

小学校 6 年算数科

「経営者の決断」 (全 8 時間)

授業者 神野藤 均

実践のポイント

算数科における見方・考え方は「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して、根拠を基に筋道を立てて考え、総合的・発展的に考えること」です。データの因果関係に着目して、根拠を基に筋道を立てて推論し、その妥当性について批判的に考察することが、統計における深い学びなのです。ですから本単元の目標を「代表値としての平均や散らばり、度数分布について理解するとともに、目的に応じてそれらを用いて、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」と設定しました。

代表値や資料の整理方法を学ぶ必要感を創り出すために、国語科「未来の自動車」を契機に総合的な学習「モーターショー in Fuzoku」に発展していく学習を構想しました。その中で、「算数科において統計を学ぶ」という文脈を子供が自ら創り出すように、教師が単元をデザイン(図1 単元のイメージデザイン)しました。日本の未来を予測してモーターショーを成功させるために、統計を学ぶという明確な目的意識の基、子供は統計的に処理し表現する力を高めていきました。

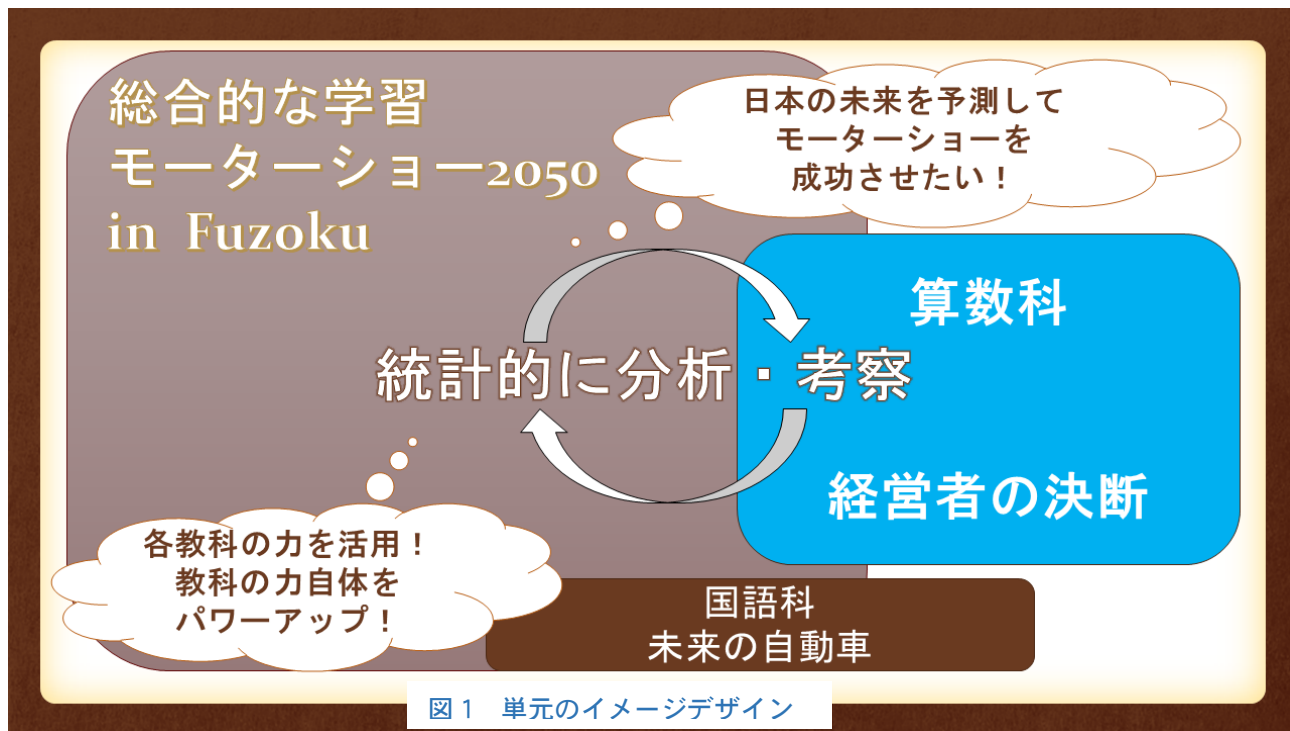


図1 単元のイメージデザイン

授業のねらいと展開

本単元の主要な目的は、前述のように統計的な処理や考察の力を伸ばすことです。よりよい指導過程を検討するために、6社の検定済み教科書について分析しました。全ての教科書が、単元の前半～中盤はグラフのかき方を指導します。そして、2つの柱状グラフを組み合わせた人口ピラミッドを単元の終末に学習するという、ほぼ同様の単元構成でした。つまり、単元の中盤までは、学習指導要領の「ア 資料の平均について知ること」「イ 度数分布を表す表やグラフについて知ること」を主眼に、単元終盤は、「当家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」を主眼にしていることが分かります。

ここに2つの課題があります。

- ① 単元中盤までは、子供は統計的処理を教師から教わり続けることとなる点です。数学的判断のプロセスがなく、統計的処理を学習する目的が子供には必要です。
- ② 単元終末の人口ピラミッドが難しすぎる点です。

そこで、本単元では、子供にとって学ぶ目的意識のはっきりした状況を設定しました。

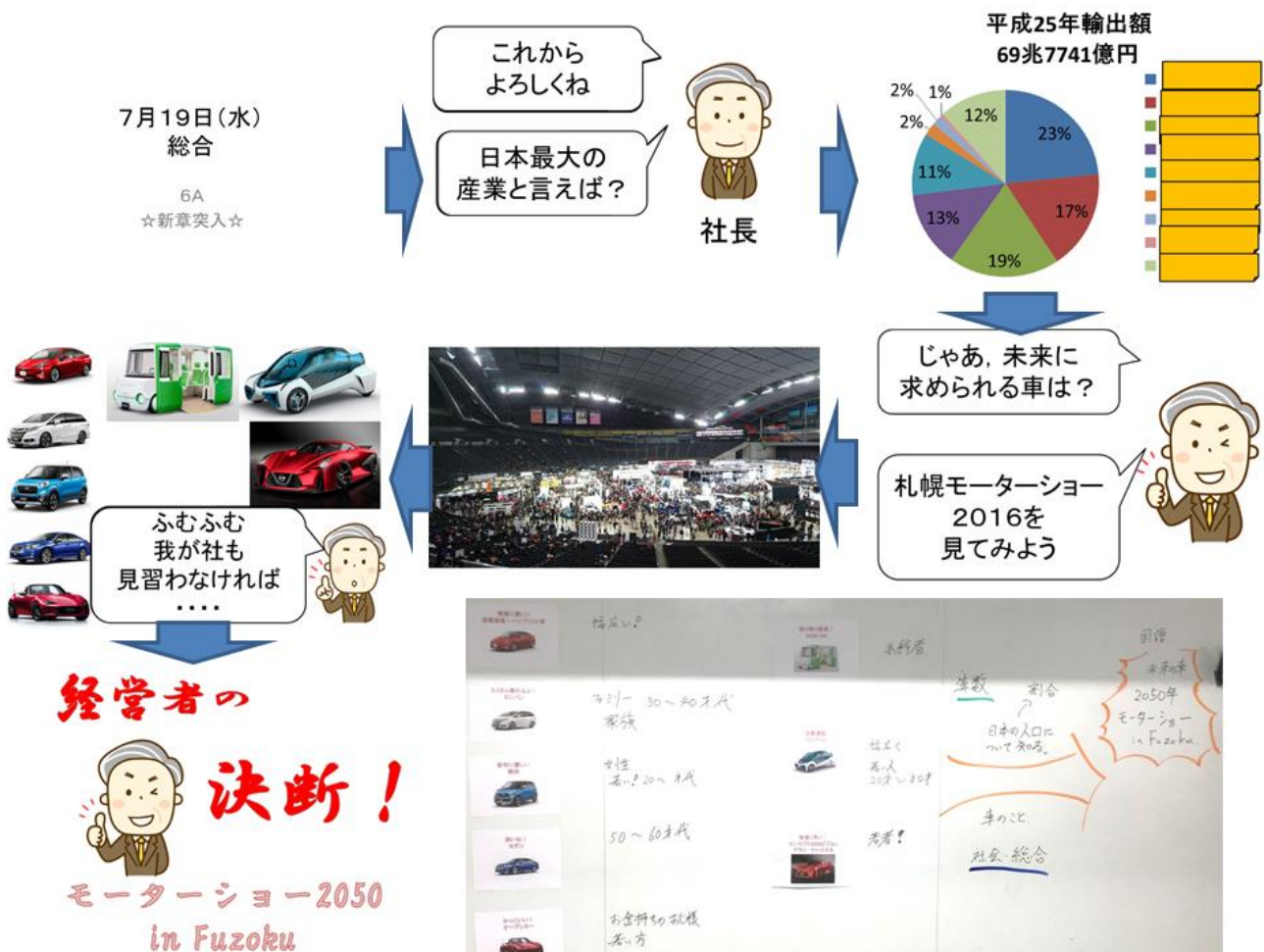


図2 7月19日の授業展開

図2のように、自動車産業への興味を喚起し、国語科と総合的な学習、算数科を関連付けて学習するよう子供を教師が導きます。子供は自ら学習計画を立案し、単元の大まかなデザインを全員で共有します。

実践のここに注目！

視点1：資質・能力の育成を支える「学びの文脈」

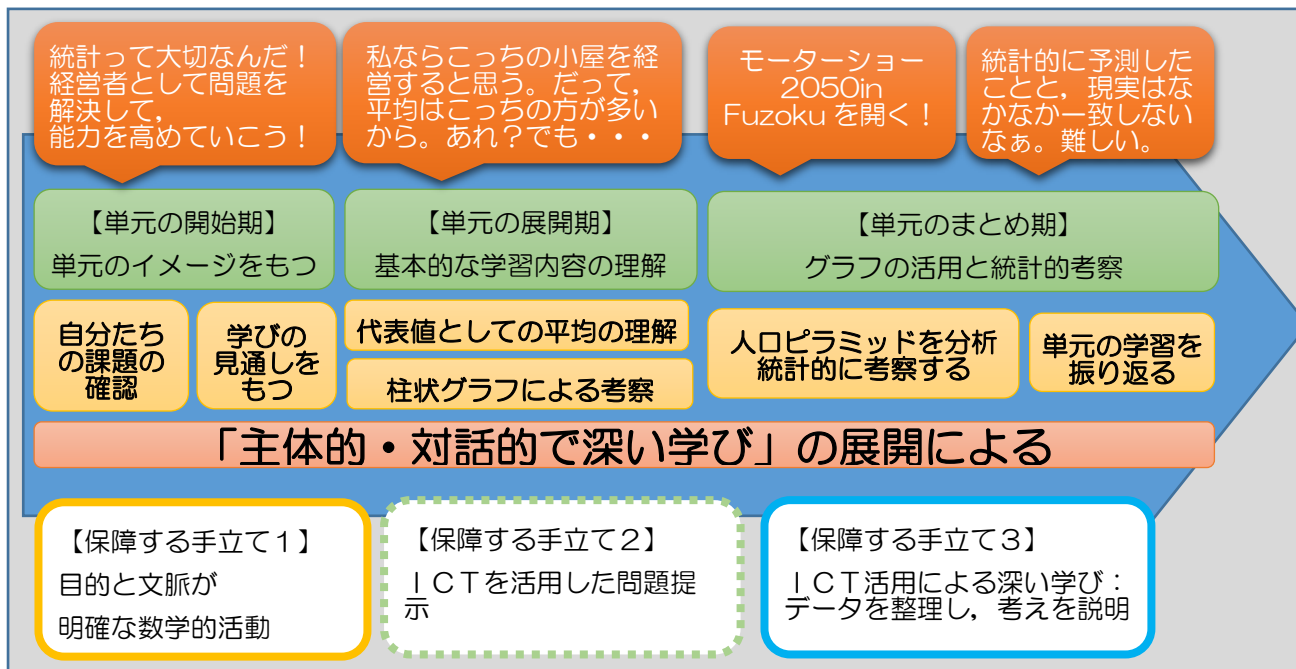


図3 本単元における学びの文脈

本単元の核は、3点あります。

- ・ 子供が主体的・対話的に学ぶ文脈をどのように創り出すか。
- ・ 数学的判断プロセスをどのように組み込むか。
- ・ 上記2点に人口ピラミッドをどのように組み込むか。

子供にとって学ぶ目的が生まれるような文脈が必要だと考え、他教科との連携を模索しました。教育出版の6年生国語科に「未来の自動車」があります。2050年の未来の車について話し合う単元です。自動車産業については、5年生社会科で、子供は既に学習しています。自動車会社は新車を構想し、発売までに一般的に6年間はかかると言われていています。工場建設などについても1～5年の歳月を必要とします。将来性を見据えた設備投資が必須の産業なので、未来の正確な予測が必要となる産業です。本単元の主旨に合致するのです。

「データを基に2050年の日本を予測した上で、未来の車を構想すると、凄いことになりそうだ。」という思いを子供がもつように教師が働きかけ、子供が主体的に学ぶ文脈を子供と教師が創り出すのです。

その予測の過程で、根拠として重要な役割を果たすのが人口ピラミッドです。商品は買い手を意識して作られます。「どの年齢層をターゲットにするのか」をキーポイントに置くよう教師が働きかけると、子供は必要感から人口ピラミッドを読み解き、推論すると考えました。

こうして単元のゴールであるまとめ期が確定しました。単元のゴールから逆算して単元を構想しました。単元の展開期では、代表値としての平均や柱状グラフについて学びます。「あなたが経営するなら、どちらの小屋ですか？」と子供に教師が投げかけて、それぞれの立場を明確にして活動するよう促しました。子供は、それぞれの立場からデータを統計的に処理し、主張をしました。以上をモデル図にしたものが図3です。子供は、「現実の問題」を「数学の問題」として考えていくのです。このような過程がまさに「数学的
判断プロセス」（後述）なのです。

視点2：主体的・対話的で深い学びを保障する手立て

【手立て1】 目的と文脈が明確な数学的活動

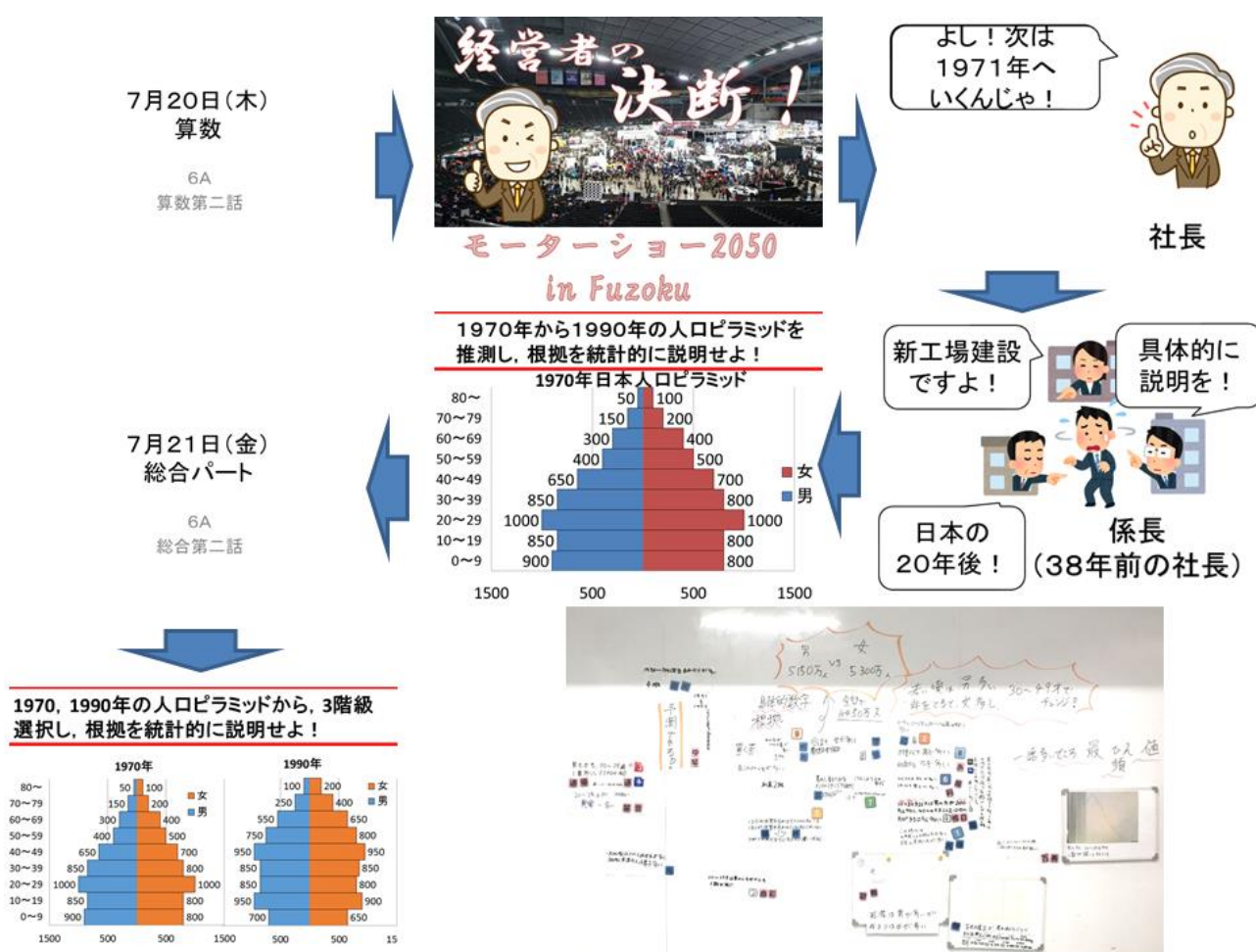


図4 単元の展開期

子供にとっての学ぶ文脈を明確になるように、架空の自動車会社の社長を登場させました。タイムスリップして、社長が新社員だった頃、係長だった頃等に、課された問題を子供が自分の課題として解決していきます。社長の問題を解決していくと、最終的に自分たちのゴールである「2050年の予測」につながっていくという明確な目的を子供はもちます。数学的活動である統計的分析に子供は主体的に取り組むのです。

【手立て2】 ICTを活用した問題提示

決まっています。

1 通過するのにかかる料金

| 封筒の大きさ | 封筒の重さ | 料金 |
|--------|--------|------|
| 小さい封筒 | 25g以内 | 82円 |
| | 50g以内 | 92円 |
| 大きい封筒 | 50g以内 | 120円 |
| | 100g以内 | 140円 |
| | 150g以内 | 205円 |

手紙と記念品を小さい封筒に入れて、1通の重さは27gになりました。また、大きい封筒に入れて送る場合は、1通の重さは36gになりました。ゆえに、料金をできるだけ安くするために、小さい封筒に入れて送ることにしました。

(1) 手紙と記念品を封筒に入れて、20通送るとききの料金について考えます。小さい封筒に入れて送る場合は、大きい封筒に入れて送る場合と比べて、料金を安くする必要があります。

※ 料金を言葉や式を使って書きましょう。また、答えも書きましょう。

グラフの読み取り & 説明
活用力!!!

正答率24%
40人中30人以上不正解

にしました。

(1) 手紙と記念品を封筒に入れて、20通送るとききの料金について考えます。小さい封筒に入れて送る場合は、大きい封筒に入れて送る場合と比べて、料金を安くする必要があります。

※ 料金を言葉や式を使って書きましょう。また、答えも書きましょう。

企業の「統計」の需要度調査

武田和昭(1995): 「企業から見た数学教育の需要度」 (日本数学教育学会高専部会研究論文誌 Vol.2)

| 分野 | 大学で学んで欲しい分野 | |
|---------|-------------|----------|
| | 選択比率(文系) | 選択比率(理系) |
| 統計学 | 72.2% | 77.8% |
| プログラミング | 49.4% | 77.2% |
| 何でも良い | 32.3% | 0.0% |
| 微分積分 | 23.2% | 44.5% |
| 計画数学 | 22.1% | 36.2% |
| 線形代数 | 16.7% | 33.7% |
| その他 | 4.6% | 2.6% |
| 数学史 | 0.4% | 0.0% |

統計学第1位

棒センセー

グラフの読み取りなどをする学習を統計学と言います。

棒センセー

棒センセー

限界に挑戦!
中学校 & 実社会で
必要な力を
高めちゃおう!

棒センセー

☆ 単元スタート ☆

図5 単元の開始期

平成29年度全国学力学習状況調査の結果から、グラフの読み取りと説明の力が、全国的に低いことを教師が提示しました。他の問題の傾向からも説明力が大切なことを子供から引き出します。そして、統計学について導入し、統計が企業において需要が高いことを知らしめて、本学習の必要感を高めました。(図5 単元の開始期)

このように、毎時間、ICTを活用して問題を提示し、必要な情報を簡潔に子供に与えました。子供は、視覚と聴覚から問題場面を認知し、前時までの文脈から、見通しをもち、明確な目的意識をもって、学習に向かえるのです。

【手立て3】 ICT活用による深い学び：データを整理し、考えを説明

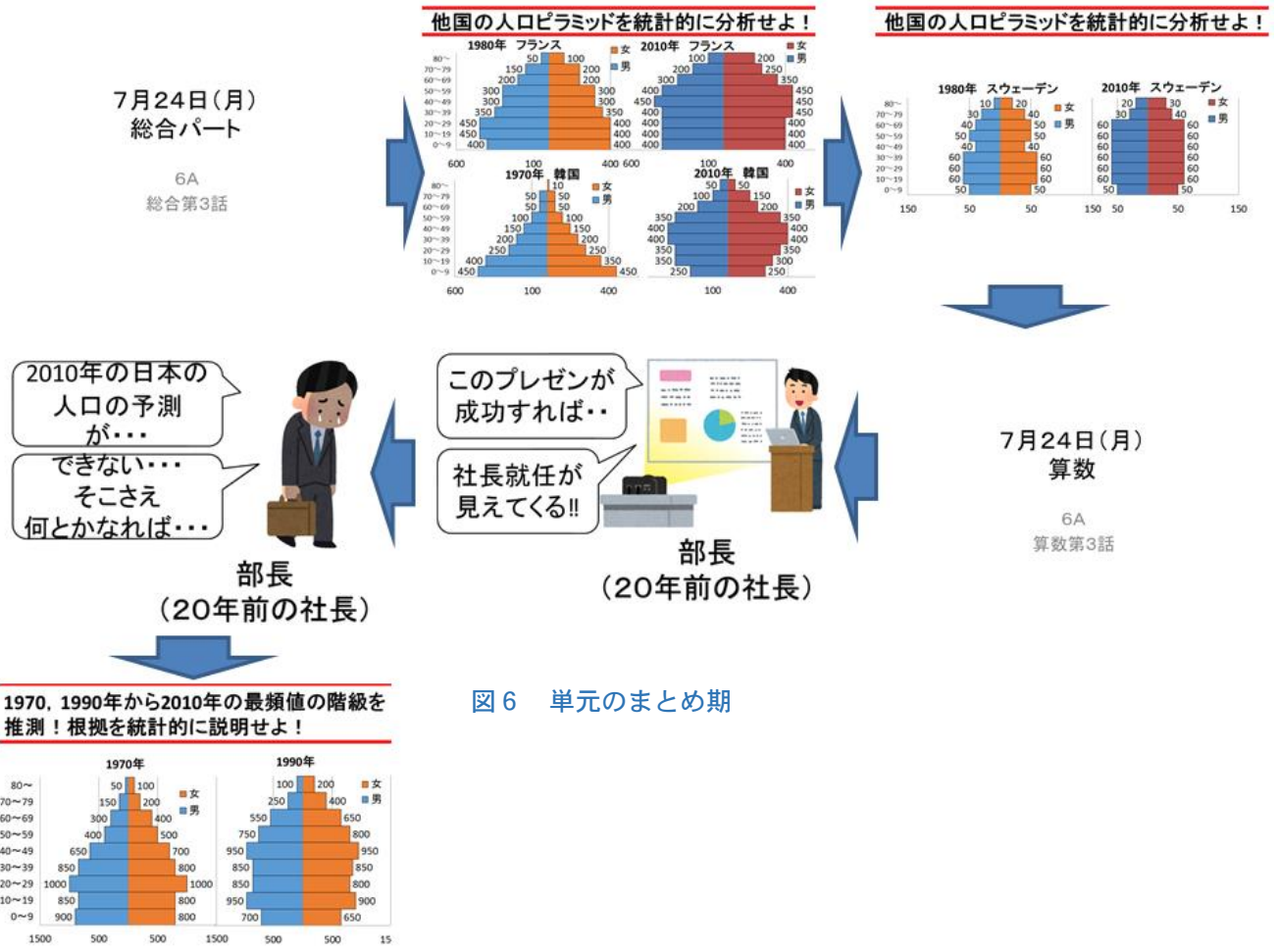


図6 単元のまとめ期

本単元においては、子供自身に単元の方角性を考えさせていました。子供は、日本だけではなくフランス、韓国、スウェーデンの人口ピラミッドをそれぞれ分析し、日本の人口予測をしたいと希望しました（図6）。子供は教師の意図した文脈の中で主体的に判断していきました。ここにおける主体的判断とは、子供は気付かない教師の間接的な支援によって、教師が暗黙的に提示している選択肢から適切な道を選択することです。ですから、子供が主体的に判断できるように、子供の思考を方向付け、ある程度制限するように問題場面を設定しています。

教師は、子供の思いを事前に予想し、人口ピラミッドの簡易アプリをiPad向け（図7）に作成しました。iPadの表を操作すると連動して人口ピラミッドが変わります。子供は、人口の推移を視覚的に簡単に確認できます。人口ピラミッド自体の仕組みを理解し、時間経過と共に、若い年代が次第に上の年代に上がっていくことなどに気付けるようにしました。

また、アプリやソフトは、個人やグループで考えを整理したり表現したりする際に、絶大な力を発揮します。しかし、これまでのICTの問題点として、データ処理後の共有がありました。ネットワーク上で共有

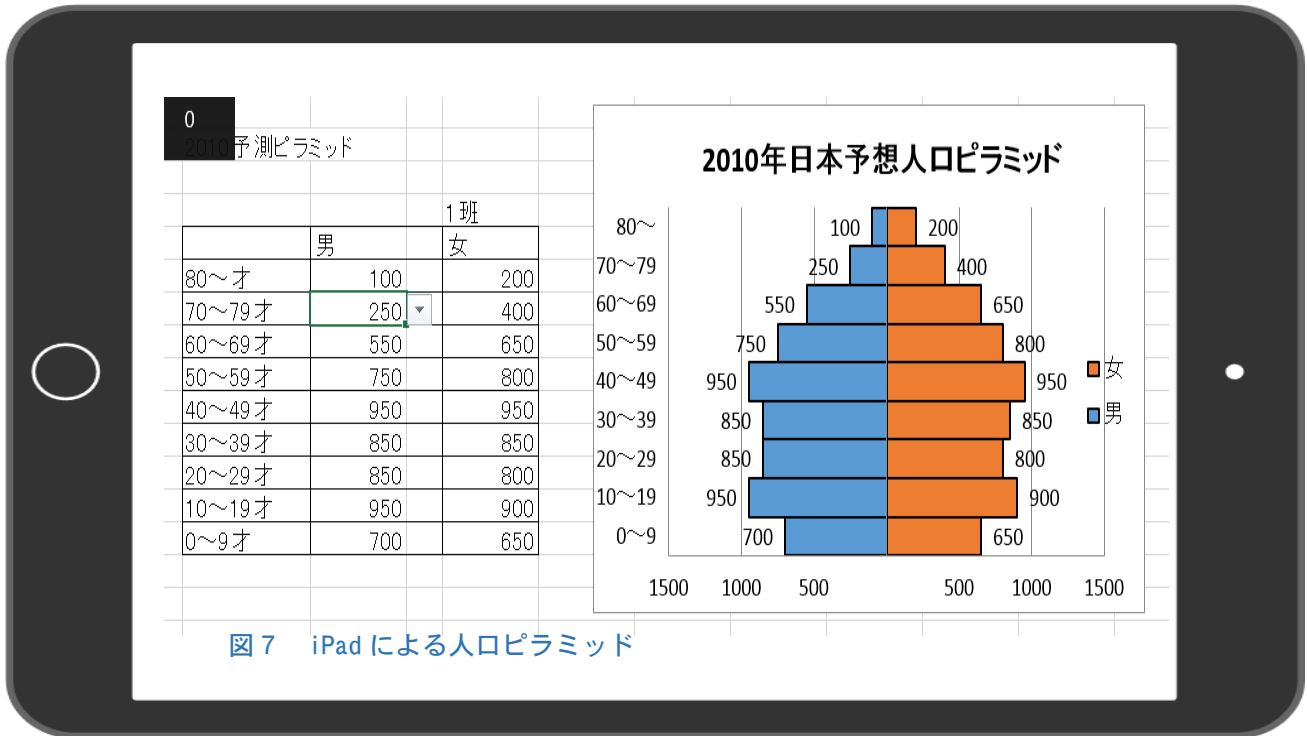


図7 iPadによる人口ピラミッド

したり全体の中で大型スクリーンに投影したりする共有方法は、設備が整っていないと難しいです。そこで、書画カメラとパソコンをつなぎ、ネットワークを介さずにiPadの人口ピラミッドをすぐに印刷できるようにしました(図8)。子供は、実際に、自分たちの考えた人口ピラミッドをすぐに印刷し、更に加筆して説明を加えて説明しました(図9)。

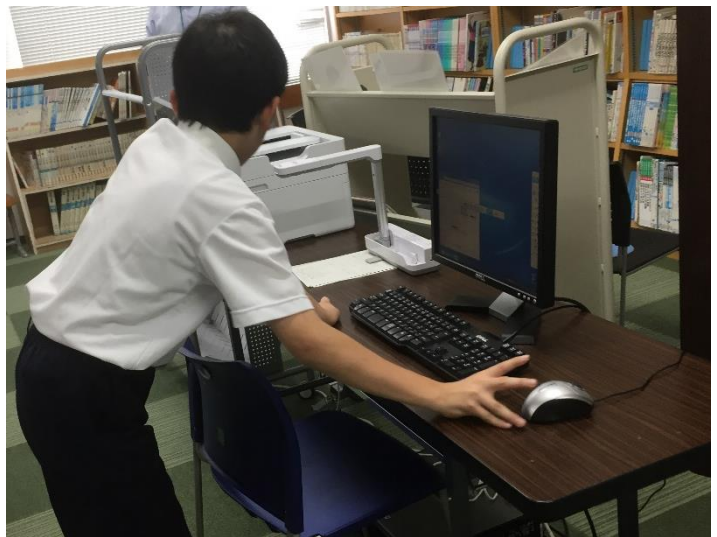


図8 書画カメラによる印刷

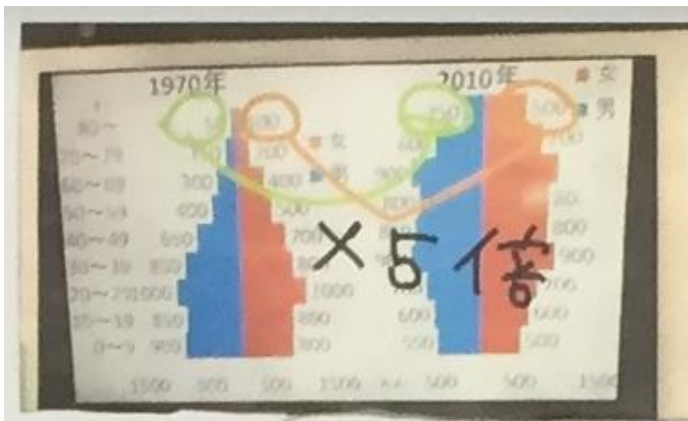
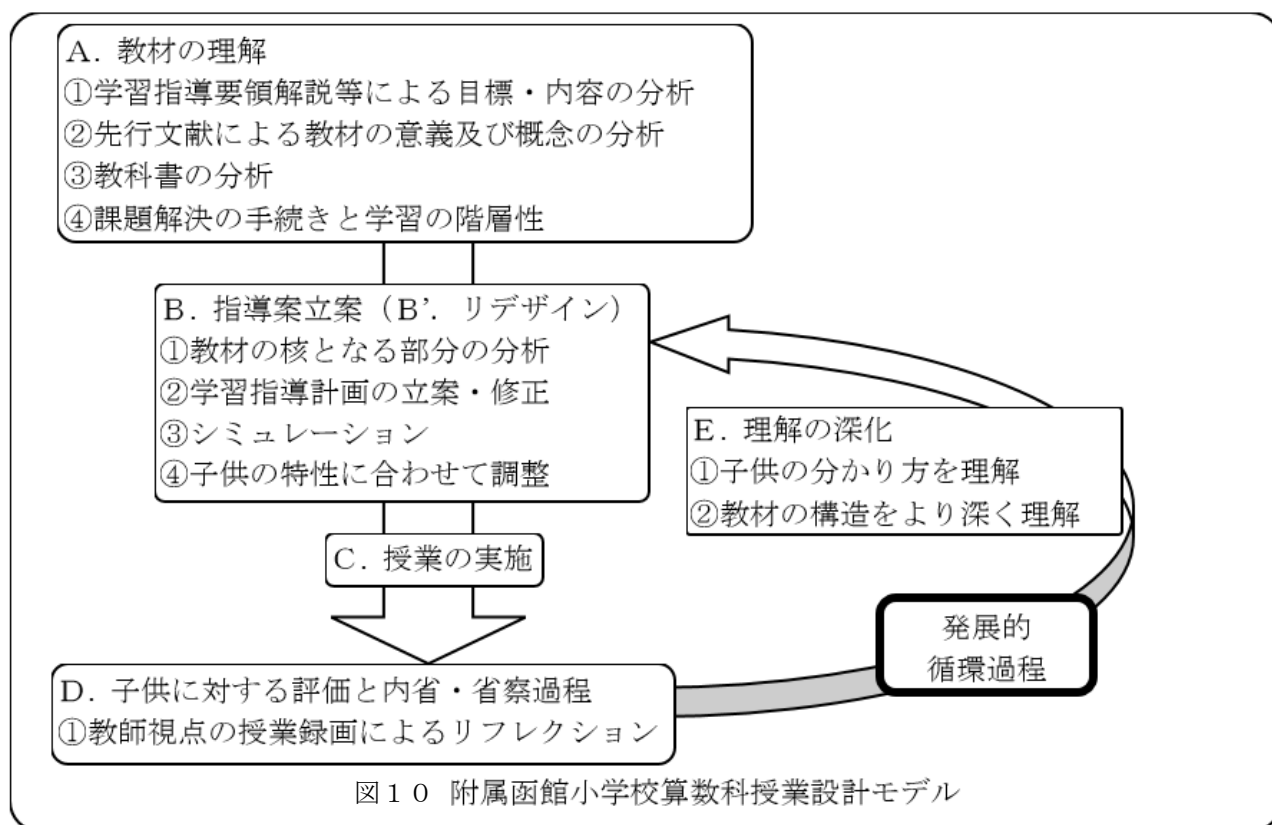


図9 印刷物への加筆・修正

目的とした資質・能力を高める深い教材研究

本校では、科学研究費の助成を受け、アクティブ・ラーニングが展開する算数科の授業の設計方法について研究を続けてきました。これまでの授業づくりを整理したところ、図10のようになりました。



Shulman(1987)の「A Model of Pedagogical Reasoning and Action」を秋田喜代美(1997)は、「教えることの推理と思考過程のモデル」に整理しています。秋田のモデルに基づいて、授業設計を整理(図1)すると、上記のような5つの活動に分けられました。

「A. 教材の理解」では、学習指導要領解説等による目標・内容の分析を行い、単元の教える内容を理解し、先行文献により、教材の意義や概念の分析を進めます。そして、教科書の問題を子供の視点で解き、子供が獲得する概念や手続きとそれに関わる既習事項を整理していきます。

「B. 指導案立案」では、教材の核となる部分の分析を行うために、6社の検定済み教科書を比較して、子供が理解し辛い点や困難に陥り安い点を明らかにしていきます。次に、どのような問題や活動が適切であるかを検討し、子供の理解の仕方に即して学習指導計画の立案・修正を行います。子供を具体的にイメージしながらシミュレーションし、子供の特性に合わせて学習指導計画を修正していきます。B①～④は進み戻りを繰り返します。

「C. 授業の実施」では、ウェアラブルカメラによって、教師の視線から授業を記録します。

「D. 子供に対する評価と内省・省察過程」では、教師視線で撮影した映像を視聴しながら、気になるところで映像を止め、反省点や改善点などをメモしていきます。子供の悩む姿や手の止まる姿を目の当たりにし、子供の理解し辛いポイントが明確になっていきます。また、子供の分かり方の傾向への理解も深まっていきます。

このことにより、「E. 理解の深化」が生じます。「E. 理解の深化」によって「B'リデザイン」では、教材の分析がより詳細になり、学習指導計画が修正されます。より具体的な子供のイメージに基づいたシミュレーションにより、子供の特性に合わせて再調整し、次の「C. 授業の実施」を迎えます。このように「子供の理解過程に基づく教材理解」によって、子供の理解へ寄り添っていくこととなります。そして、「B→C→D→E→B'リデザイン→…」と続く発展的循環過程により子供が主体的に学ぶアクティブ・ラーニングが成立します。

図10に基づき、本単元「経営者の決断」も授業設計しています。

教材研究の実際

① 学習指導要領解説等による目標・内容の分析

現行の学習指導要領と先頃発表された新学習指導要領の「D データの活用」に関わる文言を「対象」「着目・見つける」「情報収集」「分類整理」「知る」「選択・判断」「表す」「考察」の観点から整理し（別表：資料の調べ方に関わる学習指導要領の文言の整理）ました。新学習指導要領では、「D データの活用」は中学校から「最頻値」「中央値」「階級」などの言葉も移行されるなど、大幅に増大しました。内容も具体化されました。

特に重要視されているのは、現実の問題を子供が解決する道具として統計を活用するということです。「目的に応じて」と何度も記述されており、かなり強調されています。図2の中でも【現実の世界】を強く意識して「D データの活用」は指導しなくてはならないことが分かります。

6年生では、「着目・見つける」「情報収集」の内容が新たに追加され、「表す」以外の全ての項目の内容が具体化されました。特に着目すべき点は「対象」が「問題解決に関わるデータ」となっているところと、「考察」が「その妥当性について批判的に考察すること」になっているところです。

子供の現実の世界における問題を解決するという文脈の中で、統計的な問題解決をしていくことが求められているのです。ですから、本単元は、子供が自ら問題意識をもち、課題を解決するために、データを求め、代表値などを用いて自分なりの結論を表現することが必要です。そして、推論の妥当性について批判的に考察しなければなりません。また、算数科における見方・考え方は「事象を数量や図形及びそれらの関係

などに着目して、根拠を基に筋道を立てて考え、総合的・発展的に考えること」です。従って、データの中の因果関係に着目して、根拠を基に筋道を推論し、その妥当性について批判的に考察することこと、統計における深い学びなのです。

②先行文献による教材の意義及び概念の分析

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、「資料の活用WG」と略）では、5つの提言をしています。「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」「提言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」「提言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」「提言4：架空のデータを扱う指導」「提言5：数学的判断力を育成する統計指導」（松崎昭雄他，2014）それぞれの提言に関わって様々な実践や研究報告がなされています。とりわけ、提言5に関わっては、西村圭一らが総合的な研究（西村圭一，2013）を行っています。

西村らは、社会的な文脈を設定し、子供がデータを統計的に分析・考察し、批判的に議論する教材を多数開発している。

一方、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）を出題の趣旨とし、正答率は24%と極めて低い水準でした。学習指導にあたっては、「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できるようにする」（文部科学省，2015）とあり、やはり統計的推論の能力を高めることが求められている。柱状グラフ自体も比較的平易なものに留まっていることから、難解な資料やグラフを読み解くというより、判断の理由の説明にこそ、重きが置かれていることが分かります。また、問題場面は、生活委員会が落とし物を減らすためにという文脈が設定されており、子供は柱状グラフと表から考察することとなります。つまり、与えられた文脈に沿って考察したり文脈を創り出したりしていくことが重視されています。

③教科書の分析

現行の6社の教科書を比較（表1）しました。単元の前半は、グラフのかき方などを指導します。そして、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単元の終末に教材として選択しています。つまり、単元の中盤までは、現行学習指導要領の「ア 資料の平均について知ること。」「イ 度数分布を表す表やグラフについて知ること。」を目的としています。そして、単元終盤は、学習指導要領の「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。」を目的としています。

単元終末の人口ピラミッドは、各教科書で扱い方に差が見られます。（表2：6社の人口ピラミッドの扱い）区間が大きく、グラフへの補助線が多いほど、グラフは読み取り易くなります。

ここに2つの課題があります。1つ目は、単元中盤までは、子供は統計的処理を順番に教師から教わり続けることとなる点です。数学的判断プロセスがないのです。なぜ、統計的処理を学習するのか、子供にとっての目的が必要なのです

2つ目は、単元終末の人口ピラミッドが難しすぎる点です。中学校の1年生の教科書にも2つの柱状グラフを組み合わせた人口ピラミッドは登場しないのです。前述した「資料の活用WG」においても、柱状グラフは中学校に指導するよう提言している。従って、小学校6年生にとって読み取りやすいグラフに改善する必要があるのです。

表1：6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 |

対話的な授業の実際

本時におけるグループ間交流の際のプロトコルです。C1のグループは、2050年の最頻値が男性は20代、女性は80才以上になると予測しています。C2、C3は、C1のグループの考えを聞きに来ています。なお、C1～3は、子供の発言。Tは教師の発言を表しています。

① プロトコル前半

C1：えっと、女性の方が、（2010年のデータ見て）、女の方が年寄りが多いし。 主張の理由

T：ああ、年寄りやあ、女性の方がお年寄りが多いからね。あー。はいはいはい。 受容

C2：（80才から）どこまでにすればいいの？ C1への質問

C1：80才からの女と、20～29才の男 C1の主張

C3：え、じゃああ、なんで、女は80才からになるの？ C1への質問

C1：2010年の30代が最頻値で、40代も多い。 C1の説明

C2：ああ、ほんとだ本当だ、多い。本当だ。 C1の意見に賛成

C3：男の20代は？ C1への質問

C1：えっと理由はね、1970、2010年の20代が、まあまあ、多いっていうのと、まだ生まれていない……。 説明

C1が主張の理由を説明しています。C2～C3は、それに対して質問をしています。C1は、1970年と2010年の最頻値の階級を根拠にしているように読み取れます。C2～3は、分かったように発言していましたが、実際には、よく分からないという表情を浮かべていました。そこで、図11との照応関係が明らかになると、主張と根拠の関係がはっきりすると授業者は考え、図との照応を求める質問をしました。

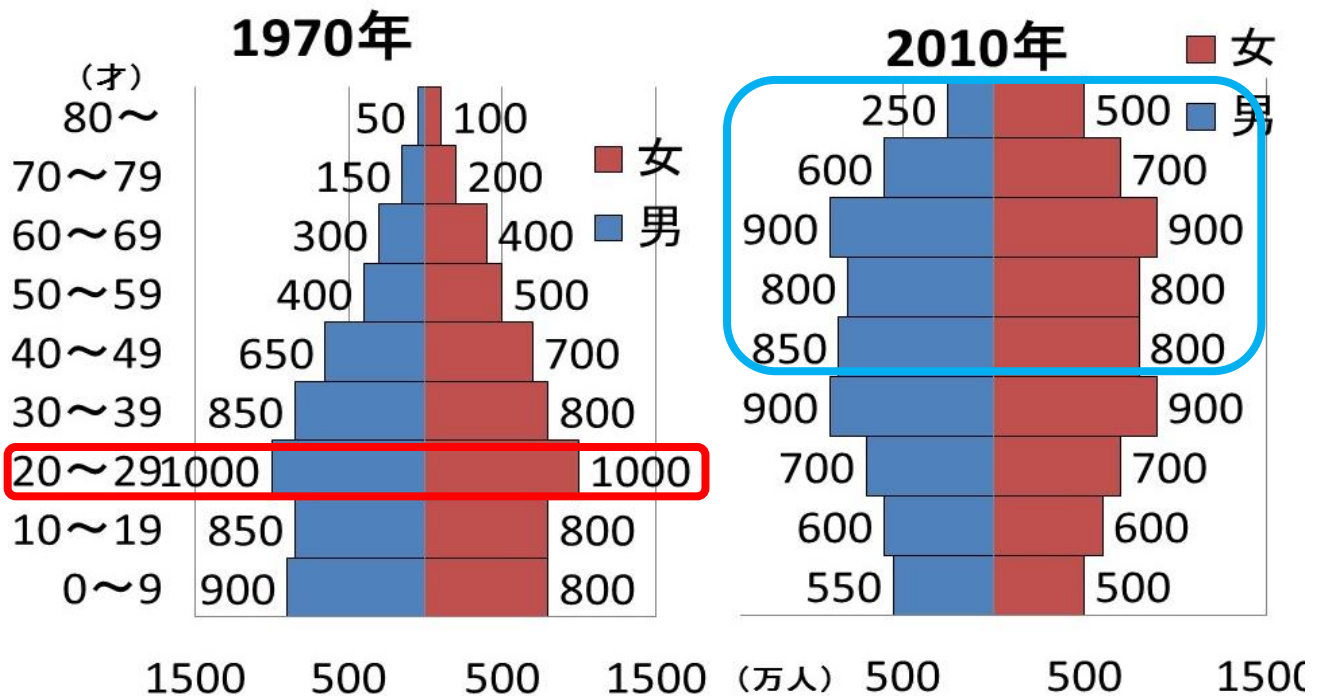


図11：1970年と2010年の日本の人口ピラミッド

② プロトコル後半

T: (アイパッドを操作しながら) どこ?どこがポイント?ここでいうと? 図との照応を求める質問

C1: えっと・・・。 (1970年の20~29才を指し示す) 図を活用した説明

T: ここ (2010) だったらどこがポイントなの? 図との照応を求める質問

C1: 2010年だと、40歳のところ。 図を活用した説明

T: 40歳のところ。ここ (2010年の40代女性のグラフ)? 図との照応を求める質問

C1: ここ。 図を活用した説明

T: ここ。ここがポイント。これがあがってって多くなると。なるほど。

図との照応を求めたところ、1970年の20~29才が最頻値であることをC1は指し示しました。そして、「2010年の40才のところ」と発言し、2010年の40~80才全てを手で囲みました。プロトコル前半の「C1: 2010年の30代が最頻値で、40代も多い。」とプロトコル後半の「C1: 2010年の40才のところ」は、2010年の30~39才が最頻値だが、40~80才が合算される2050年の80才の方が2050年の70~79才よりも、多くなると主張していると分かりました。

このように、子供と子供、教師と子供が対話しながら学習を進め、必要に応じて子供の考えが明示されるような手立てをうっていくことが大切だと改めて実感しました。