

児童・生徒の思考力・表現力を育成する理科学習指導方法と評価システムの開発

目 次

はじめに

第1章 理科における思考力・表現力の定義 ……………	6
0 1年次の目的……………	6
1 理科における思考力の捉え方……………	6
2 理科における思考力の定義……………	7
3 理科における表現力の定義……………	12
第2章 児童・生徒を対象とした理科における思考力・表現力の評価問題の開発 …	16
1 理科における思考力・表現力の評価研究の実態……………	16
2 理科における思考力・表現力の評価問題の開発……………	17
第3章 児童・生徒の理科における思考力・表現力の実態の分析 ……………	30
1 児童・生徒の理科における思考力・表現力の実態の検討……………	30
2 児童・生徒の理科における思考力・表現力の実態の整理……………	43
第4章 足場 (scaffolding) 理論を導入した学習指導方法の収集 ……………	45
0 2年次の目的……………	45
1 理科における足場理論を導入した学習指導研究の規定……………	45
2 日本の理科教育における足場理論を導入した学習指導研究の概観……………	45
3 本研究における学習指導・評価システムの重要性と先行研究……………	47
4 ダイナミック・アセスメントの規定と先行研究の動向……………	49
5 理科教育におけるダイナミック・アセスメントと先行研究の動向……………	55
第5章 児童・生徒の思考力・表現力の実態と足場 (scaffolding) 理論を 導入した学習指導方法をもとにした理科学習指導過程の開発 ……………	58
1 本研究の目的……………	58
2 対象学年と学習課題設定の理由……………	58
3 小学校理科におけるダイナミック・アセスメントの 活用効果の検討 (研究1) ……………	59
4 知識活用力・知識再生力を測定するテスト開発と ダイナミック・アセスメントの活用効果の検討 (研究2) ……………	64
5 継続的な確認プリントによるダイナミック・アセスメントに おける効果の検討 (研究3) ……………	80

第6章 開発した学習指導過程におけるスタンダードとルーブリックから 構成するポートフォリオを用いた理科の評価システムの開発	90
1 思考力・表現力を育成するための、子どもの認知過程に沿った ダイナミック・アセスメントの授業展開.....	90
2 ダイナミック・アセスメントを活用した指導事例.....	93
第7章 総括	98
引用・参考文献・註	100
＜1年次＞.....	100
＜2年次＞.....	102
巻末資料	108
＜1年次＞.....	108
＜2年次＞.....	121

第6章 開発した学習指導過程におけるスタンダードとルーブリックから構成するポートフォリオを用いた理科の評価システムの開発

前章までは、ダイナミック・アセスメントの効果について述べ、今日求められているいわゆる「活用力」（本研究では、論理的に思考する力と、論理的に考えたことを表現する力を合わせたものとしている）に対して、定着の効果があることが明らかになった。

本章では、前述のダイナミック・アセスメントの効果より、小学校第5学年「水溶液の性質」における、具体的な教師の指導・評価方略について以下の2つの視点で述べる。

- ① 思考力・表現力を育成するための、子どもの認知過程に沿ったダイナミック・アセスメントの授業展開
- ② 学級集団の中で教師がダイナミック・アセスメントを個に応じて行う場合において、効率的に認知過程向上のために見取り、支援していく方略

6-1 思考力・表現力を育成するための、子どもの認知過程に沿ったダイナミック・アセスメントの授業展開

実験観察場面において、実験中の変化などを自由に記録させた場合、子どもたちは目についた変化のみを記録する。そのため、このような記録は、後で見返してみると、時系列で「何が」、「どのように」変化したのかよくわからない場合が多い。

その原因として、①記録のための的確な表現技術の欠如、②多様な観察の視点の欠如、③継続的に複数の視点を記録する技術の欠如などが考えられる。

上述の問題点を改善し、的確な観察記録を行うためには、教師がa. 子ども一人ひとりが「観察記録の方略」を、現時点でどの程度まで身につけているかを把握する、b. 子どもの不足している技能に、自ら気づくように支援したり、子どもたちの理解状況に合わせて段階的に指導する必要がある、という2点があると考えられる。

そこで本章では、学習指導過程におけるスタンダードとルーブリックから構成するポートフォリオを用いた理科の評価システム子どもたちの認知状況に応じて教師が助言や指導をするという「ダイナミック・アセスメント」を用い、「観察の視点」をもつことや、「記録方略」についての技法を子どもたちに与えた。そして、授業におけるダイナミック・アセスメントの導入によって、ノート記録がどのように変容するかを分析し、その効果の検証と、指導法の考案を行った。

6-1-1 本単元・授業の概略

本項では、本時のダイナミック・アセスメントの流れについて述べる。

本単元は、第6学年の「水溶液の性質」であり、金属を溶かす水溶液（うすい塩酸・水酸化ナトリウム水溶液）と、水溶液に溶かされる金属（鉄・アルミニウム）の4つの組み合わせで、金属を溶かす組み合わせの理解や、金属が溶ける様子を観察する内容である。

本時では、2時間続きの授業において、第1回から第4回までの観察記録を行う実験を実施し、単に単元目標を達成するだけではなく的確な観察記録を行うためのダイナミック・アセスメントを実施した。

まず、第1回目では、子ども自身の力でどの程度観察記録ができるか判断するために、「しっかりと変化を記録すること」と指示し、記録させた。

第2回目では、第1回目の子ども自身が考え、実際に記録した「観察記録」を教師が見直しをするように指示する。その指示内容は、子どもたちの記録途中で教師が机間巡視し、子どもたちの観察記録で課題と思われる内容を調べ、最も多くの子どもたちにとって課題である内容について指摘する。

第3回目では、第2回目で指摘した課題については、かなりの子どもたちに改善がみられる。しかしながら観察記録として不十分な点もまだあり、第3回目ではまた新たに教師が観察記録で課題と思われる内容を調べ、最も多くの子どもたちにとって課題である内容について指摘する。また、前回指摘した課題についても十分に定着がみられない子どもに対しては、改めて課題について指摘する。

第4回目では、第3回目同様、最も多くの子どもたちにとって課題である内容について指摘する。また、本実践においては、子どもたちの記録方略の成長を子ども自らが実感できるように、第1回目と、第4回目で扱う水溶液と金属を同じにし、実験後に比較させ、改めて観察記録の条件と自らの成長が実感できるようにしている。

理科学習指導案

1. 単元名 第5学年「水溶液の性質」

2. 本時の目的

組み合わせにより，水溶液に溶ける金属が異なることや，その溶ける様子を的確に観察することができる。観察記録の質を高められるように個に応じて段階的に理解することができる。

3. 本時の展開

学習活動	留意点
<p>(うすい塩酸・水酸化ナトリウム水溶液) × (鉄・アルミニウム) の4つの組み合わせで，それぞれどのように溶けていくのか観察して記録しよう。</p> <p>【実験1】 (うすい塩酸-アルミニウム) 子ども：単に気づいたことのみを記録する状況。 →「場当たりの記録」から，「目的に応じた記録」の必要性を意識させる。</p> <p>【実験2】 (うすい塩酸-鉄) 子ども：観察の視点のもち方が不十分，主語や表現方法の不十分さがある。 →観察の視点を明確にし，多様な観点を認識させる。</p> <p>【実験3】 (水酸化ナトリウム水溶液-アルミニウム) 子ども：複数の視点で継続的に観察できない。自分の記録能力の伸びを確認する機会がない。 →主語を明確にすることや，メタファ表現の有効性を認識させる。</p> <p>【実験4】 (うすい塩酸-アルミニウム) 実験1で記録した記録と比較させ，自分自身の観察記録がどのように変化したか省察させる。</p>	<p>実験1：発見したことをしっかり書くように指示する ※後で見返したとき，記録として成立していないことが多い</p> <p>実験2：どのような情報が記録に必要な情報か確認させる</p> <p>実験3：主語や，「○○のように△△だ」といったメタファを活用するように指示する</p> <p>実験4：複数の視点で継続的に観察するように指示する ・水酸化ナトリウム水溶液×鉄の組み合わせを同時に行う(溶けないので，実質は観察しない)</p>

6-2 ダイナミック・アセスメントを活用した指導事例

6-2-1 ダイナミック・アセスメントの流れ

本項では、本時のダイナミック・アセスメントの流れについて述べる。

本時では、2時間続きの授業において、第1回から第4回までの観察記録を行う実験を実施し、毎回子どもたちの観察記録に見られる課題について指摘し、完全を促した(図6-1)。そして、まず、第1回目では、子ども自身の力でどの程度観察記録ができるか判断するために、「しっかりと変化を記録すること」と指示し、記録させた。

【第1回目】うすい塩酸-アルミニウム

T：特に記録における指示をしない。

班ごとで必要と思われる記録をさせる。

★仮説から観察で具体的にどの部分に着目する必要があるか想定させる。

C：子どもたちは自由に記録をする。

★あらかじめ想定した視点に注意して記録をする。

★想定外の視点で反応があれば、さらに記録する。

【第2回目】うすい塩酸-鉄

T：自分たちの班の記録を見直し、記録として成立していないことを認識させ、記録の必要条件を考えさせる。

★仮説で想定していなかった観察の視点を各班から集約し、その多様性を認識させる。

C：「何でも書けばよい」わけではないことを認識する。

★第1回目より多様な視点で観察・記録する。

【第3回目】水酸化ナトリウム水溶液-アルミニウム

T：主語の必要性や、メタファーの表現効果の有効性を認識させ、具体的な記録の方法を考えさせる。

★2回目で示した多様な視点を再確認させる。

C：主語やメタファーの記録方法を導入することで、的確かつ具体的に表現できることを認識する。

★第2回目に引き続き、多様な観察の視点で観察するが慣れが生じ観察に余裕がうまれる。

【第4回目】うすい塩酸-アルミニウム

T：第1回目と同じ実験であるため、第1回目の実験を振り返らせ、複数の視点を記録するように指示。

★複数の観察の視点を継続的にみることを指示。

C：これまでの指導を踏まえ、複数の視点の記録についても意識する。

★「大きさ」「色」など複数の視点を同時に記録する。

注：□は、教師の支援

★は「観察の視点を高める」ための授業の流れ

図6-1 本実践の指導過程

第2回目は、観察記録前に第1回目で書いた観察記録の見直しをさせた。ここでは、子どもたちの観察記録は、単に泡が出ていることだけに着目していることがわかる（6-2-2観察記録の変容参照）。そこで、教師は、「泡が増えた」ということばかり書いていることを指摘し、「後から記録を見直したときに、金属がどのように溶けている様子がわかるかな」と問いかけ、「記録というのは、単に気づいたことを書くのではなくて、後から見たときでも様子がわからないと意味がないのです」と子どもたちに記録の視点を与えた。すると、子どもたちは、自分たちの記録を改めて見直し、自分たちの記録が記録として成立していないことを実感するようになった。その後、教師は、班ごとでどのような記録が問題だったのか、これからはどのようなことに気をつけて書かなければならないか考えさせた。その後、子どもたちの考えた記録の視点や、第1回目でも記録として良かった事例を取り上げ、泡以外のことについても記録していくように指示をした。

第3回目では、観察記録前に第2回目で書いた観察記録の見直しをさせた。ここでは、子どもたちの観察記録は、前回の指示のもと、前回より多様な視点で見ることができるようになっている（6-2-2 観察記録の変容 参照）。しかしながら、教師は、主語や表現方法が不十分で状況が具体的に表現できていないことを指摘し、「どの程度の大きさなのか、○ ○みたいに△△になっている」と具体的に示すとわかりやすいことを子どもたちに示した（メタファの重要性など）。すると、子どもたちは、自分たちの記録を改めて見直し、表現が具体性に欠けることを実感するようになった。

第4回目では、観察記録前に第3回目で書いた観察記録の見直しをさせた。ここでは、子どもたちの観察記録は、前回の指示のもと、前回より多様な視点で見ることができ、さらに具体的な表現で書くことができるようになってきている（6-2-2 観察記録の変容 参照）。しかしながら、教師は、泡や水の表面、試験管の周り、温度など、同時並行で複数の視点で観察し、記録することができていないことを指摘し、「1つの観点だけでは不十分である」ことを子どもたちに示した。すると、子どもたちは、自分たちの記録を改めて見直し、同時に複数の視点で記録する必要性を実感するようになった。

6-2-2 観察記録の変容

本項では、先述の指導過程における子どもの観察記録の変容を示す。

【第1回目】うすい塩酸－アルミニウム

教師の指示

【観察の視点】

仮説から具体的にどの部分を観察するか想定させる。

【記録方略】

班ごとで必要と思われる記録をさせる。

指示後の子どもの記録

- ・変わらない
- ・あわが多くなった
- ・あわがふえた
- ・ういてきた
- ・変わっていない
- ・あわがついてきた
- ・あわがういてきた
- ・さっきとかわらない
- ・あわがもっとふえた

子どもの状況

【観察の視点】

あらかじめ想定した視点に注意して記録をした。

【記録方略】

想定外の視点で反応があれば、さらに記録した。

子どもたちは自由に記録した。

【課題】

観察記録の意味を理解しておらず、場当たりに気になった反応のみ記録している。

【第2回目】うすい塩酸—鉄

教師の支援

【観察の視点】

想定していなかった観察の視点を各班から集約し、その多様性を認識させる。

【記録方略】

班の記録を見直して、記録として成立していないことを認識させ、記録の必要条件を考えさせる。

支援後の子どもの記録

- ・上からあわが出てきた
- ・下から大きいあわ
- ・えきたいがまざっている
- ・こげたようなにおいがする
- ・上のほうが白い
- ・しけんかんにあわ
- ・大きい（5 mm）あわが出てくる
- ・とつてもくさい
- ・くろいぶつたいがういてきた

子どもの状況

【観察の視点】

第1回目より多様な視点で観察・記録した。

【記録方略】

「何でも書けばよい」わけではないことを認識した。

【課題】

視点は第1回目より増えたが、確実なものとなっていない。
主語や表現方法の不足から具体性に欠ける。

【第3回目】水酸化ナトリウム水溶液—アルミニウム

教師の支援

【観察の視点】

2回目で示した多様な視点を再確認させる。

【記録方略】

主語の必要性や、メタファーの表現効果の有効性を認識させ、具体的な記録方法を考えさせる。

支援後の子どもの記録

- ・アルミからあわがでた
- ・小さいあわがたくさん出た
- ・はねている
- ・カルピスようになった（あわ）
- ・水をゆでているようになった
- ・下の方がぼこぼこした
- ・ビールのようにあわが出た
- ・さっきより上の方ではねている
- ・アルミのあわがういた
- ・さらにアルミがういた
- ・小さなあわが大きくなってばくはつした

子どもの状況

【観察の視点】

第2回目に引き続き、多様な観察の視点で観察する。また、慣れが生じ観察に余裕がうまれた。

【記録方略】

主語やメタファーの記録方法を導入することで、的確かつ具体的に表現できることを認識した。

【課題】

複数の視点を並行して観察できない。
記録能力の伸びが実感できていない。

【第4回目】うすい塩酸—アルミニウム

教師の支援

【観察の視点】

複数の観察の視点を継続的にみることを指示。

【記録方略】

第1回目と同じ実験であるため、第1回目の実験を振り返らせ、複数の視点を記録するように指示。

支援後の子どもの記録

- ・すごく小さいあわが出ている（1 mm以下）
- ・あわの出ている量がふえた（1 mm以下）
- ・アルミにたくさんのあわがついている（1 mm以下）
- ・アルミがういた
- ・あわが1分20秒の時よりふえた（たくさん）
- ・アルミにくっついている量が2分の時よりふえた（少し）
- ・人が鳥肌が立っているくらいアルミに小さいあわがくっついている

6-2-3 指導事例におけるルーブリック

本項では、本実践におけるルーブリックを示す。

	評 価 基 準		
	3	2	1
観察の視点	複数の視点で同時に観察でき、反応があったときだけ観察するのではなく、あらかじめ観察の視点をもって継続的に観察している。	複数の視点を意識し、反応に関して、詳細に観察している。	場当たりの的に反応したものを観察する。
記録方略	量的な記録、比喻を用いた表現など、客観的な表現になるように工夫し、複数の観点を継続的に記録している。	複数の視点を意識し、反応に関して、詳細に観察している。	場当たりの的に反応した事実のみを記録する。

第7章 総括

第7章 総括

1年次の研究では、①思考力の視点から、「データ全体から規則性を見つけ出せていない」、「データを適切に読み取ることができていない」、「目的や仮説に合わせて適切にデータを解釈することができていない」、②表現力の視点から、「根拠を具体的に示して表現できていない」、「主張と根拠との関係性を明確に示して表現できていない」という課題が明らかになった。

2年次の研究では、①今日求められている思考力や表現力の活用力に対して、ダイナミック・アセスメントの効果があること、②子どもたちの認識の過程を基にした効果的な指導方略が明らかになった。

本研究の目的は、思考力・表現力の育成のためのスタンダードとルーブリックを構築していくことから、児童・生徒の思考力・表現力の変容状況を動的に捉える評価システムを開発するということであった。そして、1年次で明確になった思考力・表現力に関する課題に対し、設定した学習場面において、思考力・表現力の変容状況を動的に捉える評価システムであるダイナミック・アセスメントを活用し、指導過程、ルーブリックを明確にした。

本研究の結果から、子どもたちが問題を解く当初は、子ども同士の成績に大きな差がある。しかし、ダイナミック・アセスメントのように誤答原因を推測し、個々の子どもにあった形で指導や支援を行うことで、多くの子どもが問題を確実に解決できるようになることが改めて明らかになった。

これまで教師は、子どもたち個々で先行経験の有無とその量的・質的な違いや、理解力の違いなどがあることは認識していたものの、どれほど個別の能力の違いに対して、明確な意図をもって指導してきたであろうか。本研究の結果は、「たとえ教師が指導したとしても、子どもは一度では理解できない場合がある」ことや、「子どもが十分に理解するまで、教師は繰り返し指導を行う必要がある」ことを、教師が意識しておく必要性を意味している。そして、このような知見をもつことで、教師の「教えたつもり」や、「一度教えれば、理解している」という意識の改革に示唆を与えられられる。

また、本研究では、理科教育におけるダイナミック・アセスメントの適用に関して、場面をあらかじめ設定してその効果を検証した。しかしながら、実際の学校教育場面では育成したい教科の目標や内容、子どもの先行経験や理解度も様々であり、本研究と全く同じパターンが適用できるとは考えられない。それゆえに、今後、学校教育で適用する際に、指導方法をHOW TO的に理解するのではなく、本研究で明らかになった「繰り返し指導する」、「リアルタイムに対応する」、「個に応じた指導・支援」「課題を実感させた上で改善を促す」という理念を十分に考慮し、いろいろな場面で応用して活用していく必要があるだろう。

ダイナミック・アセスメントの特長として、子どもたちのメタ認知を促進するということが挙げられる。このことは、その場、その場でリアルタイムに子どもたちの誤答に対応することに影響するが、ここで重要なのは、教師は単に子どもたちの誤答を指摘することだけではなく、子どもたちに対して「自ら誤答に気づかせる」ことが重要なのである。このことにより子どもたちは、誤答の原因やその解決法を実感して理解していくのである。