

教科横断的概念の構築を支援する算数教育についての一考察

A Basic Study on Mathematics Education with Cross-cutting Concepts

大 貫 麻 美
(Asami, OHNUKI)

はじめに

2017年3月に新しい小学校学習指導要領解説が告示された。この学習指導要領の改訂に先立ち2016年12月に示された中央教育審議会答申においては「算数や理科については、科学、数学と技術分野を総合的に重視する STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育の視点を踏まえ」ていくことの必要性が示されている¹⁾。こうした教科横断型の総合的視野に立った教育が望まれる背景には、従前の枠にとらわれない新たな価値の創造等が国際的に重視されてきている状況等がある。

2016年5月に開催された G7 倉敷教育大臣会合において採択された「倉敷宣言」では、「我々は、理工系 (STEM) 分野のほかアートやデザインを含む他の分野も重視した総合的なアプローチが、柔軟な思考、挑戦、創造的な問題解決を促し、新たなイノベーション創出につながり得る可能性を認識する」²⁾とされている。こうしたアプローチを行える人材の育成には STEM に Art/Design をも加えた STEAM 教育の必要性が示されていると言えよう。

大貫ら (2017) においては、折り紙やシャボン玉などの伝承遊びを経験する過程で幼児・児童に培われうる「図形」概念の素地について考察をした³⁾。新しい『小学校学習指導要領解説 算数編』では、第1学年の「図形」領域で身に付ける思考力、判断力、表現力等の説明において「空き箱や色板、折り紙などの具体物を使って形を組み合わせたり分解したり、動かして形を変形させてみたりなどの操作を通して形の構成について考えることを重視する」としている⁴⁾。また、第2学年においても「第1学年同様に、空き箱や色板、折り紙などの具体物を使って形を組み合わせたり分解したり、動かして形を変形させてみたりするなどの操作を大切にすることが、図形を構成する要素に関心をもったりその性質を考えたりすることを重視する」とされている⁴⁾。これらは、算数の授業の過程において折り紙などを活用することで児童に数学的概念の構築が可能であること、また、そうした活動過程で教育者が意図的な働きかけを行うことで、より豊かな数学的概念の構築が可能であることを示唆している。

本論文においては、教科横断的概念の構築を支援する算数教育について考察することを目的として、幼児期から小学校低学年における算数と関連する科学的な学びについて整理することを試みる。

1. 研究方法

STEM 教育を先駆的に実施し、STEAM 教育についても実践が進められている米国において幼児期から小学校低学年における科学教育と算数教育との関連について整理した上で、日本における同時期の算数教育と他教科との関連について学習指導要領を基に考察した。

2. 結果と考察

(1) 米国における幼児期から小学校低学年における算数教育と他教科との関連

米国においては、教育スタンダードは州や地域によって定められるものであり、日本の学習指導要領のように国により作成された統一の教育スタンダードに則った教育が行われるものではない。しかしながら、21世紀型の教育の在り方を問う流れの中で、州知事らが主導する形で州をまたいで共通する教育スタンダードを制定する動きがみられるようになった。そして2010年には Mathematics（以下、Math と記載）と English Language Arts and Literacy（以下、ELA/L と記載）についての the Common Core State Standards（以下、CCSS と記載）が、2013年には Next Generation Science Standards（以下、NGSS と記載）が示されている。多くの州でこれらの教育スタンダードを適用した州のスタンダードの策定やそれらに基づいた教育がなされてきている。CCSS も NGSS も kindergarten から第12学年までの連続した学習の流れや、それにより学習者に構築される資質・能力が示されている。

CCSS Math では kindergarten において100まで数えることや、20までの数字を書けるようになること、1～10の数の大小を比較できること、これらの数を用いた計算ができること、図形の構成要素に目を向けて共通性と多様性に気づくなどが示されている。また第1学年においてはこうした学びをふまえた数や図形の分解や合成などへの気づきがなされ、第2学年においては数量や図形に関するこうした基礎的な理解を深めることなど、日本の小学校算数で示される内容と類似する項目が示されている⁵⁾。

NGSS は、CCSS よりも数年遅れて公開されている。NGSS では「証拠に基づく推論 (evidence-based reasoning)」が科学的な活動の基盤にあるとされているが、こうした推論には Math や ELA/L で使われる推論力が組み込まれるものであり、Math や ELA/L の CCSS と NGSS がどう関わるかについて具体的な説明がなされている⁶⁾。横断的概念の構築についての視点を整理するため、kindergarten から小学校第2学年の NGSS に示されている各項目に関連する Math の CCSS について抽出し、Math の CCSS ごとに整理し直した（表1）。

まず、「抽象的・定量的に考える (MP.2)」、「数学を用いたモデル化 (MP.4)」、「適切なツールを戦略的に使う (MP.5)」という数学的活動が科学教育に関わるものとして示されていた。また、「数詞を知り、順番に数える (K.CC.A)」ことや、測定とデータについて「長さや重さといった、測定可能なものの特徴について説明する。あるものが持つ測定可能な特徴を複数説明する (K.MD.A.1)」こと、「共通の測定可能な特徴をもつ2つのものを直接比較し、どちらがその特徴をよ

表1. kindergarten から第2学年までの NGSS に関連するとされている Math の CCSS (NGSS から関連するとされている Math の CCSS を抽出し、Math の CCSS の項目ごとに整理した。)

Mathematical Practice	Counting & Cardinality	Measurement & Data	Operations & Algebraic Thinking	Number & Operations in Base Ten
MP.2	K.CC.A	K.MD.A.1	1.OA.A.1	1.NBT.B.3
MP.4		K.MD.A.2		1.NBT.C.4
MP.5		K.MD.B.3		1.NBT.C.5
		1.MD.A.1		1.NBT.C.6
		1.MD.A.2		2.NBT.A.3
		1.MD.C.4		
		2.MD.B.5		
		2.MD.D.10		

り多く持つか、或いは少ないか確認したり、その違いを説明したりする (K.MD.A.2)」こと、「与えられたカテゴリーにもものを分類し、各カテゴリーにあるものの数を数えたり、数によりカテゴリーを並べ替えたりすること (K.MD.B.3)」が、幼児期の科学教育に関わる数学的な学びとして示されていた。小学校第1学年においては、測定とデータに関連するこれらの学びをふまえて、間接比較 (1.MD.A.1) や、ある長さを基準として長さを測ること (1.MD.A.2)、最大3つのカテゴリーにデータを整理し、総数や各カテゴリーに入るデータ数、他のカテゴリーとの数値比較をすること (1.MD.C.4) が示されている。さらに、操作と代数的思考について、問題を解くために20までの数の加減法を行うこと (1.OA.A.1) や、10を基盤とした数や操作について、2桁の数字を10進位取り記数法に基づいて比較し、等号や不等号を用いて表したり説明したりすることなど (1.NBT.B.3, C.4-6) が科学教育に関わる数学的な学びとして含まれており、第2学年でもそれらをふまえた学びが関連する項目として示されていた。

また、これらと関連して ELA/L の CCSS の「読み (reading)」、「書き (writing)」、「聞く・話す (Speaking & Listening)」の各項目について、幼児期から第2学年のそれぞれで、関連する学びがあることが示されていた。

(2) 日本における幼児期から小学校低学年における算数教育と他教科との関連

米国と異なり、日本においては科学教育を担う「理科」は小学校第3学年以降の教科であり、幼児期から小学校低学年には設定されていない。幼児教育においては、幼児の発達の側面から、心身の健康に関する領域である「健康」、人とのかかわりに関する領域である「人間関係」、身近な環境とのかかわりに関する領域である「環境」、言葉の獲得に関する領域である「言葉」、感性と表現に関する領域である「表現」の5つの領域で扱う内容が示されている⁷⁾。2017年改訂の『幼稚園教育

要領』においては「幼児期の終わりまでに育ってほしい姿」が10項目に分けて明記されており、その中には「数量や図形、標識や文字などへの関心・感覚」として「遊びや生活の中で、数量や図形、標識や文字などに親しむ体験を重ねたり、標識や文字の役割に気付いたりし、自らの必要感に基づきこれらを活用し、興味や関心、感覚をもつようになる」ということが示されている⁷⁾。また、この項目だけではなく、「社会生活との関わり」に関する部分で「幼稚園内外の様々な環境に関わる中で、遊びや生活に必要な情報を取り入れ、情報に基づき判断したり、情報を伝え合ったり、活用したりするなど、情報を役立てながら活動するようになる」ということや、「思考力の芽生え」に関する部分で、「身近な事象に積極的に関わる中で、物の性質や仕組みなどを感じ取ったり、気付いたりし、考えたり、予想したり、工夫したりするなど、多様な関わりを楽しむようになる。また、友達の様々な考えに触れる中で、自分と異なる考えがあることに気付き、自ら判断したり、考え直したりするなど、新しい考えを生み出す喜びを味わいながら、自分の考えをよりよいものにするようになる」ということが挙げられている⁷⁾。

こうした内容をふまえると、幼児期においても子どもが自らの遊びや生活における必要感から興味や関心を持ち、数や量についての感覚を豊かにしていくことは十分可能であると言える。一方で、子どもが持つ数量に関する感覚を豊かにするためには、教育者・保育者による意図的な環境構成や声かけなどの支援が必要である。

図1は幼稚園で自作している車のタイヤにドングリを使おうとしている子どもに、箱から何個のドングリを持っていくべきか、考えるよう保育者が促している場面である⁸⁾。必要なドングリの個数が「4個」とであると言えるだけでなく、その4個を正しく取り出すことができたか、保育者自身が指で4を示して見せることで、子ども自身が1対1対応による確認を容易にできるよう、保育者が支援していることが分かる。子どもが遊びに用いる材について、子どもの自由な発想で使えるよう多様な材を潤沢に用意するだけでなく、必要数や量、大きさや長さといった材の特徴についての気づきを促したり、自らの考えを保育者や共に遊ぶ子どもにわかるよう材の特徴に目を向けて説明することのよさに気づける機会を設けたりすることは、子どもの遊びを数学的活動へと発展させる。こうした声かけなどの支援は、幼児期だけではなく小学校低学年の生活科や図画・工作におけるものづくり活動においても活用可能である。

意図的な環境構成として、同じ材質ではあっても大きさや長さ、太さ、形が違うものを用意し、それらの違いに自然と気づけるようにすること、年齢が上がるにつれて、自らの計画には何をどのくらい使う必要があるのかを説明して、入手するようにする機会を増やすことなどが考えられる。

材の特徴を意識して用いることで、自らの計画通りになら



図1 幼稚園で保育者が子どもに、数についての気づきを促している場面⁸⁾

保育者は、ドングリを必要な数だけ箱から取り出すよう声かけをするとともに、その数を指で示している。

なかった際に、その理由を考え、改善することが容易になりうる。保育所における聞き取り調査においても、複数の長さのロープを用意しておくことで、自分たちが作っている城に必要な長さのロープを吟味する5歳児の様子や、使う用途によりロープを張る角度や必要なロープの長さに違いがあることに気付いていく様子が見られたことなどが示されていた（図2）。先行研究においては、生活科でシャボン玉遊びをする際に、作りたいシャボン玉を児童が意識するよう働きかけることで、用いる棒とできるシャボン玉の形状の違いに児童が気付いていく様子も明らかにしてきた⁹⁾。

このように主体的な活動の過程で、扱う材の数量や形について気づくことを通して、数量や形についての豊かな感覚を持つとともに、それらを他者と共有・協議するために話したり描いたりする経験を重ねることで、数学的表現についての技能も修得していくことが期待できる。

新しい『小学校学習指導要領解説 生活編』では、算数科で学んだ測定や、簡単な表やグラフの作成といった知識及び技能を、生活科で栽培する植物の変化の記録に活用したり、的当てゲームの得点の工夫などに活用したりすることを提案している¹⁰⁾。これは即ち算数科の目標にある算数で学んだことを生活や学習に活用する態度を養うことであり、教科横断的概念の構築を促すことであると言える。

新しい『小学校学習指導要領解説 図画工作編』では算数との接続が明記されていないが、「造形遊びをする活動では、低学年では特に発想や構想をすることと、技能を働かせることが密接につながっていることを踏まえ、児童が思い付いたことや方法を、すぐに試することができる環境を用意することが重要である。」とされている¹¹⁾。こうした環境構成の際に、大きさや長さといった材の特徴に目を向けられるような工夫をしたり、児童が使う材について必要数や量、材の特徴について自ら説明できるように促したりすることで、数学的思考を育み、教科横断的概念の構築を促すことが可能であると考えられる。

新しい『小学校学習指導要領解説 国語編』でも算数との接続は明記されていないが、言語活動の充実には各教科で扱う活動とされていることや、低学年国語において第1学年及び第2学年では考える力については「順序立てて考える力」が、自分の思いや考えについては「もつこと」に、言葉がもつよさについて「感じること」が重点として示されている¹²⁾。数学的活動の過程で自らの思いを持ったり順序立てて考えたりすることや、それを他者と共有したり協議したりする過程で言葉がもつよさについて感じる事が教科横断的な概念構築を育むと考えられる。

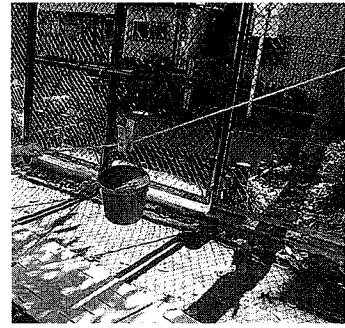


図2 保育園で5歳児が自分たちの城から下に物資を運ぶための装置を作成している場面。

5歳児の集団は、遊びの過程でロープを張る角度を変えることでロープを伝い落ちるバケツの速度や届く位置が計画通りになるよう調整できること、傾斜を緩くするためには長いロープが必要であることなどに自分たちで気づいていた。

おわりに

国際的に重視されつつある STEAM 教育において行われる教科横断的概念の構築を日本の幼児期から小学校低学年においても行うことを試みる目的で、NGSS と Math の CCSS との関連を整理した上で、日本の学習指導要領にも目を向け考察を行った。日本の幼稚園や小学校低学年においても意図的な環境構成を含む支援を行うことにより、ものづくりの過程等で、NGSS 等で示された教科横断型概念の構築を育む活動が期待できると考えられる。教員養成課程において、こうした意図的な環境構成などの支援について修得する機会を設けていくことが重要であると考えられる。

謝辞 本研究に際してご協力いただいた教育・保育者各位に謝意を表す。また本論文は、NGSS と CCSS の比較に関して科研費 No. 26242010（研究代表：鈴木誠）の助成を、幼児教育に関する調査に関して科研費 No. 16K12769（研究代表：大貫麻美）による助成を受けて行っている。

引用文献

- 1) 文部科学省中央教育審議会 (2016) :『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及び必要な方策等について（答申）』, p.91.
- 2) G7 Kurashiki Education Ministers' Meeting in Okayama (2016) Kurashiki Declaration.
- 3) 大貫麻美・八嶋真理子・前田元子 (2017) 算数科「図形」と伝承あそびとの関係に関する一考察～折り紙遊びやシャボン玉遊びを事例として～, 白百合女子大学人間総合学部初等教育学科紀要『保育・教育の実践と研究』, No.1, pp.9-16.
- 4) 文部科学省 (2018)『小学校学習指導要領解説 算数編』, 日本文教出版.
- 5) Common Core State Standards Initiative (2010) Mathematics Standards, <http://www.corestandards.org/Math/> (2018.11.23確認).
- 6) National Science Teachers Association (2014) Making Connections to Common Core, <https://ngss.nsta.org/making-connections-common-core.aspx> (2018.11.23確認).
- 7) 文部科学省 (2017)『幼稚園教育要領』, フレーベル館.
- 8) 大貫麻美 (2016)『幼年期の子どもがもつ科学的思考とそれに呼応した支援に関する実践的研究』, 港北印刷株式会社.
- 9) 大貫麻美ら (2017) 前掲3).
- 10) 文部科学省 (2018)『小学校学習指導要領解説 生活編』, 東洋館出版社, p.60.
- 11) 文部科学省 (2018)『小学校学習指導要領解説 図画工作編』, 日本文教出版, p.48.
- 12) 文部科学省 (2018)『小学校学習指導要領解説 国語編』, 東洋館出版社.