

「スマートメーター通信機能基本仕様に対する意見」について

Ⅲ. 無線マルチホップネットワークのシステム概要

Ⅲ-3. 通信ユニット概要

ハードウェア アンテナについて

平成 24年 4月 20日

三菱マテリアル株式会社
電子材料事業カンパニー
セラミックス工場
電子デバイス開発センター

<意見内容>

<スマートメーターに適した内蔵アンテナとして>

- ・屋外設置、長期利用の使用環境より、外的要因による故障等を防ぐためには、「スマートメーター通信機能 基本仕様」の通り、アンテナは内蔵アンテナが最適であると考えます。
- ・内蔵タイプのアンテナはいくつか種類が考えられますが、下記理由から、導入初期の段階より、小型のチップアンテナのご使用を推奨いたします。
 - ①920MHz帯という周波数から、パターンアンテナや板金アンテナを設計する場合、アンテナが大型部品($\lambda/4$:81mm程度)になるのに対して、チップアンテナは小型のため、通信ユニット内の設計自由度が大きくなります。
 - ②固定局同士の通信が前提のため、ダイバーシチ構成(2個以上のアンテナ配置)が推奨されますが、①の理由から、ダイバーシチの効果を得られるような配置が容易に設計できます。
 - ③将来的な通信ユニット自体の小型化が容易になります。

内蔵アンテナの比較

1) 板金アンテナ



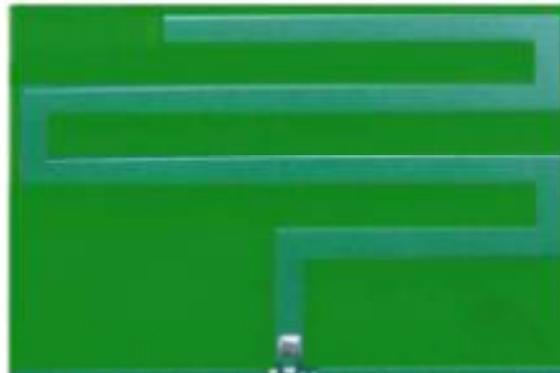
<長所>

- ・モールドの隙間等に設置可
(場所をとらない)
- ・大きいため特性上有利

<短所>

- ・小型化が困難
- ・構成部品が多く高コスト
- ・組立作業難
(特性バラツキが生じやすい)

2) パターンアンテナ



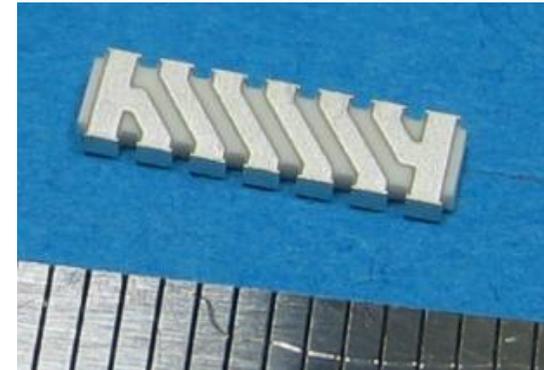
<長所>

- ・低コスト
- ・基板設計者の都合の良い配置
(但アンテナの設計技術が必要)

<短所>

- ・小型化が困難
- ・一旦パターン決定すると調整難

3) チップアンテナ



<長所>

- ・小型化が可能
- ・自動実装可能(特性バラツキ小)
- ・汎用部品のため多機種展開可

<短所>

- ・小型化のため狭帯域
- ・最適調整が必要

チップアンテナについて(1)

外観・形態

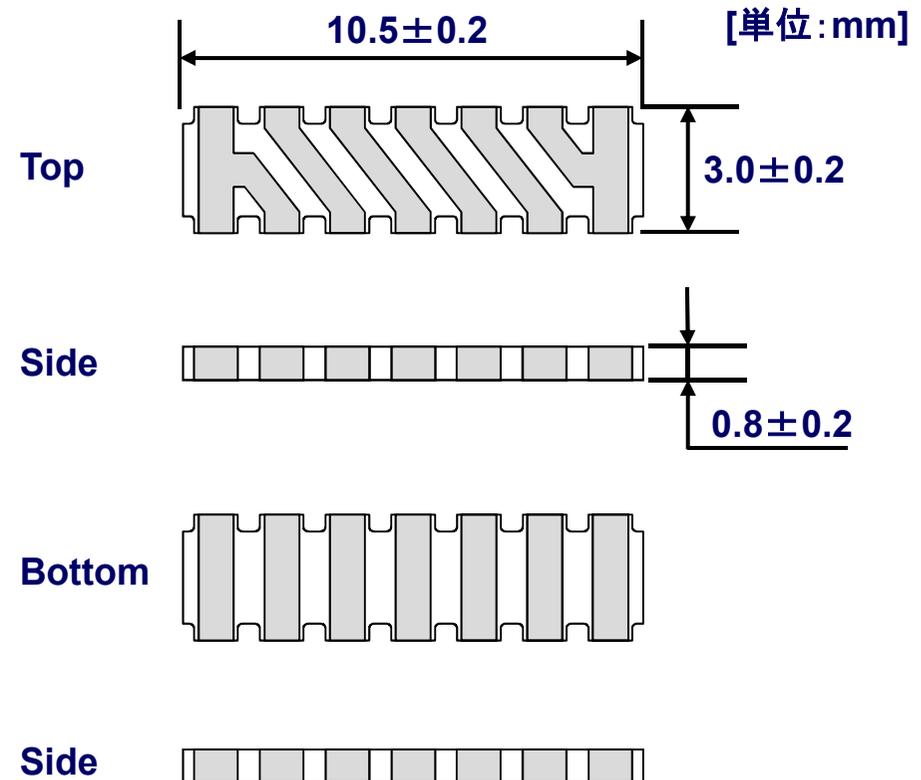


三菱マテリアル製チップアンテナ
AM11DG-ST01

**430MHz～950MHzまでMHz帯
の広い範囲で対応可**

(注 整合回路で所望の周波数に調整)

非常にシンプルな構造なため高信頼性を実現
機械的強度にも優れる
使用温度範囲： -40℃～85℃



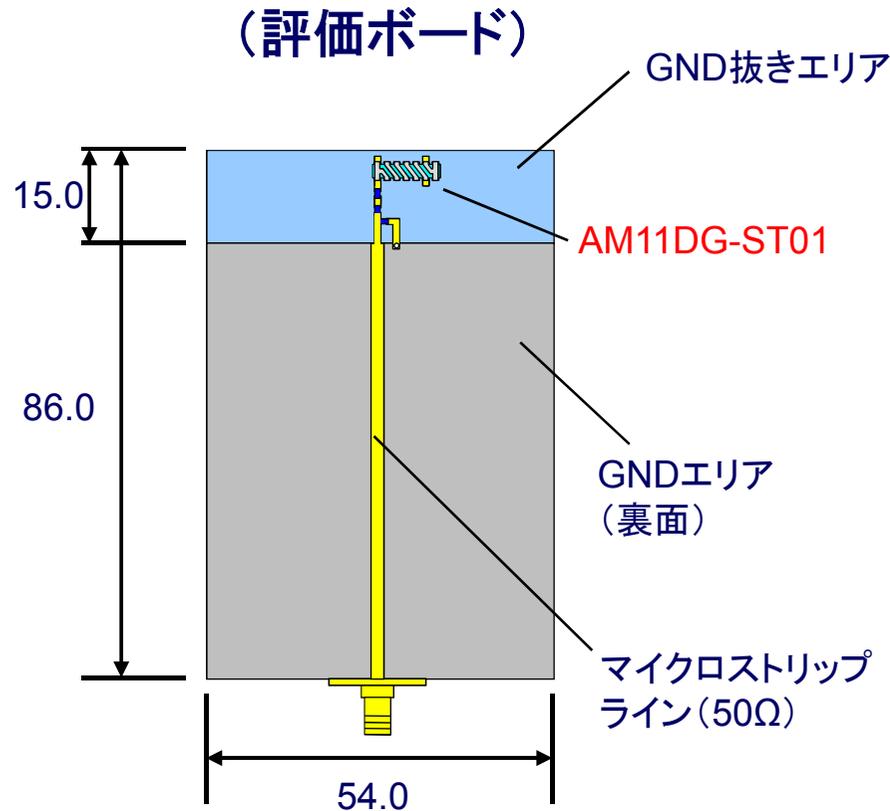
□ : 誘電体セラミックス

■ : 導体パターン

チップアンテナについて(2)

アンテナ特性

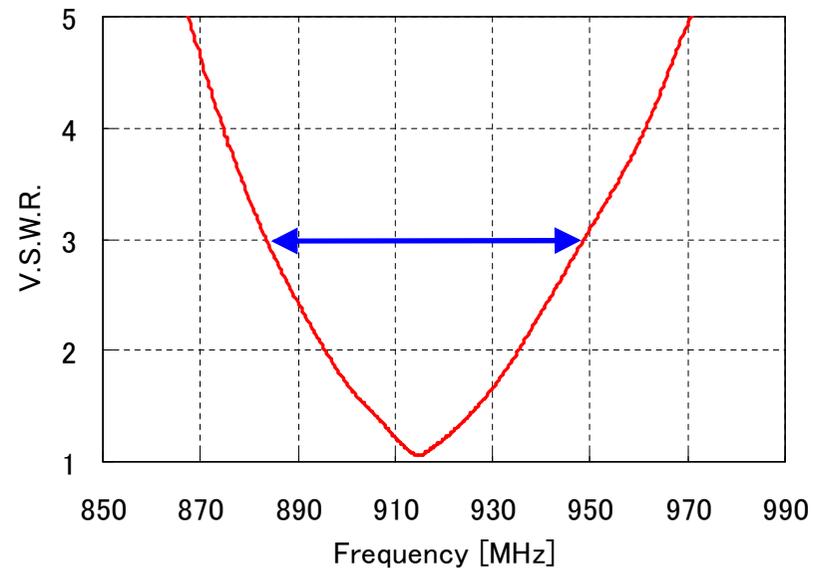
※これらの特性は代表特性であり、保証特性ではありません。



- ・材質:FR-4
- ・厚み:0.8mm

[単位:mm]

(入力特性)



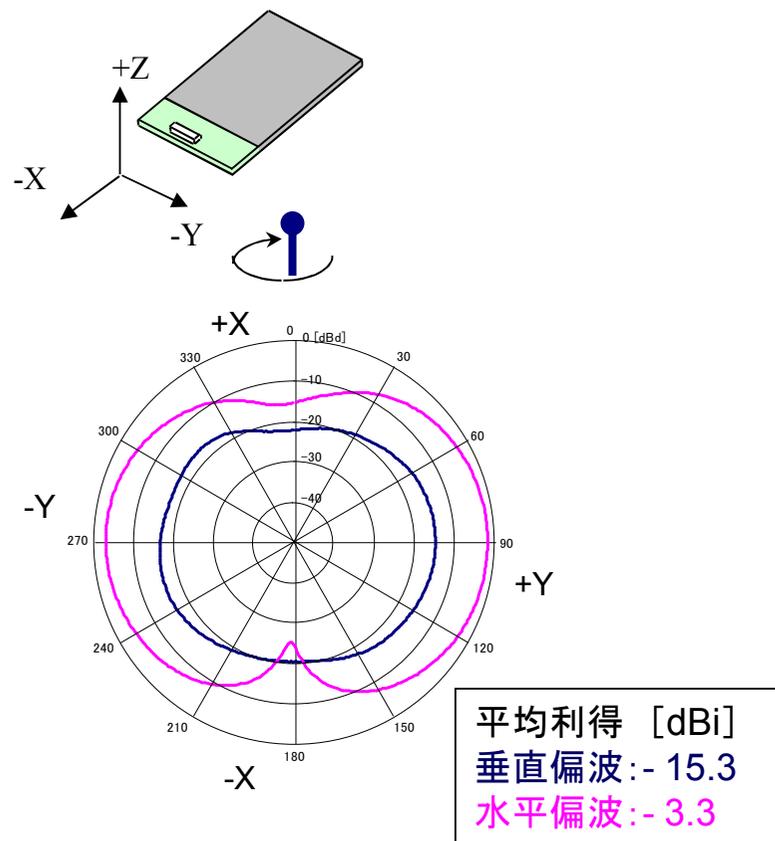
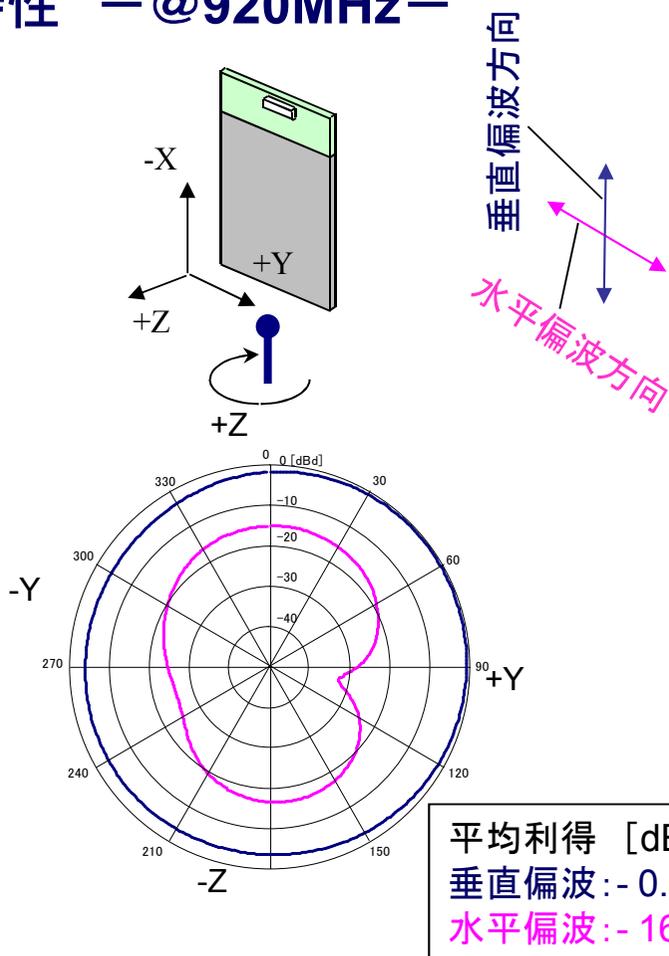
V.S.W.R. ≤ 3 帯域 : 65MHz

V.S.W.R. @ 920MHz : 1.2

チップアンテナについて(3)

放射特性 —@920MHz—

※これらの特性は代表特性であり、保証特性ではありません。



3平面平均利得:-1.9dBi

チップアンテナについて(4)

三菱マテリアル製チップアンテナは欧州(ドイツ、オランダ、フランス、イタリア、スペイン)等で、電気、ガス、水道向けスマートメーターに20万台以上採用実績のある、Radiocrafts社の無線モジュールにも採用されています。

Radio protocol stack

Layer	Protocol	
APL	XML/EXI	
APL	HTTP/COAP	IETF standard
TRP	TCP/UDP/TLS	IETF standard
NTW	ROLL	IETF standard
Adapt/LNK	6LoWPAN	IETF standard
MAC	IEEE 802.15.4e	
PHY	IEEE 802.15.4g	ARIB compliant



Radiocrafts
Embedded Wireless Solutions

- **915-930 MHz band (ARIB STD-T108)**
- **100kbps, 20mW**
- **Supply: 5V DC, < 1W**
- **85 x 78 x 45 mm board size**
- **Integrated antenna**

アンテナに求められる性能(1)

通信距離とアンテナ利得の関係から、目安となるアンテナ性能を算出



回線設計の基本式から
(自由空間)

$$S = P_0 + G_T + G_R - L_{pass} - L_{fade}$$

① L_{pass} : 伝搬損失[dB]

② L_{fade} : フェージングマージン[dB]

見通し通信 ≈ 10 (ライスフェージング)

見通し外通信 ≈ 20 (レイリーフェージング)

フリスの伝達式から

$$L_{Pass} = 10 \log_{10} \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2$$



$$r = 10^{\frac{L_{pass} + 27.6 - 20 \log_{10}(f)}{10 \cdot N}}$$

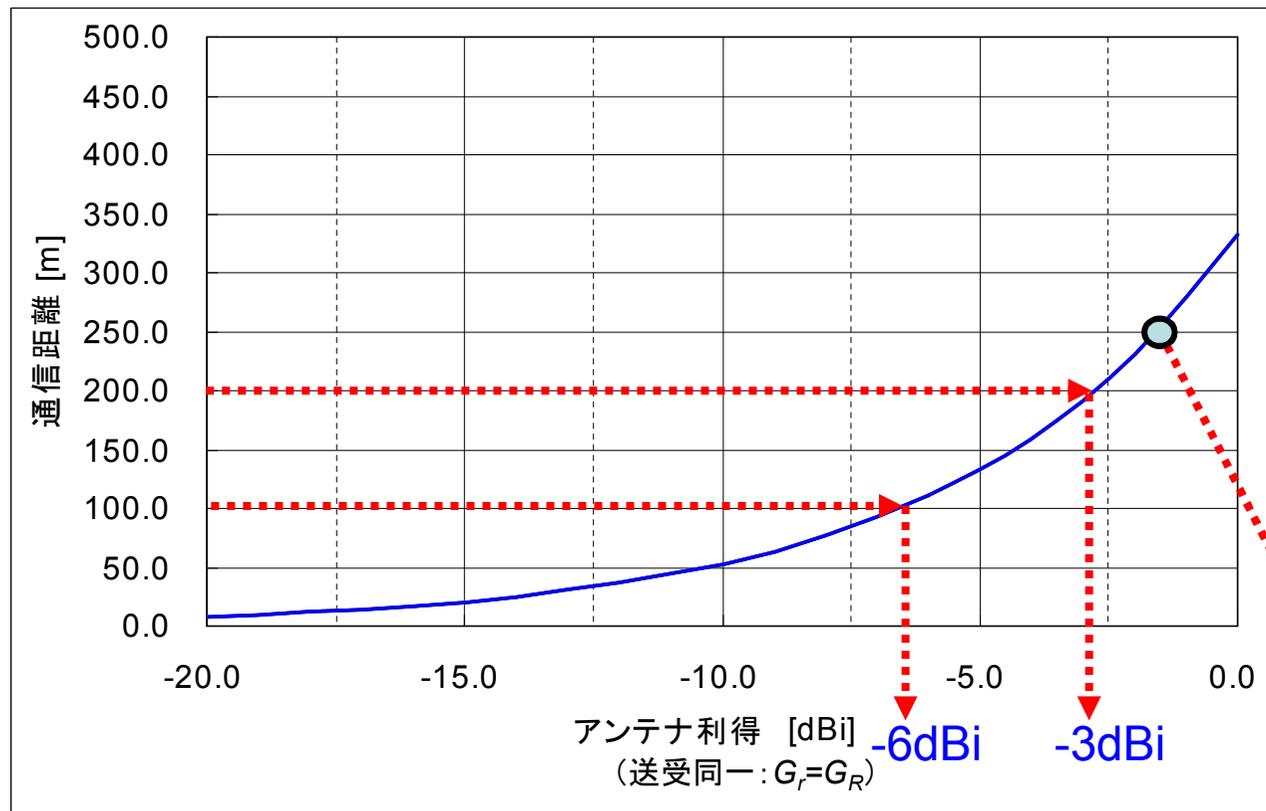
N: 係数 パスゲインイクスポーネント (path gain exponent)

2=自由空間, 2.5=高さ1.5mでのUHF伝搬, 3=広いオフィス

アンテナに求められる性能(2)

前述の関係式から、

送信出力 P_o : 10dBm(20mW以下: ARIB-STD-T108), 受信感度 S : -105dBm
UHF伝播($N=2.5$)の見通し外通信($L_{fade} = 20$ dB)を想定した場合...



左記条件下において、
100m通信には、約-6dBi
200m通信には、約-3dBi

が程度がアンテナ性能
の目安

※あくまで理論上の目安で
あり、実際に使用する環境
によって、最適な値は異なっ
てくることは考えられます。

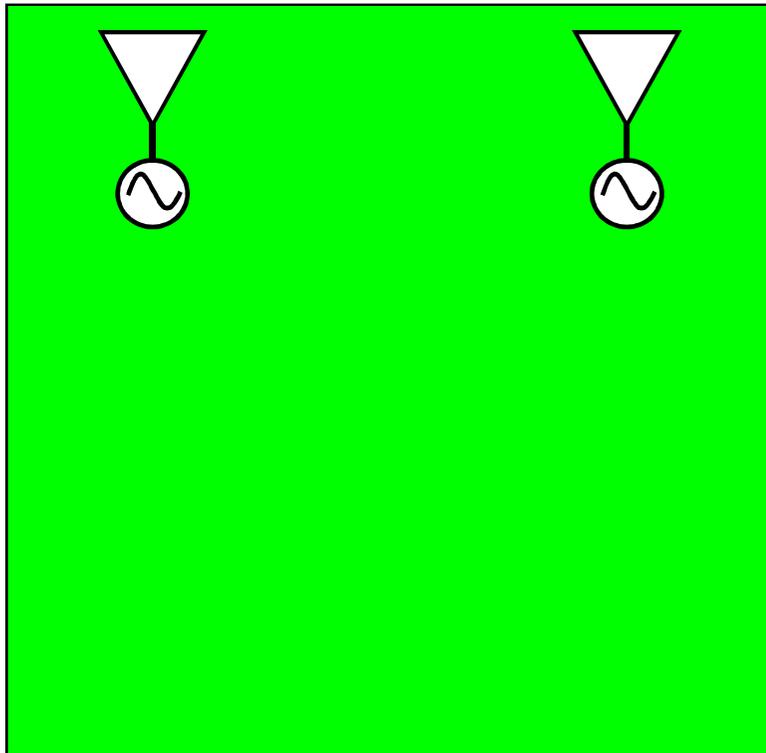
チップアンテナ(-1.9dBi)
を使用して、見通し外通信
想定でも約250mの通信
も可能。

想定基板上的のチップアンテナ配置例(ダイバーシチの構成)

【設計コンセプト図】

ANT#01(左側)

ANT#02(右側)



筐体サイズ

85mm × 78mm × 45mm以内

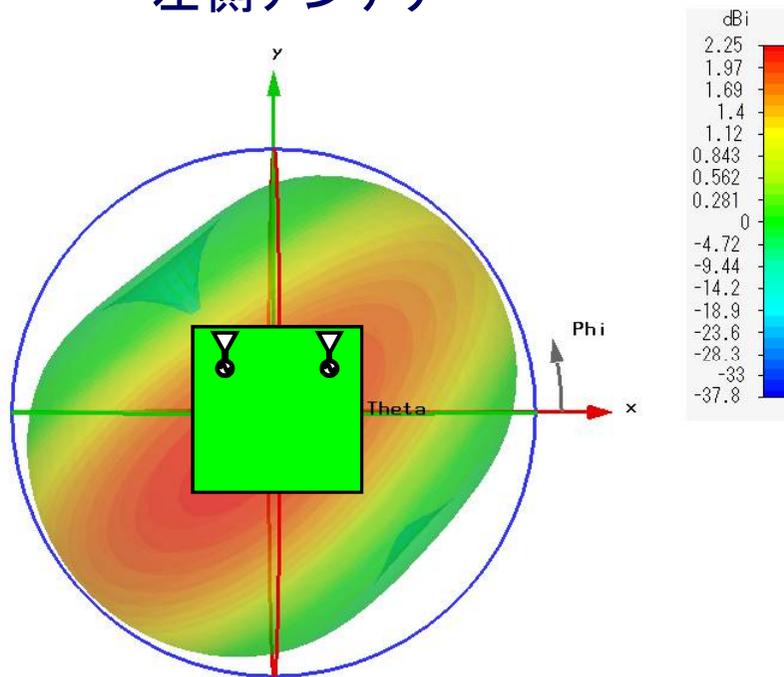
基板サイズ: 80mm × 70mmを想定

チップアンテナを使用することにより、基板上2箇所配置して、ダイバーシチ構成ができます。

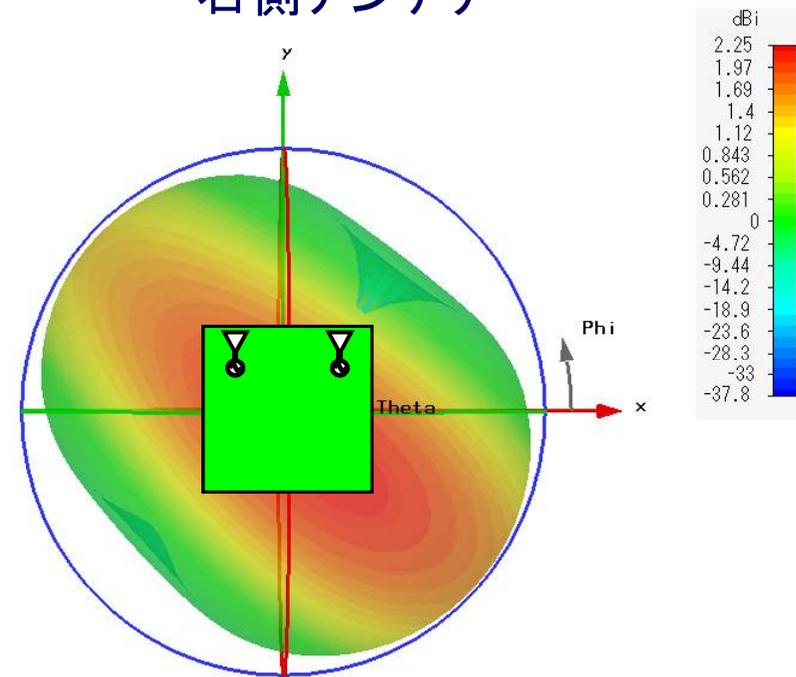
想定基板上的のチップアンテナ配置例(ダイバーシチ構成)

各アンテナの指向特性

左側アンテナ



右側アンテナ



二つのアンテナで感度の弱い方向・偏波を補間しあい、等方性に近い感度を得ることが可能です。

⇒ ダイバーシチ方式に効果的な特性になります。

11

チップアンテナの製品寿命

チップアンテナについて、温度サイクル試験の結果をもとにアイリングモデルを用いて寿命を算出

表1. 温度サイクル試験実績

	低温側(°C)	高温側(°C)	温度差 ΔT	サイクル回数
#1	-30	80	110	2000
#2	-40	85	125	500
#3	-40	125	165	300

1サイクル=1日(温度差 ΔT =1日の最低—最高温度差)として寿命を算出

表2. 市場での温度差と製品寿命

	市場での温度差 ΔT (°C)	寿命サイクル数 N(回)	(年換算) (年)
#1	40	61,268.5	167.9
#2	50	23,893.3	65.5
#3	60	11,069.6	30.3
#4	70	5,775.9	15.8

チップアンテナの製品寿命は、温度差 40°Cで、167.9年
70°Cで、15.8年 と想定できます。

⇒ スマートメーターに使用する部品として10年間の使用に十分耐えうるレベルです。 12

内蔵アンテナの利用に関する注意点

アンテナは**近接する構造物の影響**を非常に受けやすいため、特に内蔵アンテナの配置設計を行う場合は注意が必要となる。

1) 金属の影響

アンテナに近接するシールドケースや金属フレームなどの金属、基板に配置される大型の金属部品など特に特性劣化などを引き起こす要因となるので可能な限り、アンテナから離す設計が必要。

(可能であれば10mm以上)

2) 樹脂モールド(樹脂筐体)の影響

アンテナに近接する樹脂などの誘電体は、アンテナ周囲の実効誘電率を上げ、周波数シフトの要因になるため、アンテナを最適調整する際は、できるだけ樹脂筐体込み(できれば機器完品)で調整を行った方がよい。

樹脂の誘電率によっても違いはあるが、アンテナと樹脂の距離が**1mm以下**になると特性バラツキが生じやすいため、**可能であれば3mm以上**で設計することが好ましい。

3) 人体の影響(ハンディターミナルで使用する場合)

手で持って操作する機器や人体に近いところで使用する機器は、人体の誘電率の影響を受けやすいことから、自由空間での場合と手で持った場合で、周波数がシフトする可能性が高い。

⇒手で持った状態で最適調整するか、自由空間で最適調整するかの判断が必要。

※赤数字は弊社で実験的に確認した参考値