

アーギュメントを利用した オーセンティックな学びにつながる理科授業

永友周作¹・河内埜雄也²・瀬戸口和昭²・柚木和浩¹・兼重幸弘¹
中嶋康尋²・弓削聖一²・矢野義人²・野添 生³・中山 迅⁴

Science Class that Leads to Authentic Learning by Utilizing Argument

Shusaku NAGATOMO¹, Yuya KAWACHINO², Kazuaki SETOGUCHI²,
Kazuhiro YUNOKI¹, Yukihiko KANESHIGE¹, Yasuhiro NAKASHIMA²,
Seichi YUGE², Yoshihito YANO², Susumu NOZOE³, Hayashi NAKAYAMA⁴

I. はじめに

宮崎大学教育学部と附属小学校及び中学校理科部の共同研究では、新学習指導要領で重視される資質・能力の中で、情報や情報手段を主体的に選択して活用するために必要な情報活用能力、物事を多角的・多面的に吟味し見定めていく力—いわゆる批判的思考力（楠見・道田 編, 2015）—が、特に重要であると考えた。そこで、2016年度から批判的思考力に焦点をあてて授業を構築、実践し、児童生徒の批判的思考力を高める理科学習指導のあり方を模索しながら、学習指導方法の改善及びその評価方法の構築を行ってきた。2018年度からは、「文脈（コンテクスト）」や「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れた研究を基盤としながら、アーギュメントを利用した日常的な文脈と科学をつなぐ理科授業のあり方を探り、2020年度は、説明活動の充実を図るために、発達段階に応じたアーギュメント構成能力の系統的な整理を小学校第5学年で、「理科の見方・考え方」を効果的に働かせながら学び、これまでの学習内容と日常生活とのつながりを理解することで、理科の有用性を実感できるようにパフォーマンス課題の設定を中学校第2学年で行った。しかし、理科で身に付けた知識・技能を根拠に説明することや評価方法に課題が残った。

そこで、2021年度も、根拠を明確にして主張できる力の育成と児童生徒が理科の有用性を実感できるようにするために、発達段階に応じたアーギュメント構成能力の育成と学習指導方法及び評価方法についての研究、及び、アーギュメントを利用した日常的な文脈と科学をつなぐ理科授業の実践を継続的に進めた。

本論文では、2021年度に実施した小学校第5学年「ヒトのたんじょう」と「電流と電磁石」、中学校第2学年の授業を事例として、日常的な文脈と科学をつなぐためにアーギュメントを導入した授業実践について報告する。

¹ 宮崎大学教育学部附属小学校

² 宮崎大学教育学部附属中学校

³ 宮崎大学教育学部

⁴ 宮崎大学大学院教育学研究科

Ⅱ. 宮崎大学教育学部附属小学校の実践事例

1. 発達の段階に応じた系統的なアーギュメント構成能力の育成

日常と関連づけた文脈のある授業を積み重ねていくことは、子どもの学習内容の理解をより深いものにするだけでなく、理科のおもしろさや有用性を実感することになると考える。

これまでも日常における自然事象と、理科の学習内容とを関連させて授業を展開してきた。具体的には、単元導入における「日常における自然事象の提示や体験による様々な疑問や気付きを基にした学習問題の設定」や、1単位時間の終末における「1単位時間において学習した自然事象の規則性や性質を基にした説明活動」である。

しかし、これまでの実践では、小学校での発達の段階におけるアーギュメント構成能力の系統的な整理がなされていないという課題があった。そこで、2019年度は小学校第3学年、2020年度は小学校第5学年におけるアーギュメントを利用した授業実践を積み重ね、系統的な整理を行ってきた。

2021度は、小学校第5学年におけるアーギュメント構成能力を育成するために、学習で身に付けた知識・技能を使って「科学的な説明」を行わせる授業実践を積み重ねた。

1) 小学校第5学年「ヒトのたんじょう」における実践例

本単元で学習することの一つに、「ヒトの卵や母胎内での成長の様子を調べ、ヒトは母胎内で成長して生まれることを理解することができる。」が挙げられる。本実践では、動物の発生や成長に興味をもち、見いだした問題の追究活動をとおして、ヒトと魚の成長の様子を関係付けて捉えることができるようにすることをねらいとして行った。日常における自然事象として、卵の中で育つメダカの様子を提示し、ヒトは母胎内でどのように育つのだろうかと問いかけた。

その後、「お腹のなかにいるヒトの赤ちゃんは、メダカと同じ養分のとり方をしているのだろうか。」という学習問題の解決を図るため、母胎内での養分のとり方について調べ、「ヒトの赤ちゃんの養分の取り方は、卵のなかのメダカの栄養の取り方とはちがう。」と結論付けを行った。終末では、調べ活動をとおして身に付けた知識を使って、ヒトの母胎内での成長について「科学的な説明」を行わせた。

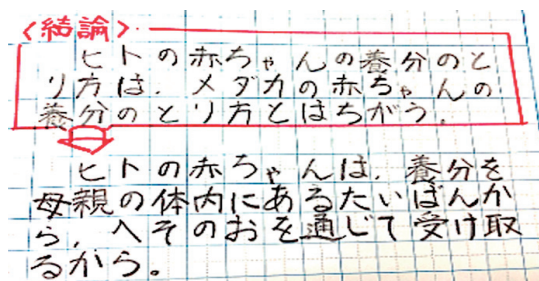


図1 科学的な説明(養分のとり方)



図2 メダカとヒトの比較

本実践では、「母胎内でヒトの養分のとりかたは、メダカとは違う。」ということアーギュメントにおける「主張」として捉え、「理由付け(根拠)」を全体での話し合いをとおして作りあげていった。

子どもたちは、「ヒトは母親から養分をもらうから」、「メダカは卵の中に養分があるから」

といった、本時調べて得た知識を使って理由付けを行っていた。本実践は6月に行ったものである。第5学年のこの時期でのアーギュメント構成能力としては、調べて得たことを「事実（証拠）」して「理由付け（根拠）」を考えさせることで、より妥当な説明をつくりあげることが期待できた。

2) 小学校第5学年「電流と電磁石」における実践例

本単元では、「電磁石の極の性質や電磁石の強さが変化する要因」を学習する。本実践では、毎時間の終末に科学的な説明の場を位置付けた。

本時では、「電磁石を使った魚釣りのおもちゃで、釣ることができない魚」の事象を提示し、どうすれば魚を釣り上げることができるのかと問いかけた。

その後、「電池の数を増やすと、電磁石の力は強くなるのだろうか。」という学習問題の解決を図るために、電池1個と電池2個で釣り上げることのできるクリップの数を調べ、「電池の



図3 クリップを使った実験

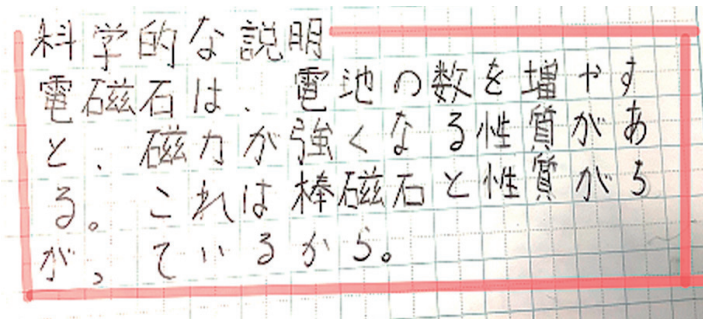


図4 科学的な説明（電磁石の性質）

数を増やすと、電磁石の力は強くなる。」と結論付けを行った。終末では、実験をとおして身に付けた知識・技能を使って、電磁石の性質について「科学的な説明」を行わせた。

本実践は、2021年11月に行ったものである。毎時間の終末の段階で「科学的な説明」を行う場を設定したことで、アーギュメント構成能力としては、「主張」を明確にしたうえで、「主張」と「事実（証拠）」、「理由付け（根拠）」を関係付けて表現することができるようになってきたと考える。今後さらにアーギュメントの構成能力を養っていくためには、本実践のように「主張」を明確にしたうえで、「事実（証拠）」と「理由付け（根拠）」を考え、表現させることを積み重ねると共に、本実践では電磁石の性質についての説明を行わせたが、電磁石の使った事象についての説明を行わせる必要があると考える。そのことが、子どもが自然と日常における自然事象と学習内容とのつながりを実感していくことになると考えられる。

3) 本実践で見えてきた第5学年における系統的なアーギュメント構成能力

第5学年での実践を系統立ててまとめると、表1のようになる。

表1 小学校5学年における系統立てたアーギュメント構成能力

日常における自然事象の説明を学習内容と関連付けて表現できること		
6月	11月	第5学年修了時(3月)
「事実(証拠)」を明確にしたうえで、「理由付け(根拠)」を用いて表現できること	「主張」を明確にしたうえで、アーギュメント枠を提示し、「事実(証拠)」と「理由付け(根拠)」を考え、表現できること	「主張」を明確にしたうえで、日常の自然事象についても、「事実(証拠)」と「理由付け(根拠)」を考え、表現できること

Ⅲ. 宮崎大学教育学部附属中学校の実践事例

1. アーギュメント構成能力の育成を図る授業構成と手立て

これまでの研究では、アーギュメントを行う際の論証の構造を、ツールミンのアーギュメントモデルを基にして、主張と証拠を理由付けで結びつける形にした(坂本・山口・西垣, 2011)。その成果として、アーギュメントの枠組みを、科学的原理を用いて主張と証拠を結びつける構造にすることが、証拠の適切さ・主張の正しさ・理由付けの正しさを批判的に吟味する上で有効であり、生徒に指導する上でも適切な手立てとして考えられた。しかし、自分の考えを主張・証拠・理由付けに正しく分けて記述するには、中学生にとっても訓練と時間を要した。また、記述していないことも交えながら口頭でアーギュメントしたり、最終的に論理的な説明文として残らなかったりするので、客観的に思考力・判断力・表現力を評価するエビデンスとしては利用しづらいという課題があった。

そこで、2020年度は、この課題を解決するために、ワークシート「ひなたシート」には主張と根拠のみを記述し、アーギュメントの際に口頭で理由付けしながら説明する形にした。そして、アーギュメント後、それを基に別シートの「論述シート」に論述するようにした。このような形でも、妥当性は十分に高めることはでき、訓練と時間をそれほど要することはなかった。また、「論述シート」の記述をエビデンスにすることで、客観的に思考力・判断力・表現力の達成度をルーブリックで評価することは難しくないという知見が得られた。

そして、2021年度は、評価の際、思考力・判断力・表現力とともに、級友の意見を参考にしながら、粘り強く、自らの考えを調整した過程も一体的に評価するために、ひなたシートに自分の考えを記述し、アーギュメントを行った後、加筆修正し、より妥当性の高い考えを記述することができるようにした。また、単元全体の学びを振り返ることを通して、獲得された知識や、自分の考えの変容を実感できるようにするために、ひなたシート内に振り返りの欄を設定した。

2. オーセンティックな学びを意識した課題設定









昨年度は、「レディネス」と「真正性」を担保したパフォーマンス課題を設定することで、生徒が主体的に学習へ取り組むとともにその有用性を実感していることが、学習後の振り返りから多数確認することができた。しかし、単元の内容によっては、パフォーマンス課題を設定する際の4つの視点(表2)を十分に満たすことが難しく、理科の有用性を実感させる課題設定とその工夫について、今後も検証を重ねて改善していく必要があった。また、新学習指導要領の前文に、「多様な人々と協働しながら様々な社会変化を乗り越え、豊かな人生を切り拓き、

持続可能な社会の担い手となることができるようにする。」ことが明記されているように、中学校における理科教育でも、SDGsを視野に入れた教育活動の充実を図ることが、これまで以上に重要になっている。

表2 パフォーマンス課題を設定する際の視点

真正性	リアルな課題になっているか。現実世界で試されるような力に対応しているか。
妥当性	測りたい学力に対応しているか。
レリバンス	学習者の身に迫り、やる気を起こさせるような切実な課題になっているか。
レディネス	学習者が少し背伸びすれば手に届く程度の課題になっているか。

表3 オーセンティックな学びを意識した課題の例

第1学年「活着ている地球」		
中単元名	オーセンティックな学びを意識した課題	SDGsの目標
語る大地	あなたは、県外の親戚の人たちと、青島に行きました。すると、親戚の人から、青島の鬼の洗濯岩がどのようにしてできたのか、その成り立ちについて尋ねられました。あなたはどのように答えますか？	 
第2学年「地球の大気と天気の変化」		
中単元名	オーセンティックな学びを意識した課題	SDGsの目標
大気の動きと日本の四季	宮崎市で、大根やぐらが冬にだけ作られる気象的な理由は何だろうか？	 
第2学年「電流とその利用」		
中単元名	オーセンティックな学びを意識した課題	SDGsの目標
電流の性質	家庭の電気配線はすべて並列つなぎになっている。そのSDGsの視点からの理由は何だろうか？	 
第3学年「運動とエネルギー」		
中単元名	オーセンティックな学びを意識した課題	SDGsの目標
エネルギー資源とその利用	持続可能な社会をつくるために、どのような新しいエネルギー資源やエネルギー資源の有効な利用方法が考えられるだろうか？	 

そこで、SDGsの目標と関連したパフォーマンス課題をつくることで、真正性、切実性の高い課題にすることができ、生徒が理科の有用性をより実感できると考えた。本年度は、SDGsの目標と関連した真正性、切実性の高いパフォーマンス課題を、「オーセンティックな学びを意識した課題」(表3)として設定し、研究を進めた。そして、ループリックは中単元の目標

を基にして、評価規準を平易な箇条書きにして作成することで、教師と生徒がともに中単元で身に付けるべき力を意識しながら、学習を進めることができると考えた（表4）。

表4 「大気の動きと日本の四季」のルーブリック

評価規準	とてもよい (A)	よい (B)	改善が必要 (C)
これまでの学習を基に、大根やぐらが冬にだけ作られる気象的理由を、気象の変化の規則性と関連付けて推論できる。	単元を貫く課題に対して、単元で学んだことを分析して解釈しながら、科学的な妥当性の高い考えを記述することができている。	単元を貫く課題に対して、自分なりの答えを記述することができている。	単元を貫く課題に対して、自分なりの答えを記述することができていない。
気象とその変化に関する事物・現象について、学習を調整しながら、粘り強く取り組み、振り返りの欄に自分の考えの変容を具体的に記入することができる。	ひなたシートの見通しの欄を具体的に記入し、他者の考えを赤ペン等で記入する等、学習を調整しながら、粘り強く課題に取り組み、振り返りの欄に自分の考えの変容を具体的に記入している。	見通しと振り返りの欄への記述に、具体的な記述がない。または、他者の考えを赤ペン等で記入する等、学習を調整しながら、粘り強く課題に取り組み記述が少ない。	見通しと振り返りの欄への記述がない。または、他者の考えを赤ペン等で記入する等、学習を調整しながら、粘り強く課題に取り組み記述がない。

3. 中学校第2学年「大気の動きと日本の四季」における実践例

この単元では、「天気図や気象衛星画像から、気圧配置と風の吹き方や天気の特徴との関係を見いださせるとともに、日本の天気の特徴を日本周辺の気団と関連付けて理解させること」、「日本の気象を日本付近の大気の動きや海洋の影響に関連付けて理解させること」、「気象現象がもたらす降水などの恵み及び台風や前線などによる大雨・大雪や強風による気象災害を調べさせ、それらを、これまでの学習を踏まえて理解させること」の3つを目標に学習を進めた。そして、生徒が3つの目標をどの程度達成できたか総合的に評価できるように、この単元で身に付けた「知識・技能」と「思考力・判断力・表現力等」を使って解決をめざす課題として、また、オーセンティックな学びを意識した課題として設定したのが、図5の単元を貫く課題である。

本実践では、この単元の学習前に、生徒にこの課題に取り組みさせることで、学習の見通しをもたせた。そして、学習後に再度同じ課題に取り組みさせ、グループまたは全体でアーギュメントすることで、より妥当性の高い考えを記述することができるようにした（図6）。

ひなたシート

第2学年 単元「大気の動きと日本の四季」

単元を貫く課題

宮崎市で、大根やぐらが冬にだけ作られる気象的な理由はなんだろうか？

図5 「大気の動きと日本の四季」のオーセンティックな学びを意識した課題

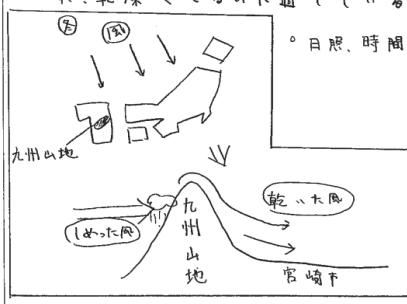
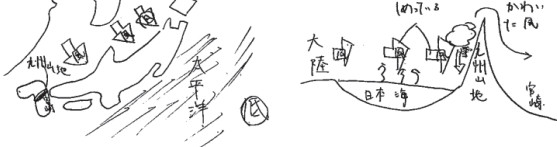
学習前の考え	9月29日	学習後の考え	月 日
<p>※図なども入れて説明してください。</p> <p>○冬の季節風によってかわいた風が流れ、乾燥させるのに適しているから。</p> <p>○日照、時間が長い。</p> 		<p>※図なども入れて説明してください。</p> <p>夏は涼しい。大風が吹くので、雨も降る。</p>  <p>冬の北東からの季節風は日本海を通過するときに多くの水蒸気を吸収し、九州山地を通過するときに雲をつくり、雪を降らす。そのため、官崎には、水蒸気の少ない風が吹くため、晴天が多く、乾燥しやすい。この気象は、大抵せむらと真しである。</p>	
<p>◎ この課題を解決するためには、どのようなことを(何について)学べばよいと思いますか?</p> <p>日本のまわりを流れている風の向きについて。</p>		<p>○ この単元をとおして、どのように考えが変わったり、深まったりしましたか?</p> <p>単元前は、風のことしか考えていなかったが、単元を通して、なぜその風が吹くのか、その風が及ぼす影響まで考えることができた。</p>	<p>知識・技能</p> <p>思考力・判断力・表現力</p> <p>主体的に学習態度</p>

図6 生徒が書いたひなたシート

4. 考察

以上の実践より、ひなたシートを工夫することにより、「知識・技能」「思考力・表現力・判断力」「主体的に学習に取り組む態度」の3観点を評価するためのエビデンスとして利用することができた。また、振り返りの欄の記述から、学習の前後で、自分の考えなどが変容していることを実感している生徒が多数いることが分かった。

そして、表2の4つの視点を十分に満たすことが難しい単元でも、パフォーマンス課題をSDGsの目標と関連した内容にすることにより、生徒が感じる理科の有用性が高まっていることも、学習後の振り返りから多数確認することができた。

IV. おわりに

2021年度は、2020年度までの研究を基盤としながら、アーギュメントを利用したオーセンティックな学びにつながる理科授業について研究を進め、発達段階に応じたアーギュメント構成能力の育成と、児童生徒が理科を学ぶことの有用性を実感する学習指導方法の構築と改善を行った。

小学校では、引き続きアーギュメントを利用した授業実践を積み重ね、児童に身につけさせたいアーギュメント構成能力の系統的な整理を行っていきたいと考える。

中学校では、本研究を基に、今後もオーセンティックな学びにつながる課題について研究を進めていきたいと考える。

附記

本研究の一部は、科研費(18K18659, 19K14344, 20H01747)の助成を受けた。

文献

- 坂本美紀・山口悦司・西垣順子（2011）：アーギュメント・スキルを育成する理科授業と評価枠組みの開発
博報堂教育財団 第6回児童教育実践についての研究助成事業 [https://www.hakuhodofoundation.or.jp/
subsidy/recipient/pdf/kenkyu_05_prize.pdf](https://www.hakuhodofoundation.or.jp/subsidy/recipient/pdf/kenkyu_05_prize.pdf)
- 時事通信出版局 編（2017）：授業が変わる！新学習指導要領ハンドブック，時事通信社
- 文部科学省（2018）：中学校学習指導要領解説 理科編 平成29年7月—平成29年告示，学校図書
- 鳴川哲也・山中謙司・寺本貴啓・辻健（2019）：イラスト図解ですっきりわかる理科，東洋館出版社
- 山本智一（2015）：小学校理科教育におけるアーギュメント構成能力の育成，風間書房