

SPART 230 GHz VLBI (EAVN-HI) 実施報告書

前澤裕之, 増井翔, 築山大輝, 富原彩加, 岡田望, 西村淳, 小川英夫 (大阪府立大学),
青木貴弘, 新沼浩太郎, 甘利涼湖, 堤稔喜, 藤澤健太 (山口大学),
米倉覚則, 上地康仁 (茨城大学), 井上允 (ASIAA/国立天文台)

2019年5月10日初版, 2020年2月10日更新

概要

2019年3月18日および19日の連続した二日間に渡り, 大阪府立大学 SPART 10 m, 韓国 SRAO 6 m, グリーンランド GLT 12 m の3局を用いて, 日本としては初めてとなる周波数 230 GHz (波長 1.3 mm) の国際 VLBI 観測を実施した. この報告書は, SPART で VLBI 観測システムを立ち上げるための作業やそのシステム構成, また観測中の記録を報告するものであり, 本書作成時において観測データは未解析の状況にある. 本計画の成功規準はフリンジ検出であり, その結果報告は別途なされる予定である.

1 本計画について

今回の国際ミリ波 VLBI 観測 (230 GHz 帯) は, 2019年3月17–21日 UT の5日間のうち2度, SPART 10 m, SRAO 6 m, JCMT 15 m, GLT 12 m の4つのアンテナを使って実施し, 台湾 ASIAA, EAO, 韓国 KASI, 韓国 SRAO, 中国上海天文台, 日本からは国立天文台, 大阪府立大学, 山口大学, 茨城大学等が参加する. 当初の観測対象は, 北天にある高輝度な活動銀河核 0716+714, 3C 345, 1633+382, 1928+738, 3C 371 (SMA 230 GHz で > 2 Jy), および, やや暗い M87, NGC 6251, 1653+3945 であった. しかし実際には JCMT が参加できず, また SPART の駆動速度制限等を考慮し 0716+714 の観測は断念した. 実際に行った観測は第3節で述べる.

■背景 Event Horizon Telescope (EHT) が稼働し国際的なミリ波–サブミリ波 VLBI 観測が実施されている状況を踏まえ, 2015年4月27–29日にかけて野辺山宇宙電波観測所 (NRO) 内にある大阪府立大 SPART 10 m アンテナ (旧ミリ波干渉計 F 号機) と 1.85 m アンテナを用いて 230 GHz 帯におけるミリ波干渉計実験を行い成功した. この結果は藤澤氏らによって「ミリ波 VLBI 国内実験 MICE2015 報告書」としてまとめられ, プレスリリースによって山口新聞の朝刊1面や各報道機関で記事が掲載された. 今回提案する計画は先の国内実験を発展させ, EHT 観測に日本が随時参加するための足がかりとして, SPART を用いて日本で初めてそれに参加しようとするものであり, EAVN-hi (East-Asian VLBI Network at high frequency) にも発展すると期待される.

■目的 このミリ波 VLBI 観測の目的は, 活動銀河核中心領域の構造変動の解明である. 既に EHT によるミリ波 VLBI 観測が開始され, その観測結果として 2019年4月10日に M87 の中心ブラックホールの電波画像が公開され, 本報告書作成中のまさに今, 社会的に大きな話題を呼んでいるところである. ミリ波 VLBI の国際基線観測はきわめて角度分解能が高く, 観測している領域の空間スケールは1光年程度になる. そのような領域の構造変化の時間スケールは1年だが, 一方で活動銀河核の中心領域から高速なジェットが噴出している場合はその構造変化の時間スケールはさらに短い. このような中心領域で生じる構造変動を追跡するためには, 近接した日時で同じ観測を繰り返す必要があるが, 観測頻度が1年に1度の EHT ではその実現は困難である. そこで短期間に2度の観測を行うという本計画を立案し, 活動銀河核中心領域の構造変動を解明する.

また将来 SPART が EHT に参加することによって, 大きな利点が生まれる. 現状の EHT の観測局はヨーロッパとアメリカで, ハワイの西は IRAM/NOEMA となり, アジア, 太平洋地域が抜け落ちている. ミリ波–サブミリ波

VLBI で Sgr A* などの短時間変動のモニターをする場合、アジア局の存在は EHT のような国際 VLBI 網にとって単に局数が増えるだけではなく、地理的にも意義がある。これらのことを重視して本観測は計画されている。

■目標 本計画の目的は活動銀河核中心領域の構造変化の解明だが、当面の目標はフリッジ検出である。我々日本チームとしては 230 GHz VLBI の技術実証としての意味合いが強く、その成功規準は次の通りとする：

ミニマムサクセス： SPART で国際ミリ波 VLBI 観測に参加し、フリッジ検出を試みる。

フルサクセス： SPART を含む基線でフリッジを検出する。

エクストラサクセス： SPART を含む基線を用いて VLBI イメージを得る。

■準備 本計画に先立つ 2019 年 1 月 23 日、SPART の利用検討のため NRO 内で現地調査を行った。参加者は前澤裕之、小川英夫、岡田望、増井翔 (大阪府立大学)、井上允 (ASIAA/国立天文台)、米倉覚則 (茨城大学)、新沼浩太郎、青木貴弘 (山口大学) である。この調査を踏まえて実施案を作成し、その案に関する前澤裕之氏 (大阪府立大学) と南谷哲宏氏 (NRO) による検討を経て、今回 SPART を利用した国際ミリ波 VLBI 観測を実施することとなった。

2 観測システム

SPART での VLBI 観測設定は表 1 の通りである。SPART のこの設定を実現するにあたり、観測システムや機材を後述のように構成、配置する。局位置は、2015 年時に Google マップと簡易 GPS から推定した座標であり、数十メートル程度の誤差を含む可能性がある。この誤差による幾何学的遅延時間と遅延時間変化率を付録 A に示し、フリッジサーチウィンドウ決定の材料とする。

表 1 SPART の性能と観測設定

局位置 (地心直交座標)	(-3871061.02022, 3428327.23952, 3723784.27096) m
駆動速度	0.1 deg/s
駆動範囲 ^a	30–80 deg
開口能率	0.4 at 230 GHz
周波数	230.200 – 230.688 GHz (幅 488 MHz) ^b
偏波	single linear
記録系	ADS3000+/OCTAVE (OCTAVIA/OCTADISK))
サンプリング周波数	1024 × 10 ⁶ sample/s
量子化ビット数	2 bit/sample
相関器	中国上海天文台

^a ポインティング精度やビーム形状をおよそ保証できる範囲。

^b データとして記録される周波数帯は 230.200–230.712 GHz (幅 512 MHz) だが、フィルタの定格上は上端 24 MHz が遮断される。実際の帯域通過特性は第 3 節に示す。

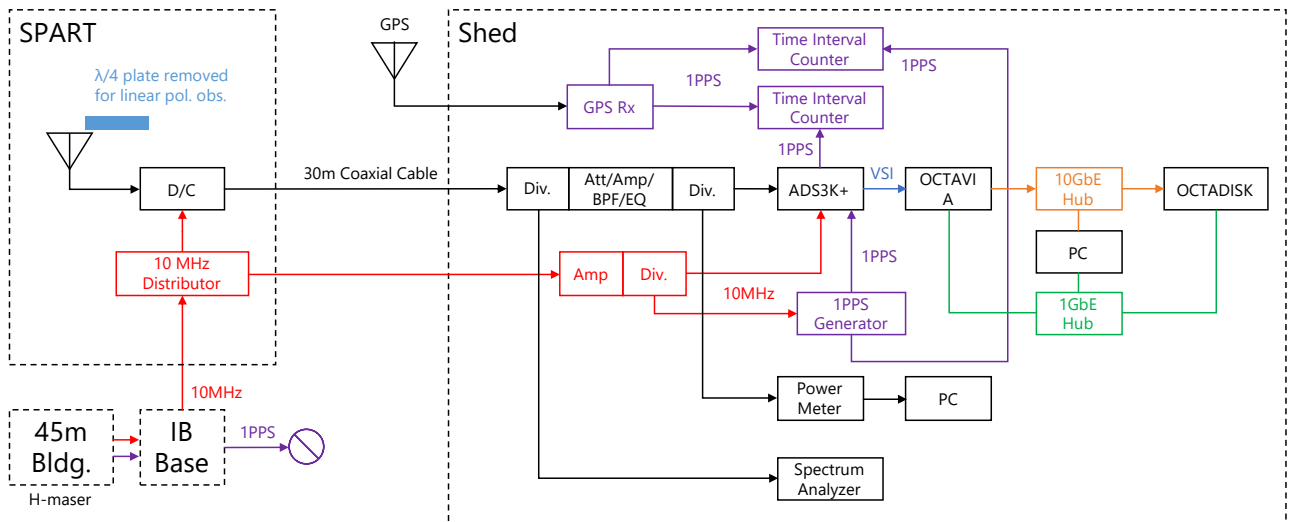


図1 時刻系と記録系を含めた観測システム。観測信号と10MHz参照信号は、SPART内から30m同軸ケーブルを通して旧赤外小屋へ伝送する。一方1PPS信号はSPART内にはなく、既存設備からの取得を諦め1PPS Generatorを用いて自ら生成する。

2.1 機材構成

この観測系のブロック図を図1に、その全景を図2に示す。本観測で使用するVLBI観測機材は旧赤外小屋に設置し、SPARTから旧赤外小屋まで駐車スペースを横切るように同軸ケーブルを敷設した。

■観測信号 SPARTには普段1/4波長板が取り付けられており、円偏波を観測している。ただしその波長板の目的はフィード内に定在波が発生することを防ぐことであり、左右どちらの円偏波を観測できているか、また偏波分離度はどの程度かといった情報は明確ではない。一方で、GLTは両円偏波観測が確定していたもののSRAOは片円偏波観測の可能性があった。この状況でSPARTを片円偏波で設定してしまうと、SPARTとSRAOで円偏波が一致しなかった場合フリンジを出すことができない。そこで苦肉の策ではあるが、フリンジを出せる可能性が高まるようSPARTは片直線偏波を受信するよう設定し、波長板は取り外すこととした。これによって円偏波観測と片直線偏波観測が混在しフリンジ強度は下がるだろうが、フリンジ検出という目的は達成しうると考えられる。

観測信号は、SPART既存のダウンコンバーターから出力されたものを30mの同軸ケーブルを用いて旧赤外小屋に伝送する。この観測信号の帯域特性は図5右パネルに示している。この観測信号を、2分配器によって後段受信機(アンプ、バンドパスフィルター、イコライザー)とスペクトルアナライザに入力し、後段受信機を経た信号はさらに2分配して、一方はA/D変換器ADS3000+に、一方はパワーメーターに入力した。予定ではSPART出力信号を直接後段受信機に入力し、3分配してA/D変換器、パワーメーター、スペクトルアナライザに入力する予定だったが、A/D変換器への入力レベル(-4dBm)を確保しようとする後段受信機のアンプが設計通りに動作せず飽和することがわかったため、後段受信機の後には2分配に留めるよう配線し直した。

■水素メーザー10MHz参照信号 本計画はVLBIであるため、原子時計として水素メーザーが必須となる。周波数標準とする水素メーザー10MHz信号は、45mアンテナ内から展示室(旧IB棟)地下を経てSPARTへ供給されている。そこで本観測ではSPART内に分配器を設置して、10MHz信号を旧赤外小屋まで30m同軸ケーブルを通して伝送した。伝送の際に減衰が予想されたためアンプを通した後、10MHz信号を必要とするA/D変換器と1PPS生成器に入力した。

■1PPS信号 1PPS信号は、10MHz信号と同様にIB地下から取得できるもののSPARTへは供給されていない。もしIB地下から1PPS信号を取得しようとする、100m程度の同軸ケーブルを這わして旧赤外小屋まで伝送しな

ければならず、その場合ケーブルが一般の見学者も通行する道路を横切ることになる。これは危険なため、本計画では既存設備からの取得をあきらめ、1PPS 生成器を用いて我々自らが 1PPS 信号を生成することとした。時刻の基準は GPS で取得し、GPS アンテナは図 2 のように旧赤外小屋の壁面に物干し竿を固定して、その先端に設置した。

1PPS 信号は水素メーザー 10 MHz を基準に生成器で作られるが、まず最初にこの生成器の 1PPS と GPS の 1PPS が同期するように (1PPS 同士の時間差が $2 \mu\text{s}$ 以内になるように) 生成器を調整する。次に生成器 1PPS を A/D 変換器に入力して、A/D 変換器の内部 1PPS を生成器 1PPS と同期させ、その A/D 変換器の内部 1PPS と GPS の 1PPS の時間差をタイムインターバルカウンターでモニターする。ただしモニターは目視で行いパソコンなどで記録するわけではなく、正確な 1PPS ドリフトの様子はわからない。とはいえ A/D 変換器内部 1PPS と GPS 1PPS の時間差は、観測期間中に渡って 2 マイクロ秒以内におさまっているはずであり、3 月 16 日のセットアップ作業時点で $\text{ADC} - \text{GPS} \approx 0.9 \mu\text{s}$ 、観測終了後の 3 月 20 日の時点で $\text{ADC} - \text{GPS} \approx 1.3 \mu\text{s}$ であった。

■100 V 電源 装置に給電する 100 V 電源は、11 番小屋内のブレーカーをいれれば旧赤外小屋に安全に給電されることを確認した。ブレーカーの容量は 30 A であり、すべての機器の電源を投入しつつ、11 番小屋内ブレーカー部の電流量をクランプメーターを用いて測定した結果、20 A に満たずブレーカー容量以下だった。ただしハードディスク機器 (RAID ストレージ, OCTADISK) はディスク使用状態によって電力量が上下するため、使用には注意を要した。そこで過負荷検知を目的として、ほとんどの機器には無停電電源装置 (UPS) を経由して電源供給し、UPS の過負荷アラームが鳴った場合はただちに何らかの装置の電源を切る等の処置を行った。



図2 システム全景とケーブル敷設経路. 30 m 同軸ケーブル 2本を SPART から旧赤外小屋に通し、観測信号と 10 MHz 参照信号を伝送する. GPS アンテナは旧赤外小屋壁面に固定した物干し竿の先端に取り付けた.



図3 旧赤外小屋に設置した VLBI 観測装置一式.

2.2 アナログ信号系

受信系ブロック図を図4に示す。この図では同軸ケーブル敷設案として(1)または(2)を採用した場合になっているが、敷設案(3)でも同様である。SPARTでは、SISミキサにおいて局部発振(LO)周波数 f_1 で周波数変換した後、5.5–6.5 GHzのバンドパスフィルタを経て、さらに周波数 f_2 で周波数変換している。通常の観測では $f_2 = 5.5$ GHzと設定し0–1 GHzの信号を得ており、その帯域特性を図5に示す。しかし本計画では観測周波数帯の調整のため、LO周波数を次のように設定する。

本計画の観測周波数の下端は230.200 GHzであり、これを図4に示すように0.512 GHzに周波数変換するには、LO周波数 f_1, f_2 を

$$230.200 \text{ GHz} - f_1 - f_2 = 0.512 \text{ GHz} \quad (1)$$

を満たすように設定する。ここでLO周波数 f_1 は、元となる発振器の周波数 f_0 を20–30通倍し、さらに参照周波数10 MHzを足し合わせたものをさらに3倍することで得ている：

$$f_1 = (f_0 \times n + 0.01 \text{ GHz}) \times 3, \quad n = 20, 21, 22, \dots, 30. \quad (2)$$

発振器の周波数設定は1 Hz単位なので、上式を満たすような整数 f_0, f_2 を見つければよい。2015年時の国内VLBI実験では $n = 22$ の高調波を使用していたため、特に理由はないが今回も $n = 22$ とする。周波数 f_2 は普段5.5 GHzに設定されており、それから大きくずれた値を設定するのは避けるべきであろう。そこで式(2)を式(1)に代入して周波数 f_0 を

$$f_0 = \left\lfloor \frac{230.200 \text{ GHz} - 0.512 \text{ GHz} - 0.03 \text{ GHz} - f_2}{3n} \right\rfloor = 3 \, 396 \, 333 \, 333 \text{ Hz} \quad (f_2 = 5.5 \text{ GHz}, n = 22) \quad (3)$$

と設定し、この f_0 を用いて f_1, f_2 を再定義して

$$\begin{aligned} f_1 &= (f_0 \times n + 0.01 \text{ GHz}) \times 3 = 224 \, 187 \, 999 \, 978 \text{ Hz}, \\ f_2 &= 230.200 \text{ GHz} - 0.512 \text{ GHz} - f_1 = 5 \, 500 \, 000 \, 022 \text{ Hz} \end{aligned} \quad (4)$$

という値に設定する。このLO周波数設定による帯域変換の様子を図4に示す。ここで注意すべきは、初段のSISミキサの前にフィルタがないため下側波帯(LSB)が折り返されて上側波帯(USB)に加算され、いわゆる両側波帯(DSB)観測となることである。またAD変換器は帯域幅512 MHzを記録可能だが、既存のバンドパスフィルタ等を考慮すると、観測周波数は230.200–230.688 GHzの幅488 MHzに制限される。実際の帯域通過特性は第3節に示す。

2.3 A/D変換

■高次モードサンプリング アナログIF信号512–1024 MHzをA/D変換器に入力し、 1024×10^6 sample/sで標本化、2 bit/sampleで量子化する。アナログ信号の最大周波数と同値のサンプリング周波数で高次モードサンプリングすることによって、デジタルデータ上の帯域特性はアナログ信号の帯域特性を反転させたものとなる。

■ビット配列 OCTAVIAの仕様によって、LSB(least significant bit)とMSB(most significant bit)からなる2 bitデータのビット配列は、LSB[0] MSB[0] LSB[1] MSB[1] LSB[2] MSB[2] ... のようになる。例えば00 01 10 11という2進数データの場合、Time 0のデータ00は10進数で0、Time 1のデータ01は2、Time 2のデータ10は1、Time 3のデータ11は3となる。

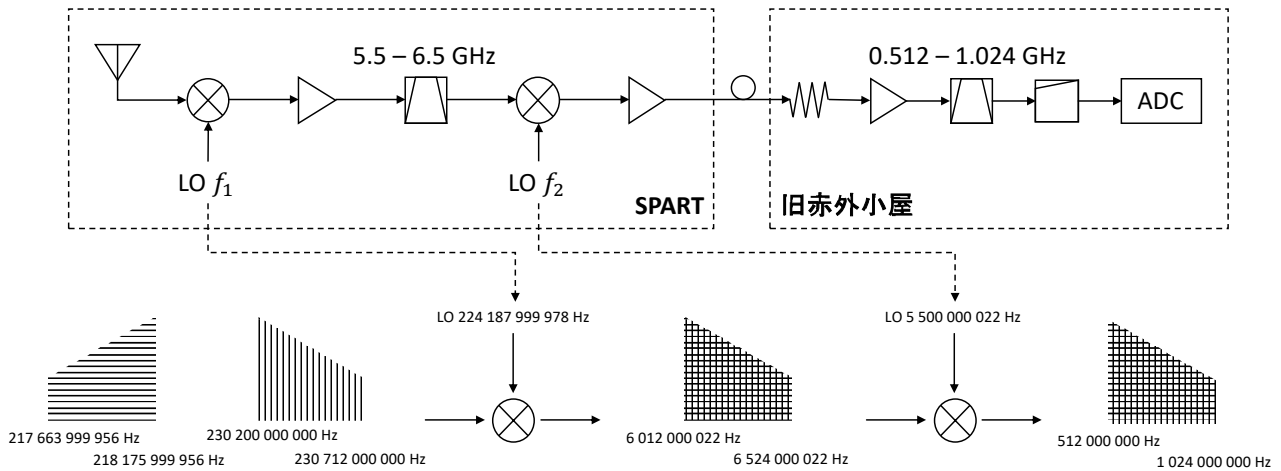


図4 上段: 本計画における受信系のブロック図. アンテナで受信されたアナログ信号は SIS ミキサにおいて LO 周波数 f_1 で周波数変換され, 5.5–6.5 GHz のバンドパスフィルタを経た後さらに周波数 f_2 でミキシングされる. 周波数 f_1 のミキシング後は LSB と USB が加算され DSB 観測となる. 本計画では LO 周波数を式 (4) の通り設定する. この信号を SPART から旧赤外小屋まで数十メートルの同軸ケーブルで伝送し, 大学 VLBI 連携で使用している 0.512–1.024 GHz バンドパスフィルタ, イコライザを通して AD 変換器に入力する. 下段: ミキシングによる帯域変換の様子. 初段のミキシング後, 帯域の上端は 6 524 000 022 Hz になるが, バンドパスフィルタによって 6.5 GHz 以上は遮断されるので上端 24 MHz 分はデータとして得ることができず, 結果として観測帯域は 230.200–230.688 MHz (幅 488 MHz) となる.



図5 左: SPART 出力信号の帯域特性 (0–1 GHz). 右: 本計画のためバンドパスフィルタリングした信号の帯域特性. この信号を AD 変換器に入力する.

3 観測

観測は2019年3月17日から21日の5日間のうち2日行うこととし、観測可否の判断は当日の各局の天候を考慮して行われた。2日という観測日数の制限は、GLTとSRAO局の記録ストレージ容量の制限によるものである。実際の観測は3月18日 (Day 1) と19日 (Day 2) の二日間実施され、その観測概要を表2に示す。一部の情報については表1を再掲している。また観測スケジュールを第3.1節に、各日における作業内容を第3.2節に記す。

表 2: 観測概要

局位置 (地心直交座標)	(-3871061.02022, 3428327.23952, 3723784.27096) m
偏波	single linear
周波数	230.200 – 230.712 GHz (幅 512 MHz, 図 6)
LO 周波数	LO _{1st} = 224 187 999 978 Hz, LO _{2nd} = 5 500 000 022 Hz (図 16)
LO ロック状態	OK
1PPS オフセット	< 1.3 μ s (図 18)
システム雑音温度	200 – 1000 K (図 8)
記録系	ADS3000+/OCTAVIA/OCTADISK
サンプリング周波数	1 024 000 000 sample/s
量子化ビット数	2 bit/sample
ビット配列	LSB[0] MSB[0] LSB[1] MSB[1] ... (第 2.3 節)

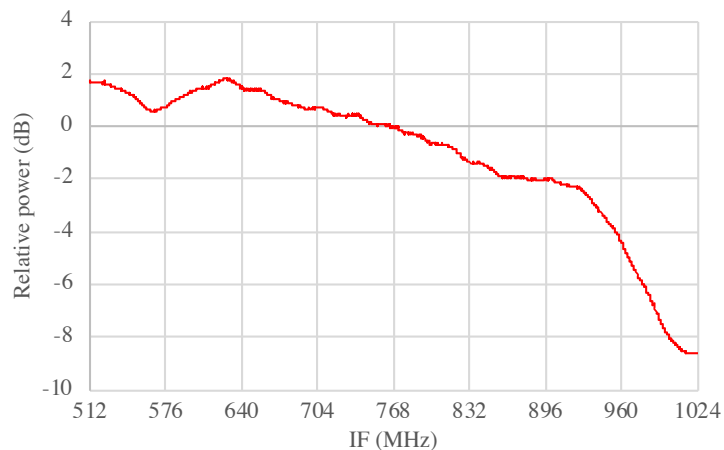


図 6 デジタルデータの帯域特性 (Sky を 20 s 観測). IF 中心周波数 768 MHz の電力値で規格化している. IF 512 MHz が RF 230.200 GHz に, IF 1024 MHz が RF 230.712 GHz に対応する.

3.1 観測スケジュール

本計画の VLBI ターゲットおよびシステム検証用の CO ($J = 2 - 1$) ライン天体を表 3 に挙げ、それらの観測スケジュールを表 4 に、それをもとにプロットした観測方向と時刻の関係を図 12 に示す。CO ライン天体の観測スケジュールは各局にまかされており、VLBI セッションの前後のいずれかのタイミングで NGC 7027 を必ず観測し、補助的に IRC +10216 と DR 21 を観測することになった。それを踏まえて SPART では、IRC +10216 を VLBI セッションの前にあたる 10:00 UT (19:00 JST) 頃に、NGC 7027 と DR 21 をセッション後に観測することとした。実際のアンテナ駆動ログは表 5 と表 6 に示した。

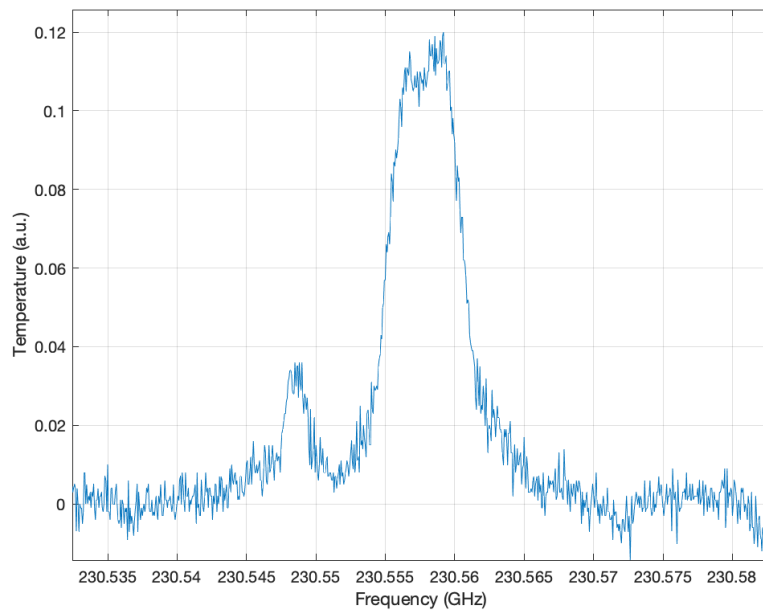


図7 3月17日の試験観測直後に得たDR 21 CO(2-1)ライン。この時点ではスペクトルデータをテキスト出力する際に数値の桁が不足しており、結果的に量子化誤差が大きくなっている。

COライン天体の観測ではON点とOFF点を20秒ごとに観測し、スペクトルのオフセット調整を行った。それぞれの天体のOFF点の位置は、IRC +10216とNGC 7027については方位角方向に $600''$ 離れた地点とし、構造が広がっているDR 21は赤経方向に $+1.045120^\circ$ 、赤緯方向に -2.47353° ずらした地点とした。当初の予定ではON点が240秒となるようにON/OFF観測を12セット行わなければならなかったが、Day 1ではミスにより6セットだけ実施したためON点は120秒分となった。Day 2での観測では、NGC 7027に対してのみON/OFF観測を12セット実施してON点の観測時間を本来の240秒とし、IRC 10216とDR 21に対してはDay 1同様ON点時間を120秒とした。

またDay 1の観測の検証のため翌日にCOライン天体NGC 7027のスペクトルをチェックしたところ、恐らく仰角が低すぎたためにビーム変形が起り、ラインが観測されていなかった。そこでDay 2の観測は、COライン天体NGC 7027とDR 21の観測順序を入れ替え、天体が適切な仰角になるよう調整した。COライン観測の結果を図9-11に示す。

3.2 準備と観測

3月17日

11:00 JSTにCOライン天体DR 21の試験観測を実施し、図7のようなCO(2-1)ラインが検出された。このスペクトルはOCTADISKからデータを吸い出し、自作ソフトウェアによって解析したものである。これをもって、恐らく適切に周波数設定がなされており観測システムに誤りがないことを確認できた。COスペクトル観測に成功し、それ以上その場でデータ解析する必要がなくなったため、100 V電源容量問題を考慮してデータ吸出し用のPCやRAIDディスクは停止した。

13:00 JSTにSkydipによるシステム雑音温度と光学的厚みの測定を行い、天気予報の確認など、観測決行の判断材料を収集した。しかしGLTの仰角ギヤが駆動しないという問題が起きていることがメールで通達され、問題をすぐには解決できないという判断に至り、15:00 JSTに行ったインターネット会議において、この日の観測は実施しないことを決定した。そこでSPARTでは、観測スケジュールの実行方法やSPARTの操作手順の再検討と予行練習を行い、翌日以降の観測に備えた。

3月18日

■電力ジャンプ問題の認識とその対処 16日の観測装置設置作業後、A/D変換器への入力信号と同じ信号をパワーメーターで測定し続けていたが、電力が急激に上がる、または下がるという電力ジャンプ問題を認識した。この問題の原因はこの報告書作成時点においても不明だが、当時可能だった数少ない対処の一つとして、今回の観測用に設置したIF後段受信機内の、可変アッテネーターとアンプを交換することにした。

この交換作業後、アンプの線形性確認を行ったが、設計上は $P_{1dB} = +10$ dBm程度のはずが実際には -1 dBm程度で飽和し始めることが確認された。したがって我々のパワーメーター値はR-Skyによる T_{sys} 測定には利用できず、あくまでA/D変換器への実際の入力信号レベルの確認(電力ジャンプ問題の有無の確認)のみに利用することとなり、R-Skyによるシステム雑音温度測定は、SPARTが普段IF 0-1 GHz帯をモニターしているパワーメーター値を利用することとした。以上の改良後のシステム状態が図1である。システム雑音温度測定は、常温黒体の温度を T_R 、黒体挿入時の電力を P_R 、Sky観測時の電力を P_{Sky} として、大気込みシステム雑音温度を

$$T_{sys}^* = \frac{T_R}{P_{Sky}/P_R - 1} \quad (5)$$

と定義し計算する。

■観測概要 各局の状況と天気予報を考慮した結果、この日にVLBI観測を執行することが決定された。野辺山の天気予報は晴れだったが、実際には曇りであり、時間によっては月が見えなくなるほど厚い雲がかかっていた。1PPSドリフトは記録していないもののGPSとの時間差は $2 \mu s$ 以下、LOのロック状態は問題なし、システム雑音温度は図8左パネルの通りである。また懸念された前述の電力ジャンプ問題だが、幸運にも観測中は電力ジャンプが起これず質の良いデータを取得できたと思われ、VLBI観測には成功したものと思われる。ただしCOライン観測は一部失敗してしまい、3つのCOライン天体についてon-source時間が計120sと規定の半分の観測時間になってしまい、また観測必須とされたNGC 7027が低仰角によるビーム変形のため検出できなかった。光学的厚み τ と大気込みシステム雑音温度 T_{sys}^* は以下の通りだった:

$$\begin{aligned} 10:00 \text{ UT}, \quad \tau = 0.28, \quad T_{sys}^*(EL 30^\circ) = 410 \text{ K}, \quad T_{sys}^*(EL 46^\circ) = 300 \text{ K}; \\ 18:00 \text{ UT}, \quad \tau = 0.59, \quad T_{sys}^*(EL 30^\circ) = 710 \text{ K}, \quad T_{sys}^*(EL 46^\circ) = 410 \text{ K}. \end{aligned}$$

3月19日

■電力ジャンプ問題 前日のVLBI観測中は電力ジャンプは起こらなかったものの、すべての時間帯のパワーメーター値をチェックした結果電力ジャンプが起こっており、結局この問題は解決しようがないことがわかった。できることは観測中にそれが起きないことを祈るのみであり、幸運にも電力ジャンプは起きなかった。

■観測概要 野辺山の天気は曇りのち晴れであり、他局の状況も考慮してこの日もVLBI観測を執行することが決まった。前日同様に1PPSドリフトは記録していないが $2 \mu s$ 以下、LOのロック状態は問題なし、システム雑音温度は図8右パネルの通りである。観測開始時の11:00 UT (20:00 JST)は曇っていたが、天気予報の通りに時間が経つにつれて空が晴れ渡り、観測終了時18:00 UT (3:00 JST)は晴れていたようである。^{*1}VLBI観測にもCOライン観測にも不具合は見られず、成功したものと思われる。光学的厚み τ と大気込みシステム雑音温度 T_{sys}^* は以下の通りだった:

$$\begin{aligned} 10:00 \text{ UT}, \quad \tau = 0.43, \quad T_{sys}^*(EL 30^\circ) = 690 \text{ K}, \quad T_{sys}^*(EL 46^\circ) = 460 \text{ K}; \\ 18:00 \text{ UT}, \quad \tau = 0.12, \quad T_{sys}^*(EL 30^\circ) = 220 \text{ K}, \quad T_{sys}^*(EL 46^\circ) = 190 \text{ K}. \end{aligned}$$

^{*1} 22:00 UT (20日 7:00 JST)には快晴であり、年間を通してめったに見られないほど澄みきった青空の日となった。

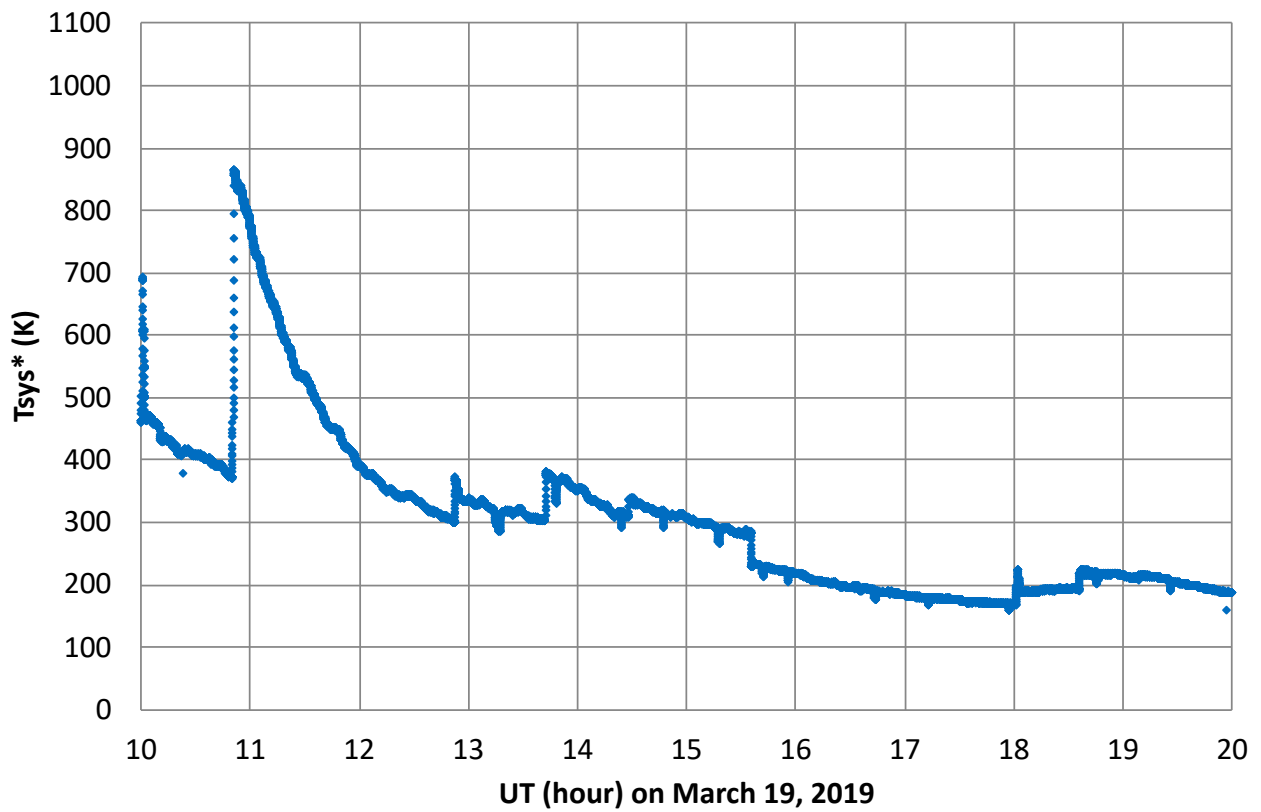
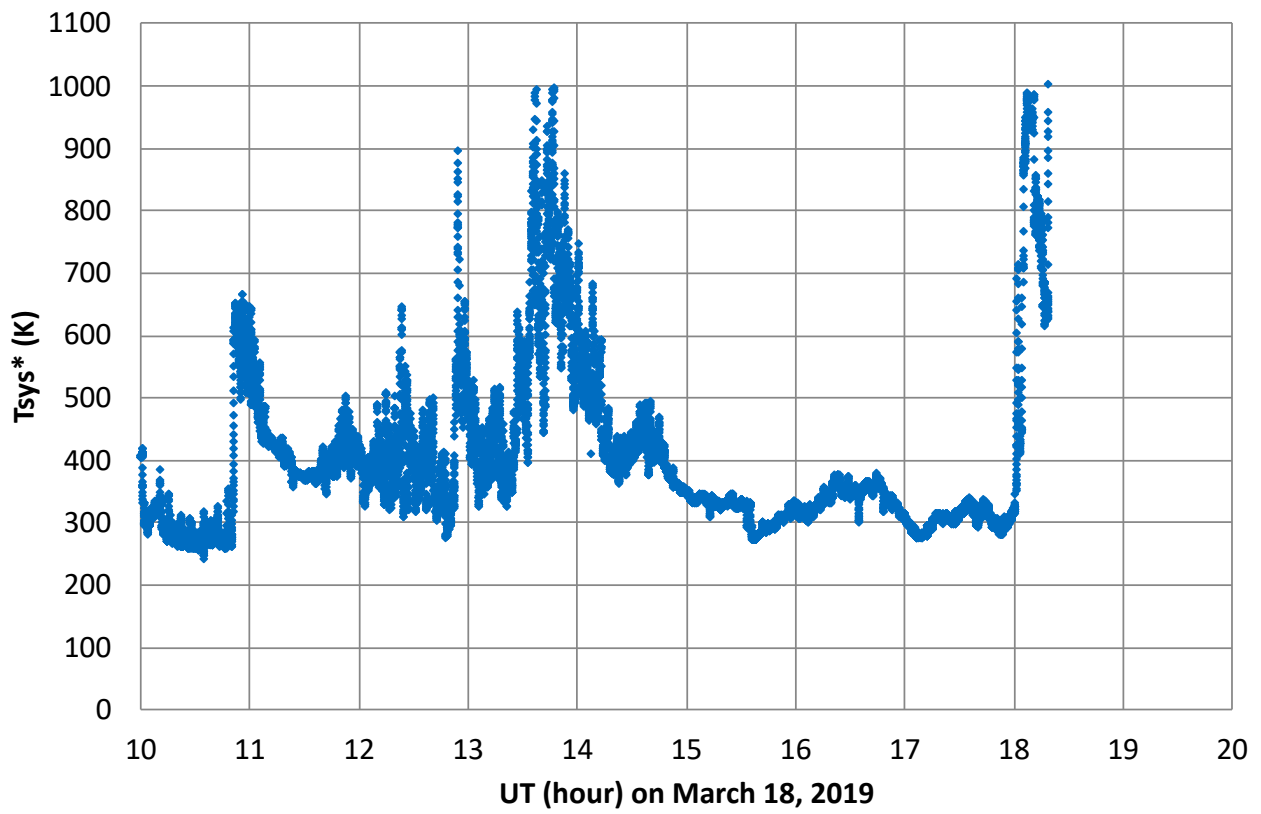


図 8 大気込みシステム雑音温度 T_{sys}^* の時間変化.

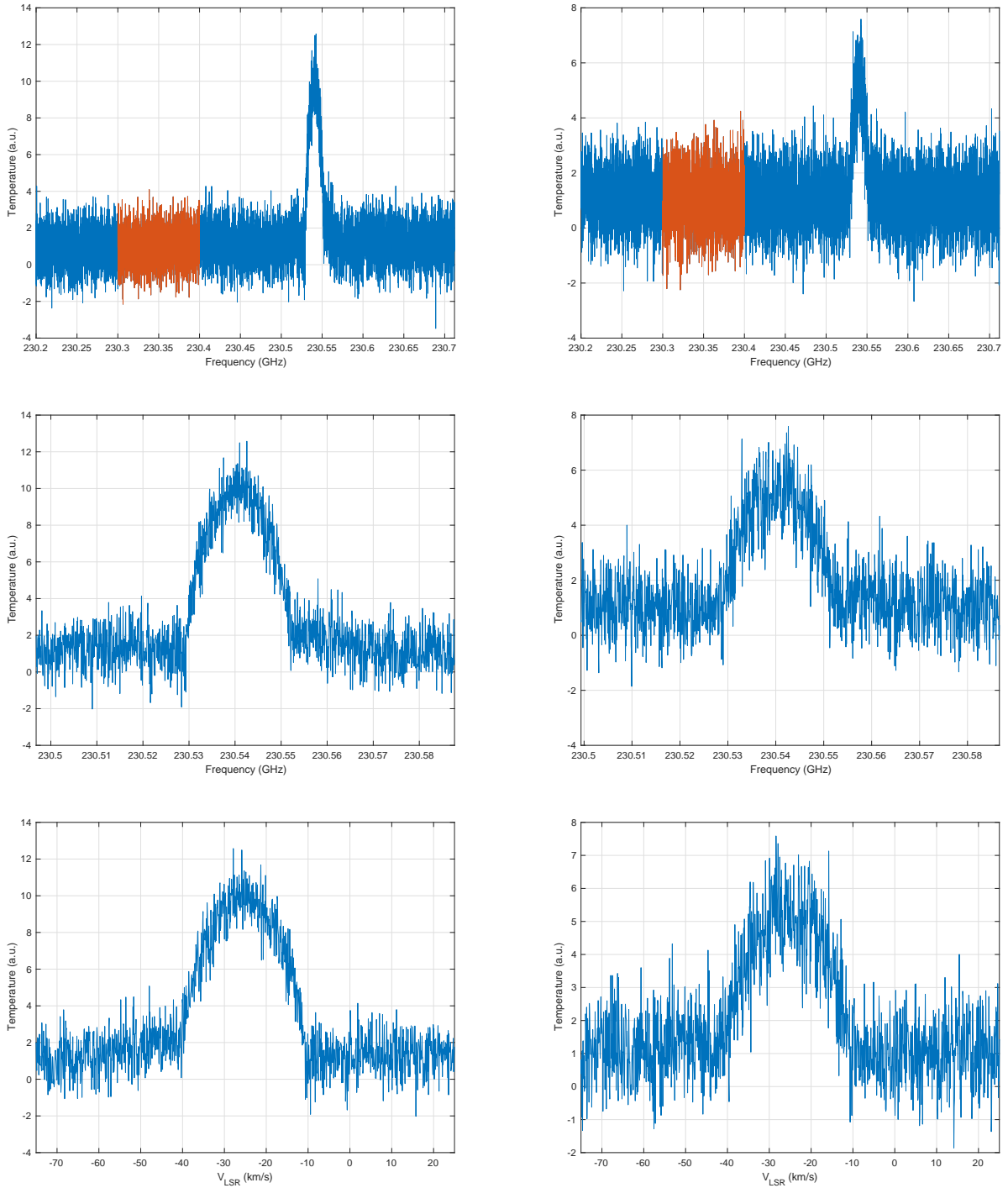


図9 IRC 10216 CO ($J = 2 - 1$) ライン. 左が2019年3月18日, 右が3月19日の観測結果で, 上段は記録帯域全体を, 中段はライン部分の拡大図, 下段は横軸を視線速度に変換した図を表している. 実視線速度はいわゆる radio definition に基づいて $v = c(1 - \nu/\nu_0)$ で与え, さらに LSR (local standard of rest) 系での視線速度 v_{LSR} に変換している. このとき ν_0 は CO(2-1) ライン周波数 230.538000 GHz, ν は観測周波数である. スペクトルは帯域幅 512 MHz を 8192 点分光 (FFT 幅 16384 点) して得ており, 周波数分解能は 62.5 kHz, それに相当する速度分解能は 0.08 km/s である. ON 点時間は 120 s である. オレンジ色の帯域を雑音帯域と定義し, その雑音帯データの平均値 μ , 標準偏差 σ を用いてスペクトルデータ s 全体を $s' = (s - \mu)/\sigma + 1$ と規格化している.

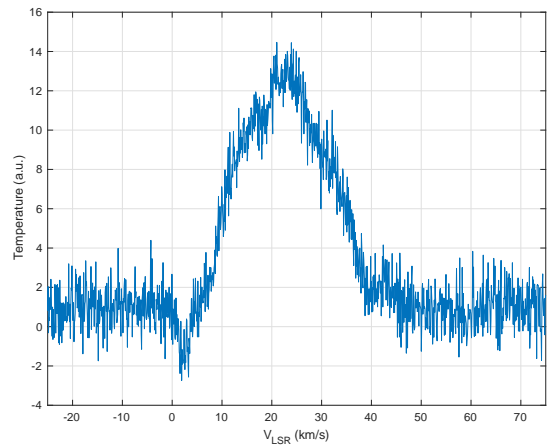
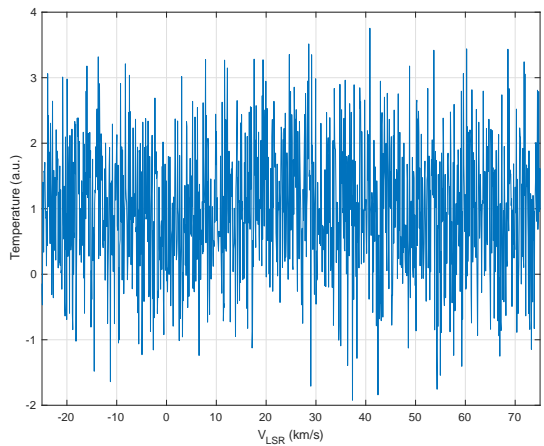
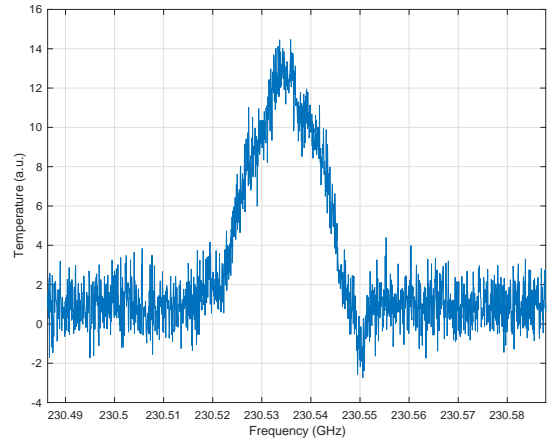
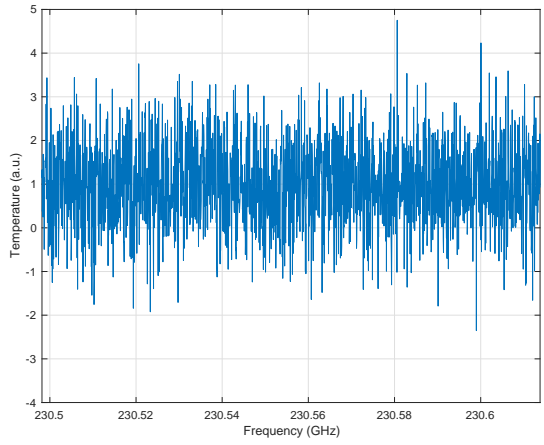
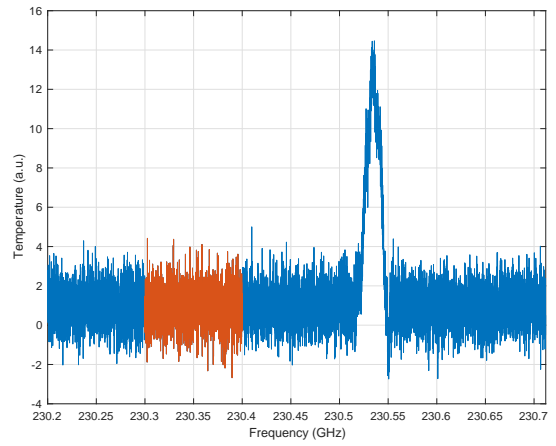
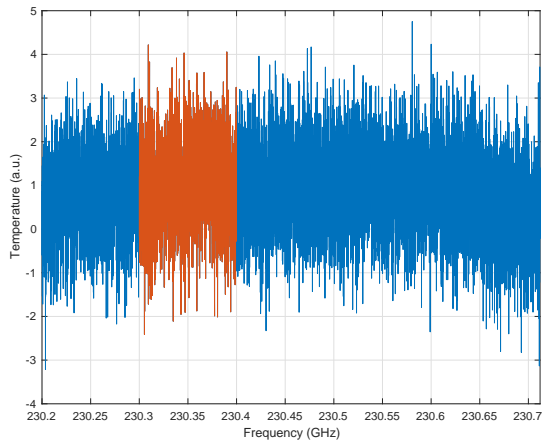


図 10 NGC 7027. 図 9 と同様だが、3 月 18 日の ON 点時間は 120 s、19 日は 240 s である。18 日は検出できていないが、これは天体がアンテナ駆動の最小仰角より下方にありビーム形状が変形してしまったためと考えられる。19 日は観測位置を調整したため正しく検出できている。

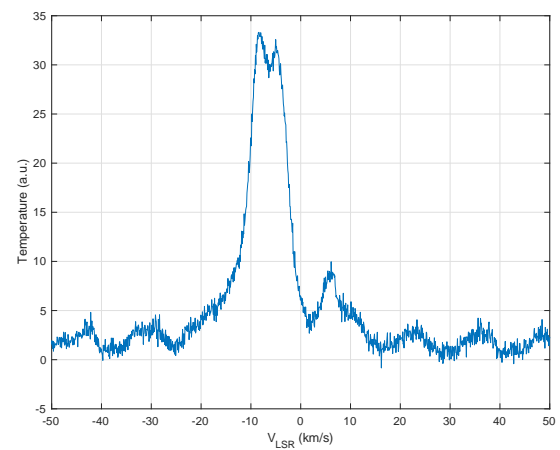
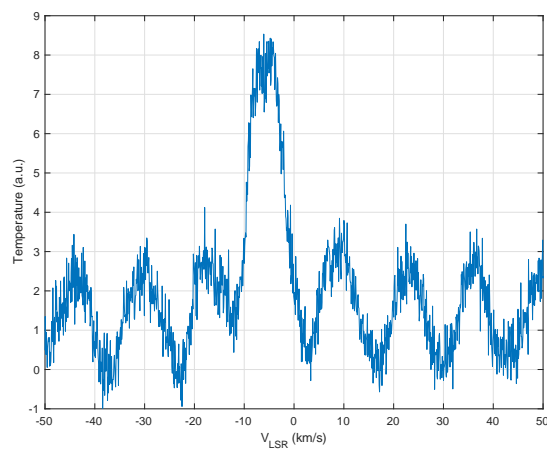
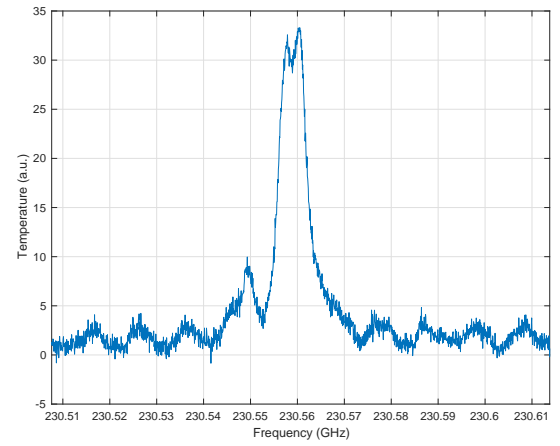
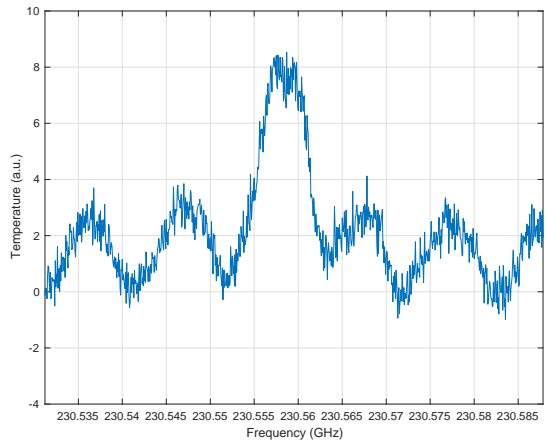
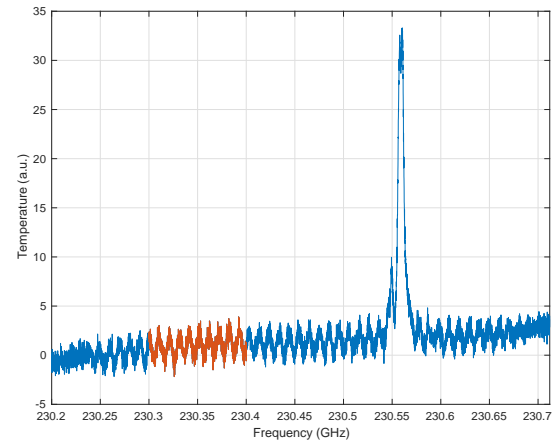
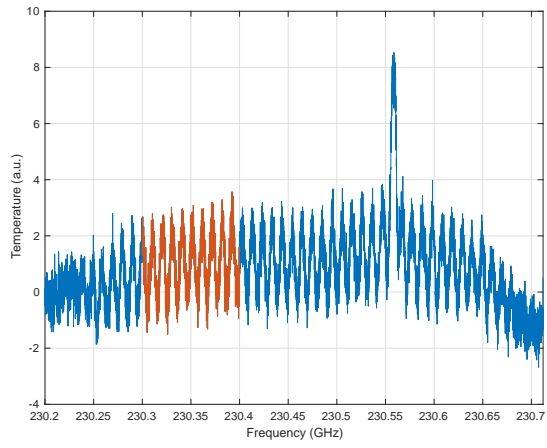


図 11 DR 21. 図 9 と同様だが、DR 21 でのみライン以外の広い帯域で原因不明のリップルが見られる。ON 点時間は 120 s.

表 3: J2000 Coordinates of the Targets

順番	天体名	R.A. [h m s]	Decl. [$^{\circ}$ ' '']
1	IRC +10216	09 47 57.447	+13 16 43.76
2	M87	12 30 49.4233820	+12 23 28.043660
3	NGC 6251	16 32 31.9698870	+82 32 16.399870
4	3C 371	18 06 50.6806430	+69 49 28.108480
5	1928+738	19 27 48.4951480	+73 58 01.569860
6	3C 345	16 42 58.8099650	+39 48 36.994020
7	1633+382	16 35 15.4929750	+38 08 04.500430
8	1653+3945	16 53 52.2166830	+39 45 36.608810
9 or 10	NGC 7027	21 07 01.598	+42 14 10.02
10 or 9	DR 21	20 39 01.01	+42 22 50.2

表 4: VLBI Observation Schedule on March 18 & 19, 2019

Start UT	End UT	Duration [s]	Target	Remarks
11:00:00	11:20:00	1200	M87	
11:23:00	11:43:00	1200	M87	
11:46:00	12:06:00	1200	M87	
12:09:00	12:29:00	1200	M87	
12:32:00	12:52:00	1200	M87	
12:59:00	13:19:00	1200	NGC 6251	
13:22:00	13:42:00	1200	NGC 6251	
13:49:00	14:07:00	1080	3C 371	
14:10:00	14:28:00	1080	3C 371	
14:35:00	14:53:00	1080	1928+738	
14:56:00	15:14:00	1080	1928+738	
15:17:00	15:35:00	1080	1928+738	
15:42:00	16:02:00	1200	3C 345	
16:05:00	16:25:00	1200	3C 345	
16:29:00	16:49:00	1200	1633+382	
16:52:00	17:12:00	1200	1633+382	
17:16:00	17:36:00	1200	J1653+3945	
17:39:00	18:00:20	1280	J1653+3945	

表 5: CO Line Observation on March 18, 2019

Start UT	End UT	Target	Remarks
101041	101104	IRC +10216 ON	
101107	101130	IRC +10216 OFF	
101132	101155	IRC +10216 ON	
101157	101220	IRC +10216 OFF	
101222	101245	IRC +10216 ON	
101248	101311	IRC +10216 OFF	
101313	101336	IRC +10216 ON	
101338	101401	IRC +10216 OFF	
101403	101426	IRC +10216 ON	
101428	101451	IRC +10216 OFF	
101453	101516	IRC +10216 ON	
101518	101542	IRC +10216 OFF	
101542	101553	R (11.9°C)	R-Sky
101606	101617	IRC +10216	R-Sky
110000	180020		VLBI
180505	180528	NGC 7027 ON	
180531	180554	NGC 7027 OFF	
180556	180619	NGC 7027 ON	
180621	180644	NGC 7027 OFF	
180646	180709	NGC 7027 ON	
180712	180735	NGC 7027 OFF	
180737	180800	NGC 7027 ON	
180802	180825	NGC 7027 OFF	
180827	180850	NGC 7027 ON	
180852	180915	NGC 7027 OFF	
180917	180940	NGC 7027 ON	
180943	181006	NGC 7027 OFF	
181006	181017	R (9.0°C)	R-Sky
181030	181041	NGC 7027 OFF (Sky)	R-Sky
181107	181130	DR 21 ON	
181137	181200	DR 21 OFF	
181207	181230	DR 21 ON	
181237	181300	DR 21 OFF	
181306	181329	DR 21 ON	
181336	181359	DR 21 OFF	
181406	181429	DR 21 ON	
181436	181459	DR 21 OFF	
181506	181529	DR 21 ON	
181535	181559	DR 21 OFF	
181605	181629	DR 21 ON	
181635	181658	DR 21 OFF	
181658	181709	R (9.1°C)	R-Sky
181722	181734	DR 21 OFF (Sky)	R-Sky

表 6: CO Line Observation on March 19, 2019

Start UT	End UT	Target	Remarks
101043	101106	IRC +10216 ON	
101108	101131	IRC +10216 OFF	
101134	101157	IRC +10216 ON	
101159	101222	IRC +10216 OFF	
101224	101247	IRC +10216 ON	
101249	101312	IRC +10216 OFF	
101314	101337	IRC +10216 ON	
101339	101403	IRC +10216 OFF	
101405	101428	IRC +10216 ON	
101430	101453	IRC +10216 OFF	
101455	101518	IRC +10216 ON	
101520	101543	IRC +10216 OFF	
101545	101608	IRC +10216 ON	
101610	101633	IRC +10216 OFF	
101636	101659	IRC +10216 ON	
101701	101725	IRC +10216 OFF	
101727	101750	IRC +10216 ON	
101753	101816	IRC +10216 OFF	
101818	101841	IRC +10216 ON	
101843	101906	IRC +10216 OFF	
101908	101931	IRC +10216 ON	
101933	101957	IRC +10216 OFF	
101959	102022	IRC +10216 ON	
102024	102047	IRC +10216 OFF	
102047	102058	R (16.1°C)	R-Sky
102112	102123	IRC +10216	R-Sky
110000	180020		VLBI
183603	183626	DR 21 ON	
183633	183656	DR 21 OFF	
183704	183727	DR 21 ON	
183734	183757	DR 21 OFF	
183804	183827	DR 21 ON	
183834	183857	DR 21 OFF	
183904	183927	DR 21 ON	
183934	183957	DR 21 OFF	
184004	184027	DR 21 ON	
184034	184057	DR 21 OFF	
184105	184128	DR 21 ON	
184135	184158	DR 21 OFF	
184205	184228	DR 21 ON	
184235	184258	DR 21 OFF	
184305	184328	DR 21 ON	
184335	184358	DR 21 OFF	
184405	184428	DR 21 ON	
184435	184459	DR 21 OFF	
184506	184529	DR 21 ON	
184536	184559	DR 21 OFF	
184606	184629	DR 21 ON	
184636	184659	DR 21 OFF	
184706	184730	DR 21 ON	

表 6: CO Line Observation on March 19, 2019

184737	184800	DR 21 OFF	
184800	184811	R (12.1°C)	R-Sky
184824	184835	DR 21 OFF (Sky)	R-Sky
200221	200244	NGC 7027 ON	
200246	200309	NGC 7027 OFF	
200311	200334	NGC 7027 ON	
200336	200359	NGC 7027 OFF	
200401	200424	NGC 7027 ON	
200426	200449	NGC 7027 OFF	
200452	200515	NGC 7027 ON	
200517	200540	NGC 7027 OFF	
200542	200605	NGC 7027 ON	
200607	200630	NGC 7027 OFF	
200632	200655	NGC 7027 ON	
200657	200720	NGC 7027 OFF	
200722	200745	NGC 7027 ON	
200748	200811	NGC 7027 OFF	
200814	200837	NGC 7027 ON	
200839	200902	NGC 7027 OFF	
200904	200927	NGC 7027 ON	
200930	200953	NGC 7027 OFF	
200955	201018	NGC 7027 ON	
201020	201043	NGC 7027 OFF	
201045	201109	NGC 7027 ON	
201110	201134	NGC 7027 OFF	
201136	201159	NGC 7027 ON	
201201	201224	NGC 7027 OFF	
201224	201235	R (11.4°C)	R-Sky
201248	201300	NGC 7027 OFF (Sky)	R-Sky

UP-TIME PLOT

SPART-VLBI.txt

Observer SPART10m 138d 28m 15.4s 35d 56m 30.4s

Obs Date 2019-03-17

- 1 0-IRC10216 09 47 57.447 +13 16 43.76
- 2 1-M87 12 30 49 42338230 +12 23 28.0438581
- 3 2-NGC6251 16 32 31.96990024 +82 32 16.3999540
- 4 3-3C371 18 06 50.6803567107 +69 49 28.108152993
- 5 4-1928+738 19 27 48.4951 +73 58 01.569
- 6 5-3C345 16 42 58.8100340220 +39 48 36.999540578
- 7 6-1633+382 16 35 15.4929 +38 08 04.500
- 8 7-1653+3945 16 53 52.21668494 +39 45 36.6089458
- 9 8-NGC7027 21 07 01.598 +42 14 10.02
- 10 9-DR21 20 39 01.01 +42 22 50.2

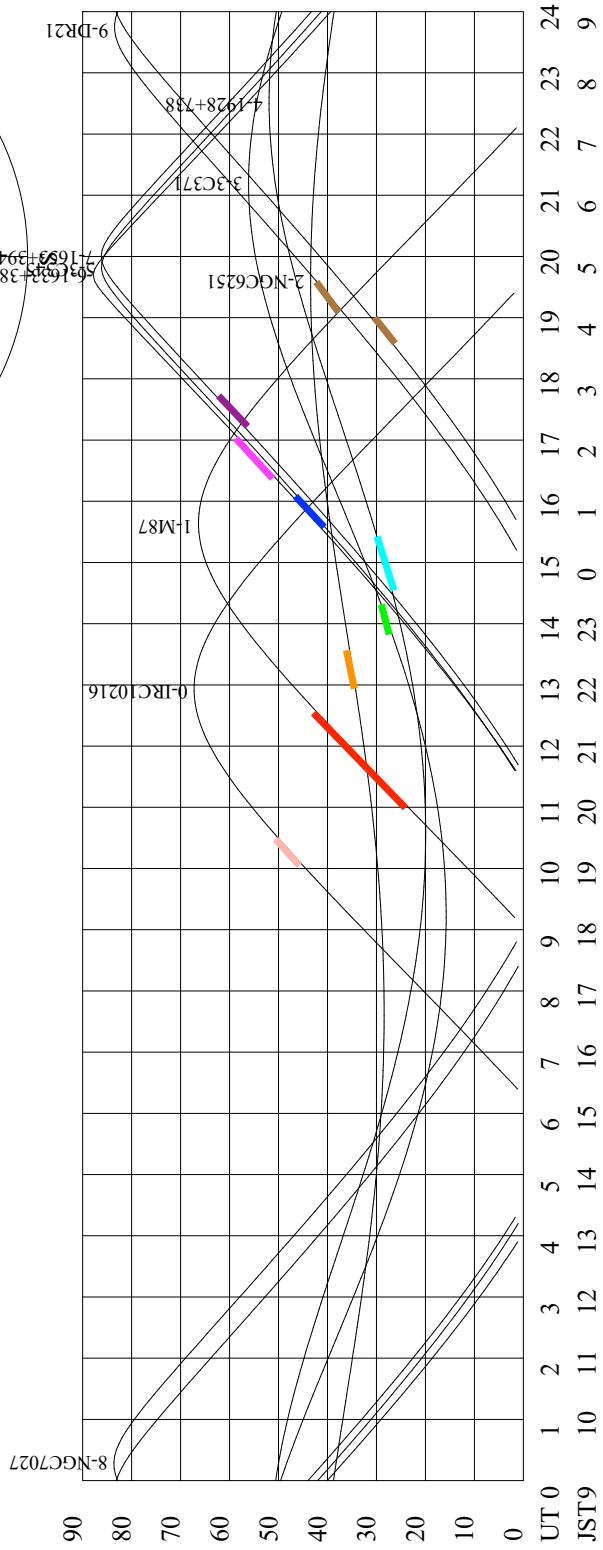
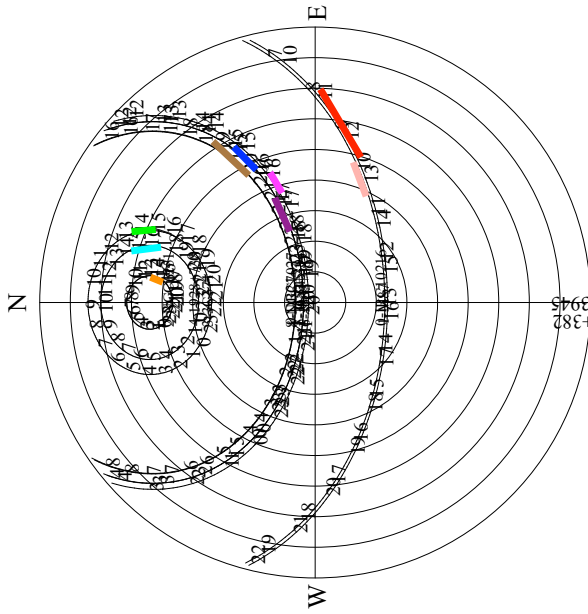


図 12 観測天体の方向と時刻.

付録 A 局位置誤差をカバーするFRINGEサーチウィンドウ

SPART の局位置は数十メートルの誤差を含む可能性がある．FRINGEサーチする際の delay-rate ウィンドウは、その誤差による影響を含めて決定しなければならない、本節でそれを見積もる．

幾何学的遅延 τ_g とその時間変化率 $\dot{\tau}_g$ は、基線ベクトル \mathbf{D} 、天体への視線ベクトル \mathbf{s} 、光速 c を用いて

$$\tau_g = \frac{\mathbf{D} \cdot \mathbf{s}}{c}, \quad \dot{\tau}_g = \frac{\mathbf{D} \cdot \dot{\mathbf{s}}}{c} \quad (6)$$

で与えられ、視線ベクトル \mathbf{s} は天体の時角と赤緯をそれぞれ H, δ として

$$\mathbf{s} = \begin{pmatrix} \cos \delta \cos H \\ \cos \delta \sin H \\ \sin \delta \end{pmatrix}, \quad \dot{\mathbf{s}} = \omega_E \begin{pmatrix} -\cos \delta \sin H \\ \cos \delta \cos H \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \omega_E = \frac{dH}{dt} = \frac{2\pi}{86\,164.098\,903\,691 \text{ s}} \quad (7)$$

で与えられる．ここで ω_E は地球の自転角速度である．GLT と SPART の基線ベクトル \mathbf{D} は、GLT を基準局とすると

$$\mathbf{D} = \begin{pmatrix} -3871061.02022 \text{ m} \\ 3428327.23952 \text{ m} \\ 3723784.27096 \text{ m} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 541547.00000 \text{ m} \\ -1387978.60000 \text{ m} \\ 6180982.00000 \text{ m} \end{pmatrix} + \Delta \mathbf{D} \quad (8)$$

と表せる．局位置誤差ベクトル $\Delta \mathbf{D}$ は定かではないが、その大きさを $\Delta D = 100 \text{ m}$ と仮定する．このとき幾何学的遅延時間の取りうる値の範囲は

$$|\tau_g| = \frac{|\mathbf{D} + \Delta \mathbf{D}| \cdot |\mathbf{s}|}{c} < \frac{D}{c} + \frac{\Delta D}{c} = 23.3 \text{ ms} + 0.334 \text{ } \mu\text{s}, \quad (9)$$

遅延時間変化率の取りうる値の範囲は

$$|\dot{\tau}_g| = \frac{|\mathbf{D} + \Delta \mathbf{D}| \cdot |\dot{\mathbf{s}}|}{c} < \left(\frac{D}{c} + \frac{\Delta D}{c} \right) \omega_E = 1.70 \text{ } \mu\text{s/s} + 24.3 \text{ ps/s} \quad (10)$$

となる．以上より局位置誤差による遅延時間と遅延時間変化率の誤差は、それぞれ $0.334 \text{ } \mu\text{s}$ 、 24.3 ps/s であり、FRINGEサーチの際はその誤差を考慮してウィンドウ幅を決定しなければならない．

付録 B アンテナ駆動ログ

観測した 2019 年 3 月 18 日のアンテナ駆動ログを B.1 に、3 月 19 日のログを B.2 に示す。

B.1 SPART Antenna Drive Log on March 18, 2019

```
JST-20190318-185534, start observation
JST-20190318-185534, logname=Main_obs20190318-19.log
JST-20190318-185752, move_antenna(90.000000, 30.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-190026, tracking
JST-20190318-190046, move_antenna(90.000000, 30.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-190047, tracking
JST-20190318-190052, move_antenna(90.000000, 34.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-190103, tracking
JST-20190318-190108, move_antenna(90.000000, 38.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-190119, tracking
JST-20190318-190124, move_antenna(90.000000, 42.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-190135, tracking
JST-20190318-190141, move_antenna(90.000000, 46.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-190152, tracking
JST-20190318-190212, chopper_r start
JST-20190318-190223, chopper_r end, temp = 12
JST-20190318-190236, chopper_sky start
JST-20190318-190247, chopper_sky end
JST-20190318-191003, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190318-191041, tracking
JST-20190318-191104, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-191107, tracking
JST-20190318-191130, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190318-191132, tracking
JST-20190318-191155, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-191157, tracking
JST-20190318-191220, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190318-191222, tracking
JST-20190318-191245, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-191248, tracking
JST-20190318-191311, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190318-191313, tracking
JST-20190318-191336, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-191338, tracking
JST-20190318-191401, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190318-191403, tracking
JST-20190318-191426, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-191428, tracking
JST-20190318-191451, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190318-191453, tracking
JST-20190318-191516, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190318-191518, tracking
JST-20190318-191542, chopper_r start
JST-20190318-191553, chopper_r end, temp = 11.9
JST-20190318-191606, chopper_sky start
JST-20190318-191617, chopper_sky end
JST-20190318-195007, move_antenna(187.705930, 12.391120, J2000)
JST-20190318-195109, tracking
JST-20190318-202004, chopper_r start
JST-20190318-202015, chopper_r end, temp = 11.5
JST-20190318-202028, chopper_sky start
JST-20190318-202040, chopper_sky end
JST-20190318-204303, chopper_r start
JST-20190318-204315, chopper_r end, temp = 10.4
```

JST-20190318-204328, chopper_sky start
JST-20190318-204339, chopper_sky end
JST-20190318-210603, chopper_r start
JST-20190318-210614, chopper_r end, temp = 11.5
JST-20190318-210627, chopper_sky start
JST-20190318-210639, chopper_sky end
JST-20190318-212903, chopper_r start
JST-20190318-212914, chopper_r end, temp = 11.4
JST-20190318-212927, chopper_sky start
JST-20190318-212939, chopper_sky end
JST-20190318-215213, move_antenna(248.133210, 82.537890, J2000)
JST-20190318-215509, tracking
JST-20190318-221903, chopper_r start
JST-20190318-221914, chopper_r end, temp = 9.2
JST-20190318-221927, chopper_sky start
JST-20190318-221938, chopper_sky end
JST-20190318-224213, move_antenna(271.711170, 69.824470, J2000)
JST-20190318-224235, tracking
JST-20190318-230704, chopper_r start
JST-20190318-230715, chopper_r end, temp = 9.8
JST-20190318-230728, chopper_sky start
JST-20190318-230739, chopper_sky end
JST-20190318-232814, move_antenna(291.952060, 73.967100, J2000)
JST-20190318-232830, tracking
JST-20190318-235303, chopper_r start
JST-20190318-235315, chopper_r end, temp = 9.1
JST-20190318-235328, chopper_sky start
JST-20190318-235339, chopper_sky end
JST-20190319-001403, chopper_r start
JST-20190319-001414, chopper_r end, temp = 9.0
JST-20190319-001427, chopper_sky start
JST-20190319-001439, chopper_sky end
JST-20190319-003513, move_antenna(250.745040, 39.810280, J2000)
JST-20190319-003633, tracking
JST-20190319-010207, chopper_r start
JST-20190319-010218, chopper_r end, temp = 9.5
JST-20190319-010231, chopper_sky start
JST-20190319-010242, chopper_sky end
JST-20190319-012513, move_antenna(248.814550, 38.134580, J2000)
JST-20190319-012521, tracking
JST-20190319-014903, chopper_r start
JST-20190319-014914, chopper_r end, temp = 10.0
JST-20190319-014927, chopper_sky start
JST-20190319-014939, chopper_sky end
JST-20190319-021213, move_antenna(253.467570, 39.760170, J2000)
JST-20190319-021223, tracking
JST-20190319-023603, chopper_r start
JST-20190319-023614, chopper_r end, temp = 8.9
JST-20190319-023627, chopper_sky start
JST-20190319-023638, chopper_sky end
JST-20190319-030037, move_antenna(71.717548, 30.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-030151, tracking
JST-20190319-030157, move_antenna(71.717548, 34.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-030207, tracking
JST-20190319-030212, move_antenna(71.717548, 38.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-030223, tracking
JST-20190319-030228, move_antenna(71.717548, 42.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-030239, tracking
JST-20190319-030244, move_antenna(71.717548, 46.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-030255, tracking
JST-20190319-030325, chopper_r start
JST-20190319-030336, chopper_r end, temp = 9.3
JST-20190319-030349, chopper_sky start

JST-20190319-030400, chopper_sky end
 JST-20190319-030418, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190319-030505, tracking
 JST-20190319-030528, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-030531, tracking
 JST-20190319-030554, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190319-030556, tracking
 JST-20190319-030619, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-030621, tracking
 JST-20190319-030644, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190319-030646, tracking
 JST-20190319-030709, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-030712, tracking
 JST-20190319-030735, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190319-030737, tracking
 JST-20190319-030800, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-030802, tracking
 JST-20190319-030825, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190319-030827, tracking
 JST-20190319-030850, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-030852, tracking
 JST-20190319-030915, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190319-030917, tracking
 JST-20190319-030940, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-030943, tracking
 JST-20190319-031006, chopper_r start
 JST-20190319-031017, chopper_r end, temp = 9.0
 JST-20190319-031030, chopper_sky start
 JST-20190319-031041, chopper_sky end
 JST-20190319-031055, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190319-031107, tracking
 JST-20190319-031130, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190319-031137, tracking
 JST-20190319-031200, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190319-031207, tracking
 JST-20190319-031230, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190319-031237, tracking
 JST-20190319-031300, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190319-031306, tracking
 JST-20190319-031329, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190319-031336, tracking
 JST-20190319-031359, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190319-031406, tracking
 JST-20190319-031429, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190319-031436, tracking
 JST-20190319-031459, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190319-031506, tracking
 JST-20190319-031529, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190319-031535, tracking
 JST-20190319-031559, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190319-031605, tracking
 JST-20190319-031629, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190319-031635, tracking
 JST-20190319-031658, chopper_r start
 JST-20190319-031709, chopper_r end, temp = 9.1
 JST-20190319-031722, chopper_sky start
 JST-20190319-031734, chopper_sky end
 JST-20190319-031834, move_antenna (90.000000, 10.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-031931, tracking

B.2 SPART Antenna Drive Log on March 19, 2019

```
JST-20190319-185907, start observation
JST-20190319-185907, logname=Main_obs20190319-20.log
JST-20190319-190010, move_antenna(90.000000, 30.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-190044, tracking
JST-20190319-190057, move_antenna(90.000000, 34.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-190108, tracking
JST-20190319-190121, move_antenna(90.000000, 38.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-190131, tracking
JST-20190319-190145, move_antenna(90.000000, 42.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-190155, tracking
JST-20190319-190208, move_antenna(90.000000, 46.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-190219, tracking
JST-20190319-190232, chopper_r start
JST-20190319-190244, chopper_r end
JST-20190319-190244, temp = 15.90
JST-20190319-190244, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190319-190257, chopper_sky start
JST-20190319-190308, chopper_sky end
JST-20190319-191003, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191043, tracking
JST-20190319-191106, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191108, tracking
JST-20190319-191131, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191134, tracking
JST-20190319-191157, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191159, tracking
JST-20190319-191222, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191224, tracking
JST-20190319-191247, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191249, tracking
JST-20190319-191312, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191314, tracking
JST-20190319-191337, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191339, tracking
JST-20190319-191403, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191405, tracking
JST-20190319-191428, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191430, tracking
JST-20190319-191453, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191455, tracking
JST-20190319-191518, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191520, tracking
JST-20190319-191543, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191545, tracking
JST-20190319-191608, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191610, tracking
JST-20190319-191633, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191636, tracking
JST-20190319-191659, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191701, tracking
JST-20190319-191725, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191727, tracking
JST-20190319-191750, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191753, tracking
JST-20190319-191816, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191818, tracking
JST-20190319-191841, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190319-191843, tracking
JST-20190319-191906, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
JST-20190319-191908, tracking
```


JST-20190319-191931, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-191933, tracking
 JST-20190319-191957, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-191959, tracking
 JST-20190319-192022, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192024, tracking
 JST-20190319-192047, chopper_r start
 JST-20190319-192058, chopper_r end
 JST-20190319-192058, temp = 16.10
 JST-20190319-192058, Gunn_Lock = 2.06
 JST-20190319-192112, chopper_sky start
 JST-20190319-192123, chopper_sky end
 JST-20190319-192133, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192135, tracking
 JST-20190319-192158, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192201, tracking
 JST-20190319-192224, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192226, tracking
 JST-20190319-192249, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192251, tracking
 JST-20190319-192314, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192316, tracking
 JST-20190319-192339, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192341, tracking
 JST-20190319-192404, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192406, tracking
 JST-20190319-192429, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192431, tracking
 JST-20190319-192455, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192456, tracking
 JST-20190319-192519, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192522, tracking
 JST-20190319-192545, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192547, tracking
 JST-20190319-192610, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192612, tracking
 JST-20190319-192635, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192637, tracking
 JST-20190319-192700, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192702, tracking
 JST-20190319-192725, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192727, tracking
 JST-20190319-192750, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192752, tracking
 JST-20190319-192815, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192817, tracking
 JST-20190319-192840, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192843, tracking
 JST-20190319-192906, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192908, tracking
 JST-20190319-192931, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-192933, tracking
 JST-20190319-192956, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-192958, tracking
 JST-20190319-193022, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193024, tracking
 JST-20190319-193047, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193049, tracking
 JST-20190319-193112, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193114, tracking
 JST-20190319-193137, chopper_r start
 JST-20190319-193148, chopper_r end
 JST-20190319-193149, temp = 15.80

JST-20190319-193149, Gunn_Lock = 2.06
 JST-20190319-193202, chopper_sky start
 JST-20190319-193213, chopper_sky end
 JST-20190319-193223, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193224, tracking
 JST-20190319-193247, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193250, tracking
 JST-20190319-193313, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193315, tracking
 JST-20190319-193338, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193340, tracking
 JST-20190319-193403, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193406, tracking
 JST-20190319-193429, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193431, tracking
 JST-20190319-193454, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193456, tracking
 JST-20190319-193519, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193521, tracking
 JST-20190319-193544, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193546, tracking
 JST-20190319-193609, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193611, tracking
 JST-20190319-193634, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193636, tracking
 JST-20190319-193659, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193702, tracking
 JST-20190319-193725, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193727, tracking
 JST-20190319-193750, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193752, tracking
 JST-20190319-193815, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193817, tracking
 JST-20190319-193840, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193842, tracking
 JST-20190319-193905, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193909, tracking
 JST-20190319-193932, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-193934, tracking
 JST-20190319-193957, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-193959, tracking
 JST-20190319-194022, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-194024, tracking
 JST-20190319-194047, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-194049, tracking
 JST-20190319-194112, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-194114, tracking
 JST-20190319-194137, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000)
 JST-20190319-194139, tracking
 JST-20190319-194202, move_antenna(146.989360, 13.278820, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190319-194204, tracking
 JST-20190319-194228, chopper_r start
 JST-20190319-194239, chopper_r end
 JST-20190319-194239, temp = 16.20
 JST-20190319-194239, Gunn_Lock = 2.06
 JST-20190319-194252, chopper_sky start
 JST-20190319-194303, chopper_sky end
 JST-20190319-195003, move_antenna(187.705930, 12.391120, J2000)
 JST-20190319-195105, tracking
 JST-20190319-202004, chopper_r start
 JST-20190319-202015, chopper_r end
 JST-20190319-202015, temp = 16.20
 JST-20190319-202015, Gunn_Lock = 2.06

JST-20190319-202028, chopper_sky start
JST-20190319-202039, chopper_sky end
JST-20190319-204303, chopper_r start
JST-20190319-204314, chopper_r end
JST-20190319-204315, temp = 15.90
JST-20190319-204315, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190319-204328, chopper_sky start
JST-20190319-204339, chopper_sky end
JST-20190319-210603, chopper_r start
JST-20190319-210615, chopper_r end
JST-20190319-210615, temp = 15.70
JST-20190319-210615, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190319-210628, chopper_sky start
JST-20190319-210639, chopper_sky end
JST-20190319-212903, chopper_r start
JST-20190319-212914, chopper_r end
JST-20190319-212915, temp = 15.40
JST-20190319-212915, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190319-212928, chopper_sky start
JST-20190319-212939, chopper_sky end
JST-20190319-215213, move_antenna(248.133210, 82.537890, J2000)
JST-20190319-215510, tracking
JST-20190319-221903, chopper_r start
JST-20190319-221915, chopper_r end
JST-20190319-221915, temp = 14.80
JST-20190319-221915, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190319-221928, chopper_sky start
JST-20190319-221939, chopper_sky end
JST-20190319-224206, move_antenna(271.711170, 69.824470, J2000)
JST-20190319-224228, tracking
JST-20190319-230703, chopper_r start
JST-20190319-230714, chopper_r end
JST-20190319-230715, temp = 13.10
JST-20190319-230715, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190319-230728, chopper_sky start
JST-20190319-230739, chopper_sky end
JST-20190319-232814, move_antenna(291.952060, 73.967100, J2000)
JST-20190319-232830, tracking
JST-20190319-235304, chopper_r start
JST-20190319-235315, chopper_r end
JST-20190319-235315, temp = 13.50
JST-20190319-235315, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190319-235328, chopper_sky start
JST-20190319-235339, chopper_sky end
JST-20190320-001404, chopper_r start
JST-20190320-001415, chopper_r end
JST-20190320-001416, temp = 13.80
JST-20190320-001416, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190320-001429, chopper_sky start
JST-20190320-001440, chopper_sky end
JST-20190320-003513, move_antenna(250.745040, 39.810280, J2000)
JST-20190320-003634, tracking
JST-20190320-010203, chopper_r start
JST-20190320-010214, chopper_r end
JST-20190320-010215, temp = 14.50
JST-20190320-010215, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190320-010228, chopper_sky start
JST-20190320-010239, chopper_sky end
JST-20190320-012513, move_antenna(248.814550, 38.134580, J2000)
JST-20190320-012522, tracking
JST-20190320-014939, chopper_r start
JST-20190320-014950, chopper_r end
JST-20190320-014950, temp = 13.60

JST-20190320-014950, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190320-015004, chopper_sky start
JST-20190320-015015, chopper_sky end
JST-20190320-021213, move_antenna(253.467570, 39.760170, J2000)
JST-20190320-021223, tracking
JST-20190320-023603, chopper_r start
JST-20190320-023614, chopper_r end
JST-20190320-023615, temp = 13.00
JST-20190320-023615, Gunn_Lock = 2.06
JST-20190320-023628, chopper_sky start
JST-20190320-023639, chopper_sky end
JST-20190320-030037, move_antenna(71.698494, 30.000000, HORIZONTAL)
JST-20190320-030152, tracking
JST-20190320-030205, move_antenna(71.698494, 34.000000, HORIZONTAL)
JST-20190320-030216, tracking
JST-20190320-030229, move_antenna(71.698494, 38.000000, HORIZONTAL)
JST-20190320-030240, tracking
JST-20190320-030253, move_antenna(71.698494, 42.000000, HORIZONTAL)
JST-20190320-030304, tracking
JST-20190320-030317, move_antenna(71.698494, 46.000000, HORIZONTAL)
JST-20190320-030328, tracking
JST-20190320-030341, chopper_r start
JST-20190320-030352, chopper_r end
JST-20190320-030352, temp = 12.60
JST-20190320-030352, Gunn_Lock = 2.07
JST-20190320-030405, chopper_sky start
JST-20190320-030416, chopper_sky end
JST-20190320-033536, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-033603, tracking
JST-20190320-033626, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-033633, tracking
JST-20190320-033656, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-033704, tracking
JST-20190320-033727, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-033734, tracking
JST-20190320-033757, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-033804, tracking
JST-20190320-033827, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-033834, tracking
JST-20190320-033857, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-033904, tracking
JST-20190320-033927, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-033934, tracking
JST-20190320-033957, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-034004, tracking
JST-20190320-034027, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-034034, tracking
JST-20190320-034057, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-034105, tracking
JST-20190320-034128, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-034135, tracking
JST-20190320-034158, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-034205, tracking
JST-20190320-034228, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-034235, tracking
JST-20190320-034258, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-034305, tracking
JST-20190320-034328, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-034335, tracking
JST-20190320-034358, move_antenna(309.754210, 42.380610, J2000)
JST-20190320-034405, tracking
JST-20190320-034428, move_antenna(310.799330, 39.907080, J2000)
JST-20190320-034435, tracking

JST-20190320-034459, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190320-034506, tracking
 JST-20190320-034529, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190320-034536, tracking
 JST-20190320-034559, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190320-034606, tracking
 JST-20190320-034629, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190320-034636, tracking
 JST-20190320-034659, move_antenna (309.754210, 42.380610, J2000)
 JST-20190320-034706, tracking
 JST-20190320-034730, move_antenna (310.799330, 39.907080, J2000)
 JST-20190320-034737, tracking
 JST-20190320-034800, chopper_r start
 JST-20190320-034811, chopper_r end
 JST-20190320-034811, temp = 12.10
 JST-20190320-034811, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-034824, chopper_sky start
 JST-20190320-034835, chopper_sky end
 JST-20190320-040838, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-040849, tracking
 JST-20190320-040912, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-040914, tracking
 JST-20190320-040937, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-040939, tracking
 JST-20190320-041002, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041004, tracking
 JST-20190320-041028, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041030, tracking
 JST-20190320-041053, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041055, tracking
 JST-20190320-041118, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041120, tracking
 JST-20190320-041143, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041145, tracking
 JST-20190320-041208, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041210, tracking
 JST-20190320-041233, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041235, tracking
 JST-20190320-041258, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041301, tracking
 JST-20190320-041324, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041326, tracking
 JST-20190320-041349, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041351, tracking
 JST-20190320-041414, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041416, tracking
 JST-20190320-041439, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041441, tracking
 JST-20190320-041504, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041506, tracking
 JST-20190320-041529, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041531, tracking
 JST-20190320-041554, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041556, tracking
 JST-20190320-041619, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041621, tracking
 JST-20190320-041644, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041646, tracking
 JST-20190320-041709, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041712, tracking
 JST-20190320-041735, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041737, tracking
 JST-20190320-041800, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)

JST-20190320-041802, tracking
 JST-20190320-041825, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041827, tracking
 JST-20190320-041850, chopper_r start
 JST-20190320-041901, chopper_r end
 JST-20190320-041902, temp = 11.20
 JST-20190320-041902, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-041915, chopper_sky start
 JST-20190320-041926, chopper_sky end
 JST-20190320-041929, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-041931, tracking
 JST-20190320-041954, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-041956, tracking
 JST-20190320-042019, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042022, tracking
 JST-20190320-042045, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042047, tracking
 JST-20190320-042110, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042112, tracking
 JST-20190320-042135, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042137, tracking
 JST-20190320-042200, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042202, tracking
 JST-20190320-042225, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042227, tracking
 JST-20190320-042250, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042252, tracking
 JST-20190320-042315, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042317, tracking
 JST-20190320-042341, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042342, tracking
 JST-20190320-042405, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042408, tracking
 JST-20190320-042431, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042432, tracking
 JST-20190320-042456, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042458, tracking
 JST-20190320-042521, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042523, tracking
 JST-20190320-042546, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042548, tracking
 JST-20190320-042611, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042613, tracking
 JST-20190320-042636, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042638, tracking
 JST-20190320-042701, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042703, tracking
 JST-20190320-042726, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042728, tracking
 JST-20190320-042751, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042754, tracking
 JST-20190320-042817, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042819, tracking
 JST-20190320-042842, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-042844, tracking
 JST-20190320-042907, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-042909, tracking
 JST-20190320-042932, chopper_r start
 JST-20190320-042943, chopper_r end
 JST-20190320-042944, temp = 11.50
 JST-20190320-042944, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-042957, chopper_sky start
 JST-20190320-043008, chopper_sky end

JST-20190320-043011, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043013, tracking
 JST-20190320-043036, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043038, tracking
 JST-20190320-043101, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043103, tracking
 JST-20190320-043126, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043128, tracking
 JST-20190320-043151, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043154, tracking
 JST-20190320-043217, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043219, tracking
 JST-20190320-043242, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043244, tracking
 JST-20190320-043307, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043309, tracking
 JST-20190320-043332, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043334, tracking
 JST-20190320-043357, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043400, tracking
 JST-20190320-043423, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043424, tracking
 JST-20190320-043447, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043450, tracking
 JST-20190320-043513, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043515, tracking
 JST-20190320-043538, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043540, tracking
 JST-20190320-043604, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043606, tracking
 JST-20190320-043629, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043631, tracking
 JST-20190320-043654, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043656, tracking
 JST-20190320-043719, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043721, tracking
 JST-20190320-043744, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043746, tracking
 JST-20190320-043809, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043811, tracking
 JST-20190320-043834, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043836, tracking
 JST-20190320-043859, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043902, tracking
 JST-20190320-043925, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-043927, tracking
 JST-20190320-043950, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-043952, tracking
 JST-20190320-044015, chopper_r start
 JST-20190320-044026, chopper_r end
 JST-20190320-044026, temp = 11.50
 JST-20190320-044026, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-044039, chopper_sky start
 JST-20190320-044050, chopper_sky end
 JST-20190320-044054, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044056, tracking
 JST-20190320-044119, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044121, tracking
 JST-20190320-044144, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044146, tracking
 JST-20190320-044209, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044211, tracking
 JST-20190320-044235, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)

JST-20190320-044237, tracking
 JST-20190320-044300, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044302, tracking
 JST-20190320-044325, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044327, tracking
 JST-20190320-044350, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044352, tracking
 JST-20190320-044415, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044417, tracking
 JST-20190320-044440, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044442, tracking
 JST-20190320-044506, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044508, tracking
 JST-20190320-044531, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044533, tracking
 JST-20190320-044556, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044558, tracking
 JST-20190320-044621, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044623, tracking
 JST-20190320-044646, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044649, tracking
 JST-20190320-044712, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044714, tracking
 JST-20190320-044737, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044739, tracking
 JST-20190320-044802, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044804, tracking
 JST-20190320-044827, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044829, tracking
 JST-20190320-044852, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044854, tracking
 JST-20190320-044917, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-044919, tracking
 JST-20190320-044942, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-044944, tracking
 JST-20190320-045008, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045009, tracking
 JST-20190320-045033, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045035, tracking
 JST-20190320-045058, chopper_r start
 JST-20190320-045109, chopper_r end
 JST-20190320-045109, temp = 11.40
 JST-20190320-045109, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-045122, chopper_sky start
 JST-20190320-045133, chopper_sky end
 JST-20190320-045137, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045139, tracking
 JST-20190320-045202, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045204, tracking
 JST-20190320-045227, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045229, tracking
 JST-20190320-045252, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045254, tracking
 JST-20190320-045317, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045319, tracking
 JST-20190320-045342, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045344, tracking
 JST-20190320-045408, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045409, tracking
 JST-20190320-045432, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045435, tracking
 JST-20190320-045458, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045500, tracking

JST-20190320-045523, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045525, tracking
 JST-20190320-045548, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045550, tracking
 JST-20190320-045613, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045615, tracking
 JST-20190320-045638, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045640, tracking
 JST-20190320-045703, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045706, tracking
 JST-20190320-045729, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045731, tracking
 JST-20190320-045754, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045756, tracking
 JST-20190320-045820, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045821, tracking
 JST-20190320-045844, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045847, tracking
 JST-20190320-045910, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-045912, tracking
 JST-20190320-045935, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-045937, tracking
 JST-20190320-050000, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050002, tracking
 JST-20190320-050025, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050027, tracking
 JST-20190320-050050, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050052, tracking
 JST-20190320-050115, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050117, tracking
 JST-20190320-050141, chopper_r start
 JST-20190320-050152, chopper_r end
 JST-20190320-050152, temp = 11.20
 JST-20190320-050152, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-050205, chopper_sky start
 JST-20190320-050216, chopper_sky end
 JST-20190320-050219, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050221, tracking
 JST-20190320-050244, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050246, tracking
 JST-20190320-050309, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050311, tracking
 JST-20190320-050334, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050336, tracking
 JST-20190320-050359, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050401, tracking
 JST-20190320-050424, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050426, tracking
 JST-20190320-050449, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050452, tracking
 JST-20190320-050515, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050517, tracking
 JST-20190320-050540, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050542, tracking
 JST-20190320-050605, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050607, tracking
 JST-20190320-050630, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050632, tracking
 JST-20190320-050655, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050657, tracking
 JST-20190320-050720, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050722, tracking
 JST-20190320-050745, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)

JST-20190320-050748, tracking
 JST-20190320-050811, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050814, tracking
 JST-20190320-050837, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050839, tracking
 JST-20190320-050902, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050904, tracking
 JST-20190320-050927, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-050930, tracking
 JST-20190320-050953, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-050955, tracking
 JST-20190320-051018, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051020, tracking
 JST-20190320-051043, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051045, tracking
 JST-20190320-051109, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051110, tracking
 JST-20190320-051134, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051136, tracking
 JST-20190320-051159, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051201, tracking
 JST-20190320-051224, chopper_r start
 JST-20190320-051235, chopper_r end
 JST-20190320-051235, temp = 11.40
 JST-20190320-051235, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-051248, chopper_sky start
 JST-20190320-051300, chopper_sky end
 JST-20190320-051303, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051304, tracking
 JST-20190320-051327, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051330, tracking
 JST-20190320-051353, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051355, tracking
 JST-20190320-051418, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051420, tracking
 JST-20190320-051443, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051445, tracking
 JST-20190320-051509, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051511, tracking
 JST-20190320-051534, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051536, tracking
 JST-20190320-051559, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051601, tracking
 JST-20190320-051624, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051626, tracking
 JST-20190320-051649, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051652, tracking
 JST-20190320-051715, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051717, tracking
 JST-20190320-051740, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051742, tracking
 JST-20190320-051805, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051807, tracking
 JST-20190320-051830, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051832, tracking
 JST-20190320-051855, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051857, tracking
 JST-20190320-051920, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-051922, tracking
 JST-20190320-051945, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-051947, tracking
 JST-20190320-052010, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052013, tracking

JST-20190320-052036, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052038, tracking
 JST-20190320-052101, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052103, tracking
 JST-20190320-052126, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052128, tracking
 JST-20190320-052151, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052153, tracking
 JST-20190320-052217, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052219, tracking
 JST-20190320-052242, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052244, tracking
 JST-20190320-052307, chopper_r start
 JST-20190320-052318, chopper_r end
 JST-20190320-052319, temp = 11.00
 JST-20190320-052319, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-052332, chopper_sky start
 JST-20190320-052343, chopper_sky end
 JST-20190320-052346, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052348, tracking
 JST-20190320-052411, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052413, tracking
 JST-20190320-052436, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052438, tracking
 JST-20190320-052501, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052504, tracking
 JST-20190320-052527, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052529, tracking
 JST-20190320-052552, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052554, tracking
 JST-20190320-052617, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052619, tracking
 JST-20190320-052642, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052644, tracking
 JST-20190320-052707, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052709, tracking
 JST-20190320-052732, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052734, tracking
 JST-20190320-052757, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052759, tracking
 JST-20190320-052822, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052824, tracking
 JST-20190320-052847, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052849, tracking
 JST-20190320-052912, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-052914, tracking
 JST-20190320-052938, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-052940, tracking
 JST-20190320-053003, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053005, tracking
 JST-20190320-053028, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053030, tracking
 JST-20190320-053053, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053055, tracking
 JST-20190320-053118, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053120, tracking
 JST-20190320-053143, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053146, tracking
 JST-20190320-053209, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053211, tracking
 JST-20190320-053234, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053236, tracking
 JST-20190320-053259, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)

JST-20190320-053301, tracking
 JST-20190320-053324, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053327, tracking
 JST-20190320-053350, chopper_r start
 JST-20190320-053401, chopper_r end
 JST-20190320-053401, temp = 11.20
 JST-20190320-053401, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-053414, chopper_sky start
 JST-20190320-053426, chopper_sky end
 JST-20190320-053429, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053430, tracking
 JST-20190320-053453, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053456, tracking
 JST-20190320-053519, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053521, tracking
 JST-20190320-053544, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053546, tracking
 JST-20190320-053609, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053611, tracking
 JST-20190320-053634, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053636, tracking
 JST-20190320-053700, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053701, tracking
 JST-20190320-053725, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053727, tracking
 JST-20190320-053750, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053752, tracking
 JST-20190320-053815, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053817, tracking
 JST-20190320-053840, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053842, tracking
 JST-20190320-053905, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053908, tracking
 JST-20190320-053931, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-053933, tracking
 JST-20190320-053956, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-053958, tracking
 JST-20190320-054021, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054023, tracking
 JST-20190320-054046, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054048, tracking
 JST-20190320-054111, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054113, tracking
 JST-20190320-054136, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054138, tracking
 JST-20190320-054201, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054203, tracking
 JST-20190320-054226, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054228, tracking
 JST-20190320-054251, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054253, tracking
 JST-20190320-054316, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054318, tracking
 JST-20190320-054341, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054343, tracking
 JST-20190320-054406, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054409, tracking
 JST-20190320-054432, chopper_r start
 JST-20190320-054443, chopper_r end
 JST-20190320-054443, temp = 11.20
 JST-20190320-054443, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-054456, chopper_sky start
 JST-20190320-054507, chopper_sky end

JST-20190320-054510, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054512, tracking
 JST-20190320-054536, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054538, tracking
 JST-20190320-054601, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054602, tracking
 JST-20190320-054626, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054628, tracking
 JST-20190320-054651, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054653, tracking
 JST-20190320-054716, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054718, tracking
 JST-20190320-054741, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054743, tracking
 JST-20190320-054806, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054808, tracking
 JST-20190320-054831, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054833, tracking
 JST-20190320-054857, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054859, tracking
 JST-20190320-054922, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-054924, tracking
 JST-20190320-054947, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-054949, tracking
 JST-20190320-055012, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055014, tracking
 JST-20190320-055037, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055039, tracking
 JST-20190320-055102, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055104, tracking
 JST-20190320-055127, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055129, tracking
 JST-20190320-055152, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055154, tracking
 JST-20190320-055217, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055220, tracking
 JST-20190320-055243, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055245, tracking
 JST-20190320-055308, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055310, tracking
 JST-20190320-055333, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055335, tracking
 JST-20190320-055358, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055400, tracking
 JST-20190320-055423, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055425, tracking
 JST-20190320-055448, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055450, tracking
 JST-20190320-055514, chopper_r start
 JST-20190320-055525, chopper_r end
 JST-20190320-055525, temp = 11.20
 JST-20190320-055525, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-055538, chopper_sky start
 JST-20190320-055549, chopper_sky end
 JST-20190320-055552, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055554, tracking
 JST-20190320-055617, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055619, tracking
 JST-20190320-055642, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055644, tracking
 JST-20190320-055708, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055710, tracking
 JST-20190320-055733, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)

JST-20190320-055735, tracking
 JST-20190320-055758, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055800, tracking
 JST-20190320-055823, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055826, tracking
 JST-20190320-055849, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055851, tracking
 JST-20190320-055914, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-055916, tracking
 JST-20190320-055939, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-055941, tracking
 JST-20190320-060004, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060006, tracking
 JST-20190320-060029, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060031, tracking
 JST-20190320-060054, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060056, tracking
 JST-20190320-060120, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060122, tracking
 JST-20190320-060145, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060147, tracking
 JST-20190320-060210, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060212, tracking
 JST-20190320-060235, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060237, tracking
 JST-20190320-060300, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060302, tracking
 JST-20190320-060325, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060327, tracking
 JST-20190320-060351, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060353, tracking
 JST-20190320-060416, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060418, tracking
 JST-20190320-060441, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060443, tracking
 JST-20190320-060506, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060508, tracking
 JST-20190320-060531, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060533, tracking
 JST-20190320-060556, chopper_r start
 JST-20190320-060607, chopper_r end
 JST-20190320-060607, temp = 11.20
 JST-20190320-060607, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-060621, chopper_sky start
 JST-20190320-060632, chopper_sky end
 JST-20190320-060635, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060637, tracking
 JST-20190320-060700, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060702, tracking
 JST-20190320-060725, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060727, tracking
 JST-20190320-060750, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060752, tracking
 JST-20190320-060815, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060817, tracking
 JST-20190320-060840, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060842, tracking
 JST-20190320-060905, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060907, tracking
 JST-20190320-060930, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-060932, tracking
 JST-20190320-060955, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-060958, tracking

JST-20190320-061021, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061023, tracking
 JST-20190320-061046, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061048, tracking
 JST-20190320-061111, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061113, tracking
 JST-20190320-061136, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061138, tracking
 JST-20190320-061201, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061204, tracking
 JST-20190320-061227, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061229, tracking
 JST-20190320-061252, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061254, tracking
 JST-20190320-061317, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061319, tracking
 JST-20190320-061342, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061344, tracking
 JST-20190320-061407, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061409, tracking
 JST-20190320-061432, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061435, tracking
 JST-20190320-061458, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061500, tracking
 JST-20190320-061523, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061525, tracking
 JST-20190320-061548, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061550, tracking
 JST-20190320-061613, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061615, tracking
 JST-20190320-061638, chopper_r start
 JST-20190320-061650, chopper_r end
 JST-20190320-061650, temp = 11.00
 JST-20190320-061650, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-061703, chopper_sky start
 JST-20190320-061714, chopper_sky end
 JST-20190320-061717, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061719, tracking
 JST-20190320-061742, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061744, tracking
 JST-20190320-061808, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061810, tracking
 JST-20190320-061833, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061834, tracking
 JST-20190320-061858, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061859, tracking
 JST-20190320-061923, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-061925, tracking
 JST-20190320-061948, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-061950, tracking
 JST-20190320-062013, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062015, tracking
 JST-20190320-062038, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062040, tracking
 JST-20190320-062103, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062105, tracking
 JST-20190320-062128, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062130, tracking
 JST-20190320-062153, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062155, tracking
 JST-20190320-062219, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062221, tracking
 JST-20190320-062244, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)

JST-20190320-062246, tracking
 JST-20190320-062309, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062311, tracking
 JST-20190320-062334, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062336, tracking
 JST-20190320-062400, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062401, tracking
 JST-20190320-062424, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062426, tracking
 JST-20190320-062449, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062452, tracking
 JST-20190320-062515, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062517, tracking
 JST-20190320-062540, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062542, tracking
 JST-20190320-062605, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062607, tracking
 JST-20190320-062631, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062632, tracking
 JST-20190320-062656, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062658, tracking
 JST-20190320-062721, chopper_r start
 JST-20190320-062732, chopper_r end
 JST-20190320-062732, temp = 11.10
 JST-20190320-062732, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-062745, chopper_sky start
 JST-20190320-062757, chopper_sky end
 JST-20190320-062800, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062802, tracking
 JST-20190320-062825, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062827, tracking
 JST-20190320-062850, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062852, tracking
 JST-20190320-062915, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-062917, tracking
 JST-20190320-062940, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-062942, tracking
 JST-20190320-063005, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063007, tracking
 JST-20190320-063030, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063032, tracking
 JST-20190320-063055, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063058, tracking
 JST-20190320-063121, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063123, tracking
 JST-20190320-063146, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063148, tracking
 JST-20190320-063211, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063213, tracking
 JST-20190320-063236, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063238, tracking
 JST-20190320-063301, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063304, tracking
 JST-20190320-063327, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063329, tracking
 JST-20190320-063352, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063354, tracking
 JST-20190320-063417, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063419, tracking
 JST-20190320-063442, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063444, tracking
 JST-20190320-063507, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063509, tracking

JST-20190320-063532, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063534, tracking
 JST-20190320-063557, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063600, tracking
 JST-20190320-063623, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063625, tracking
 JST-20190320-063648, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063650, tracking
 JST-20190320-063713, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063715, tracking
 JST-20190320-063738, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063740, tracking
 JST-20190320-063803, chopper_r start
 JST-20190320-063814, chopper_r end
 JST-20190320-063814, temp = 10.70
 JST-20190320-063814, Gunn_Lock = 2.07
 JST-20190320-063827, chopper_sky start
 JST-20190320-063838, chopper_sky end
 JST-20190320-063841, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063844, tracking
 JST-20190320-063907, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063909, tracking
 JST-20190320-063932, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-063934, tracking
 JST-20190320-063957, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-063959, tracking
 JST-20190320-064022, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064025, tracking
 JST-20190320-064048, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064050, tracking
 JST-20190320-064113, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064115, tracking
 JST-20190320-064138, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064140, tracking
 JST-20190320-064203, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064205, tracking
 JST-20190320-064228, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064230, tracking
 JST-20190320-064253, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064256, tracking
 JST-20190320-064319, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064321, tracking
 JST-20190320-064344, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064346, tracking
 JST-20190320-064409, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064412, tracking
 JST-20190320-064435, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064437, tracking
 JST-20190320-064500, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064502, tracking
 JST-20190320-064525, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064527, tracking
 JST-20190320-064550, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064552, tracking
 JST-20190320-064616, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064617, tracking
 JST-20190320-064640, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064643, tracking
 JST-20190320-064706, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)
 JST-20190320-064709, tracking
 JST-20190320-064732, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
 JST-20190320-064734, tracking
 JST-20190320-064757, move_antenna (316.756660, 42.236120, J2000)

```
JST-20190320-064759, tracking
JST-20190320-064822, move_antenna(316.756660, 42.236120, J2000, 0.166670, 0.000000, HORIZONTAL)
JST-20190320-064824, tracking
JST-20190320-064847, chopper_r start
JST-20190320-064859, chopper_r end
JST-20190320-064859, temp = 11.10
JST-20190320-064859, Gunn_Lock = 2.07
JST-20190320-064912, chopper_sky start
JST-20190320-064923, chopper_sky end
JST-20190320-064926, move_antenna(90.000000, 10.000000, HORIZONTAL)
JST-20190320-065111, tracking
```

付録 C 写真



図 13 2019 年 3 月 16 日機材設置作業時のメンバー.



図 14 2019 年 3 月 15-16 日機材設置作業の様子.

GPS Antenna

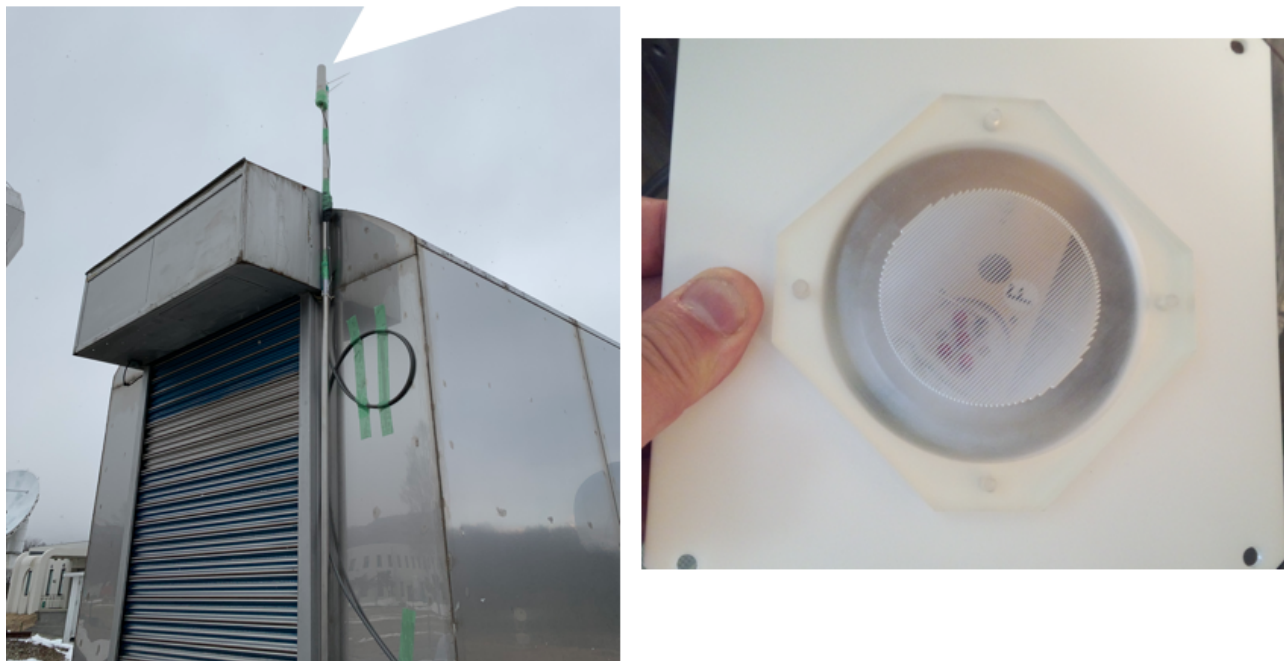


図 15 GPS アンテナ (左) と取り外した 1/4 波長板 (右).



図 16 LO 周波数の設定状態.



図 17 3月19日22時 UT (20日7時 JST) における時刻設定の状態.

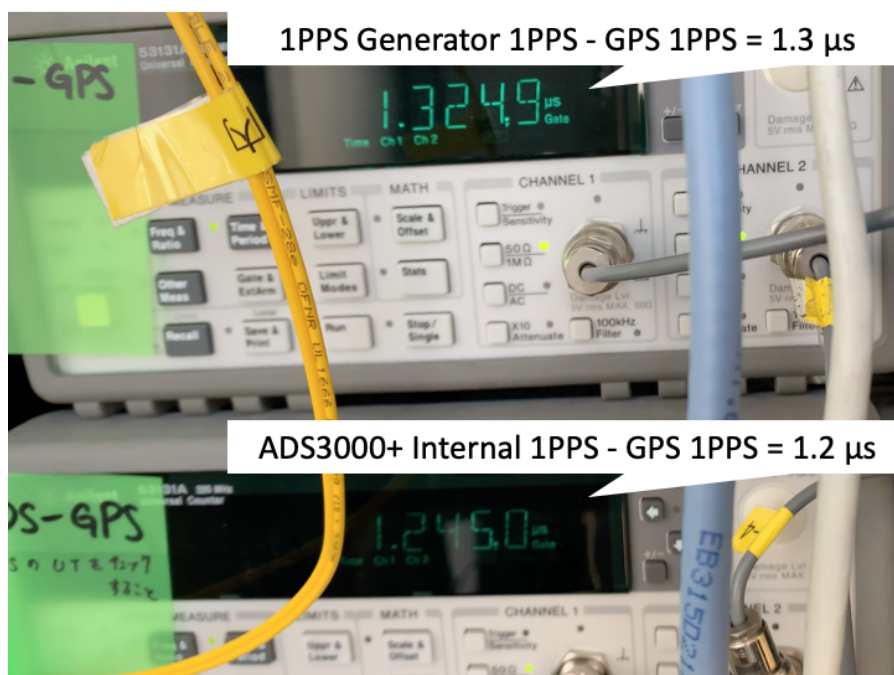


図 18 3月19日22時UT(20日7時JST)における1PPSオフセットの状態。上は1PPS Generatorの1PPS信号とGPSの1PPS信号のタイムラグが1.3 μ sであることを示し、下はAD変換器ADS3000+の内部1PPS信号とGPSの1PPS信号のタイムラグが1.2 μ sであることを示す。