

論文

動物園における教育プログラムのための 動物行動観察支援システム

吉田 信明¹ 田中 正之^{2,3} 和田 晴太郎^{2,3}

受付日 2015年3月28日, 再受付日 2015年7月27日/2016年3月9日/2016年9月25日,
採録日 2016年11月3日

概要: 動物園の主要な社会的役割に環境教育・命の教育があるが, 学校の遠足・校外学習を含め, 多くの来園者は動物を単に眺めるにとどまり, 十分な観察・学習ができていないと指摘されている. この課題に対し, 著者らは, 動物の行動やその意味への理解を促す教育プログラムでの利用を想定し, 単に動物を「眺める」にとどまらない, より深い動物観察の機会を来園者に提供するための, 動物行動観察支援システムを開発した. このシステムでは, プログラムへの参加者は, タブレット端末を用い, 観察対象の動物の位置・行動を時系列データとして記録する. このようにして記録された行動データは, システムによりデータベースに集約される. 著者らは, 本システムの評価実験を行い, 被験者の動物への理解が高まったことを検証した. その一方で, 本システムを用いた教育プログラムの開発に向けた課題も明らかになった.

キーワード: 動物園, 動物行動学, タブレット端末

Animal Behavior Observation Support System for Educational Programs in Zoos

NOBUAKI YOSHIDA¹ MASAYUKI TANAKA^{2,3} SEITARO WADA^{2,3}

Received: March 28, 2015, Revised: July 27, 2015/March 9, 2016/September 25, 2016,
Accepted: November 3, 2016

Abstract: Environmental and bioethical education is one of the major social functions of zoos. However, its effect is considered to be rather limited, because many visitors, including field trip students of schools and preschools, do not observe animals seriously, but just look animals excursively. For this problem, the authors developed an animal behavior observation support system for educational programs in zoos. With this system, visitors are encouraged to observe animals deeply and to understand animal behaviors and their meanings. Using commonly-used tablet computers, visitors record individual's three dimensional location and behavior as time-series data. Recorded data are aggregated to a database. The authors verified the effectiveness of the system in understanding animal behaviors. On the other hand, several agendas became visible for educational programs utilizing our system.

Keywords: zoo, ethology, tablet computer

1. はじめに

動物園は, 限られた人工的な環境であるが, 多くの生きた動物を直接観察可能とする施設であり, その特性から, 地域における環境教育・命の教育の場としての役割を担っている. 都市に暮らす人々にとって, 野生の動物に直接触れる機会はきわめて少ない. 動物園は, 国内外の様々な野生動物を飼育・展示し, 市民が, 野生動物の観察を通じて,

¹ 京都高度技術研究所

ASTEM RI/Kyoto, Kyoto 600-8813, Japan

² 京都市動物園生き物・学び・研究センター

Center for Research and Education of Wildlife, Kyoto City Zoo, Kyoto 606-8333, Japan

³ 京都大学野生動物研究センター

Wildlife Research Center, Kyoto University, Kyoto 606-8203, Japan

生命や環境の大切さを理解できる場を提供している。

このような、身近な環境教育の場である動物園は、地域の幼稚園や保育園、小学校などの校外学習の場としても広く活用されている。しかし、このような「動物園学習」は単に動物を眺めるだけに終わってしまいがちであり、動物や自然環境に対する理解につながっていないという課題がある。時間的な制約や、学校教育と動物園の展示内容とのずれなどといった理由から、動物園の学校教育での利用の多くがレクリエーション目的となっている。その結果、教員が明確な教育目的を持たずに来園することも多く [1]、観察の方針・方法が子供に適切に提示されていないことなどが、このような課題の原因と考えられる。

著者らは、このような動物園学習の課題に対し、時間をかけて動物を観察する体験を通して動物の行動やその意味への気づきを促す教育プログラムの実現を目的とし、そのためのツールとして、動物行動観察システムを開発した。このプログラムは、学校などの団体やイベントなどで、動物園が提供することを想定している。

ここでいう動物の行動観察とは、動物の各個体が、いつ、どこで、何をしているかを時系列で観察・記録することである。このシステムは、タブレット端末を用い、複数の来園者による動物の行動観察記録を支援する。来園者は、このシステムを用いて、自ら動物の行動観察を実行し、体験する。システムは、以下の特徴を備えている。

タブレット端末での記録支援 タブレット端末を用いることで、参加者は、画面に提示される地図上の位置や行動一覧を触れて選択するだけで、容易に行動を記録できる。なお、アプリケーションは HTML5 を用いて作成されており、インターネットを介して、一般的なブラウザで広く利用可能である。

科学的な記録手法の提示 システムが提供する行動観察の記録手法は、動物の行動研究で用いられている厳密な記録手法を簡略化し、単純な記録内容・手順にしたものである。このような体系的な手法に基づいた行動観察を体験することで、単に「眺める」だけではない科学的な観察の意義を、参加者が理解すると期待できる。

データベースへの集約 アプリケーションで記録したデータはネットワークを介してデータベースに集約可能とした。多くの参加者による観察結果を、飼育や教育などに活用することができる。

本システムを用いることで、教育プログラムの参加者が、じっくりと時間をかけて、単に眺めるだけではない、科学的な視点に基づいた動物の観察を行うことが期待できる。また、本システムは、web ブラウザ上に表示される画面の流れに従って操作することで、記録に必要なデータをすべて入力できるように設計されている。これにより、参加者は、科学的な記録とはどういうものか、容易に体験できるようになっている。

本稿では、我々が開発した動物行動観察支援システムについて説明し、その効果を検証するために行った実験の結果について述べる。2 章では、動物園学習の現状と、動物園における教育支援システムの研究の現状を述べる。そのうえで、3 章では、本システムについて概観する。4 章では、このシステムを実際に用いて行った評価実験の結果をまとめ、5 章で効果と課題を考察する。

2. 関連研究・事例

動物園の目的として、教育、レクリエーション、自然保護、研究の 4 つが、動物園関係者の間では広く認識されている [3] が、本研究は、このうち、教育を対象としたものである。動物園での教育について、公益社団法人日本動物園水族館協会 (JAZA) は、動物園や水族館が教育を行う理由を、「動物の生態を理解してもらい、環境教育にも結びつけたいと考えているから」[4] としている。また、World Association of Zoos and Aquariums (WAZA) も、教育プログラムには資源利用と生物多様性の関係といった社会経済学的な観点も含むべきとしている [5] ように、動物園における教育は、単に展示された動物を眺めることだけではなく、環境問題など社会的な広がりを持つことが期待されている。このような中で、動物園は、イベント、講演、ガイドツアー、メディアの活用など様々な形で、動物や環境に関する学習機会を提供しており (例: 文献 [6], [7], [11])、それらの来園者、特に子供への効果・伝達性に関する調査・研究もなされている [8]。本研究のシステムは、このような教育プログラムでの活用を想定している。

このような背景の下、動物園は、幼稚園・保育園や小学校の主要な遠足・校外学習の場となっているが、1 章で述べたように、動物園自身の動物園教育への考え方と、実際の利用状況は必ずしも一致しているとはいえない。たとえば、仙台市八木山動物公園での調査 [9] によると、仙台市内のほとんどの小学校が動物園を利用しているが、利用目的は、動物の観察やふれあいに加え、集団行動やマナーの学習も目的とされている。こういった、学校と動物園の間での動物園学習に関する認識のずれに対し、詳細な教育プログラムや指導方法を記述した冊子を教員向けに配布する試みもなされている [10], [11]。また、このような校外学習は、知識習得の場としては座学よりも効率が悪く、動物の観察の方法や、自然や命への理解といった認知的・情動的な効果を重視すべきである、という指摘もある [2]。本研究のシステムは、動物園で提供される教育プログラムの中でも、講演のような座学ではなく、特に、参加者自身による観察を支援することに重点をおいたものである。

このような教育プログラムにおける観察の支援に、本システムでは携帯端末を用いる。携帯電話やスマートフォンなどの普及にともない、多くの動物園・水族館や博物館・美術館が、携帯端末向けのガイドアプリケーションを提供

している [12], [13], [14], [15]. これらの多くは, GPS など
で利用者の位置を把握し, それに合わせた情報提供を行う
ものである. コンテンツは, 展示物の解説などが主である
が, ゲーム性を加味したり [14], スタンブラリーやクイズ
を提供したり [13], [16], [17] することで, 利用者に一定の
アクションを要求するものもある. また, 近年では, 拡張
現実 (AR) を活用したシステムも提案されている [18]. 本
研究では, 利用者への情報提供に重きをおくのではなく,
利用者に, 行動観察に参加してもらうことで, 動物園での
学習をより深めることを狙っている. このような利用者に
積極的な参加を求める事例として, 園内の音声ガイドを小
中学生に作成してもらう取り組み [19] もある.

1 章で述べたように, 本システムの提供する行動の記録
手法は, 研究を目的とした厳密な手法を簡略化したもので
ある. 一般に研究を目的とした動物の行動記録は, 時間や
位置, 複数の行動内容, 行動の受け手などの項目を, 研究
目的に即した符号化などを行ったうえで記録する. また,
実際の観察では, データの信頼性向上のため, 観察のタイ
ミングなどの記録手順は厳密に定められており, そういつ
た厳密な手法を携帯端末に実装した事例もある [20], [21].

3. 動物行動観察支援システム

3.1 システム構成

本システムは, 大きく分けて以下により構成される (図 1).
データ入力機能 タブレット端末から, 参加者がデータ入
力を行う機能.

データベース 参加者が登録したデータを集約して格納す
るためのデータベース.

利用者向けのデータ入力機能は HTML5 で記述されてお
り, HTTP サーバを介して提供されている. そのため, 一
般的な web ブラウザで利用可能であるが, 特にタブレット
端末・スマートフォン端末向けの画面構成となっている.

3.2 本システムを活用した教育プログラム

動物園では, 学校などの団体客や, 動物園のイベントへ
の参加者向けに, 教育プログラムを提供している. 本シス
テムは, このようなプログラムの中で, 単に動物を眺める
だけではなく, 参加者 (児童など) にしっかりと動物を観

察する機会を作るために用いることを想定している. 参加
者は, 本システムを用いた行動観察により, 一定時間 (参
加者の年齢にもよるが, 10 分~20 分程度), 単なる観覧よ
りも集中して, 動物を観察する時間を得る. このような経
験と, 職員との対話などから得られた知識が結び付くこと
で, 動物や環境への意識を養うことが期待される.

プログラムは, 動物園の職員 (獣医師や飼育員, 評価実
験では最大 12 名に対し 2 名) が付き添って実施される.

観察は, 動物が展示されているグラウンドで行う. 動物
園では, 動物種の特徴に合わせて様々な展示空間を設けて
いるが, ゴリラやキリンのように, 大型で動き回る動物に
対しては, 広いグラウンドを設けて展示する. 通常, グラ
ウンド内には, 複数の個体・種類が放されており, 来園者は
これらの動物を柵やガラス越しに観察する. 近年では, 単
に動物を放すだけではなく, 本来の生息環境での行動を観
察できるような工夫を施す例も多い. たとえば, 図 2 は,
「ゴリラのおうち」と呼ばれる京都市動物園のゴリラ舎に
ある, グラウンドである. このグラウンド内には, ポール
や梁などの運動用具, 池が作られており, 森で暮らすゴリ
ラの特徴的な行動を, ガラス越しに観察できるようになっ
ている.

ここで想定するプログラムの流れは, 以下のとおりで
ある.

事前説明 付き添いの職員が, 行動観察の趣旨・方法と,
データ入力機能の使い方を説明する.

観察の実行 端末を使った観察を行う. 参加者は, グラウ
ンド内の特定の個体・種類に集中して記録してもよい
し, 任意の個体・種類について, 気がついた行動を自
由に記録してもよい.

付き添いの職員は, 観察を参加者に任せきりにせず,
観察の方法やポイントの指導, 動物の行動の説明, 質
問への回答を行う.

3.3 データ入力機能

データ入力機能は, 本システムの主となる機能であり,
観察対象となるグラウンドで, 個体・位置・行動の 3 項目

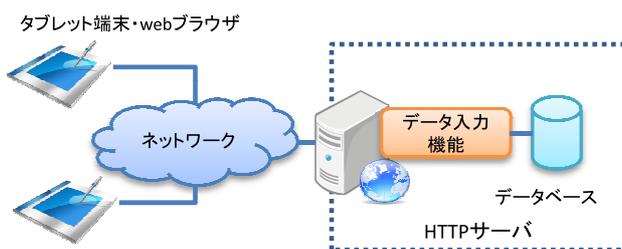


図 1 システム構成

Fig. 1 System architecture.



図 2 「ゴリラのおうち」のグラウンド

Fig. 2 Animal ground (gorilla).

を時系列で記録するための画面を備えている。2章で述べた、研究を目的とした行動記録と比較すると、不慣れな参加者でも選択肢に迷うことなく記録できるよう単純化するため、1回の記録では、単一の個体について、その位置と単一の行動内容を記録する手法としている。また、観察の実行手順も、3.2節で述べたように、厳密さを求めている。

図3に、データ入力を行う地図画面を示す。画面には、左側に個体リストと、右側に観察を行うグラウンドの平面図が表示されている。この画面を用いて、参加者は以下の手順で個体の位置・行動を登録する。

個体の選択 このシステムでは、1度に1個体の行動を登録するので、参加者は、観察中、随時、地図画面左側の個体リストから観察対象の個体を切り替える。同じ個体の行動を連続して登録する場合には、1回の登録のたびに、個体を選択しなおす必要はない。

平面位置の選択 平面図を触れて、登録対象の個体の平面上での位置を選択する。グラウンドの平面図には、位置を特定するための目安として、グラウンド内にある植栽や構造物の概略も示されている。参加者は、これらを目安に個体の位置を特定し、その平面位置を選択する。たとえば、図3は「ゴリラのおうち」のグラウンド(図2)の平面図であるが、グラウンド内のポールや梁などの運動用具、池などが目安として地図に示されている。

地上からの高さや行動の登録 平面位置を選択すると、図4に示す個体の地上からの高さや行動を入力するダイアログボックスが表示される。高さの指定は、個体がい

る高さを左側のバーを伸縮して入力する。平面上での位置と同様、目安とするために、指定した地点にある構造物と、そのおおよその高さが横に示されている。動物の行動は、ダイアログボックス下部にあるリストから、最も重要と思われる項目を1つ選択する。この行動の項目は、観察対象の動物舎ごとに作成され、動物の行動に詳しくない参加者でも、比較的分かりやすい項目としている。たとえば、キリンは反芻を行うが、予備知識のない者には外見からは見分けが付きにくいので、選択肢には含まれておらず、「座る」「立つ」などから選択すればよいこととしている。また、動物が、複数の行動(「歩きながら食べる」など)をしていたとしても、単純化のために、参加者が大事だと思う行動を1つ選んで入力してもらうようにしている。

参加者には、システムで設定可能な一定の時間(実験では60秒)ごとに少なくとも1回は記録を行ってもらうために、地図画面下部にタイマーを表示している。ただし、複数の個体が近くにおいて関連する行動をとっているなどの場合は、残り時間に関わりなく、積極的に連続して登録するように指示し、なるべく多くの行動データの収集を図っている。また、参加者に、一定の義務を課することで、一種のゲーム性を持たせて集中力を持続することも狙っている。

3.4 データベース

本システムは、ネットワークからアクセス可能なデータベースに、各参加者が登録したデータを集約している。単に個々の観察記録を画面で確認するだけであれば、端末内にデータを蓄積しておけばよいが、多くの参加者が登録したデータを集計することで、より明確に、動物の行動を説明できると期待できる。

たとえば、図5は、3.3節で述べた「ゴリラのおうち」での観察結果を3次元でプロットしたものである。図には、グラウンド内の構造物が茶色と灰色のモデルで示されている。上部には、半透明の屋根が表示されている。その中で、左下の地面に母親のゴリラ(桃色の線)がよくいること、天井付近で子供のゴリラ(水色の線)がぶらさがっていることが示されている。一方で、実際には行き来していないにもかかわらず母親が右上と左下を行き来しているように見えるなど、個体切替え忘れなどのミスにともなう一定程度のデータの不正確さは想定しておく必要がある。



図3 データ入力画面(地図画面)
Fig. 3 Observation screen (map).



図4 データ入力画面(高さ・行動入力ダイアログボックス)
Fig. 4 Observation screen (dialog box).

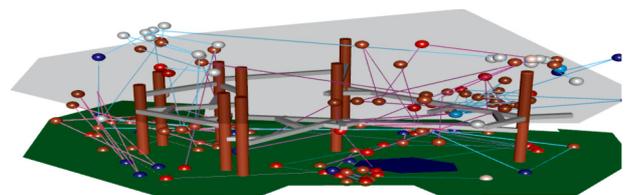


図5 記録されたデータの例(ゴリラのおうち)
Fig. 5 Summary of recorded data (gorilla).

なお、本システムを単独の観察者によるゴリラの空間利用調査に活用した事例がある [22] が、動物園の飼育員は多忙であり、担当の動物であっても、継続的に観察を続けることは難しい。多くの人の観察への参加により、広範な時間帯にわたって、動物の様々な行動を把握可能となる。さらに、このような観察データやセンサデータを、日々の飼育記録を蓄積している「飼育管理システム」に統合 [23] して活用することも考えられる。

4. 検証実験

4.1 予備検証

本番の検証に先立ち、アプリケーションの利用可能性などの検証を目的とした予備検証を 2014 年 10 月 25 日に行った。被験者は、有志の小学生 4 名、中学生 2 名、大人 3 名の計 9 名であった。本番の検証と同様の流れで観察を行い、ヒアリングを行った。本番検証に向けて行った改善点と、システムの評価に関連するコメントを表 1 に示す。

これらのコメントをふまえ、3 章に述べたシステムにおいて、観察記録の手順には変更を加えず、以下の改善をシステムに行ったうえで、本番の検証を行った。

個体識別 個体名だけの表示では、実際の個体との対応がとりにくいため、名前の横に「オス」「メス」「こども」など付加的な情報を追加した。

位置確認の追加 3.3 節の記録手順において、平面位置の選択を行うとただちに地上からの高さや行動の登録ダイアログボックスが表示されるようになっていたが、位置が正しいかどうか確認したい、という意見があったため、地図上で位置と個体を確認したうえで、正しければダイアログボックスを表示するように改めた。

地上からの高さを省略可能化 キリン・シマウマは地上でのみ生活をするので、当初はすべてのグラウンドに対して表示していた高さの入力を、アフリカの草原では表示しないように改めた。

なお、タブレット上での観察結果の確認は、実装したもののタブレットの異常終了を引き起こすため、本番検証では使用しなかった。また、「5分で飽きた」など、観察意欲に関わるコメントについては、引き続き検証することとし、システムの改善は行わなかった。

表 1 予備検証での被験者のコメント (抜粋)

Table 1 Comments of participants in preliminary experiment.

使い方は難しくない
5分で飽きた
同じ作業を続けていると飽きる。途中で休みたい
タブレット上で観察結果を確認できた方がやる気が出る
位置情報を入れたときに、位置を確認できない。すぐに高さをいれないといけなくなる。
特にキリンは、個体が見分けられず、位置を探せない
キリンを見分けられない。画面に写真がほしい

4.2 検証実験概要

開発したシステムを評価し、システムを利用した教育プログラムの構成を検討する目的で検証実験を行った。検証の概要を、表 2 に示す。評価のポイントは、以下の 3 点である。

データ入力機能のユーザビリティ 参加者は、データ入力機能を滞りなく使うことができたか。

行動観察の実行状況 参加者は、プログラムで求められるデータ (個体, 位置, 行動) を、観察し、登録できたか。
プログラムによる動物への理解 本システムによる行動観察プログラムは、参加者の動物への理解を深めるのに貢献したか。

実験は、3.2 節の考え方に基づき、以下のように行った。なお、観察を通して、動物園の職員 (田中もしくは和田) と開発者 (吉田) が付き添っている。

データ入力機能の説明・試用 タブレット端末と簡単な説明書を参加者に配布し、開発者からデータ入力機能の利用方法を説明する。そのうえで、被験者に実際に触って慣れてもらう。

観察 (1 回目) 観察場所の 1 つに移動し、10 分~20 分程度、被験者に実際に観察してもらう。観察はグループではなく個別に行う。グラウンドは周囲から観察できるようにになっているが、特に観察する位置は指定せず、被験者は自由に移動してよい。なお、観察時間は厳密ではない。被験者が疲れてきたり、飽きてきたりした

表 2 検証実験の概要

Table 2 Overview of experiments.

観察場所	京都市動物園 「アフリカの草原」(図 6), 「ゴリラのおうち」(図 2)
被験者	小中高生, 父兄, 教員 (構成は下記参照)。動物園でのイベント (PTA の観察会, 中学生の職業体験など) の一環として実施。
使用端末	iPad もしくは Android タブレットを, 1 人 1 台配布。
評価方法	アンケート (観察終了後)
検証実施日・被験者の構成	
第 1 回 (2014/11/11)	6 名 (中学生 6 名)
第 2 回 (2014/12/13)	12 名 (小学生 3 名, 大人 8 名, 不明 1 名)
第 3 回 (2015/1/25)	10 名 (中学生 6 名, 高校生 2 名, 大人 2 名)



図 6 アフリカの草原

Fig. 6 Animal ground (giraffe and zebra).

ところを見計らって、職員が時間を区切る。

移動 2回目の観察場所へ全員で移動する。職員は、途中の飼育動物の説明なども随時行う。

観察 (2回目) 1回目と同様の方法で、もう1つの観察場所、被験者に観察とデータ入力をしてもらう。

アンケート 被験者にアンケートに記入してもらう。

なお、被験者の観察中の様子や理解度に合わせて、個体の見分け方や、行動の選び方などを職員が説明した。これは、特にキリンのように個体間・雌雄間の差が分かりにくい動物を観察対象とした場合や、動物が複数の行動をとっている場合などに、被験者が入力すべきデータに迷ってしまっていたためである。また、実際のイベント内での実験でもあったため、動物が特徴的な行動をとった場合には、参加者に観てほしいので、職員が注目を促して説明するなどした。

4.3 アンケート結果

評価アンケートは、4.2節に述べた検証実験において、観察終了後、被験者に各評価ポイントに対応する質問に回答してもらうことにより行った。なお、検証の各回において、プログラムの構成や使用するシステムのユーザインタフェースは、本質的な変更はないが、行動の選択肢の調整と、個体の増減に合わせた個体リストの変更を行った。しかし、作業の流れや内容に変更はなかったため、本章冒頭に述べた3つの評価目的の観点からは、大きな影響がないレベルの差であったと判断し、3回のアンケートをまとめて集計した。

評価は、5段階評価と自由記述により行った。5段階評価は、数値が大きいほど良い評価とした。以降では、5段階評価については、全回答数に対する割合（パーセント）と、括弧内に実際の回答件数を示している。自由記述については、回答内容を設問内容に即した観点で分類し、それに該当する件数で示している。なお、複数の分類に該当する回答は、それぞれの分類に1件ずつとして算入した。

4.3.1 データ入力機能のユーザビリティ

データ入力機能のユーザビリティに関する設問への回答結果を表3に示す。使いやすさ、使い方の理解しやすさのいずれも9割以上の被験者が3の「ふつう」以上の評価を

表3 ユーザビリティに関する設問 (回答数: 28)

Table 3 Summary of questionnaire on application's usability.

		評価 (5段階)					平均	
		1	2	3	4	5	未回答	平均
1. アプリケーションは使いやすかったですか								
4%	4%	43%	25%	18%	7%			3.5
(1)	(1)	(12)	(7)	(5)	(2)			
2. アプリケーションの使い方はすぐに分かりましたか								
4%	0%	7%	25%	57%	7%			4.4
(1)	(0)	(2)	(7)	(16)	(2)			

しており、2以下と回答した被験者はそれぞれ2名、1名であった。特に、使い方の理解のしやすさについては、半数以上の被験者が最も高い5の評価であった。一方で、使いやすさについては、最頻値は43%の被験者が回答した「ふつう」の3であった。

4.3.2 行動観察の実行状況

行動観察の実行状況に関する設問の結果を表4、表5に示す。いずれの項目も、被験者による個人差が大きい結果となった。個体の判別においては、被験者の半分が4~5の評価をする一方で、28%が1~2の評価をしている。また、行動の判別においても、最も多い回答は「ふつう」の3であり、25%の被験者が1~2の評価であった。

自由記述の回答では、動物の位置特定に関しては(表4)、広いグラウンド上で素早く動くキリン・シマウマを飼育しているアフリカの草原(図6)での動物の動きについて9名が言及している。また、アフリカの草原での地図の分かりやすさの平均値は2.5と、ゴリラのおうちよりも低い結果となった。

一方、動物の個体や行動の識別では(表5)、(1)の個体

表4 動物の位置特定 (回答数: 28)

Table 4 Questionnaire on animal localization.

設問	評価 (5段階)						平均
	1	2	3	4	5	未回答	
3. 動物の位置を特定して入力するのは容易でしたか							
(1) アフリカ	0%	29%	29%	14%	18%	11%	3.2
	(0)	(8)	(8)	(4)	(5)	(3)	
(2) ゴリラ	7%	11%	25%	25%	21%	11%	3.5
	(2)	(3)	(7)	(7)	(6)	(3)	

理由 (自由記述, 各分類の件数・評価値平均)

分類	(1) アフリカ		(2) ゴリラ		計	
	件数	平均	件数	平均	件数	平均
動物の見つけやすさ	3	3.0	3	3.3	6	3.2
動物の動き	9	3.1	4	3.3	13	3.2
地図の分かりやすさ	6	2.5	8	3.0	14	2.8

表5 個体・行動の判別 (回答数: 28)

Table 5 Questionnaire on determination of individuals and behavior.

設問	評価 (5段階)						平均
	1	2	3	4	5	未回答	
4. 動物の個体や行動を判別するのは容易でしたか							
(1) 個体の判別	7%	21%	14%	21%	29%	7%	3.5
	(2)	(6)	(4)	(6)	(8)	(2)	
(2) 行動の判別	7%	18%	32%	14%	21%	7%	3.3
	(2)	(5)	(9)	(4)	(6)	(2)	

理由 (自由記述, 各分類の件数・評価値平均)

(1) 個体の判別			(2) 行動の判別		
動物種	件数	評価値平均	分類	件数	評価値平均
キリン	7	2.6	見つけやすさ	4	3.5
シマウマ	-	-	行動の選択肢	5	2.6
ゴリラ	4	4.3	観察した行動	7	3.3

表 6 観察を通して得た知識 (回答数: 22)

Table 6 Knowledges learned through observation.

5. これまで知らなかった動物の行動で気づいたこと (自由記述)

(1) アフリカの草原		(2) ゴリラのおうち	
分類	件数	分類	件数
キリンの反芻の仕方	7	餌の食べ方	4
キリンの座り方	2	子供の行動	3
その他	2	家族の行動	2
		天井での移動	2
		その他	2

表 7 動物の行動への理解度 (回答数: 22)

Table 7 Understandings for animal behaviors.

6. これまでより動物の行動がよく分かったと感じましたか

評価 (5 段階)						平均
1	2	3	4	5	未回答	
0%	0%	9%	36%	41%	14%	4.4
(0)	(0)	(2)	(8)	(9)	(3)	

理由 (自由記述)

分類	件数
知識の増加 (行動への理解など)	6
観察態度 (じっくりと見られたなど)	4
観察時間 (長時間の観察など)	3
アプリケーションの機能	1

の判別に関して、11 名中 7 名がキリンに言及しており、その評価値の平均は 2.6 と、ゴリラに言及した被験者の平均 4.4 を大きく下回った。また、(2) 行動の判別については、特に、行動の選択肢に言及した 5 名の平均の評価値が 2.6 と低い結果になった。

4.3.3 プログラムによる動物への理解

最後に、動物行動に対する理解度に関して質問した。なお、この設問は、システムのユーザビリティの検証に重点をおいた第 1 回の実験では尋ねていないため、回答数はこれまでの質問よりも少ない。

まず、観察して気づいたことについて自由記述で回答してもらった (表 6)。アフリカの草原に関しては、11 件中 7 件と、「キリンの反芻」に言及が集中した。一方、ゴリラの行動に関しては、多様な観点からの言及があった。

次に、動物の行動への理解度をその理由とともに尋ねた (表 7)。すべての被験者が、3 以上の評価をしている。また、理由として、知識の増加への言及が 6 件ある一方で、本アプリケーションの狙いでもある、観察態度や時間の変化への言及も 7 件あった。

5. 考察

以上の結果に基づいて、本システムを用いた教育プログラムの効果と課題、また、観察支援ツールとしての本システムの効果と課題について考察する。

5.1 教育プログラムの効果と課題

多くの被験者が動物への理解を深められたと評価 (表 7) しており、本システムを利用した教育プログラムが、被験者にとって、動物をしっかりと観察し、理解を深める機会となったことを示唆している。

この結果に対して、本システムのデータ入力機能は、しっかりと観察の実現に対する効果があったと考えられる。被験者は、理解を深められたとした理由に、観察態度や観察時間の変化をあげている (表 7)。本システムのデータ入力機能では、参加者は、観察対象となる個体を識別し、それぞれの位置・行動をつねに把握する必要がある。また、観察時間についても、一定間隔でのデータ記録を求められる。これにより、参加者は、単に「眺める」だけではない観察を、一定時間、継続する必要がある。

その一方で、同行した動物園職員による観察対象の動物の説明や参加者との対話の効果も、参加者の動物への理解の向上において認められた。理解を深められた理由に知識の増加をあげた被験者も多く、アフリカの草原における「キリンの反芻」など、職員が観察中に口頭で行った説明内容が強く印象づけられた結果となっている (表 6)。

以上から、検証で試みた教育プログラムにおいて、本システムの使用と、職員との対話は、それぞれ異なる効果があったと考えられる。これらの効果が、教育プログラム全体としての効果に対しそれぞれどの程度寄与しているのかは、今回の検証では必ずしも明らかではない。しかしながら、観察の態度と動物の知識はいずれも動物園における教育プログラムの重要な要素である。教育プログラムの設計において、これらの要素をどのように組み合わせ、それぞれをどのような内容にするかは十分検討する必要があると考えられる。

たとえば、今回の検証で明らかになった課題として、参加者の観察意欲の維持がある。特に低学年の児童は単調な記録作業に飽きてしまう (表 1)。また、地図を使った課題が難しくうまく進められない (表 4) 者も多い。

これらの課題に対し、以下のような対策が考えられる。
ゲーム性の向上 プログラム自身のゲーム性を高め、データ入力機能もそれに沿ったインタフェースにする。

途中結果を確認しながらの観察 予備検証のコメントにあったように、途中で観察成果を提示し、職員が解説することで、参加者の関心を持続する。

作業の単純化 5.2 節で述べたように、個体・位置・行動を識別して地図上にプロットする作業は複雑である。教育プログラムとしての効果を失わない範囲で、作業を単純化する。

一方、新たな教育プログラムを構築する観点からは、システムの各機能や収集したデータの活用の方法が課題となる。たとえば、3.4 節に示したような地図上へのプロットの自動化は、ワークシートでは実現できない。このような

データ集計を、上述のような参加者への動機付けに活用するだけでなく、データ分析に重点をおいたプログラムに活用することも考えられる。また、収集したデータについても、単に移動経路の表示に利用するだけでなく、移動速度や距離の統計分析など、多様な観点から分析することも考えられる。

5.2 本システムの効果と課題

以上のように、教育プログラムにおける観察支援において、本システムが一定の役割を果たしたことが明らかになった。この中で、データ入力機能の分かりやすさ (4.3.1 項) の評価は高く、ほとんどの被験者がすぐに使えたとしている。今回はイベントの一環であったこともあり、本データ入力機能を用いなかった場合、たとえば紙のワークシートによる観察の場合などとの比較検証は行えていないが、実験中でも、アプリケーションの説明が終了する前に被験者の多くが自由に使い始めていたことから、行動観察を支援するユーザインタフェースとして十分に機能していたと考えられる。

特に、自由記述の回答において、データ入力の紙と比べた容易さ (表 8 設問 8) に対する言及もあった。本システムでは、画面の流れに沿って操作することで、行動記録に必要なすべてのデータが入力されるようにしている。これによりデータの完全性が担保され、不慣れな参加者であっても観察への参加が容易になっていると考えられる。

このように、観察を支援するツールとしてのシステムのユーザビリティには一定の評価が得られたと考えられる。その一方で、行動観察の実行 (4.3.2 項) においては、以下の課題が明らかになった。

個体・行動の識別 動物種により、個体や行動の識別が困難な場合があった (表 8 設問 4) ため、データ入力に迷う被験者がいた。特に、キリンの個体判別は、オス・メス・子供の判別が容易なゴリラに比べて難しかったようである。事前に職員から説明するなどのサポートが必要である。

行動の選択肢 行動の選択肢の不足や項目の柔軟性に対する指摘があった (表 8 設問 8)。しかし、科学的な手法の観点からは、データの正確な集計のためには、観察者の主観的表現によらない正規化が必要である。

空間認識の個人差 動物の位置の地図上での特定は個人差があり (表 8 設問 3)、入力方法の改善が必要である。

6. まとめ

著者らは、動物の行動やその意味への理解を促す教育プログラムでの利用を想定し、単に動物を「眺める」にとどまらない、より深い動物観察の機会を来園者に提供する、動物園学習のための動物行動観察支援システムを開発した。このシステムでは、教育プログラムの参加者自らが、タブ

表 8 自由記述の設問に対する回答 (抜粋)

Table 8 Comments of participants in experiments.

<p>設問 3. 動物の位置を特定して入力するのは容易でしたか (理由) キリンは見つけやすかったけれど、シマウマが少し分かりにくかったです (中学生, 女) 動いていくのに合わせて記録しないといけないので、少し難しかった (中学生, 女) 見ている方向と地図の向きが違うのがつらかったです (30代, 男)</p>
<p>設問 4. 動物の個体や行動を判別するのは容易でしたか (理由) (1) 個体の判別 キリンの見分けがつきにくかった (40代, 女) キリンが分かりにくかったが、ゴリラは大きさで分かった (高校生, 女) 名前が分からないときはあったけど、場所はすぐに分かりました (中学生, 女) (2) 行動の判別 一度に2つの行動をするときがあった (中学生, 女) 何をしているか、見づらいたところがありました (30代, 男) 社会的な行動らしいものがあまりなく、餌を食べていることが多かった (30代, 男)</p>
<p>設問 6. これまでより動物の行動がよく分かったと感じましたか (理由) 自分の知らない行動がたくさん見られたから (中学生, 男) 今までの動物の観察方法は短時間で大きさや顔を見るだけでしたが、今回は行動を重視して長時間観察したから (中学生, 女)</p>
<p>設問 8. 分かりにくかった点や改善点など、ご意見があれば教えてください 行動の選択肢 行動を何択でも選べるようにして、その他にはキーボードで何をしていたかが自分でかければよい (中学生, 女) 1分ごとに音で知らせてほしいです (中学生, 女) 知識 名前の横に写真をつけてほしいです。地図をリアルにしたり、写真にしたら分かりやすい (中学生, 女) ユーザインタフェース iPad をつかってみて、紙などに書き留めたりせずに、指1本でできてとても分かりやすかったです (中学生, 女)</p>

レット端末を用いて動物の行動 (時刻, 位置, 行動内容) を記録する。この記録内容は、動物の行動記録で用いられる手法を教育向けに簡略化したものであり、このような体系的な手法に基づいた、動物への理解をより深める教育プログラムを提供可能とした。また、記録したデータはデータベースにネットワークを介して逐一集約することとした。

著者らは、本システムの評価と、システムを利用した教育プログラムの構成を検討する目的で、京都市動物園において評価実験を行った。その結果、教育プログラムが、動物を理解する機会となりうることを示す評価を得た。実験で実施した教育プログラムでは、システムを使用した行動観察、動物園職員による説明・対話いずれもが重要な構成

要素であったが、それぞれ、より良い観察態度の習得と、動物に対する理解といった互いに異なる学習効果があることが明らかになった。また、このような教育プログラムを支援する本システムに関しても、そのユーザビリティについて、肯定的な評価を得た。その一方で、動物行動の記録や、空間認識の個人差、データの信頼性などの課題が明らかになった。今後、本システムを活用していくには、教育の目的やシステムの各機能の特性をふまえた、適切なプログラム構成と、その中でのシステムの活用、また、収集したデータの多様な観点からの分析・提示による活用が必要である。

謝辞 本研究は、平成 25 年度戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE)・地域 ICT 振興型研究開発「動物園におけるセンサー情報・飼育情報の統合管理・分析技法に基づく種の保存および環境教育活動支援プログラムの研究開発」によるものである。

システムの評価に被験者としてご協力いただいた皆様方に深謝する。また、アプリケーション開発に協力いただいた、京都高度技術研究所の澤田砂織氏に感謝する。

参考文献

[1] 品田早苗：学校教育における動物園・水族館の利用について、教員と動物園・水族館関係者が考える問題点と要望, *Sauvage*：北海道大学大学院国際広報メディア・観光学院院生論集, Vol.5, pp.67-72, 北海道大学 (2009).

[2] DeWitt, J. and Storksdiack, M.: A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future, *Visitor Studies*, Vol.11, No.2, pp.181-197 (online), Taylor & Francis (2008).

[3] 石田 戡：日本の動物園, 東京大学出版会 (2010).

[4] 公益社団法人日本動物園水族館協会：動物園と水族館：JAZA について：4 つの目的, 入手先 (<http://www.jaza.jp/about.html>) (参照 2015-07-20).

[5] World Association of Zoos and Aquariums: Environmental Education, available from (<http://www.waza.org/en/site/conservation/environmental-education>) (accessed 2015-07-20).

[6] 恩賜上野動物園：教育活用ガイドブック 学習プログラムと団体入園の手引き, 入手先 (http://www.tokyo-zoo.net/zoo/ueno/img/group-program_ueno.pdf) (参照 2015-07-20).

[7] ZSL London Zoo: School visits to ZSL London Zoo, available from (<http://www.zsl.org/zsl-london-zoo/schools>)(accessed 2015-07-20).

[8] 社団法人日本動物園水族館協会教育事業推進委員会：動物園・水族館での教育を考える—教育方法論研究報告書, 社団法人日本動物園水族館協会 (2002).

[9] 斉藤千映美, 田中ちひろ, 松本浩明：動物園における校外学習の実態と課題：仙台市八木山動物公園の事例から, 宮城教育大学環境教育研究紀要, Vol.16, pp.67-74 (2014).

[10] 品田早苗：博物館等施設における学習の視点：旭山動物園のワークシートを事例として, *Sauvage*：北海道大学大学院国際広報メディア・観光学院院生論集, Vol.4, pp.61-68, 北海道大学 (2008).

[11] 奥山英登, 玉井一行, 佐賀真一, 大鹿聖公, 大和孝恵, 坂東 元：「旭山動物園教育連携ガイドブック」は博学連携を促すか?, 第 55 回日本動物園水族館教育研究会, 仙

台市, p.30 (2014).

[12] 伏見清香, 奥村和則, 入部百合絵, 茂登山清文：PDA を使用した作品鑑賞ガイドのデザイン, *展示学*, Vol.39, pp.2-11 (2005).

[13] 阿部光敏, 長谷川直人, 木庭啓介, 守屋和幸, 酒井徹朗：GPS・PDA による自然観察のための資料提示システム, *日本教育工学会論文誌*, Vol.28, No.1, pp.39-47 (2004).

[14] 佐藤 亮, 市川 尚, 阿部昭博：野外美術館におけるゲーム要素を取り入れた鑑賞支援システムの開発と評価, 第 10 回観光情報学会全国大会, 北見市, 観光情報学会 (2013).

[15] 株式会社フォアフロントテクノロジー：「i 動物園」「i 植物園」「i 水族館」シリーズのご案内, 入手先 (<http://i-animal.jp/>) (accessed 2015-07-20).

[16] 荻野哲男, 鳩野逸生, 井福克也, 鈴木真理子, 楠 房子：動物園における GPS 携帯を活用した一般来園者への観察支援, *情報処理学会研究報告*, 2009-EC-12, Vol.2009, No.26, pp.71-77 (2009).

[17] 吉田信明, 和田晴太郎, 伊藤英之, 澤田砂織, 山内英之, 長谷川淳一, 中村行宏：京都市動物園での情報通信技術活用への取り組み—動物園に適したインフラと動物コンテンツの活用, *情報処理学会デジタルプラクティス*, Vol.3, No.4, pp.305-312 (2012).

[18] 河尻寛之, 青木功介, 松田俊寛, 中野慎夫：動物園向けナビゲーションシステムの事例紹介, *情報処理学会研究報告*, Vol.2011-EC-20, No.19, pp.1-6 (2011).

[19] 大橋裕太郎, 小川秀明, 永田周一, 馬島 洋, 有澤 誠：動物園における新しい学び：IT を利用した参加型学習環境の提案, *情報処理学会研究報告*, 2007-CE-92, Vol.2007, No.123, pp.51-55 (2007).

[20] Kleiman, D.G., Thompson, K.V. and Baer, C.K.: *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques for Zoo Management, 2nd Edition*, University Of Chicago Press (2010). 村田浩一, 楠田哲志 (監訳)：動物園動物管理学, 文永堂出版 (2014).

[21] 小倉匡俊：行動観察を補助するアンドロイドアプリの紹介, *SAGA15* (2012).

[22] 田中正之, 前垣 慧, 伊藤二三夫, 佐々木智子, 長尾充徳, 和田晴太郎, 吉田信明：京都市動物園のニシゴリラ新展示施設における行動評価—樹上性のゴリラを見せることができるか, *SAGA17 要旨集*, p.25 (2014).

[23] 吉田信明, 田中正之, 和田晴太郎：動物園におけるセンサーデータ活用に向けた飼育管理システムの開発, *情報処理学会研究報告*, Vol.2014-IS-130, No.8, pp.1-8 (2014).



吉田 信明 (正会員)

1973 年生。1995 年京都大学理学部卒業。1997 年同大学大学院修士課程修了。2000 年同博士課程退学。同年京都高度技術研究所研究員。ネットワーク応用システムとその設計開発手法の研究開発に従事。日本ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, ACM, IEEE 各会員。



田中 正之

1968年生。1993年京都大学大学院修士課程修了。1995年同博士課程中退。1997年博士(理学)取得。1995年(財)東京都老人総合研究所助手。1997年京都大学霊長類研究所助手。2008年同大学野生動物研究センター准教授。

2013年から京都市動物園生き物・学び・研究センター長。動物園動物の認知・行動研究、および動物園の教育事業に従事。京都大学野生動物研究センター特任教授、日本動物園水族館協会学術研究部員、日本霊長類学会評議員、日本心理学会、日本動物心理学会、日本発達心理学会各会員。



和田 晴太郎

1967年生。1992年北里大学獣医畜産学部獣医学科卒業。1996年京都市役所に採用され、京都市動物園飼育課に配属。現在、京都市動物園生き物・学び・研究センター課長補佐。日本野生動物医学会、日本生物教育学会、日本

環境学会各会員。