

雷雲の到達・通過時刻の算出 ～雷観測情報に基づいて～

群馬県立中央中等教育学校 科学部 雷班

概要

ある地点での雷雲の到達・通過時刻を算出するために、雷観測情報の画像を用いる方法を考えた。雷の発生地点の画像データを「雷雲」と見なし、その各ドット(画素)に位置を表す数値をあてはめ、代表値を使って移動速度を算出する方法と、雷雲の形を図形にとらえて移動速度を算出する方法を比較・検討した。その結果、より精度が高いのは図形に近似させる方法であると結論付けた。

1.はじめに

私たちは、雷鳴が聞こえる範囲には落雷の危険があると授業で学んだ。しかし、本校生徒に行った意識調査では、雷鳴が聞こえると「激しくなる前に帰ろう」と急いで帰宅する生徒が多い傾向にあるということが分かった。私たちは「どのくらい待てばいいのかわからない」ということが問題であると考えた。そこで、今自分がいる地点での「雷雲が来るまでの時間」と「雷雲が去るまでの時間」および時刻をスマホのアプリ等で提示することで安全な行動をしてもらえようと考え、この研究を始めた。現在は、「雷雲」の画像データから、雷雲の到達・通過までの時間を予測する方法を考察・検討している。

3.使用データ

この研究では、右に示す東京電力の「雨量・雷観測情報」のデータ(図1)を用いた。この地図上には、60分前までの雷の発生地点のデータが、12分ごとに色分けして表示されている。(以下、この12分毎の色分けを「(各)時間帯」とする。)

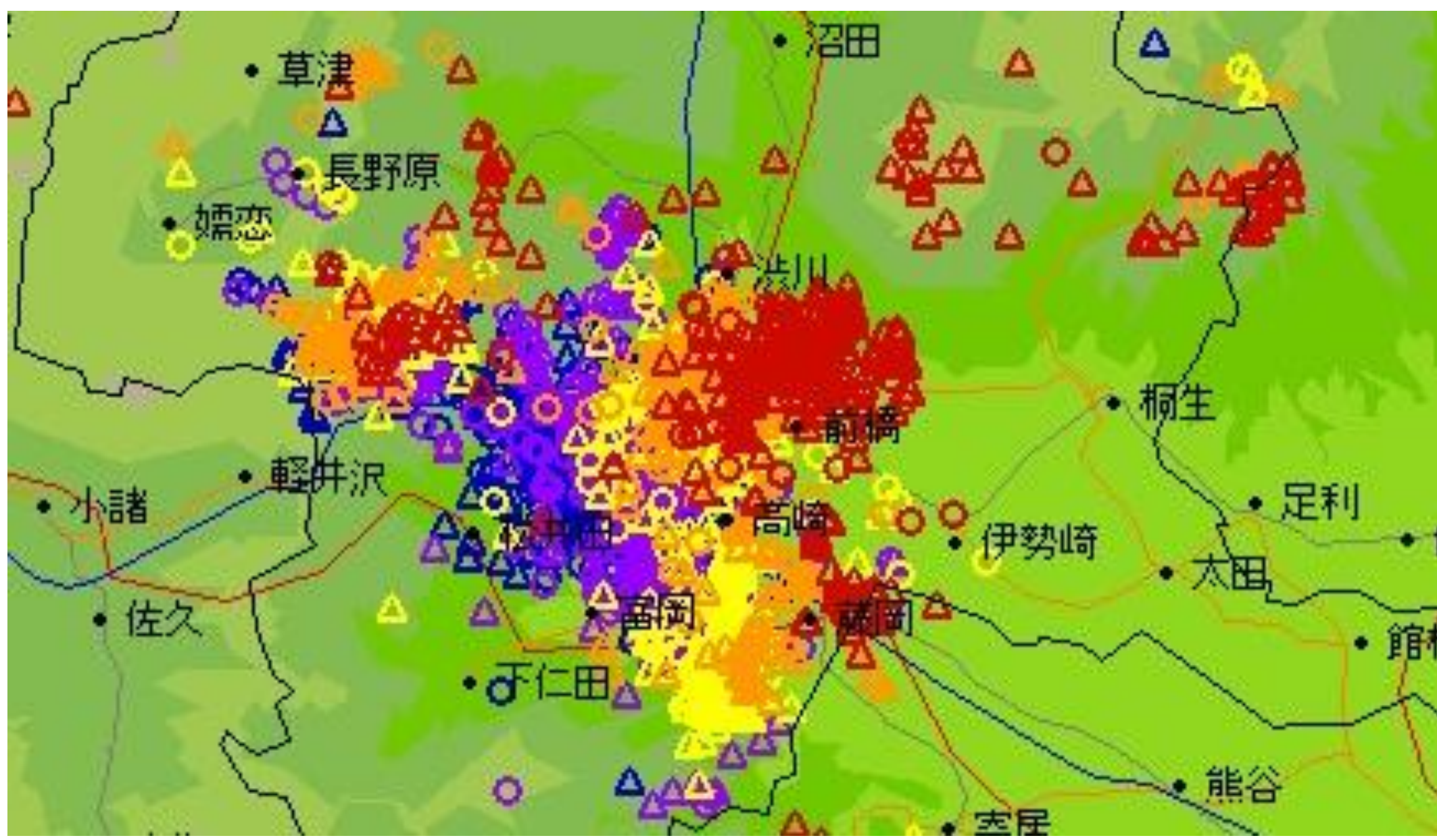
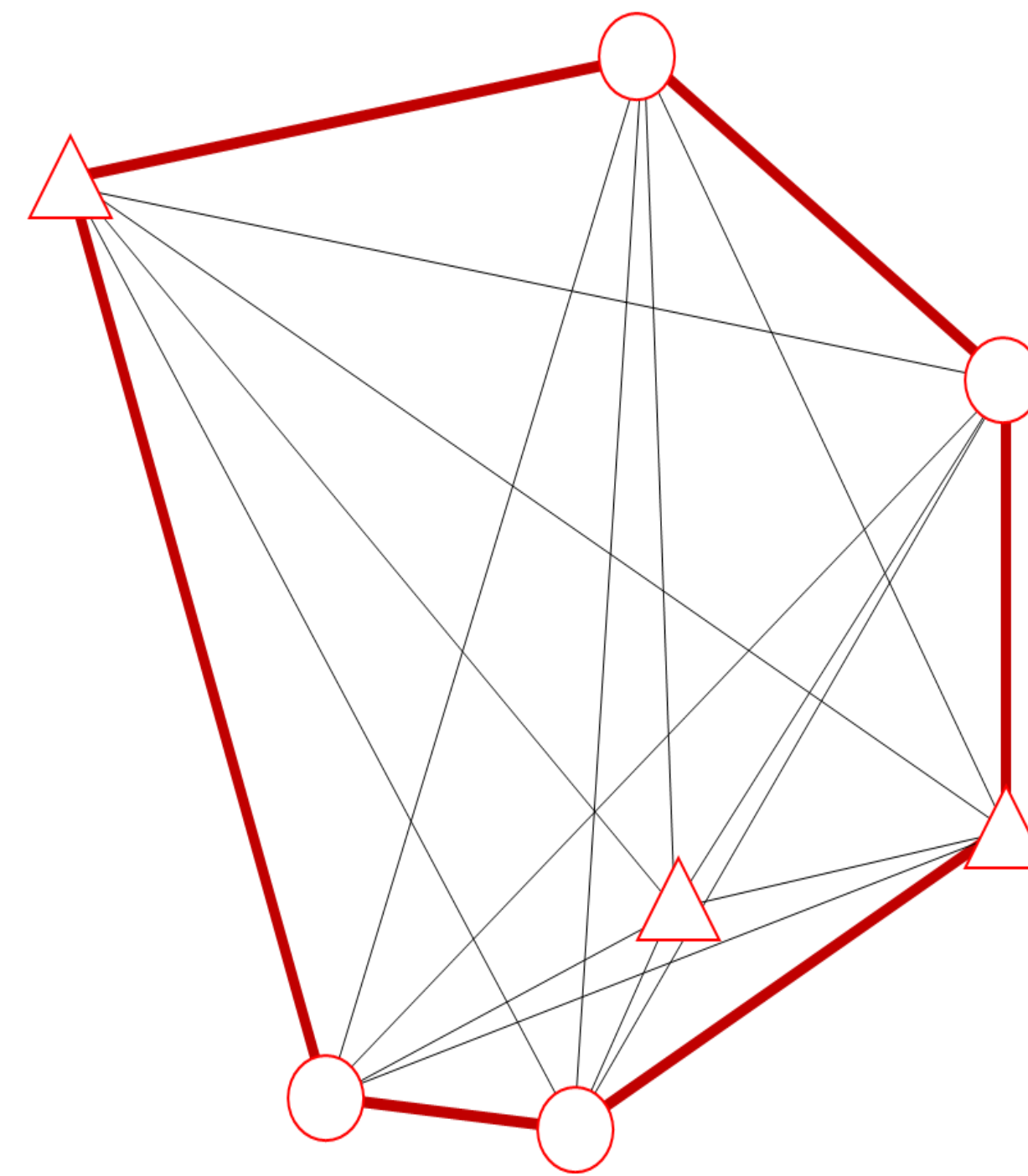


図1 東京電力 <http://thunder.tepco.co.jp/> を編集

2.研究の手法

雷雲がある地点に到達・通過するまでの時間を算出する方法を考える。いくつかの候補を挙げ、より精度の高い予測ができるものを選ぶ。そして、算出プログラムを作成し、予測の精度を確認するためにコンピュータシミュレーションを行う。

4.画像解析による雷雲の存在領域と輪郭の取得



観測情報の画像(図1)を各ドットごとに区切ったものに、左下を基準に位置を表す数値を割り当て、それらの座標を使い、計算を行う。落雷地点にあたる色で塗られたドットのすうち(最新の時間の場合は赤で塗られているドット)すべてを図2のように繋いで出来た図形の辺を、雷雲の輪郭とする。(左図では赤線の内側が雷雲領域となる)

図2 雷雲の領域の定義方法

5-1. 代表値から算出

ドットの位置の数値の代表値を求める。代表値は「平均値」「中央値」「最大値と最小値の平均」の3つを考えた。2つの時間帯について代表値を出し、距離と時間差から移動の速さ、位置関係から移動方向を計算する。ある地点から移動方向と平行な直線を引き、図2で求めた輪郭との交点と移動速度の関係から到達・通過までの時間を求める。

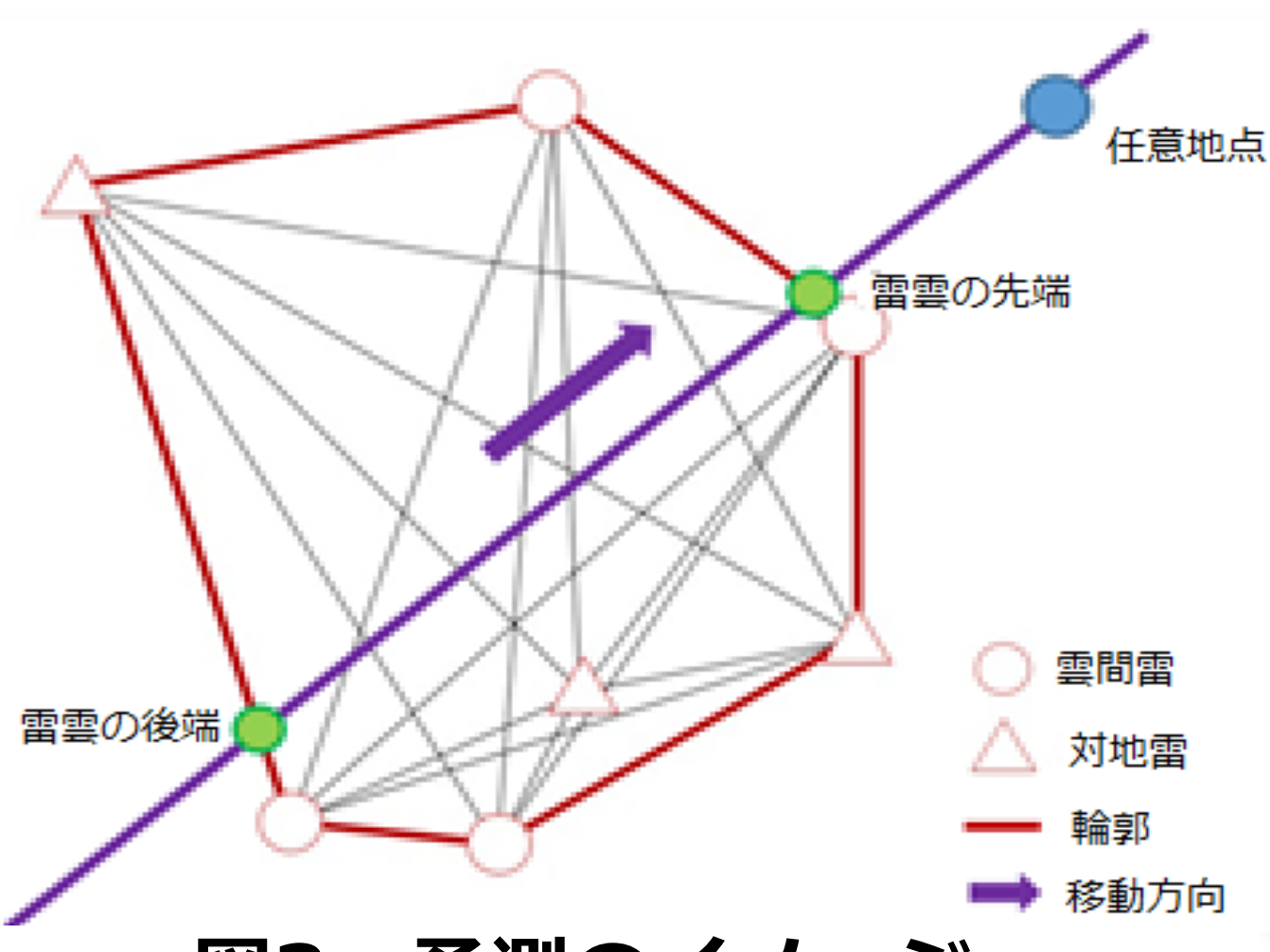


図3 予測のイメージ

5-2. 図形に近似

5-2-(A). 楕円に近似

図3の輪郭を楕円とみて考える(図4)。2つの時間帯の楕円の中心を結ぶ直線を考え、その傾きを雷雲の移動方向とする。雷雲の移動方向に対する先端と後端を出し、2つの時間帯の先端・後端同士の距離からそれぞれの速さを求める(図5)。ある地点から移動方向に平行な線を引き、雷雲の先端・後端それぞれの距離と速さから時間を求める。

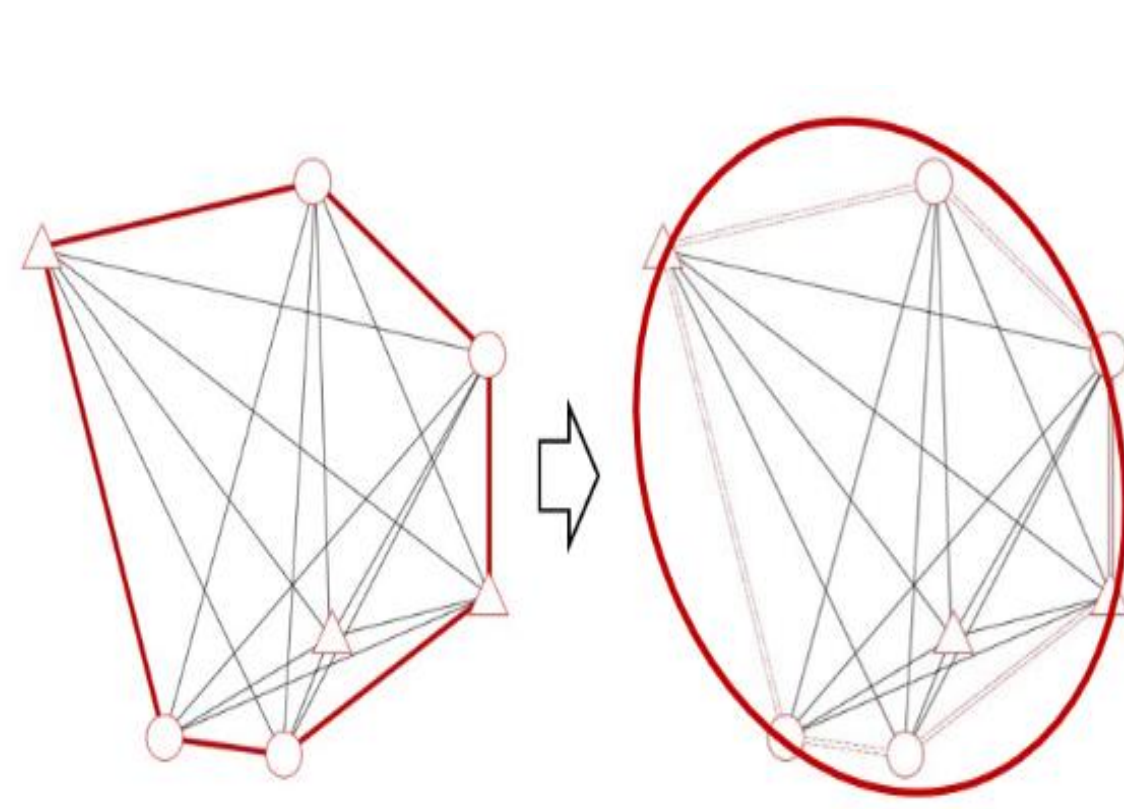


図4 楕円への近似

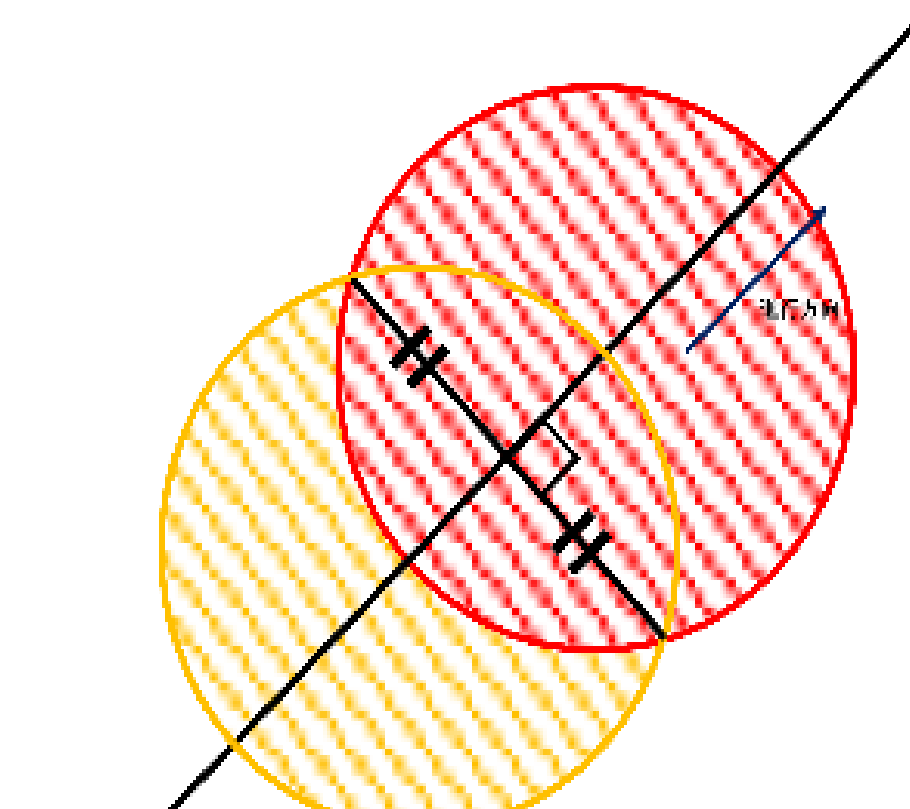


図5 移動速度の算出

5-2-(B). 四角形に近似

連続する2つの時間帯について、位置を表す数値が最大・最小である2点の計4点を頂点とする四角形をつくる(図6)。各頂点の動く速度を求め、ある地点が四角形領域〔に入る/から出る〕までの時間を求める。

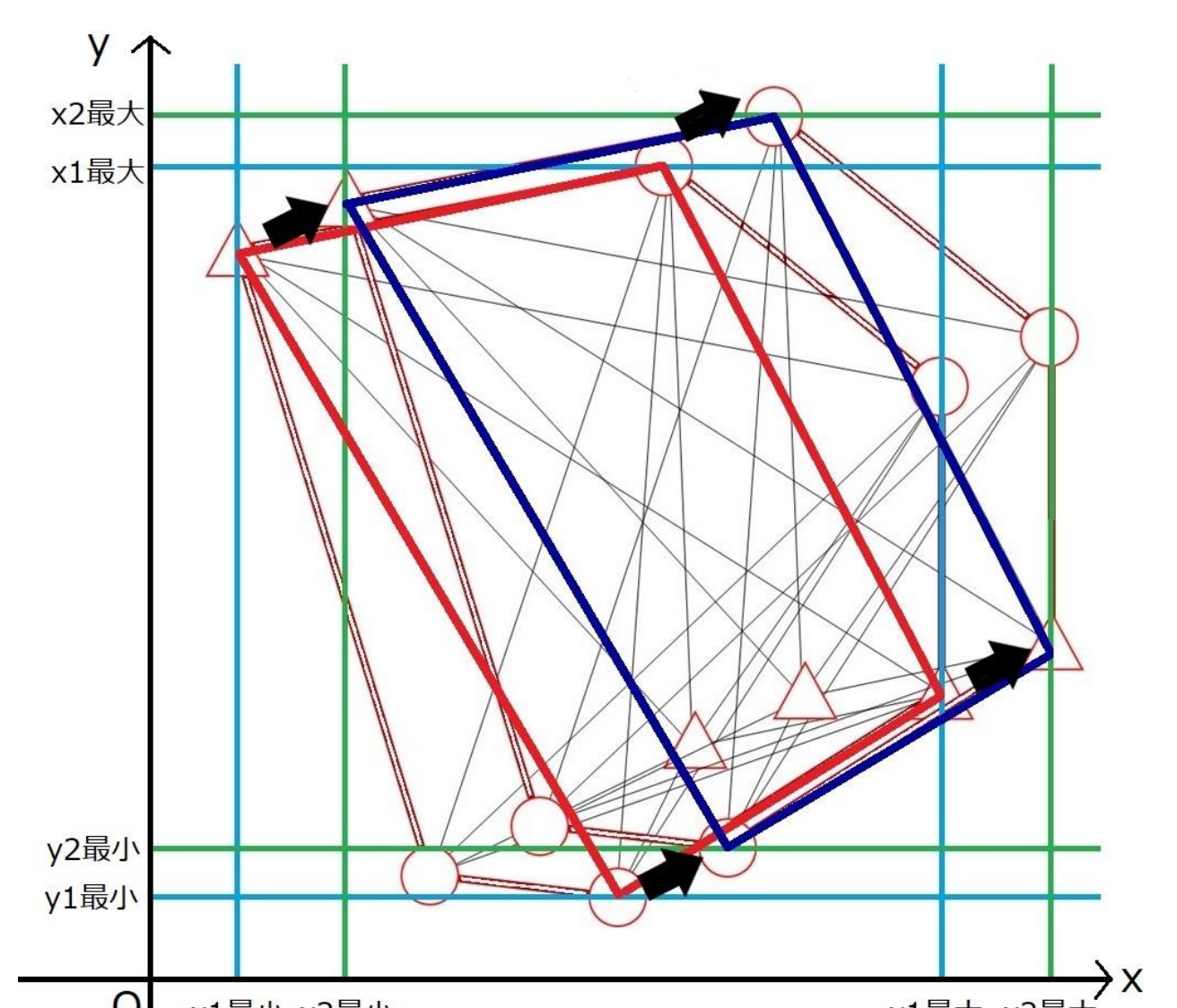


図6 四角形の生成と4点の移動のイメージ

6.算出プログラムの作成

代表値を算出できるWindows上で動作するソフトウェアを作成した。これに任意の時間の画像を読み込ませると、各代表値を計算できる。

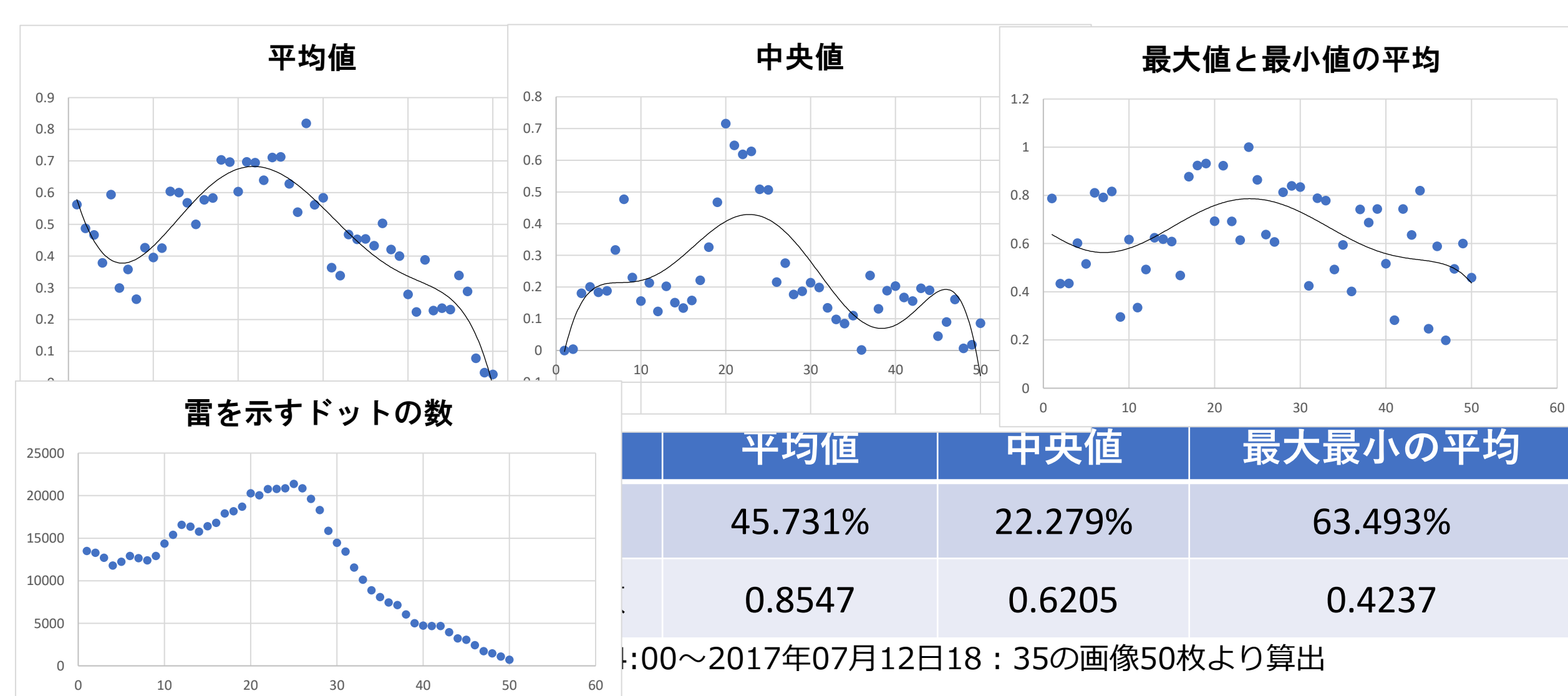
これを5分毎に更新される各データの最新の時間帯(赤色のデータ)に適用し、各代表値が5分毎にどのように動いたかを検出する。

また、図2の領域(輪郭)を定めるプログラムも作成した。

7.精度の検証

5-1の方法について、予測精度の検証を行った。各代表値から算出した移動速度を用いて、現在の時刻の画像から速度分、各ドットをずらす。そのずらしたデータと、実際の時刻のデータを比較して、2枚の画像上の同じ座標にある雷を示す同色のドットを数え、実際の予測した時刻の雷に対する行った予測の一致率を算出する。一致率は、数えられたドットを実際の時刻のデータにあった雷を示すドット数で割ることで算出する。

以下のグラフは、各方法の一致率と近似曲線、各時間毎の雷を示すドットの数である。表は、各方法の平均一致率と、雷を示すドット数と予測の一致率との相関係数である。



8.各方法に関する考察

5-1の各方法は、「最大値と最小値の平均」の方法が最も一致率が高い結果となったが、近い時間でのばらつきが大きく、予測に不向きだと考えた。「中央値」の方法は一致率が低く、予測に不向きだと考えた。「平均値」は、雷を示すドット数との強い相関を見せたため、雷雲が成熟していない状態では効果を発揮せず、予測に向かないと考えた。

5-2の方法は、平行移動を想定している5-1と比べ、変形に対応できる図形に近似させる方法が適切な予測方法であると考えた。しかし、楕円に近似させる場合は連続する2つの時間帯の輪郭が2つの交点を持つ前提があり、四角形に近似させる場合は前提はないものの、図形の範囲外に出てしまう「漏れ」が出やすい。

よって、図形に近似させる2つの方法を、それぞれ欠点を補う形で使い分けることができれば正確に予測しやすくなるのではないかと考えた。

9.今後の課題

楕円に近似させる方法をコンピュータ等で実現させるための手法が未確立であるため、今後検討していく。

また、すべての方法とその組み合わせで、精度の検証を行う。

10.参考文献

気象庁 | 雷ナウキャストとは
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/toppuu/thunder2-1.html>
ライトニングステーション | フランクリン・ジャパン
<https://www.franklinjapan.jp/contents/service/lightning-station/>
雨量・雷観測情報
<http://thunder.tepco.co.jp/>
雷の知識(雷対策・落雷対策) : あおば屋
<http://www.aobaya.jp/chishiki.html>