

これからの時代に求められる資質・能力を育てる算数・数学教育 — 数学的プロセスを重視した指導と CUN 課題の活用 —

中 村 好 則*

(2017年 2月15日受理)

Yoshinori NAKAMURA

Mathematics Education for Improving Competencies and Capabilities in the Future :
Guidance focusing on mathematical process and utilization of CUN task

1. 背景と目的

情報化やグローバル化が進展する社会や知識基盤社会では、ただ単に持っている知識や技能を活用し問題を解決できるだけでなく、主体的に新たな問題を設定し、他者と協働して問題解決に取り組む、新しい答えや価値を創造する力が必要とされている(例えば、OECD教育研究革新センター編2015, 下線は筆者, 以下同様)。平成26年11月20日に文部科学大臣より「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について」が諮問された。そこでは「育成すべき資質・能力を子供たちに確実に育む観点から、そのために必要な学習・指導方法や、学習の成果を検証し指導改善を図るための学習評価を充実させていく観点が必要である」ことが述べられている。また、平成27年8月26日に中央教育審議会(以下、中教審)初等中等教育分科会の教育課程部会教育課程企画特別部会(以下、教育課程特別企画部会)の「教育課程企画特別部会における論点整理について(以下、「論点整理」)」が公表された。そこでは、これからの時代に育成すべき資質・能力についての基本的な考え方が示され、①「何を知っているか、何ができるか(個別の知識・技能)」、②「知っていること・できることをどう使うか(思考力・判断

力・表現力等)」、③「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか(学びに向かう力、人間性等)」の3つの柱で整理し、それらを各教科等の文脈の中で身に付けていく力と、教科横断的に身に付けていく力とを相互に関連付けながら育成していく必要性が述べられている(p.10~11)。さらに、育成すべき資質・能力について各学校段階の教育課程全体及び各教科等においてどのように伸ばしていくかを系統的に示す必要性が述べられている(p.13)。平成28年8月26日には、教育課程企画特別部会から「次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ」(以下、「審議のまとめ」)が公表された。その中で「算数・数学科において育成を目指す資質・能力の整理(別添4-1)」が示され、これらの時代に求められる資質・能力を育てる算数・数学指導の在り方を検討することは喫緊の課題である。

そこで、本論では、これからの時代に求められる資質・能力を育成するための算数・数学指導の在り方について考察する。そのために、まず初めに、これからの時代に求められる資質・能力をどのように捉えればよいかを検討し、それらをもとに算数・数学指導で育成を目指す資質・能力を明らかにする(第2章)。次に、算数・数学指導に

* 岩手大学教育学部

における資質・能力の育成の現状と課題について、TIMSS 調査と特定の課題に関する調査の結果をもとに考察する(第3章)。これらをもとに、算数・数学科において、資質・能力を育てるためにはどのような指導が必要であるかを述べる(第4章)。ここでは、特に数学的プロセスを重視した指導とCUN課題(Complex, Unfamiliar and Non-routine Task, 複雑で見慣れない非定型的課題)の活用に関心を当てる。最後に、これらからの時代に求められる資質・能力を育てる算数・数学指導について、まとめと課題を述べる(第5章)。

2. これからの時代に求められる資質・能力

この章では、資質・能力を育成する教育に関する取り組みとして、1) キー・コンピテンシー、2) 21世紀スキル、3) 諸外国での資質・能力、4) 21世紀型能力、5) 文部科学省(以下、文科省)による資質・能力を概観し、6) 算数・数学指導で育成を目指す資質・能力を明らかにする。

1) キー・コンピテンシー (Key Competency)

キー・コンピテンシー(主要能力)とは、OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development: 経済協力開発機構) のDeSeCo (Definition and Selection of Competencies)プロジェクトによって提案されたもので、日常生活のあらゆる場面で必要なコンピテンシー^(注1)をすべて挙げるのではなく、コンピテンシーの中で、特に、①人生の成功や社会の発展にとって有益、②さまざまな文脈の中でも重要な要求(課題)に対応するために必要、③特定の専門家ではなくすべての個人にとって重要といった性質を持つとして選択されたものである。キー・コンピテンシーは、

(1) 社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力(個人と社会との相互関係)、(2) 多様な社会グループにおける人間関係形成能力(自己と他者との相互関係)、(3) 自律的に行動する能力(個人の自律性と主体性)の3つで構成されている(図1)。この3つのキー・コンピテンシーの枠組みの中心にあるのは、個人が深く考え、行動することの必要性であり、深く考えるこ

とには、目今の状況に対して特定の定式や方法を反復継続的に当てはめることができる力だけではなく、変化に対応する力、経験から学ぶ力、批判的な立場で考え、行動する力が含まれるとされる^(注1)。PISA (Programme for International Student Assessment) 調査は、キー・コンピテンシーの(1)相互作用的に道具を用いる力の要素の一部を評価するものである。また、キー・コンピテンシーは、グローバル社会を生涯学び続ける社会と捉え、その基盤としての資質・能力を育成する面が強い(国研編2015, p.22)。

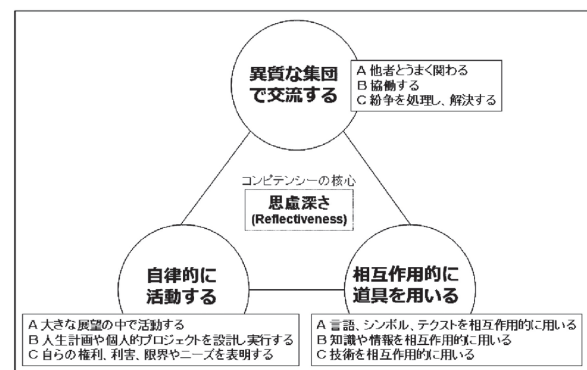


図1 3つのキー・コンピテンシー^(注2)

2) 21世紀型スキル (21st Century Skills)

21世紀型スキル(図2)とは、アメリカの企業(シスコシステム、マイクロソフト、インテル)や教育の関係者による団体によるATC21Sプロジェクトで提案されたもので、教科の内容知識に加えて、学習とイノベーションのスキル(創造性とイノベーション、批判的思考と問題解決、コミュニケーションと協働)、情報・メディア・テクノロジースキル、生活とキャリアのスキルが挙げられる(石井2015, p.6)。また、21世紀型スキルは、デジタル化されたネットワークの中で協調的に問題を解決する社会と捉え、ICTリテラシーを軸とした資質・能力を育成する面が強い(国立教育政策研究所編2015, p.22)。21世紀型スキルの中の「コラボレーション」スキルがPISA2015やPISA2018の「協調問題解決能力」調査に反映されている(国研編2015, p.22)。



図2 21世紀型スキル^(注3)

3) 諸外国での資質・能力

諸外国でも、育成すべき資質・能力についての検討が行われており、世界的に資質・能力の育成が重要な課題として取り組まれている。例えば、イギリスではキースキル、オーストラリアでは汎用的能力、EUとニュージーランドではキー・コンピテンシーの検討が行われている(図3)。

地域・国など	OECD (DeSeCo)	EU	イギリス	ドイツ	フランス	フィンランド	ニュージーランド	韓国	アメリカ	カナダ (ボタリオン)	オーストラリア	シンガポール
能力の名称	キーコンピテンシー	キーコンピテンシー	キースキル	コンピテンシー	共通基礎	コンピテンシー	キーコンピテンシー	核心力量	(21世紀型スキル)	学習スキルと学習習慣	汎用的能力	コンピテンシー
下位の能力	相互作用的道具活用能力	第1言語外言語 数学・科学技術のコンピテンシ デジタル・コンピテンシ	コミュニケーション 数学の活用 情報テクノロジー	現代外国語 数学及び科学的教養 生きるために必要な能力	フランス語 現代外国語 科学的教養 生きるために必要な能力	英語・記号・テキストを使用する能力	意思疎通能力 言語・記号・テキストを使用する能力	意思疎通能力 言語・記号・テキストを使用する能力	情報・メディア・テクノロジー・デジタルスキル	読解力 学習への動機 学習とイノベーション	読解力 学習への動機 学習とイノベーション	読解力 学習への動機 学習とイノベーション
	反省性(考える力)	学び方の学習	学び方の学習	自己コンピテンシー	自己コンピテンシー	自己管理能力	自己管理能力	自己管理能力	自己管理能力	自己管理能力	自己管理能力	自己管理能力
	自律的活動力	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神	道徳的精神と企業精神
異質な集団での交流力	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現	社会的・市民的コンピテンシー 文化の気づきと表現

図3 諸外国の資質・能力^(注4)

4) 21世紀型能力

21世紀型能力(図4)は、国立教育政策研究所(以下、国研)が、今後の教育課程編成で育成が求められる資質・能力として提案した枠組みである。21世紀型能力は、「生きる力」としての知・徳・体を構成する資質・能力から、教科・領域横断的に学習することが求められるものを抽出するとともに、「思考力」(一人一人が自分の考えを持って他者と対話し、考えを比較吟味して統合し、より

よい答えや知識を創り出す力、更に次の問いを見付け、学び続ける力)を中核とし、それを支える「基礎力」(言語・数量・情報などの記号や自らの身体を用いて、世界を理解し、表現する力)と、使い方を方向づける「実践力」(生活や社会、環境の中に問題を見だし、多様な他者と関係を築きながら答えを導き、自分の人生と社会を切り開いて、健やかで豊かな未来を創る力)の三層で構造化している(石井2015, p.7~8)。資質・能力の要素について包括的な整理がなされたことなどから、21世紀型能力という呼称については役割を果たし、統一的な呼称は使わないことが述べられ、現在は使われていない(国研2015, p. iii)。

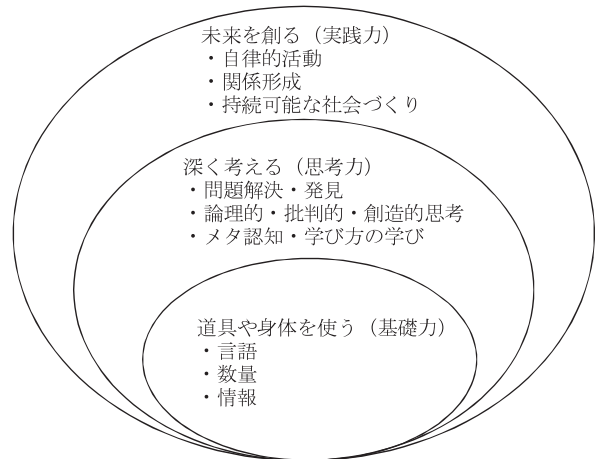


図4 21世紀型能力(国研2015, p. viii)

5) 文科省による資質・能力

文科省の「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」が平成26年3月31日に論点整理を公表した。そこでは、育成すべき資質・能力に対応した教育目標・内容について、表1のように述べている(文科省2014)。つまり、ここで述べている育成すべき資質・能力は図5のように捉えられる。キー・コンピテンシーや21世紀型スキル、21世紀型能力は、主に表1や図5の教科等を横断する汎用的なスキルに当たる。

第1章でも述べたが平成27年8月の「論点整理」では、育成するべき資質・能力を、①「何を知っているか、何ができるか(個別の知識・技能)」

表1 育成すべき資質・能力に対応した教育目標・内容について (注5)

・現在の学習指導要領に定められている各教科等の教育目標・内容を以下の三つの視点で分析した上で、学習指導要領の構造の中で適切に位置付け直したり、その意義を明確に示したりすることについて検討すべき。ア)～ウ)については、相互のつながりを意識しつつ扱うことが重要。

ア) 教科等を横断する汎用的なスキル (コンピテンシー) 等に関わるもの

① 汎用的なスキル等としては、例えば、問題解決、論理的思考、コミュニケーション、意欲など

② メタ認知 (自己調整や内省、批判的思考等を可能にするもの)

イ) 教科等の本質に関わるもの (教科等ならではの見方・考え方など)

例: 「エネルギーとは何か。電気とは何か。どのような性質を持っているのか」のような教科等の本質に関わる問いに答えるためのものの見方・考え方、処理や表現の方法など

ウ) 教科等に固有の知識や個別スキルに関するもの

例: 「乾電池」についての知識、「検流計」の使い方

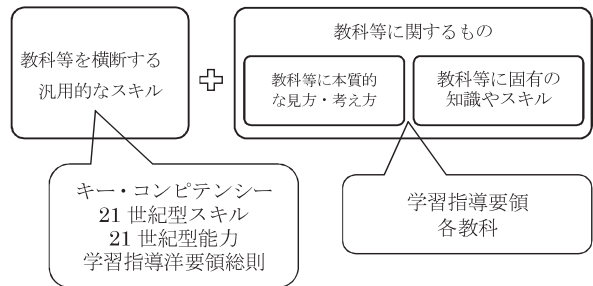


図5 育成すべき資質・能力

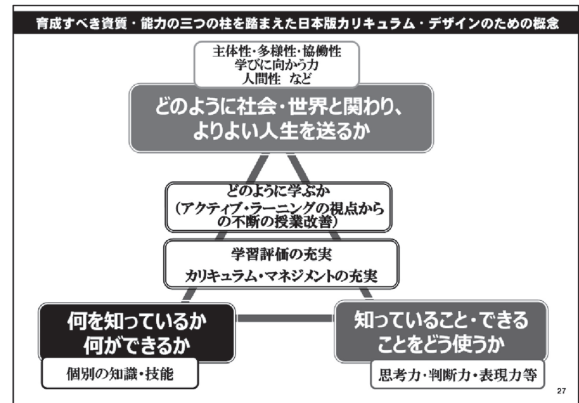


図6 教育課程企画特別部会「論点整理」 (補足資料 p.27)

算数・数学科において育成を目指す資質・能力の整理				資料3
	知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力・人間性等	資質・能力の育成のために重視すべき学習過程の例*
数学 高等学校	<ul style="list-style-type: none"> 数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解 事象を数学化したり、数学的に解釈したり、表現・処理したりする技能 数学的な問題解決に必要な知識 	<ul style="list-style-type: none"> 事象を数学的に考察する力 既習の内容を基にして問題を解決し、思考の過程を振り返ってその本質や他の事象との関係を認識し、統合的・発展的に考察する力 数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力 	<ul style="list-style-type: none"> 数学的に考えることよさ、数学の用語や記号のよさ、数学的な処理のよさ、数学の実用性などを認識し、事象の考察や問題の解決に数学を積極的に活用して、数学的論拠に基づいて判断する態度 問題解決などにおいて、粘り強く、柔軟に考え、その過程を振り返り、考察を深めたり評価・改善したりする態度 多様な考えを生かし、よりよく問題解決する態度 	<ul style="list-style-type: none"> 疑問や問いの発生 問題の設定 問題の理解、解決の計画 計画の実行、結果の検討 解決過程や結果の振り返り 新たな疑問や問い、推測などの発生
数学 中学校	<ul style="list-style-type: none"> 数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則の理解 事象を数学化したり、数学的に解釈したり、表現・処理したりする技能 数学的な問題解決に必要な知識 	<ul style="list-style-type: none"> 日常の事象を数理的に捉え、数学を活用して論理的に考察する力 既習の内容を基にして、数量や図形などの性質を見だし、統合的・発展的に考察する力 数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力 	<ul style="list-style-type: none"> 数学的に考えることよさ、数学的な処理のよさ、数学の実用性などを実感し、様々な事象の考察や問題解決に数学を活用する態度 問題解決などにおいて、粘り強く考え、その過程を振り返り、考察を深めたり評価・改善したりする態度 多様な考えを認め、よりよく問題解決する態度 	<ul style="list-style-type: none"> 疑問や問いの発生 問題の設定 問題の理解、解決の計画 計画の実行、結果の検討 解決過程や結果の振り返り 新たな疑問や問い、推測などの発生
算数 小学校	<ul style="list-style-type: none"> 数量や図形などについての基礎的な概念や性質などの理解 日常の事象を数理的に表現・処理する技能 数学的な問題解決に必要な知識 	<ul style="list-style-type: none"> 日常の事象を数理的に捉え、見通しをもち筋道を立てて考察する力 基礎的・基本的な数量や図形の性質や計算の仕方を見だし、既習の内容と結びつけ統合的に考えたり、そのことを基に発展的に考えたりする力 数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり、目的に応じて柔軟に表したりする力 	<ul style="list-style-type: none"> 数量や図形についての感覚を豊かにするとともに、数学的に考えることや数理的な処理のよさに気付き、算数の学習を進んで生活や学習に活用しようとする態度 数学的に表現・処理したことを振り返り、批判的に検討しようとする態度 問題解決などにおいて、よりよいものを求め続けようとし、抽象的に表現されたことを具体的に表現しようとし、表現されたことをより一般的に表現しようとするなど、多面的に考えようとする態度 	<ul style="list-style-type: none"> 疑問や問いの気付き 問題の設定 問題の理解、解決の計画 解決の計画 解決したことの検討 解決過程や結果の振り返り 新たな疑問や問いの気付き

* 学習過程については、自立的に、時に協働的に行い、それぞれに主体的に取り組めるようにする。

図7 算数・数学科において育成を目指す資質・能力の整理 (「審議の取りまとめ」資料3)

②「知っていること・できることをどう使うか(思考力・判断力・表現力等)」, ③「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか(学びに向かう力、人間性等)」の3つの柱で整理した(図6)。これらは、汎用的なスキルと教科に関するものの両方を捉える観点となるものである。

6) 算数・数学指導で育成を目指す資質・能力

中教審教育課程部会の算数・数学ワーキンググループ(以下、算数・数学WG)では、平成28年8月26日に審議の取りまとめ(以下、「審議の取りまとめ」)を公表し、その中で算数・数学科において育成を目指す資質・能力の整理(資料3)を示した(図7)。資質・能力は、各教科等の文脈の中で身に付けていく力と、教科横断的に身に付けていく力を相互に関連付けながら育成していく必要がある(「論点整理」)が、ここで示されたものは、各教科等の文脈の中で身に付けていく力である。また、「審議のまとめ」では、「子供たちに、社会において自立的に生きるために必要な「生きる力」をバランスよく確実に育むことを目指し、全ての学習の基盤となる力や、これからの社会や生活の在り方を踏まえ求められる資質・能力が、教科等を超えて教育課程全体を通じて育成されるよう、教科等それぞれで育成させる資質・能力を明確にしつつ、教育課程全体としての教科横断的なつながりを総則で明示する」ことが述べられている。そこでは、全ての学習の基盤となる力として、言語能力(読解力等)、問題発見・解決能力、情報活用能力(プログラミング的思考やICTを活用する力を含む)、新たな価値を生み出す豊かな創造性(知的財産に関する力を含む)、体験から学び実践する力、多様な他者と協働する力、学習を見直し振り返る力などが、これからの社会や生活の在り方を踏まえ求められる資質・能力として、健康・安全・食に関する力、主権者としての力などをあげ、関係する教科等とのつながりを整理する必要性を述べている。

これらをもとに、算数・数学科で育成を目指す資質・能力を考えると、表2のようになる。算数・

数学科で育成を目指す資質・能力は、算数・数学科の文脈で育成を目指す資質・能力とともに、教科横断的な資質・能力も関連付けながら育成することが重要となる(図8)。

表2 算数・数学科で育成を目指す資質・能力

1 算数・数学科の文脈で育成を目指す資質・能力
① 知識や技能 例 概念や性質の理解、解釈や表現の技能、問題解決の知識
② 思考力・判断力・表現力等 例 論理的、統合的・発展的な考察力 簡潔・明瞭・的確に表現する力
③ 学びに向かう力、人間性等 例 活用する態度、評価・改善する態度 よりよく問題解決する態度
2 教科横断的な資質・能力
① 全ての学習の基礎となる力
② これからの社会や生活の在り方を踏まえ求められる資質・能力

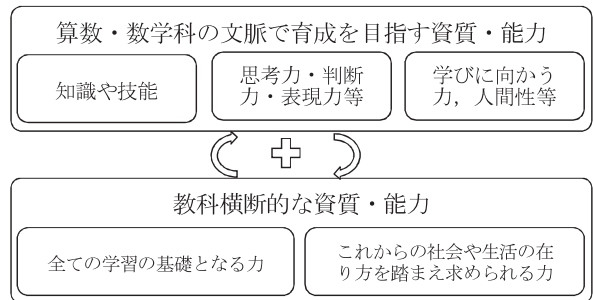


図8 算数・数学科で育成を目指す資質・能力

3. 算数・数学指導における資質・能力の育成の現状と課題

「審議の取りまとめ」では、現行学習指導要領の成果と課題について述べている。PISA2012では、数学的リテラシーは、読解力、科学的リテラシーとともに、平均得点が比較可能な調査回以降、最も高いなどの成果が見られたが、学力の上位層の割合はトップレベルの国・地域よりも低いこと、TIMSS2011では、国際平均に比べて、日本の中学生は数学を学ぶ楽しさや、実社会との関連に対して肯定的な回答をする割合が低いなど学習意欲面で課題があることなどが指摘されている。本章では、特に、算数・数学指導における資質・能力の

育成の現状と課題について考察する。

1) TIMSS 調査 (国際数学・理科教育動向調査)

IEA (国際教育到達度評価学会) が進めている国際調査で、学校のカリキュラムで学んだ知識や技能等がどの程度習得されているかを評価している。図9と図10は、TIMSS2011^(注6) の算数・数学の正答率とカリキュラムとの一致率をグラフ化したものである。

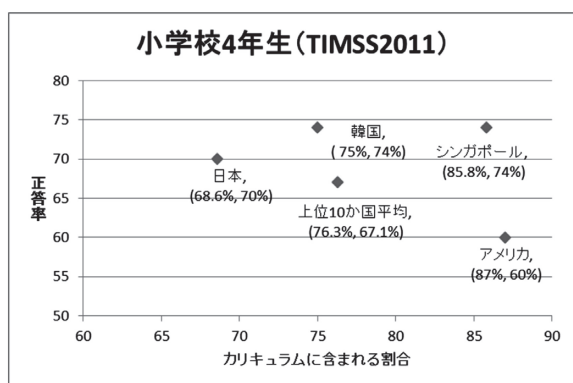


図9 TIMSS2011の結果 (小4)

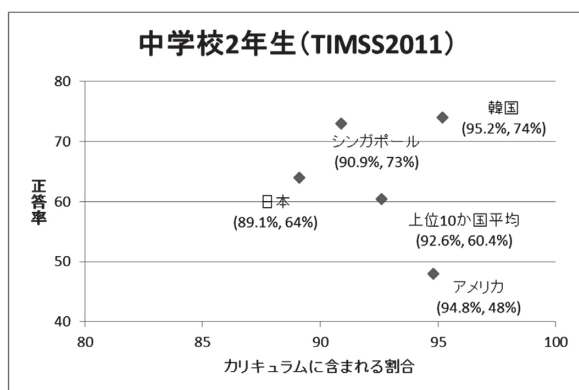


図10 TIMSS2011の結果 (中2)

日本の小学校4年生を対象にした調査の結果(図9)では、カリキュラムとの一致率は68.6%、正答率は70%であり、カリキュラムにない問題でも解けていることが分かる。しかし、上位10カ国の平均はカリキュラムとの一致率(76.3%)よりも正答率(67.1%)は低い。一方、中学校2年生を対象とした調査結果(図10)では、カリキュラムとの一致率は89.1%であるが、正答率は64%である^(注7)。この結果からは、日本の算数教育では学んでいない未知の問題を解決できる力(資質・

能力に含まれる)を育成してきたことが分かる。日本における算数指導では、従来から問題解決型の授業が行われており、それは、問題の提示・問題把握、自力解決、比較検討(練り上げ)、まとめの4つの段階で行われる。この問題解決型の授業のねらいは、与えられ問題を解くことではなく、問題解決の過程を通して、学習内容(コンテンツ)と問題解決の過程(プロセス)を学ぶことにある(藤井2015)。そのような指導が、学んでいない未知の問題でも解決できる力を育ててきたと考えられる。つまり、数学的プロセスを重視した指導が、資質・能力を育成してきたと考えられる。

2) 特定の課題に関する調査 (算数・数学)

国研では、小学校4から6年生及び中学校1から3年生(各学年約3,000名)を対象に「数学的に考える力」と「計算に関する力」に焦点を当て調査を行った(平成17年1~2月)。この調査では「数学的に考える力」を「算数的活動や数学的活動を支え、遂行するために必要な資質や能力などの総称」と捉えている。観点別学習状況の評価の観点である「数学的な考え方(中学校は「数学的な見方や考え方」)は、その趣旨が「数学的な活動を通して、数学的な見方や考え方を身に付け、事象を数学的にとらえ、論理的に考えるとともに思考の過程を振り返り考えを深める」が示すように、「数学的に考える力」よりも意味するところは狭く、「数学的に考える力」を分析する枠組みの1つの観点であることが述べられている。

例えば、貯金箱の問題(小6)では「貯金に関する様々な情報の中から、現在の貯金額を求めるのに必要なものを選択し、立式をして、貯金額を求める問題が出題された(図11)。情報を1つ選ぶ問題(情報選択84.4%、立式81.1%)に比べ、必要な情報を複数選ぶ問題(情報選択61.1%、立式50.6%)の情報選択と立式の正答率がともに低かった。

情報を1つ選ぶ問題

よし子
わたしは、月のはじめに500円ずつ毎月貯金しています。

(1) よし子さんの貯金箱の中の金額は、下の①から⑦までのどれか1つがわかれば知ることができます。その番号を1つ選んで書きましょう。また、よし子さんの貯金箱の金額はいくらですか。答えと求める式を書きましょう。

① 500円玉の直径	26.5mm	
② 今の貯金箱の重さ	640g	
③ 貯金をはじめた月	4月	
④ はじめの貯金箱の重さ	500g	
⑤ 500円玉1つの重さ	7g	
⑥ 貯金を始めてから今日まで何か月か	20か月	
⑦ 目標の貯金額	30000円	

正解: ⑥

情報選択 (番号)	立式 (式)
84.4%	81.1%

必要な情報を複数選ぶ問題

あきさ
ぼくは、すきなときに500円玉を入れていたので、毎月きちんとは貯金していません。

(2) あきささんの貯金箱の中の金額は、下の①から⑦までのどれかわかれば知ることができます。その番号をすべて選んで書きましょう。また、あきささんの貯金箱の金額はいくらですか。答えと求める式を書きましょう。

① 500円玉の直径	26.5 mm	
② 今の貯金箱の重さ	780g	
③ 貯金をはじめた月	4月	
④ はじめの貯金箱の重さ	500g	
⑤ 500円玉1つの重さ	7g	
⑥ 貯金を始めてから今日まで何か月か	20か月	
⑦ 目標の貯金額	30000円	

正解: ②, ④, ⑤

情報選択 (番号)	立式 (式)
61.1%	50.6%

図11 貯金箱の問題 (小6)

「あなたは、算数の学習で、いくつかの条件の中から必要な条件を自分で選んで問題を解いたことがありますか」という質問に対して、肯定的な回答をした児童の正答率(56.4%)は、否定的な回答をした児童の正答率(36.8%)より高く、情報選択の学習経験が正しく解答できることと関連があると考えられる。つまり、学習選択の学習経験が重要であり、問題解決に必要な情報を児童が自ら集めたり選択したりする学習活動を取り入れる必要があることが示唆される。

おはじきの問題(小4から6、問題は省略)では、数値や形を一般化することに課題があることが指摘され、答えを得ることだけでなく、図や式を用いて問題の構造を捉え、解決の方法や考え方に着目する学習活動の重要性が述べられている。

3) 特定の課題に関する調査(論理的な思考)

国研では、高等学校(160校)の第2学年の生徒(5,575人)を対象に、特定の教科の内容に依らない論理的な思考(調査I)と、数学的な表現形式(数学の技能は中学校レベル)を用いた論理的な思考(調査II)に関する調査を実施している(平成24年2月)。論理的な思考は、算数・数学においても重要な考え方の1つであり、学習指導要領の中でも「筋道を立てて考える」や「規則性を発見する」などの表現が見られる。例えば、算数には「筋道を立てて考える」という表現が目標の中に見られる。高校の数学の数学活用でも、「論理的に考える」という表現が見られる。論理的な思考は、国研の21世紀型能力や文科省の資質・能

力の中にも見られ、算数・数学教育の中で育てる資質・能力の1つである。実際、資質・能力の3つの柱の中の思考力・判断力・表現力等では「日常の事象を数理的に捉え、見通しをもち筋道を立てて考察する力(小)」 「日常の事象を数理的に捉え、数学を活用して論理的に考察する力(中)」の表現が見られる。

調査Iと調査IIはそれぞれ2通り(内容A、内容B)作成し、問題内容による影響を軽減している。調査結果からは、一般的な表現形式の問題ができることと数学的な表現形式の問題ができることは相関が高く、関係していることが明らかとなった。また、表現形式別の平均通過率は、一般的な表現形式は約60%(59.7%)に達しているが、数学的表現形式は30%台(36.4%)である。数学的な表現形式の論理的な思考力に課題があると考えられる。

図12は「連続する整数の性質(調査II、内容A)」の問題である。問1の通過率は28.2%、問2の通過率は35.1%と低い。この問題を通過した生徒は、他の問題の通過状況もおおむね良好である。この問題の結果からは「帰納的な説明だけでは数学の証明としては不十分であること」や「命題が誤りであることを証明するには反例を1つ挙げればよいこと」が理解できていないことが示された。加えて、問1で「十分である」に○を付けた解答(45.8%)の中には、理由に「3つの連続した整数の中央の数を a とすると、 $(a+1)^2 - (a-1)^2 = a^2 + 2a + 1 - (a^2 - 2a + 1) = 4a$ 。よって①は成り立つから」と解答するなど、「成り立つことの証明として十分」と解釈したのではなく、「性質が成り立っているから十分」と誤って解釈していると推察され、「文脈を正しく読み取ることができない」ことも指摘されている。これらからは、算数・数学の文脈の中での論理的な思考力にも、教科横断的な論理的な思考力にも課題がみられることが分かる。

3つの連続した正の整数について、後の問いに答えなさい。

問1 博之さんは、3つの連続した整数について、次の性質が成り立つと予想した。
「大きい数と小さい数のそれぞれの平方の差は、いつでも中央の数の4倍である。」・・・①

そして、①が成り立つことを、次のように説明した。

博之さんの説明

1, 2, 3の場合, $3^2 - 1^2 = 8 = 2 \times 4$ だから、中央の数2の4倍
 5, 6, 7の場合, $7^2 - 5^2 = 24 = 6 \times 4$ だから、中央の数6の4倍
 9, 10, 11の場合, $11^2 - 9^2 = 40 = 10 \times 4$ だから、中央の数10の4倍したがって、いつでも中央の数の4倍である。

この説明は、①が成り立つことの証明として十分か。十分または不十分のどちらかに○を付け、そう考えた理由を書きなさい。

問2 博之さんは、さらに次の性質が成り立つと予想した。
「大きい数と小さい数のそれぞれの平方の差は、いつでも8の倍数である。」・・・②

これに対して、圭子さんは、②が成り立たないことを、次のように説明した。

圭子さんの説明

2, 3, 4の場合, $4^2 - 2^2 = 12$ これは8の倍数ではない。

この説明は、②が成り立たないことの証明として十分か。十分または不十分のどちらかに○を付け、そう考えた理由を書きなさい。

図12 連続する整数の性質(調査Ⅱ内容A)
〔国研2013〕

また、「車の保有率(調査Ⅱ, 内容A, 問題は省略)」では、「ことばの式から事象の数学的関係を洞察することができない」ことが明らかとなった。実社会においては、ことばの式を用いて、事象の関係性や構造を示さることは少なくなく、重要な能力の1つである。

4. 資質・能力を育てる算数・数学指導

1) 数学のプロセスを重視した指導

(1) 数学的活動の再構成と数学的な見方・考え方

資質・能力は、それだけを意図した指導では育成は困難であり、教科の内容と組み合わせて指導して初めて育成されることが指摘されている(国研教育課程研究センター2015, p.74)。また、教科の内容は、資質・能力の育成を意図した指導を通して理解が深まる(国研教育課程研究センター2015, p.74)。つまり、算数・数学の学習内容と資質・能力を算数的活動や数学的活動で組み合わせることで、算数・数学の学習内容の理解が深まり、資質・能力の育成が可能になるものとする(図13)。

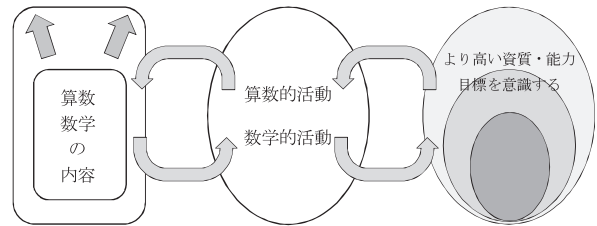


図13 内容と資質・能力と数学的活動(注8)

現行学習指導要領の解説(文科省2008a&b)では、算数的活動は「児童が目的意識をもって主体的に取り組む算数にかかわりのある様々な活動(p.8)」, 数学的活動は「生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営み(p.15)」とある。算数・数学WGの「審議の取りまとめ」では、数学的活動を「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程(p.4)」といった数学的に問題解決する過程を遂行することと位置付けを改め、数学的活動を再構成し、さらなる充実が図られている。数学的に問題解決する過程を遂行することを数学的活動とすると、数学的活動はまさに数学のプロセスと言える。

この数学的に問題解決する過程を、「日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する」という問題解決の過程と、「数学の事象について統合的・発展的に捉えて新たな問題を設定し、数学的に処理し、問題を解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり

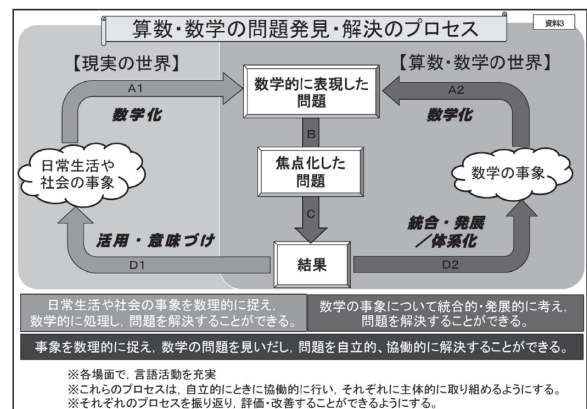


図14 数学のプロセス〔算数・数学WG資料3-1〕

体系化したりする」という問題解決の過程の2つのサイクルが示されている(図14)。数学的問題解決する過程は、この2つのサイクルが相互にかかり合って展開する。数学的に問題解決する過程と育成すべき資質・能力については、図15のように示されている。

また、算数・数学WGでは、数学的な見方・

考え方を「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること」として再整理した(図16)。この数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を育てることの重要性が述べられている(図17)。

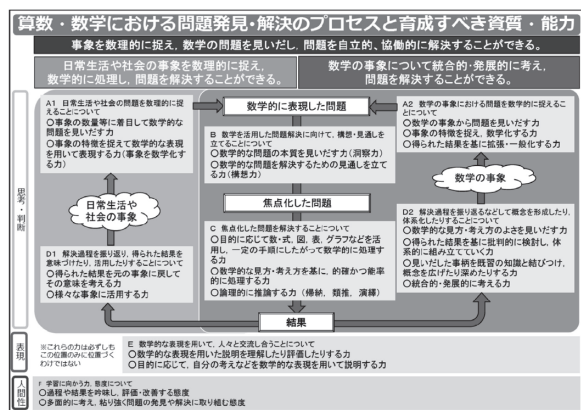


図15 数学的プロセスと育成すべき資質・能力
〔算数・数学WG資料3-2〕

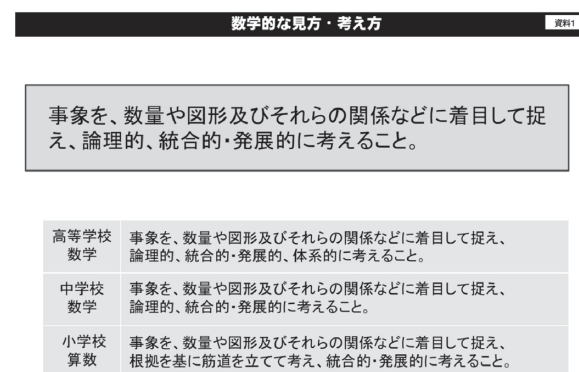


図16 数学的な見方・考え方〔算数・数学WG資料1〕

算数・数学科における教育のイメージ

資料2

【高等学校】

◎ 数学的な見方・考え方を働かせ、本質を明らかにするなどの数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- ① 数学における基本的な概念や原理・法則などを体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり表現・処理したりする技能を身に付ける。
- ② 事象を数学を活用して論理的に考察する力、思考の過程を振り返って本質を明らかにし統合的・発展的に考察する力や、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
- ③ 数学のよさを認識し、数学を活用して粘り強く考え、数学的論拠に基づき判断したり、問題解決の過程を振り返って評価・改善したりする態度を養う。

- 学習内容を生活と関連付けたり、生徒の疑問を取り上げたりするなど生徒の数学学習に対する関心や意欲を高める活動を充実する。
- 学習の過程を振り返り、本質を明らかにしたり学習内容を整理し直したりして、自ら見いだした問題を解決する活動を充実する。

【中学校】

◎ 数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- ① 数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり表現・処理したりする技能を身に付ける。
- ② 事象を数学を活用して論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見だし統合的・発展的に考察する力や、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
- ③ 数学のよさを実感し、数学を活用して粘り強く考え、生活や学習に生かしたり、問題解決の過程を振り返って評価・改善したりする態度を養う。

- 問題解決に必要な情報を生徒自らが集めたり選択したり、帰納的に考えることなどから自らきまりを見付けたり、見いだしたきまりを既習の内容を生かして演繹的に説明したりする活動を充実する。
- 既習の内容を振り返って関連を図ったり、新たに学んだ内容を用いると、どのようなことができるようになったのかなどについて明らかにしたりする活動を充実する。

【小学校】

◎ 数学的な見方・考え方を働かせ、算数の学習を生活や学習に活用するなどの数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- ① 数量や図形などについての基礎的・基本的な概念や性質などを理解するとともに、日常の事象を数的に表現・処理する技能を身に付ける。
- ② 日常の事象を数的にとらえ見通しをもち筋道を立てて考察する力、基礎的・基本的な数量や図形の性質などを見だし統合的・発展的に考察する力や、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現したり柔軟に表現したりする力を養う。
- ③ 数学のよさに気づき、算数の学習を生活や学習に活用したり、学習を振り返ってよりよく問題解決したりする態度を養う。

- 事象を数的に考察したり、自分の考えを数的に表現し処理したりする活動を充実する。
- 具体物、図、数、式、表、グラフ相互の関連を図り、問題解決する活動を充実する。
- 友達や生活から学び合ったり、学習の過程と成果を振り返り、よりよく問題解決できたことを実感したりする活動を充実する。

【幼児教育】(※幼児期の終わりまでに育ってほしい姿のうち、特に関係のあるもの記述)
・身近な事象に積極的に関わり、物の性質や仕組み等を感じ取ったり気付いたりする中で、思い巡らし予想したり、工夫したりなど多様な関わりを楽しむようになることと、友達などの様々な考えに触れる中で、自ら判断しようとして考え直したりなどして、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。
・遊びや生活の中で、数量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、必要感からこれらを活用することを通して、数量・図形、文字等への関心・感覚が一層高まるようになる。

図17 算数・数学科における教育のイメージ〔算数・数学WG資料2〕

つまり、数学的活動と数学的な見方・考え方が資質・能力を育成するためには重要な役割を果たすと考えられる。算数・数学の内容を、数学的な見方・考え方を使った数学的活動のプロセスを通して、数学的な見方・考え方や学習内容を統合的、発展的、体系的に獲得していく指導（図18）が、数学のプロセスを重視した指導と考える。

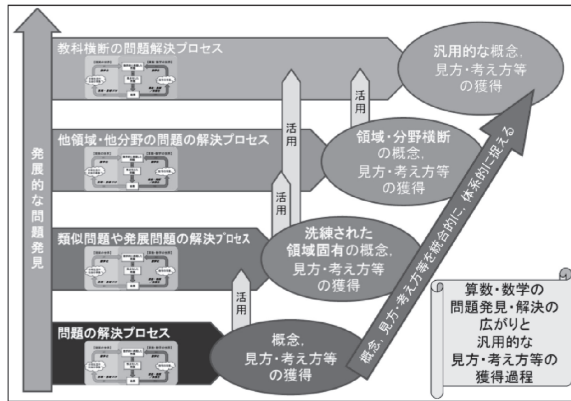


図18 見方・考え方等の獲得過程
〔算数・数学 WG 資料3-3〕

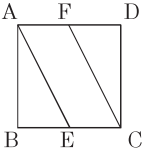
(2) 数学的なプロセスを重視した指導の具体例

①全国学力・学習状況調査の実践アイデア例

平成27年度全国学力・学習状況調査の数学B4（2）を基にした実践アイデア例に、「証明を振り返り、条件を変えた場合の証明を考えよう（特殊から一般へと発展的に考える）」^(注9)がある（表3）。

表3 「証明を振り返り条件を変えた場合の証明を考えよう」

正方形ABCDの辺BC, DA上に、BE=DFとなる点E, Fをそれぞれとります。
このとき、AE=CFとなることを証明しなさい。



(証明) $\triangle ABE = \triangle CDF$ において
 $BE = DF$ (仮定より)
 $AB = CD$ (正方形ABCDの辺)
 $\angle ABE = \angle CDF = 90^\circ$ (正方形ABCDの角)
 よって、2組の辺とその間の角がそれぞれ等しいので、
 $\triangle ABE \equiv \triangle CDF \quad \therefore AE = CF$

図形の証明の指導では、証明できることが1つの目標ではあるが、それで授業を終わりとするのはではなく、その証明を読み、振り返って新たに分かる事柄を考えたり、さらに発展的に考え証明したりすることが重要である。この事例では、証明を振り返り、結論を導くために欠かせない条件や性質を捉え、特殊から一般へと発展的に考えて証明できるように指導する。AE=CFを証明するために、三角形の合同条件や平行四辺形になるための条件を用いるが、証明（三角形の合同条件）を振り返り、 $\angle ABE$ と $\angle CDF$ が 90° という条件が証明に必要であるかどうかを検討する（解決過程や結果の振り返り、新たな問いの発生）。実際、三角形の合同条件が成り立つためには $\angle ABE = \angle CDF$ が言えればよく 90° と等しいことは必要ないことに着目し、一般化を図る（統合的、発展的に考察する力）。つまり、正方形ABCDは長方形やひし形、平行四辺形でも成り立つことを導き出す。この指導は「数学の事象について統合的・発展的に捉えて新たな問題を設定し、数学的に処理し、問題を解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする」数学のプロセスを重視した指導と言える。この事例で育成を目指す資質・能力は「数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則の理解（知識・技能）」「既習の内容を基にして、数量や図形などの性質を見出し、統合的・発展的に考察する力（思考力・判断力・表現力等）」「問題解決などにおいて、粘り強く考え、その過程を振り返り、考察を深めたり評価・改善したりする態度（学びに向かう力、人間性等）」である。

②大学入学者学力評価テスト問題イメージ例

平成32（2020）年開始予定の大学入学希望者学力評価テスト（仮称）の評価すべき能力と記述式問題のイメージ例が公表された^(注10)。数学において重視すべき学習のプロセスと評価すべき能力（案）を示している（図19）。図19のイ)の能力を中心に評価する問題イメージ例として、スーパームーンの問題例が挙げられてい

る。この問題の(1)では、問題文の中に多くの情報があり、直径を求めるのに必要な情報を抽出しなければならない。また、多くの情報は文章で与えられているために、問題文の意味を理解し、図示するなどの数学的表現で数量関係を表し、解決の構想を立てなければならない。それができれば、正接を用いて解決できることがすぐに分かる。また、単位が分と度の2種類で表されていることにも注意が必要である。教科書にあるような三角比を利用する問題(表5)を解く数学的プロセスよりもより多くの数学的プロセスを遂行する必要がある。この問題での数学的プロセスは、「日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する」という問題解決の過程である。ここの事例で育成を目指す資質・能力は「事象を数学化したり、数学的に解釈したり、表現・処理したりする技能(知識・技能)」「事象を数学的に考察する力(思考力・判断力・表現力等)」 「数学的に考えることのよさ、数学の用語や記号のよさ、数学的な処理のよさ、数学の実用性などを認識し、事象の考察や問題の解決に数学を活用して、数学的論拠に基づいて判断する態度(学びに向かう力、人間性等)」である。

重視すべき学習のプロセス	評価すべき具体的な能力
例えば、	ア) 問題文・図形等の事象やその数学的表現から情報を読み取る力
事象から得られる情報を	イ) 事象から問題解決に必要な情報や条件を抽出・収集したり、仮定をおいて考えたりする力
整理・統合して問題を設定し、	ウ) 情報を整理・統合して問題の方針を立てる力
解決の構想を立て、	エ) 関係や命題等を、適切な数学的表現を用いて表す力
数量化・図形化・記号化などをして数学的に表現し、	オ) 数学の知識や技能を用いて論理的に考察・処理して結果を得る力
考察・処理して結果を得、	カ) 得られた結果を吟味し、それを基にさらに推論したり、概念・法則・傾向等を見出して体系化したりする力
その結果に基づきさらに推論したり傾向や可能性を判断したりすること	キ) 数学的な過程や結果を他者に分かるように伝える力

図19 数学において重視すべき学習のプロセスと評価すべき具体的な能力(案)^(注10)

表4 スーパームーンの問題(概略のみ)^(注10)

伊藤さんは「スーパームーン」に関する記事を読み、月が地球から最も離れたときに見える満月と比べて、記事にあるような「スーパームーン」はどのくらい大きく見えるかを知りたくなり、月の見かけ上の大きさについて調べた。(記事は略)

<伊藤さんの調べたこと>

- 月の見かけ上の大きさは、見えている月を円と考えると、その直径の両端とを結ぶ二等辺三角形の頂角である「視直径」で表す。
- 「スーパームーン」の視直径はおおよそ33分、月が地球から最も離れたときの満月の視直径はおおよそ29分である。ただし、1分は1°の1/60である。

(1)伊藤さんは、次の方法で満月を観測し、フィルムに円を描いて比べることにした。

<伊藤さんの方法>

視点から月の中心に向かって500mmの位置に、月の中心と視点を結ぶ直線に対して垂直になるように透明なフィルムを置く。そして、このフィルムを通して見える月をフィルムに写し取る。

伊藤さんの方法でフィルムに写し取られる、視直径θ分の月の直径は何mmになるか。この直径を求める式を三角比を用いて答えなさい。

(2)校庭に描かれた図形がAD>BCの等脚台形になる理由説明。

(3)四角形のADとBCの比はどのような式で表されるか。

表5 正接の利用の問題(東書数学I, p.118)

平地に立っている木の根元から5m離れた地点に立って、木の上端を望むときの仰角、すなわち、右の図(省略)の∠QAPは58°であった。目の高さを1.5mとすると、木の高さは何mか。ただし、 $\tan 58^\circ = 1.6$ とする。

2) CUN 課題の活用

(1) CUN 課題とは

CUN 課題とは、教科書にあるような答えが1つで、解法を覚えればよいような定型的な課題に対して用いられている。これからの複雑で予測不可能な社会を生きぬくための資質・能力を育成するためには、教科書にあるような定型的な課題だけでは不十分で、複雑で見慣れない非定型的課題(CUN 課題)をもっと積極的に活用していこうという考えである(OECD 教育研究革新センター2015)。例えば、定型的課題の例として、表6がある。定型的課題は、すぐに計算で解が求められる。一方、CUN 課題の例として、表7がある。CUN 課題では、すぐに解法や解は得られない。

表7の例では、まずは情報を集めるところから出発し、解決のための方略を練る必要がある。

表6 定型的課題の例 (p.34)

問題「セール」：定型的課題の例

スーパーマーケットのA店では、1キログラム当たり8ユーロの牛肉と、1キログラム当たり4ユーロの鶏肉を売っています。B店では、キログラム当たり7ユーロの牛肉と、1キログラム当たり5ユーロの鶏肉を売っています。ジョンソンさんは牛肉を3キログラムと、鶏肉を2キログラム買おうと考えています。どちらの店で買ったほうが安いですか？

表7 CUN 課題の例 (p.33)

問題「スーパーマーケット」：CUN 課題の例

休日前になると、いくつかのスーパーマーケットが広告を出します。自分の店が町で一番安いということを宣伝するためです。情報を集めて、どの広告が正しいと言えるのかを示してください。

(2) CUN 課題の特徴

CUN 課題と似たような用語として、真正の課題がある。CUN 課題をより明確にするために、ここではまず真正の課題について述べる。

学校での課題と日常生活での課題の状況の一致を表す用語として、真正さ (authenticity) が使われており、真正の課題とは、日常生活での問題場面を文脈に持つ課題である。真正の課題では、①その問題が生み出された日常生活の文脈と、②その問題を解決する目的が含まれることが強調されている (平林2016)。例えば、平林 (2016) は、余りのあるわり算の文章題で、「子どもが35人います。4人まですわることのできる長いすにすわっていきます。みんながすわるには、この長いすはいくつあればよいですか」は、真正でない課題と述べている。その理由として、問題が生じた文脈と、長いすを求める目的が示されていないことを挙げている。真正の課題として「明日は、新入生の1年生のために練習した歌を発表する日です。まきさんたちは、1年生がいすにすわって歌を聞けるように、いすを用意しようと思いました。まきさんたちが椅子を探したところ、学校の倉庫に4人がけの長いすがたくさんありました。1年

生は全員で69人います。まきさんたちは、倉庫から持ってくる長いすの数について話し合いました。…あなたなら、長いすを何脚持ってきますか。…」を挙げている。この問題には、「1年生のために歌を発表する」という文脈と、「1年生が座って歌を聞くためにいすを用意する」という目的があり、先の問題との違いを示しおり、真正の課題と言える。真正の課題の例として、表8を挙げる (OECD 教育研究革新センター2015)。

表8 真正の課題の例 (p.33)

問題「ピザの注文」：真正の課題の例

クラスの友達が、学校でパーティーを計画しています。学校はソフトドリンクを出す予定です。あなたはピザを注文する係になりました。パーティーの予算は85.00NIS (イスラエル・シユケル) で、できるだけ多くのピザを注文したいと考えています。下に示したのは、地域に3店あるピザレストランのメニューです。値段を比べて、予算係に最も安い値段を示す必要があります。提案とその理由を書いて、予算係に提出してください。

	ピザ1枚当たりの値段 (NIS)	直径 (cm)	トッピングの値段 (NIS)
ピザ・ブーム			
1人用	3.50	15	4.00
スモール	3.50	15	4.00
ミディアム	6.50	23	7.75
ラージ	12.50	38	14.45
エクストラ・ラージ	15.50	45	17.75
スーパーピザ			
スモール	8.65	30	9.95
ミディアム	9.65	35	10.95
ラージ	11.65	40	12.95
MC ピザ			
スモール	6.95	25	1.00
ラージ	9.95	35	1.25

この問題では、①問題が生み出される日常生活の文脈 (学校でのパーティー) と②問題解決する目的 (予算内で多くのピザを購入) があり、真正の課題と言える。CUN 課題も、日常生活の文脈と目的があれば、真正の課題となりえる。しかし、日常生活の文脈や問題解決の目的よりも、CUN 課題は、①今までに解決したことのない新たな課題への挑戦と②解法や解を知っているものから教わるのではなく自律的あるいは協働的に解決することに重点を置くという点で、真正の課題とは大きく異なる。また、CUN 課題の特徴として、③設問内容、構成、文脈において多様である

ばかりか、問題解決に必要なプロセスにおいても様々であること、④正答が複数あり得ること、⑤伝統的な定まった知識や技能に基づきつつも、それを上回る高次のスキル（資質・能力）が必要であることを挙げている（OECD教育研究革新センター2015）。表7のCUN課題の例では、問題を解くための情報はなく、生徒が選択した仮定と情報の種類に応じて、解法や正答が複数あることになる。しかし、表8の真正の課題の例では、問題の中に特定の情報が組み込まれている。これら①から⑤のCUN課題の特徴が、資質・能力の育成に、CUN課題の活用に着目することが必要と考える理由である。

(3) CUN 課題の具体例

①全国学力・学習状況調査の実践アイデア例

平成27年度全国学力・学習状況調査の数学B5（1）（3）を基にした実践アイデア例に、「落とし物を減らす対策を考えよう（事象を数学的に表現し、その意味を的確に解釈する）」^(注9)がある（表9）。

表9 「落とし物を減らす対策を考えよう」

生活委員会では、全校で落とし物調査を行いました。その結果をまとめた表を基にして、落とし物の傾向を調べ、落とし物を減らすための対策を考えましょう。

(個)

	1年生	2年生	3年生	合計
文房具	38	90	84	212
ハンカチ・タオル	14	8	6	28
その他	19	15	16	50
合計	71	113	106	290

この問題は、①日常の文脈（学校での落とし物調査）と②目的（落とし物を減らす対策を提案）があり、真正の課題である。この問題では調査結果が表で与えられているが、調査を計画し、どのようなデータが必要であるかを立案することから問題とすることで、CUN課題となりえるものである。目的に応じて割合を求めて全体の傾向をつかんだり、落とし物に重み付け（例えば、記名のある落とし物を1点、ない落

とし物を2点など）を考えて、その値の意味を解釈し判断の根拠に用いたりする活動が期待できる。重み付けの点数の付け方によって対策も変わることがある。この事例で育成を目指す資質・能力は「事象を数学化したり、数学的に解釈したり、表現・処理したりする技能（知識・技能）」「日常の事象を数理的に捉え、数学を活用して論理的に考察する力（思考力・判断力・表現力等）」「数学的に考えることよき、数学的な処理のよき、数学の実用性などを実感し、様々な事象の考察や問題解決に数学を活用する態度（学びに向かう力、人間性等）」である。この指導は「日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する」数学的プロセスを重視した指導でもある。

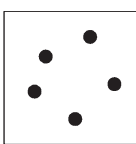
②オープンエンドアプローチの問題

オープンエンドアプローチの問題は、児童生徒にとっては、教科書にある定型的な解法では解くことができないような複雑で見慣れない非定形的問題も多くあり、CUN課題として扱うことが可能である。例えば、表10の「おはじきのちらばり」の問題がある（坪田1993, p.104）。

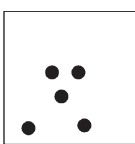
表10 おはじきのちらばり（坪田1993, p.104）

A,B,Cの3人でおはじきを落とす遊びをしたら、下の図のようになりました。この遊びでは、落としたおはじきのちらばりの大きい方が勝ちとなります。

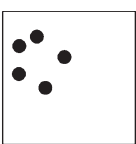
A



B



C



この例では「おはじきのちらばりの程度は、A,B,Cの順にだんだん小さくなっている」と言えそうです。このような場合のちらばりの程度を数で表す方法をいろいろ考えてみましょう。

数値化する方法は、①点を結んでできる多角形の面積、②点を結んでできる多角形の週の長さ、③2点を結んでできる線分の長さ、④全部の点を結んでできる線分の長さ、⑤ある点からすべての点までの長さの合計、⑥全部の点を含む円の大きさ、⑦全部の点を含む正方形の大き

さなど多くあり、数値化する方法によって、得られる解答が異なることもある。さらに、問題で指定されている通りに「ちらばりの大きさで勝敗を決める」のではなく、「どのように勝敗を決めるか」を検討することから児童・生徒にゆだねることで、この問題はCUN課題となりえる。この事例で育成を目指す資質・能力は「日常の事象を数理的に表現・処理する技能（知識・技能）」「日常の事象を数理的に捉え、見通しをもち筋道を立てて考察する力」と「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり、目的に応じて柔軟に表したりする力」（思考力・判断力・表現力等）、「数量や図形についての感覚を豊かにするとともに、数学的に考えることや数理的な処理のよさに気づき、算数の学習を進んで生活や学習に活用しようとする態度（学びに向かう力、人間性等）」である。この問題を用いた指導は「日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する」数学的プロセスを重視した指導でもある。

5. まとめと課題

本論では、これらの時代に求められる資質・能力を育てる指導を考察してきた。その結果、(I) これからの時代に求められる資質・能力は、各教科等の文脈の中で身に付けていく力と、教科横断的に身に付けていく力とを、相互に関連付けながら育成していくことが必要であること、(II) 資質・能力は、それだけを意図した指導では育成は困難であり、教科の内容と組み合わせて初めて育成され、教科の内容の理解も深まることなどが分かった。特に、算数・数学の指導においては、(i) 算数・数学科において育成を目指す資質・能力は、①知識や技能、②思考力・判断力・表現力等、③学びに向かう力・人間性等で整理できること、(ii) 算数・数学の学習内容と資質・能力を数学的活動で組み合わせて使って、算数・数学の学習内容の理解が深まり、資質・能力の育成が可能になるこ

と、(iii) 数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を育てることなどが必要であることが分かった。また、それらを実現するためには、(A) 数学的プロセスを重視した指導と (B) CUN 課題の活用が考えられることを述べた。また、CUN 課題を活用した指導は、数学的プロセスを重視した指導ともなることを述べた。

今後の課題は、実際に小中高等学校において、これらの指導事例を提案・実践し、具体的な有効性を考察することである。

【注記】〔カッコ内の日付は最終参照日を示す〕

- 1) コンピテンシー(能力)とは、単なる知識や技能だけではなく、技能や態度を含む様々な心理的・社会的なリソースを活用して、特定の文脈の中で複雑な要求(課題)に対応することができる力のことである。文部科学省、OECDにおける「キー・コンピテンシー」について、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/016/siryu/06092005/002/001.htm (2016.8.8) .
- 2) キー・コンピテンシーの生涯学習政策指標としての活用可能性に関する調査研究、https://www.nier.go.jp/04_kenkyu_annai/div03-shogai-lnk1.html (2016.8.8).
- 3) 国立教育政策研究所編 (2015) 資質・能力 [理論編], 東洋館出版, p.23.
- 4) 育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会 (第6回) 配付資料教育課程の編成に関する基礎的研究 (国立教育政策研究所発表資料 (1)), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/095/shiryu/1336563.htm (2016.8.8).
- 5) 文部科学省 (2014) 育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会—論点整理—について (平成26年3月31日), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm (2016.8.8).

- 6) 国立教育政策研究所教育課程研究センター, I E A 国際数学・理科教育動向調査, <http://www.nier.go.jp/timss/index.html> (2016.8.8).
- 7) TIMSS2003の同様な分析は, 藤井 (2015) [国際シンポジウム「次世代のための算数数学教育への提言～何をどう学ぶか～」資料 <http://www.impuls-tgu.org/news/page-126.html> (2016.8.8)] が行っているが, 同様な傾向であった。
- 8) 国研 (2015) の p.74 の「図19 内容と資質・能力を学習活動でつなぐ」を基に作成した。
- 9) 国立教育政策研究所教育課程研究センター, 全国学力・学習状況調査, <http://www.nier.go.jp/kaihatsu/zenkokugakuryoku.html> (2016.8.8).
- 10) 高大接続システム改革会議「最終報告」の公表について (平成28年3月31日, 高大接続システム改革会議), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/033/toushin/1369233.htm (2016.8.8).
- 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会教育課程企画特別部会 (2015) 教育課程企画特別部会における論点整理について (報告), 平成27年8月26日, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/sonota/1361117.htm (2016.8.8).
- 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会教育課程企画特別部会 (2016) 次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめについて (報告), 平成28年8月26日, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm (2016.9.30).
- 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会算数・数学ワーキンググループ (2016) 算数・数学ワーキンググループにおけるこれまでの審議の取りまとめについて (報告), 平成28年8月26日, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/sonota/1376993.htm (2016.9.30).
- 藤井齊亮 (2015) 国際シンポジウム「次世代のための算数数学教育への提言～何をどう学ぶか～」プレゼンテーション資料2, <http://www.impuls-tgu.org/news/page-126.html> (2016.8.8)
- 平林真伊 (2016) 数学的モデル化過程からみた算数科文章題の特質－余りのあるわり算に関する考查を通して－, 科学教育研究, vol.40, No.2, pp.144-154.
- 石井英真 (2015) 今求められる学力と学びとは－コンピテンシー・ベースのカリキュラムの光と影－, 日本標準.
- 国立教育政策研究所編 (2016) 資質・能力 [理論編], 東洋館出版.
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター (2006) 特定の課題に関する調査 (算数・数学) 調査結果報告 (小学校・中学校), <https://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei/04002030200004000.pdf> (2016.8.8)
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター (2013) 特定の課題に関する調査 (論理的な思考) 調査結果報告書～21世紀グローバル社会にお

【付記】

- 1) 本論文は, 2016年10月25日 (火) に宮城県仙台市青葉区の広瀬文化センターで行われた第63回宮城県算数・数学教育研究大会仙台市大会での講演「これからの時代に求められる資質・能力を育てる算数・数学教育－数学的プロセスを重視した指導とCUN課題の活用」の内容を整理し, 加筆修正したものである。
- 2) 本研究の一部は科学研究費補助金「基盤研究(C)」課題番号JP15K04397によって行われた。

【参考・引用文献】

中央教育審議会 (2014) 子供の発達や学習者の意欲・能力等に応じた柔軟かつ効果的な教育システムの構築について (答申) 中教審第178号, 平成26年12月22日, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/12/22/1354193_1_1_1.pdf (2016.8.8).

ける論理的に思考する力の育成を目指して
～, [http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/
index.html](http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/index.html) (2016.8.8)

国立教育政策研究所教育課程研究センター(2015)
資質・能力を育成する教育課程の在り方に関
する研究報告書1～使って育てて21世紀を生
き抜くための資質・能力～, [http://www.nier.
go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/h27/2-1_all.pdf](http://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/h27/2-1_all.pdf)
(2016.8.8).

俣野博, 河野俊丈ほか27名(2014) 数学I, 東京
書籍.

文部科学省(2008a) 小学校学習指導要領解説算
数編, 東洋館出版.

文部科学省(2008b) 中学校学習指導要領解説数
学編, 教育出版.

文部科学大臣下村博文(2014) 初等中等教育に
おける教育課程の基準等の在り方につい
て(諮問), 平成26年11月20日, [http://www.
mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/
toushin/1353440.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm) (2016.8.8).

OECD 教育研究革新センター編, 篠原真子, 篠原
康正, 裊岩晶訳(2015) メタ認知の教育学,
生きる力を育む創造的数学力, 明石書店.

坪田耕三(1993) 関心・意欲を引き出す算数科オー
プンエンドアプローチ, 明治図書, p.104-106.