

《論文》

国語科と数学科における関連的な指導の可能性

「論理国語」と数学科における「論証」に着目して

大橋亮河・横山爽太

1. はじめに

国語科とは私たちのことばをつくりだすものであり(府川, 2009)、国語教育における言葉の活動・教育はすべての教科で共通の資質・能力となることが考えられる。高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説(以下、新指導要領解説と記す)総則編(文部科学省, 2018a)では、「2教科等横断的な視点に立った資質・能力」の中で、教科等横断的な視点からの指導のねらいの具体化や、教科等間の指導の関連付けについて次のように述べられている。

指導に当たっては、教科等ごとの枠の中だけではなく、教育課程全体を通じて目指す学校の教育目標の実現に向けた各教科等の位置付けを踏まえ、教科等横断的な視点をもってねらいを具体化したり、他の教科等における指導との関連付けを図りながら、幅広い学習や生活の場面で活用できる力を育むことを目指したりしていくことも重要となる。

(文部科学省, 2018a, p.52)

更に、上記のように教科等横断的な視点から育むべき資質・能力として、すべての学習の基盤となる言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力を挙げている。特に、言語能力については下記のように述べられている。

言葉は、生徒の学習活動を支える重要な役割を果たすものであり、全ての教科等における資質・能力の育成や学習の基盤となるものである。(中略)言語能力の向上は、生徒の学びの質の向上や資質・能力の育成の在り方に関わる重要な課題として受け止め、重視していくことが求められる。

言語能力を育成するためには(中略)全て

の教科等においてそれぞれの特質に応じた言語活動の充実を図ることが必要であるが、特に言葉を直接の学習対象とする国語科の果たす役割は大きい。

(文部科学省, 2018a, p.53, 下線は筆者による)

これらの記述から、すべての学習の基盤となる言語能力を育むうえで、国語科と他教科の指導において連携を図っていくことの重要性がわかる。

そうした連携を検討する研究として、例えば、関向(2018)は国語科と音楽科の指導の関連についてその可能性を提起している。また、数学教育研究では、水谷(2009)が言語活動を重視した証明指導の枠組みの構築として、国語科の指導事項に留意した数学の授業を提案している。しかしこの研究は平成20年告示の学習指導要領をもとにした研究であり、国語科・数学科共に大きな編成の変化があった新学習指導要領下では、国語科と数学科のつながりを考察した研究はまだ見られない。

俗にいう「文系」と「理系」と科目を分類した時、国語科は文系科目、数学科は理系科目と捉えられることは異論がないだろう。したがって、教師にとっても生徒にとっても、素朴にはつながりがあるものとして捉えられない傾向にあるだろう。しかし、新学習指導要領高校国語編の記述の中には「論証」という記述が主に新設科目「論理国語」内でみられる。「論証」は数学教育の中でも指導事項として存在し、その在り方や意義について現在でもなお多くの研究が盛んに行われている分野の一つでもある(例えば、松尾, 2010; 茅野ほか, 2009など)。この「論証」についての記載から、言語能力に関する指導事項として、その内容面で数学科と国語科のつながりが示唆される。

これらのことから、本稿では「言語能力」をすべての学習の基盤として捉え、その育成のためには

教科等横断的な指導が必要であるという新学習指導要領の立場のもと、国語科と数学科のつながりについて考察する。特に、「論証」の記述に焦点を当てて考察する。そこで本稿では高等学校国語科で新設される科目である「論理国語」に着目し、「論理国語」と数学科とのつながりを考察する。そして、素朴にはつながりが見いだしづらい傾向にある国語科と数学科の共通点等を整理し、言語能力を育む教科等横断的な指導の構成に向けた示唆を得る。

2. 本稿の目的と方法

本研究の目的は、国語科と数学科のつながりについて考察し、その共通点と差異を整理することである。

そのための方法として、主に新学習指導要領の記述分析を行う。特に、国語科と数学科における「論証」について着目し、国語科と数学科での「論証」の扱いの共通点や相違点から考察を行う。

3. 新学習指導要領における変更点

3-1. 主要科目となることが予想される「論理国語」

新学習指導要領において、国語科では科目構成が従来と大きく変化し、表1のようになった。

表 1. 国語科の科目構成
(文部科学省, 2018b, p. 11)

| 平成 21 年告示 学習指導要領 | 平成 30 年告示 学習指導要領 |
|---|--|
| 【共通必修科目】 国語総合 (4 単位) | 【共通必修科目】 現代の国語 (2 単位) 言語文化 (2 単位) |
| 【選択科目】 国語表現 (3 単位) 現代文 A (2 単位) 現代文 B (4 単位) 古典 A (2 単位) 古典 B (4 単位) | 【選択科目】 論理国語 (4 単位) 文学国語 (4 単位) 国語表現 (4 単位) 古典探究 (4 単位) |

河合塾 (2018a) はこの改訂について分析し、高等学校における実際の履修科目の選択について、「大学進学者の多い高等学校では、現行課程で「国語総合」「現代文 B」「古典 B」を履修していたのが、「現代の国語」「言語文化」「論理国語」「古

典探究」という組み合わせになる」と予想し、「論理国語」を選択すると、小説などの文学作品を扱う機会が減少することになることを指摘している。この予想のように、小説などの文学作品を扱う機会が減少することを危惧して、日本文藝家協会(2019)も、2019年1月24日付で「高校・大学接続「国語」改革についての声明」を提出している。この中でも、「実質的にはここから2科目選ぶのが精一杯で、多くの高校が実用的な「論理国語」と「古典探究」を採るのではないかと目されています」と述べられている。

これらの予想から、新学習指導要領下の高校国語において、「論理国語」は多くの生徒に採用される科目であるとの認識が得られる。その予想通りになった際の価値（文学作品を扱う機会が減少することの良し悪し、あるいはその真偽）を論じることは本稿の目的ではないため、この議論については深入りを避ける。本稿では、現時点で浮上している「論理国語が多くの高校で採用される可能性のある科目」という予想に基づき、「論理国語」は新学習指導要領が施行された際に、国語科の主要科目となるものと捉える。そのような主要科目となる「論理国語」と数学教育につながりがあるのであれば、その点について考察は必須であり、それは価値のある営為であると捉える。

3-2. 統計を重視する数学科の新学習指導要領

次に、平成30年告示の学習指導要領における数学科の変更点を記す。科目構成の変更点としては、科目「数学活用」の廃止と「数学C」が復活したことが挙げられる。この「数学C」は平成11年告示の学習指導要領までも存在していた科目であるが、その内容は従来と異なり、「行列」は含まれず、現在まで数学Bにあった「ベクトル」が移行されている。このように、科目名だけではなく、その科目の中で取り扱う内容が重要となるため、表には内容名も記した。四角で囲まれたものが科目名、その下に記されたものが内容名である。

表 2. 数学科の科目構成（下線は筆者による）
(文部科学省, 2018c, p. 15 を参考に筆者作成)

| 従前学習指導要領 | 新学習指導要領 |
|-------------|-------------|
| <u>数学 I</u> | <u>数学 I</u> |

| | |
|--|---|
| 数と式 図形と計量 二次関数 データの分析 ・四分位数 | 数と式 図形と計量 二次関数 データの分析 ・ <u>仮説検定の考え方</u> |
| 数学Ⅱ いろいろな式 図形と方程式 指数関数・対数関数 三角関数 微分・積分の考え | 数学Ⅱ いろいろな式 図形と方程式 指数関数・対数関数 三角関数 微分・積分の考え |
| 数学Ⅲ 平面上の曲線と複素数平面 極限 微分法 積分法 | 数学Ⅲ 極限 微分法 積分法 |
| 数学A 場合の数と確率 整数の性質 ・有限小数、循環小数 図形の性質 | 数学A 図形の性質 場合の数と確率 ・期待値 数学と人間の活動 |
| 数学B 確率分布と統計的な推測 ・期待値 数列 ベクトル | 数学B 数列 <u>統計的な推測</u> 数学と社会生活 |
| 数学活用 数学と人間の活動 社会生活における数 理的な考察 ・社会生活と数学 ・数学的な表現の工夫 ・データの分析 | 数学C ベクトル 平面上の曲線と複素数 平面 数学的な表現の工夫 |

先述したように、長らく数学 B の中に位置づいてきた内容の「ベクトル」が数学 C に移行され、数学 B が「(1) 数列」、「(2) 統計的な推測」、「(3) 数学と社会生活」の三点で再編成された。内容の取扱いについて新学習指導要領では「この科目は、標準単位数は 2 単位である。履修に当たっては、生徒の特性や学校の実態、単位数等に応

じて、内容の(1)から(3)までの中から適宜、適切な内容を選択させることとしている」(文部科学省, 2018c, p.116)と記述がある。同様の記述は現行指導要領にもあり(文部科学省, 2009, p.58)、現在、多くの学校の数学 B で「ベクトル」と「数列」が扱われていた。数学 B の改訂について河合塾(2018)は「多くの高等学校で「数列」と「統計的な推測」を扱うことになるだろう」と予想している。「統計的な推測」は現行課程の「確率分布と統計的な推測」とほぼ同じであるが、「検定」を扱うとされており、「両側検定」などを扱うと考えられる。この内容は平成元年(1989年)告示の指導要領で削除されて以来約 30 年ぶりの復活である。ここからも統計教育重視の姿勢が見受けられる(河合塾, 2018b)。

また、数学 I は高等学校における必修科目であり、数学 I だけで高等学校数学の履修を終える生徒も、数学 I に続けて高等学校数学を学ぶ生徒もいることを考慮し、すべての高校生に必要な数学的な素養は何かという視点で内容が構成されている(文部科学省, 2018c, p.12)。そのような数学 I の中の「データの分析」では、四分位数や箱ひげ図を中学校 2 年に移行して、「仮説検定の考え方」を扱うことになっている。「仮説検定については「数学 B」の「統計的な推測」で取り扱うが、この科目の履修だけで高等学校数学の履修を終える生徒もいることから、実際の場面を考慮し、具体例を通して「仮説検定の考え方」を直観的に捉えさせるようにした。」(文部科学省, 2018c, pp.12-13)とある。この数学 I の中に、「仮説検定の考え方」が導入された点からも、統計的な考え方を重視する姿勢がうかがえる。なお、従来数学 I で扱う内容であった四分位範囲などは、中学校 2 年生に移行された。今後有名大学が入試にこれらの科目・内容をどのように用いるのかといった動向によって、実際の指導の運用が決まる部分も大きい。河合塾(2018b)は「多くの高等学校で「数列」と「統計的な推測」を扱うことになるだろう」と予想している。

以上のことから、今回の学習指導要領改訂では統計教育を重視する改訂であると捉える。

4. 各教科における「論証」の扱い

4-1. 国語科における「論証」の扱い

以下、引用文内での下線が引かれたものはすべて筆者によるものであり、本節内の引用はすべて「文部科学省（2018）高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説国語編」からの引用である。

高等学校国語科の新学習指導要領では「他者」について以下のように明確な規定がある。

「他者とは、広く社会生活で関わりをもつ、世代や立場、文化的背景などを異にする多様な相手のことである。実社会で活躍していくためには、こうした相手と言語を通して円滑に相互伝達、相互理解を進めていく必要がある、他者との状況や場面に応じた関わりの中で、必要な事柄を正確に伝え、相手の意向を的確に捉えて解釈したり、効果的に表現したりすることができるようにすることに重点を置いている。」（p.70, p.111, p.146, p.180, p.211）

これは、「現代の国語」、「言語文化」、「論理国語」、「文学国語」、「国語表現」の5科目の「目標」の箇所に記述されている。この記述から、国語科では他者を明確に位置づけ、「他者に伝えること」と「他者の伝える内容を的確に捉え解釈すること」を重視していることがわかる。

これを前提としたうえで、「論証」の定義と「論証」のための語句、「論証」のための文章に関する記述から、国語科における「論証」の分析を行う。

論理国語では、「論証」することを、「論証する」とは、証拠を示しながら、結論に至る過程を筋道立てて述べることである。」と定義している（p.149）。また、論証に必要な語句を「論証の過程を明確にしながら述べるための語句」と規定し、次のように述べている。

例えば、「ゆえに」、「すなわち」、「ただし」、「および」、「かつ」のような接続語句、また「妥当」、「示唆（される）」、「矛盾（しない）」など、思考の過程や判断を表す語句、また、「仮説」、「検証」、「定義」、「根拠」、

「論拠」、「参照」など論証の形式や方法に関する語句などである。客観的な根拠に基づき、一定の手続きを経て結論に至る論証の過程では、日常生活で使う語句とは異なる語句を選択して用いることが必要となる。また、日常生活で使う語句（例えば、「場」、「視野に入れる」、「テキスト」など）も、通常とは異なる特定の意味で、論証のための語句として使われる場合もある（p.149）

これらの記述から、国語科における「論証」では、結論に至る根拠と過程を明確にし、筋道立てて述べることが重要であると捉えられる。また、上記の引用部では、日常との相違点について言及されていたが、これはあくまで「日常生活で使う語句とは異なる語句を選択して用いる」（p.149）とあるように、日常との相違点は語句について焦点化した際の話であることに留意したい。「論証」においては、結論に至る根拠やその過程を明確にするために、「ゆえに」、「ただし」などの日常とは異なる語句を選択し用いるのであって、「論証」という行為自体が日常から逸しているという指摘ではない。

次に、「論証」のための文章については、下記のように述べられている。

ウ 文や文章の効果的な組立て方や接続の仕方について理解を深めること。

（中略）事象を説明する文章や意見を述べる文章、特に、客観的な内容を一義的に示すための文章や論証のための文章などにおいて、文や文章の効果的な組立て方や接続の仕方について理解を深めることを求めている。（p.150、下線は筆者による）

この引用箇所では、下線部の「客観的な内容を一義的に示すための文章」と「論証」のための文章を並列に配置し、文や文章の効果的な組み立て方や接続の仕方について理解を深めることを求めている。この「論証」のための文章の書き方について、新指導要領解説では、下記のように述べられている。

オ 個々の文の表現の仕方や段落の構造を吟味するなど、文章全体の論理の明晰さを確かめ、自分の主張が的確に伝わる文章になるよう工夫すること。(中略) 全ての根拠・論拠は適切か、根拠から導かれた結論は妥当か、飛躍や逸脱はないか、また、論証に過不足はないか、当初の問いにきちんと対応した結論になっているかなど、様々な観点から論理の整合性と一貫性を検討、吟味することである。

(p.161)

このように、「論証」のための文章では、自身の主張を的確に相手に伝えるために、文や文章の効果的な組み立てなどについて理解を深めることを求めていることがわかる。そのためには、「論証」の中で用いた根拠・論拠が適切であるか、論理に飛躍や逸脱はないかといったことを明らかにする必要があります。また、結論に至る過程を明確にすることが必要である。また、主張を的確に伝えるとは、「多義的な解釈の余地なく、一義的に主張を伝えること」であると捉えられる。「論証」のための文章と「客観的な内容を一義的に示すための文章」を並列に配置していることから、このように捉えることは妥当であると考えられる。

これらの「論証」の定義、「論証」のための語句、「論証」のための文章についての記述と、本章の最初に確認した「他者」の規定から、「他者」すなわち多様な相手に的確に自分の主張を伝えることが、論理国語内での「論証」することの主な役割であると考えられる。以上の議論を踏まえて、新学習指導要領高等学校国語における「論証」の性質について、図1のようにまとめる。

- | |
|---|
| <p>J1：論証するとは、証拠を示しながら、結論に至る過程を筋道立てて述べることである。 (論証することの定義)</p> <p>J2：他者に的確に伝える、一義的に伝える。 (論証することの役割)</p> <p>J3：J2のために、日常とは異なる語句を用いることが必要である。</p> |
|---|

図1. 国語科における「論証」

4-2. 学校数学における「論証」の扱い

4-2-1. 分析の意図と方針

前章で述べた通り、論理国語では「論証」についての記述が見られる。「論証」は数学科においても重要な学習内容であり、松尾(2010)の「図形の論証指導」等、数学教育でも多くの研究がなされている。論理国語における「論証」と数学科における「論証」の比較を行うため、本節では数学科における「論証」について分析する。

なお、学校数学における「論証」は、一般的に「証明」として生徒に指導される。松尾(2010)は証明と論証の関係について「普通「証明」といわれるものは論証を略記したものである」(松尾, 2010, p.70)としている。本論文ではこの松尾の考えを採用し、学習指導要領解説や学校教科書の「証明」の記述から数学科の「論証」を捉えていく。また、「証明という言葉は、成果や所産としての proof と、行為や活動としての proving の両者を意味するものとする」(茅野ほか, 2009, p.66)という枠組みに基づき、記述などで表現された証明そのものと、証明に至るまでの思考や議論といった過程を包含した言葉として「証明」を扱う。

4-2-2. 中学校数学における「証明」

「証明」は一般に、中学校2年の数学で初めて学習される。そのため本節では、「証明」についての記述が多くなされている中学校の学習指導要領解説を中心に分析を行う。

中学2年の学習指導要領解説では、証明について次のような記述が見られる。

幾つかの図形から帰納的に見いだした事柄が成り立つかどうかを同じ条件を満たす他の図形で調べることで、その事柄の妥当性を高めることができる。しかし、同じ条件を満たす全ての図形についてその事柄が成り立つかどうかを調べつくすことはできない。そこで、演繹的な推論による証明が必要であることを理解できるようにする。(文部科学省, 2018d, p.113)

ここでは、帰納的な推論の限界と、演繹的な推論の必要性について述べられている。同解説ではその後続けて「証明は、命題が常に成り立つこと

を明らかにする方法であること」(文部科学省, 2018d, p.113) という記述もあり、中学校数学における証明は演繹的な推論と強く結びついているといえる。例えば、中学校 2 年数学の教科書(教育出版)では、証明は次のように紹介されている。

あることがらが正しいことを、すでに正しいと認められた事柄を根拠として、筋道立てて説明することを証明という。

(澤田ほか, 2015, p.127)

「すでに正しいと認められたことがらを根拠として」が演繹的な推論にあたる部分である。一般に中学校数学で用いられている教科書では、上記とほぼ同様の記述がなされている。

また、全国学力・学習状況調査の数学 A において、次のような証明の必要性和意味に関わる問題がよく出題されている。例えば、平成 30 年度には図 2 のような出題があった。

図 2 で示した問題では、対頂角の性質について演繹的な推論と帰納的な推論で説明されている。①の方法は平角(一直線)が 180° であることを根拠に、演繹的に対頂角が等しいことを証明している。一方②では角度をいろいろ変え、計 4 回の実測で全て対頂角が等しかったことを証明としている。しかし、実測では全ての場合について調べつくことはできないため、どれだけ繰り返しても「常に成り立つこと」を明らかにすることはできない。よって、この問題の正答はイである。この出題から分かるように、数学科においては帰納と演繹を区別し、証明を演繹的な推論と結びつけることが求められている。

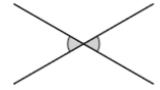
以上の分析から、生徒は中学校数学において、証明を「演繹的な推論によって、命題が常に成り立つことを明らかにしたもの」として学習するといえる。

4-2-3. 高等学校数学における「証明」

高等学校数学においては、必修の数学 I において「簡単な命題の証明も取り扱う」(文部科学省, 2018c, p.37) と記述されている。ここでいう「簡単な命題」は、「対偶を利用した証明や背理法による証明などの考え方が容易に理解できるもの」(文

部科学省, 2018c, p.37) である。例えば、学習指導要領解説では事例として、「 n を整数とすると、 n^2

8 ある学級で、「対頂角は等しい」ことの証明について、次の①、②を比べて考えています。



①

下の図のように、対頂角 $\angle a$ と $\angle b$ について、

$\angle a + \angle c = 180^\circ$ から、 $\angle a = 180^\circ - \angle c$
 $\angle b + \angle c = 180^\circ$ から、 $\angle b = 180^\circ - \angle c$
 よって、 $\angle a = \angle b$
 したがって、対頂角は等しい。

②

下の図のように、対頂角 $\angle a$ と $\angle b$ について、 $\angle a$ と $\angle b$ の大きさをそれぞれ測ると、

$\angle a = 60^\circ$ $\angle b = 60^\circ$

また、2つの直線の交わる角度を変えて、同じように測ると、
 $\angle a = 40^\circ$ のとき $\angle b = 40^\circ$
 $\angle a = 90^\circ$ のとき $\angle b = 90^\circ$
 $\angle a = 110^\circ$ のとき $\angle b = 110^\circ$
 よって、 $\angle a = \angle b$
 したがって、対頂角は等しい。

びなさい。

- ア ①も②も証明できている。
- イ ①は証明できているが、②は証明できていない。
- ウ ①は証明できていないが、②は証明できている。
- エ ①も②も証明できていない。

図 2. 全国学力・学習状況調査 数学 A 問題 (国立教育政策研究所, 2018, pp. 15-16)

が偶数ならば n も偶数である」という命題を、対偶を利用して証明することが挙げられている(文部科学省, 2018c, p.37)。この証明を実際に記述すると、次の図 3 のようになる。

「もとの命題とその対偶の真偽は一致すること」は、数学 I の授業の中で正しいと認められる事柄である。また、文字式の計算式など証明で使われているその他の根拠も、これまでの算数・数学学習の中で正しいことが明らかなものである。

このように、高等学校数学においては新しい証明の方法をいくつか学習するが、その役割はいず

れも与えられた命題が真であること（常に成り立つこと）を示すことあり、中学校数学と共通している。

なお、三角比における余弦定理や正弦定理の学習でも「それらの関係や性質が成り立つことをどのように証明するかを考えさせることが大切である」（文部科学省, 2018c, p.41）という記述がある。このように、数学 I の学習では数や図形などの性質が正しいことを証明する活動が行われる。また、数学 A において「考えた作図がどのような状況においても成立する普遍的なものであるかを考察したりする」（文部科学省, 2018c, p.92）と述べられているなど、必履修で無い他の数学科目においても同様の傾向が見られる。

4-2-4. 数学科における「論証」

本節では「証明」を初めて学習する中学校、及び本論文の主な対象である高等学校の学習内容に着目して分析を行った。それらをまとめると、数学科における論証は図 4 のような性質を持っているといえる。

特に、演繹的な推論に強く拠っている M3 の性質が、数学科における論証の大きな特徴であるといえる。

| |
|--|
| M1：数学科における論証は「証明」として中学校で学習され、証明とは「論証」の略記である。（「論証」の定義） |
| M2：ある事柄が正しいことを、すでに正しいと認められた事柄を根拠として、筋道立てて説明すること（証明の定義） |
| M3：演繹的な推論によって、常に成り立つことを示すものである。（「論証」の役割） |
| M4：高等学校数学では背理法などの手法が増えるが、役割は変わらない。 |

図 4. 数学科における論証

5. 国語科と数学科における「論証」の関係

5-1. 各教科における推論の扱い

数学科においては、「論証」を略記した「証明」を主な指導事項として扱うが、古くから数学において「証明」という営みは「ある事柄が正しいことを自分が納得し、他人に説得するという役割」（文

部科学省, 2018d, p.47）を担ってきた。「他人に説得する」とは、国語科における「自分の主張を的確に他者に伝える」ということと同質なものとみなすことができる。しかしここでは「論証」の中で扱う主な推論の違いが見られる。

数学科における推論、すなわち、数学的な推論といった際には、「演繹的推論」のほかにも、「帰納的推論」や「類推的推論」も小学校から自然な形で使われている（文部科学省, 2018d, p.47）。しかし、4章2節で分析したように、中学校以降の「証明」指導の際には、帰納の限界と演繹の有用性について指導し、演繹を重視することとなっている。

国語科においても、「推論とは、ある事実をもとに未知の事柄を推し量ることであり、推論の仕方には演繹的な推論と演繹的ではない推論（帰納、類推、仮説形成など）がある」（文部科学省, 2018b, p.154）としており、数学的な推論と同様の物を認めている。そして、演繹的でない推論について文部科学省(2018b)では以下のように記されている。

演繹的ではない推論は、(中略) 導かれた結論が常に正しいとは限らない点に注意する必要がある。したがって、(中略) 導かれた結論が正しいかどうかを慎重に吟味することが重要となる。このように、推論の仕方には、様々なものがあることを理解し、その限界にも留意して実際に使うことが求められる。なお、これらの推論の仕方は決して特別なものではなく、日常的な思考の中でもよく使われているものである。そのことを踏まえた上で、高校生として、これらを意識的に使うことが求められる。 (pp.80-81)

実際に様々な推論を用い、筋道を立てて考えることを通して、推論の具体的な方法について理解を確実なものにすることを求めている。(p.154)

このように、「推論」としては、演繹的な推論と演繹的でない推論ともに、それらの性質や方法を理解した上で使うことが求められている。

また、国語科における「論証」のための語句としては、「妥当」、「示唆(される)」、「矛盾(し

ない)」など、思考の過程や判断を表す語句」（文部科学省, 2018b, p.149）が例として挙げられており、「論証」の中で「すでに明らかになっていることから、常に正しいこと」を示す演繹以外にも、類推や帰納を含むことが示唆される。

したがって、国語科と数学科における推論の種類は同様であるが、「論証」の中で「演繹的推論」のみを扱うか、「演繹以外の推論」も扱うかが異なっている。これは、それぞれの教科における「論証」の主目的の違いに起因すると考えられる。数学科における「論証」の役割が「常に成り立つことを示すこと」を示すものであるのに対し、国語科における「論証」の役割が「他者に的確に伝える」ことであり、重視することは「常に成り立つかどうか」よりも、「結論に至るまでに論理の飛躍はないか、論拠は適切か」であり、そのために「論証の過程を明確にすること」が求められている。つまり、国語科における「論証」では、「新しいことを見付けていくには有効である」（p.81）とされる演繹的でない推論も扱い、筋道立てて考え、論を形成することが大切である。

このような捉えから数学科における「論証」と国語科における「論証」の関係性を図5のように示す。

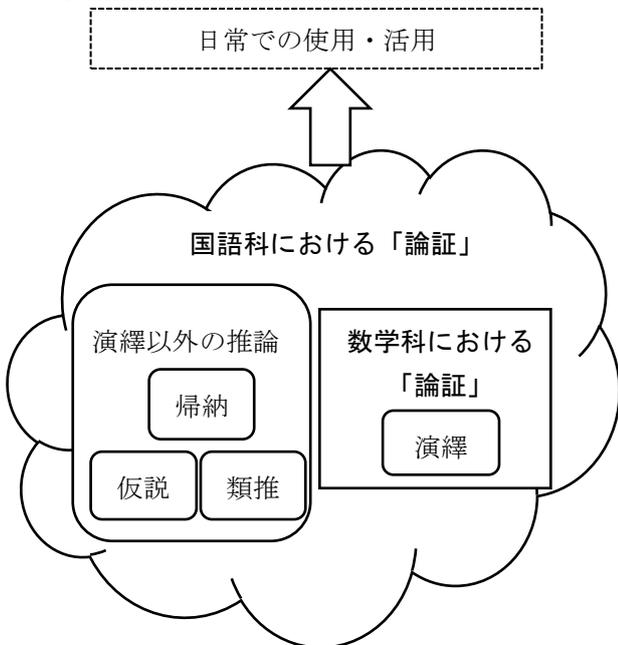


図5. 国語科と数学科における「論証」

これは「論証」の中で扱う推論の違いに着目したものである。また、「これらの推論の仕方は決して

特別なものではなく、日常的な思考の中でもよく使われているものである。そのことを踏まえた上で、高校生として、これらを意識的に使うことが求められる。」（文部科学省, 2018b, p.81）とあるように、これらを日常で意識的に使用することが求められている。そのため、演繹的な推論も演繹的でない推論も含む国語科の「論証」が、「日常での使用・活用」とつながることを矢印で表した。ここで留意したいことは雲形で表した国語科での「論証」のみが「日常での使用・活用」につながるということではないという点である。この図では、国語科における「論証」が数学科における「論証」、演繹的推論を含んでいる。つまり、数学科での「論証」は見方によっては、国語科の「論証」の一部分に焦点化したものであり、国語科の「論証」を基礎づけていると捉えられる。

5-2. 国語科と数学科における「反例」の扱い

国語科と数学科では、同じように「論証」を扱ってはいるが、その「論証」の主目的や扱う推論の範囲が異なることを前節までで確認した。これによって変わるものとして、「反例」の扱いを挙げることができる。「反例」は数学科では新学習指導要領から中学校第2学年で「証明」の学習の中で扱うものである。反例とは「命題の仮定を満たしているが、結論を満たしていない例」（文部科学省, 2018d, p.114）であり、「推測や命題が常に成り立つとは限らないことを示すために、反例について取り扱う。」（文部科学省, 2018d, p.49）とされている。更に詳細には次のように述べられている。

命題には常に成り立つ場合と、常に成り立つとは限らない場合がある。常に成り立つことを示すには、命題を証明すればよい。これに対し、命題が常に成り立つとは限らないことを示すには、反例を一つあげればよい。（文部科学省, 2018d, p.114、下線は筆者による）

演繹的な推論による「証明」や「論証」では、この反例が一つあると、その命題は常に成り立つとは限らないことが言える。いわば、反例が「命題が常に成り立つ」ことを否定するのに絶対的なのである。

表 3. 国語科と数学科における「論証」

| | 国語科 | 数学科（証明） |
|--------|--|--|
| 定義 | <ul style="list-style-type: none"> ● 論証するとは、証拠を示しながら、結論に至る過程を筋道立てて述べることである | <ul style="list-style-type: none"> ● 証明は、命題が常に成り立つことを明らかにする方法 ● あることがらが正しいことを、すでに正しいと認められた事柄を根拠として、筋道立てて説明すること |
| 役割 | <ul style="list-style-type: none"> ● 他者に的確に伝える、一義的に伝える | <ul style="list-style-type: none"> ● 常に成り立つことを示すものである |
| 扱われる推論 | <ul style="list-style-type: none"> ● 演繹的な推論 ● 演繹的でない推論（帰納、類推、仮説形成） | <ul style="list-style-type: none"> ● 演繹的な推論 ● 帰納の限界について指導することは重要とされる |
| 反例 | <ul style="list-style-type: none"> ● 立場の違いや発言の意図に対する理解を求めるための手段の一つ | <ul style="list-style-type: none"> ● 命題が常に成り立つとは限らないことを示すもの |

国語科では、反例についての記述が一か所だけある。「現代の国語」の「3 内容」の中の「○ 話し合いの進め方の検討、考えの形成、共有（話し合うこと）」のうち「論点」に関する記述である。

論点とは、議論の中心となる問題点や議論の要点のことである。（中略）例えば、意見が対立している場合、論点を共有する過程で、そのように考える根拠を求めたり、反例を示したりすることで、立場の違いだけでなく、発言の意図に対する理解を求めることができる。その結果、双方の意見が一致することを見いだしたり、新たな発想を得たりすることが、論点を共有し、考えを広げたり深めたりすることである。

（文部科学省, 2018b, p.90、下線は筆者による）

このように、国語科における「反例」は、他者と議論をする際の「論点を共有するための手段」として捉えられ、「命題が常に成り立つとは限らないこと」を示すための数学科における「反例」とはやや扱われ方が異なっている。国語科の「論証」では、「他者」に自分の主張を的確に伝えることが主の役割であったが、ここでの反例もまた、主張を明確にし、より建設的な議論をするための「論点の共有」のための手段である。そして、「他者」に的確に自身の主張を伝えるとともに、立場の違い

や発言の意図に対する理解を求めるためのものであると捉えられる。

この「反例」の扱われ方の違いの例として「インフルエンザの予防接種を受ければ、インフルエンザ発症は防げる」という主張をしたいときのことを考える。数学的な「論証」であれば、一人でも「予防接種を受けたが発症した人」がいれば、それが「反例」となり、上記の命題は「常に成り立つとは限らない」となる。しかし、国語科における「論証」の立場から考えると、「予防接種を受けたが発症した人」は確かに反例とはなるが、その反例を挙げることで上記の命題は「予防接種によって発症は常に防げる」ことを主張しているのか、それとも、「予防接種は発症の予防にある程度効果がある」ことを主張しているのかといった、話し手の立場や主張を明確にする効果がある。つまり、この「反例」によって、議論をしている者たちの間でお互いの考えや主張に対する理解が明確になることが考えられる。

このように、「反例」の働きや効果が数学科における「論証」と国語科における「論証」では異なっている。それは、演繹的な推論のみを扱うという数学科の「論証」の性格に由来すると考えられる。

6. 数学科における演繹的ではない推論

5章までで、国語科と数学科における「論証」の扱いの違いを明らかにした。国語科での「論証」で

は、演繹的でない推論を含む。そして、高校生として、「論証」という行為に含まれるこれらの推論を意識的に使うことが求められている（文部科学省, 2018）。

数学科において、「論証」としては演繹的な推論のみを取り扱っていたが、「演繹的でない推論」を使用したり活用したりする機会ももちろん存在している。その一例として、3章2節で取り上げた統計領域を挙げることができる。

統計領域では、演繹的でない推論にも重きが置かれている。お茶の水女子大学附属学校園（2018）は「統計学の本質は、帰納的推論の中に演繹的論理の過程を導入することにより科学的な結論を導く点にある。」（お茶の水女子大学附属学校園, 2018, p13）と述べるなど、演繹的でない推論（帰納的推論）を基に結論が導かれることが特徴である。

また、統計領域についての特徴については、中学校学習指導要領解説でも次のように述べられている。

考察の結果としてただ一つの正しい結論が導かれるとは限らないことは、この領域の特徴である。それゆえ、自他の問題解決の過程を振り返ったり、社会における標本調査の方法などを多面的に吟味したりするなど、批判的に考察できるようにする。（文部科学省, 2018d, p.55）

統計ではただ一つの正しい結論が出るとは限らないため、多面的な吟味が求められる。この多面的な吟味では「どの代表値が根拠としてふさわしいか」や「分析した結果から得られる結論が妥当か」などが検討される（文部科学省, 2018d, p.91）が、これらも必ずしも一つの答えが出るものではなく、複数の結論が導かれ得るといえる。

このように統計領域では、演繹的でない推論にも重きを置き、一つの結論が出るとは限らない。数学科における論証では常に成り立つことを明らかにすることを目的に演繹的な推論が行われるが、数学科全体をみると必ずしもそのような推論だけではないと言える。

また、中学校学習指導要領解説でも、同様に統

計的な問題解決のサイクルについて図6のように述べられている（文部科学省, 2018d, p.92）。統計の出発点は身の回りの事象であり、学習者の興味・関心や問題意識に沿って問題が設定される。その

- ・身の回りの事象について、興味・関心や問題意識に基づき統計的に解決可能な問題を設定する。
- ・どのようなデータを、どのように集めるかについて計画を立てる。
- ・データを集めて分類整理する。
- ・目的に応じて、観点を決めてグラフや表や図などに表し、特徴や傾向をつかむ。
- ・問題に対する結論をまとめるとともに、さらなる問題を見いだす。

図6. 統計的な問題解決のサイクル
（文部科学省, 2018d, p. 92）

後、計画を立て情報を収集し分析を行っていく。

なお、この一連の流れは PPDAC サイクル

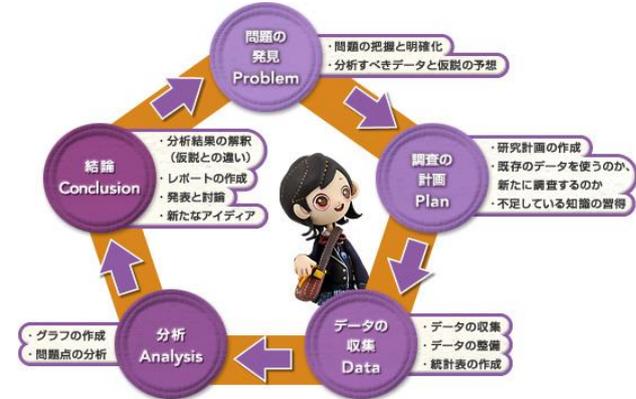


図7. PPDAC サイクル
（総務省統計局なるほど統計学園高等部）

(Problem, Plan, Data, Analysis, Conclusion) とも呼ばれ、図7のように示されている。

7. おわりに

本研究の目的は、国語科と数学科のつながりについて考察し、その共通点と差異を整理することであった。そのために、両教科の指導要領に記述のある「論証」に着目し、推論や反例の扱いなどを分析した。その結果、図5や表3のように国語科と数学科の「論証」の関係性を整理した。これらの関係性から、生徒の言語能力を養うために、国語科と数学科の教員が連携していく必要性

が示唆された。

今後の課題として、本研究で整理された「論証」についての指導などで、連携を図って実際に授業を構成し実践することが挙げられる。

「数学とはどのようなものか？」という究極的な問いの答えとして、数学者のポアンカレ

(Jules-Henri Poincaré, 1854-1912) は、「数学とは異なったものを同じと見なす技術である」と言ったという(山口, 2001, p.216)。本研究はまさにこのような、異なるものと捉えられる数学教育と国語教育を同じと見なし、関連した指導の可能性を提起した。

謝辞

投稿を認めてくださった横浜国立大学国語教育研究会様と、投稿についてご案内いただきました石田喜美研究室院生の吉沢夏音さまに感謝致します。

註

本稿の主題は関向(2018)「国語科と音楽科における関連の可能性—「鑑賞」・「批評」・「語彙」から見る指導内容の関連性—」を参考に設定した。関向(2018)の研究では、主題の示す通り、国語科と音楽科の関連について検討し、その可能性を提起している。筆者らは数学領域の院生であり、国語教育を専門とする方々と筆者らはまさに国語科で規定される「他者」(文部科学省, 2018b, p.70 ほか)である。このような他者間での協働・協議を経て、充実した言語活動を含む授業実践・提案・研究等が発展すること、そういった営みが国語科・数学科間も含め、多くの領域で発生・促進されること、そしてそれらの知識が体系的に蓄積されることを願ってこのような主題とした。

参考・引用文献

お茶の水女子大学附属学校園 連携研究算数・数学科部会(2018)『「データの活用」の授業 小中高の体系的指導で育てる統計的問題解決力』.東洋館出版社.

河合塾(2018a)「2018(平成30)年3月に告示された高等学校学習指導要領の分析報告 国語」<https://www.kawai-juku.ac.jp/highschool/analysis/japanese/> (2019年1月31日最終確認)

河合塾(2018b)「2018(平成30)年3月に告示された高等学校学習指導要領の分析報告 数

学」[https://www.kawai-](https://www.kawai-juku.ac.jp/highschool/analysis/math/)

[juku.ac.jp/highschool/analysis/math/](https://www.kawai-juku.ac.jp/highschool/analysis/math/) (2019年1月31日最終確認)

国立教育政策研究所(2018)『平成30年度全国学力・学習状況調査 調査問題及び報告書』<http://www.nier.go.jp/kaiatsu/zenkokugakuryoku.html> (2019.1.21 最終確認) .

澤田利夫ほか26名(2015)『中学校数学2』.教育出版.

関向央菜(2018)「国語科と音楽科における関連の可能性—「鑑賞」・「批評」・「語彙」から見る指導内容の関連性—」, 『横浜国大 国語教育研究』, 43, pp.19-26.

総務省統計局なるほど統計学園高等

部.<http://www.stat.go.jp/koukou/howto/process/> (2019.2.5 参照)

茅野公穂・小松孝太郎・中川裕之・水谷尚人・宮川健・宮崎樹夫(2009)「我が国の数学教育における証明研究の課題と展望」, 『数学教育論文発表会「課題別分科会」発表集録及び要項』, 42, pp.64-69.

日本文藝家協会(2019)「高校・大学接続「国語」改革についての声明」

<http://www.bungeika.or.jp/pdf/20190124.pdf>

府川源一郎(2009)『私たちのことばをつくり出す国語教育』.東洋館出版社.

松尾七重(2010)「図形の論証指導」, 日本数学教育学会誌『数学教育』, 92(12), pp.70-71.

水谷尚人(2009)「学校数学における証明の学習指導の様相を捉える枠組み構築に向けて:「読むこと」の様相を捉える枠組みに焦点をあてて」, 『数学教育論文発表会論文集』, 42, pp.607-612.

文部科学省(2009)『高等学校学習指導要領解説 数学編・理数編』.実教出版株式会社.

文部科学省(2018a)「高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説総則編」

文部科学省(2018b)「高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説国語編」

文部科学省(2018c)「高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説数学編・理数(主として専門学科において開設される教科)編」

文部科学省(2018d)『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説数学編』.日本文教出版.

山口昌哉(2001)『数学がわかるということ:食うものと食われるものの数学』.筑摩書房.