

# 科学を普及する方法の学際的開発

## Development of method of science popularization: an interdisciplinary approach.

佐倉統 東京大学大学院情報学環 助教授  
植田一博 東京大学大学院総合文化研究科 助教授  
山内祐平 東京大学大学院情報学環 助教授

*Osamu Sakura, Associate Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies, University of Tokyo*

*Kazuhiro Ueda, Associate Professor, Department of General System Studies, University of Tokyo*

*Yuhei Yamauchi, Associate Professor, Interfaculty Initiative in Information Studies, University of Tokyo*

【要旨】現在は、科学技術が人々の日常生活と密接に結びついている時代である。ここまで科学技術に依存した生活は人類史上いまだかつて存在しなかった。わたしたちの生活は科学技術の上に乗っているといても過言ではない。しかしその反面、近年小中高校生の理科離れ、科学離れがとみに問題視されるようになった。これは生活そのものの科学技術化を考えると由々しき事態であり、この状況を打破するための枠組みづくりと基礎研究をおこなうのが本研究である。科学の普及については、従来から理科教育や博物館学、メディア論などで研究されてきたが、個別の領域を越えることが難しかった。そこで本研究では、人間の知識獲得および伝達に関する基礎研究を個人レベルと集団レベルでおこない、知識伝達に合致したウェブ・ベースの教育手法を考案し、実際の科学館に適用することを目標とする。今回の申請にあたり異なる研究対象を専門とする人間たちが協同して、はじめて科学教育、理科教育の問題に対する基礎から応用までを検討できると考え、幅広い分野の専門家を集めた。

**Abstract.** Today, science and technology (ST) are deeply integrated into daily life and society, more so than ever before. In fact, our daily lives depend completely on ST. However, several recent studies have revealed that many students have begun to lose interest in ST. Given the strong connection between society and ST, this is a serious situation; thus, this study attempts to devise a framework and carry out basic research to examine the situation. Many studies have been conducted in the areas of science education, museum studies, media studies, and science and technology studies (STS), but it has thus far been difficult to create interdisciplinary progress beyond the boundaries of each individual area. The goal of this project is to find the key(s) to creating effective, interdisciplinary strategies to popularize science. Thus, we plan to study the following areas: the mechanisms of human knowledge acquisition and the transmission of knowledge at the individual and the social levels; the development of web-based education methods; and adaptation of these findings to the work of science museums. The researchers conducting these studies come from several different areas of expertise, in order to translate these diverse issues from a basic understanding into the application of science education.

### 1. 研究目的

この研究の目的は、専門化のいちじるしい科学の成果を、専門的な背景知識を持たない人々に効果的に伝達する方法を、さまざまなレベルで開発し、また開発するための研究体制を作る方途を考察することである。近年とみに教育現場では理科離れ・科学離れが危惧され、一方で日常生活に続々と最先端科学技術の成果が流入してくる潮流の中で科学技術リテラシーの

必要性が主張されてはきたが、実際の対策としては個別分野での各論的な対処が中心となっていた。それらの蓄積を活かしつつ、個人の新奇知識の獲得を促すメカニズムと、知識伝達がよりスムーズに促進される教育手法、とくにインターネットを使用したeラーニングの手法と、社会的な組織や仕組みとして科学的専門知識の流通を円滑にする方法と、領域横断的で総合的な対処の枠組みを形成することが、本研究の

目指すところである。

## 2. 研究経過

上記3レベル 個人,教育現場,社会  
 に対応して,個人の新規理論受け入れの認知メ  
 カニズムの解明(植田),学校教育などの場  
 の科学情報伝達方法の開発(山内),科学コミュ  
 ニケーション活動の社会的展開(佐倉)を3本  
 柱として,各レベルにおいて専門的知識情報を  
 円滑に流通させる手法の開発を目指した。プロ  
 ジェクト発足当初は日本科学未来館・科学技術  
 スペシャリストの三石祥子も参加し,科学館と  
 いう科学普及の現場での調査と効果的な方法  
 の開発を担当した。2年目から三石は職場が  
 変わったため,このプロジェクトには参加せず,  
 側面から科学館と大学との連携をサポートす  
 る体制とした。

植田が主として担当した個人レベルでの認  
 知科学的研究では,認知科学の先行研究で示  
 唆されている他者との協同が問題解決を促進  
 する現象について,さらに影響する変数を確  
 定するべく,ルール発見課題を用いた統制実  
 験によって,メタなサジェスチョンが新しい  
 アイデアの生成,すなわち仮説変更に及ぼす  
 影響を検討した。

山内はアウェアネス研究の流れを応用し,  
 eラーニング用インタラクティブストーリー  
 ミングプレイヤー“iPlayer”を開発した。こ  
 れは,学習者が授業に対するフィードバック  
 を視聴中に行うことができ,また他の学習者  
 のフィードバックをアウェアネス情報として  
 可視化するインタラクティブなシステムであ  
 る。

佐倉が主として担当した社会レベルでの  
 科学コミュニケーション活動は,NPO市民科学  
 研究室および民間シンクタンク・ソシオエン  
 ジンとの連携プロジェクト「リビング・サイ  
 エンス」を展開する形をとった。また,東京  
 大学情報学環と日本科学未来館との学術提  
 携協約を締結し,共同授業や交流研究会など  
 を通して,アカデミアとミュージアムの連  
 携体制を模索している。

## 3. 研究成果

植田班は90名の大学生を対象に2種類の  
 実験をおこなった。実験1では,個人条件(18  
 名),自由協同条件(18組36名),コンサル  
 テーション型協同条件(18組36名)の3条件  
 に無

作為に割り当て,ルール帰納課題を解くよう  
 求めた。その結果,メタなサジェスチョンが  
 仮説変更を促進するという仮説は支持されな  
 かった。しかし,サジェスチョンの内容と課  
 題遂行者の思考状況とが不一致だったため  
 に「コンサルテーション型協同条件」では,  
 本来メタなサジェスチョンがもっている効  
 果が十分に現れなかった可能性も考えられ  
 た。そこで実験2では,「課題遂行役」の思  
 考状態を吟味することで,このような効果が  
 現れない条件を追加設定し,実験1の各条  
 件のパフォーマンスとの比較を行った(図1  
 参照)。その結果,協同するメンバーの一  
 方が具体的な提案を行うことなく,もっぱ  
 らメタなサジェスチョンのみを行う状況  
 でも,パートナーの問題解決状況のモニタ  
 リングが適切になされれば,仮説変更を促  
 進する力をもつことが示された。また,そ  
 の促進効果は,自由にアイデアを出し合っ  
 ていくという協同の形態と同程度であるこ  
 とも確認された。なじみの薄い科学理論を  
 受け入れることの必要な状況でも,これら  
 の実験結果からの示唆を役立てることが  
 できるだろう。

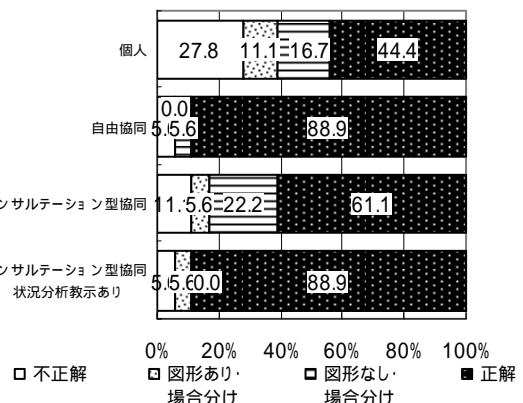


図1 条件別最終ルールカテゴリ分布

山内らは,iPlayerの使用効果を評価し,授  
 業への集中度やeラーニングに対する満足  
 度が向上し,他の学習者との共同体意識も  
 向上していることが確認された。また,社  
 会的存在感が共同体意識や満足度と正の  
 相関関係を持つことも示されており,iPlay  
 erの利用はeラーニングにおける学習者  
 の共同体の醸成につながるものと考えら  
 れる。これらの効果はeラーニングの課  
 題としてあげられている学習の動機付け

への課題に対する一提案になるだろう。

佐倉の「リビング・サイエンス・プロジェクト」は、日常生活と最先端科学技術の回路を作ることを目的に、食のあり方や携帯電話をめぐる諸問題、科学館の現状と課題などを具体的なテーマとして、社会連携しつつ問題群に迫る方法論を模索してきた。また、カフェなどの公的な場で科学技術に関する最先端の動向をレクチャーし、聴衆と双方向的にコミュニケーションする「科学カフェ Café Scientifique」の試みを実践すべく、本場イギリスでの実地調査と、それを踏まえて下北沢での模擬的な試みとおこなった。これらの成果は、通常の学術雑誌や専門学会などで発表される性質のものではないので、末尾の論文リストには挙げてないが、年2-3回のフォーラムと、月刊『ソトコト』の別冊小冊子（『チビコト』）2冊として発表したほか、佐倉統・古田ゆかり・リビングサイエンスラボ『ほら、こんなところにも科学が！』（ちくまプリマー新書、近刊）として出版される予定である。

#### 4. 今後の課題と発展

植田班の研究については、課題理解を促進する効果のプロセスの詳細な検討が必要である。また、「課題遂行役」と「相談役」という役割を固定して実験をおこなったが、役割交替が新たなアイデアの創出に貢献しているという先行研究もあり、役割交替がもつ効果についても検討を行っていく必要がある。さらに、領域知識を必要としない課題を使ったが、今後は、領域知識を必要とするようなより現実的な課題でも、本研究で示されたメタなサジェスションの効果が得られるかどうかを検討することが必要である。

山内の評価実験では1回限りの利用であり、実際の継続的利用の中でiPlayerが学習者に対して、どのような影響をもたらすかが明らかではない。今後の課題として博物館などで実際に運用されているeラーニングシステムにiPlayerを実装し、その中でどのような効果が得られるのかを検証していく実践的な研究が求められる。この研究を発展させていくことにより、eラーニングを利用する学習者に、より高い満足とより良い学習をもたらすことを期待したい。

佐倉の社会的活動については、個々の活動そ

のものは問題はないが、さらに大きな枠組みを構築し、継続的な連携体制につなげていくことが、必ずしも十分にはできていない。情報発信の方法やコミュニティ維持の方法などに、さらなる工夫が必要と考えている。

プロジェクト全般を通して、3つのレベルの連携を活性化していく作業の進捗が、各レベルでの活動の進度に比べてはかばかしくなかった。これは、個人・教育・社会それぞれの領域での研究だけでも十分な成果をあげるのが困難だったということがもっとも大きな原因である。すなわち、個別の領域で成果を出していくことと同時並行で連携知を生み出していくというのは、かなり困難だということだ。

総合的な成果を産出することを目的のひとつとしておきながらそれが十分に達成できなかったというのは、このプロジェクトの成果としては不本意ということでもあるが、一方で、連携知を目標とするためには最初から連携知だけを目的にしてプロジェクト・デザインを組むべきだということが分かったのは、大きな進展だともいえる。以下のリストに示すように、個別領域の成果はそれなりに生産できたと考えているので、今後は連携知の具体的な展開を目標として、今回積み残した課題に取り組んでいきたい。

#### 5. 発表論文リスト

##### 第1 著者アルファベット順

##### 著書

佐倉統（編）、2002. 未来の遺伝子：生命のはるかな旅．東京：東京書籍，238pp.

佐倉統，2003. 進化論の挑戦（文庫版）．東京：角川書店，7+246pp.

佐倉統（編）、2003. 進化論のエッセンス．東京：トランスアート，145pp.

田端到・佐倉統，2003. 科学書をめぐる100の冒険．東京：本の雑誌社，262pp.

上田恵介・佐倉統（編）、2002. 動物たちの気になる行動（1, 2）．東京：裳華房，viii+198pp, viii+192pp.

##### 査読付論文

林衛・加藤和人・佐倉統，2005. なぜいま「科学コミュニケーション」なのか？ 遺伝 59(1):30-34.

清河幸子・植田一博・岡田猛，2004. 科学的推論プロセスにおける他者情報利用の効果．認知科学

11:228-238.

- 佐倉統, 2003. 人間にとってロボット(あるいは鉄腕アトム)とは何なのか? フランケンシュタインと醜いアヒルの子. 人工知能学会誌 18:145-152.
- 佐倉統, 2004. 創造論・進化論・科学コミュニケーション. 生物科学 56:20-22.
- 佐倉統, 2005. 進化論から見た創造と創発. 人工知能学会誌 20:15-18.
- 山内祐平, 2005. eラーニングによる教育と社会サービス - 東京大学. 所収: 吉田文・田口真奈・中原淳(編) 大学eラーニングの経営戦略 pp.22-39.

#### 査読なし学術誌

- 佐倉統, 2002. 横断的な知識とは何なのか? *Inter Communication* 42:140-150.
- 佐倉統, 2002. 生命のようであるとはいかなることか? *Inter Communication* 43:156-168.
- 佐倉統, 2003. インターネットの学際知とは何なのか? (I,II). *Inter Communication* 44:150-160; 45:165-172.
- 佐倉統, 2003. アラマタ的な知のあり方をめぐって (I,II). *Inter Communication* 46:73-180; 47:168-176.
- 佐倉統, 2004. 文化のグローバリズムとローカリズム, そして国立大学法人化. *Inter Communication* 48:154-168.
- 佐倉統・長谷川一, 2002. 「知」の新たな公共化へ向けて. *Inter Communication* 41: 76-89.
- 植田一博, 2002. 科学者はどのように考えるか: 類推と協働活動. 系れきてる [http://elekitel.jp/elekitel/special/2002/02/sp¥\\_02¥\\_a.htm](http://elekitel.jp/elekitel/special/2002/02/sp¥_02¥_a.htm) (オンラインマガジン).

#### 国際会議

- Izawa, T., Kiyokawa, S. & Ueda, K. 2005. Insightful problem solving promoted by collaboration: the effect of role reversals between trial and observation. The Workshop on Representing and Analyzing Collaborative Interactions at AIED 2005, 7月 (口頭発表予定).
- Kiyokawa, S., Ueda, K., & Okada, T., 2003. The effect of meta-cognitive suggestions on viewpoint change in collaborative problem solving. The 4th Joint International Conference on Cognitive Science, the University of New South Wales, Australia, 7月 (口頭発表).

- Kiyokawa, S., Ueda, K., & Okada, T., 2003. The effect of meta-cognitive suggestions on viewpoint change in collaborative problem solving. 2003 International Symposium on Cognitive Approaches to Creative Processes, Museum of Modern Ceramic Art Gifu, Japan, 6月 (ポスター発表).
- Sakura, O. 2004. Intermediating theory and practice: present condition and prospects for science communication in Japan. The 5th East Asian STS Conference, pp.1-9, Seoul National University, Seoul, Korea, 12月 (口頭発表).

#### 国内会議

- 清河幸子・植田一博, 2002. 表象変化を促進する協同: メタレベルの働きかけがもつ効果の検討. 日本認知科学会第19回大会発表論文集, 148-149.
- 清河幸子・植田一博・岡田猛, 2003. 協同問題解決におけるメタレベルの働きかけが表象変化に及ぼす影響. 日本認知科学会第20回大会発表論文集, 100-101.
- 清河幸子・植田一博・岡田猛, 2004. 仮説の情報源が仮説変更に及ぼす影響. 日本認知科学会第21回大会発表論文集, 110-111.
- 清河幸子・植田一博・岡田猛, 2003. 他者のアイデアを評価することが仮説変更に及ぼす影響. 日本教育心理学会第45回総会発表論文集, 627.
- 佐倉統, 2002. 中学高校で進化をいかに教えるか. 第4回日本進化学会, 中央大学, 東京.
- 佐倉統, 2004. 科学コミュニケーション: 理論と実践の往復運動. 科学技術社会論学会第3回研究大会, pp.215-226.
- 植田一博, 2004. 人間の知, 機械の知: 動的な認知観が人工知能を変える? 第5回 AI 若手の集い MYCOM2004 (招待講演, 6月).
- 山内祐平, 2004. 学習コミュニティを支える人工物のデザイン. 日本教育工業会第20回全国大会, pp21-24.
- 山内祐平・久松慎一・八重樫文, 2003. eラーニング用インタラクティブ・ストーリーミングプレイヤーの開発. 日本教育工学会第19回全国大会, pp.457-458.
- 山内祐平・酒井俊典・八重樫文・久松慎一・望月俊男・北村智, 2004. iPlayer: eラーニング用インタラクティブ・ストーリーミングプレイヤーの開発. 日本教育工業会第20回全国大会 pp.937-938