

# $\delta$ Sco のV/R測定

BeSSが提供しているR~10000のスペクトルからH $\gamma$ 輝線を利用してV/R測定を試みた。

藤井 貢 (FKO)

2025/10/20

$\delta$  ScoのV/R調査は私の分光器 NLS-IIは $R \sim 1000$ なので分解能不足でできなかった。そこでBeSS (<http://basebe.obspm.fr/basebe/>)が公に提供しているデータベースの中から $R \sim 10000$ のスペクトルを利用した。当初 $H\alpha$ 輝線のV/Rを調査したかったが全てシングルピークだった。また $H\beta$ 輝線も同様に全てシングルピークだった。ただ $H\gamma$ 輝線においてはそのほとんどがWピークだったので、この $H\gamma$ 輝線を利用することにした。

V/R測定は初めてであり、どのような方法がベストか良く分からなかった。以下の方法で良いかどうか自信はないが手順を示すと：

1. ダウンロードしたスペクトルの $H\gamma$ を含む4330-4350 Åを切り取る。
2. 切り取ったスペクトルの連続光の規格化を行なう。
3. WピークのV側R側それぞれの成分にガウスフィットで分離する。  
(分離作業はIRAFの'd'コマンドと'components'コマンドを利用)
4. ガウスフィットされたグラフからV側R側それぞれの高さを読み取った。
5. 4で行なった作業と同時にV側R側それぞれの等価幅値(EW)も読み取った。

結果を図1に示す。

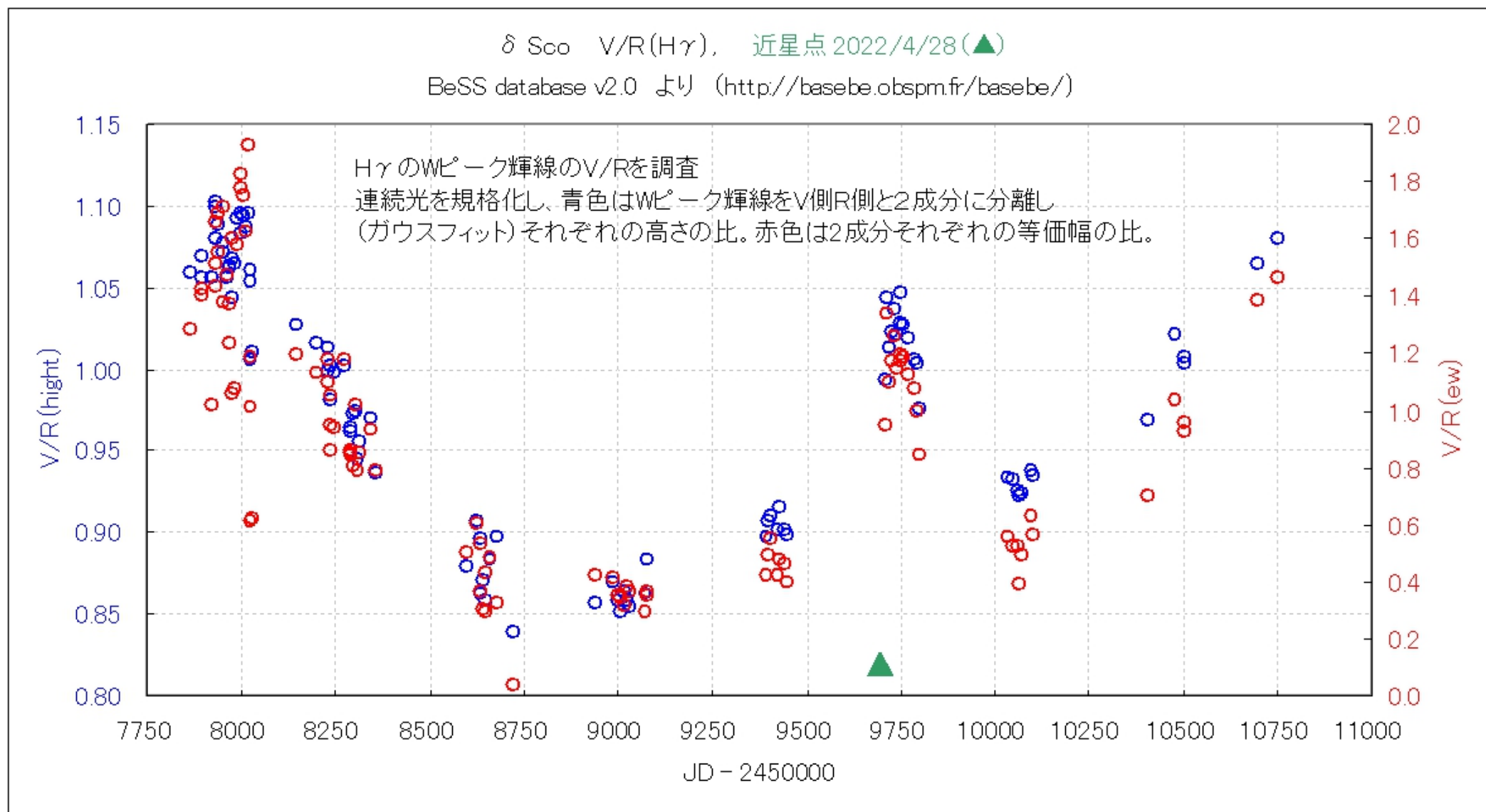


図1 V/R比 青色はガウスフィット後の高さ測定、赤色はガウスフィット後の等価幅測定。  
▲印は伴星の近星点通過日で、2017/4/20-2025/3/19までの約8年間の98夜分を示す。

図1を見ると約8年間の観測ではあるが長期的変動が見受けられる。  
また高さを測定したV/R(青色)と等価幅を測定したV/R(赤色)は良い相関を示している。  
図1を見る限りでは1800日程度の周期性があるのではと思い、この高さと同価幅それぞれのV/R値について周期を解析を行なう。  
用いたソフトはVStar(AAVSO)を利用した。 図2に高さを測定したV/R周期 図3に等価幅を測定したV/R周期解析グラフを示すが、両者ともに明瞭な周期がでなかった。  
ただ両者共に450日前後の周期性も見受けられる。これはD<sub>34</sub>振動周期約400日に近い値を示して気になるところだが、どの程度のリアル性があるか疑わしい・・・。

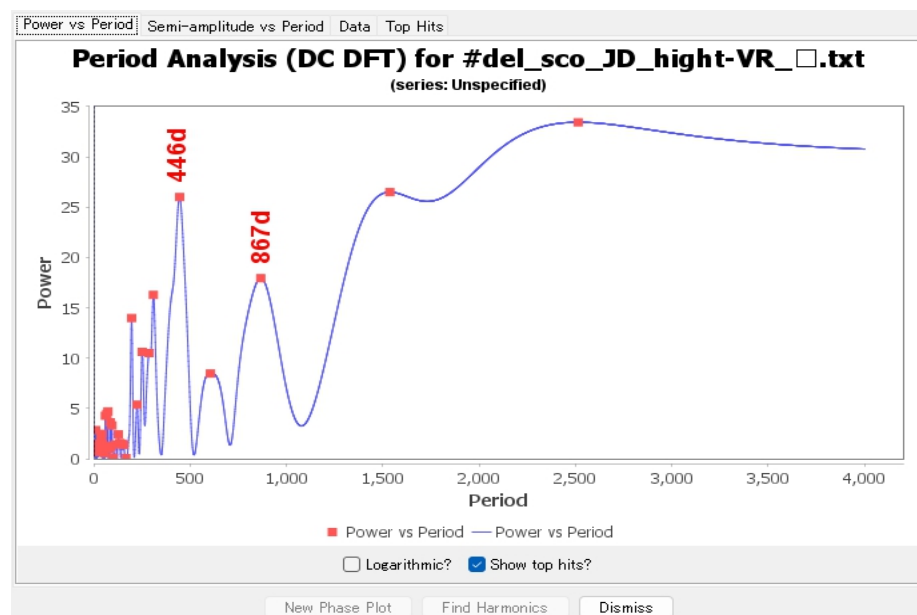


図2 高さを測定したV/Rの周期解析

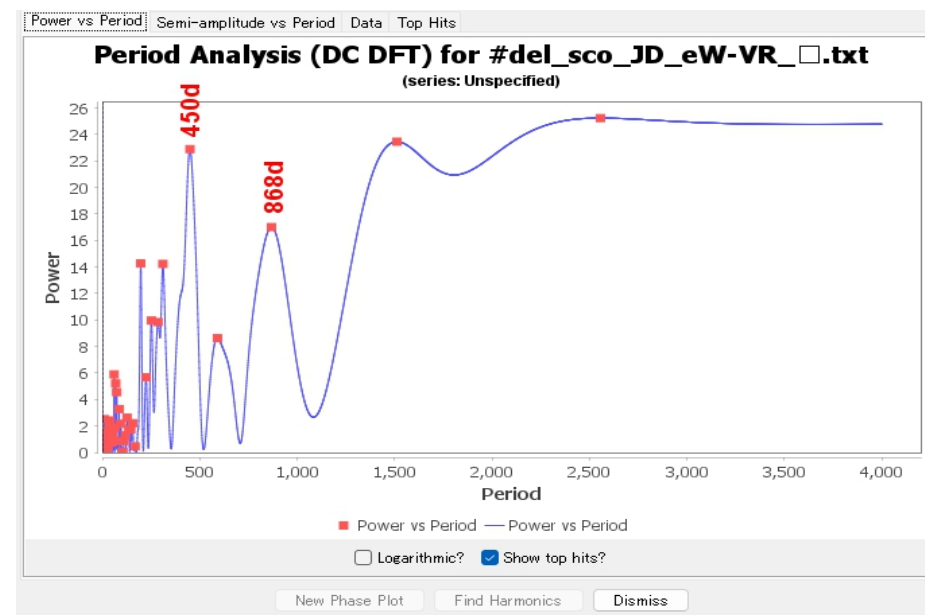


図3 等価幅を測定したV/Rの周期解析

またV/R変動の原因だが:

1. 円盤内に高密度領域(渦)ができて、その非対称構造が円盤の回転とともに観測方向に対して位相を変える?
2. 伴星の近星点時による潮汐摂動で円盤に密度むらが生じるのか?  
(近星点通過時は図1に▲印で表す)
3. 傾いた円盤の歳差運動か?
4. 主星から断続的に円盤へ質量供給があるのか?

1~4はChatGPTの返事ではあるが、有意な説は何か・・・? 良くわからない。

図4はP.2で示した手順の4.と5. の2成分にガウスフィットした様子を2例示す。

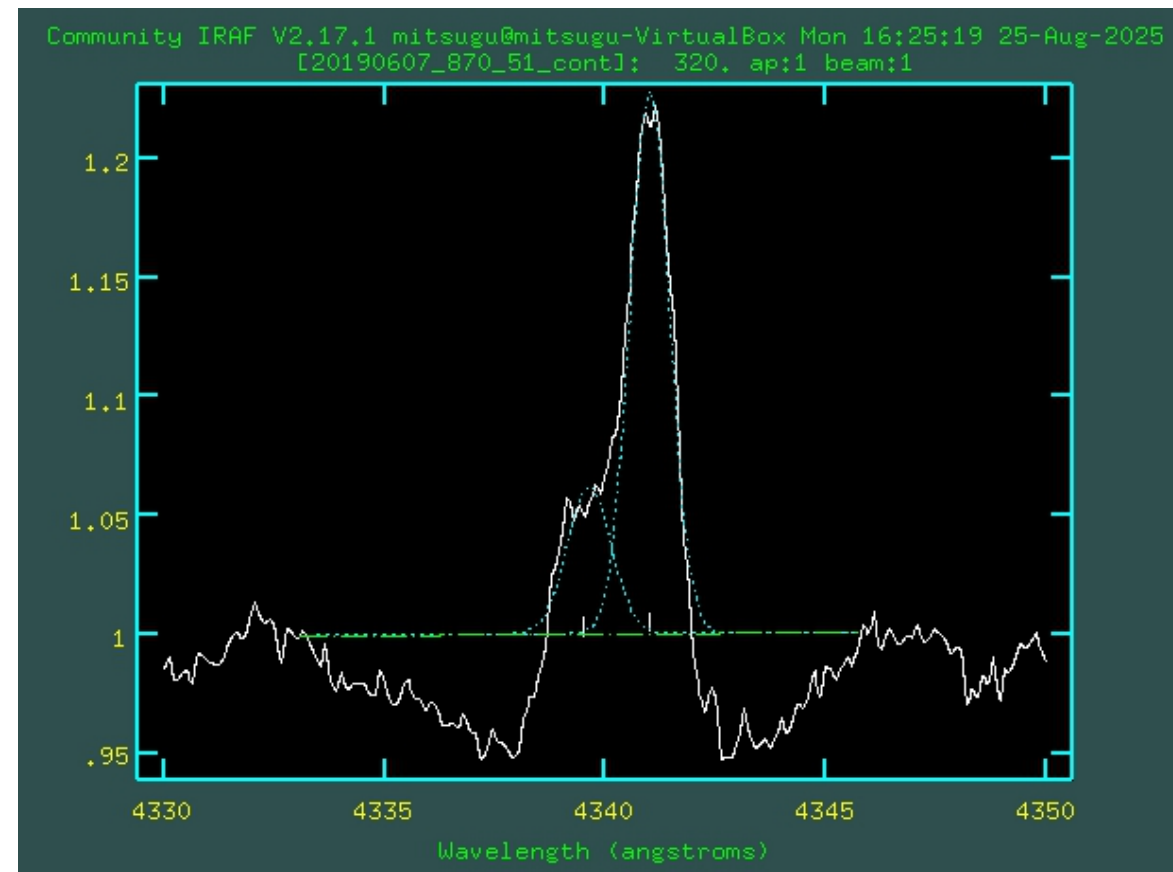
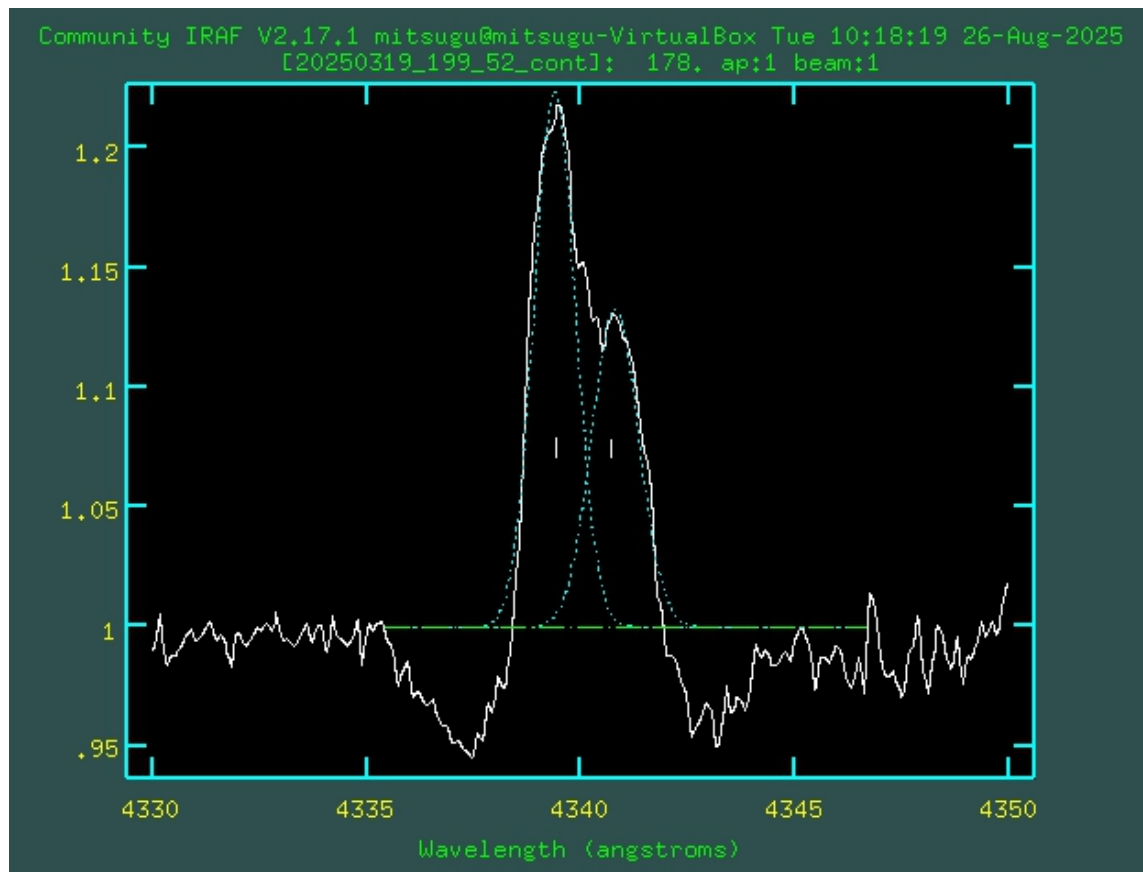


図4 観測スペクトル(白)に対してガウスフィットで2成分に分離(緑破線)。  
左2019/6/7 右2025/3/19 こういう方法で良いかどうか？  
また完全にシングルピークの日があったが、その日のV/Rは1とした。

Instrument		R	Site	observers	Date	mid-H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O-2450000	height V	height R	height V/R	ew V	ew R	ew V/R
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2017/4/20	2457884.456	7884.456	1.222	1.154	1.059	-0.293	-0.229	1.279	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2017/5/20	2457894.422	7894.422	1.210	1.132	1.069	-0.275	-0.193	1.425	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2017/6/24	2457886.400	7886.400	1.206	1.141	1.072	-0.281	-0.112	1.475	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2017/6/17	2457822.358	7822.358	1.227	1.162	1.056	-0.269	-0.263	1.023	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/6/24	2457929.438	7929.438	1.246	1.154	1.080	-0.303	-0.200	1.515	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/6/26	2457931.428	7931.428	1.250	1.136	1.100	-0.311	-0.188	1.654	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/6/27	2457932.380	7932.380	1.250	1.134	1.110	-0.274	-0.181	1.435	
RC400 Astrosir-ESP-ATIK460EX	30000	Observatoire la Tourbière	Guarro Flo	2017/7/3	2457938.374	7938.374	1.249	1.168	1.098	-0.300	-0.193	1.554	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/7/5	2457940.433	7940.433	1.246	1.144	1.089	-0.291	-0.188	1.592	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/7/14	2457949.356	7949.356	1.216	1.135	1.071	-0.266	-0.155	1.716	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2017/7/17	2457952.349	7952.349	1.215	1.127	1.078	-0.303	-0.220	1.377	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/7/24	2457959.378	7959.378	1.220	1.155	1.056	-0.297	-0.201	1.478	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2017/8/3	2457969.339	7969.339	1.230	1.156	1.064	-0.289	-0.237	1.236	
96SDI	9000	PIERA	Guarro Flo	2017/8/4	2457970.354	7970.354	1.217	1.166	1.092	-0.294	-0.204	1.292	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2017/8/6	2457973.334	7973.334	1.210	1.155	1.044	-0.273	-0.257	1.062	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2017/8/10	2457976.359	7976.359	1.219	1.141	1.068	-0.282	-0.176	1.602	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/8/16	2457982.348	7982.348	1.239	1.164	1.064	-0.267	-0.249	1.072	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/8/22	2457988.311	7988.311	1.248	1.142	1.093	-0.295	-0.187	1.578	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/8/31	2457998.298	7998.298	1.222	1.116	1.095	-0.234	-0.128	1.828	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/4	2458001.309	8001.309	1.221	1.127	1.093	-0.277	-0.156	1.776	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/8	2458006.296	8006.296	1.260	1.152	1.094	-0.317	-0.181	1.751	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/13	2458010.290	8010.290	1.248	1.148	1.087	-0.304	-0.187	1.626	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/21	2458018.290	8018.290	1.218	1.111	1.096	-0.241	-0.125	1.928	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/24	2458021.267	8021.267	1.205	1.143	1.054	-0.202	-0.200	1.014	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/26	2458023.271	8023.271	1.207	1.199	1.070	-0.210	-0.342	0.814	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/28	2458025.274	8025.274	1.145	1.216	1.080	-0.208	-0.199	0.925	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2017/9/29	2458026.255	8026.255	1.148	1.136	1.011	-0.137	-0.220	0.623	
eShel Atik460	11000	38420 Ravel	Thilyz	2018/1/25	2458143.746	8143.746	1.189	1.158	1.027	-0.261	-0.219	1.192	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/3/21	2458198.555	8198.555	1.153	1.135	1.016	-0.256	-0.227	1.128	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/4/19	2458227.476	8227.476	1.115	1.000	1.014	-0.146	-0.124	1.177	
RC10 eShe2 ASI 630MM	9000	Castanet	Bull	2018/4/24	2458229.575	8229.575	1.167	1.168	0.999	-0.224	-0.204	1.086	
RC10 eShe2 ASI 630MM	9000	Castanet	Bull	2018/4/24	2458232.569	8232.569	1.145	1.099	0.987	-0.219	-0.199	1.086	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/4/25	2458233.595	8233.595	1.144	1.164	0.982	-0.177	-0.206	0.859	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/4/27	2458235.557	8235.557	1.133	1.101	1.002	-0.194	-0.185	1.049	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/5/6	2458244.537	8244.537	1.157	1.160	0.997	-0.199	-0.212	0.939	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/6/1	2458271.414	8271.414	1.116	1.158	1.003	-0.226	-0.181	1.183	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/6/21	2458287.317	8287.317	1.125	1.161	1.004	-0.194	-0.207	1.084	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/6/21	2458291.372	8291.372	1.116	1.150	0.982	-0.153	-0.182	0.841	
T250 eShe2 ASI 600MM	11000	Castanet	Bull	2018/6/22	2458292.406	8292.406	1.133	1.175	0.964	-0.183	-0.213	0.859	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/6/26	2458296.360	8296.360	1.132	1.164	0.973	-0.175	-0.217	0.806	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/6/29	2458299.348	8299.348	1.133	1.163	0.974	-0.195	-0.191	0.921	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2018/7/6	2458306.348	8306.348	1.123	1.188	0.945	-0.172	-0.219	0.785	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/7/6	2458310.360	8310.360	1.122	1.193	0.957	-0.170	-0.219	0.785	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2018/8/11	2458342.342	8342.342	1.128	1.161	0.971	-0.173	-0.196	0.890	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/8/11	2458357.312	8357.312	1.073	1.144	0.936	-0.117	-0.149	0.785	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/4/26	2458600.465	8600.465	1.078	1.226	0.879	-0.118	-0.234	0.504	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/5/21	2458625.451	8625.451	1.106	1.219	0.907	-0.143	-0.236	0.606	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/5/29	2458633.456	8633.456	1.083	1.255	0.863	-0.106	-0.290	0.366	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2018/6/7	2458693.747	8693.747	1.070	1.203	0.897	-0.095	-0.289	0.366	
MUSSOL	9000	PIERA	Guarro Flo	2018/6/7	2458642.337	8642.337	1.069	1.228	0.871	-0.108	-0.257	0.304	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2019/6/12	2458647.417	8647.417	1.064	1.250	0.851	-0.079	-0.268	0.295	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2019/6/12	2458647.445	8647.445	1.077	1.255	0.858	-0.121	-0.282	0.249	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2019/6/27	2458662.420	8662.420	1.087	1.231	0.883	-0.129	-0.267	0.483	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2019/7/10	2458675.364	8675.364	1.060	1.181	0.898	-0.068	-0.208	0.327	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2019/8/24	2458733.334	8733.334	1.013	1.147	0.884	-0.019	-0.234	0.241	
NEWTON250 VHRES MO ASI31600MM	37000	Castanet	Bull	2020/3/29	2458937.612	8937.612	1.123	1.130	0.857	-0.161	-0.379	0.425	
NEWTON250 VHRES MO ASI31600MM	37000	Castanet	Bull	2020/5/17	2458987.744	8987.744	1.118	1.285	0.870	-0.139	-0.337	0.412	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2020/5/29	2458998.508	8998.508	1.110	1.293	0.858	-0.135	-0.385	0.351	
NOU T	9000	PIERA	Guarro Flo	2020/6/5	2459006.387	9006.387	1.096	1.288	0.851	-0.115	-0.334	0.344	
NOU T	9000	PIERA	Guarro Flo	2020/6/13	2459014.354	9014.354	1.111	1.286	0.864	-0.113	-0.356	0.317	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2020/6/24	2459025.404	9025.404	1.118	1.293	0.858	-0.114	-0.369	0.332	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2020/6/25	2459026.388	9026.388	1.114	1.304	0.854	-0.137	-0.370	0.370	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2020/6/18	2459070.343	9070.343	1.095	1.270	0.862	-0.086	-0.329	0.292	
RC400 Astrosir-Esht-ATIK460EX	11000	Observatoire la Tourbière	GARDE	2020/6/14	2459076.327	9076.327	1.113	1.260	0.883	-0.122	-0.331	0.389	
16 REMOT LINX 460EX	9000	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2020/6/15	2459077.343	9077.343	1.093	1.264	0.865	-0.108	-0.305	0.354	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2020/7/24	2459390.383	9390.383	1.128	1.256	0.968	-0.074	-0.374	0.289	
MMX Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2020/7/3	2459396.395	9396.395	1.124	1.241	0.908	-0.167	-0.357	0.404	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2021/7/9	2459405.472	9405.472	1.122	1.238	0.910	-0.190	-0.345	0.551	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2021/7/27	2459423.366	9423.366	1.125	1.248	0.901	-0.145	-0.343	0.423	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2021/8/2	2459429.354	9429.354	1.137	1.242	0.915	-0.164	-0.342	0.480	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2021/8/1	2459440.339	9440.339	1.138	1.261	0.902	-0.159	-0.345	0.461	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2021/8/18	2459445.346	9445.346	1.123	1.249	0.901	-0.158	-0.356	0.468	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2022/5/11	2459711.437	9711.437	1.178	1.196	0.993	-0.274	-0.287	0.948	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2022/5/16	2459716.472	9716.472	1.221	1.170	1.044	-0.345	-0.257	1.342	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2022/5/20	2459720.457	9720.457	1.201	1.191	1.013	-0.326	-0.296	1.101	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2022/5/27	2459727.451	9727.451	1.231	1.185	1.024	-0.312	-0.267	1.169	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2022/5/31	2459731.414	9731.414	1.230	1.186	1.037	-0.333	-0.265	1.257	
MMX Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2022/6/18	2459740.402	9740.402	1.201	1.193	1.028	-0.301	-0.289	1.128	
MMX Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	STA MARIA DE MONTMAGASTRELL	Guarro Flo	2022/5/1	2459749.491	9749.491	1.171	1.176	1.028	-0.276	-0.235	1.174	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2022/6/22	2459753.362	9753.362	1.215	1.160	1.047	-0.284	-0.238	1.193	
PIERA Meade616 NOU T ASI2600MM	8500	PIERA	Guarro Flo	2022/6/26	2459757.357	9757.357	1.219	1.186	1.028	-0.284			

表1にBeSSから使用させていただいたデータの一覧と測定したV/R値を示す。  
2017/4/20 - 2025/3/19までの98夜を示す。