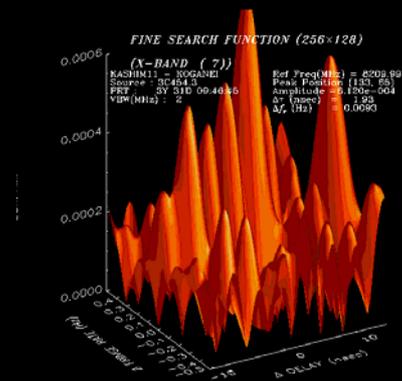


チャンネル毎にクロックオフセットが 異なった場合のバンド幅合成に ついて

情報通信研究機構
鹿島宇宙技術センター

近藤哲朗



NICT

動機

- 地理院さんの主催する国内実験に参加した水沢のK5 / VSSPにおいて、4ユニット中1ユニット(4ch)だけクロックオフセットが5 μ 秒異なる観測が図らずも行われてしまった
- K5データ用バンド幅合成ソフト(KOMB)はこうした事態は想定していなかった
- KOMBの改修により何とか水沢を含んだ基線の相関データをレスキューできないだろうか

NICT

バンド幅合成処理ソフトの役割

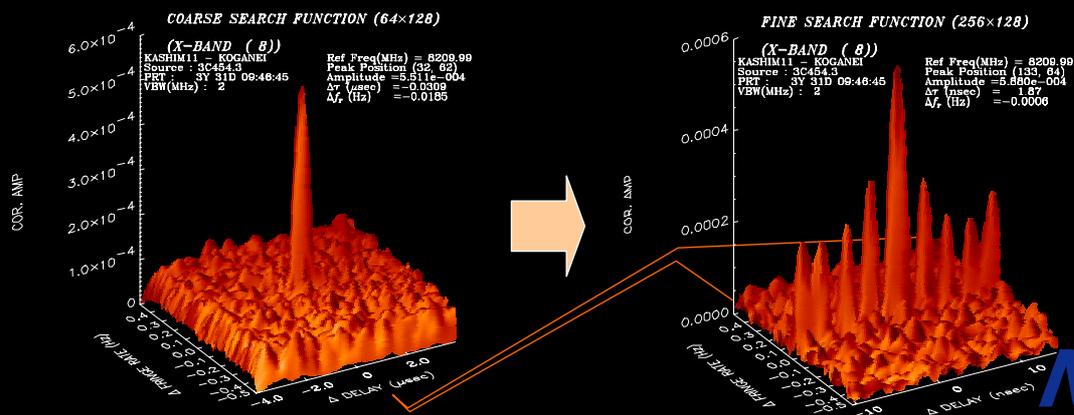


NICT

バンド幅合成の原理

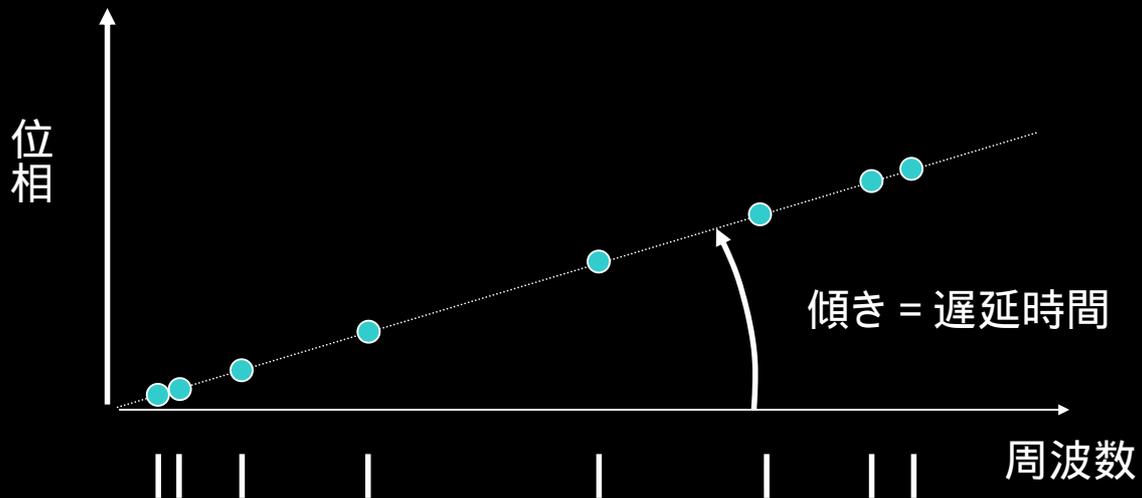
遅延時間の分解能 $\sim \frac{1}{\text{周波数帯域幅}}$

狭い帯域 / ch \rightarrow 複数ch合成 \rightarrow 等価的に
広帯域を実現

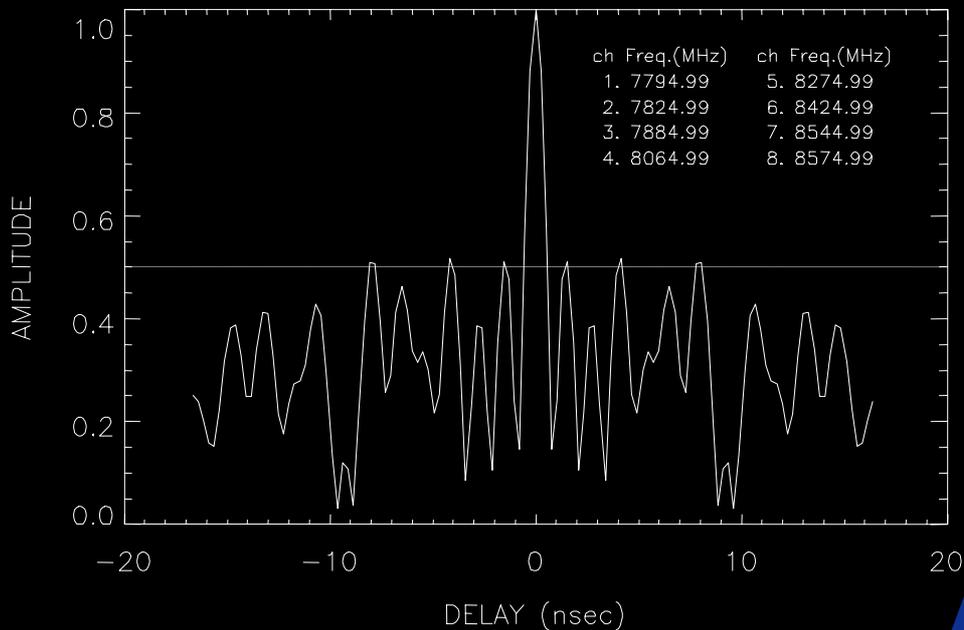


NICT

周波数と位相差

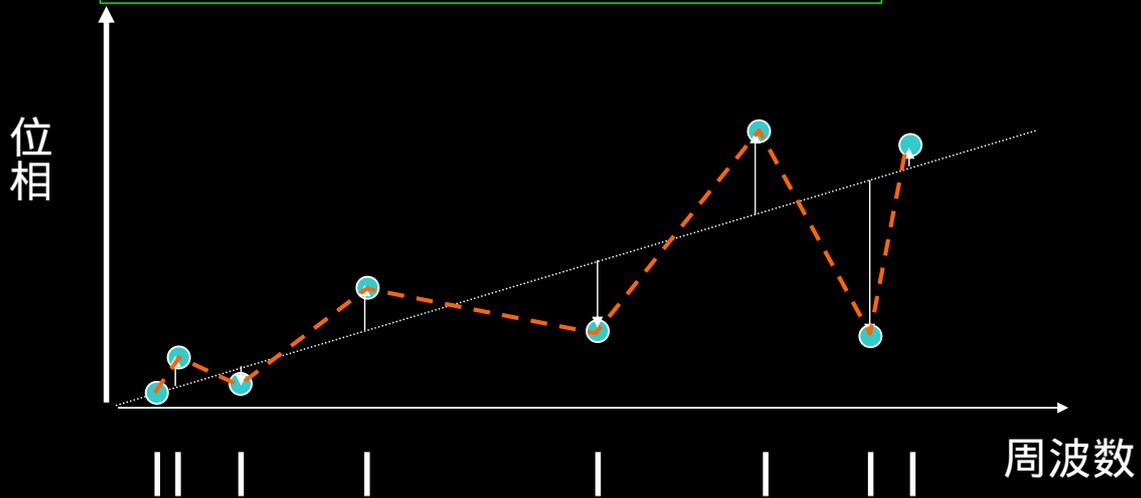


バンド幅合成関数 (X-Band)



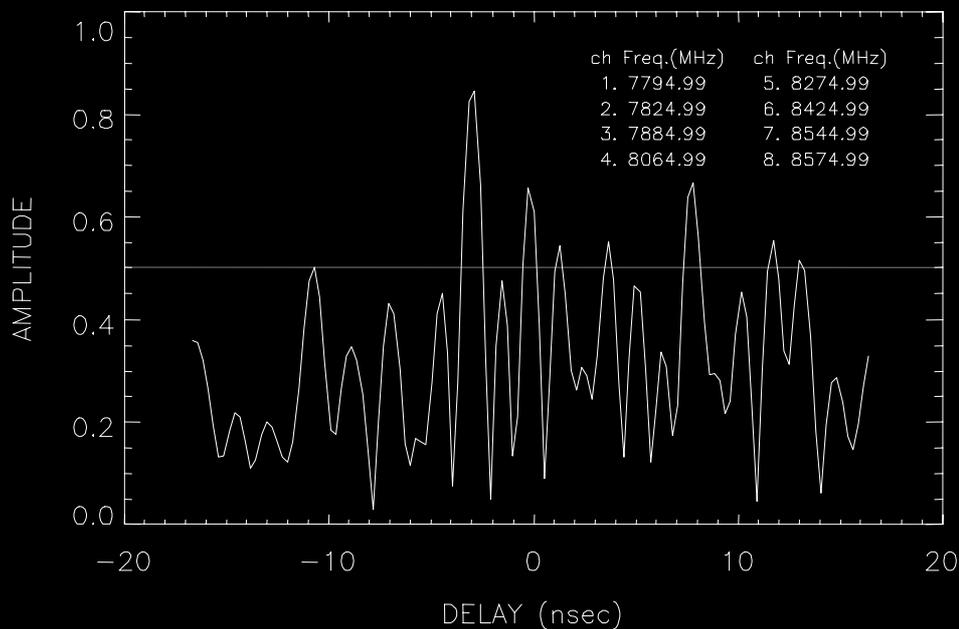
周波数と位相差

チャンネル毎にクロックオフセットが異なった場合



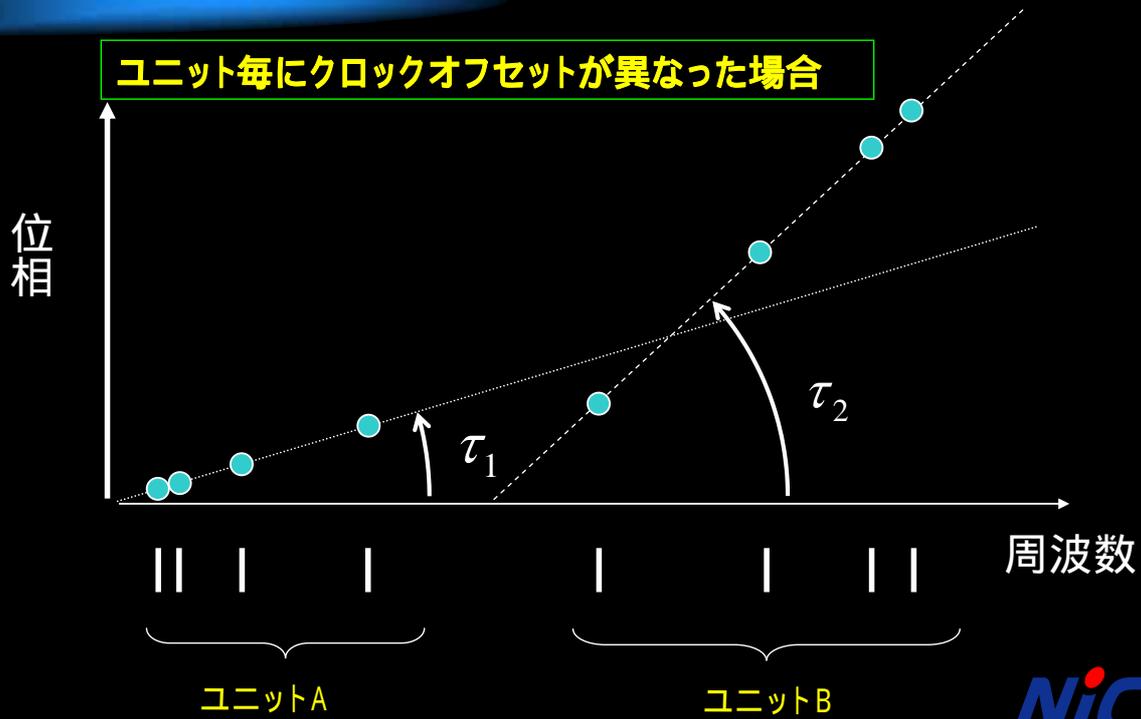
NICT

バンド幅合成関数 (X-Band)

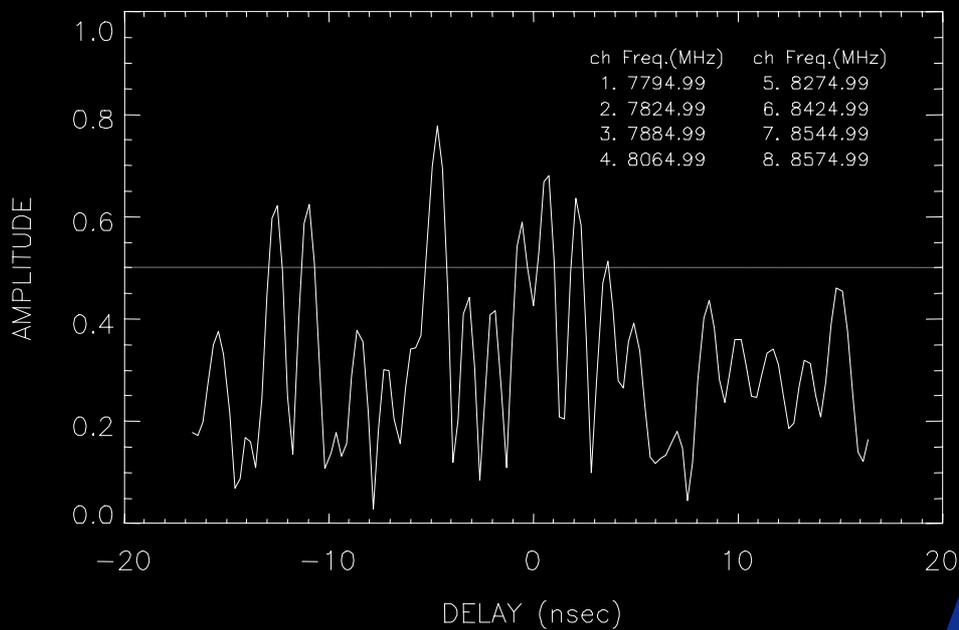


NICT

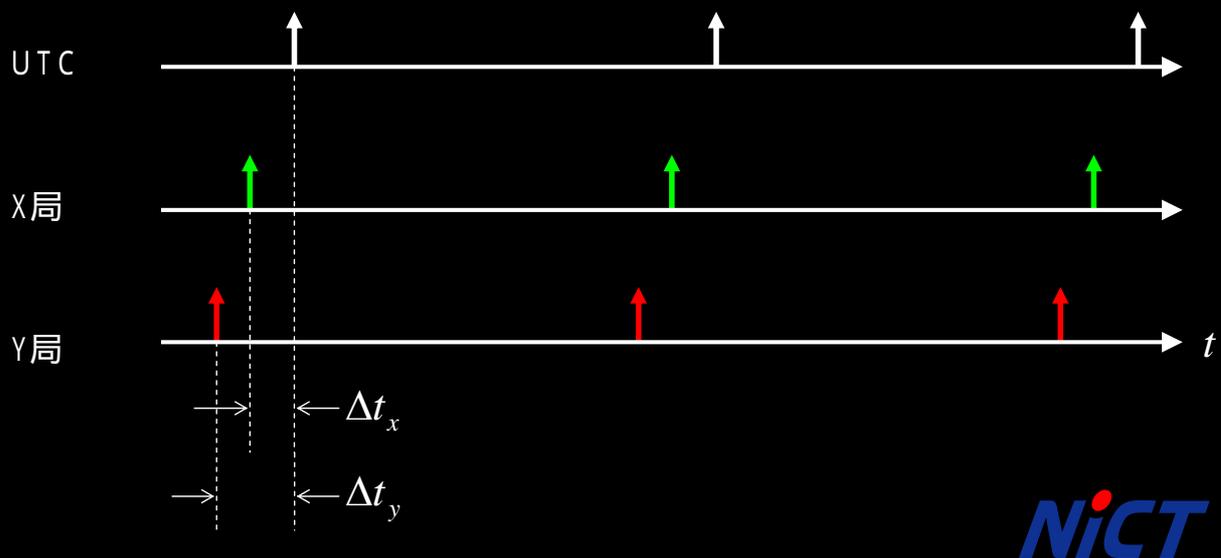
周波数と位相差



バンド幅合成関数 (X-Band)



クロックオフセットの定義



クロススペクトルの補正

(1) クロックオフセットが無い場合

$$R_{xy}(f) = S(f)S^*(f) \exp\{i2\pi f(\tau_g - \tau_a(t))\}$$

幾何学遅延

(2) クロックオフセットが有る場合

$$R'_{xy}(f) = S(f)S^*(f) \exp\{i2\pi f(\tau_g - \tau_a(t) + \dot{\tau}_a(t)\Delta t_x + \Delta t_y - \Delta t_x)\}$$

予測遅延

したがって

$$R_{xy}(f) = R'_{xy}(f) \exp\{i2\pi f(\Delta t_x - \Delta t_y - \dot{\tau}_a(t)\Delta t_x)\}$$

クロススペクトルの補正(続)

$$R_{xy}(f) = R'_{xy}(f) \exp\{i2\pi f(\Delta t_x - \Delta t_y - \dot{\tau}_a(t)\Delta t_x)\}$$

$\dot{\tau}_a(t)$ の最大値は地球上では $3 \times 10^{-6} \text{ s/s}$

今、受信周波数を8GHz、 t_x を1 μs とすると、 $2\pi f\dot{\tau}_a(t)\Delta t_x$ は0.15ラジアン

この項を無視すると

多くの場合
無視可能

$$R_{xy}(f) = R'_{xy}(f) \exp\{i2\pi f(\Delta t_x - \Delta t_y)\}$$

NICT

クロススペクトルの補正(続)

(3) 予測値計算に使ったクロックオフセットと
実際のクロックオフセットが異なった場合

$$R_{xy}(f) = R''_{xy}(f) \exp\{i2\pi f(\delta t_x - \delta t_y)\}$$

ここで δt_x δt_y は真のクロックオフセットと相関処理に使用した
クロックオフセットの差

NICT

PCAL位相の補正

検出されたX局、Y局のPCAL位相にそれぞれ、

$$2\pi f_{PCAL} \Delta t_x$$

$$2\pi f_{PCAL} \Delta t_y$$

を加える

ここで

f_{PCAL} はPCAL周波数

全chでクロックオフセットが
同じ場合はこの補正は不要
(すべてのchに同じバイアス
位相が加わるだけなので)

NICT

具体的なクロススペクトルの補正

$$R'_v(j, k, n) = R_v(j, k, n) \exp\{i2\pi(f_0^n + f_j^v)(\delta t_x - \delta t_y - \underbrace{\tau_{PRT} \Delta t_{xr}}_{\text{ビデオ帯域内周波数}})\}$$

RF周波数

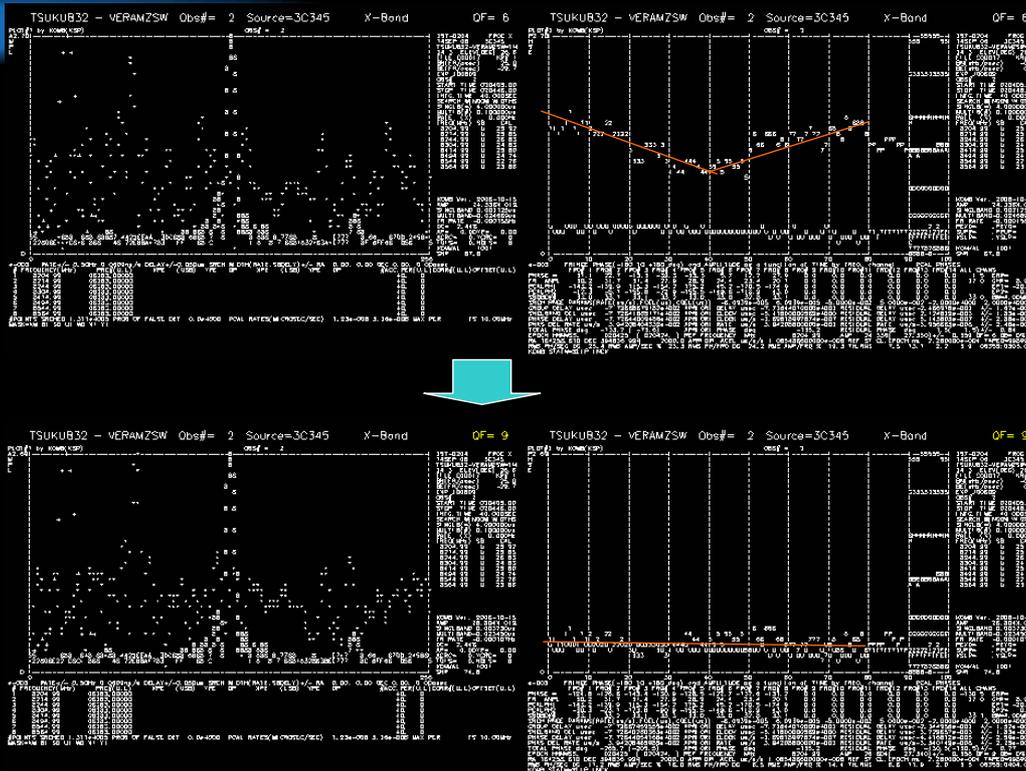
ビデオ帯域内
周波数

多くの場合無視可能

$$R'_v(j, k, n) = R_v(j, k, n) \exp\{i2\pi(f_0^n + f_j^v)(\delta t_x - \delta t_y)\}$$

NICT

実際の処理例



まとめ

- バンド幅合成ソフト(KOMB)を改修し、チャンネル(ユニット)毎にクロックオフセットが異なった場合においてもバンド幅合成が行えるようにした
- 実際のデータに適用した結果も良好であった
- ユニットの時刻が1秒ずれたデータもレスキューできた(今までは生データの時刻を書き替えて処理するしかなかった)