

HOG 特徴量を用いたオーロラの時間変化による出現判定

北九州工業高等専門学校	吉浪 遼
	才田 聡子
国立極地研究所	田中 良昌
	佐藤 由佳

平成 27 年 8 月 18 日

研究背景

- オーロラの現象解析の多くは目視で行われている
- 観測機器の精度の向上や情報通信技術の高度化で膨大な量の動画像データが生産されている
- 目視によりすべてを確認することは時間的に困難
- オーロラ解析を演算速度によって補助する手法が必要

本研究の目的

オーロラの出現と、形状や状態変化を自動的に解析する手法の開発

予想される成果

- 形状・移動などの状態を自動解析
- 上記の状態となっているオーロラの検索システム
- 出現時刻のリストアップ
- オーロラの状態と電場・磁場等の関係性の解析

手法の提案

オーロラの出現判定にあたり，オーロラの特徴を考える。
動画像中に存在する要素...

- オーロラ
- 雲，太陽，月，その他飛行物体

オーロラの特徴

形状変化や移動が自由自在である

手法の提案



手法の提案

- 形状変化が激しいものはオーロラと考えることができる
- オーロラ以外は形状変化・移動が小さい
- 形状変化を時間的に解析することでオーロラとその他の判別が可能
- 形状の特徴を抽出する手法が必要

形状特徴の取得

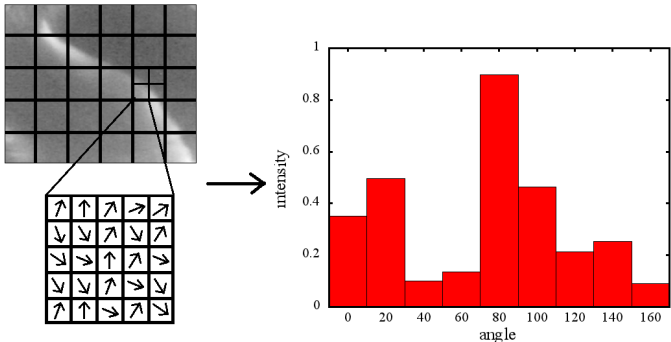
HOG 特徴量

HOG 特徴量

- 局所領域内におけるエッジ方向ごとのエッジ強度に着目した特徴量
- 画像内の大まかな形状を表現可能である
- 局所領域ごとにおけるエッジ方向ごとのエッジ強度をヒストグラムとして結合
- 画像全体の明暗条件によって特徴量が大きく変化しない

HOG 特徴量

- 画像をブロック・セルに分割する
- セル内のエッジ方向からエッジ強度ヒストグラムを生成
- 各局所領域のヒストグラムを持つ



HOG 特徴量

- HOG 特徴量により画像の形状を表現できた
- 形状変化を解析する為に、前後フレームの形状の類似度を算出する
- ヒストグラム間の類似度を算出する手法が必要

ヒストグラム間の類似度の評価

Bhattacharyya 係数

Bhattacharyya 係数

- 任意のヒストグラム \hat{p}_u , \hat{q}_u に対してその類似度を算出する
- 値が大きいほど2つのヒストグラムが類似している

Bhattacharyya 係数

$$\hat{\rho}(\mathbf{y}) \equiv \rho[\hat{p}, \hat{q}] = \sum_{u=1}^{bin} \sqrt{\hat{p}_u \hat{q}_u}$$

- 前後フレーム間の HOG 特徴量に対する Bhattacharyya 係数を求める
- 動画像の形状変化度ベクトル S を得る

形状変化の激しさの定量化

- 動画像中のオーロラは様々な動作・形状変化を行う
- オーロラが出現していると形状変化度は様々な値をとる
- オーロラが出現していない場合、動画像中の要素は変化が小さい
- 形状変化度はほぼ一定の値をとる

形状変化の激しさの定量化

- 形状変化度のばらつきを評価することで動画像中のオーロラの有無を判定する
- 形状変化度ベクトル S の標準偏差 σ を用いる
- S が幅広い値をとるほど σ は大きくなる

標準偏差 σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{n}}$$

手法の流れ



動画像のフレームレートの影響

動画像の形状の時間変化を評価する

- フレームレートに応じて形状変化の大きさが変わる
- 判定に必要なフレームレートを把握することで用意すべき動画の目安となる

動画像のフレームレートに応じて形状変化度がどのような値を示すか考慮する必要がある

実験

実験目的：

- オーロラの出現の有無により，動画像の形状変化の激しさに対してどのような特徴が表れるか
- フレームレートの変化により，動画像の形状変化の激しさに対してどのような特徴が表れるか

実験

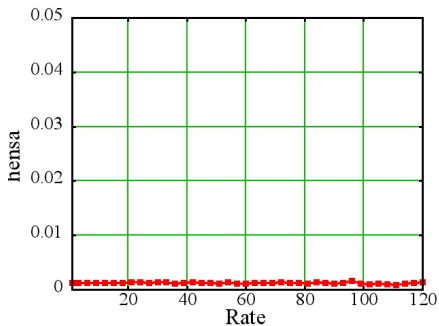
実験方法：

- 動画像の各フレームに対して HOG 特徴量を算出
- 各前後フレーム間の Bhattacharyya 係数を算出し、形状変化度ベクトル S を算出
- 形状変化度ベクトル S の標準偏差 σ を算出

フレームレートを変化させ、同一動画像のフレームレート・標準偏差 σ の関係をグラフ化

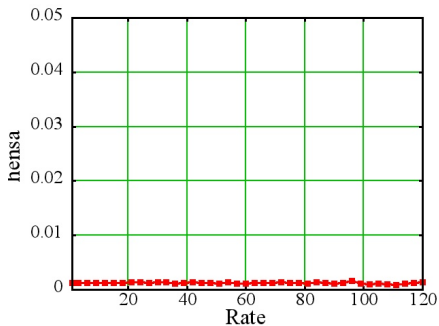
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



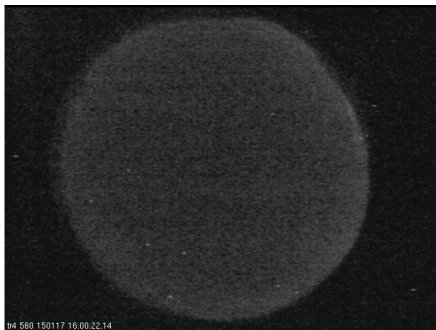
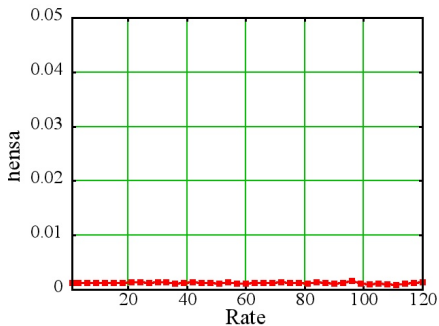
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



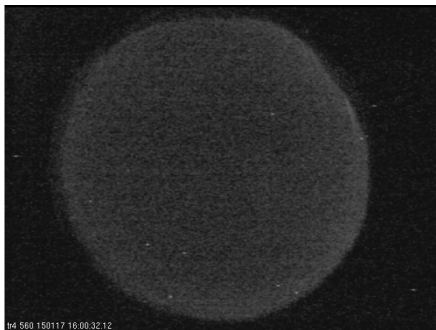
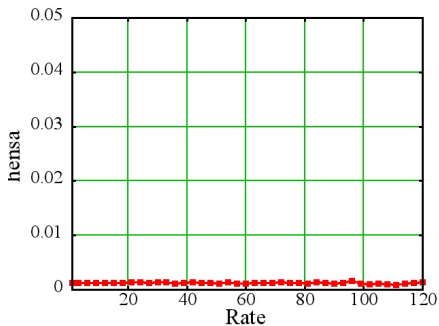
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



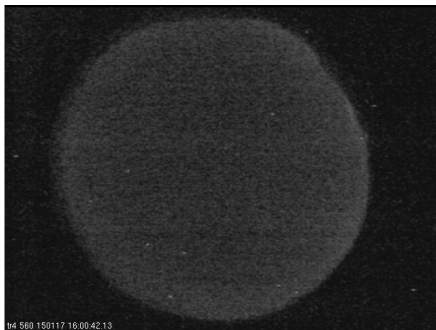
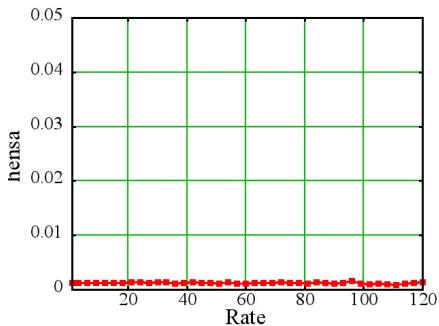
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



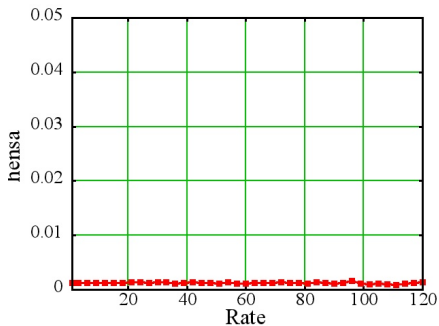
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



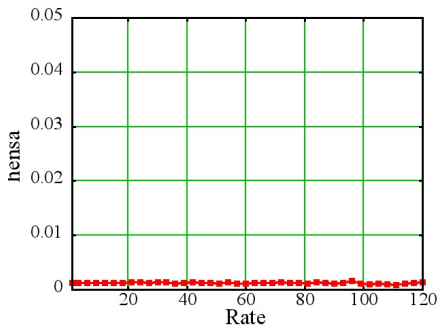
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



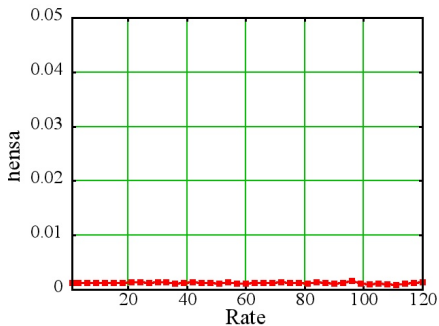
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



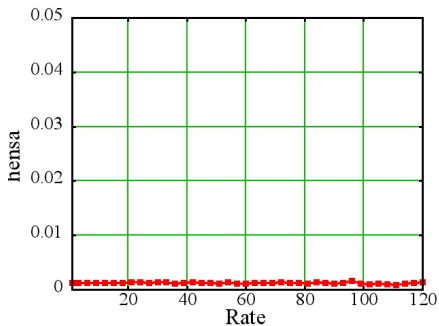
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



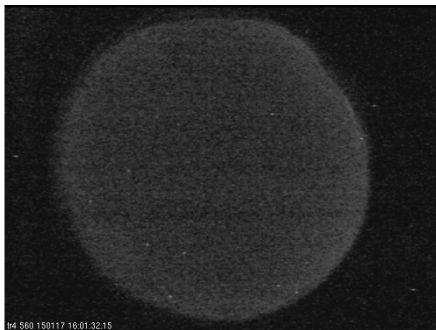
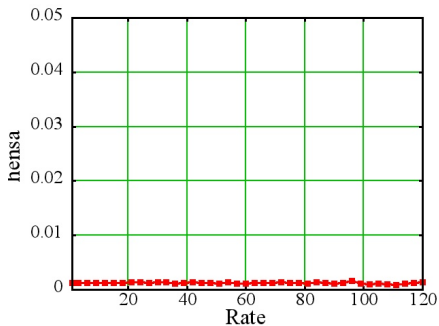
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



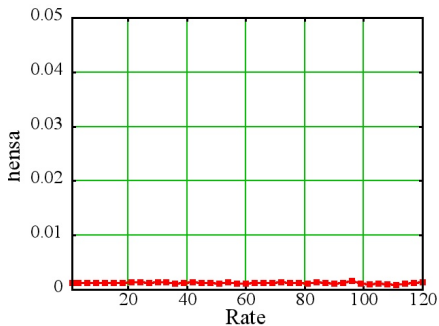
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



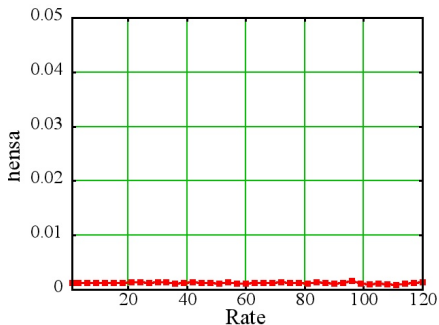
実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



実験結果 1

オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係



実験結果 1

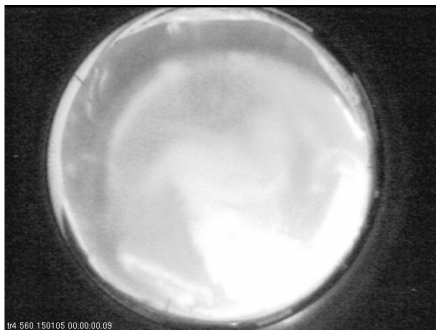
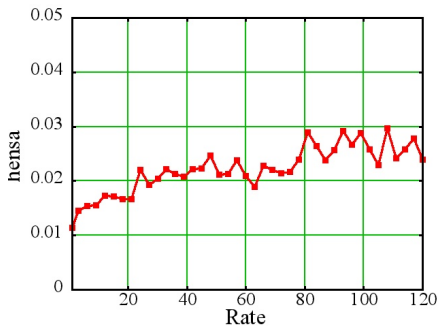
オーロラ無し動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係

- 形状変化度ベクトル S のばらつきが小さい
- フレームレートを変化させても標準偏差 σ がほとんど変化しない
- 前後フレーム間の時間差が大きくなっても形状変化が小さい

使用したオーロラ無し動画のすべてにおいて
同様の特徴が見られた

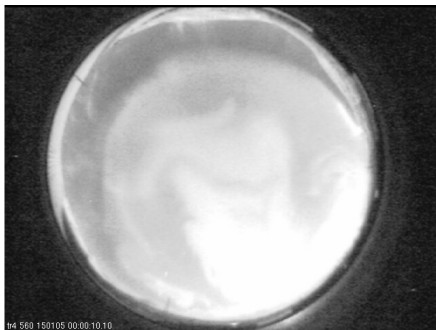
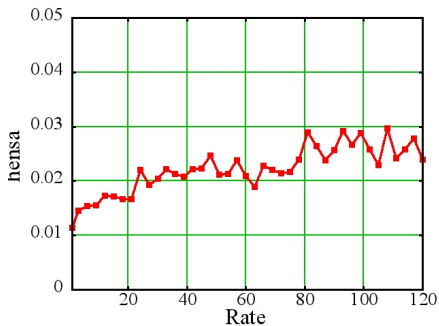
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



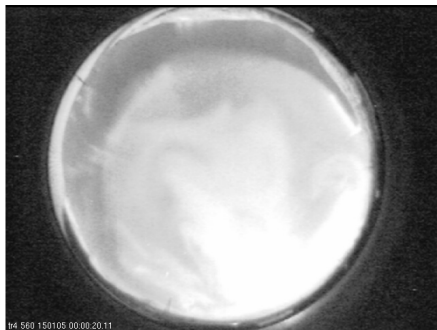
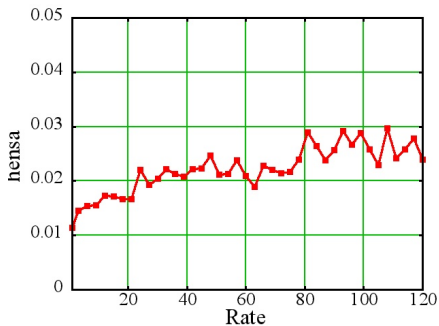
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



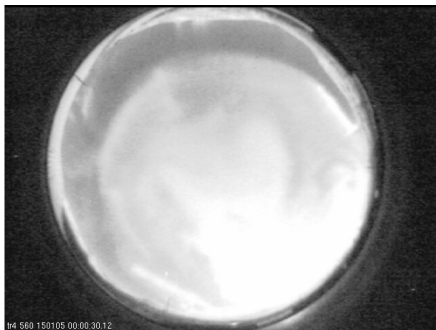
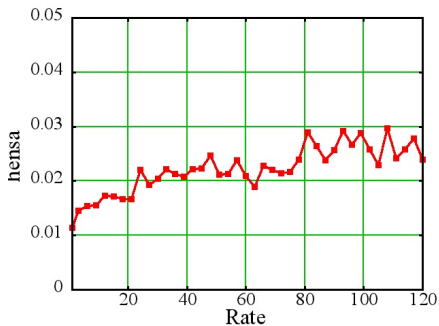
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



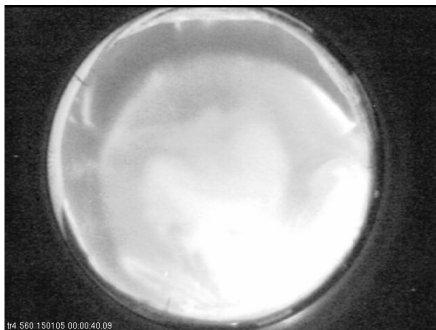
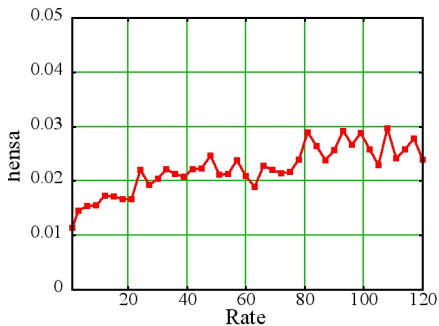
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



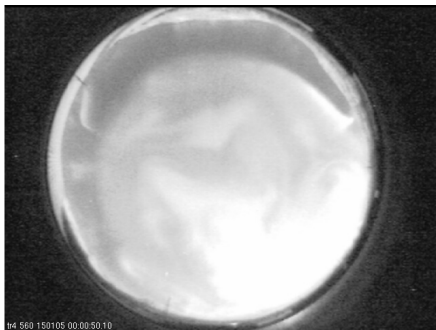
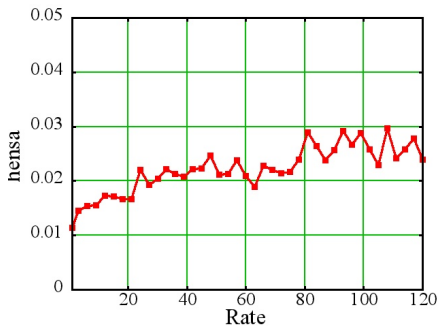
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



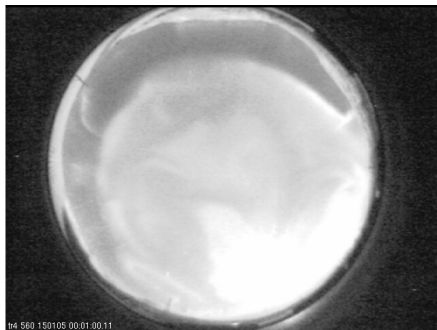
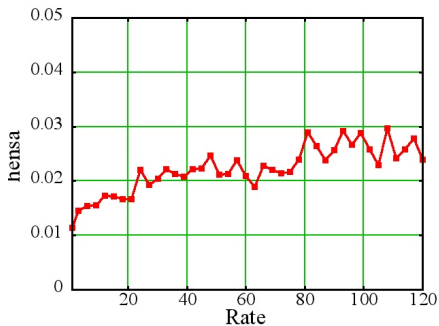
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



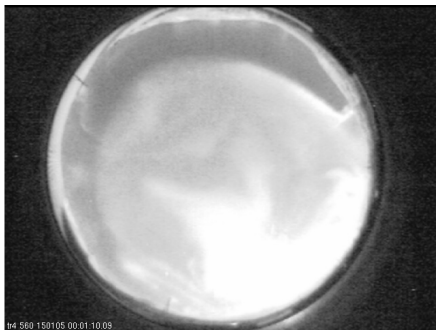
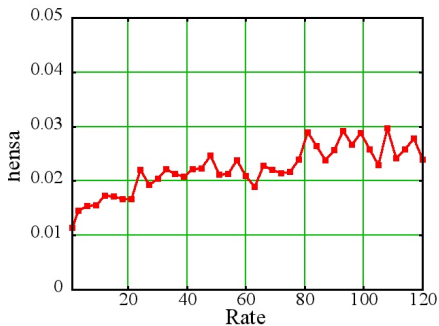
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



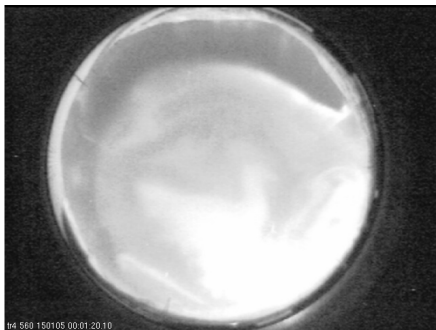
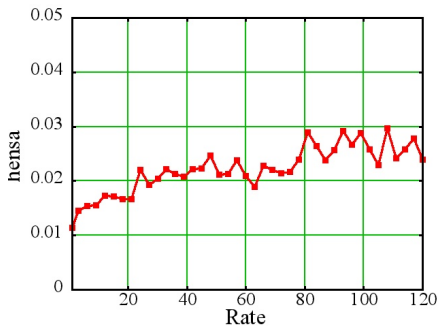
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



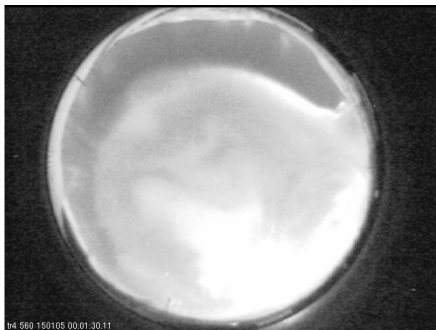
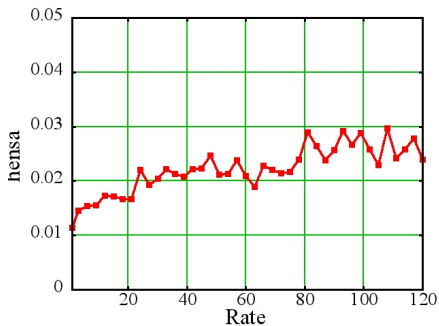
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



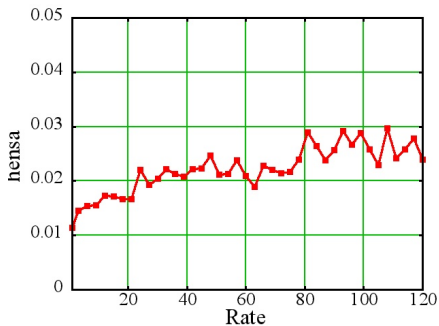
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



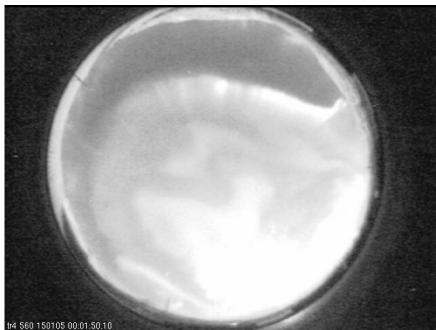
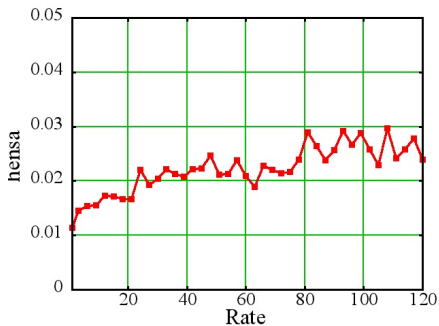
実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



実験結果 2

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1



実験結果 2

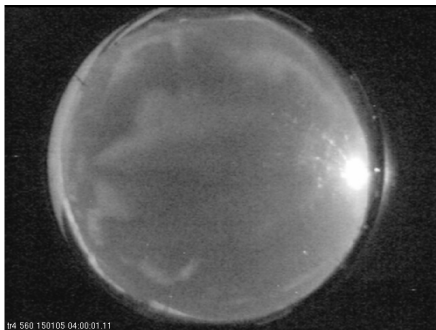
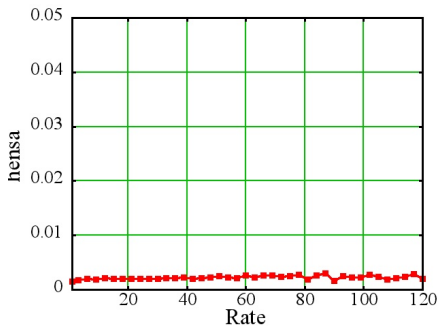
オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 1

- 形状変化度ベクトル S のばらつきが大きい
- フレームレートを低くすると標準偏差 σ が大きくなる
- 前後フレーム間の時間差が大きくなると形状変化が激しくなる

形状変化の大きいオーロラで同様の特徴が見られた

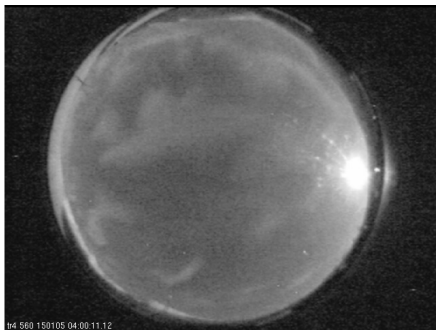
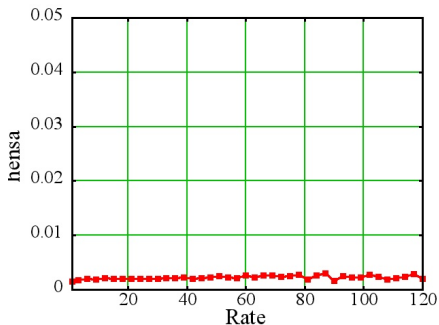
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



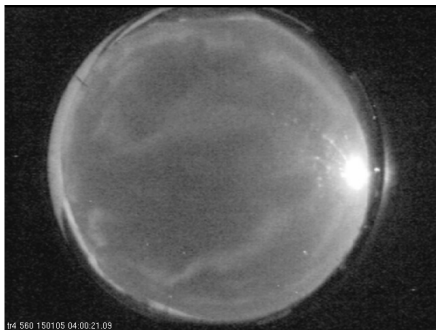
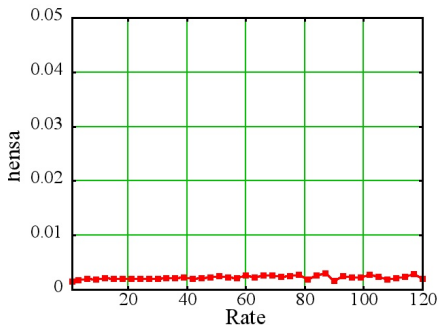
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



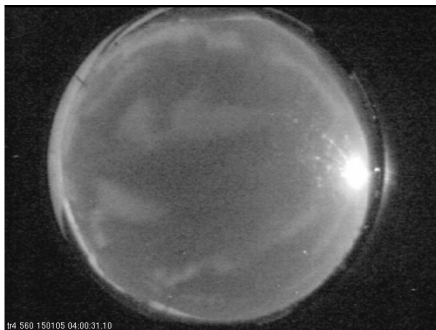
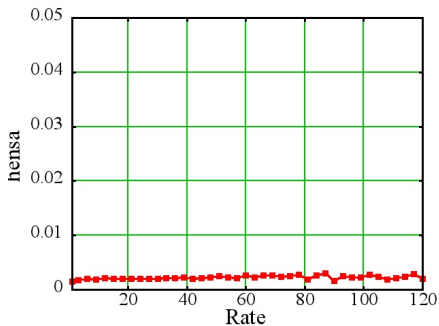
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



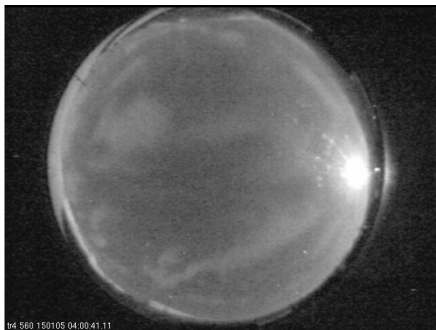
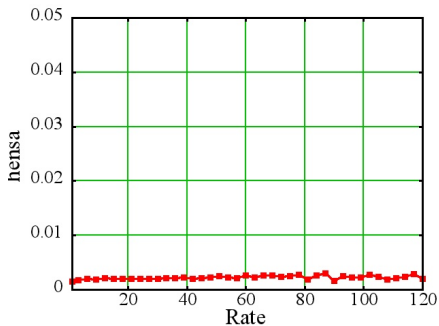
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



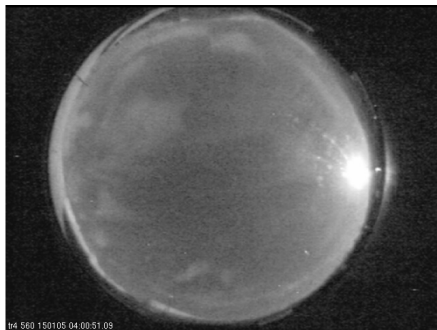
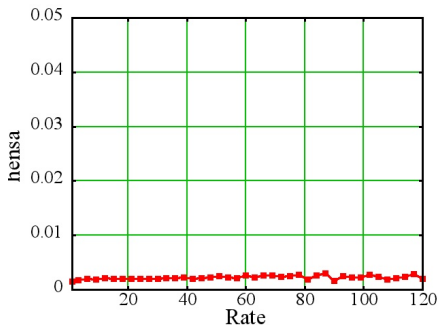
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



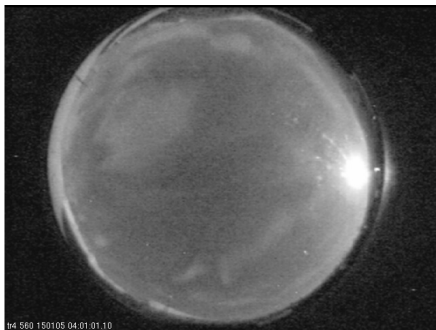
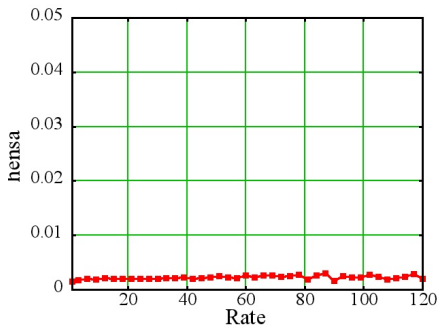
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



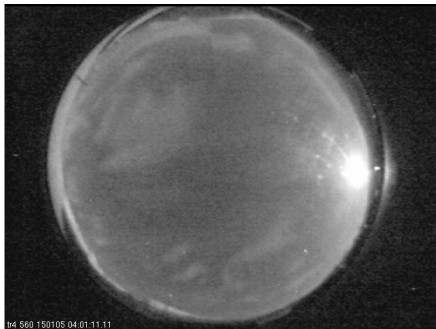
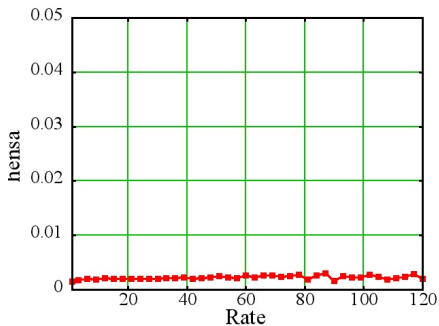
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



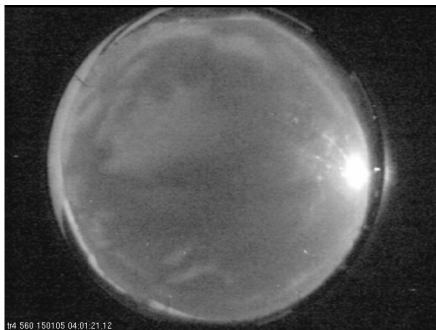
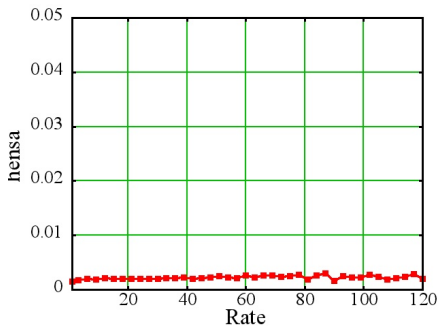
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



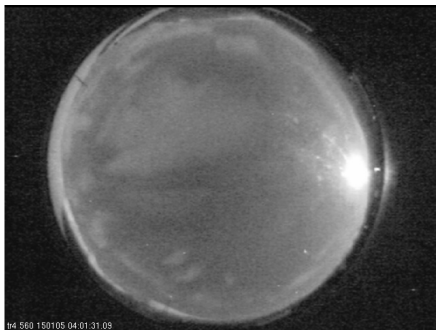
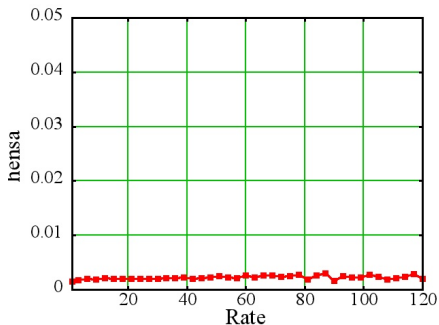
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



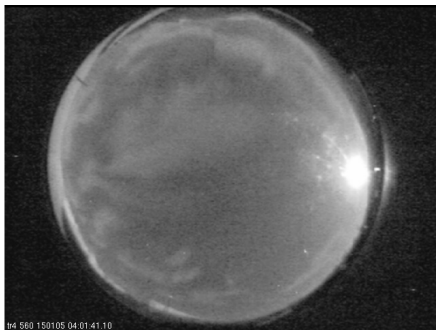
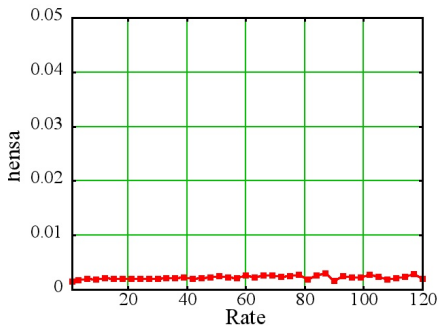
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



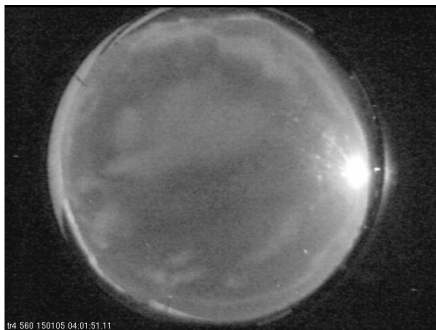
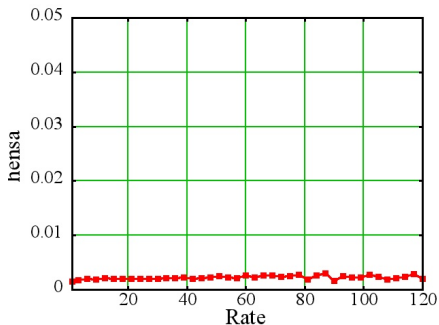
実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2



実験結果 3

オーロラ有り動画における標準偏差 σ と
フレームレート ($\frac{1}{Rate}$) の関係 2

- 形状変化度ベクトル S のばらつきが小さい
- フレームレートを変化させても標準偏差 σ がほとんど変化しない
- 前後フレーム間の時間差が大きくなっても形状変化が小さい
- オーロラ無しの動画像における結果とほぼ同様である
形状があいまいなオーロラで同様の特徴が見られた

考察

- 形状変化の大きい特徴的なオーロラの出現に対する判定は可能
- オーロラの出現していない動画像の判定は可能
- 形状が鮮明でないオーロラはエッジ抽出が機能していない可能性がある
- 現在の手法のみですべてのオーロラを判定することは困難

今後の課題

- より形状を鮮明化し，エッジ抽出を補助する前処理の検討
- オーロラの形状の種類を判定する手法の検討
- 各種特徴量の形状判定に対する有用性の比較

今後の予定

	2015												2016												2017			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2					
HOG特徴量を用いたオーロラ出現判定	←————→																											
前処理によるHOG特徴量計算の最適化					←—→																							
HOG特徴量を用いたオーロラ形状判定手法						←—→																						
その他特徴量を用いたオーロラ形状判定手法									←————→																			
各手法の比較と最適な手法の考察										←————→																		
手法の強化・精度の向上																←—→												
手法の処理速度の向上																			←————→									