

## 導入

活動銀河中心核 (以下AGN)は電波から $\gamma$ 線に至るまで広い帯域で放射が確認されている天体であるが、 $\gamma$ 線放射が確認されているAGNのほとんどがBlazarであり、その他の種族の天体は少ないことが $\gamma$ 線源探査衛星Fermi-LAT<sup>[1]</sup>によって報告されている。Fermi-LATの2年間のサーベイ結果の報告書である2FGLカタログ<sup>[1]</sup>に収録されている $\gamma$ 線天体のうち、未同定のままである天体は575天体である。

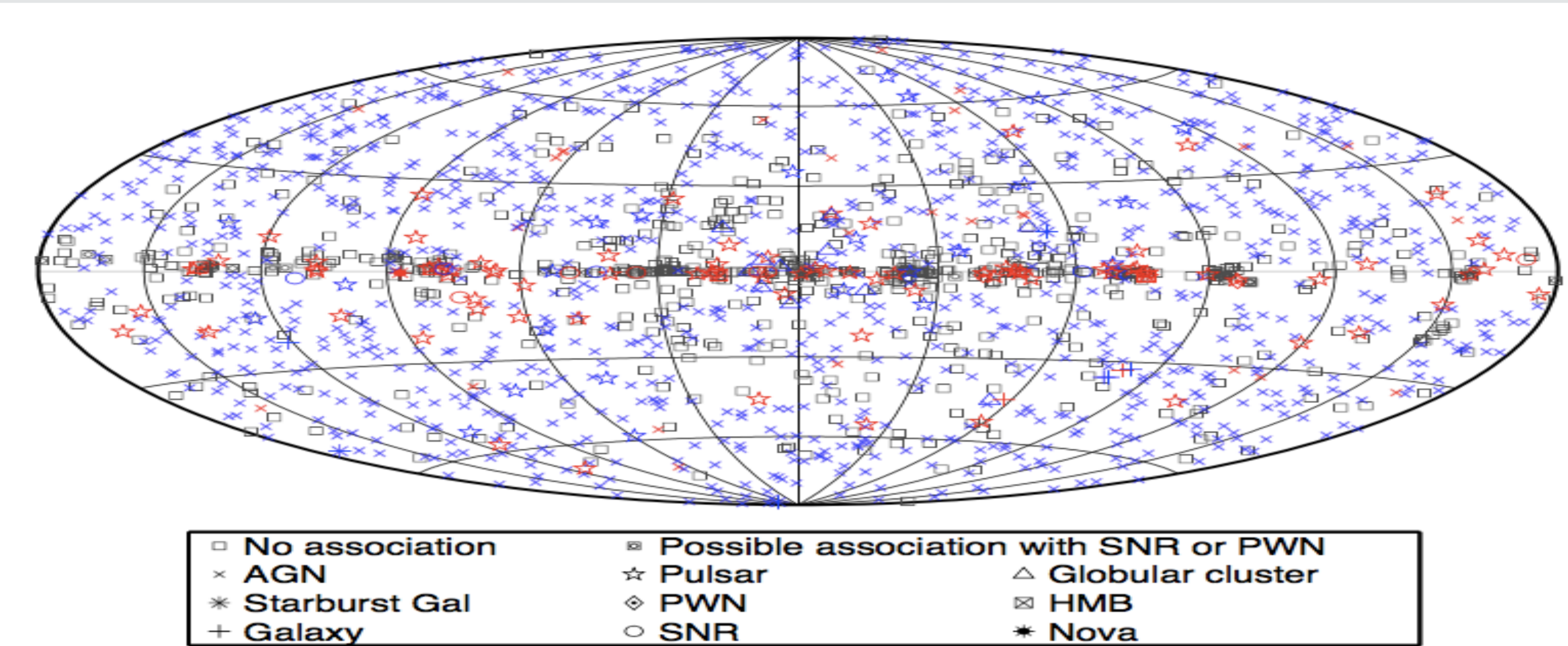


Fig. 2FGLで検出された $\gamma$ 線源を銀河座標系を示す天球上にプロットした図。赤い印は同定された天体を青い印は他波長天体と対応付けされている天体。

575天体の中からサンプル数の少ないAGNを同定することは未だ謎の多いAGNの $\gamma$ 線放射機構や放射領域を解明するためには非常に重要である。しかし、未同定天体の特徴の一つとして平均7.9 arcsecもの広い位置誤差を持つために誤差以内の多くの他波長天体の中から対応天体を検出するのが困難であることが挙げられる。そこで我々はこれらの位置誤差以内に存在するVLBI観測が2015年当時でまだ行われていない全電波天体に対してVLBI観測を行い、コンパクト且つ高輝度なAGN候補の検出を試みた。

Table. 2FGL内で同定・対応付けされたAGN、そのうちBlazar, 電波銀河の天体数

	Identified	Associated
AGN	28	1064
Blazar	24	782
Radio Galaxy	2	10

## 観測概要

私達は「銀緯が $40^\circ$ 以上の未同定天体であること」、「位置誤差以内に存在するNVSS/FIRST天体が10天体以内であること」の選定条件を設けて選定した32未同定天体の位置誤差内の99天体についてJVN 1基線VLBI観測を1天体あたり10分間行なった。

Table. 今回の2FGL未同定天体対応候補電波源探査の観測パラメータ

基線	基線長 [km]	観測周波数 [GHz]	分解能 [mas]	最小検出感度( $5\sigma$ ) [mJy]
山口-日立	873	8.192-8.704	8.4	1.2

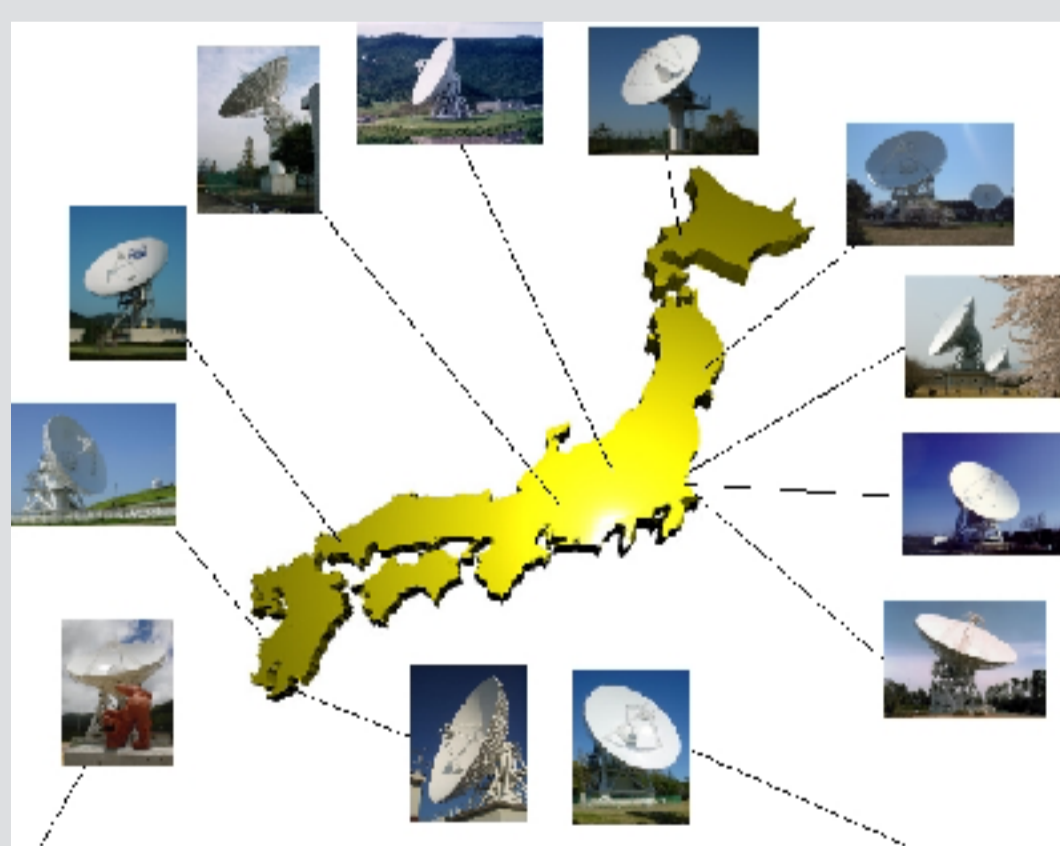


Fig. Japanese VLBI Network (JVN)

## まとめ

私達は山口-日立1基線を用いて $\gamma$ 線天体カタログである2FGLカタログに収録されている未同定天体対応候補電波源に対する8GHz VLBI探査を2015年3月26日から24時間行なった。電波源は未同定天体の位置誤差以内に存在するNVSSカタログ、FIRSTカタログに収録されている電波天体を99天体選出した。その結果、19天体のコンパクト高輝度天体の検出に成功した。これら19天体は1天体につき1つの未同定 $\gamma$ 線天体に対応する。

これらが $\gamma$ 線放射を伴うAGNであるかを推定するためには多周波VLBI観測によるSEDの作成、ジェットパラメータの推定等が有効だが、今回はVLBI観測を用いずに統計的な視点でBlazarか否かを推定する手段の一つとしてWISE Gamma-ray Stripを用いた推定法を行った。その結果、1天体がBlazarの1つであるBL Lacsであるという結果が得られた。

今後の展望として、これらの天体に対する多周波VLBI観測を行い、広い周波数帯域でのスペクトル指数の推定、ジェットの根元部分の追尾VLBI観測によるジェットパラメータの測定を行い、今まで確認されている電波AGNの観測事実に基づく推定を行いたい。

## 解析結果

解析の結果、99天体のうち18天体の検出にSNR=5以上の確度で成功した。天体サイズをビームサイズ8.4 masで仮定して輝度温度の下限値を算出すると、これら全て $10^6$  K以上であることを確認した。これらの天体のうち、2015年6月に報告された4年間のサーベイ結果である3FGLカタログ<sup>[2]</sup>内ですでに対応付けされてしまっている天体、 $\gamma$ 線源がリストからlostしてしまった天体を除くと以下の7天体が未同定のままである天体であると分かった。

Table. 今回の観測で検出した電波対応候補天体と2FGL, 3FGL天体名、および観測によって推定された8GHzのフラックス密度。

検出天体	2FGL Name	3FGL Name	フラックス密度(8GHz) [mJy]	輝度温度 [ $10^6$ K]
NVSS J023927+132738	J0239.5+1324	J0239.4+1326	21.8	1.64
NVSS J111511-070238	J1115.0-0701	J1115.0-0701	50.0	3.59
NVSS J112903+375655	J1129.5+3758	J1129.0+3758	28.6	6.93
NVSS J131552-073301	J1315.6-0730	J1315.7-0732	90.7	5.54
NVSS J213430-213032	J2134.6-2130	J2134.5-2131	53.0	11.93
NVSS J222830-163643	J2228.6-1633	J2228.5-1636	23.4	2.59
NVSS J235836-180718	J2358.4-1811	J2358.6-1809	18.9	1.96

## WISE Gamma-ray Stripを用いた種族推定

Massaro, et. al (2012)<sup>[3]</sup>ではROMA-BZCATに収録されている $\gamma$ 線Blazar対応WISE天体284天体の3.4, 4.6, 12, 22  $\mu$ mの観測等級を用いた3D color-color diagramを描いた時に示す帯状の分布(WGS)に2FGL未同定天体のWISE対応天体が属するかを示すパラメータsを導入。この方法ではBL Lacs(BZB, 閾値は0.1以上)、FSRQ(BZQ, 閾値は0.14以上)かどうかを推定できる。

NVSS J235836-180718が2FGL J2358.4-1811, WISE J235836.83-180717.4に対応していると仮定して計算を行った。

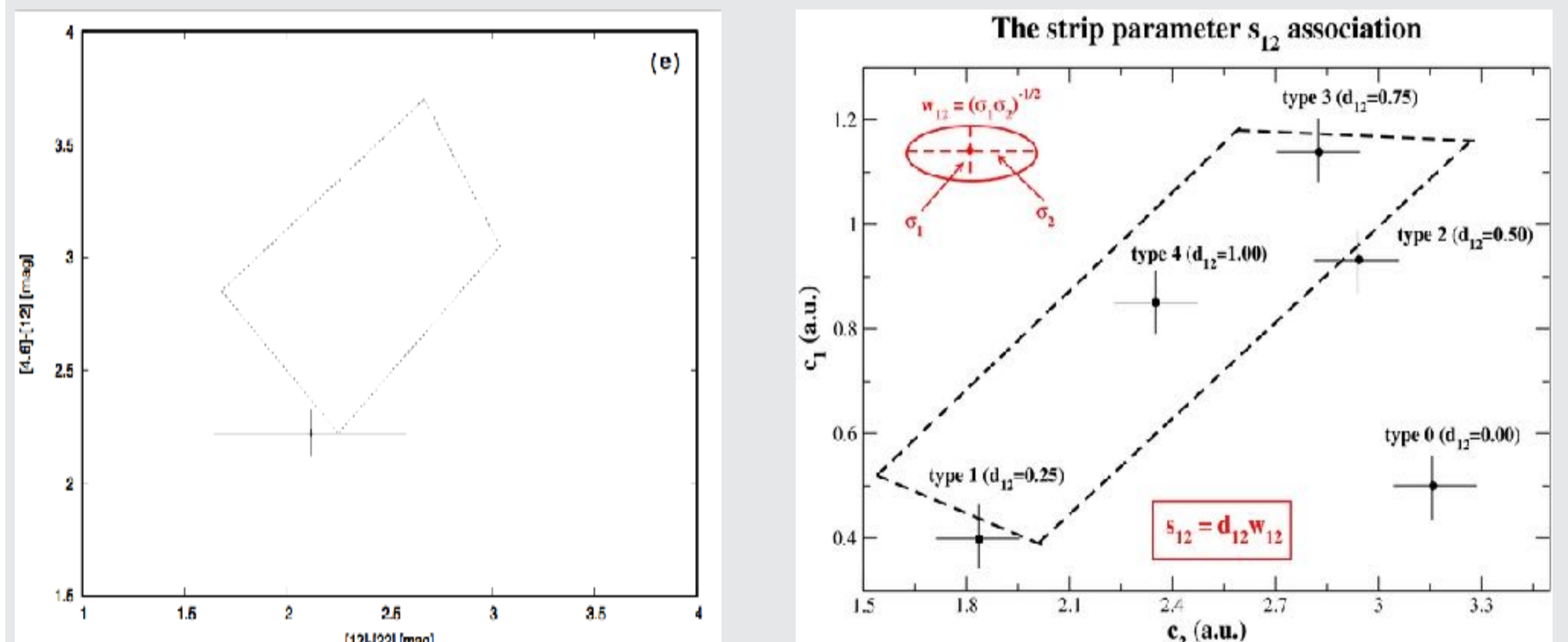


Fig. (右上)WGS(点線)とパラメータs, sを決めるパラメータd, w。サンプル天体の等級差の誤差棒がd,wを決める鍵になる。(左上)(左下)WISE J235836.83-180717.4のBZB, BZQそれぞれのWGSに対するプロット。

推定の結果、WISE J235836.83-180717.4はSBZB=0.208, SBZQ=0となり、 $\gamma$ 線BL Lacsの対応WISE天体と同じ傾向を示すことがわかった。本当にこの赤外線天体と2FGL天体、VLBI天体が対応するのであれば、BL Lacsであると推定される。

## 参考文献

- [1] Nolan, P. L., et al. 2012, ApJS, 199, 31
- [2] Acero F., et al., 2015, ApJS, 218, 23A
- [3] Massaro F., et al., 2012, ApJ, 750, 138