



科学教育における協調学習を支援するための学習環境のデザイン : Knowledge Forumを利用した事例

竹中, 真希子

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2005-03-25

(Date of Publication)

2008-05-02

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲3331

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1003331>

※ 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。



【 210 】

氏 名・(本 籍)	竹中 真希子 (兵庫県)
博士の専攻分野の名称	博士(学術)
学 位 記 番 号	博い第546号
学位授与の 要 件	学位規則第5条第1項該当
学位授与の 日 付	平成17年3月25日

【 学位論文題目 】

科学教育における協調学習を支援するための
学習環境のデザイン
: Knowledge Forum を利用した事例

審 査 委 員

主 査	助教授	稲垣	成哲
	教 授	土井	捷三
	教 授	今谷	順重
	教 授	小川	正賢
	教 授	高橋	正

論文内容の要旨

氏名 竹中 真希子
 専攻 人間形成科学専攻
 指導教官氏名 稲垣 成哲

論文題目

科学教育における協調学習を支援するための学習環境のデザイン：
 Knowledge Forum を利用した事例

論文要旨

本研究は、CSCL (Computer Support for Collaborative Learning) システムを用いて、科学教育における協調学習を支援するための学習環境のデザインについて検討したものである。

CSCLは、社会的構成主義、状況的認知といった新しい学習理論を背景として、コンピュータやネットワークで協調的な学習を支援しようとする学際的な研究領域である。本研究では、CSCLの学問領域が誕生して以降、科学教育におけるコンピュータを利用した学習支援研究の動向を明らかにするとともに、そこから見出された、科学教育におけるCSCL研究が包含する3つの課題、(1)「国内におけるCSCL研究事例の蓄積」、(2)「概念的・認識論的・社会的領域を統合した研究の実施」、(3)「コンピュータを利用した科学教育における協調学習を成立させるためのデザイン原則の解明」を追究する。

本研究の構成は、以下の通りである。

- 第1章 序論
- 第2章 Knowledge Forum の概要と有効性検証のための予備実験
- 第3章 実験1：概念的領域に関する事例研究
 ーアナロジーに基づく理解深化ー
- 第4章 実験2：認識論的領域に関する事例研究
 ー知識構築型の情報検索ー
- 第5章 実験3：社会的領域に関する事例研究
 ーオンライン上の相互作用とオフライン上の相互作用ー
- 第6章 結論

第1章では、まず、科学教育におけるコンピュータを利用した学習支援を歴史的変遷に沿って概観した。次に、近年のCSCL研究の動向を明らかにするため、CSCLが誕生した1990年から2003年6月までに、国内外の科学教育研究誌に掲載された論文を対象として、コンピュータを利用した学習支援に関する先行研究をレビューした。海外は、“Science Education”, “Journal of Research

in Science Teaching”, “International Journal of Science Education”, “Research in Science Education”, “The Journal of the Learning Sciences”, 国内は、『科学教育研究』、『理科教育学研究(旧・日本理科教育学会研究紀要)』、『日本教育工学雑誌』に掲載された論文であった。これらの論文誌に掲載されていた先行研究について、海外120編、国内45編を抽出し、Koschmann (1996) が示した、教育におけるコンピュータ利用の歴史的変遷に関する4つの研究パラダイムである「CAI (Computer-Assisted Instruction)」、ITS (Intelligent Tutoring System)」、「Logo-as-Latin」、CSCLの観点に沿って分類した。また、こうした文献計量的分析を通して、科学教育におけるCSCL研究の動向を示すとともに、Duschl (2003) が提示した「科学の教授・学習研究が扱う概念的・認識論的・社会的領域」の3つの領域を分類の枠組みとし、CSCL研究の学習支援に関する特徴を描き出すことで、科学教育におけるCSCL研究の現状を明らかにした。その上で、科学教育におけるCSCL研究が取り組むべき課題が前述の3点であることを論じるとともに、本研究において、Knowledge Forum のWeb版を採用してこれらの課題に取り組むための方法を示した。

第2章では、Knowledge Forum の概要について解説するとともに、その有効性を検証するために実施した予備実験について示した。Knowledge Forum は、インターネットを介して使用することができるデータベース型のCSCLシステムである。学習者の知識構築活動の支援と共同体の協調的な学習の支援の2つがKnowledge Forum のソフトウェアとしての特徴である。2.1.と2.2.では、この2つの支援について詳しく述べるとともに、Knowledge Forum の基本的な機能について説明した。

また、2.3.では、Knowledge Forum の有効性を検討するため、小学校5年生理科「生命のつながり」の授業にKnowledge Forumを実験的に導入して評価を実施した。有効性を評価した理由は、このソフトウェアを日本の小学校で利用するのは、本研究が初めてであり、カナダで開発されたこのソフトウェアが日本の小学校で利用可能か、また、その利用は学習者にとって有益なものとなるのかを明らかにするためであった。実験授業は、1999年11月26日から12月4日(計10時間)、1クラス(40人)に対して実施した。実践後に質問紙を用いて、Knowledge Forumの利用可能性と学習者同士のコミュニケーション形態への影響について調査した。結果は、次に示す通りであった。学習者はコンピュータの基本操作能力の差に関わらず、Knowledge Forumを利用して学習を展開できること、Knowledge Forumを有益な学習ツールと感じていることなどから、その利用可能性が示された。また、普段あまり話さない友だちともKnowledge Forum上でコミュニケーションができていたことや、教室での対面状況の場面で学習内容について話す機会がなかった学習者同士でも、Knowledge Forumを通して会話ができていたことから、Knowledge Forumを用いた学習活動では、普段の学習環境とは異なる会話の形態が生起していたことが示された。こうした新たなコミュニケーション形態が学習場面に付加されることは、学習共同体の活動を拡張するものであり、その有効性が示唆された。

第3章では、概念的領域に関する事例として、小学校5年生理科「動物の発生と成長」の実験授

業を検討した。概念的領域とは、Duschl (2003) が示した「科学の教授・学習研究における3つの領域」のうちの一つで、「科学的な推論に必要とされる概念構造や認知過程」に関する領域で、この領域における研究は、学習内容についての概念転換や理解深化に焦点を当てている。実験授業は、2001年5月31日から7月18日(計39時間)、1クラス(40人)に対して実施した。実験授業では、Knowledge Forum上のヒトに関する知識ベースを学習者に作成させた後、この既習事項の知識ベースを利用させることで新規の学習内容である「ヒト以外の動物の成長と発生」についてのアナロジーを誘発し、その結果としてヒト以外の動物の発生と成長に関する理解の深化を目指した。開発した学習環境では、学習者のアナロジーを誘発するためにKnowledge Forumのシステム・デザインを工夫し、学習者が未知の内容について学習を展開する際に、内的に獲得している知識に加えて、Knowledge Forum上に外化された既習事項の知識ベースを利用できるようにした。実験授業の分析の結果は、次に示す通りであった。ベースドメインに対しては、学習者全員がヒトの発生と成長について十分に理解できていたこと、また、ターゲットドメインに対して学習前に素朴概念を所有していた学習者は、ベースドメインとターゲットドメインのマッピングを行う中で、素朴概念を科学的に妥当な概念へと変化させていたことがわかった。また、高い概念変化を起こしていた学習者は、Knowledge Forumのノートを書くという状況においてマッピングを行うという傾向も明らかになった。カエルの発生と成長を担当した班の事例からも、こうした傾向を授業の文脈に即して捉えることができた。

第4章では、認識論的領域に関する事例として、小学校6年生理科「ものの燃え方と空気(実験授業4-1)」および、「水溶液の性質(実験授業4-2)」の実験授業について検討した。認識論的領域とは、「科学的探究の方法を発展させたり、評価したりする際に必要とされる認識論的枠組み」に関する領域で、この領域に位置づけられる研究は、科学的な探究の方法や技能を扱っている。本章では、科学的な探究活動を遂行する際に必要不可欠な要素である情報検索を支援する授業デザインについて、2つの実験授業を通して検討した。実験授業4-1は2000年5月18日から7月11日(計42時間)、1クラス(41人)、実験授業4-2は2000年11月7日から2001年3月14日(計43時間)、同クラス(42人)に対して実施した。2つの実験授業は、次の4点に関して情報検索を支援するための授業デザインを修正した。(1) 学習活動における科学的な探究活動の方法の違い。実験授業4-1では仮説検証型、実験授業4-2では調査探究型の活動を採用した。(2) 実験授業4-2で他者の知識の参照が必要となる活動を設定した。(3) Knowledge Forumに学習履歴のページを連動させるよう機能をカスタマイズし、2つの実験授業で学習履歴の表現方法を変更した。(4) 学習履歴の授業における活用方法を変更した。本章では、学習者がデータベースに作成したノートの内容分析を通して、2つの授業デザインの修正が、学習者の知識構築型の情報検索にもたらした影響について明らかにした。知識構築型の情報検索とは、他者が提供する情報を一方的に消費するというものではなく、他者の情報を利用するとともに、自己の情報も提供するという双方向的な情報検索である。2つの実験授業でKnowledge Forumに作成されたノートについて、知識構築型の情報検索に関する情

報利用と情報提供という側面から分析した結果、情報利用で他者の情報を利用することができていたのは、実験授業4-1でデータベース全体のノートの1割程度、実験授業4-2で4割半であったことがわかった。また、情報提供では、実験授業4-2では「授業内容には直接関係ない内容が記述されたノート(non-cognitive)」が全体として減少したことが示された。こうした知識構築型の情報検索について、授業デザインの観点から検討してみると、仮説検証型の実験授業4-1ではグループ内の思考活動に傾注しやすく、Knowledge Forumのような情報の共有を支援するソフトウェアを利用していても、データベース上のノートを学習リソースとして活用したり、他者と共有して利用することを前提とした記述が促進されなかったものと考えられる。一方、調査探究型の実験授業4-2では、グループごとに取り組む課題が異なることや、他者のノートをリソースとすることで自分たちの活動や思考が裏付けられたり拡張したりすることから、知識構築型の情報検索を促進できたことが示された。

第5章では、社会的領域に関する事例として、小学校5年生理科「物の溶け方」の実験授業について検討した。社会的領域とは、「知識が伝達・共有されたり表現されたりする方法、あるいは知識が立証されたり討論されたりする方法に関する社会的プロセスと場」に関する領域であり、学習者が他者と協力して科学的な探究を行う際の学習者同士の共同作業やコミュニケーションを取り扱った領域である。実験授業は2001年11月8日から2002年3月7日(計30時間)、1クラス(35人)を対象に実施した。本章では、ネットワークを介した学習者同士のオンライン上の相互作用と、Knowledge Forumを利用する際の会話や対面状況の学習活動といったオフライン上の相互作用を分析した。オンライン上の相互作用の分析では、結晶づくりの活動の進展に従って、学習者はより多くの他班のノートを開覧し、また、結晶づくり条件の洗練のために他班のノートの内容を利用していったことから、Knowledge Forumという共同作業の場を共有して理解深化をもたらすようなオンライン上の相互作用を概ね実現できていたことがわかった。オフライン上の相互作用の分析では、結晶づくりの要因・条件の探索や検証活動において、閲覧した他班のノートの内容を取り込んだ発話が契機となって、結晶づくりに関する会話や実験活動が活性化していたことがわかった。これらの結果より、オンライン上の相互作用はオフライン上の相互作用を促進するリソースになり得ていたことが示された。

第6章では、CSCL研究における3つの課題に対する本研究の結論、および、今後の課題と展望を示した。まず、本研究では概念的・認識論的・社会的領域に関する3つの研究事例について検討し、国内の科学教育におけるCSCL研究の発展に貢献できたことを述べた。次に、3つの事例研究から、Knowledge Forumを利用した学習環境においては、その利用方法と授業デザインを工夫することで、学習者の理解深化を支援すること、情報検索活動を支援すること、学習者同士の共同作業とコミュニケーションを支援できたことを示した。そして、これらの概念的・認識論的・社会的領域に関する事例研究から得られた結果を、Scardamalia (2002) が提示した教室における知識構築の12の決定要因に関連付け、科学教育における知識構築の決定要因の提示を試みた。概念的領域と認識

論的領域では12の要因うちの6つを、社会的領域では9つを反映していた。さらに、これらの要因を科学教育の側面から捉え直し、コンピュータを利用した科学教育における協調学習を成立させるための授業デザインに有効な要因を導き出すことができた。学習者の知識構築は学習活動において主要な役割を果たすものである。こうした学習の背景にある理論と実際の授業実践から得た事実との橋渡しをすることで、科学教育における知識構築活動の要因を提示したことは、科学教育のCSCL研究に寄与できるものであったと結論することができる。

今後の課題は、本研究で考察してきたような議論を繰り返しながら、(1)「コンピュータを利用した科学教育の協調学習におけるデザイン原則の再現性の追及」、さらに、(2)「科学教育のCSCL研究に携わる研究者や実践者の協力による、より一般性の高いデザイン原則の同定」を進めることである。これらの課題について、今後、議論を発展させることは、コンピュータを利用した科学の協調学習の質の向上のみならず、科学教育そのものの質を向上させることにも貢献しうるのであろう。

論文審査の結果の要旨

氏名	竹中真希子		
論文題目	科学教育における協調学習を支援するための学習環境のデザイン： Knowledge Forumを利用した事例		
判定	合格・不合格		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	助教授	稲垣成哲
	副査	教授	土井捷三
	副査	教授	今谷順重
	副査	教授	小川正賢
副査	教授	高橋正	
要 旨			
<p>本論文は、CSCL (Computer Support for Collaborative Learning) 研究の立場から、カナダのトロント大学で開発された Knowledge Forum を日本語化して、科学教育における継続的な実験授業に導入し、その成果を実証的かつ理論的に考察することを通して、協調学習を支援するための科学教育に固有な学習環境及び授業のデザイン原則を示したものである。</p> <p>第1章では、科学教育におけるコンピュータ利用の研究について、国内外の先行研究を文献計量的及び質的に丹念に検討し、本論文の立場である CSCL 研究の特徴を CAI 等の研究と対比する中で明らかにするとともに、そこで見出された課題を整理し、本論文の新規性・独創性を確保している。対象としている先行研究は、1990年から2003年までの最近の約10年間を範囲とする科学教育とその近接学問領域の著名な論文誌である。レビューの対象は、国際誌としては、“Science Education”, “Journal of Research in Science Teaching”, “International Journal of Science Education”, “Journal of the Learning Sciences”等、国内誌では『科学教育研究』、『理科教育学研究』、『日本教育工学雑誌』等に掲載された計165編に及んでおり、該当分野の主要な諸研究を堅実にカバーしている。</p>			

第2章から第5章では、実験授業に導入したシステムとしての Knowledge Forum の有効性について、予備調査を通して実証するとともに、Duschl(2003)によるフレームワークにしたがって、長期にわたる4つの実験授業に対して、それぞれ概念的領域、認識論的領域、社会的領域の観点から実証的なデータに基づいた丁寧な分析を加えている。概念的領域では、2001年に計39時間、5年生の「動物の発生と成長」の単元で実験授業を実施し、CSCL環境におけるアナロジーに基づいた学習者の理解深化について明らかにした。認識論的領域では、2000年に計42時間で実施した6年生の「物の燃え方と空気」、同じく2000年に計43時間で実施した6年生の「水溶液の性質」の2つの実験授業を比較することを通して、CSCL環境における学習者の知識構築活動の実態について検証した。社会的領域では、2001年から2002年に計30時間で5年生の「物の溶け方」の実験授業を実施し、CSCL環境における学習者の相互作用について、コンピュータ上だけでなく教室場面におけるオフラインの相互作用を促進した事例を質的に捉えることで実証的な結果を得た。

以上の計154時間に及ぶ授業研究の成果を総合的に考察し、科学教育における協調学習を支援するための学習環境及び授業のデザイン原則を結論として提示したのが第6章である。本章では、学習理論と前述の実験授業を通した実証的な研究から得られた成果との橋渡しが丁寧になされるとともに、従来の Scardamalia, M. (2002) によって提案されたデザイン原則を再検討し、科学教育における協調学習を成立させるためのデザイン原則を新たに提案するに至っており、本論文の科学教育におけるCSCL研究の今日的な課題に対する取り組みの成果として、その価値を高く評価することができる。

なお、本論文は、科学教育の分野に主軸を置きながら、認知科学、教育工学等の境界領域の分野とも密接にかかわる内容を取り扱っており、事実、そうした境界領域の諸学会での研究発表の実績とともに、これら他領域からの文献の着実な引用も行われており、他の専門分野の研究者にも了解可能で明晰なものとみなすことができる。

最後に、本論文を構成する各章のうち、第1章は日本科学教育学会編『科学教育研究』第29巻、第2号(印刷中)、第3章は同『科学教育研究』第29巻、第1号(印刷中)、第4章は同『科学教育研究』第26巻、第1号(2002)、第5章は日本教育工学会編『日本教育工学論文誌』第28巻、3号(2005)に審査付き学会誌論文として、採録ないし受理・印刷中のものであり、本論文が当該領域における学術研究の水準を十分に満たしていると判断できる。

よって、審査員全員一致で、学位申請者の竹中真希子は、博士(学術)の学位を得る資格があると認める。