

科学に対する態度と科学的リテラシーに関する構造的分析

松浦拓也・川崎弘作・前田圭介

(2012年10月2日受理)

The Structure of Attitudes towards Science and Scientific Literacy in PISA2006

Takuya Matsuura, Kosaku Kawasaki and Keisuke Maeda

Abstract: As the results of PISA2006 (OECD, 2007) and other international assessments have been realized, there are concerns in Japan that although students show the high score of scientific literacy their interests in science were low. In this study, we explore the structure of attitudes towards science and scientific literacy based on the comparison of following five countries: Australia, Canada, Finland, Japan and New Zealand. The model of this analysis includes the six constructs (f1:ENJ, f2:GEV, f3:PEV, f4:FUM, f5:GEL, f6:INM) of attitudes towards science and scientific literacy score (f7:SCL) with multiple group method. As the results of this analysis, the direct effects of each construct and total effects on f7:SCL show the similarity between Australia, Canada and New Zealand. On the other hand, the total effect of f5:GEL on f7:SCL in Japan is bigger than other countries' one.

Key words: Scientific Literacy, Attitude to Science, SEM

キーワード：科学的リテラシー、科学に対する態度、構造方程式モデリング

1. 問題の所在

科学的リテラシーが調査の中心分野であったPISA2006では、日本の科学的リテラシーの平均得点は531点であり、上位グループに位置していることが示された (OECD, 2007)。一方で、「30歳時に科学に関連した職に就いていることを期待している生徒の割合」は、日本は10.7%¹⁾であり、フィンランド (18.1%)、カナダ (37.1%)、ニュージーランド (24.2%)、オーストラリア (27.8%) といった科学的リテラシーの平均得点が上位の国の中でも突出して低い割合となっている (OECD, 2007: 150-152)。また、「科学に関する全般的価値」や「科学に関する全般的な興味・関心」など、その他の科学に対する態度の質問項目においても、諸外国より指標値が低い傾向が顕在化している (国立教育政策研究所, 2007)。このような傾向は、平成20年1月の中央教育審議会答申「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について」(中央教育審議会, 2008)においても課題として示されており、学習指導要領の改訂にも影響を及ぼしている。

ペーパーテストによる得点が高いにもかかわらず、科学への興味・関心などが国際的にみて低いという日本の特徴は、IEAによって実施されている国際数学・理科教育動向調査によって、以前から明らかになっている (例えば、国立教育研究所, 1997: 国立教育政策研究所, 2001: 国立教育政策研究所, 2005: 国立教育政策研究所, 2008)。しかし、日本においては2次データ分析が低調なこともあり、IEAやOECDから公開されているデータを活用し、日本を基軸として諸外国と多面的に比較した研究はあまりみられない。また、PISA2006の結果分析においては、Ainley & Ainley (2011) のようなリテラシー得点や質問紙の結果を構造的に分析した事例は少ない。

2. 目的

PISA2006における科学的リテラシーの平均得点が上位の国において、生徒の科学に対する態度の様相はそれぞれ異なっていると考えられる。そこで、PISA2006において上位5カ国（OECD加盟国中）である日本、フィンランド、カナダ、ニュージーランド、オーストラリアに焦点化し、科学的リテラシーと科学に対する態度の関連を構造的に分析することを通して、日本の生徒の特徴を明らかにすること目的とした。

3. 分析方法

本分析においては、OECDがWeb上で公開しているPISA2006のデータセットをダウンロードして用いた。また、構造方程式モデリングのためのソフトウェアには、Mplus 6 (Muthén & Muthén, 2010)を用い、個人データの重み付けには「W_FSTUWT (FINAL STUDENT WEIGHT)」を用いた。分析手続きの詳細を以下に示す。

3-1. 分析に使用する項目の検討

PISA2006では、「科学的探究の支持」「理科学習者としての自己信頼性」「科学への興味・関心」「資源と環境に対する責任」という4つの領域を設定し、科学に対する生徒の態度と取り組みを調査している(OECD, 2007: 122 / 国立教育政策研究所, 2007: 131)。各領域は、以下に示す測定尺度によって具体化されている。

科学的探究の支持：「科学的探究の支持」, 「科学に関する全般的価値」, 「科学に関する個人的価値」

理科学習者としての自己信頼性：「科学における自己効力感」, 「理科学習における自己認識」

科学への興味・関心：「科学的な話題の学習への興味・関心」, 「科学に関する全般的な興味・関心」, 「科学の楽しさ」, 「理科学習に対する道具的動機づけ」, 「科学に対する将来指向的な動機づけ」, 「30歳時に科学関連の職業へ就く期待」, 「科学に関連する活動」

資源と環境に対する責任：「環境問題に関する認識」, 「環境問題の深刻さに関する懸念」, 「環境問題の改善に関する楽観視」, 「持続可能な開発に関する責任感」

これらの測定尺度のうち、下線を付した2つの尺度は科学的リテラシーを測定する問題に組み込まれている。

他の尺度については、生徒質問紙によって測定されている。

一方、科学的リテラシーは「状況・文脈」, 「科学的能力」, 「科学的知識」という3つの側面を考慮して問題が構成されている(OECD, 2007: 35 / 国立教育政策研究所, 2007: 36)。各側面は、以下に示す領域によって具体化されている。

状況・文脈：「状況（個人的, 社会的, 地球的）」, 「適用領域（健康, 天然資源, 環境, 災害, 科学とテクノロジーのフロンティア, その他）」

科学的能力：「科学的な疑問を認識する」, 「現象を科学的に説明する」, 「科学的証拠を用いる」

科学的知識：「科学の知識（物理的システム, 生命システム, 地球と宇宙のシステム, テクノロジーのシステム）」, 「科学についての知識（科学的探究, 科学的説明）」

本研究では、日本の生徒は科学的リテラシーの平均得点が高いにもかかわらず、「30歳時に科学関連の職業へ就く期待」の割合が諸外国と比較して特に低いことに関心を寄せている。このため、科学に対する生徒の態度と取り組みに関する4つの領域のうち、生徒質問紙でリッカートスケールによって調査されている「科学への興味・関心」を分析に用いることにした（回答方法の異なる「30歳時に科学関連の職業へ就く期待」, 活動を問う「科学に関連する活動」を除く）。さらに、このような「科学への興味・関心」には生徒が持つ科学に対する価値観も重要になると考え、「科学的探究の支持」も分析に用いることにした。

また、本分析においては、構造方程式モデリング (Structural Equation Modeling: SEM) を用いて「科学的リテラシー得点」と生徒質問紙によって測定した「科学に対する態度」を同時に取り扱う。このため、科学的リテラシーについては、態度の要素（下線を付した2つの尺度）を含まない「科学的能力」の得点を用いることが望ましいと考えた。

以上より、本研究においては、科学に対する態度として「f1：科学の楽しさ (ENJ)」, 「f2：科学に関する全般的価値 (GEV)」, 「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」, 「f4：科学に対する将来指向的な動機づけ (FUM)」, 「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GED)」, 「f6：理科学習に対する道具的動機づけ (INM)」の6つの構成概念を用いた。Table 1に、各構成概念の質問項目数とその内容を示す。また、「f7：科学的リテラシー (SCL)」は、「科学的な疑問を認識すること」「現象を科学的に説明すること」「科学的証

Table 1. 各構成概念の質問項目

「f1: 科学の楽しさ (ENJ)」(5問)
A) 科学についての知識を得ることは楽しい
B) 科学の話題について学んでいるときは、たいてい楽しい
C) 科学について学ぶことに興味がある
D) 科学についての本を読むのが好きだ
E) 科学についての問題を解いているときは楽しい
「f2: 科学に関する全般的価値 (GEV)」(5問)
A) 科学は私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である
B) 科学技術の進歩は、通常人々の生活条件を向上させる
C) 科学は社会にとって有用なものである
D) 科学技術の進歩は、通常、経済の発展に役立つ
E) 科学技術の進歩は、通常社会に利益をもたらす
「f3: 科学に関する個人的価値 (PEV)」(5問)
A) 科学は、自分の身の周りのことを理解するのに役立つものだと思う
B) 大人になったら科学を様々な場面で役立てたい
C) 科学の考え方の中には、他の人々はどう関わるかを知るのに役立つものがある
D) 学校を卒業したら、科学を利用する機会がたくさんあるだろう
E) 科学は私にとって身近なものである
「f4: 科学に対する将来指向的な動機づけ (FUM)」(4問)
A) 私は、科学を必要とする職業に就きたい
B) 高校を卒業したら科学を勉強したい
C) 大人になったら科学の研究や事業に関する仕事をしたい
D) 最先端の科学にたずさわって生きていきたい
「f5: 科学に関する全般的な興味・関心 (GED)」(8問)
A) ヒトに関する生物学
B) 天文学に関する話題
C) 化学に関する話題
D) 物理に関する話題
E) 植物に関する生物学
F) 科学者が実験を計画する方法
G) 地質学に関する話題
H) 科学的な説明を求められること
「f6: 理科学習に対する道具的動機づけ (INM)」(5問)
A) 私は自分の役に立つと分かっているので、理科を勉強している
B) 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
C) 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
D) 私は理科の科目からたくさんのことを学んで就職に役立てたい
E) 将来勉強したい分野で必要となるので、理科の科目を学習することは重要だ

拠を用いること」の3つの能力で構成した。

3-2. 分析の手法

本分析においては、「f7: 科学的リテラシー」に対して、「科学に対する態度」として設定した6つの構成概念がどのような影響を及ぼしているのかを構造的に検討する。その際、日本を含む上位5カ国(日本(JPN)、フィンランド(FIN)、カナダ(CAN)、ニュージーランド(NZL)、オーストラリア(AUS))の違いを併せて検討する。このため、SEMによる多母集団同時分析を用いることにした(豊田, 1998: 246-264)。

また、多母集団同時分析におけるMplusの設定はデフォルトとし、平均構造を取り入れた。

なお、質問紙による項目は4件法で測定されているため、質問内容に対して肯定的な順に4点、3点、2点、1点となるように得点化して分析に用いた。また、PISAで公開されているデータセットにおいては、生徒のリテラシー得点はRaschモデルを用いて推定しPVs(Plausible Values)という指標で公開されている(OECD, 2009)。PVsはPV1からPV5まで5つの値があるため、本研究のようにSEMによって分析を行う際には、PVsの取り扱いが課題となる。一般的に、PVsを用いて統計分析を行う場合、まずPV1からPV5までそれぞれにおいて統計量を算出し、その後に平均することが推奨されている(von Davier et al., 2009)。一方で、SEMのように多数の統計量を推定する分析においては、PV1のみを用いるなど、簡便な方法が用いられることがある(Ainley & Ainley, 2011など)。筆者においても、従来は5つのPVの平均を算出してからSEMに用いるという簡便法(PV-W)を用いていた(松浦, 2011)。しかし、本分析においては推定値の正確性を期するためにPVごとに推定を行い、合計5回の推定の値を平均する本来の方法(PV-R)を用いることにした²⁾。

4. 分析結果

4-1. 基礎統計量

まず、各構成概念を得点化した際の傾向を確認する

Table 2. Mean and SD values of each construct

	AUS	CAN	FIN	JPN	NZL
f1:ENJ	2.56 (.75)	2.74 (.75)	2.70 (.64)	2.42 (.77)	2.61 (.72)
f2:GEV	3.11 (.50)	3.20 (.48)	3.18 (.42)	3.04 (.54)	3.08 (.48)
f3:PEV	2.73 (.66)	2.84 (.64)	2.67 (.55)	2.59 (.58)	2.75 (.63)
f4:FUM	2.03 (.84)	2.26 (.89)	1.94 (.69)	1.89 (.80)	2.08 (.81)
f5:GEI	2.34 (.67)	2.56 (.63)	2.29 (.63)	2.40 (.64)	2.42 (.65)
f6:INM	2.76 (.82)	2.93 (.80)	2.52 (.71)	2.34 (.84)	2.82 (.77)
f7:EPS	520 (98)	531 (96)	566 (84)	527 (94)	522 (107)
ISI	535 (94)	532 (93)	555 (80)	522 (102)	536 (102)
USE	531 (103)	542 (96)	567 (92)	544 (112)	537 (117)

ために、平均値と標準偏差を算出した。その結果を Table 2 に示す。平均値を見ると、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」、「f2：科学に関する全般的価値 (GEV)」、「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」、「f4：科学に対する将来指向的な動機づけ (FUM)」、「f6：理科学習に対する道具的動機づけ (INM)」は、日本は他の 4 カ国に比べて低い傾向にある。これは、PISA2006 の報告書に示された指標化された値と同様の傾向である。なお、標準偏差ではフィンランドが一貫して小さい傾向にある。

4-2. Model 1 の分析

まず、「f7：科学的リテラシー (SCL)」を被説明変数、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」、「f2：科学に関する全般的価値 (GEV)」、「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」、「f4：科学に対する将来指向的な動機づけ (FUM)」、「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」、「f6：理科学習に対する道具的動機づけ (INM)」を説明変数とする重回帰モデルで分析を行い、これらの構成概念を同一モデルに組み込んだ際の母数の傾向を検討することにした。

分析の結果、Figure 1 に示すモデルの適合度は RMSEA=.048、CFI=.912 であり、適合度指標の値は良好であった。本モデルにおける、「f7：科学的リテラシー (SCL)」に対する各構成概念の標準化効果を国別にまとめたものを Table 3 に示す。Table 3 に示したように、「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」や「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」などにおいて負の値が見られ、特に、「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」においては全ての国におい

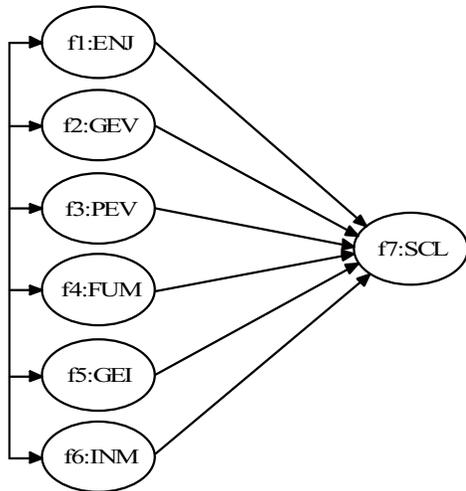


Figure 1. Model 1

Table 3. Model 1 Standardized direct effects on f7

	AUS	CAN	FIN	JPN	NZL
f1:ENJ	0.388	0.329	0.096	0.169	0.340
f2:GEV	0.363	0.264	0.358	0.492	0.317
f3:PEV	-0.128	-0.108	-0.268	-0.501	-0.121
f4:FUM	0.109	0.187	0.196	0.129	0.096
f5:GEI	-0.159	-0.125	0.130	0.229	-0.158
f6:INM	-0.025	-0.082	0.067	0.105	0.018

て負の値となっている。しかし、各構成概念間の単相関の値は全て正であることから ($r=.245 \sim .450$)、「f7：科学的リテラシー (SCL)」に対する直接効果のパスを 6 つの構成概念すべてに設定するのではなく、間接効果を考慮した構造にすることで負の値の出現を軽減できるのではないかと考えた。

4-3. Model 2 の分析

Model 1 の分析結果に基づき、科学的リテラシーに直接影響する要素として「科学への興味・関心」を設定することにした。そして、「科学への興味・関心」に影響する要素として「科学的探究の支持」を設定することにした。この結果として構成したモデルを Figure 2 に示す。

分析の結果、Figure 2 に示すモデルは、IMPUTATION コマンドによる 5 回の分析で 3 回 (PV1, PV3, PV5) 最適解を得ることができなかった。最適解が得られた際のモデルの適合度は RMSEA=.050、CFI=.906 であり、適合度指標の値は良好であった。暫定的に、「f7：科学的リテラシー (SCL)」に対する

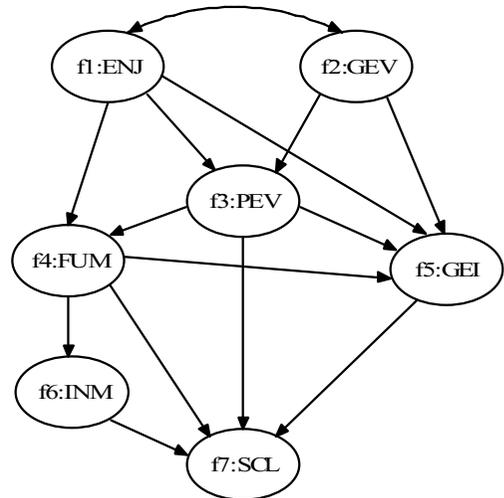


Figure 2. Model 2

Table 4. Model 2 Standardized direct effects on f7

	AUS	CAN	FIN	JPN	NZL
f3:PEV	0.379	0.260	0.098	0.112	0.367
f4:FUM	0.075	0.160	0.117	-0.004	0.039
f5:GEI	0.052	0.065	0.197	0.285	0.020
f6:INM	-0.063	-0.103	0.057	0.076	-0.035

標準化直接効果を国別にまとめたものを Table 4 に示す。Table 4 に示したように、Model 1 の結果に見られた負の値が小さくなっており、「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」においては全ての国において正の値となっている。このため、科学的リテラシーに直接影響する要素を「科学への興味・関心」に限定したモデルの改良を進めることにした。

4-4. Model 3 の分析

Model 2 の改良に際し、各構成概念を構成する質問項目まで遡って再検討した。その結果、「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」を構成する質問項目は学校での学習という文脈で問いが構成されているため、「f2：科学に関する全般的価値 (GEV)」から「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」へ直接パスを設定する効果は小さいのではないかと考えた。実際、Model 2 の分析における「f2：科学に関する全般的価値 (GEV)」から「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」への標準化直接効果の値は .007~.095 と小さいものであった。

そこで、Model 2 において設定していた「f2：科学に関する全般的価値 (GEV)」から「f5：科学に関する

Table 5. Model 3 Standardized direct effects

	AUS	CAN	FIN	JPN	NZL
① f1→f3	0.462	0.490	0.490	0.438	0.520
② f2→f3	0.501	0.491	0.441	0.560	0.445
③ f1→f4	0.381	0.374	0.284	0.435	0.332
④ f3→f4	0.455	0.451	0.473	0.299	0.518
⑤ f1→f5	0.519	0.521	0.376	0.565	0.520
⑥ f3→f5	0.134	0.197	0.233	0.153	0.163
⑦ f4→f5	0.233	0.173	0.258	0.205	0.200
⑧ f4→f6	0.811	0.807	0.767	0.737	0.817
⑨ f3→f7	0.378	0.263	0.105	0.119	0.367
⑩ f4→f7	0.076	0.160	0.119	-0.005	0.047
⑪ f5→f7	0.052	0.057	0.192	0.279	0.014
⑫ f6→f7	-0.063	-0.099	0.053	0.075	-0.036
⑬ f1-f2	0.598	0.548	0.567	0.444	0.593

Table 6. Model 3 Standardized total effects on f7

	AUS	CAN	FIN	JPN	NZL
f1:ENJ	0.227	0.217	0.253	0.289	0.212
f2:GEV	0.201	0.155	0.110	0.109	0.169
f3:PEV	0.402	0.315	0.249	0.194	0.380
f4:FUM	0.036	0.090	0.209	0.107	0.020
f5:GEI	0.052	0.057	0.192	0.279	0.014
f6:INM	-0.063	-0.099	0.053	0.075	-0.036

Table 7. Model 3 R-SQUARE for f7

	AUS	CAN	FIN	JPN	NZL
R ² (f7)	0.191	0.141	0.166	0.166	0.153

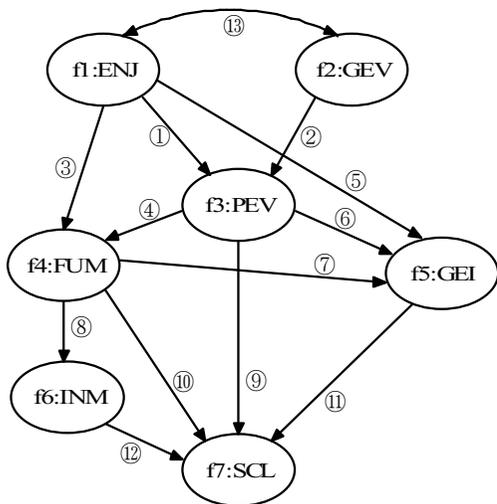


Figure 3. Model 3 (Final)

全般的な興味・関心 (GEI)」へのパスを削除したものを Model 3 として構成した (Figure 3 参照)。

分析の結果、Figure 3 に示すモデルの適合度は RMSEA=.050, CFI=.906 であり、適合度指標の値は良好であった。また、全てのパスの標準化直接効果を Table 5、「f7：科学的リテラシー (SCL)」への標準化総効果を Table 6, R-SQUARE を Table 7 に示す。

Table 5 に示した各構成概念の標準化直接効果を比較すると、オーストラリア、カナダ、ニュージーランドは全体的に同じ傾向を示しているといえる。これに対してフィンランドと日本は、相対的に⑨の「f3:PEV → f7:SCL」の値が小さい反面、⑪の「f5:GEI → f7:SCL」の値は大きい傾向を示している。

また、Table 6 に示した「f7：科学的リテラシー (SCL)」への標準化総効果を見ると、オーストラリ

ア、カナダ、ニュージーランドは「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」、 「f1：科学の楽しさ (ENJ)」の順に値が大きい。フィンランドにおいても、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」、 「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」の順に値が大きい。これに対して日本では、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」、 「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」の順に値が大きい結果となっている。

5. 考察

Model 3の結果に基づき、5カ国の比較を通して日本の特徴を整理する。まず、「f7：科学的リテラシー (SCL)」への標準化総合効果の結果に着目すると、日本の特徴として、「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」よりも「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」の影響が大きいことが挙げられる。また、Table 2に示したように、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」から「f6：理科学習に対する道具的動機づけ (INM)」までの平均値のうち、「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」のみ日本が一番低い値となっていない。

この日本の特徴である「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」を構成する質問項目は、モデル検討の際にも述べたように、生物学や天文学、化学、物理などを学ぶことに関する興味であり、学校における理科の学習という文脈と解釈できる。このため、日本の生徒ではその他4カ国の生徒と比較して、学校文脈における理科の学習への関心の高低が科学的リテラシーの到達度に及ぼす影響が大きいといえる。一方で、特にオーストラリア、カナダ、ニュージーランドでは、科学の楽しさの他に、科学に関する個人的な価値観の影響が大きくなっており、日本とは対照的である。

また、日本においては、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」の「f7：科学的リテラシー (SCL)」に対する標準化総合効果が最も大きいとともに、「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」への標準化直接効果も大きい。よって、科学の楽しさといった情意的要素は、科学的リテラシーの到達度に対する重要な間接的要因として考慮する必要があると考える。

一方で、このような科学的リテラシーの到達度に影響を及ぼす要因を検討する際には、動機づけ研究など生徒が有する達成動機の視点からの考察も必要となる。例えば、Wingfield や Eccles の研究によると、達成価値 (achievement values) の構成要素として、到達価値 (attainment value) または重要性、本質的価値 (intrinsic value)、功利的価値 (utility value) ま

たは有用性、コスト (cost) の4つを挙げている。そして、功利的価値または有用性を、学校における科目の選択や個人の将来計画に関係するものとして位置づけている (Wingfield & Eccles, 1992; Wingfield et al., 1998; Wingfield & Eccles, 2000; Wingfield & Cambria, 2010)。このような観点から整理すると、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」や「f2：科学に関する全般的価値 (GEV)」は本質的価値と関連し、「f3：科学に関する個人的価値 (PEV)」、 「f4：科学に対する将来指向的な動機づけ (FUM)」、 「f6：理科学習に対する道具的動機づけ (INM)」は功利的価値または有用性と関連していると考えられる。一方で、日本の特徴である「f5：科学に関する全般的な興味・関心 (GEI)」は、生徒によって認識の様相が異なる可能性があるため、特定の達成価値に位置づけることは難しいと考える。このため、より詳細な分析の枠組みが必要になると考える。

なお、PISAの生徒質問紙の項目を用いて、日本の中学3年生と高校1年生を対象に調査を実施した小倉 (2008) の研究によると、「f6：理科学習に対する道具的動機づけ (INM)」は中学3年生の時点で既に低い値を示している反面、「f1：科学の楽しさ (ENJ)」は高校入学後に低下している可能性を示している。PISAは日本では高校1年の7月に実施されていることから、日本の結果の解釈においては高校入学後の理科の授業の影響も内包していることに留意する必要があることを最後に付記する。

【註】

- 1) OECD (2007) による報告書では、日本の値は7.8%となっている。しかし、日本の国立教育政策研究所では集計ミスの指摘をしている。そこで、筆者らがOECDによって公開されているデータ、職業カテゴリーに基づいて再計算を実施したところ、その値は10.7%であった。よって、本稿ではこの10.7%を用いる。
- 2) 具体的な手順としては、MplusにおいてIMPUTATIONコマンドを使用し、PV1からPV5までのデータを連続的に分析し、平均化した母数を出力させた。ただし、IMPUTATIONコマンドによる分析では間接効果や総合効果の出力ができない仕様になっているため、最終モデルにおいて総合効果を提示する際には、PVごとに個別に推定した値を平均化して用いた。

【謝 辞】

PVs (Plausible Values) を用いた SEM による分析の検討に際しては、国立教育政策研究所の萩原康仁総括研究官に多くの示唆を頂いた。ここに、記して謝意を表す。

【引用文献】

- Ainley, M. & Ainley, J. (2011). A Cultural Perspective on the Structure of Student Interest in Science, *International Journal of Science Education*, 33(1), pp.51-71.
- 中央教育審議会 (2008) 「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について (答申)」 (平成20年1月17日).
- 国立教育研究所編 (1997) 『「中学校の数学教育・理科教育の国際比較」』 東洋館出版社.
- 国立教育政策研究所編 (2001) 『数学教育・理科教育の国際比較』 ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所編 (2005) 『理科教育の国際比較』 ぎょうせい.
- 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)』 ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所 (2008) 「国際数学・理科教育動向調査の2007年調査 国際調査結果報告 (概要)」 <http://www.nier.go.jp/timss/2007/gaiyou2007.pdf>
- 松浦拓也 (2011) 「PISA2006における科学に対する態度の構造的分析—日本における潜在構造分析を中心として—」 日本教科教育学会全国大会論文集, 37,

pp.156-157

- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (2010). *Mplus User's Guide* 6th edition, Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- OECD (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World Vol.1 - Analysis*, Paris: OECD.
- OECD (2009). *PISA Data Analysis Manual: SPSS Second Edition*, Paris: OECD.
- 小倉康 (2008) 「PISA の調査項目を用いた日本の中学3年生と高校1年生の科学への態度の比較」 *科学教育研究*, 32(4), pp.330-339.
- 豊田秀樹 (1998) 『共分散構造分析—構造方程式モデリング— [入門編]』 朝倉書店.
- von Davier, M., Gonzalez, E. & Mislevy, R. J. (2009). What are plausible values and why are they useful?, *IERI Monograph Series*, Vol.2, pp.9-36.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12, pp.265-310.
- Wigfield, A., Eccles, J. S. & Rodriguez, D. (1998). The development of children's motivation in school contexts. *Review of research in education*, 23, pp.73-118.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, pp.68-81.
- Wigfield, A. & Cambria, J. (2010). Students' achievement values, goal orientations, and interest: Definitions, development, and relations to achievement outcomes. *Developmental Review*, 30, pp.1-35.