強さ・選挙資金寄付額などの説明変数を加えても当該結果は同様であり、前回選挙得票率・与野党ダミーなどを説明変数とした回帰分析によってもその頑健性を確認されたことを述べている。

Ferwarda and Miller(2014)<sup>\*79</sup>は、アフガニスタンやイラクなど政治的分権が行われておらず戦時統制下にある地域でのテロなどの抵抗運動と外部統治体制の関係について分

---

\*77 Kelly and Malhorta(2013) 参考文献073を参照。

\*78 Loewen, Koop, Settle and Fowler(2013) 参考文献074を参照。

\*79 Ferwarda and Miller(2014) 参考文献075を参照。



析する際に、テロなどが多い地域と外部統治体制の強度の間には内生的関係があり直接的な識別ができない問題に対処するため、第二次世界大戦初期の1940~42年の間にフランスがNazisドイツ直轄地域とVichy政権統治地域に分割されたことを「自然実験」として利用し、両統治地域の分割線で分断された郡であって国境に接しておらず両側に十分な数の市町村が含まれる4郡での抵抗運動による破壊活動・総業発生件数を分割線境界を用いた不連続回帰(RD)により分析し、政治的分権の有無による抵抗運動と外部統治体制の関係を分析している。具体的には4郡での市町村毎に鉄道駅からの距離・郵便局の有無・農地面積比率・人口密度などを変数とした比較により分割線から5km以内の市町村については分割がランダムに行われていたと見なせることを確認した上で、破壊活動・総業発生件数を不連続回帰(RD)により比較し破壊活動は43:15で総業は83:22といずれもNazisドイツ直轄地域の市町村の方が有意に多くVichy政権地域特に与党右翼政権支持層の多い市町村で少なかったことを示している。更に当該結果の頑健性を確認するため、両地域において統計的に見てランダムと見なせる分割線を設けて市町村を分割した偽薬試験(Placebo-Study)及び分割線近傍での市町村のマッチングを用いた比較による確認を実施している。

Galiani and Torrens(2014)<sup>\*80</sup>は、不適切な立法府での議席数配分による地域別の租税負担・地方交付金の不均衡などの問題を分析する際、こうした不均衡などの問題が他の社会的・経済的要因によっても生じ得て識別が困難である問題に対処するために、アルゼンチンでの5回のクーデター・軍政化と民主化の政権交代において生じた3回の議席数改訂(1960・73・83)を「準・自然実験」として捉え、立法府での議席数配分の歪みがもたらす地域別の不均衡の問題を分析することを試みている。当該分析においては、1935年からアルゼンチンの25州における人口当地方交付金配分と人口当議席配分比率推移の関係について、各州別人口比率を議席配分比率に対する操作変数(IV)として用いた回帰分析により分析を試みている。また首都Buenos Airesの特殊性にかんがみて首都圏を含む25州と除く24州の2通りについて分析を行っている。当該分析の結果、操作変数(IV)を用いない単純回帰では議席配分比率は人口当地方交付金配分に対して有意であるが、操作変数(IV)を用いた回帰分析においては首都圏を含めた場合か否かを問わず議席配分比率は人口当地方交付金配分に対して有意ではない結果となり、軍政・民政を問わず議席数配分の歪みが直接的に地方財政に影響する訳ではないことを論証している。

Longo他(2014)<sup>\*81</sup>は、イスラエルが占領するヨルダン川西岸地域においてテロ防止の目的で住民の移動を制限する障害物と主要交通路に約600の検問所が設けられている問題について、テロの発生と検問所による取締りが内生的関係にあり因果性の識別が困難である問題に対し、2009年に中東和平四者協議の結果開始された検問所の一部廃止措置を「自然実験」として捉え、検問所の有無とパレスチナ系住民のイスラエル入植者への敵対感情の関係について分析を行っている。当該分析においては周辺環境が類似しているが2009年の廃止措置の対象となったZa'atara検問所と対象とならなかったWadi-Nar検問所の周辺パレスチナ系住民約250名づつに2008年(廃止措置前)・2009年(廃止措置後)に聞取調査を行い横断面前後差分(DID)による意識変化を分析している。当該分析では調査の都合上並行推移性が確認できていないが、Za'atara検問所の選定が中東和平四者協議により

---

\*80 Galliani and torrens(2014) 参考文献076を参照。

\*81 Longo, Canetti and Hite-Rubin(2014) 参考文献077を参照。

秘密裏に選定されたことから地元のパレスチナ系住民にとって事実上ランダムな処置であり内生的選択の可能性がないことや当該処置以外の和平処置が行われなかった点を記録から確認した上で分析を行っている。当該分析の結果、廃止措置の対象とならなかったWadi Nar検問所での動向と反対に、Za'atra検問所周辺住民については廃止措置後にテロなどの武装抵抗や Hamas など過激派への支持、イスラエルへの嫌悪感などの項目がいずれも有意に減少しており、検問所の設置自体がイスラエルへの武装抵抗を支持する原因となっていることを論証している。

Stanig(2015)<sup>\*82</sup>は、マスメディアの活動自由度と政治的腐敗度の関係を分析する際に名誉毀損罪による刑事訴追の濫用を介した「萎縮」効果によるマスメディア活動の内生性の問題に対処するため、メキシコにおいてマスメディアの活動を規制する名誉毀損罪が州法により別々に規定され運用も州別に異なっていることを「準・自然実験」として利用し、州によるマスメディアに抑圧的な刑法規定の存在と政治的腐敗度の関係を分析している。具体的には、2001年のメキシコ国内主要54日刊誌における州別の汚職・不正等の告発記事数にPoisson分布を当てはめた結果に対して、州別の殺人罪・脱獄罪に対する最低懲役年数が名誉毀損罪の厳格度に比例していることを確認した上でこれを操作変数(IV)として用い州別所得・汚職摘発件数・知事選挙周期などを補助説明変数とする横断面回帰分析による分析を行っている。当該結果から、告発記事数が名誉毀損罪など該当州刑法の厳格度と有意な負の相関にありメキシコにおいて明らかに「萎縮」効果が存在していることを論証している。

Frische他(2015)<sup>\*83</sup>は、大学における専攻選択と実習との関係が一般には個人の嗜好や資質に影響されて内生的に決定される問題に対処するために、スイスのSt.Garen大学において実習の決定が機械的な決定式で準ランダムに決定されていることを「自然実験」として捉え、実習で選択した科目が実際の専攻選択に与える影響について分析している。St. Garen大学においては2/3の学生が経営学を専攻するが、2002-2012年の学生9,249の専攻選択のうち初年度に経済学又は法学の実習を機械的方式に従い準ランダムに割当てられた者が経済学や法学など経営学以外を専攻した頻度を試料全体及び経営学の専攻を希望したが意に反して経済学又は法学の実習を割当てられた者を試料として横断面回帰分析(CS)を行っている。当該分析の結果、試料全体では経済学の実習を行った者の専攻選択率は13.5%であるが、意に反して経済学の実習を行った試料では専攻選択率は2.7%であり、その差である10.8%が嗜好に基づく選択により経済学を選択していたことを報告している。更に当該結果の頑健性を確認するために初年度の成績との相関、性別別の試料分割などを実施し、法学については両者の関係は安定ではないが経済学については安定した関係が確認できることを述べている。

Stokes(2016)<sup>\*84</sup>は、2009年にカナダOntario州で気候変動問題への対策措置として風力発電固定価格買取制度(FIT)が実施された際、迷惑施設である風力発電の普及政策と州議会選挙での与党得票率の関係が他の政治的要因により直接的に識別困難である問題に対処するため、2009年導入のFIT制度が郡以下の自治体の事前同意を撤廃したため政治争

---

\*82 Stanig(2015) 参考文献078を参照。

\*83 Frische, Grogger and Steinmayr(2015) 参考文献079を参照。

\*84 Stokes(2016) 参考文献080を参照。

点となっていた事実と風況の関係で州内での風力発電事業又はその立地計画が特定の地域の自治体に集中していた事実を「自然実験」として捉え、当該政策が争点の1つであった2011年州議会選挙での地域別与党得票率と風力発電又はその立地計画との関係を分析している。当該分析においては、州内合計6,186投票所での2011年州議会選挙での与党得票率について、過去の2003・2007年選挙の与党得票率、風力発電又はその立地計画の有無を説明変数とした地域別固定効果モデルによるパネルデータ分析及び州地理局による地域別平均風速を立地計画の操作変数(IV)とした回帰分析により分析を行っている。更に処置効果評価(ATE)推計としての妥当性を確保するためパネルデータ分析では2003・2007年の投票所別与党得票率の共通平行性を確認し、操作変数(IV)分析では対象投票所を平均所得・地価・大学卒業者比率・人口密度で再近接距離マッチング処理した上で分析を行っている。当該分析の結果、パネルデータ分析により2011年州議会選挙において風力発電所が立地している52地域の投票所では与党得票率が-8.0~-10.0%、立地計画のある184地域の投票所では-3.9~-5.0%の有意な相対的低減が観察され、更に操作変数(IV)分析により立地計画のある地点から3km以内の354地域の投票所で-7.7%の有意な与党得票率の相対的低減が観察されたが、同年の国政選挙での与党投票では有意な結果が観察されず、迷惑施設である風力発電の立地と自治体同意の撤廃の問題が当該選挙での州与党の敗北要因となっていたことを論証している。

### 1-3. 本研究の構成・研究方法と先行研究との関係

本節においては、本研究の構成・研究方法と先行研究との関係について説明する。

#### 1-3-1. 本研究の構成・研究方法

##### 1) 本研究の2つの目的(再掲)

1-1で述べたとおり本研究の目的は2つであり、第一の目的は、実際の中央・地方行政の現場における政策評価への応用を念頭として、「自然実験」を用いた分析手法について英文学術誌に掲載された主要な先行研究を用い評価の前提条件と対策措置に焦点を当てた学際的かつ実用的な先行研究調査及び帰納的分析を行い必要な有効性要件や計量分析手法とその内容を事例に則して整理・検討するとともに、内部的・外部的有効性の成立を確認しつつ偏差のない識別・推計を実現するために必要な標準的推計手順について考察することである。第二の目的は、複数の要因による処置効果が同時発生・混在し単一の「自然実験」ではなお識別が困難である場合において、類似の要因に関する複数の「自然実験」から外部的有効性などを確認することにより特定の要因に基づく処置効果を分離・推計する手法を開発する。具体的には2011年の東日本大震災・福島第一原子力発電所事故において、震災による直接的被害と原子力発電所事故による風評被害などの直接的・間接的被害が同時発生し結果の分離・識別が困難である問題に対し、2004年中越地震や2016年熊本地震など他の大規模な地震などによる被害の影響について時系列回帰分析などを用い外部的有効性などを確認し分離・識別を試みることによって当該手法の有効性を実証することである。

##### 2) 本研究の構成と研究方法

当該目的を達成するため、本研究は以下の構成と研究方法により議論を展開するものとする。

第1章においては、本研究の背景及び問題意識について説明するとともに、近年社会科学系の英文学術誌に掲載された「自然実験」の方法論に関連する主要先行研究18件についてその概要を紹介する。同様に「自然実験」を応用した主要先行研究62件についてその概要を紹介する。更にこれらを基礎として本研究の構成・研究方法及び主要先行研究との関係について説明する。

第2章においては、第1章において紹介した「自然実験」の方法論に関連する主要先行研究における定義・位置づけ・問題点について整理・考察するとともに、「自然実験」を応用した主要先行研究における問題点・主要前提条件及び計量分析手法について分析し、偏差のない識別・推計と内部的・外部的有効性を確保するための「自然実験」の応用手法と標準的分析手順について整理・再検討を行う。

第3章においては、第2章での整理・再検討を基礎として、類似した「自然実験」を複数用いて外部的有効性などを確認することにより同時発生・混在する複数の要因による影響を個々に分離・識別する手法及び手順を開発し、実際に地震などの自然災害による農産物の卸売市場での数量・価格への影響に関する外部的有効性などを確認することによって、2011年3月に同時発生し分離・識別が困難とされる東日本大震災と福島第一原子力発電所事故の影響を分離・識別する実証事件を試み、結果を分析・評価する。

第4章においては、上記各章における結果について再度整理するとともに、当該結果に基づいて第2章で整理・再検討した「自然実験」を応用して政策評価を行う際の標準的な分析手順のあり方と、第3章で開発し実証試験を試みた複数の「自然実験」の結果を用い外部

的有効性などを確認することによって分離・識別を行う新たな手法に関して今後の課題を考察する。

### 1-3-2. 「自然実験」に関する主要先行研究と本研究の関係

#### 1) 「自然実験」を方法論として捉えた先行研究との関係

本研究第2章において説明する「自然実験」の応用に際しての問題点・前提条件などに関する先行研究については、1-2-1で紹介したとおり類似の研究が5件存在する。

経済学分野における「自然実験」の応用については、Meyer(1994)がChampbell(1987他)の先行研究に倣った前提条件の演繹的整理分類を、Rosenzweig and Wolpin(2000)が先行研究20例を用いた前提条件や計量分析手法の帰納的整理分類を試みている。またHeckman(2000)は識別手法の発展史という視点から「自然実験」を捉えた議論を展開し、Fuchs-Schuendeln and Hassan(2015)はマクロ経済学分野に限定し理論の検証など3つの課題に絞った「自然実験」の応用事例について整理・分析を行っている。また社会学分野における「自然実験」の応用については、Gangl(2010)がKirk(2009)による研究を事例としてその内容を説明している。

本研究についてはRosenzweig and Wolpin(2000)による経済学分野での先行研究を20例用いた帰納的整理分類による研究を参考としつつ、当該研究が実施された後の2000年以降を中心に英文学術誌における経済学・社会学など社会科学分野での先行研究62例を用いて前提条件や計量分析手法について整理・考察しその帰納的分析を試みるものである。

従って本研究と比較した場合にはMeyer(1994)の演繹的整理分類とは分析手法が異なっており、Heckman(2000)の史的視点による分析とは分析手法及び分析内容が異なっており、Fuchs-Schuendeln and Hassan(2015)のマクロ経済学における事例分析とは研究対象及び分析内容が異なっている。またGangl(2010)の社会学分野に関する研究についても研究対象及び分析内容が異なっている。

#### 2) 「自然実験」の外部的有効性の確認とこれを用いた分離・識別に関する先行研究との関係

本研究第3章において説明する類似した「自然実験」を複数用いて外部的有効性などを確認することにより同時発生・混在する複数の要因による影響を個々に分離・識別する手法については、多くの先行研究では単一の要因による影響を識別するために単一の「自然実験」とこれに対応する計量分析手法を用いた分析が行われ内部的有効性が確認されるに止まっており、1-2で紹介した社会科学分野の主要英文学術誌に掲載された先行研究においては本研究と類似する内容の研究は確認できない。

本研究に発想が類似した研究としてはDehejia他(2015)が双子の出産と女性の労働時間参加についてAngrist and Evans(1998)による米国での分析手法を他の61ヶ国・他時点に当てはめた際の予測誤差を分析し特定の「自然実験」についての外部的有効性の検討を試みており、Bisbee他(2015)が類似の考え方にに基づき局所処置効果(LATE)の外部的有効性の検討を試みているが、これらの研究は外部的有効性の成立そのものに関する研究であり、これを用いた分離・識別を試行している訳ではない点が大きく異なっている。

従って類似した複数の「自然実験」の結果を用い外部的有効性や部分外部的有効性を確認することによって混在する処置効果の分離・識別を行う手法については本研究に独自のものと考えると考えられる。

## 2. 「自然実験」における有効性要件・計量分析手法の整理・考察

### 2-1. 「自然実験」を方法論として捉えた先行研究と問題点整理

本節においては、「自然実験」を方法論として捉えた先行研究の事例を用いてその定義・位置づけ及び内部的・外部的有効性などの問題点について帰納的に整理・考察する。

#### 2-1-1. 「自然実験」の定義と位置づけ

##### 1) 「自然実験」の定義

1-2の前段で紹介した「自然実験」を方法論として捉えた主要先行研究のうち、「自然実験」の明確な定義について説明している事例は2例ある。

Meyer(1994)は経済学分野での応用事例を基礎として「自然実験」を通常は識別が困難な問題について処置の割当を決定する説明変数の変化に明確な外生的が認められる状況を利用して処置効果を推計する分析であると説明している。Gangl(2010)は社会学分野での応用事例を基礎として「自然実験」は個人や組織への外生的な事象や社会的状況の変化を利用して処置効果を推計する手法であると説明している。

両研究に共通する点は「自然実験」は識別のための分析手法の一つであり、現実世界における個人や組織に対して発生した外生的な事象や制度変更を利用して処置効果を推計する分析手法を指すものであると考えられる。両研究とも当該分析に用いられる事象や制度変更については自然現象のみならず分析しようとする問題に対し外生的な事象や制度変更であれば戦争・制度変更・倒産などの社会的・経済的事象なども広汎に含まれるとしている。

また1-2の後段で「自然実験」を応用した主要先行研究について紹介したとおり、経済学分野か社会学・政治学他の分野かを問わず操作変数(IV)や横断面前後差分析(DID)など非常に多様な計量分析手法が用いられており、「自然実験」は特定の計量分析手法と直接的には対応しておらず<sup>\*85</sup>具体的な計量分析手法を適用するための「分析の枠組み」に相当するものであると考えられる。

一方で「準・自然実験」と呼ばれる分析手法<sup>\*86</sup>が存在するが、分析に用いる外生的な事象や制度変更のうち短期間に明瞭に発生した特定の事象や制度変更を用いるものを「自然実験」と呼ぶのに対して、長期間に連続的・累積的に生じ明確な発生時点を特定できない事象や制度変更を用いたものが「準・自然実験」と呼ばれていると考えられる。

##### 2) 「自然実験」と実験的手法 (表2-1-1-1参照)

一般に「自然実験」は実験的手法には含まれず実証的手法に分類されるが、理解のため敢えて実験室実験(Laboratory Study)や社会実験(Field Study)など社会科学分野において用いられる実験的手法と比較した場合には以下のような相違点が指摘できる。

分析の実施上の制約や費用の問題など実施可能性という観点から見た場合、実験的手法においては各種の倫理的・物理的制約が存在し戦争・テロ・犯罪・疾病など倫理的問題のある実験や地震・津波など物理的に再現困難な実験について実施上の制約があるが、「自然実験」

\*85 実際の「自然実験」の応用における計量分析手法の選択については次節2-2.において詳細に議論する。

\*86 1-2で紹介した先行研究のうち表題などで「準・自然実験」である旨が明示されているのはAlatas他(2008),Chong他(2009),Silveira(2011),Bloningen他(2012),Klusener他(2013),Galiani他(2014),Stanig(2015)の7例が挙げられる。本研究においては特に必要がない限り「準・自然実験」と「自然実験」を区別せずに扱うものとする。

においては既に発生した事象や制度変更を利用して分析を実施する関係上から実施上の制約がない点が異なる。他方で実験的手法では特に社会実験において実施費用が非常に大きくなるのに対し、「自然実験」では既存の統計調査などでの観察結果を用いた分析となるため費用は少額で済む点が異なっている。また実験的手法はいずれもある程度の準備を実施することにより随時実験を能動的に実施可能であるのに対し、「自然実験」では能動的な実施は不可能で該当する事象や制度変更が生じた機会を捉えて受動的に観察することができるのみである点が異なっている。

分析条件の管理や結果の評価など分析の内部的有効性という観点から見た場合、処置のランダム化や処置以外の条件の統一("Ceteris Paribus"条件の確保)など実験条件の能動的な管理については実験室実験において最も容易であり社会実験においてこれに次ぐが、「自然実験」においては現実に発生した事象や制度変更を受動的に観察できるに過ぎないため条件の管理について困難を伴い制約が存在する点が異なる。また実験対象に関する多面的評価についても同様に実験室実験や社会実験ではアンケート調査など観察・評価の手段を事前に準備・実施しておくことが容易であるが、「自然実験」においては特に事前の調査や準備が困難であり既存の統計調査などを利用しなければならない制約が存在する点が異なっている。

分析結果の他集団への外挿や一般化など分析の外部的有効性という観点から見た場合、実験対象の行動の現実対応性という観点からは実験室実験や社会実験では対象の偏在や異質性などにより現実対応性は直接は成立たず、更にいずれの場合も実験対象の選定行為自体の影響により"Hawthone効果"や"John-Henry効果"\*87などの特殊効果が生じる場合が知られているが、「自然実験」では現実の事象を観察して分析を行う関係から現実対応性はほぼ確保されており他対象への外挿の是非を検証すれば足り、また実験に伴う特殊効果が生じる可能性がないという点が異なっている。

[表2-1-1-1. 「自然実験」と実験的手法の比較]

|        | 実施可能性    |          |          | 内部的有効性     |            | 外部的有効性     |           |
|--------|----------|----------|----------|------------|------------|------------|-----------|
|        | 実験実施上の制約 | 実験実施費用負担 | 実験の能動的実施 | 実験条件の能動的管理 | 実験対象の多面的評価 | 対象行動の現実対応性 | 実験に伴う特殊効果 |
| 実験的手法  |          |          |          |            |            |            |           |
| 実験室実験  | ×存在      | △中       | ○容易      | ○可能        | ○可能        | ×不成立       | ×存在       |
| 社会実験   | ×存在      | ×大       | △可能      | △概ね可能      | ○可能        | △要検証       | ×存在       |
| 実証的手法  |          |          |          |            |            |            |           |
| 「自然実験」 | ○不存在     | ○小       | ×不可能     | ×困難        | △制約有       | △要検証       | ○不存在      |

表注) 1-2-1での先行研究における記載事項などを基礎に筆者作成。

\*87 "Hawthone"効果とは、社会学で著名な"Hawthone"実験において議論された問題であり、処置群として処置を受けた対象と同一の組織に任命されたが直接的には何の処置も受けていない本来は対照群となるべき対象の観察指標(労働生産性)が同時並行的に向上したように観察されることをいう。特に対象が実験管理者や観察者の「期待」を意識して無理に肯定的な回答を行う乃至本来必要がない努力を払うことに起因する場合を指す。

同様に"John-Henry"効果とは、対照群となるべき対象が比較が行われることを認識した上で特殊な行動をとり処置群との正確な比較が行えなくなることをいう。当該名称は1870年代に蒸気削岩機と生産性を競い驚異的な連続作業でこれを打負かしたものの直後に心臓発作で世界した実在の土木作業員名に由来する。

### 3) 「自然実験」の起源と位置づけ

計量経済学分野における「自然実験」の起源については、1-2で紹介したとおりHeckman(2000)<sup>\*88</sup>が歴史的視点から詳細に説明しており、1950年代における構造方程式学派の失敗を踏まえこれを批判的に捉えて生じた校正主義(Calibration)学派・感度分析(Sensitivity Analysis)学派と並ぶ3つの学派の1つであると説明している。Heckman(2000)は「自然実験」学派において多用される計量分析手法について操作変数(IV)、横断面前後差分(DID)あるいはベクトル自己回帰分析(VAR)などを挙げ試料からの直接的分析結果を処置効果と見なす点において方法論としての透明性・信頼性・再現性などの点において優れる旨を評価している。

他方でMeyer(1994)はChampbell(1979他)による「自然実験」についての整理・分析を参考にAngrist(1990)によるベトナム戦争応召者の籤引による選定の研究など主に操作変数(IV)を用いた1980年代後半から90年代前半時点における関連した先行研究を20例程度引用した上で問題点の整理を試みており、経済学分野においては遅くとも1990年頃において「自然実験」が分析手法として確立していたことが推察される。

#### 2-1-2. 「自然実験」と内部的有効性に関する論点

##### 1) 内部的有効性に関する先行研究での指摘

1-2で紹介した「自然実験」を方法論として捉えた先行研究のうち、「自然実験」における分析条件の管理や結果の評価など内部的有効性についての問題点を指摘している事例は以下のとおり4例ある。

Meyer(1994)は「自然実験」の分析結果が処置効果と見なせるか否かという点について9点の問題点を指摘し注意を要する旨を述べている。当該Meyer(1994)の指摘する問題点は横断面前後差分(DID)など分析に用いる計量分析手法において確認を要する前提条件を述べたものと考えられるが、内生性など一部の項目に重複が見られまた操作変数(IV)による推計に必要な前提条件が一部欠落しているなどの過不足が認められる。

Rosenzweig and Wolpin(2000)は、「自然実験」を自然現象によるものとそれ以外に2分した上で、自然現象を用いた「自然実験」については人為的に設計された実験的手法と異なり自然現象により生じた事象と分析者が検討したい処置効果の間の対応関係が必ずしも直接的でない問題点を指摘し、更にそれ以外の経済的・社会的な事象や制度変更を用いた「自然実験」については個人の選好行動や技術選択あるいは市場取引の影響など他の要因が介在し結果に複数の解釈の余地が残ってしまう場合や検証できない前提条件が置かれている場合があるなどの問題点を指摘している。

Heckman(2000)は「自然実験」による推計について、理論との結びつきが弱く対象の判断・行動などを峻別して深く分析することが困難であってその結果の経済学的解釈において難点があることを述べている。

Fuchs-Schuendeln and Hassan(2015)は、マクロ経済学における「自然実験」の応用についての留意点と断った上で、内部的有効性については識別における前提条件、識別のための補助情報の有無、因果性の識別のための補助手法、測定・推計結果の妥当性確認及

---

\*88 奇妙なことにHeckman(2000)の「自然実験」に関する章においては他の章と異なり先行研究が全く紹介されていない。



び分析する政策・処置と「自然実験」の効果との対応性について留意する必要がある点を説明している。前半の4点については上記Meyer(1994)同様に分析に用いる計量分析手法において確認を要する前提条件の外縁を述べたものと考えられる。

## 2) 内部的有効性に関する問題点の抽出・整理

上記4例の内部的有効性に関する指摘内容から、計量分析手法に直接関連するものを除いた「自然実験」の内部的有効性に関する問題点については、(1)「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性、(2)「自然実験」として用いる事象や制度変更の外生性及び(3)「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性の3点が抽出・整理される。

(1)「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性については、政策評価を実施しようとする政策による処置の分析上の課題(「分析課題」)が「自然実験」として用いる事象や制度変更と整合・対応しているかという問題点である。当該問題点については政策・処置が効果を生じる観察指標が「自然実験」として用いる事象や制度変更と同一の観察指標でありかつ分析課題に応じて識別のため必要な要件に整合・対応した内容の事象や制度変更となっているか否かを個別に確認することが必要である。

(2)「自然実験」として用いる事象や制度変更の外生性については、特に当該事象や制度変更が自然現象に基づくものではなく法制度・租税率変更など社会的・経済的なものである場合に特に注意が必要であり、当該事象や制度変更が処置の対象の社会的・経済的活動の結果から外生的に発生したと見なせるか否かという問題点である。当該問題点については事象や制度変更が観察する対象に対してランダムに発生している場合であるか又は横断面前後差分分析(DID)における処置の観察指標からの独立性(CI・CMI)など対象への事象や制度変更の発生・割当が分析しようとする観察指標から独立であるか否かを確認することが必要である。

(3)「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性については、「自然実験」として用いる事象や制度変更が何らかの理由により予見可能である場合や事前周知される場合に特に注意が必要であり、政策・処置の対象となる個人・組織が今後起きべき事象や制度変更を折込んだ内生的行動をとり結果指標に分析目的と異なる変化が生じてしまっていないかという問題点である。当該問題点については事象や制度変更が観察する対象に対してランダムに発生し予見可能性があるか否かを確認する、あるいは操作変数(IV)など潜在的な観察指標の内生性を考慮に入れた分析手順や適切な計量分析手法を用いているか否かを確認することが必要である。

## 3) 内部的有効性に関する確認

内部的有効性を確認する手法については、分析に用いる計量分析手法の前提条件の成立を確認することが基本であり全ての事例に共通する問題であるため、以下これに加えて「自然実験」の場合において追加的に確認すべき点について説明する。

「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性の確認についてはGoolsbee(1998)、Imai他(2008)及びSekhon and Titiunik(2012)などに述べられているとおり、「自然実験」で分析しようとする分析課題と用いられている「自然実験」の事象や制度変更の対応関係を分析課題に応じ個別に検討する必要があると考えられる。

「自然実験」として用いる事象や制度変更の外生性については1-2の前段で述べた先行研究のほぼ全てにおいて述べられているとおり、「自然実験」に用いる事象や制度変更がランダムに影響していると思なせるか否かを直接的に統計検定で確認する方法や処置群・対象

群をマッチングにより抽出し間接的にこれを確認する方法が考えられる。

「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性についてはMeyer(1994)やFuchs-Schuendeln and Hassan(2015)が述べているとおり、複数の異なる対象群を用いたり試料群を分割した再試行の実施、内生性を考慮した複数の計量分析手法を用いた分析の実施及び分析の対象・時点を変化させた「偽薬試験(Placebo-Study)」による確認などが考えられる。

### 2-1-3. 「自然実験」と外部的有効性に関する論点

#### 1) 外部的有効性に関する先行研究での指摘

1-2で紹介した「自然実験」を方法論として捉えた先行研究のうち、「自然実験」における分析結果の他地域・組織・時点への外挿や一般化など外部的有効性についての問題点を指摘している事例は以下のとおり3例である。

Meyer(1994)は推計した処置効果が観察対象以外にも適用可能か否かに関する外部的有効性について、(1)処置対象選択の偏在性・特異性、(2)処置効果の地域的・組織的偏在性・特異性及び(3)処置効果の時間的偏在性・特異性に留意する必要がある点を述べている。

Heckman(2000)は「自然実験」を用いた推計結果の外部的有効性について、理論との結びつきが弱く対象の判断・行動などを峻別して深く分析することが困難である点に起因して過去に生じたことのない処置の効果の推定などにおいて難点があることを述べている。

Fuchs-Schuendeln and Hassan(2015)は「自然実験」を用いた推計結果の外部的有効性について、分析結果の外挿・一般化の検証困難性及び分析結果の将来予測の困難性特に過去に類例がない事象の影響評価の困難性の2つの問題点について指摘し注意喚起を行っている。

ここでHeckman(2000)及びFuchs-Schuendeln and Hassan(2015)が指摘する将来予測の困難性や未曾有の事象及び制度変更への適用困難性は本質的にMeyer(1994)が指摘する対象、地域・組織及び時間という3つの要因の偏在性・特異性に起因して生じる結果であって根源的に確認を要する問題点はMeyer(1994)の3つの要因であると考えられる。

#### 2) 外部的有効性に関する問題点の抽出・整理

上記3例の指摘内容から、「自然実験」の外部的有効性に関する問題点については、(1)「自然実験」の処置対象選択に関する偏在性・特異性、(2)「自然実験」の地域的・組織的な偏在性・特異性及び(3)「自然実験」の時間的な偏在性・特異性の3点が抽出・整理される。

これら3つの問題点についてはいずれも「自然実験」により分析した処置対象選択、地域・組織又は時間が、当該結果を外挿しようとする対象・地域・組織又は時間と異なっている場合やこれらの要因が特殊であり一般化できない場合に関する問題点である。従って「自然実験」における外部的有効性の確認については「自然実験」として用いた事象や制度変更に基づく分析におけるこれら3つの要因についての偏在性・特異性の有無やこれを外挿しようとする政策・処置との対応性・共通性を確認することが必要であると考えられる。

内部的有効性に関する2-1-2での議論においては多くの場合自然現象ではなく社会的・経済的な事象や制度変更の場合に問題点に注意を要する特性があったが、上記の外部的有効性に関する問題点は内部的有効性とは反対に特に自然現象の場合に注意を要する特性がある。具体的には地震・台風などの自然災害により生じた影響を「自然実験」として用いる場合には外部的有効性に関しては当該事象から生じた観察指標の変化が他の対象・地域・組

織や時間においても同様に生じ得るか否かという点を確認することが必要である。他方で法制度・租税変更など社会的・経済的事象や制度変更においては特段の理由がなければ対象・地域・組織が対象で均質的になるよう措置されるものと考えられ、社会的・経済的事象や制度変更においては外部的有効性に関する問題点を確認することは相対的に容易であると考えられる。

他方「自然実験」に用いられる計量分析手法という観点から見た場合、局所処置効果(LATE)が推計される操作変数(IV)や不連続回帰(RD)などの手法については特殊な条件下でなければ外部的有効性のうち地域的・組織的な偏在性・特異性は必然的に確認を要し、更に不連続回帰(RD)では時間的な偏在性・特異性も確認を要することに注意が必要<sup>\*89</sup>である。

### 3) 外部的有効性に関する確認

外部的有効性を確認する手法については多くの研究において類似の先行研究と推計された変数などの分析結果を比較・照合して確認することが行われている。しかし当該先行研究との結果比較による確認では十分な数の先行研究との比較が行われなければ偶然の一致の可能性が存在する他、特に比較結果が相違する場合に原因を究明することが困難であるなどの問題点が存在する。

当該問題点に対して直接的に外部的有効性を確認する方法に焦点を当てた研究としてはDehejia他(2015)による双子の出産と女性の労働時間という特定の「自然実験」を多数の国について操作変数(IV)で分析し予測誤差を分析した事例が挙げられる。当該分析において特定の「自然実験」を外挿した際の予測誤差は国別の1人当GDPなどの変数でほぼ完全に説明され地理的・時間的に近接した国の試料を用いることにより誤差を縮小できること、更に外挿時の予測誤差自体を説明変数で記述したモデルによりこれを予測・低減することが有効であることを述べている。

類似の事例としてBisbee他(2015)はDehejia他(2015)と全く同じ問題について取組み、予測誤差を国別・年別での操作変数(IV)の"遵守者(Complier)"の属性に関する説明変数などを用いて説明したモデルを用いることにより、局所処置効果(LATE)の推計であっても外挿時の予測誤差を低減させることが可能であることを述べている。

従って特定の「自然実験」に関する外部的有効性を確認する際には、類似の先行研究における分析結果との比較による確認を行うことに加え、地理的・時間的に近接した条件下で同一内容の「自然実験」に関する試料を利用した分析あるいは条件の類似する試料を用いた外挿時の予測誤差自体を説明変数で記述したモデルによる確認を行うことが考えられる。

---

\*89 操作変数(IV)を用いた回帰分析に関する前提条件とこれに伴う問題点についてはImbens and Kruger (2001)及びAngrist and Val(2010)を、不連続回帰(RD)についてはLee and Lamieux(2010)を参照。

## 2-2. 「自然実験」を応用した先行研究と有効性要件・計量分析手法整理

本節においては、社会科学分野で「自然実験」を応用した主要先行研究62件の事例を用いて先行研究での計量分析手法の推移などを整理するとともに、研究の対象である分析課題や用いられた事象や制度変更と内部的・外部的有効性との関係及び計量分析手法との関係などについて定量的・帰納的に整理・考察する。

### 2-2-1. 「自然実験」を応用した先行研究数推移と計量分析手法

#### 1) 「自然実験」の先行研究数推移 (図2-2-1-1参照)

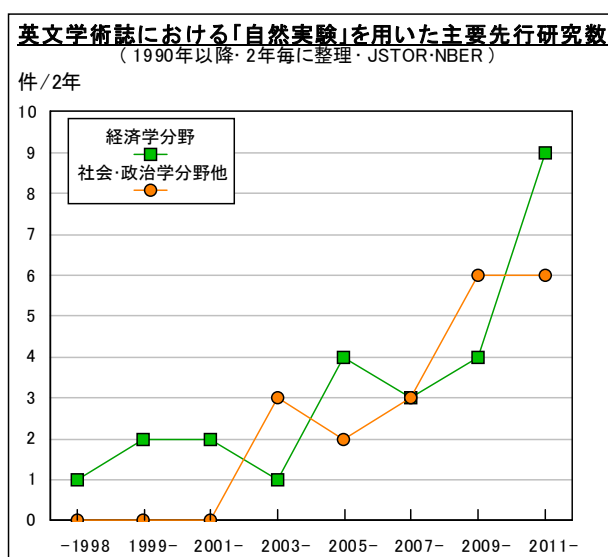
1-2の後段で紹介した欧文学術誌において「自然実験」を応用した主要先行研究62件について、経済学分野及び社会学・政治学他の分野別及び論文掲載年の2010年以前・2011年以後<sup>\*90</sup>別に見た場合、「自然実験」を応用した先行研究は経済学分野及び社会学・政治学他の分野でほぼ同数であり、両分野とも時間とともに増加する傾向にあることが理解される。

これら先行研究において識別のため用いられている前提条件については計量分析手法と密接に関連しており、大別して(1)「自然実験」に用いる事象や制度変更の外生性などを確認した上で単純な計量分析手法を適用し直接的比較を行う場合と(2)複合的な計量分析手法を適用し当該手法の前提条件の確認の際に外生性などを確認する場合に分けられる。

(1)「自然実験」に用いる事象や制度変更の外生性などを確認した上で直接的比較を行う場合の典型的な事例は、当該事象や制度変更が分析対象に対してランダムに発生・影響していたことを統計的に検証し外生性などを確認した上で横断面分析(CS: Cross Section)や前後差分析(BA: Before After)などの単純な計量分析手法により当該事象や制度変更の影響を受けた処置群と受けていない対照群を直接的に比較する場合は挙げられる。

(2)計量分析手法の前提条件の確認において外生性などを併せて確認し複合的比較を行う場合の典型的な事例は、計量分析手法として横断面前後差分析(DID: Difference-In-Difference)による推計を行う際にマッチング(Matching)により処置群と対照群の異質性を管理した推計を行う場合は挙げられる。

[図2-2-1-1. 英文学術誌における「自然実験」を用いた主要先行研究数]



\*90 2010-2011年の間で分割した理由は先行研究数が丁度31件ずつに分割できるためであり恣意性はない。

図注) 2013年以降については論文誌に未収録・未公表分の影響があるため図からは除いていることに注意。  
以下の図において同様である。

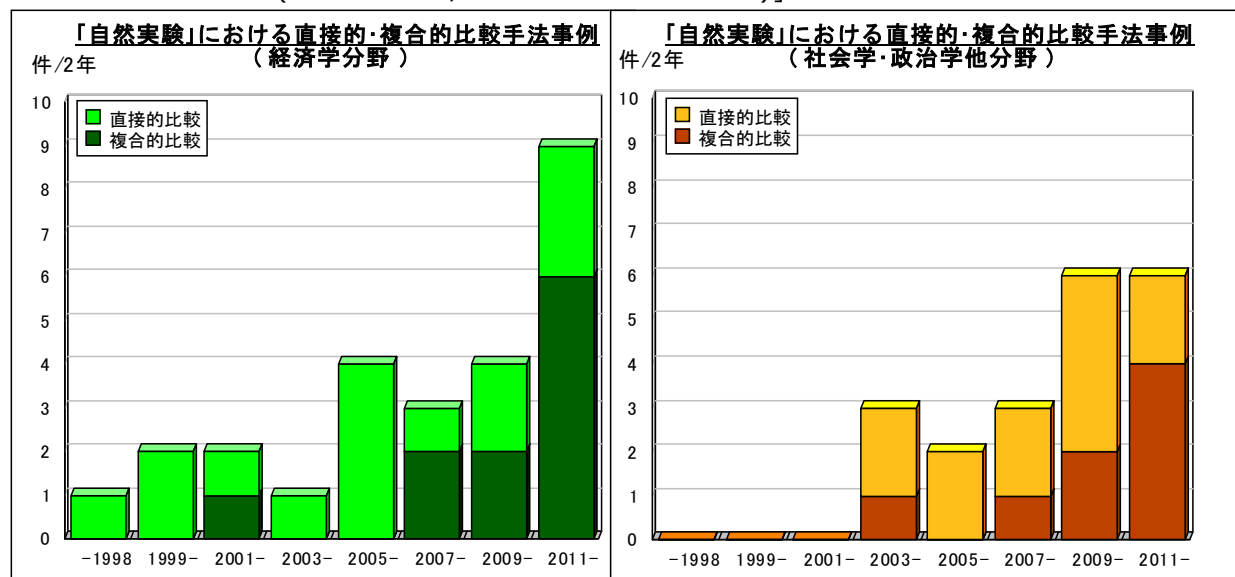
## 2) 「自然実験」に用いられる直接的・複合的計量分析手法 (図2-2-2-2,3参照)

「自然実験」を応用した主要先行研究を用いられている計量分析手法について直接的比較手法と複合的比較手法に分類し更に経済学分野と社会学・政治学他分野別にその推移を見た場合、経済学分野及び社会学・政治学他分野のいずれについても複合的比較が増加する傾向にあることが観察される。

当該傾向が生じる理由については、直接的比較手法では「自然実験」に用いる事象や制度変更自体が対象に対してランダムに影響したことを確認している事例が多く処置群・対照群の対象に関する多数の統計指標を収集し統計検定を行った上で多大な労力を費やしてこれを検証しているが、複合的比較手法では分析に用いる処置群・対照群の対象について選択・処置の結果指標からの独立性(CI・CMI: Conditional (Mean) Independence)を並行推移性により確認するか又はマッチングなどの手法により選別した対象について独立性が確認できていれば十分であるためと考えられる。

解りやすく言えば、横断面前後差分析(DID)などの複合的比較手法を計量分析手法に用いる場合には「自然実験」として用いる事象や制度変更自体が厳密にランダムである必然性はなく、試料として収集・抽出した処置群・対照群の対象について独立性が確認できれば分析が可能であり、分析としての難易度が低くなり応用範囲を拡大することができるためということである。

[図2-2-1-2,3 「自然実験」を用いた主要先行研究のうち直接的・複合的比較事例数推移 (経済学分野 / 社会学・政治学他分野)]



## 3) 「自然実験」に用いられる計量分析手法の詳細分類 (表2-2-2-1参照)

更に「自然実験」を応用した主要先行研究について用いられている計量分析手法を子細に分類し、経済学分野と社会学・政治学他分野別及び2010年以前と2011年以降別に整理した場合、経済学分野及び社会学・政治学他のいずれの分野においても直接的比較手法のうち横断面分析(CS)が相対的に減少し複合的比較手法のうち横断面前後差分析(DID)が相対的に増加していることが観察される。

直接的比較手法には横断面分析(CS)、前後差分(BA)及び時系列分析(TS)他<sup>\*91</sup>の計量分析手法が含まれるが、特に経済学分野において2010年以前に多く使われていた横断面分析(CS)が2011年以降に大きく減少していることが観察される。

複合的比較手法には横断面前後差分(DID)、操作変数(IV)を用いた回帰分析及び不連続回帰(RD)などの手法が含まれるが、特に社会学・政治学他の分野において操作変数(IV)を用いた回帰分析や不連続回帰(RD)と比べて横断面前後差分(DID)の方が多頻度で用いられる傾向にあると考えられる。

複合的比較手法の中でこのような手法別の利用度に差を生じる理由については、(1)操作変数(IV)を用いた回帰分析や不連続回帰(RD)と比べて横断面前後差分(DID)は試料数が少なく済むこと、(2)操作変数(IV)の搜索と適格性の確認<sup>\*92</sup>や不連続回帰(RD)の連続分布性の確認などの困難な過程が横断面前後差分(DID)には存在しないこと、(3)原理的に操作変数(IV)による回帰分析や不連続回帰(RD)では局所処置効果(LATE: Local Average Treatment Effect)<sup>\*93</sup>が推計できるに過ぎず外部的有効性は担保されないが横断面前後差分(DID)にはこのような性質はないこと、(4)操作変数(IV)による回帰分析や不連続回帰(RD)では分析対象が個人・組織である場合の内生的行動につき「単調性(Monotonicity)」の仮定を置く必要があるが横断面前後差分(DID)では必要ないこと、(5)横断面前後差分(DID)においては近年マッチングや合成対照群など前提条件の確認や統計検定の新たな手法が開発され応用範囲が拡大していることなどが理由として挙げられる。

解りやすく言えば、操作変数(IV)による回帰分析や不連続回帰(RD)と比べて横断面前後差分(DID)は手法として簡明で実用性に優れているためと考えられる。

[表2-2-1-1. 主要先行研究における「自然実験」の計量分析手法の詳細分類]

| 先行研究数<br>計量分析手法 | 経済学分野     |           |            | 社会学・政治学他分野 |           |            |
|-----------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|
|                 | 2010年以前   | 2011年以降   | 増▲減        | 2010年以前    | 2011年以降   | 増▲減        |
| 直接的比較           | 12 (0.63) | 5 (0.33)  | ▲7 (▲0.30) | 10 (0.59)  | 7 (0.35)  | ▲3 (▲0.30) |
| 横断面分析(CS)       | 7 (0.37)  | 2 (0.13)  | ▲5 (▲0.24) | 8 (0.47)   | 5 (0.47)  | ▲3 (▲0.22) |
| 前後差分(BA)        | 3 (0.16)  | 1 (0.07)  | ▲2 (▲0.09) | 0 (0.00)   | 1 (0.05)  | +1 (+0.05) |
| 時系列分析(TS)他      | 2 (0.11)  | 2 (0.13)  | 0 (+0.04)  | 2 (0.12)   | 1 (0.05)  | ▲1 (▲0.07) |
| 複合的比較           | 7 (0.37)  | 10 (0.67) | +3 (+0.16) | 7 (0.41)   | 13 (0.65) | +6 (+0.57) |
| 横断面前後差(DID)     | 4 (0.21)  | 6 (0.40)  | +2 (+0.19) | 1 (0.06)   | 7 (0.35)  | +6 (+0.57) |
| 操作変数(IV)        | 3 (0.16)  | 3 (0.20)  | 0 (+0.04)  | 5 (0.29)   | 5 (0.25)  | 0 (▲0.04)  |
| 不連続回帰(RD)       | 0 (0.00)  | 1 (0.07)  | +1 (+0.07) | 1 (0.06)   | 1 (0.05)  | 0 (▲0.01)  |
| (合計)            | 19        | 15        | ▲4         | 17         | 20        | +3         |

表注) ( )内の数値は2010年以前・2011年以降別の分野別合計件数に対する構成比を示す。

\*91 「時系列分析(TS)他」にはARMAX、VAR、パネルデータ分析などが含まれ、更に1例のみであるが生存時間分析(Survival Analysis, van Ours and Vodopivec(2006))を「他」としてここに分類している。

\*92 操作変数(IV)においては内生説明変数と弱い相関しか持たない「弱い操作変数」に伴う問題や操作変数(IV)が誤差と相関を持つ場合の問題など変数としての適格性に関する一連の問題が存在する。Imbens and Kruger(2001), Brundell and Costa Dias(2009)他を参照。

\*93 操作変数(IV)を用いた回帰分析による推計結果の局所性についてはImbens and Angrist(1994)を、不連続回帰(RD)による推計結果の局所性についてはHahn他(2001)を参照。

同一の研究で複数の計量分析手法を用いている例があるため合計が総数と一致しないことに注意。  
下破線は平均値の差の検定により危険率5%で有意な変化を示す。

## 2-2-2. 「自然実験」と内部的有効性の分析課題に基づく整理

### 1) 「自然実験」の分析課題（図2-2-2-1,2参照）

1-2の後段で紹介した「自然実験」を応用した主要先行研究における「自然実験」を用いた分析によって解決しようとする分析課題の種類については、分野横断的に(1)観察指標の潜在的内生性、(2)影響要因の複数混在性及び(3)通常状態での試料入手困難・稀少性の3つの類型に分類<sup>\*94</sup>される。

(1)観察指標の潜在的内生性については需給均衡や双方向の因果性などにより分析に用いる変数が相互に内生的関係にある懸念があり直接識別できない場合をいう。具体的事例として経済学分野では財サービスの需給において価格・数量が同時均衡している可能性がある場合など、社会学・政治学他分野では犯罪者の居住地域と当該地域の治安の関係など双方向の因果性が存在している可能性がある場合などが挙げられる。

(2)影響要因の複数混在性については、分析の対象とする変数に対して多数の影響要因が作用しており特定の変数から当該変数に対する影響を直接識別することが困難な場合をいう。具体的事例として経済学分野では発展途上国の過去の植民地統治と現在の経済成長の関係には人口規模や天然資源の有無など様々な要因が影響しており両者の関係性を直接識別できない問題などが挙げられ、社会学・政治学他分野では個人の幼少期の家庭環境と成人後の政治姿勢の間関係についての分析の問題などが挙げられる。

(3)通常状態での試料入手困難・稀少性については、特定時点での銀行間の債権債務残高や個人所得税の限界税率が0の状態下での労働供給など通常の状態では試料を入手して観察を行うことが非常に困難でありそもそも分析ができない場合をいう。

経済学分野及び社会学・政治学他分野においてはこれら3つの分析課題の事例がいずれも存在するが、経済学分野については(1)観察指標の潜在的内生性、社会学・政治学他分野については(2)影響要因の複数混在性の事例が若干他の分析課題より多い様子である。いずれの分野においても(3)通常状態での試料入手困難・稀少性の事例は少数である。

### 2) 「自然実験」の分析課題と内部的有効性の問題

2-1-2では「自然実験」の内部的有効性に関する問題点として3つの点を抽出・整理したが、「自然実験」の分析課題はこのうち「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性の問題と密接に関係しており、下記のとおり「自然実験」として用いる事象や制度変更などに対する限定要件となっているものと考えられる。

(1)観察指標の潜在的内生性が分析課題である場合には、内部的有効性のうち「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性の要件から、自然災害による供給障害や税制改正による税率変更など内生的関係にある要因のいずれか片方だけが変化した事象や制度変更を「自然実験」として用いて識別を行うことが必要である。

(2)影響要因の複数混在性が分析課題である場合には、複数混在する要因のうち分析しようとする特定の要因のみが変化した事象や制度変更を「自然実験」とするか、あるいは当

\*94 当該3類型の分析課題は必ずしも排反的ではなく同一事例で2つ以上の分析課題が存在する場合がある。

該「自然実験」下で分析しようとする要因のみが異なっている対象を処置群・対照群の対として試料を多数選別・抽出した上で識別を行うことが必要である。

(3)通常状態での試料入手困難・稀少性が分析課題である場合には、「自然実験」として当該稀少な事象や制度変更が何らかの理由により発生した際の試料を用いて識別を行うことが必要である。

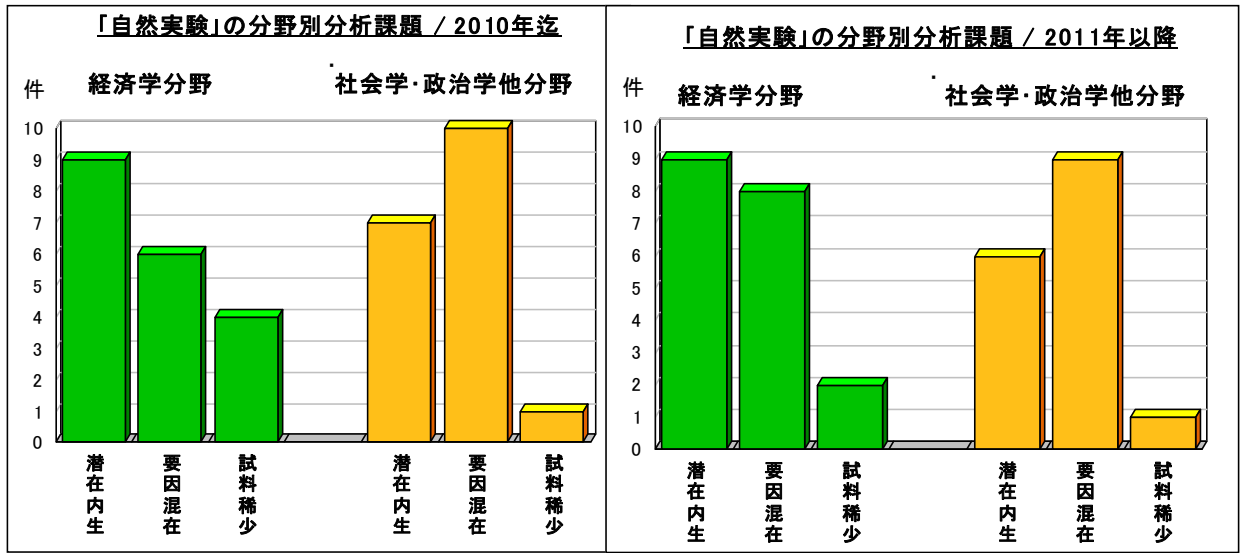
3) 「自然実験」の分析課題と計量分析手法 (表2-2-2-1参照)

1-2で紹介した「自然実験」を応用した主要先行研究における計量分析手法が研究の対象とする分析課題との関係でどのように選択されているのかを整理した結果、分析課題の間での計量分析手法の差異は必ずしも明瞭ではないことが観察される。

同様に計量分析手法の時間的変化を見た場合には2-2-1で見たとおりいずれの分析課題においても直接的比較手法のうち横断面分析(CS)が相対的に減少し複合的比較手法のうち横断面前後差分析(DID)が相対的に増加しており、分析課題と計量分析手法の組合せに関する時間的変化についても明瞭ではないことが観察される。唯一社会学・政治学他分野で影響要因の複数混在性が分析課題である場合については、2011年以降において横断面前後差分析(DID)が有意に増加していることが観察される。

当該結果から見て「自然実験」における分析課題は、内部的有効性の問題点のうち「自然実験」として用いる事象や制度変更と分施課題の整合性の要件から「自然実験」の事象や制度変更に対する限定要件となっているものの、分析課題の種類自体が計量分析手法の選択に直接的に影響を与えている訳ではないものと考えられる。

[図2-2-2-1.,2. 主要先行研究における「自然実験」の分析課題 / 2010年迄・2011年以降]



図注) 同一の問題で複数の分析課題が存在する場合があります合計が総数と一致しないことに注意。以下同様。

[表2-2-2-1. 主要先行研究における「自然実験」の分析課題と計量分析手法]

| 先行研究数<br>分析課題・計量分析手法 | 経済学分野     |           |            | 社会学・政治学他分野 |          |            |
|----------------------|-----------|-----------|------------|------------|----------|------------|
|                      | 2010年以前   | 2011年以降   | 増▲減        | 2010年以前    | 2011年以降  | 増▲減        |
| 潜在的内生性<br>(直接)       | 10 (0.48) | 10 (0.50) | 0 (+0.02)  | 8 (0.42)   | 7 (0.37) | ▲1 (▲0.05) |
| 横断面分析(CS)            | 3 (0.14)  | 1 (0.05)  | ▲2 (▲0.09) | 2 (0.11)   | 3 (0.14) | +1 (+0.05) |
| 前後差分析(BA)            | 1 (0.05)  | 1 (0.05)  | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)   | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  |



|                 |          |          |            |           |           |            |
|-----------------|----------|----------|------------|-----------|-----------|------------|
| 時系列分析(TS)他      | 1 (0.05) | 1 (0.05) | 0 (+0.00)  | 1 (0.05)  | 0 (0.00)  | ▲1 (▲0.05) |
| (複合)横断面前後差(DID) | 3 (0.15) | 5 (0.25) | +2 (+0.11) | 1 (0.05)  | 2 (0.10)  | +1 (+0.05) |
| 操作変数(IV)        | 2 (0.10) | 1 (0.05) | ▲1 (▲0.05) | 4 (0.21)  | 1 (0.05)  | ▲3 (▲0.16) |
| 不連続回帰(RD)       | 0 (0.00) | 1 (0.05) | +1 (+0.05) | 0 (0.00)  | 1 (0.05)  | +1 (+0.05) |
| 影響複数混在性         | 9 (0.43) | 6 (0.30) | ▲3 (▲0.13) | 10 (0.56) | 13 (0.56) | +3 (+0.09) |
| (直接)横断面分析(CS)   | 4 (0.19) | 1 (0.05) | ▲3 (▲0.14) | 6 (0.32)  | 3 (0.14)  | ▲3 (▲0.17) |
| 前後差分析(BA)       | 2 (0.10) | 1 (0.05) | ▲1 (▲0.05) | 0 (0.00)  | 1 (0.05)  | ▲1 (▲0.05) |
| 時系列分析(TS)他      | 1 (0.05) | 1 (0.05) | 0 (+0.00)  | 1 (0.05)  | 1 (0.05)  | 0 (+0.00)  |
| (複合)横断面前後差(DID) | 1 (0.05) | 2 (0.10) | +1 (+0.05) | 0 (0.00)  | 4 (0.19)  | +4 (+0.19) |
| 操作変数(IV)        | 1 (0.05) | 1 (0.05) | 0 (+0.00)  | 2 (0.11)  | 4 (0.19)  | +2 (+0.09) |
| 不連続回帰(RD)       | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 1 (0.05)  | 0 (0.00)  | ▲1 (▲0.05) |
| 試料稀少性           | 2 (0.11) | 4 (0.21) | +2 (+0.11) | 1 (0.05)  | 1 (0.05)  | 0 (+0.00)  |
| (直接)横断面分析(CS)   | 1 (0.05) | 1 (0.05) | 0 (+0.00)  | 1 (0.05)  | 0 (0.00)  | ▲1 (▲0.05) |
| 前後差分析(BA)       | 1 (0.05) | 0 (0.00) | ▲1 (▲0.05) | 0 (0.00)  | 0 (0.00)  | 0 (+0.00)  |
| 時系列分析(TS)他      | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)  | 0 (0.00)  | 0 (+0.00)  |
| (複合)横断面前後差(DID) | 0 (0.00) | 2 (0.10) | +2 (+0.10) | 0 (0.00)  | 1 (0.05)  | +1 (+0.05) |
| 操作変数(IV)        | 0 (0.00) | 1 (0.05) | +1 (+0.05) | 0 (0.00)  | 0 (0.00)  | 0 (+0.00)  |
| 不連続回帰(RD)       | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)  | 0 (0.00)  | 0 (+0.00)  |
| (合計)            | 21       | 20       | ▲1         | 19        | 21        | +2         |

表注) ( )内の数値は2010年以前・2011年以降別の分野別合計件数に対する構成比を示す。  
下破線は平均値の差の検定により危険率5%で有意な変化を示す。

### 2-2-3. 「自然実験」と内部的有効性の事象や制度変更に基づく整理

#### 1) 「自然実験」に用いた事象や制度変更 (図2-2-3-1,2参照)

1-2の後段で紹介した「自然実験」を応用した主要先行研究で「自然実験」として識別に用いられている事象や制度変更については、分野横断的に(1)直接的制度変更、(2)間接的制度変更・事象及び(3)偶発的事象の3種類の類型に分類される。

(1)直接的制度変更については、分析の対象に直接影響する経済的・社会的制度変更による制度変更を用いたものであり、例えば特定の財サービスに対する税制改正や助成制度の新設あるいは当該財サービスに直接関連する規制緩和・変更などの影響を用いる場合が該当する。

(2)間接的制度変更・事象については、分析の対象に直接影響はしないものの特定の要因・経路を介して対象に間接的に大きな影響を与える経済的・社会的制度変更や事件などの事象を用いたものであり、例えば地方統一選挙に参加する自治体と参加しない自治体の比較の事例や通常の資金調達での起業と遺産相続により一時的に得た大金での起業の比較の事例など当該制度変更や事象によって分析対象とする特定の要因の一つのみが明確に変化し処置群・対照群を用いた観察ができるようになった場合<sup>\*95</sup>が該当する。

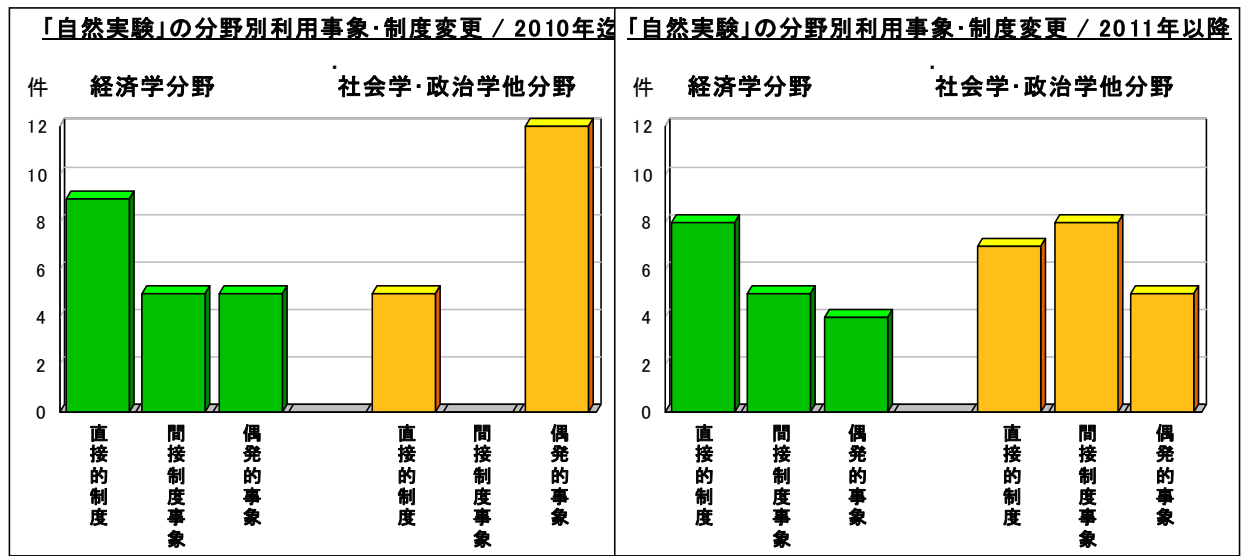
(3)偶発的事象については、自然災害や予見不可能な事件・事故などの事象が分析の対象に直接・間接に影響を与えた状況を用いたものであり、例えば地震・台風など自然災害、テ

\*95 当該説明から明らかなおり直接的制度変更及び間接的制度変更・事象を用いた分析は操作変数(IV)と非常に親和性が高く、特に間接的制度変更・事象を用いた分析については2011年以降分において当該分類の約半数の先行研究が操作変数(IV)を用いた分析となっている。

ロリズムなど事件・事故あるいは籤引などランダムな方法による執行が制度化されている場合における経済的・社会的事象の影響を用いた分析の事例が該当する。

「自然実験」として用いた事象や制度変更の上記3類型による内訳については、経済学分野においては2010年以前と2011年以降で大きな変化はないが、社会学・政治学他分野においてはその内訳に大きな変化が観察され、2010年以前は偶発的事象を用いた研究が大部分を占めていたが2011年以降は約半数に減少し代わって間接的的制度変更・事象を用いた研究が増加している。

[図2-2-3-1,2. 「自然実験」に用いた事象や制度変更 / 2010年以前・2011年以降]



図注) 同一の問題で複数の事象や制度変更該当する例が存在する場合があります合計が総数と一致しない。

## 2) 「自然実験」に用いた事象や制度変更と内部的有効性の問題 (表2-2-3-1参照)

2-1-2では「自然実験」の内部的有効性に関する問題点として3つの点を抽出・整理したが、「自然実験」に用いた事象や制度変更の類型はそれぞれ類型毎に「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性、「自然実験」として用いる事象や制度変更の内生・外生性及び「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性の3つの問題との関係がそれぞれ異なっている。

(1)直接的制度変更を用いる場合においては、「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性について分析課題に応じて個々に吟味する必要があり、更に制度改革の動機が内生的問題に起因する可能性が考えられるとともに制度変更の多くは事前に政府から予告される場合が通常である。このため事象や制度変更の内生・外生性や分析対象の内生的行動の可能性について入念に検討した上で計量分析手法の選択において必要な措置をとることが必要である。

(2)間接的的制度変更・事象を用いる場合においては事象や制度変更の内生・外生性についてはほぼ外生性が成立つものと考えられる。このため「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性は分析課題に応じて個々に吟味する必要があり、更に分析対象の内生的行動の可能性を検討した上で計量分析手法の選択において必要な措置をとることが必要である。

(3)偶発的事象を用いる場合についてはその多くが本質的に外生的でランダムな事象を

用いたものであり予見可能性が存在しないと考えられるため、事象の内生・外生性については自然に外生性が成立し分析対象の内生的行動の可能性を考える必要はないと考えられる。このため「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性を検討・確認すれば足りると考えられる。

### 3) 「自然実験」に用いた事象や制度変更と計量分析手法（表2-2-3-2参照）

1-2で紹介した「自然実験」を応用した主要先行研究における計量分析手法が研究に用いられた事象や制度変更との関係でどのように選択されているのかを整理した結果、事象や制度変更の上記3分類別に経済学分野と社会学・政治学他分野での挙動や2010年以前と2011年以降の変化がそれぞれ大きく異なっていることが観察される。

直接的制度変更を用いた研究では、経済学分野及び社会学・政治学他分野ともに2-2-1で見た全体的な計量分析手法の変化と概ね整合的な変化が見られ、直接的比較手法のうち横断面分析(CS)が減少し複合的比較手法のうち横断面前後差分析(DID)が増加する傾向にあることが観察される。

間接的制度変更・事象を用いた研究では、直接的制度変更を用いた研究とは異なる変化が見られ、経済学分野及び社会学・政治学他分野ともに2011年以降において複合的比較手法のうち操作変数(IV)が最も増加しており横断面前後差分析(DID)がこれに次いで増加していることが観察される。

偶発的事象を用いた研究では、経済学分野では直接的制度変更を用いた研究とは反対の変化が見られ、2011年以降において複合的比較手法である横断面前後差分析(DID)及び操作変数(IV)がともに減少していることが観察される。他方で社会学・政治学他分野では全般に偶発的事象を用いた研究数が大きく減少しており横断面分析(CS)及び操作変数(IV)が大きく減少していることが観察される。

当該結果は上の2)で説明した内部的有効性の「自然実験」として用いる事象や制度変更の内生・外生性及び「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性の2つの問題に対する措置の必要性の有無と対応しており、直接的制度変更では内生・外生性・内生的行動の可能性の両方の問題に対応した上で横断面前後差分析(DID)による分析が選択され、間接的制度変更・事象では分析対象の内生的行動の可能性の問題に対応した上で操作変数(IV)や横断面前後差分析(DID)による分析が選択されているが、偶発的事象では当該2つの問題に対応する必要がないため横断面分析(CS)など単純な直接的比較がなお多用されているものと考えられる。

当該結果から「自然実験」として用いる事象や制度変更の類型は、内部的有効性の分析に用いる計量分析手法の選択に対して影響を与えていることが理解される。

[表2-2-3-1. 「自然実験」に用いた事象や制度変更と内部的有効性の問題]

| 内部的有効性の問題  |            |                |                |
|------------|------------|----------------|----------------|
| 事象・制度変更分類  | 分析課題との整合性  | 事象・制度変更の内生・外生性 | 分析対象の内生的行動の可能性 |
| 直接的制度変更    | 分析課題に応じ要選択 | 内生的変更可能性有      | 内生的行動可能性有      |
| 間接的制度変更・事象 | 分析課題に応じ要選択 | (可能性小)         | 内生的行動可能性有      |
| 偶発的事象      | 分析課題に応じ要選択 | (可能性小)         | (可能性小)         |

[表2-2-3-2. 「自然実験」に用いた事象や制度変更と計量分析手法]

| 事象等・計量分析手法      | 経済学分野    |          |            | 社会学・政治学他分野 |          |            |
|-----------------|----------|----------|------------|------------|----------|------------|
|                 | 2010年以前  | 2011年以降  | 増▲減        | 2010年以前    | 2011年以降  | 増▲減        |
| 直接的制度変更         | 9 (0.47) | 8 (0.47) | ▲1 (▲0.00) | 5 (0.29)   | 7 (0.35) | +2 (+0.06) |
| (直接)横断面分析(CS)   | 3 (0.14) | 1 (0.05) | ▲2 (▲0.10) | 1 (0.11)   | 1 (0.14) | 0 (▲0.01)  |
| 前後差分分析(BA)      | 3 (0.05) | 1 (0.05) | ▲2 (▲0.10) | 0 (0.00)   | 1 (0.00) | +1 (+0.05) |
| 時系列分析(TS)他      | 0 (0.05) | 0 (0.05) | 0 (+0.00)  | 1 (0.05)   | 1 (0.00) | 0 (▲0.01)  |
| (複合)横断面前後差(DID) | 3 (0.15) | 5 (0.25) | +2 (+0.14) | 0 (0.05)   | 2 (0.10) | +2 (+0.10) |
| 操作変数(IV)        | 0 (0.10) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 2 (0.21)   | 2 (0.05) | 0 (▲0.02)  |
| 不連続回帰(RD)       | 0 (0.00) | 1 (0.05) | +1 (+0.05) | 1 (0.00)   | 0 (0.05) | ▲1 (▲0.06) |
| 間接的制度変更・事象      | 5 (0.26) | 5 (0.29) | 0 (+0.03)  | 0 (0.00)   | 8 (0.40) | +8 (+0.40) |
| (直接)横断面分析(CS)   | 3 (0.16) | 0 (0.00) | ▲3 (▲0.16) | 0 (0.00)   | 1 (0.05) | +1 (+0.05) |
| 前後差分分析(BA)      | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)   | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  |
| 時系列分析(TS)他      | 1 (0.05) | 1 (0.04) | 0 (+0.01)  | 0 (0.00)   | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  |
| (複合)横断面前後差(DID) | 0 (0.05) | 1 (0.10) | +1 (+0.06) | 0 (0.00)   | 3 (0.15) | +3 (+0.15) |
| 操作変数(IV)        | 1 (0.05) | 3 (0.18) | +2 (+0.12) | 0 (0.00)   | 3 (0.15) | +3 (+0.15) |
| 不連続回帰(RD)       | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)   | 1 (0.05) | +1 (+0.05) |
| 偶発的事象           | 5 (0.26) | 4 (0.24) | ▲1 (▲0.03) | 12 (0.05)  | 5 (0.05) | ▲7 (▲0.46) |
| (直接)横断面分析(CS)   | 1 (0.05) | 1 (0.05) | 0 (+0.01)  | 7 (0.05)   | 3 (0.00) | ▲4 (▲0.26) |
| 前後差分分析(BA)      | 0 (0.05) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)   | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  |
| 時系列分析(TS)他      | 1 (0.00) | 2 (0.00) | +1 (+0.07) | 1 (0.00)   | 0 (0.00) | ▲1 (▲0.06) |
| (複合)横断面前後差(DID) | 1 (0.00) | 0 (0.10) | ▲1 (▲0.05) | 1 (0.00)   | 2 (0.05) | +1 (+0.04) |
| 操作変数(IV)        | 2 (0.00) | 1 (0.05) | ▲1 (▲0.05) | 3 (0.00)   | 0 (0.00) | ▲3 (▲0.18) |
| 不連続回帰(RD)       | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)   | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  |
| (合計)            | 19       | 17       | ▲2         | 17         | 20       | +3         |

表注) ( )内の数値は2010年以前・2011年以降別の分野別合計件数に対する構成比を示す。

下破線は平均値の差の検定により危険率5%で有意な変化を示す。

#### 2-2-4. 「自然実験」と内部的有効性の補助的確認手法に基づく整理

##### 1) 「自然実験」と内部的有効性の補助的確認

1-2の後段で紹介した「自然実験」を応用した主要先行研究62件においては、内部的有効性について(1)ランダム化検証、(2)マッチング処理、(3)複数手法試行、(4)試料分割試行及び(5)「偽薬試験(Placebo Study)」などの補助的確認手法が用いられている。

これらの補助的確認手法は2-1-2で説明した内部的有効性の3つの問題点のうち「自然実験」として用いる事象や制度変更の内生・外生性及び「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性に対応するものであり、主に分析課題と密接に関連する「自然実験」として用いる事象や制度変更の分析課題の整合性の問題とは直接に対応していない。

##### 2) 「自然実験」と内部的有効性のうち外生性・内生的行動可能性の補助的確認手法と計量分析手法の関係 (表2-2-4-1,2参照)

次に1-2で紹介した「自然実験」を応用した主要先行研究における内部的有効性の補助的確認手法について、経済学分野と社会学・政治学他分野別及び2010年以前と2011年以降別に整理した場合、分野横断的に2010年以前はランダム化の統計検定による確認が多数用いられ複数手法による再試行などがこれに続いてきたが2011年以降これらの手法はあ

まり使われなくなり、2011年以降はマッチング処理や試料分割再試行あるいは「偽薬試験 (Placebo Study) 」の実施による確認が使われるように変化していることが観察される。

当該内部的有効性の補助的確認手法の変化は2-2-1で説明した計量分析手法の動向と密接に関連しており、2010年以前は「自然実験」として用いた事象や制度変更がランダムに生じたことを確認した上で横断面分析(CS)などの直接的比較手法を用いる事例が多かったが、2011年以降については試料分割再試行や「偽薬試験(Placebo Study)」などの確認手法を横断面前後差分析(DID)などの複合的比較と組合せて用いる事例が顕著に増加していることに対応しているものと考えられる。

従って「自然実験」の内部的有効性に関する補助的確認手法については、計量分析手法の選択に対応して時間とともに変化していることが理解される。

[表2-2-4-1. 「自然実験」と内部的有効性のうち外生性・内生的行動可能性の補助的確認手法]

| 先行研究数<br>内部的有効性確認手法 | 経済学分野    |          |            | 社会学・政治学他分野 |           |            |
|---------------------|----------|----------|------------|------------|-----------|------------|
|                     | 2010年以前  | 2011年以降  | 増▲減        | 2010年以前    | 2011年以降   | 増▲減        |
| ランダム化確認             | 5 (0.56) | 1 (0.17) | ▲4 (▲0.39) | 9 (0.69)   | 4 (0.31)  | ▲5 (▲0.38) |
| マッチング処理             | 2 (0.22) | 3 (0.50) | +1 (+0.28) | 1 (0.08)   | 1 (0.08)  | 0 (+0.00)  |
| 複数手法再試行             | 2 (0.22) | 0 (0.00) | ▲2 (▲0.22) | 3 (0.23)   | 1 (0.08)  | ▲2 (▲0.15) |
| 試料分割再試行             | 0 (0.00) | 1 (0.17) | +1 (+0.17) | 0 (0.00)   | 4 (0.31)  | +4 (+0.31) |
| 「偽薬試験」実施            | 0 (0.00) | 1 (0.17) | +1 (+0.17) | 0 (0.00)   | 3 (0.23)  | +3 (+0.23) |
| (合 計)               | 9 (1.00) | 6 (1.00) | ▲3         | 13 (1.00)  | 13 (1.00) | 0          |
| (総 数)               | 17       | 14       | ▲3         | 14         | 17        | +3         |

表注) ( )内の数値は2010年以前・2011年以降別の分野別合計件数に対する構成比を示す。

同一の研究で複数の内部的有効性の確認手法を用いている例があるため合計は総数と対応しない。  
下破線は平均値の差の検定により危険率5%で有意な変化を示す。

[表2-2-4-2. 「自然実験」の内部的有効性のうち外生性・内生的行動可能性の補助的確認手法と計量分析手法]

| 先行研究数<br>計量分析・内部有効性手法 | 経済学分野    |          |            | 社会学・政治学他分野 |          |            |
|-----------------------|----------|----------|------------|------------|----------|------------|
|                       | 2010年以前  | 2011年以降  | 増▲減        | 2010年以前    | 2011年以降  | 増▲減        |
| 直接的手法                 | 6 (0.67) | 0 (0.00) | ▲6 (▲0.67) | 11 (0.85)  | 6 (0.46) | ▲5 (▲0.38) |
| ランダム化確認               | 3 (0.33) | 0 (0.00) | ▲3 (▲0.33) | 8 (0.62)   | 3 (0.23) | ▲5 (▲0.38) |
| マッチング処理               | 1 (0.11) | 0 (0.00) | ▲1 (▲0.11) | 1 (0.08)   | 0 (0.00) | ▲1 (▲0.08) |
| 複数手法再試行               | 2 (0.22) | 0 (0.00) | ▲2 (▲0.22) | 2 (0.15)   | 1 (0.08) | ▲1 (▲0.08) |
| 試料分割再試行               | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)   | 1 (0.08) | +1 (+0.08) |
| 「偽薬試験」実施              | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 0 (0.00)   | 1 (0.08) | +1 (+0.08) |
| 複合的手法                 | 3 (0.33) | 6 (1.00) | +3 (+0.67) | 2 (0.15)   | 7 (0.54) | +5 (+0.38) |
| ランダム化確認               | 2 (0.22) | 1 (0.17) | ▲1 (▲0.06) | 1 (0.08)   | 1 (0.08) | 0 (+0.00)  |
| マッチング処理               | 1 (0.11) | 3 (0.50) | +2 (+0.39) | 0 (0.00)   | 1 (0.08) | +1 (+0.08) |
| 複数手法再試行               | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (+0.00)  | 1 (0.08)   | 0 (0.00) | ▲1 (▲0.08) |
| 試料分割再試行               | 0 (0.00) | 1 (0.17) | +1 (+0.17) | 0 (0.00)   | 3 (0.23) | +3 (+0.23) |
| 「偽薬試験」実施              | 0 (0.00) | 1 (0.17) | +1 (+0.17) | 0 (0.00)   | 2 (0.15) | +2 (+0.15) |
| (合 計)                 | 9        | 6        | ▲3         | 13         | 13       | 0          |

表注) ( )内の数値は2010年以前・2011年以降別の分野別合計件数に対する構成比を示す。

合計値が表2-2-2-1他と一致しないのは内部的有効性の確認手法が明確でなく分類できない研究が存在するためである。

下破線は平均値の差の検定により危険率5%で有意な変化を示す。

## 2-2-5. 「自然実験」と外部的有効性に関する整理

### 1) 「自然実験」と外部的有効性の確認事例の稀少性

2-1で説明したとおり「自然実験」を応用した分析結果が意味を持つためには内部的有効性を確認することが必要であり、更に分析結果を一般化し分析に用いた対象・時点以外の事例に外挿するためには外部的有効性を確認することが必要である。

外部的有効性の確認手法については2-1-3で説明したDehejia他(2015)及びBisbee他(2015)が行った地理的・時間的に近接する試料を用いた予測誤差の回帰分析による外部的有効性の確認の2例が挙げられる。

他方で1-2後段で紹介した英文学術誌における主要先行研究62例のうち外部的有効性の確認を行なっている事例は1例のみであり、社会学・政治学他分野でLegewie(2013)によるテロと移民に対する意識調査の欧州国別比較研究が挙げられるに過ぎない。

当該3例の先行研究事例に共通する点としては、分析結果の比較を行うことを念頭に置いて同一・近似時点における多数の対象の統計値を収集し複数の「自然実験」の結果に関する試料を用い同一の計量分析手法を適用するなど、可能な限り条件を揃えた比較を行っていること、及び当該条件を揃えた比較が可能となるように分析の枠組みが予め入念に設計・準備されていることなどが指摘できる。

### 2) 「自然実験」における分析課題、事象や制度変更と外部的有効性

当該3例を除いた他の多くの研究では分析結果として推計した係数を類似の先行研究での結果と比較するなどの簡易な検証・確認を行っている事例があるが、外部的有効性を明示的に確認している事例は上記3例以外には確認できなかった<sup>\*96</sup>。

特殊な事例として「自然実験」の分析に用いる事象の内容を厳選し分析結果の一般性が確保されるよう措置した事例としてApesteguia and Palacios-Huerta(2010)によるサッカーの同点PKを用いた心理圧力効果の分析事例が存在するが、当該事例はあくまで例外的なものであると考えられる。

### 3) 「自然実験」における計量分析手法のうち局所処置効果(LATE)と外部的有効性

他方2-1-3で説明したとおり「自然実験」において適用する計量分析手法のうち操作変数(IV)や不連続回帰(RD)など局所処置効果(LATE)を推計する手法から得られた分析結果については、原理的に分析対象のうち操作変数(IV)により結果指標が影響を受ける特定の対象や不連続回帰(RD)の切断点近傍の特定の対象についての結果が得られているに過ぎず外部的有効性を確認しなければ平均処置効果(ATE)などへの一般化や他対象・時点への外挿を行うことはできないことが知られている。

更に操作変数(IV)を用いた回帰分析では異なる対象について分析を行おうとした場合に操作変数(IV)と内生説明変数の相関が「弱い操作変数(IV)」になってしまう場合や系列相関など脱落変数の影響により解を求めることが著しく困難となる場合があること、不連続回帰(RD)では切断点を与える説明変数や切断点近傍の試料数を変化させた場合や分析を行う時点を変化させた場合には同じ処置に関する分析であっても推計結果が一致しない場合があることなどの問題点が指摘できる。

---

\*96 外部的有効性については試料数が2例しかないため内部的有効性同様の分析課題や事象と計量分析手法などとの相関分析は断念している。

他方で、2-1-3で紹介したとおりBisbee他(2015)が局所処置効果(LATE)であっても外部的有効性が確認できる事例が存在することを示しているが、現状において当該事例は局所処置効果(LATE)に関する多数の分析結果の中のわずか1例に過ぎない。

またBisbee他(2015)が述べているように、局所処置効果(LATE)の分析結果について外部的有効性の確認手法を適用するためには、適格性を有する操作変数(IV)が他対象・時点においても存在していること、かつ分析に用いた試料と同等の詳細な試料が他対象・時点においても多数観察でき十分な種類の説明変数などが得られることの2つの条件が充足されることが必要であり、外部的有効性の確認を行うこと自体についても相応の困難を伴うことに注意が必要である。

従って操作変数(IV)や不連続回帰(RD)により推計した局所処置効果(LATE)の分析結果について外部的有効性を確認することは、不可能ではないものの相応の困難を伴うものと考えらるべきである。

## 2-3. 「自然実験」を応用した識別に関する再整理と標準的分析手順の考察

本節においては、2-1及び2-2での主要先行研究の事例を用いた整理・考察に基づいて「自然実験」を応用した識別に関する内部的・外部的有効性の確認や計量分析手法の選択について整理・考察するとともに、当該結果に基づいた「自然実験」を応用した識別の標準的分析手順について考察する。

### 2-3-1. 「自然実験」の応用と内部的有効性に関する再整理

#### 1) 内部的有効性のうち「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性

2-2で整理・考察した内部的有効性に関する3つの問題点のうち「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性の問題点については、2-2-2で整理したとおり分析しようとする分析課題の内容に応じて「自然実験」として用いることができる事象や制度変更の内容などが限定される関係にあると考えられる。

具体的には2-2-2で見たとおり分析課題が観察指標の潜在的内生性である場合に対しては内生性を疑われる要因のいずれか片方だけが変化した事象や制度変更を用いて識別を行うことが必要であり、こうした事象や制度変更が発見できない場合には操作変数(IV)など内生性を考慮した計量分析手法を適用することが必要である。

分析課題が影響要因の複数混在性である場合に対しては分析しようとする要因のみが変化した事象や制度変更などを用いて識別を行うことが必要である。更に分析課題が通常状態での試料入手困難・稀少性である場合に対しては当該稀少な事態に正しく該当する事象や制度変更を用いて識別を行うことが必要である。

通常の政策評価などの分析において分析課題の識別は出発点であり、当該分析課題の内容に対し整合性が確保された「自然実験」の事象や制度変更を探索し取捨選択するという分析手順となるものと考えられ、当該問題点は「自然実験」として用いる事象や制度変更に対する第一義的な適合条件を構成するものと考えられる。

#### 2) 内部的有効性のうち「自然実験」として用いる事象や制度変更の内生・外生性

「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性に関する制約要件から特定の事象や制度変更が適合していることが確認された場合、次に当該特定の事象や制度変更の内生・外生性を確認することが必要である。

「自然実験」が自然災害や事件・事故あるいは籤引きによる場合など偶発的事象であると明確に確認できる場合においては、事象の外生性は自明であり当該確認を省略することが可能であると考えられる。

他方偶発的事象と見なせる場合以外での外生性の確認については当該特定の事象や制度変更の類型に応じた計量分析手法の選択と密接に関連しており、横断面比較(CS)などの直接的比較手法の適用に際しては事象や制度変更のランダム性を統計的に確認しておくことが必要であり、横断面前後差分析(DID)など複合的比較手法の適用に際しては共通平行性やマッチング処理などにより観察指標と処置の独立性(CI・CMI)に関する前提条件の確認により併せて確認しておくことが必要である。

従って上記1)で分析課題との整合性について適合した事象や制度変更については、まず当該事象や制度変更の類型が偶発的事象であるか否かにより外生性の確認要否が決定されるものと考えられる。次に偶発的事象以外の場合については当該事象や制度変更に影響を受ける観察指標や要因に関する統計指標に対しどのような計量分析手法や補助的確認手



法を適用するかという選択と当該計量分析手法などに応じた事象や制度変更の外生性の確認手法を用いるかという選択が同時決定されるものと考えられる。

### 3) 内部的有効性のうち「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性

「自然実験」に用いる事象や制度変更が上記1)の分析課題に応じた整合性に適合しており更に2)での分析に用いる計量分析手法の選択と外生的であることが確認ができた場合、最後に分析対象の内生的行動可能性を検討することが必要である。

ここで1)での分析課題が観察指標の潜在的内生性である場合には、分析対象による内生的行動は「自然実験」として用いる事象や制度変更の搜索の過程でこれを当然に考慮した上で識別が可能となるような事象や制度変更あるいは計量分析指標が取捨選択されていると考えられるため、改めて内生的行動可能性を確認する必要はないと考えられる。

また2)での事象や制度変更の類型が偶発的事象である場合には、その性質上から分析対象による内生的行動の可能性は限りなく小さいと考えられるため、同様に改めて内生的行動可能性を確認する必要はないものと考えられる。

従ってこれらを除いた他の分析課題及び他の事象や制度変更の類型に該当する場合において、分析に用いる観察指標や要因を採取した分析対象の内生的行動の可能性の有無や程度を検討し、必要に応じ内生的行動の可能性を考慮した計量分析手法や補助的確認手法を追加するなどの措置を講じる必要があると考えられる。

## 2-3-2. 「自然実験」における外部的有効性に関する再整理

### 1) 外部的有効性の確認の付随性

「自然実験」を用いた政策評価の目的が既に実施された特定の地域・組織・時点における政策措置の効果の推計や評価である場合においては、2-3-1の手順に従い内部的有効性を確認すれば分析の目的は達成されたこととなる。

他方で分析の目的が当該政策措置の事例を用いて他の地域・組織・時点における政策措置の効果に対する予測や外挿による事前評価を行おうとする場合又は分析結果を一般化した議論をしようとする場合には、当該分析結果が他地域・組織・時点への外挿や一般化が可能か否かという外部的有効性について確認しておくことが必要である。

従って外部的有効性の確認は分析の目的に政策措置の効果に対する予測や事前評価を行うことが含まれる場合に限定的な附随的(Optional)措置であると位置づけられる。

### 2) 外部的有効性の確認手法

2-2-5で整理したとおり「自然実験」の主要先行研究における事例において外部的有効性を確認している事例を3例紹介したが、これらの先行研究に共通した確認手法として分析結果の比較を行うことを念頭に同一・近似時点における多数の地域の統計値を収集し同一の計量分析手法を適用するなど、可能な限り条件を揃えた相互比較を可能とすべく「自然実験」実施の枠組みを予め設計・準備した上で確認を行っていることが理解される。

従って特定の事例による分析結果を外挿・一般化しようとする場合には、分析対象が地理的・時間的に近接する試料を複数確保した上で同一の計量分析手法を適用し可能な限り条件を揃えた相互比較を行うことや、外挿した際の予測誤差を適切な説明変数を用いたモデルにより記述し低減することが必要であると考えられる。

具体的には2-3-1での内部的有効性の確認手順を複数の地理的・時間的対象に対して実施した後で、当該実施結果を集めて相互比較し類似性を確認するあるいは当該実施結果の

差異を説明する適切な変数を用いたモデルを構築して外挿を行い予測や事前評価に用いるなどの措置を講じる必要があると考えられる。

### 3) 外部的有効性と局所処置効果(LATE)による計量分析手法

2-2-5で説明したとおり「自然実験」において適用する計量分析手法のうち操作変数(IV)や不連続回帰(RD)など局所処置効果(LATE)を推計する手法については、外部的有効性を確認する手法の適用それ自体に困難を伴う場合があることに注意が必要である。

このような場合には操作変数(IV)の数値が異なる試料を分割・準備する、不連続回帰(RD)の分析に用いる試料を処置の実施前後で整備するなどの方法により、これらの計量分析手法に代えて横断面前後差分析(DID)を適用するなど計量分析手法を柔軟に変更するなどの対策を採ることが考えられる。

### 2-3-3. 「自然実験」を応用した識別に関する標準的分析手順

#### 1) 「自然実験」を応用した識別に関する標準的分析手順 (図2-3-3-1参照)

2-3-1及び2-3-2での再整理の結果から、「自然実験」を応用した識別を行う際の標準的分析手順は下記のとおり整理される。

##### (1) 事前準備作業-1: 政策評価上の問題における分析課題の分類・特定

「自然実験」を応用して分析しようとする政策上の問題における分析課題を分類し特定する。

典型的な分析課題の種類としては観察指標の潜在的内生性、影響要因の複数混在性及び通常状態での資料入手困難・稀少性の3類型が存在する。

##### (2) 事前準備作業-2: 「自然実験」として用いる事象や制度変更の分類・特定

「自然実験」として用いようとする事象や制度変更の性質を分類し特定<sup>\*97</sup>する。

典型的な事象や制度変更の種類としては直接的制度変更、間接的制度変更・事象及び偶発的事象の3類型が存在する。

##### (3) 内部的有効性確保-1: 「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性(事象や制度変更の内容限定)

(1)で分類・特定した分析課題の種類に応じ「自然実験」として用いる事象や制度変更の内容や計量分析手法を取捨選択する。

分析課題が観察指標の潜在的内生性の場合では内生性を疑われる要因の片方のみが変化した事象や制度変更を用いるか、それが困難な場合に内生性を考慮した計量分析手法を適用する。分析課題が影響要因の複数混在性である場合では特定の要因のみが変化した事象や制度変更を用いて分析を行う。分析課題がや通常状態での資料入手困難・稀少性である場合に対しては当該稀少な事態に該当する事象や制度変更を用いて分析を行う。

##### (4) 内部的有効性確保-2: 「自然実験」として用いる事象や制度変更の内生・外生性(計量分析手法などの選択その1)

(2)で分類・特定した事象及び制度変更が直接的制度変更又は間接的制度変更・事象の場合には用いる計量分析手法に応じ外生性の確認を行う。事象及び制度変更が偶発

---

\*97 必要があれば「準・自然実験」か(狭義の)「自然実験」かの区分はこの手順で行う。

的事象である場合には当該確認は省略できる。

直接的制度変更又は間接的制度変更・事象の場合においては、直接的比較手法の適用とランダム性の統計的確認や複合的比較手法と観察指標と処理の独立性(CI・CMI)の確認を組合わせて外生性の確認を行う。

- (5) 内部的有効性確保-3:「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性(計量分析手法などの選択その2)

(1)及び(2)での分類・特定に応じて分析対象の内生的行動可能性について確認を行う。分析課題が観察指標の潜在的内生性の場合又は事象や制度変更が偶発的事象である場合には当該確認は省略できる。

分析課題と事象や制度変更の組合せがこれらに該当しない場合には、分析対象の内生的行動可能性の有無や程度について検討し必要に応じて内生性を考慮した計量分析手法や補助的確認手法を追加するなどの対策を行う。

- [判定・処置] (2)において検討した「自然実験」として用いようとする事象や制度変更が(3)から(5)の要件のいずれかに該当・適合しない場合には、当該事象や制度変更は分析しようとする政策評価の内容から見て「不適格」とであると判定される。この場合には別の事象や制度変更を探索し(2)に戻って一連の検討手順を再実施する。

- (6) 評価分析実施

(3)で適合が確認された事象や制度変更に関する試料を用い、各計量分析手法の前提条件の成立を確認<sup>\*98</sup>した上で(4)及び(5)で選択された計量分析手法及び補助的確認手法を適用し、評価分析を実施し結果を得る。

外部的有効性を確認する必要がない場合にはここで評価分析は完了である。

- (7) 外部的有効性確認: 附随的(Optional)措置

「自然実験」による分析の目的において政策措置の効果に対する他集団・他時点での予測や事前評価を行うことが含まれる場合には外部的有効性の確認などを行う。

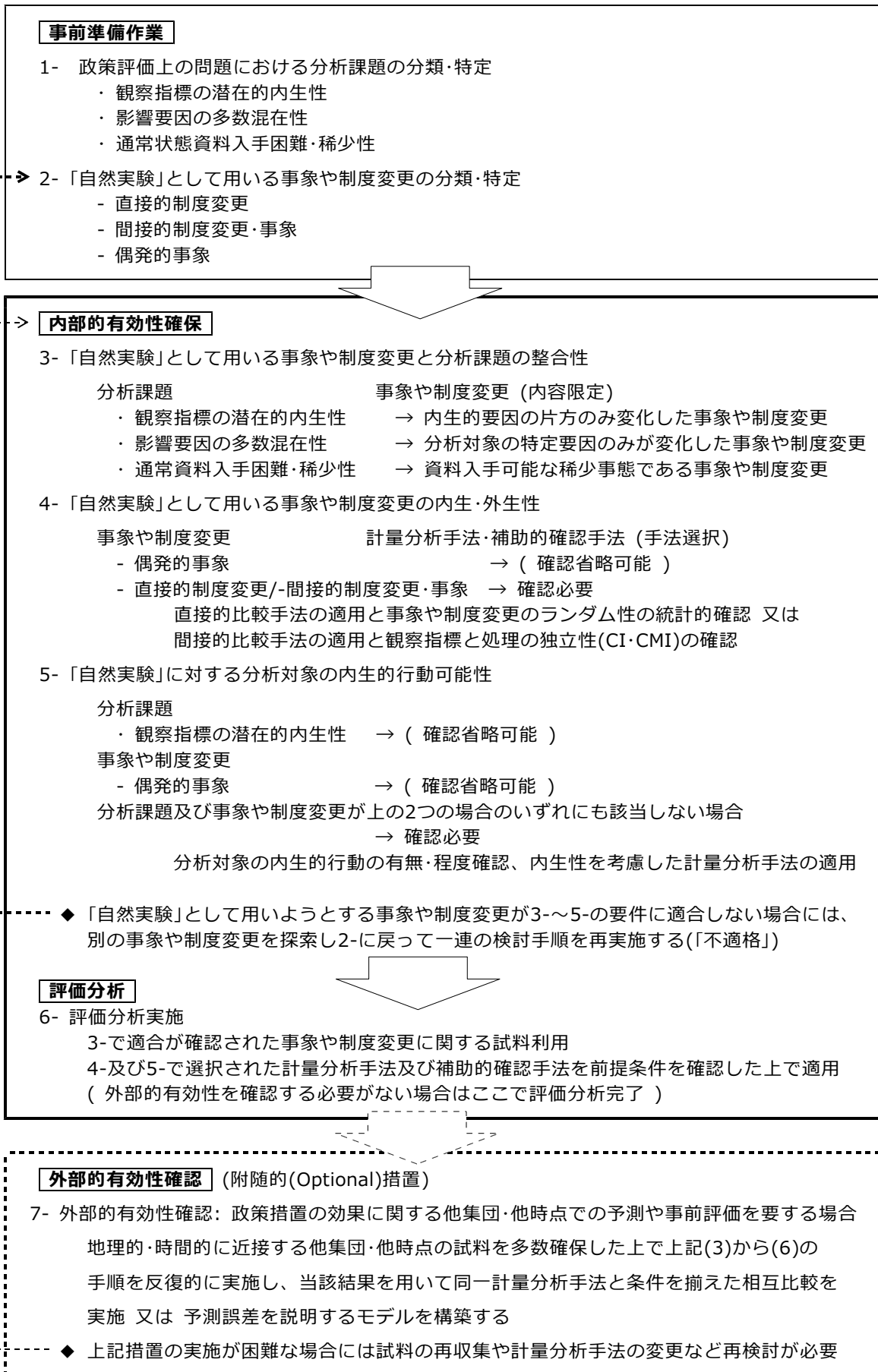
具体的には分析対象が地理的・時間的に近接する他集団・他時点の試料を複数確保した上で上記(3)から(6)の処理を反復的に行い当該結果を用いて同一の計量分析手法を適用し可能な限り条件を揃えた相互比較により確認を行うことや、外挿した際の予測誤差を説明変数を用いたモデルにより予測・低減することが考えられる。

- [判定・処置] 適用する計量分析手法により上記確認の手法などの実施が困難な場合には、試料を再収集し計量分析手法を変更するなどの対応をとった上で(3)に戻り一連の検討手順を再実施する。

---

\*98 各計量分析手法の前提条件のうち上記(3)から(5)の手順と重複しないもの(系列相関の確認、処置の二次的影響(SUTVA)の確認など)については当該手順で確認を行うものとする。

[図2-3-3-1. 「自然実験」を応用した識別に関する標準的分析手順]



### 3. 「自然実験」の外部的有效性の確認と分離・識別の実証試験

#### 3-1. 類似した「自然実験」の結果を複数用いた外部的有效性の確認と分離・識別

本節においては第1節・第2節での整理・考察結果を基礎として、類似した「自然実験」の結果を複数用いた外部的有效性の確認手順とこれを用いた分離・識別について検討する。

##### 3-1-1. 類似した「自然実験」の結果を複数用いた外部的有效性確認の考え方

(式3-1-1-1参照)

###### 1) Dehejia他(2015)など先行研究における外部的有效性の確認手順再考

2-2-5で述べたとおり、主要英文学術誌などにおいて外部的有效性について確認を行っている先行研究の事例は3例しかなく、当該3例の先行研究事例に共通する点として、分析結果の比較を行うことを念頭に置いて同一・近似時点における多数の対象の統計値を収集し複数の「自然実験」の結果に関する試料を用い同一の計量分析手法を適用するなど、可能な限り条件を揃えた比較を行っている点が指摘できる。

社会・政治学分野での先行研究であるLegewie(2013)では、横断面前後差分分析(DID)による推計結果を9ヶ国65地域について相互比較した上で、テロが対移民感情に与える影響に関し直接的な外部的有效性は成立せず地域毎の失業率などに応じて結果が異なることを述べている。但し当該研究は直接的に外部的有效性の確認を目的としたものではない。

他方で「自然実験」に関して直接的に外部的有效性の確認を目的とした先行研究であるDehejia他(2015)においては、米国女性の出産と労働力に関する操作変数(IV)を用いた推計結果を基準として、同様の推計を61ヶ国について外挿した結果から予測誤差を求め、当該予測誤差が年齢・所得や該当国の1人当GDPなどの説明変数を用いたProbit回帰で説明できることを示し、当該説明変数を与件とした上での外部的有效性が成立していることを述べている。同様にBisbee他(2015)については、外挿の予測誤差に関する説明変数の構成が異なっているものの外部的有效性の確認手順については概略Dehejia他(2015)と同様である。

###### 2) Dehejia他(2015)による外部的有效性の確認手順の包含性

2-2-5で紹介した3例の先行研究における外部的有效性の確認の関係については、基本的にLegewie(2013)及びBisbee他(2015)の結果は、基本的な考え方においてDehejia他(2015)の結果に包含されるものと考えられる。

これらの3例においていずれの場合も国・時点毎に直接的な外部的有效性は成立せず推計された処置効果には差違が存在するが、Legewie(2013)の場合は地域別の失業率、Dehejia他(2015)及びBisbee他(2015)の場合は国別の1人当GDPや"遵守者(Complier)"の属性など処置効果の差違に関する説明変数の存在が確認され、またこれらの説明変数により「自然実験」の結果推計された処置効果の予測誤差など国別・時点別の差違が説明可能であるとしている点が共通している。

つまりこれら3例の結果から、何らかの説明変数による関数で処置効果の推計結果について外挿時の予測誤差など差違が説明できるという条件が成立している場合には、当該処置効果について外部的有效性の成立が間接的に論証されたと見なせるものと考えられる。

###### 3) 類似した「自然実験」の結果を複数用いた外部的有效性確認の考え方(線形の場合)

具体的に、処置効果の影響の観察対象指標が全て簡単な線形で表現できる場合には、類

似した「自然実験」により観察された複数の処置効果の差異が何らかの「差異の説明変数」を用いた線形関数で説明できる場合には、外部的有効性の成立が間接的に論証されたと見なすことができる。

従って、処置効果の外部的有効性の成立を確認するためには、類似した「自然実験」の結果から推計される複数の処置効果について、何らかの説明変数を用いてその差異を説明するモデルが構築できればよいものと考えられる。

[式3-1-1-1. 外部的有効性成立の間接的論証の考え方 (処置効果などが全て線形の場合)]

$$Y_{ij}(t) = \alpha_j * X_{ij}(t) + \beta_0 * D_i(t) + \epsilon_{ij}(t)$$

$$Y_{ij}(t) = \alpha_j * X_{ij}(t) + (\beta_0 + \sum_s (\Gamma_{sj} * Z_j(t-s)) + \zeta_j(t)) * D_i(t) + \epsilon'_{ij}(t)$$

$$Y_{ij}(t) = \alpha_j * X_{ij}(t) + \beta_j(t) * D_i(t) + \epsilon'_{ij}(t) ; \text{「自然実験」}j\text{毎の処置効果}\beta_j(t)\text{の推計}$$

$$\beta_j(t) = \beta_0 + \sum_s (\Gamma_{sj} * Z_j(t-s)) + \zeta_j(t) ; \text{処置効果}\beta_j(t)\text{の差異の説明変数}Z_i(t-s)\text{による説明}(\leftarrow \text{処置効果の差異モデル})$$

|   |   |
|---|---|
| $Y_{ij}(t)$                                       | 「自然実験」 $j$ 下における対照 $i$ ,時点 $t$ での観察対象指標                                   |
| $X_{ij}(t), \alpha_j$                             | 「自然実験」 $j$ 下における対照 $i$ ,時点 $t$ での観察対象指標の説明変数 $X_{ij}(t)$ 及び 係数 $\alpha_j$ |
| $D_i(t)$  | 対照 $i$ ,時点 $t$ での処置ダミー ("処置あり" $=1$ , "処置なし" $=0$ )                       |
| $\beta_j(t)$                                      | 「自然実験」 $j$ 下における時点 $t$ での処置効果 (処置 $D$ の処置ダミーの係数)                          |
| $\beta_0$   | 処置 $D$ に共通する処置効果  |
| $Z_j(t-s)$  | 「自然実験」 $j$ 下における処置効果の差異の説明変数 ( $t > s > 0$ )                              |
| $\Gamma_{sj}$                                     | 「自然実験」 $j$ 下における処置効果の差異の説明変数の係数   |
| $\epsilon_{ij}(t), \epsilon'_{ij}(t), \zeta_j(t)$ | 誤差項   |

### 3-1-2. 時系列回帰分析などを併用した外部的有効性の確認 (図3-1-2-1参照)

#### 1) 処置効果の観察対象指標が同時均衡などの関係にある場合の問題

3-1-1では外部的有効性確認の考え方について議論したが、現実の政策評価においては処置効果の観察対照指標が他の説明変数と同時均衡の関係にあるなど単純な推計式を当てはめることが妥当ではない場合が存在する。

具体的には、処置効果の観察対象指標が何らかの財サービスの数量(や価格)である場合、当該財サービスの価格(や数量)と同時均衡となっている可能性が考えられる。同時均衡となっている財サービスの数量・価格について何らかの理由により片方の変数のみを対象とした推計を行った場合には、同時均衡の調整速度に応じ価格・数量の同時内生性による偏差や過去の価格・数量の系列相関性による影響部分が脱落変数となることによる偏差あるいはどの双方の偏差を生じてしまう可能性がある。

これらの問題は本質的に計量経済学において良く知られている内生性を有する複数の変数に対する推計の問題や系列相関を有する変数に対する推計の問題そのものであり、一般化三段階最小二乗法(G-3SLS)<sup>\*99</sup>や時系列回帰分析などの手法を応用することにより偏差のない推計が可能であることが知られている。

\*99 一般化三段階最小二乗法(G3SLS: Generallized (Method of Moments) 3 Stage Least Squeres)やベクトル自己回帰分析(VAR: Vactor Auto Regression)など個々の計量分析手法についての説明は紙幅の関係により割愛する。必要があれば下記に挙げる例など計量経済学の教科書を参照ありたい。

VAR; Greene W. (2003) 参考文献081 \$19.6

G3SLS; Wooldridge J. (2002) 参考文献082 \$8.3

## 2) ベクトル自己回帰分析(VAR)を併用した一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)

一般に、単純に一般化三段階最小二乗法(G3SLS)を適用するだけでは同時内生性や不均一分散性に対処できるのみであり系列相関性には対処できないため、時系列回帰分析の一種であるベクトル自己回帰分析(VAR)<sup>\*100</sup>を併用して自己相関項に関する情報を取得して系列相関性の問題に対処することが考えられる。

具体的には、最初にベクトル自己回帰分析(VAR)を応用した遅延項構造解析(Lag Structure Analysis)を行って自己相関項の最適次数を求め、当該最適次数迄の自己相関項を外生変数に加えることにより系列相関性を考慮した一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)を行うものである。

### [図3-1-2-1. ベクトル自己回帰分析(VAR)を併用した一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による外部的有効性の確認手順]

- 1: 同時均衡となる内生の2変数(例: 価格-数量など)及び外生の説明変数の特定  
(外生性を確認済の「自然実験」による事象・制度変更に関する変数や月次ダミーなど)
- 2: 1 で特定した内生の2変数によるベクトル自己回帰分析(VAR)及び遅延項構造解析(Lag Structure Analysis)の実施
- 3: Bayesian情報量(BIC)最小化による最適な遅延項次数の決定("VARSOC" by BIC)
- 4: 最適遅延項次数迄の自己相関項を外生変数に加えた一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による処置効果の差異モデルの推計
  - 同時均衡となる2変数を外生の説明変数を用いて識別可能な2つの同時方程式モデルを記述
  - 当該2つのモデルを二段階最小二乗法で解き誤差の分散共分散行列を推計
  - 当該誤差の分散共分散行列の推計結果を用い一般化最小二乗法で当該2つのモデルの未知数を同時推計
- 5: 4 での処置効果の差異モデルによる推計結果から、外部的有効性の成立を確認

### 3-1-3. 外部的有効性の確認結果を用いた分離・識別 (図3-1-3-1参照)

3-1-1から3-1-2ではある特定の処置効果について類似する「自然実験」の結果を複数用いた外部的有効性の確認について検討したが、特定の処置効果について外部的有効性が確認されていれば、当該処置効果を含んだ複数の要因による処置効果などが同時発生し混在していた場合に当該特定の処置効果部分を推計し分離・識別することが可能である。

具体的には、他の類似の「自然実験」の外部的有効性に基づいて構築した処置効果の差異モデルを用い、必要な説明変数から当該特定の要因の処置効果の大きさを推計することができれば、観察対象指標全体の変化から当該処置効果の大きさを控除した部分を他の要因による処置効果の影響として一定の精度で識別することができる。

但し、外部的有効性を確認した特定の処置効果と他の要因の処置効果の間に相互作用が

\*100 ベクトル自己回帰分析(VAR)又は一般化三段階最小二乗法(G3SLS)のいずれかだけでは系列相関性・同時内生性及び不均一分散性の全部の問題に対処することができない。

両者の相違は同時均衡における調整速度が観察期間(月・四半期など)より早い(同時内生)か遅い(系列相関)かという速度の問題であるが、ベクトル自己回帰分析(VAR)では調整速度が観察期間より早い場合には対応できず、一般化三段階最小二乗法(G3SLS)自体からは直接に系列相関性についての情報が得られない。このため系列相関性を考慮した上で同時内生性を扱えるよう措置すべく両者を併用する必要がある。

存在する場合には、当該手法によって当該相互作用による部分を直接的に特定することは一般に困難である<sup>\*101</sup>。このため、上記方法は相互作用が存在しないものと先験的に仮定していることに等しく、実際には相互作用が存在する場合にはこれを無視し誤差として扱った分離・識別を行っていることに注意が必要である。

[図3-1-3-1. 外部的有効性の確認結果を用いた分離・識別の概念図]  
(要因がA・Bの2つである場合)

(複数の処置効果の同時発生・混在)

$\Delta Y_{abj}(t)$  要因A・Bが同時発生・混在した状態での「自然実験」による観察対象指標の変化  
← 観察対象指標の変化から推計

(外部的有効性を用いた要因Aについての処置効果の推計)

$\Delta Y_{aj}(t)$  要因Aの類似の「自然実験」による外部的有効性の確認結果から、説明変数などを用い推計される「自然実験」下における処置効果  
← 要因Aの外部的有効性の確認に用いた処置効果の差異モデルを用いて推計

$$\Delta Y_{aj}(t) \equiv \beta_j(t) = \beta_0 + \sum_s (\Gamma_{sj} * Z_j(t-s)) + \zeta_j(t)$$

(要因Bについての処置効果の間接的推計)

$\Delta Y_{bj}(t)$  要因Bについて要因Aの処置効果の推計結果から間接的に推計される処置効果

$$\Delta Y_{bj}(t) = \Delta Y_{abj}(t) - \Delta Y_{aj}(t)$$

← 要因A・要因Bの相互作用は存在しないと仮定  
(実際に相互作用が存在する場合には推計誤差が発生)

|                     |   |
|---------------------|---|
| $\Delta Y_{abj}(t)$ | 要因A・Bが混在した状態での「自然事件」による観察対象指標の変化        |
| $\Delta Y_{aj}(t)$  | 要因Aについて外部的有効性から推計される処置効果                |
| $\Delta Y_{bj}(t)$  | 要因Bについて要因Aの処置効果の推計結果から間接的に推計される処置効果     |
| $\beta_j(t)$        | 「自然実験」下における時点tでの処置効果 (処置 D の処置ダミーの係数)   |
| $\beta_0$           | 処置 D に共通する処置効果                          |
| $Z_j(t-s)$          | 「自然実験」下における処置効果の差異の説明変数 ( $t > s > 0$ ) |
| $\Gamma_{sj}$       | 「自然実験」下における処置効果の差異の説明変数の係数              |
| $\zeta_j(t)$        | 誤差項                                     |

3-1-4. 簡易な外部的有効性の確認手法と相互比較 (図3-1-4-1参照)

ここまでは同時均衡関係にある他の説明変数を用い時系列回帰分析などを併用した外部的有効性の確認とこれを利用した分離・識別手法について説明したが、現実の政策評価においては同時均衡関係にある他の説明変数が何らかの理由により得られない場合がある。具体的には、数量の統計値のみが得られるが価格の統計値が得られない場合やその逆である場合などである。

この場合には、脱落変数や脱落変数の系列相関により潜在的に偏差が存在することを前提とした上で外部的有効性の判断を行うこととなり、あり得べき偏差の程度は当該説明変

\*101 仮に何らかの理由により2つの要因が同時に影響する場合とそれぞれの要因が単独で影響する場合の3通りについて結果が観察でき、2つの要因が単独で作用する場合の外部的有効性がいずれも確認されている場合には相互作用に相当する部分を推計することが可能である。しかし、現実の「自然実験」を応用した政策評価においてこのような特殊な試料が得られる可能性は殆どないと考えられる。



数と観察できない説明変数との間の同時内生性や系列相関性の程度により左右されることとなる。

本研究においては、外部的有効性の確認手法に関する実証試験の一環として、3-2における実証試験において同時均衡関係にある他の説明変数を用いず、敢えて処置効果の影響を受ける観察対象指標のみを用いた相関分析や時系列回帰分析(ARMAX)などを用いた簡易な外部的有効性の確認を併せて行うことにより、これらの結果が実際にどのように異なるのかを観察・評価することとする。

これらの簡易な外部的有効性の確認手法は、3-1-2で説明した手法と比較して他の説明変数の脱落変数の影響、系列相関性(の不考慮)の影響、同時内生性(の不考慮)の影響などが異なっているため、これらの結果を相互比較することにより、外部的有効性の確認対象とした処置効果の観察対象指標がどのような性質を持っているのかを推察することが可能である。また、観察対象指標のみの相関分析(CORR)については目視による判定に近い性質を持つため、目視による判定の妥当性についても併せて評価することが可能である。

具体的に、観察対象指標のみの相関分析(CORR)、観察対象指標を用いた時系列回帰分析(ARMAX)、同時均衡対象指標を用いたベクトル自己回帰分析(VAR)及び同時均衡対照指標とベクトル自己回帰分析(VAR)を併用した一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)の4つの計量分析手法を順番に適用することにより、それぞれの手法が観察対象指標のみの系列相関性、観察対象指標・同時均衡対象指標を含めた系列相関性、観察対象指標・同時均衡指標の同時内生性の3つの性質に順番に対応しているため、これらの計量分析手法による処置効果の外部的有効性に関する有意性の比較や回帰係数の比較により、処置効果の観察対象指標がどのような性質を持っているのかを副次的に観察する<sup>\*102</sup>ことが可能である。

[図3-1-4-1. 外部的有効性の確認手法と処置効果の観察対象指標の性質の関係]

| 観察対象指標の性質<br>確認に用いる計量分析手法                       | 系列相関性    |        | 同時内生性 |
|---|----------|--------|-------|
|   | 観察対象指標自体 | 同時均衡指標 |       |
| 観察対象指標のみの相関分析(CORR)                             | ---      | ---    | ---   |
| 同 時系列回帰分析(ARMAX)                                | ○        | ---    | ---   |
| 同時均衡指標を用いたベクトル自己回帰分析(VAR)                       | ○        | ○      | ---   |
| 同時均衡指標・ベクトル自己回帰分析を併用した<br>一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS) | ○        | ○      | ○     |

図注) --- 対応不能 ○ 対応

\*102 モデルの妥当性を更に厳密に検討する際には各計量分析手法を用いて推計した係数についてHausman検定などを行う方法がある。本研究においては当該観察は副次的なものであるためこれを捨象する。

### 3-2. 国内の自然災害などによる被害推計の外部的有效性と分離・識別の実証試験

本節においては3-1での外部的有效性の基本的考え方に関する検討を基礎として、国内で発生した自然災害などの農産物への被害推計に関する統計を用い、当該類似した「自然実験」の結果を複数用いた外部的有效性の確認による分離・識別の実証試験を行う。

#### 3-2-1. 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の同時発生と分離・識別

##### 1) 2011年3月の東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の同時発生

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、三陸沖で生じたマグニチュード9.0という未曾有の大地震とこれに起因して生じた津波により岩手・宮城・福島各県の沿岸地域に壊滅的被害を与え、全国の合計で死者・行方不明者約22,300人、住家全半壊約40万件及び最大避難者数38.7万人<sup>\*103</sup>という甚大な被害を発生させた。

当該地震・津波はまた東京電力福島第一原子力発電所にも被害を与え1～3号機の全電源喪失と炉心溶融・崩壊及び4号機の火災が生じたことにより、3月11日から22日に掛けて破損した核燃料に由来する放射性物質が同発電所から福島県浜通地域などに放出され最大避難者数約16.8万人<sup>\*104</sup>を生じるなどの被害を発生させた。

当該東日本大震災の地震・津波による震災被害と福島第一原子力発電所事故による被害は2011年3月に同時発生していることから、特に福島・宮城及び岩手県において住民避難・住家全半壊などの家計被害と事業所・工場や農地・漁場での生産不能・営業不能などの企業被害のいずれについても震災被害と原子力発電所事故被害を分離・識別することが困難<sup>\*105</sup>であるとされている。

##### 2) 震災に関する外部的有效性の確認結果を用いた分離・識別の可能性

他方で規模において東日本大震災には及ばないものの、過去15年<sup>\*106</sup>を見ても規模の大きな震災として中越地震(2004年10月・新潟県)、中越沖地震(2007年7月・新潟県)及び熊本地震(2016年4月・熊本県)などが発生しており、いずれも大きな被害を生じたことが知られている。

仮にこれら3例の震災が生じた家計被害や企業被害について、3-1-3で述べたように震災を「自然実験」の事象による処置とし震災による都道府県別の被害を処置効果とした場合に、当該処置効果について外部的有效性の成立が確認できるのであれば、同時発生した震災被害と原子力発電所事故被害を一定の精度で分離・識別することが可能であると考えられる。

\*103 総務省消防庁「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について(H30.3.7更新)」参考文献083 及び復興庁「全国の避難者の数(所在都道府県別・所在施設別の数)」参考文献085 を参照ありたい。

\*104 福島第一原子力発電所事故による最大避難者数16.8万人は、東日本大震災全体の最大避難者数38.7万人の内数であり、当該原子力発電所事故の損害賠償対象者数から推計したものである。

\*105 災害被害に対する制度上は、原子力災害対策特別措置法が一般の地震・風水害などを扱う災害対策基本法に対する特別措置を規定する法体系となっており、実務上も両者の分離・識別を被災者側に厳格に挙証させることは迅速な被害救済と復興に支障することから、原子力災害対策特別措置法による緊急事態の対象となった地域の災害は相当因果性が認められる限り全て原子力災害として取扱うこととなっている。従って被災者対策や損害賠償において震災被害と原子力発電所事故被害の分離・識別の困難性が問題を生じることはない。

本研究の目的はあくまで「自然実験」の外部的有效性を応用した新たな手法の実証試験である。

\*106 過去の大きな震災として阪神・淡路大震災(1995年1月・兵庫県他)などが挙げられるが、20年以上が経過したことによる社会・経済情勢の変化特に当該震災を教訓とした耐震建築技術・制度の変化の影響や過去の関連統計の継続的入手困難化などの問題から、本研究においては過去15年の震災を取扱うものとする。

具体的にはこれらの震災の規模や影響期間などを表す説明変数を用いた差違モデルにより、震災による都道府県別の被害に関する処置効果の外挿時の予測誤差などの差違が説明できるのであれば、同時発生した震災被害と原子力発電所事故被害を一定の精度で分離・識別することが可能であるものと考えられる。

### 3) 震災又は原子力発電所事故の「自然実験」としての内部的有効性

震災による被害についての外部的有効性について検討する前に、まず2-3での標準的分析手順を用いて震災又は原子力発電所事故に関する被害の分析が「自然実験」としての内部的有効性に関する条件を満たしているかを確認する。

「1- 政策評価上の問題における分析課題の分類・特定」については、震災又は原子力発電所事故による家計被害や企業被害の分析は、いずれの被害であっても通常状態では資料入手困難であり稀少性を有する場合に該当するものと考えられる。

「2- 「自然実験」として用いる事象や制度変更の分類・特定」については、震災又は原子力発電所事故の両方が典型的な偶発的事象に該当するものと考えられる。

「3- 「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性」については、震災又は原子力発電所事故による家計被害や企業被害の分析を行う以上は自明と考えられる。

「4- 「自然実験」として用いる事象や制度変更の内生・外生性」及び「5- 「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性」については、震災又は原子力発電所事故はいずれも典型的な偶発的事象であり、家計被害や企業被害から震災又は原子力発電所事故に対しての因果性は存在しないと考えられ内生性を考慮する必要はないものと考えられる。

従って、震災又は原子力発電所事故に関する被害の分析は「自然実験」としての内部的有効性に関する条件を全て満たしているものと確認される。

## 3-2-2. 震災など自然災害による企業被害と関連統計・指標

### 1) 総務省消防庁による災害情報と「住家全半壊率」（表3-2-2-1参照）

国内での震災を含む自然災害などの規模に関する統計としては、総務省消防庁による災害情報<sup>\*107</sup>における災害毎の被害集計値が利用できるほぼ唯一の統計である。

当該災害情報においては、地震・津波や台風・大雨など主要な自然災害などについて都道府県別に被害規模が集計されており、人的被害・住家被害及び建築物被害についての件数の集計値から該当する自然災害などの影響規模を推察することができる。

当該災害情報における件数については、例えば住家の全壊・半壊などの程度の判定につき内閣府他により明確な判定基準が提示<sup>\*108</sup>されているなど、各地方公共団体で異なる組織が被害判定を行った場合でも判定に偏差を生じないように注意が払われており、単純な集計値ではあるが政府統計調査同様の信頼性が十分に確保されているものと考えられる。

当該災害情報による集計値においては人的被害・住家被害の件数が明確に示されているため、地震など自然災害による家計被害は当該災害情報で把握することが可能<sup>\*109</sup>である。

\*107 総務省消防庁「災害情報」参考文献084 を参照。

\*108 例えば平成13年内閣府政策統括官(防災担当)「災害の被害認定基準について - 警察庁警備局長・消防庁次長・厚生労働省社会援護局長・中小企業庁次長・国土交通省住宅局長あて通知」参考文献086 を参照。  
更に地震・水害・風害などの別に当該基準の詳細な運用指針が定められている。

\*109 他にも災害による家計被害については総務省家計調査報告や労働力調査など消費・就労関係の都道府県別・月次別調査結果が利用可能と考えられるが、本研究の主題から外れるため説明を捨象する。

他方で企業被害については非住家被害の「その他」建物の被害が該当するが、内訳や被災率が判明しない問題があり、当該災害情報による企業被害の把握は困難であると考えられる。

更に、人的被害は災害の発生時間帯や地方公共団体の避難措置や防災体制などの影響を受けることが考えられ、住家被害の浸水情報は水害に特徴的に多い特性があることから、これらの情報は地震を主な目的とした災害の規模を示す指標として不適切であると考えられる。また建築物被害は多くの場合に住家の全半壊被害と強い相関にある。従って、本研究では都道府県別の住家の全半壊件数を該当都道府県の総世帯数<sup>\*110</sup>で除した値を「住家全半壊率」として定義し、地震など自然災害の影響規模を示す指標として用いることとする。

他方、当該災害情報においては自然災害などの発生時点は明確に特定できるが、影響期間や収束・復旧時点に関する情報は得られないことに注意が必要である。

[表3-2-2-1. 総務省消防庁による災害情報の都道府県別集計値(2016年熊本地震での例)]

| (単位:件) | 熊本県    | 大分県  | 福岡県 | 宮崎県 | 佐賀県 | 長崎県 | 山口県 | (合計)   |
|--------|--------|------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 人的被害   |        |      |     |     |     |     |     |        |
| 死者     | 266    | 3    |     |     |     |     |     | 269    |
| 負傷者    |        |      |     |     |     |     |     |        |
| 重傷     | 1182   | 11   | 1   | 3   | 4   |     |     | 1201   |
| 軽傷     | 1553   | 23   | 16  | 5   | 9   |     |     | 1606   |
| 住家被害   |        |      |     |     |     |     |     |        |
| 全壊     | 8658   | 10   |     |     |     |     |     | 8668   |
| 半壊     | 34490  | 222  | 4   | 2   |     |     |     | 34718  |
| 一部損壊   | 154142 | 8110 | 251 | 39  | 1   | 1   | 3   | 162547 |
| 床上浸水   | 114    |      |     |     |     |     |     | 114    |
| 床下浸水   | 156    |      |     |     |     |     |     | 156    |
| 非住家被害  |        |      |     |     |     |     |     |        |
| 公共建物   | 439    |      |     |     |     |     |     | 439    |
| その他    | 11099  | 59   |     |     | 2   |     |     | 11160  |
| 火災     | 15     |      |     |     |     |     |     | 15     |

出典) 総務省消防庁災害情報「平成28年4月熊本県熊本地方を震源とする地震(第118報)- 被害の状況」

## 2) 農林水産省「畜産流通統計調査」など農産物関連統計と「卸取引数量・価格指数」

国内での震災を含む自然災害などにより生じた企業被害については、農林水産業・鉱工業や商業サービス業など様々な公的統計調査を利用した観察・分析が考えられる。

しかし、国内で都道府県別・月次での企業の生産活動に関する動態統計が提供されているのは農林水産業に関連して青果物卸売市場調査、畜産物・水産物流通調査、鉱工業・商業サービス業に関連して商業動態統計調査の4種類しか存在せず、かつ過去15年の長期時系列についての情報が入手できるのは農林水産業関係の3つのみ<sup>\*111</sup>である。

本研究においては地震による災害の企業被害を調査分析する必要があるため、台風など風水害の影響を特に強く受ける青果物や水産物ではなく畜産物流通統計調査を用いることとし、農林水産業のうち畜産業への地震など自然災害による企業被害の状況を都道府県別・月別で観察し分析を行うこととする。

\*110 総務省「住民基本台帳に基づく人口・人口動態及び世帯数」(各年度版) 参考文献087 を参照。

\*111 経済産業省「商業動態統計調査」は2008年12月に開始されており過去約10年分の数値しか得られない。

畜産物流通調査<sup>\*112</sup>においては、都道府県別・月次での牛肉・豚肉の枝肉取引数量(重量)と中央・指定卸売市場<sup>\*113</sup>別・月次での牛肉・豚肉の枝肉取引価額及び枝肉1kg当卸売価格、都道府県別・月次での鶏卵・食鳥生産量が調査公開<sup>\*114</sup>されている。このうち全ての都道府県について生産量が得られるのは牛肉・豚肉及び鶏卵のみであるため、これら畜産物3品目を自然災害などによる影響の観察対象指標<sup>\*115</sup>とする。

ここで、過去大規模な震災による被害を受けた新潟県・熊本県などには中央・指定卸売市場が開設されていないため、これらの産地からの畜産物の主要な出荷先である東京又は大阪中央卸売市場のうち距離が近い方の取引価格を用いることとする。また、鶏卵については畜産物流通調査での取引価格調査が廃止されてしまい継続的に実施されていないため、東京都中央卸売市場での鶏卵取引価格<sup>\*116</sup>を補助的に用いることとする。

これらの卸取引数量・価格の統計値については、全て原数値を2003年3月から2018年3月迄の平均値で除した「卸取引数量指数」及び「卸取引価格指数」に変換して分析に用いる。

一般に、地震などの自然災害は畜産関連施設や流通・交通インフラを破壊し畜産品の生産・流通を阻害して卸取引数量に影響すると考えられる<sup>\*117</sup>ことから、横断面前後差分分析(DID)などの計量分析手法により有意に「卸取引数量指数」が低下している期間の長さから自然災害の影響期間の長さを推定することとする。

### 3) 激甚災害法指定災害と農産物に関連するその他の自然災害 (表3-2-2-2参照)

本節においては震災など自然災害の都道府県別住家被害などを説明変数とし、当該自然災害による都道府県別の農林水産業のうち畜産物3品目の生産への企業被害を観察対象指標として外部的有効性の確認を用いた分離・識別を試みるものである。

当該外部的有効性を確認する上では、3-2-1で述べた中越地震など3例の大規模震災の他に、明示的に畜産物生産への被害を発生させた自然災害などについて併せて外部的有効性の確認に関する手法を適用し結果を比較することが有益である。このため、東日本大震災・福島第一原子力発電所事故及び中越地震など3例の大規模震災の4例の他に、過去15年に激甚災害法<sup>\*118</sup>の指定を受けた大規模風水害の26例、鶏卵に対する2005年6月の茨城県での鳥インフルエンザ災害<sup>\*119</sup>及び牛肉・豚肉に対する2010年8月の宮崎県での口蹄疫災害<sup>\*120</sup>による大規模畜産関係疫病害の2例を加えた32例の統計値を用いた分析を行う。

\*112 農林水産省「畜産物流通調査」参考文献088 を参照。

\*113 中央卸売市場は仙台・埼玉・東京・横浜・名古屋・京都・大阪・神戸・広島・福岡に設置されている。指定卸売市場は水戸・宇都宮・高崎・甲府・岐阜・浜松・四日市・岡山・坂出・松山・佐世保に設置されているが、浜松・松山の2市場については牛肉・豚肉とも頻繁に取引が途絶しているため試料から除外する。

\*114 畜産流通調査においては過去更に多くの調査項目が存在したが、統計調査の整理合理化の結果2018年現在で継続的に統計値が得られるのはこれらの項目のみである。

\*115 他に米穀など穀物生産や野菜・果樹生産など耕種産品での企業被害を観察・分析対象とすることが考えられるが、耕種産品は畜産品と比べて生育期間が長く収穫期が年1回に限られるため、月次での被害識別が困難であり本研究の目的に照らして観察・分析対象として適切ではないと考えられる。

\*116 東京都中央卸売市場「市場統計情報 (青果・鶏卵)」参考文献089 を参照。

\*117 他方で後述する鳥インフルエンザや口蹄疫については数量のみならず価格についても直接的な災害の影響が及ぶ可能性が考えられる。

\*118 激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律(昭和37年法律第150号)

\*119 国立感染症研究所「茨城県で発生した鳥インフルエンザH5N2亜型事例」(2005) 参考文献091を参照。

\*120 宮崎県「宮崎県口蹄疫復興メモリアルサイト」(2011) 参考文献090 を参照。

更にこれらの試料に関する外部的有効性の確認のための分析に当たっては、本研究において調査研究対象とする全ての自然災害などを表現したダミー変数を分析対象とする都道府県に共通して用いることにより、実際には該当する自然災害などによる被害がない都道府県での卸取引数量・価格の試料を用いた「偽薬試験(Placebo Study)」を併せて行う。

[表3-2-2-2. 本研究で調査分析対象とする過去15年の主要な自然災害と災害規模]

| 自然災害など種類           | 発生年         | 主要被災都道府県   | 住家全半壊件数   | 住家全半壊率*           |
|--------------------|-------------|------------|-----------|-------------------|
| (複合災害: 1例)         |             |            |           |                   |
| 東日本大震災・福島原発事故      | 2011年 3月    | 岩手・宮城・福島県他 | 402743    | 26.3%             |
|                    |             | うち 宮城県     | 238133    | 26.3%             |
|                    |             | 福島県        | 96027     | 12.8%             |
|                    |             | 茨城県        | 27631     | 2.5%              |
|                    |             | 岩手県        | 26079     | 5.2%              |
|                    |             | 千葉県        | 10953     | 0.4%              |
|                    |             | 栃木県(以下略)   | 2379      | 0.3%              |
| (大規模震災: 3例)        |             |            |           |                   |
| 熊本地震               | 2016年 4月    | 熊本県他       | 43384     | 5.6%              |
| 中越地震               | 2004年10月    | 新潟県        | 16985     | 2.1%              |
| 中越沖地震              | 2007年 7月    | 新潟県        | 7041      | 0.9%              |
| (大規模風水害: 26例(参考))  |             |            |           |                   |
| 台風23号豪雨(過去最大)**    | 2004年10月    | 兵庫県他       | 8685      | 0.4%              |
| 他激甚災害法指定26例        | (2003~17年末) | (全国)       | (平均 1723) | ---               |
| (大規模畜産疫病害: 2例(参考)) |             |            |           |                   |
| 鳥インフルエンザH5N2亜型     | 2005年 6月    | 茨城県        | --        | (採卵鶏 149万羽殺処分) -- |
| 口蹄疫                | 2010年 6月    | 宮崎県他       | --        | (牛・豚など30万頭殺処分) -- |

表注) \* 住家全半壊率は被害の最も大きかった都道府県における世帯数に対する全半壊件数の比率

\*\* 台風23号豪雨(2004年10月)が過去15年間で最大の住家全半壊件数を生じた風水害である

### 3-2-3. 震災による被害推計と外部的有効性などの確認及び分離・識別

- 外部的有効性及び部分外部的有効性による分離・識別の考え方 -

#### 1) 都道府県別・月別の横断面前後差分析(DID)による震災など自然災害の被害推計

(式3-2-3-1及び図3-2-3-1,-2参照)

震災など自然災害による外部的有効性の確認を行うために、最初に3-2-2で説明した畜産流通統計などから算定した都道府県別・月次での「卸取引数量指数」及び「卸取引価格指数」を用いて、これを横断面前後差分析(DID)の手法<sup>\*121</sup>によって処理し都道府県別・月次での震災など自然災害による被害推計値を推計することが必要である。

このため、各都道府県別・月次での指数を処置群とし、当該都道府県を除く他都道府県の同月次の指数の加重平均値を対照群として用い、該当月の12ヶ月前の値(前年同月値)を基準とした横断面前後差分析(DID)により、該当月における震災など自然災害による推計相対被害指数を求める。

\*121 横断面前後差分析(DID)についての一般的な前提条件・処理効果などの説明については戒能(2017) 参考文献092 第2章部分を参照。

当該横断面前後差分分析(DID)による処理により、各都道府県別の畜産品の卸取引数量・価格における生産能力や品質など都道府県に固定的に存在する差異や輸入品価格や消費者嗜好変化など都道府県横断的に影響する要因の影響は除外され、各都道府県別・月次での震災など自然災害による被害と各都道府県・該当月に固有の他の状況変化を推計相対被害指数として抽出することができる。

具体的に、当該方法により処理した各都道府県別・月次での畜産3品目の推計相対被害指数のうち、2005年6月の鳥インフルエンザH5N2亜型及び2010年6月の口蹄疫でそれぞれ甚大な被害を生じたことが知られている茨城県の鶏卵及び宮崎県の豚肉の卸取引数量指数とこれらの横断面前後差分分析(DID)による推計相対被害指数を対比して図3-2-3-1及び図3-2-3-2に示す。当該2つの事例から明らかとなっており、横断面前後差分分析(DID)による推計相対被害指数が有意な負となる時点が震災など自然災害の発生時点と一致する場合は被害の開始時点であり、当該推計相対被害指数がほぼ0となり有意に負であるとは言えなくなる時点が被害の収束・復興時点であると推定できる。

[式3-2-3-1. 都道府県別・月別の横断面前後差分分析(DID)による震災など自然災害の被害推計]

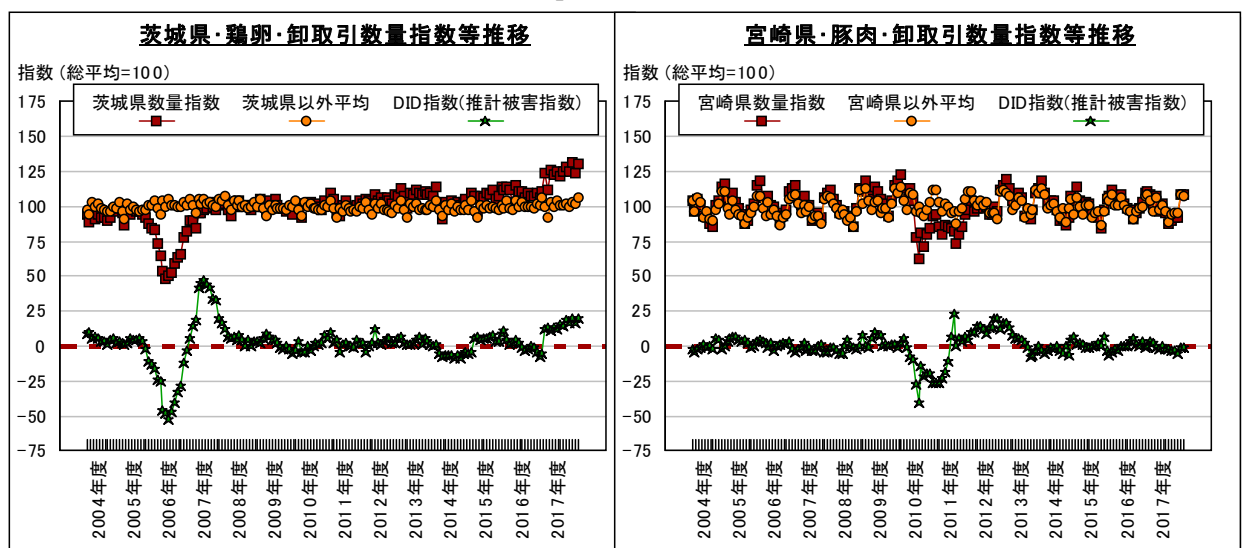
$$IY_{ij}(t) = n * Y_{ij}(t) / \sum_t (Y_{ij}(t))$$

$$\underline{IY}_{ij}(t) = n * \underline{Y}_{ij}(t) / \sum_t (\underline{Y}_{ij}(t))$$

$$DY_{ij}(t) = ( IY_{ij}(t) - IY_{ij}(t-12) ) - ( \underline{IY}_{ij}(t) - \underline{IY}_{ij}(t-12) )$$

- Y<sub>ij</sub>(t) 都道府県i, 畜産品j の月t における卸取引量又は卸取引価格 (i ∈(中央・指定卸売市場設置都道府県(浜松・松山を除く19)及び青森県・岩手県・福島県・新潟県・熊本県及び宮崎県), j ∈(牛肉・豚肉・鶏卵), t ∈(2004年1月~2018年3月))
- n 総試料月数 (= 171)
- IY<sub>ij</sub>(t) 都道府県i, 畜産品j の月t における「卸取引数量指数」又は「卸取引価格指数」
- Y<sub>ij</sub>(t) 都道府県i以外の県, 畜産品j の月t における卸取引量又は卸取引価格 (価格は加重平均値)
- IY<sub>ij</sub>(t) 都道府県i以外の県, 畜産品j の月t における「卸取引数量指数」又は「卸取引価格指数」
- DY<sub>ij</sub>(t) 都道府県i, 畜産品j の月t における数量又は価格の推計相対被害指数

[図3-2-3-1,-2. 茨城県・鶏卵及び宮崎県・豚肉の卸取引数量指数及び横断面前後差分分析(DID)による推計相対被害指数]



図注) 茨城県の鳥インフルエンザH5N2亜型発生は2005年6月、宮崎県の口蹄疫発生は2010年6月である。

## 2) 横断面前後差分分析(DID)による被害推計結果と段階的外部的有効性確認

(式3-2-3-2参照)

式3-2-3-1.により横断面前後差分分析(DID)を用いて得られた都道府県別・月次での推計相対被害指数について、3-1-2の手順に従い当該都道府県で過去15年に発生した震災など自然災害別の住家全半壊率などを説明変数とした一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による回帰分析などの計測<sup>\*122\*123</sup>を行い、また推計相対被害指数が有意に負である月数を観察することにより外部的有効性を確認する。

ここで、外部的有効性は以下の2段階の手順で同一都道府県内の外部的有効性と都道府県横断的な外部的有効性の別に確認される。

例えば震災について都道府県横断的な外部的有効性が確認されている場合には、震災による当該産品への推定被害指数が他の都道府県への外挿時の予測誤差を含めて住家全半壊率で説明されるため外挿や予測が可能であることとなる。同一都道府県内に限定して外部的有効性が確認できた場合には、同一都道府県内に限って外挿や予測は可能であるが他都道府県について外挿や予測はできないこととなる。他方、いずれの外部的有効性も確認できない場合には、震災による被害による当該産品への推定被害指数は地震毎・地域毎に異なっており住家全半壊率を用いた外挿や予測はできないこととなる。

(第一段階：同一都道府県内での外部的有効性)

風水害や震災など特定の自然災害の影響規模に関する指標である住家全半壊率が、都道府県別の牛肉・豚肉及び鶏卵の卸取引数量や価格の推計相対被害指数に対して一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による回帰分析などを行った際に有意な係数が観察される場合、当該風水害や震災などについて同一都道府県内での影響規模に関する外部的有効性が確認できたものと考えられる。

他方で風水害や震災などの自然災害の影響期間の長さに関する指標である推計相対被害指数が有意に負である月数がほぼ同一である場合、当該風水害や震災などについて同一都道府県内での影響期間に関する外部的有効性が確認できたと考えられる。

(第二段階：都道府県横断的な外部的有効性)

利用可能な都道府県別の牛肉・豚肉及び鶏卵の試料について第一段階の回帰分析及び推計相対被害指数が負である月数の計測・観察を行う。

上記都道府県別の回帰分析で確認された住家全半壊率の卸取引数量や価格の推計相対被害指数に対する有意な係数が近似し信頼区間が重複するなどの類似性が認められた場合、当該風水害や震災などについて都道府県横断的な外部的有効性が確認できたものと考えられる。

また風水害や震災などの自然災害の影響期間の長さに関する指標である推計相対被害指数が有意に負である月数がほぼ同一である場合、当該風水害や震災などについて都道府県横断的な影響期間に関する外部的有効性が確認できたものと考えられる。

\*122 3-1-4で説明したとおり、当該計測においては相関分析(CORR)、時系列回帰分析(ARMAX)、ベクトル自己回帰分析(VAR)及びこれを併用した一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)の4通りの計測を行い結果を比較する。

\*123 時系列回帰分析におけるADF検定などによる定常性確認については、全ての計測を単位根がなく定常であることを確認した上で実施しているため結果の報告を省略する。系列相関の残留確認についても同様である。また、月次ダミー変数の係数については本研究の主題と無関係であるため結果の報告を省略する。



[式3-2-3-2. 一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)など複数手法による外部的有効性の確認]

(ARMAX)

$$DY_{ij}(t) = \beta_{ij0} + \sum_u(\beta_{ij1u} * DY_{ij}(t-u)) + \sum_v(\beta_{ij2v} * DM_{ijx}(t-v)) + \sum_m(\beta_{ij3} * DM_m(t)) + \sum_w(\beta_{ij4w} * \epsilon_{ij}(t-w))$$

(VAR, AR-G3SLS)

$$\overline{DY}_{ij}(t) = \overline{\beta}_{ij0} + \sum_u(\overline{\beta}_{ij1u} * \overline{DY}_{ij}(t-u)) + \sum_v(\overline{\beta}_{ij2v} * DM_{ijx}(t-v)) + \sum_m(\overline{\beta}_{ij3} * DM_m(t)) + \overline{\epsilon}_{ij}(t)$$

|   |   |
|---|---|
| DY <sub>ij</sub> (t)                      | 都道府県i, 畜産品j の月t における数量又は価格の推計相対被害指数 (i ∈(中央・指定卸売市場設置都道府県(浜松・松山を除く19)及び青森県・岩手県・福島県・新潟県・熊本県及び宮崎県), j ∈(牛肉・豚肉・鶏卵), t ∈(2004年1月～2018年3月)) |
| DY <sub>ij</sub> (t-u)                    | 都道府県i, 畜産品j の月t-u における数量又は価格の推計相対被害指数 (自己相関項)   |
| DM <sub>ijx</sub> (t-v)                   | 都道府県i, 畜産品j, 災害x による住家全半壊率 (発生時点からvヶ月後の該当月次に住家全半壊率,他を0とするダミー変数、但し被害非発生都道府県に対する「偽薬試験(Placebo Study)」の場合には該当月次を1, 他を0とする災害発生月次ダミー変数)    |
| DM <sub>m</sub> (t)                       | 月t の月次ダミー変数 (3月基準)  |
| $\overline{DY}_{ij}(t)$                   | 都道府県i, 畜産品j の月t における数量及び価格の推計相対被害指数ベクトル   |
| $\overline{DY}_{ij}(t-u)$                 | 都道府県i, 畜産品j の月t-u における数量及び価格の推計相対被害指数ベクトル (自己相関項)   |
| $\beta_{ij0}, \overline{\beta}_{ij0}$     | 都道府県i, 畜産品j における定数項・同ベクトル   |
| $\beta_{ij1u}, \overline{\beta}_{ij1u}$ 他 | 係数・係数ベクトル   |
| $\epsilon_{ij}(t-w)$                      | 都道府県i, 畜産品j の月t-w における誤差項 (移動平均項)   |
| $\overline{\epsilon}_{ij}(t)$             | 都道府県i, 畜産品j の月t における誤差ベクトル  |

式注) 相関係数(CORR)については説明を省略する。VARとAR-G3SLSは回帰式は同様であるが係数の解法が異なっている。各計量分析手法の詳細については3-1-2を参照。

3) 震災の影響に関する外部的有効性確認と震災・原子力発電所事故の影響の分離・識別 - 「部分外部的有効性」のみが確認できた場合の措置 - (図3-2-3-3～-6参照)

上記2)の手順により震災に関して都道府県横断的な外部的有効性が確認された場合、3-1-3の手順に従い熊本地震など過去3例の震災と東日本大震災での住家全半壊率を用いて、東日本大震災・福島第一原子力発電所による牛肉・豚肉及び鶏卵に関する推計相対被害指数から震災による部分を分離・識別することが可能である。

具体的に、東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の影響が同時発生・混在しており上記分離・識別の試行対象となる岩手・宮城及び福島県の県別・月次での畜産3品目の推計相対被害指数のうち、宮城県の牛肉及び豚肉の卸取引数量指数とこれらの横断面前後差分分析(DID)による推計相対被害指数を対比して図3-2-3-3及び-4に示す。

ここで、一般に回帰分析などの係数には信頼区間が存在するため、震災による影響規模の分離・識別は信頼区間の区間幅に応じて上限・下限を有する範囲推計を行うこととなる。

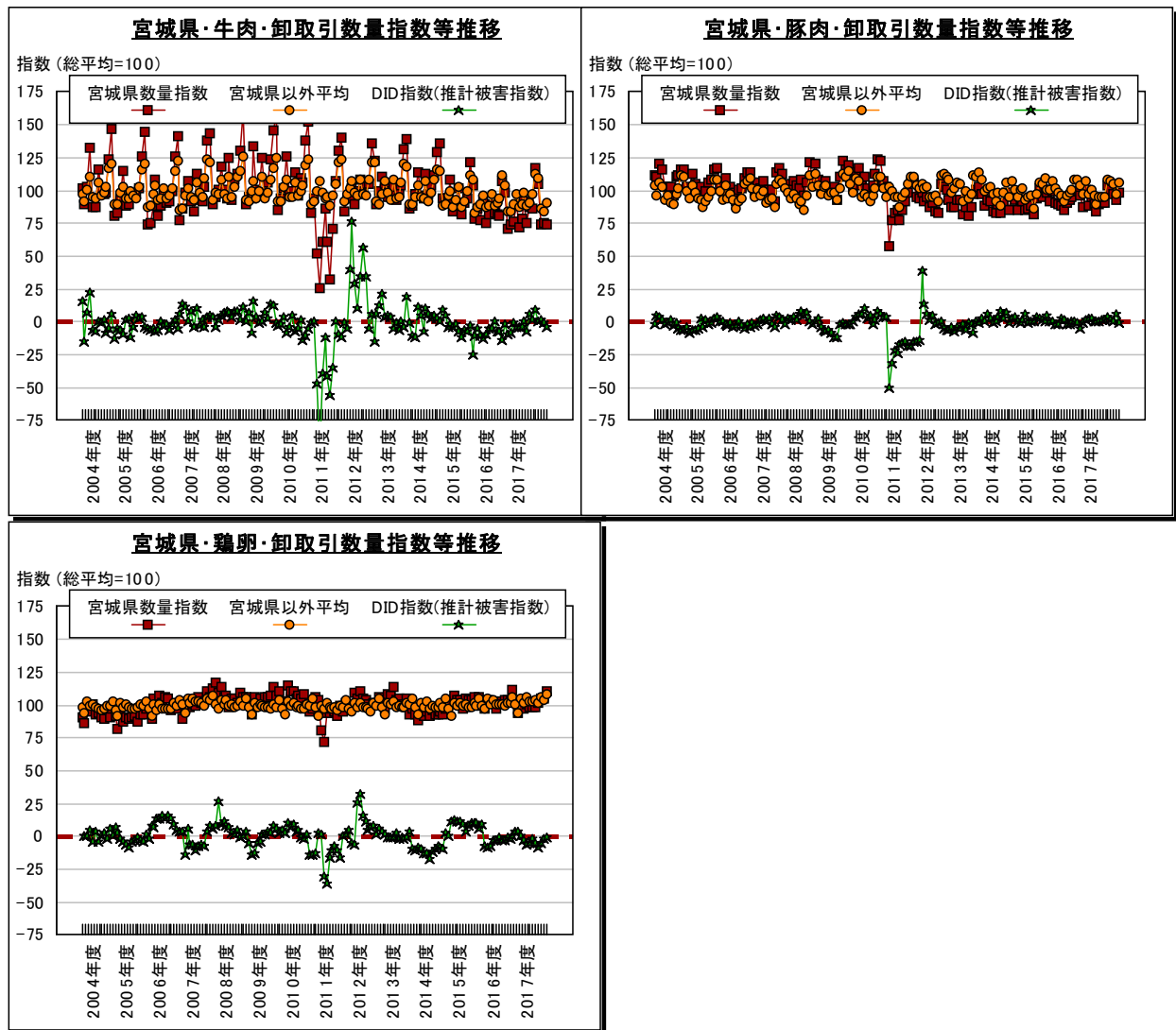
他方で、影響規模及び影響期間の両方について都道府県横断的な外部的有効性が確認できなかった場合でも、影響規模や影響期間のみの都道府県横断的な外部的有効性(以下「部分外部的有効性」(Partial External Validity)と呼称する)が確認できる場合には、これらの部分外部的有効性を用いて震災による影響の範囲や期間を部分的に分離・識別することが可能である。当該部分外部的有効性の概念を図3-2-3-5に示す。

例えば、震災による影響規模の外挿時の予測誤差は住家全半壊率で良好に説明されるが、影響期間がまちまちである場合には、当該影響規模と影響期間の上限・下限を用いた範囲

推計を行うことが考えられる。同様に、震災による影響期間はほぼ一定であるが影響規模の外挿時の予測誤差が住家全半壊率で説明できない場合には、当該影響期間と影響規模の上限・下限を用いた範囲推計を行うことが考えられる。

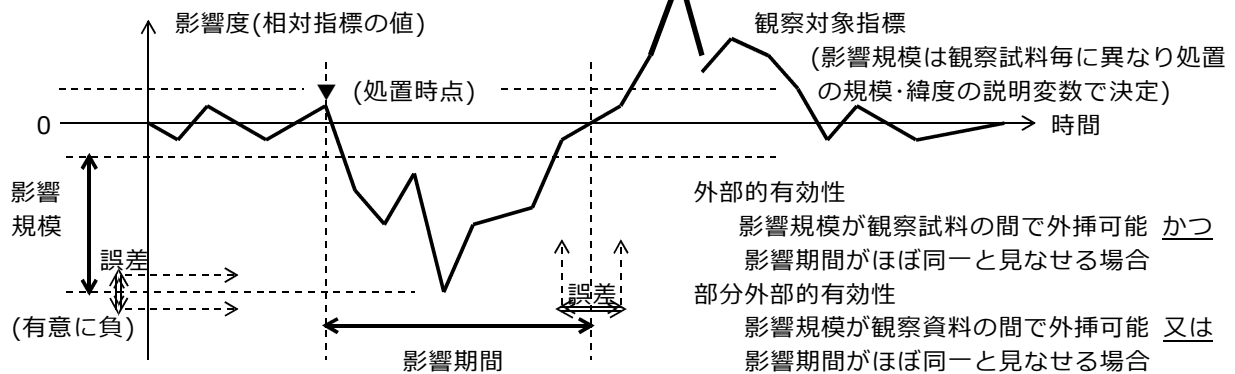
更に、都道府県横断的な外部的有效性が確認できなかった場合であっても、同一都道府県内の外部的有效性に関する推計結果から影響規模や影響期間の最大値などが「部分外部的有效性」として推計できる場合には、これらの部分外部的有效性を用いて震災による影響の範囲や期間を条件付で部分的に分離・識別することが考えられる。

[図3-2-3-3.～-5. 宮城県産牛肉・豚肉及び鶏卵の卸取引数量指数及び横断面前後差分析(DID)による推計相対被害指数]

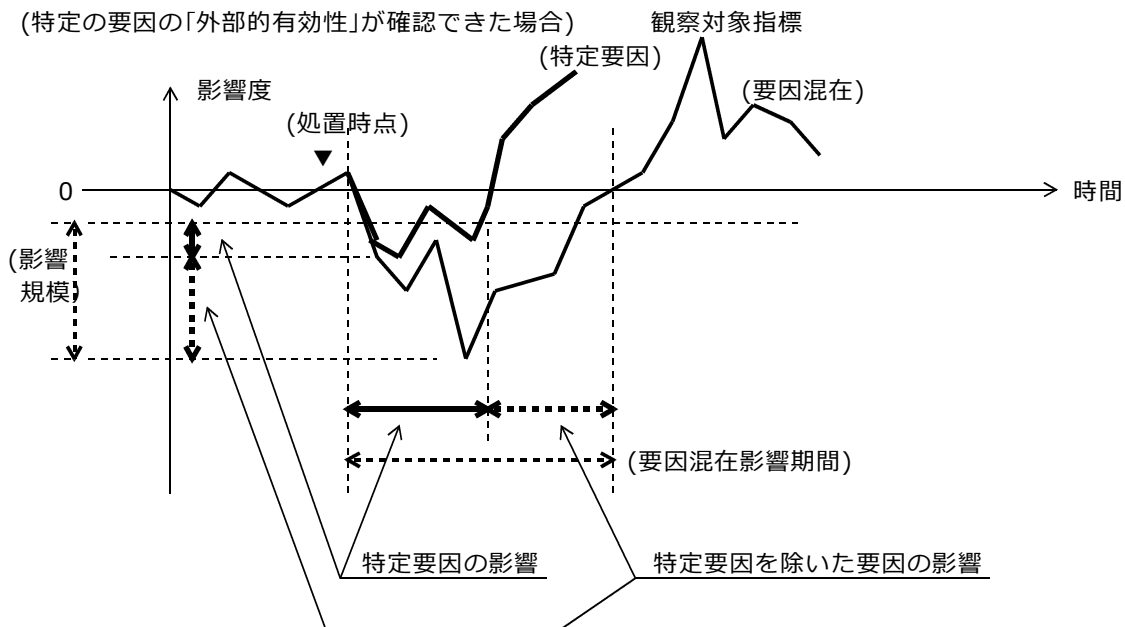


[図3-2-3-6. 「部分外部的有効性」の概念と処置の影響規模・影響期間]

(2つ以上の要因が混在する「要因混在」下での影響)



(特定の要因の「外部的有効性」が確認できた場合)



(特定の要因の「部分外部的有効性」が確認できた場合)

- 影響規模について特定の要因の部分外部的有効性が確認できた場合
  - 影響規模の比率から処置時点近傍などでの影響を分離・識別可能  
 全ての期間について影響規模比率により範囲推計の形で分離・識別が可能であるが、特定の要因についての影響期間は推定できない  
 (例: 処置後の影響のうち影響規模の比率未達の部分は特定要因の影響と推定できるが、当該特定要因の影響が何時まで続いていたかは解らない)
- 影響期間について特定の要因の部分外部的有効性が確認できた場合
  - 影響期間の前後関係から特定要因の影響期間以降の影響を分離・識別可能  
 特定要因の最長影響期間未満 : (分離・識別不可能)  
 特定要因の最長影響期間以降(混在影響期間の方が長い場合): 特定要因以外の影響と推定可  
 (例: 処置後の影響のうち特定要因の最長影響期間以降については当該特定要因の影響がなく他の要因の影響であると推定できるが、当該最長影響期間以前についての要因別の影響の程度については解らない)

### 3-3. 実証試験結果と問題点の抽出

本節においては3-2で検討した震災などによる被害推計の外部的有效性の確認手順とこれを用いた震災と原子力発電所事故の影響の分離・識別に関する実証試験を実施し、当該結果を整理するとともに有り得べき問題点を抽出することを試みる。

#### 3-3-1. 震災など自然災害による被害推計での外部的有效性の確認結果

##### 1) 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による影響(宮城県・福島県・岩手県他)

(表3-3-1-1～5参照)

最初に、外部的有效性の確認による分離・識別の対象となる東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による畜産物3品目の卸取引数量・価格<sup>\*124</sup>への影響について、3-1-2の手順に従い都道府県別に推計相対被害指数を住家全半壊率などを説明変数として一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による回帰分析により推計した。

当該計測結果から東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による畜産物3品目の卸取引数量・価格への影響は、福島県・宮城県及び岩手県などを中心に断続的に有意な負の係数が観察され、影響期間は牛肉で最大で24ヶ月、豚肉や鶏卵で12ヶ月に達する顕著な卸取引数量・価格の減少という被害が生じていたことが理解される。

(牛肉の卸取引数量・価格への影響)

- 牛肉の卸取引数量・価格への影響については、卸取引数量では福島県・宮城県・岩手県・栃木県及び青森県など<sup>\*125</sup>で震災・事故の発生日から有意な負の係数が観察され、福島県・宮城県及び岩手県などではその後の期間においても断続的に影響が継続していたことが理解される。当該有意な負の係数については、福島県・宮城県及び岩手県では-140～-899の「3桁」であるが、青森県・栃木県などでは「5桁」に達する係数が観察される。影響期間については福島県の24ヶ月を最高に、栃木県・宮城県及び岩手県で8～5ヶ月と推定されるが、青森県については1ヶ月で影響が収束したものと推定される。牛肉の卸取引価格では宮城県において震災・事故から5ヶ月後から有意な負の影響が観察されるが、当該結果は福島県内で汚染した稲藁が誤って飼料として宮城県内で流通し汚染した牛肉が発見されたいわゆる「汚染飼料」問題<sup>\*126</sup>に対応した影響であると推定される。

(豚肉の卸取引数量・価格への影響)

- 豚肉の卸取引数量・価格への影響については、卸取引数量では上記の牛肉同様に宮城県・福島県・岩手県・栃木県及び青森県などで震災・事故の発生日から有意な負の係数が観察されるが、牛肉と異なり宮城県においてのみその後の期間においても断続的に影響が継続していたことが理解される。当該有意な負の係数については牛肉同様に県毎に大きな差異があるが、宮城県における負の係数は-38～-199の「2～3桁」であり牛肉より小さいことが理解される。影響期間については宮城県の12ヶ月を最高

\*124 3-2で説明したとおり、中央・指定卸売市場が設けられていない都道府県の牛肉・豚肉の価格及び全ての都道府県の鶏卵の価格は東京・大阪など最寄り中央卸売市場の価格を流用しているため説明を省略する。

\*125 他に東京都などで卸取引数量・価格に有意な負の係数が観察されるが、これは震災などによる直接的な影響ではなく、東京都中央卸売市場の品評地・集散地としての特殊性に基づき、岩手・宮城・福島県などから移入された生体枝肉の卸数量が影響を受けたため間接的・二次的な影響を生じたものと推定される。

\*126 宮城県における「汚染飼料」の問題については、戒能(2017) 参考文献093を参照ありたい。

に、福島県で4ヶ月と推定されるが、他の県では1～2ヶ月で影響が収束したものと推定される。豚肉の卸取引価格では宮城県においてのみ震災・事故から4ヶ月後に有意な負の影響が観察されるが、当該結果は牛肉の卸価格同様にいわゆる「汚染飼料」問題に起因したものと考えられる。

(鶏卵の卸取引数量への影響)

- 鶏卵の卸取引数量への影響については、福島県・宮城県・岩手県・栃木県及び青森県などで震災・事故の発生日から有意な負の係数が観察されるが、牛肉・豚肉と異なり福島県・宮城県においてその後の期間においても断続的に影響が継続していたことが理解される。当該有意な負の係数については牛肉・豚肉同様に県毎に大きな差異があるが、福島県・宮城県における負の係数は-69～-276の「2～3桁」であり牛肉より小さいことが理解される。影響期間については福島県の12ヶ月を最高に、宮城県で6ヶ月と推定されるが、豚肉同様に他の県では1～2ヶ月で影響が収束したものと推定される。

[表3-3-1-1. 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による牛肉の卸取引数量指数への影響]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ ) | 青森県                                     | 岩手県                                      | 宮城県                                      | 福島県                                      | 茨城県                | 栃木県                                     | 東京都                                      |
|----------------------|---|--|--|--|--------------------|---|--|
| 最大自己相関次数             | AR(4)                                   | AR(2)                                    | AR(5)                                    | AR(2)                                    | AR(3)              | AR(2)                                   | AR(2)                                    |
| 数量最大影響期間             | 1ヶ月                                     | 5ヶ月                                      | 6ヶ月                                      | 24ヶ月                                     | (影響なし)             | 8ヶ月 (影響なし*)                             |  |
| 牛肉・数量への影響(住家全半壊率係数)  |   |  |  |  |                    |   |  |
| 発生日                  | <u>-18611</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-565.46</u><br>(0.002) <sup>***</sup> | <u>-185.22</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-430.39</u><br>(0.001) <sup>***</sup> | +191.87<br>(0.631) | <u>-18999</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | +178219<br>(0.290)                       |
| 1ヶ月後                 | +14383<br>(0.000) <sup>***</sup>        | +116.00<br>(0.535)                       | <u>-312.10</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -111.58<br>(0.418)                       | +119.61<br>(0.764) | <u>-8221.2</u><br>(0.047) <sup>*</sup>  | +70877<br>(0.677)                        |
| 2ヶ月後                 | +3303.0<br>(0.338)                      | +172.09<br>(0.352)                       | +47.45<br>(0.309)                        | +151.48<br>(0.266)                       | +468.43<br>(0.240) | +4875.7<br>(0.229)                      | -22457<br>(0.894)                        |
| 3ヶ月後                 | -3530.7<br>(0.247)                      | -51.33<br>(0.779)                        | -47.40<br>(0.314)                        | -175.95<br>(0.196)                       | -95.26<br>(0.812)  | +4089.4<br>(0.310)                      | +170848<br>(0.315)                       |
| 4ヶ月後                 | +2269.1<br>(0.451)                      | -200.01<br>(0.274)                       | <u>-140.32</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -409.22<br>(0.938)                       | -519.94<br>(0.200) | -2481.8<br>(0.526)                      | <u>-619691</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 5ヶ月後                 | -2776.6<br>(0.357)                      | <u>-895.88</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-144.00</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -9071.8<br>(0.085) <sup>*</sup>          | -352.57<br>(0.388) | <u>-14285</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-596071</u><br>(0.001) <sup>***</sup> |
| 6ヶ月後                 | +48119<br>(0.264)                       | +789.50<br>(0.000) <sup>***</sup>        | -23.19<br>(0.587)                        | +15485<br>(0.607)                        | +211.28<br>(0.603) | +7690.5<br>(0.072) <sup>*</sup>         | -17905<br>(0.921)                        |
| 7ヶ月後<br>(**)         | +64103<br>(0.137)                       | +155.45<br>(0.447)                       | +76.82<br>(0.071) <sup>*</sup>           | -48212<br>(0.105)                        | -151.90<br>(0.706) | <u>-8911.8</u><br>(0.037) <sup>**</sup> | +208035<br>(0.252)                       |
| 8ヶ月後                 | +31559<br>(0.464)                       | +102.31<br>(0.587)                       | -48.36<br>(0.247)                        | +86307<br>(0.004) <sup>***</sup>         | -4.50<br>(0.991)   | +3592.2<br>(0.370)                      | -15824<br>(0.929)                        |
| 9ヶ月後                 | +5135.7<br>(0.097) <sup>*</sup>         | -22.23<br>(0.906)                        | -33.92<br>(0.389)                        | +64.24<br>(0.649)                        | +156.62<br>(0.695) | +1811.1<br>(0.646)                      | +1508.0<br>(0.993)                       |
| 10ヶ月後                | -1395.0<br>(0.653)                      | +378.63<br>(0.042) <sup>**</sup>         | -2.00<br>(0.389)                         | +55.92<br>(0.688)                        | +96.23<br>(0.809)  | -4173.3<br>(0.280)                      | -34006<br>(0.844)                        |
| 11ヶ月後                | -1394.9<br>(0.651)                      | +345.28<br>(0.066) <sup>*</sup>          | -20.20<br>(0.603)                        | +385.86<br>(0.005) <sup>***</sup>        | +107.39<br>(0.786) | +10973<br>(0.005) <sup>***</sup>        | -117544<br>(0.495)                       |

表注) 住家全半壊率係数は式3-2-3-2の  $\beta_{ij2v}$  の数量成分である。自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

(\*) 東京都の数量への影響は東京都での震災などによる直接的な影響ではなく、東京都中央卸売市場の品評地・集散地としての特殊性に基づき、岩手・宮城・福島県などから移入された生体枝肉の卸数量が

影響を受けたため間接的・二次的な影響を生じたものと推定される。

(\*\*) 栃木県における5・7ヶ月後(2011年8・10月)での特異的な卸数量の減少には、同県で和牛肥育の最大手であった安愚楽牧場の経営破綻(2011年8～9月)の影響が含まれているものと推定される。

[表3-3-1-2. 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による牛肉の卸取引価格指数への影響]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ ) | 青森県   | 岩手県   | 宮城県                         | 福島県   | 茨城県                 | 栃木県                | 東京都                         |
|----------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| 最大自己相関次数             | AR(4) | AR(2) | AR(5)                       | AR(2) | AR(3)               | AR(2)              | AR(2)                       |
| 数量最大影響期間             | 1ヶ月   | 5ヶ月   | 6ヶ月                         | 24ヶ月  | (影響なし)              | 8ヶ月 (影響なし*)        |                             |
| 牛肉・価格への影響(住家全半壊率係数)  |       |       |                             |       |                     |                    |                             |
| 発生月                  | ---   | ---   | +17.13<br>(0.295)           | ---   | -49.24<br>(0.709)   | -1850.0<br>(0.910) | -10120<br>(0.883)           |
| 1ヶ月後                 | ---   | ---   | + 4.54<br>(0.796)           | ---   | -189.45<br>(0.148)  | -19880<br>(0.281)  | -10807<br>(0.876)           |
| 2ヶ月後                 | ---   | ---   | +27.71<br>(0.167)           | ---   | -178.66<br>(0.174)  | +5934.7<br>(0.743) | +86553<br>(0.209)           |
| 3ヶ月後                 | ---   | ---   | +33.92<br>(0.094)*          | ---   | -237.95<br>(0.072)* | +2955.8<br>(0.869) | -50427<br>(0.466)           |
| 4ヶ月後                 | ---   | ---   | - 7.89<br>(0.644)           | ---   | -187.04<br>(0.162)  | -3529.0<br>(0.840) | -85697<br>(0.217)           |
| 5ヶ月後                 | ---   | ---   | <u>-40.82</u><br>(0.017)**  | ---   | + 5.06<br>(0.970)   | -21646<br>(0.230)  | +44847<br>(0.535)           |
| 6ヶ月後                 | ---   | ---   | <u>-84.19</u><br>(0.000)*** | ---   | -91.12<br>(0.497)   | -10838<br>(0.570)  | <u>-172837</u><br>(0.018)** |
| 7ヶ月後                 | ---   | ---   | <u>-64.23</u><br>(0.000)*** | ---   | -25.02<br>(0.851)   | -24912<br>(0.192)  | -119002<br>(0.107)          |
| 8ヶ月後                 | ---   | ---   | <u>-37.58</u><br>(0.037)**  | ---   | -115.67<br>(0.382)  | -18220<br>(0.309)  | -44854<br>(0.534)           |
| 9ヶ月後                 | ---   | ---   | -22.26<br>(0.189)           | ---   | +36.18<br>(0.783)   | -17611<br>(0.317)  | -116547<br>(0.100)          |
| 10ヶ月後                | ---   | ---   | -25.08<br>(0.136)           | ---   | -33.88<br>(0.796)   | -12024<br>(0.486)  | -15727<br>(0.824)           |
| 11ヶ月後                | ---   | ---   | + 6.25<br>(0.709)           | ---   | -234.87<br>(0.072)* | -12761<br>(0.461)  | -62940<br>(0.370)           |

表注) 住家全半壊率係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の価格成分である。自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

---は該当する県の価格が得られず東京・大阪などの卸取引価格から数値を推計していることを示す。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

(\*) 東京都の価格への影響は東京都での震災などによる直接的な影響ではなく、東京都中央卸売市場の品評地・集散地としての特殊性に基づき、岩手・宮城・福島県などから移入された生体枝肉の卸数量が影響を受けたため間接的・二次的な影響を生じたものと推定される。

[表3-3-1-3. 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による豚肉の卸取引数量指数への影響]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ ) | 青森県                          | 岩手県                          | 宮城県                          | 福島県                          | 茨城県                  | 栃木県                          | 東京都                   |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|
| 最大自己相関次数             | AR(2)                        | AR(2)                        | AR(2)                        | AR(2)                        | AR(2)                | AR(2)                        | AR(2)                 |
| 数量最大影響期間             | 1ヶ月                          | 1ヶ月                          | 12ヶ月                         | 4ヶ月                          | (影響なし)               | 2ヶ月                          | (影響なし)                |
| 豚肉・数量への影響(住家全半壊率係数)  |                              |                              |                              |                              |                      |                              |                       |
| 発生月                  | <u>-8804.3</u><br>(0.000)*** | <u>-520.64</u><br>(0.000)*** | <u>-199.30</u><br>(0.000)*** | <u>-191.69</u><br>(0.000)*** | +256.95<br>(0.036)** | <u>-4499.8</u><br>(0.000)*** | +871299<br>(0.000)*** |

|       |                                   |                                  |   |                                 |   |                    |                    |
|-------|-----------------------------------|----------------------------------|---|---------------------------------|---|--------------------|--------------------|
| 1ヶ月後  | +7715.5<br>(0.008) <sup>***</sup> | +222.90<br>(0.021) <sup>**</sup> | <u>-59.84</u><br>(0.011) <sup>**</sup>  | -67.84<br>(0.059) <sup>*</sup>  | -154.23<br>(0.215)                      | -1043.9<br>(0.469) | -176288<br>(0.358) |
| 2ヶ月後  | -2521.0<br>(0.390)                | + 6.18<br>(0.951)                | -37.55<br>(0.102)                       | +45.84<br>(0.188)               | -84.60<br>(0.497)                       | +1264.6<br>(0.376) | -291060<br>(0.121) |
| 3ヶ月後  | +785.47<br>(0.770)                | +10.96<br>(0.951)                | <u>-61.41</u><br>(0.002) <sup>***</sup> | + 9.42<br>(0.785)               | <u>-297.35</u><br>(0.015) <sup>**</sup> | -981.81<br>(0.489) | -48465<br>(0.794)  |
| 4ヶ月後  | +3542.6<br>(0.143)                | +208.29<br>(0.017) <sup>**</sup> | <u>-37.77</u><br>(0.049) <sup>**</sup>  | -2341.2<br>(0.066) <sup>*</sup> | +72.68<br>(0.559)                       | -121.58<br>(0.931) | +43795<br>(0.811)  |
| 5ヶ月後  | -1052.6<br>(0.666)                | +101.61<br>(0.255)               | <u>-43.44</u><br>(0.024) <sup>**</sup>  | -473.14<br>(0.711)              | -68.48<br>(0.582)                       | +743.97<br>(0.596) | -42485<br>(0.816)  |
| 6ヶ月後  | +34237<br>(0.263)                 | +38.00<br>(0.672)                | <u>-44.85</u><br>(0.021) <sup>**</sup>  | -12753<br>(0.080) <sup>*</sup>  | -99.98<br>(0.419)                       | -178.07<br>(0.899) | +185888<br>(0.303) |
| 7ヶ月後  | +7581.5<br>(0.804)                | -148.34<br>(0.095) <sup>*</sup>  | <u>-52.39</u><br>(0.006) <sup>***</sup> | -2480.4<br>(0.731)              | +79.93<br>(0.521)                       | -472.30<br>(0.735) | +145251<br>(0.421) |
| 8ヶ月後  | +11069<br>(0.719)                 | -83.32<br>(0.350)                | <u>-48.59</u><br>(0.011) <sup>**</sup>  | +4464.7<br>(0.531)              | -100.02<br>(0.421)                      | -635.30<br>(0.650) | -160437<br>(0.375) |
| 9ヶ月後  | +680.45<br>(0.770)                | -91.32<br>(0.301)                | -35.04<br>(0.059) <sup>*</sup>          | - 5.56<br>(0.864)               | +205.52<br>(0.094) <sup>*</sup>         | -651.20<br>(0.640) | +220482<br>(0.224) |
| 10ヶ月後 | -2640.9<br>(0.256)                | -26.04<br>(0.767)                | <u>-39.06</u><br>(0.035) <sup>**</sup>  | -35.93<br>(0.262)               | -246.54<br>(0.050) <sup>*</sup>         | -1522.1<br>(0.274) | -59225<br>(0.743)  |
| 11ヶ月後 | -420.19<br>(0.854)                | -18.23<br>(0.835)                | <u>-40.21</u><br>(0.028) <sup>**</sup>  | +25.28<br>(0.432)               | -241.77<br>(0.057) <sup>*</sup>         | +979.26<br>(0.482) | -107667<br>(0.550) |

表注) 住家全半壊率係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の価格成分である。自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

[表3-3-1-4. 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による豚肉の卸取引価格指数への影響]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ ) | 青森県   | 岩手県   | 宮城県                                     | 福島県   | 茨城県                                      | 栃木県                | 東京都                |
|----------------------|-------|-------|---|-------|--|--------------------|--------------------|
| 最大自己相関次数             | AR(2) | AR(2) | AR(2)                                   | AR(2) | AR(2)                                    | AR(2)              | AR(2)              |
| 数量最大影響期間             | 1ヶ月   | 1ヶ月   | 12ヶ月                                    | 4ヶ月   | (影響なし)                                   | 2ヶ月                | (影響なし)             |
| 豚肉・価格への影響(住家全半壊率係数)  |       |       |   |       |  |                    |                    |
| 発生月                  | ---   | ---   | - 6.28<br>(0.656)                       | ---   | - 3.72<br>(0.972)                        | -387.48<br>(0.757) | -106023<br>(0.122) |
| 1ヶ月後                 | ---   | ---   | +15.02<br>(0.422)                       | ---   | -99.71<br>(0.334)                        | -205.12<br>(0.874) | +39469<br>(0.586)  |
| 2ヶ月後                 | ---   | ---   | -27.22<br>(0.133)                       | ---   | +37.19<br>(0.719)                        | -1884.6<br>(0.142) | -89639<br>(0.206)  |
| 3ヶ月後                 | ---   | ---   | -20.04<br>(0.210)                       | ---   | +94.48<br>(0.352)                        | +432.07<br>(0.735) | -98441<br>(0.159)  |
| 4ヶ月後                 | ---   | ---   | <u>-29.80</u><br>(0.005) <sup>***</sup> | ---   | +10.45<br>(0.919)                        | +1417.4<br>(0.263) | +59028<br>(0.393)  |
| 5ヶ月後                 | ---   | ---   | -19.65<br>(0.195)                       | ---   | -121.58<br>(0.238)                       | -715.86<br>(0.570) | -7062.2<br>(0.919) |
| 6ヶ月後                 | ---   | ---   | - 4.49<br>(0.769)                       | ---   | -119.86<br>(0.243)                       | -817.27<br>(0.516) | -29240<br>(0.668)  |
| 7ヶ月後                 | ---   | ---   | + 6.99<br>(0.643)                       | ---   | +28.04<br>(0.786)                        | -590.24<br>(0.638) | -75604<br>(0.268)  |
| 8ヶ月後                 | ---   | ---   | -15.11<br>(0.317)                       | ---   | -29.29<br>(0.777)                        | +556.36<br>(0.658) | +897.77<br>(0.990) |
| 9ヶ月後                 | ---   | ---   | -17.21<br>(0.241)                       | ---   | <u>-308.33</u><br>(0.002) <sup>***</sup> | -407.77<br>(0.745) | -23140<br>(0.735)  |

|       |     |     |                   |     |                    |                    |                   |
|-------|-----|-----|-------------------|-----|--------------------|--------------------|-------------------|
| 10ヶ月後 | --- | --- | -19.10<br>(0.191) | --- | -56.40<br>(0.589)  | -135.16<br>(0.914) | +68010<br>(0.318) |
| 11ヶ月後 | --- | --- | -29.20<br>(0.917) | --- | -119.11<br>(0.259) | +158.29<br>(0.899) | +25854<br>(0.704) |

表注) 住家全半壊率係数は式3-2-3-2の  $\beta_{ij2v}$  の価格成分である。自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

---は該当する県の価格が得られず東京・大阪などの卸取引価格から数値を推計していることを示す。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

[表3-3-1-5. 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による鶏卵の卸取引数量指数への影響]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ ) | 青森県                         | 岩手県                          | 宮城県                          | 福島県                          | 茨城県                         | 栃木県                | 東京都                |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| 最大自己相関次数             | AR(2)                       | AR(4)                        | AR(2)                        | AR(2)                        | AR(3)                       | AR(2)              | AR(2)              |
| 数量最大影響期間             | 1ヶ月                         | 1ヶ月                          | 6ヶ月                          | 12ヶ月                         | 1ヶ月                         | (影響なし)             | (影響なし)             |
| 鶏卵・数量への影響(住家全半壊率係数)  |                             |                              |                              |                              |                             |                    |                    |
| 発生月                  | <u>-3568.1</u><br>(0.023)** | <u>-418.78</u><br>(0.000)*** | <u>-129.40</u><br>(0.000)*** | <u>-241.87</u><br>(0.000)*** | <u>-411.90</u><br>(0.036)** | +1179.1<br>(0.274) | +96529<br>(0.274)  |
| 1ヶ月後                 | -928.11<br>(0.559)          | +145.37<br>(0.056)**         | <u>-68.92</u><br>(0.003)***  | <u>-276.65</u><br>(0.000)*** | +309.74<br>(0.119)          | +1191.4<br>(0.269) | +97109<br>(0.271)  |
| 2ヶ月後                 | +5770.1<br>(0.000)***       | +315.83<br>(0.000)***        | +41.46<br>(0.070)*           | <u>-176.39</u><br>(0.000)*** | -15.76<br>(0.937)           | +1106.4<br>(0.313) | +89938<br>(0.316)  |
| 3ヶ月後                 | -1369.8<br>(0.404)          | +144.54<br>(0.048)**         | +14.21<br>(0.535)            | <u>-103.27</u><br>(0.009)*** | -149.48<br>(0.451)          | +1735.2<br>(0.114) | +141177<br>(0.117) |
| 4ヶ月後                 | +934.94<br>(0.573)          | +93.86<br>(0.210)            | - 5.17<br>(0.816)            | +876.95<br>(0.426)           | -52.72<br>(0.797)           | +1364.6<br>(0.227) | +112440<br>(0.224) |
| 5ヶ月後                 | +109.71<br>(0.946)          | + 9.43<br>(0.899)            | -10.32<br>(0.638)            | +1301.3<br>(0.235)           | +40.23<br>(0.843)           | +731.51<br>(0.515) | +60062<br>(0.517)  |
| 6ヶ月後                 | -7499.1<br>(0.738)          | +35.11<br>(0.625)            | -42.40<br>(0.056)*           | +4504.5<br>(0.474)           | +214.02<br>(0.277)          | + 5.697<br>(0.996) | -3966.7<br>(0.965) |
| 7ヶ月後                 | -1181.0<br>(0.958)          | +91.90<br>(0.199)            | +40.01<br>(0.075)*           | +7890.0<br>(0.202)           | -202.39<br>(0.306)          | +1403.7<br>(0.197) | +106652<br>(0.231) |
| 8ヶ月後                 | +7466.7<br>(0.738)          | -21.61<br>(0.762)            | +14.20<br>(0.531)            | -7670.8<br>(0.216)           | +118.40<br>(0.548)          | -164.09<br>(0.880) | -11753<br>(0.895)  |
| 9ヶ月後                 | +1028.4<br>(0.516)          | +148.41<br>(0.038)**         | +17.10<br>(0.419)            | <u>-163.19</u><br>(0.000)*** | -298.75<br>(0.129)          | +1395.0<br>(0.198) | +113647<br>(0.201) |
| 10ヶ月後                | -1100.5<br>(0.487)          | <u>-223.08</u><br>(0.002)*** | -33.32<br>(0.115)            | - 3.24<br>(0.924)            | +229.47<br>(0.244)          | -167.17<br>(0.877) | -13842<br>(0.876)  |
| 11ヶ月後                | -2436.2<br>(0.123)          | -28.16<br>(0.703)            | -15.91<br>(0.456)            | <u>-135.64</u><br>(0.000)*** | +64.75<br>(0.742)           | -717.99<br>(0.556) | -59046<br>(0.505)  |

表注) 住家全半壊率係数は式3-2-3-2の  $\beta_{ij2v}$  の価格成分である。自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

鶏卵については、都道府県別の価格に関する時系列での統計値が得られないため、東京都中央卸売市場での価格を用いて推計を行っている。

## 2) 大規模震災による影響(新潟県・熊本県)

(表3-3-1-6及び図3-3-1-1~6参照)

次に、外部的有効性の確認による分離・識別のため中越・中越沖及び熊本地震の3回の大



規模震災による新潟県・熊本県の畜産物3品目の卸取引数量<sup>\*127</sup>への影響について、3-1-2の手順に従い都道府県別に推計相対被害指数を住家全半壊率などを説明変数として一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による回帰分析により推計<sup>\*128</sup>した。

当該計測結果から大規模震災による畜産物3品目の卸取引数量への影響は、影響規模については牛肉・鶏卵のいずれについても新潟県での同一都道府県内の外部的有効性は成立すると推定されるが、有意な負の係数の値が大きく異なることから新潟県・熊本県での3回の震災について都道府県横断的な外部的有効性は成立しないこと、影響期間については牛肉で最大約3ヶ月、鶏卵で最大2～4ヶ月程度とほぼ同一であり部分外部的有効性が成立していると考えられることが判明した。また牛肉や鶏卵の卸取引数量に対する住家全半壊率による影響のうち有意な負の係数は-169から-2059であり「3～4桁」の大きさであることが観察される。

他方、豚肉については新潟県・熊本県のいずれについても大規模震災による有意な負の影響が見られず、卸取引数量について外部的有効性や部分外部的有効性が観察できない結果となっている。このような結果となる原因については、豚肉の生産・流通設備の震災からの復旧速度が非常に速く本研究の方法論では計測が困難である場合と、震災により偶然豚肉の生産・流通関係設備が被害を受けなかった場合が考えられるが、中越・中越沖及び熊本地震の3回の地震において3回連続で偶然にも豚肉の生産・流通設備だけが被害を受けなかったことは考えにくく、復旧速度が非常に速く1ヶ月未満で被害が収束したため計測が困難であったものと考えられる。

[表3-3-1-6. 中越・中越沖及び熊本地震の大規模震災による畜産3品目の卸取引数量への影響]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ ) | 牛肉卸取引数量指数             |                       | 豚肉卸取引数量指数          |                       | 鶏卵卸取引数量指数             |                       |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                      | 新潟県                   | 熊本県                   | 新潟県                | 熊本県                   | 新潟県                   | 熊本県                   |
| 最大自己相関次数             | AR(2)                 | AR(3)                 | AR(2)              | AR(2)                 | AR(2)                 | AR(2)                 |
| 数量最大影響期間             | 3ヶ月                   | 3ヶ月                   | (影響なし)             | (影響なし)                | 4ヶ月                   | 2ヶ月                   |
| 数量への影響(住家全半壊率係数)     |                       |                       |                    |                       |                       |                       |
| 発生月                  | -2059.6<br>(0.000)*** | -169.03<br>(0.041)**  | -105.82<br>(0.434) | +171.82<br>(0.030)**  | +140.11<br>(0.462)    | -51.12<br>(0.614)     |
| 1ヶ月後                 | +2345.2<br>(0.000)*** | +81.73<br>(0.329)     | +63.72<br>(0.636)  | +246.71<br>(0.002)*** | +42.50<br>(0.824)     | -362.19<br>(0.000)*** |
| 2ヶ月後                 | -1319.0<br>(0.031)**  | +41.19<br>(0.623)     | +127.59<br>(0.351) | +171.14<br>(0.037)**  | +42.77<br>(0.824)     | -58.13<br>(0.576)     |
| 3ヶ月後                 | -172.64<br>(0.771)    | +150.79<br>(0.069)*** | +205.44<br>(0.131) | -156.31<br>(0.056)*   | -707.34<br>(0.000)*** | -3.70<br>(0.971)      |
| 4ヶ月後                 | +1245.5<br>(0.031)**  | -158.68<br>(0.058)*   | -34.59<br>(0.804)  | -90.82<br>(0.266)     | -27.45<br>(0.888)     | -20.93<br>(0.837)     |
| 5ヶ月後                 | -208.45<br>(0.716)    | -60.91<br>(0.471)     | -73.04<br>(0.595)  | -78.29<br>(0.325)     | +176.24<br>(0.349)    | -31.86<br>(0.753)     |
| 6ヶ月後                 | -368.02<br>(0.518)    | +61.95<br>(0.456)     | -5.86<br>(0.965)   | -80.50<br>(0.312)     | -11.32<br>(0.952)     | -10.66<br>(0.918)     |

\*127 3-2で説明したとおり、新潟県・熊本県については牛肉・豚肉及び鶏卵の価格は全て東京・大阪など最寄り中央卸売市場の価格を流用しているため説明を省略する。

\*128 大規模震災による影響の外部的有効性の確認については、新潟県では中越地震・中越沖地震の2回の震災があり同一都道府県内の外部的有効性が確認可能であるが、熊本県については熊本地震1回のみ結果であるため同一都道府県内の外部的有効性は確認できないことに注意。

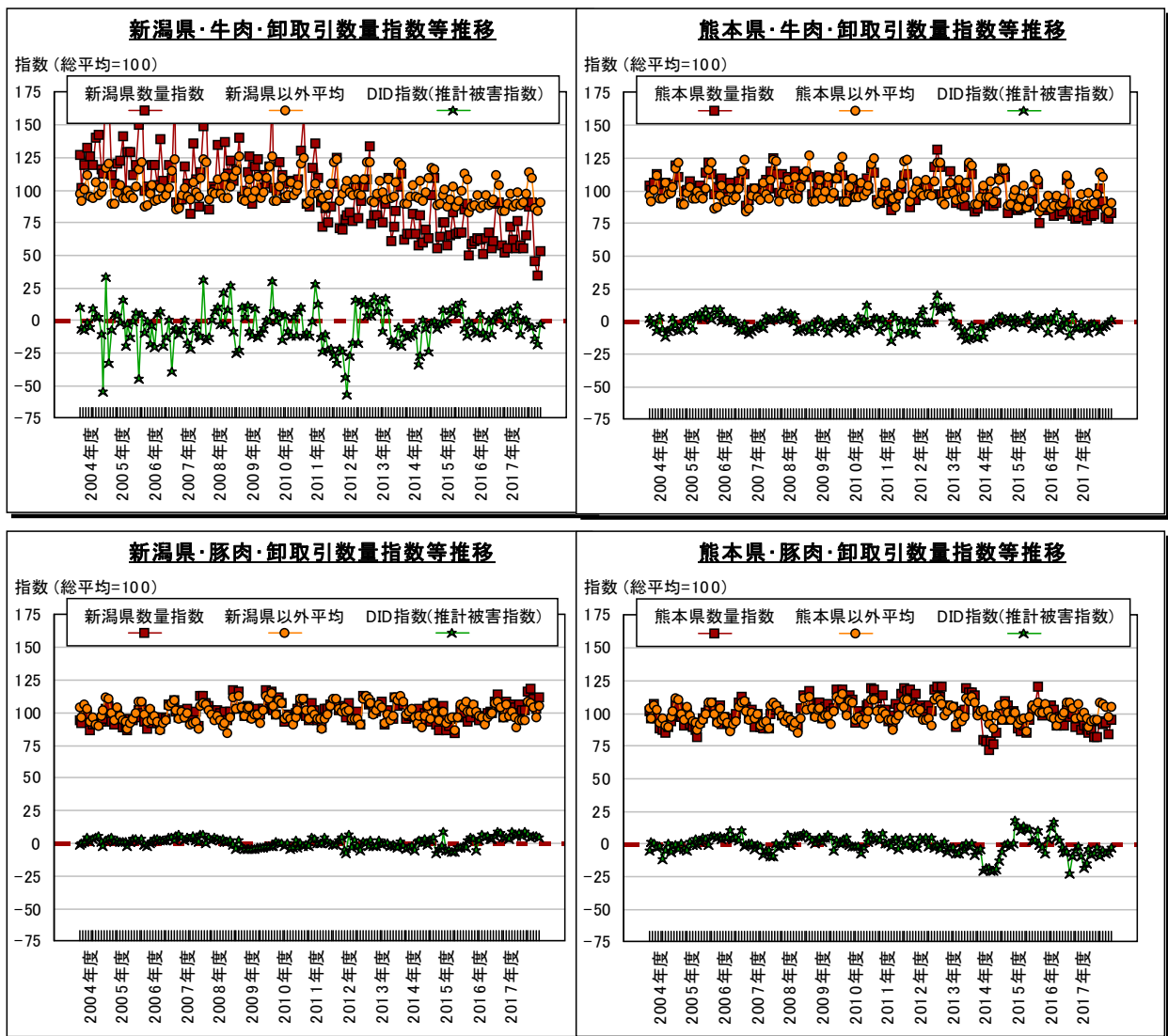
|       |                     |                             |                    |                              |                     |                             |
|-------|---------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 7ヶ月後  | +972.87<br>(0.084)* | -13.16<br>(0.874)           | - 5.35<br>(0.968)  | -47.31<br>(0.548)            | +187.25<br>(0.320)  | -148.25<br>(0.142)          |
| 8ヶ月後  | -629.26<br>(0.270)  | <u>-200.90</u><br>(0.015)** | -10.50<br>(0.939)  | <u>-338.60</u><br>(0.000)*** | -109.44<br>(0.562)  | -182.66<br>(0.072)*         |
| 9ヶ月後  | +296.26<br>(0.606)  | +141.26<br>(0.092)*         | -135.91<br>(0.320) | +90.95<br>(0.272)            | +362.01<br>(0.054)* | <u>-236.74</u><br>(0.020)** |
| 10ヶ月後 | -157.91<br>(0.781)  | <u>-51.62</u><br>(0.541)    | +28.76<br>(0.832)  | +110.69<br>(0.181)           | -307.38<br>(0.105)  | -173.18<br>(0.094)*         |
| 11ヶ月後 | +560.60<br>(0.321)  | -64.50<br>(0.489)           | +121.72<br>(0.369) | +83.40<br>(0.293)            | -57.79<br>(0.761)   | <u>-226.95</u><br>(0.029)** |

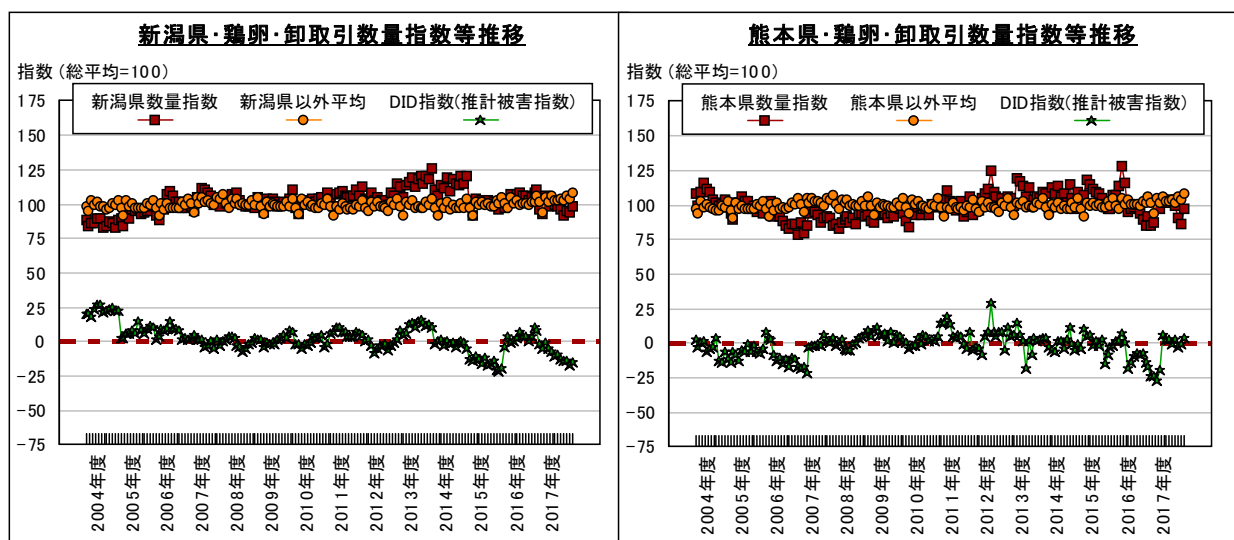
表注) 住家全半壊率係数は式3-2-3-2の  $\beta_{ij2v}$  の数量成分である。自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

新潟県・熊本県とも畜産3品目の価格に関する時系列での統計値が得られないため、東京・大阪など最寄りの中央卸売市場での価格を用いて推計を行っている。

[図3-3-1-1.~6. 中越・中越沖及び熊本地震の大規模震災による卸取引数量への影響]  
(新潟県・熊本県の畜産物3品目の卸取引数量指数などの推移)





### 3) 「偽薬試験(Placebo Study)」の結果

(表3-3-1-7～-11参照)

更に、上記の震災による影響についての一連の外部的有效性の確認に関する結果の頑健性を確認するため、東日本大震災・福島第一原子力発電所事故、中越・中越沖及び熊本地震のいずれについても被害が確認されていない中日本・西日本の主要7都道府県における畜産物3品目の卸取引数量・価格への影響について、3-1-2の手順に従い都道府県別に推計相対被害指数を災害発生月次ダミーを説明変数として一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による回帰分析により推計し、「偽薬試験(Placebo Study)」を実施した。

当該計測結果から、以下のとおりいわゆる「消費自粛」などによる遠隔地での卸取引価格下落という例外的な影響<sup>\*129</sup>を除いては卸取引数量・価格に対して有意な負の影響が観察されないこと、またこれらの例外的な影響が1ヶ月以上継続した事例はないことが理解される。

(牛肉の卸取引数量・価格への影響)

- 当該の4つの震災による牛肉の卸取引数量・価格への影響については、卸取引数量では2007年7月の中越沖地震により広島県で発生翌月に有意な負の係数が観察され数量が減少したことが観察されるが、それ以外の全ての震災・都道府県についても有意な負の影響は観察されない。他方で牛肉の卸取引価格では2016年4月の熊本地震により兵庫県で発生月に有意な負の係数が観察され価格が下落したことが観察されるが、それ以外の全ての震災・都道府県について発生月やその翌月に有意な負の係数は観察されない。

(豚肉の卸取引数量・価格への影響)

- 当該4つの震災による豚肉の卸取引数量・価格への影響については、卸取引数量では2004年10月の中越地震により大阪府で有意な負の係数が観察され数量が減少し

\*129 当該「偽薬試験(Placebo Study)」において観察される、一部の地域における震災に伴う牛肉・豚肉の卸価格下落の影響については、有意な数量への影響が観察されていないなど震災による直接的な供給減により生じたものとは考えにくく、いわゆる「消費自粛」など遠隔地の都市部における需要減により生じた現象があるいは純粋に偶発的な外部的要因により生じたものであると推察される。

たことが観察されるが、それ以外の全ての震災・都道府県について発生月やその翌月に有意な負の影響は観察されない。他方で豚肉の卸取引価格では熊本地震により中日本・西日本一帯に発生翌月を中心として有意な負の係数が観察され一様に価格が下落していたことが観察される。

(鶏卵の卸取引数量への影響)

- 当該4つの震災による鶏卵の卸数量への影響については、数量では中越地震により愛知県で発生月に有意な負の係数が観察されるが、それ以外の全ての震災・都道府県について発生月やその翌月に有意な負の係数は観察されない。

従って、下記の2つの理由から「偽薬試験(Placebo Study)」の結果は良好であると評価できる。第一に当該試験結果において東日本大震災・福島第一原子力発電所事故により発生月又はその翌月に有意な負の影響が観察された都道府県はないことから、3-3-1.1)で計測した当該東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による影響が偶発的に検出された可能性は十分に低いと推察される。第二に当該試験結果において中越・中越沖及び熊本地震の3つの震災による影響については、例外的影響であっても1ヶ月以上継続した都道府県はないことから、3-3-1.2)で計測した当該3つの震災による影響は少なくとも震災発生翌月以降の影響についてこれが偶発的に検出された可能性は十分に低いと推察される。

[表3-3-1-7. 牛肉の卸取引数量指数への影響に関する「偽薬試験(Placebo Study)」結果]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ )         | 愛知県                | 三重県                 | 京都府               | 大阪府               | 兵庫県               | 広島県                 | 福岡県                |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 最大自己相関次数                     | AR(2)              | AR(2)               | AR(2)             | AR(3)             | AR(3)             | AR(3)               | AR(2)              |
| 牛肉・数量への影響(震災ダミーなどに対する係数)     |                    |                     |                   |                   |                   |                     |                    |
| 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故(2011年3月) |                    |                     |                   |                   |                   |                     |                    |
| 発生月                          | + 7.11<br>(0.174)  | - 2.39<br>(0.673)   | +12.12<br>(0.285) | + 2.13<br>(0.695) | + 0.39<br>(0.923) | + 8.29<br>(0.081)*  | + 7.22<br>(0.095)* |
| 1ヶ月後                         | - 2.12<br>(0.688)  | - 5.45<br>(0.337)   | + 2.99<br>(0.793) | + 1.36<br>(0.730) | - 2.65<br>(0.516) | + 6.11<br>(0.200)   | + 2.70<br>(0.532)  |
| 2ヶ月後                         | - 0.12<br>(0.982)  | + 8.78<br>(0.120)   | - 4.71<br>(0.680) | - 0.73<br>(0.892) | - 5.65<br>(0.167) | - 4.00<br>(0.405)   | - 2.45<br>(0.571)  |
| 中越地震(2004年10月)               |                    |                     |                   |                   |                   |                     |                    |
| 発生月                          | - 3.14<br>(0.553)  | - 1.42<br>(0.802)   | -12.21<br>(0.289) | + 2.79<br>(0.607) | + 5.17<br>(0.206) | - 3.33<br>(0.477)   | - 1.69<br>(0.697)  |
| 1ヶ月後                         | + 5.63<br>(0.285)  | - 7.91<br>(0.164)   | - 7.57<br>(0.507) | - 4.66<br>(0.389) | - 6.11<br>(0.135) | + 2.60<br>(0.578)   | - 4.60<br>(0.285)  |
| 2ヶ月後                         | -11.03<br>(0.766)  | - 0.88<br>(0.879)   | - 1.79<br>(0.876) | - 4.93<br>(0.362) | - 1.82<br>(0.658) | + 0.70<br>(0.883)   | + 2.25<br>(0.600)  |
| 中越沖地震(2007年7月)               |                    |                     |                   |                   |                   |                     |                    |
| 発生月                          | + 7.16<br>(0.191)  | +12.88<br>(0.025)** | -10.15<br>(0.380) | - 1.57<br>(0.771) | + 6.50<br>(0.113) | + 9.44<br>(0.043)** | - 1.33<br>(0.759)  |
| 1ヶ月後                         | - 1.36<br>(0.801)  | - 6.09<br>(0.294)   | - 8.09<br>(0.484) | + 7.57<br>(0.162) | + 2.55<br>(0.537) | -11.19<br>(0.018)** | + 0.01<br>(0.999)  |
| 2ヶ月後                         | - 0.78<br>(0.886)  | + 0.62<br>(0.915)   | + 6.83<br>(0.550) | - 2.96<br>(0.588) | - 0.13<br>(0.975) | + 2.80<br>(0.562)   | - 0.34<br>(0.937)  |
| 熊本地震(2016年4月)                |                    |                     |                   |                   |                   |                     |                    |
| 発生月                          | - 5.23<br>(0.097)* | + 4.70<br>(0.407)   | + 9.53<br>(0.409) | - 0.60<br>(0.911) | - 0.27<br>(0.949) | - 2.26<br>(0.626)   | - 2.82<br>(0.510)  |
| 1ヶ月後                         | + 2.50             | - 1.91              | -13.97            | - 5.81            | + 1.45            | + 4.43              | - 5.10             |

|      |         |         |               |         |         |         |         |
|------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------|---------|
|      | (0.636) | (0.739) | (0.222)       | (0.280) | (0.733) | (0.340) | (0.235) |
| 2ヶ月後 | - 1.91  | - 6.49  | <u>-26.74</u> | + 3.82  | + 0.88  | + 0.69  | + 1.91  |
|      | (0.651) | (0.253) | (0.020)**     | (0.478) | (0.835) | (0.882) | (0.657) |

表注) 係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の数量成分である。住家全半壊件数が存在しないため震災発生月次など該当月次を1、他を0とするダミーを  $DM_{ijx}(t-v)$  に用いている。

自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

### [表3-3-1-8. 牛肉の卸取引価格指数への影響に関する「偽薬試験(Placebo Study)」結果]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ )         | 愛知県       | 三重県     | 京都府     | 大阪府      | 兵庫県           | 広島県     | 福岡県       |
|------------------------------|-----------|---------|---------|----------|---------------|---------|-----------|
| 最大自己相関次数                     | AR(2)     | AR(2)   | AR(2)   | AR(3)    | AR(3)         | AR(3)   | AR(2)     |
| 牛肉・価格への影響(震災ダミーなどに対する係数)     |           |         |         |          |               |         |           |
| 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故(2011年3月) |           |         |         |          |               |         |           |
| 発生月                          | - 1.77    | + 4.54  | - 0.37  | + 2.90   | - 4.26        | - 2.00  | + 1.58    |
|                              | (0.509)   | (0.446) | (0.903) | (0.241)  | (0.269)       | (0.540) | (0.596)   |
| 1ヶ月後                         | - 0.51    | + 4.84  | + 0.31  | - 1.84   | - 4.17        | - 2.13  | - 0.18    |
|                              | (0.851)   | (0.419) | (0.921) | (0.455)  | (0.283)       | (0.515) | (0.951)   |
| 2ヶ月後                         | + 0.36    | + 3.28  | + 2.54  | + 1.42   | + 4.62        | - 1.26  | - 0.84    |
|                              | (0.893)   | (0.581) | (0.408) | (0.563)  | (0.235)       | (0.704) | (0.780)   |
| 中越地震(2004年10月)               |           |         |         |          |               |         |           |
| 発生月                          | + 0.18    | - 3.94  | - 0.07  | - 0.04   | - 1.05        | - 0.54  | + 3.65    |
|                              | (0.947)   | (0.511) | (0.982) | (0.988)  | (0.788)       | (0.866) | (0.223)   |
| 1ヶ月後                         | + 5.80    | + 3.87  | + 2.96  | + 1.57   | + 3.88        | + 1.54  | + 6.92    |
|                              | (0.032)** | (0.518) | (0.333) | (0.523)  | (0.319)       | (0.632) | (0.020)** |
| 2ヶ月後                         | +29.25    | - 1.15  | - 0.07  | - 2.53   | - 6.96        | - 4.48  | + 1.47    |
|                              | (0.123)   | (0.849) | (0.982) | (0.305)  | (0.075)*      | (0.172) | (0.620)   |
| 中越沖地震(2007年7月)               |           |         |         |          |               |         |           |
| 発生月                          | + 3.84    | + 0.62  | + 2.28  | + 1.09   | - 1.34        | - 0.21  | - 2.33    |
|                              | (0.171)   | (0.919) | (0.462) | (0.657)  | (0.731)       | (0.947) | (0.437)   |
| 1ヶ月後                         | + 1.09    | - 3.54  | + 1.89  | + 3.14   | + 5.16        | - 1.54  | - 1.91    |
|                              | (0.695)   | (0.563) | (0.544) | (0.202)  | (0.188)       | (0.636) | (0.522)   |
| 2ヶ月後                         | - 0.59    | - 2.33  | - 2.27  | - 4.62   | <u>- 8.19</u> | - 3.57  | - 2.33    |
|                              | (0.832)   | (0.705) | (0.459) | (0.063)* | (0.035)**     | (0.282) | (0.436)   |
| 熊本地震(2016年4月)                |           |         |         |          |               |         |           |
| 発生月                          | + 4.86    | + 5.36  | - 3.39  | - 0.70   | <u>-14.56</u> | + 0.91  | + 0.88    |
|                              | (0.070)*  | (0.369) | (0.274) | (0.776)  | (0.000)***    | (0.775) | (0.766)   |
| 1ヶ月後                         | + 1.53    | + 3.25  | + 1.48  | - 1.21   | - 5.71        | - 0.43  | + 2.24    |
|                              | (0.573)   | (0.590) | (0.629) | (0.622)  | (0.158)       | (0.892) | (0.450)   |
| 2ヶ月後                         | - 0.30    | + 0.78  | + 0.84  | - 0.01   | + 2.65        | + 0.95  | + 3.57    |
|                              | (0.912)   | (0.897) | (0.784) | (0.995)  | (0.508)       | (0.765) | (0.231)   |

表注) 係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の数量成分である。住家全半壊件数が存在しないため震災発生月次など該当月次を1、他を0とするダミーを  $DM_{ijx}(t-v)$  に用いている。

自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

[表3-3-1-9. 豚肉の卸取引数量指数への影響に関する「偽薬試験(Placebo Study)」結果]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ )         | 愛知県                              | 三重県                              | 京都府               | 大阪府                                    | 兵庫県                                     | 広島県                                    | 福岡県                            |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--|---|--|--------------------------------|
| 最大自己相関次数                     | AR(2)                            | AR(2)                            | AR(2)             | AR(3)                                  | AR(3)                                   | AR(3)                                  | AR(2)                          |
| 豚肉・数量への影響(震災ダミーなどに対する係数)     |                                  |                                  |                   |  |   |  |                                |
| 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故(2011年3月) |                                  |                                  |                   |  |   |  |                                |
| 発生月                          | + 5.96<br>(0.006) <sup>***</sup> | + 4.96<br>(0.381)                | - 6.90<br>(0.412) | - 7.49<br>(0.278)                      | + 1.39<br>(0.752)                       | + 7.68<br>(0.336)                      | + 9.22<br>(0.064) <sup>*</sup> |
| 1ヶ月後                         | + 0.07<br>(0.974)                | - 2.22<br>(0.694)                | + 2.44<br>(0.772) | - 3.14<br>(0.655)                      | + 7.04<br>(0.117)                       | + 2.63<br>(0.745)                      | - 3.56<br>(0.481)              |
| 2ヶ月後                         | - 3.88<br>(0.073) <sup>*</sup>   | + 0.86<br>(0.878)                | - 1.28<br>(0.880) | - 2.76<br>(0.693)                      | <u>-12.57</u><br>(0.006) <sup>***</sup> | - 8.48<br>(0.294)                      | - 4.46<br>(0.379)              |
| 中越地震(2004年10月)               |                                  |                                  |                   |  |   |  |                                |
| 発生月                          | + 2.19<br>(0.325)                | +19.12<br>(0.001) <sup>***</sup> | - 0.61<br>(0.943) | <u>-13.59</u><br>(0.048) <sup>**</sup> | + 1.08<br>(0.806)                       | - 5.49<br>(0.491)                      | - 0.80<br>(0.872)              |
| 1ヶ月後                         | - 0.17<br>(0.937)                | + 0.47<br>(0.936)                | - 7.40<br>(0.380) | - 1.53<br>(0.830)                      | + 2.83<br>(0.520)                       | - 5.03<br>(0.535)                      | - 5.76<br>(0.255)              |
| 2ヶ月後                         | +12.42<br>(0.410)                | - 5.26<br>(0.367)                | - 5.02<br>(0.552) | +13.18<br>(0.063) <sup>*</sup>         | - 7.05<br>(0.110)                       | + 0.28<br>(0.973)                      | + 2.83<br>(0.575)              |
| 中越沖地震(2007年7月)               |                                  |                                  |                   |  |   |  |                                |
| 発生月                          | + 4.80<br>(0.026) <sup>**</sup>  | + 1.24<br>(0.826)                | -10.95<br>(0.194) | +10.85<br>(0.116)                      | + 1.53<br>(0.731)                       | - 5.24<br>(0.506)                      | - 1.70<br>(0.733)              |
| 1ヶ月後                         | + 0.48<br>(0.837)                | + 2.79<br>(0.623)                | + 3.83<br>(0.654) | - 0.49<br>(0.944)                      | + 7.61<br>(0.090) <sup>*</sup>          | - 7.46<br>(0.349)                      | - 0.09<br>(0.986)              |
| 2ヶ月後                         | - 2.16<br>(0.353)                | - 3.73<br>(0.506)                | + 8.19<br>(0.333) | -11.82<br>(0.088) <sup>*</sup>         | - 3.80<br>(0.401)                       | + 3.20<br>(0.687)                      | - 0.33<br>(0.948)              |
| 熊本地震(2016年4月)                |                                  |                                  |                   |  |   |  |                                |
| 発生月                          | + 1.84<br>(0.391)                | - 5.59<br>(0.333)                | +11.99<br>(0.157) | - 4.46<br>(0.518)                      | - 3.47<br>(0.434)                       | +17.62<br>(0.026) <sup>**</sup>        | - 8.14<br>(0.104)              |
| 1ヶ月後                         | + 2.28<br>(0.290)                | + 9.15<br>(0.106)                | - 4.77<br>(0.574) | -12.10<br>(0.079) <sup>*</sup>         | + 3.59<br>(0.426)                       | <u>-20.05</u><br>(0.012) <sup>**</sup> | + 3.46<br>(0.489)              |
| 2ヶ月後                         | + 0.50<br>(0.814)                | + 9.17<br>(0.127)                | +12.23<br>(0.166) | + 5.56<br>(0.441)                      | - 3.50<br>(0.847)                       | +19.34<br>(0.023) <sup>**</sup>        | - 2.34<br>(0.656)              |

表注) 係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の数量成分である。住家全半壊件数が存在しないため震災発生月次など該当月次を1、他を0とするダミーを  $DM_{ij}(t-v)$  に用いている。

自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

[表3-3-1-10. 豚肉の卸取引価格指数への影響に関する「偽薬試験(Placebo Study)」結果]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ )         | 愛知県               | 三重県               | 京都府               | 大阪府                            | 兵庫県                             | 広島県                              | 福岡県               |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 最大自己相関次数                     | AR(2)             | AR(2)             | AR(2)             | AR(3)                          | AR(3)                           | AR(3)                            | AR(2)             |
| 豚肉・価格への影響(震災ダミーなどに対する係数)     |                   |                   |                   |                                |                                 |                                  |                   |
| 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故(2011年3月) |                   |                   |                   |                                |                                 |                                  |                   |
| 発生月                          | - 0.33<br>(0.915) | + 0.01<br>(0.999) | + 2.44<br>(0.518) | + 6.80<br>(0.058) <sup>*</sup> | + 9.61<br>(0.041) <sup>**</sup> | + 5.02<br>(0.007) <sup>***</sup> | + 0.28<br>(0.916) |
| 1ヶ月後                         | + 0.56<br>(0.859) | + 1.24<br>(0.685) | - 2.85<br>(0.451) | + 2.23<br>(0.542)              | + 6.98<br>(0.146)               | - 1.55<br>(0.414)                | - 3.71<br>(0.163) |

|                |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 2ヶ月後           | - 0.37<br>(0.903)           | + 1.32<br>(0.666)           | + 0.44<br>(0.908)           | - 0.61<br>(0.867)           | + 1.90<br>(0.697)           | + 1.93<br>(0.306)           | + 2.86<br>(0.286)           |
| 中越地震(2004年10月) |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
| 発生月            | + 6.89<br>(0.029)**         | - 1.06<br>(0.727)           | + 1.95<br>(0.608)           | +12.88<br>(0.000)***        | + 0.57<br>(0.903)           | + 4.74<br>(0.011)**         | + 1.39<br>(0.607)           |
| 1ヶ月後           | <u>-10.63</u><br>(0.001)*** | - 4.98<br>(0.113)           | - 1.76<br>(0.640)           | - 0.86<br>(0.816)           | - 4.84<br>(0.303)           | + 0.18<br>(0.924)           | + 1.51<br>(0.571)           |
| 2ヶ月後           | - 0.89<br>(0.967)           | + 3.30<br>(0.296)           | + 5.63<br>(0.136)           | - 0.18<br>(0.961)           | + 6.54<br>(0.166)           | + 2.39<br>(0.214)           | + 3.33<br>(0.211)           |
| 中越沖地震(2007年7月) |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
| 発生月            | +15.28<br>(0.000)***        | - 0.82<br>(0.790)           | - 5.77<br>(0.127)           | - 6.55<br>(0.068)*          | <u>-13.08</u><br>(0.006)*** | - 3.15<br>(0.088)*          | - 3.58<br>(0.173)           |
| 1ヶ月後           | + 5.77<br>(0.080)*          | + 0.21<br>(0.946)           | - 3.83<br>(0.317)           | - 2.65<br>(0.465)           | - 7.21<br>(0.134)           | - 0.71<br>(0.704)           | - 0.28<br>(0.914)           |
| 2ヶ月後           | + 7.36<br>(0.026)**         | + 4.33<br>(0.154)           | + 4.54<br>(0.232)           | + 7.65<br>(0.033)**         | + 1.18<br>(0.808)           | + 1.16<br>(0.534)           | + 1.78<br>(0.497)           |
| 熊本地震(2016年4月)  |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
| 発生月            | - 1.59<br>(0.603)           | + 2.26<br>(0.470)           | + 1.74<br>(0.647)           | + 0.00<br>(1.000)           | +12.75<br>(0.007)***        | - 1.88<br>(0.312)           | - 0.68<br>(0.796)           |
| 1ヶ月後           | - 0.64<br>(0.835)           | <u>-13.15</u><br>(0.000)*** | <u>-15.53</u><br>(0.000)*** | <u>-11.42</u><br>(0.001)*** | <u>-15.86</u><br>(0.001)*** | <u>- 8.08</u><br>(0.000)*** | <u>-11.62</u><br>(0.000)*** |
| 2ヶ月後           | <u>- 7.99</u><br>(0.009)*** | + 0.25<br>(0.940)           | - 0.08<br>(0.983)           | <u>- 7.61</u><br>(0.042)**  | + 3.26<br>(0.508)           | + 0.56<br>(0.780)           | + 7.10<br>(0.010)**         |

表注) 係数は式3-2-3-2の  $\beta_{ij2v}$  の数量成分である。住家全半壊件数が存在しないため震災発生月次など該当月次を1、他を0とするダミーを  $DM_{ijx}(t-v)$  に用いている。

自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

[表3-3-1-11. 鶏卵の卸取引数量指数への影響に関する「偽薬試験(Placebo Study)」結果]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ )         | 愛知県                         | 三重県               | 京都府               | 大阪府               | 兵庫県               | 広島県                        | 福岡県                |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|
| 最大自己相関次数                     | AR(2)                       | AR(2)             | AR(2)             | AR(2)             | AR(2)             | AR(2)                      | AR(2)              |
| 鶏卵・数量への影響(震災ダミーなどに対する係数)     |                             |                   |                   |                   |                   |                            |                    |
| 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故(2011年3月) |                             |                   |                   |                   |                   |                            |                    |
| 発生月                          | + 3.10<br>(0.328)           | + 2.32<br>(0.632) | + 3.76<br>(0.635) | + 8.36<br>(0.120) | + 2.56<br>(0.681) | + 4.64<br>(0.084)*         | + 7.88<br>(0.064)* |
| 1ヶ月後                         | + 2.57<br>(0.421)           | + 3.72<br>(0.444) | -11.86<br>(0.136) | - 1.89<br>(0.729) | + 5.56<br>(0.376) | + 3.77<br>(0.167)          | - 0.47<br>(0.913)  |
| 2ヶ月後                         | - 0.87<br>(0.787)           | + 2.90<br>(0.554) | - 0.08<br>(0.992) | + 2.10<br>(0.701) | - 6.33<br>(0.319) | <u>- 5.42</u><br>(0.047)** | - 3.25<br>(0.449)  |
| 中越地震(2004年10月)               |                             |                   |                   |                   |                   |                            |                    |
| 発生月                          | <u>- 8.60</u><br>(0.008)*** | + 0.02<br>(0.997) | - 6.47<br>(0.424) | - 2.77<br>(0.619) | - 3.66<br>(0.564) | - 0.05<br>(0.985)          | + 0.43<br>(0.922)  |
| 1ヶ月後                         | + 5.22<br>(0.111)           | - 0.34<br>(0.944) | - 7.43<br>(0.359) | - 4.73<br>(0.388) | - 1.14<br>(0.857) | + 1.78<br>(0.516)          | + 2.91<br>(0.504)  |
| 2ヶ月後                         | +27.35<br>(0.225)           | + 0.49<br>(0.920) | - 6.62<br>(0.413) | - 0.46<br>(0.933) | - 2.38<br>(0.706) | - 0.43<br>(0.877)          | - 3.30<br>(0.442)  |
| 中越沖地震(2007年7月)               |                             |                   |                   |                   |                   |                            |                    |

|               |                                  |                   |                                |                   |                                |                                |                                |
|---------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 発生月           | + 9.08<br>(0.006) <sup>***</sup> | - 1.58<br>(0.748) | - 0.95<br>(0.907)              | + 0.90<br>(0.871) | - 2.00<br>(0.755)              | - 4.59<br>(0.097) <sup>*</sup> | - 7.60<br>(0.084) <sup>*</sup> |
| 1ヶ月後          | - 3.36<br>(0.299)                | - 1.72<br>(0.724) | - 6.45<br>(0.421)              | - 6.08<br>(0.264) | + 5.08<br>(0.422)              | + 2.03<br>(0.461)              | - 3.57<br>(0.410)              |
| 2ヶ月後          | - 5.84<br>(0.075) <sup>*</sup>   | - 1.01<br>(0.837) | + 6.90<br>(0.392)              | + 3.39<br>(0.538) | + 1.30<br>(0.839)              | - 0.66<br>(0.813)              | - 2.30<br>(0.598)              |
| 熊本地震(2016年4月) |                                  |                   |                                |                   |                                |                                |                                |
| 発生月           | + 1.37<br>(0.391)                | - 3.34<br>(0.488) | -13.20<br>(0.096) <sup>*</sup> | + 0.98<br>(0.856) | + 5.66<br>(0.373)              | - 0.98<br>(0.719)              | - 4.67<br>(0.273)              |
| 1ヶ月後          | + 2.02<br>(0.527)                | + 1.71<br>(0.722) | + 2.95<br>(0.712)              | + 2.73<br>(0.613) | +11.61<br>(0.068) <sup>*</sup> | - 3.77<br>(0.165)              | - 0.39<br>(0.926)              |
| 2ヶ月後          | + 0.76<br>(0.810)                | - 5.12<br>(0.287) | - 0.33<br>(0.967)              | - 1.18<br>(0.826) | + 0.06<br>(0.993)              | - 0.70<br>(0.796)              | - 0.03<br>(0.995)              |

表注) 係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の数量成分である。住家全半壊件数が存在しないため震災発生月次など該当月次を1、他を0とするダミーを  $DM_{ijx}(t-v)$  に用いている。

自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

鶏卵については、都道府県別の価格に関する時系列での統計値が得られないため、東京都中央卸売市場での価格を用いて推計を行っている。

#### 4) 大規模畜産関係疫病による影響(参考)(表3-3-1-12参照)

参考迄に鶏卵に対する2005年6月の茨城県での鳥インフルエンザ災害及び牛肉・豚肉に対する2010年8月の宮城県での口蹄疫災害による大規模畜産関係疫病の2例における数量への影響について、3-1-2の手順に従い都道府県別に推計相対被害指数を災害発生月次ダミーを説明変数として一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による回帰分析により推計した結果を表3-3-1-12に示す。

当該結果から鳥インフルエンザや口蹄疫などの大規模畜産関係疫病においては、災害の発生月又はその1ヶ月後から断続的に-8.3から-36.2の「2桁」の有意な負の係数が観察され、災害発生月から12~14ヶ月にわたって被害が継続することが理解される。

当該結果は上記2)で計測した大規模震災における影響が住家全半壊率に対する有意な負の係数として「3~4桁」であり災害発生月から3~4ヶ月程度で収束に向かうことと明らかに異なる結果となっており、震災による災害と疫病による災害が畜産物3品目の卸取引に影響を与える経路・機構が本質的に異なっていることが反映されていると考えられる。

従って、1)で計測した東日本大震災・福島第一原子力発電所事故における影響のうち、福島県・宮城県など12ヶ月を超える影響期間が観察された県での影響については、最初の3~4ヶ月については震災による影響が混在しているが4~5ヶ月目から先は福島第一原子力発電所事故のみによる影響であると推定され、また福島第一原子力発電所事故による影響部分は影響期間の長さにおいて鳥インフルエンザ・口蹄疫など過去の大規模畜産関係疫病と類似していることが理解される。

他方で、1)で計測した東日本大震災・福島第一原子力発電所事故における影響のうち、青森県など震災・事故発生月から1~2ヶ月程度の影響期間のみが観察される県での影響については、その影響の大部分が震災によるものであり少なくとも影響期間の長さにおいて鳥インフルエンザ・口蹄疫や更には福島第一原子力発電所事故の影響との類似性がないことが理解される。



[表3-3-1-12. 大規模畜産関係疫病(鳥インフルエンザ・口蹄疫)による影響の推計結果]

| (係数 $\beta_{ij2v}$ ) | 茨城県・鶏卵                      | 宮崎県・牛肉                      | 宮崎県・豚肉                      |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 最大自己相関次数             | AR(2)                       | AR(2)                       | AR(2)                       |
| 数量最大影響期間             | 12ヶ月                        | 12ヶ月                        | 14ヶ月                        |
| 数量への影響(災害発生月次ダミー係数)  |                             |                             |                             |
| 発生月                  | <u>- 9.47</u><br>(0.029)**  | + 3.13<br>(0.535)           | - 4.90<br>(0.215)           |
| 1ヶ月後                 | - 2.13<br>(0.627)           | <u>-12.09</u><br>(0.016)**  | <u>-22.21</u><br>(0.000)*** |
| 2ヶ月後                 | - 5.83<br>(0.178)           | <u>-36.16</u><br>(0.000)*** | <u>-23.49</u><br>(0.000)*** |
| 3ヶ月後                 | <u>-11.08</u><br>(0.011)**  | - 1.36<br>(0.816)           | +14.60<br>(0.001)***        |
| 4ヶ月後                 | - 3.55<br>(0.152)           | <u>-21.75</u><br>(0.000)*** | <u>-11.80</u><br>(0.012)**  |
| 5ヶ月後                 | <u>-27.42</u><br>(0.000)*** | + 1.60<br>(0.766)           | - 5.49<br>(0.183)           |
| 6ヶ月後                 | - 6.76<br>(0.166)           | <u>-10.64</u><br>(0.048)**  | - 6.81<br>(0.101)           |
| 7ヶ月後                 | <u>-11.42</u><br>(0.015)**  | - 9.47<br>(0.062)*          | <u>-13.42</u><br>(0.001)*** |
| 8ヶ月後                 | - 2.17<br>(0.647)           | - 1.90<br>(0.716)           | <u>- 8.17</u><br>(0.050)**  |
| 9ヶ月後                 | - 2.19<br>(0.640)           | <u>-12.17</u><br>(0.018)**  | <u>- 8.30</u><br>(0.046)**  |
| 10ヶ月後                | + 1.11<br>(0.810)           | - 6.86<br>(0.176)           | - 5.45<br>(0.196)           |
| 11ヶ月後                | - 2.67<br>(0.558)           | - 7.87<br>(0.123)           | - 3.10<br>(0.456)           |

表注) 係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の数量成分である。住家全半壊件数が存在しないため震災発生月次など該当月次を1、他を0とするダミーを  $DM_{ijx}(t-v)$  に用いている。

自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

茨城県・鶏卵及び宮崎県・豚肉とも価格に関する時系列での統計値が得られないため、東京・大阪など最寄りの中央卸売市場での価格を用いて推計を行っている。

当該計測においては単一の災害に対する計測を行っているため、外部的有効性は確認できない。

#### 5) 大規模風水害による影響(参考) (表3-3-1-13参照)

参考迄に3-2-2で説明した過去15年の自然災害のうち、震災を除く台風・豪雨などによる風水害のうち激甚災害法の指定を受けた大規模風水害についての外部的有効性の確認結果を表3-3-1-13に示す<sup>\*130</sup>。

当該結果から、大規模風水害については災害発生月又はその翌月において殆どの場合に有意な負の係数は観察されず、従って同一都道府県内での外部的有効性も都道府県横断的な外部的有効性も成立しておらず、またいずれの部分外部的有効性も成立しないことが判

\*130 大規模風水害による畜産物3品目への影響については、3ヶ月を超えて負の影響が継続した事例が確認できないため、表3-3-1-13では災害発生2ヶ月目迄の結果を示す。

明した。

つまり、大規模風水害での住家全半壊率は畜産物3品目の卸取引における被害の目安にはならず、大規模風水害は毎回畜産品に異なった形で被害を生じることが示唆されたものと考えられる。

また、当該結果は上記2)及び4)で計測した震災による災害や疫病による災害のいずれとも異なるものであり、大規模風水害による災害が畜産物3品目の卸取引に影響を与える経路・機構がこれらのいずれとも異なっていることが反映されていると考えられる。

具体的には、風水害による被害の大半は土砂災害や河川増水などにより発生し地域毎の地理的状況や堤防維持管理・急傾斜地対策など防災対策の程度により住家全半壊件数が左右されるため、地震被害など面的に発生し予見困難な災害による被害とは影響の性質が異なっていることが当該相違の原因であると推察される。

[表3-3-1-13. 大規模風水害による影響の推計結果 (参考)]

|      | 数量への影響(住家全半壊率係数) |                       |                        |                        |                      |          |          |                       |                       |
|------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------|----------|-----------------------|-----------------------|
|      | 牛肉               |                       |                        | 豚肉                     |                      |          | 鶏卵       |                       |                       |
|      | 発生月              | 1ヶ月後                  | 2ヶ月後                   | 発生月                    | 1ヶ月後                 | 2ヶ月後     | 発生月      | 1ヶ月後                  | 2ヶ月後                  |
| 青森県  | -740904          | -905601               | -464254                | -488515                | -127409              | -146002  | +1358206 | +17545                | -64937                |
|      | (0.236)          | (0.149)               | (0.459)                | (0.272)                | (0.774)              | (0.744)  | (0.678)  | (0.957)               | (0.842)               |
| 岩手県  | -2003            | +1803                 | +61.97                 | -169.6                 | -23.85               | -672.5   | +72.25   | +919.0                | +783.8                |
|      | (0.270)          | (0.324)               | (0.973)                | (0.848)                | (0.978)              | (0.444)  | (0.918)  | (0.187)               | (0.264)               |
| 宮城県  | -5855            | -4393                 | -1377                  | +5915                  | -1829                | -818.6   | +4663    | +6262                 | -4843                 |
|      | (0.727)          | (0.793)               | (0.934)                | (0.448)                | (0.814)              | (0.916)  | (0.614)  | (0.499)               | (0.601)               |
| 福島県  | +69658           | +357913               | <u>-6358479</u>        | +993745                | +182144              | -324837  | -436571  | -594399               | -553098               |
|      | (0.975)          | (0.102)               | (0.004) <sup>***</sup> | (0.060) <sup>*</sup>   | (0.731)              | (0.535)  | (0.339)  | (0.192)               | (0.226)               |
| 茨城県  | -3418.9          | -1186.6               | +2198.3                | <u>-1973.7</u>         | +1112.5              | +842.9   | +446.3   | +1022.9               | +495.5                |
|      | (0.104)          | (0.575)               | (0.298)                | (0.002) <sup>***</sup> | (0.097)              | (0.208)  | (0.668)  | (0.325)               | (0.634)               |
| 栃木県  | +10217           | -6439.8               | -7053.4                | +6325.7                | +159.6               | -500.0   | +400.7   | +2364.3               | -845.4                |
|      | (0.304)          | (0.519)               | (0.479)                | (0.082) <sup>*</sup>   | (0.966)              | (0.894)  | (0.884)  | (0.390)               | (0.759)               |
| 埼玉県  | +421605          | +209540               | +1236267               | +230054                | +67493               | -154756  | +98922   | +72987                | -218212               |
|      | (0.390)          | (0.670)               | (0.011) <sup>**</sup>  | (0.130)                | (0.659)              | (0.304)  | (0.642)  | (0.734)               | (0.305)               |
| 東京都  | -1.61+E7         | -4.32+E7              | -2.29+E7               | +1.69+E7               | -3.85+E7             | +3.98+E7 | -364227  | -137749               | -696950               |
|      | (0.593)          | (0.148)               | (0.445)                | (0.592)                | (0.222)              | (0.208)  | (0.814)  | (0.929)               | (0.650)               |
| 神奈川県 | -.44+E7          | +1.79+E7              | +2.02+E7               | -1.47+E7               | +.27+E7              | -051+E7  | +.78+E7  | -1.69+E7              | -1.71+E7              |
|      | (0.886)          | (0.562)               | (0.510)                | (0.103)                | (0.752)              | (0.953)  | (0.578)  | (0.228)               | (0.226)               |
| 新潟県  | -201.8           | +983.0                | -2124                  | +411.3                 | +617.7               | -208.8   | -385.7   | +438.1                | +637.1                |
|      | (0.916)          | (0.607)               | (0.268)                | (0.370)                | (0.183)              | (0.654)  | (0.558)  | (0.506)               | (0.324)               |
| 山梨県  | +0.10+E7         | +0.22+E7              | <u>-0.58+E7</u>        | -572801                | +.18+E7              | +.59+E7  | +80206   | -.14+E7               | +.10+E7               |
|      | (0.597)          | (0.242)               | (0.002) <sup>***</sup> | (0.546)                | (0.060) <sup>*</sup> | (0.525)  | (0.909)  | (0.047) <sup>**</sup> | (0.885)               |
| 岐阜県  | +68650           | +127888               | -44414                 | -69548                 | +50914               | -16972   | -82058   | -31785                | -45496                |
|      | (0.395)          | (0.044) <sup>**</sup> | (0.487)                | (0.102)                | (0.230)              | (0.690)  | (0.136)  | (0.565)               | (0.412)               |
| 愛知県  | +.22+E7          | -.27+E7               | -.29+E7                | -.42+E7                | +.03+E7              | -58298   | +.22+E7  | -.27+E7               | -.29+E7               |
|      | (0.892)          | (0.254)               | (0.203)                | (0.526)                | (0.783)              | (0.952)  | (0.259)  | (0.067) <sup>*</sup>  | (0.708)               |
| 三重県  | -1397            | -7136                 | -5000                  | +1783                  | +4418                | -613.0   | +537.7   | +2465                 | +7404                 |
|      | (0.699)          | (0.047) <sup>**</sup> | (0.162)                | (0.617)                | (0.217)              | (0.863)  | (0.256)  | (0.417)               | (0.014) <sup>**</sup> |
| 京都府  | -4330            | -33124                | -29367                 | -24571                 | -6181                | +18403   | -16642   | -14172                | -25840                |

|     |                         |         |          |         |         |         |         |                          |         |         |            |         |         |          |          |            |         |         |
|-----|-------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|------------|---------|---------|----------|----------|------------|---------|---------|
|     | (0.927)                 | (0.479) | (0.532)  | (0.481) | (0.859) | (0.593) | (0.611) | (0.666)                  | (0.431) |         |            |         |         |          |          |            |         |         |
| 大阪府 | -1.03+E7+1.86+E7+.09+E7 | (0.294) | (0.060)* | (0.928) | (0.802) | (0.804) | (0.558) | +0.33+E7-0.76+E7-2.91+E7 | (0.743) | (0.443) | (0.003)*** |         |         |          |          |            |         |         |
| 兵庫県 | +800.0                  | +989.7  | +2710    | +1321   | +2649   | -158.9  | -1020   | -568.3                   | -1668   | (0.552) | (0.741)    | (0.335) |         |          |          |            |         |         |
| 岡山県 | +36142                  | +58556  | +7740    | -20647  | +6714   | -19055  | -2451   | -4559                    | -462.4  | (0.186) | (0.033)**  | (0.776) | (0.378) | (0.776)  | (0.413)  | (0.849)    | (0.720) | (0.971) |
| 広島県 | -2662                   | -12866  | -17955   | -10194  | +20065  | +12419  | +36177  | -11417                   | +9929   | (0.860) | (0.384)    | (0.220) | (0.694) | (0.426)  | (0.617)  | (0.000)*** | (0.211) | (0.273) |
| 香川県 | +4338                   | +18691  | -4470    | -10387  | -17686  | +26927  | +10567  | +12728                   | -12324  | (0.824) | (0.335)    | (0.818) | (0.473) | (0.213)  | (0.059)* | (0.418)    | (0.328) | (0.347) |
| 福岡県 | +8523                   | -9183   | -8458    | -5438   | +21573  | -11037  | +781.9  | -7485                    | -8394   | (0.352) | (0.813)    | (0.370) | (0.619) | (0.051)* | (0.305)  | (0.932)    | (0.414) | (0.361) |
| 長崎県 | +46319                  | -8327   | -2968    | +1509   | -9861   | -22280  | +22408  | +3962                    | -3015   | (0.347) | (0.866)    | (0.952) | (0.951) | (0.687)  | (0.360)  | (0.358)    | (0.871) | (0.901) |

表注) 住家全半壊率係数は式3-2-3-2の  $\bar{\beta}_{ij2v}$  の数量成分である。自己相関項・月次ダミーなどの係数は省略している。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

大規模風水害による畜産品の被害について、3ヶ月を超えて被害が継続した事例が確認できないため、災害発生後2ヶ月目迄の結果を示す。

過去15年の25回の大規模風水害により全ての都道府県で2回以上住家全半壊が観察されており、有意な係数が観察されない場合には都道府県別外部的有效性が成立しないことを示唆する。

### 3-3-2. 東日本大震災と福島第一原子力発電所事故の影響の分離・識別

#### 1) 東日本大震災・福島第一原子力発電所事故と大規模震災による被害推計と外部的有效性

3-3-1においては東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による畜産物3品目の卸取引数量・価格への影響の推計と、中越地震など過去3回の大規模震災の試料により同じ手法を用いた影響の推計を行い、大規模震災についての外部的有效性などの確認を行った。

3-3-1.1)で見たとおり、東日本大震災・福島第一原子力発電所事故による畜産物3品目の卸取引数量・価格への影響については福島県・宮城県及び岩手県などを中心に畜産物3品目の全ての数量において住家全半壊件数に対し「3桁」程度の有意な負の係数が観察され、影響期間については福島県・宮城県の12~24ヶ月間から1ヶ月程度迄都道府県別に大きな差異があると推定された。

3-3-1.2)で見たとおり、大規模震災による畜産物3品目の卸取引数量・価格への影響については被害を受けた新潟県・熊本県において都道府県横断的な外部的有效性は成立しないことが確認された。このうち牛肉及び鶏卵については住家全半壊件数に対する有意な負の係数の大きさが異なっているが、影響期間については牛肉で最大3ヶ月、鶏卵で最大2~4ヶ月程度と両県でほぼ同一であり部分外部的有效性が成立していると推定された。

他方で豚肉については外部的有效性・部分外部的有效性のいずれもが観察困難であるという結果となったが、豚肉の生産・流通設備の震災に対する復旧速度が非常に速く1ヶ月未満で被害が収束したことが観察困難性の原因であると推定される。

#### 2) 大規模震災による被害推計の部分外部的有效性を利用した分離・識別

(図3-3-2-1及び表3-3-2-1参照)

(牛肉及び鶏卵に関する分離・識別)

当該結果から、牛肉及び鶏卵に関しては大規模震災による影響についての外部的有効性は確認できず<sup>\*131</sup>、影響期間についての部分外部的有効性のみが確認できたこととなり、牛肉について震災・事故発生月から4ヶ月目以降、鶏卵について震災・事故発生月から5ヶ月目以降での卸取引数量・価格への影響については、震災による影響は含まれていないものと推定できる。

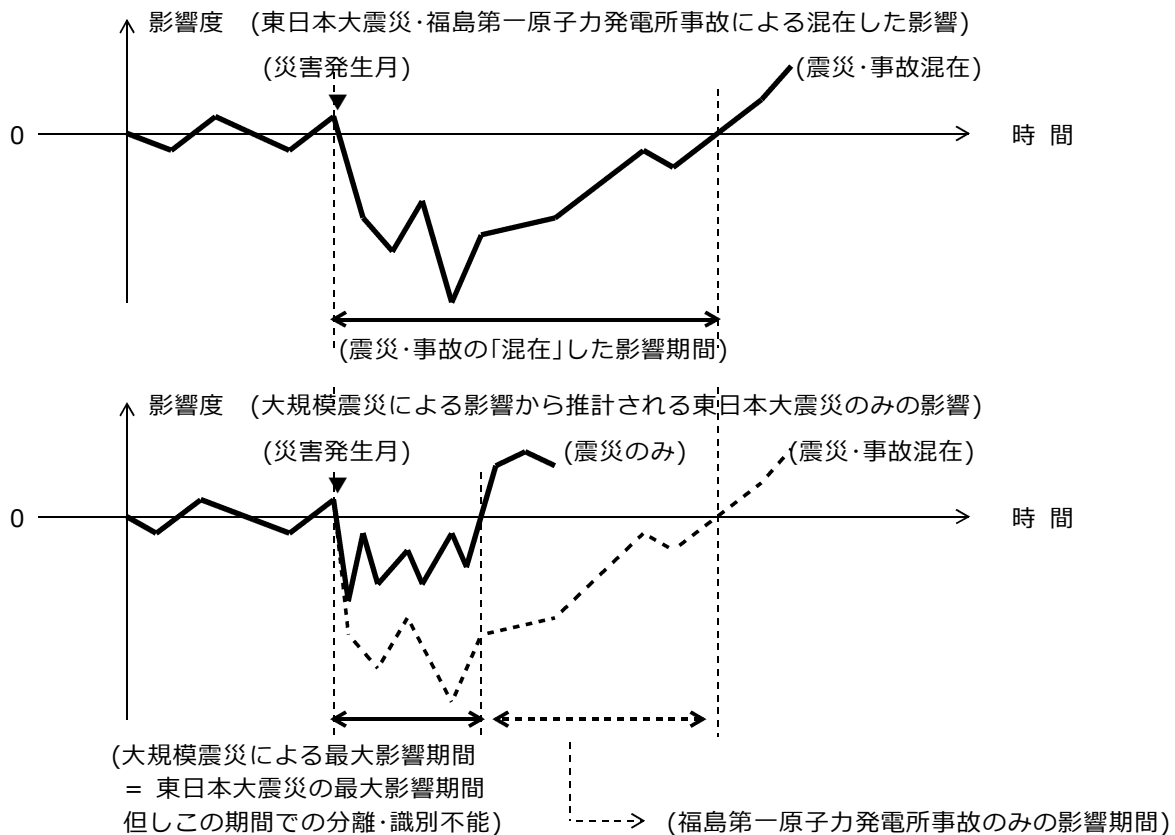
ここで、牛肉に関する発生月から3ヶ月目迄の期間及び鶏卵に関する発生月から4ヶ月目迄の期間については、東日本大震災と福島第一原子力発電所事故の影響の両方が作用していると考えられるため、3-3-1での結果からはこれらの期間について両者を分離・識別することはできないものと考えられる。

(豚肉に関する分離・識別)

豚肉に関しては、外部的有効性及び部分外部的有効性は直接的に確認できなかったが、豚肉の生産・流通設備の震災に対する復旧速度が非常に速く1ヶ月未満で被害が収束したため観察困難であったものと考えられ、震災・事故発生月の翌月以降の卸取引数量・価格については、震災による影響は含まれていないものと推定できる。

豚肉の場合においても、牛肉又は鶏卵の震災・事故発生月から3~4ヶ月迄の期間同様に震災・事故発生月については両者を分離・識別することはできないものと考えられる。

[図3-3-2-1. 大規模震災による影響期間の部分外部有効性を利用した分離・識別]  
(福島県・宮城県など主要被災地の場合)



\*131 仮に大規模震災による被害に関する外部的有効性が確認できていた場合には、住家全半壊率など当該外部的有効性を成立させる説明変数から震災部分の被害を推計し分離・識別が可能であったものと考えられる。

図注) 中越・中越沖及び熊本地震の大規模地震による最大影響期間について部分外部的有效性が確認できているのであれば、仮に東日本大震災のみが発生し福島第一原子力発電所事故が発生しなかった場合には、当該最大影響期間の近傍で問題が収束に向かっていったものと推定される。従って、部分外部的有效性が確認できている当該最大影響期間を超えて影響が継続している部分については、福島第一原子力発電所事故のみの影響による部分として分離・識別できる。他方、災害発生月から当該最大影響期間までの期間においては震災・事故の影響を分離・識別することは(完全な)外部的有效性が確認できていない限り困難である。

[表3-3-2-1. 大規模震災による被害推計の部分外部有効性を利用した分離・識別結果]  
(主要都道府県・畜産物3品目の数量への影響, 豚肉は推定値)

| (影響期間 月)        | 青森県  | 岩手県  | 宮城県   | 福島県  | 茨城県 | 栃木県  |
|-----------------|------|------|-------|------|-----|------|
| 牛肉卸取引数量         |      |      |       |      |     |      |
| 東日本震災・福島事故影響期間  | 1    | 5    | 6     | 24   | --- | 8    |
| 大規模震災最大影響期間     | < 3  | < 3  | < 3   | < 3  | --- | < 3  |
| 推定福島第一事故のみ影響期間  | ---  | > 2  | > 3   | >21  | --- | > 5  |
| 豚肉卸取引数量         |      |      |       |      |     |      |
| 東日本震災・福島事故影響期間  | 1    | 1    | 12    | 4    | --- | 2    |
| 大規模震災最大影響期間(推定) | (<1) | (<1) | (<1)  | (<1) | --- | (<1) |
| 推定福島第一事故のみ影響期間  | ---  | ---  | (>11) | (>3) | --- | (>1) |
| 鶏卵卸取引数量         |      |      |       |      |     |      |
| 東日本震災・福島事故影響期間  | 1    | 1    | 6     | 12   | 8   | ---  |
| 大規模震災最大影響期間     | < 4  | < 4  | < 4   | < 4  | < 4 | ---  |
| 推定福島第一事故のみ影響期間  | ---  | ---  | > 2   | > 8  | > 4 | ---  |

表注) 豚肉についての大規模震災による最大影響期間については推定値であり ( ) を付している。

### 3-3-3. 外部的有效性などの確認手法による結果の相互比較と検証

#### 1) 外部的有效性などの確認手法による結果の差違 (表3-3-3-1～-3参照)

3-3-1及び3-3-2での結果については、3-1-2での議論に基づいてベクトル自己回帰分析(VAR)を併用した一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)を応用した回帰分析の結果に基づくものであるが、仮に試料数不足など何らかの理由により当該回帰分析手法が用いられない場合についての外部的有效性などの確認結果につき相互比較による検証を試みる。

具体的には3-1-4で説明したとおり、観察対象指標のみの相関分析(CORR)、観察対象指標を用いた時系列回帰分析(ARMAX)及び同時均衡対象指標を用いたベクトル自己回帰分析(VAR)の3つの計量分析手法<sup>\*132</sup>を用い、東日本大震災・福島第一原子力発電所事故発生月から2ヶ月目迄での畜産物3品目の卸取引数量への影響を分析した結果を3-3-1での結果と相互比較し検証を行うことを試みた。

当該比較分析結果から、畜産物3品目に共通して以下のとおり計量分析手法別の差違が観察され、一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)とベクトル自己回帰分析(VAR)の結果は概ね一致しており係数の推計結果に大きな差異を生じることは稀であるが、卸取引数量と価格の同時均衡性・内生性を考慮しない単純な相関分析(CORR)や数量のみの時系列回帰

\*132 当該時系列回帰分析(ARMAX)及びベクトル自己回帰分析(VAR)を適用する前提としての、単位根検定による定常性の確認や計測実施後の系列相関消滅の確認は全て実施済であるが、煩瑣であるため省略する。

分析(ARMAX)においては相応の頻度で一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)による推計結果との間に大きな差異を生じ、有意な係数の「見落とし」や「誤検出」が相応の頻度で発生していることが観察される。

従って本研究で実施した畜産物3品目での震災などによる住家全半壊率を用いた卸取引数量の外部的有效性の確認において、3-1-4での議論から見て少なくとも卸取引数量・価格の同時均衡性を考慮していない単純な相関分析(CORR)や数量のみの時系列回帰分析(ARMAX)などの簡易な計量分析手法を用いることは適切ではないことが確認される。

更に、一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)とベクトル自己回帰分析(VAR)の結果が概ね一致していることから、畜産物3品目の卸取引数量・価格の同時均衡は主として1ヶ月を超える遅延期間を伴った調整過程により需給が均衡<sup>\*133</sup>に向かっているものと推察される。

[表3-3-3-1. 計量分析手法毎の牛肉に関する卸取引数量への影響の相互比較]

| 分析対象                   | 回帰分析手法 | 本研究(AR-G3SLS)                            | 単純相関(CORR) | 時系列(ARMAX)                               | ベクトル自己(VAR)                              |
|------------------------|--------|--|------------|--|--|
| (東日本大震災・福島第一原子力発電所の影響) |        |  |            |  |  |
| 福島県                    |        |  |            |  |  |
| 発生月                    |        | <u>-430.39</u><br>(0.001) <sup>***</sup> | -0.135     | -64.99<br>(0.573)                        | <u>-443.27</u><br>(0.001) <sup>***</sup> |
| 1ヶ月後                   |        | -111.58<br>(0.418)                       | -0.100     | +36.90<br>(0.857)                        | -118.81<br>(0.378)                       |
| 2ヶ月後                   |        | +151.48<br>(0.266)                       | -0.023     | +146.46<br>(0.429)                       | +178.96<br>(0.179)                       |
| 宮城県                    |        |  |            |  |  |
| 発生月                    |        | <u>-185.22</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.221     | -49.26<br>(0.054) <sup>*</sup>           | <u>-176.56</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 1ヶ月後                   |        | <u>-312.10</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.480     | <u>-203.9</u><br>(0.000) <sup>***</sup>  | <u>-307.02</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 2ヶ月後                   |        | +47.45<br>(0.309)                        | -0.188     | -80.72<br>(0.056) <sup>*</sup>           | -1.309<br>(0.976)                        |
| 岩手県                    |        |  |            |  |  |
| 発生月                    |        | <u>-565.46</u><br>(0.002) <sup>***</sup> | -0.141     | <u>-310.29</u><br>(0.008) <sup>***</sup> | <u>-556.20</u><br>(0.002) <sup>***</sup> |
| 1ヶ月後                   |        | +116.00<br>(0.535)                       | -0.011     | <u>-438.57</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | +122.43<br>(0.513)                       |
| 2ヶ月後                   |        | +172.09<br>(0.352)                       | -0.000     | -136.36<br>(0.535)                       | +157.79<br>(0.396)                       |
| (中越・中越沖地震など大規模震災の影響)   |        |  |            |  |  |
| 新潟県                    |        |  |            |  |  |
| 発生月                    |        | <u>-2059.6</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.246     | <u>-1720.6</u><br>(0.001) <sup>***</sup> | <u>-2058.7</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 1ヶ月後                   |        | +2345.2<br>(0.000) <sup>***</sup>        | +0.191     | -505.48<br>(0.861)                       | +2342.2<br>(0.000) <sup>***</sup>        |
| 2ヶ月後                   |        | <u>-1319.0</u><br>(0.031) <sup>**</sup>  | -0.150     | -898.49<br>(0.118)                       | <u>-1323.9</u><br>(0.031) <sup>**</sup>  |
| 熊本県                    |        |  |            |  |  |
| 発生月                    |        | <u>-169.03</u>                           | -0.094     | -97.46                                   | <u>-162.02</u>                           |

\*133 図3-1-4-1での計量分析手法観察対象指標の性質の間の関係を再度想起ありたい。

|      |                   |        |                   |                   |
|------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
|      | (0.041)**         |        | (0.225)           | (0.047)**         |
| 1ヶ月後 | +81.73<br>(0.329) | +0.050 | +39.21<br>(0.636) | +90.64<br>(0.273) |
| 2ヶ月後 | +41.19<br>(0.623) | +0.000 | -49.68<br>(0.683) | +38.65<br>(0.641) |

(「偽薬試験(Placebo Study)」の結果・東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の影響)

愛知県

|      |                   |        |                   |                   |
|------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
| 発生月  | +7.114<br>(0.174) | +0.044 | +3.208<br>(0.586) | +7.057<br>(0.173) |
| 1ヶ月後 | -2.124<br>(0.688) | -0.010 | -6.225<br>(0.267) | -2.011<br>(0.701) |
| 2ヶ月後 | -0.119<br>(0.982) | -0.049 | -6.782<br>(0.103) | -0.184<br>(0.972) |

大阪府

|      |                   |        |                   |                   |
|------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
| 発生月  | +2.125<br>(0.695) | +0.057 | -6.088<br>(0.180) | +3.435<br>(0.498) |
| 1ヶ月後 | +1.863<br>(0.730) | +0.051 | +2.014<br>(0.605) | +3.555<br>(0.481) |
| 2ヶ月後 | -0.731<br>(0.892) | +0.019 | -2.496<br>(0.610) | -2.296<br>(0.645) |

福岡県

|      |                    |        |                    |                    |
|------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|
| 発生月  | +7.218<br>(0.095)* | +0.122 | +7.003<br>(0.068)* | +8.219<br>(0.052)* |
| 1ヶ月後 | +2.702<br>(0.532)  | +0.094 | -0.051<br>(0.991)  | +3.123<br>(0.465)  |
| 2ヶ月後 | -2.454<br>(0.571)  | +0.037 | -0.191<br>(0.995)  | -2.750<br>(0.520)  |

表注) 各分析に用いた計測モデルについては式3-2-3-2を参照。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

[表3-3-3-2. 計量分析手法毎の豚肉に関する卸取引数量への影響の相互比較]

分析対象 回帰分析手法 本研究(AR-G3SLS) 単純相関(CORR) 時系列(ARMAX) ベクトル自己(VAR)

(東日本大震災・福島第一原子力発電所の影響)

福島県

|      |                              |        |                             |                              |
|------|------------------------------|--------|-----------------------------|------------------------------|
| 発生月  | <u>-191.69</u><br>(0.000)*** | -0.222 | <u>-96.72</u><br>(0.000)*** | <u>-191.05</u><br>(0.000)*** |
| 1ヶ月後 | -67.84<br>(0.059)*           | -0.220 | <u>-81.59</u><br>(0.001)*** | <u>-70.47</u><br>(0.046)**   |
| 2ヶ月後 | +45.84<br>(0.188)            | -0.108 | -34.33<br>(0.122)           | +45.13<br>(0.186)            |

宮城県

|      |                              |        |                             |                              |
|------|------------------------------|--------|-----------------------------|------------------------------|
| 発生月  | <u>-199.30</u><br>(0.000)*** | -0.477 | <u>-88.80</u><br>(0.000)*** | <u>-199.39</u><br>(0.000)*** |
| 1ヶ月後 | <u>-59.85</u><br>(0.011)**   | -0.298 | <u>-53.96</u><br>(0.002)*** | <u>-59.26</u><br>(0.012)**   |
| 2ヶ月後 | -37.55<br>(0.102)            | -0.199 | -22.47<br>(0.228)           | -37.57<br>(0.102)            |

岩手県

|     |                |        |                |                |
|-----|----------------|--------|----------------|----------------|
| 発生月 | <u>-520.64</u> | -0.358 | <u>-214.51</u> | <u>-520.56</u> |
|-----|----------------|--------|----------------|----------------|

|   |                                   |        |                                   |                                   |
|---|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|   | (0.000) <sup>***</sup>            |        | (0.000) <sup>***</sup>            | (0.000) <sup>***</sup>            |
| 1ヶ月後  | +222.90<br>(0.021) <sup>**</sup>  | +0.059 | -33.03<br>(0.536)                 | +225.30<br>(0.020) <sup>**</sup>  |
| 2ヶ月後  | +6.180<br>(0.951)                 | -0.040 | -102.31<br>(0.369)                | +5.943<br>(0.953)                 |
| (中越・中越沖地震など大規模震災の影響)                              |                                   |        |                                   |                                   |
| 新潟県   |                                   |        |                                   |                                   |
| 発生月   | -105.82<br>(0.434)                | -0.020 | -42.14<br>(0.687)                 | -105.61<br>(0.437)                |
| 1ヶ月後  | +63.72<br>(0.636)                 | +0.026 | -59.81<br>(0.778)                 | +63.76<br>(0.637)                 |
| 2ヶ月後  | +127.59<br>(0.351)                | +0.045 | -17.29<br>(0.907)                 | +129.02<br>(0.348)                |
| 熊本県   |                                   |        |                                   |                                   |
| 発生月   | +171.82<br>(0.030) <sup>**</sup>  | +0.050 | +155.05<br>(0.000) <sup>***</sup> | +172.73<br>(0.029) <sup>**</sup>  |
| 1ヶ月後  | +246.71<br>(0.002) <sup>***</sup> | +0.147 | +189.61<br>(0.001) <sup>***</sup> | +246.49<br>(0.002) <sup>***</sup> |
| 2ヶ月後  | +171.14<br>(0.037) <sup>**</sup>  | +0.190 | +178.34<br>(0.006) <sup>***</sup> | +166.28<br>(0.042) <sup>**</sup>  |
| 〔「偽薬試験(Placebo Study)」の結果・東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の影響〕 |                                   |        |                                   |                                   |
| 愛知県   |                                   |        |                                   |                                   |
| 発生月   | +5.957<br>(0.006) <sup>***</sup>  | +0.134 | +2.212<br>(0.204)                 | +5.666<br>(0.009) <sup>***</sup>  |
| 1ヶ月後  | +0.072<br>(0.974)                 | +0.028 | +4.271<br>(0.006) <sup>***</sup>  | +0.050<br>(0.982)                 |
| 2ヶ月後  | -3.884<br>(0.073) <sup>*</sup>    | -0.054 | +2.283<br>(0.204)                 | -3.482<br>(0.112)                 |
| 大阪府   |                                   |        |                                   |                                   |
| 発生月   | -7.495<br>(0.278)                 | +0.056 | +7.941<br>(0.254)                 | -7.500<br>(0.260)                 |
| 1ヶ月後  | -3.136<br>(0.655)                 | -0.012 | +2.189<br>(0.778)                 | -3.159<br>(0.641)                 |
| 2ヶ月後  | -2.761<br>(0.693)                 | +0.046 | -3.083<br>(0.593)                 | -2.722<br>(0.687)                 |
| 福岡県   |                                   |        |                                   |                                   |
| 発生月   | +9.222<br>(0.064) <sup>*</sup>    | +0.167 | +2.546<br>(0.453)                 | +6.324<br>(0.191)                 |
| 1ヶ月後  | -3.559<br>(0.481)                 | +0.082 | -3.457<br>(0.295)                 | -3.592<br>(0.459)                 |
| 2ヶ月後  | -4.462<br>(0.379)                 | +0.048 | +2.618<br>(0.454)                 | -4.686<br>(0.337)                 |

表注) 各分析に用いた計測モデルについては式3-2-3-2を参照。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

### [表3-3-3-3. 計量分析手法毎の鶏卵に関する卸取引数量への影響の相互比較]

| 分析対象 | 回帰分析手法 | 本研究(AR-G3SLS) | 単純相関(CORR) | 時系列(ARMAX) | ベクトル自己(VAR) |
|------|--------|---------------|------------|------------|-------------|
|------|--------|---------------|------------|------------|-------------|



(東日本大震災・福島第一原子力発電所の影響)

福島県

|      |  |        |  |  |
|------|--|--------|--|--|
| 発生月  | <u>-241.87</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.251 | <u>-105.30</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-242.63</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 1ヶ月後 | <u>-276.65</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.382 | <u>-127.81</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-278.28</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 2ヶ月後 | <u>-176.39</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.337 | <u>-95.76</u><br>(0.000) <sup>***</sup>  | <u>-179.44</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |

宮城県

|      |  |        |   |  |
|------|--|--------|---|--|
| 発生月  | <u>-129.40</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.266 | <u>-52.59</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-129.39</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 1ヶ月後 | <u>-68.92</u><br>(0.003) <sup>***</sup>  | -0.313 | <u>-48.88</u><br>(0.011) <sup>**</sup>  | <u>-68.91</u><br>(0.003) <sup>***</sup>  |
| 2ヶ月後 | +41.46<br>(0.070) <sup>*</sup>           | -0.144 | -13.76<br>(0.479)                       | +41.49<br>(0.071) <sup>*</sup>           |

岩手県

|      |  |        |  |  |
|------|--|--------|--|--|
| 発生月  | <u>-418.78</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.190 | <u>-174.28</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | <u>-366.30</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 1ヶ月後 | +145.37<br>(0.056) <sup>*</sup>          | -0.004 | -98.94<br>(0.189)                        | +91.03<br>(0.229)                        |
| 2ヶ月後 | +315.83<br>(0.000) <sup>***</sup>        | +0.158 | +28.79<br>(0.636)                        | +238.09<br>(0.002) <sup>***</sup>        |

(中越・中越沖地震など大規模震災の影響)

新潟県

|      |                    |        |                                   |                    |
|------|--------------------|--------|-----------------------------------|--------------------|
| 発生月  | +140.11<br>(0.462) | +0.157 | +323.86<br>(0.164)                | +142.02<br>(0.423) |
| 1ヶ月後 | +42.50<br>(0.824)  | +0.149 | +539.93<br>(0.023) <sup>**</sup>  | +45.01<br>(0.800)  |
| 2ヶ月後 | +42.77<br>(0.824)  | +0.133 | +719.37<br>(0.000) <sup>***</sup> | +43.77<br>(0.807)  |

熊本県

|      |  |        |                    |  |
|------|--|--------|--------------------|--|
| 発生月  | -51.12<br>(0.614)                        | +0.012 | +5.609<br>(0.954)  | -51.12<br>(0.615)                        |
| 1ヶ月後 | <u>-362.19</u><br>(0.000) <sup>***</sup> | -0.155 | -118.65<br>(0.128) | <u>-361.95</u><br>(0.000) <sup>***</sup> |
| 2ヶ月後 | -58.13<br>(0.576)                        | -0.133 | -71.47<br>(0.505)  | -57.48<br>(0.582)                        |

(「偽薬試験(Placebo Study)」の結果・東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の影響)

愛知県

|      |                   |        |                   |                   |
|------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|
| 発生月  | +3.102<br>(0.328) | -0.002 | +1.401<br>(0.767) | +3.102<br>(0.330) |
| 1ヶ月後 | +2.572<br>(0.421) | +0.008 | +0.475<br>(0.913) | +2.573<br>(0.422) |
| 2ヶ月後 | -0.872<br>(0.787) | -0.023 | -2.370<br>(0.615) | -0.877<br>(0.786) |

大阪府

|      |                   |        |                                |                   |
|------|-------------------|--------|--------------------------------|-------------------|
| 発生月  | +8.364<br>(0.120) | +0.032 | +9.634<br>(0.096) <sup>*</sup> | +8.372<br>(0.119) |
| 1ヶ月後 | -1.890<br>(0.729) | +0.007 | +3.771<br>(0.585)              | -1.892<br>(0.728) |
| 2ヶ月後 | +2.100<br>(0.701) | +0.024 | +3.460<br>(0.475)              | +2.028<br>(0.710) |

福岡県

|      |                    |        |                   |                    |
|------|--------------------|--------|-------------------|--------------------|
| 発生月  | +7.882<br>(0.064)* | +0.039 | +0.553<br>(0.898) | +7.892<br>(0.064)* |
| 1ヶ月後 | -0.469<br>(0.913)  | +0.033 | +5.981<br>(0.162) | -0.455<br>(0.916)  |
| 2ヶ月後 | -3.250<br>(0.449)  | -0.018 | -0.046<br>(0.991) | -3.260<br>(0.449)  |

表注) 各分析に用いた計測モデルについては式3-2-3-2を参照。

下線は危険率5%で有意な負の係数を示す。( )内はp値、\*\*\* は危険率1%水準で有意、\*\* は同5%水準で有意、\* は同10%水準で有意な係数を示し、無印は有意でない係数を示す。

#### 3-3-4. 実証試験の結果などから抽出される問題点

##### 1) 分析手段としての外部的有効性・部分外部的有効性の確認による処置効果の分離・識別

3-3-1及び3-3-2での結果から、類似した「自然実験」の結果を複数用いて外部的有効性・部分外部的有効性を確認することにより、一般には分離・識別が困難とされる同時に発生した事象による混在した処置効果から特定の処置効果を一定の精度で分離・識別することが可能な場合があることが実証された。

2-2-5で整理したとおり一般に「自然実験」を用いた分析において外部的有効性の確認は特定の処置効果に関する分析結果を一般化し分析に用いた対象・時点以外の場合に外挿するために行われるが、上記結果は3-2-3で議論したとおり直接的に完全な形での外部的有効性が確認できない場合であっても部分外部的有効性が確認できる場合には政策評価において新たな分析手段となり得ることを実証したものと考えられる。

但し、部分外部的有効性のみが確認される場合においてもなお3つの課題が残留していることが指摘できる。(1)完全な形での外部的有効性が確認できない場合には特定の処置効果の最大影響期間迄の期間において混在する処置効果についての分離・識別が不可能である。(2)影響期間や影響程度を示す部分外部的有効性の指標が明確に推計できなかった場合や大きな誤差が伴う場合には混在する処置効果についての分離・識別が不可能である。(3)影響期間や影響程度を示す部分外部的有効性の指標が明確に推計できた場合でも脱落変数や偶発要因の影響による偏差が含まれてしまうなど混在する処置効果の分離・識別に適切な指標とならない可能性がある。

以下これら個別の問題点についてその概略を説明する。

##### 2) 問題点(1): 特定の影響期間における分離・識別の不可能性の問題

3-2-3で議論したとおり、3-3-1の結果において影響期間についての部分外部的有効性が確認できたものの、牛肉での震災・事故発生月から3ヶ月間や鶏卵での震災・事故発生月から4ヶ月間の期間など特定の要因の最大影響期間未満の期間における影響については、震災と事故の影響を本研究の方法で分離・識別することは困難である。

本研究では該当する事例が観察できなかったものの、3-2-3での議論から考察して影響比率についての部分外部的有効性が確認できた場合であっても、特定の要因の影響期間については本研究の方法で分離・識別を行うことは困難であると想定される。

当該問題に対する直接的な対策は完全な外部的有効性を確認することであるが、部分外部的有効性において影響期間・影響規模の片方だけの確認に加えて、影響規模と影響期間の範囲又は影響規模の範囲と影響期間の組み合わせなど一定の精度により複合的な部分外部的有効性が確認できる場合には当該問題を克服できる可能性が考えられる。

### 3) 問題点(2): 部分外部的有効性の推計における誤差・偏差の問題

本研究では該当する事例は観察できなかったものの、3-3-1の結果において要因が混在した影響規模・期間よりもそのうちの特定の要因のみの影響規模・期間が大きい・長いなど論理的に整合しない結果が得られた場合や、あるいは推計された部分外部的有効性の影響規模・期間が「偽薬試験(Placebo Study)」において信頼性が低いと判定された場合には、部分外部的有効性の推計結果に大きな誤差・偏差がなお存在しているものと考えられ、本研究の方法で分離・識別を行うことは困難である。

このような場合の対策としては、同一の「自然実験」の事象などを多数収集して試料数を増加させて誤差を抑制するか、次項で説明する脱落変数による偏差についての対策が考えられる。

### 4) 問題点(3): 部分外部的有効性の推計における脱落変数による偏差の問題

本研究では2004年1月から2018年3月迄の173ヶ月の農林水産省「畜産流通統計調査」などの試料を観察対象指標として準備した上で、本質的に脱落変数による偏差に対し有効なベクトル自己回帰分析(VAR)を併用した一般化三段階最小二乗法(AR-G3SLS)の応用により分析を行っている。

しかし3-3-3で見たとおり、仮に何らかの理由により十分な試料数が得られず本研究類の回帰分析手法が適用できない場合には、潜在的に数量・価格の間の同時均衡性に起因した説明変数の脱落などが生じ計測された住家全半壊率の係数に相応の偏差を生じる可能性がある。

このような場合の対策としては、同一の「自然実験」の事象などを多数収集して試料数を増加させた上で適切な操作変数(IV)を用いた回帰分析を行うか、止むを得ない場合においては脱落変数による偏差の可能性を考慮した感度分析を実施し結果に幅を持って解釈するなどの対策が考えられる。

## 4. 考察と提言

### 4-1. 「自然実験」における内部的・外部的有効性を考慮した標準的分析手順

本節においては、2.における内部的・外部的有効性に関する整理・考察と3.における外部的有効性などを用いた新たな分析手法の実証試験の結果に基づき、「自然実験」を用いて特定の要因による処置効果を識別し更に混在する複数の要因による処置効果を分離・識別する際の内部的・外部的有効性を考慮した標準的分析手順を説明する。

#### 4-1-1. 「自然実験」における内部的有効性を確保した分析手順（図4-1-1-1参照）

##### 0) 「自然実験」の定義と内部的有効性

「自然実験」とは識別のための分析手法の一つであり、現実世界における個人や組織に対して発生した外生的な事象や制度変更を利用して処置効果を推計する分析手法の枠組みを指すものである。

「自然実験」を用いた分析において内部的有効性を確保するためには、これを用いて分析しようとする分析課題と「自然実験」として用いる事象や制度変更が整合していること及び両者の性質に応じて適切な計量分析手法が選択され必要な前提条件が充足されていることが必要である。

##### 1) 「自然実験」における事前準備作業(1) 分析課題の分類・特定

「自然実験」を用いた分析を実施するに際しては、第一に事前準備作業として「自然実験」により分析しようとする分析課題の分類・特定が必要である。

典型的な分析課題の種類としては観察指標の潜在的内生性、影響要因の複数混在性及び通常状態での資料入手困難・稀少性の3類型が存在する。

##### 2) 「自然実験」における事前準備作業(2) 事象や制度変更の分類・特定

「自然実験」を用いた分析を実施するに際しては、次に事前準備作業として「自然実験」として用いる事象や制度変更の分類・特定が必要である。

典型的な事象や制度変更の種類としては直接的制度変更、間接的制度変更・事象及び偶発的事象の3類型が存在する。

##### 3) 内部的有効性確保-1: 「自然実験」として用いる事象や制度変更と分析課題の整合性 (事象や制度変更の内容限定)

1)で分類・特定した分析課題の種類に応じ「自然実験」として用いる事象や制度変更の内容や計量分析手法を取捨選択する。

分析課題が観察指標の潜在的内生性の場合では内生性を疑われる要因の片方のみが変化した事象や制度変更を用いるか、それが困難な場合に内生性を考慮した計量分析手法を適用する。分析課題が影響要因の複数混在性である場合では特定の要因のみが変化した事象や制度変更を用いて分析を行う。分析課題がや通常状態での試料入手困難・稀少性である場合に対しては当該稀少な事態に該当する事象や制度変更を用いて分析を行う。

##### 4) 内部的有効性確保-2: 「自然実験」として用いる事象や制度変更の内生・外生性 (計量分析手法などの選択その1)

2)で分類・特定した事象及び制度変更が直接的制度変更又は間接的制度変更・事象の場合には用いる計量分析手法に応じ外生性の確認を行う。事象及び制度変更が偶発

的事象である場合には当該確認は省略できる。

直接的制度変更又は間接的制度変更・事象の場合においては、直接的比較手法の適用とランダム性の統計的確認や複合的比較手法と観察指標と処理の独立性(CI・CMI)の確認を組合わせて外生性の確認を行う。

5) 内部的有効性確保-3: 「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性  
(計量分析手法などの選択その2)

3)及び4)での分類・特定に応じて分析対象の内生的行動可能性について確認を行う。分析課題が観察指標の潜在的内生性の場合又は事象や制度変更が偶発的事象である場合には当該確認は省略できる。

分析課題と事象や制度変更の組合せがこれらに該当しない場合には、分析対象の内生的行動可能性の有無や程度について検討し必要に応じて内生性を考慮した計量分析手法や補助的確認手法を追加するなどの対策を行う。

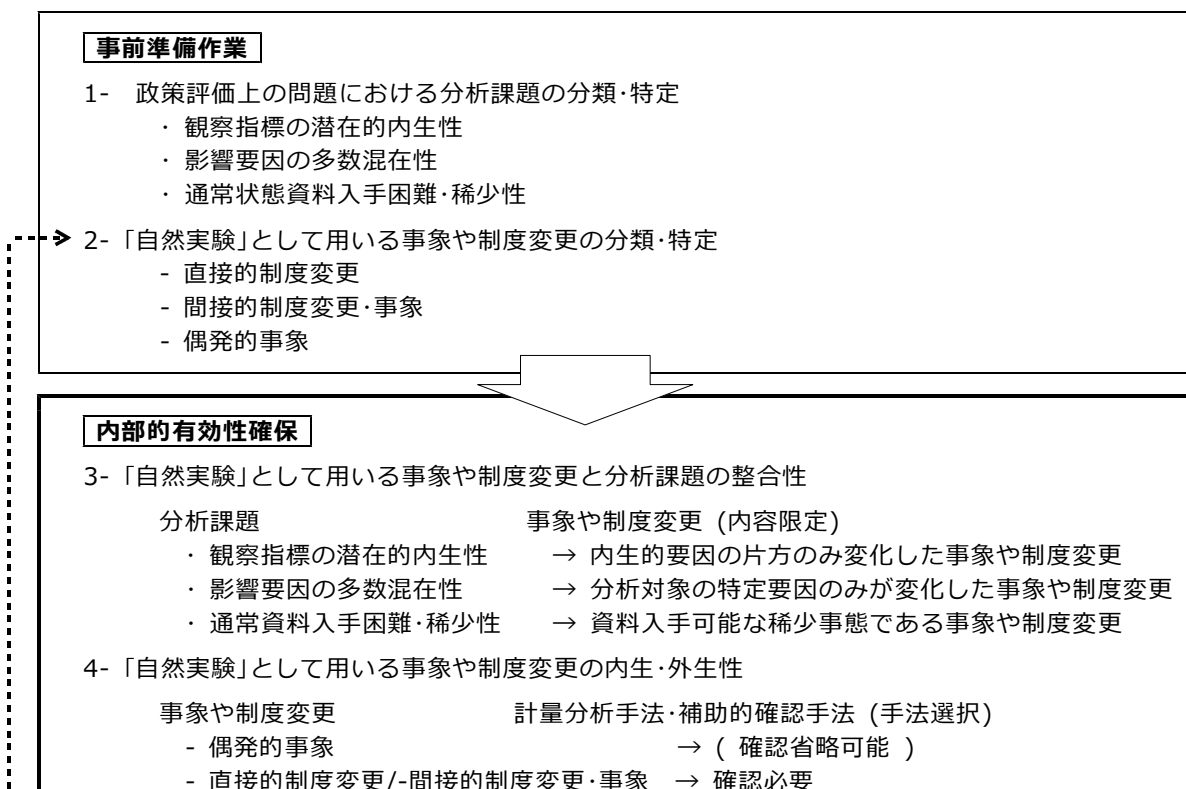
6) 内部的有効性についての判定・処置と評価分析

2)において検討した「自然実験」として用いようとする事象や制度変更が3)から5)の要件のいずれかに該当・適合しない場合には、当該事象や制度変更は分析しようとする政策評価の内容から見て「不適格」とであると判定される。この場合には別の事象や制度変更を探索し3)に戻って一連の検討手順を再実施する。

2)において検討した「自然実験」として用いようとする事象や制度変更が3)から5)の要件に抵触しない場合には、3)で適合が確認された事象や制度変更に関する史料を用い、各計量分析手法の前提条件の成立を確認した上で4)及び5)で選択された計量分析手法及び補助的確認手法を適用し、評価分析を実施し結果を得る。

外部的有効性を確認する必要がない場合にはここで評価分析は完了である。

[図4-1-1-1. 「自然実験」における内部的有効性を確保した分析手順]



直接的比較手法の適用と事象や制度変更のランダム性の統計的確認 又は  
間接的比較手法の適用と観察指標と処理の独立性(CI・CMI)の確認

#### 5- 「自然実験」に対する分析対象の内生的行動可能性

分析課題

- ・ 観察指標の潜在的内生性 → ( 確認省略可能 )

事象や制度変更

- 偶発的事象 → ( 確認省略可能 )

分析課題及び事象や制度変更が上の2つの場合のいずれにも該当しない場合

→ 確認必要

分析対象の内生的行動の有無・程度確認、内生性を考慮した計量分析手法の適用

- ◆ 「自然実験」として用いようとする事象や制度変更が3～5の要件に適合しない場合には、別の事象や制度変更を探索し2に戻って一連の検討手順を再実施する(「不適合」)

#### 評価分析

#### 6- 評価分析実施

3-で適合が確認された事象や制度変更に関する試料利用

4-及び5-で選択された計量分析手法及び補助的確認手法を前提条件を確認した上で適用

( 外部的有効性を確認する必要がない場合はここで評価分析完了 )

#### 4-1-2. 「自然実験」における外部的有効性などの確認手順 (図4-1-2-1参照)

##### 1) 「自然実験」の結果と外部的有効性・部分外部的有効性

4-1-1で分析された結果は、特定の条件下で「自然実験」による処置効果が推計できたに過ぎず、他の地域・時点・対象など異なる条件下での外挿・予測などの推計に用いるためには更に外部的有効性などを確認することが必要である。

「自然実験」による処置効果の推計において外挿時の予測誤差が推計できている場合など影響規模や影響期間などの完全な情報が得られている場合が外部的有効性が確認された状態であり、影響規模又は影響期間などのうち部分的な情報のみが得られている場合が部分外部的有効性が確認された状態である。

##### 2) 外部的有効性の確認における事前準備作業：類似推計結果や予測誤差の説明変数の収集・整備

「自然実験」を用いて推計された特定の処置効果について外部的有効性などを確認するに際しては、事前準備作業として類似の「自然実験」による処置効果の推計結果を多数収集・整備するとともに、特定の処置効果を外挿した際の予測誤差を説明する説明変数を収集・整備することが必要である。

当該予測誤差の説明変数については、特定の「自然実験」により推計された処置効果を外挿・予測した際に地域・時点・対象に関する特性を記述しあり得べき誤差を説明する変数であり、個人・家計であれば所得や財サービスの価格、組織・企業であれば該当業種の経営指標や金利などが考えられる。

##### 3) 外部的有効性などの確認

「自然実験」を用いて推計された特定の処置効果について2)で収集・整備した類似の推計結果を用いてこれを他の事例に外挿した際の予測誤差を推計し、当該予測誤差を適切なモデルを設けて2)で収集・整備した説明変数により推計する。

##### 4) 外部的有効性などについての判定・処置と評価分析

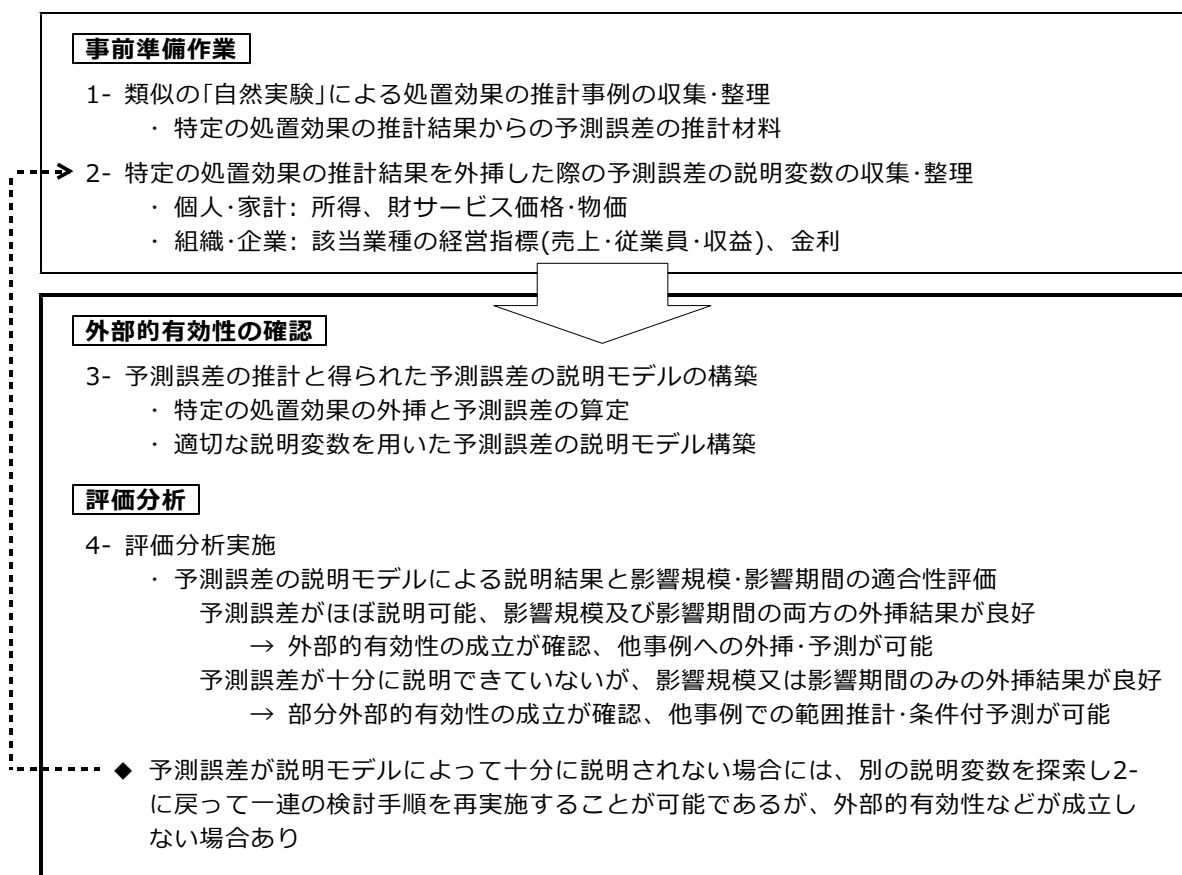
3)における予測誤差などの推計において、予測誤差などが準備した説明変数によってほぼ完全に説明できると判断された場合には外部的有効性の成立が確認できたものと考えられる。

他方で予測誤差が完全に説明できないものの、有意な説明変数が発見された場合や予測誤差の範囲が特定できた場合など、処置効果の影響規模や影響期間などの部分的な情報が得られた場合には部分外部的有効性の成立が確認できたものと考えられる。この場合、特定の「自然実験」から推計された処置効果は当該部分的な情報に限定して他の事例に適用可能であり、他の事例での処置効果は範囲推計や条件付予測などの形態で推計されることとなる。

外部的有効性・部分外部的有効性のいずれもが確認できない場合には、別の予測誤差の説明変数を探索し3)に戻って一連の検討手順を再実施することが考えられる。

但し、4-1-1での内部的有効性の場合と異なり、外部的有効性などについては当該「自然実験」により推計された処置効果が非常に特異な現象に関するものであった場合など、外部的有効性・部分外部的有効性のいずれもが成立しない場合があることに注意を要する。

[図4-1-2-1. 「自然実験」における外部的有効性などの確認手順]



## 4-2. 今後の課題と更なる政策評価の推進に向けた提言

本節においては、2.における内部的・外部的有効性に関する整理・考察と3.における外部的有効性などを用いた新たな分析手法の実証試験の結果などの一連の研究結果に基づき、今後の課題と更なる政策評価の推進に向けた提言を行う。

### 4-2-1. 「自然実験」による分析と今後の課題

#### 1) 内部的有効性の確保関連での課題 - 新たな手法の偶発的事象以外の場合での検証 -

「自然実験」による処置効果の推計における課題のうち内部的有効性の確保については、分析課題と「自然実験」に関する整合性の問題について検討することは当然として、一般的に「自然実験」に用いる事象や制度変更の内生性や分析対象とする個人・組織の内生的行動の可能性など内生性に起因した問題への対処が必要であると考えられる。

本研究では外部的有効性に焦点を当てて新たな分析手法の開発と実証試験を実施するため、内生的行動の可能性が考えにくい震災など災害による影響を処置効果と見なした検討を行ったが、新たな手法の適用性を考える上では同時実施・混在する制度変更による影響など内生的行動の可能性が明示的に考えられる事例についても実証試験を実施しておくことが必要と考えられる。

具体的には、規制措置や税制措置など複数の制度の対象となる個人・組織の行動について、類似する規制措置や税制措置などの影響を複数用いて外部的有効性などを確認することにより本研究同様の処置効果の分離・識別が可能であるか否かあるいは内生性の問題に起因して追加的に確認を要する条件などが存在するか否かについて検証を実施しておくことが必要であると考えられる。

#### 2) 外部的有効性などの確認関連での課題 - 新たな手法における問題点への対策 -

「自然実験」による処置効果の推計における課題のうち外部的有効性などの確認については、一般論としてDehejia他(2018)やBisbee他(2015)のような完全な形での外部的有効性が確認できる事例は非常に限られているものと考えられる。

従って多くの事例が本研究でいう部分外部的有効性が確認できる事例に該当するものと考えられるが、3-3-4で説明したとおり部分外部的有効性のみが確認される場合においてもなお3つの課題が残っている。

- (1)完全な形での外部的有効性が確認できない場合には特定の処置効果の最大影響期間迄の期間において混在する処置効果についての分離・識別が不可能である。
- (2)影響期間や影響程度を示す部分外部的有効性の指標が明確に推計できなかった場合や大きな誤差が伴う場合は混在する処置効果についての分離・識別が不可能である。
- (3)影響期間や影響程度を示す部分外部的有効性の指標が明確に推計できた場合でも脱落変数や偶発要因の影響による偏差が含まれてしまうなど混在する処置効果の分離・識別に適切な指標とならない可能性がある。

今後、これらの課題について更なる検討を進めていくことが必要である。

### 4-2-2. 更なる政策評価の推進に向けた提言

#### 1) 内部的有効性の確保手順の最適化の推進

本研究では内部的有効性の確保については先行研究における議論を参考として標準的な手順を整理・考察し、横断面前後差分分析(DID)など具体的な推計手法における近年の動向



について説明した。

しかし、当該整理・考察による標準的分析手順は「自然実験」における分析課題と利用する事象や制度変更についての「不適合」の場合を除外する目的からは有効であるが、必ずしも最適な手順となっていることを保証するものではない。

従って、今後の課題として分析課題や利用する事象や制度変更の組合わせについての具体的な計量分析手法間の比較研究や適合性についての評価研究など、「最適化」のための研究開発を進めていくことが必要であると考えられる。

## 2) 「自然実験」を用いた新たな推計手法の開発の推進

本研究では類似する「自然実験」による処置効果の推計結果を複数用い外部的有效性などを確認することにより同時発生・混在する処置効果の分離・識別という新たな手法の開発を試み、実務上有益な部分外部的有效性という新たな手法を提唱している。

しかし2-2や3-1で述べたとおり先行研究において外部的有效性の問題について取組まれた事例は非常に少なく、本研究以外の考え方に基づいた新たな手法を開発する余地は十分存在すると考えられる。

本研究では実施しなかったが、同時発生・混在する処置効果の推計結果同士を複数用いた分離・識別を行うことや、実験室実験や社会実験と「自然実験」による処置効果の推計結果の比較分析を行うことなど、「自然実験」や内部的・外部的有效性に関連した更なる研究開発には十分は可能性が秘められているものと考えられる。

## 3) 外部的有效性などの確認の推進

一般に政策評価において先行研究における「自然実験」などの事例を探索・蓄積することは重要と考えられているが、実務的な視点から見た場合には単に事例を探索・蓄積することは政策措置の新設や改善に対し直接的に寄与することは殆どない。

ここで、当該探索・蓄積された事例について外部的有效性などが確認されており任意の政策措置の新設や改善において外挿・予測が可能となるような研究開発が実施されている場合には、先行研究における「自然実験」などの事例を探索・蓄積することの意義は飛躍的に高まるものと考えられる。

従って、単純な政策評価に関する先行研究での事例を探索・蓄積することの意義は否定できないが、これに加えて探索・蓄積された「自然実験」など過去の具体的評価分析事例について外部的有效性などの確認を行うことについても十分な注意が払われ相応の労力が投入されるべきである。

## 参考文献・統計出典

### 1. 「自然実験」方法論・関連手法関係

(方法論関係)

001. Meyer B. "Natural and Quasi- Experiments in Economics" NBER: National Bureau of Economic Research (1994) Technical Working Paper T170
002. Rosenzweig M. and Wolpin K. "Natural "Natural Experiments" in Economics" Journal of Economic Literature (2000) Vol.38 No.4 827-874
003. Heckman J. "Causal Parameters and Policy Analysis in Economics: A Twentieth Century Retrospective" The Quarterly Journal of Economics (2000) Vol.115 No.1 45-97
004. Gangl M. "Causal Inferences in Sociological Research" Annual Review of Sociology (2010) Vol.36 21-47
005. Fuchs-Shuendern N. and Hassan T. "Natural Experiments In Macroeconomics" NBER: National Bureau of Economic Research (2015) Working Paper 21228

(検証関係)

006. Goolsbee A. "It's Not About the Money: Why Natural Experiment Don't Work on the Rich" NBER: National Bureau of Economic Research (1998) Working Paper 6395
007. Imai K., King G. and Stuart E. "Misunderstandings between experimentarists and observationalists about causal inference" Journak of the Royal Statistical Society (2008) Vol.171 No.2 481-502
008. Sekhon J. and Titiunik R. "When Natural Experiments Are Neither Natural nor Experiments" The American Political Science Review (2012), Vol.106 No.1 35-57
009. Dehejia R., Pop-Eleches C. and Samii C. "From Local to Global: External Validity in A Fertility Natural Experiment" NBER: National Bureau of Economic Research (2015) Working Paper 21459
010. Bisbee J., Dehejia R., Pop-Eleches C. and Samii C. "Local Instruments, Global Extrapolation: External Validity of the Labor Supply-Fertility Local Average Treatment Effect" NBER: National Bureau of Economic Research (2015) Working Paper 21663

(関連方法論関係)

011. Imbens G and Angrist J. "Identification and Estimation of Local Average Treatment Effect" Econometrica (1994), Vol.62 No.2, 467-476
012. Heckman J. "Randomization As an Instrumental Variable" The Review of Economics and Statistics (1996), Vol.78 No.2 336-341
013. Imbens G. and Kruger A. "Instrumental Variables and the Search for Identification: From Supply and Demand to Natural Experiments" The Journal of Economic Perspective (2001) Vol.15 No.4 69-85
014. Hahn J., Todd P. and VanderKlaauw W. "Identification and Estimation of Treatment Effects with a Regression Discontinuity Design" Econometrica (2001) Vol.69 No.1, 201-2309
015. Imbens G. and Wooldridge J. "Recent development in the Econometrics of program evaluation" Journal of Economic Literature (2009) Vol. 47 No. 1 5-86
016. Brundell R. and Costa Dias M. "Alternative Approaches to Evaluation in Empirical Microeconomics" The Journal of Human Resources (2009) Vol.44 No.3 565-640
017. Lee D. and Lemieux T. "Regression Discontinuity Design in Economics" Journal of Economic

Literature (2010) Vol.48 No.2 281-355

018. Angrist J. and Val I. "ExtrapoLATE-ing: External validity and Overidentification in the LATE Framework" (2010) NBER Working Paper No.16566

## 2. 「自然実験」の応用事例(1) 経済学

019. Meyer B. Viscuti W. and Durbin D. "Worker's Compensation and Injury Duration: Evidence from a Natural Experiment" *The American Economic Review* (1995) vol.85 No.3 322-340

020. Bittlingmayer G. "Output, Stock Volatility and Political Uncertainty in a Natural experiment: Germany, 1880-1940" *The Journal of Finance* (1998) Vol.53. No.6 2243-2257

021. Kogut B. and Zander U. "Did Socialism Fail to Innovate? A Natural Experiment of the Two Zeiss Companies" *American Sociological Review* (2000) vol.65 No.2 169-190

022. Bianchi M., Gudmundsson B. and Zoega G. "Iceland's Natural Experiments in Supply Side Economics" *The American Economic Review* (2001) Vol.91 No.5 1564-1579

023. Angrist J., Bettinger E., Bloom E., King . and Kremer M. "Vouchers for Private Schooling in Columbia: Evidence from a Randomized Natural Experiment" *The American Economic Review* (2002) Vol.92 No.5 1535-1558

024. Chari A. and Henry P. "Risk Sharing and Asset Prices: Evidence from a Natural Experiment" *The Journal of Finance* (2004) Vol.59 No.3 1295-1324

025. Friedman M. "A Natural Experiment in Monetary Policy Covering Three Episodes of Growth and Decline in the Economy and the Stock Market" *The Journal of Economic Perspective* (2005) Vol.19 No.4 145-150

026. Plug E. and Vijverberg W. "Does Family Income Matter for Schooling Outcomes? Using Adoptees as a Natural Experiment" *The Economic Journal* (2005) Vol.115 No.506 879-906

027. Feyer J. and Sacerdote B. "Colonialism And Modernization - Islands As Natural Experiment" NBER: National Bureau of Economic Research (2006) Working Paper 12546

028. van Ours J. and Vodopivec M. "How Shortening the Potential Duration of Unemployment Benefits Affects the Duration of Unemployment: Evidence from a Natural Experiment" *Journal of Labor Economics* (2006) Vol.24 No.2 351-378

029. Ginsburgh V. and van Ours J. "On Organizing a Sequential Auction: Results from a Natural Experiment by Christie's" *Oxford Economic Papers, New Series* (2007) Vol.59 No.1 1-15

030. Alatas V. and Cameron L. "The Impact of Minimum Wages on Employment in a Low-Income Country: A Quasi-Natural Experiment in Indonesia" *Industrial and Labor Relations Review* (2008) Vol.61 No.2 201-223

031. Rickman N. and Witt R. "Favouritism and Financial Incentives: A Natural Experiment" *Econometrica New Series* (2008) Vol.75 No.298 296-309

032. Chong A., Galdo V. and Tororro M. "Access to Telephone Service and Household Income in Poor Rural Areas: A Quasi-Natural Experiment for Peru" *Economica New Series* (2009) Vol.73 No.304 623-648

033. Giannetti M. and Laeven L. "Pension Reform, Ownership Structure and Corporate Governance: Evidence from a Natural Experiment" *The Review of Financial Studies* (2009) Vol.22 No.10 4091-4127

034. Silva D., McComb R., Moh Y., Schiller A. and Vargas A. "The Effect of Migration on Wages:

- Evidence from a Natural Experiment" *The American Economic Review* (2010) Vol.100 No. 9 321-326
035. Staiger D., Spetz J. and Phibbs C. "Is There Monopsony in the Labor Market? Evidence From a Natural Experiment" *Journal of Labour Economics* (2010) Vol.28 No.2 211-236
036. Iyer R. and Peydro J. "Interbank Contagion at Work: Evidence from a Natural Experiment" *The Review of Financial Studies* (2011) Vol.24 No.4 1337-1377
037. Vollaard B. and van Ours J. "Does Regulation of Built-in Security Reduce Crime? Evidence from a Natural Experiment" *The Economic Journal* (2011) Vol.151 No.552 485-504
038. Kotchen M. and Grant L. "Does Daylight Saving Time Save Energy? Evidence from a Natural Experiment in Indiana" *The Review of Economics and Statistics* (2011) Vol.93 No.4 1172-1185
039. Lefebvre P. and Merrigan P. "Child-Care and the Labor Supply of Mothers with Young Children: A Natural Experiment from Canada" *Journal of Labor Economics* (2011) Vol.26 No.3 519-548
040. Hanna R. and Oliva P. "The Effect of Pollution on Labor Supply: Evidence from A Natural Experiment in Mexico City" NBER: National Bureau of Economic Research (2011) Working Paper 17302
041. Anagol S. and Kim H. "The Shrouded Fees: Evidence from a Natural Experiment in thg Indian Mutual Fund Market" *The American Economic Review* (2012) Vol.102 No.1 576-593
042. Carrillo P. and Emran M. "Public Information and Inflation Expectations: Microeconomic Evidence from A Natural Experiment" *The Review of Economics and Statistics* (2012) Vol.94 No.4 860-877
043. Andersen S. and Nielsen K. "Ability or Finances as Constraints on entrepreneurship? Evidence from Survival Rates in a Natural Experiment" *The Review of Financial Studies* (2012) Vol.25 No.12 3604-3710
044. Bloningen B. and Cristea A. "Airports and Urban Growth: Evidence from a Quasi-Natural Experiment" NBER: National Bureau of Economic Research (2012) Working Paper 18278
045. Vig V. "Access to Collateral and Corporate Debt Structure Evidence from a Natural Experiment" *The Journal of Finance* (2013) Vol.68 No.3 881-928
046. Baker S. and Bloom N. "Does Uncertainty Reduce Growth? Using Disasters As Natural Experiments" NBER: National Bureau of Economic Research (2013) Working Paper 19475
047. Koudijs P. "The Boats That Did Not Sail: Price Volatility and Market Efficiency in a Natural Experiment" NBER: National Bureau of Economic Research (2013) Working Paper 18831
048. Agawal S. and Qian W. "Consumption and Debt Response to Unanticipated Income Shocks: Evidence from a Natural Experiment in Singapore" *The American Economic Review* (2014) Vol.104 No.12 4205-4230
049. Krishnan K., Nandy D. and Puri M. "Does Financing Spur Small Business Productivity? Evidence from A Natural Experiment" NBER: National Bureau of Economic Research (2014) Working Paper 20149
3. 「自然実験」の応用事例(2) 社会学・政治学他
050. Zimmermann D. "Peer Effects in Academic Outcomes: Evidence from a Natural Experiment" *The Review of Economics and Statistics* (2003) vol.85 No.1 9-23
051. Edin P., Frederiksson P. and Astund O. "Ethnic Enclaves and the Economic Success of

- Immigrants: Evidence from a Natural Experiment" *The Quarterly Journal of Economics* (2003) Vol.118 No.1 329-357
052. Gould E., Lavy V. and Paserman M. "Immigration to Opportunity: Estimating the Effect of School Quality Using a Natural Experiment" *The Quarterly Journal of Economics* (2004) Vol.119 No.2 489-526
053. Hotz V.J., McElroy S. and Sanders S. "Teenage Childbearing and Its Life Cycle Consequences: Exploiting a Natural Experiment" *The Journal of Human Resources* (2005) Vol.40 No.3 683-715
054. Lassen D. "The Effect of Information on Voter Turnout: Evidence from a Natural Experiment" *American Journal of Political Science* (2005) vol.49 No.1 103-118
055. Hyde S. "The Observer Effect in International Polotocs: Evidence from a Natural Experiment" *World Politics* (2007) Vol.60 No.1 37-63
056. Ho D. and Imai K. "Estimating Causal Effects of Ballot Order from a Randomized Natural Experiment: The California Alphabet Lottery 1978-2002" *The Public Opinion Quarterly* (2008), Vol 72. No.2 216-240
057. Krasno J. and Green D. "Do Television Ads Increase Voter Turnout? Evidence from a Natural Experiment" *The Journal of Politics* (2008) Vol.70 No.1 245-261
058. Kirk D. "A Natural Experiment on Residential Change and Recidivism: Lessons from Hurricane Katrina" *American Sociological Review* (2009) Vol.74 No.3 484-505
059. Drago F., Galbiati R. and Vertova P. "The Deterrent Effect of Prison: Evidence from a Natural Experiment" *Journal of Political Economy* (2009) Vol.117 No.2 257-280
060. Meng X. and Qian N. "The Long Term Consequences of Famine on Survivors: Evidence from China's Great Famine, 1959-61" NBER: National Bureau of Economic Research (2009) Working Paper 14917
061. Bhavnani R. "Do Electoral Quotas Work After They Are Withdrawn? Evidence From A Natural Experiment" *The American Political Science Review* (2009) Vol.103 No.1 23-35
062. Apesteguia J. and Palacios-Huerta I. "Psychological Pressure in Competitive Environments: Evidence from a Randomized Natural Experiment" *The American Economic Review* (2010) Vol 100 No.5 2548-2564
063. Coupe T., Ginsburgh V. and Noury A. "Are Leading Papers of Better Quality? Evidence from a Natural Experiment" *Oxford Economic Papers* (2010) Vol.62 No.1 1-11
064. Zhang X. and Zhu F. "groups Size and Incentives to Contribute: A Natural Experiment at Chinese Wikipedia" *The American Economic Review* (2011) Vol.101 No.4 1601-1615
065. Lai F., Sadoulet E. and Janvry A. "The Contributions of School Quality and Teacher Qualifications to Student Performance: Evidence From a Natural Experiment in Beijing Middle Schools" *The Journal of Human Resources* (2011) Vol.46 No.1 123-153
066. Montalvo J. "Voting After the Bombings: A Natural Experiment on the Effect of Terrorist Attacks on Democratic Elections" *The Review of Economics and Statistics* (2011) Vol.93 No.4 1146-1154
067. Fukumoto K. and Horiuchi Y. "Making Outside's Votes Count: Detecting Electoral Fraud through a Natural experiment" *The American Political Science Review* (2011) Vol.105 No.3 586-603
068. Silveira B. and Mello J. "Campaign Advertising and Election Outcomes: Quasi-Natural Experiment Evidence from Gubernational Elections in Brazil" *The Review of Economic Studies*

(2011) Vol.78 No.2 590-612

069. Guyon N., Maurin E. and McNairy S. "The Effect of Tracking Students by Ability into Different Schools: A Natural Experiment" *The Journal of Human Resources* (2012) Vol.47 No.3 684-721
070. Legewie J. "Terrolist Events and Attitudes toward Immigrants: A Natural Experiment" *American Journal of Sociology* (2013) Vol.118 No.5 1199-1245
071. Hainmueller J. and Hangartner D. "Who Gets a Swiss Passport? A Natural Experiment in Immigrant Discrimination" *The American Political Science Review* (2013) Vol.107 No.1 159-187
072. Klusener S., Neels K. and Kreyenfeld M. "Family Policies and the Western European Fertility Divide: Insights from a Natural Experiment in Belgium" *Population and Development Review* (2013) Vol.39 No.4 587-610
073. Healy A. and Malhorta N. "Childhood Socialization and Political Attitudes: Evidence from a Natural Experiment" *The Journal of Politics* (2013) Vol.75 No.4 1023-1037
074. Loewen P., Koop R., Settle J. and Fowler J. "A Natural Experiment in Proposal Power and Electoral Success" *American Journal of Political Science* (2014) Vol.58 No.1 189-196
075. Ferwarda J. and Miller N. "Potential Devolution and Resistance to Foreign Rule: A Natural Experiment" *The American Political Science Review* (2014) Vol.108 No.3 642-660
076. Galiani S. and Torrens G. "Fiscal Federalism and Legislative Malapportionment: Causal Evidence from Independent but Related Natural Experiment" NBER: National Bureau of Economic Research (2014) Working Paper 19995
077. Longo M., Canetti D. and Hite-Rubin N. "A Checkpoint Effect? Evidence from a Natural Experiment on Travel Restrictions in the West Bank" *The American Journal of Political Science* (2014) Vol.58 No.4 1006-1023
078. Stanig P. "Regulation of Speech and Media Coverage of Corruption: An Empirical Analysis of the Mexican Press" *American Journal of Political Science* (2015) Vol.59 No.1 175-193
079. Frische H., Grogger J. and Steinmayr A. "Does Exposure to Economics Bring New Majors to the Field? Evidence from a Natural Experiment" NBER: National Bureau of Economic Research (2015) Working Paper 21130
080. Stokes L. "Electoral Backlash against Climate Policy: A Natural Experiment on Retrospective Voting and Local Resistance to Public Policy" *American Journal of Political Science* (2016) Vol.60 No.4 958-974

#### 4. 計量分析手法関係

081. Greene W. "Econometric Analysis 5th Edition" (2003) Pearson Education International
082. Wooldridge J. "Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data" (2002) The MIT Press

#### 5. 震災・原子力発電所事故被害関係・統計値

083. 総務省消防庁「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について」(H3 0.3.7更新) (2018) 総務省消防庁HP
084. 総務省消防庁「災害情報」(各年度版) 総務省消防庁HP
085. 復興庁「全国の避難者の数(所在都道府県別・所在施設別の数)」(2018) 復興庁HP
086. 内閣府政策統括官(防災担当)「災害の被害認定基準について」(2001) 内閣府HP
087. 総務省「住民基本台帳に基づく人口・人口動態及び世帯数」(各年度版) 総務省HP 同

統計局「e-Stat」

- 088. 農林水産省「畜産物流通調査」(各年・各月版) 農林水産省HP・総務省統計局「e-Stat」
- 089. 東京都中央卸売市場「市場統計情報(青果・鶏卵)」(各月版) 東京都中央卸売市場HP
- 090. 宮崎県農林水産部「宮崎県口蹄疫復興メモリアルサイト」(2011) 宮崎県HP
- 091. 国立感染症研究所・感染症情報センター「茨城県で発生した鳥インフルエンザH5N2亜型事例」(2005) 感染症情報センター IASR Vol.26 No.11 (No.309)
- 092. 戒能一成「政策評価のための横断面前後差分析(DID)の前提条件と処置効果の安定性条件(SUTVA)に問題を生じる場合の対策手法の考察」(2017) RIETI Discussion Paper Series 17-J-075 独立行政法人経済産業研究所HP
- 093. 戒能一成「東京電力福島第一原子力発電所事故による農林水産品の風評被害と損害賠償に関する経済学的考察」(2017) RIETI Discussion Paper Series 17-J-003 独立行政法人経済産業研究所HP