

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

吉田 信明^{1,a)} 田中 正之^{2,3} 和田 晴太郎^{2,3}

概要: 動物園では、その業務における中心的な情報システムとして、日々の飼育活動や診療経過を記録・蓄積する飼育日誌システムが用いられている。このシステムには、飼育員や獣医師によって日々観察される出来事や飼育状況が記録され、そのデータを飼育管理や治療、繁殖などに活用している。著者らは、動物園の活動における情報通信技術の活用に向け、飼育日誌システムに、動物舎に設置したセンサーのデータをネットワーク経由で統合した“飼育管理システム”を構築し、京都市動物園で運用を開始している。本稿では、このシステムについて、その概要を述べた上で、このシステムを踏まえ、動物園での情報通信技術の活用手法について検討する。

キーワード: 飼育管理システム, 動物園, 動物行動学, センサー

Development of the zoo animal husbandry management system with sensor data

YOSHIDA NOBUAKI^{1,a)} TANAKA MASAYUKI^{2,3} WADA SEITARO^{2,3}

Abstract: In a zoo, an “animal husbandry management system” is used for keeping records of animal individuals and incidents in husbandry activities. Veterinarians and keepers record incidents and medical treatment in this system every day. These recorded informations are used on breeding and treatment of animals.

In this paper, we describe the zoo animal husbandry management system we developed and are operating in the Kyoto City Zoo. This system can store and display measurement data of sensors installed in a zoo, in addition to incident and medical records. Measurement data are gathered to the system through the wireless mesh network, which covers almost the whole area of Kyoto City Zoo. Based on this system, we also discuss about directions and problems for utilization of information and communication technologies in a zoo.

Keywords: animal husbandry management system, zoo, ethology, sensor

1. はじめに

動物園では、日々の飼育活動を記録するシステムとして、飼育日誌システムを用いている。このシステムには、日々

の飼育活動において、飼育員や獣医師が観察した飼育動物の様子や、出来事などが記録されている。あわせて、獣医師による動物の診察・治療記録なども蓄積され、動物園における飼育活動に活用されている。このようなシステムは、多くの動物園が使用しており、重要な情報システムとなっている。

著者らは、2009年より、京都市動物園において、主として教育活動を対象とした情報通信技術活用の取り組みを進めてきた [1]*1。京都市動物園は、2015年度まで継続的に全

*1 この取り組みは、平成21年度総務省ユビキタスタウン構想推進

¹ 京都高度技術研究所
ASTEM RI / Kyoto

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

³ 京都大学野生動物研究センター
Wildlife Research Center, Kyoto University

a) nyoshi@astem.or.jp



図 1 動物園での情報通信技術の利用への取り組み

面リニューアル工事が進められている。このリニューアルは開園しながら進められているが、この取り組みでは、変化していく動物園に対する市民の関心を喚起しつつ、来園者に対し、より動物を理解できるようにするためのコンテンツを提供することを目的としていた。

ここで行った取り組みは、特に、動物園でのネットワークインフラの整備と、動物園の教育的役割におけるコンテンツの活用を目的としたものであった：

- 園内をカバーする無線メッシュネットワークの整備
- 無線メッシュネットワークを利用した、動物コンテンツの収集・配信
- スマートフォン向け教育アプリケーションの配信
- サイネージ、ホームページを通じた動物園情報の配信

著者は、現在、この取り組みを踏まえ、動物園の最も基本的な機能である”飼育”において、情報通信技術を活用し、その成果を教育に生かすための取り組みを進めている(図1)。この取り組みのポイントは、以下の2点である：

- 情報通信技術を用いて得られる客観的で網羅的な情報を活用した、生き生きとした飼育展示の実現
生き生きとした飼育動物の展示は、日々の飼育担当者の観察から得られる洞察と、それに基づいた工夫により実現されている。しかしながら、多忙な飼育業務の中で、時間をかけた継続的な観察は必ずしも容易ではない。センサーなどの情報通信技術を用いて収集される継続的かつ客観的なデータを生かすことで、これまで気がつかなかった情報を飼育員が手に入れることができ、よりよい展示が実現されることを目指している。
- 収集した情報を生かした、命の教育・環境教育のための教育プログラムの開発

動物を至近距離で観察できる動物園の特性を生かし、参加者がある課題に基づいた観察を行う中で、動物の性質や特徴を理解し、更には環境や生命への理解を深めることが期待される。このようなプログラムの中で科学的・客観的なデータを参照・解釈することにより、単に動物を眺めるだけではなく、より科学的なエビデンスに基づいた、単に情緒的な自然への理解だけではない、教育プログラムを実現することが可能となることが期待される。

事業「みんなで楽しく学べる動物園」によるものである。

冒頭に述べたように、動物園での飼育活動の記録には、飼育日誌システムが用いられている。飼育活動の情報である飼育日誌と、このようなセンサーデータなどの情報を連携させるかが、課題となる。従来、京都市動物園において用いてきた飼育日誌システムでは、飼育記録や診療記録を電子的に蓄積することに主眼が置かれており、他のシステムやデータと連携しうる構成にはなっていなかった。

そこで、著者は、センサーデータを飼育に生かすための仕組みとして、センサーデータを統合可能な飼育管理システムを開発し、運用を開始している。このシステムは、以下の特徴を備えている：

- 様々なセンサーデータの統合を前提とした構成
現在は園内数カ所に設置された温湿度データを収集しているが、今後、様々なセンサーデータを統合可能である。
- 他のアプリケーションからのデータ利用
センサーのデータベースはシステム本体と強く結びつく構成とせず、他のアプリケーションからも利用可能とした
- web ベースのシステム

園内の飼育現場などからタブレット端末などでアクセスしやすくなるよう、web ベースのシステムとした
本稿では、このような飼育管理システムの概要と今後の展望について述べる。まず、2節では、飼育管理システムが備えているべき機能について、説明する。著者が構築したシステムの概要について3に述べる。その上で、4節において、構築・運用を通じて現在認識されている課題を考察し、今後の展望を述べる。5節では、関連する事例を述べる。

2. 飼育管理システム

飼育管理システムには、飼育している個々の個体に関する情報と、その個体の飼育期間中に起きた出来事が日誌的に記録される。

2.1 個体に関する情報

動物園が飼育している個体に関する情報としては、以下のような事柄が記録される：

- 個体情報
 - 種名
 - 性別 (オス・メス・不明)
 - 愛称
 - 在・不在 (死亡等)
 - 特徴
 - 標識
個体を識別するための標識 (リング、マイクロチップなど) の情報。

- 国内・国際登録番号
ワシントン条約、及び、種の保存法で義務づけられている、絶滅危惧種の個体登録番号
- 保護区分
ワシントン条約等での保護区分
- 出生情報
 - 出生年月日
 - 父親・母親
 - 出生地
- 移動情報
 - 受入理由・年月日
生産、購入、借受、捕獲等、個体が動物園に来た理由とその年月日
 - 払出理由・年月日
死亡、貸出、貸出、放野等、個体が動物園から出た理由とその年月日

個体情報は、動物園がどの種類の動物を、何頭飼育しているかなどの、正確に管理するためのデータベースである。種名、性別、特徴などの基本的な情報に加え、動物園で多く飼育されている絶滅危惧種の管理情報や、繁殖に必要な血統情報などを管理している。絶滅危惧種は、その保護が強化され、取引が厳しく制限されており、個体ごとの登録も求められている。また、動物園や水族館の間では、特に繁殖を目的として、飼育動物の貸し借り（プリーディングローン）が行われている。近年では、希少生物保護の観点から、野生の個体を捕獲して国内に導入することは非常に困難になっており、個体の高齢化が進んでいるため、国内での個体数維持がますます難しくなっている。そのため、既に動物園で飼育されている個体間で、より確実に繁殖を実現することが求められている。

2.2 日誌情報

飼育管理システムには、上記で管理されている個体や、動物種、動物舎などで起きた出来事が、日誌として記録される。以下のようなデータが記録される:

- 飼育日誌
飼育活動中で日々起きた出来事を、個体ごとに記録する。個体に増減があれば、それも記録する。
- 診療日誌
獣医師が行った診療内容について、個体ごとに、所見・処置を記録する。
- 麻酔記録
手術や計測などの際に麻酔を行った場合に、麻酔の使用量や時間経過、体温・脈拍・呼吸、行った処置等を記録する。
- 血液記録
個体ごとの血液検査の結果を記録する。

3. 構築したシステムの概要

3.1 方針

システムの設計にあたっては、従来用いられていた飼育管理システムとの継続性を重視した上で、センサーデータやネットワーク活用に向けた構成に変更することとした。より詳細には、以下の方針である:

- 従来と同等のメニュー・画面構成
記録担当者の移行に当たっての負担を考慮し、従来のシステムのメニュー項目や画面構成等、ユーザーインターフェースにかかる部分はほぼそのまま引き継ぐこととした
- 記録項目の引き継ぎ
記録項目もそのまま引き継ぐこととし、既にあるデータも、全て新しいデータベースに移行することとした
- センサーデータの飼育日誌画面への統合
データ閲覧は、センサーデータを別に参照するのではなく、そのセンサーに関連する個体の日誌画面に統合できるようにした
- センサーデータの拡張性
センサーデータの種類は、当初は温湿度・日照・UVを前提とするが、センサーデータの種類の容易に増やせるような構成とした。
- 飼育現場での利用可能性
当初は、従来通り、事務所で記録することとするが、将来、無線メッシュネットワークとタブレット端末等を利用して、園内の飼育現場からの利用も可能とすることとした

なお、このシステムの主な利用者は、飼育員・獣医師である。我々の取り組みでは、教育プログラムでの活用も検討しているが、その場合でも、プログラムの参加者が直接飼育管理システムにアクセスして様々な記録を閲覧するのではなく、教育プログラムを実施する獣医師や飼育員が記録を参考にし、専門家の視点から、参加者に説明することとした。

ただし、センサーデータは、他のアプリケーション、例えば教育プログラムで用いるアプリケーションなどから容易に利用可能な構成としている。この場合は、参加者が理解しやすい適切な視覚化が必要となる。

3.2 システム構成

システム構成を図2に示す。

このシステムはPHPで記述され、利用者は、事務所内のLANから、webブラウザを用いてシステムにアクセスする。システムが管理するデータは、2種類のデータベースを用いて、それぞれの特性に合わせて管理することとした。

- リレーショナルデータベース (mysql): 日誌情報、個

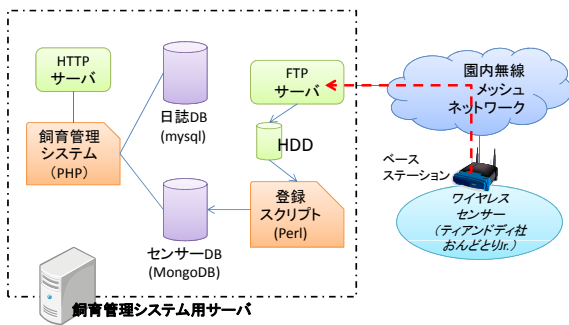


図2 システム構成

体情報

- スキーマレス文書型データベース (MongoDB[2]) : センサーデータ

日誌情報や個体情報など、飼育管理システムの中核的な情報については、個々のデータ間の関係を厳格に管理するために、本システム向けにデータベースを設計した。一方、センサーデータについては、スキーマレスの文書型データベースの一種である MongoDB を使用し、時系列のデータとして管理している。園内からのセンサーデータの収集には、先に述べた無線メッシュネットワークを使用してサーバにデータを集約している。

3.3 センサーデータの収集

現時点でセンサーデータとして継続的に収集しているデータは、市販のワイヤレスデータロガーのシステム（ティ・アンド・ディ社 おんどとり Jr.）を使用した、温湿度・日照・紫外線のデータである。このセンサーは、429MHz 帯特定省電力無線を使用して、接続されたセンサーからデータを収集し、ベースステーションと呼ばれる機器を介して、2.4GHz 無線 LAN で FTP 等を使用してセンサーデータを定期的にサーバに送信できるシステムである。このような機器を園内のキリン舎やゴリラ舎に設置し、定期的にデータベースサーバに FTP で記録データを送信している。このデータ送信に使用する無線 LAN については、京都市動物園の園内に、来園者エリアを中心として設置されている無線メッシュネットワークを使用している。集約したデータは XML 形式で記述されたファイルである。このファイルを、Perl で記述された格納用スクリプトを用い、定期的にセンサー用データベースに格納している。

3.4 センサーデータの格納

MongoDB では、“ドキュメント”と呼ばれる木構造を一つの単位としてデータを取り扱う。“コレクション”はこのドキュメントのひとまとまりである。コレクションの中に格納されたドキュメントの形式には、リレーショナルデータベースにおけるテーブルに格納されたレコードのような制約はない。

```
{
  "_id" : ObjectId("539157333b0d3cfa0c02174d"),
  "humid" : 63,
  "temp" : 12.9,
  "time" : NumberLong(1395672212)
}
```

図3 蓄積されたデータの例 (温湿度)

```
{
  "_id" : ObjectId("543f740e8158e772387b23c7"),
  "course" : DBRef(...),
  "area" : DBRef(...),
  "animal" : DBRef(...),
  "time" : ISODate("2014-10-16T07:30:22.199Z"),
  "x" : 13523,
  "y" : 13171,
  "z" : 628,
  "text" : "座る",
  "ip" : "XXX.XXX.XXX.XXX",
  "nickname" : "サンプル"
}
```

図4 蓄積されたデータの例 (個体行動データ)

このデータベースに対し、本システムでは、個々のセンサーごとに、一つのコレクションを作成して管理している。園内各所に設置されたセンサー機器には、それぞれ、固有の ID が割り当てられている。センサーデータのデータベース内では、この機器 ID に対応するコレクションを作成し、その中に測定データを格納している。測定データは、ある時点での測定値ごとに、一つのドキュメントを作成している。

図3に、温湿度データの文書の例を示す。この文書では、time で示される UNIX 時刻での、湿度 (humid) と、温度 (temp) を記録している。_id は、データベースが自動で文書ごとに固有に生成する ID である。

先に述べたように、本システムでは、センサーデータの蓄積に、スキーマレスのデータベースを使用している。これは、今後、他の種類のデータを格納するにあたって、新しい種類のデータ形式を比較的容易に追加可能とするためである。たとえば、現在、我々は、Kinect などの深度センサーを用いたフタコビナマケモノの夜間の移動記録 [3] や、来園者の参加による 3 次元動物 (ニシゴリラの家族など) の行動記録などの取り組みを進めている。

図4に、ニシゴリラの行動記録データを示す。このデータでは、time^{*2} 時点での、3次元座標 (x, y, z) と、そのときの行動 “text” が記録されている。IP アドレスやニックネームなど、アプリケーション固有のデータも記録されている一方で、座標データはセンサーを用いて記録したナ

*2 このデータは、開発の都合で先の温湿度データと異なり、ISO 形式で時刻が記録されている



図 5 飼育管理システムの画面（個体管理）



図 6 飼育管理システムの画面（飼育日誌）

マケモノの移動記録でも同等である．全く異なる手段で収集したデータであっても，同じ方法で視覚化や統計処理が可能である．

この他，多種多様なセンサーデータがあり，このように集約したデータは，飼育管理システムのみならず，目的ごとに様々な作成されるアプリケーションでの活用が可能である．現時点では，来園者向けの教育用アプリケーションでの活用を想定している．

3.5 飼育管理システムからのセンサーデータの利用

以上のように蓄積されたセンサーデータは，飼育管理システムでは，個体に紐付けられて利用される．図 5 に，飼育管理システムの個体管理の画面を示す．画面下部に，“機器管理”の項目があり，機器名を登録できる．この機器名は，先に述べた，データベースのコレクション名である．

このようにセンサーが登録された個体の日誌画面には，視覚化したセンサーデータが表示される．図 6 に，登録されているデータの例を示す．現時点では，登録された日誌の日付に対応する温湿度データが表示されるようになっている．

4. 今後の展望と課題

これまで述べたように，著者らが構築したシステムで

は，センサーデータを格納したデータベースを飼育情報のデータベースとは別に設置し，そのデータを活用するアプリケーションの一つとして，飼育管理システムを位置づけている．

本節では，この構成を踏まえ，今後想定される，動物園における多様な情報の活用について検討する．まず，温湿度だけではなく多様なデータを蓄積し，そのデータを動物園の様々な役割でどのように活用するか検討する．また，現在の飼育管理システムは，事務所内での利用を前提としているが，動物舎や解剖室といった飼育現場での活用についても検討する．

4.1 教育での活用

現状では，データとしては，主に温湿度や日照などのセンサーデータを集約している．今後，そのほかのデータも集約し，かつ，そのデータを，飼育管理システム以外にも活用していくことを検討している．特に，継続的に蓄積された，客観性・科学性の高いデータを，動物園における教育活動で活用するための取り組みを行っている．

その一つの例として，タブレット端末を用いて一定の手法に基づいて来園者に動物を観察・記録してもらい，その作業を通じて動物の行動に対する理解を深めてもらう教育プログラムの作成を，現在進めている（図 7）．

この教育プログラムでは，団体などの複数の教育プログラムの受講者が，協力して自ら動物の行動観察を行い，その結果を画面で確認することで，動物の行動を理解することを目的とする．入力用画面は，タブレット端末向けの web ベースのアプリケーションとして提供され，画面に表示された地図上で位置と行動を指定することで，サーバにデータが送信される．サーバ側では，センサー用のデータベースに，センサーデータと同様にデータが記録される．

データ表示画面は，このデータベースから，行動記録データを取り出し，3次元などの視覚化をして画面に表示する．この機能を使うことで，プログラムの参加者が自らの観察結果を確認することができる．

このようなデータが十分蓄積されると，動物園の飼育担当者にとっては，継続的・網羅的な飼育動物の観察が時間的に難しい中で，よりよい飼育の実現に向けた研究活動の参考となりうるものである．このように，様々なデータを，web ベースのような簡便なアプリケーションから容易に登録・取得・表示可能となることで，飼育管理システムという単一のアプリケーション内での効果だけではなく，動物園での教育や研究活動など，より広い範囲での情報通信技術の活用につながっていくことが，期待される．

また，現時点では管理していないが，センサーの設置場所の位置データも含めて管理することで，動物が頻繁にいる場所とその場所の温湿度や日照の関係など，より詳細な



(a) 入力用画面



(b) データ表示画面

図 7 行動観察でのデータ活用

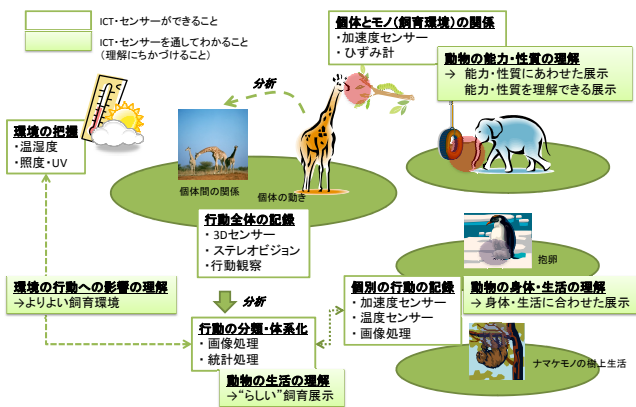


図 8 動物園でのセンサー利用

動物の行動をデータから理解できるようになると考えられる。

4.2 動物園の他の活動へのデータ活用

先に述べたように、センサーなどのデータは、飼育管理システムと強く結びつかず、様々なアプリケーションに利用可能である。蓄積したデータをどのように、動物園の役割に広く活用していくか、今後、その方策を検討していくこととしている。

その際に重要となる動物園の特性として、動物園は人工の環境の中で動物を飼育する場所である点がある。野生環境と比較して、様々なセンサーを設置しやすい。そのため、動物を飼育している環境や、動物の行動、行動が及ぼす環境への作用などといった情報を、容易に、かつ、継続的に取得することが可能である。

著者らは、このようにして得られた情報を利用することで、動物の行動理解や、飼育環境の改善を図ることができる、と考えている(図8)。例えば、温湿度などの環境情報と、動物の行動を対応づけることで、どのような環境を個体が好むのかを理解し、より自然に近い飼育環境の実現に結びつけることができるであろう。また、動物が頻繁にとる行動が、飼育環境(柵や構造物)にどう作用するかを知ることで、動物がストレスを受けない環境作り(環境エン

リッチメント)につなげていくことも可能であると考えられる。

このような環境改善は、従来でも、飼育担当者の観察や創意工夫で実現されてきた。しかしながら、飼育担当者は複数の動物を受け持つなど多忙であり、継続的な観察は困難である。また、センサーデータの解析においても、多変量のデータ解析に関する知識を持っていないことがほとんどである。今後は、情報技術の専門家の協力の下、情報機器を用いた観察や、センサーデータを統合した飼育管理システムをはじめとする情報システムが、このような創意工夫を補助することが期待される。

4.3 飼育現場でのシステム利用

飼育管理システムを、事務室内からのみではなく、動物舎や解剖室など、園内の作業場所から利用可能とすることで、より効率的な飼育・診療の実施を実現することが期待される。先述のように、すでに動物園内には無線 LAN が配備されている。この環境を活用して、タブレット端末での利用なども考えられるが、図6に示した画面を見てもわかるように、現在のユーザインターフェースは、PC上のwebブラウザで、キーボードを用いて入力することを前提としたものになっている。

そのため、飼育現場からの利用を検討するに当たっては、実際の飼育担当者の作業の実態に即したユースケースを洗い出し、端末の形態も含めて、機能やユーザインターフェースの設計等を行う必要がある。

例えば、現場に出ている担当者にとっては、自分の担当の個体を優先的に表示・編集できればよいが、現在のシステムでは、すべての記録からの検索を前提とした画面構成となっている。また、飼育員ごとの担当情報も、別途管理されているため、システムでは保持していない。担当情報など、動物園の業務をシステムにさらに取り込むことで、利用場面や目的に即した情報の提示が可能となるであろう。

このようなシステムを利用する端末についても、タブレット端末を持ち歩くのは作業の障害となるので、据え置

き型のタッチパネル端末を動物舎に配備することも考えられる。また、機材は、防塵・防沫性、耐衝撃性の高いものが期待される。

4.4 今後の課題

このように、構築した飼育管理システムやデータベースを中核として、様々な動物園での情報利用を考えることができるが、動物園は、情報システムの利用を前提とした施設とは必ずしもなっていないため、より一層の活用に向けては、以下の課題も考えられる。

4.4.1 通信環境

園内無線メッシュネットワークの配備に当たって、建物や植栽による通信障害を回避するための構成を取った [1]。これにより、来園者向けのエリアはほぼ全域をカバーすることができているが、飼育員や獣医師が作業するバックヤードについては、コンクリート製の建物が多いこともあり、全域をカバーしているとはいえない。

また、動物園は半屋外の環境であるため、電源を容易に得られないことも多い。常時設置する無線機器は、電池で長期間の稼働は難しいことが多く、電源を必要とするため、必要な地点にアクセスポイントを設置できない、といったことも起きる。

新しく作られる建物の場合、ネットワークが配備されていたりするなど、より適した環境が得られつつあるものの、このように、動物園の園内の通信環境は、必ずしも情報システムにとって十分とはいえない。このような通信環境の下でも動作するシステムとすべきである。例えば、専用アプリケーションを作成したり、WebStorage のようなクライアントサイドの記憶域を利用するなどにより、通信状態が間欠的であっても必要な機能が利用可能な、通信遮断耐性のあるアプリケーション設計を行うなどが考えられる。

4.4.2 担当者の負担

動物園の職員は、飼育動物の管理を行うのが業務であり、情報通信システムの管理をすることは本来の業務ではない。また、常駐の技術者を置くことも困難である。そのため、システムはなるべく容易に利用可能であり、また、技術者がいなくても日常の運用が可能なるものであることが望ましい。

例えば、前項に述べたように、動物園の通信環境は十分ではなく、このような環境で動作する情報システムは、障害を起こしがちである。情報システムの安定性には、通信環境からソフトウェアまでの要因が複合的に作用するため、トラブルが発生した場合には、原因の特定が困難な場合が多い。前項で述べたような通信遮断耐性のあるアプリケーション設計や、ネットワーク環境の整備などが有効であると考えられる。

5. 関連事例

動物園や水族館における情報管理システムとして、世界的に広く用いられているものに、“ZIMS” [4] がある。このシステムは、国際種情報システム機構 (ISIS) が提供しているシステムであり、個体や個体群、医療などの様々な記録を統合的に管理できるシステムである。かつては、“ARKS” (Animal Record Keeping System) という名称で、スタンドアロンのアプリケーションとして提供されていたが、ZIMS では、インターネットを介して提供されるようになり、各個体の情報が国際的なデータベースを通じて複数園間で共有できるようになっている [5], [6]。このシステムは、種の保存や繁殖に向けた、個体情報の共有が大きな目的になっている。そのために登録しなければならないとされている個体情報は、本稿で説明したシステムの個体情報で登録するデータと同様のデータである。本システムでは、このような情報に加え、より詳細な出来事などの情報も登録できるようにし、日々の動物園の活動に役立つようにしている。

飼育管理システムそのものは、国内の各動物園でも使用されている。しかしながら、個々の動物園が独自のシステムを使用しているのが一般的と考えられる。例えば、京都市動物園ではプロプライエタリなグループウェア上に構築したシステムを従来は使用してきた。そのため、データやアプリケーションの園間での互換性は、現時点ではないと考えられる。

6. まとめ

著者らは、動物園における重要な情報システムである飼育日誌システムに、動物舎に設置したセンサーデータをネットワークを介して統合した“飼育管理システム”を構築し、京都市動物園で運用を開始した。このシステムには、飼育日誌や診療日誌など動物園における飼育活動の情報に加え、センサーデータ（現在は温湿度データ）が統合されている。日々の飼育担当者の観察などにより記録される日誌データに、客観的なデータが統合されることで、より科学的な飼育が可能になることが期待される。

このシステムでは、センサーデータを蓄積するデータベースとして、スキーマレスの文書型データベースを使用し、将来に渡り、様々な種類のセンサーデータや、アプリケーションから登録されるデータを、容易に蓄積できるような構成としている。その例として、現在我々が進めている、タブレット端末向けの教育アプリケーションがある。このアプリケーションは、行動観察により動物の行動の理解を深めることを目的とし、観察への参加者は、観察対象の個体の位置と行動を、端末を介して入力する。データは、同様のスキーマレスデータベースに登録され、観察終了後、

このデータを視覚化する機能を用いて振り返り、動物の行動に対する理解を促す。このように蓄積された観察データは、飼育活動の参考にもなり得るものである。

以上のように、本システムの仕組みを利用して、動物園に求められる動物の飼育・研究や、動物を通じた教育に対し、センサーデータなどの情報通信技術を活用することが可能になると、著者らは考えている。今後、データを活用した教育プログラムの開発と実践を進めるとともに、園内からの無線ネットワークを介したシステム利用など、より積極的な、動物園でのシステムや情報通信技術の活用に取り組んでいくこととしている。

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。

参考文献

- [1] 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).
- [2] MongoDB, Inc.: mongoDB, <http://www.mongodb.org/>.
- [3] 吉田信明, 田中正之, 和田晴太郎: 動物園の飼育・教育活動へのセンサーデータの活用に向けて, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, Vol. 2014, No. 2, p. 203, (2014).
- [4] International Species Information System: ZIMS, <http://www2.isis.org/products/Pages/default.aspx>.
- [5] International Species Information System: Best Practices in Animal Records Keeping Using the ZIMS Application (2013).
- [6] Hosey, G., Melfi, V. and Pankhurst, S. : Behavior, Management, and welfare, Oxford University Press (2009). (村田浩一, 楠田哲士訳: 動物園学, 文永堂出版 (2011)).