

高校生の化学に対する意識調査（第2報）

山田 洋一，小野 博史

宇都宮大学教育学部研究紀要 第68号 別刷

2018年2月28日

高校生の化学に対する意識調査 (第2報)

The Attitude Survey of High-school Students about Chemistry and Chemical Education (Part 2)

山田 洋一[†], 小野 博史[‡]
Yoichi YAMADA and Hiroshi ONO

概要 (Summary)

平成28年4月から11月までの8ヶ月に渡り、栃木県、静岡県、沖縄県の県立高校（共学）普通科の化学基礎を履修中、または履修済みの2年生、化学を履修中の3年生を対象にアンケート調査票による調査を行った。対象校・対象者数は、栃木県5校（男子770名女子826名）、静岡県3校（男子502名女子411名）、沖縄県3校（男子366名女子427名）で、合わせて、男子1638名、女子1664名、合計3302名である。前報に引き続き、クロス表分析、因子分析、及び重回帰分析の手法を用いて解析した結果について、詳細に報告する。

キーワード：意識調査, 高校生, 化学, 化学教育

1. はじめに

前報[1]では、平成28年度実施の高校生3302名に対する「化学」に対する意識調査（アンケート）で得られた基礎データを、基礎データ分析、キーワード分析の手法を用いて詳細に解析した結果を報告した。ここでは、同じ基礎データについてさらに、クロス表分析、因子分析、及び重回帰分析の手法を用いて詳細に解析したところ、興味ある結果が得られたので、第2報として報告する。

2. アンケート調査の対象と実施方法

今回用いた基礎データは、前報[1]で使った栃木県、静岡県、沖縄県の県立高校（共学）普通科の化学基礎を履修中、または履修済みの2年生、化学を履修中の3年生を対象にアンケート調査票による調査の結果である。対象校・対象者数を再掲すると、栃木県5校（男子770名女子826名）、静岡県3校（男子502名女子411名）、沖縄県3校（男子366名女子427名）で、合わせて、男子1638名、女子1664名、合計3302名である。

3. 結果及び考察

クロス表分析、因子分析、及び重回帰分析で解析した結果を、順次述べる。

分類上の略式表現についても前報[1]に従い、「化学の勉強は好きだ。（化学好き）」、「化学の勉強は大切だ。（化学大切）」、「化学の勉強は、入学試験や就職試験に必要だ。（化学必要）」、「化学の勉強は、

[†] 宇都宮大学 教育学部 (連絡先: yamadayo@cc.utsunomiya-u.ac.jp 山田洋一)

[‡] 琉球大学大学院人文社会科学部 博士前期課程 (現在)

入学試験や就職試験に関係なく大切だ。(関係なく)」、及び「化学の勉強をすれば、疑問を解決したり、予想を確かめる力がつく。(問題解決)」とした。それぞれ、肯定意見と否定意見に分けている。

(1) クロス表分析

「化学好き」を基準とし、「化学大切」、「化学必要」、「関係なく」、「問題解決」の四項目との関係を、それぞれ3-D縦棒グラフ(Excel)で県ごとにまとめた(Figures 1-12)。

まず、Figures 1-4が栃木県高校(5校の平均値)のクロス表である。

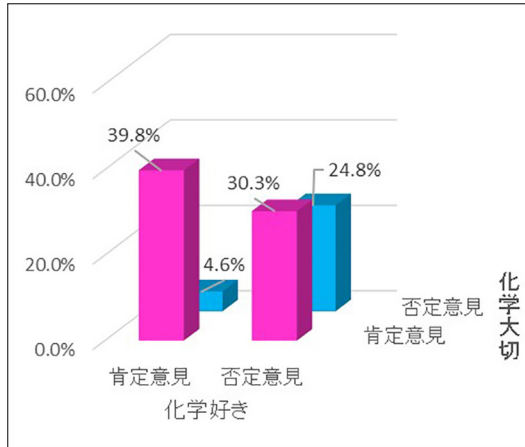


Figure 1. 化学好き×化学大切(栃木県高校)

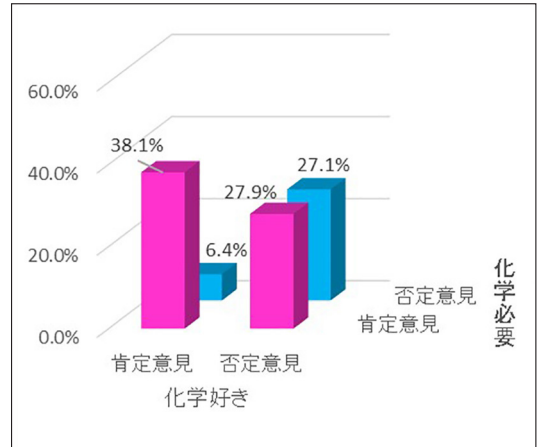


Figure 2. 化学好き×化学必要(栃木県高校)

これらの図は、「化学好き」に対して図の左側の赤と青のカラム (Figure 1 ではそれぞれ39.8%と4.6%)が肯定意見、右側の赤と青のカラム (同様に30.3%と24.8%)が否定意見を意味している。さらに「化学大切」、「化学必要」、「関係なく」、「問題解決」の四項目に対する肯定意見が赤いカラム2本、否定意見が青いカラム2本である。例えば、Figure 1 では、「化学大切」に対する肯定意見が赤のカラム2本(39.8%と30.3%)で、否定意見が青のカラム2本(4.6%と24.8%)である。

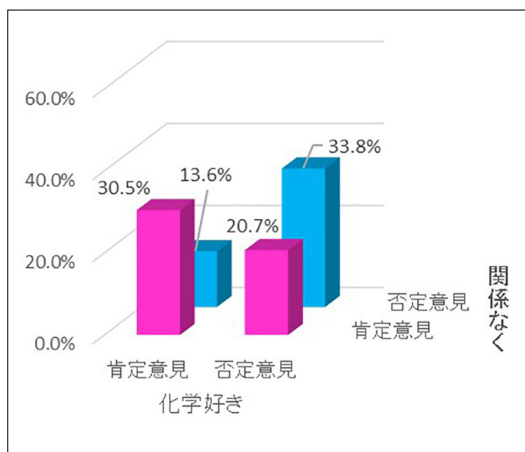


Figure 3. 化学好き×関係なく(栃木県高校)

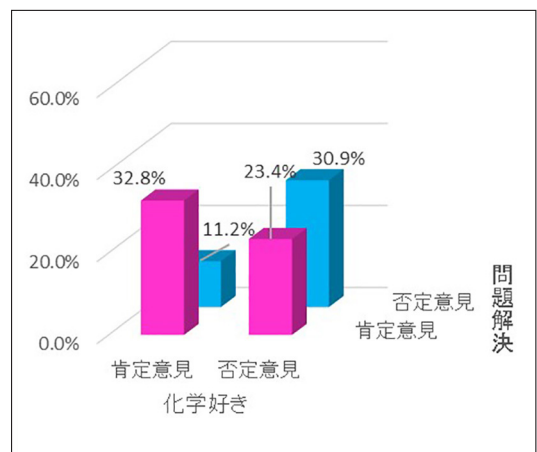


Figure 4. 化学好き×問題解決(栃木県高校)

Figures 1-4に共通することは、「化学好き(肯定)」かつ「四項目(否定)」の割合(左後の青いカラム)が、4つの中で一番低く(Figure 1では46%, Figure 2では6.4%, Figure 3では13.6%, Figure 4では11.2%)になっていることである。これは、「化学の勉強は好きだ」に対して肯定意見を持つものは、ほかの四項目いずれにも否定意見を持ちにくいことを示している。

Figure 3に示された「化学好き(否定)」かつ「関係なく(否定)」の割合(右後の青いカラム, 33.8%)を減らすことが課題であることがうかがえる。「化学の勉強は好きだ」に対して肯定意見を持たせるべきであることは前述の通りであるが、前報[1]のキーワード分析で示した通り、「関係なく」に肯定意見を持つ生徒は、化学は大切であると思う理由の記述に目標類のキーワードを多く用いている傾向にあることがわかっている。本研究では「関係なく」に肯定意見を持つことと、目標類のキーワードを用いることの因果関係までは捉えられないが、「化学好き(否定)かつ」「関係なく(否定)」の割合を減らすための手がかりになると考えられる。

Figures 5-8が静岡県高校(3校の平均値)のクロス表である。Figures 5-8についても栃木県高校と同様に「化学好き(肯定)」かつ「四項目(否定)」の割合が、4つの組み合わせの中で一番低くなっている。

一方で他の二県と比較すると、「化学好き(否定)かつ」「問題解決(否定)」の割合が低く(Figures 4, 8, 12より栃木県は30.9%, 静岡県21.6%, 沖縄県は32.5%), 「化学好き(肯定)かつ」「問題解決(肯定)」の割合が高いことが特徴的である。前報[1]の基礎データ分析のTables 2, 11より、静岡県は「化学好き」と「問題解決」の相関係数が負の方向に大きいことがわかっているが、「化学好き(否定)かつ」「問題解決(否定)」の割合が低いことがその一因であると考えられる。つまり、「化学好き」と「問題解決」の相関係数の負の方向への大きさは、「化学の勉強は好き」であれば、「化学の勉強は問題解決」につながらないという意識に、「化学の勉強は好きではない」のであれば、「化学の勉強は問題解決」につながるという意識になる、というわけではないことに留意しなければならないことがわかった。

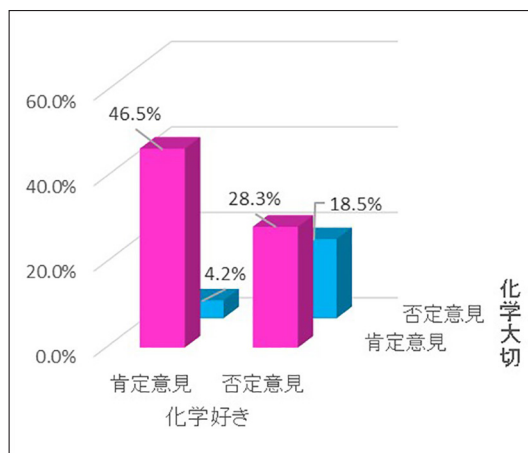


Figure 5. 化学好き×化学大切(静岡県高校)

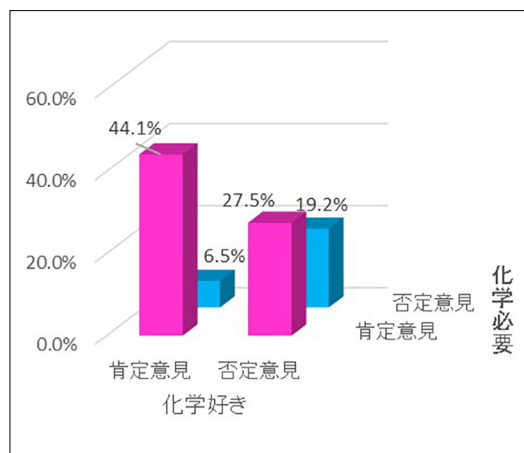


Figure 6. 化学好き×化学必要(静岡県高校)

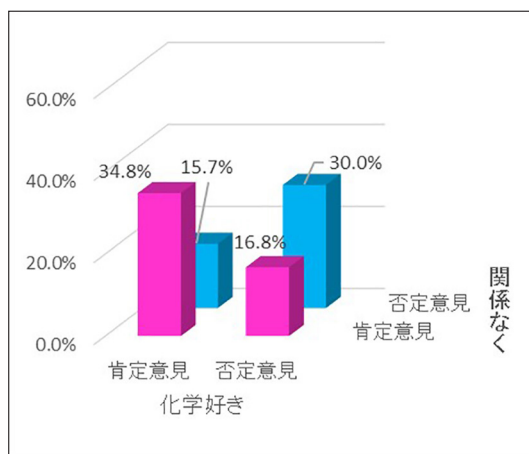


Figure 7. 化学好き×関係なく(静岡県高校)

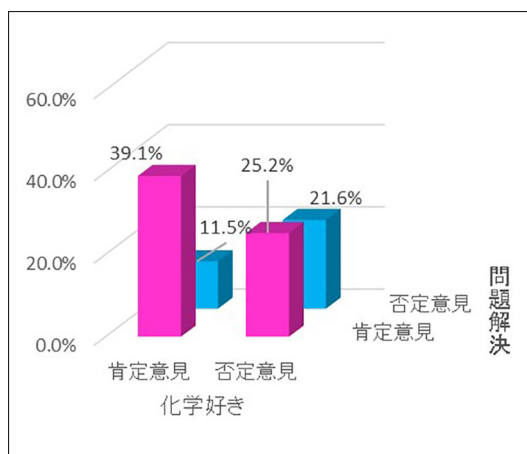


Figure 8. 化学好き×問題解決(静岡県高校)

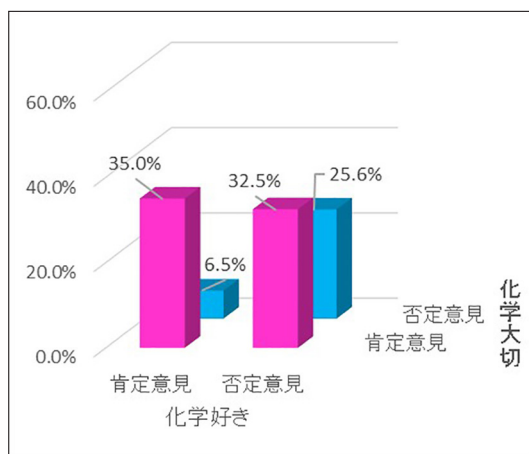


Figure 9. 化学好き×化学大切(沖縄県高校)

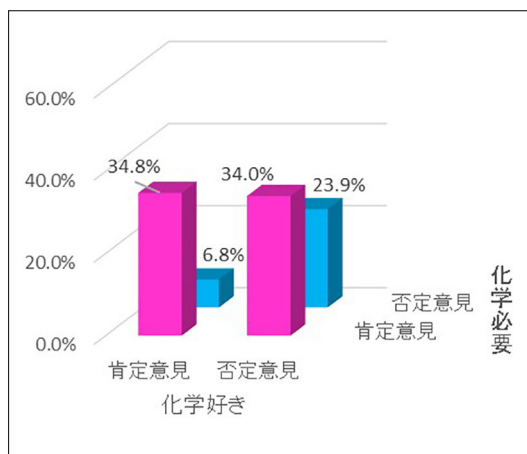


Figure 10. 化学好き×化学必要(沖縄県高校)

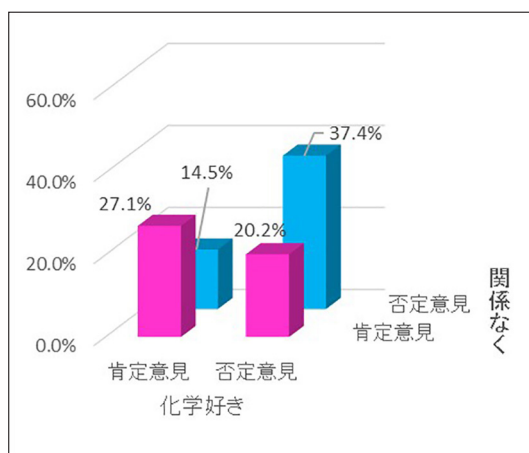


Figure 11. 化学好き×関係なく(沖縄県高校)

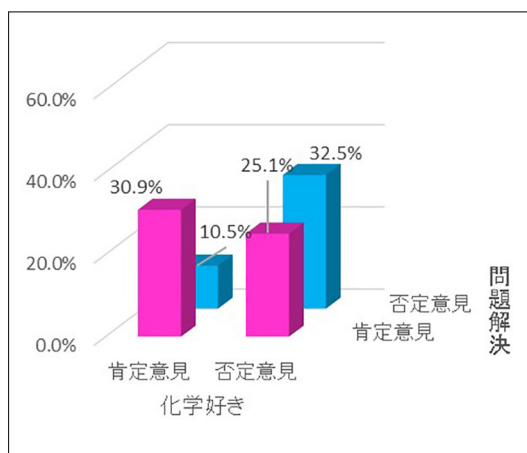


Figure 12. 化学好き×問題解決(沖縄県高校)

Figures 9-12が沖縄県の高校全体のクロス表である。Figures 9-12についても他の2県と同様に「化学好き(肯定)」かつ「四項目(否定)」の割合が、4つの組み合わせの中で一番低くなっている。

他の二県と比べて、特徴的であるのはFigures 9-12全てにおいて、「化学好き(肯定)」かつ「四項目(肯定)」の割合と、「化学好き(否定)」かつ「四項目(肯定)」の割合の差が他県のどの項目よりも小さいことである。つまり、「化学の勉強は好き」であろうが、なかろうが、「四項目(肯定)」に与える影響は少ないことがわかる。

全ての県、全ての項目に共通することは、「化学好き(肯定)」かつ「四項目(否定)」の割合が一番低くなっていることである(Figures 1-12)。つまり、いずれの項目も「化学好き」に否定意見を持つ者に主眼を置き、対応することで、全体的に肯定意見のポイントが増えやすくなることがわかる。これは、「化学の勉強は好きだ」と感じてもらうべきであるという主張を補強するものである。

また全ての県において、「化学好き(否定)」かつ「関係なく(否定)」の割合が30%を超えており、特に栃木県と沖縄県の高校では割合が一番高くなっている(Figures 3, 7, 11)。これは3県に共通して浮き彫りとなった課題である。

高校ごとのクロス表もまとめたが、ここではその考察だけ行うこととする。

各高校別に見ると、S2高校の「化学好き×関係なく」を除いて、全ての高校で「化学好き(肯定)」かつ「四項目(否定)」の割合が一番低くなっていることが確認された。県単位の分析のときと同様、「化学好き」に否定意見を持つものに主眼を置き、対応することの重要性が示された。

高校ごとの「化学好き」の肯定意見の割合が小さくなるにつれ、「化学好き(肯定)」かつ「関係なく(肯定)」の割合から「化学好き(否定)」かつ「関係なく(否定)」の割合を引いた差が、負の方向に大きくなることが確認された。これは、「化学好き」の肯定意見を高くする手立てを打つことで、「化学好き(否定)」かつ「関係なく(否定)」の割合を減らすことができる可能性を示唆しており、「化学好き」の肯定意見の割合を増やすべきという方向性が見えてこよう。

(2) 因子分析

本節では高校生の「化学に対する意識」の分類法検討のために、因子分析を行った[2], [3]。具体的には「化学好き」、「化学大切」、「化学必要」、「関係なく」、「問題解決」の5変数に、「中学校理科で第1分野の粒子分野(化学領域:物質の成り立ち,水溶液,状態変化,化学変化,酸・アルカリとイオンなど)についての勉強が好きだった。(以下,中学化学)」,「中学校理科で第1分野のエネルギー分野(物理領域:力と圧力,光と音,電流と磁界,運動の規則性,エネルギーなど)についての勉強が好きだった。(以下,中学物理)」,「中学校理科で夏休みなどの自由研究に取り組む勉強が好きだった。(以下,中学自由)」の3変数を加えた8変数の因子分析を統計処理ソフトSPSSで行った。主因子法を用いプロマックス回転を行って得られた結果をTable 1及びFigure 13に示す。

一般に因子負荷(Table 1の第1因子,第2因子のカラムにある数値)の絶対値が大きくなるほど,因子が変数(質問項目)に与える影響力が大きくなる。例えば,第1因子の「化学大切(0.813)」と「化学必要(0.601)」を比較すると「化学大切」の方が大きいので,第1因子の影響を強く受けることがわかる。また,「中学化学(-0.099)」では第1因子の影響をほとんど受けないことがわかる。共通性(第1因子と第2因子の因子負荷の平方和)が大きいくほど,第1因子と第2因子だけでその変数に対する説明力が大きくなる。逆に「中学自由(0.149)」のように共通性が小さいということは,第1因子と第2因子だけでは説明しきれない変数ということである。因子分析のモデルとしては,共通性が小さい変数(第1因子と第2因子だけで説明できない変数)を含めることは,あまり意味がない。

Table 1. 化学に対する意識の因子分析結果 (8変数)

	第1因子	第2因子	共通性
化学大切	0.813	-0.008	0.661
関係無く	0.765	-0.047	0.587
問題解決	0.643	0.063	0.418
化学必要	0.601	0.048	0.364
中学化学	-0.099	0.943	0.900
中学物理	-0.017	0.642	0.412
化学好き	0.260	0.555	0.376
中学自由	0.097	0.373	0.149
因子寄与	2.109	1.757	3.866
因子寄与率 (%)	30.1	25.1	55.2

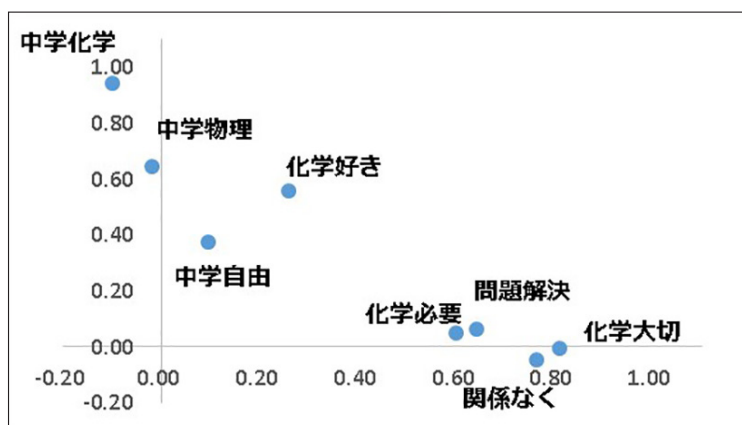


Figure 13. 化学に対する意識の因子負荷プロット (8変数)

Figure 13は因子分析のモデルの構造を明確にするために、Table 1の因子負荷を座標系にプロットしたものである。プロマックス回転を行うことで第1因子の軸(横軸)と第2因子の軸(縦軸)を直交させることができた。

ここまでの検討で2つの因子を見つけることが出来たが、「中学自由」の因子負荷が第1因子、第2因子ともに低い値をとり共通性が小さかったことから、2つの因子だけで「中学自由」を説明する力は小さいことがわかる。そこで、モデルの当てはまりを改善するために「中学自由」を除いた7変数の因子分析を行った。(Table 2及びFigure 14)

Table 2. 化学に対する意識の因子分析結果(7変数)

	第1因子 化学有用感	第2因子 化学への興味関心	共通性
化学大切	0.811	-0.007	0.658
関係なく	0.764	-0.048	0.586
問題解決	0.653	0.049	0.429
化学必要	0.603	0.051	0.366
中学化学	-0.110	1.018	1.049
中学物理	0.050	0.561	0.317
化学好き	0.300	0.517	0.357
因子寄与	2.135	1.626	3.761
因子寄与率 (%)	30.5	23.2	53.7

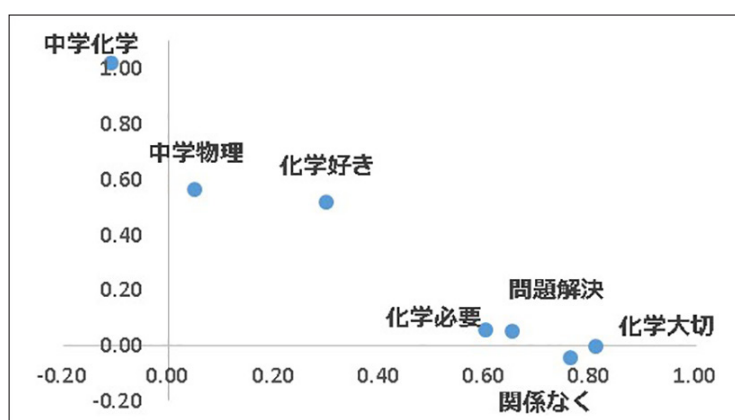


Figure 14. 化学に対する意識の因子負荷プロット(7変数)

7変数の因子分析により得られた第1因子を「化学有用感」、第2因子を「化学への興味関心」と名付けた (Table 2)。 Figure 14は、同様に Table 2の因子負荷を座標系にプロットしたものであり、横軸が第1因子「化学有用感」、縦軸が第2因子「化学への興味関心」である。この図から各軸近傍に分布する二つのグループが見えてくる。化学に対する意識に影響を与える二つの因子の関わり具合から、変数「化学に対する意識」を2つに分類することが出来た (Table 3)。

Table 3. 「化学に対する意識」の分類

化学有用感	「化学大切」	「化学必要」	「関係なく」	「問題解決」
化学への興味関心	「化学好き」	「中学化学」	「中学物理」	

今後の調査では同じグループに分類される変数の数を減らすことによって、アンケートの回答者の負担を減らすことができる。「化学有用感」及び「化学への興味関心」のそれぞれから1, 2個の質問事項を選べば十分ではないだろうか。

また、「化学への興味関心」に分類される3変数の中で「化学好き」は「化学有用感」の因子負荷もや

や大きい (0.300) ことから、第3因子の存在も示唆される。さらに別の変数 (質問項目) を設けることによって、第3因子を明らかにできる可能性もある。

(2) 重回帰分析

今回得られたデータを総合し、SPSSを用いて、重回帰分析を行った。「化学の勉強は好きだ (以下、化学好き)」を従属変数、前節の因子分析と同様「化学大切」、「化学必要」、「関係なく」、「問題解決」の4項目に「中学物理」「中学化学」、「中学自由」の3項目を加えて、計7つを独立変数として分析を開始した。

Table 4. 重回帰分析の結果

モデル	標準化係数			共線性の統計量		
	ベータ	t 値	有意確率	許容度	VIF	
6	(定数)		5.044	0.000		
	中学化学	0.477	33.396	0.000	0.774	1.292
	化学大切	0.132	7.375	0.000	0.491	2.035
	問題解決	0.075	4.602	0.000	0.593	1.686
	化学必要	0.107	6.790	0.000	0.631	1.585
	中学自由	0.075	5.505	0.000	0.857	1.167
	関係無く	0.078	4.633	0.000	0.550	1.818

7つある独立変数の一つずつ投入していき、変数の有意確率が5%を超えないようにしたところ、「中学物理」を除く、6つの変数を投入できることが確認された (Table 4)。変数は標準化係数であるベータの絶対値が大きいほど、「化学好き」に与える影響が強い (「中学化学」の影響が一番大きく、「問題解決」と「中学自由」の影響が小さい)。

「中学化学」の影響が一番大きいことは容易に理解できるが、注目すべきは「化学大切」の影響力も強いこと、「問題解決」の影響力が弱いことの2点であると考え。ここから、「化学の勉強は大切だ」と生徒に感じさせることは「化学の勉強は好きだ」と思わせることに大きく影響しており、「化学の勉強は大切だ」と感じる事がなければ、「化学の勉強は好きだ」と感じなくなることが示唆される。また、生徒が「化学を勉強すれば、疑問を解決したり、予想を確かめる力がつく」と感じているか否かに関わらず、「化学の勉強は好き」と感じたり、感じなかったりすることも確認された。

「化学大切」という意識と「問題解決」の意識には決定的な違いがある。前者は前節で定義した「化学有用感」と置き換えても差し支えないように思われるが、後者は「化学有用感」に加えて「リテラシー」の側面を持ち、より具体性を伴うものである。そこからは、「実生活での化学の使い方・活かし方」を伝えることよりも、漠然とした「化学の勉強は大切だ」という意識を持たせることの方が、「化学の勉強は好きだ」という意識の形成に寄与しているように見えてくる。

次に、多重共線性について検討する。多重共線性は、独立変数間の相関係数が大きいことにより、回帰係数が異符号に、さらにそれが有意になることであり [4]、回避すべき事象である。

多重共線性を疑うのは VIF が「2を超える場合」[5]や「10を超える場合」[6]とされている。Table 4 において、「化学大切」の項目の VIF の値が2を超えている。変数間の相関係数を Table 5 に示す。

Table 5. 変数間の相関係数

	化学好き	中学物理	中学化学	中学自由	化学大切	化学必要	関係無く
Pearson の 相関	中学物理	0.404					
	中学化学	0.632	0.563				
	中学自由	0.324	0.320	0.338			
	化学大切	0.468	0.278	0.359	0.248		
	化学必要	0.409	0.237	0.313	0.177	0.590	
	関係無く	0.401	0.246	0.300	0.223	0.573	0.408
	問題解決	0.408	0.283	0.337	0.251	0.502	0.585

網がけは相関係数が0.5を超えたところである。「化学大切」との相関係数が大きくなった変数は「化学必要 (0.590)」、「関係無く (0.573)」、「問題解決 (0.502)」の3つである。「化学必要」の項目を削除することで、「化学大切」のVIF値を下げて共線性の問題を回避することができる可能性がある。

今回の調査により、「化学の勉強は好きだ」という意識を持たせることは従来言われるような、内発的動機につながるもののみならず、具体的に「化学の勉強は大切だ」、「化学の勉強は、入学試験や就職試験に必要だ」、「化学の勉強は、入学試験や就職試験に関係なく大切だ」、「化学を勉強すれば、疑問を解決したり、予想を確かめる力がつく」という意識を強めることにつながるということがわかった。さらに、「化学の勉強は好きだ」という意識は「興味」によって、強められる一方で、「化学の勉強は好きでない」という意識は「興味」よりも「苦手意識」によって強められることがわかった。また、「化学の勉強は好きだ」という意識を持った生徒が比較的多くない高校（肯定意見の割合が38%未満）では、「将来」使わないという否定意見が多くなる傾向が表れた。

「化学の勉強は大切だ」という意識の実態として「試験で使うから」というものが多く見られ、「化学の勉強は大切でない」という意識としては「将来使わない」というものが多く見られた。すべての高校で「化学の勉強は大切だ」の肯定意見の割合が6割を超えていること自体は喜ばしいことではあるが、その意識の実態は、高等学校学習指導要領の理科の目標とは完全に一致している訳ではない。

全体の傾向として、「化学の勉強は大切だ」という意識は「化学の勉強は好きだ」という意識に大きな影響を与えて、「化学を勉強すれば、疑問を解決したり、予想を確かめる力がつく」という意識は、「化学の勉強は好きだ」という意識にそれほど影響しないことがわかった。

高校生の「化学に対する意識」は、少なくとも「化学有用感」と「化学への興味関心」の因子に分類できることがわかった。一方で、質問項目を工夫しつつ増やすことで、「化学への興味関心」に影響する第3の因子の存在をさぐることが示唆された。

本研究で見えてきた課題と、それを乗り越える手立てを以下に3点示す。

1点目は地域差についてである。例えば「化学の勉強は好きだ」と「化学を勉強すれば、疑問を解決したり、予想を確かめる力がつく」の相関係数には、3県で大きな違いが見られた。原因としては、サンプル数の少なさ（調査校の数）によるものか、または、四年制大学への進学傾向が異なる高校を恣意的に抽出した調査であったことが考えられる。地域差・地域の特徴まで言及するためには、乱数表などを用いた無作為抽出が欠かせない。

2点目は質問項目の見直しについてである。上記の因子分析では、「化学有用感」の影響を受ける変

数は4つあり、「化学への興味関心」の影響を受ける変数は3つあることが分かった。「化学有用感」に属する変数を減らし、新しい質問項目を設定することは、高校生の化学への意識に影響する第3の因子を探る上で有用なことを示した。また、一つの質問項目について生徒の解釈が分かれる問題も発生した。以上のことから、「化学の勉強は、入学試験や就職試験に必要な。」の項目を削除して、新しい質問項目を取り入れることが有効なように思われる。

3点目はキーワード分析の手法についてである。今回[1]はエクセルによる、品詞に関わらない多数派のキーワードの抽出によって分析を行った。この手法はキーワードが使用される割合を基準として分析の終点を決めたので、その点では客観的な分析を行うことが出来た。さらに、テキストマイニングを行うことで、より深い実態を浮き彫りにできる可能性がある。これはテキストマイニングのソフトの導入やエクセルによるキーワード抽出の方法の改良によって解決できるかもしれない。

本研究は、平成26年度科学研究費補助金「基盤研究(C)」により経費支援を受けて実施した。

4. 参考文献(最終アクセス2017年9月29日)

[1] 小野博史, 山田洋一, 宇都宮大学教育学部 教育実践紀要第3号 pp. 139 -146 (2017)

<http://hdl.handle.net/10241/10706>

[2] 村瀬洋一「因子分析(Factor Analysis) - 変数の背後にある要因の探索 -」立教大学社会学部 (2009)

<http://www2.rikkyo.ac.jp/~murase/09factor.pdf>

[3] 小塩真司「心理データ解析 第8回(1)」中部大学人文学部 (2011)

http://psy.isc.chubu.ac.jp/~oshiolab/teaching_folder/datakaiseki_folder/08_folder/da08_01.html

[4] 小塩真司「心理データ解析 第6回(2)」同上

http://psy.isc.chubu.ac.jp/~oshiolab/teaching_folder/datakaiseki_folder/06_folder/da06_02.html

[5] 小谷祐一郎「多重共線性と VIF 統計量で説明変数間での相関を調べる」日系 BP 社 (2015)

<http://business.nikkeibp.co.jp/atclbdt/15/recipe/120400037/>

[6] 斉藤ユウゴ「重回帰分析」京都大学大学院教育学研究科 教育認知心理学講座

<http://cogpsy.educ.kyoto-u.ac.jp/personal/Kusumi/datasem09/MR.pdf>

平成29年9月29日受理

The Attitude Survey of High-school Students about Chemistry and Chemical Education (Part 2)

Yoichi YAMADA and Hiroshi ONO