

平成 19 年度 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科 博士論文

理科実験場面における
CSCL による相互評価に関する臨床的研究

兵庫教育大学大学院 連合学校教育学研究科 博士課程
教科教育実践学専攻 自然系教育連合講座 理科教育
上越教育大学 西川 純 研究室 配属

D05502J 水落 芳明

第2章 実験記録の蓄積と可視化

第1節 デジタルポートフォリオとコミュニケーション

第1項 デジタルポートフォリオによる可視化 24

第2項 評価の一貫性を高める自由なコミュニケーション . . . 25

第2節 調査1 相互評価を視点とした学習の実態

第1項 調査の目的 27

第2項 調査時期 27

第3項 調査対象 27

第4項 調査の手続き 28

第5項 評価基準の作成過程 30

第6項 学習記録の発展の分析とそのメカニズム 31

第7項 相互評価場面における会話の分析 34

第8項 教師の評価時間の確保に関する分析 36

第3節 本章のまとめ 39

第3章 学習目標を可視化する学習デザイン

第1節 CSCLと評価

- 第1項 先行研究におけるCSCLの成果・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
- 第2項 目標と指導と評価の一体化
 に向けた評価の共有化の必要性・・・・・・・・・・・・ 41
- 第3項 学習者の仮説を基にした
 データベースマップデザイン・・・・・・・・・・・・ 42

第2節 調査2 データベースマップを活用した実験場面の実態

- 第1項 調査の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44
- 第2項 調査時期・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44
- 第3項 調査対象・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44
- 第4項 調査の手続き・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44
- 第5項 評価規準の例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 51
- 第6項 データベースマップにノートを載せる場面分析・・・・ 53
- 第7項 他班の実験記録から問題を発見する場面分析・・・・ 56
- 第8項 発見した問題の解決策を考案する場面分析・・・・ 58
- 第9項 実験結果からさらに次の実験を考える場面分析・・・・ 61

第3節 本章のまとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67

第 4 章 研究の成果と課題

第 1 節 研究の総括と成果

第 1 項 本研究の成果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6 8

第 2 項 教育実践への示唆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6 9

第 2 節 本研究の課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7 1

参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7 3

本研究に関わる著者の論文・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8 1

謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8 2

第1章 研究の背景と目的

第1節 目標と指導と評価の一体化

第1項 形成的評価による学習へのフィードバック

「理科離れ」や「理科嫌い」の問題が指摘されて久しい。学習者の「理科離れ」の解決のために、実験を重視する必要を説く人は多い。しかし、小学校では、理科専門の教師が少なく、そのために単元を見渡せない授業が多い。

この原因としては、実験をスムーズに行うことに主眼を置き、実験道具の用意や、実験方法の決定について、教師が主導しすぎている、ということが考えられる。結果として学習者が、実験の目的、方法、結果について主体的に考えることのないまま実験が成立してしまい、理科の楽しさや論理的に考えることの必要性に出会うことができない。

さらにオズボーン（R.Osborne）ら¹は、教師がかなり取りなしたとしても、教師が提案した学習活動と学習者が行う学習活動には相違が出てしまうとして、理科における実験場面においては、その実験によって何を学ぶのかといった目標と、実際に教師が指導し学習者が学ぶ内容が一体化できていないといった問題を指摘している。

森本²は、指導と評価の一体化を考える上では、まず学びの状況を評価することを大切にしなければならず、実践途中において実態を基に継続的に行う動的な評価の必要性を説いている。単元の構想を図る前だけでなく、その実践途中において一貫して子どもの学びを捉えること、あるいは意味ある学びを「発掘する」ことにより、彼ら個々の「固有の学

びに応じた指導」が構想されていくと主張しているのである。

たしかに、学習者それぞれの学びに応じた指導を展開していくためには、それぞれの学びの状況を評価することを大切にしなければならず、実践途中においても継続的に行う動的な評価が必要となる。そして、その評価を学習者が個々に展開する学習にフィードバックさせていくことが必要と考える。

梶田³によれば、教育活動における評価は表1に示す4種に分類することができる。

表1 梶田による教育活動における評価の分類

事前的評価・・・「受け入れ・配置」型評価 「教授活動展開の参考」型評価
形成的評価・・・「教授活動内在」型評価 「教授活動へのフィードバック」型評価
総括的評価・・・「成果把握」型評価 「認定」型評価
外在的評価・・・「実態把握」型評価

そこで本研究では、学習活動へのフィードバックによる効果を追求する視点から、主に形成的評価について考察する。

第2項 理科学習における評価の問題点

形成的評価という言葉をはじめて用いたのは、スクリバン (Scrivan,M)⁴である。当時はカリキュラム開発において、採用か否かを決定するような評価の在り方である総括的評価

に対して、開発の途上における評価活動を総称して、形成的評価と呼んだ。これに対して、学級における教育活動との関連で評価活動を考える際にも、総括的評価と形成的評価を区別を唱えたのは、ブルーム（Bloom,B.S.）⁵である。

ブルームは、評価の対象となる教育目標を認知（cognitive）、情意（affective）、運動技能（psychomotor）の3つの領域に分類し、これをもとにクロッファー（Klopper,L.E.）は、情意領域に科学に関する学習態度や関心を当てはめ、次の9つにその評価対象の分類（表2）、知識・理解について次の11項目（表3）を挙げている。

表2 クロッファー（Klopper,L.E.）による教育目標の分類

- | |
|-------------------|
| ① 知識と理解 |
| ② 観察と測定 |
| ③ 問題の把握と解決法の追求 |
| ④ データ解釈と一般化 |
| ⑤ 理論的モデルの設計、検証、改善 |
| ⑥ 科学的知識と方法の応用 |
| ⑦ 技能 |
| ⑧ 態度と関心 |
| ⑨ 方向付け |

表3 クロッファー (Klopfer,L.E.) による知識・理解の11項目

- | |
|--------------------|
| ① 特定の事実の知識 |
| ② 科学用語の知識 |
| ③ 科学的概念の知識 |
| ④ 慣用法の知識 |
| ⑤ 傾向と系列の知識 |
| ⑥ 分類, カテゴリー, 基準の知識 |
| ⑦ 科学的技術と手順の知識 |
| ⑧ 科学的原理と法則の知識 |
| ⑨ 理論と概念構成の知識 |
| ⑩ 新しい状況での知識と同定 |
| ⑪ 知識の変換 |

以上、理科における目標は、まず知識と理解など9項目に分類され、その知識と理解をとっても11項目に分類されるように、評価の対象は多項目にわたる。さらに、観察・実験場面における評価は、技能に関する評価を伴うため、チェックリストやパフォーマンステストによる評価が行われているが、学習者それぞれの学びにフィードバックさせていくことが難しい。森本⁶は、従前の指導と評価の一体化は、教師が設定、分析された目標で、子どもが「つまづく」ことなく到達できることを目的としてきたことの問題を挙げている。さらに、松森⁷は、理科評価における問題点を表4のように指摘している。

表 4 松森が指摘した理科評価における問題点

- ① 評価方法や評価問題作成の難しさ
- ② 評価活動に充当する時間確保の難しさ
- ③ 評価活動の定式化やそれに伴う、授業過程の画一化の問題
- ④ “評価のための授業”への危惧
- ⑤ 情意面軽視の評価の問題
- ⑥ 1人ひとりの子どもを偏よりなく平等に評価することの難しさ
- ⑦ 授業における子どもの学習成果や変容様態を定量化（得点化）して示すことの難しさ

これは、理科における評価の複雑さに起因している。この複雑さが結果として、授業で行う観察・実験において、予定通りの結果になったかという客観的一面のみを評価するといったことの原因の1つになっているのである。

学習者に、真に理科を学ぶ楽しさを味合わせていくためには、固定的な評価ではなく、なぜその実験を行うのか、その結果からどのような結論を導くのか等を、学習者自身に考えさせ、その学びの状況に寄り添って捉える評価が必要である。

第3項 真正の評価とポートフォリオ評価

近年、学習者の学びの様相、到達度、態度等を正しく評価しようとする中で、オーセンティックな評価が取り入れられるようになってきた。

オーセンティックとは「本物の、真正の」という意味で、評価する人、される人という固定的な役割ではなく、学習者自身も評価者として学習活動に参加する。その1つとして、ポートフォリオ評価法が注目されている。西岡⁸は、ポートフォリオ評価法は、学習者も教師も学習と自分の指導をより幅広く、深く評価できるとした上で、教師と学習者との対話によって進めるポートフォリオ検討会や、採点指針としてルーブリックを活用することを提唱している。ルーブリック作成については、Wigginsの研究⁹があり、作成にあたっては、数項目の留意点が挙げられているほか、作成のための段階的な手順が示されている。そこでのルーブリックは子どもが自らの学びの良さを教師や仲間と認め合う、評価規準として注目されている。

しかし、ポートフォリオ評価法は、従来のように紙メディアに集積していく場合、それぞれの学習者ごとに作成されるため、評価活動に「手間がかかる」といった問題が指摘されている¹⁰。もし、学習成果を学習者全体に即時的に可視化することができれば、ルーブリック作成のための学習者間の話し合いが促進されるであろう。それによって子どもが自らの学びの良さを教師や仲間と認め合う、自己肯定的・建設的な評価が容易になるといえる。これは、松森の指摘した「評価活動に充当する時間確保の難しさ」「授業における子どもの学習成果や変容様態を定量化（得点化）して示すことの難しさ」の解決にも繋がる。目標と指導と評価の一体化を考えるには、学習成果や評価について、学習者に可視化を促進する学習環境をデザインしていく必要がある。

第2節 学習デザインの転換

第1項 学習者のコミュニケーションに着目した学習観

前節で指摘した理科における評価に共通する問題として、メーハン (Mehan, H.)¹¹のいう、教師が問い、学生が返答し、教師が評価するというI-R-E三成分シーケンスを軸としたレッスン型の授業スタイルの限界を挙げることができる。岡部ら¹²は、PC操作のレッスンの指導場面において、非レッスンの活動中心の学習場面においては、三成分シーケンスと異なり、学生の方がアプリケーションの有用性や教師の作業を評価する場面が見られるとし、コンピュータを用いた学習場面を会話分析の手法を用いて検討し、いわゆるレッスンの指導の有効性への疑問を指摘している。

近年の理科教育研究において、教師がレッスンする授業スタイルに代わり、学習者のコミュニケーションに着目した研究が盛んに行われている。その背景には、状況論や社会的構成主義等の新しい学習論に基づいた研究を指摘することができる。

梶田¹³は、教育評価においてもコミュニケーション機能を指摘している。どこができたかやどの程度できたか、といったことを学習者に伝える認知的コミュニケーションの外に、評価によってある意欲を喚起する等の感情的コミュニケーションの存在を指摘しているのである。学習は他者によって媒介されている¹⁴といった社会文化的アプローチから評価を見た時、このコミュニケーション効果は、実践的なデータに基づいて考察する必要がある。

森本ら¹⁵は、コミュニケーションの成立を観点として、小学校の理科学習にポートフォリオを導入する実践研究を行っているほか、益田ら¹⁶

は対話やコミュニケーションのデザインを具体的に試す実践研究を行っている。また、日本理科教育学会の機関誌である「理科の教育」が、「理科におけるコミュニケーション活動の意味」¹⁷や「子どもの協同的な学びと理科授業」¹⁸というテーマの特集を組んでいる等、実践の場でも、コミュニケーションによる学びを中心とした実践とその有効性が報告されている。

さらに海外では、ドライバー（Rosalind Driver）ら¹⁹が、科学の学習の意味は科学的共同体内の会話によって構築されることを主張しているほか、レムケ（Jay L. Lemke）²⁰が、「科学すること（doing science）」とはすなわち「科学を語ること（talking science）」に他ならないことを主張し、科学という文化に固有の言語を分析している。

キャズデン（Cazden, C. B.）²¹は、授業中の教師と学習者の会話を分析し、教室には2人の聴き手がいると主張している。例えば、教師に質問されて学習者が答える時、教師だけでなく他の学習者が聴いていることを意識し、教師と他の学習者、両方の評価に注意を払った異種混交の発話（heteroglossic utterance）をしているのである。これは、自分の学習が周囲に対して可視的な状況では、学習者はお互いを意識し、相互に評価し合いながら学習を展開することを示唆するものである。そこで、本研究では授業中における学習者が相互に行う評価活動を視点として考察する。

第2項 相互作用に着目した学習デザインにおける教師の役割

本研究において、授業中において学習者が相互に行う評価活動を中心に考察することは前項で述べた。西川²²は、学習者による『学び合い』

を提唱しており、教師の役割は「目標の提示」「可視化」「評価」の3つとしている。三崎²³は、その考えを参考に、中学校理科において教師による教示を極力控える実践研究を行っている。また、小学校においても様々な実践研究²⁴・²⁵が行われ、3つの教師の役割が実証的に検証されている。しかし、学習者が相互に行う評価活動を視点とした研究は見られず、その実態やメカニズムは体系的に捉えられていない。

しかし、教育評価を考えることについて浅田²⁶は、評価を考えることは、教育目標を明確化することであるとし、教育目標を明確化するために、目標分析を行うことが避けて通れないと指摘している。また、加藤²⁷は、目標と指導と評価を一体化することの必要性に触れ、学習の成果が短期間で現れ、テスト等によって客観的に測定するだけの評価ではなく、短時間では学習の成果が現れにくい、子どもの成長にとって不可欠な基盤を構成するものの見方や考え方、感じ方をきちんと評価することの必要性を指摘している。

また梶田²⁸は、ブルーム²⁹の提唱した形成的評価の考え方を発展させ、授業、単元、学期・学年の3つのレベルにおいて形成的評価を実現し、学習にフィードバックさせる必要性を説いている。とすれば、相互作用を軸とした学習をデザインする上で、教師が果たさなければならない役割は、教師と学習者とで目標を共有化させることであり、同時にその目標と学習と評価を一体化させていくことである。

第3項 『学び合い』における評価

西川³⁰らの研究成果によれば、学習状況を最も的確に理解しているのは、教師ではなく学習者である。教師は自由なコミュニケーションを認

める学習環境をデザインし、学習者同士の相互作用によって高い学習成果を生み出す学習者集団を育てていくことの必要性を指摘している。

久保田は³¹、小学校における実践研究において、学習者の相互作用を分析し、他者の実験結果の正当性、信頼性を正そうとする科学的実践³²の存在を検証し、Longinoが挙げる科学者コミュニティの条件「批判を可能にする組織」を満たしていることを報告している。また、Shapiroは、実験班の間を自由に動き回る学習者が、理科の難しい概念を正確に学んでいく様子を報告する等、学習中の自由なコミュニケーションの効果을指摘する研究が広がりを見せつつある。

後藤ら³⁵は、情報伝達において、brain（技術的な先導者）、gatekeeper（技術の中継者）、end user（一般利用者）という3階層モデルの存在を指摘している。その実例として、水落ら³⁶は、小学校における実践研究において、学習内容を得意な学習者をgatekeeperとして、苦手な学習者（end user）に効率的に情報を伝達する様子を報告している。またその効果は、学習者相互に学習状況が可視化されていることによるものであるとして、情報収集のために自由に歩き回ることでできる学習環境のデザインの必要性を指摘している。

また、小野村ら³⁷は、学習中の自由なコミュニケーションでは、成績の上位の学習者から下位の学習者への情報伝達だけでなく、下位の学習者から上位の学習者への情報伝達の存在を明らかにしている。このように、自由なコミュニケーションを認めた学習環境では、学習者は必要に応じて「教え手」と「学び手」の役割を交代しながら状況的に学習を展開しているのである。

これらは、自由なコミュニケーションを軸とした学習においては、学

習者が自分の学習に有用なものを積極的に取り入れて学習を展開していることを示している。評価を視点として考察すると、学習者は学習中に接する様々な情報を、有用か否か判断し、取捨選択しながら学んでいるという点から、学習者による形成的な評価活動と学習へのフィードバックと捉えることができる。

そこで本研究における評価は、自由なコミュニケーションを認めた学習の中で、自己の学習へフィードバックさせるために展開するものとして考察を進めることとする。

第3節 CSCLと評価

第1項 CSCLとコミュニケーション

教育の情報化が進むにつれ、日本の学校教育では、コンピュータを活用した授業実践が幅広く行われるようになった。また、ネットワークの活用も盛んになり、コミュニケーションを重視した ICT 教育の必要性が訴えられるようになった³⁸。

理科教育においても、ネットワークを活用した学習が注目されている。坂元³⁹は、ネットワークを介して学習者同士が協同、協調、協力して行う学習への期待を述べている。

北澤ら⁴⁰は、小学校理科教育を対象とした e-learning を支援するための Web サイト「理科ネット」の研究をしている。Web サイトと対面授業を融合して活用した際、対面授業の予習や復習の機会を与える点で効果が期待できるとしている。

授業において、コンピュータやネットワークを用いて、協調学習支援環境を提供し、時間的空間的制約を軽減しようとするものに CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) がある。CAI に代表される従来のコンピュータ教育では、他者と交渉しながら知識を分かち合ったり、新たに知識を生み出したりしていく活動が乏しかったが、CSCL では、学習者に知識を表現させて他者とのコミュニケーションを促し、協同で知識を創出する営みを重要視している。

その根底には、ヴィゴツキー⁴¹の学習者が社会的環境の中で他者との相互交渉を通じて学びが達成されるという発達の再近接領域 (ZPD : Zone of Proximal Development) の考え方や Scaffolding (足場かけ) の概念が生かされている。

海外では、Linn⁴²によるKIE、Edelson⁴³によるCoVis、Bell⁴⁴によるSenseMaker、Scardamalia⁴⁵によるCSILEが有名である。これらのシステムは学習者間で自分の考え、経験などの知識を共有し、協同データベースを構築していくもので科学概念形成において成果が報告されている。しかし、複数の学習者が持ち寄せた個人の知識が、共有することによって量が膨大となり、このような知識をすべて理解するのが困難であることが問題となっている。

第2項 C S C Lによるポートフォリオ評価

八田ら⁴⁶は、理科学習におけるコンピュータの活用は、ドリル学習からプレゼンテーションまで、すべての場面で用いることが可能であると、小学校理科では、自然の事物・現象に接する観察・実験を行いながら、それらを解釈し納得するために児童が必要とする情報収集と交換の1つの選択肢としてコンピュータを用いることが望ましい、と主張している。

近年、注目されているデジタルポートフォリオは、学習者が作成したポートフォリオをデジタルファイルとしてデータベース化し、蓄積するC S C Lである。学習を振り返る中で、情報交換等を可能にするものであり、八田の主張を実現する上で有効と考える。

余田ら⁴⁷によれば、紙ベースのポートフォリオをデジタル化したデジタルポートフォリオ活用のメリットとデメリットは、表4に示す通りである。

表 4

デジタルポートフォリオ活用のメリットとデメリット

<メリット>

1. 活動表現を映像や音声で記録できる
2. 再編集ができる
3. 持ち運びや閲覧が容易にできる
4. いつまでも色あせない
5. 保管に場所をとらない
6. 成果物を検索できる
7. 複製が簡単にできる
8. 評価と成果物を関連づけることができる

<デメリット>

1. 時間がかかる
2. 作成には、教師の指導と繰り返し練習が必要

しかし、ポートフォリオをデジタル化したメリットには、表1に示した以外にも「相互評価が容易になる」ことを挙げることができる。従来のポートフォリオは紙メディアに保存されていたため、多数の学習者から評価を受けることができない。そのため、相互評価の効率を向上させる上での障害となってきた。また、相互評価を実施しても、少数の評価しか受けることができず、評価を可視化することは少なく、また評価の客観性を保障することもできず、結果として、手間がかかるといった問題を解決できなかった。

しかし、ポートフォリオをデジタル化することにより、学習者が作成したポートフォリオは、データベースとして蓄積され、相互に即時的に可視化することが可能となる。また、作成したデジタルポートフォリオに対し、相互に評価コメント加えることが可能となる。さらにその相互評価コメントも可視化し合うことで、評価の客観性を向上することが可能となる。

このことから、相互評価を軸としてデジタルポートフォリオを活用し、その効果を検証していくことは、学習状況に沿った評価を作り上げるために有効だと考える。

第4節 研究の目的

第1項 相互評価の定義

教育評価の概念は、半世紀以上前にタイラー(Tyler,R.W.)⁴⁸によって確立された。測定という概念に基づき、信頼性、妥当性を求める客観化への動きに対し、批判的な動きがさかんになってきたのは1930年代である。リンキスト(Lindquist,E.F.)⁴⁹は、「手にしうる最上のテストでさえ、すべてを測定できることなど不可能」とし、それまでの測定という概念から、目標に向けた成長発達の評価を行うべきと指摘した。その後、タイラーらによる評価運動へと発展し、教育目標の分類体系(タキソノミー)作成の試み等を経て、到達基準に準拠した評価が叫ばれるようになった。

平成14年4月より、我が国でも小・中学校の学習の評価において、目標に準拠した評価(いわゆる到達度評価、絶対評価)が一層重視されている。橋本⁵⁰は、教育評価や測定において、何を測定し評価すべきかを指示する教育目標を、目標規準(criterion)と呼び、到達度評価の方法等を示している。また、国立教育政策研究所⁵¹は、各教科、各単元の評価規準の具体例を示しているほか、学校現場でも評価規準を作成する等、絶対評価がさかんに行われるようになってきている。

森本ら⁵²は、絶対評価を導入する際には、評価規準に対する認識を学習者と教師が共有していることが必要とされ、常に指導や学習過程を振り返りながら次の活動を考えることで、指導と評価の一体化が図られるとしている。指導と評価の一体化については、教師の構想した指導プランに即し、そのプランの効果を評価することと捉えられがちである。しかし、森本は、単元の構想を図る前だけでなく、その実践途中において

一貫して、子どもの学びを捉えること、あるいは意味ある学びを「発掘する」ことにより、彼ら個々の「固有の学びに応じた指導」が構想されていくとして、指導と評価の一体化を考える上では、まず学びの状況を評価することを大切にしなければならず、実践途中において実態を基に継続的に行う動的な評価の必要性を説いているのである。

しかし梶田⁵³は、教師が授業中に入念な観察をして、40人内外の学力を的確に把握することは夢物語としており、教師1人による評価活動の限界を指摘しており、学習者が学習と同時に行う相互評価に関して考察する必要がある。

近年盛んになってきている学習者の相互作用に着目した実践研究においても、学習者が行う評価については、体系的に捉えられていない。そこで本研究では、学習者間における相互作用の中から、学習へのフィードバックを目的に展開される部分を「相互評価」として考察する。

第2項 研究の目的

本研究の目的は、相互評価を軸とした学習環境においてCSCLによる目標と指導と評価の一体化の実態と効果を明らかにすることである。

CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) は、コンピュータやコンピュータネットワークを用いて協調学習支援環境を提供し、時間的空間的制約を軽減しようとするものである。

国内では、竹中ら⁵⁴の研究があり、小学校の理科学習において、Web knowledge Forum® と呼ばれるCSCLを導入し、学習者が作成したノートデータベースとして蓄積し、学習者間でアクセスし、意見交換をする実践研究を行っている。その報告では、学習者がデータベースに蓄積した他

者の記録を学習のリソースとして活用し、学習を発展させていく様子が紹介されている。

また久保田ら⁵⁵⁾は、KB (Kneading Board) と呼ばれる同期型CSCLを用いた実践研究を行い、それまであまり見られなかった実験班同士の相互作用が緊密になること、お互いをリソースとして科学的実践を行うコミュニティが教室全体に拡がることを報告している。また、今後の課題として、学習者の一部が作成した「公式ルール」を教室全体がどのように承認していったのか明らかにすることを挙げ、科学的実践を捉える上で重要としている。さらに、科学的実践において、競争と協調が噛み合い、弊害の少ないコミュニティの成立について明らかにすべきとしている。

この2つの研究の共通点としては、次の点を挙げることができる。

- ① 同期型CSCLを使用した実践研究であること。
- ② インターネットを介した同期型CSCLであること。(久保田らはその後、インターネットを介さずCD-ROMによって起動する、KBの改良型「KB-KNOPPIX」を開発している。)
- ③ CSCLのみをコミュニケーションのチャンネルとするのではなく、Face to Faceによる直接的なコミュニケーションを併用することの有効性を指摘していること。

本研究においても、コミュニケーションのチャンネルをCSCLに限定せず、自由なコミュニケーションを認めることとする。さらに、CSCLとして使用するツールは、インターネットを介さずに使用可能な非同期型グループウェアとして、スタディノート(シャープシステムプロダクト)を使用するものとする。

スタディノートは、学習者が作成したノートをデジタルポートフォリオとして蓄積し、学習者間で自由に閲覧しコメントを加える相互評価活動を行うことができる。

そこで、第2章ではポートフォリオをデジタル化し相互評価のツールとして使用することの効果を検証する。また、コンピュータの操作スキルの向上を直接的な目的としない理科という教科において、コンピュータを使用することが操作スキル与える効果を検証する。

第3章では、近年スタディノートに実装されたマップ機能（学習者が作成したノートを2次元上に表示する機能、以下データベースマップ）を使用し、C S C Lによる目標と指導と評価の一体化を目指した実践研究を行う。具体的には、データベースマップ上に学習目標を可視化し、また実験記録をデジタルポートフォリオとして蓄積、その評価も2次元に表示して相互評価することの効果を検証する。また、学習者が自由なコミュニケーションの中で、問題を発見し解決法を考案、承認していく過程を考察する。

これにより、自由なコミュニケーションを認めた学習環境においてC S C Lによる目標と指導と評価の一体化の実態と効果を明らかにすることを研究の目的とする。

第5節 研究の方法

第1項 臨床的研究の手法について

本研究における「臨床」とは、医学や心理学で使われるものと同義ではなく、「学校現場において実際に学びが行われている場＝臨床」として扱っている。したがって、実際の教室で進行している学習者の学びをVTRやICレコーダに記録された質的データを基に読み解いていく研究手法をとる。

これまで一般に広く行われている教育研究は、数時間の授業実践とその記録の質的分析、または質問紙や尺度等による量的分析を中心として行われているものが多い。これは多くの研究者においては、学習が行われている現場を長期間にわたって調査することが難しいからである。仮に長期間の調査を行えたとしても、その学習における児童の表情やつぶやきまでを複数のビデオカメラと10台程度のICレコーダで記録し分析することは難しく、さらにそのデータの中に見え隠れする学習者たちの関係や心理は、ある程度の教職経験があつてこそ分析可能となる。

実際の学習の場に入り、学習者相互の営みをつぶさに記録する研究としては、「教室のエスノグラフィー」があるが、そのデータを質的に検討するだけではそこから導かれた知見に一般性を持たせることは難しい。清水ら⁵⁶は、グループ構成が話し合いに及ぼす効果に関する研究において、量的分析の指標としては話し合いの時間とプロトコル数を、質的分析は7つのカテゴリーを設けてプロトコル分析を行い、質的研究と量的研究の長所を生かした融合的研究を試みている。

そこで、本研究においては長期間にわたる調査の中で実際の子供が見せた姿を質的に分析することを基本として、そこから得られたデータに

若干の量的な分析を試みることにする。

第2項 相互作用分析の視点

本研究では、C S C Lによる実験場面における学習者の相互評価を扱う。調査は、西川⁵⁷や三崎⁵⁸の研究を参考として、学習者に自由なコミュニケーションを認め、他の学習班の様子を参考にしながら学習を展開する『学び合い』を軸として行う。

科学の学習場面におけるコミュニケーションの重要性を指摘した研究としては、ドライバーら⁵⁹やレムケ⁶⁰の研究があり、国内では水落ら⁶¹や久保田⁶²らの研究がある。水落らは、実験方法を学習者自身に考えさせ、その理由を含めてしっかりと評価することで、学習者は見通しをもって実験に取り組み、効率的に実験するようになることを報告している。また、久保田はC S C Lを用いた実践研究を行い、学習コミュニティへの参加を視点としてコミュニケーションの実態を分析した結果、C S C LとFace to Faceのコミュニケーションによって、学習者同士が繋がり本物性のある科学的実践が行われたことが報告されている。

そこで、本研究ではC S C Lを実験記録を蓄積するツール、また蓄積された実験記録を相互評価するために、可視化、共有化するツールとして活用し、実験記録や実験の様子が変容する過程を分析する。したがって、分析の中心的な視点となるのは、学習者による会話記録とC S C L上にデジタルポートフォリオとして蓄積される実験記録、およびその変容である。

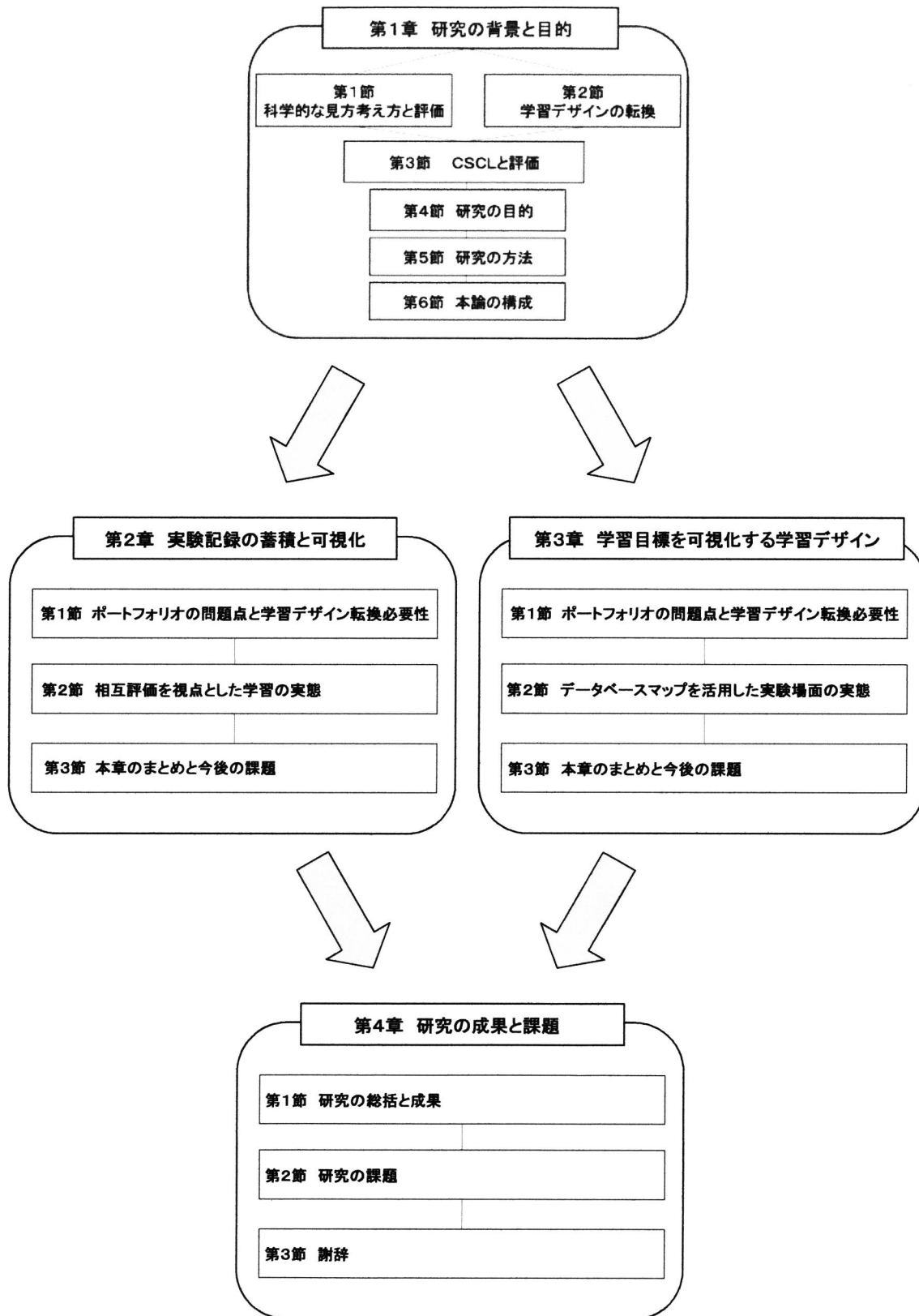
方法としては、実験を行う学習者の声をI Cレコーダで録音し、行動はV T Rに記録する。実験班全てのコミュニケーションの実態を記録す

るために、I Cレコーダは班毎に1台、全ての班に設置する。V T Rカメラは実験の妨げにならない位置に設置し、教室全体をカバーして記録する。

また、実験記録や相互評価コメント等は、C S C L上にデジタルポートフォリオとして蓄積するほか、実験記録に表れる学習者の意識の変容の様子は、授業毎に教師によって画面をキャプチャして記録、蓄積することとする。

これによって、実験場面で繰り広げられる相互評価の実態が分析可能になり、目標と指導と評価の一体化の過程が分析可能になると考える。

第5節 本論の構成



第2章 実験記録の蓄積と可視化

第1節 デジタルポートフォリオとコミュニケーション

第1項 デジタルポートフォリオによる可視化

本章では、ポートフォリオをデジタル化することにより、学習者が作成した実験記録が学習者全体に同時に可視化され閲覧可能になることの効果を検証する。

水落ら¹は、小学校における実践研究で、コンピュータの操作技能の高い6年生と初心者の5年生が同じ教室で学習することによって、6年生から5年生にコンピュータの操作技能が伝授されることを報告している。そして、伝授された技能は、5年生の間に加速度的に伝播されている。

また、そこでは学習者の学習状況がお互いに見えやすい環境をデザインすることがポイントであるとして、学習者が情報を求めて、教室を自由に立ち歩くことを認めている。学習者は自由に立ち歩くことによって、閲覧可能となった他の学習者のコンピュータ画面や実際の操作場面から、自己の学習に有用な技能を発見し、コミュニケーションによって伝授していくのである。

学習中における立ち歩きの効果は、石崎ら²の研究でも報告されている。たしかに、新しいの情報機器の操作場面等の視覚的に見付けやすい事柄については、立ち歩くことによって閲覧可能となる。しかし、理科の実験記録に記載される内容等については、立ち歩くだけでなく、その場に留まって分析的に閲覧することが必要である。

しかし、理科室にコンピュータを設置し、LANで接続しお互いにアクセスし情報を共有できるようにすれば、実験場面において作成される実験記録を、自席でデータベース化して相互に閲覧することができる。実験と同時進行的に他の学習者の実験記録を閲覧できるのである。

そこで、本章では理科実験場面において、実験記録をデジタルポートフォリオとして作成、蓄積し相互評価する学習の効果を検証する。

第2項 評価の一貫性を高める自由なコミュニケーション

西川ら³の研究成果によれば、学習状況を最も的確に理解しているのは、教師ではなく学習者である。これは、学習者による相互評価による学習活動の発展により、教師の評価活動に充当する時間不足を解消する可能性を示すものと考えられる。また、水落ら⁴は、学習者は相互評価を軸とした学び合いの中で、お互いの学習状況を可視化し合うことによって、レポートを評価し合い、それによって、表現方法やコンピュータの操作技能を高め合っていくことを報告している。とすれば、実験記録をデジタルポートフォリオとして、相互評価を軸とした学習の中で活用することによって、実験記録の表現技能やコンピュータの操作技能を向上させることができると考える。

また、久保田ら⁵によれば、理科の学習場面において、学習者がお互いの発話をつなぎ合わせる話し合いによって、科学的意味を構築していくことが明らかにされている。

さらに、イギリスでは、ギップス⁶が、ポートフォリオ評価法において、複数の評価者による評価の一貫性を高めるために、評価者間の討議等を取り入れたモデレーションという手だてを提案しており、西岡⁷に

よれば，日本において，モデレーションのシステムを作ることが求められている。

そこで，本研究においては，学習者がデジタルポートフォリオを相互評価する場面の会話に着目し，相互評価の実態とその効果を明らかにしていく。

第2節 調査1

相互評価を視点とした学習の実態

第1項 調査の目的

本調査では、学習者相互に可視的な学習状況を設定した場合に、学習者が行う相互評価の実態と効果を明らかにすることを目的としている。そこで、理科学習場面において、学習者の発信した情報に対して共感的に接して支援することによって、複数の学習者による学び合いが活性化され、学習者一人一人の学びの拡がりや深まりを期待できる、とした三崎の研究⁸を参考とし、教師による教授を極力控えることとする。

第2項 調査時期

2004年9月～11月

第3項 調査対象

新潟市公立小学校6年生1クラス35名

理科の実験記録をノート等にまとめる経験はあるものの、コンピュータを使ってまとめた経験はない。

また、コンピュータの操作に関しては、文字入力やインターネットによる情報収集等は全員が可能である。しかし、本調査で使用したソフト（スタディノート）を操作した経験は、文字入力とお絵描き、データベース機能の紹介を1時間行った程度である。

第4項 調査の手続き

1) 学び合いを活性化する学習

a. グループ編成

実験を行うグループは、学級の既成班（4～5人）で編成したが、デジタルポートフォリオに実験記録をまとめる際は、「全員がきちんと理解するために最も効果的な方法」として構成メンバーや人数などを学習者に任せた。

b. 実験方法

教科書に紹介された実験に必要な道具は教師が用意し、実験の目的は学習者全員で確認するものの、実験の方法等については、教師は指示しないこととし、その代わりに学習者のもつ情報を学習者全体に可視化するための発話を行い、学習者が相互に学び合うための環境を設定した。

c. 実験記録

実験の記録については、「教科書よりもわかりやすい参考書を作ろう。」という目標を設定し、イラストや写真を用いる等、記録のまとめ方については、教師は指示しないこととした。

d. 学習内容と充当時間

教科 理科

単元名 「電流のはたらき」（合計15時間）

学習課題1

「電磁石を作ろう」

（実験1時間、記録作成と相互評価2時間）

学習課題2

「電磁石のはたらきを調べよう」

(実験 1 時間, 記録作成と相互評価 2 時間)

学習課題 3

「電磁石を強くする方法を調べよう」

(実験 1 時間, 記録作成と相互評価 2 時間)

学習課題 4

「自分たちの生活と電磁石の関わりを調べよう」

(調べ学習とレポート作成 5 時間, 相互評価 1 時間)

e. コンピュータ等の構成

【ハードウェア】

Windowsサーバー機：1台, 教師用Windowsクライアント機：1台, 学習者用Windowsクライアント機：40台, デジタルカメラ：8台

【ソフトウェア】

インターネットエクスプローラー (ブラウザ：マイクロソフト), スタディノート (学校教育用グループウェア：シャープシステムプロダクト), Skymenu (ネットワーク対応授業支援ソフトウェア：スカイシンクシステム) V I X (画像処理ソフト：フリーウェア)

2) 記録・分析方法

教室全体を撮影するビデオカメラ1台と各グループに1台ずつ計8台のICレコーダで, 学習者の発話や学習の様子を記録したほか, 再生刺激法によるインタビューや質問紙による調査を実施した。なお, ビデオカメラは学習者の移動の妨げにならない位置に設置した。

記録機器を設置することによって, 学習者に影響を与える危険性はある。しかし, 学習者はこのような方法で学習の様子を記録することを, 過去に数か月間経験しており, 機器の操作にも慣れている。また, 本調

査の最初の時間から、課題とは全く無関係な発言、ふざけた発言等の、教師に聞かれることを意図していない発言が、全てのグループで記録されていた。このことから、記録機器の影響は少ないと判断した。

上記記録及び学習者の実験記録、実験記録の相互評価カードを利用し、「実験記録の変遷」「コンピュータ操作スキルの変遷」を定量的に分析するとともに、それに関わる教師、学習者の言動を事例的に記載した。

第5項 評価基準の作成過程

井出ら⁹は、理科の実験記録には、表2に示す項目が記載されるべきとしている。

表2 実験記録に記載されるべき内容

実験題目、日づけ、天候、実験開始時間、終了時間、協同実験者、場所など、実験を実施したときの状況、実験目的、理論、方法、手順、データ、グラフ、結果、考察、備考、反省

しかし、小学校の理科実験では、これらの項目を全てにわたり記録する必要はないともしている。

本調査においては、「学習者にとってわかりやすい」ことを重視する考え方から、学習者が作成した実験記録を相互評価する際、表3に示す手順で基準を作成した。

表3 「わかりやすい実験記録の条件」作成手順

- 1 それぞれの学習者が、実験を記録したデジタルポートフォリオの中からわかりやすいと思うものを選ぶ。
- 2 選んだ実験記録について、なぜ、わかりやすいと思ったのか、理由を発表する。
- 3 発表された理由を基に、教師が基準を作成する。

第6項 学習記録の発展の分析とそのメカニズム

1) 実験記録の変遷

表3に示した手順で「わかりやすい実験記録の条件」を作成したところ、表4に示す結果となった。これは、井出の示した項目と合致する部分が多く、「学習者にとってわかりやすい」条件を満たすことが、実験記録の質的な高まりにつながると考える。

表4 「わかりやすい実験記録の条件（抜粋）」

- 1 実験に使う道具（以下、「道具」）が記載されている。
- 2 実験の結果（以下、「結果」）が記載されている。
- 3 実験の結果から導いた結論（以下、「結論」）が記載されている。

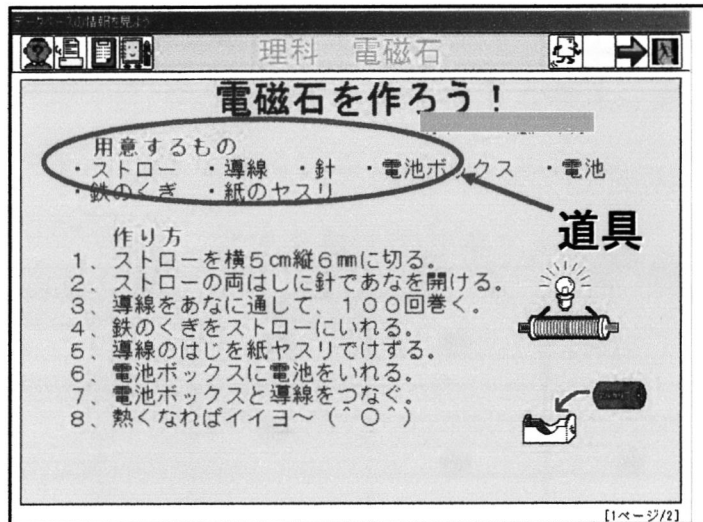


図1 「道具」が記載された実験記録の例

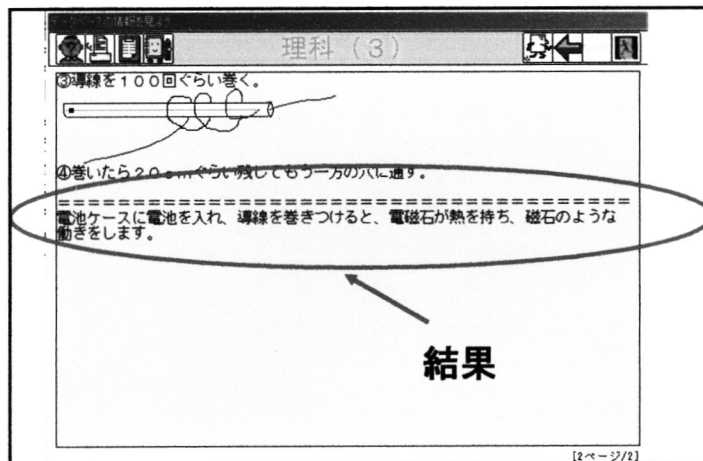


図2 「結果」が記載された実験記録の例

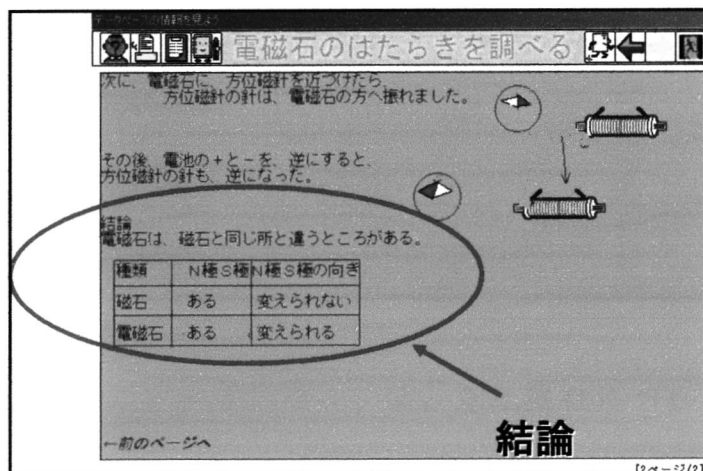


図3 「結論」が記載された実験記録の例

実験 1, 2, 3 について学習者がまとめた実験記録を、「わかりやすい実験記録の条件」に基づいて分析した結果を表 5, 6, 7 に示す。

(●印：それぞれの実験記録が記載されている内容)

表 5 実験記録 1 の記載内容一覧

実験記録1	道具	結果	結論
A	●		
B	●	●	
C			
D			
E	●		
F		●	●
G			
H			

表 6 実験記録 2 の記載内容一覧

実験記録2	道具	結果	結論
A	●	●	●
B		●	●
C		●	
D		●	
E	●	●	
F	●	●	●
G	●	●	
H		●	●

表 7 実験記録 3 の記載内容一覧

実験記録3	道具	結果	結論
A	●	●	●
B	●	●	●
C	●	●	●
D	●	●	●
E	●	●	●
F	●	●	●
G	●	●	●
H		●	●

表 5, 6, 7 から、実験記録が 1, 2, 3 と進むにつれて、学習者は、「道具」「結果」「結論」を記載できるようになってきていることが明らかである。

このことから、学習者の相互作用を軸とした学び合いは、デジタルポ

ートフォリオを活用した実験記録を質的に向上させていく上で、有効なツールとなり得ることが明らかとなった。

第7項 相互評価場面における会話の分析

本調査における相互評価の特徴は、相互評価場面において話し合い活動を認めている点である。それぞれの学習者が独立して評価活動を行い、それを交流させるのではなく、話し合いながら相互に評価していくのである。

この話し合い活動の場面では、学習者が自らのもつ評価と話し相手の評価とをすり合わせながら、相互評価を展開していく姿が見られた。表8に代表的なプロトコルを示す。

表 8 実験記録の相互評価場面のプロトコル

教師：それでは、今からみなさんが作った実験記録を相互評価してもらいます。まずは、良いな～と思った実験記録を見つけてください。見つけたら、どうしてそれが良いと思ったのか、を考えてください。そして「〇〇が書いてある。」とか、良いな～と思った理由をカードに書いてください。

質問はありますか？

それでは、始めてください。

Y：いろいろ見て行って、「子情報」を入れていけばいいよね！

S：これ、良いと思わない？①

Y：これ、良いよね！②

S：どうして良いのかってことだから・・・③

Y：ええっと・・・「道具」が書いてあって・・・④

S：うん、うん。⑤

Y：あのさあ・・・MとT！⑥

(MとTを呼んでくる)

じゃあ、さ～。この紙に書くよ。

3班のが一番いい。(と、記入する。)

T：どうして？⑦

Y：だってさ～、「道具」が書いてあるじゃん。⑧

T：わかりやすいってこと？⑨

Y：うん。情報が書いてあるでしょ！絵もついでるし。

T：うん。・・・⑩

最後の方に「結論」とかも書いてあるじゃん。⑪

Y：あっ、うん。⑫

①でSはYに対し、「これ、良いと思わない？」と自分の考えを表明し、同意を求めている。それに対し、②でYは「これ、良いよね！」と

同意している。また、③でSが「どうして良いのかってことだから・・・」と話し始めたのを受け、④でYが「ええっと・・・「道具」が書いてあって・・・」と続け、⑤におけるYとの同意に至っている。これは、久保田ら¹⁰が、学習者が会話の中で科学的意味を作りあげていく時に有効だとする「オーバーラップ発話」であり、話し合い活動を取り入れた相互評価場面において、学習者が評価基準を共有化するための有効なツールとして活用しているのである。

さらに⑥で、Yによって話し合い活動に加わったTはSとYの評価結果を鵜呑みにするのではなく、⑦で「どうして？」と質問する。それによって、⑧⑨⑩の会話が生まれ、これによって評価基準を理解したTによる⑪の「結論が書かれている」といった新たな基準の発見につながっていく。

⑫でYが「あっ、うん。」と驚きながら納得しているように、1人の学習者の発見が別の学習者に伝播することによって、立場を入れ替えながら連鎖的に学習が展開していくのである。

このことから、相互評価場面においては、話し合い活動を取り入れることによって、教師の教示がなくても学習を発展させていくことができることが明らかとなった。

第8項 教師の評価時間の確保に関する分析

本研究では、学習者の相互作用に軸を置いてデジタルポートフォリオを活用することによって、教師が評価活動を行うための時間を生み出すことを目的の1つとしている。そこで、その学習法は水落ら¹¹に準じ、授業者の教師による教示を極力控え、学習者が相互作用によって学習を

発展させていくこととした。

デジタルポートフォリオ作成場面における、教師の行動とそれに費やした時間を分析すると、3種類に分けることができた。これは、授業者が意図的に3種類のカテゴリーに沿って発話しようとしたものではなく、相互作用を軸として実施した本調査において結果的に表れたものである。表9にそのカテゴリーを示す。

表9 教師の発話カテゴリー

「目 標」：学習の目標を学習者に伝えるための発話
「可視化」：学習者の学習状況を他の学習者に伝えるための発話
「時 間」：学習の終了時刻を予告する等、時間の目安を伝えるための発話

このカテゴリーによって、デジタルポートフォリオ作成場面における教師の発話を分析すると、図4のようになる。

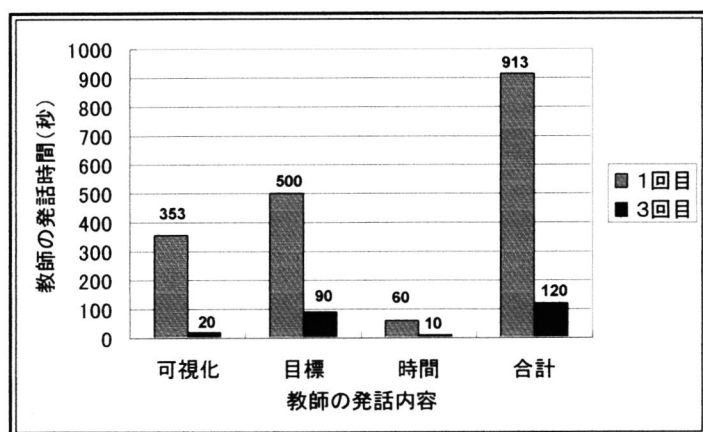


図4 教師の教示時間一覧

初めて実験記録をデジタルポートフォリオでまとめる実験1の記録作

成時は、合計で913秒（15分13秒）の教師の発話が見られるが、最後となる実験3の記録作成には、合計120秒（2分）の発話となっている。これは、どちらも2単位時間（90分間）の合計であるため、教師が評価活動に充てられる時間は表10の通りである。

表10 教師が評価活動に充てられる時間

実験記録1作成時	74分47秒（90分中）
実験記録3作成時	88分00秒（90分中）

このことから、相互評価を軸においてデジタルポートフォリオを作成することによって、教師が全体に教示する時間が減少し、多くの時間を評価活動に充てることが可能になった。

第3節 本章のまとめ

本章では、デジタルポートフォリオ作成時において、教師が全体に教示することを控え、相互に学び合える学習環境を整えることが、学習者はデジタルポートフォリオ作成し、質的に向上させる点で有効なことが明らかとなった。

また、相互評価を軸においてデジタルポートフォリオを作成することによって、教師が全体に教示する時間が減少し、多くの時間を評価活動に充てることが可能になった。

以上まとめると、相互に学び合う学習環境をデザインすることで、学習者はデジタルポートフォリオを作成、向上させることができ、教師は授業時間の中でそれを評価できることが明らかとなった。

第3章 学習目標を可視化する学習デザイン

第1節 CSCLと評価

第1項 先行研究におけるCSCL活用の成果

教育の情報化が進むにつれ、日本の学校教育では、コンピュータを活用した授業実践が幅広く行われるようになった。また、ネットワークの活用も盛んになり、コミュニケーションを重視したICT教育の必要性が訴えられるようになった¹。

竹中ら²は、小学校の理科学習において、Web knowledge Forum[®]と呼ばれるCSCLを導入し、学習者が作成したノートをデータベースとして蓄積し、学習者間でアクセスし、意見交換をする実践研究を行った。その報告では、学習者がデータベースに蓄積した他者の記録を学習のリソースとして活用し、学習を発展させていく様子が紹介されている。

また久保田ら³は、KB (Kneading Board) と呼ばれる同期型CSCLを用いた実践研究を行い、それまであまり見られなかった実験班同士の相互作用が緊密になること、お互いをリソースとして科学的実践を行うコミュニティが教室全体に拡がることを報告している。また、今後の課題として、学習者の一部が作成した「公式ルール」を教室全体がどのように承認していったのか明らかにすることを挙げ、科学的実践を捉える上で重要としている。さらに、科学的実践において、競争と協調がかみ合い、弊害の少ないコミュニティの成立について明らかにすべきとしている。

第2項 C S C Lによる評価規準の共有化

第2章では、ポートフォリオをデジタル化することにより、それぞれの学習者のもつ情報を全体に可視化することにより、コンピュータの操作スキルや理科の実験記録が発展していくことを検証した。しかし、ポートフォリオがデジタル化されたことで、どのような情報が可視化され、共有化されたのかについては、分析が不十分であり、可視化と評価の関係についても、体系的に捉えられていない。

貫井ら⁴によれば、ポートフォリオを効果的に学習に活用していくためには、教師と学習者により評価規準が共有されていることが必要とされている。

そこで本章では、学習者による評価が促進される学習の中で、C S C Lを活用することによって、評価規準が共有化される過程を詳しく分析する。それにより、科学的実践の中で学習者は競争と協調をどのようにかみ合わせているのか、また、そこに学習目標の共有化がどのように影響しているのかを検証していく。

第3項 学習者の仮説を基にしたデータベースマップデザイン

ネットワークコミュニケーションにおいては、メールのやりとり等の他には、掲示板に代表されるように他者からのコメントをスレッド上に付加することが一般的である。スレッド表示は、学習者が求める情報を見つけ易くするために、教師が内容を分類して複数のデータベースを作成することや、キーワードによる検索が必要であった。さらに、アップロードした学習記録の内容については、タイトル等によって想像できる

部分はあるものの、閲覧するまではその内容を知ることはできなかった。その結果、限られた学習時間の中で、他者の学習記録を吟味していくには限界があった。

しかし、近年開発された児童生徒用グループウェア（スタディノート：シャープシステムプロダクト）には、データベースの情報を二次元のマップ上に配置できる機能が実装されている（以下、データベースマップ）。これによって、学習者が作成した記録をマップ上に自由に配置できる。そのため、タイトルに加えて、配置した位置によって学習者の考察等の新たな情報を表現することができるほか、学習者の考察の変化をマップ上の位置の移動によって可視化することができる。また、学習記録のタイトルが一枚のマップに配置されるため、その概要を一覧でき、学習者が作成した実験記録の考察を、一目で可視化することが可能になる。

Lawson⁵らによれば、科学的実験場面において、仮説を表出し、それを検証するための実験方法を創案し、結果を予想することによって、学習者は目的意識をもって実験でき、推論力が高まるとしている。また、Stepans⁶は、学習者の仮説を表出させる状況を作り、正しい考えを含めたそれぞれの考えを議論し、実験により検証することが概念変容に必要であるとしている。

また松森⁷は、理科授業に際して、学習者は自分なりの学習意図（自分が抱く疑問の解決など）をもっている可能性を指摘し、それと教師の教育意図（教科書の内容の理解徹底等）との統一を目指すことが不可欠であるとしている。

そこで本章では、学習者の仮説を可視化することを目的としてデザイ

ンしたデータベースマップを活用する。

これによって、これまで以上に可視化を意識してデータベースを活用することができるとともに、学習者による相互評価の過程や評価規準の共有化の実態、またその効果を明らかにすることができると思う。

第 2 節 調査 2

データベースマップを活用した実験場面の実態

第 1 項 調査の目的

学習者の仮説をもとに作成した，データベースマップによる相互評価と評価規準の具現化の実態を，実験場面，学習場面における学習者の会話等から明らかにする。

第 2 項 調査時期

2006年2月～3月

第 3 項 調査対象

新潟県内公立小学校5年生39人

全員が，理科の実験記録をコンピュータを使ってまとめる経験があり，本調査で使用したソフト（スタディノート）やデータベースマップの操作について慣れている。

第 4 項 調査の手続き

1) 実践の方法

a. 学習内容と充当時間

教 科 理科

単元名 「おもりのふれかた」

充当時間 全8時間計画であったが，表1に示した通り学習が展開し，計5時間で終了した。

表 1 各時間ごとの学習内容

1 時間目 : 仮説調査
2 時間目 : 実験と記録作成
3 時間目 : (2 ~ 3 時間目は連続授業)
4 時間目 : 結論決定
5 時間目 : テスト

b. コンピュータ等の構成

【ハードウェア】

サーバー機(Windows2000) : 1台, 教師用クライアント機(WindowsXP)
: 1台, 学習者用クライアント機(WindowsXP) : 各班に1台(計7台)。

それぞれのクライアント機は無線LANで結ばれ, コンピュータ室に
設置されたサーバー機と, 校内LANで結ばれている。

なお, データベースマップの画面に最新の情報を反映させるには, そ
れぞれのクライアント機で, 更新操作を行う必要がある。そこで, デー
タベースマップの変化は, 随時教師が観察して, 変化が認められた場合
には, 教師用クライアント機を更新し, その画面をプロジェクターで電
子情報ボードに投影しするとともに(図1), 変化があったことを口頭
で学習者に伝えることによって学習者が効率的に閲覧できるようにし
た。

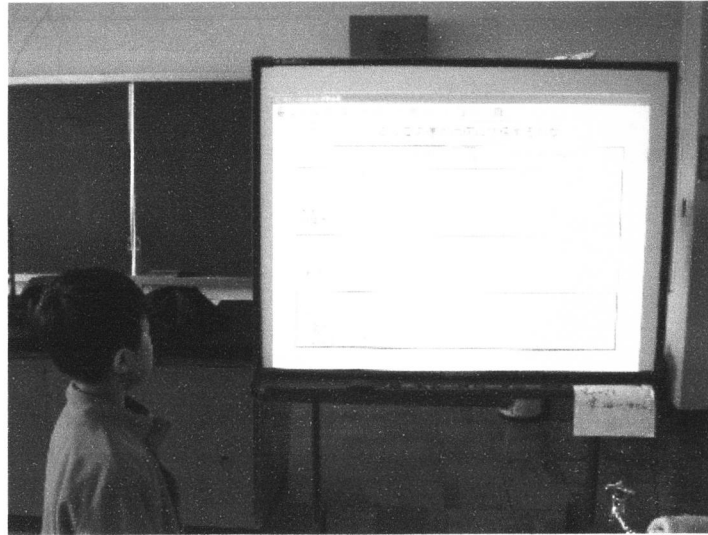


図1 電子情報ボードに投影したデータベースマップ

【ソフトウェア】

スタディノート（児童生徒用グループウェア：シャープシステムプロダクト）

c. 班編成

実験を行う班は、学級の既成班（5～6人）、計7班で編成したが、自由に他班の学習者と相談することも認めた。

d. 教師の対応

教師は、学習者自身が検証方法を創案し、目的意識をもって実験を進めることができるように、対応することを心がけた。三崎⁹は、教師の指示を減らし、学習者の発信した情報に対し共感的態度で接することで、学習者の相互作用が促進されたとしている。そこで、教師の指示は可能な限り控え、共感的な対応を心がけた。

e. 仮説をもとにした実験内容の決定

小林ら⁹は、Cothronらが提唱している子供の疑問を科学的に探究可能な「問題」にするための指導法である、“Four question strategy”（以

下，4 QSと略す)に基づいて開発したワークシートと，指導法の有効性を検証している。その実践研究では，仮説が指導者によりあらかじめ設定されたものではなく，学生が相互に自由な考えを出し合う討論によって設定されたことが報告されている。これは，観察・実験において，見通しをもつために「議論の重視」を挙げた文部科学省¹⁰の視点とも合致している。

そこで本調査では，導入段階で教師が学習者に対し，1つのふりこを提示し，1往復するまでにかかる時間は何に関係しているか，仮説を考えさせる場面を設定した。学習者の仮説は表2に示す通りである。

表2 ふりこの周期に関する学習者の仮説

ア	ふりこの周期はふりこの重さに関係する・・・	14人
イ	ふりこの周期はふれはばに関係する・・・	9人
ウ	ふりこの周期はふりこの長さに関係する・・・	22人
(複数回答可のため，数字は延べ人数)		

これをもとに，ふりこの周期に関する仮説を検証する。検証法を学習者に考えさせた結果，表3にある3つの実験を行うこととなった。

具体的には，次のように話した。

みなさんに、実験で確かめて欲しいことは、ふりこの周期は、「ふりこの重さ」「ふれはば」「おもりの長さ」のどれに関係あるのか、ということです。

それが実験の目的ですね。みなさんは、この目的を達成するための実験をデザインしてください。友達と相談しても良いですし、教科書を見ても構いません。必要な道具は私に告げてから用意して結構ですし、理科室にないものであれば、私に言ってください。用意します。

ただし、気を付けて欲しいのは、実験のやり方等について、私が質問した時には、班の全員が答えられるようにしておいてください。

この後、学習者は、相談したり、教科書を見たりしながら、表3に示した実験内容を決定した。

表3 学習者が決定した実験方法

学習者は、次に示す3つの実験を、それぞれ3回ずつ行い、平均値を小数第1位まで、求めることとした。3回の平均値を求めることについては、教科書にも説明されているが、教師が各班を回って、その理由を質問したところ、全ての班で、教科書を見ずに「正確なデータをとるため。」や「何回かやった方が正確だから。」と答えることができた。

実験ア：おもりが50gと100gのふりこが10往復する時間をストップウォッチで測定し、10で割って、1往復する時間を計算により求める。

なお、ふれはばは30度、長さは30cmで統一する。

実験イ：ふれはばを15度と45度にして、実験アと同様に測定する。

なお、重りは50g、長さは30cmで統一する。

実験ウ：長さが30cmと50cmのふりこを用意し、他の実験と同様に測定する。

なお、重りは50g、ふれはばは30度で統一する。

f. 実験記録

実験記録は，教師が予め作成しアップロードした記録枠を，それぞれの班がコピーして使うこととし，実験データのみを学習者が記入することとした。また，実験結果から学習者自身が判断した結論によって，データベースマップ（図2）上の「ふりこの速さに関係あり」「ふりこの速さに関係なし」の欄にノートを配置することとした。なお，「ふりこの速さ」とは，一周期の時間を指すものである。学習者の仮説調査の段階で，学習者が使用した用語を表示したが，学習の中で「周期」と呼ぶことを確認している。

データベース名: ふりに実験記録

「 実験アの記録の見
 実験イの記録の見
 実験ウの記録の見

「 実験アの記録の見

ふりこの速さは何に関係するかな

	ふりこの速さに関係あり	ふりこの速さに関係なし
実験ア おもりの重さ	<input type="checkbox"/> 6種実験記録ア 2回目	<input type="checkbox"/> 3種 実験記録ア <input type="checkbox"/> 7種実験記録ア <input type="checkbox"/> 1種 実験記録 <input type="checkbox"/> 4種実験記録ア <input type="checkbox"/> 2種 実験ア <input type="checkbox"/> 実験アの記録 (5)
実験イ ふれはば		<input type="checkbox"/> 実験記録イ 1 <input type="checkbox"/> 7種実験記録イ <input type="checkbox"/> 3種 実験記録イ <input type="checkbox"/> 6種実験記録イ <input type="checkbox"/> 2種 実験イ <input type="checkbox"/> 実験記録イ <input type="checkbox"/> 実験イの記録 (5)
実験ウ ふりこの長さ	<input type="checkbox"/> 6種実験記録ウ <input type="checkbox"/> 実験記録ウ <input type="checkbox"/> 実験記録ウ 1種 <input type="checkbox"/> 実験ウの記録 (5) <input type="checkbox"/> 3種 実験記録ウ <input type="checkbox"/> 2種実験記録 (ウ)	

図2 データベースマップ

2) 記録・分析方法

教室全体を撮影するビデオカメラ1台と各班に1台ずつ計8台のICレ

コーダで、学習者の発話や学習の様子を記録した。なお、ビデオカメラは学習者の移動の妨げにならない位置に設置した。

記録機器を設置することによって、学習者の活動に影響を与える可能性がある。しかし、学習者はこのような方法で学習の様子を記録することを、過去に経験しており、機器の操作にも慣れている。また、本調査の最初の時間から、課題とは全く無関係な発言、ふざけた発言等の、教師に聞かれることを意図していない発言が、全ての班で記録されていた。このことから、記録機器の影響は少ないと判断した。

第5項 評価規準の例

本調査における目的の1つは、データベースマップを活用した実践における相互評価を評価規準の共有から明らかにするとともに、評価規準の具現化の実態を明らかにすることである。

橋本¹¹によれば、教育評価や測定において、何を測定し評価すべきかを指示する教育目標は、目標規準(criterion)と呼ばれる。国立教育政策研究所¹²は、「ふりこのはたらき」における評価規準の具体例を表4のように示している。

表4 ふりこのはたらきの評価規準の具体例

<p>【自然事象への関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none">・ ふりこか衝突のものの運動の変化に興味・関心をもち、自らそれらの物の規則性を調べようとする。 <p>【科学的な思考】</p> <ul style="list-style-type: none">・ ふりこか衝突の物の運動の変化とその要因を関係づけて考えることができる。・ ふりこか衝突の物の運動や変化とその要因について、条件に着目して実験を考えたり結果を考察したりすることができる。 <p>【観察・実験の技能・表現】</p> <ul style="list-style-type: none">・ ふりこか衝突の規則性を調べる工夫をし、それぞれの実験装置を操作し、安全で計画的に実験やものづくりをすることができる。・ ふりこか衝突の規則性を調べ、定量的に記録したり、表やグラフに表すことができる。 <p>【自然事象についての知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none">・ 糸につるしたおもりが一往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、糸の長さによって変わることを理解している。

図2に示したようにデータベースマップは、ふりこの周期に「関係あり」もしくは「関係なし」のどちらかの欄に、学習者が作成した実験記録のノートを配置するデザインとなっている。これは、上記【自然事象についての知識・理解】の評価規準「糸につるしたおもりが一往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、糸の長さによって

変わることを理解している。」ことを可視化している。

そこで、学習者がデータベースマップによって可視化された情報を活用し学習を進める場面を、VTRとICレコーダに記録された音声をもとに分析した。

第6項 データベースマップにノートを載せる場面分析

表5に示すプロトコルは、3班の学習者たちが実験記録を作成し、データベースマップに載せる場面である。図3は、この班がデータベースマップに載せた実験記録である。

表5 データベースマップにノートを載せるプロトコル
(アルファベットの前の数字は班の番号を示している。)

3 Y : よし、終わり！情報を載せるよ！①

全員：うん。

3 Y : (データベースマップを起動し) これ (自分たちの実験結果の
意) ってどっち？「関係あり」？「(関係) なし」？②

(他班のノートを開覧して) ③

3 Y : これ (他の班のデータ) って・・・怪しいよね？見て見て！

これって、1.40 (秒) と 1.42 (秒) で・・・

3 G : (自分たちの記録と) 同じだよね～？④

3 Y : 僕たちは～、1.4 (秒) と 1.5 (秒) だったんだから～・・・⑤

(班のメンバーに次々と視線を向ける) ⑥

3 M : 「なし」「なし」⑦

3 A : 「なし」「なし」⑧

3 N : 「なし」「なし」⑨

3 Y : 「なし」にするか？

じゃあ、今回は・・・「なし」に情報を加えるっと！⑩

3班 実験記録ア

実験記録ア 3班

目的 振り子が1往復する時間はおもりの重さに関係するか調べる
 道具 振り子、おもり(1こ入り)、おもり(50gと100g)、ストップウォッチ、分度器、紐、

結果

おもりの重さ50g					おもりの重さ100g				
	1回目	2回目	3回目	平均		1回目	2回目	3回目	平均
10往復の時間	13.5秒	14.8秒	15.1秒	/	10往復の時間	15.1秒	15秒	14.9秒	/
1往復の時間	1.35秒	1.48秒	1.51秒	1.4秒	1往復の時間	1.51秒	1.5秒	1.49秒	1.5秒

(1ページ)

図3 実験アの記録ノート(3班)

表5①に示すように、この班の学習者たちは、図3に示したノートを作成した段階で「終わり」と考えている。しかし、②で、データベースマップを起動したことによって、ふりこの周期に「関係あり」か「関係なし」かを考察する必要があることに気付いた。この班はデータベースマップを見ることで、図3からわかるように、重り50gと100gの場合を比較した場合、1.4秒と1.5秒の誤差と、振り子の周期の関係を意識できた。

さらに、3班の学習者たちが、実験の評価規準を強く意識し、「関係なし」という結論に至るまでを以下に示す。

②で「関係あり」か「関係なし」かを考える必要に気付いた際、班長の3Yは③ですぐに他班のノートを開覧している。これは、他の班はどんなデータによってどんな考察をしているのかを参考にするため、自分たちと同様の記録はないかを見つけるためである。それは、④の「(自分たちのデータと)同じだよね～」や、⑤で自分たちのデータと比較することからも明らかである。

その後、⑥で構成メンバーに視線を向けて意見を求め、⑦⑧⑨の「なし」という意見をそれぞれから得ている。

したがって、⑩で「関係なし」の欄にノートを配置できたのは、自分たちの実験データだけでなく、他班のデータや考察、同班内のメンバーの意見を総合的に判断した結果である。

上記の事例から、学習者は、「おもりの重さが、ふりこの周期に関係あるかを調べる」という評価規準を意識し、自分たちの結論が他の学習者に公開されることを意識したとき、参考となるデータを求めたり、同様の考察をしている仲間を求めて、他者の実験記録を分析的に閲覧するようになるのではないか、と考えることができる。

第7項 他班の実験記録から問題を発見する場面分析

表6に示したプロトコルは、6班の学習者たちが、自分たちのノートをデータベースマップに載せた後、図3に示した3班のノート閲覧し、0.1秒の差の扱いからデータベースマップ上の配置について、疑問をもつ場面である。

表6 他班のノート配置に疑問をもつプロトコル

(アルファベットの前の数字は班の番号を示している。)

6 T : どれ, 全部終わったことだし, 他のところ, 見てみるか・・・。
・・・「関係なし」の欄に配置されたノートを順番に閲覧し・
・・・①

6 S : (3班のノートを見て) ねえねえねえねえ!
これって「関係あり」じゃない? ②
先生! (3班のデータを指して)
これって, 速さ(周期の意)に「関係あり」ですよ? ③

教師: どうして?

6 S : だって, 1.4秒とこっちが1.3秒だから。④

表6①で, 他の班のノートを閲覧する中で, 6班の学習者たちは, 図3の実験記録を閲覧した。②で, 6Sは, 3班の記録で0.1秒の差があるのに, 「関係なし」の欄に記録が配置されていることに気づき, ③④で教師に対しその疑問をぶつけ, 「この結果は, 1.4(秒)と1.5(秒)だから, 速さ(周期の意)に関係あるのでないでしょうか?」という質問を6班に送っている。

このことから, 他の学習者の実験記録を閲覧するのは, 自分たちの結論の正当性を確認したり, 自分たちと違う結論をもつ学習者の実験記録の妥当性を確認するためだといえる。

第 8 項 発見した問題の解決策を考案する場面分析

第 7 項に示した会話の後，クラス全体で 0.1 秒の扱いを考えることになる。表 7 はその際のプロトコルである。

表 7 解決策を考える場面のプロトコル

(アルファベットの前の数字は班の番号を示している。)

6 S : <u>理科とか算数とかさ～，多少の 1.3 とか 1.4 とか間違えただけで， ピン（不正解の意）になるじゃん。①</u>
3 Y : <u>でも，人間の手で計ってるからさ～。0.1（秒）だけ，どうこ うって言うてもしょうがないんじゃないの？②</u>
3 Z : そうだよ。それくらい，関係ないよ。
6 S : まあさ～，これは，自分の手で計ってるから， 多少はあるかも知れないけど。
3 Y : そうだよ。しょうがないよ。
6 S : ああ～，もう！
6 U : 負けだね！ 0.1 なんか，ぜんぜん関係ないよ！ ・・・・・・・・・・・・・・・・20 秒沈黙・・・・・・・・・・・・・・・・
7 K : <u>これさ～。重さを 1 個のやつと 100g とかって，凄い差を付け れば，凄い変わるよね？③</u>
6 S : そりゃ，変わるけど・・・
7 K : だから，これ（重り 1 個の実験）を（重りたくさんを指して） これと比べてみるんだよ。
6 S : 重さを変えてみるとか？

7 K : そうそうそうそう！重さを変えるんだよ！

だから，かなり差をあるようにするわけ。

6 S : ほうほうほうほう・・・

7 K : そうすれば，3 Y だって，認めるんじゃない？

6 S : そうだね！よし！！やってみる？

7 K : やってみる？

6 S : やってみる？いいね！？

6 U : えっ？何，何，何？④

6 T : 重さを増やして実験してみるんだって。

7 K : 増やすっていうか，減らすのと，増やすの。

6 S : やってみよ！

7 K : かなりの差をつけるん。

6 T : じゃあ，10g と 100g くらい？⑤

6 S : いいね！最高じゃん！！⑥

①で6 Sは，算数等の学習経験から，0.1（秒）の差について，「関係あり」という考えを説明している。しかし，②で3 Sは，0.1（秒）は，人間の手で測定したことによる誤差であることを主張している。これは，それぞれの経験から，誤差の有無の判断基準を示したものである。

これは，学習者が経験的にデータの扱いについて，誤差認識を有していることを示すものである。データベースマップによって，それが可視化され閲覧可能となり，自由なコミュニケーションを保障した学習の中でそれぞれの学習者に認知され，顕在化したものである。

また，0.1 秒の扱いを問題として取り上げるかどうかについては，教

師が指示したことによるのではなく、データベースマップに表示した情報から、学習者が発見したものである。したがって、学習者は、明確な誤差認識を共有できたのであり、データベースマップが学習者の誤差認識を可視化したと考えることができる。

また、③で7 Kがおもりの数にもっと差をつけて実験をするという解決策を提案し、④で6 Uがその会話に加わる。教師は⑤の関わりのように、具体的な実験方法を示す過程は示していない。

これらのやりとりを、「ふりこのはたらきの評価規準」から見ると以下のように考察できる。

【自然事象への関心・意欲・態度】

データベースマップによって可視化された情報を活用し、学習者自身がコミュニケーションすることで、「ふりこか衝突のものの運動の変化に興味・関心をもち、自らそれらの物の規則性を調べようとしている」ということができる。

【科学的な思考】

0.1 秒の差を誤差と判断するかについて、ふりこの重さに差をつけるという実験を学習者自身で考案している点で、「ふりこか衝突の物の運動の変化とその要因を関係づけて考え」、「ふりこか衝突の物の運動や変化とその要因について、条件に着目して実験を考えたり結果を考察したりすることができた」ということができる。

【観察・実験の技能・表現】

0.1 秒の差の扱いについて、自分たちの仮説をもとに実験エを考案し、結果の予想を結果を説明できたことは、「ふりこか衝突の規則性を調べる工夫をし、それぞれの実験装置を操作し、安全で計画的に実験やもの

づくりをすることができた」といえる。

また、実験結果を表にまとめ相互評価できたことは「ふりこか衝突の規則性を調べ、定量的に記録したり、表やグラフに表すことができた」といえる。

ここに示した学習は、教師がそれを指示したために生まれたものではなく、学習課題を練り上げ、見通しや追究方法を考える時に、話し合い活動や意見を交換できる友達の存在が有効であるとした、竹尾ら¹³による、外発的動機付けに関する研究によって示された知見とも結びつくものである。友達との自由なコミュニケーションの中で、データベースマップによって可視化された情報をもとに、学習者自身が発見、選択、活用し、相互評価によって発展していったものとする。

第9項 実験結果からさらに次の実験を考える場面

学習者が相互評価をすることで、自分たちの考えに強い執着を表す場面、またデータベースマップを活用し、学習者自身で解決する場面を以下に示す。

第8項に示したプロトコルの結果、学習者は7Kが考案した実験を「実験ア（2回目）」として、クラス全員で行った。図4は、その結果を示したデータベースマップである。

データベース名: ふりこ実験記録

さがす
 マップ
 情報を加える
 終わり

実験アの記録の見
 実験イの記録の見
 実験ウの記録の見

ふりこの速さは何に関係するかな

	ふりこの速さに関係あり	ふりこの速さに関係なし
実験ア おもりの重さ	<input type="checkbox"/> 5種実験記録ア 2回目 <input type="checkbox"/> 実験ア2回目(5) <input checked="" type="checkbox"/> 実験ア(2回目) <input type="checkbox"/> 実験記録ア4種 <input type="checkbox"/> 六種実験記録ア(<input type="checkbox"/> 3種 実験記録ア <input type="checkbox"/> 7種実験記録ア <input type="checkbox"/> 1種 実験記録 <input type="checkbox"/> 4種実験記録ア <input type="checkbox"/> 2種 実験ア <input type="checkbox"/> 実験アの記録(5)
実験イ ふれはば		<input type="checkbox"/> 実験記録イ 1 <input type="checkbox"/> 1種実験記録イ <input type="checkbox"/> 3種 実験記録イ <input type="checkbox"/> 5種実験記録イ <input type="checkbox"/> 2種 実験イ <input type="checkbox"/> 実験記録イ <input type="checkbox"/> 実験イの記録(5)
実験ウ ふりこの長さ	<input type="checkbox"/> 5種実験記録ウ <input type="checkbox"/> 実験記録ウ <input type="checkbox"/> 実験記録ウ 1種 <input type="checkbox"/> 実験ウの記録(5) <input type="checkbox"/> 3種 実験記録ウ <input type="checkbox"/> 2種実験記録ウ	

図4 実験ア(2回目)の結果後のデータベースマップ

実験ア(2回目)の結果, データベースマップには, 「関係あり」の欄に4班, 「関係なし」の欄に3班配置され, 結論に至らなかった。そこで, さらにクラス全体で話し合った結果, さらに実験エが考案された。その際のプロトコルを表8に示す。

表 8 実験エが考案される場面のプロトコル

(アルファベットの前の数字は班の番号を示している。)

2 I : 1つの振り子をみんなで計ってみて、どれくらいの差が出るか
みれば、それが 0.1 (秒) 以上あれば、誤差だってことになる。

①

教師 : じゃあ、それをやってみる？

全員 : やってみよう！ ②

・・・(実験エをする)・・・

教師 : 結果を教えてください。

1 班 : 12.2 秒

2 班 : 12.2 秒

3 班 : 12.1 秒

4 班 : 12.0 秒 ③

5 班 : 12.0 秒

6 班 : 12.2 秒

7 班 : 12.3 秒 ④

教師 : 2 I さん、この結果をどう説明します？

2 I : 0.1 秒でも差があるって言うんだったら、もし 12.4 (秒) のやつ
があつたら、0.1 秒差で、12.5 (秒) になって四捨五入で違う結
果になっちゃうんだから・・・それだつたら、0.1 秒差でも構
わないって思います。

教師 : 同じものを見ても、これだけの差が出るんだから、0.1 秒の差
は誤差ということですね？ ⑤

2 I : はい。⑥

6 S : どうする？⑦

6 T : (「関係あり」のまま) 動かさない！⑧

6 M : 動かさない！⑨

6 S : そういうわけにいかないでしょ～。理由が成り立たないじゃん。

⑩

・・・データベースマップを閲覧して・・・⑪

6 S : ほら～。

うち(6班)だけになってるじゃん!!!⑫

教師 : 6対1ですね。6班さん、どうします？

6 S : 私は(「関係なし」に)動かした方が良いと思うんですけど、

みんなが負けたくないって・・・⑬

教師 : 根拠はありますか？

6 S : 根拠は・・・・。

教師 : じゃあ、ファイナルアンサーを出してください。

ふりこの重さを変えることはふりこが1往復する時間に、「関係ある」と思う人は手を挙げてください。

全員 : ・・・(沈黙)・・・

教師 : はい、0!では「関係なし」と思う人？

全員 : (挙手)

教師 : はい、全員ですね！⑭

①で2 Iが、1つのふりこを各班の代表の7人で測定する実験オを提案し、②でクラス全員が賛成している。その結果、③の12.0秒から④の

12.3 秒との差が出た。⑤で、教師が 0.1 秒の差は誤差ということか確認すると、クラス全員が誤差であることに納得した。

このプロトコルは、次の点で先に示した「ふりこのはたらきの評価規準」を具現化した学習である。

【自然事象についての知識・理解】

事例 1 に示した場面に始まった 0.1 秒の扱いに関する問題を解決するために実験エ、実験オを考案し、クラス全員の意見の一致をみるまでに追究したのは「糸につるしたおもりが一往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、糸の長さによって変わることが理解している。」といった評価規準を、学習者が強く意識していたことを表すものであり、データベースマップによって可視化された情報を活用した結果である。

さらに、⑦で、6 S が「どうする？」と聞いたのに対して、⑧⑨で 6 T、6 M が、「動かさない！」と答えたのは、事例 2、事例 3 に示した学習の中で、6 班の学習者たちが発見し、主張してきたことが誤りであったことを認めたくない、という心理によるものである。その心情は、考えを同じくする仲間意識であり、⑬の「みんなが負けたくないって・・・」という 6 S の発話からも読み取ることができる。

このように、学習者同士が自分たちの考えに固執するのは、仮説をもとに作成したデータベースマップを活用し、そこに自らの考えを表示し合うことで、課題を発見したり、解決法を見出したりしながら学習を進めてきたことによるものである。これは、実験場面における仮説の表出、実験方法の創案し、結果の予想によって、学習者は目的意識をもって実験できるとした Lawson¹⁴や、仮説を表出させる状況設定、学習者相互の

議論，実験による検証が概念変容に必要であるとした Stepan 15 の主張に合致するものである。

さらに，そのような状況を⑭で解決に導いたのは，⑪でデータベースマップを閲覧したことによるものであることは，⑫6Sの「ほら～。うち（6班）だけになってるじゃん!!!」といった発話からも明らかである。このことから，学習者は，自分たちの考えや立場をデータベースマップに可視化することによって，自分たちと他の実験記録のデータや考察を比較，分析する相互評価が生まれ，それによって問題を焦点化させ，さらなる実験を考案し，結果をさらに評価するといった学習を展開していくことが明らかとなった。

第3節 本章のまとめ

調査2を分析した結果、次の点について事例的に明らかとなった。

- 仮説を反映したデータベースマップ上に、実験記録を配置する学習を組み込むことによって、学習者は学習目標である評価規準を意識して学習することができる。
- 学習目標を意識して学習を展開することによって、学習者のもつ誤差認識が可視化され、そのずれを解決するための実験を考案し、それぞれの誤差認識をすり合わせながら正しい知識を理解することができる。
- 学習者は、データベースマップを活用し、自らの考えを表示することによって、同じ考えのもの同士で仲間を形成し、それを正当化しようとする意識によって、相互評価を促進させ、学習を発展していく。
以上、まとめると次のことが明らかとなった。
- 仮説を反映したデータベースマップを活用することによって、学習目標が共有化され、学習者は、自らの考えを可視化し合い、仲間を形成する中で、相互評価を促進させ、学習を発展させることができる。

第4章 研究の成果と課題

第1節 研究の総括と成果

第1項 本研究の成果

第2章では、データベース機能をもったデジタルポートフォリオを、学習者が自由に学習の中でコミュニケーションできる学習環境をデザインし、評価し合うことで、理科の実験記録が発展していくことを明らかにした。また、その要因として、ポートフォリオをデジタル化することにより、それぞれの学習者のもつ情報が全体に可視化され、自由なコミュニケーションの中で共有化されたことを挙げた。

第3章では、ポートフォリオをデジタル化することによって、実験記録の閲覧が容易になる効果を促進させる実践調査を行った。その結果、学習者は、データベースマップによって閲覧が容易になった他の班の実験記録から、問題を発見した。また、自由なコミュニケーションによって、お互いの誤差認識をすり合わせ、問題解決のための実験を考案し、クラス全体が正しい知識を得ることに成功した。これは、科学的実践の中でデータの妥当性や信頼性に対する批判的検討と行うという点で、久保田¹⁾の指摘する「本物性のある科学的実践」ということができる。また、批判的検討の中には、同じ考えのもの同士で仲間を形成し、それを正当化しようとする意識によって、相互評価を促進させ、学習を発展していく過程があることを事例的に明らかにした。

これは、データベースマップによって可視化される学習目標を、学習者が常に意識して学習を展開させたことによるものである。学習者が学

習目標を共有化することによって、学習者の競争と協調を融合させ、高い成果を生み出す基本となることを示していると考えられることもできる。

第2項 教育実践への示唆

「理科離れ」「理科嫌い」が叫ばれる中、実験・観察を重視する声は多い。しかし、多忙を極める学校現場で、教科書の実験をこなしていくだけでも難しいのが現状であり、実験方法を学習者自身に考えさせ、複数の実験を同時に展開するのは難しいと思われるかもしれない。

しかし、本研究は、学校現場における長期間の実践調査に基づくものであり、学習の目的を教師と学習者が常に共有することによって、上記の問題が特別な苦勞なしに解決できることを示している。具体的には、西川の²「子供の有能性を信じる」という考え方を基に、学習者による相互評価を分析した結果によるものである。

今、真に学習者自身が理科を学ぶ楽しさを発見していくためには、学習者自身に、目標に沿ってしっかりと考えさせることが必要である。そして、教師は、Mehan³の、教師が問い、学生が返答し、教師が評価するというI-R-E三成分シーケンスから脱却し、学習者の学びを捉え直す必要があると考える。

これまで、目標と指導と評価の一体化は、教師の立場で語られることが多かった。しかし、本研究で実践調査を学習者の立場から分析した結果得られた知見は、目標と指導と評価の一体化は「目標と学習と評価の一体化」によって実現される、ということである。

角谷⁴の「理科嫌い」に関する調査では、「本当はもっといろいろ調べたいのにそれができない」「無理矢理やらされたり、逆に、やりたい

ことはやらせてくれなかつたりする」「教科書を覚えなくてはいけない。」などの回答が多く見られ、「理科嫌い」となる現状は、学習の主体が学習者から乖離していることを物語っている。しかし、C S C Lによって学習目標を可視化し、自由なコミュニケーションを認めた相互評価によって、常にその目標をもとに展開される学習においては、学習者が実験を計画、実践し、評価し合う主体的な学びが見られた。今後、学習者の中で、目標と学習と評価が一体化される学習を組み立てていくことが、「理科離れ」「理科嫌い」の解消に繋がっていくと考える。

第2節 本研究の課題

本研究では、第1章において、学習者による相互評価に視点を当て、C S C Lによる相互評価のフィードバック効果を中心に考察した。しかし、相互評価の定義については曖昧さが残る。単に相互作用と呼ぶべきなのか、何をもって評価となったのか、評価とはいかなる行為なのかを、より明確に分析する必要がある。

また第2章、第3章では実践調査を行い、ポートフォリオをデジタル化をデジタル化することの効果や、ポートフォリオをデータベースをマップに表示することで、学習者による相互評価が促進される過程を分析した。

ポートフォリオをデジタル化し、データベースをマップに表示することにより、学習目標である評価規準が共有化され、学習者は、それを意識して学習を発展させていくことができた。また、そこには、同じ考えの者同士で仲間意識をもち、自らの考えを正当化しようとする意識によって、相互評価が促進されること、データベースをマップ型に表示することで、それが効率的に行われることが明らかになった。

これは、特別なシステムを必要とするものではなく、市販されている学習用グループウェアソフトと、現在、全国の学校に整備されつつある学校LANを活用することで可能な実践であり、どこの学校でも実践可能な学習デザインである。

さらに、本実践で活用したPCやネットワーク環境は、授業毎に小学生が準備したものであり、特別な知識や訓練を必要としない。具体的にはPC等をコンセントにPC等を繋ぎ電源を入れることができれば、実践可能である。これは、45分を基本とした日常の授業の中で、PCやネッ

トワークを簡単に準備して現実的に活用し、ICTを活用した授業実践とその効果を、広く普及させていく上で意義があると考えられる。

しかし、本調査はあくまでも事例的研究であり、本調査で行ったことをすれば、すべからく学習が成立することを主張するものではない。本調査で得られた結果には、授業者である教師のキャラクター、調査対象となったクラスのキャラクター、クラスの担任のキャラクター等の様々な要因が含まれていることを否定しない。

しかし、本研究は、学習者同士の議論が、データを基にして展開することにより、1人の疑問からクラス全員の課題が生まれ、学習者自身により解決していくことが可能であることを事例を通して示すものである。これは、観察・実験の重視し、議論によって、誤った認識を修正し、科学的な理解へと変えていくことが重要とした文部科学省⁵の指導改善の方向と合致するものである。

今後は、さらに多くの学習単元等で、実践調査を重ね、学習者による議論の効果、また、それを促進させるツールとして、データベースマップのデザイン等について検討する必要がある。また、実験記録をデジタルポートフォリオとして蓄積し、その変容を分析したが、本来ポートフォリオは長期間にわたり蓄積するものであり、さらに長期間にわたる実践調査を行い、より精密な分析を行う必要がある。

さらに、本研究ではC S C Lによる、目標と指導と評価の一体化について考察したが、C S C Lを用いない学習環境における実践調査を行い、学習者による「目標と学習と評価の一体化」について、分析する必要がある。

－ 第1章 参考文献 －

第1節

第1項

- 1 R. Osborne & P. Freyberg 編；森本信也・堀哲夫訳：「子ども達はいかに科学理論を構成するかー理科の学習論ー」, p. 43, 東洋館出版, 1988.
- 2 森本信也：「子どもの学びにそくした理科授業のデザイン」, 東洋館出版, pp. 55-53, 1999.
- 3 梶田叡一：「教育評価（第2版）」, 有斐閣双書, pp. 15-24, 1983.
- 4 スクリバン (Scrivan, M)：「The Methodology of Evaluation」, in Tyler, R. et al., *Perspectives of Curriculum Evaluation*, AREA Monograph Series on Curriculum Evaluation, Rand McNally, 1967.
- 5 B.S. ブルーム, J.T. ヘスティングス, G.F. マドゥス著；梶田叡一, 渋谷憲一, 藤田恵璽訳：「教育評価法ハンドブック」 教科学習の形成的評価と総括的評価, 第一法規出版, 1973.
- 6 森本信也：「子どもの学びにそくした理科授業のデザイン」 pp. 126-149, 東洋館出版社, 1999.
- 7 松森靖夫：「子どもの本音を知ろう！ 新しい評価法はこれだ 『自然』 についての見方・考え方の調査と分析 小学校理科 6年」, 学校図書, 2000.

第2項

- 8 西岡加名恵：「教科と総合に活かすポートフォリオ評価法～新たな評価基準の創出に向けて～」, 図書文化, 2003.
- 9 Wiggins, G. : *Educative Assessment Designing Assessment to Inform and Improve Student Performance*, Jossey-Bass Publishers, 1998.
- 10 貫井正納編：「理科授業に役立つポートフォリオ評価」, pp. 44-66, 東洋館出版社, 2004.

第2節

第1項

- 11 Mehan, H. : *Learning lessons. Harvard University Press*, 1979.
- 12 岡部大介, 有元典文, 上野直樹：「場面のレッスン性の構築／非構築」, 日本認知学会「教育環境のデザイン」研究分科会, 研究報告, vol. 8, (1), pp. 9-15, 2001.
- 13 梶田叡一：「教育評価（第2版）」, 有斐閣双書, pp. 207-209, 1983.
- 14 石黒広昭編著：「学習活動の理解と変革のエスノグラフィー 社会文化的アプローチの実際」, 北大路書房, pp. 13-17, 2004.
- 15 森本信也・滝口亮子・八嶋真理子：「ポートフォリオを理科授業へ導入するための教授・学習論的条件とその検討ー小学校第6学年単元「人体」を事例にしてー」, 理科教育学研究, 第41巻, 第3号, pp. 1-12, 2001.
- 16 益田裕充・森本信也：「子どものコミュニケーション活動に見るメタファーとしての科学的な概念理解を事例としてー」, 理科教育学研究, 第41巻, 第2号, pp. 21-29,

2000.

- 17 日本理科教育学会編：「理科におけるコミュニケーション活動の意味」，理科の教育，Vol. 47, No. 554, 1998.
- 18 日本理科教育学会編：「子どもの協同的な学びと理科授業」，理科の教育，Vol. 49, No. 571, 2000.
- 19 Rosalind Driver, Hilary Asoko, John Lerch, Eduard Mortimer, Philip Scott, Constructing Scientific Knowledge in the Classroom, *Educational Resercher*, Vol. 23, No. 7, pp. 5-12, 1994.
- 20 Jay L. Lemke, *Talking science: language, learning, and values*, Norwood, N. J. : Ablex Pub. Corp, 1990.
- 21 Cazden, C. B. : Vygotsky, Hymes, and Bahtin, From Word to Utterance and Voice. In E. A. Forman, N. Minick, & C. A. Stone (Eds.), *Contexts for Ieraning. Sociocultural dynamics in children's development*. Oxford University Press, pp. 197-212, 1993.

第2項

- 22 西川純：「学び合う教室」東洋館，2000.
- 23 三崎隆：「理科授業における協力的指導に関する臨床事例的研究－中学校理科第2分野単元『動物の生活と種類』の授業を事例にして－」，理科教育学研究，Vol. 45, No. 1, pp. 45-51, 2004.
- 24 太田らは，小学校理科において，教師による教示を極力抑えた実践研究を行い，目標が学習者全体に共有化されることや，学習状況が可視化されることの有効性を検証している。

太田秀人・西川純：「学習過程における集団の機能と構造に関する研究」，臨床教科教育学会誌，第3巻，第2号，pp. 19-40, 2004.

- 25 水落らは，小学校理科において，学習者に自由なコミュニケーションを保証した実践研究を行い，それぞれの学習者が話し合いながら相互に評価し合い，学習者が自らのもつ評価と話し相手の評価とをすり合わせながら，相互評価を展開していく姿が見られたことを報告している。

水落芳明・久保田善彦・西川純：「理科におけるデジタルポートフォリオによる相互評価とその効果に関する研究」，理科教育学研究，日本理科教育学会，46(3)，pp. 75-83, 2006.

- 26 人間教育研究会編：教育フォーラム35 教育評価の課題を問い直す 金子書房 pp. 12-23, 2005
- 27 前掲書26
- 28 梶田叡一：「教育評価（第2版）」，有斐閣双書，pp. 85-106, 1983.
- 29 前掲書5

第3項

- 30 西川純：「座りなさい！を言わない授業」，pp. 30-51, 東洋館出版社，2004.
- 31 久保田善彦・鈴木栄幸・舟生日出男・加藤浩・西川純・戸北凱惟：「創発的分業支援システムによる教室内のコミュニティの変容と科学的実践－6年生『電磁石のはたらき』の実践から－」，理科教育学研究，日本理科教育学会，46(2)，pp. 11-20, 2006.

- 32 ディレックホドソン (小川正賢監訳) : 「新しい科学教授論」, 東洋館出版社, 2000.
- 33 Longino, H., The face of knowledge in social theories of science. In F. T. Schmitt (ed.) *Socializing Epistemology: the Social Dimensions of Knowledge*. Lanham, MD: Rowman and Littlefield, pp. 135-158, 1994.
- 34 Shapiro, B. L., *What Children Bring to Light : A Constructivist Perspective on Children's Learning in Science*. New York: Teachers College Press, 1994.
- 35 後藤滋樹, 野島久雄 : 「人間社会の情報流通における三段構造の分析」, 人工知能学会誌, vol. 8, pp. 348-356, 1993.
- 36 水落芳明・西川純 : 「学習者の相互作用を中心としたメディア活用の授業に関する事例的研究—相互作用のプロセスの解明と教師の役割の検討—」, 科学教育研究, vol. 28, pp. 206-213, 2004.
- 37 小野村リサ・西川純 : 中学校理科学習における生徒間の「教え手—学び手」関係と成績の関連, 理科教育学研究, 日本理科教育学会, 47(1), pp. 75-83, 2006.

第3節

第1項

- 38 水越敏行・生田孝至編著 : 「これからの情報とメディアの教育—ICT教育の最前線」, 東京: 図書文化社, 2005.
- 39 坂元昂 : 「ネットワークの利用がもたらす理科授業の可能性」, 理科の教育 vol. 49, pp. 4-7, 東洋館出版, 2000.
- 40 北澤武・加藤浩・赤堀侃司 : 「小学校理科e-ラーニングサイト『理科ネット』に関する学習者の認識の考察—ブレンドeラーニングとして利用したときの『理科ネット』の有用性について—」, 科学教育研究, Vol. 30, No. 1, pp. 37-47, 2006.
- 41 L. S. ヴィゴツキー (柴田義松訳) : 『思考と言語』, 新読書社, 2001.
- 42 Linn, M. C. : Designing the Knowledge Integration Environment, *International Journal of Science Education*, Vol. 22, No. 8, pp. 781-796, 2000.
- 43 Edelson, D. C., and O'Neill, D. K. : The CoVis Collaboratory Notebook: supporting collaborative scientific inquiry. *Proceedings of The 1994 National Educational Computing Conference*, Boston, MA, 1994.
- 44 Bell, P. : Using argumentation representation to make thinking visible for individuals and group, *Proceeding of CSCL '97*, pp. 10-19, 1997.
- 45 Scardamalia, M., Bereiter, C. & Lamon, M., The CSILE Project: Trying to bring the classroom into world 3, In *Classroom Lessons: integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*, *The MIT Press*, pp. 201-228, 1994.
- 46 八田明夫・丹沢哲朗・土田理・田口哲 : 「理科教育学 教師とこれから教師になる人のために」, p. 60, 東京教学社, 2004.
- 47 余田義彦 編著 : 「生きる力を育てるデジタルポートフォリオ学習と評価」, pp. 10-23, 高陵社書店, 2001.

第4節

第1項

- 48 Tyler, R. W. : A Generalized Technique for Constructing Achievement Tests, *Educational Reserch Bulletin*, vol. 10, No. 8, 1931.
- 49 Lindquist, E. F. : Cooperative Achievement Testing, *Journal of Educational Research*, Vol. 28, 1935.
- 50 橋本重治 : 「続・到達度評価の研究 到達基準の設定の方法」, pp. 11-34, 図書文化, 2001.
- 51 国立教育政策研究所 : 評価規準の作成, 評価方法の工夫改善のための参考資料 (小学校) - 評価規準, 評価方法等の研究開発 (報告) - 第2編 「各教科及び特別活動における評価規準の作成, 評価方法の工夫改善」, pp. 10-11, 2002.
- 52 森本信也編著 : 小学校理科 絶対評価の実際 小学校5・6年, 東洋館出版, pp. 7-16, 2003.
- 53 梶田叡一 : 「教育評価 (第2版)」, 有斐閣双書, pp. 49-54, 1983.

第2項

- 54 竹中真希子・稲垣成哲・大島純・大島律子・村山功・山口悦司・中山迅・山本智一 : 「Web knowledge Forum®を利用した理科授業のデザイン実験」, *科学教育研究*, Vol. 26, No. 1, pp. 66-77, 2002.
- 55 久保田善彦・鈴木栄幸・舟生日出男・加藤浩・西川純・戸北凱惟 : 「創発的分業支援システムによる教室内のコミュニティの変容と科学的実践-6年生『電磁石のはたらき』の実践から-」, *理科教育学研究*, 日本理科教育学会, 46(2), pp. 11-20, 2006.

第5節

第1項

- 56 清水誠・小峰香織 : 「グループ構成が話し合いに及ぼす効果」, *埼玉大学紀要*, 教育学部 (教育科学), 51(2) pp. 1-8, 2002.

第2項

- 57 前掲書 2 2
- 58 前掲書 2 3
- 59 前掲書 1 9
- 60 前掲書 2 0
- 61 水落芳明, 久保田善彦, 西川純 : 「実験記録の評価を共有化することによる実験の効率化に関する研究 - 小学校6年理科「電磁石のはたらき」における実践を通して -」, *日本教科教育学会誌*, 日本教科 教育学会, 30(1), pp. 39-48, 2007.
- 62 久保田善彦 : 「理科における学習コミュニティへの参加に関する臨床的研究」, 兵庫教育大学連合学校教育学研究科, 博士論文, 2006.

－ 第2章 参考文献 －

第1節

第1項

- 1 水落芳明, 西川純: 他の学習者の学習状況を見えやすくすることによるコンピュータリテラシーの間接的伝播と効果, 相互作用を軸とした異学年学習の実践から, 教育工学雑誌, 日本教育工学会, 27(Suppl.), pp.177-180, 2004.
- 2 石崎隆, 西川純: 立ち歩きによる『学び合い』の発展に関する研究, 臨床教科教育学会誌, 日本臨床教科教育学会, 3(1), pp.11-35, 2004.

第2項

- 3 西川純: 「座りなさい!を言わない授業」, pp. 30-51, 東洋館出版社, 2004.
- 4 水落芳明, 西川純: 「学習者の相互作用を中心としたメディア活用の授業に関する事例的研究－相互作用のプロセスの解明と教師の役割の検討－」, 科学教育研究, vol. 28, pp. 206-213, 2004.
- 5 久保田善彦, 西川純: 「小集団における科学的意味の構築－小集団発話の特徴としてのオーバーラップ発話から－」, 理科教育学研究, vol. 44, No. 3, 1-12, 2004.
- 6 C・ギップス(鈴木秀幸訳): 「新しい評価法を求めて－テスト教育の終焉－」, p. 3, 2001, 論争社. (Gipps, C *Beyond Testing: Towards a Theory of Educational Assessment*, Falmer Press, 1994.)
- 7 西岡加名恵: 「教科と総合に活かすポートフォリオ評価法～新たな評価基準の創出に向けて～」, 図書文化, 2003.

第2節

第1項

- 8 三崎隆: 「理科授業における協力的指導に関する臨床事例的研究－中学校理科第2分野単元『動物の生活と種類』の授業を事例にして－」, 理科教育学研究, vol. 45, No. 1, pp. 45-51, 2004.

第5項

- 9 井出耕一郎編著: 「実験記録をどう取らせるか」, pp. 35-52, 東洋館出版社, 1987.

第7項

10 前掲書5

オーバーラップ発話: 話し手の発話途中に, 次の話者が話を始めることで, 「単独発話」に対しての用いられ, 「同時発話」「重複発話」とも呼ばれる.

第8項

- 11 水落芳明, 西川純: 「他の学習者の学習状況を見えやすくすることによるコンピュータリテラシーの間接的伝播と効果－相互作用を軸とした異学年学習の実践から－」, 日本教育工学雑誌, vol. 27(Suppl.), pp. 177-180, 2004.

－ 第3章 参考文献 －

第1節

第1項

- 1 水越敏行・生田孝至編著：「これからの情報とメディアの教育－ICT教育の最前線」，東京：図書文化社，2005.
- 2 竹中真希子・稲垣成哲・大島純・大島律子・村山功・山口悦司・中山迅・山本智一：「Web knowledge Forum[®]を利用した理科授業のデザイン実験」，科学教育研究，Vol. 26, No. 1, pp. 66-77, 2002.
- 3 久保田善彦・鈴木栄幸・舟生日出男・加藤浩・西川純・戸北凱惟：「創発的分業支援システムによる教室内のコミュニティの変容と科学的実践－6年生『電磁石のはたらき』の実践から－」，理科教育学研究，日本理科教育学会，46(2)，pp. 11-20, 2006.

第2項

- 4 貫井正納編：「理科授業に役立つポートフォリオ評価」，pp. 44-66, 東洋館出版社，2004.

第3項

- 5 Anton E. Lawson：Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning patterns, *Journals of Biology Education*, Vol. 35(4), pp. 165-169, 2001.
- 6 Joseph Stepan：Developmental Patterns in Student's Understanding of Physics Concepts, Shawn M. Glynn et al., *The Psychology of Learning Science*, Lawrence Erlbaum Associates, Publisher, pp. 112-114, 1991.
- 7 松森靖夫：「子どもの多様な考えを活かして創る理科授業」，pp. 12-51, 東洋館出版社，1997.

第2節

第4項

- 8 三崎隆：「理科授業における協力的指導に関する臨床事例的研究－中学校理科第2分野単元『動物の生活と種類』の授業を事例にして－」，理科教育学研究，vol. 45, No. 1, pp. 45-51, 2004.
- 9 小林辰至・永益泰彦：「社会的ニーズとしての科学的素養のある小学校教員養成のための課題と展望－小学校教員志望学生の子どもの頃の理科学習に関する実態に基づく仮説設定のための指導法の開発と評価－」，科学教育研究，Vol. 30, No. 3, pp. 185-193, 2006.
- 10 文部科学省：「小学校理科・中学校理科・高等学校理科指導資料」，pp. 20-120, 2005.

第5項

- 11 橋本重治：「続・到達度評価の研究 到達基準の設定の方法」，pp. 11-34, 図書文化，2001.
- 12 国立教育政策研究所：「評価規準の作成，評価方法の工夫改善のための参考資料（小学校）－評価規準，評価方法等の研究開発（報告）－ 第2編『各教科及び特別活動における評価規準の作成，評価方法の工夫改善』－第4章『理科』」，pp. 10-11, 2002.

第8項

- 13 竹尾隆浩・松本伸示：「課題設定場面における子どもの自己決定に関する事例的研究」，日本教科教育学会誌，第28号第2号，pp. 1-10, 2005.

第9項

- 14 前掲書7
15 前掲書8

－第4章 参考文献－

第1節

第1項

- 1 久保田善彦：「理科における学習コミュニティへの参加に関する臨床的研究」，兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科博士論文，2006.

第2項

- 2 西川純：「座りなさい！」を言わない授業」，東洋館出版社，p. 30，2004.
- 3 Mehan, H. : *Learning lessons. Harvard University Press*, 1979
- 4 角谷詩織：「小・中学生の知的関心の発達と理科教育での疑問解決経験とのかかわり」，「特定領域研究」新世紀型理数系教育の展開研究，平成16年度A05班，研究成果中間報告書，pp. 77-114，2005.

第2節

- 5 文部科学省：「小学校理科・中学校理科・高等学校理科指導資料 PISA2003（科学的リテラシー）及びTIMSS2003（理科）の結果の分析と 指導改善の方向」，pp. 9-38，2005.

本研究にかかわる著者の論文

- 1 水落芳明，西川純：他の学習者の学習状況を見えやすくすることによるコンピュータリテラシーの間接的伝播と効果，相互作用を軸とした異学年学習の実践から，教育工学雑誌，日本教育工学会，27(Supp 1.)，pp.177-180，2004.03.
- 2 水落芳明，西川純：「学習者の相互作用を中心としたメディア活用の授業に関する事例的研究－相互作用のプロセスの解明と教師の役割の検討－」，科学教育研究，vol.28(3)，pp.206-213，2004.09.
- 3 水落芳明，久保田善彦，西川純：「理科におけるデジタルポートフォリオによる相互評価とその効果に関する研究」，理科教育学研究，日本理科教育学会，46(3)，pp.75-83，2006.03.
- 4 水落芳明，久保田善彦，西川純：「実験記録の評価を共有化することによる実験の効率化に関する研究－小学校6年理科「電磁石のはたらき」における実践を通して－」，日本教科教育学会誌，日本教科教育学会，30(1)，pp.39-48，2007.06.
- 5 水落芳明，久保田善彦，西川純：「理科実験場面におけるCSCLによる評価規準の共有化－小学校5年理科『おもりのふれかた』におけるデータベースマップの活用を通して－」，理科教育学研究，日本理科教育学会，48(2)，pp.83-93，2007.11.

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方からあたたかいご指導とご協力をいただきました。こうして学位論文をまとめることができたのも、皆様のお力添えがあったからと、心より感謝申し上げます。

自然系教育連合講座の先生方には、貴重なご指導、ご意見をいただきました。特に、指導教官である西川純教授には終始あたたかく激励、ご指導いただきました。また、適切にご指導、ご助言をいただきました、松本伸示教授、小林辰至教授に深く感謝いたします。さらに、いつもあたたかく見守ってくださった戸北凱惟副学長をはじめ、常に相談相手となりアドバイスくださった久保田善彦准教授、大学の皆様に深く感謝いたします。

調査にあたっては、新潟市立新津第二小学校の小林吉男校長先生（前新潟市立東中野山小学校校長）、新潟市立東中野山小学校の星川真一校長先生はもちろん、多くの先生方から、お忙しい中、たくさんのご協力をいただきました。本当にありがとうございました。

最後に、素晴らしい学びを創り上げてくれた子供たちに感謝いたします。