

**SONNET**  
ELECTROMAGNETICS  
SP2B2A1E1E2E

**高周波計測技術とデータの解釈**  
-電磁界シミュレータ活用の基礎として-

有限会社ソネット技研 石飛 徳昌  
CEATEC JAPAN 2007  
CD1-14 10/5 金曜日 12:30~13:30 展示ホール 7

SONNET

**はじめに**

- はじめに
  - Sonnet Software
  - 合う測定と合わない測定の例
- ランチング
- オンボード校正
- 不要モード不要放射
- アンテナのケーブルからの放射
- むすび


SONNET

**Sonnet Software**  
平面3次元電磁界解析プログラム



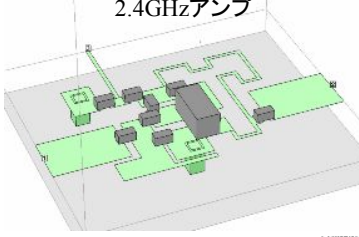
SONNET

**2.4GHzアンプ**



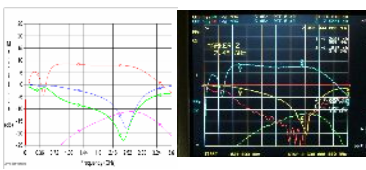
SONNET

**2.4GHzアンプ**



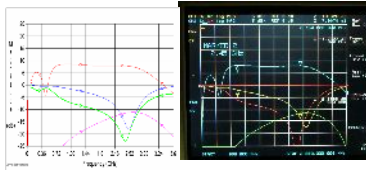
SONNET

**解析と測定1**



SONNET

**解析と測定2**



SONNET

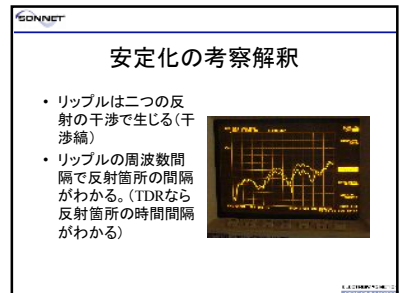
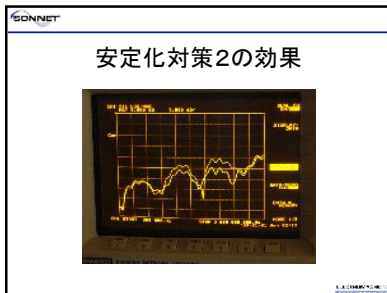
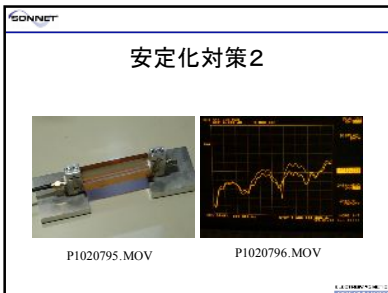
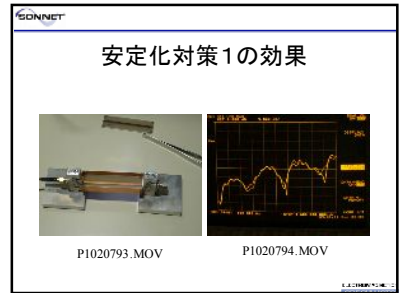
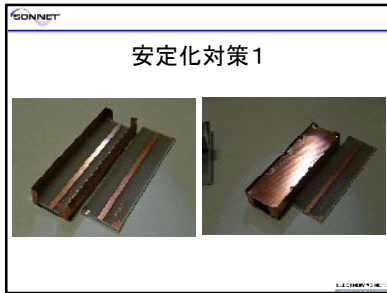
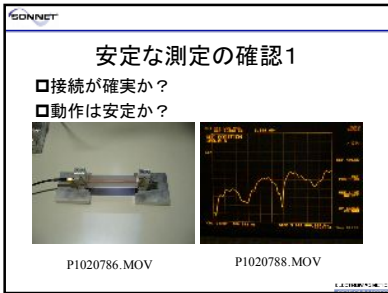
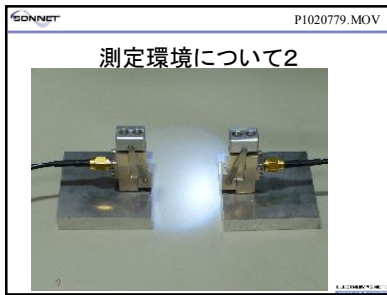
**良い測定のために**

- ランチング
- 校正
- 不要モード

SONNET

**ランチング**

- ✓ はじめに
- ランチング
  - 測定環境と非測定物
  - 安定な測定の確保
  - 安定化対策(これは後半のアンテナ測定への伏線となる)
  - 安定化の考案解釈
  - ランチングパターンを選択する実験
  - シミュレータでの再現を試みる
  - dftファイルのインポート
- オンボード校正
- 不要モード不要放射
- アンテナのケーブルからの放射
- むすび



GONNET



### 反射箇所の間隔

- リップル1
  - ・ 約1GHz周期
  - ・ 光速1GHz $\div$ 42
  - ・ 約7.5cm
  - ・ 基板の長さ
  - ・ ランチングによる反射
- リップル2
  - ・ 約200MHz周期
  - ・ 光速200MHz $\div$ 22
  - ・ 約5cm
  - ・ 測定器から基板までのケーブル長
  - ・ 測定後のケーブルとランチングによる反射





GONNET

### ランチングパターンを選択する実験 1



GONNET

### ランチングの考察


GONNET

### ランチングパターンを選択する実験 2

GONNET

### シミュレータでの再現1



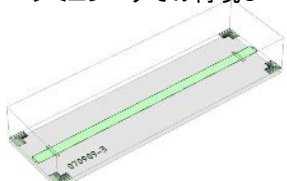
GONNET

### シミュレータでの再現2




GONNET

### シミュレータでの再現3



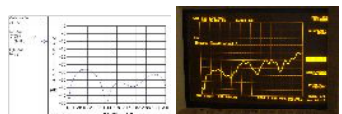
GONNET

### シミュレータでの再現4



GONNET

### シミュレータでの再現5



070909.zon

GONNET

### モデルの改善1

同軸-ストリップ 同軸-ストリップ  
校正基準面 50Ω

070909a.zon

GONNET

### モデルの改善2

同軸-ストリップ 同軸-ストリップ  
校正基準面 50Ω

GONNET

### モデルの改善3

GONNET

### まとめ

- 測定データを安定させる
- 測定データから反射箇所が推測する
- 50Ω 同士のランチングでも反射が起こる
- 接続点のキャパシタンスとインダクタンスのバランスする構造を選択する
- それでも不十分なき、...

GONNET

### そのほかのランチング

- GLGプローブ
  - 同軸から空間コプレナへのランチング
  - 空間コプレナから基板上のコプレナ線路へのランチング

GONNET

### オンボード校正

- ✓ はじめに
- ✓ ランチング
- オンボード校正
  - オンボード校正の意義
  - 数年前の実例
  - 校正キットの設計シミュレーション
  - オンボード校正の効果を確認
  - プローブの校正についても言及する
- 不要モード不要放射
- アンテナのケーブルからの放射
- むすび

GONNET

### オンボード校正の意義

同軸-ストリップ 同軸-ストリップ  
校正基準面 50Ω

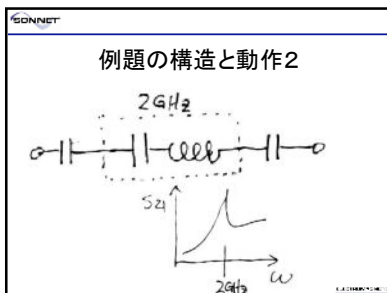
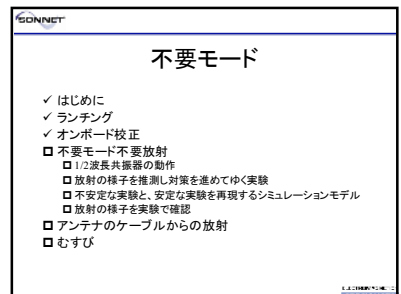
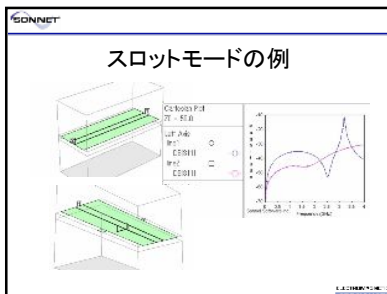
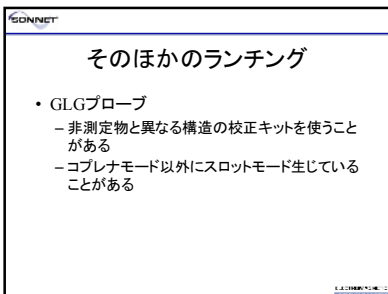
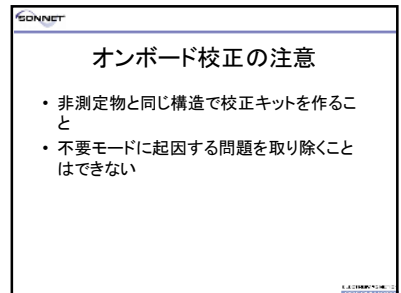
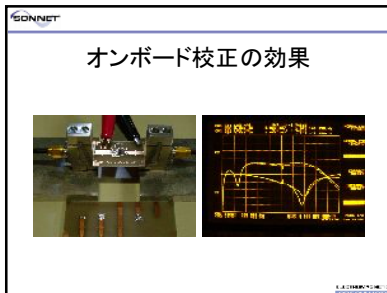
GONNET

### 校正キットの設計1

060913\_net.zon

GONNET

### 校正キットの設計2



GONNET

### 実験2

- グランド面に触る

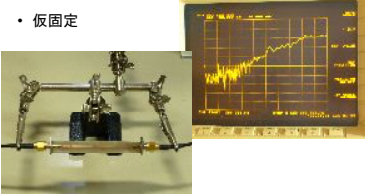


P1020818.MOV      P1020819.MOV

GONNET

### 実験3

- 仮固定

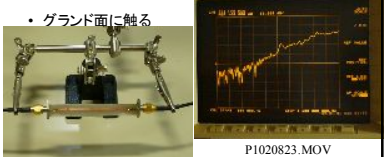


P1020820.MOV      P1020821.MOV

GONNET

### 実験4

- グランド面に触る

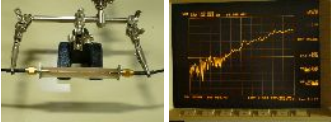


P1020822.MOV      P1020823.MOV

GONNET

### 実験5

- 上面を手で塞ぐ

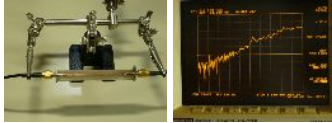


P1020824.MOV      P1020825.MOV

GONNET

### 実験6

- 上面を金属で塞ぐ

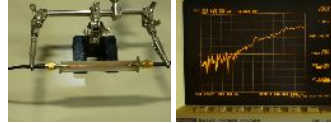


P1020827.MOV      P1020828.MOV

GONNET

### 実験7

- グランドを拡大

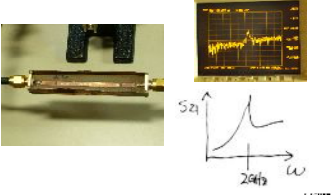


P1020829.MOV      P1020830.MOV

GONNET

### 側壁の追加

- 側壁の追加



P1020831.MOV      P1020832.MOV

GONNET

### 実験8

- 側壁の効果の確認



P1020833.MOV      P1020834.MOV

GONNET

### 実験9

- 側壁の効果の確認



P1020835.MOV      P1020836.MOV

GONNET

### たいせつなこと

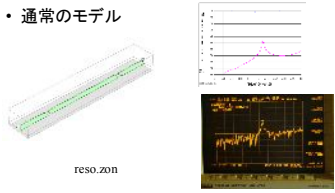
- 実験やシミュレーションの前に予測すること
- 予測と違った結果なら原因を確かめること
- 繋いでボタンを押しただけで実験を終えてはならない

reso.zon

GONNET

### シミュレーション1

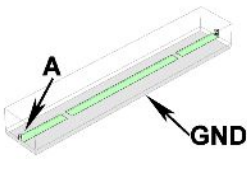
- 通常のモデル



reso.zon

GONNET

### シミュレーション2

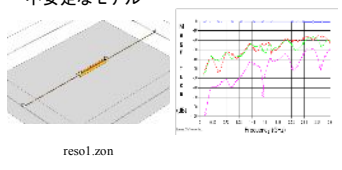


reso.zon

GONNET

### シミュレーション3

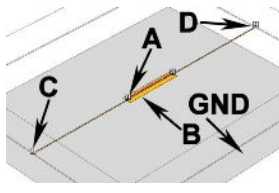
- 不安定なモデル



reso1.zon

GONNET

### シミュレーション4



reso.zon

GONNET

### シミュレーション

- 不安定な状況を再現できる、しかし
  - 不安定な状況の中での特定の状態でしかない
  - 不安定とはわからない
  - どんなシミュレータであろうと解析負荷がとても大きく忘れるほど時間がかかる

reso.zon

GONNET

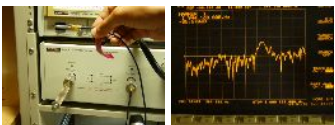
### 不要放射の評価1



reso.zon

GONNET

### 不要放射の評価2

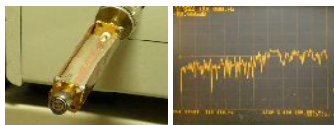


P1020840.MOV P1020841.MOV

reso.zon

GONNET

### 不要放射の評価3



P1020844.MOV

reso.zon



GONNET

### アンテナフィーダの放射

- ✓ はじめに
- ✓ ランチング
- ✓ オンボード校正
- ✓ 不要モード不要放射
- アンテナのケーブルからの放射
  - 例題アンテナと、測定環境を紹介
  - ケーブルを手で触ったときの反応
  - 原因が空安定在波ではないこと
  - 空在波のピンチ
  - インダクタを使った対策
  - 別の対策
  - 問題を放置した場合の影響
- むすび

S.E. CHIBANAKA

GONNET

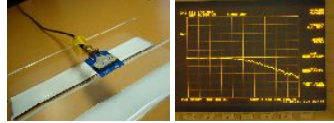
### 例題アンテナと、測定環境1



S.E. CHIBANAKA

GONNET

### 例題アンテナと、測定環境2



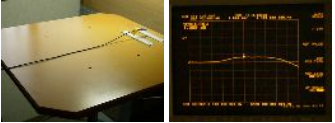
P1020849.MOV  
P1020850.MOV

S.E. CHIBANAKA

GONNET

### 実験1

□ ケーブルを指でなでる



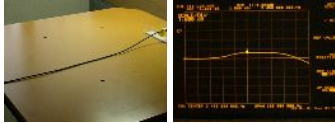
P1020851.MOV      P1020852.MOV

S.E. CHIBANAKA

GONNET

### 実験2

□ ケーブルに沿って腕を動かす



P1020853.MOV      P1020854.MOV

S.E. CHIBANAKA

GONNET

### 実験3

□ 変化の周期を調べる



P1020855.MOV

S.E. CHIBANAKA

GONNET

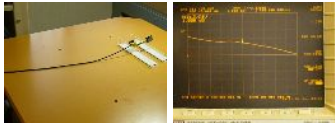
### 対策その1



S.E. CHIBANAKA

GONNET

### 対策その1の効果

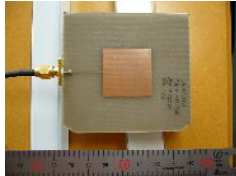


P1020857.MOV      P1020858.MOV

S.E. CHIBANAKA

GONNET

### 対策その2



S.E. CHIBANAKA



GONNET

### 対策その2の効果

P1020867.MOV      P1020868.MOV

GONNET

### 対策しなかった例

石飛ノート  
1989/10/13

GONNET

### むすび

- ✓はじめに
- ✓ランチング
- ✓オンボード校正
- ✓不要モード不要放射
- ✓アンテナのケーブルからの放射
- むすび

GONNET

### むすび

- シミュレータ
  - ある特定の条件を正確に
  - 一般的に理想的な条件で本質的な動作を知る
  - 放射なし、導体損失なしなど、実際にはありえない条件で現実のパラメータの寄与を知る。
- 実験
  - 準備に時間がかかる。
  - あらゆる条件を加味した結果。
  - 個々のパラメータの寄与やメカニズムを洞察できる。