

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

兼 宗 進^{†1,†6} 井戸坂 幸男^{†1,†2} 鎌 田 敏 之^{†3}
谷 聖 一^{†4,†6} 守 屋 悦 朗^{†5,†6}

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。名称はコンテストだが、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が主体となって、2010 年度に試行的に実施した。本稿では Bebras コンテストの概要と、日本での取り組みを紹介する。

Reporting Trial of Bebras Contest for K12 students in Japan

SUSUMU KANEMUNE,^{†1,†6} YUKIO IDOSAKA,^{†1,†2}
TOSHIYUKI KAMADA,^{†3} SEIICHI TANI^{†4,†6}
and ETSURO MORIYA^{†5,†6}

‘Bebras’ is an international contest to fostering the interests and understandings of computer science essentials for children in the age from elementary schools to high schools. According to this goal, the name is include a word “contest” however, the event itself is not a competitive one. Its main objective is for outreaching the computer science to children. The Bebras have been widely spread from Lithuania to all over the Europe. Then in Japan, by consenting the philosophy of Bebras, JCIOI (The Japanese Committee for the International Olympiad in Informatics) organized the contest in 2010 as a trial stage of this event. In this paper, we report the outline of Bebras contest and the result of this trial and some found matters in putting Bebras in Japan.

1. はじめに

Bebras¹⁾ 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。名称はコンテストだが、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ており、点数や順位を付けることは目的としていない。

Bebras は、2004 年にリトアニアで開始された（Bebras はリトアニア語でビーバーであり、賢い動物の象徴としてキャラクタやコンテスト名に使われている）。²⁾ 当初は国内の催しだったが、現在はドイツの 8 万人を筆頭に、欧州を中心に 2010 年度は 14ヶ国で 23 万人以上の児童・生徒が参加するまでに広がりを見せている³⁾。

日本では、2008 年にポーランドで行われた国際会議（ISSEP2008）と併設して行われた問題検討ワークショップに一部のメンバーが参加した経緯はあるが、実行主体の組織が存在しなかった関係から、日本での開催は行って来なかった。その後、2010 年に高校生を対象とした国際情報科学コンテストである情報オリンピック⁴⁾ の国際大会において日本への参加の打診があり、情報オリンピック日本委員会のジュニア部会で啓発活動の一環として試行的に実施することを決定した⁵⁾。本稿では、Bebras コンテストの概要と、日本での実施結果について報告する。

2. Bebras コンテスト

Bebras コンテストは毎年秋に 1,2 週間程度の期間を設け、その中で各国が実施する。問題は、共通に出題される必須問題と、国ごとに選択して出題できる選択問題がある。参加は

†1 大阪電気通信大学

Osaka Electro-Communication University

†2 松阪市立飯高東中学校

Iitaka-Higashi JHS

†3 愛知教育大学

Aichi University of Education

†4 日本大学

Nihon University

†5 早稲田大学

Waseda University

†6 情報オリンピック日本委員会

The Japanese Committee for the International Olympiad in Informatics

学校を単位とし、個人参加は認めていない。対象年齢は小学校高学年から高校生程度（10歳から18歳程度）である。時間は45分程度であり、その中で15問から20問程度を出題する。解答は、4択を基本とするが、数値など簡単な入力を行う問題も存在する。

問題は国ごとのサーバーからオンラインで出題し、参加者はコンピュータの画面から解答する形で問題に取り組む。問題の多くはHTMLによる静的な画面だが、一部の問題にはFlashのプログラムが含まれており、画面上で試行錯誤が行えるようになっている。

表1に、標準的な4段階の年齢レベルを示す。実際には、国ごとの学校の年齢構成などに合わせて年齢が変化したり、3段階で実施している国も存在する。

表1 Bebras の年齢レベル

年齢	レベル
10-12	Benjamin
13-14	Cadet
15-16	Junior
17-18	Senior

図1に、2010年度のBenjamin（小学生）向けの必須問題の例を示す。この問題では、食堂で大小のビーバーが一列に並んでいるときに、上から順に取り出して渡すときの大小の皿の並びを質問している。正解は、列の先頭が上に来る順の並びである。この問題は予備知識がなくても、問題に示されたビーバーと皿の絵を見比べて考えることで解くことができる。この問題の位置付けは、コンピュータ処理で使われるデータ構造であるスタックを題材にしており、問題を解くことで、自然とその考え方を発見して理解することができるように工夫されている。

3. 日本での実施

3.1 スケジュール

2010年11月に、国内で試行的にコンテストを実施した。情報オリンピック日本委員会での実施を決めたのは10月初旬であり、10/24に募集ページを公開⁵⁾し、11/15-19にコンテストを実施するという、厳しいスケジュールで集中的に準備を進めた。

短期間で準備を進める必要があったため、今回はオランダの実施組織の協力を得て、出題する問題のセットの提供を受けて利用した。サーバーは紹介を受けて欧州の企業と契約する形で使用した。

3.2 問題の準備

問題は、各国で共通の必須問題のほかに、国ごとに選択して各レベルの問題群を構成する。今回はオランダで出題される問題をオランダ語から英語に翻訳して提供してもらい、それを日本語に翻訳した。

入手した問題は、オランダに合わせた「I(小5,6)、II(中1,2)、III(中3,高1)、IV(高2,3)」という4つの年齢レベルで構成されていた。今回は、これの問題を日本の教育体制に合わせて、「小学校、中学校、高校」に再構成した。表3に、年齢レベルごとの問題の対応を示す。A, B, Cは、各レベルでA(易しい)、B(標準)、C(難しい)という3段階の難易度であり、「*」は必須問題であることを示している。問題数と時間は、小学生は10問(35分)、中学生は12問(40分)、高校生は12問(40分)を想定した。参考のために、年齢レベルごとの代表的な問題例を図1、図3、図4、図5、図6に示す。

問題の難易度は、オランダと同等か若干易しいレベルとした。小学生用の問題については、小学生用の問題を入手できなかったため、II(中1,2)用の問題から難易度の低いものを中心に選んだ。中学生用の問題については、II(中1,2)用の問題から選んだ。高校生用の問題については、教科情報の実施学年を考えて、III(中3,高1)用の問題を中心に選んだ。

表2に、問題の難易度ごとに設定した配点を示す。4択の問題が多いため、解けない問題に対するランダムな解答を排除する目的から、誤答にペナルティを設定しているのが特徴である。配点は国ごとに設定が可能であり、日本での配点は前年度のドイツなどを参考に決定した。

表2 難易度ごとの配点

難易度	正解	不正解	未解答
A	6	-2	0
B	9	-3	0
C	12	-4	0

各問題の翻訳作業は、次のように進めた。

- 数名のコアメンバーで問題文を翻訳した。
- 大学教員を中心とする10名程度の問題作成メンバーで内容の正確性に関する確認を行った。
- 小中高の学校教員に依頼し、10名程度の問題確認メンバーで問題文と難易度を確認する作業を行った。

表 3 年齢レベルごとの問題構成

日本での出題			オランダでの出題			問題
小学生	中学生	高校生	II (中 1,2)	III (中 3, 高 1)	IV (高 2,3)	
A*	A		A*			お皿 (図 1)
A*	A		A*			水やり
A	A		A			アパート
B*	A*	A*	A*	A*	A*	ビーバーロボット (図 3)
B	B		A			国ごとの順位
C	B		B*			トランプ
B	B		B			二分散歩
	C		B	A		ビーバーパズル
	C	A	B	A		色
B	B	A	B	A		図形
		A	C	B		検索と置き換え
		B	C	A		4 匹のカエル
C	C	B	C*	B		ジョギング (図 4)
		B	C	A	A	ナンバープレート
C	C		C	C	C	絵を文字で表す
		C*	C	B*	A	2 つの図形
		B		B*		道の敷石 (図 5)
				B		切り抜き機
				B	A	公平な割り当て
				C	B	反転画像
		B		C	B	カヌーの旅 (図 6)
		C		C	B	最短ルート
		C		C	A	テーブルタップ
		C		C	B	コイン集め
				C	C	先頭から
				C	B	クモのピーター
					C	どの地図?
					C*	○と×
					C	並べ替え

表 4 2010 年度の参加数

学校	校数	人数
小学校	0	0
中学校	1	119
高校	3	208

係のメーリングリストで広報する形で行った。「Bebras コンテスト」「ビーバーコンテスト」というコンテストの名称だけでは、それがどのようなものかわからないため、2009 年度までの過去の問題を抜粋して、紹介するページを作成した。⁶⁾

募集ページの開設は 10/24 であり、コンテストの本番が 11/15 の週であることを考えると、学校教員が参加を判断できる期間は実質的に 2 週間程度であり、興味を持ったものの参加を見送った学校も多かったものと思われる。(このようなイベントの実施を、学校の教育課程にどのように位置づけるかという議論も今後の課題である)

表 4 に、2010 年度の参加数を示す。学校数は、小学校が 0 校、中学校が 1 校、高校が 3 校の、合計 327 名の参加となった。今後日本からの継続的なコンテストの参加を評価するための、最低限の母数は確保できたと考えている。

参加者の児童・生徒は、コンテストのサイトにログインする形で参加する。そこで、事前に参加校の担当する先生から申告してもらい、人数分の ID とパスワードを作成して連絡した。そして、ログイン等の手順を書いた運用手順書を事前に先生方に送付した。

コンテストは、2010 年 11 月 15 日 (月) から 19 日 (金) までの 5 日間に実施した。トラブルを回避するために、あらかじめ学校ごとの実施時間を連絡してもらい、サーバーの管理権限を持つメンバーが待機するようにした。

ほとんどの場合はスムーズに行なえたが、最終日の 19 日については、ある高校において参加者の生徒がログインできずコンテストを開始できない現象が発生した。原因は設定ミスと海外のサーバーを利用したことによる時差の問題だったが、国際的なコンテストの難しさを実感する体験となった。

3.4 コンテストのフォロー

コンテストはオンラインでの実施であるため、コンテスト期間の終了後には、学校ごとの教員がその学校の参加者の成績などを見ることができるとは限らない。

コンテストは、当日は問題を解くだけで終わってしまうため、先生方には問題と解答の解説を PDF 文書で送付し、授業などで参加した生徒に伝えてもらう形とした。

成績については、このコンテストは一般的なコンテストのように選抜を行うものではない。

3.3 コンテストの実施

2010 年度は日本での初めての実施であり、準備期間が実施の決定からコンテストの本番までの 1.5 ヶ月間しかなかったことから、試行的な参加という位置付けで行った。

参加校の募集は、情報オリンピックのサイトに作成した募集ページを、いくつかの教育関

いので、特に優秀者の表彰は行わなかった（ドイツなど、上位数%の参加者を表彰している国も存在する）。その代り、参加した記念として、希望する学校の生徒には情報オリンピック名の参加証明書を贈呈した。国際コンテストということで、英語の賞状を用意した。図 2 に見本を示す。

4. 実施結果

4.1 正答率の分析

表 5 に、日本で実施した問題の正答率を示す。括弧内は欧州の入手できた結果（問題ごとに 6 から 10ヶ国）の平均値を比較のために掲載した。

中学生の正答率を見ると、A は 90%前後、B は 80%前後、C は 40%前後であり、難易度の設定が適切だったことがわかる。高校生の正答率は、A は 50%から 80%、B は 40%から 70%、C は 50%前後であり、難易度の設定に課題を残した印象がある。

欧州の結果と比較すると、「お皿」（図 1）はスタックを扱った問題であり、欧州の小学生（Benjamoin）用の難易度 B（普通）の問題は、中学生の難易度 A（易しい）の問題として適切だったことがわかる。また、欧州の分析では、各国とも女子生徒の正答率が男子生徒より高い結果となったようである。

「ビーバーロボット」（図 3）は、逐次的な手順を扱った問題であり、中高のどちらでも日本の正答率は 80%程度と、欧州の 50%前後の平均と比較して高かった。

「ジョギング」（図 4）は手順の繰り返しの問題であり、日本の正答率はほぼ平均の 50%程度であった。この問題については、一部にポーランドのように 95%の正答率の国も存在した。理由は不明だが、手順やアルゴリズムを中等教育で扱っているかどうかの影響している可能性はある。

「道の敷石」（図 5）はトポロジーを扱った問題であり、日本の正答率は欧州と同等の 40%程度であった。この問題については、一部にポーランドのように 80%の正答率の国も存在した。トポロジーは数学や情報科学のグラフ理論などで重要な概念だが、日本の参加校の先生からは、「どう考えればよいか難しい」「情報科学との対応が分かりづらい」という声が聞かれた。

「カヌーの旅」（図 6）は木構造データの深さ優先探索を扱った問題であり、日本の正答率は 70%前後で、欧州の 60%前後と同様に高かった。確かに木構造のアルゴリズムの理解は一般的に容易ではないが、基本的な考え方自体は複雑ではないということが証明されたのではないかと感じている。

表 5 実施結果（日本と世界の正答率）

日本の正答率		欧州の正答率			問題
中学生	高校生	I (小 4-6)	II (中 1,2)	III (中 3, 高 1)	
A92.4		B68.7			お皿（図 1）
A89.1		B62.1			水やり
A95.0					アパート
A84.9	A79.8	B39.3	A52.1	A56.6	ビーバーロボット（図 3）
B84.0					国ごとの順位
B79.3	A48.1				トランプ
B78.2					二分散歩
C34.5					ビーバーパズル
C35.3					色
B47.1	A55.8				図形
	A57.2				4 匹のカエル
C47.1	B55.8		C57.1		ジョギング（図 4）
	B64.9				ナンバープレート
C52.1					絵を文字で表す
	C54.8			B28.1	2 つの図形
	B38.0			B38.4	道の敷石（図 5）
	B72.1			C62.7	カヌーの旅（図 6）
	C44.7				最短ルート
	C64.4				テーブルタップ
	C47.6				並べ替え

4.2 参加者の感想

参加した中学校の生徒に対するアンケート結果では、Bebras に対する印象は半数以上が肯定的であり、否定的な回答は皆無だった。今回の問題の内容や難易度が適切であったことがわかる。教員からも、生徒が興味を持って参加できたという感想をいただいた。

5. 今後の展開

2010 年度は、欧州で作成された問題を翻訳する形で日本で実施した。2011 年度に向けては、日本からの問題提案も行う形で進めている。Bebras の問題検討ミーティングは、2011 年度は 5 月にリトアニアで行われた。日本からは 4 月に問題案を 8 問提案し、検討の結果、7 問が選択問題として採択された。検討ミーティングにも 1 名が参加し、4 日間に渡り問題検討に参加した。

今回の開催にあたっての課題としては、学校で実施しやすい形の検討がある。学校での参加が前提となるため、広報、教員の負担、実施の位置付けなどを検討していきたい。

良質な問題を使う学習の可能性は、コンテストにとどまらない。今後は、体験を通して科学の原理を発見的に学習する CS アンプラグド⁷⁾⁸⁾ との連携を模索しつつ、よい教材を作るための基本方針⁹⁾ についても検討を進めたい。

謝 辞

日本でのコンテストの開催には、多くの方に協力をいただきました。情報提供をしてくれた欧州の Bebras コミッティメンバーとオランダチーム、問題検討を進めてくれた国内の問題検討メンバー、そして問題の最終確認とコンテストへの参加をしてくれた学校教員の先生方を始めとする多くの方々に感謝いたします。

本研究は、科学研究費補助金 (奨励研究) 22909009, 23909008, (基盤研究 (C)) 22500828 の補助を受けています。

参 考 文 献

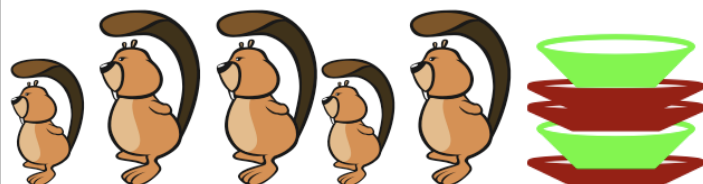
- [1] International Bebras Committee: Bebras: International Contest on Informatics and Computer Fluency. <http://www.bebbras.org/en/welcome>
- [2] Valentina Dagien, Gerald Futschek: Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks. Lecture Notes in Computer Science, Volume 5090/2008, pp.19-30, 2008.
- [3] Antonio Cartelli, Valentina Dagiene, Gerald Futschek: Bebras Contest and Digital Competence Assessment: Analysis of Frameworks. International Journal of Digital Literacy and Digital Competence (IJDLDC), Vol.1, pp.24-39, 2010.
- [4] 情報オリンピック. <http://www.ioi-jp.org/>
- [5] 情報オリンピック日本委員会: 小中学生向け『ビーバーコンテスト』 参加校募集. <http://www.ioi-jp.org/junior/bebras2010.html>
- [6] 情報オリンピック日本委員会: Bebras コンテストについて. <http://www.ioi-jp.org/junior/Bebras.pdf> (PDF)
- [7] Tim Bell et.al.: Computer Science Unplugged. <http://csunplugged.com>
- [8] 兼宗 進ほか: コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス, イーテキスト研究所, 2007.
- [9] Tomohiro Nishida, Susumu Kanemune, Yukio Idosaka, Mitaro Namiki, Tim Bell, Yasushi Kuno: A CS unplugged design pattern, Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education, pp. 231-235, 2009.

お皿

ビーバーの学校の食堂には、2種類のお皿があります。緑の深いお皿は小さなビーバー用で、茶色の浅いお皿は大きなビーバー用です。食事のとき、小さなビーバーと大きなビーバーは別々の列に並びます。

ある日、小さいビーバーと大きいビーバーが一列に並ぶことになりました。緑と茶色のお皿は、ひとつの山に積まれます。食堂のビーバーは、一列に並んだビーバーの順にお皿を重ねておく必要があります。

次のビーバーの並びでは、お皿は次のように積まれている必要があります。



下の絵の中で、お皿の山がビーバーの並びと違っているものがあります。どれでしょう？

A		
B		
C		
D		

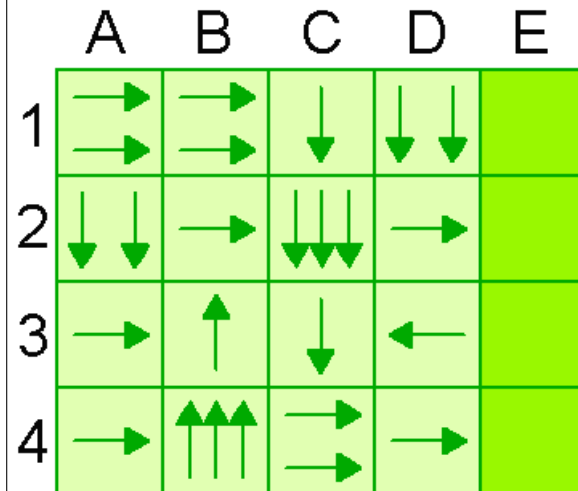
図 1 2010 年度の問題例 (お皿)



図 2 2010 年度の参加証明書

ビーバーロボット

ビーバーロボットは、図のコースのマスの中を指示にしたがって動きます。



ステップ 1	ビーバーロボットはどれかのマスからスタートします。
ステップ 2	ビーバーロボットはマスに描かれた矢印を見て、その向きに矢印の数だけ動きます。
ステップ 3	ビーバーロボットは通り過ぎるマスの矢印は無視します。
ステップ 4	ビーバーロボットはコースから外に出てしまうか、矢印が書かれていない E の列に着くまでステップ 2 とステップ 3 を繰り返します。

A の列の A1, A2, A3, A4 のマスからスタートするとき、E の列のマスに着くのはどこからスタートしたときですか？

A1, A2
A2, A3, A4
A2, A4
A1, A4

図 3 2010 年度の問題例（ビーバーロボット）

ジョギング

ビーバーのビ太郎は走るのが好きです。毎朝起きるとすぐにジョギングにでかけます。彼の住んでいる街は、道が縦と横に交わっています。道の角から角までは、ちょうど彼の 100 歩あります。

彼のジョギングのコースを手順にすると、次のように書くことができます。

「ジョギング」とは、
「四角に走る」をして、
「四角に走る」をして、
「四角に走る」をする
ことです。

「四角に走る」とは、
「角まで走る」をして、
「角まで走る」をして、
「角まで走る」をして、
「角まで走る」をする
ことです。

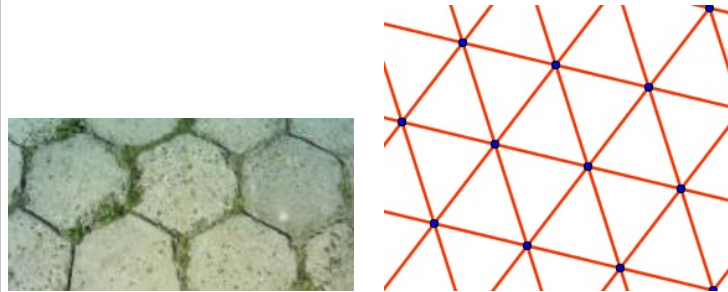
「角まで走る」とは、
100 歩走るをして、
左に曲がる
ことです。

ビーバーのビ太郎が「ジョギング」を実行したとき、全部で何歩 走るでしょう？
答えの数字を書きなさい。

図 4 2010 年度の問題例（ジョギング）

道の敷石

ビーバーのビ太郎は家の前の敷石を写真に撮ってから、敷石の並び方を表す図を描きました。図の中で、1枚の敷石は1個の点で表されています。敷石と敷石が辺でとなり合っているときは、それらの点の間に線が引かれています。



ビ太郎は街を歩いて、いろいろな敷石の写真を撮りました。

ビ太郎が描いた図と同じにならないのは、どの敷石でしょう？図をクリックして答えなさい。

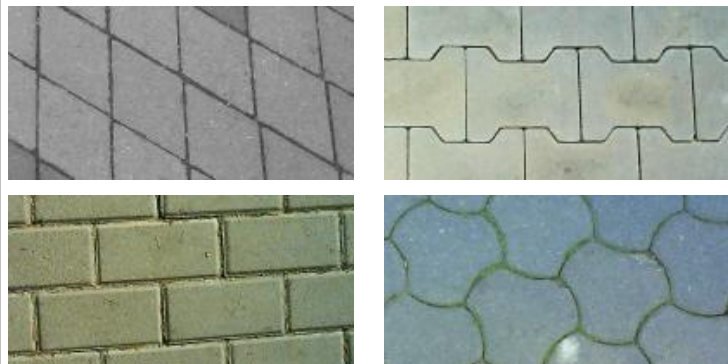


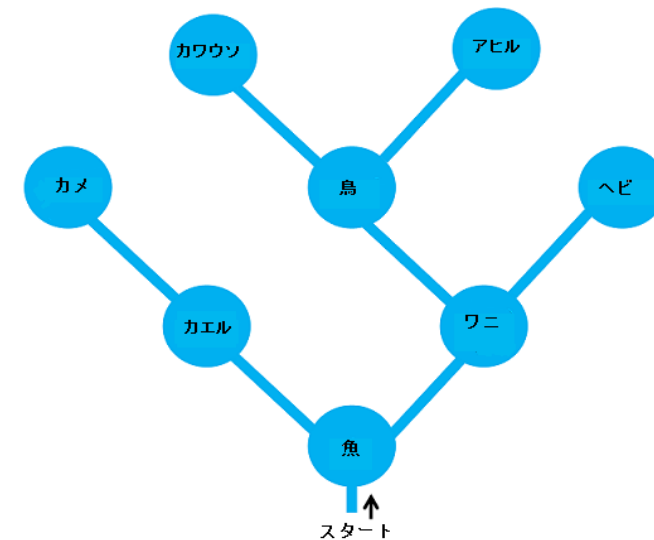
図 5 2010 年度の問題例 (道の敷石)

カヌーの旅

ビーバーのカヌーがカヌーで湖を訪れる旅をしています。すべての湖に行けるように、ビ太郎はそれぞれの湖からどちらに進むかを次のルールで決めることにしました。

- まだ行っていない川が2つあるときは、左の川に行く。
- まだ行っていない川が1つのときは、その川に行く。
- まだ行っていない川がないときは、ひとつ前の湖に戻る。

それぞれの湖では、見た動物を順番にメモしていきます。旅は、すべての湖に行ってから、スタート地点に戻ると終わります。



ビ太郎が書く名前の順はどれでしょう？

魚、カエル、ワニ、カメ、鳥、ヘビ、カワウソ、アヒル
魚、ワニ、ヘビ、鳥、アヒル、カワウソ、カエル、カメ
魚、カエル、カメ、ワニ、鳥、カワウソ、アヒル、ヘビ
魚、カエル、カメ

図 6 2010 年度の問題例 (カヌーの旅)