

## 原著論文

## いつ、生徒の観察・実験に対する興味の“深さ”に介入すべきか？

## —理科全般に対するポジティブ感情の醸成を見据えて—

齋藤 恵介<sup>1</sup>  
 原田 勇希<sup>2</sup>  
 草場 実<sup>3</sup>

## 【要 約】

近年、興味をポジティブ感情（強度）と価値の認知（深さ）から捉える理論的枠組みが提唱されており、強度と深さを望ましい状態に導くことが重要である。また、これまでの大規模調査より、我が国の生徒は理科全般に対する興味の強度に課題があることが示唆されているが、観察・実験に対する興味の強度は比較的良好に保たれていることが明らかになっている。そのため興味に介入する場合、観察・実験を足掛かりにすることが考えられるが、強度と深さのどちらを先行して育成すべきであるかについて未検討な点が多い。そこで、本研究では観察・実験に対する興味の強度と深さに注目し、理科全般に対する興味の強度との関連を検討することを目的とした。結果より、“理科学習に対するポジティブ感情”と“観察・実験に対するポジティブ感情”は別因子として抽出できたため、両興味は並存しえる構成概念であるといえる。また、生徒の観察・実験に対するポジティブ感情が低い状態で深い価値の認知に介入することは、理科全般に対するポジティブ感情をより低減させてしまう可能性が示唆された。このことから、教師は生徒の観察・実験に対するポジティブ感情の強度に応じて、興味の深さに介入していく必要があるだろう。

【キーワード】 観察・実験に対する興味、興味の深さ、ポジティブ感情、価値の認知、動機づけ

## 1. 問題の所在

理科教師は、生徒の学習意欲を高めるために日々奮闘している。特に、観察・実験では生徒の興味・関心を少しでも高めようと日夜教材開発や授業研究に動んでいる。

本研究では、“理科全般に対する興味”と“観察・実験に対する興味”の関連性を分析し、いつどのような介入をすることが理科全般に対する興味を高めることにつながるかについて、示唆を得ることを目指す。また、本論文では“興味”を「ある特定の対象に注意を向け、それに対して積極的に関与しようとする心理状態」（鹿毛、2013）という定義から捉え議論を進める。

## 1.1 日本の理科全般に対する興味の現状

OECD（経済協力開発機構）によるPISA2015では、我が国の生徒の「科学の楽しさ」や「理科学習者としての自己効力感」などの4つの観点の指標値がいずれもOECD平均を下回っている（国立教育政策研究所、2016a）。IEA（国際教育到達度評価学会）によるTIMSS2015においても、「理科は楽しい」と肯定的回答をしている中学生の割合は国際平均よりも低いことが明らかになっている（国立教育政策研究所、2016b）。さらに、平成27、30年度の全国学力・学習状況調査における児童生徒質問紙調査の結果では、学習に対する関心・意欲・態度の質問項目において中学生では国語、算数・数学と比較して理科は顕著に肯定的回答の割合が減少する傾向が示されている（国立教育政策研究所、2015、2018）。つまり、この結果は小学生から中学生にかけて理科の動機づけが他教科よりも急速に低下することを示す。

<sup>1</sup> 高知大学大学院教育学専攻

<sup>2</sup> 秋田大学教育文化学部（受付時所属：日本学術振興会特別研究員PD・高知大学教育学部）

<sup>3</sup> 高知大学教育学部

## 1.2 “理科学習に対する興味”と“観察・実験に対する興味”の量的差異

全国学力・学習状況調査における中学3年生に対する質問紙調査では、「理科の勉強は好きですか」という質問項目よりも、「観察・実験を行うことは好きですか」という質問項目の方が肯定的回答を得られやすいことが示されている（国立教育政策研究所，2012，2015，2018）。原田・中尾・鈴木・草場（2019）は両者の差について効果量を算出し，中程度と解釈される水準であったことを報告している（平成30年度： $Cohen's d=0.514$ ，平成27年度： $Cohen's d=0.497$ ）。また，原田ら（2019）が作成した観察・実験に対する興味測定尺度の質問項目では天井効果の傾向が見受けられることが報告されている。これらの結果から理科全般に対する興味よりも観察・実験に対する興味の方が高い水準にあることが示唆される。

では，なぜ観察・実験に対する興味の質問項目の方が理科全般に対する興味の質問項目よりも高く回答されやすいのだろうか。この理由として，原田ら（2019）は以下のように述べている。観察・実験は一般的に実験室で行われ，日常の座学の授業では使用しない実験器具や試薬などを扱うため学習環境の新奇性を提供しうる。そのため，生徒は観察・実験にポジティブなイメージを持ちやすく，興味を測定する項目への肯定的回答の割合が高くなったと考えられる。

先行研究では，興味は一時的な状態である“状況的興味 (situational interest)”と，比較的持続的な個人特性としての“個人的興味 (individual interest)”に大別される (Krapp, Hidi & Renninger, 1992)。状況的興味は外的条件（環境の刺激）などによって喚起された心的状態であり，個人的興味は特定の領域に対する持続的，安定的な個人の傾向性である (鹿毛, 2013)。観察・実験では環境の新奇性が提供されるため状況的興味が喚起されやすく，そのため観察・実験に対する興味を測定するような質問項目では肯定的な回答が得られやすいと考えられている (原田ら, 2019)。

## 1.3 “理科学習に対する興味”と“観察・実験に対する興味”の質的差異

前述したように，興味とは「ある特定の対象に注意を向け，それに対して積極的に関与しようとする心理状態」と定義される (鹿毛, 2013)。つまり，観察・実験に対する興味という概念は，この興味の定義における「ある特定の対象」の部分が“観察・実

験”に置き換わったものとして考えることができる。

“観察・実験に対する興味”について研究を進めていく際には，それに先立ち，“観察・実験”という場面に特化した個人的興味の構成概念を必要とするかという点について十分に検討されている必要がある。なぜなら，“観察・実験”は“理科”という教科の一つの学習形態であり，観察・実験に対する興味は理科学習に対する興味に内包される概念であるためである。これまでの研究によって，“教科”というレベルではあらゆる動機づけ概念で教科特異性があることが示されている (e.g., Bong, 2001)。そのため“学習に対する興味”の下位に当たる“理科学習に対する興味”という個人的興味の構成概念を想定する必要がある。しかし，観察・実験に対する興味という心的状態が，理科学習に対する興味という個人的興味の構成概念を導入することで十分に説明可能であるなら，観察・実験に特化した個人的興味の構成概念を想定する必要はない (i.e., オッカムの剃刀)<sup>1)</sup>。実際，心理学では（こうした構成概念の不必要な細分化が直接的な原因となっているわけではないが）高度に類似した構成概念とそれを測定する尺度が複数存在する「構成概念の乱立」という問題が生じている (e.g., 高本・服部, 2015; 仲嶺・上條, 2019)。

この問題に対して，原田ら（2019）は観察・実験に対する興味の構成概念を検討する際，前述した全国学力・学習状況調査における「理科の勉強は好きですか」という質問と「観察や実験を行うことは好きですか」という質問の間にある肯定的回答の割合や平均値の差に注目している。この差は，「観察・実験は好きだが，理科全般はそうでもない」という生徒がおり，生徒個人の中で両興味に大きな乖離があるケースを想定できることを示唆している。これは“観察・実験”に特化した個人的興味を想定すべきであることの一つの根拠になり得る。

しかし，観察・実験に対する興味が理科学習に対する興味と弁別可能な質的に異なる構成概念といえるかについて，未だ十分に検討されていない。例えば，両興味はともに“理科学習に対する興味”という同一次元上（因子）に位置する概念であり，両者の違いは困難度（切片）の差によってのみ説明されるのであるならば，前述したような平均値差が生じる。この場合，「観察・実験は好きだが，理科全般はそうではない」という心的状態は“理科学習に対する興味”の水準として記述できることを意味しており，「理科全般は好きだが，観察・実験に対してはそうではない」という状態の個人は想定しづらいことを意味する。もしそうであるなら，オッカムの剃刀

の原則に照らせば、観察・実験に特化した個人的興味の構成概念を想定しなくとも、前述した平均値差が生じる理由を説明できる。

この問題を検討するためには、まず観察・実験に対する興味が、理科学習に対する興味と並存しえるかどうか分析する必要がある。もし、2つの興味が別の因子として想定できるのならば、理科学習に対する興味が低い生徒に対する介入方法と観察・実験に対する興味が低い生徒への介入方法は異なってくるのが考えられ、生徒の特性に応じた介入の必要性が示唆されるだろう。

#### 1.4 深い興味に介入すべきか

田中・市川(2017)は、興味をポジティブ感情の程度を指す“強度”と、興味の質的な違いを指す“深さ”の2つの観点から論じている。田中(2013)によると、浅い興味か深い興味かを決定するのはポジティブ感情の質と価値の認知の有無であり(Hidi & Renninger, 2006)、ポジティブ感情と価値の認知は2次元で表現できると述べている。また、浅い興味とは一時的にポジティブ感情が喚起された状態であり、深い興味とはポジティブ感情が生起しており、かつ価値の認知が伴っている状態である(田中, 2013)。さらに、興味の深化を促すためには価値の認知への介入を行うことが大切であり、価値の認知を伴った深い興味を育むことが重要であると述べている。原田ら(2019)は、深い興味は深い学習方略の使用を促進することを示している。また、西内・川崎・後藤(2018)は、学習者が理科学習の意義を認知することで自律性の高い動機づけが高まることを示しており、これをもって理科学習の意義を認知させることが重要であると述べている。

このように、先行研究では生徒が認知する価値や意義に介入することの重要性については言及されているが、それにいつ介入すべきかについて述べているものは少ない。そもそも観察・実験に対するポジティブ感情が生起していない生徒に対して意義の側面から介入することは有効だろうか。興味を扱う心理学研究では、最初期の興味としての“Catch”の段階(Mitchell, 1993)などの状況的興味が想定されている(Hidi & Renninger, 2006)。こうしたことを考えると、そもそも観察・実験に対するポジティブ感情が生起していない生徒に対して観察・実験の意義を説くことは、より理科学習に対するポジティブ感情を低減させてしまう可能性があると考えられる。そこで、本研究ではこの問題に対する示唆を得るため、観察・実験に対するポジティブ感情と価値の認

知に注目し、理科学習に対するポジティブ感情に及ぼす影響を検討する。

#### 1.5 高等学校理科における観察・実験の実状

本研究では高校生を対象として調査を行う。その理由は以下の2点である。

1つ目は、高校生を対象とした観察・実験に対する興味の実態を明らかにする研究が少ないためである。原田ら(2019)が中学校理科を対象としているのに対し、高校生を対象とした研究が未だなされていないため、測定値や因子構造など詳細は明らかでない。

2つ目は、高校での理科授業における観察・実験の実施状況が中学校理科とは異なると考えられるためである。児童生徒による観察や実験を「月に1~3回程度」かそれ以上実施している教員の割合が、小学校・中学校では95%以上であるのに対し、高校では高くても33%以下であることが示されている(科学技術振興機構, 2010)。こうした環境の違いが観察・実験に対する興味の形成に影響する可能性が考えられる。

## 2. 本研究の目的

本研究では、いつどのような介入をすることが理科全般に対する興味を高めるかについて示唆を得ることを目指す。具体的な目的は以下の通りである。

第1の目的は、理科学習に対する興味と観察・実験に対する興味の質的差異の有無について検討することである。第2の目的は、観察・実験に対するポジティブ感情と価値の認知の所在が理科学習に対するポジティブ感情に及ぼす影響について検討することである。

## 3. 方法

### 3.1 調査対象者

A県内の公立高校1校( $n=312$ )、B県内の公立高校1校( $n=521$ )の2校に通う高校1年生、2年生( $n=833$ )を対象とした(1年生: $n=464$ , 2年生文系: $n=223$ , 2年生理系: $n=146$ )。両対象校はいずれも平均程度からやや高い学力を持つ生徒が多いと考えられた(高校入試偏差値や大学進学率などを参照した)。

### 3.2 測定変数

すべての変数において、5件法(5:よく当てはまる~1:当てはまらない)で回答を求めた。

理科学習に対するポジティブ感情 解良・中谷(2014)が作成した生徒の課題価値評定尺度における

興味価値を使用した。具体的な項目としては、「理科の勉強の内容は、面白いと思います」、「理科の勉強は、楽しいと思います」、「理科で勉強する内容は、つまらないと思います」、「理科で勉強する内容に、興味があると思います」の4項目であった。これは、Eccles & Wigfield (2002) による期待-価値理論 (Expectancy-Value Theory) における「興味価値 (interest-enjoyment value)」に相当し、理科の楽しさ、面白さを表す。すなわち、理科学習に対するポジティブ感情と同義であると解釈できる。

**観察・実験に対する興味** 原田ら (2019) が作成した観察・実験に対する興味測定尺度 (16項目) を使用した。

### 3.3 手続き

調査は、2018年12月にA県内の公立高校、2019年1月にB県内の公立高校で理科の授業時間内に実施された。成績には関係しないことが教示された。

## 4. 結果

分析には回答に不備のなかった823名のデータを使用した。以降の因子分析やモデル比較はロバスト最尤法によって行った。

### 4.1 分析1：理科学習に対するポジティブ感情と観察・実験に対する興味の質的差異の分析

#### 4.1.1 理科学習に対するポジティブ感情の構造分析

理科学習に対するポジティブ感情4項目に対し、確証的因子分析を行った。適合度は良好であり (CFI = 0.996, TLI = 0.989, RMSEA = 0.044, SRMR = 0.008), 内的整合性も十分であったため ( $\omega = .900$ ), 1因子モデルを採択した。

#### 4.1.2 高校生の観察・実験に対する興味の構造分析

観察・実験に対する興味の16項目に対し、原田ら (2019) の論文内で検討されている3つの因子モデル (1因子, 4因子, 階層因子) の適合度指標を検討した。その結果, AIC, BIC および各適合度指標によって階層因子モデルが支持された (表1)。一方, モデ

ルの修正可能性について、以下2点の示唆が得られた。1点目は、知識獲得志向の因子負荷量が小さく、有意水準に達していなかった点である。そこで、本研究では知識獲得志向を想定しないこととした。2点目は、体験志向と思考活性志向に強い負の相関 ( $r = -.840, p < .001$ ) が見られた点である。これを受け、本研究では、体験志向と思考活性志向のグループ因子を価値の認知を反映する1つの因子として単純化したモデルにした。以上2点の修正点を踏まえ、改訂したモデル (以下、改訂-階層因子モデル) について再び確証的因子分析を行った (表2)。改訂-階層因子モデルの適合度は、オリジナルの階層因子モデルよりやや低くなったものの (AIC = 26194.735, BIC = 26458.661, CFI = 0.905, TLI = 0.882, RMSEA = 0.081, SRMR = 0.047), 許容できる水準であることと解釈の明瞭性を重視し、単純化したモデルである改訂-階層因子モデルを採択した。

改訂-階層因子モデルにおける一般因子 (general factor; 以下g) は、原田ら (2019) と同様に、観察・実験に対するポジティブ感情の強度を反映していると考えられる。また、体験志向と思考活性志向の質問項目に固有な因子 (specific factor; 以下s) は、観察・実験に対する価値の認知の所在を反映していると考えられる。因子負荷量の符号より、sの因子得点が高いほど「普通の授業とは違うことができる」という体験志向的な浅い価値の認知であることを反映していると考えられる。反対に、sの因子得点が高いほど「予想と結果を照らし合わせて深く考える」という思考活性志向的な深い価値の認知であることを反映していると考えられる。

#### 4.1.3 理科学習に対するポジティブ感情と観察・実験に対する興味の因子構造の推定

本研究の目的1である、理科学習に対するポジティブ感情と観察・実験に対する興味の質的差異を検討するため、両者の因子構造を分析した。

モデルの分析では、理科学習に対するポジティブ感情 (f) と観察・実験に対するポジティブ感情 (g) について想定されるモデルを図1に示す。fとgが同

表1 観察・実験に対する興味の各モデルの適合度指標

	情報量規準		適合度指標			
	AIC	BIC	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
1因子モデル	26522.822	26749.044	0.872	0.852	0.090	0.055
4因子モデル	26201.147	26455.646	0.904	0.883	0.080	0.048
階層因子モデル	26060.448	26357.364	0.916	0.886	0.079	0.042

表2 観察・実験における興味の因子分析結果 (改訂一階層因子モデル)

	項目内容	記述統計量		因子負荷量	
		Mean	(SD)	g	s
体験志向	1 私は、理科の観察・実験では、普通の授業とは違う体験ができることがおもしろいと思う。	4.27	(0.85)	.736***	.316***
	5 私は、理科の観察・実験では、反応の様子を実際に見られることがおもしろいと思う。	4.25	(0.80)	.751***	.341***
	9 私は、理科の観察・実験では、普段見られない現象を見られることがおもしろいと思う。	4.28	(0.76)	.730***	.328***
	13 私は、理科の観察・実験では、今までに使ったことがない実験器具を扱えることがおもしろいと思う。	3.87	(1.01)	.615***	.078 <sup>†</sup>
思考活性化志向	4 私は、理科の観察・実験では、自分の予想と違った結果になったとき、その理由を考えることがおもしろいと思う。	3.69	(0.99)	.730***	-.116*
	8 私は、理科の観察・実験では、現象の規則性や法則の理解が深まることがおもしろいと思う。	3.79	(0.92)	.717***	-.153**
	12 私は、理科の観察・実験では、予想と結果を照らし合わせて考えることがおもしろいと思う。	3.61	(0.98)	.744***	-.330***
	16 私は、理科の観察・実験では、疑問に思ったことを深く考えていくことがおもしろいと思う。	3.70	(0.96)	.720***	-.295***
	2 私は、理科の観察・実験では、やりがいがあるからおもしろいと思う。	3.99	(0.94)	.781***	
	6 私は、理科の観察・実験では、自分たちでやり遂げられることがおもしろいと思う。	3.93	(0.93)	.775***	
	10 私は、理科の観察・実験では、自分たちで課題を解決できることがおもしろいと思う。	3.64	(0.95)	.787***	
	14 私は、理科の観察・実験では、実験が成功したときにおもしろいと思う。	4.22	(0.86)	.666***	
	3 私は、理科の観察・実験では、新しい知識や実験の技能が身につくからおもしろいと思う。	4.00	(0.88)	.805***	
	7 私は、理科の観察・実験では、自分の知っている知識が増えるからおもしろいと思う。	3.98	(0.86)	.752***	
	11 私は、理科の観察・実験では、新しいことを考える力が身につくからおもしろいと思う。	3.73	(0.92)	.792***	
	15 私は、理科の観察・実験では、新しい発見があるからおもしろいと思う。	4.17	(0.84)	.758***	
		因子間相関		s	.000

<sup>†</sup>  $p < .10$ , \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

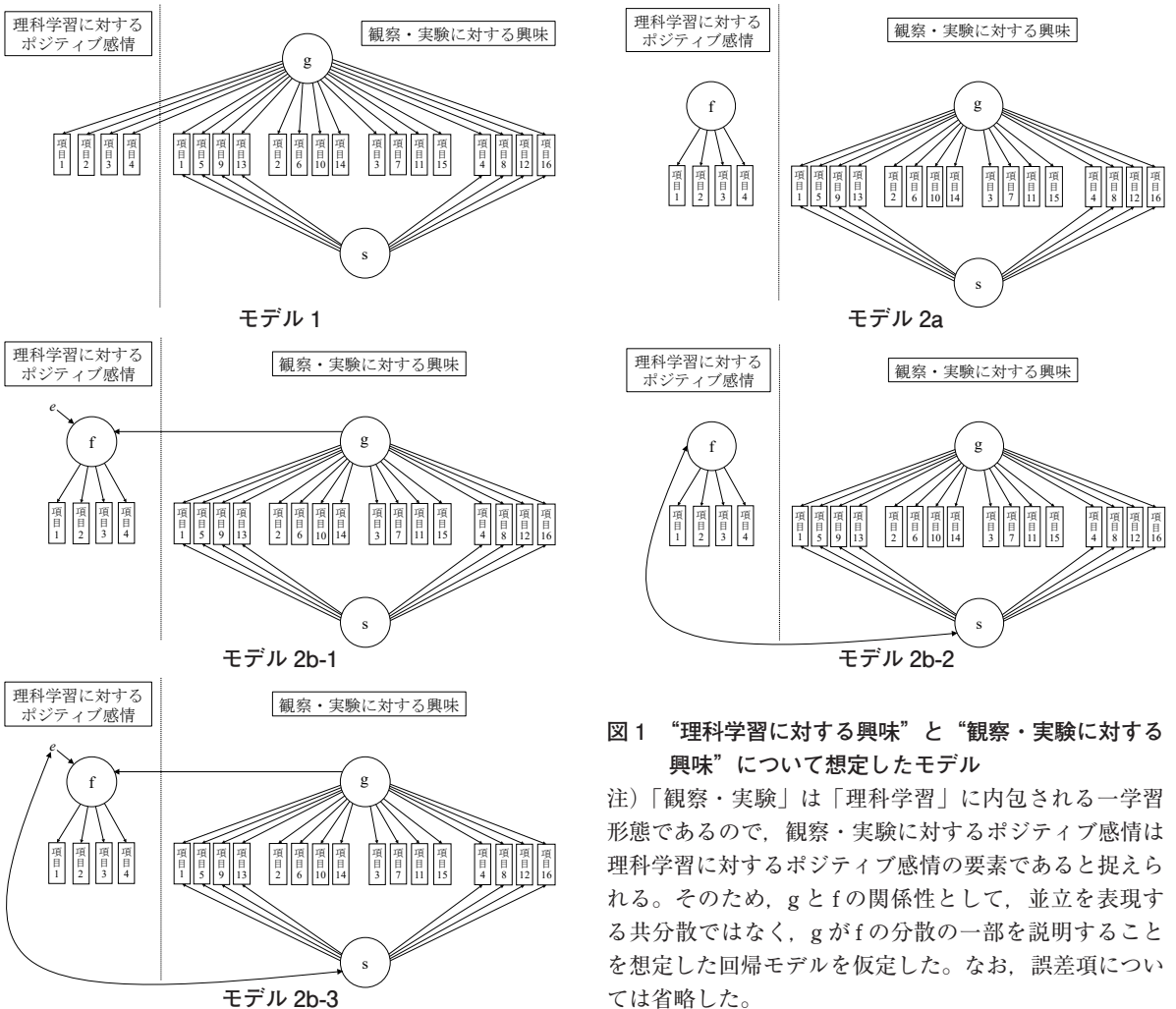


図1 “理科学習に対する興味”と“観察・実験に対する興味”について想定したモデル

注)「観察・実験」は「理科学習」に内包される一学習形態であるので、観察・実験に対するポジティブ感情は理科学習に対するポジティブ感情の要素であると捉えられる。そのため、gとfの関係性として、並立を表現する共分散ではなく、gがfの分散の一部を説明することを想定した回帰モデルを仮定した。なお、誤差項については省略した。

表3 各モデルの適合度指標の比較結果

	情報量規準		適合度指標			
	AIC	BIC	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
モデル 1	34245.587	34566.068	0.806	0.773	0.105	0.072
モデル 2a	33260.397	33580.878	0.888	0.869	0.080	0.213
モデル 2b-1	32897.817	33223.011	0.920	0.906	0.068	0.041
モデル 2b-2	33261.912	33587.106	0.888	0.867	0.081	0.212
モデル 2b-3	32899.697	33229.604	0.920	0.905	0.068	0.041

表4 各群における理科学習に対するポジティブ感情の記述統計量と分散分析の結果

		観察・実験に対する興味				分散分析		
		ポジティブ感情低群		ポジティブ感情高群		ポジティブ感情	価値の所在	交互作用
		思考活性志向的 n = 207	体験志向的 n = 183	思考活性志向的 n = 249	体験志向的 n = 184			
理科学習に対する ポジティブ感情	Mean (SD)	-0.61 (0.90)	-0.41 (0.87)	0.55 (0.72)	0.35 (0.83)	274.40*** (.25)	0.00 (.00)	11.67*** (.01)

分散分析の数値はF値 ( $\eta_p^2$ ) を示す  
\*\*\* $p < .001$

一因子であるモデル（モデル1）と，異なる因子であるモデル（モデル2）を想定した。また，モデル2はさらに細分化し，fに対するgの影響を仮定しない直交モデル（モデル2a）と，fに対するgの影響を仮定するが観察・実験に対する価値の認知（s）との相関は仮定しないモデル（モデル2b-1），fとsに相関を仮定するモデル（モデル2b-2），fに対するgの影響と，fとsに相関を仮定するモデル（モデル2b-3）を想定した。

各モデルの適合度指標を表3に示す。AIC, BIC および各適合度指標ともにモデル2b-1を支持したことから，gからfへの説明のみが想定されるモデルを採択した。両因子間の回帰係数は $\beta = .636$ ,  $p < .001$ であった。

#### 4.2 分析2：観察・実験に対するポジティブ感情と価値の認知の所在が理科学習に対するポジティブ感情に及ぼす影響

以下では，本研究の目的2である観察・実験に対するポジティブ感情と価値の認知の所在が理科学習に対するポジティブ感情に及ぼす影響を分析した。

分析にあたり，モデル2b-1における各因子（f, g, s）の因子得点を算出した。各因子得点を理科学習に対するポジティブ感情（fの因子得点），観察・実験に対するポジティブ感情（gの因子得点），観察・実験に対する価値の認知の所在（sの因子得点）の指標とした。またポジティブ感情と価値の認知の所在の2変数は平均値以上を高群，平均値以下を低群と

して群分けした。

理科学習に対するポジティブ感情を目的変数とした，観察・実験に対するポジティブ感情（高群，低群）×価値の認知の所在（体験志向的，思考活性志向的）の2要因分散分析を行った（表4）。その結果交互作用が有意であったため，単純主効果検定を行った（図2）。ポジティブ感情の低群では，体験志向的な価値の認知をしている生徒が思考活性志向的な価値の認知をしている生徒よりも理科学習に対するポジティブ感情が高かった ( $F(1, 819) = 5.62$ ,  $p$

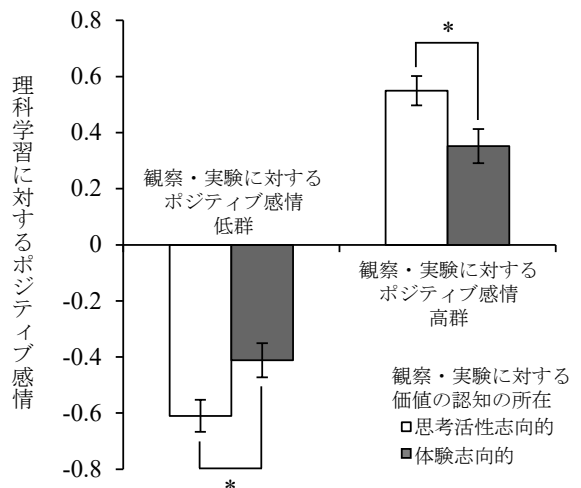


図2 単純主効果検定の結果

エラーバーは標準誤差を示す。\* $p < .05$

=.018,  $\eta_p^2=.014$ ,  $d=0.321$ )。ポジティブ感情の高群では、思考活性志向的な価値の認知をしている生徒が体験志向的な価値の認知をしている生徒よりも理科学習に対するポジティブ感情は高かった ( $F(1, 819)=6.08$ ,  $p=.014$ ,  $\eta_p^2=.014$ ,  $d=0.239$ )。

## 5. 考察

本研究の目的は、理科学習に対する興味と観察・実験に対する興味の質的差異の有無について検討すること、観察・実験に対するポジティブ感情と価値の認知の所在が理科学習に対するポジティブ感情に及ぼす影響について検討することであった。

### 5.1 観察・実験に対する興味の構造

まず、本研究で新たに見出された、高校生の観察・実験に対する興味の構造について考察する。確証的因子分析を行ったところ、適合度指標は一貫して原田ら (2019) が提案した階層因子モデルを支持していた。このことから、原田ら (2019) が提案している観察・実験に対する興味の因子構造の頑健性が確認されたといえる。

しかし、先行研究と異なる点が2点見出された。1点目は、知識獲得志向の因子負荷量が小さく有意ではなかったために抽出することができなかった点である。もう1点は、体験志向と思考活性志向との相関が原田ら (2019) と比較して ( $r=-.552$ )、非常に強い負の相関を示した点である ( $r=-.840$ )。この現象は、原田ら (2019) が対象とした中学生と高校生の発達段階の違いを反映しているものと考えられる。具体的には、高校生では観察・実験に対する価値の認知の所在が明確化し、各個人の中で浅い価値の認知である体験志向と深い価値の認知である思考活性志向が並存しえなくなったことを反映していると推察される。

このような結果の違い<sup>2)</sup>が見られた要因として以下2点が考えられる。1点は、高等学校理科では高度な学習内容を扱うようになることが影響した可能性である。より専門的な観察・実験で深く考えることが好きになる生徒と、無力感を感じ科学的に深く考えることを放棄してしまう生徒に二極化しやすいと推察される。前者の価値の認知は時間とともにより深い方向に変化していくだろうが、後者の価値の認知はより浅い方向に変化し、単に体験することだけに価値を見出すようになると考えられる。

もう1点は、中学校と高校における観察・実験の実施状況が影響した可能性である。科学技術振興機構 (2010) によると、中学校理科の授業では観察・

実験を実施している割合が多いが高等学校理科では少ない。こうした学習環境の要因が因子構造の違いを生み出したのかもしれない。しかし、この要因については未だ明らかではないため後続研究で検討される必要がある。

### 5.2 理科学習に対する興味と観察・実験に対する興味の測定次元

次に、観察・実験に対するポジティブ感情と価値の認知の所在が理科学習に対するポジティブ感情に及ぼす影響について考察する。分析の結果、理科学習に対するポジティブ感情と観察・実験に対するポジティブ感情にのみ関連を仮定したモデルが採択された。両因子の関連は有意であったものの、1つの因子としてまとめられる水準ではなかった ( $\beta=.636$ ,  $R^2=.405$ )。このことから、理科学習に対するポジティブ感情と観察・実験に対するポジティブ感情は別の因子として抽出できることから、両興味は質的に異なる心理変数であると解釈できる。すなわち、観察・実験に特化した領域固有な構成概念を想定する必要性が示唆されたと言える。

このモデル (モデル 2b-1) は何を意味するだろうか。1つは、平均して観察・実験は理科全般よりも肯定的に捉えられている傾向があるが (e.g., 国立教育政策研究所, 2012, 2015, 2018), この現象は観察・実験に対するポジティブ感情と理科学習に対するポジティブ感情が同一の次元上 (因子) の困難度 (切片) の差として解釈できるわけではないことを意味すると考えられる。換言すると、観察・実験に対するポジティブ感情は理科全般に対する興味が芽生える前段階であるということではなく、「観察・実験は好きだが、理科全般はそうではない」という生徒も「理科全般は好きだが、観察・実験はそうではない」という生徒も存在し得ると解釈できる。全体的傾向として両者には正の相関があり、かつ平均的には観察・実験の方が好まれる傾向があるものの、どちらをより肯定的に捉えるかという点については個人差があり、個人特性に応じた教育的介入が必要であることが示唆される。

もう1つは、理科学習および観察・実験のポジティブ感情の因子が観察・実験に対する価値の認知と無関連な構成概念として抽出できたことから、「理科の勉強は好きですか」や「観察や実験を行うことは好きですか」という質問項目 (e.g., 国立教育政策研究所, 2012, 2015, 2018) に対する肯定的回答の中には、浅い興味を持つ生徒と深い興味を持つ生徒が混在していることを意味すると考えられる。す

なわち、生徒の興味の状態を詳細に捉えるためにはポジティブ感情の強度を問うだけでは不十分であり、価値の認知の所在を問う質問項目 (e.g., 原田ら, 2019; 田中, 2015) が必要であると考えられる。

### 5.3 いつ観察・実験に対する興味の深さに介入するべきか

先行研究では、観察・実験を行うことは理科への興味・関心を高めると考えられており (大隅, 1991), 実際教師もそのように考えている (角屋, 2007)。また、価値の認知に介入し、深い興味を持たせることの重要性が指摘されている (原田ら, 2019; 田中, 2013, 2015) ことから、観察・実験の価値や意義を生徒に理解させることが必要だと考えられている。

では、いつ観察・実験の価値の認知に介入することが有効なのだろうか。本研究の結果より、最適な介入時期は、生徒の観察・実験に対するポジティブ感情の強度に依存することが示唆された。

単純主効果検定の結果、観察・実験に対するポジティブ感情が高い生徒では、思考活性志向的な価値の認知を持つ生徒ほど理科学習に対するポジティブ感情が有意に高いことが示された。このことから、観察・実験に対するポジティブ感情が高い生徒には、予想と結果を照らし合わせて深く考えさせるような活動を通して、観察・実験の価値や意義に気づかせるような取り組みが理科全般に対する興味をさらに高めることにつながると考えられる。

しかし、もう一方の単純主効果検定の結果、観察・実験に対するポジティブ感情が低い生徒では、観察・実験に対する価値の認知が思考活性志向的な生徒の方が体験志向的な生徒よりも、理科学習に対するポジティブ感情が有意に低いことが示された。Mitchell (1993) は、ポジティブ感情を喚起させることを“Catch”, ポジティブ感情を維持することを“Hold”と呼んでいる。そもそもポジティブ感情が喚起されていない (“Catch”されていない状態) で “Hold”しようとしても虚空を掴むだけだろう。

では、ポジティブ感情を高めるにはどのような介入方法が有効だろうか。Hidi & Renninger (2006) は、興味を4つの局面から捉えたモデルを提唱し、それぞれの局面に必要な支援方策をまとめている。そこで、Hidi & Renninger (2006) による4局面モデルから考えてみたい。状況的興味の最初期の段階では、学習環境や教育上の条件が、状況的興味を喚起し得る (Hidi & Ainley, 2008 伊藤訳, 2009)。つまり、観察・実験に対するポジティブ感情が低い生徒には、

予想と結果を照らし合わせて深く考えることを要求したりその意義を説いたりするよりも、実際に生き物や実験器具などに触れ合うことで生じる体験志向的な浅い興味を喚起し、理科特有のおもしろさを実感させることがポジティブ感情を高めることにつながると考えられる。ポジティブ感情がある程度高まり、維持されるようになってから、観察・実験の価値や意義を理解させることが、理科全般に対する興味をより望ましい状態に導くと考えられる。

また、別の方策として他の心理変数、例えば自己効力感に注目した介入も考えられる。なぜなら、先行研究によって興味と自己効力感の間には強い正の相関があることが示されているからである (e.g., Bandura & Schunk, 1981; Zimmerman, 2000)。原田ら (2019) は観察・実験に対する興味と自己効力感の間の相関関係を報告しており、自己効力感はポジティブ感情 ( $r=.759$ ) および思考活性志向 ( $r=.117$ ) と確かな正の相関があること、また体験志向と確かな負の相関 ( $r=-.200$ ) があることを報告している。このことから、自己効力感を高めることはポジティブ感情の強度と深い価値の認知の両方に良い影響を及ぼすと考えられる。また動機づけや行動の生起は、自己効力感などの期待概念と興味などの価値概念の“積”であることから (i.e., 期待×価値理論; Nagengast et al., 2011), 観察・実験に対する自己効力感と興味は相乗的に望ましい学習行動を説明すると考えられている。そのため、観察・実験による探究的活動に対する自己効力感を高めるような成功体験や言語的支援が有効だろう。例えば、鈴木 (2012) は実験によって教科書の写真と同じものを目にすることで小さな成功体験が得られると述べている。また、「褒める」「励ます」あるいは「認める」といった言語的支援によって生徒の自己効力感を効果的に強化できると述べている。こうした支援は生徒の観察・実験に対する動機づけをより望ましい状態にするのを助け、また実際の学習行動の生起を促すと考えられる。

## 6. 本研究の限界

本研究の限界として以下3点が考えられる。

本研究では、観察・実験に対するポジティブ感情の強度により効果的な介入方法が異なることが示唆された。しかし、実際の介入効果については未検討であるため、後続研究では実践的に検討していく必要があるだろう。

また、本研究の調査対象であったA県内の公立高校とB県内の公立高校はいずれも平均よりもやや高



い学力を持つ生徒が多いと考えられることから、本研究で得られた知見の一般化には慎重であるべきであり、より多様な学力の生徒を加えた分析が行われる必要があるだろう。

さらに、本研究では体験志向と思考活性志向との負の相関が強かった点について、高校生では高度な学習内容を扱うため価値の認知の所在が二極化しやすいと考察した。しかし、高等学校理科では4領域が科目として分かれるため、価値の認知に領域特異性が生じている可能性が考えられる。この点について、後続研究では因子分析などの手法を用いて領域一般因子と領域固有因子の分離やその説明率(因子間相関)の比較などを行う必要があるだろう。

## 註

- 1) ここでは心的状態としての“観察・実験に対する興味”の存在を否定しているのではないことに注意されたい。例えば、極端な例であるが、観察・実験に対する興味をさらに細分化し、“物理領域の実験に対する興味”、“電流と磁界”単元の実験に対する興味”、“電磁誘導の実験に対する興味”、“コイルの巻き数を増やした時の誘導電流の大きさを調べる実験に対する興味”というレベルにまで対象特異性を考慮した個人的興味の構成概念が必要であるかという問題と本質的に同義である。
- 2) 本文中で言及した要因以外に、高校生の進路決定では受験科目であるか否かなどが関係し、各教科の重要性に個人差が生じることが影響した可能性が考えられる。例えば、理系の大学などへの進学を希望している生徒では理科を学習することの重要性が高く、深く学習しようとする動機が生じやすいと予想される。

以上のことが考えられたので、観察・実験に対するポジティブ感情と価値の認知の所在について、2年生文系( $n=223$ )、2年生理系( $n=146$ )でWelchの $t$ 検定を行った。その結果、観察・実験に対するポジティブ感情は有意に理系の方が高かったが( $t(349.14)=5.76, p<.001, d=0.587$ )、価値の認知の所在には有意な差は見られなかった( $t(325.05)=1.02, p=.308, d=0.107$ )。この結果は、理系の方が観察・実験に対するポジティブ感情は強いものの、興味の深さは一概に理系の生徒が深く、文系の生徒が浅いとはいえないことを示す。

## 附記

本研究は令和元年度日本理科教育学会北海道支部大会で発表したデータに新たなデータと分析を加え、大幅に加筆したものである。

本研究はJSPS 科研費JP18H01017の助成を受けた。

## 謝辞

本研究の調査を行うにあたり、ご協力をいただきました調査協力校の生徒の皆様および先生の皆様には深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- Bandura, A., & Schunk, D.H. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(3), 586–598.
- Bong, M. (2001). Between- and within-domain relations of academic motivation among middle and high school students: Self-efficacy, task value, and achievement goals. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 23–34.
- Eccles, J.S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132.
- 原田勇希・中尾友紀・鈴木達也・草場実 (2019)「観察・実験に対する興味と学習方略との関連の検討—因子分析による興味の構造分析を基礎として—」『理科教育学研究』第60巻, 第2号, 409–424.
- Hidi, S., & Ainley, M. (2008). Interest and self-regulation: Relationships between two variables that influence learning. In D.H. Schunk & B.J. Zimmerman (Eds.), *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications* (pp. 77–110). New York: Routledge. (ヒディ, S.・エインリー, M.伊藤崇達(訳)(2009)興味と自己調整—学習の規定因としての相互の関係性—シャンク, D.H.・ジーマーマン, B.J. 塚野州一(監訳)自己調整学習と動機づけ(pp. 61–87)北大路書房)
- Hidi, S., & Renninger, K.A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational psychologist*, 41(2), 111–127.
- 角屋重樹 (2007)「観察・実験を通して児童・生徒に育成される力の因子論的分析」『日本教科教育学会誌』第29巻, 第4号, 37–43.
- 科学技術振興機構 (2010)「平成20年度 高等学校理科教員実態調査報告書」Retrieved from [https://www.jst.go.jp/cpse/risushien/highschool/cpse\\_report\\_009.pdf](https://www.jst.go.jp/cpse/risushien/highschool/cpse_report_009.pdf) (accessed 2020.3.15).
- 鹿毛雅治 (2013)『学習意欲の理論：動機づけの教育心理学』金子書房.
- 解良優基・中谷素之 (2014)「認知された課題価値の教授と生徒の課題価値評定, および学習行動との関連」『日本教育工学会論文誌』第38巻, 第1号, 61–71.
- 国立教育政策研究所 (2012)「平成24年度 全国学力・学習状況調査調査結果のポイント」Retrieved from <https://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/index.htm> (accessed 2019.12.12).
- 国立教育政策研究所 (2015)「平成27年度全国学力・学習状況調査の結果」Retrieved from <https://www.nier.go.jp/>

齋藤・原田・草場：いつ，生徒の観察・実験に対する興味の“深さ”に介入するべきか？

- 15chousakekkahoukoku/index.html (accessed 2019.12.12).  
国立教育政策研究所 (2016a) 「OECD 生徒の学習到達度調査～2015年調査国際結果の要約～」Retrieved from <https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html#PISA2015> (accessed 2019.12.12).
- 国立教育政策研究所 (2016b) 「国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) のポイント」Retrieved from <https://www.nier.go.jp/timss/index.html#TIMSS2015> (accessed 2019.12.12).
- 国立教育政策研究所 (2018) 「平成30年度全国学力・学習状況調査の結果」Retrieved from <https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/index.html> (accessed 2019.12.12).
- Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K.A. (1992). Interest, learning, and development. In K.A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 3–25.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424–436.
- Nagengast, B., Herbert W. Marsh, L. Francesca Scalas, Man K. Xu, Kit-Tai Hau, & Ulrich Trautwein. (2011). Who Took the “×” out of Expectancy- Value Theory? A Psychological Mystery, a Substantive-Methodological Synergy, and a Cross-National Generalization. *Psychological Science*, 22(8), 1058–1066.
- 仲嶺真・上篠菜美子 (2019) 「『心理学研究』の新心理尺度作成論文に記載された尺度作成の必要性」『心理学研究』第90巻，第2号，147–155.
- 西内舞・川崎弘作・後藤顕一 (2018) 「『理科学習の意義の認識』が「相互評価表を活用とする学習活動への動機づけ」に与える影響に関する研究—理科学習の意義を「科学的能力」から認識させる有効性と「日常生活との関連」から認識させる危険性—」『理科教育学研究』第59巻，第1号，113–123.
- 大隈紀和 (1991) 「小中学校向け理科演示実験器具の開発と現代的意義」『日本科学教育学会年会論文集』第15巻，591–592.
- 鈴木誠 (2012) 「『ボクにもできる』がやる気を引き出す—学ぶ意欲を捉え，伸ばすための処方箋—」東洋館出版社.
- 高本真寛・服部環 (2015) 「国内の心理尺度作成論文における信頼性係数の利用動向」『心理学評論』第58巻，第2号，220–235.
- 田中瑛津子 (2013) 「興味の深化を促す授業方略の検討—ポジティブ感情と価値の認知に着目して—」『教授学習心理学研究』第9巻，第1号，12–28.
- 田中瑛津子 (2015) 「理科に対する興味の分類—意味理解方略と学習行動との関連に着目して—」『教育心理学研究』第63巻，第1号，23–36.
- 田中瑛津子・市川伸一 (2017) 「学習・教育場面における興味の深化をどう捉えるか—鼎様相モデルによる諸研究の分析と統合—」『心理学評論』第60巻，第3号，203–215.
- Zimmerman, B.J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *American Journal of Educational Research*, 2016, 4(9), 652–657.

(2019年12月20日受付，2020年4月27日受理)

# When Should We Intervene in “Depth of Interest” in Observations and Experiments?: Promoting Positive Emotion in Science Learning

*Keisuke SAITO*<sup>1</sup>, *Yuki HARADA*<sup>2</sup>, *Minoru KUSABA*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University

<sup>2</sup> Faculty of Education and Human Studies, Akita University (Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science/Faculty of Education, Kochi University)

<sup>3</sup> Faculty of Education, Kochi University

## SUMMARY

In recent studies, theoretical frameworks of interest that grasp positive emotion (strength) and cognition of value (depth) has been proposed, so it is important for science education to foster positive emotion and cognition of value toward a desirable state. Previous international surveys have shown that Japanese students have weak positive emotion, yet they have strong skills in observations and experiments. Generally, it is thought to be important to promote interest in science learning through observations and experiments. However, previous studies have not yet determined the optimal conditions for intervention in “depth of interest”. Therefore, in this study, we focused on strength and depth of interest in observations and experiments and aimed to consider the relationship of those factors with positive emotion in science learning. Our results show that “positive emotion in science learning” and “positive emotion in observations and experiments” could be extracted and examined as different factors, so it is considered that both interests are coexisting yet independent constructions. In addition, it was suggested that intervening in deep cognition of value for students with low positive emotion in observations and experiments can actually decrease their positive feelings toward science learning. Due to the interplay of these factors, teachers need to take care to intervene in depth of interest depending on the student’s strength of positive emotion in observations and experiments.

<Key words> interest in observations and experiments, depth of interest, positive emotion, cognition of value, motivation