

## 小学校理科の考察における理由づけの形成を支える生成 AI の可能性

### Exploring the Potential of Generative AI to Support the Development of Reasoning in Elementary Science Explanations

中村 淳哉

NAKAMURA Junya

大阪市立豊里南小学校

Osaka City Toyosato Minam Elementary School

【要約】本研究は、小学校第6学年理科「てこ」単元の考察場面を対象に、生成AIとの対話が、観察・実験で得られた事実を関連づけて考察文へまとめる「理由づけ」の形成をどのように支え、その影響が記述にどう表れるのかを検討した。公立小学校第6学年1学級（在籍30名）のうち、対話ログと考察文の両方が取得できた20名分（ $n=20$ ）を分析資料とし、道具の目的・三点の位置関係・作用点ではたらく力の関連づけ段階（3段階）および生成AIへの依存度（3段階）から、対話ログと考察文の対応関係に着目して質的に整理した。分析の結果、三要素を結び付けて考察を一文にまとめる場面において、問い返しが観点の整理を促し、表現を整える手がかりとなり得ることが示された。一方で、対話の流れによっては例文に沿って「書いてしまう」事例や、問い返しが継続することで対話の目的が「生成AIの問いに答え続けること」へと移りやすい場面も見られた。以上より、生成AIの活用は、例文提示や問い返しの出し方を含むプロンプト設計と授業構成とを併せて検討する必要があることが示唆された。

【キーワード】生成AI, 理科, 考察, プロンプト設計

#### I. はじめに

近年、初等理科教育においては、観察・実験を通して得られた結果をもとに、根拠に基づいて考察をまとめる力の育成が重視されている。中央教育審議会の次期学習指導要領に向けた検討においては、見通しをもって観察・実験等を行い、その結果を分析して解釈する「考察」の充実が求められている（中央教育審議会、2025）。また現学習指導要領でも、結果を根拠として妥当な結論を導く過程が明確に位置づけられており、結果と結論を結び付けて説明する力の育成が求められている（文部科学省、2017）。

理科における考察は、観察や実験によって得られた複数の事実を関連づけ、それらを根拠として結論を述べる過程である。これは、主張（Claim）、証拠（Evidence）、理由づけ（Reasoning）から成る構造をもつと整理されることが多い（McNeill & Krajcik, 2008）。理由づけとは、観察や実験によって得られた証拠と結論とを論理的に結びつける働きを担う要素である。この理由づけが伴うことで、考察は結果の再述にとどまらず、根拠に基づいて結論を述べるものとなる。

しかし、理科教育の先行研究においては、児童が観察・実験の結果を列挙することはできても、それらを関連づけて考察として記述することに困難があると

報告されている。中央教育審議会の検討（2025）においても、結果を分析し解釈する考察を行うことに課題があると指摘されている。中学校理科を対象とした研究では、観察・実験の結果を踏まえた考察記述が十分に形成されていないことが報告されている（飯田・後藤、2019）。また小学校理科においても、協働的な説明活動や記述支援によって考察の記述力が改善する可能性が示されており（林・島田、2024；山内ら、2022a；山内ら、2022b）、考察における理由づけの形成の困難と支援の必要性が示唆されている。以上より、理科における考察では、結果を根拠として結論まで筋道立ててまとめ上げるための支援が重要な課題である。

こうした学習課題に対し、近年、生成AIの教育活用が広がりつつある。生成AIは入力に対して即時に対応し、問い返しや言い換え、例示などを生成できる特性をもち、学習者の思考整理や記述を支援する可能性が指摘されている（文部科学省、2023）。理科においても、予想や考察の記述を支援する実践が報告されている（藤川、2024；吉澤ら、2025；小林・渡辺、2025）。しかし既存研究の多くは文章表現の補助や内容整理に焦点が当てられており、複数の証拠を関連づけて考察としてまとめるための「理由づけ」が、生成AIとの対話の中でどのように形成されていくのかについて

は、十分な検討がなされていない。

そこで本研究では、小学校第6学年理科「てこ」単元の考察場면을対象として、生成 AI との対話が、観察・実験によって得られた事実を関連づけて考察としてまとめる「理由づけ」の形成過程にどのように関与したのかを分析する。具体的には、道具の目的（強い力を出す／力を調整する）、支点・力点・作用点の位置関係、および作用点ではたらく力の変化を結び付けた説明構造の形成に着目し、生成 AI との対話過程および児童の考察文をもとに検討する。

以上から、生成 AI が理科の考察における理由づけの形成に対してどのような支援が行えるのか、そしてその支援が児童の記述にどのように反映されるのかを明らかにすることを目的とする。これにより、生成 AI を理科の学習における考察の支援ツールとして位置づける可能性を示す。

## II. 研究の方法

### 1. 対象と実践の概要

本研究は学校の教育活動として実施し、研究で扱う記述および対話ログは個人が特定されないよう匿名化した。

対象は、公立小学校第6学年1学級（在籍児童30名）である。実践は2025年1月に行い、理科「てこのはたらき」において全8時間で構成した。そのうち生成 AI は第8時の考察場面で活用した。

本単元では、道具における支点・力点・作用点の位置関係と力の働き方との関係を扱った。児童は実験を通して、道具が（ア）支点が真ん中、（イ）作用点が真ん中、（ウ）力点が真ん中の三つに分類できることを確認した。本研究では、この三分類と、道具の目的（強い力を出す／力を調整する）および作用点ではたらく力を関連づけて考察としてまとめる場면을分析対象とした。

### 2. 生成 AI の位置づけ

本研究における生成 AI の活用は、文章作成を代行したり、記述を修正したりすることを目的としたものではない。理科の考察において児童が観察・実験によって得られた事実を関連づけ、理由づけを伴う考察を組み立てる過程を支援する手段として生成 AI を位置づけた。児童は、教師や友達に相談することと同様に、「生成 AI に聞いて考える」ことを選択肢の一つとして用い、必要に応じて活用した。生成 AI の使用は強制

せず、児童の判断に委ねた。

本研究では、コニカミノルタ社が提供する教育用生成 AI ツール「tomoLinks（トモリンクス）」を用いた。実践校は生成 AI パイロット校として指定されており、日常的な学習場面で生成 AI を活用する環境が整備されている。本ツールは児童の個人情報外部に送信されない設計となっており、小学生が安全に使用できる。本実践では、tomoLinks の「とも学」モードを使用した。

「とも学」は、教師があらかじめプロンプト（AI への指示文）を設定し、児童がその枠内で対話を行う形式である。

### 3. 生成 AI による支援設計

本研究では、理科の考察における理由づけの形成を支援するため、支援の進め方の異なる二種類の生成 AI プロンプトを設計した。具体的には、問いを段階的に提示しながら考察の構成要素を関連づけることを促す対話誘導型と、児童の記述内容を読み取り、足りない要素に応じて必要最小限の支援を提示する診断型である。児童によって、考察をまとめるときのつまずき方や必要な手がかりは異なる。そこで、一律の支援を示すのではなく、支援の進め方が異なる二種類のプロンプトを用意し、児童が自分に合う方を選択して活用できるようにした。

二種類のプロンプトはいずれも、①一度に提示する問いは一つとすること、②答えを教えるのではなく再考を促す問い返しを基本とすること、③道具の目的・三点の位置・力の働き方が「そのため」で結びつく表現を目標とすること、の原則に基づいて設計した。

さらに本単元では、てこの規則性に関する既習事項（支点からの距離と力の関係、力と距離のつり合い）を考察に結び付ける必要がある。そこで、必要に応じて既習事項を想起させる問いを組み込んだ。また、道具の分類結果（支点・作用点・力点が中央にある三分類）は実験結果として確定しているため、誤った分類や誤概念が見られた場合には修正を促す設計とした。

#### (1) 対話誘導型プロンプト

対話誘導型プロンプト（図1）は、児童が「道具の目的」「三点の位置」「作用点ではたらく力」を少しずつつなげながら、最後に一文でまとめられるように、質問の順番をあらかじめ決めて作成した。具体的には、①三分類（ア・イ・ウ）の違いに気付く、②それぞれの道具が何のために使われるかを思い出す、③作用点ではたらく力が強くなるか／調整されるかを考える、

- ④三つを比べて整理する, ⑤「力と距離のきまり」と結び付ける, ⑥三つに共通するしくみを言葉にする, ⑦「このことから」「そのため」を使って一文でまとめる, という流れで問いを提示した。

このプロンプトでは, AI は一度に一つの短い問いだけを提示し, 児童の答えに応じて, 次に検討すべき観点へ段階的に意識を向けられるようにした。また, 考えが止まった場合には二択の形で問いを提示し, 考察に必要な観点到立ち戻りやすいようにした。

**(2) 診断型プロンプト**

診断型プロンプト (図 2) は, 児童が書いた考察文

あなは小学校6年理科「てこのおたらし」において、実験結果と既習事項を関連付け、てこを利用した道具のしくみや働きとてこの規性を結び付けて一般化した考えを書かせることを支援するAIです。返事を淡白すぎないようにしてください。

**【今回の実験結果】**  
身の回りのてこを利用した道具を調べた結果、次の3つに分類できた  
(ア) 支点真ん中：はさみ/グラブ/ノール/ペンチ  
(イ) 作用点真ん中：空き缶つぶし/植抜き  
(ウ) 力点真ん中：トンク/ピンセット/糸切りばさみ

**【既習事項】**  
・支点から作用点までの距離が短いほど、また支点から力点までの距離が長いほど、小さな力で重ものを動かせる。  
・力の大きさ×支点からの距離は左右でつり合う。  
忘れていた場合は問いで思い出させる。

**【目標】**  
・ア・イ・ウの並び方の違いの理由  
・作用点でたたく力の違い  
・共通しているてこの規性を結び付けて、このことから「そのため」などを使って一般化した1文を書く。

**【支援方針】**  
・1回1つの短い問い・答えは言葉が短い説明がよい。必ず①思考をゆさぶる導入②グループ全体の働き③作用点の力④自分で仲間が共通点(規性)⑤一般化の順に進める

**【支援の流れ】**  
①3種類の違い  
3つを真ん中の場所が違おうが、このおたらしはまたどう思う？それとも理由があると思う？(※理由が異なる方向へ思考を向ける)  
②グループ全体の働き (※ア・イ・ウのうち1つをランダムで選ぶ)  
※AIはア・イ・ウのどの1つを選び、そのグループについて質問する。  
※③も必ず同じグループを扱う。  
例(ランダムでアを選んだ場合)「アの道具は、どんなことをするとき便利？」  
例(イを選んだ場合)「イの道具は、どんなことをするとき便利？」  
例(ウを選んだ場合)「ウの道具は、どんなことをするとき便利？」  
(※止まった場合のみ、その中の具体的な道具に戻る)  
③作用点でたたく力 ②と同じグループ  
例(アを選んだ場合)「アは、作用点でたたく力が強くなっている？弱くなっている？」  
例(イを選んだ場合)「イは、作用点でたたく力がどうなっている？」  
例(ウを選んだ場合)「ウは、作用点でたたく力が強くなっている？それとも小さくなっている？」  
④三つを比べて整理させる  
「作用点の力が強くなるグループはどれ？」「小さくなる(調整する)グループはどれ？」  
⑤「力と距離のきまり」と結び付ける  
「どうして強くなったり小さくなったりできるの？」「力ときよりのきまりと関係ある？」  
⑥共通点  
「並び方が違っても、3つに共通していることは何か？」  
⑦一般化  
「このことから、てこを利用した道具は、どんなしくみを利用していると言える？」  
⑧文章化  
「『このことから』や『そのため』を使って1文でまとめてみよう。」  
**【止まった場合】**  
二択  
①強、力を出す道具もある②力を調整する道具もあるどっちもある？または「① どれもてこのきまりを利用している② それぞれ別のきまりを使っているどっち？」  
**【最終到達目標】**  
・ア・イは作用点の力を強くする  
・ウは作用点の力を小さくして調整する  
・すべてに共通するのは力ときよりのつり合いの規性を結び付けて一般化した1文になる。

図1 対話誘導型プロンプト

を読み取り, 「いまだこまで書いているか」「何が足りないか」に応じて, 必要な問いだけを返す点に特徴がある。具体的には, 児童の記述を【STEP2】で示したA~Eの5段階に分類し, 段階に応じた問い返しを提示するよう設計した。Aは分類の誤り, Bは道具の性質の誤りである。Cは目的には触れているが三点の位置と結びついていない段階, Dは三点の位置には触れているが作用点ではたらく力(力の働き方)に触れていない段階である。Eは三要素が概ね結び付いており, ほぼ完成している段階とした。

例えば, C(目的はあるが位置と結びついていない)の記述には三点の位置に注意を向ける問いを提示し, D(位置はあるが力の働き方に触れていない)の記述には作用点ではたらく力に目を向けさせる問いを提示した。また, E(ほぼ完成)の記述には, 他の道具にも当てはまる言い方になるよう促す問いを提示した。いずれの場合も, 答えを示すのではなく, 児童自身が

あなは小学校6年理科「てこのおたらし」の考察を支援するAIです。

**【今回の実験結果】**  
身の回りのてこを利用した道具を調べた結果、次の3つに分類できた  
(ア) 支点真ん中：はさみ/グラブ/ノール/ペンチ  
(イ) 作用点真ん中：空き缶つぶし/植抜き  
(ウ) 力点真ん中：トンク/ピンセット/糸切りばさみ

**【既習事項】**  
・支点から作用点までの距離が短いほど、また支点から力点までの距離が長いほど、小さな力で重ものを動かせる。  
・力の大きさ×支点からの距離は左右でつり合う。  
忘れていた場合は問いで思い出させる。

**【基本方針】**  
・問いは短く、1回1つ  
・答えは言い切らない  
・必要とときだけ例や既習事項を出す  
・最後必ず児童が文章を書かせる

**【STEP1：自由記述】**  
「どうして道具によって(ア)(イ)(ウ)に分かれるの？」と問い、文章を書かせる

**【STEP2：タイプ別記述】**  
児童の文章を次のように分類する  
A：分類を間違えている  
B：道具の性質を間違えている  
C：目的があるが位置と結びついていない  
D：位置があるが力の働き方に触れていない  
E：ほぼ完成している

**【タイプ別支援】**  
■A(分類誤り) 植抜きは(イ)だよ、作用点真ん中、ここを直して、もう一度考えてみよう。  
■B(性質誤り) 草、紙を切るとき、力ある？ 強い方がいいと確認  
■C(目的止まり) まげ問題：強、力を出したいとき、真ん中にあるおたらしのどの部分がはさそう？  
——それでも止まる場合のみ——  
【選出法】①支点 ②力点 ③作用点  
■D(位置止まり) まげ問題：「その位置だと、力の働き方どうなる？」  
——それでも止まる場合のみ——  
【選出法】①少ない力で大きな力が出る②力が小さくなりすぎない  
——それでも止まる場合のみ——  
【例示】例示は、植抜き、ふたを閉める？ 強い方がいい？  
■E(ほぼ完成) 「他の道具も同じことが言えるかな？」  
**【最終まとめ(必ず文章化)】**  
「道具の目的、真ん中にある点、力の働き方を入れて、『そのため』を使って1文でまとめてみよう。」  
「①強、力を出す道具もある②力を調整する道具もあるどっちもある？」または「① どれもてこのきまりを利用している② それぞれ別のきまりを使っているどっち？」  
**【最終到達目標】**  
・ア・イは作用点の力を強くする・ウは作用点の力を小さくして調整する  
・すべてに共通するのは力ときよりのつり合いの規性を結び付けて一般化した1文になる。

図2 診断型プロンプト

考察を組み立て直せるよう促すことを基本とした。

### Ⅲ. 分析方法

本研究では、理科の考察における理由づけの形成過程に生成 AI がどのように関与したのかを明らかにするため、児童の考察文と生成 AI との対話ログとの対応関係に着目した質的分析を行った。分析対象は、第 8 時に作成した児童の考察文（ワークシート記述）および当該児童の生成 AI との対話ログである。分析は、①考察文における三要素の関連づけの程度、②考察文に対する生成 AI への依存度、③対話過程の特徴、の三点から整理した。

#### 1. 理由づけ構造に基づく記述分類

本研究では、理科の考察における理由づけを、道具の目的（強い力を出す／力を調整する）、支点・力点・作用点の位置関係、および作用点ではたらく力の変化を関連づけて考察としてまとめる構造として整理した。このような複数からなる要素の関連づけの程度に基づいて記述を段階的に分類する方法は、記述の分析において用いられている（濱田, 2019）。

児童の考察文が三要素をどのように関連づけているかに基づき、次の三段階に分類した。

##### ① 分類・事実の記述のみ

（例：はさみは支点が真ん中の道具である）

##### ② 二要素の関連づけ

（例：支点が真ん中なので強い力が出る）

##### ③ 三要素を統合した理由づけ

（例：強い力を出すために支点が真ん中にあり、少ない力で大きな力が出る）

#### 2. 生成 AI への依存度の分類

本研究では、考察文が生成 AI との対話にどの程度支えられて成立したのかを把握するため、対話ログと考察文の対応関係に基づき、「生成 AI への依存度」として三段階に分類した。なお、本研究でいう「生成 AI への依存度」は、生成 AI の使い方を評価するものではなく、対話と考察文の対応の程度を整理するための区分である。

判定にあたっては、①対話のはじめの段階で、児童がどれだけ自分の言葉で考察としてまとめ始められていたか、②対話中に「ヒント」「まとめて」「書いて」など、文章を作ってもらおうとする発話が見られるか、③考察文に AI の提示文と一致する表現がどのくらい含まれるか（転用の程度）を手がかりとした。

具体的には、①対話の初期から児童が「目的・三点の位置関係・作用点ではたらく力」を結び付けて一文でまとめる見通しをもち、問い返しを受けながら内容を明確にしたり深めたりして考察文をまとめたものを依存度 1、②途中で「わからない」等を示しつつも、AI の提示を手がかりに語句の言い換えや整理を行い、自分の言葉に直しながら考察文を構成したものを依存度 2、③「まとめて」「書いて」など AI に文章生成を求め、提示文をほぼそのまま考察文として用いたものを依存度 3 とした。

#### 3. 対話過程の検討と支援タイプ別の整理

次に、生成 AI との対話ログを分析し、AI の問いかけに対する児童の応答や思考の変化を整理した。特に、児童が三要素（目的・三点の位置・作用点ではたらく力）のどこで立ち止まり、既習事項である「力と距離のきまり」をどのように考察へつなげていったかに着目した。その上で、(1) の関連づけ段階と (2) の依存度との関係も併せて検討し、生成 AI が理由づけの形成に果たした役割を質的に分析した。このような学習過程の相互作用に着目した分析は、質的研究において学習の成立過程を捉える方法として位置づけられている（濱田, 2019）。

### Ⅳ. 結果及び考察

#### 1. 関連づけ段階と生成 AI 依存度の分布

表 1 は、在籍児童 30 名のうち、考察文および生成 AI との対話ログの両方を取得できた 20 名 (n=20) を対象として、①三要素（道具の目的／三点の位置関係／作用点ではたらく力）の関連づけ段階（①～③）と、②考察文が生成 AI との対話にどれだけ支えられて成立したかを示す生成 AI への依存度（1～3）を二軸で整

表 1 関連づけと依存度の分布図

	依存度 1	依存度 2	依存度 3
関連づけ①	1	1	1
関連づけ②	0	2	1
関連づけ③	2	8	4

表2 児童の考察文の理由の関連づけと生成AI依存度

児童	関連づけ	依存度	根拠
A	③	2	問い返して整理→自分でまとめ、言い換え提案も活用
B	③	2	自分でまとめた文をAIが言い換え、最終は採用
C	③	2	対話初期から考察文の核があり、整形は軽め
D	③	1	距離と力の特徴を自力で詳細に言語化
E	③	3	わからない→ヒント文ベース
F	③	2	自分の言葉でまとめ直しつつ、表現整形はAI支援あり
G	③	3	「簡単に」「やだ」等で自走弱→抽象まとめはAI提案依存大
H	③	2	途中混乱はあるが、自分の文章→AIの1文モデルで収束
I	③	3	「具体的に」後、AIモデル文をほぼそのまま最終稿に反映
J	①	1	「点が同じだと変」中心で、きまり(力×距離)一般化なし
K	②	3	「わかんない」連発→AI提示のはさみ例文で完成
L	③	3	整った記述を長文で投入(コピー的)+抽象化はAI支援強
M	①	2	理由は出るが、共通きまりへの関連づけ弱い
N	③	2	誤概念修正を経て、最終は自分の文で一般化まで到達
O	③	2	迷い、ヒント要求ありつつ、最終は目的×きまりでまとめ切る
P	③	2	距離関係を自力で押さえ、文章化で支援要求あり
Q	③	2	自分の見立て→簡略化支援→納得
R	①	3	入力が成立しにくく、まとめに到達していない
S	②	2	グループ整理に支援が必要/観察止まりで一般化弱い
T	②	2	ログ途中で切れ、確定範囲では一般化が浅め

理したものである。表2は、表1に示した各児童の分類結果について、判定の根拠を対話ログに基づいて簡潔にまとめた一覧である。

表1から読み取れることは二つある。一つ目は、関連づけ③(三要素を統合した記述)に分類された児童が14名と多数を占めたことである(依存度1:2名、依存度2:8名、依存度3:4名)。例えば、「支点・力点・作用点の位置を変えることで、作用点の力を強くしたり弱くしたりできる仕組み」といった記述が見られた。

二つ目は、関連づけ③まで到達していても、依存度

3(AIの文をそのまま使う割合が大きい)と判定される事例が4名含まれていることである。つまり、本実践では「統合した考察文が書けた」という成果が見られる一方で、「書けたこと」と「自分で組み立てて書けたこと」は一致しない場合があるという課題も同時に見えてきた。

以下では、表1・表2の分布を手がかりに、自分の言葉で組み立ててまとめた事例とAIの例文に寄ってまとめた事例の違いを、対話ログと考察文の具体を交えて述べる。

## 2. 生成AIが記述の支えとなった事例

### (1) 児童D(依存度1)

児童Dは、対話の中で「作用点ではたらく力の違い」を、支点からの距離との関係として説明しようとしていた。生成AIが「力と距離のきまり」との関係を問うと、児童Dは、「『ウ』は力点が支点の距離が近くて、作用点が支点からの距離が長いからだと思う」と答えている。ここでは、三分類の違いを支点からの距離のちがいと力のはたらき方を結びつけて考えようとしていることが分かる。

続けて生成AIが、「このことから、てこを利用した道具は、どんなしくみを利用していると言えるかな?」と問うと、児童Dは、「力点が支点からの距離が遠くなればなるほど力が伝わり、近くなればなるほど力が伝わりにくくなる特性と、作用点が支点からの距離が近くなればなるほど力が伝わり、遠くなればなるほど力が伝わりにくくなる特性を活かしている」と述べ、支点からの距離と力との関係を用いて考察を組み立てている。

さらに生成AIが「『このことから』や『そのため』を使って1文にまとめてみようか」と促した場面でも、児童Dは自分の表現を保ったまま、一文にまとめた。最終的な考察文(図3)もこの表現を基に構成されていた。

以上より、生成AIは答えの文を示すというより、児童が自分の言葉で組み立てた内容を、三分類に共通する形にまとめ、一文に整えるための問い返しとして機能していたと考えられる。

### (2) 児童C

児童Cも、対話の中で支点からの距離と力との関係に基づいて三分類の違いを説明しようとしていた。生成AIが「『力の大きさ×支点からの距離』のきまりと関係あるかな?」と問う場面で、児童Cは「アとイは作

「ア」「イ」「ウ」のてこの原理を使った道具は全て、力点が支点からの距離が遠くなればなるほど力が伝わり、近くなればなるほど力が伝わりにくくなる特性と、作用点が支点からの距離が近くなればなるほど力が伝わり、遠くなればなるほど力が伝わりにくくなる特性を活かしている。

図3 児童Dの考察文

用点よりも力点のほうが支点から遠い位置に合って、ウは力点よりも作用点のほうが支点の位置から遠い」と答えており、三分類の違いを「三点の距離の違い」に注目して捉えようとしていた。

その後、生成AIが「このことから…『このことから』や『そのため』を使って1文でまとめてみよう」と問いかけると、児童Cは「このことから支点からの力点と作用点の距離によって、加えた力から半減したり強くなったりする」と述べている。ただし、表現は整理途中であった。ここで生成AIが、「このことから、てこを利用した道具は、力点と作用点の距離のちがいを利用して、力を強くしたり調整したりできるため、力と距離のきまりが腑に落ちるしくみを使っている」という例文を提示すると、児童Cは「いいね」と応答し、最終の考察文(図4)もこの表現に近い形でまとまっている。

以上より、児童Cの事例では、生成AIは新しい考えを付け加えるというよりも、児童が捉えた観点を一文にまとめるための言い回し(例文)を提示し、表現を整える手がかりとして機能していたと考えられる。

### 考察

てこを利用した道具は、力点と作用点の距離のちがいを利用して、力を強くしたり調整したりできるため、力と距離のきまりが腑に落ちるしくみを使っている。

図4 児童Cの考察文

### 3. AIへの依存が強くみられた事例(依存度3)

児童Iは、対話の中で(ア)(イ)(ウ)の分類や「作用点の力が強くなる/調整する」といった整理は比較的スムーズに行っていた。生成AIが「作用点の力が強くなるグループはどれ?また、小さくなる(調整する)

グループはどれ?」と問うと、児童Iは「作用点の力が強くなるグループは、ア、イで、作用点の力が小さくなるのはウのグループだと思う」と答えており、実験結果の整理はできていることが分かる。

一方で、その理由を「力と距離のきまり」に結び付けて三分類に共通するしくみとして一般化する段階では、「ちょっと難しい」と述べる場面が見られた。生成AIが既習事項を想起させる問いを提示した際には、「支点か力点の距離が遠くて、支点から作用点の距離が近かったら小さな力で物を動かせるよ」と答え、支点からの距離と力の関係に触れようとしている。しかし、「3つに共通すること」を一文としてまとめる問いに対しては、「もうすこし簡単にしてほしいです」と応答しており、観点は捉えつつも、共通点を一般化して一文にまとめる段階で立ち止まっていたことが分かる。

その後、生成AIが「『このことから』や『そのため』を使って1文でまとめてみよう」と促すと、児童Iは「このことからてこを利用した道具は、力点になにかすることで、支点と作用点のどちらか大きく動く仕組みになっている」とまとめようとした。その上で生成AIが同様の問い返しを行うと、児童Iは「具体的に」と応答し、生成AIは次の例文を提示した。「このことから、てこを利用した道具は、力点や支点と作用点の距離を変えることで、作用点での力を強くしたり弱くしたりできるしくみになっている。」この例文提示の直後、児童Iは「このことから、てこを利用した道具は、力点や支点、作用点の距離を変えることで、作用点の働きを強くしたり弱く出来るしくみになっている。」と述べており、生成AIの例文と表現が近い形で文章化している。最終の考察文(図5)も同様の表現であった。

以上より、例文提示が「一文でどうまとめればよいか」という見通しを与えた一方で、児童自身の言い換えや再構成が十分に起こらないまま、考察文が例文に沿った形でまとまりやすいことが示された。

### 考察

このことから、てこを利用した道具は、力点や支点、作用点の距離を変えることで、作用点の働きを強くしたり弱くできる仕組みになっている。

図5 児童Iの考察文

#### 4. 関連づけ①～②にとどまった事例

児童Sは、道具の分類（ア・イ・ウ）と力の違いを結び付ける段階で、分類そのものの捉え方でつまづく場面が見られた。生成AIが「作用点の力が強くなるグループはどれ？他のグループも考えてみて」と問いかけた際、児童Sは「グループってなに？」と応答している。ここから、児童Sは（ア）（イ）（ウ）の三分類を「グループ」として捉えられておらず、問われている内容を整理しにくい状態であったことが分かる。

生成AIが「グループとは…ア・イ・ウの3つのでこのタイプのこと」と説明すると、児童Sはまず「せんぬきを一番最初に思いついたよ」と、具体的な道具の想起を手がかりに思考を進めている。栓抜き（イ）については、生成AIの「（イ）の作用点の力はどうなっている？」という問いに対して、「強くなっていると思う」と答えた。続いて（ウ）についても「小さいと思う」と述べており、個々の道具のイメージを手がかりに「強くなる／小さくなる」の判断を行っている様子が見られた。

一方で、生成AIが「作用点の力が強くなるグループはどれ？小さくなる（調整する）グループはどれ？自分で整理してみよう」と全体の整理を促した場面では、児童Sは「はさみと糸切りはさみとパールだと思う」と答えており、分類を「道具名の列挙」として捉え直している。その後、「どれも強くなっている」と答えるなど、三分類（ア・イ・ウ）と作用点の力の変化（強くなる／小さくなる）を対応づけて整理することに難しさが見られた。生成AIが糸切りばさみ（ウ）を例に「小さな力で細かく調整できる道具だよ」と具体例に戻して問い直すと、児童Sは「小さくなっている」と答え、発言を修正した。

以上より本事例では、生成AIは具体例を手がかりに分類と力の関係を確認し直す支援として機能した。しかし、三要素（道具の目的／三点の位置関係／作用点ではたらく力）を関連づけて一般化する段階には到達しにくかった。実際に児童Sの最終の考察文（図6）より、グループごとの特徴の整理はできているものの、

アのグループの作用点の力が強くなっていて、ウのグループの作用点の力を調整していることがわかった。

図6 児童Sの考察文

支点・力点・作用点の位置関係や「力と距離のきまり」と結び付けるところまでは十分ではなかった。

#### 5. 支援としての留意点

ここでは、生成AIを考察支援として活用する上で、児童の学習過程を踏まえて留意すべき点を整理する。

##### （1）「書けた」と「自分で組み立てた」は一致しない場合がある

関連づけ③（三要素を統合した理由づけ）まで到達している考察文であっても、対話の流れによっては、児童が自分で要素を結び付けて書いたというより、生成AIが提示した例文を手がかりに整った形に「仕上がった」ように見える事例があった。つまり、考察文の完成度だけを見てしまうと、「自分で組み立てて書けたのか」「例文に沿ってまとまったのか」が区別しにくい。

生成AIを考察支援に用いる場合、考察文そのものの出来に加えて、対話の中でどのように考えが進んだのかを併せて見取る必要がある。本研究でも、考察文と対話ログの対応を併せて捉えることで、記述の成立過程を整理した。

##### （2）プロンプト設計と授業構成

本実践では対話誘導型を選択する児童が多く、診断型の使用は限られていた。そのため、本節では主に対話誘導型の対話過程を手がかりに、依存（依存度3）が生じる条件を検討する。

本実践で依存度が高くなった背景には、児童側のつまずきだけでなく、対話誘導型プロンプトの設計と授業での使わせ方が関係していた可能性がある。対話誘導型は「問い返し」によって観点を焦点化し、児童の言語化を促す設計であり、考察の要素を十分に言葉にできていない段階では有効に働きやすい。一方で、対話が長くなると、同じ観点を問いに合わせて何度も言い直す流れになりやすく、対話の目的が「考察をまとめること」から「生成AIの問いに答え続けること」へとずれやすい。

例えば児童Cでは、一度「このことから…」の形で考察文がまとまりかけた後も、生成AIが「どうして道具によって（ア）（イ）（ウ）に分かれるの？」と問いを重ね、児童が完成文に近い表現を再提示する場面が見られた。このように、考察の骨格がすでに形成されつつある場合でも、対話が続くことで、同じ内容を問いに合わせて言い直すこと自体が中心になっていく可能性がある。

また、停滞場面で例文や言い回しの提案を提示できる設計は、授業の進行上は助けになる。一方で、依存の面では留意が必要である。例えば、児童Gでは分類の整理が十分でない段階で「簡単に」と求めた場面で、生成AIが「作用点の力が強くなるグループはアとイ…小さくなるのはウ」と内容を提示し、対話が進む場面が見られた。さらに、一文でまとめる段階では生成AIが「力と距離のきまりを使って、強い力を出したり力を調整したりできる」といった例文を示し、児童Gの最終の考察文も例文に近い表現でまとまっていた。

例文提示は、考察文を一文として完成させるための足場として有効に働く可能性がある。しかし、提示が「そのまま使える形」になると、児童が自分の言葉で言い換えたり再構成したりする前に文章が整ってしまい、結果として表現が例文に寄りやすいことがうかがえる。

以上より、依存度が高くなった要因としては、①問い返しが続くことで対話が長くなり、対話の目的が「まとめる」より「問いに答え続けること」へずれやすいこと、②停滞場面で例文が提示されることで、言い換えや再構成を経ないまま完成文に近づきやすいこと、の二点が重なった影響が考えられる。

## V. おわりに

本研究では、小学校第6学年理科「てこ」単元の考察場面を対象に、生成AIとの対話が、児童の「理由づけ」の形成をどのように支え、その影響が記述にどう表れるのかを検討した。分析の結果、生成AIは、児童が「道具の目的」「三点の位置関係」「作用点ではたらく力」を関連づけて考察をまとめる場面において、考えの整理や表現を一文に整えることを支える手がかりとして機能する可能性が示された。とくに、支点からの距離と力の観点をを用いて組み立て始めている児童に対しては、問い返しが「どの点の位置関係を根拠にするのか」「力はどう変わるのか」といった観点を整理させ、考察文をまとめる手助けとなっていた。

一方で、考察文としては整っていても、対話の流れによっては生成AIの例文に沿って「書いてしまう」事例も見られた。すなわち、考察文の完成度だけでは、児童が自分で要素を関連づけて組み立てたのか、例文を手がかりにまとめたのが区別しにくい。生成AIを考察支援に用いる場合、完成した考察文だけでなく、対話の中でどのように観点が形成され、どの段階で表

現が整えられたのかも併せて捉える必要がある。

また、依存が強く表れた背景には、児童のつまづきだけでなく、プロンプト設計と授業構成が関係していた可能性が示唆された。問い返しが続くことで対話が長くなり、児童にとって「考察をまとめる」よりも「生成AIの問いに答え続けること」が中心になりやすい場面が見られた。さらに、停滞場面で例文や言い回しが提示されることは、一文の見通しを与える点で有効である。しかし、提示がそのまま使える形である場合には、児童の言い換えや再構成を経ないまま文章が整ってしまい、表現が例文に寄りやすいことがうかがえた。

以上より、生成AIは理科の考察において、理由づけの形成を支える学習環境として一定の役割を果たし得ると言える。一方で、問い返しの出し方や例文提示の位置づけによっては、「自分で組み立てる」過程が弱まり、依存が生じる課題も併せ持つことが示唆された。今後は、①例文提示を「そのまま使える完成形」としてではなく、言い換えや比較が生じる足場として位置づけること、②既習事項（力と距離のきまり）へ接続する観点を授業側で明確にし、対話の目的が「まとめ」に向かうように構成すること、③対話過程を踏まえた評価・見取りの方法を整えること、といった工夫を通して、考察支援としての効果を高められると考える。

## 文献

- 中央教育審議会 (2025) 理科に関する現状・課題の検討事項 [https://www.mext.go.jp/content/20251006-mext\\_kyoiku01-000045238\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20251006-mext_kyoiku01-000045238_01.pdf) (2026年3月1日閲覧)
- 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領 (平成29年告示解説) 理科編。
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008) Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), pp.53–78.
- 飯田 寛志・後藤 顕一 (2019) 中学校理科実験における考察記述の論理的表現に関する一考察 —相互評価表を用いた授業実践を通して—, *理科教育学研究*, 60(2), pp.251–266.
- 林 康成・島田 英昭 (2024) 小学校理科における全体的協働による説明活動が考察の記述力に及ぼす効果—第5学年「ふりこの運動」を事例に一、理科教

育学研究, 65(3), pp.571-584.

山内 慎也・郡司 賀透・飯田 寛志・後藤 顕一 (2022a)  
中学校理科の考察における科学的な表現の育成に  
関する一考察—相互評価活動下において考察記述  
の定型化指導を組み込む学習活動を通して—, 理科  
教育学研究, 63(2), pp.399-414.

山内 慎也・郡司 賀透・飯田 寛志・後藤 顕一 (2022b)  
中学校理科における考察の意識に関する一考察—  
相互評価活動を用いた学習活動を通して—, 理科教  
育学研究, 63(3), pp.643-653.

藤川大裕 (2024) 初等中等教育実践における生成 AI の  
活用のあり方 —文部科学省「暫定的なガイドライ  
ン」前後の状況—, 千葉大学教育学研究紀要, 第 72 卷,  
pp.83-90.

吉澤日花里・井上信介・西本周平・志儀孝典 (2025)  
生成 AI パイロット校の活用実践に関する整理と  
考察 —2 年間の変遷を踏まえて—, 内田洋行教育  
総合研究所.

小林靖隆・渡辺理文 (2025) 生成 AI の活用による即  
時的フィードバックの実践 —小学校第 6 学年「電  
気の利用」を事例にして—, 理科教育学研究, 65(3),  
pp.573-583.

文部科学省 (2023) 初等中等教育における生成 AI の  
利用に関する暫定的なガイドライン  
[https://www.mext.go.jp/content/20241126-mxt\\_jogai01-000038813\\_03.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20241126-mxt_jogai01-000038813_03.pdf) (2026 年 3 月 1 日閲覧)

濱田秀行 (2019) 小グループの談話とワークシート記  
述の質的分析, 秋田喜代美・藤江康彦: これからの  
質的研究法: 15 の事例にみる学校教育実践研究, 東  
京図書, pp.42-57.