

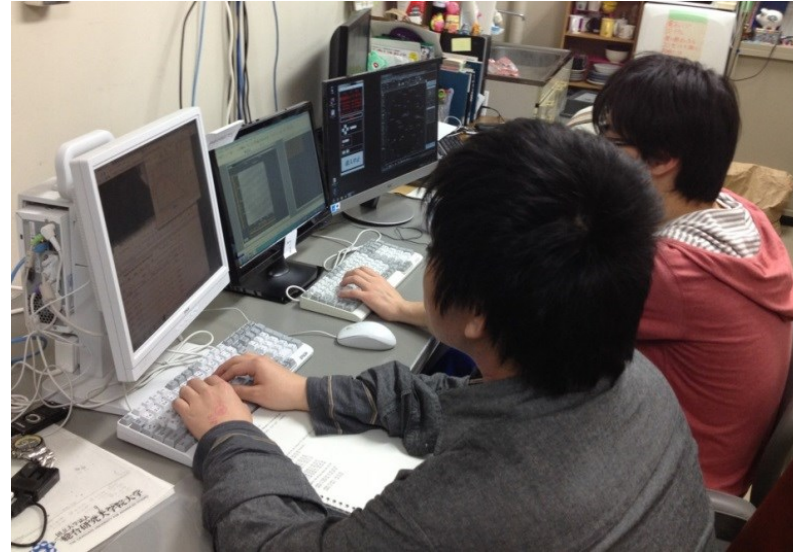
活動的天体現象の観測天文学



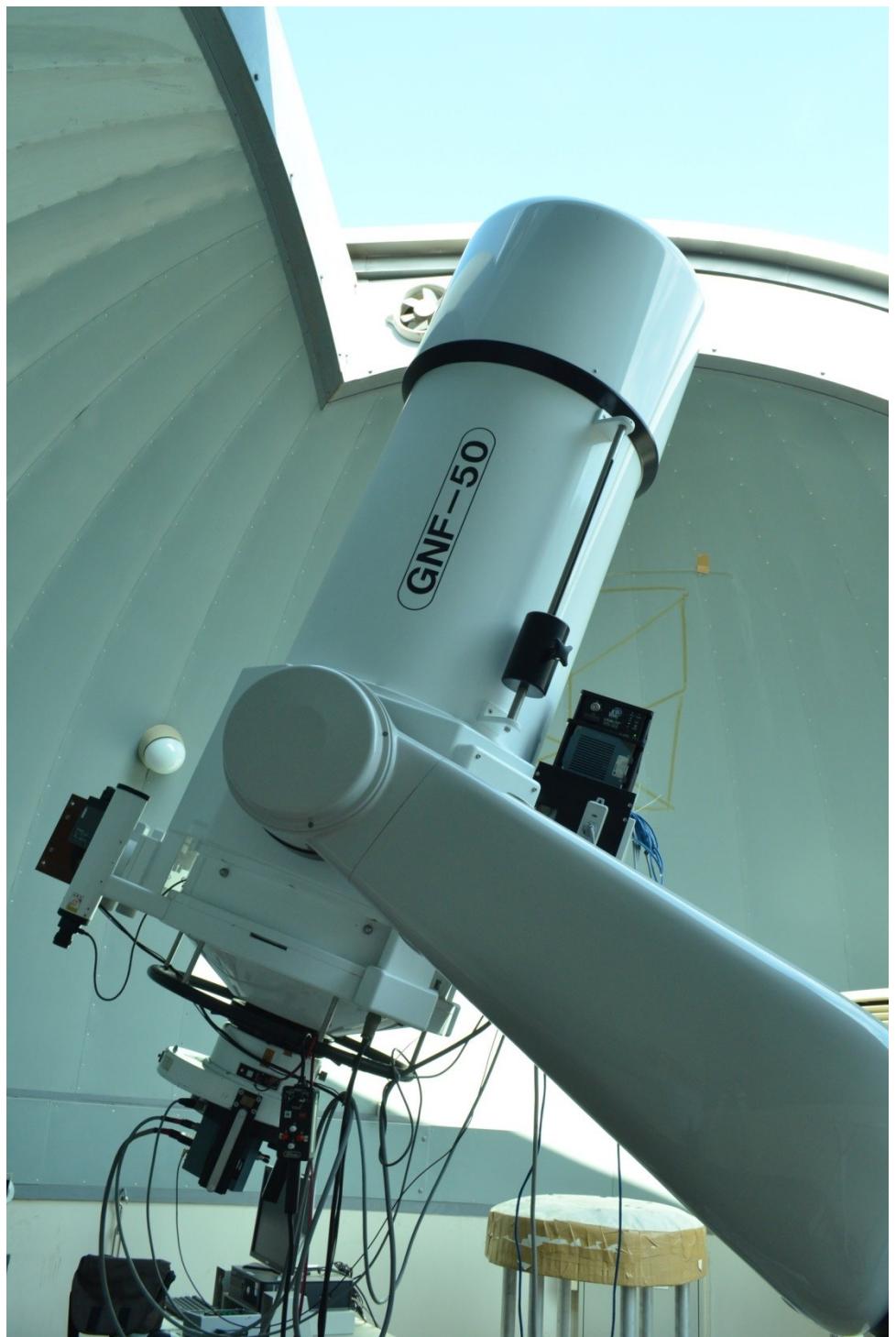
柏原キャンパス天文台外観

天文台と観測装置

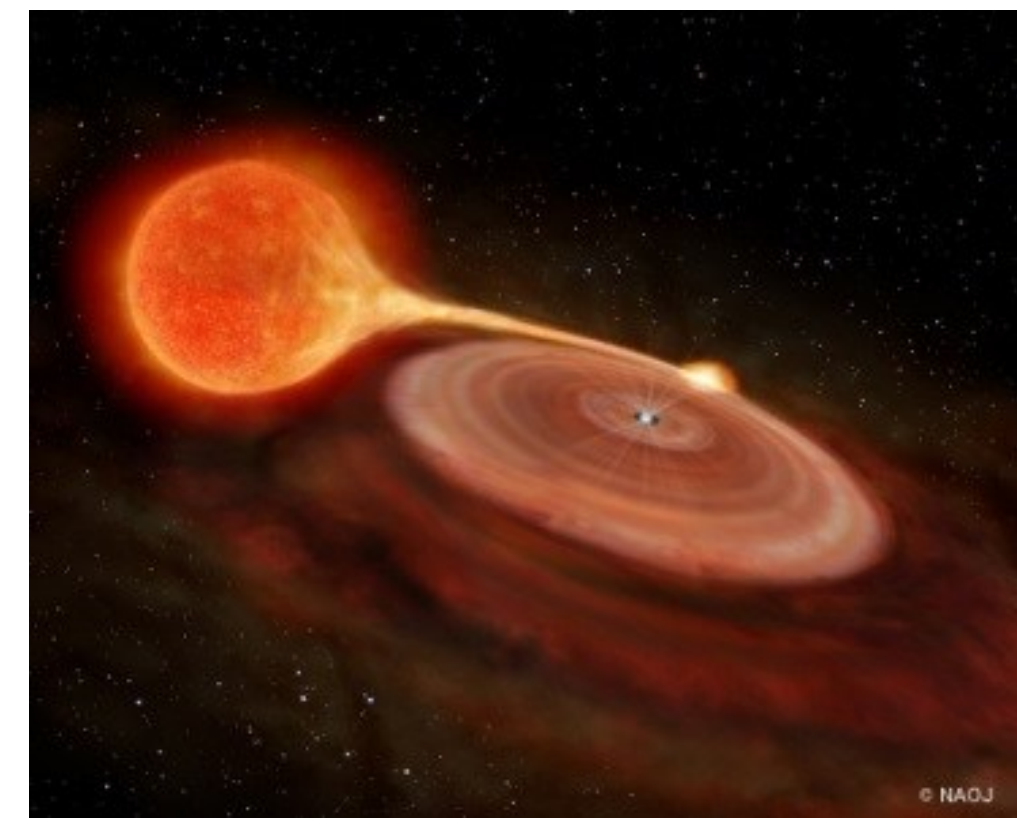
柏原キャンパス棟屋上の天文台には、口径51cm反射式望遠鏡と冷却CCDカメラからなる天体観測設備が整えられています。カメラには、特定の色(波長域)の光のみを通す複数の干渉フィルタが付随し、天体の明るさと共に温度に関する情報を得ることができます。観測システムの制御は、ドームに隣接する室内から遠隔操作で行います(右の写真)。学生実習や天体観察会などで使用する小型の望遠鏡も数台備えています。



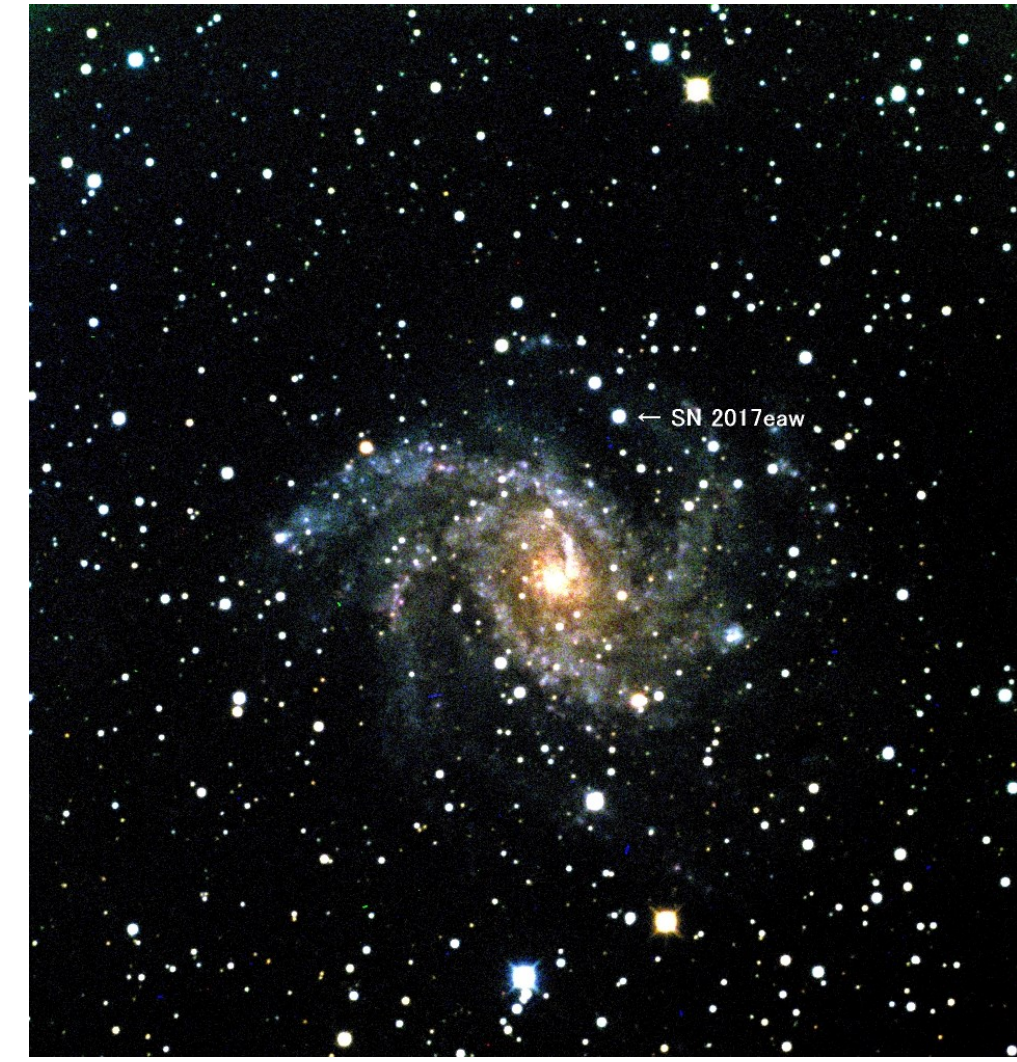
天文台では、柏原市の小・中学生を対象とした天体観察会を、年に数回実施しています(右の写真)。天文学研究室内の学生も運営に参加します。また中・高校生の観測実習を受け入れることもあります。



51cm反射式望遠鏡とCCDカメラ



激変星の想像図(©国立天文台)



渦巻銀河 NGC 6946 で発生した II P型超新星 SN 2017eaw (51cm望遠鏡による3色合成画像)

研究対象

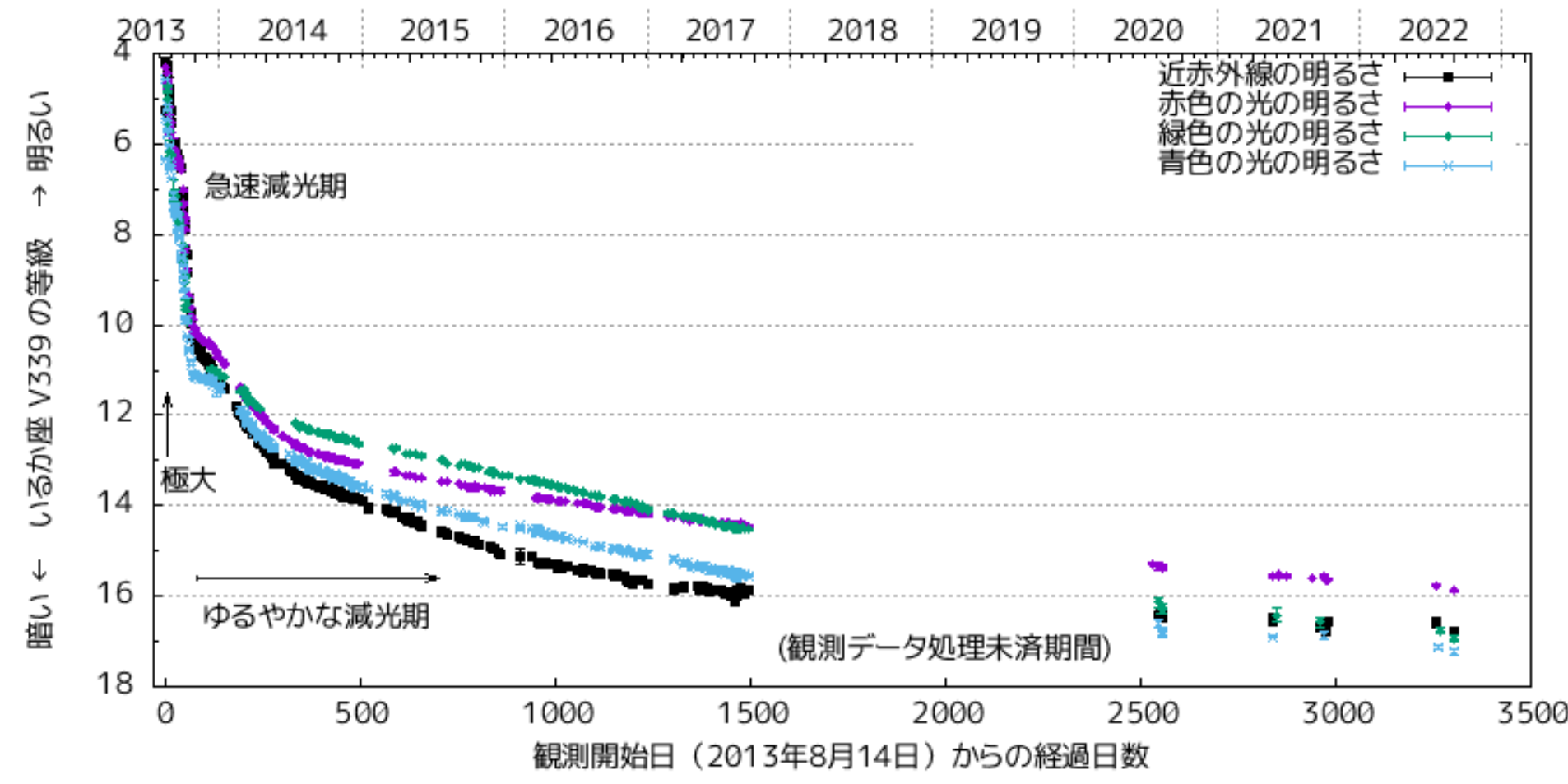
天文学研究室では**ブラックホール**天体を含む様々な**活動的天体現象**を研究対象としています。このポスターでは、突然明るく光り出す天体現象である**激変星**と**超新星**について紹介します。

①**激変星**とは、高密度星の一種である白色矮星と、ロッシュローブを満たした恒星からなる連星系の総称です(右上の図)。白色矮星の周囲には、恒星の外層大気から流入する物質でできた降着円盤が形成されています。白色矮星の表面に蓄積された物質が臨界値を超え暴走的な核融合を起こし突然明るくなる現象が**新星爆発**です。また、降着円盤が**重力エネルギー**を解放し突然明るくなる激変星は**矮新星**と呼ばれます。矮新星は、降着円盤の状態変化をリアルタイムに観測できる天体現象です。

②**超新星**とは、星全体が爆発して消滅する、恒星が起こすものとしては最大級の天体現象で、星の最期の爆発です。高密度星の一種である白色矮星がチャンドラセカール限界質量を超える際に起こる爆発(Ia型)と、核融合の燃料が枯渇した大質量星の重力崩壊に伴う爆発(Ia型以外)に大別されます。後者では重力崩壊コアから中性子星またはブラックホールが形成されます。

いるか座の新星 V339 Delphini (classical nova)

2013年8月14日に山形県の板垣公一氏により、いるか座の未確認天体が発見されました。我々は速報を受け、発見からわずか4時間半後に観測を始めることに成功しました。我々の早期観測の結果、爆発の初期の挙動と共に、極大日と減光速度が決まり、絶対等級と距離を推定できました。この研究成果は日本天文学会2014年春季年会で発表しました。下の図は、この新星「いるか座V339」の明るさの変化を示す光度曲線です。新星爆発の火がまだ消えていないことがわかります。2023年現在も観測を継続中です。

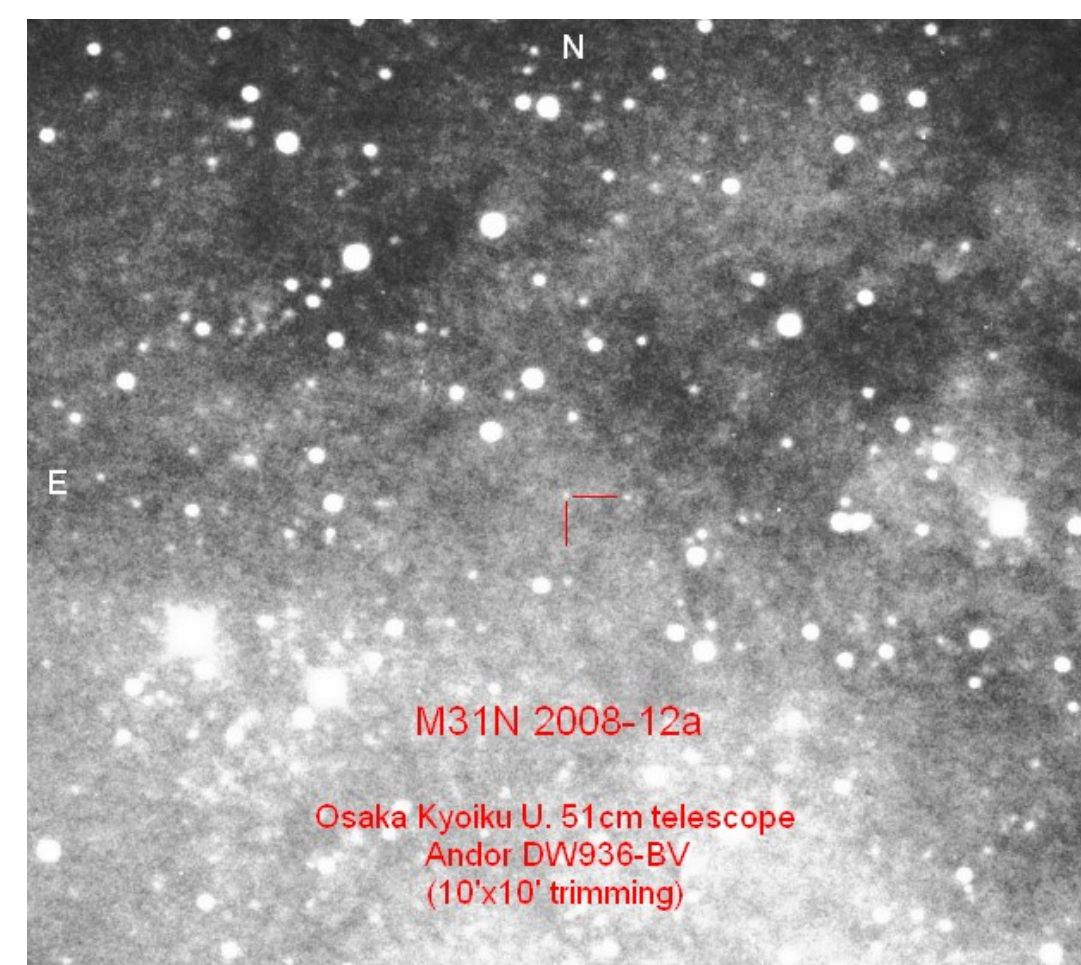


新星爆発の想像図(© D. Hardy)

もうすぐ超新星になる!? アンドロメダ銀河 M31 の新星

M31N 2008-12a (recurrent nova)

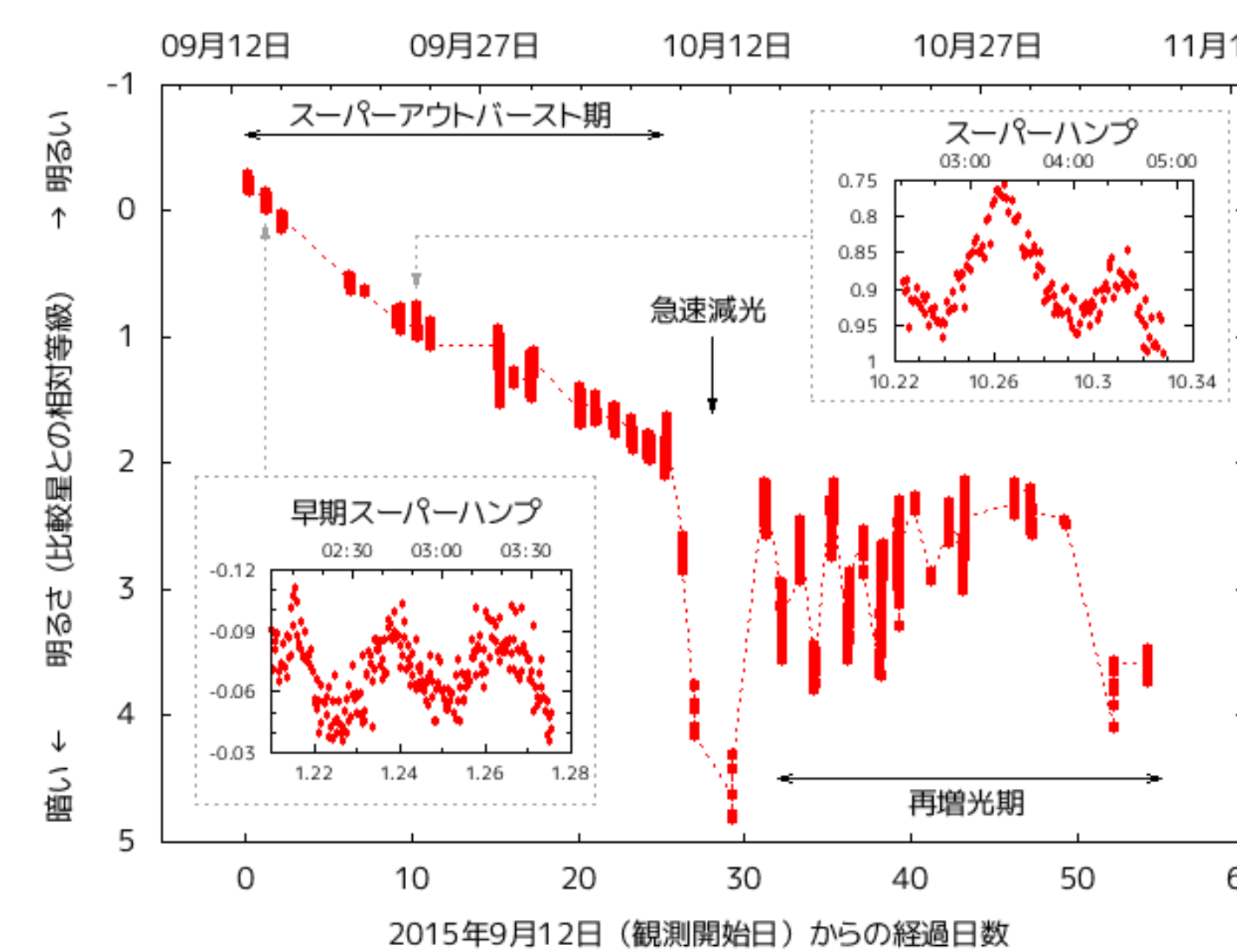
アンドロメダ銀河M31は、地球が属する星の大集団である銀河系と同種の渦巻銀河のひとつです。そのM31内でも銀河系と同様の天体現象が起きており、新星爆発も発生します。そのひとつが「M31N 2008-12a」です。この新星は爆発後すぐに暗くなるため観測が極めて難しいのですが、我々は2016年に起きた新星爆発の観測に成功しました。この新星は爆発間隔が比較的短い反復新星に分類されます。上で紹介した「いるか座V339」などの普通の新星は爆発間隔が人類史(1万年程度)よりも長いので、爆発は1度しか記録されていませんが、反復新星は爆発間隔が十年~数十年程度であるため、複数回の爆発が記録されます。M31N 2008-12a は約1年間隔で新星爆発を繰り返し新星としては例外的に爆発間隔が短いといえます。これは白色矮星が非常に重いことを示します。ところで白色矮星は、ある限界質量を超えると星の内部で暴走的な核融合反応が起こりIa型超新星爆発を起こします。M31N 2008-12a は人類が知るなかで最も早くIa型超新星になりそうな天体といえます。また2016年の爆発では爆発間隔がなぜか予測より3ヶ月も長くなり、国内で検出に成功したのは板垣公一氏と大阪教育大学だけでした。この成果は『Astrophysical Journal』誌で発表されました。



2016年に観測されたアンドロメダ銀河で爆発した新星(2本の赤線で示した点光源)。アンドロメダ銀河の距離は約250万年光年なので、この新星が実際に爆発したのは約250万年前です。

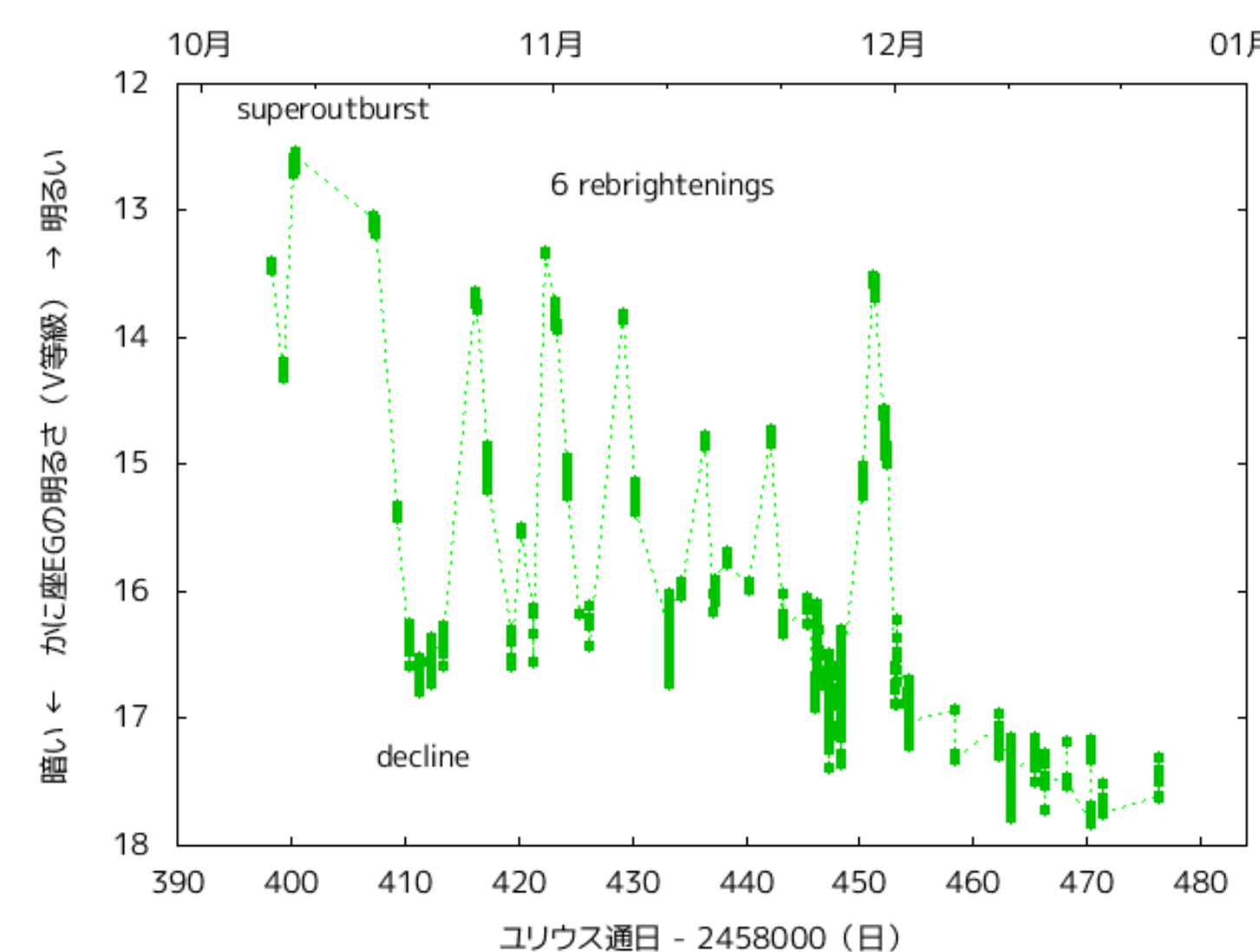
矮新星 dwarf novae

矮新星は変光の仕方によりいくつかの型に分類されます。我々は特に、長い間隔で通常の新星よりも大規模なスーパーアウトバーストのみを起こし、再増光現象を示すことがある「や座WZ型」に注目しています。その理由は、連星系の軌道周期が比較的短く、いまだ不明な点が多い激変星進化の末端に対応する天体と考えられているためです。さらにスーパーアウトバーストにはスーパーハンプと呼ばれる微小な短時間変光が必ず付随して現れ、その周期変化は、連星系のパラメータや、原始惑星円盤から活動銀河核にわたり宇宙物理学において幅広い領域で重要な役割を担う降着円盤の物理状態の変化を、人間の時間スケールで観測することができる数少ない手がかりとなります。これらの研究結果は日本天文学会欧文研究報告などの査読付学術論文誌で多数発表されています。



や座WZ型矮新星「ASASSN-15po」の2015年のスーパーアウトバーストの光度曲線

ASASSN-15po は、増光直後の早期スーパーハンプやスーパーアウトバースト終了後の再増光現象など、や座WZ型矮新星の特徴を示しました。図中の拡大図は9月13日と22日の夜に翌日未明にかけて観測された1日以内に起きた変光の様子です。拡大図の上軸は日本標準時を示しています。



や座WZ型矮新星「かに座EG」の2018年のスーパーアウトバーストの光度曲線

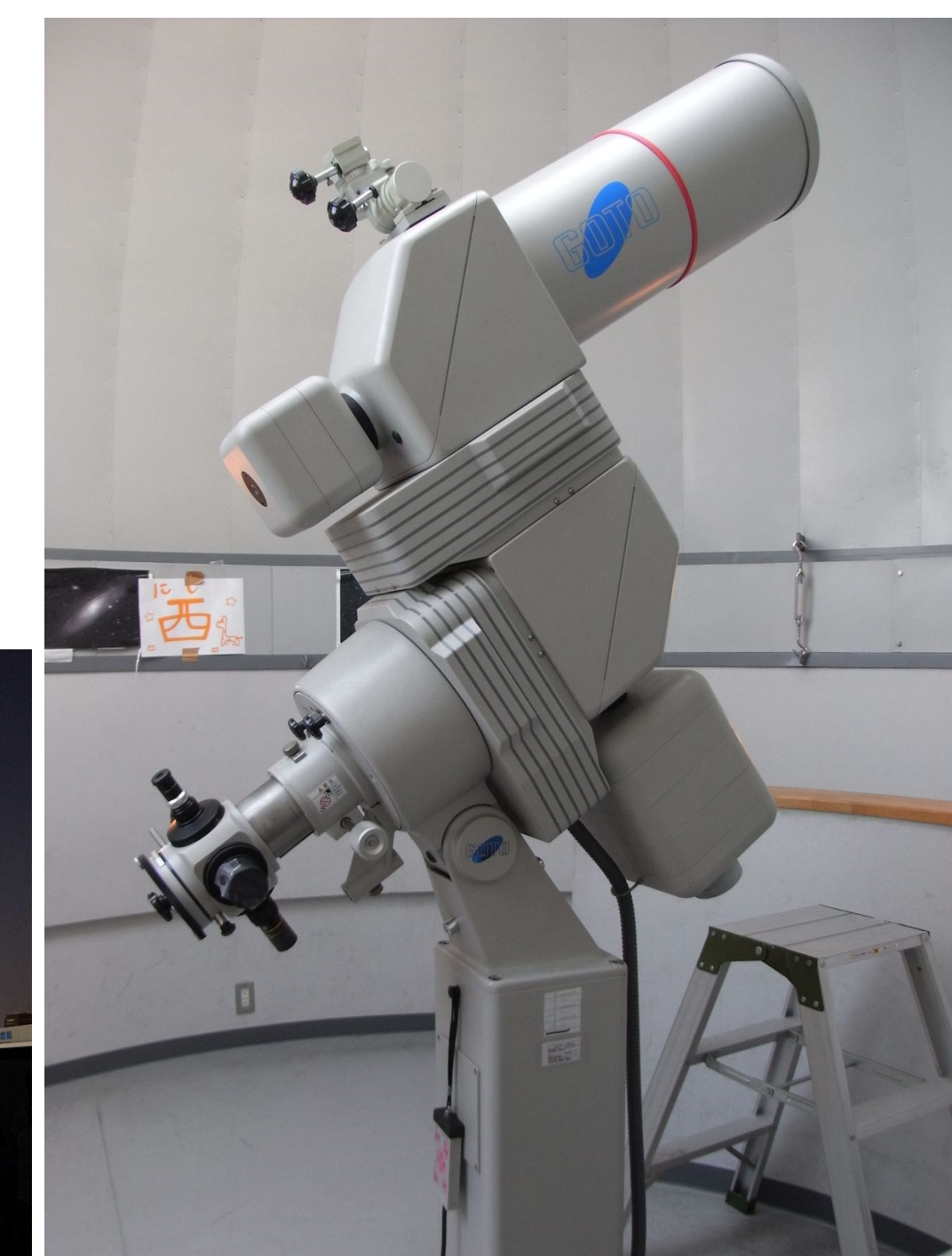
1977年に日本人によって変光星として発見された「かに座EG」は、1996年に大増光を起こし、や座WZ型矮新星と判明しました。2018年10月には22年ぶりとなるスーパーアウトバースト起こしましたが、前回にも見られたスーパーアウトバースト後の6回もの再増光現象が今回も見られました。

天王寺キャンパス中央館天文台の紹介

天王寺キャンパス中央館には、口径20cm屈折式望遠鏡(右図)を備えた天文台があります。都市光のため良く見えるのは明るい天体に限られますが、天王寺区民向け天体観察会などで用いています。学校の授業の一環や部活動などで活用してみませんか? ご興味がありましたら松本まで問合せください(ただし2023年2月現在、望遠鏡の制御PCおよびドームの回転機構が不調です)。

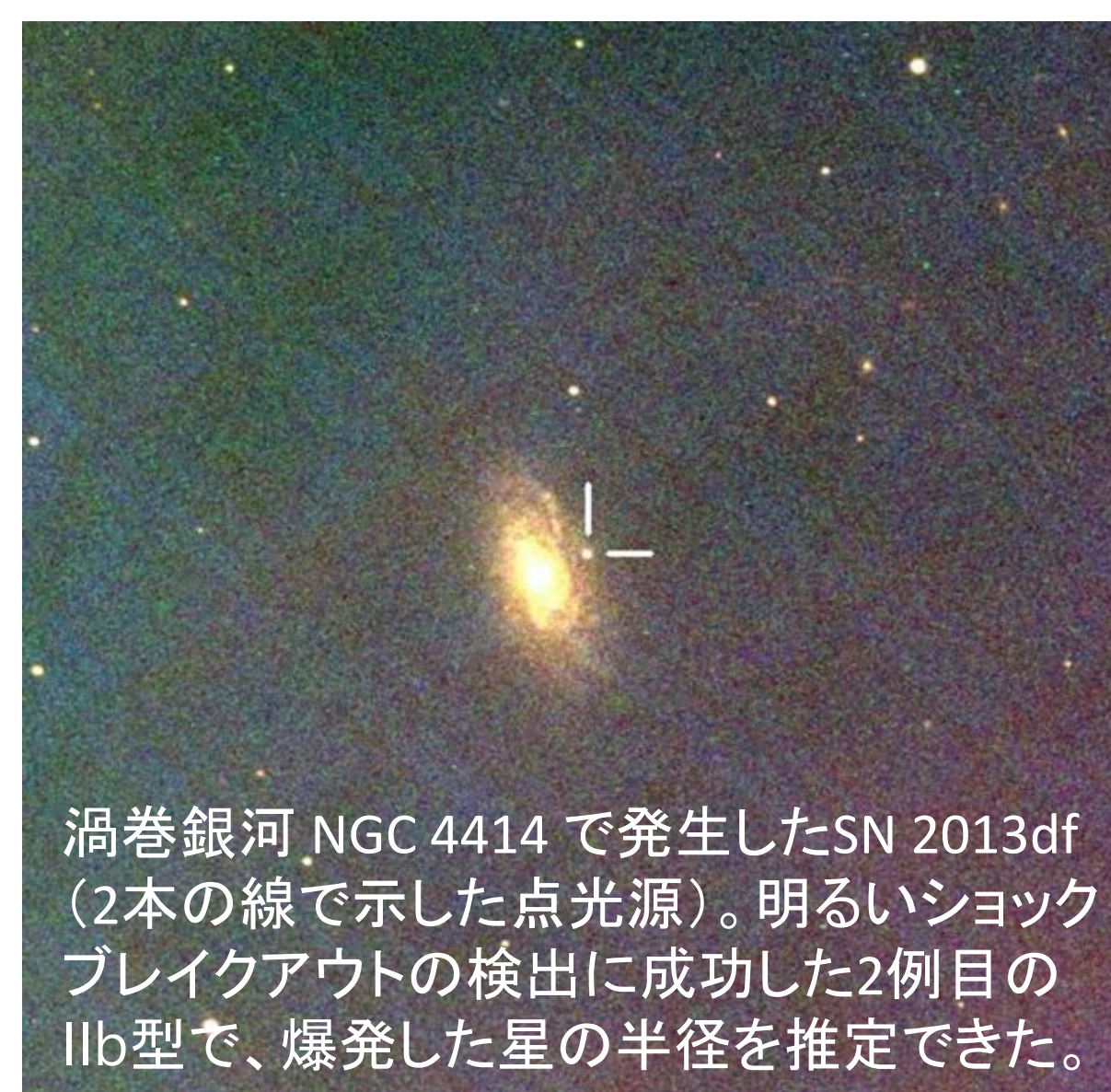


小型望遠鏡を展開できる屋上スペースもあります。南西方向にあべのハルカスができてしまいました。



超新星 supernovae

超新星はその特徴によっていくつかの型に分類されますが、我々は特にIa型および水素の線スペクトルが観測されるII型の超新星を多く研究してきており、II型では爆発前の恒星についての知見などを得てきました(最近の一例は右図および本ポスター右上のSN 2017eaw)。また白色矮星の爆発であるIa型(上欄も参照)は遠方宇宙の標準光源となり、現代宇宙論において極めて重要な天体現象です。実際、Ia型超新星の観測からはビッグバンで始まった宇宙の膨張はなぜか加速していることが明らかになっており、Ia型超新星の素性の解明は重要です。大阪教育大学における超新星の研究成果は複数の査読付国際論文誌で発表されています。



渦巻銀河 NGC 4414 で発生したSN 2013df (2本の線で示した点光源)。明るいショックブレイクアウトの検出に成功した2例目のIIb型で、爆発した星の半径を推定できた。