

技術科教育における問題解決能力の育成について

三枝 浩・石川智博・加藤幸一

群馬大学教育実践研究 別刷

第27号 145～162頁 2010

群馬大学教育学部 附属学校教育臨床総合センター

技術科教育における問題解決能力の育成について

三 枝 浩¹⁾・石 川 智 博²⁾・加 藤 幸 一³⁾

1) 嬭恋町立西中学校

2) 野田市立二川小学校

3) 群馬大学教育学部技術教育講座

Fostering the Problem-Solving Ability in Technology Education.

Hiroshi SAIGUSA¹⁾, Tomohiro ISHIKAWA²⁾ and Koichi KATO³⁾

1) Tsumagoi Municipal Nishi Junior high school

2) Noda Municipal Nikawa Elementary School

3) Department of Technology Education, Faculty of Education, Gunma University

キーワード：問題解決能力、技術科教育、用途テスト、発想の流暢性

Keywords : Problem-Solving Ability, Technology, Education, Use Test, Ideational Fluency

(2009年10月30日受理)

1. 研究の目的

中学校技術・家庭科の現行¹⁾及び新学習指導要領解説書²⁾に示されているように、技術科教育の学習方法として問題解決的な学習の充実を求めている。この学習方法は通常的に技術科の授業に用いられているが、その具体的な教育的効果は徐々に明らかにされている状況である。

技術科教育における問題解決能力について、中畑・宮川³⁾らは問題解決能力の構造を〈思考力〉、〈情意〉、〈技能〉の3つに分類し、「木材加工」領域を通しての学習においては、問題解決能力の構造すべてにおいて上昇することが示されている。技術科教師に対する問題解決学習に関する意識調査⁴⁾から、教師は問題解決能力の育成の重要性を意識しており、技術科の学習が問題解決能力の育成には重要な教科であるとの意識をもっているとの結果を得ている。

岡田⁵⁾は小学生の問題解決過程を評価して、問題解決の認知活動の段階を、目標の理解、プランニング、

方略の実行、結果の表示と捉え、年齢の違いにより誤りを発見することができる段階が異なることを示している。また麻柄⁶⁾及び工藤・大友⁷⁾らは、問題解決を行う場合に典型的な事例を扱うことによる、認知的課題での処理のスピード、再生の頻度、他の学習への転移の影響について追及している。

問題解決学習の過程のとらえ方については、井上の「教育課程の改造」⁸⁾や伊藤の「教育課程論」⁹⁾などで扱われているが、基本的な考え方はデューイの問題解決法に基づいている。技術科教育では、学習時間を考慮して、問題を発見する段階を省略し、設定した課題を解決する問題解決的学習が行われている。また、問題解決的学習の積み重ねによって、問題解決能力が向上する考えが前提になっている。問題解決的能力の育成や問題解決的学習で形成される問題解決能力について検討することは、問題解決的学習を行なう技術科教育の意義を考える上でも必要不可欠なことと考えられる。

そこで、本研究における問題解決的能力を、解決す

べき問題の解決方法を探索・工夫し、さらに実行した結果を検討・評価する活動を通して、有意義な問題の解決方法をみいだすことのできる能力であると捉える。この学習の過程を、前述の既往の文献などから次のように捉える。

- ①何が問題であるかをはっきりさせ、解決すべき内容を明確にする「問題の明確化の段階」
- ②明確にされた問題を、既習の知識や経験・情報収集により、可能と思われる解決方法を複数思いつき、その中から最適解を選び、解決方法を計画する「解決方法の探索の段階」
- ③解決方法を計画に沿って実行する「解決方法の実行の段階」
- ④実行して得られた結果から、問題に対して妥当な結果であったかを判断する「解決方法の効果の検証・評価の段階」

上記の4過程において、一般的に、すべての過程において、知識と発想力（工夫力）が必要であるとされている。そこで、この研究では発想力を中心とした問題解決的能力を取り上げることとした。

問題解決的能力を向上させるには、発想経験を積み重ねることで向上するのではないかと仮定し、技術科の授業で、発想力を向上させるための学習を行った場合や、短期間でも工夫をする教材を与えて学習させた場合の問題解決的能力の向上効果について検討することにした。

一方で、これらの授業の効果による生徒の問題解決的能力の変容を測定しようとしても、創造性を測る用途テスト¹⁰⁾のような手段はあるが、技術科教育における問題解決的能力を短時間で測る方法は開発されていないので、技術科の授業の中で、生徒のこの能力の変容を測定する方法について、最初に検討することにした。

2. 問題解決的能力の測定方法の作成とその評価

2.1 測定方法の作成と評価の目的

文字や絵などで表現されたものからも、問題解決的能力をある程度判断することはできるが、より深くその能力を評価するには、実際に問題を解決している被験者の取り組みの様子を観察し、どのような過程で問題を解決しているかを知ることが望ましい。例えば、

実験者と被験者が1対1のインタビュー形式で問題解決に関する実験を行い、その様子を実験者が観察しながら被験者の問題解決的能力の程度を評価することが考えられる。

一方、通常の授業では、観察や提出物等から評価されているが、多数の生徒の問題解決的能力を同時にしかも短時間に知ろうとすれば、現状では質問紙等に頼らざるを得ない。

そこで、インタビュー形式で、以下に示す3つの問題（インタビュー問題と呼ぶ）に対する被験者の問題解決の様子を観察して、その能力を評価する。別途、従来から用いられている「用途テスト」と、今回作成した「問題解決テスト」及び「質問紙」に回答させる。これらの結果をインタビュー問題の評価結果を基準にして比較・検討し、「用途テスト」と「問題解決テスト」及び「質問紙」の問題解決的能力を測る性能を明らかにしようとした。

2.2 調査対象及び実施時期

群馬県内公立O中学校の1年生から3年生の109名を対象に調査を実施した。実施時期は2001年3月上旬である。

2.3 評価テスト及び質問紙の作成と実施方法

2.3.1 評価テストの作成

評価テストとして、資料1に示すような、橋を丈夫にする方法について考えさせる問題解決テスト「橋の問題」と、ペットボトルの用途について考えさせる用途テスト「ペットボトルの用途」（資料2）を作成した。

問題解決テスト、用途テストはともに、後述のように、発想力を流暢性（いかに多くの考えを発想することができるか）、柔軟性（いろいろな方面から物事を考えることができるか）、独創性（人が考えつかないような考えをすることができる）から調べることができるとみなされている。

2.3.2 質問紙の作成

問題解決に関する意識の変容について調査するために、自己評価による質問紙を作成した。前述の既往の研究や心理尺度¹¹⁾を参考にするとともに、生徒の問題解決行動や態度・考え方について、15個のカテゴリーの77項目の質問を抽出し、これらの質問から成る質問紙を大学生74名を対象に予備調査を実施し、因子分析

等から30項目から成る質問紙を作成した。発想力を自己評価する質問項目を5個加え、35項目5件法の質問紙を作成した。この質問紙を、群馬県内公立中学校の106名に対して再度調査を行い、実際の授業の効果を測定するための16項目から成る質問紙（質問内容は表2参照）を作成した。さらに、本質問紙を用いて、群馬県内公立中学校4校の455名に調査し、その信頼性等を検討した。

2.3.3 各テスト及び質問紙の実施方法

技術の各学年の授業で、生徒全員に対して、用途テストの「ペットボトルの用途」では、調査実施者が例題を範読の後、2分間で回答させた。問題解決テストの「橋の問題」でも、同様な方法で、3分間で回答させた。両テストともに、回答方法は言語または図示の自由記述とした。次に、16項目の質問紙に5分程度で回答させた。

2.4 インタビュー問題と実施方法

2.4.1 インタビュー問題

放課後等を利用して、被験者である生徒と、実験者が向かいあう状況のインタビュー形式で、問題解決に関する問題を課し、一人に対しての聞き取り時間は15分程度で行った。実施する問題として、以下の3問題を用いた。



図1 サイコロの積み上げ問題

問題①：図1のように「15個のサイコロを積み上げる方法についての問題」；大きいサイコロ（1辺が10mm）3個と小さいサイコロ（1辺が7mm）12個の計15個の大きさが異なるサイコロを実際に積み上げさせる問題（使用したサイコロの加工精度は低く、この問題のように15個を積み重ねるのはかなり難しい）である。この問題では、実践的活動をする技術科の学習の特長

を生かし、生徒に馴染み深く、単純で比較的短時間でこなせる実際の作業とした。

次に、男女で興味・関心が異なることを考慮し、男子に興味・関心が高いと思われる問題として、スポーツをさらに上手になるための練習（解決）方法を聞く、問題②：「スポーツの問題」と、女子に興味・関心が高いと思われる問題として、自分の好きな服（ファッション）を探するための（解決）方法を聞く、問題③：「ファッションの問題」を作成した。

2.4.2 実施方法と評価方法

問題①：「サイコロの問題」の実施手順と評価方法（10点満点）は、次のように行なった。

『ここに15個のサイコロがあります。これを高く一列に積み上げて下さい。』

↓ 【1回試行（失敗した）後に】（サイコロの大きさ（大3個・小12個）に注目して問題を注意深く行うことができたかという観点から3点満点で評価した。）

『次に、もう一度このサイコロを積み上げてもらいます。ただし、今度はどんな方法でも、何を使ってもかまいません。あなたならどのようにして15個のサイコロを積み上げますか。思いつくだけ方法を挙げて下さい。』（問題の解決方法の発想が、どのようにできたかについて5点満点で評価した。）

↓ 【複数の回答が出た場合】

『今、考えた回答の中であなたがもっとも有効だと思う方法はどれですか。またそれを選んだ理由も教えて下さい。』（複数の解決方法の中から解決方法の内容について自己評価をさせ、その回答を2点満点で評価した。）

問題②：「スポーツの問題」、問題③：「ファッションの問題」は、それぞれ次のように行なった。回答を7点満点で評価し得点化した。

『あなたは、スポーツをしたり、観たりすることに興味がありますか。』（興味・関心について、4段階で自己評価させた。回答に対して、最も興味・関心の高い場合に4点、最も低い場合に1点の1点きざみの得点を与えた。）

↓ 【最も興味・関心があるスポーツの一つ挙げさせる。】

『あなたが、そのスポーツをもっと上手になろうとすればこれからどのような練習を行いますか。』

(問題の解決方法の発想が、どのようにできたかについて5点満点で評価した)

↓ 【複数の回答が出た場合】

『今、考えた回答の中であなたがもっとも有効だと思う方法はどれですか。またそれを選んだ理由も教えてください。』(回答を2点満点で評価した。)

『あなたは、自分の着る服やファッションに興味がありますか。』(興味・関心を問題②と同様に評価した。)

↓ 【好きな服装(ファッション)を一つ挙げさせる。】

『あなたが気に入った服を選ぼうとしたら、どのような方法で気に入った服を探しますか。』(従前と同様に評価)

↓ 【複数の回答が出た場合】

『今、考えた回答の中であなたがもっとも有効だと思う方法はどれですか。またそれを選んだ理由も教えてください。』(回答を2点満点で評価した。)

2.4.3 「用途テスト」及び「問題解決テスト」の回答の評価方法

用途テストと問題解決テストの評価として今回は流

暢性のみを取り上げた。問題解決テストの「橋の問題」と用途テストの「ペットボトルの用途」のそれぞれの回答に対して1点を与え、回答数を得点とした。なお、同様な内容の回答に対してはいずれかを得点の対象とした。この同一性の評価は複数の現職教員等で行った。

2.5 調査結果

2.5.1 インタビュー問題、評価テストの相関

「サイコロの積み上げ問題」、「スポーツの問題」、「ファッションの問題」のそれぞれの総合得点と『橋の問題』と、「ペットボトルの用途」の得点との関係を相関係数で表し、表1に示す。すべての問題間に有意($P < 0.01$)で比較的高い相関が認められた。

2.5.2 質問紙の因子分析結果

16項目の質問の回答結果(445名分)の「あてはまる」に5点、「あてはまらない」に1点の1点きざみの得点を与え、主成分分解、バリマックス回転による因子分析を行なった(表2)。固有値の値やその変化の様子、質問項目の解釈のし易さなどから、5因子の結果を用い、5因子のうち4因子を採用した。抽出した因子にはそ

表1 インタビュー問題、評価テストの得点間の相関係数

	サイコロの問題	スポーツの問題	ファッションの問題	橋の問題	ペットボトルの用途
サイコロの問題	1	0.62**	0.43**	0.68**	0.47**
スポーツの問題		1	0.52**	0.5**	0.44**
ファッションの問題			1	0.29**	0.41**
橋の問題				1	0.43**
ペットボトルの用途					1

** : $P < 0.01$

表2 16項目からなる質問紙の因子分析の結果

	因子I	因子II	因子III	因子IV	因子V	h^2	α
因子I：解決への挑戦的・意欲的な態度							
v 1 新しい問題にチャレンジすることが好きです	0.79	0.07	0.07	0.06	-0.08	0.64	0.69
v 8 失敗を恐れないで難しいことに挑戦してみたいです	0.73	0.07	-0.09	0.13	0.08	0.56	
v 10 実験などは自分でやってみないと気がすみません	0.55	-0.00	0.24	0.19	-0.14	0.41	
v 2 わからない問題でも何とか解決方法を導き出そうとします	0.49	0.20	0.18	0.21	-0.39	0.49	
v 9 学習したことはより深く勉強してみたいと思います	0.40	0.35	0.32	-0.07	-0.10	0.39	
因子II：解決への持続的、協調的態度							
v 12 やりだしたことは最後までやれる自信があります	0.29	0.64	-0.08	0.18	0.04	0.54	0.54
v 3 まわりの状況を考えてから行動します	-0.04	0.64	0.21	-0.13	0.15	0.49	
v 14 やらなければならないことは人に言われなくても自分からやれます	0.17	0.62	0.08	0.20	-0.12	0.48	
因子III：問題に対する注意深さ							
v 6 多く情報があった方が考えやすいです	0.31	-0.00	0.70	-0.25	0.17	0.68	0.44
v 16 問題を考えるときなるべく多くの情報を集めようとしています	0.12	0.28	0.64	0.22	-0.09	0.56	
v 15 同じようなことえのときよく比較してから慎重に答えを出します	-0.09	0.41	0.46	0.28	-0.43	0.65	
v 4 先の見通しが見えないとやる気がおきません	-0.23	-0.23	0.42	0.27	0.33	0.46	
因子IV：新しいものを考える態度							
v 13 みんなが考えつかないような事を考えようとしています	0.20	0.13	-0.05	0.78	-0.02	0.67	0.40
v 7 あまり考えずに実行して失敗した経験があります	0.19	-0.39	0.26	0.41	0.10	0.43	
v 11 一つの解決方法では満足せず他の方法も考えます	0.39	0.20	0.12	0.40	-0.02	0.38	
因子V							
v 5 わからない問題は自分で解決するより先生や友達に相談します	-0.09	0.12	0.08	0.05	0.85	0.76	
因子寄与率	22.6	9.2	8.8	6.7	6.5		

表3 インタビュー問題、評価テストの得点と因子得点との間の相関係数

	解決への挑戦的・意欲的態度	解決への持続的、協調的態度	問題に対する注意深さ	新しいものを考える態度
サイコロの問題	0.24*	0.09	0.30**	0.34**
スポーツの問題	0.21	-0.04	0.13	0.28*
ファッションの問題	0.23*	-0.04	0.03	0.12
橋の問題	0.24*	0.01	0.31**	0.25**
ペットボトルの用途	0.26**	0.11	0.21*	0.17

** : $P < 0.01$ * : $P < 0.05$

それぞれ、因子I「解決への挑戦的・意欲的な態度」、因子II「解決への持続的、協調的態度」、因子III「問題に対する注意深さ」、因子IV「新しいものを考える態度」と命名した。なお、計算したほとんどの因子分析結果においてもクロンバックの α 係数の値は満足な値を示さなかったため、被験者数を増した再調査等が今後の課題である。

2.5.3 因子得点と各問題の得点との相関

因子得点と各問題の得点とのそれぞれの相関係数を表3に示す。「サイコロの問題」、「橋の問題」の得点と、因子I「解決への挑戦的・意欲的な態度」、因子III「問題に対する注意深さ」、因子IV「新しいものを考える態度」の因子得点とはそれぞれ有意な相関係数が得られた。

また、「ペットボトルの用途」は因子Iと因子IIIとの相関がある。しかし、「スポーツの問題」は因子IVのみ、「ファッション問題」も因子Iのみと有意な相関が得られた。また、因子II「解決への持続的、協調的態度」はどのテスト結果とも相関は認められなかった。

2.6 測定方法に対する考察

2.6.1 インタビュー形式の評価

インタビュー形式による問題解決能力の測定では、「サイコロの積み上げ問題」、「スポーツの問題」、「ファッションの問題」の総合得点間の相関係数の値は比較的高く、3つの問題の内容は異なっているにもかかわらず、問題に対して解答を与えるという能力すなわち問題解決能力をほぼ同様に測定していると考えられる。このことから、本実験で利用した問題は、発想力を中心とした問題解決能力や発想した内容の自己評価をほぼ同様に測定でき、得られた結果は、今後の研究を進めていく上での一つの基準に成り得ると考えられる。

2.6.2 評価テストの評価

「橋の問題」の得点の平均値が3.2点、「ペットボトルの用途」の得点の平均値が4.1点となって、テストの

難易度の違いが生じたが、表1のように両テストの相関係数は0.50 ($P < 0.01$)と有意で比較的高い相関があることから、どちらもほぼ同程度の発想力の流暢性を測定していると考えられる。

インタビュー形式で測定した総合得点（問題解決能力）の得点と、評価テストの「橋の問題」及び「ペットボトルの用途」の得点を比較した場合、ファッション問題との相関がやや低く、問題の特性を感じさせるが、相互の関係で有意な相関を得ることができた。したがって、時間をかけてインタビュー形式で測定した問題解決能力と、「橋の問題」と「ペットボトルの用途」で測定した能力（発想の流暢性）とは、ほぼ同じ能力を測定しており、評価テストは問題解決能力の測定に使用可能であると考えられる。

2.6.3 質問紙の評価

インタビュー形式の「サイコロの問題」と「橋の問題」の得点と、因子IV「新しいものを考える態度」とは有意な相関を示している。このことから、因子IVよりある程度発想する態度が測定できるのではないかと考えられる。

評価テストの得点と各因子の得点の相関係数を比較すると、因子I「解決への挑戦的・意欲的な態度」、因子III「問題に対する注意深さ」と因子IV「新しいものを考える態度」においては、有意な相関があるが、因子II「解決への持続的、協調的態度」においては、有意な相関を得ることができなかった。これは、評価テスト自体に、因子IIの解決への持続性・協調性が含まれないことによると思われる、このような面までの測定は評価テストではできないことを示している。

以上のことから、質問紙は意識を測る簡便な方法であり、評価テスト（問題解決テスト・用途テスト）だけでは測定することのできない意識や態度を知る調査であると考えられる。しかし、インタビュー形式の方法や評価テスト（問題解決テスト・用途テスト）の方法に比べると、明確さに欠ける方法であることは否め

ない。

3. 複数の問題解決テスト、用途テストの作成とその評価

3.1 複数のテスト作成の目的

これまでの調査結果から、「橋の問題」、「ペットボトルの用途」の評価テストは問題解決的能力をある程度測定することができるので、類似の問題も同様な性能をもつと予想される。一方、問題解決的能力を向上させるための学習の効果を測定する場合、その学習の前後等で数度の調査が必要で、そのためには複数の問題が必要である。

そこで、類似のテストを作成することにし、問題解決テストとして「池の問題」（資料3）、「棒の問題」（資料4）と、用途テストとして、形式は同じで、ペットボトルを他の物品に置き換えた、「空き缶の用途」、「10円玉の用途」、「ハンカチの用途」と「ガムテープの用途」（資料6）の問題をそれぞれ作成した。これらの評価テストの難易度や、評価テストに対する不慣れの影響を確認する調査を実施した。

3.2 調査の実施方法

評価テストを実施する際、被験者は評価テストに不慣れで、初回より2回目以降で高得点になる恐れがある。そこで、出題順を入れ替えた2種類の問題用紙を作成し2回の調査を行った。

1回目は2001年6月中旬～下旬にかけて群馬県内公立中学校4校の1年生から3年生の217名に実施した（調査1）。初問として、2校では、「ペットボトルの問題」、残りの2校では「空き缶の問題」を用いた。その他、「10円玉の用途」、「ハンカチの用途」と問題解決テストとして「橋の問題」、「池の問題」、「棒の問題」を実施した。2回目は2002年1月中旬に群馬県内国立中学校の1年生から3年生の392名に実施した（調査2）。各学年をクラス単位で2分し、片方には、初問として、「ペットボトルの問題」、3問目に「橋の問題」、

もう片方には初問として「ガムテープの用途」3問目に「池の問題」、を用いた。評価テストへの回答方法は従前と同様である。

3.3 結果

3.3.1 テスト順序の影響

テストの出題順序による影響をみるために、初問として出題された場合の各テストの得点と2題目以降に出題された場合の各テストの得点の比較を行なった。調査1の結果を図2に、調査2の場合を図3に示す。調査1では、「ペットボトルの用途」ではほとんど差がなく、「空き缶の用途」では、2題目以降で若干低下した。調査2では、「ガムテープの用途」で0.25点の上昇がみられたが、その他のテストは、微増もしくは下降という結果が見られた。

調査順で結果に有意な差があるかを検討するために、それぞれの調査の回答結果について回答順間の分散分析を行なった。その結果を、調査1の場合を表4に、調査2の場合を表5に示す。調査1及び調査2と

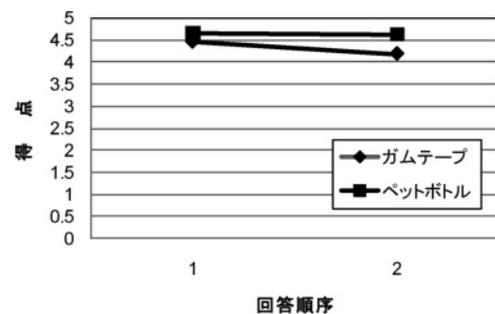


図2 各用途テストの得点に及ぼす回答順序の影響（調査1）

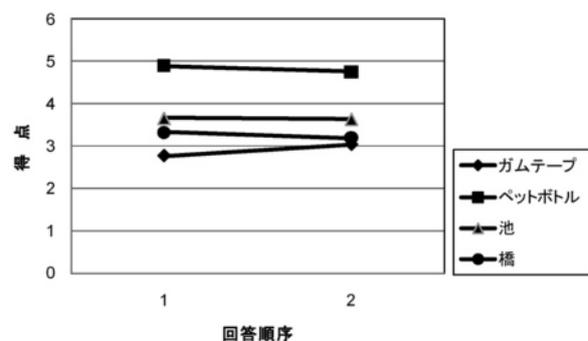


図3 各テストの得点に及ぼす回答順序の影響（調査2）

表4 調査1の用途テストの得点の回答順間の分散分析の結果

テストの種類	変動因	自由度	平均平方	F値	Pr>F
空き缶の用途	回答順	1	3.45	0.74	0.390
ペットボトルの用途	回答順	1	0.01	0.00	0.958

表5 調査2の各テストの得点の回答順間の分散分析の結果

テストの種類	変動因	自由度	平均平方	F値	Pr>F
ペットボトルの用途	回答順	1	1.64	0.38	0.539
ガムテープの用途	回答順	1	6.67	2.53	0.112
池の問題	回答順	1	0.02	0.02	0.881
橋の問題	回答順	1	1.54	1.59	0.207

表6 各テストの得点の平均値及び標準偏差

種類	用途テスト					問題解決テスト		
	ペットボトル	空き缶	10円玉	ハンカチ	ガムテープ	橋	池	棒
平均値	4.75	4.36	2.60	3.89	3.48	3.56	3.77	3.56
標準偏差	2.15	2.15	1.72	1.82	1.47	1.13	1.08	1.13

表7 各問題間の得点の相関係数

	ペットボトルの用途	空き缶の用途	ハンカチの用途	10円玉の用途	ガムテープの用途	橋の問題	棒の問題	池の問題
ペットボトルの用途	1	0.664	0.583	0.574	0.537	0.399	0.537	0.419
空き缶の用途		1	0.623	0.586		0.403	0.525	0.449
ハンカチの用途			1	0.551		0.269	0.351	0.363
10円玉の用途				1		0.38	0.49	0.406
ガムテープの用途					1	0.289		0.252
橋の問題						1	0.535	0.489
棒の問題							1	0.533
池の問題								1

備考：相関係数のP値はすべて $P < 0.01$

もに、すべての回答順間に有意な差は認められなかった。したがって、テストの実施順序に差はないので、評価テストに対する不慣れの影響はないと考えられる。

3.3.2 評価テスト間の相関と難易度

テスト順に差はないので、テスト順は考慮しないで、また、調査1と調査2の結果をとりまとめて問題解決テスト、用途テストごとに集計し、検討した。

それぞれのテストの得点の平均値と標準偏差を表6に示す。作成した問題解決テスト、用途テスト間の相関係数を表7に示すように、調査したすべての関係において有意 ($P < 0.01$) で比較的高い相関係数が得られた。

問題解決テストの「橋の問題」と「棒の問題」、「池の問題」では、平均値もほぼ同様であり、標準偏差もほぼ同じである。また、いずれの問題間においても有意な相関を示したことから、どの問題でも似かよった思考がなされることが認められ、「橋の問題」と同程度に問題解決的能力を測定できると考えられる。

用途テストの「ペットボトルの用途」、「空き缶の用

途」、「10円玉の用途」、「ハンカチの用途」及び「ガムテープの用途」の間には得点差が最大で2.15点あり、使用した物品の特徴が現れた。すなわち、回答内容からみると、ペットボトルや空き缶はリサイクル等であるいろいろな場面で使われて、被験者に多目的に用いる知識や経験があったのではないと思われる。一方、得点の低い10円玉、ハンカチ、ガムテープ自体は馴染み深い物品ではあるが、回答内容には、ハンカチにおいては「拭く物」、10円玉においては「物を買ったりする」、ガムテープにおいては「貼るもの」という固定観念が強く現れていた。

また、「ペットボトルの用途」、「空き缶の用途」、「10円玉の用途」、「ハンカチの用途」及び「ガムテープの用途」は、いずれの問題間においても有意な相関を得ることができたことから、難易度の違いはあっても、「ペットボトルの用途」と同程度に測定できると考えられる。

また、問題解決テストとも有意で比較的高い相関を示すので、問題解決テストの「池の問題」、「棒の問題」と、用途テストの「空き缶の用途」、「10円玉の用途」、

「ハンカチの用途」及び「ガムテープの用途」のテストでも、問題解決的能力を測定可能と考えられる。また、このことから、1題のみでも調査することが可能であり、複数のテストを用いて継続的な調査が可能である。なお、各テストの難易度に違いがあるので、以後の研究では、表6の結果を用いて、問題解決テストでは「橋の問題」、用途テストでは「ペットボトルの用途」を基準として、各テストの得点を調整した。

3.4 問題解決的能力を測るテストのまとめ

以上のように、インタビュー形式の対話と観察から求めた、発想力を中心とした問題解決的能力の測定結果はある程度その能力を測ったものと考えられる。これらの結果と問題解決テストの「橋の問題」、「池の問題」及び「棒の問題」の得点とは、比較的高い相関があるので、問題解決テストは問題解決的能力を測定できると考えられる。また、用途テストの「ペットボトルの用途」、「空きかんの用途」、「10円玉の用途」、「ハンカチの用途」及び「ガムテープの用途」の得点とインタビュー問題や問題解決テストの得点と比較的高い相関があるので、用途テストも発想力を中心とした問題解決能力を測定できると考えられる。

さらに、質問紙により問題を解決する際の意識・態度の「解決への挑戦的・意欲的な態度」、「解決への持続的、協調的態度」、「問題に対する注意深さ」、「新しいものを考える態度」についてある程度の情報を得ることができると考えられる。

このことから、以上のテストを用いて技術科の授業等で、発想力を中心とした問題解決能力の変容を測定することが可能であると考えられる。

4. 問題解決的能力と諸要因との関係

4.1 興味・関心や知識・経験の要因

問題解決の中で発想力を発揮する場合、前述の典型性の例^{6,7)}のように、問題に対する興味・関心、知識・経験、必要性、身近さなどが影響するのではないかと考えられる。そこで、前述のインタビュー形式の測定の中で、生徒の興味・関心の程度と問題解決的能力との関係を知る対話と観察を行なった。同様に、問題解決的能力に、知識・経験も何らかの影響があるのではないかと考え、知識・経験の有無を授業の受講の有無

に置き換えてその影響について評価テスト等を用いて検討した。

4.2 問題解決的能力と興味・関心との関係

問題解決的能力を発揮する場合に、生徒の興味・関心の影響について検討した。

与えられた問題に対する興味・関心の程度と、その問題に対する得点については、2.4.2で述べたインタビュー形式の調査で同時に測定しているので、その結果をここで検討したい。

「スポーツの問題」と「ファッションの問題」に対する興味・関心の得点と、それぞれの問題に対する得点との相関係数を求めると、スポーツ問題では0.15であり、有意な相関はなく、また、ファッション問題では0.14であり、有意な相関は認められなかった。したがって、今回の問題のような場合には、問題解決に当たって、問題に対する興味・関心はほとんど関係しないと考えられる。

4.3 発想力に及ぼす知識の有無の影響

発想をする場合に、知識・経験も何らかの影響を及ぼしていると考えられる。そこで、知識・経験の有無を授業の受講の有無に置き換えて、授業の受講の有無によって、両者の問題解決テストへの成績の違いについて検討を行った。

4.3.1 問題の作成

技術科の学習の「技術とものづくり」で、生徒にとって比較的身近な工具の一つは、「のこぎり」である。そこで、のこぎりの切断について、資料5に示す「のこぎり挽きの問題」を作成した。このテストでは、のこぎり挽きのときに生じる、挽き曲がりの改善策について回答させる質問内容となっている。

4.3.2 調査の実施方法

のこぎり挽きの学習を実施する前にテストをする群（未実施群）と、のこぎり挽きの学習を実施した後にテストをする群（実施群）を設定し、両者に3分間で「のこぎり挽きの問題」に回答させた。

4.3.3 調査対象および時期

調査対象は、群馬県内公立中学校の3校356名である。未実施群は2校148名で、実施群は1校208名である。テストは未実施群の1校には2001年11月下旬に実施し、もう一校には2002年1月中旬に実施した。実施

群には2002年1月上旬に実施した。

4.3.4 評価方法

既習の知識が、問題の回答にどのような影響を及ぼすかについて評価する観点から、回答数から求める流暢性ととも、回答の有効性について3段階で評価し、その合計点を有効得点として求めた。なお、有効性の評価は技術科担当教諭（教職経験10年以上）2名と技術教育に携わる大学教官1名で行い、その得点を平均し個人の有効得点とした。

4.3.5 結果

各群の流暢性の得点と有効得点を図4に示す。流暢性の得点は、未実施群の得点の平均値が2.0点であったのに対し、実施群の得点の平均値は3.2点となった。有効得点は、未実施群の得点の平均値が2.0点であったのに対し、実施群の得点の平均値は3.3点となった。

この流暢性の得点と有効得点を、それぞれ学習の実施の有無で分散分析を行なったところ、流暢性得点と有効得点のどちらも実施群の得点が未実施群の得点より有意に大きい結果が得られた。

したがって、学習から知識を得たり、実践的な経験を積むことによって、発想が豊かになり、さらに、発想して導き出した回答はより有効性が高くなると考えられる。

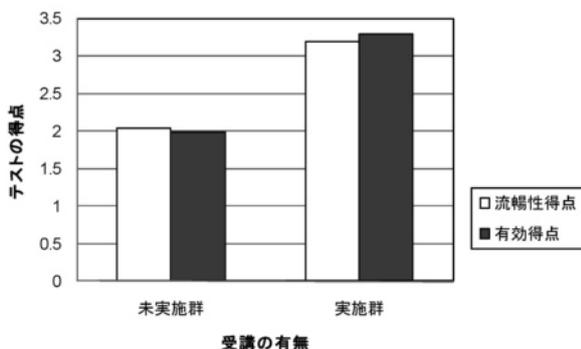


図4 受講の有無とテスト結果

5. 成長と問題解決の発想力

5.1 目的

前述の小学生の問題解決の例⁵⁾のように、解決過程における問題解決能力や問題解決のための発想力は子どもから大人になるにつれて向上すると考えられる。しかし、その向上過程は十分には明らかになっていない。一方、技術科における問題解決能力の育成の意味は、中学生の問題解決能力がまだ発達段階にあり、こ

の能力を育成する必要性があることが前提になっている。しかし、中学生はどのような段階にあるのかは具体的に明確でない。

そこで、年齢（学年）によって発想力を中心とした問題解決的能力について流暢性と柔軟性と独創性の3点から検討するとともに、この前提を検証することを目的とした。

5.2 使用した評価テスト

複数の被験者の問題解決的能力を同時に測定するために、問題解決テストとして「池の問題」と「橋の問題」、用途テストとして「ペットボトルの用途」と「空き缶の用途」を用い、流暢性、柔軟性と独創性を調査した。各テストの回答方法は従前の方法と同様である。

5.3 回答の評価方法

流暢性の評価は従前の方法と同様である。柔軟性の得点については、回答結果を因子分析し、その結果から各問題について5ジャンルを設定し、ジャンルに入る回答があれば1点を与えた。最高は5点となる。なお、ペットボトルの用途の5ジャンルは「体を動かす遊び、スポーツなどに利用するもの」、「その他の遊び道具、工作に利用するもの」、「道具として利用するもの」、「入れ物、収納するのに利用するもの」、「どのジャンルにも属さないもの」であり、「空き缶の用途」についてもこの「ペットボトルの用途」で得られたジャンル分けを利用した。

また、「橋の問題」の5ジャンルは、「吊り橋の形になっているもの」、「橋の下の穴を埋めてしまうもの」、「橋を下から支えるもの、支えのあるもの」、「橋を厚くするもの」、「その他」の5つが、まとまりとして認められた。

独創性の得点については、他に同様な回答がない場合の回答に3点、同様な回答をした人数が2人の場合の回答に2点、同様な回答をした人数が3人の回答に1点の得点を与えた。

5.4 対象及び調査方法

これまでの、中学生984名、に加えて、2001年7月から2002年1月にかけて、小学生177名と大学生101名に同様な調査をした。

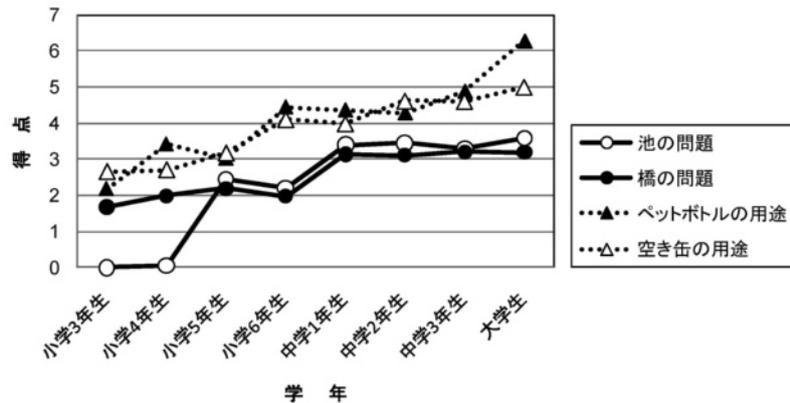


図5 各テストの得点（流暢性）と学年との関係

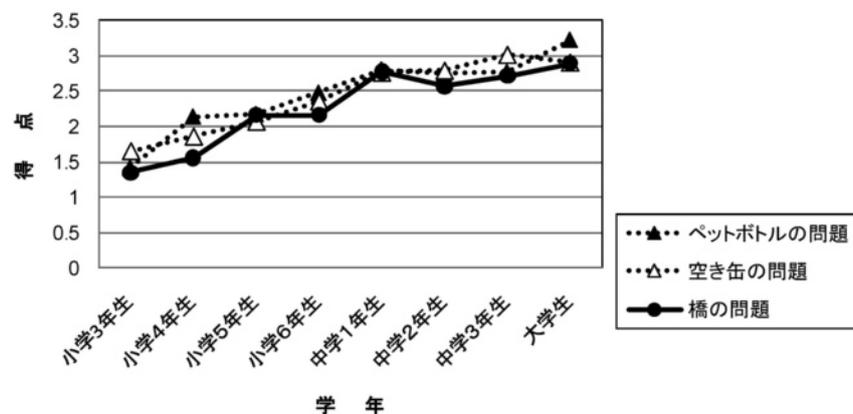


図6 各テストの得点（柔軟性）と学年との関係

5.5 結果及び考察

5.5.1 学年と流暢性の関係

学年と用途テストと問題解決テストの流暢性の得点との関係を図5に示す。

問題解決テストの「橋の問題」、「池の問題」の流暢性の得点は学年に対してほぼ同様の増大傾向を示すが、「池の問題」では小学3年生、小学4年生の回答がほとんどなく、得点は低くなっている。中学生以上になると小学生に比べて得点が増加し、大学生とほぼ同程度であった。

用途テストの「ペットボトルの用途」、「空き缶の用途」の得点は、学年が上がるにつれて増加する結果になった。大学生の得点は中学生よりも明らかに高い得点になった。

これらの結果から、用途テストのように、身近な物品で、成長する過程で得た知識・経験などの獲得の影響がしやすいものでは、中学生より大学生の得点が高く、今回の問題解決テストのようにこれまでの生活等

での体験が少ない内容では、知識・経験などの獲得の影響が出にくいので、中学生と大学生とで同程度になったと思われる。

5.5.2 学年と柔軟性の関係

用途テストと問題解決テストの柔軟性の得点と学年との関係を図6に示す。

「ペットボトルの用途」では、小学3年生から、学年が上がるにつれて柔軟性の得点は中学1年生までは増加する結果となった。しかし、中学1年生から中学3年生までの学年による得点差はほとんどみられない。また、流暢性の得点の傾向と同じように大学生の得点が中学生の得点に比べて高くなっている。

「空き缶の用途」では、「ペットボトルの用途」と同じく、中学1年生までは学年が上がるにつれて得点は増加する傾向を示した。しかし、中学生以上では中学3年生の得点が若干高いものの、ほとんど差がない結果になった。

「橋の問題」では、「ペットボトルの用途」「空き缶

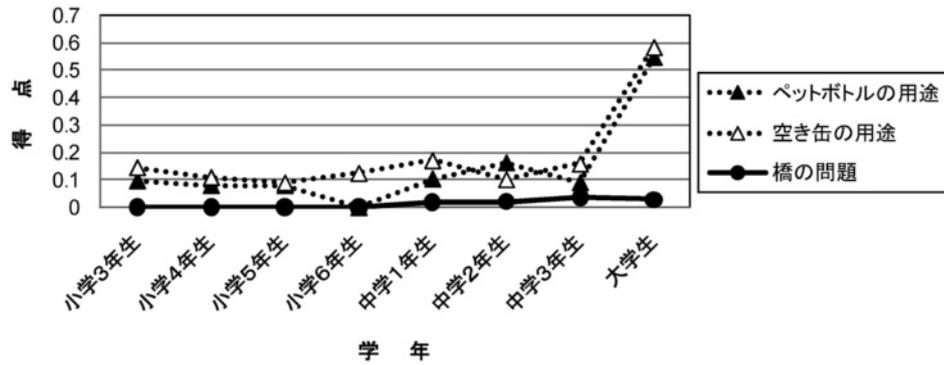


図7 各テストの得点（独創性）と学年との関係

の用途」と同じように中学1年生までは、学年が上がるにつれて、得点も増加する傾向がみられた。しかし、中学1年生からは得点にほとんど差がなく、ほぼ一定になった。

5.5.3 学年と独創性の関係

学年と用途テストと問題解決テストの独創性の得点との関係を図7に示す。

用途テストの「ペットボトルの用途」と「空き缶の用途」の独創性の得点の傾向は同様で、小学生から中学生に学年が上がるにつれて、得点が明確に増加する傾向はみられなかったが、大学生の得点が明らかに高い結果となった。

問題解決テストの「橋の問題」の独創性では、全体的に、小学生、中学生、大学生、の順に学年が上がるにつれて得点も増加する結果が得られた。大学生の得点が特に高いので、成長する過程で得た知識・経験などの獲得やそれに基づいた思考が影響していると思われる。

5.6 中学生の問題解決的能力について

中学生の流暢性や柔軟性の得点は大学生と同等の場合もみられるが、中学生より大学生の得点が高い場合があるので、流暢性や柔軟性において中学生は発達段階にあると言えよう。

独創性については学年が上がるにつれて、得点も上昇する傾向が認められ、特に、大学生の独創性が明らかに高いので、独創性においても中学生は発達段階にあると言える。

以上のように、中学生と大学生と比較して、中学生の問題解決的能力の向上過程を推定してきたが、大学生の段階が不明確であるにしても、中学生は流暢性、

柔軟性、特に独創性においてその成績が低い場合が認められる。したがって、中学生の問題解決的能力は成長過程にあり、さらに高度な問題解決に向けて、問題解決の繰り返しと、知識・経験などの獲得が必要であることを物語っている。

6. 指導方法の改善と問題解決的能力の向上

6.1 目的

問題解決を行う場合、多くの考えを考案し、その中から適切な考えを選択し、実行した後にその結果を評価できることが大切である。そのためには、まず多くの解決法を発想できなければならない。問題に対する興味・関心の影響はほとんどないことから、問題解決的能力の向上を目指した指導法について次に示す仮説を立てて実践し、その効果を検討した。

ある技術等を向上させようとするれば、その練習によってその能力は高まると確信されている。同様に問題解決能力を向上させるには、問題解決過程を経験させることが効果的と思われる。そこで、授業のはじめに、生徒の授業への興味・関心を高める導入の部分で、授業内容に関連した問題を与え、それに対して短時間でも発想させる授業を繰り返せば、問題解決的能力が豊かになる（仮説①）と予想した。同様に、短期間でも工夫をする過程が多い教材を与えれば、問題解決的能力の向上につながる（仮説②）と予想した。

6.2 指導実践Ⅰ：導入時に発想させる授業の繰り返しの効果

6.2.1 導入時の発想指導

仮説①を検討するために、技術科の授業において、

表8 問題解決能力の向上を目指した授業実践の調査時期、調査対象

実践例	実践内容		
A	調査時期	2001年4月下旬から7月上旬	
	群 校名：学年：学習内容 (人数)	実験群 O中：1年：ものづくり (20) O中：2年：金属加工 (17) O中：3年：情報 (20)	統制群 O中：1年～3年：家庭科 (58) H中：1年～3年：技術 (146) K中：1年～3年：技術 (62)
B	調査時期	2001年10月中旬から12月中旬	
	群 校名：学年：学習内容 (人数)	実験群 I中：2年：ものづくり (3クラス99)	統制群 I中：2年：ものづくり (2クラス58)
C	調査時期	2001年10月中旬から2002年1月中旬	
	群 校名：学年：学習内容 (人数)	実験群 M中：1年：ものづくり (3クラス104)	統制群 M中：1年：ものづくり (3クラス104)

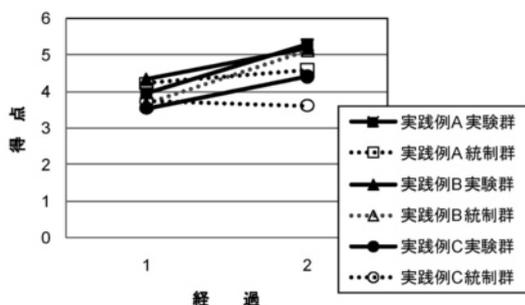


図8 実験（発想学習）群と統制（通常学習）群の用途テストの得点推移

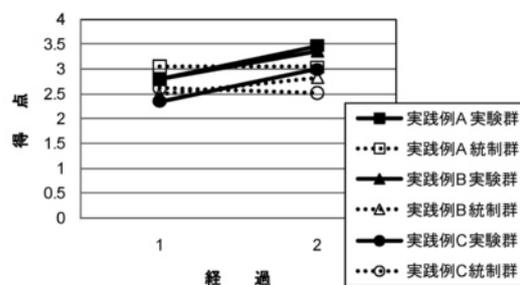


図9 実験（発想学習）群と統制（通常学習）群の問題解決テストの得点推移

上記のような発想の訓練をする授業を繰り返して、その授業実践による問題解決的能力の変容の検討を行った。各単元の導入部分で、例えば、材料の学習では、「ものはいろいろな材料でできていますが、ものをつくるときに使える材料はどんなものがあるでしょうか。」というような、5分～10分程度の発想を促す導入を取り入れた授業を行った。「技術とものづくり」の製作品の設計・製作の題材で10回、「情報とコンピュータ」の題材で6回、「金属加工」で6回の発想を促す導入を取り入れた授業を実施した。この授業を受けた中学生を実験群とする。発想の導入を意識して取り入れることをしない通常の授業を受ける中学生を統制群とする。

6.2.2 調査方法

表8に示すように、3例の授業実践を行なった。授業実践ごとに、第1回目の授業で、実験群と統制群ともに、授業の最初の部分で問題解決テスト「橋の問題」、用途テスト「ペットボトルの用途」及び質問紙（16項目）に回答させ、授業に入った。約2ヶ月後のその最

後の授業の始めで、第2回目の調査を実施し、問題解決テスト「棒の問題」、用途テスト「空き缶の用途」及び質問紙（16項目）に第1回目の調査と同様に回答させた。

6.2.3 調査結果及び考察

実践例ごとに1回目の調査と2回目の調査の用途テストの得点の推移を図8に、問題解決テストの得点の推移を図9に示す。各テストともに実験群の得点は向上し、統制群の得点は、実践例B以外はほとんど向上しない傾向が認められる。また、1回目の調査と2回目の調査の各テストの得点差を実験群、統制群について、分散分析と多重比較を行い、その結果を表9に示す。問題解決テストについては、実験群の得点差が、統制群の得点差よりも有意に大きくなった。また、用途テストでも実験群の得点差が有意に大きくなった。以上から、発想力を中心とした問題解決的能力を向上させるための授業を行なったことにより、その能力の向上がみられたと考えられる。このことから、短時間でも発想の訓練させる授業を行なった効果がみられ

表9 実践 I の実験（発想学習）群と統制（通常学習）群との得点差の分散分析の結果

テストの種類	変動因	自由度	平均平方	F値	Pr>F	差の検定
用途テスト	実践例	2	17.8	4.50	0.011	B>A、C
	コース	1	54.0	13.63	0.0002	G>T
	交互作用	2	20.7	5.23	0.0056	
問題解決テスト	実践例	2	6.36	7.40	0.0007	B>A
	コース	1	38.4	44.7	<0.0001	G>T
	交互作用	2	3.34	3.89	0.021	

A：実践例A、B：実践例B、C：実践例C、G：実験（発想学習）群、T：統制（通常学習）群

表10 実験（CBS法の学習）群と統制（通常学習）群の得点差の分散分析結果

テストの種類	変動因	自由度	平均平方	F値	Pr>F	差の検定
用途テスト	コース	1	11.09	3.96	0.0477	G>T

G：実験（CBS法の学習）群、T：統制（通常学習）群

る。なお、実践例間に有意さがみられるが、実践例Bは他の実践例の場合より得点が高いことが認められた。交互作用も有意であるが、図8と図9のように、実践例AとCでは、実験群の得点が向上し、統制群のそれがほとんど変わらないのに対し、実践例Bでは統制群でも向上したことが影響している。

質問紙の結果からは、実験群と統制群ともに、すべての因子において経過に伴って変化がなく、両者の差も認められなかった。

したがって、問題解決テストと用途テストの結果から、問題解決的能力を向上させるための授業を行なった実験群の方が、統制群よりも向上がみられた。このことから、発想させることを短時間でも続ける発想の訓練をすれば、問題解決的能力が豊かになり、有意な回答を短時間のうちに複数考えることができるようになったと考えられる。

6.3 実践II：製作品の構想におけるCBS法の効果

6.3.1 目的

実践Iは、長期間にわたる学習による問題解決能力の変容を検討した。学校教育内では他の諸要因が影響する場合もあり、授業の効果は明確に現れないことがあるので、実践IIにおいては、1単元の授業の中で問題解決能力の向上を目指した授業を行った場合のその能力の変容を検討した。

製作品の構想の発想法には、KJ法やブレインストーミング法などがある。新保らの研究¹²⁾から、製作品の構想におけるカードを利用したカードブレインストーミング（CBS法）は、興味・関心、知識理解、態度の向上に効果がある指導方法であることが認められ

ている。CBS法では製作品を数回構想する発想の機会がある。そこで、「技術とものづくり」における構想の授業で、CBS法を用いた場合の問題解決能力の向上について検討した。

6.3.2 調査方法

CBS法を利用し、構想図を複数発想させた後、最適なものを選別する実験群と、通常実施される、自分が製作する製作品を構想し、1枚の構想図を描く統制群とで比較を行った。なお、両群共に、構想に当たって、教科書、資料等を参考にさせている。

実験群・統制群ともに授業の最初に用途テストの「10円玉の使い方」と質問紙（16項目）を実施した。その後、実験群・統制群ともにそれぞれ授業を実施した後に、用途テストの「ハンカチの使い方」と質問紙（16項目）を実施した。

6.3.3 調査対象

CBS法を利用した実験群は、群馬県内公立OK中学校1年生207名、通常の構想の授業を行った統制群は群馬県内公立I中学校2年生99名である。

6.3.4 調査結果と考察

授業前に実施した「10円玉の用途」と授業後に実施した「ハンカチの用途」の得点の向上傾向を見ると、統制群が、授業前後で0.13点の向上がみられたのに対し、実験群では、0.75点の向上がみられた。

さらに、それぞれのテストの授業前の得点と授業後の得点の差をとり、その得点差について分散分析を行い、その結果を表10に示す。実験群の得点差が、統制群の得点差よりも有意に大きくなった。

質問紙の結果によると、各因子において実験群・統制群ともに得点の向上がみられた。しかし、有意な差

を得ることはできなかった。

したがって、一単位時間の授業でも今回の CBS 法を用いたような問題解決的能力を向上させる授業を実施すれば、その能力の向上につながる一つの事例が得られたと考えられる。

6.4 実践Ⅲ：中学生のロボット製作の効果

6.4.1 ロボット製作の概要と研究目的

群馬大学のフレンドシップ事業の一環で行われる、「創作ロボット教室」がある。そこでは、ロボット製作キット (MindStorms) を使った 2 日間の集中的なロボット製作の学習が実施されている。

学習内容は、障害物を避けながらゴールを目指し、ゴールラインの白線を通過した後にロボットが 2 回転するゲームのために、自作の自走式ロボットを作るといったものである。車体の製作やプログラミングなどの課題に対して 2～3 人のグループで試行錯誤と工夫を繰り返すことになる。そこで、この講習の問題解決的能力の向上効果について検討することにした。

6.4.2 調査対象及び調査方法

今回の調査では、2001年 8 月に、「創作ロボット教室」に参加した中学生 29 名を対象に行った。調査方法は、1 日目の最初に 1 回目の調査を行い、問題解決テストの「池の問題」と用途テストの「ペットボトルの用途」を実施した。その後、MindStorms を使ったロボット製作の学習を実施した。2 回目の調査は、1 日目の学習終了後に問題解決テストの「棒の問題」と用途テストの「ガムテープの用途」を実施した。さらに、2 日目のロボコンが終了した後に、3 回目の調査を実施し、問題解決テストの「橋の問題」と用途テストの「空き缶の用途」を実施した。1 回目と 3 回目では質問紙 (16 項目) も実施した。

6.4.3 調査結果

中学生の 1 回目と 2 回目と 3 回目の調査における、問題解決テストと用途テストの得点の推移を図 10 に示す。両テストの得点は経過にもなって向上する傾向が認められる。

得点推移の有意差を分散分析と多重比較で求めた結果を表 11 に示す。この結果で、問題解決テストの得点には経過の有意差は認められなかったが、用途テストの得点は、1 回目より 3 回目の方が有意に大きくなり、さらに、2 回目より 3 回目の方が有意に大きくなるということが認められた。

質問紙の結果によると、各因子において得点に向上する傾向がみられるものの、被験者も少ないことも影響して、有意な差を得ることはできなかった。

したがって、中学生を対象とした今回の調査では、被験者数が少ないのですべてのテスト結果で有意な差は認められなかったが、短期間のロボット製作を通して、開始時より、テスト結果が向上しているので、短期間でも工夫を重ねる学習を行うことによって、発想力を中心とした問題解決的能力は向上すると言えよう。

6.5 実践Ⅳ：親と小学生が一緒に取り組むロボット製作の効果

6.5.1 ロボット製作の概要と研究目的

前橋市の主催による「親子ロボット教室」の指導を筆者らの研究室のスタッフが担当している。ここでは、ロボット製作キット (MindStorms) を使って、2 日間親子で協力しながらロボット製作を進めていくものである。

実践Ⅲと同様な学習内容と実践内容であり、講習で

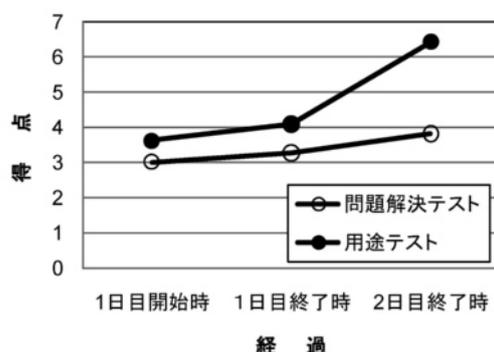


図 10 ロボット製作時の中学生の「問題解決テスト」と「用途テスト」の得点の推移

表 11 ロボット製作時の中学生の「問題解決テスト」と「用途テスト」の実施テスト間の分散分析結果

テストの種類	変動因	自由度	平均平方	F 値	Pr > F	差の検定
問題解決テスト	実施回数	2	2.64	2.82	0.065	
用途テスト	実施回数	2	64.03	15.06	<0.0001	1 < 3 2 < 3

1 : 1 日目開始時のテスト、2 : 1 日目終了時のテスト、3 : 2 日目終了時のテスト

表12 親子ロボコンにおける小学生のテスト結果の分散分析の結果

テストの種類	変動因	自由度	平均平方	F値	Pr>F	差の検定
用途テスト	経過	2	15.42	2.78	0.068	
	年度	1	21.56	3.88	0.052	
	交互作用	2	4.58	0.82	0.442	
問題解決テスト	経過	2	11.27	4.55	0.013	3 > 1 2003 > 2001
	年度	1	26.50	10.70	0.001	
	交互作用	2	4.52	1.83	0.167	

1：1日目開始時、2：1日目終了時、3：2日目終了時

表13 親子ロボコンにおける保護者のテスト結果の分散分析の結果

テストの種類	変動因	自由度	平均平方	F値	Pr>F	差の検定
用途テスト	経過	2	5.61	0.82	0.443	2003 > 2001
	年度	1	44.53	6.51	0.012	
	交互作用	2	3.28	0.48	0.620	
問題解決テスト	経過	2	16.29	6.28	0.003	3 > 1 2003 > 2001
	年度	1	106.14	40.94	<0.0001	
	交互作用	2	4.66	1.80	0.172	

1：1日目開始時、2：1日目終了時、3：2日目終了時

は試行錯誤と工夫を繰り返すので、この講習でも問題解決的能力の向上効果について検討した。

6.5.2 調査対象及び調査方法

2001年12月と2003年12月の両年の調査を対象とする。2001年「親子ロボット教室」に参加した小学生14名と、その保護者14名と2003年「親子ロボット教室」に参加した小学生15名と、その保護者15名とを対象に行った。

調査方法は実践Ⅲと同様である。小学生に対する問題と保護者に対する問題は同一のものを使用した。

6.5.3 調査結果

小学生と保護者の得点の推移を図11に示す。1回目と2回目と3回目の調査における、問題解決テストと用途テストの得点について分散分析と多重比較を行ない、結果を小学生については表12に、保護者については表13に示す。

小学生の問題解決テストと用途テストの得点は経過に伴って向上していることがわかる。表12の結果から、問題解決テストの得点は、経過に伴って1回目と3回目で有意な差が認められた。しかし、用途テストでは、経過に伴う有意な差は認められなかった。

保護者の問題解決テストと用途テストの得点は経過に伴って向上していることがわかる。ただし、用途テストでは2回目が高くなった。表13の結果から、問題解決テストの得点には、小学生と同様に、経過に伴って1回目と3回目で有意な差は認められた。しかし、用途テストでは、経過に伴う有意な差は認められ

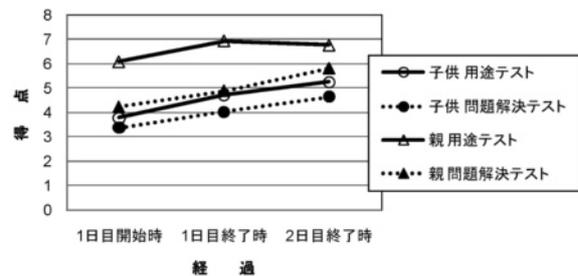


図11 親子ロボコンでのテストの得点の推移

なかった。

質問紙の結果によると、小学生も大人も各因子において得点に変化はみられるものの有意な差を得ることはできなかった。

被験者数が少ないのですべてのテスト結果で有意な差は認められなかったが、小学生と保護者ともに、開始時より、テスト結果が向上しているので、短期間のロボット製作を通した短期間でも工夫を重ねる学習を行うことにより発想力を中心とした問題解決的能力の向上が期待されると言えよう。

7. 結言

以上のように、技術科教育での問題解決能力の育成に関連して調査・研究を進め、次のような成果が得られた。

- (1) 発想力を中心とした問題解決的能力を短時間で測定するための評価テスト（問題解決テストと用

- 途テスト)を作成した。各テストの能力は、ある程度時間をかけてインタビュー形式で測定した調査結果と有意でかなり高い相関があり、評価テストの有効性が認められた。
- (2) 学習効果を測定する場合には数度の調査が必要で、そのための複数の問題を作成した。作成した複数の問題解決テスト、用途テストの得点間で有意で比較的高い相関を示すので、作成した複数の問題は問題解決の能力を測定可能と考えられる。また、このことから、1題のみで調査することが可能で、問題解決の能力の変容の調査も可能となった。
- (3) インタビュー形式の調査結果から、問題解決の能力と問題に対する興味・関心との関連性は認められなかった。また、問題解決においては知識・経験が有効に働くことが授業実践から認められた。
- (4) 小学生、中学生、大学生の用途テスト、問題解決テストの流暢性、柔軟性、独創性の得点は、学年が上がるにつれて増加する傾向が認められた。中学生の問題解決の能力は成長過程にあり、技術科教育においても、より高度な問題解決に向けて、知識・経験などの獲得とともに問題解決的学習が必要であると考えられる。
- (5) 「授業の導入部分で、授業内容に関連した問題を与え、短時間でも発想させる授業を繰り返すことによって、問題解決の能力が豊かになる」仮説①を、評価テストを活用して、複数の中学校で実

践して検討した結果、仮説①を証明する一例が得られた。

- (6) 同様に、「短期間でも工夫をする過程が多い教材を与えれば、問題解決の能力の向上につながる」仮説②について、製作品の構想にCBS法を用いた授業、中学生等の2日間のロボット製作の実践結果から、仮説②を証明する一例が得られた。

文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領 解説一技術・家庭編一、東京書籍、1999
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領 解説一技術・家庭編一、教育図書、2008
- 3) 中畑勝博・宮川秀俊：日本産業技術教育学会 第41回全国大会 講演要旨集、p.116、1998
- 4) 中畑勝博・宮川秀俊：日本産業技術教育学会 第40回全国大会 講演要旨集、p.13、1997
- 5) 岡田 猛：教育心理学研究 第35巻 第1号、pp.49-56、1987
- 6) 麻柄啓一：教育心理学研究 第37巻 第4号、pp.312-319、1989
- 7) 工藤与志文・大友裕子：教育心理学研究 第40巻 第3号、pp.331-339、1992
- 8) 井上 弘：授業過程の改造、明治図書、1971
- 9) 伊藤信隆：教育課程論、建白社、1983
- 10) 国立教育研究所：国立教育研究所紀要 第71集「創造性に関する基礎的研究」、1973
- 11) 堀 洋道・山本真理子・松井 豊：心理尺度ファイル、垣内出版、1996
- 12) 加藤幸一・新保和孝：日本産業技術教育学会第42回全国大会講演要旨集、p.99、1999

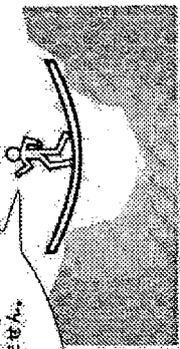
(さいぐさ ひろし・いしかわ ともひろ・かとう こういち)

チャレンジ

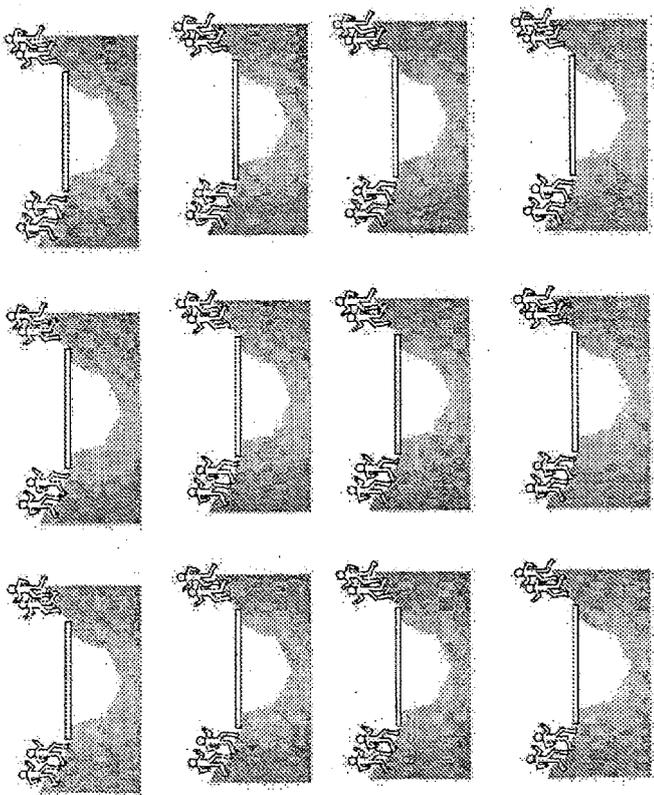
学校名 _____ 学年 _____ 組 _____ 名前 _____ 男・女 _____

No.1

加けてくれ！
 この橋は、一人のつただけで落ちてしまえば大変！
 もっとたくさんの方がついても平気な橋するために、
 あなたのアイデアが欲しいのです。
 下の図にあなただけのアイデアを書いてください。
 アイデアは紙で書いても授業でもかまいません。



※ これには、まちがいがいろいろもありますがありません。
 自分で考えたことを5分以内でできるだけ書いてください。
 図案は、一つの紙につき一つずつお願いします。
 それでは、先生の空欄で始めてください。



ちよっとチャレンジ 1

中学校 _____ 年 _____ 組 _____ 名前 _____ 男・女 _____

身のまわりにはいろいろなものがあり、それこれに使用する目的が異なります。
 たとえば、「新聞紙」は『いろいろな情報を得るため』という目的があります。
 しかし、その他にも

【新聞紙の使い方】

- ① 『ものを包む』 ② 『燃やして火をおこす』 ③ 『窓ガラスをふく』
 - ④ 『棒にして字やパンパツゴらこをさす』 ⑤ 『折って入れ物にする』
 - ⑥ 『巻いたとき、服の下に入れて寒さを防ぐ』 ⑦ 『丸めてボールにして遊ぶ』
 - ⑧ 『めらした紙、軸かまくらぎって部屋にまきホコリを取る。』
- などなどいろいろなことに使うことができます。

そこで、チャレンジ！

「ペットボトル」はどんな使い方ができるでしょうか。

その使い方をできるだけたくさん考え書いてください。

* これにはまちがいがいいということはありませんので、
 自分で考えたことを2分間でできるだけ書いてください。



『ペットボトル』の使い方

1 _____ 2 _____

3 _____ 4 _____

5 _____ 6 _____

7 _____ 8 _____

9 _____ 10 _____

11 _____ 12 _____

