

まえがき

平成 24 年度全国学力学習状況調査報告書（文部科学省，2012）では，数学と理科ともに量の関係に関する理解に課題があることが記され，それぞれ指導の改善や充実の必要性が述べられています。本書は，こうした課題の解決に向けて，私がこれまでに取り組んできた 3 つの研究（①「関数的な見方・考え方」を働かせた理科授業の改善に関する一考察，②理数学習の有用性に影響を及ぼす諸要因の因果モデル，③数学との教科等横断的な学習を促す理科授業の試み）をベースにまとめたものです。各研究の概要は以下の通りです。

- ① 中央教育審議会の理科ワーキンググループで例示された「理科の見方・考え方」を上位として，その下位により細かな視点や考え方を設定しました。さらに，中学校理科の密度，フックの法則，オームの法則等の学習は，数学と共有する「関数的な見方・考え方」を働かせて取り組ませることで教科等横断的な学習として行えることを指摘しました。
- ② 理科と数学に共通する「関数的な見方・考え方」を理科の授業に取り入れることで，理数学習の有用性の実感につながることを統計的に明らかにしました。
- ③ 中学校理科「密度」の学習において，理科教師が数学の関数の指導事項を導入し，2 つの数量の関係に着目させ，その特徴を表やグラフ，式を相互に関連付けて考察させる指導法を開発し，その効果を検討しました。

学習内容の視点から見ると，理科におけるエネルギーや粒子を柱とする領域等では，数学と同様に量を扱います。また，実験においては，従属変数と独立変数の量的な関係をグラフ化したり，関数として文字の式で表したりします。数学と理科はともに量の関係を扱うことから，両教科に共通の「見方・考え方」として，新たに「関数的な見方・考え方」を設定しました。資質・能力の育成に向けて，「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の取り

組みを活性化させる必要があり，特に量の関係を扱う授業では，深い学びの鍵として，この「関数的な見方・考え方」を働かせることが重要ではないかと考え，本書に一連の研究成果をまとめました。

私の研究室に所属し，真摯に研究に取り組んだ学部・修士課程・専門職学位課程の皆様の成果なくして，本書を世に問うことはできませんでした。心より感謝申し上げます。

なお，本書は「独立行政法人日本学術振興会 令和3（2021）年度科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）課題番号：21K13660」の交付を受けて刊行するものです。

2023年6月

編著者 山田 貴之

「関数的な見方・考え方」を働かせた理科授業

目 次

まえがき	i
------	---

理 論 編

第 1 章 「関数的な見方・考え方」を働かせた理科授業の改善に関する一考察 — 数学と理科の教科等横断的な視点から —	3
はじめに	3
第 1 節 育成を目指す資質・能力の 3 つの柱と「見方・考え方」	4
第 2 節 階層的に捉えた「理科の見方・考え方」	6
第 3 節 数学と理科の教科等横断的な学習の要となる「見方・考え方」の 検討	12
3-1 「数学的な見方・考え方」と「理科の見方・考え方」の説明で共通に用い られている用語	12
3-2 算数・数学における量の扱い方	13
3-3 理科における 2 つの量に関する学習において働く「見方・考え方」	14
3-4 片桐（2004）の「数学的な考え方」と「理科の見方・考え方」の下位に 設定した「見方・考え方」との対応	17
第 4 節 算数・数学教育における「関数的な見方・考え方」について	21
第 5 節 「関数的な見方・考え方」を働かせる理科の授業改善に向けて	25
5-1 数学と理科に共通の課題 — 2 つの量に関する理解 —	25
5-2 数学と理科に共通する「関数的な見方・考え方」と内包量	26
5-3 中学校理科で取り上げられる内包量	26
5-4 内包量である比例定数を創出する学習の意義 — 微分係数（変化率）の理 解の基礎として —	31
5-5 数学と理科に共通の「関数的な見方・考え方」を働かせる理科授業の改 善	33
第 6 節 高等学校物理の力学の学習で働かせる「関数的な見方・考え方」	39
おわりに	42

第2章 理数学習の有用性に影響を及ぼす諸要因の因果モデル

— 初等教育教員養成課程学生を対象とした質問紙調査に基づいて —
 45

はじめに 45

第1節 調査対象と時期 49

第2節 質問紙の作成 50

2-1 理数の関連性の意識化を測定する尺度 50

2-2 学習方略を測定する尺度 52

2-3 自己効力感、理数学習の有用性を測定する尺度 52

第3節 質問紙の分析方法 53

3-1 質問項目の処理 53

3-2 因子分析、因子間の相関分析、パス図の作成とパス解析 53

3-3 理科と数学の好き嫌いによる因子得点の差の検討 53

第4節 質問紙調査の結果と考察 53

4-1 大問1における集計結果 53

4-2 大問2における因子分析の結果 54

4-3 6因子間の相関分析 56

4-4 重回帰分析 58

4-5 パス図の作成とパス解析 59

4-6 理科と数学の好き嫌いと各因子の関連性 61

おわりに 64

実 践 編

第3章 数学との教科等横断的な学習を促す理科授業の試み

— 関数概念を有する「密度」の学習に焦点を当てて — 71

はじめに 71

第1節 調査対象と時期 75

第2節 授業の概要 76

2-1	理科授業に組み入れる関数の指導事項	76
2-2	密度の理科授業	80
2-3	比例の数学授業	82
第3節	調査問題の作成と分析方法	84
3-1	調査問題の作成	84
3-2	調査問題の分析方法	86
3-3	本章において期待される学習効果	88
第4節	数学との教科等横断的な学習を促す理科授業の効果	89
4-1	量的分析による検討	89
4-2	質的分析による検討	93
4-3	関数の指導事項の効果	97
	おわりに	100

第4章 理科と数学の学習の順序性が密度概念の理解に及ぼす効果

— 中学校第1学年理科「密度」の発展的授業を通して — …… 108

	はじめに	108
1	理科と数学との関連について	108
2	密度概念の理解について	109
3	理科と数学の学習の順序性について	110
第1節	調査対象と時期	112
第2節	授業の概要	112
2-1	密度の理科発展的授業	113
2-2	比例の数学授業	113
第3節	密度テストの作成	115
第4節	理科と数学の学習順序が及ぼす密度概念の理解	115
4-1	合計点の平均値	115
4-2	各設問の正誤者数	117
	おわりに	118

第5章 「関数的な見方・考え方」を働かせた理科授業が内包量概念の理解に 及ぼす効果 — 中学校第2学年理科「オームの法則」において —

.....	124
はじめに	124
第1節 目 的	125
第2節 方 法	126
2-1 調査対象	126
2-2 調査方法	126
2-3 調査問題	126
2-4 両群の授業計画	132
第3節 「関数的な見方・考え方」を働かせた理科授業の効果	133
3-1 意識調査	133
3-2 抵抗テスト	136
第4節 総合考察	138
4-1 第3用法の理解におけるグラフの傾きの意味について考える活動の効果	138
4-2 内包量概念の独立性の理解を妨げた要因	141
おわりに	147

第6章 「関数的な見方・考え方」を働かせる授業方略が2量関係の理解お よび「理科と数学の教科等横断的な学習の意義」に対する意識に及 ぼす影響 — 中学校第1学年理科「フックの法則」において —

.....	155
はじめに	155
第1節 目 的	159
第2節 方 法	159
2-1 調査対象と時期	159
2-2 授業の概要	160
2-3 調査問題と解答例の作成	163

2-4	調査問題の分析方法	165
2-5	質問紙の内容と分析方法	166
2-6	本章において期待される学習効果	166
第3節	「関数的な見方・考え方」を働かせる授業方略の効果	167
3-1	調査問題	167
3-2	質問紙調査	173
	おわりに	176
あとがき		180