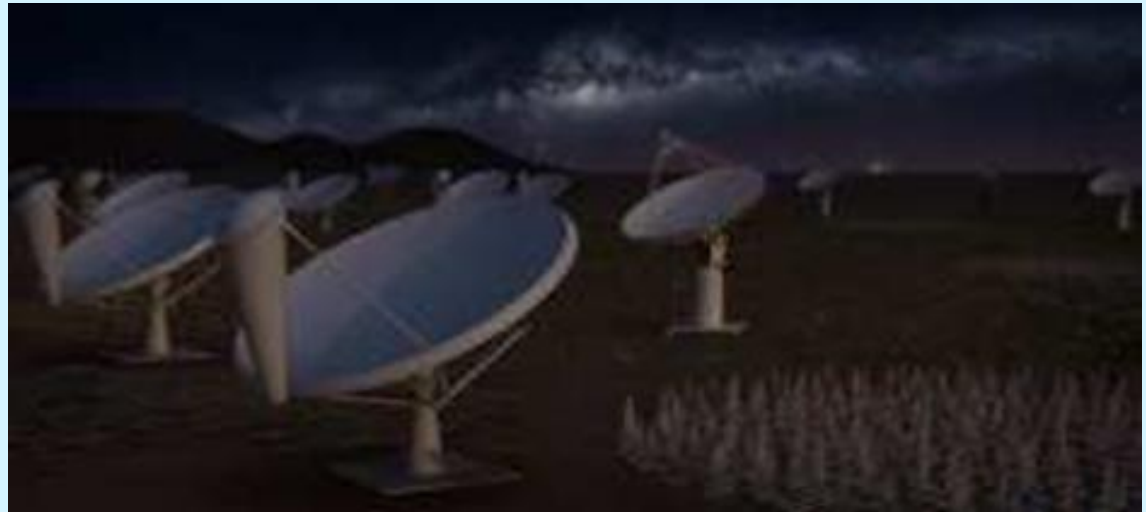
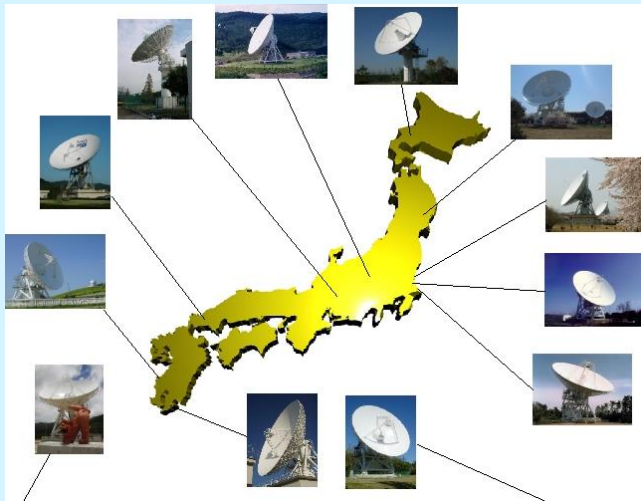


SKAに向けての 国内のパルサー観測について

亀谷 収、高橋慶太郎、今井裕、青木貴弘、
SKA-Jコンソーシャム・パルサーSWG



夜間運用するSKA1の合成想像図

<http://japan.skatelescope.org/ska-project/>

2016年度VLBI懇談会シンポジウム@山口大学 2016年12月26-28日

目次

1. パルサーについて
2. SKA-J パルサーSWG
3. 最近の国内の電波天文観測
4. 将来

Introduction of pulsars

Pulsar

- Magnetic field:
 $10^8 \sim 10^{14}$ Gauss
- Gravitation: 10^9 G
- Voltage difference in magnetosphere: 10^{12} V

Firstly detected pulses from
B1919+21

28 November, 1967

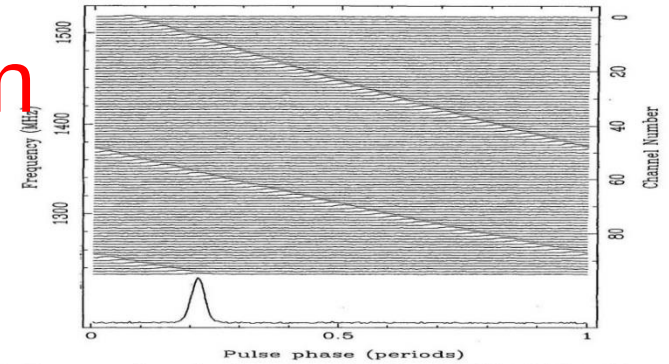
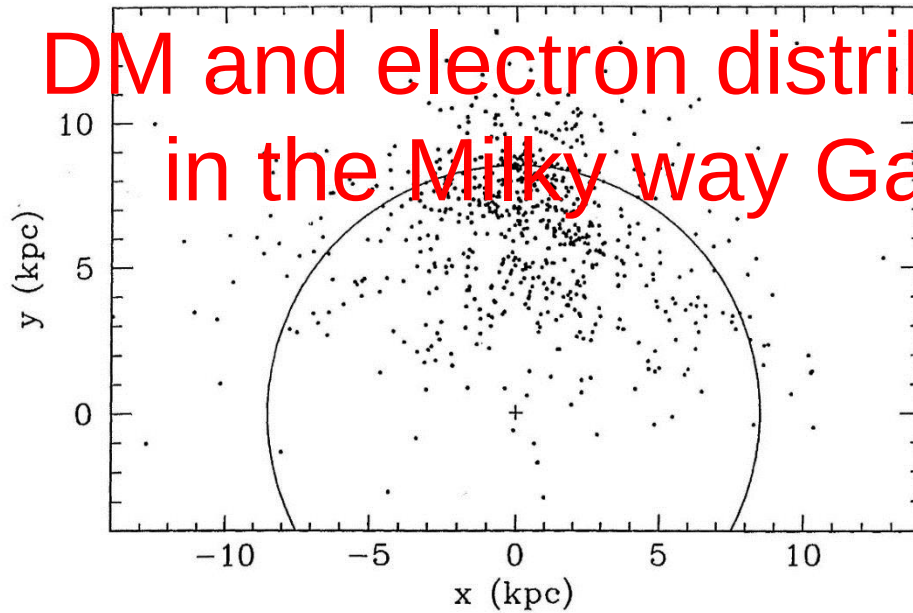
by J. Bell & Hewish.

49 years ago!

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chandra-crab.jpg>

Crab Pulsar by Chandra(X-ray blue) optical (red)

DM and electron distribution in the Milky way Galaxy



$$A = 2.410 \times 10^{-16} \text{ cm}^{-3} \text{ pc}$$

$$dl = d_{(\text{pc})} \cdot n_{(\text{cm}^{-3})}$$

$$d(\text{pc}) = \text{DM}_{(\text{cm}^{-3} \text{ pc})} / n_{(\text{cm}^{-3})}$$

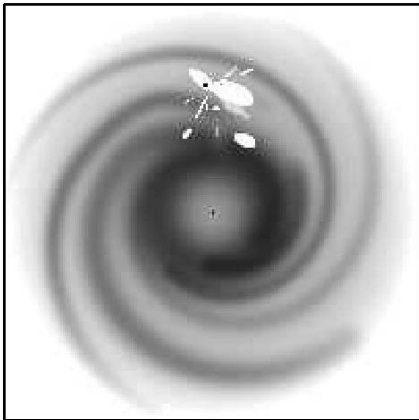
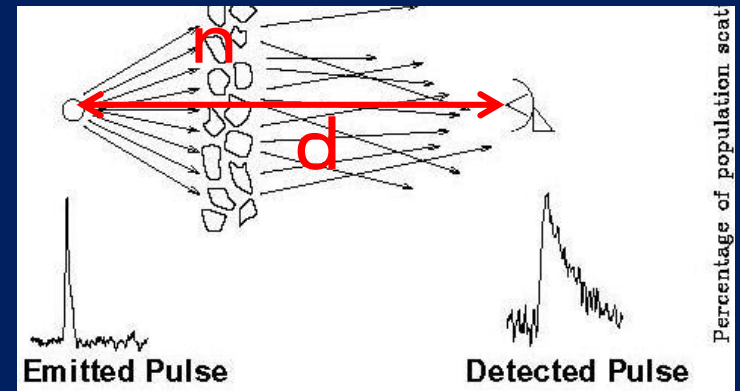


FIG. 2.— Electron density corresponding to the best fit model plotted as a grayscale with logarithmic levels on a 30×30 kpc x-y plane at $z=0$ and centered on the Galactic center. The most prominent large-scale features are the spiral arms, a thick, tenuous disk, a molecular ring component. A Galactic center component appears as a small dot. The small-scale, lighter features represent the local ISM and underdense regions required for by some lines of sight with independent distance measurements. The small dark region embedded in one of the underdense, ellipsoidal regions is the Gum Nebula and Vela supernova remnant.



NE2001(Cordes & Lazio 2001) Model

SKA-Jコンソーシウム

[HTTP://JAPAN.SKATELESCOPE.ORG/
SKA-PROJECT/](http://japan.skatelescope.org/ska-project/)

Pulsars SWG

代表 高橋慶太郎（熊本大）

メンバー（50音順）現在20名

青木貴弘（山口大）、浅田秀樹（弘前大）、今井 裕（鹿児島大）、岩田健吾（名古屋大）、大野寛（東北文教大）、亀谷 収（国立天文台）、隈本宗輝（熊本大）、黒柳幸子（名古屋大）、柴田晋平（山形大）、関戸 衛（NICT）、高橋慶太郎（熊本大）、寺澤敏夫（理研）、長滝重博（理研）、成子篤（東工大）、新沼浩太郎（山口大）、廣島 渚（東大宇宙線研）、本間希樹（国立天文台）、三上 諒（東大宇宙線研）、米丸直之（熊本大）、柳 哲文（名古屋大）

毎月～数か月に1回程度会合

- ・ 論文紹介
- ・ 実施されたパルサー観測報告と今後観測予定確認
- ・ 研究会の実施等の検討

今後、熊本大 高橋さんと学生さんがパークスに行き、
パルサータイミングアレーの勉強をしてくる。



国内の電波観測の状況

✕ Giant Pulse 寺澤さん（理研／宇宙線研）主導

山口局 6, (8 GHz) L, RHCP という4系統のうち、同時2系統
は観測可能 ADS3000+ 64MHz 4bit 8ch OCTADISK or WSREC

鹿嶋局 1.4GHz、1.6GHz ADS3000+ 64MHz 4bit 8ch

茨城局 8GHz K5/VSSP32 64 MHz sampling * 2 bit

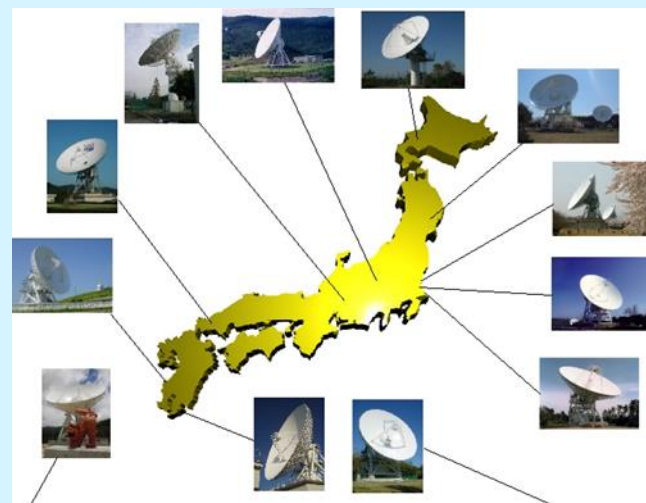
VERA局 2GHz、(6GHz、8GHz)

ADS-1000+ + OCTADISK 記録

飯館局 低周波数

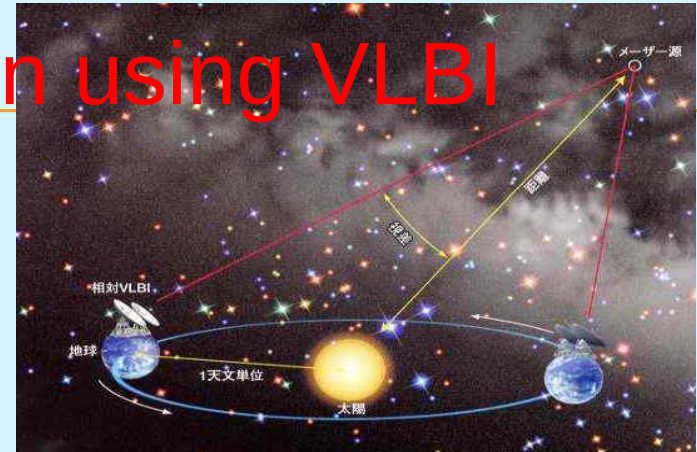
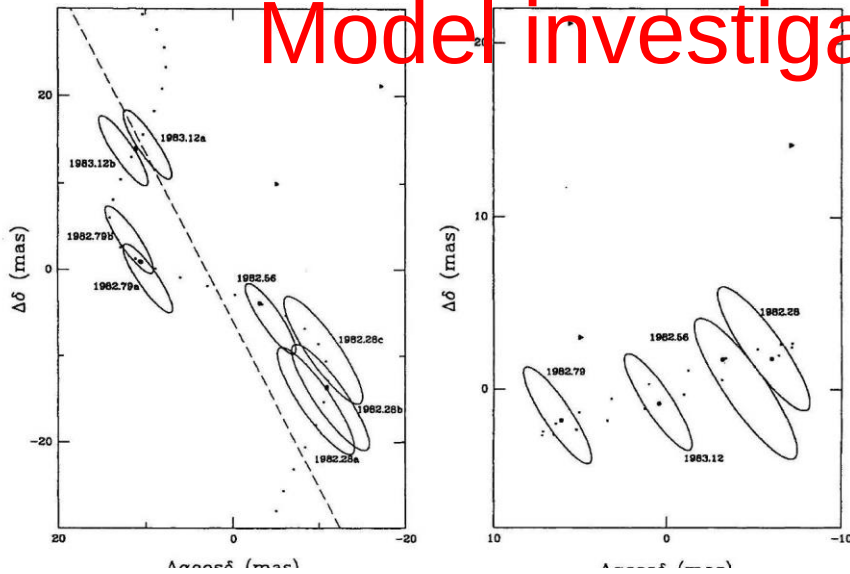
臼田局 2GHz帯？

ADS1000系からADS3000+系に将来統一するかどうか。
解析ソフトは、個別に作成している。

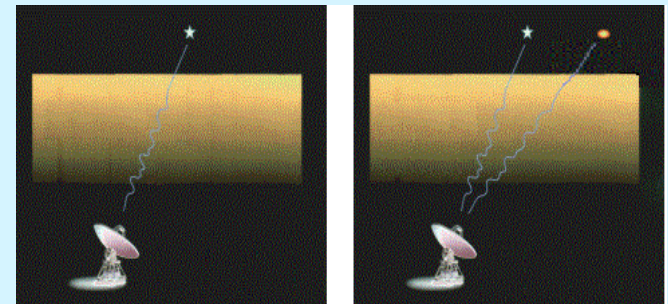


PSR 0950+08, 0938+119

Model investigation using VLBI



Parallax measurement



Differential VLBI

Gwinn et al. 1986

PSR 0823+26, 0822+272

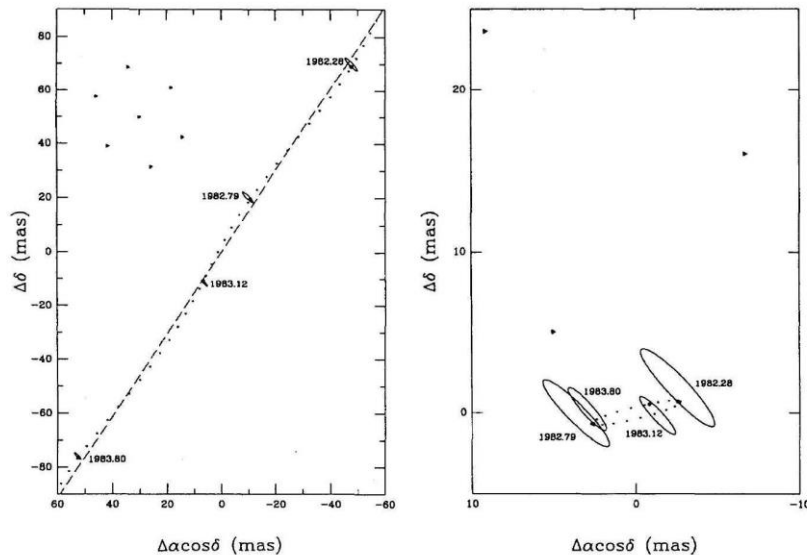


FIG. 2. Left: The position of PSR 0823 + 26 relative to the extragalactic reference source 0822 + 272 at four epochs during 1982-1983. Small dots illustrate the path of the pulsar according to our solution for proper motion and parallax; larger dots give the expected positions at the four epochs of observation. The dashed line corresponds to the proper motion alone, and is in

Parallax of 46 >>86Pulsars

約80%がpulsar timing

・22>>44 pulsars が 100μarcsecより良い

PSR J0030+0451	3.4(0.6)mas	Lommen et al. 2005 timing	
	3.3(0.9)mas	Lommen et al. 2006 timing	
	4.1(0.7)mas	Abdo et al. 2009 timing	
PSR B0031-07	0.93(0.08)mas	Chatterjee et al. 2009	1
PSR B0108-1431	4.17(1.42)mas	Deller et al. 2009	
PSR B0136+57	0.37(0.04)mas	Chatterjee et al. 2009	2
PSR B0329+54	0.94(0.11)mas	Briskin et al. 2002	
	<1.5mas	Chatterjee et al. 2004	
PSR B0355+54	0.91(0.16)mas	Chatterjee et al. 2004	
PSR J0437-4715	6.65(0.07)mas	Verbiest et al. 2008 timing	
3			
	6.3(0.2)mas	Hotan et al. 2006 timing	
	6.396(0.054)mas	Deller et al. 2008 VLBI+timing	
PSR B0450-18	0.65(1.40)mas	Chatterjee et al. 2009	
PSR B0450+55	0.84(0.05)mas	Chatterjee et al. 2009	
4			
PSR J0538+2817	0.68(0.15)mas	Ng et al. 2007	
	0.72(0.12)mas	Chatterjee et al. 2009	
PSR J0613-0200	2.1(0.6)mas	Hotan et al. 2006 timing	
PSR B0630-2834	3.01(0.41)mas	Deller et al. 2009	
PSR B0656+14	3.47(0.36)mas	Briskin et al. 2003	
		Golden et al. 2005	
RX J0720.4-31.25	2.8(0.9)mas	Kaplan et al. 2007 HUBBLE	
PSR B0737-3039	0.87(0.14)mas	Deller et al. 2009	
PSR B0809+74	2.31(0.04)mas	Briskin et al. 2002	5
PSR B0818-13	0.51(0.04)mas	Chatterjee et al. 2009	6
PSR B0823+26	1.8(0.4)mas	Gwinn 1984	
	2.8(0.6)mas	Gwinn et al. 1986	7
VELA pulsar	3.4(0.7)mas	Caraveo et al. 2001 HUBBLE	8
	3.5(0.2)mas	Dodson et al. 2003	9
PSR B0919+06	0.31(0.14)mas	Fomalont et al. 1999	
	0.83(0.13)mas	Chatterjee et al. 2000	

PSR B0950+08	7.9(0.8)mas	Gwinn et al. 1986	
	3.6(0.3)mas	Briskin et al. 2001	
	3.82(0.07)mas	Briskin et al. 2002	1 0
PSR J1022+1001	2.5(0.8)mas	Hotan et al. 2006 timing	
PSR J1024-0719	1.9(0.8)mas	Hotan et al. 2006 timing	
PSR B1133+16	2.80(0.16)mas	Briskin et al. 2002	
PSR B1237+25	1.16(0.08)mas	Briskin et al. 2002	1 1
PSR B1451-68	2.2(0.3)mas	Bailes et al. 1990	
PSR B1508+55	0.415(0.037)mas	Chatterjee et al. 2005	
	0.47(0.03)mas	Chatterjee et al. 2009	1 2
PSR B1534+12	0.925(0.13)mas	Stairs et al. 1999	
PSR B1541+09	0.13(0.02)mas	Chatterjee et al. 2009	1 3
PSR J1559-4438	0.384(0.081)mas	Deller et al. 2009	
PSR J1713+0747	0.89(0.08)mas	Splaver et al. 2005 timing	
	1.1(0.1)mas	Hotan et al. 2006 timing	
	0.95(0.06)mas	Chatterjee et al. 2009	1 4
PSR J1744-1133	2.8(0.3)mas	Toscano et al. 1999 timing	
	2.1(0.4)mas	Hotan et al. 2006 timing	
PSR B1857-26	0.5(0.6)mas	Fomalont et al. 1999	
PSR B1929+10	21.5(8.0)mas	Salter et al. 1979,	
	<4mas	Backer & Sramek 1982	
	3.02(0.09)mas	Briskin et al. 2002	
	2.77(0.07)mas	Chatterjee et al. 2004	1 5
PSR J1909-3744	0.88(0.04)mas	Hotan et al. 2006 timing	1 6
PSR B1933+16	0.22(0.12)mas	Chatterjee et al. 2009	
PSR B2016+28	1.03(0.10)mas	Briskin et al. 2002	1 7
PSR B2020+28	0.37(0.12)mas	Briskin et al. 2002	
PSR B2021+51	0.95(0.37)mas	Campbell et al. 1996	
	0.50(0.07)mas	Briskin et al. 2002	1 8
PSR B2045-16	1.05(0.03)mas	Chatterjee et al. 2009	1 9
PSR B2048-1616	1.712(0.909)mas	Deller et al. 2009	
PSR B2053+36	0.17(0.03)mas	Chatterjee et al. 2009	2 0
PSR J2124-3358	4(2)mas	Hotan et al. 2006 timing	
PSR B2144-3933	6.051(0.560)mas	Deller et al. 2009	
PSR J2145-0750	2.0(0.6)mas	Loehmer et al. 2004 timing	
PSR B2154+40	0.28(0.06)mas	Chatterjee et al. 2009	2 1
PSR B2310+42	0.93(0.07)mas	Chatterjee et al. 2009	2 2

Summary

1. SKA-J パルサーSWGで活動が行われている。
2. パルサーの研究は、国内は理論やX線等が進んでいる。
電波は、Pulsar timing や Giant Pulseの研究などで、
今後、Pulsar VLBI観測等の国内での進展が重要。
3. SKAに向けての準備が重要