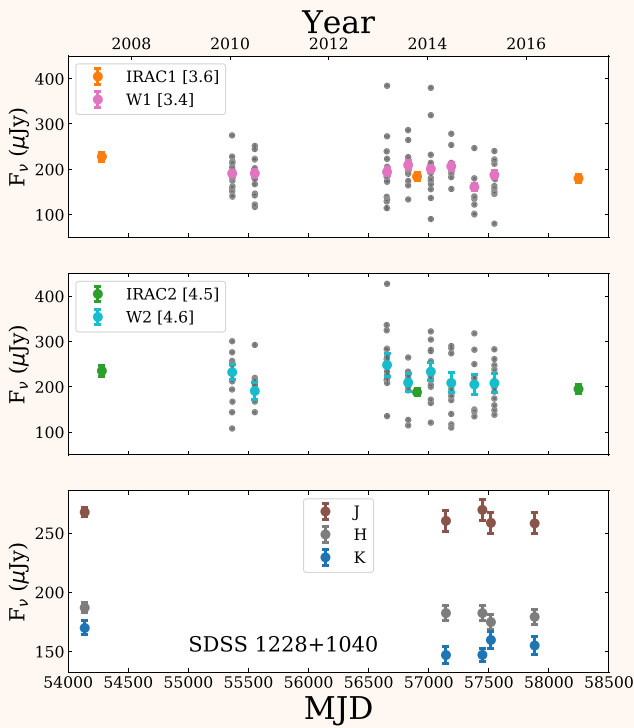


Infrared Variability of Two Dusty White Dwarfs

Siyi Xu, et al., published in ApJ

The most heavily polluted white dwarfs often show excess infrared radiation from circumstellar dust disks, which are modeled as a result of tidal disruption of extrasolar minor planets. Interaction of dust, gas, and disintegrating objects can all contribute to the dynamical evolution of these dust disks. Here, we report **two infrared variable dusty white dwarfs, SDSS J1228+1040 and G29-38**. For SDSS J1228+1040, compared to the first measurements in 2007, the IRAC [3.6] and [4.5] fluxes decreased by 20% before 2014 to a level also seen in the recent 2018 observations. For G29-38, the infrared flux of the 10 μ m silicate emission feature became 10% stronger between 2004 and 2007, We explore several scenarios that could account for these changes, including tidal disruption events, perturbation from a companion, and runaway accretion. **No satisfactory causes are found for the flux drop in SDSS J1228+1040 due to the limited time coverage. Continuous tidal disruption of small planetesimals could increase the mass of small grains and concurrently change the strength of the 10 μ m feature of G29-38.** Dust disks around white dwarfs are actively evolving and we speculate that there could be different mechanisms responsible for the temporal changes of these disks.

SDSS 1228+1040



G29-38

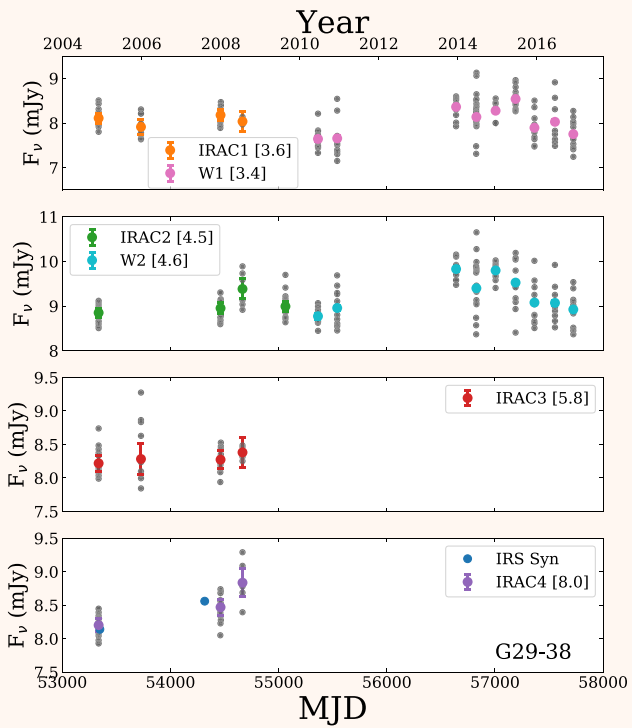


Figure 1+2

Left panel: SDSS 1228+1040; Right panel: G29-38
Facilities: Spitzer/IRAC, Spitzer/IRS, WISE, UKIRT(JHK)

SDSS 1228+1040 では 2007-2014 で IRAC flux が 10% ほど低下。同様の傾向が UKIRT K-band にみられる。

G29-38 では photometry 結果に有意な変化は見られなかった。一方で 2004-2007 で 10 μ m silicate band が 10% ほど増光。

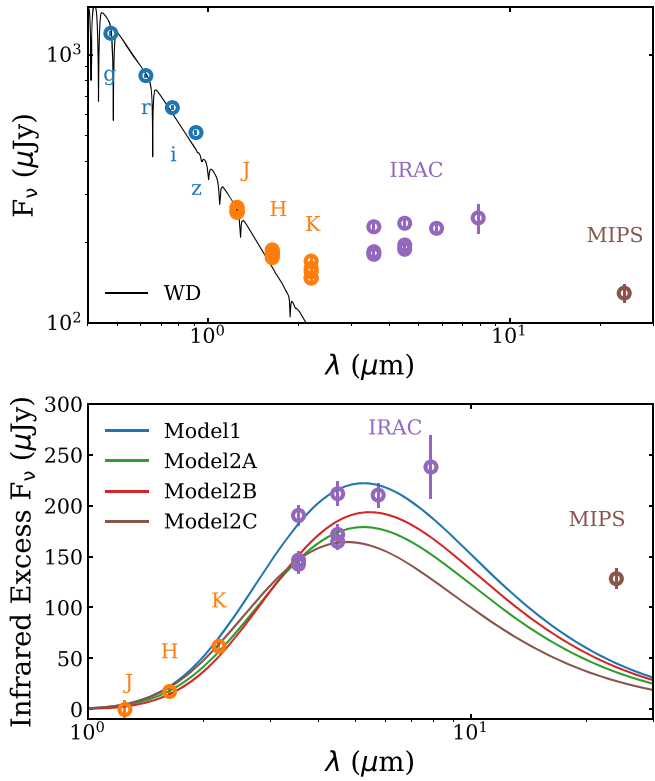
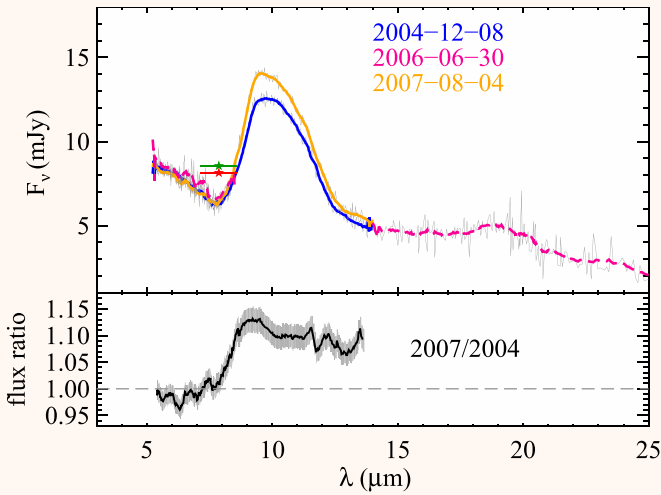


Figure 4

SDSS 1228+1040 の SED と infrared excess component.

- Model1:** 2007 の SED を fit するモデル
- Model2A:** Model1 から disk inclination を変えて fitting
- Model2B:** Model1 から disk size を変えて fitting
- Model2C:** Model1 から dust temperature を変えて fitting

Figure 6

G29-38 の SED fitting 結果。
Geometrically thin, optically thick disk に加えて optically thin disk (silicate feature) で長波長成分を説明。

- white dwarfs の多くは大気に重元素を含んでいる (定期的な質量供給が必要)
- こうした汚染された (polluted) white dwarfs は赤外線で超過を示すことが多い (debris disk)
- debris disk の起源は tidal disruption によって破壊された惑星や小惑星だと考えられている
- また debris disk をもつ white dwarfs のなかには day-to-year scale での変動を示すものがある
- polluted & debris disk を持つ WD: SDSS 1228+1040 と G29-38 の赤外線変動を調べた

SDSS 1228+1040

2007-2014 にかけて IRAC および K-band で有意な (~10%) 減光を検出した。
近赤外線の放射は星に近い disk 成分 (geometrically-thin & optically-thick disk) の変動に対応。
情報が少なすぎて変動の原因を特定するのは無理だった。現在のところ有力なシナリオはない。
中間赤外線の flux を説明するためには新たに成分を加える必要がある。

G29-38

測光観測では変動は見られなかったが Spitzer/IRS のスペクトルで 10 μ m silicate feature の増光。
Emission feature を説明するために optically-thin な disk を加えて SED モデルを構築。
連続成分を変化させずに feature だけ増光させるためにはダスト量を増やすことが有効 (5-20%, ~10¹⁷g)。
数 km 程度の asteroid が tidal disruption によって破壊されたならば十分説明できる (頻度は低いと考えられている)。

WD or WD debris disk の変動は tidal disruption event や runaway accretion など興味深い現象がある。
一方で近赤外・中間赤外線ともに観測の頻度が低いいため dynamical な現象を捉えきれていない。
JWST が稼働しても中間赤外線観測の頻度を高くすることは難しそう。
X-SHOOTER のような可視-近赤外を網羅できる装置で複数天体をモニタリングできると強力かもしれない。
SWIMS も星成分 (Y, J) から disk 成分 (H, Ks) を一度に撮れるので向いているかも？