

国際情報科学コンテスト「Bebras（ビーバーコンテスト）」

信州大学准教授 香山 瑞恵

1. Bebrasとは

Bebras（日本では、ビーバーコンテスト以下、コンテスト）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^[1]。情報科学に関連した親しみやすい問題に取り組ませる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たイベントでもある。それゆえ、日本では順位を付けることは目的とはしていない。このコンテストは毎年10月か11月の1週間をBebras Weekと定め、国ごとにBebras Weekの前後に実施する。2014年は11月10～14日がBebras Weekとなる。

Bebrasの運営母体であるBebrasのWEBサイト^[2]によれば、「Bebrasという新しい取り組みは、先生や児童・生徒、そして一般市民に対して、情報科学（informatics）（あるいはコンピュータサイエンスやコンピューティング）と、コンピューテーショナルな思考（Computational Thinking）を広めることを目的としている。」とある。Bebrasの取り組みには2つの主なイベントが含まれる。1つ目はコンテストとしてのBebrasであり、2つ目はBebrasで出題される課題を検討するInternational Task Workshopである。本稿では、前者のBebrasを取り上げる。

2. 参加国と参加者

Bebrasは2004年にリトアニアで開始され、2011年から日本が正式参加している。図1にBebrasへの参加国数と参加者数の推移^[2]を示す。2011年以降、参加者数が急激に増加している。2013年の参加国は29ヶ国（コンテストへの参加順に、リト

アニア、エストニア、ラトビア、オランダ、ポーランド、ドイツ、オーストリア、スロバキア、チェコ、ウクライナ、イタリア、フィンランド、スイス、カナダ、フランス、ハンガリー、日本、スロベニア、イスラエル、ベルギー、スペイン、台湾、ブルガリア、ロシア、南アフリカ、アイルランド、スウェーデン、イギリス、ニュージーランド）、参加者数は728,328名であった。特に、ドイツとフランスは約20万人規模で参加している。これは、両国におけるBebras対象年齢のほぼ全児童・生徒における40人に1人が参加したことに相当する^[3]。さらに2014年以降、新たに11ヶ国（オーストラリア、アゼルバイジャン、イラン、カザフスタン、マレーシア、メキシコ、キプロス、シンガポール、韓国、トルコ、アメリカ）が参加予定である。

3. 日本でのビーバーコンテスト

日本でのBebras参加校数と参加者数の推移^[2, 4, 5]を図2に示す。試行的に実施された2010年以降、参加校数と参加者数が共に増えている。

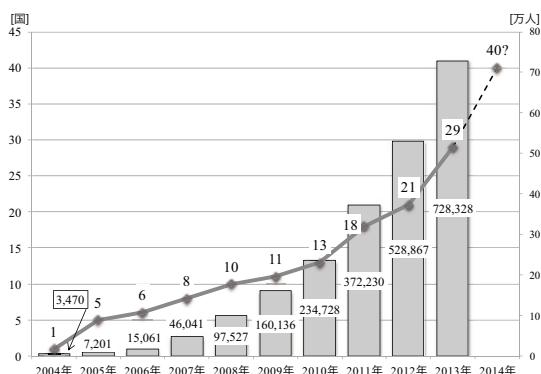


図1 Bebrasへの参加国数と参加者数の推移

日本では、情報オリンピック日本委員会ジュニア部会がBebrasを運営している。この部会の「コンテスト」情報ページ^[4]には、過去のコンテストでの出題問題とその解説、教員向けのコンテスト紹介冊子等、有益な情報が日本語で掲載されている。

4. 出題課題

コンテストの問題は“Bebras Tasks”と呼ばれる。各問題は情報科学に関する概念（例えば、情報、離散構造、数値計算、データ処理、アルゴリズムなど）に基づいて作成されている。しかし、回答するにあたっては、情報科学に関する事前知識を必要とはしていない。参加者は与えられた条件やヒントを頼りに試行錯誤しながら解を導き出すことが期待される。問題はオンラインで出題され、参加者はオンラインで回答していく。HTMLのみで書かれた静的な課題と、Flashで書かれた動的な課題がある。動的な課題の際には画面上で試行錯誤しながら回答を導き出すことができる。

コンテストの対象年齢は10～18歳である。日本では小学校5年生から高校3年生に相当する。Bebrasでは年齢レベルを標準的には4段階に分け、レベルに応じた難易度での出題を行なっている。表1に4段階のレベルの名称（日本での名称）と、各レベルに相当する対象年齢、日本での対象学年を示す。各レベルに問題の難易度はA, B, Cの3段階とされ、Aが「やさしい」問題、Bが「標準的」な問題、Cが「難しい」問題にあたるように構成される。

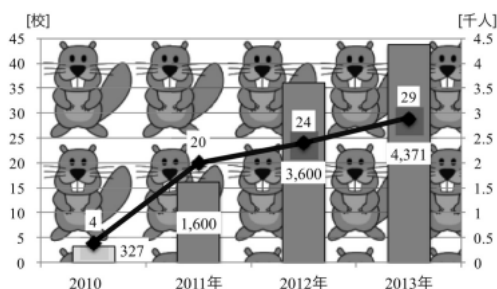


図2 日本からの参加校数と参加者数の推移（グラフの背景は、コンテスト問題に登場するビ太郎。島袋舞子氏作^[6]。）

出題される問題には、全参加国共通の必須問題と、各参加国がそれぞれ独自に選択して出題できる選択問題がある。回答時間は標準で45分程度、出題数は15～20程度である。日本では、小学生35分10問、中学生40分12問、高校生40分12問が基準とされた^[1]。

Bebras Tasksは情報科学の考え方に基づいて構成される^[7]。例えば、アルゴリズムやプログラム、逐次（sequential）と並列（concurrent）、データ構造（例えば、ヒープ、スタック、キュー）、状態／制御フロー／データフローのモデリング、ヒューマンコンピュータインタラクション、グラフィックスなどである。実際のBebras Tasksは表2に示す6つのカテゴリの少なくとも1つに分類される。また、各問題にはストーリーがあり、コンテスト参加者の身近に生じる状況での問題解決に当てはめて取り組ませる工夫がある。

具体的な問題を例に、必要とされる情報科学の考え方を整理してみよう。

■パスワードマシン（①参照）

ジュニアレベルの、標準的な問題である。情報カテゴリに相当。答えはD。

ここでは、抽象機械を用いて問題が説明されている。抽象機械は、コンピュータのハードウェアやソフトウェアシステムの数学的モデルである。これにより、コンピュータやプログラムが、入力されたデータをどのように処理するのかを可視化される。また、この問題で規定されているルール（自己遷移は「0個あるいは1個以上の指定記号を用いる」、他者遷移は「指定記号を1個だけ使

表1 Bebrasでのレベルと標準的な対象年齢

レベル 日本での名称	標準的な対象年齢 日本での対象学年
Benjamin ベンジャミン	10-12歳 小学5, 6年生
Cadet カデット	13-14歳 中学1, 2年生
Junior ジュニア	15-16歳 中学3年生, 高校1年生
Senior シニア	17-18歳 高校2, 3年生

表2 コンテストで出題される問題のカテゴリとその内容

日本での カテゴリ名	略称	タスクタイプ名
		内容
情報	INF	情報に関する内容 (Information comprehension)
		情報表現 (シンボル, 数値, 視覚), 符号化, 暗号化
アルゴリズム	ALG	アルゴリズム的思考 (Algorithmic thinking)
		プログラミングに関するものを含む
利用	USE	コンピュータシステムの利用 (Using computer systems)
		例えば, サーチエンジン, 電子メール, 表計算など 一般的な原理 (特定の環境にかかわらない内容で)
構造	STRUC	構造・パターン・配置 (Structures, patterns and arrangements)
		組み合わせ, 離散構造 (グラフなど)
パズル	PUZ	パズル (Puzzles)
		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	SOC	ICTと社会 (ICT and Society)
		社会, 倫理, 文化, 国際, 法律に関わる問題

う」も視覚的に表現されている。

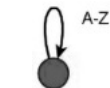
この問題における情報科学の概念は, オートマトン, 反復や分岐, 構文構造である^[8]。

〔①パスワードマシン〕

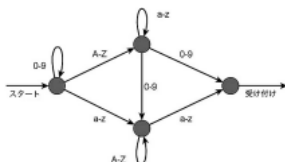
ビーバーたちは, 学校のコンピュータールームにログインするための新しいパスワードを設定することになりました。使える文字はアルファベットの大文字, 小文字と, 0 から 9 の数字です。また, パスワードには規則があり, それを満たさないと受け付けられません。この規則は図で示されています。図の中で,

- ・「A-Z」はアルファベットの大文字を表します。
- ・「a-z」はアルファベットの小文字を表します。
- ・「0-9」は数字を表します。

右の図の自分を指す矢印は, 指示されている種類の文字を何種類でも何回でも使えることを示しています。この例の矢印では, ビーバー達は 0 個あるいは 1 個以上の大文字のアルファベットを使うことができます。



右の図の矢印は, 指示されている種類のことを示しています。この例の矢印では, ビーバー達は小文字のアルファベットを 1 文字使います。



規則が上の図で表されるとき, 受け付けられないパスワードは次のどれでしょう。

- A) 123aNNa
- B) 2010Beaver 4 EVER
- C) Peter 3 ABCd
- D) bENNOZzz

■友だち (②参照)

ジュニアレベルの, 標準的な問題である。構造

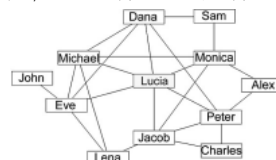
カテゴリと社会カテゴリに相当。答えはA。

ここでは, SNS上での情報共有が題材とされている。この問題ではグラフを用いてユーザ間の関係が示されている。ノードはソーシャルネットワーク上の個々のユーザを, そしてエッジは友人関係の有無を表現している。

この問題における情報科学の概念は, 無向グラフとネットワーク経路である^[8]。

〔②友だち〕

Luciaと彼女の友だちはある写真共有サービスに登録しています。下の図は, Luciaの友だちとその友だちです。



(図の中の線は, 2 人の間に友人関係があることを示しています。例えば, MonicaはLuciaの友だちですが, AlexはLuciaの友だちではありません。)

自分の写真を特定の友だちと共有できます。写真を共有すると, 友だちはその写真を見たりその写真にコメントしたりできます。写真にコメントを書いた人の友だちは, その写真とコメントを見ることができますが, 元々コメントできる場合を除きコメントを書くことはできません。Luciaは1枚の写真をアップロードしました。Jacobに見られたくない場合, その写真を共有しても良いのは誰でしょうか。

- A) Dana, Michael, Eve
- B) Dana, Eve, Monica
- C) Michael, Eve, Jacob
- D) Michael, Peter, Monica

■植物の生涯 (③参照)

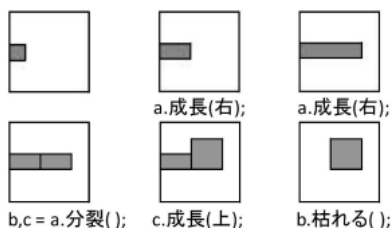
シニアレベルの、やさしい問題である。アルゴリズムカテゴリに相当。答えはA。

ここでは、植物が取り上げられている。植物は成長し、分裂し、枯れることができる。この3種の行為を組み合わせて、植物を移動させる方法が問われる。これは、生物学におけるアルゴリズム的な側面と捉えることができる。

この問題における情報科学の概念は、処理規則、手順の逐次処理、処理結果の理解である^[8]。

〔③植物の生涯〕

ビーバーは花が大好きなので、植物の成長に似た命令で絵を描くプログラム言語を作りました。絵はaという名前の正方形から描き始めます。絵の部品に対して、成長()、分裂()、枯れる()の3つの操作を行うことができます。以下の図で、プログラムとその意味を説明します。



「成長()」は、指示の方向に長さが2倍に伸びます。「分裂()」操作は最長の辺の長さが短くなるように同じ形に2分割するもので、長方形に対してだけ操作可能だということに注意してください。正方形に対しては「分裂()」操作はできません。



ビーバーは左の図から右の図へ変化するプログラムをできるかぎり短く書きたいと思っています。このプログラムの最初の4つの命令は以下のどれになるでしょうか？

- A) a.成長(右); a.成長(右); b,c=分裂(); b.枯れる();
- B) a.成長(上); a.成長(右); a.成長(右); b,c=分裂();
- C) a.成長(右); a.成長(右); a.成長(上), a.枯れる();
- D) a.成長(右); b,c=分裂(); c.成長(上); c.成長(右);

5. まとめ

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Bebrasを紹介した。Bebras Tasksは、21世紀型スキルやコンピューショナル思考を意識したPISA2015での協働的問題解決やICTリテラシーに関する調査内容^[9]とも関連する。同時に、情報科で取り扱う情報の科学的な側面（アルゴリズム、処理手順の自動実行、モデル

化とシミュレーションなど）とも強く関連している。

情報科での学習成果を確認する意味でもコンテンツに参加してみてもはどうだろう。

参考文献

- [1] 兼宗進, 井戸坂幸男, 鎌田敏之, 谷聖一, 守屋悦朗, 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, 情処研報CE, 2011(3), 1-8(2011).
- [2] Bebras WEBサイト, <http://www.bebas.org> (accessed 2014/7/3).
- [3] 労働制作研究・研修機構, データブック国際労働比較2014, <http://www.jil.go.jp/kokunai/statistics/databook/> (accessed 2014/7/3).
- [4] 情報オリンピック日本委員会ジュニア部会, 「ビーバーコンテンツ」情報ページ, <http://bebras.eplang.jp/> (accessed 2014/7/3).
- [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, 情処研報CE, 2012(3), 1-6(2012).
- [6] 鳥袋舞子, 井戸坂幸男, 兼宗進, 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, 情処研報CE, 2014-CE-123(17), 1-8(2014).
- [7] G., Futschek & V., Dagiene, A Contest on Informatics and Computer Fluency Attracts School Students to Learn Basic Technology Concepts, Proc. of the 9th IFIP World Conference on Computers in Education, 120-128(2009).
- [8] 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, 情処研報CE, 2012-CE-113(17), 1-9(2012).
- [9] OECD Programme for International Student Assessment 2015, PISA 2015 Integrated Design, <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/2015-Integrated-Design.pdf> (accessed 2014/7/3).