

微積分入門期のカリキュラム開発に関する研究 - 運動に焦点をあてて -

竹内 宣勝

1. 研究の意図と目的

現在の高等学校微積分学習においては微分・積分の公式の暗記・計算等に時間がとられがちであり、生徒の微分・積分の概念の習得が十分ではない。教科書をながめてみても、定義や定理に始まり、例題、練習問題と続き、探究活動に十分な時間をかけることができない。

本研究では、これらのことをふまえ「探究活動を通して、微積分の考え方を育む微積分入門期のカリキュラムを提案すること、およびその実践から有用性を考察すること」を研究の目的とする。

2. 論文の構成

序章 研究の意図・目的

第1節 研究の意図

第2節 研究の目的

第1章 高等学校における微積分教育の現状

第1節 現在の微積分入門期の課題

第2節 微積分教育の研究動向

第2章 米国の SimCalcProject にみる微積分入門期

第1節 SimCalcProject の目的

第2節 SimCalcMathWorlds によるデザイン

第3節 SimCalcMathWorlds による表象

第4節 SimCalcMathWorlds による効果

第3章 微積分入門期のカリキュラム

第1節 小中高の微積分以前

第2節 微積分入門期のカリキュラムの提案

第4章 微積分入門期のカリキュラムの実践

第1節 微積分入門期の授業の目的と方法

第2節 微積分入門期の授業の内容と考察

第3節 事前事後の調査による授業の効果の検討

終章 本研究のまとめと今後の課題

第1節 研究のまとめ

第2節 今後の課題

3. 論文の概要

【第1章】

高等学校の微積分の導入時の問題点を指摘し、課題として次の3点を挙げた。

1. グラフ・現象を中心に探究活動ができる微積分教材を検討する。
2. 多くの生徒が微積分の考え方を学べる環境をつくる。
3. 小中の微積分以前を含めた微積分入門期のカリキュラムを検討する。

次に課題を解決する視点で、最近の微積分教育の研究動向として次の4つのアプローチを考察した。

GNA 型探求活動によるアプローチ

CBR を活用した翻訳活動によるアプローチ

CalculusUnlimited によるアプローチ

SimCalcMathWorlds によるアプローチ

【第2章】

Kaput, J.らの文献から、現在米国で進行中の SimCalcProject の理念と SimCalcMathWorlds の活用について考察した。革新の3つのパースペクティブとして子供たちのリソースを引き出すこと、主題の再構築、数学と科学の学習におけるテクノロジー・メディアの活用についての示唆を得た。また、SimCalcMathWorlds で区間線形関数を探究することによって、どのように基本的な MCV (mathematics of change and variation) 概念を学ぶことができるかを考察した。

【第3章】

第1節で微積分以前の重要性を述べ、第2節では、微積分入門期の位置づけとストラテジーについて述べた。微積分以前を含む微積分入門期のカリキュラムでは、生徒が日常的に感じる変化の変化(微分)、変化の総和(積分)を授業に取り入れることを提案する。次に微積分入門期のカリキュラムの学習目標と学習内容を示す。

(目標) 運動を探究することにより微積分の考え方を感得する。

- ・ 体感を伴った運動やグラフ表現を通して変化の変化を感じとる。
- ・ 運動を探究することにより運動とその位置と速度の結びつきを理解する。
- ・ 時間間隔を小さくしていったときの変化の変化の様子や変化の総和を理解する。

(内容) 実現象と速度グラフ・位置グラフ

- (1) 運動現象をグラフで表す。
 - (2) 位置グラフから運動現象と速度グラフを表現する。
 - (3) 速度グラフから運動現象と位置グラフを表現する。
- ・ シミュレーション現象と速度グラフ・位置グラフ
- (1) 位置グラフと現象から変化の割合と変化の総和を考え速度グラフをつくる。
 - (2) 速度グラフと現象から変化の割合と変化の総和を考え位置グラフをつくる。
 - (3) 速度グラフによる運動現象の創作をする。

・ 速度グラフと微積分

- (1) 平均速度と瞬間速度

時間間隔を小さくしていったときの平均速度グラフを調べ、その位置グラフとキャラクターの運動の様子を確認する。非常に短い時間、きわめて小さい部分に分割し、このきわめて小さい部分では均質と考えて 1 当たり量を求める。これが微分の見方であることを知る。

- (2) 速度グラフから直観的な区分求積

時間間隔を小さくしていったときの階段速度グラフを調べ、その位置グラフとキャラクターの運動の様子を確認する。限りなく小さく分割されたものを寄せ集め、全体量を復元する。この積分の見方を知る。

【第 4 章】

第 1 節では授業の目的と方法を述べ、第 2 節では生徒のワークシート、ビデオの記録から授業内容を詳しく分析した。授業の対象は、数学の「微分と積分」が未履修の高 1(4 名)である。第 3 節では、「微積分入門期のカリキュラム」の授業に参加した高 1 の事前事後の調査による理

解変容と、同じ調査問題で数学の「微分と積分」を履修した高 3(21 名)の調査回答との対比から「微積分入門期のカリキュラム」の授業の効果の検討を行った。

高 1 において各調査問題で事前より事後の回答の表現が豊かになり、グラフの読み方が正確に行われるようになった。また事後において数学の微積分を履修した高 3 よりも高 1 のほうが、位置、速度、加速度およびそれらのグラフの解釈等すべての調査問題において理解していることが明らかになった。

4. 今後の課題

「微積分入門期のカリキュラム」では微積分の定義までの教材を用いたが、この変化の変化感を身につけ、さらに微積分学習を続けていく場合の教材開発が必要である。また、微積分を学習する過程として小学校・中学校でどのような探究活動を通した学びが有効かを検討する必要がある。さらに生徒たちがこれからの高度情報化の社会で生きていくのにどのような微積分の力が必要かを検討していく必要がある。

5. 主要参考文献

- Kaput, J. (1998). Representations, inscriptions, descriptions and learning: A kaleidoscope of windows, Journal of Mathematical Behavior, **17**(2), 265-281.
- Kaput, J. & Roschelle, J. (1997). Deepening the impact of technology beyond assistance with traditional formalisms in order to democratize access to ideas underlying calculus, Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Lahti, Finland, 105-112.
- NCTM (2000). Principles and Standards for School Mathematics.
- Nemirovsky, R., Kaput, J., & Roschelle, J. (1998). Enlarging mathematical activity from modeling phenomena to generating phenomena. Proceedings of the 22nd Psychology of Mathematics Education Conference, Stellenbosch, South Africa. 287-294.