別冊

ICT と AI ドリルを用いた学力への効果検証

慶應義塾大学　中室牧子研究室
中室牧子・菅原一輝[1]

1. 要約

本実証研究は、全国知事会における「これからの高等教育のあり方研究会」で発案され、2020 年 12 月から 2021 年 2 月の約 3 か月間に、6 都道府県の 8 公立高校の 1 年生に協力を得て、実施したものです。中室研究室では、各都道府県教育委員会と学校の協力を得て、生徒の個人を特定できる情報を削除し、個人番号が振られた匿名加工データの分析を担当しました。高校生は約 3 か月間、数学の授業内で AI ドリル「キュビナ」を利用するクラス（ここでは介入群と呼称）、利用しないクラス（対照群と呼称）にわけ、ICT と AI ドリルの利用が学力向上に資するかどうかを検証しました。統計解析の結果、3 か月後、介入群の方が対照群よりも、数学の学力テストのスコアが 1.94 点（約 4.5%）高くなりました。これは 1%水準で統計的に有意な差であり、短期間の使用ではあるものの、数学の学力向上が見られたことがわかります。また、この効果は特に、奨学給付金を受給している経済困窮世帯の生徒に大きく、AI ドリルの利用は保護者の経済状況による学力格差の縮小をもたらす可能性が示唆されます。また、生徒の学習観の変化も見られ、介入群の生徒は「良い学習環境に身を置くことで勉強が身につく」という「環境志向」が統計的に有意に上昇していることもわかりました。しかし、学習意欲や主観的な数学の理解度には変化がありませんでした。

AI ドリル「キュビナ」とは？

コンパス社が開発した AI が生徒一人ひとりの習熟度に合わせて最適な問題を出題する AI 型教材です。アダプティブラーニングによって知識・技能の習得を支援します。2018 年度から 20 年度まで 3 年連続で経済産業省「未来の教室」実証事業に採択。また「日本 e-learning 大賞　経済産業大臣賞」「グッドデザイン賞」を受賞しています。

1. ICT 導入による成績の変化

今回の実証研究では、6 都道府県の 8 公立高校の約 637 名の生徒を、介入群（9 クラス、N=297）と対照群（10 クラス、N=340）にランダムに割り付けたクラスターランダ

[1] 本件の問い合わせ先：makikon@sfc.keio.ac.jp

ム化比較試験によって評価を行いました[2]。2020 年 12 月には事前調査として学力テストと質問紙調査を実施し、介入群と対照群の間で、学力、学習時間、希望する進路、自分専用の PC 保有率等、様々な属性に統計的に有意な差が生じていないことを確認しており、介入群と対照群は比較可能であることを確認しています。

2021 年 2 月に事後調査として再び学力テストと質問紙調査を実施しました。採択している教科書の違いを考慮して、計 20 問の問題のうち、10 問は共通問題、10 問は各学校によって異なる問題を出題しています。8 校に共通した 10 問のみを切り出してみてみると、介入群の方が対照群よりも**約 4.5%高いことが明らかになりました**。これは、1%水準で統計的に有意な差です。次に、各学校で異なる問題も含めた 20 問の学力テストの点数を介入群対照群で比較してみると、こちらも介入群のほうが **7.9%高くなっており**、1%水準で統計駅に有意となりました。3 か月間の ICT と AI ドリルの導入は、生徒の数学の学力を高める効果があったと言えます（表 1 を参照）。

そして、高等学校就学支援金制度の対象となっている生徒に対する影響を見たものです。就学支援金とは、所得等の要件を満たす世帯の生徒に対して、授業料に充てるために給付されるものです。受給していれば 1、受給していなければ 0 をとる二値変数と介入群であれば 1、対照群であれば 0 を取る二値変数の交互作用項の係数を見たものになります。つまり、就学支援金を受けている生徒が ICT と AI ドリルを用いた学習を行った場合の効果となります。就学支援金受給の介入群の学力テストの点数は **18.5%高く**、ICT と AI ドリルの使用は、就学支援金受給の生徒に特に大きく、家庭の社会経済的状況等による教育格差の是正に対し有効である可能性が示唆されました（表 2 を参照）。

2. ICT 導入による学習観の変化

次に、表１， ２では、生徒の「学習観」の変化について分析しています。学習観とは、学習に対する考え方です。AI ドリルは生徒一人ひとりの習熟度に合わせた問題が出題されることが特徴のため、学習方略が変わる可能性があると考えました。植木（2002）が開発した学習観に関する質問紙調査を参考にして、高校生の学習観を、「環境志向」、「方略志向」、「学習量志向」の 3 つに分類しました。環境志向とは、「効果的な学習環境」と言うものが存在し、そのような良い学習環境に身を置くことで学習が身に付くと考える学習観を指します（植木、2002）。

表１， ２を見ると、介入群の生徒の**「環境志向」は統計的に有意に高く**なっていることがわかります。ただし、「方略志向」や「学習量志向」に変化はありませんでした。ICT と AI

[2] 対照群では、数学ではなく英語でキュビナを利用していました。

ドリルの導入により環境志向が高まったということは、介入を受けて生徒が「勉強のしやすさ」や「先生の教え方」に重点を置くようになったと解釈することができます。またこの傾向は、高等学校就学支援金制度の対象となっている生徒に大きいこともわかります。

以下の表 1、表 2 に、調査項目の結果を示しています。表 2 は就学給付金対象者の交差項を含んだ結果になります。

項目	介入群（T）	対照群（C）	T-C
得点率	0.442	0.363	0.079***
共通問題得点	17.91	15.97	1.94**
数学好き	3.22	3.31	-0.09
数学理解	3.31	3.29	-0.03
環境志向	3.47	3.31	0.16**
方略志向	4.18	4.19	-0.004
学習量志向	3.66	3.71	-0.05

***p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 1：事後調査（学校固定効果統制）

項目	介入群（T）	対照群（C）	T-C
得点率	0.502	0.366	0.136*
共通問題得点	24.0	16.5	7.51***
数学好き	4.10	3.32	0.78
数学理解	4.07	3.30	0.77
環境志向	3.87	3.32	0.56*
方略志向	4.45	4.19	0.28
学習量志向	3.98	3.72	0.26

***p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 2：就学給付金対象者における事後調査（学校固定効果統制）

2. 臨時休業中の ICT 活用状況について

今回の調査では、ICT と AI ドリル導入の効果検証と並行して、学校ごとに臨時休業中と学校再開後の状況についても調査をしました（「学校再開後の学習への取組状況等の

調査」「臨時休業中の生徒の学習の保障等のための取組状況について」）。熊本県、三重県、滋賀県、岡山県、宮城県、宮崎県、長野県の 7 都道府県 408 校からの回答がありましたので、下記では、結果の一部を抜粋してご報告いたします。なお、各県ごとの結果も取りまとめ、各県教育委員会に送付し、今後の施策に役立ててもらうことにしています。

臨時休業中の家庭学習に関して、「ICT を活用した」と回答した 296 校（調査対象校の 73.4%）に対し、生徒がどのような環境で ICT による家庭学習を実施してきたかを回答して頂いた結果を図 1 、2 に示しています。なお積み上げ棒グラフの総数が 296 以上となっているのは、複数回答可としているからです。図 1 を見ると、大多数の学校（280 校）が家庭の Wi-Fi 環境やモバイルルータ等を使用させてきたと回答しており、貸し出しを行った学校は 70 校でした。

図 1 はインターネットへの接続環境に関する回答の結果です。

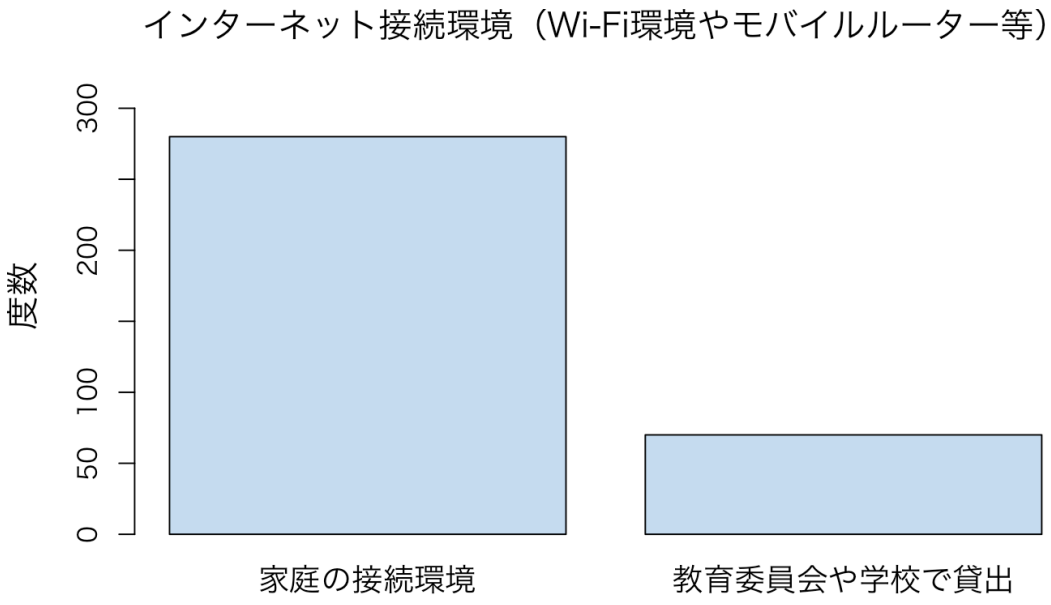


図1

図２は生徒に使用させた ICT 機器に関する回答の結果です。

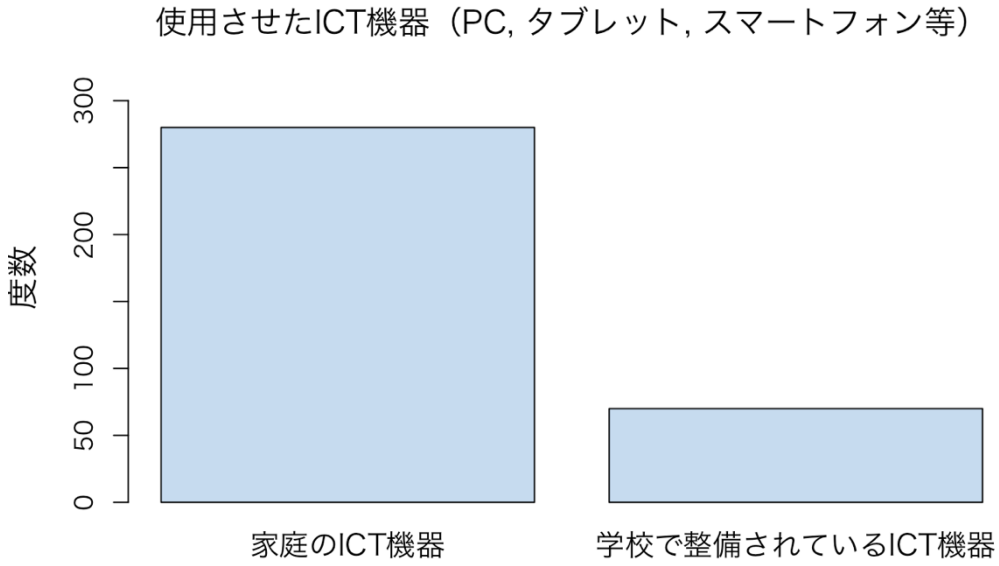


図2

図２も同様に、多くの学校（264 校）が家庭の ICT 機器を使用させてきたと回答しており、貸し出しを行った学校は 57 校でした。一方、ＩＣＴ環境がない生徒に対する支援の状況に関して、回答数が多かった順に並べたものを図３に示しました。なお、こちらも複数回答可になっている点には注意してください。

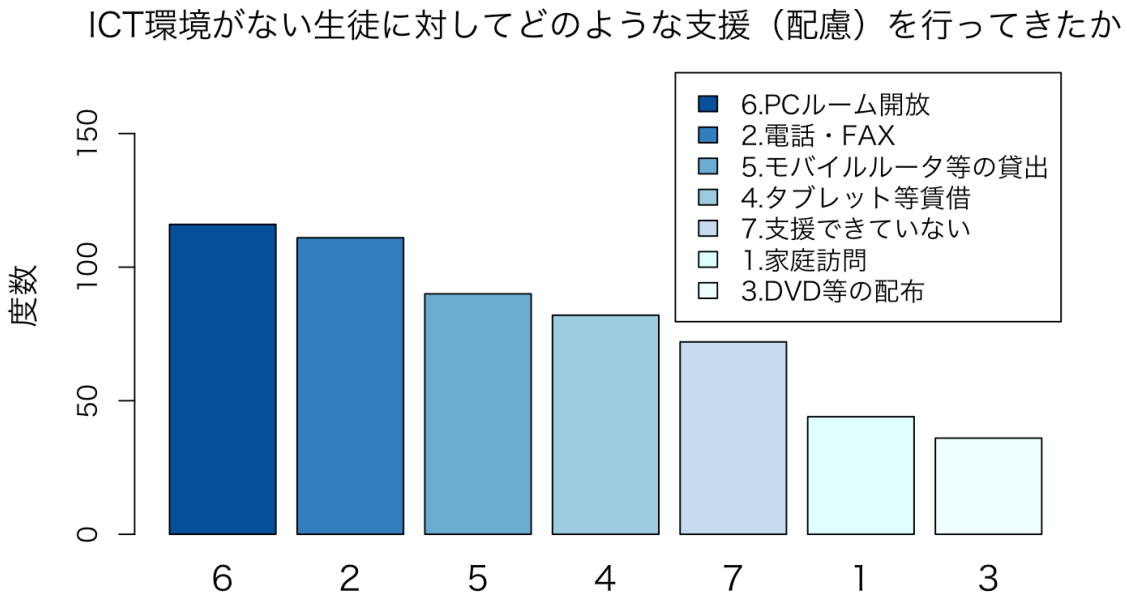


図3

図３を見ると、学校の PC ルーム開放が最も多く、次に電話・FAX が多い支援策となっていることが分かります。すなわち**、ICT 環境がない生徒は登校するか、環境がないまま学習する傾向にある**ことが分かります。また支援できていないと回答した学校は 18.8%であり、図 1～２の結果と合わせると**家庭の ICT 環境の格差が臨時休業中の学習状況の格差と関連する可能性がある**と言えます。

3. 学校再開後の ICT 活用状況について

さらに、学校再開後の ICT 活用状況に関して、その使用期間の分布を図４に示しました。図 4 を見ると、**臨時休業中から現在に至るまで活用し続けている学校が半数以上**

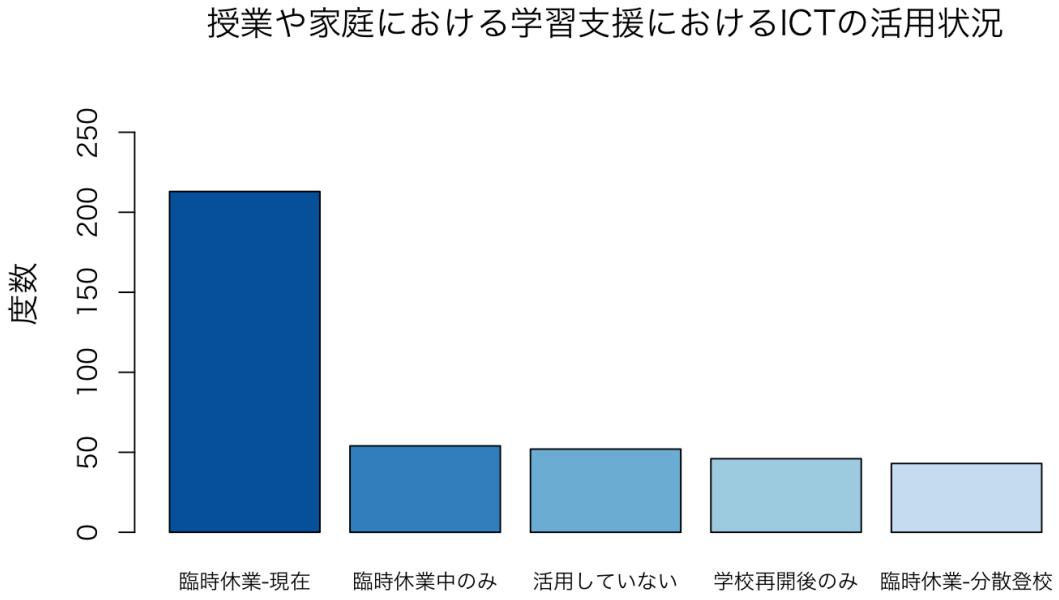


図4

（52.2%）を占め、1 度も使用していない学校は 12.7%でした。

また、ＩＣＴ環境がない生徒に対する支援の状況に関して、回答数が多かった順に並べたものを図 5 に示しました。なお、こちらも複数回答可としております。図 5 から、**上位 2 位の支援方法は「ICT と同内容の紙媒体の配布」と「学校の PC ルーム開放」**となっています。すなわち、接続環境や ICT 機器に関して根本的な改善がないまま、紙媒体や登校中の PC ルーム活用によって賄っている生徒が多いと考えられます。図 4 の結果と合わせて考えると、臨時休業中と同様の状況が現在に至るまで続いている学校が多い可能性があることを示しています。事実、臨時休業中から現在に至るまでの期間に ICT を活用した教員の割合を示した図 6 を見ると、全ての教員が ICT を活用した学校は約 22.2%でした。

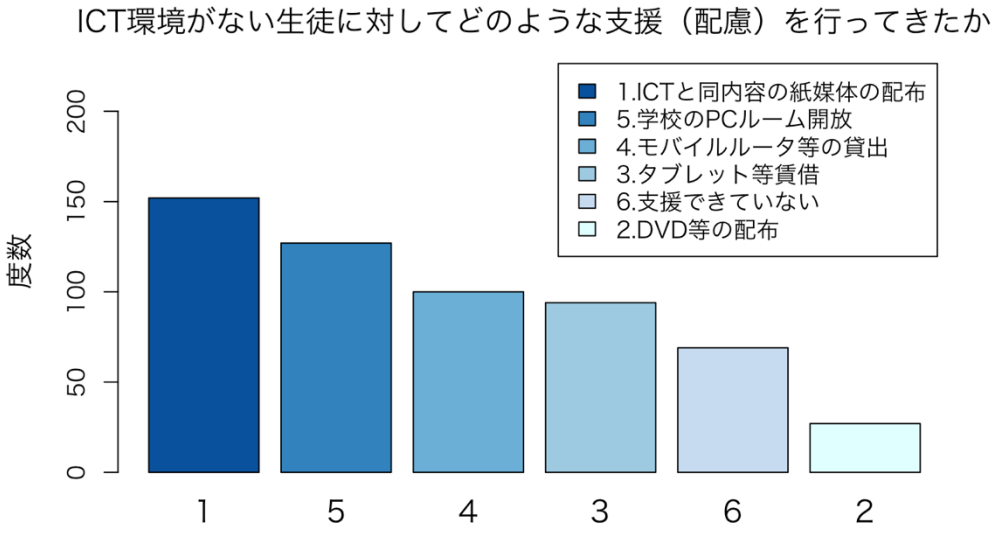

ICT環境がない生徒に対してどのような支援（配慮）を行ってきたか
1.ICTと同内容の紙媒体の配布
5.学校のPCルーム開放
4.モバイルルータ等の貸出
3.タブレット等賃借
6.支援できていない
2.DVD等の配布
度数
0
50
100
150
200
1
5
4
3
6
2

図5

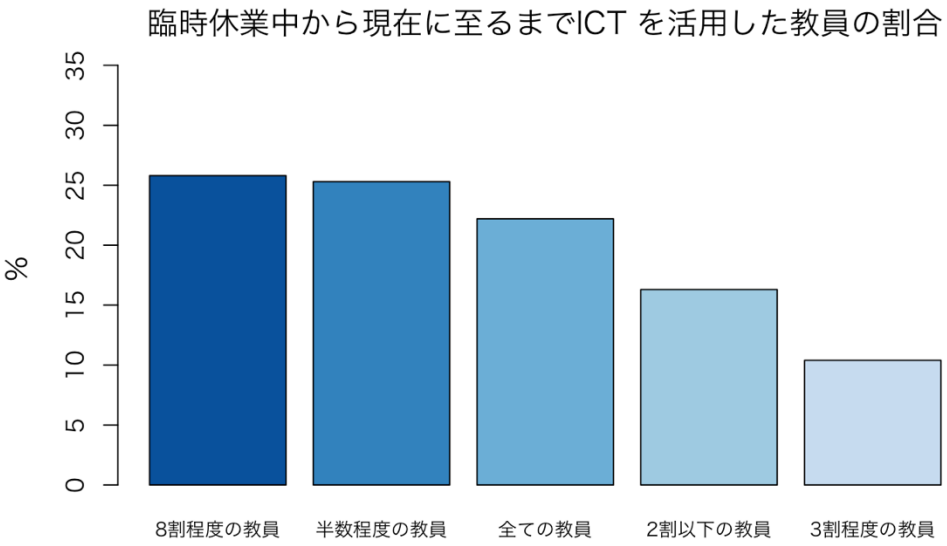

臨時休業中から現在に至るまでICT を活用した教員の割合
%
0
5
10
15
20
25
30
35
8割程度の教員
半数程度の教員
全ての教員
2割以下の教員
3割程度の教員

図6

臨時休業中の生徒の学習の保障等のための

取組状況についての調査結果

慶應義塾大学 中室牧子研究室 中室牧子・菅原一輝

1. 家庭学習の支援について

図 1 は「教科書に基づく家庭学習について、生徒にどのように課してきましたか。該当するものを選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問に対し、以下の選択肢から回答して頂いた結果となります。選択肢 1 は「学習する単元・題材名や教材名のみを示して課してきた」、2 は「学習内容や方法を具体的に示して課してきた」と回答した学校数に対応しています。

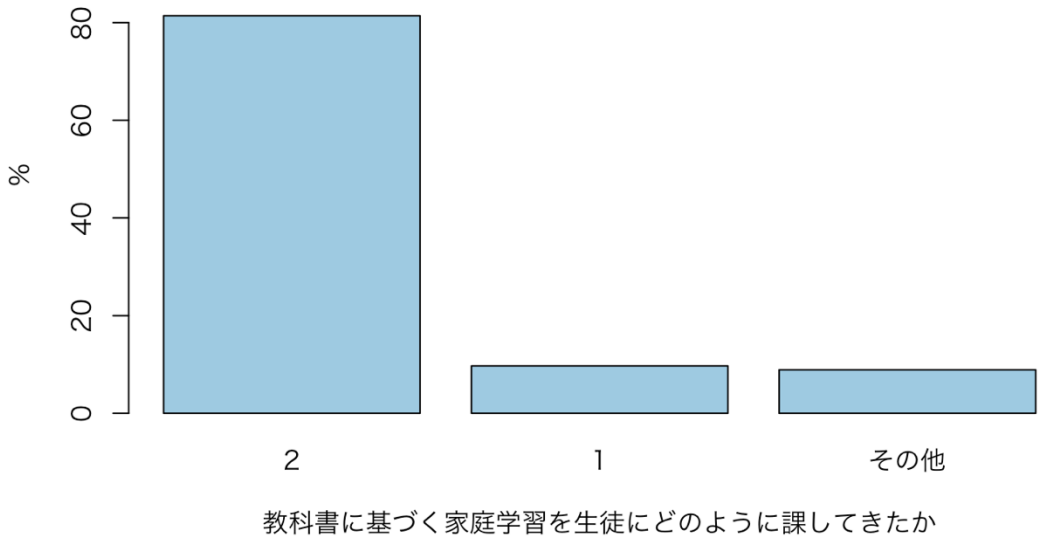


図 1

図 2 は「問 1 で示している家庭学習はどのような範囲ですか。該当するものをすべて選んでください。（前学年とは令和元年度の学年、今学年とは令和 2 年度の学年を指します。）その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果を示しています。選択肢 1 は「前学年の指導の範囲（指導済の範囲）」、2 は「前学年の指導の範囲（未指導の範囲）」、そして 3 は「今学年の指導の範囲」に対応しています。

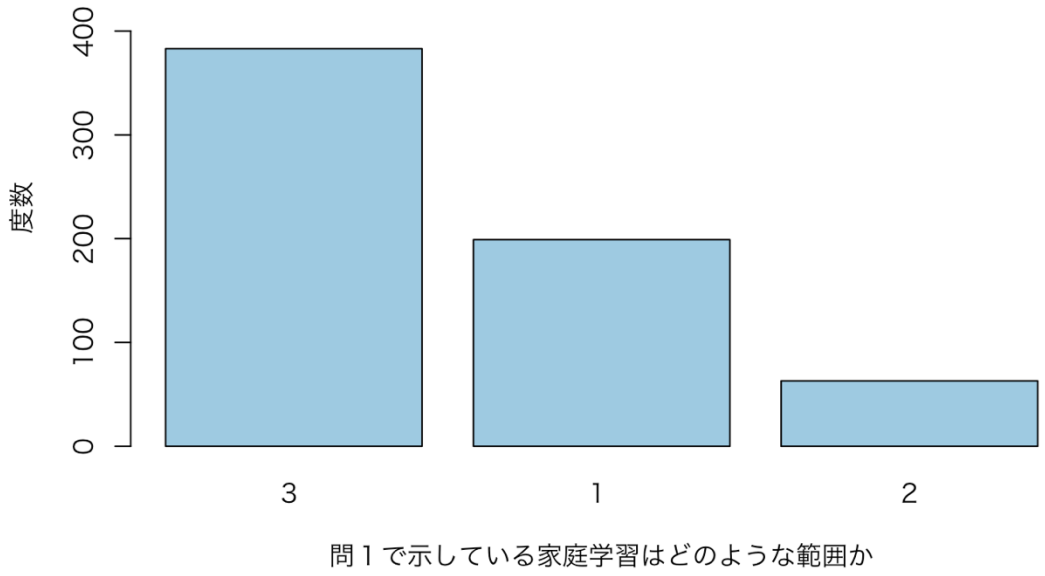


図 2

図 3 は「教科書以外の教材等に基づく家庭学習について、生徒にどんな学習内容を課してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問に対し、以下の選択肢から回答して頂いた結果です。選択肢 1 は「学校が作成したプリント等を配付（配信）して課してきた」、2 は「教科書会社等が作成したプリント等を配付（配信）して課してきた」、3 は「生徒の自由研究的な学習（自学ノート等を含む）を課してきた」、4 は「「NHK for School」や民間の動画コンテンツ等を活用した学習を課してきた」、5 は「民間の学習ソフトやアプリケーションを活用した学習を課してきた」、6 は「教育委員会が独自に作成した授業動画を活用した学習を課してきた」、7 は「学校が独自に作成した授業動画を活用した学習を課してきた」に対応しています。

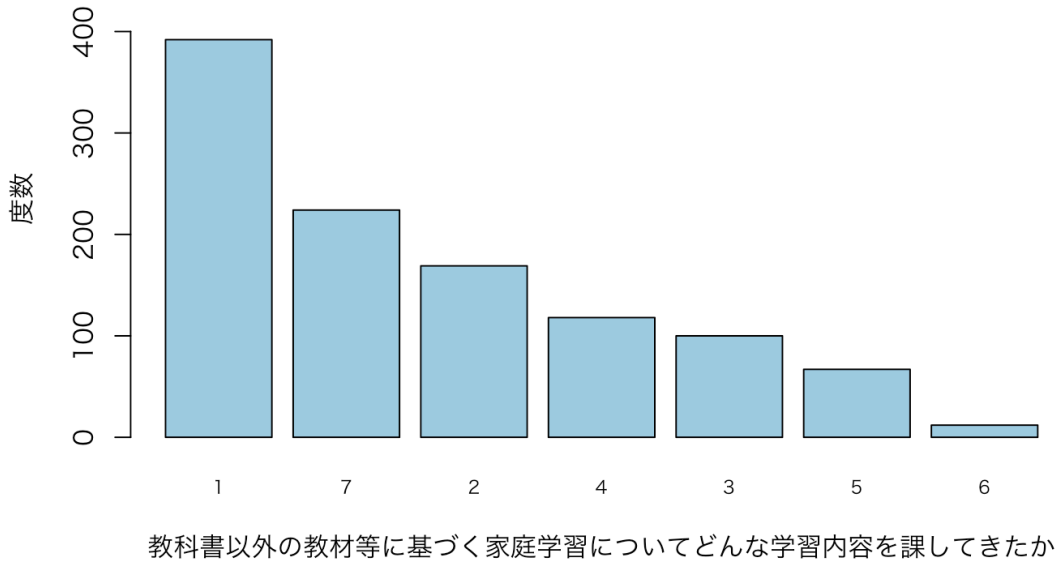


図 3

図 4 は「問 3 で課してきた家庭学習について、どのような方法で配付（配信）してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。選択肢 1 は「登校日等で生徒に学校で配付してきた」、2 は「保護者等に来校してもらって配付してきた」、3 は「家庭訪問（ポスティングを含む。）をして配付してきた」、4 は「電話・FAX を使って配信してきた」、5 は「宅配や郵送等で配付してきた」、6 は「教育委員会や学校等のホームページに掲載して配信してきた」、7 は「メール等で配信してきた」、8 は「Google Classroom 等のオンラインシステム等を使って配信してきた」に対応しています。

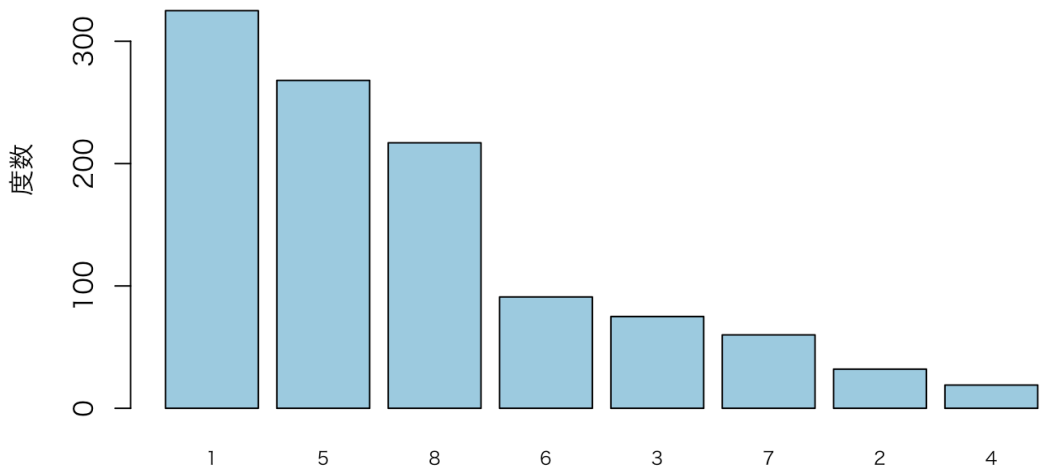


図３で課した家庭学習について、どのような方法で配付（配信）してきたか（全国）

図 4

図 5 は「特別支援学校のみ回答してください。特別支援学校に在籍する生徒の家庭学習について、生徒にどのように課してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。選択肢 1 は「障害の特性に合わせた学習内容を個別に示して課してきた」、2 は「ICT を活用した学習内容（総合教育センターの動画視聴や学習支援アプリを含む）を課してきた」、3 は「通常の学級と同じ学習内容（下学年の内容）を課してきた」、4 は「生活のリズムを整えることを意識したプリント等を課してきた」に対応しています。

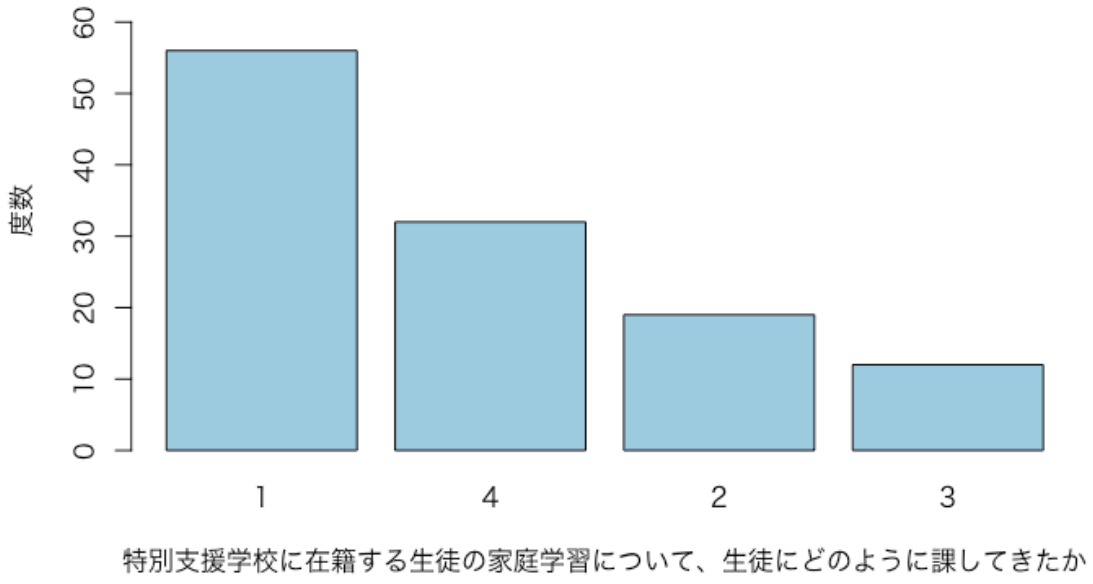


図 5

図 6 は「日本語指導が必要な帰国・外国人生徒の在籍する学校のみ回答してください。日本語指導が必要な帰国・外国人生徒の家庭学習について、生徒にどのように課してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。選択肢 1 は「生徒の日本語能力に応じた日本語指導教材を使用して課してきた」、2 は「通常の学級と同じ学習内容を課してきた」に対応しています。

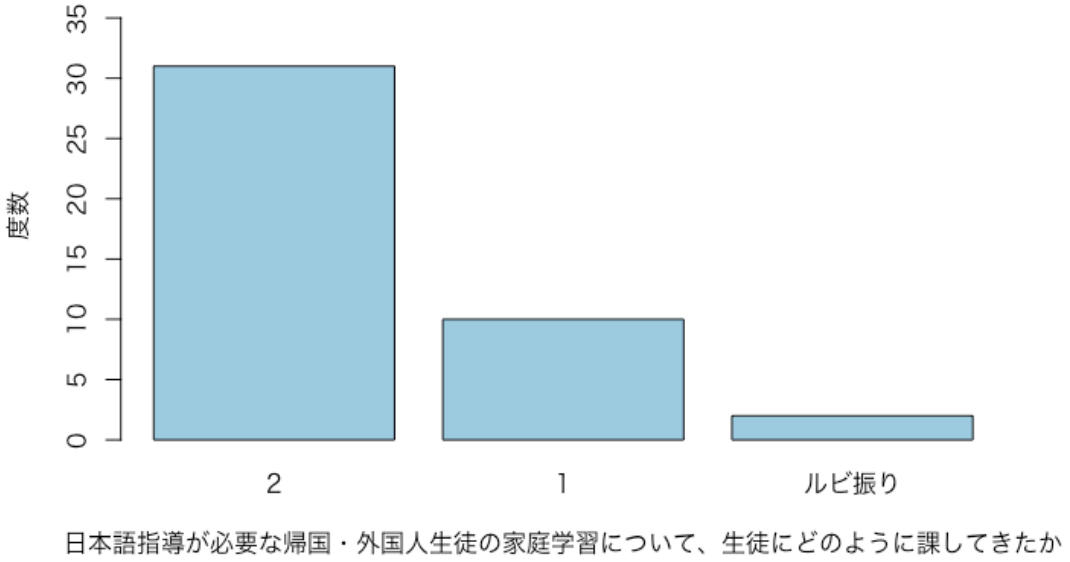


図 6

図 7 は「生徒の家庭学習の状況について把握してきましたか。該当するものを選んでください」という質問の結果です。

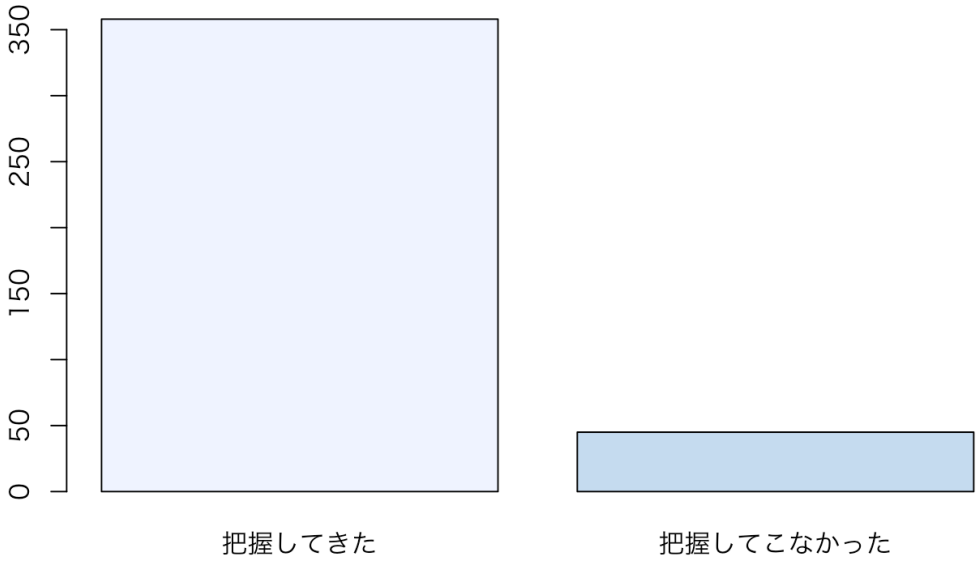


図 7

図 8 は「問 1 で「1．把握してきた。」と回答した場合のみお聞きしています。生徒の家庭学習の状況について、どのくらいの頻度で把握してきましたか。該当するものを選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。

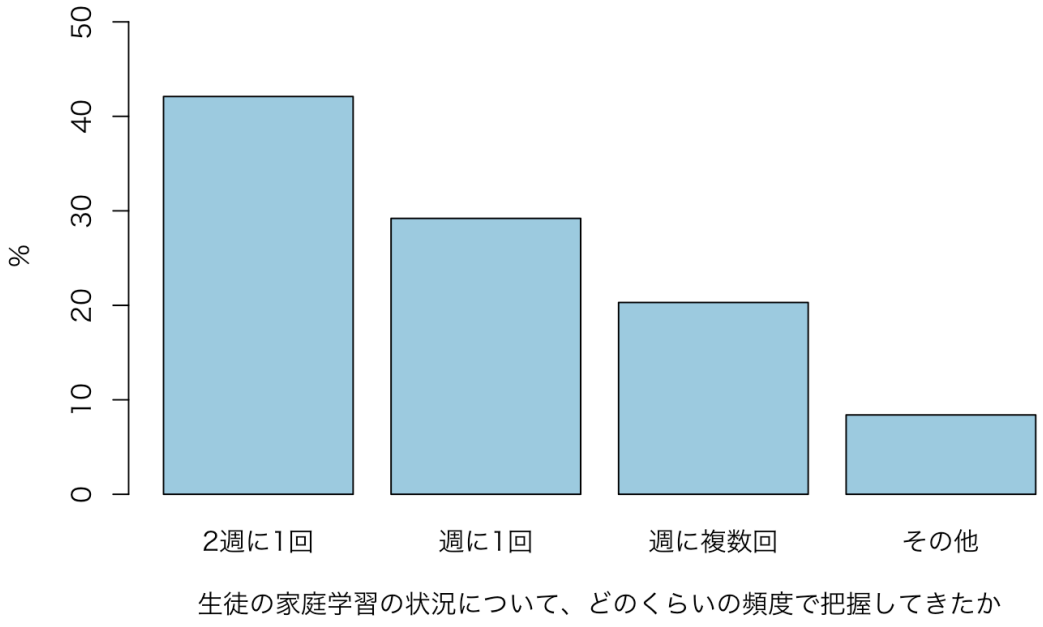


図 8

図 9 は「生徒の家庭学習の状況について、どのような方法で把握してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください」という質問の結果です。選択肢 1 は「登校日等を活用して把握してきた」、2 は「家庭訪問（表札訪問を含む）をして把握してきた」、3 は「電話・FAX を使って把握してきた」、4 は「宅配や郵送等により把握してきた」、5 は「インターネットやメール等を使って把握してきた」、6 は「Google Classroom 等のオンラインシステム等を使って把握してきた」に対応しています。

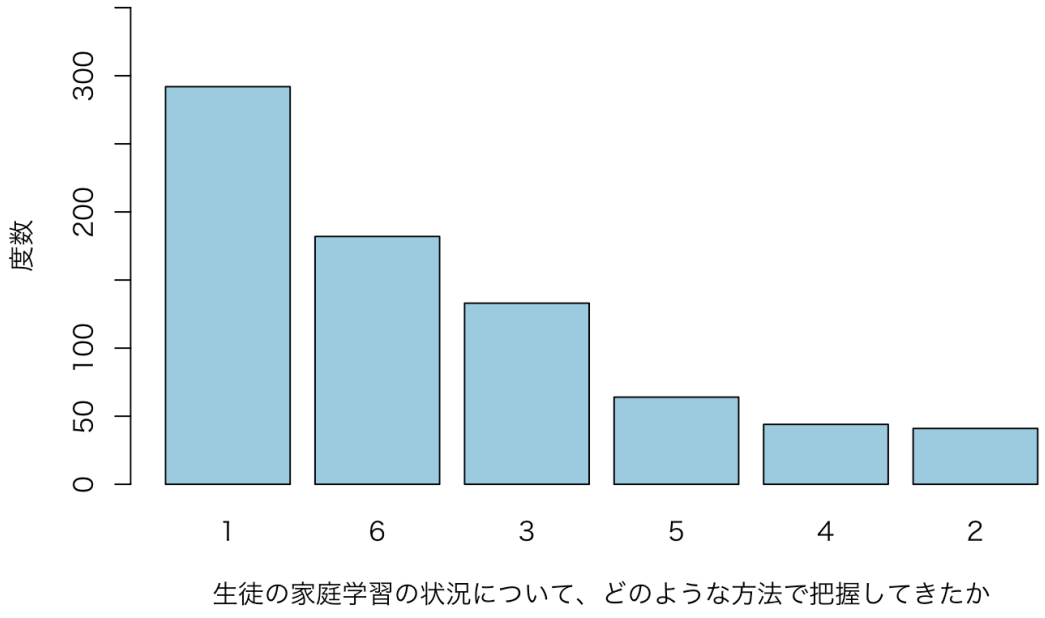


図 9

図 10 は「生徒の家庭学習のフォローアップ（家庭学習の点検・評価）はどのように行ってきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。選択肢 1 は「登校日等を活用して把握してきた」、2 は「家庭訪問（表札訪問を含む）をして把握してきた」、3 は「電話・FAX を使って把握してきた」、4 は「宅配や郵送等により把握してきた」、5 は「インターネットやメール等を使って把握してきた」、6 は「Google Classroom 等のオンラインシステム等を使って把握してきた」に対応しています。

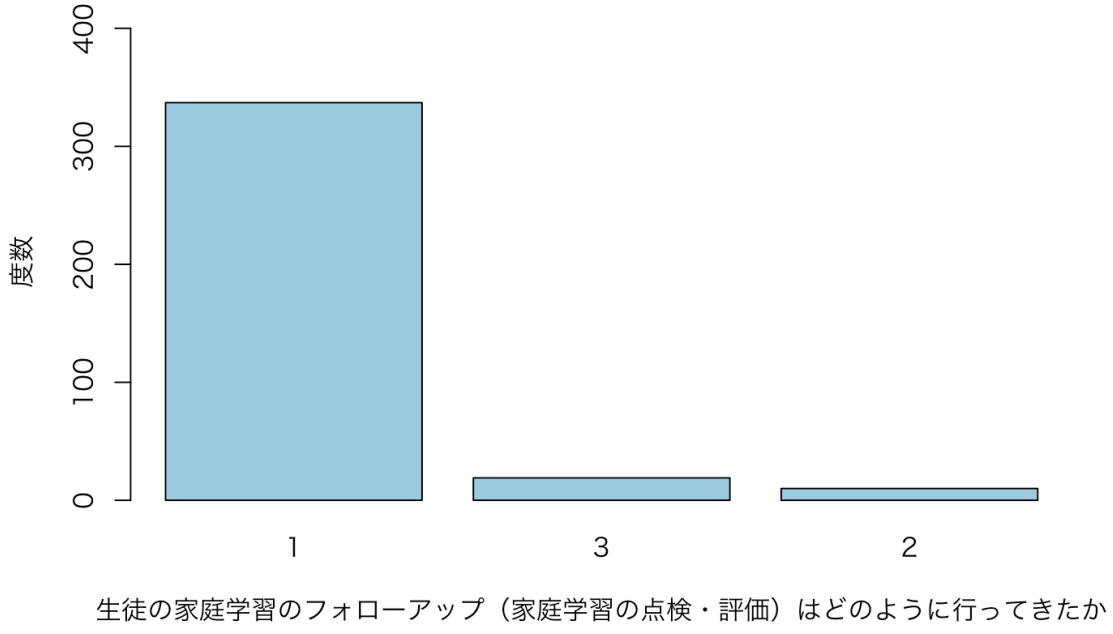


図 10

図 11 は「生徒の計画的な家庭学習について、学習計画表を作成してきましたか。該当するものを選んでください」という質問の結果です。

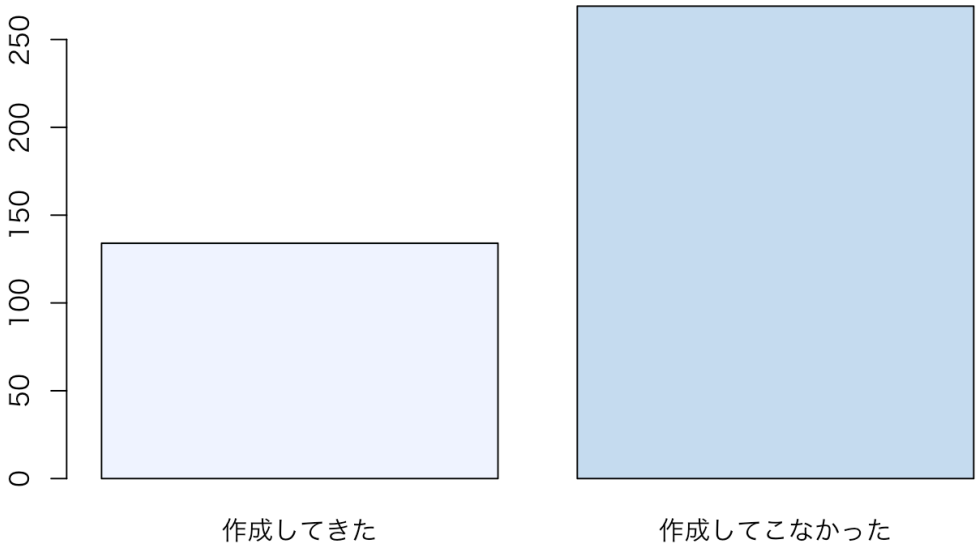


図 11

図 12 は「問 1 で「1．作成してきた。」と回答した場合のみお聞きしています。どんな方法で行ってきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。選択肢 1 は「学校が学習計画表を作成して生徒に配付してきた」、2 は「生徒に学習計画表を作成させてきた」に対応しています。

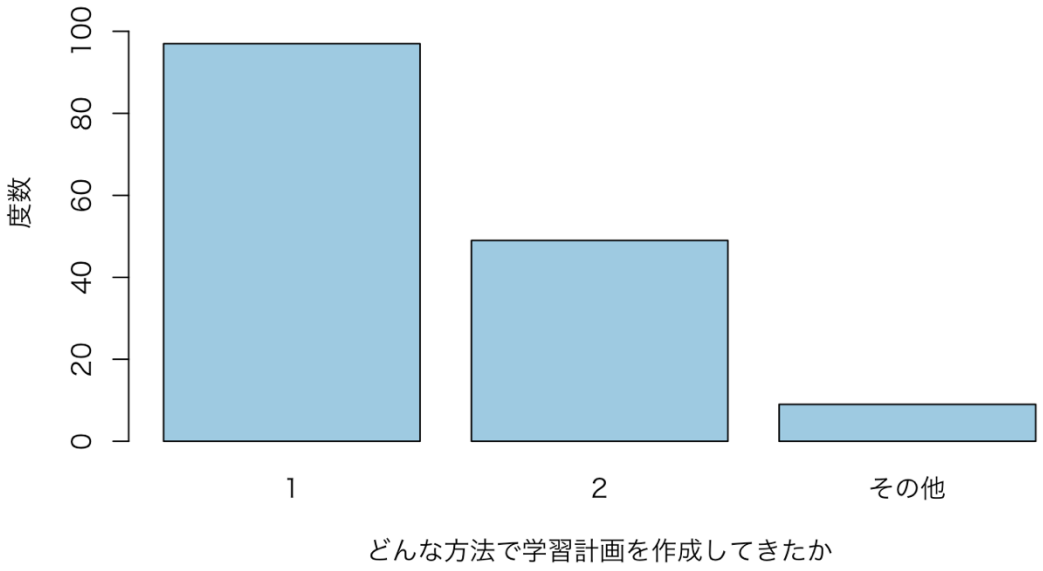


図 12

図 13 は「学習計画表のフォローアップ（学習計画表の点検・評価）はどのように行ってきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。選択肢 1 は「回収して教職員が行った」、2 は「保護者に依頼した」、3 は「教員・保護者によるフォローアップ（学習計画表の点検・評価）は行わなかった」に対応しています。

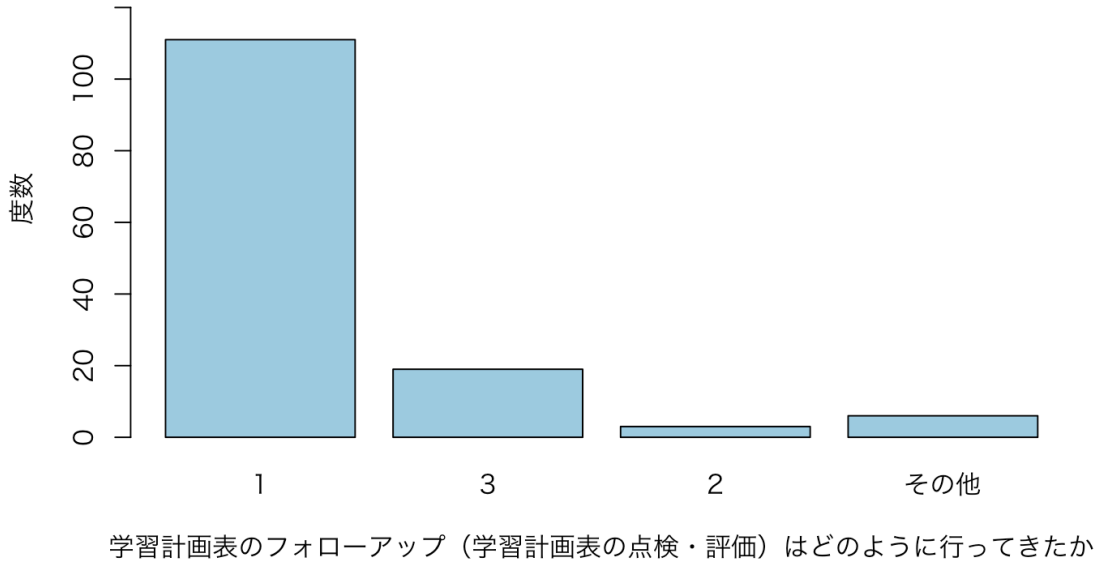


図 13

図 14 は「家庭学習において ICT を活用してきましたか。該当するものを選んでください」という質問の結果です。

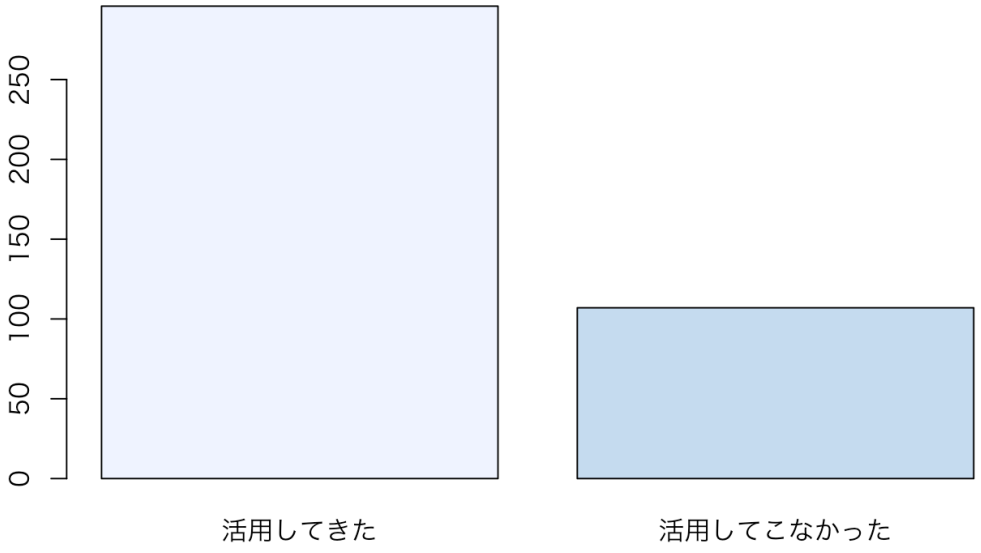


図 14

図 15 は「問 1 で「１. 活用してきた。」と回答した場合のみお聞きしています。生徒はどのような環境で行ってきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください」という質問の結果です。選択肢 1 は「インターネットに接続できる環境は、家庭の環境（Wi-Fi 環境やモバイルルーター等）を使用させてきた」、2 は「インターネットに接続できる環境は、教育委員会や学校でモバイルルーター等を貸し出してきた」、3 は「ICT 機器は、家庭のパソコン、タブレット、スマートフォン等を使用させてきた」、4 は「ICT 機器は、学校で整備されているタブレット端末等を貸し出してきた」に対応しています。

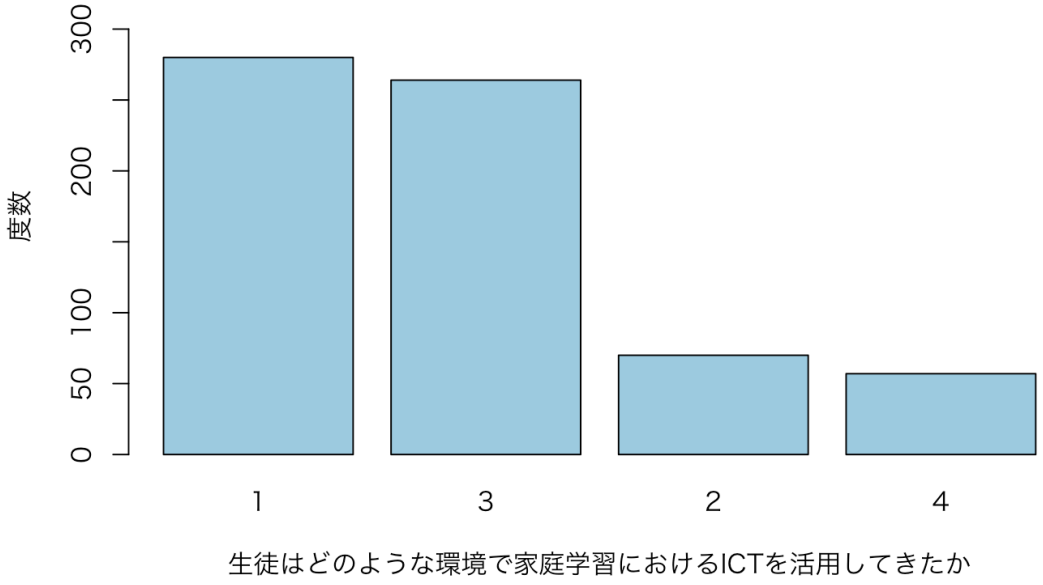


図 15

図 16 は「ICT 環境がない生徒（インターネットに接続できる環境や ICT 機器等がなく、ICT を活用した学習を行えない生徒）について、把握してきましたか。該当するものを選んでください」という質問の結果です。

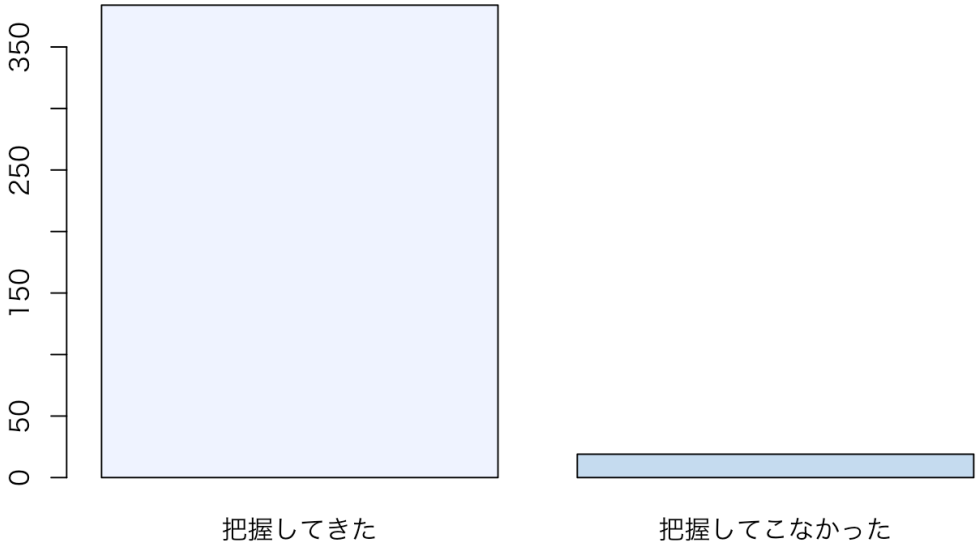


図 16

図 17 は「ICT 環境がない生徒に対してどのような支援（配慮）を行ってきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。選択肢 1 は「家庭訪問により支援（配慮）してきた」、2 は「電話・FAX により支援（配慮）してきた」、3 は「DVD 等の映像資料の配付により支援（配慮）してきた」、4 は「学校で整備されているタブレット端末等を貸し出して支援（配慮）してきた」、5 は「教育委員会や学校でモバイルルーター等を貸し出して支援（配慮）してきた」、6 は「学校の PC ルーム等を開放して支援（配慮）してきた」、7 は「現段階では支援できていない」に対応しています。

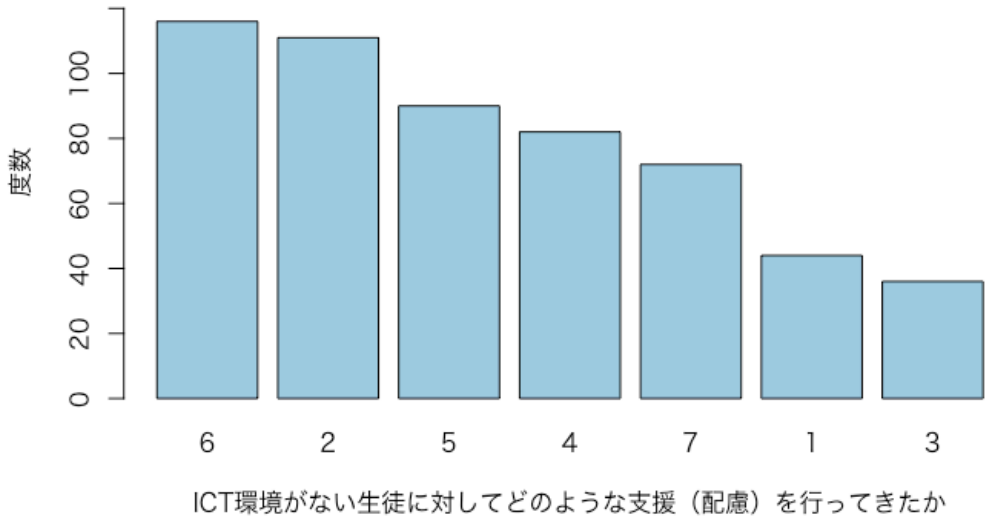


図 17

図 18 は「家庭学習を支援する目的で ICT を活用した課題や動画などの配信を実現するには、何が不足していますか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。

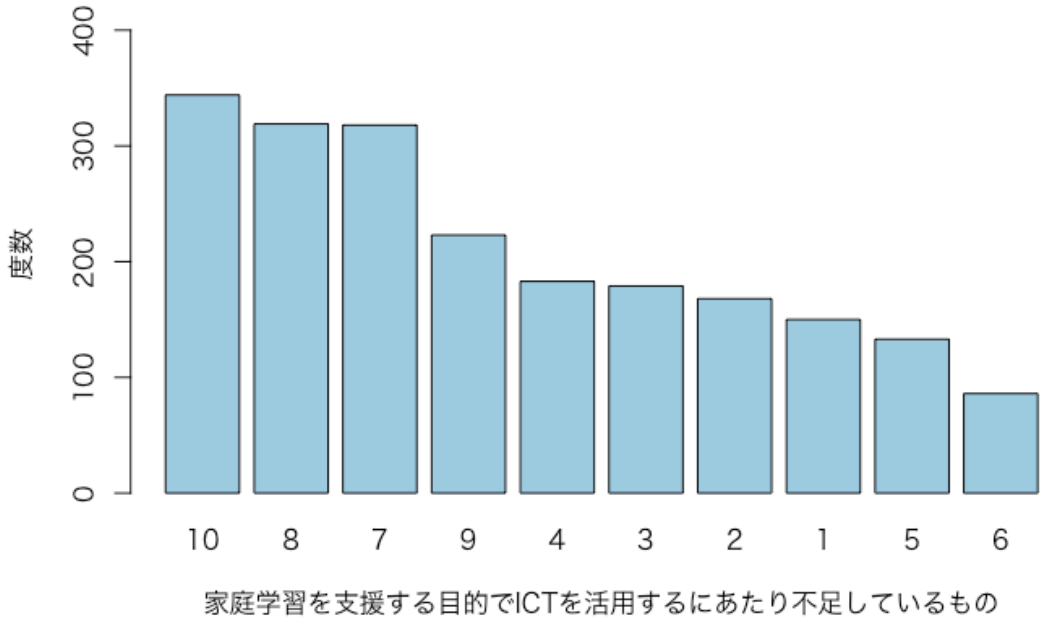


図 18

2. 生徒の心身の状況の把握と心のケアについて

図 19 は「生徒の心身の状況について、どのくらいの頻度で把握してきましたか。該当するものを選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。

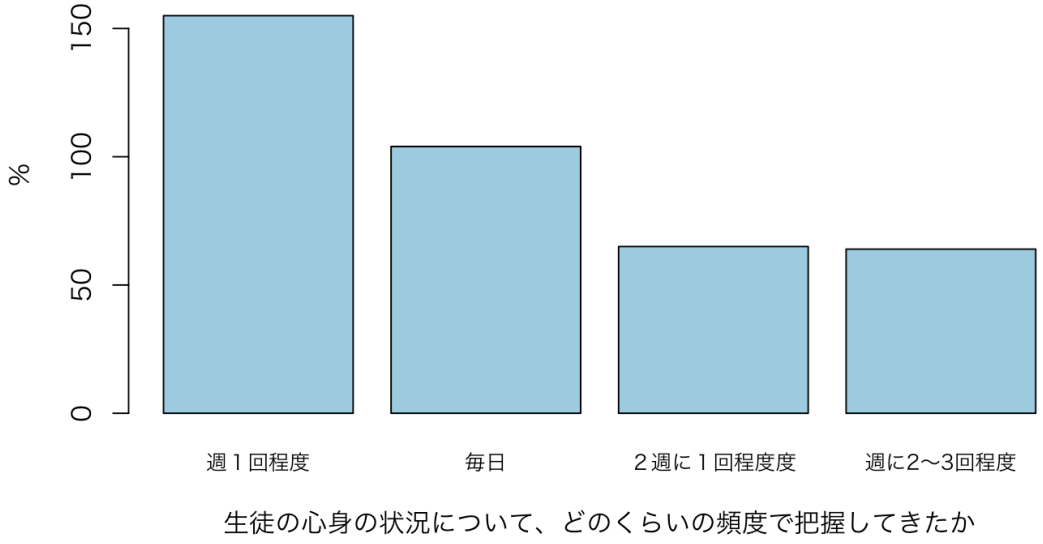


図 19

図 20 は「生徒の心身の状況について、どのような方法で把握してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。1 は「登校日等を活用して把握してきた」、2 は「家庭訪問を行い、聞き取りにより把握してきた」、3 は「家庭訪問を行い、チェックリスト等の回収により把握してきた」、4 は「電話・FAX を使って把握してきた」、5 は「インターネットやメール等を使って把握してきた」、6 は「Google Classroom 等のオンラインシステム等を使って把握してきた」に対応しています。

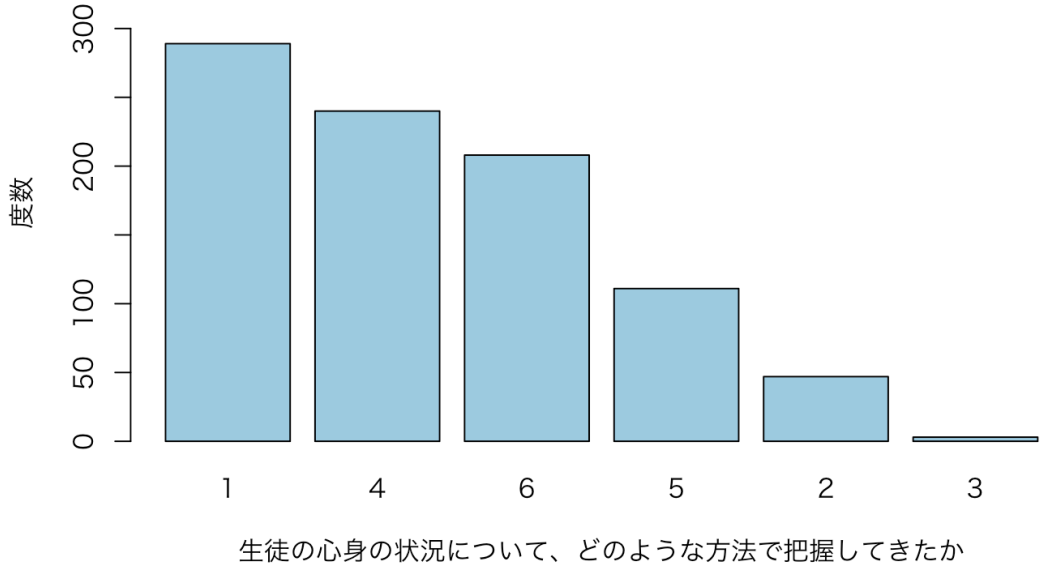


図 20

図 21 は「生徒の心身の状況を把握した結果、不調を訴えている（又は心配される）生徒に対し、どのような対応を行ってきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。1 は「学校で個別に、健康相談又は教育相談を実施してきた」、2 は「家庭訪問をして、健康相談又は教育相談を実施してきた」、3 は「電話・FAX を使って、健康相談又は教育相談を実施してきた」、4 は「インターネットやメール等を使って、健康相談又は教育相談を実施してきた」、5 は「Google Classroom 等のオンラインシステム等を使って、健康相談又は教育相談を実施してきた」、6 は「SC、相談員によるカウンセリングを実施してきた」、7 は「SSW を要請し、関係機関と連携し、家庭環境の改善を図ってきた」に対応しています。

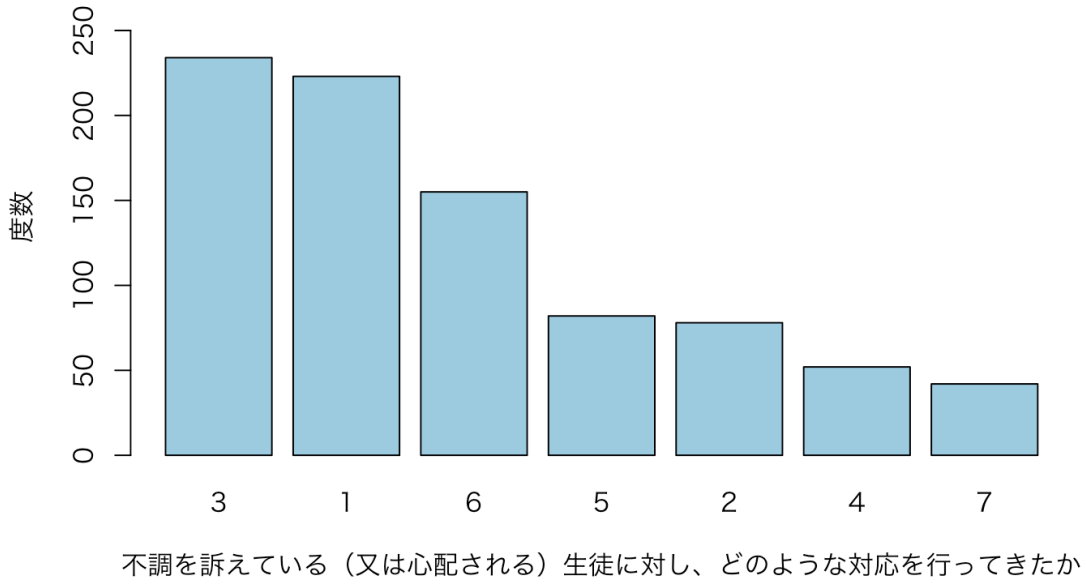


図 21

図 22 は「心のケアに関する資料（新型コロナウイルス感染症による臨時休業に係る子供のメンタルヘルスについて等）をどのように活用しましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。1 は「教職員へ通知した」、2 は「保護者へ郵送又は課題等と一緒に配付した」、3 は「教育委員会や学校等のホームページに掲載した」、4 は「保護者へメールで送信した」に対応しています。

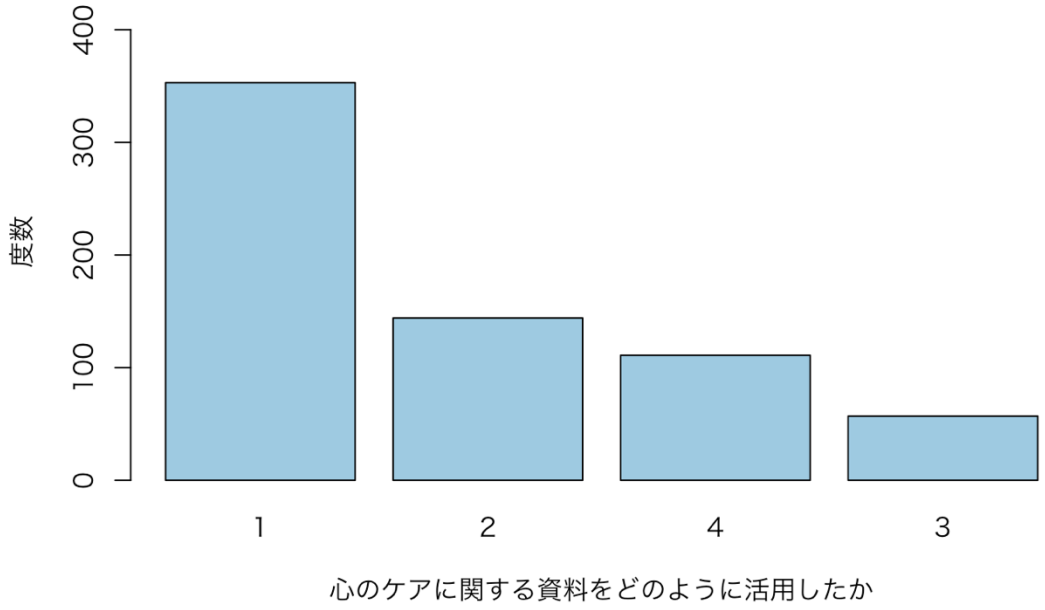


図 22

図 23 は「不登校生徒（不登校傾向生徒を含む）の心身の状況について、どのくらいの頻度で把握してきましたか。該当するものを選んでください」という質問の結果です。

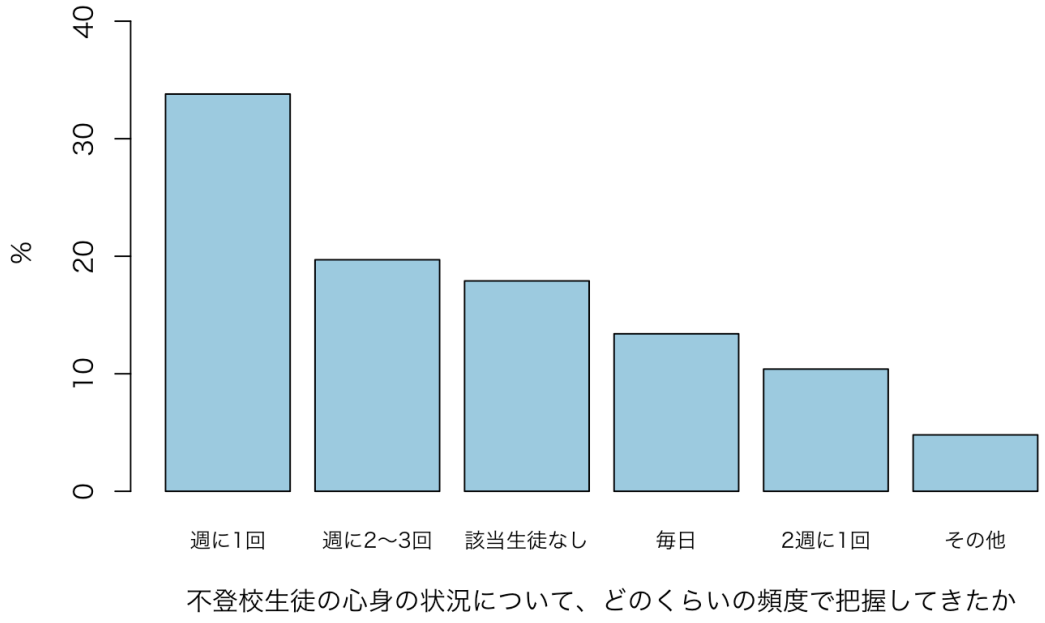


図 23

図 24 は「不登校生徒の心身の状況について、どのような方法で把握してきましたか。該当するものをすべて選んでください」という質問の結果です。

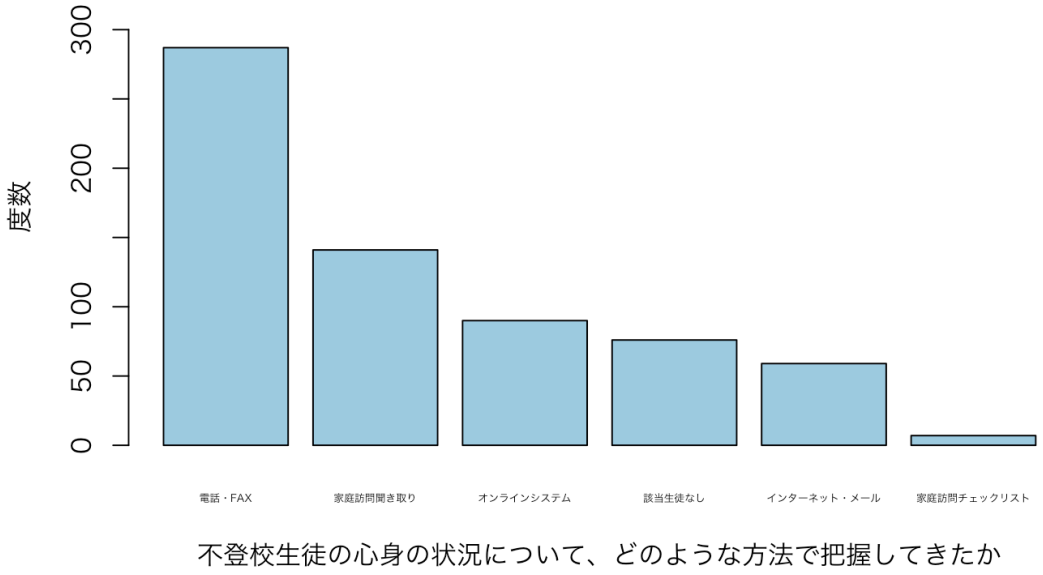
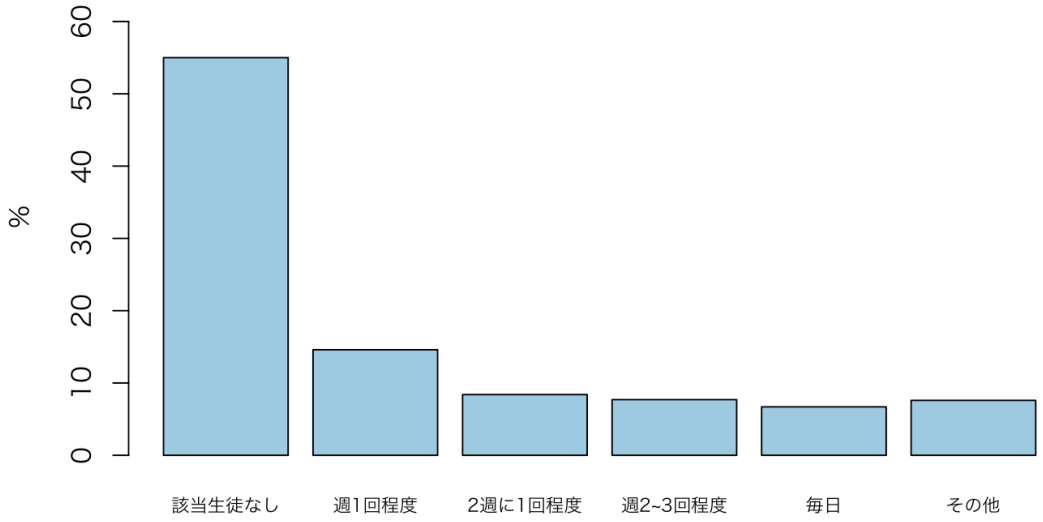


図 24

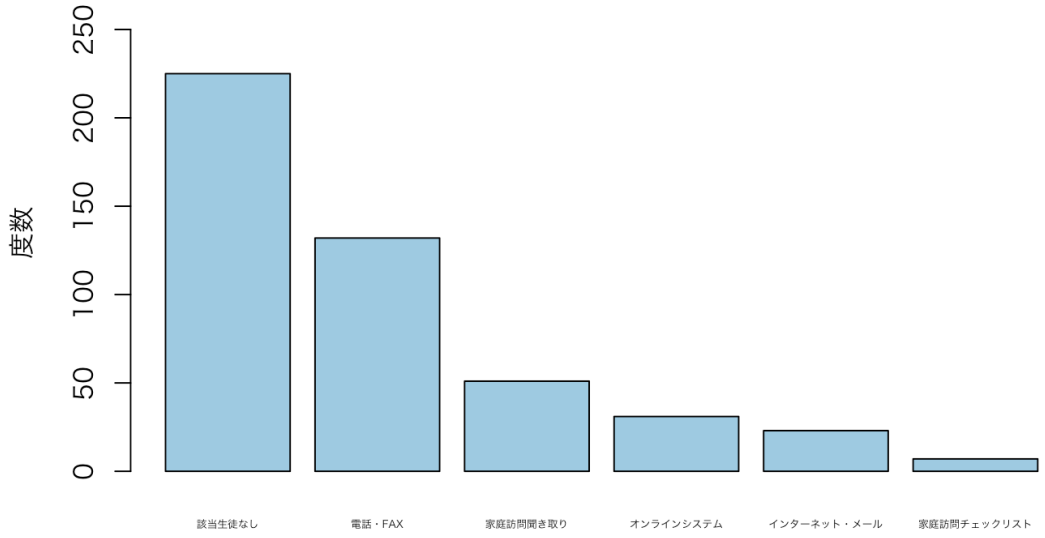
図 25 は「児童虐待（身体的虐待、性的虐待、心理的虐待、ネグレクト等）の恐れのある生徒や、児童相談所と連携して対応している児童生徒の心身の状況について、どのくらいの頻度で把握してきましたか。該当するものを選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください」という質問の結果です。



児童虐待等の恐れのある生徒の心身の状況について、どのくらいの頻度で把握してきたか

図 25

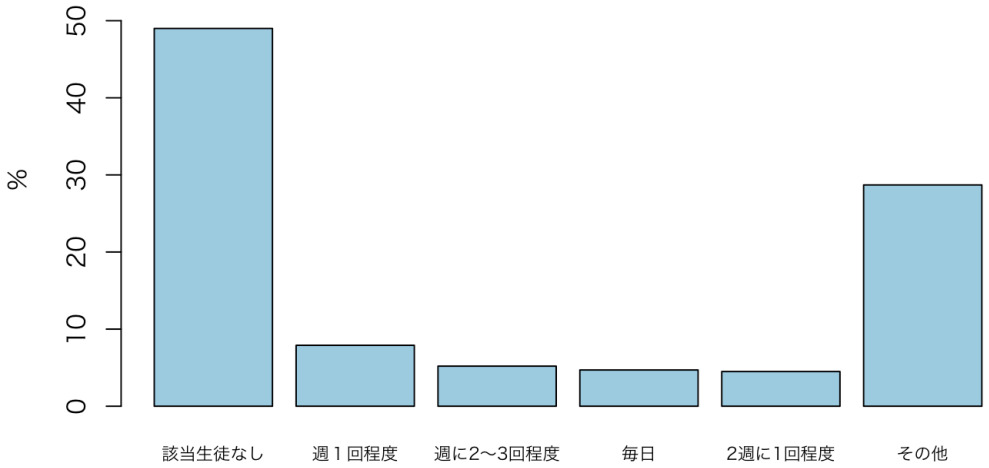
図 26 は「児童虐待の恐れのある生徒や児童相談所と連携している生徒の心身の状況について、どのような方法で把握してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。1 は「家庭訪問を行い、聞き取りにより把握してきた」、2 は「家庭訪問を行い、チェックリスト等の回収により把握してきた」、3 は「電話・FAX を使って把握してきた」、4 は「インターネットやメール等を使って把握してきた」、5 は「Google Classroom 等のオンラインシステム等を使って把握してきた」、6 は「現段階では児童虐待の恐れのある生徒や、児童相談所と連携して対応している生徒は把握していない」に対応しています。



児童虐待等の恐れのある生徒の心身の状況について、どのような方法で把握してきたか

図 26

図 27 は「令和元年度中にいじめを受け、令和 2 年 3 月末までに解消していない生徒の心身の状況について、どのくらいの頻度で把握してきましたか。該当するものを選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください」という質問の結果です。



いじめがある生徒の心身の状況について、どのくらいの頻度で把握してきたか

図 27

図 28 は「令和元年度中にいじめを受け、令和 2 年 3 月末までに解消していない生徒の心身の状況について、どのような方法で把握してきましたか。該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。1 は「家庭訪問を行い、聞き取りにより把握してきた」、2 は「家庭訪問を行い、チェックリスト等の回収により把握してきた」、3 は「電話・FAX を使って把握してきた」、4 は「インターネットやメール等を使って把握してきた」、5 は「Google Classroom 等のオンラインシステム等を使って把握してきた」に対応しています。

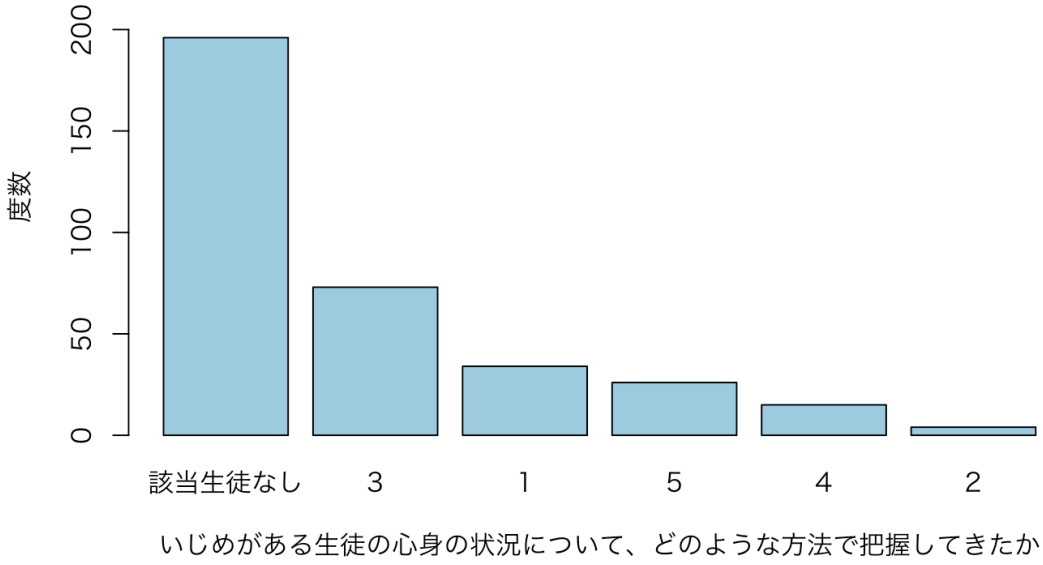


図 28

図 29 は「特別支援学校に在籍する生徒の個別の教育支援計画、個別の指導計画の作成状況について、該当するものを選んでください。特別支援学校以外の学校は 4 をチェックして次へ進んでください。」という質問の結果です。

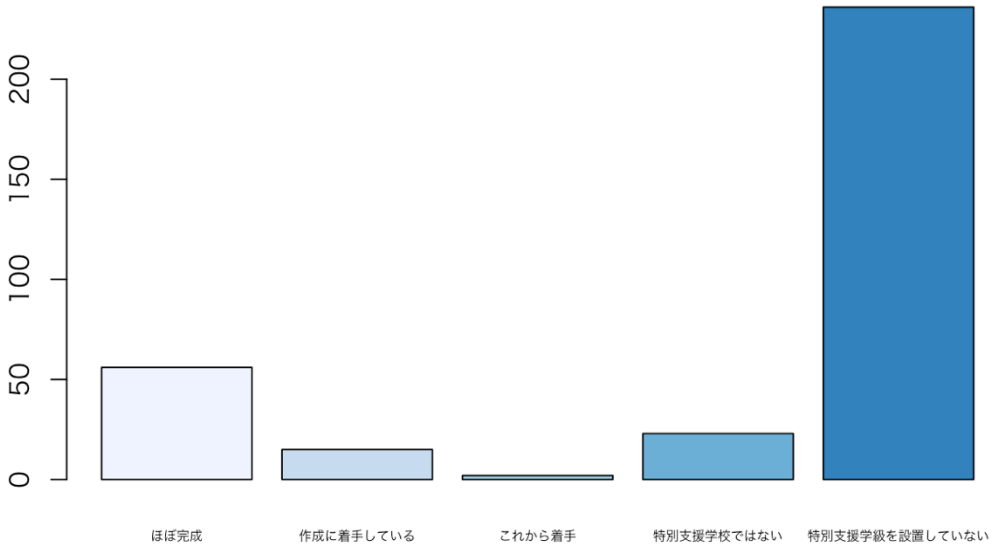


図 29

図 29 は「問 1 で「1．作成に着手し、ほぼ完成している。」「2．作成に着手している。」と回答した場合のみ、お聞きしています。個別の教育支援計画、個別の指導計画の作成方法について、該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。1 は「生徒・保護者と電話等により作成を進めている」、2 は「前年度等の計画を基にして作成を進めている」に対応しています。

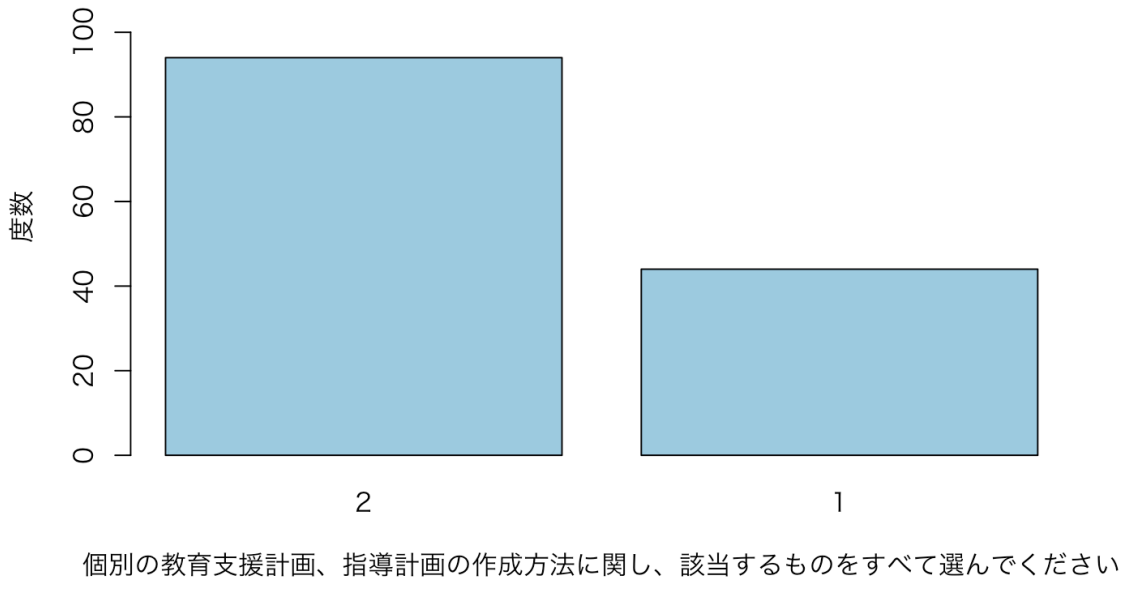


図 29

図 30 は「日本語指導が必要な帰国・外国人生徒の個別の教育支援計画、特別の教育課程編成・実施計画の作成状況について、該当するものを選んでください。日本語指導が必要な帰国・外国人生徒が在籍していない場合は、4 をチェックしてください。」という質問の結果です。

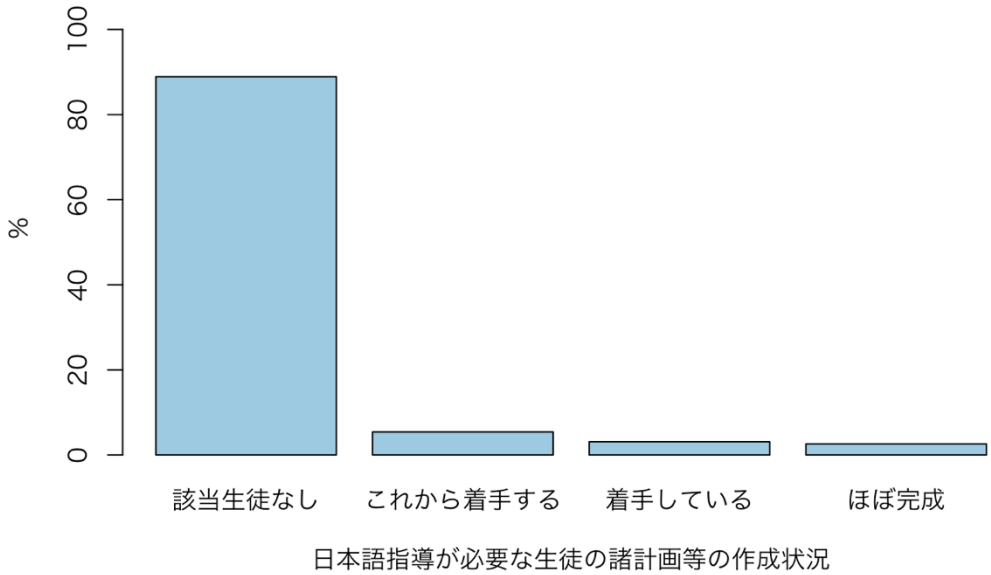


図 30

図 31 は「「1．作成に着手し、ほぼ完成している。」「2．作成に着手している。」と回答した場合のみ、お聞きしています。問 1 で個別の教育支援計画、特別の教育課程編成・実施計画の作成方法について、該当するものをすべて選んでください。その他の場合は記入欄に箇条書きで記入してください。」という質問の結果です。1 は「生徒・保護者と電話等により作成を進めている」、2 は「前年度等の計画を基にして作成を進めている」に対応しています。

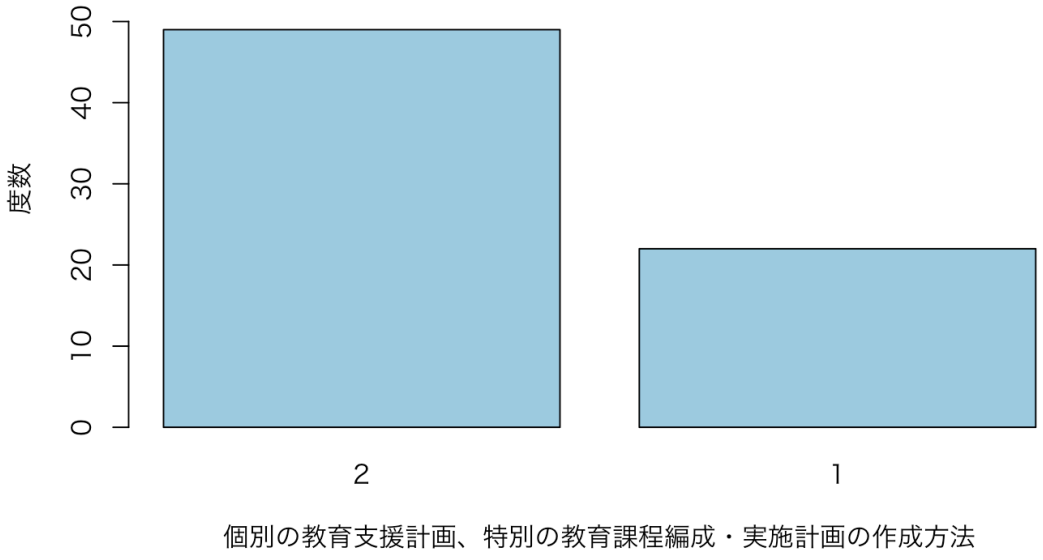


図 31