

# VLAT による数的思考力の評価 ～データサイエンス教育支援へ向けた基礎調査～

## Evaluation of Numerical using VLAT (Visual Literacy Assessment Test) ～Basic Research for Data Science Education Support～

新井政明<sup>\*1</sup> 中平勝子<sup>\*1</sup> 湯川高志<sup>\*1</sup>  
Masaaki ARAI <sup>\*1</sup>, Katsuko T. NAKAHIRA<sup>\*1</sup>, Takashi YUKAWA<sup>\*1</sup>  
<sup>\*1</sup>長岡技術科学大学  
<sup>\*1</sup> Nagaoka University of Technology

**あらまし**：本稿では、学習者のデータ解釈能力の個別育成システム実現へ向けた基礎研究として、学習者のグラフ読み取り能力の発達段階を調査する。改訂版ブルーム・タキソノミーを参考に、「数量読取」・「最大最小」・「数量比較」・「考察記入」にかかる数的思考力の評価問題（VLAT）を作成し、初等教育機関から高等教育機関まで 553 名を対象に機関横断的に解答を求めた。回答内容の傾向分析や項目比較を行った結果、小学校教育で学ぶグラフの基本的な読取能力は、中学校までに獲得していること、中学校以降に学ぶグラフや記述式で表現する高次の読取能力は、高校卒業後に習得していることが明らかになった。

**キーワード**：グラフ読解過程，ルーブリック，改訂版ブルーム・タキソノミー，数的思考力

### 1. はじめに

データサイエンス(DS)教育に繋がる教育動向調査には、たとえば次のようなものがある。OECD の TIMSS 2011 調査では、Mathematics Framework の中で、K-12 課程の 4 年生に対し「データ表示」として「読み取りと解釈」，“整理と表現”の問題，同 8 年生に対し「データと機会」として“データの編成と表現”，“データ解釈”，“機会”で表やグラフを用いた問題が出題されている。また DS 中の「データの可視化」にかかるグラフの理解については、Shah & Hoeffner (2002) <sup>(1)</sup>によって、生徒にグラフを提示するためのガイドラインが示され、グラフィテラシースキルの導入について示唆されている。一方、IEEE の Lee 他 2 名 (2017) <sup>(2)</sup>は、グラフ理解のための視覚化リテラシーを測定するための手段として、体系的な VLAT(Visual Literacy Assessment Test)を開発した。

我が国でも学習指導要領 <sup>(3)</sup>で、小、中、高等学校における教育内容の一つとして統計的問題解決の方法が重視され、算数・数学を中心にデータのグラフ化・読み取り・解釈をする力の育成が求められている。また、宮本(2020) <sup>(4)</sup>は、中学校理科におけるデータ解釈能力について記述式問題を導入し、特に「図表やグラフから独立変数や従属変数を区別し、理解してパターンや傾向を読み取り推論すること」などに課題があることを明らかにした。

以上のことから児童・生徒のグラフの読解過程の定着度を調べ、改善点を明らかにすることは現代的な課題である。そこで本稿では、データ解釈能力の個別育成システム実現へ向けた基礎研究として、VLAT の試行版を用いて学習者のグラフ読み取り能力の発達段階を調査する。

### 2. 調査方法

学習指導要領に記載される次の 9 つのグラフ問題を作成し、小学生～大学生を対象に調査を行った。

### 2.1 対象グラフ

**A.** 棒グラフ (小 3), **B.** 折れ線グラフ (小 4),  
**C.** 帯・円グラフ (小 5), **D.** 度数分布 (中 1・新小 6), **E.** 相対度数折れ線 (中 1), **F.**  $xy$  線図<比例> (小 6・中 1), **G.**  $xy$  線図<反比例> (小 6・中 1),  
**H.** 箱ひげ図<四分位範囲> (新中 2・現高数 1),  
**I.** 散布図(高数 1)

### 2.2 問題作成

学習指導要領をもとに改訂版ブルーム・タキソノミー <sup>(5)</sup>を参考に、読解過程を認知、知識の各次元からルーブリックに整理した。それに基づいて、次のような問題を作成した <sup>(6)</sup>。図 1 に棒グラフの調査問題例を示す。

**ア** 項目数は各グラフ 4 問，多肢選択式，記述式  
**イ** 目標分類表に基づき，試筆テストと CBT 両用  
**ウ** グラフにおいて段階 3 (遂行的知識) まで正答すれば，そのグラフは学習指導要領上「理解されている」と判定する。

**エ** 段階 4 (メタ認知的知識) は高次の内容のため記述式の問題とする。

○ 左の図はインターネットショッピングの利用者を表したものである。次の問いに記号で答えよ。  
(1) 40～49 歳の利用率は約%か。  
(2) 最もインターネットショッピングを利用している年代の利用率は約%か。

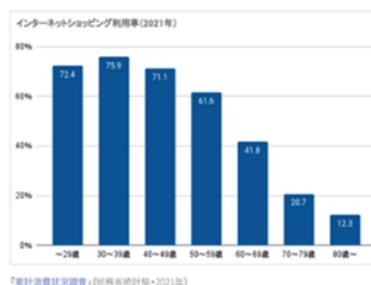


図 1 棒グラフの調査問題

### 2.3 調査対象

3 種類のテストを小学生 93 人,中学生 186 人,高校生 138 人,大学生 136 人,合計 553 人

### 3. 結果と考察

#### 3.1 問題種別と教育機関別正答率

問題の種別ごとの正答率を教育機関別に図2～図5に示した. 分析対象は学習進度の関係で小学校はグラフA～Cの3種類, 中・高校生はグラフA～Gの7種類とした. (大学生は全9種)

全グラフにおいて数的思考力が低くても解ける問題1～3は, 小学校で学ぶグラフ(棒, 折れ線, 円)で90%以上の正答率があった.

しかし, 中学校以降に学習する反比例と箱ヒゲ図, 散布図の問題1～3の正答率は, 高校生や大学生であっても相当低い傾向があった. 特に, 記述式で高次の数的思考力を要求する問題4では, 小学校で学ぶ4種のグラフ(棒, 折れ線, 円, ヒストグラム)で階層ができていく. また, ヒストグラムの問題4は教育機関間の差がほとんどなく, 問題自体の妥当性を検討する必要がある.

#### 3.2 問題種別ごとの正答率

問題4(考察)は記述式であり多様な解答が見られた. 今回は問題4の採点基準を問題1(数量読取)～問題3(数量比較)に該当する解答は不正解とした. このため問題4は, すべてのグラフで相当の差が見られた.

問題1～3の正答率と問題4のみの正答率, そして問題1～4の正答率を表1に示す. 選択式の問題1～3と記述式の問題4の正答率が異なることがわかる.

表1 問題種別ごとの正答率比較

難易度順	問題1～3の正答率	難易度順	問題4の正答率	難易度順	問題1～4の正答率
折れ線	96.7%	比例	64.1%	棒	87.9%
ヒストグラム	95.9%	散布図	61.5%	比例	81.8%
相対折れ線	96.4%	箱ヒゲ図	59.7%	反比例	81.8%
円	96.0%	反比例	47.6%	相対折れ線	79.6%
比例	95.8%	棒	44.5%	折れ線	78.1%
棒	89.3%	折れ線	37.0%	円	67.2%
反比例	73.8%	円	39.1%	箱ヒゲ図	65.9%
箱ヒゲ図	67.6%	相対折れ線	29.3%	ヒストグラム	62.1%
散布図	62.4%	ヒストグラム	18.6%	散布図	62.1%

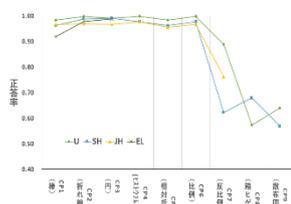


図2 問題1(数量読取)

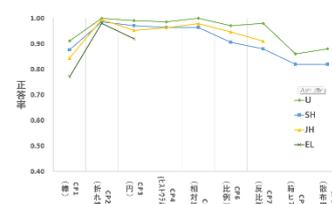


図3 問題2(最大最小)

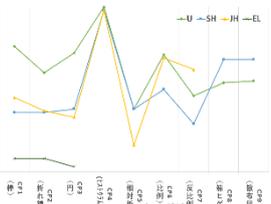
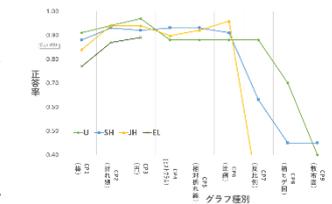


図5 問題4(考察)

#### 3.3 問題種別とグラフ種別・教育機関間の有意差

各グラフの問題別の平均正答率について, 各教育機関間に有意差があるのか $\chi^2$ 乗検定を行った. その結果を表2に示す. 問題1(数量比較)は反比例を除き有意差は見られなかった. 問題2(最大最小)は, 3つのグラフで有意差があった. 問題3, 4は更に多くのグラフで有意差が見られた. このことから, 折れ線や円グラフの基礎的読解は, 発達段階に関係なくできている. しかし, 反比例とヒストグラムの基礎的読解は発達段階による差が大きいといえる. 一方, 高校・大学のみ実施した散布図は有意差はなかった. 現在, 各教育機関間の差について分散分析を行っている. その結果をもとに更に詳細な考察を行う.

表2 グラフの種類と問題種別による有意差

問題	問題1	問題2	問題3	問題4
グラフ種別	数量読取	最小最大	数量比較	考察
棒		*	*	**
折れ線				**
円				**
ヒストグラム		**	**	**
相対折れ線			**	**
比例			*	
反比例	**	**	**	**
箱ヒゲ図			**	*
散布図				

### 4. まとめ

本稿では, 作成した VLAT により小学生～大学生に調査を実施した. その結果, 小学校で学ぶグラフについての基本的な読取能力は, 中・高校生までに習得しているが, 中学校以降に学ぶグラフや記述式で表現する高次の読取は高校卒業後に習得していることがわかった. 加えて, 選択式問題であっても中学校以降に学ぶ反比例, 箱ヒゲ図, 散布図は定着率がよくなかった. 問題4(考察)はいずれのグラフでも定着率は低く, 今後記述式の問題を中心に更にグラフの読解過程の獲得傾向の分析を行いたい. 併せて, 分析結果からグラフを理解する能力の定着のための方策を考察し, データサイエンス初学者向け教育方法の構築につなげたい.

#### 参考文献

- (1) Priti Shah and James Hoeffner “Review of Graph - Comprehension Research: Implications for Instruction”, Educational Psychology Review, Vol. 14-1, pp.47-69 (2002)
- (2) Sukwon Lee, Kim, Kwon “Development of a Visualization Literacy Assessment Test” IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS VOL. 23, NO. 1, JANUARY (2017)
- (3) 小学校, 中学校「数学」, 高等学校「数学」学習指導要領解説, 文部科学省(2020-2022)
- (4) 宮本 “中学校理科におけるデータ解釈能力の現状と課題” 理科教育学研究, 第61号2, pp. 329-348(2020)
- (5) L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, J. Raths, M. C. Wittrock, “A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives”, Addison Wesley longman (2001)
- (6) 新井, 中平, 湯川 “グラフの読解過程を評価するためのルーブリック設計” 教育システム情報学会学生発表会北信越支部 (2023)