

理科学習における 大学生の批判的思考に関する調査研究

木下 博義・山中 真悟

(2013年10月3日受理)

A Research Study on the Critical Thinking of University Students in Science

Hiroyoshi Kinoshita and Shingo Yamanaka

Abstract: This study was intended to clarify the reality of critical thinking of university students in science and the structure of factors that affect it. A questionnaire consisting of 25 items was administered to 213 first-year university students aspiring to be teachers of elementary, junior high and senior high schools to achieve this end.

The results indicated the following characteristics of the reality of critical thinking: (a) “emphasis on rationale” and “emphasis on evidence” is significantly lower than “reflective thinking” and “curiosity”, and (b) “healthy skepticism” is significantly lower than all factors other than “emphasis on evidence.” In addition, the results revealed the following as the structure of factors that affect critical thinking: (c) “emphasis on rationale” and “emphasis on evidence” affects “reflective thinking”, (d) “healthy skepticism” affects both “emphasis on rationale” and “emphasis on evidence”, which are keys to “reflective thinking”, and (e) “curiosity” affects “emphasis on evidence”.

Key words: University Students, Critical Thinking, Structure of Factors, Questionnaire Survey

キーワード：大学生、批判的思考、要因構造、質問紙調査

1. 研究の背景

批判的思考は、欧米において1930年代頃から注目され始めた概念である。批判的思考には様々な定義があるが (Beyer, 1985; Ennis, 1987; McPeck, 1990; 道田, 2003; 楠見ら, 2011など), それらの共通部分を抽出すると、人の話を聞いたり、文章を読んだり、意見を述べたりする際に、自分は何を信じ、どのように主張・行動すべきかを判断するための思考であり、学習を支える重要な能力の一つであると考えられている。

このような考えにもとづき、理科教育においてもその重要性が指摘され、近年では研究が活発化している (Eliason, 1996; Wattsら, 1997など)。

例えば、Zoharら (1994) は、第7学年の生徒678

名を対象にして、生物の学習において必要な7つの批判的思考スキル (推論して誤りに気づくスキルなど) を育てるための取り組み (Biology Critical Thinking Project: BCT Project) を行っている。その結果、実験群においてのみ、生物学的なトピックと非生物学的なトピックに対する批判的思考スキルが向上したことを明らかにしている。

また、Malamitsaら (2009) は、小学校6年生22名を対象に、科学論争を取り上げた授業を行い、対立する2つの考えについて話し合わせることによって、批判的思考を働かせようと試みている。その結果、科学的な論争を題材に話し合う活動は、子どもの批判的思考の促進に有効であったことを報告している。

同様に、Hagerら (2003) は、グループでの話し合

いによる相互作用に着目し、物理学入門コースの大学1年生を対象に、科学に関する未解決の問題を話し合わせる取り組みを行っている。そして、3名で構成する小グループで話し合わせたところ、学生の質問やコメントが批判的思考にもとづくものに変化したと述べている。

これまで述べてきたように、理科教育に関する批判的思考の研究は盛んに行われているものの、十分な蓄積があるとはいえない状況である (Ben-Chaim ら, 2000; 樋口, 2012)。とりわけ、我が国の大学生を調査対象とした研究については、管見の限りほとんど見られないようである。

以上のことから、理科教育の分野において、我が国の大学生の批判的思考に関する研究を行い、新たな知見を集積していくことは意義があると考えられる。

2. 研究の目的

前項で述べた背景より、批判的思考の基礎的研究として、本研究では、理科学習における大学生の批判的思考の実態およびそれに影響を与える要因構造を明らかにすることを目的とした。なお、本研究では、先行研究において引用頻度が高かった Ennis (1987) の定義に従い、批判的思考を「何を信じ、何を行うかの決定に焦点を当てた合理的で省察的な思考」と捉えることにした。また、批判的思考には態度と能力の2つの側面があると考えられているため、本研究における批判的思考も両側面を含むものとした。

3. 研究の方法

初めに、理科学習における大学生の批判的思考の実態を把握するための質問紙を作成した。次に、作成した質問紙を用いて、大学1年生213名を対象に調査を実施し、得られた回答をもとに批判的思考の実態を分析した。さらに、因果モデルを作成し、大学生の批判的思考に影響を及ぼす要因構造について検討した。その詳細を以下に示す。

3.1 質問紙の作成

平山・楠見 (2004) は、大学生の批判的思考態度を測定するために、33項目4因子 (論理的思考への自覚、探究心、客観性、証拠の重視) からなる尺度を作成している。また、山中・木下 (2011) は、理科学習における高校生の批判的思考を測定するために、15項目3因子 (合理的な思考、探究心、慎重さ) からなる尺度を作成している。

これらの尺度を参考にし、本研究では、理科学習における大学生の批判的思考を測定するための質問項目を作成した。具体的には、表1に示す25項目を準備し、高等学校理科教員4名、大学教員2名で内容の妥当性と文章表現について検討した。そして、各項目に任意の数字を付け、表計算ソフトで乱数を発生させて、順序の入れ替えを行った。なお、調査の際は、「これは理科の学習についてのアンケートです。成績とは一切関係ありませんので、思った通りに教えてください」という教示のもと、「1. 当てはまらない」「2. あまり当てはまらない」「3. どちらでもない」「4. 少し当てはまる」「5. 当てはまる」の5件法で回答を求めた。また、回答の得点化に際しては、選択肢に付した数字をそのまま用いることにした。

3.2 調査時期および対象

2013年4月から7月にかけて、小・中・高等学校の教員を志望する広島県内の大学1年生213名 (男性99名、女性114名) を対象に、調査を実施した。なお、高等学校での文理選択状況は、文系128名 (男性46名、女性82名)、理系85名 (男性53名、女性32名) であった。

4. 結果と考察

分析および結果の導出に当たっては、まず作成した質問項目の妥当性と信頼性の確認を行った。次に、各項目への回答をもとに、理科学習における大学生の批判的思考の実態を分析した。続いて、構造方程式モデリング (SEM) を用い、大学生の批判的思考に影響を及ぼす要因構造を検討した。その詳細を以下に示す。

4.1 質問項目の検討

まず、得られた回答の基礎的な集計を行った (各項目の平均値および標準偏差は、付属資料1を参照)。次に、天井効果の見られた3項目 (表1中の Q20,23,24) を削除し、理科学習における大学生の批判的思考の因子を見いだすため、探索的因子分析を行った。主因子法、プロマックス回転で分析を行ったところ、6回の反復で解が収束し、5因子が抽出された。そして、因子負荷量が.35を満たさなかった2項目を除外し、再度分析を行った。その結果、6回の反復で解が収束し、5因子が抽出された。固有値の減衰状態と解釈可能性から、この5因子を採用することにした。最終的な因子パターンを表2に示す。

因子1は、「法則を知っていても、実験してみる」「簡単な実験であっても、実験してみる」などの項目で

表1 作成した質問項目

質問項目
Q1 先生の話だからといって、うのみにしない。
Q2 繰り返し実験しなければ、その結果を信用しない。
Q3 実験結果が予想できても、実験を試みる。
Q4 よい考えを思いついても、もっとよい考えはないか探してみる。
Q5 「なぜだろう」と考えることが好きである。
Q6 インターネットで調べた情報だからといって、うのみにしない。
Q7 できるだけ多くの実験データを集める。
Q8 実験のやり方に間違いはなかったか考える。
Q9 根拠に基づいて判断をする。
Q10 必要な実験データが揃っていないときは、結論を出さない。
Q11 実験をする前、実験のやり方に間違いはないか考える。
Q12 実験からわかったこと、わからなかったことの両側面を見る。
Q13 簡単な実験であっても、実験を試みる。
Q14 得られた実験データを重視して判断する。
Q15 正確なデータの有無にこだわる。
Q16 都合が悪い実験データだからといって無視しない。
Q17 自分の考察におかしいところはないか確かめる。
Q18 法則を知っていても、実験してみる。
Q19 自分が納得できるまで考え抜く。
Q20 一つの結果に対して、原因が一つとは限らないと思う。
Q21 多くの人が賛成する意見だからといって、うのみにしない。
Q22 人と意見が合わなかったときは、一度自分の考えを疑ってみる。
Q23 理由のない意見よりも、理由のある意見を信用する。
Q24 自分の考えは、一つの立場にすぎないと思う。
Q25 わからないことがあると質問したくなる。

構成されており、実験結果の予想に確信があっても、実際に実験を行い、確たる証拠を得ようとする思考であると解釈した。このため、因子1を「証拠の重視」とした。

因子2は、「実験をする前、実験のやり方に間違いはないか考える」「自分の考察におかしいところはないか確かめる」などの項目で構成されており、実験の手続きや結果を反省的に省みようとする思考であると解釈した。このため、因子2を「反省的な思考」とした。

因子3は、「自分が納得できるまで考え抜く」「わからないことがあると質問したくなる」などの項目から構成されており、物事の本質を深く調べようとする思考であると解釈した。このため、因子3を「探究心」とした。

因子4は、「多くの人が賛成する意見だからといって、うのみにしない」「繰り返し実験しなければ、その結

果を信用しない」などの項目から構成されており、健全に物事を疑う気持ちであると解釈した。このため、因子4を「健全な懐疑心」とした。

因子5は、「正確なデータの有無にこだわる」「必要な実験データが揃っていないときは、結論を出さない」などの項目から構成されており、判断を下す際、根拠を明確にしようとする思考であると解釈した。このため、因子5を「根拠の重視」とした。

また、質問項目の信頼性を検討するため、各因子の信頼性係数 (Cronbach α) を算出した。その結果を表3に示す。

表3に示した信頼性分析の結果から、 $.65 \leq \alpha \leq .79$ であり、各因子の内部一貫性が保障されたと考えた。

以上のことから、作成した質問項目は妥当性と信頼性があると判断した。

表2 因子分析の結果

項目	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5
Q18	<u>.945</u>	.022	.089	.003	.130
Q13	<u>.754</u>	.072	.037	.121	.089
Q3	<u>.723</u>	.017	.068	.054	.025
Q12	<u>.361</u>	.017	.095	.037	.165
Q22	.132	<u>.752</u>	.082	.047	.097
Q11	.032	<u>.730</u>	.002	.165	.075
Q17	.088	<u>.540</u>	.018	.030	.181
Q8	.116	<u>.535</u>	.029	.160	.018
Q5	.043	.161	<u>.788</u>	.030	.096
Q19	.046	.188	<u>.629</u>	.090	.112
Q4	.021	.160	<u>.543</u>	.126	.019
Q25	.040	.026	<u>.517</u>	.163	.122
Q21	.012	.126	.044	<u>.759</u>	.169
Q1	.187	.244	.026	<u>.697</u>	.090
Q2	.157	.107	.035	<u>.545</u>	.114
Q6	.002	.083	.046	<u>.421</u>	.127
Q16	.018	.019	.108	.116	<u>.503</u>
Q15	.071	.052	.141	.041	<u>.440</u>
Q14	.134	.096	.023	.010	<u>.416</u>
Q10	.024	.296	.180	.054	<u>.372</u>

主因子法, プロマックス回転

表3 信頼性分析の結果

因子	Cronbach α
証拠の重視	.79
反省的な思考	.75
探究心	.74
健全な懐疑心	.67
根拠の重視	.65

4.2 大学生の批判的思考の実態

作成した質問項目の妥当性と信頼性を確認することができたため、得られた回答をもとに、大学生の批判的思考の実態を分析することにした。このとき、高等学校での文理選択の違いによって、批判的思考に違いがあるのではないかと考えた。そこで、まず初めに、文系選択と理系選択の大学生では、批判的思考の各因子の得点に有意な差があるか否かを検討することにした。

具体的には、得られた5つの因子それぞれについて、因子を構成する項目に対する各大学生の回答の平均値を下位尺度得点とし、二要因の分散分析を行った。その結果、文系選択と理系選択の大学生では、両者の得点に有意な差は見られなかった ($F(1,211)=1.30, n.s.$)。このため両者を等質と考え、一つの集団として分析を続けることにした。

Bailin (2002) は、学習者が仮説を立てたり実験を

計画したりするとき、あるいはデータを集めて実験の結果を解釈したりするとき、無批判に思考しがちであると述べている。この考えにもとづけば、例えば実験後に結果を考察する際、十分な証拠や明確な根拠がないにもかかわらず、判断を下すような状況があるのではないかと推察される。その場合、前項で示した「証拠の重視」や「根拠の重視」と他の因子では、実態に違いが見られるのではないかと考えられる。そこで、各因子によって批判的思考の働きに有意な差があるか否かを検討することにした。

分析は、前述の方法と同様の手順により、一要因の分散分析を行った。各因子の得点の平均値および標準偏差を表4に、分散分析の結果を表5に示す。

表5に示した分散分析の結果から、各因子の得点の平均値に有意な主効果が見られた ($F(4,848)=23.79, p<.05$)。続いて、どの得点間に有意な差があるのかを明らかにするため、Bonferroniの方法を用いて多重比較を行った。その結果を表6に示す。

表6に示した多重比較の結果から、「証拠の重視」と「健全な懐疑心」、「証拠の重視」と「根拠の重視」、「反省的な思考」と「探究心」の得点間には有意な差が見られなかったものの、それ以外の得点間すべてに有意な差が見られた。

表4 各因子の得点の平均値および標準偏差

n=213		
因子	平均値	標準偏差
証拠の重視	3.39	.85
反省的な思考	3.70	.69
探究心	3.70	.77
健全な懐疑心	3.23	.76
根拠の重視	3.49	.64

表5 分散分析の結果

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値
因子	35.10	4	8.77	23.79*
誤差	312.79	848	.37	
全体	347.89	852		

* $p<.05$

表6 多重比較の結果

	平均値の差				
	証拠	反省的	探究心	懐疑心	根拠
証拠	-	.31*	.31*	.16	.10
反省的		-	.00	.47*	.21*
探究心			-	.47*	.21*
懐疑心				-	.26*
根拠					-

* $p<.05$

具体的には、「反省的な思考」「探究心」よりも「証拠の重視」「健全な懐疑心」「根拠の重視」が有意に低いという結果であった。特徴として、以下のことがいえる。

まず、「反省的な思考」「探究心」よりも「根拠の重視」「証拠の重視」が有意に低かった。これは、探究心を持って実験し、その結果、下した結論を反省的に振り返って確認しようとしているものの、それまでの過程において、判断に用いた根拠や証拠を重視していないことを示している。本来、判断に用いる根拠や証拠が不十分ではないかと合理的に考えたときに、反省的な思考が働かずである。つまり、根拠や証拠を重視する意識に伴って反省的に思考しているのではなく、習慣的に振り返りを行っている傾向があるのではないかと考える。

次に、「証拠の重視」を除くすべての因子よりも「健全な懐疑心」が有意に低かった。これは、先生の話や多くの人が賛成する意見、インターネットの記事など、主に外部の情報に対して懐疑的に思慮する意識が薄いことを示している。この結果については、「多くの人が賛成しているのだから、間違いはないだろう」「インターネットで調べたのだから、間違いはないだろう」と安易に考えてしまっている現状があることに起因しているのではないかと考える。

4.3 批判的思考に影響を及ぼす要因構造

理科学習における大学生の批判的思考に影響を及ぼす要因構造を検討するため、SEMを用いてモデルを作成し、分析することにした。その具体的な手順を以下に示す。

前項で述べたように、判断に用いる根拠や証拠が不十分ではないかと合理的に考えたときに、反省的な思考が働くものと予想できる。そこでまず、この仮説にもとづき、「根拠の重視」「証拠の重視」から「反省的な思考」へのパスを想定し、その他の因子である「探究心」「健全な懐疑心」も含めて説明する因果モデルを作成した。作成した因果モデルを図1に示す。

次に、適合度指標をもとに、因果モデルと標本データの適合度を検討した。本研究では、モデル適合度の指標として、比較適合度指標（CFI）、平均二乗誤差平方根（RMSEA）の値を参考にした。CFIは.928であり、慣習的基準の.900以上の値を示した。また、RMSEAは.049であり、慣習的基準の.050以下の値を示した。したがって、作成した因果モデルと標本データは十分に適合しているといえる。

このため、図1に示した因果モデルから、理科学習

における大学生の批判的思考の要因構造を検討することにした。図1中の各効果の値から、以下のことがいえる。

初めに、仮説を確認するため、「根拠の重視」「証拠の重視」に着目した。「反省的な思考」に対する「根拠の重視」の直接効果は.37であり、相対的に見ると比較的大きな値を示している。また、「反省的な思考」に対する「証拠の重視」の直接効果は.26であり、大きな値とはいえないが、「根拠の重視」を介した間接効果は.40であり、比較的大きな値を示している（総合効果は.66）。これらのことから、「根拠の重視」「証拠の重視」は「反省的な思考」に対して影響を及ぼしているといえる。つまり、結果の考察に用いる実験データなどの根拠や実験による証拠を重視している大学生ほど、自分が下した判断に間違いはなかったかどうか反省的に思考しているといえる。このような因果関係が認められたものの、前項で明らかにしたように、「根拠の重視」「証拠の重視」は「反省的な思考」よりも因子の得点が低いという実態であった。よって、習慣的に振り返りをするのではなく、真の「反省的な思考」を働かせるためには、今後、根拠や証拠を重視するような合理的な思考や態度を身につけていく必要がある。

続いて、最も因子の得点が低かった「健全な懐疑心」に着目した。「根拠の重視」に対する「健全な懐疑心」の直接効果は.34であり、相対的に見ると比較的大きな値を示している。また、「証拠の重視」を介した間接効果は.45であり、比較的大きな値を示している（総合効果は.79）。このことから、「健全な懐疑心」は「根拠の重視」に対して影響を及ぼしているといえる。例えば、多くの人の賛成意見やインターネットの検索情報を無批判に受け入れるのではなく、慎重に処理している大学生ほど、判断を下す際の根拠となる実験データやその条件などを重視しているといえる。

さらに、「健全な懐疑心」は「証拠の重視」に対しても影響を及ぼしている（直接効果は.28）。このことから、「健全な懐疑心」は、「反省的な思考」を働かせるうえで鍵となる「根拠の重視」「証拠の重視」の両者に影響を及ぼしているといえる。

最後に、最も得点が高かった因子の一つである「探究心」に着目した。「証拠の重視」に対する「探究心」の直接効果は.34であり、相対的に見ると比較的大きな値を示している。また、「健全な懐疑心」を介した間接効果は.48であり、比較的大きな値を示している（総合効果は.82）。このことから、「探究心」は「証拠の重視」に対して影響を及ぼしているといえる。例えば、自分が納得いくまで考え抜こうとするような大学生ほど、実験結果の予想ができていても実際に実験を

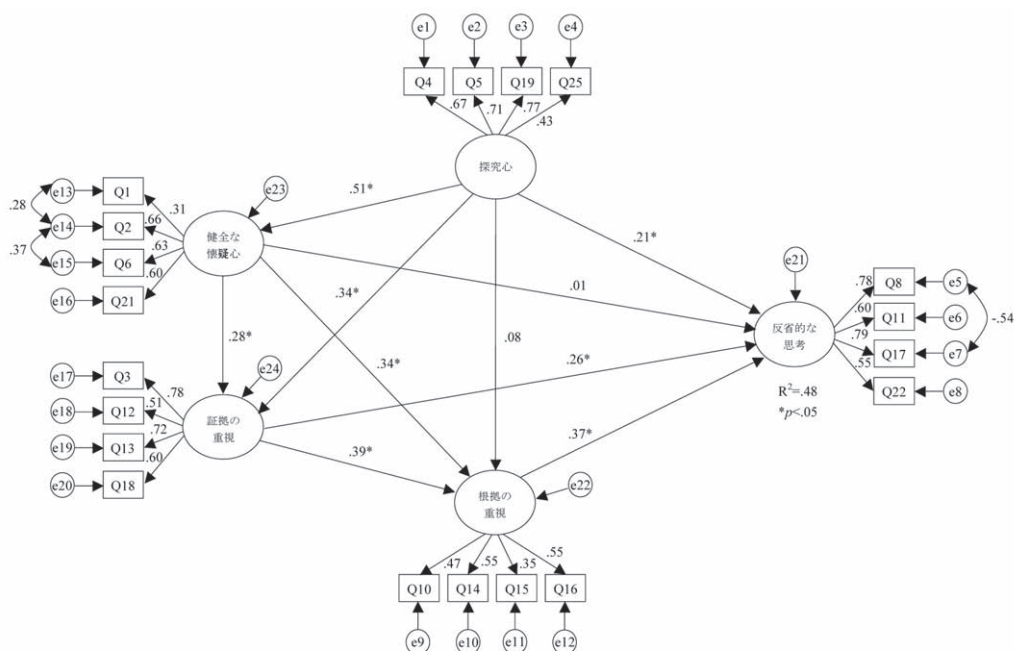


図1 批判的思考の因果モデル

行うなどし、証拠となる実験結果を重視しているといえる。

2年生以上を対象とした調査を行う必要があると考える。

5. まとめ

本研究では、理科学習における大学生の批判的思考の実態およびそれに影響を与える要因構造を明らかにすることを目的とした。

この目的を達成するため、25項目からなる質問紙を作成し、大学1年生を対象に調査を実施した。得られた結果をもとに分析したところ、批判的思考の実態として、(a)「反省的な思考」「探究心」よりも「根拠の重視」「証拠の重視」が有意に低い、(b)「証拠の重視」を除くすべての因子よりも「健全な懐疑心」が有意に低い、という特徴が見られた。

また、批判的思考に影響を及ぼす要因構造として、(c)「根拠の重視」「証拠の重視」は「反省的な思考」に対して影響を及ぼしている、(d)「健全な懐疑心」は、「反省的な思考」を働かせるうえで鍵となる「根拠の重視」「証拠の重視」の両者に影響を及ぼしている、(e)「探究心」は「証拠の重視」に対して影響を及ぼしている、ということが明らかになった。

しかしながら、本研究で調査対象とした大学生は1年生であったことから、得られた結果は高等学校までの理科学習の影響を反映していると考えられる。今後は、大学入学後に専門的な理科授業を多く受けた大学

【参考文献】

- Bailin, S. (2002) Critical Thinking and Science Education. *Science & Education*, Vol. 11, No. 4, pp. 361-375.
- Ben-Chaim, D., Ron, A., & Zoller, U. (2000) The Disposition of Eleventh-Grade Science Students Toward Critical Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 9, No. 2, pp. 149-159.
- Beyer, B. K. (1985) Critical thinking: What is it ?. *Social Education*, Vol. 49, pp. 270-276.
- Eliason, J. L. (1996) Using Paradoxes to Teach Critical Thinking in Science. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 15, No. 5, pp. 341-344.
- Ennis, R. H. (1987) A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice*. W. H. Freeman.
- Hager, P., Sleet, R., Logan, P., & Hooper, M. (2003) Teaching Critical Thinking in Undergraduate Science Courses. *Science Education*, Vol. 12, pp. 303-313.

樋口直宏 (2012) 「日本における批判的思考研究の動向と課題－教育学を中心に－」『教育方法学研究』 Vol. 17, pp. 199-225.

平山るみ・楠見孝 (2004) 「批判的思考態度が結論導出にプロセスに及ぼす影響－証拠評価と結論生成課題を用いての検討」『教育心理学研究』 Vol. 52, pp. 186-198.

楠見孝・子安増生・道田泰司 (2011) 『批判的思考力を育む 学士力と社会人基礎力の基盤形成』有斐閣.
Malamitsa, K., Kasoutas, M., & Kokkotas, P. (2009) Developing Greek Primary School Students' Critical Thinking through an Approach of Teaching Science which Incorporates Aspects of History of Science. *Science & Education*, Vol. 18, No. 3-4, pp. 457-468.

McPeck, J. E. (1990) *Teaching critical thinking: Dialogue and dialectic*. Routledge.

道田泰司 (2003) 「批判的思考概念の多様性と根底イメージ」『心理学評論』 Vol. 46, pp. 617-639.

Watts, M., Jofili, Z., & Bezerra, R. (1997) A case for critical constructivism and critical thinking in science education. *Research in Science Education*, Vol. 27, No. 2, pp. 309-322.

山中真悟・木下博義 (2011) 「批判的思考力育成のための理科学習指導に関する研究－高等学校物理における授業実践を通して－」『日本教育工学会論文誌』 Vol. 35, No. 1, pp. 25-33.

Zohar, A., Weinberger, Y., & Tamir, P. (1994) The Effect of the Biology Critical Thinking Project on the Development of Critical Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 31, No. 2, pp. 183-196.

付属資料 1

項目	平均値	標準偏差
Q1	3.08	1.09
Q2	2.76	.99
Q3	3.43	1.09
Q4	3.53	1.00
Q5	3.84	1.01
Q6	3.71	1.05
Q7	3.31	.95
Q8	3.64	.92
Q9	3.96	.83
Q10	3.29	.97
Q11	3.71	.94
Q12	3.44	.99
Q13	3.29	1.15
Q14	3.74	.89
Q15	3.46	1.03
Q16	3.47	1.00
Q17	3.75	.88
Q18	3.41	1.10
Q19	3.67	1.01
Q20	4.13	.88
Q21	3.36	1.13
Q22	3.69	.93
Q23	4.27	.84
Q24	4.33	.82
Q25	3.77	1.07