

センサ端末搭載用小型高利得エスパアンテナ

合同修士論文発表会 02月01日
波動工学研究室
小田 康明
指導教員 大平 孝

-目次-

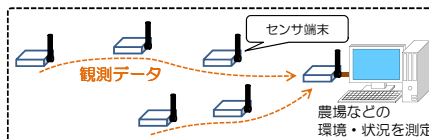
1. 背景、目的
2. 要求性能
3. 評価指標
4. 提案エスパアンテナ
 - 基本特性解析
 - 小型化（メタダライン構造）
 - 高利得化（メザニン構造）
5. まとめ

1

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

研究背景・目的

可変指向性アンテナを利用した
無線センサネットワークの試みがある [1][2]



- 空間利用効率改善
- 通信距離拡張
- スループット向上
- 消費電力の削減

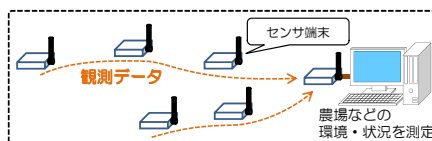
- [1] 坂本 他, DICO2008, pp.366-373, 2008.
[2] 石原 他, 情報研報, pp.1-6, 2010.
[3] 大平 他, 信学論(C), Vol87-C, No1, pp.12-31, 2004.

2

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

研究背景・目的

可変指向性アンテナを利用した
無線センサネットワークの試みがある [1][2]



- 空間利用効率改善
- 通信距離拡張
- スループット向上
- 消費電力の削減

可変指向性
センサ端末の制約 アンテナへの要求

マイコン制御	→	制御が容易
バッテリー駆動	→	低消費電力
ノード台数多	→	低コスト
省スペース	→	小型

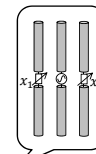
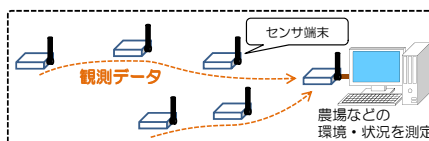
- [1] 坂本 他, DICO2008, pp.366-373, 2008.
[2] 石原 他, 情報研報, pp.1-6, 2010.
[3] 大平 他, 信学論(C), Vol87-C, No1, pp.12-31, 2004.

3

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

研究背景・目的

可変指向性アンテナを利用した
無線センサネットワークの試みがある [1][2]



可変指向性
センサ端末の制約 アンテナへの要求

マイコン制御	→	制御が容易
バッテリー駆動	→	低消費電力
ノード台数多	→	低コスト
省スペース	→	小型

エスパアンテナ[3]に
よって達成可能

センサ端末用の小型
可変指向性アンテナの
提案報告は少ない

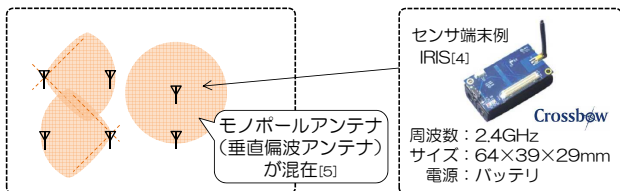
目的 ② センサ端末に最適化された小型エスパアンテナの設計

- [1] 坂本 他, DICO2008, pp.366-373, 2008.
[2] 石原 他, 情報研報, pp.1-6, 2010.
[3] 大平 他, 信学論(C), Vol87-C, No1, pp.12-31, 2004.

4

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

アンテナ要求性能



農場など水平面において
4方向への指向性切り替えを想定

- 指向性形成 (90degごと)
- 垂直偏波アンテナ
- 省電力
- 小型 (高さ0.1λ, 幅0.2λ)

- [4] Crossbow, <http://www.xbow.jp/zigbee-smartdust.html>
[5] 坂本 他, 情報研報, ITS, [高度交通システム] 2008(107), pp.61-68, 2008.

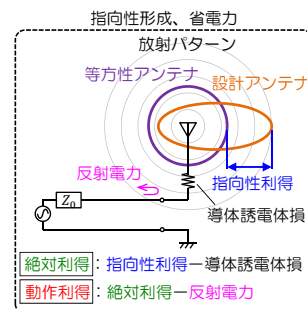
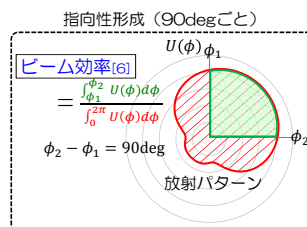
5

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

評価指標

要求性能

- 指向性形成 (90degごと)
- 垂直偏波アンテナ
- 省電力
- 小型



垂直偏波を評価

- 動作利得
- 絶対利得
- ビーム効率

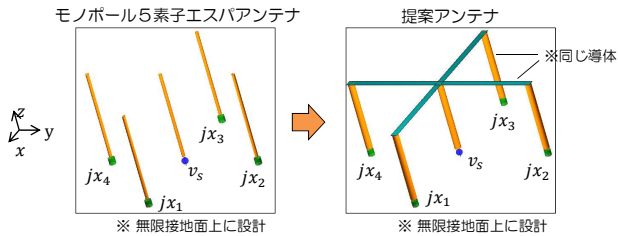
- [6] C. A. Balanis, Antenna Theory, John Wiley & Sons, Inc., 3rd ed., 2005.

6

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

提案アンテナ

給電、リアクタンス装荷素子一体型エスパンテナ



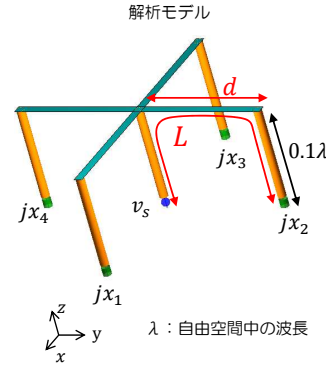
- 電流の経路に自由度 → 一般的なエスパンテナにない特性を期待
- 小型の際に素子の空間占有率が低減 → 不本意な電磁界結合低減

7

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

基本特性解析（諸元）

解析性能：動作利得、絶対利得、ビーム効率

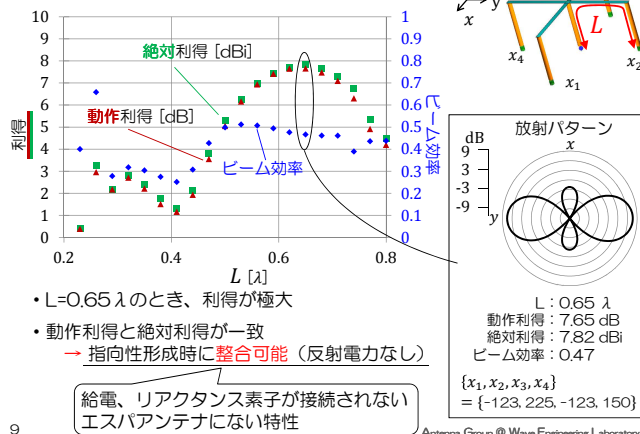


シミュレーション諸元	
解析手法	モーメント法、DAMONDE法[7]
周波数	2.4 GHz
電源 v_s	1V (50Ω系)
ポート間導体長 L (ℓ 可変)	0.23 ~ 0.8 λ
リアクタンス	-600 ~ 600Ω (4Ω刻み)
損失	2Ω
円柱素子直径, 平板素子幅	1 mm
指向性導出範囲	水平面内
接地面サイズ	無限大
導体の伝導率	57MS/m (銅)

8

※各 L ごとに動作利得が最大となるリアクタンス時の性能を評価

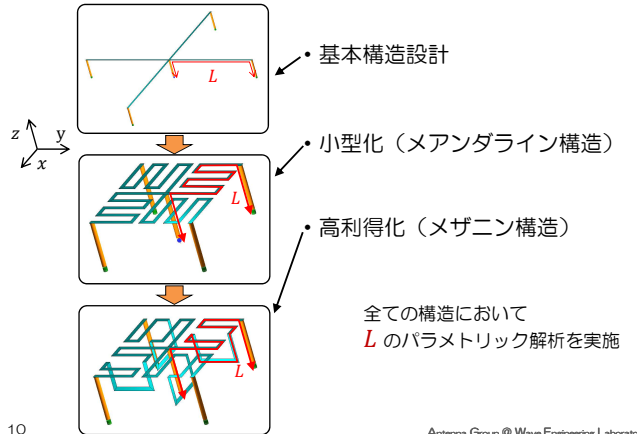
基本特性解析（結果）



9

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

提案アンテナの小型化、高利得化 設計フロー

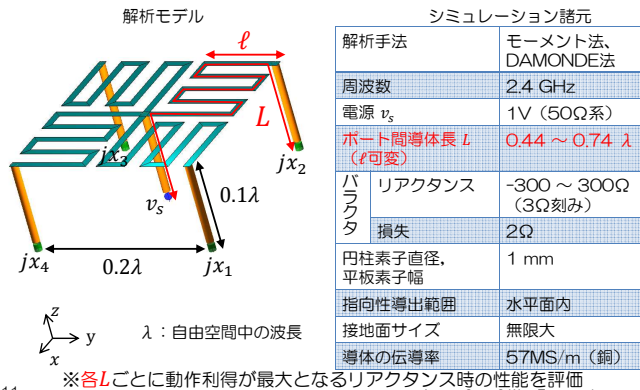


10

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

メアンダライン構造（解析諸元）

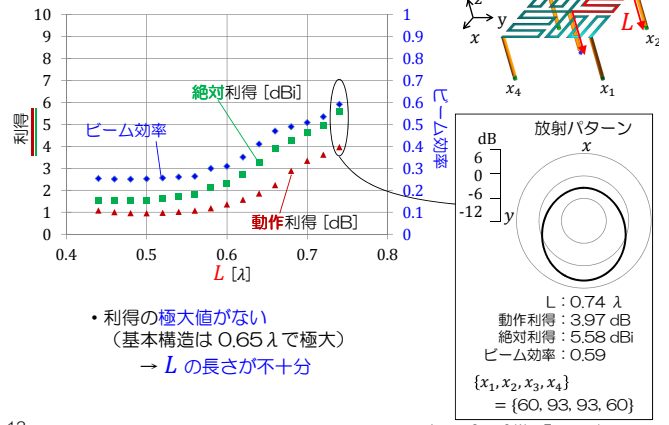
解析性能：動作利得、絶対利得、ビーム効率



11

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

メアンダライン構造（結果）

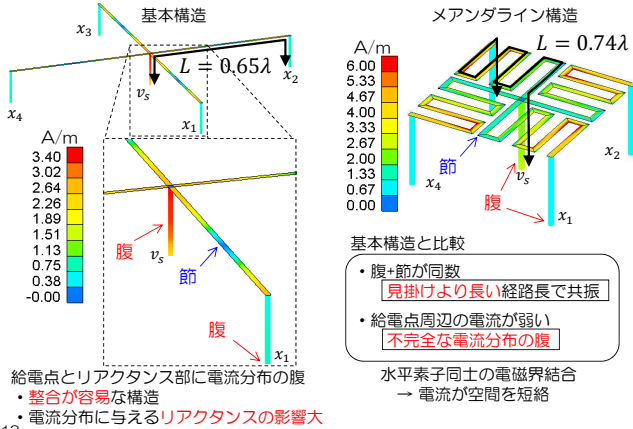


12

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

電流分布比較

$$\{x_1, x_2, x_3, x_4\} = \{0, 0, 0, 0\}$$

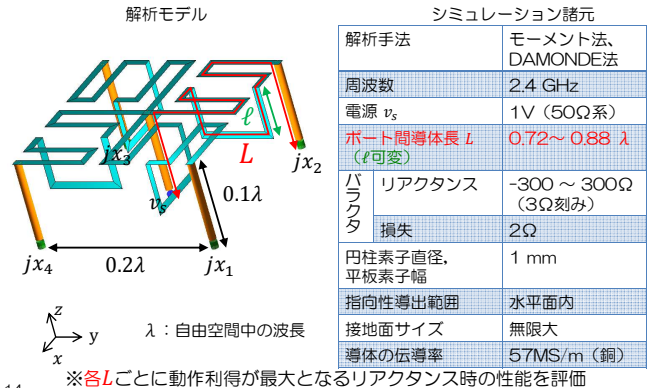


13

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

メザニン構造（諸元）

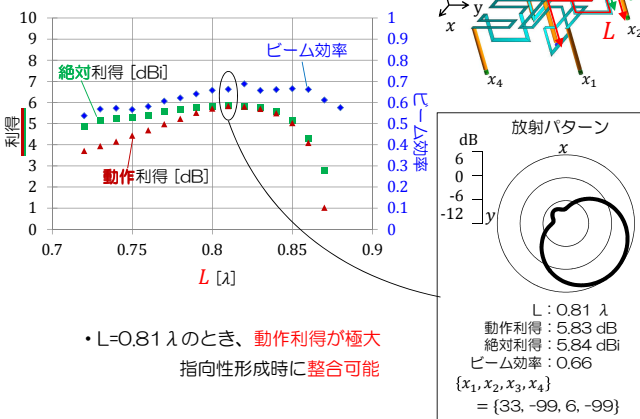
解析性能：動作利得、絶対利得、ビーム効率



14

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

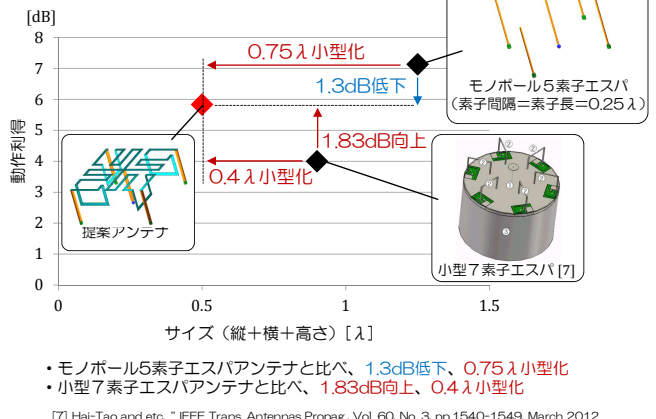
メザニン構造（結果）



15

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

性能比較



16

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory

まとめ

給電素子、リアクタンス装荷素子一体型エスパアンテナを提案

- 基本特性解析
- 小型化設計（メアンダライン構造）
- 高利得化設計（メザニン構造）

達成性能

- 動作利得 5.83dB
- 絶対利得 5.84dB
- ビーム効率 0.66
- サイズ：高さ 0.1 λ (1.25cm)
横幅 0.2 λ (2.5cm)
- 指向性形成時に整合可能な構造を実現



センサ端末に最適な小型高利得エスパアンテナを設計

17

Antenna Group @ Wave Engineering Laboratory