

地球外知的生命の探査を目的としたふたご座β星の電波観測

藤下光身* 弦巻孝敏** 東郷宣弘** 原田直彦** 村上智重** 森敬介**

Radio SETI toward Beta Geminorum

by

Mitsumi FUJISHITA Takatoshi TSURUMAKI Norihiro TOGO Naohiko HARADA
Tomoshige MURAKAMI Keisuke MORI

(Received: 19 OCTOBER 2009, Accepted: 22 FEBRUARY 2010)

Abstract

Radio SETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence) observation of β Gem (Pollux) using two phased array antennas of Kiso and Fuji stations of the Solar-Terrestrial Environment Laboratory of Nagoya University was done. Pulse like signals received by two stations simultaneously are searched. The separation of two stations, which is about 100 km, is enough to avoid artificial radio noise. Totally 58 minutes observation was carried out at 327 MHz from Dec. 16th to 20th, 1999. No simultaneous signal over 2.2Jy was detected during this period.

Key Words: SETI, Beta Geminorum, Radio Observation, Pulse Like Signal

1. はじめに

宇宙は途方もなく広く、おおよそ10の22乗個もの恒星が存在しているとされる。そのあまりにも多くの数の故に、我々地球人類以外の知的生命（ここでは「知的」を「電磁波等を用いて惑星を越えて通信を行うレベル以上の文明を持った」と考える）がこの宇宙の中に存在するのではないかという考えが古くから存在した。しかしながら、人類は長い間その実証の手段を手にする事はなかった。

ところが1959年に Cocconi と Morrison¹⁾ が電波を使用して地球外知的生命の探査 (SETI: Search for Extra-Terrestrial Intelligence) が行えると発表した。彼らは太陽と銀河の電磁波の放射の状況から、1~10GHzの電磁波が星間通信に適していること、その中でも中性水素（電離していない水素）の出す1.420GHzが

一番使用されている可能性のあることを指摘した。その翌年の1960年には Drake²⁾ が米国国立電波天文台 (NRAO: National Radio Astronomical Observatory) の直径26mの電波望遠鏡を用いて、その1.420GHzでの観測を行った。これが有名なオズマ計画である。しかしながら、地球外知的生命からの信号と思われるものを検出することは出来なかった。

以来、電波や光の領域で数多くの SETI が行われてきた (例えば、Horowitz and Sagan³⁾、Reines and Marcy⁴⁾)。また現在でも引き続き活発に行われている。しかし、このほぼ50年にも渡る精力的な観測にも拘わらず、今のところ、確実に地球外知的生命からの信号と言えるものは観測されていない。

著者らは名古屋大学太陽地球環境研究所 (観測時: 愛知県豊川市、現在: 愛知県名古屋市、以降STE研と記す) のフェーズドアレイアンテナを使用して、ふたご座β星 (ポルクス) からパルス状の信号が届いていないかを検出する観測を行ったのでここに報告する。

* 東海大学産業工学部環境保全学科教授

** 1999年度九州東海大学工学部電子情報工学科卒業研究生

2. 観測

2. 1 観測手法

例えば、地球では米ソの冷戦時代に大陸間弾道ミサイルの発見のためのレーダーの放射があった。また、地球文明の存在を知らせるための意識的な電波の発射も行ってきた。同様の理由で出されている可能性がある地球外の文明からの放射電波を観測対象とする。

地球上では、例えば車のイグニッションによる電波ノイズやあるいは不法電波などにより、主に人工的なパルス状のノイズが頻繁に発生している。これを避けるため、相当の距離離れた2カ所で同時に同じ天体を観測し、同時に同様な強度と波形で受信されるパルス状の信号を探すことを試みる。

2. 2 観測対象の選定

受信強度が強いと考えられる比較的近距离で、しかも生命の発生とそれに続く文明の発達に十分な時間が取れる様にスペクトルタイプの晩期星を選ぶ。また、STE研の観測の空き時間を考えて、観測対象をK型の巨星であるふたご座β星(β Gem・ポルックス)とした。

なお、この天体には観測後に木星質量の2.3ないし2.9倍以上の惑星が発見されている(Hatzes et al., 2006⁵, Reffert et al., 2006⁶)。Table 1にSIMBADに記載されたふたご座β星のパラメーターを示す。

Table 1 Beta Geminorum

| | | |
|--------|---------------|----------|
| 赤経 | 07時45分18.950秒 | (2000.0) |
| 赤緯 | +28度01分34.31秒 | |
| スペクトル型 | K0IIIb | |
| 距離 | 10.3 pc | |

2. 3 電波望遠鏡

観測に使用した電波望遠鏡は名古屋大学太陽地球環境研究所のフェーズドアレイアンテナである。同研究所では、コンパクトな電波天体からの電波が太陽風によって受けるシンチレーションから太陽風の密度や速度を求めするため、国内4カ所に同様のアンテナを持っている。今回はそのうちの木曾観測所(長野県上松町)と富士観測所(山梨県富士河口湖町)を使用した。両観測所は98 km離れており、また山岳により隔てられているので、人工雑音電波による影響を識別するのに十分な距離である。

アンテナの形状は東西方向に軸を持つ非対称シリンドリカルパラボラで、ビームの南北方向への駆動は機械的

に、東西方向への駆動はダイポールアンテナの位相のシフトを用いて電気的に行う。観測波長は327 MHzで帯域幅は10 MHz、また水平方向の直線偏波を受信する。回路の時定数は100ミリ秒で、データのデジタルサンプリング間隔は50ミリ秒である。また、GPSに同期した時刻装置を用いているので、日本標準時(JST)に対する精度は10マイクロ秒以内と考えられる。

Fig. 1に木曾観測所のアンテナの写真を、Table 2に両アンテナに共通しないパラメーターを記載した。



Fig. 1 Phased Array Antenna of Kiso Station

Table 2 Antenna Parameters of Kiso and Fuji Stations

| | 木曾観測所 | 富士観測所 |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| 東西長 | 74 m | 100 m |
| 南北長 | 27 m | 20 m |
| 有効開口 | 1405 m ² | 1500 m ² |
| 北緯 | 35度48分 | 35度26分 |
| 東経 | 137度38分 | 138度37分 |
| 標高 | 1110 m | 1020 m |
| システム 等価雑音 温度 | 219 K | 151 K |

2. 4 観測の状況

観測は1999年12月16日から20日までの5日間、両観測所の空き時間を利用して、ふたご座β星の南中前後に行った。Table 3にデータ取得開始時刻と観測終了時刻を示す。なお、観測開始後にデータ取得を開始して、データ取得終了前に観測を終了した。得られた有効なデータは毎日約12分間ずつで、合計の時間は58分20秒間である。なお、記載した時刻は日本標準時(JST)

で表示してある。また、観測データは電話回線を使用して当時の研究所所在地の豊川へ送られ、熊本の本学からはインターネットを経由して入手した。

Table 3 Observation Time

| 観測日 | 開始時刻 | 終了時刻 |
|--------|---------|---------|
| 12月16日 | 1:51:00 | 2:02:32 |
| 12月17日 | 1:47:00 | 1:58:36 |
| 12月18日 | 1:43:00 | 1:54:40 |
| 12月19日 | 1:39:00 | 1:50:44 |
| 12月20日 | 1:35:00 | 1:46:48 |

3. データ処理

富士観測所に於いて記録された12月16日1時51分から10分間のデータを Fig.2 に示す。データの後半にパルス状の電波強度変動が5カ所見られる。Fig.3に Fig.2の1時56分54秒頃のパルス状信号の拡大図を示した。なお、この図のタイムスパンは5秒である。

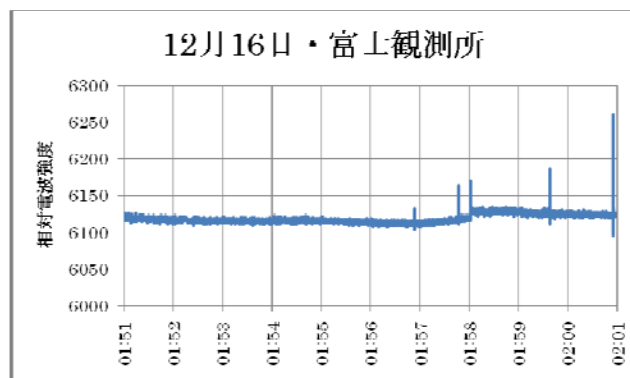


Fig. 2 Observed Radio Intensity at Fuji Station on Dec. 16th

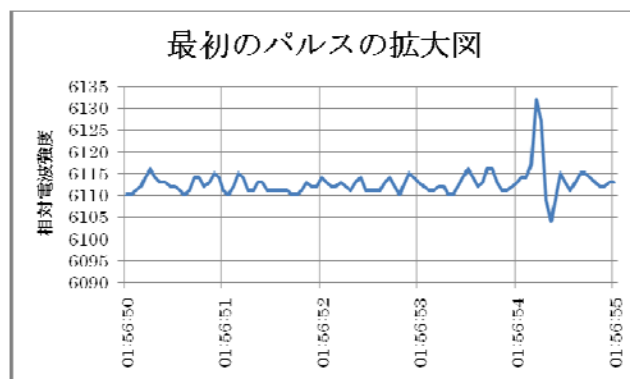


Fig. 3 Pulse shape observed around 01:56:54

パルス状信号との判定は以下の手順で行った。例えば、

Fig.2 の場合にはデータの前半にある、数分のタイムスケールでの変動の少ない部分を取り出してその標準偏差を求め、その5倍を基準にしてそれを越えた場合にパルス状の信号とした。なお、レベルの変動と思われるものは除いた。この個々のパルス信号の最大値を示した時間をそれぞれの観測所のデータからリストアップした結果を Table 4 に示す。なお、時間の近いものを同一行に記載した。

Table 4 Observed Time of Pulses

| 観測日 | 木曽観測所 | 富士観測所 |
|--------|-------------|-------------|
| 12月16日 | | 1時56分54.15秒 |
| | | 1時57分47.95秒 |
| | 1時58分02.05秒 | 1時58分02.20秒 |
| | | 1時59分37.75秒 |
| | 2時01分04.10秒 | 2時00分56.20秒 |
| 12月17日 | | 1時47分38.20秒 |
| | 1時54分06.05秒 | 1時54分06.25秒 |
| 12月18日 | 1時50分10.05秒 | 1時50分10.20秒 |
| 12月19日 | 1時46分13.05秒 | 1時46分13.25秒 |
| | | 1時48分55.60秒 |
| 12月20日 | | 1時39分02.10秒 |
| | | 1時40分37.85秒 |
| | 1時42分17.05秒 | 1時42分18.20秒 |

Table 4 に示したように、両観測所で記録したパルス状の変動には時間的に最も近いものでも0.15秒の間隔がある。観測は天体の南中前後に行っているため、天体からの信号とすれば時間差はほとんど無い。例えば、真横から天体の信号を受信したとしても98kmの距離では0.3ミリ秒の時間差である。従ってこれらは全て、ふたご座β星からの信号ではないと判断される。

アンテナの最小検出感度は木曽観測所が0.43 Jy、富士観測所が0.28 Jyである。この5倍の判定基準としたので、本観測の検出限界は感度の悪い方を取って2.2 Jyとなる。

なお、木曽観測所と富士観測所の両方で0.15秒ないし0.20秒の間隔で受信されたパルス状の信号が4対もある。しかも木曽観測所の方が常に早く観測されている。偶然にしては高い頻度と思われる。両観測局で時間に同期して何かを動作させた結果のノイズ信号が混入したと考えるのが一番合理的であろう。もしそうならば、ある程度の距離を離れた受信装置の同時観測によって人工電波ノイズを避けるとしても、同様な装置を使用する

場合には注意が必要となろう。

4. まとめ

1999年12月16日から20日の間に合計で58分20秒間、ふたご座β星の327MHzの電波観測を、名古屋大学太陽地球環境研究所の木曾観測所と富士観測所のアンテナを用いて、帯域幅10MHzにて行った。この領域からの2.2Jy以上の強度のパルス状の電波は、観測期間中には観測されなかった。

謝辞

本観測は名古屋大学太陽地球環境研究所の共同利用で行われました。同施設の使用やデータの解析に際していろいろとご尽力とご助言を頂いた、小島正宣氏・徳丸宗利氏に心より感謝いたします。

また、当時、当研究室の大学院生であった境健成氏・和田勝博氏にはデータ転送のプログラムなどの作成に際して手助けをして頂きました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) Cocconi, G. and Morrison, P. : Searching for Interstellar Communications, *Nature*, 184(1959), pp.844-846.
- 2) Drake, F. D. : How Can We Detect Radio Transmissions from Distant Planetary Systems?, *Sky and Telescope*, (1960), pp.140-143.
- 3) Horowitz, P. and Sagan, C. : Five Years of Project META: An All-sky Narrow-band Radio Search for Extraterrestrial Signals, *Astrophysical J.*, 415(1993), pp. 218-235.
- 4) Reines, A. E. and Marcy, G. W. : Optical Search for Extraterrestrial Intelligence: A Spectroscopic Search for Laser Emission from Nearby Stars, *Publ. Astronomical Soc. Pacific*, 114(2002), pp. 416-426.
- 5) Hatzes, A. P., Cochran, W. D., Endl, M., Guenther, E. W., Saar, S. H., Walker, G. A. H., Yang, S., Hartmann, M., Esposito M., Paulson, D. B., and Dollinger, M. P. : Confirmation of the Planet Hypothesis for the Long-Period Radial Velocity Variations of β Geminorum, *Astronomy and Astrophysics*, 457(2006), pp. 335-341.
- 6) Reffert, S., Quirrenbach, A., Mitchell, D. S., Albrecht, S., Hekker, S., Fischer, D. A., Marcy, G. W., and Butler R. P. : Precise Radial Velocities of Giant Stars. II. Pollux and Its Planetary Companion, *Astrophysical J.*, 652(2006), pp. 661-665.