

# 日本とシンガポールの算数・数学教育カリキュラムの比較研究 —シンガポールの改訂 Mathematics Syllabus をもとに—

坂井 武 司  
(教育学科教授)

赤井 秀 行  
(九州ルーテル学院大学講師)

石坂 広 樹  
(鳴門教育大学准教授)

本研究では、2020年に改訂されたシンガポールの Mathematics Syllabus の分析および日本の学習指導要領との比較を通して、今後の日本の算数・数学教育に求められることとして、①エビデンスに基づいた授業改善及びカリキュラムマネジメントの検証、②活用重視型のアプローチの積極的導入、③「パターン」に関する内容のカリキュラムへの位置付けの3点が示唆された。

キーワード：カリキュラム比較, Singapore, Mathematics Syllabus, Big ideas

## 1. はじめに

OECDでは、2015年から Education 2030 プロジェクトが始動し、プロジェクトの過程において作成された図1の OECD Learning Framework 2030 (OECD, 2018)では、『知識(Knowledge)』『スキル(Skills)』『態度及び価値観(Attitudes and Values)』という3つの要素が絡み合っ

てコンピテンシーにつながることを示された。表現力等」「学びに向かう力、人間性」の3つに整理された。「知識及び技能」は図1における3つの要素の『知識』に、「思考力、判断力、表現力等」は『スキル』に、「学びに向かう力、人間性」は『態度及び価値観』に概ね対応する。

また、今回の学習指導要領の改訂においては、見方・考え方を重視した教育が示された。この見方・考え方は、図1の『知識』の一類型とされるエピステミックな知識と内容的にほぼ重なるものであり(白井俊, 2020), OECDが「知識やスキルを必要な場面で組み合わせて活用していくための統合的アプローチ(Holistic Approach)」(OECD, 2005, p.8)を重視していることと類似する。

さらに、授業改善の視点として、主体的・対話的で深い学びが示された。これは、図1を発展させたラーニング・コンパスの中核的概念とされるエージェンシー(Student Agency)に通じるものである。エージェンシーとは「変化を起こすために、自分で目標を設定し、振り返り、責任をもって行動する能力」(OECD, 2019)と定義され、主体性が重視されている。また、エージェンシーは、一人で発揮するだけでなく、共同で発揮されるものでもあるという共同エー

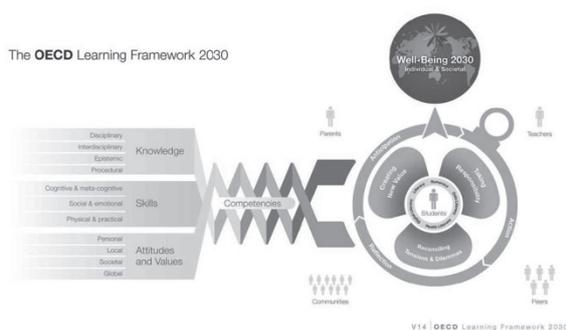


図1. OECD Learning Framework 2030  
(OECD, 2018)

日本では、2017年に小学校学習指導要領および中学校学習指導要領、2018年に高等学校学習指導要領が改訂され、子供たちに育みたい資質・能力が「知識及び技能」「思考力、判断力、

ジェンシー(Co-Agency)の概念も提唱されており、対話は不可欠である。このように、日本の教育改革は、Education 2030 プロジェクトの影響を少なからず受けている。

算数・数学教育に関しては、数学的な活動を通して「数学的な見方・考え方」を働かせることが重視されることとなった。これは、エピステミックな知識の概念を数学に焦点化したものと捉えることができる。学習指導要領の告示後、3年間の移行期間を経て、2020年度から小学校、2021年度から中学校、2022年度から高等学校において、新しい学習指導要領に準拠した算数科・数学科の教科書による教育が本格実施となった。ようやく、小・中・高という連続性・一貫性の中で、日本の算数・数学教育が新しい軌道に乗り始めたところである。

一方、日本と同様、PISAやTIMSSにおいて数学の成績上位国であるシンガポールでは、ビッグアイデアを数学の中心概念とし、2020年にMathematics Syllabus Primary One to Six (以下 Mathematics Syllabus と略、Ministry of Education Singapore, 2020)が改訂された。この改訂の主な重点として以下の3点が示されており、Education 2030 プロジェクトが、シンガポールの教育改革にも影響を及ぼしていると考えられる。

- (1) 21世紀の能力の育成をサポートする重要な数学的プロセスを発展させ続ける。
  - (2) 生徒の数学の理解や活用を深める数学におけるビッグアイデアへの更なる気付きを育成する。
  - (3) 自主的な学習と振り返りを促進するためにメタ認知の育成に、より一層の重点を置く。
- シンガポールの数学カリキュラムは、日本と同様、かなり系統的に整理されており、日本で重視されている数学的な見方・考え方と共通する部分の多い問題解決ストラテジーという概念が、Mathematics Syllabus に位置付けられている(坂井武司・赤井秀行・石坂広樹, 2018)。

日本の学習指導要領は10年ごとに改訂されるが、既に半分の期間が経過している。次期学習指導要領における算数・数学教育の方向性を

占う上で、日本の算数・数学教育と共通点の多いシンガポールの動向を分析・考察することは重要である。そこで、本研究では、2020年に改訂されたシンガポールの Mathematics Syllabus の分析および日本の学習指導要領との比較を通して、今後の日本の算数・数学教育に求められる示唆を得ることを目的とする。具体的には、シンガポールの Mathematics Syllabus の構成要素にしたがい、「数学の本質とテーマ」「数学の内容領域とカリキュラムの枠組み」「数学のビッグアイデア」「数学の教授プロセス」「数学の学習段階と教育的アプローチ」「数学の学習内容」の6つの視点からシンガポールの数学教育の特徴を捉える。

## 2. 「数学の本質とテーマ」に関する比較

### (1) シンガポールのカリキュラムの特徴

#### ① 数学の本質

数学は、基本的なレベルでは、「数と空間に関する性質、関係、演算、アルゴリズム、応用の学問」であり、より高度なレベルでは、「抽象的な対象や概念の学問である」と定義されている。また、数学的な対象や概念、関連する知識や方法は、問題解決における「洞察、論理的推論、創造的思考」の結果として導かれ、特に、「抽象化は、数学を問題解決の強力なツールにするもの」として重視されている。さらに、数学は、「学問のアイデアや結果を表現・伝達するための言語を自らの中に備えている」という数学の表現性も注目されている。

#### ② 数学のテーマ

上述の数学の本質に基づき、「数学的对象(Mathematical Objects)」との関わりにおいて繰り返される『性質と関係(Properties and Relationships)』『操作とアルゴリズム(Operations and Algorithms)』『表現とコミュニケーション(Representations and Communications)』『抽象化と応用(Abstractions and Applications)』という4つの数学のテーマが設定され、図2のように位置付けられている。これまでの Mathematics Syllabus になかった図

であり、今回の改訂における重要な考えを表している。また、4つのテーマは、それぞれ以下のような問いと関連している。

『性質と関係』: 数学的対象の性質とは何か、また、それらはどのように関連しているのか。

『操作とアルゴリズム』: 数学的対象に対して、どのような意味のある操作ができるか、また、それをどのように実行するか。

『表現とコミュニケーション』: 数学的対象や概念をどのように表現し、学問分野内外で伝達できるか。

『抽象化と応用』: 数学的対象をどのようにさらに抽象化し、どこに応用できるか。

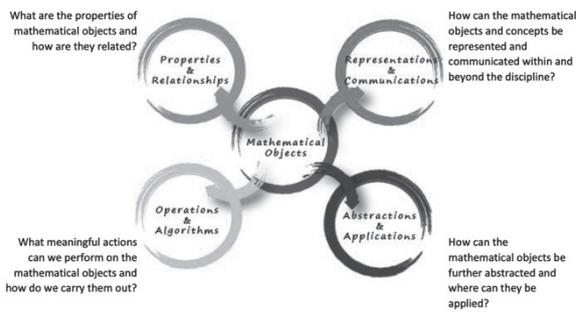


図 2. 数学のテーマ

(Ministry of Education Singapore, 2020)

『性質と関係』に関して、「性質や関係を理解することにより、数学的対象をより深く理解することができ、それらを用いて現実世界の問題をモデル化し、解決することができる」という数学化に対するよさが示されている。また、『操作とアルゴリズム』に関しても、「演算やアルゴリズムの意味とその実行方法を理解することにより、数学的に問題を解決することができる」という解決実行におけるよさが示されている。『表現とコミュニケーション』に関して、「数学のコミュニケーションは、知識を理解し広めるために必要である」という数学的コミュニケーションの必要性が示されている。また、数学的表現には、「記号や表記、表・グラフ・チャート・幾何図形のような図」が含まれ、数学的コミュニケーションには「数学的記述の明確な提示と数学的アイデアの適切な表現の選択が含まれる」というように、数学的コミュニケーション

における数学的表現の重要性も示されている。

『抽象化と応用』に関して、「抽象化は数学的思考の核心であり、数学の応用は抽象化によって可能となる」という抽象化と応用の関係が示されている。また、「抽象化のプロセスは、数学の中の構造と豊かなつながりを可視化し、数学を強力な道具とする」とともに、「抽象的な数学的対象、性質、演算、関係、表現を用いることにより、現実世界の現象のモデル化と研究が可能になる」という意義が示されている。

## (2) 日本のカリキュラムとの比較

数学の本質に関して、日本では、「数学は、問題を発見して解決し、それらを振り返りながら、更に考え続けることで発展をしている。数学を学ぶことは、問題を発見しそれを解決する喜びを感じ、人生をより豊かに生きることの寄与するものと考えられる。」(文部科学省, 2018b, p.32)と数学学習の意義が位置付けられており、図3のように数学における問題発見・解決の重要性が示されている。

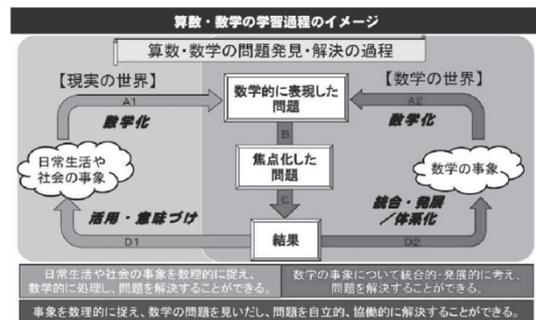


図 3. 算数・数学の学習過程のイメージ

(文部科学省, 2018b)

また、「小学校の時に具体物を伴って素朴に学んできた内容を、中学校では数の範囲を広げ、抽象的・論理的に整理して学習し直すことになる。そして、さらに高等学校・大学ではそれらが、数学の体系の中に位置付けられていく。」(文部科学省, 2018a, p.9)と、抽象化・体系化を通して基本的なレベルから高度なレベルにシフトすることも示されている。さらに、「数学的な表現を柔軟に用いることで、互いに自分の思いや考えを共通の場で伝え合うことが可能とな

り、それらを共有したり質的に高めたりすることができる。」と、数学的な表現も重視されている。したがって、数学の本質の捉え方に関して、シンガポールと日本は同じ方向性であると考えられる。

数学のテーマに関して、日本では「数学的活動」と「数学的な見方・考え方」が該当する。数学的活動の内、「数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動」は、シンガポールの『表現とコミュニケーション』に対応すると考えられる。また、統合的・発展的な数学的考え方を働かせた探究的な活動や問題作りなどの発展的な活動は、『抽象化と応用』に対応すると考えられる。問題解決における数学的対象の性質や関係への着目という意味では、数学的な見方が『性質と関係』に関連すると考えられる。さらに、数学的活動を通じた数学のよさへの気付きは、『性質と関係』や『操作とアルゴリズム』とも関連すると考えられる。したがって、数学のテーマに関して、テーマの用語は異なるものの、シンガポールと日本が重視している内容は類似していると考えられる。

### 3. 「数学の内容領域とカリキュラムの枠組み」に関する比較

#### (1) シンガポールのカリキュラムの特徴

##### ① 数学の内容領域

Mathematics Syllabus においてカバーされる概念とスキルは、『数と代数(Number and Algebra)』『測定と幾何(Measurement and Geometry)』『統計(Statistics)』の3つの内容領域で構成される。また、内容に関連した学習経験の中に、プロセス、メタ認知、態度の発達が組み込まれている。

##### ② 数学カリキュラムの枠組み

図4のように、数学カリキュラムの枠組みの中心に数学的問題解決が位置付けられており、数学的問題解決能力の育成を支える5要素として、相互に関連する『概念(Concepts)』『スキル(Skills)』『プロセス(Processes)』『メタ認知(Metacognition)』『態度(Attitudes)』が示され

ている。この5要素は、数学の内容領域と関連している。数学的問題解決と5要素の関係を表した五角形の構図は、図5のように、以前のMathematics Syllabus(Ministry of Education Singapore, 2012)にも見られる。

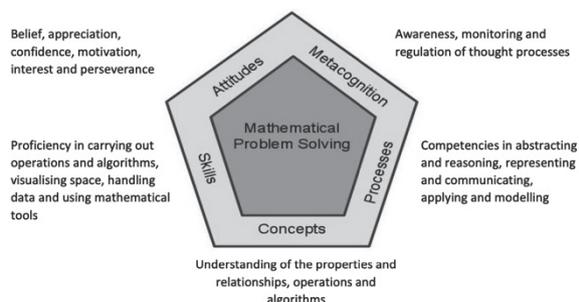


図4. 数学カリキュラムの枠組み(2020)

(Ministry of Education Singapore, 2020)

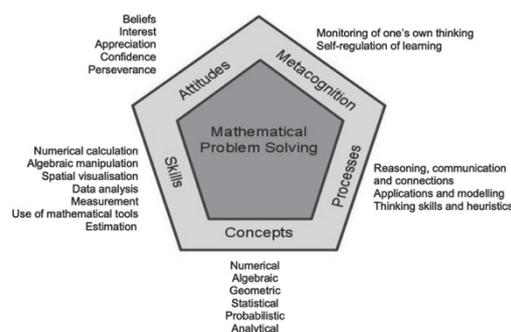


図5. 数学の枠組み(2012)

(Ministry of Education Singapore, 2012)

しかし、今回の改訂において、図の名称の「数学の枠組み(Mathematics Framework)」から「数学カリキュラムの枠組み(Mathematics Curriculum Framework)」への変更に伴い、5要素の下位項目が、4つの数学のテーマと関連した内容に変更された。図4の数学的問題解決における問題には、適切な概念とスキルの選択と適用を必要とする単純な定型的課題(Routine Tasks)と深い洞察、論理的推論、創造的思考を必要とする複雑な非定型的課題(Non-Routine Tasks)が含まれている。非定型的課題の解決に対して、問題解決の4ステップやヒューリスティックのような一般的問題解決ストラテジーの使用の重要性が示されている。特に、5要素の1つである『メタ認知』は、「思考につ

いて考えることであり、自分の思考プロセス、特に問題解決ストラテジーの選択と使用について認識し、制御する能力のことを指す」と定義され、「非定型の問題やオープンエンド問題の解決に取り組む場合に必要とされる」と示されている。

## (2) 日本のカリキュラムとの比較

小学校算数科の内容領域に関して、日本では、「数と計算」「測定」「図形」「変化と関係」「データの活用」の5領域で構成されている。シンガポールの『数と代数』には「数と計算」と「変化と関係」が、『測定と幾何』には「測定」と「図形」が、『統計』には「データの活用」が対応すると考えられる。数学カリキュラムの枠組みとして、日本では問題発見・解決を中心に位置付け、そのための数学的に考える資質・能力として、「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性」の3つの要素に整理されている。「知識及び技能」はシンガポールの『概念』と『スキル』に、「思考力、判断力、表現力等」は『プロセス』と『メタ認知』に、「学びに向かう力、人間性」は『態度』と『メタ認知』に概ね対応する。

したがって、数学の内容領域と数学カリキュラムの枠組みに関して、組合せによる構成は異なるものの、同じ構成要素を有していると考えられる。特に、シンガポールの「問題解決ストラテジーの選択と使用」は、日本の「数学的な見方・考え方を働かせること」と通ずるものであり、振り返りを重視した教育はメタ認知の育成につながるものであると考えられる。

## 4. 「数学のビッグアイデア」に関する比較

### (1) ビッグアイデアに関する一般的見解

#### ① ビッグアイデアの定義と類型

数学におけるビッグアイデアとは、「数学の学習において中心となる考え方のことであり、多くの数学的理解をまとめた全体として結びつけるものである」と定義され、表1のように21のビッグアイデアが導き出されている(Charles, R. 2005)。また、数学におけるビッグ

アイデアは、数学の重要な側面に関するアイデア、ストラテジーまたは考え方であり、多くの他のアイデアやストラテジーを包含し、関連付けたり、さらなる学習と一般化をサポートしたりする体系的な構造や枠組みを提供されている(Siemon, D., Bleckl, J. and Neal, D., 2012)。

表 1. 21 のビッグアイデア

1	数(Numbers)
2	十進位取り記数法 (The base ten numeration system)
3	等価性(Equivalence)
4	比較(Comparison)
5	演算の意味と関係 (Operation meanings & Relationships)
6	性質(Properties)
7	基本事項とアルゴリズム (Basic facts & Algorithms)
8	見積り(Estimation)
9	パターン(Patterns)
10	変数(Variable)
11	比例性(Proportionality)
12	関係と関数(Relations & functions)
13	方程式と不等式 (Equations & Inequalities)
14	図形と立体(Shapes & Solids)
15	方向と位置(Orientation & Location)
16	変形(Transformations)
17	測定(Measurement)
18	データの収集(Data collection)
19	データの表現(Data representation)
20	データの分布(Data distribution)
21	確率(Chance)

### ② ビッグアイデアの必要性

ビッグデータの時代において、多くの情報に関連付け、有意味な情報を見出し、新しいもの・こと・関係を創造する力が、子供たちに求められている。数学的知識は不可欠であるが、それらの知識を関連付ける本質的なアイデアが重視されている。その意味において、ビッグアイデアが重要な役割を果たすと考えられる。

この数学におけるビッグアイデアは、子供たちにとって重要であるだけでなく、数学を教え

る教師にも必要である。ビッグアイデアへの子供たちの気付きを促すためには、教師が学習内容としての数学的知識のつながりを理解するとともに、つながりの背景にあるキーアイデアとして、ビッグアイデアへの気付きを有していることは不可欠である。したがって、ビッグアイデアは、教師の資質・能力の向上と関連付けられ、授業改善の視点にもなり得る。しかし、ビッグアイデアは、広範囲のアイデア、ストラテジー、考え方が含まれるため、「より洗練されたキーアイデアとストラテジー、それらの間の結び付きが、指導に情報を提供し、生徒の学習を支援するために必要である」と指摘されている(Siemon, D., Bleckl, J. and Neal, D., 2012)。また、ビッグアイデアは数学的知識を結びつけるアイデア、ストラテジー、考え方であるため、数学を構成したり数学を活用したりする場面において、学習の転移を促進することが期待できる。したがって、必要最低限の数学的知識とビッグアイデアを理解、それらを活用することが、算数・数学の学習の中心となる必要があると考えられる。ビッグアイデアとその中や間のつながりを中心に数学的内容を再編成しようとするなら、ビッグアイデアはカリキュラムの改訂の視点にもなり得る。

## (2) シンガポールのカリキュラムの特徴

ビッグアイデアは、「数学の中心となるアイデアを表現しており、異なるトピック、領域、レベルを超えて、一貫性をもたらし、つながりを示す」ものとして位置付けられている。また、「ビッグアイデアを理解することは、数学の本質を理解することに近づく」と、その重要性が示されている。異なる数学の内容領域の概念を横断し、それらを結びつける4つのテーマと関連させて、ビッグアイデアの6つのクラスターが取り上げられている。

### ① 図に関するビッグアイデア

「図は現実世界や数学的な対象を簡潔かつ視覚的に表現したものであり、対象の特性を伝え、問題解決を促進する役割を果たす」ものと

して位置付けられている。また、『表現とコミュニケーション』のテーマに関連して、「図が表していること、その特徴や決まりごと、構成のされ方を理解する」ことの重要性が示されている。

### ② 等価性に関するビッグアイデア

等価性に関する全ての記述には、「数学的対象(数、式、方程式など)と等価基準(値、部分-全体の関係など)」が存在する。また、『性質と関係』や『操作とアルゴリズム』のテーマに関連して、「ある形式から別の同値な形式への変換は、分析、比較、解を求めるための多くの操作の基礎となる」ことが示されている。

### ③ 不変性に関するビッグアイデア

多くの数学的結果は不変性に関連しており、『性質と関係』と『操作とアルゴリズム』のテーマに関連する不変性として、「数学的対象(例: 数列, 幾何学図形, 数値データの集合), 動作(例: 並べ替えや操作), 数学的対象の変化しない性質」が示されている。

### ④ 測定に関するビッグアイデア

『抽象化と応用』のテーマに関連して、測定された数は、「現実世界や数学的対象の特性を定量化するための方法」として用いられ、これにより、特性を分析、比較、順序付けできるようになることが示されている。

### ⑤ 表記法に関するビッグアイデア

表記法は、「数学的対象、演算、関係を記号的に表現するもの」であり、『表現とコミュニケーション』のテーマと関連している。「数学的表記の意味と使い方を理解することは、重要な数学的結果、性質、関係に関するコミュニケーション、推論、問題解決を促進するのに役立つ」ことが示されている。

### ⑥ 比例性に関するビッグアイデア

比例とは、「2つの数量の関係において、乗法的な推論に基づき、一方の数量から他方の数量を計算することができるもの」である。『性質と

関係』のテーマと関連して、比例の概念の前提として、「両者の比が同じになるように変化する2つの量が存在する」ことの必然性が示されている。

### (3)日本のカリキュラムとの比較

日本のカリキュラムにおいては、ビッグアイデアという用語は用いられていないが、ビッグアイデアの意味する数学的知識のつながりの背景にあるキーアイデア、つまり学習内容の数学的背景は、数学的な見方・考え方を働かせて、子供たちが発見すべき重要な内容として位置付けられている。日本の算数カリキュラムにおける学習内容のまとまりは、小学校算数科の内容の骨子(文部科学省, 2018a, pp.33-34)として、「①数概念の形成とその表現の理解, 計算の構成と習得, ②図形概念の形成と基本的な図形の性質の理解, ③量の把握とその測定の方法の理解, ④事象の変化と数量の関係の把握, ⑤不確定な事象の考察, ⑥筋道を立てて考えること, ⑦数学的に表現すること, ⑧数学的に伝え合うこと」が示されている。①～⑤は、主として算数科の学習において考察対象となるものとその考察の方法に関する項目であり, ⑥～⑧は、算数科の学習全体を支える数学的な方法等に関する項目である。しかし, 学習内容のまとまりに関連するビッグアイデアとして数学的背景が整理されている訳ではない。関数の考えや単位の考えといった数学的な見方の多くは各領域の学習内容と関連付けて説明されており, 一方で, 統合的な考えや発展的な考えといった数学的な考え方は, 算数・数学の学習全体において重視されるものとして示されている。

これは, シンガポールのカリキュラムにおいて, ビッグアイデアが数学の4つのテーマと関連付けて解説されているのと同様, 日本のカリキュラムにおけるテーマである数学的活動や数学的な見方・考え方と関連付けて示されたものであると考えられる。したがって, 数学のビッグアイデアに関して, 数学を発見・創造したり, 数学を活用したりするために必要となる汎用的なアイデアに対する重要性の認識は共通

していると考えられる。

## 5.「数学の教授プロセス」に関する比較

### (1)シンガポールのカリキュラムの特徴

シンガポールにおける教育実践は, 図6のように, 「ポジティブな教室文化(Positive Classroom Culture)」「授業の準備(Lesson Preparation)」「授業の実施(Lesson Enactment)」「評価とフィードバック(Assessment and Feedback)」という4つの基本的な教授プロセスで構成される一連の教育実践として位置付けられており, 応用と省察のサイクルによって支えられている。図6は, これまでの Mathematics Syllabus になかった図であり, 今回の改訂における重要な考えを表している。また, 4つの教授プロセスは, 表2のように, 24の教授エリアに分類されている。これらの教授エリアは, 1つの教授プロセスに特化したものではなく, 別の教授プロセスにおいて検討されることもある。



図6. 基本的な教授プロセス  
(Ministry of Education Singapore, 2020)

表2. 24の教授エリア

ポジティブな教室文化	
#1	交流とラポールの確立 (Establishing Interaction and Rapport)
#2	ポジティブな規律の維持 (Maintaining Positive Discipline)
#3	期待とルーティンの設定 (Setting Expectations and Routines)

#4	信頼関係の構築
#5	学習者のエンパワメント (Empowering Learners)
授業の準備	
#6	授業目標の決定 (Determining Lesson Objectives)
#7	学習者のプロフィールの考慮 (Considering Learners' Profiles)
#8	内容の選択と順序付け (Selecting and Sequencing Content)
#9	キーとなる問いの計画 (Planning Key Questions)
#10	学習の順序付け(Sequencing Learning)
#11	指導方法の決定 (Deciding on Instructional Strategies)
#12	教材と教具の決定 (Deciding on Teaching Aids and Learning Resources)
授業の実施	
#13	既習知識の活性化 (Activating Prior Knowledge)
#14	興味の喚起(Arousing Interest)
#15	学習者の主体的参加の促進 (Encouraging Learner Engagement)
#16	柔軟性の発揮(Exercising Flexibility)
#17	明確な説明の提示 (Providing Clear Explanation)
#18	学習のペース配分と緩急の調整 (Pacing and Maintaining Momentum)
#19	協働学習の促進 (Facilitating Collaborative Learning)
#20	学習を深めるための発問の活用 (Using Questions to Deepen Learning)
#21	授業のまとめ(Concluding the Lesson)
評価とフィードバック	
#22	理解度の確認とフィードバックの実施 (Checking for Understanding and Providing Feedback)
#23	自律的学習の支援 (Supporting Self-directed Learning)
#24	意義のある課題設定 (Setting Meaningful Assignments)

## (2) 日本のカリキュラムとの比較

日本のカリキュラムにおいては、次の6つの視点から、各学校においてカリキュラム・マネジメントの実現が目指されている。

- ①「何ができるようになるか」(育成を目指す資質・能力)

- ②「何を学ぶか」(教科等を学ぶ意義と、教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成)
- ③「どのように学ぶか」(各教科等の指導計画の作成と実施、学習・指導の改善・充実)
- ④「子供一人一人の発達をどのように支援するか」(子供の発達を踏まえた指導)
- ⑤「何が身に付いたか」(学習評価の充実)
- ⑥「実施するために何が必要か」(学習指導要領等の理念を実現するために必要な方策)

したがって、教授プロセスに関して、PDCAサイクルでの授業改善の方向性や「子供の実態や環境、目標、内容、方法、評価」の観点が含まれている点は共通していると考えられる。しかし、日本の場合は、教授プロセスにそったものではなく、シンガポールの24の教授エリアのような詳細な観点は示されていない。24の教授エリアは、日本の6つの視点からのカリキュラムマネジメントにおいても、具体的なチェック項目として有効に活用できるものである。日本においても、このような多様な観点からのチェックリストを作成し、エビデンスに基づいた授業改善及びカリキュラムマネジメントの検証を実施する必要があると考えられる。

## 6. 「数学の学習段階と教育的アプローチ」に関する比較

### (1) シンガポールのカリキュラムの特徴

教授プロセスにおける24の教授エリアは、図7に示す「準備段階(Readiness)」「参加段階(Engagement)」「習得段階(Mastery)」という学習の3段階に位置付けられている。「準備段階」では、学習環境(#1, #2, #3, #4, #5)、学習者のプロフィール(#7)、学習者の既習知識(#6, #8, #10, #13, #22)、学習者の興味を引くような動機付けのある状況(#7, #14)を考慮することの重要性が示されている。「参加段階」では、学習者のプロフィールやニーズに応じた指導をする(#15)ために、3つの教育的アプローチを意図的に選択する(#11)とともに、学習のペースや緩急を考慮したり(#18)、事前の計画や学習者の反応の予想に基づき、柔軟に授業を調整したりする

(#16)ことの必要性が示されている。「習得段階」では、動機づけられた練習(#24), 振り返り学習(#23), 発展学習(#24)を通して、「学習のキーポイントをまとめ、復習し、次の授業につなげる(#21)」ことの必要性が示されている。



図 7. 学習の 3 段階

(Ministry of Education Singapore, 2020)

3つの教育的アプローチとは、『活動型学習(Activity-based Learning)』『探究型学習(Inquiry-based Learning)』『直接教授法(Direct Instruction)』である。『活動型学習』では、学習者が「個人またはグループで協力して、数学的概念や技能を探究し学習する活動に参加」できるようにする(#19)ため、教師は「学習者が教材・教具を活用できるように計画し(#12), 既習の知識や経験から意味や理解を協働で構成できるようにする」ことが求められている。『探究型学習』では、学習者が「自分の答えを伝え、説明し、考察することに取り組む」ことができるように、教師は「学習者が特定のキーとなる問いに集中できるように計画」する(#9)とともに、「学習を深めるための発問を行い(#20), 学習者の考えを可視化する」ことが求められている。『直接教授法』は、学習者が「何を学ぶのか(#6), 何ができるようになることが期待されているのかが明示されたとき、最も効果的になる」ため、教師は「新しい概念や技能を明確に紹介し、説明し、実演することにより(#17), 理解、意欲、達成感を高める」とともに、「関連性を導き出し、発問し(#20), 重要な概念を強調し、思考のロールモデルとなる」ことが求められている。特に、テクノロジーの活用に関して、「ICT

を効果的に使う能力は 21 世紀能力(21<sup>st</sup> Century Competencies)の一部である」と、ICT活用能力の育成の必要性が唱えられている。具体的には、ICTの活用により、「アイデアを伝え、知識形成の一環として互いに協力することができる」という学習者にとってのよさと、「学習を評価し、タイムリーにフィードバックを提供することができる」という教師にとってのよさが明示されている。そのため、教師の資質・能力として Technological Pedagogical Content Knowledge と関連する e-Pedagogy の向上が重要な課題となっている。

## (2)日本のカリキュラムとの比較

日本の算数・数学学習では、「①既習内容の確認と課題の把握, ②個人解決, ③学び合い, ④評価問題と振り返り」という問題解決型の学習展開がスタンダードとなっており、複数の検定教科書に示されている(藤井齊亮 他 85 名, 2020; 清水静海 他 123 名, 2020)。また、日本のカリキュラムでは、「主体的・対話的で深い学び」の実現が求められており、特に、算数・数学教育では、統合的・発展的な考察による「習得」「活用」「探究」を重視した学習が意図されている。その意味では、数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して学習する日本の主体的・対話的で深い学びは、シンガポールの『活動型学習』や『探究型学習』に対応すると考えられる。一方、『直接教授法』に関して、教師中心の授業スタイルとして、日本においては否定的である。教師が知識を伝達するだけの授業であれば、それは主体的・対話的で深い学びにはつながらないことが多い。しかし、教師が新しい概念や技能を紹介したとしても、それを活用することに重点をおいた活用重視型の授業であれば、学習内容によっては、効率的に習得・活用を促す授業になり得ると考えられる。日本においては、現在、一人一台のタブレット端末を活用した算数・数学学習が求められるようになり、今まで以上に、一単位時間のマネジメントが重要になってきている。活用重視型の授業は、タブレット端末を活用した算数・数学

学習と親和性があり、指導の個別化・学習の個性化に寄与すると考えられる。

したがって、数学の学習段階と教育的アプローチに関して、協働的な学びを通じた問題解決型を重視している点では共通している。しかし、シンガポールのように、明確に教えるべきことと考えさせるべきことを区別し、活用重視型の授業展開により、新しく知った知識や技能を活用する中で確かな学びにつなげるアプローチも、日本の算数・数学学習に取り入れていく必要があると考えられる。

## 7. 「数学の学習内容」に関する比較

### (1) シンガポールのカリキュラムの特徴

2022年段階では、Mathematics Syllabusには第2学年の学習内容までしか掲載されていない。そこで、第2学年までの内容領域別の学習内容を表3・4に示す。

表3. 内容領域別の学習内容(第1学年)

数と代数	
下位領域	全数
1. 100までの数	
1.1 与えられた集合の中の物の数を数えること	
1.2 数値の表記、表現、および位取り(10のまとまり, 1のまとまり)	
1.3 数字と数詞の読み書き	
1.4 2つ以上の集合の中の物の数の比較	
1.5 数の比較と順序付け	
1.6 数列のパターン	
1.7 序数(1, 2, 10 まで)と記号(1, 2, 3, など)	
2. 加法と減法	
2.1 加法と減法の内容	
2.2 +, -, =の使い方	
2.3 加法と減法の関係	
2.4 1桁の数を2つ以上足すこと	
2.5 100以内の加法と減法	
2.6 アルゴリズムを用いた加法と減法	
2.7 加法と減法含む暗算(20以内 / 2桁の数と1桁の数で繰り上がり・繰り下がりなし / 2桁の数と何十の数)	
3. 乗法と除法	
3.1 乗法と除法の内容	
3.2 ×の使用	
3.3 40以内の乗法	
3.4 20以内の除法	

下位領域	お金
1. お金	
1.1 金額を数えること(セント単位で\$1 まで, ドル単位で\$100 まで)	
測定と幾何	
下位領域	測定
1. 長さ	
1.1 センチメートルでの長さの測定	
1.2 省略形 cm の使用	
1.3 cm 単位での長さの比較と順序付け	
1.4 1cm 単位での線分の測定と作図	
2. 時間	
2.1 時間を5分単位で伝えること	
2.2 am と pm の使用	
2.3 略語 h と min の使用	
2.4 1時間/30分の継続時間	
下位領域	図形
1. 平面図形	
1.1 平面図形の識別, 命名, 記述, 分類(長方形 / 正方形 / 三角形 / 円 / 半円 / 四分円)	
1.2 様々な平面図形を長方形 / 正方形 / 三角形 / 半円 / 四分円で作ること	
1.3 与えられた図形を構成する平面図形の識別	
1.4 ドット紙や方眼紙に図形を写すこと	
統計	
下位領域	データの表現と解釈
1. 絵グラフ	
1.1 絵グラフのデータの読み取りと解釈	

表4. 内容領域別の学習内容(第2学年)

数と代数	
下位領域	全数
1. 100までの数	
1.1 10のまとまり(何十) / 100のまとまり(何百)で数えること	
1.2 数の表記, 表現及び位取り(100の位, 10の位, 1の位)	
1.3 数字と数詞の読み書き	
1.4 数の比較と順序付け	
1.5 数列のパターン	
1.6 奇数と偶数	
2. 加法と減法	
2.1 加法と減法のアルゴリズム(3桁まで)	
2.2 3桁の数と1桁の数, 何十の数, 何百の数の加法と減法の暗算	
3. 乗法と除法	
3.1 2, 3, 4, 5, 10の九九表	
3.2 ÷の使用	
3.3 乗法と除法の関係	
3.4 九九表の範囲内での乗法と除法	

3.5 2, 3, 4, 5, 10の九九表の範囲での乗法と除法の暗算ができる。	
下位領域	分数
1. 全体に対する小部分	
1.1 全体の一部としての分数	
1.2 分数の表記と表現	
1.3 分母の値が12を超えない分数(単位分数 / 同分母分数)の比較と順序付け	
2. 加法と減法	
2.1 分母の値が12以下の1を超えない同分母分数の加法と減法	
下位領域	お金
1. お金	
1.1 ドルとセントで金額を数えること	
1.2 10進数表記でのお金の読み書き	
1.3 2つまたは3つの金額の比較	
1.4 10進法の金額のセントのみ, またはその逆への変換。	
測定と幾何	
下位領域	測定
1. 長さ, 重さ, 体積	
1.1 測定(メートルでの長さ, キログラム / グラムでの重さ / リットルでのかさ)	
1.2 適切な測定単位と略語 m, g, kg, l の使用	
1.3 比較と順序付け(長さ/重さ/体積)	
2. 時間	
2.1 時間を分単位で伝えること	
2.2 時・分単位での時間の測定	
2.3 時・分単位の時間を分単位に, また, その逆への変換	
下位領域	図形
1. 平面図形	
1.1 大きさ/形/色/向きという属性の1つまたは2つにしたがって, 平面図形でパターンを作ったり完成させたりすること	
2. 立体図形	
2.1 立体図形の識別, 命名, 記述, 分類(立方体/直方体/円錐/円柱/球)	
統計	
下位領域	データの表現と解釈
1. 目盛りのついた絵グラフ	
1.1 目盛りのついた絵グラフのデータの読み取りと解釈	

## (2)日本のカリキュラムとの比較

シンガポールの『数と代数』の学習内容は、「全数」という下位領域に関しては、日本の「数と計算」の学習内容と殆ど同じであるが、第1学年からの乗法と除法の導入と第2学年からの

同分母分数の加法と減法の導入は、日本のカリキュラムの位置付けと異なる。また、「お金」という下位領域が設定されているのも特徴的である。『測定と幾何』と『統計』の学習内容も、日本の「測定」「図形」「データの活用」の学習内容と殆ど同じであるが、第2学年における重さの導入や立方体、直方体、円錐、円柱、球の導入は、日本のカリキュラムの位置付けと異なる。このように、学習内容の配当学年に違いがあり、シンガポールの方が日本よりも学習が前倒しになっているものの、算数・数学教育において学習すべき内容は概ね共通している。

日本では教科書レベルで取り扱われているものの、カリキュラムに位置付いていない内容として、シンガポールには「パターン」の学習がある。シンガポールの以前の Mathematics Syllabus (Ministry of Education Singapore, 2012)でも「パターン」の学習が全学年に位置付けられており、今後更新される第3学年以降の学習内容にも反映されると思われる。日本では、小学校算数科の「変化と関係」領域に、比例・反比例を中心とした関数の学習が位置付いており、中学校数学科の「関数」領域に、比例・反比例の負の数までの拡張、一次関数、 $y=ax^2$ の学習が位置付いている。シンガポールでは、小学校算数科において比例・反比例は学習せず、「関数の基礎」となる「パターン」の学習が位置付けられており、中学校数学科において一次関数が導入され、その特殊な場合として比例が学習される。このように、日本とシンガポールでは、「関数」指導における学習内容・学習順序が異なっている。この「パターン」は、表1に示したビッグアイデアの内の1つであり、関数の考えと関連する重要な数学的な見方・考え方になると考えられる。また、パターンの認識に関する教育は、近年、幼児教育の分野において研究が進みつつある内容であり、パターンの認識に基づくパターンの発見・活用は、プログラミングにおける Computational Thinking (日本では、プログラミング的思考)の重要な要素にもなっていると考えられる。したがって、幼小接続期の教育及び小中連携の教育への配慮や、

各教科の特性に応じたプログラミングの導入が求められている中、日本の算数・数学教育において、「パターン」に関する内容をカリキュラムに位置付けていく必要があると考えられる。

## 9. おわりに

本研究では、シンガポールの Mathematics Syllabus と日本の学習指導要領との比較を通して、今後の日本の算数・数学教育に求められることとして、以下の3点が示唆された。

- ①多様な観点からのチェックリストを作成し、エビデンスに基づいた授業改善及びカリキュラムマネジメントの検証を実施する。
- ②明確に教えるべきことと考えさせるべきことを区別し、活用重視型のアプローチを取り入れる。
- ③「パターン」に関する内容をカリキュラムに位置付ける。

本研究では、Mathematics Syllabus Primary One to Six をもとに、算数教育を中心とした比較を行った。そこで、今後の課題は、Mathematics Syllabuses Secondary One to Four Express Course Normal (Academic) Course も参照し、日本の中学校数学教育にまで範囲を広げた研究を行うことである。

## 参考文献

- 藤井斉亮 他 85 名(2020) : 『新しい算数 6』, 東京書籍, pp.2-3.
- 文部科学省(2018a) : 『小学校学習指導要領解説算数編』, 日本文教出版.
- 文部科学省(2018b) : 『中学校学習指導要領解説数学編』, 日本文教出版.
- OECD(2005): THE DEFINITION AND SELECTION OF KEY COMPETENCIES Executive Summary, <https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>.
- OECD(2018) : THE FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS Education 2030, [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).
- OECD(2019) : Student Agency concept note -

OECD Future of Education and Skills 2030 Conceptual learning framework STUDENT AGENCY FOR 2030-, [https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/student-agency/Student\\_Agency\\_for\\_2030\\_concept\\_note.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/student-agency/Student_Agency_for_2030_concept_note.pdf).

白井俊(2020) : 『OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来 エージェンシー、資質・能力とカリキュラム』, ミネルヴァ書房.

坂井武司・赤井秀行・石坂広樹(2018) : 「算数教育におけるシンガポールの問題解決型学習過程に関する研究」, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第 14 号, No.1, pp.35-44.

Ministry of Education Singapore(2012) : MATHEMATICS SYLLABUS Primary One to Six, [https://www.moe.gov.sg/-/media/files/primary/mathematics\\_syllabus\\_primary\\_1\\_to\\_6.ashx?la=en&hash=FC5D02BA026AF57A348AD419506B417F1393C968](https://www.moe.gov.sg/-/media/files/primary/mathematics_syllabus_primary_1_to_6.ashx?la=en&hash=FC5D02BA026AF57A348AD419506B417F1393C968)

Ministry of Education Singapore(2020) : MATHEMATICS SYLLABUS Primary One to Six, <https://www.moe.gov.sg/-/media/files/syllabus/2021-pri-mathematics.ashx?la=en&hash=261370741B22DBC096C3EFF5632DB1CB7757A209>

Charles, R. (2005) : “Big ideas and understandings as the foundation for elementary and middle school mathematics”, *Journal of Mathematics Education Leadership*, Vol.7, No.3, 9-21.

Siemon, D., Bleckl, J. and Neal, D. (2012): “Working with the Big Ideas in Number in the Australian Curriculum Mathematics”, Atweh, B., Goos, M., Jorgensen, R. and Siemon, D. (Eds.), *Engaging the Australian Curriculum Mathematics -Perspectives from the Field*.

清水静海 他 123 名(2020) : 『わくわく算数 6』, 啓林館, pp.4-5.

## 付記

本研究は、京都女子大学令和 4 年度「研究経費助成」の助成を受けています。