



理科教育における協同学習の理論と方法に関する研究 : テクノロジーで支援する協同学習

大黒, 孝文

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2010-03-25

(Date of Publication)

2011-08-23

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲4864

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1004864>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文

理科教育における協同学習の
理論と方法に関する研究：
テクノロジーで支援する協同学習

平成 21 年 12 月

神戸大学大学院人間発達環境学研究科

大黒 孝文

目 次

はじめに	1
第1章 問題の所在と研究の目的	4
第1節 問題の所在	4
第2節 国内外の協同学習研究	5
第3節 ジョンソンらが示した協同学習	10
第4節 理科教育における協同学習研究	13
第5節 本研究の目的	16
第2章 協同学習の基本的構成要素のみを導入した授業の分析	21
第1節 問題の所在と目的	21
第2節 研究の方法	22
第3節 実験授業1（化学分野）	26
第4節 実験授業2（気象分野）	45
第5節 考察	52
第3章 対面的-積極的相互作用の活性化を支援する	
テクノロジーの活用と分析	56
第1節 問題の所在と目的	56
第2節 「あんどう君」の機能と対面的-積極的相互作用	58
第3節 実験授業3（物理分野）	61
第4節 考察	86
第4章 協同学習の基本的構成要素の全てを思考外化テクノロジーで	
支援するデザイン原則の提案と分析	89
第1節 問題の所在と目的	90
第2節 協同学習の基本的構成要素全体をテクノロジーを活用する	
ことで高め活性化する手立てに関する理論的検討	91

第3節	思考外化テクノロジーとしての「あんどう君」の活用方法……	98
第4節	実験授業4（生物分野）……………	103
第5節	考察……………	138
第5章	中学校理科において協同学習の導入をテクノロジーで支援する	
	学習効果の総合的考察……………	140
第1節	各章における研究結果……………	140
第2節	本研究の結論……………	148
附記	……………	156
引用・参考文献	……………	157
謝辞	……………	164

はじめに

経済協力開発機構（OECD）によるPISA調査（2006）の結果より，日本における理科教育の改善は急務とされている．その中で一般的に科学的リテラシーの欠如が問題視されるが，この科学的リテラシーはいかにして育成されるのであろうか．

科学的リテラシーを含む，PISA調査の概念的な枠組みとは，主要能力（キーコンピテンシー）である．これは(1)社会・文化的，技術的ツールを相互作用的に活用する力，(2)多様な社会グループにおける人間関係形成能力，(3)自立的に行動する能力，という3つの領域からなっている．これを科学的リテラシーに当てはめると，科学的な問題解決場面において，社会・文化的，技術的ツールを相互作用的に活用し，個人の責任を意識しながら，多様なグループの中で討議に参加し合意形成する能力と捉えることができる．

また，国立教育政策研究所（2007）は，特定の課題に関する調査・（理科）調査結果で次のような2点の報告を行っている．

(1)生徒自身が実験の方法を考え，結果を予想するための機会の確保として，生徒の考えた実験方法や結果の予想を，生徒が互いに意見交換して実験方法を修正したり，どのような実験結果になるか明確にしたりする時間や場を設けるなどの指導の工夫が必要である．

(2)観察・実験のねらいと結果を対比させた考察と，考察を見直しさせる指導の工夫として，事象に関係すると思われる要素，要因について多くの生徒が多様な考えを出し合う場面を設定して，考察するために必要なことを気付かせたり，判断の根拠を明らかにして論理的に考察しているかどうかを確かめさせたりすることが重要である．

以上の報告は，生徒が実験方法を考案したり，観察・実験の結果に基づいた考察が，生徒間での多様な意見を出し合う討議から生み出されていないという，現在の理科授業の問題点を指摘したものとして捉えることができる．

以上，2つの指摘は，理科教育において，生徒の学びの場に生じる対話が注目され，そこで起きる相互作用や概念の変容を協同的な学習の中で実現する必要性を示唆している．しかし，生徒をグループで座らせ，協力して課題を追究する場を設定したとしても，生徒にゆだねるだけでは，必ずしも効果的な教育効果をあげるとは限らない．

生徒が、自らを律しつつ、他人と協調する関係の中で、課題を追究し、確かな学力を身につけるための授業法の研究は十分になされていない状況である。こうした中で、ジョンソンら（1998）の研究は注目に値する。なぜなら、そこでは実践に裏付けられた協同学習の理論と方法が明確に示されているからである。

本研究では、初めにジョンソンら（1998）の提唱する、協同学習の基本的構成要素を用いた協同学習を理科授業に取り入れることによって、具体的な授業モデルを提案しその有効性を評価する。つづいて、より効果的な協同学習を実現することを目的として、協同学習の基本的構成要素を外化支援テクノロジーを用いて支援する研究を段階的に実施し、その活用の方法をデザイン原則として提案すると同時に、その有効性を評価するものである。

本論文は全5章から成っており、各章の概要は以下の通りである。

まず、第1章の第1節では、本研究の問題の所在を明らかにする。第2節では、国内外における協同学習の理論的・実践的展開に関する先行研究をレビューする。第3節では、ジョンソンら（1998）が示した協同学習論について解説を行う。第4節では、理科教育における協同的な学習の先行研究をレビューする中で課題を明らかにし、最後に第5節では、ジョンソンらの協同学習理論に基づいて、実験研究行う目的について論じる。

第2章は、ジョンソンらの協同学習理論の協同学習の基本的構成要素のみを理科授業に取り入れた実験研究である。第1節では、問題の所在と目的について述べる。第2節では、化学分野において協同学習の基本的構成要素を授業に取り入れたときと、一斉に指導した時の比較から、学習内容の定着と生徒実験に与える効果について実証的に検証を行なうと同時に、生徒による主観的評価の検討を行なう。第3節では、同様の手法で気象分野における検討を行う。最後に第4節では、考察と改善点について述べる。

第3章では、協同学習の基本的構成要素の1つである対面的－積極的相互作用を活性化することを目的として、外化支援テクノロジーの活用が有効であるかどうかを検証する。第1節では、問題の所在と目的について述べ、第2節では、再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」と対面的－積極的相互作用を関連付ける。第3節では、対面的－積極的相互作用がいかに活性化されたかを、「あんどろ君」使用

場面における相互行為分析と、生徒による主観的評価から実証的に検証を行う。さらに、実験授業の前後における動機付けの変化から、対面的・積極的相互作用の活性化について補足的に検討を行う。

第4章では、協同学習の基本的構成要素の全てを外化支援テクノロジーで支援するデザイン原則の提案とその有効性について論じる。第1節問題の所在と目的について述べた後、第2節では、協同学習の基本的構成要素を活性化するためのデザイン原則を理論的に明らかにする。第3節では、「あんどろ君」の外化支援テクノロジーとしての活用方法を述べる。最後に第4節では、生物分野の実験授業において、学習者の概念変換や相互作用に与える影響を検証することでその有効性を実証する。

最後に第5章では、中学校理科において協同学習の導入をテクノロジーで支援する学習効果の総合的考察を行う。第1節で個々の実験授業で明らかになった成果や問題点を分析する。続いて第2節では、本研究の結論として理科授業に協同学習の基本的構成要素を導入する上で、テクノロジーで支援するための理論的・実践的発展への寄与を述べ、最後に今後の課題を述べる。

第1章 問題の所在と研究の目的

本章では、初めに問題の所在を明らかにする。次に、国内外における協同学習の歴史的背景として理論的・実践的展開に関する先行研究をレビューする。続いて、理科教育における協同学習に関わる先行研究をレビューする中で、その課題を明らかにする、そして、最後に本研究の目的について論じる。

第1節 問題の所在

現在、人々の知的な活動は個人の頭の中だけで行われるのではなく、人と人、人と道具などによって編成される社会的な行為として捉え直されようとしている。これは認知科学の分野における状況論的アプローチに代表される考え方であるが、佐伯（1998）は、この状況論的アプローチを統合する考え方として、知的営みの実践は、個人の頭の活動に帰属されるべきものではなく、他者と分かち合い、他者と協力し合うことによって、社会的に実現されるものであるとする。また、佐藤（2000）は、教育学の文脈から、学びの三位一体論として、学びとは対象世界との対話であり、他者との対話であり、自分自身との対話を遂行する営みであるとし、活動的で協同的で反省的な学びが、協同学習のプロセスの中で実現されるとしている。

こうした背景の中、理科教育においても他者とのかかわりの中で、教室での学びを見直そうという研究が多くあらわれ始めた。この動向は指導方法論として、例えば稲垣ら（1998b）が言う社会文化的アプローチからも読みとることができる。そこには、教師と子どもたちとの間で展開される相互作用の内実に迫ることによって、学びを明らかにしようとする最近の研究傾向が示されている。具体的な研究では、稲垣ら（1998a）は授業の中での言語コミュニケーションを中心とした相互作用について事例的な分析を行い、グループでの話し合いが知識構成に有効に作用するとしている。益田・森本（2000）は子どものコミュニケーション活動で比喩的な表現活動を支援することによって科学概念理解の深まりを確認している。また、久保田・西川（2004）は、小集団の話し合い活動において、オーバーラップ発話が科学的意味を構築する上で有効であるとしている。清水・佐國（2004）も、協同学習の手法について研究を進め、

他者との相互作用の中で、知が構成されていく過程を明らかにし、グループでの話し合いが、概念変換と学習の保持に効果があるとしている。このように、グループにおける相互作用が理科における学習効果に与える影響を調べた研究は多く、それらのほとんどは有効性を認める結果を示している。

しかしながら、亀田（1996）が認知的中心性の高いメンバーの影響力を検証する研究を通して指摘するように、グループでの問題解決は、リーダー的存在にただ乗りすることから、協同の効果が期待されにくいとし、知的資源の単なる総和以上のものを新たに創発するわけではない可能性も推察される。また、村山（2005）は共通の学習目標を達成するために、学習者同士が助け合う美しい学びあいからは何も生まれないとし、互いの仮説を批判しあう、耐え難い相互作用を通して、科学的知識の信頼性が保証されるとしている。

以上のことから、協同学習が有効な効果を生み出すとはいえない場合もあると考えられる。これらの指摘は確かに妥当なものであり、協同学習の有効性を説得力のある形で示すためには、協同学習におけるグループの構成や手続きをより明確に示した実践研究のさらなる蓄積が必要であることを意味している。

第2節 国内外の協同学習研究

第1項 日本の協同学習の歴史的背景と種類

日本の公教育が組織的に行われるようになったのは明治期に入ってからである。1872年の学制の公布にはじまる学校制度では、教育の目的が西欧に追いつくための富国強兵、殖産興業にあったため、その内容は中央集権的で画一的なものであった。その中で、分断式動的教育法に代表される協同学習の兆しが公教育の中で見え始めるのは大正期からであった（杉江、1992）。

分断式動的教育法は、能力別グループのことで、及川（1912、1915）によって理論化された。この理論的背景には、当時のアメリカの教育学、教育心理学があり、特にデューイに直接指導を受けた影響が大きい。

昭和期に入り軍国主義への傾斜を強める中で、全体主義的、統一的な学習形態が中心であったが、敗戦後、民主的な教育システムに再構築される際、指針となったのは

デューイらの経験主義的な教育であったといえる(杉江, 1992)。この立場の、教育を実施するにあたって、文部省の「新教育指針」(1946)では、「わが国のように1学級の児童数の多いところでは、全体の協同学習に入る前に、5, 6人位の班に分け各班で協同して学習する方法、いわゆるグループ学習をとることがよいであろう」と記せられている。

この時期の能力的グループの活用は、児童中心の学習活動を保証するために導入された。その方法は、学習者の興味や関心に基づき学習課題が決定され、いくつかの分団に分けられ、協同的な学習を通して解決し、答えを持ち寄って発表し合うことで理解の共通化を測るというものであった(杉江, 1992)。

1950年代に入り、児童主体の学習活動に批判的な評価が行われる。それは、基礎学力の低下や、独立した人格の形成に問題が生じるというものであった。これら経験主義的な教育に対する批判は、系統学習への移行へとつながっていく。しかし、系統学習における一斉指導中心の学習形態により、児童生徒間の学力差の増大が問題となり、系統学習の中で指導法を改善しようとする動きが強まっていったのである。その中で中心となるのが、自発協同学習、自主的協同学習、自主協同学習の集団学習とバズ学習、及び小集団学習である(杉江, 1992)。

自発協同学習の推進は、末吉ら広島大学グループによってなされたもので、その理論的背景は、学習の場を学習主体・学習内容・人間関係の3者の構造的な場における複合した相互作用の場としている。また、フレーベルの著「人の教育」の影響を強く受けており、人間尊重、子どもの可能性の承認を基盤に、教育とは与えるものではなく、子どもが学ぶものであるとしている。そのため、徹底した自発活動と全員による協同体制が要求される(末吉・信川, 1967)。

自主的協同学習は相沢(1970)が、小中学校の社会科で実践研究したものを全教科領域にまで広げた学習方法である。この学習指導法は、個による自主的学習と能力差に応じた協同学習とが一体的なものとして運営するというもので、その理論的背景は、自発性、自己活動尊重といった大正初期の範例方式やブルーナー理論にある学習方法の影響を強く受けたものであった。

自主協同学習は高旗ら(1981)によって開発され、兵庫県芦屋市立山手小学校で実践された。この学習方法は、教師中心の画一的・一斉の詰め込み教育の弊害を改善す

るため、子ども自らが学習の主体となって、自主的協同的に問題を追求する授業に転換させたい意図から生まれたものである。この理論的背景は、教育社会学の理論と概念に依拠したものであり、日本の教育実践から生まれた学習指導過程における集団構造に着目した学習指導論である。

バズ学習は、アメリカ合衆国における実践を起源として、日本において改良され実践されてきたものである。これは、ミシガン大学の Phillips (1948) がバズ・セッションと呼んだものを塩田が 1956 年に教科の学習に取り入れたものである(塩田, 1989)。この学習方法は、一斉指導の中でごく少数の児童生徒の発言に支配されてしまう集団討議の欠点を補う討議法として開発されたもので、学級をいくつかのグループに分け、一人ひとりが自由に発言できる学習環境を保障するところにある(杉江, 1999)。

小集団学習は、神戸大学発達科学部附属住吉中学校(現:神戸大学附属住吉中学校)において 1963 年から研究が行われ、バズ学習の理論をもとに開発された学習方法である(神戸大学発達科学部附属住吉中学校研究紀要, 及び研究会記録, 1967)。この学習法の目標は、生徒たちの創造性を高めることであり、それを実現するために学習場面における生徒の主体性や自主性・協調性などの側面を人間関係の中で実現することであった。

第2項 日本の協同学習の特徴

以上、紹介した昭和期以降の 5 種類の協同学習は、その理論的な背景から 2 つに大別することができる。

まず末吉ら(1967)の自発協同学習、相沢ら(1970)の自主的協同学習、高旗ら(1981)の自主協同学習の協同学習が生まれてきた背景には、戦後、生徒に自主的で主体的な活動を保証する立場から、グループでの活動が見直されてきたことが理由の一つとして上げられる。これら 3 つの協同的な学習の共通点は、社会的な場をもたせることで、道徳的人格形成の機能を持たせることといえる。また、いずれも学習集団のリーダーとして教師のあり方を述べており、学習者は支持的で協同的な状況の下で学習を行うのである。これらの協同的な学習の考えは、相互作用により互いに影響を与え合いながらも、目指すものは個人の自発性と意欲の喚起であり、学習の仕方の習得と集団づくりであったといえる。

これら3つの協同的な学習からは、学習者の知的行為が個人の中にとどまるのではなく、他者や道具などによって編成される社会的な行為として捉える状況論的アプローチの視点を見ることはできない。これは認知科学の発展の過程において、研究が進んでいない時代だけにいたしかたないことである。

以上、これらの協同学習の実践は、多くの教師に受け入れられず、その理論的背景や指導方法についても体系的な研究は十分にはなされておらず、現在ではそれらを引き継いだ研究や実践をほとんど見ることはできない（清水，2004）。

これに対して（塩田，1989）のバズ学習と（神戸大学発達科学部附属住吉中学校研究紀要，及び研究会記録，1967）の小集団学習では、そのねらいが授業の主体を生徒とし、その生徒たちの学習集団を民主的な集団として成長させるところにある。つまり、そこに所属する個人が、相互作用しながら望ましい発達を図ることができる学習環境を与えられ、民主的な人間に成長することで、集団の成長と個人の発達を調和的、統合的に促すことが目的とされている。このねらいは、ただ客体的に教えられたことを覚える個人から、社会的な行為の中で、より主体的・創造的に自ら学び考える個人を育てるところに力点が置かれたものである。しかし、これらの協同学習の手法を継続的に実践している学校は非常に少ないのが現状である（清水，2004）。

第3項 アメリカの協同学習の歴史的背景と種類

一方、Phillips（1948）のバズ・セッションやアロンソンら（1978）のジグソー学習のように、日本の協同学習に最も影響を与えた国の一つにアメリカ合衆国が挙げられる。この国を中心とする協同学習の歴史は18世紀末ごろまでさかのぼることができる。アメリカ合衆国は、多様な民族が集まり、個人主義的な考えが強く競争が奨励される文化をもつ国である。そのようなところで、学校における子どもたちへの支援の方法として協同学習が評価されてきたのはなぜだろうか。Shwalb（1993）は、その理由として(1)教師も親もアメリカの授業で行われてきた明確な序列づけが、生徒間の関係を引き裂いてきたことに気付いた、(2)積極的な学習や協同的行動を社会に広げるねらいがあった、の2点を挙げている。また、Shwalb（1993）は、アメリカの協同学習には、(1)生徒がグループで学ぶ、(2)生徒が互いに助け合う、(3)個人の成果よりもグループの成果が強調される、という3つの共通する特徴があると指摘している。

アメリカにおける協同学習は、「教育における協同の研究のための国際学会」(IASCE)のプロジェクトで編集された“Learning to cooperate, cooperating to learn”(Slavin, 1985)によって4つの代表される手法が紹介されている。ここでは「協同学習を動かす『エンジン』は常に同じ、共通の目標に向かって学ぶ異質集団だが、他の側面のほとんどすべてにわたってそれぞれの方法は異なっている」(Slavin, 1985)と言われるような多様な工夫が見られるのである。その4つの代表は、Slavin (1980)が行動主義に依拠して開発した生徒チーム学習 (Student Team Learning), アロンソンら (1978)が個人の役割とグループの成果を強調して開発したジグソー学習 (Jigsaw), Sharan, et al. (1980)の探究過程に相互作用とコミュニケーションを組み込んだグループ研究法 (Group Investigation : G-I), そして、ジョンソン&ジョンソン (1975)によって開発された協力学習法 (Learning Together) がある。

この生徒チーム学習 (Student Team Learning) は Slavin (1980) によって開発されたもので、主にアメリカ西海岸のスラム街を抱える都市部の学校で用いられている。高校生たちの学業に対する無気力に対処する指導法の基礎技術を目指したものであった。この学習方法は、STAD (Student Teams and Achievement Divisions) と TGT (Teams Games Tournaments) が主な技法として挙げられる。STAD は教師によって一斉指導のかたちで学習内容に関する情報が伝えられるのに対して、TGT は、個別テストの代わりにチームを代表して学習ゲームが行われるのが特徴的である。

ジグソー学習 (Jigsaw) は、アロンソンら (1978) によって開発された。主に白人、黒人、ヒスパニックといった人種的集団の協調関係を深めることを目指したものである。この学習法は集団活動での相互依存性を集団内にとどまらず、集団間に広げるところに特徴を持っている。すなわち、各集団では、成員は全体の課題の一部分となる別々の課題が与えられ、成員全員の課題を合わせると学習課題の全体像がわかる仕組みにするのである。したがって、この学習法における教師の役割は、分割の可能な課題を作成することに重点がおかれる。

グループ研究法 (Group Investigation : G-I) は、Sharan (1980) が中心となって開発した。知識の習得や話し合いの経験にとどまらず、幅広い学習経験を求めており、協同学習のモデルとしては最も複雑なものの一つといえる。この学習法は、生徒たちに (1)何を学ぼうとするのか、(2)その学習をするために自分たちをどう組織するのか、(3)

自分たちが学んだ事柄をどう仲間に伝えるのかを要求するものであった。

協力学習法（Learning Together）は、ジョンソンら（1998）が開発したもので、健常児と障害児との統合教育への要求に応えようという意図があった。それは、何の工夫もなしに健常児と障害児の間で協同関係を要求すると、かえって障害児に対する偏見を助長しかねない懸念があったためである。そのため、協力学習法では集団過程や集団運営に関わる訓練に力が入れられており、集団間の競争は用いていない。また目標が、成員の全員がわかるまで協力する学習を目指しており、最も純粋な協同学習（Slavin, 1985）と評価されている。

このジョンソンら（1998）が開発した協力学習法は、本論文の根幹を成す学習理論であり、今後の議論の展開に重要な位置を占めるものである。そのため、学習理論等に関する詳細については、新たに第4節を設け紹介する。

第4項 アメリカの協同学習の特徴

以上、アメリカ合衆国における代表的な4つの協同的な学習を紹介してきた。これらの協同的な学習の共通点を挙げるとすれば、能力レベルや人種の異なる学習者らが、同一の課題解決に向けて、協同して行う学習と位置づけることができる。また、学習者はパートナーシップに基づき、相互に助け合う関係や役割分担が与えられ、それらの手法が具体的な教授方法として示されているところに特徴があるといえる。（清水・吉澤, 2004a）。

第3節 ジョンソンらが示した協同学習

第1項 協同学習の5つの基本的構成要素

ジョンソンら（1998）が開発した Learning Together は、小集団を活用した教育方法であり、生徒たちが一緒に取り組むことによって、自分の学習と互いの学習を最大限に高めようとする学習方法である。生徒は2人から5人の小集団に編成され、共通の目標を持ち、相互に協力しながら学習するように指示をされる。そして、与えられた課題を小集団の全員がやり遂げるまで取り組むのである。その学習過程を通して、生徒は、運命を共有していることを認識したり、個人と仲間の両方が成功に貢献してい

ることを認識するのである。その中で、生徒は互いに討議を行うことの必要性を確認し、援助したりアドバイスを行うことの大切さと、その社会的な技能を修得していくのである。

ジョンソンら（1998）は、生徒を単に近くに座らせ、協同学習を強いるだけでは、真の協同学習は成立しないとし、次の5つの協同学習の基本的構成要素が含まれなければならないとしている。その要素は、1. 相互協力関係、2. 対面的－積極的相互作用、3. 個人の責任、4. 小集団での対人技能、5. グループの改善手続き、から構成されている。

1. 相互協力関係とは、役割分担や相補的役割を行うことによって小集団全員がそろわなければ成立しない関係をいう。すなわち、仲間の一人ひとりの努力が小集団の成功のために必要かつ不可欠であり、小集団の仲間はそれぞれ、持っている資料や役割、課題について責任に違いがあり、一緒に努力する過程ではそれぞれが独自の貢献をするということを認識することである。そこで教師は、小集団の共通目標を明示し、資料の分担や、学習を進めていく上での相補的役割（読み手係、チェック係、激励係、推敲かかり等）を配分しなければならない。
2. 対面的－積極的相互作用は、仲間の学習への努力を援助したり励ましたりすることで、互いの成功を促進し合う相互作用と、知的活動としての積極的な議論や説明を行う相互作用の2つを意味している。ジョンソンら（1998）は、この対面的－積極的相互作用が、教育的成果を挙げる上で、最も重要な要素と位置づけ、お互いの考えや結論に影響を与え合うこと、社会的モデリング、社会的支援、仲間に認められる喜びなどはすべて、小集団における対面的－積極的相互作用の増加にともなって多く見られるようになるとしている。
3. 個人の責任は役割分担としての責任であり、貢献度として評価される。すなわち集団の中で各自が主役であるという意識を持つことで、一人ひとりを強い個人にするねらいがある。このとき、課題をやり遂げるのにどの仲間がより多くの援助や激励を必要としているのかを小集団のメンバーが知っておくことが必要であるとする。また、小集団の他の仲間の成果にただ乗りできないと認識していることが重要だとしている。

4. 小集団での対人技能とは、人が生まれつき持つことのない相互交渉の仕方を、集団的技能や社会的技能として与えることを意味している。例えば、人の話はその人の方を見て、うなずきながら聞いたり、相づちを打つことによって、より効果的な対話関係をつくることができる。より正確なコミュニケーションを行うことや、対立する考え方を信頼関係の中で討議するために、あらかじめ社会的技能を教授することによって実現しようとするものである。
5. グループの改善手続きは、グループが目標を達成した際のメンバーの協力的な貢献が有効であったか否かを明らかにし、改善を図ることである。すなわち、メンバーのどのような行為が有効であり有効でなかったかを確認し、どのような行為が引き続きされるべきで、またどのような行為を直すべきか決めることをいう。改善の手続きの効果は、学習グループの中で仲間同士がうまく課題に取り組める関係を維持するよう意識させたり、協同の対人技能の学習を促進し、小集団の成功を喜び合う機会ができ、仲間の積極的な行動を引き出すのに効果があるとしている。さらに、改善の手続きを有効に行うためには、時間を十分に与えたり、望ましい効果が得られた時にフィードバックを強調することが挙げられている。

第2項 協同学習における教師の役割

ジョンソンら（1998）は、これらの協同学習の5つの基本的構成要素を学習場面で実現するために、教師が基本的構成要素をどう実践していったらよいかについて理解しておくことが必要であるとする。そのために協同学習の場では、教師は技術や教科に関する専門家であると同時に学級の中の集団を効果的に機能させる責任者であり、コンサルタントでもある。教師は学習グループを編成し、基本的概念やその使い方を教え、学習グループがうまく機能しているかどうか観察し、そして必要に応じて協同のための技能を教えたり、作業の手助けとなるような援助を行うのである。そして絶対評価によって評価を行うとしている。

教師の役割としては、生徒間の協同を組織することよりも、協同学習場面を組み立てることの方が重要であり、そうした教師の役割には次の5つの主要な手順が含まれているとされている。

1. 授業の目的をはっきりと具体化しておく.
2. 授業の前に、学習グループの編成について方針をきちんと決める.
3. 生徒に学習課題と目標の構造をしっかりと説明する.
4. グループによる協同学習が有効であるかどうかを観察し、課題に対する援助をしたり、生徒の対人的技能、グループの技能を活発にするよう指導を行う.
5. 生徒の達成度を評価し、生徒がいかにうまく協力できたか話し合うように手助けを行う.

以上を具体化するために、ジョンソンら（1998）は次に示すような19のステップを観点に挙げている。(1)指導目標を明確にする、(2)グループの大きさを決める、(3)生徒をグループに割り振る、(4)教室の配置を考える、(5)生徒の相互依存関係を促す教材を工夫する、(6)役割を割り当てて相互依存関係を促す、(7)学習課題を説明する、(8)目標面での相互協力関係を作り出す、(9)人の責任を求める体制を作る、(10)グループ間の協力を促す、(11)達成の基準を説明する、(12)望ましい行動を具体的に示す、(13)生徒の行動を観察・点検する、(14)課題に関する援助を与える、(15)協同のための技能指導を途中に入れる、(16)授業を終結させる、(17)生徒の学習を質的・量的に評価する、(18)グループがどれほどうまく機能したかを査定する、(19)アカデミックな論争を仕組む.

しかし、こうした教師の働きかけがあったとしても、現実の学習場面においては個人主義的で競争的な学習や、能力別に編成して学習する方がより効果的であるとする考えも根強くあるとジョンソンら（1998）は述べている。さらに、教師がこれらの観点を取り入れたからといって、簡単に協同学習を習熟できるわけではない。協同学習を実現するためには長い期間と、あきらめないことが必要であり、それらの努力が成功を生み出すであろうと、ジョンソン（1998）らは述べている。

第4節 理科教育における協同学習研究

第1項 協同学習における相互作用を中心とした研究

第1節でも述べたように、理科教育においても協同的な学習に関わる研究が多く現れている。この動向は、他者とのかかわりの中で、教室での学びを見直そうというものであり、そこには、教師と子どもたち、そして「もの」との間で展開される相互作用

用の内実に迫ることによって、学びを明らかにしようとする最近の研究傾向が示されている。

具体的な研究では、稲垣ら（1998a）は授業中での言語コミュニケーションを中心とした相互作用について事例的な分析を行い、グループでの話し合いが知識構成に有効に作用するとしている。また、テクノロジーを用いて概念地図をデジタル化し、学習者のリフレクションをより有効に支援することを確認している（稲垣ら、2001）。

加藤ら（2004）は、構成主義的な理科学習論に基づき、協同学習環境における教師の役割の在り方を考察している。ここでは、「考えの収斂・焦点化」「子どもの発達の最近接領域から見た適切性」「相互交渉の中にある足場づくりになる要素」「科学的な解釈枠組みの専有化」という4つの観点から教師の役割を概念化している。

森本ら（1998）は協同的な理科の教授と学習の過程に関する研究の中で、子どもの役割に着目し、子どもが学習者であると同時に、子ども固有の理解によって新たなカリキュラムが生成され、教授者としての立場が生まれることを明らかにしている。森本はこれを発達の最近接領域として子どもの活動が機能したとしている。

西川（1999）は、学習者の学び合いに着目し、多くの実践研究から、学習者の認知的構造に関わる学級集団・学習者相互分析を通して、理科学習の社会的文脈による効果を明らかにしている。これにより「教師主導の学び合い」や「学び合いの促進の手法」等、より実践的な指導方法を提案している。

久保田ら（2004）は、「コミュニティーへの実践への参加」という視点から、理科室における協同的な学習の基礎的研究と実践的研究を行っている。基礎研究では「パブリック／プライベート」という2つの軸で会話構造を分析するとともに、オーバーラップ発話が科学的意味を構築する上で有効であるとしている。また、その知見に基づいて、各グループの活動を可視化するためのテクノロジーを利用した協同学習を試みている。

清水・佐國（2004）も、認知科学を背景に理科教育における協同的な学習の教育的介入について考察し、他者との相互作用の中で、知が構成されていく過程を明らかにしている。その中で「スモールグループの構成」「外的資源」「外化・外化物」という観点から学習者に科学的な概念形成を図る教授方法を提案している。また、グループでの話し合いが、概念変換と学習の保持に効果があるとしている。

これらの研究以外にも、理科教育において、グループにおける相互作用が学習効果に与える影響を調べた研究は多くある。しかし、これらの研究の多くは、協同学習の学習理論や手法そのものについて言及したのではなく、学習者に協同的な学習場面を与えることによって得られる有効性を示したものである。

しかし、亀田（1996）や村山（2005）が指摘するように協同学習が有効な効果を生み出すとはいえない場合もあることも明らかである。そこで問われるのは協同学習自体の質であり、協同学習の有効性をより説得力のある形で示すことである。そのためには協同学習理論に裏付けられたグループの構成や手続きをより明確に示した実践研究が必要である。

第2項 協同学習の学習理論を取り入れた研究

近年の理科教育における協同的な学習場面に関する研究において、相互作用と協同学習理論や方法との関係性を追究したものがある。その中でも、ジョンソンら（1998）の提案する協同学習の基本的構成要素を策定し、理科における協同学習を支援する有効な手段を明らかにしたものがある。

例えば、清水・吉澤（2004b）はジョンソンら（1998）の理論を参考に、協同的な教授学習システム、及び教師支援プログラムの開発を行う中で、他者との相互作用により、知識が構成されていく過程を明らかにし、グループでの話し合いが、概念変換と学習の保持に効果があるとしている。また小池・隅田（2005）もジョンソンら（1998）の理論を基に中学校の理科授業で実践的研究を行い、相互作用が知識理解に与える効果を確認している。

また宮田（2004）はジョンソンら（1998）が提案する基本的構成要素の一部を活用した、循環型の間答－批評学習を行い、学習者による科学的なコミュニケーション活動が活性化されることを確認している。

しかし、これらの研究は、ジョンソンら（1998）の協同学習理論の中核となる5つの基本的構成要素の一部を取り入れたもので、すべてを取り入れたものではなく、基本的構成要素と相互作用、あるいは認知的な効果との関連性を直接的に研究したものではない。

第5節 本研究の目的

これまで論じてきたように、理科教育における協同学習の有効性をより説得力のある形で示すためには、協同学習理論に裏付けられたグループの構成や手続きをより明確に示した協同学習環境下での実践研究が必要である。また、その有効性を明らかにするためには、協同学習理論に裏付けられた方法が、学習者の認知面や態度面に与える影響を詳細にデータに基づいて実証する必要がある。

そこで本研究では、協同学習の仕組みとして、ジョンソン（1998）らが提唱する協同学習理論に着目し、理科授業・実験に協同学習の5つの基本的構成要素すべてを導入し、その効果を検証する。そして、より効果的な協同学習を行うための支援の方策を検討することを目的とする。

第1項 ジョンソンらの協同学習理論を理科教育に取り入れる理由と方策

ジョンソンら（1998）の協同学習理論を用いる理由は、次の3点である。

1. 本理論自体がアメリカの300を超える実践に基づいて作成されたものであり、その効果に実践としての裏付けがあること。
2. 本理論が協同学習の5つの基本的構成要素から構成されており、授業実践の展開に向けた計画立案の方針が立てやすく、学習効果との関連を詳細に把握するためにも関連付けが容易であること。
3. すでに、理科教育学研究において一部ではあるが協同学習の基本的構成要素を取り入れた先行研究があり、本研究の指針となること。しかし、日本での研究実績はまだまだ少なく、すべての基本的構成要素を完全に取り入れた実践的研究が皆無であること。

続いて、研究目的を実現するための方策として、具体的に検討する内容は次の3点である。

1. 協同学習の5つの基本的構成要素すべてを取り入れた実験授業を実施し、一斉に指導した場合との比較を通して、学習内容の定着と生徒実験に与える効果について実

- 証的に検証を行うと同時に、生徒による主観的評価を協同学習の基本的構成要素と関連付けて分析・検討を行う
2. 1の実験授業を行うことによって課題となった、協同学習の基本的構成要素の一つである対面的-積極的相互作用の活性化のための方法を検討する。具体的には、学習者の思考過程を外化することで相互作用を支援するためにテクノロジーを用いる。使用するテクノロジーは、再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」を活用し、その効果を検証する。
 3. 1と2の実験授業を行うことによって課題となった問題点を総合的に考察し、協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを活性化するための方法を検討する。具体的には、2の実験授業やこれまでの実践で用いてきた「あんどろ君」の外化支援テクノロジーとしての活用の方法と、日本におけるCSCL研究から思考外化テクノロジーを利用した多くの実践を分析・統合し、「思考外化テクノロジー利用のデザイン原則」として一般化を試みる。そして、その仮説から「あんどろ君」を用いた授業デザインを行い、実験授業を行うことでその効果を検証する。

第2項 本研究の進め方

以上の研究を進めるために、「(1)協同学習の基本的構成要素のみを導入した授業の分析(第2章)」、「(2)対面的-積極的相互作用の活性化を支援するテクノロジーの活用と分析(第3章)」、「(3)協同学習の基本的構成要素の全てを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則の開発と分析(第4章)」、「(4)中学校理科において協同学習の導入をテクノロジーで支援する学習効果の総合的考察(第5章)」の4つの段階に沿って研究を進める。

(1) 協同学習の基本的構成要素のみを導入した授業の分析(第2章)

2章ではテクノロジーを使用せず、ジョンソンら(1998)が提案する協同学習の基本的構成要素のみを授業に取り入れたときと、一斉に指導したときの比較から、学習内容の定着と生徒実験に与える効果について実証的に検証を行うと同時に、生徒による主観的評価を協同学習の基本的構成要素と関連付けて検討を行う。

(2) 対面的-積極的相互作用の活性化を支援するテクノロジーの活用と分析(第3章)

3章では、「あんどろ君」を用いて、学習者の思考過程を外化することで、対面的-

積極的相互作用がいかに活性化されたかを、「あんどろ君」使用場面における相互行為分析と、生徒による主観的評価から実証的に検証を行う。さらに、実験授業の前後における動機付けの変化から、対面的－積極的相互作用の活性化について補足的に検討を行う。

(3) 協同学習の基本的構成要素の全てを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則の開発と分析(第4章)

4章では協同学習の5つの基本的構成要素全体を活性化するための思考外化テクノロジーの利用の仕方を明らかにする。そのために、理論的検討として、協同学習の基本的構成要素ごとに、それらを活性化する有効な手立てについて、理科教育学および隣接分野において、協調的な学習を支援する目的で使用したテクノロジーの機能や活用方法に関する先行研究を検討し、それぞれの研究で採用されている個別的な手立てを基本的構成要素を活性化するための手立てとして集約・統合し一般化を試みる。こうして導き出したものが、5つの基本的構成要素のすべてを活性化するための思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則である。

次に、こうした仮説的な着想を検証するために、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の機能の活用を考案し、実験授業を実施する。主として授業のビデオ記録に基づくエピソード分析から実証的に検証を行う。

(4) 中学校理科において協同学習の導入をテクノロジーで支援する学習効果の総合的考察(第5章)

第5章において、本実験授業で明らかになった成果や問題点から、協同学習を導入した中学校理科における学習効果の考察を行う。その上で、総合的考察として協同学習の基本的構成要素を導入する点と、思考外化テクノロジーで協同学習の基本的構成要素を支援するデザイン原則の課題、及び展望について述べる。

図1.5.1は本研究における全体構想と実験授業の関係を表したものである。実験授業1の協同学習の基本的構成要素を取り入れた実践は、化学と気象の2分野で実験授業を行った。また、実験授業2ではテクノロジーとして再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」を用いて、学習者の思考過程を外化し、対面的－積極的相互作用の活性化を検証する実験授業は物理分野で行った。さらに、実験授業3の思考

外化テクノロジーを用いて5つの基本的構成要素のすべてを支援するデザイン原則の検証を行う実験授業は生物分野で行った。以上の3つの実験授業を通して、協同学習の基本的構成要素を取り入れた授業と、思考外化テクノロジーで協同学習の基本的構成要素を支援するデザイン原則の課題と今後の展望について検証を行った。

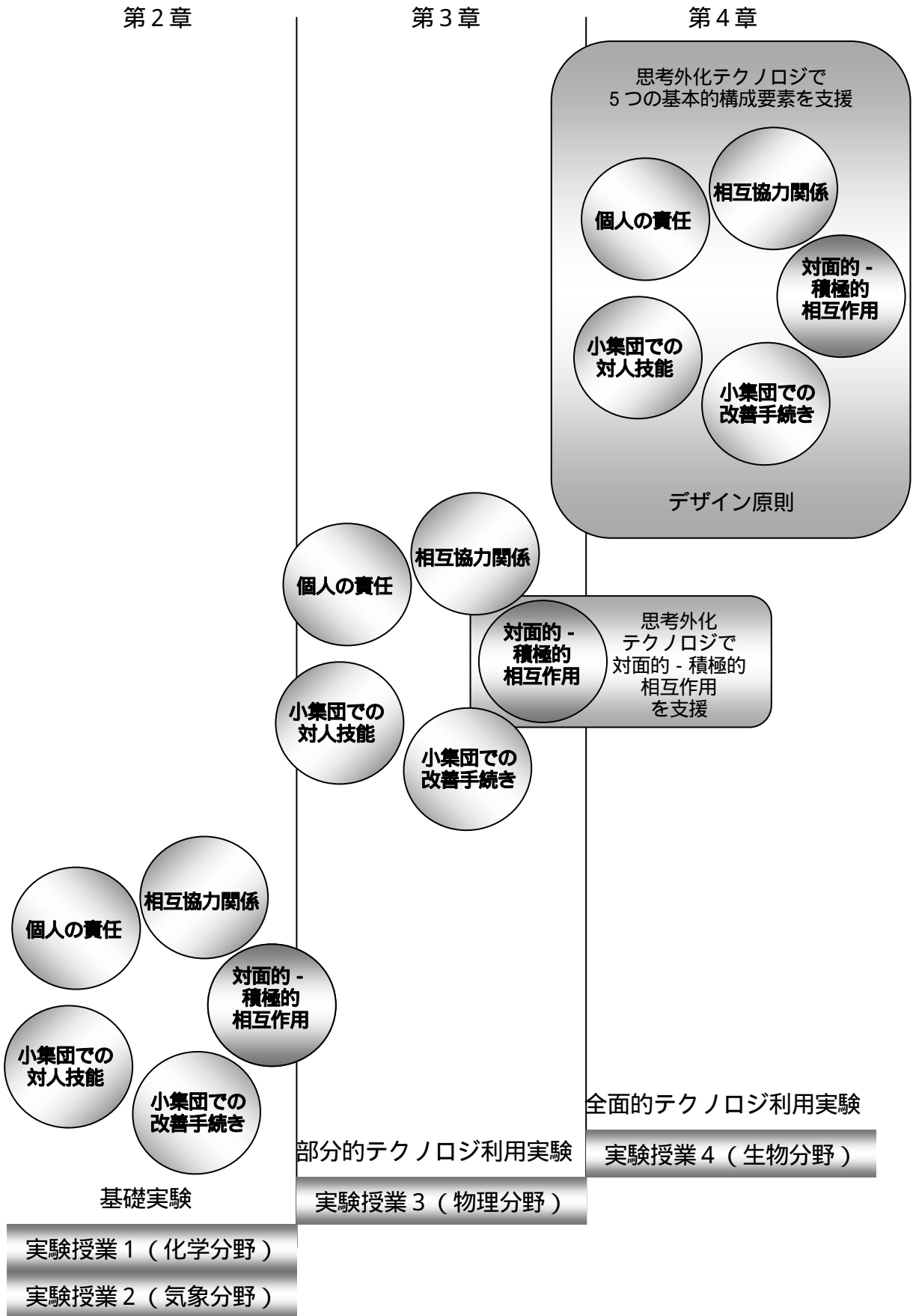


図 1.5.1 本研究における実験授業の展開の仕方

第2章 協同学習の基本的構成要素のみを導入した 授業の分析

本研究では、中学校第2学年の理科の必修授業において、協同学習の基本的構成要素のみを取り入れた実験授業を行った。実施した単元は、協同学習の学習効果をより詳細に確認するために、化学分野と気象分野の2つの単元であった。

化学分野においては、化学変化の分解と化合の実験を中心に実験授業を実施した。初めて協同学習の基本的構成要素を授業の中に取り入れるためには、相互協力関係の枠組みや個人の責任が取り入れやすく、生徒実験が継続的に進められる単元が必要であった。化学変化の分解と化合を扱う本単元では、水の電気分解から酸化還元反応を扱う計7回の実験すべてにおいて、基本的構成要素を取り入れる基本的な枠組みや方法が共通しており、生徒が協同学習における役割分担を順番に経験しながら、習熟していく上で適切な単元であった。

続いて行った気象分野の単元では、天気の変化の単元で、日本の天気の移り変わりを天気図と雲画像の動画から観察し、その規則性を見つけるものであった。協同学習の役割分担としては低気圧や前線を観点別に観察させ、小集団の構成員の情報が集まらなければ、学習を進める事ができない相互協力関係の枠組みの中で実験授業を行った。

本章においては、第1節で本章に関わる研究の問題の所在と目的を述べる。続いて第2節において研究の方法について述べ、第3節において化学分野の実験授業の実際と結果について、第4節において気象分野の実験授業の実際と結果について報告する。そして、第5節において、2つの実験授業で明らかになった問題点とその改善の方法について考察を行う。

第1節 問題の所在と目的

本章では、理科教育における協同学習の効果を検証するために、ジョンソンら(1998)が提唱する協同学習理論に着目し、5つの協同学習の基本的構成要素をすべて取り入れ、グループの構成や手続きをより明確にした協同学習環境下での実験授業を行う。また、

対象となる中学生たちは基本的構成要素を取り入れた協同学習を行うのが初めてであることから、5つの基本的構成要素を徐々に取り入れていく。そのため、初めに協同学習の方法が継続的に実施でき、生徒が授業形態に慣れながら協同学習の経験を積むことのできる生徒実験を中心とした化学分野で実験授業を行う。この化学分野は実験の種類や方法が多様で、協同学習を取り入れたとき、個人の役割分担や協力関係を仕組むのに適した分野である。続いて、協同学習における学習効果の信頼性をより高めることを目的として、気象分野における実験研究も実施する。

最後に、2つの実験研究から得られた結果を比較することで成果と問題点を確認し、今後の課題と研究の方向性について述べる。

第2節 研究の方法

まず協同学習による学習効果が、実施クラスに起因したものではないことを確認するため、あらかじめ対象クラスの等質性を検討した。表2.2.1に示すように実験授業の実施前における対象クラス（実験群及び対照群として設定する3クラス）の定期テストの得点を調査した。この調査は実験授業を行う約1ヶ月前と2ヶ月前に実施した定期テストの結果を用いて行った。分散分析の結果、どちらの定期テストにおいても、全クラス間に有意な差は認められなかった (*n.s.*)。以上の結果から、本研究に対象クラスの知識理解を起因とする差異は現れないものと推測される。

また、理科の分野の違いによる影響を確認するため、実験を中心とした化学分野に対して、第2分野の気象分野においても実験授業を実施した。さらに、気象分野においては、実験群と対照群のクラスを変更することによって、協同学習の学習効果がクラスに起因するものではないことを再度確認することにした。以後、化学分野の実践を実験授業1、気象分野の実践を実験授業2として表す。

協同学習を実施する際、協同学習の基本的構成要素を授業の中に取り入れる仕組みや、生徒に与える意識付けと具体的な指示を表したものが表2.2.2である。この方法や仕組みを授業内容に応じて適切に配置していった。

集団の規模は4人であった。この集団は、クラスにおいて学級活動を行うために編成された8人1組の班を2分したものであった。集団の4人がそれぞれ、リーダー、

準備係，操作係，記録係を，実験ごとに輪番で交換しながら担当した．協同学習の研究においては，興味や関心を同一にした集団であったり，能力的に異なった構成員で編成された集団の方が，協同学習における効果があるとされている．しかし，今回は協同学習間の効果を比較することが目的ではなく，一斉に指導した場合と協同学習の学習効果の違いを確認することが目的となるため，そのような操作は行わないことにした．

表 2.2.1 単元実施前のクラスの状況

単元実施前の 定期テスト	クラス	平均点	標準偏差
10月実施実力 <i>n.s.</i>	1組 n=39	63.8	18.0
	2組 n=39	67.6	21.7
	3組 n=39	69.1	16.3
11月実施期末 <i>n.s.</i>	1組 n=39	65.1	19.4
	2組 n=39	67.8	18.8
	3組 n=39	65.9	19.4

Nの単位は人.

表 2.2.2 協同学習の基本的構成要素と実践で用いた方法や仕組みとの関係

基本的 構成要素	方法や仕組み
1 相互協力関係	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の分担（リーダー・準備・操作・記録）の作業分担を与える。 ・観点別の役割分担を与える。 ・有能な仲間への同調的な依存と協力の成果を強調する。 ・分担された仕事がひとつ欠けたら成立しない課題を与え、そのことを強調する。
2 対面的-積極的 相互作用	<ul style="list-style-type: none"> ・実験手順は話し合っ合意するよう強調する。 ・積極的に人を励ましたり，アドバイスを出すように指示する。 ・情報は自分だけで独占せず，わかりやすく伝えるように指示する。 ・相手の意見をよく聞き，それに対する感想を声に出し記録するよう指示する。 ・積極的に援助したり補助することが大切だと強調する。
3 個人の責任	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の役割は他の人の役割とは違う独自のものであることを強調する。 ・自分の役割に責任を持たせ，観る力，まとめる力，伝える力が重要だと強調する。 ・伝達事項を個人ごとに与え，全員に伝える使命感を持たせる。 ・理科実験の一部分の権限を持たせる。権利委譲を行う。 ・貢献度の評価（役割・伝達・協力・考察）の観点で自己評価と他者評価を行わせる。
4 小集団での 対人技能	<ul style="list-style-type: none"> ・人の意見を聴くときは，その人を見て，うなづく等の動作の必要性を強調する。 ・人の意見を一度で聞き取る力を身につけるように促す。 ・会話するときは，はっきりとした声で伝えるように指示を出す。
5 グループの 改善手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・協同する上でよかった点，改善すべき点を個人で考えた後，話し合うように指示を出す。 ・小集団で協同の力をつけるために提言を行わせる。 ・改善のための協同の技能を見つけさせる。

第3節 実験授業1(化学分野)

第1項 授業内容

(1) 対象

化学分野を導入した実験授業は、兵庫県内の国立大学附属中学校2年生の3学級(120名)を対象に行われた。

(2) 時期

理科の必修授業において、2003年11月14日から～12月11日の計9時間をかけて行われた。

(3) 環境

実験授業はすべて対象校の理科第1教室で行われた。

小集団の構成は、各クラスにおける生活班の4人を一組とし、(リーダー・準備係・操作係・記録係)を授業ごとに入れ替わる輪番制とした。

化学分野における実験群は(1, 3組)を対照群は(2組)を設定した。

(4) 単元名

実施した単元は、中学校理科第1分野「化学変化と原子分子」(全18時間)中の「化学変化の分解と化合」にかかわる全9時間で行った。

(5) 授業の流れ

授業は1時間単位、計9時間で行った。協同学習の学習効果は、実験群(1, 3組)と対照群(2組)に分けることによって確認することにした。実験群は全授業において協同学習を継続した。表2.3.1は学習内容と、その授業で特に強調した協同学習の基本的構成要素を具現化する仕組みである。また、各授業において役割ごとに与えた指示の内容と、協同学習を行うための仕組みについては表2.3.2に表す。

表2.3.3は単位時間の実験授業における一般的な活動内容と協同学習の基本的構成要素との関係を表している。この例で表したように、実験を中心にした授業では1～3の要素を強調しているが、単元全体を通して5つの構成要素がすべて網羅されている。

図2.3.1は具体的な授業場面での協同学習を意識させるための様子を表している。協同学習においては、個人の役割を明確に伝える必要がある。そのため工夫として、図2.3.1のように、生徒の役割分担ごとに教卓の前に集め指示を与えている。また、図2.3.2

は3時間目におけるスチールウールの燃焼実験の様子である。操作係が燃焼中のスチールウールにストローで呼気を送り、そのスチールウールを準備係がピンセットで保持している。また、手前ではリーダーがガスバーナーの火を消す作業を行い、奥の記録係が会話ログに記録を行っている。

対照群における授業の方法は、協同学習の基本的構成要素を授業の中で実現するための仕組みや、役割分担ごとの指示を出すことなく、教師が全グループに向けて一斉に指導を行うようにした。

表 2.3.1 学習内容と協同学習の仕組みとの関係 ~ は基本的構成要素との関係

時	主題	特に強調した協同学習の基本的構成要素を具現化する仕組み
1	水の電気分解	① (リーダー・準備係・操作係・記録係) の係り分担を行い、係りごとに役割の指示を行う。 ② アドバイスや支援の申し出を積極的に行う。
2	鉄と硫黄の化合	③ 授業用ワークシートの記入内容の一部をリーダーに教え、伝達の役割を与える。 ③ 記録係に実験中の会話記録 (会話ログ) を取らせる。
3	鉄(スチール)の燃焼	② 実験の手順を表示しない授業用ワークシートを準備し、係りごとに与えられた情報をもとに話し合い、リーダーが中心となって実験の手順を決める。
4	銅の燃焼	①③ 係りごとに実験に必要な指示を与え、すべてがそろわなければ実験が成立しない仕組みにする。 ① 小集団ごとに銅粉の質量を変え、すべての結果を集めなければ表が完成しない仕組みにする。
5	改善の 手続き 1	⑤ 相互評価を行い、協同学習の改善に向けて提言を行う。やる気の出る言葉を集める。 ② 次時の実験材料を話し合いによって決定する。
6	物質 (有機物) の燃焼	⑤ 改善の手続きを確認してから実験を始める。 ② 相談によって決めた実験材料を準備する。他の小集団の実験結果を加えた考察を行う。
7	酸化銅と炭の混合物の燃焼	①③ 個人の責任と相互協力関係をさらに意識させるように働きかける。 ④ やる気の出る言葉を意識的に多用する。
8	化学変化と質量	② 小集団で基礎実験以外の実験を開発するために相談する時間を与える。 ④ 協同学習で学んだ手法をできるだけ用いる。
9	改善の手 続き 2	⑤ 協同学習改善に向けての最終提言を行う。協同学習に関する感想を書く。

①相互協力関係 ②対面的-積極的相互作用 ③個人の責任 ④小集団での対人技能
⑤グループの改善手続き

表 2.3.2 生徒に与えた役割とその内容

役割	仕事の分担 ○は授業ごとに新しく追加した活動内容
1	リーダー 実験内容を声を出して読む。実験の手順を確認する。
	準備 H字管への水の入れ方とゴム栓のつけ方。 実験器具は小集団ごとにまとめ準備しておく。
	操作 集まった気体2種への火と線香の近づけ方。
	記録 結果の記録と発表。
	仕組
2	リーダー 実験内容を声を出して読む。実験の手順を確認する。 ○ワークシートの記入内容を伝える。
	準備 試験管に入れる試薬の分量。ガスバーナーの点火。ビーカー内に水の準備。 実験器具は小集団ごとにまとめ準備しておく。
	操作 加熱の方法と加熱部分。硫化鉄の取り出し方。希塩酸、磁石との反応。
	記録 結果の記録と発表。
	仕組
3	リーダー 実験内容を声を出して読む。 ○実験の手順を決める話し合いの中心になる。
	準備 実験器具の準備。天秤の使用上の注意と単位。ガスバーナーの点火。
	操作 ストローによる空気の送り方。燃焼後の酸化物と塩酸の反応方法。 反応前後での電流の流れ方の実験方法。
	記録 結果の記録と発表。 ○実験に関する会話や発言の詳細な記録。考察での情報交流とまとめ。 記録係にバインダーにはさんだA4版の記録用紙配布。
	仕組 実験中に観たことを意識的に声に出すように指示をする。 実験の手順を表示しないワークシートの準備。 実験器具は教卓にすべてを用意し、自分達で準備する。
4	リーダー 実験内容を声を出して読む。実験の手順を確認し、情報交流をリードする。
	準備 実験器具の準備。ステンレス皿の質量を測り、銅粉を受け取る。増加した銅粉の質量を測る。 ○銅粉をステンレス皿に広げる。(空気中の酸素と十分にふれさせるためとメンバーに伝える)
	操作 銅粉を十分に加熱し、加熱2分後にステンレス皿を含めた質量を測る。 ○加熱は5分間行う。(空気中の酸素と十分にふれさせるためとメンバーに伝える)
	記録 結果の記録と発表。 実験に関する会話や発言の詳細な記録。考察での情報交流とまとめ。 ○結果を黒板の集計用紙に記入し、全結果を記録しメンバーに伝える。
	仕組 協同学習のクラスと一斉学習のクラスを分ける。 学習内容を役割ごとに分担し情報交流を確実にする。(後日テスト) 小集団ごとに銅粉の質量を変え、小集団ごとの結果を集めないと表とグラフが作成できない。

表 2.3.2 生徒に与えた役割とその内容（前項の続き）

5	改善 の 手続 き	改善の手立てをまとめることができる。 小テストと協同学習に関するアンケートを記入することができる。 小集団ごとに燃焼させる任意の有機物を相談によって決めることができる。
6	リーダー	実験内容を声を出して読む。実験の手順を確認し、情報交流をリードする。 ○改善の手続きを声を出して読む。 ○燃焼させる有機物を相談して決める。
	準備	○小集団で決めた有機物を準備する。
	操作	広口ビンと燃焼棒の使用法。石灰水の使用。 結果の記録と発表。
	記録	実験に関する会話や発言の詳細な記録。考察での情報交流とまとめ。 ○他の小集団で情報を収集する。（情報交流）
	仕組	燃焼させる有機物は基本の3種類（ロウソク・紙・アルコール）だけを準備し、他は生徒が準備する。 小集団ごとに燃焼させる有機物の種類を替える。
7	役割 は同 上	酸化銅の炭素による還元実験 改善の手続きを意識した協同学習を行う。 仕事内容は同上
8	リーダー	実験内容を声を出して読む。実験の手順を確認し、情報交流をリードする。 ○実験時間 20 分、時間内であれば実験の工夫をすることを伝える。 ○実験の工夫を中心になって相談する。
	準備	実験器具の準備。天秤の使用上の注意と単位。
	操作	基本的な操作の伝達。 ○小集団独自の実験方法を考案する。
	記録	結果の記録と小集団独自の工夫点の発表。 実験に関する会話や発言の詳細な記録。考察での情報交流とまとめ。
	仕組	協同学習のクラスと一斉学習のクラスを分ける。 実験の工夫が行える時間的な余裕をつくる。 協同学習と一斉学習によって工夫に違いがあるかどうか。
9	改善 の 手続 き	改善の手立てをまとめることができる。 一ヶ月間に行った同様の小テストを実施。協同学習と一斉学習によって学習内容の定着に変化があるかどうか。

表 2.3.3 一般的な実験の手順における活動内容と協同の基礎的構成要素

理科実験の流れに沿った、生徒の活動内容		協同の基本的構成要素				
		1	2	3	4	5
リーダー	教科リーダーによってリーダー学習と本日の主題とねらいの確認（教科リーダーは下の小集団リーダーとは異なる）					
実験準備と構成	本日の役割分担を決める。（小集団によっては順番）	○	○			
	リーダーへ指示（本日の役割や伝達を行う）	○		○		
	リーダーが「主題とねらい」「本日の実験内容」を声を出して読み確認する。ワークシートへの記入を指示する。			○	○	○
	準備係へ指示（実験器具の準備と準備までにかかわる実験内容の伝達）	○		○		
	準備係は準備を行う。準備の量によって協力の依頼			○	○	
	他メンバーから準備係へ援助の申し出をする			○		
	操作係へ指示（実験方法のテクニックや実験方法にかかわる実験内容の伝達）				○	
	記録係へ指示（実験中の発話記録と実験結果記入の指示）				○	
	個々の情報を持ち寄り、リーダー中心に実験手順の相談	○	○	○		
	操作係中心に実験の開始	○		○		
実験	実験操作をメンバーに指示・他メンバーに操作依頼			○		
	他メンバーから操作係へ援助の申し出をする			○		
	メンバーによる実験観察（感じたことを声に出して言う）			○		
	記録係が発言と変化の様子を詳細に記録する。会話ログ	○		○		
	各係から実験中のアドバイスをする。			○		
	各係へ援助の申し出をする。			○		
	リーダーはムードメーカーを意識し、声掛けを行う。				○	○
	測定機器の測定や変化の様子を分担して観る。	○		○		
	記録係が実験結果を記録する。	○		○		
	記録係が他の小集団の情報を収集する。また提供する。			○	○	
準備係中心に実験装置の片付けを行う。片付けの量によって協力の依頼			○	○		
他メンバーから準備係へ援助の申し出をする。			○			
まとめと考察	記録係中心に実験の交流を行う。記録の指示でワークシートに結果の記入。（記入内容は全員が統一する）			○	○	
	リーダーと記録係中心に考察の検討を指示する。			○	○	
	メンバー一人ひとりが意見を出す。その意見をまとめ小集団の考察としてまとめる。	○	○			
	記録係が実験結果と考察を発表する。	○		○		
ふり返り	全員で評価活動をし、意見交換をする。			○		○
	ふり返りから改善のための手続きを相談する。			○		○
	記録係が小集団の提言としてまとめ発表する。	○		○		

1：相互協力関係 2：体面的-積極的相互作用 3：個人の責任 4：協同の技能

5：改善の手続き



図 2.3.1 役割分担ごとに教卓の前に集め指示を与えている様子



図 2.3.2 スチールウールの燃焼実験の様子

第2項 評価の方法

(1) 実験の進み具合と実験操作上の誤操作や器具の破損の割合の分析

(i) 対象

前述の国立大学附属中学校2年生の3学級(120名)を対象にして行われた。本分野における実験群は(1, 3組)を, 対照群は(2組)を設定した。

(ii) 時期

理科の必修授業において, 2003年11月14日から~12月11日の計9時間をかけて行われた。

(iii) 検討の方法

調査は測定機器の使用が必要な, 定量的な実験が含まれる第4時と第8時の実験において,

- (a) 測定機器の誤使用の回数。
- (b) 実験器具の破損の個数。
- (c) 指示を十分に聞かなかつたための明らかな実験ミスの回数。
- (d) 実験途中での質問回数について調査を行った。

調査は授業者が行い, (a)については第4時と第8時の授業後に, すべての小集団に対して, 器具の使用方法を聞き取ることによって確認した。(c)(d)については, 実験授業中に観察記録を採り, (b)については実験終了後に確認を行った。

(2) 学習内容の理解度と1ヵ月後における学習の定着の分析

(i) 対象

前述の国立大学附属中学校2年生の3学級(120名)を対象にして行われた。本分野における実験群は(1, 3組)を, 対照群は(2組)を設定した。

(ii) 時期

理科の必修授業において, 2003年12月11日と約1ヵ月後の2004年1月13日。

(iii) 検討の方法

次の銅の酸化反応にかかわる3問を単元終了後と1ヵ月後に実施した。

- (a) 銅粉をステンレス皿に入れ, 強熱する実験を行いましたこのとき銅は最終的に何色になりましたか。
- (b) 加熱前と加熱後の銅の質量にはどのような関係がありましたか。

(c) 銅の質量が変化した理由は何が原因ですか。

これらの3問を1問2点、合計点を6点とし、実験群と対照群における単元実施後と1ヵ月後の学習の定着の変化を見るために、2要因混合（群要因[実験群・対照群、被験者間]×テスト要因[事後テスト・遅延テスト、被験者内]）の分散分析を行った。

(3) 生徒による改善の手続きとふり返りの分析

(i) 対象

前述の国立大学附属中学校2年生で化学実験を行った実験群（1.3組）の2学級（80名）を対象にして行われた。

(ii) 時期

理科の必修授業において、2003年12月11日。

(iii) 検討の方法

実験群で実施した改善の手続きにおいて、よりよい協同学習に向けて行った提言に向けての自由記述と、単元終了後のふり返りにある自由記述から検討を行った。

第4時終了後と最終時に実施した改善の手続き（図2.3.3）で行った活動は、小集団における協同学習の状況を相互評価し、その評価の違いから、一人では気づかない自分の良い点や悪い点に気づくことであった。続いて小集団の中で責任を持ち、よりよい協同関係をつくるには、これまでの活動の中で、何がよく、何が悪かったかをメンバー全員で話し合い、改善の提言を行っていった。このときに出された自由記述による個人評価を、協同学習の基本的構成要素にカテゴリー化し、一人1記述としてカウントしたものを、協同学習を行う上でよかった点と改善すべき点に分け、学習者が肯定的に評価する基本的構成要素のカテゴリー間、及び、改善を指摘するカテゴリー間に偏りがあるかどうかを調べるために、直接確率計算で検定を行った。

主題：協同学習力をつける
ねらい：小集団でより良い協同学習へ向けて意見交換することができる。

2年 / 組：氏名

準備	準備	準備	準備
() 役割5 (4) 3 2 1 準備の役割と内容の伝達	() 役割5 (4) 3 2 1 準備の役割と内容の伝達 伝えて、操作は渡す所まで打ってから	() 役割5 (5) 4 3 2 1 準備の役割と内容の伝達	() 役割5 (5) 4 3 2 1 準備の役割と内容の伝達 伝達もちゃんとできていた。
態度5 (4) 3 2 1 声の大きさ・言葉かけ	態度5 (4) 3 2 1 声の大きさ・言葉かけ	態度5 (4) 3 2 1 声の大きさ・言葉かけ	態度5 (4) 3 2 1 声の大きさ・言葉かけ
工夫5 (4) 3 2 1 意欲と独創性 釘板の広げとか、 板の所で広げていて、 板はーと思た まで、板の まで、板の	工夫5 4 (3) 2 1 意欲と独創性	工夫5 (5) 4 3 2 1 意欲と独創性 自分から、実験に 取り組もうという ところがあつた。	工夫5 4 (3) 2 1 意欲と独創性
協力5 (4) 3 2 1 集団への貢献度	協力5 (4) 3 2 1 集団への貢献度 準備は自分 しっかり書いた。	協力5 (5) 4 3 2 1 集団への貢献度 前にかして3人の 手伝いなどをして くれたと役立て いた。	協力5 (4) 3 2 1 集団への貢献度 協力もできて いたし、いろいろ 手伝ったりでできた。

私たちの振り返り→小集団からの提言へ

○小集団が協力するうえでよかった点。これからも続けるべき点。

私の意見 自分が何かすることがないか探して 2人の役を手伝う点。	小集団のまとめ 役割を果たせた。 自主的に動けた。
--	---------------------------------

○小集団が協力するうえで悪かった点。これから改善すべき点。

私の意見 ちゃんと伝わっていないことが あった。	小集団のまとめ 伝えることはちゃんと 伝える!!
--------------------------------	--------------------------------

図 2.3.3 改善の手続きで使用した相互評価と振り返り

第3項 結果

(1) 実験の進み具合と実験操作上の誤操作や器具の破損の割合の分析結果

表 2.3.4 は、1 クラス 10 チームの小集団が第 4 時と第 8 時の実験において、実験操作上の誤操作や器具の破損をした件数である。実験群は協同学習を実施した (1, 3 組) の結果である。対照群である (2 組) と比較して、明らかに誤操作や器具の破損が少ないことがわかる。この調査内容の個々の件数を「実験の失敗」として合計し、1 組と 2 組、3 組と 2 組のクラス単位で直接確率計算にかけたところ、両方において有意差が認められた ($p<.01$)。

実験中の実験器具の破損や、明らかな実験ミスだけに言及すれば、これまでは一回の実験で 10 グループ中、平均して 1 または 2 グループの失敗はあった。この原因のほとんどは、実験上の注意をしっかりと聞いていなかったことや、互いの意思疎通が不十分なことが原因であった。しかし、今回実施した協同学習では、表 2.3.4 の結果もさることながら、本単元の全実験回数 7 回の中で明らかな失敗はなく、不注意による実験器具の破損 (試験管洗浄中の破損) が 2 件あったのみであった。2 クラス 10 グループが 7 回の実験を行うわけであるから、非常に少ないことが評価できる。以上の結果から、協同の基本的構成要素を用いた協同学習においては、実験の誤操作や器具の破損が減ることがわかった。

(2) 学習内容の理解度と 1 ヶ月後における学習の定着の分析結果

表 2.3.5 には、実験群と対照群それぞれの、単元実施直後の事後テストと 1 ヶ月後の遅延テストにおける得点の平均と標準偏差を、表 2.3.6 と表 2.3.7 には、両群の得点の差を分析するために、(JavaScript-STAR を用いて) 2 要因混合 (群要因[実験群・対照群, 被験者間]×テスト要因[事後テスト・遅延テスト, 被験者内]) の分散分析を行った結果を示した。表 2.3.5 より単元実施直後と 1 ヶ月後の平均点の比較では、実験群が 0.22 点の低下にとどまっているのに対して、対照群では 0.98 点の低下となっている。また表 2.3.6 より、学習内容の理解度に関しては、群要因には有意差は見られず ($F(1,105)=1.59, n.s.$)、テスト要因には有意差が見られた ($F(1,105)=27.65, p<.01$)。さらに両要因には交互作用が見られた ($F(1,105)=10.89, p<.01$)。

表 2.3.4 実験操作上の誤操作や器具の破損の割合

調査内容	実験群		対照群
	1組	3組	2組
測定機器の誤使用	0件	0件	2件
実験器具の破損	0件	0件	2件
明らかな実験ミス	0件	0件	1件
実験途中での質問回数	0件	0件	3件
実験の失敗総件数	0件	0件	8件

表 2.3.5 事後テストと遅延テストの平均点と標準偏差

群	テスト	平均値	標準偏差
対照群	事後テスト	5.89	0.46
(2組)	遅延テスト	4.91	1.61
実験群	事後テスト	5.72	0.69
(1・3組)	遅延テスト	5.50	0.99

表2.3.6 分散分析の結果

要因	SS	df	MS	F
群	2.10	1	2.10	1.59 <i>n.s.</i>
個人差	139.02	105	1.32	
テスト	16.78	1	16.78	27.65**
群×テスト	6.61	1	6.61	10.89**
個人差×テスト	63.71	105	0.61	
Total	57.05	213		

* $p < .05$ ** $p < .01$

表2.3.7 交互作用

要因	SS	df	MS	F
事後テストの群	0.63	1	0.63	1.57 <i>n.s.</i>
事後テストの個人差	41.99	105	0.40	
遅延テストの群	8.08	1	8.08	5.28 *
遅延テストの個人差	160.74	105	1.53	
対照群のテスト	22.22	1	22.22	36.63**
実験群のテスト	1.16	1	1.16	1.92 <i>n.s.</i>
個人差×テスト	63.71	105	0.61	

* $p < .05$ ** $p < .01$

表2.3.7より、交互作用を分析すると、事後テストにおいては実験群と対照群の間に有意差は認められないが ($F(1,105)=1.57, n.s.$)、遅延テストにおいては両群の間に有意差が見られた ($F(1,105)=5.28, p<.05$)。また、対照群においては事後テストと遅延テストの間に有意差が認められたのに対して ($F(1,105)=36.63, p<.01$)、実験群においては有意差が認められなかった ($F(1,105)=1.92, n.s.$)。

以上から、基本的構成要素を取り入れた協同学習は学習内容の理解度には変化を与えず、学習の定着を向上させる結果となった。

(3) 生徒による改善の手続きとふり返りの分析結果

本単元において生徒による主観的評価を得るために、次の2点について検討を行った。1つは生徒が改善の手続きに向けて行った自由記述であり、もう一つは単元実施後に行ったふり返りにおける総括的評価としての自由記述である。

表2.3.8と表2.3.9は、小集団で改善の提言をする前に、個人のふり返りを自由記述で行ったものを一人1記述とし、協同学習の基本的構成要素の方法や仕組みにカテゴリー化し、これを要素ごとに小集団が協力する上でよかった点と改善すべき点に分けて表したものである。また表2.3.10は、協同学習の基本的構成要素ごとに集約した、よかった点と改善すべき点において、人数に偏りがあるかどうかを調べるために人数を直接確率計算で検定を行ったものである。その結果、相互協力関係と協同の技能及びグループの改善の手続きにおいては、有意差は認められず、対面的・積極的相互作用においてのみ、よかった点より改善すべき点の件数が多く、有意差を確認することができた ($p<0.5$)。これとは逆に、個人の責任では、よかった点より改善すべき点の件数が少なく、その変化には有意差が認められた ($p<0.1$)。

続いて行った単元終了後のふり返りの結果、協同学習を否定的に捉える記述が約10%の生徒に見られた。これは117名中の12名の生徒である。これに対して約90%の生徒は、肯定的に受けとめていることがわかった。

否定的なものほとんどは、表2.3.11に示す2例で表せるもので、常に中心的な存在として実験を進めたい生徒と、クラスにおける人間関係のつまづきが原因となるものであった。

表 2.3.8 小集団が協力するうえでよかった点

基本的構成要素	評価内容	人数
1 相互協力関係	人の仕事を手伝う.	16
	協力して片づけができる.	4
	協力する.	3
	計	23
2 対面的-積極的 相互作用	アドバイスをする.	8
	伝えることをきちんと伝える.	6
	声かけをする.	4
	計	18
3 個人の責任	自分の役割・責任をはたす.	39
	自主的・意欲的に行う.	9
	伝達内容に責任を持つ.	7
	計	55
4 小集団での 対人技能	大きな声を出す.	6
	計	6
5 グループの 改善の手続き	該当ナシ	0
	計	0
その他	スムーズに実験を行う.	13

N=115, 単位は人.

表 2.3.9 小集団が協力するうえで改善すべき点

基本的構成要素	評価内容	人数
1 相互協力関係	協力して片づけができる.	7
	協力する.	7
	計	14
2 対面的・積極的 相互作用	伝えることをきちんと伝える. 声かけをする.	25
		10
	計	35
3 個人の責任	自分の役割・責任をはたす.	11
	自主的・意欲的に行う.	5
	与えられた実験を確実に行う.	3
	計	19
4 小集団での 対人技能	大きな声を出す.	6
	計	6
5 グループの 改善の手続き	該当ナシ	0
	計	0
その他	工夫をする.	15
	二度手間にならない.	4
	もっと丁寧にする.	3
	未記入	19
	計	41

N=115, 単位は人.

表 2.3.10 基本的構成要素別直接確率計算の結果

基本的構成要素		よい点	改善点
1	相互協力関係	n.s.	23
2	対面的-積極的相互作用	*	18
3	個人の責任	**	55
4	小集団での対人技能	n.s.	6
5	グループの改善手続き	n.s.	0

単位は人.

表 2.3.11 協同学習に否定的な感想例

m : 自分で全部やりたい.

s : ある程度個人が責任を持ったり, 積極的にできるようになっている. しかし, その分他の人に迷惑をかけている気がして自信がない.

これに対して肯定的なものは、今回の実践が、生徒たちの授業に対する意識を変えたことを特徴的に示すものが多く、これを大別すると次の3つに分けることができた。

1. 役割分担することで実験に対する考え方が変化し、授業に取り組む姿勢が変わった。
2. 協同することで生まれる相互作用から、一人で学習する以上の効果を感じた。
3. 改善の手続きによる相互評価から自尊感情の高まりを感じた。

項目ごとの感想例は表 2.3.12 の通りである。

1 に関して、k はこれまでのグループ学習においては傍観者的な生徒であった。しかし、個人の責任を与えられたことによって、自分の役割が重要であることを知り、その活動を通して学習内容をよりよく理解できたと感じている。

2 に関して、t は実験を率先して行う生徒であり、自分の意見でグループを引っ張って来たところがある。しかし、役割分担を行うことによって、他者の意見が聞けるようになり、仲間の意見と合わせて考えることで、より理解が深まることを実感している。

3 に関して、a は今回の改善の手続きにおいて、他者の自分に対する評価を知ることになる。そこで自己評価の甘さと、改善すべきアドバイスを受けることによって、それを今後の活動に取り入れようとしている。

o はどちらかといえば理科が苦手で自信がなく、これまでに中心となって実験を行ったことがない。その生徒がリーダーになることによって、他者から賞賛され自信を持っていく様子が見えてくる。

表 2.3.12 協同学習に肯定的な感想例

1 に関して

k : これまでは自分がやらなくても誰かがやってくれるという感じでしたが、今回は一人ひとりに大きな責任があり、自分がやらなくてはいけないので、実験内容もとてもよくわかるようになった。

2 に関して

t : 小集団で役割を決めることによって責任が持てた。その責任を果たさなければ班員に迷惑をかけてしまうし、役割を決めなければ自分ばかりが実験をしてしまう。自分が気づかないところも他の人なら気づく場合があるのでいい。人の意見を聞くことによって、また違った考えが生まれてきた。

3 に関して

a : 役割を決めることによって、個人の責任感などの人間性を学び、協力することの大切さを感じ取ることができるいい学習方法だと思う。他人の自分に対する考え方を知り、それを改善することの必要性がわかった。自分に対する甘さ。他者評価が自己評価よりも低いものがあり、自分に対する甘さがあることがわかった。

o : 自分で「ここできていない」と思っても、他人がほめてくれたりするので、自分と他人の意見や見方が違うことがわかった。評価を見たとき「班を引っばって来ていた」って書いてあったので嬉しかった。自分ではそう思っていなかった。リーダーをやって責任感が持てるようになってきた。

第4節 実験授業2（気象分野）

第1項 授業内容

(1) 対象

気象分野を導入した実験授業は、兵庫県内の国立大学附属中学校2年生の3学級(120名)を対象に行われた。

(2) 時期

理科の必修授業において、2004年1月14日から16日の計2時間をかけて行われた。

(3) 環境

実験授業はすべて対象校の理科第2教室で行われた。

小集団の構成は、各クラスにおける生活班の4人を一組とし、(全体・高気圧・低気圧・前線)の役割分担を与えた。

気象分野における実験群は(2, 3組)を対照群は(1組)を設定した。

(4) 単元名

実施した単元は、中学校理科第2分野「天気の変化」(全15時間)中の2時間「天気の変化の規則性：日本の天気の移り変わり」に関する全2時間で行った。

(5) 授業の流れ

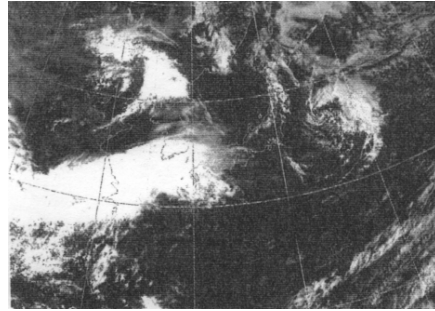
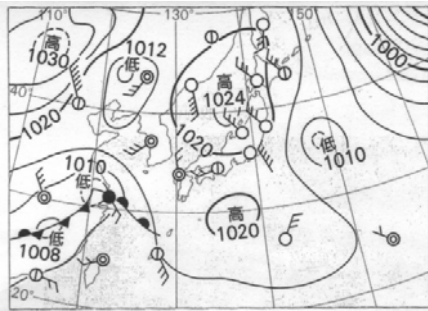
授業の流れ：授業は1時間単位、計2時間で行った。協同学習の学習効果は実験群(2, 3組)と対照群(1組)に分けることによって確認することにした。実験群は2時間とも協同学習の基本的構成要素を取り入れた枠組みの中で授業を行った。学習内容は日本付近の天気の変化の特徴を捉えるもので、図2.4.1で表す天気図と雲画像の静止画と動画の変化から、天気の変化の特徴をとらえるものである。生徒は1日の天気の変化を表した6時間おきの天気図と雲画像の静止画を手元に置き、それと同日の天気図と雲画像の動画を数回にわたって観察する。そして、協力関係の中で観点別に情報を読み取り簡潔に伝え、まとめる作業を行わせた(表2.4.1)。

対照群における授業の方法は、一斉授業の中で個人が同様の観察を行い、まとめは教師中心で行った。観察にかけた時間や動画を見る回数はずべて同じであった。また、本実践では、実験授業1の実験群と対照群のクラスを変更することによって、クラスに起因する影響を見ることにした。

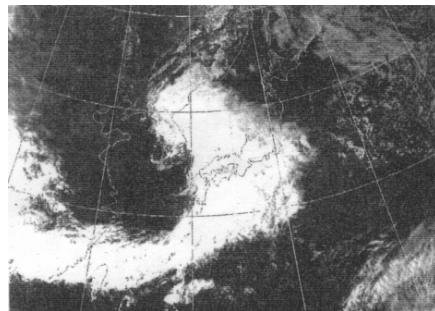
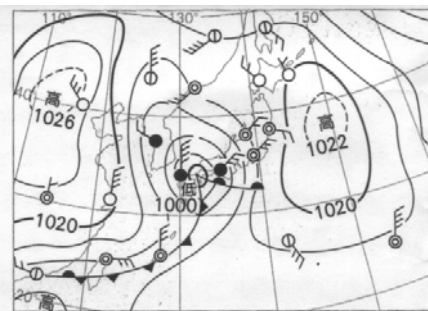
天気予報	天気の変化の法則を知り、予測することができる。
------	-------------------------

○天気の移り変わり

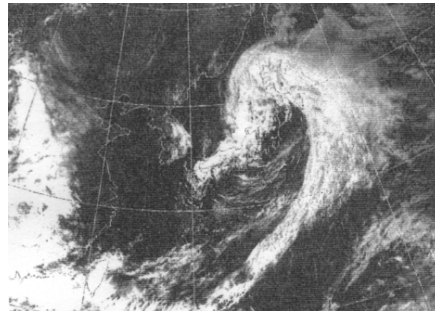
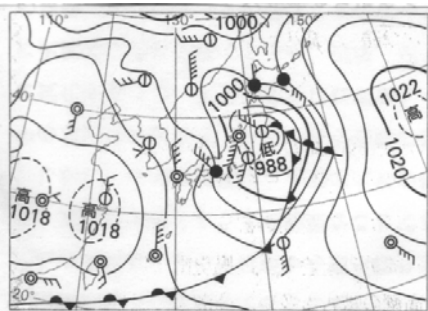
4月18日



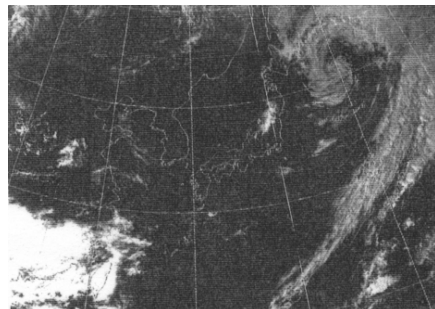
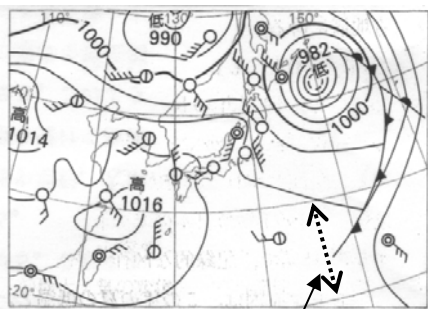
4月19日



4月20日



4月21日



この間隔が約 1100km です

図 2.4.1 授業で用いた天気図と雲画像の変化を表示したワークシート

表 2.4.1 生徒に与えた役割とその内容

役割	仕事の分担
全体	全員が同じ内容を記入したかのチェックをする。
高気圧	司会を行い小集団のまとめをする。
低気圧	小集団のまとめを全体へ発表。
前線	他の集団との違いを確認しまとめる。
仕組み	<ul style="list-style-type: none"> ・個人で観点別に見つけた変化をすべて記録し、その内容を簡潔（1行）にまとめて発表する。（情報を簡潔にまとめて伝える力をつける） ・発表内容を小集団全員が記録し、まとめを統一する。 ・小集団ごとに発表し、自分たちの小集団と違う内容だけを聞き取り、まとめに付け加える作業を行った。（情報の要点を一度で聞き取る力をつける）

第2項 評価の方法

(1) 学習内容の理解度と1ヵ月後の学習定着の分析

(i) 対象

前述の国立大学附属中学校2年生の3学級(120名)を対象にして行われた。本分野における実験群は(2, 3組)を、対照群は(1組)を設定した。

(ii) 時期

理科の必修授業において、2004年1月14日から16日の計2時間をかけて行われた。

(iii) 検討の方法

次の天気の変化にかかわる6問を授業終了後と授業終了後の1ヵ月後に実施した。

- (a) 問1: 移動性高気圧や低気圧はおよそどの方向に移動するか。
- (b) 移動する高気圧や低気圧の速さはどのくらいか。
- (c) 低気圧は移動しながら、中心気圧はどうなるか。
- (d) 低気圧には、普通東側に()前線が、西側に()前線がある。
- (e) これらのことより日本の天気は()から()へ移動する。
- (f) この原因は()である。

これら6つの問題を各2点とし(ただし、問4, 問5は互いに関連する語句の記入であることから()1問を1点として計算)、合計点を12点として、実験群と対照群における単元実施後と1ヵ月後の定着の変化を見るために、2要因混合(群要因[実験群・対照群, 被験者間]×テスト要因[事後テスト・遅延テスト, 被験者内])の分散分析を行った。

第3項 結果

(1) 学習内容の理解度と1ヵ月後の学習定着の分析結果

化学分野の実践と同様に、クラスごとの理解度と定着について、分散分析を行った。表2.4.2には、実験群と対照群それぞれの、単元実施直後の事後テストと1ヵ月後の遅延テストにおける得点の平均点と標準偏差を、表2.4.3と表2.4.4には、両群における得点の差について分散分析を行った結果を示した。表2.4.2より単元実施直後と1ヵ月後の平均点の比較では、実験群が0.31点の低下にとどまっているのに対して、対照群

では 1.31 点の低下となっている。また表 2.4.3 より、学習内容の理解度に関しては、群要因には有意差は見られず ($F(1,98)=0.12, n.s.$)、テスト要因には有意差が見られた ($F(1,98)=15.77, p < .01$)。さらに両要因には交互作用が見られた ($F(1,98)=6.04, p < .05$)。

表 2.4.4 より交互作用を分析すると、実験群と対照群の間の有意差は、事後テストにおいても ($F(1,98)=0.68, n.s.$)、遅延テストにおいても ($F(1,98)=2.09, n.s.$) 認められなかった。しかし、対照群においては事後テストと遅延テストの間に有意差が認められたのに対して ($F(1,98)=20.67, p < .01$)、実験群においては有意差が認められなかった ($F(1,98)=1.14, n.s.$)。

以上から、気象分野においても、基本的構成要素を取り入れた協同学習は学習内容の理解度には変化を与えず、学習の定着を向上させる結果となった。

表2.4.2 事後テストと遅延テストの平均点と標準偏差

群	テスト	平均値	標準偏差
対照群 (2組)	事後テスト	11.22	1.52
	遅延テスト	9.91	2.04
実験群 (1・3組)	事後テスト	10.85	2.24
	遅延テスト	10.54	2.04

表2.4.3 分散分析の結果

要因	SS	df	MS	F
群	0.81	1	0.81	0.12 <i>n.s.</i>
個人差	653.89	98	6.67	
テスト	28.6	1	28.6	15.77 **
群×テスト	10.96	1	10.96	6.04 *
個人差×テスト	177.69	98	1.81	
Total	871.95	199		

* $p < .05$ ** $p < .01$

表2.4.4 交互作用

要因	SS	df	MS	F
事後テストの群	2.91	1	2.91	0.68 <i>n.s.</i>
事後テストの個人差	416.00	98	4.24	
遅延テストの群	8.85	1	8.85	2.09 <i>n.s.</i>
遅延テストの個人差	415.59	98	4.24	
対照群のテスト	37.49	1	37.49	20.67**
実験群のテスト	2.08	1	2.08	1.14 <i>n.s.</i>
個人差×テスト	177.69	98	1.81	

* $p < .05$ ** $p < .01$

第5節 考察

第1項 協同学習の基本的構成要素のみを取り入れた授業効果

本章の主旨は、テクノロジーを用いず基本的構成要素のみを取り入れた協同学習が生徒に与える学習効果を、一斉に指導した場合と比較することによって確認することと、協同学習を行う生徒の現状と協同学習実施後の生徒の変化を明らかにすることであった。まず、一斉に指導した場合との比較においては、1. 実験の進み具合と実験操作上の誤操作や器具の破損の割合に関して、2. 実験内容の理解度と1ヵ月後の学習の定着に関して、その変化を確認した。さらに3. 生徒による改善の手続きとふり返りにおける主観的評価から生徒の変容を読みとった。

その結果1に関しては、協同学習を実施した方が、実験の操作ミスや機器の破損、及び質問回数が減ることがわかった。この結果は、生徒一人ひとりが目的意識を持って実験に取り組めたことと、共通の課題解決に向けたグループ内での意思疎通が順調に行われたことを表している。逆に対照群では、個々の責任分担がはっきりしない分、人任せとなることがあり、意識して協力しようとする反面、意思疎通が不十分なため、質問やミスが増えるものと考えられる。

以上の効果が現れた原因には、協同学習の基本的構成要素を取り入れたことが第一に挙げられる。実験の中に相互協力関係が築かなければ、実験を進めることができない仕組みをつくり、その中で役割分担につながる個人の責任を持たせる。そして、協同の技能を与えることによって、協同学習における社会的な技能が活用できたといえる。言い換えるならば、個人の責任と役割を明らかにすることによって、小集団の中での存在意義が明確になり、その中での貢献が、実験の成功へとつながる充実感を持たせたものである。

続いて2に関しては、実践直後の理解度に有意な差は見られなかったものの、1ヵ月後の定着においては、両実験授業とも、基本的構成要素を取り入れた協同学習を行った方が確実に定着していることが明らかになった。

この調査においては、クラスに起因したものでないことを検証するために、普段の定期テストの結果から、均一なクラス群であることを確認した後、理科の分野を変更した実験授業を2つの単元で実施することで行った。この結果から、学習の定着の向

上は、基本的構成要素を取り入れた協同学習のみに起因することが確認できた。

以上の効果が現れた原因は、協同学習の基本的構成要素が、授業の中で具現化した成果と捉えることができる。ジョンソン（1998）らは、過去90年間における375件以上の研究を分析し、協同学習での成績の平均値は、競争的状况や個別的状况で学習した生徒の平均値より、標準偏差の約2/3分だけ上位に位置することを確認している。しかし、単にグループ分けして一緒に学ぶように言うだけでは成績は高くないとし、その成果を媒介する要因として5つの基本的構成要素を挙げている。

言い換えるならば、グループ学習等において、生徒の相互作用の内実に迫ろうとする場合、その集団の構成や協同の手法を問う必要があることを意味しており、協同学習の基本的構成要素を用いた協同学習は有効な方法として評価することができる。

続いて、3の生徒による改善の手続きとふり返りにおける生徒の変容に関する考察である。まず協同学習の基本的構成要素と生徒の主観的評価との関係について、一つひとつについて考察を行う。

1つ目は相互協力関係である。この要素は授業の中での協力関係の枠組みであり、生徒が最も協力を意識できる要素である。協力する上でよかった点より、改善すべき点の件数が減少しているが、有意差は認められなかった。このことは、生徒が協同学習を改善する上で必要な要素と捉えているものの、ある程度満足できる状態であり、大きく改善する必要性を感じていないと捉えることができる。本来、相互協力関係は、授業の中に組み込む枠組みであるから、本要素の改善は、生徒の主体的な活動を保障する、教師側の授業改善への要求と捉えることが妥当である。

2つ目は対面的—積極的相互作用である。この要素のみ、改善すべき点の件数が増加し、有意差を確認することができた ($p<.05$)。また、改善すべき件数の約半数を占めている。このことは、生徒が協同学習を改善するうえで最も重要な要素と捉えていることを意味している。

この対面的—積極的相互作用について、ジョンソンらは次のように述べている。「協同学習では生徒同士が顔をつき合わせて行う相互活動が必要であり、それを通して生徒たちは互いの学習と成功を促進していく。相互協力関係そのものに魔力があるわけではない。教育的効果に影響を与えるのは、相互協力関係によって促進される生徒間の相互作用パターンと言葉のやりとりなのである。」すなわち、対面的—積極的相互作

用とは他の要素によって促進される作用であり、教育的効果に直接影響を与える要素なのである。また生徒の主体的で積極的な活動が要求される要素でもある。

生徒は、この対面的・積極的相互作用を十分に行えなかったと評価しているのである。現状では、この要素を協同の枠組みと、生徒の積極性に頼っており、さらに活性化するための支援方法を考える必要がある。

3 つ目は個人の責任である。この要素は、よかった点で最も件数が多く、改善すべき点で最も減少した要素であり、有意差も見られる ($p < .01$)。このことは、生徒が協同学習において、十分に個人の責任を果たせたと評価し、改善に向けては現状を変化させる必要がないと捉えている様子が見えてくる。

4 つ目は協同の技能についてである。この要素は対人的、集団的スキルを教師から生徒に与えるものであり、よかった点、改善すべき点において人数も少なく変化もなかった。すなわち生徒がほとんど意識をしていない要素ということができる。

5 つ目はグループの改善手続きであるが、これに該当する生徒の主観的評価はなかった。これは本来、改善の手続きが他の要素をいかに改善するかを問う作業であるため、生徒が本要素に該当する内容を記入しなかったことは当然の結果と捉えることができる。

最後に生徒の変容であるが、単元実施後の生徒の振り返りから、協同学習を行うことによって、授業に取り組む姿勢が変化し、相互作用によって個人で学習する以上の学習効果を感じたとする内容を読みとることができた。

以上の結果から、生徒たちは、協同学習の基本的構成要素を取り入れた学習方法に対して効果的な方法だと評価していることがわかる。この評価を授業者の立場から総括すれば、授業者が協同学習を行うことによって、何らかの学習効果を期待する場合、協同のスキルや、相互協力関係・個人の責任等を積極的に授業の中に位置づけることが必要だということである。その点において、協同学習の基本的構成要素を取り入れた学習方法は有効な方法ということができる。

第2項 協同学習の基本的構成要素のみを取り入れた授業の改善点

本実験授業の効果の考察より、今後の課題として次の2点が挙げられる。

1. 協同学習の基本的構成要素の一つである、対面的—積極的相互作用をより活性化するための手法について。
2. 協同学習後における生徒の変容の確認について。

まず1点目の協同学習の基本的構成要素の一つである対面的—積極的相互作用をより活性化する手法についてである。対面的—積極的相互作用とは小集団の中で仲間の学習への努力を援助したり、励ますことによって互いの成功を促進し合うことであり、その中で自分の知識を伝えたり、考え方を説明し議論しあう活動を意味している。すなわち小集団の中で行う課題解決に向けた積極的な話し合い活動である。今回の協同学習の基本的構成要素を取り入れた学習では、ある程度、対面的—積極的相互作用を高めることができたと考える。しかし、生徒の主観的評価の分析から、最も改善すべき基本的構成要素として挙げられたように、生徒がより主体的に本作用を活性化できる工夫が必要となってくる。

高垣ら(2004)による、理科授業の協同学習における相互作用の研究では「可視化」といった、具体的事象の理解を深める道具立てが、相互作用のスタイルの組織的変化をもたらす重要な要因となる報告がなされている。すなわち、相互協力関係や個人の責任を持たせることによって、自発的に会話を引き出す誘引だけではなく、より円滑に自分の考えやイメージを他者に伝えたり、それを補助する手段や、共有する方法があれば、さらに対面的—積極的相互作用は活性されるものと考えられる。

2点目は協同学習後における生徒の変容の確認についてである。今回の実践では、グループの改善手続きで行った客観的な相互評価や、授業後の生徒の感想文から検討を行った。その結果、生徒の授業に対する姿勢の変化や、基本的構成要素を取り入れた協同学習の教育効果を認めている様子が伺えた。しかし、これは、筆者による主観的な評価であり、まだ客観的な評価はなされていない。今後は、生徒の変容を確認するために、動機付け、あるいは自己効力感の変化を、達成目標を尺度とする質問紙等を用いて行う必要があると考えられる。

第3章 対面的 - 積極的相互作用の活性化を支援する テクノロジーの活用と分析

前章における協同学習を取り入れた実験授業1と2の結果から得られた課題は、対面的-積極的相互作用を活性化することと、協同学習の基本的構成要素を取り入れることによって起こる生徒の変容を、客観的に評価することであった。

対面的-積極的相互作用とは、ジョンソンら(1998)の定義によれば、自分の知識を伝えたり考え方を説明したり議論したりする活動を行うこと、および、小集団の中で仲間の学習を援助したり励ましたりすることによって互いの成功を促進しあうこと、を意味している。すなわち、1. 課題解決に向けた積極的な議論や説明を行う相互作用と、2. 互いの成功を促進しあう相互作用という、2つの相互作用を意味している。これら2つの相互作用の活性化が、残された課題であるといえる。この課題の解決の方向を見いだすことは、今後、協同学習を取り入れた授業デザインを行う上で、より活発なコミュニケーション活動と相互作用を保障する視点を与えるものとして意義があるものとする。また、協同学習の前後における生徒の変容を調べるために、動機付けの変化を分析することで客観的に評価しようと考えた。

本章においては、まず第1節において、対面的-積極的相互作用の活性化のための方略を概観するために先行研究からの知見について述べる。続いて第2節において、対面的-積極的相互作用を活性化するために用いたテクノロジーである再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」(以下「あんどろ君」と記載)の機能について説明を行う。そして、第3節において、動機付けの質問紙調査と会話場面の相互行為分析を含めた物理分野の実験授業の実際と結果について報告する。

第1節 問題の所在と目的

前述したように、対面的-積極的相互作用は、課題解決に向けた積極的な議論や説明を行う相互作用と、互いの成功を促進しあう相互作用という2つの相互作用である。まず、議論や説明を行う相互作用の活性化にはどのような知見が有効であろうか。例えば、三宅(2002)は他者との相互作用には、認知過程を観察可能な形で外界に表す

ことが重要であり、外化することで考えの見立て直しが可能になるとする。山口ら（2002）、舟生ら（2003）は、考えや思考過程を外化する道具として再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェアを用いることによって、学習者の内省や対話を効果的に支援すると報告している。清水ら（2005）は小グループでの話し合いにおいて、認知過程を外化することが議論を活発にし、概念変換を促すことを確認している。これらの知見は、考えや思考過程を外化することが、課題解決に向けた、積極的な議論や説明を活性化させる要因であることを示している。

次に、もう一つの相互作用である、互いの成功を促進しあう相互作用についても外化が重要な役割を演じると考えられる。望月ら（2004）によれば、協調学習における対面コミュニケーションに関する研究で、他人まかせにならない円滑な集団コミュニケーションを支援するために、学習者間の議論の内容を外化する必要性を論じている。また杉本ら（2001）は、遠慮せずに発言できる関係を支援する YOU モードなる機能を取り入れた建設的会話支援システムを開発している。このシステムをグループ討論に取り入れることで討論の流れの可視化と討論に対するふり返りが可能となり、相互作用により討論が活性化し、さらにマナーの改善が見られるようになったと報告している。これらの研究から話し合いの過程を外化することで、グループ間の話し合える関係を支援する援助関係や共感を生む効果を引き出せたと読み取ることができる。このことから、考えや思考を外化することが、生徒間の援助や共感を引き出し、互いの成功を促進しあう一つの手立てとなりうる可能性を示したものと言える。

以上から、議論や説明を行う相互作用と互いの成功を促進しあう相互作用の両方を同時に活性化する方法として、考えや思考の過程を外化することが一つの手立てと考えることができる。

考えや思考の過程を外化する方法としては、中山・稲垣（1998）が的確に自分の知識や考えを表現する足場となる道具として、概念地図法や描画法を挙げている。また稲垣（1998）は概念地図法や描画法が今や素朴概念を探る道具から表現する道具・思考する道具へと変わったとし、それらを授業に導入することによって、生徒たちの声を活かした対話的な授業の可能性を示唆している。さらに稲垣ら（2001）は、紙ベースの概念地図をデジタル化することにより再生を可能とし、思考する道具からリフレクションも含めた道具として活用できる再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア

「あんどう君」を開発している。

「あんどう君」は、学習者の思考過程の外化を支援する立場から、可視化機能と加除修正機能、及び再生機能を実装したものである。可視化機能は、思考やイメージをラベルや図を用いて表す機能である。再生機能は、コンセプトマップの作成過程を自動的に保存し、作成途中でも随時、その作成過程を再生することができる機能である。加除修正機能とは、作成過程の任意の時点までアンドゥすることによってさかのぼり、加除修正できる機能である。さらに、「あんどう君」は使用者の要求に応えるかたちで日々改良が加えられ、現在では、コンセプトマップの任意の箇所に印をつけて、その箇所だけを再生できるブックマーク機能や、コンセプトマップの背景に図や写真を貼り込める機能、リンキングワードやリンクを着色する機能などが実装されており、より多様な表現や再現を行うことができる（出口ら、2005 a, 2005 b）。これらの機能を使用することで、より効果的に、考えや思考過程の外化を支援できることが期待できる。

そこで本実験授業では、前述の協同学習を経験した生徒を対象として、残された課題である対面的 - 積極的相互作用をより活性化するために、「あんどう君」を用いた協同学習の授業を実践する。また、その課題が克服できたかどうかを確認するために「あんどう君」の使用場面で対面的 - 積極的相互作用が活性化されたことを検討することにした。

第2節 「あんどう君」の機能と対面的 - 積極的相互作用

「あんどう君」の使用環境は小集団4人で1台のパソコンを使用することから、役割を決めて操作を行った。役割分担や相補的役割を行うことによって小集団全員がそろわなければ成立しない関係をつくることによって、作成過程や活用の場面において必然的に相互作用が活発に行われることが期待できる。本実践において活用する「あんどう君」の機能と、その活用によって活性化が期待できる対面的 - 積極的相互作用との関係を表3.2.1に示す。

1. 可視化機能とは、思考やイメージをことばのラベルや図で表示する機能である。
この機能を活用することで、小集団で合意された考え方やイメージがコンセプトマ

ップ上に表示されることで、共通の画面を見ながら討議を進めることができる。また話し合いのプロセスが履歴として残ることから、筋道を立てた話し合いを保つことができる。

2. 加除修正機能とは、コンセプトマップを加筆したり、修正する機能である。この機能を活用することで、単元が進むのにしたがって変化する考えを、小集団で討議し合意しながら書き進めることが可能となる。この活動は、記入する内容を検討することで、互いの意見を発表したり、助言を促す効果が期待できる。また、ラベルの位置の移動や色付けが可能なことから、互いにアドバイスを出しながら、合意を求める活動に適している。
3. 再生機能は、学習内容や話し合いの過程を容易にふり返ることができるもので、小集団の中で考え方がどのように変化してきたのかを外化する機能といえることができる。この再生機能を用いてコンセプトマップを再生することで、思考過程をリフレクションしつつ、学習内容について話し合うことができる。また、ブックマークを付ける活動は、学習内容の区切りやまとまりを、小集団で意思決定をする活動であることから、互いの助言を引き出す効果が期待できる。

表3.2.1 「あんどろ君」の機能と対面的 - 積極的相互作用の関係

「あんどろ君」の機能	対面的 - 積極的相互作用との関係
1 可視化機能	<ul style="list-style-type: none"> ・小集団で合意された考え方やイメージがコンセプトマップ上に表示されることで、表示画面を見ながら共通のイメージを持って話し合うことができる。 (A) ・話し合いのプロセスが、コンセプトマップの作成履歴としてソフトウェア上に蓄積されることで筋道立てた話し合いが構成される。 (A)
2 加除修正機能	<ul style="list-style-type: none"> ・コンセプトマップに加筆したり修正することで、互いの意見を発表したり助言したりすることができる。 (A) ・ラベルの位置や色付けを互いにアドバイスし、合意しながら決定できる。 (B)
3 再生機能	<ul style="list-style-type: none"> ・再生機能を利用してコンセプトマップを再生し、思考過程をリフレクションしつつ、学習内容について話し合うことができる。 (A) ・再生機能を用いて重要なポイントにブックマークを付ける作業は、互いの助言を引き出し、小集団としての意思決定を支援することにつながる。 (B)

(A) 議論と説明を行う相互作用, (B) 互いの成功を促進し合う相互作用

第3節 実験授業3（物理分野）

第1項 授業内容

(1) 対象

物理分野を導入した実験授業は、兵庫県内の国立大学附属中学校3年生の4学級(120名)を対象にして行われた。

(2) 時期

理科の必修授業において、2004年6月4日から～7月8日の計10時間をかけて行われた。

(3) 環境

実験授業はすべて対象校の理科第2教室で行われた。

小集団の構成は、各クラスにおける生活班の4人を一組とし、(リーダー・準備係・操作係・記録係)を授業ごとに入れ替わる輪番制とした。実験授業において使用したノート型コンピュータは、各小集団(4人)に1台の計10台で、その操作にあたっては(指示係、キーボード係、マウス係、確認係)を小集団ごとに相談によって決定しそれを固定した。

(4) 単元名

実施した単元は、中学校理科第1分野「運動とエネルギー」(全10時間)で行った。

(5) 授業の流れ

授業は1時間単位、計10時間で行った。実験授業の内容と授業の流れの概要は以下の通りであり、表3.3.1には本単元の単元計画カリキュラムと「あんどろ君」の使用方法についての詳細を表した。

- (i) 基礎実験を準備し、その中の実験要素を小集団ごとに一つだけ変えさせ、実験を工夫し力学的エネルギーとのかかわりを見つけさせる。
- (ii) 変化させた要素ごとに「あんどろ君」を用いてコンセプトマップ(実験マップ)を作成し、実験の予想から結果までを継続的に作成させる。
- (iii) 力学的エネルギーの関係をコンセプトマップ(理論マップ)に作成し、実験や他集団の実験結果から得た情報を用いてマップを再構築させていく。
- (iv) 実験結果の共有を実験道具と実験マップを併用して説明させる。

- (vi) 小集団ごとに発見した力学的エネルギーの規則性を理論マップに作成させる。
- (vii) 「改善の手続き」を行い、よりよい協同学習に向けての提言を行わせる。

表3.3.2には、各授業において役割ごとに与えた指示の内容と、協同学習を行うための仕組みについて表した。表の項目は、役割と仕事の分担である。

役割は、作業分担を基準としたリーダー、準備、操作、記録とし、その役割ごとに観点別役割と機能別役割を振り分ける形にした。また、役割りごとに与えた具体的な指示の内容は、黒板に板書することで、生徒が常に意識できるように配慮した。

仕組みに関しては、協同学習の基本的構成要素を具体的な形で理科授業に導入する方法を示した。

(6) 授業の中で行った実験

図 3.3.1 は基礎実験の概要であり、図 3.3.2 は実際の基礎実験の様子である。この基礎実験では落下実験・振り子の実験共に、杭の打ち込みは 2 メモリ。速さは約 3km/時となった。この結果から同じ高さに達したときの運動エネルギーは同じであることを確認した。この中の実験要素を一つだけ変えることによって力学的エネルギーとのかかわりを見つけ出させようとした。

図 3.3.3 は生徒が実験要素を選択し、実験を開発するための支援を目的に準備した道具（同体積で異質量のおもり、同質量で異体積及び形状の異なるおもり、長さの異なるひも、速度計測器）である。生徒たちが考えた実験要素は（おもりの質量・体積・材質・落下する高さ・速さ・ひもの長さ・ひもの材質等）であった。この実験要素を小集団の意思を尊重しながら、偏りのないように調整し（表 3.3.3）、互いの実験結果を持ち寄らなければ実験の全体像がつかめない仕組みとした。図 3.3.4 は小集団ごとに要素を変え、開発した実験の様子である。また実験結果は数値データとして表せるもので、必ずグラフ化するように要求した。これは後で実施する実験交流の場で、情報を科学的に伝達するための意識付けでもあった。

(7) 生徒が作成するコンセプトマップ

生徒たちは「あんどろ君」を用いて実験マップと理論マップの2つを作成した。

実験マップとは、実験の方法、予想、結果、グラフ化したデータ、考察の順で記入したものである。これは実験交流の場で情報提供するためのプレゼンテーションツールとして活用した（図 3.3.5）。

理論マップは、力学的エネルギーの全体像を把握し表現するために用いた。最終的には発表会において、小集団で考察した力学的エネルギーの規則性と自分たちの概念変換の過程について発表するプレゼンテーションツールとして活用した（図 3.3.6）。

表3.3.1 単元計画カリキュラムと「あんどろ君」の利用

時	想定する 単元の流れ	予想される生徒の 主な学習活動	「あんどろ君」の利用
0	オリエンテーションと 基本操作	○協同実験学習の目標と学習計画の確認. 測定器の使用法の確認.	
1	基礎実験	○ふりこの基礎実験を行ない力学的エネルギーの規則性を確認する. ○個人で力学的エネルギーのイメージを紙ベースのコンセプトマップへ記入する.	
2	あんどろ君 操作と 理論マップ	○あんどろ君操作の練習. ○小集団で理論マップを予想まで作成する. ○小集団で変化させる実験要素を決定する.	→あんどろ君の基本操作習得 →小集団で1枚の理論マップを作成する. キーワードの関連付けをする.
3	実験要素の決定と実験開発 実験マップの作成 改善の手続き ①	○実験条件を変えた実験方法を決定し予想をたてる. ○実験マップを予想まで作成する. ○よりよい協同学習に向けて提言を行なう.	→小集団で1枚の実験マップを作成する. 実験の条件と予想.
4	実験	○実験の準備と実験を行う. ○実験結果をグラフで表す.	→実験マップに, 実験結果と考察を加筆する. グラフ写真を貼り付ける.
5	実験マップの 完成	○実験をふり返り, 結果の考察をする. ○実験マップを完成させる. ○実験マップを有効に活用し, 実験交流に向けてプレゼンテーションの方法を相談. ○小集団プロフィールの作成.	→実験マップを再生し, 予想と結果・考察のポイントにブックマークをつける.

表3.3.1 単元計画カリキュラムと「あんどう君」の利用（前項の続き）

6	実験交流の 広場	<ul style="list-style-type: none"> ○交流する小集団の決定. ○実験装置や実験マップを用いて実験方法と結果・考察について説明する. ○実験の評価とアドバイス. ○理論マップへの追加記入. 	<ul style="list-style-type: none"> →ブックマークのポイントを表示して思考過程を提示する.
7 ・ 8	報告書の作成	<ul style="list-style-type: none"> ○ワンシート報告書の規格を確認し作成を行う. ○情報交流で得られた情報をもとに理論マップの完成と発表の準備をする. 	<ul style="list-style-type: none"> →実験マップを印刷したワークシートを活用する. →理論マップに得られた情報を用いて加筆する. →理論マップを再生し、思考過程を説明しやすいように
9	発表会 あんどう君 コンクール 改善の手続き ② 学習のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> ○発表会を実施する. ○理論マップの評価活動を行う。あわせて、協力関係の評価する. ○力学的エネルギーの規則性を確認する. 	<ul style="list-style-type: none"> →ブックマークを付ける。これを用いて思考過程を提示する. →教師が生徒の理論マップの作成過程を提示する.

表 3.3.2 生徒に与えた役割と協同の仕組み

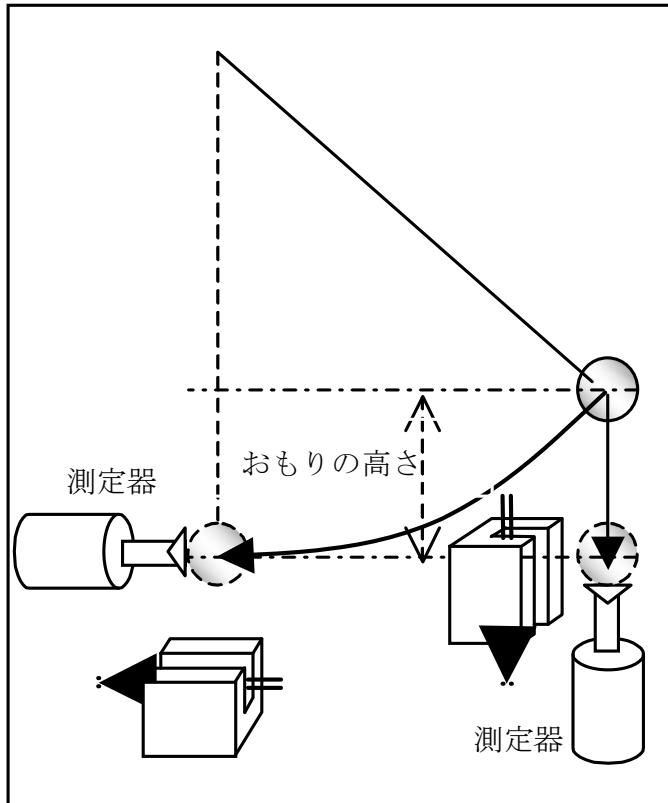
役割	仕事の分担 ○は協同の仕組み
0 仕組み	単元の見通しを持たせ、仕事内容を確認し、小集団で役割を決定することができる。 基礎実験をスムーズに行うため測定器の準備と実験方法を練習する。
リーダー	学習内容を声を出して読む。実験手順を確認する。考察の司会をする。
準備	基礎実験の準備。くい打ち込み測定器の準備。実験の補助
操作	基本実験の操作。速度測定器の準備。
1 記録	会話メモを取る。実験結果の測定と記録。黒板の表に記入する。記録用紙への記入確認。
1 仕組み	○会話メモ（実験に関する会話や発言の詳細な記録）を考察の話し合いに活用する。記録係にバインダーにはさんだ記録用紙配布。 ○全員で協力しなければ正確な実験ができない基礎実験を準備する。実験中に観たり感じたことを意識的に声に出すように指示をする。全小集団の基礎実験記録を表にまとめ、クラスの基準値を出す。
リーダー	学習内容を声を出して読み、内容を確認する。話し合いの司会を行う。実験要素の確認と理論マップ記入の進行役となる。
準備	記入用紙に全員が記入できたことを確認する。
操作	あんどろ君操作の補助をする。
2 記録	会話メモを取る。コンピュータの準備とあんどろ君の操作を行う。
2 仕組み	○理論マップをまわし読みし、基本となるものを選ぶことができる。 ○基本の理論マップをあんどろ君に記入しながらよりよいマップに仕上げることができる。 あんどろ君操作とあんどろ君でできることに見通しを持たせる。
リーダー	学習内容を声を出して読む。実験要素を決定する司会をする。実験要素と実験条件を相談し決める。予想の司会をする。
準備	必要な準備物を考える。用紙に全員が記入できたことを確認する。
操作	実験方法を中心に考える。あんどろ君操作の補助をする。
3 記録	実験図を中心に考える。記入を確認する。あんどろ君の操作を行う。実験要素を黒板の表に記入する。（実験要素調整のため）
3 仕組み	○実験の予想を話し合い、実験マップをあんどろ君に作成する。 ○協同学習改善の手立てとして、相互評価を行う。 ○実験方法を考えるにあたって項目ごとに個人の責任を持たせる。 実験要素を小集団ごとに決定する。クラスで偏りができないように調整する。 実験の見通しを持たせるために、用意できる実験器具を見せる。個人の持ち込みも可能

表 3.3.2 生徒に与えた役割と協同の仕組み（前項の続き）

4	リーダー	改善の手続きを声を出して読み、よりよい協同学習になるよう声をかける。 実験の手順を確認し、実験の進行役となる。 全員グラフ記入ができたことを確認し考察の司会をする。
	準備	実験器具の準備、測定器の準備、操作の補助
	操作	実験の操作。
	記録	会話メモを取る。結果の記録を取りメンバーに伝える。グラフ記入の指示をする。
仕組み	○改善の手続きを活用する。 作成できたグラフを写真に撮り、マップに貼り付ける準備をする。	
5	リーダー	話を的確に伝える10ヶ条声を出して読み確認する。 プレゼンテーションの役割を決め、チェックポイントを確認する。 あんどろ君の説明にあわせてブックマークを付ける場所の相談をする。
	準備	記入用紙に全員が記入できたことを確認する。
	操作	あんどろ君操作の補助をする。小集団プロフィールを作成する。
	記録	あんどろ君の操作を行う。グラフを貼り付ける。ブックマークを入れる。
仕組み	○予想される質問を個人で考え、共有させる。 ○実験マップに結果とグラフを貼り付け一つのマップに仕上げる。 ○小集団プロフィールの作成。 余裕があればプレゼンテーションの練習を行う。	
6	リーダー	学習内容を声を出して読む。小集団プロフィールを基に取材分担を行う。 情報交流の進行役になる。理論マップ完成へ向けて話し合いの司会を行う。
	発表と情報収集の役割分担	
	準備	実験器具の準備。発表と情報収集の役割分担
	操作	操作の説明。マップ作成の補助。発表と情報収集の役割分担
記録	発表時のあんどろ君操作と理論マップ作成。発表と情報収集の役割分担。会話メモを取る。	

表 3.3.2 生徒に与えた役割と協同の仕組み（前項の続き）

<p>仕組み</p>	<p>○一人ひとりに異なった内容の情報収集活動を行わずことにより、責任と自覚を持たせる。 ○他の小集団の実験結果を共有することにより、実験の精度を高め、考察に深みを持たせることができる。（クラスの協同を意識させる） ○プレゼンテーションの役割にしたがって発表する。 ○理論マップへの追加を行い、マップを完成させる。</p>
<p>リーダー</p>	<p>学習内容と報告書作成10ヶ条を声を出して読み確認する。 理論マップを確認し、発表に向けてブックマークを付ける場所の相談をする。 プレゼンテーションの役割を決め、チェックポイントを確認する。 テーマ設定の理由を示し記入の確認を行う。□ワンシート報告書の作成</p>
<p>7 準備</p>	<p>用紙の準備をする。全体の記入内容の確認をする。□ワンシート報告書の作成</p>
<p>8 操作 記録</p>	<p>実験方法と手順を示し記入の確認を行う。□ワンシート報告書の作成 実験図を示し記入の確認を行う。 あんどろ君の操作を行う。ブックマークを入れる。□ワンシート報告書の作成</p>
<p>仕組み</p>	<p>○あんどろ君の画面を印刷し、ワンシート報告書の用紙に活用する。 ○6時の実験交流の広場の役割分担と経験を生かし、あんどろ君コンクールに向けての発表の準備を行う。</p>
<p>リーダー 準備 操作 記録</p>	<p>発表を3分以内で行えるよう小集団をリードする。発表分担 発表分担、計時 発表分担 あんどろ君操作の補助 発表時のあんどろ君操作。発表分担。</p>
<p>9 仕組み</p>	<p>○プレゼンテーションの役割にしたがって発表する。 ○各小集団の理論マップファイルを1台のコンピュータに入れ、スムーズな発表が行えるように工夫する。 プロジェクターとスクリーンの用意 コンクール用集計用紙の準備</p>



- 基準値
おもり：100 g
高さ：10cm
ひもの長さ：30cm
- 測定器
- エネルギーの大きさをゴルフ
ティーが粘土にくい込む深さ
で測定する。

図 3.3.1 基礎実験の概要

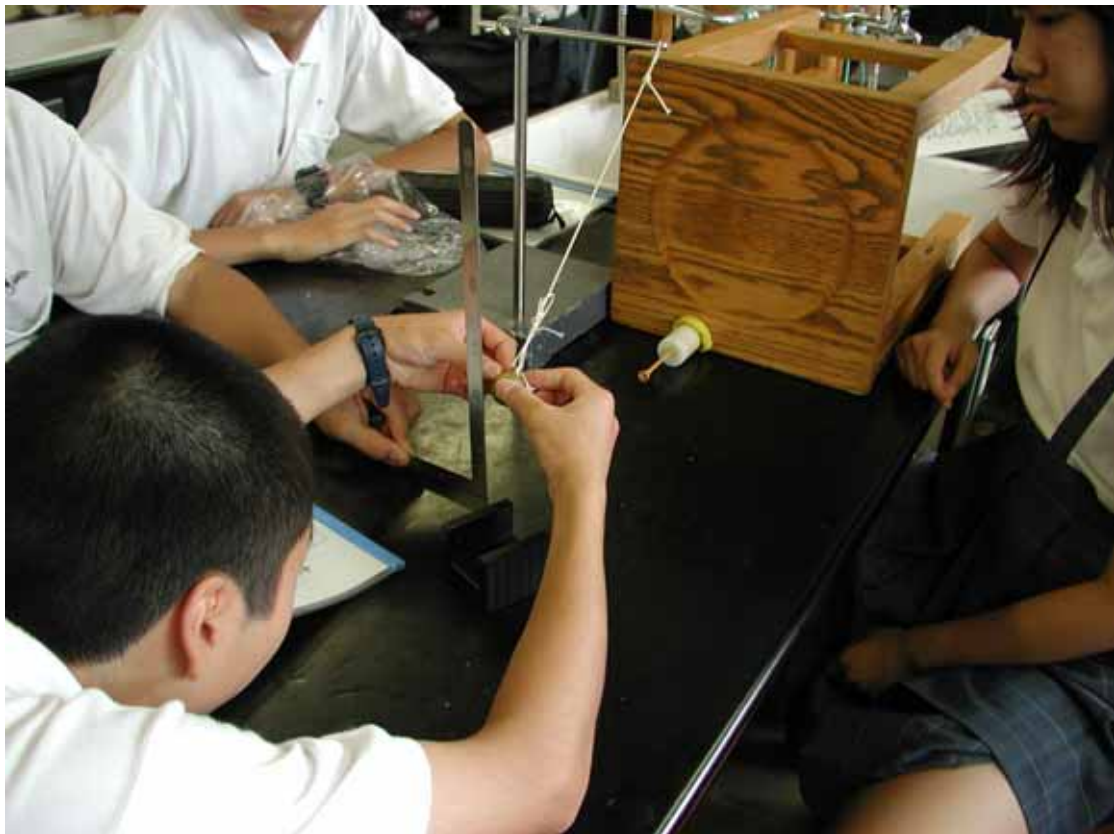


図 3.3.2 基礎実験の様子



図 3.3.3 実験開発の準備物



図 3.3.4 生徒による実験開発

表 3.3.3 小集団別に変化させる実験要素

	1組	2組	3組	4組
1A	おもりの高さ	おもりの形	おもりの重さ	
1B	ひもの長さ	ひもの長さ	おもりの重さ	
2A	おもりの素材	おもりの重さ	おもりの高さ	おもりの重さ
2B	おもりの速さ	おもりの高さ	おもりの体積	おもりの体積
3A	おもりの重さ	おもりの重さ	おもりの速さ	
3B	おもりの素材	おもりの体積	おもりが あたる面積	
4A	支点の変化	ひもの素材と 重さ	ひもの長さ	
4B	おもりの体積	おもりの速さ	おもりの形	
5A	おもりが あたる面積	おもりの体積	ひもの長さ	
5B	おもりの形	おもりの高さ と 速さ斜面	おもりの高さ (角度)	

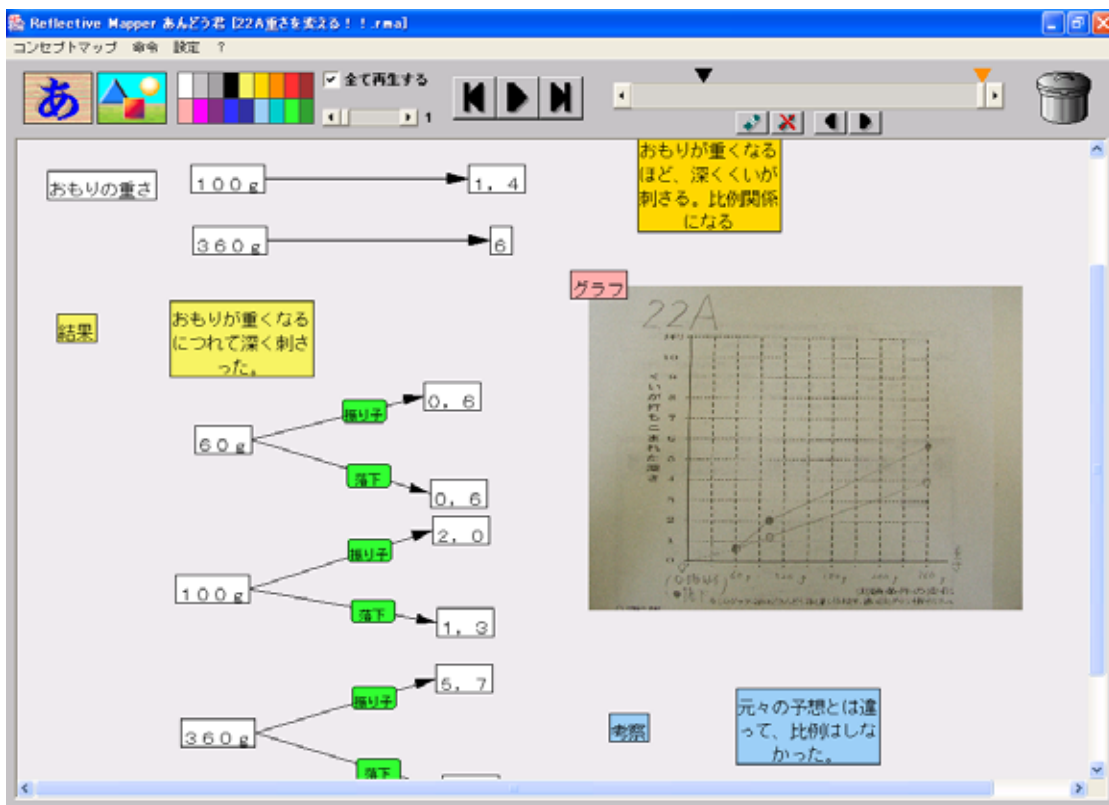


図 3.3.5 実験マップ

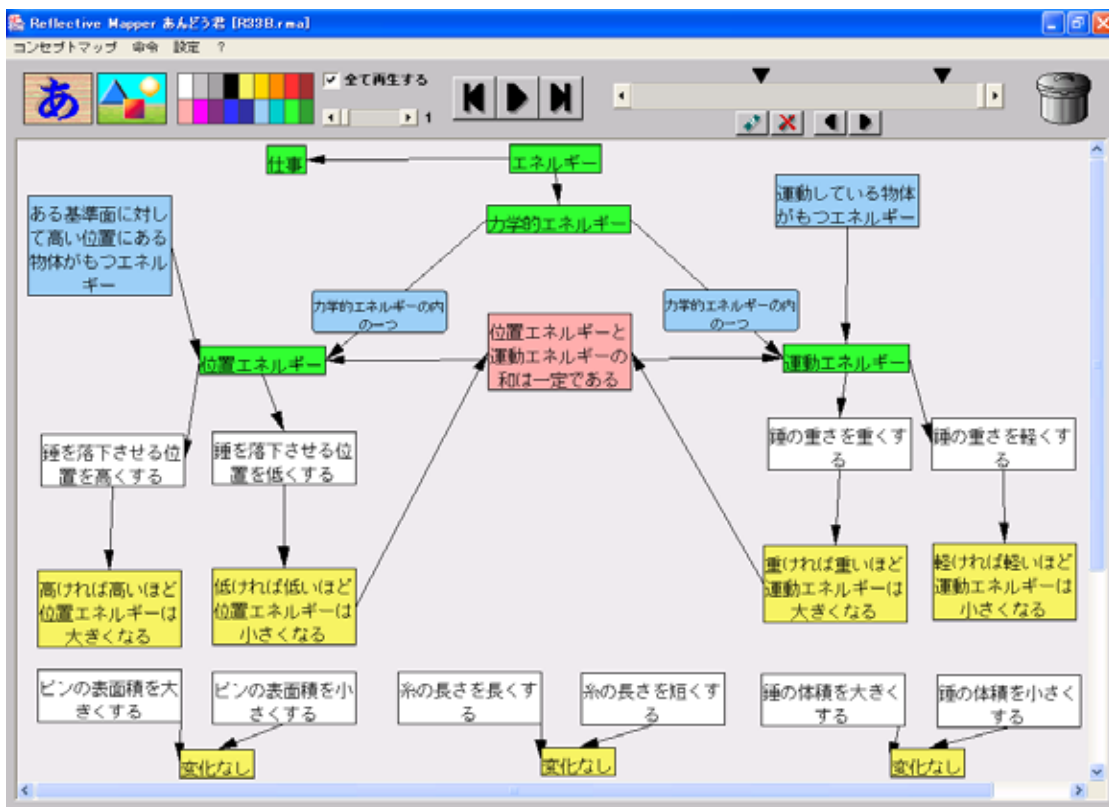


図 3.3.6 理論マップ

第2項 評価の方法

(1) 改善の手続きを用いた生徒評価による分析

(i) 対象

前述の国立大学附属中学校3年生の4学級(120名)を対象にして行われた。

(ii) 時期

理科の必修授業において、2004年7月8日に行われた。

(iii) 検討の方法

改善の手続きにおいて行なったよりよい協同学習に向けての提言の自由記述から検討を行なった。改善の手続きで行った活動は、小集団における協同学習の状況を相互評価し、その評価の違いから、一人では気づかない自分の良い点や悪い点に気づくことであった。続いて小集団の中で責任を持ち、よりよい協同関係をつくるには、これまでの活動の中で、何がよく、何が悪かったかをメンバー全員で話し合い、改善の提言を行っていった。このときに出された自由記述による個人評価を、協同学習の基本的構成要素にカテゴリー化し、一人1記述としてカウントしたものを、「あんどろ君」を使用しなかった前回の化学分野の実践と「あんどろ君」を使用した今回の物理分野の実践で比較検討を行った。ただし、「あんどろ君」の使用の有無にかかわらず、基本的構成要素のグループの改善の手続きに関する記入がなかったため、この要素を比較の対象からはずし、改善の手続き以外の4つの基本的構成要素においてのみ検討を行なった。

(2) 「あんどろ君」使用場面における相互行為分析

(i) 手続きと対象

筆者らを含む2~3名の観察者が、毎時間の授業を参加観察した。授業は、2台のVTRによって録画された。これら2台は無作為に抽出した1つのグループの生徒たちの言語的・非言語的行為を記録するものと、「あんどろ君」の作成画面を記録するものであった。このグループは全授業を通じて固定した。前述の国立大学附属中学校3年生の4学級(120名)を対象にして行われた。

(ii) 時期

理科の必修授業において、2004年6月4日から~7月8日の計10時間をかけて行われた。

(iii) 分析の方法

授業のビデオ記録に基づいて、「あんどろ君」を使用した授業場面から、議論や説明を行う相互作用に関するエピソード1つ、互いの成功を促進しあう相互作用に関するエピソード1つをそれぞれ抽出した。エピソードの作成にあたっては、該当箇所のビデオ記録から、言語的・非言語的行為、ならびに、「あんどろ君」の操作を文字化した。

(3) 動機付けの変化に関して

(i) 対象

前述の国立大学附属中学校3年生の3学級(120名)を対象にして行われた。

(ii) 時期

理科の必修授業において、2004年6月4日と7月8日に行われた。

(iii) 質問紙の内容

伊藤(1992)が作成した、生徒の学習動機の達成目標を尺度とする質問紙を用いて行った。方法は内発的動機付けに関わる9項目と外発的動機付けに関わる11項目、計20項目に解答することであった(表3.3.4)。回答の仕方は「かなりそう思う」、「ややそう思う」、「あまりそう思わない」、「まったくそう思わない」の4段階評定法であった。

(iv) 検討の方法

回答の「かなりそう思う」を4点、「ややそう思う」を3点、「あまりそう思わない」を2点、「まったくそう思わない」を1点と数値化し、内発的動機付けと外発的動機付けごとに合計し、その合計点の授業前と授業後の変化を、対応のある t 検定(両側検定)にかけた。

表 3.3.4 動機付けに関する質問紙の内容

質問：あなたは理科の授業や実験をどのような気持ちで受けていますか	
内発的動機付けに関わる質問 9 項目	外発的動機付けに関わる質問 11 項目
<ul style="list-style-type: none"> ・新しいやり方や解き方をみつけるのがおもしろいから ・むずかしいことに挑戦することがたのしいから ・新しいことを知ることができるから ・できるようになることがおもしろいから ・実験や問題をやることがおもしろいから ・わかることが楽しいから ・あたまを使うことが好きだから ・つまづきや失敗をのりこえることが楽しいから ・むずかしい問題が解けると感動するから 	<ul style="list-style-type: none"> ・友だちより良い点をとりたいから ・テストで良い点をとりたいから ・友だちにバカにされたくないから ・両親や先生にほめられたいから ・良い成績をとると自慢できるから ・両親や先生にしかられたくないから ・友だちに注目されたいから ・両親や先生に認めてもらいたいから ・ライバルに勝ったとき気持ちいいから ・通知表を良くしたいから ・将来よい学校に進みたいから

第3項 結果

(1) 改善の手続きを用いた生徒評価による分析

表3.3.5は、小集団で改善の提言をする前に、個人のふり返りを自由記述で行ったものを一人1記述とし、協同学習の基本的構成要素の方法や仕組みにカテゴリー化し、これを要素ごとに、小集団が協同学習を行う上で改善すべき点を表したものである。また、表3.3.6は「あんどろ君」を使用した今回の実践と、「あんどろ君」を使用しなかった前回の化学分野における実践を比較するために、協同学習の改善すべき点に関する集計結果を示している。グループの改善手続を除いた4つの基本的構成要素について χ^2 検定を実施した結果、人数の偏りは有意であった($\chi^2(3) = 15.10, p < .01$)。そこで、残差分析を行った結果、表3.3.7に見られるように、「対面的-積極的相互作用」については、「あんどろ君」を使用しなかった授業よりも、「あんどろ君」を使用した授業において人数が有意に少ないことがわかった。一方、「個人の責任」については、「あんどろ君」を使用した授業において人数が有意に多いことがわかった。

(2) 「あんどろ君」使用場面における相互行為分析

「あんどろ君」の機能の利用が対面的-積極的相互作用を活性化していたことを特徴的に示す相互行為過程のエピソードは、次の2つである。一つは、力学的エネルギー保存の法則を発見し理論マップに加筆修正を加えていくまでの過程で議論や説明を行う相互作用を活性化している場面である。もう一つは、発見した内容をクラス全体に発表するために、理論マップを最終調整し、小集団での思考過程を説明しやすいようにブックマークを付ける過程で、互いの成功を促進しあう相互作用を活性化している場面である。これらは、いずれも、情報交流で得られた情報をもとに理論マップの完成と発表の準備をする8時間目の授業場面から抽出されている。以下では、これらのエピソードにおける相互行為を記述・説明することを通して、「あんどろ君」の可視化・加除修正・再生機能の利用が生徒の対面的-積極的相互作用を活性化したかについて検討する。

(i) エピソード1：力学的エネルギー保存の法則の発見過程における議論や説明を行う相互作用の活性化

表3.3.8と表3.3.9には、力学的エネルギー保存の法則の発見過程における相互行為を示している。この授業における生徒たちの活動は、小集団での実験結果と、他の小集

表3.3.5 小集団が協力するうえで改善すべき点：「あんどろ君」使用

基本的構成要素	評価内容	人数
1 相互協力関係	協力する.	18
		計 18
2 対面的-積極的 相互作用	伝えることをきちんと伝える.	2
	声かけをする.	11
	意見を発表する.	6
		計 19
3 個人の責任	自分の役割・責任をはたす.	29
	自主的・意欲的に行う.	9
	与えられた実験を確実に行う.	3
		計 41
4 小集団での 対人技能	大きな声を出す.	2
		計 2
5 グループの 改善の手続き	該当ナシ	0
		計 0
その他	工夫をする.	5
	二度手間にならない.	2
	もっと丁寧にする.	2
	未記入・その他	30
		計 39

N=117, 単位は人.

表 3.3.6 協同学習の改善すべき点

基本的構成要素	「あんどう君」 未使用 (N=74)	「あんどう君」 使用 (N=79)
相互協力関係	14	18
対面的－積極的相互作用	35	19
個人の責任	19	41
小集団での対人技能	6	6
グループの改善手続き	0	0

単位は人

表 3.3.7 調整された残差

基本的構成要素	「あんどう君」 未使用	「あんどう君」 使用
相互協力関係	-0.55	0.55
対面的－積極的相互作用	3.06 **	-3.06 **
個人の責任	-3.25 **	3.25 **
小集団での対人技能	1.57	-1.57

** $p < .01$

団の実験結果から得た情報をもとに、力学的エネルギーに影響を与える実験要素を確認し、位置エネルギーと運動エネルギーの変換とその量的保存に関する規則性を導き出すというものであった。表3.3.8に示したエピソードにおいて、生徒たちは、「あんどろ君」の可視化機能や加除修正機能を利用し、力学的エネルギーの保存法則を見つけるための議論や説明を行う相互作用を活性化させていた。

まず、表3.3.8に即して、力学的エネルギー保存の法則を発見するための議論や説明を行う相互作用が活性化していたことを確認する。エピソードの序盤（07A1～15A2）では、位置エネルギーと運動エネルギーの変換とその量的保存に関する規則性とは何かをめぐる議論が行われていた。自分たちの小集団と他の小集団の実験結果について教師と一緒に確認した後（01T～06A2）、A1は、「エネルギーの量はでいいん」と他の生徒に質問した。この質問に対して、A2やA3やA4が意見を述べたり同意を示したりする、さらにA1が意見を述べる、というやり取りを経て、規則性が洗練・明確化されていった（08A2～13A4）。

エピソードの中盤（16A2～25A1）では、先に見出した規則性に関する文章をコンセプトマップ上にどのように表現すればよいかをめぐる議論が行われていた。「そのとき、エネルギーの量、総和は常に変化しない」（16A2）という言葉で、どのように表現すればよいかについてA1、A2、A3、A4がそれぞれ意見を述べたり反論を述べたりしていた（17A4～21A1）。そして、最終的には、新しいラベルを作り、矢印でリンクを張ることが決定されていった（22A2～25A1）。

エピソードの終盤（26A1～30A1）では、エネルギーの総和という場合の「総和」の意味の確認が行われていた。A1は、A2の意見にあった「総和」という言葉の意味がわからず、「「そうわ」ってなんや」とA2に質問した（28A1）。A2は、コンピュータ画面を見ながら、「そうわ」が「総和」に変換れたときに、「それでいい」（29A2）と意見を述べた。この意見を踏まえて、A1は納得を示していた（30A1）。

続いて、以上のような相互作用の活性化に対して、「あんどろ君」の可視化機能や加除修正機能の利用が寄与していたことを検討する。エピソードの序盤では、A1が「あんどろ君」の加除修正機能を利用して理論マップに加筆を始めることを契機とし、A1が他の生徒に質問していた。その後に引き続いて、規則性が何かをめぐる議論が行われていた。エピソードの中盤においても、「あんどろ君」の加除修正機能を利用して

A1が理論マップに加筆を始めることが相互作用の契機となっていた。また、「あんどろ君」の可視化機能を利用することによって、生徒の意見がコンセプトマップのラベルやリンクという形で可視化されていた。このため、A1, A2, A3, A4は、コンセプトマップに可視化されたことを指示・参照しながら、意見や反論を述べたりすることができていた。エピソードの終盤においても、「あんどろ君」の加除修正機能を利用してA1が理論マップに加筆を始めることや、可視化機能によって話し言葉が可視化されることを受けて、エネルギーの総和という場合の「総和」の意味を確認するやり取りが行われていたのである。

(ii) エピソード2：力学的エネルギー保存の法則の発表準備過程における互いの成功を促進しあう相互作用の活性化

表3.3.9には、力学的エネルギー保存の法則の発表準備過程における相互行為を示している。授業における生徒たちの活動は、力学的エネルギー保存法則を発見した後、クラス全体での発表に向けて準備することであった。表3.3.9に示したエピソードにおいて、生徒たちは、「あんどろ君」の再生機能を利用し、力学的エネルギー保存の法則についてよりよい発表を行うことを目的として、互いの成功を促進しあう相互作用を活性化させていた。まず、表3.3.9に即して、互いの成功を促進しあう相互作用が活性化していたことを確認する。A4が「次の時間発表しやすいようにブックマークを付ける作業します」(01A4)と発言し、コンセプトマップを再生し始めた。すると、A3は、よりよい発表ができるように、予想のところにブックマークをつけることを提案した(03A3)。A2は、このA3の意見に同意を示し、A3の提案が小集団の発表を成功させるための準備として重要であり、自らもそのブックマークを付ける箇所を探していると発言した(04A2)。引き続き、A1がコンピュータを操作しながらブックマークを付ける箇所を提案しつつ、A2, A3がそれにコメントするという形で相互行為が展開されていた(05A1～08A1)。いくつかのブックマークを付けた後、今度は、A4が、説明の順番を決めることを提案した(11A4)。A4の提案を受けて、他の生徒は、コンピュータ画面を見ながら、説明の順番を決めていった(12A1～13A3)。このように、生徒たちは、発表という小集団の共通の目標に向けて、互いの成功を促進する相互作用を活性化させていたのである。それでは、このような相互作用の活性化に対して、「あんどろ君」の再生機能は貢献していたのであろうか。

表3.3.8 エピソード1:位置エネルギーと運動エネルギーの関係を見つけていく過程における相互行為.

言語的・非言語的行為	「あんどろ君」の諸機能と操作
01T この状態をどう説明する.《振り子の揺れを示した後, おもりを振れの途中で止めている.》 《理論マップを全員がながめている.》	•理論マップを開く. 操作 A1 (マップを修正できる状態にしている.)
02A4 《左右の手を交互に上下させながら》こっちもこうなったらこうなって	
03A3 相互に入れ替わってる.	
04A1 《両手を前に出し, 交互に上下させながら.》() 位置エネルギーが運動エネルギーと入れ替わって入れ替わって.	
05A4 《同じく両手を交互にさせながら.》バタ足状態状態やな.	
06A2 オー, いいじゃない.	
07A1 《理論マップに追加記入を始める》エネルギーの量はでいいん	•理論マップに追加修正機能を用いて加筆を始める. 操作 A1
08A2 いいよ	
09A1 ……相互!	
10A2 入れ替わるねん《両手を体の前で左右に振る》	
11A1 エネルギーの量は相互に入れ替わるでいい.	•理論マップに言葉を確認しながら記入を続ける. 操作 A1
12A3 あ, そうそう.	
13A4 《拍手》そうそう	
14A3 《目の前で手を打ちながら A2 の肩をたたき》ピューと動いたら, 5cm のところで止まったら 5 で, 8cm のところで止まったら 8 になる.	
15A2 () 《A2 と A3 が互いに手でこぶしを作り, 振り子のまねをしている. A3 がこぶしを振り子の途中で止めるしぐさをし互いにうなずいている.》 《中略》	
16 A2 《操作画面に指をさしながら》そのとき, エネルギーの量, 総和は常に変化しない.	•マウスポインタを移動し, 指示された文章の入力を始めようとする. 操作 A1
17A4 どこに, 《画面を指しながら》ここ!	
18A3 《A1 の操作に対して》…縦に, チョットと左, チャウチャウチャウその横. 長なる文が.	
19A1 でも, しゃあない.	
20A4 いいね. いいね. でもここで作ってさ矢印したらあかんの. だって長かったら見にくいじゃん.	

表 3.3.8 エピソード1：位置エネルギーと運動エネルギーの関係を見つけていく過程における相互行為。(前項の続き)

21A1	A2 はどうするべきと思う.	
22A2	別に俺は, 多数決でいいわ.	
23A4	じゃあ, ここから矢印して別に作るの賛成の人. ハイ 《A1 と A4 が手を挙げる》	
24A3	俺はどっちでもいい.	
25A1	ハイ決定 《中略》	
26A1	で, なんて打つん. A2 さっき言ったこと忘れてへんよな.	
27A2	…そのとき, エネルギーの総和は…	
28A1	そうわ? そうわってなんや 《キーボードを操作しながら. 漢字変換している.》	
29A2	《総和の文字に変換されたところで》それでいい.	
30A1	なんやこれか.	・理論マップに加 除修正機能 を用いて修正 を始める. 操作 A1

A1:生徒 A1/ A2:生徒 A2/ A3:生徒 A3/ A4:生徒 A4/T:教師/A1・A2・A3・A4・Tの前に付した
数字:トランスクリプトの通し番号/《 》:非言語的の行為・註釈/!:語尾の音の上がり/
():聞き取り不明瞭



図3.3.8 理論マップに加筆をする様子

表3.3.9 エピソード2：力学的エネルギーの規則性を見つけ、
発表に向けて相談する過程における相互行為。

言語的・非言語的行為	「あんどう君」の諸機能と操作
01A4 次の時間発表しやすいようにブックマークを付ける作業します。	・再生機能を用いて、理論マップの再生を始める。操作 A1
02A1 ゆっくりもどすよ。 《全員が「あんどう君」の再生画面を見ている》	
03A3 とりあえず予想のところに戻しておいたほうがいいんじゃない。	
04A2 そうそうそこを捜してんね。	
05A1 これ	
06A3 ちゃう、まだやなあ。下がわからんからな。まだやな、もうちょっと。予想が完全にできたらなあ。	・再生作業のスピードをおとす。操作 A1
07A2 ア、そこそこ。OK ここ。一番みどりの。そこ。OK。	・再生を止める。操作 A1
08A1 《A3 がみどり色のラベルを指差している》 ほかには	・指定の位置に1つ目のブックマークをつけ、再び再生を始める。操作 A1。
09A1 《中略》	《中略》
10A3 後、最後につけるよ。 実験マップでは十分に説明できない状態やから、	・最後の部分にブックマークを付ける。
11A4 こっちの方でしっかり	操作 A1
12A1 説明の順番決めよ。 これが一番最初でしょ。こっちを説明する人と最後を説明する人と分けたら。	・理論マップの画面を最初のブックマークに戻す。
13A3 そこでの詳しい説明できなあかな。 発表を決めよ。	・次のブックマークを表示する。

A1:生徒 A1/ A2:生徒 A2/ A3:生徒 A3/ A4:生徒 A4/T:教師/A1・A2・A3・A4・Tの前に付した
数字:トランスクリプトの通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/
():聞き取り不明瞭

コンセプトマップを再生したりブックマークを利用したりすることで、ここでの相互作用が展開していたことから、「あんどう君」の再生機能は、互いの成功を促進しあう相互作用の活性化に貢献できていたと推察される。例えば、ブックマークをどこにつければ発表が成功するのかをめぐる相互作用（01A4～08A1）において、コンピュータ上ではコンセプトマップが再生されており、生徒たちはその再生過程を見ながら発言していた。また、説明の順番を決める際においても（11A4～13A3）、ブックマークを利用して該当箇所のコンセプトマップを表示し、その箇所を参照しながら、誰がどの箇所を発表すればよいかの相談が行われていたのである。

(3) 動機付けの変化に関して

表 3.3.10 は質問紙調査のデータと t 検定を行った結果である。外発的動機付けの質問 11 項目の平均点が単元実施前と実施後で 0.06 上昇したのに対し、内発的動機付けの質問 9 項目の平均点は 0.10 上昇している。以上のデータを用いて、全生徒を対象に対応のある t 検定を行った結果、外発的動機付けに有意差は表れなかった (*n.s.*)。しかし、内発的動機付けにおいては有意差が認められた ($p<.05$)。この結果から「あんどう君」を用いて協同学習を支援する実践は、内発的動機付けを高めたといえる。

表3.3.10 動機付けにおける合計点の平均と対応のあるt検定

	外発的動機付け		内発的動機付け	
	合計点	平均点	合計点	平均点
授業前	25.04	2.28	27.25	3.03
授業後	25.69	2.34	28.15	3.13
対応のある t 検定	有意差なし (<i>n.s.</i>)		有意差あり ($p<.05$)	

N=120

第4節 考察

本実験授業の目的は、協同学習の基本的構成要素の一つである対面的 - 積極的相互作用をより活性化することであった。そのために、思考の可視化や共有化を容易にし、さらに作成過程を再生することでリフレクションを可能にする再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」を授業に取り入れることによって、その学習効果を確認することである。確認の方法としては、授業前後の生徒の変容から(1)改善の手続きを用いた生徒評価によって分析するものであった。また「あんどろ君」によって対面的 - 積極的相互作用が活性化された特徴的な場面とその評価を(2)「あんどろ君」使用場面における相互行為分析によって確認することであった。さらに、(3)動機付けの変化の分析から、協同学習実施前後での生徒の態度面の変容を見ることであった。

その結果(1)に関しては、「あんどろ君」を用いた方が「あんどろ君」を使用せずに行った協同学習よりも、対面的 - 積極的相互作用を改善すべき点として挙げる生徒が明らかに減った。これは、「あんどろ君」を使用することによって支援や助言が行いやすくなり、課題に向けた討論がスムーズに行えることで、対面的 - 積極的相互作用が活発に行われたと捉えることができる。

出口ら (2005c) は、本研究で対象とした中学生に対して「あんどろ君」のブックマーク機能に特化した質問紙による主観的評価を実施している。その結果、ブックマーク機能を用いた再生機能は、生徒らが自らの思考過程を自覚したり、自らの思考過程を他者に説明するのに、効果的な機能であることがわかった。以上の結果と合わせると、協同学習における「あんどろ君」を用いた学習活動は、対面的 - 積極的相互作用を活性化する上で有効な道具ということができる。

続いて、「あんどろ君」を用いることによって、個人の責任を改善すべき点として挙げる生徒が有意に多くなったことに関して考察する。この結果は、協同学習の基本的構成要素として個人の責任を与える以外に、「あんどろ君」の操作や記入に関して役割分担を与えることによって、個人の責任に更なる負荷が加わったことに関連すると思われるが、詳しい検討は今後の課題としたい。

次に(2)「あんどろ君」使用場面における相互行為分析から、協同学習における「あんどろ君」の使用が対面的 - 積極的相互作用を活性化するのに効果的であったという

具体的な検証結果に関して考察する。これは表 3.2.1 にも挙げた「あんどう君」の機能と対面的 - 積極的相互作用の関係からも読み取れるように、「あんどう君」のそれぞれの機能が、議論や説明を行う相互作用と、互いの成功を促進しあう相互作用の両方を有効に支援した結果と捉えることができる。すなわち、「あんどう君」を用いて、自分の考えを可視化したり、考えの変化を加除修正したり、考えの変化の過程を再生することが、直接的に対面的 - 積極的相互作用の活性化に貢献していると捉えることができる。

最後に(3)動機付けの変化の分析から、内発的動機付けが、単元実施後に高まったことが確認された ($p < .05$)。今回の実践では、小集団の一人ひとりに実験の要素ごとに観点別役割分担を与え、責任を持って実験を観察するように要求した。もちろんその活動は、「あんどう君」の作成にも反映され、ラベルの作成からリンクを張る作業にいたるまで、小集団において対話による共通理解を必要とした。さらに「あんどう君」のリフレクション機能を用いて、小集団の考え方の履歴を他の小集団にわかりやすく説明する活動を行わせた。これらの小集団内、及び小集団間で行った対話の中には、力学的エネルギーの考察や結論に多少の差異や食い違いが見られた。これにより生徒たちは「どうしてだろう、何か変だ」という疑問と驚きの気持ちを持ち、認知的不協和が喚起された状態が見られた。この不協和は、生徒にもっと調べたい、よりよく説明したいという要求を生み、関心の高まりから、内発的動機付けが向上したものと思われる。

さらに「あんどう君」を用いることによって活性化された対面的 - 積極的相互作用によっても内発的動機付けが高まったものと思われる。ジョンソンらは対面的 - 積極的相互作用の効果として次のように述べている。「顔をつき合わせての相互作用を通して多様な社会的影響を経験できるし、多様なつき合い方をする機械に巡り合うことができる。そこでは援助や補助という活動が交わされる。仲間への責任を果たすこと、お互いの考えや結論に影響を与え合うこと、社会的モデリング、社会的支援、仲間認められる喜びなどはすべて、グループの仲間同士の対面的相互作用の増加にともなって多く見られるようになる」。言い換えるならば、内発的動機付けが高まった原因は、「あんどう君」を用いて協同学習を支援することによって、対面的 - 積極的相互作用が活性化された証明と捉えることができる。

以上から、「あんどろ君」を用いて協同学習を支援した今回の実験授業は、協同学習の基本的構成要素を用いた理科授業の改善に向けて、価値ある示唆を与えたといえることができる。

第4章 協同学習の基本的構成要素のすべてを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則の提案と分析

これまでの研究では、第1章で、単に協同学習を仕組むだけでは有効な効果を生み出すとは限らないとし、グループの構成や手続きを明確にしたジョンソンら(1998)によって提唱された協同学習の基本的構成要素に着目し、5つの基本的構成要素(1)相互協力関係、(2)対面的-積極的相互作用、(3)個人の責任、(4)小集団での対人技能、(5)グループの改善手続き、のすべてを取り入れた授業を実践した。その結果、通常の理科授業に比べて、実験の操作ミスや機器の破損などが減少する、授業1ヶ月後の理解が定着するなどの学習効果を確認した。その一方で、多くの生徒が主観的評価において「対面的-積極的相互作用」を最も改善すべき基本的構成要素として挙げており、この活性化が今後の課題であることが明らかにされていた。

続いて、第2章で(以下「テクノロジー使用実践」とする)では、対面的-積極的相互作用を活性化するために「テクノロジーを利用した思考の外化」が有効な手立てであるという仮説を立て、対面的-積極的相互作用のために思考外化テクノロジーを利用した授業を実施し、この仮説の検証を試みた。エピソード分析および生徒による主観的評価の結果、テクノロジーを利用した思考の外化が対面的-積極的相互作用を活性化するのに有効であったことがわかった。しかし、生徒の主観的評価の結果、協同学習の基本的構成要素のうち、「個人の責任」をより高める必要性を生徒が認識していることがわかった。

以上から、対面的-積極的相互作用のみに着目した協同学習へのテクノロジーの導入だけでは、5つの基本的構成要素全体を活性化するには至っておらず、この課題を克服するために、協同学習の5つの基本的構成要素のそれぞれを個別に活性化する方法ではなく、全体を同時に高め活性化させることが、この問題の克服には必要であると考えられた。

本章においては、まず第1節において、本章に関わる研究の問題の所在と目的を述べ、第2節において、協同学習の基本的構成要素全体を思考外化テクノロジーを活用することで高め活性化する手立てに関する理論的検討を行う。ここで協同学習の基本的構成要素のすべてを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則の提案を行う。そして、第3節

において、このデザイン原則を思考外化テクノロジーとして活用する「あんどろ君」に適応させて行った実験授業の結果と考察について報告する。

第1節 問題の所在と目的

ジョンソンら(1998)は小集団による学習が真の協同学習であるためには、5つの基本的構成要素が含まれていなければならないとし、さらに、教師は自らの役割として協同学習の基本的構成要素をどのように実践していったらよいかについて理解しておく必要があるとしている。すなわち、すべての基本的構成要素を同時に活性化するという課題を克服することを目的としたとき、5つの基本的構成要素すべてが導入されているだけでなく、協同学習を行う上ですべての基本的構成要素が有効にはたらくように、教師が理解し工夫を行う必要があると解釈できる。そこで研究の目的を協同学習の5つの基本的構成要素全体を活性化するために、思考外化テクノロジーの利用の仕方を明らかにすることと設定する。これは、テクノロジーを利用した思考外化が、対面的・積極的相互作用を活性化するのに有効であったことから、他の基本的構成要素の活性化にも効果が期待できるからである。

思考外化テクノロジーを用いてすべての基本的構成要素を活性化する試みは、これまでのジョンソンら(1998)に依拠した協同学習に関する従来の研究でも取り込まれたことがないものである。また、今後の理科授業において協同学習をベースとした授業を計画・実施する際に、より効果的な授業を保障するための示唆を与えるという意味で意義があると考えられる。

以下では協同学習の基本的構成要素のすべてを同時に活性化するために、思考外化テクノロジー利用の仕方をどのようにデザインすればよいのかの原則、すなわち「基本的構成要素を活性化するための思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則」を理論的に検討する。続いて、実際の理科授業を通してこの仮説的な着想を検証することでその有効性を明らかにする。最後に本研究から得られた知見を考察し、今後の課題を述べる。

第2節 協同学習の基本的構成要素全体をテクノロジーを活用することで高め活性化する手立てに関する理論的検討

前述したように、協同学習の基本的構成要素は(1)相互協力関係、(2)対面的・積極的相互作用、(3)個人の責任、(4)小集団での対人技能、(5)グループの改善手続き、という5つの構成要素から構成されている。以下では、これら5つの協同学習の基本的構成要素をそれぞれ高め活性化させる手立てについて理論的に検討する。

具体的には、ジョンソンら(1998)の協同学習理論に依拠し、5つの基本的構成要素の意味を確認する。続いて、理科教育学のみならず学習科学や教育学の隣接学問分野においてテクノロジーで協調的な学習を支援する目的で使用してきたCSCL(Computer Support for Collaborative Learning)に関する研究や、概念獲得やリフレクション支援を目的として使用されてきたテクノロジーの活用に関する国内の先行研究を検討する。それは、国内の研究が世界的なCSCL研究を日本の授業というコンテキストに適応させた、すぐれた研究群であることに依拠している。そして、それぞれの研究で採用されている個別的手立てを協同学習の基本的構成要素を高め活性化させるための手立てとして集約・統合し一般化を試みる。周知のようにCSCLにおける研究は協調的(Collaborative)な学習をサポートするものであり、本研究が依拠するジョンソンら(1998)の協同学習(Cooperative)とは厳密には異なっている。一般には、Stahl,G.et al.(2006)が示すように、CSCLの協調学習が相互依存性に重点を置いていることに対して、ジョンソンら(1998)がいう協同学習では役割分担が強調されている。しかし、本研究では、両者とも複数のメンバーが協力して同一の目標を成し遂げるという意味では重複しており、協同学習におけるテクノロジーの活用方法の検討に際して、貴重な示唆を得ることができるとみなしている。

以上の検討の結果得られたものが、表4.1.1の「協同学習の基本的構成要素を活性化するための思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則」である。こうして一般化されたデザイン原則は、協同学習の基本的構成要素を全体的にそして同時に高め活性化させるための理論とみなすことができる。

表 4.1.1 テクノロジーを用いて協同学習の基本的構成要素を活性化するためのデザイン原則

基本的構成要素	デザイン原則	ジョンソンの理論 (学習の輪より)	テクノロジー使用に関する 理論的検討(活用の仕方)
相互協力関係	学習者相互の思考をテクノロジーを用いて外化し、互いに学び合う関係を意識しなければならない。	資料を共有し、互いに援助し合う。相補的役割を配分する。仲間の学習や成功にどれほど貢献できたか検討させる。	テクノロジーを用いて思考を外化することで、互いの活動状況を確認し、個々の活動と関係を持たせながら互いに学び合う学習場面での活用が必要である (稲垣ら, 2006 ; 鈴木ら, 2002)。
対面的 — 積極的 相互作用	外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うとともに、学習者相互の役割の遂行について互いに助言し合わなければならない。	仲間の学習への努力を援助し、支援し、励まし合う。学習した概念の意義を議論する。与えられた課題を達成するために互いにフィードバックを与え合う。	テクノロジーを用いて思考を外化することでお互いに共有し、学習者間の議論や相互作用を支援する目的で活用することで効果を発揮する(三宅, 2002 ; 望月ら, 2004 ; 清水ら, 2005 ; 杉本ら, 2002)。
個人の責任	外化された思考を参照して、学習者自身の分担内容を確認し、小集団への貢献について振り返らなければならない。	学習したことを教え、知っていることを説明する。自分の割り当て分をこなそうという個人的責任感を持たせる。どのメンバーも最終成果に対して責任感を持っている。	テクノロジーを用いて説明したり、互いの貢献度を評価することで、個人の小集団への関わりや、小集団における考え方の変化の過程を振り返らせる活動が可能になる(望月ら, 2004 ; 山口ら, 2002)。
小集団での対人技能	外化された思考を参照して、他者に質問しなければならない。	正確で明確なコミュニケーションをする。メンバーの要約を修正したり、つけ加えることで、正確さを追求する。学習していることと、すでに知っている別のことを関連づける。	テクノロジーを用いて、互いの考えを正確に伝え、他者の考えをよりよく理解することができる。外化されることから、互いの意見に反論したり質問を行う学習活動に効果的で、より建設的な討議を進める場面での活用が期待される(杉本ら, 2002 ; 竹中ら, 2005)。
グループの改善手続き	小集団の協同の仕方を振り返るとともに、小集団の協同の仕方の問題点について話し合わなければならない。	仲間同士がうまく課題に取り組めるような関係を意識させる。メンバーが自分の参加の善し悪しを確認できる。グループの成功を喜び、仲間の積極的な行動を引き出す。	テクノロジーを用いて互いの学習活動を振り返り、協力関係を確認することでよりよい協同関係を反省的に議論し、改善の意見を求める学習場面での活用が必要である(大黒ら, 2006 ; 望月ら, 2005)。

第1項 相互協力関係を活性化するためのデザイン原則

ジョンソンら(1998)によれば相互協力関係とは、資料を共有し、互いに援助し合い、協同の成功を喜び合うことを通して仲間全員が最大の学習成果を上げられるように、スモールグループで一緒に学ぼうという状況を作りあげていくこと。そのために相補的役割(読み手係、チェック係、激励係、推敲係)を配分するといった工夫を加えることをいう。また、生徒たちが自分も含めた仲間の学習や成功にどれほど貢献できたか、その確信の程度を検討させることを意味する。すなわち、共通の目標を達成するために小集団の構成員が資料を共有したり、役割を分担しながら互いを意識し作業をする状況をいう。

この相互協力関係を高め活性化するためには、どのようなテクノロジーの活用が有効であろうか。例えば、稲垣、山口ら(2006)は、創発的分業支援システム Kneading Board を用いて、協調的な学習を実施し、学習者の中で分業が創発的に行われていたことを実証的に検証している。ここで分業を創発し継続させるためには、他の学習者の学習活動が可視化されたり、その活動にアクセスできたりすることで、知識の相互参照や練り上げが促進されるとしている。また、鈴木ら(2002)は、創発的分業を支援する CSCL システムの要件として、学習状況の把握、他者の作業状況の把握、他者が自分を見ていることの把握の3点を挙げている。稲垣ら、鈴木らが言う分業は、相互協力関係で言う役割りを分担することであり、その活動を活性化するには他者の学習活動における思考が見えるようにし、その活動に関わることが必要だとしている。

この先行研究の知見を踏まえると、ジョンソンら(1998)のいう相互協力関係を活性化させるためには、互いの活動状況を確認し、個々の活動と関係を持たせながら互いに学び合うために思考外化テクノロジーを活用することが必要であると考えられる。

以上から、「学習者相互の思考をテクノロジーを用いて外化し、互いに学び合う関係を意識しなければならない」というデザイン原則を導き出すことができる。

第2項 対面的 - 積極的相互作用を活性化するためのデザイン原則

ジョンソンら(1998)によれば対面的-積極的相互作用とは、仲間の学習への努力を援助したり、補助したり、支援したり、励ましたり、褒めたりし合うことで生徒が互いの成功を促進し合うという機会であり、どうやって問題を解くのかを声にだして説明し

たり、学習した概念の意義を議論したり、自分の知識をグループの仲間に教えたり、今学んでいることが以前学んだこととどうつながっているのかを説明したりする活動をいう。また、与えられた課題を達成したり責任をはたしたりするために互いにフィードバックを与え合うこととしている。すなわち議論や説明を行う相互作用と互いの成功を促進しあう相互作用の2つを意味している。

この対面的ー積極的相互作用をテクノロジーを用いて活性化する手立てについては第3章で論じたように、思考を外化することが、課題解決に向けた、積極的な議論や説明を活性化させる要因であることを三宅（2002）、清水ら（2005）の先行研究から理論的に導き出している。また、望月ら（2004）、杉本ら（2002）の先行研究から、同じく思考を外化することが、生徒間の援助や共感を引き出し、互いの成功を促進しあう一つの手立てとなりうる可能性を見出している。さらに第3章で述べた「あんどう君」を用いた研究では思考の外化の他に、思考過程を再生することが対面的ー積極的相互作用を活性化させる有効な方法として見出せている。これは、「あんどう君」の再生機能を用いて発表活動を計画したときの学習活動から見出せた知見である。

すなわち対面的ー積極的相互作用を活性化するためには、テクノロジーによって外化された思考を参照しながら、学習者が議論や説明を行ったり、互いの成功を促進しあったりすることが求められると考えられる。

以上から、デザイン原則として「外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うとともに、学習者相互の役割の遂行について互いに助言し合わなければならない」を設定できる。

第3項 個人の責任を活性化するためのデザイン原則

ジョンソンら（1998）によれば個人の責任とは、自分の学習したことを他の誰かに教えさせること、自分の知っていることをグループに説明させること。そして、グループの仕事のうちの自分の割り当て分をきちんとこなそうという個人的責任感を各生徒に持たせることとしている。また、どの程度各メンバーの努力が貢献しているかが明確で、課題と無関係な活動が除かれ、どのメンバーも最終成果に対して責任感を持っている。すなわち、個人の責任とは役割分担としての責任であり、集団の中で各自が主役であるという意識を持ち、それが貢献度として評価されることを意味している。

この個人の責任を高め活性化するためには、どのようなテクノロジーの活用が有効であろうか。例えば、望月ら（2004）は、CSCLにおける協同学習に参加している学習者の発言データをもとに、学習者自身がその学習コミュニティのコミュニケーション活動を評価するための方法としてコレスポネンシ分析を用いて可視化を行っている。その結果、知覚マップによって、コミュニティの話題の分担や、学習者一人ひとりの知識共同体への関わりの状態が示され、自分や他者の興味関心に対する内省や気づきを促進し、学習者間の議論を活性化する可能性を示している。また、山口ら（2002）は、再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」を用いて、複数の学習者に1枚のコンセプトマップを協同で作成させることを可能にしている。この「あんどろ君」を小学校第5年生「もののとけ方」の単元に導入し、再生機能を用いて協同でコンセプトマップの作成過程を再生することで、思考過程の内省が誘発され、学習者相互の理解を吟味しあえる対話が促進されたとしている。

すなわち、個人の責任を自覚させ高めるためには、学習者個人あるいは学習者間の貢献度を評価しフィードバックさせる必要性から、学習活動における思考の可視化やその過程を再生できる機能をもったテクノロジーが必要といえる。またこの機能を用いて説明したり、互いの貢献度を評価することで、個人の小集団への関わりや、小集団における考え方の変化の過程をふり返らせる活動が可能になると考えられる。

これらのことから、テクノロジーを用いて互いの貢献度を確認したり評価したりすることで、個人の小集団への関わりや小集団における考え方の変化の過程をふり返らせる活動が可能になり、その結果としてジョンソンら（1998）のいう個人の責任を活性化すると考えられる。

以上から、「外化された思考を参照して、学習者自身の分担内容を確認し、小集団への貢献についてふり返らなければならない」というデザイン原則を導き出すことができる。

第4項 小集団での対人技能を高めるためのデザイン原則

ジョンソンら（1998）によれば小集団での対人技能とは、正確で明確なコミュニケーションをすること。メンバーの要約を修正したり、重要な情報をつけ加えたり、まちがって要約された意見や事実を指摘して、正確さを追求すること。そして、学習している

ことと前に習った教材やすでに知っている別のことを関連づけて、推敲を高めることを意味している。すなわち、人が生まれつき持つことのない相互交渉の仕方を、生徒に集団的技能や社会的技能として与えることを意味しており、そうすることで互いを知り信頼し合い、正確かつ明瞭に意思の疎通を図ることで対立を建設的に解決することである。

この小集団での対人技能を高めるためには、どのようなテクノロジーの活用が有効であろうか。例えば、杉本ら（2002）は、学習者の発言を促すリード文や、会話の流れが図式的に表現することで、建設的な会話が苦手な学習者を気楽に会話に誘いながら、次第に建設的な会話を展開できるような「建設的会話支援システム」を開発している。これを中学校の理科授業に導入し、学習者の参加意識が高まり、学習者同士の会話が建設的になったとしている。また、竹中ら（2005）は、自分の考えや実験結果についてノートを作成するとともに、他の学習者が作成したノートを閲覧したり、他者のノートに質問や反論を書き込んだり、それに対して解答したりすることができる Web Knowledge Forum を活用した実践を行っている。この実践から学習者間におけるネットワーク上の相互作用が活性化されると同時に、そのオンライン上の相互作用がリソースとなり、オフライン上の相互作用が促進されたことを明らかにしており、対面のコミュニケーションにまで発展する可能性が示唆されている。

すなわち、小集団の対人技能を高めるための要件として、討議の流れや個人の考えを正確に外化する機能がテクノロジーに必要といえる。この機能を用いて、互いの考えを正確に伝え、他者の考えをよりよく理解することができる。さらに話し合いの過程が外化されることから、互いの意見に反論したり質問を行う学習活動に効果的で、より建設的な討議を進める場面での活用が期待される。

これらの先行研究より、ジョンソンら（1998）のいう小集団の対人技能を活性化するためには、テクノロジーに外化された思考を参照しながら互いの意見に反論したり、質問するなど、外化された思考が建設的な討議を進めるのに有効に活用できると考えられる。

したがって、テクノロジー利用のデザイン原則として「外化された思考を参照して、他者に質問しなければならない」を導き出すことができる。

第5項 グループの改善手続きを活性化するためのデザイン原則

ジョンソンら（1998）によればグループの改善手続きとは、学習グループの中で仲間

同士がうまく課題に取り組めるような関係を維持するよう意識させ、メンバーが自分の参加の善し悪しを確認できるようにすること。そして、グループの成功を喜び合う機会ができ、仲間の積極的な行動を引き出すこととしている。すなわち、グループの改善の手続きは、グループが目標を達成した際のメンバーの協力的な貢献が有効であったか否かを明らかにし、改善を図ることである。

このグループの改善手続きを高め活性化するためには、どのようなテクノロジーの活用が有効であろうか。例えば、大黒ら（2006）は、再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」を用いて協同学習を支援する取り組みを中学校1年生「大気と圧力」の単元で実施している。その結果、学習活動における思考の過程を可視化し再生することが小集団の学習活動をふり返り、改善の手続きにとって有効であるという生徒評価を得ている。また望月ら（2005）は電子会議室で協調学習を行う学習者が発言している議論の内容とプロセスを可視化するソフトウェア*i-Bee*を開発し、各学習者がどのようなキーワードをもとに発話したのか、相互関係をまとめたマップやその変化を提示しその有効性を検討した。その結果、学習者が*i-Bee*を見ることで、自分自身や他の学習者の議論への関わりや、その時点までの関わりの変化の特徴に気づくことから議論へのかかわりのリフレクションを促すとしている。

ここでいう気づきやリフレクションとは、互いの学習活動をふり返り、相互の協力関係を確認することでよりよい協同関係を反省的に議論することにつながるものである。思考外化テクノロジーを利用することで、こうした気づきやリフレクションが促進されるのである。

この先行研究の知見を踏まえると、デザイン原則として「小集団の協同の仕方をふり返るとともに、小集団の協同の仕方の問題点について話し合わなければならない」を導き出すことができる。

以上、協同学習の基本的構成要素を外化支援テクノロジーを用いて高め活性化するためのデザイン原則に関する理論的検討を行ってきた。このデザイン原則を基に学習活動と使用するテクノロジーに沿った、より具体的な活用方法を検討し実験授業を展開する。

第3節 思考外化テクノロジーとしての「あんどう君」の活用方法

本実験授業の目的は、前章で見出された「学習者の学習活動における思考や思考過程をテクノロジーで外化することが、協同学習の基本的構成要素全体を同時に高め活性化するための有効な手立てになりうる」という仮説的な着想について、協同学習の基本的構成要素ごとにデザイン原則を立て、実際の理科授業を通して検証することである。具体的には協同学習を経験した生徒を対象として、可視化・再生機能を持ったテクノロジーを協同関係の中で活用することで、協同学習の基本的構成要素全体を同時に高め活性化するための有効な手立てになるか否かを検討する。

本実験授業では、第3章で使用したテクノロジーと同様に、コンセプトマップをデジタル化したソフトウェア「あんどう君」を使用する。稲垣ら（2001）によって開発された「あんどう君」は、協調的な学習環境における、学習者の思考過程の外化を支援する立場から、可視化機能と加除修正機能、及び再生機能を実装したもので、さらに今回の実践からより細かな可視化を支援するためにメモ機能も加えられており、本実験授業に必要な機能をすべて満たしたテクノロジーといえる。

図4.3.1は「あんどう君」のインターフェースと機能の概略を示したものである。「あんどう君」の可視化機能は、学習者の思考をラベルや図を用いて表す機能である。再生機能は、コンセプトマップの作成過程を自動的に保存し、作成途中でも随時、その作成過程を再生することができる機能である。加除修正機能とは、作成過程の任意の時点までアンドゥすることによってさかのぼり、加除修正できる機能である。メモ機能とは、ラベルやリンクワードだけでは十分に書き込むことができなかつたラベルの意味やリンクを張った理由などを自由に書き込むことができる機能である。

「あんどう君」を協同関係の中で用いる方法としては、4人1組で「あんどう君」を使用させ、協同で1つのコンセプトマップを作成するという目標を持たせる。その上でコンセプトマップの作成や活用場面において、互いに関連性の高い役割分担と責任を持たせるこれにより小集団の個々の動きを意識させ、他のメンバーの活動状況を見えやすくする工夫を行う。またコンセプトマップに可視化される思考過程を表示、再生することによって学習活動の一連の作業の可視化を行い、ふり返り活動を行う学習場面を設定する。

実際、山口ら（2002）、鈴木ら（2005）、稲垣、舟生ら（2006）は、「あんどう君」

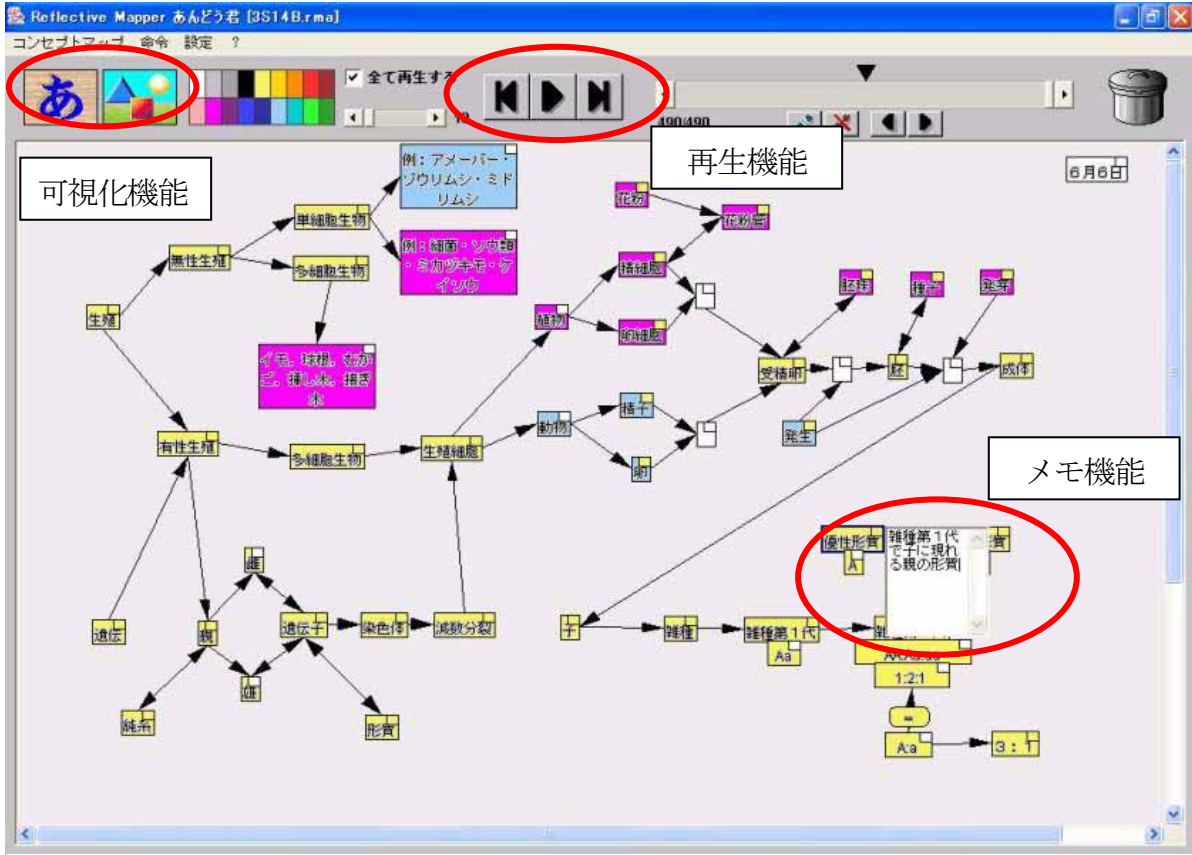


図 4.3.1 「あんどう君」のインターフェースと機能の概要

を協調学習に取り入れることによって、学習者の内省や対話を効果的に支援できると報告している。

第1項 デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の利用

表4.3.1に前章で見出された仮説的な着想を協同学習の基本的構成要素ごとに検討したデザイン原則と「あんどろ君」の機能及び活用方法との関係を示す。

(1) 相互協力関係

デザイン原則に従えば、相互協力関係とは、学習者相互の思考をテクノロジーを用いて外化し、互いに学び合う関係を意識しなければならない。そのための「あんどろ君」の活用方法としては、まず可視化機能を用いることで、ラベルやリンクとしてコンセプトマップを作成し、その表現された学習内容に関する重要語句の「関連性」、メモとして表現された学習内容に関する重要語句の「意味」を相互に見合うことである。さらに、再生機能を用いてコンセプトマップを再生して、ラベル・リンク・メモとして表現された重要語句の関連性や意味の変化を相互に見合うことで互いに学び合う関係を意識し合うことである。

(2) 対面的 - 積極的相互作用

続いて、対面的 - 積極的相互作用におけるデザイン原則は、外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うとともに、学習者相互の役割の遂行について互いに助言し合わなければならないことをいう。

まず可視化機能の活用方法としては、重要語句の関連性と意味を体系的に整理したコンセプトマップを完成させるために、ラベル・リンク・メモを見ながら、自分が担当していない関連性や意味について修正意見を述べることである。これにより互いに助言する関係が意識でき、さらにこれらの修正意見に基づいて、重要語句の関連性と意味の整理の仕方について議論を行う。また、再生機能の活用ではコンセプトマップを再生して、修正意見を述べたり議論したりする。そうすることで互いの意見や話し合いの過程が見えやすくなり、より課題達成に向けた話し合いを行うことができる。

(3) 個人の責任

3点目に個人の責任におけるデザイン原則とは、外化された思考を参照して、学習者自

身の分担内容を確認し、小集団への貢献について振り返らなければならないことである。以上を実現するための「あんどう君」の活用方法は次のように解釈できる。

まず可視化機能を用いて、ラベル・リンク・メモとして自分が表現した重要語句の関連性や意味について見直すことで責任分担を確認することである。さらに、再生機能でコンセプトマップを再生して、自分が表現した重要語句の関連性や意味について見直すことで、学習過程における個人の役割りが意味のある活動であったかどうかを振り返ることである。

(4) 小集団での対人技能

4点目に小集団での対人技能におけるデザイン原則とは、外化された思考を参照して、他者に質問しなければならないことである。そのために可視化機能や再生機能を用いてラベル・リンク・メモとして、他者が表現した重要語句の関連性や意味を見たり再生しながら、他者に質問することでより正確かつ明瞭に意思の疎通を図ることができる。すなわち他者の意見をよりよく読み取る技能として活用することである。

(5) グループでの改善手続き

最後にグループでの改善手続きにおけるデザイン原則とは、小集団の協同の仕方を振り返るとともに、小集団の協同の仕方の問題点について話し合わなければならないことである。まず可視化機能を用いて、ラベル・リンク・メモを見ながら、個人の活動と相互の協力関係についてよかった点と悪かった点について話し合う。そして、再生機能を用いてコンセプトマップを再生しながら、個人の活動と相互の協力関係について、よかった点と悪かった点について話し合う。これらの活動を通して、小集団における個人の活動を相互に反省的に振り返り、有用な行為はより発展させ、無用な行為は建設的に改善するという話し合いが可能となる。

表 4.3.1 協同学習の基本的構成要素を活性化するデザイン原則と「あんどう君」の活用方法

基本的構成要素	デザイン原則	「あんどう君」の活用方法
相互協力関係	学習者相互の思考をテクノロジーを用いて外化し、互いに学び合う関係を意識しなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・（可視化）ラベルやリンクとして表現された学習内容に関する重要語句の「関連性」、メモとして表現された学習内容に関する重要語句の「意味」を相互に見合う。 ・（再生）コンセプトマップを再生して、ラベル・リンク・メモとして表現された重要語句の関連性や意味の変化を相互に見合う。
対面的・積極的相互作用	外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うとともに、学習者相互の役割の遂行について互いに助言し合わなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・（可視化）重要語句の関連性と意味を体系的に整理したコンセプトマップを完成させるために、ラベル・リンク・メモを見ながら、自分が担当していない関連性や意味について修正意見を述べる、これらの修正意見に基づいて、重要語句の関連性と意味の整理の仕方について議論する。 ・（再生）コンセプトマップを再生して、修正意見を述べたり議論したりする。
個人の責任	外化された思考を参照して、学習者自身の分担内容を確認し、小集団への貢献について振り返らなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・（可視化）ラベル・リンク・メモとして自分が表現した重要語句の関連性や意味について見直す。 ・（再生）コンセプトマップを再生して、自分が表現した重要語句の関連性や意味について見直す。
小集団での対人技能	外化された思考を参照して、他者に質問しなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・（可視化）ラベル・リンク・メモとして表現された重要語句の関連性や意味を見ながら、他者に質問する。 ・（再生）コンセプトマップを再生しながら、他者に質問する。
グループの改善手続き	小集団の協同の仕方を振り返るとともに、小集団の協同の仕方の問題点について話し合わなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・（可視化）ラベル・リンク・メモを見ながら、個人の活動と相互の協力関係についてよかった点と悪かった点について話し合う。 ・（再生）コンセプトマップを再生しながら、個人の活動と相互の協力関係についてよかった点と悪かった点について話し合う。

第4節 実験授業4（生物分野）

第1項 授業内容

(1) 対象

生物分野を導入した実験授業は、兵庫県内の国立大学附属中学校3年生の3学級（117名）を対象に行われた。いずれの生徒も、1,2年生時より、協同学習の基本的構成要素を取り入れた協同学習を経験しており、「あんどろ君」の使用経験もあった。

(2) 時期

理科の必修授業において、2007年5月から6月にかけて計10時間で行われた。

(3) 環境

実験授業は対象校の第2理科室と普通教室で行われた。

小集団の構成は、クラスにおいて学級活動を行うために編成された8人1組の班を2分した4人を一組とする小集団で行った。その4人がそれぞれ、進行係、要約係、操作係、確認係を、小集団で相談により決定し担当した。実験授業において使用したノート型コンピュータは、各小集団（4人）に1台の計10台で、その操作にあたっては（指示係、キーボード係、マウス係、確認係）を小集団ごとに相談によって決定しそれを固定した。

(4) 単元名

実施した単元は、中学校理科第2分野で「生殖と遺伝を極める」（全10時間）を設定して行った。

(5) 授業の流れ

授業は1時間単位、計10時間で行った。授業の方法としてはノートテーキング指導を取り入れた。ノートテーキング指導とは、教科書を読み込む、教師の説明を聞く、板書を写す等の授業全般の学習活動後、生徒が重要と思う語句を抽出し、整理し、関連付けを行なう一連の作業として位置づけた。生徒は抽出した語句をラベルとしてコンセプトマップに表し、語句の意味や抽出した意味をラベルのメモ機能に記入した。また、抽出したラベルをリンクすることにより概念構造を明らかにしていった。以上の活動を協同で行うために、デザイン原則の基づいた「あんどろ君」の活用を行った。

単元の概要は以下の通りであった。

- (i) 「生殖：読み込み」個人で教科書を読み、重要な語句に印を付ける。教師の説明を受け作成した授業用ノートの重要な部分に印を付ける。
- (ii) 「生殖：抽出と関連付け」個人で印を付けた語句や文を関連付け、選んだ理由を記入する。
- (iii) 「生殖：選択と関連付け」協同ですでに選んだ語句や文から相談によって選択し過不足を調整する。調整された語句や文を「あんどろ君」に記入し、関連付け、メモを記入する。このコンセプトマップを生殖マップとする。
- (iv) 「遺伝：読み込み1」個人で教科書を読み、重要な語句に印を付ける。教師の説明を受け作成した授業用ノートの重要な部分に印を付ける。
- (v) 「遺伝：形質の観察実験」協同でウスイマメを用いて形質を観察し、形質ごとに出現する割合を求め、メンデルの法則と比較する。
- (vi) 「遺伝：読み込み2」個人でメンデルの法則について説明を受け、作成した授業用ノートの重要な部分に印を付ける。
- (vii) 「遺伝：選択と関連付け」。個人で印を付けた語句や文を関連付け、選んだ理由を記入する。
- (viii) 「遺伝：選択と関連付け」協同ですでに選んだ語句や文から相談によって選択し過不足を調整する。調整された語句や文を生殖マップと同じ画面に記入し、関連付け、メモを記入する。ここで作成したコンセプトマップを遺伝マップとする。生殖マップと遺伝マップを関連付ける。
- (ix) 「生殖と遺伝：学び直し」協同で生殖と遺伝の関係を説明する。説明の方法は「あんどろ君」の印刷機能を用いて作成したマップとメモの一覧(図4.4.1, 4.4.2)を参照し、互いに説明活動を行う。また、「あんどろ君」の再生機能を用いて学習内容のふり返しを行う。不備が見つかった場合は修正を行う。
- (x) 「生殖と遺伝：まとめと確認」「あんどろ君」の印刷機能と再生機能を用いて学習活動のふり返しを行う。評価活動を行う。

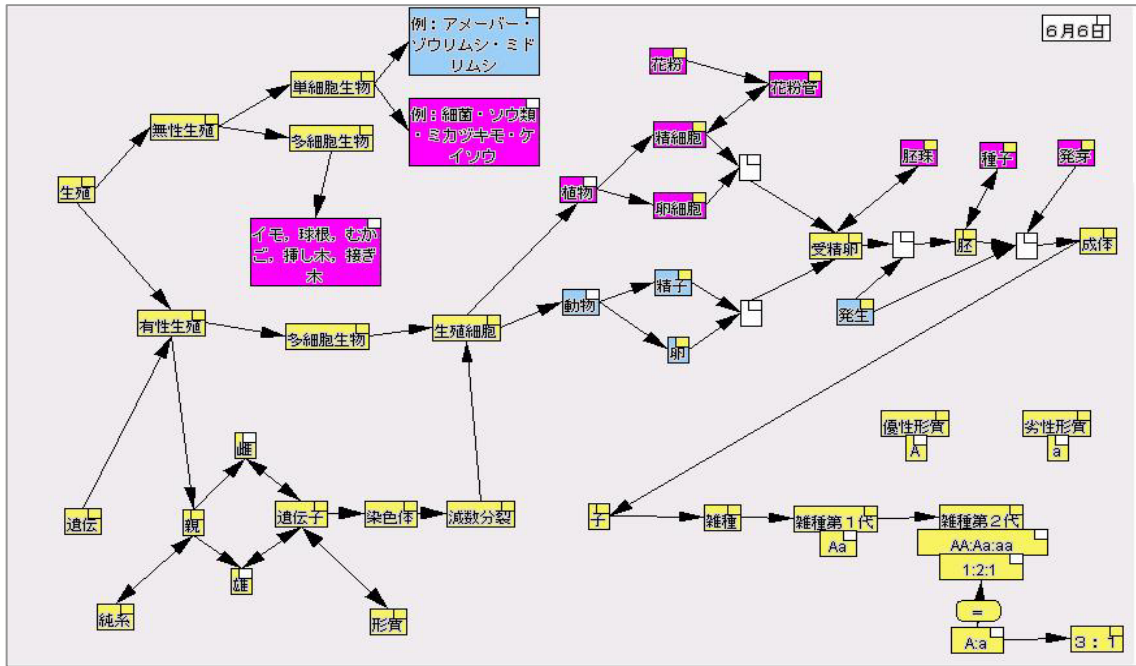


図 4.4.1 「あんどろ君」で印刷したコンセプトマップ

3S14B.rma (490/490) [2007/06/11 10:28:56] (p.1)

[1] 6月6日:

[4] 生殖: 自分と同じ種類の子孫を作る働き

[5] 無性生殖: 親の体の一部から新しい個体ができる□□

[6] 有性生殖: オスとメスが関わって子孫を残す

[7] 生殖細胞: 子孫を残すための特別な細胞□□

[8] 植物:

[9] 動物:

[10] 卵細胞: 雌の生殖細胞□□植物の子房の中にあるもの

[11] 精細胞: 雄の生殖細胞□□

[12] 精子: 雄の精巣で作られるもの□□

[13] 卵: 雌の卵巣でできるもの

[15] 単細胞生物: 細胞がひとつでできている生物□□

[16] 多細胞生物: 細胞が多くある生物

図 4.4.2 「あんどろ君」で印刷したメモ機能

第2項 評価の方法

実験授業の検証方法については、生徒たちが改善の手続きとして行なった自由記述による主観的評価の分析と、授業のビデオ記録に基づいたエピソード分析を行ない、総合的な検討を行なう。

(1) 生徒たちが改善の手続きとして行なった自由記述による主観的評価の分析

(i) 対象

実験授業に参加した生徒は、国立大学附属中学校3年生118名中の113名であった。なお、5名の生徒は、調査時に欠席であった。

(ii) 時期

理科の必修授業において、2007年6月に行われた。

(iii) 検討の方法

改善の手続きで行った活動は、小集団における協同学習の状況を相互評価し、その評価の違いから、一人では気づかない自分の良い点や悪い点に気づくことであった。続いて小集団の中で責任を持ち、よりよい協同関係をつくるには、これまでの活動の中で、何がよく、何が悪かったのかをメンバー全員で話し合い、改善の提言を行っていった。このときに出された自由記述による個人評価を、協同学習の基本的構成要素にカテゴリー化し、一人1記述としてカウントしたものを第2章と第3章で課題となった問題に焦点を絞って比較検討を行なった。

まず生徒らの主観的評価から得られた課題を確認する。第2章においてはテクノロジーは使用せず、協同学習の基本的構成要素のみを導入した実践の結果、生徒は対面的—積極的相互作用が不十分であったとし、改善すべき要件として挙げた。この課題を克服するために第3章では、外化支援のテクノロジーを用いることで対面的—積極的相互作用のみを活性化するという理論的検討と仮説を立て実験研究を行った。その結果、対面的—積極的相互作用は有意に改善が見られた。しかし、同時に個人の責任の項目で新たな改善すべき要件が挙げられた。

以上の課題が克服されたことを確認するためには、すくなくとも、第2章と第3章の課題が同時に改善されることが必要となってくる。以上から本検討は2つの課題の克服を確認するために次の分析を行う。1つ目は対面的—積極的相互作用について今回の実践と第2章との比較を行い、2点目は個人の責任について今回の実践と

第3章との比較を行う。

(2) 授業のビデオ記録に基づくエピソード分析

(i) 対象

実験授業に参加した3学級から無作為に抽出した小集団(Aグループ, Bグループ, Cグループ)の生徒であった。

(ii) 時期

理科の必修授業において、2007年5月から6月にかけて行われた。

(iii) 検討の方法

ビデオ記録は筆者らを含む2～3名の観察者が、毎時間の全クラスの授業を参加観察した。撮影は1台のVTRによって録画され、生徒たちの言語的・非言語的行動を記録するものであった。このグループは全授業を通じて固定した。

このビデオ記録に基づいて、「あんどろ君」を使用した授業場面から、協同学習の基本的構成要素が高められ活性化された場面をデザイン原則に沿って質的に吟味し、エピソードを9つ(Aグループ4つ, Bグループ4つ, cグループ1つ)をそれぞれ抽出した。エピソードの作成にあたっては、該当箇所のビデオ記録から、言語的・非言語的行動、ならびに、「あんどろ君」の操作や活用の仕方を文字化した。抽出グループに偏りがあるのは、cグループのみが途中欠席者が出たためである。

第3項 結果

(1) 生徒たちが改善の手続きとして行なった自由記述による主観的評価の結果

ここでは、生徒の主観的評価の結果を分析することで、今回の実践において第2章のテクノロジー未使用実践の課題と、第3章のテクノロジー使用実践の課題が同時に改善されているかを検討する。以下では、まず最初に、テクノロジー未使用実践の課題について検討し、その後でテクノロジー使用実践の課題について検討する。

(i) テクノロジー未使用実践の課題の改善

テクノロジー未使用実践では、「対面的—積極的相互作用」を改善すべき点として指摘した生徒の人数が他の要素よりも多い傾向にあった。これが、主観的評価の分析から明らかになった課題であった。したがって、今回の実践において、対面的—積極的相互作用を改善すべき点として指摘した生徒の人数がテクノロジー未使用実践よりも減

少しており、かつ、他の構成要素を改善すべき点として指摘した人数がテクノロジー未使用実践と同程度になっていれば、テクノロジー未使用実践の課題が改善されていたとすることができる。

表4.4.1には、テクノロジー未使用実践と今回の実践それぞれにおいて、各要素において「改善すべきである」と指摘した生徒の人数を示している。期待値が5未満のセルが全体の20%を上回るため、表4.4.2のように「対面的－積極的相互作用」以外の4つの構成要素を「他の構成要素」としてまとめて χ^2 検定を行ったところ、有意な差が認められた ($\chi^2(2)=5.09, 05 < p < .10$)。残差分析の結果(表4.4.3)、テクノロジー未使用実践において対面的－積極的相互作用を改善すべき点として指摘した生徒の人数が有意に多いのに対して、今回の実践における対面的－積極的相互作用の人数が有意に少ないことがわかった ($p < .05$)。また、他の構成要素と記述なしについては、有意な人数の偏りがなかったこともわかった。これらの結果から、今回の実践では、テクノロジー未使用実践の課題が改善されていたと言える。

(ii) テクノロジー使用実践の課題の改善

テクノロジー使用実践では、「個人の責任」を改善すべき点として指摘した生徒の人数が他の要素よりも多い傾向にあった。これが、主観的評価の分析から明らかになった課題であった。したがって、今回の実践において、個人の責任を改善すべき点として指摘した生徒の人数がテクノロジー使用実践よりも減少しており、かつ、他の構成要素を改善すべき点として指摘した人数がテクノロジー使用実践と同程度になっていれば、テクノロジー使用実践の課題が改善されていたとすることができる。

表4.4.4には、テクノロジー使用実践と今回の実践における生徒の主観的評価の結果を示している。期待値が5未満のセルが全体の20%を上回るため、表4.4.5のように「個人の責任」以外の4つの構成要素を「他の構成要素」としてまとめて χ^2 検定を行ったところ、有意な差が認められた ($\chi^2(2)= 7.15, p < .05$)。残差分析の結果(表4.4.6)、テクノロジー使用実践における個人の責任の人数が有意に多いのに対して、今回の実践における個人の責任が有意に少ないことがわかった ($p < .01$)。また、他の構成要素と記述なしについては、有意な人数の偏りがなかったこともわかった。これらの結果から、今回の実践では、テクノロジー使用実践の課題が改善されていたと言える。

表4.4.1 テクノロジ未使用実践と今回の実践における 主観的評価(1)

	未使用(N=115)	今回(N=113)
相互協力関係	14	20
対面的 - 積極的相互作用	35	20
個人の責任	19	21
小集団での対人技能	6	3
改善の手続き	0	0
記述なし	41	49

単位は人

表4.4.2 テクノロジ未使用実践と今回の実践における 主観的評価(2)

	未使用(N=115)	今回(N=113)
対面的 - 積極的相互作用	35	20
他の構成要素	39	44
記述なし	41	49

単位は人

表 4.4.3 テクノロジ未使用実践と今回の実践における 主観的評価(残差分析)

	未使用(N=115)	今回(N=113)
対面的 - 積極的相互作用	2.25*	-2.25*
他の構成要素	-0.79	0.79
記述なし	-1.19	1.19

* $p < .05$

表4.4.4 テクノロジ使用実践と今回の実践における 主観的評価(1)

	前回 (N=118)	今回 (N=113)
相互協力関係	18	20
対面的 - 積極的相互作用	19	20
個人の責任	40	21
小集団での対人技能	2	3
改善の手続き	0	0
記述なし	39	49

単位は人

表4.4.5 テクノロジ使用実践と今回の実践における 主観的評価(2)

	未使用 (N=115)	今回 (N=113)
個人の責任	40	21
他の構成要素	39	43
記述なし	39	49

単位は人

表 4.4.6 テクノロジ使用実践と今回の実践における 主観的評価(残差分析)

	未使用 (N=115)	今回 (N=113)
個人の責任	2.64**	-2.64**
他の構成要素	-0.79	0.79
記述なし	-1.61	1.61

** $p < .01$

(2) 授業のビデオ記録に基づいたエピソード分析

「あんどろ君」の機能をデザイン原則に基づいて活用することで、協同学習の基本的構成要素を高め活性化していたことを特徴的に示すエピソードを協同学習の基本的構成要素ごとに分析を行う。まず、相互協力関係が高められていたことを特徴的に示すエピソードは、協同で生殖マップを作成する3時間目と、協同で生殖と遺伝の関係を説明する9時間目の授業から抽出されている。

次に対面的・積極的相互作用の議論と説明を行う相互作用が活性化されているエピソードは協同で生殖マップを作成する3時間目と、協同で生殖と遺伝の関係を説明する9時間目の授業から抽出されている。

3つ目に個人の責任が高められているエピソードは協同で生殖マップと遺伝マップを関連付ける8時間目と、協同で学習内容のふり返りを行う10時間目の授業から抽出されている。

4つ目に小集団での対人技能が活性化されているエピソードは協同で生殖マップを作成する3時間目と、協同で生殖と遺伝の関係を説明する9時間目の授業から抽出されている。

最後にグループの改善手続きが活性化されているエピソードは協同で生殖と遺伝の関係を説明する9時間目の授業と学習内容のふり返りを行う10時間目の改善手続きから抽出されている。

() エピソード1：「あんどろ君」の画面作成場面，生殖マップ作成過程における相互協力関係の活性化

図4.4.3には、協同で重要な語句を選択し、「あんどろ君」を用いて関係付けを行うことで共有するためのコンセプトマップを作成するAグループの生徒の相互協力関係を示している。この授業における生徒たちの活動は、生殖に関わる説明を本で読み、教師の説明を聞いた後、進行係、要約係、操作係、確認係の4つの役割りに分かれて、共有するコンセプトマップを作成していった。進行係とは、記入するラベルとリンクを提案する。要約係とは、メモに記入するラベルの意味や要約を行う。操作係りとは、指示された記入内容を実際にキーボードやマウスを用いて入力する。確認係りとはラベルやリンクの記入時においてアドバイスを رفتり質問を行う。以上の相互に関連性の高い役割を割り当て、「あんどろ君」を協同で作成することを通して相互協力関

係を活性化させていた。

まず、図4.4.3に即して相互協力関係が活性化されていたことを確認する。このエピソードでは、生殖マップを作成する途中段階で、受精から卵割を繰り返し、成体に到るまでの発生についてと、植物の胚珠が種子になる過程について、「あんどう君」を用いてどのように表現するかが討議されていた。エピソードの最初、A1は、発生の記入を提案する（01A1）。A2は発生の意味を調べたことを思い出し、共に調べたA3に確認を行う（02A2～09A1）。やがてA4がA2のノートに記入内容を見つけ、その部分を読み、A2がそれを「あんどう君」に記入する（10A2～12A1）。続いてA2とA1によって胚珠のメモ欄に記入を促す提案が行われる（13A2, 14A1）。A3が「後に種子になるもの」（15A3）という提案を行うが、種子のラベルがあることや、胚珠自体の説明の必要性をA2が指摘し、A1から受精卵になるものという提案を受け入れる（16A2～21A2）。最後にA2の記入ミスがA1が指摘している（22A1～24A1）。

図4.4.3のエピソードは、ジョンソンら（1998）に従えば、次のように解釈することができる。ジョンソンら（1998）は、相互協力関係の特徴を、資料を共有し、相互に助け合い、励まし合い、全員の成功を喜び合うことにより、全員の学習を最大化するために小さなグループで一緒に作業するという状況とし、そのためには、共通課題を遂行するための相互に関連性の高い役割を割り与えることだとしている。このジョンソンら（1998）の説明に従えば、図4.4.3のエピソードでは、「あんどう君」で共有する生殖マップを協同で一緒に作業する状況の元に、進行係、要約係、操作係、確認係が割りあてられている。エピソードの前段、発生に関わる議論の部分で、メモに記入する内容を要約係に任せるのではなく、相互に助け合い、協力することによって事前に作成した資料を共有することができている。また、後半部分では、胚珠のラベルに記入するメモの内容について、要約係の提案を確認係を中心に調整し、最後に操作係による記入の誤りを確認係が指摘し修正が行われている。以上から相互に関連性の高い役割が実現していたことが確認され、互いに助け合うことで全員の成功を引き出したという事ができる。このようなジョンソンら（1998）の説明に従った解釈に基づくと、図3のエピソードは活性化された相互協力関係であると言うことができる。

続いて、以上のような相互協力関係の活性化に対して、デザイン原則に基づいた「あんどう君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する。エピソードの最初、A1が発

生のラベルがないことに気づくところから始まる。これは「あんどう君」に可視化された生殖に関するマップに発生のラベルがなかったことに由来する。続いて発生の意味が見つかるのとA4の読みと同時に、「あんどう君」に加筆されることによって、発生の意味がメモ機能に可視化されている。さらに、「あんどう君」への入力を操作係が担当しているため、依頼やアドバイスを行いながら相互協力関係を意識した活動が行われている。エピソードの中程、胚珠の説明を記入する場面で、A3の「後に種子になるもの」(15A3)という提案に、「あんどう君」に可視化された種子のラベルを確認したA4は、言葉の重複を避ける意味合いの提案を行っている(17A4)。最後に、A2の入力ミスに対して、A2は「受精卵になるもの、ハイ」(21A2)と発話しながら、なつものを入力している。このことばが「あんどう君」によって可視化されたことから、A1によってミスの指摘が行われたものと考えられる。

以上のように、「あんどう君」の可視化機能を用いて、ラベルやリンクとして表現された学習内容に関する重要語句の「関連性」、メモとして表現された学習内容に関する重要語句の「意味」を相互に見合うことができおり、相互協力関係のデザイン原則である学習者相互の思考を外化し、互いに学び合う関係が意識されていたことから、相互協力関係の活性化が行われていた。

言語的・非言語的行為		「あんどろ君」の操作と役割分担
01A1	発生は	<ul style="list-style-type: none"> ・マップを開いている：操作 A2 (マップを加筆できる状態にしている.) ・ラベル記入の確認をする：確認 A1 ・発生のラベルを記入する：操作 A2 ・記入内容を探す：要約 A3 ・記入内容の指示を出す：進行 A4 ・マップに加筆を始める：操作 A2 ・メモの内容を提案する：要約 A3 ・マップに加筆を始める：操作 A2 ・記入の誤りを指摘する：確認 A1 ・マップに修正を加える：操作 A2
02 A2	発生, 書いてあったじゃん, 書いてあったよ《A3 の方をふり返る.》	
03 A2	どっかあったやん《ノートに記入した部分を探す》	
04 A1	発生つくるで, 今つくるで, ないから	
05 A2	はい	
06 A1	調べた	
07 A2	調べたはずやで《A3 の方をふり返り確認をする》何とかするまでの過程ってない	
08 A3	自分が調べたんちゃうん	
09A1	ちゃんと書いていたはず《A4 が A2 のノートからその部分を見つける.》	
10A2	発生, 細胞分裂をくり返ししながら, 《A2 がメモ機能に打ち込むことを確認しながら》組織や《間を取りながら》器官をつくること	
11 A4	つくる器官がいいんちゃうん, アツ, ことでいいは! ことです。	
12 A1	胚珠, 胚珠はどうしよう	
13 A2	後に種子になるもの	
14 A1	そいでいいの! なんで, 今の状態じゃなくて	
15 A3	種子ってあるよ	
16 A2	まあ, イコール受精卵のことでいいんじゃないです	
17 A4	まあ, 後に	
18 A1	後に	
19 A2	受精卵になるもの, ハイ	
20 A1	なつものになってるよ	
21 A2	ハイ	
22A1	で, イコール受精卵と書いて	



A1:生徒 A1/ A2:生徒 A2/ A3:生徒 A3/ A4:生徒 A4/T:教師/A1・A2・A3・A4・Tの前に付した数字:トランスクリプトの通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/! :語尾の音の上がり/ () :聞き取り不明瞭

図 4.4.3 エピソード 1 生殖マップ作成過程における相互協力関係の活性化場面

() エピソード2：「あんどう君」の画面再生場面，生殖マップ再生過程における相互協力関係の活性化

図4.4.4には，ラベルの関連付けの変化を説明するために，そのラベルが最初に記入され関連付けられた部分を見つけるために「あんどう君」を用いて再生の作業を行うAグループの生徒の相互行為を示している．この授業における生徒たちの活動は，指示されたラベルの前後間の関連付けが，生殖マップ作成時から遺伝マップ作成時においてどのように変化したのかを比較し説明することであった．そのために，指示されたラベルが初めに記入され関連付けられた生殖マップの段階までを再生し，その部分の印刷を行う．生徒たちは「あんどう君」の再生機能を用いることで，互いに協力してコンセプトマップを作成してきた過程をふり返り，画面の変化に合わせて互いに感想を述べ合った．すなわち「あんどう君」の再生機能を用いた活動を通して相互協力関係を再確認し活性化させていた．

まず，図4.4.4に即して相互協力関係が再確認され活性化されていたことを確認する．エピソードの初め，進行係のA1が教師から与えられた課題の部分まで再生する指示を出す(01A1)．これに対してどこからどこまで再生するのか，課題が何かなどを十分に把握していない操作係に対して，進行係のA1や確認係のA4が的確な指示を出すことで再生が始まっている(02A2～08A2)．再生の途中，A4の「これ，ぼくの」(10A4)という自分が指示を出して作成したラベルを指さした行動に対して，A2が同調同調し，その貢献を認めている．続いて，A4が「最強ジャン，説明」(16A4)と他のメンバーの作成部分を誉めたことに対して，その説明部分を担当したA2とA3がうなずいている．エピソードの後半部分，A1が「チョイ止まって，止まって」(19A1)と課題部分を見つけ，A4と共に再生画面の停止を促している(19A1～24A1)．

図4.4.4のエピソードは，ジョンソンら(1998)に従えば，次のように解釈することができる．ジョンソンら(1998)は，相互協力関係の特徴を，資料を共有し，相互に助け合い、励まし合い、全員の成功を喜び合うことにより、全員の学習を最大化するために小さなグループで一緒に作業するという状況とし，そのためには，共通課題を遂行するための相互に関連性の高い役割を割り与えることだとしている．このジョンソンら(1998)の説明に従えば，図4.4.4のエピソードの初め，課題部分まで再生を行うために，操作係だけでは不十分な作業を進行係や確認係が助言を与えながら，相互

に助け合い操作を行っている。エピソードの中盤、全員が再生画面を見ながら、自分に関わった部分や協力して作成した部分を確認することで、互いの貢献を認め合い、全員の協力による成功を喜び合うことができている。最後に、再生途中の画面から課題部分を見つける作業を、全員が一緒に同一画面を見ながら協力した活動を行っている。このようなジョンソンら（1998）の説明に従った解釈に基づくと、図4.4.4のエピソードは活性化された相互協力関係であると言える。

続いて、以上のような相互協力関係の活性化に対して、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する。エピソードの最初、A2が行う「あんどろ君」の操作を役割分担ということでA2に任せきりにするのではなく、不十分な点をA1やA4がアドバイスすることでA2に達成させている。エピソードの中盤では「あんどろ君」に作成したコンセプトマップを再生することによって、自分たちの活動内容や協力関係が可視化され、協力して活動を行ってきたことの再確認が行なわれている。これにより、自分の活動や他のメンバーの活動が、小集団の共通の目標を達成するために意味のある活動であったことが確認でき、共に作り上げた喜びを味わうことができたものと推測できる。最後に、「あんどろ君」の再生中の画面から、課題部分を見つける作業では、操作の中心となるA2に声をかけ、全員で画面を見合い合意しながら作業を進めることができている。

以上のように、「あんどろ君」の可再生視化機能を用いて、コンセプトマップを再生して、ラベル・リンク・メモとして表現された重要語句の関連性や変化を相互に見合うことができおり、相互協力関係のデザイン原則である学習者相互の思考を外化し、互いに学び合う関係が意識されていたことから、相互協力関係の活性化が行われていたと言える。

言語的・非言語的行為	「あんどろ君」の操作と役割
01A1 課題の部分まで再生してください	
02 A2 アー, そこで再生すんの《うなずきながら》課題のどこってどこや	<ul style="list-style-type: none"> ・マウスを操作し、再生のアイコンを探している：操作 A2
03 A1 だから, この前のしおりまで, 再生。そこまで最初から「あんどろ君」を再生して	<ul style="list-style-type: none"> ・再生と間違い異なったアイコンを押す：操作 A2
04 A2 エー 再生	<ul style="list-style-type: none"> ・操作の過ちを指摘する：確認 A4
05 A4 再生. ちがう	
06 A1 《画面を指さして指示》ここ アー, そこね	<ul style="list-style-type: none"> ・再生ボタンを指示する：進行 A1
07 A2 タンターン タカタカ タンタン タカタカ タンタン タカタカ… これぼくの《画面を指さす》	<ul style="list-style-type: none"> ・再生を開始する：操作 A2
08 A3 これって A4 が言ったよね!	
09A4 《うなずく》 タンターン タカタカ…遅いな	
10A2 めっちゃ早いやん	
11 A4 早いやんなあ 最強ジャン, 説明《A2 と A3 がうなずく》	<ul style="list-style-type: none"> ・「あんどろ君」の画面では, コンセプトマップの作成過程が再生されている
12 A1 色がついた	
《中略》	
13 A2 メッチャスピーディーや, 早や	
14 A1 ちょい止まって, 止まって	
15 A2 オットットット	
16 A1 でいいんちゃうん	<ul style="list-style-type: none"> ・再生を停止する：操作 A2
17 A4 ウン	
18 A1 もうちょっと前	<ul style="list-style-type: none"> ・スクロールバーを操作し画面を戻す：操作 A2
19 A2 これ押したら	
20 A1 OK, 印刷	<ul style="list-style-type: none"> ・ブックマークを指示する：進行 A1

A1:生徒 A1/ A2:生徒 A2/ A3:生徒 A3/ A4:生徒 A4/T:教師/A1・A2・A3・A4・Tの前に付した数字:トランスクリプト

の通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/ ():聞き取り不明瞭

図 4.4.4 エピソード 2 生殖マップ再生過程における相互協力関係の活性化場面

() エピソード3：「あんどろ君」の画面作成場面，生殖マップ作成過程における
対面的 - 積極的相互作用の議論や説明を行う相互作用の活性化場面

図4.4.5には、「あんどろ君」を用いて生殖マップを作成し，見直し作業を行うBグループの生徒の相互行為を示している．この授業における生徒たちの活動は，生殖に関するコンセプトマップを作成した後，確認係を中心に生殖マップの見直し作業を行い，修正意見を述べることでよりよいマップを作成することが課題であった．図4.4.5に示したエピソードにおいて，生徒たちは，「あんどろ君」の可視化機能を利用し，生殖マップを再度確認し互いに疑問に感じるラベルやリンクに関して意見を述べ，議論や説明を行う相互作用を活性化させていた．

まず，図4.4.5に即して，生殖マップの見直し作業において議論や説明を行う相互作用が活性化されていたことを確認する．エピソードの序盤B4が無性生殖のラベルから多細胞生物のラベルへリンクが張られていることに疑問を投げかける(01B4)．これに対してB2が多細胞生物は一般的には有性生殖であるが例外的に無性生殖もあることを発言する(02B2)．以下，B4以外の生徒によって，それらの例が発言される(03B1～08B3)．B4は，多細胞生物の植物のみに例外的に無性生殖があることを表示したいのだが，うまく言えないもどかしさから「いや，こいつら変わってる．ちがう，あれやろ」とことばを濁している(09B4)．その後，例外的に無性生殖があることを認めながら，表示の妥当性に疑問を持つB4は，リンクの方向を変える提案を行うが(18B4)，さらにその変更の根拠を問いただす質問へとつながっていく．

図4.4.5のエピソードにある相互作用について，ジョンソンら(1998)に従えば，次のように解釈することができる．ジョンソンら(1998)は議論や説明を行う相互作用を，情報や教材のような必要とされる資料を交換したり，情報を効率よく効果的に処理し，次の作業を改善するために互いの意見を交換しあうこととしている．これによれば協同でコンセプトマップを作成する目標に向けて，ラベルのつながりに対して疑問を持った生徒を中心として，グループ内の生徒の議論が活発に行われている．すなわち，B4の修正すべきだという意見に対してB1，B2，B3は具体的な例を挙げながら反論を述べていた．この討議はジョンソンら(1998)によれば「情報を効率よく効果的に処理し，次の作業を改善するために互いに意見を交換しあうこと」を行っているのである．このように図4.4.5のエピソードは活性化された議論や説明を行う対面的一積

極的相互作用であると言うことができる。

続いて、以上のような対面的ー積極的相互作用の活性化に対して、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する。エピソードの初め、「あんどろ君」のラベルやリンクを確認するB4が、多細胞生物と無性生殖がリンクでつながっていることに疑問を持ち発言を行う。この発言は、「あんどろ君」のコンセプトマップを確認する役割りを持たせていたことと、選択した語句の関係性がラベルとリンクによって可視化されていたことに由来する。協同でコンセプトマップを作成する際、4人で合意された関係性を「あんどろ君」の画面上に表示する必要がある。B4にとって、ラベル間にリンクを張る作業は例外的なものではなく、一般的な関連性を表示すべきであるという意図が見える。しかし、他の3人の生徒は例外はメモに記入して、その例外もわかるようにリンクを張ると主張している。実際に、無性生殖のメモ機能にはイモやムカゴなどの例が記入されていた。

エピソードの後半では、リンクの方向性に議論が進んでいる。リンクを張ることを認めたB4ではあるが、無性生殖から多細胞生物へ向かっている矢印に疑問を持ち、反対方向にリンクを張ることで、自分の主張を反映させようとしている。すなわち、議論をすり寄せた結果として画面上に可視化しようとしている。

以上のように「あんどろ君」の可視化機能を用いて、重要語句の関連性と意味を体系的に整理したコンセプトマップを完成させるために、ラベル・リンク・メモを見ながら、自分が担当していない関連性や意味について修正意見を述べ、これらの修正意見に基づいて、重要語句の関連性と意味の整理の仕方について議論する活動がおこなわれている。これにより対面的ー積極的相互作用のデザイン原則である、外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うことができている。すなわち、対面的ー積極的相互作用の議論や説明を行う相互作用が活発に行われていたのである。

言語的・非言語的行為	「あんどう君」の操作と役割
<p>01B4 なんでも無性生殖から多細胞生物につながってるん</p> <p>02 B2 多細胞生物にも無性生殖があるから</p> <p>03 B1 コケとかさ、植物</p> <p>04 B4 だって、植物はこっちやん 《画面を指さす》</p> <p>05 B1 ハア！</p> <p>06 B2 無性生殖でも多細胞生物がいるから</p> <p>07 B1 イモとかムカゴとかさ</p> <p>08 B3 そうやジャガイモもあるやろ</p> <p>09 B4 いや、こいつら変わってる。ちがう、あれやろ</p> <p>10 B1 ハア！</p> <p>11 B2 ハア！変わってる、ちがう、あれやろってなによ！変わり者やっていいいいんか！こっちの、こっちのジャガイモの存在は認めない</p> <p>12 B4 ん</p> <p>13 B3 いや、そういう意味やないけど</p> <p>14 B4 オイ、ジャガイモいなかったら困るよ</p> <p>15 B3 なんでも</p> <p>16 B2 なんでも！多細胞生物、アァー</p> <p>17 B1 だから、無性生殖にも多細胞生物と単細胞生物がいるやん</p> <p>18 B4 あってるやん《画面を指さす》</p> <p>19 B1 逆じゃない、それ《同じ部分をペンで示しながら》</p> <p>20 B2 どこが なにが逆よ、理由をいいなさいよ</p>	<p>「あんどう君」の操作と役割</p> <ul style="list-style-type: none"> ラベル間のリンクを確認した後、疑問を提案：確認 B4 無性生殖のラベルのメモ機能を表示する：操作 B3 リンクを指さし再確認を行う：進行 B1

B1:生徒 B1/ B2:生徒 B2/ B3:生徒 B3/ B4:生徒 B4/T:教師/B1・B2・B3・B4・Tの前に付した数字:トランスクリプト

の通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/():聞き取り不明瞭

図4.4.5 エピソード3 生殖マップ作成過程における議論や説明を行う相互作用の活性化場面

() エピソード4:「あんどろ君」の画面再生場面,作成したマップの変化の過程を説明する活動における対面的-積極的相互作用の互いの成功を促進し合う相互作用の活性化

図4.4.6には,「あんどろ君」を用いて作成した途中段階のマップの印刷物と完成したマップを比較し,指定された語句の関連付けがどのように変わったか説明を行うAグループの生徒の相互行為を示している.この授業における生徒たちの活動は,精子というラベルに着目し,生殖マップ作成時のリンクと遺伝マップまで完成した最終画面とを比較し,その関連付けにどのような変化が起こったかを説明することで,学習内容を再確認し,より内容理解を深める学び直しを行うことであった.図4.4.6に示したエピソードにおいて,生徒たちは,「あんどろ君」の再生部分を印刷する機能と「あんどろ君」の画面上に表示する機能を利用して,これから行う学習活動の内容を正確に伝えることで,互いの成功を促進し合う相互作用を活性化させていた.

図4.4.6において,エピソードの初めに,A1が進行係として与えられた学習活動を指示する(01A1).活動の指示に対してA4の「何が変わってるって,全部変わってるんちゃうん」やA2の「ラベルの位置の変化やリンクの変化!変わってない」という発言に対して(02A4~05A2),A1を中心にして変化の確認が行なわれている.エピソードの中盤A4の「遺伝のことが,これ全部書くの」という質問に対して(11A4),これから行う学習活動の内容が十分に伝わっていなかったと判断したA1によって,再度説明が行われ,全員の理解へと進んでいる.

図4.4.6のエピソードにある相互作用について,ジョンソンら(1998)に従えば,次のように解釈することができる.ジョンソンら(1998)は互いに成功を促進しあう相互作用を,効率的・効果的な援助を互いに提供しあうこととしている.これによれば学習活動の理解が不十分なA2,A4の生徒に対して,A1が「あんどろ君」の画面を用いながら説明やアドバイスを与え,他の生徒の理解を引き出し,活動の方向性を示すことで,より有意義な学習活動を引き出す援助が行われたということができる.以上より図4.4.6のエピソードは,活性化された互いの成功を促進しあう対面的-積極的相互作用であるということができる.

続いて,以上のような互いの成功を促進し合う相互作用の活性化に対して,デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する.エピソード

ソードの初め、「あんどろ君」の再生機能を用いて表示された作成途中のマップを印刷したものがグループ全員に配布されていた。この印刷されたマップと「あんどろ君」の画面に表示されたマップを比較しながら作業が行われるのであるが、活動内容を十分に理解できないA2,A4に対して、A1が進行係として「あんどろ君」の画面と印刷されたマップを用いながら具体的な指示を与えている。また、A3とA4はそれに答えて「あんどろ君」の画面を指さしながら確認を行っている。さらに、A4の「遺伝のことが、これ全部書くの」という質問に対して、A1が具体的に「あんどろ君」の画面に表示されたラベルやリンクを指さしながら説明を行い、A4の理解を促している。

以上のように「あんどろ君」の印刷機能を用いて再生された途中段階のマップを印刷したり、可視化された画面を比較し確認することで説明が確実に行われ、小集団の構成員全員が学習内容や活動の方向性を正確に理解することができていた。以上のように「あんどろ君」の再生機能を用いて、再生された部分のコンセプトマップを印刷し、修正意見を述べたり議論を行っている。これにより対面的—積極的相互作用のデザイン原則である、外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うとともに、学習者相互の役割りの遂行について互いに助言することができている。すなわち、対面的—積極的相互作用の互いの成功を促進する相互作用が活発に行われていたのである。

言語的・非言語的行為	「あんどろ君」の操作と役割
<p>すでに、Aグループには「精子」の用語を中心として、その前後で関連付けがどのように変わったか説明する指示が与えられている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・途中段階のマップを印刷し、配布する：操作 A2 ・確認する画面を操作係に指示する：進行 A1
<p>01A1 2枚のマップを比較して、何が変わっているのかを見つけ、印刷した途中のマップに図と文章を用いて説明して下さい。 《全員が印刷したマップと画面を交互に見ている。》</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・画面を表示する：操作 A2 ・与えられた指示を出す：進行 A1
<p>02 A4 何が変わってるって、全部変わってるんちゃうん</p>	
<p>03 A1 着眼点は、生殖と遺伝の関係付けについてです。時間は5分です</p>	
<p>04 A2 ラベルの位置の変化やリンクの変化！変わってない</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・着眼点と時間を指示する：進行 A1
<p>05 A4 いや、かわってるやろだいが ココ！《画面を指さしながら》</p>	
<p>06 A1 むちゃくちゃ変わってるやん</p>	
<p>07 A3 アーア、ここがっていうこと《画面を指さしながら》</p>	
<p>08 A4 ウン</p>	
<p>09 A2 ハイ、ハイ、ハイ。ここから生殖から有性生殖ってことは、今日のなんか、あれ</p>	
<p>10A4 遺伝のことが、これ全部書くの</p>	
<p>11 A1 チャウチャウ、どう変わってるかを説明する。生殖と遺伝の関係付けについて</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・作業内容の確認をする：進行 A1
<p>12 A4 重ねて比べるようになってるといふみたいなことでもいいの。() なんだっけ、生殖と遺伝</p>	
<p>13 A1 どういうとこでつながってるか考えるねん 《全員が印刷したマップと画面を交互に見ながら考える。そして、記入を始める》</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・具体的に指示を出す：進行 A1

A1:生徒 A1/ A2:生徒 A2/ A3:生徒 A3/ A4:生徒 A4/T:教師/A1・A2・A3・A4・Tの前に付した数字:トランスクリプト

トの通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/():聞き取り不明瞭

図 4.4.6 エピソード 4 作成したマップの変化の過程を説明する活動における互いの成功を促進し合う相互作用の活性化場面

() エピソード5: 「あんどろ君」の画面作成場面, 生殖マップと遺伝マップの
関連付けにおける個人の責任の高まり

図4.4.7には, 「あんどろ君」を用いて作成した生殖マップと遺伝マップのラベルを関連付ける作業を行うCグループの生徒の相互行為を示している. この授業における生徒たちの活動は, 生殖の授業で作成したマップと遺伝の授業で作成したマップで, 互いに関係するラベルを見つけ, リンクを張ったりラベルの移動や加除修正を行うことで, 学習内容の関連付けを行うことであった. 図4.4.7に示したエピソードにおいて, 生徒たちは, 「あんどろ君」を協同作成するための役割分担を意識しながら, 個人の責任が高まる活動を行っていた.

図4.4.7において, エピソードの初めに生殖マップで作成した親のラベルと遺伝マップで作成した形質や純系, 雑種第一代などのラベルとを関連付ける討論が行われていた. まず, C1が進行係として「ここからここへ広げたらいい」と生殖マップの親のラベルから遺伝マップへ関連付ける提案が行われる(01C1). 具体的なイメージがわからない操作係に要約係がアドバイスをしながらすべての作業を行おうとしている

(02C3~05C2). これに対して操作係がメモの内容や操作の確認をし, 作業を責任ある態度で行っている(06C3~15C3).

図4.4.7のエピソードにある個人の責任について, ジョンソンら(1998)に従えば, 次のように解釈することができる. ジョンソンら(1998)は個人の責任を, グループの課題について個々人に公平にもたされた責任分担を各個人が説明するのを確認し, 全員が最終の結果に責任を持つことであることとしている. これによれば, C2の独断で動き始めた活動を, 操作という役割分担を意識したC2が「貸して, 私がする」(06C3)とマウスを取り上げ, 全員に理解を求めながら合意のもとに作業を進めていたということができる. また, 他のメンバーも自分の役割りを意識し, 操作係に促されながら, 進行係として意思表示を行ったり, 確認係として同意を行ったりしている. 以上より図4.4.7のエピソードは, 個人の責任が高められ, 全員が最終結果に責任を持った状態ということができる.

続いて, 以上の個人の責任が高められることに対して, デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する. エピソードの初め, C1の提案後, C2が十分な共通理解を得ぬまま, 分担を無視してマップの加除修正を行ってい

る。これに対してC3がマウスを取り上げ、共通理解を得ながら作業を進めている。これは操作系の役割りが、マウスやキーボードの単なる操作の分担ではなく、メンバーの考えやイメージを具体的に「あんどう君」の画面に表現する係りとして意識していたことに他ならない。この点からいうとC3は分担された役割を十分に把握し、個人の責任を果たそうとしている姿が伺える。また、他の役割分担も、操作係りと呼応した活動ができており、C2も自分の意見を正確に反映させるために「だったら（ ）の下に雑種第一代ってつけて」とメモ機能では十分に補えない説明をつけ加えるよう依頼している（14C2）。

以上のように「あんどう君」で共通のコンセプトマップを作成するために、可視化機能を用いてラベル・リンク・メモとして自分が表現した重要語句の関連性や意味について見直す活動ができています。このことから個人の責任のデザイン原則である、外化された思考を参照して、学習者自身の分担内容を確認し、小集団への貢献について振り返ることができており、個人の責任が高められたということが出来る。

言語的・非言語的行為	「あんどう君」の操作と役割
<p>01C1 《全員が「あんどう君」の画面を見つめ、生殖マップと遺伝マップを比較している》</p> <p>02 C3 ここからここへ広げたらいい</p> <p>03 C2 どうやって書けばいい</p> <p>04 C3 ジャ、同じ形質のラベル、だから（ ）純系のを入れてどうやって入れればいいん！《画面のマップを比較しながら》つくったら、見難くなる、じゃま</p> <p>05 C2 親を移さんでいいから、純系をもってくるやろ《マウスを操作しながら》</p> <p>06 C3 貸して、私がする</p> <p>07 C2 （ ）線の間形質と（ ）を入れる。純系のラベルに入れたらいいのよ。《画面上のマップを指さしながら》</p> <p>08 C3 メモに書いてあるからわかるかな！</p> <p>09 C1 わかる</p> <p>10 C3 つまりこれだったら親が違うんだよっていうこと《画面を指さす》</p> <p>11 C4 《うなづく》</p> <p>12 C3 わかってる</p> <p>13 C4 わかってるよ</p> <p>14 C2 だったら（ ）の下に雑種第一代ってつけて《画面のラベルを指さしながら》</p> <p>15 C3 ラベル移動するね</p>	<p>・修正の指示を出す：進行 C1</p> <p>・記入内容の提案を行う：要約 C2</p> <p>・記入後の画面を予想する：操作 C3</p> <p>・ラベルを移動する：要約 C2</p> <p>・マウスを取り上げる：操作 C3</p> <p>・言葉で意思表示をする：進行 C1</p> <p>・態度で意思表示をする：確認 C4</p> <p>・再度同意の意思を示す：確認 C4</p> <p>・同意を求めながらラベルを移動する：操作 C3</p>



C1:生徒 C1/ C2:生徒 C2/ C3:生徒 C3/ C4:生徒 C4/T:教師/C1・C2・C3・C4・T の前に付した数字:トランスクリプト

の通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/():聞き取り不明瞭

図4.4.7 エピソード5 生殖マップと遺伝マップの関連付けにおける個人の責任の高まる場面

() エピソード6：「あんどう君」の画面再生場面，学習内容のふり返りににおける 個人の責任の高まり

図4.4.8には，発表終了後，「あんどう君」の再生機能を用いて学習内容をふり返り個人の貢献度を評価するBグループの生徒の相互行為を示している．この授業における生徒たちの活動は，「あんどう君」の再生機能を用いた学習内容のふり返りを行い，互いの学習貢献度を評価することである．

まず，図4.4.8に即して個人の責任が自覚的に捉えられていたことを確認する．このエピソードでは，「あんどう君」の再生機能を用いて学習過程のふり返りが行われていた．再生が終わろうとしたときB3が「完璧ちゃう，私のおかげや」と作成したコンセプトマップの完成度に対する満足感と自己優越感を伴った自己評価を行う(01B3)．同時にB1も「おれのおかげや」とB1自身がコンセプトマップの完成に寄与していたことを宣言する．しかし，作成途中のマップが煩雑でまとまりのない状態になったことをB3が指摘する(03B3)．再生終了後，改めて作品の完成度と個人の貢献度を評価するB1，B3に対して，B2が具体的に「つなげたの私やった」と最終的にラベルの位置とリンクを調整したことを主張している(07B2)．

図4.4.8のエピソードにある個人の責任について，ジョンソンら(1998)に従えば，次のように解釈することができる．ジョンソンら(1998)は個人の責任を，グループの課題について個々人に公平にもたされた責任分担を各個人が説明するのを確認し，全員が最終の結果に責任を持つことであることとしている．これによれば，B1やB3は作成過程の全体をふり返り，自覚的に個人の責任が最終の結果に反映されたことを評価していると捉えることができる．また，B2は確認係として最終画面をより見やすいものへとラベルやリンクを調整したことを説明し，責任分担を果たしたと宣言している．以上より図4.4.8のエピソードは，グループの課題について個々人が個人の責任を確認し，公平にもたされた責任分担を説明した状態ということができる．

続いて，以上の高められた個人の責任に対して，デザイン原則に基づいた「あんどう君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する．エピソードの初め，コンセプトマップの作成過程が「あんどう君」によって再生されており，最終的に小集団全員が個人の役割分担を達成することによってマップが完成したことを確認し，個人のかかわりを評価している．またB2は「つなげたの私やった」(07B2)と具体的に個人の役

割りを果たしたことを宣言し、それに呼応してB3がコンセプトマップの該当する部分を指示していた。

以上のように「あんどろ君」の再生機能を用いてコンセプトマップを再生し、自分が表現した重要語句の関連性や意味について見直すことができている。これにより個人の責任のデザイン原則である、外化された思考を参照して、学習者自身の分担内容を確認し、小集団への貢献についてふり返ることができていることから、個人の責任が高められたということが出来る。

言語的・非言語的行為	「あんどろ君」の操作と役割分担
01B3 《再生されている画面を全員が見ながら》 完璧ちゃう、私のおかげや 02 B1 おれのおかげや 03 B3 B1 のせいできたなくなったんやろ 《再生が終わり全員が表示画面を見ている》 04 B1 これいいなあ 05 B3 やろ、私のおかげやろ 06 B1 いや、おれのおかげやで 07 B2 つなげたの私やった 08 B4 まあ、まあ	・マップを再生する：操作 B3 ・リンクの部分をカーソルで指示する：操作 B3

B1:生徒 B1/ B2:生徒 B2/ B3:生徒 B3/ B4:生徒 B4/T:教師/B1・B2・B3・B4・T の前に付した数字:トランスクリプト

の通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/ ():聞き取り不明瞭

図 4.4.8 エピソード 6 学習内容のふり返りにおける個人の責任の高まる場面

() エピソード7：「あんどう君」の画面作成場面，生殖マップの作成における
小集団での対人技能の活性化

図4.4.9には、「あんどう君」を用いて生殖マップの作成作業を行うBグループの生徒の相互行為を示している。この授業における生徒たちの活動は、生殖に関するコンセプトマップを完成させることが課題であった。図4.4.9に示したエピソードにおいて、生徒たちは、記入の不十分な内容や疑問点について意見を述べ、全員が正しい理解を深める活動を行っていた。その際、情報や意思の疎通をより正確に伝える手段として「あんどう君」の画面を指さしながら、指示語を用いることで小集団での対人技能をより活性化させていた。

図4.4.9において、エピソードの初めに、B2が要約係として植物の受精を具体的にメモに記入するように提案を行う。これに対してすでに記入したことを覚えていたB1らによって受精のラベルのメモ機能に記入したことを確認する(02B1～07B3)。しかし、精細胞の核と卵細胞の核が合体することを受粉だと勘違いしているB2によって疑問が提示され、B1によって解説が行われる(08B2～17B1)。このときB1は「あんどう君」の画面を使った指示語やジェスチャーを使いながら正確かつ明瞭に意思の疎通を図り全員の理解を引き出している。

図4.4.9のエピソードにある小集団での対人技能について、ジョンソンら(1998)に従えば、次のように解釈することができる。ジョンソンら(1998)は小集団での対人技能を、互いを知り信頼し合い、正確かつ明瞭に意思の疎通を図り互いに受容し助け合い対立を建設的に解決することとしている。

これによれば、B1が「あんどう君」の画面にある受精のラベルを指さしながら「ちやう、合体するのは、その最初、ここやん」(12B1)と指示語を用いることで全員の共通理解を図っている。このとき「あんどう君」の画面には受粉のラベルから受精のラベルへとリンクが張られていたことから、受精と受粉との関係も可視化され、確認することができている。さらに理解が不十分だと判断したB1は、自分の右手を花粉管に見立て、受粉後に花粉から花粉管が伸びていく様子を表現し、卵細胞の核と花粉管内の精核とが合体する様子を見せることで、より確実な解説を行い、全員の理解を得ている(16B1)。また、エピソードの最後に、B2やB3が理解した喜びを、ガッツポーズをしながら共に喜び合うB1の姿がある。以上より、図4.4.9のエピソードは小集団に

おける対人技能が活性化された場面ということができる。

続いて、以上のような小集団での対人技能の活性化に対して、デザイン原則に基づいた「あんどう君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する。エピソードの中で、B1は「あんどう君」の可視化機能を用いて表示された受精というラベルを指さしながら説明を行っている。コンセプトマップに表示された受粉と受精のラベルとリンクの前後関係を指示し見直すことで、誤解を解く作業を行っている。このように話し言葉だけでは十分に伝わらないことも、「あんどう君」に可視化されたラベルとラベル間の関連性を見せながら同時に説明することで、より正確で明瞭な意思の疎通を図ることができている。

以上のように「あんどう君」の可視化機能を用いて、ラベル・リンク・メモとして他者が表現した重要語句の関連性や意味を見ながら、他者の説明を聞き、重要語句の関連性や意味に関する意見が対立したときに、ラベル・リンク・メモを積極的に見直す活動が行えている。これにより小集団の対人技能のデザイン原則である、外化された思考を参照して、他者の意見を聞くとともに、意見が対立したときに外化された思考を積極的に参照することができていることから、小集団での対人技能の活性化が行われていたといえる。

言語的・非言語的行為	「あんどう君」の操作と役割
<p>01B2 花粉管のところで精子細胞の核と卵細胞の核が合体すると書いた方がよくない! 《ノートに記入した解説文を見ながら》</p> <p>02 B1 書いた</p> <p>03 B2 書いた!</p> <p>04 B1 エー、どこやったっけ、受精で書いたような</p> <p>05 B2 受粉のどこじゃない</p> <p>06 B1 受粉の!</p> <p>07 B3 受精これや! 《受精のラベルを指さす》</p> <p>08 B2 受粉、受粉! 《受粉のラベルを指さす》</p> <p>09 B1 いやいや、でも受粉は</p> <p>10 B4 上書き処理した方がよくない</p> <p>11 B2 だってこれ受粉のこと</p> <p>12 B1 ちゃう、合体するのは、その最初、ここやん 《「あんどう君」に可視化された受精のラベルを指さし、全員がのぞき込む》</p> <p>13 B2 じゃ、このときなんて言うん、そしたら 《ノートを指さす》</p> <p>14 B1 受精</p> <p>15 B2 エッ! 受粉でも受精って言うん</p> <p>16 B1 だから、受粉は柱頭に花粉がついて、受精は、こう花粉管が卵細胞に達した時が受精 《右手で花粉管を表し、めしべの中を進んでいく様子を表しながら》</p> <p>17 B2 アツ、そうか</p> <p>18 B3 アー</p> <p>19 B1 キター、キター</p> <p>20 B4 《ガッツポーズをする》</p> <p>21 B1 そうや、そうや</p> <p>22 B2 だから、これでOK や</p> <p>23 B3 これでOK や</p> <p>24 B1 完璧や</p> <p>25 B3 完璧や、上書き保存! 上書き保存やね</p>	<p>・予定した生殖マップの記入を終える : 操作 B3</p> <p>・メモに追加を提案: 要約 B2</p> <p>・すでに記入していると報告: 進行 B1</p> <p>・受精のラベルをカーソルで示す: 操作 B3</p> <p>・現状を保存することを提案: 確認 B4</p> <p>・上書き保存を指示: 進行 B1</p> <p>・上書き操作を実施: 操作 B3</p>



B1:生徒 B1/ B2:生徒 B2/ B3:生徒 B3/ B4:生徒 B4/T:教師/B1・B2・B3・B4・T の前に付した数字:トランスクリプト

トの通し番号/ 《 》:非言語的行為・註釈! :語尾の音の上がり/ ():聞き取り不明瞭

図4.4.9 エピソード7 生殖マップの作成における小集団での対人技能の活性化場面

() エピソード8：「あんどう君」の画面再生場面，説明活動における小集団での対人技能の活性化

図4.4.10には、「あんどう君」の再生機能を用いてラベルの関連付けが変化した理由を説明するAグループの生徒の相互行為を示している。この授業における生徒たちの活動は、生殖マップで作成した時点でのラベルとリンクの関係が最終画面でどのように変化したのか、その理由も合わせて説明することであった。

図4.4.10に示したエピソードにおいて、生徒たちは、一時的に説明活動に適した役割分担が与えられている。まず、個人活動においてラベルの関連付けが変化してきたことを記述し、互いに説明し合うことで、最も理解が確かと思われる生徒が進行係となる。また、説明会を進める係りとして司会係、「あんどう君」を操作する操作係、全員の理解を確認する判定係を置くことにした。エピソードの初め、司会となったA1によって説明会が始まり、解説役の進行係りによって生殖細胞のリンクがどのように変化したかの説明が行われる(02A2～10A4)。続いてA4の「全員わかりましたか」(12A4)の質問に、わからない部分をうまく説明できないことを理由に、他のメンバーがもう一度説明を依頼する(13A2～21A3)。エピソードの後半、A1は再生画面と初めに生殖細胞のラベルが表れたマップの印刷物を比較しながら説明を再度行っている(22A1)。以上のように、「あんどう君」の再生機能を情報や意思の疎通をより正確に伝える手段として用い、小集団での対人技能をより活性化させていた。

図4.4.10のエピソードにある小集団での対人技能について、ジョンソンら(1998)に従えば、次のように解釈することができる。ジョンソンら(1998)は小集団での対人技能を、互いを知り信頼し合い、正確かつ明瞭に意思の疎通を図り互いに受容し助け合い対立を建設的に解決することとしている。これによれば、初めの説明の場面でA1が「あんどう君」の再生画面を用いて説明を行っている(03A1)。これは発話による耳からの情報と、再生画面を用いた目からの情報を同時に用いることで、より正確で明瞭な意思の疎通を図っていると捉えることができる。さらに、2度目では、再生した画面と印刷物を用いて変化の過程をよりわかりやすく伝える工夫を行っている

(22A1)。すなわち、これも正確かつ明瞭に意思の疎通を図る技能とみなすことができる。さらに、一度目の説明が終わった時点で、A4によって「全員わかりましたか」という確認が行なわれ(12A4)、個人の理解の状況を正確に伝えることで再度説明を

要求する行為は、受容し助け合い対立を建設的に解決している活動とみなすことができる(13A2~21A3)。以上より、図4.4.10のエピソードは小集団における対人技能が活性化された場面といえることができる。

続いて、以上のような小集団での対人技能の活性化に対して、デザイン原則に基づいた「あんどう君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する。エピソードの初め、A1は「あんどう君」の再生画面の一部をカーソルで示しながら説明を行っている。これは「あんどう君」の再生機能が情報の正確な伝達に効果的に用いられたことを意味している。また、2度目の説明では、理解の不十分な仲間に対して、再生した画面と初めに生殖細胞のラベルが表れたマップの印刷物を用いて、生殖細胞のラベルに関するリンクの変化の過程を比較しながら積極的に参照し説明を行っている。

以上のように「あんどう君」の再生機能を用いてコンセプトマップを再生しながら、重要語句の関連性や意味に関する他者の説明を聞き、重要語句の関連性や意味に関する意見が対立したときに、コンセプトマップを積極的に再生している。これにより小集団の対人技能のデザイン原則である、外化された思考を参照して、他者の意見を聞くとともに、意見が対立したときに外化された思考を積極的に参照することができていることから、小集団での対人技能の活性化が行われていたといえる。

言語的・非言語的行為		「あんどう君」の操作と役割
01A4	はい、では解説者が説明して下さい	<ul style="list-style-type: none"> ・説明開始を指示する：司会 A4 ・マウスを操作 A2 から受け取る：進行 A1（現在：解説者） ・解説に適した画面を表示し解説を行う：進行 A1
02 A2	《再生画面を提示する》	
03 A1	じゃ、生殖細胞っていうのは、減数分裂によって作られるっていうことは、まあ、遺伝をひとつさせることでわかります。《再生画面の部分をカーソルで示す》《全員、画面を見る》	
04 A1	で、生殖細胞があることによって親から子供に遺伝するからそれで遺伝とも結構深く関わっているということで、まあ、つながっていきます。ハイ	
05 A2	でしょ	
06 A4	それだけ	
07 A1	まだあるけどな、意味（ ）	
08 A4	OK	
09 A2	でも、私も似たようなこと書いてた	
10 A4	ちかい、ちかい 《互いの記入内容を見せ合う》	
11 A4	《中略》	
12 A2	全員わかりましたか OK, アーNO	
13 A4	微妙って感じ、《A2 と A3 に確認しながら》	<ul style="list-style-type: none"> ・理解の確認を行う：司会 A4 ・2度目の解説を促す：判定 A3 ・マウスのカーソルで説明部分を示しながら再び解説を行う：進行 A1
14 A1	おれも微妙やから	
15 A4	ワンモア！	
16 A2	ワンスモア	
17 A4	ワンスモアプリーズ	
18 A3	わからないところとか、はっきり言えないから	
19 A2	ーン	
20A3	だけど、わかんないところが微妙、曖昧やね、ポワンとしてんねなんか（ ）かな、分けられてるっていうか。もう一回お願いします。	
21 A1	《再生した画面と途中の印刷した部分を比較しながら》減数分裂っていうのが、遺伝を入れることによって何のためにあるかを考える時に、減数分裂によって生殖細胞が作られるっていうことはわかる！だから、《画面を指さしながら》まずこの遺伝から生殖とつながって・・・	



B1:生徒 B1/ B2:生徒 B2/ B3:生徒 B3/ B4:生徒 B4/T:教師/B1・B2・B3・B4・T の前に付した数字:トランスクリプト

トの通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/（ ）:聞き取り不明瞭

図 4.4.10 エピソード 8 説明活動における小集団での対人技能の活性化

() エピソード9：「あんどろ君」の画面修正場面，ふり返し活動における
グループの改善手続きの活性化

図4.4.11には，発表終了後，「あんどろ君」の再生機能を用いて学習内容をふり返し，他の小集団の「あんどろ君」の画面も参考にしながら，最終的にコンセプトマップを修正するBグループの生徒の相互行為を示している．この授業における生徒たちの活動は，「あんどろ君」の再生機能を用いた学習内容のふり返しを行うのと同時に協同学習における学習活動のふり返しも行っている．この活動の後，協同学習をよりよいものにするための評価活動を取り入れ，改善に向けての提言を行っている．表7は自由記述された評価活動の内容である．生徒たちは，以上の活動を通してグループの改善手続きを活性化させていた．

まず，図4.4.11に即してグループの改善手続きが活性化されていたことを確認する．このエピソードでは，「あんどろ君」の再生機能を用いて学習過程をふり返し，作成したコンセプトマップの最終画面を全員が見ているところから始まる．エピソードの初め，小集団のメンバーがどれだけ学習活動に参加していたかを貢献度で評価している(01B1～08B1)．エピソードの中盤，B1が他の小集団のコンセプトマップを参照するために立った後，「B1を派遣させてよかったん」(11B2)の意見に代表されるように，B1の活動が小集団で合意された活動でないことから，他のメンバーによって批判的に検討される(09B4～14B1)．エピソードの終了後，評価活動を行ったものが表2である．この表にある「自分の役割りをちゃんとはたしてから他の人を助けよう」(B2改善すべき点)にあるように，今後のよりよい協同関係を作るために改善すべき点として意見が述べられていた．さらに，話し合いの後記入した，明日の協同学習に向けての欄には，メンバー全員が自分の役割りを自覚することが記入されていた．


図4.4.11のエピソードにあるグループの改善手続きについて，ジョンソンら(1998)に従えば，次のように解釈することができる．ジョンソンら(1998)はグループの改善手続きを，メンバーのいかなる行為が有用あるいは無用だったかを述べ，いかなる行為を継続あるいは修正すべきかを決定するためのグループの話し合いと定義している．これによれば，B1の「B2が2/3でおれが1/3」からB1の「おい100%やんけ」(01B1～08B1)までは，互いの貢献度を評価しながら，具体的に「B4はちゃんと精巣がどうのって言って」(06B2)と有用性を認めたり，「そうや，そうや，いらんことしとっ

たやろ、いらんことしいは4/4や」(07B3)と無用な行動を批判的に述べていた。

また、B1が行った他の小集団のマップを見る行動に対して、「B1を派遣させてよかったん」(11B2)と小集団で相談を行わなかったことに対して、反省的に意見を述べている。この後に行った改善のための評価活動においても、小集団のメンバー全員がB1の行動を反省的に受け止め、いかなる行為を修正すべきかを建設的な意見として記述している(表4.4.7)。以上より図4.4.11のエピソードは、グループの改善手続きが活性化された状態といえることができる。

続いて、以上のようなグループの改善手続きの活性化に対して、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用の仕方が寄与していたことを検討する。エピソードの初め、小集団のメンバーは「あんどろ君」の再生機能を用いて学習内容をふり返った後、作成したコンセプトマップの最終画面を見ながら、個々の学習活動の貢献度を評価している。以上の評価活動には、可視化されたコンセプトマップとその作成過程を再生する活動が大きく作用しているものと推測される。また、メンバーのいかなる行為が有用あるいは無用だったかを評価する活動において、「B4はちゃんと精巣がどうのって言って」(06B2)という発言に対して、B3が操作係として精巣のラベルが記入された部分を再生機能を用いて表示し、その証拠を実証している。

以上のように「あんどろ君」の再生機能を用いて、コンセプトマップを再生しながら、個人の活動と相互の協力関係についてよかった点と悪かった点について話し合う活動ができている。これによりグループの改善手続きのデザイン原則である外化された思考を参照して、小集団の協同の仕方をふり返るとともに、小集団の協同の仕方の問題点について話し合うことができている。すなわちグループの改善手続きが活性化したといえる。

言語的・非言語的行為		「あんどう君」の操作と役割
01 B1	《全員が再生画面を見ながら》	 <ul style="list-style-type: none"> ・一旦再生を止め、再生用のカーソルを動かし再生部分を変える：操作 B3 ・役割を相談しなかったことを指摘する：確認 B2 ・最終画面を表示する：操作 B3 ・修正の操作に入る：操作 B3
02 B3	B2 が 2/3 でおれが 1/3 バカじゃない！	
03 B3	B2 が 1/3, うちが 1/3, そして 1/3 が B4 やで	
04 B4	へへ, B1 はゼロ	
05 B1	B4 もそんな何もしてへんやん け《B4 を指しながら》	
06 B2	B4 はちゃんと精算がどうのっ て言って	
07 B3	そうや, そうや, いらんことし とったやろ, いらんことしいは 4/4 や	
08 B1	おい 100%やんけ 《中略》 《B1 が他の小集団のマップを見るため席を立つ》	
09 B4	B1 が帰ってきたらまたギャング言い出すで	
10 B3	しかとやあんなやつ	
11 B2	B1 を派遣させてよかったん	
12 B3	知らん, 勝手に行ったんや, 勝手に行ったんや 中略	
13 B3	《B1 が帰ってくる》《B3 がマップの最終画面を表示する》 やりますけどいいでしょうか。いらんことしい	
14 B1	助けてあげようと思っているのに	

B1:生徒 B1/ B2:生徒 B2/ B3:生徒 B3/ B4:生徒 B4/T:教師/B1・B2・B3・B4・T の前に付した数字:トランスクリプ

トの通し番号/《 》:非言語的行為・註釈/!:語尾の音の上がり/ ():聞き取り不明瞭

図 4.4.11 エピソード 9 ふり返り活動におけるグループの改善手続きの活性化

表 4.4.7 改善に向けた評価活動の記録

	よかった点	改善すべき点	明日の協同学習に向けて
B1	自分が考えていたマップより いいものができる	相手の意見も尊重する	自分の役割を自覚する
B2	先生の話聞いても理解でき なかつたことをみんなでマッ プを作る事で確認しながら取 り組むことができた。	自分の役割をちゃんとはたし てから他の人を助けよう。	自分の役割をはたし、協力し合 う
B3	自分だけではわからないこと を小集団で話し合うことによ って分かるようになった。	自分の役割をちゃんとしてか ら他の人を助けるようにしよ う！	自分の役割をちゃんとし授業 を理解する
B4	協力することができた	意見の一致で動くこと	自分の役割りをがんばりたい

第5節 考察

本研究の目的は、ジョンソンら（1998）が提唱する協同学習の基本的構成要素全体を活性化するために思考外化テクノロジーの利用の仕方を明らかにすることであった。

まず、協同学習の基本的構成要素全体を活性化する有効な手立てについて、構成要素とに理論的に検討する作業として、ジョンソンら（1998）の協同学習理論に依拠し、5つの基本的構成要素の意味を確認した。続いて理科教育学および隣接分野において、協調的な学習を支援する目的で使用したテクノロジーの機能や活用方法に関する先行研究を検討し、それぞれの研究で採用されている個別的な手立てを基本的構成要素を活性化するための手立てとして集約・統合し一般化を試みた。その結果、5つの基本的構成要素を同時に活性化するための思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則を導き出すことができた。

次に、中学校3年生の「生殖と遺伝を極める」の単元において、3学級117名を対象に、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の機能の活用を考案し、授業を実施した。

授業のビデオ記録に基づくエピソード分析の結果、デザイン原則に基づく「あんどろ君」の活用が5つの基本的構成要素すべてを活性化するのに有効であることがわかった。代表する5つのエピソードで示された基本的構成要素ごとの活性化の様子は、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用により5つの基本的構成要素のすべてを有効に支援したものと捉えることができる。

このエピソード分析の結果は、生徒の主観的評価の分析結果からも支持されるものであった。テクノロジー未使用実践とテクノロジー使用実践における主観的評価のデータと本研究のデータを比較した。その結果、第一に、テクノロジー未使用実践と今回の実践では、対面的—積極的相互作用を改善すべき点として挙げる生徒が減少したことがわかった。これは、テクノロジーを用いて外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うとともに、学習者相互の役割りの遂行について互いに助言しあうというデザイン原則を「あんどろ君」を用いて活用することで、対面的—積極的相互作用が活発に行われたと捉えることができる。第二に、テクノロジー使用実践と今回の実践では、個人の責任を改善すべき点として挙げる生徒が減少したことがわかった。これは、テクノロジーを用いて外化された思考を参照して、学習者自身の分担内容を確認し、小集団への貢献について振り返るというデザイン原則を「あんどろ君」を用いて活用することで、個人の

責任が活発に行われたと捉えることができる。

以上のことから、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用が、5つの基本的構成要素すべてを活性化するのに有効であることが示された。

本研究における検討は、「あんどろ君」という単一のソフトウェアに限定されたものではある。しかしながら、本研究で得られた知見は、思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則が、協同学習の基本的構成要素の活性化に有効で、協同学習の基本的構成要素を用いた理科授業の改善に貢献し得ることを例証したものとして評価できる。さらに、このような知見は、ジョンソンら（1998）に依拠した協同学習に関する従来の研究では提案されてこなかったものでもあり、理科における協同学習という研究領域に対して新しい提案を行うものであると結論できる。

第5章 中学校理科において協同学習の導入を テクノロジーで支援する学習効果の総合的考察

本研究の目的は、ジョンソンら（1998）の理論に即して、中学校の理科授業において協同学習の5つの基本的構成要素すべてを取り入れた実験授業を行い、その有効性を検討することであり、より効果的な協同学習を行うための支援の方策を検討することであった。

本論文の終章にあたる本章では、各章における研究結果を総合的に判断し、本研究の成果を結論づけるとともに、今後の展望について論じる。

第1節 各章における研究結果

本研究では、初めに問題の所在を明らかにし、続いて内外における協同学習理論と実践、及び理科教育において協同的な学習を取り入れた先行研究をレビューした。その後、本論文の目的を達成するために図5-1-1に示すように、3つの段階を設定し、研究を進めてきた。

具体的には、「(1)協同学習の基本的構成要素のみを導入した授業の分析（第2章）」、「(2)対面的・積極的相互作用の活性化を支援するテクノロジーの活用と分析（第3章）」、「(3)協同学習の基本的構成要素のすべてを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則の開発と分析（第4章）」を実施してきた。以下では、これらの段階ごとの研究結果を整理する。

第1項 協同学習の基本的構成要素のみを導入した授業の分析

第2章では、ジョンソン（1998）らの協同学習理論だけを理科授業に取り入れた実験研究を行った。具体的には、協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを授業に取り入れたときと、協同学習を取り入れず一斉に指導した時の比較から、(1)態度面：生徒実験に与える効果と(2)認知面：学習内容の定着について実証的に検証を行なった。同時に、(3)生徒による主観的評価の検討を行なった。実験研究は化学分野と気象分野の2つの分野で行い、以下の3つの検証結果を得た。

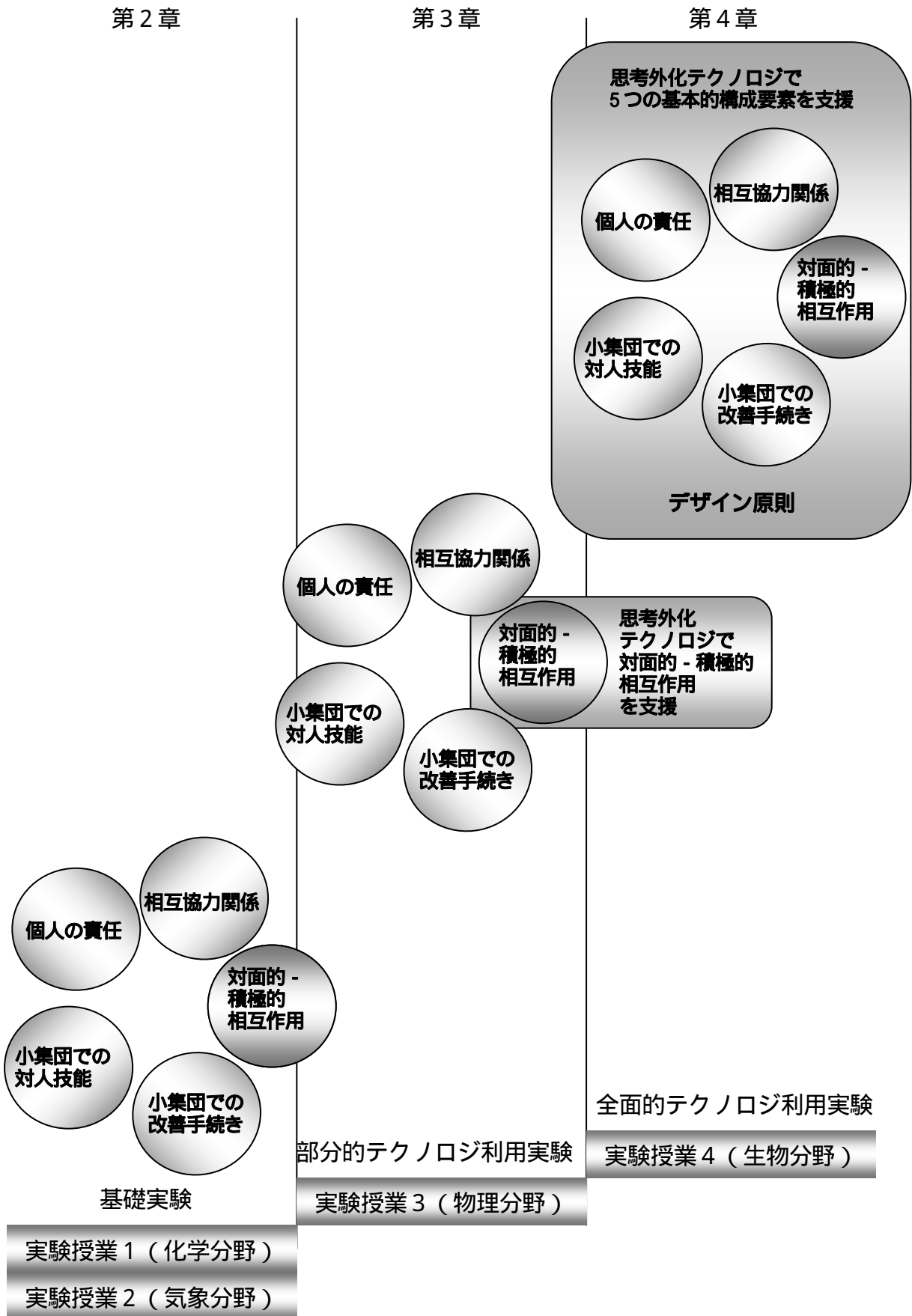


図 5.1.1 本研究における実験授業の展開の仕方

1. 態度面において、協同学習を実施した方が、実験の進み具合がスムーズで実験操作上の誤操作や器具の破損の割合が減少した。
2. 認知面において、実験内容の理解度には有意差は見られなかったが、1ヵ月後の学習の定着に関して、協同学習を実施した方が有意に向上した。
3. 協同学習の基本的構成要素との関係を生徒による主観的評価から見たところ、協同学習を実施した後、良かった点として有意に挙げられたのは、基本的構成要素の個人の責任であり、改善すべき点として有意に挙げられたのは対面的・積極的相互作用であった。

1の結果から、協同学習の5つの基本的構成要素をすべて取り入れた生徒実験は、生徒の実験を行う態度面において有効にはたらくことが見出せた。すなわち相互協力関係を与えることで、協力しなければ実験を進めることができない仕組みをつくり、その中で役割分担につながる個人の責任を持たせる。そして、協同の技能を与えることによって、協同学習における社会的な技能が活用でき、円滑な対面的・積極的相互作用が行えたといえる。これにより、生徒一人ひとりが目的意識を持って実験に取り組み、共通の課題解決に向けたグループ内での意思疎通が行われたことを表している。

2の結果は、協同学習の5つの基本的構成要素をすべて取り入れた化学分野と気象分野の単元の学習内容の定着に関する認知面において有効にはたらくことが見出せた。これはジョンソン(1998)らが、過去90年間における375件以上の研究を分析し、協同学習での成績の平均値は、競争的状況や個別的状況で学習した生徒の平均値より、標準偏差の約2/3分だけ上位に位置するという報告を指示するものであった。

3の結果は、生徒たちの主観的評価を協同学習の5つの基本的構成要素ごとにカテゴリーを分け、それをよかった点と、改善すべき点に分類したものであった。この評価から、協同学習の5つの基本的構成要素ごとの課題を明らかにすることができた。

以上の結果から、協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを取り入れた授業は、協同学習を取り入れず一斉に指導した時と比較して、(1)態度面：生徒実験に与える効果と(2)認知面：学習内容の定着において有効であることが見出せた。したがって、授業に取り入れる協同学習の5つの基本的構成要素の有効性が実験的に検証されたと言える。

第2項 対面的 - 積極的相互作用の活性化をテクノロジーで支援した授業の分析

第2章における、生徒の主観的評価と協同学習の5つの基本的構成要素の関係を分析したところ、改善すべき点として対面的-積極的相互作用が有意な結果として表れた。そこで、第3章では、この対面的-積極的相互作用を活性化することを目的として、外化支援テクノロジーの活用が有効であるかどうかを検証した。これは本研究の目的の1つでもある、より効果的な協同学習を行うための支援の方策を検討する上で意義をもつ研究となった。

具体的には再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」を用いて、学習者の思考過程を外化することで、対面的-積極的相互作用がいかに活性化されたかを、(1)生徒による主観的評価から実証的に検証。(2)「あんどろ君」使用場面における相互行為分析。さらに、(3)実験授業の前後における生徒の動機付けの変化から、対面的-積極的相互作用の活性化について補足的に検討を行った。実験研究は物理分野で行い、以下の3つの検証結果を得た。

1. 「あんどろ君」を用いた方が「あんどろ君」を使用せずに行った協同学習よりも、対面的-積極的相互作用を改善すべき点として挙げる生徒が有意に減った。しかし、個人の責任を改善すべき点として挙げる生徒が有意に多くなった。
2. 「あんどろ君」使用場面における相互行為分析から、協同学習における「あんどろ君」の使用が対面的-積極的相互作用を活性化するのに効果的であったという具体的な検証結果を得た。
3. 単元実施前と比較して、生徒の内発的動機付けが、単元実施後に高まった。

まず1の結果は、生徒が改善すべき点として挙げた結果が対面的-積極的相互作用において有意に減少したことから、第2章で実施した協同学習の5つの基本的構成要素すべてを取り入れた実験授業と比較して、対面的-積極的相互作用がより活発に行えたことと生徒が評価していることを意味している。すなわち、生徒の学習活動を思考外化テクノロジーを用いて支援する試みは、対面的-積極的相互作用を活性化させるのに有効であることを示す検証結果となった。

続いて2の結果では、外化支援テクノロジーである「あんどろ君」を用いた学習場面において、具体的に対面的-積極的相互作用が活発に行われている相互作用が抽出さ

れていた。この学習場面は、「あんどろ君」の活用が、議論や説明を行う相互作用と、互いの成功を促進しあう相互作用の両方を有効に支援している場面であり、外化支援テクノロジーによって、明らかに対面的—積極的相互作用が活性化されることが見出された。

さらに、3の結果の内発的動機づけが高まったことから、本実践は生徒の学習意欲を引き出していた。これは対面的—積極的相互作用が活発になったことで、認知的不協和や葛藤場面が増えた結果と捉えることができ、補完的に外化支援テクノロジーが対面的—積極的相互作用を活性化したことを裏付けるものであった。

以上の結果から、外化支援テクノロジーを協同学習に取り入れた授業は、協同学習の5つの基本的構成要素だけを取り入れた授業と比較して、対面的—積極的相互作用が活性化することが見出された。したがって、協同学習の5つの基本的構成要素の1つである対面的—積極的相互作用は外化支援テクノロジーの導入によって活性化されることが実験的に検証されたと言える。

第3項 協同学習の基本的構成要素のすべてを思考外化テクノロジーで支援したデザイン原則の開発と分析

第3章においてテクノロジーを利用した思考の外化が対面的—積極的相互作用を活性化するのに有効であったことがわかった。しかし、生徒の主観的評価の結果、協同学習の基本的構成要素のうち、「個人の責任」をより高める必要性を生徒が認識していることがわかった。すなわち、対面的—積極的相互作用のみに着目した協同学習へのテクノロジーの導入だけでは、5つの基本的構成要素全体を活性化するには至っておらず、この課題を克服する必要があった。そこで第4章では、協同学習の5つの基本的構成要素のそれぞれを個別に活性化する方法ではなく、全体を同時に高め活性化させることを目的とした。そのために前章で有効な効果が見出せた思考外化テクノロジーの利用を参考にし、新たな活用方法について検討し論じた。

具体的には、理論的検討として、(1)協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを活性化するための思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則を開発した。続いて(2)デザイン原則という仮説的な着想を検証するために、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の機能の活用を考案し実験授業を行った。検証の方法は、授業のビデオ記録

に基づくエピソード分析によって実証的に行った。さらに(3)生徒による主観的評価を用いて、協同学習の基本的構成要素との関連を検証した。検証のための実験研究は生物分野で行い、以下の検証結果を得た。

1. 協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを活性化するための思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則の開発に関しては、協調的な学習を支援する目的で使用したテクノロジーの機能や活用方法に関する先行研究を検討し、それぞれの研究で採用されている個別的な手立てを基本的構成要素を活性化するための手立てとして集約・統合し一般化を試みることで理論的に明らかにした。
2. デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の機能の活用を考案し、授業で使用したときの相互行為分析から、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の使用が、協同学習の5つの基本的構成要素すべてを活性化するのに効果的であったという具体的な検証結果を得た。
3. 第2章におけるテクノロジー未使用実践とデザイン原則を用いたテクノロジー使用実践では、対面的・積極的相互作用を改善すべき点として挙げる生徒が減少していた。また、第3章におけるテクノロジー使用実践とデザイン原則を用いたテクノロジー使用実践では、個人の責任を改善すべき点として挙げる生徒が減少した。

まず1に関しては、表5.1.1に示すテクノロジーを用いて協同学習の基本的構成要素を活性化するためのデザイン原則を導き出すことができた。これは、対面的・積極的相互作用の活性化において効果が見出せた「あんどろ君」の活用を手掛かりに、理科教育学のみならず学習科学や教育工学の隣接学問分野においてテクノロジーで協調的な学習を支援する目的で使用してきたCSCL (Computer Support for Collaborative Learning) に関する研究や、概念獲得やリフレクション支援を目的として使用されてきたテクノロジーの活用に関する国内の先行研究を検討し、これを統合、一般化することで協同学習の基本的構成要素を活性化するためのデザイン原則を理論的に明らかにしたものであった。ここで引用したCSCLに関する研究は国内の研究のみにしぼった。これは、日本におけるCSCL研究には、北米を中心とした諸外国の研究を日本の授業というコンテキストに適応させたすぐれた研究群の存在があり、それらが本研究において有効な知見を与えるものと判断したためであった。また、周知のようにCSCLにおける研究は協調的 (Collaborative) な学習をサポートするものであり、本研究が依拠するジョ

表 5.1.1 テクノロジーを用いて協同学習の基本的構成要素を活性化するためのデザイン原則

基本的構成要素	デザイン原則	ジョンソンの理論 (学習の輪より)	テクノロジー使用に関する 理論的検討(活用の仕方)
相互協力関係	学習者相互の思考をテクノロジーを用いて外化し、互いに学び合う関係を意識しなければならない。	資料を共有し、互いに援助し合う。相補的役割を配分する。仲間の学習や成功にどれほど貢献できたか検討させる。	テクノロジーを用いて思考を外化することで、互いの活動状況を確認し、個々の活動と関係を持たせながら互いに学び合う学習場面での活用が必要である (稲垣ら, 2006 ; 鈴木ら, 2002)。
対面的 — 積極的 相互作用	外化された思考を参照して、小集団の課題達成に向けて話し合うとともに、学習者相互の役割の遂行について互いに助言し合わなければならない。	仲間の学習への努力を援助し、支援し、励まし合う。学習した概念の意義を議論する。与えられた課題を達成するために互いにフィードバックを与え合う。	テクノロジーを用いて思考を外化することでお互いに共有し、学習者間の議論や相互作用を支援する目的で活用することで効果を発揮する(三宅, 2002 ; 望月ら, 2004 ; 清水ら, 2005 ; 杉本ら, 2002)。
個人の責任	外化された思考を参照して、学習者自身の分担内容を確認し、小集団への貢献についてふり返らなければならない。	学習したことを教え、知っていることを説明する。自分の割り当て分をこなそうという個人的責任感を持たせる。どのメンバーも最終成果に対して責任感を持っている。	テクノロジーを用いて説明したり、互いの貢献度を評価することで、個人の小集団への関わりや、小集団における考え方の変化の過程をふり返らせる活動が可能になる(望月ら, 2004 ; 山口ら, 2002)。
小集団での対人技能	外化された思考を参照して、他者に質問しなければならない。	正確で明確なコミュニケーションをする。メンバーの要約を修正したり、つけ加えることで、正確さを追求する。学習していることと、すでに知っている別のことを関連づける。	テクノロジーを用いて、互いの考えを正確に伝え、他者の考えをよりよく理解することができる。外化されることから、互いの意見に反論したり質問を行う学習活動に効果的で、より建設的な討議を進める場面での活用が期待される(杉本ら, 2002 ; 竹中ら, 2005)。
グループの改善手続き	小集団の協同の仕方をふり返るとともに、小集団の協同の仕方の問題点について話し合わなければならない。	仲間同士がうまく課題に取り組めるような関係を意識させる。メンバーが自分の参加の善し悪しを確認できる。グループの成功を喜び、仲間の積極的な行動を引き出す。	テクノロジーを用いて互いの学習活動をふり返り、協力関係を確認することでよりよい協同関係を反省的に議論し、改善の意見を求める学習場面での活用が必要である(大黒ら, 2006 ; 望月ら, 2005)。

ンソンら（1998）の協同学習（Cooperative）とは厳密には異なっている。しかし、本研究では、両者とも複数のメンバーが協力して同一の目標を成し遂げるという意味では重複しており、協同学習におけるテクノロジーの活用方法の検討に際して、貴重な示唆を得ることができた。

続いて2の結果は、協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを活性化するための思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則に沿った「あんどろ君」の活用方法を考案し、実験授業を行ったときのエピソード分析によって得られたものであった。

デザイン原則に基づく「あんどろ君」の活用が5つの基本的構成要素すべてを活性化するのに有効であったという相互作用が抽出されていたことにより、デザイン原則に基づいた「あんどろ君」の活用は、5つの基本的構成要素のすべてを有効に支援したものと捉えることができた。

さらに3の結果で、テクノロジー未使用実践とデザイン原則を用いたテクノロジー使用実践では、対面的—積極的相互作用を改善すべき点として挙げる生徒が減少していたことから、第2章で実施した協同学習の5つの基本的構成要素すべてを取り入れた実験授業と比較して、対面的—積極的相互作用がより活発に行えたと生徒が評価していることを意味している。すなわち、生徒の学習活動をデザイン原則を用いた思考外化テクノロジーで支援する試みは、対面的—積極的相互作用を活性化させるのに有効であることを示す検証結果となった。

また、テクノロジー使用実践とデザイン原則を用いたテクノロジー使用実践では、個人の責任を改善すべき点として挙げる生徒が減少していたことから、第3章で実施した外化支援テクノロジーを用いて対面的—積極的相互作用を活性化した授業と比較して、個人の責任がより活発に行えたと生徒が評価していることを意味している。すなわち、生徒の学習活動をデザイン原則を用いた思考外化テクノロジーで支援する試みは、個人の責任を活性化させるのに有効であることを示す検証結果となった。

以上の結果から、協同学習の基本的構成要素のすべてを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則を「あんどろ君」に取り入れて実施した協同学習の授業は、5つの基本的構成要素すべてを活性化することが見出せた。したがって、協同学習の5つの基本的構成要素は思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則の導入によって活性化されることが実証的に検証されたと言える。

第2節 本研究の結論

以上の結果を総合すると、理科の授業において協同学習の5つの基本的構成要素すべてを取り入れた授業は、理科教育における学習者の認知面、及び態度面において有効に作用すると結論付けることができる。また、この協同学習の5つの基本的構成要素の効果をより高めるために開発した思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則は、すべての基本的構成要素の効果を高めるために有効であった。

この結論は、協同的な学習は期待される有効な効果ばかりが得られるわけではないとする立場（亀田，1996）に対して、協同学習におけるグループの構造や手続きを明確にし、その支援の方法を工夫することによって、効果的な相互作用を引き出すことができることを論理的かつ実証的に証明したものであると言える。

では、以上のような本研究の成果は、理科教育における協同的な学習環境における相互作用の内実に向ける研究領域において、理論的、及び実践的な発展にどのような寄与をもたらし、またどのような課題を残すものであろうか。この点について以下に論じる。

第1項 理論的発展への寄与

第1章でも論じたように、理科教育において、グループにおける相互作用が学習効果に与える影響を調べた先行研究は多くある。これらの研究の多くは、学習者に協同的な学習場面を与えることによって得られる有効性を示したのものや、CSCL 研究を中心とする協調的な学習場면을支援する目的で使用するソフトウェア等の効果を示したものが中心であった。しかし、それとは立場を逆にして、亀田（1996）が主張するように、認知性の高い学習者の影響力に着目した研究においては、協同的な学習が知識資源の単なる総和以上のものを新たに創発することはないと主張するものや、村山（2005）のように、協同学習における話し合い活動が理科教育としての科学的探究の質に見合うものになっているかを問うものであった。すなわち、協同学習が有効な効果を生み出すとはいえない場合もあると主張するものもあった。これらの指摘は確かに妥当なものであったが、いずれの研究においても、協同学習の学習理論や手法そのものについて学習効果との関連を言及したものではなかった。

これに対し、本研究では、協同学習の有効性を説得力のある形で示すためには、協同学習におけるグループの構成や手続きをより明確に示した実践研究のさらなる蓄積が必要であるという立場に立ち、ジョンソンら（1998）の協同学習理論である5つの基本的構成要素を取り入れた実験研究を行った。結果は、第2章で述べたように基本的構成要素がすべて取り入れられ、それらが効果的に作用することによって、学習者の認知面、及び態度面に有効な効果を与えるというものであった。続いて第3章では、対面的－積極的相互作用を活性化することを目的として思考外化テクノロジーを用いた実験研究を行い、学習者の対面的－積極的相互作用に対する主観的評価に改善が確認された。最後に、第4章で述べたように、新たに開発した協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則を活用することによって、すべての基本的構成要素の効果が高まることを実証的に確認した。

以上のような先行研究における知見と本研究の成果を踏まえると、本研究で得られた成果は、理科教育における協同的な学習をベースに行う研究において、理論的枠組みの拡張というかたちで理論の発展に寄与するものであったと言える。

さらに、CSCL等テクノロジーを用いて協調的な学習を支援する研究においては、授業デザインの段階から、思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則を取り入れることによって、より有効な学習効果が期待できる。このデザイン原則は、ジョンソンら（1998）の研究においても触れられておらず、これまでのテクノロジーを用いた協同学習研究においても、協同学習の5つの基本的構成要素を活性化するための規準となる理論的研究は行われてこなかった。すなわち本研究がすべての基本的構成要素を支援するテクノロジーのデザイン原則を提案する初めての理論となる。今後は、理科教育において導入がさらに予想されるテクノロジーの活用における基礎的な理論となる可能性を持っており、今後の発展と活用が期待される。ここで可能性とするのは、本研究の理論的側面がジョンソンら（1998）の提案する協同学習の5つの基本的構成要素を取り入れた実験研究であり、他の協同学習環境下での汎用性や、思考外化テクノロジーである「あんどう君」以外のテクノロジーを用いた実験研究が実施されていないためである。この部分は今後の研究にゆだねる部分が多い。ただ、本研究の成果は、「あんどう君」という単一のソフトウェアに限定されたものではあるが、本研究で得られた知見は、思考外化テクノロジー利用に関するデザイン原則が、協同学習の基本的構成要素

の活性化に有効で、協同学習の基本的構成要素を用いた理科授業の改善に貢献し得ることを例証したものとして評価できる。

以上の提案は、第1章で述べてきた理科教育における協働学習研究に関わる理論的な枠組みに、新たな支援の方法を加えるものである。したがって本研究の成果は、ジョンソンら（1998）の理論的枠組である協同学習の基本的構成要素を用いた研究を発展させ、テクノロジーで支援する協同学習に対して新たな理論的枠組みを提案するという形で、当該の研究領域における理論の発展に寄与するものであったと結論づけることができる。

第2項 実践的発展への寄与

本研究では、ジョンソンら（1998）の理論に即して、中学校の理科授業において協同学習の5つの基本的構成要素すべてを取り入れた実験授業を行い、その有効性を検討してきた。また、より効果的な協同学習を行うための支援の方策を検討するために、協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則を開発し、その実験研究を行ってきた。

これらの実験研究によって明らかになった効果は、協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを授業に取り入れる研究によって、(1)実験の進み具合がスムーズで実験操作上のミスが減少した。(2)学習の定着が向上した。対面的—積極的相互作用を支援する目的で一部テクノロジーを使用した研究によって、(3)対面的—積極的相互作用が活性化し改善された。(4)内発的動機づけが高まった。さらに、協同学習の5つの基本的構成要素すべてを思考外化テクノロジーで支援するデザイン原則を用いた研究では、(5)協同学習のすべての基本的構成要素が活性化されたことが確認された。

これら一連の成果は、理科教育における協同学習研究の実践的な側面において、どのような発展に寄与し得るであろうか。

中央教育審議会（2005）は、これからの時代を新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、いわゆる「知識基盤社会」（knowledge-based society）と名付けた。同答申では「生きる力」をはぐくむという新学習指導要領の基本的なねらいの重要性を確認し、「生きる

力」を知の側面からとらえた「確かな学力」の育成に係る具体的な方策を提言している。ここに挙げられた「生きる力」は、「知識基盤社会」を生きる子どもたちに身に付けさせたい力として、「確かな学力」、「豊かな人間性」、「健康と体力」の3つの要素から成っている。「確かな学力」とは、自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する能力。「豊かな人間性」とは、自らを律しつつ、他人と協調し、他人を思いやる心や感動する心。そして「健康と体力」とは、これらを実現しながらたくましく生きるための健康や体力を意味している。

時期を同じくしてドミニクラ（2006）は経済協力開発機構（OECD）の DeSeCo プログラムにおいて、「知識基盤社会」の時代を担う子どもたちに必要な能力を、「主要能力（キーコンピテンシー）」とし、(1)社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する力、(2)多様な社会グループにおける人間関係形成能力、(3)自立的に行動する能力。の3つの領域に分けている。

以上から推察するに、学校教育に対する時代の要求は、協同的な学習環境において生徒の生きる力を育成できると捉えることができる。

さらに冒頭でも述べたように、国立教育政策研究所（2007）は、特定の課題に関する調査・(理科) 調査結果で次のような2点の報告を行っている。

1. 生徒自身が実験の方法を考え、結果を予想するための機会の確保として、生徒の考えた実験方法や結果の予想を、生徒が互いに意見交換して実験方法を修正したり、どのような実験結果になるか明確にしたりする時間や場を設けるなどの指導の工夫が必要である。
2. 観察・実験のねらいと結果を対比させた考察と、考察を見直しさせる指導の工夫として、事象に関係すると思われる要素、要因について多くの生徒が多様な考えを出し合う場面を設定して、考察するために必要なことを気づかせたり、判断の根拠を明らかにして論理的に考察しているかどうかを確かめさせたりすることが重要である。

以上は、現在の理科授業においては生徒が協力し合って実験方法を考案したり、観察・実験の結果に基づいた考察をしたりすることが、不十分であるという調査結果をもとに報告されたものである。

すなわち、理科教育において、生徒の学びの場に生じる対話が注目され、そこでお

きる相互作用や概念の変容を協同的な学習の中で実現しようとする研究の必要性が指摘されてきているという背景がある。

このように協同的で学習者間の相互作用を重視した学習環境が十分に実現できていない要因の一つに、現代の新自由主義の思想や PISA ショックを含む学力低下論争が挙げられる。これらの思想が要求するものは自己選択、自己責任であり、個の能力に応じた個への対応である（佐藤，2004）。これらに応じるかたちで、教育現場においては習熟度別指導を中心とする指導形態が中心となり、協同的な学習環境において生徒をどう育てるかという視点は薄くなっている（佐藤，2004）。すなわち今の教育現場における協同的な学習基盤の希薄化がある。さらに付け加えるならば、清水（2004）が指摘するように、日本の教育現場において、実践の中から積み上げられた協同的な学習は引き継がれておらず、その理論的背景や指導方法について体系的に研究されてこなかった歴史的な背景が伺える。

以上の状況の中で具体的に協同学習研究の実践的発展に寄与するためには、理論的で体系的に整理され、さらに実践の成果を伴った具体的な方法を提案する必要がある。

このような状況において、近年、理科教育学研究では第1章に示したように、協同的な学習環境において、教師と子どもたちとの間で展開される相互作用の内実に迫ることによって、学びを明らかにしようとする研究が多数報告されてきた。その中で、本研究の協同学習の5つの基本的構成要素のすべてを具体化する手法は、協同学習の実践に新たな道具や方法を提案することになり、またその効果をより高める目的で開発した思考外化テクノロジーを用いたデザイン原則は、協同学習にテクノロジーを活用する上で新たな指針を与えるもので、これまでの実践研究に新たな展開を提案するものである。

(1) テクノロジーの使用に関わりない協同学習の実践に対して

協同学習の5つの基本的構成要素を具体化する方法は、主に第2章で提案したのであるが、特に個別に役割を与えその担当にのみ役割の内容を伝達する方法や、記録係に会話ログを取らせ話し合いに活用する方法、さらに改善の手続きで使用した相互評価とふり返しシートなどは、今後の実践研究の道具や方法として活用が期待される。

まず基本的構成要素の相互協力関係と個人の責任を具体化するために考案した、個別に役割を与えその担当にのみ役割の内容を伝達する方法についてである。これは、

これまで教師が学習集団に協力関係をゆだねる弊害として、個人の責任が曖昧になることで他人任せになったり、発言力のある生徒の言動によって学習の方向付けが行われるなど、決して協力することによって期待される学習効果が得られないという問題が発生していた。これに対して、構成メンバーの各人が学習内容に責任を持ち、協力関係を意識させる方法として有効に活用できるものと考えられる。

続いて、対面的・積極的相互作用を具体化する目的で開発した会話ログである。これは、記録係が実験や観察の途中で発話された内容を履歴として残すもので、会話の様子が文字として外化される。これを実験の考察等で参照することによって、実験観察の直感的ひらめきや継続的な変化の過程をふり返ることが可能となる。すなわちこれまで生徒にゆだねてきた話し合い活動を有意味で継続的なものにする効果が引き出されるものと期待される。

最後にグループの改善の手続きで使用した相互評価とふり返りシートである。これは、これまでの協同学習実践ではほとんど見られなかった学習者による協同学習の改善作業を実現する方法といえる。すなわち学習者が中心となって協同学習の実践をふり返り、修正し、新たな目標や具体的な改善方法を提案するもので、学習者の主体性を引き出し、よりよい協同学習を実現させる効果が期待できる。

事実、筆者はこれらの協同学習の基本的構成要素を具体化する道具や方法を活用し、協同学習の実践的発展を裏付ける成果を得ている。例えば大黒ら（2005）では、植物のなかまと種類の単元において協同学習のすべての基本的構成要素を取り入れる授業を行い、学習内容理解と内発的動機づけを高める効果を確認した。

以上は、ジョンソンら（1998）の学習理論に依拠した協同学習の展開でテクノロジーを用いない協同学習環境においても十分に効果的であり、今後の協同学習の実践的な発展に貢献できるものと考えられる。

(2) テクノロジーを用いた協同学習の実践に対して

外化テクノロジーで協同学習の5つの基本的構成要素を支援するデザイン原則については、CSCL等、協調的な学習をテクノロジーを用いて支援する研究において、テクノロジーの具体的な活用方法の指針となる可能性を持っている。これは、このデザイン原則が、テクノロジーで協調的な学習を支援する目的で使用してきたCSCLに関する研究や、概念獲得やリフレクション支援を目的として使用されてきたテクノロジーの活用に

関する先行研究を検討し、これを統合、一般化することで開発されてきたことが一つの理由として挙げられる。さらに、どのような協同学習場面においても、他者と関連を持つ以上、協同学習の5つの基本的構成要素の一部である、相互協力関係や対面的・積極的相互作用、あるいは個人の責任に関わる要素が必ず含まれているためである。

デザイン原則はジョンソンら（1998）の提案する協同学習の基本的構成要素を活性化することを目的として、思考外化テクノロジーを具体的にどのような学習活動の支援として用いるかが述べられている。例えば、相互協力関係を活性化するためのデザイン原則は、学習者相互の思考をテクノロジーを用いて外化し、互いに学び合う関係を意識しなければならないとなっている。また、小集団の対人技能においては、外化された思考を参照して、他者に質問しなければならないとなっている。すなわち、テクノロジーを用いてどのように思考を外化し、また外化した思考をどのように活用するかという規準が示されている。そのため実践においては、使用するテクノロジーの外化支援の特徴や方法に合わせて個別に具体的な活用方法を考案する必要がある。このことからそれぞれのテクノロジーに対応した活用の方法が提案できるのである。

さらに、将来的な展望としては、このデザイン原則を規準としたテクノロジーの開発を挙げることができる。実際、4章で用いた思考外化テクノロジーである「あんどう君」では、従来の機能に加えて、デザイン原則をより実現化するための外化支援の方法を新しい機能として追加した。追加した機能は、コンセプトマップのラベルの意味や内容を説明するためのメモ機能であり、さらに他者への説明や内容の確認を促進するためのラベルとメモの一覧を表示する印刷機能であった。この機能の追加は、ジョンソンら（1998）の提案する協同学習の基本的構成要素を活性化するために作成したデザイン原則を実験研究で生かすために重要かつ有効なものとなった。

以上のデザイン原則を用いたテクノロジーの改良の過程と成果は、今後のテクノロジー開発に大きな示唆を与えるものと考えられる。すなわち、テクノロジーを開発する研究者と授業を行う実践者がデザイン原則という規準を介して行うデザイン研究の提案である。

特に近年では、教育現場におけるICT教育の推進や各種テクノロジーが導入されていることから、協同学習を支援する目的でテクノロジーを使用する実践が増加するものと考えられ、デザイン原則の活用が授業実践と外化支援テクノロジーの開発というかたちで広がることが期待される。

以上、本研究で得られた知見は、ジョンソンら（1998）に依拠した協同学習に関する従来の研究では提案されてこなかったものでもあり、理科における協同学習という研究領域に対して新しい提案を行うものであると結論できる。

さらに実践的発展への寄与として付け足すならば、本研究成果の他教科への活用を挙げることができる。本来、ジョンソンら（1998）の協同学習理論は理科教育のみに特化して開発されたものではなく、協同学習論としてすべての教科の教育方法として活用できることは言うまでもない。実際、本研究の実験校においては、本実験研究の成果である協同学習の基本的構成要素の具体化やその方法論を全教科で共有し実践することによって成果を上げている。

第3項 今後の課題

本研究では、理科の授業に協同学習の5つの基本的構成要素を取り入れることで、多くの学習効果を得ることができた。しかし、協同学習の5つの基本的構成要素を具体化し、実践授業に取り入れる方法や、これまで活用してきた手法の効果をより高める方策の検討は今後も必要な課題である。特に、思考外化テクノロジーを用いたデザイン原則においては、本節第1項でふれたように、他の領域や他のテクノロジーを用いることで、よりデザイン原則の理論としての信頼性や実証性を高めることが可能となる。今後、さらなる実践研究の積み重ねを行っていきたい。

附記

本論文の第2章は、以下の査読付き学会誌『理科教育学研究』に採録された論文に基づいて作成されている。

大黒孝文, 稲垣成哲 (2006) 「中学校の理科授業における協同学習の導入とその学習効果の検討: ジョンソンらの協同学習論を手がかりとして」『理科教育学研究』, Vol.47, No.2, pp.1-12.

本論文の第3章は、以下の査読付き学会誌『理科教育学研究』に採録された論文を加筆, 再構成したものである。

大黒孝文・出口明子・山口悦司・舟生日出男・稲垣成哲(2007) 「協同学習における対面的-積極的相互作用の活性化: テクノロジーを活用した思考の外化に着目して」『理科教育学研究』 Vol.48, No.1, pp.35-50.

本論文の第4章は、以下の査読つき学会誌『理科教育学研究』に採録されたものと World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications 2008 に査読付き国際会議発表論文として採択されたものを大幅に再構成し, 加筆修正を加えたものである。

大黒孝文・出口明子・山口悦司・舟生日出男・稲垣成哲 (2008) 「協同学習における基本的構成要素の活性化支援: ジョンソンらの協同学習論に基づいた思考外化テクノロジー利用のデザイン原則の提案」『理科教育学研究』, Vol.49, No.2, pp.41-58.

Takafumi Daikoku, Hideo Funaoi, Akiko Deguchi, Shigenori Inagaki, & Etsuji Yamaguchi. Teaching Method for Collaborative Note-taking Strategy to Improve Skill of Arranging Concepts. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications 2008, Vienna, Austria*, pp.2557-2562.

引用文献

- 相沢保治（1970）『自主的協同学習入門』，明治図書.
- アロンソン,E.,ブレニー,N.,ステファン,C.,シーケス,J., &スナップ,M.松山安雄訳（1986）『ジグソー学級：生徒と教師の心を開く協同学習法の教え方と学び方』，原書房.
（Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. 1978, *The Jigsaw Classroom*. Sage Publication)
- 大黒孝文・出口明子・山口悦司・舟生日出男・稲垣成哲（2005）「協同学習を支援する再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア：生徒からみたソフトウェアの有効性」『日本科学教育学会第29回年会論文集』， pp.479-480.
- 大黒孝文・出口明子・山口悦司・舟生日出男・稲垣成哲（2006）「協同学習を支援する再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア：生徒からみたソフトウェアの有効性と概念変換に与える効果」『日本科学教育第30回学会年会論文集』， pp.247-248.
- 出口明子・山口悦司・舟生日出男・稲垣成哲（2005a）「再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェアの機能拡張と実験的評価：再生プロセスのブックマーク機能の有効性について—」『科学教育研究』， Vol.29, No.2, pp.120-132.
- 出口明子・稲垣成哲・舟生日出男・山口悦司（2005b）「再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア『あんどろ君』：開発理念と機能の実際」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』， No3, pp.65-66.
- 出口明子・山口悦司・稲垣成哲・舟生日出男・大黒孝文・酢谷典子（2005c）「再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェアの機能拡張に関する実践的評価：中学生からみたブックマーク機能の有効性」『日本科学教育学会研究会研究報告』, Vol.19, No3, pp.45-50.
- 舟生日出男・山口悦司・稲垣成哲（2003）「再構成型コンセプトマップ共同作成ソフトウェアの内省と対話の支援における有効性について」『科学教育研究』， Vol.27, No5, pp.318-332.
- 舟生日出男・稲垣成哲・山口悦司・出口明子・山本智一（2005）「再構成型コンセプトマップ共同作成ソフトウェアに関する実践的研究」『科学教育研究』, Vol.29, No.1, pp.12-24.

- 稲垣成哲・山口悦司・上辻由貴子 (1998a) 「社会文化的アプローチ」, 日本理科教育学会 (編) 『キーワードから探る・これからの理科教育』, 東洋館出版社, pp.226-231.
- 稲垣成哲・山口悦司・上辻由貴子 (1998b) 「教室における言語コミュニケーションと理科学習：社会文化的アプローチ」 『理科教育学研究』, Vol.39, No.2, pp.61-79.
- 稲垣成哲 (1998) 「授業改革のためのシナリオ」, 湯澤正通編著 『認知心理学から理科学習への提言：開かれた学びをめざして』, 北大路書房, pp.62-79.
- 稲垣成哲・舟生日出男・山口悦司 (2001) 「再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェアの開発と評価」 『科学教育研究』, Vol.25, No.5, pp.304-315.
- 稲垣成哲・山口悦司・出口明子・舟生日出男・望月俊男・鈴木栄幸・加藤浩 (2006) 「創発的分業を支援する CSCL システムの実践的評価」 『科学教育研究』, Vol.30, No.5, pp.269-284.
- 稲垣成哲・舟生日出男・山口悦司・出口明子 (2006) 「あんどろ君プロジェクト：リフレクションを指向した学習コミュニティの発展」 『科学教育研究』, Vol. 30, No.3, pp.132-141.
- 伊藤篤 (1992) 「教師の指導様式と児童の達成目標との関係(2)」 『日本福祉大学研究紀要』, No.87, pp.99-111.
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1975) *Learning together and alone*. Prentices Hall.
- ジョンソン, D. W., ジョンソン, R. T., & ホルベック, E. J. 杉江修治, 石田裕久, 伊藤康児, 伊藤篤訳 (1998) 『学習の輪-アメリカの協同学習入門』, 二瓶社, (Johnson, D.W., & Johnson, R.T.1984,*Circles of Learning: Cooperation in Classroom*)
- ジョンソン, D. W., スミス, K.A., ジョンソン, R. T., & ホルベック, E. J. 関田一彦訳 (2001) 「学生参加型の大学授業-協同学習への実践ガイド」, 玉川大学出版部 p.77.
- 加藤圭司・橋本理恵 (2004) 「構成主義的な理科学習論に基づいた教師の教授行為についての一考察 - 社会文化的視点からのアプローチ」 『理科教育研究』, 愛知教育大学理科教育研究会, Vol.13/14, pp.17-23.
- 亀田達也 (1996) 『合議の地を求めて：グループの意思決定』, 共立出版, pp.13-15.
- 神戸大学発達科学部附属住吉中学校研究部 (1967) 「創造性を引き出す授業改造」 『研究協議会冊子』, 神戸大学発達科学部附属住吉中学校.

- 神戸大学発達科学部附属住吉中学校研究部 (1967) 『研究会研究記録』, 1月～3月, 神戸大学発達科学部附属住吉中学校.
- 神戸大学附属住吉中学校・神戸大学附属中等教育学校 (2009) 『生徒と創る協同学習-授業が変わる, 学びが変わる-』, 明治図書.
- 小池達士・隅田学 (2005) 「協同的に取り組む理科の授業の場-愛媛大学教育学部附属中学校における実践例-」 『理科の教育』, Vol.54, No.639, 東洋館出版社, pp.18-19.
- 国立教育政策研究所 (2007) 『特定の課題に関する調査・(理科)』 国立教育政策研究所教育課程研究センター研究開発部研究開発課, p.121.
- 久保田善彦・西川純 (2004) 「小集団学習における科学的意味の構築:小集団に見られるオーバーラップ発話から」 『理科教育学研究』, Vol.44, No.3, pp.1-12.
- 久保田善彦・鈴木栄幸・舟生日出男・加藤浩・西川純・戸北凱惟 (2006) 「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』, Vol.46, No.2, pp.11-19.
- 楠房子・杉本雅則・橋爪宏達 (2000) 「思考の外化を支援することによるグループ学習支援システム(次世代教育(学習)支援システム論文特集)」 『電子情報通信学会論文誌』, Vol.83, No.6, pp.580-587.
- 益田裕充・森本信也 (2000) 「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概念理解の深まり:中学生の分解概念理解を事例として」 『理科教育学研究』, Vol.41, No.2, pp.21-30.
- 村山功 (2005) 「本当は恐ろしい理科の学びあい」 『理科の教育』, Vol.54, No.639, 東洋館出版社, pp.8-11.
- 宮田斉 (2004) 「理科授業における”循環型の間答-批評学習”の利用効果:小学校6年「電流と電磁石」の単元の授業を通して」 『理科教育学研究』, Vol.45, No.2, pp.45-52.
- 三宅なほみ・益川弘如・野田耕平・森孝行 (1999) 「協調作業による理解深化支援」 『電子情報通信学会技術研究報告』, Vol.99, No.161, pp.25-30.
- 三宅なほみ (2002) 「学習における協調」, 波多野誼余夫・永野重史・大浦容子 (編) 『教授・学習過程論』, 放送大学教育振興会, pp.101-110.
- 文部省 (1946) 『新教育指針』, 文部省.

- 森本信也・渡辺素乃子・太田川哲・八嶋真理子（1998）「協同的な理科の教授・学習過程に関する基礎的研究」『横浜国立大学教育人間科学部紀要』， I .教育科学， pp.163-183.
- 望月俊男・江木啓訓・尾澤重知・柴原宜幸・田部井潤・井下理・加藤浩（2004）「協同学習における対面コミュニケーションと CMC の接続に関する研究」『日本教育工学雑誌』， Vol.27, No.4, pp.405-415.
- 望月俊男・久松慎一・八重樫文・永田智子・藤谷哲・中原淳・西森年寿・鈴木真理子・加藤浩（2005）「電子会議室における議論内容とプロセスを可視化するソフトウェアの開発と評価」『日本教育工学会論文誌』， Vol.29, No.1, pp.23-33.
- 中山迅・稲垣成哲（1998）『理科授業で使う思考と表現の道具：概念地図法と描画法入門 授業への挑戦』， 明治図書出版.
- 西川純（1999）「何故理科は難しいと言われるのか。そしてどうしたらいいか。」『科学教育研究』， Vol. 23, pp. 255-256.
- 及川平治（1912）『分団式動的的教育法』， 弘学館.
- 及川平治（1915）『分団式各科動的的教育法』， 弘学館.
- Phillips, J.D. (1948) Report on discussion 66. *Adult Education Journal*, Vol. 7, pp.181-182 .
- PISA 調査（2006）OECD 生徒の学習到達度調査（PISA）2006 年調査国際結果の要約。
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf（2009 年 12 月 10 日現在）
- ドミニク・S・ライチェン, ローラ・H・サルガニク（2006）『キー・コンピテンシー — 国際標準の学力をめざして』， OECD DeSeCo, 立田慶裕訳， 明石書店.
- 佐伯胖（1998）「高度情報化の教育の課題」， 佐伯胖・黒崎勲・佐藤学・田中孝彦・浜田寿美男・藤田英典編『情報とメディア（岩波講座 8 現代の教育）』， 岩波書店， pp.15-17.
- 佐藤学（2000）『授業を変える学校が変わる 総合学習からカリキュラムの創造へ』， 小学館， pp.128-130.
- 佐藤学（2004）『習熟度別学習の何が問題か』， 岩波ブックレット No.612， 岩波書店， pp.2-18.

- 清水誠 (2004) 「日本における協同的な学習研究についての考察」『知の創造を図る協同的な教授学習システム及び教師支援プログラムの開発』, 平成 13～15 年度科学研究費補助金 (基礎研究 (C) (2)), pp.9-22.
- 清水誠・佐國勝 (2004) 「理科授業におけるスモールグループでの話し合いの効果」『知の創造を図る協同的な教授学習システム及び教師支援プログラムの開発』, 平成 13～15 年度科学研究費補助金 (基礎研究 (C) (2)), pp.31-40.
- 清水誠・吉澤勲 (2004a) 「アメリカ合衆国における協同的な学習研究の考察」『知の創造を図る協同的な教授学習システム及び教師支援プログラムの開発』, 平成 13～15 年度科学研究費補助金 (基礎研究 (C) (2)), pp.1-8.
- 清水誠・吉澤勲 (2004b) 「相互協力関係から生じる相互作用の分析」『知の創造を図る協同的な教授学習システム及び教師支援プログラムの開発』, 平成 13～15 年度科学研究費補助金 (基礎研究 (C) (2)), pp.51-62.
- 清水誠・石井都・海津恵子・島田直也 (2005) 「小グループでの話し合い, 考えを外化することが概念変化に及ぼす効果: お湯の中から出る泡の正体の学習を事例に」『理科教育学研究』, Vol.46, No.1, pp.53-60.
- 塩田芳久 (1989) 「授業活性化の『バズ学習』入門」, 明治図書.
- Sharan, S., & Hertz-Lazarowitz. (1980) *A Group-Investigation method of cooperative learning in the classroom*. In S. Sharan, P. Hare, C.D. Webb, & Hertz-Lazarowitz (eds.) *Cooperation in education*. Brigham Young University Press.
- シャラン, Y., & シャラン, S. 石田裕久, 杉江修治, 伊藤篤, 伊藤康児訳 (2001) 『協同による総合学習の設計—グループ・プロジェクト入門』, 北大路書房, (Sharan, Y., & Sharan, S. 1992 *Expanding cooperative learning through group investigation*)
- Shwalb, B., 杉江修治訳 (1993) 「アメリカの協同学習」『教育新聞』, 4月19日付.
- Slavin, R. (1980) *Using student team learning (rev, ed.)*. Center for social organization of schools, Johns Hopkins University.
- Slavin, R. (1985) *An introduction to cooperative learning research*. In R. Slavin, S. Sharan, S., Kagan, R.H. Lazarowitz, C. Webb, & R. Schmuck, R., *Learning to cooperate, cooperating to learn*. Plenum press, pp.5-15.

- Slavin, R. Sharan, S., Kagan, S., R.H. Lazarowitz, C. Webb, & R. Schmuck, R. (1985)
Learning to cooperate, cooperating to learn. Plenum press.
- Stahl, G, Koschmann, T., & Suthers, D. (2006) Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences*, Cambridge, UK: Cambridge University Presspp, pp.409-426.
- 末吉悌次, 信川実訳 (1967) 『自発協同学習』, 黎明書房.
- 末吉悌次 (1959) 『集団学習の研究』, 明治図書.
- 末吉悌次・加古川市立川西小学校 (1967) 『小集団: 生活と学習の共同化』, 黎明書房.
- 杉江修治 (1992) 「展望: 学校学習と協同」『中京大学教養論叢』, Vol.32, No.3, pp.1019-1041.
- 杉江修治 (1998) 「協同学習の展開」『中京大学教養論叢』, Vol.38, No.3, pp.641-656.
- 杉江修治 (1998) 「日本の協同学習の理論的・実践的展開」『中京大学教養論叢』, Vol.38, No.4, pp.757-797.
- 杉江修治 (1998) 「バズ学習の意義と展開」『中京大学教養論叢』, Vol.39, No.1, pp.61-90.
- 杉江修二 (1999) 『バズ学習の研究: 協同原理に基づく学習指導の理論と実践』, 風間書房.
- 杉本美穂子・佐伯豊・楠房子・須藤正人 (2001) 「科学教育における建設的会話支援システムの活用」『日本科学教育学会年会論文集』, Vol.25, pp.131-134.
- 鈴木栄幸・舟生日出男・加藤浩・山口悦司・稲垣成哲 (2002) 「作品協同制作場面における創発的分業過程の分析」『日本科学教育学会第 26 回年会論文集』, Vol.26, pp.161-162.
- 鈴木真理子・今井靖・奥村健二・永田智子・加藤久恵・箱家勝規・中原淳・稲垣成哲・山口悦司・舟生日出男 (2005) 「Peer learning の特性を有した中学校理科授業における学習の効果」『日本教育工学会論文誌』, Vol.28, Supple, pp.217-220.
- 高垣マユミ・中島朋紀 (2004) 「理科授業の協同学習における発話事例の解釈的分析」『教育心理学研究』, Vol.52, No.4, pp.472-484.
- 高垣マユミ・森本信也・加藤圭司 (2006) 「社会的な学びを構成するツールとしての『電子黒板』の活用に関する試みー小学校 5 年理科『ものの溶け方』を事例としてー」『日本理科教育学研究』, Vol.47, No.2, pp.31-39.

- 竹中真希子・山口悦司・稲垣成哲（2005）「CSCL:理科教育におけるコンピュータ利用の新しい研究動向」『科学教育研究』，Vol.29, No.2, pp. 157-172.
- 高旗正人（1981）『自主協同の学習理論（講座・自主協同学習 1）』，明治図書.
- Totten, S., Silla, T., Digby, A., & Russ, P.（1991）*Cooperative learning: A guide to research*. Garland Publishing Inc.
- 中央教育審議会（2005）「我が国の高等教育の将来像（答申）」中央教育審議会.
- 山口悦司・稲垣成哲・福井真由美・舟生日出男（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.37-38.
- 山口悦司・稲垣成哲・舟生日出男・疋田直子（2002）「再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェアに関する実践的研究:小学校の授業における利用可能性の検討」『理科教育学研究』，Vol.43, No.2, pp.15-28.
- 山崎正（1965）『奮起させる自主協同学習』，東洋館出版社.

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くの方々のご支援とご協力を賜りましたことをここに記し、感謝のことばとさせていただきます。

神戸大学大学院人間発達環境学研究科の稲垣成哲先生には、論文の主査として、研究の着想から執筆に至るまで、丁寧なご指導を賜りました。稲垣先生には研究に関わる内容面だけではなく、研究の手法についても、懇切丁寧に教えていただきました。研究の進め方においては、その節目に学会で発表する機会を設定していただき、研究計画の見通しを持つことができました。また、研究活動を展開するための環境においても、様々な形ではかりしれないご支援をいただきました。

神戸大学大学院人間発達環境学研究科の伊藤篤先生からは、研究内容について、特に協同学習の意義や手法について、ご専門の立場から貴重なご指導とご助言をいただきました。神戸大学大学院人間発達環境学研究科の吉永潤先生には、本研究の意義を明確にするためのご示唆をいただくとともに、貴重なご指導とご意見をいただきました。神戸大学大学院人間発達環境学研究科の今谷順重先生には、論文全体について御専門の立場から貴重なご指導とご助言をいただきました。そして、元神戸大学大学院人間発達環境学研究科、現東京理科大学科学教育研究科の小川正賢先生には、研究の方向性について貴重なご指導とご示唆をいただきました。

本研究は、再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェア「あんどろ君」の開発グループの方々との共同研究の上に成り立っています。広島大学大学院工学研究科の舟生日出男先生には、本論文におけるソフトウェアの開発と評価分析において多大なご尽力をいただきました。先生のご尽力がなければ、本研究は存在しなかったと言っても過言ではありません。また研究を進める上でも、的確かつ迅速にご指導とご助言をいただきました。宮崎大学教育文化学部の山口悦司先生には、本研究全体の遂行にあたり、丁寧なご助言をいただくとともに、研究構成や評価分析の検討にあたり、詳細かつ的確なアドバイスをいただきました。宇都宮大学教育学部の出口明子先生には、実験授業をデザインする段階からご指導をいただき、細部にわたってご助言をいただきました。

本研究は実践研究であり、その研究フィールドを提供してくださった元神戸大学発

達科学部附属住吉中学校（現神戸大学附属中学校）の先生方には、本当にお世話になりました。元神戸大学発達科学部附属住吉中学校の山崎健前校長先生，現神戸大学附属中学校の市橋秀樹現校長先生，並びに，齋藤佳昭前副校長，長谷川則光現副校長，そして，教務主任の和田憲明先生には，本研究に深いご理解とご協力をいただきましたとともに，教室利用やカリキュラムの調整など，実践のために細かな配慮をいただきました。また同僚であった上田浩司先生と久保和弘先生には，本研究で行った実験授業のよき支援者として，授業の構想についてご意見やご協力をいただきました。さらに，生徒のみなさんの意欲的で熱心な取り組みのおかげで，素晴らしい実験授業ができただけでなく，面接調査や質問紙調査に協力して頂いたことにも感謝しています。そして，この実践を見守って下さいました保護者のみなさまに心よりお礼申し上げます。

本研究を遂行する中で，研究室の方々からも多大なご支援をいただきました。大分大学教育福祉科学部付属教育実践総合センターの竹中真希子先生，兵庫教育大学の溝邊和成先生，神戸女学院大学人間科学部の三宅志穂先生や，神戸大学附属小学校住吉校舎の山本智一先生や小林聖心女子学院小学校の藤本雅司先生には，研究室の先輩として研究生活全般におきまして，数多くの貴重なご助言やご示唆をいただきました。また，同研究室の三澤尚久さん，橘早苗さん，桑木房子さん，杉本剛さんには，データベースの管理や作業のお手伝いをしていただきました。研究室の同僚であった黒田秀子さんには，論文の最終段階において丁寧なご助言と励ましをいただきました。

最後に，私の研究生活を経済的にも精神的にも支えてくれた家族の存在をわすれることはできません。ここに感謝の意を表したいと思います。これまでの研究は，家族特に妻洋世の支援がなければ成し得ないものでした。

本研究を遂行するにあたり，多方面から支えて下さいましたすべての方に，心より深く感謝いたします。本当にありがとうございました。

平成 21 年 12 月 10 日

大黒 孝文