

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月31日現在

機関番号： 32644
 研究種目： 基盤研究（A）
 研究期間： 2009 ～ 2011
 課題番号： 21241042
 研究課題名（和文）パンデミック予防のための鳥追跡を目的としたICT技術の統合開発研究
 研究課題名（英文）A study on the application of information communication technology for the purpose of wild birds tracking to prevent the pandemic
 研究代表者
 中島 功（NAKAJIMA ISAO）
 東海大学・医学部・教授
 研究者番号：00183509

研究成果の概要（和文）：

位置情報と個体識別ができるS帯2.4-500kbps伝送速度の鳥装着用パケット送受信機の開発し、総務省の型式認定を申請した。山階鳥類研究所で渡り鳥に装着し、その鳥がわが国に帰還すれば、データが採取でき危機管理に役立てる。H5N1の感染地域、ロシア、モンゴルでの鳥インフルエンザ関連の生態環境、電波伝搬環境を分析し、将来の危機管理としての鳥インフルエンザ予防に役立てる統合研究をおこなった。

研究成果の概要（英文）：

We have developed the wireless packet transceiver with 2.4 to 500 kbps of data speed on S band for wild bird to track its position and ID and applied for the model authorization to the Ministry of Internal Affairs and Communications. If these packet terminals attached at migratory birds by Yamashina Institute for Ornithology, and returned to our country safely in the next season, we can get IDs and navigation data from packet transceiver. These data can help crisis control. Also, we investigated the environment of the infected zone of H5N1 in Russia and Mongolia, and analyzed the microwave propagation environment. The unification will be very useful in future to study on the crisis control and prevention of avian influenza.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	23,700,000	7,110,000	30,810,000
2010年度	10,600,000	3,180,000	13,780,000
2011年度	2,500,000	750,000	3,250,000
年度			
年度			
総計	36,800,000	11,040,000	47,840,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 ・ 社会システム工学・安全システム

キーワード：危機管理

1. 研究開始当初の背景

鳥インフルエンザは、太古から鳥、動物、人と感染し、時として広範に伝播し猛威を振るって来た。鳥インフルエンザの遺伝子は、突然変異のスピードが速く、抗原に対する抗

体や有効なワクチンが敏速に対応できないという課題がある。WHOの発表では、SARSの死亡率が感染者の4%であったのに対して、鳥インフルエンザ（H5N1）のこれまでの死亡率は60%で、将来、パンデミック

の可能性がある。 予防が唯一の対策で、キャリア鳥の疫学的な監視が不可欠で、リアルタイムでキャリアを監視する装置や国際的なシステムはいまだ確立されていない。2008年7月3,4日東京で開催した国際電気通信連合開発部門 SG2 課題 14 のラポーター会合で、「鳥インフルエンザ東京宣言」を採択しており、9月 SG 総会において ITU-R へのリエゾンステートメントを採択し、その後、ITU-R からの ARGOS システムを利用した現状と課題が報告された。

2. 研究の目的

鳥インフルエンザの予防のためキャリア（水禽）と疑われる渡り鳥の個体識別番号、地理的位置、羽ばたきなど生体情報を蓄積伝送するため、鳥用マイクロ波パケット送受信機（首輪）を試作、開発し、野外で検証した。最終的に総務省に無線設備の型式認定を確保し、山階鳥類研究所の指協力を得て、鳥類に装着した。地図情報システムにより、キャリアの群れトポロジーから疑わしい群れを前もって予測し、その飛来地域に救急医学的な対策や消毒薬、ワクチン、タミフルなどを配布することを目指す。これに平行して国際的な鳥インフルエンザの現地調査、モンゴルや日本におけるシラトリ文化と鳥インフルエンザの関連など世界レベルのパンデミックも調査した。

3. 研究の方法

(1) 装着用パケット送受信機の開発

鳥装着用 S 帯送受信モジュール（重量 20g）には、パケット無線 TI（テキサス インストゥルメント）社 CC2500 を搭載し、伝送速度 2.4kbps（長距離 18km、鳥・センタ間通信）と 500kbps（短距離 200m、鳥鳥間通信）を設計し、最適なパラメータ（変調方式、IF 帯

域、アンテナ、仲上フェージング シミュレーション）を評価実験より求めた。

(2) 鳥用生体情報データロガーの開発

鳥の心拍数は 200-400/分でヒト用心電計は時定数が大きく記録ず、また鳥の心臓は右に回旋しており、第一誘導では陰性 P 波、陰性 T 波である。加えて横隔膜は無く、肺は硬く、気嚢により呼吸を行っているため鳥専用の生体記録装置（重量 20g）が不可欠で、これを開発し、ニワトリ、ウズラで評価した。

(3) 転送型 RBBS プログラムの開発

装着用パケット送受信機には、鳥鳥間通信を行い、他の個体が所有している生体データ・位置データのファイルを相互に自動的に交換するファイル転送型 RBBS（Radio Bulletin Board System）の基礎的なプログラムを開開発した。

(4) 国際的な状況の把握

野鳥からの鳥インフルエンザ検出地域 ロシアやモンゴルで現地調査をおこない、H5N1 のキャリアの生態環境と電波伝搬環境を視察した。

H5N1 感染地域の視察

中国、タイ、インドネシアで発生している H5N1 の現状を公衆衛生分野の専門家を派遣し調査した。

過去のわが国でのパンデミックを探る シロトリ信仰は、大陸から日本にもたらされたと我々は推測し、どの時期に誰により持ち込まれたのか、母系に引き継がれるミトコンドリア DNA 解析にその糸口を探った。さらに狩りが主体であった縄文人と冬の蛋白源としてのハクチョウを検討した。

4. 研究成果

(1) 装着用パケット送受信機の開発

試作した基板（その後ケースと太陽電池を加えて首輪に装着）評価実験の結果を図表で示した。

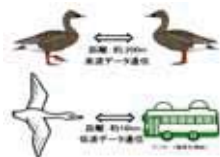


図1 二種類の通信

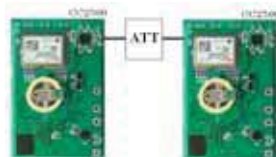


図2 評価試験概要

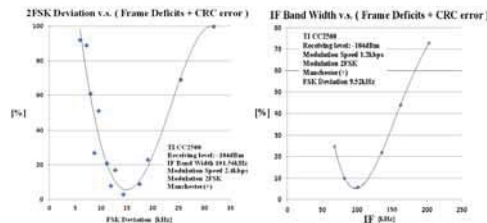


図3 2FSK 最適変調帯域とそのIF帯域

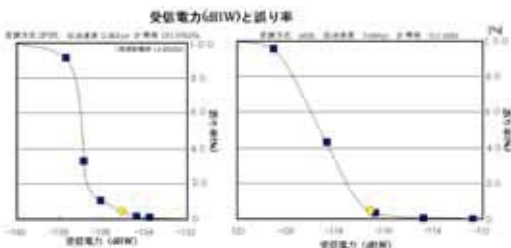


図4 受信電力と誤り率の関係(2.4と500kbps)

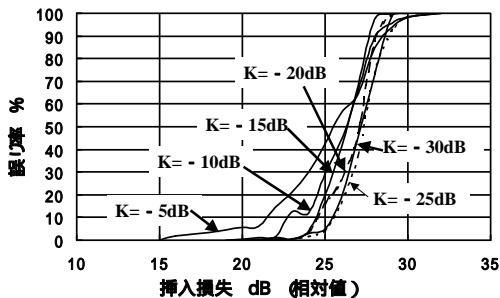


図5 伸上フェージングでの誤り率

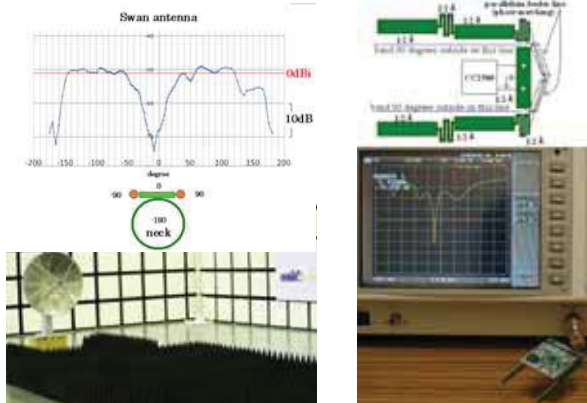


図6 鳥装着アンテナのパターン特性とセンタ用追尾アンテナ(電波暗室にて計測)

結果: これらの実験より次のパラメータを得た。

出力 30dBm (1mW) 伝送速度 距離 変調
 鳥・センタ間通信 2.4kbps 35km 2FSK
 鳥・鳥間通信 500kbps 200m MSK

(2) 鳥用生体情報データロガーの開発

3Vで稼動するデータロガーを試作し、さまざまな環境下で心電図、気囊の動きを記録した。結果: 心電図標本化 1000/秒、格子化 12bit、気囊は、三軸加速度として記録し、呼気、吸気の各相を判別できる。また心電図電極は皮下に埋め込む手法も確立した。



図7 ウズラに搭載、その皮下電極左右反転した第一誘導でテント状のP波、q,sを伴わないT波をすべての実験で確認している。

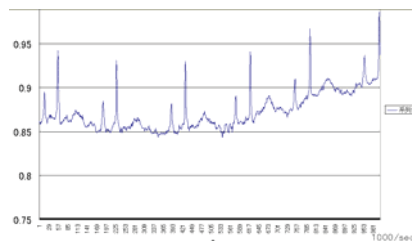


図8 ニワトリの心電図(1秒)

(3) 転送型RBBSプログラムの開発

C++言語により鳥に装着したバケット端末間で自動的にファイル転送が行える転送型RBBSプログラムを開発した。これは未だ基本的な動作だけで、ネットワークポロジを判断し、転送パスを自己判断する機能は搭載されていない。野外で1対1で自動的にファイル交換が1mW、100mの距離でMSK 500kbpsで行えることを確認した。

のまとめ

装着用バケット送受信機の開発し、10個を作成し、総務省の型式認定を申請した。山階鳥類研究所で渡り鳥に装着し、その鳥がわが国

に帰還すれば、データが採取できる。

(4) 国際的な状況の把握

野鳥からの鳥インフルエンザ検出地域

ロシア、モンゴルで渡り鳥の生態環境と電波伝搬環境を視察した。ゴビ砂漠ではウシの糞を食べるハマヒバリを観察し、家畜から野鳥への鳥インフルエンザ感染というミッシングリングの1つを発見した。ゴビ砂漠は、昆虫が少なく、水分もない劣悪な環境だが、ここでハマヒバリはなぜか繁殖している。



図9 ゴビ砂漠でウシ糞を食うハマヒバリ
H5N1 感染地域の視察

中国、タイ、インドネシアで調査を行ったが、中国政府はデータの非公開を求めている。

高病原性鳥インフルエンザH5N1については、1996年の中国広東においてアヒルで分離されて以来、1997年香港での発生に続き、次第に拡大して現在各国で散発的な発生が続いている。本サブタイプについては、致死率(Case Fatality)が高く、注視されている。これまでの歴史は次のごとくである。

1996年中国広東でアヒルよりH5N1を分離。1997年香港家禽農場で発生、18例の報告(6名死亡)。2003年香港での感染。中国でヒト-ヒト感染発生か?(しかしサンプルなし)。2003年韓国にて家禽類に発生翌年9月まで持続。2004年タイにて、鶏肉を食べたレパード2匹が死亡。

その後、東南アジアで持続し、アジア一円のみならず、欧州、アフリカへと広がりを見せた。また直近2年間における傾向では、同様に鳥インフルエンザの報告が集積してきたが、タイではここ2年以上発生をみておらず、インドネシアにおいては、持続的に感染が報

告されている。そのためタイとインドネシアの現状について詳細を報告する。

タイ

SARSの封じ込めに成功した2003年を経て、翌年タイでH5N1の報告があり、ヒトでの発生も報告された。トラが感染肉を食したことにより死亡したとのニュースが記憶に新しい。東南アジア一帯の国々で家禽の発生例、ヒトへの感染例が報告されているが、一方、タイ公衆衛生省疫学局の報告では、2007年以降、ヒトの感染報告がなく、家禽においても2008年以降陽性所見を見ていない。タイにおける感染症情報活動は米国CDCの協力を得て、厳格に行われているが、家禽やヒトへの感染報告は2007年以降皆無である。

インドネシア

発生当初以来持続的に家禽の感染とヒトへの感染が発生し続け、現在ヒトの発生は180名を超え中にはヒト-ヒト感染の疑われる例もある。インドネシアにおける致死率は2005年の189名の発声中157名である。またその地域によると、首都近郊地区や、観光地で有名なバリ島が含まれている。

結論

現在東アジアの報告での野鳥および家禽への感染例は報告されているにもかかわらず、なぜかタイでは2007年以降まったく報告がない。WHOが提案した10項目には家禽肉類市場の環境改善、安全な職員取り扱いがあり、タイやインドネシアはこれを満足していない。タイは中国同様、国家レベルで事実を隠蔽していると現地調査から疑うこともできる。

鳥の渡りに伴って、離散集合の際に病原性のウイルス伝播や感染が起こるとすれば、家禽類に感染してから対処するよりも、病原体がコミュニティに入る前に、その前段階で、

病鳥を追跡できれば、家禽事業や当該地域の産業に与える影響を極小に抑えることが不可欠で、ICTによる監視は重要である。

(5) 過去のわが国でのパンデミック
縄文後期の人口減少は？

シロトリ信仰

古事記では垂仁天皇の命を受けたヤマベノオホタカは、白鳥を追う旅に出て、最終的に和那美の水門（現在の新潟）で白鳥を捕っている。谷川健一は、大和政権成立以前に東北地方で存在していた熱烈な白鳥信仰を著書「白鳥伝説」で詳しく分析を紹介しており、この文化は縄文時代からの日本固有の信仰であると。我々は、シベリヤのバイカル湖のほとりに住むブルヤード族の白鳥信仰と関連している推測した。東北地方やバイカル湖で言うシロトリとは、ハクチョウのことで、天皇が即位の時に着用する白い衣は、この信仰の上に成り立っており、シロトリに変身し天上人となることを意味している。

シロトリ信仰のミトコンドリア DNA
バイカル湖から南下し、日本に渡来しているミトコンドリア DNA のグループを調べると、ハプログループ A5 を見出せる。A5 は 7000 年 (+/-2800 年) 前に A4 から枝分かれしており、日本と朝鮮半島に唯一存在するサブグループで、バイカル湖から朝鮮半島、日本に一直線に向かっている。A5 の人々が日本にたどり着いた時期は、サハリンを経由して北海道から日本全土に拡散した縄文人のかなり後、縄文後期、少なくとも水稻技術（稲作・太陽・鳥文化）を持った朝鮮半島の人々が大挙し渡来する前であろう。A5 を持つ人々は日本の新潟・東北地方に現存し、この地にはハクチョウを対象としたシロトリ信仰がある。寓話は歴史を投影し、人々への警鐘となっていることがある。東北地方にはハクチョウを食べると死ぬという寓話が

存在する。これは戒めという意味以外に、鳥インフルエンザに感染した個体が容易に村人に確保され、その肉を食らった村人が高病原性鳥インフルエンザに感染し、死亡した過去の歴史を反映し、疫学的な教訓を語部が伝えているものと推測する。

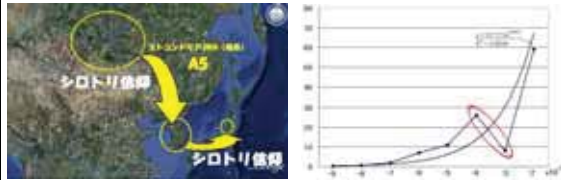


図10 シロトリ信仰と A5 の流れ、縄文後期の人口減少率（東北地方が主体）

縄文時代の感染症

現代に見られる致死的な感染症の多くは、日本に到達していない 結核：稲作伝来と平行して。梅毒：コロンブス以前は無い。マラリア（沖縄、五島列島のみ）。デング熱（無）猛威を振るったと推定される

消化器・呼吸器系：インフルエンザ、チフス（ただし、腸チフス以外は少なかった）コレラ、赤痢日本住血吸虫、日本脳炎などの原虫・寄生虫、細菌性感染症

シミュレーション

モデル：縄文時代の遺跡は、現在までの確認数 16,886 ケ所報告されており、ハクチョウが越冬する北陸、東北地方のすべて調べ上げ、この中で地理的分散のモデルを求める。伝播速度：マタギの徒歩速度 7km/h、昼夜を問わず歩ける（1日 160km 移動したという報告）、当時の平均余命：5 歳までの死亡率：75%、15 歳まで生きた成人の平均余命は、残り 15 年（30 歳で他界）という条件で鳥インフルエンザによるパンデミックの可能性を算出し、パンデミックを引き起こす係数を求め、発生することを突き止めた。

結論：縄文後期の人口減少率はインフルエンザの可能性がある。我々は太古より鳥インフルエンザ感染のパンデミックに苦しめられ

