

乳幼児期から低学年児童期の科学教育プログラム「かがく」が「具体的知識(概念)」と「抽象的知識(概念)」を構成するしくみについての理論的考察

小谷 卓也*

抄録 本研究は、文献研究によって (1) 乳幼児期から低学年児童期にかけての子どもが体験を通して獲得する知識と、学校で教授されて獲得する科学知識を、「具体性」と「抽象性」の2つの観点から「具体的知識(概念)」と「抽象的知識(概念)」とに分類し、(2) 乳幼児と低学年児童を対象として提案した科学教育プログラム「かがく」が、これら2つの知識を構成するしくみについて論じることを主たる目的とした。この結果、「かがく」において設定した「知的な気づき」とそれに基づいた「環境構成」、「保育展開」により、保育者・教師からの教授を経ずに「具体的知識(概念)」や「抽象的知識(概念)」を構成できることが理論的に考察された。

キーワード 具体的知識(概念)、抽象的知識(概念)、乳幼児、低学年児童、かがく

1. 問題の所在

1989(平成元)年に生活科が新設されて30年あまりとなる。この間、生活科は小学校現場において定着したが、新設当初からの課題も存在する。平成29年に告示された学習指導要領解説生活編において「2 生活科改訂の主旨及び要点」では、更なる充実を図ることが期待される点の1つとして「具体的な活動を通して、どのような思考力等が発揮されるか十分に検討する必要がある」ことが指摘されている。この課題は、しばしば「活動あって学びなし」ということばで形容されるが(佐賀県教育センター小学校生活科教育委員会、2010)、その背景には、算数科・国語科といった教科とは違った生活科の特異な「教科特性」にあると考える。木村は生活科の教科特性を、①教科の学問的背景を持たないこと、②学習者自身を学習対象とすること、③体験や活動を通すことによって学習が成り立つこと、と指摘している(木村、2008)。木村の指摘にあるように、生活科は学問的背景を持たないため、授業の中で特定の学問領域の専門的な知識を教授することはない。その代わりに五感を通して体験したことについて思考し、判断し、表現することで個別の対象に対する気づきを深めることを教科の主たるねらいとしている(田中、2020)。換言すれば、生活における課題を見出し、これまでの経験をもとに思考し、解決の方法をみつけていくといった「学び方を学ぶ」(＝問題解決の方法を学ぶ)ことをねらいとした教

科ということが出来る(木村、2002)。学問的な知識を教えるのではなく、体験を通して自分の思いや願いを実現したり問題を解決したりする生活科の特性は、幼児期の「遊び」における学びと共通するものである。一方、幼児教育における「遊び」や生活科において子どもが獲得する知識に関しては、現行の幼稚園教育要領・保育所保育指針・幼保連携型認定こども園教育保育要領、小学校学習指導要領では、次のように述べられている。例えば幼稚園教育要領解説(2018(平成30)年2月、文部科学省)では、資質・能力の1つである「知識及び技能の基礎」を「幼児が自ら感じたり、気付いたり、分かたり、できるようになったりすること」(p.45)としている。保育所保育指針解説(2018(平成30)年2月、厚生労働省)における「知識及び技能の基礎」とは、「具体的には、豊かな体験を通じて、子どもが自ら感じたり、気付いたり、分かたり、できるようになったりすること」(p.71)としている。幼保連携型認定こども園教育・保育要領解説(2018(平成30)年2月、内閣府)における「知識及び技能の基礎」とは、「生活を離れて知識や技能を一方的に教えられて身に付けていく時期ではなく、生活の中で自分の興味や欲求に基づいた直接的・具体的な体験を通して、この時期にふさわしい生活を営むために必要なことが次第に培われる」(p.25)としている。また小学校学習指導要領解説生活編(2017(平成29)年2月、文部科学省)における「知識及び技能の基礎」とは、「活動や体験の過程において、自分自身、身近な人々、社会及び自然やそれらの関わり等についての気づきが生まれること」(p.12)とし

*教育学部教育学科

ている。ここでいう「気付き」とは、「対象に対する一人一人の認識であり、児童の主體的な活動によって生まれるもの」(p.12)とし、「気付きは確かな認識へとつながるものであり、知識及び技能の基礎として大切なものである」(p.13)としている。この様に各要領・指針における表記の仕方には違いがあるが、幼児教育における「遊び」や生活科において子どもが獲得する知識に対する認識として共通していることは、保育者・教師に教えられるのではなく、子ども自身が体験を通して気づいたり、感じとったりしたことを「知識」とみなしている点である。木村は、この様な「知識」を「体験を通して得られる知」と表現し、子ども自身が日常生活において課題を解決したり、主體的に対象と関わった結果得られる知識としている(木村、2008)。これまで幼児教育や生活科における「知識及び技能の基礎」についての議論は、「問題解決能力」といった「技能」面が中心であり、木村の言う「体験を通して得られる知」(以後、「体験を通して得られる知識」と称す)といった「知識」面についてはほとんどなされてこなかった。さらに科学教育の観点からいえば、乳幼児期から低学年児童期において培われる「自然に関わる体験を通して得られる知識」と「科学知識」との「関係性」や、これら2つの知識を理科の学習のない乳幼児・低学年児童にどの様に獲得させるのかについての議論はほとんどなされてこなかった。

2. 研究の目的

本研究は、文献研究によって(1)乳幼児期から低学年児童期にかけての子どもが体験を通して獲得する知識と、学校で教授されて獲得する科学知識を、「具体性」と「抽象性」の2つの観点から「具体的な知識(概念)」と「抽象的な知識(概念)」とに分類し、(2)乳幼児と低学年児童を対象として提案した科学教育プログラム「かがく」が、これら2つの知識を構成するしくみについて論じることを主たる目的とした。

3. 研究の方法

研究の方法としては、乳幼児教育、発達心理学、科学教育、理科教育、生活科教育の学会誌及び研究紀要、書籍等を対象とした文献研究の手法を用いて分析・考察を行った。具体的には、以下の手続きに従って論考を展開した。

(1) 乳幼児期から低学年児童期にかけての子どもが「自然に関わる体験を通して得られる知識」と、学校で教授されて獲得する「科学知識」を、「具体性」と「抽象性」の2つの観点から「具体的な知識(概念)」と「抽象的

な知識(概念)」に分類した。

(2) 子どもが体験から獲得した「具体的な知識(概念)」を「抽象的な知識(概念)」である「科学知識(概念)」に構成するために重要な要素と、子どもが科学的に誤った知識(概念)である「素朴概念(誤概念・代替理論)」を獲得した場合、それを「科学知識(概念)」へ再構成するために重要な要素について湯澤・ヴィゴツキー(Vygotsky)・谷川の緒論を援用して抽出した。

(3) 乳幼児と低学年児童を対象とした科学教育プログラム「かがく」が、「具体的な知識(概念)」と「抽象的な知識(概念)」を構成するしくみについて論じた。

4. 「自然に関わる体験を通して得られる知識」と「科学知識」についての緒論とその新たな分類

「自然に関わる体験を通して得られる知識」の位置づけについては、主に以下の緒論がある。ピアジェ(Piaget, J.)の理論と研究を基盤にカミイ(Kamii, C.)とデブリーズ(DeVries, R.)により提案された「構成論に基づく教育(constructivist early education)」では、子どもは知識や道徳的価値を大人から注ぎ込まれるのではなく、自発的で実験的な活動(=体験活動)を通して自ら発見していくとした(橋本、2002)。カミイとデブリーズはこの構成論の考えに立脚し、幼児は体験を通して「物理的知識」、「論理-数学的知識」、「社会的知識」の3つの知識を構成すると指摘した(e.g., C. カミイ・加藤泰彦ら、2018:7-11; C. カミイ・L. デブリーズ、2003:37-50; 小川、2017 35-38; 橋本、2018:120-121)。これら3つの知識のうち「自然に関わる体験を通して得られる知識」についての知識の定義及びその特徴は、表1の通りである。

表1 構成論における「自然に関わる体験を通して得られる知識」についての知識の定義・特徴・具体例

	定義	特徴	具体例
物理的知識	外界の「物質」や「現象」の物理的特徴(=事物の性質・特性)についての知識	外部から観察可能な特徴を抽象する(=単純抽象 ^{註1)})ことで得られる。	石は重い ガラスコップは割れる 色・重さ・形
論理-数学的知識	事物の大小関係や包摂関係(=全体と部分の包含関係)などの関係性についての知識	個人の頭の中で事物と事物の関係を抽象する(=内省的抽象 ^{註2)})ことで得られる。このため、外部から観察不可能である。	数の概念(A、B、C、Dをあわせる)と「4」つになる 赤いビーズは青ビーズより2個多い 赤のおはじきと青のおはじきは色が違う

また森藤・坂本は、理科教育用語としての定義は現時点で厳密なものがないとしながら、「子どもたちが日常生活の中で身につけたり、構成したりする知識」を「日常知」と定義づけている（森藤・坂本、1998：134-139）。中山は、学校で教科の学習を経験する前の子どもが教室に持ち込む自然に関する独自の知識体系を「子どもの科学」といい、「日常知」がこれに当たるとしている（中山、2004：23-40）。湯澤は「日常で身につけた知識」を「日常知」と定義し、「日常知」は他に「素朴概念」、「誤概念」、「代替概念」などとも呼ばれると述べている。湯澤によれば「日常知」は、子どもが自然の現象や事物に対して、日常生活での経験に基づいて構成されるため科学知識とは異なる内容となることが多く、子どもの科学知識の構成を阻害することがあると指摘している（湯澤、2004 a：2-22）。さらにヴィゴツキー（Vygotsky, L. S.）は、子どもが様々な事物に触れながらその外的性質などを自然と身につけるといふ概念を「生活的概念（または自然発生的概念）」と定義した。この概念の特徴は、子どもが普段の生活の中で使用していても自覚がないため、「生活的概念」を意図的・随意的に使用することはできないこととした（柴田、2006：93-124）。

一方、主に学校において教師等の大人から教科学習等を通して与えられる「科学知識」の位置づけについては、主に以下の緒論がある。森藤・坂本は、「学校で教えられることが期待されている知識」を「学校知」と定義づけている（森藤・坂本、1998：134-139）。中山は、「科学者の共同社会で共有される科学知識」を「科学知」とし、「学校のカリキュラム上に取り上げられている科学知識」、「教師が保有している科学知識」、「学校での学習後、児童・生徒が保有する科学知識」をまとめて「学校知」と定義している（中山、2004：23-40）。湯澤は、「日常知とは独立に形成された科学概念」を「学校知」と定義した（湯澤、2004：2-22 a）。さらにヴィゴツキーは、授業などで教師から「概念間に論理的な関係を立てることを学ぶことで理解されるある一定の概念体系」を「科学的概念」と定義した。「科学的概念」は、現実の世界にある事物を直接知覚しても得られるような概念ではなく、教師から教えられることによって概念の体系を自覚し、それを随意に使用できるようになるとした（柴田、2006：93-124）。

以上で述べた「自然に関わる体験を通して得られる知識」として位置づけられた「物理的知識」・「論理-数学的知識」、「日常知」、「子どもの科学」、「生活的概念」と、「科学知識」と位置づけられた「学校知」、「科学知」、「科学的概念」との「関係性」を明確にするため

に、谷川の指摘する「具体性」と「抽象性」の観点から改めて分類することを試みた。谷川の観点を援用した理由は、これらの知識（概念）が、具体的な事象のデータから抽象的な規則（一般）性を導くことで獲得されるという「科学知識」獲得のプロセスを参照することで、これらの知識を分類することができると考えたからである。谷川は算数・数学教育の観点から、「具体的なもの」は「個別に理解している」、「五感でとらえることができる」、「実用的である」といった性質を持ち、「抽象的なもの」は「一般的に理解している」、「五感で捉えることができない」、「本質的である」といった性質を持つと指摘している（谷川、2021：24-31、50-61）。谷川の考えを援用し、新たな分類の2観点を「具体的な知識（概念）」と「抽象的な知識（概念）」とし、その特徴を表2に定義した。

表2 「具体的な知識（概念）」と「抽象的な知識（概念）」の特徴（谷川（2021）のp.61の図より作成）

	具体的な知識(概念)	抽象的な知識(概念)
知識(概念)の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・事象(課題)ごとに対象と直接関わって構成されること ・個別に対象と関わっているため五感でとらえやすいこと ・すぐに生活に役立つものであること 	<ul style="list-style-type: none"> ・事例ごとの理解ではなく、各事例に共通したもの(関係性)が頭の中で構成されること ・「関係性」という実体のないもののため五感で捉えることができないこと ・すぐに役立たないが、幅広く応用がきく(汎用性がある)こと

さらに表2で定義した「具体的な知識（概念）」と「抽象的な知識（概念）」の特徴を基に「自然に関わる体験を通して得られる知識」と「科学知識」とを新たに分類することで、図1の様に知識（概念）の「関係性」を明確にすることができた。

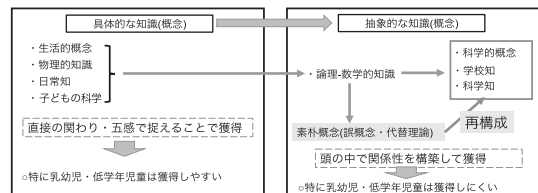


図1 「具体的な知識（概念）」と「抽象的な知識（概念）」という観点による知識（概念）の分類

「具体的な知識（概念）」である「生活的概念」・「物理的知識」・「日常知」は、子どもが直接的な関わりや五感を通して獲得する「物」や「現象」の観察可能な特徴に関する知識である。一方、「抽象的な知識（概念）」は、

子どもが「物」や「現象」に関する「関係性」を頭の中で構成することで獲得する知識である。その意味において、子どもは獲得した「具体的な知識（概念）」を互いに関連づけしながら「抽象的な知識（概念）」の1つである「論理－数学的知識」を構成すると考えた。しかし「論理－数学的知識」は、そのまま科学的には正しい知識（概念）である「学校知」、「科学知」、「科学的概念」もあれば、科学的には正しい知識（概念）でない「素朴概念（誤概念・代替概念）」もあると考えた。このため「素朴概念（誤概念・代替概念）」については、教師が学校で何らかの方法を用いて「学校知（科学知）・科学的概念」に再構成する方法か、最初から「素朴概念」を生じにくくする方法が必要であると考える。

5. 「具体的な知識（概念）」から「学校知（科学知・科学的概念）」を構成するための要素の抽出

本節では、最初に湯澤、ヴィゴツキー、谷川の緒論から「具体的な知識（概念）」から「学校知（科学知・科学的概念）」を構成するための方法を述べ、さらにこれらの緒論から「学校知」構成のための要素を抽出した。

5.1 湯澤による「素朴概念」の再構成の方法（湯澤、2004 a : 2-22 ; 湯澤、2004 b : 42-61）

湯澤は「素朴概念」を「学校知」へと再構成するための重要な要素として、(1)「学校知」の構成は、「具体的な知識（概念）」と同じ日常生活の文脈で構成させる必要があること、(2) 日常生活で構成した「素朴概念」と日常生活と関連づけて教えられた「学校知」との矛盾を意識させること、(3) クラスの仲間による相互作用、をあげている。換言すれば、(1) については、理科の教科書に記されている科学知識（概念）（＝学校知）を子ども達の日常体験で馴染みのあるエピソードと関連づけて教えることを、(2) については、(1) の過程において教師が教えた「科学知識（概念）」と、子ども達の「素朴概念」との間に矛盾があることを認識させることを意味している。さらに (3) については、クラスの仲間が同じ問題に対して「互いに話し合う」といった子ども同士のやりとりを通して、子どもは自分の「素朴概念」と「科学知識（概念）（＝学校知）」との違いを意識し、知識の再構成に至ると述べている。

5.2 ヴィゴツキーによる「科学的概念（＝学校知）」構成の方法（柴田、2006 : 93-124）

ヴィゴツキーは、第4節で述べた「生活的概念」と「科学的概念」がそれぞれ反対の道を通って発達すると考えた。「生活的概念」は周囲の事物に直接ふれあう体験を通して無自覚に獲得される。無自覚であるため「生

活的概念」には「体系性」や「随意性」がないが、直接体験を積み重ねる過程において対象を正確に意識し、その背景にある概念そのものを自覚し、それを操作できる抽象的思考に到達するとしている。また「科学的概念」は、「生活的概念」とは逆に事物との直接の出合いを通してではなく、授業において教師から対象の持つ概念間の論理的な関係を構成することを教授されることで獲得される。そして獲得された「科学的概念」を使って、周囲の「物」や「現象」の性質、体験したことについて理解していくとしている。ただ「科学的概念」が自覚され「随意性」を持つには、それを適用すべき「生活的概念」がある一定の水準まで発達している必要があり、また同時に「生活的概念」が抽象的思考にまで到達するためには、「自覚性」と「随意性」をもった「科学的概念」が発達している必要があると指摘している。図2の様に「科学的概念」は「生活的概念」を通じて高次へと発達し、「生活的概念」は「科学的概念」を通じて低次へと発達するといった相互関係があるとした。「生活的概念」に「自覚性」と「随意性」を持たせるための最良の方法は「科学的概念」を習得させることであるが、子ども達が教師から教わる「科学的概念」に対して必要性を感じなければそれは一般的に困難である。ヴィゴツキーは、「科学的概念」の習得が「生活的概念」の習得の様に自然発生的であるためには、「科学的概念」が具体的にどの様に生活と結びついているのかを明確にして教える必要があると指摘している。

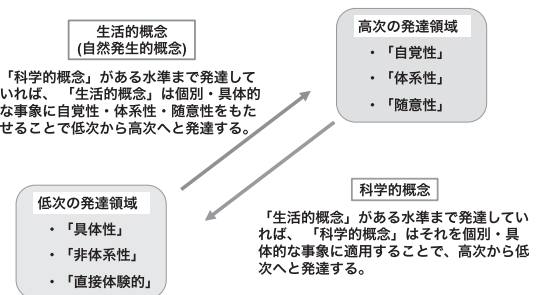


図2 「生活的概念」と「科学的概念」の相互関連性と発達方向性（柴田（2006）の p.103 の図をもとに作成）

5.3 谷川による「科学的概念（＝学校知）」構成の方法（谷川、2021 : 119-136）

谷川は、思考は「具体化」と「抽象化」の往復運動であると指摘している。つまり人は目に見える具体的なものでしか理解できないが、物事の本質は目に見えない抽象的なものであるとし、物事を本質的に理解するためには「具体化」と「抽象化」の両方を適宜使いこなせるこ

とが重要であるとした。例えば数学では、「様々な三角形」(中学数学) → 「三角比」(数学 I) → 「三角関数」(数学 II) へと学年が進むにつれ「抽象化」していくが、抽象度の高い「三角関数」を学んでから、二等辺三角形や直角三角形といったより具体的な「様々な三角形」について学び直せば、三角形の本質が理解できるとした。また数学の問題は、「具体化」と「抽象化」の考え方をを用いて、(1)「図示」、「具体的な数値の代入」、「場合分け」等を駆使して問題を「具体化」して理解する、(2)問題を理解したら数式等を使用して「一般化(抽象化)」する、(3)得られた一般式(公式)のまま(=抽象的なまま)操作する(活用する)という3つのステップで解けるとした。

5.4 「具体的な知識(概念)」から「学校知」を構成するために重要な要素

湯澤、ヴィゴツキー、谷川の論考から抽出された「具体的な知識(概念)」から「学校知(科学知・科学的概念)」を構成するための方法を表3の様にまとめた。

表3 湯澤、ヴィゴツキー、谷川の論考から導かれた「学校知」構成のための方法

	「学校知」構成に重要な要素
湯澤の方法	(1)「具体的な知識(概念)」と同様に、日常生活の文脈において「学校知」を構成する (2)日常生活で構成した「素朴概念」と日常生活と関連づけて教えられた「学校知」との矛盾を意識化させる (3)クラスの仲間同士で相互作用させる
ヴィゴツキーの方法	「科学的概念」の習得が「生活的概念」の様に自然発生的になされるためには、「科学的概念」が具体的にどの様に生活と結びついているのかを明確にして教える必要である
谷川の方法	物事を本質的に理解するためには「具体化」と「抽象化」の両方を適宜使いこなせることが科学的概念(=学校知)を構成する上で重要である

表3より、「具体的な知識(概念)」から「学校知」を構成するために重要な要素を表4のように抽出した。

表4 「具体的な知識(概念)」から「学校知」を構成するために重要な要素

(要素1)生活における事象と関連づけた「学校知(科学知・科学的概念)」の構成
(要素2)「素朴概念」と「学校知(科学知・科学的概念)」とが矛盾することを意識づける場面の設定
(要素3)適切な仲間同士の相互作用(関わり)

6. 乳幼児と低学年児童を対象とした科学教育プログラム「かがく」が「具体的な知識(概念)」と「抽象的(概念)」を構成するしくみ

6.1 乳幼児期から低学年児童期の科学教育プログラム「かがく」の概要

小谷らは、「もの(=物質)」や「こと(=現象)」に関わる体験を通して、子どもにその性質・仕組みを感じとらせ、自分なりの思考力を培われるようにするための乳幼児(0-6歳)と低学年児童(7-8歳)を対象とする8年一貫型科学教育カリキュラム「かがく」(以下、「かがく」と称す)を提案し、2009年頃から約40種類の「かがく遊び」のプログラムを開発し、研究協力校園において、「物や現象と関わる遊び」や「生活科(自然領域)」の中で実践を繰り返しながら改良を行ってきた。「かがく」のねらいは、(1)教科の土台となる物理・化学分野の体験活動である「物や現象と関わる遊び」における探索活動を通して「思考のスキル³³⁾」を自然に習得すること、(2)8歳の終わりまでに自力で「自分なりの理屈(考え)」を構築すること、の2つである(小谷, 2021: 58-59)。

6.2 「かがく」の保育・授業で設定される「知的な気づき」と「具体的な知識(概念)」・「抽象的な知識(概念)」との関係

「かがく遊び」の保育・授業設計の際には、「水遊び」、「斜面転がし遊び」、「磁石遊び」といった「かがく遊び」のテーマを決めた後、そのテーマに適した「知的な気づき」を設定する。「知的な気づき」とは、乳幼児(低学年児童)が「かがく遊び」体験を通して、自力で気づくことのできるレベルの初等的な科学知識と定義している。「知的な気づき」は、「物理的知識」に相当するものと「論理-数学的知識」に相当するものがある。乳児(0-2歳児)では、一般的に五感で捉えることで獲得できる「物理的知識」に相当する「知的な気づき」を設定することが多いが、幼児(3-5歳児)及び低学年児童(6-8歳)ではそれに加え、頭の中で構成することで獲得できる「論理-数学的知識」に相当する「知的な気づき」を設定している(表5参照)。既に述べたように「物理的知識」は「具体的な知識(概念)」の1つであり、「論理-数学的知識」は「抽象的な知識(概念)」の1つである。このため「かがく」では、保育者・教師が子どもの「発達段階」にあわせて「知的な気づき」を設定することで、8年間でどちらの知識も構成することのできる機会を子どもに提供できる。なお「6.1」で述べた「自分なりの理屈(考え)」とは「論理-数学的知識」に相当する「知的な気づき」のことを指し、「かがく」

では、小学校中学年で教科「理科」が始まるまでに、子どもが「抽象的な知識（概念）」である「自分なりの理屈（考え）」を構築することをねらいとしている。

表5 「物理的知識」及び「論理-数学的知識」に相当する「知的な気づき」の例

	「物理的知識」に相当する「知的な気づき」(= 具体的な知識(概念))	「論理-数学的知識」に相当する「知的な気づき」(= 抽象的な知識(概念))
ものの溶け方(融解)遊び	・物には体温でとける物と溶けない物がある	・体温でとけない物でも、温めるととける
ものの浮き沈み遊び	・物には水に浮く物と沈む物がある	・浮いている(浮いている)物に沈んでいる物を取りつけると沈む(浮く)
斜面転がし遊び	・斜面に置くと、転がる物と転がらない物がある	・斜面の角度を変えると、転がらない(転がる)物でも転がる(転がらない)ようになる

6.3 「かがく」が「具体的な知識（概念）」や「抽象的な知識（概念）」を構成するしくみ

第4節の図1で述べたように、「生活的概念」・「物理的知識」・「日常知」・「子どもの科学」といった子どもが直接「物」や「現象」と関わり、五感を通して獲得する「具体的な知識（概念）」は、「抽象的な知識（概念）」である「論理-数学的知識」を構成するための土台となる。また「論理-数学的知識」は科学的に正しい「学校知（科学知・科学的概念）」である場合と、科学的には正しくない「素朴概念（誤概念・代替概念）」の場合がある。よって後者の場合は、「素朴概念」を「学校知」に再構成する必要がある。そこで「5.4」において湯澤・ヴィゴツキー・谷川の知識の再構成に関する緒論を踏まえ、「具体的な知識（概念）」を「抽象的な知識（概念）」である「学校知」へ構成するための重要な要素を表4の様に抽出した。なお、これらの要素は、教科「理科」において、教師が「学校知（科学知・科学的概念）」を教授した際、子どもが乳幼児期及び低学年児童期の日常生活で構成した「具体的な知識（概念）」と関連づけながら「学校知」を受容しやすくなったり、「素朴概念」を「学校知」に再構成しやすくなるものであった。しかし「かがく」は、もともと乳幼児の「物」や「現象」と関わる遊びや低学年児童の生活科（自然領域）において実施しているため、保育者・教師が「学校知」を子ども達に教授することはない。この意味において、具体的な知識（概念）から学校知を構成するための重要な要素1と要素2は、乳幼児期や低学年児童期の子どもには適用できない。そこで「かがく」では幼児教育の「環境を通し

て学ぶ」という基本的な概念を援用し、保育者・教師が、乳幼児・低学年児童が自力で「知的な気づき」に気づけるような物的環境を設定するようにしている。このことにより「かがく」では、子どもが、保育者・教師から直接教授されなくても、自ら「具体的な知識（概念）」である「物理的知識」や「抽象的な知識（概念）」である「論理-数学的知識」に気づけるという方法をとっている。さらに物的環境を構成する際には、「1人1セットの教材配置」及び「互いに性質の異なる教材配置」の考え方に基づく教材配置を行っている。その定義及び見込まれる教育的な効果については表6の通りである（小谷、2020：15-17）。

表6 「1人1セットの教材配置」及び「互いに性質の異なる教材配置」の定義と教育効果

	定義	見込まれる教育的効果
1人1セットの教材配置	子ども1人につき「1セット」の教材を準備する教材配置のこと	子どもは誰にも邪魔されず、自分一人で満足いくまで探索を行い、「もの」「こと」の性質・仕組みを感じること、で、「かがく遊び」のねらいである「自分なりの理屈」を構築しやすくなる
互いに性質の異なる教材配置	かがく遊びのテーマと関連した教材を準備する際、互いに性質の異なる「物」または「現象」を意図的に取り上げること	子どもは物や現象の性質を比較したり、分類したりすることを通して、「物」や「現象」の目に見える性質や内在する「関係性」を自分なりに思考することができる

以上で述べたように「かがく」では、保育者・教師が子どもに気づいて欲しい初等的な科学知識（=学校知）を「知的な気づき」として設定し、それに自力で気づけるような物的環境を準備するという通常の幼児教育及び生活科教育ではあまり見られない「保育者・教師の意図が強く出された物的環境」を設定する。このことにより、(1) 子ども達が、その発達段階に応じて「具体的な知識（概念）」である「物理的知識」や「抽象的な知識（概念）」である「論理-数学的知識」を構成する機会を得ることができる。その結果、8年間でじっくりと「具体的な知識（概念）」を集積しながら、「1人1セットの教材配置」及び「互いに性質の異なる教材配置」をすることにより「抽象的な知識（概念）」を構成しやすくなると考える。また(2) 保育者・教師の意図が強く出された物的環境下における知識の構成は、初等的ではあるが科学的に正しい知識（=学校知）である「知的な気づき」を獲得しやすいため、「素朴概念」を構成しにくいと考える。また仮に子どもが「素朴概念」を構成した場

合を想定し、「かがく」では子どもが1人で探索をする「探索(究)の時間」だけでなく「振り返りの時間」を設定している(図3参照)。この時間は、保育者・教師が一旦探索を中断させて子どもを一か所に集め、子どもが教材を用いて「気づいたこと」や「考えたこと」を伝え合うことで「気づき」を互いに共有させている。この「振り返りの時間」は、「5.4」の表4に記載した要素3の「適切な仲間同士の相互作用(関わり)」に相当し、他者の考えと自分の素朴概念との違いに気づき、知識の再構成が起る機会を設けている。「かがく」では、以上で述べた(1)と(2)のしくみによって、「具体的な知識(概念)」や「抽象的な知識(概念)」を構成したり、「素朴概念」を起りにくくすると考える。

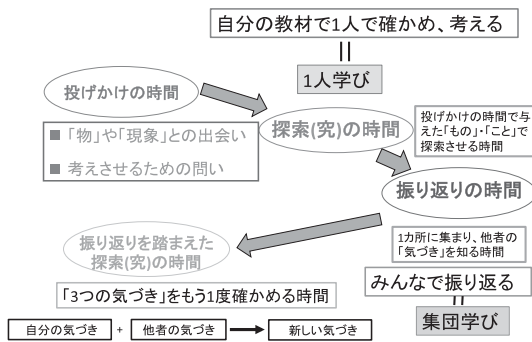


図3 「かがく」における基本的な保育構成

7. 今後の展望

本研究では、文献研究の手法を用いて、「自然に関わる体験を通して得られる知識」と「科学知識」を「具体的な知識(概念)」と「抽象的な知識(概念)」の2つの観点で新たに分類し、さらに「具体的な知識(概念)」から「学校知」を構成するために重要な要素を、湯澤、ヴィゴツキー、谷川の論考から抽出した。そして乳幼児期から低学年児童期の科学教育プログラム「かがく」が、保育者・教師からの直接の教授を経なくても、「知的な気づき」とそれに基づいた「物的環境構成」及び「かがくの保育構成」により、「具体的な知識(概念)」と「抽象的な知識(概念)」を構成することについて理論的に考察した。

今後は、乳幼児や低学年児童が、「かがく」プログラムにおける探索体験を通して実際に(1)どの様な「具体的な知識(概念)」や「抽象的な知識(概念)」を獲得するのか、(2)0-7歳の縦断的調査により、「具体的な知識(概念)」や「抽象的な知識(概念)」の内容がどの様に変化していくのかについてのプロセスを実証的に検証していきたい。

謝辞

本研究の遂行にあたっては、関西融合型科学研究組織連合[KSRUG]のメンバーである和歌山大学教育学部富田晃彦先生、大阪樟蔭女子大学辻弘美先生、大阪大谷大学長瀬美子先生、子どもサイエンスプランニング岳川有紀子さん、さくらんぼ保育園山田千枝子園長、小井手瑞代主幹保育教諭、その他の方々との例会での議論が大いに参考になりました。またご多忙の中、本論文を丁寧に査読していただいた2名の査読員の先生方に対し、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

附記

本研究は、日本学術振興会(JSPS)科研費(基盤研究(C)、研究課題番号:21K02934、研究代表者:小谷卓也)及び令和3年度大阪大谷大学特別研究費の助成を受けて行われた。

註

- 1) 橋本によれば「単純抽象(simple abstraction)」とは、「経験的抽象(empirical abstraction)」とも呼ばれ、事物の性質のある一面に焦点をあて、他の性質を無視することである。例えば「このりんごは青い」というときは、「色」という物質の特性のみに着目しており、「質量」や「形」、「手触り」といった他の特性を無視する。また物体を押すことで、その反応を観察し、静止したり、運動したりするといった特性を抽出することも単純抽象の一種である。この様に単純抽象は、「物理的知識」の構成に関わるものである。ピアジェは、単純抽象を行うような体験活動を「物理的経験(physical experience)」と呼んだ(橋本、2018)。
- 2) 橋本によれば「内省的抽象(reflective abstraction)」とは、例えばおはじきを見て「4つのうち2つは同じ色である」、「4つのうち1つは異なった形である」、「おはじきは全部で4つある」といった「関係性」を人が事物に対して頭の中で作り出すことである。「4つ」というものはどのおはじきの中にも存在せず、人がおはじきに対して数量的な関係を頭の中で作り出すことによって生じるものである。この様な「関係性」の知識は、「論理-数学的知識」の構成に関わるものである。ピアジェは、内省的抽象を行うような体験活動を「論理-数学的経験(logico-mathematical experience)」と呼んだ(橋本、2018)。
- 3) 「思考のスキル」は、科学(理科)教育では「science process skills」と呼ばれており、「基本的なサ

イエンス・プロセス・スキル (basic)」と「総合的なサイエンス・プロセス・スキル (intergraded)」の2つに大別される。「かがく」では、乳幼児(低学年児童)に適した「基本的なサイエンス・プロセス・スキル (basic)」を「思考のスキル」としている (e.g., Martin, D. J. et al., 2005)。

引用・参考文献

橋本祐子：構成論に基づく保育プログラムにおける道徳教育の実践－理論的背景と新たな展開－、エデュケア (22)、pp.1-30、2002。

橋本祐子：遊びにおける乳幼児の知的発達をどう理解するか：カミイ・デヴリーズの構成論にもとづくアプローチから、教育学論究 (10)、pp.119-127、2018。

C. カミイ・L. デブリーズ (稲垣佳世子 翻訳)：ピアジェ理論と幼児教育、チャイルド本社、2003。

C. カミイ・加藤泰彦ら：ピアジェの構成論と幼児教育 I－物と関わる遊びをとおして、大学教育出版、2018。

木村吉彦：生活科の理論と実践－「生きる力」をはぐくむ教育のあり方、日本文教出版、pp.90-105、2012。

木村吉彦：体験がもたらす「知」－生活科の教科特性と体験を通して学ぶ意味、上越教育大学研究紀要 27、pp.25-32、2008。

木村吉彦：生活科における「基礎・基本」とは何か、上越教育大学研究紀要 21(2)、pp.651-660、2002。

小谷卓也：領域「環境」に重点を置いた「遊び」から生活科へ何をどう接続するのか－乳幼児期と低学年児童期とを接続する科学教育のたな新視点－、大阪大谷大学教職教育センター紀要 第 11 号、pp.1-21、2020。

小谷卓也：乳幼児の探索に関する研究動向と乳幼児期の科学教育の視点から見た探索研究の方向性、大阪大谷大学 STEAM Lab 紀要第 1 号 (創刊号)、pp.53-60、2021。

Martin, D. J., Jean-Sigur, R. and Schmidt, E., Process-Oriented Inquiry-A Constructivist Approach to Early Childhood Science Education: Teaching Teachers to Do Science, Journal of Elementary Science Education (2), pp.13-26, 2005.

森藤義孝・坂本憲明：22「学校知」と「日常知」、日本理科教育学会編「キーワードから探るこれからの理科教育」、東洋館出版、1998。

中山迅：1・2 学校知と日常知の隔たり素朴概念の問題、湯澤正通編著「認知心理学から理科学習への提言」、北大路書房、2004。

鳴川哲也：小学校学習指導要領 理科の改訂のポイント、URL : https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjYq6dX1AhVLGaYKHcMABWwQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2Fwww.nits.go.jp%2Fmaterials%2Fyouryou%2Ffiles%2F011_001.pdf&usg=AOvVaw3sRChKkGjKquadXlFJOYXRw (最終確認：2022 年 1 月)。

野田敦敬：生活科と理科の接続の区別を考える－気付きの質を高め、科学的な見方・考え方の基礎を養う－理科の教育 60(1)、pp.5-8、2011。

小川哲男：第 1 部第 2 章 自由試行から問題解決へ至る子どもの思考の変化、森本信也編著「理科授業をデザインする理論とその展開」、東洋館出版社、2017。

佐賀県教育センター小学校生活科教育委員会：気付きの自覚化を促し、気付きの質を高める生活科学習指導の在り方－「表現する活動」と「伝え合う活動」を通して－、平成 22 年度 佐賀県教育センター個別実践研究、URL : https://www.saga-ed.jp/kenkyu/kenkyu_chousa/h22/09_seikatu/kenkyu-gaiyou.htm (最終確認：2022 年 1 月)、2010。

柴田義松：「ヴィゴツキー入門」、子どもの未来社、2006。

田中伸一：具体的な活動や体験を通じた探究力の基礎を養う生活科－試行錯誤を繰り返す子どもの育成－、和歌山大学教育学部付属小学校紀要 (43)、pp.68-71、2020。

谷川祐基：「見えないときに、見る力。視点が変わる打開の思考法」、CCC メディアハウス、2021。

戸田雅美：具体の世界の豊かさと抽象化する意味を感じ取るということ、幼児教育じほう 46(7)、pp.5-11、2018。

中央教育審議会：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申) (平成 20 年 1 月 17 日)、URL : https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_/icsFiles/afieldfていくile/2009/05/12/1216828_1.pdf (最終確認：2022 年 1 月)。

湯澤正通：1・1 学校の授業は子どもの生きる力を育てているか？、湯澤正通編著「認知心理学から理科学習への提言」、北大路書房、2004 a。

湯澤正通：2・1 学校の授業は子どもの生きる力を育てているか？、湯澤正通編著「認知心理学から理科学習への提言」、北大路書房、2004 b。

(2022 年 2 月 26 日 受理)