

同一問題による小中学生と大学生の学力比較の予備的研究

Preliminary Study on Comparison of Academic Test Scores between Elementary and Junior High School Students and University Students with Same Problems

赤堀侃司

(一社) ICT CONNECT 21

小中学生がほぼ悉皆で受験する全国学力学習状況調査と同じ問題を大学生に課して、その比較を行った。国語・算数・理科の全国学力学習状況調査(平成30年度)の小中学生と中学生のB問題から選択して、3教科で小中学生の問題6種類(問題数は18問)を、60分の制限時間で、東京都内の大学生60名(男性30名、女性30名)に解答してもらった。また、大学生にフェースシートに記入してもらい、正答率との相関を分析した。その結果、以下のような知見を得た。①大学生は、小中学生に比べて国語・算数・理科のすべての問題について正答率が高い。②特に大学生は、小中学生に比べて、文章の構造や文章理解において、優れている。③それは、文系や理系の専攻との関連はない。④しかし大学生は、小中学生と比較して、論理的に推論したり証明したり現実や自然の現象を説明したり推論することの差は、あまり大きくない。つまり、大学生の理科や数学の論理的思考力は、国語の読解力に比べて、弱い。これらの結果は、小規模の事例なので一般的な知見ではないが、ある示唆を与えると思われる。

キーワード: 学力比較、全国学力学習状況調査、大学生の学力、読解力、論理的思考力

1. はじめに

2018年度に実施されたOECD生徒の学習到達度調査PISA2018の調査では、15歳(日本では高等学校1年生に相当)の読解力の低下が、社会問題として大きく報道された。PISA調査では15歳児を対象に読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの三分野について、3年ごとに本調査を実施しているが、PISA2018では、数学的リテラシーが79ヶ国の参加国中6位、科学的リテラシーが5位と上位のランクに位置づいているが、読解力リテラシーは15位となり、前回2015年度における8位から大きく後退したことが、注目された(国立教育政策研究所、2020a)。

新井紀子は、小中高および大学生を対象にして、数学の文章が理解できない、簡単な文章が理解できないなど、膨大なデータを元に読解力の低下について警告を発している(新井紀子、2018)。経験的にも、大学生のレポートなどの文章力が低下していることは感じているが、比較データが少ない。PISA2018は

国際的なリテラシーの調査であり、国際間および経年変化の比較はよく分かるが、小学校から大学まで読解力はどのような変化をしているかは、明確でない。新井紀子の調査データは膨大であり、信頼性や妥当性も高いが、小学校から大学までの発達段階における比較ではない。PISA結果の要因分析(赤堀侃司、2008)や、小学校から中学校までの学力測定の尺度(山口一夫、他、2019)などの研究はあっても、同一問題を用いた小学校から大学生までの横断的な研究は見当たらない。

当然ながら、このような発達段階における学力比較というテーマ設定自体が一般的な研究とかけ離れており、多様な要因が重なるので無理だと思われるので、これまで前例がほとんど無かったのであろう。しかし、もし読解力が低いのであれば、小学生や中学生と同じ問題を用いて大学生と比較することで、その低下は明らかになるのではないかと単純に考えられる。本研究の目的は、小学生から大学生にいたるまで、本当に読解力を始め、他の教科学力は低下

受理日: 2020年5月31日

Akahori Kanji: "Preliminary Study on Comparison of Academic Test Scores between Elementary and Junior High School Students and University Students with Same Problems"

ICT CONNECT 21, 2-19-8 AKASAKA MINATO-KU, TOKYO 105-0052, JAPAN <https://ictconnect21.jp/>

しているのか、向上しているのか、変化が無いのか、そしてそれは教科に依存するのか、明確にすることである。

但し、このテーマ設定はきわめて大きく、膨大なデータを必要とするが、本研究では小規模しか実施できなかったため、予備的研究として位置づけた。

小中学生と大学生を同一問題で比較した研究事例はほとんどなく、先行研究の引用が困難であるが、筆者が2018年に行った研究結果を、図1に示す(赤堀侃司、2018)。その結果は、以下の通りである。

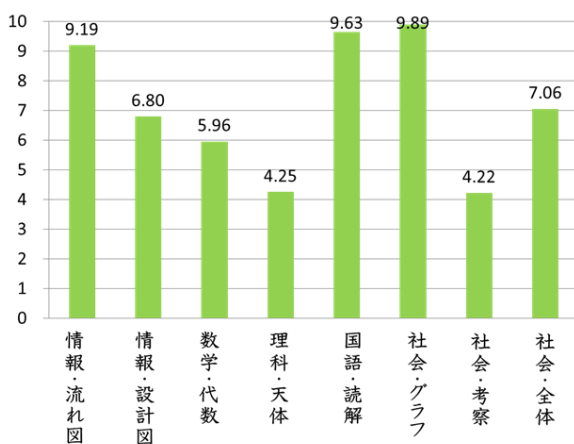


図1 大学生による小中学生の問題の正答率(赤堀、2018年)

図1では、2種類の情報の問題と教科の問題の正答率の比較を、10点満点に換算して示している。情報の問題は大学生だけであるが、情報・流れ図と情報・設計図の2種類の問題を課した。教科の問題は、数学(中学校)、理科、国語、社会(以上、小学校)であり、その内容に応じて、数学・代数、国語・読解などとして記述している。小中学校の問題は、北九州市教育センターのWeb問題チャレンジシート(北九州市教育センター、2020)から引用した。

その結果、情報・流れ図、国語・読解、社会・グラフは、正答率が高く、やさしい問題であった。難しい問題は、理科・天体と社会・考察である。理科は、小学校高学年レベルであっても、概念そのものが難しく、社会・考察は、自分の考えを記述することは難しいという結果であった。文章やグラフから情報を読み取る国語・読解や社会・グラフの問題は、やさしかったので、情報を読み取ることと、自分の考えを述べることや概念を理解することなどには差があることが分かった。

このことから大学生にとって、国語・読解や社会・グラフなどの文章や情報を読み取る問題は、他教科よりもやさしいと予想された。ただし、この調査では、小中学生と同一問題であるが、小中学生の問題の正答率が得られず、大学生との比較ができなかったため、本調査を実施することにした。

2. 研究の方法

本研究の目的は、先に述べたように、小学生・中学生に比較して大学生の教科学力は、どのように変化しているのか、向上しているのか、下降しているのか、変わらないのか、またそれは教科に依存するのかを、小中学生と同じ問題を課すことによって明らかにすることである。

同じ問題として、国語・算数・理科の全国学力学習状況調査(平成30年度)の小中学生のB問題から、3教科で小学生と中学生の問題6種類(合計の問題数は18問)を選択した。平成30年度の全国学力学習状況調査を対象にしたのは、この年度だけ理科が実施されたからである。

また、全国学力学習状況調査A問題は、主として「知識」を問う問題で、「身につけておかなければ後の学年等の学習内容に影響を及ぼす内容や、実生活において不可欠であり常に活用できるようになっていることが望ましい知識・技能など」であり、B問題は、主として「活用」の問題で、「知識・技能等を実生活の様々な場面に活用する力や、様々な課題解決のための構想を立て実践し評価・改善する力など」(国立教育政策研究所、2020b)と定義されており、大学生にとっては知識よりも活用の学力が適切と考えたからである。

60分の制限時間で、東京都内の大学生60名(男性30名、女性30名)に解答してもらった。また、大学生に性格・嗜好・考え方など20項目のフェースシートに記入してもらい、問題の正答率との相関を分析した。

3. 研究の結果

3.1. 正答率の比較

小中学生の正答率は、ほぼ悉皆調査である全国学力学習状況調査の小中学生の全国平均値を採用した。問題については、専門の異なる大学の教員10名と相談して、実際に解答してもらい、大学生に適していると思われる問題を抽出した。

表1 小中学生と大学生の正答率の比較

番号	1 2 3			4 5 6			7 8		9
	小学・国語			中学・国語			小学・算数		中学
問題種類	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)
小中(%)	58	14	71	87	88	55	71	48	55
大学(%)	97	65	88	97	97	85	95	82	77
差(%)	39	51	17	10	9	30	24	34	22
番号	10 11		12	13 14		15	16 17		18
問題種類	数学		小学・理科				中学・理科		
	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
小中(%)	42	42	71	89	43	36	38	67	52
大学(%)	55	58	87	98	67	63	53	73	75
差(%)	13	16	16	9	24	27	15	6	23

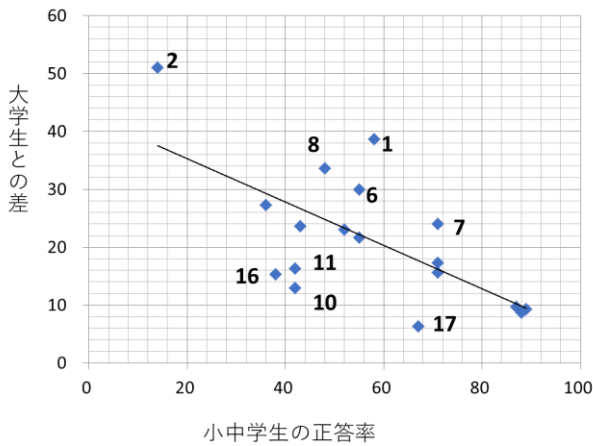


図2 大学生と小中学生の正答率の差

表1に、小中学生の正答率（全国平均）と大学生の正答率の比較を示す。図2に、小中学生の正答率を横軸に取り、縦軸に大学生との正答率の差を取って、プロットした図を示す。差とは、大学生の正答率から小中学生の正答率（全国平均）を引いた差である。その理由は、正答率が高い場合と低い場合には差の解釈が異なるからで、天井効果と床（フロア）効果として良く知られているので、本論文では、差を縦軸にとって比較することにした。その差と小中学生の正答率の間の回帰直線を求め、図2のグラフ中に示した。

縦軸である差がプラスであれば、大学生の正答率が小中学生の正答率よりも高いことを示しているのので、図2から、すべての問題項目においてプラスの差を示したことから、すべての問題で大学生のほうが小中学生よりも正答率が高かった。以下、問題の正答率を問題の得点と呼ぶこともあるが、同じ意味で用いている。

図2中の直線は先に記述した回帰直線であり、その回帰直線からかなり外れた問題番号を、図2に示

した。回帰直線より上位にある問題番号は、大学生がより高得点であることを示し、回帰直線から下位にある問題番号は、大学生と小中学生との得点の差が低いことを示す。したがって、これらの問題番号に注目して分析をすることで、大学生の学力の傾向を知ることができると考えられる。

その問題番号と問題の内容を、表2に示す。表2では、*は差が大きく、+は差が小さいことを示す。この意味は、すべての問題において小中学生よりも大学生のほうが高得点ではあるが、*は、より高得点であり、+は、それほど差はないことを示す。正確には、回帰直線の標準偏差を計算して、その偏差値の上下の幅の範囲なのか、範囲外なのかで判定するが、ここでは図2から図的に求められる問題番号をグラフ中に示した。この問題番号がどのような問題であるかが重要なので、それを表2に示した。

表2 問題の内容と正答率との差

番号	問題の種類	差	問いの内容
1	小学・国語(1)	*	文章全体の構造との関連
2	(2)	*	文章全体の構造との関連
3	(3)		2つの文章の比較
4	中学・国語(1)		質問の意図
5	(2)		共通との違い
6	(3)	*	2つの文章の比較
7	小学・算数(1)	*	文章全体の構造の理解
8	(2)	*	文章全体の構造の理解
9	中学・数学(1)		比較して推論する
10	(2)	+	推論して記号で示す
11	(3)	+	理由を見つけて証明する
12	小学・理科(1)		知識を持っている
13	(2)		分析して考察する
14	(3)		知識を適用する
15	(4)		比較して言えること
16	中学・理科(1)	+	生活に应用できる
17	(2)	+	自然についての知識
18	(3)		条件から推論できる

*：大学生との差が大きい

+：大学生との差が小さい

この結果から、文章の構造の理解や読解力などは差が大きく、論理的思考力や生活場面への応用などの力が、差が小さいことがわかった。これは、先行研究の図1（赤堀侃司、2018）と、ほぼ類似した傾

向を示している。

3.2. 大学生の文系・理系との差の分析

図2と表2で示した結果が、大学生の特性による差かどうかを分析するために、文系学部か理系学部かによる差を調べた。60名の大学生中、文系学部が50名、理系学部が10名と文系学部の実験協力者が多いが、その比較のグラフを、図3に示す。この結果、以下のことが分かった。

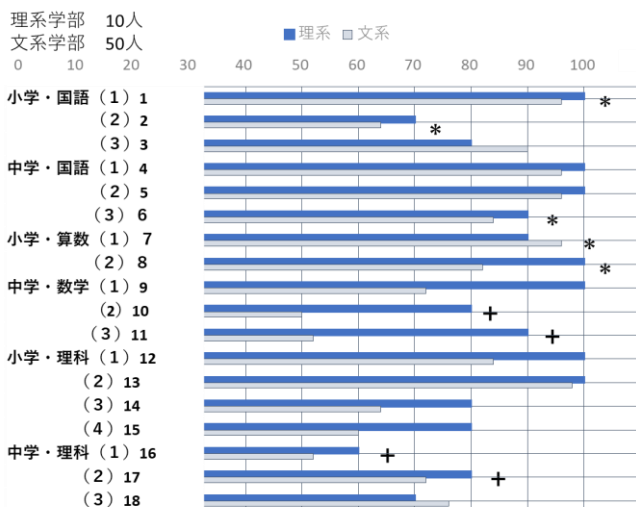


図3 大学生の正答率と文系・理系学部との比較

- ① 中学・数学の問題（+の問題）については、理系学部所属の大学生が高い得点を示した。
- ② 文章の構造理解や読解力の問題（*の問題）については、理系も文系も有意差がなかった。

以上のことから、文章理解や読解力については、文系理系を問わず、大学生が小中学生に比べて高い得点を示した。このことは、今の大学生の読解力が下降しているとは言えないのではないかと。それよりも、数学や理科の問題のように、論理的思考力や現実社会に応用する力が、小中学生より高いものの、その差は大きくない、つまり文章の読解力に比べて、かなり低いと言える。大学生には、論理的思考や現実社会に応用する力を、より高める必要性が示唆された（付録を参照）。

3.3. 大学生の問題間の相関分析

算数・数学と理科の問題間の相関グラフを図4に、国語の問題間の相関グラフを図5に示す。

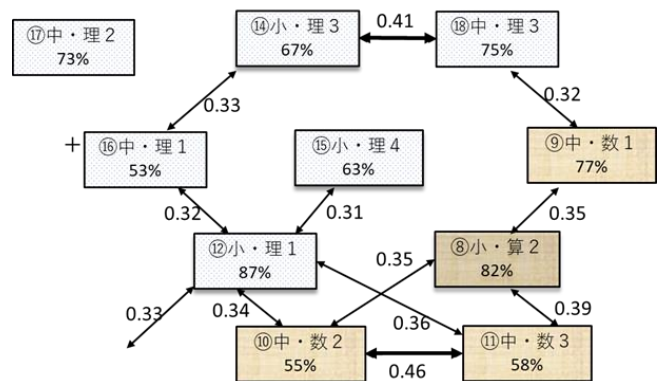


図4 算数・数学と理科の問題間相関のグラフ

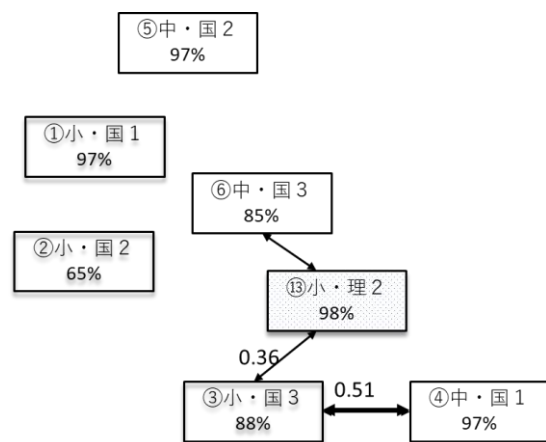


図5 国語の問題間相関のグラフ

図中の数字は、相関係数を示し、その数値の大きさに対応して、双方向矢印のリンクの太さを変えている。また、四角形で示したノード中の文字は、表1における問題番号と種類を示し、ノード中の数字は、正答率を示している。

この図4と図5を比較すると、教科の特性が明らかに異なることが分かる。算数・数学・理科間では相関が強い。国語では、お互いの問題が独立しており、相互の関連性が弱いことが分かる。先の表2と合わせて解釈すると、文章構造の理解や読解力の学力と、論理的思考力や社会に応用する力とは異なっており、読解力は発達に応じた伸びよりもさらに高く、問題相互の関連は弱い。一方、論理的思考や応用力は発達に応じた伸びよりも低く、問題相互の関連性は強い。

このように国語の読解力と理数の論理的思考や応用力とは、その特性が大きく異なり、大学生では読

解力の育成もさることながら、理数系の論理的な思考力や応用力の育成がより必要ではないかと、示唆される。

3.4. 大学生の問題間の順序性分析

先に述べた相関グラフは、相互の関連性を求めた結果であり、図4、図5のように、ノード間を結ぶリンクは双方向で表示している。しかし、問題内容

は、小学校と中学校の問題なので、相関関係で処理することは不自然であり、発達段階を考えて、問題間の順序関係で処理するほうが合理的である。そこで本論文では、問題項目間の順序性係数を用いて、関連構造をグラフ化した。

順序性係数の計算については、竹谷誠のIRS分析を用いた(竹谷誠,1980)。IRSとは、Item Relational Structureの略で、項目間の包含関係を順序係数として定式化したものであり、その結果を、図6と図7

に示す。グラフのノード中の文字と数字の意味は、相関関係によるグラフの図4と図5と同じであるが、図6と図7のリンクは順序なので、一方向で示してある。IRS分析では、ある閾値を設定して、その値以上かどうかでリンクで表示するかどうかを決めている。

IRS分析では、正答率の低い(難易度の高い)問題は、グラフの上位に位置し、正答率の高い問題(難易度の低い)問題は、グラフの下位に位置することを保証しているので、図6のようにグラフの解釈がしやすい。

図6から、理科と算数・数学と国語の問題に応じて、リンク

の種類を変えて表示したが、理数教科間では順序性が成立し、特に⑬小学校理科から他の問題へ多くのリンクが付いている。⑦と⑧の小学校算数からも、他の問題へ多くのリンクが付いている。グラフの上位には、中学校・理科や中学校・数学が位置しており、難易度が高いことを示している。これに比較して、国語からのリンク数は少ない。

以上のように、順序性係数による分析結果も、相関係数で示した結果も、教科の特性としては類似な傾向を示している。

さらに、大学生の特性を調べるためのフェースシートに記入

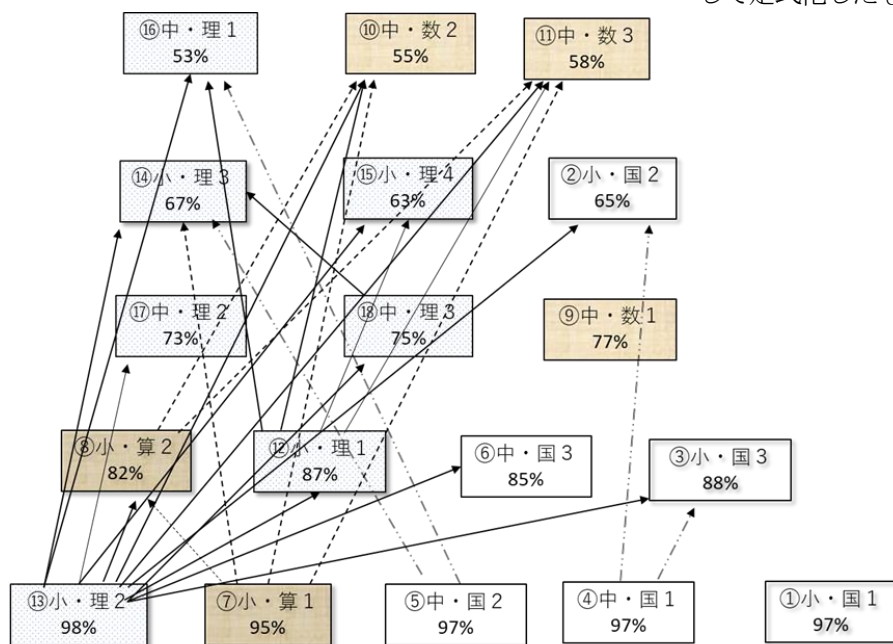


図6 IRS分析による問題間の構造グラフ

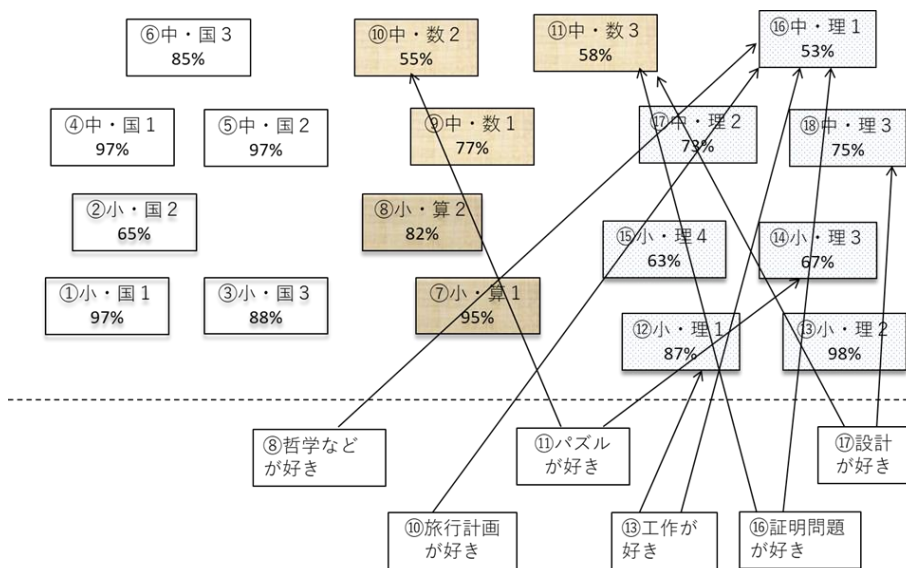


図7 IRS分析による学生の特性と問題の関連グラフ

してもらった。その関係を、IRS分析による順序性係数で示したグラフを、図7に示す。

興味深いことは、国語の問題にはリンクが付き、理科と数学にリンクが張られていることである。その特性は、設計が好き、パズルが好き、工作が好き、旅行計画が好き、などであるが、経験的にも理数系の問題と結びつく特性だと理解できる。

以上のように、教科問題の間にいくつかの特性が抽出された。

4. 結論

本研究の結果を以下のようにまとめる。

1. 大学生は小中学生に比較して、国語、算数・数学、理科のすべての問題について正答率が高い。
2. 特に、大学生は小中学生に比較して、文章の構造や文章理解において、優れている。
3. それは、文系の大学生だからという理由ではなく、専攻分野に関係ない。
4. しかし、大学生は小中学生と比較して、論理的に推論したり、証明したり、現実や自然の現象を説明したり推論することの正答率の差は、あまり大きくない。
5. 問題間の相関係数による関連性では、国語の問題間では低い、算数・数学や理科の問題間では大きい。
6. 上記の傾向は、順序性係数による関連性でも、ほぼ同等の結果を示した。
7. 大学生の特性と問題間の関連性では、数学・理科の問題だけに見られ、国語の問題では見られなかった。

以上から、大学教育において、文章理解や読解力も重要であるが、理数科目で論理的な思考や応用力を育成する内容が、より重要ではないかと思われる。特に、小学校の算数・理科が中学校の数学・理科の問題に関連していること、つまり基礎になっていることから、基礎的な理数教科の理解がより重要だと示唆された。さらにこの結果は、小中高등학교にも参考になるとと思われる。

謝辞

本研究に、助成していただいたNPO教育テスト研究センター（新井健一理事長）に、感謝してお礼申し上げます。さらに、本研究は科学研究費（基盤研究C）（課題番号20K03171、研究代表、赤堀侃司）の助成を受け

たことを記して、お礼申し上げます。

参考文献

赤堀侃司 (2008) 諸外国における ICT の活用と学力の関連, 日本教育工学会論文誌, 32 巻 3 号 265-273
赤堀侃司 (2018) プログラミング教育における論理的な思考とは何か, 学習情報研究論文誌, 261 巻 4 号 56 - 61
新井紀子著 (2018) AI vs. 教科書が読めない子どもたち, 東洋経済新報社, 東京
北九州市立教育センター, WEB 問題チャレンジシート, <http://www.kita9.ed.jp/eductr/> (2020年5月1日現在)
国立教育政策研究所, OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) <https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html#PISA2018> (2020年5月1日現在) (2020a)
国立教育政策研究所, 平成 30 年度全国学力・学習状況調査の調査問題・正答例・解説資料について <https://www.nier.go.jp/18chousa/18chousa.html> (2020年5月1日現在) (2020b)
山口一大, 敷島千鶴, 星野崇宏, 繁樹算男, 赤林英夫 (2019) 小学1年生から中学3年生を対象とした学力テストの垂直尺度化, 心理学研究, 90 巻 4 号 408-418

付録

中学・理科の代表的な問題 (No. 16) の例を、図に示す。台風の気象図を読み取って自宅における風向を求める問題で、問題の内容から「生活に応用できる」能力を調べている。

3 秋葉さんは、コンピュータを使って、台風の情報を集めたり、風速のシミュレーションをしたりして、科学的に探究しました。
(1)から(3)までの各問いに答えなさい。

集めた台風の情報



図1 台風の進路の予想図
「X」は、現在の台風的位置
「Q」は、予想される台風的位置
「*」印は、秋葉さんの家の位置



図2

生活に応用できる問題 16



(1) 台風的位置がA地点のとき、秋葉さんの家で観測される風向を、図2を参考にして予想しました。予想される風向として最も適切なものを、下のアからエまでのの中から1つ選びなさい。