

認知心理学実験の体験学習が高校生の探究型学習に対する態度や意欲に及ぼす影響に関する検討

Does the High School Student Experience of Learning Psychological Research Methods and Statistics Affect Attitude and Motivation for Inquiry-based Learning?

菅井 道子 堀田 龍也 和田 裕一
Michiko Sugai Tatsuya Horita Yuichi Wada

東北大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Sciences, TOHOKU University

＜あらまし＞ スーパーサイエンスハイスクール（SSH）指定校の1年生が、「SSH 情報」（学校設定科目）の授業の一環として認知心理学実験を体験し、そこで得たデータを用いて Excel による統計・検定処理を学習した。この授業は2年次に実施される探究学習型科目「SSH 課題研究」の準備として位置づけられる。本研究では、当該体験学習が探究型学習に対する意欲や態度に及ぼした影響について、アンケート調査の結果を中心に報告する。

＜キーワード＞ 体験学習 探究型学習 学習態度 学習意欲 Excel 統計処理
スーパーサイエンスハイスクール

1. はじめに

文部科学省の指定するスーパーサイエンスハイスクール(SSH)においては、「科学技術、理科、数学に重点を置いたカリキュラムの開発と実施」、「創造性、独立性を高める指導方法、教材等の開発」が求められている。また、「体験的学習」、「課題研究」が推薦されている。そして、それらの成果は他校への普及が期待されている(科学技術振興機構 2014)。

そこで、各 SSH 指定校においてはそれらの目的を果たすために、さまざまな工夫をこらした授業が「学校設定科目」として展開されている。中でも多くの学校で取り組んでいるのが探究型学習の1つである「課題研究」である。課題研究では、生徒は興味を抱いた分野において、自ら設定した仮説を検証するために実験を行ってデータを取り、それらを分析してレポートにまとめあげて研究発表を行う。

SSH に指定されて5年目である宮城県のある公立高校では、生徒は2年次に学校設定科目「SSH 課題研究（以降、課題研究）」において探究型学習を実施している。前年度までの課題研究実施後の問題点として、データ処理（統計）がうまくできないこと、適切なグラフ作成ができないこと、データ間の有意

ではない差でも生徒は「差がある」と言い切ること、などが指摘されていた。この学校では生徒が学会等に参加して発表する機会も増えてきていることから、これらの問題点への対処方法を探っていたところであった。そこで、課題研究が始まる前に実験計画や統計処理に関する知識や技能を身につけさせるための足場かけとして、ある認知心理学実験（追試験）を実施し、そこで得たデータを処理して統計的検定にかけられるまでの一連の流れを生徒に体験させる学習を実施した。この体験学習は課題研究の準備として位置づけられるため、課題研究のうちのデータ処理部分のシミュレーションという位置づけで授業に臨ませた。実際に科学者がどのような手順で研究を進めていくのかを体験することにより、課題研究へ臨む意欲や態度が身に付くのではないかと考えた。

「探究」の授業において、生徒個人が問題設定をして課題に取り組んで個人レポートを作成することと並行して、他者と協同して課題に取り組むことを通して批判的思考力を育成することは、コミュニケーション能力や問題解決能力、創造性などの向上に寄与するといわれている(楠見 2012)。そこで本研究では、高納(2009)の「高校生版批判的思考態

度尺度」や国立教育政策研究所(2014)に記載されている OECD の PISA2012 生徒質問紙のなかの問題解決能力を測る尺度、高比良ら(1999)の「情報活用の実践力尺度」を使用して、課題研究のシミュレーション(=体験学習)をすることが、課題研究に対する態度や意欲に影響を及ぼすのか検討をすることを目的とした。

2. 授業の流れ

学校設定科目「SSH 情報」の授業時間を使い、Sparrow ら(2011)が報告した“グーグル効果”に関する認知心理学実験を体験させてデータを取得し¹⁾、そのデータを使用した Excel による統計処理、グラフ作成、および平均の差の t 検定を行い、最後に考察を加えるという授業を計画した(表 1)。その授業が単なる作業に終わらないために、追試験の結果がどのようになるのか根拠を示したうえで予測(仮説)を立てさせ、データ処理中にも気づいたことはすぐに書きとめたり、他の生徒と意見交換をしたりすることを促した。

生徒はすでに数学で統計処理の基礎については学んでいるが、t 検定については高等学校では学習しない。しかし、実験結果を統計的に処理することで、研究結果の解釈がより説得力を増すという理由から、今回は Excel を用いた統計解析までを授業の範囲に含めることにした。ただし、統計的検定は高校生が理解するには難易度が高いと思われたため、生徒が「難しいことをしている」という負担をなるべく感じないように、適宜説明を加える配慮をし、統計値の算出にあたっては Excel の分析ツールを利用させた。

表 1 授業の流れ

授業時間	授業内容	生徒の立場
1 時間目	アンケートへの回答と認知心理学の実験(追試験)	実験参加者(被験者)
2 時間目	Excel による統計処理	実験者(研究者)
3 時間目	Excel による統計処理およびグラフ作成	〃
4 時間目	Excel による t 検定と結果についての考察	〃

3. 研究の方法

3.1. 調査対象

宮城県内の公立高等学校理数科 1 年生 2 クラス(男:62 名 女:17 名 合計:79 名)を対象とした。

3.2. 調査時期

平成 26 年 11 月 21 日～12 月 19 日

3.3. 調査内容

調査は、Moodle2.0 のフィードバック機能を利用して答える Web-based アンケート形式で行い、以下に挙げる項目を調査した。なお、Moodle2.0 は、授業を行うコンピュータ室に隣接のコンピュータ準備室内に設置している授業用サーバにインストールされている。

3.3.1. 批判的思考態度尺度

高納(2009)の高校生版批判的思考態度尺度を使用して学習の前後で測定した。回答方法は「あてはまる」「ややあてはまる」「どちらともいえない」「ややあてはまらない」「あてはまらない」の 5 件法とした。回答結果はそれぞれ 5 点から 1 点に得点化した。

3.3.2. 問題解決能力

国立教育政策研究所(2014)を参考に、OECD の PISA2012 生徒質問紙「問題解決における忍耐力」指標と「問題解決における柔軟性」指標を使用して学習の前後で測定した。回答方法は「とてもよくあてはまる」「ほとんどあてはまる」「少しはあてはまる」「あまりあてはまらない」「まったくあてはまらない」の 5 件法とした。回答結果はそれぞれ 5 点から 1 点に得点化した。

3.3.3. 情報活用の実践力

高比良ら(1999)を使用して学習前に測定した。回答方法は「全くあてはまらない」「ほとんどあてはまらない」「あまりあてはまらない」「どちらとも言えない」「ある程度あてはまる」「かなりあてはまる」「非常にあてはまる」の 7 件法とした。回答結果はそれぞれ 1 点から 7 点に得点化した。

3.3.4. 授業アンケート

4時間目の授業終了時に、それまでの4回の授業について次の質問をした。

- (1) 今回の実験参加および Excel を使用した作業について、どのくらい興味を持って取り組めたかを教えてください。
- ① 認知科学の実験への参加
 - ② 関数を利用した統計処理
(平均, 最大値, 最小値,
個数のカウント, 分散, 標準偏差)
※標準誤差は除く
 - ③ エラーバー付きのグラフの作成
 - ④ 平均の差の検定 (t 検定)

(1) の回答方法は、「とても興味を持てた」「かなり興味を持てた」「どちらともいえない」「あまり興味を持てなかった」「まったく興味を持てなかった」の5件法であり、それぞれ5点から1点に得点化した。

- (2) 今後 Excel を使用して次の作業をすることがあった場合に、どの程度できそうだと思うかお答えください。
- ① 関数を利用した統計処理
(平均, 最大値, 最小値,
個数のカウント, 分散, 標準偏差)
※標準誤差は除く
 - ② エラーバー付きのグラフの作成
 - ③ 平均の差の検定 (t 検定)

(2) の回答方法は、「参考資料や操作手順書等がなくても自分一人の力でできそうだ」「参考資料や操作手順書等があればできそうだ」「誰かに教えてもらいながらならばできそうだ」「まったくできなさそうだ」「できるかできないか検討がつかない」の5件法であり、それぞれ5点から1点に得点化した。なお、「まったくできなさそうだ」を2点とし、「できるかできないか検討がつかない」を1点とした理由は、自分ができないことを認知している「まったくできなさそうだ」の方が、メタ認知能力が高いと考えたからである。

- (3) 課題研究を始めることをどのくらい楽しみにしていますか？

(3) の回答方法は、「とても楽しみにしている」「かなり楽しみにしている」「どちらともいえない」「あまり楽しみにしていない」「まったく楽しみにしていない」の5件法であり、それぞれ5点から1点に得点化した。

- (4) 課題研究において実験データをとったあと、データ処理をする自信はどの程度ありますか？

(4) の回答方法は、「とても自信がある」「かなり自信がある」「どちらともいえない」「かなり自信がない」「まったく自信がない」の5件法であり、それぞれ5点から1点に得点化した。

- (5) 今日までの4回の授業は、課題研究で役に立つと思いますか？

(5) の回答方法は、「とても役に立つ」「かなり役に立つ」「どちらともいえない」「あまり役に立たない」「まったく役に立たない」の5件法であり、それぞれ5点から1点に得点化した。

- (6) 課題研究のデータ処理において、不安なことはありますか？ありましたら自由に記述してください。

- (7) この4回の授業について、感想や意見などありましたら自由に記述してください。

(6) と (7) の回答方法は自由記述とし、Moodle 上で入力させた。

4. 結果と考察

4.1. 分析対象

調査対象者のうち、4回の授業すべてに出席し、かつ、アンケートの回答がすべて揃っているデータを利用した(表2)。

表2 データの内訳 (人数)

	男子	女子	合計
1組	26	8	44
2組	26	7	43
合計	52	15	67

4.2. 分析方法

学習前後に測定した尺度、および授業アンケートより平均、標準偏差および相関係数を求めた。分析に使用したソフトウェアは SPSS である。

4.3. 結果と考察

4.3.1. 批判的思考態度

批判的思考態度の下位尺度の平均を見ると、「①論理的思考の自覚」と「④他者意見の受容」が学習前よりも学習後で有意に低下していた(表3)。楠見(2005)によれば、クリティカルシンカーになってくると自分の思考態度に対してクリティカルになることから、自己

評価が厳しくなり、学習前学習後の測定で得点は必ずしも上昇するとは限らず、むしろ下

降する可能性があるとのことである。今回の結果はそれが表出したものと考えられる。

表3 批判的思考態度

下位尺度	学習前		学習後		t
	M	SD	M	SD	
①論理的思考の自覚	3.39	0.76	3.17	0.73	4.74 *
②探究心	3.81	0.80	3.70	0.68	1.83
③客観性	3.76	0.69	3.86	0.67	1.51
④他者意見の受容	3.97	0.79	3.80	0.75	3.05 *

* $p<.05$

4.3.2. 問題解決能力

問題解決能力の平均を見ると、「②問題解決における柔軟性」が学習前よりも学習後で有意に低下していた(表4)。これは、学習したことによりメタ認知能力が上がり、自分がう

まく対処できると思っていたはずの問題解決を、実際には柔軟に対処することができなかったという思いから低くなったのではないかと思われる。

表4 問題解決能力

下位尺度	学習前		学習後		t
	M	SD	M	SD	
①問題解決における忍耐力	3.09	0.70	3.00	0.62	1.92
②問題解決における柔軟性	3.15	0.83	3.04	0.69	2.35 *

* $p<.05$

4.3.3. 情報活用の実践力

情報活用の実践力の平均を見ると、すべての下位尺度が4点以上となっているが、今回使用した尺度のうち、この尺度だけ7件法であるため、これらの値は中程度の値といえる。この能力は他の測定値との関係を検討するために測定したものである。平均値と標準偏差値は次の通りであった(表5)。

表5 情報活用の実践力

下位尺度	M	SD
①収集力	4.51	0.79
②判断力	4.19	0.76
③表現力	4.40	0.95
④処理力	4.02	0.89
⑤創造力	4.49	1.04
⑥発信・伝達力	4.46	0.86

4.3.4. 授業アンケート

4回目の授業終了時にとった授業アンケー

トの結果は表6の通りである。平均点数は「(4)統計処理の自信」を除き4点寄りの回答であることから、多くの生徒が授業に興味を持って臨み、得ることのあった授業であったと考えられる。

「(4)統計処理の自信」の点数が他の質問の回答より低いことについては、自由記述のアンケートの回答からその理由をうかがうことができる。「(6)課題研究のデータ処理において、不安なことはありますか？ありましたら自由に記述してください。」の回答として、「課題研究において得られた大量のデータを自分たちでうまく処理できるかが不安である」と答えた生徒が11人、「Excelの操作ができるかが不安である」と答えた生徒が6人いた。これらの回答から、Excelを利用して課題研究で取得したデータの処理に不安を持っている生徒が25% (67人中17人) いることがわかり、それが「(4)統計処理の自信」の平均点数の低さに影響していると思われる。

表6 授業アンケート

	M	SD
(1)授業への興味		
①実験への参加	3.47	1.06
②関数を利用した統計処理	3.71	0.99
③グラフの作成	3.29	1.04
④平均の差の検定 (t 検定)	3.19	1.03
(2)Excel 操作の自信		
①関数を利用した統計処理	4.15	0.55
②グラフの作成	3.97	0.54
③平均の差の検定 (t 検定)	4.00	0.64
(3)課題研究への期待	3.90	1.05
(4)統計処理の自信	2.94	0.86
(5)授業評価	3.99	0.85

4.3.5. 相関係数

Web-based アンケートで取得した各変数および「批判的思考態度」と「問題解決能力」の学習前後での差分得点の相関係数を算出した(表7)。なお、学習前後で測定した同一尺度による得点間に強い相関がみられるのは当然のことであるので、以下ではそれ以外の変数間で認められた相関について考察する。

学習前に測定した批判的思考態度、問題解決能力、情報活用の実践力の3つの変数間に

はそれぞれ強い相関($r > .70$)がみられた。

次に、中程度の相関($.40 < r \leq .70$)がみられた変数について検討する。Excel 操作の自信や統計処理の自信は課題研究への意欲と結びつくものであり、それらと批判的思考態度、問題解決能力、情報活用の実践力に相関が認められるということは、当該体験学習により共変した可能性が示唆される。また、授業への興味と授業評価の得点間に相関が認められていることから、当該体験学習が課題研究に臨む姿勢に影響を与えた可能性も示唆される。

5. 総合考察

本研究の結果、「批判的思考態度」の下位尺度である「論理的思考の自覚」と「他者意見の受容」の得点が学習後に下降する現象がみられた。

これは、当該体験学習により自分の思考態度に対して批判的になったことから自己評価が厳しくなったことが原因であると推察される。高納(2009)の先行研究では、いったん下降した測定値が、長期にわたって観測すると上昇しているため、今回の調査対象者に対して論理的思考態度の育成を一定期間継続し

表7 相関係数

	学習前			学習後							差分	
	批判的思考態度	問題解決能力	情報活用の実践力	批判的思考態度	問題解決能力	授業への興味	Excel 操作の自信	課題研究への期待	統計処理の自信	授業評価		批判的思考態度
学習前	1											
問題解決能力	.73**	1										
情報活用の実践力	.82**	.79**	1									
学習後				1								
批判的思考態度	.91**	.74**	.80**		1							
問題解決能力	.74**	.91**	.77**	.75**		1						
授業への興味	.28*	.28*	.23	.25*	.34**		1					
Excel 操作の自信	.22	.38**	.37**	.28*	.42**	.27*		1				
課題研究への期待	.36**	.22	.26*	.40**	.24*	.36**	.28*		1			
統計処理の自信	.34**	.58**	.43**	.40**	.58**	.43**	.56**	.51**		1		
授業評価	.27*	.15	.11	.23	.28*	.42**	.13	.40**	.21		1	
差分												
批判的思考態度	-.37**	-.10	-.17	.06	-.09	-.10	.10	.03	.06	-.13		1
問題解決能力	-.24	-.54**	-.31*	-.23	-.14	-.01	-.05	-.03	-.22	.20		.06

差分とは、学習前後での差分(学習後-学習前)である。

* $p < .05$ ** $p < .01$

たのちに再度測定した場合には上昇するのではないかと推察される。

「問題解決における柔軟性」の下位尺度得点が学習後に低下したのは、生徒が学習開始前に「自分は問題解決時に柔軟に対応できるはずだ。」と考えていたものが、実際には思うように対処することができなかつたために、学習後の測定時に自分の能力を学習前よりも低く採点したためと考えられる。これは、メタ認知能力が上がったと捉えることもできるのではないだろうか。自分には何ができて何ができないかを判断するメタ認知能力は、課題研究の遂行に必要な問題解決能力の1つであり、今後はメタ認知能力と問題解決能力との関連性を探ることも必要であろう。

「批判的思考態度」、「問題解決能力」および「情報活用の実践力」はそれぞれに相関があり、これらの態度や能力が備われば、データ処理や統計処理への意欲や自信、ひいては課題研究に臨む態度や意欲も備わるのではないかと考えられる。

6. 結論

本研究では、スーパーサイエンスハイスクールの生徒を対象に、課題研究の準備という位置づけで Excel を使った統計処理を学ばせる際に、認知心理学実験の体験学習を取り入れた授業を実施し、それが探究型学習である課題研究への意欲や態度に影響を与えるかどうかを検討した。その結果、学習前後で測定した尺度に有意な低下が見られたものの、それは生徒が成長する過程で必要となる“自己を知る能力”が備わつたためと解釈できる。学習後のアンケートとの相関も踏まえると、当該体験学習は探究型学習に対する態度や意欲に影響を与える可能性があることが示唆されたといえる。

注

1) グーグル効果の追試結果について述べることは本研究の主眼ではないため、本稿でその調査に関しては言及しない。

参考文献

独立行政法人科学技術振興機構理数学習推進部
(2014) スーパーサイエンスハイスクー

ル, <https://ssh.jst.go.jp/> (参照日 2015.01.21)

楠見孝 (2005) 批判的思考の能力と態度の測定. 教育測定・カリキュラム開発 (ベネッセコーポレーション) 講座研究会, pp.1-18

楠見孝 (2012) 学校教育改善ユニット: 滋賀県立膳所高等学校における活動 2009 年度 - 批判的思考力育成の教育実践研究 - 活動報告書(2007-2011 年度) 子どもの生命性と有能性を育てる教育・研究をめざして, pp.52-53

国立教育政策研究所 (2014) PISA2012 年問題解決能力--国際結果の概要, http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012_result_ps.pdf (参照日 2015.01.14)

Sparrow, B., Liu, J. and Wegner, D.(2011) Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips. *Science*, 5 August 2011 Vol.333, pp.776-778

高納成幸 (2009) 高校生の批判的思考態度の現状と問題解決学習における思考ツールの開発--普通教科「情報」の問題解決学習を前提として. 岐阜大学カリキュラム開発研究, Vol.26, No.1, pp.66-76

高比良美詠子, 森 津太子, 坂元 章, 高比良美詠子, 勝谷紀子, 波多野 和彦, 坂元昂 (1999) 情報活用の実践力尺度の作成と信頼性および妥当性の検討(1) - 尺度の作成 - . 日本心理学会第 63 回大会 (中京大学) 発表論文集, 1018.