

第6章

日本人の数学の自己効力感はなぜ低いのか —数学の自己効力感の要因分析—

大川 楓歌

要約

本稿では、数学の自己効力感に影響を及ぼす要因について考察する。数学の自己効力感が数学のパフォーマンスに及ぼす影響については多くの研究で明らかにされているが、生徒の数学の自己効力感の決定要因について研究している文献、特に教員の影響を検討した研究は限られている。本稿では、「IEA 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS 2015)」の質問紙調査を用いて、生徒の数学の自己効力感に影響を及ぼす要因を検討した。その結果、生徒の数学の自己効力感に最も影響を及ぼしている要因は教師の授業に対する生徒からの評価であった。さらに、教師の授業に対する生徒の評価に影響を及ぼしている要因を検討したところ、学校の秩序や安全性と教師の職業満足度が有意に関連していた。本稿は TIMSS 2015 による単年度の分析であり、また生徒、保護者、教師、学校という要素を検討したものの、クラスメイトによる影響を考慮していない。今後の研究では、パネルデータによる分析が必要であるとともに、生徒のクラスメイトまで着目した網羅的な分析が必要である。

1. はじめに

「TIMSS (国際数学・理科教育動向調査)」とは、生徒の算数・数学、理科の教育達成度を国際的に測定することによって、児童生徒の教育上の諸要因との関係を明らかにするために国際教育達成度評価学会 (IEA) が 1964 年から現在まで 4 年おきに小学 4 年生、中学 2 年生を対象として実施してきた国際調査である。現在この調査の参加国・地域は 50 以上にのぼり、日本においても小学 4 年生は 2003 年から、中学 2 年生は 1999 年からこの調査に参加をしている。

TIMSS 2015 では、日本の小学 4 年生の算数の成績は 49 か国中 5 位、理科の成績は 47 か国中 3 位、中学 2 年生の数学の成績は 39 か国中 5 位、理科の成績は 39 か国中 2 位と参加国の中でも上位を記録し、さらに平均得点も前回調査 (TIMSS 2011) から有意に上昇するなど好調な結果となった³⁶。

³⁶ <https://www.nier.go.jp/timss/2015/point.pdf> (最終アクセス : 2021 年 10 月 27 日)。

このように、日本は国際的にみて理系科目において非常に高水準な学力を保持している。しかしそれにも拘らず、高校生時になされる文理選択においては大きな偏りが見られるように思われる。2013年に国立政策研究所が発表した「中学校・高等学校における理系進路選択に関する研究」における高校生を対象に行われた調査では、文系コースを選択した高校3年生は433,263人（全体の58.7%）、理系コースを選択した高校3年生は224,342人（全体の30.1%）と、文系コース選択者が理系コース選択者の2倍ちかく多い結果となった。また、OECD加盟国・地域を対象に実施された「国際成人力調査（PIAAC2012）」でも、日本の理系専攻率は39.2%と、参加国の中で最も理系専攻率が低かった³⁷。

日本では理系科目の学力水準が高いにも拘らずなぜこのような文理選択の偏りが生じているのだろうか。この要因として「数学の自己効力感」が大きく関係していると考えられる。Betz and Hackett（1983）は数学の自己効力感、つまり与えられた課題に対してうまく対処できると考えている生徒ほど、大学進学の際に理系に関係する進路を選びやすい傾向にあり、数学の自己効力感は実際の数学の学力以上に文理選択に影響を及ぼすことを明らかにした。実際TIMSS 2015の日本の生徒質問紙調査の結果を見ると、「算数・数学は得意だ」という質問項目に対して肯定的に回答した生徒の割合は国際平均を10ポイント以上下回っている。また、経済協力開発機構（OECD）の国際学習到達度調査（PISA）においても15歳の数学における自己概念が参加国の中で最下位であった³⁸。このことから、日本の生徒は理系科目の学力が高いにも拘わらず、数学に対する自己効力感は低く、その結果として理系選択者が少なくなっていると推測できる。

数学の自己効力感の変動の要因に着目して分析を行った研究はいくつか存在する（e.g. Mejía-Rodríguez et al. 2020; Rabenberg 2013; Stake 2006）。しかし、本研究は保護者や生徒自身、教師、学校など、先行研究であげられている複数の要因を網羅的に検討している点、さらには後述のように教師から見た授業の評価を考慮している点に新規性がある。

分析結果からは、教師の授業に対する生徒の評価、つまり教師の授業内容が興味深いと感じたり、教師が自分を助けるために様々な手段を講じてくれると感じたりしている生徒ほど数学の自己効力感が高いことが示された。また、この教師の授業に対する生徒の評価に対して影響を及ぼしているのは学校の秩序や安全性と教師の職業満足度であった。生徒の数学の自己効力感の向上のためには、学校の秩序や安全性を確保するとともに、教師の待遇の改善を行うことによって教師がより働きやすい環境を作ることで、授業の質を上げる必要があると言える。

2. 先行研究

前節でも述べたようにいくつかの文献では、数学の自己効力感の要因について分析して

³⁷ 25歳～34歳を対象を絞った場合の数値である。

³⁸ PISA2012の生徒質問紙調査をもとに作成された「数学における自己概念指標」である。

いる。ここでは、自己効力感とそれぞれの要因について分析を行っている研究を紹介する。第一に、保護者の影響を分析した文献がある。例えば、生徒の数学の自己効力感は生徒の成績、生徒の性別、および親の特性（初期の計算活動、態度、期待、および教育）に影響されることが明らかにされている（Mejía-Rodríguez et al. 2020）。具体的には、生徒の数学の成績の高さ、また生徒の就学前の数学教育の経験度、親が数学に対する態度の肯定的さ、親の子どもに対する教育期待度、親自身の教育レベルが高いほど、生徒の数学の自己効力感が高まるという。また、ほかの研究でも親の数学に対する否定的な態度（数学の不安や数学の自己効力感の低さなど）は子どもに伝わるということを主張する文献は多い（Gunderson et al. 2012）。

第二に、教師の影響を分析した文献もある。例えば授業における教師からの励ましが生徒の数学の自信に大きな影響を及ぼしていることを示すものがある（Rabenberg 2013）。それ以外にも教師の授業の質が生徒の数学の自己効力感に影響を及ぼしていることを明らかにしている研究がある。具体的には教師の授業の質（生徒にとってわかりやすい、興味深いなど）が高まるほど、生徒の数学のモチベーションが高まると同時に、そのモチベーションに包含される自己効力感も高まると述べられている（Scherer and Nilsen 2016）。ただし、この研究でいう授業の質とは「生徒から見た主観的な授業の評価」であり、教師からみた授業の評価という視点が抜け落ちていることは留意すべきである。

さらに、前節でも述べたようにこれらの先行研究はすべて保護者単体、教師単体など個々の要因の影響を分析したものであり、これらを網羅的に分析した研究はほとんど存在しない。Stake（2006）は、数学の自己効力感の高さや低さは生徒の達成度や性別、親や教師の影響や行動といったいくつかの要因が関連していることを示唆していることから、全ての要因を検討した分析を行う必要があるだろう。

以上から、本研究では TIMSS 2015 の生徒質問紙調査、保護者質問紙調査、教師質問紙調査を用いて、先行研究であげられている要因を網羅的に分析する。また、「授業の質」として生徒側からの授業の評価だけでなく教師から見た授業の評価を独立変数に新たに投入して、生徒の数学の自己効力感に影響を及ぼしている要因が何であるのかを研究した。

3. 理論仮説

生徒の数学の自己効力感を高める要因はなにか。本稿では、前節でも述べたように生徒の学力の要因、生徒の親の要因、教師の要因の3つの要因に注目する。

第一に生徒の学力の要因についてである。生徒の学力が高いほど数学の自己効力感が高まる。数学の自己効力感と達成度の関係に近年注目が集まり多くの研究がなされてきたが、それらは一貫して正の相関関係を示している（e.g. Ganley and Lubienski 2016）。生徒は学力が高まることで自分自身は難しい問題に対して対処できるという自己効力感を得る。

第二に生徒の親の要因についてである。親の関与は、直接的な関与と間接的な関与の二種類に分類できる。直接的な関与とは、数学の能力の向上に直接関係する関与を指す。具体的には、数学に関連した活動を子どもに行わせることである。数学に関連した活動を頻繁に行う子どもは数学に対する親しみを得るようになり、結果として自分の数学の能力に自信が持てるようになる。一方、間接的な関与とは、子どもの数学の能力の向上に直接関係しない関与のことを指す。具体的には、子どもの将来に対する期待感を示すことや、数学に対する重要性の認識が高く、それを子供に説くことなどである。このような間接的な関与によって子どもは自分の能力を認識し、その期待や態度が肯定的であるほど自己効力感が高くなり、さらに、このような親の間接的関与は親の教育的背景によって形成されることも示されている (McNeal Jr 2014)。また、Vandecandelaere et al. (2012) は親の教育レベルが高い生徒は数学の自己効力感が高いと報告している。

第三に教師の要因である。先行研究の節でも述べたように教師の授業の質が高く、生徒に数学を学びたいと思わせるような指導は、生徒が数学に対して意欲的になる機会を作る。生徒が数学に対して意欲的になった結果、生徒の数学への態度が肯定的になり数学への不安が取り除かれることで、数学に対する自己効力感が高まる (Lazarides and Ittel 2012)。しかし前節で述べた通り、先行研究であげられる授業の質とはあくまで生徒側の視点による主観的な教師の授業評価である。生徒の主観的な評価で授業の質を測る場合、数学の自己概念が高い生徒ほど授業の満足度が高く、授業の質の高さと相関性を持ってしまう可能性が考えられる。さらに、この授業の質を測る項目は「教師は私が言いたいことを聞いてくれる」などの教師の態度に注目しているものが多く、これは、実際に教師の授業内容自体における創意工夫という意味での授業の質を検討しきれていない点にも問題がある。そのため、新たに教師からみた授業内容自体の質も変数に含めて分析を行う必要がある。

これらを踏まえて本稿は、生徒、保護者、教師のそれぞれの要因が生徒の数学の自己効力感に与える影響について分析するとともに、教師の授業の質については生徒側、教師側からの両方の評価を考慮することで、先行研究では反映されていなかった授業内容自体の質が生徒の自己効力感に及ぼす影響を分析する。具体的には、上記の理論的説明から導かれる7つの仮説を検証する。

仮説 1 : 数学の達成度スコアが高いほど、生徒の数学の自己効力感が高くなる。

仮説 2 : 就学前の数学活動が行われているほど、生徒の数学の自己効力感が高くなる。

仮説 3 : 親の数学や科学に対する態度が肯定的なほど、生徒の数学の自己効力感が高くなる。

仮説 4 : 親の教育レベルが高いほど、生徒の数学の自己効力感が高くなる。

仮説 5 : 親の子どもに対する教育期待が高いほど、生徒の数学の自己効力感が高くなる。

仮説 6 : 教師の授業に対する生徒の評価が高いほど、生徒の数学の自己効力感が高くなる。

仮説 7 : 教師の授業における科学的手法の重視度が高いほど、生徒の数学の自己効力感が高くなる。

4. データと方法

4-1. データ

生徒の数学の自己効力感の要因を検証するために、小学4年生を対象とした TIMSS 2015 のデータを利用した。第6回目の調査である TIMSS 2015 には合計 49 カ国が参加し、生徒の数学と科学の学力を測定するとともに、数学と科学の達成度と両科目を学ぶ生徒のコンテキストデータとして、生徒、その保護者、教師、校長を対象としたアンケート調査が行われている。

TIMSS では参加者を選ぶために2段階の無作為サンプリングデザインが適用される。第一段階では、各参加国の学校を無作為に抽出する。第二段階では、抽出された各学校の4年生のクラスを無作為に抽出する³⁹。

本研究では数学の達成度テスト、児童質問紙調査、教師質問紙調査、保護者質問紙調査、学校質問紙調査の5つのデータについて関心があるため、質問紙調査の回答率が85%以上の国のみを選択した。選択した国は、フランス、ベルギー、ポルトガル、香港、台湾、シンガポール、デンマーク、イタリア、チェコ、ハンガリー、フィンランド、キプロス、日本、スロバキア、ロシア、リトアニア、韓国、ポーランド、アイルランド、クロアチア、ブルガリア、セルビア、トルコ、ジョージア、イラン、モロッコ、インドネシア、カザフスタン、オマーン、サウジアラビアの30か国である。

また、いくつかのデータについては質問紙調査の回答データをそのまま用いるのではなく、任意の質問項目について項目反応理論 (IRT) スケーリング法を用いて尺度化されたデータを利用した⁴⁰。

³⁹ TIMSS Methods and Procedures Report (Martin et al. 2016) に詳細のサンプリング方法については記載されている。

⁴⁰ 尺度化の方法、尺度化を行う質問項目については「Creating and Interpreting the TIMSS 2015 Context Questionnaire Scales」を参照されたい。

4-2. 従属変数

従属変数は数学の自己効力感である。児童質問紙調査における 9 つの質問項目に対して 4 段階のリッカート尺度で同意度を示してもらい、それらを 1 つの尺度にまとめ「生徒の数学への自己効力感」とした。質問項目は以下のとおりである。

- ①私は数学がいつもよくできる
- ②私はクラスメイトよりも数学に苦勞している
- ③私は数学が得意ではない
- ④私は数学に関することを素早く理解することができる
- ⑤数学は私を不安にさせる
- ⑥私は数学も難しい問題を対処することが得意だ
- ⑦私の教師は私のことを数学が得意であると言ってくれる
- ⑧数学は他の科目よりも難しい
- ⑨数学は私を混乱させる

なお、②、③、⑤、⑧、⑨については反転尺度を用いている。この尺度において 10.6 以上のスコアの生徒は数学に対して非常に自信があり、8.5 未満の場合は数学に自信がないことを示している。また、その 2 つのポイントの間を持つ生徒は数学に自信を持っている (Martin et al. 2016)。

4-3. 独立変数

独立変数として以下の尺度を採用した。

第一に、TIMSS 2015 の plausible values を用いて生徒の数学の達成度を測定した。plausible values は、その内容に基づいて 5 つの習熟度スコアに分けられており、これら 5 つのスコアを母集団ウェイトを使って重みづけした上で平均値をとったものである。

第二に、就学前の数学活動を、保護者質問紙調査における 16 の就学前の自身の子どもの活動に対する質問項目に対して「しばしば行ってきた」、「ときどき行ってきた」、「ほとんど行ってこなかった」の 3 段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらを IRT 法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

- ①読書
- ②読み聞かせ
- ③歌唱

- ④アルファベットのおもちゃで遊ぶ
- ⑤親が行ったことのある体験について話す
- ⑥親が読んだことのある本について話す
- ⑦言葉遊び
- ⑧文字や単語を書く
- ⑨標識やラベルを声に出して読む
- ⑩数を数える韻を踏んだり、数え歌を歌ったりする。
- ⑪数字のおもちゃで遊ぶ
- ⑫複数のを数える
- ⑬形をつかった遊びをする（パズルなど）
- ⑭建物のおもちゃで遊ぶ
- ⑮ボードゲームやカードゲームで遊ぶ
- ⑯数字を書く

第三に親の数学や科学に対する態度を、保護者質問紙調査における 8 つの数学や科学の重視性に関する質問項目に対して「とてもそう思う」、「ややそう思う」、「ややそう思わない」「そう思わない」の 4 段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらを IRT 法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

- ①多くの職業では数学や科学的なスキルが必要である
- ②科学技術は世界的な問題を解決できる
- ③科学は世界の現象を説明できる
- ④自分の子どもが世界で活躍するために数学が必要だと思う
- ⑤科学を学ぶことはだれにとっても役立つことである
- ⑥科学技術は生活を豊かにする
- ⑦数学は実生活に役立てることができる
- ⑧安全で役立つものを設計するためには工学が必要である

第四に親の教育レベルを、保護者質問紙調査における「保護者の方が最後に卒業した学校はどれですか」という項目について「学校に行っていない」、「小学校」、「中学校」、「高等学校」、「高等学校の専攻科」、「短期大学、高等専門学校、専門学校」、「大学」、「大学院」のいずれかで回答してもらうことで測定した。

第五に親の子どもに対する教育期待を、保護者質問紙調査における「子どもの教育についてどこまでの進学を期待するか」という項目について「中学校まで」、「高等学校まで」、「高等学校の専攻科まで」、「短期大学、高等専門学校、専門学校まで」、「大学まで」、「大学院まで」のいずれかで回答してもらうことで測定した。

第六に教師の数学の授業に対する生徒の評価を、生徒質問紙調査における 10 の数学の授業に対する質問項目について「とてもそう思う」、「ややそう思う」、「ややそう思わない」、「そう思わない」の 4 段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらを IRT 法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

- ①教師が私に期待していることがわかる
- ②私の教師はわかりやすい
- ③私は教師の授業に興味がある
- ④私の教師は興味深いものを提供してくれる
- ⑤私の教師は質問に対して明快に答えてくれる
- ⑥私の教師は数学を教えることが得意だ
- ⑦私の教師は学んだことを発揮する場を与えてくれる
- ⑧私の教師は私を助けるためにさまざまな手段を講じてくれる
- ⑨私の教師は私が失敗をしたときにどうすればよりよくなるか教えてくれる
- ⑩私の教師は私が言いたいことを聞いてくれる

第七に教師の科学的手法の重視度を、教師質問紙調査における 6 つの授業に対する質問項目について「すべての授業で行っている」、「半分程度の授業で行っている」、「たまに行っている」、「行ったことがない」の 4 段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらを IRT 法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

- ①実験や調査の実演を行わせる
- ②実験や調査の設計を行わせる
- ③実験や調査を実施させる
- ④実験や調査からわかるデータを提示させる
- ⑤実験や調査からわかるデータを解釈させる
- ⑥実験や調査からわかる証拠を用いさせる

なお、Model 1 では教師の科学的手法の重視度を除いて分析を行うことで生徒側からの授業の評価が数学の自己効力感に及ぼす影響を測定し、Model 2 では教師の授業に対する生徒の評価を除いて分析を行うことで教師側からの授業の評価が数学の自己効力感に及ぼす影響を測定した。また、Model 3 にはすべての独立変数を投入した。

表1 変数一覧

変数名	変数説明	出典
数学の達成度	分野や領域ごとに分けられた5つのplausible valuesという習熟度スコア、母集団ウェイトを使って重みづけして平均値をとったもの	TIMSS2015
数学の自己効力感	生徒質問紙調査の ①私は数学がいつもよくできる ②私はクラスメイトよりも数学に苦勞している ③私は数学が得意ではない ④私は数学に関することを素早く理解することができる ⑤数学は私を不安にさせる ⑥私は数学も難しい問題を対処することが得意だ ⑦私の教師は私のことを数学が得意であると言ってくれる ⑧数学は他の科目よりも難しい ⑨数学は私を混乱させる という項目の回答をIRT法を用いて尺度化したもの	TIMSS2015
就学前の数学活動	保護者質問紙調査の ①読書 ②読み聞かせ ③歌唱 ④アルファベットのおもちゃで遊ぶ ⑤親が行ったことのある体験について話す ⑥親が読んだことのある本について話す ⑦言葉遊び ⑧文字や単語を書く ⑨標識やラベルを声に出して読む ⑩数を数える韻を踏んだり、数え歌を歌ったりする。 ⑪数字のおもちゃで遊ぶ ⑫複数のものを数える ⑬形をつかった遊びをする（パズルなど） ⑭建物のおもちゃで遊ぶ ⑮ボードゲームやカードゲームで遊ぶ ⑯数字を書く という就学前教育に関する項目の回答をIRT法を用いて尺度化したもの	TIMSS2015
親の数学や科学に対する態度	保護者質問紙調査の ①多くの職業では数学や科学的なスキルが必要である ②科学技術は世界的な問題を解決できる ③科学は世界の現象を説明できる ④自分の子どもが世界で活躍するために数学が必要だと思う ⑤科学を学ぶことはだれにとっても役立つことである ⑥科学技術は生活を豊かにする ⑦数学は実生活に役立てることができる ⑧安全で役立つものを設計するためには工学が必要である という項目の回答をIRT法を用いて尺度化したもの	TIMSS2015
親の教育レベル	保護者の方が最後に卒業した学校についての質問項目	TIMSS2015
親の子どもに対する教育期待	保護者が子どもにどの学校まで卒業してほしいかについての質問項目	TIMSS2015
教師の数学の授業に対する生徒の評価	生徒質問紙調査の ①教師が私に期待していることがわかる。 ②私の教師はわかりやすい。 ③私は教師の授業に興味がある ④私の教師は興味深いものを提供してくれる ⑤私の教師は質問に対して明快に答えてくれる ⑥私の教師は数学を教えることが得意だ ⑦私の教師は学んだことを発揮する場を与えてくれる ⑧私の教師は私を助けるためにさまざまな手段を講じてくれる ⑨私の教師は私が失敗をしたときにどうすればよりよくなるか教えてくれる ⑩私の教師は私が言いたいことを聞いてくれる という項目の回答をIRT法を用いて尺度化したもの	TIMSS2015
教師の科学的手法の重視度	教師質問紙調査の ①実験や調査の実演を行わせる ②実験や調査の設計を行わせる ③実験や調査を実施させる ④実験や調査からわかるデータを提示させる ⑤実験や調査からわかるデータを解釈させる ⑥実験や調査からわかる証拠を用いさせる という項目の回答をIRT法を用いて尺度化したもの	TIMSS2015

表 2 記述統計（生徒レベル）

変数名	観測数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
数学の自己効力感	257940	9.8600	1.9172	3.0774	14.1732
数学の達成度スコア	257940	507.0631	105.5578	97.3908	837.7383
就学前の数学活動	257940	10.0123	2.0939	3.2402	13.8197
親の数学や科学に対する態度	257940	9.9671	2.0179	2.4752	12.6602
親の教育レベル	257940	2.3519	1.3185	1	6
親の子供に対する教育期待	257940	4.7790	1.4041	1	6
教師の授業に対する生徒の評価	257940	9.9943	2.0484	2.2869	12.7491
教師の授業における科学的手法の重視度	257940	10.3893	2.0350	7.2995	15.5473

表 3 記述統計（国集計レベル）

変数名	観測数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
数学の自己効力感	30	10.0329	0.4505	8.8971	10.5869
数学の達成度スコア	30	518.3982	61.1742	388.9875	621.3711
就学前の数学活動	30	10.0831	0.7316	7.7964	11.1630
親の数学や科学に対する態度	30	10.0074	0.8742	7.4947	11.4359
親の教育レベル	30	0.2057	0.1219	0.0477	0.5801
親の子供に対する教育期待	30	0.1153	0.1101	0.0060	0.5289
教師の授業に対する生徒の評価	30	10.0410	0.7500	8.1626	11.1695
教師の授業における科学的手法の重視度	30	10.1070	1.2175	7.6678	12.6964

4-4. 分析手法

データセットの作成のために、SAS と、IEA が開発したデータを分析するためのアプリケーションである IEA IDB Analyzer を利用した。このソフトウェアはテストローテーションデザインと TIMSS の特有のサンプリングデザインを考慮している。選ばれた 28 カ国の生徒質問紙調査、保護者質問紙調査、教師質問紙調査のそれぞれのデータファイルを TIMSS 2015 の公式サイトからダウンロードし、無効または欠落しているケースを削除した後 SAS と IEA IDB Analyzer を用いて結合を行った。

この結合したデータを R に読み込み、数学の自己効力感と各独立変数の関係を分析した。分析 1 では、生徒別のデータを用いた国ダミー付きの重回帰分析を推定して、生徒レベルでの検証を行った。また、分析 2 では、各変数について国ごとの平均値を求め、国別のデータを用いた重回帰分析を推定して、国集計レベルでの検証を行った。

5. 分析結果

5-1. 主要結果

分析 1

表 4 の Model 1 は、教師の科学的手法の重視度を除く各独立変数が、生徒の数学の自己効力感に及ぼす要因を国ダミーを投入して重回帰分析によって分析した結果である。このモデルでは、すべての独立変数について 5%水準で統計的に有意であった。

表 4 の Model 2 は、教師の授業に対する生徒の評価を除く各独立変数が、生徒の数学の自己効力感に及ぼす要因を国ダミーを投入して重回帰分析によって分析した結果である。このモデルでは、教師の科学的手法の重視度を除くすべての独立変数について 5%水準で統計的に有意であった。

表 4 教師の科学的手法の重視度を除く数学の自己効力感の要因分析（重回帰分析）

独立変数 (定数項)	従属変数 生徒の数学の自己効力感					
	Model 1		Model 2		Model 3	
	1.7935	***	4.1463	***	1.5890	***
	(0.3968)		(0.2804)		(0.3617)	
数学の達成度スコア	0.0092	***	0.0101	***	0.0095	***
	(0.0007)		(0.0006)		(0.0006)	
親の子どもに対する教育期待	0.0633	***	0.0650	***	0.0634	***
	(0.0087)		(0.0111)		(0.0105)	
就学前の数学活動	0.0259	***	0.0402	***	0.0254	***
	(0.0045)		(0.0049)		(0.0048)	
親の数学や科学に対する態度	0.0253	***	0.0411	***	0.0283	***
	(0.0037)		(0.0049)		(0.0044)	
親の教育レベル	0.0380	*	0.0717	***	0.0452	**
	(0.0142)		(0.0143)		(0.0125)	
教師の授業に対する生徒の評価	0.3157	***			0.3146	***
	(0.0577)				(0.0117)	
教師の授業に対する科学的手法の重視度			0.0099	†	0.0032	
			(0.0056)		(0.0043)	
国別ダミー	YES		YES		YES	
調整済みR ²	0.3172		0.2240		0.3147	
N	257940		257940		257940	

(1) ***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, †: $p < 0.1$ 。

(2) ()内は国ごとにクラスター化したロバスト標準誤差。

表4のModel 3は、全ての独立変数が、生徒の数学の自己効力感に及ぼす要因を国ダミーを投入して重回帰分析によって分析した結果である。このモデルでも、教師の科学的手法の重視度を除くすべての独立変数について5%水準で統計的に有意であった。

分析2

表5は国ごとの各変数の平均値をとった独立変数が、国ごとの数学の自己効力感の平均値に及ぼす影響を重回帰分析によって分析した結果である。

Model 1では、教師の科学的手法の重視度を除く独立変数、Model 2では教師の授業に対する生徒の評価を除く独立変数、Model 3ではすべての独立変数で重回帰分析を行った。その結果、Model 1では教師の授業に対する生徒の評価、Model 2では生徒の数学達成度スコア、Model 3では教師の授業に対する生徒の評価が5%水準で統計的に有意であった。

以上の結果から生徒レベル、国集計レベルのどちらにおいても、教師の授業に対する生徒の評価が高くなるほど、生徒の数学の自己効力感が高くなることが示された(仮説6)。

表5 国別平均値を用いた生徒の数学の自己効力感の要因分析(重回帰分析)

独立変数	従属変数		
	生徒の数学の自己効力感		
	Model 1	Model 2	Model 3
(定数項)	5.5005 *** (1.3783)	8.0762 *** (1.8668)	5.4878 ** (1.8339)
数学の達成度スコア	0.0019 (0.0012)	0.0038 ** (0.0013)	0.0019 (0.0012)
親の子どもに対する教育期待	0.3716 (0.6625)	0.2522 (0.8609)	0.3750 (0.7450)
就学前の数学活動	0.1248 (0.0864)	0.1823 (0.1043)	0.1250 (0.0921)
親の数学や科学に対する態度	0.0212 (0.0943)	0.1829 (0.0927)	0.0213 (0.0969)
親の教育レベル	1.1414 (0.6178)	0.8743 (0.7321)	1.1424 (0.6390)
教師の授業に対する生徒の評価	0.3661 ** (0.1206)		0.3662 ** (0.1234)
教師の授業に対する科学的手法の重視度		0.0070 (0.0693)	0.0007 (0.0599)
調整済みR ²	0.6410	0.4974	0.6410
N	30	30	30

(1) ***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, †: $p < 0.1$ 。

(2) ()内は標準誤差。

このような結果となったメカニズムとして、以下のものが考えられる。生徒の数学の自己効力感が育まれる最たる場所は数学を学ぶ教室においてである。そして、数学を学ぶ際に教師がより生徒にとってわかりやすく興味深いと感じる授業を行うほど、生徒は数学に対する意欲が引き出される。生徒の意欲が高まった結果として、生徒は数学に対して肯定的な態度をとるようになり、数学の自己効力感が高まるのだろう。

実際に日本の生徒を見てみると、数学の自己効力感は、今回の分析で取り扱った 30 か国のなかで 29 番目と低い水準に位置しており、また教師の授業に対する生徒の評価も 30 か国中 29 位であった。

5-2. 追加分析

前項の結果を踏まえて「教師の授業に対する生徒の評価」に影響を及ぼしている要因について追加で分析を行った。教師の授業の質に影響を及ぼす要因として、「学校の要因」、「教師の要因」を指摘する文献がいくつか見られる。

まず教師の要因についてである。Baluyos et al. (2019) は、教師の職業満足度の向上が教師のパフォーマンスに影響を及ぼすと述べている。この研究では、トルコを例にあげながら、教師の職業満足度が高まると、教師の仕事に対する意欲が高まり結果として非常に高いパフォーマンスが発揮されることを示唆している。

次に学校の要因についてである。ある研究では、学校が学業の成功を重視すること、学校の秩序や安全性が高まることによって授業の質があがることを示している (Scherer and Nilsen 2016)。学校が学業の優先順位を高く置き、かつ学校の秩序や安全性が高まることによって、教師が授業に専念することが可能になり効果的な授業を行うことができる。ただし学校が学業の成功を重視することで競争的な関係が生まれ成績志向が強くなってしまいうため、結果として生徒の授業における信頼感が下がってしまう可能性を示唆している研究も存在する (Chen 2003)。

また、学校の教育設備の要因を指摘している研究もある。Greenwald et al. (1996) は、学校の設備環境が整っている学校では質の高い授業をもたらすことが可能になることを明らかにしている。TIMSS 2011 でも、教育リソース (一般的な学校資源、数学のための電卓やコンピュータなどのリソース) が整っている学校ほど質の高い授業がもたらされ、結果として学業パフォーマンスがよいことが明らかになっている⁴¹。

これらの先行研究を踏まえて、先ほどの研究で用いた TIMSS 2015 の質問紙調査の尺度化されたデータを用いて教師の授業に対する生徒の評価の要因分析を行った。

⁴¹ <https://apprendre.auf.org/wp-content/opera/13-BF-References-et-biblio-RPT-2014/TI-MSS%202011%20International%20Results%20in%20Mathematics.pdf> (最終アクセス : 2021 年 10 月 30 日)。

独立変数として第一に、学校の学業の成功重視度を用いた。学校の学業の成功重視度を学校質問紙調査における13の学校の特徴に関する質問項目に対して「とても高い」、「高い」、「どちらでもない」、「低い」、「とても低い」の5段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらをIRT法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

- ①教師が学校のカリキュラム目標について理解度
- ②教師の学校のカリキュラムの実施成功度
- ③教師の生徒の達成に対する期待度
- ④教師の生徒の学力向上のための協力度
- ⑤教師の生徒をやる気にさせる能力
- ⑥学校活動への保護者の関係度
- ⑦生徒が学習できる準備をするための保護者の従事度
- ⑧生徒の学力向上に対する保護者の期待
- ⑨生徒の学力向上に対する保護者の支援
- ⑩保護者が学校が学問の高水準を維持するようにかかるプレッシャー
- ⑪生徒が学校でうまくやろうとする気持ち
- ⑫生徒の学校の学問目標に到達する能力
- ⑬生徒の優秀なクラスメイトに対する尊敬

第二に、学校の資源の充実度を用いた。学校の設備の充実度を学校質問紙調査における13の学校の資源の不足による影響度に対する質問項目に対して「まったく影響を受けていない」、「少し影響を受けている」、「ある程度影響を受けている」、「とても影響を受けている」の4段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらをIRT法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

- ①指導のための資源（教科書など）
- ②物資（紙、鉛筆など）
- ③建物やグラウンド
- ④エアコンや照明設備
- ⑤指導空間（教室など）
- ⑥テクノロジーに強い職員
- ⑦指導を円滑にするための視聴覚資料
- ⑧指導や学習の為にコンピュータ技術
- ⑨数学に特化した教師
- ⑩数学の指導のためのソフトウェア
- ⑪数学教育に関連した図書館資料

⑫数学の指導のための計算機

⑬生徒が量や手順を理解するのに役立つ具体的な物や材料

第三に学校の秩序や安全性を用いた。学校の秩序や安全性は教師質問紙調査における 8 つの数学や科学の重視性に関する質問項目に対して「とても賛成する」、「やや賛成する」、「やや反対する」、「とても反対する」の 4 段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらを IRT 法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

①この学校は安全な地域に位置している

②私は学校にいるとき安心感を覚える

③この学校の安全性は十分である

④生徒たちは規律を持った行動をする

⑤生徒たちは教師を尊敬している

⑥生徒たちは学校の資産を大切にしている

⑦この学校は生徒の行動に対して明確なルールを持っている

⑧この学校のルールは公正で一貫している

第四に教師の職業満足度を用いた。教師の職業満足度は教師質問調査における 7 つの職業に関する質問項目に対して「いつもそうである」、「しばしばそうである」、「ときどきそうである」、「全くそうではない」という 4 段階のリッカート尺度で回答してもらい、それらを IRT 法を用いて尺度化することで測定した。質問項目は以下の通りである。

①私は教師という職業に満足している

②私はこの学校の教師であることに満足している

③私は自分の仕事に意味や目的があるものだと思う

④私は仕事に熱中している

⑤仕事は私をやる気にさせる

⑥私は自分がやっている仕事に誇りを持っている

⑦私はできる限り長く教師をするつもりだ

第五に教師の科学的手法の重視度を用いた。教師の科学的手法の重視度の測定方法に関しては前述のとおりである。

これらの 5 つの独立変数を用いて、教師の授業に対する生徒の評価を及ぼす要因を分析する。分析 3 では生徒全体のデータを国ダミーを投入した重回帰分析で、分析 4 では国ごとの各変数の平均値による重回帰分析で検証する。

分析 3

表 6 の結果から、学校の秩序や安全性と教師の職業満足度は 5%水準で統計的に有意に正の影響を持っていた。

分析 4

表 7 の結果から、学校の学業の成功重視度は 5%水準で統計的に有意に負の影響があり、学校の秩序や安全性と教師の職業満足度は有意に正の影響を持っていた。

以上の結果から、生徒レベル、国集計レベルでも学校の秩序や安全性と教師の職業満足度が高まるほど、教師の授業に対する生徒の評価が上がるということが示された。

この結果となったメカニズムとして以下のことが考えられる。教師にとって学校が秩序があり安全であるほど、生徒への規律指導や地域の安全に割く仕事量が少なくなり、より授業に専念できるようになる。また、教師にとって職業満足度が高いことで仕事に対するモチベーションが向上し、意欲的に授業に取り組むようになる。この結果、生徒から見た授業の質が高まり教師の授業に対する生徒の評価があがる。

表 6 生徒レベルの教師の授業に対する生徒の評価の要因分析（重回帰分析）

独立変数 (定数項)	従属変数 教師の授業に対する 生徒の評価	
	9.5783	***
	(0.1226)	
学校の学業成功重視度	-0.0053	
	(0.0094)	
学校の秩序や安全性	0.0456	***
	(0.0087)	
学校の資源の充実度	0.0006	
	(0.0056)	
教師の職業満足度	0.0215	**
	(0.0070)	
教師の科学的手法の重視度	0.0101	
	(0.0067)	
国別ダミー	YES	
調整済みR ²	0.1189	
N	257940	

(1) ***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, †: $p < 0.1$ 。

(2) ()内は国ごとにクラスター化したロバスト標準誤差。

表7 国別平均値レベルの教師の授業に対する生徒の評価の要因分析（重回帰分析）

独立変数	従属変数 教師の授業に対する 生徒の評価	
(定数項)	5.6542	*
	(2.6439)	
学校の学業成功重視度	-0.6334	*
	(0.2270)	
学校の秩序や安全性	0.4454	*
	(0.2015)	
学校の資源の充実度	-0.0648	
	(0.1344)	
教師の職業満足度	0.6775	*
	(0.2579)	
教師の科学的手法の重視度	0.0126	
	(0.1060)	
調整済みR ²	0.6410	
N	30	

(1) ***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, †: $p < 0.1$ 。

(2) ()内は標準誤差。

6. 結論

本稿では、TIMSS 2015 の質問紙調査データを利用して、生徒の数学の自己効力感に影響を及ぼす要因を分析した。その結果、数学の自己効力感は教師の授業に対する生徒の評価、すなわち授業の質と強く関係していることが明らかになった。たとえば、教師の授業を興味深いと感じたり、教師が自分を助けるためにさまざまな手段を講じてくれると感じたりしている生徒ほど、数学の自己効力感が高い傾向にあった。また、この教師の授業に対して影響を及ぼしているのは「学校の秩序や安全性」と「教師の職業満足度」であった。

この点、日本について見てみると、学校の秩序や安全性は 30 か国中 13 位でかつ尺度上は「とても安全で秩序がある」という位置づけであり、秩序や安全性に関しては他の国と遜色がないといえるレベルであった。しかし、教師の職業満足度は 30 か国中 29 位と、教師の職業満足度は参加国の中でも最低レベルであり、教師の職業満足度に問題があることがわかった。この教師の職業満足度の低さを引き起こしている要因として、日本の教育現場における労働環境の問題があげられるのではないかと。

近年では、日本の教師の過剰労働が問題視されている。例えば、公立学校の教師は地方公務員であることから、正規の勤務時間が定められているが、実態は恒常的な時間外勤務、休

憩・休息時間の有名無実化、年次有給休暇の未取得、土曜日・日曜日における補習等に伴う休日出勤に忙殺される状況にある(重盛・村山 2017)。

また、日本の教師の労働時間は国際的にみても非常に長いということが TALIS (OECD 国際教員指導環境調査) でも示されている。日本の小中学校教員の 1 週間当たりの仕事時間は平均して 53.9 時間であり、これは国際平均の 38.3 時間を大きく上回るとともに、OECD 加盟国等 48 か国・地域の中で最も長い労働時間であった。このような実態は労働環境として非常に劣悪であり、教師の心身の不調につながる深刻な問題を生んでいる。このような教師の職業満足度が低くなるような状況下では、教師の仕事に対する意欲は低まると同時に、授業のみに専念して、生徒にとって教師が自分のことを理解してくれていると感じるような質の高い授業を行うことが難しく、その結果、教師の授業に対する生徒の評価も低くなってしまっているのではないだろうか。

このことから、提言として教員の労働環境改善があげられる。例えば日本においては生徒指導や教育相談については教師の仕事とされることが多いが、諸外国の場合はスクールカウンセラーやソーシャルワーカーなどがそれらの仕事を担っている。また特別支援についても専門の教育を受けた特別支援教師が担当をする。さらには、教員免許をもたない成人を学校でアシスタントとして雇うことで、教員の補助をしている。このような教師への支援体制への不足が、日本の教師の労働時間を長くする大きな要因であると考えられる(佐野・蒲原 2013)。日本の教師に対する支援を充実させ労働環境を改善することで、教師の職業満足度を高めて仕事に対する意欲を高めさせると同時に、教師が授業に専念できる制度の確立が早急に必要である。

最後に本研究の課題についても触れておく。本稿の分析はデータの制約上 TIMSS 2015 の単年度調査であり、また先行研究でもパネルデータを用いて複数年にわたる数学の自己効力感の変化を分析した研究は行われていない。今後の研究では、パネル調査における自己効力感の要因の分析を行うべきである。

また、本稿の分析では TIMSS のデータの制約上、クラスメイトによる影響を考慮していない。いくつかの文献では、仲間による影響が数学の自己効力感に影響を示すものもあった。Liem and Martin (2011) は同性および異性の仲間関係に着目し、同性と異性の仲間関係が、一般的な自尊心に影響を与えることを明らかにした。また、Rabenberg (2013) は仲間による励ましが数学の自己効力感を高めるということを明らかにしている。

以上のことから、今後の研究ではクラスメイトという要因にも着目して分析を行っていく必要があると考えられる。

7. 参考文献

- 国立教育政策研究所. 2013. 「中学校・高等学校における 理系進路選択に関する研究 最終報告書」.
- 佐野秀樹・蒲原千尋. 2013. 「教員ストレスに影響する要因の検討: 学校教員の労働環境と意識」『東京学芸大学紀要. 総合教育科学系』 64(1): 189-193.
- 重盛啓仁・村山拓. 2017. 「教師の勤務時間の現状に関する研究動向 : 中学校における部活動による勤務負担に注目して」『東京学芸大学紀要. 総合教育科学系』 68 (2) :145-154.
- Baluyos, Genelyn R., Helen L. Rivera and Esther L. Baluyos. 2019. “Teachers’ Job Satisfaction and Work Performance.” *Open Journal of Social Sciences* 7 (8): 206-221.
- Betz, Nancy E. and Gail Hackett. 1983. “The Relationship of Mathematics Self-Efficacy Expectations to the Selection of Science-Based College Majors.” *Journal of Vocational Behavior* 3 (23): 329-345.
- Chen, Fang Fang. 2007. “Sensitivity of Goodness of Fit Indexes to Lack of Measurement Invariance.” *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 4 (3): 464-504.
- Ganley, Colleen M. and Sarah Theule Lubienski. 2016. “Mathematics Confidence, Interest, and Performance: Examining Gender Patterns and Reciprocal Relations.” *Learning and Individual Differences* 47 (4): 182-193.
- Greenwald, Rob, Larry V. Hedges and Richard D. Laine. 1996. “The Effect of School Resources on Student Achievement.” *Review of Educational Research* 66 (3): 361-396.
- Lazarides, Rebecca and Angela Ittel. 2012. “Instructional Quality and Attitudes toward Mathematics: Do Self-Concept and Interest Differ across Students’ Patterns of Perceived Instructional Quality in Mathematics Classrooms?” *Child Development Research* 13 (4): 96-110.
- Liem, Gregory Arief D. and Andrew J. Martin. 2011. “Peer Relationships and Adolescents’ Academic and Non-Academic Outcomes: Same-Sex and Opposite-Sex Peer Effects and the Mediating Role of School Engagement.” *British Journal of Educational Psychology* 81 (2): 183-206.
- Martin, M. O., I. V. S. Mullis, and M. Hooper. eds. 2016. *Methods and Procedures in TIMSS 2015*.
- McNeal Jr., Ralph B. 2014. “Parent Involvement, Academic Achievement and the Role of Student Attitudes and Behaviors as Mediators” *Universal Journal of Educational Research* 2 (8): 564-576.
- Mejía-Rodríguez, Ana María, Hans Luyten, and Martina R.M. Meelissen. 2020. “Gender Differences in Mathematics Self-concept Across the World: An Exploration of Student and Parent Data of TIMSS 2015.” *International Journal of Science and Mathematics*

- Education* 1 (19): 229-250.
- Mullis, I. V., M. O. Martin, P. Foy, and A. Arora. 2016. *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 2012. *PISA 2012 Results*.
- Organization for Economic Cooperation and Development. 2013. *TALIS 2013 Results*.
- Rabenberg, T. A. 2013. *Middle School Girls' STEM Education: Using Teacher Influences, Parent Encouragement, Peer Influences, and Self Efficacy to Predict Confidence and Interest in Math and Science*. Ph.D. Dissertation, Drake University.
- Scherer, Ronny and Trude Nilsen. 2016. "The Relations Among School Climate, Instructional Quality, and Achievement Motivation in Mathematics." *IEA Research for Education* 12 (2): 51-80.
- Stake, Jayne E. 2006. "The Critical Mediating Role of Social Encouragement for Science Motivation and Confidence Among High School Girls and Boys." *Journal of Applied Social Psychology* 36 (4): 1559-1816.
- Vandecandelaere, Machteld, Sara Speybroeck, Gudrun Vanlaar, Bieke De Fraine, and Janvan Damme. 2012. "Learning Environment and Students' Mathematics Attitude." *Studies in Educational Evaluation* 38 (3): 107-120.