

「E.FORUM スタンダード」の改訂に向けて(算数・数学科)

石井英真(京都大学・准教授)

1. 『E.FORUM スタンダード(算数科)』の概要

算数・数学科の E.FORUM スタンダードでは、単元、さらには学年を越えて繰り返し問われる包括的な「本質的な問い」を領域ごとに示した。そして、小学校では低・中・高の学年段階ごとに、中学校では学年ごとに、指導内容に即して問いを具体化し、対応する永続的理解とパフォーマンス課題を例示した。さらに、領域横断的に追求され、算数・数学的活動において日々意識されるべき方法論に関する問いも提示した。

パフォーマンス課題は、知識・技能を総合的に活用することを要求するものである。それゆえ、パフォーマンス課題でこそ評価すべき目標を明確化する上でも、課題を実施するタイミングを絞る上でも、毎時間の授業目標を積み上げてゆくだけでは届かない、より概括的でメタレベルの目標を意識する必要がある。こうした観点から、学習指導要領における領域目標(例:「資料の活用」の領域であれば、「折れ線グラフ」や「棒グラフ」ではなく、「目的に応じて資料を集めて分類整理し、表やグラフを用いて分かりやすく表したり、特徴を調べたりすることができるようにする。」という、学年が上がるごとにスパイラルに高度化していく領域の柱)を手がかりに、領域ごとの包括的な本質的な問いをまとめた(資料1参照)。

また、パフォーマンス課題への取り組みは、内容面での理解の深さだけでなく、領域横断的な数学的思考のプロセスの巧みさによっても規定される。特に、小学校高学年から中学校・高校へと進む中で、問いと答えの間は長くなる。それに伴い、育てるべき思考プロセス自体を意識化する必要性が生じる。こうした観点から、

学習指導要領における算数・数学的活動(方法領域)などを手がかりに、「数学を使う活動(生活者の数学)」と「数学を創る活動(数学者の数学)」の両方の視点を盛り込む形で、方法論に関する問いを設定した(資料2参照)。

「関数」と「資料の活用」については、自然や社会に埋め込まれた数量関係を読み解く「眼鏡(世界の見方)」として数学を学ぶことを意識して、領域ごとの問いを設定した。また、「数と計算(式)」と「図形」の課題例の作成や選択に当たっては、内容に加えて、数学を使う活動を中心に、方法論に関する問いをより意識した。なお、「数と計算(式)」領域は、他領域の基礎として位置づけられるので、他領域のパフォーマンス課題も、「数と計算(式)」の内容の活用場と見ることができる。

2. 現代社会の変化と学校の学習の問い直し

現代社会は学校教育に対して、知識の習得に止まらず、知識を使いこなしたり創造したりする力の育成も求めるようになってきている。しかし、従来の学校教育は、そうした力を育てる上で課題を抱えている。たとえば、ドリブルやシュートの練習(ドリル)がうまいからといってバスケットの試合(ゲーム)で上手にプレイできるとは限らず、ゲームで上手にプレイできる力は、実際にゲームする中で可視化され、育てられていく。だが、従来の学校教育では、子どもたちはドリル(知識・技能の訓練)ばかりして、ゲーム(学校外や将来の生活で遭遇する本物の、あるいは本物のエッセンスを保持した活動:「真正の学習(authentic learning)」)を経験せずに学校を去ることになってしまっている。特に、算数・数学科をはじめとする教科教

育においては、生活経験を手段として科学的概念を獲得すること（「わたり」）、既に教科の問題として定式化された問題を与えられて解くことなどが重視される一方で、科学的概念を手段として現実世界の問題を解決すること（「もどり」）、現実世界の問題を各教科で解決可能な問題としてモデル化することなどは十分に組み込まれてきたとは言えない。

次期学習指導要領改訂に向けた議論において、「アクティブラーニング」という言葉で、①「深い学び」、②「対話的な学び」、③「主体的な学び」という視点から授業改善を進めていくことが提起されている（資料3参照）。視点②は言語活動の充実でも組み込まれてきたものとされている。一方、視点①③に関しては、「何を知っているか、何ができるか（個別の知識・技能）」「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）」「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか（人間性や学びに向かう力等）」といった学力の要素が総合的に活用・発揮される場面を設定することや、実社会や実生活に関わる主題に関する学習を積極的に取り入れていくことが挙げられるなど、「真正の学習」をより意識した教科学習の方向性が示されていると言える。

問題場面のモデル化や仮説の構成、および、思考の表現の発表や練り直しといった、これまでの教科学習では経験させてこなかったが、その分野で本物の活動に熟達するのに欠かせないプロセスを含めて、知識の理解を伴った豊かな習得（「わかる」レベル）に解消されない知識・技能を総合する思考（「使える」レベル）を求め、問いと答えの間のより長い学習活動を保障することが重要である（資料4・資料5参照）。

現代社会の要求から学校学習を問い直すという時、PISA ショックへの対応が、各教科の内容の再検討に向かわず、「言語活動の充実」という方法面の工夫として具体化されたように、授業

方法レベルでの工夫（「どのように教え学ぶのか」）に視野が限定されがちである。しかし、教科内容の選択と組織化といった、カリキュラムレベル（「何を教えるのか」）でもそれは問われねばならない。たとえば、数や文字の計算の領域に重点の置かれがちな算数・数学科において、不確実性の高まる現代社会で重要性が増している「関数」や「確率・統計」の位置づけやそのあり方を再考していくことは課題であろう。

3. 第1次案の意義と課題

第1次案は、教科指導において「真正の学習」を追求する観点から、次期学習指導要領の一つのポイントである「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）」を算数・数学教育において明確化し、それに対応する課題例を提示することで、その実質的な指導と評価の手がかりを示すものとなっている。また、そうした「見方・考え方」の学年縦断的な一貫性をできる限り明確化することで、そのスパイラルな発達の過程をイメージしやすくし、小中をも通じた長期的なカリキュラムの見通しを意識しながら実践を展開することを促しうる。

だが、実体的な内容項目のみならず、プロセス的で一般的な領域目標を実践において意識しやすくする上で、また、より真正な学習をめざして、それゆえに汎用的スキルにもつながりうるよう算数・数学的活動のあり方を問い直して行く上で、問いのあり方や方法論の中身やスタンダードの構造をよりよいものに練り直していく必要がある。今回の部分改訂版では、「一次関数とは何か」という問いを「1次関数でどのような数量関係が捉えられるのか」に改めるといった具合に、その知識がいかなる問題状況を解決する眼鏡やツールとして生まれてきたのかを意識したものにするすることで、算数・数学の内容を学ぶ意味をより捉えやすくした。また、方法論に関する問いについても、モデル化、推論と証

明など、それぞれの問いが示す思考のキーワードを併記することで、従来の算数・数学的活動を、より真正な学習に向けて拡張するためのポイントを明確にしようとした。

こうして、従来の算数・数学教育では十分に取組みられてこなかった「数学を使う活動」をより意識する形でスタンダードを構成する一方で、下記の二つの点には留意しておく必要がある。まず、算数・数学科のスタンダードでは、小学校低学年の「数と計算」の課題例で作問法を採用したのを除き、個別の内容の意味理解を問う課題より、一単元、あるいは複数の単元で学んだ知識・技能を総合する課題であることを重視した。だが、「数と計算（式）」領域については、計算能力と並んで、数概念の理解が重要な柱である。また、小学校段階では、「量と測定」の領域で量感を豊かにすることが求められる。

知識・技能を総合する思考（「使える」レベル）を試す課題は、単元末や学期の節目に取り組むのが効果的であり、日々の授業においては、理解を伴った知識の豊かな習得（「わかる」授業）を大事にしていくことが引き続き重要である。若い教師が増えている中、日々の授業が個別のやり方の直接的、間接的な教え込みに陥らないためにも、改めて、算数・数学科における基本概念とは何かを明確にすることも重要な課題だろう。その際、「真正の学習」や「数学を使う活動」という観点から、重視すべき内容を吟味していくことが必要だろう（例：「関数」における「変域」や三つ以上の関数のグラフの交点の求め方の重要性、「標本調査」の無作為抽出における偏りの意識的是正という視点の重要性など）。

次に留意すべきは、「数学を創る活動」、特に論証指導の位置づけである。数学的活動という場合、現実世界の問題解決など、数学を使うこと（応用志向の活動）と、命題の証明など、数学を創ること（構造志向の活動）とは活動の類型としては区別することができる。だが、いず

れの活動においても、何らかのモデル化（仮説的推論）や論証（演繹的・帰納的推論）のプロセスが含まれるし、「数学的」活動と呼ぶ以上は、「前提を設定した上で、客観性を保証し、真偽を確かめる活動」であることが共通に求められる。その際、数学を使う活動では、数学的モデル化や仮定が、そして数学を創る活動では、論証や公理・定義がより重視される。

PISAの数学的リテラシーなど、近年のモデル化重視の背景には、応用志向であっても、構造志向であっても、仮説的推論（概念に裏付けられた数学的直観）を働かせる機会が十分ではなかったのではないかという問いかけがある。この点に関わって、これまでの論証などの数学を創る活動は、真に「数学する（do math）」活動を保障していたであろうか。たとえば、「知識としての論証」「技能としての論証」は指導しても、「真正の学習」としての「論証すること」は指導してこなかったのではないか。与えられた命題の定型的な証明は求められても、仮説を立て、仮説的推論と帰納的・演繹的推論との間をジグザグに進む試行錯誤のプロセスを、子どもたちは経験してこなかったのではないか。また、小学校段階から算数・数学の授業で日常的になされる、解法の説明（なぜそう考えたか）やその交流について、それを論証指導の場面として、教師も子どもも意識してきたであろうか。「論証」を、実体的な内容として捉えるのではなく、こうした日常的な数学的活動に埋め込まれている生きたプロセスとして捉えていくことが重要である。そうした意味での論証指導の系統をスタンダードの中にどう位置づけていくのかはさらに検討していく必要があるだろう。

<参考文献>

石井英真『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、2015年。

