



EX19610 リモートセンシング などの大規模環境データ解析 による環境社会問題への応用、 社会実装実験

国立高等専門学校機構

一関工業高等専門学校未来創造工学科

佐藤 建 tasato@g.ichinoseki.ac.jp

寒冷雪氷環境でのセンシングIoT技術

- 寒冷地域では低温環境での行動のリスク, 積雪環境での広範囲移動の困難, 交通・行動範囲の減少から人間活動が制限される.
- このためUAVやIoT, 衛星データによるなどのセンシングの応用は情報取得と地域環境保全のための有効な手段となる.
- 本研究発表では昨年度行った伊豆沼地域での研究を紹介する.

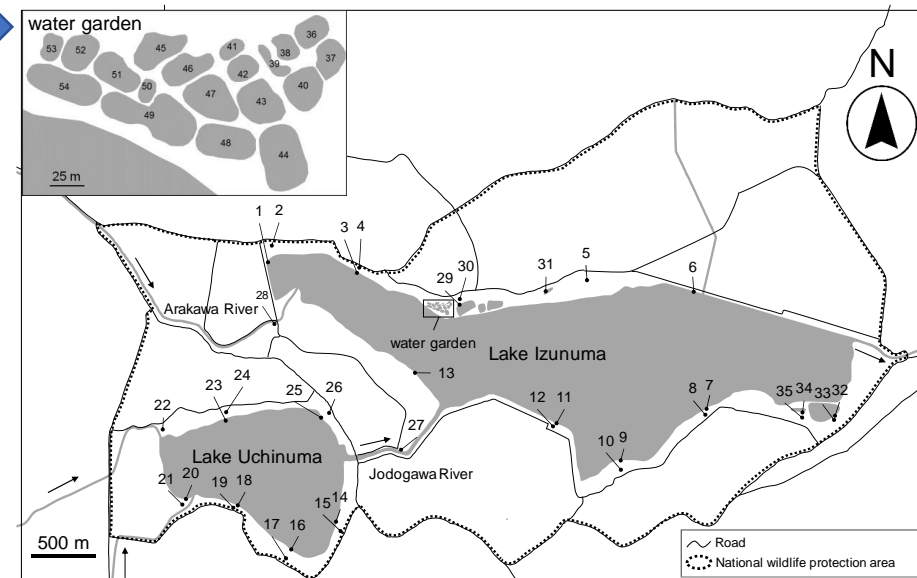
宮城県 伊豆沼・内沼

- ・伊豆沼は宮城県北部に位置する自然湖沼である。

- ・伊豆沼周辺では毎年10万羽以上の渡り鳥が飛来して越冬しており,ラムサール条約にも登録される国際的にも重要な湿地である。



宮城県伊豆沼とUAV撮影を行った水生植物園 (上田ほか、2016)



伊豆沼の環境

- 伊豆沼かつては豊かな水性植物群落
が広がっていたが最近の30年程度で
大きく環境が変化し, 最多時期には水
面の85%をハスが覆うなど生物多様性
が失われつつあることが懸念されて
いる.
- ハスの剪定機器開発(遊佐ほか, 2017)
やマコモの植栽など環境保全のため
の研究や活動が行われている.

写真：伊豆沼のハス, 2019年8月撮影



研究手法

- UAVや画像計測を応用した手法を提案し、宮城県の伊豆沼を対象としたモニタリング観測を行っている。
- 環境省による湖面撮影のタイムラプス撮影画像, UAVモニタリングによるリモートセンシング, 分光計測データなどを利用した研究を行っている。
- 水生植物の種類分布の可視化を行う手法を試行して湖面環境の季節変化を複合したスケールで捉え、植生や湖氷など多様に变化する湖面環境を捉える。

環境省によるインターネット自然研究所 伊豆沼タイムラプス画像

- ・伊豆沼・内沼サンクチュアリセンター内に管理公開用Webカメラが設置されている. 本調査で用いる画像は「インターネット自然研究所」<https://www.sizenken.biodic.go.jp/>にて公開されており, 環境省自然環境局生物多様性センターによりまとめられたデータを頂いている.



伊豆沼の夏季の状況

インターネット自然研究所 環境省による国立公園等モニタリング

- 国立公園を中心に自然情報を国民に幅広く提供していくことを目的として、平成13年(2001年)7月20日から運用が開始された。
- 遠隔操作カメラ、GIS、GPS、携帯電話、マルチビジョン等IT技術を活用した環境モニタリングシステム

伊豆沼の夏季環境

- UAVを用いて伊豆沼の水生植物の植生のモニタリングのための航空画像計測を行った。
- 撮影期間：2019年4月～2020年11月
- 伊豆沼の湖面や伊豆沼・内沼サンクチュアリセンターの植物園を撮影した。



UAVによる植物園撮影(2020年4月)

植生判別

- 計測画像から植生判別モデルを作成することで、植生分布のマッピング（大関ほか, 2019）.
- 各画像情報を用い画像の選択領域内について特徴量を説明変数として機械学習により学習および判別.
- 浮葉植物、イネ科植物の分類判別で画像のセグメンテーションと機械学習による判別の正解率が**97.1%**となり良好な結果が得られている.

伊豆沼周辺の冬季環境

- 伊豆沼周辺の気象観測点

観測点名	築館	仙台	盛岡
種別	アメダス	気象台	気象台
観測値	気温降水	気温降水降雪 結氷など	気温降水降雪 結氷など

- 築館における日平均気温の平年値が0度未満の日：合計37日間
- 積算寒度の平年値：22.3 °C日

伊豆沼タイムラプスカメラ画像

- 設置場所：伊豆沼・内沼サンクチュアリセンター
- 期間2002年1月～継続中
- 一時間ごとのタイムラプス撮影画像
- 解像度 640x480(2002 – 2010, 2014)および1280x960 (2011～)
- 冬季期間(DJF)の写真枚数10080枚を使用
- 画像を動画として湖面の時系列変化を可視化し判別に利用

伊豆沼における冬季凍結

- 伊豆沼は全面凍結はないものの以前は、湖氷が成長し地域の住民らが冬季に湖氷を渡って往来していた。
- 凍結時は冬季に訪れる渡り鳥らの行動も制限される。



伊豆沼の冬季湖面環境

現在の伊豆沼の冬季湖面環境を分類する。

1. 初冬（～12月中旬）

1. 降雪、氷なし
2. ハスが残る

2. 厳冬期（12月下旬～2月中旬）

1. 積雪、氷形成
2. 植生なし

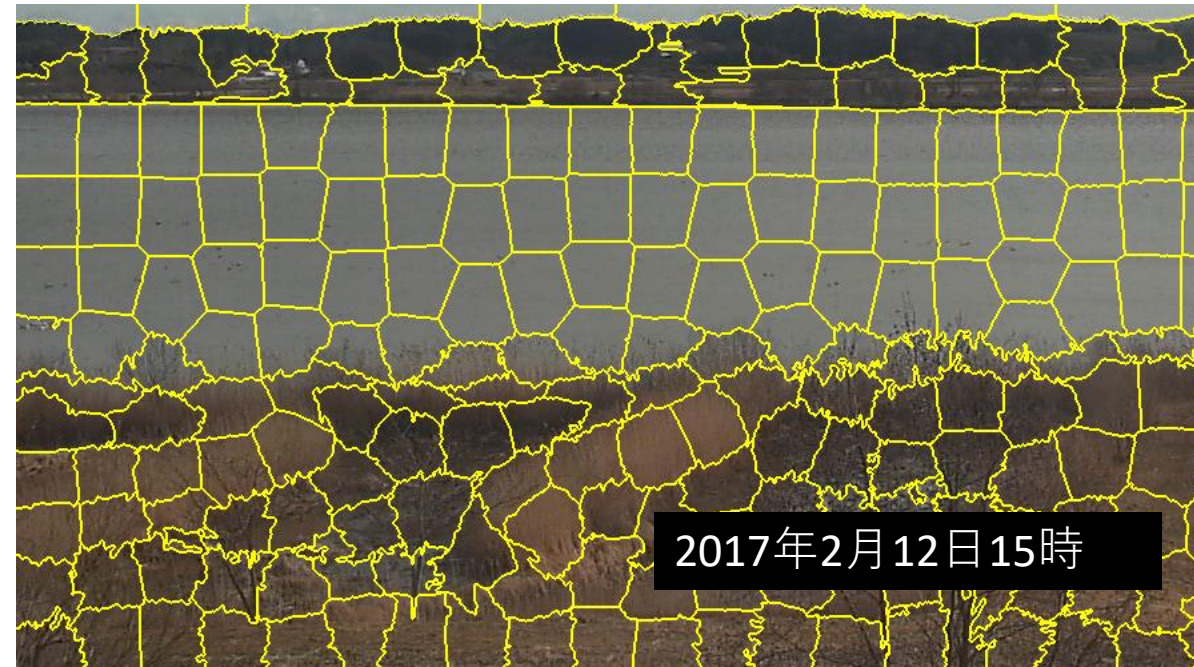
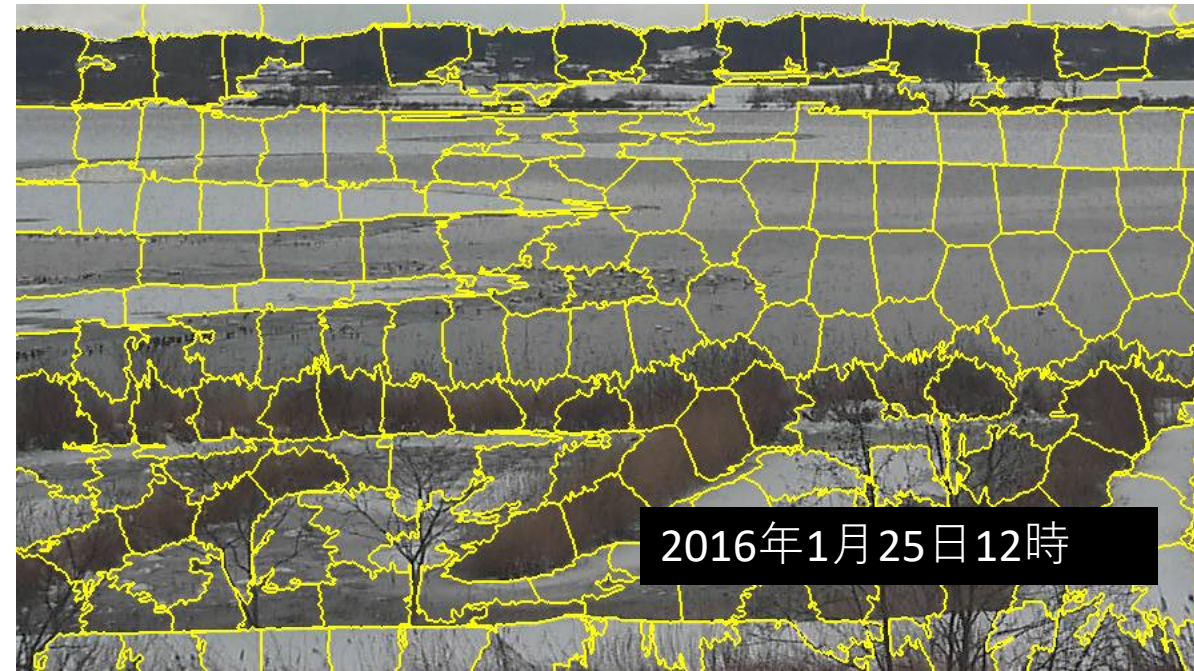
3. 晩冬（2月下旬）

1. 雪氷なし
2. 植生なし



Superpixelによる セグメンテーション

- 凍結湖面(右図)では湖上に形成される凹凸や凍結過程での湖面・湖氷の領域の反射特性からパターンが形成される.
- 凍結時のない湖面においてはSuperpixel分割で矩形に分割されるが(右下図)、凍結時は凍結や湖面状況のパターン(右上図).



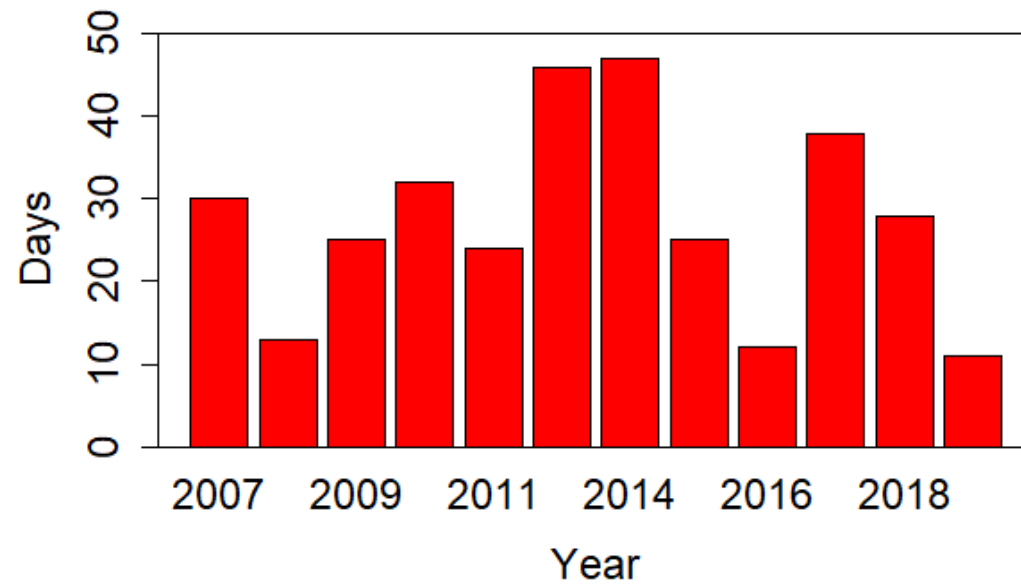
凍結日数の解析

- ・ 冬季（DJF）凍結期間を求める.
 - ・ 2015/2016年冬季 → 2015冬 凍結日数 25日
 - ・ 2016/2017年冬季 → 2016冬 凍結日数 12日
- 凍結は数日間継続することもあるが1日の間に消失することも多い.

- ・ 視点および解像度の変化
- 2003年～2006年冬は解像度が低いのみでなく途中の視点変更、カメラの向きから認識が困難
- ・ 2007年冬から2019年冬を解析
 - ・ 2013年2月10日～3月15日までの画像がない
→ 2013年冬を除外

冬季凍結確認日数の集計

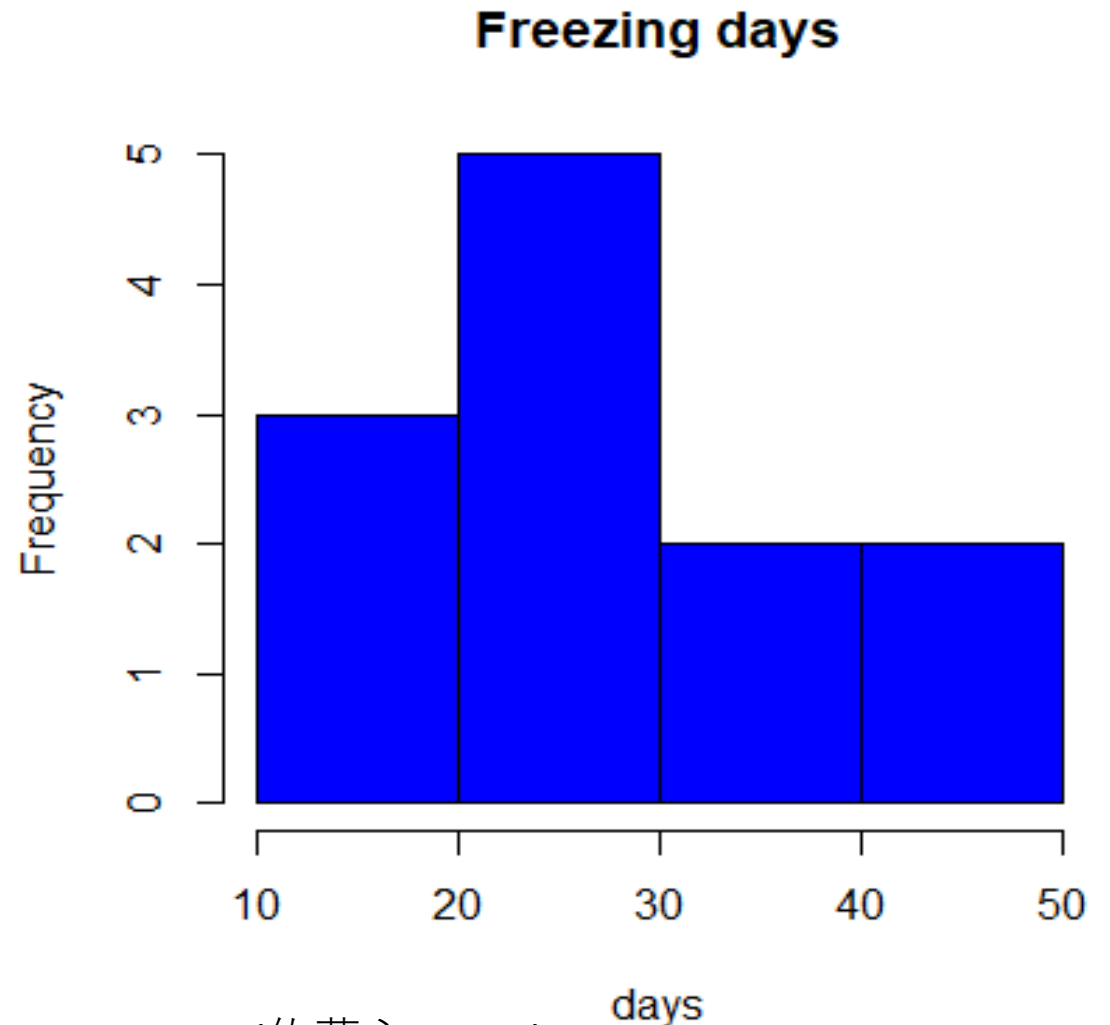
年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
日数	30	13	25	32	24	46	---	47	25	12	38	28	11



(佐藤ら, 2020)

凍結日数解析

- 2013/2014年冬を除いて凍結日数ヒストグラムを作成.
- 凍結日数全平均は25.5日.
- 2010年代前半の平均は34.8日, 後半は22.8日となりやや凍結日数が減少しているが有意ではない.



(佐藤ら, 2020)

結論と展望

- 伊豆沼における冬季環境解析のためタイムラプス画像解析を行った.
- Superpixelによる分割形状変化, 動画解析によって凍結日数をカウントした. **2007年度～2019年度凍結日数は10 – 50日程度で平均25.5日である.**
- 画像の応用として防災や過去の環境復元のアーカイブとしての利用なども考えられる.

謝辞：本研究の一部は京都大学学術情報メディアセンターのスーパーコンピュータを利用して実施した

京都大学学術情報メディアセンター2019年度

スーパーコンピュータ共同研究制度（若手・女性研究者奨励枠）

参考文献

上田ほか, 2014 年の調査で確認された伊豆沼・内沼および その周辺地域のトンボ目成虫相, 伊豆沼・内沼研究報告 10 巻, pp. 21-37, 2016.

環境省自然環境局生物多様性センター, インターネット自然研究所伊豆沼のガンガモ類, URL: https://www.sizenken.biodic.go.jp/view_new.php?no=90, (2020年1月22日取得)

佐藤ほか, 伊豆沼の冬季環境モニタリングのためのタイムラプス画像解析, 伊豆沼・内沼研究集会発表要旨集 pp 3 – 4, 2020.

Sato et al., IoT measurements of the winter environment around Lake Izunuma, Miyagi, The Tenth Symposium on Polar Research, Omp27, Tachikawa, Japan, Dec 2019.

Yusa, T., Y.Kaizu and K.Imou., Development of Robot Boat for Management of Aquatic Weed in Shallow Pond, The 60th Japan Automatic Control Conference, 2017, Tokyo.