

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	川那部 隆司 (かわなべ たかし)
○学位の種類	博士 (文学)
○授与番号	甲 第 730 号
○授与年月日	2011 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	Naive Physics Concepts and Their Developmental Change: Through a Comparison between Sound and Heat (素朴物理概念とその発達的变化—音と熱の比較を通して—)
○審査委員	(主査) 吉田 甫 (立命館大学文学部特別任用教授) 尾田 政臣 (立命館大学文学部教授) 星野 祐司 (立命館大学文学部教授)

<論文の内容の要旨>

本論文は、人がもつ自然概念に関わる素朴概念とはどのようなものであり、そうした概念にはどのような特徴があるかを検討し、さらにそれが発達に伴いどのような概念変化を被るかを実証的に検討したものである。

第 1 章では、先行研究を全体的にレビューしている。まずこれまで、理科の学習は難しいことが指摘されてきたが、その理由として、理科で扱われる科学的概念自体の困難さなどの理由が挙げられてきた。しかし、近年の研究では、児童・生徒が日常生活におけるさまざまな経験を通して獲得する素朴概念の影響が指摘されている。素朴概念は、観察の結果、直観的に形成され、特定の状況と深く結び付いており、学校で教えられる科学的概念とは異なっていることも多い。発達と教育にかかわる心理学者たちは、生徒が科学的に誤った素朴概念を理科の授業に持ち込んでおり、そのことが、学習内容の深い理解の達成を妨げていることを示してきた。こうした先行研究の知見に基づくと、生徒の素朴概念を考慮に入れた、新しい効果的な教授法を考案する必要があることを第 1 章で指摘した。生徒の素朴概念を考慮に入れた授業を設計することで、素朴概念が科学的に誤っている場合にはそれを科学的概念へと変化させるよう促し、科学的に正しい場合には、それを活かしてさらに理解を深めていくことが可能になる。しかし、現時点における素朴概念とはどのような特質をもっているかおよび概念変化がどのように進行するかに関する理論やデータは、まだほとんど研究が進んでいない。新たな教授法を開発するためには十分な研究が不可欠

であるが、残念ながら現実からのそうした要請に応えるには、まだ道半ばと言わざるを得ない現状である。こうして、子どもがもつ素朴概念についておよび発達に伴う概念変化についての詳細な調査を行い、概念発達についての理論を発展させることが求められる。

第 2 章では、音と熱に関わる素朴概念の特徴を明らかにすることを目的として、音と熱に関する重力の影響などを査定する研究 1 が文系大学生を対象にしておこなわれた。その結果、大学生といえども、音と熱を科学的というよりは、素朴概念として捉えており、特にそれらの概念に対して物質性を付与していることを明らかにした。しかし同じ物質性とは言っても、音は重いモノ、熱は軽いモノという知識として把握していた。こうした結果は、熱に関する先行研究での結果と軌を一にしており、熱と音とが類似した素朴概念の特徴を持っていることが示唆された。

第 3 章では、選択肢を提示するあるいは面接で反応を引き出すと行った方法論的な違いが結果に与える影響について検討した。これを検討するために、文系大学生を対象にして研究 2 では音について、研究 3 では熱について面接法によって参加者の知識を引き出した。その結果、面接による直接的な反応においても、質問紙法を主に利用した研究 1 と類似の結果が得られ、そうした方法の差異による違いはほとんどないことが明らかになった。

第 4 章では、さまざまな課題文脈を設定し、音と熱の概念を多面的に捉えると同時に、課題文脈が結果に与える影響を調べた。研究 4 では、音について問題状況が提示される文脈として 8 種類の文脈状況で課題を設定して、文脈の影響を検討した。その結果、文系大学生は、音に対して重さ、移動の速さなどといった物質性を付与していることが明らかにされた。次に、研究 5 では同じく文系大学生を対象に、音に関わる 3 種類の文脈状況（媒体の差、音の伝播、大きさと頻度）を設定して、素朴概念の特性を検討した。その結果、科学的概念を学習している文系大学生において物理現象に対する物質性の特徴を付与した結果が見いだされた。さらに、研究 6 では、同じく文系大学生の熱に対して物質としての理解があるかどうかを 4 種類の文脈状況を設定して検討した。その結果、媒体によって概念の理解に大きな影響があることが明らかにされた。また熱と温度という概念に対しても、素朴概念の点から理解していることが示された。

第 5 章では、発達に伴う概念変化の過程を調べるために、3 つの研究が行われた。まず研究 7 では、科学の公的な学習を受ける前の小学 5 年生を対象にして 8 種類の課題を提示して音に関わる素朴概念の特徴を検討した。その結果、彼らは音が伝播するためには何らかの空間が必要であり、音には重さという物質性があるという素朴概念を所持していた。これらは、基本的には、文系大学生と類似した特徴であった。研究 8 では、科学的概念を十分に学習している物理学専攻の大学生を対象にして音の伝播に関する問題を提示して、素朴概念と科学的概念の理解の状態の差を検討した。音に物質性があると回答した少数の大学生がいたが、予想どおりに、ほとんどの参加者は、科学的な観点から音を理解していた。次に、研究 9 では、素朴概念のみで概念を理解していると予想される小学 3 年生を対象にして、音と熱の素朴概念を検討した。その結果、彼らは、音は上から下への方向がその逆

よりも早く伝わると考えており、音に重さを付与していることが明らかにされた。熱についても、同様の傾向が見いだされた。この結果を大学生と比較すると、大学生の素朴概念は、音は重く熱は軽いという 2 種類の素朴概念として把握しており、公的な教授を受けた後で素朴概念の変化が見いだされた。最後に、研究 10 では、光概念を学習している中学 1 年生の 14 時間の授業を観察・録画して、学習の過程を検討している。その結果、教師はカリキュラムに従って科学的概念を丁寧に指導し詳細に説明してから生徒に実験をおこなわせていた。それにも関わらず、生徒の発言と問題解決には、素朴概念による回答が散見されており、公的な教授を受けたからと言って直ちに科学的概念が獲得されるものではないことが明らかにされた。

第 6 章では、これらの研究に関わる総括がなされている。研究の結果、以下の 3 点が明らかになった。(1) 科学的な概念としての音と熱は、基本的にはモノではないが、いずれもモノと理解されていた。(2) 公的学習前には、音も熱も「重いモノ」と考えられているが、公的学習後には、熱は「軽いモノ」と考えられるようになるという変化が見られた。そして (3) こうした変化は、公的学習内容の影響を強く受けていた。総括としては、素朴概念および概念変化に関する既存の理論について考察を行い、この領域における展望を指摘した。これに関しては 2 点ある。1 つは、学習経験が学習者の素朴概念に及ぼす影響についてである。これまで、科学的に誤った素朴概念の変化については、学習を通して科学的概念に変化するか、変化せず素朴概念を保持し続けるか、という二分法的な考えが一般的であった。しかし、本研究の結果からは、第三の変化が示された。それは、科学的に誤った素朴概念が、学習経験によって、また別の科学的に誤った素朴概念に変化する、というものである。このことは、学習者の素朴概念を考慮に入れた授業をデザインしていく上で、非常に有用な知見であり、教育実践への示唆ともなっている。近年では、体験型の授業や実験を多く取り入れた授業が広く実施されている。しかし、本研究の結果を考慮すると、こうした授業を行ったとしても、新たな、科学的に誤った概念を生じさせる可能性があると考えられる。科学的に誤った素朴概念を、科学的概念へと変化させるためには、学習者の素朴概念とその変化の過程についての理論を構築し、それを踏まえた上で、適切な授業デザイン、教授方略を実践していく必要があるだろう。今後の研究についての第二の示唆は、素朴概念自体のとらえ方に関するものである。これまで、素朴概念研究は、暗黙のうちに、独立した固有の概念の存在を仮定し、それを明らかにすることを目的としてきた。しかし、本研究の結果から、明らかにしたい物理事象にのみ焦点を当てるのではなく、その事象に関連するより日常的で馴染みのある物質や他の事象にも焦点を当てる必要性が浮かび上がってきた。こうした観点から研究を進めることで、人の、より原初的な自然認識の姿が明らかにできるのではないだろうか論じて章を終えている。

<論文審査の結果の要旨>

審査員 3 名の合議による総合所見を以下に述べる。

基本的には、博士論文として十分なレベルに達していることが確認された。著者の研究は、基本的には、素朴概念の中でも音と熱とに焦点を当てて、その特徴と発達を明らかにしている。先行研究では、力や運動といった概念についてはかなりの研究が展開されているが、著者が研究した熱と音については、研究が少なく、その意味で新たな地平を切り開いていると言える。これらの素朴概念を研究する際にも、文脈的な影響を加味したさまざまな問題を作成して、それら概念の多様な側面の特徴を明らかにした。また、発達的にも、公的な教育を受けていない子ども、まさにその概念を学習している中学生、すでに科学的概念の学習を終えた大学生（高校で物理を学習した理系の大学生、高校では学習していない文系の大学生）などに対して、面接法、質問紙法などの多様な方法を駆使して、発達的变化を検討している。その中で、先行研究で概念変化について暗黙的に考えられている仮定、つまり素朴概念から科学的概念への変化という大まかな発達ではなく、科学的概念を学習することで、異なる側面をもつ素朴概念が出現するという新たな知見を見いだしている。こうした知見は、概念発達が、単に素朴概念から科学的概念へという単純な移行過程ではなく、かなり複雑な過程を経由することを示唆しており、今後の概念変化という研究領域に大きな方向性を与えるものであり、今後のこの分野でのフロンティアとなる可能性を秘めている。

しかしながら、いくつかの問題も指摘された。まず認知心理学という視点から見ると、実験方法に甘さがあるという問題である。また素朴概念と科学的概念について、知識の延長と見なしているのか、それとも知識の運用までも含んでいるのかが、はっきりしないとも指摘された。さらに、合計9種類もの問題を課題として使っているが、そこに一貫した狙いがあるのかどうか、明確でないというコメントもあった。また文脈の影響ということで課題を作成しているが、それは本当に文脈の影響といえるのか、むしろ内容の違いではないかとも指摘された。

こうした問題は残るものの、全体としては、9つの研究を行い、素朴概念の特徴をあぶり出し、その発達もかなり明確に同定しており、教育心理学で必要とするさまざまな要素を満足させている論文と言えよう。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の公開審査は、2011年6月15日（水）午後4時30分より同日午後6時まで1時間半、末川会館第2会議室において、行われた。審査委員会は、本学大学院文学研究科心理学専攻博士課程後期課程の在学期間中における学会誌への発表や国際学会での発表など様々な研究活動、また公開審査の質疑応答を通して博士学位に相応しい能力を有することを確認した。

以上の点を総合的に判断して、本論文は、本学学位規程第18条第1項に基づいて、「博士（文学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。