

グラフの読解過程を評価するためのルーブリック設計

A Proposal of Rubric Design for Evaluating Graph Comprehension Process

新井政明*¹ 中平勝子*¹ 湯川高志*¹

Masaaki ARAI *¹, Katsuko T. NAKAHIRA*¹, Takashi YUKAWA*¹

*¹長岡技術科学大学

*¹ Nagaoka University of Technology

あらまし：学習者のデータ解釈能力の個別育成を効果的に行うシステムの実現に向けた研究を行っている。そのためには個々の学習者の能力向上の程度を測る必要があるため、データ解釈能力を評価するルーブリック作成が求められる。本稿では、データ解釈能力の中で重要なグラフの読解過程を評価するためのルーブリック設計手法を提案する。基本9種類のグラフについて、改訂版ブルーム・タキソノミーを参考に評価規準を設定し、各グラフの読解過程を4段階で判定する。本ルーブリックは、学習者のグラフの読解過程段階を評価可能なため、データサイエンス初学者向け教育方法の構築に資するとともに、適応型学習コンテンツを制御するシステムに利用できる。

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，データ解釈能力

1. はじめに

データ駆動型社会の実現へ向けて、データサイエンス教育の重要性が示唆されている。データサイエンス教育は、大きくは1) 統計学、2) 情報工学、3) データ可視化、の3スキルが要求される。このうち、3)の一手法としてのグラフは、自然科学や社会科学の定量的な情報の理解、ひいては組織等の意思決定に広く利用されており、数値情報だけでは認識しにくい現象や関係性を理解するのに役立つ。データサイエンス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・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、3)にかかるグラフの理解については、Shah&Hoeffner(2002)⁽¹⁾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、グラフリテラシースキルの導入について示唆されている。

我が国でも学習指導要領⁽²⁾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、理科における「データ解釈能力」はプロセス・スキルズの中核となる能力で、問題解決的学習を進める上で重要である。宮本(2020)⁽³⁾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」などが課題で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。本稿では、課題解決の初期段階とし

て、グラフの読解過程を評価する方法を開発し、グラフの読解技能の定着度の判定を可能にする。具体的には小・中・高等学校で扱う基本のグラフの読解過程の目標分類を行い、問題項目を作成して読解過程の達成度について調査を行う。今後、その結果を分析し改善のための方策を立てることで、データサイエンス初学者のデータ解釈能力の育成に寄与することをめざす。

2. ルーブリック設計手法

2.1 対象グラフと調査対象

対象グラフおよび調査対象は、学習指導要領に記載される以下の9つのグラフとした。

- 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 目標分類

学習指導要領をもとに改訂版ブルーム・タキソノミー^(4,5)を参考に、グラフの読解過程を認知、知識の各次元から表1のように整理した。

表1 グラフ認知過程の目標分類表(折れ線グラフ)

| 知識次元 | 認知過程の次元 | | | | | |
|---------|---------|------------|------|---------------|------|----------|
| | ① 知識 | ② 理解 | ③ 応用 | ④ 分析 | ⑤ 評価 | ⑥ 創造 |
| 事象的認知 | 名称、構造 | | | | | |
| 概念的認知 | | 最大値、最小値の分類 | | | | |
| 述行的認知 | | | | 数量比較 変化量比較 | 傾向 | |
| メタ認知的認知 | | | | | | 推論、規則の発見 |

2.3 ルーブリックの例

2.2節で示した目標分類表を参考にして、教科の特性から知識次元で段階を設定するのが適切であると考へた。9つの各グラフに対してグラフの読解過程のルーブリックを作成した。その一部を表2に示す。

表2 グラフ読解過程のルーブリック (一部)

| 評価項目 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| A 棒グラフ (小3) | A-41 グラフに連したデータがわかる | A-31 縦軸の数を比較することができる | A-2 最大値と最小値を読み取ることができる | A-11 縦軸と横軸の凡例がわかる |
| | A-42 棒グラフからどんなことがいえるのかわかる | A-32 値の傾向について説明できる | | A-12 縦軸の目盛りの量を読み取ることができる |
| B 折れ線グラフ (小4) | B-41 グラフからどんなことがいえるのかわかる | B-31 値の変化量を読み取れる | B-21 縦軸と横軸の凡例がわかる | B-11 縦軸と横軸の凡例がわかる |
| | B-42 折れ線グラフに連したデータがわかる | B-32 値の傾向について説明できる | B-22 縦軸の目盛りの量を読み取ることができる | B-12 縦軸の目盛りの量を読み取ることができる |
| C 帯・円グラフ (小6) | C-41 グラフからどんなことがいえるのかわかる | C-31 データを割合や値で読み取ることができる | C-2 最大値と最小値を読み取ることができる | C-11 凡例がわかる |
| | C-42 帯・円グラフに連したデータがわかる | C-32 値の傾向について説明できる | | C-12 目盛りの量を読み取ることができる |
| | | C-33 値を棒グラフの長さや円グラフの中心角に変換できる | | |
| D 度数分布・柱状グラフ (ヒストグラム) (小6) | D-41 グラフからどんなことがいえるのかわかる | D-31 データの個々の値がどの階級に入ることができる | D-21 柱状グラフから度数分布 (相対度数) を読み取ることができる | D-11 階級がわかる |
| | D-42 柱状グラフ (度数分布表) に連したデータがわかる | D-32 柱状グラフから一部分の割合を求めることができる | D-22 柱状グラフの度数の多い階級 (最頻値) を読み取ることができる | D-12 平均値と中央値がわかる |
| | | D-33 階級の値の傾向について説明できる | | |

3. 問題項目の作成と内容的妥当性

3.1 調査問題の作成

ルーブリックに基づいて、次のように問題項目を作成した。本稿で扱うグラフの種類は、算数・数学の学習指導要領で規定されたものであるが、問題項目には自然科学だけでなく社会科学で扱う内容を含む多様な問題を作成した。

- ア 基礎的内容を中心とした問題とし、到達度は4段階で評価する。
- イ 項目数は各段階3問以上、多肢選択式、記述式とし、被験者の答える問題数は各グラフ12～16問とする。
- ウ 目標分類表の内容とし、完成時には試筆テストとCBTのどちらでも可能なものとする。
- エ 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。
- オ 段階4 (メタ認知的知識) は高次な内容のため、記述式の問題とする。

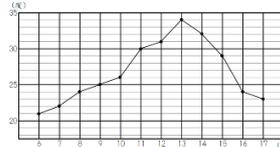
折れ線グラフの調査問題例を図1、2に示す。図1は第2段階、図2は第4段階の一例である。

3.2 内容的妥当性の確認

ルーブリックと問題項目を経験10年以上の初等・中等教育に携わったことがある数学を専門とする教員に判定を依頼する。その際、観点等として以下の点を尋ね、内容的妥当性について判定する。その結果をもとにルーブリックと問題項目の修正を行う。

B 折れ線グラフ (B2)

下の折れ線グラフは、ある都市の一年間の気温の変化を表したものです。

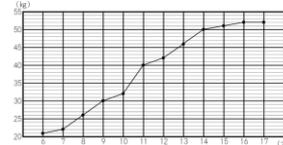


- (1) 14時の気温は何度ですか。
- (2) 気温が22度だったのは何時でしたか。

図1 問題例1

B 折れ線グラフ (B4)

下の折れ線グラフは、ある人の体重の変化を表したものです。



- (1) 折れ線グラフで表すのが適切な事柄は他にどんなことがありますか。
- (2) このグラフからわかることを簡単に書きなさい。

図2 問題例2

<判定者> 小学校教員3名、中学校数学教員3名
高等学校数学教員3名 計9名

<方法> 問題項目の判定は四段階尺度法

<観点等>

- ・ ルーブリックと問題項目の内容的妥当性
- ・ このルーブリックを使って問題項目を作成することの是非

4. まとめ

本稿では、基本的なグラフの読解過程を評価するために改訂版ブルーム・タキソノミーを参考にしてルーブリックと問題項目を作成した。今後、作成した問題を中学校2年生と高等学校2年生を対象に調査を実施する。調査結果を分析し、併せてルーブリックや問題項目の有効性についても検討を行う。

調査結果から、生徒のグラフの読解過程の獲得傾向を分析する。必要により小学生、大学生に調査対象を広げる。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, No. 1, pp.47-69 (2002).
- (2) 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)
- (3) 宮本直樹 “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 No.2, pp.329-348 (2020)
- (4) 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).
- (5) 石井英真 “「改訂版タキソノミー」における教育目標・評価論に関する一考察 : パフォーマンス評価の位置づけを中心に,” 京都大学大学院教育学研究科紀要 50, pp. 172-185, (2004)