

ローカル・リモート・センシングによる水域環境計測技術の開発

近畿大学理工学部 正会員 ○江藤 剛治・竹原 幸生・高野 保英
近畿大学大学院 学生員 奥野 訓史・初木 勇哉

1. なぜ「ローカル」か 人工衛星からのリモート・センシングに対して、空撮を中心としたリモート・センシングをローカル・リモート・センシングと呼ぶことにする。高度としては100m～10,000m程度を対象とする。それに必要な技術を独自開発することにする。既存の技術にこだわるのではなく、まずどのような仕様のものがいいのか検討する。開発経費を含めて、実用性を著しく損なわない範囲で、必要とする仕様を実現する技術を開発する。

2. 何が必要か

2.1 検討対象 まずは100m程度の空撮高度を対象とする。1,000mオーダーになると航空法上の規制が大きい。同じ理由でRC（Remote Control）型とする。

必要な機器は、センシング機器、サンプリング機器、制御機器、および担体である。センシング機器については、撮影機器（2次元計測）と温湿度計・風速計・濃度計のような点計測機器がある。衛星からのリモート・センシングではサンプリング機器や点計測機器は含まれない。これらも目的にあったものを独自に開発する必要がある。ただし今回は担体と撮影機器を考察の対象とする。

2.2 担体の要件 以下の要件を満たす担体を開発する必要がある。

- (1)大きなペイロード：ただし大人一人の体重よりは小。したがって20～50kg程度
- (2)耐候性：a.耐風性（10～15m/s） b.耐水性
- (3)機動性：a.現地への可搬性（ワンボックスカーによる輸送が可能）
- b.計測における移動性
- (4)安定性：a.空間安定性（位置と姿勢） b.時間安定性（24時間程度の連続撮影可能）
- (5)操作性：少数の非熟練者による操作が可能
- (6)適用範囲の拡張性：水面、水中計測にも拡張可能
- (7)低価格：a.初期費用 b.ランニング・コスト

航空機は時間安定性に欠ける。ヘリコプターや飛行船でも長時間の連続計測はできない。また高度の操作技術を必要とする。タワーは機動性がない。しかし長期定点計測には適している。気球は耐風性に欠ける。最近、比較的耐風性の高い担体として飛行船型気球（もしくは係留飛行船）が用いられる。これはやや機動性に欠ける。

2.3 撮影機器の要件 以下の要件を満たす撮影機器を開発する必要がある。

- (1)画質：a.解像力（画素数） b.ダイナミック・レンジ c.低歪み
- (2)波動解像力：a.スペクトル分解能 b.偏光分解能
- (3)高感度：水中撮影では絞りを絞ることにより焦点深度が深くなる
- (4)広範囲撮影：解像力および低歪みと競合する
- (5)小型・軽量
- (6)制御性：リモート・コントロール可能（全電子制御）

キーワード リモートセンシング，飛行船，気球，カメラ

住所 〒577-8502 東大阪市和若江 3-4-1 近畿大学理工学部社会環境工学科

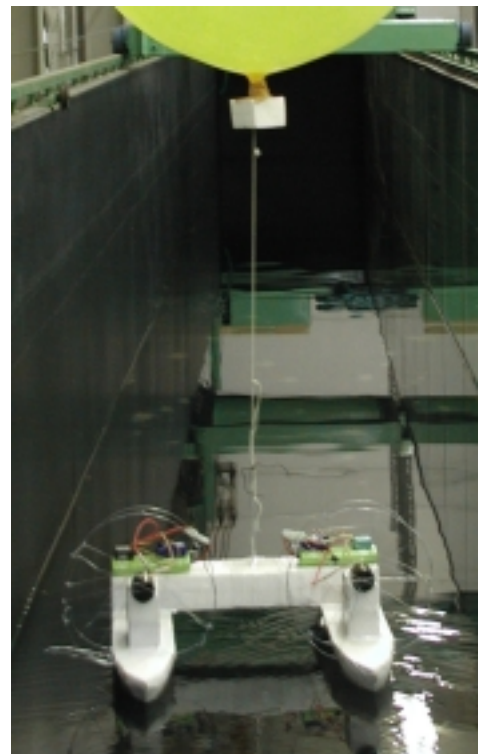


写真1 手作りの模型双胴船

(7)堅牢・耐候性

(8)適用範囲の拡張性：水中撮影等への適用性

(9)低価格：a.汎用光学フォーマット（35mm フィルム用等） b.汎用部品の流用可能性

3．担体の開発

3.1 合体飛行船型気球 飛行船型気球をベースとして考える。既存のものは経験的に低風速で 20kg 程度の機器を 100m 程度まで上げることができる。計測時の機動性は小型船舶の上に係留することで改善される。これは水環境計測の特徴である。小型なので機体に剛構造材料が使われていないため、ヘリウムを抜いてワンボックスカーで搬送できる。これ以上ペイロードを増やしたり、耐風性を増すには、機体の構造的な増強が必要があるので、ヘリウムを抜いたときにも大きな躯体となり、搬送が困難となる。

最大の問題点は耐風性である。現状では平均風速数 m/s でしか使えないが、これだと沿岸部などでは稼働日数が少なく、本当に観測したい少し荒天時の計測には全く使えない。風速の一つの目安は沖合いで White Cap が生成しはじめる風速であろう。これは 10～15m/s であり、気球類による計測にとっては極めて厳しい条件となる。

耐風性を増すための一つの案はエンジン付きとする方法である。必要馬力を計算すると 2～5 馬力程度となる。長時間計測するには係留点から動力を送付する必要がある。このためにはプロパンガスや水素等の気体を燃料とするエンジンか、電気を動力とするモーターを使わざるを得ない。後者を採用すると、既存の 2 馬力軽量モーターで電線を含まない重量が 10kg 程度になる。これでは計測器は全く積めないことになる。これに対処するための最も簡単な方法は大型化することである。この場合も搬送性と価格のために実用性が大幅に低下する。

これに対する対応法として以下の 2 方法を考えた。

(1)構造体（H 型、□型、○型等の線状構造）を外部取り付け方式とし、組み立て式とする。

(2)複数の飛行船型気球を合体できるようにする。

合体の方式としては、連舫方式と双胴船方式がある。これに対して色々な形態を検討しているので発表時に紹介する。

3.2 双胴船 船体は双胴船が良い。安定性が高い。推進器は水中ではなく空中が良い。これはサンゴ礁や干潟近傍のような低水深地域での計測に好都合である。また低泥を巻き上げる可能性も小さい。模型を写真 1 に示す。

4．撮影機器の開発 現在、最も解像力の高いデジタルカメラ用撮像素子の画素数は 1 億画素程度である。これは航空測量用にロッキード・マーチン社が開発したものである。市販のものではコダック社が開発した 1,600 万画素のものがある。これは紫外線感度があるという大きな特徴も持っている。ただしこれは中判カメラにしか使えない。35mm フィルムフォーマットに合うものとしては、NHK が DALSA 社に特注して作った 800 万画素の素子がある。しかしこれは一般には購入できない。

本年 6 月には DALSA 社から 35mm フォーマット対応の 1,100 万画素（=4,000x2,800）の素子が一般に発売される。これは画素数が多いばかりでなく、電荷転送容量が 10 万電子程度と、通常のデジタルカメラより一桁大きい。フルフレーム・プログレッシブ・スキャン CCD 素子なので開口率も大きく、ペルチエ素子で冷却すれば熱雑音は無視できる程度に小さくなり、ノイズレベルは出力アンプのノイズ・レベル（10 電子程度）となる。現在この素子を使ったローカル・リモート・センシング用カメラの基本設計を進めている。

市販されるのはカラー・フィルター・アレイの乗ったカラー素子であるが、乗っていないモノクロ素子を使い、ディスク・フィルターにより、衛星からのモニタリングと同様にスペクトル分解や偏光撮影を可能とする。また感度を変えた連続撮影と、ポスト・デジタル処理による位置合わせにより、超高ダイナミックレンジ撮影を可能にし、水面からの太陽光の反射問題を軽減する。また対岸の高所からレーザービームを振って撮影すればアクティブ型の計測システムとなり、水質計測できる可能性が高まる。