

要旨

DADの周辺で活動し、電波観測で捉えられているものに、かんむり座θ流星群(#0321TCB)、うしかい座λ流星群(#0322LBO)、かんむり座ξ流星群(#0323XCB)がある。これら3つの流星群はトロイダルの活動の代表的なものであるが、ビデオ観測ではまったく検出されていない。逆にビデオ観測で捉えられたDADの活動が電波観測で明確に捉えられているとは言い難い。このことから、DADはトロイダルの活動とは切り離して捉える方が良くと考えられる。

DAD自体は3つの小流星群の複合体と考えられるが、流星群をどのように定義するかで散在流星の一時的な盛り上がりということもできる。SonotaCo ネット、CAMS、EDMONDの3つのデータを比較したが、それらで完全に一致する結果は得られなかった。3つの小流星群あるいはその周囲の活動全体が、広がりを持ち、かつ、長期にわたり活動する、従来の「流星群」という概念から外れた存在なのかもしれない。

1. はじめに

先日発表した「ビデオ観測による流星群データ集」には<確定群>であるDADが含まれていない。これは輻射点分布密度比(DR)によって、周囲の散在流星と十分には判別ができなかったことによる。また、DADは電波観測で指摘されている”トロイダル北“の中心に位置しており、トロイダルの一部ではないかという考え方もある。今回はSonotaCo ネットのデータだけでなく、CAMS、EDMONDといったビデオ観測とCMORの輻射点分布を加えて、'DAD'がどのような流星活動なのか調査、検討する。

2. DADはトロイダルの活動なのか

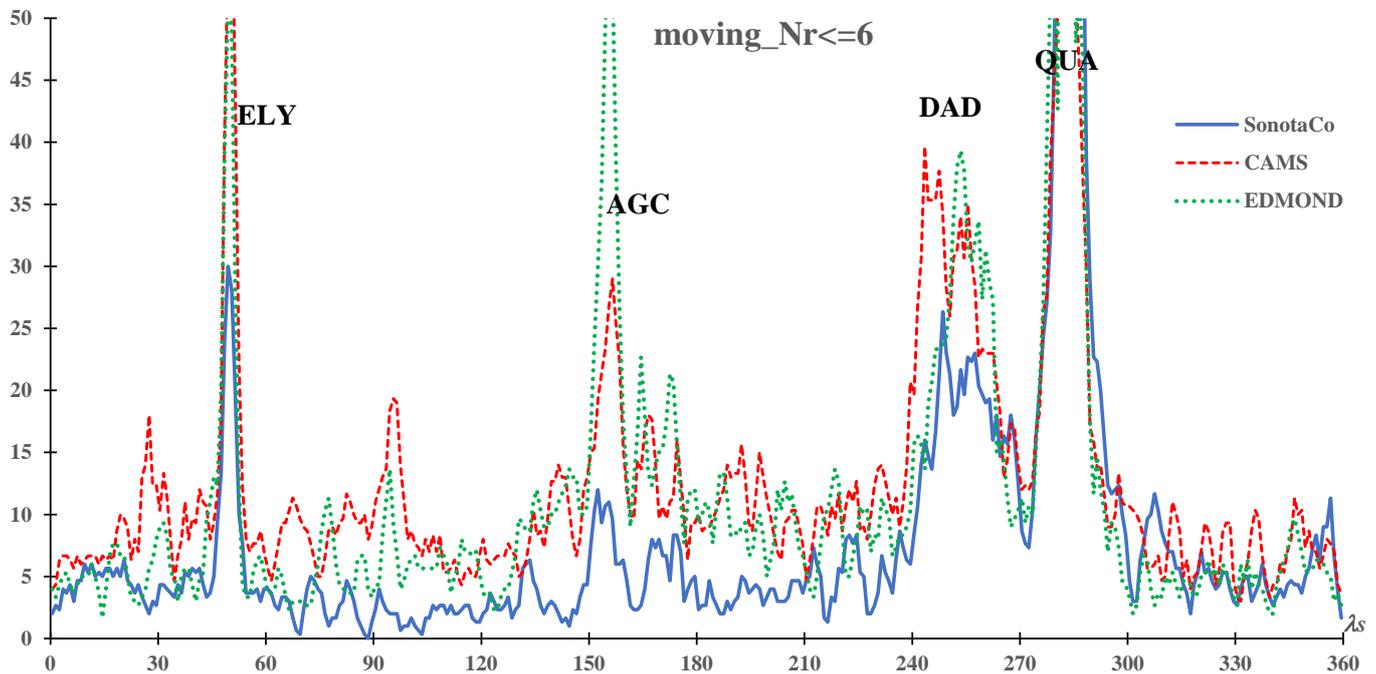


図 1 : DAD00 の輻射点(λ-λs, β)=(266.1, 63.0)から 6 度以内に入る輻射点数。

ビデオ観測 (SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND) により、DAD の輻射点 (0334DAD00, λ-λs=266.1, β=63.0) から 6 度以内に入る輻射点数の太陽黄経 3 度ごとの移動平均を図 1 に示す。グラフに見られるように、輻射点の位置(λ-λs, β)で表すと DAD とほぼ同じ場所で活動する流星群が 1 年間の間に 4 つあることが分かる。

ELY と AGC はほぼ DAD と同じ(λ-λs, β)=(270, 63)を輻射点として活動するが、表 1 に示すように、いずれも活動期間は DAD よりも短く、DR_{max} と N_{max} が大きいことからわかるように活動の増減、輻射点の集中も明瞭である。QUA の活動期間が長いように見えるが、これについては後で議論する。

表 1 : 図 1 に登場する流星群の基本要素。

DR_{max} は輻射点移動の中心から 10~15 度に存在する輻射点数に対する輻射点移動の中心から 3 度以内の輻射点数の天球上の面積比を考慮した輻射点密度の比の最大値 (極大時の ZHR に相当する)。N_{max} は太陽黄経 0.1 度ずつスライドさせた 1 度ごとの輻射点移動の中心から 3 度以内の輻射点数(Nr<=3)の移動平均の最大値である。ここで N_{max} は観測期間である 12 年という数字で除しているため、ほぼ 1 日あたり SonotaCo ネットで同時観

測される群流星と考えてよい。 λ_{S_DR} と λ_{S_N} は、それぞれ DR と($N_r \leq 3$)により推定される極大の太陽黄経。 λ_s は両者を勘案して最も確からしい極大の太陽黄経。 λ_{start} と λ_{end} は $DR > 2$ となる期間の太陽黄経である。

No. Code	流星群名	DR _{max}	N _{max}	λ_{S_DR}	λ_{S_N}	λ_s	λ_{start}	λ_{end}	α	δ	Vg
145 ELY	こと座 η 流星群	40.8	3.4	50.5	49.4	49.6	46	55	290.6	43.5	43.9
523 AGC	August gamma Cepheids	12.1	1.4	155.5	155.4	155.5	150	161	358.6	76.8	43.8
334 DAD	12月りゅう座 α 流星群	8.0	1.2	253.5	254.6	254	244	264	204.1	62.0	40.9
10 QUA	しぶんぎ座流星群	289.1	234.2	283.5	283.3	283.3	275	296	230.0	49.7	40.2

表 2 : DAD の周囲で活動する流星群 (付録の輻射点分布に登場するもの)。

Code	流星群名	α	δ	Vg	λ_s	$\lambda - \lambda_s$	β	e	q	i	ω	Ω	a
0392NID00	November i Draconids	200.1	64.5	43.0	241.0	270.1	62.5	0.737	0.987	74.9	181.1	241.0	3.76
0392NID01	November i Draconids	196.5	68.0	41.9	242.0	260.9	63.3	0.734	0.973	72.9	194.7	254.4	3.62
0488NSU00	November sigma Ursae Majorids	148.3	59.2	55.3	241.6	244.9	42.9	0.972	0.813	99.9	230.0	241.6	29.04
0336DKD00	12月りゅう座 κ 流星群	186.0	70.1	43.4	250.2	244.6	61.3	0.858	0.931	73.4	208.4	250.2	6.57
0015URS00	こぐま座流星群	219.4	75.3	33.0	271.0	218.5	72.1	0.796	0.944	51.5	204.9	270.7	4.62
0010QUA00	しぶんぎ座流星群	230.0	49.5	41.4	283.3	277.0	63.6	0.688	0.979	72.0	172.0	283.3	3.14
0403CVN00	Canum Venaticids	203.3	42.8	52.6	293.0	246.7	47.6	0.908	0.866	93.3	221.5	293.0	9.40
0323XCB00	かんむり座 ξ 流星群	244.8	31.1	44.3	294.5	299.7	51.5	0.651	0.817	79.6	124.7	294.5	2.34
0322LBO00	うしかい座 λ 流星群	219.6	43.2	41.8	295.5	259.8	54.4	0.358	0.956	79.3	206.6	295.4	1.49
0321TCB00	かんむり座 θ 流星群	232.3	35.8	38.7	296.5	279.2	52.4	0.166	0.924	77.0	124.9	296.5	1.11
0404GUM00	こぐま座 γ 流星群	231.8	66.8	31.8	299.0	222.5	75.1	0.772	0.959	51.1	199.5	299.0	4.20

註: 流星群名が和名のものは「確定群」、英名のものは IAUMDC で仮登録(working list)のものである。IAUMDC では1つの流星群について複数の登録がなされているが、ここでは表で上の行のもののみを示した。なお、NID には2つのデータを示したが、これについては「3. 2 DAD は複合群」参照のこと。

表 2 に掲げた流星群がビデオ観測でも電波観測でも捉えられているというわけではない。電波観測とビデオ観測で共通して観測される流星群は、こぐま座流星群(#0015URS)、しぶんぎ座流星群(#0010QUA)、おおぐま座 κ 流星群(#0445KUM)だけである。November i Draconids(#392NID)や DAD はこれら3つの流星群と比べて電波観測とビデオ観測のどちらでも活動は不鮮明である。November sigma Ursae Majorids(#0488NSU)と12月りゅう座 κ 流星群(#0336DKD)はビデオ観測だけで、また、かんむり座 θ 流星群(#0321TCB)、うしかい座 λ 流星群(#0322LBO)、かんむり座 ξ 流星群(#0323XCB)は電波観測だけで捉えられている。Canum Venaticids(#403CVN)は電波観測で検出されたものだが、どうやら一時的な活動であったようで、その後は捉えられていない。

TCB、LBO、XCB は典型的なトロイダル北のメンバーであるが、これらは表 2 の流星群の中で軌道半長径(a)が小さいほうから3番目までに入っている。「トロイダル」という名称自体が、軌道がほぼ円形で、軌道傾斜角が大きいということを意味している。電波観測でも捉えられているものを含み、ビデオ観測で活動が認められている流星群は、軌道傾斜角は大きいものの軌道長半径は大きなものが多い。

このようにトロイダル北の活動領域で観測される流星群のうち、ビデオ観測で捉えられている活動は ELY と AGC を含めて電波観測のトロイダル北の活動とは区別されるべきものと考えられる。

表 3 に IAUMDC に登録されている DAD の概要を示す。付録に掲載した CMOR の輻射点分布には DAD という表示が見られるが、CMOR で独立した流星群として認めているわけではないので、CMOR の論文では取り上げられず、IAUMDC にも登録申請がされていない。このことから、DAD は電波観測向きの流星活動ではなく、トロイダル北の活動とも区別されるべきだと考えられる。

表 3 : IAUMDC に登録されている DAD。DAD00 は SonotaCo ネット、DAD01 と 02 は CAMS の観測である。

Code	α	δ	Vg	λ_s	$\lambda - \lambda_s$	β	e	q	i	ω	Ω	a
0334DAD00	207.9	60.6	41.6	256.5	266.1	63.0	0.673	0.983	72.9	185.5	256.5	3.01
0334DAD01	210.8	58.6	40.8	256.0	272.0	62.8	0.603	0.983	71.8	177.4	254.8	2.48
0334DAD02	202.6	62.3	41.3	251.3	265.0	62.1	0.651	0.973	72.8	186.2	251.3	2.79

3. 'DAD' とはどんな流星活動なのか

3. 1 IAUMDC に登録されている DAD

先に MSS で発表した「ビデオ観測による流星群データ集」に DAD は含まれていない。表 3 に示した3つのデータを基に、太陽黄経による輻射点移動の回帰直線を求めると、3つのデータでそれぞれ異なる結果が得られる。これは、SonotaCo ネットのデータだけでなく、CAMS や EDMOND のデータを用いても同様である。

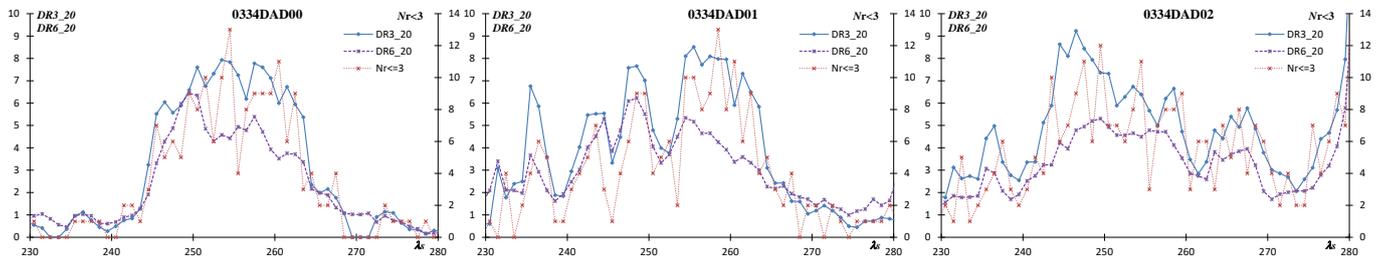


図 2a : SonotaCo ネットのデータによる DAD00~02 の推定活動曲線。

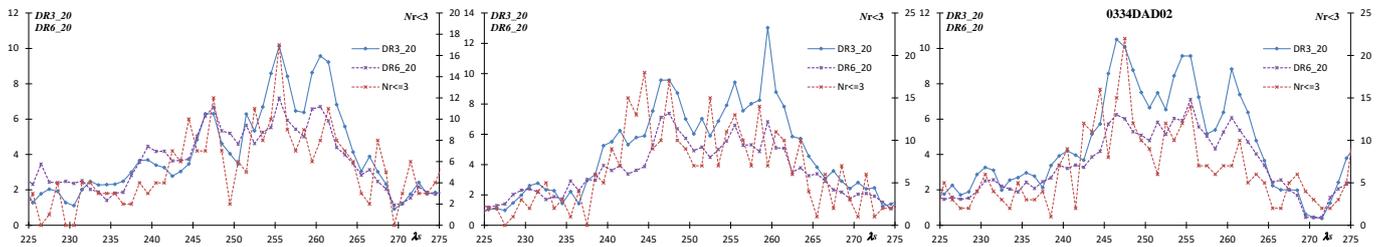


図 2b : CAMS のデータによる左から DAD00~02 の推定活動曲線。

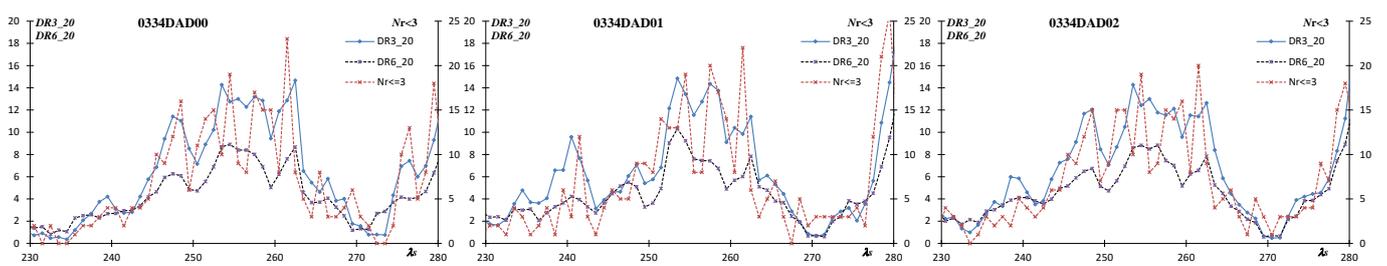


図 2c : EDMOND のデータによる DAD00~02 の活動曲線。

図 2a~c に輻射点移動を補正した、輻射点中心から 15~20 度の範囲にある輻射点の密度に対する輻射点の中心から 3 度以内に入る輻射点密度の比(DR3_20)と、6 度以内に入る輻射点密度の比(DR6_20)による活動曲線を示した。推定極大の太陽黄経、曲線の形のいずれもそれぞれかなり異なっていることが分かる。

基本的には太陽黄経 250~260 度の中に 1 つの極大がありそうであるが、太陽黄経 240~250 度の間にも別の極大がありそうに思われる。さらに、太陽黄経 270 度以降で活動曲線が上向いている。これは、しぶんぎ群の影響によるものが大きいのだが、付録の輻射点分布を見ると、しぶんぎ群の活動の前($\lambda_s < 280$)に図の中心より右側(西)に輻射点やや集中した場所が見られる。一方、しぶんぎ群の輻射点は図の中心より左側(東)に現れてくる。

3. 2 DAD は複合群

上記の検討から推定される 3 つの流星活動に対して表 4 に示す仮の値を設定して、DAD0~2 と同様の調査を行った。

表 4 : IAUMDC に掲載されている DAD の検討から推定される 3 つの活動調査の初期値。

	λ_s	$\lambda - \lambda_s$	β	$\Delta\lambda_s$	Δr
A	242	258	63	10	3
B	262	274	63	10	3
C	277	263	65	5	3

註：輻射点の仮位置は付録の輻射点分布から推定した。太陽黄経は 3 つが互いに重ならないよう、また、C については、しぶんぎ群の極大にかからないように選択したものであり、極大を意味しているわけではない。

A 表 4 に示す A を中心として DAD0~2 と同様に輻射点移動の回帰直線が収束するように計算すると、SonotaCo ネット及び CAMS のデータはほぼ同じ結果を示す。ここでは SonotaCo ネットによる輻射点分布(図 3 a)と活動曲線(図 3 b)を示す。

A の活動は #0392NID01 (表 2 参照) に一致する。しかし、IAUMDC の NID01 には矛盾がある。ここでは NID01 の極大時の太陽黄経 242.0 に基づいて($\lambda - \lambda_s, \beta$)を計算しているが、軌道要素の昇降点黄経は 254.4 である。輻射点の値が昇降点黄経に対応するものであれば NID01 は、むしろ DKD の活動に近くなる。IAUMDC には NID02 も掲載されているが、これの太陽黄経は 225.4 であり、この A の活動とは関係ない。A の活動と一致するのは NID01 を太陽黄経 242.0 の活動とみなした場合である。

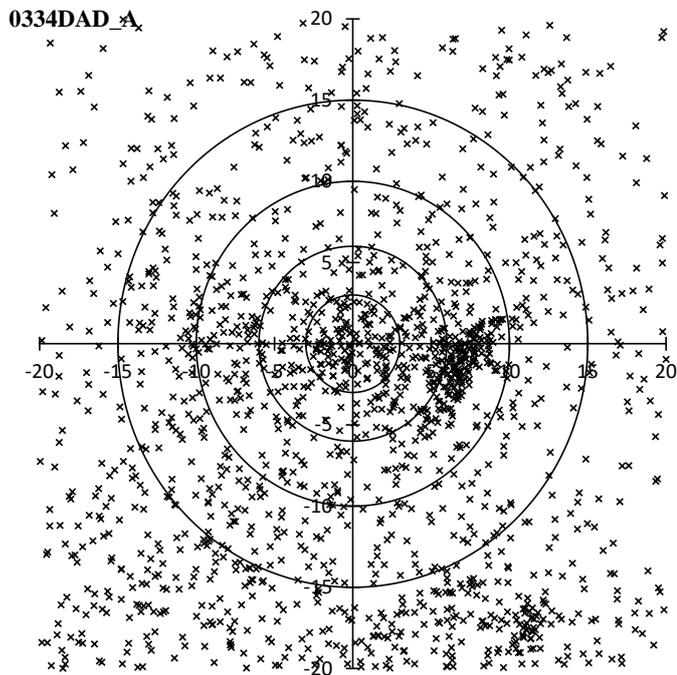


図 3a : SonotaCo ネットによる DAD_A の輻射点分布。

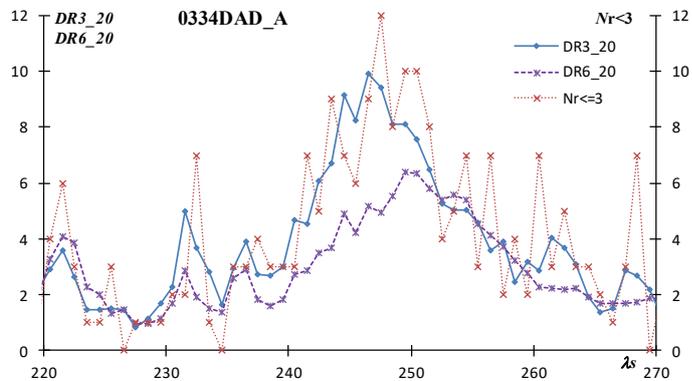


図 3b : SonotaCo ネットによる DAD_A の活動曲線。

図 3a で中心の右側にあるのが DKD、右下隅が NSU である。CAMs のデータでは DAD とされる流星の帰属判定は 336_334 となっている。これは #0334DAD は #0336DKD の一部とみなされていることを意味する。しかし、輻射点分布からも活動曲線からも、明らかにこの A の活動は DKD から独立したものである。

EDMOND の観測では、この A の活動は、はっきりとしない。

表 5 : SonotaCo ネットによる A の輻射点移動と軌道要素の変化。

λ_s	$\lambda - \lambda_s$	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
230	263.4	59.4	180.6	69.5	41.6	0.538	0.981	75.8	192.5	230.0	53.1	-12.2	2.12
231	263.1	59.6	181.7	69.4	41.6	0.544	0.981	75.6	192.8	231.0	54.2	-12.3	2.15
232	262.9	59.8	182.7	69.2	41.5	0.551	0.980	75.3	193.0	232.0	55.3	-12.5	2.18
233	262.6	60.0	183.8	69.0	41.5	0.558	0.980	75.1	193.1	233.0	56.4	-12.7	2.22
234	262.3	60.2	184.8	68.9	41.4	0.565	0.979	74.9	193.3	234.0	57.5	-12.9	2.25
235	262.0	60.4	185.8	68.7	41.4	0.571	0.979	74.7	193.5	235.0	58.6	-13.0	2.28
236	261.7	60.6	186.8	68.5	41.4	0.578	0.978	74.5	193.7	236.0	59.7	-13.2	2.32
237	261.5	60.8	187.8	68.4	41.3	0.585	0.978	74.2	193.9	237.0	60.8	-13.4	2.35
238	261.2	61.0	188.8	68.2	41.3	0.592	0.977	74.0	194.1	238.0	61.9	-13.5	2.39
239	260.9	61.2	189.7	68.0	41.3	0.598	0.976	73.8	194.2	239.0	63.0	-13.7	2.43
240	260.6	61.4	190.7	67.9	41.2	0.605	0.976	73.6	194.4	240.0	64.1	-13.8	2.47
241	260.3	61.5	191.6	67.7	41.2	0.612	0.975	73.4	194.6	241.0	65.2	-13.9	2.51
242	260.0	61.7	192.5	67.5	41.2	0.619	0.975	73.2	194.7	242.0	66.3	-14.1	2.56
243	259.7	61.9	193.4	67.4	41.1	0.625	0.974	72.9	194.9	243.0	67.5	-14.2	2.60
244	259.3	62.1	194.3	67.2	41.1	0.632	0.974	72.7	195.0	244.0	68.6	-14.3	2.65
245	259.0	62.3	195.1	67.1	41.0	0.639	0.973	72.5	195.2	245.0	69.7	-14.4	2.70
246	258.7	62.5	196.0	66.9	41.0	0.646	0.973	72.3	195.3	246.0	70.8	-14.6	2.75
247	258.4	62.7	196.8	66.8	41.0	0.653	0.972	72.1	195.4	247.0	71.9	-14.7	2.80
248	258.1	62.8	197.6	66.6	40.9	0.659	0.972	71.9	195.6	248.0	73.0	-14.8	2.85
249	257.7	63.0	198.4	66.4	40.9	0.666	0.971	71.7	195.7	249.0	74.1	-14.9	2.91
250	257.4	63.2	199.2	66.3	40.9	0.673	0.971	71.5	195.8	250.0	75.2	-15.0	2.97
251	257.0	63.4	200.0	66.2	40.8	0.680	0.970	71.3	196.0	251.0	76.3	-15.1	3.03
252	256.7	63.6	200.8	66.0	40.8	0.687	0.970	71.0	196.1	252.0	77.4	-15.2	3.10
253	256.3	63.8	201.5	65.9	40.8	0.694	0.969	70.8	196.2	253.0	78.5	-15.3	3.16
254	256.0	63.9	202.3	65.7	40.7	0.700	0.969	70.6	196.3	254.0	79.6	-15.4	3.23
255	255.6	64.1	203.0	65.6	40.7	0.707	0.968	70.4	196.5	255.0	80.7	-15.5	3.31
256	255.3	64.3	203.7	65.5	40.6	0.714	0.968	70.2	196.6	256.0	81.8	-15.6	3.38
257	254.9	64.5	204.4	65.3	40.6	0.721	0.968	70.0	196.7	257.0	82.9	-15.7	3.47
258	254.5	64.6	205.1	65.2	40.6	0.728	0.967	69.8	196.8	258.0	84.0	-15.7	3.55
259	254.2	64.8	205.8	65.1	40.5	0.735	0.967	69.6	196.9	259.0	85.1	-15.8	3.64
260	253.8	65.0	206.5	64.9	40.5	0.741	0.966	69.4	197.0	260.0	86.2	-15.9	3.74

Ⓔ

3つの観測データのいずれも、極大が明瞭でなく、また、輻射点分布の広がりも大きい。EDMONDによる輻射点分布(図4a)と活動曲線(図4b)を示す。

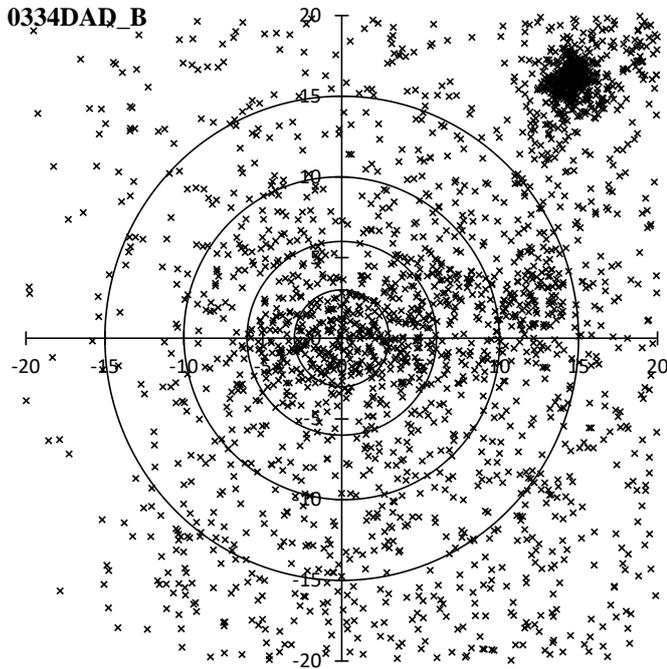


図 4a : EDMOND による DAD_B の輻射点分布。

なる。ここでは省略するが、DR15(3 度以内の輻射点密度と 10~15 度の範囲の輻射点密度の比)でも太陽黄経 261.5 度が極大である。B 自体がさらに小規模な流星群に分けられるか、データ数が少ないための見せかけの変動であるか明確ではない。SonotaCo ネット、CAMS も極大はおよそ太陽黄経 253.5~261.5 度の範囲にあり、A のような単一の極大は見られない。

太陽黄経 270 度以降で DR で見る活動が低下しているように見えるのは、こぐま群の影響が比較対象としている中心から 15~20 度の範囲に及ぶためもあるが、こぐま群に影響されない Nr<=3 でも減少しており、B の活動は太陽黄経 270 度までに終了していると考えられる。

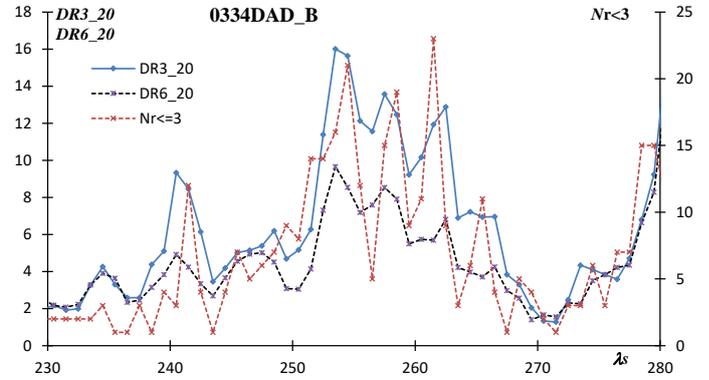


図 4b : EDMOND による DAD_B の活動曲線。

輻射点分布の右上にみられるのは、こぐま群である。また中央右寄り 10~15 度の範囲に DKD の末期出現が捉えられている。A に比べて輻射点が左右に 6 度程度まで広がっているように見られる。

活動曲線には中心から 3 度以内と 6 度以内の輻射点密度比(それぞれ DR3_20 と DR6_20)を示しているが、両者の増減に大きな違いは見られない。いずれも太陽黄経 253.5 度が極大となっている。しかし、Nr<=3 は激しく増減を繰り返し、太陽黄経 261.5 度で極大と

表 6 : EDMOND による B の輻射点移動と軌道要素の変化。

λ_s	$\lambda - \lambda_s$	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
240	272.6	62.3	200.7	63.8	39.7	0.532	0.987	71.6	177.8	240.0	59.3	2.1	2.11
241	272.6	62.3	201.3	63.5	39.8	0.536	0.987	71.6	177.8	241.0	60.3	2.1	2.13
242	272.5	62.3	202.0	63.1	39.8	0.540	0.987	71.7	177.8	242.0	61.3	2.0	2.15
243	272.5	62.3	202.6	62.8	39.9	0.544	0.987	71.8	177.9	243.0	62.3	2.0	2.16
244	272.4	62.3	203.2	62.4	40.0	0.548	0.987	71.8	177.9	244.0	63.4	2.0	2.18
245	272.4	62.3	203.8	62.1	40.0	0.551	0.986	71.9	178.0	245.0	64.4	1.9	2.20
246	272.3	62.4	204.4	61.7	40.1	0.555	0.986	71.9	178.0	246.0	65.4	1.9	2.22
247	272.3	62.4	204.9	61.4	40.2	0.559	0.986	72.0	178.1	247.0	66.4	1.8	2.24
248	272.2	62.4	205.5	61.1	40.2	0.563	0.986	72.0	178.1	248.0	67.4	1.8	2.26
249	272.2	62.4	206.1	60.7	40.3	0.567	0.986	72.1	178.1	249.0	68.4	1.8	2.28
250	272.2	62.4	206.7	60.4	40.4	0.571	0.986	72.2	178.2	250.0	69.4	1.7	2.30
251	272.1	62.4	207.3	60.1	40.4	0.575	0.986	72.2	178.2	251.0	70.5	1.7	2.32
252	272.1	62.4	207.9	59.7	40.5	0.578	0.985	72.3	178.3	252.0	71.5	1.7	2.34
253	272.0	62.4	208.5	59.4	40.6	0.582	0.985	72.3	178.3	253.0	72.5	1.6	2.36
254	272.0	62.4	209.0	59.1	40.6	0.586	0.985	72.4	178.3	254.0	73.5	1.6	2.38
255	271.9	62.4	209.6	58.7	40.7	0.590	0.985	72.5	178.4	255.0	74.5	1.6	2.40
256	271.9	62.4	210.2	58.4	40.7	0.594	0.985	72.5	178.4	256.0	75.5	1.5	2.43
257	271.8	62.4	210.8	58.1	40.8	0.598	0.985	72.6	178.4	257.0	76.5	1.5	2.45
258	271.8	62.4	211.3	57.8	40.9	0.602	0.985	72.6	178.5	258.0	77.5	1.5	2.47
259	271.7	62.4	211.9	57.5	40.9	0.606	0.985	72.7	178.5	259.0	78.6	1.4	2.50
260	271.7	62.4	212.5	57.1	41.0	0.610	0.984	72.8	178.5	260.0	79.6	1.4	2.52
261	271.6	62.5	213.0	56.8	41.1	0.614	0.984	72.8	178.6	261.0	80.6	1.4	2.55
262	271.6	62.5	213.6	56.5	41.1	0.618	0.984	72.9	178.6	262.0	81.6	1.3	2.58
263	271.5	62.5	214.2	56.2	41.2	0.622	0.984	72.9	178.7	263.0	82.6	1.3	2.60
264	271.5	62.5	214.7	55.9	41.3	0.626	0.984	73.0	178.7	264.0	83.6	1.3	2.63
265	271.5	62.5	215.3	55.6	41.3	0.630	0.984	73.0	178.7	265.0	84.6	1.2	2.66
266	271.4	62.5	215.9	55.3	41.4	0.634	0.984	73.1	178.7	266.0	85.6	1.2	2.69
267	271.4	62.5	216.4	55.0	41.5	0.638	0.984	73.2	178.8	267.0	86.6	1.2	2.72

268	271.3	62.5	217.0	54.7	41.5	0.643	0.984	73.2	178.8	268.0	87.7	1.1	2.75
269	271.3	62.5	217.5	54.4	41.6	0.647	0.984	73.3	178.8	269.0	88.7	1.1	2.78
270	271.2	62.5	218.1	54.1	41.6	0.651	0.984	73.3	178.9	270.0	89.7	1.1	2.82

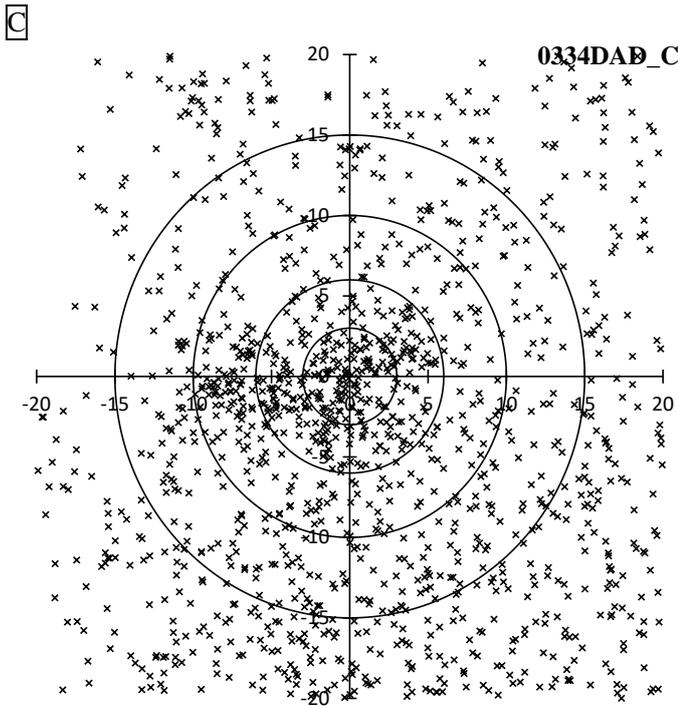


図 5a : CAMS による DAD_C の輻射点分布。

活動曲線はしぶんぎ群の活動に近接しているために、太陽黄経 280 度以降でその影響に飲み込まれている。しかし、活動が太陽黄経 270 度以降に始まり、B の活動と明瞭に区別されるべきであることがわかる。

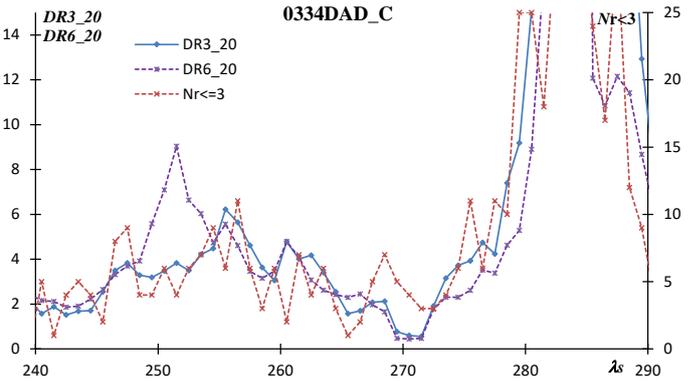


図 5b : CAMS による DAD_C の活動曲線。

SonotaCo ネットと CAMS の結果はよく似ている。ここでは CAMS による輻射点分布 (図 5a) と活動曲線 (図 5b) を示す。

輻射点分布は太陽黄経 272~282 度の範囲を示したものであるため、しぶんぎ群の活動が中心から左に 6 度あたりで見えている。付録に示した太陽黄経 3 度幅の輻射点分布を見れば、しぶんぎ群の活動に先行して C の活動が始まる様子が分かる。隣接はしていても C としぶんぎ群の活動は区別される。

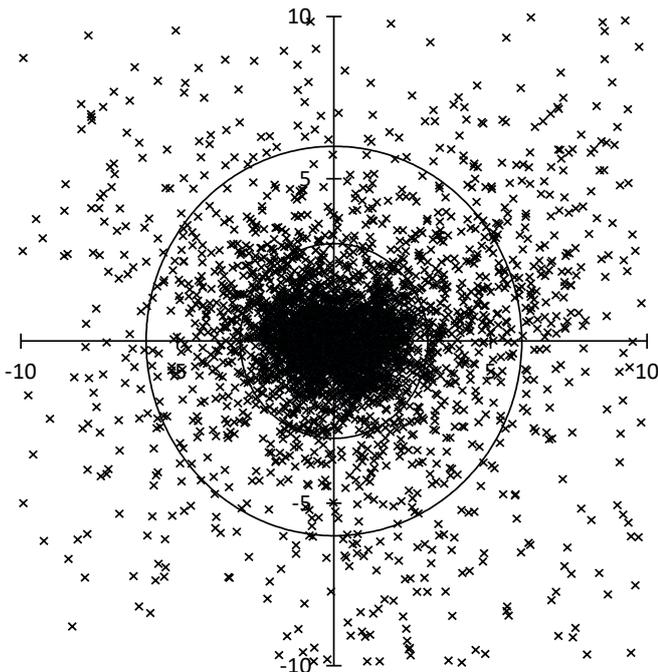


図 6a : SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の輻射点分布。範囲は中心から 10 度である。

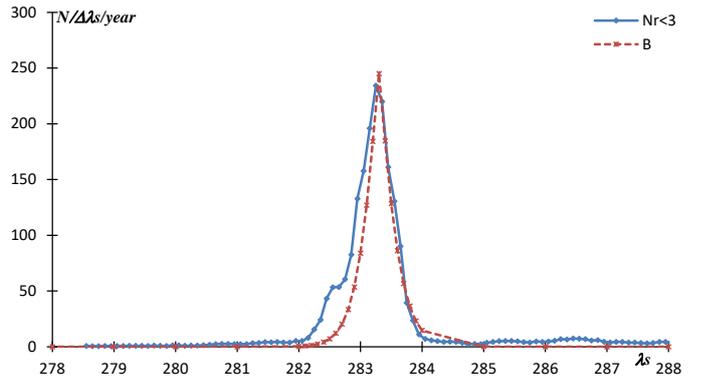


図 6b : SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の活動曲線。縦軸が DAD のものと異なる。

「ビデオ観測による流星群データ集」に収録した、しぶんぎ群の輻射点分布 (図 6a) と活動曲線 (図 6b) を示す。

輻射点分布図は、「ビデオ観測による流星群データ集」に収録した流星群一般に適応される中心から 10 度以内のものであるため、しぶんぎ群の輻射点がほぼ中心から 3 度以内にあることと、右斜め上に向けて 3~8 度の範囲に尾のように輻射点が伸びている様子が見られる。

また、図 6b において、活動曲線 (実線) は極大前において推定曲線 (破線) よりも上側にずれている。この推定曲線は極大時の軌道 (近日点方向) を基準にして、極大から離れた太陽黄経における軌道のずれから推定したものである。この輻射点の伸び (尾) と活動曲線の膨らみが C の活動を裏付けるものと考えられる。

興味深いのは、EDMOND による観測である。EDMOND の観測にはしぶんぎ群が比較的に少ないためか、SonotaCo ネットや CAMS と異なり、C の活動をしぶんぎ群の活動から分離することができている。

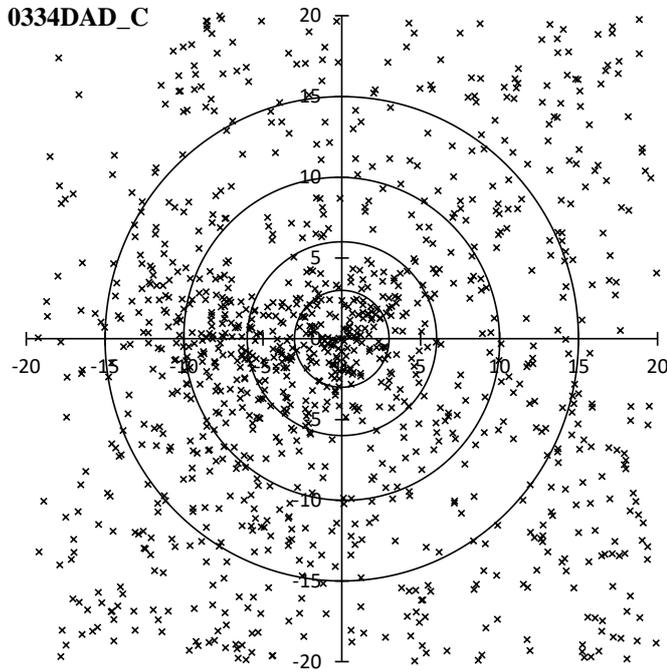


図 7a : EDMOND による DAD_C の輻射点分布。

は困難である。

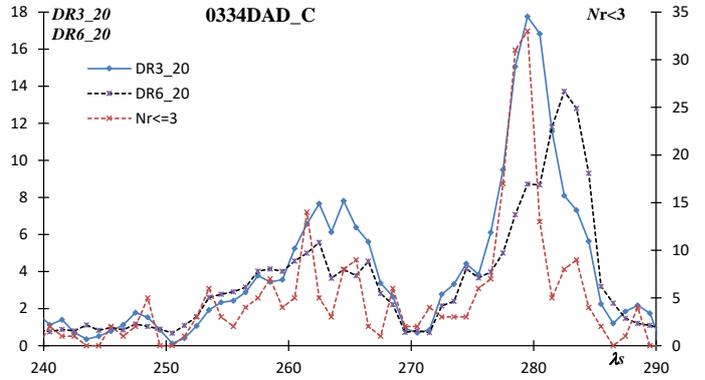


図 7b : EDMOND による DAD_C の活動曲線。

輻射点分布 (図 7a) からは輻射点がしぶんぎ群に隣接することが分かる。しかし、活動曲線 (図 7b) で、Nr<=3 及び DR3_20 によると極大は太陽黄経 279.5 度で、明らかにしぶんぎ群と区別されている。また活動の開始は太陽黄経 270 度以降で、太陽黄経 290 度まで活動が続くといられる。SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の活動曲線からは極大がもう少し遅い可能性もあるが、しぶんぎ群の活動と C の活動の規模の違いがあまりに大きく、これ以上推定は現時点で

表 7a : CAMS による C の輻射点移動と軌道要素の変化。

λ_s	$\lambda - \lambda_s$	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
270	261.4	65.1	216.0	59.0	44.1	0.940	0.979	73.4	188.2	270.0	92.4	-7.9	16.26
271	261.9	65.0	216.8	58.5	43.7	0.911	0.979	73.1	187.9	271.0	93.3	-7.5	10.99
272	262.4	65.0	217.5	58.0	43.3	0.882	0.980	72.8	187.5	272.0	94.2	-7.1	8.33
273	262.9	65.0	218.3	57.5	42.9	0.854	0.980	72.5	187.1	273.0	95.1	-6.8	6.72
274	263.4	65.0	219.0	57.0	42.6	0.826	0.980	72.2	186.7	274.0	96.1	-6.4	5.65
275	263.9	64.9	219.8	56.5	42.2	0.799	0.981	71.9	186.3	275.0	97.0	-6.0	4.88
276	264.5	64.9	220.6	56.0	41.8	0.772	0.981	71.6	185.8	276.0	97.9	-5.5	4.30
277	265.0	64.8	221.3	55.5	41.4	0.745	0.982	71.3	185.4	277.0	98.7	-5.1	3.85
278	265.5	64.8	222.1	55.1	41.1	0.719	0.982	70.9	184.9	278.0	99.6	-4.7	3.49
279	266.0	64.8	222.8	54.6	40.7	0.693	0.982	70.6	184.5	279.0	100.5	-4.2	3.20
280	266.5	64.7	223.6	54.1	40.3	0.667	0.982	70.3	184.0	280.0	101.3	-3.7	2.95
281	267.0	64.7	224.4	53.7	40.0	0.642	0.983	69.9	183.5	281.0	102.2	-3.2	2.75
282	267.5	64.6	225.1	53.2	39.6	0.617	0.983	69.6	182.9	282.0	103.0	-2.7	2.57
283	268.0	64.6	225.9	52.7	39.2	0.593	0.983	69.2	182.4	283.0	103.8	-2.2	2.42
284	268.5	64.5	226.6	52.3	38.8	0.569	0.983	68.8	181.8	284.0	104.6	-1.7	2.28
285	269.0	64.5	227.4	51.8	38.5	0.545	0.983	68.4	181.2	285.0	105.4	-1.1	2.16
286	269.5	64.4	228.2	51.4	38.1	0.522	0.983	68.1	180.5	286.0	106.2	-0.5	2.06
287	270.0	64.4	228.9	51.0	37.7	0.499	0.983	67.7	179.8	287.0	106.9	0.2	1.96
288	270.5	64.3	229.7	50.5	37.3	0.477	0.983	67.3	179.1	288.0	107.6	0.8	1.88
289	271.0	64.2	230.4	50.1	37.0	0.455	0.983	66.9	178.3	289.0	108.3	1.5	1.80
290	271.5	64.2	231.2	49.7	36.6	0.433	0.983	66.5	177.5	290.0	109.0	2.3	1.73

表 7b : EDMOND による C の輻射点移動と軌道要素の変化。

λ_s	$\lambda - \lambda_s$	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
270	268.4	62.7	216.8	55.1	41.7	0.666	0.983	73.2	182.3	270.0	90.7	-2.2	2.94
271	267.6	63.0	217.2	55.3	41.4	0.662	0.983	72.7	183.3	271.0	92.0	-3.2	2.91
272	266.7	63.3	217.7	55.5	41.2	0.659	0.982	72.2	184.3	272.0	93.3	-4.1	2.88
273	265.9	63.6	218.1	55.6	40.9	0.655	0.982	71.6	185.2	273.0	94.7	-5.0	2.85
274	265.0	63.9	218.5	55.8	40.6	0.652	0.981	71.1	186.2	274.0	96.0	-5.9	2.82
275	264.0	64.2	218.9	56.0	40.3	0.649	0.980	70.5	187.1	275.0	97.4	-6.7	2.79
276	263.1	64.5	219.3	56.2	40.0	0.646	0.980	70.0	188.1	276.0	98.8	-7.6	2.77
277	262.2	64.7	219.7	56.3	39.7	0.643	0.979	69.4	189.0	277.0	100.2	-8.4	2.74
278	261.2	65.0	220.0	56.5	39.5	0.640	0.978	68.9	190.0	278.0	101.6	-9.3	2.72
279	260.2	65.2	220.4	56.7	39.2	0.637	0.976	68.3	190.9	279.0	103.1	-10.1	2.69

280	259.2	65.5	220.7	56.8	38.9	0.635	0.975	67.8	191.8	280.0	104.5	-10.9	2.67
281	258.1	65.7	221.0	57.0	38.6	0.632	0.974	67.2	192.7	281.0	106.0	-11.7	2.65
282	257.1	66.0	221.3	57.2	38.3	0.629	0.973	66.7	193.6	282.0	107.5	-12.4	2.62
283	256.0	66.2	221.6	57.4	38.0	0.627	0.971	66.1	194.5	283.0	109.0	-13.2	2.60
284	254.9	66.4	221.8	57.5	37.8	0.625	0.970	65.6	195.3	284.0	110.5	-13.9	2.58
285	253.8	66.6	222.1	57.7	37.5	0.622	0.968	65.0	196.2	285.0	112.0	-14.6	2.56
286	252.7	66.8	222.3	57.9	37.2	0.620	0.967	64.5	197.0	286.0	113.5	-15.3	2.54
287	251.6	67.0	222.5	58.1	36.9	0.618	0.965	63.9	197.9	287.0	115.1	-16.0	2.53
288	250.4	67.2	222.7	58.2	36.6	0.616	0.964	63.4	198.7	288.0	116.6	-16.7	2.51
289	249.2	67.4	222.8	58.4	36.3	0.614	0.962	62.8	199.5	289.0	118.2	-17.3	2.49
290	248.0	67.6	223.0	58.6	36.1	0.612	0.960	62.3	200.3	290.0	119.8	-17.9	2.47

表 7c : SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の輻射点移動と軌道要素の変化。

λ_s	$\lambda-\lambda_s$	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
270	277.7	60.3	219.6	50.4	41.8	0.578	0.977	74.9	168.9	270.0	87.1	10.7	2.32
271	277.6	60.6	220.4	50.3	41.7	0.582	0.977	74.6	169.2	271.0	88.1	10.4	2.34
272	277.6	60.8	221.2	50.2	41.5	0.585	0.977	74.3	169.4	272.0	89.1	10.2	2.36
273	277.5	61.1	222.1	50.2	41.4	0.589	0.978	74.0	169.6	273.0	90.1	10.0	2.38
274	277.4	61.3	222.8	50.1	41.3	0.592	0.978	73.7	169.9	274.0	91.1	9.7	2.40
275	277.4	61.6	223.6	50.0	41.2	0.596	0.978	73.3	170.1	275.0	92.1	9.5	2.42
276	277.3	61.8	224.4	50.0	41.1	0.599	0.978	73.0	170.3	276.0	93.1	9.3	2.44
277	277.2	62.1	225.2	49.9	41.0	0.603	0.978	72.7	170.5	277.0	94.2	9.0	2.46
278	277.1	62.3	226.0	49.9	40.8	0.606	0.979	72.4	170.8	278.0	95.2	8.8	2.48
279	277.1	62.6	226.7	49.8	40.7	0.610	0.979	72.1	171.0	279.0	96.2	8.6	2.51
280	277.0	62.9	227.5	49.8	40.6	0.613	0.979	71.8	171.2	280.0	97.2	8.4	2.53
281	276.9	63.1	228.3	49.7	40.5	0.617	0.979	71.5	171.4	281.0	98.2	8.2	2.55
282	276.8	63.4	229.0	49.7	40.4	0.620	0.979	71.1	171.6	282.0	99.3	7.9	2.58
283	276.7	63.6	229.8	49.7	40.3	0.624	0.979	70.8	171.8	283.0	100.3	7.7	2.60
284	276.7	63.9	230.5	49.6	40.1	0.627	0.980	70.5	172.0	284.0	101.3	7.5	2.63
285	276.6	64.1	231.2	49.6	40.0	0.631	0.980	70.2	172.2	285.0	102.3	7.3	2.65
286	276.5	64.4	232.0	49.6	39.9	0.634	0.980	69.9	172.4	286.0	103.4	7.1	2.68
287	276.4	64.6	232.7	49.6	39.8	0.638	0.980	69.6	172.6	287.0	104.4	6.9	2.70
288	276.3	64.9	233.4	49.6	39.7	0.641	0.980	69.3	172.8	288.0	105.4	6.8	2.73
289	276.2	65.2	234.1	49.6	39.5	0.645	0.980	69.0	173.0	289.0	106.5	6.6	2.76
290	276.1	65.4	234.8	49.6	39.4	0.648	0.981	68.7	173.1	290.0	107.5	6.4	2.79

4. 検討

図 8 に「3. 2 DAD は複合群」で取り上げた A~C 及びしぶんぎ群の輻射点移動の様子を示す。A から B さらに C そしてしぶんぎ群と連続している一連の活動とみられても不思議ではない。しかし、同じ太陽黄経で比べれば、輻射点の位置には数度の違いがあり、活動曲線で示したようにそれぞれ別の極大をもっている。これら 3 つの活動を独立したものと認めかどうかは、「流星群」をどのように定義するかという基本的な問題にかかっている。

ここで図 9 を見てみよう。輻射点移動を求める際の「収束」をモデル化したもので、縦軸は活動曲線を上下反転させたものといえる。ここで「収束する」とは回帰直線がある特定の値に留まることで、図では曲線の傾斜をたどりながら極小に到達することを意味している。図の A の活動についてはどこから始めても極小にたどり着くことがわかる。これは活動曲線が単調な場合、活発な活動が見られる場合に相当する。

これに対して図の B のような活動（観測が不十分で極大を明確に捉えられていない場合も含む）では、初めの位置、つまり、初期値をどのように選ぶ（たとえば DAD0~2 や A~C でどのような値を使う）かで到達点異なることが分かる。

実際の DAD の活動（データ）はもっと複雑で、DAD0~2 またそれらを SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND のいずれと組み合わせるかによって得られる結論が異なってくる（「3. 1 IAUMDC に登録されている DAD」参照）。

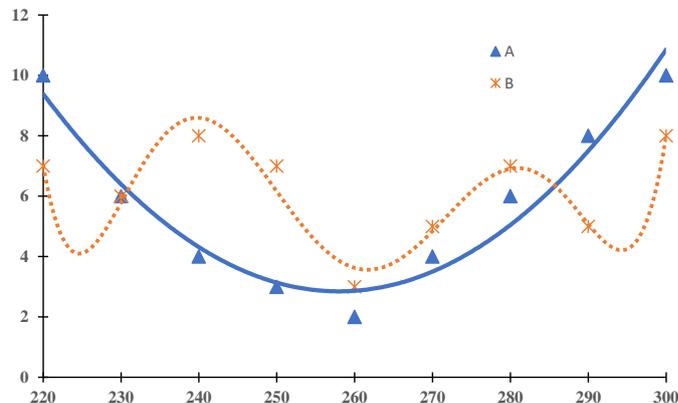


図 9 : 回帰直線が収束する様子（模式図）。

DAD0~2 の場合より、A~C の活動を想定した場合には3つのビデオ観測で似た結果が得られている。しかし、図8ではCについて比較のため CAMS と EDMOND の両方を示しているが、両者の輻射点移動の様子は大きく異なっている。しぶんぎ群の活動と C の活動には大きな違いがあり、しぶんぎ群の活動が活発な年に記録されたデータでは C としぶんぎ群の活動との区別が判然としなくなり、CAMS や SonotaCo ネットの観測では C の結果がしぶんぎ群に引き寄せられていると考えられる。

A~C の活動を想定したほうが'DAD'をよりよく理解できるが、しかし、散在流星や他に存在するかもしれない流星活動、また、しぶんぎ群との判別を明確にすることはできない。そもそも散在流星の出現と群活動とに明確な一線が引けるといふのは大流星群の観測を引きずる迷信である。図9でモデル化した A と B とは極端な例であり、実際には両者の間には連続した類型がある。DAD を流星群として認めるのか、また、さらにそれを3つの流星群として分けるのか、これは「流星群」というものをどのように定義するのかという基本的な問題提起であろう。IAUMDC の流星群リストはまさにその問題を抱えている。

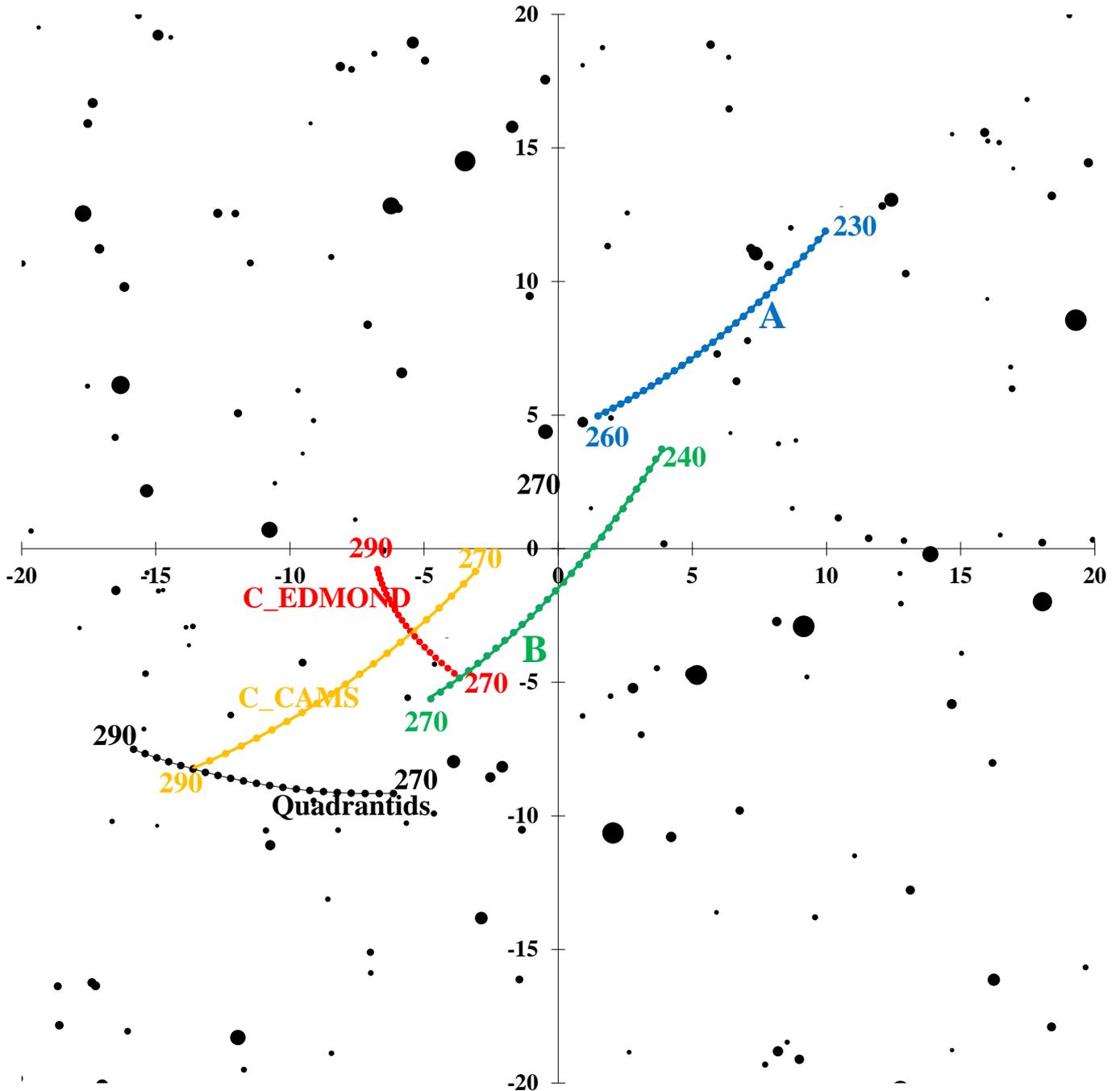


図 8 : DAD_A~C としぶんぎ群の輻射点移動。DAD_C は CAMS と EDMOND による違いを示した。

付録 : DAD の輻射点 (0334DAD00, $\lambda_s=256.5$, $\lambda-\lambda_s=266.1$, $\beta=63.0$) を中心としたビデオ観測 (SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND) と電波観測 (CMOR) による太陽黄経 230~300 度の輻射点分布。

DAD の活動が長期にわたり、また、トロイダル北の活動と比較するために太陽黄経 230~300 度の間について、ビデオ観測と電波観測による輻射点分布を示した。ビデオ観測は太陽黄経 3 度幅、CMOR のものは太陽黄経 1 度ごとの分布である。例として、最初のものについて説明する。左側が SonotaCo ネットの観測で太陽黄経 229~232 度の間に観測された輻射点分布である。次が CAMS でその次が EDMOND の観測によるものである。一番右の CMOR(Canadian Meteor Orbit Radar)は太陽黄経 230 度のものだが、2018 年の観測を主として用いている。画像更新の時間が一定ではないのでダウンロードができなかったり、観測中断の場合もあるので一部には 2017 年と 2019 年の画像を使用している。なお、CMOR の画像は本来のものと色調を反転している。また、投影法が異なり、しかも、極付近であるのでビデオ観測の分布とは多少位置関係がずれていることに注意が必要である。以下の画像も同様の順番である。

同じ太陽黄経であっても、ビデオ観測相互で輻射点分布にばらつきがみられる。これは、使用しているビデオ機器に多少の違いがあるためと、観測期間 (年) にずれがあるためである。基本的には、散在流星による変動がこの程度はあるとみられる。

図示した範囲で DAD 以外の流星群については SonotaCo ネットの分布に IAUMDC の略号を記した (本文中の表 2 参照)。また、CMOR には IAUMDC の略号が記載されているが、QUA が極端に早い時期に登場している。これは、CMOR では QUA が 'トロイダル北' の一員とみなされており、流星群としての定義が従来のものと全く異なるためである。また、CMOR では DKD が SonotaCo ネットによって提案された KDR のままであることには注意が必要である。

