

消滅点がやや低い低速火球の軌道計算結果

2017年1月5日 21:29:19 JST 出現

報告：上田昌良

概要

この火球は群馬県桐生市上空 98.9 km に現れ、最大絶対光度が-7.0 等でした。発光点での初速が 24.1 km/s ± 2.0 km/s と観測され、低速流星でした。その後、消滅点に近づくと大気による減速が観測され、最終的に消滅点での終速が 5.4 km/s ± 1.3 km/s になりました。その消滅点の高さは 34.6 km で特に低いということではありませんでした。

すでにこの火球に伴います隕石落下の可能性がないことが司馬康生氏にて発表されています。

同時観測

当初の暫定軌道計算では消滅点の高さが 24.9 km と発表されていました (ts007 氏書き込み)。この高度では隕石落下の可能性を検討してみたくなる高さです (司馬氏、書き込み)。それで各撮影者の方々に私がこの火球データの提供を依頼しました。ただし、撮影者の E-mail アドレスがわからなかった方には依頼できていません。

今回は、次の 6 名の諸氏より火球測定データをいただきました。

山川博 (石川県、M17001)、米ロー彦 (石川県、M17002)、増澤敏弘 (長野県、M17003)、関口孝志 (埼玉県、M17004)、SonotaCo (東京都、M17005、M17006、M17007)、藤井大地 (神奈川県、静岡県、M17008、M17009)

測定データ

今回の火球は、7 カ所で同時観測されていました。そして、この火球を同時撮影されたカメラは合計 9 台で、すべて動画 (ビデオ) でした。この中で、M17001 は雲を通して火球が写っていました。その位置測定は最後の 2 カ所が未測定でした。幸い撮影者の方よりこの火球の動画 (avi) など一式をいただきましたので、私が手動で経路最後の部分を測定しました。これは隕石落下の検討には、火球経路の消滅点付近が重要なためです。また、M17007 は火球本体とそのゴーストも測定されてしまっていたので、ゴーストの位置測定データを削除しました。

今回の火球の位置測定は UFOOrbitV2 で自動測定されたものです。そのデータで測定位置がフレームごとに測れていますが、たまに測れていないフレームがあります。この場合には前後のフレーム位置から按分した位置を使っています。ただし、5 フレームを超える連続未測定の箇所は空白にして軌道計算をするようにしています。

発光点と消滅点の高さ

発光点の始まりから撮影できた映像であっても、カメラの感度、空の透明度、雲の有無、観測地から火球までの距離などの影響で、微妙に火球経路の写り始めの地点が違いがあります。消滅点も同様です。このことは発光点と消滅点の高さに影響を与えます。このようなことを十分に認識して軌道計算を行いました。実際に計算した結果を表「各撮影地での写り始めと終わりの高さ」に示しました。

この表によりまずと各観測地で撮影の映像から計算した発光点の高さで 24.8 km、消滅点で 3.4 km の差がでました。ここから最も高かった 98.9 km を発光点 (写り始めた) の高さとし、また、消滅点は最も低かった 34.6 km を消滅点 (写り終わり) の高さとししました。この結果から消滅点の高さが 30 km よりも高かったため、この時点で隕石落下の可能性はほとんどなくなりました。この表中の Hb は発光点の高さで、He は消滅点の高さです。

各撮影地での写り始めと終わりの高さ(2017-1-5, 21:29:19 JST)

撮影データ	Hb (km)	He (km)	計算の組合せ
M17002 *		38.0	M17002 - M17005
M17003 *	74.1	35.6	M17003 - M17005
M17004	97.5		M17004 - M17003
M17005	98.9		M17005 - M17002
M17007		34.6	M17007 - M17002
M17008	91.5	35.8	M17008 - M17001
M17009	87.2	36.9	M17009 - M17004

* : 雲を通して写っていた。

実経路長

各カメラに写った火球からは前述のように写り始めと写り終わりの高さが微妙に違ってきます。それで計算した実経路長も違った長さとなります。もし、発光点の高さが 98.9 km で消滅点が 34.6 km という全経路が 1 台のカメラで写っておれば、そこから簡単に火球の実経路が決まります。しかし、今回の火球は都合良く 1 台のカメラに前述のような条件に合った映像がありませんでした。それで、発光点と消滅点の地理的位置、そして突入角などから実経路長を決めるという手法を採らざるを得ませんでした。この計算結果から、火球の経路長は 70.3 km となりました。

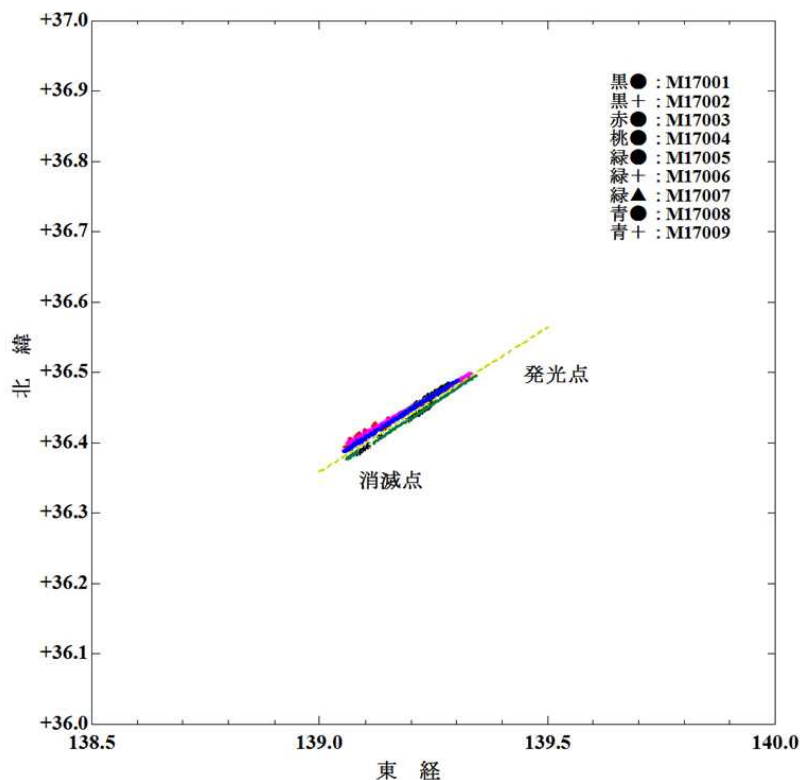
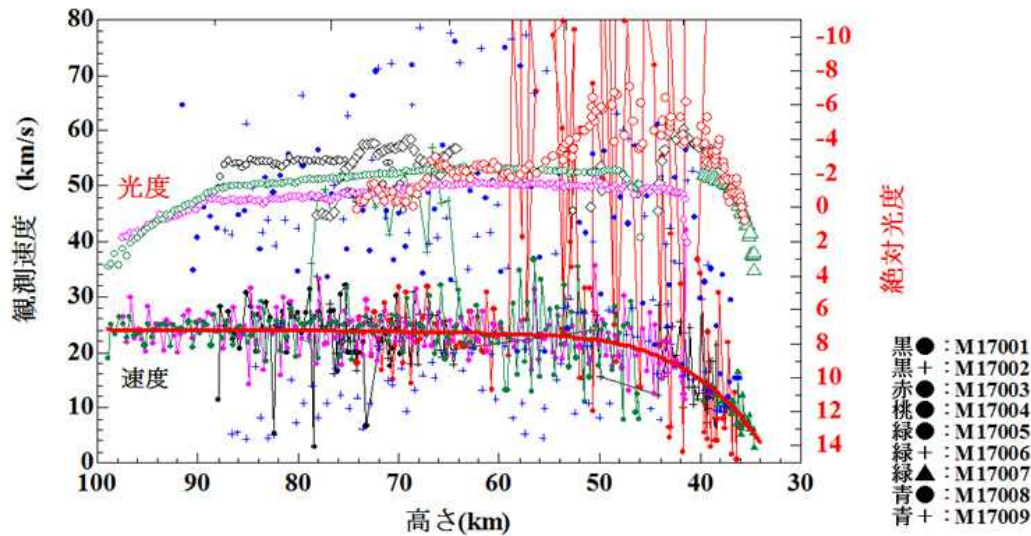


図 2017年1月5日 21:29:19 JST出現の火球の実経路
黄色の破線は、計算で得られた火球の全実経路から一次式で表した統合実経路直線。

速度と光度

この火球の各フレームの観測速度は次の図に示しました。発光点での初速が 24.1 km/s \pm 2.0 km/s と観測され、低速流星でした。その後、高さ 45 km 付近から大気による減速が顕著になりまして、最終的に消滅点での終速が 5.4 km/s \pm 1.3 km/s にまで減速したことが観測されました。初速から終速までの速度のようすは次の表「火球経路の高さ 5 km ごとの観測速度の変化」にも示しました。



図* 2017年1月5日 21:29:19 JSTの火球、高さとお観測速度、及び絶対光度

火球経路の高さ5 kmごとの観測速度の変化

h (km)	Vo (km/s)	
98.9	24.1	発光点
95.0	23.9	
90.0	23.9	
85.0	24.0	
80.0	24.0	
75.0	23.8	
70.0	23.6	
65.0	23.6	
60.0	23.3	
55.0	23.0	
50.0	22.1	
45.0	20.0	
40.0	15.2	
35.0	6.4	
34.6	5.4	消滅点

この火球の光度曲線を前の図に示してあります。この火球の最大光度は-7.0等(絶対光度)で、そのときの高さが47.0 kmでした。

最後に

この火球はどの流星群にも属さない散在流星でした。また、軌道計算結果の詳細は次の表に示しました。

軌道計算結果、2017-1-5, 21:29:19 JST, J2000.0

年月日	時刻UT	視幅射点		修正幅射点		観測速度	消滅点での速度	地心速度	日心速度	交差角	絶対光度	発光点	消滅点
(YYYYMMDD)	(hhmmss)	$\alpha_o(^{\circ})$	$\delta_o(^{\circ})$	$\alpha_G(^{\circ})$	$\delta_G(^{\circ})$	$V_{\infty}(Km/s)$	V (km/s)	$V_G(Km/s)$	$V_H(Km/s)$	Q(deg)	(Mag)	H ₀ (Km) *	H _c (Km) *
2017/1/5	12:29:19	102.0	+43.5	102.9	+44.0	24.1	5.4	21.2	38.4	52.3	-7.0	98.9	34.6
		± 0.05	± 0.36	± 0.99	± 0.64	± 2.0	± 1.3						

発光点: $\lambda=139.344^{\circ}$ $\phi=+36.500^{\circ}$ 群馬県桐生市上空、消滅点: $\lambda=139.059^{\circ}$ $\phi=+36.383^{\circ}$ 群馬県前橋市上空

軌道長半径	離心率	近日点距離	昇交点黄経	軌道傾斜角	近日点引数	周期(年)	遠日点距離	流星群名	継続時間	太陽黄経	突入角	測光質量	実経路長
a (AU)	e	q (AU)	Ω (deg)	i (deg)	ω (deg)	P (yr)	Q (AU)		(sec)	(deg)	(deg)	(g)	(km)
2.70	0.749	0.678	285.13	13.36	254.07	4.4	4.72	SPO	3	285.133	66.0	160	70.3

謝辞

今回の火球の測定位置データ等を提供していただきました次の撮影者の諸氏の方々にお礼申し上げます。また、この結果を使って、今回の火球に伴います隕石落下の検討をしていただきました司馬康生氏に感謝いたします。