OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	科学教育における共同学習に関する研究
Author(s)	鈴木, 真理子
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44480
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【2】

氏名	鈴木 真理子（すずき まりこ）
博士の専攻分野の名称	博士（人間科学）
学位記番号	第 17961 号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	**科学教育における共同学習に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授 菅井 勝雄 （副査） 教授 前迫 孝憲　教授 大坊 郁夫

論文内容の要旨

本論文では、1）科学的知識は自然現象を説明する道具であることを前提とした共同的な科学の学習の必要性を考察し、2）多様な共同学習をデザインし、実践研究を展開した結果から、共同学習における相互作用について論じている。

第Ⅰ部

第1章　研究の特徴と方法

学問中心のカリキュラムを用いてトップダウン的に教授される傾向のあった1950年代後半から1970年代の科学教育に対し、1990年代から2000年代に位置づく筆者の一連の研究では、学習者の日常での考えにもとづくボトムアップ志向の科学教育をめざし、科学の学習における参加者同士の相互作用に焦点をあてている。

筆者の一連の研究の特徴をまとめると、以下のようになる。1）科学の学習において、科学的知識は自然現象を説明する道具であることを前提にした社会的相互作用が重要であることを、認知心理学、科学論等をもとに考察している。2）社会的相互作用を取り入れた科学の共同学習を多様にデザインし、実践している。3）実践結果を学習に関する基礎的なデータとして、詳細に分析している。

筆者は相互作用を取り入れた学習に関心があり、その複雑な現象を読み解くために、研究する内容に依存した方法が多様に必要であると考えている。多様なデータを用い、データに応じて質的方法と量的方法を相互補完的に組み合わせる研究アプローチは、Brown（1992）によってその妥当性が提唱され、今日多くの研究で採用されている（例えば、Schoenfeld（1999）もこのようなアプローチを推奨している）。

第Ⅱ部

第2章　自然現象を説明する道具としての科学概念

本章で述べた研究（Suzuki, 1998）では、学習者が日没時の惑星の動きという自然現象を説明するとき、自分の知

識をどのように使うかを明らかにするために、中学生を対象に質問紙調査を行った。彼らの記述を質的に分析した結果、質問紙への回答は大きく三つに分類された。天文現象を説明する道具として、太陽系に言及しないグループと、太陽系の日常概念を使おうとするグループ、太陽系の科学概念を使おうとするグループである。学習者が天文現象を説明するときなんらかの太陽系概念を使うかどうかについて、太陽系を学習する前後で比較した結果、有意な差は見られなかった。このことから、従来の科学教育では、学習者が天文現象を説明する道具として科学的知識を使う場が多くなかったのではないか、と推察された。

第３章　共同学習に及ぼすグループ編成の影響

本章で述べた研究（Suzuki, 2001）では、中学校の理科の授業で展開された天文現象を説明し合う共同学習において、学習者個人が使う知識が共同学習の前後でどのように変化し、グループ編成がそれらの変化にどのように影響するかを明らかにしようとした。グループ編成の際は、第２章で述べた研究結果を参考にした。実践から得られた多様なデータを質的、量的に分析した結果、共同学習によって参加者が学問分野を理解することを期待するならば、グループ編成の際、学習者が課題についてどのように考え、普段の授業においてどのようにふるまっているかを考慮した上で、どの学習者も活発な議論に参加でき、それによって学習者一人一人が認知的葛藤を起こし得るようにグループ編成されることが望ましい、と考えられた。

第４章　共同学習に及ぼす課題の影響

本章で述べた研究（鈴木, 1996）では、中学校の選択理科の授業で展開されたニュートン力学のシミュレーションプログラムを使った共同学習において、学習する課題のシーケンスを２グループで違えたとき、学習者の考えがどのように変化し、グループによってどのように異なるかを明らかにしようとした。実践から得られた多様なデータをもとに、半年間の共同学習における学習者の考えの変化の過程を質的に分析し、グループ間で比較した。その結果、一番目に認知的葛藤がより大きい課題から学習したグループにおいて、日常概念をもっていた学習者が科学概念を構成していることがわかった。

第５章　共同学習における知識構築過程

本章で述べた研究（鈴木他、印刷中 a）では、電子掲示板を利用した授業での大学生による天文領域の共同学習に焦点をあて、電子掲示板上の発言データからメンバー間の相互作用と知識の変化の過程を質的に分析し、その結果を図式化する表現法を発案した。これにより、共同的に知識を構築する過程が示され、相互作用を介して個々人の知識が変化していることが確認された。さらに、電子掲示板での共同学習には、天文領域の学問的知識の理解を促す可能性のあることがわかった。

第Ⅲ部

第６章　結論と今後の課題

１　結論

第２章で述べた調査（Suzuki, 1998）により、従来の科学教育において、学習者が天文現象を説明する道具として科学的知識を使う場が多くなかったのではないか、と推察されたことからも、共同学習において学習者が他の参加者と自然現象を説明し合うこと、つまり、外化した自分の知識を説明の道具として使いながら、他者と相互作用する必要のあることが示唆される。

(1)　共同学習の可能性

Blumenfeld ら（1996）は、共同学習が成功すると、学習者の①推論や高次の思考、②情報を再現したり、系統立てたり、統合したりする認知過程、③他者の考えに順応できる新たな視点の獲得、④仲間との受容や励まし合いを育てる、とまとめている。さらに彼らは、共同学習を成功させようとすれば、「グループノルム」、「課題」、「助けを与えることと求めること」、「責任」、「グループ編成」という五つの条件を考慮する必要を説き、①「グループノルム」が確立されると、学習者は相互作用を介して、多様な視点を生み出し、それらを調和させる方法を学び、②「課題」は問題解決的で、学習者は代替的な説明を考えることができ、かつ、自分の類推を理由づけられなければならない。③学習者は例を示したり、アナロジーをつくったり、多様な表現方法を用いて、自分の思考を精緻化する場面で「助けを与えることと求めること」どちらもできなければならず、④一人一人の学習者もグループも、自分の学習に「責任」をもたなければならない。⑤「グループ編成」については、成績レベルや、人種、民族、性別等の多様な面が、学習に影響を及ぼす、と述べている。

第２章で述べた研究（Suzuki, 1998）で調査問題として取り上げた課題は、問題解決的で、学習者は代替的な説明を考えることができ、かつ、自分の類推を理由づけられるという、共同学習を成功させるための「課題」の条件を満たしていると言えた。この課題を使った共同学習について論じた第３章での研究（Suzuki, 2001）は、「グループノルム」、「助けを与えることと求めること」、「責任」について、共同学習を成功させるための条件を満たしていると考えられるフィールドにおいて展開され、「グループ編成」が共同学習前後での学習者個人の考えの変化にどのような影響を与えるかを明らかにした。さらに、Blumenfeld ら（1996）が呈示した共同学習が成功するための課題の条件は一つの課題に関するものであるが、第４章で述べた研究（鈴木、1996）では、複数の課題について、それを学習するシーケンスを２グループで違えたとき、学習者の考えがどのように変化し、グループによってどのように異なるかを探った。第３章での研究（Suzuki, 2001）と第４章での研究（鈴木、1996）は、学問的知識の理解を促すような認知的葛藤を社会的に生じさせること（Piaget, 1985；Perret-Clermont, 1980；Webb and Palincsar, 1996）ができれば、共同学習による学問領域の学習が可能になることを示している。

第５章の研究（鈴木他、印刷中 a）で述べた共同的な知識構築過程を図式化する手法は、共同学習によってもたらされた社会的な概念変化の過程を可視化し、これによって共同学習の有効性を表していると言える。

⑵　共同学習における留意点

ここまで、科学についての共同学習の可能性について述べてきたが、共同学習には留意すべき点のあることも示唆された。

第３章の研究（Suzuki, 2001）から、小グループによる共同学習では、より説得力のある学習者が自分のグループの会話を制御する傾向があるため、あまり説得力が無いと見なされている学習者が他のメンバーに自分の考えを表そうとするとき、なんらかの支援が必要になることがわかった。第４章での研究（鈴木、1996）を展開後は、日常概念を保持したグループと科学概念を構成したグループ同士が、物体の運動に関する互いの解釈について対話する場面を設定する（鈴木、2002）必要が生じた。第５章の研究（鈴木他、印刷中 a）では、電子掲示板上の共同学習が非同期的な会話であるため、共同学習を遂行する上で重要な発言が共有されない場合のあることが示され、そのような発言を全メンバーに共有する必要性が確認された。

これら共同学習における留意点は、共同学習をデザインする者（designer）や学習活動を助ける者（facilitator）によって克服されるべきである。言い換えれば、共同学習をいかにデザインし、学習活動をいかに助けるかが重要であることを示している。

⑶　科学的知識の領域固有性

さらに、第Ⅱ部の研究で論じた科学的知識は、大きく二つに分けることができる。一つは太陽系概念等、天文領域に関する知識で、第２章と第３章と第５章で扱っている。もう一つは力概念等の運動力学に関する知識で、第４章で考察している。

これらの知識に共通するのは、科学的知識はその時代の科学者集団によって社会的に認知されたもの（Kuhn, 1962, 1970）という前提に立ち、これらの科学的知識ならびに科学概念は、コミュニケーション共同体である科学者集団によって規定され、彼らが自然現象について説明し合うときの言葉にとらえられる（野家、1993）ことである。

一方、異なる点は、太陽系概念は力概念に比べると、空間認知により焦点をあてて学習する必要があると言えるこ

とであろう。第3章で述べた研究（Suzuki, 2001）から、学習者が天文領域における自然現象を説明する道具として太陽系概念を使えるようになり、三次元的な太陽系概念がイメージできるようになっても、三次元的な太陽系の中で観察者がどのように立ち、観察者の視界がどのようなものであるか、気がつきにくいことが明らかになった。だが、大学生を対象にした筆者の最近の研究（鈴木他、印刷中b；Suzuki, 2003）から、空間認知を助ける教具を使って活動することが、天文領域の学習において有効であることがわかりつつある。今後、空間認知を助ける教具について考察していく必要があると考えている。

力概念は太陽系概念に比べると、科学的知識のもっている言葉としての特徴に、より焦点をあてて学習する必要があると言える。第4章の研究（鈴木、1996）では、ニュートン的世界を提供するシミュレーションプログラムを用いたことで、運動現象を説明する学習者の考えを外化し、それを他のメンバーと共有し、物体の運動に関する互いの解釈について会話することを可能にしたと言える。今後、言葉としての特徴をもっている科学的知識の学習では、学習者の考えの外化を助ける教具について考察する必要を筆者は感じている。

以上のことから、同じく科学的知識についての共同学習ではあっても、知識の領域固有の特徴に応じて学習を支援する教具を組み込む必要のあることが示唆される。

2　今後の課題

(1)　異なる背景をもつ参加者同士の相互作用に関する研究

第5章で述べた研究（鈴木他、印刷中a）を発展させ、CSCL（Computer Supported Collaborative Learning）を組み込んだ共同学習において、異学年間の相互作用、専門家との相互作用、学外との相互作用等、異なる背景をもつ参加者同士の非同期的な相互作用と学習との関係を探る研究（鈴木他、印刷中b）を展開させていきたい。

(2)　教具を使った身体活動と思考に関する研究

筆者の最近の研究（Suzuki, 2003；鈴木他、印刷中b）や第3章での研究（Suzuki, 2001）や第4章での研究（鈴木、1996）をもとに、空間認知を助ける教具や学習者の考えの外化を助ける教具が共同学習にどのような影響を及ぼすかについて、研究を継続したい。例えば、授業中の実験活動における科学の学習のあり方（鈴木他、2002）を考察することによって、教具を使った身体活動と思考の関係を探りたいと考えている。

(3)　日米の比較研究

筆者は現在、教員養成祝程の理科教育カリキュラム担当者として、身近な自然現象を大学生が参加者同士で説明し合う、科学についての会話を支援している。そのような活動により、学習者が探索的に学習する過程で、自らの知識を構築し、他のメンバーと知識を共有する「学習者共同体（community of learners）」（Brown and Campione, 1994；McGilly, 1994）を育てることをめざし、アメリカ合衆国の教師教育担当者と共に、それぞれのフィールドで教員養成の事例研究（Suzuki, 2003）を展開してきている。今後は、日米の教師教育プログラムの事例的比較研究（Suzuki and van Zee, 1998）へと発展させ、わが国とアメリカ合衆国双方の教育研究に貢献し合えるよう、努めていくつもりである。

参考文献

Blumenfeld, P.C., Marx, R.W., Soloway, E. and Krajcik, J. (1996)　Learning with peers：From small group cooperation to collaborative communities.　Educational Researcher, 25(8), 37-40

Brown, A.L. (1992)　Design experiments：Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings.　The Journal of the Learning Sciences, 2(2), 141-178

Brown, A.L. and Campione, J.C. (1994)　Guided discovery in a community of learners.　In Mcgilly, K. (Ed.) Classroom lessons：Integrating cognitive theory and classroom practice.　Cambridge, MA：The MIT Press, 229-273

Kuhn, T.S. (1962, 1970)　The structure of scientific revolutions.　University of Chicago Press（中山茂　訳）(1971)『科学革命の構造』みすず書房

McGilly, K. (Ed.) (1994)　Classroom lessons：Integrating cognitive theory and classroom practice.　Cambridge, MA：The MIT Press

野家啓一（1993）『科学の解釈学』新曜社

Perret-Clermont, A.-N. (1980) Social interaction and cognitive development in children. In Tajfel, H. (Series Ed.) European monographs in social psychology (no. 19). New York : Academic Press

Piaget, J. (Brown, T. and Thamply, K.J.) (Trans.) (1985) The equilibration of cognitive structures : The central problem of intellectual development. Chicago : University of Chicago Press

Schoenfeld, A.H. (1999) Looking Toward the 21st Century : Challenges of Educational Theory and Practice. Educational Researcher, 28(7), 4-14

鈴木真理子（1996）動力学領域における力概念の再構成に関する研究－中学校選択理科の授業においてー．日本科学教育学会 20 周年記念論文集，651-666

Suzuki, M. (1998) Japanese children's ideas of the solar system. Journal of Science Education in Japan, 22(3), 130-141

Suzuki, M. and van Zee, E.H. (1998) Conversations about the moon with future elementary school teachers in Japan and he United States : Two Case Studies. American Educational Research Association annual meeting, San Diego

Suzuki, M. (2001) A study of the influence of individuals on collaborative learning about the solar system. Journal of Science Education in Japan, 25(3), 145-166

鈴木真理子（2002）相互的な概念変化における心理的道具としてのメタファー的マッピング．日本認知科学会「教育環境のデザイン」研究分科会研究報告，8(2)，25-29

鈴木真理子，永田智子，中原淳，西森年寿，森広浩一郎，鈴木秀之（2002）実験・実習のリフレクション活動を支援する CSCL 衆境を取り入れた授業デザイン．日本科学教育学会第 26 回年会論文集 26，77-78

Suzuki, M. (2003) Conversations about the moon with prospective teachers in Japan. Science Education, 87, 1-19

鈴木真理子，永田智子，中原淳，浦嶋憲明，今井靖，若林美里，森広浩一郎（印刷中 a）電子掲示板を利用した協調的な知識構築過程の図式化による質的分析－高等教育の授業における天文領域学習の事例－．日本教育工学会論文誌，26(3)

鈴木真理子，永田智子，中原淳、浦嶋憲明，今井靖，上杉奈生，若林美里，森広浩一郎（印刷中 b）CSCL 環境での共同体参加による教員養成系大学生の協調的な教具制作活動の分析．日本教育工学会学誌 26（Suppl.）

Webb, N.M. and Palincsar, A.S. (1996) Group processes in the classroom. In Berliner, D.C. and Calfee, R. (Eds.) Handbook of educational psychology. New York : Macmillan, 841-873

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年の科学教育の課題である共同学習に関する一連の研究からなる。共同学習という新たな学習指導法の確立をめざして、ここ 10 年間にわたってなされた研究の集大成である。そこでは、科学教育の中でも、とくに天体や物理現象を取り扱い、そこにコンピュータ・シミュレーションをはじめとする情報技術を活用しながら、共同学習のあり方を探るのに、学習や教育の実験的な試みがなされ、その有効性を詳細に検討するという方法で、研究が展開されているが、それらが本論文の主要部を形成している。

まず、1960 年代から近年に至るまでの科学教育のレビューを行って、教師からの科学的知識のトップダウン的な伝達だけでは限界があることが指摘される。このことは、中学生を対象とした、日常的な惑星の動きに関する大規模な調査によって確認され明らかにされる。

そこで、学習者が中心となって、グループで協力しながら科学的知識を使用し、また構成していくボトムアップ的やり方としての共同学習の研究が推進され成果が示されることになる。

その理論としては、Kuhn の科学論、認知心理学における Vygotsky 理論、日常的な素朴心理学の概念発達論、お

よび新 Piaget 派の認知的葛藤理論などを駆使している。とりわけモデルなどを用いて認知的葛藤状況を構成し、電子掲示板によるネットワークによって、学習の知識変化をネットワーク的な表現で捉える方法の提案はみごとな成果の一端を示している。

以上、概略を述べたように、本論文は科学教育における共同学習のしかたの理論的・実践的な確立をみている。

以上の理由により、本論文は博士（人間科学）の学位の授与にふさわしいものと判定した。