

経年変化分析調査との対応づけによる 本体調査の年度間比較に関する研究

令和4年度文部科学省委託研究
「学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究」
B. 経年変化分析調査及び本体調査の結果を活用した学力の
経年変化に関する専門的な分析
研究成果報告書

令和5年3月31日

国立大学法人 東北大学

はしがき

この報告は、令和 4 年度「学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究」の「B. 経年変化分析調査及び本体調査の結果を活用した学力の経年変化に関する専門的な分析」に応募し、技術審査会等を経て採用された調査研究の成果をまとめたものである。

平成 29 年度に実施された同委託研究（東北大学）において、平成 25 年度および平成 28 年度に実施された全国学力・学習状況調査の本体調査および経年変化分析調査のデータを利用し、教育測定学の知見を用いて、両年度の本体調査の得点を比較可能にする手法が開発された。本調査研究ではこの時の研究知見を利用し、平成 28 年度と令和 3 年度の本体調査の得点を比較可能にする分析を行った。

本研究が円滑に実施できたのは、平成 29 年度の調査研究、またその後発行された「令和 3 年度『全国学力・学習状況調査』経年変化分析調査テクニカルレポート」で示された研究知見を利用できたことが非常に大きかった。本研究を実施するにあたり、一つ一つの研究知見の積み重ねがその後の研究の礎になることの重要性をあらためて実感した。本研究報告もまた、今後の研究にわずかでも貢献できれば、研究代表者として幸いである。

研究代表者 熊谷 龍一

事業概要

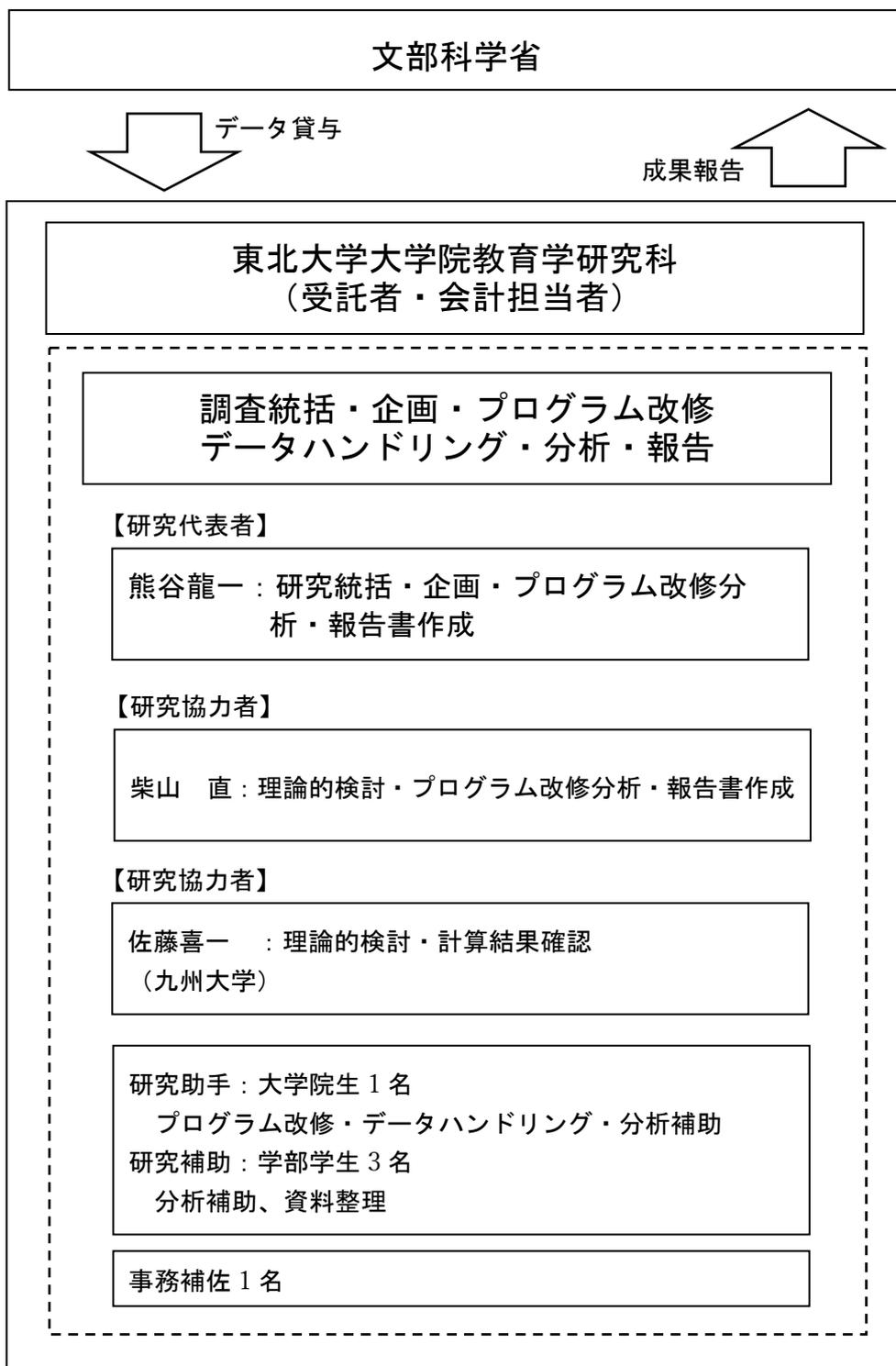
事業名	学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究
事業内容	B. 経年変化分析調査及び本体調査の結果を活用した学力の 経年変化に関する専門的な分析
委託期間	令和4年8月23日から令和5年3月31日
事業者名	国立大学法人東北大学大学院教育学研究科長 野口 和人
事業費	3,308,800 円

研究組織

研究代表	熊谷 龍一	東北大学大学院教育学研究科
研究協力	柴山 直	東北大学大学院教育学研究科
	佐藤 喜一	九州大学アドミッションセンター
研究助手	中村 壮真	東北大学大学院教育学研究科
研究補助	新井 真緒	東北大学教育学部
	金澤 まや	東北大学教育学部
	仲尾 稔	東北大学教育学部
事務担当	後藤 ひろみ	

(所属は令和5年3月31日現在)

実施体制



目次	
はしがき	i
事業概要	ii
研究組織	ii
実施体制	iii
目次	iv
はじめに	1
1 本体調査および経年調査データの概要	4
1.1 分析対象となる調査データ	4
1.2 データ収集デザイン	5
2 対応づけ分析の方法	7
2.1 分析概要	7
2.2 データ整備	8
2.3 IRT 等化 1	8
2.4 IRT 等化 2	9
2.5 素得点分布の算出	10
2.6 復元得点分布の算出	10
2.7 対応づけ（等パーセンタイル法）と対応表の作成	10
3 分析結果	11
3.1 復元得点分布を用いた年度間比較	11
3.1.1 小学校・国語	12
3.1.2 小学校・算数	13
3.1.3 中学校・国語	14
3.1.4 中学校・数学	15
3.2 得点对応表	17
3.2.1 小学校・国語	17
3.2.2 小学校・算数	18
3.2.3 中学校・国語	19
3.2.4 中学校・数学	20
4 追加分析	21
4.1 追加分析 1：令和 3 年度経年調査の分冊別分析	21
4.2 追加分析 2：対応づけ得点の予測能力について	29
4.2.1 背景と目的	29
4.2.2 方法	29
4.2.3 結果と考察	30
文 献	33

経年変化分析調査との対応づけによる本体調査の
年度間比較に関する研究

はじめに

「全国学力・学習状況調査」において、毎年悉皆で実施されている「本体調査」については、実施後に問題項目が公開され、また問題項目数や問題形式なども年度ごとに変更される。当然ながら実施対象である児童生徒集団も年度ごとに異なっている。このような条件においては、各年度の本体調査の得点について、得点そのものはもちろん、正答率においても年度間の比較を行うことはできない。この点に関し、「全国学力・学習状況調査」では3年に一度程度、「経年変化分析調査」（以下、経年調査と呼ぶ）を実施している。経年調査においては「重複テスト分冊法 (Item Matrix Sampling Method)」や「項目反応理論 (Item Response Theory: IRT)」による等化分析といった教育測定学の知見を導入することで、調査において測定している能力の年度間比較を可能にしている（図1）。

経年調査ではこの年度間比較のために、前述の教育測定学的知見の導入のほか、問題項目の非公開や、悉皆方式ではなく標本抽出方式での実施など、本体調査とは異なる条件で調査を実施している。我が国全体の児童・生徒の学力変動を捉えるためには、この経年調査の結果が最も重要であることは疑いようもないが、ほぼすべての児童・生徒が調査対象となっている本体調査においても同様の年度間比較を行うことに対する必要性もまた高いものがある。この点に関して、平成29年度「学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究：経年変化分析調査との対応づけによる本体調査の年度間比較の試み」（東北大学、2018：以下、「平成29年度調査報告」と呼ぶ）ではこの課題を解決するため、先の教育測定学的知見に加え、「等パーセンタイル法 (equipercentile equating)」や「復元得点分布 (IRT observed score distribution)」といった分析手法を駆使して、平成25年度と平成28年度の本体調査のテスト得点を比較可能にするための得点对応表（表1）の作成を実施した。

本研究では、「平成29年度調査報告」で培われた分析手法を踏襲し、平成28年度と令和3年度の本体調査について、各得点を比較可能にし、得点对応表を作成することを目的とする。また、追加分析1として令和3年度経年調査の分冊別分析、追加分析2として対応づけ得点の予測能力に関する分析を行うこととする。

(3) 小学校国語の学カスコア

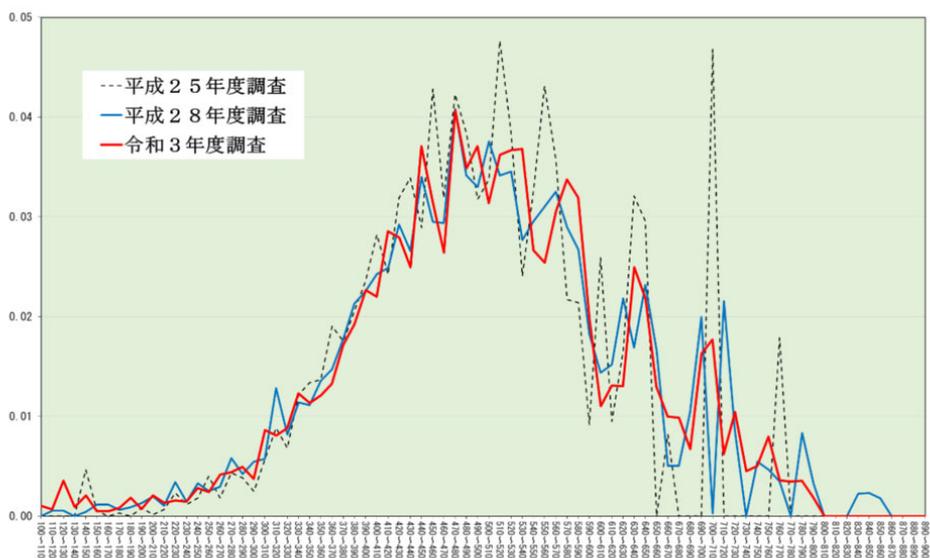


図1 学カスコア（相対度数分布）

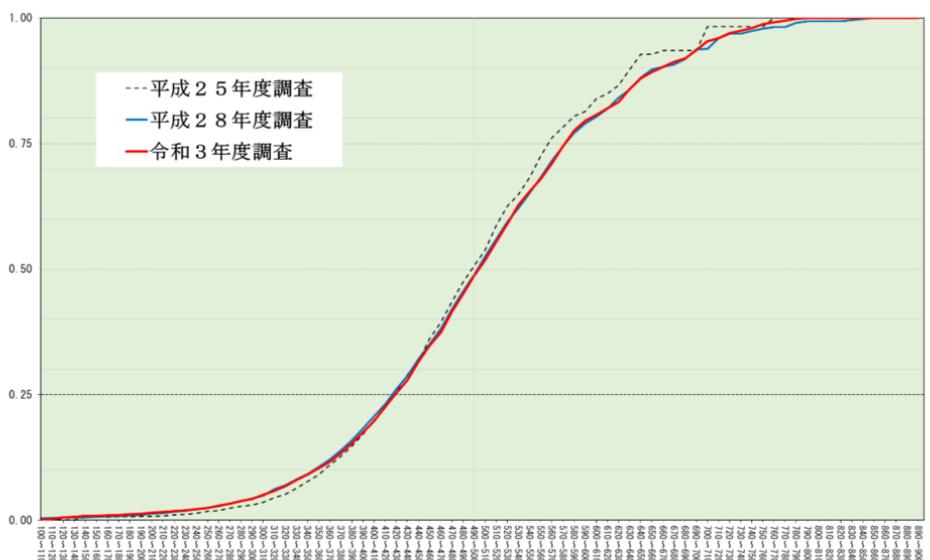


図2 学カスコア（累積相対度数分布）

図1 経年変化分析調査における経年比較の例（小学校・国語）
 （「令和3年度 全国学力・学習状況調査経年変化分析調査 実施結果報告書」、国立教育政策研究所、令和4年3月より引用）

表1 得点对応表の例（小学校・国語の一部）

小学校 国語				
H25年度 素得点	H28年度 換算点	累積度数	累積相対 度数(%)	パーセンタイル 順位
0	1.786	1699	0.150	0.075
1	2.872	4201	0.372	0.261
2	3.798	8771	0.776	0.574
3	4.769	16497	1.460	1.118
4	5.762	27953	2.473	1.966
5	6.767	44019	3.894	3.184

（平成29年度「学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究：経年変化分析調査との対応づけによる本体調査の年度間比較の試み」、東北大学、2018より一部引用）

1 本体調査および経年調査データの概要

1.1 分析対象となる調査データ

本研究において分析対象となるのは、平成 28 年度および令和 3 年度の本体調査および経年調査であり、対象教科は国語、算数・数学である。これについて文部科学省からデータの貸与を受け、本体調査において当日実施したもの等の条件でデータの抽出を行い、分析対象となるデータを作成した。最終的に分析対象となったデータにおける人数内訳は表 2 のとおりである。

表 2 分析対象とした人数内訳

実施年度	調査種類	教科	学年	
			小学 6 年生	中学 3 年生
平成 28 年度	本体調査 (全数)	国語	1,029,603	1,035,775
		算数／数学	1,029,603	1,035,775
	経年変化調査 (抽出)	国語	10,866	20,463
		算数／数学	10,651	25,737
令和 3 年度	本体調査 (全数)	国語	1,005,121	932,150
		算数／数学	1,005,121	932,150
	経年変化調査 (抽出)	国語	16,022	24,190
		算数／数学	15,669	24,020

各調査に含まれている問題項目数を表 3 に示す。平成 28 年度の本体調査については、A 問題、B 問題の区分があるが、「平成 29 年度調査報告」と同様に、これらの区別は行わず、一つの調査問題として処理をしている。

表 3 の経年調査部分においては、継続問題および新規問題がある。継続問題は平成 28 年度調査と令和 3 年度調査において共通して出題された問題のことであり、新規問題は平成 28 年度もしくは令和 3 年度のどちらかだけに出題された問題のことである。

表 3 から分かる通り、経年調査については平成 28 年度と令和 3 年度で全く同じ項目数で実施されているのに対し、本体調査については問題項目数が大幅に減少していることが分かる。

表3 各調査に含まれる問題項目数

	小学校				中学校			
	国語		算数		国語		数学	
	本体	経年	本体	経年	本体	経年	本体	経年
平成28年度	25	39	29	52	42	52	51	65
令和3年度	14	39	16	52	14	52	16	65
継続問題数	—	33	—	31	—	35	—	55
新規問題数	—	6	—	21	—	17	—	10

1.2 データ収集デザイン

各調査におけるデータ構造を図2に示す。この概略図についての基本構造は「平成29年度調査報告」と同様であるため、同報告書を参照されたい。なお、「平成29年度調査報告」におけるデータ構造においては、平成25年度の経年調査のデザインが2分冊からなる等価グループ・デザイン (Equivalent Groups Design) であったのに対し、本調査においては、平成28年度、令和3年度ともに重複テスト分冊法 (Balance Incomplete Block Design: BIBD) を採用していることである。経年変化調査における BIBD の詳細は「令和3年度『全国学力・学習状況調査』経年変化分析調査テクニカルレポート」(文部科学省、2023) を参照されたい (以下同レポートを「テクニカルレポート」と呼ぶ)。

図2に示すように、経年調査における BIBD の条件 (分冊数、項目ユニット数) については、平成28年度と令和3年度とで同じものとなっている。図2において、それぞれのデータが左右にずれて描画されているのは、両年度では共通に出題されている「継続問題」が存在していることを示す。ただし図が煩雑になるため、各分冊・項目ユニット内のどの問題項目が「継続問題」であるかは表現していない。縦位置が同じ項目ユニット (例えば平成28年度の項目セット8と令和3年度の項目セット1) が同一の「継続問題」を含んでいるわけではないことに注意されたい。

対象集団 年度	本体調査（全数）		経年変化分析調査（抽出）																																																																																																																																																																																																					
	平成28年度項目	令和3年度項目	H28年度項目																																																																																																																																																																																																					
			R3年度項目																																																																																																																																																																																																					
平成28年度集団	[Grayed out]	[Grayed out]	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>3</td><td></td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>9</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>3</td><td></td><td></td><td>11</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>12</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>13</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr> <tr><td colspan="13">項目セット</td></tr> </table>		1	2	3	4									1	1	2						3		4			2		1	2			4			3				3			1	3				4	2				4		4		1	2	3							5			4		1						3	2	6					1	3		4	2				7	3			4		1	2						8	2	3						1				4	9	4			3				1	2				10		4			2				1	3			11	3			4		2						1	12					2	3		4				1	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	項目セット													分冊番号 (受験集団)
			1	2	3	4									1																																																																																																																																																																																									
1	2						3		4			2																																																																																																																																																																																												
	1	2			4			3				3																																																																																																																																																																																												
		1	3				4	2				4																																																																																																																																																																																												
	4		1	2	3							5																																																																																																																																																																																												
		4		1						3	2	6																																																																																																																																																																																												
				1	3		4	2				7																																																																																																																																																																																												
3			4		1	2						8																																																																																																																																																																																												
2	3						1				4	9																																																																																																																																																																																												
4			3				1	2				10																																																																																																																																																																																												
	4			2				1	3			11																																																																																																																																																																																												
3			4		2						1	12																																																																																																																																																																																												
				2	3		4				1	13																																																																																																																																																																																												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13																																																																																																																																																																																												
項目セット																																																																																																																																																																																																								
令和3年度集団	[Grayed out]	[Grayed out]	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>3</td><td></td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>9</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td>11</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>12</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>13</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr> <tr><td colspan="13">項目セット</td></tr> </table>		1	2	3	4									1	1	2						3		4			2		1	2			4			3				3			1	3				4	2				4		4		1	2	3							5			4		1						3	2	6					1	3		4	2				7	3			4		1	2						8	2	3						1				4	9	4			3				1	2				10		4			2				1		3		11	3			4		2						1	12					2	3		4				1	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	項目セット													分冊番号 (受験集団)
1	2	3	4									1																																																																																																																																																																																												
1	2						3		4			2																																																																																																																																																																																												
	1	2			4			3				3																																																																																																																																																																																												
		1	3				4	2				4																																																																																																																																																																																												
	4		1	2	3							5																																																																																																																																																																																												
		4		1						3	2	6																																																																																																																																																																																												
				1	3		4	2				7																																																																																																																																																																																												
3			4		1	2						8																																																																																																																																																																																												
2	3						1				4	9																																																																																																																																																																																												
4			3				1	2				10																																																																																																																																																																																												
	4			2				1		3		11																																																																																																																																																																																												
3			4		2						1	12																																																																																																																																																																																												
				2	3		4				1	13																																																																																																																																																																																												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13																																																																																																																																																																																												
項目セット																																																																																																																																																																																																								

抽出：
重複テスト分冊法：
BIBD

図2 データ収集デザインの概略¹

¹ BIBD の表についてグレーに塗りつぶされているマスは、それに対応する列番号の項目セットが対応する分冊番号に含まれていることを示す。なおマス目の番号は、その分冊内での項目セットの順番を示す。

2 対応づけ分析の方法

2.1 分析概要

本研究における対応づけ分析の概要図を図3に示す

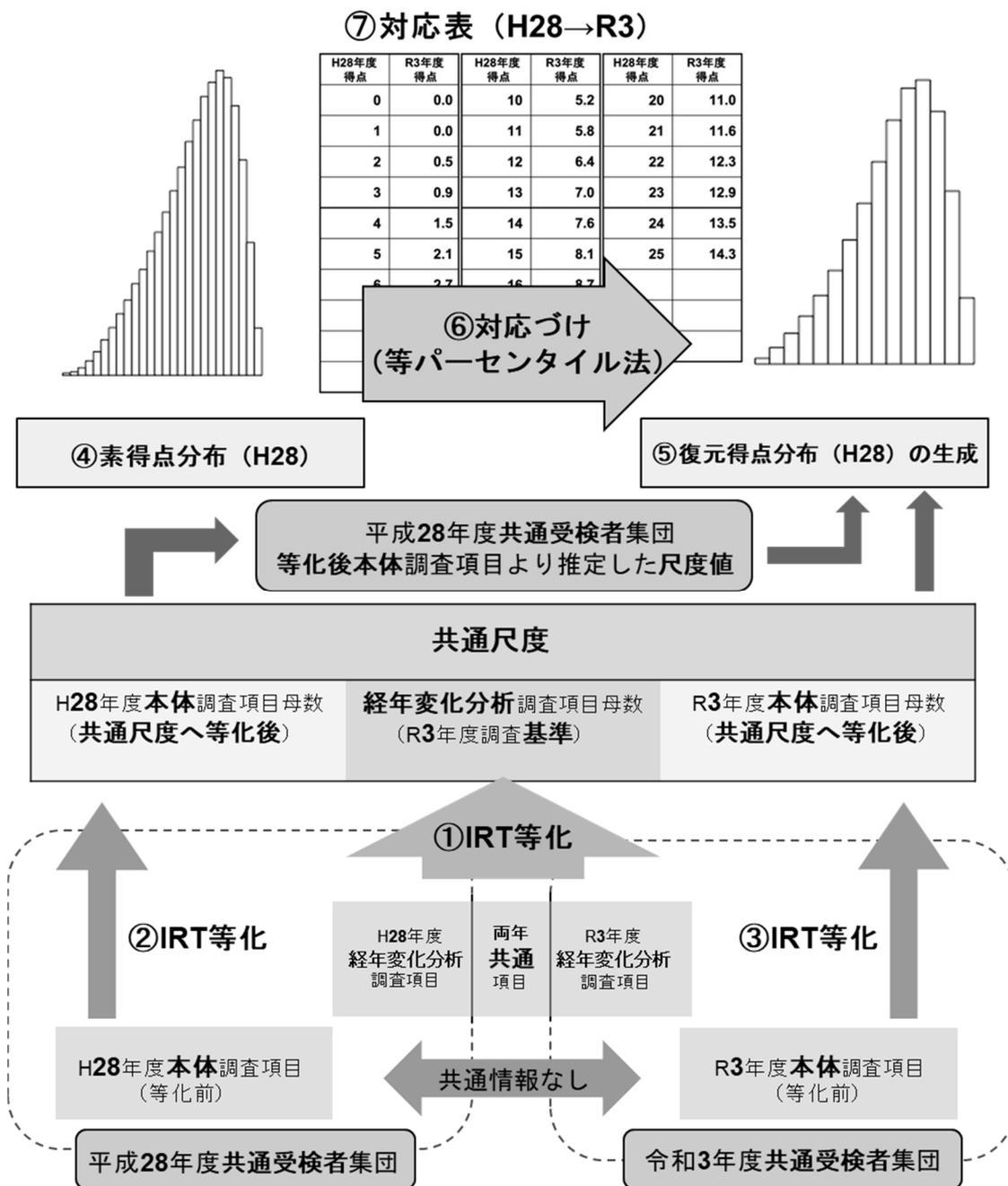


図3 分析概要

分析の目的が同一であるため、この分析概要は「平成 29 年度調査報告」で開発・提案されたものと同じものである。しかしながら、実際の分析においては「平成 29 年度調査報告」と異なる手続きを用いている部分もあるため、図内の①～⑦の各工程における具体的な分析手法を以下に述べる。

2.2 データ整備

分析を始めるにあたり、文部科学省から貸与を受けたデータについて、データの整備を行った。この整備作業がきちんとなされないと、それ以降の分析が意味をなさなくなるという意味において、本調査に限らず、テスト分析においてはこのデータ整備作業がもっとも基本かつ重要なものとなる。データ整備に当たり具体的には、以下の作業を行った。

データの確認 貸与を受けたデータについて、受検者数や各変数の中身等を確認した。具体的には、各変数において規定されたコード（文字）で入力されているか、本体調査と経年調査を共通に受検した児童・生徒のデータマッチングが適切であるか等の確認を行った。

受検者の抽出 本調査では、貸与を受けたデータに含まれる全受検者の情報ではなく、例えば本体調査については「当日実施」のフラグがついているもの等の条件において、受検者の抽出を行った（分析対象人数については表 2 を参照）。

変数の抽出 貸与を受けたデータについては、学力情報以外の様々な変数が入っているため、本調査での分析に必要な変数だけを抽出した。

データ整形 本調査では IRT 分析がメイン作業となるが、そこで用いる分析プログラム（EasyEstimation）で利用できる形で、テキストデータの整形を行った。

2.3 IRT 等化 1

分析概要の「①IRT 等化」部分にあたる分析作業となる。ここでの分析目的は、平成 28 年度と令和 3 年度の経年調査を IRT による等化分析によって、共通尺度上に乗せることにある。この分析については、「令和 3 年度 全国学力・学習状況調査経年変化分析調査 実

施結果報告書」(国立教育政策研究所、2022)において既に実施されているため、本調査研究では、文部科学省よりこの時の分析結果について貸与を受け、その後の分析に用いるために項目母数ファイルの確認、整形作業を行った。

2.4 IRT 等化 2

分析概要の「②IRT 等化」、「③IRT 等化」部分にあたる分析作業となる。ここでの分析目的は、平成 28 年度と令和 3 年度の本体調査について IRT における等化分析を行い、①IRT 等化で構成した共通尺度上に乗せることである。ここでは以下の手続きで分析を行った。

① 本体調査の(等化前)単独 IRT 分析

本体調査データについて IRT 分析を行い、項目母数の推定を行った。以後、IRT 分析については、EasyEstimation Ver. 2.1.7(熊谷、2009)を使用した。使用データについて、「平成 29 年度調査報告」においては、本体調査のデータから経年調査に参加した人数に準じたサンプリングデータを用いているが、本研究においてはデータ整備後の全データを利用して、項目母数の推定を行った。項目母数推定の前には、テトラコリック相関係数行列からのスクリープロットによる次元性の確認、項目通過率や点双列相関係数によるチェックなどを行い、項目母数推定後は、項目母数のチェック、繰り返し計算の収束状況の確認、項目適合度(おもに infit 統計量を参照)によるチェックなどを行った(これらの分析は全て EasyEstimation を用いて実行)。ここで 1 項目のみ、IRT 識別力母数が顕著に低いものが見られたが、その他項目母数推定およびその後の分析作業に影響が出ないことを確認したうえで、そのまま分析に利用した。

② 共通受検者法による経年調査と本体調査の等化分析

経年調査と本体調査について、共通受検者情報を用いて等化分析(等化係数の推定)を行った。等化係数の推定には、「平成 29 年度調査報告」と同様に熊谷・野口(2012)による方法を採用した。この時、初期値である一様分布の範囲は-4 から 4 を指定し、求積点の数は 41 とした(「平成 29 年度調査報告」では 31)。

③ 本体調査項目母数の変換

②で推定された等化係数を用いて、①で推定された項目母数の数値を変換し、等化後項目母数を計算した。

④ 本体調査における等化後受検者母数の推定

後述の「復元得点分布の算出」で利用するための、本体調査における受検者母数の推定を行った。推定方法は「平成 29 年度調査報告」と同様に EAP 推定量を採用し、母集団分布と

しては標準正規分布を 41 の離散点で近似したもの（EasyEstimation に添付されている）を採用した。

2.5 素得点分布の算出

分析概要の「④素得点分布」部分にあたる分析作業となる。ここでは本体調査について素得点（正答数）を算出した（図 3 においては平成 28 年度のみ記載されているが、令和 3 年度についても算出を行った）。この素得点分布については、国立教育政策研究所において公開されている得点分布とほぼ同様の形状になっていることを確認し、計算作業に間違いがないことを確認した（国立教育政策研究所公表のものとは扱っているデータ（受検者数）が異なるため、分布は完全には一致しないが、その差異は極めて小さいものである）。

2.6 復元得点分布の算出

分析概要の「⑤復元得点分布の生成」部分にあたる分析作業となる。前述までの分析で計算された、令和 3 年度本体調査の等化後項目母数、平成 28 年度本体調査の受検者母数を用いて、復元得点分布を算出した。ここで算出されるのは「もし平成 28 年度の受検者集団が令和 3 年度の本体調査を受検したら、どのような得点分布が得られるのか」というものである。計算には、「平成 29 年度調査報告」で開発された Recursion Formula (Lord & Wingersky, 1984) に基づく復元得点分布 (IRT observed score distribution) 生成を採用し、このときコーディングされた R 言語スクリプトを一部修正したものを利用した。

2.7 対応づけ（等パーセンタイル法）と対応表の作成

分析概要の「⑥対応づけ」、「⑦対応表」部分にあたる分析作業となる。これまでの分析で計算された平成 28 年度の素得点分布、および平成 28 年度集団が令和 3 年度調査を受検した場合の復元得点分布の情報を利用して、「平成 29 年度調査報告」と同様に等パーセンタイル法を用いて、対応づけを行った。計算には、「平成 29 年度調査報告」でコーディングされた R スクリプトを一部修正したものを利用した。この分析により、平成 28 年度本体調査の各得点が、令和 3 年度本体調査の何点に当たるのかを示す対応表が得られることになる。

3 分析結果

3.1 復元得点分布を用いた年度間比較

分析によって得られた復元得点分布（平成 28 年度集団が令和 3 年度本体調査を受けたとしたときの得点分布）と、実際の令和 3 年度集団の得点分布を比較することで、本体調査の年度間比較を行うことが可能となる。なお、得点分布は 1 点単位の離散量であるため、分布は図 4 左部分のようなヒストグラムとなる（横軸は得点、縦軸は総度数に対する比率）。このヒストグラムを比較のために重ねて描画すると、グラフが重なり認識が困難になるため、本研究では図 4 右部分のように、ヒストグラムの柱上部中央の点をつないだ線グラフとして表現することとする。

また、ヒストグラムについて累積分布にしたもの（「平成 29 年度調査報告」ではこの累積分布のみ報告されている）についても、同様に線グラフとして表現する。

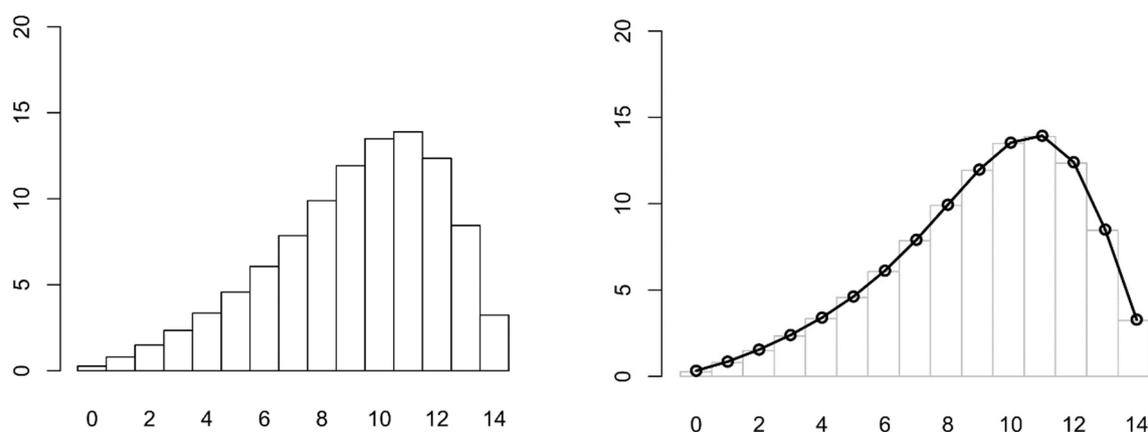


図 4 ヒストグラムから線グラフへの変換表示
(横軸は得点、縦軸は総度数に対する比率)

以下、小学校の国語・算数、中学校の国語・数学について、ヒストグラムと累積分布について、復元得点分布（図中では H28 と表示）と得点分布（図中では R03 と表示）を報告する。

3.1.1 小学校・国語

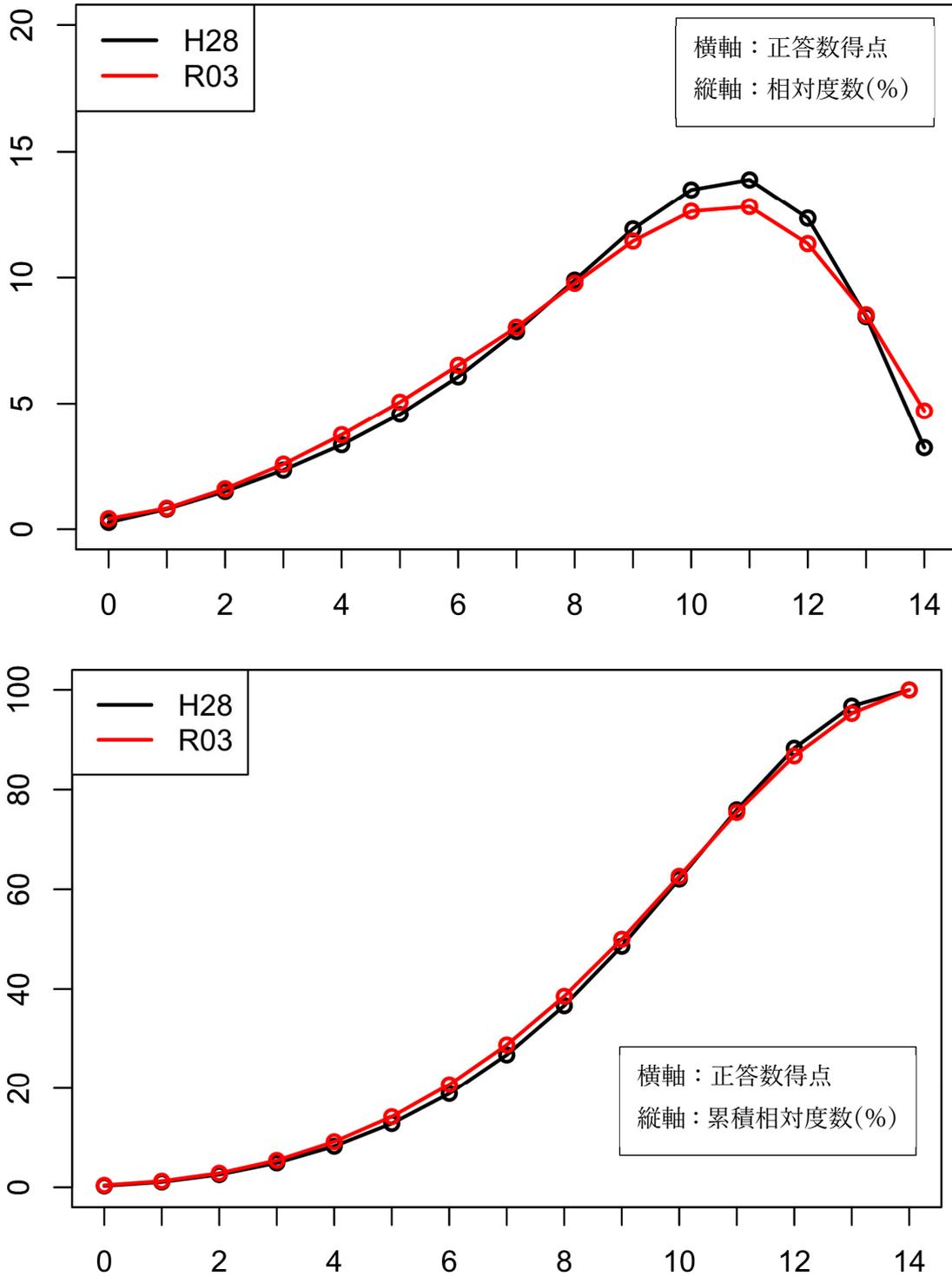


図5 小学校・国語のヒストグラム（上部）と累積分布（下部）

3.1.2 小学校・算数

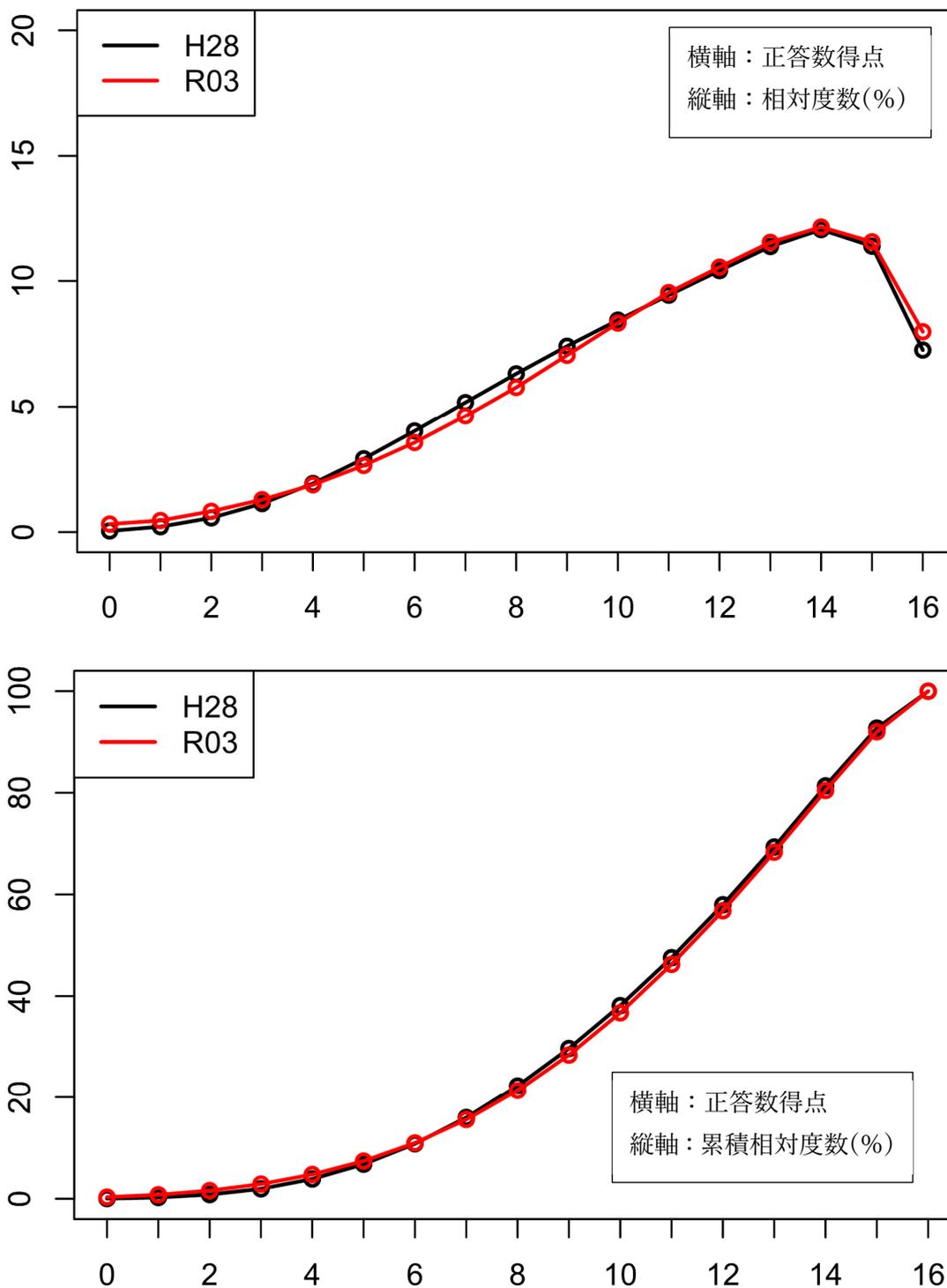


図6 小学校・算数のヒストグラム（上部）と累積分布（下部）

3.1.3 中学校・国語

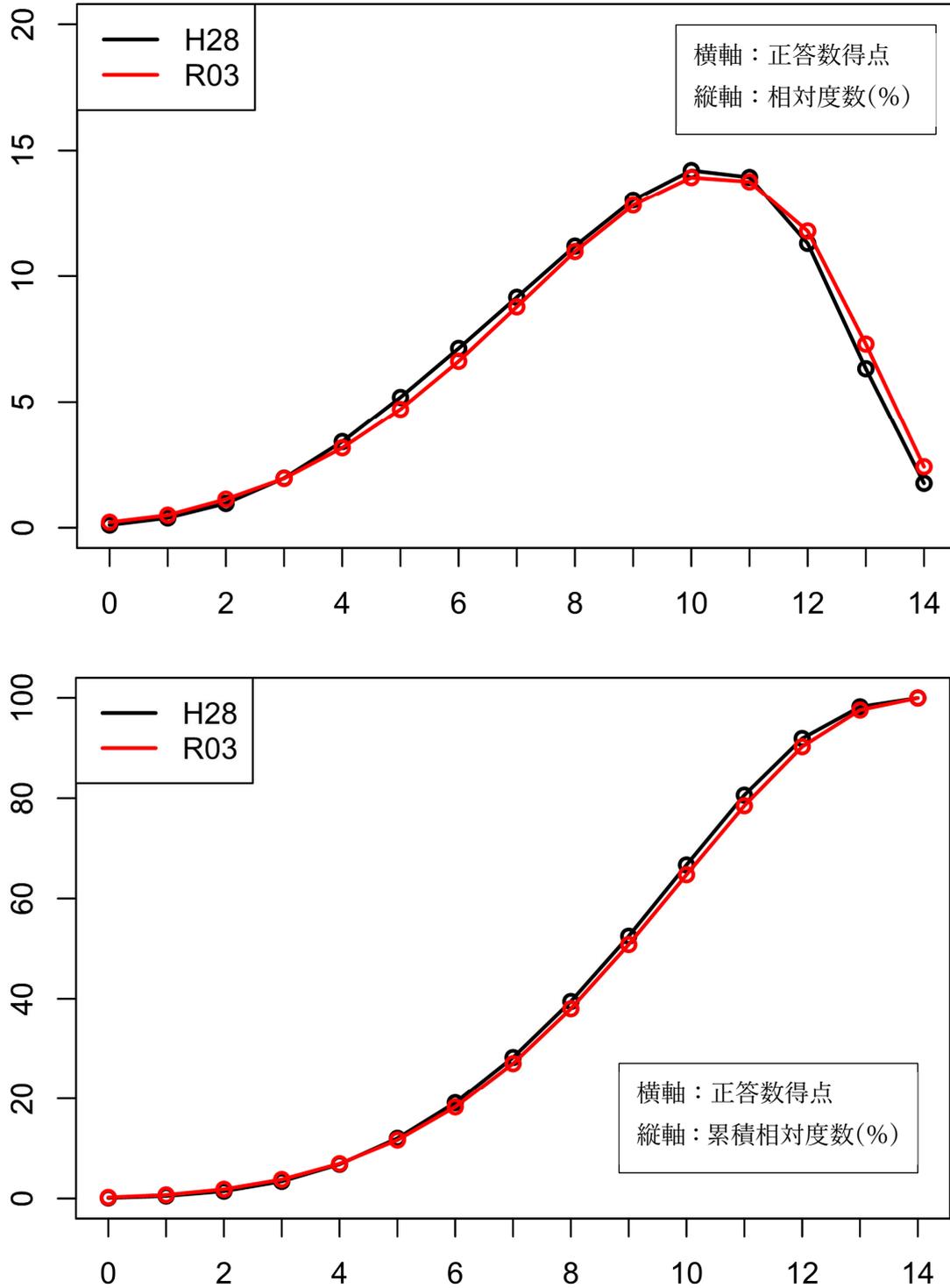


図7 中学校・国語のヒストグラム（上部）と累積分布（下部）

3.1.4 中学校・数学

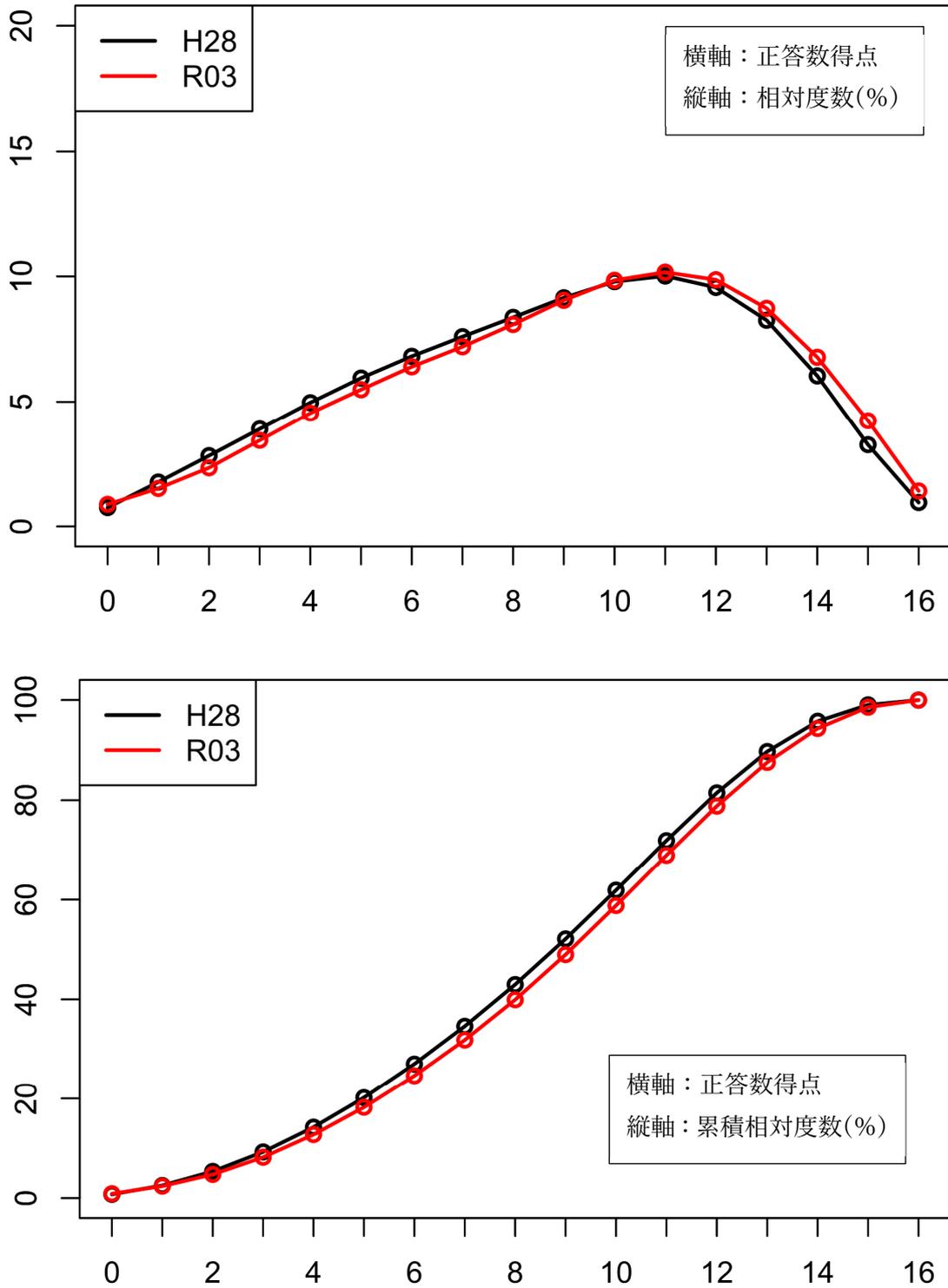


図8 中学校・数学のヒストグラム (上部) と累積分布 (下部)

どの学校種・科目においても、ヒストグラムおよび累積分布において、平成 28 年と令和 3 年において、大きな変動は見られなかった。詳細にみると、小学校・国語においてはヒストグラムでは 10 点から 12 点の範囲において平成 28 年集団の度数が多く、14 点において令和 3 年集団の度数が多くなっていることが確認されるが、累積分布にした場合、その違いはそれほど目立たなくなっている。対して中学校・数学においては、ヒストグラム上では年度間の差はそれほど顕著ではないものの、累積分布においては、令和 3 年集団のグラフが一貫して右寄りになっていることが確認できる。

このように、ヒストグラム・累積分布それぞれで同じ状況を表してはいるものの、グラフを一見した場合の印象が異なることがあるため、両形式での報告が望ましいと考えられる。

3.2 得点对応表

平成 28 年度の本体調査の各得点が、令和 3 年度本体調査の何点に相当するのかを示す得点对応表を報告する。なお、等パーセンタイル法の性質上、令和 3 年度相当得点がマイナスもしくは満点（項目数と同値）を越すことがありうる。

3.2.1 小学校・国語

表 4 得点对応表（小学校・国語）

H28年度 素得点	R03年度 換算点	H28年度 素得点	R03年度 換算点
0	-0.4	13	7.0
1	-0.1	14	7.6
2	0.5	15	8.1
3	0.9	16	8.7
4	1.5	17	9.3
5	2.1	18	9.8
6	2.7	19	10.4
7	3.4	20	11.0
8	4.0	21	11.6
9	4.6	22	12.3
10	5.2	23	12.9
11	5.8	24	13.5
12	6.4	25	14.3

3.2.2 小学校・算数

表5 得点对应表 (小学校・算数)

H28年度 素得点	R03年度 換算点	H28年度 素得点	R03年度 換算点
0	0.5	15	8.9
1	1.1	16	9.5
2	1.7	17	10.1
3	2.2	18	10.7
4	2.7	19	11.4
5	3.3	20	12.0
6	3.9	21	12.7
7	4.5	22	13.3
8	5.0	23	13.9
9	5.6	24	14.5
10	6.1	25	15.1
11	6.6	26	15.7
12	7.2	27	16.2
13	7.7	28	16.4
14	8.3	29	16.5

3.2.3 中学校・国語

表6 得点对应表（中学校・国語）

H28年度 素得点	R03年度 換算点
0	-0.3
1	0.1
2	0.3
3	0.5
4	0.7
5	0.8
6	1.1
7	1.4
8	1.7
9	1.9
10	2.1
11	2.4
12	2.7
13	2.9
14	3.1

H28年度 素得点	R03年度 換算点
15	3.5
16	3.7
17	3.9
18	4.2
19	4.6
20	4.8
21	5.1
22	5.5
23	5.7
24	6.1
25	6.4
26	6.7
27	7.1
28	7.5
29	7.8

H28年度 素得点	R03年度 換算点
30	8.2
31	8.6
32	9.0
33	9.5
34	9.9
35	10.3
36	10.8
37	11.3
38	11.8
39	12.3
40	12.9
41	13.4
42	14.2

3.2.4 中学校・数学

表7 得点对应表（中学校・数学）

H28年度 素得点	R03年度 換算点	H28年度 素得点	R03年度 換算点	H28年度 素得点	R03年度 換算点
0	-0.4	18	5.2	36	11.0
1	-0.3	19	5.5	37	11.3
2	-0.1	20	5.9	38	11.6
3	0.2	21	6.2	39	11.9
4	0.6	22	6.6	40	12.2
5	0.9	23	6.9	41	12.5
6	1.3	24	7.2	42	12.9
7	1.6	25	7.6	43	13.2
8	1.9	26	7.9	44	13.5
9	2.3	27	8.3	45	13.9
10	2.6	28	8.6	46	14.3
11	2.9	29	8.9	47	14.7
12	3.3	30	9.2	48	15.1
13	3.6	31	9.5	49	15.5
14	3.9	32	9.8	50	16.1
15	4.2	33	10.1	51	16.4
16	4.6	34	10.4		
17	4.9	35	10.7		

4 追加分析

4.1 追加分析 1：令和 3 年度経年調査の分冊別分析

令和 3 年度経年調査には、13 冊の分冊が用いられている。各分冊の特徴を捉えるため、分冊ごとの基礎統計量、信頼性係数の推定値（クロンバックのアルファ係数）、本体調査との相関および箱ひげ図を報告する。

表 8 分冊ごとの統計量（小学校・国語）

	項目数	平均	標準偏差	最小値	最大値	信頼性係数 (α)	本体調査 との相関
分冊 1	12	8.446	2.690	0	12	0.746	0.703
分冊 2	12	7.624	2.767	0	12	0.739	0.725
分冊 3	12	7.824	2.984	0	12	0.798	0.753
分冊 4	12	6.661	2.858	0	12	0.760	0.756
分冊 5	12	7.746	2.734	0	12	0.756	0.715
分冊 6	12	8.128	2.964	0	12	0.788	0.733
分冊 7	12	7.182	2.752	0	12	0.739	0.706
分冊 8	12	8.300	2.633	0	12	0.741	0.687
分冊 9	12	6.815	2.951	0	12	0.783	0.717
分冊 10	12	7.949	2.781	0	12	0.759	0.711
分冊 11	12	8.182	2.456	0	12	0.701	0.647
分冊 12	12	8.622	2.655	0	12	0.751	0.699
分冊 13	12	8.275	2.537	0	12	0.735	0.700

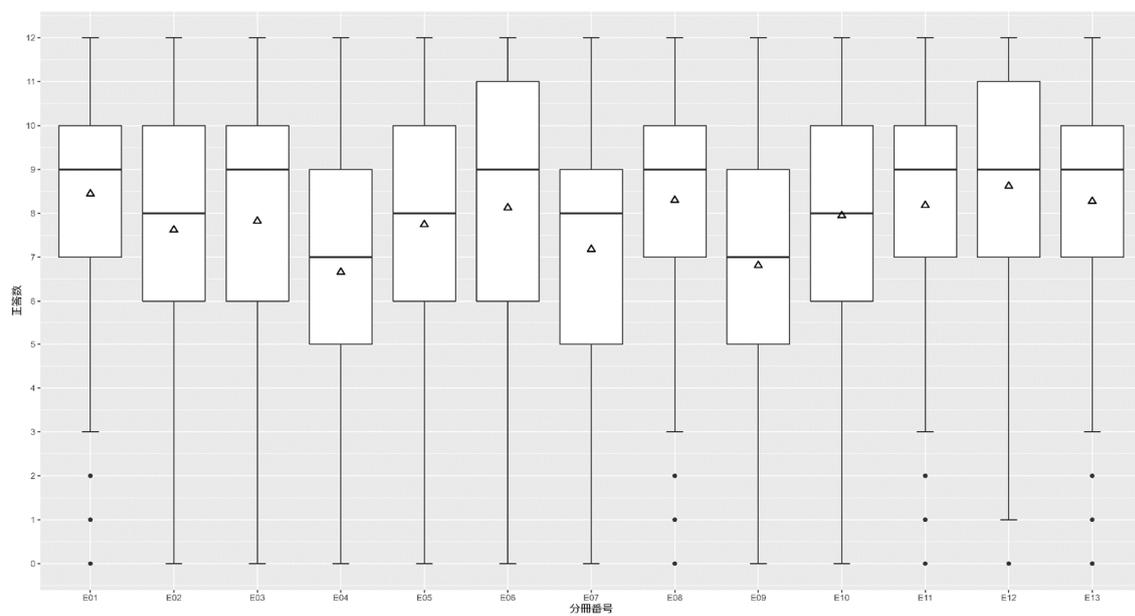


図9 分冊ごとの箱ひげ図（小学校・国語）

表9 分冊ごとの統計量（小学校・算数）

	項目数	平均	標準偏差	最小値	最大値	信頼性係数 (α)	本体調査 との相関
分冊1	12	9.754	3.462	0	16	0.811	0.786
分冊2	12	11.350	3.251	0	16	0.792	0.764
分冊3	12	9.520	3.765	0	16	0.837	0.804
分冊4	12	8.850	3.746	0	16	0.832	0.810
分冊5	12	10.200	3.431	1	16	0.795	0.729
分冊6	12	8.696	3.588	0	16	0.803	0.738
分冊7	12	10.290	3.644	0	16	0.824	0.769
分冊8	12	10.300	3.392	0	16	0.802	0.778
分冊9	12	10.260	3.633	0	16	0.824	0.779
分冊10	12	9.528	3.371	0	16	0.782	0.755
分冊11	12	10.750	3.647	0	16	0.826	0.770
分冊12	12	9.849	3.015	0	16	0.757	0.758
分冊13	12	9.915	3.516	0	16	0.798	0.763

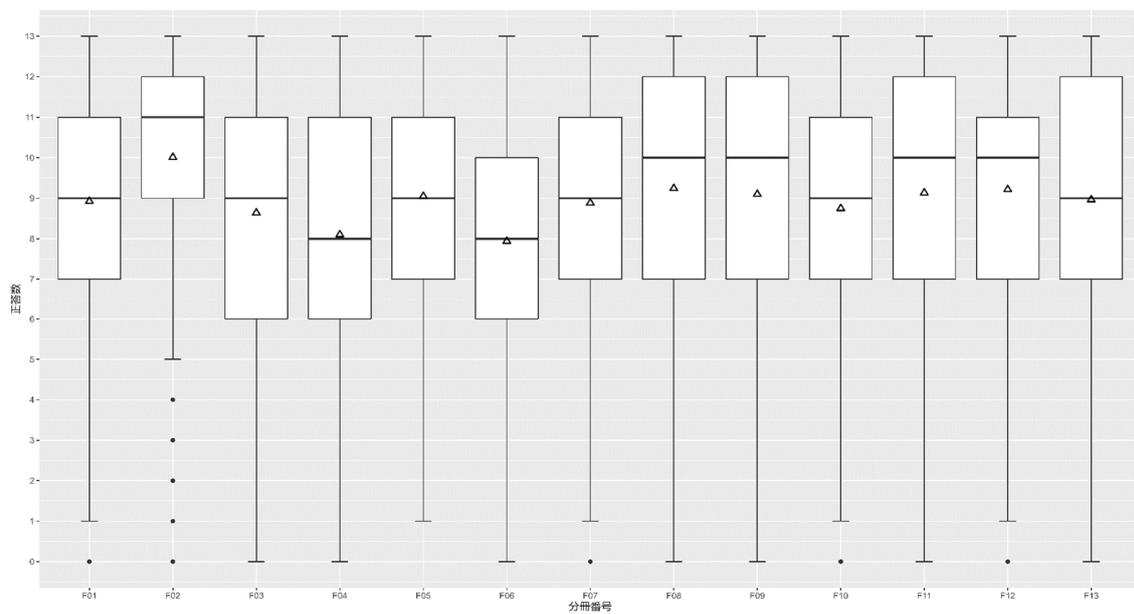


図9 分冊ごとの箱ひげ図（小学校・算数）

表 10 分冊ごとの統計量（中学校・国語）

	項目数	平均	標準偏差	最小値	最大値	信頼性係数 (α)	本体調査 との相関
分冊 1	16	11.880	3.179	0	16	0.785	0.732
分冊 2	16	11.670	3.162	0	16	0.770	0.758
分冊 3	16	12.520	2.814	0	16	0.748	0.707
分冊 4	16	11.170	3.299	0	16	0.785	0.749
分冊 5	16	10.950	3.020	0	16	0.740	0.692
分冊 6	16	11.230	2.998	0	16	0.730	0.694
分冊 7	16	11.010	3.281	0	16	0.781	0.731
分冊 8	16	11.040	3.022	0	16	0.762	0.736
分冊 9	16	12.010	3.190	0	16	0.795	0.751
分冊 10	16	10.650	3.245	0	16	0.755	0.729
分冊 11	16	10.710	3.085	0	16	0.730	0.709
分冊 12	16	12.000	3.177	0	16	0.775	0.716
分冊 13	16	11.800	3.086	0	16	0.765	0.717

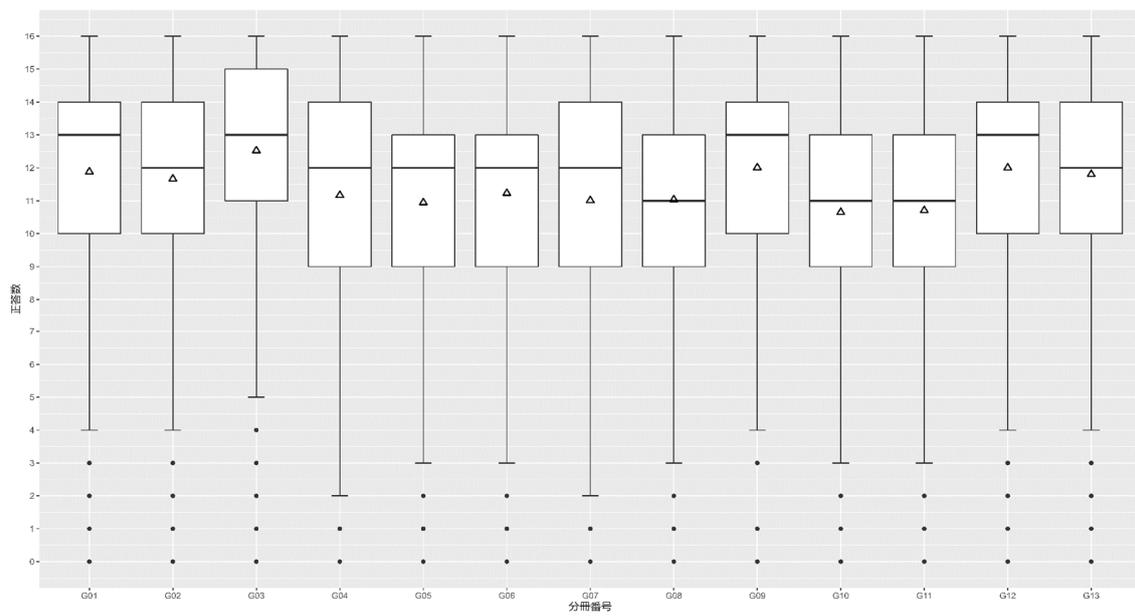


図 10 分冊ごとの箱ひげ図（中学校・国語）

表 11 分冊ごとの統計量（中学校・数学）

	項目数	平均	標準偏差	最小値	最大値	信頼性係数 (α)	本体調査 との相関
分冊 1	20	11.020	4.615	0	20	0.858	0.824
分冊 2	20	10.750	5.219	0	20	0.889	0.848
分冊 3	20	11.210	4.917	0	20	0.867	0.838
分冊 4	20	11.360	4.875	0	20	0.869	0.835
分冊 5	20	12.230	4.633	0	20	0.857	0.830
分冊 6	20	11.880	4.732	0	20	0.870	0.836
分冊 7	20	12.200	4.367	0	20	0.846	0.826
分冊 8	20	11.730	4.763	0	20	0.863	0.831
分冊 9	20	12.470	4.880	0	20	0.873	0.825
分冊 10	20	12.510	4.667	0	20	0.853	0.825
分冊 11	20	12.820	4.276	0	20	0.845	0.827
分冊 12	20	11.330	4.706	0	20	0.857	0.822
分冊 13	20	12.940	4.990	0	20	0.884	0.844

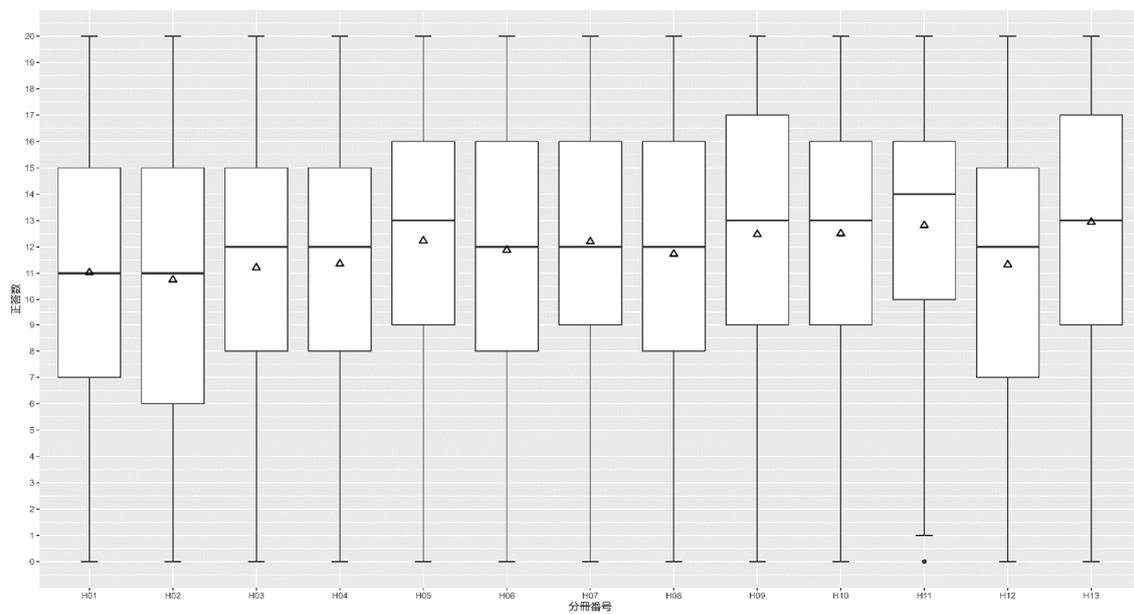


図 11 分冊ごとの箱ひげ図 (中学校・数学)

4.2 追加分析 2：対応づけ得点の予測能力について

4.2.1 背景と目的

平成 28 年度と令和 3 年度の成績を比較するため、小中学校などの教育機関の担当者は、3.2 節の得点对応表を用いて各児童生徒のスコアを換算するかもしれない。たとえば、小学校・国語の成績を比較する場合、表 4 を利用して平成 28 年度のスコアを令和 3 年度のスコアに換算する。そして、あたかも全員が令和 3 年度のテストを受検したかのように、令和 3 年度のスコアを用いて受検者の成績を比較する。ここで注目すべき点は、平成 28 年度の受検者が令和 3 年度のテストを受検しておらず、対応づけ得点を個人スコアの予測として利用していることである。

対応づけ得点のそのような利用には、実は一つの問題が潜んでいる (e.g., Pommerich, 2016)。対応づけの目的は、特定の受検者集団において比較可能なスコアを得ることであり、最善の個人スコアの予測値を得ることではない。それゆえ、対応づけ得点を個人スコアの予測として利用したいならば、対応づけ得点の予測能力——いかに対応づけ得点が真の個人スコアに近いか——を事前に吟味する必要がある。これまで明確な評価法が確立されていなかったものの、最近になって Sato and Shibayama (2023) が一つの方法を提案した。

本節では、3.2 節の得点对応表を用いた個人スコアの予測が妥当かどうかを調べるため、Sato and Shibayama (2023) の方法による予測能力分析を実行した。もし対応づけ得点の十分な予測能力が確認できれば、利用者は 3.2 節の得点对応表を一つの理論的根拠をもって活用できる。Sato and Shibayama (2023) は、テスト得点と対応づけ得点の精度を扱うために古典的テスト理論を拡張した。現在、Sato and Shibayama (2023) の方法は、さまざまなテストの組合せへの適用が進んでいる段階であり、進行中の研究であることを申し添える。

4.2.2 方法

小学校・国語、小学校・算数、中学校・国語、中学校・数学のそれぞれについて、次の 3 段階の手続きにより、シミュレーション研究を実施した。

- Step 1. 模擬的な各教科の調査結果の生成
- Step 2. 等パーセントイル法による対応づけ
- Step 3. 対応づけ得点の予測能力分析

Step 1 では、平成 28 年度の本体調査の受検者が平成 28 年度と令和 3 年度の本体調査の両方を受検した場合の各教科の調査結果を模擬的に生成した。まず、2.3 節と 2.4 節の等化後受検者母数と等化後項目母数を利用し、一組の項目反応データ (正誤データ) を PC 内に

生成した。一つは、平成 28 年度の本体調査の受検者が平成 28 年度の本体調査を受検した場合の項目反応データである。もう一つは、平成 28 年度の本体調査の受検者が令和 3 年度の本体調査を受検した場合の項目反応データである。その後、得られた項目反応データをもとに、各受検者のスコアを 1 項目 1 点の正答数得点として計算した。

Step 2 では、平成 28 年度の本体調査の受検者を共通受検者とし、平成 28 年度の本体調査を令和 3 年度の本体調査に対応づけした。対応づけには、3.2 節の得点对応表の作成にも利用した等パーセンタイル法を Step 1 の各教科の調査結果に適用した。多くの場合、ある変量から別の変量を予測するとき、最初に適用を検討する方法が線形予測法である。本節での比較のため、Holland and Hoskens (2003)が提案した indirect true-score prediction の最良線形予測子を利用した。その線形予測子は、平均二乗誤差が最小となるように、平成 28 年度の本体調査のスコアから令和 3 年度の本体調査の真のスコアを個人レベルで予測する。

Step 3 では、Step 2 の結果に Sato and Shibayama (2023)の方法を適用し、対応づけ得点の予測能力を分析した。予測精度が十分に高く、偏りのない無相関の予測誤差をもつとき、対応づけ得点は統計的に公平である。Sato and Shibayama (2023)の方法は、対応づけ得点の予測能力を吟味するため、対応づけ得点の予測精度と誤差特性を評価する。予測精度を評価するため、RMSE（平均平方二乗誤差）と PRMSE（平均二乗誤差減少率）を利用する。RMSE が 0 に近く PRMSE が 1 に近いほど、対応づけ得点の予測精度が高いと解釈できる。誤差特性を評価するため、EE（期待誤差）と CCTE（真の得点と誤差間の相関係数）を利用する。EE と CCTE の両方が 0 のとき、対応づけ得点が偏りのない無相関の予測誤差をもつと解釈できる。

4.2.3 結果と考察

前節の Step 1 で得られた各教科の調査結果の基礎統計量を表 12 に示す。各受検者のスコアは、1 項目を 1 点とした単純和である。たとえば、小学校・国語において、平成 28 年度の本体調査は 25 点満点であり、令和 3 年度の本体調査は 14 点満点である。すべての教科調査は、その信頼性係数が 0.7 以上であり、許容できるレベル以上の信頼性をもっていた。いずれの学校種・教科においても、項目数と信頼性係数が年度間で大きく異なるものの、二つの調査間に強い相関が認められた ($r \cong 0.7$)。

表 13 に、Sato and Shibayama (2023)の方法を用いて対応づけ得点の予測能力を分析した結果を示す。本節では、平成 28 年度の本体調査を令和 3 年度の本体調査に対応づけする場面を想定した。共通尺度となる令和 3 年度の本体調査尺度上での分析結果を表 13 に示した。

表 13 の予測誤差の欄をみると、いずれの学校種・教科においても、線形予測法より等パーセンタイル法の RMSE はやや大きく、逆に PRMSE はやや小さい。これは、予測精度の点では、等パーセンタイル法が線形予測法よりやや劣っていることを示している。ところで、PRMSE は、Kvålseth (1985)に定義されている 8 つの決定係数のうちの一つに該当する。決

定係数がいくつ以上あればよいという統計的基準はなく、分析者が経験的な判断から決めることになる。著者は、PRMSE が 0.5 以上あれば対応づけ得点を個人スコアの予測として利用できるとともに、0.8 以上あれば精度よく予測できると判断することにした。この基準を用いると、等パーセントイル法は、いずれの学校種・教科においても PRMSE が 0.8 程度以上あり、おおむね精度よく個人スコアを予測できると判断される。

表 13 の誤差特性の欄をみると、いずれの学校種・教科においても、等パーセントイル法は、EE が 0 であり、CCTE の絶対値が 0.3 未満である。一方、線形予測法は、EE は 0 であるものの、中学数学を除いて CCTE の絶対値が 0.3 より大きい。これらは、等パーセントイル法が偏りのないほぼ無相関の予測誤差をもち、おおむね線形予測法より公平な誤差特性をもっていたことを示している。

以上の分析から総合的に判断すると、3.2 節の得点对応表を個人スコアの予測として利用することが可能である。予測精度は線形予測法よりやや劣るものの、誤差特性は中学校・数学を除いて線形予測法より公平性の点で優れていた。ただし、本節のシミュレーションは、IRT を用いて生成した教科調査の 1 データセット分を分析しただけであり、複数のデータセットを生成して分析をした結果ではない。また、3.2 節の対応づけとは、平成 28 年度の本体調査結果の実データを利用していない点が異なる。そのような制限があるものの、本節のシミュレーション結果が一つの根拠となり、利用者は 3.2 節の得点对応表をより安心して活用できるはずである。

対応づけ得点の予測能力の問題は、複数のテストの結果に依存する入学試験にも直結する問題である。多様性の確保や入学機会の複数化が重要視される今後の大学入試選抜においても、実施時期や仕様の異なるテスト間での予測能力分析の必要性はますます高まるであろう。

表 12 IRT を用いて生成した調査結果の基礎統計量

調査	項目数	平均	標準偏差	測定の 標準誤差	信頼性係数
小学国語 ($N = 1,029,603, r = 0.788$)					
H28本体調査	25	16.9	4.8	2.0	0.823
R03本体調査	14	9.2	3.0	1.5	0.744
小学算数 ($N = 1,029,603, r = 0.810$)					
H28本体調査	29	18.7	5.5	2.0	0.862
R03本体調査	14	9.1	2.8	1.4	0.742
中学国語 ($N = 1,035,775, r = 0.800$)					
H28本体調査	42	31.3	6.9	2.4	0.878
R03本体調査	14	9.0	2.7	1.4	0.733
中学数学 ($N = 1,035,775, r = 0.890$)					
H28本体調査	51	29.4	11.2	2.9	0.935
R03本体調査	16	8.9	3.7	1.5	0.832

注) 信頼性係数にクロンバックのアルファ係数 (Cronbach, 1951) を用いた。

表 13 令和 3 年度の本体調査尺度上での予測能力分析

対応づけ法	平均	標準偏差	予測精度		誤差特性	
			RMSE	PRMSE	EE	CCTE
小学国語						
等パーセントイル法	9.2	3.0	1.2	0.772	-0.0	0.119
線形予測法	9.2	2.3	1.0	0.834	0.0	-0.407
小学算数						
等パーセントイル法	9.1	2.8	1.0	0.830	-0.0	0.217
線形予測法	9.1	2.2	0.8	0.884	0.0	-0.341
中学国語						
等パーセントイル法	9.0	2.7	1.0	0.822	-0.0	0.227
線形予測法	9.0	2.2	0.8	0.874	0.0	-0.356
中学数学						
等パーセントイル法	8.9	3.7	0.8	0.936	0.0	0.281
線形予測法	8.9	3.3	0.7	0.952	0.0	-0.219

注) RMSE = 平均平方二乗誤差; PRMSE = 平均二乗誤差減少率; EE = 期待誤差; CCTE = 真の得点と誤差間の相関係数。

文 献

【主要文献】

本研究においては、以下の3点の文献の知見をもとに分析を進めた。したがって、本研究で行った各分析に関する詳細や理論的な説明については、これらの文献およびそこで引用されている文献等を参照されたい。

国立教育政策研究所 (2022). 令和3年度 全国学力・学習状況調査経年変化分析調査 実施結果報告書 https://www.nier.go.jp/21chousakekkahoukoku/kannren_chousa/pdf/21keinen_report.pdf (閲覧日: 2023年3月31日)

文部科学省 (2023). 令和3年度『全国学力・学習状況調査』経年変化分析調査 テクニカルレポート https://www.nier.go.jp/21chousakekkahoukoku/kannren_chousa/pdf/21keinen_tech_01.pdf (閲覧日: 2023年3月31日)

東北大学 (2018). 経年変化分析調査との対応づけによる本体調査の年度間比較の試み 平成29年度文部科学省委託研究「学力調査を活用した専門的課題分析に関する調査研究」研究成果報告書 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/1406895.htm (閲覧日: 2023年3月31日)

【その他の文献】

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>

Holland, P. W., & Hoskens, M. (2003). Classical test theory as a first-order item response theory: Application to true-score prediction from a possibly nonparallel test. *Psychometrika*, 68(1), 123–149. <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.2002.tb01887.x>

熊谷龍一 (2009). 初学者向けの項目反応理論分析プログラム EasyEstimation シリーズの開発 日本テスト学会誌, 5, 107-118.

熊谷龍一・野口裕之 (2012). 推定母集団分布を使用した共通受検者法による等化係数の推定 日本テスト学会誌, 8, 9-17.

Kvålseth, T. O. (1985). Cautionary note about R^2 . *The American Statistician*, 39(4), 279–285. <https://doi.org/10.2307/2683704>

Lord, F. M., & Wingersky, M. S. (1984). Comparison of IRT true-score and equipercentile observed-score “equatings.” *Applied Psychological Measurement*, 8, 452-461.

- Pommerich, M. (2016). The fairness of comparing test scores across different tests or modes of administration. In N. J. Dorans & L. L. Cook (Eds.), *Fairness in Educational Assessment and Measurement* (pp. 111–134). New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315774527>
- Sato, Y. & Shibayama, T. (2023, March). Can we use the linked scores as predictions of individual scores? Paper presented at the 2023 National Council on Measurement in Education (NCME) Annual Meeting, Virtual.

執筆編集等分担

熊谷 龍一	執筆全般（4.2 以外）
佐藤 喜一	4.2 追加分析 2
柴山 直	編集

（注）本報告書の文責は全て熊谷にある。

令和 4 年度文部科学省委託研究

「学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究」研究成果報告書
－経年変化分析調査との対応づけによる本体調査の年度間比較に関する研究－

令和 5 年 3 月 31 日 発行

発行者 熊谷 龍一

〒980-8576 宮城県仙台市青葉区川内 27-1
東北大学大学院教育学研究科
電話 022-795-6122
E-mail: ryuichi@tohoku.ac.jp
