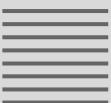


Define & Design support

## マイクロ波・ミリ波を使ったレーダ ローコスト化への挑戦

ピティーエム株式会社  
出展 Booth # K-10



## ローコスト化 限界への挑戦

- ◆ Software PLLの実装
- ◆ SoftWare PLL搭載 ローコストソリューション  
評価キット PSR334
- SMR-334 主要諸元

## 多機能プラットホームによる検知能力の向上

- ◆ Multi Dimension Radar ソリューション(2D Radar)
- ◆ IVQ-3004 DataLogger /位相モノパルス方式評価キット
- ◆ 自社開発新規設計
- ◆ 新機能開発のロードマップ
- ◆ InnosenT 自社開発最前線情報
- ◆ iSYS-5210 開発中
- ◆ iSYS-5210 GUIイメージ
- ◆ 会社案内

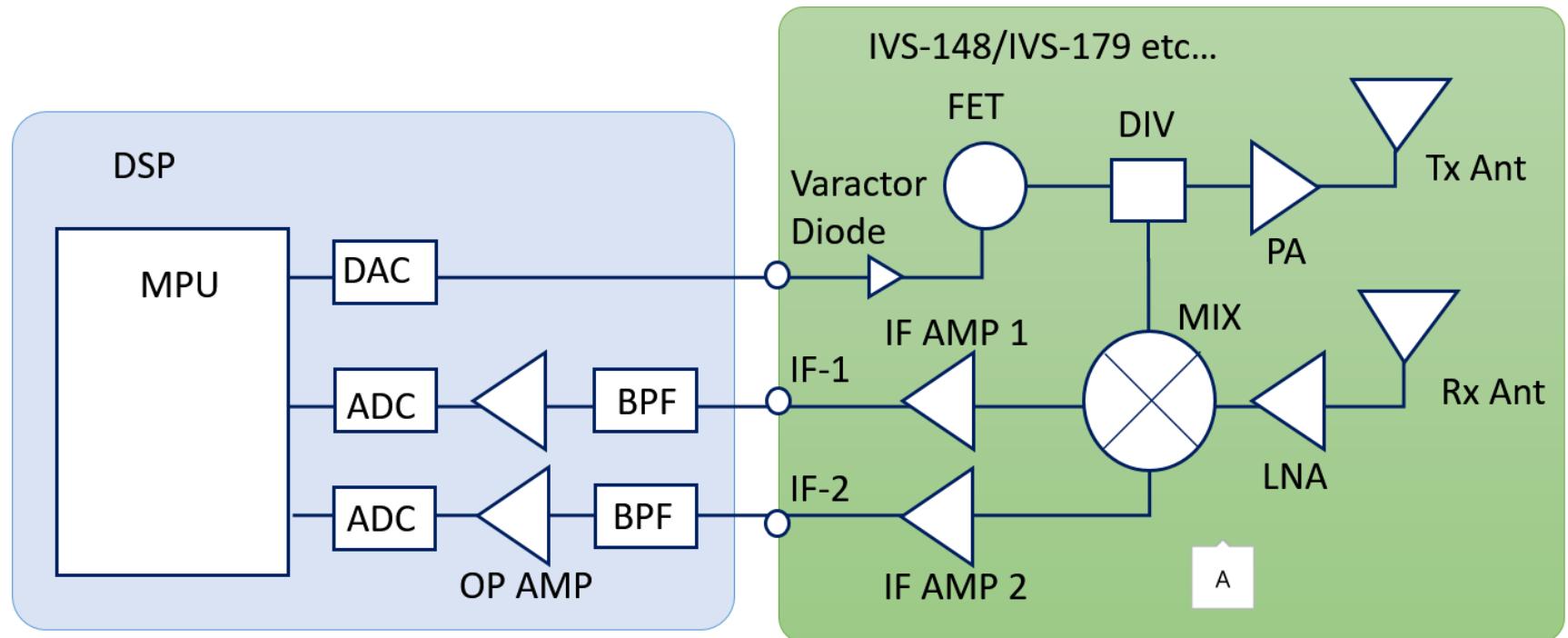


- ◆ Software PLLの実装
- ◆ SoftWare PLL搭載 ローコストソリューション
- ◆ 評価キット PSR334
- ◆ SMR-334 主要諸元



# VCO(Free Run型) による変調型レーダの課題

周波数変調型の手法において、FETとバラクタダイオードで構成するフリーランVCOによる代表的なシステム系統事例

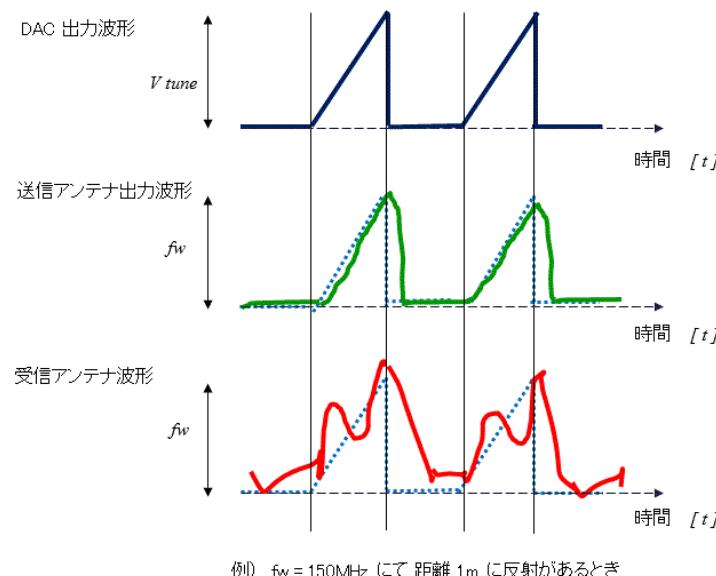


**CONFIDENTIAL**



Free Run VCO によるソリューションでは以下のような課題があった。

- 温度による周波数ドリフト
- 過渡応答、ダウンシュート、アップシュートなどの問題
- 調整電圧と周波数の相関関係は非常に不安定
- モジュール個体差 (MMICの個体差) により検査、調整工数にインパクト大
- 電波法帯域制限により設計マージンを大きく取る必要がある。
- 帯域幅と精度はトレードオフ関係にあるため精度が異性になっていた。

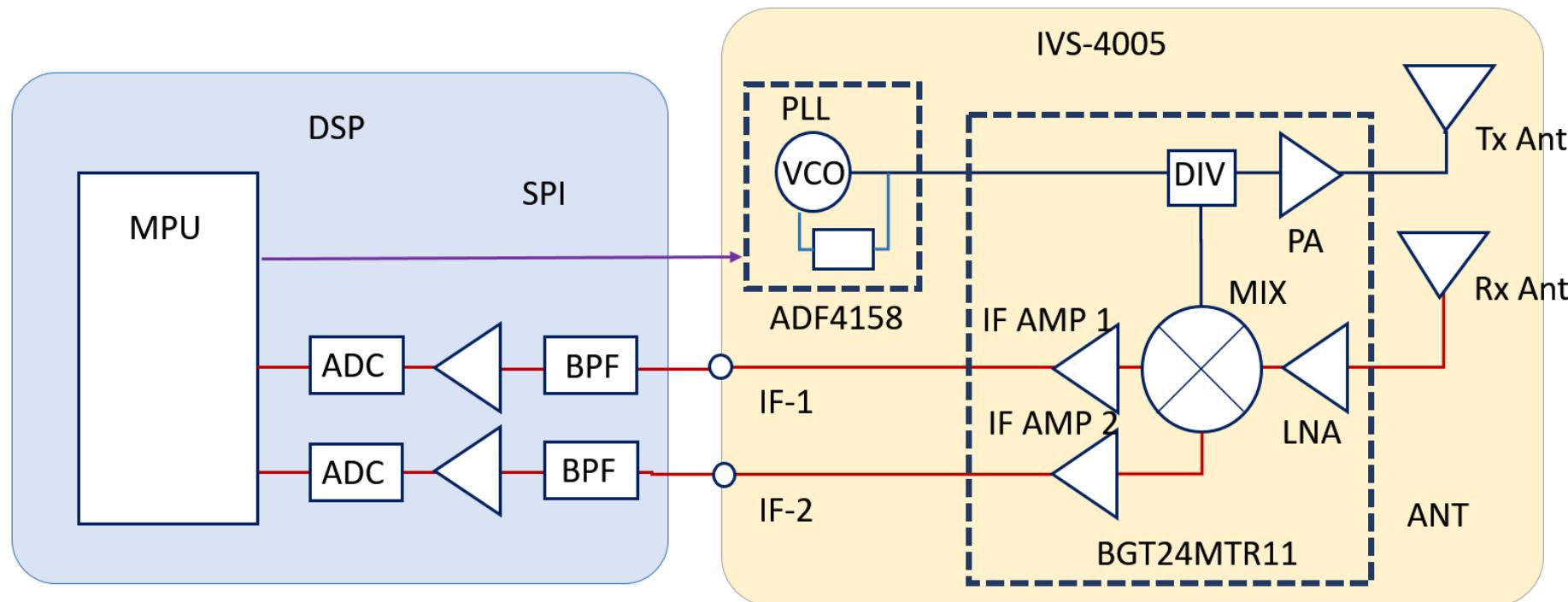


**CONFIDENTIAL**



## PLL ICなどを採用した変調型レーダ

近年 PLL IC が流通し始め、比較的安価に入手できるようになっている。  
ただしその分 (\$10~ \$50 など) は製品単価の原価に影響はある。

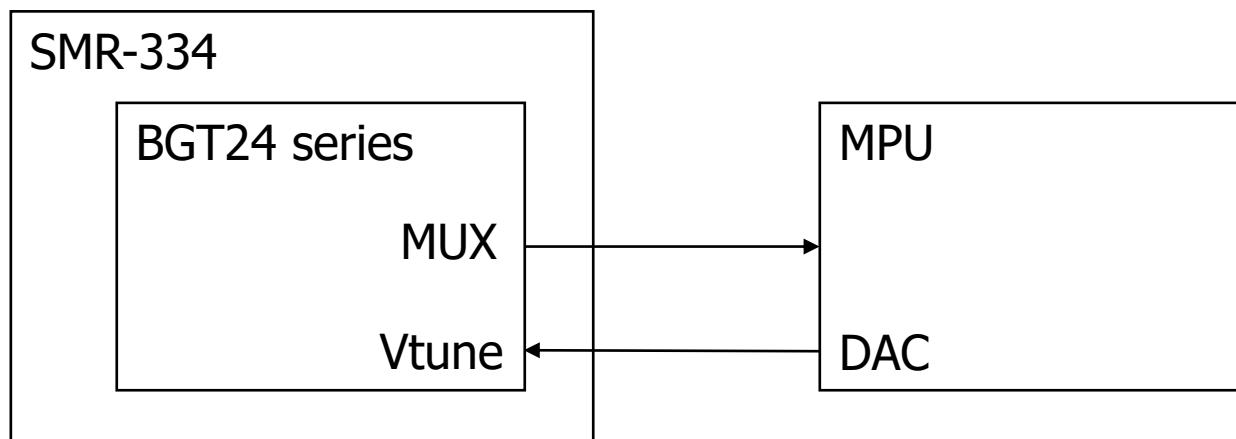
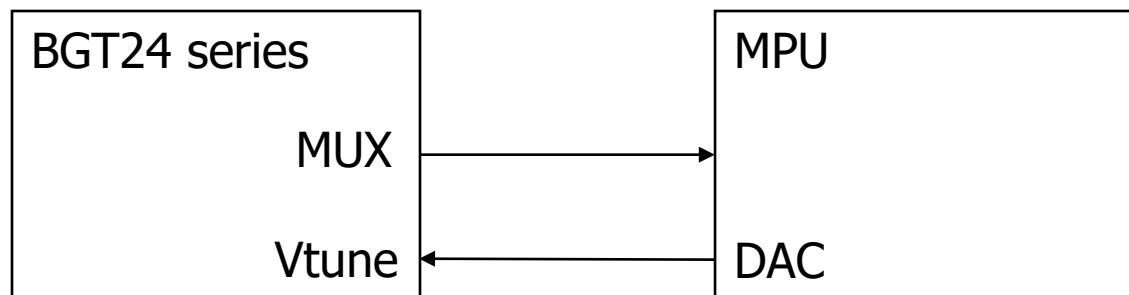


**CONFIDENTIAL**



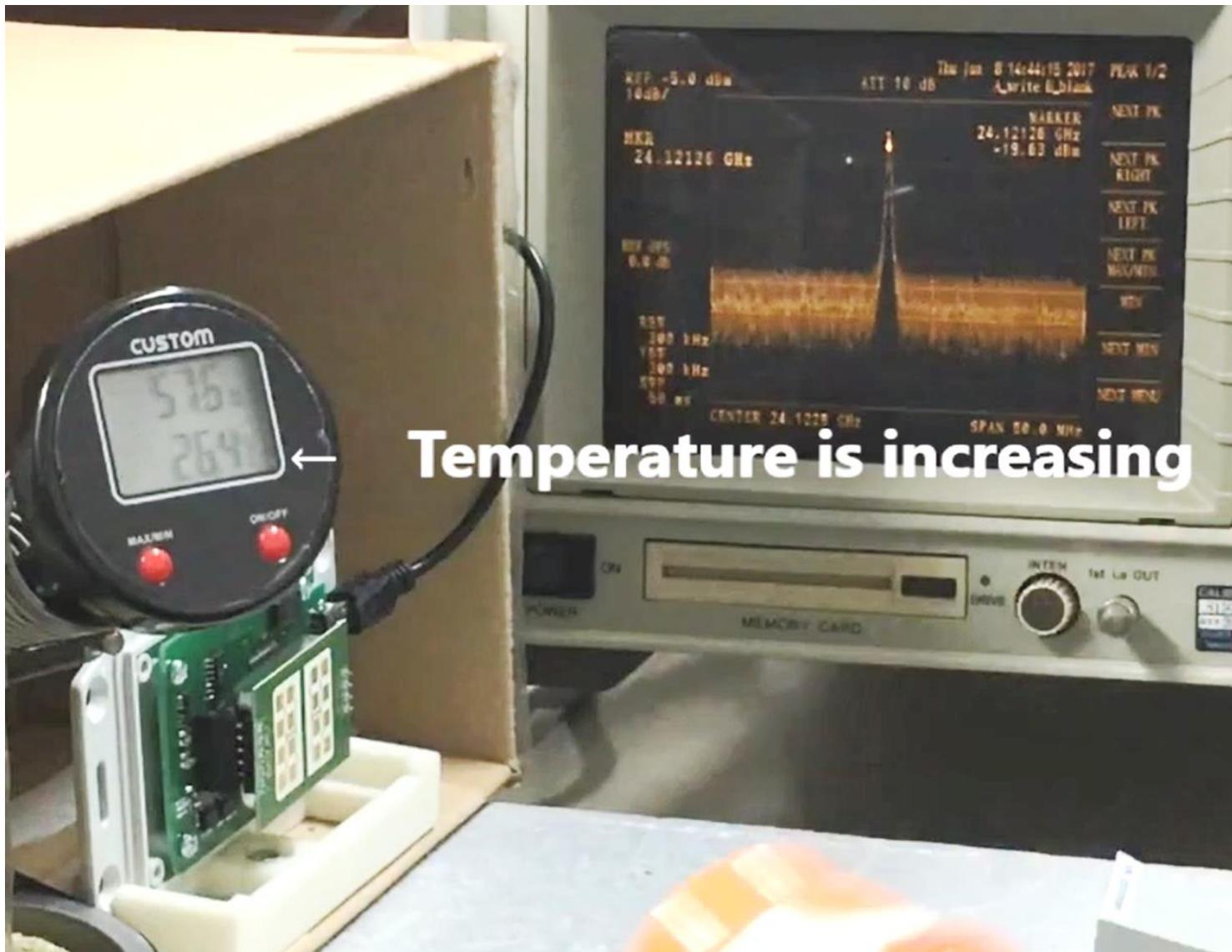
Infineon社製 Radar IC (BGT24 シリーズ) のプリスケーラ出力 (分周器) を使用しマイコン内蔵のDACによりSoftWare PLL を構成する。

InnosenT社製 Radar モジュールにはこの分周出力を持つものもあり、主にローコスト用途向けに製品化されている。 (SMR-334, IVS-947など)



**CONFIDENTIAL**

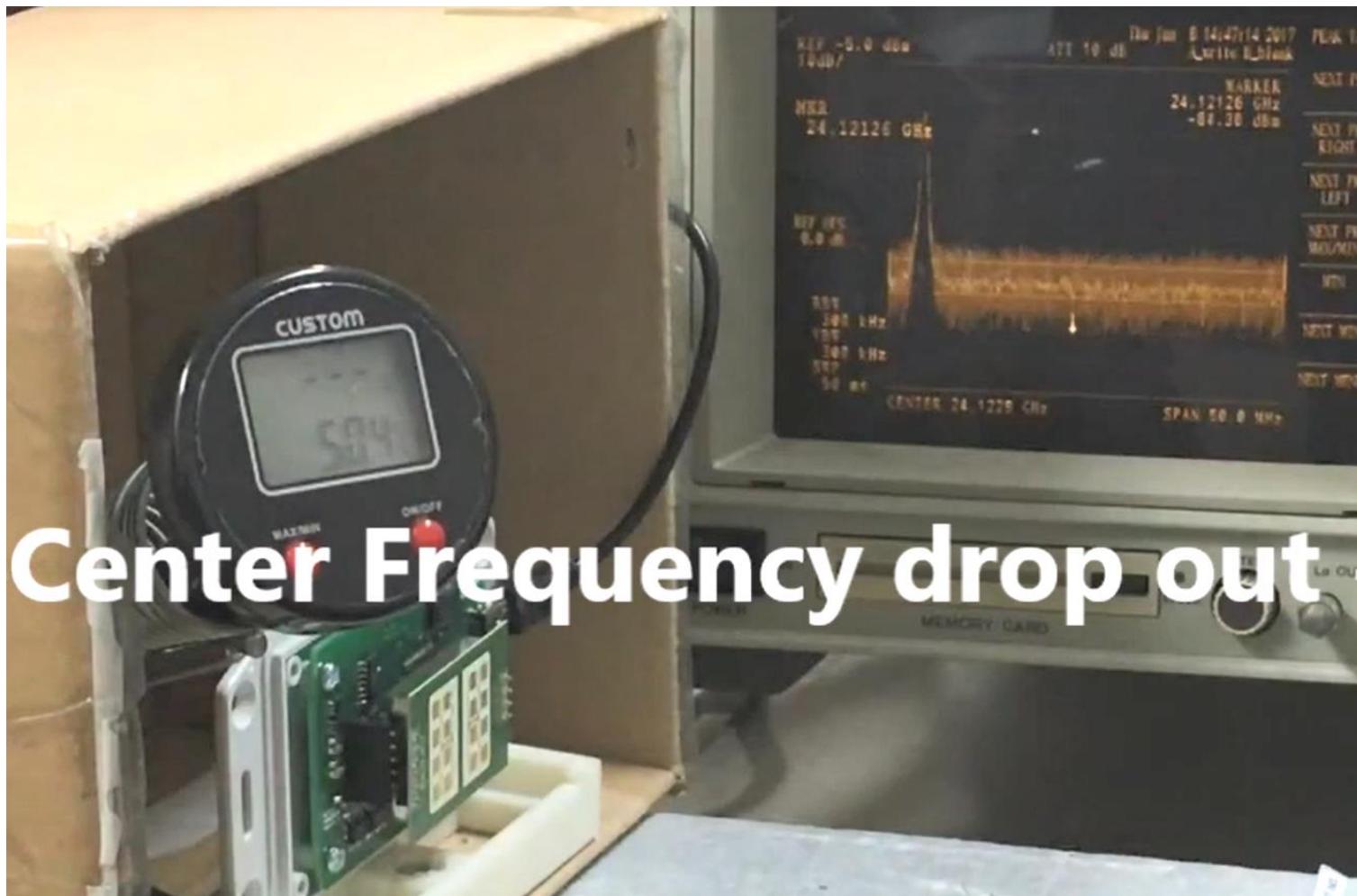
フリーランVCOの温度ドリフト (IVS-162) at 26°C





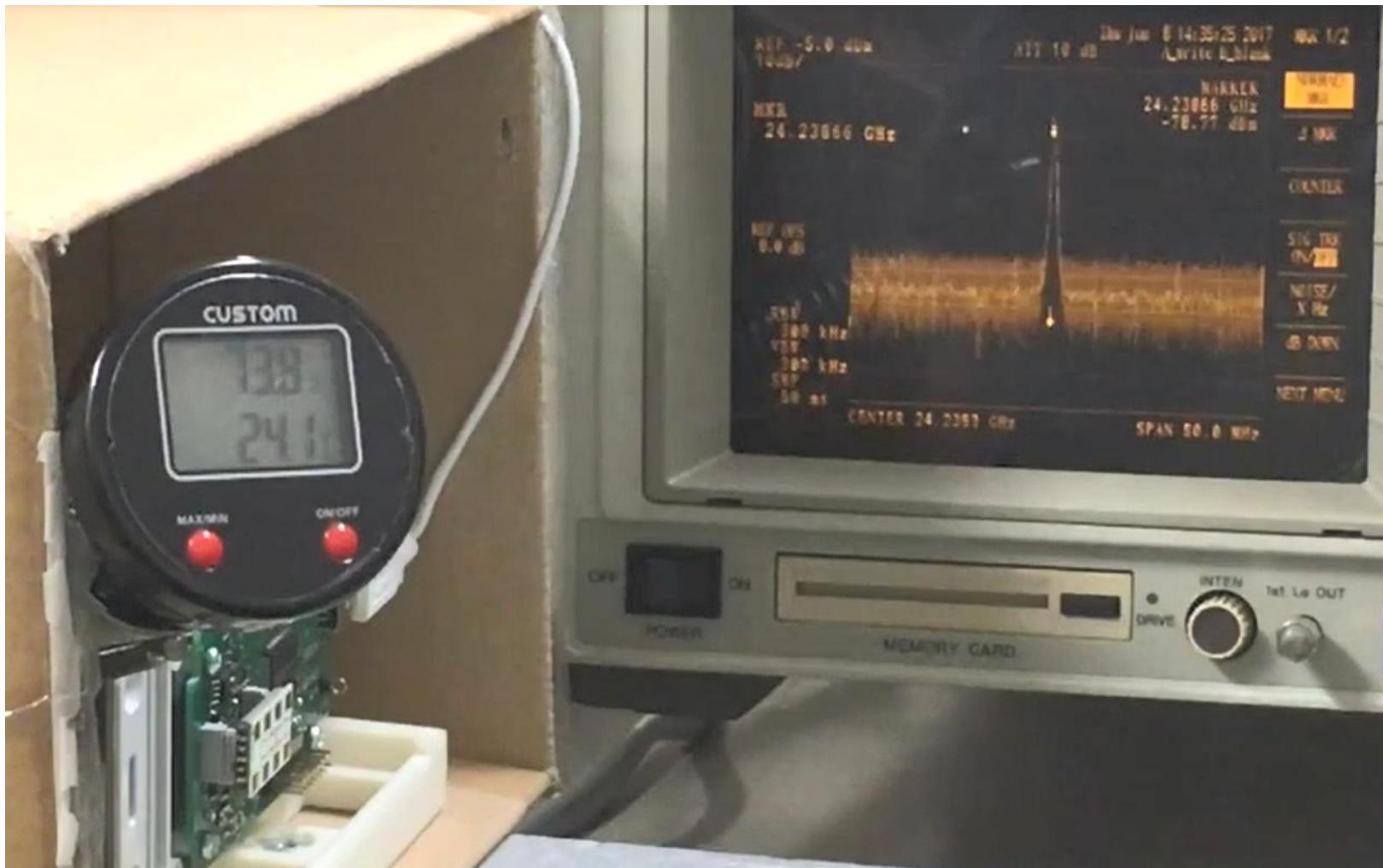
**CONFIDENTIAL**

フリーランVCOの温度ドリフト (IVS-162) at 50°C  
-25MHz ドロップ



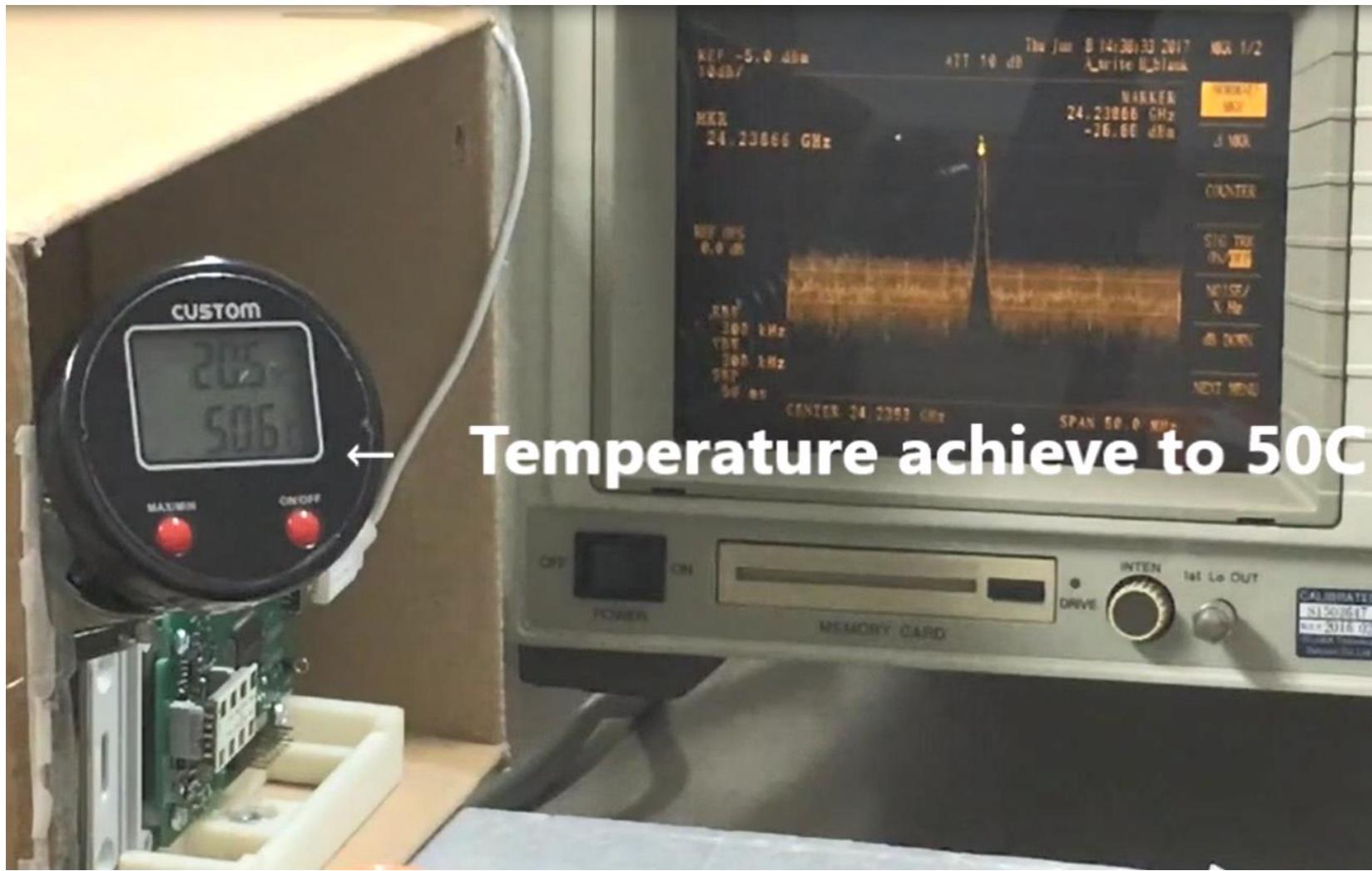
**CONFIDENTIAL**

Software PLL 温度安定性 (SMR-334) at 24°C



**CONFIDENTIAL**

Software PLL 温度安定性 at 50°C





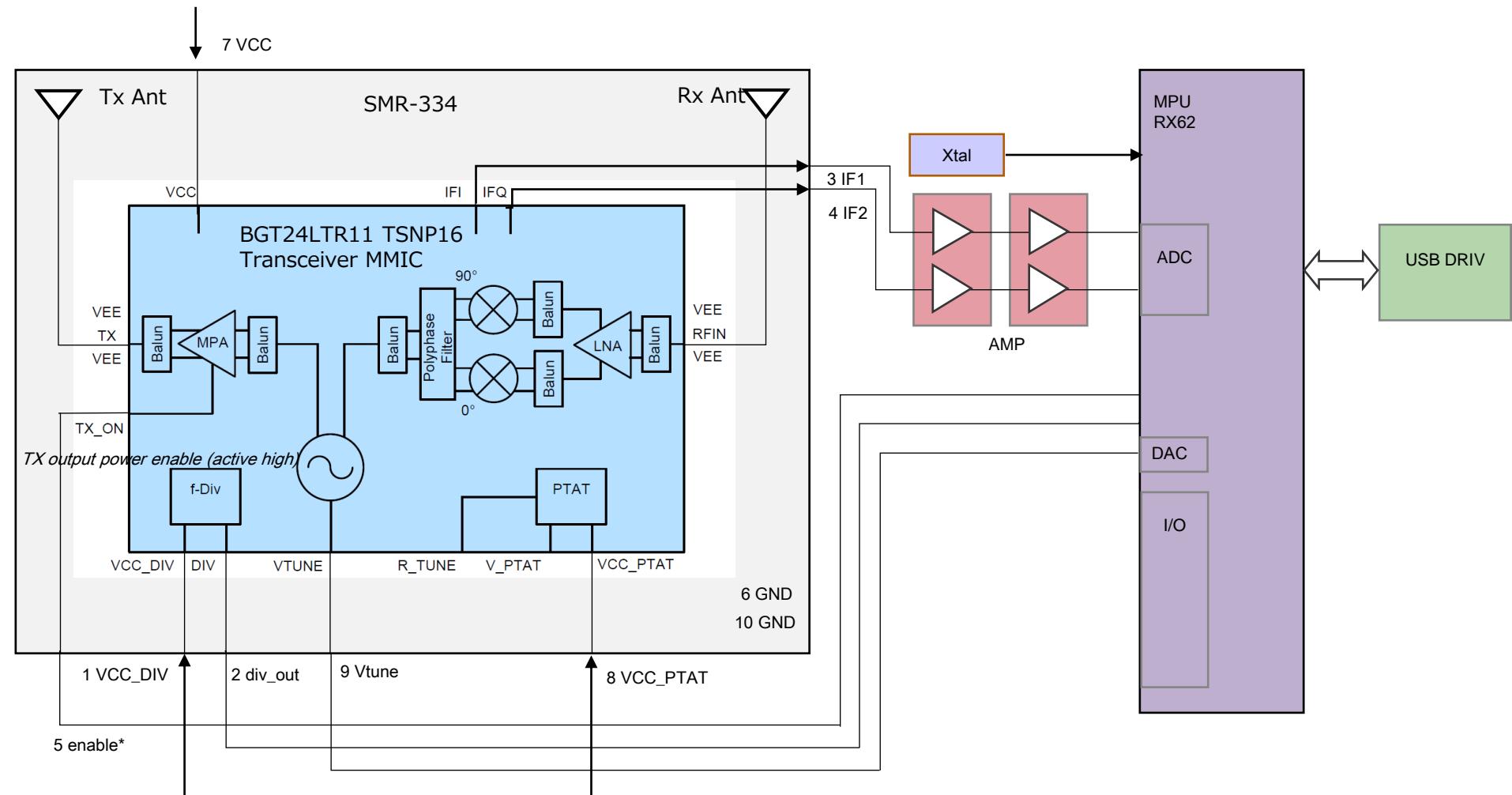
***CONFIDENTIAL***

実験の様子



## 評価キット PSR334

### ブロック図



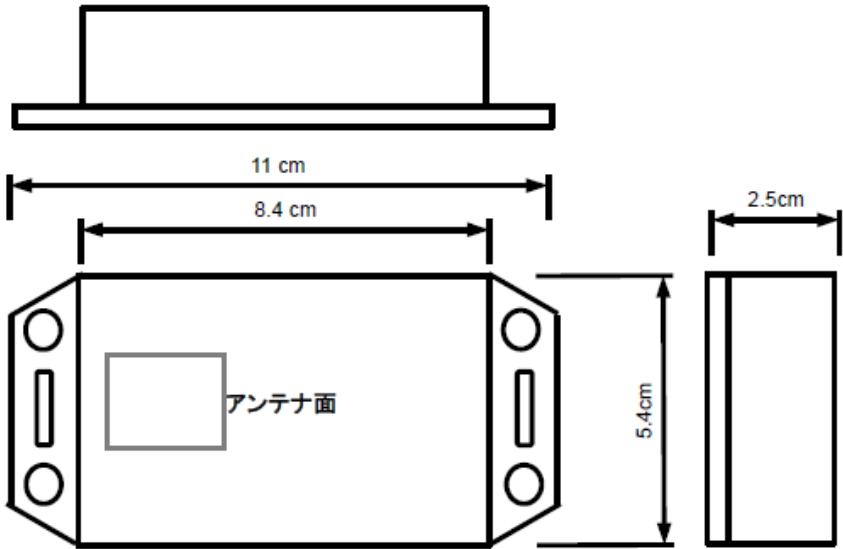
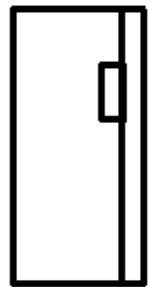


**CONFIDENTIAL**

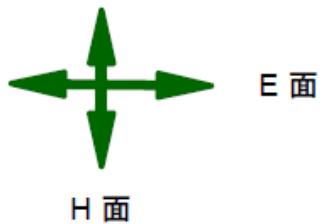
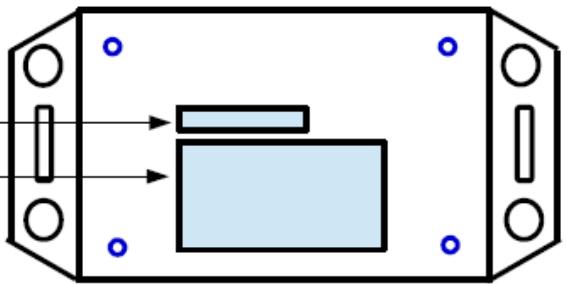
## 評価キット PSR334

### 外形・外観

USB コネクタ

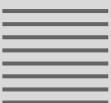


技適マーク  
製造銘板



## SMR-334 主要諸元

PARAMETER	CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>Radar</b>						
VCO frequency range		$f_{VCO}$	24.050		24.250	GHz
Tuning voltage	to cover VCO frequency range	$V_{tune}$	0.7		2.5	V
VCO tuning sensitivity	within VCO frequency range	$K_{VCO}$		720	2000	MHz/V
output power (EIRP)		$P_{out}$			20	dBm
IF output DC-Offset		$IF_{1/2\_DC\text{-}offset}$	1.4	1.8	2.2	V
IF-Bandwidth (-3dB)		B	0		1M	Hz
signal level (RCS = 0.5m <sup>2</sup> @ 5m)	SMR - 314	$IF_{1/2\text{-}SMR-314}$	60		250	µVrms
	SMR - 324	$IF_{1/2\text{-}SMR-324}$	40		235	µVrms
	SMR - 334	$IF_{1/2\text{-}SMR-334}$	120		360	µVrms
noise level	100Hz...1kHz	$N_{1/2}$			20	µVrms
quadrat. phase imbalance		$\varepsilon_p$	-25		25	°
overall gain (conversion gain + antenna gain)	SMR - 314	$G_{OA\text{-}SMR-314}$		24		dB
	SMR - 324	$G_{OA\text{-}SMR-324}$		24		
	SMR - 334	$G_{OA\text{-}SMR-334}$		29		



## SMR-334 主要諸元

## Power supply

supply voltage		$V_{CC}$	3.2	3.3	3.4	V
supply current		$I_{CC}$		47	57	mA

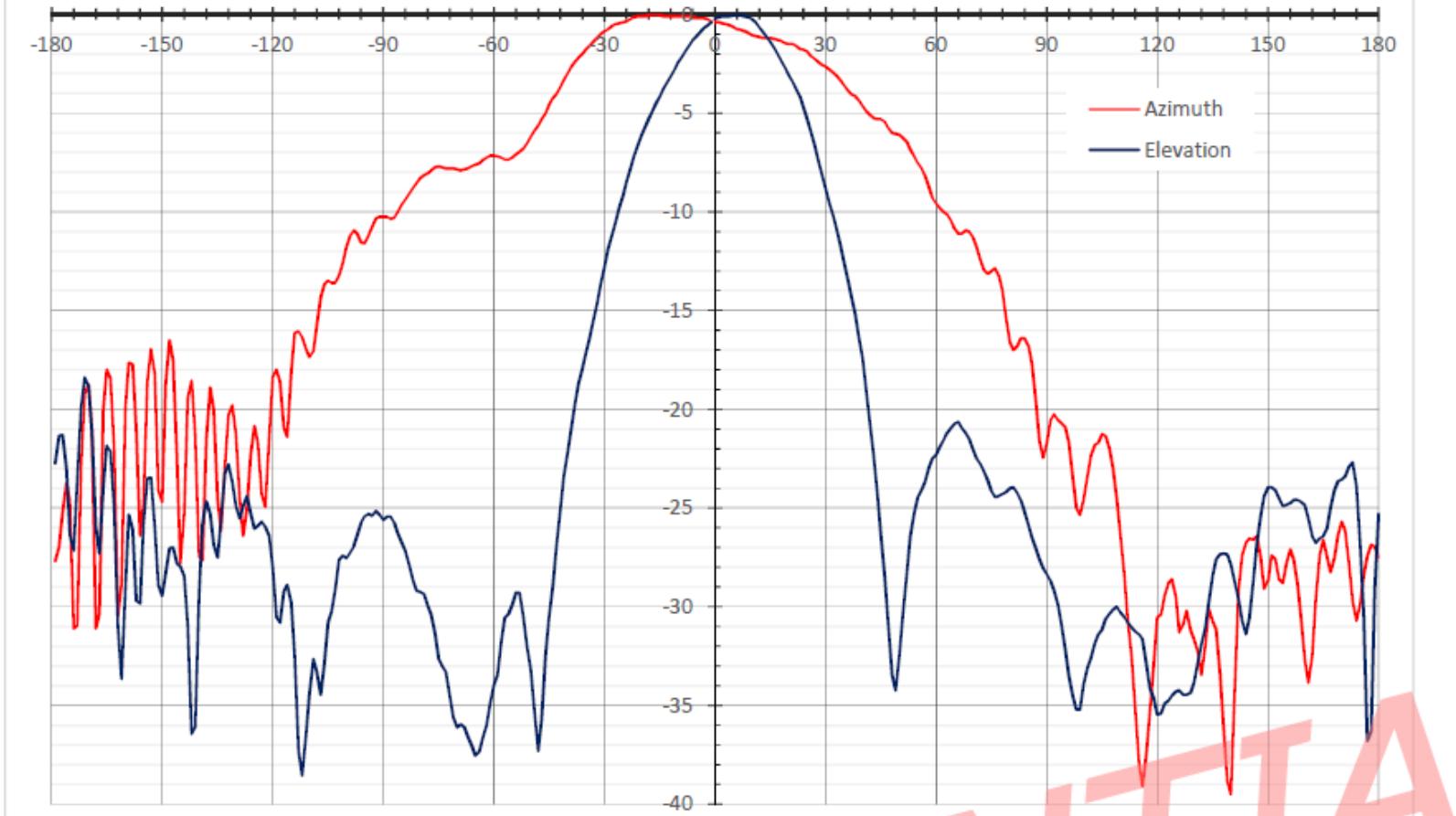
## Frequency Divider

Prescaler division ratio	$V_{CC\_PTAT} = 0\text{ V}$ ,	$D_{DIV}$	16			
	$V_{CC\_PTAT} = 3.3\text{ V}$		8192			
Prescaler output voltage	Peak to peak voltage Terminated with $50\Omega$ $D_{DIV}=8192$	$V_{DIV}$	60	120	260	mV
Prescaler supply voltage		$V_{CC\_DIV}$	3.2	3.3	3.4	V
Prescaler supply current		$I_{CC\_DIV}$		19		mA

## Environment

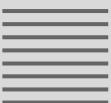
operating temperature		$T_{OP}$	-40		+85	°C
storage temperature		$T_{STG}$	-40		+85	°C

CONFIDENTIAL



3dB BeamWidth	Azimuth	60 °
	Elevation	30 °
Transmit Peak Power		14 dBm eirp

周波数帯 : 24GHzBand  
形状 : 素子長 $\lambda/2$  4(V)x1(H) パッチアンテナ  
アンテナ利得 : 11 dBi

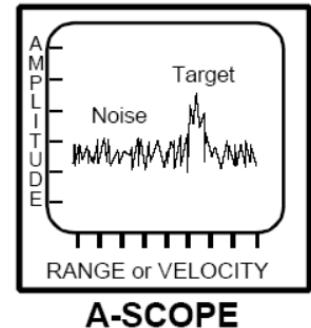
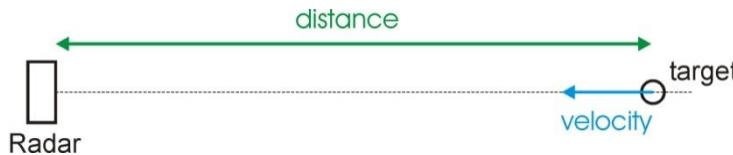


- ◆ Multi Dimension Radar ソリューション(2D Radar)
- ◆ IVQ-3004 DataLogger /位相モノパルス方式評価キット
- ◆ 自社開発新規設計
- ◆ 新機能開発のロードマップ
- ◆ InnosenT 自社開発最前線情報

iSYS-5210 開発中

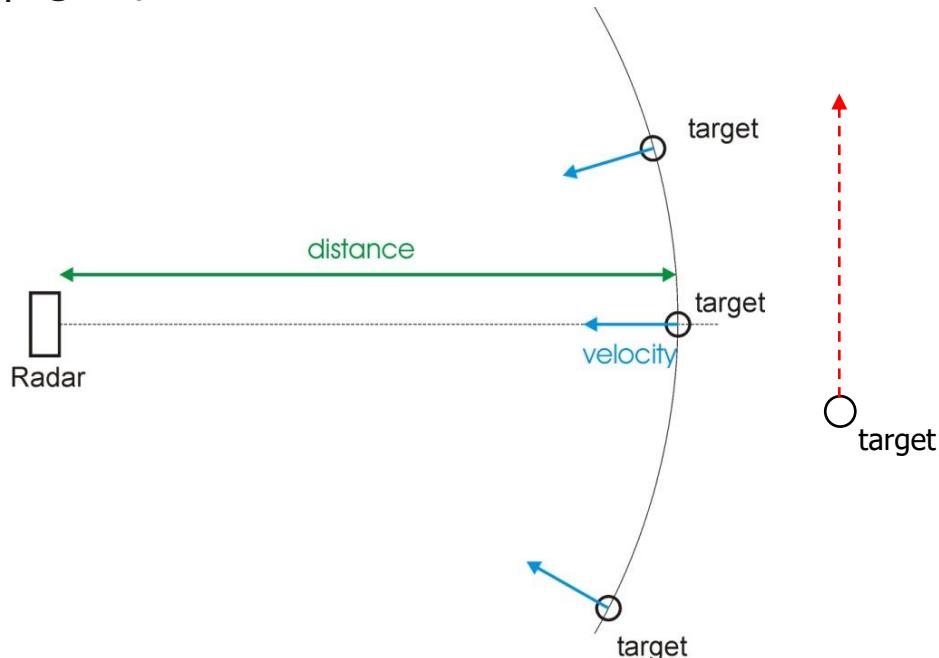
iSYS-5210 GUIイメージ

- 従来の一般的な測距型、動体検知型のレーダは一次元の情報しか得られない。(A SCOPE表示)



From : FACULTY OF ENGINEERING/  
Department of Electrical and Communication Engineering

- この為、例えば同心円上の複数目標や同心円上の動き（横切りなど）などは識別出来ない。

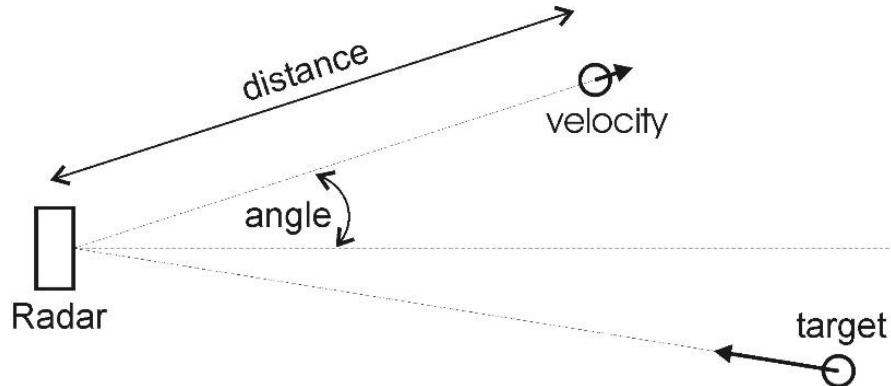


**CONFIDENTIAL**

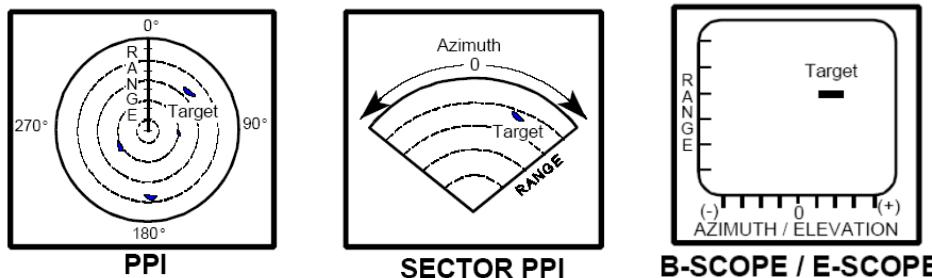


# 方位角検知機能の実装

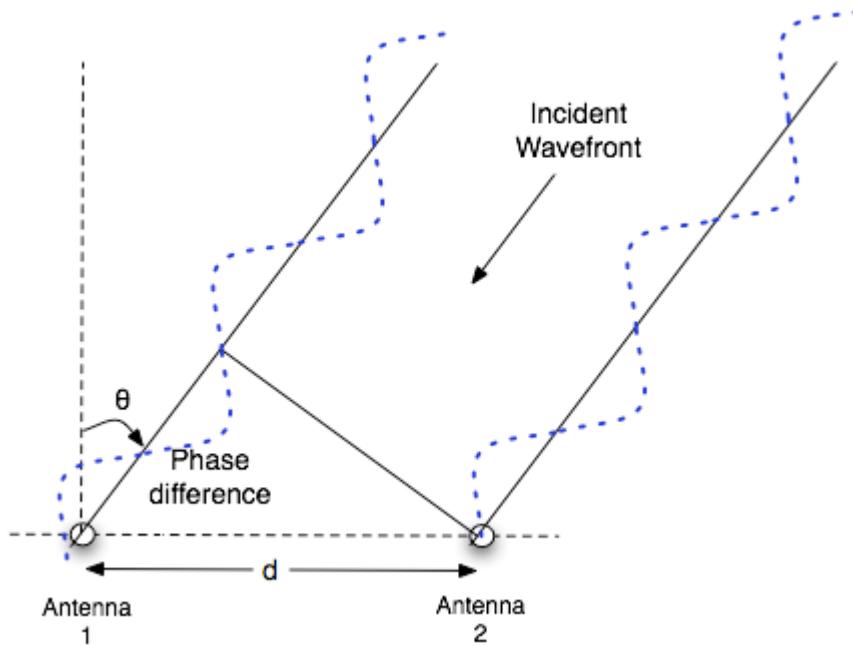
- この問題の解決策として方位角探知（到來角推定）を実装する。  
⇒ 2次元レーダの実現



方位角情報が得られることで2次元のマッピングが可能となり、B SCOPE, PPI SCOPE, SECTOR PPI といった表示法があり、目標物の状態について多くの情報が得られ、アプリケーションの応用範囲が飛躍的に拡大する。



- アンテナ数を複数化する事で方位検知（到來角推定）が可能となる。  
アプローチ： 位相モノパルス方式



### 位相モノパルス方式

- ・ 位相を観測し行路差を求める。
- ・ ビームの重なり合ったエリア（モノ）の情報を活用する。

## □ 位相モノパルス方式の特長と市場実績

### 車載ADAS (安全運転支援システム)

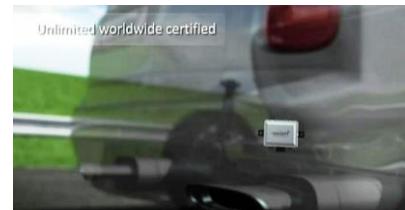
LCDAS レーンチェンジアシスト (車線変更支援)

BSD ブラインドスポット(死角検知) など

### 交通インフラシステム

交通量監視

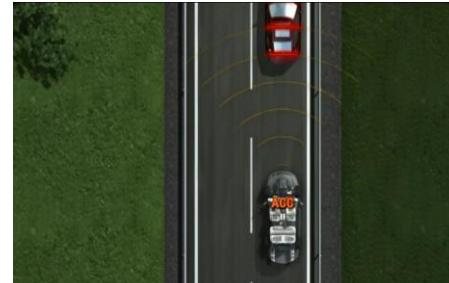
交通信号制御補助



### 特長

- ・ シンプルな処理のため、信号処理の演算負荷が非常に軽い。
- ・ 定在波レーダとの親和性が非常に高い。
- ・ 全体的なシステムコストの低減に有利

BOMコスト、PCB製造・加工、検査・調整工数



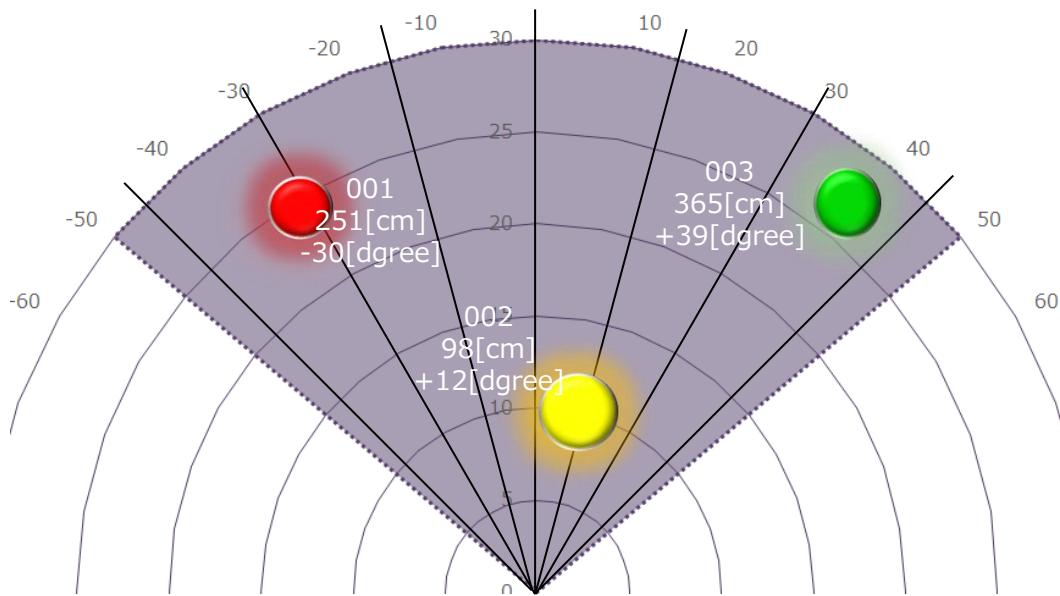
**CONFIDENTIAL**



# 位相モノパルス方式によるAOA検知

## □ 完成イメージ

演算アルゴリズムより「Target List」と呼ぶ下記のフォーマットを1パケットとしてデータが出力される。



Target List(ID, Level, Distance, Angle)の情報をカメラ画像や地図画像と重ね合わせ、センサーフュージョン方式の評価、開発が可能



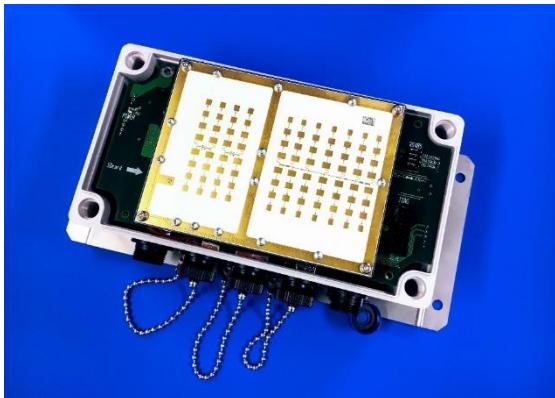
From:  
Short range radar demonstration using TI's mmWave sensors

**CONFIDENTIAL**



## □ IVQ-3004 DataLogger

- ◆ FMCW/FSK 両方式の評価が可能。
- ◆ Raw Data を抜け落ちなくデータ取得が可能
  - USB
  - アナログ出力 (BNC)
  - RS-485
  - パラレルIO
  - SDカードスロット
- ◆ ログデータはデスクトップ
- ◆ 解析が容易な形式
- ◆ 電波法技術適合審査を取得
- ◆ GUI、解析ソフトなど サポート
- 



CONFIDENTIAL

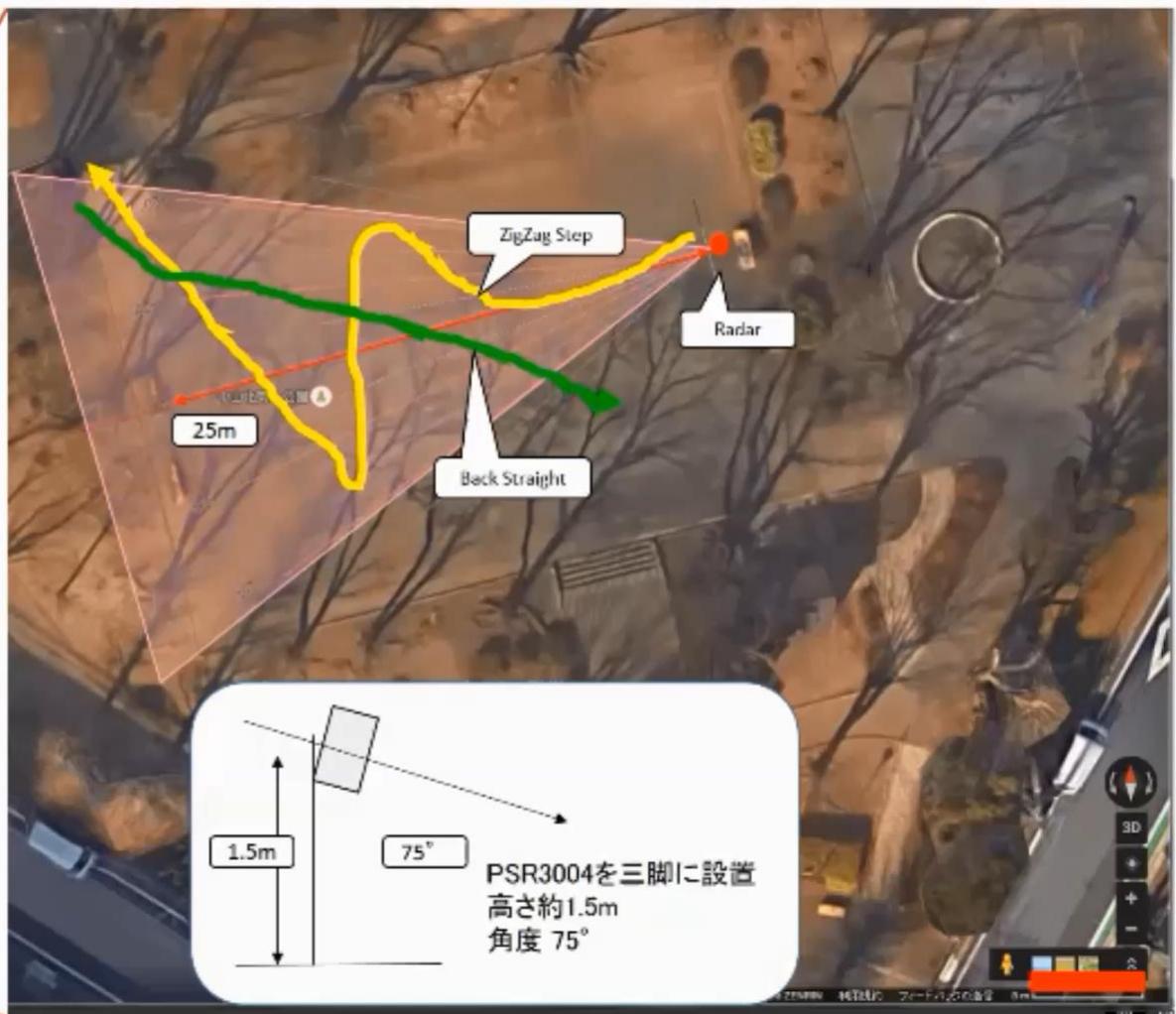


# 位相モノパルス方式による多次元化

## □ IVQ-3004 DataLogger

Test Scenario 2016.7.14  
FSK + PhaseMonopulse  
AOA detection

Moving Target (human) zigzagging  
away to ahead.  
And back from right ahead to left  
side.



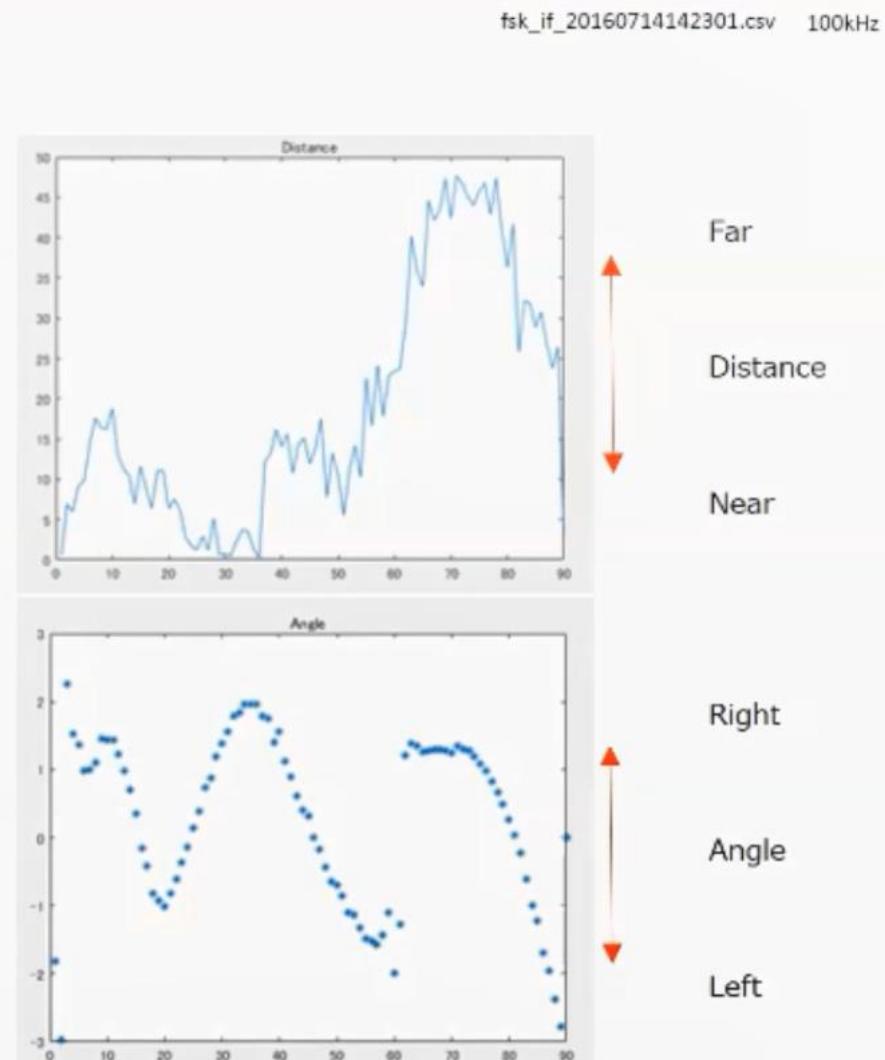
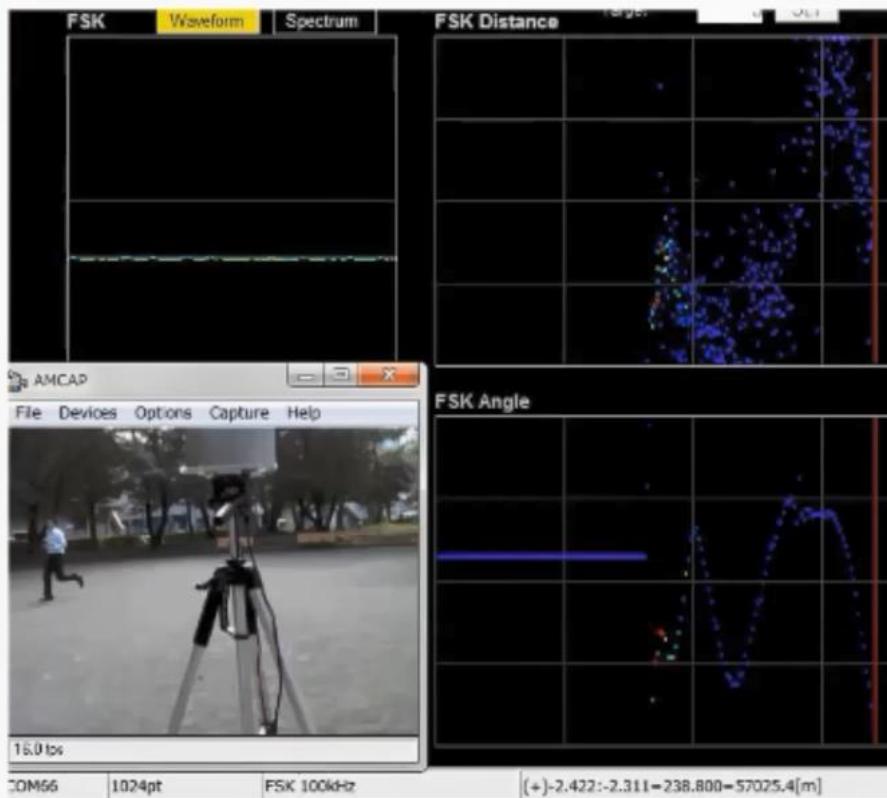
**CONFIDENTIAL**



# 位相モノパルス方式による多次元化

## □ IVQ-3004 DataLogger

Test Scenario 2016.7.14  
FSK + PhaseMonopulse  
AOA detection

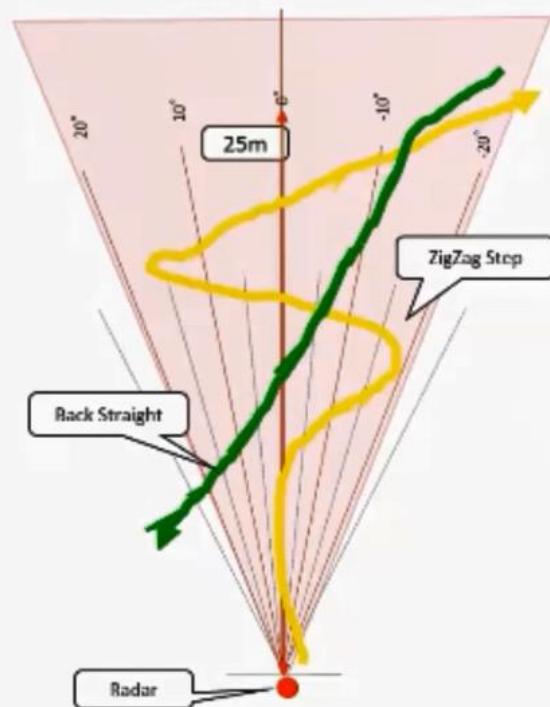


**CONFIDENTIAL**

# 位相モノパルス方式による多次元化

## □ IVQ-3004 DataLogger

### Test Scenario 2016.7.14 FSK + PhaseMonopulse AOA detection



Parts# IVQ-3004  
system antenna pattern (30dB)

#### Height and Area

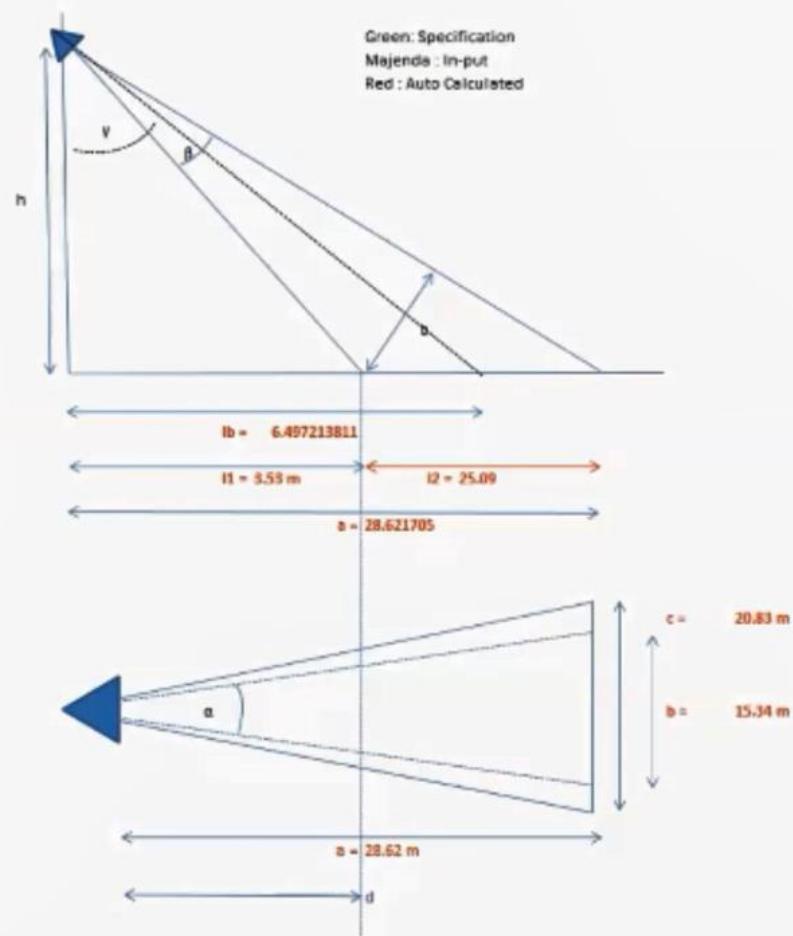
$h = 1.5$  m  
 $\gamma = 77$  °  
 $\beta = 20$  °  
 $b = 2$  m

$a = 28.621705$  m  
 $\alpha (10\text{dB BW}) = 30$  °  
 $\text{FoV (ambi)} = 40$  °

$d = 15$  m  
 $b/r = 8.04$  m  
 $c/r = 5.85$  m

azimuth  $\pm 15$  deg  
elevation  $\pm 10$  deg

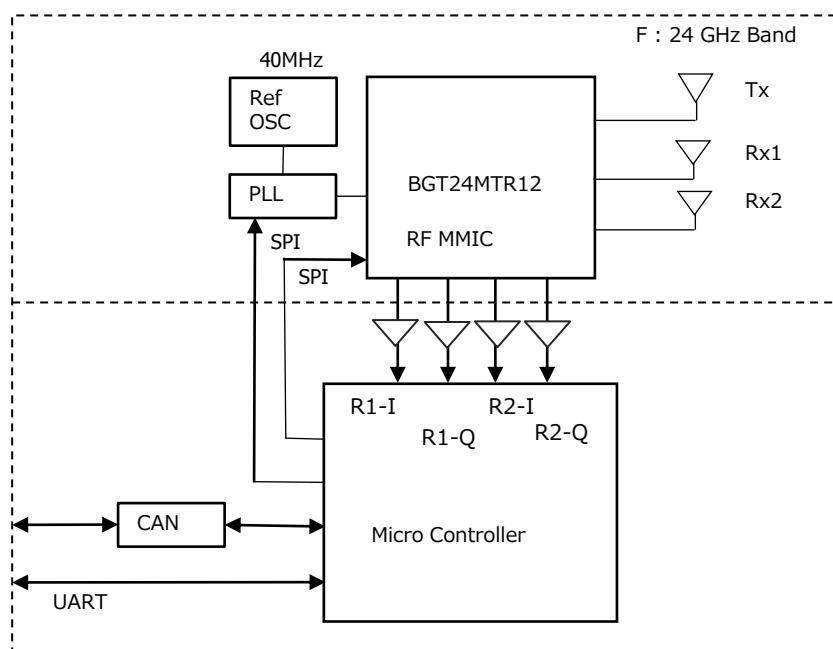
Green: Specification  
Magenta: In-put  
Red: Auto Calculated



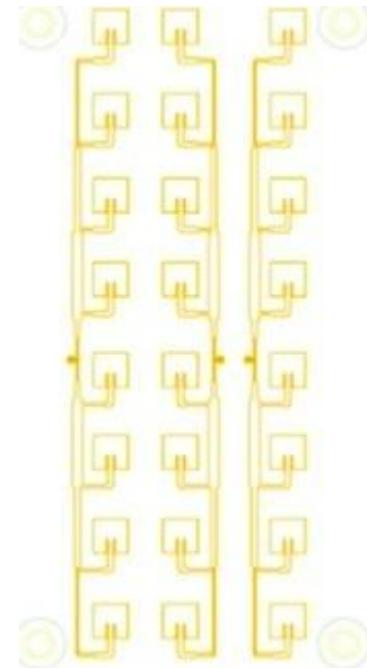
**CONFIDENTIAL**

## □ 送信x1系統、受信x2系統、HardWare PLL実装

Key words	Description	Remark
Antenna Config	1 Tx and 2 Rx	Monopulse
RF IC	BGT24MTR12	M class, 2ch
PLL IC	LMX2491	TI' PLL (low cost)
Frequency	24.05 to 24.25GHz	ISM , Narrowband
FoV	< 50 °max?	T.B.D
Beam Pattern	Vertical : Narrow, Horizontal : Broad	
Polarization	T.B.D	
PCB	R4350 series	



ブロック図

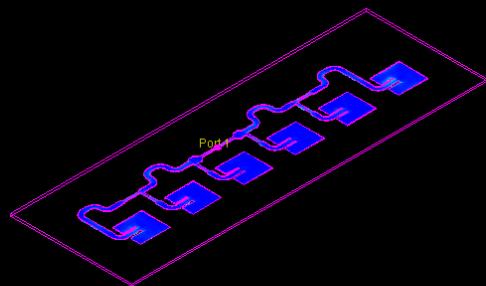


※ 参考  
Antenna Configuration  
送信 x1 / 受信 x2

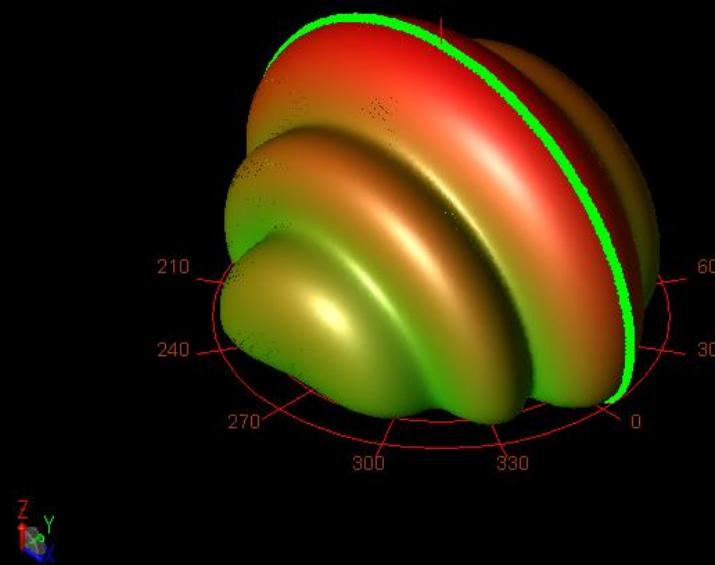
**CONFIDENTIAL**



- 6素子平面アンテナ : 送信x1系統、受信x1系統、HardWare PLL実装



6x1 Patch Antenna Layout



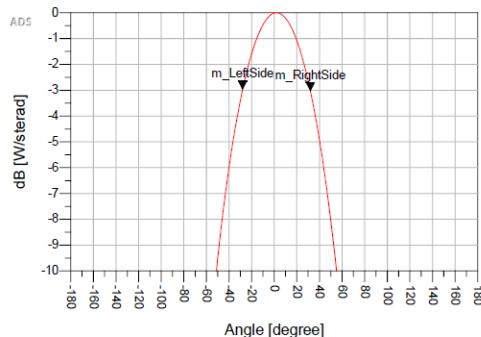
PA\_6x1\_Array  
Far Field Radiation Intensity

**CONFIDENTIAL**

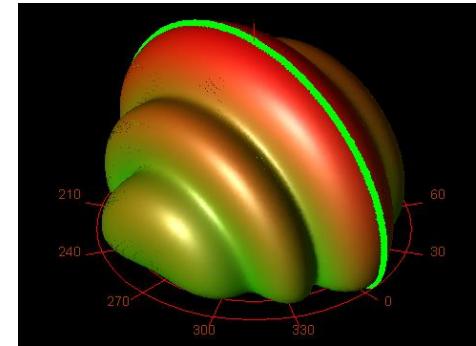
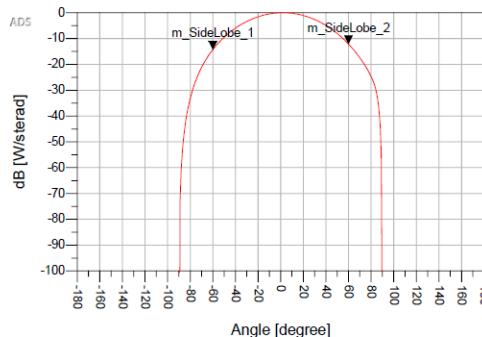
## □ 6素子平面アンテナ : 送信x1系統、受信x1系統、HardWare PLL実装

### 0 degree Cut Cross Section

Radiation Intensity (Enlarged View Near 3 dB Down Point)

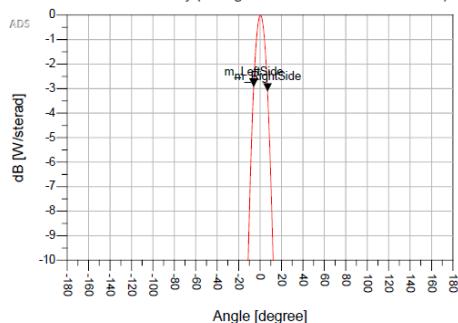


Radiation Intensity (Wide View)

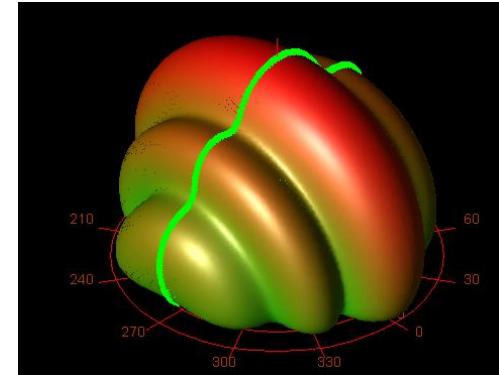
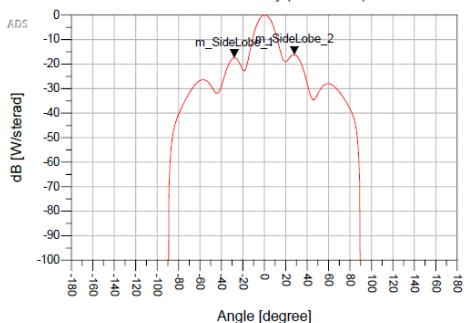


### 90 degree Cut Cross Section

Radiation Intensity (Enlarged View Near 3 dB Down Point)



Radiation Intensity (Wide View)



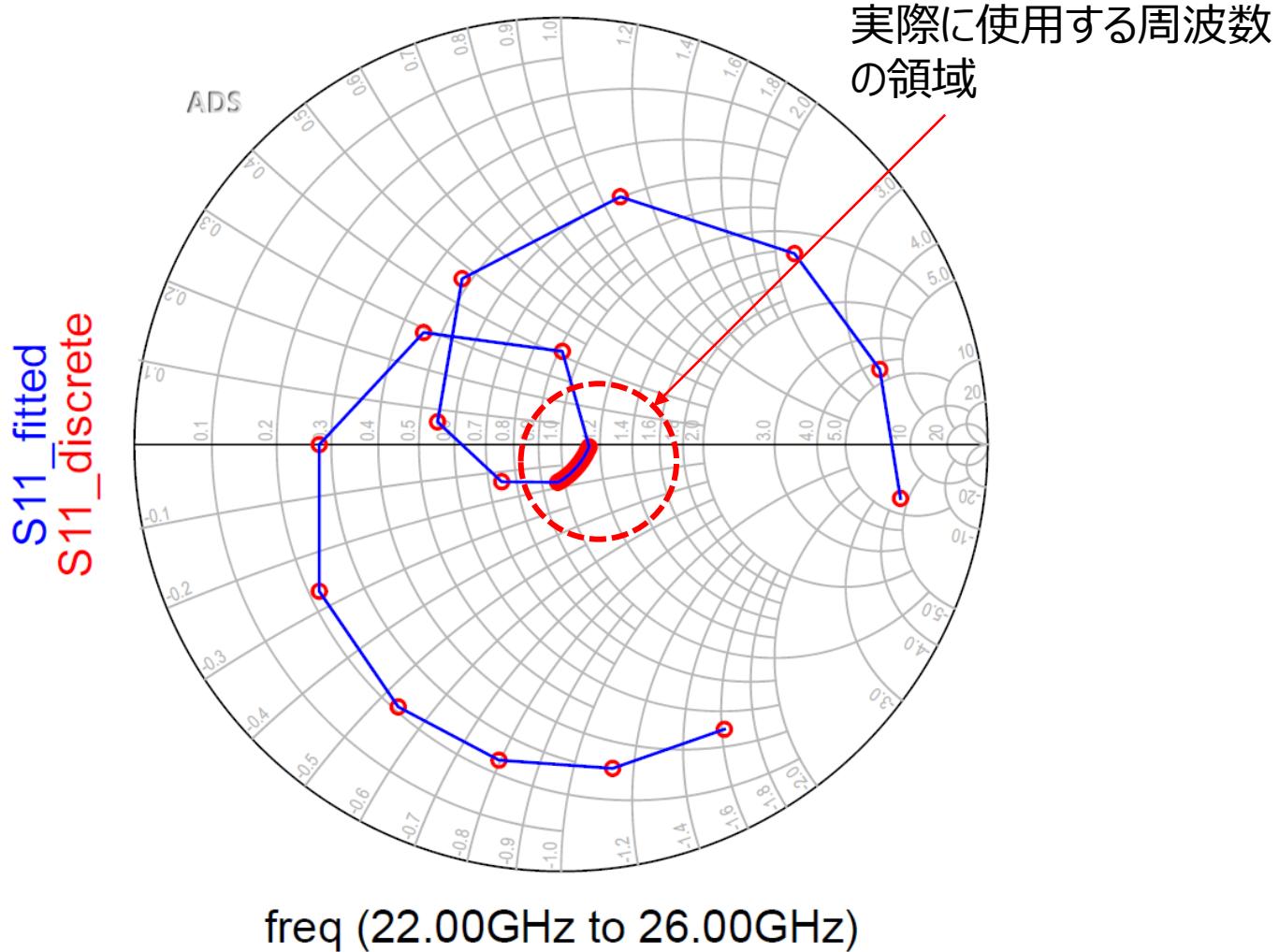
3dB Beam Width [degree]

FWHM (Full Width at Half Maximum)

FWHM	13.000
------	--------

**CONFIDENTIAL**

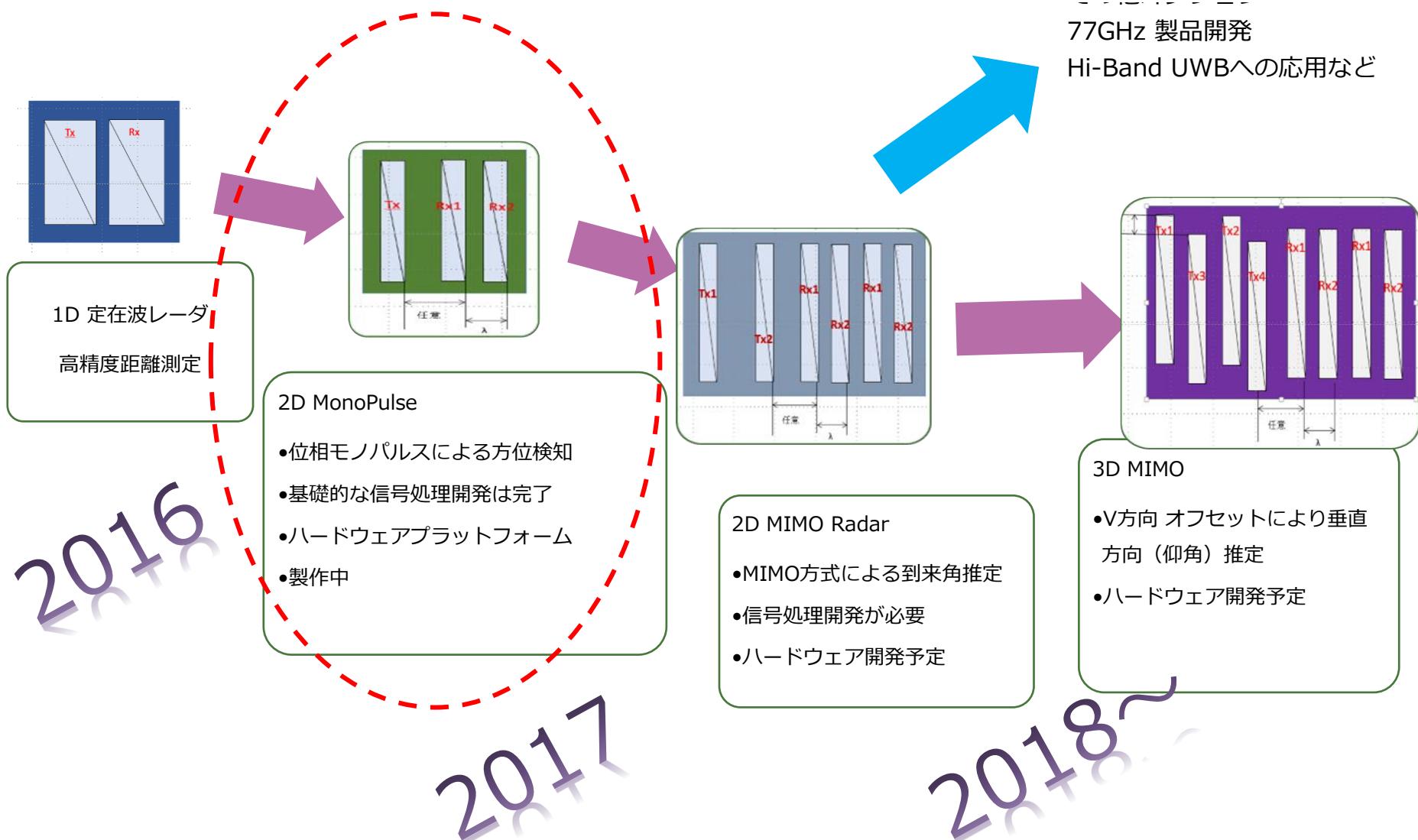
## □ Smith Chart (22 to 26GHz)



**CONFIDENTIAL**



# 新機能開発のロードマップ案



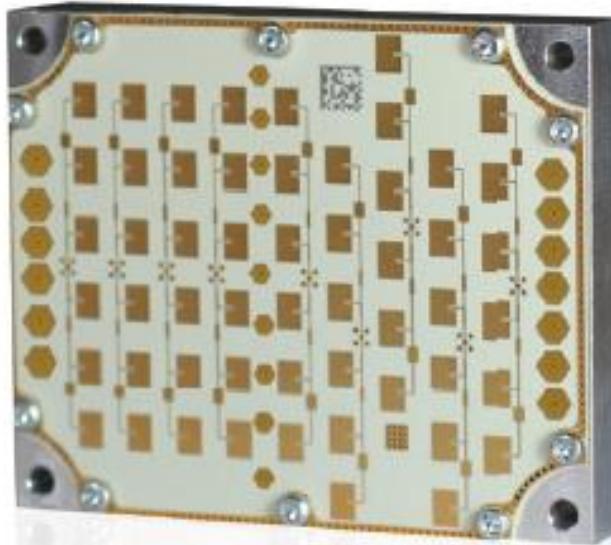
**CONFIDENTIAL**



## □ iSYS-5210 開発中

### MIMO Radar for intersection control

- FMCW Radar
- 24GHz
- Angular resolution in azimuth
- digital user interface
- based on iSYS-5010 concept



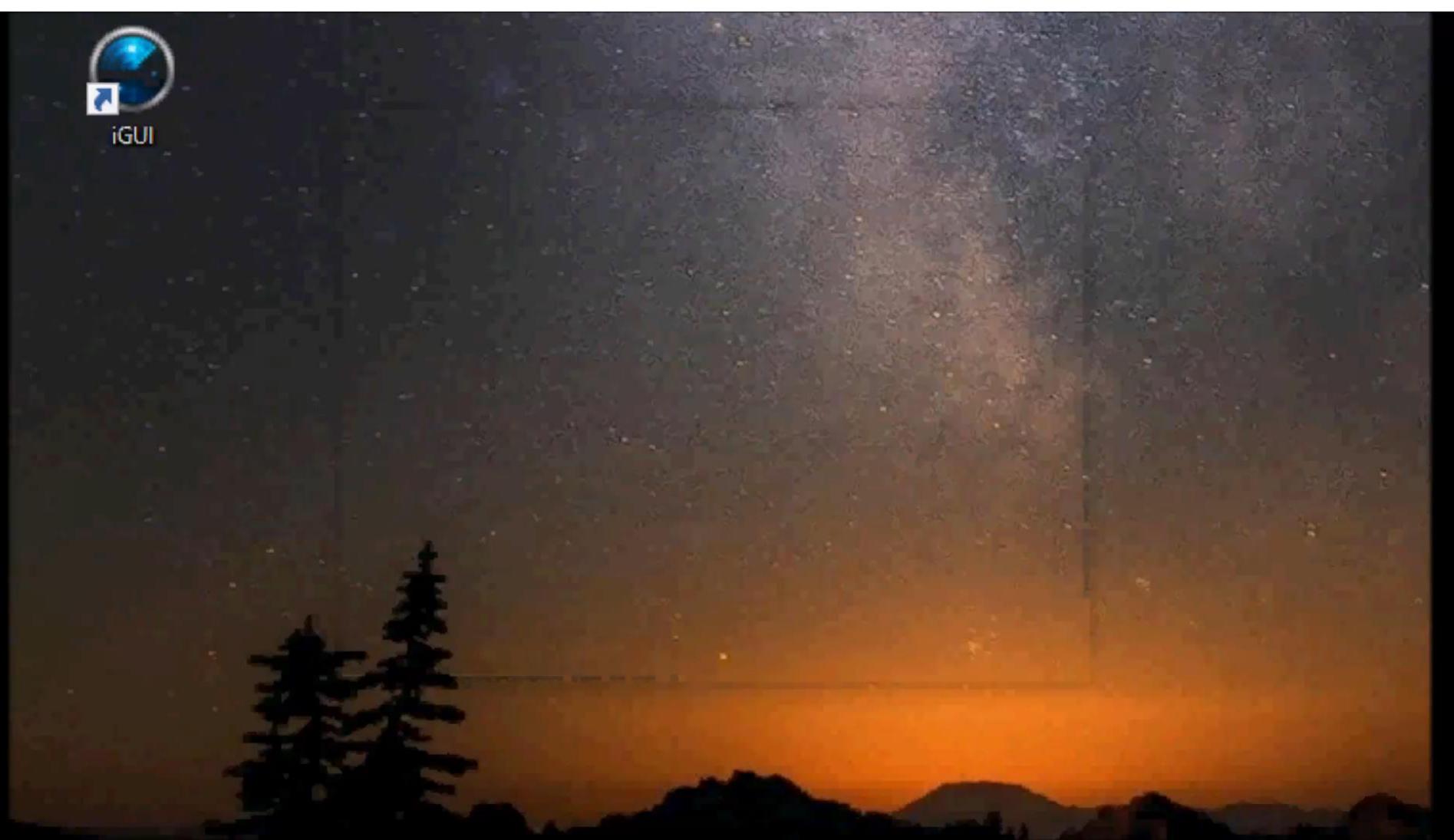
**CONFIDENTIAL**



## □ iSYS-5210 GUIイメージ



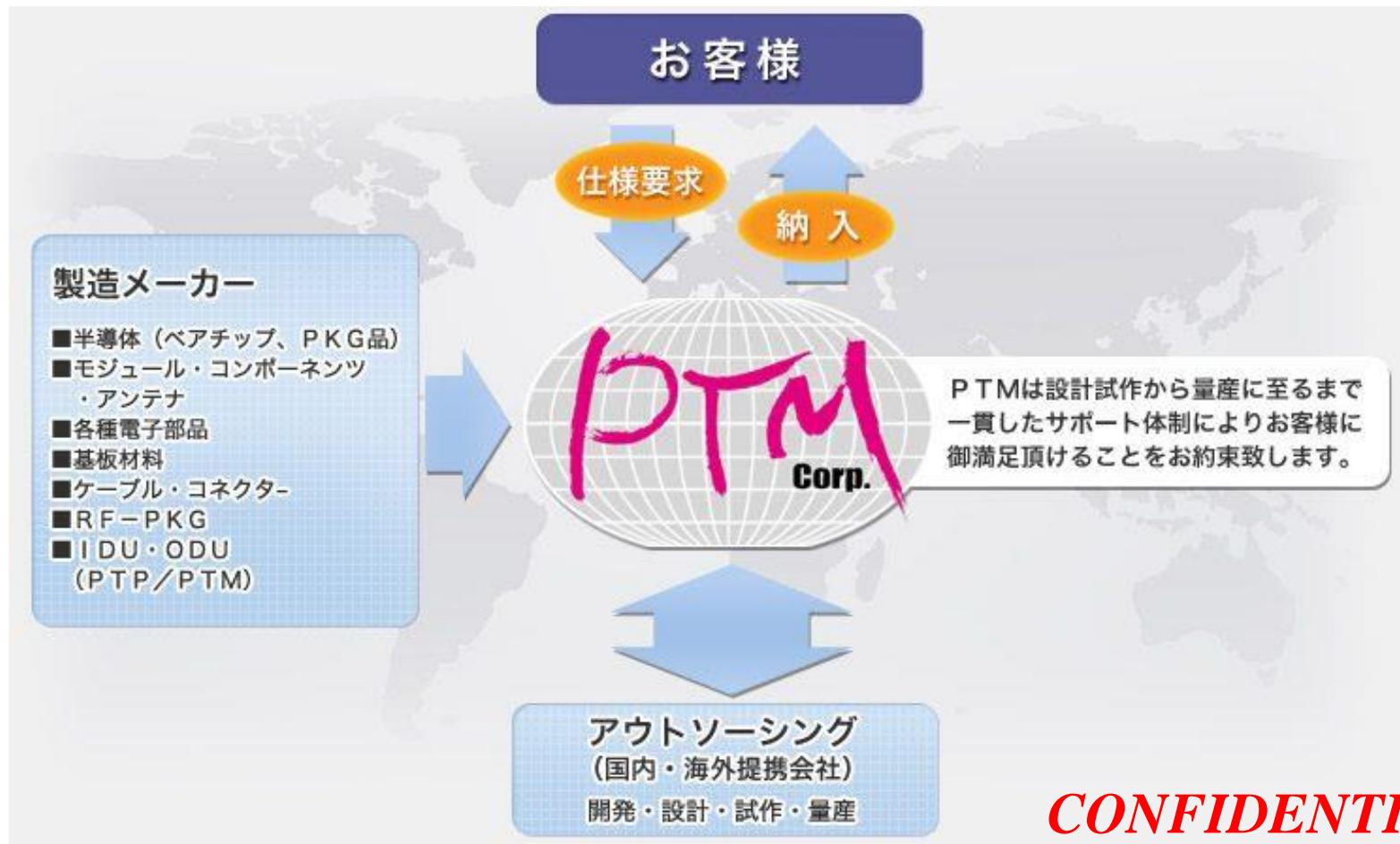
iGUI



**CONFIDENTIAL**



社名 ピーティーエム株式会社  
所在地 〒226-0011 神奈川県横浜市緑区中山町306番地-15 パームビュービル3階  
電話番号 (045) 938-6322  
FAX (045) 938-6323  
URL <http://www.ptm-co.jp>



**CONFIDENTIAL**

ご清聴、誠に有難うございました。



TEL; 045-938-6322

URL; [www.ptm-co.jp](http://www.ptm-co.jp)

Email; [sales@ptm-co.jp](mailto:sales@ptm-co.jp)