

論文の内容の要旨

氏名： 木村 光宏

博士の専攻分野の名称：博士（総合社会文化）

論文題名：国際バカロレアにおける英語による数学学習に関する考察 ―関数分野に焦点を当てて―

本研究は、グローバル化が進む世界各国において実施が広がっている国際バカロレア（International Baccalaureate；以下 IB）の高校段階における、英語による数学学習に着目した研究である。研究の目的として、IB 数学の関数分野に絞り、以下のとおり 3 つの研究課題を設定した。

研究課題 1：英語による数学学習の実態に関する基礎調査を行い、その生徒の考える有効性と課題を同定する。

研究課題 2：質問紙調査により、英語による関数文章題のつまずきについて調査を行い、課題について明らかにする。

研究課題 3：インタビュー調査により、英語による関数文章題における生徒の問題解決のプロセスを捉える。

これらの研究課題を踏まえて、IB の教育手法を概観し（第一章）、数学教育的な視点から母語以外で数学を学ぶ生徒の課題を先行研究を元に整理し（第二章）、第二言語習得の視点から教科内容と言語の両方を学習・教育する二つの焦点をもつ教育アプローチに関する先行研究を整理した（第三章）。

さらに、基礎調査として対象とした公立 IB 認定校の生徒を対象に、言語的な背景などの基本情報や英語による数学学習をどのように認識しているのかについて、質問紙より生徒の認識を把握し、日本語の会話機会が多いことや英語による認知的負荷について明らかにした（第四章）。調査①では IB 生徒と普通科生徒（IB を履修していない生徒）の解答結果から問題解決の際のつまずきを生徒の振り返り記述より分析し、解法過程の課題と読解過程の課題が相互に関係していることを示した（第五章）。調査②では IB 生徒へのインタビューより、さらに詳細な聞き取りを行い、第二言語で問題を解く際の図式化の重要性を明らかにした（第六章）。

第一章では、国際バカロレアの教育手法の一般的な内容から数学の関数分野の内容を概観した。国際バカロレアではより平和な世界を築くことに貢献する若者の育成を目指し、10 の学習者像を設定している。そして 10 の学習者像を目指すために、学習の方法として思考スキルやコミュニケーションの能力のような認知的能力だけでなく、社会性スキルや自己管理スキルなどの非認知的能力の育成も目指し、IB プログラムの全人教育的な側面が表れていることを示した。また、IB では全科目共通で探究が重視され、探究・行動・振り返りのサイクルで行われており、数学については数学的探究のサイクルを示した。この中では、問いを立て、検証し、さらに拡張した問いを探究していくことの必要性が示されている。さらに、数学の学びでは概念、原理、本質に対する理解を深めることがねらいに設定され、内野・西村の挙げている 6 つの重視される指導と学習を手がかりに整理を行った。

第二章では、数学教育の分野で行われている研究を中心に文章題に関する先行研究を概観した。この中で、文章題では多くの要素が現れ、それらが互いに影響し合うため単独で考えることができないことが困難として挙げられた。さらに同じ文章題の中でも、特に実世界と関連する問題では、計算が中心となる文章題よりも難しい数学的操作が求められることが示され、文章題の種類によっても困難の程度が異なることが示された。研究の概念的枠組みについては、Mayer の変換・統合・プラン化・実行過程を示し、その他の先行研究でも分析の枠組みとして使用されていることを示し、Mayer の文章題解決過程について詳細に検討を行った。さらに、関数学習の中でも、解の公式や平方完成が重要であることを示し、本研究における質問紙調査にそれらの問題を含めて調査を行った。最後に、第二言語で数学を学ぶ際の困難について、数学は言語との結びつきが強いため、数学の言語を使用できないといけないということや認知的負荷理論によって、英語による学習の際に負荷があり、母語で処理するときよりも困難があることを示した。

第三章では、第二言語による読解の課題、教授言語について内容言語統合型学習法（Content and Language Integrated Learning: 以下 CLIL）の視点から先行研究を概観した。第二言語習得の理論として、Cummins の生活言語能力と学習言語能力の分類を示し、これらの発達速度は異なることから、これらの視点を踏まえて困難を見逃さないようにすることが重要であることを指摘した。また、第二言語での学習について、コードスイッチングと呼ばれる、第二言語と母語を変換しながら活用する手法がみられ、戦略的に母語を変

換する手法を活用する方法について確認した。さらに、教科内容と言語を同時に第二言語を習得することで知られる CLIL では教科内容の理解と言語活用だけでなく、文化を同時に理解することなどが強調されており、第二章で示した数学教育における日常との繋がりやの強調などと親和性を確認した。

第四章では、生徒に対する質問紙より言語状況を把握し、英語で数学を学ぶことについてどのように考えているかを、生徒の認識から分析を行なった。対象とした生徒は公立で IB 認定を受けた高校で、23 人が質問紙に回答した。生徒の基礎的情報を分析したところ、ほとんどの生徒が、授業外では友達と日本語で会話し、家庭でも日本語で会話するような生徒が通っていることがわかった。加えて、少数ではあるが、英語やその他の言語を活用する生徒がおり、それらの生徒の言語的な背景を考慮した指導の必要性が認められた。次に 2 回の基礎調査結果の比較より、生徒の数学授業における英語の理解に関して調査を行った。その結果、授業中の英語の理解の自己認識について第二回基礎調査では平均が 80.4% となり、第一回に比べ有意に高まっていることが明らかになった。最後に 2 回の基礎調査結果の記述からテキストマイニングを行い、生徒が認識する英語による数学学習のメリットとデメリットの把握を試みた。国際バカロレアの実施により、授業中の英語の理解が進み、生徒も対応できているように考えられるが、メリットと同時にデメリットも挙げられた。効率よく数学だけを学ばせるには母語による学習が良いかもしれないが、「将来直面する実生活での課題や機会と向き合う準備となる力強い全人的能力」の育成を踏まえると、それぞれの教科を独立で学ぶのではなく、統合しながら学ぶことが必要であるといえる。

第五章では、生徒のつまずきの状況から、文章題の問題解決過程でそれぞれどのような処理が行われているかについて検討を行なった。調査①の 6 点満点の合計点において、t 検定を行ったところ、有意に普通科生徒が高い結果となった。この結果は、英語文章題への不安や認知的負荷が影響していると考えられる。また、生徒の回答記述からは、図を描いて解くような流れが示されていた。その中で、読解により理解したことを図にしてアウトプットし、そのアウトプットの結果をさらに参照することで自身の読解を更新し、別の数式による表現などの次のアウトプットにつながるというサイクルを生み出していることを確認した。このように数式以外の視覚的表現が活用され、第二言語習得における理論と対応する要素があり、数学を解くためだけでなく、第二言語を習得する過程においても視覚的な表現が有効であることが示唆された。さらに生徒のつまずきに関する振り返り記述について質的分析を行ったところ、「一つの単語が分からなかったために、テキスト全体の意味の理解に結びつかなかった」、「計算が合わないことで自身の英文理解を疑い、正しい解釈を変更した結果、誤答を導いてしまう」という問題が挙げられた。IB プログラムでは教科内容を教えるだけでなく、生徒を育成する際にアイデンティティを肯定しながら、それぞれの生徒の言語的な背景を踏まえた指導が必要であり、英文読解においても自信を持たせるような工夫が必要と考えられる。

第六章では、生徒に対するインタビューにより、生徒がどのように問題解決に取り組むかについて把握を行なった。生徒は変換過程でキーワードの強調を行うなど、英語の方が日本語の時よりも手がかりを得ようとするため、多くの視覚的表現を構成することが示された。また、統合過程では図を構成する段階で、生徒によって描くタイミングは異なるが多くの生徒が図を描き、自身のイメージと繋げていく様子が語られた。この過程で生徒は図的表現をヒントに読解を進めることもあるという語りがあり、英文読解と図的表現の間には相互作用によりトップダウン方略による読解が促進されている事例がみられた。さらに、インタビューによって生徒のメタ認知的な振り返りの機会を促したことから、個人・集団における振り返りの重要性が明らかになった。IB では探究のプロセスにおいても「振り返り」が重視されているように、自身の学びについて振り返ることを奨励することで、関数概念の獲得に繋がると考えられる。

終章では日本で広がる国際バカロレアにおける数学の英語による学びの結果を踏まえて議論を行った。日本の公立高校で IB が拡大している中で、重要なことは教員が IB の探究的な手法や生徒の協働的な手法を他の一般的な文部科学省のカリキュラムにも波及させていくことであると考えられる。日本の学習指導要領については探究や生徒中心の学びが強調されており、IB の学習方法とは親和性が多く見られる。IB の良い側面を他の学校の実践に取り入れながら、教育改革を推進し、探究的・協働的な手法だけでなく、英語による教科学習についても様々な学校文化に配慮しながら導入することで、より教科横断的な手法や概念型学習の手法により、学際的な学びが広がることが期待される。