

平成21年 4月30日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17300251
 研究課題名（和文） 「自然」概念の文化依存性を比較研究して科学教育改革への指針を探る
 研究課題名（英文） Comparative study on dependence of "nature" on culture for improving science education
 研究代表者
 川崎 謙（KAWASAKI KEN）
 高知大学・教育研究部人文社会科学系・教授
 研究者番号：00116451

研究成果の概要：本研究は「理科教育改革」の指針として、理科の授業者がメタ言語に習熟することの重要性に光を当て、加えてメタ言語習熟のための戦略を具体的に提示した。この重要性と戦略は、“Any Language Can Be the Medium of Instruction of School Science, But...”と題して今夏 SENSE Publisher より出版予定である（5. 主な発表論文等〔図書〕の①）。メタ言語とは言語について語る言葉であり、これは同時に世界観について語る言葉でもある。本研究の成果の中心は、メタ言語能力を教師が獲得することの重要性に光を当て、具体的に能力獲得の手順を示したところにある。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	1,700,000	0	1,700,000
2006年度	1,900,000	0	1,900,000
2007年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
総計	7,600,000	1,200,000	8,800,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：科学教育改革；科学教育の理念；非西欧世界；自然観；比較科学論

1. 研究開始当初の背景

(1) 前世紀の終盤、1990年前後あたりから世界的な規模において、「自然科学的世界観の伝統に連ならない文化圏の科学教育には独自の問題が存在している」という問題の提起がなされ始めた。この問題の中心は、学習者が「科学的概念」を正しく理解できず、教授者もそれに気づいていない、あるいは気づくことが大変困難であると表現することでも

きる。本報告者は、構造主義に基づいた言語哲学を理論の参照枠として、主体的にこの提起に関わってきた一人でもある。

(2) この問題提起には、二つの側面が認められる。第一に「言語文化的背景のまったく異なる文化圏の児童生徒に、概念上の混乱を引き起こすことなく、自然科学概念を正しく理解させるためには教師は何をすべきなのか」

という側面と、第二として「科学概念を正しく理解させることと、当該文化圏の文化伝統を破壊することなく科学教育を施すことは可能なのか」という、互いに深く関わり合っている二つの側面である。一見これらは、二律背反の様相を呈している。

(3) この二律背反の克服のために我が国のとった戦略は、「伝統文化の無視」であった。この戦略は、自然科学の受容という観点からすれば大変効率良く機能してきた。例えば、平成 20 年 (2008) のノーベル物理学・化学賞の日本人受賞者が南部陽一郎博士を含めて 4 人を数えたことなどはその象徴的な例である。

その反面、我が国における科学教育 (以下「理科教育」) がその担当すべき領域において日本の伝統的世界観に一切の考慮を払ってこなかったことは、伝統文化に基づく世界観の保存継承という教育の存在理由に強く背くものであった。理科教育は、伝統的世界観の学習を阻害し続けてきたのである。

(4) 何よりも事態を悪くしているのは、理科教育に携わる研究者・教育者に、この問題が意識され共有されていないことであった (残念ながら、現在でも満足な状態にあるとはいえない)。こうした理科教育の言語文化的背景は、我が国特有のものではなく、非西欧文化圏に共通のものであることを強調しておかなければならない。

本基盤研究に先立って、科学研究費補助金として平成 14-15 年に受領した萌芽研究のテーマ「日本の伝統的自然観と理科教育・科学教育の調停」が「科学教育」という語をも含んでいるのは、この種の問題の国際性を意識的に取り扱いたかったからである。

これにより、我が国の理科教育が必然的に含んでいる問題が相対化され、より広い視野での考察が可能となる。

(5) 本研究の開始当初には、北米・豪州などの先住民に対する科学教育に取り組む研究者、例えばカナダのイヌイットに対する科学教育、オーストラリアのアボリジニに対する科学教育についての研究は存在した。これらの研究が高度に工業化された社会を実現した我が国の科学教育研究とその精神を同じくする側面を有することについての認識は、北米・豪州の研究者にはもちろん、我が国の理科教育研究者にもなかったのである。

このような問題意識は、本報告者の属するごく小規模な国際的研究者グループを例外として、我が国の理科教育研究者には殆ど共有されていなかったといつてよい。

2. 研究の目的

(1) 本研究が最も関心を寄せた目的は、「1. 研究開始当初の背景」の(3)において言及した「伝統的世界観についての学習を理科教育が阻害する」状況を改善するための一般的戦略を構築することであった。言い換えれば、自然科学の学習者は自然科学の諸概念を正しく理解するとともに、彼らが生活すべき社会の伝統的世界観をも同時に意識し、育て、尊重する態度を養成できる理科教育の戦略の構築を目的としているのである。

(2) この戦略構築のための基礎となる作業が「自然科学の相対化」である。一般的にいう「相対化」とは、相対化される対象がその地理的・歴史的条件と関係づけられて理解されることである。

これを自然科学に即していえば、自然科学という学問は、西欧世界の地理的・歴史的条件において特有の、言い換えれば、キリスト教文化圏に特有の知的営みである。この事実の指摘自体は、現在ではそれほど目新しい事柄ではない。しかし、「自然科学の普遍性」を無批判に受け入れる精神は理科教育に携わる実践者・教育者には根強く存在しているのである。本研究が目指したのは「自然科学は個別文化の一つである」という相対化の視点における当然の帰結を説得的に語る戦略の構築である。

(3) 説得的に語る戦略を構築した次の問題は、「現実の授業においてどのように活かすか」という、授業実践を巻き込んだ研究に踏み出すことである。この目的のためには、高知大学教育学部附属小学校理科部の教諭による全面的な協力が約束され、本研究の一環として実行に移され、一部は内外の関連学会において報告済みである。

(4) 更に付随する目的としては (付随するという表現はあまりにも軽々しいが)、本研究で得られた成果をできるだけ広く海外に向けて発信し、日本独自の科学教育研究として認知させることがあった。これは、前項の(4)と(5)で提起した問題に対応している。

本研究の提起する問題が日本に独自のものとはいいながら、科学教育の言語文化的背景という視点からすれば、その基本的な精神はアジア・アフリカ圏を始めとする非西欧文化圏に共通するのである。こうした海外への発信作業を通じて、提起された問題の通文化的相対化が可能となり、より広い視野からの解決を目指すことができたのである。

3. 研究の方法

(1) 「2. 研究の目的」の(1)に適う方法として本研究が採った方法は、構造主義言語哲学を基本とした認知モデルを構成すること

である。この言語観は「言語は固有の世界観を畳み込んでいる」という主張に要約できる。この言語観に一般幾何学の論理構成を組み合わせ、「文化現象の公理論モデル」を構築し、現実の「科学教育現象」への適応の道を探った。

このモデルの本質は、幾何学の論理構成に倣った、認知・認識過程を「公理段階」、「要請段階（＝世界観段階）」および「定理段階」の三つに分けることにある。この作業によって、ユークリッド幾何学と複数の非ユークリッド幾何学の一つ一つが、一つの文化圏に対応させられる。

最初の「公理段階」は、文化比較の正当性を保証する。従来の文化比較の多くの場合、この作業を欠落させていることがあり、比較の正当性を疑われても仕方のない面があった。というのは、一般論としていえば、文化比較においては文化的通約不可能性の強い文化現象同士の比較に興味が集まるが、「文化的通約不可能性」とは「比較不可能性」の謂なのである。すなわち、文化比較を可能にするためには、ある一定の手続きが必要となる。

続く「要請段階」は、ある文化圏における世界観の役割を明らかにする。最後の「定理段階」においては、その文化圏におけるすべての文化現象が展開される。この展開は、その文化圏の要請としての世界観に従う。この事情は、例えばユークリッド幾何学が「平行線に関するユークリッドの要請」に従って展開されることと同じである。

ただし、このモデルは認知・認識の実際をモデル化しようとする目的を持っていない。このモデルの適用において、当該文化圏の科学教育研究者・実践者が、「自然科学的要請」と自ら所属している「伝統文化的要請」の区別を可能にすることを目的としているのである。

したがって、このモデルの正当性はいわゆる実証的な検証を前提としてはいない。正当性は、科学教育研究者・実践者のエピステモロジーにどれだけ役立ったかに求められなければならない。このモデルのこうした基本的性格は、強調しておかなければならない。

(2)「目的」の(2)に適う方法として本研究が選んだのは、構築された「文化現象の公理論モデル」を機会がある限り紹介し、理科教育に携わる研究者・実践者の理解を求めることであった。その成果の一つが、高知大学教育学部附属小学校理科部の教諭の全面的な理解と協力が得られたことであった。その成果を附属小学校教諭との共同研究として、海外において発信することも試みた（5. 主な発表論文等〔学会発表〕の①、⑤など）。

(3)「目的」の(3)に適う方法として、高知大学教育学部附属小学校理科部の教諭による全面的な理解と協力を得、「水溶液の性質（6年生）」と「動物の誕生（5年生）」の実際の授業に「自然科学的世界観」を意識した教師の発話についての工夫を行った。

この工夫は、児童の母語である日本語に畳み込まれた世界観と、自然科学手世界観の相違を教師が意識した上で行われており、究極的には「文化現象の公理論モデル」に基づいている。こうした工夫が、適切な言語文化的翻案がなされれば、非西欧文化圏においてそのまま適用可能であることは説明するまでもないであろう。

(4)「目的」の(4)に適う方法として本研究が選んだのは、構築されたモデルを機会がある限り積極的に海外に向けて発信することであった。具体的には、豪州・東南アジア・東アジアにわたる科学教育に関する学会における発信であり、研究期間中に海外における国際会議の発表は、代表者が直接関与した口頭発表に限っても、10を数える。

4. 研究成果

(1)「2. 研究の目的」の(1)で提起した問題は、「科学教育の必然性は国民国家の一つの特徴である」という認識と、その認識に従えば、当該文化圏の伝統的世界観と科学教育は衝突せざるを得ないという事実であった。

これを解決する方法として提案したのが、先に言及した「文化現象の公理論モデル」である。これは、〔雑誌論文〕の③として刊行済みである。また、本研究の全てにわたる成果として、〔図書〕の①を挙げておく。この成果については、編集の任に当たったシンガポール国立研究所（National Institute of Education）の Dr. Lee Yew-Jin 氏からの私信で“Fascinating work!”と高い評価を受けたことを付け加えておく。

(2)「2. 研究の目的」の(2)に関連して提起された問題は、「文化現象の公理論モデル」において原理的に解決された。これは、〔雑誌論文〕の③に挙げた成果に相当する。

加えて、研究分担者・連携研究者によって「科学概念形成」の問題は、「文化圏特有の」あるいは「文化獲得に向けてその歩みを始めたばかりの児童・幼児」の観点から、様々に論じられているのは、「5. 主な発表論文等」に記載した通りである。

(3)「目的」の(3)に対応する成果は、本研究の全体的報告ともいうべき〔図書〕の①において、その一部が紹介されている。また、〔学会発表〕の①と⑤は附属小学校の授業実践を直接紹介した口頭発表である。

(4)「目的」の(4)に適用成果は、本研究を通じて海外の研究者との交流が深まり、本研究の提起する問題が「日本独自の問題ではない」との共通理解が確立されたことである。それは、「5. 主な発表論文等」に記載した項目の著者名が雄弁に語っていると見えよう。すなわち、研究代表者・研究分担者・連携研究者それぞれの共著者(共同研究者)は、本研究と問題意識を同じくする海外(非西欧・西欧)の科学教育研究者なのである。

最後に、本研究を足掛かりに将来への展望を大きく開いた研究成果として、本研究期間中に始まり、大きく発展した研究代表者と Dr. Imran Ho-Abdullah (Centre for Academic Advancement, Universiti Kebangsaan Malaysia) の交流を挙げておく。氏は科学教育に関心を持つ言語学者である。従って、言語学にその基盤を置いて科学教育研究を推進している本研究代表者とは相補的な関係にあり、極めて効果的な組み合わせなのである。

氏との具体的な研究成果は未だ具体的な形を採っていない。しかし、共同研究は現実に進行中であり、氏自身の手掛けた社会言語学の観点からの「マレーシアにおける児童生徒の科学概念形成」についての研究には、「日本の児童の科学概念形成の問題点」を指摘した本研究の手法と成果が全面的に取り入れられている。

周知の通り、マレーシア国は理数教育の教授言語を6年間かけて英語に転換し、昨年それが完了した。その政策をより良きものにするためにも、本研究の成果を現実に活かす道が探られているのである。これはいずれ何らかの形で公表する予定であるが、本研究が播いた未来への貴重な種子であると共に、本研究自身の持つ国際的視点を具体化するものとして特筆しておく。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 13 件)

- ① Ogunniyi, M. and Ogawa, M., The prospects and challenges of training South Africa and Japanese educators to enact an indigenized science curriculum, *South African Journal of Higher Education*, **22**(1), 175-190, 2008, 査読あり.
- ② Kawasaki, K. and Nakajo, M., Considerations Supplementary to Science Teaching in World-View-Oriented science Education, *Proceedings of IOSTE XIII Symposium*, 853-856, 2008, 査読あり.
- ③ Sumida, M. and Kawasaki, K.,

Language-Culture Origin Understanding of Science in Japan: Japanese Prospective Science teachers' View of Science, *Proceedings of IOSTE XIII Symposium*, 689-695, 2008, 査読あり.

- ④ Miyata, Y., Sumida, M. & Pawilen, G., Embodiment of Elementary Science Textbooks, *International Conference on Teacher Education 2008*, 29-30, 2008, 査読あり.
- ⑤ Kawasaki, K., How To Counteract Distorting Effects Of The Instructional Language On Science Education In Non-Western Nation-States, *Proceedings of ICASE2007*, 251-255, 2007, 査読あり.
- ⑥ KAWASAKI, K., Towards Worldview Education beyond Language-Culture Incommensurability, *International Journal of Science and Mathematics Education*, **5**(1), 29-48, 2007, 査読あり.
- ⑦ Aikenhead, G. and Ogawa, M., Indigenous knowledge and science revisited, *Cultural Studies of Science Education*, **2**(3), 539-620, 2007, 査読あり.
- ⑧ Kim, M. and Ogawa, M., Development of an instrument for measuring affective factors regarding conceptual understanding in high school physics, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, **27**(6), 497-509, 2007, 査読あり.
- ⑨ Pawilen, G., & Sumida, M., Developing an Indigenous Science Curriculum for Kindergarten in the Philippines, *Asia-Pacific Journal of Research in Early Childhood Education*, **1**(1), 139-162, 2007, 査読あり.
- ⑩ Kawasaki, K., Application of Axiomatics Model to Science Education Research, *Proceedings of XII IOSTE Symposium*, 202-206, 2006, 査読あり.
- ⑪ Kawasaki, K., Incommensurable But Explicable, *Proceedings of Eleventh Annual International Conference, Sultan Hassanah Bolkih Institute of Education, Universiti Brunei Darussalam*, 69-74, 2006, 査読あり.
- ⑫ Pawilen, G., & Sumida, M., Using indigenous knowledge as a foundation for developing a science curriculum for community kindergarten schools in northern Philippines, *International Journal of Early Childhood Education*, **11**(2), 31-50, 2005, 査読あり.
- ⑬ Pawilen, G., Sumida, M. & Clavio, J., Developing a Science-Based Curriculum for Kindergarten: A Vision for United

Methodist Schools in the Philippines, *International Journal of Equity & Innovation in Early Childhood*, 2(2), 118-126, 2005, 査読あり.

〔学会発表〕(計 11 件)

- ① Ogawa, M., Science education Japanese and education of Japanese indigenous science, Invited Keynote Lecture at International Academic Conference of Indigenous Science and Mathematics Education, October 2008, National Taitung University, Taitung, Taiwan.
- ② Kawasaki, K. and Nakajo, M., Considerations Supplementary to Science Teaching in World-View-Oriented science Education, IOSTE XIII Symposium, 25 September 2008, Kuşadası Turkey.
- ③ Sumida, M. and Kawasaki, K., Language-Culture Origin Understanding of Science in Japan: Japanese Prospective Science teachers' View of Science, IOSTE XIII Symposium, 25 September 2008, Kuşadası Turkey.
- ④ Kawasaki, K., How To Counteract Distorting Effects Of The Instructional Language On Science Education In Non-Western Nation-States, ICASE2007, 11 July 2007, Sheraton Perth Hotel & Mercedes College Perth Australia.
- ⑤ Kawasaki, K. and Nakajo, M., A way of cultivating pupils' metacognition in forming subject-conscious mind based-on anti-essentialism, 12th International Conference on Education, 23 May 2007, Sultan Hassan al Bolkiah Institute of Education Universiti Brunei Darussalam Jalan Tungku Link Gadong BE1410 Brunei Darussalam.
- ⑥ Ogawa, M., Contemporary issues relevant to professional development of science teachers in Japan, Invited Lecture Presented at 2007 Korean Association of Science Education Winter Conference, January 2007, Korea National University of Education Cheongju Korea.
- ⑦ Kawasaki, K., Application of Axiomatics Model to Science Education Research, XII IOSTE Symposium, 31 July 2006, Penang Grand Plaza Park Royal Beach Resort Penang Malaysia.
- ⑧ Kawasaki, K., Incommensurable But Explicable, Eleventh Annual International Conference, Sultan Hassan al Bolkiah Institute of Education, 22-25 May 2006, Universiti Brunei Darussalam Tungku Link BE1410 Brunei Darussalam.

- ⑨ Ogawa, M., From 'Science Literacy for All' to 'Science Literacy for Individuals': Need for differential strategies, Invited Lecture for East Asian Science Education Conference, February 2006, Hualien Taiwan.
- ⑩ Kawasaki, K., Toward Restoration of Subjectivity in Science Education, as a keynote speaker and consultant at Conference-Workshop Southeast Asian and Japanese Cultural Influences on the Understanding of Scientific Concepts For Science Educators, Scholars and Researchers, 3 October 2005, SEAMEO RECSAM Penang Malaysia.
- ⑪ Kawasaki, K., Anti-essentialism for Equitable Treatment of Scientific and Indigenous Worldviews in Science Education, ASERA2005, 7 July 2005, Novotel Tainui Hamilton Hotel Hamilton New Zealand.

〔図書〕(計 3 件)

- ① Kawasaki, K., SENSE Publishers, Science Education Research in Asia ed. by Yew-Jin Lee, 2009, 17p. in total, Any Language Can Be the Medium of Instruction of School Science, But... (in print).
- ② 小川正賢, 東洋館出版社, 科学と教育のはざままで, 2006, 総頁数 164pp.
- ③ 川崎謙, 講談社, 神と自然の科学史, 2005, 総頁数 222pp.

〔その他〕

日本学術振興会による研究成果の社会還元・普及行事の一環としての「ひらめき☆ときめきサイエンス」講座の開催。

題名: 日本語と英語、ことばを通して見る世界像。

担当: 川崎 謙

日時: 平成 18 年 12 月 16 日。

場所: 高知大学共通教育棟 115 番教室。

なお、この講座の実施に関する公式ホームページの URL は以下の通り。

http://www.jsps.go.jp/hirameki/ht281_kochi_jisshi.html

本研究の成果公表のために新しく開設したインターネットウェブサイトの URL は以下の通り。

<http://home.e-catv.ne.jp/kawasaki-knym/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川崎 謙 (KAWASAKI KEN)

高知大学・教育研究部人文社会科学系・
教授

研究者番号：00116451

(2) 研究分担者（平成 17－19 年度）

小川 正賢 (OGAWA MASAKATA)

神戸大学・発達科学部・教授

研究者番号：80143139

隅田 学 (SUMIDA MANABU)

愛媛大学・教育学部・准教授

研究者番号：50315347

(3) 連携研究者（平成 20 年度のみ）

小川 正賢 (OGAWA MASAKATA)

神戸大学・発達科学部・教授

研究者番号：80143139

隅田 学 (SUMIDA MANABU)

愛媛大学・教育学部・准教授

研究者番号：50315347

大辻 永 (OOTSUJI HISASHI)

茨城大学・教育学部・准教授

研究者番号：20272099