

# 2011年度 内地留学奨学金による成果報告書

戸 田 雅 之

〈日本流星研究会・流星痕観測チーム〉

研 究 テ ー マ: 高感度デジタルカメラによる流星痕の観測

受 入 機 関: 高知工科大学

担 当 教 官: 山本真行

研究内容の概要: 超高感度デジタル一眼レフカメラを流星と流星痕の観測に導入し、6年目に入った。2009年しぶんぎ座流星群、オリオン座流星群、2010年ふたご座流星群のデータから流星痕の光度や継続時間、出現域と最大光輝域、色について流星群によって異なる成果が得られた。

## 1. はじめに

流星痕の撮影は、眼視で全天をくまなく観察し、明るい流星を目撃したらすぐにカメラを流星軌跡方向に向け、流星痕をファインダー内に確認したらシャッターを押す。この方法は空のどこに現れても流星痕の撮影が可能だ。流星を目撃から撮影開始まで数秒から十数秒かかるが、2001年11月18日のしし座流星群の大出現で数多くの永続流星痕が出現した時<sup>1), 2)</sup>にも用いられた。一方、固定カメラの連続撮影は、視野内に出現した流星の出現から流星痕の消失までの連続画像が得られる。2005年に宮崎県の前田幸治氏がI.I.ビデオ観測と同視野をデジタル一眼レフカメラで連続撮影、観測後に流星が写っている画像を探し、次の画像に流星痕の有無を調べる方法を発案した。実際にテスト撮影を行ったが、流星痕の撮影結果は得られなかった。2007年に戸田が当時最も高感度性能の優れたカメラNikon D3を導入し、主要流星群の極大夜に流星と流星痕の撮影を始めた。本報告は2009年しぶんぎ座流星群(対地速度 $V_{\infty}=41$  km/s)、2009年オリオン座流星群( $V_{\infty}=66$  km/s)、2010年ふたご座流星群( $V_{\infty}=35$  km/s)の流星と流星痕光度や流星痕の出現域や

最も明るい箇所(以下、最大光輝域)と色について流星群ごとの集計結果を示す。

## 2. 観 測

観測は1点観測で撮影方向は流星群の輻射点付近。シャッタースピードは1秒、インターバルは0.1-0.2秒。1時間で約2,000コマ以上撮影。感度は25,600。透明度や月明かり次第で12,800, 6,400を使用。データ形式はjpeg。撮影時のカラーバランスはAUTOまたは昼光色。以下にしぶんぎ座流星群、オリオン座流星群、ふたご座流星群の内訳を示す。なお、痕は痕が見られた流星数、有痕率は(痕が見られた流星数/流星数)、平均光度は(観測光度の総和/流星数)である。

2009年1月3日20時34分31秒

～1月4日03時10分10秒(JST)

	流星数	痕	有痕率	平均光度
全流星	79,	45,	58%,	3.46
しぶんぎ群	48,	30,	62%,	3.10
散在流星	31,	15,	48%,	4.03

2009年10月23日00時27分32秒

～10月23日02時16分23秒(JST)

全流星	117,	89,	76%,	3.09
オリオン群	83,	71,	85%,	2.96

散在流星	34,	18,	52%,	3.42
2010年12月14日20時30分54秒				
～12月15日05時41分43秒(JST)				
全流星	126,	27,	21%,	2.74
ふたご群	99,	11,	11%,	2.69
散在流星	27,	16,	59%,	2.93

### 3. 観測後のまとめ

全ての撮影画像をPCの画面上で1枚ずつ表示し、流星と流星痕を目視で探した。全画像は3回見直して流星の見落としをしを低減した。

(1) 流星と流星痕の光度見積り：恒星の光度や流星群輻射点が記入された流星観測用星図（日本流星研究会）を用いて、流星と流星痕の光度を見積した。光度は見かけ光度で誤差はプラスマイナス1等級。

(2) 流星痕の出現域と最大光輝域：母流星の軌跡を発光側から消失側へ上端側、中央、下端側と3エリアに分割。流星痕の出現域と最大光輝域を分類した。

(3) 流星痕の色：流星出現後の最初に流星痕が写った画像から色を判断した。

### 4. 結 果

#### 1) 流星痕の光度変化

流星痕の光度は出現直後が最も明るく、時間の経過とともに減光し消失する。流星群別の痕の光度変化を図1に示す。今回観測された112個（しぶんぎ30個、オリオン71個、ふたご11個）の流星痕から数例の寿命の長い永続流星痕を除くと、短痕と呼ばれる継続時間3秒以下の流星痕である。しぶんぎ座流星群とオリオン座流星群の短痕の継続時間は2秒から3秒。ふたご座流星群の短痕の継続時間は1秒である。

#### 2) 流星痕の出現位置と最大光輝の位置

短痕の出現位置は経験的に流星経路の上端側に出現するが、本報告では流星経路全体と、上端側～中央部に出現したものが多い。最大光輝は上端

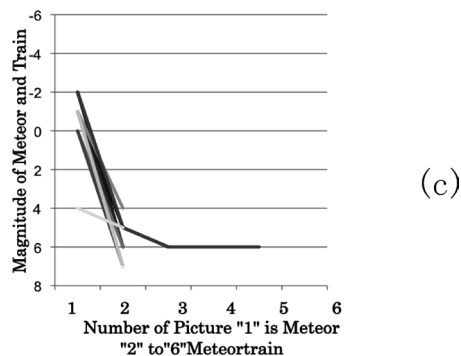
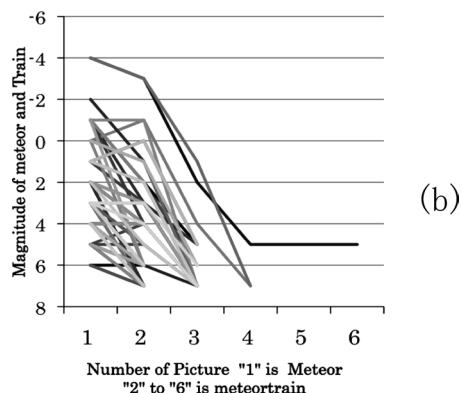
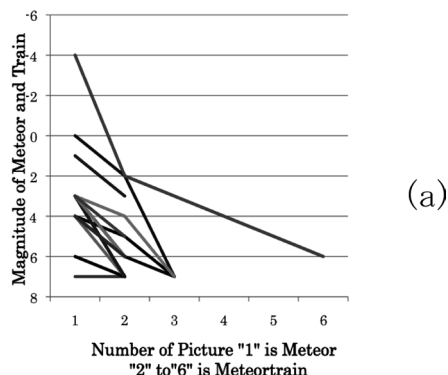


図1 母流星光度と流星痕の光度および発光継続時間。縦軸は光度、横軸は撮影コマ数により表された時間（約1.1秒/枚）であり、1は母流星の光度、2以後は流星痕の光度となる。(a) 2009年しぶんぎ座流星群、(b) 2009年オリオン座流星群、(c) 2010年ふたご座流星群を示す。

側～中央部と中央部が多い。

#### 3) 流星痕の色

流星出現後、最初に流星痕が写った画像から判

断した。しぶんぎ座流星群は30例中21例、オリオン座流星群は71例中62例が緑色だが、ふたご座流星群では緑色は11例中1例だった。

## 5. 考 察

しぶんぎ座流星群やオリオン座流星群の流星痕と比べて、ふたご座流星群の流星痕の違いが明らかになった。(1) 短い時間で減光・消失。(2) 緑色の流星痕が少ない。(1) 母天体が小惑星(3200) Phaethonと、ふたご座流星群の対地速度が遅いことが挙げられる。より本質的な情報を得るにはさらなる観測が必要である。(2) しぶんぎ座流星群、オリオン座流星群で数多く見られた緑色の流星痕は酸素557.7 nm 禁制線の発光と考えられる。詳細は、重野好彦氏により蓄積された2地点I.I.ビデオ観測データを解析し短痕高度分布と発光過程を論じた別論文に譲る<sup>3)</sup>。(1)(2)共通で、ふたご座流星群は酸素の発光高度(80 km以上)よりも低高度出現という意見がある。

## 6. おわりに

本報告は流星痕の光度変化、出現域と最大光輝域、そして色について統計可能な量のデータを用いたおそらく初めての流星群別の流星痕集計である。前田氏提案の手法とカメラの高感度性能向上で、流星本体と短痕が分離可能な時間分解能で観測できたのが今回の成果につながった。さらにフルカラー画像のおかげで微光の短痕が画面上で容易に判定できた。最も時間を要したのが40,000コマ弱の画像データを1コマずつPCの画面に表示し、流星と流星痕が写っている画像を探し出すことだった。これはまだ見ぬ流星や流星痕と出会う期待感で楽しみながら作業を進めた。高知工科大学へ2度通り、指導教官の山本真行准教授と

山本研究室の強力なサポートの下で集中して研究を進めた。日本天文学会秋季年会@鹿児島と翌年のAsteroids Comets Meteors 2012でポスター発表を行い、ACM2012でスウェーデンの研究者からふたご座流星群について貴重な助言をいただいた。

## 謝 辞

本稿の研究は日本天文学会内地留学制度ならびに国立天文台共同研究(H18~H22, 代表者: 山本真行)の補助を受けた流星痕研究の蓄積により実現した。指導教官である高知工科大学の山本真行准教授には多忙にもかかわらずご指導ご鞭撻をいただいた。流星痕観測(METRO)チームの比嘉義裕氏、流星物理セミナーの重野好彦氏、日本流星研究会の前田幸治氏、鈴木 智氏、国立中央大学(台湾)の阿部新助氏、国立環境科学研究所の石原吉明氏、かわさき宙と緑の科学館の佐藤幹哉氏、国立天文台の春日敏測氏と渡部潤一氏には研究過程および新潟で開催されたACM2012の発表まで心強い協力や有益な助言をいただいた。山梨県大泉村のスター・パーティの木村 修氏、高知県香美市夜須町のヤ・シィパークの皆様には観測に際して多大なご配慮と親身なアドバイスをいただいた。以上の方々および内地留学の機会を与えてくださった日本天文学会にこの場を借りて御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) Toda M., Yamamoto M.-Y., Higa Y., Fujita M., 2003, *Inst. Space Astro. Sci. Rep. SP 15*, 229
- 2) Higa Y., Yamamoto M.-Y., Toda M., Maeda K., Watanabe J.-I., 2005, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan* 7, 67
- 3) 戸田雅之, 山本真行, 重野好彦, 2010, *高知工科大学紀要* 7, 45