

# 多言語サービス環境における科学教育のためのコミュニケーションモデル

## A communication model for science education on multi-lingual service computing environment

菱山 玲子\*<sup>1</sup>  
Reiko Hishiyama

ビョウ イクキ\*<sup>2</sup>  
Yuqi Liao

鈴木 宏\*<sup>1</sup>  
Hiroshi Suzuki

\*<sup>1</sup> 早稲田大学創造理工学研究科 経営システム工学専攻

\*<sup>2</sup> 早稲田大学創造理工学部 経営システム工学科

{Graduate School of\*1, School of\*2} Creative Science and Engineering, Waseda University

This paper proposes a new multilingual communication model for scientific education. Focusing on global environment problems, we planned to transfer the Japanese environment education program, which is hand-made soap production using waste/reusable oil, from Japan to China. The FMC model (family-mediated communication model) proposed in this paper is to implement the scientific education programs easily and effectively for families. The original application for environment education is designed on the Language Grid, which makes multilingual communication possible using Japanese-Chinese machine-translation services. As a trial study, we conducted experimental education programs for Chinese families in Chengdu. The FMC model helped to raise parents' awareness of safety considerably and provided a safe environment at the time of scientific experiments, combining educational opportunities with the chance to understand pro-environmental behavior.

### 1. はじめに

地域レベルのみに留まらず、地球規模の環境問題が指摘される昨今、優れた科学技術教育プログラムのグローバル展開はこれらの問題への共通理解を深め、その解決に寄与することが期待できる。日本ではこれまで、優れた科学教育や環境教育のためのプログラムが数多く開発されてきた。これらの教育プログラムを遠隔教育によって中国へ展開することができれば、中国国内の各地域で、科学教育プログラムを手軽に実施することができ、低コストで、正しい科学的知識を獲得することができる。

一方、遠隔教育において双方向のコミュニケーションを実現し、正確な科学的知識を共有する過程では、各現地の事情にあわせて適切に教育プログラムや知識コミュニケーションモデルをローカライズしてゆくことも必要となるだろう。

本研究は、日本の優れた環境教育のためのプログラムのひとつである、廃油を利用した手作り石鹸づくり[柴 1990] [早野 2013]を、科学教育の一環として、中国へ遠隔教育により提供することを目指している。我々は中国が抱える食用油(廃油)の取扱いにまつわる深刻な環境問題に注目し、その問題意識を高めると共に、問題解決を考えるための教育プログラムを日本から中国国内へ展開する方法について検討してきた。具体的な課題として、遠隔教育に使用する言語の相違をどのように解消するか、専門用語をどのように共有するか、作業工程や実験手順の詳細、注意事項等、複雑かつ多岐に及ぶ内容を限られた時間で正確に共有するにはどうしたらよいか、といった事項が挙げられる。これら課題に対し、本研究では本プログラムの教育に適したコミュニケーションモデルを検討し、多言語 ICT 環境を用いて言語の問題の解決を試みた。本稿では、中国国内の家庭向けにこのプログラムを実践した事例について考察し、グローバル環境での科学教育を展開するうえでの ICT 技術による支援の一般的課題に対し検討する。

### 2. 環境教育プログラムの趣旨と方法

前章で述べたように、本研究では、中国における環境教育プログラムとして、廃油を利用した手作り石鹸づくりの方法を伝達すると共に、科学実験のための基礎的な知識を学び、これを家庭の取組みとして展開することを目指している。我が国では自治体の指導により、地域を単位として、廃油は燃やせるゴミとして取り扱う、もしくは、回収や手作り石鹸への転用が推奨されている。また、幼少期より家庭での廃油の適切な取扱いに関する習慣づけや学校・地域での指導教育・広報の徹底が、環境の保全に寄与している。一方、中国では同種のルールが存在せず、廃油のたれ流しが環境問題の元凶のひとつとなっている。学校や自治体を単位とした廃油を利用した石鹸づくりは、新たな価値ある資源への転換、資源の再利用と循環を促す点で中国でも受け入れられやすい可能性がある。しかし、こうしたコンテンツを展開するための要件として、低コストで効果的かつ適切な知識伝達の方法を検討しなければならない。このため、本研究では次節のとおり、このプログラム展開に適したコミュニケーション環境、コミュニケーションモデルの両面から検討を行った。

#### 2.1 インタラクティブなコミュニケーション環境の確保

多言語での遠隔教育では、できればインタラクティブなコミュニケーション環境を確保することが望ましい。このようなコミュニケーション環境については、日本酒の作り方を外国人に伝達する[鈴木 2015]の事例や稲作の知識を伝達する YMC-Viet Project [Mori 2012]などの先行事例が存在する。

後者の YMC-Viet Project [Mori 2012]は、ベトナムのメコンデルタ地域の稲作地帯の子供達を対象に、日本の優れた稲作知識を Q&A 方式でインタラクティブに、日本からベトナムの子供達へ伝達するもので、日英及び英越機械翻訳サービスを連携させた多言語 ICT 環境での知識共有環境を利用している[Lin 2013]。本研究ではこの事例を参考とし、日中機械翻訳サービスを利用した多言語コミュニケーション環境を設計した。すなわち、知識の提供側(日本)は日本語を使用し、知識の享受側(中国)は中国語でそれを理解することができるように多言語環境を構

築する。この環境でより汎用性の高いチャット形式により、インタラクティブなやりとりが可能となるよう配慮した。更に、共有された知識を双方から整理し振り返ることができるように、ノートテイキングとしての体系的なメモ機能を提供することとした。

## 2.2 コミュニケーションモデルのローカライゼーション

前節の YMC-Viet Project[Mori 2012]の事例では、専門知識伝達のためのコミュニケーションモデルとして、YMC モデル (youth-mediated communication model) が提案され、実践されてきた<sup>1</sup>。この研究では、ベトナム農村部の家庭に対し、子供達に言語グリッド基盤[Ishida 2011, LanguageGrid 2016]を介し、日本の稲作の専門知識に関するコミュニケーションを実現し、稲作の課題解決を図るものであり、コミュニケーションモデルとしては、子供を介して専門知識を教育する点に特徴がある。

一方、本研究では対象地域として、中国国内の都市部の一定レベルの富裕層居住地区をプログラム展開地域として選定した<sup>2</sup>。環境問題の解決にはまず、家庭における環境配慮行動を促すことが望ましい。つまり、本プログラムの趣旨において親の知識獲得が重要であることから、親と子供を同時に教育するプログラム(FMC model, family-mediated communication model)として展開することとした。FMC モデルの趣旨は、将来の地域や国家・行政のリーダー育成を狙いとして、家庭を単位として一定の影響を周囲に伝播させる中核的な役割を果たす家庭や子供達の育成における影響力の発揮を期待するところにある。

なお、親子を同時に教育することの目的のひとつに、科学実験を行う際の安全確保への配慮がある。子供だけで科学実験を行うのではなく、親を同時に教育し実験に参加させることで、親が子供に対して積極的に安全への配慮を行い、高い安全意識を発揮してもらいたい、という意図がある。

以上から、本研究では YMC モデルを発展させ、地域コミュニティの家庭(家族)に対してコミュニケーションを行う FMC モデル (family-mediated communication model) を提案する(図1)。このモデルは、伝えるべき知識内容、現地の言語文化の状況などに応じて、より望ましいと考えられるコミュニケーションモデルを開発し適用することの必要性を背景としたものである。

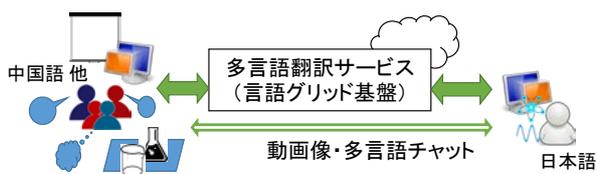


図 1. 提案モデル(FMC モデル)の全体像

なお、このモデルでは、地域のハブとなる家庭に言語グリッドを介してコミュニケーションが可能な PC、実験に必要な器具等を準備する。このハブとなる家庭を、地域近隣に住む家族が順次訪問して知識コミュニケーション(環境教育)を受ける。また、訪問した親子は、この知識にもとづいて石鹼づくり実験を親子で遂行する。

<sup>1</sup> これは、ベトナム農村部の識字率の低い地域の家庭を対象に、稲作知識の伝達を行うモデルとして展開されている。よって、子供を介した知識の伝達モデルが採用され、識字が可能な子供が稲作の問題解決に関する知識を得て、これを家庭において子供から親へと伝達するコミュニケーションモデルが採用された。

<sup>2</sup> 本対象地域の家族は、識字には何ら問題はない。

## 3. 評価実験の概要

このコミュニケーションモデルを適用した知識コミュニケーションの有効性を確認するため、実践を通じた評価実験を行った。

### 3.1 実験の流れ

提案する FMC モデルの実践対象として、中国四川省成都市内の比較的裕福な家庭が居住する一般住宅地域のコミュニティにおいて、環境教育プログラムを実験的に展開した事例を紹介する。この実験のフローを図 2 に示す。実験は大きく分けて、遠隔教育のパート(前半の「遠隔教育」と)、石鹼づくりの作業(後半の「作業実験」)に分かれている。

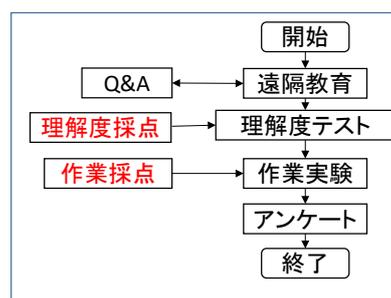


図 2: 実験フロー

前半の遠隔教育のパートでは、日本人大学院生(理工系)が、廃油や薬品の取扱い方法や石鹼づくりの実験手順、その他化学実験を行う場合の一般的な注意事項等を、環境教育プログラムとして多言語チャットを介して提供する。これにより、知識は日中機械翻訳サービスを介して中国人家庭(父親、母親、子供の 3 人一組)に中国語で伝達される一方、中国人家庭からの質問(中国語)は日本語で日本人大学院生へ伝えられ、インタラクティブな質疑応答も可能である。その後、遠隔教育パートのプログラム内容に関する簡単な理解度テストを行い、正しく知識が伝わったか否かを確認する。

理解度テストの後、実際に廃油を用いた石鹼づくりを、後半の作業実験のパートとして実施する。作業実験は、換気が確保できる家庭内キッチン内で実施し、立ち合いを行う中国人学生を配置し、その作業を観察して採点する方式(これを「作業採点」とし、作業手順や所作から理解度を確認する)とした。採点はチェックリスト方式により行った。ここで中国人学生の立ち合いは安全性の確保を兼ねており、仮に作業中、手順の誤り等で安全リスクが生じた場合は、その場で作業の中止、ないし、正しい手順での作業のやり直しを指示できるように配慮した。最後に、振り返りと共にアンケートにより、全体の感想を問うプログラムとした。

### 3.2 理解度テストの内容

理解度テストの内容はすべて四肢択一問題として構成され、図 3 のとおりである(ここでは、サンプルとして一部を示す)。

本理解度テストは、紙面により行ったものを回収し採点した。なお、作業採点(図 4)については、10 項目の作業内容や手順の正確性や適切性に関して、それぞれ 5 点(最高点)から 1 点きざみに 0 点までの範囲で評価し、計 50 点を満点とした採点基準を設けて評価を行った。

問1. 实验的大概順序正确的是？(正しい実験手順と合っているのは？)

安全準備→量取水→量取氢氧化钠→量取水→往水中加入氢氧化钠→将水和氢氧化钠的混合液加入油中→搅拌 20 分钟 (安全準備, 水を計り取る, 水酸化ナトリウムを計り取る, 廃油を計り取る, 水に水酸化ナトリウムを参入する, 水と水酸化ナトリウムの溶液を廃油に入れる, 20 分ぐらい混ぜる)

安全準備→量取油→量取氢氧化钠→量取水→往氢氧化钠中加入水→将水和氢氧化钠的混合液加入油中→搅拌 20 分钟

安全準備→量取油→量取氢氧化钠→量取水→往水中加入氢氧化钠→将水和氢氧化钠的混合液加入油中→搅拌 20 分钟

安全準備→量取氢氧化钠→量取油→量取水→往氢氧化钠中加入水→将水和氢氧化钠的混合液加入油中→搅拌 20 分钟

問2. 实验前必須準備好的準備有哪些？(実験前の安全準備の行動は？)

- 戴上护目镜(メガネの着用)
- 穿上白衣(白衣の着用)
- 戴上口罩(マスクの着用)
- 戴上手套(手袋の着用)

図3：理解度テストの内容 (一部抜粋)

安全準備を適切に行う(5点)

(準備不完全の場合, 点数はマイナスされる.)

例えば, メガネを着用していない場合は-2点, 正確に着用していない場合は-1点)

( 0 1 2 3 4 5 )

正確に水酸化ナトリウムを水に溶かす(5点)

(少しずつ水の中に入れていない場合-5点, 完全溶けるまで攪拌していない場合-2点, 水酸化ナトリウムや水をこぼした-3点, 水酸化ナトリウムを水に入れるか, 水を水酸化ナトリウムに入れるかを取り違えた等危険行為があった場合は-5点.)

( 0 1 2 3 4 5 )

図4：作業採点の内容 (一部抜粋)

表1：理解度テスト結果 (問題番号と設問内容, 各問題に対して誤答した人数)

問題番号	問題内容	問題番号	家庭	(学生)	合計	
1	正しい実験の手順と合っているのは？	1		3	7	10
2	実験前の安全準備の行動は？	2		2	5	7
3	水に水酸化ナトリウムを入れるときの反応は？	3		0	0	0
4	水酸化ナトリウムは皮膚に付着する場合の対応は？	4		1	2	3
5	水酸化ナトリウムを溶けるとき, 正しい作業は？	5		1	1	2
6	水酸化ナトリウムと廃油を加熱するとき正確な温度は？	6		1	0	1
7	石鹼づくりの作業中, 冷水とお湯の正しい扱いは？	7		3	5	8
8	廃油と水酸化ナトリウムを入れる順序が正しいのは？	8		4	7	11

本実験は, 地域の3家族(父親, 母親, 子供の3名を1グループとし, 計3グループ)を, 順次呼び寄せる形式で行った. 子供の年齢は6才, 7才, 10才である.

なお, 本実験に関する比較対象として, 中国人大学生(日本に留学中の大学生)にも同一の教育プログラム(遠隔教育のパート及び理解度テストのパートのみ)を提供し, 結果を比較する.

### 3.3 理解度テストの評価結果

表1に, 理解度テストの問題一覧と評価結果を示す. 問題は全8問であり, 誤答数をカウントしている. 安全配慮上特に重要な設問として, 問題番号2, 7, 8の3問が設定されているが, これらの設問では中国人家庭の方が学生グループより誤答が少ない. 逆に, 学生グループはこれらの設問で多くの誤答が見られた. また, 3グループの各家庭の理解度テストの得点は, 図5のとおりである.

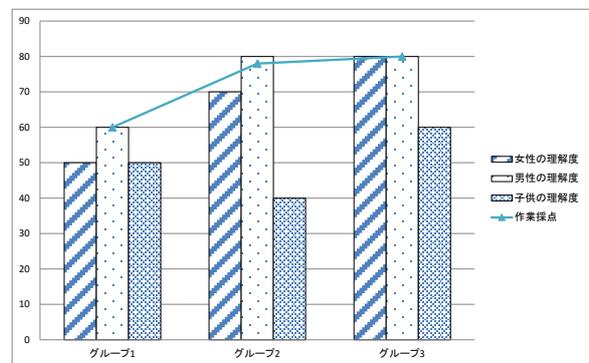


図5：理解度テスト得点, 作業採点<sup>1</sup>結果内訳 (中国人家庭)

子供の理解度得点にはばらつきがみられる一方, 大人である両親(表中の「男性の理解度」と「女性の理解度」)の正解率が一樣に高い. この点で, 子供と共に新たな知識を学ぶことに対する刺激からか, 親の積極性が伺え, 子供と比して教育熱心な両親の学習意欲の高まりが推察される結果となった. 石鹼づくりの工程において, 劇薬である水酸化ナトリウムを扱う関係上, 安全性への理解は重要である. この点で, 室内の換気, 手袋, 安全メガネ, マスクの着用といった科学実験の基本ともいえる所作に親の関心が及んでおり, 前半の遠隔教育の最中に, 両親が子供に白衣を着させる, マスクや安全メガネを着用させる, といった, 両親のイニシアティブも観察することができた.

<sup>1</sup> 作業採点の結果は, 点数ではなく正解率(%)で示している.

YMC モデルでは子供が知識の媒介を果たすが、FMC モデルでは逆に、親を介した子供への教育が、安全への理解や確保などの重要な局面で効果的と考えられる。

### 3.4 作業採点の結果と観察による考察

作業を行う過程をチェックリストにより採点した「作業採点」の結果(正解率, 単位:%)を, 表 5 の理解度テストの結果に重ねて示す。作業採点の結果及び観察から, 理解度テストで誤答した曖昧な知識の理解が, 実際の石鹼づくりの作業の工程において, 家族の間のコミュニケーションを介して修正されていることが伺えた。具体的には, 両親が子供に正しい知識を伝達・確認しながら, 子供の石鹼づくりの手順を見守りつつ指導し, 作業が進められている様子が観察できた。この点でも, 親からみて子供の存在が安全配慮において意味を持ち, FMC モデルは安全性の確保に役立っていることがわかった。

更に, 実際の作業を観察する限り, 子供の年齢が低い場合は, 作業を率先して行いたがる子供に対して大人がイニシアティブをとって大人主導で実験を行い, 子供の年齢が高い場合は大人が見守りながら子供自身に実験をさせる, という事象が把握できた。また, 子供の年齢が低い場合は, 前半の遠隔教育の途中で注意力が続かず, 飽きてしまい, 大人のみが集中して学習している時間帯もみられた。こうしたケースでは, 大人の存在がプログラムの持続を助けている側面もあると考えられる。

以上から, プログラムの適用に関しては, 遠隔教育のコンテンツの長さや内容の難易度に加え, 子供の年齢や前提知識も考慮することが必要と考えられる。なお, 参考として, 実際の実験の様子を図 6 に示す。



図 6. 中国四川省成都市内の一般家庭における, 環境教育プログラムの実践(左: 言語グリッドを介して石鹼づくりの手順に関する講義を家族で受講すると共に, 必要に応じてオンラインで質疑応答を行う。右: 家庭のキッチンにおいて, 家族で学んだ手順を確かめながら, 廃油を用いた石鹼づくりを実験する。)

### 3.5 誤訳の影響

遠隔教育で用いられた多言語チャットのログデータを取得し精査することによって, 誤訳の有無や内容を分析することができる。本実験で確認された特徴的な誤訳にまつわるコミュニケーションとして, 教育を受けている側からの質問は, 次の三点に集中していた。

- 「発熱」が, 病気の「発熱」へ誤訳されたケース。
- 「水」が, 「水曜日」へ誤訳されたケース。
- 「そのまま寝かせる」が, 「スリープ(就寝)させる」へ誤訳されたケース。

「発熱」については, 中国語に「発熱」の単語があり, 日本語の「発熱」と意味が同一である。しかし, この中国における「発熱」には複数の意味が存在するため, 今回は「熱量が出ている」

という日本語の意味が, 「病気で熱がでる」との意味に誤訳されていた。また, 「水曜日」は, 日本語では「水」と略されるが, 中国語の「水」が「水曜日」を意味することはない。更に, 本来, 「寝かせる」は, 「放置する」という意味で用いられているが, これが「(石鹼が)寝る」といった意味に誤訳された。ある状態を動詞で表す際, 動詞が意味する状態について日中で差が出る可能性があることを示している。正確な知識伝達において, こうした誤訳を解消するための有効な方策を検討する必要がある。

## 4. おわりに

本研究では, 本科学教育プログラムに適したコミュニケーションモデルとして FMC モデルを提案し, 日中機械翻訳サービスを利用した多言語 ICT 環境を用いて中国国内の家庭向けにこのプログラムを実践した事例について考察した。その結果, 親が率先して学ぶことで子供の教育をリードし, 安全配慮面で良好な役割を果たすことがわかった。FMC モデルを用いた環境教育プログラムは, 多くの環境問題に悩む国々に対する新たな知識共有モデルとして, 有効性を発揮すると考える。

今後更に, 共有される知識に対する理解度や安全性を高めるための工夫を加えながら, 本プログラムを発展的に展開し, より多くの事例を蓄積しながら評価を行う必要がある。また, 現地で環境教育プログラムを展開するリーダーの役割を果たす人々を育成したい。

## 謝辞

本研究は, 科研費(22420002)の助成により行われたものである。

## 参考文献

- [柴 1990] 柴 静子: 廃食油の処理と再利用に関する調査研究(第 2 報): 廃食油石けん作りの教材化について, 日本家庭科教育学会誌, Vol.32, No.3, pp.69-75 (1990).
- [早野 2013] 早野 清治, 津田 和也, 種谷 富茂華, 小林 真実, 佐々木 舞, 大和田 秀一: 油脂と水酸化ナトリウムからの固形石けん作りの理科的な扱い方について, 北海道教育大学紀要. 教育科学編, Vol.64, No.1, pp.163-171 (2013).
- [鈴木 2015] 鈴木 宏, 菱山 玲子: 機械翻訳サービスを用いた専門知識伝達サービスの分析, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.14, No.3, pp.69-76 (2015).
- [Mori 2012] Mori, Y., Takasaki, T., et al. : Youth Mediated Communication (YMC) - Agricultural Technology Transfer to Illiterate Farmers Through Their Children, *Asian Federation for Information Technology in Agriculture / World Conference on Computers in Agriculture (AFITA/WCCA 2012)*.
- [Lin 2013] Lin, D. and Ishida, T.: Participatory Service Design Based on User-Centered QoS, *The 2013 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI13)*, pp. 465-472 (2013).
- [Ishida 2011] Ishida, T.: The Language Grid: Service-Oriented Collective Intelligence for Language Resource Interoperability, Springer (2011).
- [LanguageGrid 2016] 言語グリッドプロジェクトポータルサイト (2016), <http://langrid.org/jp/>