

2 章 概念獲得と概念変化

田 中 俊 也

はじめに.....	28
I 日常生活場面における概念の獲得.....	30
1. 人間に関する諸概念.....	30
2. 社会に関する諸概念.....	33
3. 自然に関する諸概念.....	34
II 学校場面における概念の獲得と変化.....	36
1. 教授に基づく概念の獲得.....	36
2. 教授に基づく概念の変化.....	41
今後の展望：おわりに代えて.....	49

はじめに

概念とは、共通に (con-) 意味を孕んでいる (cept; ceive の過去分詞形) こと (村上, 1979) であり、外界との関連、機能との関連で言えばそれは何らかの点で共有性を有する物や出来事のカテゴリーである (古橋, 1995; Ashby & Maddox, 2005)。カテゴリー化は基本的には「分類」であるが、それが終わった暁にその集合にラベルがつけられ概念となる、という階層構造では必ずしもない。知覚的カテゴリー化一つに限って考えても、単に知覚的に類似したものを集め、その後概念としてのラベルが付与される、と考えるのは事実の理論負荷性 (Hanson, 1958) の観点からも極めて素朴過ぎる考え方で、理論があって初めてカテゴリー化がなされることも当然存在する (理論ベースの概念理論, アドホック・カテゴリー論等)。

子どもたちは生活世界の中で、個人的な発達過程のなかで構成されてきた認知構造や社会文化的な恩恵・制約を受けながら世界を表象し言語化し、再び世界をとらえ直しかわっていく術を学んでいく。この過程における「概念」の形成・獲得、変容・変化のありさまは、人間の発達を考えていくときに本質的に重要なことがらであり、『児童心理学の進歩』においては、認知心理学の基本領域の一つとして早くから「概念」の問題が取り上げられてきた。ここ30年弱をたどっても、章のタイトルに「概念」そのものが含まれているものは7回登場している (伊藤, 1980; 丸野, 1983; 落合, 1985; 菅, 1987; 小野寺, 1990; 山下, 1992; 湯澤, 2003)。

その中で特徴的なのは、1990年代初頭までにはほぼ2、3年おきに特集されていたのに対し、山下 (1992) 以降10年間それがなく、湯澤 (2003) に至って久々に登場した。これは、その間「概念」に関する研究が少なかったわけではなく、関連する認知領域の特集の内に「推論、類推・比喩」(楠見, 1993; 山, 1995; 福田, 1997; 岩男, 2002), 「記憶」(梅田, 1999; 松島, 2001), 「素朴理論, 科学教育」(丸野, 1994; 村山, 1994; 落合, 2000; 中島, 2001) といった形で言及されてきたからである。

概念に関する心理学的研究の中でも特に概念変化の研究は、それが知識体系

の再体制化・再構造化についての研究であるという意味において「発達」とも直接関係する重要な領域である（稲垣・波多野，2005）。海外でも概念変化に関する単行本や雑誌での特集号がよく出版されている。Sinatra & Pintrich 編（2003）の *Intentional conceptual change* は、その一例であるが、この本のなかで Hatano & Inagaki（2003）は、概念変化に関して、認知—社会文化的アプローチ（cognitive-sociocultural view）を提案している。ごく最近では、Mason（2007a）が、“*Educational Psychologist*” 誌で、概念変化研究での認知的アプローチと社会文化論的アプローチの架け橋の特集号を組んでいる。この特集号の寄稿者がそれぞれ上記の Hatano & Inagaki（2003）とともに Inagaki & Hatano（2002）の概念変化の研究を引用している（Mason, 2007a, 2007b; Greeno & van de Sande, 2007; Vosniadou, 2007; Alexander, 2007）。この領域の研究は現在の概念研究で最も重要な研究の一つである。

本章では、湯澤（2003）のレビュー以降に行われた概念獲得・概念変化研究を中心に、子どもたちの生活の場を大きく日常生活世界と、学校という制度的世界に2分し、そこでの概念の獲得と受容、変容と変化に焦点化された諸研究をレビューしていくこととする。

稲垣・波多野（2005）は、子どもたちの概念変化のありさまを「自発的に生じる概念変化」と「教授に基づく概念変化」（Hatano & Inagaki, 2003）に分け、前者を物理的、社会文化的環境において子どもが経験を積むことによって生じる変化、と定義し、それは体系的な教授なしに生じる、という特徴を持つとした。認知発達研究者のこれまでの関心事の中心はこうした、自発的な概念獲得・概念変化が生じる日常生活世界であった。ここでは経験や事例からの帰納的推論がその根幹にあり、個人的認識論（Personal Epistemology; Hofer & Pintrich, 2002）すなわち個々の子どもたちがどのようにして知識の概念や「知ること」についての考え方を発達させ、世界を知る際にどのようにしてそれを役立てるかが主要な関心事となる（Hofer, 2002）。

一方で子どもたちが学齢期になってくると、「学校」という制度に取り込まれることとなり、学校教育の名のもとで既存の科学的概念の受容が強いられる。「教授に基づく概念変化」の働きかけの始まりである。科学の概念装置（たと

えば、ニュートン力学)を取り入れて「誤概念」の修正をすることがその営みの中心である。

science とは本来、知識をもつこと (scientia)、知ること (scio) であり、その意味では上の個人的認識論 (Pintrich, 2002) そのものであるが、「科学」と訳されることによって、「科」に分かれた「知」を指すようになってしまった。したがって、何事かを科学的に「知る」ことは、対象を部分分割し、その「部分」の埋め込まれた文脈にそってその「科」にふさわしい「知」を発動すること、これが、対象を「科学的」とらえること、とされてきた。学校教育においては、ふさわしい「知」とは「教科」の科学的・学問的知識となる。一方で子どもたちには生活場面の中で自発的に生じてきた概念もあり、そうした素朴概念や誤概念と科学的概念との葛藤の解消が大きな関心事となり、教員にとってはその教授法の工夫が大きな課題となり、子どもたちにとっては与えられた科学的概念を取り入れ自分のものにしていくことが必要となってくる。

以下、2つの生活場面における概念獲得・概念変化についての研究をみていくこととする。

I 日常生活場面における概念の獲得

ここでは、諸概念がどのように獲得・保持されているのかについて、発達的な観点、時代や社会的背景による影響、国際比較的な観点からの諸研究について考える。その際、諸概念を、人間に関するもの、社会に関するもの、自然に関するものに分けて概観する。

1. 人間に関する諸概念

自己概念の研究は主に性格心理学・青年心理学・臨床心理学領域で取り上げられる概念であるが、日常生活の中で獲得されていく自己概念について、若本・無藤 (2004) は、30歳から65歳までの1,800名について、多面的自己についての16の項目 (社会的立場、情緒、知性、体力等) に対する関心 (どの程度気にかけている・気になるか)、評価 (どの程度満足しているか) を評定させ

た。いずれの評定においても「身体的自己」「内的自己」「社会的自己」「生活的自己」の4因子が抽出された。また、既存のローゼンバーグ (Rosenberg, M.) の自尊感情尺度も用いられた。中年前期 (40代) と後期 (50代～65歳) およびプレ中年期 (30代) の発達の差異をみたところ、中年期の自己概念について、中年後期は自尊感情が高く、多面的自己に対する関心が低く、自己評価が高いという特徴があることを明らかにした。

井上 (2005) は、日本とアメリカの小学生の持つ自己概念についての国際比較を行った。内容は国語・算数他教科の達成度に関する学業的自己概念と、身体能力や外見、友人関係や両親との関係等の非学業的自己概念に分けられた。結果としてはほとんどの因子でアメリカの子どものほうが有意に高い得点であったこと、日本の子どものほうが男女差が大きく現れたことが明らかになった。

次に、性格や性格特性についての研究をながめていこう。

稲垣・波多野 (2004) は4, 5歳の幼稚園児に対して心理特性・身体特性についての特性概念について実験を行った。その結果, 1) 5歳児は心理特性・身体特性いずれについても特性概念を持っているが4歳児はまだ途上である, 2) 心理特性と身体特性の概念獲得の時期は5歳児では同時, 4歳児では心理特性概念のほうが早そうにみえる, 3) 4, 5歳児ともに特性概念を持つことが多いほどその特性についての修正可能性を小さく見積もる。特に5歳児の心理特性にはその傾向が顕著であった。

林 (2004) は、幼稚園の年長クラスの幼児にビッグファイブの特性/次元を想起させるような物語を紙芝居で聞かせ、登場人物の性格イメージを補強した後、その人物がある状況下でその性格に即した行動をとるかどうかの予測を行わせた。その結果、5歳児では「外向性」「愛着性」「統制性」「知性」が、6歳児ではそれに加えて「内向性」の特性については行動予測が可能であった。「外向性」「愛着性」「知性」についてはわかりやすい性格を示す形容詞「元気」「優しい」「頭の良い」におきかえ、「外向性」「愛着性」「知性」を示す物語でどの程度それが評定されるかをみた。そこから、性格概念での行動予測はできるが概念が明確に分化しているわけではないことを示した。林・湯澤 (2006) は、林 (2004) の研究で用いられた架空の人物の特性を行動予測・性格形容詞

評定させている点を改善し、実在の人物の評定で研究を進めている。

向井・丸野（2004）は、小学校1，2，3，5・6年生および大学生に対して、乳児取替え課題（特性の異なる2組の夫婦に同時に同じ病院で赤ちゃんが生まれるが、病院側の手違いによりそれぞれの赤ちゃんが生みの親とは異なるもう一方の夫婦に渡ってしまう〔育ての親となる〕という物語を基にした課題）を用いて、夫婦の特性に「優しい―意地悪な」「賢い―賢くない」「足が大きい―足が小さい」という性格的、知的、身体的特性・特徴を設定し、赤ちゃんが大人になったときどうなるかを、①生んだ夫婦にだけ似る（1要因モデル・生みの親）、②育てた夫婦にだけ似る（1要因・育ての親）、③両方の夫婦に似る（2要因）、④どちらの夫婦にも似ない、のうちのどの因果モデルを、どのくらい強く持っているのかを調べた。その結果、性格特性については1・2年生で「生みの親」に似るという1要因モデルの選択が多く、3年生では同じく1要因モデルだが「育ての親」に似るという選択も同様に増え、5・6年生および大学生では「両方の夫婦に似る」という2要因モデルの選択が増えかつ1要因モデルでは「育ての親」の選択が圧倒的であった。向井らは、他の2特性についての結果とも絡ませて、外見の側面から親子間の類似性が認識されやすい身体的特徴は年齢に関係なく1要因モデルの生みの親という先天的要因に帰し、直接観察不能な心的特性（性格、知性）については説明要因数の増加（1要因から2要因へ）および要因の内容の変化（生みから育てへ）がみられ、小学校3年生頃から大学生にかけてモデルに大きな変化がみられることを明らかにした。

中澤ほか（2006）は、大学生が持っている類似した概念「発達」「成長」「成熟」を、その概念の指し示す対象（人間、動物、植物、モノ等）、変化が量的か質的か、方向性（単純増加、増加減少、多方向、循環）、変化の終わるとき（乳児、幼児、児童、青年、成人、老人）、の4点について検討した。方法は「それぞれのイメージを絵で表現してください」という投影法で、上記4点について細かい分類カテゴリーを設けて分析した。対象はいずれも人の絵が最も多く、「発達」「成長」は形態等の質的变化とその変化が単純増加的なイメージが多かった。「成熟」については変化なしが多く、静止した状態と考えてい

ることがうかがわれた。変化の終わる時期については「発達」で幼児・青年・成人期がほぼ同数、「成長」で青年・成人期がほぼ同数、「成熟」は圧倒的に成人期で終わる、というイメージが多かった。

2. 社会に関する諸概念

社会的な諸概念のうち、約束、権威に関する研究を取り上げる。

山岸 (2004, 2005, 2006) は、青少年の規範意識の希薄化という社会現象が実際に起こっているのかどうか、という問題意識から「約束」という概念がどのようにとらえられているのかを22年前と同様の調査 (1981年調査と同様の2003年調査) を行って研究した。この際、「約束」を、他者との契約という規範意識を守ることそのものとしてとらえるのではなく、規範を守ることによって「守ろう」としているもの、「避けよう」としているものに注目し、守るあるいは破棄することが自他に何をもたらすかということについての認知の適切性に着目している。2, 4, 6年生対象に調査を行った結果、拘束性のある約束 (たとえば、組対抗の野球チームのピッチャーに選ばれていて試合に遅れない、という約束をしているような場合) は学年とともにそれを守るようになり、それは大人からの恣意的な命令や依頼があってもそれに従わず当初の約束を守ること、自分勝手な約束破棄はいけなが他者の緊急事態 (たとえば、お母さんが熱を出し、薬屋さんに行って薬を買ってくるよう頼まれた場合) という重大な状況では破棄しても構わないという約束概念を持っていることが見出された。これらは、22年前の調査と大きく変わるものではなかった。また、東京以外での異なった地域での調査でも同じような傾向が得られた (山岸, 2007)。

鈴木・小川 (2004) は、言語化の難しい幼児が「権威」の概念をどのようにとらえているのかについて、保育園児3～6歳児を対象に、パソコン画面に出てくるストーリーを呈示しながら幼児の反応を記録・分析した。ストーリーはたとえば他の子が出しっぱなしにしたつみきを先生が主人公に「片付けなさい」という状況 (抵抗状況で命令の相手が先生) であったり、主人公が遊びに誘ったときお友達が「忙しいから少し待って」と言ったのに待っていてもなかなか遊んでくれない状況 (主張状況で相手がお友達) であったりした。こうして状

況の要因（抵抗・主張）と相手（先生・お友達）の要因を組み合わせた各条件で、どういう行動をとるか、なぜその行動をとるかの理由を聞く実験を行った。結果は、相手による違いはほとんどなく、状況での差だけがみられた。ここからこの年齢の子どもの「権威」概念は希薄で、むしろ良い子らしさや行動に伴うコスト（自分は悪くなくても謝ったほうが楽である等）を考慮している可能性を示唆した。

3. 自然に関する諸概念

自然に関しては、物理的自然としての空気、生物や病気、自然科学の基礎概念としての数学や関係概念について扱う。

加藤・本澤（2006）は、小学校4年生25名に対してビンの中の空気を温めた時の膨張に関する概念調査を行った。その結果、この時期の子どもには空気の膨張に関して「上昇型」（空気は温まると上に行く）、「回転型」（空気が温められるとびんの中の空気がくるくる回る）、「圧縮噴出型」（空気ですっぽうのようにびんの中の空気が押し縮められて噴き出す）、「膨張型」（空気が温められるとビンの中の空気が膨らむ）の4種の素朴概念を持っていることがわかった。

布施（2006）は、児童期後期にあたる小学校6年生に対して、ある対象を生物、動物、人間と分類するための判断基準を調査した。被験者には「“〇〇は生物（動物、人間）である”と判断するときのあなたの基準は何ですか？」という形で自由記述を求めた。三者に共通な生物学的カテゴリーとして、身体的行動（動く、歩くなど）、表出行動（鳴く、話すなど）、形態（心臓があるなど）、呼吸、栄養摂取、生命・発達（生きている、成長するなど）を設定し、さらに心理的特性（感情・意志があるなど）と社会的特性（学校に行く、ルールを守るなど）を加え、計8カテゴリーで被験者の回答を分類した。その結果、「生物」「動物」では形態、身体的行動が共通に多く、「人間」では表出行動、身体的行動について心理的特性の記述が多かった。

病気は、個人の、また人類全体の生存にかかわる重要な生物現象の一つ（稲垣・波多野、2005）であり、人々の関心は高い。病気についての概念・信念は、生物学的な領域から考えられる、予防や治療に関する信念と、心理学的な側面

を多く含む超自然的な信念（たとえば、「病気は罪深いことをすると起こる」）からなる。病気の原因についての概念は実はこうした2種類の信念が交錯した部分が大人にもあり、その概念の発達については興味深い。Inagaki (1997)、稲垣・波多野（2002）は病気や病気への抵抗力として生物的要因・社会的要因のどちらに重きをおいているかについての実験を幼児に行い、生物的要因が強く働くことを理解しているが道徳的要因等社会的な要因も考慮していることを報告している。稲垣（2007）は罹病と悪化に対して幼児は生気論的な因果説明を好む傾向があることを明らかにしている。

自然科学領域の諸概念には2つあるいはそれ以上の概念間の関係を示す関係概念が含まれる。こうした概念は、現実生活での諸事例との対応関係の大枠を示す概念に比べて、表象されたものにつけられたラベル（シンボル）の関係性を表すものであり、シンボルの埋め込まれたシンタックス（田中，2004）を理解しないとそのシンボル操作ができない。現実からの表象に加えて、シンボル間の関係性についての表象が要求され、それは多くは学校教育の場で獲得される。したがってここでは「日常生活場面」を、子どもたちにとっての日常化された生活場面としての算数・数学や理科の授業場面にまで拡張することとする。

数学的概念の理解の発達については藤村（1997）が、比例、内包量、乗除法といった比較的小学生にとって理解が難しい概念の研究を行っている。長瀬（2003）は、小学校5，6年，中学校1，2年，高校1，2年という幅広い年齢層に対して、長さと密度，密度と数，数と長さといった二者関係の理解を測定する課題と，密度・長さ・数の関係を同時に理解することを問う三者関係課題，均等分布課題を用いて「密度」概念の質的理解の発達過程を研究した。ここで言う「密度」とは，一次元上の「長さ」とその中に配置されたモノの「数」との関係で決まる「混み具合」のことであり，密度概念の理解のためにはモノが均等に分布しているという均等分布の理解が必要である。この二者関係の理解，三者関係の理解，均等分布の理解が「密度」についての理解の質的な違いであり，研究の結果，二者関係の理解が最も早く獲得され，少し遅れて均等分布の理解，最後に三者関係の理解へと一連の概念の獲得過程が示された。均等分布の理解については学年による差があり，小5から高1までは中

1 をピークとした逆 U 字型の正答率を示し、高 2 でピークの中 1 をしのぐ正答率となった。

谷村・松田（2004）は、時間についての概念（知識）について、「時間＝終了時刻－開始時刻」という知識（知識 α ）と、「時間＝距離／速さ」という知識（知識 β ）があり、それぞれの知識の活性化で解決できる課題を α 課題、 β 課題、それらの混在する課題を $\alpha\beta$ 課題として小学校 5 年生に与えた。コンピュータディスプレイ上で 2 台の車の走行を観察させ走行時間の長さとその理由を問う運動課題と、2 人の登場人物が家から目的地まで移動する時間の長さを比較する文章題いずれにも α 課題、 β 課題、 $\alpha\beta$ 課題を設定した。その結果、運動課題では観察された距離の移動分を時間と判断する誤答が多かった。文章題では、イリリバントな情報としての到着時刻や距離の情報に引きずられる誤答が多く発生した。

II 学校場面における概念の獲得と変化

学校教育の教科の中で子どもたちが学ぶ概念は、教科書や教師の口から定義として初めからはっきりした形で与えられることが多い。無論、「総合的な学習」の時間などで、子どもたちの探索的な形での概念形成を促すこともあるが、そこでも教師の側で一定の意図的な「認識のしかけ」が設定され、その意味で I でみた日常生活場面とは趣を異にしている。

ここでは学校での制度的な「教授－学習」活動を前提に、教授に基づく概念の獲得と教授に基づく概念の変化に分けて諸研究をレビューしていこう。

1. 教授に基づく概念の獲得

ここでの主要な関心は、授業の中である概念を獲得させる際に子どもたちに期待する帰納的思考あるいは演繹的思考と適切な「事例」の関係についての研究、教授法の研究に大別される。

a. 概念獲得に及ぼす事例の効果

教授活動の中で一般的に新しく教える概念は定義的特性の列挙で「ルール」

として子どもたちに明示的に示される。事例はすべてそのルールにのっとっているか否かで正確に判断できる「はず」である。しかしながら実際には、ルールは知識として学んだものの、当該の事例がそのカテゴリーにはいるのかどうかの懸念を抱くことは多い。特徴的特性あるいはプロトタイプ理論の観点からは、事例の家族的類似構造のために、どこまでが正しい事例でどこからは「例外」なのか、その区分は難しくなる。帰納的学習にとっては事例の数や質（極端例、例外、象徴事例等）が概念獲得にさまざまな影響を及ぼす。

藤田（2005a）は、気圧概念を説明する教授セッションにおいて、3条件を設定した。基本的な気圧概念の説明（イラスト付き）に加えて、それに吸盤実験（吸盤を壁に押し付けて離すと吸盤が落ちない、という実験）の事例を加えた1事例条件、さらにステンレスボウルの内部のアルコールを燃焼させてもう一つのボウルでふたをし水につけて冷やすとボウルが外れなくなる事例を加えた2事例条件、小さなビンの口にゴムシートを貼り、その上に爪楊枝を貼り付けてそれを大きなビンにいれ、大きなビンの口もゴムシートで覆い、それを引っ張ったり押したりすると爪楊枝がダンスする実験の事例をも加えた3事例条件である。それらの条件で教授した後、獲得された気圧概念の般化の程度をみるために、教授セッションでの提示事例（実験例）と表面的に類似した問題と構造的に類似した問題を用意し、どちらをどの程度正しく説明できるかを分析した。その結果、教授セッションでの提示する事例が少ない場合は表面的な特徴が類似した問題に獲得した概念が適用でき、事例が多くなると表面的類似性を超えて構造的な類似性の問題にまで概念が般化されることが確認された。

工藤（2003）は、ルールに相当する情報が与えられた概念学習の際にも、学習者が事例の方に注目してしまい、それに基づいた帰納学習による概念学習をしてしまうために、本来のルールの持っている諸事例への一般化可能性を阻害しているのではないか、という点を検討した。ターゲットとなる概念は「種子植物」で、そのルールは「花を咲かせる植物はタネで子孫を残す」というものであり、それを球根で植えるチューリップ（極端例）を事例に教示文で説明した。結果として、球根のチューリップで種子植物を説明したことの効果（「植物はタネで子孫を残す」というルールが適用されるのが説明に使われた事例と

それに近いものに限定され、ルールそのものが一般化されて理解されるわけではないこと)が確認された。また工藤(2006)は、事例として「極端例」を使ったルール教示をした場合ルールの確信度の低下を防ぐ働きがあることを報告している。

概念学習における「例外」への懸念は麻柄(2005, 2006)が組織的な研究を行っている。工藤(2003)と同様のチューリップ課題(研究I), ルールに事例がよりぴったりあっているアプラナ課題(研究II), それに「金属は電気を通す」という課題(研究III)を用いて、大学生に対して実験が行われた。ここでは、「ルールには例外があるかもしれない」という懸念を約70%の学生が持っていること、そうした懸念を持つ者はルール学習そのものが阻害されて事後の正答数が少なくなること(研究I, II)がわかった。研究IIIでは、そうした例外への懸念が事例へのルールの適用を躊躇させ結果的に低い正答数に結びつくのではないかと、その躊躇を一步踏み出させるにはどうしたらいいか、という観点から、意思決定における「かけ」状況を設定し、それをサポートすることで促進される、という重要な結果が示された。子どもたちが授業・授業以外の場面で自分の意見が主張できないことの1つに、こうした、「間違ったらどうしよう」という懸念が含まれており、それを許容する空間が教室にできることが必要だという主張はきわめて斬新な意見である。

例外と逆の、象徴事例の効果に関する研究も重要な研究である。麻柄・進藤(2003, 2004a, 2004b)は「AはBである」「PならばQである」といった言語的命題で表されるルールについて、BやQのような帰結項の内容を象徴するような事例を象徴事例とし、その効果の検討を小学校5年生、大学生に対して行った。たとえば、「江戸時代に大名(A)は参勤交代の際の大名行列にかかる費用を減らそうとした(B)」という命題(ルール)について言えば、「加賀の大名は参勤交代の際の大名行列にかかる費用を減らそうとした」「米沢藩の大名は参勤交代の際の大名行列にかかる費用を減らそうとした」という事例はそれぞれこのルールの単なる代入例(前件A(大名)の具体的な値の適用)となる。そうではなく、後件であるBやQの内容を象徴する事例、たとえば「大名(A)は町や村を通るときだけアルバイトを雇って行列を華やかにみせようとした

(B)」という、「かかる費用を減らそうとした(B)」ことの象徴的な事例を象徴事例とした。後件の特徴的特性(経費削減)を際立たせたプロトタイプといってもよからう。こうした象徴事例を用いた教授法によって学習内容を面白くする効果が確認できた。この教授法は、従来の理数科のルール学習だけではなく、社会科等言語的材料の学習においても「ルール」と「事例」の構造で記述できる点を明らかにした、非常に重要な研究である。

b. 概念獲得に及ぼす知識表象の効果

概念獲得においては、事例の量や質の問題だけではなく、教授の際の子どもたちの知識表象のレベルの配慮やその変換操作の効果に言及した研究もある。特に後者は、教室で学んだ概念・知識が具体的生活の場で役立たないという不活性知識の問題を克服しようとした研究で、今後の研究の一つの重要な方向性を示している。

山縣(2004)は、課題が要求する表象形態(分析的対全体的)と説明時の表象形態(イメージ的対命題的)の一致が課題成績に影響を及ぼすかどうかについて、電流の流れ方についての学習を高校生に行わせて検討した。分析的処理要求の課題は回路の電圧や抵抗量を明記した上での電流の量を数値で回答させるものであった。全体的処理を要求する課題は、A、B 2つの回路の電流量についてBがAより多いか少ないか同じかを10秒で判断させる課題であった。説明時の表象形態は、抵抗と電流の関係、抵抗のつなぎ方と電流の関係についての説明文に抵抗の計算方法を公式で示したものを同時に呈示される形態(分析的)、説明文に、アナロジー画像として電流を水の量、抵抗を水門を通る水の量を抑える石とたとえて解説した図を同時に呈示される形態(全体的)、統制群として説明文のみ呈示形態の各グループを設定した。さらに空間的操作能力を測るテスト(京大NX15-より折り紙パンチ検査と図形分割検査)を実施した。結果としては分析的処理課題では文章とアナロジー画像で説明を受けたグループが最も学習効果が高かった。また、文章+画像呈示グループで全体的処理課題の得点と空間操作能力の値の相関が有意であり、アナロジー画像の呈示が有効に働くには空間操作能力が関与していることが示唆された。

藤田(2005b, 2006)は、大学生に対する実験で、「気圧」という科学的概念

「隔てられた空間の間に気圧差がある場合に、高圧空間から低圧空間に向かう力が生まれる」を受容しその概念を獲得するためには、文字通りの言語的命題としてそれを記憶するのではなく、そのルールを「複数の空間の空気分子数を等しくすれば力は消失する」とかいった形に知識表象の変換操作ができることが重要であることを明らかにした。そのためにはその概念を構成する諸属性（気圧の場合、気圧、空気分子、運動量等）を操作した実験例の呈示、あるいはそれと逆の操作によってもとにもどることを理解させる可逆操作事例の呈示、複数の属性が同時に変化することによって生じる共変操作事例（上記藤田〔2005a〕の爪楊枝実験参照）を呈示したりすることが重要である。そのことによって、表面的類似性を越えた構造的類似性の問題にまでそのルールが適用できるようになることを述べている。

工藤（2005）は同様に、獲得しようとする概念に関する知識表象の操作水準が概念的知識の適用可能性（般化可能性）に制約を与えていると考え、文系大学生を中心とした被験者に等周長問題（正方形または長方形の周りの長さを固定して角度のみ変えて変形し、変形前後の面積変化について判断させる問題）を使って実験した。操作水準は、平行四辺形の面積を求める公式（面積＝底辺×高さ）がどのように受けとめられているかを、①単なる言い換え、②数値の代入、③3変数関係の量的・質的表現（「平行四辺形の底辺が一定の場合、高さが2倍になると面積も2倍になる」等）、④面積と形の関係表現（「平行四辺形の形が違って、面積が同じ場合がある」等）の4種類の操作計8項目の表現について、与えた公式がそのことを意味している（○）、意味していない（×）、分からない（?）で評定させ、その選択数で定義した。すなわち8項目すべてに○したものが最も操作水準が高いと定義された。この高い操作水準を持つ被験者は低い操作水準の被験者に比べて等周長問題に正しく解答する割合が多かった。ここから工藤は、学校知が生活世界で活性化されない（転移しない）ことを示すこれまでの Renkl ほか（1996）の説明原理（メタプロセス説、構造的欠陥説、状況的学習説）とは異なる、新たな説明原理として操作水準説を提唱している。

2. 教授に基づく概念の変化

子どもたちは生活世界の中で諸概念を獲得し、またそれを変化させていく。冒頭に述べたとおり、そうした概念の獲得・変化そのものが子どもたちの認知発達の基盤となっている。

学齢期までに獲得した概念、あるいは学齢期以降も諸経験の中で獲得される概念は、多くの場合、生活世界の中では大きな不都合がなくても、学校教育という制度の中に組み込まれていくと、誤った概念としてその修正が要求されることが多い。特に日常生活場面から離れたところでの思考を要求される理科や数学の領域では学ばせたい科学的概念に対する「誤概念」「素朴概念」という形で扱われ、授業を通してそれらを科学的概念に置き換えることが図られる。誤概念は、一般的に受け入れられている科学的概念からみた「誤った」概念であり、素朴概念は生活世界の中で獲得された、生活世界での出来事を説明する際に整合的に用いることができる概念である。素朴理論は素朴概念の集合であり、そこに因果的な概念装置が含まれるという特徴を持つ。

そうした諸研究の中で、稲垣・波多野（2005）の業績は大きい。これは Psychology Press（英国）から2002年に出版された両者の著書“*Young children's naive thinking about the biological world*”の翻訳版で、生物領域における素朴理論とその概念変化の研究をまとめたものである。特に第7章の「概念変化」についての章は示唆に富む。そこで稲垣らは概念変化の研究を以下の4タイプに分類する。

- ① $A \rightarrow A'$ ；同じ領域内での古い理論（A）からの新しい理論（A'）の出現。
AはA'に包摂されたり、置き換えられたりする。
- ② $A \rightarrow A' \& A$ ；同じ領域内で古い理論（A）から新しい理論（A'）が出現するが、古い理論も存在し続ける。AがA'によって拡張されることもある。
- ③ $A \rightarrow A \& B$ ；新しい理論が古い理論から分化する形で出現。両理論は異なる領域での知識体系の代表で、分化後別々に発達。
- ④ $A \& B \rightarrow C$ ；新しい理論（C）は、古い下位理論（AとB）の統合によって生じる。

こうした分類は、どのタイプの概念変化を問題にするのかを整理するのに大変役立つ概念装置である。以下の議論のためにこれを、①置き換え、②拡張、③分化、④統合としておこう。これは科学革命（Kuhn, 1962）における理論の共約不可能性（incommensurability）議論とも軌を一にする。

時期を同じくして高垣（2005）は、概念変化を含む授業デザインの著書を出し、ここで素朴概念・誤概念を「授業に持ち込まれる子ども特有の概念」として「プリコンセプション」という用語を用い、その変容研究を紹介している。素朴概念と誤概念がやがて正しい科学的概念に「置き換える」必要があるものであるのに対して、プリコンセプションは授業に持ち込まれる子ども特有の概念でそれは授業を通して科学的概念へ「変化しうる」資質を持つもの、と定義される。その意味では、授業場面を想定したとき、誤概念や素朴概念はプリコンセプションに含まれる、と考えられる。

工藤（2007）は、2005年以降のわが国の教授・学習部門での研究をレビューするなかで、素朴概念・誤概念の変容研究についてコンパクトに紹介している。

以下、教授に基づく概念変化という観点から、誤概念・素朴概念の実態に関する研究と、概念変化への教授法の効果に関する研究に分けてみていくこととする。

a. 誤概念・素朴概念把握の実態

ここでは誤概念の保持状況の実態と、概念変化への抵抗の要因についてみていく。

白井ほか（2006）および荒井ほか（2006）は、大学生1,696名に対して、複数の領域について学生の持っている誤った知識の実態を調査し、既存の研究論文から引用できる小学生のそうした誤概念保有比率との比較を試みた。領域は、面積、速さ、密度、重さ、植物、動物の6領域で、面積領域だけは同じ等周辺課題でありながら〈正方形・平行四辺形〉、〈正方形・長方形〉、〈変形前の正方形と変形後の平行四辺形〉の3課題を提示し、その誤答の組み合わせから2種類の誤概念を定義した。結果は、面積、密度、動物領域では大学生の誤概念は少ないが、速さ、重さ、植物領域では小学生とほぼ変わらない（重さでは大学生のほうが多い）ことが明らかにされた。このことは、誤概念には学習の経験

の積み上げで修正されやすいものとされにくいものがあることを示している。

高垣（2004）は、中学校で学習する力学の基本的な内容が大学生でどのくらい理解されているかを明らかにした。何も教授のない事前調査では、力のつりあい課題（机に置かれた本、スケート中の女の子に働いている力を記入させ、その説明をさせる）で17～22%が、投げ上げ課題（ボールを真上に投げる、斜め上に投げる状況でどういう力が働いているか記入させ、その説明をさせる）では5～10%の大学生しか正しく問いに答えることができなかった。また、その回答の説明から大学生の持っているプリコンセプションを検討すると、およそニュートン物理学の世界とは離れた説明の枠組みを持っていることが明らかになった。

教授によって概念変化を起こすには、保持している誤概念がどの程度堅固であるのかという点を考慮する必要がある。

山縣ほか（2003）は、中学校1年生を対象に、誤概念の修正への抵抗として誤概念の堅固性（強固さ；高垣，2005）要因の検討をした。豆電球問題（山縣，2002）で、「豆電球を通った後に電流の量が減る」という素朴概念について、その堅固性を、従来の、関連する問題で一貫した誤った回答をするという一貫性の指標だけではなく、保持している誤概念についての自信度、正しい概念（科学的概念）を否定する構え、類似した誤概念をどの程度自分の考えにあわないものとしているか、という4つの指標で定義し実験した。ここから、誤概念がさまざまな問題に対しての一貫した判断基準となっている場合はそれと矛盾した情報を呈示されると表面的には科学的概念を受容しやすくなるが、それは学習者のその現象に対する一般的な説明原理となるほど深い理解のものではないという示唆が得られた。

こうした見かけ上の誤概念の修正については誤概念のリバウンドという文脈で研究されている。麻柄・進藤（2007）は、授業でいったん誤概念が修正されても、その後再び復活するというリバウンドがどの程度生じるのか、それを防ぐためにはルール補強の情報がより具体的であるほうがよいだろうという点を検証した。ターゲットとした現象は山頂での缶ジュースの高い値段（300円）で、誤概念は「値段が高いのは運搬費用がかかるからだ」（コスト説）という

ものである。経済学的には「高くても売れるから」（需要説）と説明される。大学生3群に、誤概念修正の補強として人件費、利益等の情報を数値で示す、コストがかかるが山頂で利益を上乗せしていることの説明のみ行う、何も示さない、の処理を行いその後3群に、ことさらに人件費が高額になるというゆさぶり情報（誤概念を強化する情報）を与えた。その結果、誤概念修正の補強として追加の情報を与えられた2群ではゆさぶり情報にほとんど影響されなかったが、補強情報を経験しなかった比較群の者は、評定で再び誤概念を支持する形にリバウンドしてしまった。

b. 概念変化に効果的な教授法の研究

稲垣・波多野（2005）は、概念変化のメカニズムについて以下の論を展開している。まず、概念変化を「新しい情報により生じた知識体系の混乱から、現在の知識体系の構成要素の複雑な相互作用によって、その一貫性を回復する認知的試み」とし、生活世界における自発的な概念変化はどちらかといえばボトムアップ的に、教授に基づく概念変化では、逆にトップダウン的な教師からの意図的な信念修正が行われるとした。

特に教授による概念変化を考える際には教師の計画するさまざまな教授法・授業方法が可能であるが、ここでは大きく分けて、既有理論・知識・概念と新理論・知識・概念間の構造的変化に直接介入しようとする認知心理学的アプローチと、子どもと教師・子どもたち同士の相互交渉の持つ教育力に力点をおいた社会文化的アプローチについてみていくこととしよう。

まずは子どもの推論や思考に働きかける認知心理学的アプローチによる研究を紹介する。ここでは、誤概念・素朴概念と、教えようとする科学的概念の関係性について焦点があてられる。

誤概念・素朴概念はやがて科学的概念に置き換えられたり拡張されたりされることによってそれらが再び使用されることがないように働きかけるのが教育の目的であり、誤概念・素朴概念の保持やリバウンドは極力防ぎたいことである。そうした誤概念の保持を防ぐために、学習者の過去経験（誤概念・素朴概念）と教授の際提供される科学的情報のどちらにも一定の範囲で妥当性があることを示す教授方略は「限定適用性」（demarcation）と呼ばれる。植松

(2005, 2007) は、植物の光合成に関する 4 つの誤概念「光合成とは植物が葉で日光を受けて酸素をつくる働きのことである」「植物は光合成の働きではなく、根から水分を吸うことによって大きくなる」「植物は栄養の大部分を土や肥料から得ている」「植物は光合成の働きではなく、根から土や肥料の栄養を吸うことによって大きくなる」の保持程度を大学生に尋ね、範囲設定が含まれた教材（「～が妥当であるのは～の範囲内でのことである」と明記された教材）とそうでない教材で学ぶことによってターゲットとした誤概念（「植物は光合成の働きではなく、根から土や肥料の栄養を吸うことによって大きくなる」）の保持の程度に差が出るのかどうかを調べた。結果として範囲設定が明確に表現された教材を用いるほうが誤概念の保持を防ぐことができた。

そうした誤概念の限定つきの適用可能性についての考慮の効果は、誤概念と正しい概念の両方でターゲットとなる事象の結果を推論させるという二重推論法に結びつく。

三木・白井 (2007) は、5 年生理科の『もののとけ方』の単位について、「温度をあげるほどたくさん溶ける」という素朴概念の修正を検討した。ここでは素朴概念を二重推論法を用いて修正することを試みた。二重推論法とは、概念変化学習中の学習者は新旧 2 つの理論・知識・概念が存在していることを前提に、後続のターゲットとなる問題を解決するのに手がかりとなることをあらかじめ学習させ（新知識）、そのターゲット問題で、①直感（旧知識）で答えるとどうなるか、②学習した手がかり（新知識）に基づいて答えるとどうなるかの 2 種類の質問を行う方法である。①では誤概念による知識での解答が発動され、②では正しい手がかりを用いた正解が発動される。その後実際に実験を行って結果に接するとその結果を受け入れやすく、転移も可能になる、というものである（麻柄, 2001）。ここではターゲットとなる素朴概念の修正効果（「ものによっては溶ける量が増えないものもある」ことを知る）が授業終了後 5 週間目の遅延調査で確認された。

また、こうした誤概念の限定適用可能性の配慮は、組織化されて概念変容モデルになる。高垣 (2004) は大学生の持っているプリコンセプションを、認知的葛藤を解消させるような情報の呈示によって解消できるのか、を検討した。

その際の教授ストラテジーは、1) プリコンセプションを言語で意識化させる、2) 認知的葛藤生起を呈示する（そのプリコンセプションでは理解困難な事例と遭遇させる）、3) 認知的葛藤がどのくらい生じたかの評定をさせる、4) 認知的葛藤を解消する情報を呈示する：自作のコンピュータアニメーションを利用し科学的概念を提示する、5) 解消用の科学的概念情報でどの程度矛盾が解消したかを評定させる、6) 4)の情報をどの程度面白いと受けとめたかを評定させる、であった。この概念変容モデルを使った授業を行った後事後テストをすると、50～90%が正答を回答するように変化した。また、上記3)、5)、6)のフェイズでの理由の記述から、当惑や混乱、記憶の再生・転移や驚きが被験者内部に生じることがプリコンセプションの変容に重要な契機であることが明らかにされた。これはまた、稲垣・波多野（2005）の概念変化の定義に通ずるものである。

進藤ほか（2006）は、誤概念に対する反証事例を初めに呈示して学習者の驚きを喚起する反証法と、誤概念でも解決可能な課題を先行させ次に新ルール（科学的概念）を誤概念と抵触しない課題で使わせた後、誤概念では説明のつかない課題でその新ルールを使用できるようにする迂回法を組み合わせた「融合法」という教授法を提案した。古くは細谷（1976）が「ドヒャー型ストラテジー」と呼んだ方法が反証法であり、「じわじわ型ストラテジー」と呼んだのが迂回法である。ターゲットとなった誤概念は大気圧に関するもので「真空は物を吸い寄せる力を持つ」というものであった。結果として、1) 融合法は他の単独の2方法に比べて誤概念を最も有効に修正できたこと、2) 知識が変化したことの自覚を持たせやすかったこと、3) 学習者の興味を喚起したこと、が明らかになった。

次に、2つめの教授法として、話し合いや説明、相互教授といった、教室という文化の持つ社会文化的要因に焦点をあてた研究を眺める。

仲島・吉野（2006, 2007）は、学校教育の中で素朴概念がなかなか修正されにくい原因の一つとして、学習者自身が持っている素朴概念に無自覚なところに新しい概念を持ってこようとするところにあるとし、そうした素朴概念の背景になっていることを意識化させることから変容が起こると考えて実験を行っ

ている。具体的には小学校3年生に電気を通すものについて問い、「面状のものには電気は流れない」という素朴概念の変容を試みた。素朴概念の背景にあることがらを学習者同士で話し合わせるというメタ認知的部分の支援をする群の児童の成績が、それ以外の群より単元全体の理解という観点では高いという結果が得られた。

紺野・吉野(2005)は、小学校5年生の振り子の教材を用いて、「おもりの重さや振幅が周期に影響する」という素朴概念の変容を試みた。ここでは教師が教科書どおりに進めていく群と「1秒振り子を作ろう」という発問をして児童に自ら問題意識を持たせたグループや教室全体で問題解決をしていく群を設定した。ここでもターゲットとした素朴概念の修正効果についてはみられなかったが、ノートの記述量・思考内容等では後者の群でより多くの記述量や疑問・見通し・既有知識との関連づけなどが行われた。

高垣(2006)、高垣ほか(2006)は、小学校5年生の理科「おもりの動きとはたらき」の単元について、指導方略として導入した児童の側の学習ツールに、1)ブランコに乗る日常経験、2)実験データの収集・分析をWebカメラ、PC、振り子センサーを駆使して行う、3)実験データをグラフ化し視覚的にとらえる、4)小グループで得たデータやアイデアをクラス全体場で説明する、を用いた。また、児童の学習形態としてはPalincsarほか(2000)のGIs ML (Guided Inquiry supporting Multiple Literacies: 複合的リテラシーを支援する探索誘導法)を用い、探究、調査、説明、報告の段階を経ることとした。全8時間の授業のうち、1時間から7時間までが探究・調査・説明サイクルの繰り返し、8時間目が報告の時間であった。この指導方略と学習形態を組み合わせたものは大きな効果を生み、振り子の力学的理解の促進には効果があった、としている。

以上は一般的な話し合い・説明活動の効果についての研究であるが、さらにクラスの子どもたちの社会文化的相互作用の効果についての質的な研究も行われている。

高垣・田原(2005)は、子どもたちが持っている電気現象に関する概念を授業に先行して持つ一つの「概念」とし、その変容を研究した。小学校4年生の

「電池のはたらき」の単元で教授方略として2つの方略を設定した。一つは相互教授 (Reciprocal Teaching: RT) という教授方略で、科学的な説明を共同体で共同構築していくために、1) 各自の予想の話し合い、2) 実験・観察から発見したことをまとめる、3) 明らかにされた結果をもっともわかりやすく説明する方法を話し合う、というプロセスを経た。もう一つの教授方略は実際の授業場面での教授方法で、既存の概念と科学的概念との間で生じる認知的葛藤を解消させる。こうした2つの教授方略を用いて授業を行い、授業過程のビデオ・観察記録からトランザクション発話分析を行った。トランザクションは、表象的トランザクション (課題提示, フィードバックの要請, 正当化の要請, 主張, 言い換え) と操作的トランザクション (拡張, 矛盾, 比較的判断, 精緻化, 統合) に2分され細かく分析された。児童と教師が共通の課題を成し遂げていくなかで学習方略の洗練に責任を共有しながら授業を進めていく相互教授の方法が有効であることが示唆された。また高垣ほか (2007) は、同じ研究パラダイムの中で、1人の女兒の詳細な発話事例から、その女兒を含む成員相互の理論構築に至るまでの理論修正過程を分析した。概念変化過程のケース研究として評価できる。

同じくトランザクションの研究であるが、田島・茂呂 (2006) は、素朴概念と科学的概念の矛盾関係の解消過程こそが概念理解教育の要諦だという観点から、卓越した研究デザインでの研究を行った。中学校2、3年生に「電流は電池のプラス極からマイナス極に向かって流れ、豆電球通過後は少ない量がマイナス極に戻ってくる」という電流消費説を支持するか、「……豆電球通過後も同じ量がマイナス極に戻ってくる」とするかを予備調査し、前者を素朴群、後者を科学群とした。この両群に対して、それぞれの群の主張とは反対の主張をそれぞれの群の被験者に紹介し、自分の持っている考えとその矛盾する考えの、矛盾解消を行う説明を求めた。科学群において矛盾解消ができた者 (科学解消群)、科学群で解消できなかった者 (科学不解消群)、素朴群で解消できなかった者 (素朴不解消群) 計20名が発話分析の対象となった。その結果、科学解消群では操作的トランザクション (対立する他者の意見を運用・処理・変換して自分の意見に取り込んでいく) が、素朴不解消群では表象的トランザクション

(直接的対立を避けたり相手の意見を確認したり自分の意見との並存を図ったりする)が、科学不解消群では非トランザクション(相手の意見を無視して自分の意見を強弁する)が最も多く出現した。田島・茂呂はそれぞれの群の特徴を日常経験知と科学的概念との関係づけとして「調整」、「すみわけ」、「圧殺」という形で表現した。高垣・田原(2005)の小学生被験者の研究をより精密に検証したものといえる。

今後の展望：おわりに代えて

概念の研究は従来、思考や問題解決における基本的なコンポーネントの一つとして、人工的な概念の形成・達成の諸過程・諸要因の研究の文脈で行われてきた。それが昨今の認知科学・認知心理学の隆盛のなかで、より広範な領域(神経科学、脳科学、ロボット工学等)の中でも語られるようになり、心理学の基礎的研究領域として非常に重要な位置づけをされている。

同時に、学校教育をはじめとした教育・保育の文脈では、ある時期に獲得した概念の変化を図る教育・保育活動の内容の研究として非常に重要な領域となっている。本稿では特にこの、学校教育の文脈での概念研究に重きをおいて眺めてきた。

「変化」は「発達」の契機・経過・結果を考える際の中心的な概念であり、概念変化が既存の知識体系の大規模な再構造化であることを考えると、その研究は発達心理学研究そのものにとってもきわめて中心的な課題であることがわかる。特に教育・保育の分野ではその方向づけが教師に任されている部分があり、責任は重大である。

昨今のこの領域の教育心理学的諸研究は、学校・保育所をフィールドとし、そこで営まれている生々しい教育実践を、より教育心理学的、発達心理学的にきちんと裏づけ、そこに寄与できるような実験的・調査的・実践的研究が行われる傾向がある。その際、研究協力者としての現場の教員の意識が重要であり、良く知られた、解法もわかっている再帰的課題を扱うだけではなく、より創造的な問題・課題をも扱い、自分自身や教室環境等の変化も含む適応的メタ認知

(Lin ほか, 2005) 活動にも関心を払う必要がある。

概念獲得や概念変化の研究は科学史・科学哲学領域における理論形成・理論転換の研究と共通の基盤を持つものである。また個人の認識方法の発達的变化研究としての概念変化の研究, 一つの課題遂行過程での仮説変更の研究といった認知・実験心理学的研究に至るまで, 見かけ上の研究スタイルの違いを超えた共通の関心が通低している。まさにさまざまな研究者が出会う十字路口(波多野・稲垣, 2006)である。今後の実りある研究が大いに期待される。

文 献

- Alexander, P. A. 2007 Bridging cognition and socioculturalism within conceptual change research: Unnecessary foray or unachievable feat? *Educational Psychologists*, 42, 67-73.
- 荒井龍弥・宇野 忍・斎藤 裕・工藤与志文・白井秀明・舩田弘子 2006 大学生の誤った知識の保持状況(2). 教心48回総会, 148.
- Ashby, H. G. & Maddox, W. T. 2005 Human category learning. In S. T. Fiske, A. E. Kazdin & D. L. Shacter (Eds.) *Annual Review of Psychology*, 56, 149-178.
- 藤村宣之 1997 児童の数学的概念の理解に関する発達的研究——比例, 内包量, 乗除法概念の理解を中心に. 風間書房.
- 藤田 敦 2005a 複数事例の提示が概念の般化可能性に及ぼす影響——気圧の力学的性質に関する概念受容学習過程. 教心研, 53, 122-132.
- 藤田 敦 2005b 属性操作に関する事例の教示が概念の般化可能性に及ぼす影響——気圧の力学的性質の概念受容学習. 教心研, 53, 393-404.
- 藤田 敦 2006 ルールに対する変換操作と転移可能性の関係. 日心70回大会, 822.
- 福田 健 1997 類推と比喩——学習と理解からみた類推と比喩. 日本児童研究所(編) 児童心理学の進歩(1997年版), Vol. 36. 金子書房. 53-77.
- 古橋啓介 1995 概念学習における仮説検証行動の研究. 風間書房.
- 布施光代 2006 児童期後期における生物に関する素朴概念の検討. 東海心理学研究, 2, 49-57.
- Greeno, J. G. & van de Sande, C. 2007 Perspectival understanding of conceptions and conceptual growth in interaction. *Educational Psychologists*, 42, 9-23.
- Hanson, N. R. 1958 *Patterns of discovery*. Cambridge: Cambridge University Press. 村上陽一郎(訳) 1971 科学理論はいかにして生まれるか. 講談社.

- Hatano, G. & Inagaki, K. 2003 When is conceptual change intended? A cognitive sociocultural view. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.) *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: LEA. 407-427.
- 波多野誼余夫・稲垣佳世子 2006 概念変化と教授. 大津由紀雄・波多野誼余夫・三宅なほみ(編著) 認知科学への招待 2. 研究社. 95-110.
- 林 智幸 2004 行動予測から捉えた幼児の性格特性概念の内容. 教心研, 52, 52-60.
- 林 智幸・湯澤正通 2006 仲間に関する幼児の性格特性概念. 心研, 76, 554-559.
- Hofer, B. K. 2002 Personal epistemology as a psychological and educational construct: An introduction. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.) *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: LEA. 3-14.
- Hofer, B. K. & Pintrich, P. R. (Eds.) 2002 *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: LEA.
- 細谷 純 1976 課題解決のストラテジー. 藤永 保(編) 思考心理学. 大日本図書. 136-156.
- Inagaki, K. 1997 Emerging distinctions between naive biology and naive psychology. In H. M. Wellman & K. Inagaki (Eds.) *The emergence of core domains of thought: Children's reasoning about physical, psychological, and biological phenomena*. New Directions for Child Development, No. 75. San Francisco: Jossey-Bass. 27-44.
- 稲垣佳世子 2007 幼児における病気の抵抗力の理解——生気論的因果説明への選好. 日心71回大会, 1083.
- Inagaki, K. & Hatano, G. 2002 *Young children's naive thinking about the biological world*. New York and Brighton: Psychology Press.
- 稲垣佳世子・波多野誼余夫 2002 病気の原因についての素朴生物学的研究(1)——幼児における病因の識別. 教心44回総会, 568.
- 稲垣佳世子・波多野誼余夫 2004 幼児は特性概念を持つか? 教心46回総会, 122.
- 稲垣佳世子・波多野誼余夫(監訳) 2005 子どもの概念発達と変化——素朴生物学をめぐる. 共立出版. (Inagaki, K. & Hatano, G. 2002 *Young children's naive thinking about the biological world*. New York and Brighton: Psychology Press.)
- 井上比呂子 2005 自己概念の国際比較——日本とアメリカの子どもの自己イメージとは. 教心47回総会, 221.
- 伊藤秀子 1980 概念形成. 日本児童研究所(編) 児童心理学の進歩(1980年版), Vol. 19. 金子書房. 47-79.

- 岩男卓実 2002 推論——推論のプロセスとその支援. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (2002年版), Vol. 41. 金子書房. 23-49.
- 加藤尚裕・本澤智巳 2006 メタ認知活動と概念変化との関係に関する基礎的研究——小学校第4学年「空気の温かさと温度」における実験場面の事例分析を中心として. 九州女子大学紀要, 43 (1), 35-48.
- 紺野高裕・吉野 巖 2005 教師課題提示型学習と問題解決型学習における素朴概念変容効果および学習過程の比較. 教心47回総会, 491.
- 工藤与志文 2003 概念受容学習における知識の一般化可能性に及ぼす教示情報解釈の影響——「事例にもとづく帰納学習」の可能性の検討. 教心研, 51, 281-287.
- 工藤与志文 2005 概念的知識の適用可能性に及ぼす知識操作水準の影響——平行四辺形求積公式の場合. 教心研, 53, 405-413.
- 工藤与志文 2006 ルール学習に及ぼす「極端例」教示の効果. 教心48回総会, 335.
- 工藤与志文 2007 教科密着型研究および教科借用型研究をめぐって. 教育心理学年報, 46, 92-101.
- Kuhn, T. S. 1962 *The structure of scientific revolutions*. Chicago: Chicago University Press. 中山 茂 (訳) 1971 科学革命の構造. みすず書房.
- 楠見 孝 1993 推論. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1993年版), Vol. 32. 金子書房. 89-115.
- Lin, X., Schwartz, D. L. & Hatano, G. 2005 Toward teacher's adaptive metacognition. *Educational Psychologists*, 40, 245-255.
- 麻柄啓一 2001 二重推理法による誤概念の修正. 科学教育研究, 25, 128-136.
- 麻柄啓一 2005 「例外への懸念」とルール適用の促進. 教心47回総会, 112.
- 麻柄啓一 2006 例外への懸念がルール学習に及ぼす影響——ルールの適用をいかに促進するか. 教心研, 54, 151-161.
- 麻柄啓一・進藤聡彦 2003 「象徴事例」概念の提案と歴史学習に及ぼす象徴事例の効果の検討. 教心45回総会, 155.
- 麻柄啓一・進藤聡彦 2004a 象徴事例が効果を持つ条件. 教心46回総会, 76.
- 麻柄啓一・進藤聡彦 2004b 「象徴事例」概念の提案と歴史学習に及ぼす象徴事例の効果の検討. 教心研, 52, 231-240.
- 麻柄啓一・進藤聡彦 2007 誤概念のリバウンドを防ぐ教示の条件. 教心49回総会, 684.
- 丸野俊一 1983 概念学習. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1983年版), Vol. 22. 金子書房. 75-101.
- 丸野俊一 1994 素朴理論. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1994年版), Vol. 33. 金子書房. 91-116.
- Mason, L. (Ed.) 2007a Bridging the cognitive and sociocultural approaches

- in research on conceptual change. *Educational Psychologists*, 42(1) Special Issue.
- Mason, L. 2007b Introduction: Bridging the cognitive and sociocultural approaches in research on conceptual change: Is it feasible? *Educational Psychologists*, 42, 1-7.
- 松島恵介 2001 記憶と自己. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (2001年版), Vol. 40. 金子書房. 127-153.
- 三木尚樹・臼井 博 2007 素朴概念の自律的修正が与える学習への影響. 教心49回総会, 262.
- 向井隆久・丸野俊一 2004 心的特性及び身体的特徴の起源に関する素朴因果モデルの発達的变化. 教心研, 55, 98-109.
- 村上陽一郎 1979 科学と日常性の文脈. 海鳴社.
- 村山 功 1994 科学教育. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1994年版), Vol. 33. 金子書房. 171-193.
- 長瀬美帆 2003 密度概念の質的理解の発達——均等分布理解と関係概念の定性的理解からの検討. 教心研, 51, 261-272.
- 仲島恵美・吉野 巖 2006 素朴概念の修正におけるメタ認知的支援の有効性——メタ認知的支援による素朴概念の背景の意識化によって素朴概念は修正されるのか. 教心48回総会, 243.
- 仲島恵美・吉野 巖 2007 素朴概念の修正におけるメタ認知的支援の有効性(2)——素朴概念の背景の意識化と学習内容の記述内容の分析を通して. 教心49回総会, 53.
- 中島伸子 2001 科学的思考の発達と教育. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (2001年版), Vol. 40. 金子書房. 51-76.
- 中澤 潤・杉本直子・中道圭人 2006 イメージ画にみられる学生の発達, 成長, 成熟概念の違い. 千葉大学教育学部研究紀要, 54, 159-165.
- 落合正行 1985 概念・思考. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1985年版), Vol. 24. 金子書房. 83-108.
- 落合正行 2000 素朴理論の獲得. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (2000年版), Vol. 39. 金子書房. 53-77.
- 小野寺淑行 1990 概念・知識・問題解決. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1990年版), Vol. 29. 金子書房. 81-107.
- Palincsar, A. S., Collins, K., Marano, N. & Magnusson, S. J. 2000 Investigating the engagement and learning of students with learning disabilities in guided inquiry science teaching. *Language, Speech, and Hearing Services in the Schools*, 31, 241-251.
- Pintrich, P. R. 2002 Future challenges and directions for theory and research on personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.) *Personal*

- epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing.* Mahwah, NJ: LEA. 389-414.
- Renkl, A., Mandl, H. & Gruber, H. 1996 Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31, 115-121.
- 進藤聡彦・麻柄啓一・伏見陽児 2006 誤概念の修正に有効な反証事例の使用方略——「融合法」の効果. 教心研, 54, 162-173.
- 白井秀明・荒井龍弥・宇野 忍・斎藤 裕・工藤与志文・舛田弘子 2006 大学生の誤った知識の保持状況(1). 教心48回総会, 147.
- Sinatra, G. M. & Pintrich, P. R. (Eds.) 2003 *Intentional conceptual change.* Mahwah, NJ: LEA.
- 菅真佐子 1987 概念・知識. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1987年版), Vol. 26. 金子書房. 97-122.
- 鈴木亜由美・小川絢子 2004 幼児の権威概念の発達. 教心46回総会, 123.
- 田島充士・茂呂雄二 2006 科学的概念と日常経験知間の矛盾を解消するための対話を通じた概念理解の検討. 教心研, 54, 12-24.
- 高垣マユミ 2004 大学生はいかに力のプリコンセプションを変容させるか. 教心研, 15, 217-229.
- 高垣マユミ (編著) 2005 授業デザインの最前線——理論と実践をつなぐ知のコラボレーション. 北大路書房.
- 高垣マユミ 2006 科学的概念への変容を促す学習環境のデザイン——観察・実験場面における説明活動. 教心48回総会, 599.
- 高垣マユミ・田原裕登志 2005 相互教授が小学生の電流概念の変容に及ぼす効果とそのプロセス. 教心研, 53, 551-564.
- 高垣マユミ・田原裕登志・富田英司 2006 理科授業の学習環境のデザイン——観察・実験による振り子の概念学習を事例として. 教心研, 54, 558-571.
- 高垣マユミ・田爪宏二・松瀬 歩 2007 相互教授と概念変容教授を関連づけた学習環境の設定による概念変化の促進. 教心研, 55, 426-437.
- 田中俊也 2004 思考の発達についての総合的研究. 関西大学出版部.
- 谷村 亮・松田文子 2004 小学校5年生が時間の比較判断に用いる知識と方略: 5年算数「速さ」単元の授業前と授業後の比較. 教心研, 15, 129-139.
- 植松公威 2005 過去経験と科学情報の統合を促すテキストと読みの方針がミスコンセプションの修正に及ぼす影響. 教心47回総会, 414.
- 植松公威 2007 誤概念の保持を防ぐための教材——「範囲画定」の効果. 教心49回総会, 685.
- 梅田 聡 1999 記憶. 日本児童研究所 (編) 児童心理学の進歩 (1999年版), Vol. 38. 金子書房. 55-80.
- Vosniadou, S. 2007 The cognitive-situative divide and the problem of conceptual change. *Educational Psychologists*, 42, 55-66.

- 若本純子・無藤 隆 2004 中年期の多次元の自己概念における発達の特徴——自己に対する関心と評価の相互作用という観点から. 教心研, 52, 382-391.
- 山 祐嗣 1995 推論. 日本児童研究所(編) 児童心理学の進歩(1995年版), Vol. 34. 金子書房. 67-90.
- 山縣宏美 2002 中学生の持つ電流のメンタルモデルの分析. 日本教育工学雑誌, 26 (Supple.), 15-19.
- 山縣宏美 2004 科学概念の形成におけるアナロジー画像説明の効果. 教心46回総会, 213.
- 山縣宏美・平山るみ・杉原真晃・中西政志 2003 誤概念の修正に影響する堅固性の要因の検討——電流の課題を用いて. 教心45回総会, 497.
- 山岸明子 2004 小学生の約束概念の発達——22年前の調査と比較して. 教心46回総会, 248.
- 山岸明子 2005 小学生の約束判断における状況の考慮——他者の気持ち・集団の義務の考慮. 日心69回大会, 1132.
- 山岸明子 2006 現代小学生の約束概念——22年前との比較. 教心研, 54, 141-150.
- 山岸明子 2007 現代小学生の約束概念の発達: 状況の考慮をめぐって. 社心研, 22, 285-294.
- 山下清美 1992 概念・知識. 日本児童研究所(編) 児童心理学の進歩(1992年版), Vol. 31. 金子書房. 107-133.
- 湯澤正通 2003 概念と概念形成. 日本児童研究所(編) 児童心理学の進歩(2003年版), Vol. 42. 金子書房. 33-58.