

# 【SG10】

## 自然放射線の時系列データを読み解く

藤井 俊博（理学研究科 / 白眉センター）[fujii@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:fujii@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp)

榎戸 輝揚（理化学研究所 榎戸極限自然現象白眉研究チーム）

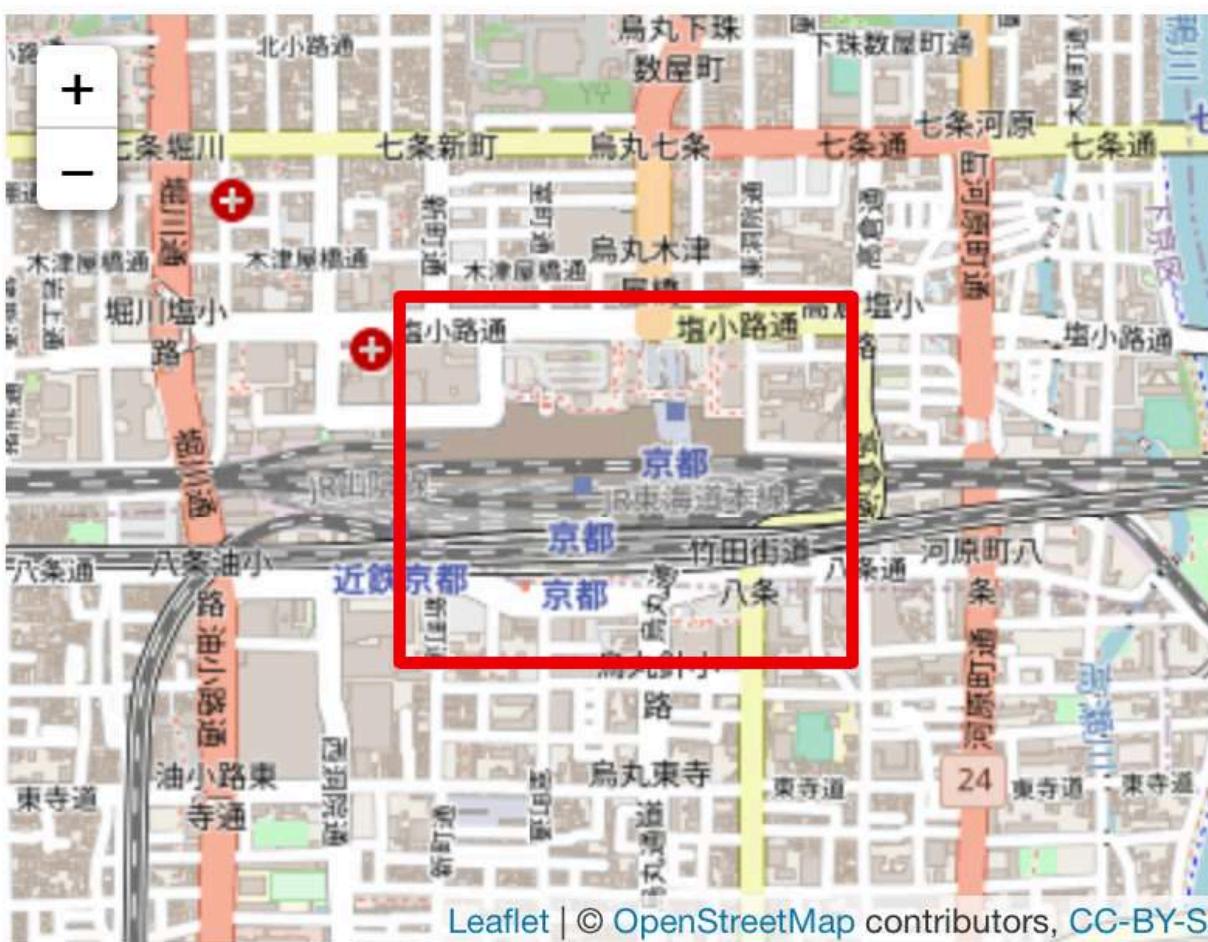
2021年4月23日 第15回MACSコロキウム・2021年度MACS学生説明会

# 「京都駅の人口増減」の時系列データを読み解く

## 京都駅周辺(京都府)における人口増減状況

### 分析対象エリア(赤枠内500mメッシュ)

1/2地域メッシュコード(4次メッシュコード): 523536802



### <凡例>

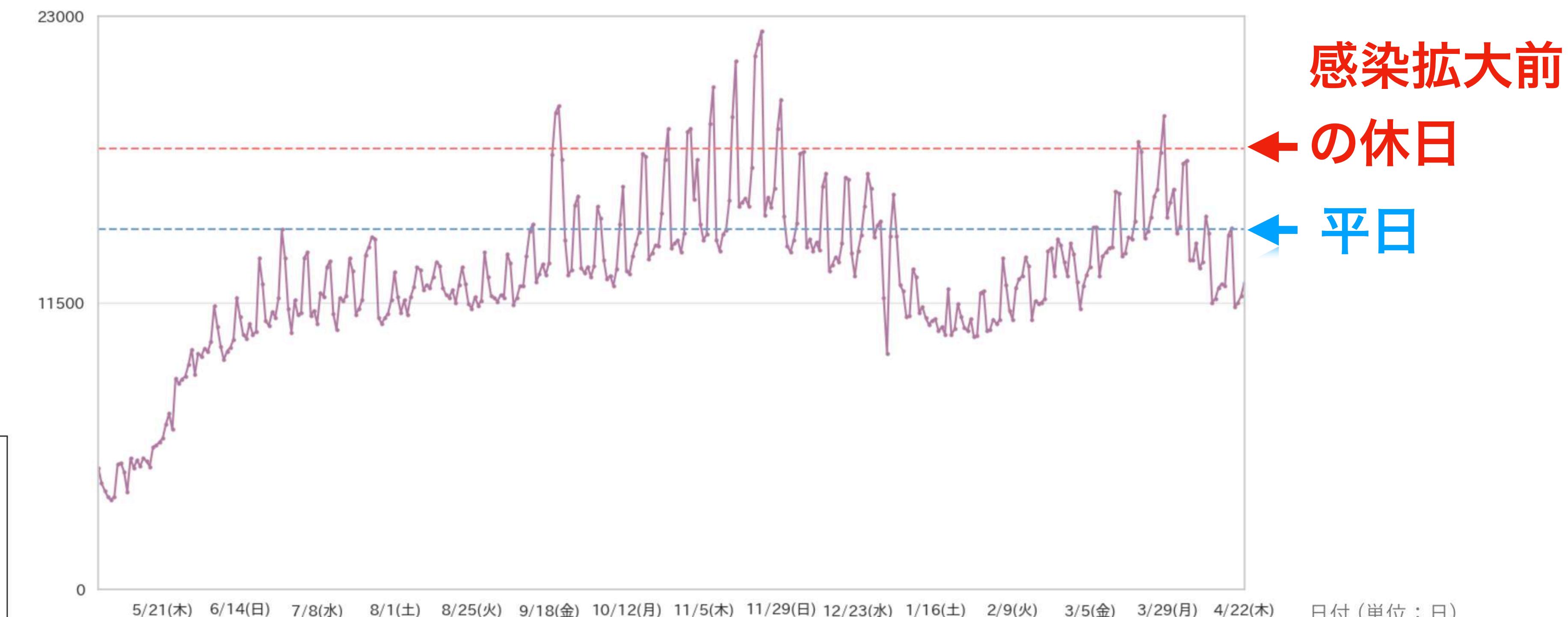
- 2020/1/18(土)～2020/2/14(金)4週間の平日15時時点の平均※感染拡大前
- 2020/1/18(土)～2020/2/14(金)4週間の休日15時時点の平均※感染拡大前
- 2020/5/1(金)～2021/4/22(木)までの15時時点の人口

注) 在住者を含むデータのため、人口減少幅が少なくなっている可能性があります

※ 訪日外国人(ローミングインの利用者)は含まれません

### 人口推移(2020/5/1(金)～各日15時時点)

人口(単位:人)



モバイル空間統計  
NTTドコモ「モバイル空間統計」  
分析レポート

感染拡大前の休日  
平日

	04/16(金)	04/17(土)	04/18(日)	04/19(月)	04/20(火)	04/21(水)	04/22(木)
京都駅	-15.6	-19.8	-18.0	-21.6	-20.4	-18.5	-14.8
	前日比	-0.6	16.6	2.2	-22.0	1.6	2.3

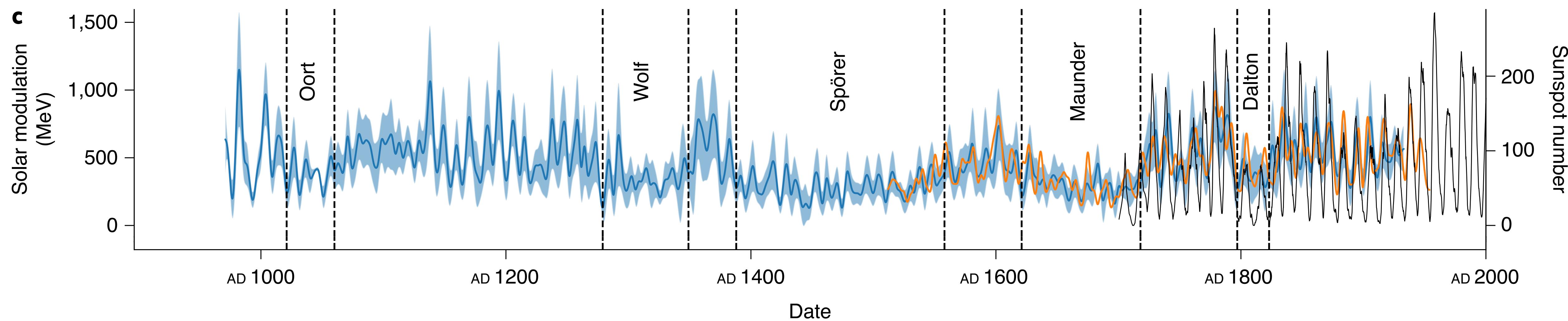
# 「自然放射線量」の時系列データを読み解く

## 過去1000年間の太陽活動の変動

(年輪中の炭素同位体の測定から自然放射線量を推定)

太陽黒点数

Nature Geoscience, 14, 10–15 (2021)

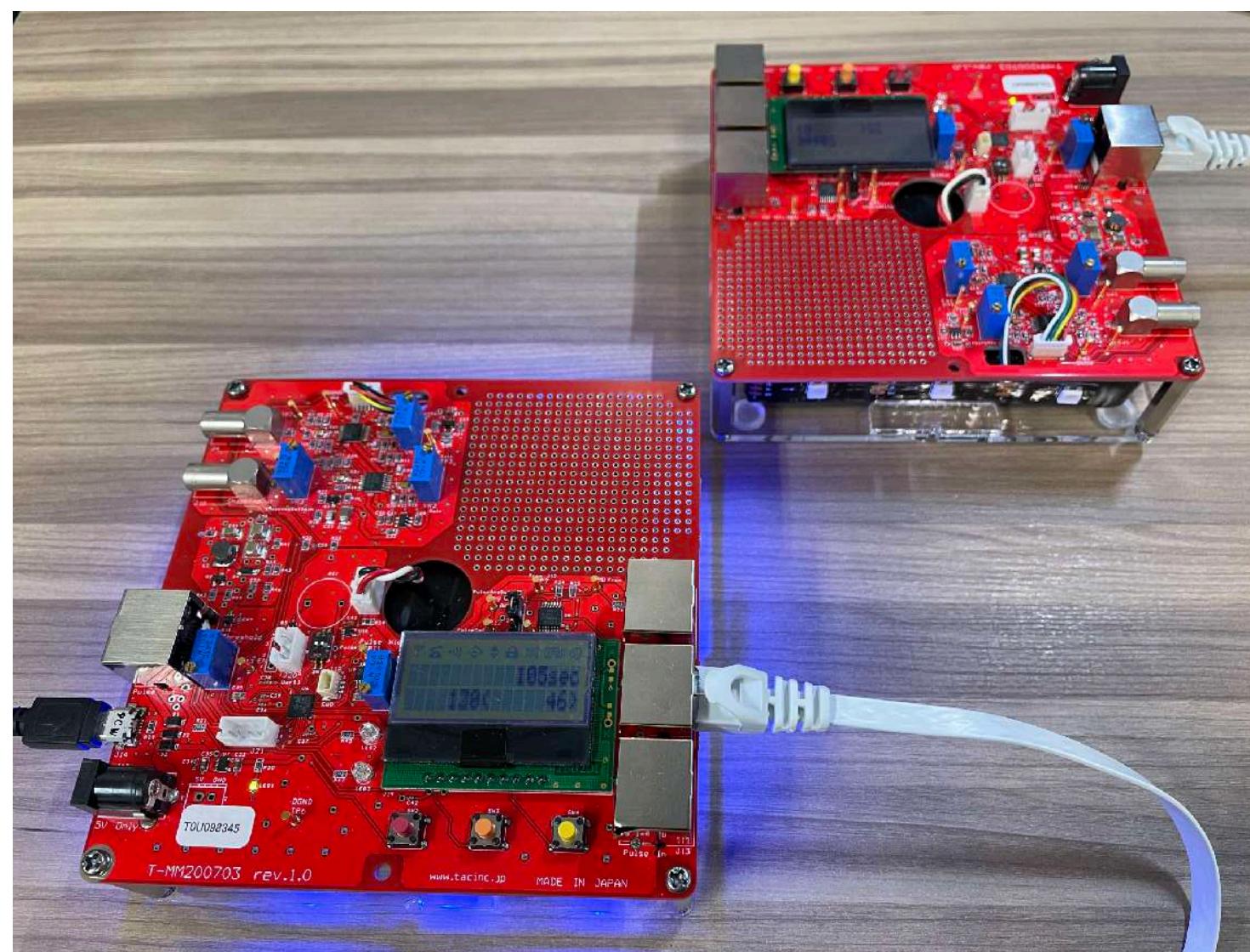


- 太陽活動の11年周期、極小期における太陽活動の歴史 → 今後の太陽活動の予測
- 必要な技能：ビッグデータ解析、統計的有意度の推定、周期変動や相関の抽出など

# 自然放射線を自ら計測し、時系列データを読み解く



- 宇宙からの放射線（宇宙線）が絶えず到来
- 日々変動し、太陽活動の影響も受ける
- エネルギーの高い宇宙線が入射すると、大量の二次粒子を生成（**空気シャワー現象**）



## 可搬型のプラスチックシンチレータ宇宙線検出器（アカクラゲ）による測定

- さまざまな環境下での自然放射線の時系列データの測定
- データ解析から自然放射線の長期変動の原因を探る

# 雷雲と雷でおきる高エネルギー大気現象

- 雷雲や雷の電場で電子が加速されガンマ線が発生
- 日本海沿岸の冬季雷雲でこの現象が起きている
- 多地点の放射線モニタリングが重要
- 2015年から金沢市周辺でシチズンサイエンスで観測する「雷雲プロジェクト」を開始した

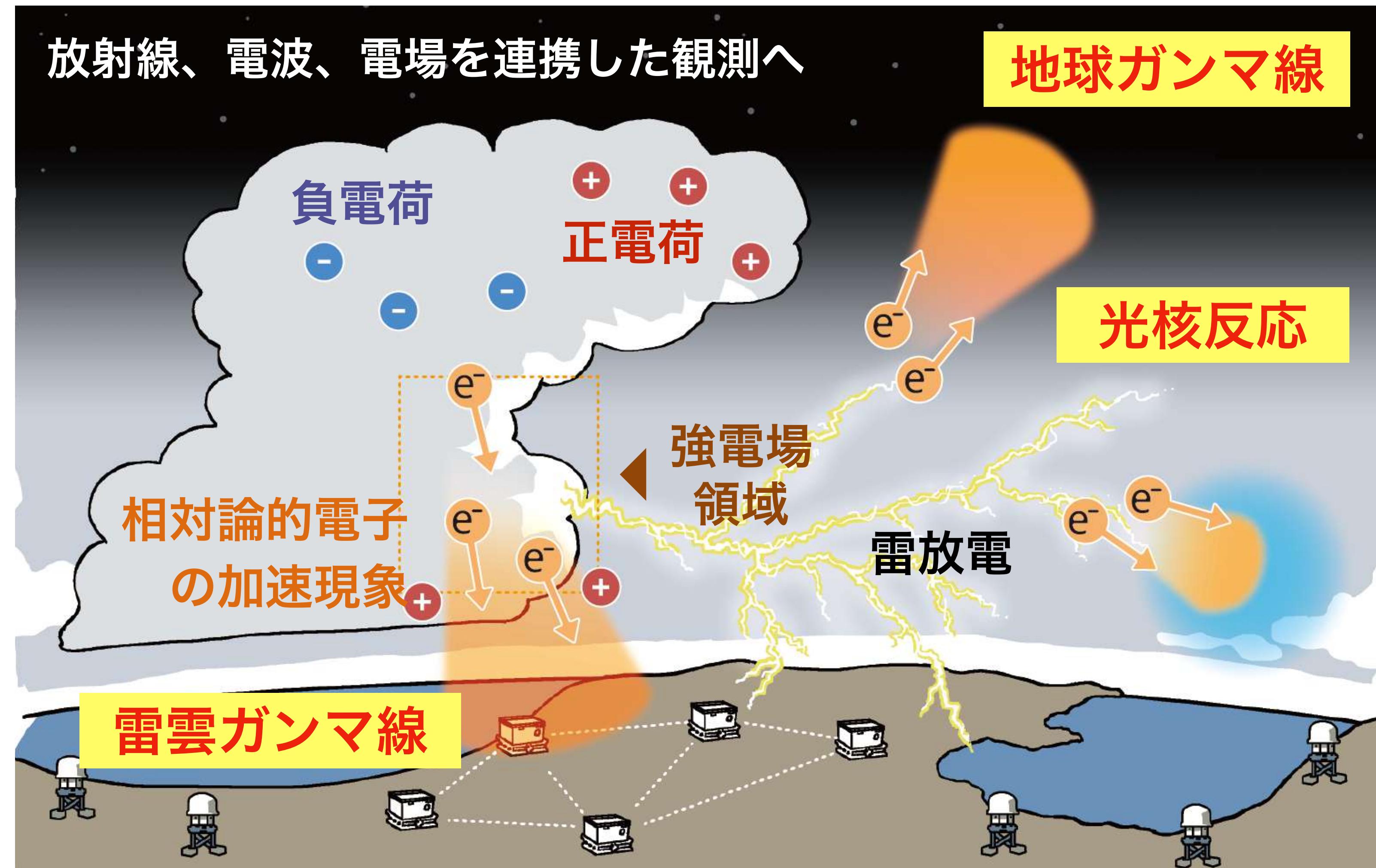


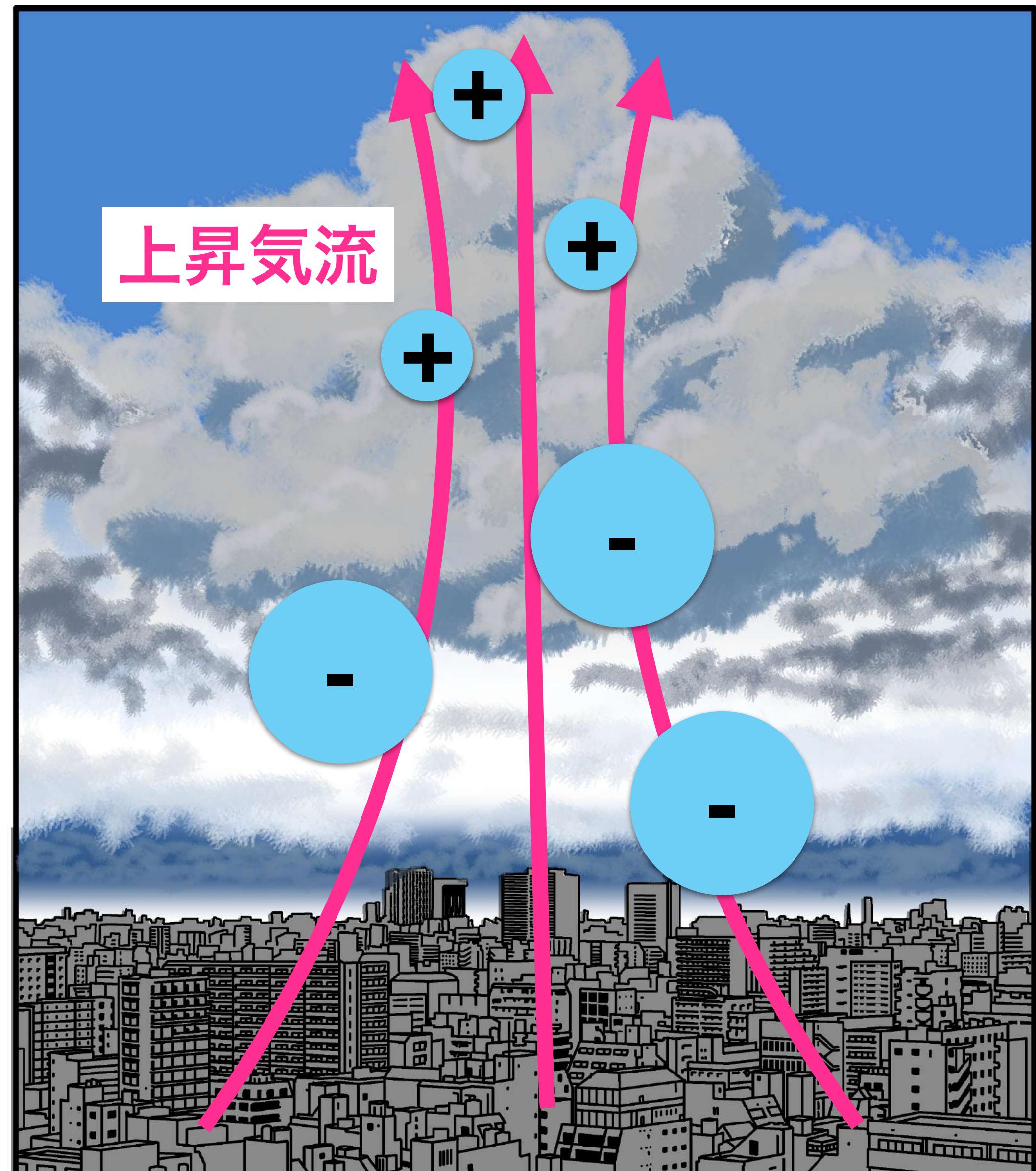
イラスト: はやのん理系漫画制作室

参考文献: 榎戸ほか, 日本物理学会誌 (2019),

Yuasa, Wada, Enoto, et al. *Progreso of Theoretical and Experimental Physics*, ptaa115 (2020)

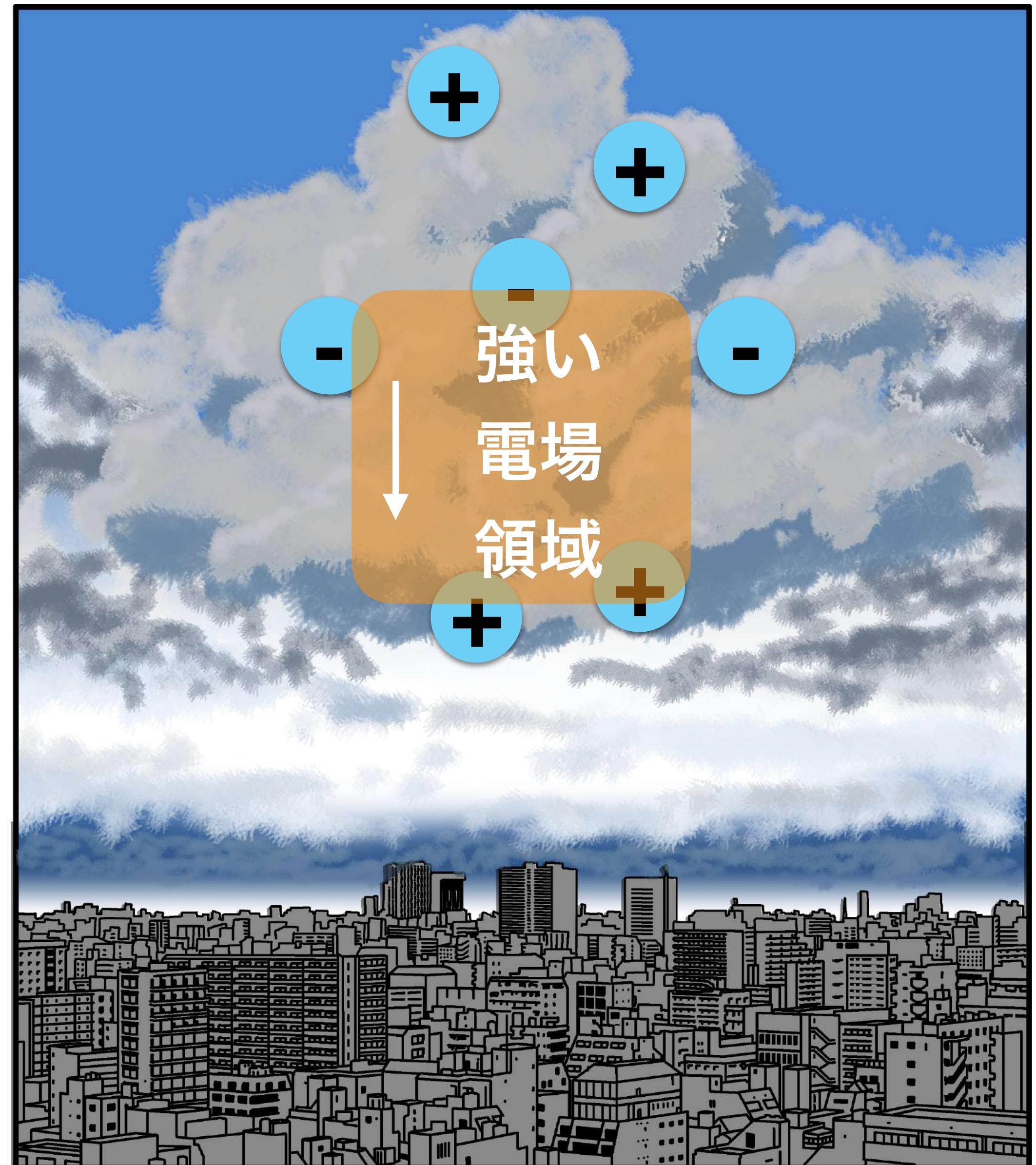
# なぜ雷雲からガンマ線？

- ・上昇気流の中で氷の粒同士の衝突で電荷分離が起きる
- ・雲中に強い電場の領域が発生する
- ・宇宙線などの通過で電子が飛び出し、電場で加速・増幅を繰り返す
- ・加速された高エネルギー電子からの制動放射のガンマ線が降り注ぐ



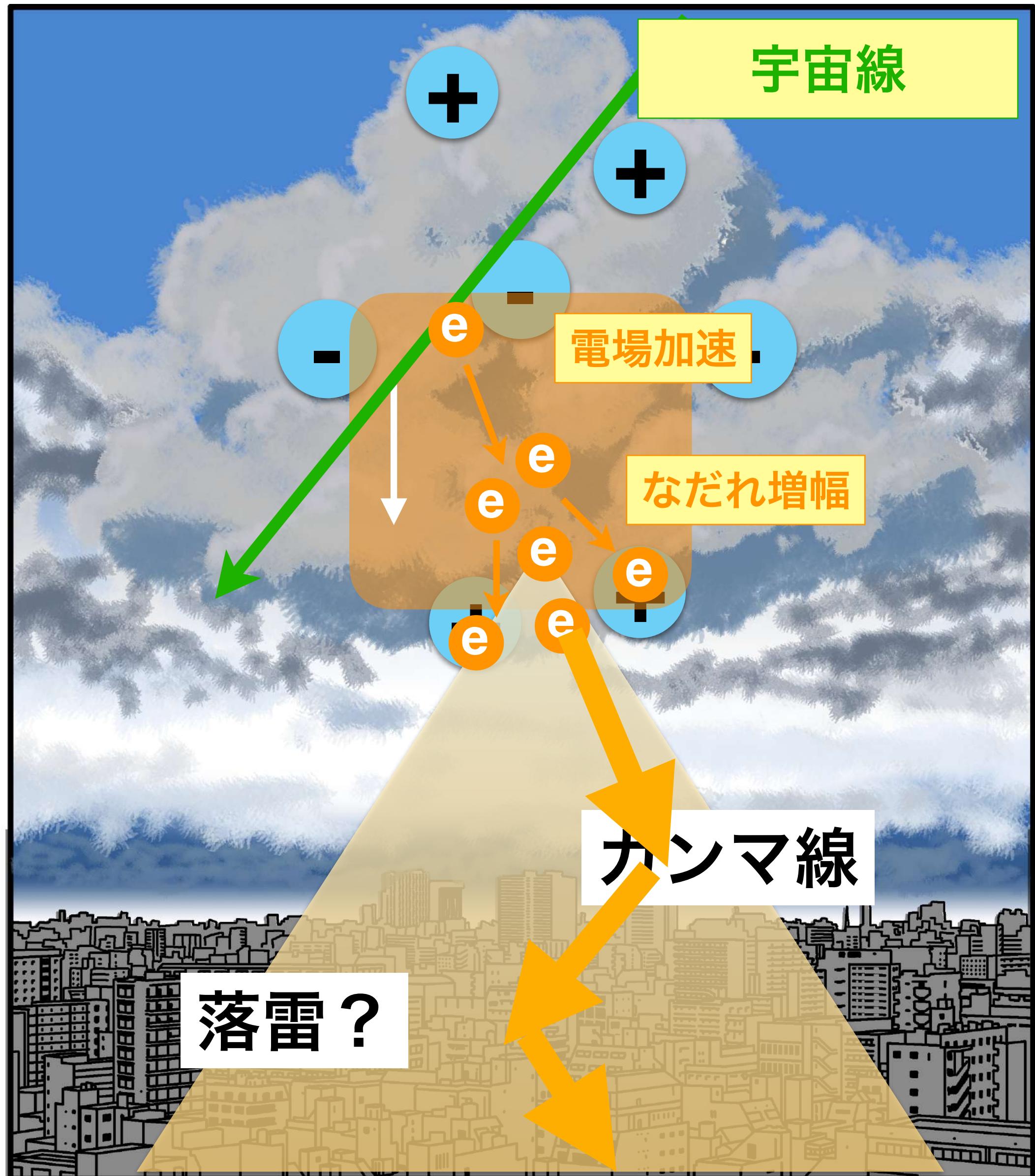
# なぜ雷雲からガンマ線？

- ・上昇気流の中で氷の粒同士の衝突で電荷分離が起きる
- ・雲中に強い電場の領域が発生する
- ・宇宙線などの通過で電子が飛び出し、電場で加速・増幅を繰り返す
- ・加速された高エネルギー電子からの制動放射のガンマ線が降り注ぐ



# なぜ雷雲からガンマ線？

- ・上昇気流の中で氷の粒同士の衝突で電荷分離が起きる
- ・雲中に強い電場の領域が発生する
- ・宇宙線などの通過で電子が飛び出し、電場で加速・增幅を繰り返す
- ・加速された高エネルギー電子からの制動放射のガンマ線が降り注ぐ

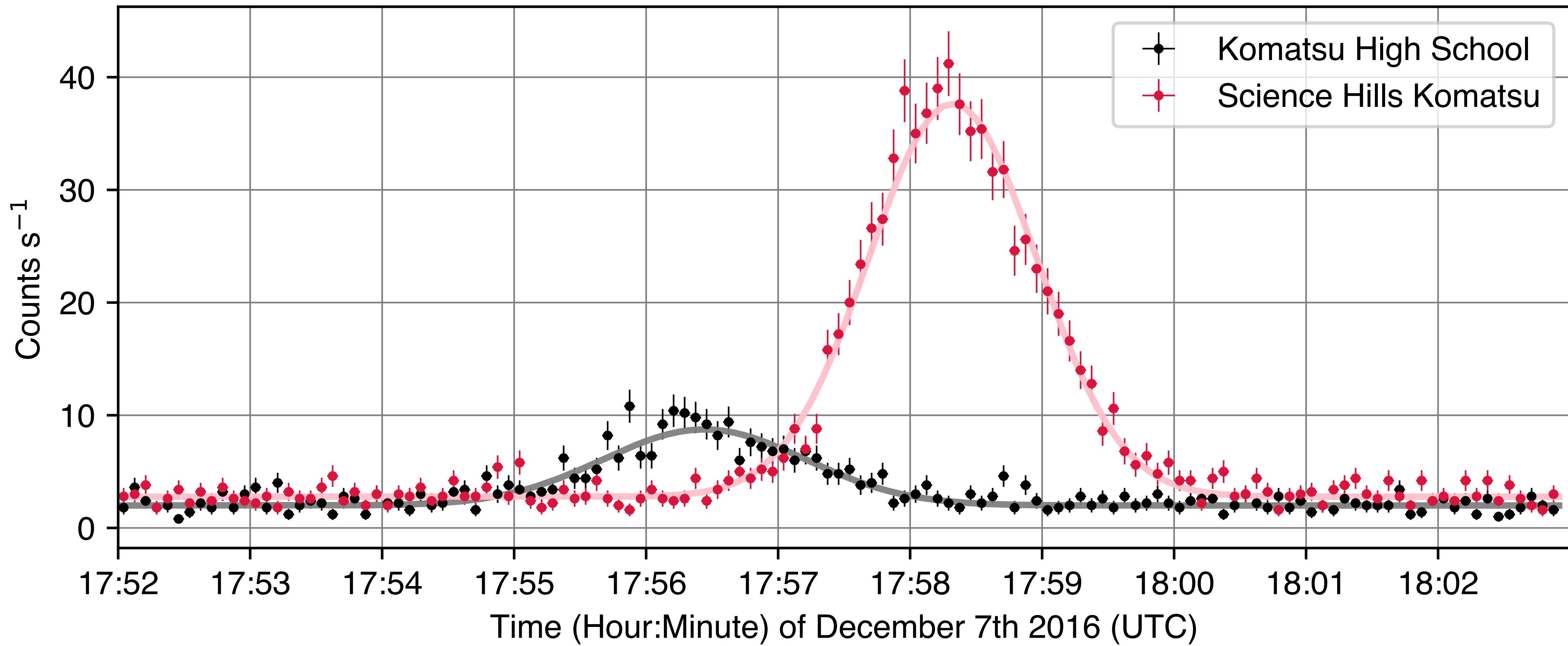


# 市民サポーター配布用 コガモ検出器



- ボタン 1 つで測定開始しネット経由でデータ回収する Compact Gamma-ray Monitor (CoGaMo)
- CsI (Tl)  $50 \times 50 \times 150 \text{ mm}^3$  結晶を、光検出器 MPPC S13360-6050VE で読み出し
- エネルギー帯域: 0.2-20 MeV
- 取得データ: さくら IoT 経由で送信
  - 放射線イベント毎のエネルギー、GPS を基準にした時刻のイベントリスト
  - 温度、気圧、湿度、照度、経度、緯度、カウントレートを含む House Keeping データ
- これまでに 29 台 + 本年度に 26 台を追加

# 冬季雷雲からのガンマ線 (gamma-ray glow)



小松市、2016年12月8日

Yuasa, Wada, Enoto, et al., PTEP (2020)

10

# 本スタディグループの研究内容のまとめ

- 自然放射線の時系列データを測定し、データを解析することで統計的手法を学ぶ
- 可搬型のプラスチックシンチレータ宇宙線検出器「アカクラゲ」を用いた宇宙線測定の時系列データ解析を行う
- 雷雲や雷放電からの放射線の測定を行うシチズンサイエンス「雷雲プロジェクト」の装置「コガモ」のデータに関する解析から、降雨・降雪に伴う放射線の変動、雷雲や雷放電に伴う放射線の探索や解析を行う
- 順調に進めば、論文としての公表も視野に
- 他に、稼働中の最先端の宇宙線観測装置の測定データを使った解析も可能
- 若手研究者と共同研究を通じて、研究の進め方・考え方、最先端の研究内容を学ぶ
- 詳しく知りたい方は 理学研究科5号館340号室 または [fujii@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:fujii@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp) まで