

災害用係留型気球 InfoBalloon による フィールド情報支援の検討

北海道大学大学院情報科学研究科 小野里 雅彦

現在、著者は災害用係留型気球 InfoBalloon の開発を進めている。このシステムは災害発生時以外の平時にも積極的に活用することが必要であり、各種のフィールドを対象とした情報収集や情報配信、情報中継などへの適用の可能性について論じる。InfoBalloon を用いることにより上空に安定した場所を作ることができ、そこに防犯、土木、交通、農林水産業、気象観測などの応用で必要となる機材を設置し、エネルギー供給を行うことが可能である。

1. はじめに

現在、著者の研究グループにおいて、災害用係留型気球 InfoBalloon の開発を進めている[1][2]。これは大地震のような大規模な災害が発生した際に、災害情報の収集・中継・配信を行うことを目的としたシステムである。現在のわれわれの生活は高速な情報通信ネットワークの上を流れる膨大な量のデータの上に成立しているが、災害で通信手段が機能不全になった場合、被災者や現地の活動部隊が必要とする情報を収集・配信・中継できないという状況—被災地の情報疎外—に陥ってしまう。InfoBalloon はそうした状況においても、被災地での安全な行動支援と、生活利便のための地域密着型情報サービスを、被災コミュニティに提供することを目指している。

本報告では、災害用係留型気球 InfoBalloon の概要を紹介し、災害発生時以外の平時における活用の可能性を、フィールド情報支援の観点から論じる。

2. 災害用係留型気球 InfoBalloon の概要

災害用係留型気球 InfoBalloon とは、ヘリウムガスにより浮力を得た気球に各種の機材を搭載し、それを係留索で地面と連結して、空中の一定の高度と位置に留めて情報収集、配信、中継などを行うシステムである。

現在、開発されている第3号機である InfoBalloon-III は以下に挙げる特徴を有している。

- 1) 気球本体の扁平球形状：球状あるいは水滴状（カイツーン）ではなく、球形を上下につぶした扁平球形状を採用した。（図1右上参照）断面の楕円形寸法は長径（左右）が400cm、短径（上下）が230cmである。この形状には、i) 水平からの風の抵抗を減じ、翼効果（揚抗比約2）を生じること、ii) 回転対称のため、風向きの変化に対して回転力（モーメント）が生じないこと、iii) 地上からの視認性が高いこと、という利点がある。
- 2) 気球本体の2層構造：気球本体の機械的強度を確保するための外皮（エンベロープ）と、ヘリウムガスを保持するためのEVOH樹脂フィルムを使用した内皮の二層構造とすることで、軽量でかつヘリウムガスリークの少ない気球本体を実現した。
- 3) 3本並行係留ケーブルとピボット係留ベース：気球本体の外周から並行に3本の係留ケーブルを降ろし、それをピボット運動可能なベースに固定する手法を開発した。（図1左下参照）これによって、気球本体の腹面が常に風上を向き、風に対して揚力を発生させて安定化することを可能とし、係留に必要な地上面積もほぼ、気球本体の大きさに等しい面積に限定できた。

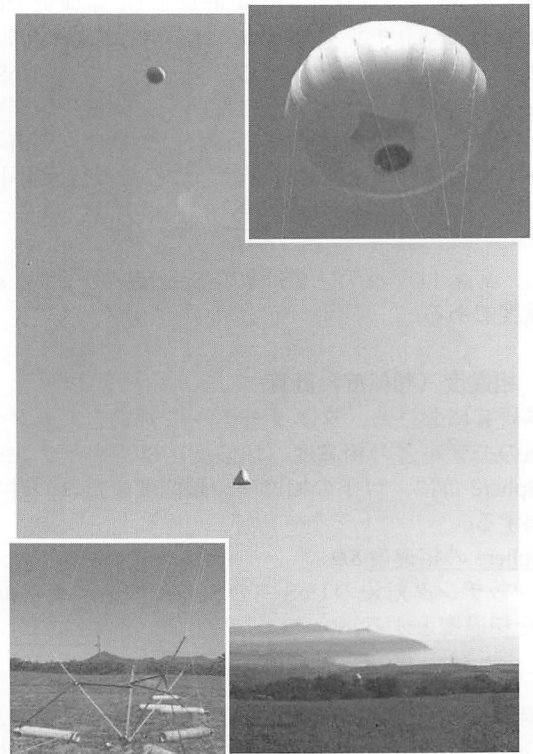


図1 InfoBalloon-III の100m 係留実験の様子

- 4) 高電圧直流送電：地上で交流100Vを直流300Vに変換し、高圧の直流電流を耐電圧の高い特殊な同軸ケーブルで空中の気球に送電することで、電力ロスが少なく（10%以下）、電線による風の影響も押さえることが可能となった。

こうした改良により、従来の係留型気球が有していた、ガスのリーク、ペイロードの小ささ、風の影響大、係留用の空き地の確保の困難さ、電力供給の困難さといった問題を解消することができた。

3. フィールド情報学のための搭載機器の検討

InfoBalloon は広くプラットフォームとしてみたとき、高度50m～150mの空中に半固定された、長期連続利用が可能な電源付きの機器設置場所を提供するシステムと見ることができ。設置できる機材は総重量5kg、消費電力100Wを現状のInfoBalloon では上限として想定している。ここではこうした地表面近くの空中に設置することが期待されるフィールド情報学に関連した観測機材等について述べる。

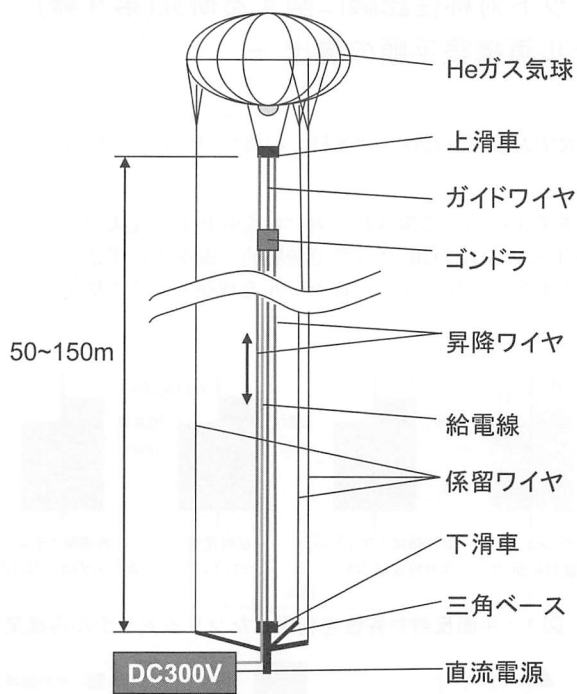


図2 InfoBalloon エレベータの構成図

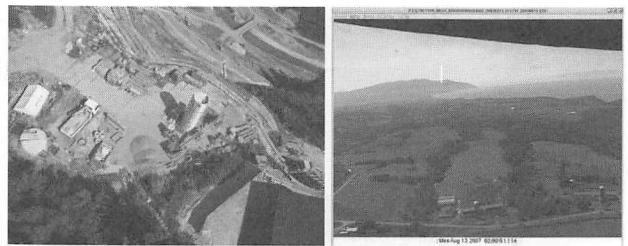


図3 InfoBalloon からの映像例 (左: 工事現場, 右: 牧場)

された用途への要望等を整理すると以下ようになる。

【防犯・防災】 学校敷地内, 校区内通学路等の監視, プラント敷地内監視, イベント会場等の人の流れの監視, がけくずれ等危険地域の監視, 都市部における火点早期発見, 火山火口付近監視, 廃棄物の不法投棄監視など

【社会インフラ等】 道路の車両交通状況の把握, 港湾施設の安全監視, 電力送電線の監視, 石油パイプライン等の監視, 土木建設現場の監視 (図3左), 都市部3Dマップ用映像の取得など

【農林水産業】 農地の監視・計測 (防犯, 害獣侵入, 生育状況), 牧場での放牧畜の監視 (図3右), 沿岸の藻の生育状況の観測, 植林地の監視など

【自然環境】 上空の風速・風向の定置観測, 境界層の垂直温度分布の計測, 穂波による地表面の大気移動観測, 流氷の接岸観測, 湖沼の凍結状況観測, 森林火災の監視, 野生動物の行動監視, 自然公園の監視など

【情報通信】 空中仮設無線通信網の設置, 消防や警察の業務用無線の中継基地, サイレンによる非常事態の放送, 地上に配置されたRFIDからの情報収集, 避難所など施設に対するランドマーク (地上からと空中からの両方)

今後, こうした潜在的応用分野のそれぞれにおいて InfoBalloon に求める性能や運用方法を調査, 整理を行い仕様を明確にしていく予定である。

5. おわりに

災害用係留型気球 InfoBalloon がフィールド情報支援を行う地上 50m~150m の領域は, 従来の有人機によるフィールド情報支援の空白領域となっていた。これはこれまで係留気球に関する技術開発があまり行われておらず, 応用面での期待に応えていなかったことが原因と考えられる。InfoBalloon によりこうした状況を打開し, 低高度の特徴を活かした利用法の検討と, フィールドでの実地試験を進めていく予定である。

現在, こうした多様な分野での応用に手軽に使用できる InfoBalloon-IV の開発を進めている。この新型機により, 設営と運用準備に必要な時間と人手を削減できる予定である。

なお, 本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究(B)「係留型情報気球による地域防災力強化に関する研究」(課題番号 20310091) として実施されたことをここに記す。

参考文献

[1] 小野里雅彦他, 情報収集配信用係留気球 InfoBalloon の開発, 日本ロボット学会誌, Vol. 24, No.8, pp. 927, 2006.
 [2] 小野里雅彦, 災害支援を目的とした係留型気球 InfoBalloon の開発—これまでの研究成果と今後の開発課題—, 第8回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2007) 講演論文集(CD-ROM) 3H3-5, 2007.

【情報収集】 映像系としては, 監視ポイントのスキャンと重点監視が可能な PTZ カメラ, 視野に死角を持たない全方位カメラ, 高精細画像を取得するフルハイビジョンビデオカメラ, 夜間監視が可能な赤外線カメラ, 温度分布の取得可能な赤外線サーモグラフィ, 対象が持つ光の波長の反射吸収特性が分析可能なハイパースペクトルカメラなどの搭載が考えられる。その他, 3次元レーザプロファイラも計測可能距離が長いものは搭載対象となる。データ収集系としては, 気温, 風向, 風速, 湿度等の気象観測機器, 電磁界, 放射線, 大気組成, 大気中微粒子などの計測機器が考えられる。また, 長距離受信対応のRFID用アンテナの搭載によるデータ収集も期待される。

【情報配信】 無線通信としては, 屋外利用が可能な周波数帯による無線 LAN サービス, 微弱電波を使用した無線通信装置, コミュニティ FM 用放送機, マイクロ波を使用した画像伝送などが考えられる。それ以外の配信としてはスピーカーやブザーによる直接音声放送, シグナルランプ等による警告提示, 標識旗による直接提示などが考えられる。

【情報中継】 上空の開けた場所に定置される InfoBalloon は, ビルや樹木, 丘といった地上の障害物の影響を受けにくく, 情報通信の中継拠点としての機能も期待されている。指向性アンテナと無線アクセスポイント設置による2地点間遠距離通信, 空中のアドホック通信網のノード, 業務用無線機のリピータ搭載による中継などが想定される。こうしたフィールド情報支援のための機材を, 気球を上げ下ろしすることなく交換可能とするための仕組みとして, 図2に示す InfoBalloon エレベータの開発を現在進めている。

4. InfoBalloon のフィールド情報支援の可能性

これまで著者は InfoBalloon の展示や講演などの機会に, さまざまな分野の関係者との意見交換を行ってきた。そこで出