

階層型多肢選択問題の提案とその可能性

神戸大学大学院・人間発達環境学研究科 丹家 諒

Ryo Tange, Graduate School of Human Development and Environment,
Kobe University

神戸大学大学院・人間発達環境学研究科 長坂 耕作^{1 2}

Kosaku Nagasaka, Graduate School of Human Development and Environment,
Kobe University

1 はじめに

PISA (OECD の生徒の学習到達度調査) は 2015 年から, TIMSS (IEA の国際数学・理科教育動向調査) は 2019 年調査より CBT³化が始まっている. また日本においても令和 3 年度より CBT での全国学力・学習状況調査を試行・検証を開始し, 国内・国外ともに CBT 化が広がってきている [1, p4]. CBT では多肢選択式, 短答式, ○×式などの様々な出題が可能であるが, 現在多肢選択式が広く利用されていることは事実であろう.

多肢選択式が広く用いられる理由として, 学習者にとっての即時性と運用者にとっての有用性の 2 つが主に挙げられるだろう. 具体的には, 学習者の解答入力 that 容易であり, 解答入力後即時に採点やフィードバックを受けられる点から即時性に長けている. また, 運用者にとっては電子的に取得されるデータの管理が容易であったり, 多角的な分析が可能な点, さらに紙媒体に比べコストの削減ができる点などから有用性があると言える.

しかし, CBT での多肢選択式の出題にも, 改善すべき点が残っている. 複数の小問から構成される問題や, 評価項目が複数個存在する複合問題などは, 数学分野でよく見かける記述式の問題であるが, 多肢選択問題で評価することは難しい. 多肢選択式は記述式のように解答過程 (プロセス) を評価することが難しいからである.

そこで本稿では, 多肢選択式の良さを残しつつ, 解答過程 (プロセス) を評価するための新しい問題形式として “階層型多肢選択問題” を提案する.

2 階層型多肢選択問題について

2.1 定義とイメージ

定義

1 つの問題が複数の多肢選択問題から構成され, 相互に連動・行き来しつつ, 直前の選択に応じた多肢選択問題を順次出題する問題形式を階層型多肢選択問題と呼ぶ.

¹E-mail:nagasaka@main.h.kobe-u.ac.jp

²This work was partially supported by JSPS KAKENHI Grant Number 21H00921.

³CBT: Computer-Based Testing の略

階層型多肢選択問題は、直前の選択に応じた多肢選択問題を新たに出題するのだが、一度解答した多肢選択問題に戻り、再度解答し直すことを可能としている。それが相互に連動・行き来する所以である。

図1の場合、各レベル（階層）の多肢選択問題の選択肢数が2つ、階層数⁴が3つであり、解答者は各レベル（階層）で2つの選択肢から解答を選び、その解答結果に応じて次のレベル（階層）の選択肢が出題される。また選んだ解答は後から変更可能である。図1ではA1→B2→C3の順に選択肢を選んだ場合に正解となる。

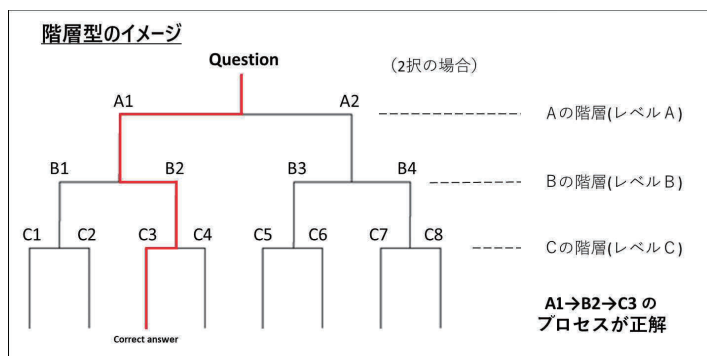


図 1: 階層型多肢選択問題 イメージ図

2.2 階層型多肢選択問題のメリット

階層型多肢選択問題は従来の多肢選択問題で挙げられたメリットに加え、4つの階層型多肢選択問題独自のメリットが挙げられる。

- 複数の評価項目が設定可能

学習者がきちんと内容を理解しているのか、評価したい項目を各レベル（階層）に1つずつ設定することが可能である。そのため階層数を増やすことで複数の評価項目を設定することができる。

- 柔軟な採点が設定可能

各レベル（階層）の選択肢が独立して評価可能なため、複数の評価項目に応じた細やかな採点が可能となる。

- 精度の高いフィードバック

各レベル（階層）で正誤判定を行い、それに対するフィードバックを作成するため、学習者の学びに繋がる精度の高いフィードバックを与えられる。特に、解答した選択肢それぞれに対するフィードバックのみならず、解答した選択肢の組み合わせから俯瞰的な立場でのフィードバックも与えることができる。

⁴多肢選択問題を順次出題していく数

- ライブ感のある回答形式（記述式に近い）

階層型多肢選択問題は、解答した選択肢を戻ることが許されている。ここでの「戻る」とは、多肢選択問題や順序並び替え問題などの「一から回答し直す」意味ではなく、「途中から回答し直す」意味で用いられる。そのため記述式のような STEP by STEP で問題を解き進めていく、ライブ感のある出題が可能である。

3 Moodle フィードバックを用いたサンプル紹介

3.1 アンケートフォーム比較

階層型多肢選択問題を実装するには、双方向に行き出来、学習者の選択によって内容変更が設定可能なアンケート機能に近いインターフェースを持つ必要があった。本稿では Google フォーム・Microsoft フォーム・Moodle フィードバックの比較を 8 つの観点から紹介する。

表 1: 3 つのアンケートフォーム比較

	Google フォーム	Microsoft フォーム	Moodle フィードバック
UI ¹	ページ遷移	ページ遷移, 枝分かれ	ページ遷移
数式表示	画像 (PNG)	レンダリング? ²	MathJax によるレンダリング
図形・グラフ	画像 (PNG)	画像 (PNG) ³	SVG で表記可能
条件分岐	○	○	○
双方向性	○	○	○
採点	問題全体で可能	選択肢ごとに可能	採点不可能
フィードバック	問題全体で可能	選択肢ごとに可能	問題全体で可能
上限	セクション 75 個, 問題数 300 個	選択肢数 200 個, 問題数 350 個	上限確認できず ⁴

¹ ユーザーインターフェースの略
² オフィシャルドキュメントに記載がないため不明。見た目から推察
³ 挿入箇所が限定的
⁴ 現時点でかなりの個数生成可能

3.2 階層型多肢選択問題のサンプル

学習指導要領（平成 30 年公示）[2] の高等数学 C のベクトルの単元で扱われる内容から階層型多肢選択問題を作成した。

問

2 点 $A(-3, -1, 1)$, $B(-1, 0, 0)$ を通る直線 l に点 $C(2, 3, 3)$ から下ろした垂線の足 H の座標を求めよ。

数研出版, 新課程チャート式, 基礎からの数学 IIB p439 基本例題 61 (1) より引用 [3]

今回はテストで使用する目的として、評価項目に対応する階層数は 3 つ、各レベル（階層）の選択肢数は 3~4 つと考え、以下のようにレベル A ⇒レベル B ⇒レベル C の順に進む形式で、Moodle フィードバック⁵を用いて作成した。

⁵Moodle 4.0 を使用

レベル A（平面上のベクトルの意味，実数倍について理解している）：

3点 A,B,H が同一直線上にあることから $\overrightarrow{AH} = k\overrightarrow{AB}$ と表すことができるか。

レベル B（ベクトルの内積の性質を用いて平面図形の性質を見出す）：

垂線から $CH \perp AH$ であり， $\overrightarrow{CH} \cdot \overrightarrow{AH} = 0$ となることを理解しているか。

レベル C（ベクトルの内積及びその基本的な性質について理解している）：

成分表示での内積計算を理解し，H の座標を正しく求められるか。

研究用 / ベクトル (Hの座標)

フィードバック

ベクトル (Hの座標)

▼ 完了

2点 $A(-3, -1, 1)$, $B(-1, 0, 0)$ を通る直線に点 $C(2, 3, 3)$ から下ろした垂線の足 H の座標を求めよ。

質問をプレビューする 質問に回答する

2点 $A(-3, -1, 1)$, $B(-1, 0, 0)$ を通る直線に点 $C(2, 3, 3)$ から下ろした垂線の足 H の座標を求めよ。

モード: 匿名

③ 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{AH} = k\overrightarrow{AB}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在
 ① 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{AH} = \overrightarrow{AB} + k\overrightarrow{BH}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在
 ② 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{OH} = k\overrightarrow{OA} + (1-k)\overrightarrow{OB}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在
 ④ 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{OH} = \overrightarrow{OA} + k\overrightarrow{AB}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在

次のページ キャンセル

2点 $A(-3, -1, 1)$, $B(-1, 0, 0)$ を通る直線に点 $C(2, 3, 3)$ から下ろした垂線の足 H の座標を求めよ。

モード: 匿名

③ 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{AH} = k\overrightarrow{AB}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在
 ① 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{AH} = \overrightarrow{AB} + k\overrightarrow{BH}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在
 ② 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{OH} = k\overrightarrow{OA} + (1-k)\overrightarrow{OB}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在
 ④ 3点 A,B,H は同一直線上より $\overrightarrow{OH} = \overrightarrow{OA} + k\overrightarrow{AB}$ となる $k \in \mathbb{R}$ が存在

前のページ 次のページ キャンセル

図 2: Moodle フィードバック解答画面

図 2 を確認すると，直前の多肢選択問題の選択に連動して多肢選択問題を順次出題していることが分かる．また学習者が選択した解答が次の選択肢画面に移動後も確認できるよう，問題文と選択肢の間に表示される仕組みとなっている．（図 2 の点線で囲んでいる部分）

3.3 階層型多肢選択問題の問題作成と注意点

階層型多肢選択問題は従来の多肢選択問題の作成方法とは少し異なり，図 3 のように 5 つのステップから作成する．

1. 階層型多肢選択問題の使用目的の決定

学習者の学力向上を目的とするドリルでの使用か，学力測定を目的とするテストでの使用かで，出題意図や出題項目が変化するため初めに決定する．

2. 評価項目，階層数の決定

学習指導要領に基づいた評価項目を設定し，問題文の作成また階層数を設計する．

3. 模範解答の作成

正解フロー⁶を作成する．しかし正解フローを1つに定める必要はなく，複数個設定しても良い．

4. 多様な選択肢の作成

レベル（階層）ごとに学習者の実力を図ることができる多様な選択肢を設定する．必ずしも明らかな誤答を設定する必要はなく，正答となる選択肢を1つに限定する必要もない．

5. 階層ごとのフィードバックの作成

選んだ選択肢ごとに，学習者の学びに繋がる的確なフィードバックを作成する．

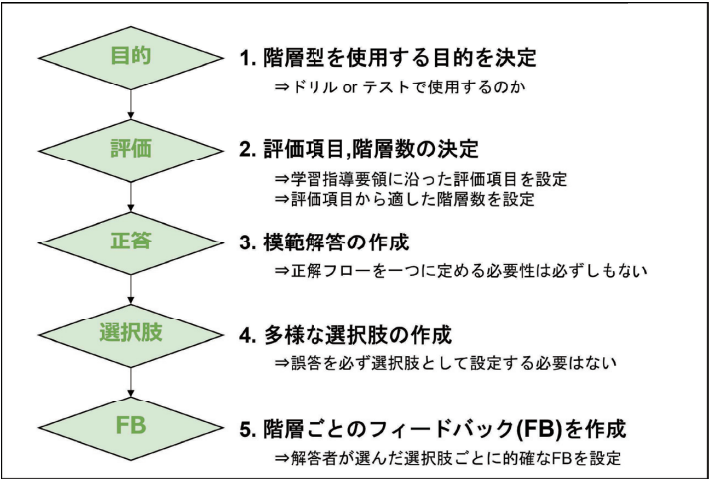


図 3: 階層型多肢選択問題 作成フローチャート

4 今後の課題と展望

従来の多肢選択問題では評価することが難しかった解答過程（プロセス）を評価するために，新たに“階層型多肢選択問題”を提案した．また Moodle フィードバックを用いて作成した階層型多肢選択問題のサンプルを紹介しつつ，階層型多肢選択問題の有用性を伝えてきた．しかしまだまだ発展途上の問題形式であるため，今後も検討を繰り返す必要を感じている．そこで今後の課題として3つ紹介する．これらを1つ1つ解決していきたい．

⁶学習者が選択するであろう正解の道筋（正解ルート）のひとつ

- Moodle フィードバックでは採点できないことの対策

Moodle フィードバックには採点機能がない。そのため、別のコンテンツを利用して採点することになる。今回は、解答の最後に別で作成した Moodle 小テストの URL を貼り、そちらで採点するようにしたが、1つのコンテンツで完結したいと考えている。そのため、Moodle フィードバック以外のコンテンツも考えながら、採点機能込みで階層型多肢選択問題を同一コンテンツで作成できないか検討していきたい。

- 階層型多肢選択問題の有効性の検討

階層型多肢選択問題の出題方式に教育効果が果たしてあるのか有効性の立証を試みたい。また有効的な場合はどういった状況なのか、小規模な実験を通して立証していきたい。

- 階層型多肢選択問題の作成時間の短縮

現時点で、階層型多肢選択問題を1題作成するのにかなりの時間を要する。そのため Python 等を用いて階層型多肢選択問題の自動作問ツールを作成したい。

参考文献

- [1] 教育 DX 推進室. 2022. 文部科学省 CBT システム (MEXCBT: メクビット) について. 文部科学省 総合教育政策局. 2022 年 10 月 5 日取得, https://www.mext.go.jp/content/20220926-mxt_syoto01_000013393_001-3.pdf.
- [2] 文部科学省. 2018. 高等学校学習指導要領 (平成 30 年公示) 解説 数学編.
- [3] チャート研究所. 2013. 新課程 チャート式 基礎からの数学 II+B. 数研出版.