

## PHS を用いた野生動物の位置探索

高崎 俊之<sup>†1</sup> 長戸 理恵<sup>†2</sup> 植松 茂<sup>†3</sup> 池 年正<sup>†3</sup>  
細田 孝久<sup>†4</sup> 重松 雄<sup>†1</sup> 森下 英美子<sup>†1</sup>  
樋口 広芳<sup>†1</sup> 小林 郁太郎<sup>†1</sup> 板生 清<sup>†1</sup>

近年、携帯情報端末の小型化・高性能化が顕著で、ウェアラブル・コンピューティングが実現しつつある。また将来的にはウェアラブル情報端末が、人間以外の自然物や人工物にも多数装着され、ネットワークに繋がっていくであろうと思われる。本研究では、都会に住む野生動物であるタヌキ、及びカラスを装着対象として、PHS 位置検索専用端末を装着し、位置追跡実験を行なった。特に重量の要求が厳しいカラス実験では、約 28g の PHS 位置専用端末での位置探索を実現した。

### Wild animal tracking by PHS (Personal Handyphone System)

Toshiyuki Takasaki<sup>†1</sup>, Rie Nagato<sup>†2</sup>, Uematsu Shigeru<sup>†3</sup>, Ike Toshimasa<sup>†3</sup>,  
Hosoda Takahisa<sup>†4</sup>, Shigematu Yu<sup>†1</sup>, Emiko Morishita<sup>†1</sup>,  
Hiroyoshi Higuchi<sup>†1</sup>, Kobayashi Ikutarou<sup>†1</sup>, Kiyoshi Itao<sup>†1</sup>

Recently, miniaturization and integration of portable devices have been achieved so remarkably that wearable computing has been realized. And in the future, it seems that vast amounts of wearable information devices will be attached to nature environments and artifacts besides human beings and they will be connected with intelligent network. We attached PHS location devices to wild animals living in the urban area, such as raccoon dogs and crows. And we carried out the location tracing experiment. In the experiments with crows, which severely demands light weight devices, we realized locating of crows with PHS location devices which weighed about 28 g.

#### 1. はじめに

情報通信機器の体積・重量は本質的には零であるべきで、この究極の目的に向けたマイクロ化技術が電気・機械・物理・化学の各方面から開発されており今後もその試みは続いていくと思われる。近年では徐々に、マイクロマシン技術、マイクロセンサ

技術、無線技術、インターネット技術などの融合により環境や生体から出る情報を捉え判断・処理することが可能になってきている。そういった技術的な流れの中で情報機器の形態はモバイルからウェアラブルへと変化している。常に服のポケットに入っている携帯電話はその代表的な一例であ

†1 東京大学 (東京都文京区本郷 7-3-1) †1 University of Tokyo(7-3-1Hongou, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan)  
†2 株式会社 NTT ドコモ(東京都千代田区永田町 2-11-1) †2 NTT DoCoMo, Inc (2-11-1Nagatacho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan)  
†3 セイコーインスツルメンツ株式会社(千葉県千葉市美浜区中瀬 1-8) †3 Seiko Instruments, Inc.(1-8Nakase, Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba, Japan)  
†4 多摩動物公園(東京都日野市程久保 7-1-1) †4 Tama Zoological Park(7-1-1Hodokubo, Hinoshi, Tokyo, Japan)

る。

ウェアラブル機器は人間にだけでなく、動物、自然物および人工物にも装着することで、人間環境以外にも人工環境や自然環境といったあらゆる環境に適用することができる。このように様々な環境に装着するウェアラブル機器を、我々は「ネイチャーインタフェーサ」と提唱している<sup>1)</sup>。ネイチャーインタフェーサの構成は、図 1.1 のようになっている。すなわち、人間、動物、自然および人工物から発信される光、音、温度、圧力、画像情報、化学物質、生理情報および位置情報等のアナログ信号をセンサが感知し、コンピュータでデジタル変換およびデータベースに基づく行動認識を行い、無線の発信機によってネットワークに情報伝送するという流れである。また、それぞれのネイチャーインタフェーサを広域ネットワークにつなぐことによって、各環境の情報の収集と制御を遠隔地で行う、いわゆる「ウェアラブル・インフォメーション・ネットワーク」<sup>2), 3)</sup>の確立が可能となる。ウェアラブル・インフォメーション・ネットワークの、近年研究されつつある応用として、

- [1] 自然環境における環境モニタリングおよび動物活動モニタリング。
  - [2] 生活環境における汚染モニタリングおよび快適度モニタリング。
  - [3] 生産環境における生産自動化およびエネルギー制御。
  - [4] 人体環境による小型医療・福祉機器による患者モニタリングおよび手術の自動制御。
  - [5] 交通環境における自動運転および高度安全化。
  - [6] 農業環境における育成モニタリングおよび温室制御。
  - [7] 防災環境における河川水位モニタリングおよびダム強度モニタリング。
- などが挙げられる(図 1.2)。

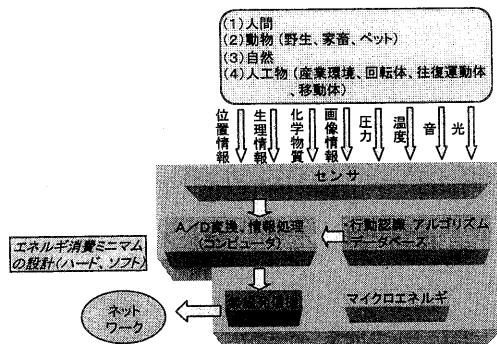


図 1.1 ネイチャーインタフェーサの構成

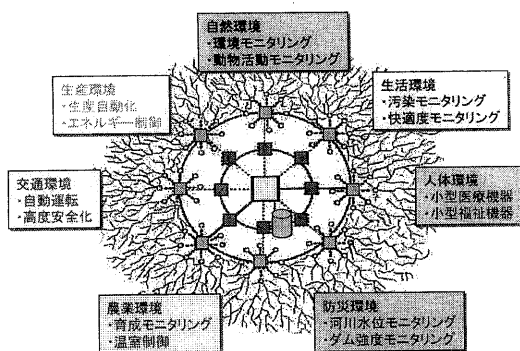


図 1.2 ウェアラブル・インフォメーション・ネットワークのイメージ

## 2. PHS を用いた野生動物の位置探索

ウェアラブル・インフォメーション・ネットワークの具体例として、上記「[1]自然環境における環境モニタリングおよび動物活動モニタリング」の「動物活動モニタリング」に関する実験を行なった。タヌキとカラスを対象動物として、以下に示す位置追跡実験を実施した。

### 2.1 PHS によるタヌキの位置探索

#### 2.1.1 タヌキ実験の背景

東京都の田無市や多摩地区、神奈川県横浜市や鎌倉市などの市街地において、野生のタヌキの出没が多く発見されており、車道に飛び出して自動車に轢かれたり、農作物に被害を与え、電線コードやビニール

ハウスを破損して問題となっている(図 2.1)。しかしその個体数増加の明確な要因や、生息地域などの詳細な生態については分かっていない。タヌキにテレメトリ(図 2.2)をつけ、その発信電波をアンテナで追うことで追跡が試みられているが、たぐさんの時間とエネルギーが必要である上に、障害物の多い都市部では追跡そのものが効率的でない。

そこで、タヌキを PHS による位置探索システムを使って追跡した。東京都田無市にある東京大学農場および演習林に野生で住むタヌキを対象とした。

### 2.1.2 タヌキ予備実験

実際の実験に先立ち、タヌキの背高(約 15 cm)と同じ高さにアルプス電気社製(DDI 網利用)の PHS 位置専用端末を装着し、田無市の東大農場周辺のタヌキ出没個所を大まかに歩き、位置精度を確認した。その結果、約 100~200mほどの誤差に収まった。この精度は、農場の中にいるか、外にいるか、また、農場の中の真中にいるのか、北の端か、南の端かが識別できる精度である。これによりタヌキがいつ農場外に出ているのか、採食地域はどのあたりなのかを突き止めることができる。採食地域が分かれば、餌となるものを隠すなどの対策をとることが可能になるため今回の目的には十分であると考えた。

### 2.1.3 タヌキ実験概要

東大田無農場および演習林の協力を得て農場および演習林内でオス・メス各 1 匹のタヌキを捕獲し、防水のために袋に入れた 58g のアルプス電気社製位置専用端末を(図 2.3)装着した。

PHS への位置取得通信頻度は、タヌキが夜行性であることを考慮し、15:00~翌 8:00 に 30 分おきとした。

[表 2.1 タヌキ実験結果]

	データ取得日数	データ取得回数	有効なデータ数	有効率[%]
オス	20 日	676 回	265 回	39.2
メス	12 日	458 回	458 回	59.4

### 2.1.4 タヌキ実験結果

通信に関する結果は、表 2.1 のようになった。有効なデータ数とは、PHS サー



図 2.1 タヌキの被害を受けたビニールハウス(田無市、東大農場にて)

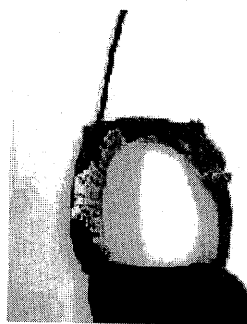


図 2.2 多摩動物園での実験にてタヌキに装着されたテレメトリ

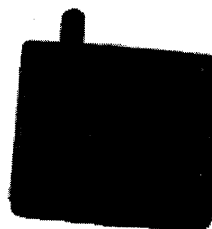


図 2.3 今回装着した PHS 位置専用端末

ビスエリア内(圏内)にタヌキが存在し、位置情報を取得できた回数のことである。有効な時以外はサービスエリア外(圏外)であったため、位置情報を取得できなかった。また、有効率とは、タヌキが圏内にいた割合のことである。

また位置探索の結果、オスの個体はメスの個体に比べ、圏外である場合が多かった。よって、位置検出の端末へのアクセス回数がメスよりも少なく、その結果、バッテリーがより長く持続したものと考えられる。また結果から、毎日ほぼ同じ位置でねぐらをとって、農場内を中心に夜間に活動するというタヌキの生態が明らかとなった。

## 2.2 PHS によるカラスの位置探索

### 2.2.1 カラス実験の背景

近年ゴミを荒らすカラスが問題となり、行政でも審議されるほどになっている<sup>4)</sup>。住宅街や繁華街を飛びまわるカラスを目にしない日はないが、その生態については出没個所やその数などは分かっているものの、一羽一羽のカラスがどのような動きをするかということははっきりわかっていない。その原因の一つに空を飛ぶカラスを地上から追うことの難しさがあった。そこで先行実験として、PHS を用いたハシブトカラスの移動追跡を行なった<sup>5)</sup>。しかし、先行実験での課題として、重量の問題があった。野生動物を調査する際には装着する実験装置は動物体重の 4-5%以内が望ましいとされている<sup>6)</sup>。ハシブトカラスの平均体重は 500g~750g であり、よって要求端末重量は 20g から 35g 程度であるが、先行実験で用いた PHS 端末は、軽量化を図ったものの、約 44g であった。

### 2.2.2 カラス装着用 PHS 端末

今回は基となる PHS 位置専用端末を、NTT ドコモ株式会社から提供されている

[表 2.2 軽量化した端末重量の詳細]

	p-doco?	改造端末
外形(mm)	69.1×41.4×17.4	63.1×39.0×14.0
筐体(g)	19.4	8.0(ケース6.7, ラベル0.1, ねじ0.2, 接着剤1.0)
バッテリー(g)	15.25	8.0 (4.0×2個)
その他 (g)	7.75 (基盤ASSYなど)	12.1 (基盤ASSY、取付け用ヒモなど)
総重量	42.4g	28.1g

[表 2.3 被験カラス重量と端末要求重量]

カラス番号	体重 [g]	端末要求重量[g]
1	670	~33.5
2	670	~33.5
3	710	~35.5
4	690	~34.5
5	600	~30.0
6	640	~32.0
7	580	~29.0
8	560	~28.0
9	620	~31.0
10	640	~32.0



図. 2.4 PHS 端末を装着したカラス

重量が 42.4g の「P-doco?」とし、軽量化を試みた。筐体を薄く作り変え、またバッテリーを 2 個のボタン電池(Fujitsu 製 CR2430、150mAh)に付け替えることで軽量化を行なった。軽量化した端末の詳細を表 2.2 に示す。また改造した端末については無線設備としての法的対応済みである。

### 2.2.3 カラス実験概要

低温時におけるバッテリーの性能低下を考慮して、4 月中旬から実験を行なった。上野動物園の協力を得てカラス捕獲小屋で

10羽のハシブトカラスを捕獲し、それぞれに PHS 端末を装着した。実験対象となった 10羽の体重および要求される端末重量(カラス体重の 5%)は表 2.3 のとおりであり、今回の 28.1g の端末はこの要求を満たしている。端末装着の取付け用ヒモには、強度・軽量・耐久性に優れた東洋紡のハーネス用ダイニーマ<sup>®</sup>というポリエチレン繊維を使用した。今回は端末の大きさから、やむを得ず胸にゼッケンのように装着したが、今回は端末が小型なため、図 2.4 のように背中にランドセルのように背負わせ、カラスへの端末取付けの圧迫感を最小限にした。データ取得に関してはドコモ・サポート株式会社の協力を得、カラスが行動しない夜間は通信を中止し、3:30~19:30 で 30 分おきにデータ取得をした。

この結果、上野動物園から、銀座や六本木などに移動したり、荒川付近へ北上した個体があった。また昼間に活動・利用するのはひとつの場所ではない点や、同じ上野公園内でも、ねぐらとして利用する個体と、昼間の休憩場所として利用する個体がいる点などが明らかとなった。

### 3. おわりに

本実験を通して得た結論は、以下のとおりである。

- (1) ウェアラブル・インフォメーション・ネットワークの動物モニタリングの一例を実証することができた。
- (2) タヌキ、カラスという異なる対象に対し、個別に要求仕様を考慮した上で、PHS 位置専用端末を用意し、装着することができた。
- (3) 28g の PHS 位置専用端末でカラスを追跡することができ、先行研究での課題を解決した。
- (4) 従来の手法では予測でしかなかった、タヌキ及びカラスの生態に関する事実が確

認された。

### 4. 今後の展望と課題

今後は端末の重量の更なる軽量化、並びに長寿命化を図るとともに他の野生動物への応用、さらに収集する情報の質・量それぞれの多様化によるデータベース構築を図るなど、ネイチャーインタフェースを使った野生動物のウェアラブル環境情報センシングシステム構築を目指す。

### 謝 辞

本研究の遂行に当たって多大なるお力添えを頂いたアルプス電気株式会社のかたがた、及び株式会社 NTT ドコモ、ドコモ・サポート株式会社の方々に深く感謝致します。実験に欠かせないインフラや装置、材料を提供して下さい、DDI ポケット株式会社の方々、株式会社東芝の方々、アルプス電気株式会社の方々及び東洋紡の方々に深く感謝致します。また、端末の法的認可の際にご助力頂いたシャープ株式会社の方々に深く感謝致します。

実験に協力していただいた多摩動物園の高橋幸裕氏、上野動物園飼育課の方々、東京大学田無農場および演習林の方々、および東京大学野生動物学研究室の学生の諸氏に感謝致します。

### 参 考 文 献

- 1) 板生清、苗村潔：センサ情報網端末としてのウェアラブル情報機器、情報処理学会研究報告 99-MBL-8、(1999)、pp. 15-21
- 2) 板生清：情報マイクロシステムの世界とウェアラブル情報機器、マイクロメカトロニクス(日本時計学会誌)、(1998)、pp. 72-79
- 3) 板生清監修：ウェアラブル情報機器の実際、オプトロニクス社、(1999)
- 4) 国会第 2 次補正予算：都市部におけるカラス被

害の防止対策推進事業、(1999)

5) 長戸理恵：PHS による野生動物の位置探索、情報処理学会研究報告 MBL-12-1 (2000)

6) 樋口広芳編：宇宙からツルを追う～ツルの渡りの衛星追跡～、読売新聞社、(1994)

7) <http://www.toyobo.co.jp/seihin/dn/dynema/index.htm>、東洋紡 Web ページ