

# 国際情報科学コンテスト Bebras の問題における イラスト作成の報告

島袋舞子<sup>1</sup> 井戸坂幸男<sup>2,a)</sup> 兼宗 進<sup>3,b)</sup>

**概要:** Bebras は小中高の児童、生徒を対象とした国際情報科学コンテストである。情報科学に親しみやすい問題に取り組むことで、情報科学と情報活用に対する興味を持たせることを目的としている。コンテストで用いる問題は国際会議において各国が持ち寄った提案問題の中から検討する。そこで対象とする学年区分や問題区分（難易度）、問題の追加修正が必要に応じて行われる。しかし、採択された問題を日本で出題する場合、日本語へと翻訳しただけでは、問題の難易度が対象とする学年区分に適していない場合がある。そこで出題される問題に適した図・イラストを追加、修正した。その内容と工夫点を報告する。

## Consideration of figures in Bebras Contest

MAIKO SHIMABUKU<sup>1</sup> YUKIO IDOSAKA<sup>2,a)</sup> KANEMUNE SUSUMU<sup>3,b)</sup>

**Abstract:** "Bebras" is an international contest for student in elementary schools, junior high schools, and high schools. A purpose of the contest is to have interest and understanding in computer science. The questions of the contest are selected in The International Bebras Workshop. However, the questions are sometimes too difficult for children.

### 1. はじめに

Bebras とは、2004 年にリトアニアで始められた小中高の児童・生徒を対象とした国際情報科学コンテストである。情報科学に親しみやすい問題に取り組ませることにより、情報科学と情報活用に対する興味を持たせることを目的としている。日本では情報オリンピック日本委員会の主催のもと、2010 年から「ビーバーコンテスト」の名称で開催されている [1][2][3]。

Bebras で出題する問題は、あらかじめ各国で考えられた候補問題を持ち寄り、International Bebras Task Workshop で検討される [4][5]。ワークショップでは、対象とする学

年区分や問題区分（難易度）、問題の修正が必要に応じて行われ、その年に出題する問題が採択される。しかし、採択された問題を日本で出題する際、問題文を日本語へと翻訳しただけでは、問題の意図が読み取りにくい。また、問題に使われている図がわかりにくかったり、図中の文字が英語で表記されているなど、問題の難易度が対象とする学年区分に適していない場合がある。そこで、出題される問題に図やイラストを追加、修正をおこなった。適した図やイラストを入れることによって、文章を読む動機付けや内容の理解を促進させる効果があることが報告されている [6]。

本稿では、日本のコンテストにおいて出題する問題を検討する際に、問題に使用される図やイラストを追加、もしくは修正した内容とその工夫点を報告する。

### 2. 国際情報科学コンテスト Bebras

#### 2.1 コンテストの概要

Bebras は毎年秋に各国で実施され、欧州を中心に 17 カ国 30 万人以上が参加する大規模な国際科学コンテストである。問題に取り組むことにより、情報科学と情報活用に

<sup>1</sup> 沖縄国際大学  
Okinawa International University

<sup>2</sup> 松阪市立飯高東中学校  
Iitaka-higashi Junior High School

<sup>3</sup> 大阪電気通信大学  
Osaka Electro-Communication University, Shijonawate, Osaka 575-0063, Japan

a) idosaka@fw.ipsj.or.jp

b) kanemune@acm.org

- ・情報科学, ICT の活用に関する問題であること
- ・学びを体験できること
- ・1 問あたり 3 分以内で解けること
- ・異なる 3 つの難易度の問題を含むこと
- ・参加者の年齢に適していること
- ・カリキュラムから独立していること
- ・特定のシステムから独立していること
- ・問題文が容易に理解できること
- ・1 つの問題は 1 画面で表示できること
- ・他のハードウェアやソフトウェア, および紙と鉛筆を使わずに, 解答に使用しているコンピュータだけで解答できること
- ・差別的でなく公正であること
- ・楽しくあるべき
- ・絵を含む問題を用意すべき
- ・対話的な問題を用意すべき
- ・直ぐにフィードバックすべき

図 1 Bebras におけるよい問題の基準

対する興味を持たせることを目的としている。対象は 10 歳程度から 18 歳程度までの児童・生徒となっており、日本では年齢・学年別に以下の 4 つの学年区分に分けられている。学年区分は国ごとに異なる場合がある。

- Benjamin(10~12 歳) : 小学校 5・6 年生
- Cadet(13~14 歳) : 中学校 1・2 年生
- Junior(15~16 歳) : 中学校 3 年生, 高等学校 1 年生
- Senior(17~18 歳) : 高等学校 2・3 年生

また、各学年区分ごとに難易度に応じて、以下の 3 つの問題区分に分けられている。

- A: 易しい
- B: 標準
- C: 難しい

問題は国ごとのサーバーからオンラインで出題され、参加者はコンピュータを用いてコンテストサイトにアクセスし、問題に取り組む。解答時間と問題数は各国で異なり、解答時間は 30 分から 45 分で、問題数は 10 問から 20 問程度の問題が出題される。解答は基本的に 4 択形式となっている。

## 2.2 出題される問題

問題は各学年区分ごとに各国共通で必ず出題する必須問題と国ごとに選択して出題できる選択問題を組み合わせて出題される。問題は表 1 に示すように内容によって 6 つのカテゴリーに分類されている。しかしながら、6 つのカテゴリーの中から、それぞれ 1 問ずつ出題されるとは限られていない。

問題の作成は、図 1 に記載されている Bebras におけるよい問題の基準 [4][7] を元におこなわれている。このとき、図 1 に示す基準の全項目を問題に含ませる必要はない。

## 2.3 コンテストのフォロー

コンテスト終了後は、希望する学校に参加を記念して賞状が授与されている。競いあうことを目的としていないため、特に優秀賞などの表彰はおこなっていない。また「ビーバーコンテスト」情報ページ [8] にて解答と解説が公開される。これまで、2010 年から 2013 年までの日本で出題された問題と解答、解説が公開されている (2014 年 1 月現在)。

## 3. 国際ワークショップにおける問題の検討

問題は各国で作成した問題をもとに国際ワークショップにて出題が検討される。その中から優れた問題を、各国共通で必ず出題する必須問題とする。

ワークショップでは、設定された学年区分が適切か、設定された問題区分が適切であるかを検討し、必要に応じて問題を修正する。このとき問題にはコメントが残されており、いつ誰がどのように問題を編集したのか、また検討中にどのようなことが話題にあがったのかなど知ることができる。

### 3.1 問題中の図・イラストの扱い

Bebras では問題を解く動機づけや問題をわかりやすくするため、約 7 割の問題に何らかの図・イラストが用いられており、そのなかには問題の一部として使われている図やイラスト、問題を解くための手助けとなる図やイラスト、問題とは直接関係のない図やイラストなどが含まれる [9]。ワークショップでは、設定された学年区分、問題区分に適切に対応するべく、問題文の修正だけでなく図の追加や修正もおこなわれる。問題を理解するのに時間がかかってしまうなど、難易度が高く問題区分が適切で無い問題も、問題を解くための手助けとなる図やイラストを加えることによって、問題文を短くかつ簡単にでき、適切な問題区分まで難易度を下げることができる。また、このとき用いられた図やイラストが、著作権的に問題のないものであるかも確認される。図やイラストの作成、修正は、ワークショップに参加した情報科学の専門家がおこなう。

### 3.2 コメントから導き出された考慮点

検討された問題には、問題の改善点や意見、修正記録などがコメントとして記述されている。問題を検討した委員から、図やイラストに関して次のようなコメントが残されていた。

- 絵のクオリティが低い
- 子どもたちに適した絵に変更した
- よい絵だけでも、色覚異常 (赤と緑) の人は識別するのが難しいかもしれない
- 絵があれば、もっといい問題になる
- 絵を使ったほうが生徒はもっと興味を持つ
- 回転するというイメージが持ちやすいように、歯ブラ

表 1 問題のカテゴリー

カテゴリー	説明	例
情報	情報に関する理解	情報表現 (シンボル, 数値, 視覚), 符号化, 暗号化
アルゴリズム	アルゴリズム的思考	プログラミングに関するものを含む
利用	コンピュータシステムの利用	サーチエンジン, 電子メール, 表計算など (特定の環境にかかわらない内容で)
構造	構造・パターン・配置	組み合わせ, 離散構造 (グラフなど)
パズル	パズル	論理パズル, ゲーム (マスターマインド, マインスイーパーなど)
社会	ICT と社会	社会, 倫理, 文化, 国際, 法律と関わる問題

シからパズルのピースに絵を変更した

- 説明を Wikipedia で使われているような図によって、修正したほうがいい
- 説明をしている図から文字を消したほうがいい
- 問題を解くために必要な情報が明確でない

これらの残されたコメントから、ワークショップで問題中の図やイラストを検討する際に次のような考慮される点がみえてきた。

- クオリティが高い
- 子どもが親しみやすい
- 色覚異常をもつ人に配慮すべき
- 一般的にイメージをつかみやすい図やイラストであるべき
- 問題を解くための手助けをおこなうべき

図やイラストを作成する際に、上記のような点を考慮することで Bebras において適している図やイラストが作成できると考える。

#### 4. 日本のコンテストにおける問題の検討

出題される問題は、日本を含む各国で必須問題以外の出題問題を決定し、出題する言語に翻訳をおこなう。しかし、翻訳するだけでは、使われている図が理解しにくかったり、図中にある文字は英語表記のままである。このままの状態では出題してまうと、問題の難易度が高くなってしまい、対象とする学年区分に適していない場合がある。そこで、問題中にある図やイラストに次のような修正をおこなった。

##### 4.1 図やイラストを追加・修正した問題

ここでは、2013 年度に出題された「てんとう虫 (BenjaminB)」と「救助活動 (CadetB)」, 「のろし (CadetB, JuniorA)」を例にあげ、修正点と工夫点を紹介する。

この 3 つの問題では、図やイラストに修正をおこなう目的がそれぞれ異なっている。「てんとう虫」では問題の難易度を下げたため、「救助活動」では図の正確さと問題の理解を補助するため、最後に紹介する「のろし」では、問題に取り組む動機づけを目的とし、図やイラストの修正、追加をおこなった。

###### 4.1.1 てんとう虫

てんとう虫は Benjamin (小学校 5・6 年生) で出題された問題である。難易度は B となっている。この問題では、

花の数と水の数が一致するようにてんとう虫の場所へと移動する方法を考えることで、特定の条件を満たして動作しているかを確認する作業に関連している。

修正前の問題 (図 2) では、てんとう虫の動きを上下左右で表現しており、タートルグラフィックスのように進行方向に動くことと勘違いする恐れがあった。そこで、日本で出題する際には、東西南北で表現した。しかしながら、このままでは東西南北がわからない児童、生徒にとっては難易度が高い問題となる。そこで図の右上に方位の図を追加した。図を追加することにより、東西南北がわからない児童、生徒も問題に取り組むことができる。また、てんとう虫の軌跡が細い線で描かれており、見えにくかったので線を太く修正した (図 3)。

このように図やイラストを修正することによって、Bebras におけるよい問題の基準 (図 1) の以下の項目を満たすことができた。

- 参加者の年齢に適していること
- 問題文が容易に理解できること
- 差別的でなく公正であること
- 絵を含む問題を用意すべき

また、3.1 で挙げた問題中の図やイラストを検討する際に考慮される点の以下の項目も満たすことができた。

- 一般的にイメージをつかみやすい図やイラストであるべき
- 問題を解くための手助けをおこなうべき

###### 4.1.2 救助活動

救助活動は Cadet (中学校 1・2 年生) で出題された問題である。難易度は B となっている。この問題は、入り口から 21 人の救助隊が入り、分岐があると半分は右へ、もう半分は左へ進むとすると出口から出てくる人数が一番多くなるのはどれかを問う問題で、情報科学では木探索に関連している。

修正前の問題 (図 4) では、合流する部分とその先の最初の分岐との間の距離が短いため、破線状の円で囲まれた部分が交差しているように見え、合流しているのか分岐しているのか、曖昧であった。また、分岐があると左右に分かれて進むため、逆流して考えてしまう可能性もあり、図やイラストによって問題の理解を助ける必要があった。

そこで、図 5 にあるように最初の分岐との間の距離を伸ばし、交差しているように見えないよう修正をおこなった。

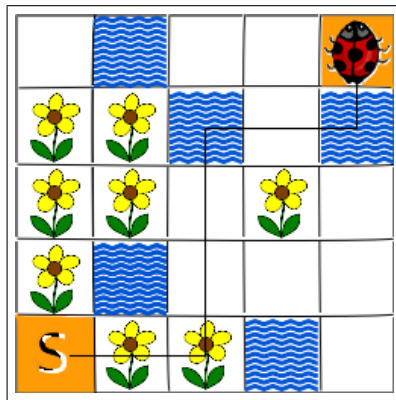


図 2 「てんとう虫」 修正前

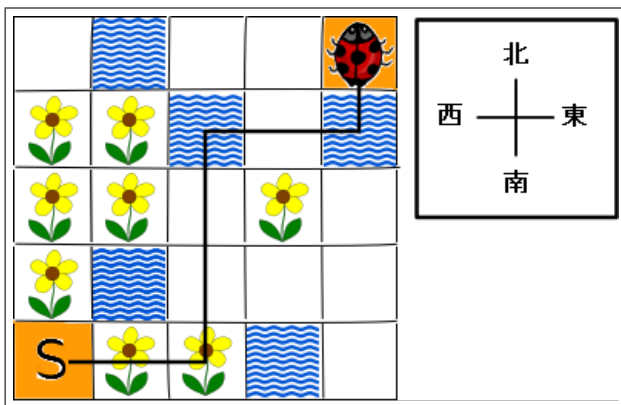


図 3 「てんとう虫」 修正後

また、逆流という考えを防ぐために Entrance を入口へ修正し、矢印と出口を追加した。出口を追加することで入口からどこへ向かうのかを示し、さらに矢印を入口から出口へと伸ばすことで、進む方向を示している。ここでは、修正した部分を破線状の円で示したが、実際に出题された問題には破線状の円は存在しない。

図やイラストを修正することによって、Bebras におけるよい問題の基準 (図 1) の以下の項目を満たすことができた。

- 参加者の年齢に適していること
- 問題文が容易に理解できること
- 絵を含む問題を用意すべき

また、3.1 で挙げた問題中の図やイラストを検討する際に考慮される点の以下の項目も満たすことができた。

- 一般的にイメージをつかみやすい図やイラストであるべき
- 問題を解くための手助けをおこなうべき

#### 4.1.3 のろし

のろしは Cadet と Junior (中学校 3 年生, 高等学校 1 年生) で出题された問題である。難易度は Cadet では B, Junior では A となっている。この問題では、のろしが見える場所 (点) 同士が線で結ばれており、のろしが見えると 1 分後にのろし上がることを前提に、お城 (赤い点) からのろしを上げると、何分後にすべての場所でのろしが上

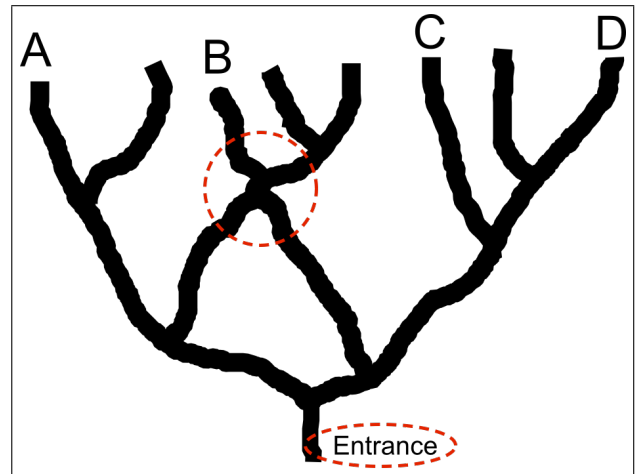


図 4 「救助活動」 修正前

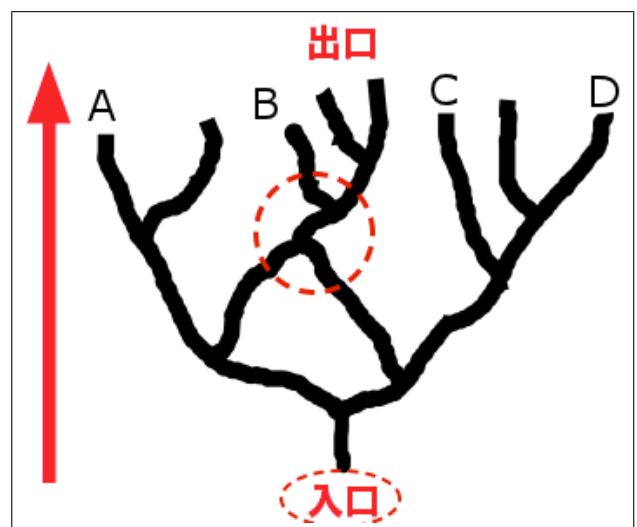


図 5 「救助活動」 修正後

がるかを問う問題で、探索アルゴリズムに関連している。この問題は日本から提案し、各国共通で出题される必須問題となった問題である。元々グラフのみの問題であったが将軍に扮したビ太郎 (日本のコンテストでのメインキャラクター) とお城のイラストを追加した。グラフがあれば問題を解くことが可能であるが、ストーリーに合わせたイラストを追加することで、楽しく問題に取り組めるよう動機づけの効果を狙った (図 6)。

図やイラストを修正することによって、Bebras におけるよい問題の基準 (図 1) の以下の項目を満たすことができた。

- 楽しくあるべき
- 絵を含む問題を用意すべき

また、3.1 で挙げた問題中の図やイラストを検討する際に考慮される点の以下の項目も満たすことができた。

- 子どもが親しみやすい
- 一般的にイメージをつかみやすい図やイラストであるべき

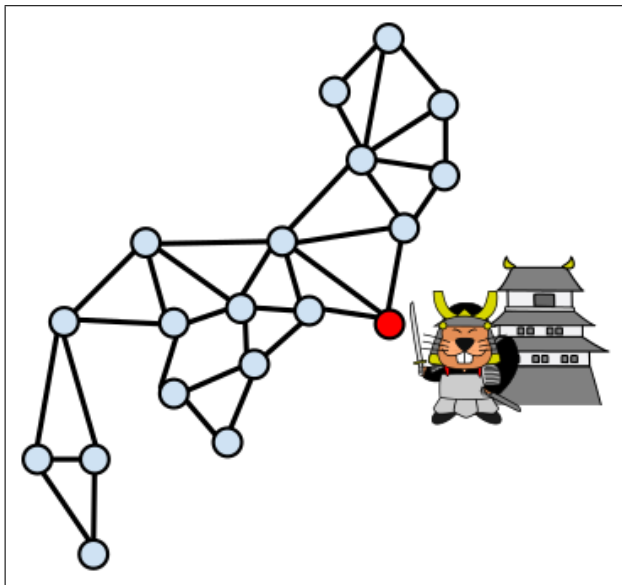


図 6 「のろし」問題中の図

1. 挿絵がある場合は、挿絵がない場合に比べて、どのような効果があると思いますか。
  - ・ビーバーを助けよう
  - ・ビーバーとネコ
  - ・秘密の暗号
2. 次の問題の挿絵は、必要だと思いますか。
  - ・国ごとの順位
  - ・ビーバーとネコ
3. 挿絵に関して、意見をお聞かせください。改善点など。

図 7 教職員に対するイラストの質問項目

## 5. 高校教員によるイラストの評価

### 5.1 アンケートの概要

情報科を担当している高等学校の教員 36 名に、図やイラストを修正した問題を解いてもらった後、問題に使われている挿絵の効果についてアンケート調査を実施した。アンケートの質問項目を図 7 に示す。Q1 は図やイラストによって難易度を下げる効果があるかを調べたものである。Q2 では、問題を解くことを手助けする図やイラスト、問題に取り組む動機づけを目的とした図やイラストが必要であるかを調べたものである。Q3 は挿絵に関する意見、改善点を調べたものである。Q1 と Q2 の回答は選択式、Q3 は記述式とした。

### 5.2 アンケートの結果

Q1 は、図やイラストによって難易度を下げる効果があるかを調べたものである。アンケートの結果を図 8 に示す。「ビーバーを助けよう」と「ビーバーとネコ」においての図やイラストは、問題を解くことを手助けすることを目的とし描かれたもので、「秘密の暗号」は問題に取り組む動機づけと問題の理解を助ける目的として描かれた図やイラ

ストである。

「ビーバーを助けよう」では、約 4 割が問題がやさしくなると回答し、難しくなるという回答はわずかだった。「ビーバーとネコ」では、約 5 割が問題がやさしくなる効果があると回答し、難しくなるという回答は 1 割程度だった。イラストが答えを導きすぎているのではないかといった意見もあげられた。「秘密の暗号」では、約 3 割が問題がやさしくなる効果があると回答し、約 7 割が変わらないと回答した。

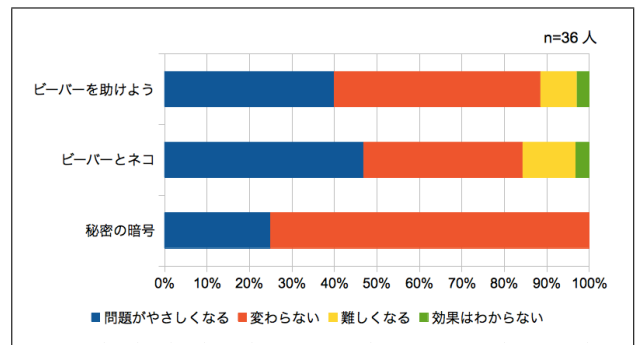


図 8 アンケート結果 (挿絵の効果)

Q2 で質問に挙げた問題は、図やイラストに修正をおこなった目的がそれぞれ異なる。「国ごとの順位」では、問題に取り組む動機づけを目的とし、イラストを追加した。「ビーバーとネコ」では問題の難易度を下げるため、問題を解くことを手助けするイラストを追加した問題である。アンケートの結果を図 9 に示す。

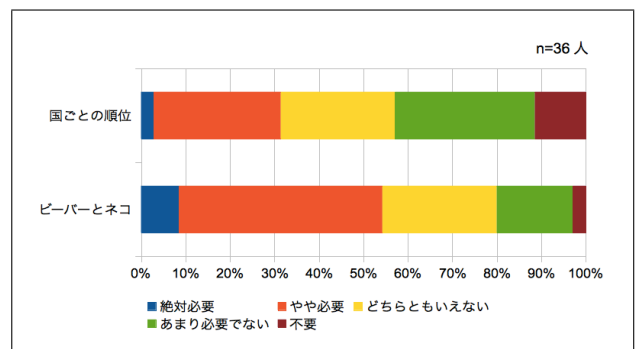


図 9 アンケート結果 (挿絵の必要性)

「国ごとの順位」では、約 3 割が必要だと回答し、約 4 割が必要ではないと回答した。これは問題に取り組む動機づけを目的とし追加したイラストのため、問題の理解に直接関係しないからであると考えられる。一方で「ビーバーとネコ」では、約 5 割が挿絵が必要だと回答した。

Q3 では、図やイラストに関して次のような意見があげられた。

- 順序立てて考える力をつけるのにいいと思いました。国語力のない生徒にはきつそうです。国語力のない生徒が考えるときの手助けとなる挿絵には効果がある場

合が多いと思いました。

- かわいらしい絵だと思います。絵から興味をもつ生徒もいると思うので、問題に不安でもありと良い効果が発揮されると思います。
- 今の生徒たちが日常使っている教科書をはじめとした学習教材では、必ずといって挿絵がついています。むしろ、挿絵がなかったら見る気力さえ出ない生徒も居そうな気がします。どんなに小さくても、ないよりはあったほうが、ハードルが低くなって参加してもある意味楽しく取り組めると思います。
- 視覚情報ははたしても役に立つと思います。(問題把握)
- 気持ちが問題に向くようになると思うので絵はあったほうがよい。
- 問題が必ずしも図式化を要しないものなので、必須ではないと思いますが、読む気にさせるという意欲の面で効果があると思います。
- 必要なケース、必要のないケースの両方があると感じるが、後者でも学習に悪影響があるわけではないため、極力多めに挿絵を配置すると良いと感じました。

これらの意見から、問題中の図やイラストは問題把握や考えるときの手助けとなったり、問題に取り組む意欲や関心を持たせることに効果があるということがわかった。

### 5.3 アンケート結果からの考察

アンケート結果から考察をおこなった。Q1では、問題を解くことを手助けすることを目的とした図やイラストを追加することによって、難易度を下げる効果があることがわかる。Q2では、問題を解くことや理解することを手助けする図やイラストが必要であるということがわかる。Q3では、図やイラストを追加することで、興味や意欲を抱かせる効果があるとともに、次のような効果があると考えられる。

- 考えるときの手助けとなる
- 問題把握に役立つ
- 問題を解く動機づけとなる

またそれらは、以下の Bebras におけるよい問題の基準、図やイラストを検討する際に考慮される点と一致することがわかる。

#### 【Bebras におけるよい問題の基準】

- 問題文が容易に理解できること
- 楽しくあるべき
- 絵を含む問題を用意すべき

#### 【図やイラストを検討する際に考慮される点】

- 子どもが親しみやすい
- 問題を解くための手助けをおこなうべき

アンケートの結果から、問題を解くことや問題の内容理解を手助けすることを目的とした図やイラストが必要とされており、追加することによって問題の難易度を下げる効

果があることがわかった。また、問題の内容理解とは関係のない図やイラストを使用することに対して、前向きであるということがわかった。

## 6. 他国における図・イラストの扱い

他国でも、日本と同様に問題の検討をおこなっている。ここでは、2013年度にオーストリアで出題された「ビーバートンネル」と2012年度にカナダで出題された「水力発電」を日本で出題された問題と共に紹介する。

### 6.1 ビーバートンネル

この問題は、Benjamin (小学校5・6年生)と Cadet (中学校1・2年生)を対象に、難易度は Benjamin では B, Cadet では A となっている。オーストリアでも同様に11歳から14歳(小学校5・6年生, 中学校1・2年生)までを対象として出題された。ビーバーが黒のトンネルを通ると逆の順番で出てきて、白いトンネルを通ると先頭と最後が入れ替わってでてくることを前提に、黒白黒を通った場合のビーバーの順番を考えるもので、スタックとキューに関連した問題となっている。図10は修正前の図で、図11にオーストリア[10]、図12には日本で出題された問題を表示した。

オーストリアで出題された問題では、元の「ビーバーの親子がトンネルを通過するとビーバーの順番が入れ替わる。」という問題文を、「ビーバーたちを乗せた列車がトンネルを通過すると乗客のビーバーの順番が入れ替わる。」と変更して出題されていた。それに合わせてイラストには、ビーバーたちの足元に滑車が追加されていた。一方、日本で出題された問題では、3つ並んでいるトンネルの下に長い矢印が追加されている。

### 6.2 水力発電

この問題は、2012年度に Cadet を対象として出題された問題で、難易度は B となっている。カナダでは14・15歳(中学校2・3年生)を対象に出題された。赤い円で囲まれたつなぎめでは、両方のパイプに水が来た時に水が流れ、赤い円で囲まれていないつなぎ目では、どちらかのパイプに水が流れることを前提に、どのような状態の時に左下の H に水が流れるかを考える問題で、論理演算に関連している。

図13には、日本で出題した問題を表示し、図14では、カナダ[11]で出題された問題を表示した。

カナダで出題された問題の図をみると、どちらかのパイプに水が流れるつなぎめを四角で囲み、水の流れの向きを矢印で示すなど、問題を解く手助けになるような修正が加えられていた。

一方、日本の問題では図やイラストの修正は行われず、国際ワークショップで採択されたとおりに出題された。



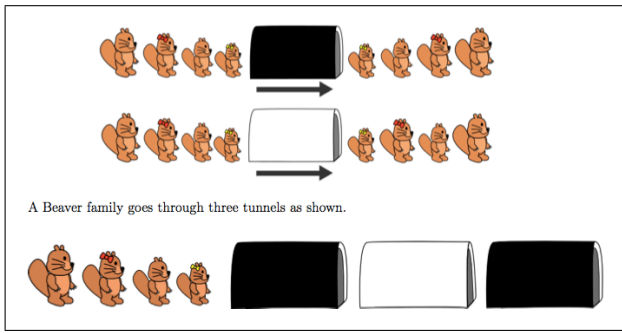


図 10 「ゼブラトンネル (2013)」 修正前

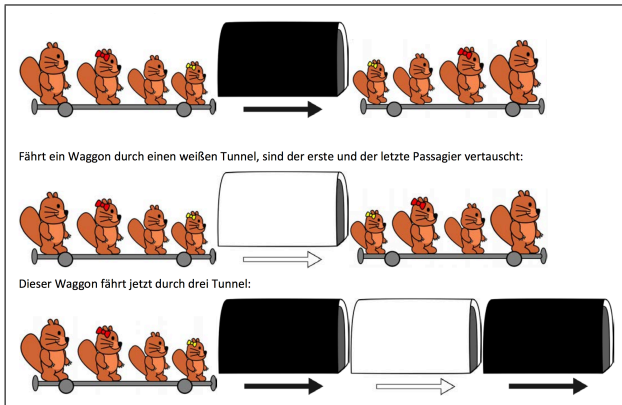


図 11 「ゼブラトンネル (2013)」 オーストリアの修正後

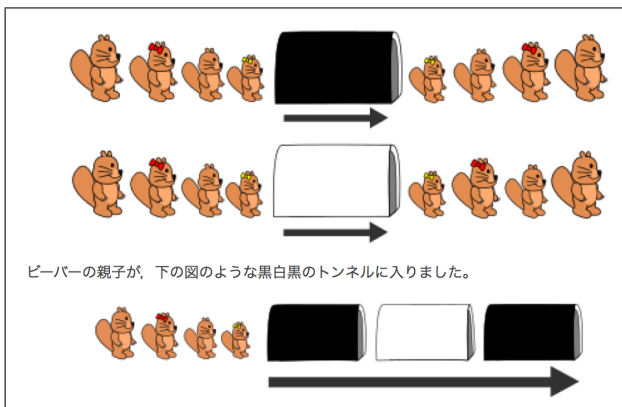


図 12 「ゼブラトンネル (2013)」 日本の修正後

## 7. おわりに

本稿では、日本で開催されるコンテストで出題する問題を検討する際に、修正または追加した図やイラストの内容と工夫点を3つの問題を例に挙げ報告した。また、国際ワークショップで出題問題を検討する際に残されたコメントとアンケートから、図やイラストを作成する際に考慮される点を得ることができた。

問題を修正する前の状態では、難易度が高く出題することが難しい問題に、考慮される点を含んだ図やイラスト（たとえば、問題の理解を手助けする図やイラスト）を加えることにより、設定された学年区分に合った問題区分（難易度）まで下げることができた。また、図やイラスト

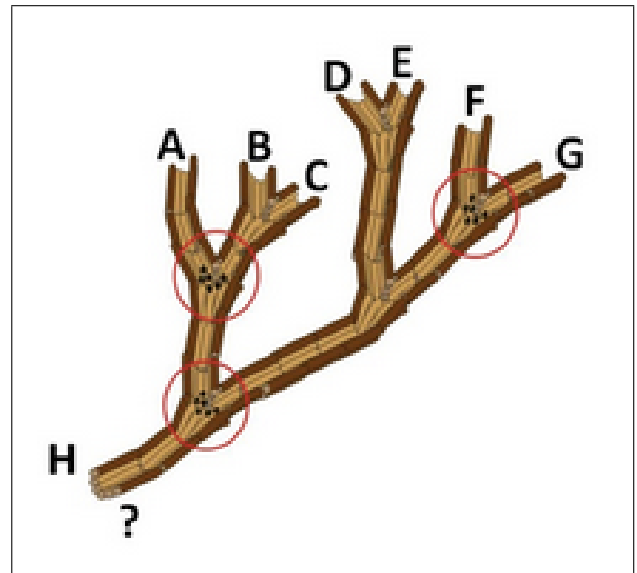


図 13 「水力発電 (2012)」 日本 (修正なし)

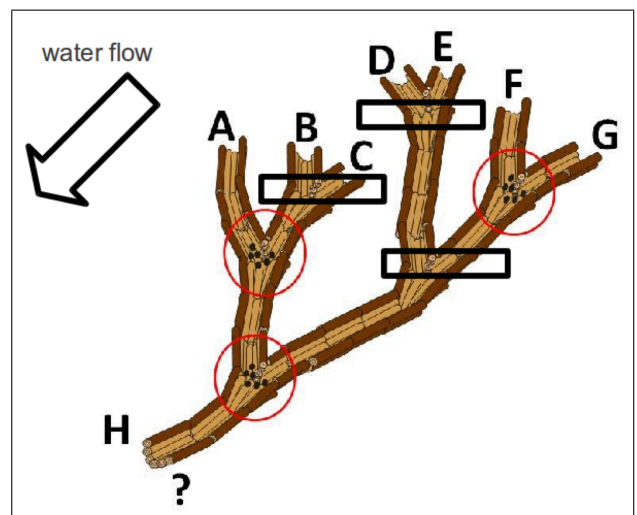


図 14 「水力発電 (2012)」 カナダ (修正あり)

ストを加えることにより、以下の5つのBebrasにおけるよい問題の基準(図1)の項目に当てはめることができた。

- 参加者の年齢に適していること
- 問題文が容易に理解できること
- 差別的でなく公正であること
- 楽しくあるべき
- 絵を含む問題を用意すべき

今後は、図やイラストを修正、追加することによって、正解率に変化がみられるか検証が必要である。また、各国で図やイラストの修正、追加が行われており、図やイラストの異なる問題が出題されている。手法の違いによって、どの程度正解率に差がでてくるのか、これについても検討していく必要がある。

**謝辞** 本研究は、科学研究費補助金（基盤研究（C）25350214）の補助を受けています。

## 参考文献

- [1] 兼宗進, 井戸坂幸男, 鎌田敏之, 谷聖一, 守屋悦郎: 児童・生徒の情報の科学的な興味を目的とした Bebras 国際コンテスト参加報告, 情報処理学会研究報告, Vol.2011-CE-110, No.3, pp.1-8 (2011).
- [2] 井戸坂幸男, 保福やよい, 久野靖, 兼宗進: 中学校における国際情報科学コンテスト Bebras の取り組み報告, Vol.2012-CE-113, No.1, pp.1-8 (2012).
- [3] 中野由章, 兼宗進, 谷聖一: 国際情報科学コンテスト Bebras の問題分析と大学における情報教育への適用, Vol.2012-CE-113, No.17, pp.1-9 (2012).
- [4] 谷聖一, 兼宗進, 中野由章: 国際情報科学コンテスト Bebras の問題を検討する Bebras Workshop 参加報告, Vol.2011-CE-111, No.7, pp.1-5 (2011).
- [5] 西田知博, 兼宗進, 谷聖一: 国際ワークショップにおける情報科学コンテスト Bebras 出題問題の検討, 情報処理学会研究報告, Vol.2012-CE-116, No.3, pp.1-6 (2012).
- [6] 島田英昭, 北島宗雄: 挿絵がマニュアルの理解を促進する認知プロセス—動機づけ効果と精緻化効果—, 教育心理学研究, Vol.56, No.4, pp.474-486 (2008).
- [7] Valentina Dagiene, Gerald Futschek: Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks, Lecture Notes in Computer Science, Vol.5090, pp.19-30 (2008).
- [8] 「ビーバーコンテスト」情報ページ.  
<http://bebras.eplang.jp/>
- [9] Monika Tomcsanyiiova, Martina Kabatova: Categorization of Pictures in Tasks of the Bebras Contest, Lecture Notes in Computer Science, Vol.7780, pp.184-195 (2013).
- [10] Biber der Informatik.  
<http://www.ocg.at/de/biber>
- [11] Beaver Computing Challenge.  
<http://www.cemc.uwaterloo.ca/contests/bcc.html>