

科学的アーギュメントを支える視覚情報共有システムの構築 — 社会文化論的アプローチの視点から —

高垣マユミ *・河井延晃 **

* 生活文化学科 学習心理学研究室 ** 生活文化学科 社会情報・メディア文化研究室

Audiovisual Information Sharing System as a Tool for Science Argument in Constructing Sociocultural Approaches

Mayumi TAKAGAKI and Nobuaki KAWAI

* *Department of Human Sciences and Arts, Jissen Women's University*

** *Department of Human Sciences and Arts, Jissen Women's University*

Recently, in psychological research, there has been a shift from the cognitive approach to the sociocultural approach. So science argument based on sociocultural approach in psychological studies is examined.

These standpoints of psychological theories are related to some design philosophy of ICT. In this study, it is recognized as the information design about a group or organization.

Following this, based on finding of integrating psychological research and information science research, to explore immediate applicability to the astronomical education, an 'audiovisual information sharing system as a tool for science argument in constructing sociocultural approaches' is designed.

Key words : sociocultural approach (社会文化論的アプローチ), science argument (科学的アーギュメント), audiovisual information sharing system (視聴覚情報共有システム), astronomy education (天文教育)

はじめに

本論文では、近年の心理学及び情報学の領域における「社会文化論的アプローチ」への研究動向の方向性をレビューした上で、こうした学問領域の潮流をいかに教育実践場面に適用できるか、その適用可能性を探ることを目的とする。適用可能性を探るための具体的な方策としては、河井・高垣 (2011) の研究結果から明らかにされた、天文教育の実践的課題に焦点を当てながら (研究知見の詳細については 3-1 の項で触れる)、社会文化論的アプローチにおいて科学的アーギュメントを支える「視覚情報共有システム」を構築することを試みる。

1. 心理学の研究領域における社会文化論的アプローチへの動向

1-1. 近年の心理学の研究動向

近年の心理学的研究を支える最も基本的な研究動向は、以下の 2 つの流れに要約することができる。1 つ目の流れは、20 世紀半ばからの「認知的アプローチ」によって、実験課題や学校現場における質問への応答や問題解決などを通じて、個人の頭の中の知識構造に注目し、その理解過程の解明に目が向けられた研究が蓄積されてきた。2 つ目の流れは、20 世紀後半からの「社会文化論的アプローチ」によって、状況に埋め込まれた実践での活動を通じて、いかに知識が創発され統合されていくのか、という社会・文化的諸変数との相互関連に焦点が当てられるようになり、伝統的な知のあり方が問い直されてきた。

Alexander (2007) は、急進的構成主義、情報処理理論、認知構成主義、社会構成主義、状況認知、社会文化論等といった主要な学習理論を整理し、「認知的アプローチ」から「社会文化論的アプローチ」への流れを連続的に捉え、相互の関係性を二次元平面上に布置している(図1)。このとき、横軸は、「知識がどこから生じるか? — 知識が個人内で獲得されるのか vs. 状況に埋め込まれた社会的相互作用を通して経験的に創造されるのか —」という視点から布置されており、縦軸は、「知識がどこに存在しているのか? — 個人の頭の中なのか vs. 環境の側なのか —」という視点から布置されている。

このような「認知的アプローチ」から「社会文化論的アプローチ」への心理学の研究動向の方向性を、いかに実践場面に適用できるかという点に着目し、その適用可能性を探求することが本研究の目的である。

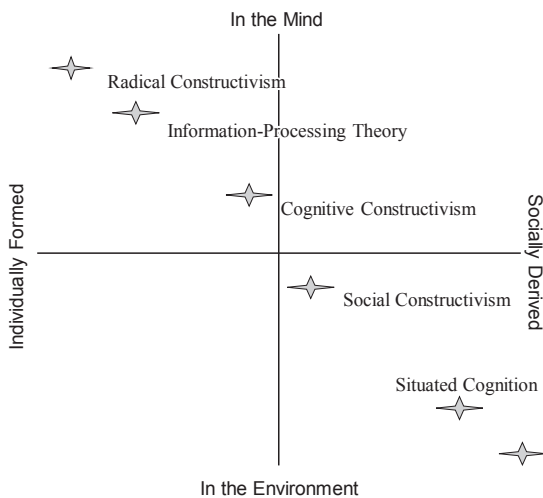


図1 The epistemological positioning of learning theories (Alexander, 2007)

1-2. 社会文化論的アプローチにおける科学的アーギュメント研究

認知的アプローチでは、個人のメンタル表象の分析に焦点が当てられてきた一方で、その後台頭した社会文化論的アプローチでは、科学的コミュニティの社会的実践と談話学習の相互作用のプロセスに焦点が当てられた (e.g., Rogoff, 1990; Lave & Wenger, 1991)。これらの研究はいずれも、ほぼ全ての知的活動は複雑な環境の中で起こっている、という観点に立ってお

り、個人の頭の中だけで起こっていると考えた場合、学習の本質を理解するのが困難になることを強調している。とりわけ科学的実践の領域においては、豊かな社会的相互作用を伴う「アーギュメントの実践」を重要なものとみなして、研究の対象にする顕著な動きを見ることができるとされている (e.g., American Association for the Advancement of Science, 2001; Kuhn & Udell, 2003; McNeill & Krajcik, 2008; PISA, 2006; Scardamalia & Bereiter, 2006)。これらの立場では、「科学する (doing science)」こととは、科学的知識やスキルを獲得することではなく、生徒たちに科学を語らせ、科学的談話のプロセスに参加させる (Driver, Newton, & Osborne, 2000)、科学的アーギュメントを通して科学者のような意志決定をさせ、協同的な営みとして科学的探求活動の意味を理解させることに科学教育の意義がある (Sandoval & Millwood, 2005) という学習観を共有している。なお、ここでは、科学的アーギュメント (scientific argument) を、「説得力のある結論やモデルを創出するために、科学的説明を支持したり論破したりすることを通して導き出される、理論とエビデンスの統合を含む話し合い」(Osborne, Erduran, & Simon, 2004, p.995) と定義する。

科学的アーギュメントの様相を可視化し、構造化するための判断基準として、Toulmin (1958) の定式化したアーギュメントの機能的な「修辞的手段」(「主張 (claim)」、「データ (data)」、「論拠 (warrant)」、「裏づけ (backing)」、「限定語 (qualifier)」、「反証 (rebuttal)」) を認知的スキーマとして獲得することによって、個人内の既存の知識と提示された新たな情報との間で効率的かつ合理的な吟味・検討が可能となることが多くの研究によって示されてきた (e.g., Bell & Linn, 2000; McNeill et al., 2004; Moje et al., 2004; Goldman et al., 2003; Reznitskaya & Anderson, 2002)。だが、これらの研究はいずれも、科学的アーギュメントで導出された構造のアウトプットに焦点が当てられているため、科学的アーギュメントの質が洗練されていく変化の動的なプロセスを明らかにしていない (Kuhn, 2005)。

一方、この点に対して、科学的アーギュメントの質の変化を扱う研究が見られる。高垣・中島 (2004) は、小学校4年生における力学の概念を題材に、理科授業における科学的アーギュメントの質が、議論展開に伴い、どのように変化するかを事例を通して検討し

ている。授業実践の結果、議論が進むにつれ、「振り子モデル」(Berkowitz et al., 1987) (図 2) で示されるような、「二項対立的な相互作用のスタイル間 (個別的 (スタイル 1, 3) vs. 統合的 (スタイル 2, 4))」の組織的な変化を経て、知識の協同的な構成が成立していくことを実証的に示した (①スタイル 1: 対話者間の相互に関連しない単一の理由を述べる、②スタイル 2: 自己の主張や他者の主張を関連づけたり、精緻化したりする、③スタイル 3: 自己の主張が他者の示した主張と相容れない理由を述べながら反証する、④スタイル 4: 互いの主張を理解し、共通基盤の観点から説明し直す)。さらに、科学の基礎概念についての対話者間の解釈上の違い、及び「アナロジー」、「可視化」という具体的事象の理解を深める足場作りによって、矛盾、精緻化、統合といった「操作的トランザクション (互いの考えを認知的に操作する対話)」(Berkowitz & Simmons, 2003) の連鎖が生成されることで、相互作用の組織的な変化が生起する、という可能性を示している。

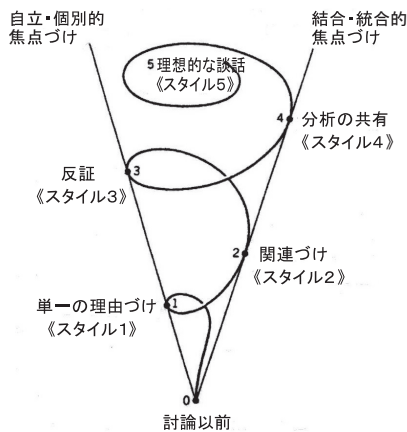


図 2 振り子モデル (Berkowitz et al., 1987)

2. 情報学の領域における社会文化論的アプローチへの動向

2-1. 情報化と教育をめぐる隣接領域

前章では心理学をめぐる 2つの潮流を確認したが、情報技術をめぐる立場としても、「個人の認知や知識の生成」に焦点をあてるのか、それとも「集団や組織の社会関係の中での知識生成」に焦点をあてるかで理論的/実践的形態はそれぞれ異なる。ここでは、前章

同様に「認知的アプローチ」から「社会文化論的アプローチ」へ」という図式をある程度援用しつつ、情報学的な理論的立場や実践的技術が、社会文化論的アプローチとどのような影響・隣接的關係にあるかについて最小限概観しておく。

実践的応用として情報技術を考える際に、その工学的アプローチが 1980 年代の国家プロジェクトの域にまで高められた「人工知能 (AI) 研究」は「インターフェイス研究」への遷移と拡大に転じた。そこでコンピュータは計算機としてだけでなく、むしろ「コミュニケーションメディアとしてのコンピュータ」という道具的役割を強めた。これに呼応して、学問的にも認知科学から認知心理学や認知工学という応用的発展性をもったことは、コンピュータ技術が、コミュニケーションメディアとなっただけではなく、人間の知識増幅装置 (IA) として位置づけられることになった (西垣, 1994; 西垣, 1997)。当然、知識増幅の現象記述・説明のために幾つもの学習理論や心理モデルが援用されることになった。

一方で、学校教育という状況においては、コンピュータによる教育支援として、当初は心理学的立場から構想された CAI (Computer-Assisted Instruction) から、現在では e-learning の概念が使用されることが一般的となるが、そこでは今日のインターネット技術は看過できない。

そのような、インターネット技術の発達の中で、特にここでは、LMS (Learning Management System) による学習の管理システムを挙げておくことが出来る。たとえば、国内においても、利用実績の多いことで知られる moodle は、設計理念において「構成主義」に基づくことで知られる。前章でふれたとおり、今日の学習理論における構成主義 (constructivism) は、重要な知識観であるとともに、様々な構成主義として展開されているが、ここでは外在的で客観的な知識を伝達するという素朴な知識観に異議を唱える立場として定義できる。また、CAI 自体の議論される機会は減少したものの、「インストラクションの構築」は、教授者において LMS の実際の設計やカスタマイズ機能などを通し、省力化・効率化されるメリットも指摘できる。このようなインストラクションの構築に関しては「インストラクショナルデザイン」という一大研究領域が登場している。

2-2. 情報とコミュニケーションのデザイン

なお、インストラクショナルデザインは、教育心理学や教育工学の立場から言及することも可能であるが、広く情報デザインの一つとして捉えることもできる。もっとも、情報学においてコミュニケーションを重視する態度は、決して新奇なものではない。心理学領域にも多くを負っているサイバネティクスは「機械と動物のコミュニケーションに関する総合学問」とでもいえるものであるが、当初より情報を「物質」でも「エネルギー」でもない概念として「情報」概念を想定していた (Weiner, 1954)。

特に、情報をコミュニケーションにおいて取り扱う場合、コミュニケーションを成立させる複数の項とそれを媒介・仲介するコミュニケーションメディアの素朴な議論として説明できる。ここでいう、複数項とはたとえば個人対個人の原初的な口伝形態から、歴史的に形成されてきた教室での教師と生徒の板書 (黒板) や共通の教科書を通した伝達方法 (教授法) としても理解ができるが、各項の間での関係性ともいえる全体のコミュニケーション構造は伝統的で固定的な性格を持つ。たとえば、伝統的な黒板の板書は教員の役割であり、生徒が回答などで黒板へ書き込む際も教員の指示によりの確にコントロールされる必要すらある。これらは伝統的に固定された役割で、メディアの利用そのものも大半が歴史的／社会的に規定されている。

しかし、ICT を利用することにより、そのコミュニケーションそのものの構造デザインが広範に可能となり、これは ICT を活用した教育の特徴である。(より精確に記すと、これは必ずしも生徒が自由気ままにコミュニケーションできるわけではなく、既存の教育メディア以上に強い制約や役割を課すことまでできるということである。) これは、広くアーギュメントのデザインとして本論では関連付けられるであろう。

しかし、アーギュメントデザインは決して「個人とニューメディア」の関係のみで完結する強化学習や単純なフィードバック構造ではない。そこで、先にあげた LMS や CMS (Content Management System) を、教員-生徒のコミュニケーションや、教員視点の学習管理システムの立場ではなく、教室内や授業内の組織的コミュニケーションシステムという点から評価すると、先行技術として「コミュニティウェア」や「グループウェア」を挙げることもできる。これは、既存

のメディアが特に、大規模な社会集団を対象とするマスコミュニケーションと、個人間のパーソナルなコミュニケーションで分割されがちであったのに対し、その間を埋めるメゾレベルのコミュニケーションを対象とするものである。これは、たとえば、西垣 (1992) に詳しいが、冒頭で示しているような教室内のアーギュメントの実践はまさに、そのようなグループダイナミクスをめぐる議論と類似性をもつ。

もちろん、グループウェアや LMS すらも、単なる社内掲示板や出勤・出席管理システム程度の機能として利用される可能性もあるが、何らかの社会的役割を課して社内のコラボレーションや授業におけるグループ対話システムとしても利用可能である。これは、たとえば電子黒板を単なる黒板のリプレイスとして捉えるのか、学生間のコミュニケーションを引き出すメディアとして捉えるかでもまったく異なるのであり、メディアの機能は文化的・社会的に規定されてゆく可能性は看過できない。

特に、新しいメディアの意味 (使い方) は共同主観的にも定義されておらず、そのような利用法の開発もコミュニケーションデザインにおいて考察するべき問題である。さらに生徒などの学習者 (当事者) たちが利用方法を見つけ出す可能性も考えられるが、このような随伴現象はどのように評価するかも、デザイン上においては大きな問題である。特に、電子黒板やタブレットを旧来の教授法の延長にとらえるのか、それとも新しいコミュニケーション構造をデザインするのか意識的に行う必要があるが、それは社会文化論的アプローチによってなされるアーギュメントデザインとしてみなすことができる。

なお、本章では各教科固有のコミュニケーションの固有性や、対象とする知識の特性については言及していない。すでに、旧来から教科教育は検定済教科書を中心とし、資料集や問題集などのプリントメディアや各種教材によって伝統的に成立していたが、教科ごとにそれらの活用実態は異なる上に、新たな ICT 活用の際には伝統的メディアの活用も含めたデザインが必要となる。とりわけ、理科教育においてはビジュアル中心の資料集や実験器具類も重要な知識伝達を担う教育メディアの役割を果たしてきたことは看過できない。

3. 天文教育における社会文化論的アプローチを支える視覚情報共有システムの構築

3-1. 天文教育への社会文化論的アプローチの適用可能性

本研究では、心理学及び情報学の領域における「社会文化論的アプローチ」への研究動向の方向性を示してきたが、以下、こうした学問領域の潮流をいかに実践場面に適用できるかを探求するために、特に天文教育の領域に焦点を当てながら、その適用可能性を探る。

まずは、天文分野における課題に目を向けてみたい。天文分野における、地球の自転や公転に関する観測事実を正しく理解するためには、かなり高度な空間認識を必要とするため、中学生にとっては、天文の基本的な知識やイメージの形成は難題である。これまでも、天文分野の抱える課題は、初等教育、中等教育、高等教育、さらには大学教育を対象としたものまで多岐にわたって議論されてきた (e.g., 伊東・千田・田原, 2007; 山崎・高橋, 2001; 福江, 2007; 松森, 2005; 加藤・小林, 2012)。こうした先行研究の課題を踏まえ、河井・高垣 (2011) は、女子大学の天文部を対象として、天文というものはいかなる媒介を介して獲得されているのかについて調査を実施した結果、天文に関する知識やイメージは、小学校・中学校・高等学校などの公的制度による授業を通した言語知識によってのみではなく、むしろその多くの部分は、その他のメディア表象 (プラネタリウム, 映画, アニメーション, 科学番組, 漫画等) を介して構成されているという示唆を得た。

そこで、こうした天文領域における課題を踏まえ、本研究では、心理学及び情報学の領域における「社会文化論的アプローチ」への研究動向に立脚しつつ、メディア表象を介して、科学的アーギュメントを支える視覚情報共有システムを構築することを試みる。具体的には、生徒どうしの協同的な探究過程に沿いながらリアルタイムに話し合いを焦点づけたり、多様なアイデアやデータを柔軟に扱いながら「社会的な学び」を構築していくための支援ツールとして、メディア表象を介した「電子黒板とタブレットの活用」を検討する。

3-2. 社会文化論的アプローチを支える視覚情報共有システムの構築

1) 電子黒板の活用

- ① 小集団での生徒たちのアイデアをクラス全体に提示し、分類・整理する小集団で協同での課題の予測や結果、理論構築に至るまでの話し合いのプロセスと理論の修正過程の一連の集積 (文書・描画・グラフ・表・モデル等) を、「クラス全体の議論の場」で提示し、アイデアを分類・整理することで、視点を広げ理解を深める。

操作の手続きは、図 3 に示すように、本研究で用いる電子黒板は、プロジェクターをホワイトボードにフロント投影し、専用ペンによる受信形式での操作を行う形式を採用する。電子黒板は、学習記録のデジタル保存・再生・編集が可能であるため、生徒たちが文書・描画・グラフ・表・モデル等の多様な方法を用いて作成した「理論構築に至る全プロセス」を、ドキュメントスキャナーでノート PC に取り込み、電子黒板上に提示することができる。複数の授業をまたいで参照する場合も、集積された履歴を瞬時にレビューする。操作は簡便で、黒板上に直接専用ペンで書いたり消したりすることができる一方、通常の黒板上では表示し得ない画面の拡大・縮小が可能である (e.g., 山崎, 2005; 樋口・三石・鈴木, 2003)。

2) タブレットの活用

- ① 教師が電子黒板で提示したメディア情報を小集団に映し出し、生徒が自らシミュレーションできる

実践上のタブレットの役割は、第一に電子黒板の情報を手元でも利用することを想定している。ただし、まったく同じ画像をミラーリング (複製) するだけでなく、サービシステム (LMS) やクラウドサービスによって、各グループがそれぞれの理解状況に応じて教材を追体験することが可能である。さらに、グループ単位で天体シミュレーションソフトを利用するなど、インタラクティブ性も実現される。これは図 3 のタブレットの A に相当する利用方法である。

- ② 小集団で生徒たちのアイデアを探求し合い、協同作業を行う

さらに、協調的・協同的作業に際して、タブレット

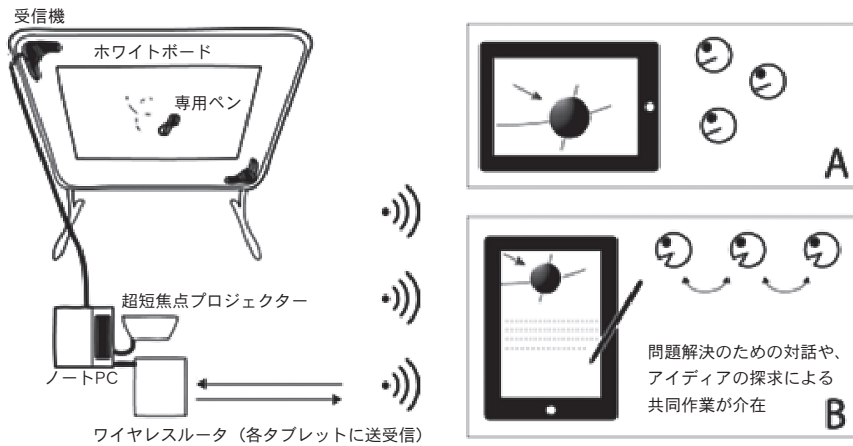


図3 電子黒板とタブレットの活用法

による作図や文字による回答を可能とすることで、小集団内での対話や探求のメディアとして機能する。これは入力・描画後、クラウドサービスにより共有され、電子黒板で利用可能となる。これは図3のタブレットに関する記述のBに相当する。これらにより授業全体のコミュニケーションと、各小集団におけるコミュニケーションを文字・図形問わず相互に連携させることが可能となる。

上述したように、サーバシステムやクラウドサービスを導入することによって、電子黒板やタブレットを旧来の教授法の延長にとらえるのではなく、社会文化論的アプローチによってなされるアーギュメントデザインとして新しいコミュニケーション構造をデザインした点に、本研究のユニークさがある。

おわりに

本研究では、近年の心理学及び情報学の領域における「社会文化論的アプローチ」への研究動向に立脚しつつ、河井・高垣（2011）の研究知見に基づき（天文に関する知識やイメージは、小学校・中学校・高等学校などの公的制度による授業を通じた言語知識によっ

てのみではなく、むしろその多くの部分は、メディア表象を介して構成されている）、メディア表象を介し、科学的アーギュメントを支える「視覚情報共有システム」を構築することを試みた。具体的な方策として、生徒どうしの協同的な探究過程に沿いながらリアルタイムに話し合いを焦点づけたり、多様なアイデアやデータを柔軟に扱いながら「社会的な学び」を構築していくための支援ツールとして、「電子黒板とタブレット」を活用した「視覚情報共有システム」を開発した。サーバシステムやクラウドサービスを導入することによって、電子黒板やタブレットを旧来の教授法の延長にとらえるのではなく、社会文化論的アプローチによってなされるアーギュメントデザインとして新しいコミュニケーション構造をデザインした点に、本研究の意義が見出せる。

今後の課題は、本研究で開発した「視覚情報共有システム」を、天文分野における実践授業にいかに導入するか、授業を通して実証的検討を行うことである。

文献

- American Association for the Advancement of Science. *Atlas of Science Literacy*. Washington, DC.: American Association for the Advancement of Science. (2001).
- Alexander, P. A. Bridging cognition and socioculturalism within conceptual change research: Unnecessary foray or unachievable feat? *Educational Psychologist*, 42, 67-73. (2007).
- Bell, P., & Linn, M. Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22, 797-817. (2000).
- Berkowitz, M. W., Oser, F., & Althof, W. The development of sociomoral discourse. In W. Kurtines & J. Gewirtz (Eds.), *Moral development through social interaction* (pp.322-352). New York: John Willy & Sons. (1987).
- Berkowitz, M. W., & Simmons, P. Integrating science education and character education. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on scientific issues and discourse in science education* (pp.117-138). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. (2003).
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. Establishing the norms of scientific argumentation in the classrooms. *Science Education*, 84, 223-238. (2000).
- 福江純 最近の大学生の天文関心事情 天文教育, 22-297. (2007).
- Goldman, S. R., Duschl, R. A., Ellenbogen, K., Williams, S., & Tzou, C. T. Science inquiry in a digital age: Possibilities for making thinking visible. In H. van Oostendorp (Ed.), *Cognition in a Digital World*. (pp.253-283). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (2003).
- 樋口祐紀・三石大・鈴木克明 対面授業での対話的な教材提示が可能な電子黒板システムの提案 マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, 253-256. (2003).
- 伊東明彦・千田恵・田原博人 大学生の天文分野に関する知識の変化 - 1976年と2006年の調査結果の比較 教育実践総合センター紀要, 30, 473 - 482. (2007).
- 加藤万里子・小林宏充 大学生の認知率はどのくらいか? 白色矮星は4割, 準惑星は5割 日本天文学会秋季年会, 321. (2012).
- 河井延晃・高垣マユミ 女子大生における天文文化の受容と伝達 実践女子大学生生活科学部紀要, 48, 53-60. (2011).
- Kuhn, D., & Udell, W. The development of argument skills. *Child Development*, 74, 1245-1260. (2003).
- Kuhn, D. *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press. (2005).
- Lave, J., & Wenger, E. W. *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press. (1991).
- 松森靖夫 我が国における天文教育の危機的状況 季節変化に対する小学校教員志望学生の認識状態とその変容に基づいて 地学教育, 58, 113-1325. (2005).
- McNeill, K.L., & Krajcik, j. Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 53-78. (2008).
- McNeill, K., Lizotte, D., Krajcik, J., & Marx, R. Supporting students' construction of scientific explanations using scaffolded curriculum materials and assessments. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Diego, CA. (2004).
- Moje, E. B., Peek-Brown, D., Sutherland, L. M., Marx, R. W., Blumenfeld, P., & Krajcik, J. Explaining explanations: Developing scientific literacy in middle-school project-based science reforms. In D. Strickland & D. E. Alvermann (Eds.), *Bridging the gap: Improving literacy learning for preadolescent and adolescent learners in grades 4-12* (pp.227-251). New York : Teachers College Press. (2004).
- 西垣通 編著訳 『思想としてのパソコン』 NTT出版 (1997).
- 西垣通 『組織とグループウェア: ポスト・リストラクチャリングの知識創造』 NTT出版 (1992).
- 西垣通 『ペシミスティック・サイボーグ: 普遍言語機械への欲望』 青土社 (1994).
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*. 41, 994-1020. (2004).
- PISA Science Competencies For Tomorrow's World (OECD) <http://www.pisa.oecd.org>. (2006).
- Reznitskaya, A., & Anderson, R. C. The argument schema and learning to reason. In C. C. Block & M. Pressley (Eds.), *Comprehension instruction: Research-based best practices* (pp.319-334). New York: The Guilford Press. (2002).
- Rogoff, B. *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press. (1990).
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp.97-118). New York: Cambridge University Press. (2006).
- Sandoval, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89, 634-656. (2005).

- 高垣マユミ・中島朋紀 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, 52, 472-484. (2004).
- Toulmin, S.E. *The use of argument*. Cambridge: Cambridge University Press. (1958).
- Wiener, N. *The human use of human beings: cybernetics and society*. 2nd ed New York: Doubleday. (1954). (= 鎮目恭夫・池原, 止 戈夫『人間機械論』みすず書房 (1979))
- 山崎良雄・高橋典嗣 小学校現職教員と大学生における天文・宇宙の興味関心 千葉大学教育実践研究, 8, 87-100. (2001).
- 山崎吉朗 対面式多人数授業のIT化 — 電子黒板を活用した語学教育の実践と成果研究 — メディア教育研究, 1, 133-144. (2005).