

# MUレーダーとTomo-e GOZENによる 微光ふたご座流星群の同時観測

阿部研究室 修士2年 野中康輝

# 研究背景

## 流星とは

宇宙空間を漂う塵が地球大気に突入した際に  
高度約80~120kmで発生する発光現象



## 流星の観測方法

### 電波観測とは

➢ 流星現象の際に生じるプラズマに  
電波を照射し、電波の跳ね返りを八  
木アンテナを用いて観測する

### 光学観測とは

・ 流星現象の際に生じる発光現象を  
可視光カメラを用いて観測する

MU radar



本研究室では流星の  
同時観測を行っている

地球

Tomo-e GOZEN



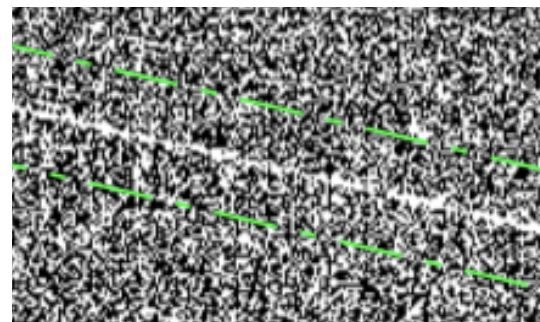
# 研究背景

## MU radar と Tomo-e GOZEN

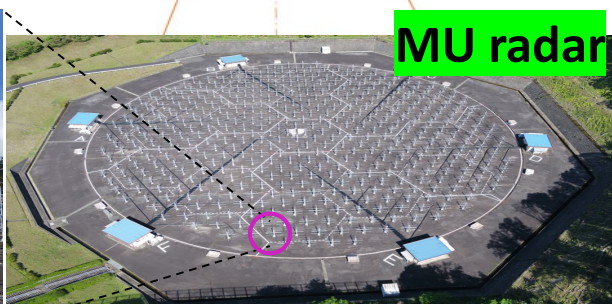
Head Plasma

- ・ 流星体に追従と仮定

軌道の情報取得



明るさより質量を取得



MU radar

位置	滋賀県信楽町 (34° .51'N, 136° 06'E)
中心周波数	46.5MHz
ビーム幅	3.6°
送信出力	1MW



Tomo-e GOZEN



位置	長野県木曾郡木曾町 (35° .47'N, 137° .37'E)
センサ	84 COMS sensors
視野角	20 deg <sup>2</sup> , (39.7' × 22.4' × 84)
フレームレート	2 fps(Full Frame)
フィルター	350-800nm

MU radar 上空に Tomo-e GOZEN を向けることで同時観測を成立させる

# 研究手法

どうやって同一流星か否かを判別している？

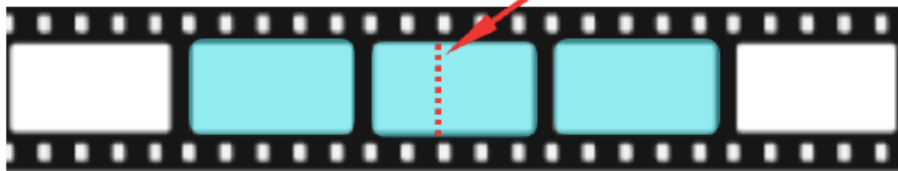
< 同一流星の条件 >

- ① 流星の検出時間
- ② 観測された流星の軌跡の類似度



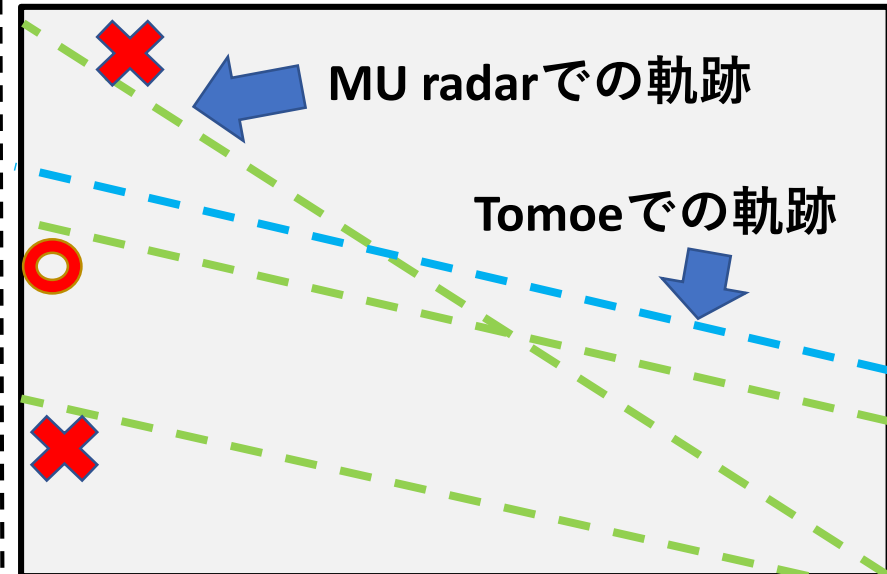
① 流星の検出時間

MU radarでの検出時刻



0.5 sec Tomo-e GOZENのフレーム

② 軌跡の類似度



# 研究背景

## MU radar と Tomo-e GOZENで 同時観測を行う利点は？

### MU radar

#### 利点

- ・ 軌道の導出が可能

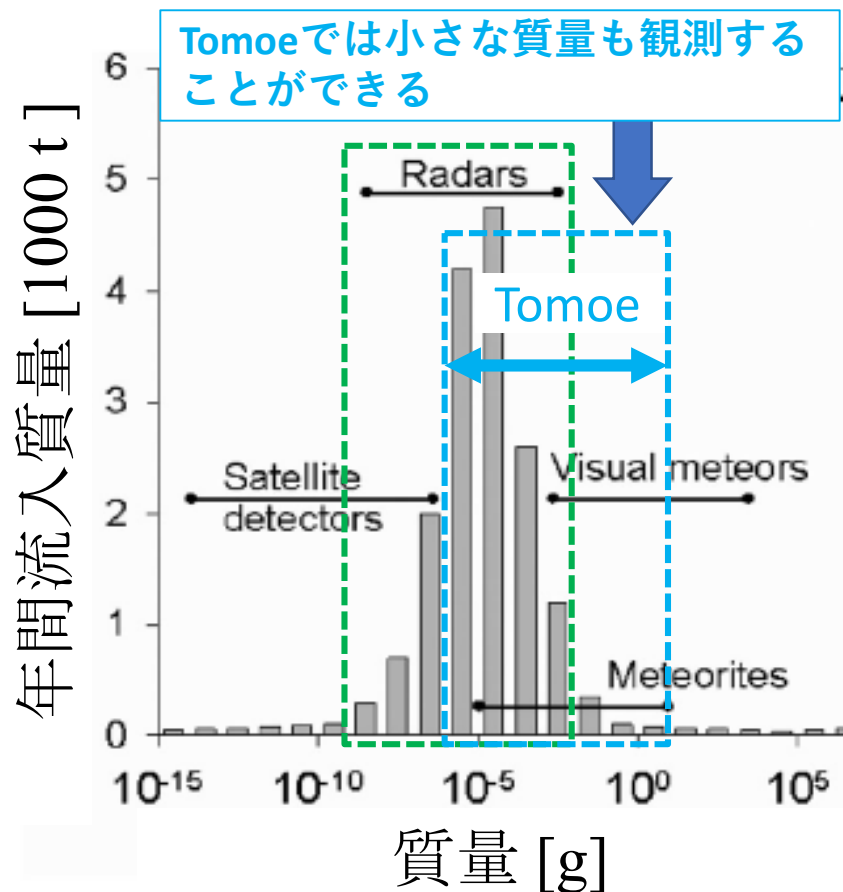
#### 欠点

- ・ 質量の導出が困難

### Tomo-e GOZEN

- ・ 質量の導出が可能
- ・ 小さな質量帯まで観測可能

- ・ 軌道の導出が困難



Plane 2012

同時観測を行うことで微光流星の軌道と質量を  
推定することができる

# 観測結果

## MU radar & Tomo-e GOZEN同時観測キャンペーン(2018,2019)

日付 2018 4/18-22,2019 11/4-6 (総観測時間52時間)

電波観測 京大大学生存圏研究所MU radar

光学観測 木曾シュミット望遠鏡 + Tomo-e GOZEN

観測視野 直径  $\sim 6^\circ$  (MU radar),  $21(48) \times 39.7' \times 22.4'$  (Tomo-e)

52時間で373個の同時観測が成立した

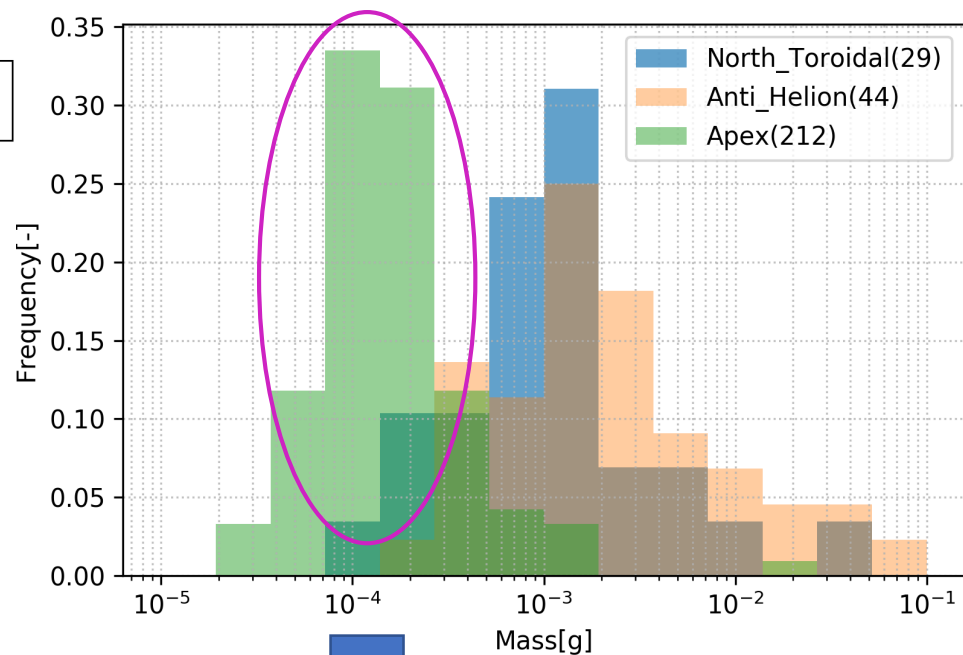
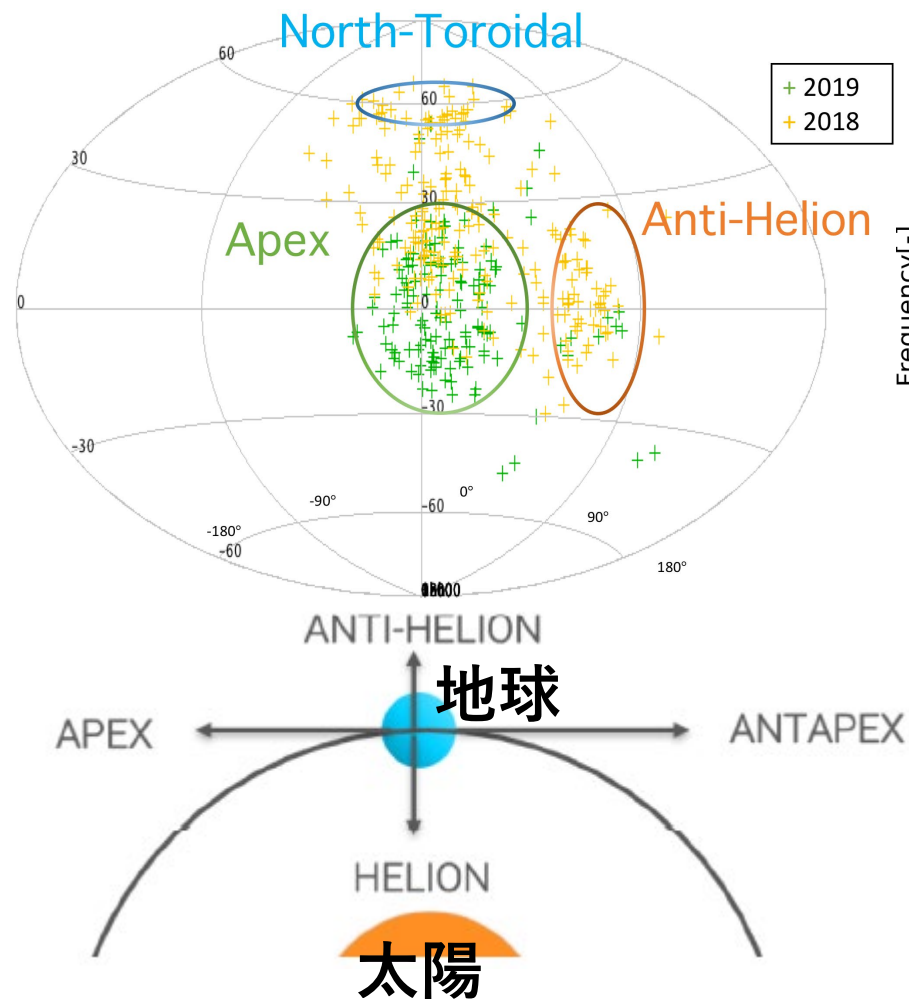


1時間あたり7.17個に匹敵

先行研究	観測機器	同時観測数(/hour)
Nisimura et al.,2001	MU radar & optical camera	35 meteors / 2nights( <b>2.18</b> )
Michell et al.,2010	PFISR & optical camera	7 meteors / 1night( <b>0.89</b> )
Campbell-Brown et al.,2012	EISCAT & two optical cameras	4 meteors /11hours( <b>0.37</b> )
Michell et al.,2015	SAAMR & optical camera	6 meteors / 1night( <b>0.75</b> )
P Brown et al.,2017	MARRST & two optical camera	105meteors /242 hours( <b>0.47</b> )

# 観測結果

散在流星のソース、質量頻度等が求められた

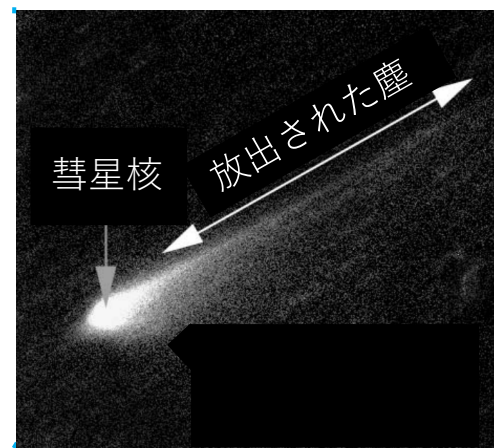
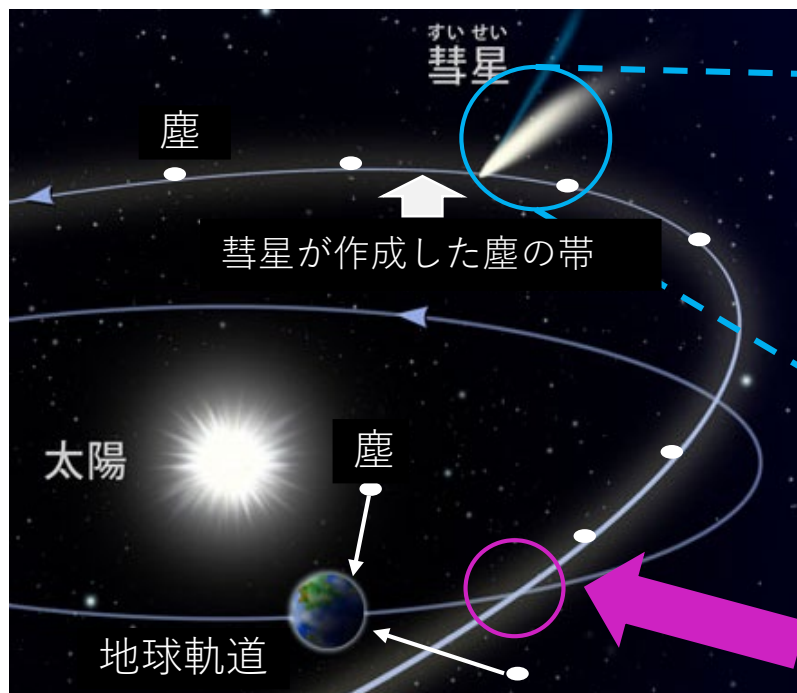


Apex方向は軽いメテオロイドを  
見ている可能性が高い

地球の速度が加算される影響

# 研究背景

私の研究では微光ふたご座流星群の同時観測と題している  
なぜ流星群なの？



彗星由来の塵(流星群)が地球上で観測できる

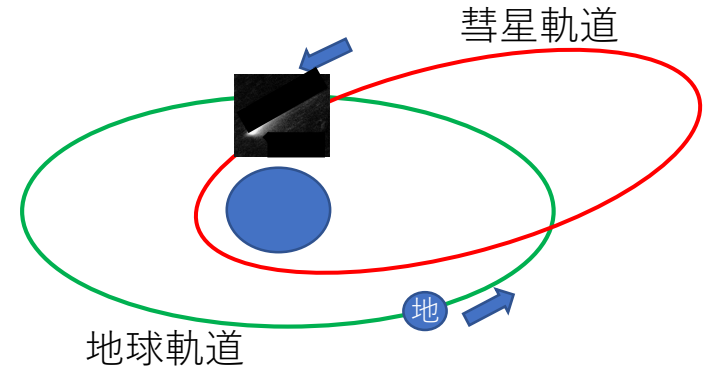
流星群の観測を介して彗星を調査できる



# 研究目的

## なぜふたご座流星群なのか？

- ・ふたご座流星群の元となる小天体(Phaethon)は、小惑星と彗星の間のような存在である活動小惑星であるとされているため



### ① <Ryabova (2015)>

Phaethonから  
ふたご座流星  
※ダストが放出

実際の観測データを使用することで  
ふたご座流星群の放出時期，起源の推定

➤放出された

### ② JAXA/ISASではPhaethonを対象天体とするフライバイ観測ミッション

(DESTINY+)が

ダストトレイル内の質量の広がり の調査

➤ダストト

広がりを使

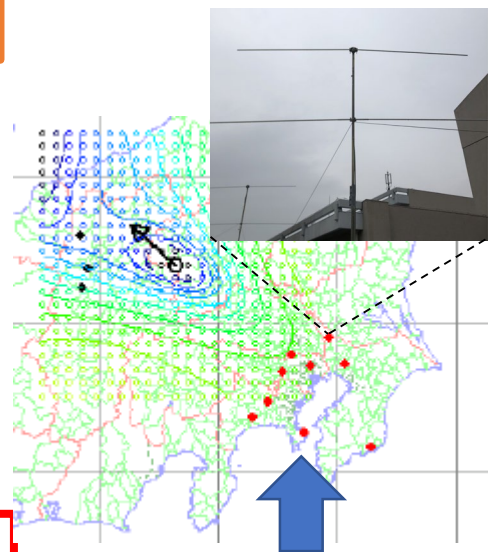
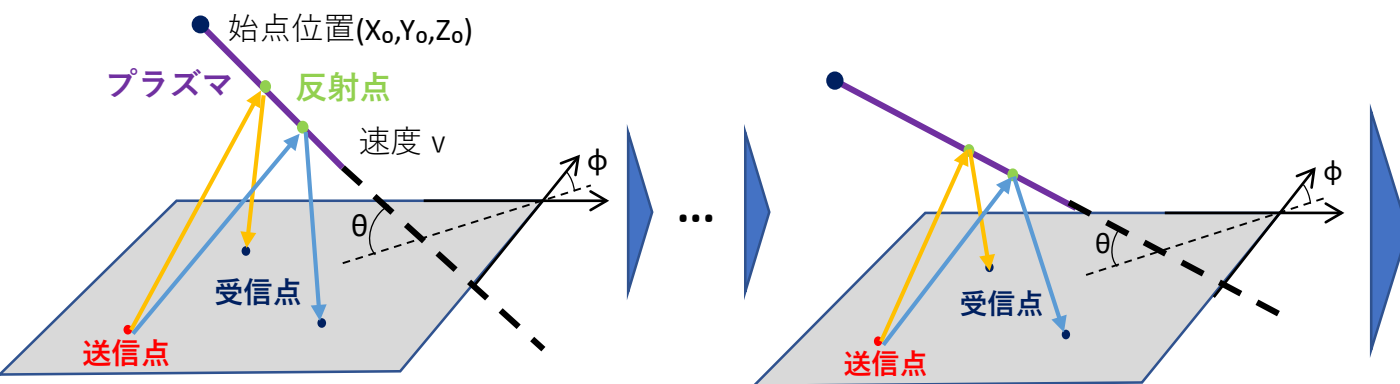
➤リターンを考る上で ダスト内の質量分布を知ることは意義がある

# 研究手法及び結果

小型アンテナとカメラ(watec等)との同時観測も行っている

➤電波観測にはトレイルプラズマが用いられている

- ①ある軌道を仮定 (高度 $\theta$ ,方位 $\phi$ ,速度 $v$ ,始点位置 $(X_0, Y_0, Z_0)$ )
- ②各受信点でのエコー取得時間に最も一致する軌道を求めていく



9地点で観測を行った

軌道の未知数は6つ (高度 $\theta$ ,方位 $\phi$ ,速度 $v$ ,始点位置 $(X_0, Y_0, Z_0)$ )  
⇒観測地点を6地点以上にすることで軌道を求めることができる

- 2019年の3日間の観測(20時間)では、軌道が導出できたのは16個
- 同時観測に成功したものは1個