

〈2017年度日本天文学会天文功労賞〉

重力マイクロレンズ現象の発見

小嶋 正

〒377-1524 群馬県吾妻郡嬭恋村鎌原 386-2

e-mail: tadashi.kojima1@gmail.com



このたび、おうし座での重力マイクロレンズ現象の発見により、2017年天文功労賞短期部門を授かりました。授賞式にも出席できず関係の方々にはご迷惑をおかけしてしまいました。今回、受賞記念記事を寄稿することで、何かお返しができればと思います。発見の経緯などを記してみました。少しでもこれを読んでいただく方の参考になれば幸いです。

重力マイクロレンズ現象発見の夜

今回のおうし座における重力マイクロレンズ現象の発見となりました2017年10月31日は、夜中に気温が氷点下近くまで下がり、いよいよ冬の気配を感じ始めた夜でもありました。

空には、月齢11日の月と少し雲がありますが、雲は搜索に影響するほどではありません。月の沈む頃を待ち、日付が変わった午前2時過ぎから搜索のための撮影を始めました。

機材は、スカイメモに乗せたキャノンEOS6Dと135 mmレンズを使用し、冬の天の川を中心に1区画3カットで合計198カットを露出5秒で撮影し、その後、画像調査に進みました。

全体の画像処理の半分が経過した頃でしょうか、おうし座の一角を午前2時37分頃撮影した画像に、過去の画像と比較して確実に明るい11等級の天体を検出しました。DSS画像を見るとそこには明るい恒星があり、スルーしようかとも思いましたが、念のためどのような光度の天体が写ったのか、あるいは、既知の変光天体なのか調査を行うこととしました。

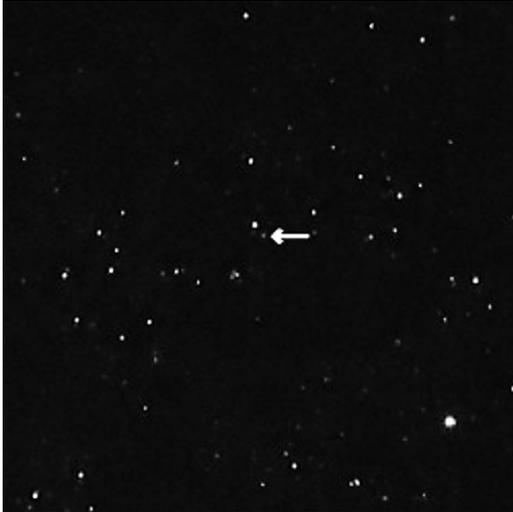
位置は、おうし座のM1星雲の少し東でこの付近は小惑星の多い所でしたが、小惑星の該当はな

く、登録された変光星もありませんでした。北の領域ではありましたが参考までに、ASAS-3 (All Sky Automated Survey) サイトを検索すると14等級のライトカーブが表示されますが、角度が30秒位離れた所に同じ明るさの恒星があり、どちらを拾ったか識別できません。星表では、B光度14.7・R光度13.6等のやや赤い恒星が該当し、2MASS (Two Micron All-Sky Survey) カタログでは12等級なので、ASAS-3サイトの結果も踏まえると、経験上ミラ型の変光星ではないだろうと思いました。

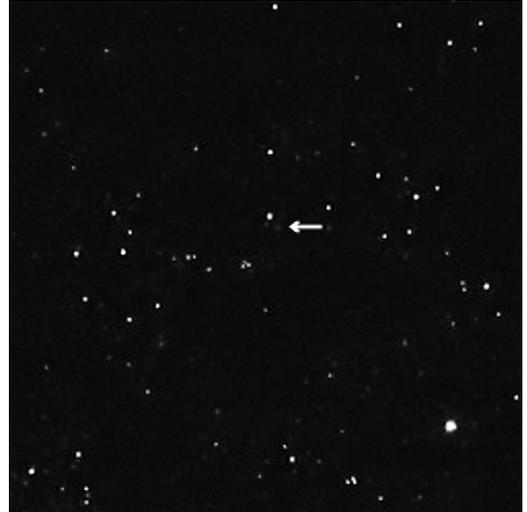
時間も経過しましたが、この位置はまだ沈んでいないはずで、外に出て空を見ますと、この目標の位置は大きく西に傾いていましたが、撮影はまだ可能でした。

再び機材をセットし、200 mmレンズで午前3時43分にこの増光天体を撮影し画像を確認したところ、同じ明るさで写っていました。この観測により、一時的な現象ではないことも確認できました。

さらに、過去画像を調査したところ、10月26日午前1時30分頃撮影した画像に、今夜検出した光度よりも約1等暗いながら写っていることがわかり、緩やかに増光してきた天体であることに



画像1 発見画像 明るさは、このときがピークでした。



画像2 発見6日前の画像 光度約12等まで増光していた。

は間違いないと判断しました。

この天体は、増光幅やその速度からしても新星や矮新星とは違う不思議な光度変化をしているようです（画像1, 2）。

しかしながら、増光幅は3等程度で、これが突発的な天体に該当するのかどうか迷いました。しかし速やかに観測や確認を第三者にしてもらうためにも、TOCP（Transient Objects Confirmation Page）へ掲載することを選択し、いつもお世話になっている中野圭一さんへ依頼を行うことにしました。

必要なデータは、発見時刻・位置・光度・極限等級・発見画像数・過去画像の調査・小惑星や変光星の確認などです。これは、以前V407Cygを報告したときにご指導いただいたものです。

これらを取りまとめ、午前5時16分に中野さん宛に“TCPinTau”の件名でメールを送信し、併せて直接電話でもお願いしたところ、午前6時過ぎには、“TCP J05074264+2447555”と称されたこの天体がTOCPへ掲載されました。

その後は、各地で観測及び調査が行われ、重力マイクロレンズ現象による増光であることが判明

した次第であります。

これは、2008年に多胡昭彦さん・櫻井幸夫さんがカシオペア座において発見されて以来、明るい恒星での現象としては2例目ということになります。さらには、その恒星までの距離が最も近くで起きた重力マイクロレンズ現象であったようです。

最初に画像を見たときに、この星は少し明るすぎるのでは、と疑ったのが結果的にこのようなまれな現象に遭遇することとなり、自分自身が驚いております。

新星搜索のスタート

私の生まれ育った嬭恋村は、群馬県の西端に位置し、避暑地で有名な、長野県軽井沢町と境界を接しています。夏から秋にかけての高原キャベツの出荷量は全国一を誇り、浅間山をはじめ2,000 m級の山々に囲まれた高原地帯であります。

嬭恋村の人口は1万人を切ってしまいましたが、村は、キャベツに関連したイベント、浅間山北麓ジオパークなど、地域の活性化のための取り組みを行っています。

自宅付近の環境は、標高が900 mありますので寒さは厳しく、真冬の明け方の搜索は、氷点下10-15度を覚悟しています。また、冬型の気圧配置が強まると雪雲の影響を受けて晴れない日も多いですが、積雪は多くても50 cmほどであります。関東平野の都市部の光害が多少届いているようですが、自然に恵まれたこの地で星を見られることを幸せに感じております。

初めて見た彗星は、1970年のベネット彗星で、春の明け方に祖母が「ほうき星」が見えると起こしてくれました。北の空に見えた、本当にほうきのような姿が印象的でした。その後、コホウテク彗星やウエスト彗星が出現しましたが、特に高校2年生の時に見たウエスト彗星の雄姿は忘れることができません。

80年代から90年代にかけては、眼視での彗星搜索や軌道計算に多くの時間を割いた時期もありました。

彗星搜索では、フジノン15 cmの双眼鏡を購入しましたが、成果と言えるものは何もなく時間が経

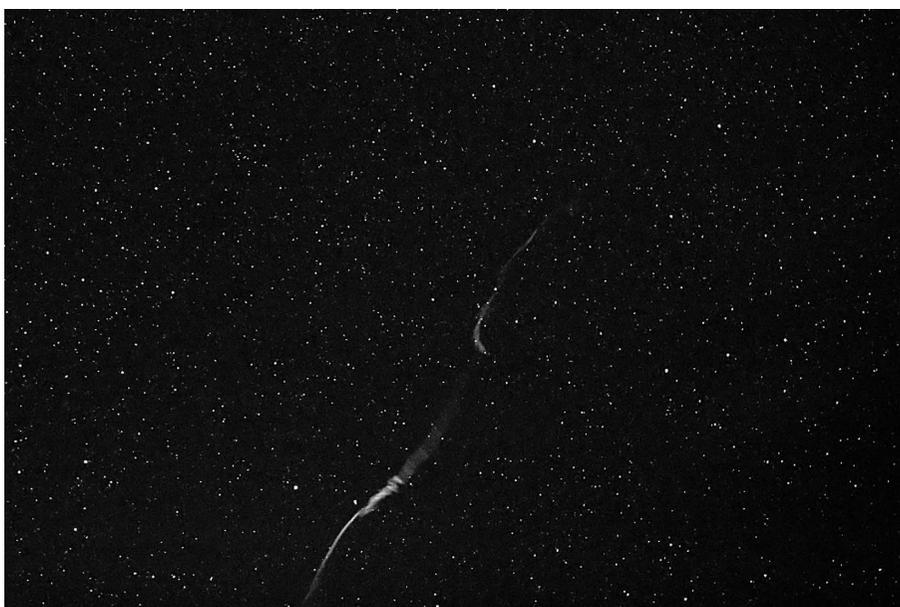
過しました。搜索も挫折気味となったところへ、さらにプロのサーベイ活動が行われるようになり、彗星発見への道は遠のきました。そのような厳しい状況でありましたが、デジタルカメラの性能の向上は急速に進み、手軽に暗い星まで撮影が可能となりました。

これなら、自分でも何かやれそうな可能性を感じました。同時に、他の新星搜索者の刺激もあり、2007年に、最初のデジタルカメラを購入しそれを機会に新星搜索を始めた次第であります。

搜索スタイル

私は、銀塩写真での搜索経験がないところは、他のベテランの搜索者の方々と違うかもしれません。カメラレンズは50, 85, 150 mmを使用したこともありましたが、今はキャノンEOS6Dボディに135と200 mmレンズを使い分ける搜索に落ち着いています。

架台は、30年以上前に購入したスカイメモNSをメインとしておりますが、シンプルな構造で気



画像3 搜索中にとらえた流星痕。今回の発見には直接関係ありませんが、搜索中に、たくさんの流れ星やまれにこのような流星痕が現れ、これも楽しみの一つです。

軽に搜索を行えることが利点と考えております。自宅の庭からは低空が見えませんが、車で移動して搜索する場合もセッティングに時間を要しません。

反面、スカイメモでは比較画像との構図を正確に合わせることは困難であります。これは搜索する上での大きなデメリットとなることもあります。実際にこれが原因でとらえることができなかった新星もありました。

現状では、ラフな構図合わせを撮影数で、極軸合わせが不十分なところは短い露出時間でカバーしている形になっています。

撮影数の集計はしていなかったのですが、この執筆を機会に、2017年6月から2018年5月までの1年間の撮影数をカウントしたところ、約71,000カットを数えました。

長年愛用してきたこのスカイメモが、何時壊れるか心配しながらモーターのスイッチを入れています。このスタイルは暫く続きそうです。

もう一つ別次元の心配があります。それは、搜索拠点の田んぼや畑に通ずる農道に、高規格道路工事の計画が進行していることであります。社会一般的には利便性が優先されるのは当然のことではあります。10年先、開発によりこの星の輝きが失われてしまうのかと思うと心が痛くなります(画像3)。

発見・検出した天体について

下記の表は、新星と矮新星の一覧です。この中で、V407Cygは再発新星、V5590Sgrは共生星新星と判明しています。2015年から3年間ほど新星の発見には結びつきませんでした。この間は、検出したときにはすでに、TOCPに掲載されていたケースもいくつかあり、それらは発見前観測という形で報告しています。

〈新星〉(*は単独発見)

名称	発見日 UT	光度
V 407 Cyg	2010 0311.789	7

V1311 Sco	2010 0425.738	8.8
*V5590 Sgr	2012 0423.689	12.5
*V5593 Sgr	2012 0716.512	12.6
*V1535 Sco	2015 0212.837	8.2
*PNVJ17244011-2421463	2018 0212.834	12.5
PNVJ17140261-2849237	2018 0310.807	9.5
PNVJ18040967-1803581	2018 0408.723	11.2

〈矮新星〉

PNVJ17144255-2943481	2014 0411.757	10.3
PNVJ20422233+2712111	2017 0413.743	10.5
*TCPJ20100517+1303006	2017 0619.703	12.6
*PNVJ20205397+2508145	2017 0912.542	12.3
PNVJ05580574-0011155	2017 1121.631	11.7
*TCPJ21290156+3631056	2018 0322.785	11.5

次の3天体はまれな天体であります。この中でV960Monは、その増光を85 mmレンズにより、2014年の秋にいくつかじゅう座において検出したものです。分光観測により、急増光した若い星の仲間少数ないFU Ori型と判明し、その後、世界的に著名な天文台や大学で多くの観測が続けられました。SDSS J141118.31+481257.6(ヘリウム激変星)は、200 mmレンズで、今年の5月にうしかい座において検出したものです。これは、ヘリウム激変星として登録されていた天体の初めてのアウトバーストと判明しました。

これらのように、小さなレンズで検出した天体に大きな天文台の望遠鏡が向くというのは、アマチュア天文家の一人としてうれしい限りです。

〈FU Ori型星のアウトバースト〉

V960 Mon	2014 1103.821	11.0
----------	---------------	------

〈重力マイクロレンズ現象〉

TCPJ05074264+2447555	2017 1031.734	10.8
----------------------	---------------	------

〈ヘリウム激変星 (SDSS J141118.31+481257.6)のアウトバースト〉

TCPJ14111820+4812559	2018 0519.514	12.4
----------------------	---------------	------

フレア星（個人的な見解）について

新星や矮新星とは違い、増光が数分から数十分しか継続しなかったと思われる現象もいくつか検出しています。

下記は、TOCPに掲載された5つです。これ以外に、TOCPへ掲載を行わなかったケースが8例あります。これらは、カメラの写野を少し変化させた画像で恒星との相対的な位置が変わらず、ノイズとは明らかに違うことが識別できたケースで、天体に間違いはないと思われます。

合わせて13例の共通点は、PNVJ18380817-1545534を除き、R光度が13等から15等級・2MASSカタログでは10等前後の明るさの天体に同定できることです。2年間ほどで13件が検出されたということは、珍しい現象ではないということも言えるかと思います。

搜索で、増光天体をとらえたとき、特にバックに明らかにソース天体がある場合には、フレア星を疑う必要があります。間隔をおいての確認ができるケースは良いのですが、それができない場合には判断に苦慮します。

〈フレア星〉 TOCPに掲載分

PNVJ12595596-1648594	2016	0602.506	12.3
PNVJ18380817-1545534	2017	0619.651	12.8
TCPJ21013299+3957043	2018	0224.794	12.3
TCPJ19083989+1210033	2018	0404.756	11.4
TCPJ21222057+4730430	2018	0412.741	10.7

星の贈りもの

搜索活動を行ってきたことにより、mailではありますが、やり取りを行える方ができました。星がなければ知り合えなかったわけでありますのでそのこと自体、勝手ながら、星からの贈りものと受け止めております。ほかに夢中になる趣味もない私でありますので、大切にしていきたいと思えます。

終わりに

新星搜索を本格的に始めて10年ほど経過しました。望遠鏡をのぞく機会が少なくなったのは残念ですが、その分、露出の合間に星空を見ることができ、特に透明度の良いきれいな星空の下では何となく心が洗われるような気がします。

ここまで継続できてきたのは、家族のお陰もありますし、何より、発見してからの報告、確認観測、そして検出ソフトの面からご協力をいただいている方々のご厚意の賜であります。これらの方々に、この場をお借りしまして心から感謝を申し上げます。受賞記念記事とさせていただきます。