

論文

数学教育におけるクリティカルシンキングを育成する学習指導の在り方
—中学校3年「相似の利用」の授業実践を通して—

Curriculum Guidelines to Promote Critical Thinking Through Mathematics Education
: The Teaching Practice of “the Use of Similarity” in the 9th Grade

服部 裕一郎 (高知大学教育学部)¹

井上 優輝 (広島大学附属福山中・高等学校)²

HATTORI Yuichiro¹ and INOUE Yuuki²

1 Faculty of Education, Kochi University

2 Fukuyama Junior & Senior High School attached to Hiroshima University

ABSTRACT

As discussed in OECD, critical thinking is attracting attention today as a key competency: it has become an essential skill for people to achieve success and for the realization of a normally functioning society. In Japan, promoting critical thinking among children is an important contemporary issue in the study of mathematical literacy.

In this report, we reconsider how to treat critical thinking in mathematics education by reviewing the definition and components of critical thinking reported in earlier studies. Using the framework of the cognitive process of critical thinking and the existing curriculum guidelines for mathematics, we obtained three findings for promoting critical thinking through mathematics education. Based on these findings, we propose a method for teaching “the use of similarity” to a third-year class of junior high school.

- ・ There is a need to develop teaching materials that encourage students to think about “what is important,” “why,” and so on.
- ・ In addition to the mathematical content to be taught, we need to set, for every unit, specific goals of “ability” and “demeanor” that are fostered through mathematical activities.
- ・ An environment that inspires students to revisit mathematical activities through discussions with others must be cultivated in class.

In this teaching practice, the Group F students, whose performance was discussed in the case study, displayed critical thinking abilities through interaction with other members of the group and by listening to the opinions of other groups. As for the type of critical thinking observed, it was found that in Group F as well as the other groups, students did not engage in problem solving very actively, thus suggesting the necessity of further examination in this area. It should also be noted that the analysis of the teaching practice did not involve assessment of individual changes. This issue remains to be discussed, along with the development of an appropriate assessment method.

1. はじめに

クリティカルシンキングはアメリカの国語教育で 1960 年代から論じられるようになり、近年この思考方法に対する関心が国際的に高まってきている（鈴木ら，2006）。例えば、クリティカルシンキングは OECD のキー・コンピテンシーの中核ともなっており、教育におけるリテラシーの議論の中でも注目されることが多い（久保，2011）。また、現在施行されている学習指導要領においても、その改訂の趣旨である「言語活動の充実」の中で、子どもたちに育成すべき能力の 1 つとしてクリティカルシンキングは重要視されている^{註1)}（文部科学省，2012）。

クリティカルシンキングを直訳すると「批判的思考」となるが^{註2)}、この概念は、教育学、哲学、心理学、看護学など現在あらゆる分野によって非常に多義的に扱われている（道田，2003）。数学教育におけるクリティカルシンキング研究に目を向けると、それはこれまで蓄積されてきた数学的リテラシー研究の中で現在注目されていることが分かる^{註3)}。例えば、清水（2007）は、我が国の市民が身につけるべき数学的リテラシー像として、今後は「個人が数学的な知識・技能を活用して自分のおかれた状況を批判的・反省的にとらえる力」（p.48）が重要になることを指摘する。長尾（2011）は、数学的リテラシーについて考える時に、それぞれの学校段階、進路希望、立場により必要な数学の内容は異なっても、必ず身に付けさせなければならない能力として、批判的思考力を挙げている。また、数学的リテラシーを育成する授業実践の中で、小学校算数や中学校数学において批判的思考力を育むことを目指した研究もある（例えば、小田，2011；望月，2011 など）。

しかしながら、数学教育におけるクリティカルシンキング研究については、批判的思考力といった捉え方はされてはいるものの、その理論的な位置づけ、特質、構成要素等については、いまだ十分に明らかにされたとは言い難い^{註4)}。「批判的思考」というラベルを安易に用いることは、その多様性を覆い隠すものになってしまう（道田，2003）危険性もあるため、数学教育においてクリティカルシンキングを育成する場合にあっても、それが具体的にどのような能力であるのかを明らかにし、そして、授業レベルでのクリティカルシンキング育成の在り方を具現化していくことが今後重要であろう。

筆者はこれまで、岩崎・服部（2010）において、数学教育におけるクリティカルシンキングを「与えられた事象について、数学的根拠に基づいて正しい判断をしようとする能力や態度」と暫定的に捉えて研究をすすめ、具体的な授業実践例を提案した（服部・岩崎，2013）。この研究において開発した授業実践としては、数学科が担当した総合的な学習の時間における授業実践であり、現在の数学科学習指導要領の範囲内において行われる日常の数学の授業実

践において、子どもたちのクリティカルシンキングを育成することを目的とした授業実践研究をさらに蓄積していく必要があると考える。

そこで本稿では、まず第 2 節において、これまでのクリティカルシンキングに関する先行研究から、その定義及びクリティカルシンキングの構成要素を概観することで数学教育におけるクリティカルシンキングの捉え方について再考する。次に、数学教育においてクリティカルシンキングをどのように育成すべきかについて、第 3 節では、楠見（1996；2007）によるクリティカルシンキングの認知的過程の枠組みから、第 4 節では現在施行されている数学科学習指導要領から、その示唆を得て、学習指導の在り方を基礎的に考察し、第 5 節において、その知見をまとめる。その基で、第 6 節・第 7 節においては、中学校 3 年「相似の利用」から子どもたちのクリティカルシンキングを育成する授業提案を行い、その実践を通して、生徒が実際にどのようなクリティカルシンキングを発揮にしたかについて、事例的に検証を行う。

2. 数学教育におけるクリティカルシンキングとは

本節においては、数学教育におけるクリティカルシンキングをどのように捉えるべきかについて、主に、R.Ennis（1987）、Fisher（2001）、道田（2000）、楠見（2007）の 4 者による先行研究を概観することでその示唆を得たい。

まず、クリティカルシンキング研究の草分け的存在である R.Ennis（1987）による定義をみると、クリティカルシンキングとは「何を信じて、何を行うかを決定することに焦点をあてた合理的で反省的な思考」とする。そして、クリティカルシンキングの構成要素を大きくは「態度」と「能力」に分け、それを図 1 のようにまとめている。図 1 によれば、クリティカルシンキングは、基本的な情報源に対し、あらゆる推論を駆使して、自分の行動を決定するために、物事を明確化させていく能力として挙げられ、それはクリティカルシンキングの態度に支えられているとみることができる。また、この図 1 は次節で述べるクリティカルシンキングの認知的過程としてもみることができる。そして、R.Ennis（1987）は、「態度」については 14 のリストを、「能力」については 12 のリストを図 2、図 3 のように作成している。

「態度」のリストを概観すると、それは、自分のクリティカルシンキングを発揮して、正確な答えを出すためにあらゆる能力を使おうとする強い自己意志が必要であることが分かる。またそれだけではなく、9.「開かれた心をもつ^{註5)}」や、14.「他人の知的素養の程度、知識レベル、感性に敏感である」にあるように、それは自己のみならず他者の意見に対しても対象とし、それを尊重したり、判断したりすることが必要であることが分かる。また、R.Ennis

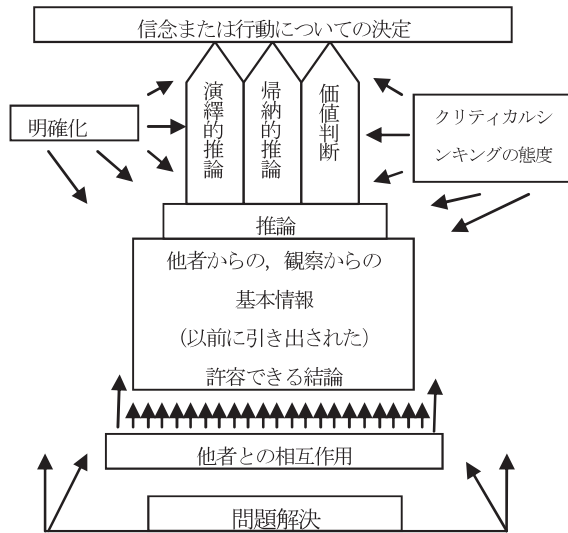


図1 クリティカルシンキングの構成要素 (R. Ennis, 1987)

1. 命題や質問の明確な答えを探す
2. 理由を求める
3. 精通しようとする
4. 信頼できる情報源を使い、言及する
5. あらゆる状況を考慮する
6. 主要な論点から外れないようにする
7. 最初のそしてまた基本的な関心を忘れない
8. 他の選択肢を探す
9. 開かれた心を持つ
10. 証拠と理由が十分であればその立場に立つ（証拠と理由が十分であったとしても立場を変える）
11. 主題が許す限りの正確さを求める
12. 複雑な全体に対してきちんとした方法で扱う
13. 自分のクリティカルシンキングを発揮する
14. 他人の知的素養の程度、知識レベル、感性に敏感である

図2 クリティカルシンキングの「態度」のリスト

1. 問題を焦点化すること
2. 議論を分析すること
3. 明確化するために質問に答えたり、説明を求めたりすること
4. 情報源の信頼性を判断すること
5. 観察すること、そして、観察レポートを判断すること
6. 演繹し、演繹を判断すること
7. 帰納し、帰納を判断すること
8. 価値判断すること
9. 用語を定義し、定義を判断すること
10. 仮定を確認すること
11. 行動を決定すること
12. 他者と相互作用すること

図3 クリティカルシンキングの「能力」のリスト

(1987) は「能力」についての基本領域は「明確化」、「推論の土台」、「推論」、「相互作用」であるとしており、図1の「明確化」の役割からも分かるように、この「能力」のリストは正しく行動を決定するために、対象を徐々に明確化させていくのに必要な能力群と解釈できる。

次に、Fisher (2001) は、クリティカルシンキングを実践する人をクリティカル・シンカーと表現し、「クリティカル・シンカーは、多くの状況において、何を信じ、行動するかを決める最善な方法をこの種の推論と反省的思考であるとし、それゆえ、適切な時はいつでもこれらの方法を用いる態度をとる。」(p.14) と述べる。そして、その「態度」については、与えられた問題に対して、ただ一つの正しい方法が存在しそれを使おうとする態度ではなく、状況によって、「欠陥のある思考方法を部分的に修正できる」(p.14) 柔軟さを持つことを意味する。

道田 (2000) は、批判的思考を「批判的な態度（懐疑）によって解発（リリース）され、創造的思考や領域固有の知識によってサポートされる論理的・合理的な思考」と定義し、その構成要素としては、「態度」、「技術」、「知識」の3成分であるとしている。「態度」については、この3要素のうち「最初に必要な」もので、「見かけに惑わされずに、ものごとに疑いを持つこと」であると述べる。「技術」については、「批判的思考の中核をなす」とし、「他の可能性が考えられないかを柔軟かつ多面的に考える創造的思考と論理的・合理的に考えて本質を見抜くという2つの側面がある」としている。「知識」については、「批判的思考の技術をサポートするもの」とであるとしている。道田 (2000) はこの3要素について最も重要な要素は「批判的な態度」であるとし、「いくら批判的思考の技術や知識をもっていても、使おうとする傾向（態度）がなければ始まらない」と述べている。E.B.ゼックミスタ・J.E.ジョンソン (1996) も道田と同様に、クリティカルシンキングを「態度」、「技術」、「知識」の3要素に分け、「態度」の重要性を説いている。また、道田 (2000) は、批判的思考態度が「問題解決中にその過程をモニターする役目を果たす」としている。

最後に、楠見 (2007) は「批判的思考とは、物事を客観的かつ多面的に捉え、規準に基づいて判断する論理的、反省的思考である」とする。その構成要素には、「知識・スキル・態度」があるとし、「批判的思考教育は、その構成要素であるスキルや知識を教えることによって、その能力を高め、あわせて態度を育成する」ことが重要であると述べている。

ここまでみてきたように、クリティカルシンキングの定義はやはり研究者により様々であるが、共通点としては、それは反省的思考でもあり、論理的な思考、合理的な思考、創造的な思考など、あらゆる思考法を活用していることに

注目できる。つまり「自分が正しく判断をするための意思決定のための幅広い思考方法」である。言い換えれば、クリティカルシンキングは「様々な思考方法に支えられた思考方法」とも言えるだろう。

そして、構成要素としては、「知識」・「技術」・「態度」の3点に分けられていた。R.Ennis (1987) は「態度」と「能力」の2つに大別しているが、「能力」のリストからも分かるように、それは「知識」と「技術」を含んでいると思われる。推論を適用する「技術」であったり、議論を分析したり、情報源の信頼性を判断したりするためには、そのための「知識」が必要であるからで、道田 (2000) がいうように、「知識」は「技術」をサポートしているものといえよう。この「知識」には、手続き的な一般的な領域普遍知識 (情報収集、解釈の形成、論証形式の評価など) と、内容に関する領域特殊知識 (領域固有の知識) がある。楠見 (1996) は、領域特殊知識がなくても、領域普遍知識を用いればある程度は理解できるが、複雑な領域になるほど領域特殊知識が重要になることを述べている。

以上のことを踏まえた上で、数学教育におけるクリティカルシンキングを再考してみたい^{註6)}。筆者はこれまで、「与えられた事象について、数学的根拠に基づいて正しい判断をしようとする能力や態度」(岩崎・服部, 2010) と暫定的に捉えて研究をすすめてきたが、クリティカルシンキングを発揮しようとする態度と、正しく意思決定をするための数学的知識や正しい数学的推論がより重要になると考えられる。よって、現段階においては、それに鑑み、数学教育におけるクリティカルシンキングを「与えられた事象について、数学的知識や数学的推論等を駆使してその妥当性や信頼性を正しく判断しようとする能力と積極的な態度」^{註7)}と捉え直したい。また、その構成要素については、まずは、「能力」とそれを用いる「態度」に大別し、「能力」については、数学的知識と数学的推論を適用する技術を内包することとする。

3. クリティカルシンキングの認知的過程

本節では、クリティカルシンキングはどのような過程を経て形成されていくのかについて考察する。楠見 (1996 ; 2007) は、その認知的過程とその中で適用されるスキルと知識について、Ennis (1987) によるクリティカルシンキングの考え方から次のようにまとめている。

(1) 基礎的な明確化

明確化のための基礎的な能力としては、焦点化によって、問題、仮説、主題を明確化すること、論証を分析すること、明確化のための疑問を提起すること、がある。

(2) 推論の基盤の検討

推論を支える情報源としては、他者の主張、観察、以前に行った推論の結論がある。そこで、情報源の信頼性を

判断したり、観察や観察報告を評価する能力が必要である。

(3) 推論

推論には、演繹の判断、帰納の判断、価値判断の能力がかかわる。帰納における判断には、一般化の能力と、探索的な結論や仮説を推論する能力がある。後者には、調査をしたり、仮説や結論の合理性を規準にもとづいて判断することを含む。推論後の明確化には、名辞や定義を判断する能力と、仮説を同定する能力がかかわる。

(4) 問題解決

最終段階として、行為の決定がある。一方、他者との相互作用を、議論、発表、論文などを通して行うことも大切である。ここには、ここまで述べてきた(1)~(4)のすべての能力がかかわる。

楠見 (1996) によれば、クリティカルシンキングの認知過程は(1)→(2)→(3)→(4)となる。クリティカルシンキングは問題を解決するために自己が行う最終決定 (行動の選択) である (4)の段階までも含むことが特徴的であり、各段階において、クリティカルシンキングのいくつかの能力が発揮されることになる^{註8)}。また、クリティカルシンキングの出発点は「問題を明確化」することにより、特にこの「明確化」についてはクリティカルシンキングの認知過程においても(1)「基礎的な明確化」から(3)「推論後の明確化」に至るまでをカバーする重要な能力といえる。「明確化」のためには、「何が重要か？」や「なぜ？」といった疑問を生徒自身が内省的に行うことを必要とする。こういった「疑問に思う態度」についてはこれまでの数学科授業においては多くは教師側からの「発問」という形で行われてきたが、生徒のクリティカルシンキングを育成することに焦点を充てた授業の場合、できるだけ生徒自身が自ずと内的に疑問を持つような教材の在り方を考える必要があることが示唆される。

4. 数学科学習指導要領からみた数学教育におけるクリティカルシンキングを育成する学習指導の在り方

本節においては、現在施行されている数学科学習指導要領 (文部科学省, 2008, 2009) から今日的に数学教育において重視されている点を今一度確認することで、数学教育においてクリティカルシンキングをどのように育成すべきかについてその示唆を得る。

この度の数学科学習指導要領の改訂において最も注目されていることは「数学的活動」の文言が目標の文頭にきたことによる「数学的活動の充実」が挙げられるだろう。中・高を通じて、その数学的活動を通して、数学的な見方や考え方、数学的な処理・表現をする能力を育成し、それらを活用して考察したり判断したりする態度が望まれている。

また、今回の改訂において、高等学校の「数学Ⅰ」と「数学Ⅱ」において、「課題学習」が設けられることになった。例えば、「数学Ⅰ」であれば、「数と式」、「図形と計量」、「二次関数」、「データの分析」の内容又はそれらを相互に関連付けた内容を生活と関連付けたり発展させたりするなどして、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識できるようにすることが内容として位置づけられている。また、これを受けて内容の取り扱いについては図4のように示されている。

課題学習については、それぞれの内容と関連を踏まえ、学習効果を高めるよう適切な時期や場面に実施するとともに、実施に当たっては数学的活動を一層重視するものとする。

図4 課題学習における内容の取扱い

課題学習については生徒が主体的に活動することで数学のよさを認識できるようにするために設けられたものでそのためには数学的活動を一層重視することが求められている。数学的活動については「第3款 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い」においても図5のような記述がされている。

指導に当たっては、各科目の特質に応じ数学的活動を重視し、数学を学習する意義などを実感できるようにするとともに、次の事項に配慮するものとする。

- (1) 自ら課題を見だし、解決するための構想を立て、考察・処理し、その過程を振り返って得られた結果の意義を考えたり、それを発展させたりすること。
- (2) 学習した内容を生活と関連付け、具体的な事象の考察に活用すること。
- (3) 自らの考えを数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり、議論したりすること。

図5 「高等学校 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い」における数学的活動に関する記述

中学校については数学的活動を「内容」に位置づけ、図6のように記述しており、高等学校はこれらを踏襲しているといつてよい。数学的活動とは、生徒が目的意識を持って主体的に数学に関わる活動を行うことであり、これらを通して学びを発展させていくものである。また、数学的活動は、観察や操作、実験といった外的活動や、類推、帰納、演繹などの内的活動を含んでいる。クリティカルシンキングが「自分が正しく判断をするための意思決定のための幅広い思考方法」である特徴を持つことから、図5の(3)にあるように、「自らの考えを数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり、議論したりする」数学的活動は数学教育におけるクリティカルシンキング育成の重要な鍵と

【数学的活動】

- (1) 「A 数と式」、「B 図形」、「C 関数」及び「D 資料の活用」の学習やそれらを相互に関連付けた学習において、次のような数学的活動に取り組む機会を設けるものとする。
 - ア 既習の数学を基にして、数や図形の性質などを見だし、発展させる活動
 - イ 日常生活や社会で数学を利用する活動
 - ウ 数学的な表現を用いて、根拠を明らかにし筋道立てて説明し伝え合う活動

図6 中学校において内容として位置づけられた数学的活動

いってよい。また、そのためには、図6のアにおいて「既習の数学を基にして」とあるように、与えられた事象について判断するための正しい数学的知識（領域特殊知識）も必要となる。そして、第2節でもみたように、クリティカルシンキングを大きくは「能力」と「態度」と大別する場合、数学的活動を通して育成すべき「能力」と「態度」を単元ごとに具体的に設定することが重要となる。

5. 数学教育におけるクリティカルシンキングを育成する学習指導への示唆

それでは、数学の授業において、どのように指導をすれば子どもたちのクリティカルシンキングが育成されるのであろうか。第3節でもみたように、クリティカルシンキングの認知的プロセスとしては、自らの推論過程を反省することが重要となる。つまり、以前に行った推論の結論の妥当性を、情報源の信頼性や他者の意見等から検証することが求められる。数学の授業において、数学的活動によって自らが導出した数学的結論を意識的に吟味させるためには、子どもたちが行った数学的活動を他者との議論を通じて振り返る場面が有効であろう。楠見・子安・道田（2011）では、批判的思考教育の実践として、大学での9つの教育実践事例を紹介しているが、その事例を概観すると、これらの実践は共通して「他者との関わり」の中で批判的思考を育てている。その方法は、ディベートであったり、ディスカッションであったりと、授業形式により様々である。他者との議論があればそれでよいという訳ではないが、算数・数学を題材とする話し合いや討論の場での反論や問題点の指摘が、いやでも自分の考えの客観性、一般性、論理性を反省するきっかけとなろう（岩崎，2007）^{註9）}。つまり、他者との議論を通じて、「自他ともに思考を明晰にしていくような」（岩崎，2007）数学的活動を振り返る場面を教師が意図的に設定することは、クリティカルシンキングの育成において、その意義は大きいと考える。

以上のことを踏まえ、第3節、第4節で得られた示唆をここでまとめよう。本稿における数学教育におけるクリテ

ィカルシンキングを育成する学習指導の在り方に関して、これまでに得た知見をまとめると、以下のようになる。

- ・「何が重要か？」や「なぜ？」といった疑問を必要とする視点を定着させるために適した教材が必要であること
- ・学習する数学的内容に加えて、数学的活動を通して育成すべき「能力」と「態度」を單元ごとに具体的に明確に設定すること
- ・他者との議論による数学的活動を振り返る場面を授業において設定すること

次節では、これらの知見に基づき、また、楠見（1996；2007）によるクリティカルシンキングの認知的過程を授業の流れに置き換えることで、中学校3年において学習する「相似の利用」からクリティカルシンキングを育成する授業実践を提案してみたい。

6. 授業提案—中学校3年「相似の利用」から—

6. 1 単元設定の理由

中学校3年「相似の利用」は、直接測ることが困難な物の高さや距離をこれまでに学習した相似な図形の性質を利用して求めることを学習する単元である。この単元は、日常生活で数学を利用することが実感できる場面であり、生徒が主体的に活動することが期待できる。

例えば、校舎の高さを求める際に、測定者から校舎までの水平距離と仰角という情報が与えられたとき、実際の校舎の高さは直角三角形の縮図をかくことで求めることができる。しかし、教材において、そのようなデータ（水平距離・仰角）が予め与えられてしまっているのは、生徒はそのデータを利用した計算だけに意識が向いてしまうだろう。一方、データを生徒自らで実際に収集させた場合、誤差など様々な問題点が現われる。そしてその問題点を生徒に議論させる。「自分たちで得られた数学的結論は果たして正しいのかどうか」、「なぜ、このような結果が出たのだろう」といったことを検証する段階で生徒のクリティカルシンキングが育成されると期待する。

中学校学習指導要領解説では、第2章第3節第3学年「相似な図形の性質の活用」の中で、「測定が可能な距離や角を作業によって求め、それをもとにして縮図を作成し、必要な高さや距離を求めるというような学習も取り扱うことができる」（文部科学省、2008）と記述されているが、本題材では、さらに出された結果の妥当性について検証することに重きを置く。数学的活動の成果を共有し反省することで生徒のクリティカルシンキングが育成される一つの実践例として提案したい。

6. 2 本単元で育みたいクリティカルシンキング

本単元において、育みたいクリティカルシンキングは以下のア、イの「能力」と、ウの「態度」とする。

- ア. 数学的に導いた結論の妥当性を検証することができる能力
- イ. 数学的根拠をもって、得られた成果を発表する能力
- ウ. 自らが行った数学的活動を反省し、その問題点を改善しようとする態度

ア、イは、本研究での数学教育におけるクリティカルシンキングの定義における「与えられた事象について、数学的知識や数学的推論等を駆使してその妥当性や信頼性を正しく判断しようとする能力」に対応し、ウは、「積極的な態度」に対応している。

6. 3 単元計画と各時限における提案授業の概要

単元計画は表1の通りである。まず、第1時限において、グループごとに、校舎の高さを測量するための準備を行う。校舎の高さについては、校舎を撮影した写真（図7）の矢印部分であることを教室全体で共有する。どのようなデータを収集すれば校舎の高さを求める事ができるかを検討させ、その方法を各グループ2通り考えさせる。第2時限において、実際にデータを収集し、そのデータを基に、各グループそれぞれの方法で校舎の高さを求める。自分で計算して出した結果をグループ内の他の人の結果と比べ、相違点がある場合、なぜそのような結果になったかを検討する。また、目測での高さと計算結果が大きく異なる場合、なぜそのような結果になったかを議論する。第3時限において、各グループで出した結論についてその妥当性を検証した結果の問題点、改善点をまとめ、グループごとに発表する。



図7 校舎の高さ

表1 「相似の利用」単元計画

単元計画（実施時間：全3時間）		
時	学習内容	指導上の留意点
1	<p>○4～5人のグループを構成させる。</p> <p>○校舎の高さをグループごとに調べることを提案する。</p> <p>○各グループで、校舎の高さを調べるためには何を測量すればよいかを検討させる。その際、2つの方法を考えさせる。</p> <p>○方法の考察と並行して、測量に必要な道具を作らせる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・4人ないし5人1組のグループ分けを行い、A-Iの9グループ（男女混合）を構成させる。 ・校舎の高さは図の矢印の部分であることを明確に意識させる。 ・2つの測量方法については、類似の方法でもかまわない。 ・何が必要か、何を調べればよいかは生徒自身に考えさせる。 ・役割分担も決めさせておく。
2	<p>○校内での測量を行わせる。</p> <p>○校舎の高さを求めさせる。</p> <p>○グループ討議</p> <p>○個々に出した結果をもとにグループで議論する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・グループ毎に役割分担を行い、効率よく作業を進める。 ・議論や計算は教室内で行うように指示する。 ・教室に戻ってくるまでの時間は25分程度。 ・ワークシートには計算の羅列ではなく、何をしているかが分かるように記述させる。
3	<p>○グループで求めた高さを発表させ、板書を行うことで結果を共有させる。</p> <p>○求めた値の違いに着目させる。</p> <p>○誤差の原因・改善方法について各自で考えさせる。</p> <p>○誤差の原因・改善方法についてグループで議論させる。</p> <p>○いくつかのグループを指定し、考察内容を発表させる。</p> <p>○発表内容をもとに、まとめを行う。</p> <p>○学習の感想をまとめさせる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自発的に「なぜ誤差が出たのだろう？」と考えさせる。 ・ワークシートでは、考察内容を明示していないので、クラスの雰囲気によって原因・改善方法のどちらかに重みがおかれても良い。 ・結論についてその妥当性を検証した結果の問題点、改善点をまとめ、グループ毎に発表する。 ・授業者は「○○や△△などの考えが出た」と生徒の意見を再度述べる程度で、「○○が重要」などの結論を与えることは行わない。 ・実際の高さ（14.7m）を伝える。

6. 4 提案授業における子どもたちのクリティカルシンキングの認知的過程

本単元計画における子どもたちのクリティカルシンキングを育成する授業展開において、特に重きを置いている部分は第2時限、第3時限における結果の考察と、妥当性の検証である。第2時限のように、データを生徒に収集させた場合、誤差など様々な問題点が現れる。正確に測量できることも重要であるが、正確に測量することができなかった場合、その誤差によっては明らかに自分の計算結果がおかしいことに気付くだろう。子どもたちのクリティカルシンキングはこの場面から発揮されると期待する。第3節でみた子どもたちのクリティカルシンキングの認知的過程である(1)基礎的な明確化→(2)推論の基盤の検討→(3)推論→(4)問題解決のそれぞれの観点から、本提案授業におけるその具体を次のように想定する。

(1) 基礎的な明確化

基礎的な明確化の段階では、問題点を焦点化することが必要である。本単元においては、第2時限で「校舎の高さを正確に出すこと」が問題の焦点となり、このとき、自分の出した計算結果に対し、グループ内の他者の計算結果と大きく異なった場合や自分の目測等との比較によって問題が明確化することになる。

(2) 推論の基盤の検討

問題点が明確となった場合、自分の推論過程を振り返ることになる。その推論にあたっては、領域特殊知識である「相似」に関する数学的知識（既習内容）によって検証を行っていく。自己の推論が正しい場合は、推論の基盤であった観察によって得た情報源（本授業においては、水平距離、仰角などの資料）の信頼性を判断することとなる。

(3) 推論

この段階において、(1)、(2)を経た推論により、新たな数学的事実が発見されることも期待できる。例えば、角度が1度でもずれると結果としては大きな誤差が生じることや、正確な測定を行うために統計的な考え方を想起することなどである。これらにより、結論の合理性を判断することとなる。

(4) 問題解決

問題解決にいたっては、他者との相互作用として、グループ毎に発表した意見を参考にしたりすることになる。自分の行った推論を明確化させ、この問題における最終決定を行う。

このような認知的過程を経て、子どもたちはクリティカルシンキングを発揮していく。具体的には、育みたいクリティカルシンキングにおける「ア. 数学的に導いた結論の妥当性を検証することができる能力」と「ウ. 自らが行った数学的活動を反省し、その問題点等を改善しようとする

態度」である。生徒のクリティカルシンキングの態度を育成する場合、教師側が「本当にこれで合っているの？」であるとか、「批判的に考えよう」等、意図的な指示から議論に揺さぶりをかけるのではなく、その問題点について、「なぜ、このような結果が出たのであろう」とあくまでも生徒自らが考えることが重要である。そして、自分の推論過程を再び吟味することとなる。その中で、縮図による相似計算が正しかった場合は、観察によって得られたデータを疑うこととなる。数学的活動の成果を振り返り、また他者の情報を共有し、議論しあうことから、最終的に、育みたいクリティカルシンキングにおける「イ。数学的根拠をもって、得られた成果を発表する能力」が育成されると期待する。

7. 授業実践

7. 1 授業実践の目的

本授業実践は、以下の2点について考察するために行うものである。

検討課題1：本授業実践における子どもたちのクリティカルシンキングの実際を第6節第4項で示した子どもたちのクリティカルシンキングの認知的過程の観点から検証を行う。

検討課題2：本授業実践は、第6節第2項で示したクリティカルシンキングを子どもたちに育むことができたか。

7. 2 授業実践の概要

授業の対象、時期、授業者は以下のとおりである。第2時、第3時を中心に授業実践の概要を述べる。なお、本授業実践ではグループでの議論が中心となるため、本来ならば全グループの議論を取り上げるべきであるが、本稿では事例的にグループF(S1～S5の5人グループ)に注目し、その実際を示すこととした。

対象：国立大学附属中学校3年生1クラス
(男子21名、女子20名、計41名)

日時：第1時 2014年3月11日

第2時 2014年3月12日

第3時 2014年3月14日

授業者：井上 優輝

第1時において、教師は生徒に1グループ4～5人で構成するA～Iの計9グループをつくらせ、次の課題を設定した。

校舎の高さはどれくらいだろうか？

教師は図7の矢印部分に当たる校舎の高さを調べる方法をグループごとに検討させた。また調べる方法については、2通り考えるように促し、測量を行うための道具についても本時で作成するよう指示した。

第2時において、教師は前時に考えた方法をグループごとに再確認させた後、教室を出て、校舎の高さを求めるために必要なデータを収集させた。どのグループの生徒達も授業終了15分前には教室に戻り、収集したデータを用いてグループごとに校舎の高さを求めた。グループFでは、測量したデータをもとに、まずは各自で校舎の高さをそれぞれの方法で求め、その過程で図8、図9で示す議論を行っていた^{註10}。その後、生徒達はグループFとしての結論を導出した。

S1-1：てかさあ、え？ここって測らんでよかったけ？
ななめ・・・。
S2-1：え？
S1-2：測らんでいつか・・・。あっ・・・。
S2-2, S3-1：(ほぼ同時に) 比じゃけえ。
S3-2：あ～びっくりしたあ。
S1-3：ははは。
S4-1：325m！
S3-3：え？325？
S4-2：う、うん。なんぼになった？
S3-4：は？長すぎん？長すぎるよ！東京タワー？
S1-4, S2-3, S3-5, S4-3, S5-1：はははははは。
S3-6：計算ミスつとるよ、もう、多分ミスつとる。

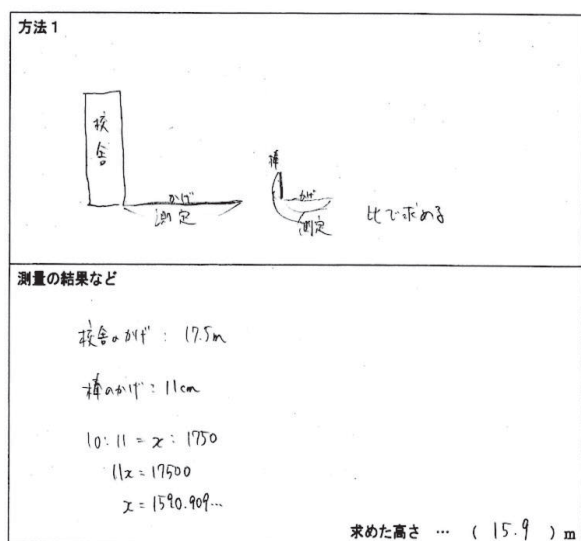
図8 グループFによる議論I

S2-4：えー、こっからこっって何cm？
S1-5：あー、待って待って、cmとさあ、じゃけ、混同して足しとんじゃないん？じゃけ、あのこのさあ60何cmを足すときに何か・・・。
S4-4：まって、14.6mってなんぼ？
S3-7：何が？
S1-6：なんぼ？
S4-5：cmに直したら？
S2-5, S3-8：1460cm。
S4-6：お～、そういうことね！はいOK！
S1-7, S2-6, S3-9, S4-7, S5-2：はははははは。
S3-10：もう、びっくりしたー、もう。
・・・
S1-8：(データを指しながら) これはね、ちょっと誤差、誤差、誤差、誤差じゃけ。
S4-8：これも誤差？誤差？ここの62cm(地面から目の高さまでの距離)があまりにも信憑性が薄い、ははは。
S1-9, S5-3：ふふふ。
S1-10：でもここに(地面に)ピタッとくっつけて測るわけにもいかんじゃん！？
S4-9：まあな。

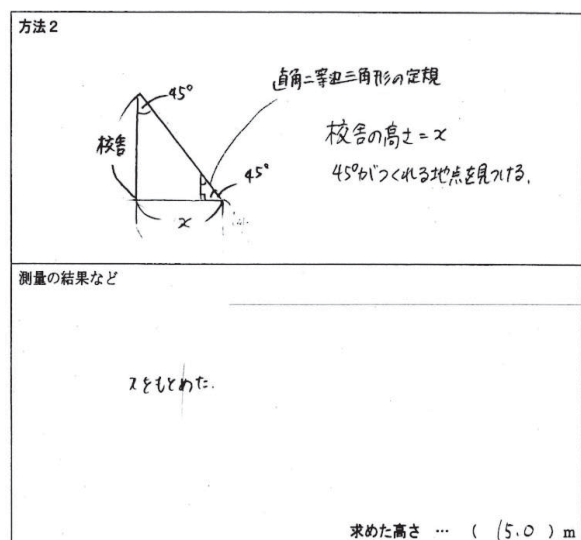
図9 グループFによる議論II

第3時において、教師は前時において導出したグループ内の結論について、校舎の高さを求めた方法及びその結果を発表させた。それぞれのグループの解決方法は大別して次の4通りの方法であった。以下にそれぞれの解決方法を生徒の記述例と合わせて示す。

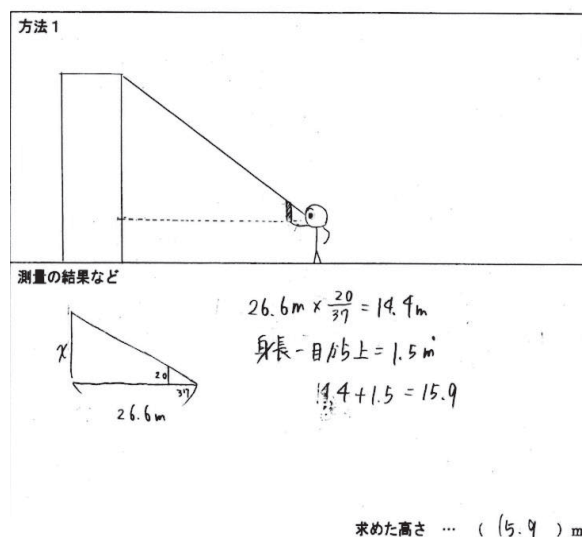
解決方法1：校舎の影の長さや物体（ボールペン、棒、人など）の影の長さの相似比を利用する方法。グループA、B、E、G、H、Iが採用。ただし、グループHは、グループ内の生徒それぞれが測量し、その平均をとっていた。



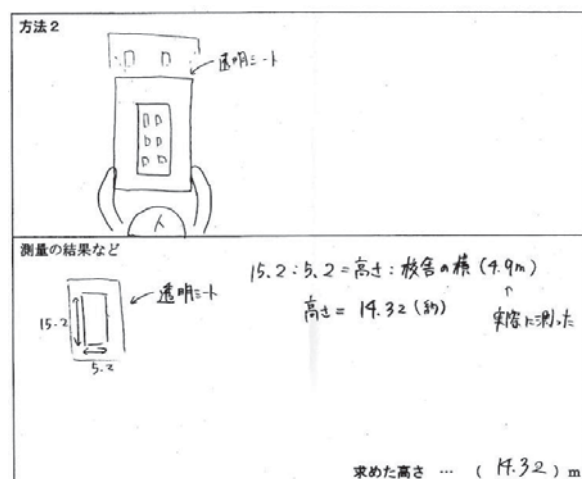
解決方法2：直角二等辺三角形の辺の長さの比を利用する方法。グループC、E、Iが採用。グループCは、30°、60°、90°の直角三角形の辺の長さの比も利用していた。



解決方法3：校舎の先端と物体（物差しなど）の先端が重なる地点を見つけ、相似比を利用する方法。グループD、F、Hが採用。ただし、グループHは、グループの生徒それぞれが測量し、その平均をとっていた。



解決方法4：写真（図7）や透明シートを利用し、その相似比を利用する方法。グループA、B、D、F、Gが採用。



教師は黒板に、表2のようにグループごとに求めた校舎の高さを板書し、「この結果をみてどのように思うか」と生徒達に尋ねた。すると、生徒からは「大体13~17の間だ」、「13~17というのは大体ではないのではないか」との意見が出され、教師はあらためてこの課題が校舎の正確な高さを求めることであったことを確認した。その後、この表2の結果に対してどのように思うかについて、再度グループ内で議論を促した。グループFでは図10、図11で示す議論が展開された^{註11)}。

表2 各グループの結果

	方法1	方法2
グループA	15.0 (m)	13.1 (m)
グループB	15.9 (m)	13.2 (m)
グループC	17.0 (m)	14.5 (m)
グループD	14.3 (m)	15.9 (m)
グループE	14.9 (m)	15.0 (m)
グループF	17.0 (m)	15.3 (m)
グループG	16.1 (m)	16.0 (m)
グループH	14.9 (m)	14.8 (m)
グループI	17.4 (m)	13.2 (m)

S4-10: だって相似じゃけっていったって、明らかにさあ、
クスの木にぶつかってっただけ無理じゃね？
S3-11: どうやってやったん？
S1-11: うーん。
S2-7: そこはなんか、大体でやったんじゃないん？
S1-12: その大体があれ・・・。
S3-12: でもその大体がさあ、何十倍もするけえさ結構な
大きさになる。
S4-11: そうそうそう。
S2-8: まじか！？
S3-13: 数 cm がさあ、何十倍もするけえ、数 mm でもい
いけど。
・・・
S3-14: でも誤差が逆にいい方向にいったるかもしれん、
かもだけど。
S2-9, S5-4: かもっ！
S3-15: 早く結果を知りたい、どんぐらいなんか。
T1: また、さっきと同じように少しずつ発表してもらいま
すので・・・。
S3-16: 班の意見・・・。
S3-17: やっぱ少しの誤差が、・・・。
S3-18: うん。
S1-13: 最初はちっちゃい相似でやるときはさあ、このち
っちゃい三角形じゃけ例えばこの三角形が 1cm
違ったら大分違うし、・・・、目線で固定しにく
いし・・・。
S3-19: うんうんうん、そうなんよね、でこっちも頭がち
ょっと動いとったら・・・。
S1-14: うんうんうんうん。
S3-20: 最初のポイント決めとったけどね。
S1-15: まあ、やっとなんだけど、でもこれは奥行もあった
し。
S3-21: そうなんよ、奥行きがあったんよ。

図10 グループFによる議論Ⅲ

S4-12: 誤差の他になんかある？
S2-10: うーん、誤差だけに・・・。
S3-22: 誤差による・・・。
S1-16: もとものの・・・根本的になってこと？
S4-13: うーん、誤差の他に何も考えつかんくない？
S1-17: そのかけたやつがどうだとか？
S1-18: まあでもあれやわ、遠近法のあれも・・・。
・・・
S4-14: 班の意見・・・何書く？
S3-23: 小さな誤差による・・・。
S5-5: 小さな誤差の積み重ね？
S4-15: まず 1m 物差しが垂直だったかって言われたら微
妙だしな・・・。
S3-24: うーん。
S4-16: 2つあったら確実にじゃけど 1つしか使ってないけ
ん。
T2: じゃあ、あと 2分くらいで発表できるところまで・・・。
S1-19: 影だったらさ、そのう、遠近法とか関係ない？
S2-11: 関係ないでしょ。
S1-20: 目線は？関係する？
S4-17: 目線は関係ないけど、あの一、目までの高さが、
あの何て言うん、垂直にするのが難しいんだって、
特にメジャーだったら、・・・、て言う話じゃな
いん？
S1-21: こっちは関係ないん？こっちは、・・・あつそうか。
S3-25: うん、影と一緒にじゃもん・・・。
S4-18: 影と一緒になんよ。
S1-22: こっちは関係する？
S3-26: うん、目で見るけんなあ。
S4-19: 遠近法・・・プラスする？
T3: ではまああの一大体まとまったみたいですので各班の
考えたことっていうのを聞いていくようにしましょう。
・・・
T4: では F 班。
S4-20: えっと、えっと遠近法とかで、上と下の間隔が若
干違ったり、あとは計測するときに立てたもの
が本当に垂直になっているかなどがちょっと難
があったりして小さな誤差の積み重ねで相似比
なので何十倍にもなるので大きな差になったの
ではないかと思いました。【誤差の影響に関する
意見】

図11 グループFによる議論Ⅳ

他グループの発表で代表的なもの（グループB、グルー
プC）を以下に示す。

B: やっぱ誤差が出るので、平均をとったらいいなと思
ったんですけど、大体 2つの方法の平均をとったらど

の班も同じくらいの値になって、14.05 から 16.1 くらいになるから平均をとったらいいのかなって思いました。【誤差を防ぐ方法に関する意見】

C: 相似比は誤差が出やすい。あと、影は時間で動くので、まあなんかそれを測っても正確なのはちょっと出ないかなって思いました。【誤差の原因に関する意見】

教師は、各グループの発表をそれぞれ評価し、大別すると、【誤差の原因に関する意見】、【誤差の影響に関する意見】、【誤差を防ぐ方法に関する意見】の 3 種類の意見が出たことを確認した。その後、各グループの発表を聞いての感想を書かせ、授業の最後に正確な校舎の高さ（14.7m）を発表した。

7. 3 授業実践の考察

本授業実践は表 1 で示した単元計画に概ね沿う形で行うことができた。授業実践の考察にあたり、まずは検討課題 1 である、子どもたちのクリティカルシンキングの認知的過程におけるその実際をグループ F による議論から考察してみたい。図 8、図 9、図 10、図 11 で示したように、グループ F では発言回数の個人差はあるものの概ね全員がバランスよく議論を行っていた。

(1) 基礎的な明確化 の実際

第 2 時限において、グループ F では、図 8 で示したように、各自がまずは自分なりの方法で校舎の高さをこれまでの相似の知識を用いて求めようとしていた。S1 と S2 が相似比を適用する箇所に関する議論（S1-1, S2-1, S1-2, S2-2, S3-1, S3-2, S1-3）を行っている際、先に自分の方法で校舎の高さを求める事ができた S4 が「325m」であるとグループで呼びかけた（S4-1）。その結論に対し、S3 は、目測からの明らかな違いによりその結論に対し疑義を呈し

（S3-3, S3-4, S3-6）、S4 は自らの推論過程を振り返るきっかけとなった。ここでグループ F では、問題点として、この S4 による「325m」の結論に対する原因を考察することが議論の中心となった。

(2) 推論の基盤の検討 の実際

図 9 で示すように、S4 は、S1 による指摘（S1-5）から自らの推論過程の修正を行うことができた（S4-6）。これは、S4 が推論を支える情報源の 1 つである他者の主張（S1 による）から自らの情報源の信頼性を判断したといえよう。グループ F では、ここで一旦議論は収束したが、S4 の発言（S4-8）に見られるように、根拠とした情報源の信頼性を判断する議論をその後行っている。具体的には、地面から目の高さまでの距離を 62cm と計測したが、その数値が細かいため、信頼性が薄いこと、可能であるならば顔を地面につけて測定を行いたい、そういう訳にはいかないことが議論されていた（S4-8, S1-9, S5-3, S1-10, S4-9）。グループ F では、これらの議論から、誤差については測定

方法の限界を認めざるを得ないもとで、校舎の高さの結論を導出している。

(3) 推論 の実際

第 3 時限では、各グループの結論（表 2）が一先ずは発表され、授業者によって、各グループの出した結論の妥当性を生徒に検証させている。これは、各グループが導出した結論の合理性についての判断の段階である。グループ F では、図 10 で示すように、議論の対象は誤差の影響に関するものに移っていった。正確に測量することが困難であるため、誤差により、それが相似比によって、実際の高さに大きく影響するのではないかということが生徒達の議論から導出されている（S4-10, S3-11, S1-11, S2-7, S1-12, S3-12, S4-11, S2-8, S3-13）。また、S3 の発言（S3-15）に見られるように、この題材に対して、興味関心が高く現れている様子も窺える。その後、授業者の発言（T-1）により、グループとしての意見を集約することとなり、そこでは様々な誤差の可能性についての議論がなされていた

（S3-17, S3-18, S1-13, S3-19, S1-14, S3-20, S1-15, S3-21）。

図 11 で示すように S4 の発言（S4-12）がきっかけとなり、結論の合理性を高めるため、誤差以外の可能性についても言及し始めた。当初は図 10 で示したように、F グループでは誤差に関する議論のみがなされていたが、他者との相互作用が対象を複眼的に考察することにつながったと考える。グループ F では、測定そのものの誤差の他、「1m 物差しを垂直に立てていたかどうか」（S4-15）、「遠近法による影響」（S1-19）などが議論されている。

(4) 問題解決 の実際

その後、グループ内の意思決定としては、上記（1）～（3）によるプロセスも踏まえ、S4 による結論（S4-20）に達した。

以上、グループ F では第 6 節第 4 項で想定した認知的プロセスを概ね経て、それぞれがクリティカルシンキングを発揮しようとしていたことが窺えた（検討課題 1）。このグループ F のみならず、全てのグループにおいて、誤差に関する議論は第 2 時限において既に行っていた。つまり、測量で得たデータを用いてそれぞれの方法で校舎の高さを求める事ができたとしても、グループ内の方法 1 と方法 2 の違いにより、結論が 2 通り出てしまったため、その原因について各グループがそれぞれの視点から誤差に関する議論を行うことになったのである。その意味においては、本題材は、生徒達による「何が重要か？」や「なぜ？」といった疑問を必要とする視点を定着させるために適した教材であったといえるのではないだろうか。また、授業は一貫して、他者との議論による数学的活動を振り返る場面を授業において設定した。グループ B では、平均を取ることで、正確な校舎の高さを求める事ができるのではな

いかと誤差を防ぐ方法に関する意見を最終発表している。これは、グループ H が第 2 時において発表した解決方法(個人がそれぞれ測定し、その平均をとったもの)を参考にし、その信頼性の判断のもと結論付けたものである。授業のねらいであった育みたいクリティカルシンキングにおいて、「ア. 数学的に導いた結論の妥当性を検証することができる能力」や、「イ. 数学的根拠をもって、得られた成果を発表する能力」は、程度の差こそあれ、それぞれのグループが概ね達成することができたのではないかと考える。しかし、「ウ. 自らが行った数学的活動を反省し、その問題点を改善しようとする態度」については、多くのグループが問題点を指摘(【誤差の原因に関する意見】、【誤差の影響に関する意見】)するにとどまり、改善策を積極的に考察あるいは実行する態度まで評価できるのは、【誤差を防ぐ方法】に関して発表したグループ B のみであったと言える(検討課題 2)。

ここで第 3 時限に書かせた生徒の授業感想について、以下にその代表的なものを原文のまま示したい(下線部は筆者)。

YI: 誤差が出てしまうやり方についてはよく考えて除いたつもりだったけど、他の班の意見を聞いて自分たちの方法もよくなかったかもしれないと少し振り返ることになった。結果よくない方法ではなかったかもしれないが、自分たちの意見を批判的に見ることも大事だと思った。

TR: 数学で学んだ知識を生かした実践的な体験ができ、人によって違う様々な考え方に触れることができて面白いと思った。数学の知識を日常生活で活用する場面はほとんどないので貴重な体験ができた。

ME: 大きなものを計るには、大きな誤差が出やすいのだなと思った。目視やものさしでの長さの計測というのは、そこに非常に人の感覚が反映されやすいものなので、結果を鵜呑みにはできないということが分かった。相似比は、比べる対象物によって誤差の大きさも様々な気がする。実際の測量というのには誤差はつきものであると思うが、平均すると誤差の幅が小さくなっていくような気がする。できるだけ多くのデータを平均すると、正確な値に近付いていく気がする。今回の授業は実際に計りに行ったりして、とても楽しかった。

YS: いつもノートの中だけでやっているような計算や定理がその枠を超えて日常生活・・・というか実際の高さを求めるという「問題も解く」という目的以外のために使えたのは面白かった。でも、問題は、解くために用意されたもので条件が整っていることが多いけど、実際使おうと思うと、悪条件が大きくて、なかなか正確には出せないと思った。

生徒の感想からもクリティカルシンキングの重要性に関する記述(下線部)を多く見ることができた。ただ一方で、本授業実践では、生徒のプロトコル(図 8、図 9、図 10、図 11)を中心に分析を行い、グループ単位でのクリティカルシンキングの実際を考察したが、各個人におけるクリティカルシンキングの評価また、個人の変容についてはその方法も含め、今後の詳細な検討が必要である。

8. おわりに

本稿では、数学教育におけるクリティカルシンキングを各研究者による先行研究から「与えられた事象について、数学的知識や数学的推論等を駆使してその妥当性や信頼性を正しく判断しようとする能力と積極的な態度」と捉え直した。また楠見(1996; 2007)によるクリティカルシンキングの認知的過程及び現在施行されている数学科の学習指導要領から、数学教育におけるクリティカルシンキングの学習指導の在り方について検討し、次の 3 つの知見を得た。

- ・「何が重要か?」や「なぜ?」といった疑問を必要とする視点を定着させるために適した教材が必要であること
- ・学習する数学的内容に加えて、数学的活動を通して育成すべき「能力」と「態度」を單元ごとに具体的に明確に設定すること
- ・他者との議論による数学的活動を振り返る場面を授業において設定すること

これらの知見に基づいて行われた授業実践では、事例的に検討したグループ F においては、グループ内の他者との相互作用及び他グループの意見を参考することなどを通して、クリティカルシンキングの能力(第 6 節第 2 項ア、イ)を発揮することができたと言える。しかし一方で、クリティカルシンキングの態度(第 6 節第 2 項ウ)については、問題を積極的に改善していこうとする態度が高いとは言えず、その傾向は他グループにおいても見られた。この点については今後も課題としていく必要がある。また、本授業実践分析では個人の変容についての評価を行うことができなかったため、今後も検討していく必要がある。

註記

註 1) 文部科学省(2012)では、思考力・判断力・表現力等の育成と言語活動の充実において、子どもたちに対して、課題発見・解決能力、論理的思考力、コミュニケーション能力や多様な観点から考察する能力(クリティカル・シンキング)などを育成・習得するよう求めている。また、各教科等の指導においては、論理や思考といった知的活動を行う際に、他者の考えと比較、分類、関連付けなどを行うこと

で、多様な観点からその妥当性や信頼性を吟味し、考えを深めること、すなわち「クリティカル・シンキング」も大切になると指摘している。

註 2) 鈴木ら（2006）は“critical thinking”は短絡的に「批判的思考」と訳されるべきでなく、「創造的思考」(creative thinking)とでも考えられるべきであるとする。また、研究者によっては、“critical thinking”を「批判的—創造的な」思考とも訳していたが、この言葉はかなり扱いにくい表現であり、結果として定着しなかったため、肯定的で創造的な意味としての「クリティカルシンキング」が現在広く使われている（Fisher, 2001）。日本においては、「批判的思考」と「クリティカルシンキング」は現在同義として扱われている（楠見・子安・道田, 2011）。本研究においては、“critical thinking”を「批判的思考」と訳した場合、「批判」の意味がどうしても字義的に強調されてしまうため、「クリティカルシンキング」と表現する。ただし、先行研究者が「批判的思考」と訳している場合はその方針に従い、この限りではないこととする。

註 3) 長崎（2011）を研究代表者とする日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究(B)『数学教育におけるリテラシーについてのシステミック・アプローチによる総合的研究』では、数学的リテラシーの数学教育学に立った概念化と構成要素を日本・諸外国の数学教育学の文献を基に検討している。その結果、「数学的リテラシーは、数学化された社会において、教養から識字、智の変化と全体的に変化するとともに、文化的知識から批判的能力へと変化し、数学の知識面から方法面へと変化してきていることが確認された」（下線は筆者）としている。

註 4) 久保（2012）においては、諸外国や我が国における批判的思考に関する文献をレビューすることで数学教育における批判的思考のあり方を考察している。久保（2012）は批判的思考の起源は演繹的思考にあり、その本質は、目標志向的思考であると捉え、今後の課題として、批判的思考の育成を目指した具体的事例を提案すること、また、目標、方法の両面から批判的思考についてさらなる検討を加えることを挙げている。

註 5) 「開かれた心をもつ」とは、「対話的思考や仮定的思考を行うこと、また、証拠や理由が不十分である場合は判断を保留すること」を意味する（Ennis, 1987, p.12）。

註 6) 本研究における「数学教育」とは、既存教科としての数学教育を範囲とするが、教科横断的な能力であるクリティカルシンキング（服部・岩崎, 2013）

を通して、数学教育の境界を捉え直すことも意図している。

註 7) 数学教育における既存の評価の4観点（関心・意欲・態度、数学的な見方や考え方、数学的な技能、知識・理解）との比較検討を行うと、数学が本来クリティカルな教科である以上、類似性は見られるが、4観点のうちの「数学的な技能」に含まれる数学的推論技術を「知識・理解」に含まれる数学的知識が支えているとみなすことができ、「関心・意欲・態度」がクリティカルシンキングを発揮するための前提要件であるといえる。

註 8) これらの諸能力の発揮については、クリティカルシンキングの「態度」が備わっていることが前提となる（楠見・子安・道田, 2011, p.11）。

註 9) 岩崎（2007）は、『数学教育学の成立と展望』の中で、第2章「今日的な数学教育課題」において、情報化・国際化といった新たな文化状況に直面する子どもたちに求められる「論理的な思考力」は、従来とは異なる論理の活用形式が今後構想されるべきであると主張する。その育成に関しては、「筋道を立てて述べること、明確に表現すること、統合的・発展的に論旨を展開すること」といった「コミュニケーション能力」を、今日的な課題に対処できる具体案の方向性の1つとして挙げている。「論理的思考力」は、第2節でも述べたように、クリティカルシンキングを構成する様々な思考法の1つであり、氏がここで主張する「論理的思考力」の育成は、クリティカルシンキングの育成を考察するにあたって極めて示唆的である。

註 10) 例えば、S1-1とはS1の一回目の発言を表す。

註 11) 例えば、T-1とはT（授業者）の一回目の発言を表す。

引用・参考文献

- Alec Fisher(2001). *Critical Thinking: An Introduction*. Cambridge University Press.
- E.B.ゼックミスタ・J.E.ジョンソン（1996）.『クリティカルシンキング《入門篇》』, 宮元博章・道田泰司他訳, 北大路書房.
- Ennis R.H.(1987). A Taxonomy of Critical Thinking Dispositions and Abilities. *TEACHING THINKING SKILLS: Theory and Practice*, W.H. Freeman and Company New York, pp.9-26.
- 服部裕一郎・岩崎秀樹（2013）.「数学教育におけるクリティカルシンキング育成のための教育課程の開発研究—数学科における総合的な学習の時間の授業実践—」, 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』, 第19巻・第2号,

- pp.63-71.
- 岩崎秀樹 (2007).『数学教育学の成立と展望』, ミネルヴァ書房.
- 岩崎秀樹・服部裕一郎 (2010).「数学的リテラシーの提起する課題と展望—中等数学教育における一つの試み—」, 『第43回数学教育論文発表会「課題別分科会」発表収録』, pp.13-18.
- 久保良宏 (2011).「教育における批判的思考とリテラシー」, 長崎栄三 編著,『数学教育におけるリテラシーについてのシステミック・アプローチによる総合的研究』, 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (B), pp.157-166.
- 久保良宏 (2012).「数学教育における批判的思考についての一考察」,『第45回数学教育論文発表会論文集 (第1巻)』, pp.95-100.
- 楠見孝 (1996).「帰納的推論と批判的思考」,『認知心理学 4 思考』, 市川伸一編, 東京大学出版会.
- 楠見孝 (2007).「批判的思考力を育成する: 認知心理学に基づく大学教育実践」, 教育心理学年報, 46, pp.35-36.
- 楠見孝・子安増生・道田泰司 (2011).『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.
- 道田泰司 (2000).「批判的思考研究からメディア・リテラシーへの提言」, コンピュータ&エデュケーション, 9, pp.18-23.
- 道田泰司 (2003).「批判的思考概念の多様性と根底イメージ」,『Japanese psychological review』, 46(4), pp.617-639.
- 文部科学省 (2008).『中学校学習指導要領解説 数学編』, 教育出版.
- 文部科学省 (2009).『高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編』, 実教出版.
- 文部科学省 (2012).『言語活動の充実に関する指導事例集—思考力、判断力、表現力等の育成に向けて 中学校版』, 教育出版.
- 望月美樹 (2011).「中学校数学科における批判的思考力の育成をめざして—図形の指導を通して—」, 長崎栄三 編著,『数学教育におけるリテラシーについてのシステミック・アプローチによる総合的研究』, 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (B), pp.55-59.
- 長尾篤志 (2011).「批判的思考力の育成を」, 長崎栄三 編著,『数学教育におけるリテラシーについてのシステミック・アプローチによる総合的研究』, 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (B), pp.60-62.
- 長崎栄三 (2011).『数学教育におけるリテラシーについてのシステミック・アプローチによる総合的研究』, 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (B).
- 小田友美 (2011).「小学校算数における批判的思考力の育成—平行四辺形の面積の指導から—」, 長崎栄三 編著,『数学教育におけるリテラシーについてのシステミック・アプローチによる総合的研究』, 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (B), pp.50-52.
- 清水美憲 (2007).「国際機関が提起する「数学的リテラシー」概念の意味」, 日本数学教育学会誌『数学教育』, 第89巻・第9号, pp.41-50.
- 鈴木健・大井恭子・竹前文夫 (2006).『クリティカル・シンキングと教育—日本の教育を再構築する—』, 世界思想社.