



無人航空機を利用した熱赤外画像 による水流観測方法

**Observation Method of Coastal Tidal Currents using Thermal
Infrared Image from Low Altitude**

熊本高専 建築社会デザイン工学科

教授 入江 博樹

熊本高専 情報通信エレクトロニクス工学科

教授 葉山 清輝

National Institute of Technology, Kumamoto College



新技術の概要

- 自律制御された無人飛行体を用いて、
- 搭載したサーモカメラを使って、
- 対象となる水域を上空3mから150m未満の高度から撮影し、
- 得られた水面温度分布画像から
- 所定水域における水流の変化を検出する。



従来技術とその問題点

従来より、
河流、潮流等の水流調査を目的とした水流観測方法としては、
各種の方法が提案され、利用されている。

例えば、プロペラ流速計の設置による観測や
ボトルメールを漂流させて観測 など がある。



従来技術とその問題点

流れの計測は、大きくわけて2種類

- ラグランジュ法

流体の小さな部分(「流体粒子」)に注目して、
粒子の運動を追いかける形で記述

- オイラー法

一定の座標位置に注目し、対象を固定して、
そこに存在する流体素分が入れかわっていくことは承知のうえで、
各時刻にそこに存在する流体素分についての運動方程式を記述



従来技術とその問題点

- オイラー法：
 - 定点での計測
 - プロペラの回転数やトルク, 板や膜にかかる圧力, ワイヤを張った時の抵抗による傾き, あるいはドップラー効果による音速変化 などから流れを数値化
 - 流れ場が単純な地形であれば、少ない数でも 広範囲の流れ計測に利用することができる。
 - 地形が複雑だと、観測点が増加する欠点がある。
 - 固定に手間がかかるが、データの回収は比較的容易



従来技術とその問題点

- オイラー法：
 - 定点での計測
 - プロペラ型流速計
 - 構造単純、動作がシンプル
 - 設置(固定)が難しい場合がある。障害物による破損
 - ADCP装置
 - 超音波のドップラー効果を利用した多層流向流速計です。水中に超音波パルスを発信し、水中を浮遊する散乱体(プランクトンや塵など)からの反射音波の周波数変化(ドップラーシフト)から流速を求める。
 - 浅いところはやや苦手。価格高い
 - 電磁流速計
 - ファラデーの電磁誘導の法則を利用した流速計
 - 動作部が無いため高寿命。管内の流速を計測。



従来技術とその問題点

- ラグランジュ法：
 - 浮子による計測
 - 流れの上流部より浮子（紙製、木製など）を投入し、下流部まで到達する時間を計測
 - 原理単純。人手が必要（最低でも3人）
 - 漂流ブイによる計測
 - GPSを搭載したブイを投入し、位置と時刻を記録。
 - 計測に手間がかからない。コスト高。
 - ブイの回収が難しい



従来技術とその問題点

- ラグランジュ法：
 - 物体を浮かべて海水の移動を追跡する方法で、船自体の流され方から流速や流向を知ったり、
 - 海流瓶を流す方法（中に手紙を入れ、その瓶を拾い上げた人に日時と位置を書いて送ってもらうよう依頼する。
 - かなり昔から行われてきた
- 比較的に簡単な装置で、広範囲に調べることが可能
- データの回収は、直接回収、無線によるデータ回収があるが、回収率を高めるのが難しい。



従来技術とその問題点

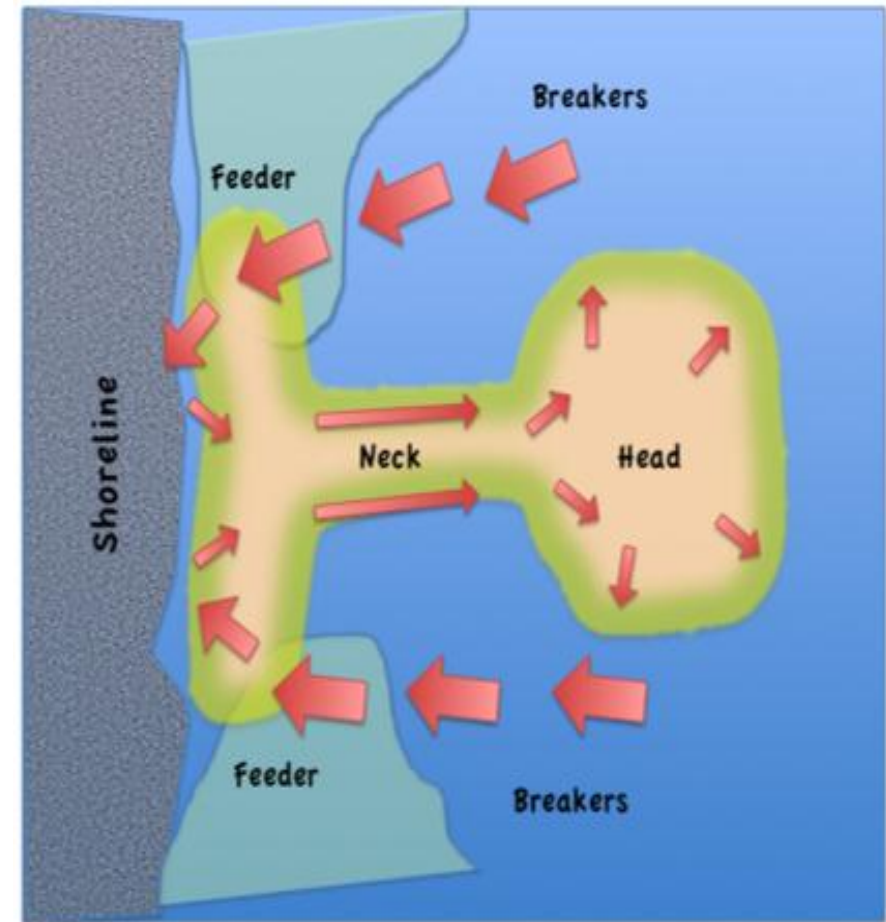
画像を利用した計測法の提案:

例えば、

- 水面の浮遊物の画像の差分を利用したもの
 - 範囲が狭く、別途専用の浮子が必要な場合もある
- 波を撮影した映像から3D画像を生成し、流れを推定するもの
 - 波の動きと流れの相関を事前に把握しておく必要
 - 複数のカメラが必要(撮影規模が大きい)
- 衛星画像(熱赤外画像)を利用するもの
 - 撮影頻度が低い。晴れている日しか利用できない。
 - コスト高い(運が良ければ安い)

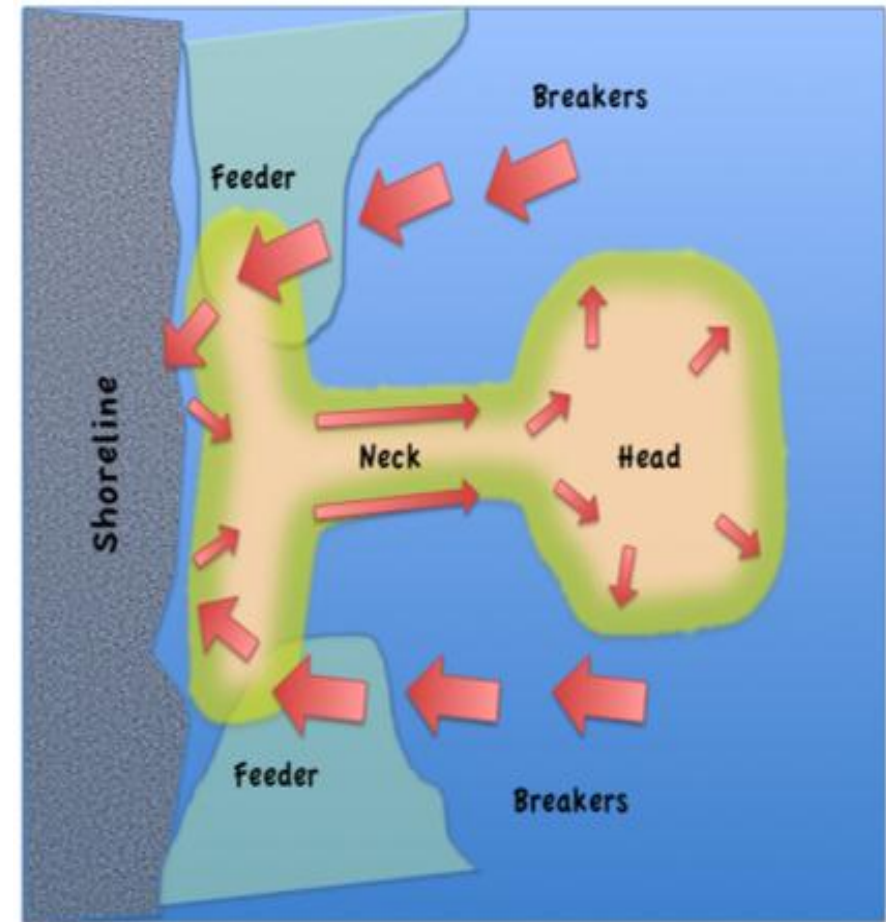
従来技術とその問題点

- 本発明者らが、浅海域での離岸流に関する調査研究
- 離岸流の発生を調査した際に、
- GPS漂流ブイを使用
- 回収のために有線式GPS小型フロートを提案
- 離岸流の計測を行った。



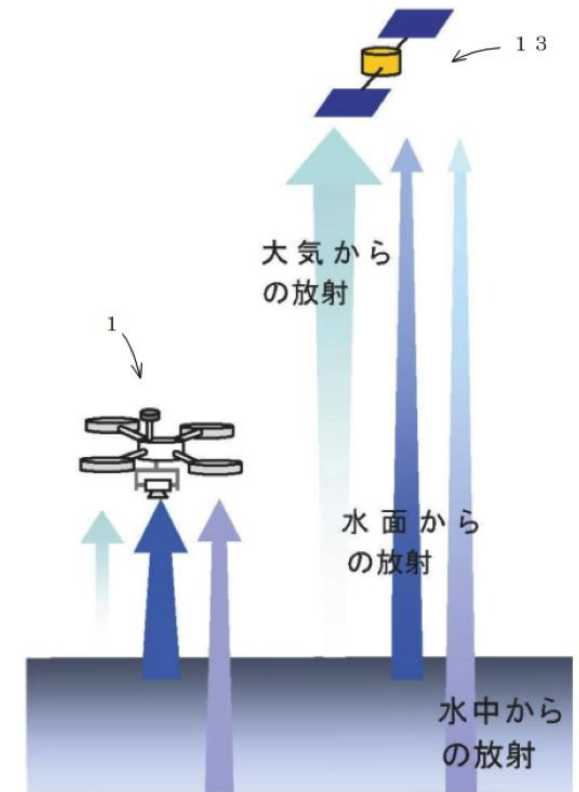
従来技術とその問題点

- 衛星リモートセンシングも試みた。
- 流れが速い箇所、いわゆる離岸流のネックラインを発見することの困難さを経験した。
- より簡易かつ正確に水流調査をできる方法が望まれていた。



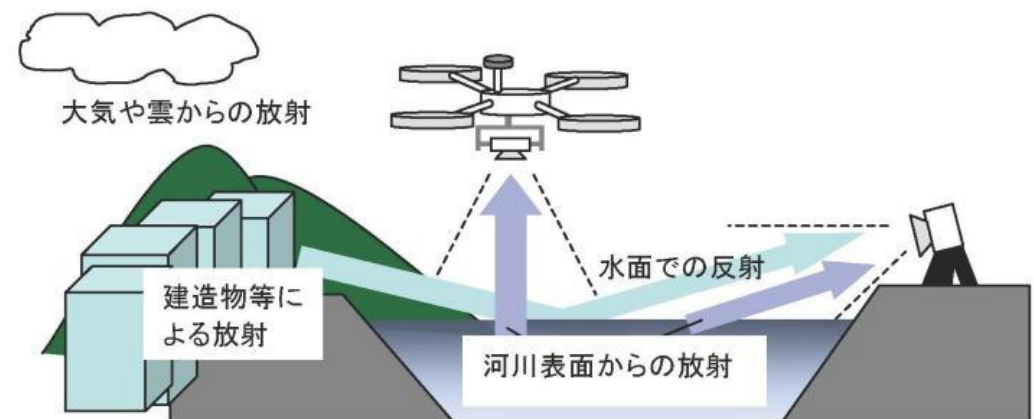
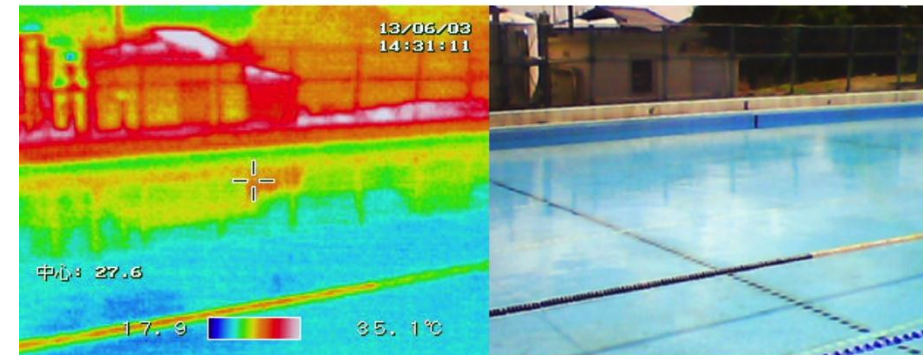
■ 新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点を改良することを提案
- 従来のラグランジュ法と比較して、データの回収が容易。
- 従来のオイラー法と比較して、
- 1台の装置で比較的広範囲に計測が可能
- 衛星画像と比較して、高精細の画像を高頻度で得ることができる。



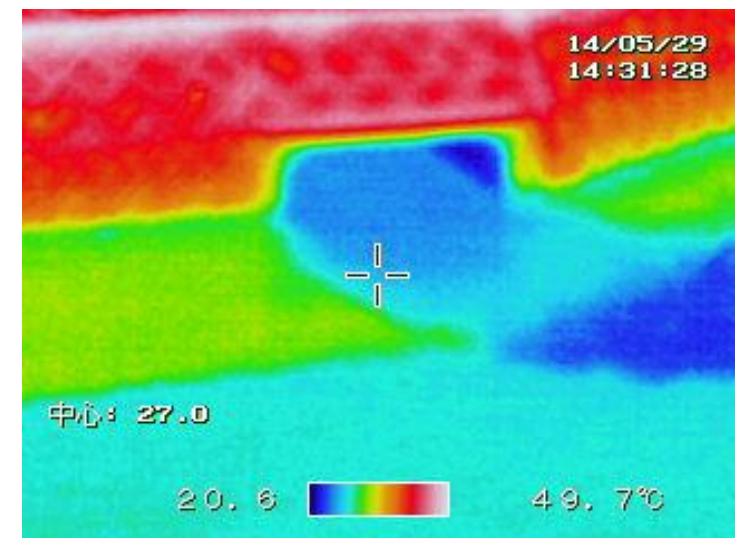
新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、地上物による水面での反射の影響
- UAVを用いて、高仰角からの撮影により
- 反射の影響を減少



■ 新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、一度に広い範囲の流れを検出することができた。
- GPSで位置制御されたUAVを用いることで、従来手法では、得られない場所での流れの計測に利用可能
- 例えば、沿岸から沖合への離岸流の発生箇所の特定、河口干潟の汽水域の調査など。





想定される用途

- 本技術は、次のような用途を想定している。
- 離岸流の計測
 - 水難事故の防止、魚介類の生息の調査
- 水域と陸域の画像から干潟の地形計測
 - 干潟生物の調査、ダム建設等の影響調査
- 河口や河川合流部での流れの計測
 - 人工構造物の影響調査



実用化に向けた課題

- 現在、熱赤外画像の自動撮影と撮影場所にGPSによる位置情報の付加、および
- イメージセンサ等が搭載が可能な小型のマルチコプタの開発が済んでいる。しかし、
- イメージセンサの焦点距離の自動調整については、課題が残っている。
 - 高度ごとに焦点を調節が必要。



実用化に向けた課題

- 熱赤外画像カメラの焦点距離を自動調節する機構を追加する（←高度と焦点距離は既知）
 - 高度と焦点の関係は、既知なので、サーボで容易に製作可 課題は、作業人材の不足
- 無人マルチコプタの自動制御についての安全運用についての検討についても必要である。
 - 雨に対する防水対応、
 - 風速と運用条件の把握
- 今後、トータルシステムとしての完成度を向上を目指す



企業への期待

- 未解決の自動制御については、GPSおよびマイコン制御の技術により克服できる。
- 高専では、教員も学生も研究時間が細切れ。
- 無人機の制御およびそれらを利用した環境モニタリング技術に興味をもつ企業との協力
- 特に人的な協力を望む。
- 実験フィールド(研究ニーズ)の提供が可能



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 水流観測方法
- 出願番号 : 特願2013-273196
- 出願人 : 国立高等専門学校機構
- 発明者 : 入江博樹、葉山清輝



お問い合わせ先

熊本高等専門学校 地域イノベーションセンター

○九州沖縄地区産学官連携コーディネーター

上甲 勲

〒861-1102 熊本県合志市須屋2659-2

TEL : 096-242-6194

E-mail : i-johkoh@kumamoto-nct.ac.jp

○総務課研究推進係

TEL : 096-242-6433

E-mail : sangaku@kumamoto-nct.ac.jp