

平成23年6月13日現在

機関番号：20500752  
研究種目：基盤研究(C)  
研究期間：20年度～22年度  
課題番号：20500752  
研究課題名（和文） 小・中学生の理科実験活動にみられる創造的思考の実証的研究

研究課題名（英文） A Empirical Study on Elementary and Lower secondary students' Creative Thinking in Science Experimental Activities.

研究代表者  
尾崎 浩已 (OZAKI KOJI)  
岐阜聖徳学園大学・教育学部・非常勤講師  
研究者番号：40033659

研究成果の概要（和文）：

3つの部品を使って目標物を考案する課題を実施して、Finkeらのジェネプロアモデルの有効性を確認した。また、部品や目標物を理科教材に代えても、このモデルの有効性が確認できた。同時にこのモデルの不備も指摘できた。また、小学生では思考負荷が創造的思考を促進しないことが発見できた。一方、小学校の実験活動でこのモデルの適用を試みた。また、理科の学力と創造的思考は分化したり未分化である中学生が混在していることが分かった。

研究成果の概要（英文）：

The tasks in which subjects create a product using 3 parts are taken for many kinds of subjects. Consequently, the Geneplore Model was confirmed. But it is clarified that some defects were in this model and the load of thinking is not effective for elementary school students. This model was confirmed by the task made from science teaching materials. Science lessons based on this model could be carried out for 4<sup>th</sup> grade students. On the one hand, it is found that 7<sup>th</sup> grade classes consist of unspecialized and specialized students.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20年度	1,100,000	330,000	1,430,000
21年度	1,100,000	330,000	1,430,000
22年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：創造的思考、ジェネプロアモデル、創造課題、思考負荷、小・中理科授業

### 1. 研究開始当初の背景

Finkeら（1999）は、創造的認知モデルとして図1のジェネプロアモデルを提案した。このモデルには、発明先行構造を描く生成段階と発明先行構造を解釈する探索段階の処理過程がある。発明先行構造は最終的に外在化される産出物の内的先行物であり、探索過程を経て修正され生成段階に戻されるサイクルを重ねる。その中で、最終産出物への制約が

生成段階と探索段階に持ち込まれる。

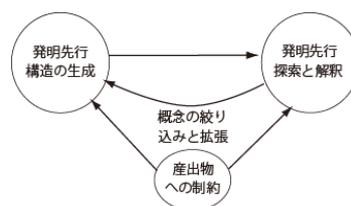


図1 ジェネプロアモデル

Finkeらは、図1のモデルを検証するための創造課題を考案して実施した。創造課題は、図2の立体的構造

物である部品の中の3つを使用して表1の8個のカテゴリの一つを産出物となる目標物にして考案させている。

表1 目標物 カテゴリ		
		
		
		
		
		
		

図2 部品

その際、目標物や部品の与え方などは、被験者に自由選択させるか、被験者が指定するなどして制約を変えるようにしてある。

この課題を大学生に実施し、制約が考案物にどう影響するのかが研究された。その研究結果の中から本研究で扱うものを下に示す。

<結果1> 発明先行構造の生成段階で使う部品が制約されるほど創造的発明を促す。

<結果2> 目標物のカテゴリを制約することは創造的発明の可能性を高める。

<結果3> 目標物を知る前に発明先行構造を生成する方が創造的発明を促す。

<結果4> 自分で生成した発明先行構造を利用した方がよい。

次に、本研究で取り上げる理由を示す。

(1) 上記の結果は、部品は自由に選べて、目標とする産出物も自由に選択すれば思考の幅も広がり、より創造的思考ができるという直感的な常識と反する内容となっている。そこで、<結果1>から<結果4>が日本の被験者でも成立するのかを検討してみることは、図1のモデルを確かめる上で大切である。

(2) 理科教育の中でジェネプロアモデルが有用かどうかを検討するには、産出物である目標物や部品を理科教材に代用した課題を作成実施して見る必要がある。

(3) 児童生徒の創造的思考が理科授業を通して研究されるなら、創造的思考を育成する理科教育実践の基礎的データを提供できる。

## 2. 研究目的

### (1) ジェネプロアモデルの検証

① 上記の<結果1><結果2>を検討する。

② <結果4>を検討する。

③ 被験者を小学生にして検討する。

(2) 表1の目標物や図1の部品を理科教育に関連する内容に置き換えた創造課題を作成し、創造的思考の発現の仕方を調べる。

① 研究目的(1)①に準じた目的にする。

② 上記の<結果3>を検討する。

### (3) 小・中学校理科授業を通じた研究

① 小学校理科の実験活動に制約がどう影響をするかを調べる。

③ 中学生の創造的思考と学力の関係を調べる。

## 3. 研究方法

### (1) ジェネプロアモデルの検証

#### ① 研究目的(1)の①の研究手法

1) 被験者：教育学部の大学生 98名

2) 創造課題：課題1は図1の部品から3つを自由選択させ、目標物は実験者が指定して与えた。その手順を次に示す。

<手順1>ここでは、目標物を「おもちゃとゲーム」とします。15種類の部品から自分で3つ選んで下さい。合図と同時に、これらの部品を組み合わせ「おもちゃとゲーム」として何か役に立つ物を、頭の中で考案して下さい。(2分間)

<手順2>今、考案した「おもちゃとゲーム」は何ですか。それに題名(名前)を付けて下さい。また、それがどんな場所で、どのように使う物なのか、説明文を付けた図などで示して下さい。他人が見ても分かるような描き方をして下さい。複数の物が考案できた場合には、それをすべて下の枠に書いて下さい。(5分間) (枠は省略)

課題2は、目標物は被験者に自由に1つ選択させ、部品は被験者が指定した。

課題3は、部品も目標物も指定した。

3) 各課題の考案物から、実用性と独創性と創造性それぞれに該当する数と割合を調べ、結果を比較した。実用性は、実現可能か、部品を適切に使っているか、機能や形状はよいかの基準で5段階評定し、評定点が4か5の考案物を実用性に該当するとした。また独創性に該当する考案物は、従来品との相違性、部品の奇抜な使用、希少性などを基準にして評定して選ばれた。さらに、実用性と独創性の評定点が共に4や5の考案物を創造性に該当するとした。

4) 部品や目標物を自分で選ぶ方法Aと、材料や目標物が指定される方法Bのどちらが考案しやすいかの意識調査をした。知識調査は課題1から3を行う事前と事後で実施した。

#### ② 研究目的(1)の②の研究手法

1) 被験者：教育学部の大学生の144人をA群とB群に2分した。

2) 創造課題：使用する発明先行構造が自分のものか、他人のものかにより考案物がどう影響をうけるかを調べられる課題1a、課題

1b、課題 2a、課題 2b の 4 つ作成した。各課題は、図 2 の部品から立方体、チューブ、十字を指定して示し、それらを組合せた発明先行構造をイメージさせて、それを図に書かせる。次に、課題 1a と課題 1b では自分の発明先行構造を用い、1a は「身につけるもの」、1b は「武器」を目標物にした。

課題 2a と課題 2b では、各被験者が発明先行構造を作成した後に被験者間で交換し、自分の作成した発明先行構造の図ではなく、他人の発明先行構造の図を用いる。その図をもとにして、2a は「身につけるもの」2b は「武器」を考案させた。これにより、目標物の違いではなく、発明先行構造が自分のものか他人のものかの違いが比較できるようにした。

3) A 群と B 群の課題の実施順序

A 群： 課題 1a → 課題 2b

B 群： 課題 1b → 課題 2a

4) 課題の集計は研究方法(1)3)に準じた。

③ 研究目的 (1)の③の研究手法

1) 被験者：小学校 4 年生 39 名  
大学生 42 名

2) 創造課題：図 2 の部品から選んだ 3 つを使用し、目標物は表 1 のカテゴリの一つを選んで役立つものを考案させる課題であるが、制約のかけ方が違う次の 4 つの課題 11、課題 12 課題 13、課題 14 を作成した。

課題 11：部品と目標物は自由選択。

課題 12：部品は指定、目標物は自由選択。

課題 13：部品は自由選択、目標物は指定。

課題 14：部品と目標物は指定。

3) 結果の集計等は研究方法(1) 3)に同じ。

(2) 理科教材を用いた課題開発と実施調査

① 研究目的(2)の①の研究手法

1) 被験者：大学生 208 名

2) 創造課題：図 2 の部品の代わりに理科教材に関連した部品として図 3 に示すものを用い、産出物は表 2 に示すものを考案した。

これらを用いて次の 4 つ課題を作成した。

課題 21：部品は指定、目標物は自由選択。

課題 22：部品は自由選択、目標物は指定。

課題 23：部品と目標物は指定。

表 2 理科関連の目標物

カテゴリ	理科との関連
1.浮くもの	浮力
2.音が出るもの	音
3.変わったハネ方をするもの	弾性
4.熱がでるもの	熱
5.周期的な動きをするもの	周期運動
6.飛ぶもの	運動



図 3 理科教材に関連した部品

3) 結果の集計は研究方法(1) 3)に準じた。

② 研究目的(2)の②の研究手法

1) 被験者：研究方法(2)①1)と同じ大学生。

2) 創造課題：問題 23 と同じ目標物と部品を指定するが、部品のみをはじめに与えて発明先行構造を作らせ、その後目標物を与える問題 24 を作成した。その他の課題の取り組ませ方は、課題 23 に準じている。

3) 課題の集計は研究方法(1)①3)に準じた。また、課題 23 と課題 24 を比較し考察した。

(3) 小・中理科授業実践を通じた検討

① 研究目的(3)の①の研究手法

1) 被験者：小学校 3 年の一組(40 名)と二組(40 名)の児童であり、それぞれの組を 2 つの均質な 1 群と 2 群に分けた。1 群は後述する部品に制約があり、2 群は部品に制約がない中で製作活動をさせた。

2) 被験者の授業：1 時間分の授業の中で電球と電池を使った制作活動をする。この活動では、<おもちゃづくり用の部品>に示す 12 種の部品を用いて、「明かりがつくおもちゃ」を目標物として製作をさせるが、1 群と 2 群の活動は次のようになっている。

1 群の活動は、乾電池と豆電球とエナメル線が与えられた上で部品の e と g と k の 3 種が指定され、それを使って目標物をつくる。

2 群の活動は、乾電池と豆電球とエナメル線が与えられた上で部品の 3 つは自由選択にして目標物をつくる。

<おもちゃづくり用の部品>

- a. 空き缶、 b. 筒、 c. 空きカップ、 d. ふた
- e. はさむもの(各種クリップなど)、 f. 板
- g. 長方形の箱状のもの (牛乳パック)
- h. 棒状のもの (モール・割り箸)
- i. 球、 j. 長方形のトレイ
- k. 紙状のもの (アルミホイル・白い紙)
- l. 先がとがったもの (釘・画鋸 3 種類)

3) 授業の実施方法：1 群と 2 群は、別々

の教室で行ない他人の作品が見えないようにした。

#### 4) 創造性の尺度と得点化について

独創性、柔軟性、生産性、実用性の4つの下位尺度から創造性を求めた。各尺度は、全使用方法の5%未満の頻度にあたるか、あるいは、観察者が質的に判断して決める。

<独創性>：他の人が思いつきにくい部品の使用例があると1点を加算する。

<柔軟性>：製作活動で工夫の観点数を観察する。これは思考の広さが反映しており、観点数を得点とする。工夫の観点は工夫1から工夫5あり、その工夫の有無を観察する。

工夫1；豆電球に色を塗る・豆電球にセロハンをかぶせるなど。

工夫2；導線の長さが足りないとき、新しい導線をつないだり、電気を通す導線以外の物でつなぐなど。

工夫3から5は省略

<生産性>：全製作物の数を得点とする。

<実用性>：多く児童が遊びたい製作物かどうかで判断する。具体的には、被験者でない児童40名に遊びたい製作物を一人1投票で選ばせ、投票数を得点とした。

4) 10名の観察者(大学4年生)を設け、被験者4人の活動を一人の観察者が観察して下位尺度の得点化を行った。

#### ② 研究目的(3)の②の研究手法

1) 被験者：中学校の1年生76名

2) 理科学力考査：1学期末に行われた定期考査を使用した。定期考査は植物教材を学習した後に行われ、学習内容の理解を調べる次の8問題が出題されていた。その内容は、葉脈、維管束、葉緑素、表皮細胞、根毛、被子植物の記憶を問う問題、単子葉類と双子葉類の学習記憶を問う問題、花の特徴や顕微鏡の使い方など、授業の内容を理解し記憶して回答するものであった。

3) 理科版創造性検査と得点化の方法：

理科の事象について一問多答式の次の6つの質問をして拡散的思考をさせる。その例は、「タイコをたたいても音がきこえなかった。そうなる原因を多く書いて下さい。」とか「ビーカーに、水と油がそれぞれ入れてあります。この二つを見分ける方法を多く示して下さい。」とか「ろうそくの炎を観察し、多くの気づきを書いて下さい。」といった内容にした。

この検査は、下に示す流暢性、柔軟性、独創性の尺度を設けて得点化した。

<流暢性>：多くの回答ができるかという思考の速さを評価する。回答のうち適切な回答の数を素点として与えた。

<柔軟性>：いくつもの観点で考えられるかという思考の広さを評価する。観点数を素点とする。いくら多くの回答でも同じ観点で回答した場合は1点しかない。

<独創性>：全回答数の5%未満の回答した数を得点とした。すなわち希少性を調べる。

#### 4) 結果の検討方法：

理科学力考査の得点と理科版創造性検査の得点との関連性を比較した。比較に当たっては、学力得点と創造性得点の相関係数を求めて比較した。

### 4. 研究成果

#### (1) ジェネプロアモデルの検証結果と考察

##### ① 研究方法(1)の①の結果と考察

課題1から3の全考案数は189、172、138となり、評定観点の出現率は図4となった。

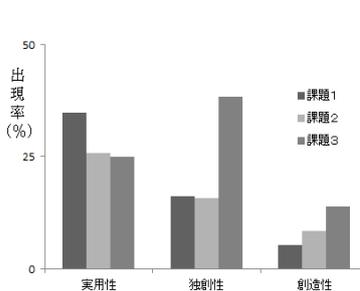


図4 課題1から3の結果

表3には、課題遂行の前後の意識調査の結果をまとめた。

図4より、制約の大きい課題3で

は、全考案数は少なく、また、実用性出現率も少ない。しかし、創造性のある考案物が多くなっていった。すなわち、制約が大きいと思考負荷がかかり、それでよく考えて創造的になれるが、考案物の全体の数は多くはない。反対に、部品あるいは目標物が自由選択できると考案し易く多くの産出物を得られるが、ありふれた物を思い付き、独創性や創造性に欠けるということを示している。

表3 課題の前後における意識調査 (%)

	事前	事後
方法A(制約なし)	72	0
方法B(制約あり)	5	100

一方、表3の結果から、課題を遂行すると思考負荷を体験して考えを巡らせる経験をすることにより、事後では制約のある方法Bを選択し意識を変更したといえる。

##### ② 研究方法(1)の②の結果と考察

課題1aと課題2aの結果を図5に、課題1bと課題2bの結果を図6に示した。

図5と図6より、評定観点の創造性には、

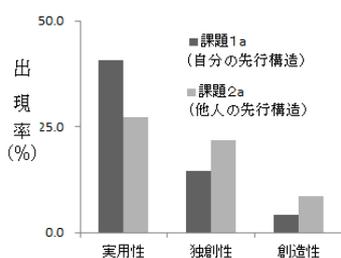


図5 身につけるもの課題

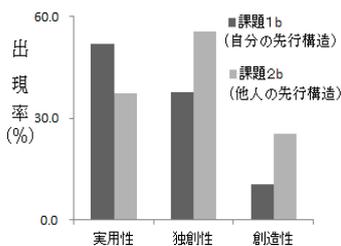


図6 武器の課題

他人の発明先行構造を使用した方が、該当例はより多くみられた。

また獨創性の評定観点でも該当例はより多くみられた。

反対に実用性では、逆の傾向がみられた。

図5では目標物を身につけるものにし、図6は武器にした。そのため、

目標物の違いではなく他人の発明先行構造を使用するか自分のものを使用するかで創造性は依存していたといえる。従って、本研究からは次の結論が得られた。

他人の発明先行構造を用いると思考負荷がより大きくなり獨創性や創造性のある創造的思考が促される。逆に、自分の発明先行構造を使用する方は思考負荷が少なく創造的な思考をする必要がなくなるが、しかし、実用性のある考案物の数は多くなる。これらは課題1から3の結果と矛盾していない。

一方、Finkeらの結果は、1.の項の<結果4>と本研究とは逆の結果となった。Finkeらは、自分の発明先行構造を使用する場合は、ジェネプロアモデルのサイクルを成さずに、目標へとプロセスが進んだと説明している。

しかし、本研究では、思考負荷の観点からより一貫した説明が可能となっており、Finkeらの考察よりも優れているといえる。

③ 研究方法(1)の③の結果と考察

課題11から課題14の結果を図7に示す。

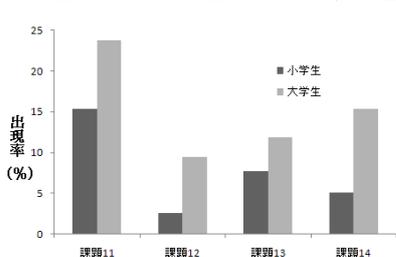


図7 創造性のある考案物の出現率

図7では、制約のある課題12、課題13、課題14に比べて課題11の創造性出現

率は、小学生も大学生も高くなっていた。すなわち、部品も目標物も自由に選択できる方が制約があるよりも創造性の出現率が高い。

この結果は次のように考えることが可能である。すなわち、自由が十分確保されると拡散的思考が促される。この拡散的思考の効果は、思考負荷の効果以上の影響を与えることがある。また、思考負荷が強過ぎると思考停止状態に陥るため、思考を巡らす作用が阻害される場合があると考えられる。これらの点は、検討すべき今後の研究課題となる。

次に、課題12、課題13、課題14の大学生の創造性の出現率は、図4の3課題の創造性の出現率と同じ傾向を示した。しかし、小学生は大学生に比べて創造性の出現率が低い。それは、知識量が少ない小学生は、思考負荷がむしろ思考を妨げていると予想される。

(2) 理科教材を用いた課題の結果と考察

① 研究方法(2)の①の結果と考察

課題21から23の結果を図8に示す。

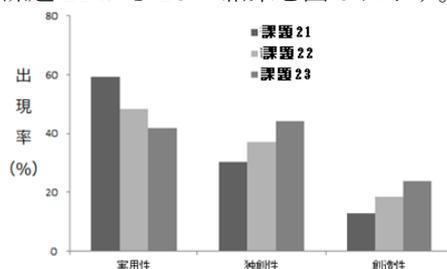


図8 理科教材を用いた課題の結果

図8の結果は、制約の大きい場合が創造的思考を促すという1.の項の<結果1>や<結果2>、及び図4と同じ結果となっていた。従って、図1のモデルは理科教育の中でも適応可能といえる。

② 研究方法(2)の②の結果と考察

課題23と24の結果を図9に示す。図9より、発明先行構造を作成した後に目標物を与えた方が獨創性と創造性にやや高い出現率を示す結果となっていた。従って、1.の

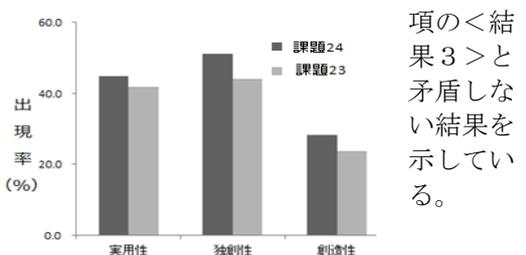


図9 発明先行構造の種類

項の<結果3>と矛盾しない結果を示している。

(3) 小・中理科授業実践を通じた検討

① 研究方法(3)の①の結果と考察

4つの下位尺度の得点結果を表4に示す。  
 表4より、制約の少ない1群はどの下位尺度においても高得点を示していた。従って、制約のない場合が、小学生にはより多くの製作物をつくり、部品使用の工夫も多く行うなど、伸び伸びと思考していたといえる。すなわち、日常経験や学習知識が十分でない小学生などでは、制約をかけて思考負荷を大きくすることが思考の鈍化に繋がると考えられる。  
 一方、大学生を被験者とした場合は、研究成果(1)の①や(2)の①の結果のように、制約を多くし思考負荷を大きくするほど創造的な思考が促されることはすでに指摘した。そこで、次のような結論に達した。

表4 創造性下位尺度の得点集計

	1群	2群
独創性	20	13
柔軟性	56	79
生産性	36	66
実用性	25	55

「制約や思考負荷は、種々の知識や思考力が備わっている場合には創造的思考を促す作用がある」という新知見が本研究から発見された。この知見はFinkeらの研究を超える内容であり、高く評価されるべきである。

② 3. 研究方法(3)の②の結果と考察

1) 理科版創造性検査の得点を3分割して、高創造群、中創造群、低創造群とし、各群内ごとに創造性得点と学力考査得点の相関係数を求めて表5に示した。

表5 創造得点と学力得点の相関係数

高創造性群	0.33
中創造性群	-0.11
低創造性群	0.68

表5より、高創造性群では、学力が高い場合には、創造的思考力も伴っており、弱い相関関係がみられるようになる。中創造性群では、知識の記憶や理解力と創造的思考力が分化しており、学力よりも創造的思考に得意な者や、逆に創造的思考力以上に学力がある者もいるため、相関がなくなつたと考えられる。低創造性群では学力と創造的思考力は正の相関があるという結果となった。このことより、低創造性群では学力と創造的思考力が未分化であり、両者は関連しあつた一体的な力のままであると考えられた。

要するに、科学的な創造的思考を高度な認知機能と考えるなら、知的な開発が不十分な

段階ではその機能が発揮されにくいと予想される。この点は今後の研究すべき課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

Aye Le Le Kye, Ozaki Koji, Historical Study on the Development of Science Education in Myanmar, 岐阜大学教育学部研究報告=教育実践研究=、査読無、Vol.11、2009, pp.73-83

A. Rezanul, K.A. Awal, Raihan Jahir & Ozaki Koji, Comparative Study on the Achieved Process Skills of Male and Female Students of Grade VIII in General Science, 岐阜大学教育学部研究報告=教育実践研究=、査読無、Vol.12 2010, P47-57

尾崎浩巳、コンソーシアムが企画・運営する岐阜方式の特色、楽しい理科授業、査読無、518巻、2009、pp.36-37

尾崎浩巳、理科ビギナーからの“授業づくりへの疑問点” 逆転現象—その時なの?、楽しい理科授業、査読無、522巻、2010、pp.21-22

[学会発表] (計5件)

Thet Htway & Ozaki Koji, 日本とミャンマーの高校物理教科書の比較、日本理科教育学会、三重大学、2008

尾崎浩巳、興味を引きつける実験要因の実証的研究、日本理科教育学会、三重大学、2008

Aye Le Le Kye, 尾崎浩巳、ミャンマーの学校教育の歴史的考察と現代的課題、日本理科教育学会、三重大学、2008

尾崎浩巳、てこの原理を題材にした思考プロセスの分析、日本理科教育学会、宮城教育大学、2009

市原貴史、尾崎浩巳、理科学習における類推的思考に関する研究、日本理科教育学会、岐阜聖徳学園大学、2011

[図書] (計1件)

尾崎浩巳、他、東洋館出版、新学指導要領に定める理科教育、2009、190

6. 研究組織

(1)研究代表者

尾崎 浩巳 (OZAKI KOJI)

岐阜聖徳学園大学・教育学部・非常勤講師

研究者番号：40033659

