

# 理科教育におけるダイナミック・アセスメントに関する研究

— 小学校第6学年「水溶液の性質」単元におけるヒントカードの効果について —

広島大学大学院教育学研究科 院生 寺 本 貴 啓  
広島大学大学院教育学研究科 松 浦 拓 也  
広島大学大学院教育学研究科 角 屋 重 樹  
広島大学大学院教育学研究科 森 敏 昭

ダイナミック・アセスメント (Dynamic Assessment) とは、学習過程で現れる児童一人ひとりの誤答から、指導者がその問題点を推測し、支援として、その改善点を示唆することで、新たな概念を再構築させることを目指した、形成的評価の一種である。

本研究の目的は、これまで発達支援で活用されてきたダイナミック・アセスメントの手法を、小学校第6学年理科「水溶液の性質」の学習課題において「テスト直し」場面で改善を示唆するヒントカードを適用し、短期的（単元終了約1週間後）と、長期的（約3ヶ月後）の両側面から知識や技能等の習得状態を確認することである。

結果は次のようになった。①順序立てて説明が必要な長文記述式と、記憶の有無の影響が大きい非長文記述式（選択式・単文記述式）の2種の問題形式の総合点から分析した結果、短期的・長期的の両側面で、実験群は対照群と比べ有意に成績が高かった。②前述の2種の問題形式別で分析した結果、長期的側面において、長文記述式のみで実験群の方が対照群と比べ、有意に成績が高かった。

キーワード：ダイナミック・アセスメント、形成的評価、理科教育、小学校

## I. 問題の所在

本研究は、形成的評価の一種である、ダイナミック・アセスメント (Dynamic Assessment) の手法を理科教育に適用しようとするものである。そこで、問題の所在を、「ダイナミック・アセスメントを用いた研究」と「理科教育に関する形成的評価」の2つの項目に分け、それぞれを以下に示す。

### 1. ダイナミック・アセスメントを用いた研究

一般的に認められているダイナミック・アセスメントのルーツは、Vygotsky<sup>1)</sup>の「発達の最近接領域 (ZPD: Zone of Proximal Development)」を代表とする社会的構成主義に依拠する考え方と、Feuerstein<sup>2)3)</sup>の「認知構造変容理論 (SCM: Theory of Structural Cognitive Modifiability)」の考え方の2つがある<sup>4)</sup>。

前者は、教育的視点において「指導者は子どもが独力で解決できる水準よりも少し高い水準の課

題を提示することで、より高次の学習が期待できる」という考え方を提案している。そして指導者が、子どもが新しい考え方や技能を学ぶとき、それらの能力が確実に身につくように、習得の程度に応じて改善のための足場 (scaffolding) を与えるものである。

一方、後者の考え方は、病因、年齢、症状の違いに関わらず、人格と認知と行動とを含む人間のすべての性格が変容可能であるという考えをもとに、これまでの心理測定を代表とする静的 (static) 試験のような、結果のみで判定しようとすることへの不満から生じたものである<sup>5)</sup>。Vygotsky と Feuerstein の両者の考え方は、指導者の支援によって学習者の認知能力を高めようとする点で共通しており、支援の質や学習過程を重視しているといえる。

「ダイナミック・アセスメント」は、海外ではこの15年の間で急速に関心が高まっている<sup>6)</sup>。一方、日本国内では、発達障害の子どもへの対応と

していくつかの実践がみられる<sup>7) 8)</sup>。しかし、一般的な学校の教科教育への適用は、十分に研究が行われていないようである<sup>9)</sup>。したがって、世界的に個に応じた指導が重視される今日<sup>10)</sup>、この考え方を教科教育へ取り入れることによって、学習を苦手とする子どもたちに対して改善を促すことが必要であると考えられる。

ダイナミック・アセスメントの特徴について、Litz<sup>11)</sup> は、数多くの研究者が述べているアプローチをまとめ、次の3つに整理している。

- ① 事前テスト—介入—事後テストという形式
- ② 子どもの変容可能性と、学習を容易にするメタ認知的過程に焦点を当てる
- ③ 評価者が記録者であると同時に積極的な介入者となる

本研究では、①から③の特徴を総称して「ダイナミック・アセスメント」とすることとした。

前述の①から③の特徴は、評価のための評価(evaluation)から、学びのための評価である相互作用的なアセスメント(assessment)への転換を図ることを意味している。すなわち、「結果」よりも「学ぶための力」を身につけることを目的としている。さらに、課題解決までどれだけ支援が必要であったかという支援の量や質で、学習者の潜在能力(potential)を測定しようとする。それ故、指導者は、学習者の認知の変容を常にモニタリングすることで個に応じた、より適切な支援を行う役割をもつ。一方、学習者はその支援を受けることでメタ認知を促進し、誤りから正しい方向へと修正しようとする。

上述の背景をもとに本研究では、学校教育の理科における学力向上をめざすため、ダイナミック・アセスメントの中でも「カリキュラム依拠のダイナミック・アセスメント」<sup>12)13)14)</sup>の考え方を参考に、理科教育における実践への導入を試みた。

カリキュラム依拠のダイナミック・アセスメントとは、これまで、アセスメントと実際に行われている授業との結びつきが不十分であるという反省からLitzが開発したものである。そして、この考え方は、学習者がこれから学習しようとする課題において、指導者が学習者の問題解決にお

ける情報処理過程を分析し、個々の学習者に適した「媒介された学習経験(mediated learning experience)」を創出することを目的とする。ここでの、「媒介された学習経験」とは、「学習者と指導者が、言葉や図などを媒介として行う相互作用的な学習経験」を意味しており、Feuersteinの子どもの変容可能性を最大限に引き出し、メタ認知の発達を促すことを目的としている。この「媒介された学習経験」を創出することは、指導者と学習者が相互にやりとりを容易にすることにつながり、その結果学習者一人ひとりに応じたZPDの拡張になると考えられる(図1)<sup>15)</sup>。

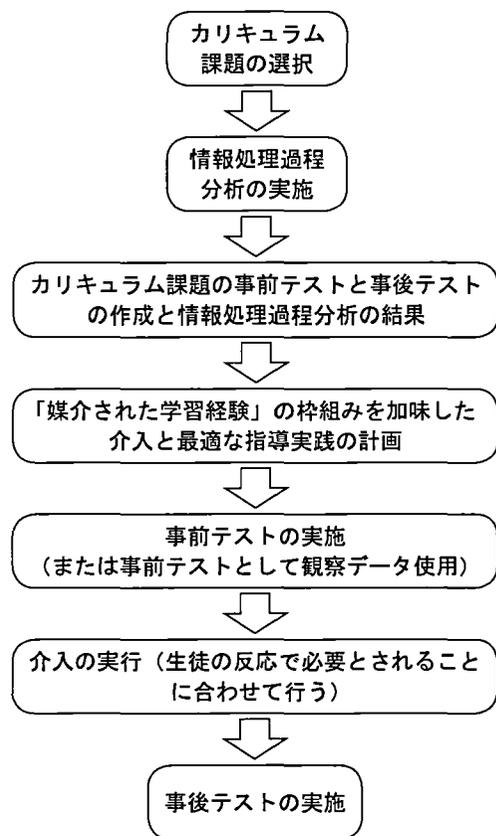


図1 カリキュラム依拠のダイナミック・アセスメントの流れ

## 2. 理科教育に関する形成的評価

日本の理科教育における評価研究の現状を明らかにするため、およそ20年間の『理科教育学研究(日本理科教育学会研究紀要)』、『科学教育研究』、

『日本教科教育学会誌』を概観<sup>16)</sup>した。その結果、①自然に対する概念の認識や変容などを外化させ、子どもの実態を捉える研究<sup>17)</sup>や、②相互評価や自己評価などの方法論に対する分析研究<sup>18)</sup>、③評価を通して学習者を育成する研究<sup>19)</sup>のおよそ3種の研究に大別できた。特に、③のような指導と評価が相互に関係した評価の研究はきわめて少なく、日本の理科教育において、評価を学習に活かすという「学びのための評価」<sup>20)</sup>が十分に検討されているとはいえないようである。

上述の原因として、評価が学習に活かさないことに関して、評価研究の中心的テーマが「テスト理論」、「心理統計学」、「教育評価」<sup>21)</sup>であり、理科の研究者・実践者にとっては、検討が十分になされていないことが挙げられる。また、鹿毛<sup>22)</sup>は、①測定と評価の混同、②評価の作業手続き化、③教育実践的視座の欠如、の3つを挙げている。

ダイナミック・アセスメントを基底とする形成的評価について、特に理科教育の中では、Dorman & Lawrenz & Helgeson<sup>23)</sup>は、「真正のアセスメント (Authentic Assessment) によって、子どもたちのリフレクション (reflection) を重視しなければならない」と述べている。そしてこのことは、これまでの評価 (evaluation) から、アセスメント (assessment) への転換を示唆していると考えられる。

## II. 研究の目的

今まで述べてきた背景をもとに、本研究では、評価を、評定のためだけでなく、子どもたちの問題点を把握し、学習状態を改善するための資料としての活用を考えた。そして、これまで知識やスキルの定着を目指して行われてきた「ダイナミック・アセスメント」の手法を、理科教育における知識・技能や能力の育成に適用した。

なお、本研究では、①単元において、知識や技能を習得していること、②学習内容を振り返る場面として適当であることという、2つの特徴を有する「テスト直し」の活動に着目した。そして、①と②のそれぞれは、次のように具体化した。まず①は、単元を2つの「次」に分け、それぞれで小テストを実施した。次に、②では、単元において、複数回のテストを実施し、学習者の誤答に修

正を促すヒントカードを導入することによって、学習を振り返る場面を具現化させた。また、「テスト直し」活動については、これまで教師の経験に基づいて子どもたちに対する支援が実施されてきた。これに対して、本研究では「テスト直し」の活動場面において、教師が子どもに行う支援の効果を、統計的に検討することを目的とした。

## III. ダイナミック・アセスメントの調査

「テスト直し」の活動場面において、教師が子どもに行う支援の効果を統計的に検討するため、以下の調査を実施した。

### 1. 調査の目的

本調査の目的は、小学校第6学年理科「水溶液の性質」の学習課題において、「テスト直し」を実施し、知識や技能等の習得状態を、短期的(単元終了約1週間後)、長期的(約3ヶ月後)の2側面から検討すること。

### 2. 調査の概要

#### (1) 対象

対象は、協力の得られた広島県内の2つの公立小学校第6学年<sup>24)</sup>120名であった。そのうち、データに欠損値や、はずれ値がある児童を除き、112名(男児65名、女児47名)について分析を行った。参加者は、テスト場面においてヒントカードを与えた実験群と、解答を渡し簡単な説明を行った対照群を学校別で割り当てた。

なお、詳しい条件別の人数は、学校規模により次のようになった。

実験条件：75名(男児39名、女児36名)

対照条件：37名(男児26名、女児11名)

#### (2) 調査計画

研究の目的で述べた、①と②の特徴を有する「テスト直し」活動において支援の効果を検討するため、図2に示すような小テストを用いた調査を実施した。

#### (3) ダイナミック・アセスメントと本調査との関係

ダイナミック・アセスメントは、本来、子ども一人ひとりの反応(誤答)に対して、よりよい解

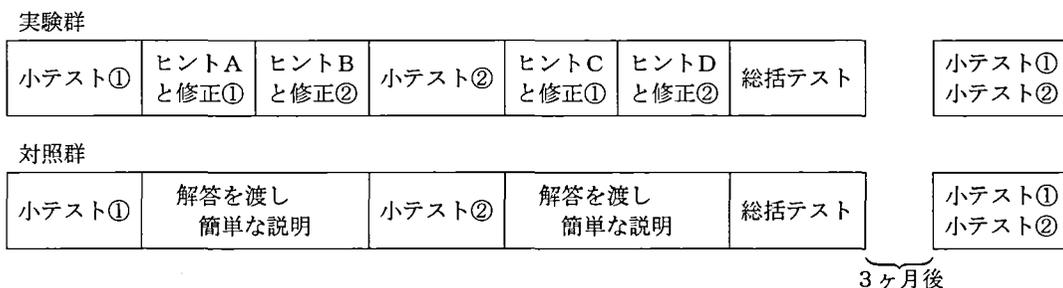


図2 本研究における調査の流れ

答に導くための支援（ヒント）を個別かつ、迅速に行うものである。しかしながら、本調査においては、ダイナミック・アセスメントの効果検討が十分に行われていない現状や、集団の学習場面で活用することから、ヒントカードの形式を採用し、次のa)、b)の方法で、子どもに支援した。

- a) 出題問題において、子どもたちがどのような解答をするかについての詳しい質的研究が進んでいないため、一人ひとりに対して支援を与えるのではなく、主な誤答に対するヒントを1～2つ程度書いた「ヒントカード」を採点後の解答用紙に添付して返却するという方法を用いた。
- b) 採点は、調査校の負担軽減や、誤答に対してのヒントを翌日に返却するという時間的な制約があるため、担任ではなくテスト作成者が行った。

#### (4) 支援の方法

支援の方法は、次のものであった。

実験群においては、小テスト①、小テスト②で、指導者が子どもの誤答に対して修正を促す支援（ヒント）を与えた。これは、それぞれのテストで最大2回繰り返され、正答を導いた時点で支援を終える方法をとった。最大2回の支援でも、修正が認められず誤答のままであった場合は、解答例を配布し、各自で正答を確認させた。なお、修正の方法は、採点者が全体的な誤答の傾向を確認し、一番多い誤答に対しての支援と考えられるヒントを複数書いた「ヒントカード」を与えることとした（使用したヒントカードは資料2、4を参照）。そして、自分の誤答とヒントを照らし合わせ、何が原因で誤答だったのか省察させた。

一方、対照群においては、テストを行った後に教師による個別の修正支援は行わず、解答例を返却し、全体に簡単な説明をした後、各自で正答を確認させた。

#### (5) 具体的な支援

本調査では、前項でも述べたように、主な誤答に対するヒントを1～2つ程度書いた「ヒントカード」を実験群に配布した。ここでは、ヒントカードの作成手順の例を以下に示す（資料2参照）。

##### 【小テスト①の間3の場合】

この問題は、入れ物の形状や性質と入れ物が何でできているかについての情報を示し、その中から正答を2つ選択するものである。まず、子どもの解答を確認し、その結果、酸性の液体は金属を溶かす可能性があることを授業で確認したにもかかわらず「1（ペットボトルの形をしたジュース缶）」や「4（においがもれない金属の入れ物）」と解答する児童が、全誤答の約半数近くいた。そこで、酢を酸性の液体と関係づけていないのではないかと考え、第1回目のヒントとして、「お酢は酸性の液体です」という情報を与えた。しかし、まだ一部の児童が解答を1つだけ書いていたので、第2回目のヒントとして、「1つとは限りません。お酢は酸性なので、長く置くと入れ物がとけてしまう場合があります。酸性に強い入れ物が保存に向いている入れ物です。」という情報を与えた。その結果、このヒントを参考にし、これまでの学習を再考することによって、本問題では約98%まで正答を導くことができた。（このようなヒントは、問題文の読み方や、記述による解答方法の支援も含まれる。）

## (6) 分析の方法

ダイナミック・アセスメントを行った実験群と、行わなかった対照群のポストテストの成績において、それぞれの平均値に差があるかどうかを検討するために、次のように分析を行った。

短期的側面における習得状況の分析は、小テスト①（アセスメント前）をプレテスト、総括テストをポストテストとして、実験群と対照群とのポストテストの平均推定値の差に違いがあるのかを検討した。このため、共変量を小テスト①（アセスメント前）として、共分散分析を用いて分析した。

長期的側面における習得状況の分析は、小テスト①（アセスメント前）をプレテスト、3ヶ月後テストをポストテストとして、実験群と対照群とのポストテストの平均推定値の差に違いがあるのかを検討した。このため、短期的側面の場合と同様に、共分散分析を用いて分析した。

また、長期的側面における習得状況は、記憶というよりむしろ、文章解釈や文章表現の技能という、論理的な技能に依存すると考えられる。そこで、長期的側面における習得状況については、長文記述式、非長文記述式という2つの出題形式についても検討した。このため、各出題形式ごとに、小テスト①（アセスメント前）をプレテスト、3ヶ月後テストをポストテストとして、実験群と対照群とのポストテストの平均推定値の差に違いがあるのかを検討した。

## 3. 結果と考察

本調査の結果と考察を、目的で述べた短期と長期の2つの側面に分けて以下に示す。

### (1) 短期的側面における結果と考察

前述の分析方法の考え方をもとに分析した結果、図3のようになった。この図から、実験群のポストテストの得点は、対照群の得点と比べ、有意 ( $F(1,109) = 5.845$ ,  $p < .05$ ) に高いといえる。

#### 【結果1】

【結果1】から、ダイナミック・アセスメントを行った実験群の方が、行わなかった対照群よりも、テスト成績の平均値が高いといえる。

この事実は、ダイナミック・アセスメントを行

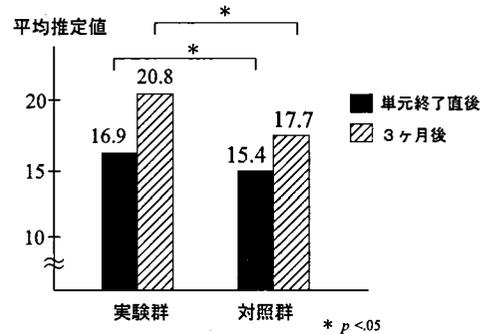


図3 ポストテスト総合計における共分散を取り除いた平均推定値

うことで、適切なヒントを与えて誤答を修正させると、より理解が促進することを意味している。これは、心理学的実験場面における豊田<sup>25)</sup>の結果と同様である。しかし本研究では、教育の実践場面で、修正が有効であった点が異なっている。

### (2) 長期的側面における結果と考察

長期的側面では、短期的側面の分析と同様に、前述の分析方法の考え方をもとに分析した。その結果、図3のようになった。この図から、実験群のポストテストの得点は、対照群の得点と比べ、有意 ( $F(1,109) = 9.836$ ,  $p < .05$ ) に高いといえる。

#### 【結果2】

【結果2】から、ダイナミック・アセスメントを行った実験群の方が、行わなかった対照群よりも、テスト成績の平均値が高いといえる。

この事実は、前述の短期的側面でのダイナミック・アセスメントを行った実験群の効果が、3ヶ月後においても、高いまま継続していることを意味している。

また、長文記述式、非長文記述式という2つの出題形式別で分析した結果、図4のようになった。この図から、長文記述式問題<sup>26)</sup>において実験群のポストテストの得点は、対照群の得点と比べ、有意 ( $F(1,109) = 23.475$ ,  $p < .05$ ) に高いといえる。一方、非長文記述式の問題では、実験群と対照群の間に有意差はみられなかった。【結果3】

【結果3】から、ダイナミック・アセスメントの導入によって、長文記述式問題に必要な論理的な技能を育成することがいえる。

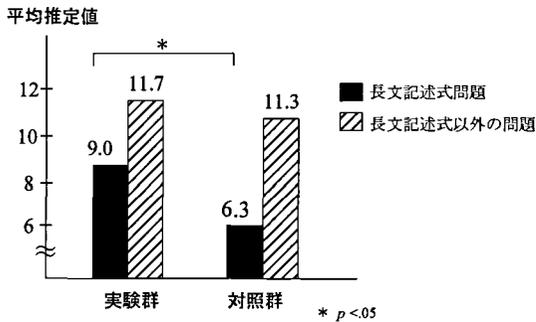


図4 長文記述式問題における共分散を取り除いた平均推定値

#### IV. おわりに

【結果1】、【結果2】は、ダイナミック・アセスメントを行う方が、行わない方と比べ、短期と長期の両側面において、テスト成績の平均値が高かった。このダイナミック・アセスメントは、個に応じて修正のポイントを絞り指示している。上述の事実は、子どもが誤答を修正する際、教師は、単に修正の時間を確保したり、解答を教えることよりも、個に応じて修正のポイントを絞り、提示することの方が重要であることを意味している。つまり、教師は、子どもたちの日常経験や、学習過程を再検討し、誤答に至る原因を推論する能力が求められる。

【結果3】は、長文、非長文の各形式によってダイナミック・アセスメント導入の効果が異なった。このことから、子どもに論理的に文章を書かせ、問題点を指摘し、自己修正させる場面を、学習過程の中に設定していくことが有効であるといえる。

本調査から今後における改善として、以下の示唆が得られた。

同じ誤答に対して、同じヒント与えたとしても、子どもによって正答、誤答の違いがみられることから、子どもたち一人ひとりの経験の違いが大きく影響していると考えられる。そこで、学習に必要な知識や経験を整理し、効果的な指導（ヒント）のタイミングや、理解促進の足場となる設問をさらに精選・検討していく必要がある。

また、ダイナミック・アセスメントを「実用可能性」という観点から検討した場合、時間的な制約から不十分な点が残されている。そのため、今

後は、誤答パターンや効果的な支援などの質的な分析を加え、より効率的に行うことが必要である。

附記 本研究は、平成17年度日産科学振興財団研究助成金（理科・環境教育助成）の援助を受けている。

#### 註および参考・引用文献

- 1) Vygotsky (1978): *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press.
- 2) Feuerstein (1979): *The Dynamic Assessment of Retarded Performers: The Learning Potential Assessment Device, Theory, Instruments, and Techniques*, University Park Press.
- 3) Feuerstein & Rand & Rynders (1988): *Don't Accept Me As I Am: Helping Retarded People to Excel*, PLENUM PRESS. (ルーヴェン フォイヤーシュタイン, ヤーコヴ ランド (共編著), ロイド B グレアム (訳) (2000): 『「このままでいい」なんていわないで! ダウン症をはじめとする発達遅滞者の認知能力強化に向けて』, 関西学院大学出版会.)
- 4) Lidz (1991): *Practitioner's Guide to Dynamic Assessment*, The Guilford Press.
- 5) Tzuriel (2001): *Dynamic Assessment of Young Children*, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- 6) Haywood & Lidz (2007): *DYNAMIC ASSESSMENT IN PRACTICE*, Cambridge University Press.
- 7) 大城英名 (1996): 「障害児に対するダイナミック・アセスメントと認知発達教育プログラムの開発」, 『平成7～9年度科学研究費補助金基盤研究 (B) (2) 研究成果報告書』.
- 8) 田中裕美子・畦上恭彦・秋田一子・遠藤重典・大伴潔 (2005): 「ダイナミックアセスメント (Dynamic Assessment) に基づく子ども理解と支援」, 『日本 LD 学会第14回大会発表論文集』.
- 9) 教科教育におけるダイナミック・アセスメントの活用は, 西本有逸 (2004): 「ヴィゴツキーと第二言語習得 (3) - ZPD とダイナミックア

- セスメントー」, 『ヴィゴツキー学』, Vol.5, pp.1-7. や, 平田知美 (2007): 「教室におけるダイナミック・アセスメントの研究—小学校6年生の算数の授業において—」, 『日本教授学習心理学会第3回年会予稿集』, pp.30-31. に見られるが, まだ始まったばかりで十分に検討されていない状況である。
- 10) OECD (2006): *Personalising Education*, OECD. (OECD 教育研究革新センター (編著), 岩崎久美子 (訳) (2007): 『個別化していく教育』, 明石書店.)
  - 11) 前掲書 4), p.ix.
  - 12) 前掲書 4)
  - 13) Litz (2002): *Early Childhood Assessment* John Wiley & Sons Inc.
  - 14) 今中博章 (2006): 「発達障害児の教育実践におけるカリキュラム依拠のダイナミック・アセスメントの可能性と課題」, 『東京成徳大学紀要第13号』.
  - 15) 前掲書 14), 前掲書 13) を今中博章が訳す。
  - 16) 『理科教育学研究 (日本理科教育学会研究紀要)』, 『科学教育研究』, 『日本教科教育学会誌』は, 1978年以降を概観した。
  - 17) 例えば, 碓寛・丹治一義 (1983): 「理科の授業における創造性評価の方策Ⅱ」, 『理科教育学研究』, Vol.23, No.3, pp.39-48. や, 松森靖夫 (2000): 「コメント法による理科評価実践の概要と子どもの回答状況」, 『理科教育学研究』, Vol.40, No.3, pp.31-41., 山口悦司ほか (2002): 「コンセプトマップ: 理科教育における研究動向とその現代的意義」, 『理科教育学研究』, Vol.43, No.1, pp.29-51.
  - 18) 例えば, 古屋光一・戸松一美 (2006): 「自己評価と科学的概念形成の関係に関する基礎的研究—小学校6年生「からだのつくりとはたらき」における児童の記述分析を事例として—」, 『理科教育学研究』, Vol.46, No.3, pp.65-73. や, 田畑忍・下村勉・北英彦・林照峯 (2005): 「ステップごとの解説の作成と相互評価をとり入れた問題づくり授業」, 『科学教育研究』, Vol.29, No.1, pp.56-65.
  - 19) 近年は, コンピュータを使った支援も見受けられる (例えば, 出口明子ら (2007): 「理科教育におけるテクノロジーを利用したリフレクション支援の研究動向」, 『科学教育研究』, Vol.31, No.2, pp.71-85. など) が, 本研究では, どの環境でも行うことができることを重視している。例えば, 植松公威 (2002): 「縮小過剰型「誤った知識」の修正に及ぼす「範囲画定型ルール」提示の効果—種子植物の生殖に関する文章教材を用いて—」, 『科学教育研究』, Vol.26, No.4, pp.300-308.
  - 20) 吉田新一郎 (2006): 『テストだけでは測れない!—人を伸ばす「評価」とは—』, NHK 出版.
  - 21) 日本教育心理学会 (2003): 『教育心理学ハンドブック』, p.107, 有斐閣.
  - 22) 鹿毛雅治 (2004): 「教育評価再考—実践的視座からの展望—」, 『心理学評論』, Vol.47, No.3, pp.300-317.
  - 23) Dorman & Lawrenz & Helgeson (1995): *Research on Assessment in Science, Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, NSTA.
  - 24) 豊田弘司 (2006): 「記憶に及ぼす自己修正活動の効果に関する研究」, 『平成14~17年度科学研究費補助金基盤研究(C)研究成果報告書』. の結果からも, 第6学年が記名後の不適切情報の修正に適していることや, 生成修正条件の方が, 生成及び呈示条件よりも生成率が高いことが示されている。そのため, 第6学年を本調査の対象として適している。
  - 25) 前掲書 24)
  - 26) 資料1 (小テスト①) における, 長文記述式問題は, 問1, 2, 4の3問とした。

資料1 使用したテスト問題 (小テスト①)

check: 1 / 2 / 3 / (4) [B-1]

確認プリント 姓 名 姓

【プリントをはじめる前に】  
授業以外の日常生活やこれまでにやってきたこと、見てきたことを思い出してください。よく考えを書きましょう。  
授業以外のこともあっても、できるだけたくさん知っていることを書きましょう。

1 うすい塩酸を入れた試験管の中に、アルミニウムのかけらを入れました。最初はゆっくり、少しずつあわがでてきましたが、しだいにあわがはげしく出るようになりました。その後、アルミニウムははだんだん小さくなり、最後にはなくなつて、あわもなくなつてしまいました。

(1) しだいにあわがはげしく出るようになったのはなぜですか。また、どうしてそのように考えたのですか。(よく考えましょう。)

(1)

2 2つの透明な液体がビーカーに入っています。一方はうすい塩酸、もう一方は水酸化ナトリウム水溶液であることがわかっています。次の問題に答えましょう。

(1) 2つの液体を見分けるにはどのようにすればよいですか。実験方法と結果の予想(例: ○○をしたら△△になる)をくわしく書きましょう。

(1)

3 お酢を長期間保存するために使つて良いものを選んで、数字で答えよ。ただしすべての入れ物にフタがついていて、しっかりとしまるものとする

1) ボトルの形をしたジュース缶  
2) 小さいペットボトル  
3) 口の広いガラスビン  
4) においがもれない金属の入れ物

4 塩酸にアルミニウムをとかした液を加熱したとき、粉が残りました。初めて実験を行う2人は実験方法でどうしようか困っています。

Aさん:「この粉はアルミニウムだと思う。だから、アルミニウムかどうか調べればいいんだよ」  
Bさん:「この粉はうすい塩酸が蒸発した残りだと思う。だから、塩酸かどうか調べればいいんだよ」

(1) Aさん、Bくんどちらを調べてもかまいません。実験方法と結果の予想(例: ○○をしたら△△になる)をアドバイスしてください。ただし、どちらか一方を選んで書きましょう。

みんなにアドバイスします。

5 次の問題に答えましょう。

(1) 「炭酸水」は酸性、中性、アルカリ性のどれですか。  
(2) 粉が鉄かどうかわかる時、「薬品をかける」以外どんな方法があるか。  
(3) 青色リトマス紙にある液体をつけても変化しませんでした。この液は何性と考えられますか。

(1) (2)  
(3)

【思考】(30分程度)

資料2 使用したヒントカード (小テスト①)

ヒントカード(第1回) 自分に必要なヒントを使いましょう

【間違え直しをする前に】  
・ヒントカードを見て、間違えた問題(△×の問題)は新しい用紙に書いてください。  
・ホジキを交差せずに金針まとめて提出してください。  
・見えるだけ書えて答えを書いてください。

1 (1) 「しだいに」とか「あわがはげしく」が強くなる理由を考えよう。「しだいに」に注意して考えよう。もちろん、「とける量」や「変化する量」が大きいのですが、ふえる理由を考えよう。

2 ※「実験の方法」と「結果の予想」の両方を書いてください。(答えを書くだけではありません) 次のような書き方を参考にしましょう  
(例) ○○をしたら、△△の反応があるので□□ということができると、  
(1) 性質を調べる方法はこれまでに何種類か勉強しています。ある方法を使ったら「うすい塩酸」のときと、「水酸化ナトリウム水溶液」の反応が違うという実験方法を考えよう。

3 「お酢」は「酸性」の液体です。

4 ※「実験の方法」と「結果の予想」の両方を書いてください。(答えを書くだけではありません) 次のような書き方を参考にしましょう  
(例) ○○をしたら、△△の反応があるので□□ということができると、  
※「塩酸+アルミニウム」を加熱させたときから粉が出たことから、自分の選んだ方のヒントを参考にしよう。

Aさんの場合:「粉を蒸発皿にとかしたとき」と、「粉を水にとかしたとき」の結果(どういう反応をするか)を覚えておく方法がよいと考えよう。

Bさんの場合: アルミニウムが粉に蒸発皿に反応を調べれば、粉は塩酸であることが証明されます。

5 (1) リトマス紙を使うと、「酸+青」に着色します。  
(2) 電気が通っても「鉄」とはなりません。(銅やアルミニウムも電気を通します)  
(3) 「粉」の「赤」のリトマス紙両方を使つてはじめて「酸性」「中性」「アルカリ性」の3種類を分けることができます。片方だけを使った場合何がわかるか、もう一度考えよう。

【みんなここに注目!】  
目(2)の問題をかいてください。  
「粉が→ある物質」に書いて問題を解いてください。

ヒントカード(第2回) 自分に必要なヒントを使いましょう

【間違え直しをする前に】  
・前回のプリントで間違えたところを直しましょう。  
・これまでのプリントやヒントカードを参考にしてもいいです。

1 (1) 食塩をたくさんとるとき、水よりお酢の方が早くとける。それと同じように...

2 (1) 調べる方法として何種類かあります。実験方法と結果(どのように変化するか)の両方をかきなさい。主な方法として...

① ある物を使って○○色で見分ける方法 (どちらかが○○色)  
② とけるものを使って見分ける方法 (どちらかがとける)  
③ ある方法を使つて粉が残る物で見分ける方法 (どちらかが○○になる)

3 ①とは異なり蒸発皿、お酢は蒸発皿の中に、長く置くと入れ物がとけてしまう場合があります。薬性に強い入れ物が保管に耐えている入れ物です。

4 Aさんの場合: 次の表を見て、何にとかしたとき、どういふ反応で見分ければよいかとめよう。

	塩酸にとかす	水にとかす
アルミニウム	とける(泡や臭が出る)	とけない
白いこぼ	とける(泡や臭は出ない)	とけない

Bさんの場合: Bさんが言うように、うすい塩酸から粉が出るというならば...うすい塩酸だけで粉が出るかどうか調べるにはどのような方法がよいか。実験方法と結果の両方を書こう。

5 (1) 蒸発皿は青色リトマス紙が赤色に変化します。何性か、下の表を参考にしよう。

酸性	青色リトマス紙 変化なし	青色リトマス紙 赤色に変化
	中性	変化なし
アルカリ性	青色に変化	変化なし

(2) 「粉」の性質から、ある物を使って調べます。この性質は、紙を蒸発皿にはるかに受け付けています。  
(3) ①とは異なり蒸発皿、「青色リトマス紙が黄色の液をのこす」の性質はどれか。ヒントカードの目(1)のリトマス紙の変化の表を参考にしよう。

【みんなここに注目!】  
・相手に伝わるように文章を書くことが大切です。

資料3 使用したテスト問題 (小テスト②)

check: 1 / 2 / 3 / (4) [題-2]

本学所属の経理 確認プリント 記 号 名 前

1 次の問題を読んで、表を完成させましょう。

(1) 「リトマス紙の変化」の部分にははまる番号をすべて選ぼう。  
 1) 赤色のリトマス紙を変化させない  
 2) 青色のリトマス紙を変化させない

(2) 「性質」の部分にははまるものをア～オからすべて選ぼう。  
 (記号は何個使ってもかまいません)  
 ア) 酸とあわがたくさん出る イ) 酸とどかす  
 ウ) アルミニウムとどかす エ) 臭を吹きこむと白くにごる  
 オ) 蒸発させたら粉が残る

液体の名称	リトマス紙の変化	性質
うすい硫酸		
水酸化ナトリウム水溶液		
石灰水		
食塩水		
炭酸水		

(3) スライドガラスにとって蒸発させても粉が残らなかつた液体があります。なぜ残らなかつたのですか。

2 炭酸水から気体を集め、その気体と水をペットボトルに半分ずつ入れ、ふたをした。その後、しっかりと振るとペットボトルはつぶれた。次の問題に答えましょう。

(1) この気体はなんですか。 [ ]

(2) ペットボトルがつぶれたのはなぜですか。この気体にどのような性質があったかを考えて、答えましょう。 [ ]

資料5 使用したテスト問題 (総括テスト)

check: 1 / 2 / 3 / (4) [題-3]

わんぱくテスト 記 号 名 前

1 次の問題に答えましょう。

(1) ある液体を赤色のリトマス紙につけると赤色のままだった。この液体は何性の可能性はあるでしょうか。 [ ]

(2) ある金属が「鉄」かどうか調べる方法をできるだけ書こう。 [ ]

(3) ある液体が「水酸化ナトリウム水溶液」かどうか調べる方法をできるだけ書こう。 [ ]

2 次の図は、ある方法で5種類の生き物を分けたものです。次の問題に答えましょう。

(1) 図の①はどのような分け方で「ウマ・ヒト」と「スズメ」に分けたのでしょうか。 [ ]

(2) 図の②はどのような分け方で「ウマ」と「ヒト」に分けたのでしょうか。 [ ]

資料4 使用したヒントカード (小テスト②)

ヒントカード(第1回) 自分に必要なヒントを使いましょう

【間違え直しをする前に】

- ・ヒントカードを見て、間違えた問題(△と×の問題)だけ新しい用紙に書いてください。
- ・定規や消しゴム等に全部まとめて提出してください。
- ・できるだけ覚えて答えを書いてください。

1) 注意をしっかりと書いていますか。  
 赤色のリトマス紙を変化させない → 何性の可能性が有りますか。  
 青色のリトマス紙を変化させない → 何性の可能性が有りますか。

2) 次のことに注意して考えよう。  
 ・蒸発させても「何も残らない物質」以外は、蒸発させたらすべて「粉が残ります」

3) 水よう液の中の「水」だけでは、蒸発しても何も残りません。  
 「残る」「残らない」は、どけていたものの性質に注意して考えよう。

2) (1) 「炭酸」を別の言葉でいうと何でしょうか。  
 (2) 次の2点から考えて書きましょう。  
 ① 気体はどのような性質か  
 ② ペットボトルがつぶれた理由は何か  
 只力だけでは理由として不十分です。

ヒントカード(第2回) 自分に必要なヒントを使いましょう

【間違え直しをする前に】

- ・教員のプリントで間違えたところを直しましょう。
- ・これまでのプリントやヒントカードを参考にしてもいいです。

1) (1) 変化しないのは何性の場合か、下の図を参考にしよう。

酸性	赤色リトマス紙 → 変色なし	青色リトマス紙 → 変色なし
中性	変色なし	変色なし
アルカリ性	青色に発色	変色なし

(2) 答えの数は次のようになります。  
 ・うすい硫酸 → 2つ  
 ・水酸化ナトリウム水溶液 → 2つ  
 ・石灰水 → 2つ  
 ・食塩水 → 1つ  
 ・炭酸水 → 1つ

(3) 水よう液に固体がどけていた場合に、スライドガラスに粉が残ります。そこから考えて、粉が残らなかつた理由を考えよう。

2) (1) この気体が入った入れ物に次のついたローソクを入れると火が消えます。  
 (2) 次の2点について考えよう。  
 ① ペットボトルがへっこんでつぶれています。ペットボトルに入れた気体がだいぶ少なくなっています。なぜ少なくなっているのでしょうか。  
 ② 気体がなくなること、もともと気体があった空間はどうなったのでしょうか。

A Study on Dynamic Assessment in Science Education  
— The Effects of Using Prompt Cards for the Unit on “Characteristics of Water  
Solutions” in 6<sup>th</sup> Grade Elementary School —

by

Takahiro TERAMOTO

Graduate School of Education, Hiroshima University

Takuya MATSUURA

Graduate School of Education, Hiroshima University

Shigeki KADOYA

Graduate School of Education, Hiroshima University

Toshiaki MORI

Graduate School of Education, Hiroshima University

Dynamic assessment is one kind of formative evaluation in which teachers infer the problem from the wrong answer of each child during the learning process and assist by suggesting how to improve, enabling a concept to be reconstructed.

The objective of this study is to apply the method of dynamic assessment, used until now in facilitating development, to the unit on “characteristics of water solutions” in 6th grade elementary school science. This method is applied by using prompt cards for students when they are correcting tests. The teacher can confirm the level of students’ knowledge and skills in short term (approximately one week after the completion of a unit) and the long term (after approximately three months).

The results are as follows: 1. Analysis of the total scores for both problem types (a long sentence description that requires a logical step-by-step explanation and a non-long sentence description that is affected by the existence or non-existence of memory) showed a significantly higher level of accomplishment for the experimental group than for the control group, both in long and short term. 2. As regards analysis of the results for problem type, as mentioned above, the experimental group showed a significantly higher level of achievement than the control group only for long descriptions, in the long term.