

算数・数学教育と英語教育の連携の視点について

～最近の教育を取り巻く情勢から～

平田 治夫

1. はじめに

近年、英語教育や英語教師の授業力向上に向けた改革・改善（過去から課題として指摘され触れられてきた内容も含め）が具体的な内容・英検資格等をもって示されるなどしています。

英語教育との連携で算数・数学教育に関連してくる点やその影響（教材等）について、現時点で想定される材料を踏まえつつ視点等の整理を試みたいと考えました。

次期学習指導要領の改訂に向け22の教科別専門部会（平成27年10月22日～）が開かれています。言語能力の向上をテーマにした専門部会では、『国語と英語を連携させた新たな指導方法を検討する』ことになっており、ここでは評価の在り方等へ意見が出ているということです（平成27年10月22日NHK）。

現時点で、英語と算数・数学教育に関連した具体的な考察・分析を深く扱かえる訳ではありませんが、今回いくつかの視点をあげ算数・数学教育への影響等について考えてみました。

『文科省では来年度（平成28年度）教育委員会と大学による「教員養成協議会」の整備を始める』^{*1}とされ、有能・優秀な人材育成が具体的に取り上げられていく状況にあります。少し前になりますが、文部科学省のホームページにある「小・中・高等学校を通じた英語教育の目標等の方向性（検討のための資料）」（平成26年8月）には、『中学校では（中略）教材の題材に伝統文化、自然科学などを取り上げるこ

と』等とされ関連も考えられます。

数学教育ではありませんが、国語教育と英語教育の連携についての研究論文に、柗木（2015）^{*2}があり、そこに『国語関係者と英語関係者の意識の隔たり』という項目があります。数学教育についても同様の意識の隔たりや、算数・数学科特有の隔たり、またそれとは逆に自然科学分野と英語の関連から国語より取り入れが容易な面も考えられます。論文中には『2004年にPISA「読解力」調査の結果が公開されて以来、教科横断的な「言語力」の育成が課題』^{*2}などの記述があります。本稿では特に触れてませんが教科横断的な視点や総合的な学習の時間、評価の諸観点等を背景に含む中で話を進めさせていただきます。

尚、説明の進め方において、英会話の能力や読解力・作文力等の区別なく、さらに対象学齢等もかなり緩やかに捉えた内容になっています。

2. 算数・数学科の授業と英語教育

文部科学省の「グローバル化に対応した英語教育改革実施計画」（平成25年12月）をうけその後、有識者会議により「今後の英語教育の改善・充実方策について（報告）～グローバル化に対応した英語教育改革の五つの提言～」（平成26年9月26日）が出されています。改革の内容は、

改革1. 国が示す教育目標・内容の改善

- 改革2. 学校における指導と評価の改善
 - 改革3. 高等学校・大学の英語力の評価及び入学者選抜の改善
 - 改革4. 教科書・教材の充実
 - 改革5. 学校における指導体制の充実
- の5つとなっています。

当然のことかもしれませんが、これらの内容は基本的に、英語科の授業やその指導に関連した内容を中心としたものとなっています。しかし、先に触れた教科別専門部会の話題等を含め、例えば「英語教育改革」の背景の説明の中にある『アジアの中のトップクラスの英語力を目指す』や、改革2の『4技能を通じて「英語を使って何ができるようになるか』』の部分等から、その展開や進展に伴う影響は自然に他教科・科目の教育にも広がりがあるものとなっています。

我が国において今後、より一層、英語圏にある諸外国からの帰国子女の為の教育も含め英語教育のレベル向上を含めた様々な実践・取組が進められていくものと思われます。

実は、現在日本国内（一部出版社発行）には、私学の中高一貫校等で利用されている教材に、検定済教科書を英語版に全文翻訳した小・中学校版の算数・数学科用の図書（検定済「教科用図書」ではない）があります。

算数・数学科の教科書とあわせ参考に使用されたり、副教材として利用される英語版の教材に関して、主として義務教育段階の現場での利用の仕方や取り扱いについて、幾つかの視点にたち考えてみたいと思います。

なお、英語と米語を分けて使う等は本稿では行っていません。表記はすべて「英語」を使っています。

3. 算数・数学科と英語の指導

通常の授業では、検定済みの教科書（教科用図書）が使用されますから、英語を利活用した教材については、実際の学習進度に合わせた参

考資料として、授業で利用されるかたちが考えられます。現場の教員からは「日本語の教科書の内容を定着させるだけでも難しい」という声もあると思われます。ですからここでは、あくまで無理のない範囲で、取り込める内容はどのようなものが可能か、またはどのような取り入れ方があるかという点から考えたいと思います。

(1) 教材について

教科書の各小単元を一つのまとまりと捉え、次の2タイプに大まかに分けて考えられると思います。

- ・ Aタイプ：単元が全文またはほぼ全文に渡り英語表記となっており、和文が全く無いかまたは殆ど無いもの。

(例)：「他国で使用されている英語版教材をそのまま利用する」「日本語の教科書の英語全訳版を利用する」等。

- ・ Bタイプ：教材の一部のみが英語版になっており、和文が混在しているもの。この場合は、和文に英語の説明がどのような性格でどれ位の割合でなされているか等でかなり多種・多様なレベルが考えられます。

(例)：教員・研究者による「部分的な引用資料を含めた自主作成教材等。

A, Bあわせてこの後、「英語利活用教材」と表記します。

(2) 教材の利用期間について

次に、教材の利用期間を考えてみます。

ア) 年間を通し利用する場合

イ) 短期間内だけ集中し利用する場合

ウ) 授業の中でごく一部または適当な時間帯等で（何回か）利用する場合

その使用期間や時間の長さ、活用方法等に応じて、様々な利用法が考えられます。

基本的には、ウ)の形で指導の経験を積み重ね、それぞれの目標に沿った教材と指導方法を、段階的に、そして可能な範囲（負荷を考慮しつつ）で取り入れていくことになるのではないかと思います。

(3) 児童・生徒の学力とその利用法

「英語による教材」の利用によって、児童・生徒本来の学習の修得に遅れがでることが無いように、その指導において十分な配慮・対策が必要となります。改善策として取り入れた内容が、すべて改善につながるとは限りません。

このことを考えると、「英語利活用教材」については、その学力のレベルに配慮した限定的な使用が想定されます。実際には、難しすぎたり簡単すぎたりし、ある程度の学力の幅をみるとしても適切なレベルをさぐるのは容易ではないでしょう。

(4) 教師の指導力養成や環境の整備

連携において、児童・生徒の数学の学力や英語の力のレベルが影響します。当然、教える側の英語の力も課題となります。英語の教育を支援する意図で英語版の教材利用を取り入れた場合でも、教師による力量の差が通常の日本語による算数・数学の授業での指導力の差以上に広がる可能性が考えられます。

この点、英語科教員の指導力の向上が大きな課題として扱われている中、他科等の教員の英語利用により、より格差が生じないためには限定的な利用となることも考えられます。また、数学科の教員が英語版の教材を使用した際、英語による指導内容や説明に誤りが含まれる可能性にも注意する必要があります。

そのような意味を含め、「英語利活用教材」は、限定的かつ相当程度に慎重な取り扱いが必要と考えられます。国公立を問わず各学校の教員が、授業で自由に取り入れ利用をしていくというかたちでは、指導レベルの保障という面での課題も想定されます。時間等必要でも施策的・組織的に特別なチーム等をつくり教材とその指導法の研究を丁寧に進めていくことが、より安心で安定した内容の提供に効果的と思われる。

(5) 外国の教材の参照等について

例えば、米国の教科書（英語版）や関連教

材を利用しようとする場合、日本で200ページ程度である教科書が、米国では州等の関係もあり非常に厚い500ページから1000ページ近い教科書になることがあり、そのどの部分を参考利用するかという点。さらに、内容的に教科書の編集・編成方針、ねらいと趣旨、説明や重点の置き方等の違いも利用に際し注意すべき点と思われます。例えば、日本では中学2年生で「証明」について教えようとしている内容がありますが、アメリカ（それ以外の国等）では「証明」についての扱いが異なるなどの違いがあります（参考*³）。つまり留意しなければいけない点に、日本の学年に応じた指導要領のもつねらいにそって、利用する各教材の利用の仕方を適宜調整する必要があります。

今回は触れませんが、例えばフランス語版やドイツ語版、中国語版等の教科書を英語版に翻訳したような教材の利用についても視野に入れ、今後参考としていくことも考えられます。

(6) 小・中学生の教育環境について

小学校等における英語教育の取り入れが具体的に進展し、英会話や英語文に慣れ親しむ傾向は、今後より進むと考えられます。その際でも、例えば基本的な数や数式・計算式の読み方について、日本語を用いるか、英語を用いるかということが、日常会話的な視点とまた別に注意を払う必要があります。例えば、小・中学校までのレベルで、基本的な内容中心についていくつか例をあげてみます。

(例1) $2 \times 14 = 28$

日本語：「ニ カケル ジュウヨン イコール ニジュウハチ」

英語：「two times fourteen equals twenty-eight」(参考*⁴)

※例えば、ここで小学生に三単現の説明はどうするか。(留意点等の記載の仕方)

(例2) 3:5

日本語：「サン タイ ゴ」「3の5に対する

比」

英語：「ratio of three to five」

※小学生にratio of や to の説明はどうするか。(参考*5)

(例3) 小学校4年の教科書関係

日本語：『新かん線の座席の横の列は、通路をはさんで、2人がけと3人がけに分かれています。』*6

英語：『The rows of seats on the bullet train seat 2 people on one side of the aisle and 3 people on the other.』*7

※扱う単語のレベルのずれ。

(例4) 中学校1年の教科書関係 (1)

日本語：『自然数の範囲では、加法と乗法はいつでもできる。』*8

英語：『Addition and multiplication can always be performed among natural numbers.』*9

※必修単語や文法レベル等のずれ。

(例5) 中学校3年の教科書関係 (2)

日本語：『点Pを通る2つの直線が、円とそれぞれ2点A、Bと2点C、Dで交わっているとき、 $PA \times PB = PC \times PD$ 』*10

英語：『When two lines intersect at point P, and one line intersects a circle at points A and B while the other intersects the circle at points C and D, $PA \times PB = PC \times PD$ 』*11

※例4と同様のレベルのずれへの対応。

4. 他の視点について

以下、その他の視点として24点程に分け述べさせていただきます。

(1) 国際バカロレア

○国際バカロレアについて

- ・初等教育課程 (PYP: Primary Years Programme) 3～12歳を対象

- ・前期中等教育課程 (MYP: Middle Years Programme) 11～16歳まで対象
- ・後期中等教育課程 (DP: Diploma Programme) 16～19歳まで対象

等によって研究のレベル・場合分けが起こるものと思われます。英語・外国語との関係で言えば、DPでは『日本語DP』の対象科目等を除き、英語、フランス語又はスペイン語で実施』と説明されています。

さらに、キャリア関連プログラム (CP) として16～19歳を対象として生涯のキャリア形成に役立つスキルの習得を重視した、キャリア教育・職業教育に関連したプログラムがあります。一部科目は英語、フランス語又はスペイン語で実施とされています (参考*12)。例えば、英語との関係で言えば、今後の研究テーマとしてどのように取り上げ、取り組んでいけるか等が課題ではないでしょうか。

また、『国際バカロレアのプログラムは、全て導入することも、どれか1つのみ導入することも可能』とされており、『国際バカロレアの認定を受けている学校は、平成27年9月1日現在、世界140以上の国・地域において4,329校である。日本における認定校は、以下の35校である。・・・』*13等を含め、様々な動きが具現化すると思われます。

大学受験資格について話題になっているところですが、本稿では触れません。

(2) 支援教育や外国籍の児童・生徒との関係

いわゆるLD (学習障害) やその周辺の児童・生徒、ADHDやその他さまざまな要因で身体や精神的な面での支援が必要な児童・生徒が教室に混在する場合と、インクルージョンの関係。

英語圏を含め外国の言語を母語とする児童・生徒が教室に混在する場合。

上記については、個別対応が必要とされる場合が殆どと思われますが、また別途専門的に研究し、実践と同時に取組を進めていくことが必要と考えられます。本稿ではこの件に

についてもこれ以上触れません。

- (3) 数学科単独の英語の取り入れかそれ以外の教科の時間とどのように連携するのか。逆に、英語科の授業の中で他教科の内容を扱うことがあります。しかし例えば理科や社会科等の内容を英語の授業中の教材で扱ったとしても、教材内容の主たるねらいや目的が、教科の学習目標とどのように整合するかという点があります。

横断的な学習で、ある程度踏み込めると思われますが、実際に英語の教材で扱える他教科の内容は、論理をもって教科の学習に沿うかたちで説明された記述ではなく、概念的であったりトピック的な扱いに近くなることも考えられます。

- (4) 「通常の授業」に近い形で英語を使いながら数学の学習が行える状態を目指すスタンスが考えられますが、どれくらいの学校・教室でどのレベルで行えるか、多様な状況が考えられます。これについて単独の学校で取り組むか地区で連携するか等も意見が分かるところと思われます。

- (5) 英語を取り入れた学習については、授業で取り上げる（取り込む）以外に、教科で自習用の独自教材を作成する取組が考えられます。この自習用教材の作成とその利用方法を同時に開発・研究し提案すること。また実際に使用しそこでの課題をフィードバックしながら実践を積み重ねていくことが必要で、統計的な処理を利用した分析を前提に、教材開発を進めるべきです。

内容的には、数式の呼び方等から始め、算数・数学の積み重ねによる学習（含らせん型）を進めていきますから、小学校の算数科の内容・レベルも基礎・基本として大変重要です。会話より読解・表記が主となるかもしれませんが、日本の大学で4年生のゼミ等において、英語で論文の読み書きが行われており、その点とも関連していく面もあると思われま

- (6) 英語教材の利用学年・学齢について、校種を意識して分類するなら、

- i. 小学校段階（6学年）まで
- ii. 中学校段階（3学年）義務教育終了まで
- iii. 高校1学年段階（数学Iや数学A）まで
- iv. 高校2学年以上で卒業まで

の分け方が考えやすいと思われま

しかし、全日制普通科高校の授業を想定する際でも、例えば先に触れたようにインクルーシブ的な状況や日本語指導の必要な児童・生徒等を含めるだけでもかなり多様な場面が考えられ、それらを含め議論や実践を進める必要があります。

- (7) 通常の中学校・高等学校の英語学習への影響については、個人差を前提に、その取り入れ方・動機づけ、反復方法（質、量、間隔等）に着目した場合、やや強めの指導になっても継続的で興味を持ちモチベーションを維持し学習できることが重要と思われま
- このことが英語にどの程度慣れ身に付けられるかに直接影響し、特別なメソッドの開発・提案が行われる可能性があります。

- (8) 実際には、すでに国内で相当数の教室で、英語と関連した説明を含む数学の授業が実践されています。その取り組まれている内容をどのように集約し利用できるかも、有益な観点と考えられます。

先に触れたバカロレアに関連した中学・高校での取組、一部インターナショナル校関係や進学に重点をおく学校、東京都での取組等が着目しやすいと思われま

- (9) 児童・生徒によって、英語がかなり苦手な場合が有り注意が必要です。実は同様のことが教師の側にも言えます。先に触れた能力的な差だけでなく、性向・好き嫌いの意識差が大きな壁になることがあると思われま

- (10) 特にどのような児童・生徒を対象とし、どのような力を伸ばしたいか、伸ばせるのか、どこまで伸ばすことを掲げられるか。現時点ではそれらの具体的目標が示せ無いとし

ても、今後校内あるいはより広い組織体等で設定される目標に対し共通理解をどう作りあげていけるかが課題になります。

- (11) 連携の取組の結果や成果について、そのアセスメントはだれがどのように行うのか。アセスメント自体の質的な向上も課題です。成果を期待するなら、目標の設定だけでなく、評価・査定・事前評価等について、どのような考え方で整理するかアセスメントについて形式的でない丁寧な検討が行われる必要があります。
- (12) 国の言う「世界をリードするグローバル人材の育成」を考える際には、経済や科学的研究として自然科学・人文科学分野が想定され、そこでは算数・数学に関連した英語素材との関連も発展的に視野に入れることになると思われます。
- (13) 何らかの対策に必要な予算的な面、義務化や人材配置の条件・法的な内容等について、現実に取り組み際に議論になる点と思われます。そこでは、教室内で個々の教員が「自由に発展的に教材を使いました」というようなバラバラな取り組みではなく、中長期に渡り、将来的にどのようなシステムとしていくか、具体的な達成目標をどのように設定するか等必要で、それらの展望なしに校種を渡る継続性の維持や学習の積み重ねを効率的とすることは難しいでしょう。
- (14) 連携における基本的なスタンスとして、どの程度英語教育と数学教育双方の学力の向上に役立っているのか、学習の効率や効果を損なったり、意欲等について悪影響が出てないか。そのようなことが無いようにするには、どのようにしたらよいかという視点をもつことが大切です。
- (15) 算数・数学のテストや評価に、英語の内容をどう関連させられるかという視点も、基本的な考え方等を事前に整理しておく必要があります。例えば、「まったく評価に関係ない」というような姿勢で効果があげられるかとい

う事です。独立した評価や形成的な評価などが取り入れられる可能性もありますが、合理的で実効性のある方針が示されないと目標の達成から遠ざかります。

- (16) 世界中にある複数言語を使用する環境にある国家地域等の児童・生徒について、実際の教育の状況が、学力の向上にどのように影響しているか取組を進める際に同時に注視していくことは重要な研究課題と思われます。
- (17) 重要な点として、学習の場面について実際の児童・生徒の視点に立ち、感じ方・目線等に注目する必要があります。このことは心理的な要素等を含めての話です。この視点を欠くことなく丁寧な観察をすることが、英語と日本語の間にある「心の壁」を把握し、超える道につながると思われます。
- (18) 先に触れた日本の教科書を英語版に直訳した教材では、単語や文法等のレベルの調整、指導法への配慮が必要となります。どの程度準備できるか、また実際に対応するかが課題になります。その点、諸外国(英語圏)で学齢に応じて使用されている教科書の利用ならば、配慮事項の軽減につながる可能性があります。外国におけるカリキュラムの違いに年数の幅を取り配慮するなどが必要になります。
- (19) また人材等の関係もあり、研究・実践共に中高連携校や「義務教育学校」等の方が、取り組みが先進的に進められる可能性が高いと思われます。

そこでの校種間連携のカリキュラムについて指導要領との整合性を考えると、ガイドライン的内容を単純に示すだけでいいのかなど丁寧に考えておく必要があります。

- (20) (例3)～(例5)等、日本文より英文の方が文が長くなる傾向が見られます。しかし、必ずしもそうでない場合もあることや、英語表記が論理的により明確で、日本文より解釈等で紛れが生じないという声もあります。双方の言語に習熟すれば特段の問題はないかも

しませんが、考慮すべき点になると思われるます。

(21) 特別な場合を考え無くとも現在、日常の授業で英単語訳の紹介や英語表現の簡単な説明は行われていますし、今後も普通に行われていくと思われます。しかし、何らかの「アクション」なしに、現状から自然に英語との連携がより深く発展していくかは、期待しにくいと思われます。算数・数学の授業の中で、ある程度英語の使用の頻度・割合を維持・拡充しながら、継続的に児童・生徒が接することが出来ない、質・量ともそれなりの定着を期待することは難しいでしょう。

(22) 当面、実際に取り込める教材例に、A4版一枚程度のプリントで、トピック等（イラスト・写真等の利用が効果的）取り上げ自由に作成（対象学年等指定）し使用していくこと等が考えられます。本稿では推論を進めるだけの形となっていますが、今後機会を見て具体的教材案を示し、授業の実践事例報告をしたいと思っています。以下、タイトルと概要だけですが案を数例示します。

案1：日本語と英文対照で相互に補完的な穴埋め枠等を設けたプリント教材

案2：数学教材のトピック的内容（イラスト付）の日本語表記の和英訳またはその逆の英和訳の教材。

案3：アクティブ・ラーニング的な観点に留意したワークショップ教材（英語の短文による推論形成）等

教材については再活用と検証に加え、校内等で査読的なシステムを整えられると、その改良・改善に役立つと思われます。

(23) 数学と英語の連携を先進的に進められる人材は、例えば帰国子女で既に小学校から高校程度の段階までの“Math”の授業を英語で受けてきており、日本語が普通に使える小学校や中・高校の数学科の教員（またはその志望者）が考えられます。実際は、教科を数学に絞らず他教科等も含めた幅の広い人材育

成・養成や発掘を考えることになると思われます。

(24) 時代にそう、もしくはその先を考えたとき、機械翻訳が話題になる可能性があります。コンピュータの発達と合わせ進んでいると思われますが、この分野の研究は、『統計翻訳』が生まれてから急速に進み、『機械同時通訳は、経験1年のプロ通訳並みの力』^{*14}ということなどがあり、今後大きな影響がでることも考えられます。

……以上、箇条書き形式で述べさせて頂きました。

5. まとめ

過去のある時点で、英語に絶対的な優位性や導入の必然性が認識されていたなら、すでに英語と数学の連携教育はより具体的に進められていたのではないのでしょうか。個人的にですが、現時点で連携した教育としては弱い印象、常態化してない印象を受ける理由に、時代背景も含めた英語教育の導入時の考え方、日本語のもつ独自性・特徴（微妙な表現力・表現の柔軟性や多様性、利便性、敬語の存在等）の影響もあるのではないかと考えています。

がしかし、本年（平成27年）9月30日に発表された「世界大学ランキング」で、1位は5年連続でアメリカのカリフォルニア工科大学。日本の大学のTOPは東京大学でしたが、その順位は昨年23位からランクダウンし43位、アジアのトップは26位のシンガポール国立大学でした^{*15}。ちなみに日本の大学は800位以内に40校位とのことです。

世界的な大学ランキングは少なくとも10以上（中国発含め）あり、この発表が英語圏の大学が多いという見方もあるのですが、今後世界での役割・国の将来像を考えたとき、科学研究の進化・発展と関連させたさらなる英語との連携は、ランキングの報道に立ち位置的な面を感じつつも、日本の数学教育界もより避けて

通れない時代に入ったのではないかと思せるものがあります。発祥の地を英語圏とするインターネットが、またたくまに世界中で使われる時代となる中、社会情勢の変化も急激に進んでいます。

算数・数学教育における、英語の効果的な取り入れ方やかわり方は、校種・学校や個人等により最適なものが分かれるのは当然ですが、説明の際に通常の日常会話とは異なる専門的な表現や授業における効果的な取り組み・取り入れ方について、今後、国際化・グローバル化等の大きな流れに関連しつつ進んでいくことになると思われます。

多くの点で至らぬ拙稿ですが、何らかの参考になれば幸いです。論理の展開では確証バイアス等気になるところですが、今後に向け（先にも触れた）、具体的な教材開発とその実践的活用を当面の課題と考えています。

- 10 啓林館 未来へひろがる数学3 p.208
平成27年2月10日発行) (2015)
- 11 KEIRINKAN Gateway to the future Math 3
for Junior High School p.208 (2013)
- 12 文部科学省HP (大臣官房国際課国際協力
企画室-登録:平成23年07月 (2011)
- 13 文部科学省HP H27.9.1 (2015)
- 14 読売新聞 解説スペシャル・服部真 H27.
11.14 (2015)
- 15 日本経済新聞 H27.10.1 (2015)
(※引用部は原則『』で表記)

参考・引用資料 (*1~15)

- 1 日本教育新聞H27年9月7日 (2015)
- 2 榎木貴之 言語情報科学3 pp.67 ~ 81
(2015) (抜粋:p.78 ~ 80)
- 3 国立教育政策研究所編 (2005)『算数・数学教育の国際比較 国際数学・理科教育動向調査の2003年調査』ぎょうせい. pp.133 ~ 153 長崎栄三ほか
- 4 小松勇作編 「数学英和・和英辞典」: 共立出版
- 5 矢野健太郎編 「数学小辞典」: 共立出版
- 6 啓林館 わくわく算数4上p.49 平成23年2月10日発行
- 7 KEIRINKAN Fun with MATH 4A for Elementary School p.49 (2012)
- 8 啓林館 未来へひろがる数学1 p.43 平成27年2月10日発行) (2015)
- 9 KEIRINKAN Gateway to the future Math1 for Junior High School p.43 (2013)