

研究・活動成果報告書

テーマ：「雷放電・大気電場観測による極端突発気象現象の予測」

2014 年 5 月 24 日

北海道大学大学院理学研究院

佐藤光輝

【 目的 】

近年の雷放電観測は、落雷被害の同定目的だけでなく、大気の鉛直対流の指標としての有効性を示唆しており、急速に関心が高まっている。特に、積乱雲中の上昇気流を反映する指標として気象モデルへのデータ同化(assimilation)が試みられており、米国では極端気象予測の精度が大幅に向上したとの報告がある。また、米国オクラホマ大学や、欧州での EU FLASH プロジェクトでは、雷放電データのみから豪雨領域の進路及び鉄砲水の広域予測を目的に研究が進められている。本研究では、北海道大学が整備している VLF 電波観測網によって、雷放電の電氣的放電特性と積乱雲の位置と活動度をリアルタイムで定量的に把握し、さらに大気電場観測網によって落雷や豪雨の発生に先立ちそれらを予測する方法に見通しをつけることを目標とした。

【 成果 】

1) VLF 電波観測網の整備・拡充と観測の実施

2012 年度に受けた助成によって、千葉県大網市と群馬県高崎市に VLF 観測装置を新たに設置し、関東周辺で発生する雷放電については網羅的に検出できる体制を整えた。2013 年度に受けた本助成では、上記 2 点の観測網に加え、甲府に設置してある VLF 観測器と、台湾・台南、タイ・サラブリ、インドネシア・ポンティアナに設置した VLF 観測器の維持と保守を行った。

2) 大気電場観測手法の確立と観測網の拡充

2012 年度に受けた助成によって、大気電場観測装置（フィールドミルセンサ）を開発したが、本助成ではさらに別タイプの電場観測装置（プレート型観測器）を新規開発した。この観測装置の優れている点は、フィールドミルセンサのようにモーターによる駆動部が必要無く、アルミ板 2 枚を平行に向かい合わせただけという、安価で製作も容易な点にある。このプレート型センサを量産し、また 1 台のフィールドミルセンサを用いて、2013 年 8 月 11 日から 8 月 23 日の期間、山梨県甲府市において、孤立積乱雲とそこで発生する雷放電を観測するためのキャンペーン観測を実施した。その結果、雷放電発生に伴ってフィールドミルにはスパイク状の信号が受信され、プレート型センサでは同じく鋭い立ち上がりと特定の時定数で減衰するような波形が観測された。これら多点の同時観測データから、雷放電によって中和された電荷の緯度・経度・高度と中和電荷量を精密に推定することに成功した。将来、これらのセンサを面的に展開することで、任意の雷放電の中和電荷量と位置を特定することが出来るようになる。これらの成果は、修士課程の学生・阪井陸真君の修士論文にまとめられた。

3) 雷放電と気象パラメタとの比較

関東地方の3点に設置してあるVLF観測装置で得られたデータを詳細に解析し、日本雷放電検出網(JLDN)のデータと比較することによって、VLF電波の電場波形データから雷放電ピーク電流を推定するための経験式の導出に成功した。これによって、我々独自のデータで、関東平野で発生する任意の雷放電のピーク電流値の推定が可能となった。さらに、VLF電波波形データから電荷モーメント変化量(iCMC)を導出する手法を世界で初めて確立した。

さらに、関東平野北部で発生したダウンバーストの事例について、VLFデータから雷放電の活動度を推定し、気象パラメタとの相関関係を調べた。その結果、ダウンバースト発生の直前に落雷数の急激な増加と減少が確認された。また、雷放電の電荷モーメント変化量(iCMC)を推定した結果、ダウンバースト発生時には前後の時間に比べてiCMCの値が上昇する特徴が見られることも初めて突き止めた。これらの特徴は極端気象現象が発生することを直前に予測することにつながる結果であり、将来この手法を用いて日本のみならずアジア域において極端気象発生の直前予測に繋がる重要な知見であると言える。これらの成果は、博士課程の学生・工藤剛史君の博士論文にまとめられた。

第3回気象文化大賞

雷放電・大気電場観測による 極端突発気象現象の予測

佐藤 光輝

(北海道大学 大学院理学研究院)

工藤 剛史, 阪井 陸真 (北大・理学院)

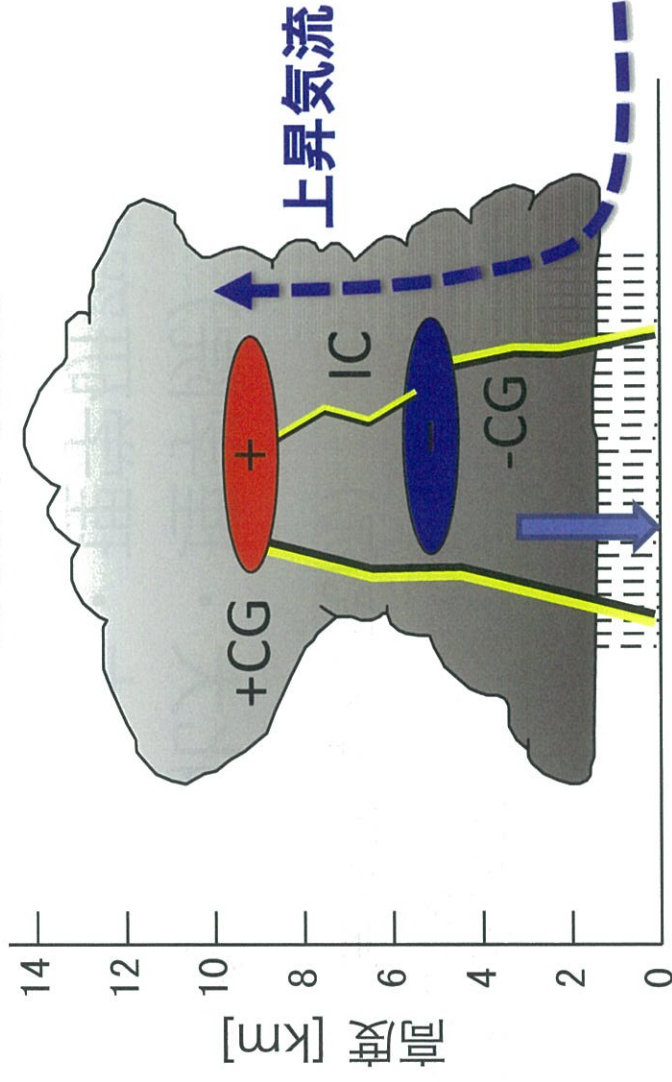
高橋 幸弘 (北大・理学研究院)

- 極端気象現象を引き起こす積乱雲は、活発な雷活動を伴うことが多い

- **雷放電の観測**をもって、**極端気象現象の直前予測**ができないか？

- VLF波動ネットワーク観測
- プレート型センサによる静電場・雨滴量の稠密観測

雷を伴う積乱雲

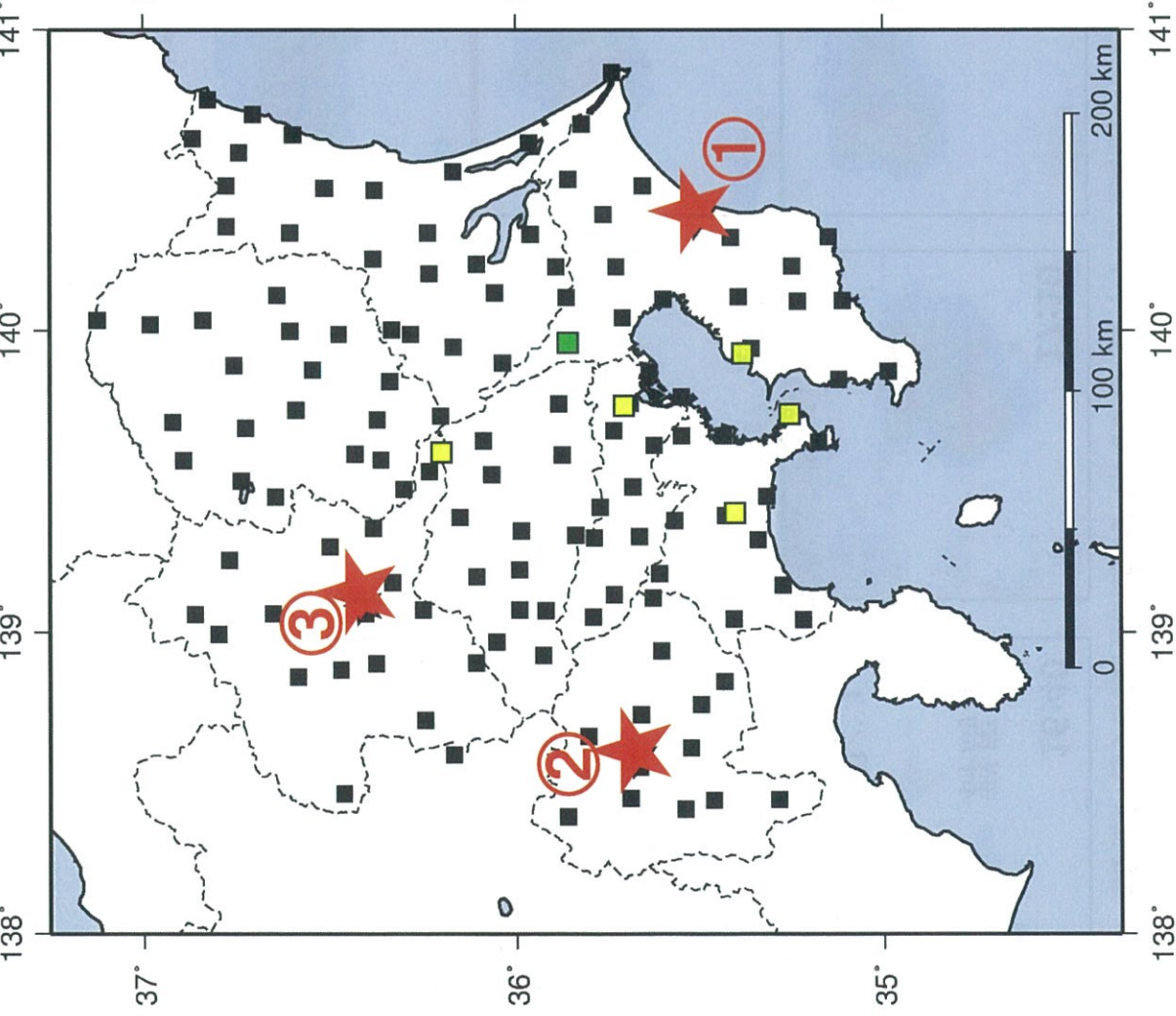


ダウンバースト, 竜巻, ゲリラ豪雨



■ VLF観測網 & 気象観測網

[工藤, D論, 2014]



関東平野:

● 極端気象発生が頻発する地形上の優位性

● 密な気象観測網

→ 好条件が最も揃った地域の1つ

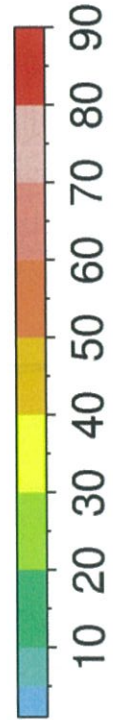
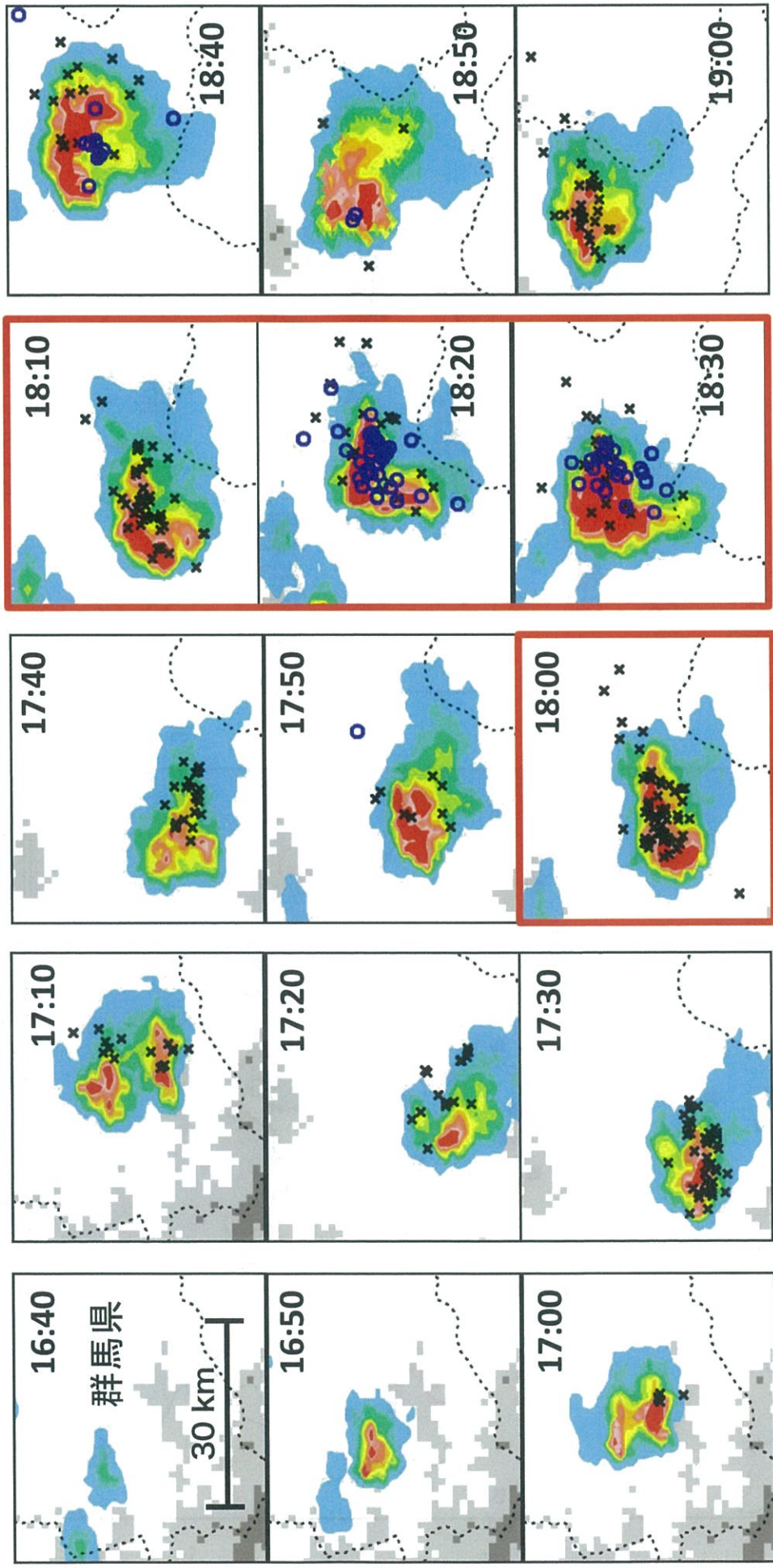
- ① 大網白里, 千葉県
- ② 甲府市, 山梨県
- ③ 前橋, 群馬県

- ★ : VLF観測システム
- : Cバンドリーダー (1)
- : Xバンドリーダー (5)
- : AMeDAS (126)

[工藤, D論, 2014]

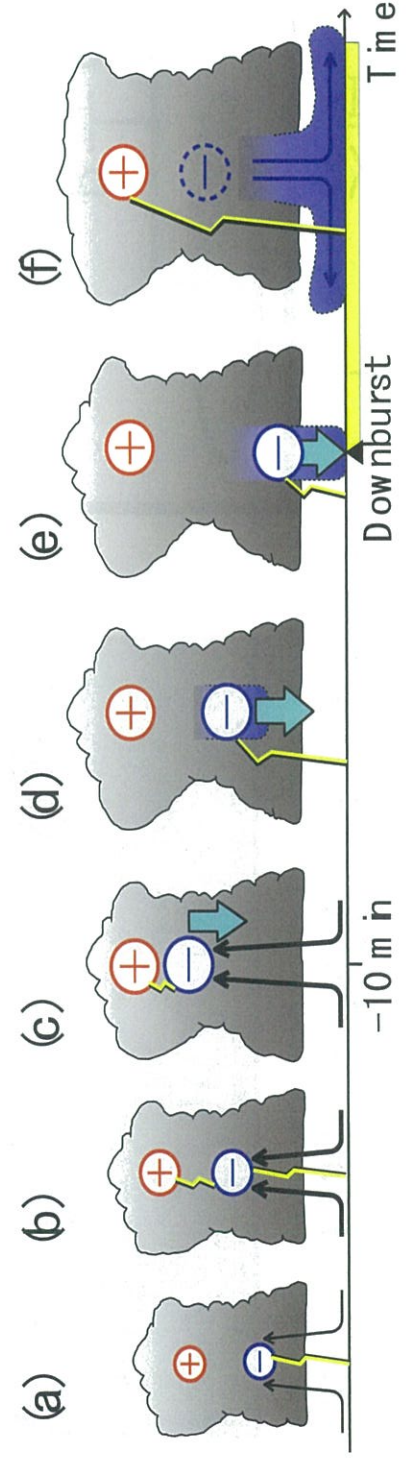
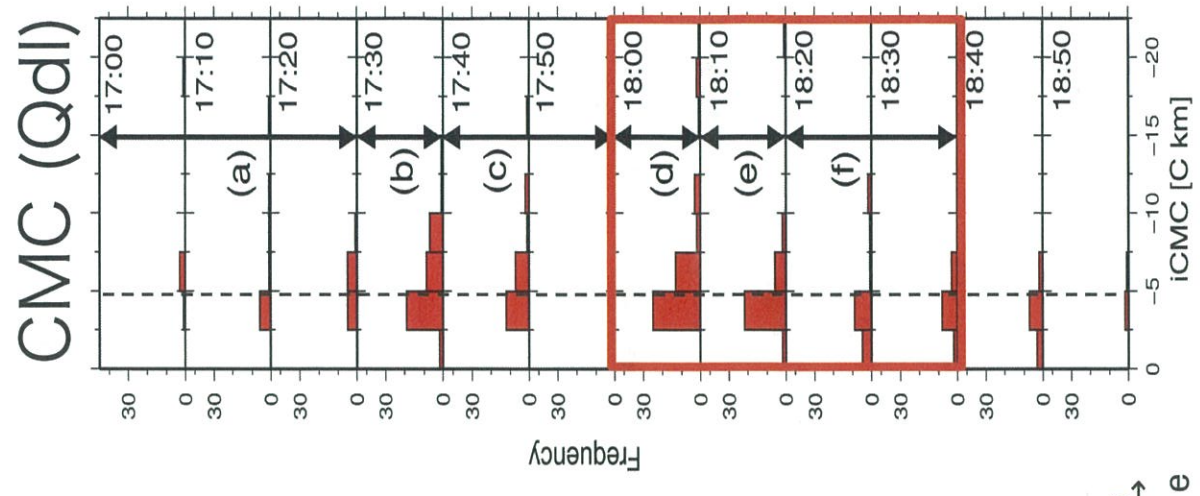
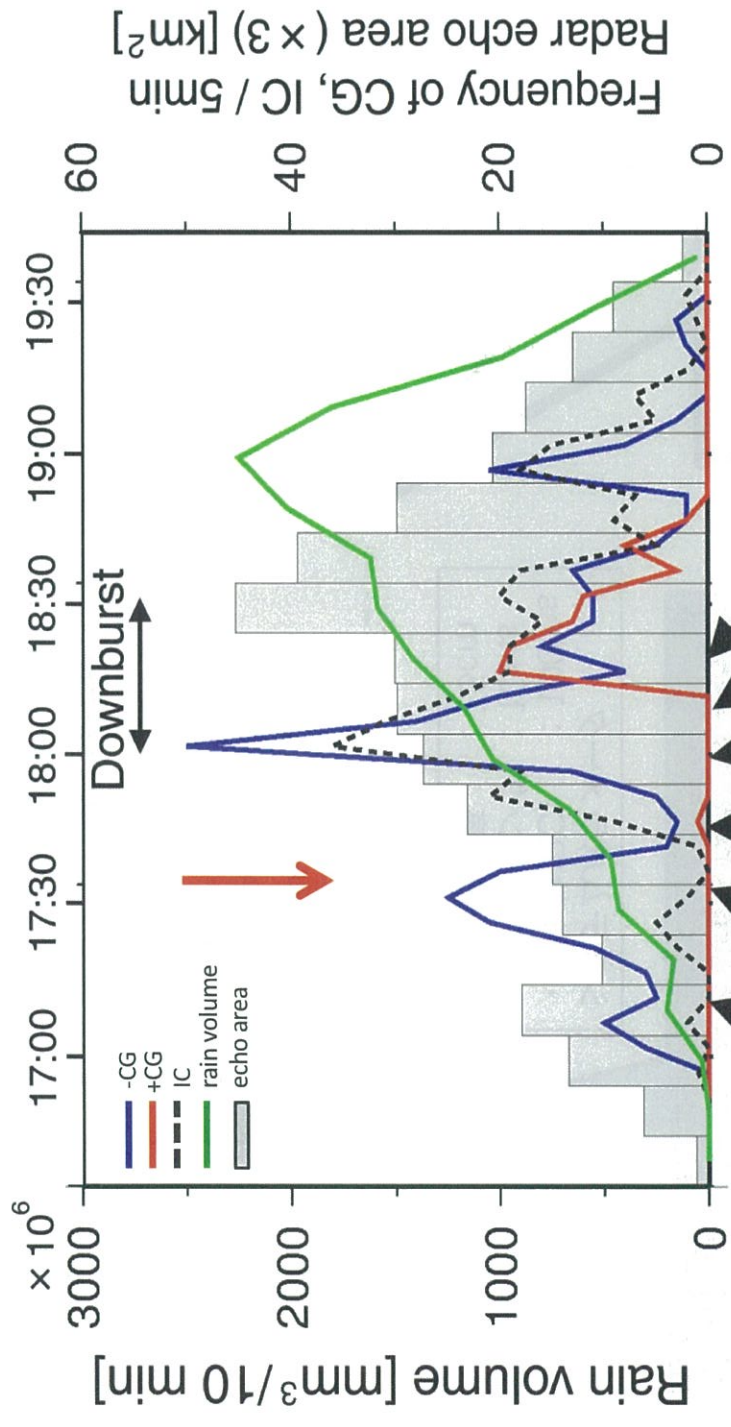
2013年8月11日 ダウンバースト @群馬県

雷放電発生位置分布および降水強度の分布



x : -CG
o : +CG

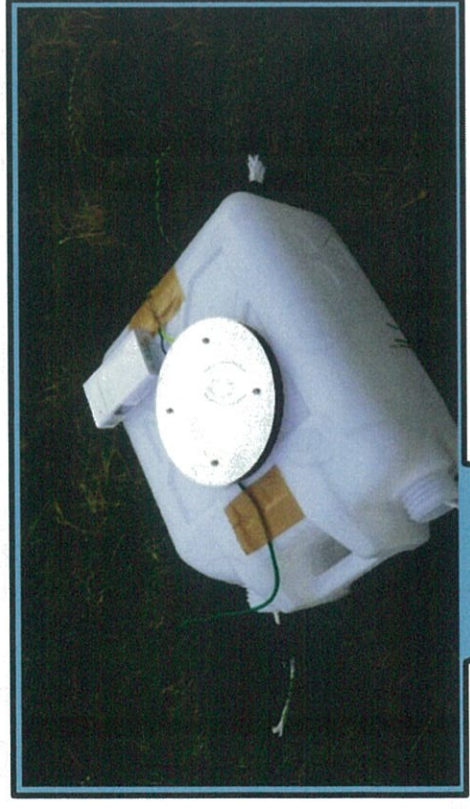
[工藤, D論, 2014]



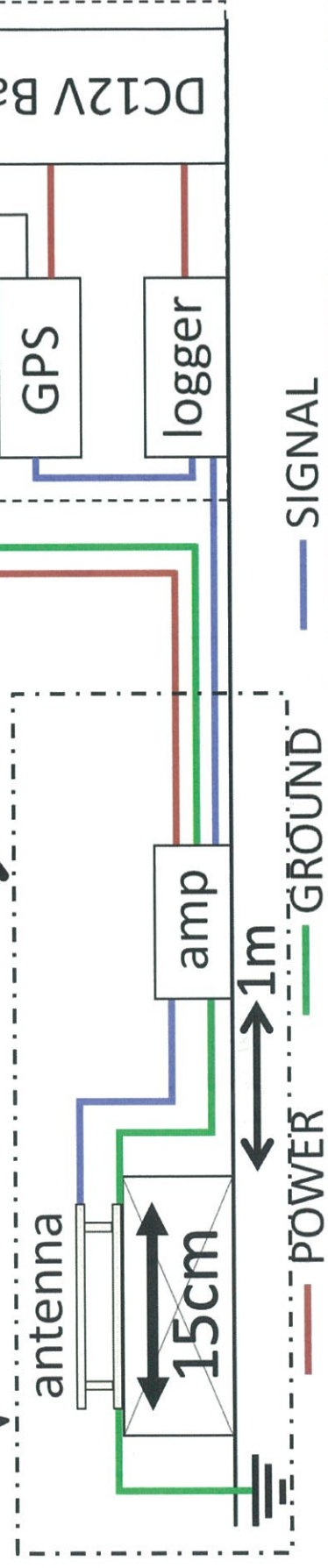
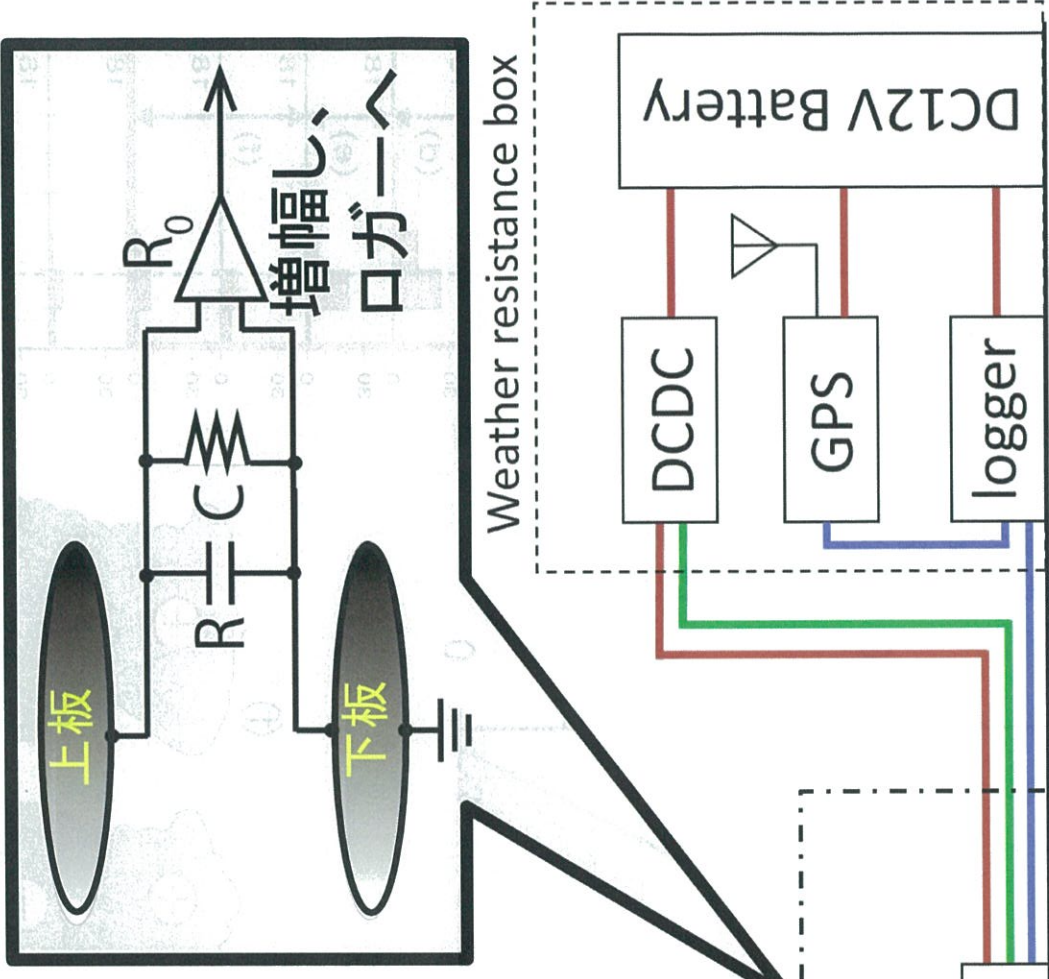
プレート型観測器を新規開発

静電場観測、降水電荷観測器を兼用

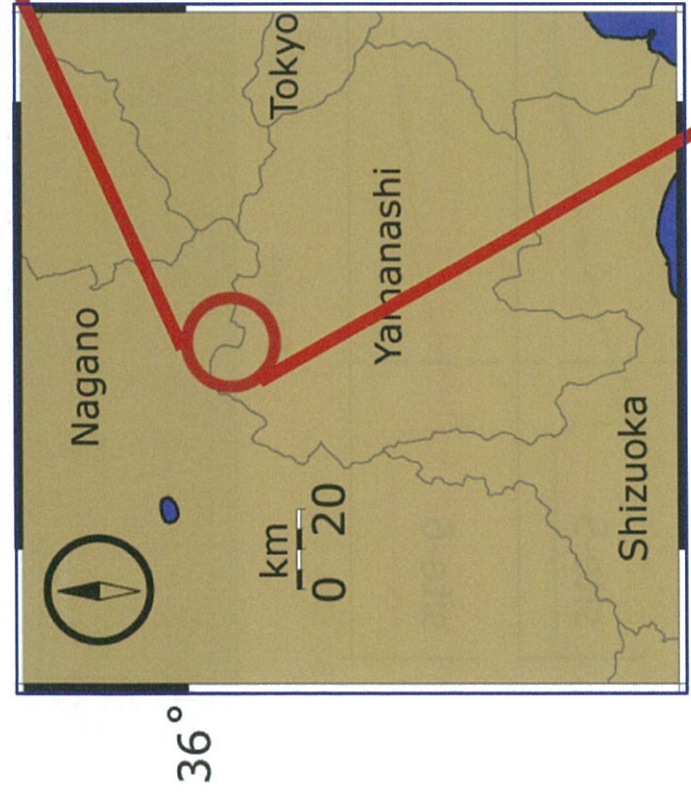
【阪井, M論, 2014】
安価なシステム!



- システムパラメータ
- ・ 時定数(RC) : 100ms
 - ・ サンプリング : 10ms
 - ・ アンテナ高 : 15cm

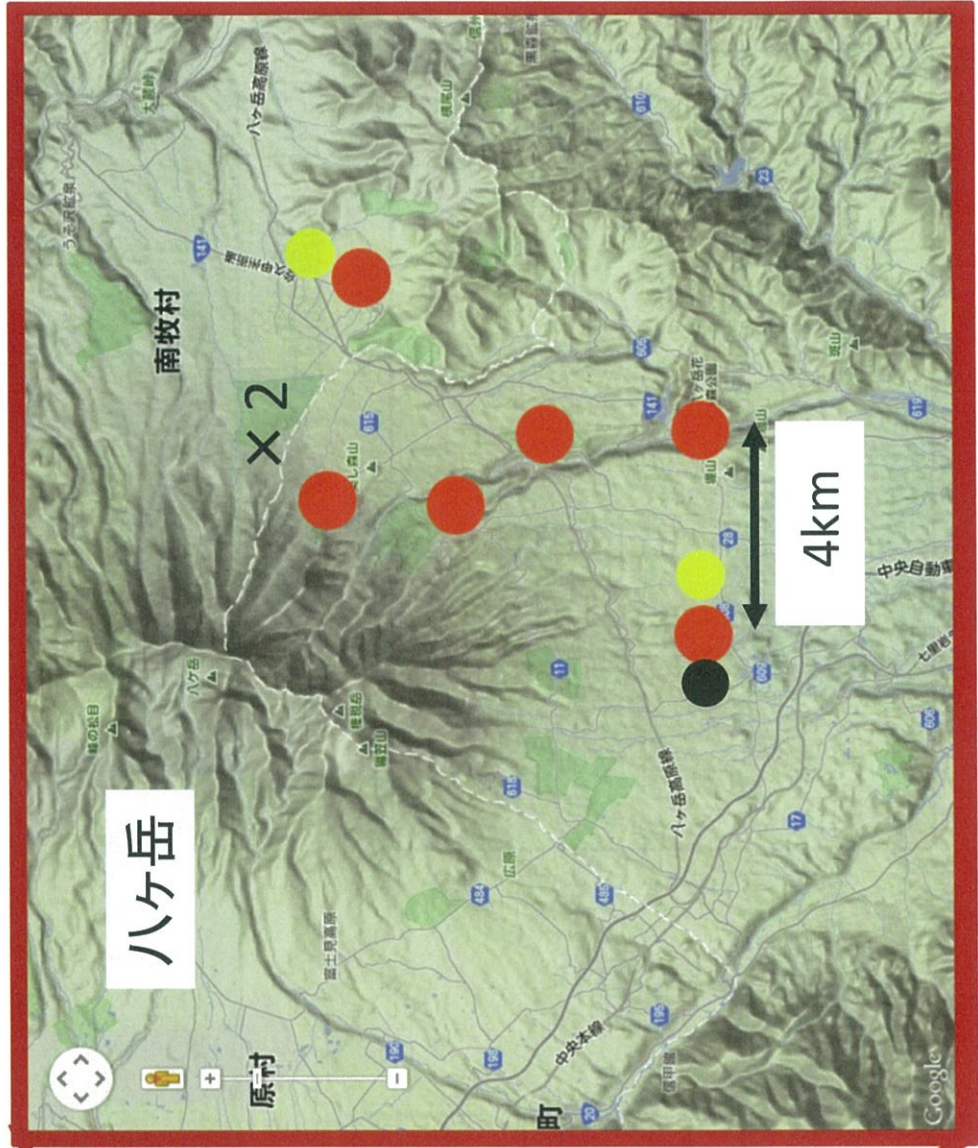


[阪井, M論, 2014]



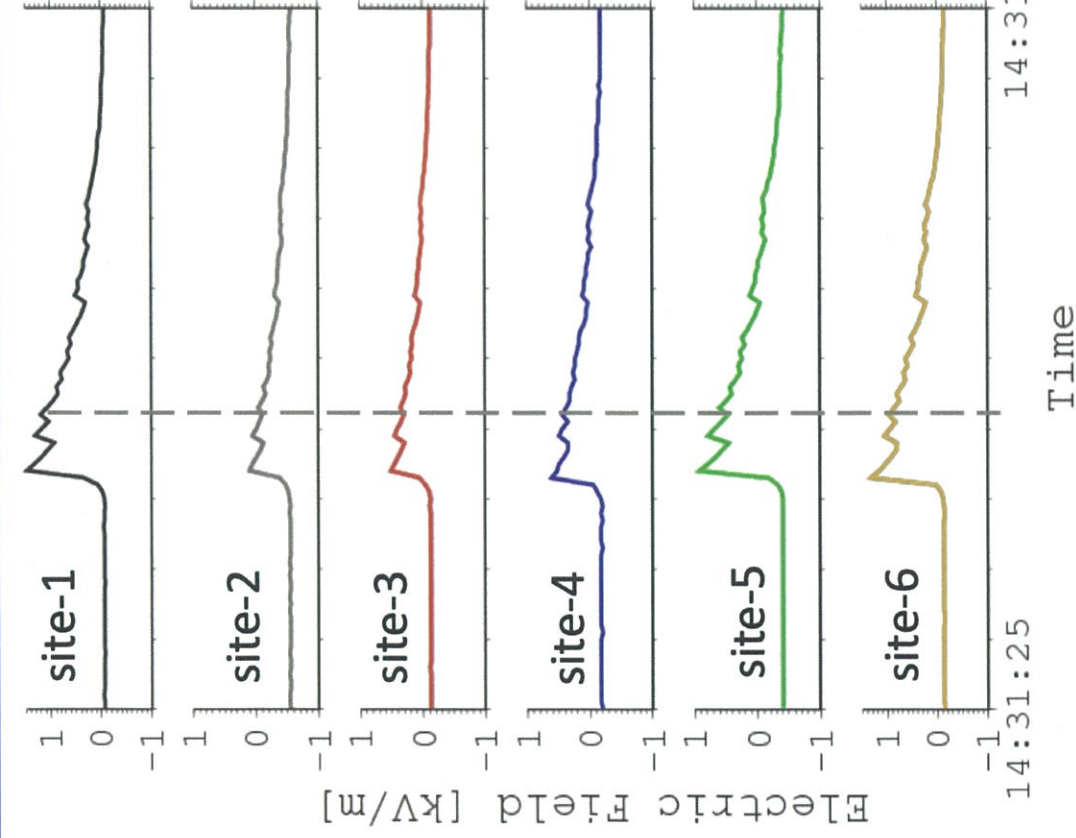
138° 139°

- プレート観測器
- ファールドミル
- アメダス



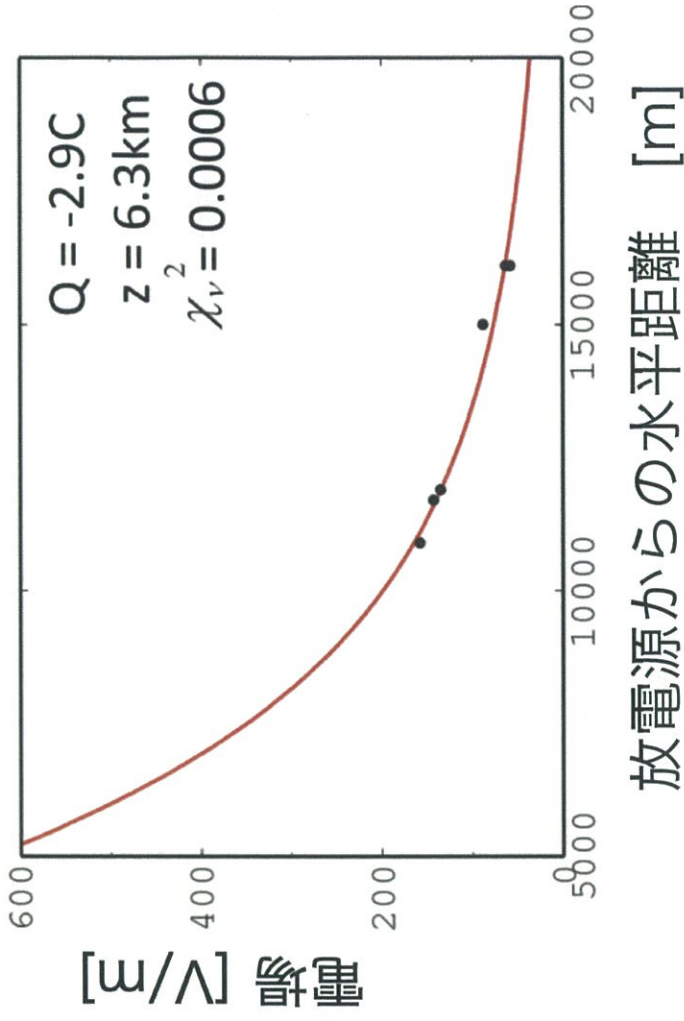
© Google map

- ・ 八ヶ岳周辺の7km×7kmの範囲に約4km間隔で設置
- ・ プレート観測器7台、ファイールドミル1台を設置
- ・ のべ3日間で、落雷及び降水時のデータを取得することに成功



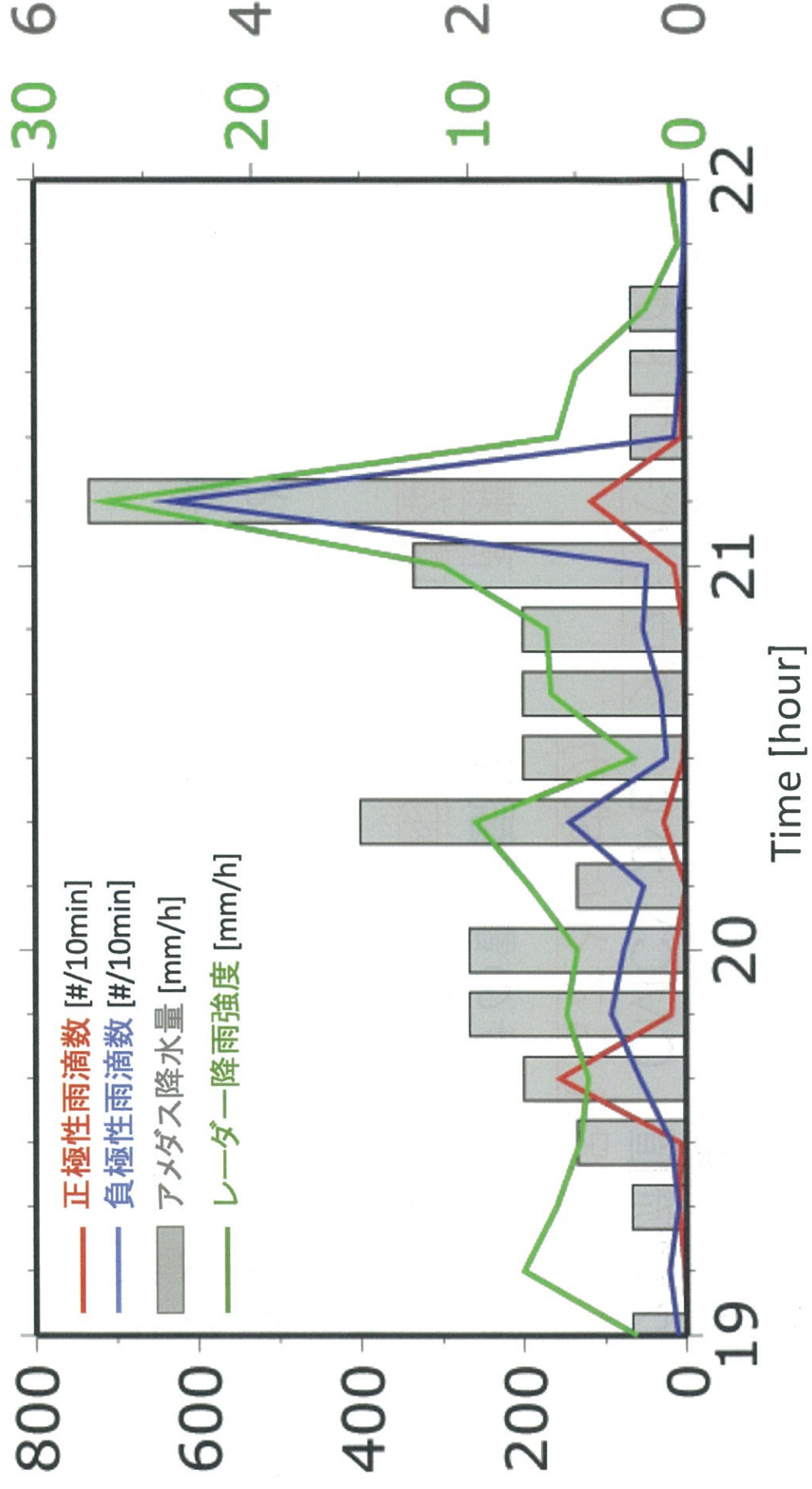
[阪井, M論, 2014]

- 相対感度導出時に使用した落雷以外
の17個の落雷を解析
- 誤差計算の結果, 電荷量の精度は約
20パーセントと推定された



確度が最も低い事例を含めても先行研究(Krehbiel et al., 1979; Baranski et al., 2012など)より, **確度が10倍-100倍高く電荷の位置・電荷量を求めることができた**

[阪井, M論, 2014]



● レーダー降雨強度のピークと負極性雨滴のピークが対応

● 正極性雨滴は降水強度との対応関係があまりない

- 極端気象現象を直前予測する目的で、雷放電のVLF波動観測およびプレート型センサーによる電場計測を実施している
- 安価なシステムで雷観測できるインフラが整備
- VLF波動観測から得られる雷情報（発生時刻・位置・極性、ピーク電流値, CMC）から、ダウンバーストの前兆とみられる変化を捉えることに成功
- プレート型センサーの電場観測から、高精度な放電電荷量推定が可能になると共に、雨量・雨滴電荷量の測定も可能となった
- 直前予測に向けたインフラ整備が進むと共に、研究成果が出つつある。今年度以降もこれらの成果をさらに発展させ、直前予測に関する基礎研究を進める