

学位論文要旨

高等学校理科における批判的思考力の育成に関する研究

広島大学大学院教育学研究科  
文化教育開発専攻（自然システム教育学）

山中真悟

## I. 論文構成

### 序章 本研究の意義

#### 第1章 研究の目的

- 第1節 批判的思考の概念規定
- 第2節 批判的思考に関する先行研究と問題の所在
- 第3節 本研究の目的とその方略

#### 第2章 批判的思考力の評価

- 第1節 批判的思考力の評価に関する先行研究
- 第2節 理科における批判的思考態度の尺度開発
- 第3節 まとめ

#### 第3章 思考過程の可視化を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅰ

- 第1節 因果関係マップを用いた指導法の開発
- 第2節 因果関係マップを用いた授業実践
- 第3節 結果と考察
- 第4節 まとめ

#### 第4章 思考過程の可視化を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅱ

- 第1節 観察実験ワークシートを用いた指導法の開発
- 第2節 因果関係マップ及び観察実験ワークシートを用いた授業実践
- 第3節 結果と考察
- 第4節 まとめ

#### 第5章 思考過程の可視化を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅲ

- 第1節 信頼度判断及び確信度判断ワークシートを用いた指導法の開発
- 第2節 信頼度判断及び確信度判断ワークシートを用いた授業実践
- 第3節 結果と考察
- 第4節 まとめ

#### 第6章 論証指導を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅳ

- 第1節 論証カードを用いた指導法の開発
- 第2節 論証カードを用いた授業実践
- 第3節 結果と考察
- 第4節 まとめ

#### 第7章 論証指導を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅴ

- 第1節 論証構成及び相互分析ワークシートを用いた指導法の開発
- 第2節 論証構成及び相互分析ワークシートを用いた授業実践
- 第3節 結果と考察
- 第4節 まとめ

### 終章 研究の総括と今後の課題

- 第1節 本研究の成果
- 第2節 今後の課題

## II. 論文要旨

### 序 章 本研究の意義

何を信じ、何を行うかについて合理的・反省的に意思決定を行うことは、私達がより良く生きるためにも、また民主的な社会を維持するためにも重要である (Ennis 1996)。このような思考は批判的思考 (Critical Thinking) と呼ばれ、そもそもは哲学や論理学等、学問領域における探究の方法論として発展してきたが、近代における社会の情報化や大学の大衆化により、全ての市民が身に付けるべきリテラシーの要素として位置づけられるようになってきた (楠見 2011, 道田 2011, 樋口 2013)。これを受け、アメリカを中心に様々な研究が行われてきており、我が国においても、批判的思考力の育成は情報化社会における重要な教育目標として認識されるに至っている (柴田 2006)。

以上のように、批判的思考力は 21 世紀を生きる市民にとって必要不可欠な能力であり、学校教育における様々な教科学習を通して、その育成が図られる必要がある。このことから、理科教育においても批判的思考力の育成について研究を行う必要があると考える。

### 第 1 章 研究の目的

批判的思考にはさまざまな定義があり、必ずしも一致をみていない (道田 2001, 2003, 楠見 2011)。これを受け、近年では先行研究を整理し、批判的思考をいくつかの異なる側面から規定する方法も見受けられる。本研究では批判的思考を、先行研究における引用頻度の高い Ennis (1987) の定義「何を信じ、何を行うかの決定に焦点を当てた、合理的で反省的な思考」を踏まえつつ、「合理的側面」「反省的側面」「目標志向的側面」の 3 つの側面を持つ思考と規定した。また、批判的思考には多くの研究者が指摘するように、批判的に思考するための「能力」と、批判的に思考しようとする「態度」があると考えられている (Glaser 1941, Ennis 1987)。本研究では、批判的思考態度を、青柳ら (2010) の考えに従って「批判的思考の認知的側面を獲得し、活用しようとする傾向」と規定した。

理科教育における最も初期の研究を行ったのは Kastrinos (1963,1964) である。その後、BSCS 等の理科教育カリキュラムの効果測定、科学の内容理解と批判的思考力の相関研究等が盛んに行われている (Tolman 1971, Lucas 1972, Story, Jr & Brown 1977 等)。また、Piaget の理論にある「論理操作能力」と批判的思考力の関連を調査した Raven&Polanski (1974) や、生徒の批判的思考の内実を分析するために Toulmin (1958) の論証 (Argument) の枠組みを用いた Zeilder (1997) や Jimenez-Alexandre & Preiro (2002) 等、心理学や論理学の理論をベースとした研究も行われている。このように理科教育における研究も盛んに行われているものの、批判的思考の概念をいくつかの側面から規定したものは見受けられなかった。また、いずれの研究も主として批判的思考の能力面のみに着目しており、Ennis や Glaser が重要視する批判的思考の態度面の評価を行ったものは見受けられなかった。

本研究では、批判的思考力育成のための学習指導法を開発し、その効果を検証することを目的とした。また、前項で明らかになったこれまでの研究の特徴や課題より、以下の 3 点を取り組むべき研究課題とする。

- ①批判的思考を「合理的側面」「反省的側面」「目標志向的側面」の 3 つの側面より捉え、研究を行う。

- ②批判的思考の能力のみならず、批判的思考態度の評価も加味して研究を行う。
- ③心理学ベースの研究を参考に、自身の思考過程の可視化に着目した指導法を開発するとともに、論理学ベースの研究を参考に、論証の枠組みに着目した指導法を開発する。

## 第2章 批判的思考力の評価

1960年代においては、主に批判的思考の論理的な側面(演繹的推論等)に重点が置かれていた。しかしながら1990年頃を過ぎると、批判的思考の能力は、それが用いられる文脈に依存する領域固有性の高いものであるとの見方も指摘が成され始めた。この時期より理科教育においては、前述の論理的側面に重点が置かれたテストによる批判的思考の評価はあまり行われなくなり、単元学習時のパフォーマンスに基づく質的な評価が行われるようになった。これを受け、本研究においても、一般化された評価問題による批判的思考の能力の評価は行わないこととし、各単元の学習内容に即したパフォーマンスの分析を以て能力の評価に代えることとした。

一方、批判的思考態度の測定には主として質問紙法が用いられている。しかしながら、理科教育における批判的思考態度の尺度は未だ開発されていないため、本研究を行うにあたり新たに開発する必要があると考えた。

本研究では、廣岡ら(2001)のクリティカルシンキング志向性(non social version)尺度を改良し、新たに理科における観察・実験場面を想定した批判的思考態度を測定する全26項目の質問項目を作成した。質問紙調査及び因子分析を行った結果、理科における批判的思考態度として、「合理的な思考」「探究心」「慎重さ」の3つの因子を抽出することができた。各因子は前章で規定した批判的思考の「合理的側面」「目標志向的側面」「反省的側面」にそれぞれ対応すると考えられる(表2-1)。

表2-1 理科の観察・実験場面における批判的思考態度を測定する質問項目の因子負荷量

因子	項目
合理的な 思考 (合理的 側面)	実験の条件から実験結果を論理的に説明する。
	実験データを解釈するときは、客観的な態度を心がける。
	一つのやり方で問題が解決しないときには、いろいろなやり方を試みる。
	一つ二つの立場だけでなく、できるだけ多くの立場から考える。
	判断を下す際には、先入観にとらわれないようにする。
探究心 (目標志向 的側面)	できるだけ多くのデータを収集する。
	根拠に基づいた判断をする。
	自分の知らない自然現象に興味を持つ。
	自分の知らない科学技術に興味を持つ。
慎重さ (反省的 側面)	新しいものにチャレンジするのが好きである。
	普通の人が気にもかけないようなことに疑問を持つ。
	先生の言ったことも、少しも疑わずに信じたりしない。
	教科書の記述だからといって、うのみにしない。
	実験から得られたデータを、少しも疑わずに信じたりしない。
	不都合なデータだからといって無視しない。

## 第3章 思考過程の可視化を通じた批判的思考力育成のための指導法 I

本研究で規定した批判的思考の3側面のうち、まず合理的側面及び反省的側面の育成に着目した。生徒がこのような思考を行う際には、「①自分の思考過程を論理的に整理する」「②自分の

思考過程を意識的に吟味する」という2つの段階があり、それぞれ批判的思考の合理的側面、反省的側面に対応すると考えた。また、生徒に批判的思考を行わせるためには、授業において上記の①②の段階を意図的に行わせるような活動を取り入れる必要があると考えた。以上のことから、自分の思考過程を可視化し、それを吟味していく活動として、「因果関係マップ（図3-1：実験や現象の結果と、その背景にある原因との因果関係を図で表したもの）」を作成し、それを吟味する活動を行わせることで、批判的思考の合理的側面や反省的側面を育成できるのではないかと考えた。

授業実践は2010年6月に広島県の国立大学附属高等学校3年生の物理選択者Ⅰ群及びⅡ群（Ⅰ群41名、Ⅱ群38名：合計79名）を対象に、物理Ⅱ「電界と電位」の単元で行った。全10時間構成の単元のうち、第1時及び第5時において因果関係マップを取り入れた授業を行った。また、単元の前後において第2章で作成した質問項目を用いて、生徒の批判的思考態度を測定した。

本章において開発した指導法の効果を検証するため、実践前後の質問紙調査における各因子の得点について、平均値の差の検定（対応のある $t$ 検定）を行った。その結果、「合理的な思考」については実践前よりも実践後の方が有意に高かった。一方、そのほかの因子については有意な差は見られなかった。

また、ワークシートの分析の結果、生徒は自身が一度書いた因果関係マップを修正するという、課題に対して合理的に思考している様子がみられた。このように、因果関係マップを用いた活動により、生徒は合理的な思考が促され、前述の質問紙分析の結果が得られたと考えられる。

上述のように、開発した指導法によって、生徒の合理的に思考しようとする態度を養うことができたとともに、授業における合理的な思考活動を促すことができた。このことから、本章で開発した指導法は、批判的思考の合理的側面の育成に有効であったと考えられる。本章で開発した指導法によっては、自らの書いた因果関係マップを修正するという内省的な活動を取り入れたにも関わらず、批判的思考の反省的側面の向上はみられなかった。また、批判的思考の目標志向的側面については、その育成のための指導を行わなかった。これら2つの側面の育成については、第4章及び第5章において指導法の改良を行うこととする。

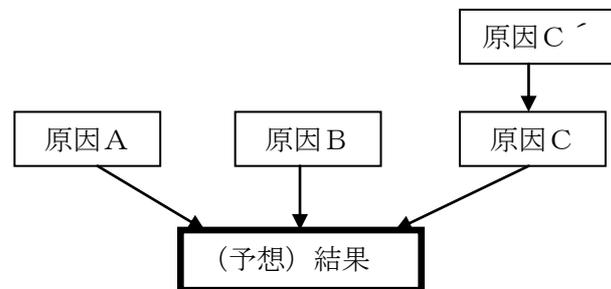


図3-1 因果関係マップの例

#### 第4章 思考過程の可視化を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅱ

批判的思考の目標志向的側面の育成のためには、獲得した批判的思考の方法を、観察・実験場面における問題解決のために適用させる指導が有効であると考えた。そのため、単元導入時において因果関係マップを用いて批判的思考の方法を獲得させ（指導Ⅰ）、その後の観察・実験場面において、獲得した批判的思考の方法を活用させる（指導Ⅱ）という、段階的な一連の指導法を開発した。そして、指導Ⅱを行うためのワークシートを開発した（図4-1）。このワークシートは左右2面から成り、左面が実験計画等を行うスペース、右面が一度書いた実験計画等を吟味するための視点を導出するスペースである。このワークシートを用いた具体的な指導方法は次の

とおりである。まず左面において実験計画等を行わせる。次に右面において、一度書いた実験計画等を吟味するための視点を導出させる。そして右面で導出した視点に基づき、色ペン等を用いて左面を修正させる。以上のような手順で開発したワークシートを使用させることで、獲得した批判的思考の方法を観察・実験場面において適用でき、批判的思考の目標志向的側面が向上するのではないかと考えた。

**物理 I ワークシート**  
 クラス( ) 番号( ) 名前( )  
 課題：記録タイマーを用いて、重力加速度を測定しよう。  
**Step 1: まずは実験方法を考えよう。**

実験方法

手順	注意すべきこと

図

**Step 2: 実験について、個人で考えよう。**  
 ☆実験方法について、本論に問題はないが考えてみよう。↓いずれかに○を  
 (この方法で問題はない・どこかに問題がありそうだ・問題があることがわかる)  
 ☆以下の手順に従い、実験方法を見直そう  
 ◎おもりの落下運動に影響(誤差)を与えそうな要因の候補をあげよう。

A B C

↓

◎それらの要因それぞれについて、その改善・解決方法を考えよう。

Aについて	Bについて	Cについて

**Step 3: 考えた解決方法を整理して、色ペンを用いて左ページの実験方法を修正しよう。**

図 4-1 批判的思考適用のためのワークシートの例

授業実践は、広島県内の公立高等学校 2 年生 38 名を対象に、物理 I「物体の運動」の単元において行った。全 6 時間のうち、第 1 時において従来の「因果関係マップを用いた活動」を取り入れるとともに(指導 I)、第 5 時及び第 6 時において新たに開発したワークシートを用いた活動を取り入れた(指導 II)。

本章において開発した指導法の効果を検証するため、実践前後の質問紙調査における各因子の得点について、平均値の差の検定(対応のある  $t$  検定)を行った。その結果、「合理的な思考」及び「探究心」については実践前よりも実践後の得点の方が有意に高かった。

また、ワークシートの分析の結果、生徒は単元導入時に獲得した批判的思考の方法を、観察・実験場面で適用することができたことが明らかとなった。このように、因果関係マップを用いた活動により、生徒は合理的な思考が促されたと共に、新たに考案したワークシートを用いることにより、生徒は獲得した批判的思考の方法を観察・実験場面で適用することができたと考えられる。これにより生徒は、批判的思考を用いて探究することの重要性を認識し、前述の質問紙分析の結果が得られたと考えられる。以上のことから、本章で開発した指導法によって、批判的思考の合理的側面及び目標志向的側面を養うことができたといえる。

### 第 5 章 思考過程の可視化を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅲ

批判的思考の反省的側面を育成するためには、まず他者の思考過程に対して反省的に吟味しようとする態度を育成し、次に自身の思考過程に対して反省的に吟味しようとする態度を育成する

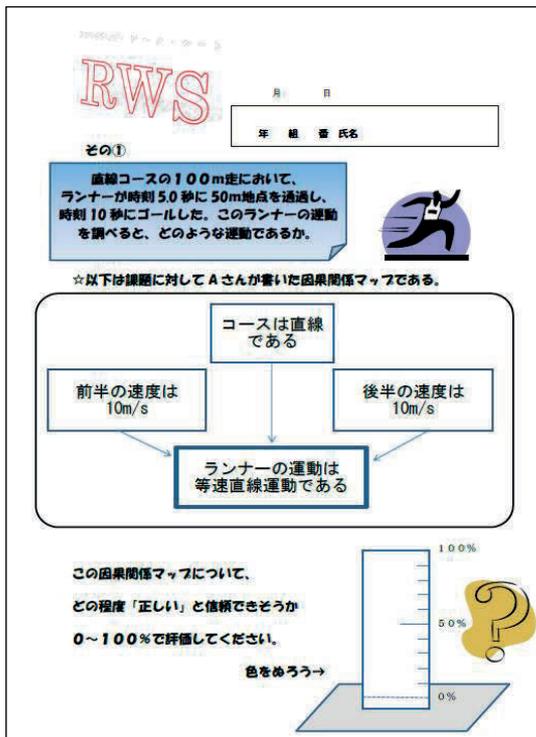


図 5-1 信頼度判断のためのワークシートの例

他者の思考過程を吟味することとなり、反省的に吟味しようとする態度を身に付けることができると考えた。

第2に、自身の思考過程に対してもその信憑性を判断させる課題（確信度判断課題）を取り入れたワークシートを作成した（図 5-2）。具体的には、まず自身で実験計画を立てさせ、次にそ

という、段階的な指導が有効であると考えた。そこでまず、他者の思考に対してどの程度信頼できるかを判断させる活動（信頼度判断）を行わせ、次に自身の思考に対してどの程度自信があるかを判断させる活動（確信度判断）を行わせるという指導法を開発した。そして、このような活動を行わせるための2種類のワークシートを作成した。

第1に、他者の思考過程に対して吟味を行わせるためのワークシートを作成した（図 5-1）。ワークシートにはまず物理の学習内容に関連した課題が示してあり、次にその課題に対する仮想人物の思考過程が示してある。最後に仮想人物の思考過程に対する信頼度を0～100%の範囲で判断させるという課題が設けてあり、生徒はこの課題に取り組むことによって、

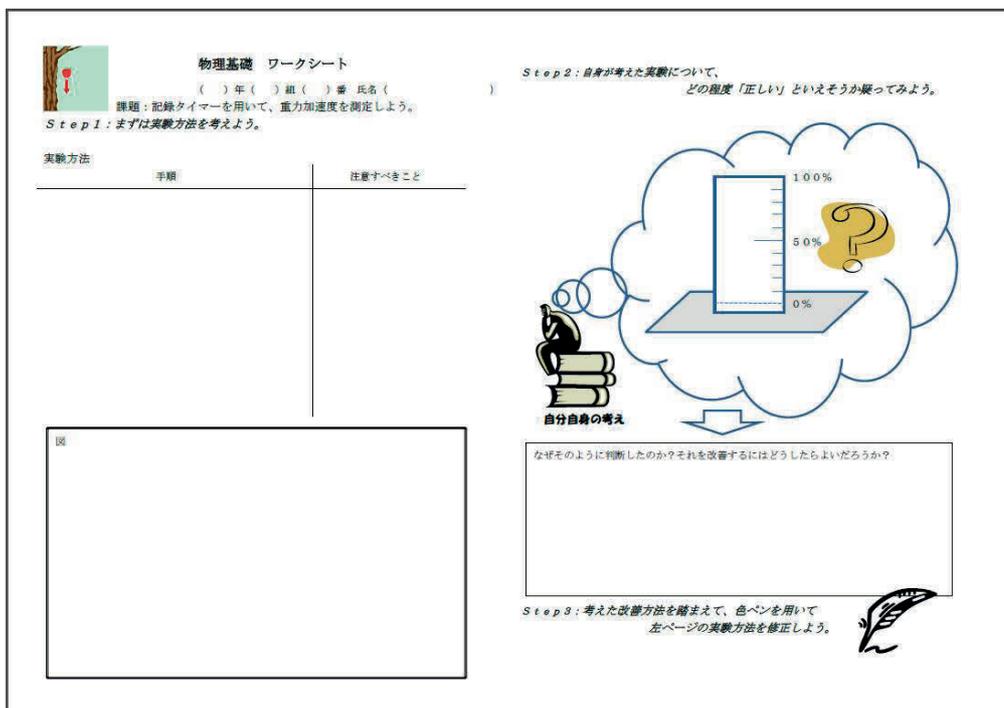


図 5-2 確信度判断のためのワークシート

の実験計画を吟味させる指示を与え、確信度を 0~100%の範囲で判断させるという課題を取り入れた。

授業実践は広島県内の私立高等学校 1 年生 1 クラス（男子 11 名，女子 13 名，計 24 名）を対象に，物理基礎「力と運動の法則」の単元で行った（全 10 時間）。第 2 時～第 8 時の授業開始時において，他者の思考過程に対する信頼度判断を行う活動を，第 9，10 時において自身の思考過程に対する確信度判断を行う活動を取り入れた。実践前後において質問紙調査を行い，生徒の理科における批判的思考態度を測定した。

本章において開発した指導法の効果を検証するため，実践前後の質問紙調査における各因子の得点について，平均値の差の検定（対応のある  $t$  検定）を行った。その結果，「慎重さ」については実践前よりも実践後の方が有意に高かった。また，ワークシートの分析を行った結果，まず，第 2 時～第 8 時におけるワークシートを見ると，全ての時間において，欠席者を除く全ての生徒が信頼度判断値を記入していた。同様に第 9，10 時のワークシートを見ると，生徒が自身の思考過程に対する確信度判断を行っている様子が見られた。これらのことから，生徒は本章において開発した指導法により，他者や自身の思考過程に対して反省的に吟味するような活動が促されたのではないかと推察される。

上述のように，開発した指導法によって，生徒の反省的に思考しようとする態度を養うことができたとともに，授業における反省的な思考活動を促すことができた。このことから，本章で開発した指導法は，批判的思考の反省的側面の育成に有効であったと考えられる。

## 第 6 章 論証指導を通じた批判的思考力育成のための指導法Ⅳ

論証には「主張」「証拠」「論拠」という基本構造が存在することが指摘されている（Toulmin 1958 等）。論証の枠組みを通して批判的思考態度を育成するためには，まずこれら論証の基本構造を踏まえ，他者の論証の分析を行わせることが有効ではないかと考えた。以上を踏まえ，次のような指導法を開発した（図 6-1 に例示）。まず何らかの文脈における他者の論証が記された「論証カード

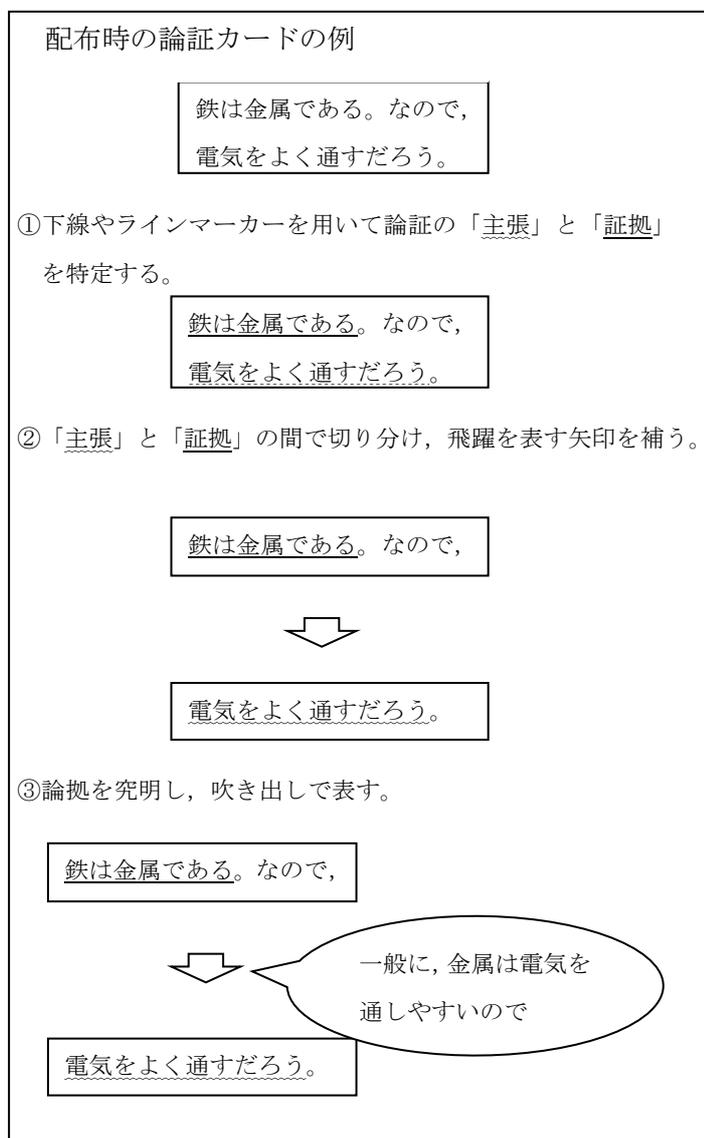


図 6-1 論証カードを用いた学習活動の例

ド」をみて、主張と証拠を見分ける活動を行う。次に、主張と証拠の間で論証カードを切り分け、別紙に貼り付ける。その後、主張と根拠の間に論証の飛躍を表す矢印を補うとともに、当該論証における「論拠」を推定し記述する。

授業実践は2013年12月に広島県の公立高等学校1年生1クラス（男子19名、女子21名：計40名）を対象に、化学基礎の授業において行った。授業は2時間構成で行い、各時間において論証カードを用いた活動を取り入れた。また実践の前後において質問紙調査を行い、生徒の理科における批判的思考態度を測定した。

本章で開発した指導法の効果を検討するため、実践前後の質問紙調査における各因子の得点について、平均値の差の検定（対応のある  $t$  検定）を行った。その結果、「探究心」については実践前よりも実践後の方が有意に高かった。また、「慎重さ」については実践前よりも実践後の方が有意に高い傾向が見られた。一方、「合理的な思考」については有意な差は見られなかった。このことから、開発した指導法によって、生徒の批判的思考の目標志向的側面及び反省的側面を養うことができたと考えられる。

また、ワークシートの分析の結果、生徒は論証の枠組みを理解し、各論証の論拠を究明することができていた。このことから生徒は、論証の枠組みを用いた探究に興味を持つことができたとともに、論証を吟味することの重要性を認識することができたと考えられる。

上述のように、本章で開発した指導法は、批判的思考の目標思考的側面及び反省的側面の育成に寄与したと考えられる。同指導法は、批判的思考の合理的側面に対して効果を示さなかったため、第7章においては、批判的思考の合理的側面の育成に資する指導となるよう、指導法の改良を行うこととする。

## 第7章 論証指導を通じた批判的思考力育成のための指導法 V

論証の枠組みを通して批判的思考態度の合理的側面を育成するためには、前述した論証カードを用いた指導に加えて、論証を生徒同士で多角的・論理的に分析するような活動が有効であると考えた。理科において多角的・論理的な分析を行う場面として、観察・実験場面がある。この観察・実験場面において論証の枠組みを用いて分析を行わせるためには、実験結果の予想を記述させる場面において、獲得した論証の枠組みを用いて予想結果の記述を行わせるとともに、記述した論証を生徒同士で相互に分析させる指導が有効ではないかと考えた。そして、このような指導を行うため、新たにワークシートを作成した。このような活動を行うことで、生徒は実験結果の予想に対して多角的・論理的に分析を行うこととなり、批判的思考態度の合理的側面が向上するのではないかと考えた。

授業実践は広島県内の公立高等学校2年生2クラス75名を対象に、物理基礎「仕事とエネルギー」の単元で行った。実践の前後において作成した質問紙を用いて生徒の批判的思考態度の測定を行った。

本章で開発した指導法の効果を検討するため、実践前後の質問紙調査における各因子の得点について、平均値の差の検定（対応のある  $t$  検定）を行った。その結果、「合理的な思考」については実践前よりも実践後の方が有意に高かった。一方、「探究心」「慎重さ」については有意な差は見られなかった。このことから、本章において開発した指導法によって、批判的思考態度の合理的側面を養うことができたとはいえる。

また、ワークシートの分析の結果、開発した指導法により、多くの生徒は課題に対する回答を論証の形式で記述することができたとともに、記述した論証を生徒同士で相互に分析することができていた。これにより生徒は、他者や自己の論証に対して多角的・論理的に思考することができ、前述の質問紙分析の結果が得られたと考えられる。

上述のように、本章で開発した指導法は、批判的思考の合理的側面の育成に寄与したと考えられる。

## 終章 研究の総括と今後の課題

これまで述べてきたことから、本研究の成果を整理すると、以下の2点が挙げられる。

まず1点目は、我が国の理科教育においてほとんど実践例がみられなかった批判的思考力の育成において、自身の思考過程の可視化に着目した指導法及び論証の枠組みに着目した指導法を開発できた点である。

2点目は、表 8-1 に示すように、開発した各指導法について、批判的思考の3つの側面に対する育成効果を確認できたことである。本研究の第3章から第7章にかけて開発した5種類の指導法は、それぞれ1單元以内の内容に対して行い、それぞれ1つから2つの側面に対して効果を示した。また、自身の思考過程の可視化に着目した指導法及び論証の枠組みに着目した指導法のいずれについても、総合的にみると3つの側面全てに対して効果を示した。これらを単元や教材の特徴に合わせて選択・実践していくことで、批判的思考の各側面を、年間を通してバランス良く育成していくことが可能であると考えられる。

表 8-1 本研究における各章の指導の結果

指導法の区分	章	合理的側面	目標志向的側面	反省的側面
因果	第3章	○	-	-
関係	第4章	○	○	-
マップ	第5章	-	-	○
論証	第6章	-	○	○
カード	第7章	○	-	-

本研究の今後の課題をまとめると、以下の3点が挙げられる。

- ①実践毎の教育効果の違いについて検討していくこと。
- ②本研究で開発した指導法が多様な場面で実践されやすいよう、様々な科目や単元における実践事例を提案すること。
- ③批判的思考の各側面をバランスよく育成するための指導の在り方について検討を行うことである。

## 引用・参考文献

青柳西蔵, 石井裕剛, 下田宏, 伊丹悠人, 富江宏, 北川欽也, 河原恵 (2010) 「教育用ディベートシステムを導入した学習単元の提案と批判的思考態度醸成効果の評価」日本教育工学会論文誌, 33(4), pp.411-422.

- Ennis, R.H.(1987) “A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities.” Teaching thinking skills : Theory and practice, W.H. Freeman and Company, N.Y. ,pp.9-26.
- Ennis.R.H(1996) Critical Thinking. Prentice-Hall, Shimon & Schuster/A Viacom Company, New Jersey.
- Glaser.E.(1941) An experiment in the development of critical thinking. New York: Teachers College of Columbia University, Bureau of publications.
- 樋口直宏 (2013) 「批判的思考指導の理論と実践 アメリカにおける思考技能指導の方法と日本の総合学習への適用」学文社.
- 廣岡秀一・元吉忠寛・小川一美・斉藤和志 (2001) 「クリティカルシンキングに対する志向性の測定に関する探索的研究 (2)」三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 21,pp.93-102.
- Jimenez-Alexandre,M.P.・Preiro-Munoz,C.(2002) Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. International Journal of Science Education,24(11),pp.1171-1190.
- Kastrinos,W.(1963) Teaching for critical thinking in high school biology. Journal of Research in Science Education,1,341-350.
- Kastrinos,W.(1964) The relationship of two methods of teaching to the development of critical thinking by high school students in advanced biology. Science Education,48(2),pp.187-195.
- 楠見孝 (2011) 「批判的思考とは -市民リテラシーとジェネリックスキルの獲得-」楠見孝・子安増生・道田泰司,『批判的思考力を育む -学士力と社会人基礎力の基盤形成-』, 有斐閣, pp.2-24.
- Lucas,A.M.(1972) Inflated posttest scores seven months after pretest. Science Education , 56(3),pp.381-387.
- 道田泰司 (2001) 「批判的思考の諸概念：人はそれを何だと考えているか？」琉球大学教育学部紀要 (59) , pp.109-127.
- 道田泰司 (2003) 「批判的思考概念の多様性と根底イメージ」心理学評論, 46(4), pp.617-639.
- 道田泰司 (2011) 「批判的思考の教育 -何のための, どのような? -」楠見孝・子安増生・道田泰司, 『批判的思考力を育む -学士力と社会人基礎力の基盤形成-』, 有斐閣, pp.140-153.
- Raven,R.・Polanski,H.(1974) Relationships among Piaget’ s logical operations, science content comprehension, critical thinking, and creativity. Science Education, 58(4),531-544.
- 柴田義松 (2006) 「批判的思考力を育てる -授業と学習集団の実践」, 日本標準.
- Story,Jr,L.・Brown,I.D.(1977) The effect of the BSCS inquiry slides on the critical thinking ability of first-year high school biology students. Journal of Research in Science Education,14(4),pp.341-345.
- Tolman,R.(1971) Student performance in lower division collegiate general biology programs in selected community colleges and four-year institutions in Oregon. Journal of Research in Science Education,8(2),pp.105-112.
- Tourmin,S.(1958) The uses of argument. Cambridge University Press, Cambridge, (戸田山和久, 福澤一吉訳, 2011, 『議論の方法 -トゥールミンモデルの原点-』. 東京図書) .
- Zeilder,D.L.(1997) The central role of fallacious thinking in science education. Science Education, 81(4),pp.483-496.