

認知的活性化と自律性支援から数学不安への関連プロセス

——エンゲージメントを媒介とした検討——

清水 優菜

This study examined whether perceived cognitive activation and autonomy support in mathematics lessons are linked to math anxiety through students' engagement (behavioural, emotional, and cognitive) among Japanese high school students ($n = 703$). Using a nationwide web survey, I conducted structural equation modelling and bootstrap mediation analyses and explored differences by gender and socioeconomic status (SES) via multi-group analyses. Both cognitive activation and autonomy support were positively associated with all three engagement facets. However, links to math anxiety differed by engagement: emotional engagement was negatively related to anxiety, whereas behavioural engagement was positively related to anxiety, and cognitive engagement showed no significant association. Mediation analyses indicated opposing indirect pathways: cognitive activation and autonomy support were indirectly associated with lower anxiety via emotional engagement but with higher anxiety via behavioural engagement, resulting in a non-significant total effect on anxiety. The multi-group results suggested no meaningful differences in levels or structural relations across gender or SES groups. These findings highlight that instructional quality may foster engagement broadly; however, its implications for anxiety depend on the quality and form of engagement. Longitudinal and multi-method designs are required to clarify causal directions.

Keywords: Cognitive activation, Autonomy support, Engagement, Math anxiety, High school students

1. はじめに

少なくとも過去半世紀以上にわたり、日本の児童生徒は算数・数学において世界トップレベルの学力を維持してきた一方、数学に対する「情意 (affect)」は国際的に見て相対的に低い水準であり続けている。1964年に実施された第1回国際数学教育調査 (First International Mathematics Study: FIMS) において、日本の中学生の数学到達度は参加12か国中2位という好成績であったが、数学への興味は学年進行とともに低下し、数学を発展的に見る態度は他国よりも極端に低いことが確認されている (国立教育政策研究所, 1967)。このような「高学力—低情意」というねじれ傾向は以降も変わらず、1995年から始まった国際数学・理科教育動向調査 (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS)、2000年から始まったPISA (Programme for International Student Assessment) 調査においても、概ね一貫して確認されている。最新のTIMSS2023において、小学4年生の算数の平均得点は591点、中学2年生の平均得点は595点と依然として世界トップレベルを維持しているが、「算数・数学の勉強は楽しい」に対する肯定的な回答が小学校4年生では70% (国際平均81%)、中学校2年生では60% (国際平均64%)、「数学を使うことが含まれる職業につきたい」に対する肯定的な回答が中学校2年生では22% (国際平均48%) など、情意は相対的に厳しい状況にあることが報告されている (文部科学省・国立教育政策研究所, 2024)。さらに、最新のPISA2022においても、日本の義務教育修了段階の15歳の生徒における数学的リテラシーは536点と、OECD加盟国中で第1位 (全参加国・地域中では5位) であるとともに、数学に対する恐怖や緊張といった情意が高成績の東アジア諸地域の中でも高い傾向にあることが示されている (文部科学省・国立教育政策研究所, 2023; OECD, 2023)。

数学に関する情意の中でも、長年にわたって注目を集めてきた構成概念が「数学不安 (math anxiety)」である。数学不安とは、日常生活や学業状況という様々な状況において、数の演算や数学的問題解決を阻

害する緊張や不安などの感情と定義される（レビューとして、Ramirez et al., 2018）。OECDが実施しているPISA2022調査において、OECD加盟国の59.8%、日本の68.8%の15歳児が「数学の授業についていけないのではないかとよく心配になる」（I often worry that it will be difficult for me in mathematics classes）に対して「まったくその通りだ」あるいは「その通りだ」と回答している（OECD, 2024）ように、多くの学習者が数学不安を経験している。そして、メタ分析によれば、数学不安は自己効力や課題価値などの学習動機づけと中程度の負の相関を示し（Li et al., 2021）、数学の成績とも一貫して負の相関を示している（例えば、Barroso et al., 2021; Ma, 1999）。また、経験的縦断研究においても、数学不安は数学の学習や成績を負に予測することが示されており（例えば、Ma & Xu, 2004）、数学不安は数学の学習の主要な阻害要因の一つとして位置付けられる。それゆえ、数学不安の軽減に資する要因とそのメカニズムを解明することは、数学学力の向上だけでなく、数学学習の継続・改善という観点からも肝要である。

数学不安の要因は、「社会文化的要因」（男性であることなど）、「心理的要因」（高い自己概念など）、「精神医学的介入要因」（認知的再構成など）、「教育的環境要因」（教師によるサポートの多さなど）など多面的である（例えば、Ramirez et al., 2018; 清水, 2025）。このうち、教育実践を通じた改善可能性という観点からは、学校教育——とりわけ日常的な授業場面で教師が提供する指導の質——に着目することが有効である。本研究では、数学不安と関連が想定される教育的環境要因として、授業の質をとらえる理論的枠組みであるThree Basic Dimensions (TBD) モデル (Klieme et al., 2009) を参照しつつ、「認知的活性化 (cognitive activation)」と「自律性支援 (autonomy support)」に焦点を当てる。認知的活性化とは、構成主義的学習観に基づき、学習者に構成的かつ内省的な思考を促す指導方略のことである (Baumert et al., 2010; Lipowsky et al., 2009)。具体的には、学習者の既有知識を活性化することや、認知的な葛藤を引き出すこと、高次な思考を促す問題を提示することなどを通して、学習者が能動的に知識を再構成し、内省的な思考を深めるプロセスを支援するものである。他方、自律性支援は、「自己決定理論 (self-determination theory)」に基づく概念であり、学習者の視点を尊重し、選択や自発性を促そうとする指導上の態度や信念のことである (Deci & Ryan, 1987; 岡田, 2018)。TBDモデルにおいて、この自律性支援は、有能感支援や関係性支援とともに、広義の「生徒支援 (student support)」という次元に位置付けられている (Alp Christ et al., 2024; Klieme et al., 2009)。

ただし、認知的活性化や自律性支援が行われることそれ自体が、直ちに数学不安の低減をもたらすとは限らない。なぜなら、TBDモデル (Alp Christ et al., 2024; Klieme et al., 2009) が想定あるいは示唆しているように、認知的活性化と自律性支援などの「教授の質 (quality of instruction)」とはあくまで学習者に提供された「機会 (opportunities provided)」に過ぎないからである。それが成果として顕在化するためには、学習者自身による「学習機会の利用 (use of learning opportunities)」すなわち学習者が提供された機会をどのように解釈し、どの程度学習に関与するのかというプロセスが不可欠である。実際、Seidel & Shavelson (2007) のメタ分析は、時間配分や目標の明確化などの活動そのものより、学習者が実際に遂行する領域固有の学習活動 (domain-specific learning activities) の方が、認知的および情意的成果に対しても相対的に大きな効果量を示している。それゆえ、数学不安の軽減を論じるには、認知的活性化と自律性支援が学習への関与のあり方をどのように促し、その結果として不安が変容するのかというプロセスに焦点を当てる必要がある。

本研究では、この「学習機会の利用」を捉える中核的な概念として、「エンゲージメント (engagement)」に焦点を当てる。エンゲージメントは、特定の内容・状況における学習への取り組みの質を表す構成概念であり、学習に対する積極的な関与 (Christenson et al., 2012) や、課題に没頭している心理状態 (鹿毛, 2013) と定義される。ここで、重要なのは、エンゲージメントが個人の固定的な特性というよりは、むしろ学習者と環境との間で現在進行形で生起するダイナミックな相互作用の「状態 (state)」として記述される点にある (Christenson et al., 2012)。すなわち、エンゲージメントは家庭・学校・仲間関係などの文脈的要因から強く影響を受ける可変的なプロセスであり、教師の指導によって変容可能なものと捉えること

ができる。この理論的視座に基づけば、認知的活性化と自律性支援はエンゲージメントを高め、その結果として数学不安の低減に寄与するという機序が想定される。

Fredricks et al. (2004) によれば、エンゲージメントは以下の3つの側面に大別される。第一に「行動的エンゲージメント (behavioural engagement)」であり、これは学習に対して注意を向け、努力し、粘り強く取り組む状態を指す。第二に「感情的エンゲージメント (emotional engagement)」であり、学習に対して興味や楽しさといったポジティブな感情が伴っている状態である。そして、第三に「認知的エンゲージメント (cognitive engagement)」であり、自らの活動を計画・モニターし、認知的な学習方略を使用するといった深い認知的関与を指す。経験的研究において、教師の自律性支援は、行動的・感情的・認知的エンゲージメントと正に関連することが示されている (例えば, Liu, Yao, Li, & Li, 2021; Wang et al., 2017)。さらに、自己決定理論によれば、自律性支援は、学習者の欲求充足や内発的動機づけを通じて適応的な学習経験を支え、不安の低減と関係しうるという含意がある (例えば, Christenson et al., 2012; Deci & Ryan, 1987)。また、認知的活性化とエンゲージメントの関連を直接的に検討した経験的研究は管見の限り見当たらないものの、認知的活性化は、学習内容への深い処理や方略使用を促すという理論的および実証的知見 (Alp Christ et al., 2024) を踏まえると、特に認知的エンゲージメントと結びつく蓋然性が高いだろう。実際、認知的活性化が自己効力感などの媒介を通じて不安を低減しうること、あるいは授業の質が不安と関連しうることを示す知見も報告されつつある (例えば, Liu, Wang, Liu, & Liu, 2021; Zuo et al., 2024)。ただし、自律性支援と認知的活性化を同一モデルに位置づけたうえで、エンゲージメントを媒介とする関連プロセスを多面的に検証した研究、ならびに日本の児童生徒を対象としこの関連プロセスを経験的に検討した研究は管見の限り見当たらず、検討の余地は多分に残されている。

さらに、エンゲージメントと数学不安の関係そのものについても、媒介モデルを構成する上で裏付けが必要であろう。達成関連感情に関する「統制—価値理論 (control-value theory)」(Pekrun, 2006, 2024) は、学習者が課題を重要だと評価しつつ (高い価値)、うまくコントロールできないと感じる (低い統制感) ときに、不安が生じやすく、その不安が課題とは無関係な思考を誘発し、柔軟な情報処理や内発的な学習動機づけを損なうことを示している。この理論的枠組みにおいて、エンゲージメントが高い状態、すなわち学習活動への積極的な関与は、学習者のコンピテンスを向上させ、成功の可能性を高めることで、結果として統制感を高め不安を低減させる機能を持つと考えられる。Pekrun (2024) は、このようなコンピテンスの向上を通じて感情を変容させるプロセスを「コンピテンス志向の調整 (competence-oriented regulation)」として位置づけており、学習行動が感情の重要な制御要因となることを指摘している。他方、統制—価値理論は感情と環境・行動の間に「相互因果関係 (reciprocal causation)」を仮定しており、数学不安が高いことが回避行動や硬直的な思考を通じて質の高いエンゲージメントを低下させるという循環的なフィードバックも理論的に想定できる。したがって、認知的活性化と自律性支援、数学不安の関連を検討する際には、この循環的なプロセスの一面としてエンゲージメントを明示的に位置づけ、「認知的活性化・自律性支援→エンゲージメント→数学不安」というプロセスを経験的に検証することが重要である。

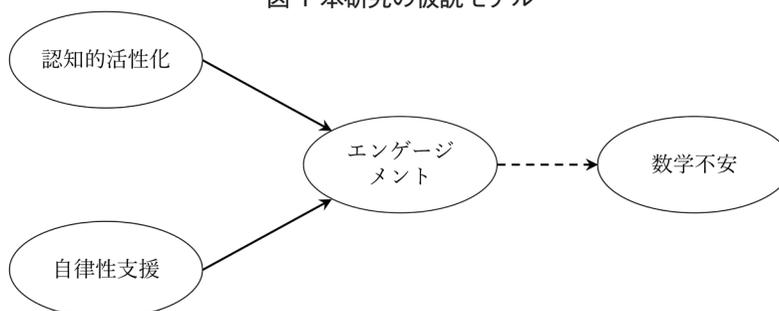
教師の指導と学習者要因との関連プロセスが、学習者自身にはどうすることもできない属性にかかわらず普遍的に成立するのか、あるいは特定の属性において異なる様相を示すのかを検討することも重要である。PISA などの国際調査や先行研究において、数学に対する情意や到達度には性別や社会経済的地位 (socioeconomic status 以下, SES) による格差が現存することが繰り返し指摘されてきた (例えば, OECD, 2023)。仮に、認知的活性化や自律性支援の効果が、もともと有利な属性の学習者に偏って機能する場合、画一的な指導の推奨はかえって格差を拡大させる懸念がある。したがって、「公正な教育」の実現に資する示唆を得るためには、主要な属性変数である性別と SES によって、想定される関連プロセスが異なるのか否かを探索的に検討する必要がある。

ここまでの議論を踏まえて、本研究では、認知的活性化と自律性支援からエンゲージメントを介した数学不安への関連プロセスを明らかにすることを目的とする。本研究の仮説は、次の5つである (図1)。また、

この関連プロセスならびに使用変数の水準における性別およびSESによる差異について、多母集団同時分析を用いて探索的に検討する。

- 仮説1：認知的活性化はエンゲージメントと直接的に正に関連する。
- 仮説2：自律性支援はエンゲージメントと直接的に正に関連する。
- 仮説3：エンゲージメントは数学不安と直接的に負に関連する。
- 仮説4：認知的活性化はエンゲージメントを介して数学不安と間接的に負に関連する。
- 仮説5：自律性支援はエンゲージメントを介して数学不安と間接的に負に関連する。

図1 本研究の仮説モデル



注：実線は正の関連，破線は負の関連を意味する。

2. 方法

2.1. 使用データ

本稿が使用するデータは、JSPS 科研費「教師の支援が数学的問題解決の要因と関連プロセスに与える影響の解明」(21K20210)の一環として、2024年2月下旬に実施された高校生対象のWEB調査データを用いた。当該調査は、調査会社を介して全国の高校1年生から3年生を対象に実施された（依頼数28433、有効回答数703）。本研究の分析対象の属性を表1に記す。

表1 対象者の属性

		度数	割合
性別	男性	205	29%
	女性	491	70%
	その他	7	1%
学年	1年生	183	26%
	2年生	220	31%
	3年生	300	43%
年齢	15歳	21	3%
	16歳	174	25%
	17歳	228	32%
	18歳	280	40%

2.2. 使用変数

2.2.1. 性別

性別は3件法（「男性（1）」、「女性（2）」、「その他（3）」）で尋ねられたが、男子を1、女子とその他を0とする「男子ダミー」として得点化した。

2.2.2. SES

SESについて、父親と母親の学歴を尋ねた項目と社会経済的地位代替指標3項目（石井ほか，2019）を用いた。父親と母親の学歴は、「お母さん・お父さん、もしくはそれに相当する人が最後に卒業した学校はどれですか。」と教示した上で、8件法（「小学校・中学校（1）」、「高等学校（2）」、「専門学校・各種学校（3）」、「短期大学・高等専門学校（4）」、「大学（5）」、「大学院（6）」、「その他（7）」、「わからない／該当する人はいない（8）」）で回答を求められた。本研究では、「その他（7）」と「わからない／該当する人はいない（8）」を除外した上で、回答を1～6点と得点化した。すなわち、得点が高いほど、父親あるいは母親の学歴が高いことを

意味する。社会経済的地位代替指標は、「あなたの家には次のものはありますか。」と教示した上で、「文学作品（例：夏目漱石、芥川龍之介）」、「美術品（例：絵画）」、「食器洗い機」の有無を2件法（「はい（1）」、「いいえ（0）」）で求めた。本研究では、2件法の回答をそのまま得点化している。その上で、これら5項目の得点に対して主成分分析を実施し、第1主成分得点をSES得点として用いた。なぜなら、SESは経済的・社会的・文化的・人的資本資源へのアクセスとして定義され、親の学歴、親の職業的地位、世帯または家族収入などの多様な要素から構成される包括的な概念である（National Center for Education Statistics, 2012）ためである。

2.2.3. 認知的活性化

認知的活性化について、PISA2012の認知的活性化尺度8項目（経済協力開発機構, 2016）を用いた（付表1参照）。「あなたの数学の先生は、授業で次のようなことを、どのくらいしていますか。」と教示した上で、回答は4件法（「ほとんど、または、まったくしない（1）」「時々している（2）」「よくしている（3）」「いつも、または、ほとんどしている（4）」）で求めた。本研究では4件法の回答を1～4点と得点化した。すなわち、得点が高いほど、高校生は数学教師が認知的活性化を行なっていると認識していることを意味する。

2.2.4. 自律性支援

自律性支援について、自律性支援尺度7項目（三和・外山, 2021）を用いた（付表1参照）。「あなたの数学の先生は、授業で次のようなことを、どのくらいしていますか。」と教示した上で、回答は4件法（「ほとんど、またはまったくしない（1）」「時々している（2）」「よくしている（3）」「いつも、またはほとんどしている（4）」）で求めた。本研究では4件法の回答を1～4点と得点化した。すなわち、得点が高いほど、高校生は数学教師が自律性支援を行なっていると認識していることを意味する。

2.2.5. エンゲージメント

エンゲージメントについて、Reeve & Tseng (2011)のエンゲージメント尺度16項目を邦訳して用いた（付表1参照）。この尺度は、行動的エンゲージメントに関する5項目、感情的エンゲージメントに関する4項目、認知的エンゲージメントに関する7項目から構成される。「あなたの現在の数学の授業の取り組みについて、以下の問いに答えてください。」と教示した上で、回答は7件法（「全くそう思わない（1）」、「そう思わない（2）」、「あまりそう思わない（3）」、「どちらとも言えない（4）」、「ややそう思う（5）」、「そう思う（6）」、「とてもそう思う（7）」）で求めた。本研究では7件法の回答を1～7点と得点化した。すなわち、得点が高いほど、高校生の数学学習に対するエンゲージメントは高いことを意味する。

2.2.6. 数学不安

数学不安について、Shimizu (2022)の数学不安尺度8項目を用いた（付表1参照）。この尺度は、「数学学習不安」（日々の授業などの数学を学習する場面で生じる不安）に関する4項目と、「数学評価不安」（テストなどの数学の評価に関する場面で生じる不安）に関する4項目から構成される。「次のようなとき、あなたはどのように思いますか。」と教示した上で、回答は6件法（「全く不安に思わない（1）」、「不安に思わない（2）」、「あまり不安に思わない（3）」、「やや不安に思う（4）」、「不安に思う（5）」、「とても不安に思う（6）」）で求めた。本研究では6件法の回答を1～6点と得点化した。すなわち、得点が高いほど、高校生の数学不安は高いことを意味する。

2.3. 分析方法

分析は、以下の手順に基づき行われた。第一に、使用変数に対する「共通方法バイアス（common method bias）」の影響を検討するために、ハーマンの単一因子検定（Podsakoff et al., 2003）、すなわち使用変数の全項目に対して探索的因子分析（最尤推定法・回転なし）を行った。共通方法バイアスとは観測された分散が尺度を捉える構成概念によるものではなく、測定方法により生じることを意味する。本研究の使用データは、1時点の横断調査に基づくものであるため、そのリスクがある。第二に、使用変数の基礎的な統計情報を検討するために、 α 係数、有効回答数（ n ）、平均（ M ）、標準偏差（ SD ）、相関行列を求めた。この分析において、認知的活性化、自律性支援、エンゲージメント、数学不安の尺度得点として、

各項目の加算平均を用いている。第三に、認知的活性化と自律性支援、エンゲージメント、数学不安の関連を検討するために、図1に基づいて構造方程式モデリング(最尤推定法)を行なった。測定方程式には、認知的活性化と自律性支援、エンゲージメント、数学不安の観測変数をそのまま全て用いている。なお、構造方程式モデリングにあたって、認知的活性化と自律性支援以外の要因がエンゲージメントの全側面に共通して影響を与えることが想定されたため、エンゲージメントの各側面間に残差共分散を設定している。例えば、このような要因として「心理的欲求充足(psychological need satisfaction)」があげられる(Reeve & Tseng, 2011)が、本研究では測定していない。また、構造方程式モデリングの結果から、認知的活性化と自律性支援からエンゲージメントを介した、数学不安への間接効果が想定される場合、ブートストラップ法(標本数5000)による媒介分析を行うことにした。第四に、認知的活性化と自律性支援、エンゲージメント、数学不安の水準と関連における性差を検討するために、図1のモデルについて、男性ダミーをグループ化変数とした多母集団同時分析を実施した。「配置不変モデル」、「測定不変モデル」、「構造不変モデル(パス係数等値)」、「構造不変モデル(パス係数+平均等値)」の4モデルにおける情報量規準(AICとBIC)ならびに適合度指標(CFI, TLI, RMSEA, SRMR)を算出した。本研究では、Chen(2007)の基準($\Delta CFI \leq 0.01$, $\Delta RMSEA \leq 0.015$, $\Delta SRMR \leq 0.01$)に基づいて、モデルを評価した。第五に、認知的活性化と自律性支援、エンゲージメント、数学不安の水準と関連におけるSESによる差を検討するために、図1のモデルについて、SESをグループ化変数とした多母集団同時分析を実施した。SESは、25パーセンタイル(-1.09)以下を低群($n=153$), 75パーセンタイル(0.97)以上を高群($n=161$), 他を中群($n=260$)としている。なお、多母集団同時分析の推定モデルと基準は、先の分析と同様である。

なお、本研究の分析には、ソフトウェアとしてR(ver.4.5.1)およびRStudio(ver.2025.09.2+418)、パッケージとしてpsych(ver.2.5.6)およびlavaan(ver.0.6-19)を用いた。

3. 結果

3.1. 共通方法バイアスの検討

ハーマンの単一因子検定の結果、固有値1以上の因子が8つ抽出され、第1因子の寄与率は34%と50%未満であった。そのため、本研究の使用変数において、共通方法バイアスにより重大な問題が生じているとは考えにくいと判断した。

3.2. 使用変数の統計情報

使用変数の記述統計量を表2に記す。以下、使用変数の統計的傾向として明らかになったことを整理する。第一に、使用変数の内的整合性について、 $\alpha > 0.90$ と良好な水準であることが示された。第二に、使用変数の中心的傾向についてである。認知的活性化と自律性支援の平均値は「時々している(2)」を超える水準であったため、高校生は数学教師から認知的活性化と自律性支援を受けているものの、その頻度は多くないと認識していることが示された。エンゲージメントについて、全ての側面の平均値は「どちらとも言えない(4)」を上回っていた。それゆえ、高校生は数学学習に対して積極的に関与している傾向にあることが示された。数学不安について、数学学習不安の平均値は6件法の意味的中央値3.50を下回ったものの、数学評価不安の平均値はこれを上回った。それゆえ、高校生は普段の数学学習において不安を感じていない傾向にあるものの、テストなどの評価に対して不安を感じている傾向にあることが示された。第三に、使用変数間の相関関係についてである。自律性支援と認知的活性化は、エンゲージメントと大きな正の相関がある一方、数学不安とはほとんど相関がなかった。エンゲージメントと数学不安の相関について、数学評価不安は行動的エンゲージメントと弱い正の相関、感情的および認知的エンゲージメントと弱い負の相関を示したが、数学学習不安は感情的エンゲージメントとのみ弱い負の相関を示した。また、男性ダミーは数学評価不安と弱い負の相関、SESは自律性支援と弱い正の相関を示したが、他の変数とはほとんど相関がなかった。

表 2 使用変数の記述統計量と相関行列

	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
1. 男性ダミー	—	703	0.29	0.45	—							
2. SES	—	574	0.00	1.35	-0.02	—						
3. 認知的活性化	0.93	703	2.46	0.71	0.05	0.15	—					
4. 自律性支援	0.93	703	2.58	0.76	0.06	0.09	0.71	—				
5. 行動的エンゲージメント	0.93	703	4.62	1.35	0.01	0.07	0.46	0.45	—			
6. 感情的エンゲージメント	0.95	703	4.27	1.55	0.09	0.07	0.51	0.52	0.69	—		
7. 認知的エンゲージメント	0.95	703	4.16	1.42	0.09	0.07	0.58	0.50	0.69	0.81	—	
8. 数学学習不安	0.90	703	3.28	1.22	-0.08	0.03	0.03	-0.03	0.08	-0.14	-0.03	—
9. 数学評価不安	0.96	703	3.97	1.40	-0.12	0.05	-0.02	-0.08	0.11	-0.16	-0.11	0.63

3.3. 認知的活性化と自律性支援から数学不安への関連プロセス

図 1 の仮説モデルについて、構造方程式モデリングを行った。モデルの適合度は CFI = 0.93, TLI = 0.92, RMSEA = 0.06, SRMR = 0.05 と良好な水準であった。そのため、修正指標に基づくパスの追加を行わず、このままのモデルを採用した。構造方程式に関する結果を表 3 に記す。認知的活性化と自律性支援はともにエンゲージメントの全側面と有意な正の関連を示した。さらに、行動的エンゲージメントは数学不安と有意な正の関連、感情的エンゲージメントは数学不安と有意な負の関連を示した。ここで、標準化パス係数に着目すると、認知的エンゲージメントに対しては認知的活性化の寄与の方が大きかったが、行動的および感情的エンゲージメントに対する認知的活性化と自律性支援の寄与は同程度であった。なお、数学学習不安に対しては感情的エンゲージメントの寄与、数学評価不安に対しては行動的エンゲージメントの寄与が相対的に大きかった。

表 3 構造方程式モデリングの結果 (n = 703)

パス	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>p</i>	<i>R</i> ²
認知的活性化→行動的エンゲージメント	0.36	0.07	0.30	< .001	27%
自律性支援→行動的エンゲージメント	0.30	0.07	0.25	< .001	
認知的活性化→感情的エンゲージメント	0.36	0.07	0.29	< .001	33%
自律性支援→感情的エンゲージメント	0.39	0.07	0.32	< .001	
認知的活性化→認知的エンゲージメント	0.63	0.08	0.50	< .001	38%
自律性支援→認知的エンゲージメント	0.19	0.07	0.15	.007	
行動的エンゲージメント→数学学習不安	0.36	0.06	0.40	< .001	11%
感情的エンゲージメント→数学学習不安	-0.48	0.08	-0.55	< .001	
認知的エンゲージメント→数学学習不安	0.11	0.07	0.13	.137	
行動的エンゲージメント→数学評価不安	0.50	0.06	0.54	< .001	15%
感情的エンゲージメント→数学評価不安	-0.40	0.08	-0.45	< .001	
認知的エンゲージメント→数学評価不安	-0.10	0.07	-0.12	.164	
共分散					
認知的活性化↔自律性支援	0.61	0.03	0.61	< .001	
行動的エンゲージメント↔感情的エンゲージメント	0.61	0.03	0.61	< .001	
行動的エンゲージメント↔認知的エンゲージメント	0.79	0.02	0.79	< .001	
感情的エンゲージメント↔認知的エンゲージメント	0.77	0.02	0.77	< .001	
数学学習不安↔数学評価不安	0.67	0.02	0.67	< .001	

注：測定方程式の推定結果は付表 1 を参照

以上から、認知的活性化と自律性支援からエンゲージメントを介して数学不安に間接効果を及ぼすことが想定されたため、媒介分析を実施した。結果を表4に記す。認知的活性化と自律性支援は、行動的エンゲージメントを介して数学不安に有意な正の間接効果を、感情的エンゲージメントを介して数学不安に有意な負の間接効果を示した。ただし、認知的活性化と自律性支援から数学不安への総合効果は有意ではなかった。

表4 間接効果の推定結果

パス	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>p</i>
間接効果				
認知的活性化→行動的エンゲージメント→数学学習不安	0.19	0.06	0.12	.001
認知的活性化→感情的エンゲージメント→数学学習不安	-0.25	0.07	-0.16	<.001
認知的活性化→行動的エンゲージメント→数学評価不安	0.34	0.10	0.16	.001
認知的活性化→感情的エンゲージメント→数学評価不安	-0.27	0.08	-0.13	.001
自律性支援→行動的エンゲージメント→数学学習不安	0.14	0.05	0.10	.007
自律性支援→感情的エンゲージメント→数学学習不安	-0.25	0.08	-0.18	.001
自律性支援→行動的エンゲージメント→数学評価不安	0.25	0.09	0.14	.003
自律性支援→感情的エンゲージメント→数学評価不安	-0.27	0.08	-0.15	.001
総合効果				
認知的活性化→数学学習不安	-0.07	0.07	-0.04	.366
認知的活性化→数学評価不安	0.07	0.10	0.03	.523
自律性支援→数学学習不安	-0.11	0.07	-0.08	.122
自律性支援→数学評価不安	-0.02	0.09	-0.01	.857

3.4. 認知的活性化と自律性支援, エンゲージメント, 数学不安の水準と関連における性差

図1のモデルについて、男性ダミーをグループ化変数とした多母集団同時分析を実施し、得られた情報量規準と適合度指標を表5に記す。どのモデルにおいても情報量規準と適合度指標は類似した水準であるとともに、Chen(2007)の基準を満たしているため、最も制約の多い「構造不変モデル(パス係数+平均等値)」を採択した。すなわち、認知的活性化と自律性支援, エンゲージメント, 数学不安の水準と関連において、性差は認められなかった。

表5 男性ダミーをグループ化変数とした多母集団同時分析における情報量規準とモデル適合度

モデル	AIC	BIC	CFI	TLI	RMSEA	SRMR	Δ CFI	Δ RMSEA	Δ SRMR
配置不変	65883	67104	0.91	0.90	0.07	0.05	—	—	—
測定不変	65817	66747	0.91	0.91	0.07	0.05	0.00	0.00	0.00
構造不変(パス係数)	65812	66686	0.91	0.91	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00
構造不変(パス係数+平均)	65818	66661	0.91	0.91	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00

3.5. 認知的活性化と自律性支援, エンゲージメント, 数学不安の水準と関連におけるSESによる差

図1のモデルについて、SESをグループ化変数とした多母集団同時分析を実施し、得られた情報量規準と適合度指標を表6に記す。 Δ SRMRはChen(2007)の基準をわずかに超過したものの、他の指標(Δ CFI, Δ RMSEA)は基準を満たしており、かつ各モデル間の情報量規準も類似した水準であった。そのため、本研究では最も制約の多い「構造不変モデル(パス係数+平均等値)」を採択した。これより、SESによるモデルの差異は認められなかったと判断した。

表 6 SES をグループ化変数とした多母集団同時分析における情報量規準とモデル適合度

モデル	AIC	BIC	CFI	TLI	RMSEA	SRMR	Δ CFI	Δ RMSEA	Δ SRMR
配置不変	54242	55992	0.88	0.87	0.08	0.06	—	—	—
測定不変	54112	55305	0.88	0.87	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00
構造不変 (パス係数)	54101	55189	0.88	0.87	0.08	0.08	0.00	0.00	0.02
構造不変 (パス係数+平均)	54095	55122	0.87	0.87	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00

4. 考察

本研究の目的は、認知的活性化と自律性支援からエンゲージメントを介した数学不安への関連プロセスを明らかにすることであった。さらに、この関連プロセスならびの使用変数の水準における性別および SES による差異について、多母集団同時分析を用いて探索的に検討した。構造方程式モデリングの結果 (表 3・4)、第一に、認知的活性化と自律性支援は、エンゲージメントの 3 つの側面 (行動的・感情的・認知的) すべてと有意な正の関連を示し、仮説 1 と 2 は支持された。第二に、行動的エンゲージメントは数学不安と有意な正の関連、感情的エンゲージメントは数学不安と有意な負の関連を示した。これらの結果は、感情的エンゲージメントについて仮説 3 を支持するものの、行動的と認知的エンゲージメントについて仮説 3 を支持しないものである。つまり、仮説 3 は部分的に支持された。第三に、認知的活性化と自律性支援は、行動的エンゲージメントを介して数学不安に有意な正の間接効果を、感情的エンゲージメントを介して数学不安に有意な負の間接効果を示したが、認知的活性化と自律性支援から数学不安への総合効果は有意ではなかった。それゆえ、仮説 4 と 5 は部分的に支持された。さらに、多母集団同時分析の結果 (表 5・6)、認知的活性化と自律性支援、エンゲージメント、数学不安の水準と関連において、性差と SES による差は認められなかった。

以下、これらの知見が示唆するメカニズムと含意について論じる。

4.1. 認知的活性化と自律性支援から数学不安への関連プロセス

認知的活性化と自律性支援からエンゲージメントを介した数学不安への関連プロセスについて考察する。本研究では、認知的活性化および自律性支援の知覚が高いほど、エンゲージメントの 3 側面 (行動的・感情的・認知的) も高い傾向が示された。この知見は、自律性支援が心理的欲求充足を通じて主体的な学習への関与を促すとする自己決定理論の想定 (例えば、Christenson et al., 2012; Deci & Ryan, 1987) や、認知的活性化が高次な思考を促す学習機会を提供するという TBD モデルの想定 (Alp Christ et al., 2024; Klieme et al., 2009) と整合的である。したがって、日本の高校数学においても、学習者の視点の尊重や思考を触発する指導は、生徒の多面的な学習関与と結びつく可能性がある。

さらに、認知的活性化と自律性支援から数学不安への関連は、単一ではなく複数のプロセスが併存していることが示唆された。認知的活性化と自律性支援は、エンゲージメントの特定の側面 (行動的あるいは感情的) を介して数学不安に有意な間接効果を及ぼした。これは、教師の指導が直接的に数学不安を増減させるのではなく、生徒が学習にどのように取り組むのかというプロセスを経て、数学不安が変容することを示唆している。具体的には、日本の高校数学の授業において、教師が学習者の視点を尊重しつつ、思考を触発するような指導を行うことは、数学に対する興味や楽しさといった肯定的な感情を伴う取り組みを生み出し、数学不安を低減するものの、同時に数学に努力し、粘り強く取り組むことを促すことで、数学不安を高めうるということが示唆された。

しかしながら、これらの相反する間接効果は相殺し合い、認知的活性化と自律性支援から数学不安への「総合効果」は統計的に有意ではなかった。この結果は、認知的活性化と自律性支援が数学不安に及ぼす影響が決して単純な直線の関係ではないことを浮き彫りにしている。すなわち、教師が認知的活性化や自律性

支援を提供したとしても、それが数学に対する肯定的な感情を伴う取り組みに繋がれば不安の低減に寄与するが、単に努力や粘り強さのみを促すのであれば、かえって不安を維持・増強させるリスクを孕んでいることが示唆された。したがって、数学不安の軽減を目指す教育実践においては、単に努力や粘り強い学習行動を促すだけでなく、その行動がポジティブな感情に支えられているかという「エンゲージメントの質」に注目することの重要性が示唆された。

4.2. エンゲージメントの側面による数学不安への関連の相違

エンゲージメントの側面によって数学不安への関連が対照的であったことについて考察する。まず、感情的エンゲージメントが数学不安と負の関連を示したことは、統制—価値理論 (Pekrun, 2006, 2024) における「コンピテンス志向の調整」の枠組みから解釈することができるだろう。この視座によれば、数学に対する肯定的な感情を伴う取り組みは、単なる快感情の表出にとどまらず、学習者のコンピテンスを向上させるための原動力として機能することで、学習対象に対する主観的な統制感が高まり、不安が低減されたというプロセスを想定することができよう。そして、本研究の結果は、認知的活性化と自律性支援が、この好循環の起点となる感情的エンゲージメントを喚起し、結果として数学不安を抑制したことを示唆している。

他方、行動的エンゲージメントが数学不安と正に関連したことは、我々の直観に反する結果であり、本研究の重要な含意の一つである。本研究の仮説に基づけば、この結果は、単に数学に粘り強く努力するほど数学不安は高まるというプロセスを示唆している。この背景として、数学学習への関与が高まることによる失敗へのコスト感の高まりが考えられる。「自己価値理論 (self-worth theory)」(Covington, 1984) が示唆するように、努力せずに失敗した場合と比較して、最大限の努力をした上で失敗することは、自身の能力不足を露呈することになり、自尊感情への脅威が大きい。すなわち、認知的活性化と自律性支援に応じて生徒が単に数学に粘り強く努力することは、逆説的に「失敗できない」という心理的プレッシャーを増幅させ、結果として数学不安を高めていると解釈できるだろう。なお、この正の関連については、別の可能性として逆の因果も否定できない。すなわち、数学不安が高い生徒ほど、その不安を払拭するため、あるいは成績低下を防ぐために、防衛的に努力量を増やしているという「補償的方略 (compensatory strategies)」(Eysenck et al., 2007) の側面が含まれている可能性があるだろう。

また、統計的な観点から、この結果は「抑制」(suppression)、とりわけ「純抑制」(net suppression) に近い現象として解釈できる可能性がある。表2に示したように、行動的エンゲージメントと数学不安の単相関は極めて弱い ($r = 0.08, 0.11$) にもかかわらず、構造方程式モデリングでは行動的エンゲージメントから数学不安への正のパス係数が大きくなった ($\beta = 0.40, 0.54$)。これは、行動的エンゲージメントと強く関連する感情的エンゲージメント ($r = 0.69$) を同時に投入したことで、両者の共有分散が統計的に差し引かれ、行動的エンゲージメントに含まれる努力や粘り強さといった側面が相対的に前傾化したために、数学不安との正の関連が顕在化した可能性がある。

意外にも、本研究では認知的エンゲージメントは数学不安と有意な関連を示さなかった。この背景として、これは、計画やモニタリングなど深い認知的な関与自体が直ちに数学不安を増減させるというよりは、むしろ学習への関与が肯定的な感情に支えられているか、あるいは粘り強い努力に基づいているかによって、不安への程度が異なることが考えられる。また、感情的・行動的エンゲージメントと共有する分散が大きく、認知的エンゲージメント独自の効果が検出されにくかった可能性もあるだろう。

4.3. 認知的活性化と自律性支援、エンゲージメント、数学不安の水準と関連における性差とSESによる差

ここでは、認知的活性化と自律性支援、エンゲージメント、数学不安の水準と関連において、性差とSESによる差は認められなかったことについて考察する。

第一に、性差が認められなかったことについてである。この結果は、男子の方が数学不安は低い傾向に

あるとする多くの先行研究（例えば、OECD, 2023）や、PISA2022の日本データを分析し、自己効力と数学不安、エンゲージメント、数学的リテラシーの関連の構造は等しいが、これらの変数の平均値には性差があるとした Shimizu (2025) の結果とも異なる、特筆すべき知見である。本研究の結果は、「ジェンダー類似性仮説 (gender similarities hypothesis)」(Hyde, 2005) をより強く支持するとともに、適切な認知的活性化と自律性支援が提供される文脈においては、性別に関わらず高いエンゲージメントと低い不安を示しうる可能性を示唆している。

第二に、SESによる差が認められなかったことについてである。ここで注目すべきは、関連プロセスの普遍性に加えて、認知的活性化と自律性支援という数学教師の指導、ならびにエンゲージメントや数学不安の水準に、SESによる格差が見られなかったことにある。一般に、「文化的再生産理論 (cultural reproduction theory)」(Bourdieu & Passeron, 1977) や先行研究 (Perry & Mcconney, 2010; Shimizu, 2025) は、高いSESの生徒ほど有利な学習環境や高い心理的特性（高い自己効力感、低い不安など）を持つことを報告している。しかし、本研究の結果はこれらの知見と一線を画し、SESにかかわらず、我が国の高校生が数学教師から認知的活性化と自律性支援を同等に受け、同水準のエンゲージメントと数学不安を維持している可能性を示唆するものである。

4.4. 教育実践への示唆

本研究の知見は、数学不安の軽減とエンゲージメントの向上を目指す教育実践に対して、以下の示唆を与えるものである。第一に、数学教育において、単に学習への粘り強い努力を促すだけでは、数学不安の低減には不十分であるということである。本研究の結果は、行動的エンゲージメントが数学不安と正に関連することを示しており、肯定的な感情を欠いたまま粘り強い努力のみが推奨されれば、生徒を過度なプレッシャーや不安に晒すリスクがあるという警鐘を含んでいる。したがって、教師は生徒に努力を求めると同時に、そのプロセスが興味や楽しさなどの感情的エンゲージメントに支えられるよう配慮することが求められるだろう。第二に、認知的活性化と自律性支援の充実が、生徒の属性にかかわらず広範に求められる課題である。本研究の結果、これらの指導がエンゲージメントを高め、不安のプロセスに作用するメカニズムは、性別やSESによらず普遍的であることが示唆された。しかしながら、表2で示されたように、高校生は数学教師から認知的活性化と自律性支援を受けていると認識しているものの、その頻度は「時々している (2)」程度にとどまっている。それゆえ、日々の数学教育実践において、教師が意識的にこれらの指導方略をより多く用いることが、生徒の心理的負担を軽減し、質の高い学習関与を促すための喫緊の課題であるといえるだろう。

4.5. 本研究の限界と今後の課題

しかしながら、本研究にはいくつかの限界と課題が残されている。第一に、本研究は横断的データに基づいているため、変数間の厳密な因果関係を特定することはできない。本研究では、理論的枠組みに基づき「認知的活性化・自律性支援→エンゲージメント→数学不安」という方向を仮定したが、4.2で議論したように、数学不安が高い生徒は補償的に行動的エンゲージメントを増やしているという逆の因果が存在することも否めない。今後は縦断調査を実施し、交差遅延パネルモデル等を用いて、変数間の時間的な先行関係や相互作用を検証する必要がある。第二に、本研究における変数はすべて生徒の自己報告によって測定されている点である。生徒による評価は妥当性が高いとされる一方で (Senden et al., 2022)、外部観察者や教師自身の評価とは必ずしも一致しないことが指摘されている (Alp Christ et al., 2024)。したがって、より多角的かつ客観的に認知的活性化と自律性支援を捉えるためには、今後、第三者による授業観察や教師への質問紙調査を組み合わせた「トライアングレーション (Triangulation)」による検討が求められる (Senden et al., 2022)。第三に、本研究ではデータが持つ階層性を考慮した分析が行われていない点があげられる。学校教育の現場において、認知的活性化や自律性支援は、クラス単位で共有される側面と、個々

の生徒が知覚する側面を併せ持っている。Senden et al. (2022) は、授業の質は本質的にクラスレベルの構成概念であり、適切なレベルでの分析が不可欠であると論じている。さらに、Alp Christ et al. (2024) による最新の経験的研究では、授業の質が学習成果に及ぼす影響プロセスは、個人レベルとクラスレベルで異なる様相を示すことが報告されている。しかし、本研究の使用データは個人を対象としたWEB調査であり、所属クラス等のクラスタリング情報を含まないため、認知的活性化と自律性支援の効果を個人レベルの知覚とクラスレベルの実態に分離できていないという限界がある。今後の課題として、学校やクラスをサンプリング単位とした調査デザインを採用し、マルチレベル構造方程式モデリング等を用いて、これらを厳密に区別して検討することが強く求められる。

5. 結論

本研究は、日本の高校生 ($n = 703$) を対象に、認知的活性化と自律性支援からエンゲージメントを介した数学不安への関連プロセスを検討した。その結果、認知的活性化と自律性支援はいずれもエンゲージメントの3側面と正に関連しており、授業で提供される学習機会が学習者の多面的な学習の取り組みに結びつく可能性が示された。一方で、数学不安との関連はエンゲージメントの側面によって異なり、感情的エンゲージメントは不安の低さと関連するのに対して、行動的エンゲージメントは不安の高さと関連した。媒介分析では、認知的活性化と自律性支援が感情的エンゲージメントを介して数学不安と負に関連するプロセスと、行動的エンゲージメントを介して正に関連するプロセスが併存し、結果として総合効果は有意ではなかった。さらに、これらの関連プロセスならびに各変数の水準について、性別およびSESによる明確な差異は確認されなかった。

以上の知見は、数学不安の軽減を論じる際に、認知的活性化と自律性支援が不安を直接的に増減させるという単純な見方ではなく、学習の取り組みの「あり方」を経由した複数プロセスを想定する必要があることを示唆する点に意義がある。とりわけ、認知的活性化や自律性支援は学習への関与を広く促しうる一方で、その関与が肯定的な感情に支えられる場合には不安の低減と結びつきうる反面、単に努力や粘り強さのみに前傾化する場合には不安の高さを誘発する可能性が示された。したがって、教育実践においては、興味や楽しさを伴う学習経験が形成されているかという観点から、エンゲージメントの質を捉える視点が重要となる。

ただし、本研究は横断調査かつ自己報告データに基づくため、因果方向の確定には限界がある。今後は、縦断研究による時間的先行関係の検証や、授業観察等を組み合わせた測定、ならびにクラスレベルと個人レベルを区別した分析を通じて、認知的活性化と自律性支援がエンゲージメントの各側面をどのように形成し、数学不安とどのように結びつくのかをより厳密に明らかにすることが求められる。

付記

- 本研究はJSPS 科研費「教師の支援が数学的問題解決の要因と関連プロセスに与える影響の解明」(21K20210)の助成を受けたものである。
- 本研究に関して、開示すべき利益相反事項はない。
- 構造方程式モデリングにおける測定方程式の結果を付表1に記す。

付表 1 測定方程式の推定結果

	Loadings	R^2
認知的活性化		
問題をじっくり考えさせるような質問をする	0.75	0.57
時間をかけて考えさせる問題を出す	0.78	0.61
複雑な問題を解くための自分なりのやり方を私たちに聞く	0.80	0.64
解答の方法がすぐにわからないような問題を出す	0.76	0.57
生徒が考え方を理解できたかどうかを知るために、問題を異なる条件で示す	0.80	0.64
私たちが間違った問題から学べるよう手助けする	0.80	0.64
私たちがこれまで学んだことを、新しい条件にあてはめてみる必要がある問題を出す	0.80	0.63
解答方法がいくつもあるような問題を出す	0.81	0.65
自律性支援		
先生は、私たちを励ましてくれる	0.80	0.65
先生は、私たちのことをよくわかってくれている	0.86	0.73
先生は、私たちにいろいろな考え方を教えてくれる	0.83	0.69
先生は、私たちに分からないことがないか聞いてくれる	0.80	0.64
先生は、私たちが何をしたいのか聞いてくれる	0.80	0.65
先生は、学校で勉強したことがどんな時に役立つのか話してくれる	0.77	0.59
先生は、次の話をする前に、前の話をわかっているのか聞いてくれる	0.81	0.65
行動的エンゲージメント		
数学の授業を注意深く聞いている。	0.83	0.69
数学の授業に注意を払っている。	0.88	0.77
数学の先生が新しい内容について話すとき、とても注意深く聞いている	0.89	0.79
数学の学習をとても努力している。	0.81	0.65
授業で新しい数学の内容を始めるとき、一生懸命取り組んでいる	0.86	0.74
感情的エンゲージメント		
数学の授業のとき、学んでいることに好奇心を感じる	0.91	0.83
数学の授業で何かに取り組むとき、興味を感じる	0.93	0.87
数学の授業で新しいことを学ぶのが楽しい	0.91	0.83
数学の授業は楽しい。	0.86	0.74
認知的エンゲージメント		
数学の勉強をするときは、今学んでいることと自分がすでに知っていることを関連づけようとした	0.85	0.72
数学の勉強をするときは、様々な考えを1つにまとめて理解しようとした	0.86	0.74
重要な数学の概念を理解するために、自分なりの例を作った	0.86	0.75
数学の勉強を始める前に、何をしたいかを考えた	0.84	0.71
数学の勉強をしているとき、時々立ち止まって、今までやってきたことを振り返った	0.87	0.76
数学の勉強をしながら、自分がどれだけ理解できたかを記録した	0.83	0.69
数学の勉強をしていて理解しにくいときには、勉強方法を変えた	0.84	0.70
数学学習不安		
数学の授業に向かう時	0.73	0.54
授業前に数学の先生が来るのを待っている時	0.69	0.47
数学の問題を解く時	0.93	0.86
数学の宿題を解く時	0.92	0.85
数学評価不安		
明日の数学のテストについて考える時	0.89	0.79
数学のテストを受ける時	0.95	0.90
数学の期末試験を受ける時	0.95	0.91
数学の試験について考える時	0.90	0.81

参考文献

- Alp Christ, A., Capon-Sieber, V., Köhler, C., Klieme, E., & Praetorius, A.-K. (2024) Revisiting the Three Basic Dimensions model: A critical empirical investigation of the indirect effects of student-perceived teaching quality on student outcomes. *Frontline Learning Research*, 12 (1) , 66–123.
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021) A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147 (2) , 134–168.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y.-M. (2010) Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47 (1) , 133–180.
- Bourdieu, P., & Passeron, J. C. (1977) *Reproduction in Education, Society and Culture*. Sage.
- Chen, F. F. (2007) Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 14 (3) , 464–504.
- Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.) . (2012) *Handbook of Research on Student Engagement*. Springer Science + Business Media.
- Covington, M. V. (1984) The self-worth theory of achievement motivation: Findings and implications. *The Elementary School Journal*, 85 (1) , 5–20.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1987) The support of autonomy and the control of behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53 (6) , 1024–1037.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007) Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7 (2) , 336–353.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004) School engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74 (1) , 59–109.
- Hyde, J. S. (2005) The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60 (6) , 581–592.
- 石井僚・村山航・福住紀明・石川信一・大谷和大・榑美知子・鈴木高志・田中あゆみ(2019) 家庭の所有物を用いた社会経済的地位代替指標の作成. 心理学研究, 90 (5) , 493-502.
- 鹿毛雅治(2013) 学習意欲の理論—動機づけの教育心理学—. 金子書房.
- 経済協力開発機構(2016) PISA2012年調査 評価の枠組み—OECD生徒の学習到達度調査—. 明石書店.
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2009) The Pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Eds.) , *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom* (pp. 137–160) . Waxmann.
- 国立教育政策研究所(1967) 国際数学教育調査 IEA 日本国内委員会報告書. 国立教育政策研究所.
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J., & Maeda, Y. (2021) Relations between students' mathematics anxiety and motivation to learn mathematics: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33 (3) , 1017–1049.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., & Reusser, K. (2009) Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19 (6) , 527–537.
- Liu, Y., Wang, C., Liu, J., & Liu, H. (2021) The role of cognitive activation in predicting mathematics self-efficacy and anxiety among internal migrant and local children. *Educational Psychology*, 42 (1) , 83–107.
- Liu, H., Yao, M., Li, J., & Li, R. (2021) Multiple mediators in the relationship between perceived teacher autonomy support and student engagement in math and literacy learning. *Educational Psychology*, 41 (2) , 116–136.
- Ma, X. (1999) A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (5) , 520–540.
- Ma, X., & Xu, J. (2004) The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel

- analysis. *Journal of Adolescence*, 27 (2), 165–179.
- 三和秀平・外山美樹 (2021) 教師の教科指導学習動機は小学生の自律的な学習動機づけと関連するの—自律性支援を媒介要因として—. *教育心理学研究*, 69 (1), 26-36.
- 文部科学省・国立教育政策研究所 (2023) OECD 生徒の学習到達度調査 PISA2022 のポイント. https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2022/01_point_2.pdf (参照日 2025 年 12 月 14 日)
- 文部科学省・国立教育政策研究所 (2024) IEA 国際数学・理科教育動向調査 TIMSS2023 の結果 (概要). <https://www.nier.go.jp/timss/2023/gaiyou.pdf> (参照日 2025 年 12 月 14 日)
- National Center for Education Statistics (2012) *Improving the Measurement of Socioeconomic Status for the National Assessment of Educational Progress: A Theoretical Foundation*. National Center for Education Statistics.
- OECD (2023) *PISA 2022 Results (Volume I) : The State of Learning and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2024) *PISA 2022 Results (Volume V) : Learning Strategies and Attitudes for Life*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- 岡田涼 (2018) 教師の自律性支援の効果に関するメタ分析. 香川大学教育学部研究報告第 I 部, 150, 31-50.
- Pekrun, R. (2006) The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18 (4), 315–341.
- Pekrun, R. (2024) Control-value theory: From achievement emotion to a general theory of human emotions. *Educational Psychology Review*, 36 (3), Article 83.
- Perry, L. B., & McConney, A. (2010) Does the SES of the school matter? An examination of socioeconomic status and student achievement using PISA 2003. *Teachers College Record*, 112 (4), 1137–1162.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J.-Y., & Podsakoff, N. P. (2003) Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88 (5), 879–903.
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018) Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53 (3), 145–164.
- Reeve, J., & Tseng, C.-M. (2011) Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. *Contemporary Educational Psychology*, 36 (4), 257–267.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007) Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77 (4), 454–499.
- Senden, B., Nilsen, T., & Blömeke, S. (2022) Instructional quality: A review of conceptualizations, measurement approaches, and research findings. In M. Blikstad-Balas, K. Klette, & M. Tengberg (Eds.), *Ways of Analyzing Teaching Quality: Potentials and Pitfalls* (pp. 140–172). Scandinavian University Press.
- Shimizu, Y. (2022) Learning engagement as a moderator between self-efficacy, math anxiety, problem-solving strategy, and vector problem-solving performance. *Psych*, 4 (4), 816-832.
- Shimizu, Y. (2025) Relation between mathematics self-efficacy, mathematics anxiety, behavioural engagement, and mathematics achievement in Japan. *Psychology International*, 7 (2), 36.
- 清水優菜 (2025) 数学教師の認知的活性化は数学不安を低減しうるか? 初等教育論集, 26, 38-47.
- Wang, J., Liu, R. D., Ding, Y., Xu, L., Liu, Y., & Zhen, R. (2017) Teacher' s autonomy support and engagement in math: Multiple mediating roles of self-efficacy, intrinsic value, and boredom. *Frontiers in Psychology*, 8, 1006.
- Zuo, S., Huang, Q., & Qi, C. (2024) The relationship between cognitive activation and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *Current Psychology: A Journal for Diverse Perspectives on Diverse Psychological Issues*, 43 (39), 30794–30805.