

解析

木星からの信号を受信したことを証明するための解析方法を考案
 木星の信号の特徴である **S-バースト** を確認
 それによって木星からの信号を受信したことを証明

S-バースト

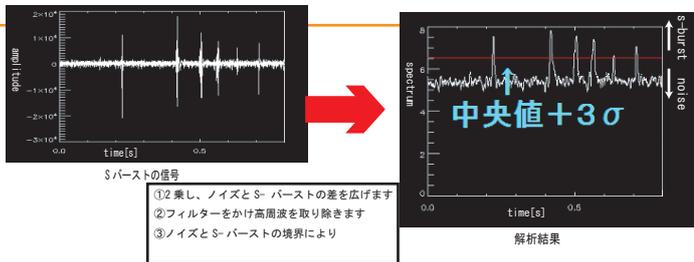
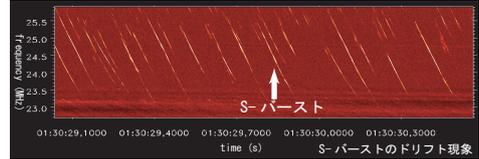
S-バーストとは Short Burst の略で、短い時間に振幅が急激に変化する電波です。

S-バーストの特徴

- ① S-バーストには波形の振幅がノイズと **比較して突出**
- ② 周波数が時間とともにズれる **ドリフト現象**

解析方法

- ① S-バーストがノイズの振幅よりも突出している特長から、観測した信号が S-バーストか判別
 - ② ドリフト現象の時間差による S-バーストの判別
- この二つの判別に当てはまる信号を S-バーストとします。



- ① 2乗し、ノイズと S-バーストの差を広げます
- ② フィルターをかけ高周波を取り除きます
- ③ ノイズと S-バーストの境界により

S-バーストの信号を特定

S-バーストの特定にはノイズと S-バーストとの **振幅の差による境界**で分けることができます。そのためには観測した信号を **2乗**、**フィルター**をかけ高周波をとりのぞきます。S-バーストの信号は振幅が突出しているという性質があるため、信号は正規分布には従いません。ここで中央値をとることで、それ以下の値は S-バーストが含まれないので正規分布に従うようになります。この中央値から標準偏差を決め、中央値と標準偏差を用い境界と決めます。この解析には **中央値 + 3 × 標準偏差 (σ)** のラインを S-バーストとノイズの境界と決めました。

ドリフト現象の検出

ドリフト現象の時間のズレを、観測した二つの信号から **相関**を用いて検出します。

$$\text{相関} : C(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t+\tau)y(\tau)dt$$

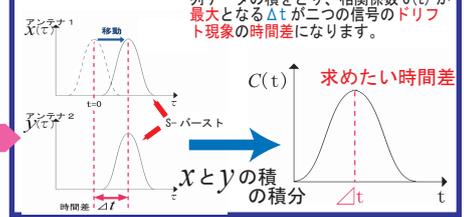
まず、図1のように S-バーストと特定した信号を **1秒間の区間**に分割し、**相関**を取ります。実際の解析では区間ごとの相関は **区間1-9.0ms**、**区間2-0.0ms**、**区間3-2.75ms**と計算されます。右下、表2の結果から、この信号には **ドリフト現象**がみられ、S-バーストのドリフトであると考えられます。そして、S-バーストらしき信号の時間差とレーシーバの周波数の差から **ドリフト率**を求めます。**ドリフト率**は1秒間に周波数がどのくらい下がっているかを示すものです。

$$\text{ドリフト率} = \frac{\text{二つのレーシーバの周波数の差} (\Delta f)}{\text{相関によって求めた時間差} (\Delta t)}$$

$$\text{ドリフト率} = \frac{100\text{kHz} (\Delta f)}{\text{相関によって求めた時間差} (\Delta t)}$$

相関とは

以下のように定義される相関関数を計算します。すなわち、二つの S-バーストの時系列データの積をとり、相関係数 $C(t)$ が最大となる Δt が二つの信号の **ドリフト現象の時間差**になります。



相関により得られた **ドリフト現象のドリフト率**の結果は表1になります。計算結果から区間2は二つの周波数間の時間差が0なのでドリフト現象がおきません。区間6はこの信号にのっている S-バーストの周波数間の時間差の乖離が大きいため、この信号には他の信号が入っていると考えられるため S-バーストのドリフト現象ではないと考えられます。S-バーストの **ドリフト現象**だと考えられる区間の **平均時間差**は **12.545ms**となります。

表1 区間の時間差とドリフト率

区間	Δt	Δf	ドリフト率	
1	100kHz	9ms	11.11	s-burst
2	100kHz	0ms	0	non s-burst
3	100kHz	2.75ms	36.36	s-burst
4	100kHz	26.5ms	3.77	s-burst
5	100kHz	15.75ms	6.34	s-burst
6	100kHz	91.5ms	1.09	non s-burst
7	100kHz	19.5ms	5.12	s-burst

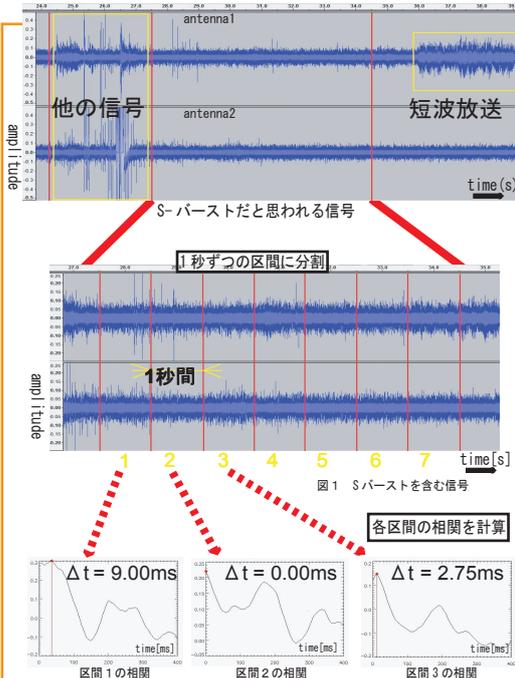


図1 S-バーストを含む信号

各区間の相関を計算

S-バーストの証明と結果

左図、図2は1961年から1991年の間に観測された S-バーストの分布図です。

本研究で得られた時間差の **平均時間差** $\Delta t = 12.545\text{ms}$

は、左図の **赤い点**に対応します。
 (周波数域 $20.2\text{MHz} \sim 20.1\text{MHz}$)

したがって、今回観測した信号には S-バーストがあり

木星からの電波を受信することに成功しました

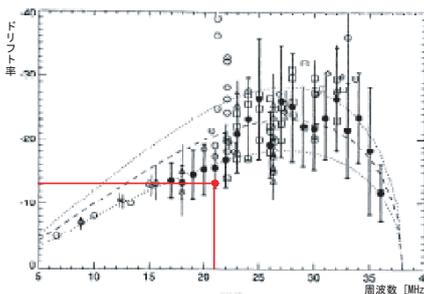


図2 S-バーストの分布

From Philippe Zarka, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 23, No. 2, pp. 125-128, JANUARY 15, 1996

問題点

解析方法は

観測の段階で短波などが入らないこと S-バーストの信号を見ることができることを前提で考えました。

そのためこの解析方法では他の信号が入った場合以

- ① S-バーストの波形を特定することができない
- ② 短波放送など他の信号に含まれる S-バーストを判別することができない

そのために解析方法を改善しなければなりません。