

算数科・数学科における協同的創造力の育成

— 創造性の基礎を育成する授業の創造 —

村上 良太 川崎 正盛 妹尾 進一 植田 敦三
 松浦 武人

1. はじめに

本学園では2005年度より「21世紀型の教科学力」の新たな観点としての「協同的創造力」の育成をめざしており、一昨年度からは教科学習を「協同的創造学習」としてとらえ直した。「協同的創造力」とは、「単に知識や技能を覚えるのではなく、共通の目的に向かって他者とかかわりながら、習得した知識や技能を生かし新たなものを創り出していく力」と定義づけている。そして、「協同的創造力」を育むプロセスとして、「学んだことを生かし→集団で学び合いながら→自分たちの新たな文化を創り出す」という過程を子どもたちに歩ませることが必要であると考えている。このプロセスの積み重ねにより、協同的創造力を身につけた子ども、すなわち「自分たちで文化を創造する子ども」を育むことができるという捉えである。

算数科、数学科の教科目標は、学習指導要領にそれぞれ「数量や図形についての算数的活動を通して、基礎的な知識と技能を身に付け、日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考える能力を育てるとともに、活動の楽しさや数理的な処理のよさに気付き、進

んで生活に生かそうとする態度を育てる。」、[数量、図形などに関する基礎的な概念や原理・法則の理解を深め、数学的な表現や処理の仕方を習得し、事象を数理的に考察する能力を高めるとともに、数学的な活動の楽しさ、数学的な見方や考え方のよさを知り、それらを進んで活用する態度を育てる。]と述べられている。

本学園の定義する「協同的創造力」および学習指導要領の教科目標を踏まえ、算数科・数学科では、「日常の事象について、筋道を立てて考える能力や数理的に考察する能力を育て、それらを活用したり追究したりする態度を育てる」ことに重点をおくことにした。

そして、算数科・数学科における「協同的創造力」を、「これまで学習してきた基礎的な知識や技能を活用して、他者とかかわり合いながら、新しい考え方を身に付けたり、課題を追究していこうとする力」ととらえた。

ここで、前に述べた育成プロセスを当てはめ、「協同的創造力」を発揮しながら生きている子どもの姿と算数科・数学科教育の接点についてのプロセスの3段

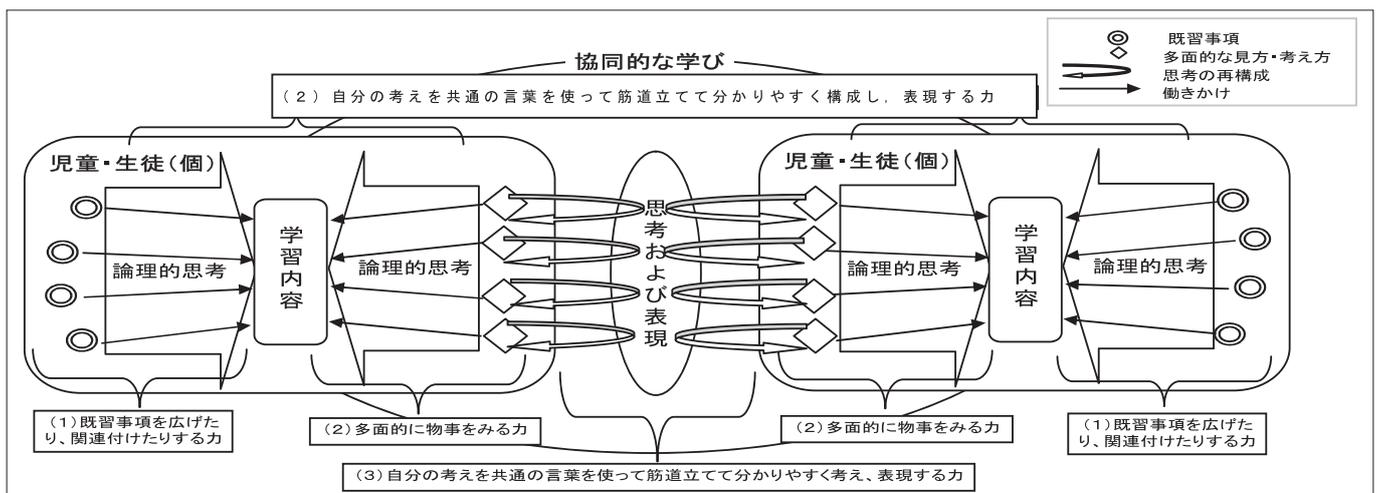


図1 『創造性の基礎』育成にむけた構想図

Ryouta Murakami, Masamori Kawasaki, Shinichi Senoo, Atsumi Ueda, Taketo Matsuura ; Improvement of cooperative creativity through learning in elective subject (Arithmetic / Mathematics)

階をそれぞれ次のようにとらえた。

第1段階 既習の学習内容を生かす

これまで学んできた算数・数学の知識・技能を生かし、新たな問題の解決に生かしていく。

第2段階 集団で学び合う

他者の考えを聞き、算数・数学的な見方・考え方のよさや、自分の考えと比べながら理解を深める。

第3段階 新しい文化を創り出す

新しい見方や考え方に気づき、根拠を明らかにしながら算数・数学的な表現を用いて追究したり、日常生活で数学を活用したりする。

そこでめざす子ども像として、「基礎的な知識と技能を活用して、人とかがわり合いながら課題を追究していこうとする子ども」とした。

また、算数科・数学科では、協同的創造力の基盤として、『創造性の基礎』を身につけさせたいと考える。そこで『創造性の基礎』を以下の3つの力の総体と理解し、日々の授業実践を通して重点的に指導していきたいと考えた。

- (1) 既習事項を広げたり、関連付けたりする力
- (2) 多面的に物事を見る力
- (3) 自分の考えを共通の言葉を使って筋道立てて分かりやすく構成し、表現する力

さらに、(1)～(3)の力を日々の授業実践を通して重点的に指導していくことで育まれる構造化された知識そのものも『創造性の基礎』として位置付けたいと考える。

2. 授業の実際

(1) 第5学年の事例

①単元名「整数の見方」

②対象児童

広島大学附属三原小学校 5年生 (男子18名, 女子20名, 計38名)

③教材研究

○本単元では、整数の集合を対象にして、ある観点を決めるといくつかの集合に類別できることを扱う。すなわち、2で割り切れるかどうかという観点から整数を偶数と奇数に類別することがそれにあたる。さらに発展的な学習としてカレンダーの数字を7で割ったあまりに着目して類別したり、4や5で割ったときのあまりに着目させる教材を扱ったりすることで、数に対する新たな見方・考え方を養い、そのよさに気付かせていく。この内容は、第6学年で扱う倍数、約数などの整数の性質の学習の基礎となる。

○指導にあたっては、第1時で0から始まる整数を類別する活動を通して「偶数・奇数」の定義を理解できるようにする。次に第2時でカレンダーの日数を仲間分けする活動を通して、7で割った「あまり」に着目すると類別できるという見方・考え方に気付くことができるようにする。さらに、本時の教材「□番目の動物」の学習で、様々な解決方法の中から、より簡潔にできるものを考えたり、数値が大きくなって同じように解決できないかと考えたりすることで、「あまり」に着目して類別する見方・考え方を別の数に活用できるようにする。

④単元目標

- 身近な場面や図を用い、進んで整数の仕組みを考えようとするができるようにする。
- 整数をある数で割ったときのあまりに着目した類別のしかたを考えることができるようにする。
- 整数を偶数と奇数に類別することができるようにする。
- 偶数・奇数の意味を理解できるようにする。

⑤指導計画 (全3時間)

第1時

整数を偶数と奇数とに仲間分けしよう

第2時

カレンダーの数字から見えてくるもの

第3時

あまりを使って解決しよう (本時)

⑥本時の実際と考察

本時の目標

整数をある数で割ったときのあまりに着目する見方・考え方を活用して、□番目の動物が何かを考えることができる。

学習活動と内容	
1	問題に出会い、どのように解くか考える。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 「こぶた」→「たぬき」→「きつね」→「ねこ」の4種類の動物がしりとりのようにくるくる回って、くりかえしています。 □番目の動物は何でしょう。 </div>
2	本時の学習課題を設定する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 99番目の動物が何か調べる方法を見つけだそう </div>
3	ノートに図、式、言葉などを使って自分の考えを書く。
4	考えを発表し合う。
5	大きな数になっても「はやく、かんたん、正確に」求められる方法を考える。

6 逆思考の発展問題を考える。

動物たちが、最初に始まる動物の種類を変えようと言いだしたそうです。80番目が「きつね」だとすると、1番目の動物は何になるでしょう。

7 学習のふりかえりをする。

本時の展開・終末場面での授業記録は以下の通りである。

- C 1 99番目の $99 \div 4$ をして、 $24 \cdots 3$ ができるんだけど、この3の数だけ進んでいくと、たぶん「きつね」だと思います。
- C 2 同じです。つけ加えがあります。C14さんは99を4で割りましたね。3余った分だけ進むんだと思います。
- T ちょっと待って、みんな。〇〇くんの話を聞いてみると、24回繰り返したところが「ねこ」なんだと言うんだけど、この意見はわかるかな？
- C 3 わかる！（多数）
- C 4 24と言うのは、ここからここまでが24回繰り返しているということです。
- T ああ、このかたまりが24回続いている、さらに3回進むということですね？
- C 5 24回続いていたままでほっていたら、96で止まっていることになるから…
- T あ、待って。96って何？別の人答えて？
- C 6 96というのはここまでのことだと思います。
- C 7 96になるというのは、 4×24 をすると96になってそれが96です。でも、まだ3を足してないから3を足すと99になります。
- C 8 96になるところまではいいですか？96が「ねこ」だから、さらに3つ進むと「きつね」になるということです。
- T なるほど、だから96から97、98、99と進めば、答えは「きつね」になるわけだね。
- C 9 別の考えなんだけど、1は4で割るとあまりが1で、2は4で割るとあまりが2で、3は4で割るとあまりが1で、4を4で割ったらあまりが0です。99を4で割るとあまりが3になるから、99番目は「きつね」になると思います。
- C10 ああ（なるほどの声）
- C11 C9くんは、あまりが3同士だから「きつね」にしたんだと思います。
- T そうか、あまりが3同士だからなんだね。
- C12 カレンダーでは、1週間が7日だから7で割ったけれど、今日は1～4までの数字になっていて、1の列を4で割るとあまりが1になって、2の列を割るとあまりが2になりますね。そし

て3の列を割るとあまりが3になり、4の列を割るとあまりが0になります。99を4で割るとあまりが3になるから、あまりが3になる列は「きつね」の列だと考えて、C9くんは「きつね」だと考えたんだと思います。

- T このようなやり方だったら□にどんな数がきても何番目かわかりそうですか？
- C13 できるよ。先生、別の問題でやってみて確かめてみればいい。
- T ああ、別の数で確かめてみればいいんだね。（省略）
- T 最後に、お手紙が届いています。
- C14 え!!
- T（手紙を読む…逆思考の発展問題提示）

○「多面的に物事を見る力」の育成について

本時では、「□番目の動物」の学習で、様々な解決方法の中から、より簡潔にできるものを考えたり、数値が大きくなっても同じように解決できないかと考えたりすることで、「あまり」に着目して類別する見方・考え方に気づき、それを活用できるようにさせることをねらっていた。問題解決にあたって、子どもたちは、数をすべて書いてみて答えを求めようとしたり、 $99 \div 4$ から $24 \cdots 3$ として余りの3から、4種類の動物が24列繰り返して3進んだら「きつね」が答えになると考えたりしていた（C1、C2）。問題解決にあたっていくなかで、多くの子どもたちは、数を実際に書き出してみることは、大変だと考え、計算で求める方法を支持した。計算ならば、99番目だけでなく、もっと大きな数のときでも簡単に求められると考えたのだ。一方、同じように計算で求め始めたのだが、少し視点の違う考え方をしている子ども（C9）がいた。それが、本時でねらいとしていた「あまり」に着目して類別する見方・考え方である。数の並びを縦に見て、「あまり」の観点で類別することができるという考え方に、子どもたちは「なるほど」と、感嘆の声をあげた。このとき、子どもたちは4列に区切られた数の並びを今までと違う見方で見ることができるようになったといえるだろう。さらに、□番目に別の数字を入れて問題解決をすることで、どんな数のときでも、同じように考えることができることを確認できた。また、逆思考の発展問題を提示することで、学習してきたことを活用しながら問題解決をおこなおうとする姿を見ることができた。

このような一連の多面的な考え方を引き出す手立てのひとつとして、本時では板書に数の並びを書き整理して子どもたちに見せることが重要であった。表を用いて事象を整理し、そのなかから「きまり」を発見す

る授業はこれまでも多く体験してきた子どもたちである。本時でも、数を書いて、整理してみることから、数に対する新しい見方・考え方を獲得したものと考え

○「自分の考えを共通の言葉を使って筋道立てて分かりやすく考え、表現する力」の育成について

本時では、□を使って問題を提示することで、子どもたちが問題に自ら働きかけていこうとする意欲を高めることができた。また、□の中に大きな数を入れることによって、「大きな数になってもできるのかな?」「どうやって考えたらいいだろう?」という問いの発生を促し、子どもたちの「考えたい」「考えたことを表現したい」という意欲をさらに高めることができた。「話す」ことでいえば、挙手しての発言だけでなく、ペアやグループ同士の発言など、話す機会を多く設定した。また「書く」ことでいえば、自力解決と終末場面だけといった形式的な「書く」ではなく、「書きながら考え、書いては考える」ことを常時できるような子どもの育成をねらい、本時で一人の考え方を他の児童に「探らせる」「再現させる」といった活動を仕組んだことは有効であったと考える。

本時を終えて、自分とは違う考え方に驚き、考えることが楽しかったという子どもが多かった。今後、さらに研究を進め、創造性の基礎を育成するための教材開発や、有効な手立てについて検証していきたい。

(2) 第9学年の事例 (選択教科)

①単元名「統計」

②対象生徒

広島大学附属三原中学校 9年生 (17名)

③教材研究

○本学園算数科・数学科における「協同的創造力」を、「これまで学習してきた基礎的な知識や技能を活用して、他者とかかわり合いながら、新しい考え方を身につけたり、課題を追究していこうとする力」と捉えている。そこで、中学校の選択数学においては、学年内の小集団による協同的創造力の育成をめざした授業を展開していく一つとして、単元「統計」を設定した。

○今日の社会はインターネットの普及など情報化が急激に進み、様々な情報が氾濫している。各個人の判断・責任において、情報を正しく読み取ったり、活用したりする能力が必要とされている。情報化社会の中で、情報を活用するために統計について学習しておくことは非常に意味があることである。また、次期学習指導要領でも「資料の活用」が新たに加えられ、「資料に基づいて集団の傾向

や特徴をとらえ、それをもとに判断することを重視する」とある。

○統計は日常生活と密接に関わっているものであり、データを分析・検討しながらそのデータの持つ意味を発見していくものである。その過程において、生徒自身の考え方や言葉、表現力が必要になってくる。

このような学習を通して身に付けたい力は、今日の情報化社会において必要不可欠な力である。

④単元目標

○身近な資料に関心を持ち、資料を収集、整理、分類し、事象全体の傾向をとらえたり統計的に考察する。また、目的に応じて表現する。

○調べた結果や学習の成果を発表しあう。

○統計ポスターコンクールに応募する。

⑤指導計画 (全19時間)

第1次 ガイダンス (1時間)

第2次 度数分布表とヒストグラム (2時間)

第3次 代表値 (1時間)

第4次 相関関係 (1時間)

第5次 統計グラフポスターの作成 (13時間)

- ・テーマ設定と企画
- ・データの収集
- ・作成方法の検討
- ・グループ作業

第6次 発表・交流 (1時間)

⑥授業の実際と考察

○「既習事項を広げたり、関連付けたりする力」の育成について

・集団の特徴をつかむ

最初に学習したのは、度数分布表とヒストグラムである。データは指導書の発展学習用の資料である。

【問題】 AさんとBさんはファーストフード店で買ったフライドポテトについて、その長さを調べたら、下の表のようになりました。フライドポテトはどちらも37本入っていました。この表からどんなことがわかるでしょうか？

	92	57	101	74	73	78	81	72	61	72	74	33	53
Aさん	75	112	26	44	85	103	61	40	32	102	74	44	73
	83	71	54	91	62	101	63	84	92	71	91		
	67	87	82	78	99	109	87	73	79	99	47	37	29
Bさん	68	74	46	78	119	79	98	47	77	58	104	108	59
	96	79	75	79	69	84	76	79	38	66	85		

【気づきやわかること】 ・規則性はない ・長さがバラバラ
 ・合計したらどちらも同じくらいである。
 ・最大と最小の差 80mm 以上

資料を見て、気づきやわかることを記入させた。生徒の記述には、一番長いポテトや短いポテトの長さに注目したものが多く見られた。一方で、データを眺めるだけでは全体の傾向がわかりにくいという意見も出された。そこで、「表やグラフにまとめていったらいい

い。」という意見が出され、表1の度数分布表に整理していった。さらに視覚的にとらえやすい図2のヒストグラムにも表していった。

表1 Aさんのフライドポテト

長さ(mm) 以上 未満	階級値	度数	相対度数 度数÷総度数	累積 度数
10～ 20	15	0	0.000	0
20～ 30	25	1	0.027	1
30～ 40	35	2	0.054	3
40～ 50	45	3	0.081	6
50～ 60	55	3	0.081	9
60～ 70	65	4	0.108	13
70～ 80	75	11	0.297	24
80～ 90	85	4	0.108	28
90～100	95	4	0.108	32
100～110	105	4	0.108	36
110～120	115	1	0.027	37
120～130	125	0	0.000	37

階級に幅がある場合、棒グラフや折れ線グラフより面積で分布を表すヒストグラムが有効であること、またヒストグラムの各階級の長方形の上辺の中点をとり、順に結ぶ度数分布多角形についても知らせた。

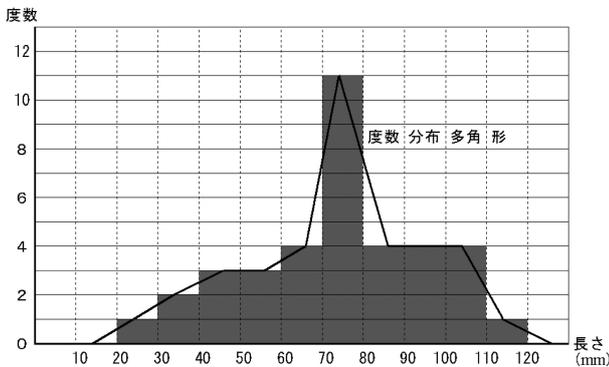


図2 Aさんのヒストグラム

表やグラフに表すことで、AとBの比較が簡単になり、最初はお出なかった気づきが多く出され、全体の特徴がつかみやすいことを実感することができた。

○「多面的に物事を見る力」の育成について

・比較するための数値

資料全体の傾向を示すものとして様々な代表値がある。一般には平均値がよく用いられるが、他にモードやメジアンもある。平均値は生徒たちになじみのある代表値であり、抵抗なく求めていた。ただし、データの分布が偏っている場合には、別の代表値の方が資料全体の傾向を表していることがあることを押さえた。

・2つのデータの関係

種類の異なる2つのデータを基にして、データの関係性について調べた。2種類のデータの関係を調べるために、一方をx、他方をyとして、これらを座標とする点(x, y)を図に表す方法として、図3の相関図がある。

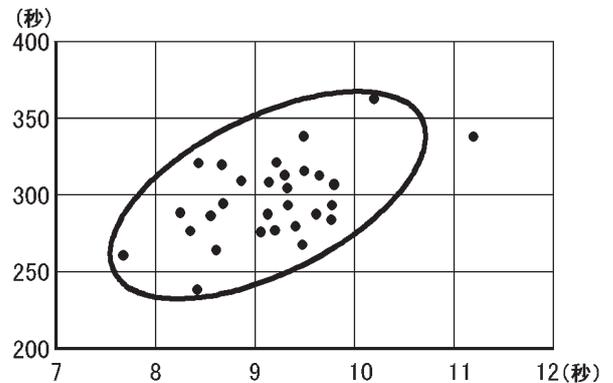


図3 相関図

生徒は、最初は単なる点の集まりにしか見えなかったが、その点の周りを線で囲むことによってデータの傾向がとらえられることに気づいた。これをもとに、正の相関、負の相関、相関の強弱についても学習した。

○「自分の考えを共通の言葉を使って筋道立ててわかりやすく伝え、表現する力」の育成について

・統計グラフポスターの作成

学習してきたことを活用するという観点から小グループによる統計グラフポスターの作成に取り組んだ。テーマの例として、身近にある問題点や、話題になっているようなテーマで、単なる現状報告ではなく、原因を究明したり、今後どのように推移していくか推定したり、未来社会に役立つものとして「環境・公害・災害」「事件・事故」「学校や日常生活」「健康・福祉」「エネルギー資源・産業・貿易・経済」などをあげ、それぞれのグループでテーマを決め資料収集を行っていった。

活動の流れは次の通りである。

- 1) 統計グラフ企画書の作成
- 2) データの収集・分析
- 3) 表・グラフを用いてポスターを作成
- 4) 発表

インターネットで資料を収集するグループが多かったが、中には生の声が聞きたいということでアンケート用紙をつくり配布・回収したグループもあった。

ポスターの作成では、グループ内で「どんなグラフを用いたらいいか」、「データから何がわかるか」、「レイアウトはどうするか」といった真剣な議論が行われ、

分担を行い協力して作業に取り組んでいた。

発表では、「テーマを設定した理由」、「どんなことを調べ、どんなことがわかったか」、「ポスターでどんなところを工夫したか」、「ためになったこと、苦労したこと、生活に役立ちそうなこと」を発表していった。また、他のグループの発表を聞いての相互評価を取り入れ、客観的に振り返ることができるようにした。

表2 相互評価表

(A: とても素晴らしい B: がんばっている C: 不十分)

評価項目	1班	2班	3班	4班	5班
ポスターには工夫がみられ、わかりやすくまとめられている(表現)	A	A	B	A	A
グラフをもとに、考察がしっかり行われている(内容)	A	A	A	A	A
発表では、はっきりとわかりやすく伝えている(発表)	A	A	B	A	A
チーム内で協力して取り組んだり、発表ができたりにしていた(協力)	A	A	A	A	A

この後、できあがった作品は、広島県統計協会が主催する統計グラフコンクールに出展した。

⑦生徒の感想

- ・これまでに知っていたグラフ以外にも、ヒストグラムなどを学び、内容に対しどのグラフが適切なのか考えることができました。また、グラフを使えば、多くの内容を簡潔にまとめることができました。
- ・グラフをつくるときにデータの数値が大きすぎて、グラフの目盛りをどれくらいにすればいいかで何回も作り直して大変だった。
- ・普段の授業では、グラフから読み取るという作業をあまりしないので、最初はデータを見たり、グラフを見ても何も読み取れませんでした。でも、どんどんグラフを見ることで、いろいろなことが読み取れるようになりました。

3. 成果と課題 (○成果, ●課題)

本年度の取り組みを通して明らかになった成果と課題は以下の通りである。成果には○印を、課題には●印を付した。

○学習指導要領解説を根拠に、「創造性の基礎」を3つの力の複合体として整理し、つきたい力を構造化することができた。

- 創造性の基礎の育成を意識して授業を進めることにより、子どもたちは自らの考えを広げ、友だちの考えや自分の考えと比較し、自分の考えをさらに見つめ直しながら学習を進めることができるようになってきたと考える。
- 必修教科・選択教科のどちらにおいても協同的な学びを意識して仕組んでいくことで、自ら考えたり、学びあったりすることを愉しむ子どもの姿や、既習事項を活用して新たな課題を解決しようとする姿が見えるようになってきている。
- 必修教科で身につけたことを発展的な内容として選択教科で取り組むことにより、算数・数学に対する興味関心意欲をより高めることができていると考える。
- 幼小中一貫教育としての、創造性の基礎を養うカリキュラムのつながりがまだ不十分であるので、創造性の基礎の育成に向けたカリキュラム作りについて、小中間での連携をさらに進めていく必要がある。
- 今後は、実態調査を計画的・継続的に実施し、「創造性の基礎」が児童・生徒に身につけてきているかどうかを客観的に考察していく。
- 授業中には意欲的には取り組んでいるが、自ら進んで家庭での課題追究を行うまでは高まっていないので、授業の終わり方や課題設定を今後も工夫していく必要がある。
- 児童・生徒に「創造性の基礎」を育成する学習材の開発および提案を今後も継続して行っていく。

参考文献

- 1) 中島健三・菊池兵一・橋本吉彦・杉山吉茂・清水静海・能田伸彦 (1992), 『算数教育講座1992 創造的思考力を育てる算数教育とは』, 東洋館出版社.
- 2) 小田浩之 (2008), 「総合的な学習の時間につながる選択数学—統計グラフの学習を通して—」, 『数学教育2月号No603』, 明治図書, pp.44-47.
- 3) 大澤隆之 (2004), 『創造性を伸ばす算数授業』, 東洋館出版社.
- 4) 高橋正樹 (1995), 「21世紀に活躍する力を育てる統計教育」, 『CRECER中学校数学科教育実践講座第9巻』, ニチブン, pp.55-59.
- 5) 横弥直浩 (2008), 「中学校での統計指導の試み—統計教育のカリキュラム化をめざして—」, 『数学教育2月号No603』, 明治図書, pp.21-25.