

# 高校理科における主体的・対話的で深い学びを実現する授業モデルの開発

## —生徒の学びの深まりを見取る形成的評価に着目して—

高知大学大学院総合人間自然科学研究科教職実践高度化専攻 指導教員 小田 通  
高知県立高知国際高等学校 教諭 池川 潤也

### 【研究の概要】

高等学校の授業課題として、知識伝達型の授業から脱却し、主体的・対話的で深い学びを通して資質・能力を育成することが求められている。生徒の経験則から原理原則へ概念変化が引き起こされた状態を深い学びと定義し、授業モデルを考案した。白水(2020)によると、学びは「内容についての学び」と「学び方についての学び」の2つに大別され、この2つの側面から本モデルの効果検証を行った。CoREF(2016)による「授業前後理解比較法」や「多面的対話分析法」、IBのATLに基づく生徒アンケートを検証軸として得られた結果から、「課題の設定」と自分の考えを「表現（外化）する」場面の設定に着目することは、深い学びを実現する上で有用であるという仮説に一定の示唆が得られた。

【キーワード】深い学び、内容についての学び、学び方についての学び、概念変化

## 1. 研究の背景

高等学校理科の授業の現状について「高等学校におけるアクティブラーニングの視点に立った参加型授業に関する実態調査 2017 報告書（中原他 2018）」では、高等学校の生徒参加型授業の取り組み状況（複数選択）は、「教科全体として参加型学習の推進に関する具体的な計画を策定している」が 22.3%であり、主体的・対話的で深い学びが教科・学校全体をあげた取り組みになっていないことが示唆されている。その要因としては、生徒参加型授業の実践において、理科教科主任の否定的回答が「授業の進度が遅くなる」の項目で 64.9%、「授業準備のための時間が足りない」の項目で 80.0%となっていることがあげられている。一方、教員を対象としたアンケート（中原他 2018）では、生徒参加型授業の効果として「生徒の自分の考えを言語で表現する力が高まった」の項目で肯定的回答が 55.6%、「生徒に主張・傾聴・討論などのコミュニケーション力が身についた」の項目で肯定的回答が 57.4%と、有用性を感じている教員が過半数を占めている。

「理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて（報告）（中央教育審議会，2018）」に示されているように、高等学校の授業課題として、従来の知識伝達型の授業から脱却し、主体的・対話的で深い学びを通して資質・能力を育成することが求められているところである。

## 2. 目的

本研究の目的は、前述した高等学校理科における課題を解決するために主体的・対話的で深い学びが実現される授業モデルを考案し、授業実践を経て生徒の学びの深まりが見取られるモデルであるかを検証することである。

本授業モデルは、資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ（高等学校学習指導要領平成30年告示理科編理数編）に基づき「課題の把握（気付き，課題の設定）」、「課題の探究（課題の追究，協調学習）」、「課題の解決（共有，表現）」の流れで構成している。研究仮説として、「科学的に探究する過程において「課題の設定」や生徒が自分の考えを「表現（外化）する」場面を設定した授業モデルを開発することで、主体的・対話的で深い学びを実現する。」を設定した。

「表現（外化）する」場面について、本研究では三宅なほみ（2010）が提唱する「協調学習」を

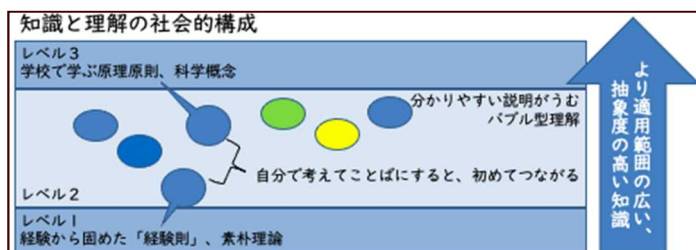
参考にしている。「協調学習」とは、「個人の理解やそのプロセスを他人と協調的に比較、吟味、修正する過程を経て一人ひとりが理解を深化させる学習プロセス」（三宅 2010）と定義されており、授業の中でこのような場面を設定することで、深い学びを実現できると考えている。

また、上記のような「協調学習」が起きやすい学習環境の条件の一つとして CoREF（2018）は「課題に対して一人ひとり「違った考え」を持っていて、考えを出し合うことで よりよい答えをつくることのできる期待感がある。」としている。これを意識した「課題の設定」場面を設けることを、本研究授業モデルの構成の核としていく。

### 3. 深い学びの定義

著書「対話力」のなかで白水（2020）は、深い学びについて図 1 のように知識と理解の社会的構成を 3 段階にして論じている。

子どもが周囲のものに触れ、体験し経験をまとめて予測のための経験則を作る。この段階が図のレベル 1 である。そして、経験則とはかな



【図 1】知識と理論の社会的構成（白水 2020）をもとに作成

り違う「新しい考え方」に触れることになる。例えば、物質に一定の質量があるとき、一定の力を加えると物質は等速運動をする。子どもの経験ではこのようなことは起こらないが、これが子どもが「学ばなければならない」レベル 3 の科学概念であり、このレベル 3 に引き上げるには、より適用範囲の広い抽象度の高い知識が必要になる。この二つをつなぐのが、レベル 2 で起きる学習過程である。このレベル 2 の段階で、レベル 3 に位置する教師が行う分かりやすい説明は、子どもに図 1 のようなバブル型の理解を生む。子どもたちが自分の言葉にすることで初めて理解が繋がり、対話によってレベル 3 に引き上げられる。その学習過程の中で協調学習が有効であると白水は述べている。

よって本研究では、この素朴概念から科学概念へ概念変化が引き起こされることを学びが深まった状態であると定義づけ、授業実践において、学びの変容を見取っていく。

### 4. 研究方法

学びは主に「内容についての学び」と「学び方についての学び」に大別される。「内容についての学び」は、授業者がこの授業・単元ではこれを学んでほしいという中核的な中身について、子ども一人ひとりが理解できることである。また、「学び方についての学び」は、他者とかわりながら、問題を解き、理解を深めて知識をつくり、次の問いを産むことができるようになることである（白水 2020）。「内容についての学び」と「学び方についての学び」の 2 つの側面について、形成的評価に着目して見取っていくこととした。

授業実践は、A 高等学校全日制(以下、A 校と言う)の 1 年生 81 名、2 年生 31 名、3 年生 27 名を対象として行った。1 年生は「物理基礎 いろいろな力：浮力、力学的エネルギー」、生物基礎「ホルモンによる調節」、2 年生は「物理基礎 力の分解と合成」、3 年生は「地学基礎探究 緊急地震速報の仕組み」の単元で授業実践を行い、得られた生徒の記述や発話を分析した。

これらの実践から研究 1 として「物理基礎 力学的エネルギー」、研究 2 として「物理基礎 力の分解と合成」、研究 3 として「生物基礎 ホルモンによる調節」の単元で授業実践を紹介する。回答結果は理科成績評価に関係ないこと、また個人を特定しないことを生徒に伝えた。研究の遂行並びに、調査データの掲載については、学校長の許可を得ている。

(1) 内容についての学びによる検証

「内容についての学び」の変容を見取る方法として、ルーブリック基準表をもとに生徒の記述を分析する授業前後理解比較法(CoREF2016)を用いる。授業前後理解比較法は、一連の授業前後に同じ課題を提示し、解を比較検討する手法である。授業の知識に関する課題への答えを、まず授業開始時に一人ひとり表現させ、授業後にもう一度同じ課題への答えを求めることにより、生徒の記述の変容を評価する。その評価にはルーブリック評価を用い、このルーブリック基準表は生徒に提示し、自己評価できるようにした。

(2) 学び方についての学びによる検証

「学び方についての学び」の変容を見取る方法として、生徒の発話を分析する多面的対話分析法(CoREF2016)と国際バカロレア(以下、IBと言う)のATL(Approaches to learning)を基に作成したアンケートを用いる。

多面的対話分析法は、学び合いにおける生徒の問いに対して生起する発話を予測し、協働スキル、批判的思考力、問題解決能力などの指標を用いて評価するものである(CoREF2016)。

また、IBのATLは、次の表1に示すように5つのスキルのカテゴリーに分類され、発達に応じた10のスキルクラスターとして示されている。

【表1】 ATL スキル

ATL スキルのカテゴリー	ATL スキルクラスター
コミュニケーション	コミュニケーションスキル
社会性	協働スキル
自己管理	整理整頓するスキル
	情動スキル
	振り返りスキル
リサーチ	情報リテラシースキル
	メディアリテラシースキル
思考	クリティカルシンキングスキル (批判的思考スキル)
	創造的思考スキル
	転移スキル

本研究では、前述のATLスキルのうち「協働スキル」と「クリティカルシンキングスキル」に着目して生徒の発話をICレコーダーで記録し、発話プロトコルを作成して発揮されたスキルをカウントしていった。

また、ATLアンケートについては、「IBガイドMYP;原則から実践へ 付録1:ATLスキル枠組み」を参照し、以下の項目及び選択肢で調査を行った。

質問項目	”ATL 協働スキルについて” ・他者の成功のために手助けをする ・他者の見解や考えに積極的に耳を傾ける ・リーダーシップを発揮し、集団の中でさまざまな役割を引き受ける
	”ATL クリティカルシンキング (批判的思考) スキルについて” ・議論を形成するために関連する情報を集め、整理する ・合理的な結論や一般論を導き出す ・事実に基づき、時事的で、概念的な、議論の余地のある問題を提起する
選択肢	熟達者「自己制御」 必要な時を自ら判断してスキルを有効に使う、周りにスキルを上手に教えられる
	実践者「実演」 周りから求められればスキルを効果的に発揮する、周りのサポートは必要でない
	学習者「模倣」 周りをまねしてスキルを使ってみる・周りのサポートを少し必要とする
	初心者「観察」 スキルがどのようなものか知っている・周りのサポートを多く必要とする

## 5. 研究1「物理基礎 力学的エネルギー」

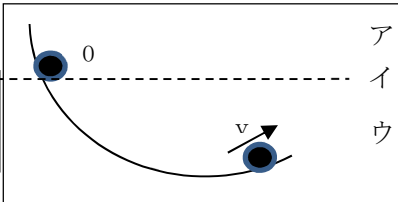
### (1) 授業実践の概要

力学的エネルギーの単元(全4時間)について、各授業で授業前後理解比較法により、生徒の「内容についての学び」の深まりを見取った。ここでは、第4時を紹介する。

時	◎ねらい ○学習活動	評	備考
1	◎力学的エネルギーの保存について、他者と協調して課題について自分の考えを表現しようとする。 ○力学的エネルギーの保存における応用問題を、協調して取り組む。	態	力学的エネルギーの保存について、他者と協調して課題について自分の考えを表現しようとしている。[記述分析]
2	◎運動エネルギーの公式を運動方程式、作用反作用の法則等を用いて表現する。 ○運動エネルギーは質量と速さの2乗に比例することを運動方程式と作用・反作用の法則から導き出す。	思	運動エネルギーの公式を運動方程式、作用反作用の法則等を用いて表現している。[記述分析]
3	◎位置エネルギーの公式の導出過程を、F-x グラフを用いて表現する。 ○重力による位置エネルギー・ばねによる位置エネルギーを、力×距離=仕事という仕事の概念から、公式を導き出す。	思	位置エネルギーの公式の導出過程を、F-x グラフを用いて表現している。[記述分析]
4	◎力学的エネルギーの保存の視点から、物体の位置を予測した理由を表現する。 ○力学的エネルギーの保存から物体の上がる位置を考える課題を、自分の言葉で表現する。	思	力学的エネルギーの保存の視点から、物体の位置を予測した理由を表現している。[記述分析]

生徒の学習活動

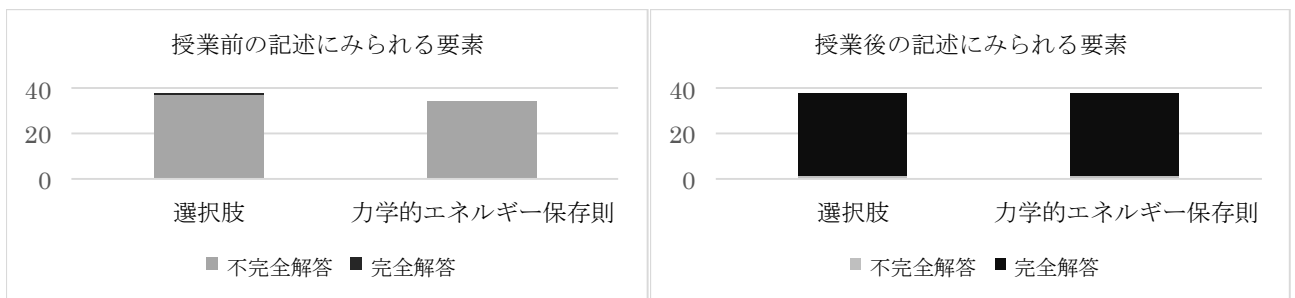
①課題の設定 力学的エネルギーの保存についての課題を把握する。  
 目標：力学的エネルギーの保存の視点から、物体の位置を予測した理由を表現する。  
 課題：物体を点Oで静かにはなすと、滑らかな曲面をすべり出す。物体が達する最高点の高さがどれになるか、その理由を、力学的エネルギー保存則の視点から説明しよう。



②課題（授業前）について自身の考えを記述する。  
 ③課題の探究のために必要な知識（力学的エネルギーの保存）について学習する。  
 ④問1・問2について、自身の考えを記述する。  
 問1. 力学的エネルギーの保存について、具体例をあげて説明しましょう  
 問2. 曲面状を動く物体について、達する最高点の高さを選び、その理由を説明しましょう  
 ⑤表現（外化） 各班で結果を本時の課題を考え、全体共有する。（ICレコーダーで録音）  
 ⑥課題（授業後）について自身の考えを記述する。  
 ⑦ルーブリック評価表に基づき、自己評価をする。

(2) 結果

授業前後の理解の変化をみると、図2が示すように不完全解答から多くの生徒が完全解答に移行している。



【図2】生徒記述の授業前後理解の変化（単位は人、N=39）

(3) 成果と課題

結果から、授業前後理解比較法(CoREF2016)の結果は、授業前で多数占めていた不完全解答から授業後は多くの生徒が完全解答に移行し(図2)、このような変化は本研究における全ての授業実践で見られた。このことから、本授業モデルでは、授業者が生徒に理解してほしい「内容についての学び」において、全ての実践で概念変化が引き起こされたと考える。ここで研究2として、「学び方についての学び」における学びの深まりを検証するため、「多面的対話分析法(CoREF2016)」と「ATLアンケート」を新たな検証軸として追加し、実践した。

## 6. 研究2「物理基礎 いろいろな力：浮力と水圧」

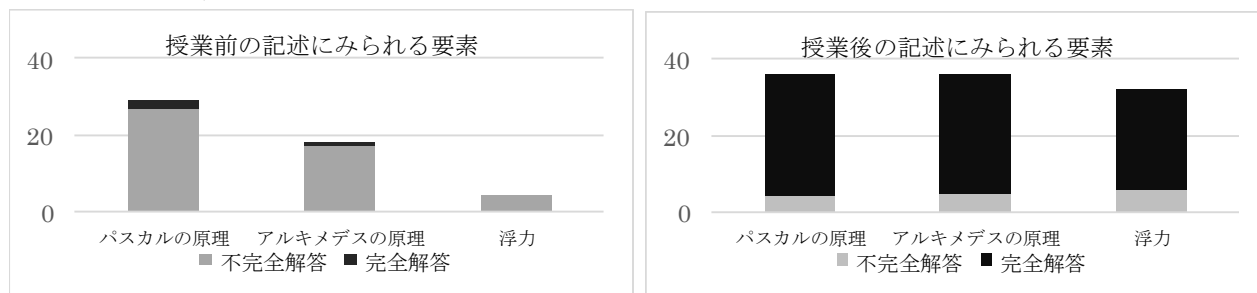
### (1) 授業の概要

生徒の学習活動
①課題の設定 浮沈子が沈む様子を観察し、浮力と水圧について考える。 目標：浮力と水圧について、他者と協調して課題について自分の考えを表現する 課題：ペットボトルの中の浮沈子は、どのような仕組みで浮いたり沈んだりするのだろうか。 あなたの考えを、文章や図を用いて説明しましょう。
②課題(授業前)について自身の考えを記述する。
③各資料 a, b, c について、ワークシートに取り組む(エキスパート活動)。 a パスカルの原理 b アルキメデスの原理 c 浮力と水圧
④ジグソー班に席替えをし、各資料の内容を説明する(ジグソー活動)。
⑤表現(外化) 班で回答をホワイトボードに記入し、全体共有する。(ICレコーダーで録音)
⑥課題(授業後)について自身の考えを記述する。
⑦ルーブリック評価表に基づき、自己評価をする。

### (2) 結果

#### ①授業前後理解比較法

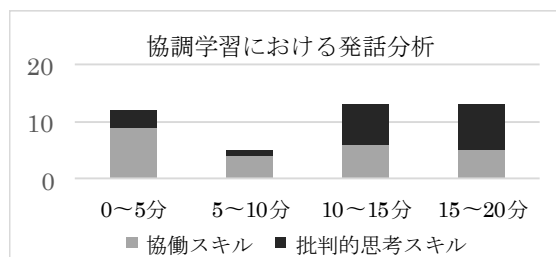
授業前後の理解の変化をみると、図3で示すように、両者ともに授業前後で不完全解答から多くの生徒が完全解答に移行している。



【図3】生徒記述の授業前後理解の変化(単位は人, N=36)

#### ②多面的対話分析法

多面的対話分析法による発話の変化をみると、図4で示すように、生徒は協調学習場面の前半では「協働スキル」を発揮しており、後半の課題解決に向かうにつれて「クリティカルシンキングスキル」を発揮する傾向が見られた。この「クリティカルシンキングスキル」を発揮する直前には、授業

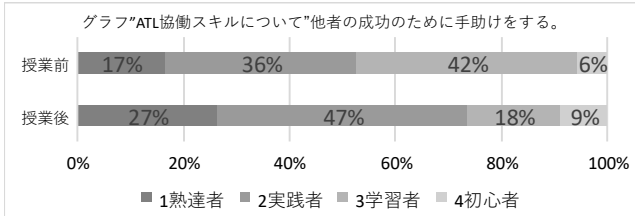


【図4】発話で発揮されたATLスキル(単位は回, N=3)者から課題を解決するポイントを再確認する声が行っていた。このような変化は本研究にお

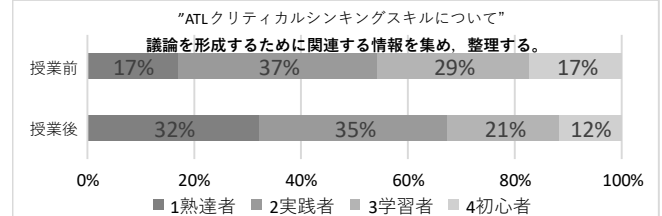
るほとんどの授業実践で見られた。

### ③ATL アンケート

ATL アンケートの授業前後の変化について、「協働スキル」と「クリティカルシンキングスキル」の6項目全てにおいて、熟達者と実践者を合計した割合が増加している。図5及び図6にその一部を示す。このような変化は全ての授業実践で見られた。



【図5】 授業前後の ATL 協働スキルの変化 (N=36)



【図6】 授業前後の ATL クリティカルシンキングスキルの変化 (N=36)

### (3) 成果と課題

多面的対話分析法(CoREF2016)の結果から、生徒は協調学習場面の前半で「協働スキル」を発揮しており、後半の課題解決に向かうにつれて「クリティカルシンキングスキル」を発揮する傾向にあることが分かった(図4)。このことから、生徒が協調学習の場面で他者と関わりながら問題を解き、理解を深めるために必要な ATL スキルを発揮する過程で、ATL スキルの変容が見られたと考える。

ATL アンケートの結果から、研究2の実践において「協働スキル」と「クリティカルシンキングスキル」の向上が見られた(図5・図6)。このことから、多面的対話分析と同様に、生徒が協調学習の場面で他者と関わりながら問題を解き、理解を深めるために必要な ATL スキルを発揮する過程で ATL スキルの向上が見られたと考える。ここで研究3として、本研究授業モデルにおける汎用性を検証するため、物理基礎以外の科目で授業モデルを作成すること、授業者を複数にして実践することを構想し実践した。

## 8. 研究3「生物基礎 ホルモンによる調節」

以下の授業実践については、筆者(授業者X)と協力者(授業者Y)の複数の授業者でそれぞれ実践し、授業前後の学びの深まりを見取ることにより、授業モデルの汎用性の検証を行った。

### (1) 授業の概要

生徒の学習活動
①課題の設定 ホルモンについての課題を把握する。 目標：ホルモンによる情報の伝達を、自律神経系と比較して表現する
課題：ホルモンによる情報伝達にはどのような特徴があるか自律神経による情報伝達と比較して説明しましょう。
②課題(授業前)について自身の考えを記述する。
③問1～問3について、自身の考えを記述する。 問1. どのようにしてホルモンは全身に運ばれるか説明しましょう 問2. ホルモンは全身に運ばれるが、特定の細胞にのみ作用することができる理由を述べましょう 問3. 「フィードバック調節」とはどのような調節か、チロキシンを例に説明しましょう
④表現(外化) 発展課題について、自身の考えを班で共有して班の考えをまとめる。(ICレコー

ダーで記録)

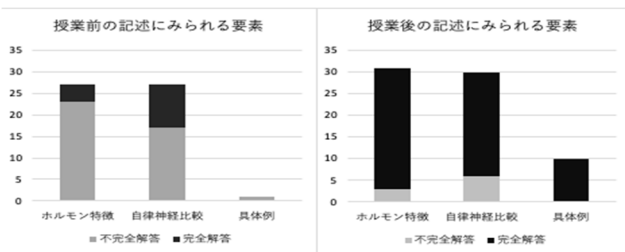
発展課題：細胞の情報伝達を行うための、自律神経による情報伝達（自律神経系）とホルモンによる情報伝達（内分泌系）について、これらのシステムの共通点と相違点を考えましょう。また、このような全身性の異なるシステムを持つ意義について考察しましょう。

- ⑤発展課題に対する考察を全体で共有する。
- ⑥課題（授業後）について自身の考えを記述する。
- ⑦ルーブリック評価表に基づき、自己評価をする。

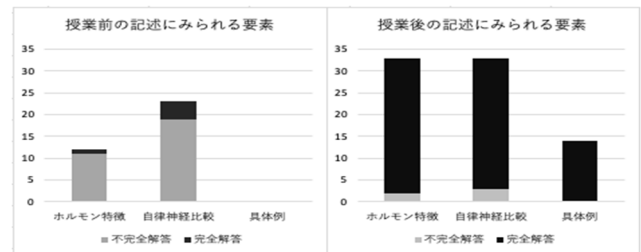
## (2) 結果

### ①授業前後理解比較法

授業前後の理解の変化をみると、図7及び図8で示すように、両者ともに授業前後で不完全解答から多くの生徒が完全解答に移行している。



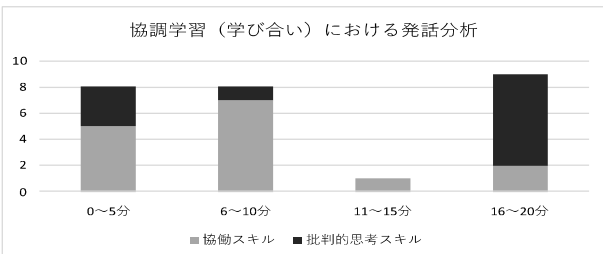
【図7】授業者 X：授業前後の理解の変化 (単位は人, N=34)



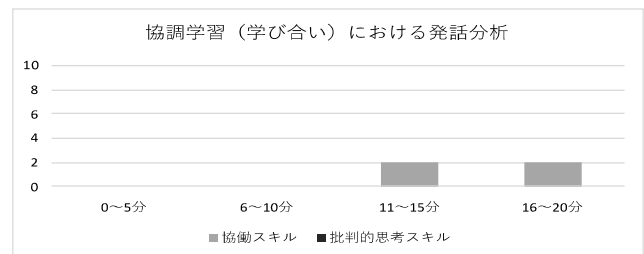
【図8】授業者 Y：授業前後の理解の変化 (単位は人, N=36)

### ②多面的対話分析法

多面的対話分析については、図9及び図10で示すように、授業者 X では課題を解決していくにつれてクリティカルシンキングスキル発揮の増加傾向が見られたが、授業者 Y ではそのような傾向は見られなかった。



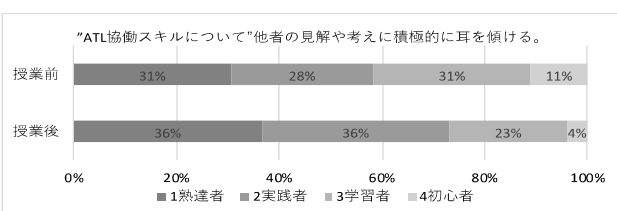
【図9】授業者 X：発話で発揮された ATL スキル(単位は回, N=3)



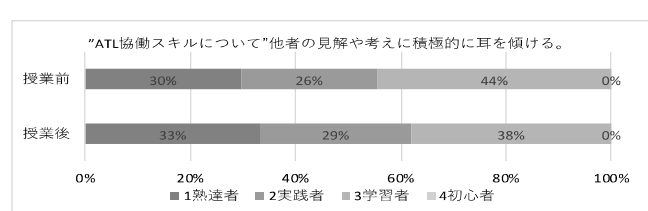
【図10】授業者 Y：発話で発揮された ATL スキル(単位は回, N=3)

### ③ATL アンケート

ATL アンケートの授業前後の変化について、両者の実践において「協働スキル」と「クリティカルシンキングスキル」の6項目全てにおいて、熟達者と実践者を合計した割合が増加している。図11～図14にその一部を示す。

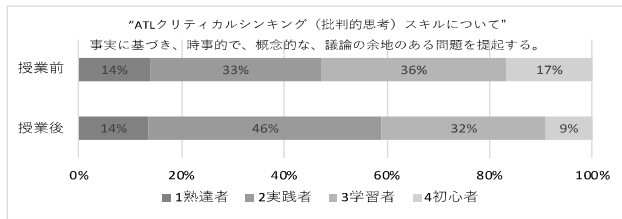


【図11】授業者 X：授業前後の ATL 協働



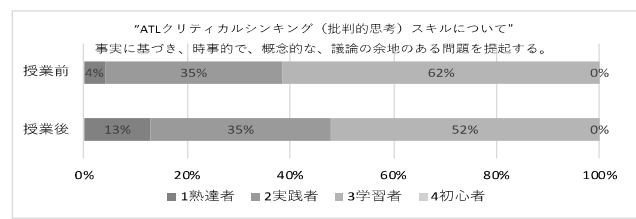
【図12】授業者 Y：授業前後の ATL 協働

スキルの変化 (N=36)



【図 13】 授業者 X：授業前後の ATL クリティカルシンキングスキルの変化 (N=36)

スキルの変化 (N=38)



【図 14】 授業者 Y：授業前後の ATL クリティカルシンキングスキルの変化 (N=38)

### (3) 成果と課題

授業者 Y では ATL スキルの変容見られなかったが (図 10), ATL アンケートの結果から、「協働スキル」と「クリティカルシンキングスキル」の向上が見られた (図 11～図 14)。このことから、生徒が協同学習の場面で他者と関わりながら問題を解き、理解を深めるために必要な ATL スキルを発揮する過程で ATL スキルの向上が見られたと考える。よって、自然現象や事象から「課題の設定」を行うことや、「表現 (外化) する」場面を設けることで「学び方についての学び」の深まりが実現できたと捉える。

## 9. 考察

ほとんどの授業実践で「内容についての学び」及び「学び方についての学び」について生徒の学びの変容が見られた (研究 1～3)。このことから、「課題の設定」及び「表現 (外化) する」場面に着目した本授業モデル有用性に加えて、その汎用性も一定の示唆を得たと考える。

本実践において主体的・対話的で深い学びが実現され、生徒の学びの深まりが見取られたことで一定の成果があったと考える。しかし、本授業モデルの有用性を検証するためには、サンプル数 (科目、実践協力者等) が少ないことが課題である。

高等学校理科において主体的・対話的で深い学びが日々の授業で広く実現されるためには、今後多くの授業モデルを作成し実践・検証する必要がある。また効果検証として、統計的処理をするための尺度開発も重要であると考ええる。

## 引用文献

- ・中原淳, 木村充, 村松灯, 田中智輝, 町支大祐, 渡邊優子, 吉村春美, 高崎美佐 (2018): 立教大学経営学部寄附型研究プロジェクト-日本教育研究イノベーションセンター共同調査研究 高等学校におけるアクティブラーニングの視点に立った参加型授業に関する実態調査 2017 報告書. P133-140
- ・白水始 (2020): 対話力「人はいかに学ぶのか?」AI 時代だからこそ見失ってはいけない. 東洋館出版社.
- ・三宅なほみ (2016): 協同学習とは 対話を通して理解を深めるアクティブラーニング型授業. 北大路書房
- ・東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構 CoREF(2016): 平成 27 年度高等学校における『多様な学習者への評価手法に関する調査研究』事業報告書. 第 2 部, 2, (2), (3).
- ・文部科学省 (2019): 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 理科編 理数編.
- ・東京学芸大学附属国際中等教育学校 (2019): ルーブリックで変わる探究的な理科の授業-創造的・批判的思考を育てる-
- ・池川潤也, 春日裕之, 小田通 (2023): 高知県の理科授業における現状と課題を踏まえた授業づく



り-課題設定を工夫した授業実践- 高知大学学校教育研究第5号