

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：62601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26282042

研究課題名(和文) 科学知識の理解に関するメタ認知能力の役割についての日独比較研究

研究課題名(英文) A comparative study between Japan and Germany on the role of metacognition ability on understanding scientific knowledge

研究代表者

吉岡 亮衛 (YOSHIOKA, RYOEI)

国立教育政策研究所・研究企画開発部教育研究情報推進室・総括研究官

研究者番号：40200951

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、生徒の概念理解の実態を把握するための調査研究である。研究は日独比較研究の形で行った。

取り上げた概念は、現実、進化、自然、文化、文明の5つである。調査のために7つの課題を考案した。それぞれは認知面、情意面、感覚面における概念理解を問う課題である。6つの課題は紙の上で回答し、1つの課題はジェスチャーを演じる課題であった。すべての課題を1時間で納まるよう工夫し、教室で調査を実施した。それぞれ課題の調査結果は意味のある結果が得られた。ただし、すべての結果を総合した結論を導くまでには至らなかった。

研究成果の概要(英文)：This is a research study to grasp the actual state of students' understanding of concepts. The research was conducted in the form of comparative study between Japan and Germany.

The concepts that we picked up are five, reality, evolution, nature, culture, and civilization. We developed 7 tasks for investigation. Each is a question to ask about concept understanding in cognitive, emotional, and sensual aspects. The six tasks were answered on paper, and one task was to play gestures. We devised all tasks to fit in one hour and conducted surveys in the classroom. The investigation results of each tasks gave meaningful results. However, it did not reach the conclusion that synthesized all the results.

研究分野：科学教育、教育情報学

キーワード：科学教育 概念理解 国際研究者交流 ドイツ 高校生

### 1. 研究開始当初の背景

学力低下問題に端を発する学力論議は、わが国の学習指導要領の改訂では学習量の拡大により解決を図るといった結論になった。知識は教えれば身につく学力は高くなるとの前提仮説は、今後も様々な調査研究によって検証されると思われる。しかしながら、子どもたちの学習を成功させる要因について明らかにしないかぎり、PISA 調査から指摘される学校で習った知識や技能の活用能力の改善は望めない。

これまでに我々の研究グループが行ってきた共同研究において、日独の小学校から高校までの児童生徒の科学的な知識の量の差、それが起因する要因について明らかにしてきた。そこでは国民性による思考様式の違いが大きく作用しており、学校教育が与える影響は大きなものとはいえなかった。また、国際学力調査では日本の子ども達はドイツの子ども達より学力が勝っていると報告されているが、先の我々の研究において『科学』に対する理解や考え方は、ドイツの子ども達の方が日本の子ども達よりも明らかに優れているとの結果を得ている。

つまり、問題点は今学校で科学を学んでいる子どもたちの中に存在し、学校を卒業するとその問題点が解消されるという環境依存要因ではないかとも想像できうる。それゆえ子どもたちが学習した概念知識に対するより深い実態の把握が必要であり、子どもたちの概念知識についての信念やそれを使用する際の自信度の解明が求められていると考え、本研究を着想した。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、科学(理科)の学習によって子どもたちが学んだ知識が本当に彼らに身についているのか、また、彼らはその知識を十分に使いこなすことができているのかを明らかにすることである。子どもたちが学んだ知識は、課題や質問に対して正しく用いられることが求められる。それができるためには、彼らは頭の中で必要な知識を探し、選び、加工し、表出できなければならない。その時に活躍するのはメタ認知能力である。真に身についた知識とは、機械的な暗記記憶ではなく、知識に信念が持てるかどうか重要である。信念が持てる知識は、それを使用するときにはまた自信が必要となる。つまり、信念が持てる知識を自信を持って使う、その時にメタ認知能力が介在するはずである。本研究は子どもたちの科学概念の理解の表出を多面的に調査し、日独の比較を通して概念知識の理解の本質に迫ることを目的とする調査研究である。

### 3. 研究の方法

#### (1) 研究の進め方

本研究は日独の研究者による共同研究で

あるため、情報交換のためにはインターネットによるメール交換を活用するとともに、対面での討論を行える時間確保するため年に1度以上は全員が会する全体会議を行う。

#### (2) 調査研究の手順

準備会議により、調査問題を検討し、調査用紙を作成する。その後予備調査を日独両国で50名規模で行い調査結果を分析する。次にその結果を踏まえて本調査問題を作成し、本調査を実施する。本調査の規模は両国で500人を目標とした。調査結果はデータをすべてコンピュータに入力し、分析を行った。

#### (3) 調査問題

調査を行う知識概念として、これまでの研究を踏まえて日独で共通に理解がされるであろう概念を慎重に検討した結果、「進化」、「文化」、「文明」、「自然」、「現実」の5つを選んだ。付け加えるとドイツでは、「現実」という言葉については、「Realität」と「Wirklichkeit」の2語が調査されたために都合6語が調査された。調査は7つの課題からなる。

課題1：自由連想 - 示された概念に対する連想語を制限時間内にできるだけたくさん記述する。

課題2：イメージ(肯定/否定)思考 - 示された概念に対して肯定的に考えていることと、否定的に考えていることを制限時間内に書き出す

課題3：制限連想 - あらかじめ用意された27概念と示された概念の間を関係が強い順に線で結ぶ。

課題4：自由定義 - 示された概念が関係する領域で持つ意味を定義する。

課題5：単語動詞化 - 示された概念について働きを表すように動詞化する。

課題6：インスピレーション調査 - 示された概念について、視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚の印象の有無と具体的内容を記述する。

課題7：ジェスチャー調査 - 示された概念を言葉を使わずジェスチャーで表現する。

課題1から6までは一斉調査で調査用紙に記述する形式をとり所要時間は26分を予定した。課題6まで終わった生徒から別室のビデオの前で課題7を演じることで、調査時間は1校時で完了できると想定した。

調査対象は、普通科の高校1年生とした。調査実施期間は、2015年1月～5月であった。

### 4. 研究成果

調査回答者数は表1に示す通りであった。当初の各概念について男女それぞれ50人ずつという目標人数には達しなかった。しかしながら、分析は十分可能な回答数を得ることができた。ドイツの「現実」欄には、「Realität」と「Wirklichkeit」の両方の回答者数を含めた。

表1 回答者数

	日本			ドイツ		
	男子	女子	合計	男子	女子	合計
進化	10	25	35	27	18	45
文化	12	25	37	21	20	41
自然	12	28	40	25	16	41
現実	10	22	32	40	36	76
文明	11	24	35	19	22	41
合計	55	124	179	132	112	244

(1) 課題1

一人当たりの平均連想語数は日本 8.5, ドイツ 7.6 で大きな差はなかった。概念別に見ると、日独とも自然に対する連想語数がもっとも多く、一方現実に対する連想語数が最も少ないという傾向は同じであった。具体的な概念ほど連想がされやすく、抽象的な概念ほど連想され難いということであると考えられる。他方質的な面では両国で大きな違いがあった。文明については日本では社会科で四大文明を学習していることが大きく歴史と関係する連想が多いが、ドイツでは市民や社会といった現実社会に関する連想が多かった。

(2) 課題2

課題2では概念のポジティブな面とネガティブな面が個人の中でどのように捉えられているのかが知りたかった点である。回答結果からは各人がそれぞれの概念についてポジティブな面もネガティブな面も両方とも考えることができていることが分かり、物事を一方的な面からのみ見るといような精神作用は働いていないと言えよう。今後はさらに記述内容の質的な分析を行い、ポジティブな面とネガティブな面の対比を行いたいと考える。

(3) 課題3

課題3の結果からは日独間での大きな差異が明らかとなった。今回の分析では調査結果を視覚的に表すことを試みた。図1,2はKH Corderによる対応分析の結果である。図は四角で5つの概念の位置を示し、丸で27の関係概念を示す。四角や丸の大きさはその概念が選ばれた頻度に比例している。また、概念間の距離は5つの概念と結ばれる線の数に基づいて決定されており、近くにある概念ほど密接な関係にあることを示す。

今回調査した5つの概念の中で日本では「文明」と「進化」の意味が近いと考えられるのに対し、ドイツでは「現実」と「進化」が近いと考えられる。また、日本では「文化」と「文明」から「自然」は離れているのに対し、

ドイツでは「文化」は「文明」と「自然」からは離れている。これらの意味するところについて考察することが今後の課題となる。

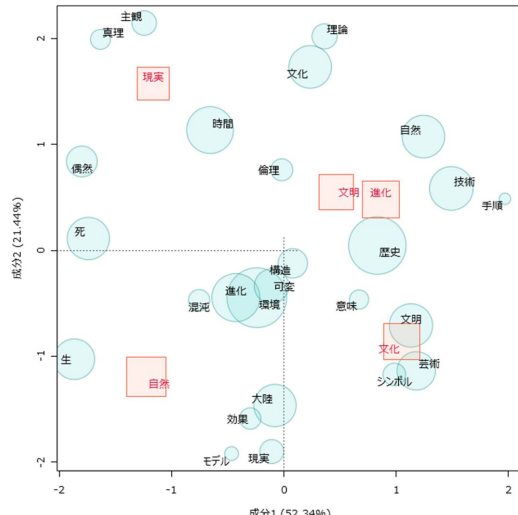


図1 課題3(日本)

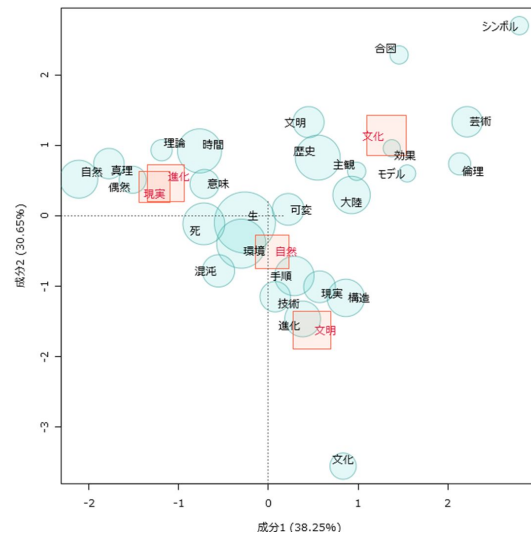


図2 課題3(ドイツ)

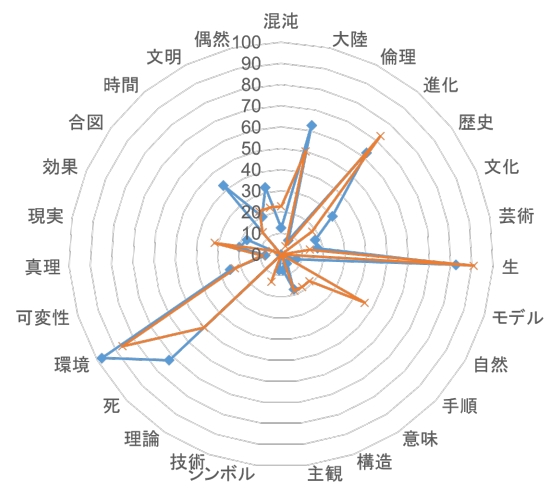


図3 課題3(自然の日独比較)

図3は27の概念と結ばれた線の頻度を示すもので、青が日本、橙がドイツの値を示す。図1, 2からは両国において「自然」の意味が異なるイメージを得られたが、この図からその原因の一端が明らかにできる。たとえば「自然」と「時間」の関係はドイツの方が2倍高く、一方「大陸」、「環境」、「死」と言った概念は日本の方が自然との結びつきは強いといえる。

#### (4) 課題4

概念の定義課題では、理科の定義文のような形の文章を期待していたが、他の課題の影響を受けたためか日常的な用語使いの文章が多く、かつ概念の一面について記述しているだけの不十分な定義が多い。ただし日独を比較するならばドイツの回答文の方が完成度が高い印象を受けた。定義文の完成度を測るルーブリックを作成し、今後より詳細な分析を行うことになる。

#### (5) 課題5

生徒にとっては生まれて初めての問いであったと思われる。回答ができるかどうかで危惧されたがほぼすべての生徒は何らかの形で回答した。「進化」については「進化する」という回答が圧倒的だったが、これは想定内と言える。もっと多くが機械的にサ変動詞にするのではないかと予想したが、意に反して意味のある動詞が回答されていた。概念によって特徴的な動詞が選ばれており、概念間の関係を分析するためのツールとして動詞の活用を今後さらに検討していきたいと考える。ドイツ語でも名詞を動詞化することは容易に行える。仮にこれをサ変動詞化と称するならば、ドイツの回答結果は日本よりも顕著にサ変動詞化が行われていたことが特徴的である。

#### (6) 課題6

これも生徒には初めての課題であったと考える。概念に対する五感のインスピレーションを回答するのは難しいかと思われたが、回答の豊かさは概念に強く依存すると考えられ、連想語が多かった自然についてはインスピレーションも豊かで、現実については少ない傾向にあった。日独の比較結果で分かりやすい例では、色のイメージがある。相対的に日本の方が色を多くイメージしており、しかも様々な色が挙げられた。ドイツでは「自然」と緑、「現実」と黒や青の回答があったが、総じて回答数もバラエティーも少ない点で日本とは異なる。日本では「自然」に対する緑は圧倒的多数で、「現実」に対する黒も一定数見られたほか、「文明」と茶色、「自然」と青、「進化」と茶色、「現実」と白、「進化」と緑も頻度が多かった。色に対する感受性について国民性が示唆される。

#### (7) まとめと考察

課題7については、生徒は臆することなく概念を表現しようと様々に演じてくれた。今回は分析の枠組みを完成できなかったために結果としてまとめることはできなかったが、概念研究の手法として有効であるという手応えを得た。

本研究では、日独の高校1年生を対象に認知、情意、感覚の多面的な調査課題を通して生徒の概念理解の程度を詳細に分析することを目指した。個々の評価ツールはそれぞれ有効に機能することは示せた。ただし、いくつかのツールについては評価基準が定まらずまとめきれていない。また、すべての調査結果を総合化する手法についてもまだ完成には至っていない。課題1と2、課題1と3、課題1と3と4と5を組み合わせる結果を表示する提示手法については可能性を見出せてはいるが、有効性の検証にまでは至っていない。

本研究において様々なチャレンジを行った調査結果を、検証可能な形で世に問うことが今後の課題である。

最後に、調査に参加して下さった学校の先生方と生徒の皆様に感謝します。

#### 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)

[学会発表](計2件)

吉岡亮衛, 藤田剛志, 寺田光宏, カイザー・シュテファン「高校1年生の基本的概念の理解についての日独比較(2)」日本理科教育学会第66回全国大会, 2016年8月7日, 信州大学

吉岡亮衛, 藤田剛志, 寺田光宏, カイザー・シュテファン「高校1年生の基本的概念の理解についての日独比較」日本理科教育学会第65回全国大会, 2015年8月1日, 京都教育大学

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

吉岡 亮衛 (YOSHIOKA RYOEI)

国立教育政策研究所・研究企画開発部教育研究情報推進室・総括研究官

研究者番号: 40200951

##### (2) 研究分担者

カイザー・シュテファン (KAISER STEFAN)

國學院大学・文学部・教授

研究者番号: 20260466

寺田 光宏 (TERADA MITSUHIRO)

岐阜聖徳学園大学・教育学部・教授

研究者番号: 40514641

藤田 剛志 (FUJITA TAKESHI)  
千葉学園・教育学部・教授  
研究者番号：90209057

(3)研究協力者

シェファー ゲルハルト (SCHAEFER GERHARD)  
ハノーブルク大学・教育学部・教授

シンツィンガー - ミハエル (SINZINGER MICHAEL)  
ゲーテ-ギムナジウム レーゲンスブルク・教諭

シェファー ツァキ - ヘル シーグリット (SCHAEFER  
ZOERGIEBEL SIGRID)