



数学的判断力に焦点をあてた第6学年「資料の整理」の学習

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-04-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 神野藤, 均, 北村, 博幸 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00006858

数学的判断力に焦点をあてた第6学年「資料の整理」の学習

神野藤 均・北村 博幸*

北海道教育大学附属函館小学校

*北海道教育大学函館校

Learning of “Grade Sixth Organize Materials” Focused on Mathematical Judgement.

KANNOTO Hitoshi and KITAMURA Hiroyuki*

Hokkaido Elementary School Attached to Hokkaido University of Education

*Hakodate Campus, Hokkaido University of Education

概 要

日本数学教育学会「資料の活用」検討ワーキンググループ（松嵜ら，2014）で，統計指導の提言がなされ，数学的判断力を育成することが重要となると指摘されている。数学的判断力は数学的判断プロセスの中で育成されるのである。本研究は，数学的判断プロセスが顕在化するよう状況設定をして授業実践を行い，子供のプロセス能力の様相について明示することを目的とする。そこで，情報量を制限したグラフと，子供が自ら学びの文脈を創り出す問題設定によって，子供が統計を使った言語活動を活発にする授業を小学校第6学年39名に実践した。子供は3つの文脈を創り出し，統計を使った言語活動を活発に行った。数学的判断プロセスが指標となり，A-2 数学的表現，A-3 数学的推論・分析，A-4 解釈・評価，A-5 数学的コミュニケーションが複雑に絡み合う授業の様相を明示した。

I. 研究の背景と目的

1. 研究の背景

(1) アクティブ・ラーニング

OECD提唱のキー・コンピテンシーの育成が叫ばれ，アクティブ・ラーニング（以下ALと略）が注目されている。「教師が教える⇒子供が主体的に学ぶ」のパラダイム転換がALの要旨である（生田ら，2016）。中央教育審議会の初等中等教育分科会教育課程部会の総則・評価特別部会（文

部科学省，2016）では，ALの三つの視点「深い学び」「対話的な学び」「主体的な学び」が重要であり，ALの視点に基づく授業改善が行われることの意義が述べられている。「『対話的な学び』や『主体的な学び』はその趣旨が教科共通で理解できる視点であるのに対して，『深い学び』の在り方は各教科の特性に応じて示される必要がある」とあり，教科の特性に応じた授業改善に関する実践例の蓄積の必要性が述べられている。

資質・能力の育成のために重視すべき算数・数

学の評価の在り方については、「日常の事象を数理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などの性質を見だし統合的・発展的に考察する力を身に付けている。数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり柔軟に表したりする力を身に付けている。」(文部科学省, 2016)とされており、「深い学び」として考察する力や数学的な表現を駆使する力が必要とされていることがわかる。

(2) 数学的判断力

日本数学教育学会「資料の活用」検討ワーキンググループ(以下, WG)は, 以下の五つの提言(松寄ら, 2014)をしている。

表1 「資料の活用」検討WG五つの提言

1	ドットプロットを小学校第6学年で扱い、柱状グラフ(ヒストグラム)を中学校第1学年で扱う。
2	箱ひげ図に係わるグラフ表現を複数学年に位置づける。
3	テクノロジー利用を前提とした、ビッグデータや実データを扱う指導
4	架空のデータを扱う指導
5	数学的判断力を育成する統計指導

本研究では提言5に焦点を当てる。数学的判断力について西村ら(2013)は, 総合的な研究を行っている。数学的判断力を「数学的判断プロセスを

たどりながら, 数学的論拠に基づいて, 事象を分析, 解釈し, 意志決定する能力」と定義し, Aプロセス能力, B数学の内容, C選択支援, D社会的価値観の四つに分類している。特にプロセス能力については, 6つの下位要素に分類し, 3つの水準に整理した水準表を提案している。

(3) 数学的判断力を育成するために

平成27年度全国学力・学習状況調査の中学校B(5)は「資料の傾向を的確に捉え, 判断の理由を数学的な表現を用いて説明することができるかどうかをみる。」(文部科学省, 2015)が出題の趣旨で, 正答率は24%と低い。難解な資料やグラフを読み解くのではなく, 判断の理由の説明が重視されている。「生活委員会が落とし物を減らす」という文脈に沿って子供は柱状グラフと表から考察したり新たな文脈を創り出したりする。

ここでは、「グラフの情報量」と「文脈」という示唆が得られる。柱状グラフによる考察は, 小学校では第6学年「資料の整理」において指導される。6社の現行の検定済み教科書について調査した(表1)。単元の中盤までは、「資料の平均・度数分布を表す表やグラフについて知ること」を目的とし, グラフのかき方等を扱っている。単元終盤は, 「統計的に考察したり表現したりすることができるようにする」を目的とし, 全ての教科書が2つの柱状グラフを組み合わせた人口ピラミッドを扱っている。

ここに, 二つの課題がある。一つは, 人口ピラ

表2 6社の人口ピラミッドの扱い

会社名	大日本図書	学校図書	教育出版	啓林館	日本文教出版	東京書籍
区間	5才	10才	5才	10才	10才	5才
人口ピラミッドの構成	男女別 1950年 2010年	男女別 1970年 2010年	男女別 1950年 2010年	男女別 1950年 1980年	男女別 1960年 2010年	男女別 1970年 2010年
追加のグラフ	なし	なし	なし	なし	なし	人口変化と予測の棒・折れ線グラフ
グラフへの補助線	横軸	なし	縦軸	縦軸	縦横軸	なし
設問数	2	3	4	2	2	4

表3 「数学的判断プロセス」における「プロセス能力」に関する水準表

	定義	自己内			他者との相互作用
		水準1 自己限定的	水準2 多様性の萌芽	水準3 社会的	水準 a ~ Y
A-1 定式化	現実世界の問題を「数学の問題」に翻訳する（直す）能力	指示された視点にそって、現実世界の問題を「数学の問題」に翻訳する。	自分なりの視点を設定し、その視点から、現実世界の問題を「数学の問題」に翻訳する。	多様な視点を設定し、それぞれの視点から、現実世界の問題を「数学の問題」に翻訳する。	他者がどのような視点を設定し、現実世界の問題を「数学の問題」に翻訳したかを理解する。
A-2 数学的表現	数学的な表現方法によって、判断過程や判断方法、判断結果を表現する能力	指示された数学的表現方法によって、判断過程や判断方法、判断結果を表現する。	自分なりの数学的表現方法を選択し、判断過程や判断方法、判断結果を表現する。	問題や目的に応じて、妥当な数学的表現方法を工夫し洗練し、判断過程や判断方法、判断結果を表現する。	他者の数学的な表現方法を通じて、相手の判断過程や判断方法、判断結果を理解する。
A-3 数学的推論・分析	数学的手続きや数学的推論に基づいて、問題を分析し、判断する能力	指示された数学的手続きや考え方にそって、問題の構造を分析し、判断する。	数学的手続きや考え方を自己選択し、問題の構造を分析し、判断する。	数学的手続きや考え方を自分で工夫したり、つくり出したりしながら、問題の構造を分析し、判断する。	他者の数学的手続きや数学的推論を理解し、その視点に沿って問題の構造を分析・判断する。
A-4 解釈・評価	もとの現実世界の問題に照らし合わせて、判断方法、判断結果を解釈し、それらの妥当性を評価する能力	もとの現実世界の問題に照らし合わせて、自分自身の判断過程や判断方法、判断結果を解釈する。	もとの現実世界の問題に照らし合わせて、自分自身の判断過程や判断方法、判断結果を解釈し、それらの妥当性を評価する。	もとの現実世界の問題に照らし合わせて、自分自身の判断過程や判断方法、判断結果を解釈し、必要があればより妥当性を高めるための修正を行う。	別のアプローチによる判断過程や判断方法、判断結果とも対比しながら、類似点や相違点を比較・検討し、評価する。
A-5 数学的コミュニケーション	判断過程や判断方法、判断結果を伝える能力	判断過程や判断方法、判断結果を自己限定的な言語・表現で伝える。	判断過程や判断方法、判断結果について、他者（一般）を意識した言語・表現で伝える。	判断過程や判断方法、判断結果を相手（特定）の理解状況に応じた言語・表現を選択し伝える	他者の判断過程や判断方法、判断結果を理解し、自己のそれと比較・検討し、練り上げる。
A-6 数学的・社会的認識	数学的・社会的価値観に基づいて判断する能力	自分の一つの価値観に沿って数学的判断を下す。	相反することのない、複数の価値観を取り入れて数学的判断を下す。	時には相反する、多様な価値観を取り入れて、妥当な数学的判断を下す。	他者による新規の価値観に基づいた数学的判断を受け入れ、比較・検討し、妥当な数学的判断を下す。

(西村, 2013を本研究に合わせて要約・改変)

ミッドが難しすぎる点で、WGは柱状グラフを中学校で指導するよう提言している。もう一つは、与えられる問題状況の文脈性が希薄な点である。

そこで、本研究では、子供の数学的判断力に焦点をあてて、2つの課題を改善した学習を実現することを目指す。

II. 研究の目的

本研究では、発達段階に応じて情報量を制限したグラフと、子供が自ら学びの文脈を創る問題設定によって、数学的判断力を育成する「資料の整理」の授業を実践。そして、子供の学習活動を数学的判断プロセス能力の視点で評価し、授業中の

子供の数学的判断力の様相について検討することを目的とした。

Ⅲ. 研究の方法

本研究は、以下の方法で行った。

1. 「資料の整理」の授業計画

「情報量の制限」「学びの文脈」の2点に基づき第6学年「資料の整理」の単元を構成し、授業を計画した。

2. 授業実践とその分析

(1) 分析対象

国立大学附属小学校第6学年の児童39名に授業実践し、逐語記録や成果物を分析対象とした。なお、本研究では、第9時の授業を分析対象とした。

(2) 分析・考察方法

三橋（2003）は授業の展開過程の構造を視覚化するための方法として、「授業過程の構造図」を考案した。本研究では逐語記録とグループ学習の成果物等からキーワード（キーワード、キーセンテンス）を抽出し授業過程を構造図にした。

西村（2013）は、数学的判断力を育成する教材開発をしている。「導入、個別解決、話し合い」等に授業を分割し、数学的判断力の水準表に基づいて、発言やノートなどの成果物を分析している。

そこで、本研究では、子供が考えた文脈ごとに授業を分割し、子供の活動と教師の意図を「数学的判断プロセス能力の水準表」（表2）に基づき、評価した。そして、数学的判断力の様相について考察した。

Ⅳ. 研究の結果

1. 本研究における「資料の整理」の単元構成

(1) 「情報量制限」「学びの文脈」に基づく単元

「基本的事項→人口ピラミッド」という基本的な単元構成は教科書を踏襲したが、単元中盤まで

は、「あなたが経営するなら、どちらの小屋ですか？」という文脈を設定した。人口ピラミッドの場面では、挑戦的な課題「グラフから言えることをプレゼン&検証せよ！」を設定し、子供それぞれが文脈を創り出す構成とした。

人口ピラミッドの教科書の扱いは、情報量最小が日本文教出版。最大が東京書籍で、全ての教科書が2つの年のグラフを一度に提示していた。そこで、本研究では、東京書籍をベースに縦軸への補助線を加え、区間を5才から10才に拡大、更に「1970年」と「1970・2010年」の読み取りにそれぞれ1時間を配当し、情報量を制限した。具体的な単元計画は10時間扱いで、以下の単元構成の概略（表4）の通りである。

表4 単元構成の概略

小単元1	あなたが経営するならどちらの小屋ですか？
1時	東小屋の16個の卵の重さから既習事項を確認し、本単元の学習の見通しをもつ。
2・3時	東小屋と西小屋を提示し、「あなたが経営するなら、どちらの小屋ですか」と教師が投げかける。子供は自分の支持する小屋を選び、東小屋グループと西小屋グループに分かれ、その根拠を話し合う。
4・5時	子供は、自分の経営する小屋を選ぶ根拠を明確にするために、統計的处理、表、数直線に表すことに取り組む。
6時	柱状グラフについて教師が導入し、子供は柱状グラフに表現することで、小屋のちらばりの様子を調べる。
7時	第6時までの学習を基に、自分たちの支持する小屋のよさについて交流する。
小単元2	グラフから言えることをプレゼンせよ。
8時	1970年の日本の年齢別人口ピラミッドから子供は文脈を創り出し、批判的に話し合う。
9時	1970年、2010年の日本年齢別人口ピラミッドから子供は文脈を創り出し、批判的に話し合う。
10時	平成27年度全国学力・学習状況調査中学校B5(2)複数のグラフによる考察の問題にチャレンジする。

2. 授業実践の内容と分析

第7時までには子供は、自分の選択した小屋の優位性を主張するために、統計的処理を学んだ。重さの平均と最大値では、有利であった西小屋。中央値へ密集しており、最大値・最小値の差が少ない東小屋。それぞれの立場から子供は統計を使って言語活動をした。

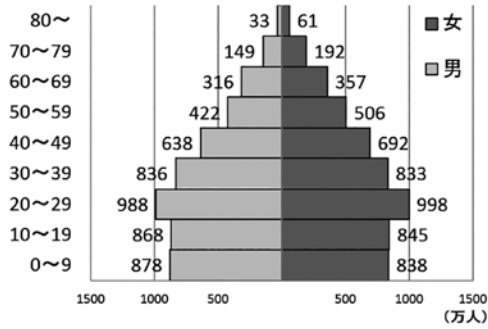


図1：1970年の男女別人口ピラミッド

第8時は、教師が1970年の男女別人口ピラミッドを提示(図1)し、「グラフから言えることをプレゼンせよ!」と投げ掛けた。子供は、年齢構成と男女比を視点に柱状グラフを読み取った。「若者が多く高齢化社会ではない」「男性よりも女性の方が人口は多い」「男性は女性より寿命が短い」ことを主張し、それぞれに批判的に検討した。次時は現在の人口ピラミッドを知りたいという声が上がっていた。

(1) 第9時の概要

まず、授業者が2010年に人口の一番多い世代と本校校長がどこにいるかをクイズとして出題した。経年変化に着目するよう授業者は意図していた。そして、第8時に提示した1970年の日本の男女別人口ピラミッドと並列して2010年の男女別人口ピラミッド(図2)を提示し、「グラフから読み取れることをプレゼン&検証しよう」と授業者が投げ掛けた。子供は4人1グループになり、それぞれワークシートに気付きを書き貼っていった。

そして、子供は付箋をカテゴリー化して主張とその根拠を考えた(図3)。ある程度考えがまとまった時点で、ミニボードに自分たちの主張とそ

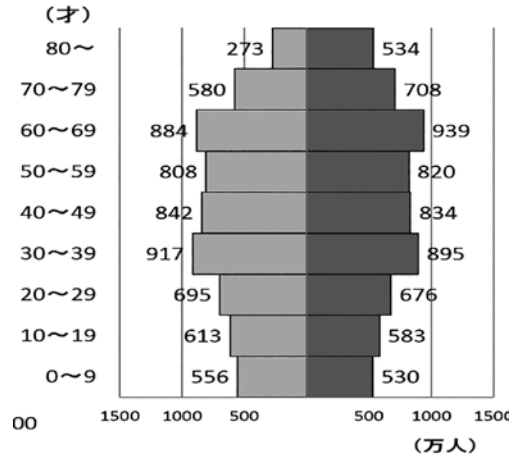


図2 2010年の男女別人口ピラミッド

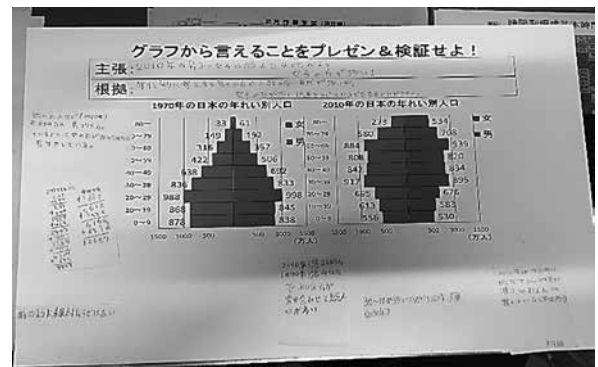


図3 6班のワークシート

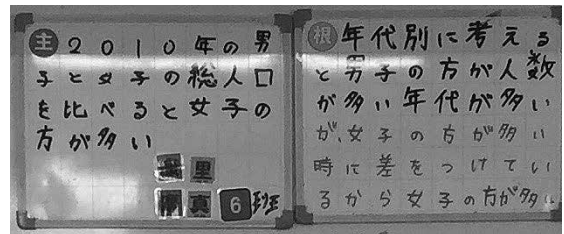


図4 4班のミニボード

の根拠を図4のように表現した。子供が創り上げた文脈は大きく分けると3つで、「ア 経年変化」「イ 少子・高齢化」「ウ 2010年男女数比較」である。

それぞれの主張と根拠のつながりを子供は批判的に検討した。検討の結果、「イ 少子・高齢化」が妥当という結果となり、第9時の適用問題として、「日本の高齢化が進んでいることについて、根拠を明確にして主張せよ」を教師が出題した。

(2) 第9時の授業の構造図(図5)による分析

Ⅲ. 2の手順に従って、第9時の子供の発言と

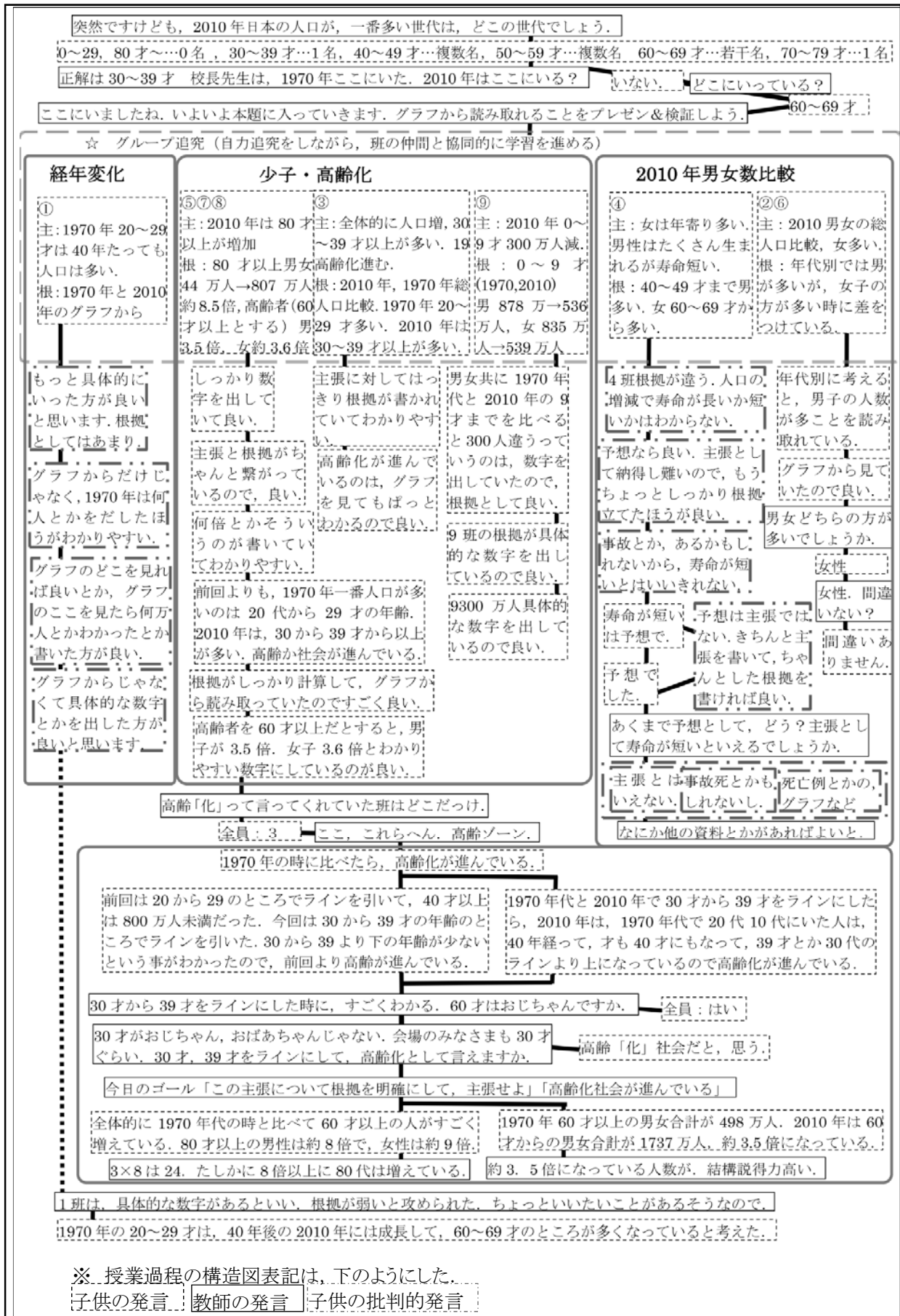


図5 第9時の授業の構造図

班活動の成果物を構造図に整理した(図5)。第9時の授業の構造図を表3に基づいて分析した。

① 「ア 経年変化」

「ア 経年変化」は、1班が「1970年20~29才は40年たっても人口は多い」について「1970年と2010年のグラフ」を根拠に主張しようとした。根拠が明確でないと批判的な意見が4つ出された。

1班は授業導入時の教師の提示した経年変化の視点に沿って、意見を述べている。根拠はグラフ全体としていた。

「ア 経年変化」に対する意見は、批判的な意見だけであった。「もっと具体的にいった方がよい」「グラフのどこを見れば良いとか、グラフのここを見たら何万人とかわかったと書いた方がよい。」等、1班の自己限定的な表現を指摘していた。1班のA-2数学的表現では十分に意図が理解できないことをA-5数学的コミュニケーションが自己限定的である点について指摘することで、改善するよう促していた。

1班は、授業終了間際に、「1970年の20~29才は、40年後の2010年には成長して、60~69才のところが多くなっていると考えた。」と発言しており、批判的な意見を受けて、根拠を明確にしていた。A-5数学的コミュニケーションの水準2「他者を意識した」に該当し、水準1から水準2への向上が見られた。

② 「イ 少子・高齢化」

「イ 少子・高齢化」については、5つグループが主張した。5, 7, 8班は、1970年と2010年の80才以上の男女の人口の推移を視点として最小値比較をしていた。3班は30~39才以上の人口の推移を視点としており、最頻値に着目していた。9班は0~9才の男女の人口の推移を視点としており、少子化に最も適した年代を選択していた。

5, 7, 8班は、過去に学習している最小値比較を選択し選択しているため、A-2数学的表現、A-3数学的推論・分析は水準2に到達していた。

3班は、新たな数学的手続きである最頻値比較

を行っており、A-2数学的表現、A-3数学的推論・分析は水準3に到達していた。

9班は、数学的手続きを選択し、少子化を主張する上で最も妥当な数値を表現するよう工夫していた。従って、A-2数学的表現は水準3、A-3数学的推論・分析は水準2に到達していた。

「イ 少子・高齢化」に対して、肯定的な意見が11出された。それぞれの視点からグラフを読み解き、根拠としている点を肯定的に捉えていた。

少子・高齢化は一般的に言われていることなので、子供にとって受け入れられやすい主張であったことが考えられる。そして、統計的な手法が多く登場して安定していたが、高齢化を訴えるための視点として、2つの最頻値30~39才と60~69才があった。最適なものは、後者である。しかし、選択している班はなかった。

授業の中盤に、60才を視点とするよう教師が示唆し、「イ 少子・高齢化」を適用問題とされた。教師は、A-4解釈・評価の機能を働かせようとしたのである。

適用問題では、教師の意図に則り、60才以上を根拠づけた意見が出された。現実の少子・高齢化問題を本時で学んだ数学的方法で分析しているので、A-4解釈・評価の水準2に到達している。しかし、適用段階に視点や数学的手続きが限定されるものを教師が選択したことは、課題が残る結果となった。

③ 「ウ 2010年男女数比較」

「ウ 2010年男女数比較」については、3つのグループが主張をした。

2, 6班は、2010年の男女総人口と、各年代の人口を比較していた。年代別では男性の方が多い場合が多いにも関わらず、総人口では、女性の方が多い理由について考察していた。A-3数学的推論・分析をしていた。数学的手続きや考え方を自己選択しているため、A-2数学的表現とA-3数学的推論・分析は、水準2に到達している。

2, 6班の主張である「女性の方が人口は多い」に対しては、批判的な意見はなく、肯定的な意見

が3つ出された。

4班は、「男性はたくさん生まれるが寿命が短い。」を主張し、40～49才以下の階級と60～69才以上の階級を根拠としていた。1970年と2010年の人口分布は、共通して、49才以下の階級は、男性の人数が女性の人数よりそれぞれ多いのである。また、60才以上に関しては、1970年と2010年共に、女性の人数が男性よりも多いのである。複数のグラフの複数の階級についてよく読み取っており、A-3 数学的推論・分析は、水準2に到達していた。A-2 数学的表現についても、主張に対して妥当な数学的表現を工夫しているので、水準3に到達していた。

4班に対しては、批判的な意見が7出された。死亡原因の特定が必要で、寿命と言い切れないことが、批判的意見の趣旨である。

「4班の根拠が違う。人口の増減で寿命が長い短いはわからない。」「事故とか、あるかもしれないから、寿命が短いとはいきれない。」など、反例を出しながらの批判的意見もあったが、お互いの価値観を押し付け合う結果となったので、A-6 数学的・社会的価値認識は自己限定的な水

準1に留まっていた。

V. 本研究の考察と成果と課題

本研究では、与えられた資料から子供が自ら文脈を創り出すよう意図していた。子供なりに3つの文脈を創り出し、統計を使った活発な言語活動が行われており、主体的・対話的な学びが行われた。前項の第9時の分析を整理すると表5のようになる。数学的判断プロセスにおけるプロセス能力は、A-2 数学的表現、A-3 数学的分析推論・分析、A-4 解釈・評価においては、概ね水準2以上に到達した。

特に、1班は、自力追究の段階で、自己限定的な意見であったが、子供同士の相互作用によって、自分たちの主張を裏付ける根拠を具体化することに成功していた。本研究ではA-5 数学的コミュニケーションの変容として分類した。授業終了後に、1班にもう一度表現の場を与えたとしたら、A-2 数学的表現、A-3 数学的推論・分析にも、変容が生じたと予想される。

故に、複数教科書分析に基づき情報量を制限し

表5 第9時における「数学的判断プロセス」における「プロセス能力」に関する結果

	定義	自己内		
		水準1 自己限定的	水準2 多様性の萌芽	水準3 社会的
A-1 定式化	現実世界の問題を「数学の問題」に翻訳する(直す)能力	第9時では見られず		
A-2 数学的表現	数学的な表現方法によって、判断過程や判断方法、判断結果を表現する能力	1班	2, 5, 6, 7, 8班	3, 9, 4班
A-3 数学的推論・分析	数学的手続きや数学的推論に基づいて、問題を分析し、判断する能力	1班	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9班	3班
A-4 解釈・評価	もとの現実世界の問題に照らし合わせて、判断方法、判断結果を解釈し、それらの妥当性を評価する能力	適用問題で問う。概ね水準2		
A-5 数学的コミュニケーション	判断過程や判断方法、判断結果を伝える能力	1班 →	1班	
A-6 数学的・社会的認識	数学的・社会的価値観に基づいて判断する能力	4班を巡る議論		

たグラフと、子供が自ら学びの文脈を創る構成による授業は、子供の数学的判断力を育成することに寄与したと思われる。

しかし、A-1 定式化の過程を扱っていないことと、少子・高齢化のように、子供は知識として知っていても、本当の意味が分からない、実感のないことに、難しさがあった。4班の主張は、男女の寿命問題に言及しているが、多くの子供の価値観として受け入れ難かったのである。グラフデータの分析から離れだすと、価値観の押し付け合いになり、数学的コミュニケーションが成立しなくなる顕著な例である。

以上より、本研究では、数学的判断プロセスが顕在化するよう状況設定をして授業実践を行い、子供のプロセス能力の様相について分析した。数学的判断プロセスが指標となり、A-2 数学的表現、A-3 数学的推論・分析、A-4 解釈・評価、A-5 数学的コミュニケーション、A-6 数学的・社会的認識が複雑に絡み合っただけで授業が行われている様相を明示できた。

本研究では、A-1 定式化を本時で扱っていない為、考察の対象に出来なかった。A-6 数学的・社会的認識についても、子供の発言から関係を十分に推測できなかった。1時間の授業のパフォーマンスだけで評価するのは、困難なことが示唆される。

また、A-1～A-6それぞれの第6学年における段階性の明示には至らなかった。今後は、単元全体を網羅したルーブリック等によって、子供の発言や行動を経時的に分析し、子供の学びを評価していく必要がある。

なお、本研究はJSPS科研費16H00216の助成を受け、2016年日本数学教育学会秋季大会で口頭発表した内容を整理したものである。

文 献

生田孝至, 三橋功一, 姫野完治. 2016. 「未来を拓く教師のわざ」. 一書堂
西村圭一. 2013. 「平成22年度～平成24年度科学研究費補

助金基盤研究 (B) 研究報告書『社会的文脈における数学的判断力の育成に関する総合的研究』
松壽昭雄, 金本良通, 大根田裕, 青山和裕. 2014. 「新教育課程編成に向けた系統的な統計指導の提言」日本数学教育学会誌, 96, 1
三橋功一. 2003. 「新しい視点の授業づくりに先行実践を活用する授業研究」新しい算数研究5月号, 388, 37-39
文部科学省. 2015 「平成27年度全国学力・学習状況調査報告書中学校数学」文部科学省
文部科学省. 2016. 「アクティブ・ラーニングの視点と資質・能力の育成との関係について一特に『深い学び』を実現する観点から」. 総則・評価特別部会資料1-1

(神野藤 均 附属函館小学校教諭)

(北村 博幸 函館校教授)

