

PISA2015 から見る日本の15歳生徒の理科学習における動機付け

Motivation in the Learning Sciences among 15-Year-Old Japanese Students from PISA 2015

猿田かほる*

SARUTA Kahoru

Abstract

From the results of previous research, it is known that Japanese students have been able to make high achievements in science internationally, but at the same time it has been pointed out that their motivation and interest in scientific learning is low (Ogura, 2008). Therefore, in this paper, the author focused on motivation in the scientific learning of Japanese students and clarified its features.

In analyzing the motivation and interest of 15-year-old Japanese students regarding scientific literacy, the author used data from the student questionnaire of PISA 2015 and PISA 2006 published on the OECD website. In this paper, among the PISA 2015 student questionnaire items, the following three indicators were taken as indicators related to motivation: “enjoyment of science”, “self-efficacy in science”, and “instrumental motivation for learning science”. Furthermore, the author analyzed the secular change in the tendency of responses in each index over time, and the relationship between the responses and the score of scientific literacy.

As a result of the analysis, where Japanese students’ positive responses to “enjoyment of science” had been considered to be lower in the past (National Institute for Educational Policy Research, 2007, 2016), it became clear that in terms of “enjoyment of science” there was a larger numerical difference between the average score of positive respondents and negative respondents of scientific literacy than in the case of “instrumental motivation for learning science”. Next, the difference in scores between positive and negative respondents was smaller from 2006 to 2015 with both “enjoyment of science” and “instrumental motivation for learning science”. However, it was found that the average score difference between positive and negative respondents was still larger in “enjoyment of science” than in “instrumental motivation for learning science”. Furthermore, it became clear that the Japanese students’ positive response rate towards “self-efficacy in science” was very low in both 2006 and 2015, and it can be explained as a modest response tendency (Yamada, 2019).

* 国際共同研究室・国際調査専門職

1 はじめに

2016年12月21日に中央教育審議会から出された答申では、「(前略)我が国が、科学技術・学術研究の先進国として、将来にわたり存在感を発揮するとともに成果を広く共有していくためには、子供たちが、卓越した研究や技術革新、技術経営などの新たな価値の創造を担うキャリアに関心を持つことができるよう、理数科目等に関する学習への関心を高め、裾野を広げていくことも重要である。(後略)」(中央教育審議会, 2016: 39)とされている。このように、理数科目等の学習への関心を高めることが重要だと述べられており、科学技術のイノベーションに何らかの形で関わることへの関心や態度の涵養をはかることが求められていると言えよう。

OECDが実施する国際的な学習到達度に関する調査「生徒の学習到達度調査」(Programme for International Student Assessment, 以下 PISA)では、キー・コンピテンシーという概念のもとで科学的リテラシー、数学的リテラシー、読解力の各3分野のキー・コンピテンシーが測られている。PISA2015年調査において科学的リテラシーは、「思慮深い市民として、科学的な考えを持ち、科学に関連する諸問題に関与する能力」(国立教育政策研究所, 2016: 70)と定義づけられている。

日本の生徒の科学的リテラシーは、これまでの調査結果から国際的に高いレベルにあるということが分かっているが、その一方で、科学的リテラシーに関する意欲・関心は低いということが多く指摘されている(例えば小倉, 2008)。PISA2015の生徒質問調査においても、生徒の科学に対する態度が国際的に見て低いレベルにあることが分かっている。具体的には、生徒の科学に対する態度に関する指標の中で、「科学の楽しさ」、「理科学習に対する道具的な動機付け」、「理科学習者としての自己効力感」、「科学に関連する活動」について日本の生徒をOECD平均と比較すると、各指標に対する肯定的な回答の割合が小さいことが明らかになっている(国立教育政策研究所, 2016)。そこで本稿では、科学的リテラシーに関する意欲・関心の中でも、日本の生徒の理科学習における動機付けに着目し、その特性を明らかにする。

2. 目的

本稿は、PISA2015年調査及びPISA2006年調査の生徒質問調査のデータを用いて日本の生徒の理科学習における動機付けを分析し、その特徴を考察することを目的とする。

3. 方法

日本の15歳生徒の科学的リテラシーに関する意欲・関心を分析するにあたって、OECDのウェブサイト上で公開されているPISA2015及びPISA2006の生徒質問調査のデータを使用した。PISA2015報告書(国立教育政策研究所, 2016)では、無回答及びその他を除いた有効回答のみで100%となるように処理した回答率を用いているが、本稿ではデータの明確性を確保するために、OECDウェブサイト上で公開されているCompendiaに記載されている無回答及びその他も含めて100%となる数値を回答率としてそのまま使用している。

本稿ではPISA2015年調査における生徒質問調査の調査項目のうち、動機付けに関する指標として「科学の楽しさ」指標、「理科学習者としての自己効力感」指標、「理科学習に対する道具的な動機付け」指標の3つを取り上げた。そして、各指標における回答傾向の経年比較、及び回答

と科学的リテラシーの得点との関係を分析した。

上記3つの指標を構成する各質問項目に対して行った統計的な検討として具体的には、まず各指標を構成する質問項目における肯定回答率の2006年から2015年にかけての経年変化について、正規分布を用いて比率の差を検定した(検定1)。また、選択肢別の科学的リテラシーの平均得点の経年変化について、正規分布を用いて平均値の差の検定を行った(検定2)。そして、選択肢1と選択肢4の科学的リテラシーの平均得点の差の経年変化についても、正規分布を用いて平均値の差の検定を行った(検定3)。さらに、肯定回答者(選択肢1+選択肢2)及び、否定回答者(選択肢3+選択肢4)の科学的リテラシーの平均得点については、各選択肢に対する回答率を重みとして処理を行った加重平均得点を算出した上で、2006年から2015年にかけての加重平均得点の差を正規分布を用いて検定した(検定4, 検定5)。さらに3つの指標における検定1~5までの結果を受けて、2015年の「科学の楽しさ」指標と「理科学習に対する道具的な動機付け」における肯定回答者と否定回答者の加重平均得点の差について、正規分布を用いて検定し(検定6)、2006年から2015年にかけての各指標の肯定回答者と否定回答者の加重平均得点差についても、正規分布を用いて検定を行った(検定7)。

PISA調査では、サンプルから取得したデータの単なる集計ではなく、母集団を的確に反映した推定値を得るために、サンプルに適当な重みを与えて集計し、さらには重みを変えて複数回繰り返すことによって母数とその標準誤差を算出している(国立教育政策研究所, 2016)。このような手順で算出された値は、基本的にサンプル数との関わりはなく、そのため、検定でも通常のサンプル数に基づく方法とは異なった手順が用いられる。有効回答数は2015年は6647、2006年は5952である。OECDのウェブサイトには生徒質問調査の選択肢別の回答率、選択肢別の科学リテラシーの平均得点と標準誤差が与えられており、本研究の解析は全てこれらの数値を用いている。なお、科学的リテラシー平均得点の年度間比較を行う場合には、年度間の得点調整に伴う誤差を考慮する必要がある、ここでは「リンクエラー」として推定された値を用いている。

3.1. 「科学の楽しさ」指標

「科学の楽しさ」指標は「生徒が科学に関して何かをしたり学んだりすることを楽しみながら行っているかを測定する。学習に対する動機付けは、関心と楽しみに基づき、生徒の取組、学習活動、成績、進路選択に影響を与える。科学の楽しさは、内発的動機付けと考えることができる」(国立教育政策研究所 2016: 127)。

2015年調査の生徒質問調査の問42(ST094)では、「科学の楽しさ」指標に関する5つの項目について「あなたは、次のことについてどの程度そうだとおもいますか。」と尋ねている。この指標は、2006年調査の生徒質問調査の問12(ST16)と対応しており、指標を構成する5つの項目全てにおいて経年比較可能である。用いられている選択肢は、選択肢1:「まったくそうだと思う」、選択肢2:「そうだと思う」、選択肢3:「そうは思わない」、選択肢4:「まったくそうは思わない」の4つである。選択肢のうち、選択肢1, 2は肯定回答、選択肢3, 4は否定回答である。肯定的な回答では、選択肢1は強い肯定、選択肢2は控えめな肯定であり、否定的な回答では選択肢4は強い否定、選択肢3は控えめな否定である。また、「(3) 科学についての問題を解いている時は楽しい」について、2006年と2015年の日本語表記は同じであるが、2006年と2015年の英語表記には変更があったため、厳密な意味では経年比較はできない(国立教育政策研究所, 2016: 130 表 2.6.2. 脚注参照)。

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| (1) 科学の話題について学んでいる時は、たいてい楽しい | (2015 : ST094Q01NA, 2006 : ST16Q01) |
| (2) 科学についての本を読むのが好きだ | (2015 : ST094Q02NA, 2006 : ST16Q02) |
| (3) 科学についての問題を解いている時は楽しい | (2015 : ST094Q03NA, 2006 : ST16Q03) |
| (4) 科学についての知識を得ることは楽しい | (2015 : ST094Q04NA, 2006 : ST16Q04) |
| (5) 科学についてを学ぶことに興味がある | (2015 : ST094Q05NA, 2006 : ST16Q05) |

3.2. 「理科学習者としての自己効力感」指標

「理科学習者としての自己効力感」指標は「生徒が現実世界の中で科学の知識を使う状況において自身の能力をどの程度信頼しているかを測定する。理科学習者としての自己効力感は、生徒の動機付け、学習行動、将来に対する全般的な期待と生徒の成績と関係がある」(国立教育政策研究所 2016: 127)。

2015年調査の生徒質問調査の間45 (ST129) では、「理科学習者としての自己効力感」指標に関する8つの項目について「あなたは、次の課題を自分自身でするとしたら、どの程度できると思いますか。」と尋ねている。この指標は、2006年調査の生徒質問調査の間13 (ST17) と対応しており、指標を構成する8つの項目全てにおいて経年比較可能である。用いられている選択肢は、選択肢1:「簡単にできる」、選択肢2:「少し努力すればできる」、選択肢3:「とても大変である」、選択肢4:「できない」の4つである。選択肢のうち、選択肢1, 2は肯定回答、選択肢3, 4は否定回答である。肯定的な回答では、選択肢1は強い肯定、選択肢2は控えめな肯定であり、否定的な回答では選択肢4は強い否定、選択肢3は控えめな否定である。

- | | |
|---|-------------------------------------|
| (1) 健康問題を扱った新聞記事を読んで、何が科学的に問題なのかを読み取ること | (2015 : ST129Q01TA, 2006 : ST17Q01) |
| (2) 地震がひんぱんに発生する地域とそうでない地域があるのはなぜかについて説明すること | (2015 : ST129Q02TA, 2006 : ST17Q02) |
| (3) 病気の治療で使う抗生物質にはどのような働きがあるかを説明すること | (2015 : ST129Q03TA, 2006 : ST17Q03) |
| (4) ゴミ捨てについて、何が科学的な問題なのかがわかること | (2015 : ST129Q04TA, 2006 : ST17Q04) |
| (5) 環境の変化が、そこに住む特定の生物の生存にどのように影響するかを予測すること | (2015 : ST129Q05TA, 2006 : ST17Q05) |
| (6) 食品ラベルに表示されている科学的な説明を理解すること | (2015 : ST129Q06TA, 2006 : ST17Q06) |
| (7) 火星に生命体が存在するかについて、これまで自分で考えていたことが、新発見によりどう変わってきたかを議論すること | (2015 : ST129Q07TA, 2006 : ST17Q07) |
| (8) 酸性雨の発生の仕方に関して二つの説があった時に、そのどちらが正しいか見極めること | (2015 : ST129Q08TA, 2006 : ST17Q08) |

3.3. 「理科学習に対する道具的な動機付け」指標

「理科学習に対する道具的な動機付け」指標は「学習に対する動機付けのうち、生徒の外発的動機付けと考えることができる。生徒が理科の学習を自分の将来にとって重要だと考えているかを測定する。道具的動機付けは、生徒の課程選択、進路選択、成績の重要な予測因子である」(国立教育政策研究所 2016: 127)。

2015年調査の生徒質問調査の問44(ST113)では、「理科学習に対する道具的な動機付け」指標に関する4つの項目について尋ねている。この指標は、2006年調査の生徒質問調査の問31(ST35)と対応しており、指標を構成する4つの項目のうち2つの項目で経年比較可能であるため、本稿では比較可能な以下の2つの質問項目のみを選定した。そのため、「理科学習に対する道具的な動機付け」指標は2項目から構成されており内容的には限定的であるということに留意されたい。また、分析、考察にあたってはその点を考慮した。

用いられている選択肢は、選択肢1:「まったくそうだと思う」、選択肢2:「そうだと思う」、選択肢3:「そうは思わない」、選択肢4:「まったくそうは思わない」の4つである。選択肢のうち、選択肢1, 2は肯定回答、選択肢3, 4は否定回答である。肯定的な回答では、選択肢1は強い肯定、選択肢2は控えめな肯定であり、否定的な回答では選択肢4は強い否定、選択肢3は控えめな否定である。

- (1) 将来自分の就きたい仕事で役に立つから、努力して理科の科目を勉強することは大切だ
(2015: ST113Q01TA, 2006: ST35Q01)
- (3) 理科の科目を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとってやりがいがある
(2015: ST113Q03TA, 2006: ST35Q04)

4. 分析結果

4.1 「科学の楽しさ」指標の分析結果

(1) 回答率の経年変化：やや減少傾向にある

2015年調査と2006年調査の回答率を経年比較した結果をグラフで示した(図表2参照)。2015年と2006年の日本の肯定回答率を比較すると、(1), (5)では有意水準5%で、(4)では有意水準1%で、2006年から2015年にかけて肯定回答率が減少している((1): $p>0.042$, (4): $p>0.042$, (5): $p>0.042$)。一方、(3)については1%有意水準で肯定回答率が増加している(図表1検定1参照)。したがって、全体としては「科学の楽しさ」指標における肯定回答率はやや減少している傾向があると言えよう。

(2) 科学的リテラシー平均得点の経年変化：科学が楽しいと回答した方が得点が高い

2006年よりも2015年の方が「科学の楽しさ」指標に関する質問項目に対する各選択肢において平均得点が高く、また、「科学の楽しさ」に対する回答が肯定的なほど得点が高い傾向がある(図表1検定2, 図表3参照)。選択肢1と選択肢4の間の平均得点の差は2006年から2015年にかけて、5つの質問項目全てにおいて縮小している(図表1検定3参照)。その中でも特に、(1)は選択肢1と選択肢4の間の平均得点の差が2006年の113点から2015年の86点へと27点縮小し

ている (5% 有意, $p>0.017$)。上述のことは、2015 年の「科学の楽しさ」指標と科学的リテラシーの平均得点との関連が 2006 年よりも弱まっていることを示す。

さらに、選択肢 4「まったくそうは思わない」と回答した生徒の平均得点の 2006 年から 2015 年にかけての増加が、他の選択肢と比べて大きい (図表 3 参照)。このことには、選択肢 4 と回答した生徒の割合が 5 つの質問項目全てにおいて有意に増加したことが関連していると思われる (図表 1 検定 2 参照)。さらに、検定 4 及び検定 5 の結果から、肯定回答者の加重平均得点よりも否定回答者の加重平均得点の方が 2006 年から 2015 年にかけて増加していることが明らかとなった (図表 1 検定 4, 5 参照)。つまり、下位層の一部に偏っていた選択肢 4 の回答者が得点の高い層に広がってきたのではないかと思われる。

図表 1 検定結果「科学の楽しさ」

検定 1 肯定回答率の経年変化

科学の楽しさ 項目	肯定回答率			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)科学の学習は楽しい	51.3	48.6	-2.7	5%有意	0.042
(2)科学の本を読むのが好き	36.0	34.0	-2.0	—	0.109
(3)問題を解くのは楽しい	29.3	34.0	4.7	1%有意	0.000
(4)知識を得ることは楽しい	57.8	53.2	-4.6	1%有意	0.001
(5)学ぶことへの興味	49.5	46.3	-3.2	5%有意	0.023

検定 2 選択肢別平均得点の経年変化

科学の楽しさ 項目	平均得点の差 (2015年 - 2006年)							
	選択肢 1		選択肢 2		選択肢 3		選択肢 4	
	平均得点差	検定	平均得点差	検定	平均得点差	検定	平均得点差	検定
(1)科学の学習は楽しい	9	—	10	—	9	—	36	1%有意
(2)科学の本を読むのが好き	6	—	6	—	10	—	25	1%有意
(3)問題を解くのは楽しい	6	—	4	—	7	—	19	5%有意
(4)知識を得ることは楽しい	6	—	14	5%有意	9	—	28	1%有意
(5)学ぶことへの興味	7	—	9	—	11	—	27	1%有意

検定 3 選択肢 1 と 選択肢 4 の平均得点の差に関する経年変化

科学の楽しさ 項目	選択肢 1 と 4 の差 (1-4)			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)科学の学習は楽しい	113	86	-27	5%有意	0.017
(2)科学の本を読むのが好き	105	85	-20	—	0.068
(3)問題を解くのは楽しい	91	79	-12	—	0.275
(4)知識を得ることは楽しい	116	93	-23	5%有意	0.032
(5)学ぶことへの興味	111	91	-20	—	0.060

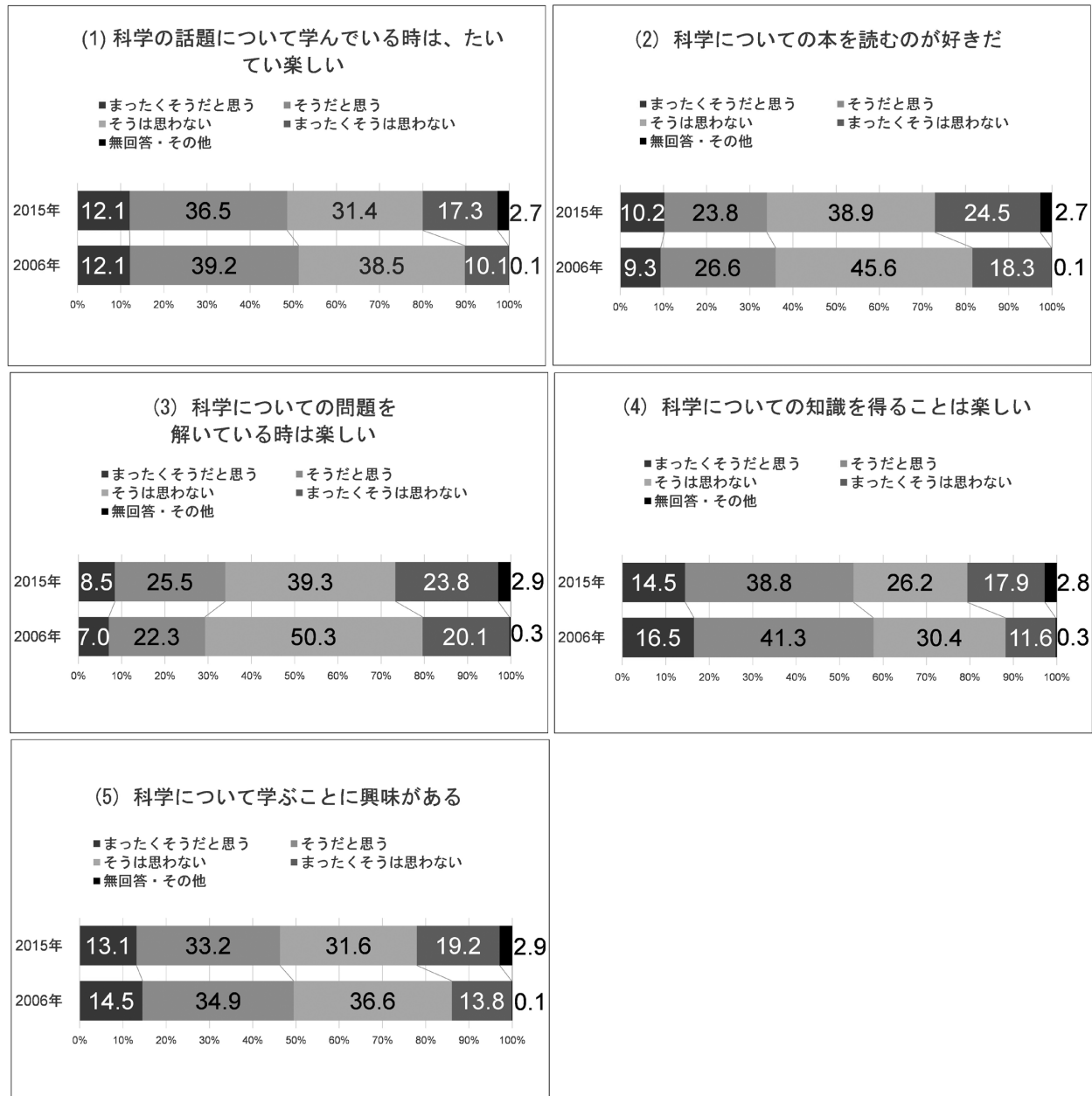
検定 4 肯定回答者 (選択肢 1 + 選択肢 2) の加重平均得点の経年変化

科学の楽しさ 項目	肯定回答者の加重平均得点			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)科学の学習は楽しい	556	566	10	—	0.109
(2)科学の本を読むのが好き	567	574	7	—	0.275
(3)問題を解くのは楽しい	565	570	5	—	0.473
(4)知識を得ることは楽しい	557	568	11	5%有意	0.049
(5)学ぶことへの興味	560	568	8	—	0.154

検定 5 否定回答者 (選択肢 3 + 選択肢 4) の加重平均得点の経年変化

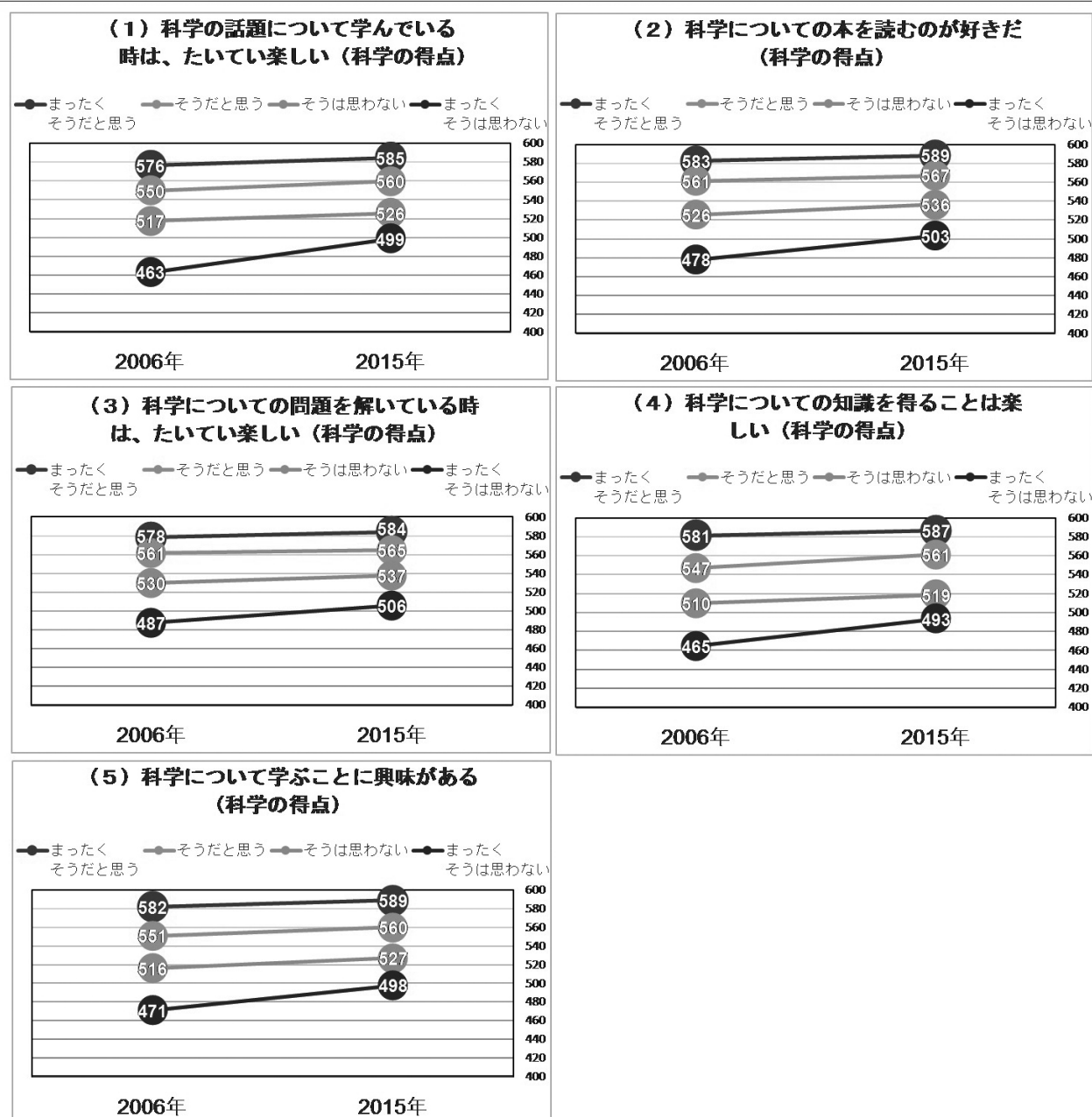
科学の楽しさ 項目	否定回答者の加重平均得点			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)科学の学習は楽しい	506	516	10	—	0.079
(2)科学の本を読むのが好き	512	523	11	5%有意	0.048
(3)問題を解くのは楽しい	518	526	8	—	0.169
(4)知識を得ることは楽しい	498	508	11	—	0.070
(5)学ぶことへの興味	504	516	13	5%有意	0.032

図表2 「科学の楽しさ」の回答率の経年変化（日本）



出典：PISA2015 Database Compendia より作成

図表3 「科学の楽しさ」に対する科学的リテラシーの選択肢別平均得点（日本）



出典：PISA2015 Database Compendia より作成

4.2. 「理科学習者としての自己効力感」指標の分析結果

(1) 回答率の経年変化：半分以上の項目において肯定回答率が増加

2015年調査と2006年調査の回答率を経年比較した結果をグラフで示した（図表5参照）。8つの質問項目のうち、「(2) 地震がひんぱんに発生する地域とそうでない地域があるのはなぜかについて説明すること」、「(3) 病気の治療で使う抗生物質にはどのような働きがあるかを説明すること」、「(5) 環境の変化が、そこに住む特定の生物の存在にどのように影響するかを予測すること」、「(6) 食品ラベルに表示されている科学的な説明を理解すること」、「(7) 火星に生命体が存在するかについて、これまで考えていたことが、新発見によりどう変わってきたかを議論すること」の5つの質問項目において、2006年から2015年にかけて肯定回答率が増加しており、そのうち(5)を除いた他の4つの項目における肯定回答率の年度間の差が有意に増加している。一方、

「(1) 健康問題を扱った新聞記事を読んで、何が科学的に問題なのかを読み取ること」, 「(4) ゴミ捨てについて、何が科学的な問題なのかがわかること」, 「(8) 酸性雨の発生の仕方に関して二つの説があった時に、そのどちらが正しいか見極めること」の3つの質問項目では、肯定回答率が有意に増加しており、質問項目によって増加したもの、減少したものの様々で、一貫した傾向は見られない(図表4 検定1 参照)。

(2) 科学的リテラシー平均得点の経年変化：自己効力感は得点にあまり影響なし

図表5は「理科学習者としての自己効力感」指標の選択肢別の各分野の平均得点の2006年と2015年の経年変化について示している。全体的にみると、2006年よりも2015年の方が8つの選択肢全てにおいて、日本の生徒の平均得点は増加傾向にある。中でも特に、選択肢3及び選択肢4の平均得点の増加傾向が強い(図表4 検定2 参照)。また、「科学の楽しさ」と同様に、8つの質問項目全てにおいて、選択肢1と選択肢4の間の平均得点の差が2006年から2015年にかけて縮小しており、(1), (2), (8)は1%有意水準で平均得点の差が縮小している(図表4 検定3 参照)。さらに、検定4及び検定5の結果によると、肯定回答者の加重平均得点よりも否定回答者の加重平均得点の方が2006年から2015年にかけて有意に増加している(図表4 検定4, 5 参照)。これらのことは、2015年の「理科学習者としての自己効力感」指標と科学的リテラシーの平均得点との関連が2006年よりも弱まっていることを示す。

図表 4 検定結果「理科学習者としての自己効力感」

検定 1 肯定回答率の経年変化

理科学習者としての自己効力感 項目	肯定回答率			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)健康問題を扱った新聞記事	64.0	61.1	-3.0	5%有意	0.011
(2)地震発生地域	62.1	64.9	2.8	5%有意	0.026
(3)抗生物質の働き	33.4	42.4	9.0	1%有意	0.000
(4)ゴミ捨ての科学的問題	61.0	56.2	-4.8	1%有意	0.000
(5)環境変化による生物への影響	57.4	59.3	1.9	-	0.124
(6)食品ラベル	43.9	48.4	4.5	1%有意	0.000
(7)火星生命体の存在	26.4	37.7	11.4	1%有意	0.000
(8)酸性雨の発生	42.9	39.7	-3.3	1%有意	0.003

検定 2 選択肢別平均得点の経年変化

理科学習者としての自己効力感 項目	平均得点の差 (2015年 - 2006年)							
	選択肢 1		選択肢 2		選択肢 3		選択肢 4	
	平均得点差	検定	平均得点差	検定	平均得点差	検定	平均得点差	検定
(1)健康問題を扱った新聞記事	-15	-	8	-	14	5%有意	34	1%有意
(2)地震発生地域	2	-	2	-	8	-	29	1%有意
(3)抗生物質の働き	9	-	-4	-	10	-	12	-
(4)ゴミ捨ての科学的問題	3	-	9	-	13	-	24	1%有意
(5)環境変化による生物への影響	16	5%有意	5	-	7	-	19	5%有意
(6)食品ラベル	2	-	1	-	12	-	23	1%有意
(7)火星生命体の存在	-1	-	-7	-	12	-	9	-
(8)酸性雨の発生	-9	-	3	-	14	5%有意	24	1%有意

検定 3 選択肢 1 と選択肢 4 の平均得点の差に関する経年変化

理科学習者としての自己効力感 項目	選択肢 1 と 4 の差 (1-4)			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)健康問題を扱った新聞記事	113	63	-50	1%有意	0.000
(2)地震発生地域	135	108	-27	1%有意	0.007
(3)抗生物質の働き	54	51	-3	-	0.835
(4)ゴミ捨ての科学的問題	71	50	-21	-	0.065
(5)環境変化による生物への影響	87	85	-2	-	0.838
(6)食品ラベル	66	45	-21	-	0.096
(7)火星生命体の存在	57	47	-10	-	0.435
(8)酸性雨の発生	75	42	-33	1%有意	0.005

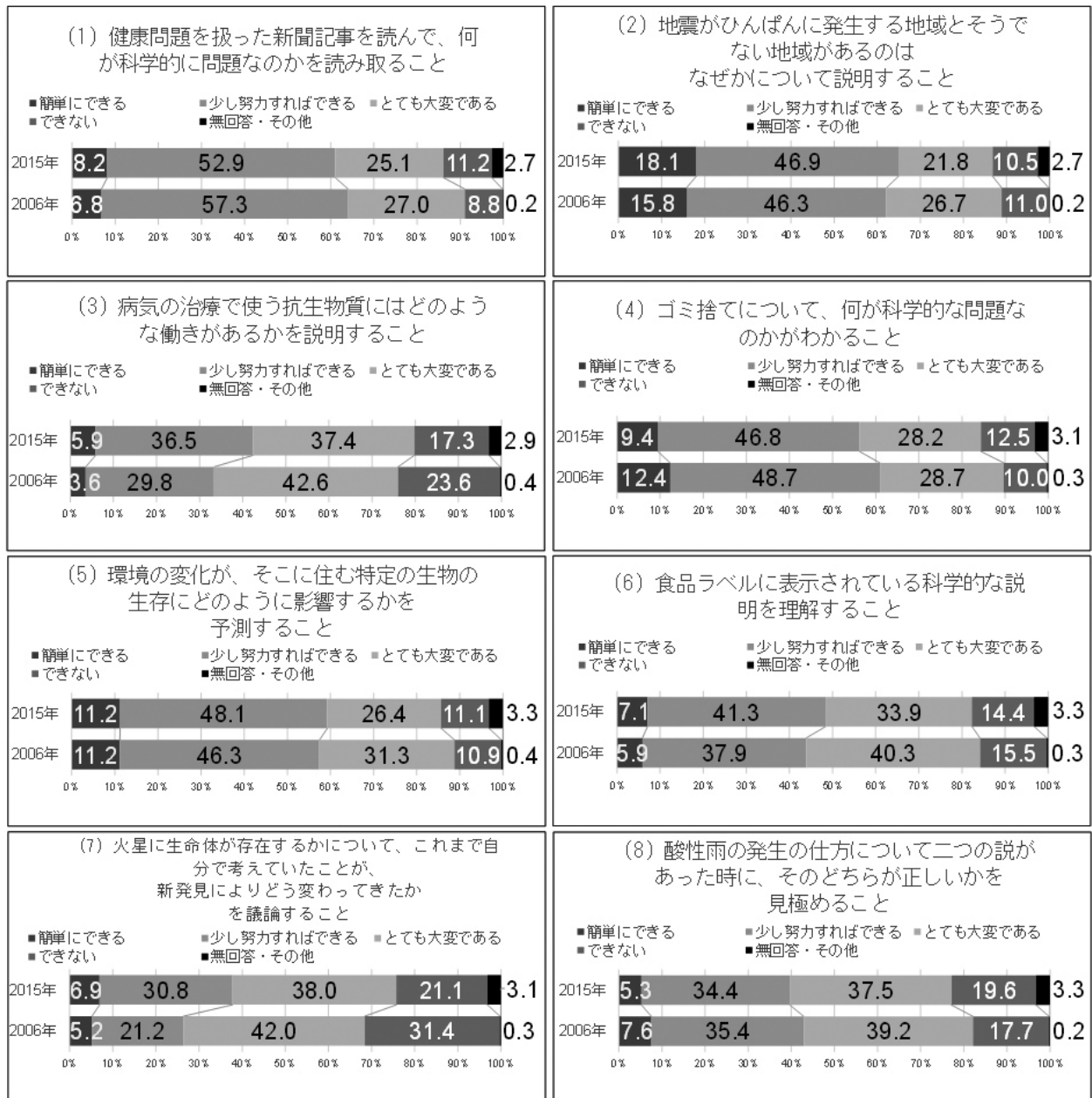
検定 4 肯定回答者 (選択肢 1 + 選択肢 2) の加重平均得点の経年変化

理科学習者としての自己効力感 項目	肯定回答者の加重平均得点			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)健康問題を扱った新聞記事	547	553	6	-	0.321
(2)地震発生地域	556	559	3	-	0.603
(3)抗生物質の働き	554	552	-2	-	0.768
(4)ゴミ捨ての科学的問題	541	549	8	-	0.197
(5)環境変化による生物への影響	550	557	7	-	0.214
(6)食品ラベル	548	549	1	-	0.882
(7)火星生命体の存在	556	550	-6	-	0.348
(8)酸性雨の発生	552	553	1	-	0.898

検定 5 否定回答者 (選択肢 3 + 選択肢 4) の加重平均得点の経年変化

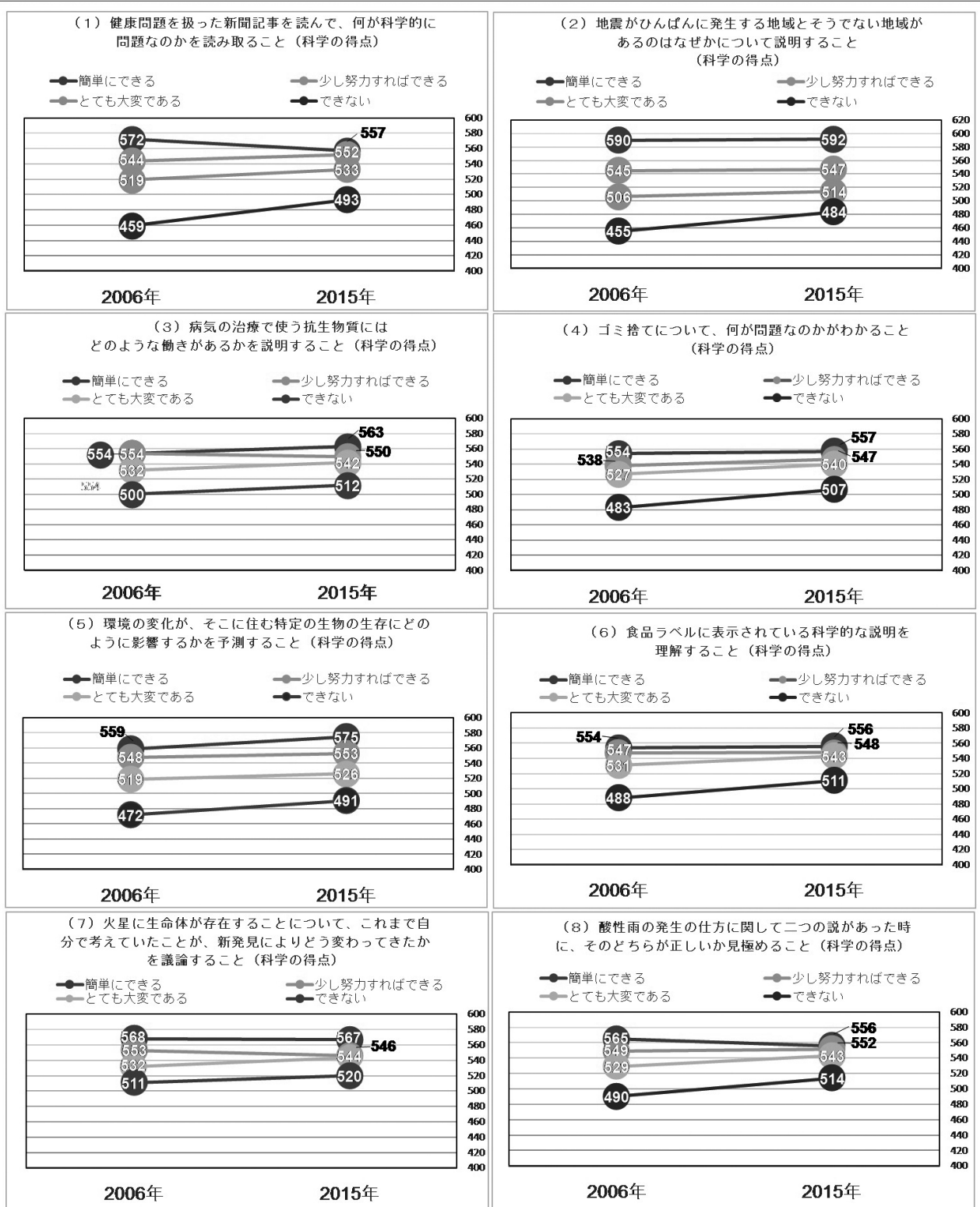
理科学習者としての自己効力感 項目	否定回答者の加重平均得点			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)健康問題を扱った新聞記事	504	521	16	1%有意	0.008
(2)地震発生地域	491	504	13	5%有意	0.038
(3)抗生物質の働き	521	532	12	5%有意	0.043
(4)ゴミ捨ての科学的問題	516	530	14	5%有意	0.022
(5)環境変化による生物への影響	507	515	8	-	0.178
(6)食品ラベル	519	533	14	5%有意	0.019
(7)火星生命体の存在	523	536	12	5%有意	0.030
(8)酸性雨の発生	517	533	16	1%有意	0.005

図表5 「理科学習者としての自己効力感」の回答率の経年変化（日本）



出典：PISA2015 Database Compendia より作成

図表6 「理科学習者としての自己効力感」に対する科学的リテラシーの選択肢別平均得点(日本)



出典：PISA2015 Database Compendia より作成

4.3. 「理科学習に対する道具的な動機付け」指標の分析結果

(1) 回答率の経年変化：理科学習が将来に役立つと思う生徒が増加

「理科学習に対する道具的な動機付け」指標を構成する2項目の両方において、2006年から2015年にかけて肯定回答率が増加している（図表6参照）。図表7検定1の結果によると、「(1) 将来自分の就きたい仕事で役に立つから、努力して理科の科目を勉強することは大切だ」では肯定的な回答が2006年の46.2%（選択肢1：15.0%，選択肢2：31.3%）から2015年の60.0%（選択肢1：23.0%，選択肢2：37.0%）へ13.7ポイント増加（ $p<0.000$ ）し、「(3) 理科の科目を勉強することは、将来の自分の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとってはやりがいがある」では2006年の40.5%（選択肢1：10.7%，選択肢2：29.8%）から2015年の55.2%（選択肢1：18.1%，選択肢2：37.1%）へ14.6ポイント増加した（ $p<0.000$ ）。そしてこれにより、日本の位置は、2006年の下位5カ国から上方に移動している。

(2) 科学的リテラシー平均得点の経年変化：選択肢間の平均得点の差が縮小

「理科学習に対する道具的な動機付け」指標の選択肢別の各分野の平均得点の2006年と2015年の経年変化について、図表7で図表化して示した。検定4及び検定5の結果によると、両項目において肯定回答者の加重平均得点が2006年から2015年にかけて有意に減少している一方（(1)： $p<0.332$ ，(3)： $p<0.100$ ），否定回答者の加重平均得点は2006年から2015年にかけて両項目とも有意に増加している（(1)： $p<0.003$ ，(3)： $p<0.040$ ）。その結果、選択肢間の平均得点の差は縮小している。すなわち、回答率と平均得点の関連が、2006年から2015年にかけて弱まる傾向が若干見られると言えよう。

図表7 検定結果「理科学習に対する道具的な動機付け」

検定1 肯定回答率の経年変化

理科学習に対する道具的な動機付け 項目	肯定回答率			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)将来就きたい仕事で役立つ	46.2	60.0	13.7	1%有意	0.000
(3)将来の仕事の可能性を広げてくれる	40.5	55.2	14.6	1%有意	0.000

検定2 選択肢別平均得点の経年変化

理科学習に対する道具的な動機付け 項目	平均得点の差（2015年－2006年）							
	選択肢1		選択肢2		選択肢3		選択肢4	
	平均得点差	検定	平均得点差	検定	平均得点差	検定	平均得点差	検定
(1)将来就きたい仕事で役立つ	-17	5%有意	-2	—	15	5%有意	19	5%有意
(3)将来の仕事の可能性を広げてくれる	-15	—	-9	—	8	—	16	5%有意

検定3 選択肢1と選択肢4の平均得点の差に関する経年変化

理科学習に対する道具的な動機付け 項目	選択肢1と4の差（1-4）			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)将来就きたい仕事で役立つ	76	40	-36	1%有意	0.000
(3)将来の仕事の可能性を広げてくれる	88	58	-30	1%有意	0.002

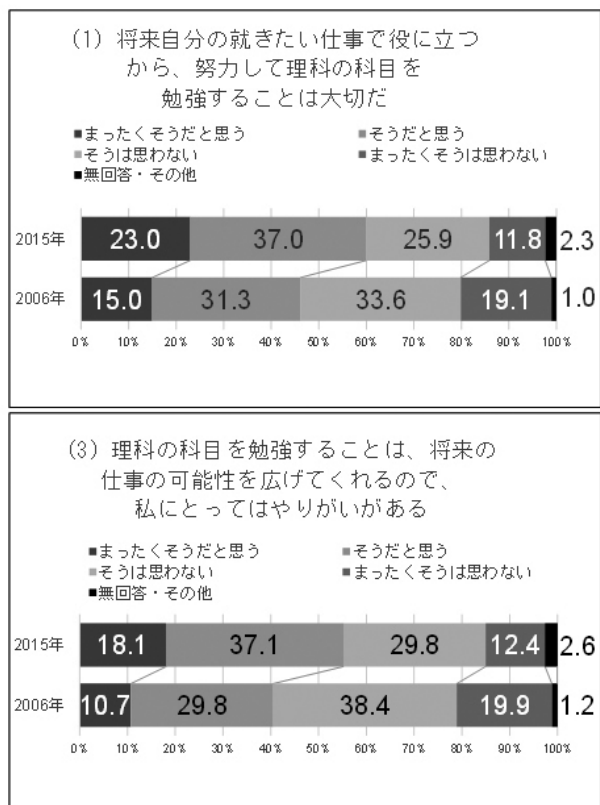
検定4 肯定回答者（選択肢1＋選択肢2）の加重平均得点の経年変化

理科学習に対する道具的な動機付け 項目	肯定回答者の加重平均得点			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)将来就きたい仕事で役立つ	552	546	-6	—	0.332
(3)将来の仕事の可能性を広げてくれる	565	555	-10	—	0.100

検定5 否定回答者（選択肢3＋選択肢4）の加重平均得点の経年変化

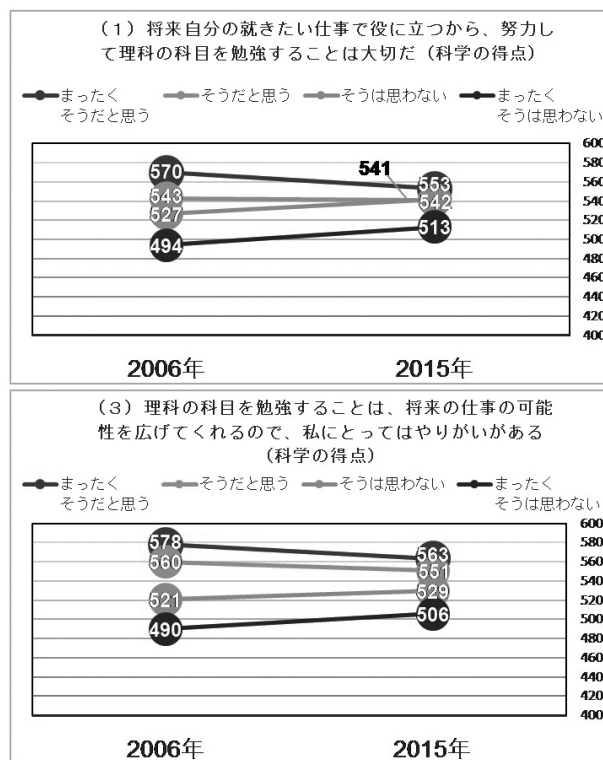
理科学習に対する道具的な動機付け 項目	否定回答者の加重平均得点			検定	
	2006年	2015年	差	判定	P値
(1)将来就きたい仕事で役立つ	515	533	18	1%有意	0.003
(3)将来の仕事の可能性を広げてくれる	510	522	12	5%有意	0.040

図表 8 「理科学習に対する道具的な動機付け」の回答率の経年変化（日本）



出典：PISA2015 Database Compendia より作成

図表 9 「理科学習に対する道具的な動機付け」に対する科学的リテラシーの選択肢別平均得点（日本）



出典：PISA2015 Database Compendia より作成

5. 考察

理科学習における動機付けに関連する指標として、「科学の楽しさ」指標、「理科学習者としての自己効力感」指標、「理科学習に対する道具的な動機付け」指標の3つを分析した結果、これまで「科学の楽しさ」への肯定感が低いとみなされてきた（国立教育政策研究所，2007；国立教育政策研究所，2016）日本の生徒たちであるが、「理科学習に対する道具的な動機付け」指標においてよりも「科学の楽しさ」指標における肯定的回答者の科学的リテラシーの平均得点が否定的回答者の平均得点よりも大きく上回っているということが明らかとなった。図表 10 検定 6 によると、2015 年の「理科学習に対する道具的な動機付け」指標の 2 質問項目を平均すると、肯定回答者の科学的リテラシーの加重平均得点が 550 点に対して、否定回答者は 528 点であり、その差は 23 点であった。一方、2015 年の「科学の楽しさ」指標の 5 質問項目を平均した肯定回答者の科学的リテラシーの加重平均得点は 569 点に対して、否定回答者は 518 点であり、その差の 51 点は「理科学習に対する道具的な動機付け」よりも 28 点上回った（1%有意， $p < 0.000$ ）。

また図表 10 検定 7 によれば、「理科学習に対する道具的な動機付け」指標における科学的リテラシーの肯定回答者と否定回答者の加重平均得点の差は 2015 年の 23 点に対して 2006 年は 46 点で、2006 年から 2015 年にかけて 23 点下回った。一方、「科学の楽しさ」指標における肯定回答者と否定回答者の加重平均得点の差については 2015 年の 51 点に対して 2006 年は 54 点で、2006

図表 10 検定結果「科学の楽しさ」と「理科学習に対する道具的な動機付け」

検定6 肯定回答者と否定回答者の加重平均得点の差（2015年）

回答者群	加重平均得点		科学の楽しさ－道具的動機付け		
	科学の楽しさ	道具的動機付け	差	判定	P値
肯定回答者	569	550	28	1%有意	0.000
否定回答者	518	528			
差	51	23			

検定7 肯定回答者と否定回答者との加重平均得点差の経年変化

年度	肯定回答者と否定回答者との加重平均得点差		科学の楽しさ－道具的動機付け		
	科学の楽しさ	道具的動機付け	差	判定	P値
2006年	54	46	8	5%有意	0.023
2015年	51	23	28	1%有意	0.000
差	2	23	-20	1%有意	0.000

年から2015年にかけての得点差はわずか3点であり、ほとんど変化していない。2006年から2015年にかけて、「科学の楽しさ」指標における肯定回答者と否定回答者の科学的リテラシーの平均得点差が「道具的な動機付け」よりも高く（2006年5%有意、2015年1%有意）、このことは、外発的動機付けよりも内発的動機付けの方が日本の生徒の得点の経年変化と関連があることを示唆していると言えよう。ここで注意しておきたいのは、これによって単に外発的動機付けと内発的動機付けを全くの二分法的に分類し、無関連のものであるように扱うことを目的としているわけではない、ということである。自己決定理論を説明するミニ理論の有機的統合理論（Deci & Ryan, 1985 など）によると、「理科学習に対する道具的な動機付け」のような外発的動機付けでも、生徒の自己決定性の程度によっては内発的動機付けに近い様相を呈する。また、ミニ理論の認知的評価理論によると外発的動機付けに対する認知的評価、すなわち受け止め方次第で、内発的動機付けは促進又は抑制されるものである（Deci & Ryan, 1985 など）。したがって、生徒の理科学習に対する内発的動機付けと外発的動機付けは相互作用しており、どちらか一方を促進するのではなく、双方向からの効果的な促進を高めることが依然として重要であると考えられるだろう。

そして、本論考の結果から日本の生徒の「理科学習者としての自己効力感」指標の肯定回答率は2006年、2015年共に非常に低いということが明らかとなった。この肯定回答率の低さは控えめ回答傾向として説明できうる（山田, 2019）。すなわち、日本の生徒たちの「理科学習者としての自己効力感」の低さは、その控えめ回答傾向により、生徒たちの実際の自己効力感よりも控えめな値であるということが言えよう。その一方で、長崎（2016）が指摘しているように、「理科学習者としての自己効力感」の低さから、日本の生徒たちは科学の問題を机上で解くことはできる一方で、実生活と結びついた科学的な問題については自信を持っていないという解釈を与えることもできよう。

科学における好成績は、教師、仲間、両親から寄せられた好意的なフィードバックと、それに関連した好意的な感情を通して、より高いレベルの自己効力感につながるが、それと同時に、自己効力感が低い学生は、能力があるにもかかわらず、科学の成績が低くなるリスクが高いことが指摘されている（Bandura, 1997）が、日本の場合は科学的リテラシーの得点との関連は弱いことが確認されている（OECD, 2016: 140）。

しかし、一方で生徒の自己効力感は彼らのキャリア志向や職業選択といった外発的動機付けにも関連しており (Nugent ほか, 2015), 生徒たちの動機づけに影響を与えうるため, 内発的動機付け, 外発的動機付けとともに相互作用的に促進する方策の検討が期待される。

注記

2006 年本調査 ST016Q3 (C) I am happy doing < broad science > problem.

2015 年本調査 ST094 I am happy working < broad science > topics.

選択肢 1 と選択肢 2 の回答率を足したものを肯定回答率としている (以下, 同様)。

あくまで, 自己決定性の観点から近い様相をする動機付けだと見なすこともできるということであり, 理論的には内発的動機付けとは別種の動機付けであるということに注意されたい。

謝辞

本稿執筆にあたって, 静岡大学情報学部名誉教授の山田文康先生, 株式会社計画研究所の高嶺一男先生, 国立教育政策研究所名誉所員の山田兼尚先生, 国際研究・協力部総括研究官の大塚尚子先生に大変お世話になりました。山田文康先生には, 統計的検討に関してご指導ご鞭撻いただきました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

Bandura, A., 1997, *Self-Efficacy: The Exercise of Control*, Freeman, New York, NY.

中央教育審議会, 2016, 「幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申)」, 文部科学省 < http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm > (2019 年 3 月 6 日アクセス) .

Deci, E. L., & Ryan, R. M., 1985, *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.

国立教育政策研究所, 2007, 『生きるための知識と技能 3 - OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2006 年調査国際結果報告書 -』 ぎょうせい .

国立教育政策研究所, 2016, 『生きるための知識と技能 6 - OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2015 年調査国際結果報告書 -』 明石書店 .

長崎栄三, 2016, 「日本の数理科学教育の現状と課題 (数理科学教育の新たな展開: 文系基礎学・市民的教養としての数理科学)」『数理科学教育シンポジウム報告書』 東北大学高度教養教育・学生支援機構, pp.7-20.

Nugent, G. et al., 2015, “A model of factors contributing to STEM learning and career orientation” , *International Journal of Science Education*, Vol. 37/7, pp.1067-1088.

OECD, 2016, *PISA 2015 RESULTS (VOLUME I): EXCELLENCE AND EQUITY IN EDUCATION*, OECD.

小倉康, 2008, 「PISA2006 における科学的リテラシーとしての態度の測定」『国立教育政策研究所紀要』 (137), pp.59-70.

山田文康 (分担執筆), 2019 予定, 「巻末付論 1 日本の高校生のアンケートに対する回答傾向」『質問紙調査結果に見る我が国児童生徒の意欲・関心等に関する調査研究 プロジェクト研究報告書』 .

(受理日:平成 31 年 3 月 20 日)