

機関番号：10101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20310091

研究課題名（和文） 係留型情報気球による地域防災力強化に関する研究

研究課題名（英文） A Study on Improving Anti-disaster Ability of Local Communities by Information Captive Balloons

研究代表者

小野里 雅彦 (ONOSATO MASAHIKO)

北海道大学・大学院情報科学研究科・教授

研究者番号：80177279

研究成果の概要（和文）：災害に見舞われた被災地の情報疎外を防ぎ地域防災力を強化することを目的に、現代版の火の見櫓と成りうる係留型情報気球システム InfoBalloon の研究開発を行った。扁平球形とピボット係留により風に対して安定な係留法を可能とし、InfoBalloon に搭載された監視カメラによる鳥瞰映像システムを開発し、周辺の被災状況確認機能を実現した。さらに InfoBalloon を被災地での利用を目的に運用シナリオと安全ガイドラインを提示した。

研究成果の概要（英文）： Disaster information systems using a captive balloon named InfoBalloon have been developed for improving anti-disaster ability of local communities as a modern-day version of fire-watch towers. The oblate shape of the balloon and the free-pivoting wire-base unit both developed for InfoBalloon improve the stability in the air under the condition of window blowing. A bird-eye view system developed with a monitoring camera mounted on InfoBalloon presents visual information of surroundings to people in the disaster area. For practical use in disaster, application scenario and guideline for safety operations of InfoBalloon systems are presented.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2009年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
2010年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
年度			
年度			
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

研究分野：レスキュー工学

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：災害情報，係留気球，地域防災力，InfoBalloon

## 1. 研究開始当初の背景

本研究では、都市化した地域社会に、「現代版火の見櫓」を再構築することを目指している。このことを着想するに至ったのは1995年の阪神淡路大震災の時に強く実感した被災地の情報疎外の実情であった。平時の情報インフラが機能不全に陥った時に、被災者が災害状況の把握をし、適切な行動をとるための情報を得る手段が、都市化が進む現在の地

域社会に失われている。かつての地域社会において「火の見櫓」が担っていた役割を、現在の技術により再構築することを考え、係留型情報気球の利用を考えた。高所から得られる鳥瞰映像は周辺状況を把握する上で大きな効果がある。さらに大規模災害発生時に限らず平時を含めてコミュニティの防災力を強化するための利用を考えるに至った。

## 2. 研究の目的

本研究が目指していることは以下の3つに大きくまとめられる。

### (1) 係留型気球の空中性能と操作性の向上：

係留型気球を長期間にわたって安定して上空に係留できる性能と、専門的知識がない人でも運用が可能な操作性を実現する。

### (2) 上空からの情報収集・中継・配信用機器の開発：

係留型気球に搭載する情報機器の要求分析とシステム設計、構築、評価を行う。特に地域における昼夜を通しての安全監視を行うことが可能となる情報収集機器と、業務用の無線中継を行うための軽量な中継器の搭載を検討する。

### (3) 係留型情報気球を用いた地域防災サービスの提案：

地域で定置連続係留する情報気球を用いて、地域に対して提供できる防災・防犯を含めた情報サービスを具体的な例を示して通じて提示する。また、サービス提供に要する導入・運用コスト、人材教育、安全基準、プライバシーなどについて、運用に必要な事項を分析検討して提案する。

## 3. 研究の方法

本研究における方法は大きく以下の3つのアプローチを同時並行的に実施しながら、相互の成果を取り入れつつ内容を深めていくものである。

### (1) 係留型情報気球システム InfoBalloon の高度化とその適用可能範囲の拡大：【製作・評価】

これまで開発されてきた InfoBalloon-III の初期型を出発点に、より高度な性能を発揮するように改良を加えるとともに、より広いニーズに応えるための派生機を設計・製作し、評価を行う。

### (2) 上空からの被災地支援に関する可能性と技術開発の現状、問題点ならびに今後の研究開発への要求事項の分析：【調査・分析】

上空で活動可能な様々な原理に基づく機器を対象にそれらの性能・特性と災害における用途の調査・分析を行い、係留気球が災害時に果たすべき役割を明確化する。

### (3) 被災地住民に提供すべき情報サービスの選定と、それに対する被災地域での運用シナリオの提案：【計画・提案】

被災地域の住民の意思決定に有用な提供情報の内容と形式について選定を行い、実

装・評価を行うとともに、被災地域に導入して運用を行っていくための基本シナリオと、安全性を確保するためのガイドラインについて、調査検討を行い提案を行う。

## 4. 研究成果

本研究課題で得られた主要な成果を以下に箇条書きで示す。

(1) 広域災害発生時には、既存の情報インフラが破壊あるいは機能不全になり、被災者が必要な災害の状況に関する情報を入手できない情報疎外に陥る危険性が高く、被災地域の内部で完結的に情報収集・中継・配信を行う機能（現代版火の見櫓）を避難場所と同程度の密度で分散配置する重要性について示した。



図1 InfoBalloon が担う被災地で役割

(2) 上空からの被災地支援に関して、機体種別、機能・特性、災害用務の3つの関連について分析を行い、係留気球の持つ機能・特性と災害発生時において求められる用務内容に関して分析し、既存の技術実現レベルと比較したときの課題として、(a) ヘリウムガスの長期保持、(b) 気球の小型軽量化、(c) 風に対する安定係留、(d) 地上からの電力送電、(e) 地上で必要とする係留面積の削減、の5つを示した。

(3) 上述の係留気球の技術課題に対して、災害用係留型情報気球 InfoBalloon の開発を進め、(a) EVOH樹脂フィルムの内層によるガスバリア性の向上、(b) ナイロン外皮とパロネットにより本体軽量化、(c) 気球本体形状の扁平球形化とピポットベースによる係留法による揚力利用での安定化、(d) 耐高圧細線同軸ケーブルによる高圧直流送電による電力に連続供給、(e) 地上設備の係留ベース集約による気球サイズと同程度までの地上面積の削減、をそれぞれ開発、改良を行い実現した。



図2 扁平気球形状

(4) InfoBalloon を想定する基本業務以外にも利用し、適用領域を拡大するために、災害発生後の追加的運用を想定し、気球構造が単層で現地での組立作業を簡略化して短時間・少人数での係留が可能な InfoBalloon-IV、

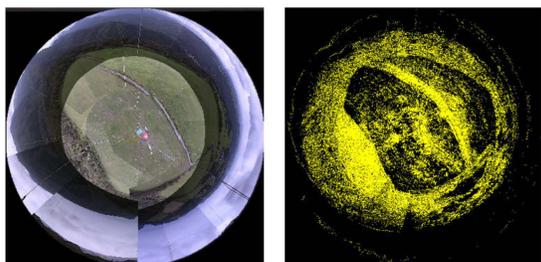
約 10kg の搭載可能機器重量を持ち、無線通信中継や特殊な観測機器などの業務用の機材を搭載可能な大型の



図 3 InfoBalloon-IV

InfoBalloon-V, ならびに気球本体部が正四面体形状を持ち短期間の使い捨てでの利用を前提とした簡便で短時間での製作可能かつ低コストの気球システム InfoBalloon-TETRA をそれぞれ設計・製作し、InfoBalloon のシリーズ展開として適用可能な用途を拡大した。

(5) InfoBalloon に搭載されたパン・チルト型の監視カメラを用いた鳥瞰画像システムを開発し、InfoBalloon が監視する地域の状況を定期的に映像取得し、それをアーカイブ化して速やかに確認できる機能を実現した。



全方位画像(構成画像53枚)

参照画像球面(特徴点数121.918)

図 4 全方位画像と SIFT 特徴点集合

特に気球の上空での姿勢の変化に伴う撮影領域の変化の影響を補正する仕組みを SIFT による画像照合技術で実現した。また、全方位の



図 5 全方位画像提示装置

画像を直感的に提示する半球型スクリーンを持った投影型表示デバイスを製作した。

(6) 安全な長期係留を実現するための、気球の自動昇降機能の実現に関して検討を行いシステム設計と一部の実装を行った。対象としているのは強風と雷であり、気象観測データならびに雷センサの測定データ等に基づいて上空係留が危険と判断されたときに、気球を係留している主係留索を電動ワインダ

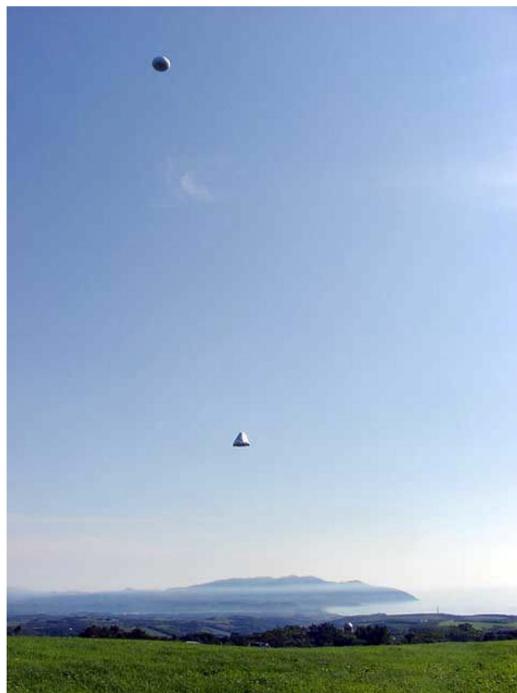


図 6 北海道せたな町での係留の様子. 左上が InfoBalloon-III (高度 100m), 中央下が InfoBalloon-TETRA (高度 30m)

で自動巻き取りを行う構成となっている。フィールドでの評価実験は未実施であり、今後の長期運用試験の中で行っていく。

(7) 被災地域の中で InfoBalloon が活用されるためには、災害発生時のみではなく、平時から地域共同体において有効利用がされ、住民に存在と役割が認知されている必要がある。InfoBalloon の平時利用の形態について検討を加え、運用のシナリオを作成した。また、地域共同体において安全に運用するためのガイドラインについても併せて作成した。

(8) 係留型情報気球システム InfoBalloon に関する情報提供を、学術会議に留まらず、消防関係者、通信事業者、土木関係者等に対して説明をし、意見収集する活動を継続して実施した。係留気球が提供する情報サービスが既存の仕組みにおいて欠落している部分を埋めるものとしての評価を受けた。特に消防関係者からは高い期待が寄せられ、消防・防災関係の機材に関する消防庁長官賞(優秀賞)を平成 20 年 6 月に受賞している。

(9) 平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災ならびにそこで発生した津波による設備破壊から生じた福島第一原子力発電所事故に関して、係留型情報気球 InfoBalloon の適用可能性に関して検討を行った。津波災害に関して、上空からの海面監視と警報発令が有用である一方で、津波がきた時に地上係留

部を守るための設置場所の選定が重要である。また放射能災害に関しては無人運用をする上で、長距離の無線通信機能が必要であるが、現行法規の範囲内では最長 2km 程度の通信距離しか取れず、通信中継基地を設置する手法について一部、検討を行った。また、搭載機材や使用している各種の素材に関する放射線の影響を今後、評価する予定である。

(10) 今後の研究課題としては、強風時での運用限界を評価するために、InfoBalloon の破壊（気球部の破損、係留索の破断、係留ベースの破壊など）までの挙動や破壊プロセスを実験的に評価することが、実運用に向けて必要と考えられる。また、平時利用・維持における採算性を考えた商用利用の可能性も検討していく。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 11 件)

- ① 樫村健, 小野里雅彦, 田中文基, 係留気球搭載パンチルトカメラによる取得画像のアーカイブ化と情報提示, ROBOMECH2011 講演論文集, 2011. 5. 27, 岡山コンベンションセンター(岡山)
- ② 小野里雅彦, 災害用係留型気球 InfoBalloon の開発について, 次世代安心・安全 ICT フォーラム通信技術部会平成 22 年度第 1 回防災・減災 ICT 分科会, 2011. 3. 10, テレコム先端技術支援センター(東京)
- ③ 小野里雅彦, 上空レスキューロボットシステムへの期待と課題【セッションキーノート講演】, SICE SI2010 学術講演論文集 (CD-R), 1H4-1, pp. 645-646, 2010. 12. 23, 東北大学(仙台)
- ④ 樫村健, 小野里雅彦, 田中文基, 係留気球搭載パンチルトカメラによる画像撮影方向の参照画像球面を用いた推定手法, SICE SI2010 学術講演論文集, 1H4-3, pp. 651-654, 2010. 12. 23, 東北大学(仙台).
- ⑤ 樫村健, 小野里雅彦, 田中文基, 係留気球搭載カメラで取得された画像の撮影方向推定手法, 2010 年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, pp. 47-48, 2010. 9. 4, 北海道工業大学(札幌)
- ⑥ 樫村健, 小野里雅彦, 田中文基, 係留気球搭載カメラによる全方位鳥瞰映像システムに関する研究, ROBOMECH2010 講演論文集, 1A2-C25, 2010. 6. 15, 旭川大雪アリーナ(旭川)
- ⑦ 小野里雅彦, 災害情報用係留気球 InfoBalloon の長期安定運用に関する研

究, ROBOMECH2009 講演論文集, 2009. 5. 25, 福岡国際会場(福岡)

- ⑧ 小野里雅彦, 災害情報収集のためのエアロボットシステムの研究開発とサイバーフィールドへの展開, 札幌地区測量設計協会技術研修会, 2009. 2. 18, 京王プラザホテル札幌(札幌)
- ⑨ 小野里雅彦, 災害用係留型情報気球 InfoBalloon の開発—現代版火の見櫓の実現を目指して—, SICE SI2008 学術講演論文集, pp. 35-36, 2008. 12. 6, 長良川国際会議場(岐阜)
- ⑩ 小野里雅彦, 災害用情報気球 InfoBalloon によるフィールド情報支援の検討, 2008 年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, pp. 65-66, 2008. 9. 6, 旭川高専(旭川)
- ⑪ 小野里雅彦, サイバーフィールド構築に向けて, 環境・防災情報活用セミナー, 北海道産学官研究フォーラム/北海道 GIS・GPS 研究会, 2008. 5. 30, 小樽商大札幌サテライト(札幌)

[図書] (計 3 件)

- ① Masahiko Onosato, Satoshi Tadokoro, Hiroaki Nakanishi, et al., Chapter 3 "Disaster Information Gathering Aerial Robot Systems", Rescue Robotics (Satoshi Tadokoro ed.), p. 33-55, Springer-Verlag, UK, ISBN 978-1-84882-473-7, 2009.4.
- ② Satoshi Tadokoro, Fumitoshi Matsuno, Hajime Asama, Masahiko Onosato, et al., Chapter 2 "An Overview of the DDT Project", Rescue Robotics (Satoshi Tadokoro ed.), p. 17-32, Springer-Verlag, UK, ISBN 978-1-84882-473-7, 2009.4.
- ③ Takashi Tsubouchi, Koichi Osuka, Fumitoshi Matsuno, Hajime Asama, Satoshi Tadokoro, Masahiko Onosato, et al., Chapter 9 "Demonstration Experiments on Rescue Search Robots and On-Scenario Training in Practical Field with First Responders", Rescue Robotics (Satoshi Tadokoro ed.), p. 161-174, Springer-Verlag, UK, ISBN 978-1-84882-473-7, 2009.4.

[その他]

- ①消防庁長官賞(優秀賞)受賞(2008. 6. 27) 消防防災ロボット・高度な資機材等の研究開発・実用事例として
- ②InfoBalloon ホームページ情報 災害用係留型情報気球 InfoBalloon の開発 URL <http://dse.ssi.ist.hokudai.ac.jp/~onosato/InfoBalloon/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小野里 雅彦 (ONOSATO MASAHIKO)  
北海道大学・大学院情報科学研究科・教授  
研究者番号：80177279

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし