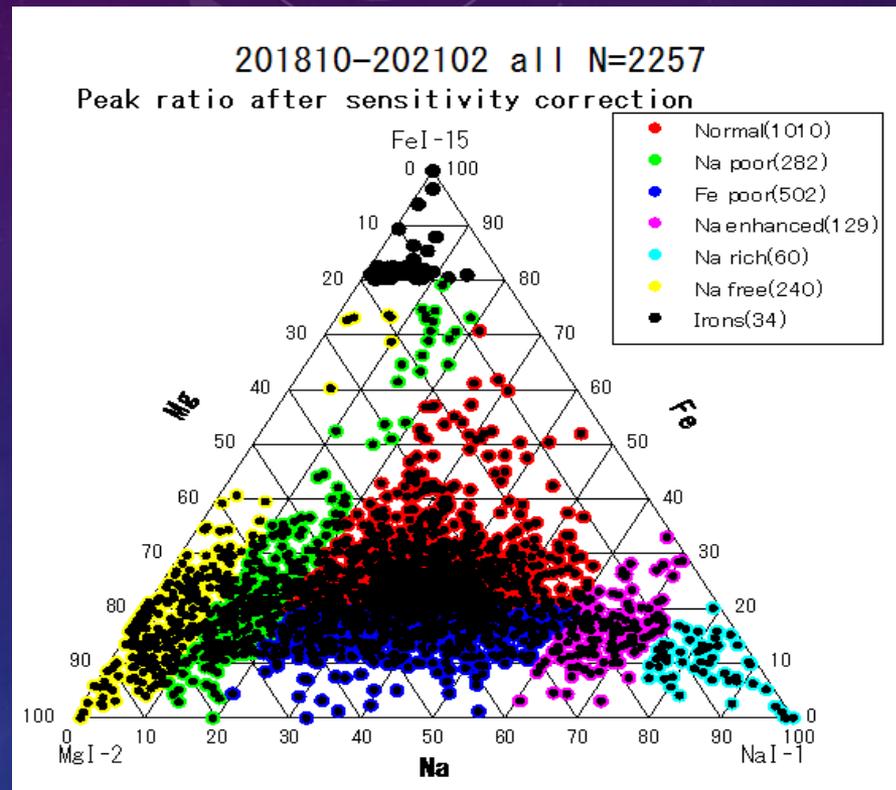
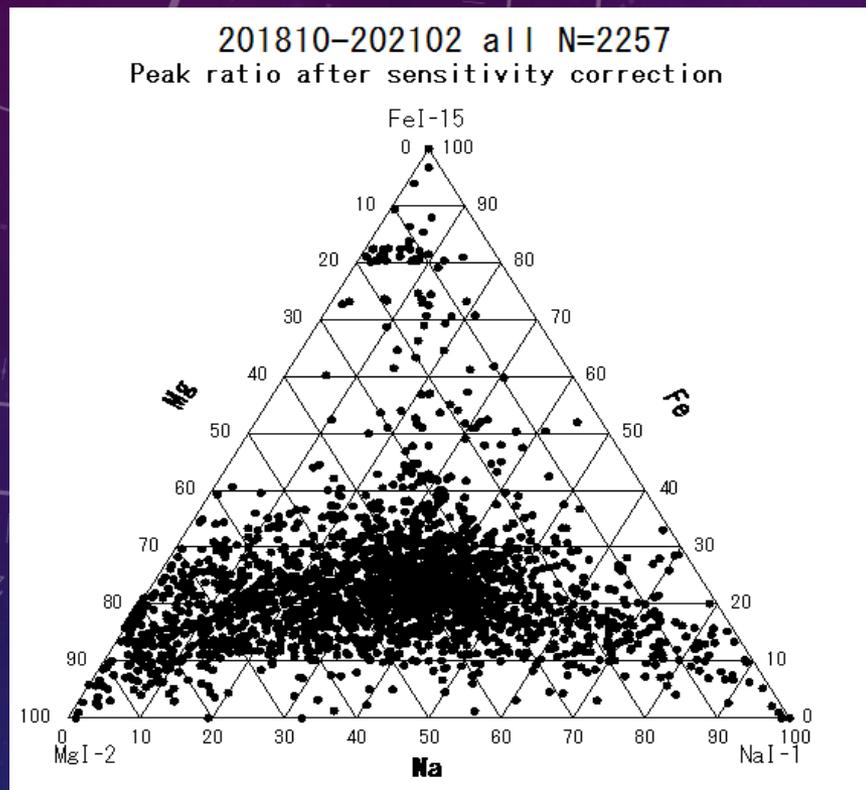


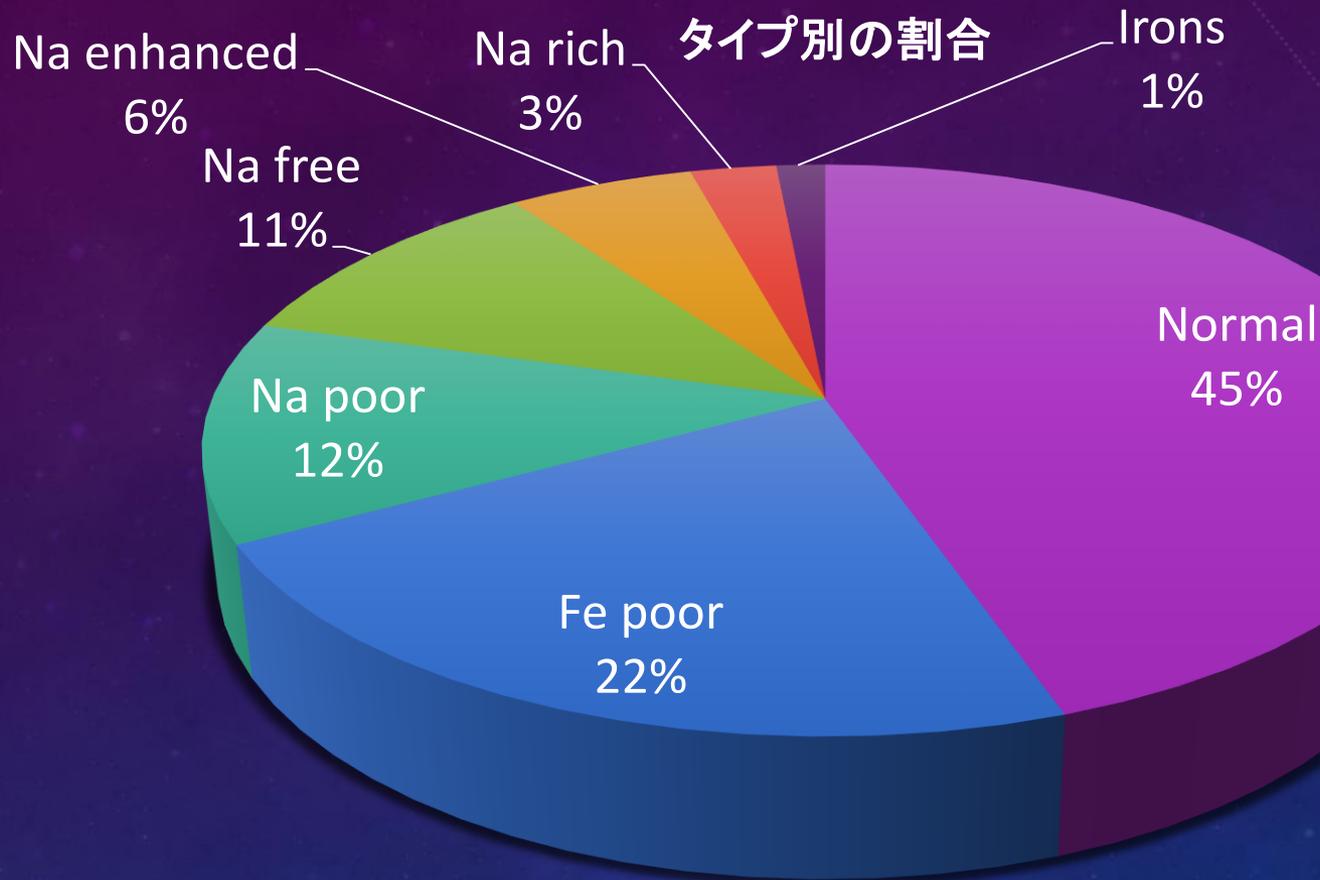
流星物理セミナー資料 20210702 関口

2018年10月から2021年2月のスペクトル解析結果と考察



2018年10月から2020年8月までと2021年2月までの一部のスペクトル解析結果の2257個です。カメラ8台の感度補正までのピーク比です。左が2021年2月までの一部の三角図です。右がタイプ別の三角図です。どちらも中央部分に集中が見られます。Feが50-80%になっているタイプが46個ありました。ほぼ全てのタイプのスペクトルが撮影されています。Na rich(60)とIrons(34)が少ないです。

流星スペクトルの得られたタイプ別の割合

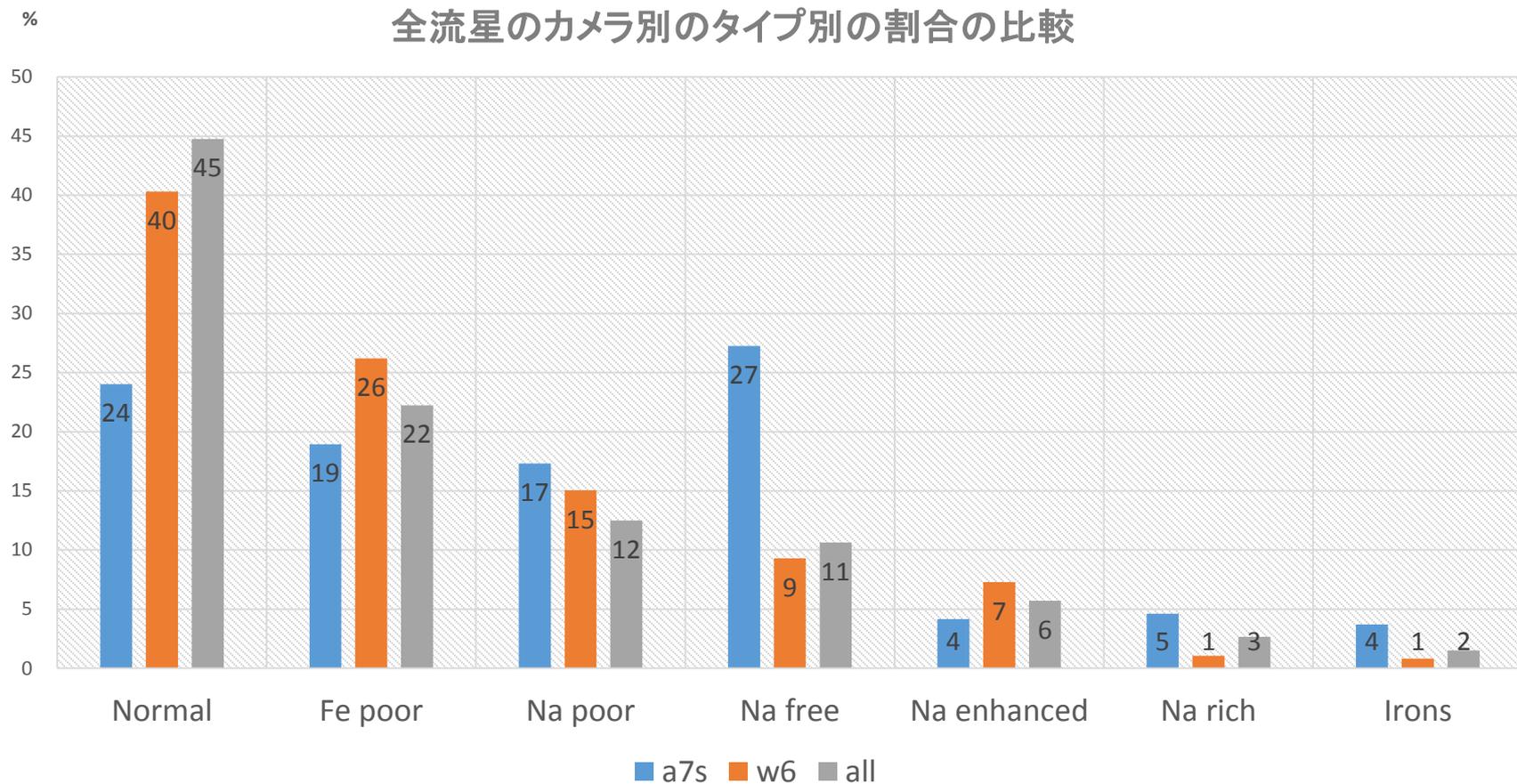


■ Normal ■ Fe poor ■ Na poor ■ Na free ■ Na enhanced ■ Na rich ■ Irons

2257個の全流星のスペクトルのタイプ別の割合です。Normalが45%と一番多かったです。次にFe poorでこの2つで約3/4になります。Na richとIronsは、合わせても全体の4%しかありませんでした。第3回スペクトル研究会の資料の時と殆ど変わっていません。

流星スペクトルの得られたカメラ別のタイプ別の割合

全流星のカメラ別のタイプ別の割合の比較

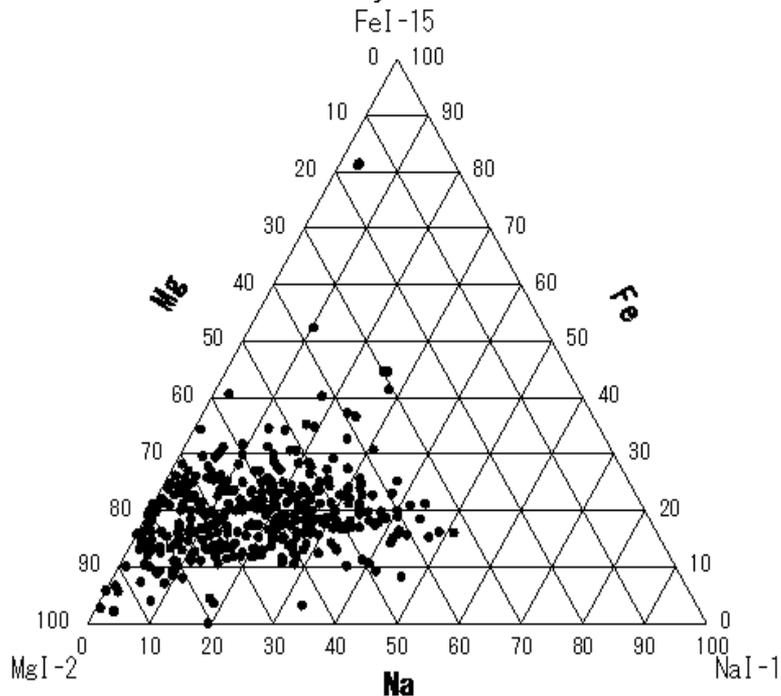


全流星2257個のスペクトルのカメラ別のタイプ別の割合です。a7SのみとW6のみと全体で比べました。W6と全体は、Normalが一番多かったですが。a7Sのみは、Na freeが多かったです。次に Fe poorとこの2つで約半分以上になりました。Na richとIronsは、第3回スペクトル研究会の資料の時と変わって少なくないです。Na freeは、ふたご群の影響があると思います。a7Sのみだけ暗いものを撮影したためと思われます。詳しくは、あとのスライドにあります。

流星スペクトルの得られた全Gem群の三角比

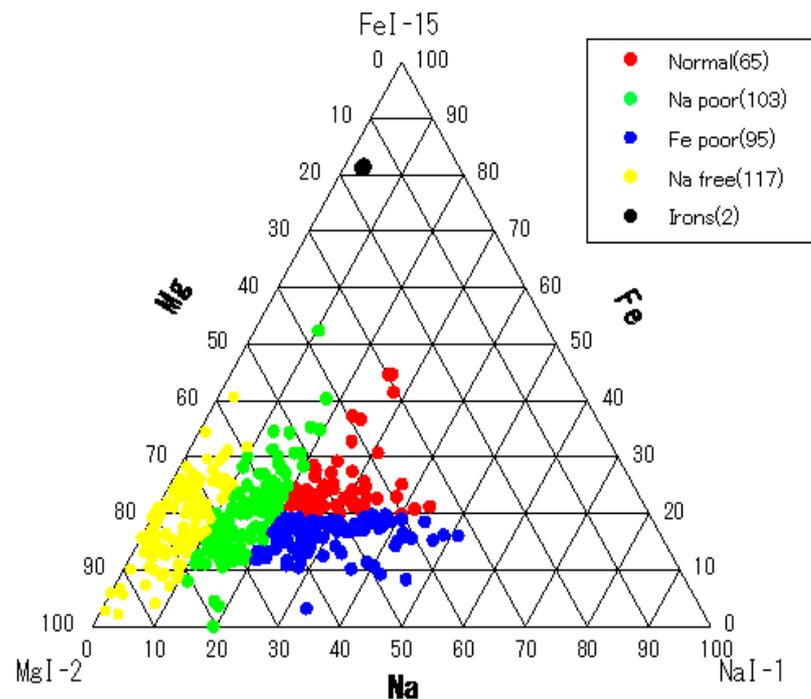
2018-2020 Gem 全カメラ途中 382個

Peak after sensitivity correction



2018-2020 Gem N=382

Peak after sensitivity correction

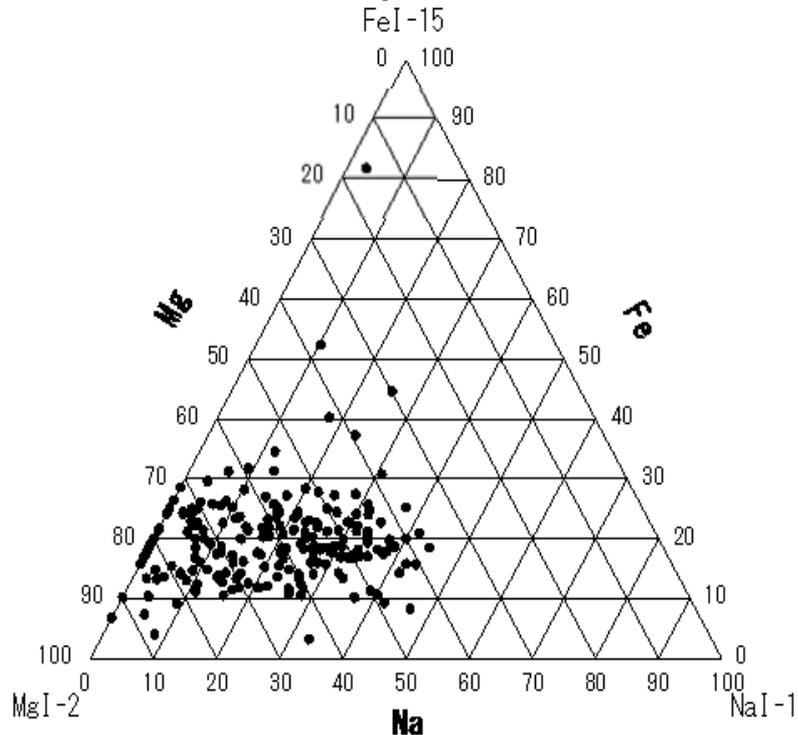


左は、2018年-2020年のふたご群の全流星382個のスペクトルの三角図の結果です。三角図の中央から左側によっています。Naの割合が0-40%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-30%に集中しています。右は、タイプ別の結果です。4つのタイプが大体同じですが、Na poor とNa Freeがやや多くなっています。

流星スペクトルの得られたGem群の年別の三角比

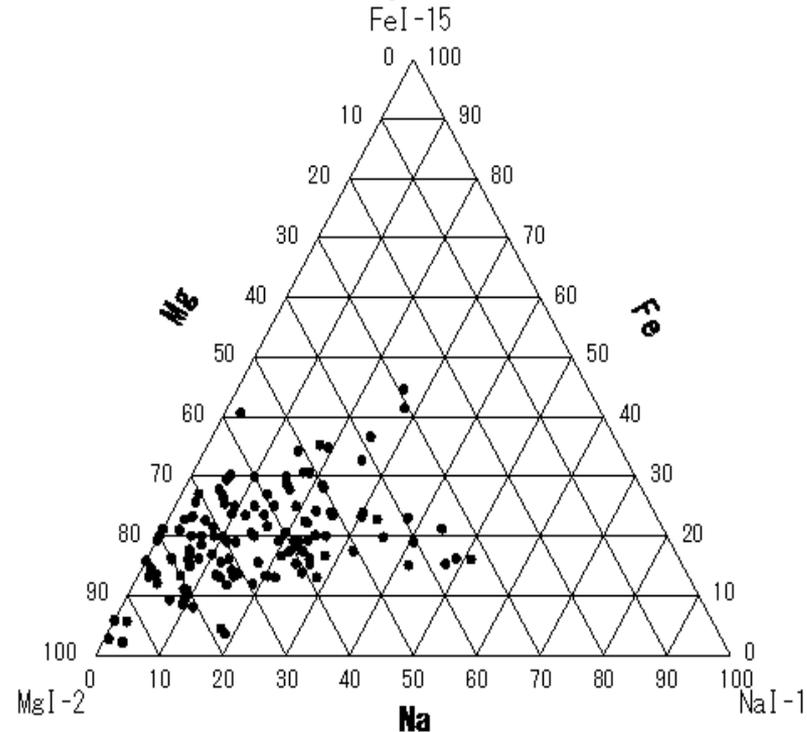
2019 Gem 全カメラ

Peak after sensitivity correction



2020 Gem 全カメラ途中 132個

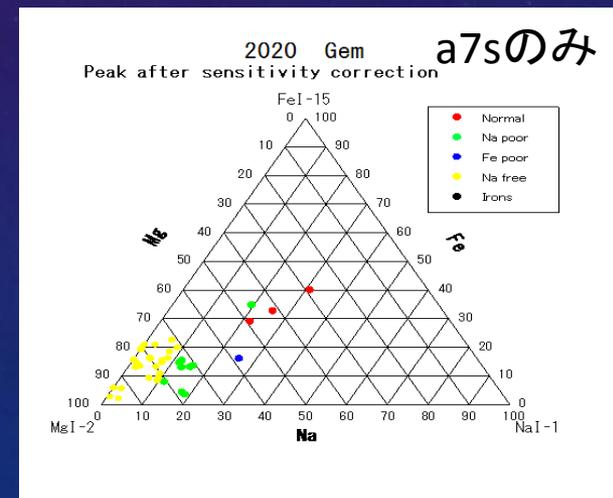
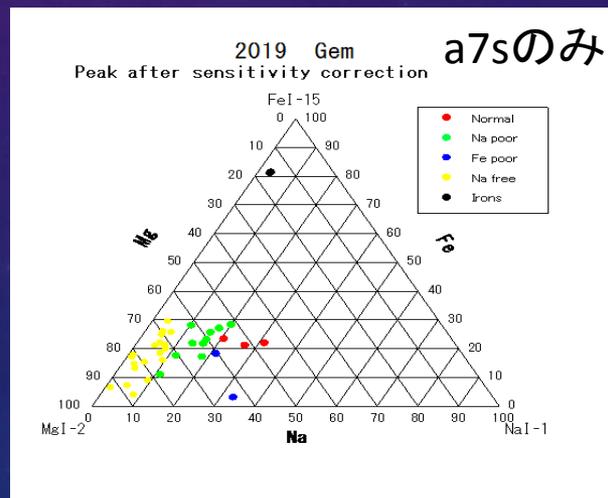
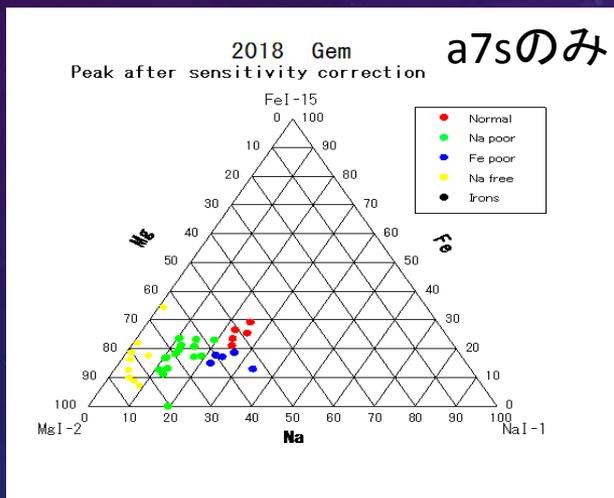
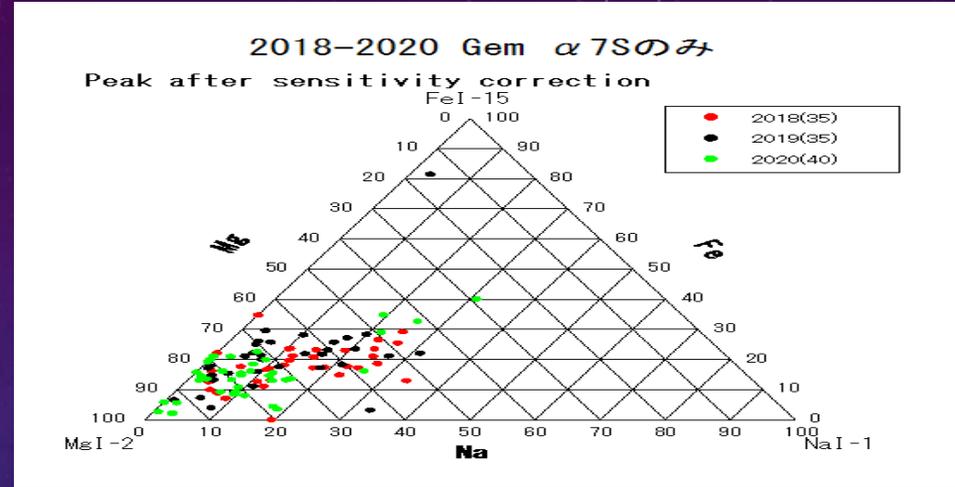
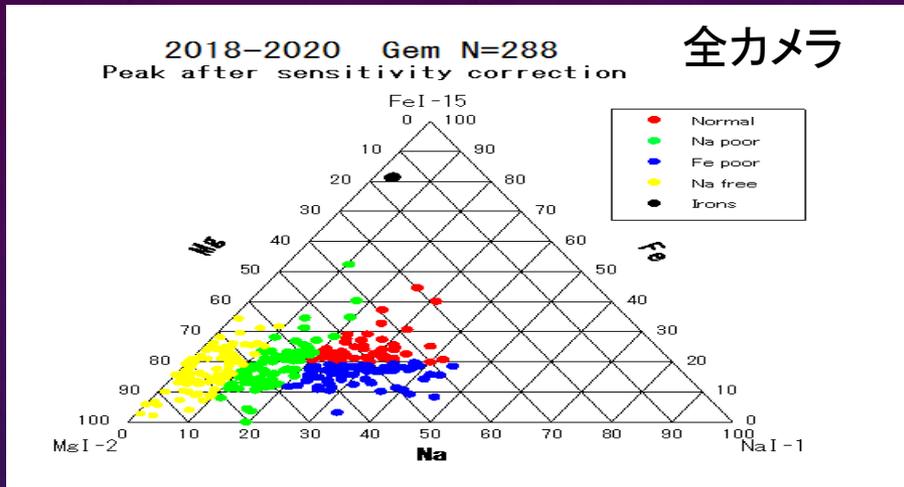
Peak after sensitivity correction



左は、2019年の全カメラによるふたご群のスペクトルの結果です。極大付近の明るいものが焦点距離の短いレンズでたくさん撮影され、Naの20-40%に集中が見られます。

右は、2020年の全カメラの一部によるスペクトルの結果です。2020年の方は、Naの割合が30-40%の集中が見られません。年によって分布の違いが見られます

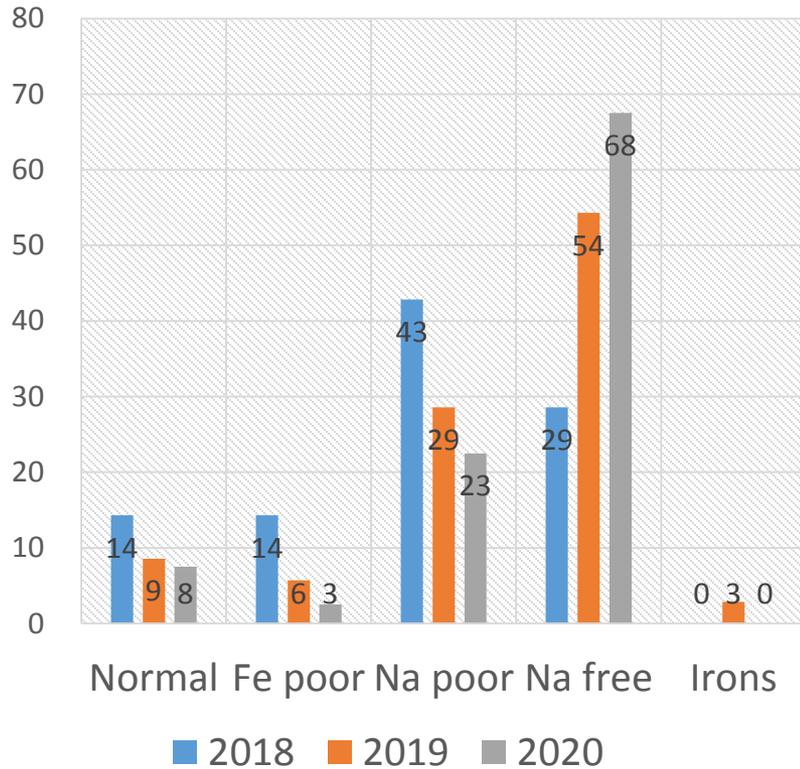
流星スペクトルの得られたGem群のタイプ別の三角比



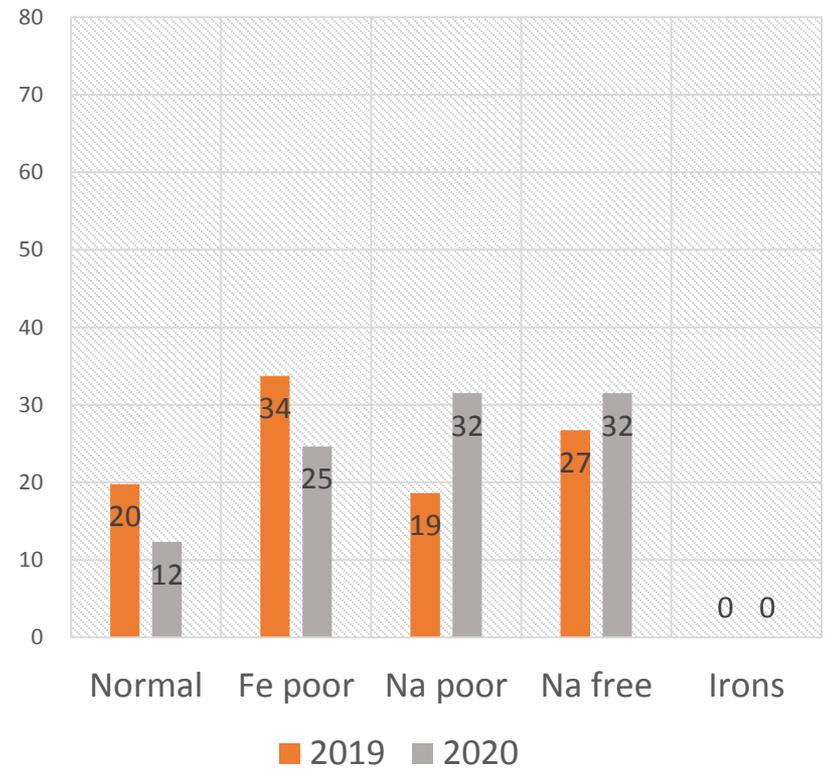
上の左はカメラのタイプ別三角図です。上の右は、 α 7sの50mmレンズのみのふたご群全部のタイプ別の三角比です。2018年は、赤点。2019年は、黒点。2020年は、緑点です。年によって分布の違いが見られます。下は、それぞれの年に分けたものです。違いが見られます。Normalは、少なく、Na free とNa poorが年によってばらつきが見られます。2018年は、Na poorがやや多かったですが、2019年と2020年は、Na Freeの方が多いです。

Gem群のカメラごとの年によるタイプ別の割合

% ふたご群の年によるタイプ別の割合の比較 a7s

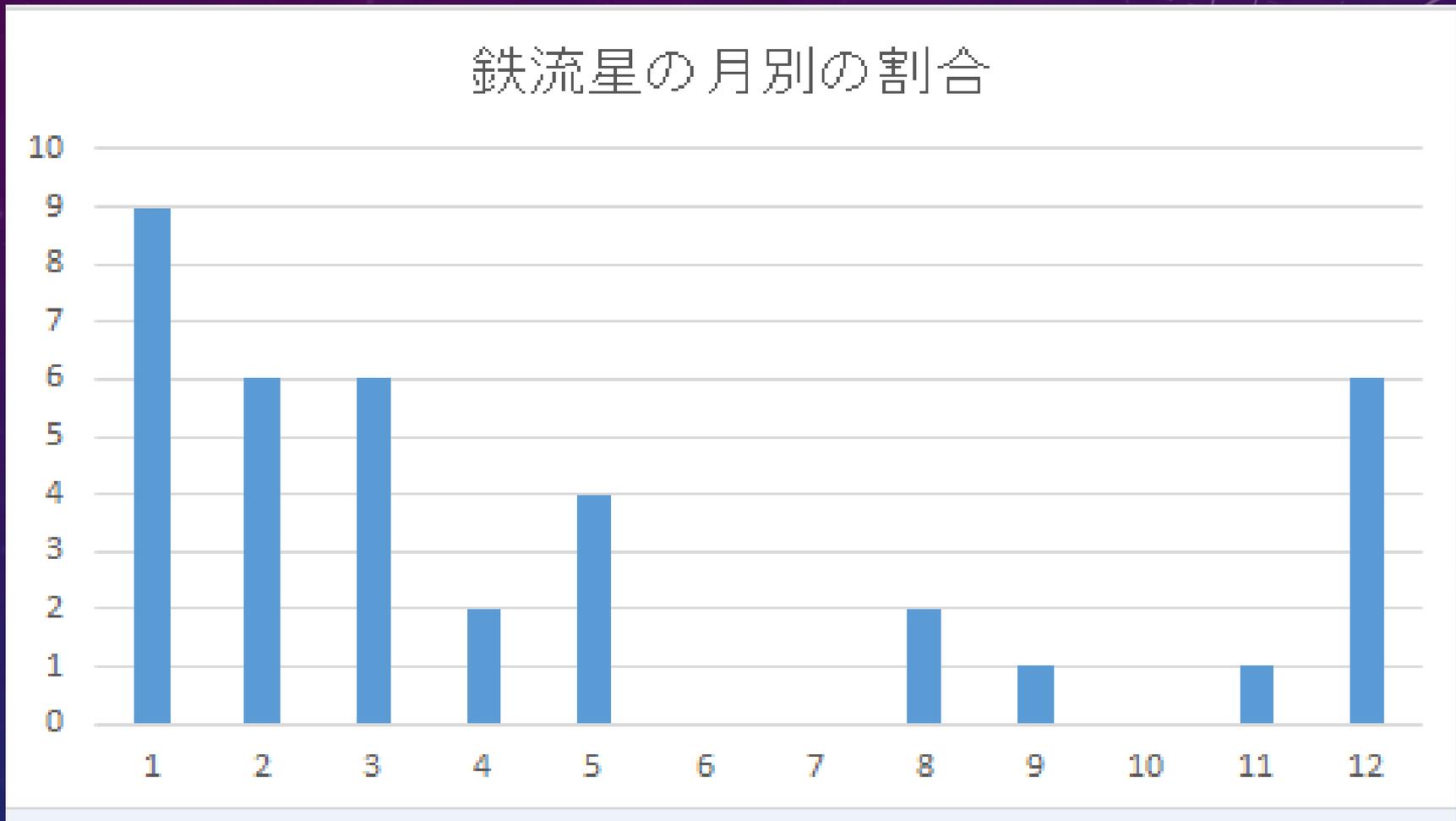


% ふたご群の年別のタイプ別の割合の比較 wカメラ



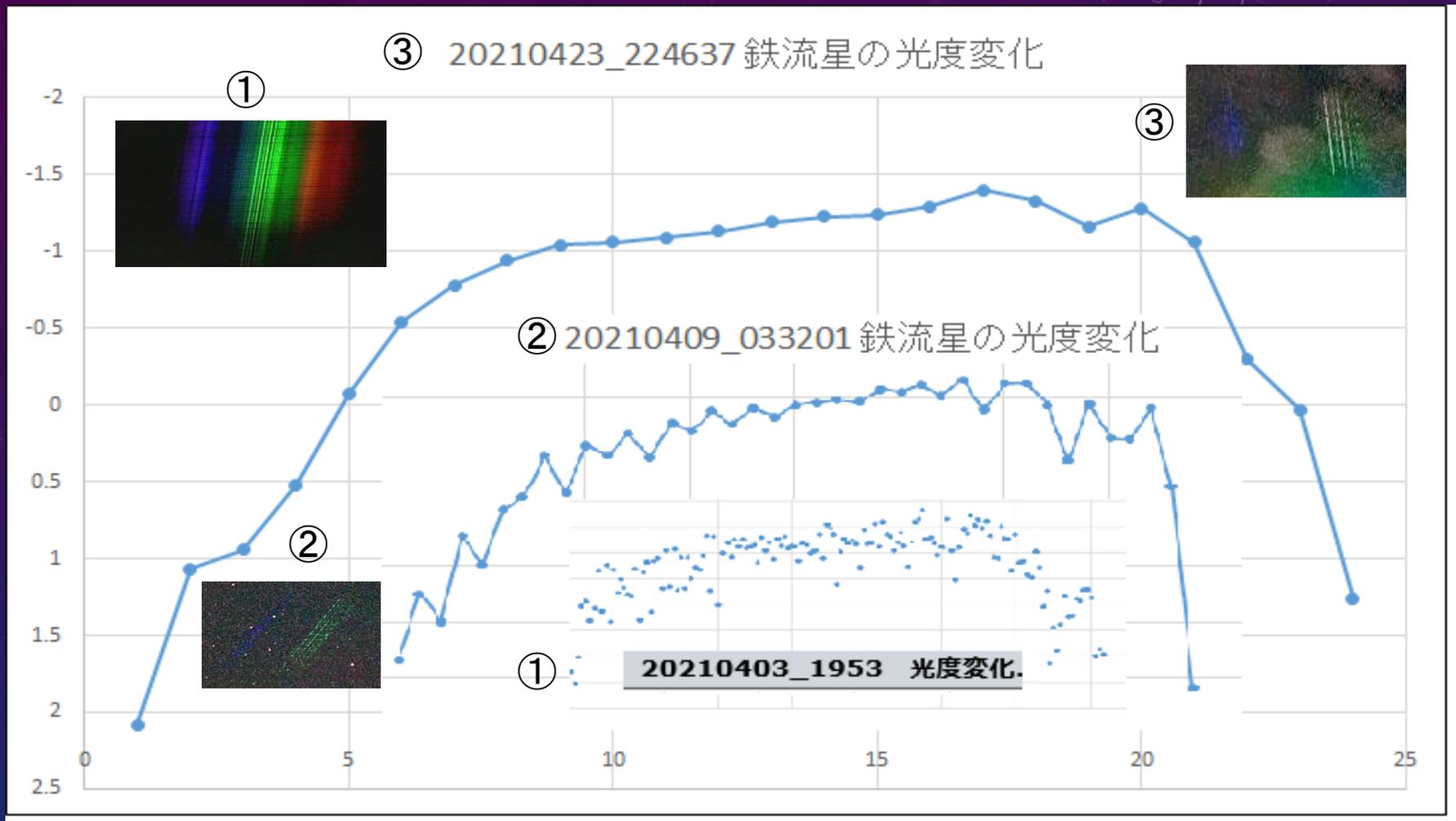
左は、a7sの50mmレンズのみのふたご群のタイプ別の割合の年による変化です。年によって割合の違いが見られます。NormalとFe poorは、少なく、Na free とNa poorが年によってばらつきが見られます。Na Freeは、毎年割合が増えています。Na Free以外の3つは、毎年割合が減っています。右は、wカメラの結果です。4つとも大体割合同じです。年よる傾向は、a7sと似ています。このことから、2020年の方がNormalタイプが少なかったことがわかります。

鉄流星の月別の割合



上は、鉄流星の月別の割合です。前田さんの結果と似たような傾向を示しています。12月から3月までが多く出現しています。空がよいことと観測時間が長いことも起因していると思います。6月から7月は、梅雨で観測できていません。10月も0個です。

2021年4月に得られた鉄流星のスペクトルの光度変化



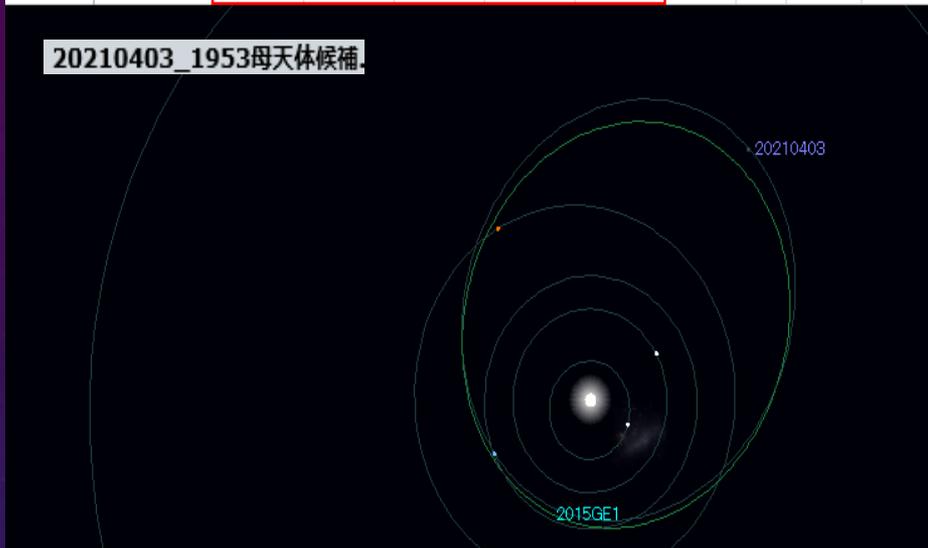
上は、2021年の4月に得られた鉄流星のスペクトルと本体の高度変化です。①のスペクトルは、永井氏が、②と③は、山崎氏が撮影されています。3つとも本体を私が撮影していて同時になっていました。私の本体の光度変化を元に比べてみました。よく似た変化を示しています。

4月に得られた鉄流星のスペクトルの母天体候補

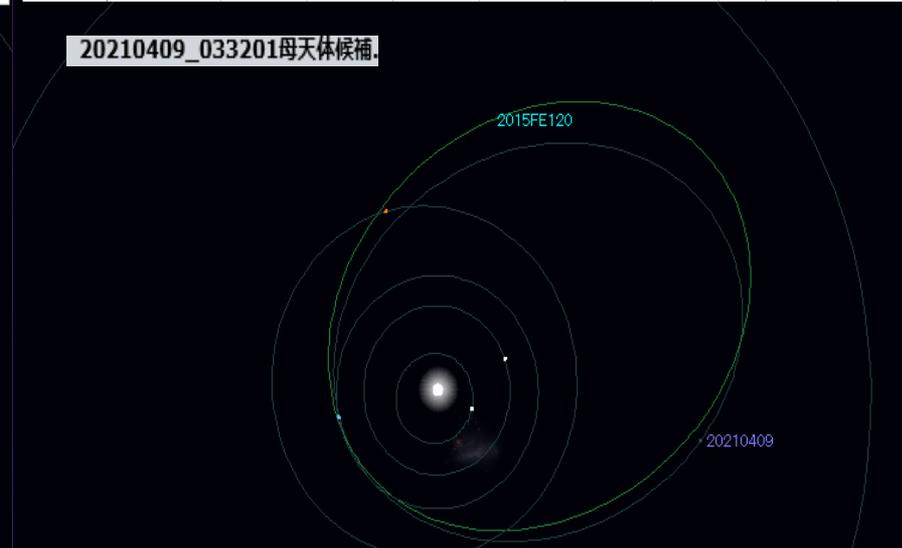
Num	Name	e	q	i	ω	Ω	D判定	λ_{Π}	β_{Π}
0	基準天体	0.507	0.909	12.30	43.20	193.60	0.00	236.14	8.39
2015	GE1	0.446	0.960	11.10	34.09	200.58	0.09	234.16	6.19

Num	Name	e	q	i	ω	Ω	D判定	λ_{Π}	β_{Π}
0	基準天体	0.534	1.001	23.10	181.00	18.90	0.00	199.82	-0.39
2015	FE120	0.551	1.010	22.80	188.98	21.51	0.10	209.80	-3.47

20210403_1953母天体候補



20210409_033201母天体候補

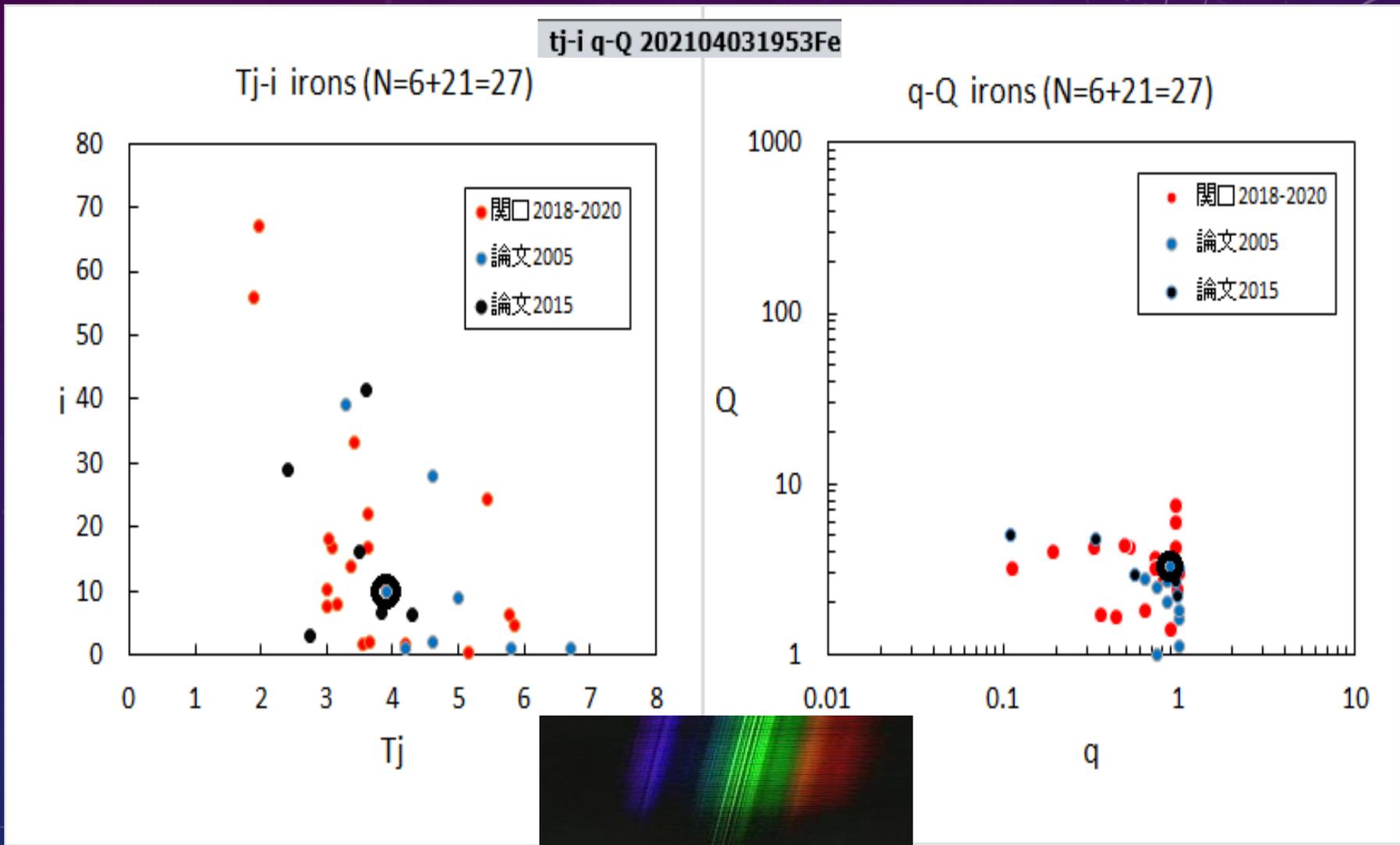


20210406-0423類似軌道の母天体候補

Num	Name	e	q	i	ω	Ω	D判定	λ_{Π}	β_{Π}
0	基準天体	0.695	0.647	7.30	274.02	14.01	0.00	288.06	-7.28
2002	GM5	0.695	0.647	7.30	274.02	14.01	0.00	288.06	-7.28
2012	HQ	0.676	0.666	6.16	271.09	23.36	0.09	294.46	-6.16
2014	UR116	0.728	0.564	6.57	286.86	5.94	0.11	292.90	-6.29
2017	TF5	0.745	0.580	5.57	272.12	15.87	0.09	288.01	-5.57
2004	VY14	0.650	0.686	7.02	230.37	60.40	0.12	290.56	-5.40
2017	UH6	0.616	0.571	9.37	259.70	31.51	0.13	291.07	-9.21
2021	0423_224637	0.749	0.655	12.10	259.30	33.30	0.13	292.36	-11.89
2021	0406_005608	0.704	0.661	9.20	259.70	15.80	0.16	275.37	-9.05

2021年の4月に得られた3つの鉄流星の母天体候補です。

4月に得られた鉄流星の火球のTj-Iとq-Qの関係



2021年の4月3日の鉄流星の火球のTj-Iとq-Qの関係。2005年の論文と似た位置にありますが軌道等が少し似ているようですが、ラムダに30度のずれがあります。

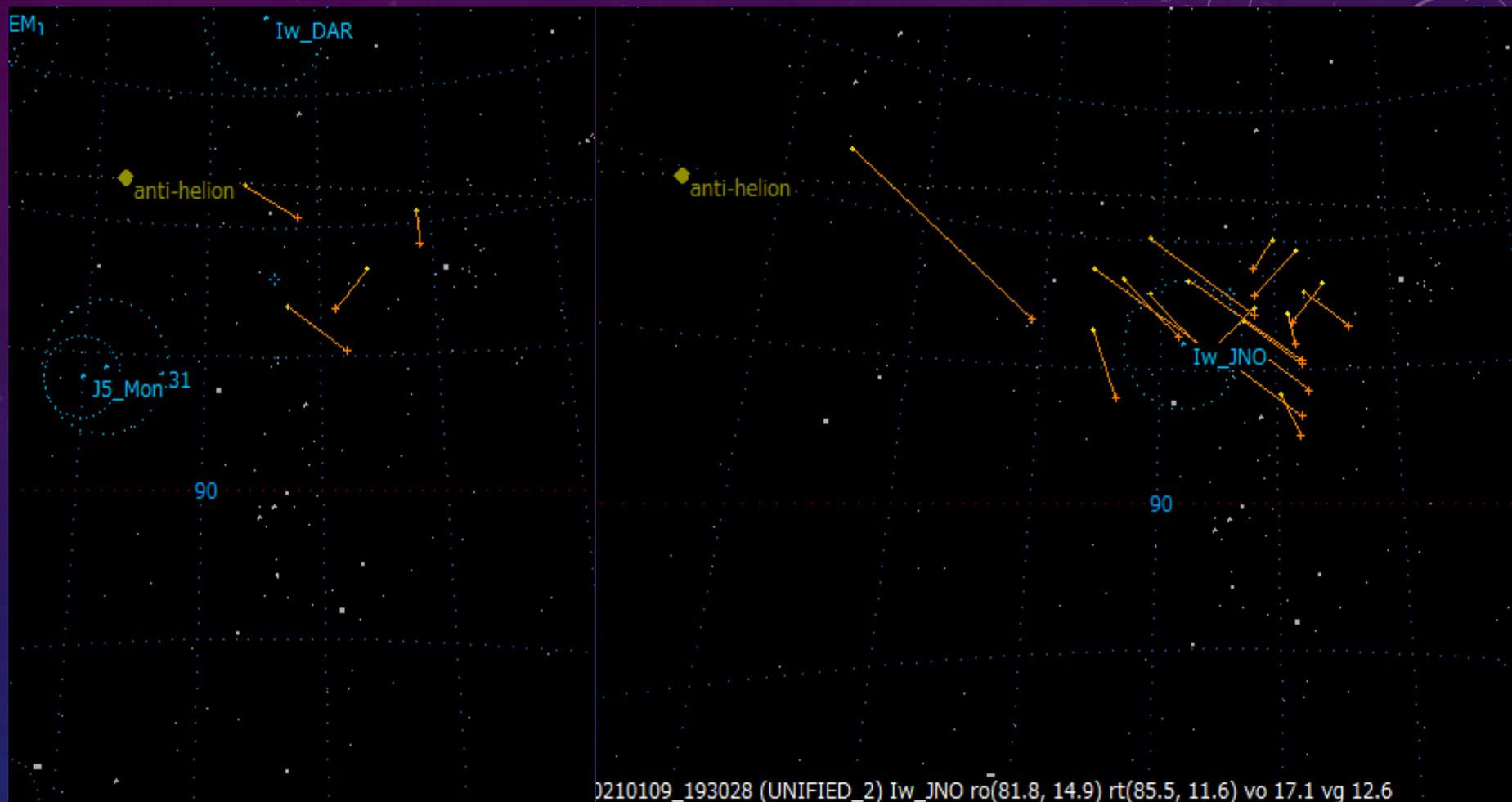
2020年12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星



No	ID	月	出現時刻	群名	群名	mag	dur	速度	ave/ve	Na	Mg	Fe	合計	Na%	Mg%	Fe%	Na/Mg	Fe/Mg	Na/	タイプ	タイプ
			JST	単点	同時	amag	sec	Vg		589.2	518.2	526-545							(Mg+Na)	前田氏論文	
2465	SZ600327	12	20201226_013236	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	14.4	268	171	85	524	51	33	16	1.57	0.50	0.61	N6	Normal
2468	SZ600330	12	20201226_212600	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	11.1	291	85	104	480	61	18	22	3.42	1.22	0.77	N7	Na enhan
2469	SZ600331	12	20201228_195813	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	13.1	134	8	55	197	68	4	28	16.75	6.88	0.94	N7	Na enhan
2470	SZ600332	1	20210101_005755	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	13.5	652	473	607	1732	38	27	35	1.38	1.28	0.58	N3	Normal

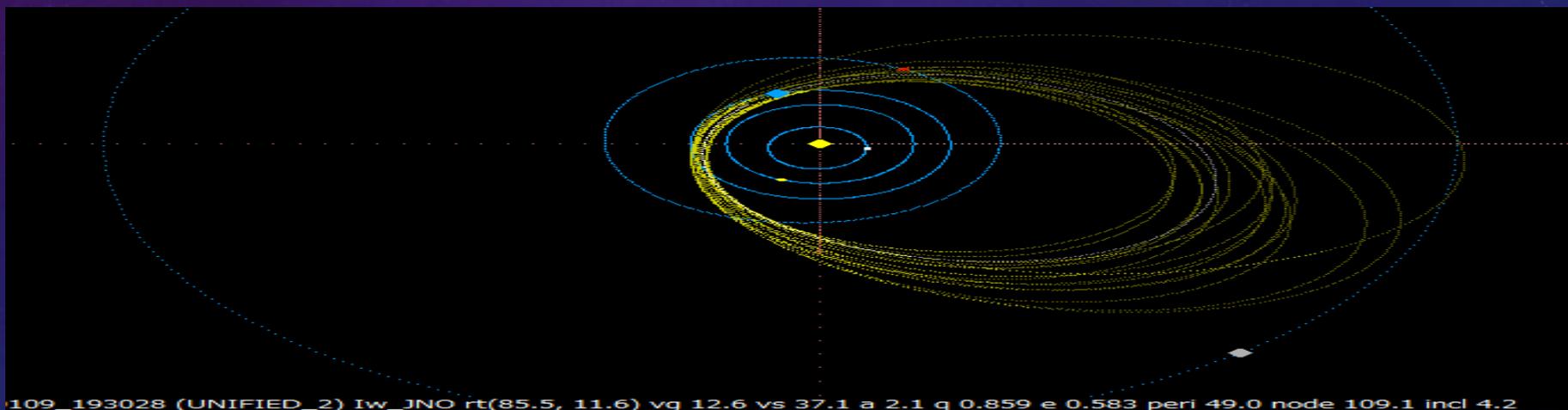
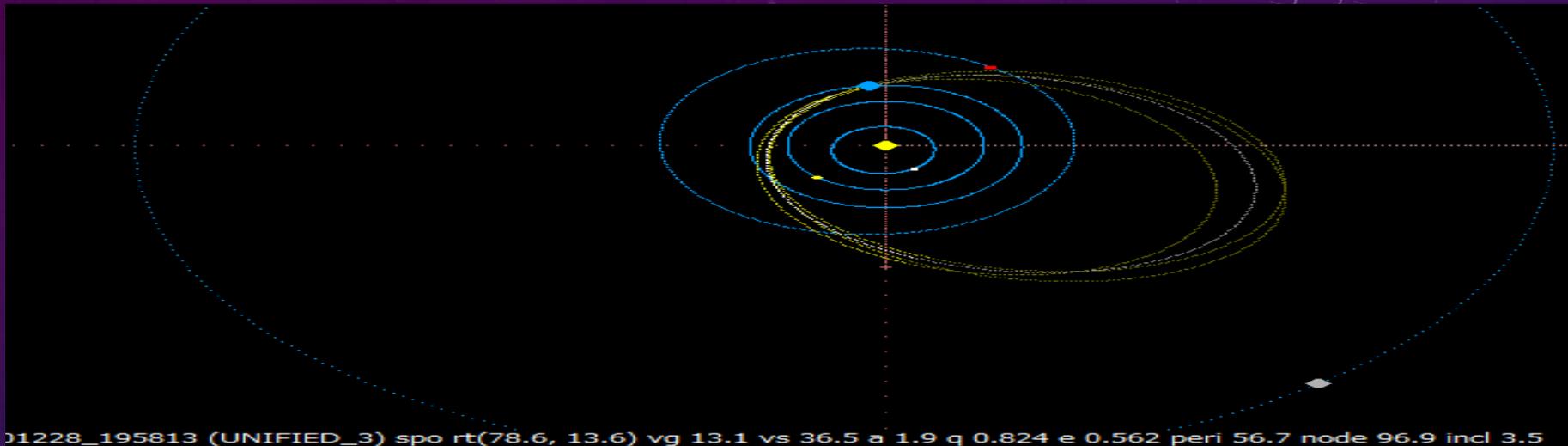
上の写真は、今回似た軌道のスペクトルと本体です。長めの3つは、高度変化がよく似ています。最後の1個も最初の淡い発光側の様子がにっています。低速のため静止画では、良く見えませんので動画の静止画から測定しました。低速のためNaが多めになっています。

12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星



左は、今回の4個のスペクトルの輻射点分布です。低速のため広がっています。右は、1月中旬から2月から始めのIw_JNOの輻射点分布です。やはり広がっています。輻射点の赤経の移動量を0.3として判定させると1月上旬から判定され今回のスペクトルの流星でも判定されたものもありました。たぶん太陽黄経からみてもこの群の初期の活動と思われます。

12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星



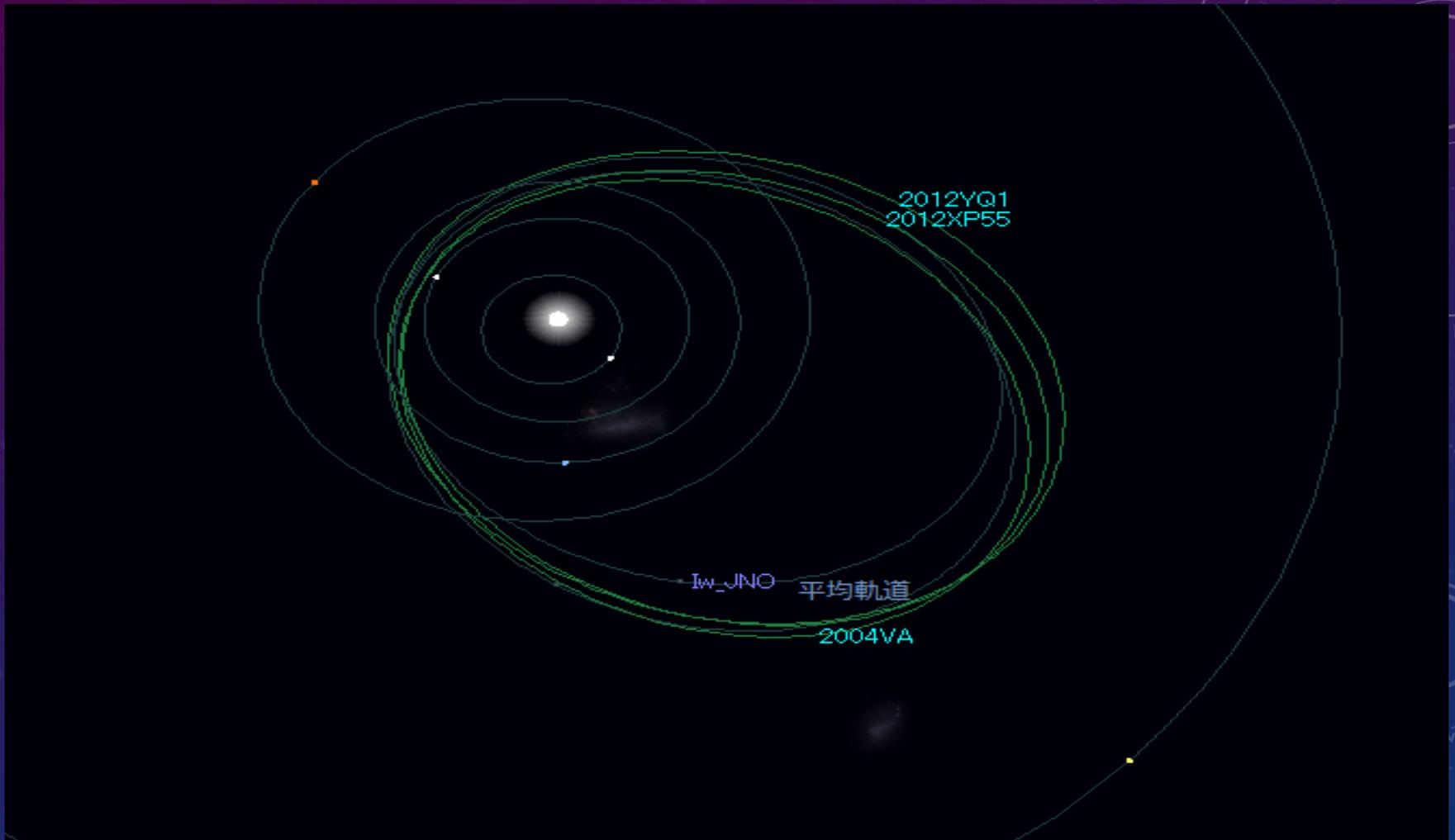
上は、今回の4個のスペクトルの軌道図です。低速のためよく一致しています。下は、1月中旬から2月から始めのIW_JNOの赤経方向の移動量を入れて計算した軌道図です。似た軌道をしています。1月上旬から判定され今回のスペクトルの流星でも判定されたものもありました。軌道図からみてもこの群の初期の活動と思われます。

12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星

_localtime	_amag	_ra_t	_dc_t	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl	_stream	_H1	_H2	
_20201226_013236	-0.5	77.7	10.4	14.4	2.0	0.80	0.60	2.9	59.0	94.1	5.2	_le_ORs	86.4	75.7	
_20201226_212600	-0.9	71.0	18.3	11.1	1.8	0.86	0.51	2.4	50.3	94.9	1.3	_spo	78.0	50.4	
_20201228_195813	0.5	78.6	13.6	13.1	1.9	0.82	0.56	2.6	56.7	96.9	3.5	_spo	83.5	55.5	
_20210101_005755	-0.9	81.8	20.7	13.5	1.9	0.82	0.58	2.7	57.5	100.2	1.0	_spo	81.8	57.3	
平均軌道	-0.5	77.3	15.8	13.0	1.9	0.83	0.56	2.6	55.9	96.5	2.7		82.4	59.7	
		_ra_t	_dc_t	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl		D判定	λ_{π}	β_{π}
平均軌道		77.3	15.8	13.0	1.9	0.83	0.56	2.6	55.9	96.5	2.7		0.00	153.55	2.92
Iw_JNO		88.0	12.0	12.0	1.9	0.85	0.52		51.7	112.5	4.1		0.12	164.13	3.22
母天体候補	2012YQ1					0.87	0.57		42.1	120.2	5.2		0.06	162.13	3.45
2004VA						0.77	0.60		43.1	109.6	3.7		0.08	152.71	2.53
2012XP55						0.78	0.60		77.0	80.2	2.8		0.08	157.32	2.73

上は、4つのスペクトルの得られた軌道などです。低速のため輻射点は、広がっていますが軌道は、そろっています。1日に1個ですが確実に群活動をしていると思われます。IAUの軌道リストを見るとFireball streamsで1月1日から2月4日 μ -Oriとなっています。母天体候補は、2003 AC23?となっています。この群の平均軌道からでは、母天体候補は、2012YQ1となりました。また、4つのスペクトルの母天体候補は、2004VAと2012XP55となりました。複合群の可能性もあるかもしれません。

12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星の母天体等軌道図



上は、今回の4個のスペクトルの得られた低速流星の平均軌道の軌道図とIW_JNOと母天体候補の小惑星の軌道図です。2004VAがよく似た軌道をしています。後の二つも類似しています。これらの軌道図からみても今回のこの低速群は、 μ -Ori群とIw_JNO群は、同じ群でこの低速群の初期の活動と思われる。

流星スペクトルの解析のまとめ

- 8台のカメラの観測で、ほぼ2年4か月で2200個近くのスペクトルが得られました。今回のデータは、2018年10月から2021年2月の一部までの解析をしました。7つのタイプが殆ど得られました。Feが50-80%になっているタイプが46個得られました。
- 解析結果を元にGem群の三角図を作成し考察しました。今回は、ふたご群の年とカメラによる三角比やタイプ別の割合を比べました。群による年やカメラによって違いが見られました。
- 鉄流星の月別の出現の割合も調べました。前田さんの結果と似た傾向を示した。
- 2021年の4月の鉄流星の軌道比較から母天体候補を探しました。母天体候補をいくつか見つけることができました。今回は、低速で比較的よく一致していると思います。過去の鉄流星との類似軌道は、やはり、ありませんでした。4月3日の火球の励起温度は、約2960度となりました。
- 2020年12月下旬から2021年1月初めに似た軌道があり、調べた結果、1月から2月の μ -Ori群とlw JNO群と関連があり初期活動をとらえたと言えます。また、母天体候補も見つかりました。
- 2018年10月から2020年8月までの詳細の結果は、以下に公開しています。

<http://msswg.net/msonline/MSS19-spectrum-20201125-Sekiguchi-2018to20.pdf>