

平成21年度「新たな通信媒体を利用したサーフェイス通信技術の研究開発」の開発成果

1. 施策の目標

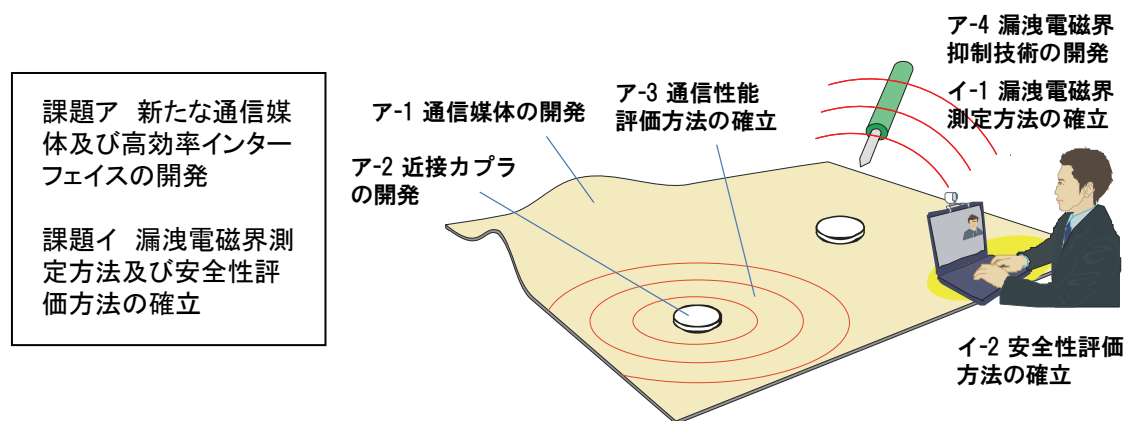
空間への電磁放射を最小限に抑えながら広帯域のサーフェイス通信を実現すること、安全性を確保した上でより多くの電力を高効率に伝送すること、低コストで柔軟性を有する通信媒体を実現すること、環境に対する電磁的干渉や人体に対する安全性などを定量的に評価する手法を確立し、サーフェイス通信システムの開発に反映すること、が本研究の主要な目標である。

2. 研究開発の背景

現在、我々の社会における通信網は、主に1次元通信と3次元通信の2種類の通信形態から構成されている。1次元通信、つまり従来の有線通信では、広帯域かつ効率的な信号伝送を実現することができるが、物理的インフラとして、送信側と受信側の間に配線を敷くことが不可欠である。一方、3次元通信、つまり無線LANなどに代表される無線通信では、配線などの物理的インフラを必要とせず、自由度は高い。しかし、現在無線周波数帯域は枯渇しつつあり、新たに通信帯域を確保することは難しいため、その通信速度には限界がある。つまり、現状の1次元通信と3次元通信では、伝送媒体の物理的制約と通信速度を両立させることは難しい。

3. 研究開発の概要と期待される効果

サーフェイス通信技術は近距離における通信に特化した技術であり、卓上の機器の相互接続やLAN通信、接触式の高速度データ転送、RFIDタグ等のアプリケーションの可能性が検討されている。また、媒体内の電磁界を利用して、1つの媒体で通信と給電の2つの機能を実現することが可能であり、これは無線による近距離通信では実現できないサーフェイス通信の特長である。このように生活の中で身近にかつ手軽に利用できる通信として、今後サーフェイス通信がユビキタス社会の中核技術となることが期待されている。しかし、サーフェイス通信の実現のためには、通信媒体の性能や安全性の部分でクリアすべきハードルが多く残されている。本研究では、a)通信媒体の構造、b)信号/電力の取り出し、c)漏洩電磁界対策、d)安全性評価、について研究開発を行い、このサーフェイス通信技術の基盤となる物理層、通信媒体及びインターフェースの開発を目的とする。



◆サーフェイス通信のアプリケーションイメージ図



4. 研究開発の期間及び体制

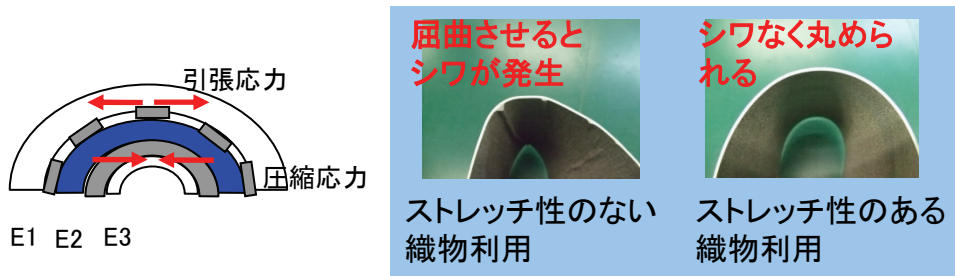
平成20年度～平成24年度(5年間) NICT委託研究(東京大学、日本電気、NECエンジニアリング、セルクロス、帝人ファイバー)

通信媒体の開発に関する成果

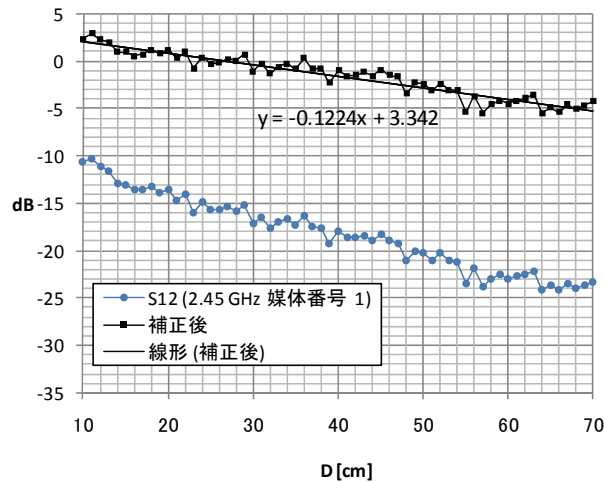
①通信媒体作製技術

■二次元通信のシートの多様化(フレキシブル化)は用途拡大のためにも必要不可欠

- ポイント
- ・良好な通信性能とフレキシブル性を両立させる
 - ・屈曲させた際の引張応力・圧縮応力に追従できる材料



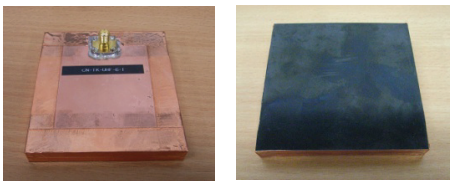

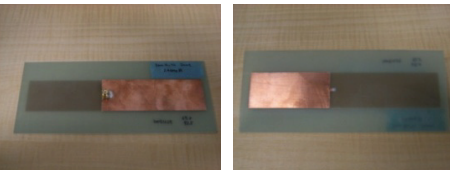
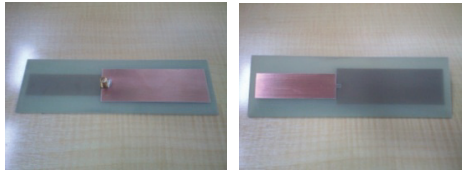





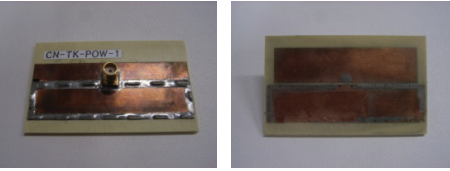
裏面導電層にストレッチ性のある導電織物を利用することで、フレキシブルシート作製の可能性を見出した。



試作した通信媒体1の通信特性評価結果。横軸は2つのカプラ間の距離、縦軸はカプラ間の伝達損失。12 dB/mの減衰が観測され、今後はこの特性を改善する必要がある。

#	仕様	開発媒体
1	パターン: 非正方格子(三角形) 線幅: 0.4mm 周期: 11mm 厚み: 1mm	
2	パターン: 非正方格子(二等辺三角形) 線幅: 0.4mm 周期: 22mm 厚み: 1mm	
3	パターン: 非正方格子(六角形) 線幅: 0.4mm 周期: 32mm 厚み: 1mm	
4	パターン: 非正方格子(六角形) 線幅: 0.4mm 周期: 5.9mm 厚み: 2mm	
5	パターン: 非正方格子(六角形) 線幅: 0.4mm 周期: 9.6mm 厚み: 4mm	

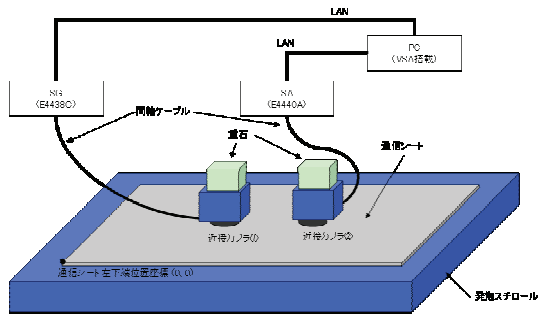
近接カプラの開発に関する成果

	低漏出媒体	中漏出媒体	高漏出媒体
950MHz帯		(低漏出シートと同じ)	
2.4GHz帯			
UWB			
5.8GHz帯 (電力 伝送用) 上:送電用 近接カプラ 下:受電用 近接カプラ	 	<p>シート外への電磁場漏出の異なる下記3種類の通信媒体に対し適合する近接カプラを開発した。</p> <p>低漏出媒体: 3 mm 周期のメッシュシート 中漏出媒体: 5 mm 周期のメッシュシート 高漏出媒体: 7 mm 周期のメッシュシート</p> <p>すべての近接カプラは、通信媒体上で、適用する周波数帯において $S_{11} < -10\text{dB}$ ($VSWR < 2$) となることを確認した。</p>	

通信性能評価方法に関する成果

③通信性能評価方法の確立

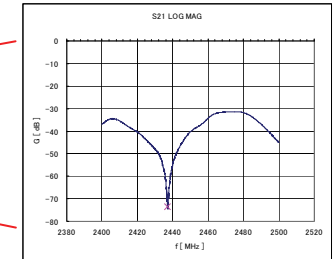
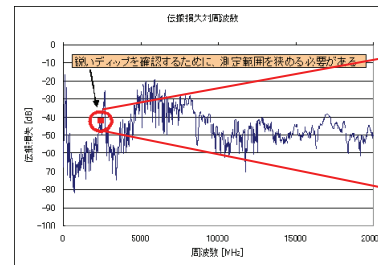
二次元通信に用いる通信媒体の性能評価を行い、測定方法を明確にするとともに、二次元通信に適した変調方式を明確にする。



- A 通信媒体の特性評価技術解析
- B 通信品質劣化要因の解明
- C 二次元通信に適した変調方式の特定

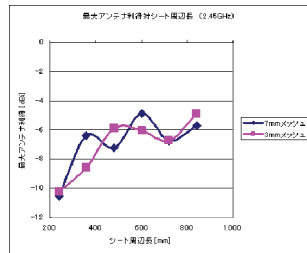
B 通信品質劣化要因の解明

- 二次元通信は、使用条件により特性が変化する。この現象による品質劣化のについて解析し、原因を明確にする。
- 二次元通信では、通信シート内の定在波、漏洩電磁界、フェージングなどの影響により通信品質が劣化する。この現象が、近接カプラの位置、シート端面の反射係数に影響されることから、通信品質の劣化要因がシート端面からの反射波であることを明らかにした。特に、反射波の影響で通信帯域内の利得偏差が大きくなると通信品質が劣化することを実証した。

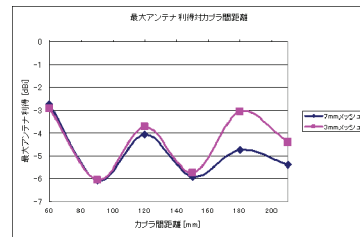


A 通信媒体の特性評価技術解析

- 二次元通信では、通信シートのサイズと近接カプラの位置が自由に選択できることを1つの特徴としているが、シートサイズとカプラの位置で通信品質に影響する伝搬損失、漏洩電磁界などの特性が変化する。他の通信機器に影響がないことを保証するためには、特性の変化について傾向を把握する必要がある。
- 通信シートと近接カプラの最大アンテナ利得がシート周辺長に比例すること。また、近接カプラ間の距離にも依存し、波長に関係することを実証した。



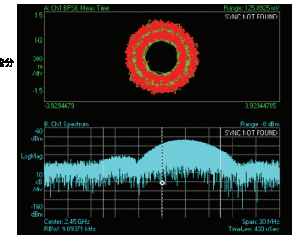
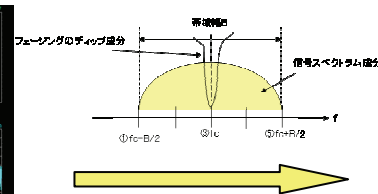
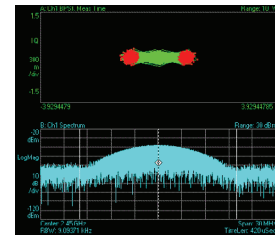
最大アンテナ利得対シート周辺長



最大アンテナ利得対カプラ間距離

C 二次元通信に適した変調方式の特定

- 二次元通信は、近接カプラの位置を自由に変えても常に通信が可能であることが求められる。このような使用条件下で、通信品質が劣化することなく通信可能な変調方式について特定する。
- 二次元通信では、シート端面からの反射波で通信帯域内の利得偏差が大きくなり、通信品質が著しく劣化する。この現象に対し、広帯域幅で複数の情報を分割して通信するOFDMなどの変調方式が有効であることを実証した。



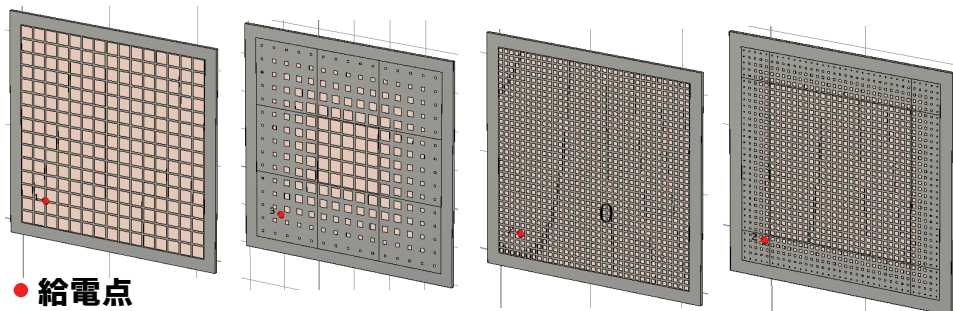
漏洩電磁界抑制技術に関する成果

① 通信シートの漏洩電磁波抑制技術の主な成果

①通信シートの漏洩電磁波抑制技術

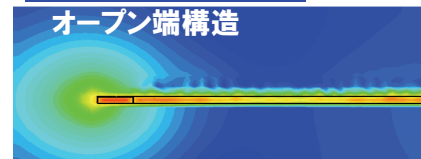
シート端を「ショート」又は「ショート+可変メッシュ」とすることでエッジからの電磁波漏洩を大幅抑制可能なことを示した。

7mmメッシュ 7mm可変メッシュ 3mmメッシュ 3mm可変メッシュ

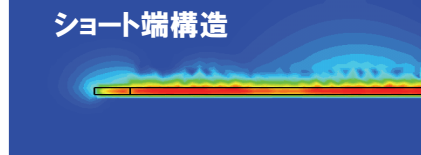


3mmメッシュシート

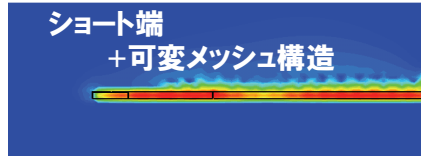
オープン端構造



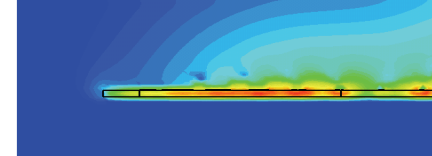
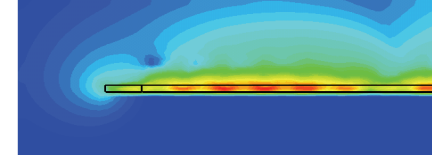
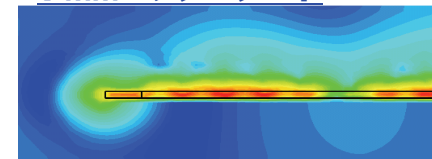
ショート端構造



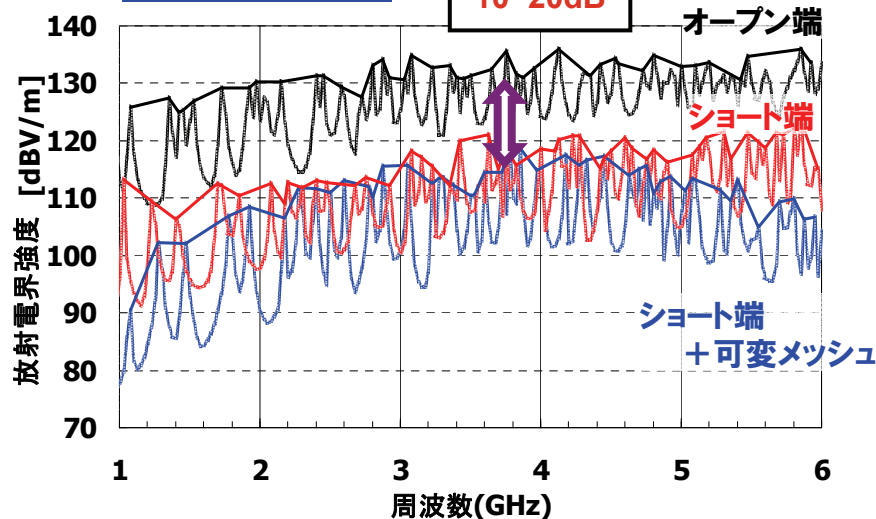
ショート端
+可変メッシュ構造



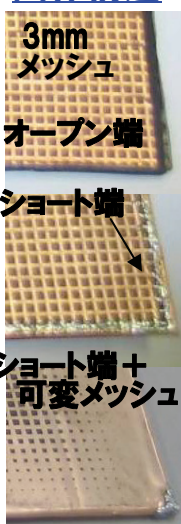
7mmメッシュシート



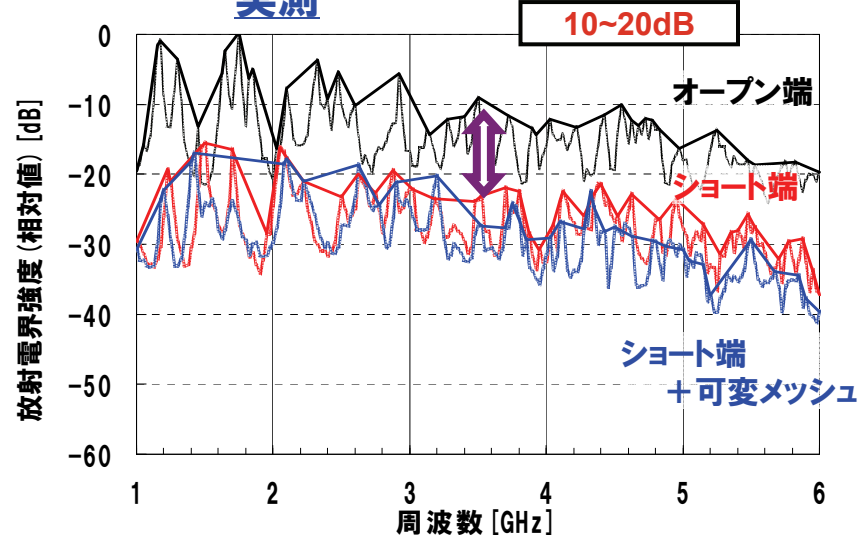
シミュレーション



試作構造



実測

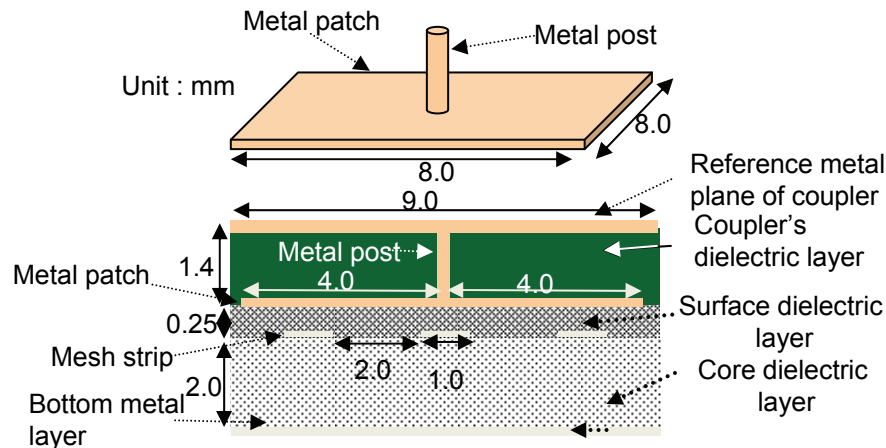


漏洩電磁界抑制技術に関する成果

② カプラの漏洩電磁波抑制技術の主な成果

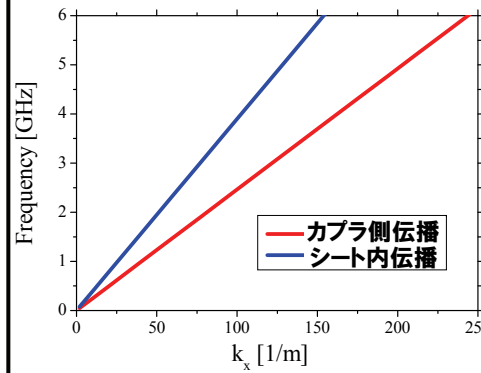
②カプラの漏洩電磁波抑制技術

EBG構造を通信シート上に配置(下記は基本構成)

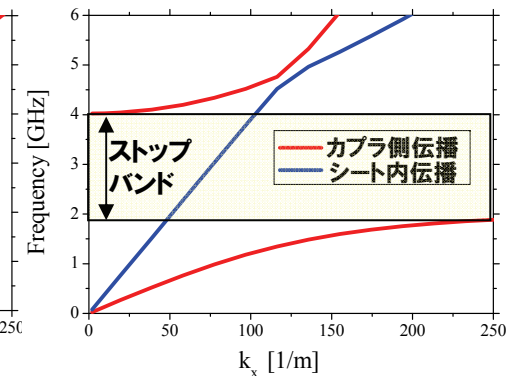


EBG構造の有無でカプラ側でストップバンドが発現

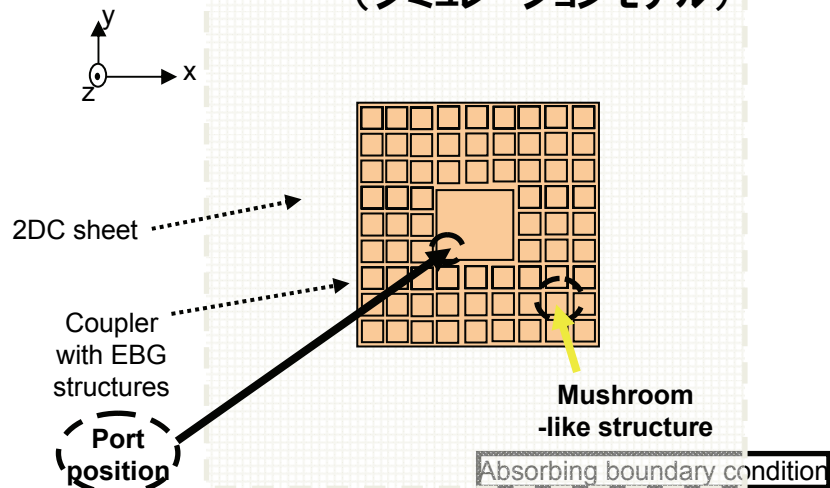
EBG構造がない場合



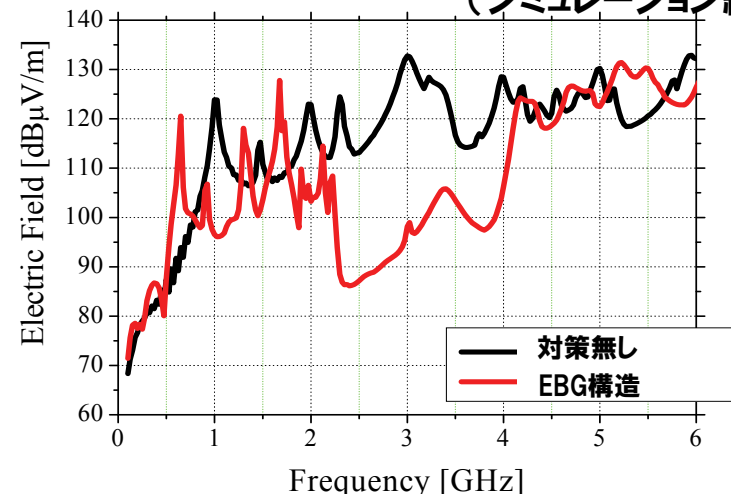
EBG構造がある場合



EBG構造を通信シート上のカプラ周りに配置
(シミュレーションモデル)



EBG構造の有無で漏洩電磁界放射が15~30dB抑制可能
(シミュレーション結果)

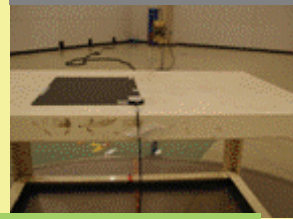


漏洩電磁界測定方法及び安全性評価方法に関する成果

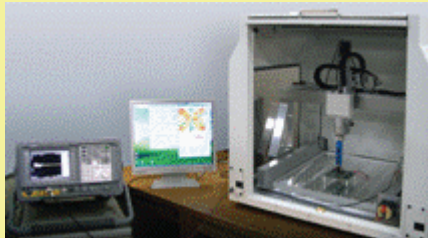
漏洩電磁界測定技術

サーフェス通信における通信シートや近接カブラからの漏洩電磁界を、現在標準的にある試験・評価方法で測定しその妥当性を検証する

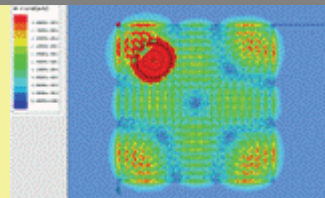
放射電界測定



近傍電磁界測定

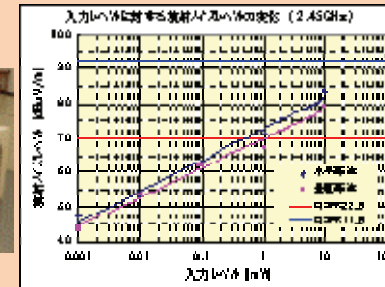
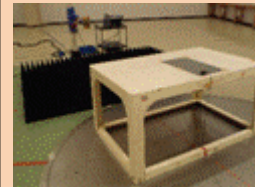


電磁界シミュレーション



放射電界測定

- CISPR22における放射電界測定方法において、現在のシステムにおける放射電界強度の実力値を確認
- 本年度開発された格子サイズの異なる通信シートや、構造の異なる近接カブラについて放射電界測定を実施し従来品との違いを検証

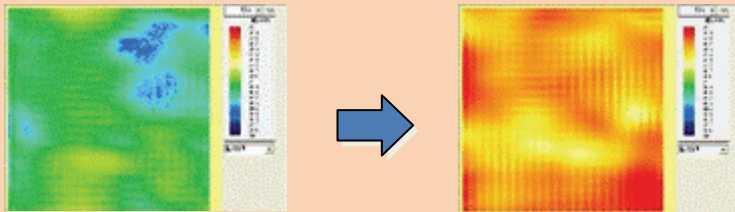


CISPR11 E 301-32
 電圧値: 2.4-2.5GHz 帯域帯域化
 入力周波数: 2.45GHz
 入力レベル: 0.001mW-10mW
 (カブラに対する入力レベル)
 通信シート: 310mm x 20mm □3mm

近傍磁界測定

- 昨年度検証を行った測定システム(近傍電磁界分布測定機およびIEC61967-6に準拠した磁界プローブ)により、格子サイズの異なる通信シートや、構造の異なる近接カブラにおいても通信シート上における定在波や格子状パターンから発生する近傍磁界の観測可能であることを確認

通信シート表面の磁界強度が増加



旧タイプカブラ

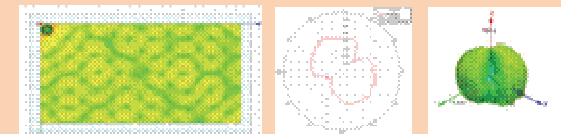
新タイプカブラ

磁界分布測定データ

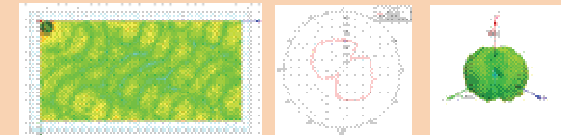
電磁界シミュレーション

- 本年度開発された格子サイズの異なる通信シートや、構造の異なる近接カブラのシミュレーションモデルを作成し、これらを使用した近傍磁界ならびに遠方電界のシミュレーションを実施
- 通信シートへのカブラ設置方法(通信シートへのカブラ沈み込み等)に関するシミュレーションを実施しその影響度について解析を行った

7mm格子



3mm格子



特許出願、論文発表等

●研究成果

	特許出願	外国出願	論文	研究発表	報道発表	展示会	標準化提案
新たな通信媒体を利用したサーフェイス通信技術の研究開発	9	0	1	14	0	1	0

●論文

東京大学

1. 門内靖明, 篠田裕之誘電体周期構造を用いた二次元通信媒体と外部空間のマイクロ波ビーム結合電子 情報通信学会論文誌 C, Vol.J92-C, No.12, pp.797-805, Dec. 2009.
2. Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda: The Lower-Bound of Electromagnetic Leakage of 2D Wireless Power Transmission, INSS 2010 (International Conference on Networked Sensing Systems)
3. Yasuaki Monnai and Hiroyuki Shinoda: Microwave Phased Array Sheet for Wireless Sensor Network, INSS 2010
4. Hiroto Itai, Yasutoshi Makino, and Hiroyuki Shinoda: Interactive Window Based on 2D Communication Technology : Integrating Ubiquitous Devices on Transparent Medium, Pervasive09 in Nara
5. Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda: Safe Wireless Power Transmission Using Low Leakage 2D-Communication Sheet, Proc. ICROS-SICE International Joint Conference 2009, August 18-21, Fukuoka, Japan, pp.1105-1109, 2009.
6. Yasuaki Monnai and Hiroyuki Shinoda: Dielectric Grating Antenna for 2D Waveguides Interconnection, Proc. ICROS-SICE International Joint Conference 2009, August 18-21, Fukuoka, Japan, pp.1110-1114, 2009.

他6編

日本電気

1. マッシュルーム型EBG構造の二次元通信用カップラーへの応用 電子情報通信学会 総合大会
2. 二次元通信媒体端部からの漏洩電磁界抑制 電子情報通信学会 総合大会
3. Challenging EMC Problems on Two-Dimensional Communications INSS2010 発表予定

●特許

東京大学

1. なし

日本電気

1. 通信システム
2. 通信システム及び通信装置
3. 通信伝達装置、通信カプラ及びインピーダンス調整シート
4. サーフェイス通信装置
5. サーフェイス通信装置
6. サーフェイス通信装置

NECエンジニアリング

1. なし

セルクロス

1. 電磁波インタフェース装置および通信機器
2. 高効率な電磁波インタフェース装置と電磁波伝送システム

帝人ファイバー

1. フレキシブル通信用シート構造体

●展示会

CEATEC 2009