

# 政治学における時系列・横断面 (TSCS) データ分析

曾我 謙悟

政治学ではこの10年ほどに、時系列・横断面 (TSCS) データを用いた分析が急増している。この背景には、理論的な発展、統計分析の手法の発展、そしてデータセットの整備という三つの要因がある。本稿では、これらの三つの要因について検討を加えることで、TSCS データを用いた分析の現状を捉え、その今後を展望する。

キーワード：時系列・横断面 (TSCS) データ、パネル・データ、パネル修正標準誤差

## 1. 政治学における TSCS データ分析

時系列・横断面 (TSCS: Time-Series Cross-Sectional) データを用いた分析は、ここ10年ほどの政治学における主要な成長分野である。90年代初頭にはこうしたデータを適切に用いた分析はほとんど存在していなかったが、現在では、政治学の諸分野、すなわち (地方を含む) 国内政治、比較政治、国際政治にまたがる形で利用されるようになってきている。ある試算によれば、近年の主要ジャーナルに掲載された政治学の論文のうち5%がこの種のデータを用いているという [3]。政治思想など経験的分析を行わない分野も含めた全体のうちの5%であるから、これはかなりの数といっていいいであろう。

なぜ TSCS データを用いた分析が、政治学では近年増えているのだろうか。この小論では、この問いに対する答えを探っていく。そもそも TSCS データとはどういった特徴をもつのかを確認した上で、統計的推定手法の発達とデータセットの整備が政治学における TSCS データの利用増大の鍵となったことを示す。最後に、今後の研究の展望について述べる。

## 2. なぜ TSCS データが広く用いられるのか

TSCS データとは、広い意味では、複数の観測単位 ( $N$ ) について異なる時点 ( $T$ ) における観察を繰り返すことで得られるデータ ( $N \times T$ ) を指す。その意味では、個人を観測単位として、その行動や態度、意

見などを繰り返し観測することで得られるパネル・データも TSCS データの一種ということになる。しかし政治学では、通例、狭義の TSCS データにはパネル・データを含めない。それでは両者の違いはどこにあるのだろうか。

パネル・データにおいては、第一に、観測対象となる個人はあくまでサンプルであり、それは何らかの母集団についての推測を行うためのものである。例えば、経済学であれば消費者の動向を理解するため、社会学であれば社会集団の違いを理解するため、そして政治学であれば有権者の考えと投票行動を捉えるためのサーヴェイ調査が代表例となる。ここでは、いかにして母集団との歪みが生じないように具体的な観測対象を確保するかが問題となる。

第二に、得られるデータは、 $N$  については大きい  $T$  については小さなものになる。パネル・データの収集にあたっては、 $N$  を一定数確保できるように調査が設計され、その上で、回答者に対して一定時間経過後に調査を繰り返すことになる。調査対象者から回答を得られなくなることが常に発生するため、調査を繰り返すたびに回答者の脱落が増える。このために余り長く  $T$  をとったデータを得ることは難しい。

第三に、したがってパネル・データの統計分析においては、基本的にはその横断面に重点をおいた推定手法が用いられる (文献 [9] [15] [19] などを参照された)。また、回答者の脱落に対してどのように対処するかといった課題も積極的に取り組まれている (例えば、文献 [20])。

これに対して、TSCS データの特徴は以下のようにまとめることができる。

第一に、観測対象は各国政府、あるいは一国内の地

そが けんご

神戸大学 大学院法学研究科

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 2-1

方政府であり、サンプリングが行われるわけではない。観測対象となる、例えば先進国や民主制の国、さらには現在存在する国のすべて、あるいは日本内の都道府県のすべてといったものが関心の対象そのものなのであり、それとは別の母集団に関心が向けられているわけではない<sup>1</sup>。

第二に、得られるデータは  $N$  が小さく、 $T$  がそれに比して大きなものになる。観測対象を各国政府とする場合は、大きくても  $N$  は約 200 であり、多くの場合は先進国を対象とすることから  $N$  は 15 から 20 程度のことが多い。その代わりに、政府そのものは継続的に存在し、その観測を繰り返すことは、個人を対象とする場合よりもずっと容易になる。このため  $T$  を、例えば戦後の年ごとのデータといった形でとれば 60 ほどとなるし、短くとも 10 程度とることができる。

第三に、したがって、観測とモデルの推定にあたっては、パネル・データの場合以上に、時系列の要素を重視する必要がある。データの観察は、年、月、日といったどの間隔で行うのか、変数の変化を捉えられるよう適切に設計する必要がある。また、時系列分析については、例えば株価分析など統計経済学を代表に研究の蓄積も多く、その援用が求められる。

それでは一体なぜ、政治学において TSCS データを利用することが多いのだろうか。パネル・データは経済学や社会学など他の社会科学においてもよく用いられるのに対して、政治学の場合、パネル・データの利用もなされるものの、それと並んで TSCS データが重視されるのは、いかなる理由があるのだろうか。

これは恐らく、それぞれの学問の分析対象そのものの特徴に起因するのであろう。経済学の場合、消費や生産を行うマイクロレベルと、その集積の結果としてのマクロの国民経済、さらには国際市場が分析の関心となる。社会学の場合、世代、階層などの分断線を含みつつマクロの社会全体を分析対象とする。つまり、経済学や社会学の場合、メゾレベルの行為主体というものは想定されない。これに対して政治学の場合、国であれ地方であれ、行為主体としての政府が重要な関心の対象となる。政府は少なくとも一定程度の境界

<sup>1</sup> このように観測対象とする  $N$  をサンプリングによらず、同一対象について繰り返し観察を行うことで得られるデータとして、政治学でよく用いるものとして、議員を対象とするものがある。こうしたマイクロレベルの TSCS データについては、以下では触れず、マクロレベルの TSCS データに焦点を絞って議論を進める。

の安定性と継続性をもつ。こうした特徴が、政治学において、 $N$  は少ないが  $T$  を長く取れるデータの利用を増大させているのであろう。

さらに、政治学では 1980 年代以降、政策帰結に影響を与える要因として政治制度に焦点をあてる新制度論が中心となったことも、TSCS データを利用することが増えた背景にあるだろう。民主制における政治においては、選挙という一定間隔で繰り返されるイベントが存在し、その結果として生じる政権交代や議席数の変動といったものは、政治のあり方や政策結果に大きく影響する。その意味で、民主制とは時系列の要素を本質的に含み込んだ仕組みなのであり、その政治を分析する上でも、時系列分析を行うことは通例だった<sup>2</sup>。これに対して、明確に各国比較を行う理論的土台を与えたのが新制度論であるといえる。もちろんそれ以前も、政治文化や社会の亀裂構造に注目する各国比較は存在していたものの、多くの国を同一基準で比較するということはそれでは難しかった。新制度論という理論的発展によって初めて、どのような観点から各国を類型化でき、それがいかなる帰結を導くかについての仮説を明確に導出できるようになった。こうして、従来からあった時系列的な関心と、新制度論によってもたらされたクロスナショナルへの関心が合わさる形で、TSCS データの利用が進んだのである（参照、文献[16]）。

### 3. 統計的推定における問題とその解決

前節では、政治現象の特徴と理論的な関心から、TSCS データへの注目が集まるようになったことを見た。しかし、このような関心がすぐにデータを用いた分析につながったわけではない。そこには二つの壁が存在していた。一つの壁は、統計的推定の手法上の問題である。TSCS データは同一観測対象を繰り返し観察することで得られたデータであるから、通常の回帰分析を用いたのでは適切な推論を行うことができないというデータ特性を持っている。もう一つの壁は、データの収集の問題である。TSCS データは、データセットが大規模化しやすいことからデータ収集の費用が増大する。加えて同一の観測基準で異なる国々を長期にわたって観測するという観測上の困難も大きいのである。

<sup>2</sup> 民主制以外の権威主義体制を含めた場合についても、体制変動や体制移行という時系列の変化は一つの大きな関心の対象である。

まず、一つ目の統計的推定手法の問題から考えよう。TSCS データについては、通常最小二乗法 (OLS) が最良の線形不偏推定量 (BLUE) となるためのガウス・マルコフの前提を満たさない。なぜなら、各観測ユニットはそれぞれ固有の過去を持っており、その過去は各ユニットの現在に影響を与え、さらに、複数ユニットに同時にショックを与える要因が存在することが多いからである。ここから、次の四つの問題が生じる。第一は同一ユニット内の時系列面での自己相関である。第二は、ユニットごとの分散の不均一性である。第三は、ユニットを超えた誤差項間に生じる同時相関である。第四が、ユニットごとに異なる切片をもちうるという構造的な問題である。これらの問題の存在故に、TSCS データを OLS で推定すると、係数の不偏性、効率性は失われ、標準誤差にバイアスが発生する。

この問題への対処法として、政治学の分野において一つの標準となったのがベックとカツツの一連の論文 [4][5] であった。彼らの処方箋は、次のようなものである。まず、自己相関の問題に対処するために、従属変数のラグを右辺に入れよ。次に、分散不均一性に対処するために、通常最小二乗法を用いつつパネル修正標準誤差 (PCSE: panel-corrected standard errors) を用いよ、というものである。

これ以前には、実行可能な一般化最小二乗法 (FGLS) が主に用いられてきた。誤差の共分散行列 ( $\Omega$ ) は既知ではないので、データから推測された共分散行列 ( $\hat{\Omega}$ ) を用いる一般化最小二乗法が FGLS である。しかし、ベックとカツツによると、この手法ではよほど多くのデータを得ない限り、標準誤差は過小推定されてしまうという。そこで彼らは、OLS を用いた上で、係数の標準誤差についてはパネル修正標準誤差を用いることを提案する。パネル修正標準誤差とは、独立変数のベクトルを用いて形成した行列  $X$  を用いて、 $(X'X)^{-1}X'(\hat{\Omega})X(X'X)^{-1}$  として得られる正定行列の対角要素の平方根を用いるものである。

また、自己相関の問題に対して、以前の主流の方法は、誤差項の中に一階の自己相関があることをモデルとして組み込むということであったが、彼らはより積極的に、独立変数部分に動態の要素を取り入れることを提唱した。つまり、全体として、彼らは TSCS データがモデル推定にもたらす困難さに対して消極的に対処することを超えて、より積極的にそのデータ構造を推定に取り入れようとする方向性を示したのであ

った。

ベックとカツツの処方箋に対しては、エコノメトリクスの専門家からは早い段階で疑問も示されていたものの [10]、政治学では多くの研究がその処方箋に従い、TSCS データを用いた研究が一気に広がりを見せた。例えば、彼らの論文 [4] は、これまで 924 の文献で引用されている<sup>3</sup>。これは、前述したように、理論的な関心から TSCS データを利用したいという欲求が高まっていたところに、彼らが極めて明快な処方箋を提示したことによるものであろう。

しかしあまりに機械的に、彼らの処方箋を適用することは、大きな問題を引き起こす。ウィルソンとバトラーは、ベックらの処方箋に対し、次の二つの問題を指摘する [14]。第一は、ユニット間の不均一性を考慮することなく、いきなりデータをプールしてしまう点。第二は、多様な動態構造を考慮することなく、従属変数のラグを入れるモデルを選択する点である。

前者は、ベックらの処方箋では、ユニット間で切片は共通であると仮定されていることを問題視するものである。固定効果モデルを用いると、理論的に興味深い独立変数であっても、時系列の変化を伴わない変数を、多重共線性の問題故に投入できなくなることから、このような処理が正当化されることもある [12]<sup>4</sup>。しかし、タイプ II エラーを小さくするために、タイプ I エラーを犯す危険を高めるとするのは、科学のあり方として慎重さに欠く。やはり必要に応じて、固定効果を考慮すべきであろう。

後者の動態構造については、これまで論じた誤差項の自己相関と従属変数のラグを入れたモデル以外にも、独立変数のラグを右辺に入れるモデル、独立変数、従属変数双方のラグを右辺に入れるモデル、左辺、右辺ともに第一階差をとるモデルなどさまざまな形態を考えることができる<sup>5</sup>。そもそものデータがどのような動態構造をとるのかを検討することなく、機械的に従

<sup>3</sup> Social Science Citation Index を用いて 2010 年 11 月 28 日に検索を行った結果による。

<sup>4</sup> プランパーたちは時系列に関しても、理論的に意味がない従属変数のラグや時期ダミーを投入することでモデルのフィットを良くしても、理論的に関心がある肝心の変数の効果がわからなくなるのでは意味がないとして、むしろ誤差項の自己相関を考慮するモデルの方が良いとする。タイプ II エラーを抑えようとする彼らの姿勢は一貫しているといえるが、筆者は彼らの態度よりは保守的である。

<sup>5</sup> さらに、一期以上の過去が現在に与える影響をモデリングすればより複雑なモデルを考えることもできるが、ここでは省略する。

属変数のラグを投入するのでは、推定にはバイアスがかかる危険性も高い。また逆もしかりであって、時系列変化がない場合に、それを TSCS データとして扱うことも間違いである。時系列変化がない 20 カ国を何度観察しても、20 カ国は 20 カ国なのである。こうした点の確認もないがしろにされてはならない。

ウィルソンらは、この二つの問題がどの程度、実際の研究に見られるかを確かめるため、ベックらの論文を引用する 195 の論文について、ユニットの均一性と動態構造の検討を行っているかを調べた。結果は、前者については 4 割、後者については 25% の研究にとどまった。さらに、八つの代表的な分析をピックアップして追試を行うことで、固定効果の投入と動態モデルの変更に対して、どの程度分析結果が頑健であるかを確認した。すると、場合によっては有意な係数が有意でなくなるなどの不安定性が見られることがわかった。

ベックらの処方箋が広まった理由の一つはその明快さに求められよう。そしてそれは裏返しに、ここに指摘されるような問題の源泉ともなった。その意味では、ベックらの処方箋は全体として、ある意味でタイプ II エラーを小さくするためにタイプ I エラーを犯す危険性を拡大したといえるのかもしれない。もちろん、ベックたち自身が間違いを犯したわけではなく（彼らは十分に統計学を理解する方法論の専門家である）、明快な処方箋に飛びつくエンドユーザーの側に問題があるといえるのかもしれない。ともあれ、ここで責任者捜しをすることに意味はないが、こうした研究動向の推移と今後の注意点を確認しておくことは重要であろう。極めて基本的なことから、異なるユニットをプールすることが妥当なのか、同一のユニットについて繰り返し観察したものが本当に意味のある観測なのか、またその繰り返しの頻度も本当に意味のあるインターバルなのかといった点を十二分に検討するところから、TSCS データの分析は始められるべきである。

このような基本的な問題点の再確認と平行しつつ、統計手法の洗練は現在も進められている（概観として、文献[1][12]）。本誌の多湖論文が取り上げるユニット間のペアを観測対象として得られる二値データの分析や[6]、増山論文が取り上げるイベント・ヒストリー分析も TSCS データの特殊型ということもできる。この他にも、観測ユニットごとに異なる係数を想定するランダム係数モデル[2]や、ユニット間の一部に生じる相関を取り入れた空間的な回帰モデル[8]、ベイズ推定を用いた多層モデル[11][13]など、種々のモデ

ルが現在も開発されているところである。

#### 4. データセットの整備

制度の違いの帰結と同時に、各時点における有権者の選択の影響を同時に捉えようという政治学の中心的な問題関心に沿った仮説が生み出され、統計的推定的手法も存在していたとしても、データセットが存在しなければ分析は生まれない。しかし、政治学における TSCS データの収集には、次のような困難が伴ってきた。

第一に、各国横断的に、安定的に観測値を得られるように概念を操作化することが難しい。例えば、民主制であるか否かは政治体制の根本だが、ある時点のある国が民主制であるか否かを判断する基準は自明ではない。これをさらに民主化の程度として量的に把握しようとするれば、指標の作成は一層難しくなる。

第二に、経済活動のように、政府が公式の統計を整備していることを期待できない。政府はさまざまな統計データの収集、整備を行うが、意外にも自分自身にかかわる政治データの収集、整備を体系的に行っていない。選挙結果については公式の記録が公開されているが、これはむしろ例外的である。民主制の根幹にかかわる部分であるが故に、この部分の記録は残されている。しかし逆にいえば、この最低限の部分以上に積極的にデータを収集、整備しようという姿勢は見られない。例えば、政党別の議席数といったデータになると途端に収集が困難になる<sup>6</sup>。あるいは政策についても、予算についてはそもそも量的なデータでもあり、公開性も高いが、例えばどのような内容の法律が年間に何本提出され可決されたかということは、まとまった形で整備されているわけではない。

このような困難の故に、各国比較を可能とする政治データベースの整備は進んでいなかったが、90年代以降、組織的な取り組みにより進展が見られるようになった。さらにそれらが WWW を通じて世界中に公開されたことで、広範な利用が可能となった。こうしたデータベースの整備と公開が、学問の進展に貢献していることはいくら強調しても強調しすぎることはないであろう。

<sup>6</sup> 一国内の地方政府を対象とした TSCS データの作成についても事情は同じである。以前筆者ら[16]が戦後の都道府県の知事と議会の党派性を用いた際にも、各県議会の各政党の議席率は、各種の年鑑などから収集せねばならなかった。

以下では、比較政治学の分野を中心に、代表的なデータベースについて紹介してみよう<sup>7</sup>。まず、政治体制、すなわち民主制と権威主義体制などの基本的な統治構造についての分類データは、最も古くから集められてきた。代表的なものとしては、Polity IV, Freedom in the World, ポリアーキー・データセットの三つをあげることができる。Polity IV は、1800年から2006年までの189カ国を対象としており、それぞれ10段階の民主制指標、権威主義体制指標をもち、両者の差としてPolity指標が形成される<sup>8</sup>。Freedom in the Worldでは、1973年以降現在までの毎年のデータが得られる。最新の2010年版では、194の国と14の地域を対象とする。政治的権利と市民の自由のそれぞれのカテゴリーについて7段階での評価を与えている。さらにそれを元に政治的自由を3段階で評価した指標も存在する<sup>9</sup>。ポリアーキー・データセットは、1810年から2000年の187カ国を対象とする。ダールのポリアーキー概念に従い、競争性と参加の程度を具体的な指標とする<sup>10</sup>。

次に、選挙制度、執政制度などさまざまな政治制度について、各国の状態を記したデータセットを見てみよう。新制度論の視点からすると、最も重要な独立変数となる政治制度についてTSCSデータが得られるようになったことは大きい。それは90年代に入り、世界銀行が「良きガバナンス」を探求する動きの中からもたらされた。キーファーをはじめとする世銀調査部の作成した政治制度データベース(DPI: Database of Political Institutions)は、1975年から2009年までの議会の議席数や政権党の数、執政長官の任期、議会や執政長官の選挙制度、連邦制など多様な政治制度について178カ国のデータを収集している[7]<sup>11</sup>。

第三に、帰結としての政治の質に関しても、観測が

進められるようになった。例えば、政治腐敗のように隠蔽されやすく観測が難しい概念についても、人々の認識に基づいて指標を作成する試みが90年代には登場する。NGOのトランスパレンシー・インターナショナルは、1995年以降、各種サーヴェイ調査の結果を集約することで腐敗認知指標(CPI: Corruption Perception Index)を作成、公開している。指標は0から10の11段階で、2010年の調査では178カ国が対象となっている<sup>12</sup>。これと同様の腐敗に関する指標を含みつつ、より広く、政治の質を測定しようとする試みが、世銀が作成する世界ガバナンス指標(WGI: Worldwide Governance Indicators)である。現在は、213の国や地域を対象とした1996年から2009年までのデータを用いることができる<sup>13</sup>。

## 5. 今後の展望

近年、政治学の分野でTSCSデータが広く用いられるようになったことには、理論的な発展、統計分析の手法の発展、そしてデータセットの整備という三つの背景があることを見てきた。これら三つの要因のいずれが欠けたとしても、現在のような研究の隆盛は見られなかったであろう。

こうしてTSCSデータを政治学が大いに利用するようになったことで、制度という短期的には変化しにくい要素と、繰り返し一定間隔で実施される選挙、それに伴う政権交代といった短期的に変化する要素の双方を視野に入れた研究が可能になった。今後は、こうした短期的な要因と長期的な要因の関係をさらに紐解いていくことが、新たな課題となるだろう。これは理論的には、制度制約下にあるプレイヤーたちの行動が時として制度変化を引き起こす要因となることを、いかにしてモデリングするかという問題である。統計的推定手法に関しては、内生性への対処や、2期以上の過去の影響の組み込みなどが、こうした問題への取り組みを用意するものとなろう。政治制度の制約性、さらには可塑性を捉える上でTSCSデータを用いた分析は、今後とも益々増えていくことであろう。

## 参考文献

[1] N. Beck, "Time-Series Cross-Section Data: What

<sup>7</sup> 以下で取り上げるもの以外にも、世界価値観調査のように、同一質問文を用いながら有権者の意識調査を各国で行う試みや、各国の選挙結果データを集約したデータセットなどさまざまな試みが展開されているが、ここでは紙幅の関係から省略する。

<sup>8</sup> 邦語では、文献[18]が紹介をしている。詳細については、<http://www.systemicpeace.org/polity/polity4.htm>

<sup>9</sup> URLは、<http://www.freedomhouse.org/template.cfm?page=15&year=0>

<sup>10</sup> 現在は以下のURLからデータセットのダウンロードが可能である。

<http://www.prio.no/CSCW/Datasets/Governance/Vanhanen-index-of-democracy/>

<sup>11</sup> URLは、<http://go.worldbank.org/2EAGGLRZ40>

<sup>12</sup> URLは、[http://transparency.org/policy\\_research/surveys\\_indices/cpi/2010](http://transparency.org/policy_research/surveys_indices/cpi/2010)

<sup>13</sup> URLは、<http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.asp>

- Have We Learned in the Last Few Years?" *Annual Review of Political Science*, 4 (2001), 271-293.
- [2] N. Beck, "Random Coefficient Models for Time-Series-Cross-Section Data: Monte Carlo Experiments," *Political Analysis*, 15 (2007), 182-195.
- [3] N. Beck, "From Statistical Nuisances to Serious Modeling: Changing How We Think About the Analysis of Time-Series-Cross-Section Data," *Political Analysis*, 15 (2007), 97-100.
- [4] N. Beck and J.N. Katz, "What to Do (And Not to Do) with Time-Series Cross-Section Data?" *American Political Science Review*, 89 (1995), 634-647.
- [5] N. Beck and J.N. Katz, "Nuisance vs. Substance: Specifying and Estimating Time-Series-Crosssection Models," *Political Analysis*, 6 (1996), 1-36.
- [6] N. Beck, J.N. Katz and R. Tucker, "Taking Time Seriously in Binary Time-Series Cross-Section Analysis," *American Journal of Political Science*, 42 (1998), 1260-1288.
- [7] T. Beck, G. Clarke, A. Groff, P. Keefer and P. Walsh, "New Tools in Comparative Political Economy: The Database of Political Institutions," *World Bank Economic Review*, 15 (2001), 165-176.
- [8] R.J. Franzese Jr. and J.C. Hays, "Spatial Econometric Models of Cross-Sectional Interdependence in Political Science Panel and Time-Series-Cross-Section Data," *Political Analysis*, 15 (2007), 140-164.
- [9] C. Hsiao, *Analysis of Panel Data*, 2nd ed. Cambridge University Press, 2003 (国友直人訳, 『ミクロ計量経済学の方法』, 東洋経済新報社, 2007).
- [10] G.S. Maddala, "Recent Developments in Dynamic Econometric Modelling: A Personal Viewpoint," *Political Analysis*, 7 (1998), 59-87.
- [11] X. Pang, "Modeling Heterogeneity and Serial Correlation in Binary Time-Series Cross-sectional Data: A Bayesian Multilevel Model with AR(p) Errors," *Political Analysis*, 18 (2010), 470-498.
- [12] T. Plümper, V.E. Troeger and P. Manow, "Panel Data Analysis in Comparative Politics: Linking Method to Theory," *European Journal of Political Research*, 44 (2005), 327-354.
- [13] B. Shor, J. Bafumi, L. Keele and D. Park, "A Bayesian Multilevel Modeling Approach to Time-Series Cross-Sectional Data," *Political Analysis*, 15 (2007), 165-181.
- [14] S.E. Wilson, and D.M. Butler, "A Lot More to Do: The Sensitivity of Time-Series Cross-Section Analyses to Simple Alternative Specifications," *Political Analysis*, 15 (2007), 101-123.
- [15] 北村行伸, 『パネルデータ分析』, 岩波書店, 2005.
- [16] 曾我謙悟・待鳥聡史, 『日本の地方政治』, 名古屋大学出版会, 2007.
- [17] 建林正彦・曾我謙悟・待鳥聡史, 『比較政治制度論』, 有斐閣, 2008.
- [18] 東郷賢, 「Polity IV について」, 『武蔵大学論集』 56 (2008), 37-55.
- [19] 樋口美雄・太田清・新保一成, 『入門 パネルデータによる経済分析』, 日本評論社, 2006.
- [20] 星野崇宏, 『調査観察データの統計科学: 因果推論・選択バイアス・データ融合』, 岩波書店, 2009.