

# ソーラー飛行船によるセンサーネットワークシステムの研究開発 (062306003)

Research of sensor network system by solar-powered airship

## 研究代表者

梅野正義 中部大学

Masayoshi Umeno Chubu University

## 研究分担者

常川光一<sup>†</sup> 内田秀雄<sup>†</sup> 藤吉弘巨<sup>†</sup> 長坂保典<sup>†</sup> 安林幹翁<sup>†</sup>  
横幕良生<sup>†</sup> 糸見義雄<sup>†</sup> 臼井憲義<sup>†</sup> 山田 学<sup>††</sup> 水野直樹<sup>††</sup>  
山田貴孝<sup>††</sup> 松生秀正<sup>†††</sup> 浅井 徹<sup>†††</sup> 山本光男<sup>†††</sup> 牧 俊一<sup>†††</sup>  
田中 穰<sup>††††</sup> 富田 茂<sup>††††</sup> 山下 誠<sup>†††††</sup>

Koichi Tsunekawa<sup>†</sup> Hideo Uchida<sup>†</sup> Hironobu Fujiyoshi<sup>†</sup> Yasunori Nagasaka<sup>†</sup> Mikio Yasubayashi<sup>†</sup>  
Yoshio Yokomaku<sup>†</sup> Yoshio Itomi<sup>†</sup> Noriyoshi Usui<sup>†</sup> Manabu Yamada<sup>††</sup> Naoki Mizuno<sup>††</sup>  
Takayoshi Yanada<sup>††</sup> Hidemasa Matsuo<sup>†††</sup> Toru Asai<sup>†††</sup> Mitsuo Yamamoto<sup>†††</sup> Shunichi Maki<sup>†††</sup>  
Jo Tanaka<sup>††††</sup> Sigeru Tomita<sup>†††††</sup> Makoto Yamashita<sup>†††††</sup>

<sup>†</sup>中部大学 <sup>††</sup>名古屋工業大学 <sup>†††</sup>愛知県産業技術研究所

<sup>††††</sup>中部アド株式会社 <sup>†††††</sup>キャリアオ技研株式会社 <sup>†††††</sup>(株)バッファロー

<sup>†</sup>Chubu University <sup>††</sup>Nagoya Institute of Technology <sup>†††</sup>Aichi Industrial Technology Institute

<sup>††††</sup>Chubu AD <sup>†††††</sup>Calio Engineering Inc. <sup>†††††</sup>BUFFALO INC.

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

## 概要

水・震災災害時に、被災地域上空に飛行船を滞空させ、被災状況空撮及び被災者との通信確保を行うソーラー飛行船の研究開発をおこなった。ソーラー飛行船センサーネットワークシステムの目的：ミッションを、①空撮により得た被災状況や被災地点をマッピングした地図情報をインターネット上に配信。②被災状況に応じた避難誘導マップを生成・配信。③飛行船上の通信置局を介し、インターネット掲示板から、家族安否情報を被災者が送受信。と定義して、構成する要素技術（無線通信、カメラ制御、船体制御、太陽電池等）の研究開発および開発要素技術の効果的活用を図り、且つ蓄積要素技術を賢く統合する全体最適ネットワークシステムを構築した。

## Abstract

Light and flexible solar cells are very useful for solar-powered airship. A solar-powered airship would not require re-fuelling when operating in remote sunny areas or at high altitudes, thereby achieving long endurance. The solar-powered airship is an attractive means to establish wireless communication during natural disasters. A series of experimental flights of solar-powered airships are being carried out at Chubu University to investigate the potential range of wireless sensor network system. The internet sensor network system worked well with camera system watching disaster clearly point.

## 1. まえがき

物の豊かさだけでなく心の豊かさを実現する社会を実現するため、国民の生命、財産を災害から守り、安全で、かつ安心して暮らせる方策を講じていかなければならない。しかし、我が国は、その自然的条件から、世界的にもまれなほど自然災害に見舞われやすい状況にある。そのため、自然災害や各種事故災害に対する対策を協力に推進していかなければならない。

地震等の災害が発生した場合には、災害応急対策を迅速かつ円滑に実施するため、発災直後の被害状況や応急対策の実施状況など災害に関する情報を的確に収集し伝達することが求められる。特に大規模な地震が発生した時には、災害の初期段階において迅速な災害対策を講ずるため、被害の全体的な規模や程度を把握することが必要である。

また、災害が発生した地域では通信網・電力網が十分機能しない場合がある。したがって、本研究では太陽電池による自立電源と無線基地局を搭載した飛行船を開発し、被災地での情報通信の確保と被災状況の取得可能なシステムを構築することを目的とした。

## 2. 研究内容及び成果

本システムの目的すなわちミッションを次の 3 点として定義した。

- ①空撮により得た被災状況や被災地点をマッピングした地図情報をインターネット上に配信。
- ②被災状況に応じた避難誘導マップを生成・配信。
- ③飛行船上の通信置局を介し、インターネット掲示板から、家族安否情報を被災者が送受信。

そして、構成する要素技術すなわち飛行船体・飛行船制御・アンテナ・通信インフラ・空撮画像生成/処理/配信・船上電源・地上電源等の研究開発および開発要素技術の効果的活用を図り、かつ蓄積要素技術を賢く統合する全体最適ネットワークシステムの構築をおこなった。(図 1)

ソーラー飛行船は、航空法の抵触を避け運用の容易さから、高度 150m 以下の上空に繫留により完全自律滞空し、全長 20m 程度、ヘリウムガスにより浮遊させることにした。また、地震等発生後数時間以内に被災地にソーラー飛行船を滞留させ、72 時間にわたりミッションを果たすことを目標とした。

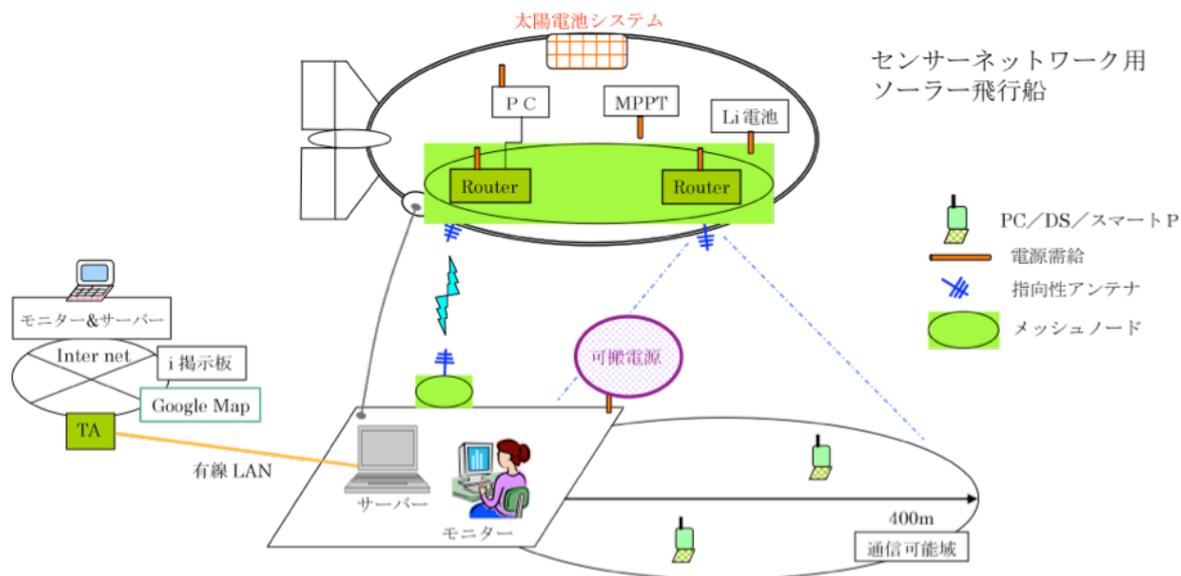


図1 ソーラー飛行船によるセンサーネットワークシステム

本システムを構成する各要素技術において以下のような成果が得られた。

**飛行船及び飛行船制御：**自然環境に対する適応性を向上させるため、空気力を利用した自律高度調整可能な船体設計手法を確立し、試作機体により機能を確認した。飛行船に搭載した各種センサーからのデータによりモニター制御による飛行船の安全手動昇降を可能とした。船載電源の要となるフレキシブル・ソーラー電池システムを搭載することを可能とした。

**アンテナ/通信インフラ：**飛行船-携帯端末間の通信には、コリニアなど各種アンテナ及びアンテナのアレー化と、MIMO 装置によるダイバーシチ方式を用いた。それにより広域・高安定無線 LAN 通信ネットワークを実現した。基幹ネットワークとなる飛行船-基地局間については高信頼の無線 LAN アーキテクチャーを確立した。また、将来の飛行船間通信によるネットワーク形成のために Mesh Net 方式のインターネット接続も試みた。

**空撮・画像生成及び画像処理・配信：**センサー情報などによりカメラをコントロールすることで、安定・広角・定点空撮を実現した。撮影画像により被災スポットマッピングを行い、撮影動画により動体流検出とマッピングを行った。また、避難誘導 MAP を生成し、通信インフラを通してノートパソコンや携帯通信機器に対して配信を行った。さらに、インターネット掲示板を用いた家族安否情報の登録と配信を行った。

**船上電源/地上電源：**重量的に制限の大きい船載電源には軽量フレキシブルフィルム太陽電池を用いて長時間運用可能なシステムを開発した。日照の様子、蓄電残容量、搭載装置の必要性に応じてマイコンによる充放電と装置の on/off 制御を行った。船載装置へは最大 50W 電力を自給出来るようにした。一方、地上電源では小型・高出力・長時間可搬型太陽電池システムをめざし、最大電力 80W 供給することを可能とした。太陽電池部分では MPPT 制御をまた、出力側では蓄電池の性能を最大限利用するシステムを開発した。

**飛行船運用：**国家規模で推進する自助・共助・公助の仕組みへのソーラー飛行船ネット活用構想を確立し、「防災分野への本システムの活用案」としてまとめた。

これらの各要素技術の開発には相互に情報を交換することで賢く統合するための工夫を随所に取り入れた。

### 3. むすび

各要素技術における成果を統合することにより、本システムのミッション ①被災地の広域空撮 ②2次災害回避の避難誘導マップ配信 ③被災者間家族安否確認を確保するシステム開発の当初の目標をほぼ達成することができた。

飛行船の要素技術を組み合わせた「ソーラー飛行船によるセンサーネットワークシステム」の構成は、図1に示した通りである。このシステムは、一般公開のデモンストレーションとして2009年3月17日に、各種機能・性能の実験実証に成功した。本システムの事業化についても、名古屋消防局、春日井消防局から早期の実用化が期待されており、教社の企業から問い合わせが来ている。

本プロジェクトが残した最大の課題は「飛行船運用」についてである。これは、我々が呼称する要素技術とは掛離れ、広範な防災回避の社会的仕組みとの関わりが深く、短期間でかつ研究機関だけでは解決が難しい。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] 都築勇司、藤吉弘巨、金出武雄、“SIFT 特徴量に基づく Mean-Shift 探索による特徴点追跡”、情報処理学会論文誌 Vol. 2007 No. 1 pp.101-108 (2008年1月11日)
- [2] 山田学、富塚誠義、“劣駆動非ホロノミック飛行船システムの大域的指数安定化制御”、計測自動制御学会論文集 Vol.45 No.2 pp.99-104 (2009年2月)
- [3] 梅野正義、“災害時等非常時通信・被災情報収集用「ソーラー飛行船によるセンサーネットワークシステムの研究開発」”、情報通信東海、90号、pp.8-16 (2008年7月)

#### 【受賞リスト】

- [1] 西村孝、情報処理学会 CVIM 卒論セッション最優秀賞、“空撮画像と衛星画像のレジストレーションによる道路状況把握のための車両移動方向の可視化”、2008年5月7日

#### 【報道発表リスト】

- [1] “災害時通信確保に威力 中部大 ソーラー飛行船実験”、中日新聞朝刊、2008年3月19日
- [2] “ソーラー飛行船を活用した非常時通信実験”、CBC テレビ、2009年3月17日夕
- [3] “中部大で火災発生想定「ソーラー飛行船通信性能を確認」”、中日新聞、2009年3月18日