

(別冊)

令和3年度 保護者に対する調査のウェイト作成について

目次

1	令和3年度 保護者に対する調査の標本抽出方法	1
2	回収状況	3
3	ウェイト作成	4
3.1	推定方法	4
3.2	ウェイト作成の方法	5
3.3	回収校におけるウェイト調整の方法	5
3.3.1	回収確率の推定	5
3.3.2	学校別の人数に関するキャリブレーション	9
3.3.3	校内未回収有校全体に対するキャリブレーション	9
3.4	ウェイトのキャリブレーション	10
3.5	ジャックナイフウェイトの作成	12

1 令和3年度 保護者に対する調査の標本抽出方法

本レポートでは、令和3年度 保護者に対する調査のウェイト作成方法について解説する。

令和3年度 保護者に対する調査の標本は、平成31年度の全国学力・学習状況調査のデータを用いて、学校を抽出単位とした層化集落抽出法によって選ばれている。抽出された学校数は小学校が600校であり、中学校が750校である。層化は学力層と都市規模、学校規模の組み合わせで行われ、各層の標本学校数は、抽出枠とした母集団の学校数に比例割当となっている。

学力層：平成31年度全国学力・学習状況調査結果に基づく学力層

小学校は国語と算数の学校別平均正答率を合計し、四分位数で平均正答率の合計が大きい方からA層、B層、C層、D層の4区分とする。

中学校は国語と数学と英語の学校別平均正答率を合計し、四分位数で平均正答率の合計が大きい方からA層、B層、C層、D層の4区分とする。

都市規模：学校の所在地の都市規模

政令指定都市、中核市（令和2年4月1日現在）、人口10万上市、人口10万未満市町村の4区分とする¹。

¹市の人口は令和2年1月1日現在の住民基本台帳人口（総計）に基づく。

学校規模： 調査対象学年の学級数による学校規模

小学校では2学級未満（小）、2学級（中）、3学級以上（大）の3区分とする。

中学校では4学級未満（小）、4～5学級（中）、6学級以上（大）の3区分とする。

表1と表2は、それぞれ小学校と中学校の枠母集団学校数と標本学校数を示したものである。さらにカッコ内の数値は、後述のとおり、1件以上の回収があった学校数を示したものである。

表 1: 学校数（小学校）

枠母集団小学校数					標本小学校数（回収小学校数）				
A層	小	中	大	合計	A層	小	中	大	合計
指定都市	172	365	527	1,064	指定都市	6 (6)	12 (12)	16 (16)	34 (34)
中核市	242	199	290	731	中核市	8 (8)	6 (6)	10 (10)	24 (24)
人口10万以上	333	205	272	810	人口10万以上	10 (9)	6 (6)	8 (8)	24 (23)
人口10万未満	1,709	330	219	2,258	人口10万未満	54 (54)	10 (10)	6 (6)	70 (70)
合計	2,456	1,099	1,308	4,863	合計	78 (77)	34 (34)	40 (40)	152 (151)

B層	小	中	大	合計	B層	小	中	大	合計
指定都市	128	357	464	949	指定都市	4 (4)	12 (12)	14 (14)	30 (30)
中核市	205	260	347	812	中核市	6 (6)	8 (8)	10 (10)	24 (24)
人口10万以上	275	334	459	1,068	人口10万以上	8 (8)	10 (10)	14 (14)	32 (32)
人口10万未満	1,118	539	375	2,032	人口10万未満	34 (34)	16 (16)	12 (12)	62 (62)
合計	1,726	1,490	1,645	4,861	合計	52 (52)	46 (46)	50 (50)	148 (148)

C層	小	中	大	合計	C層	小	中	大	合計
指定都市	151	345	384	880	指定都市	4 (4)	10 (10)	12 (12)	26 (26)
中核市	184	260	285	729	中核市	6 (6)	8 (8)	8 (8)	22 (22)
人口10万以上	263	395	448	1,106	人口10万以上	8 (8)	12 (12)	14 (14)	34 (34)
人口10万未満	1,142	660	346	2,148	人口10万未満	36 (36)	20 (20)	10 (10)	66 (66)
合計	1,740	1,660	1,463	4,863	合計	54 (54)	50 (50)	44 (44)	148 (148)

D層	小	中	大	合計	D層	小	中	大	合計
指定都市	279	395	281	955	指定都市	8 (7)	12 (12)	8 (8)	28 (27)
中核市	269	234	192	695	中核市	8 (8)	8 (8)	6 (6)	22 (22)
人口10万以上	375	388	333	1,096	人口10万以上	12 (11)	12 (12)	10 (10)	34 (33)
人口10万未満	1,391	498	230	2,119	人口10万未満	44 (44)	16 (16)	8 (8)	68 (68)
合計	2,314	1,515	1,036	4,865	合計	72 (70)	48 (48)	32 (32)	152 (150)

全体	小	中	大	合計	全体	小	中	大	合計
指定都市	730	1,462	1,656	3,848	指定都市	22 (21)	46 (46)	50 (50)	118 (117)
中核市	900	953	1,114	2,967	中核市	28 (28)	30 (30)	34 (34)	92 (92)
人口10万以上	1,246	1,322	1,512	4,080	人口10万以上	38 (36)	40 (40)	46 (46)	124 (122)
人口10万未満	5,360	2,027	1,170	8,557	人口10万未満	168 (168)	62 (62)	36 (36)	266 (266)
合計	8,236	5,764	5,452	19,452	合計	256 (253)	188 (188)	166 (166)	600 (597)

表 2: 学校数 (中学校)

枠母集団中学校数					標本中学校数 (回収中学校数)				
A層	小	中	大	合計	A層	小	中	大	合計
指定都市	228	225	162	615	指定都市	18 (18)	18 (18)	12 (12)	48 (48)
中核市	204	131	118	453	中核市	15 (15)	9 (8)	9 (9)	33 (32)
人口10万以上	227	185	104	516	人口10万以上	18 (18)	15 (15)	9 (9)	42 (42)
人口10万未満	691	141	68	900	人口10万未満	51 (51)	12 (12)	4 (4)	69 (69)
合計	1,350	682	452	2,484	合計	102 (102)	54 (53)	36 (36)	192 (191)

B層	小	中	大	合計	B層	小	中	大	合計
指定都市	155	166	135	456	指定都市	12 (12)	12 (12)	9 (9)	33 (33)
中核市	132	159	136	427	中核市	9 (9)	12 (12)	9 (9)	30 (30)
人口10万以上	190	201	171	562	人口10万以上	15 (15)	15 (15)	12 (12)	42 (42)
人口10万未満	640	266	132	1,038	人口10万未満	48 (48)	21 (21)	9 (9)	78 (78)
合計	1,117	792	574	2,483	合計	84 (84)	60 (60)	39 (39)	183 (183)

C層	小	中	大	合計	C層	小	中	大	合計
指定都市	143	197	118	458	指定都市	12 (12)	15 (15)	9 (9)	36 (36)
中核市	125	125	114	364	中核市	9 (9)	9 (9)	9 (9)	27 (27)
人口10万以上	171	200	153	524	人口10万以上	12 (12)	15 (15)	12 (12)	39 (39)
人口10万未満	656	298	183	1,137	人口10万未満	48 (48)	21 (21)	15 (15)	84 (84)
合計	1,095	820	568	2,483	合計	81 (81)	60 (60)	45 (45)	186 (186)

D層	小	中	大	合計	D層	小	中	大	合計
指定都市	221	138	75	434	指定都市	18 (18)	9 (9)	4 (4)	33 (33)
中核市	181	90	68	339	中核市	15 (15)	4 (4)	4 (4)	27 (27)
人口10万以上	255	159	105	519	人口10万以上	18 (18)	12 (12)	9 (9)	39 (39)
人口10万未満	792	268	132	1,192	人口10万未満	60 (60)	21 (21)	9 (9)	90 (90)
合計	1,449	655	380	2,484	合計	111 (111)	48 (48)	30 (30)	189 (189)

全体	小	中	大	合計	全体	小	中	大	合計
指定都市	747	726	490	1,963	指定都市	60 (60)	54 (54)	36 (36)	150 (150)
中核市	642	505	436	1,583	中核市	48 (48)	36 (35)	33 (33)	117 (116)
人口10万以上	843	745	533	2,121	人口10万以上	63 (63)	57 (57)	42 (42)	162 (162)
人口10万未満	2,779	973	515	4,267	人口10万未満	207 (207)	75 (75)	39 (39)	321 (321)
合計	5,011	2,949	1,974	9,934	合計	378 (378)	222 (221)	150 (150)	750 (749)

2 回収状況

保護者に対する調査においてウェイトを作成する対象は、全ての回収データとする。ここでいう「回収」データとは、児童・生徒の本体調査の結果と保護者に対する調査の結果を結合でき、かつ保護者調査冊子において「調査に協力できない」と回答しなかった児童・生徒あるいは保護者のデータを意味する。

保護者に対する調査において1人以上の回収があった標本学校の児童・生徒数は、小学校が32,818人であり、中学校が76,896人である。さらに、校内で保護者に対する調査の未回収がなく、回収率が100%であった学校の学校数と当該学校の児童・生徒数は、小学校がそれぞれ163校と4,234人であり、中学校がそれぞれ92校と2,507人である。一方、校内で未回収があった学校の学校数と当該学校の児童・生徒数は、小学校がそれぞれ434校と28,584人であり、中学校がそれぞれ657校と74,389人である。それらのうち保護者に対する調査の回収数は、小学校が26,574人であり、中学校が65,847人である。

つまり、保護者に対する調査においてウェイトの作成対象となる人数は、小学校が全体で30,808人であり、中学校が全体で68,354人である。以上の内訳を図1に示す。

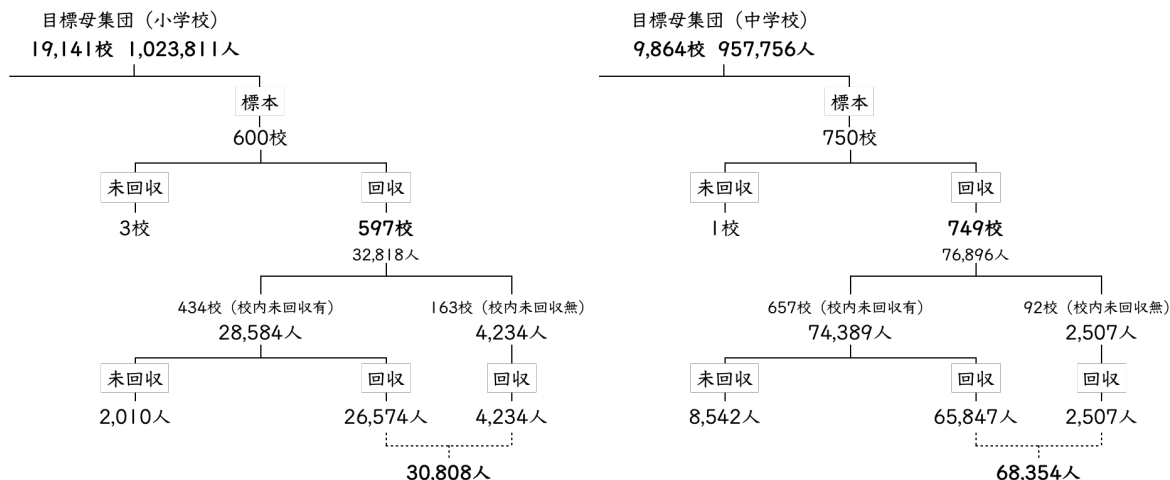


図 1: 目標母集団・抽出標本・回収標本

なお、文部科学省において、保護者に対する調査の「有効回答」とされているのは、本体調査において国語あるいは算数／数学の教科調査に調査日当日に参加した児童生徒の保護者の回答のみであり、その数は小学校が全体で30,325人（学校数は595校）、中学校が全体で66,837人（学校数は738校）である。

3 ウェイト作成

3.1 推定方法

保護者に対する調査のウェイト作成に当たって、目標母集団は、令和3年度全国学力・学習状況調査において調査日当日の実施か否かにかかわらずデータが収集された児童・生徒あるいはその保護者とする。学校数と児童・生徒数は、小学校がそれぞれ19,141校と1,023,811人であり、中学校がそれぞれ9,864校と957,756人である（図1参照）。

変数 y の目標母集団における合計の推定値 $\hat{\tau}_y$ は、児童・生徒あるいは保護者 i に与える最終ウェイト FW_i を用いて次式で求める。

$$\hat{\tau}_y = \sum_{i \in S_R} FW_i \delta_i y_i \quad (1)$$

ただし S_R は回収標本全体であり、 δ_i は保護者 i が推定対象か否かを表す1/0の指示変数値、 y_i は保護者 i の変数値である。有効回答における推定値を求めるときには、有効回答であれば $\delta_i = 1$ とし、有効回答でなければ $\delta_i = 0$ とすればよい。また、平均や割合等の推定値 $\hat{\mu}_y$ は次式で求める。

$$\hat{\mu}_y = \frac{\sum_{i \in S_R} FW_i \delta_i y_i}{\sum_{i \in S_R} FW_i \delta_i} \quad (2)$$

なお、最終ウェイト FW_i の算出方法は後述のとおりである。

さらに、 $\hat{\tau}_y$ や $\hat{\mu}_y$ の標準誤差 $SE(\hat{\tau}_y) = \sqrt{\hat{V}(\hat{\tau}_y)}$ や $SE(\hat{\mu}_y) = \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_y)}$ は、ジャックナイフ法を用いて求める。

$$SE(\hat{\tau}_y) = \sqrt{\sum_{g=1}^G h_g (\hat{\tau}_y^{(g)} - \hat{\tau}_y)^2}, \quad SE(\hat{\mu}_y) = \sqrt{\sum_{g=1}^G h_g (\hat{\mu}_y^{(g)} - \hat{\mu}_y)^2} \quad (3)$$

ただし G は反復総数であり、 $\hat{\tau}_y^{(g)}$ や $\hat{\mu}_y^{(g)}$ は第 g 反復のジャックナイフウェイトを用いた推定値である。また、 h_g は第 g 反復のジャックナイフ乗数である。これらの求め方は後述する。

3.2 ウェイト作成の方法

最終ウェイト FW_i は次式で求める。

$$FW_i = W_i \times GR_i \times GS_i = W_i \times (R_i \times G_i^{(1)} \times G_i^{(2)}) \times GS_i \quad (4)$$

まず、 W_i は標本抽出方法を反映した基礎ウェイトである。標本は学校を第一次抽出単位とした層化集落抽出法で選ばれているため、保護者 i の基礎ウェイト W_i は、当該保護者の児童・生徒が所属する学校が層 h に含まれるとすると、次式で求められる。

$$W_i = \frac{M_h}{m_h} = \frac{\text{層 } h \text{ の母集団学校数}}{\text{層 } h \text{ の標本学校数}} \quad (5)$$

例えば、学力A層に分類される政令指定都市の小規模小学校の保護者であれば、表1を用いて、 $W_i = 172/6 = 28.667$ である。

次に $GR_i = R_i \times G_i^{(1)} \times G_i^{(2)}$ は回収校におけるウェイト調整用の係数である。さらに GS_i は目標母集団の情報を用いたキャリブレーションのための係数である。いずれの係数 GR_i , GS_i についても、詳細は後述のとおりである。

3.3 回収校におけるウェイト調整の方法

回収校におけるウェイト調整用の係数 $GR_i = R_i \times G_i^{(1)} \times G_i^{(2)}$ は、回収確率の推定値の逆数である R_i と学校別の人数に関するキャリブレーションのための係数 $G_i^{(1)}$ 、さらに校内未回収有校全体に対するキャリブレーションのための係数 $G_i^{(2)}$ から構成される。以下では、それぞれの係数の算出方法について説明する。

3.3.1 回収確率の推定

回収確率は、回収校において各保護者が回収となる確率である。ただし図1に示されるとおり、小学校のうちの163校と中学校のうちの92校は校内で未回収が生じていない。そこで、未回収が生じていない学校の保護者については回収となる確率を1とし、校内で未回収が生じている学校の保護者（小学校は28,584人、中学校は74,389人）についてのみ回収確率を推定することとした。

回収確率の推定は以下の手続きで行った。

1. 回収確率の推定に用いる変数の候補としては、以下を用いる。

- 性別
- 国語の学力層, 算数/数学の学力層
- 児童/生徒質問紙における質問項目 (Q***と表す) に対する回答 (複数回答形式である Q067 を除く)

2. 各保護者の回収・未回収を目的変数とし, 候補となる変数を説明変数とした CART を行う。その結果は図 2 と図 3 のとおりである。

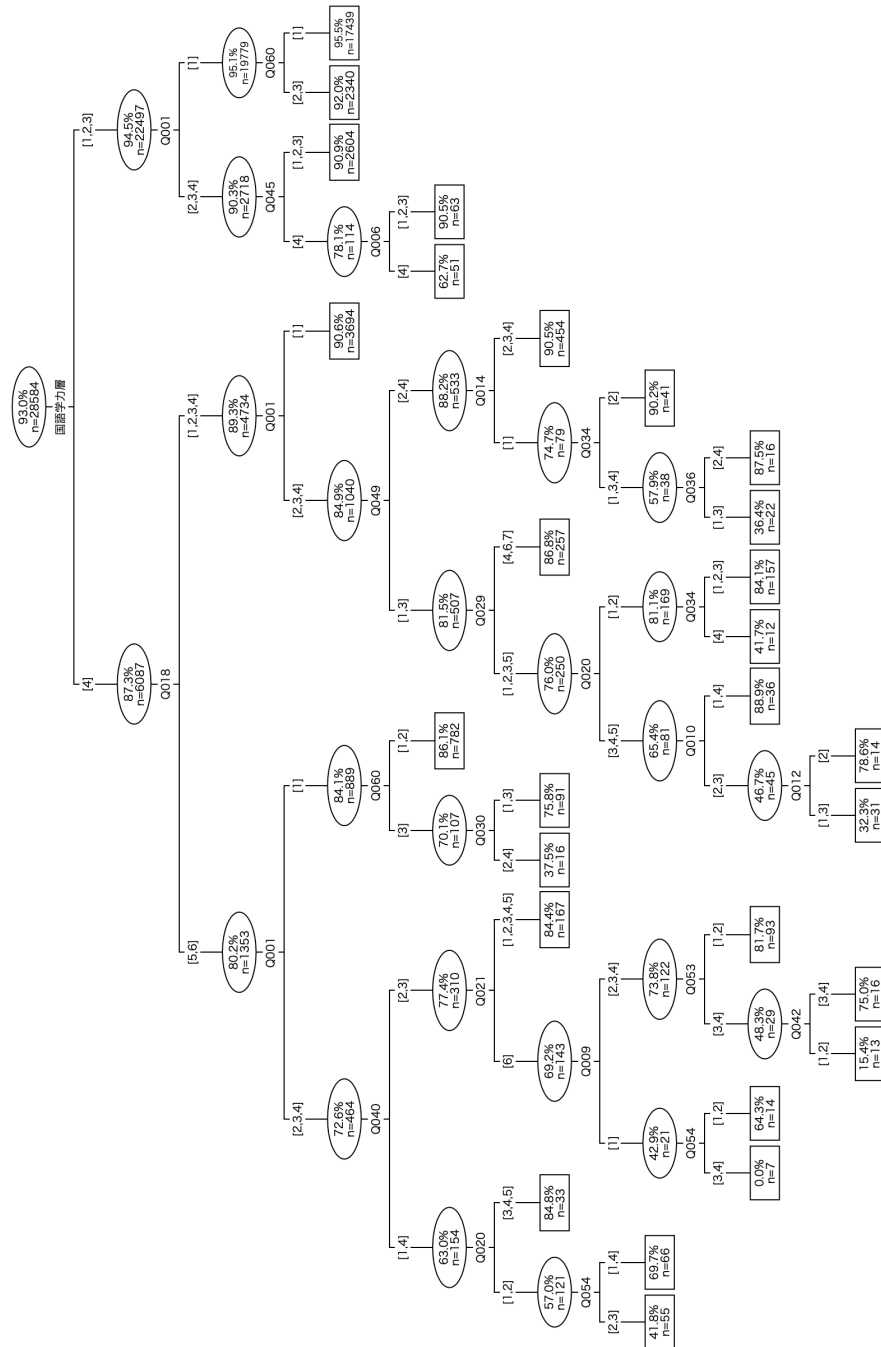


図 2: CART 結果 (小学校)

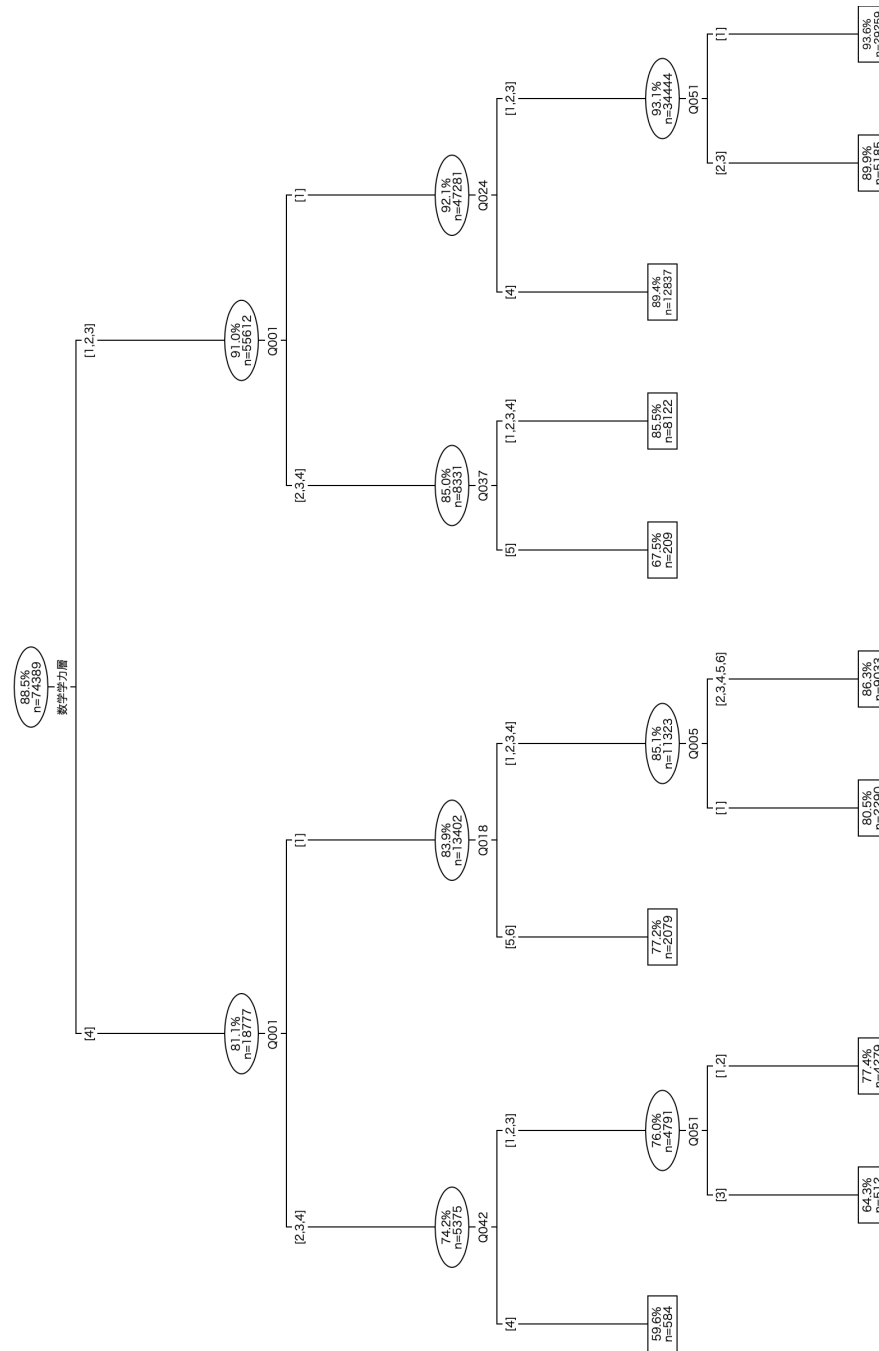


図 3: CART 結果 (中学校)

3. 候補となる変数のうち、いくつかの変数を説明変数とし、各保護者の回収・未回収を目的変数としたロジスティック回帰モデルを構成し、予測値を回収確率の推定値とする。
4. 推定した回収確率の推定値の逆数を R_i とし、後述の $G_i^{(1)}$ を求める。
5. 国語の学力層、算数／数学の学力層、児童／生徒質問紙における質問項目 (Q067 を除く) ごとに、回収校の児童・生徒全体 (小学校は 32,818 人、中学校は 76,896 人) の分布と、 $R_i \times G_i^{(1)}$ をウェイトとして回収のみ (小学校は 30,808 人、中学校は 68,354 人) から推定した分布との間のカイ二乗距離を求める。

6. カイ二乗距離が大きな項目を、手続き 3. のロジスティック回帰の説明変数に含め、以上の手続きを繰り返す。

7. 最終的にロジスティック回帰の説明変数としては以下を用いることとした。

小学校： 性別・国語の学力層・算数の学力層・Q001・Q005・Q006・Q018・Q021・Q024・Q032・Q045・Q047・Q050・Q060・Q062

中学校： 性別・国語の学力層・数学の学力層・Q001・Q005・Q010・Q018・Q020・Q024・Q030・Q037・Q042・Q051・Q060・Q065・Q066

図 4 と図 5 の縦軸は、上記の手続き 7. に示した変数を説明変数としたときに、手続き 5. で求めたカイ二乗距離を示したものである。なお横軸は、ウェイトを用いずに回収のみを用いた分布と回収校の児童・生徒全体の分布との間のカイ二乗距離である。

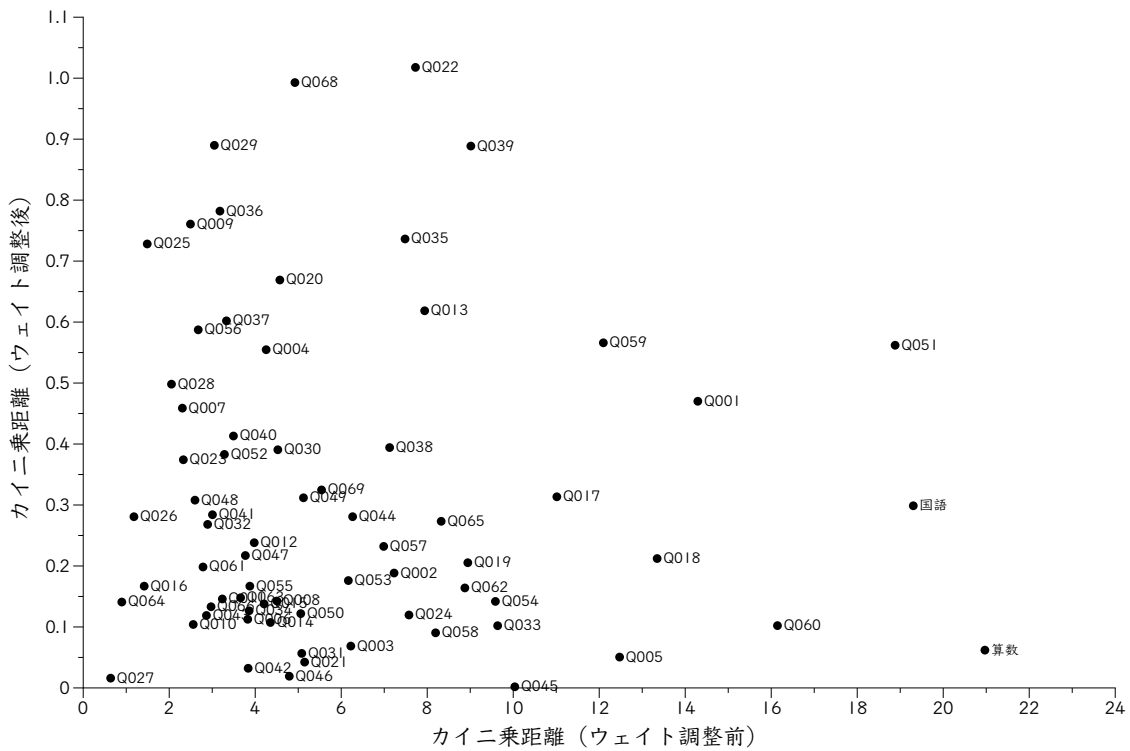


図 4: ウェイト調整前後のカイ二乗距離 (小学校)

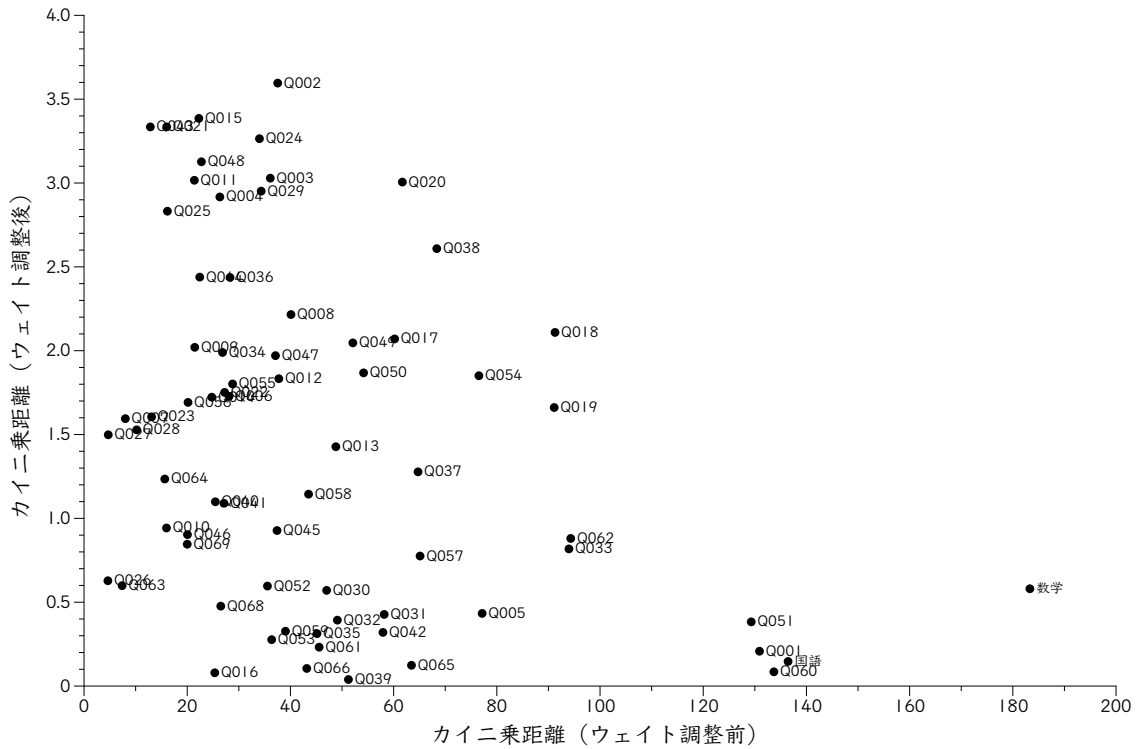


図 5: ウェイト調整前後のカイ二乗距離 (中学校)

3.3.2 学校別の人数に関するキャリブレーション

学校別の人数に関するキャリブレーションのための係数 $G_i^{(1)}$ は、学校ごとの R_i の合計に対する人数の比で求める。

$$G_i^{(1)} = \frac{\text{当該校の人数}}{\text{当該校の回収の } R_i \text{ の合計}} \quad (6)$$

ただし、校内で未回収がない学校については、 $G_i^{(1)} = 1$ とする。

3.3.3 校内未回収有校全体に対するキャリブレーション

校内未回収有校全体に対するキャリブレーションのための係数 $G_i^{(2)}$ は、以下の変数に関して、校内未回収有校のうちの回収について、 $GR_i = R_i \times G_i^{(1)} \times G_i^{(2)}$ をウェイトとして用いた分布が、校内未回収有校全体 (小学校は 28,584 人、中学校は 74,389 人) の分布に一致するよう求める。具体的なキャリブレーションの方法としては、一般化回帰推定を用いた。

- 学校コード
- 性別
- 国語の正答数, 算数/数学の正答数
- 国語の当日実施の有無, 算数/数学の当日実施の有無, 児童/生徒質問紙の当日実施の有無

校内で未回収がない学校では、 $G_i^{(2)} = 1$ つまり $GR_i = 1$ とした。

3.4 ウェイトのキャリブレーション

母集団情報を用いたキャリブレーションは、前節までに求められた $W_i \times GR_i = W_i \times (R_i \times G_i^{(1)} \times G_i^{(2)})$ に対して行う。具体的なキャリブレーションの方法としては、一般化回帰推定を用いた。用いる目標母集団の情報は以下のとおりである。

- 国公私
- 都市規模, 学校規模
- 都道府県
- 性別
- 国語の当日実施の有無, 算数/数学の当日実施の有無, 児童/生徒質問紙の当日実施の有無
- 国語の正答数, 算数/数学の正答数
- 児童/生徒質問紙の項目のうち, 以下の項目への回答

小学校: Q001, Q002, Q008, Q010, Q012, Q023, Q027, Q036, Q040, Q044, Q046

中学校: Q003, Q011, Q028

上記のうち, 児童/生徒質問紙の項目は以下の手続きで選定した。まず, キャリブレーションを行う前の $W_i \times GR_i$ を用いて, 母集団における児童/生徒質問紙の各選択肢 (Q067を除く) の該当人数を推定する。

次に母集団における実際の該当人数との相対差を求める。

$$\text{相対差} = \frac{\text{推定した人数} - \text{実際の人数}}{\text{実際の人数}} \quad (7)$$

相対差の絶対値が5を超える選択肢を含む項目を候補として選定する。図6と図7のそれぞれ左は, 各選択肢の相対差を示したものである。ただし点の重なりを防ぐため, 図中では点を横にずらして示している。さらに相対差の絶対値が5を超える選択肢は黒丸で示した。

最後に, 候補となった項目のうち, キャリブレーションに用いる項目の組み合わせを変えて GS_i を求め, $W_i \times GR_i \times GS_i$ をウェイトとしたときの相対差の絶対値が, 全ての項目の選択肢について可能な限り5以下となる項目の組み合わせを用いることとした。

例えば小学校では, 上記の項目に加えてQ062も候補となったため, キャリブレーションに用いる項目の候補は12項目となり, それらの組み合わせは全部で $2^{12} = 4,096$ 通りとなった。しかしそれらの組み合わせのうち, Q062を用いない組み合わせのとき, ほとんどの選択肢の相対差が5以下となった。図6の右は, その結果を示したものである。

中学校では上記の3項目が候補となり, それら全てを用いたとき, 全ての項目の選択肢について相対差が5以下となった。その結果は図7の右に示されるとおりである。

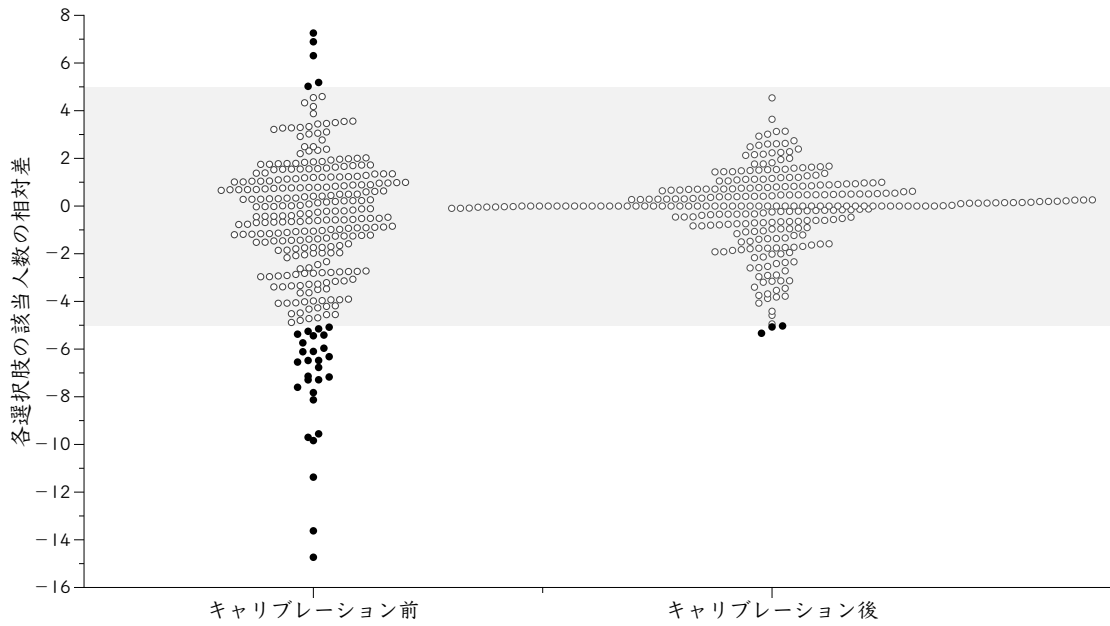


図 6: キャリブレーション前後の各選択肢の該当人数の相対差 (小学校)

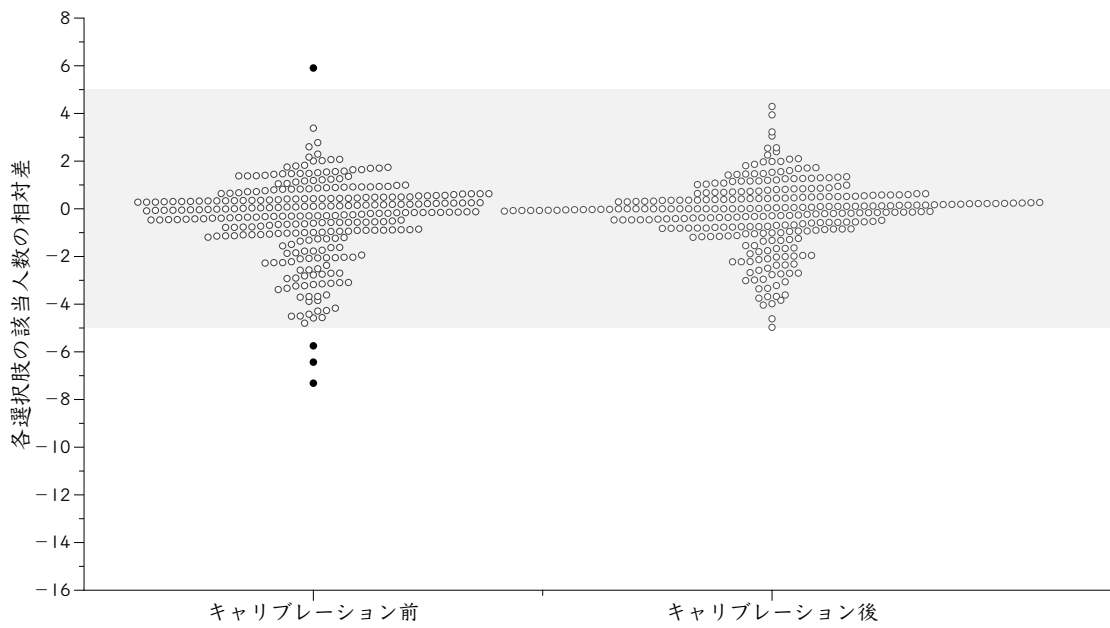


図 7: キャリブレーション前後の各選択肢の該当人数の相対差 (中学校)

最終的に得られたウェイト FW_i の分布は図 8 に示すとおりである。

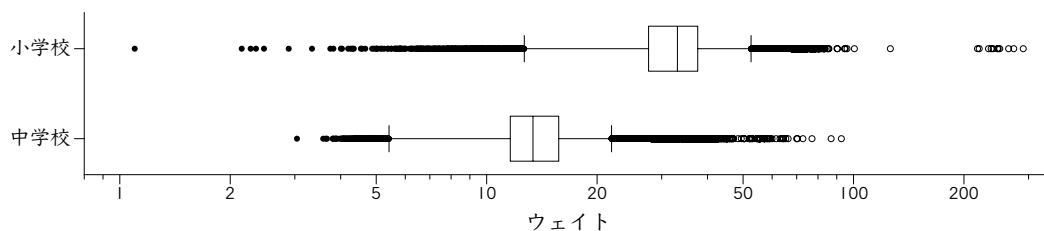


図 8: 最終ウェイト FW_i の分布

小学校では $FW_i = 1$ に近い値から $FW_i = 200$ を超える値まで分布しているが、不等加重効果は $UWE = 1.10249$ であり、問題ないと言える。中学校では不等加重効果は $UWE = 1.092001$ である。

$$UWE = n \times \frac{\sum_i FW_i^2}{\left(\sum_i FW_i\right)^2} \quad (8)$$

表 3 は、ウェイトを求める各段階における平均正答数の推定値を示したものである。小学校と中学校のいずれにおいても、基礎ウェイト W_i のみを用いたときの平均正答数と比べて、回収校におけるウェイト調整を行った後のウェイト $W_i \times GR_i$ を用いたときの平均正答数は小さくなっている。回収となった保護者の児童・生徒は学力が高い方に偏っていたものと考えられる。なお、最終ウェイト FW_i を用いたときの平均正答数は、 $W_i \times GR_i$ を用いたときの平均正答数とほとんど違いが見られない。

表 3: 平均正答数の推定値

	小学校		中学校	
	国語平均正答数	算数平均正答数	国語平均正答数	数学平均正答数
基礎ウェイト	9.16694	11.32824	9.22717	9.38858
回収校におけるウェイト調整後	9.06673	11.22077	9.10051	9.19335
最終ウェイト	9.06766	11.23181	9.10007	9.20613

3.5 ジャックナイフウェイトの作成

推定値の標準誤差を求めるためのジャックナイフウェイトは、小学校は $G = 597$ とし、中学校は $G = 749$ とするのが望ましい。しかし多数の反復推定を繰り返すと膨大な計算時間を要するため、現実には G の値はより小さい方がよい。そこで、反復ごとに平均して 10 校を同時に取り除くことで、小学校は $G = 59$ とし、中学校は $G = 75$ とする。

反復回数を減らした場合には、10 校の組み合わせによって、標準誤差の値が変わり得る。そこで、組み合わせをランダムに変えて 100 通り用意した。その上で、反復回数を減らさずに求めた標準誤差と反復回数を減らして求めたときの標準誤差との間の相関係数、あるいは標準誤差間の差の二乗和を求めた結果が図 9 と図 10 である。各図の横軸は児童／生徒質問紙の各選択肢に該当

する人数の標準誤差を用いた値であり、縦軸は保護者に対する調査の各選択肢に該当する人数の標準誤差を用いた値である。各点に付した数値は、組み合わせの番号を表す。

小学校は 100 通りの組み合わせのうち、37 番目の組み合わせを用いると標準誤差間の相関係数が高く、また標準誤差間の差の二乗和が小さいため、この組み合わせを採用することとする。

同様に中学校は 57 番目の組み合わせを用いることとする。

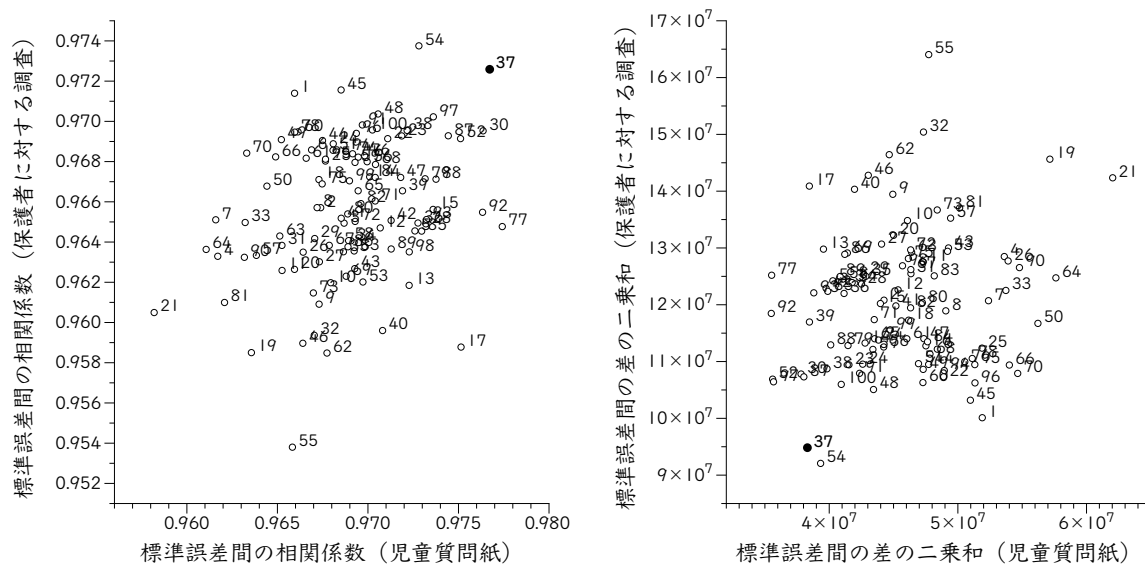


図 9: 反復回数減のための 100 通りの組み合わせの評価結果 (小学校)

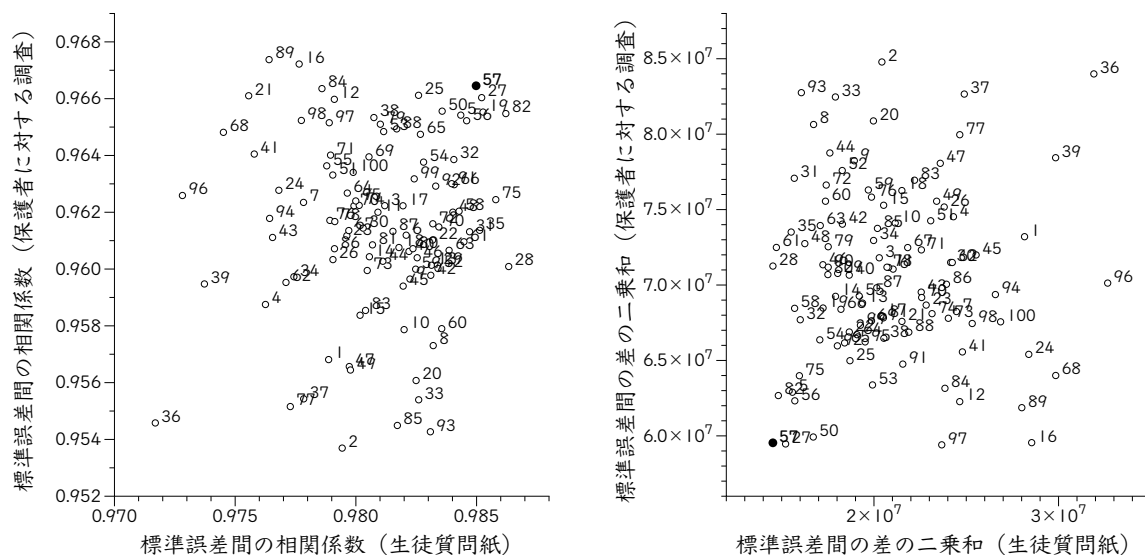


図 10: 反復回数減のための 100 通りの組み合わせの評価結果 (中学校)

このとき、割合 (%) の推定値を横軸とし、反復回数を減らしたときと減らさないときとの間の標準誤差の差を縦軸として、保護者に対する調査の各選択肢を示したものが図 11 である。反復回数を減らさないときと比べ、反復回数を減らしても、標準誤差は高々 0.2 ポイントから 0.3 ポイント程度しか変わらないことが分かる。

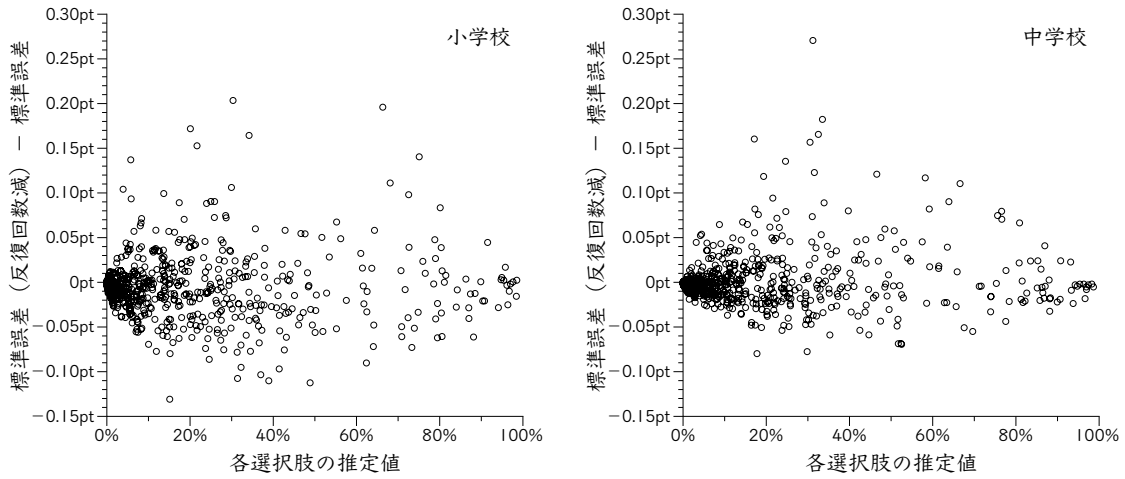


図 11: 反復回数を減らしたときと減らさないときの間の標準誤差の比較

図 12 は、保護者に対する調査の各選択肢の割合 (%) の推定値と、反復回数を減らしたときの標準誤差を示したものである。標準誤差は最大でも 0.6 ポイントから 0.7 ポイント程度であり、精度は非常に高いと言える。

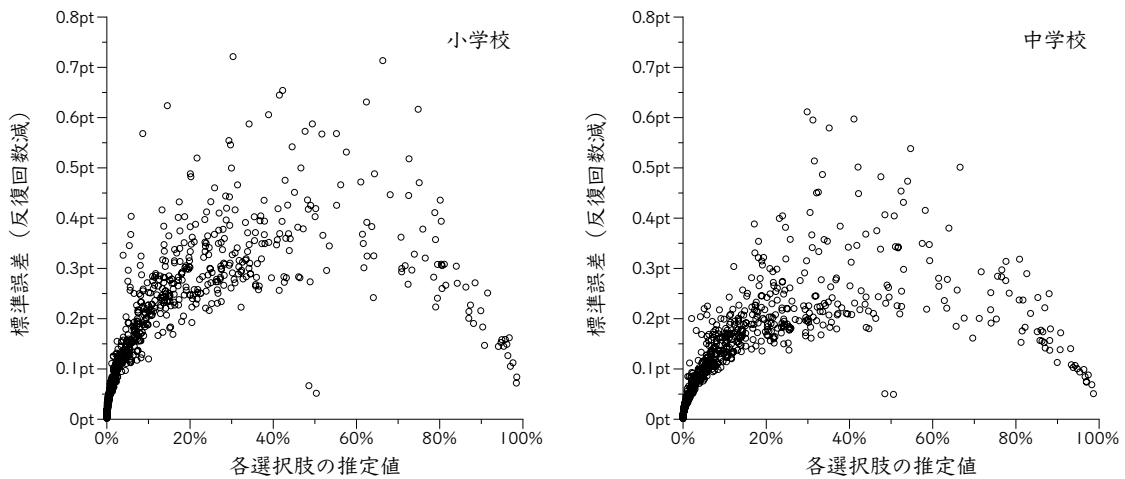


図 12: 各選択肢の推定値と標準誤差

以上

テクニカルレポート
 令和 3 年度 保護者に対する調査のウェイト作成について
 令和 5 年 3 月 31 日発行
 執筆者 横浜市立大学データサイエンス学部 土屋隆裕
 発行 文部科学省総合教育政策局調査企画課学力調査室
