

小学校統計指導における多変数データの利用について － 知多市立旭東小学校での実践から －

愛知教育大学 青山和裕

1. はじめに

次期教育課程に向けて様々な議論が展開されているが、その中では統計指導の充実に関する提言も随所でなされている。中央教育審議会初等中等教育分科会の教育課程企画特別部会から出された論点整理(案)には、算数・数学という教科に関する記述の中に、「小・中・高等学校を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが必要である」(教育課程企画特別部会, 2015, p.34)など、個別領域については統計のみが取り上げられている。他にも日本数学教育学会「資料の活用」検討WG(2014)や同教育課程委員会検討WG(2014)等でも系統的な統計指導や具体的な内容等に関する議論・提案がなされている。論点として挙げられているものとしては、実社会との関連性の強化や問題解決的なプロセスの顕在化、箱ひげ図やドットプロット等の具体的な指導内容の早期化に関することなど多岐に渡る。本稿においては、これら提言の1つに含まれている多変数の扱いに焦点を当て、小学校第3学年の授業実践において多変数を取り扱った際の児童の取り組みの様子についてまとめる。

2. 現行の統計指導における多変数の扱いについて

現行の教育課程における統計指導に関して、小学校、中学校段階では1変数しか扱っておらず、高等学校数学I「データの分析」で散布図、相関係数を指導する際に初めて2変数を扱うように編成されている。この点について若干補足すると、例えば啓林館の中学校1年生用教科書教材で「羽の長さが5cmと7cmの紙コプターの滞空時間50回ずつのデータ」(岡本和夫他, 2015)を扱う教材があるように、中学校では属性の異なる2群のデータを扱うことが多く、この場合は厳密に言えば2変数を扱っているとみなすこともできる。ただ提示のされ方や扱い方を含めて、教師、生徒ともに2変数を扱っているという意識は持ちにくい内容構成となっている。いずれにせよ、高等学校での指導も2変数の扱いにとどまっているというのが日本の統計指導の現状である。その原因としては、多変量解析のような具体的な統計手法が指導内容であれば別だが、そうでない現状の教育課程においては、変数を増やしたところで組み合わせ論的に既習の処理をこなすだけになるため、指導の舞台に載せられなかったものと推察される。

一方で、今後の統計指導については実社会とのつながりを持たせることや、統計的探究プロセスを取り入れることも提案されており、これを指導のレベルで具体化することを考慮すると、1変数や2変数を収集し分析・処理するだけで統計的な探究や問題解決が完結するとは考えにくい。また昨今、統計指導の充実が求められるようになった社会的背景としては、社会の高度情報化、知識基盤社会の到来、ビッグデータの利活用の拡大などがあり、これらが学校教育に対して要請していることは、数理統計的に高度な手法の指導ではなく、データに基づく合理的な判断力や多

面的な分析力、斬新な発想力などであり、これに応えるためには多変数の取り扱いは不可避である。

実際、ニュージーランドの初等学校用数学教科書では、日本の第3学年相当で5つの変数が表で表示される内容があり、その段階で教師用資料には「Multi-variant data」という用語が提示されている。続く第4学年相当では児童に対して「Multi-variate Data」という用語が教科書に明示されているなど多変数の指導が初等段階から取り入れられていることが報告されている(青山, 2015)。

日本数学教育学会「資料の活用」検討WG(2014)による提言には「統計教育課程の系統案」も出されており、そのベースとなっている提案(青山, 2013)では、多変数の指導についても言及しているが、小学校では2変数にとどめ、中学校から多変数を徐々に取り入れると設定している。これは現状の教育課程をベースに無理のない範囲でアレンジを加えて系統を組むという作業であったため小学校での多変数の指導には言及していない。ニュージーランドの例を踏まえると、小学校段階での多変数の扱いについて日本においても検討するだけの価値はあろう。そこで本稿では、今後の教育課程再編を見据えて、小学校段階での多変数の指導について検討を行う。知多市立旭東小学校において2015年10月2日(金)に第3学年「表とグラフ」の単元で行われた授業実践の概要と児童の取り組みの様子、授業のまとめとして書いた児童の感想等から、小学校段階での多変数の指導について示唆を得る。

3. 多変数を扱う授業実践について

(1) 授業の概要と題材選定について

授業実践の概要については下記の通りである(別添資料1)。

日時：2015年10月2日(金) 第4時

学校：知多市立旭東小学校

授業者：小野 浩紀

学級：第3学年1組(31人)

単元：表とグラフ(9時間完了, 本時8/9時)

この授業は、児童の生活や活動に即した題材を取り上げて、統計グラフ(本単元では棒グラフ)を通じて分析を進め、見出した結論から生活改善や今後の具体的行動へとつなげていきたいという教師の思いから始まっている。

この学級では忘れ物をする児童が多かったため、その改善へとつなげたいということから「よりよい学級にするための方法を考えよう」というテーマを設定し、具体的な題材として「忘れ物調べ」を取り上げた。

(2) 授業設計上の工夫やポイント

①指導のねらいと多変数の扱いとの関係

授業では多変数を用いることになったが、それが第一の目的ではなく、忘れ物をしないようにと注意をしているだけではなかなか効果が出ていなかったため、この機会に忘れ物について違う側面から調べて明らかにすることが出来れば児童の意識に対する働きかけも大きくなるだろうということから授業構想は始まった。そして、忘れ物に関する実態を調べるだけでは、忘れ物をする人とならない人がそれぞれどの程度いるのかということや、自分がどのくらいに位置づくのかがわかる程度で、実際のところ調べてみても驚くほどの結果は出ず、予想通りの結果を確認するだけにとどまってしまう。

そこで、忘れ物の多い人と少ない人とで比較をして、生活習慣や意識、行動パターンなど様々な側面から分析することで、忘れ物をしやすい人の特性、あるいはしにくい人の特性というもの明らかにし、しやすい児童が自身の生活を見直す契機として活かそうという方向で話がまとまった。この分析をするためには、忘れ物が多いか少ないかという項目以外に、生活習慣や意識に関する項目など多変数を扱う必要が生じてくる。また、この学校での3年生は単学級であり、分析するためのデータ数の不足も予想されたため、同じ中学校の学区である近隣2校の3年生にも同様のアンケート調査を実施し、場合によっては学校間比較も交えて分析を行うということになった。教師が準備したアンケート項目は、忘れ物が多いか少ないかを問う項目を始め、性格や寝る時間、習い事やペットに関することなど全部で12項目からなる(別添資料2)。

第3学年の児童がアンケートを企画し実施することは難しく、かつ時間的にも厳しかったため、アンケートの調査項目の設定や集計は教師側で行い、授業では適宜データを配って児童は分析に専念するように展開した。

②データカードの利用

多変数を整理、集計し、分析するのは通常では難しいと予想されたため、授業の中では「データカード」を用いて分析を行わせた。データカードに記載する項目は、アンケート結果を教師が分析し、児童の興味を引きそうな面白い結果が出たもの4項目を取り上げた。

左上に記載されている「忘れ物をする・しない」が分析の主となる項目であるが、それに影響を与えるかもしれない分析項目として、「テレビやゲームをする時間が多い・ふつう・少ない」、「寝る時間について、9時前・9時～10時・10時以降」、「飼っているペットについて、いない・犬・ねこ・その他」の計4項目である。

忘れ物 する	テレビ・ゲーム ふつう
寝る時間 9時～10時	飼っているペット 犬

図1：授業で配布したデータカード

③多変数を用いることでの授業や分析の広がり

「テレビやゲーム」や「寝る時間」の項目は「忘れ物」と関連が出るだろうことは事前から予想しており、実際にテレビやゲームを長時間する児童や寝る時間が遅い児童は忘れ物が多かった。「ペット」については関連が出るとは誰も予想していなかったが、分析したところ、いぬ・ねこ

を飼っている児童はそれ以外の児童よりもかなり忘れ物が多くなっていたため、授業で扱う項目として取り入れた。本授業では、予想外の結果も出るような項目を設定し、児童を揺さぶろうという計画であったため、アンケート設計の段階から、関係が出そうな項目だけに限定せず、一見関係なさそうな項目も盛り込んでおくように依頼をしておいた。このような分析の経験は多面的な分析や自由な発想の育成へとつながっていく部分である。

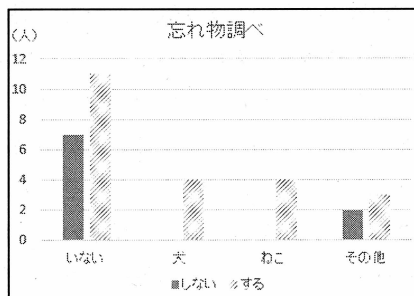


図2：小野学級のアンケート結果

(3) 授業の実際

研究授業としては第4校時が設定されていたが、それは公開授業としての枠であり、実際には第3校時から2コマ続きの時間枠として授業は実施された。

授業の導入時では、「グラフとデータカードを見て、忘れ物をしないための方法を考えよう」という目当てを提示し、本時で扱うデータの項目と作業について確認した。

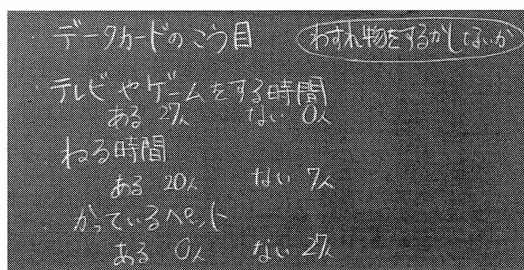


図3：授業導入時の児童による予想

そして最初に忘れ物に関係しそうな項目について予想を聞いたところ、テレビやゲームをする時間や寝る時間は関係していそうと多くの児童が予想していたが、ペットが関係しているということは誰も予想していなかった。

その上でデータカードを配り、第3校時の間はグループごとに分析に取り組みさせた。付言すると、データカードは本単元の導入時から扱っているため、児童にとっては本時(第7・8時)が初めてではない。ただしこれまではデータカードに記載する項目は1項目や2項目であった。

児童はグループごとに順番に観点を定めデータカードを整理し、結果を分析しつつ、その記録をノートに書き留めていた。

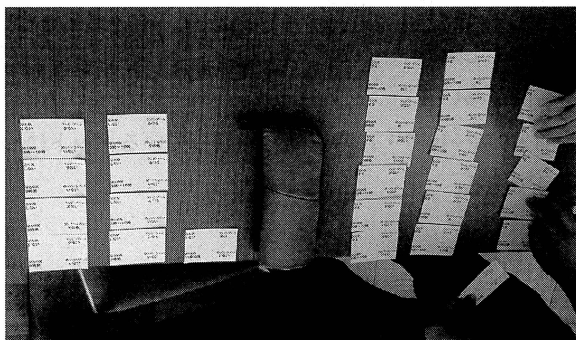


図4：児童の並べたデータカード



図5：児童の分析作業の様子

分析の観点からは、忘れ物をするかしないかという項目を中心に、その他3つの項目がそれぞれ忘れ物の多い少ないに関連しているかどうかを調べること、関連性がみられた場合にはその原因について考察することである。データカードを用いての分析活動を進めやすくするため、忘れ物の項目で「する」となっている児童のデータカードは青色、「しない」児童のカードは黄色で印刷するなど色分けすることで、児童が忘れ物の項目と他の項目との関連性に注目しやすいよう配慮した。

テレビやゲームの項目と寝る時間の項目が忘れ物に関連することは予想通りであったが、犬やねこを飼っている人が忘れ物をしていることに気付いたときはどの児童も驚きの声を挙げていた。

第4校時は、データカードでの分析を通じて見つけたこと、項目間に関連がある理由、それらを踏まえた忘れ物をしないための方法について発表を行った。発表に関するガイドラインとして、「グラフから〇〇ということがわかった。だから□□だと思います。」という話型を黒板に書き、児童に促した。

「テレビやゲームを多くする人は忘れ物をする」、「寝る時間が早い人は忘れ物が少ない」、「犬とねこを飼っている人は忘れ物をする」など分析結果が次々に発表された。

次いで、関連性があることの原因についても児童は意見を述べていき、「テレビやゲームをやっていると準備をする時間がなくなる」、「早く寝ている人は余裕がある」、「遅く寝ている人はやる気がなくなる」などの意見も出された。

「犬とねこを飼っている人が忘れ物をする理由」については、教員側でも明確な理由がわからないため意見が出ないかと思われたが、「宿題などがいやなときには犬と遊んでいる」という女兒の発言が出たことで、はじめをつけることが大切なんだという授業の目的に沿う方向でまとめることできた。



図6：児童の発表の様子

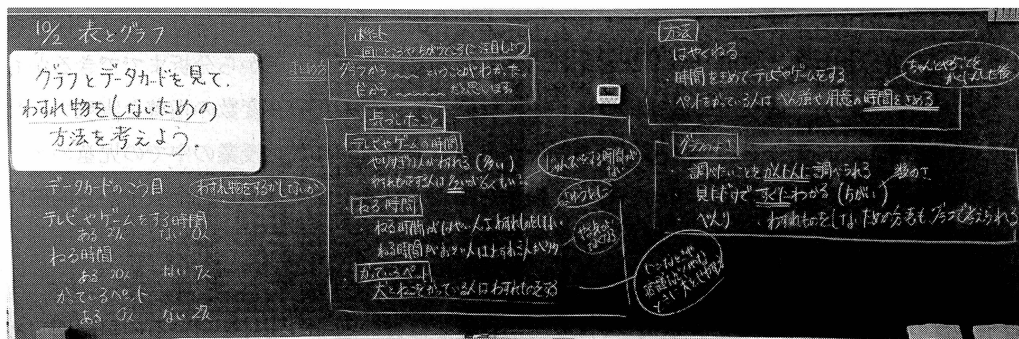


図7：本時の授業後の板書

く授業として成立したものと思われる。特に、犬・ねこを飼っていると忘れ物が多い理由についても考えつくことができたことは評価に値すると思われる。児童の統計的な探究能力育成の観点からは、単に分析・処理して関連性の強い項目を拾い出すだけではなく、その原因として考えられる事柄や、背景となる要因などについても追究する姿勢や考え方も視野に入れる必要がある。本実践での児童の発言から、そのような活動を盛り込んで展開していくことも可能だということが窺えた。

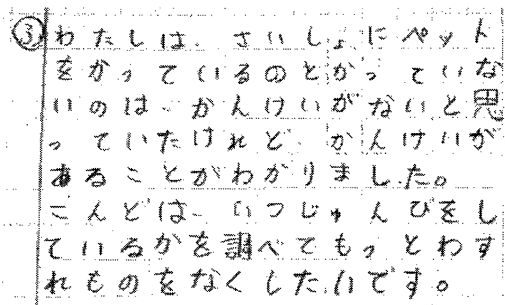


図9：児童の感想②

(4)本実践の良さと注意点について

多変数を扱う授業を実現し、「犬・ねこを飼っていることと忘れ物」が関係しているという予想外の発見までできたことは授業者にとっても児童にとっても興味深く、統計を用いることの良さや面白味を味わうことができたと思われる。ただ、誤解してほしくないのは、統計を通じてありもしない法則や規則性を次々に作り出すことが指導のねらいではないということである。ビッグデータ時代には、柔軟な発想や切り口を持つことで、データから新しい発見をすることが求められており、本実践ではそれを小学校のレベルでうまく実現してくれた。本実践を通じて提案したいのはアンケート調査をする際にとにかく項目を詰め込んで関連性を分析する授業ではなく、事前に予想できる範囲のことをただ確認するだけの統計授業から一步踏み出し、広がりを持たせることである。見出された関連性が真実であるのかどうかを検討する姿勢も今後の指導のねらいとして考える必要があり、またどのような調査や分析をすれば真偽を確かめられるのかを考え、実際に統計的探究を自分で展開できるようになることが統計の指導には求められる。

別の授業実践を通じてであるが、下記のような疑問の声を児童・生徒から聞いたことがあり、統計指導の観点からも、このような素朴な疑問は大事にしていってもらいたい。

- ・違う質問項目を入れてみて、再度確認してみたい
 - ・今回見つけた関係性は世間一般にも当てはまるのか
 - ・確かに違いは出ていたけど、そんなに違っていない場合、「違う」と判断してもいいのか
- 上から順に、統計調査の計画、標本一母集団の考え、統計的有意差や検定の考えにそれぞれ通じる児童・生徒の疑問であり、その場ですぐに教えることはできないが、続く統計の学習への足場として価値あるものである。

5. まとめと今後の課題

本稿では今後の統計指導に関して提案されている多変数を用いた実践について、小学校第3学年の児童がどの程度扱うことができるかどうかを実践を通じて検討し、十分に指導可能であるということが確認できた。指導の際のポイントとしては、扱う題材や項目について児童の生活や経

験に即したとらえやすいものを用いるということや、分析の際にはデータカードを利用すること、分析の目的や方向性を明確にしておくことなどが挙げられる。多変数を扱うことにより分析や児童の発想に広がりを持たせることができ、従来の統計指導に比べて有用感を持たせやすいことも明らかとなった。安易な法則発見などに向かわないなど注意点はあるが、今後の統計指導展開に向けて多くの示唆が得られた。

今後の課題としては、第4学年以上の学年での多変数を扱う授業実践事例や教材の充実、統計的探究プロセス全体を視野に入れ、児童・生徒が調査計画にも携わるような授業とその際の反応の様子などを分析していくことが挙げられる。

謝辞

本務で忙しい中にもかかわらず本実践を計画し授業化してくれた知多市立旭東小学校の小野浩紀先生、及び先進的な試みをご理解いただき小野先生の実践を後押ししてくれた同校校長青木延巳先生に感謝申し上げます。

引用・参考文献

- 青山和裕 (2013). 日本の統計教育における系統性構築に向けた検討と提案, *日本数学教育学会誌 第95 巻数学教育学論究*, pp.1-8.
- 青山和裕 (2015). 統計的問題解決を始めとする今後の統計教育に関する提案, *日本科学教育学会 年会論文集 39*, pp.83-86.
- 岡本和夫他 (2015). *未来へひろがる数学 1*, 啓林館.
- 教育課程企画特別部会 (2015). *教育課程企画特別部会 論点整理(案)*, 平成27年8月26日教育課程部会資料 1.
- 日本数学教育学会「資料の活用」検討 WG (2014). 新教育課程編成に向けた系統的な統計指導の提言 —義務教育段階から高等学校第 1 学年までを対象として—, *日本数学教育学会誌 第 96 巻第 1 号*, pp.2-12.
- 日本数学教育学会教育課程委員会検討 WG (2014). 学習指導要領算数・数学科改訂に向けての検討課題, *日本数学教育学会誌 第 96 巻第 12 号*, pp.12-23.

<別添資料1：本時の学習指導案>

本時の学習指導

(1) 目 標

- ・棒グラフが身近な生活に生かせることを実感し、算数の楽しさや有用性に気付き、意欲的に学習に取り組もうとする。
- ・2種類の棒グラフの読み取り、グラフの表す意味を理解し、課題に対する解決策を考え、説明することができる。

(2) 準備・資料

- ・教師……データカード（忘れ物をする児童…青 忘れ物をしない児童…黄）
ホワイトボード、マーカー（ホワイトボード用）

(3) 関 連

- 2年 算数 簡単な表やグラフ（身の回りの数量の分類・整理、簡単な表やグラフの表し方）
- 4年 算数 資料の分類整理（伴って変わる2つの観点の分類・整理、折れ線グラフ）
- 5年 算数 円グラフや帯グラフ（円グラフや帯グラフの表し方、よみ方、特徴の調べ方）

(4) 学習過程

段階	学 習 活 動	時 間	指 導 上 の 留 意 事 項
つ か む	1 本時の学習課題をつかみ、見通しをもつ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> グラフとデータカードを見て、忘れ物をしないための方法を考えよう。 </div>	5	<ul style="list-style-type: none"> ・本時のめあてを板書し、児童にノートに書かせる。 ・生活アンケートの結果を基にデータカードを作成し、棒グラフにして用意しておく。
見 通 す	2 データカードの項目から、予想を立てる。 ・データカードに記入された項目を見て、忘れ物をする、しないには、決められた項目と関係があるのか予想を立てる。 【テレビやゲームの時間・寝る時間・飼っているペット】 ・忘れものをする、しないと、飼っているペットは関係ないと思う。 ・忘れ物をしない人は用意するのに時間がかかるから、寝る時間が遅いと思う。	15	<ul style="list-style-type: none"> ・前時に行った男女別の振り返りから、本時は与えられた項目に分けて情報操作をするということを意識させる。 ・他の項目との関係性を考える授業であることを意識させる。 ・データカードを色分けしておくことで、作業の効率を上げる。 ・児童用と教師用のデータカードを用意しておくことで、黒板で情報操作の仕方を確認しながら、児童が操作できるようにする。
追 究 す る	3 グラフから、忘れ物をする原因やしないための方法を読み取る。 (1) 各項目毎にデータを棒グラフに表し、関連していることをまとめ、項目について話し合う。 ・テレビやゲームの時間が多い人は忘れ物をする人が多い。 ・飼っているペットの項目では、忘れ物をしない人は犬や猫を飼っていない。		<ul style="list-style-type: none"> ・読み取れない児童には既習内容を振り返らせ、読み取り方を想起させる。 ・忘れ物をする結果としない結果で分けさせ、違いに注目させながら考察させる。 ・数値を読むだけの活動にならないように、気付いたことを意見交換させる。 ・目標を達成することが難しい児童には机間指導をしながら、大小の関係について、補助をする。

追 究 す る	<ul style="list-style-type: none"> ・忘れ物をしない人は9時前に寝る人が多い。 <p>(2) 3つの項目との関連性をまとめ、結果や気付いたことを発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テレビやゲームの時間を決めることが大切。なぜなら忘れ物をしない人は、テレビやゲームをしている時間が少ない。 ・だらだらしないで、規則正しい生活を心がけることが大切。なぜなら、忘れ物をしない人は早く寝る人が多い。 ・忘れ物をしない人は犬や猫を飼っていないけど、なんでだろう。 	45	<ul style="list-style-type: none"> ◦3つの結果からどんなことが分かるのかを考えさせる。 ◦気付きをノートに書かせる。 ◦棒グラフの結果を見て、なぜ、そのような結果になったかを考えさせる ◦発表の補助として、電子黒板にグラフを見せることで、視覚的にもとらえやすくする。 ◦補助発問として、「犬や猫を飼わない人はどんな性格の人が多いのか」を問うことで、性格についても気付かせる。 <p>評 棒グラフの表す意味を捉え、解決するための方法を考えることができる。(観察, ノート)</p>
	4 他のグラフと比べることで、グラフの有用性について考える。	60	<ul style="list-style-type: none"> ◦他校のアンケート結果を見せることで、同じような結果が現れていることに気付き、グラフの利便性について考える。 ◦グラフを使ったことから、分かったことやグラフを使うよさについて考えさせる。 <p>評 グラフが生活や学習に生かせることを実感し、算数の楽しさや有用性に気付く姿を見せている。(発表, ノート)</p>
深 め	<ul style="list-style-type: none"> ◦棒グラフから旭南中学校区の3つ小学校に同じ傾向があることを知り、グラフの有用性を考える。 ◦グラフは、一目で結果が分かるから考えやすい。 ◦2つのグラフを見比べると、より分かりやすい。 	75	<ul style="list-style-type: none"> ◦自分の生活から反省を行うことで、生活に役立てられるようにする。
る	5 グラフの結果をどのように生かすかについて考える。	87	<ul style="list-style-type: none"> ◦机間指導の中で全体の気付きを広げる記述をしている児童に、意図的に指名し、学習の振り返りを発表させる。 ◦グラフから分かったことを、簡単に振り返ることで、質問の意図を捉えさせる。
ま と め る	6 次時の学習を見通す。	90	<ul style="list-style-type: none"> ◦単元のまとめをすることを伝える。
	<ul style="list-style-type: none"> ◦これまで学習したことを振り返り、練習問題を解くことを知る。 		

(5) 本時の評価規準

- グラフが生活や学習に生かせることを実感し、グラフの楽しさや有用性に気付く姿を見せている。(発表, ノート)
- 2種類の棒グラフから読み取ったことを基に、課題に対する解決方法を見つけ、まとめて書いている。(観察, ノート)

<別添資料2：本実践で用いた児童用のアンケート用紙>

3年生生活アンケート

小学校 3年 組 男・女

(※男か女当てはまる方に○でかこんでください)

みなさんの生活の様子についておたずねします。

※次のしつ問にあてはまるもの一つを○でかこみましょう。

例 食べ物の好ききらいがありますか。

1. ない 2. 1～3つある 3. 4つよりたくさんある。

① あなたはわすれ物をしますか。

1. しない 2. 週1・2回 3. 週3回より多い

② あなたはどんなせいかくですか。

1. のんびり 2. ふつう 3. せっかち

③ 宿だいはいつしますか。

1. 帰ってすぐ 2. 夜 3. 当日の朝

④ 学校のじゅんぴはいつしますか。

1. 帰ってすぐ 2. 夜 3. 当日の朝

⑤ テレビやゲームをどれだけしていますか。

1. 0～1時間 2. 1～3時間 3. 3時間以上

⑥ 夜何時ころにねますか。

1. 9時前 2. 9時～10時の間 3. 10時よりおそい

⑦ 家に帰ってからお家の人とどれだけ会話をしますか。

1. 多い 2. 少ない 3. 返事だけ

⑧ 毎日、お手伝いをしていますか。(※あらい物とお風呂の水入れの場合、2とする。)

1. まったくしない 2. 1～2する 3. 3より多くする

⑨ あなたは、兄弟の中で何番目ですか。(※一人っ子は一番上とする。)

1. 一番上 2. 二番目 3. 三番目 4. 四番目 5. 五番目より下

⑩ ペットはかっていますか。

1. いない 2. 犬 3. ねこ 4. その他

⑪ 習い事をしていますか。

1. していない 2. 1～2している 3. 3より多くしている。

⑫ 学校の図書かんで本をかりますか。

1. ほとんどかりない 2. 週に1～2さつかりる 3. 週に3さつより多くかりる

ごきょう力ありがとうございました。