The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	コンピュータによる協調学習支援システムに関する研究
Author(s)	中原, 淳
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44654
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【30】

氏　　名	中原　淳（なかはら　じゅん）
博士の専攻分野の名称	博　士（人間科学）
学位記番号	第　18195　号
学位授与年月日	平成15年10月29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	**コンピュータによる協調学習支援システムに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　前迫　孝憲 （副査） 教　授　大坊　郁夫　　教　授　菅井　勝雄

論文内容の要旨

コンピュータによる協調学習支援システム（以下略 CSCL：Computer Supported Collaborative Learning）（Koshmann 1996）とは、「学習者間の相互作用を通した知識構築や問題解決」をコンピュータネットワーク上で実現するソフトウェア、およびそうしたソフトウェアを活用した学習環境の総称である。

本論文において筆者は、「役割交代機能」や「相互評価機能」など独自の機能を有するCSCLをいくつか開発・評価した。その評価結果から、学習者の相互作用を支援するためのCSCLの設計方針を示唆した。近年、教育現場では、情報メディアを活用した協調学習の実践が頻繁に実施されている。本研究の知見は、そうした実践を支えるシステムの開発の際に、一助となることが期待される。

第1章　研究背景と先行研究の概観

第一章ではCSCL研究の社会的背景、理論的背景、先行研究、本論文の構成について述べた。CSCL研究は、状況的認知アプローチ（Brown, Collins & Duguid 1989）、社会的構成主義（菅井　1993）、学習者中心主義（Soloway & Pryor 1996）など、様々な学習理論や認識論を理論的背景として、インターネット等の情報通信技術の発展の中で創発した学際的な研究分野である。協調学習の成立条件は、話題の混乱が少なく活発な学習者の相互作用にある。故に、CSCL研究の中心的課題とは、学習者の相互作用を支援するため、どのような機能やインタフェースを実装すればよいのかを検討することにある。この課題に対して、初期のCSCLでは、「発言ラベル機能」という特徴的な機能が実装されることが多かった（Scardamalia & Bereiter 1996・Edelson et al 1996）。発言ラベル機能とは、学習者がネットワーク上で発言する際に、その発言内容を表現するラベルをメッセージに付与できるというものであった。発言ラベルを利用すれば、1)書き手は発言ラベルに従ったメッセージを書くため、メッセージの内容がより明確になり、一方、2)読み手はメッセージの内容を把握したり、会話の進行状態や構造を把握することができるとされていた。しかし、会話の不自由さ、作業の認知的負荷の高さなど、数多くの問題が指摘されるようになり（中原・前迫他　2002）、それに変わるアプローチが多くの研究者によって模索されていた。

第2章　相互作用の可視化とメンターによる介入

筆者が開発を行った最初のシステムは、相互作用を可視化する機能を実装したCSCL「Teacher Episode Tank（以下略、TET）」であった（中原・西森他　2001、Nakahara et al 2000）。TETは、初等・中等教育の現場教師たち

がネットワーク上で教育実践について相互作用を行うために開発された。TET を使用する教師たちは、自らの実践を相互に持ち寄り、これについて他の教師たちから意見をもらったり、ディスカッションを行うことができた。加えて、可視化機能によって、自分たちの相互作用をアイコンとリンクなどのオブジェクトを用いて図示することができた。

本システムの評価実験の結果、1)可視化機能によって、教師たちは、相互作用の中から教育実践全般について内省する機会を得ていたことがわかった。しかし、問題も残された。TET を用いた学習者たちは互いの教育実践を話題として次第に積極的に相互作用を行えるようになっていったが、それを支えたのは学習者の相互作用を整理したり、関連づけたり、より具体的な記述に導く、第三者（ここでは研究者）の介入であった。

ネットワーク上の相互作用を支援するためには、学習の当事者以外の第三者による介入、いわゆる「メンターによる介入」が必要であるという主張が数多く存在している（Salmon 2000・Collison et al 2000）。しかし、そのタスクは、1)相互作用の混乱の防止、2)相互作用の活発化や学習活動の促進など、を含み非常に複雑で多岐にわたるため、過剰な負担が問題になっていた（中原・前迫他　2002）。上記のような問題を解決し、「メンターによる介入」を補完する可能性のある機能の模索がなされていた。

この問題を解決するため、これまで AI（人工知能）技術を用いてシステムに仮想のコーディネータエージェントを実装し、協調学習のプロセスに積極的に介入する研究が数多く生み出されており、一定の成果をあげてきた（稲葉・枷場他　1996）。しかし、このアプローチでは、システムが議論進行状況や学習者の状況を誤認識してしまう問題を解決できなかった（西森・中原他　2001）。

そこで筆者は「AI による介入」とは異なる方法で、1)相互作用の混乱を防止したり、2)相互作用の活発化、学習活動の促進を行える機能を CSCL に実装することをめざした。３章・４章では、上記の 1）をめざした機能を実装した CSCL（中原・西森他　2000、西森・中原他　2001）、５章・６章では 2）の解決をめざした CSCL（中原・浦嶋他 2003、中原・山内他　2003）を開発した。

第３章　役割交代の CSCL への応用

第３章では、役割交代機能を実装した CSCL「rTable（アールテーブル）」のパイロットシステムを開発し、その設計コンセプトの妥当性を検証した。

rTable は、学習者が相互作用を行う際、彼らにランダムに「役割」を付与するという独自の機能が実装された CSCL である。役割には、議事の進行を担う「司会者」、議論のトピックを設定する「提案者」、最初にコメントを行う「質問者」、学習者たちの相互作用をボード上に可視化する「要約者」の４つがある。学習者はこれら４つの役割を交代で担いつつ、相互作用を営むことができた。

この CSCL の設計コンセプトの妥当性を検証するため、文科系大学生・大学院生４名を被験者としシステムの試行実験を行った。ここで検証される妥当性とは、役割交代という機能を実装した rTable によっても学習者が無理なく相互作用を行えるかどうかである。具体的には、「自由に発言ができたか」「相互作用に参加できたか」を確認した。前者については、試行後のインタビュー調査の結果、「自由な議論をさまたげる可能性は少ないこと」がわかった。後者に関しては、被験者の事後の感想から、rTable を使用する学習者は積極的に発言し、相互作用に参加できたことが示唆された。

第４章　役割交代と話題の混乱の少ない相互作用

第４章では、rTable の効果を検証するための比較実験を行った。比較実験の前に、３章で開発したパイロットシステムの操作性とインタフェースを改善した。

実験に参加した被験者は大学生８名であった。この被験者８名を４名づつの２つの群に分け、「役割交代機能」が組み込まれた rTable を使用する条件（rTable 条件）と、一般的なチャットソフトとダイアグラム作成ソフトを使用する条件（チャット条件）の各条件下で、あるテーマについて討論させた。この結果、rTable を用いると、1)全体的な発言数が減少すること、2)話題の混乱が防がれることがわかった。

第５章　相互評価と相互作用の活発化

第５章では、相互評価機能を実装したCSCLを開発した。開発したシステムは、相互評価機能を実装した「Webboard Plus（ウェブボード・プラス）」とよばれる電子掲示板である。相互評価とは「ある学習者が外化した自らの意見や作品等に対して、他者が特定の方法で評価（レイティング）する活動」である。本システムにおいては、「電子掲示板に投稿したメッセージに対して加点を行いあうこと」を意味する。

評価としてWebboard Plusを学習者に使用させ、相互評価のデザインコンセプトの有効性を検証した。検証実験には、38名の学習者が参加した。彼らを、相互評価機能の実装されているWebboard Plusを使用する学習者グループ２グループと、相互評価機能の実装されていない電子掲示板を使用する学習者グループを２グループの計４つのグループにわけ、一定期間、同一のテーマで電子掲示板上で議論してもらった。

ログ分析、および学習者に対する質問紙調査の結果、Webboard Plusを用いた学習者たちは、1)他の学習者の意見を積極的に読み、かつ、2)積極的に他の学習者の意見にコメントすることに従事していたことがわかった。電子掲示板上の相互作用はWebboard Plus群の方が活発なものであった。このことより、相互評価という設計コンセプトは、学習者同士の相互作用を活発化する可能性を有していることがわかった。

第６章　相互評価と学習活動の活発化

続く６章では、相互評価機能を応用したCSCLを開発し、評価を行った。開発したシステムは、教育用ロボットの製作を促進する「ロボットスタジオ」とよばれるCSCLである。ロボットスタジオを利用すれば、遠隔地にいる学習者たちがオンラインで実施されるロボットコンテストに参加することができる。学習者は自宅で自ら製作したロボットの静止画・動画・プログラムをロボットコンテストにエントリーする。学習者は他の学習者と作品の成果を競い合う。ロボットコンテストの勝敗は、システムに実装された相互評価機能を用いて、学習者同士のポイントの加点によって決定された。ロボットコンテストにおいては、製作した作品の工夫を説明しあったり、相互にアドバイスを行ったり、感想を述べあうなどの相互作用を行うことができた。

ロボットスタジオはホームページ上で公募した全国の小学生・中学生25名に使用された。システムの評価の結果、ロボットコンテストにおける相互作用と相互評価が、教育用ロボットの製作活動を促進したことが示唆された。前者の相互作用に関して、ロボットの製作活動を促進する相互作用の多くは、メンター（ロボットスタジオではサポータと呼称していた）から発せられていた。２章で指摘したとおり、「メンターによる介入」が学習者の学習活動を促進することが改めて確認された。後者の相互評価機能は、本システムに実装された特徴的な機能であった。評価の結果、相互評価機能はロボットの製作活動を促進することに対して有効であった事例が観察された。

第７章　学習者が相互に貢献するCSCL

第７章では、各章で開発したCSCLの評価結果を総括し、CSCLの設計原則を示唆した。役割交代機能を実装したCSCL、相互評価機能を実装したCSCLの評価結果から、学習者が相互作用を行うだけでなく、その進行に相互に貢献しあう機能によって、1)相互作用の混乱が防がれること、2)相互作用や学習活動を活性化すること、が明らかになった。

CSCLの設計に際しては、学習者が「相互に貢献（mutual contribution）」しあう関係の中で相互作用を営むことができるよう、諸機能の実装を行うことが望ましい。筆者はこの知見を「相互貢献関係の活用」とよび、CSCLの設計方針として示唆した。

初等・中等教育における「総合的な学習の時間」の創設や、高等教育における一斉講義形式の見直しの中で、情報メディアを活用して学習者が相互作用を行いながら共同的に問題解決を行うような学習場面は次第に増える傾向にある。本研究の知見が、そのような学習を支えるシステム開発の一助となることが期待される。

７章の最後では、CSCL研究の今後の課題を述べた。

課題のひとつに、協調学習のプロセスを、より詳細に考察することがある。これまでCSCL研究の中心的課題は「学習者の相互作用を促進する機能やインタフェースの開発」にあった。筆者も含め、これまで多くのCSCL研究者は「学習者の相互作用」に注目し、それを「いかに実現するか」という問いに注力してきた。しかし、CSCLはコンピュータを活用しているため、学習者の活動履歴や発言のログを採集することもできる。こうしたデータをもとに、協調学

習のプロセスを解明することが、今後の最大の課題として残されている。

CSCLの学習者が抱く心理的負担に関しても課題が残されている。今回、本論文で扱った事例の中には、学習者に特定の心理的負担が生じる事例もあった。例えば、ロボットスタジオでは、頻繁に他の学習者と相互作用を行っていても、他者から相互評価を受けることに対して心理的負担を感じ、作品を開示しないといった事例が見受けられた。これに対しロボットスタジオでは、多くの作品を開示し、他の学習者からの相互評価が最も高かった学習者の一人がメンターのように振る舞い、学習者の製作活動を促進する事例が見受けられた。学習者がサポータのように振る舞う事例はロボットスタジオにしか見られなかったが、このような学習者を積極的に育成していく仕組みをいかにつくりだしていくかが、今後の課題である。また、CSCLにおいて生じる心理的負担が、役割や相互評価などの活動によるものなのか、あるいは、そもそもCSCLにおける相互作用が文字情報に限定され、視覚的手がかりに乏しいが故に生じているのかについても、今後、検証していきたい。

参考文献

Brown, J. S., Collins, A. and Duguid, P (1989) Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher Vol. 18 No. 1 pp 32-42

Collison, G., Elbaum, B., Haavond, S. & Tinker, R. (2000) Facilitating online learning : Effective strategy for moderators. Atwood publishing, Madison, WI pp 77-100

Edelson, D.C., Pea, R.D. & Gomez, L.M. (1996) The Collaboratory Notebook. Communications of the ACM Vol. 39 No. 4 pp. 32-33

稲葉晶子・枷場泰孝・岡本敏雄（1996） 分散協調型作業/学習環境における知的議論支援. 電子情報通信学会論文誌. Vol. J79-A No. 2 pp 207-215

Koschmann, T. (1996) Paradigm shifts and instructional technology : Introduction. Koschmann, T. (ed.) (1996) CSCL : Theory and Practice of Emerging Paradigm LEA, NJ pp 1-24

中原淳・西森年寿・杉本圭優・浦島憲明・永同慶三（2000） 議論を通した協同的な問題解決を支援するCSCL環境の開発. 日本教育工学会学会誌 Vol. 24（Sup.）pp 97-102

Nakahara, J., Nisimori, T., Sugimoto, Y., Horita, T. and Nagaoka, K. (2000) What Kind of interaction and reflection emerged in a teacher's learning community ? : Development and evaluation of computer supported collaborative learning (CSCL) software for teacher education. Proceedings of ICCE/ICCAI 2000 Vol. 1 pp 267-274

中原淳・西森年寿・杉本圭優・堀田龍也・永岡慶三（2001） 教師の学習共同体としてのCSCL環境の開発と質的評価. 日本教育工学会論文誌. Vol. 24(3) pp 161-171

中原淳・前迫孝憲・永同慶三（2002） CSCLのシステムデザイン課題に関する一検討：認知科学におけるデザイン実験アプローチに向けて 日本教育工学会論文誌 Vol. 25(4) Vol. 25(4) pp 259-267

中原淳・浦嶋憲明・西森年寿・鈴木真理子・今井靖・山際耕英・永田智子（2003） 相互評価機能を実装した電子掲示板の開発と評価. 日本教育工学会学会誌 Vol. 26 (Sup.) pp 33-38

中原淳・山内祐平・須永剛司・今井亜湖・田口真奈・井藤亨（2003） 自律型ロボット製作を促進するWeb学習コミュニティシステムの開発と評価. 日本教育工学会論文誌 Vol. 26 No. 3 pp 205-214 2003.03

西森年寿・中原淳・杉本圭優・浦島憲明・荒地美和・永岡慶三（2001） 遠隔教育における役割を導入した討論を支援するCSCLの開発と評価 日本教育工学会論文誌 Vol. 25(2) pp 103-113

Salmon, G. (2000) E-Moderating : The key to teaching and learning online. Kogan Page, UK

Scardamalia, M. and Bereiter, C. (1996) Computer support for knowledge-building communities. Koschmann, T. (ed.) (1996) CSCL : Theory and practice of emerging paradigm. LEA, NJ pp 204-260

Soloway, E. & Pryor, A. (1996) The next generation in human-computer interaction. Communications of ACM Vol. 39 No. 4 pp 16-17

菅井勝雄（1993） 教育工学・構成主義の「学習論」に出会う. 教育学研究 第60巻 第3号 1993.6 pp 237-247

論文審査の結果の要旨

本論文は、コンピュータによる協調学習支援システム（CSCL）に関する一連の研究からなる。インターネット等の発展の中で創成したCSCL研究を、学習者を中心とした状況認知理論や社会的構成主義の理論等と教育実践の両側面から検討すると共に、学習者の相互作用を促進する機能やインタフェースを埋め込んだCSCLの開発を行い、その効果を検討した結果を以下７章にまとめている。

第１章では、歴史や理論的背景を述べると共に、CSILEやCoVisなど初期のCSCLに実装されていた発言ラベル機能（カテゴリー付発言）について検討を行っている。第２章では「発言」間の関係を参加者各人が画面上に可視化できるCSCLを開発し、教師の学習共同体で運用した状況を分析している。第３、４章では、参加者が役割交代を行うCSCLを開発し、Web教材を併用する共同学習の事例から、相互作用の混乱の軽減を示唆している。第５、６章では、参加者による相互評価機能を実装したCSCLを開発、小中学生のロボット製作コンテストで使用、学習活動の促進と支援者による介入の重要性を確認している。また第７章では、今後の課題として協調学習の詳細な過程分析の重要性に触れている。

以上、概略を述べたように、本論文はCSCLの理論的・実践的な確立を試みており、その方法や成果は、今後の教育工学関連、特にネットワークを活用した遠隔協調学習分野の研究に多大の影響を与えると考える。

以上の理由から、本論文は、博士（人間科学）の学位論文として十分に価値あるものと判定した。