

数学オンラインテストにおける ポテンシャルレスポンスツリーの構築

村木 美香 (指導教員：浅本 紀子)

1 はじめに

ICTの活用は教育現場でも盛んになっており、近年のコロナウイルス感染症の影響で、オンライン教育やハイブリッド型授業への対応が増えている。数式を含むオンラインテストの作成には、数式処理システムやMoodleのような学習管理システム(LMS)に対する知識が求められており、ツール開発などの研究が行われている。

本研究では、数学オンラインテストシステムSTACKを利用した問題作成時に、適切なPRTを設定できる方法を考察する。問題ごとにいくつかの種類の適切なPRTを考案し、フィードバックや誤答も含めて作成して得られた特徴を発見して今後の問題作成の参考となることを目指した。

2 STACKとは

STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)とは、数式による解答が可能なオンラインテスト・評価システムのことである。STACKでの数式の入力は、フリーの数式処理システムであるMaximaの数式入力方法に従う。

2.1 PRTとは

互いに関連づけられた任意の数のさまざまな想定される学生の解答(ポテンシャル・レスポンス)で構成されるツリー構造をしており、評価関数を用いて学生の解答を判定し、評価関数を満たす(true)か満たさない(false)かによって、次のポテンシャル・レスポンスに移っていく構造となっている。PRTを使用することで、各解答に対して正誤評価、点数評価の他に、解答に応じて様々な応答を返すことができる。

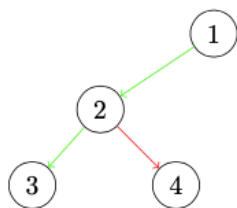
3 問題作成より

3.1 問題をどう分けるかでPRTの個数が決まる

問題をアイ・ウ、エ・オ・カ・キ、ク・ケ・コ・サシの3つに分け、それぞれのPRTをprt1、prt2、prt3とした。

prt1のノード2とprt2のノード1について、

- ノード2が真の場合: 次の問題に進める



ノード1: ans1がxか

ノード2: (ans1がxである場合)ans2がyか

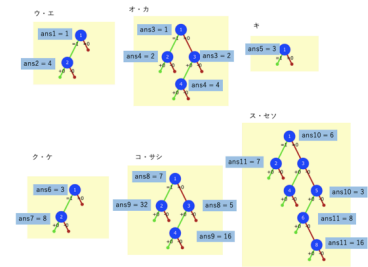


図1: 2020年度大学入試センター試験 数学I・A 第3問[2](キ・ク・ケで同じツリーにしている)誤答を追加した場合

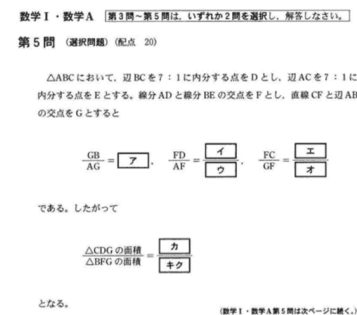


図2: 2020年度センター試験数学

- ノード2が偽の場合: prt1のノード1とノード2と同じ内容のため偽でも進めるが、進んだ場合にノード1とノード2を参考にする場合があり、偽であるとわからない場合、それ以降の問題で偽になりやすい。

ノード2で偽だった場合にprt2に繋げるか否か

- 繋げた場合、エ・オ・カ・キの解説を一緒にする。
- 繋げなかった場合、エ・オとカ・キで分ける。

3.2 フィードバックを細かく書くと

3.2.1 確率

問題作成欄で2020年度大学入試センター試験の数学I・Aの第3問[2]から、図??の通りのPRTを作成し、ノードごとにフィードバックを詳しく付け足した。図1の通り、間違えた答えに対するフィードバックを加えた場合のフィードバックを考えた。

3.2.2 三角比

図2の問題のPRTとフィードバックを考えた。例えば、ア・イウのフィードバックは、2つある解法のうちどの解法を表示するかは様々考えられた。

3.3 PRTを作る際に、問題別に分ける

三角関数の文章題を使用したPRTを考えている。

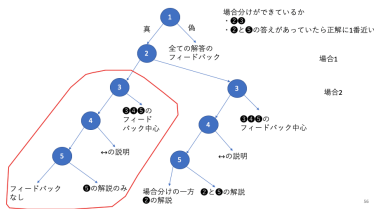


図 3: ノード 2 以降の真にノード 2(②) の解説が付け加わったのがノード 2 以降の偽

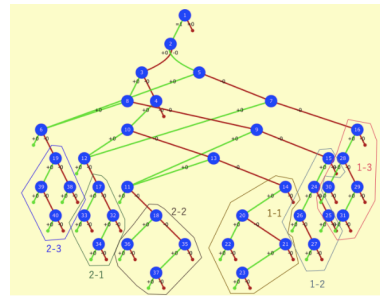


図 5: 1-□、2-□でそれぞれノードの配置が同じ、添字の組み合わせが 3 種類

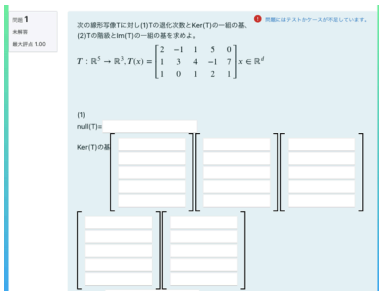


図 4: 線形写像の問題 解答が最大 5 つある。前の解答欄から順番に答えるよう指示がない→PRT のノードの個数が多くなる (図 5)

解答を段落ごとに分けて考えた。場合わけができていないので図 3 の①→②→③のツリー、 z が実数の場合で図 3 の④→⑤のツリーができる。

3.4 答える順番と PRT について

図 4 の問題について、解答する順番を指定していない場合の PRT を作成した。(解答する順番を指定した場合、図 5 ほど複雑にならず、ノード 2 以降真のノードのみにつながる PRT となる。) この問題の PRT を考える過程で、順列並び替換的な PRT 作成が行われる。

3.5 素数の問題

『 n は素数か否か』という問題の PRT を考えた。

- ・ 図 6 の点線部分が 2 つの場合: $11^2 \leq num < 17^2$
- ・ 図 6 の点線部分が 3 つの場合: $17^2 \leq num < 23^2$

であることから PRT を作成した。同じ箇所が何回繰り返されるかは上記の点線部分の個数による。

4 まとめ

- ・ 前の問題を次の問題の参考にするかによって PRT を一つにまとめるか分けるかを決められる。
- ・ 2 つの場合分けの問題では、1 つ目の場合が終わった際、真と偽両方で 2 つ目の場合のノードに進み、1 つ目の場合のノード以降似たツリーができる。
- ・ “求める式” を最初のノードにすると、ノードの数が減る。
- ・ 空欄ありの場合、問題文に先頭から解答を埋めるように記載するか空欄なしの場合のノードの終点での正解した数ごとに付け足すノードを分類するとその後が作りやすい。

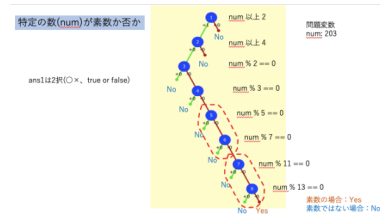


図 6: 素数の問題の PRT

- ・ 素数かどうかを任意の自然数で求めるような rand 関数で定めるような答えを出すのが難しい問題でも、範囲を指定することで場合分けの回数を 1 つに決めることができ、PRT を 1 つに定めることができる。しかし採点ができず、フィードバックに Yes か No かを載せることしか出来ない。
- ・ 前の問題の正誤に影響する問題の場合、大まかな問題を作成してから個々のツリーを作成すると、解きやすい。

参考文献

- [1] 中村泰之, 中原敬広, 秋山實. STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング (数式処理と教育). 数理解析研究所講究録. 2010, 1674, 40-46.
- [2] 旺文社. “大学入試過去問が見つかる — 旺文社入試正解ポータル “. <https://kakomon.obunsha.co.jp/c/>, (参照 2024-01-10)
- [3] 東進ハイスクールセンター試験解答・解説 2020. <https://www.toshin.com/center/>, (参照 2024-01-11)
- [4] 谷口哲也, 宇田川誠一, 根本洋明. STACK におけるランダム選択肢問題の作成例. 数理解析研究所講究録. 2017, 2022, 135-142.
- [5] 三宅敏恒. 線形代数学: 初歩からジョルダン標準形へ. 株式会社培風館, 2017, 221.