


**電子情報通信学会
 光応用電磁界計測研究会**

**漏えい同軸ケーブルのモバイルシステムへの応用
 ～無線LANおよびセルラー用LCXの開発について～**

2014年7月4日
 日立金属株式会社 電線材料カンパニー
 情報システム統括部
 ワイヤレスシステム開発部
 北野 基明
 nobuaki.kitanah@hitachi-metals.com

Copyright ©2014 Hitachi Metals, Ltd.



目次

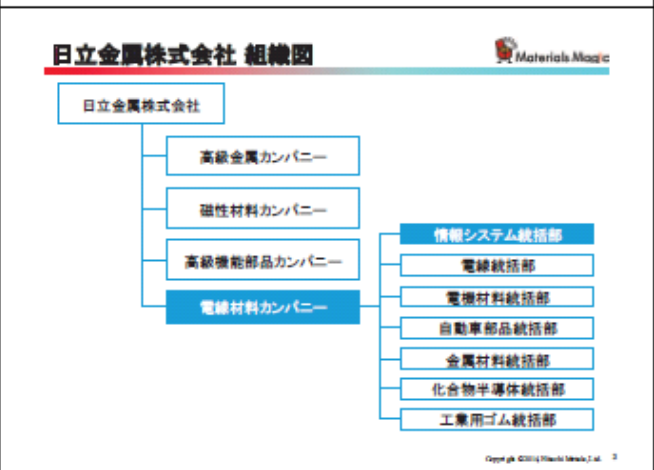
1. 事業紹介
2. 漏えい同軸ケーブルの概要
3. 太径LCXのセルラー / WLAN対応
4. セルラー / WLAN対応細径LCXの開発
5. まとめ

Copyright ©2014 Hitachi Metals, Ltd. 1



事業紹介

Copyright ©2014 Hitachi Metals, Ltd. 2





ワイヤレスシステム事業

ワイヤレスシステム



地上デジタル
放送用広帯域
アンテナ



地上デジタル
放送用アンテナ
システム



携帯電話基地局用
アンテナ



携帯電話
基地局アンテナ
システム

高周波同軸ケーブル

Copyright ©2014 Hitachi Metals, Ltd. 4



漏えい同軸ケーブルの概要

Copyright ©2014 Hitachi Metals, Ltd. 5



漏えい同軸ケーブルの適用例



列車無線 (新幹線や在来線トンネル)




道筋トンネル内ラジオ





地下街、ビル内などの無線LANアンテナ (新規)

Copyright ©2014 Hitachi Metals, Ltd. 6

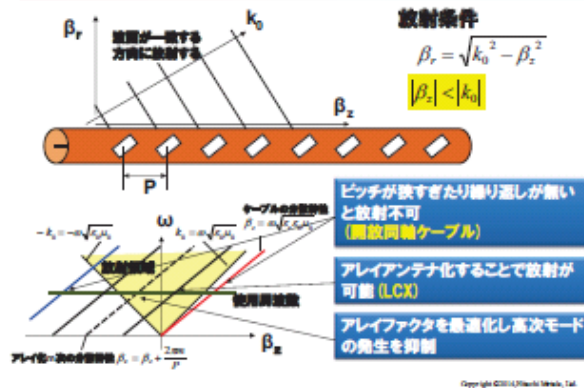


各種漏えい同軸ケーブルの構造と特徴

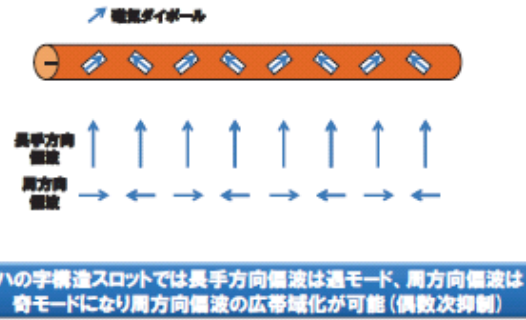
構造	絶縁体 外径(mm)	周波数帯域 (MHz)	特徴
LCX (Leaky Coaxial Cable) 	20 42	140～470 140～470 (370～2,500)	・放射電磁界により安定特性 ・径が大きく可とう性が少ない ・コストが高め (インフラ向き)
開放同軸ケーブル 	7, 10	30～400	・表面波により不安定特性 ・径が小さく可とう性が高い ・コストが低い (汎用向き)

Copyright ©2014 Hitachi Metals, Ltd. 7

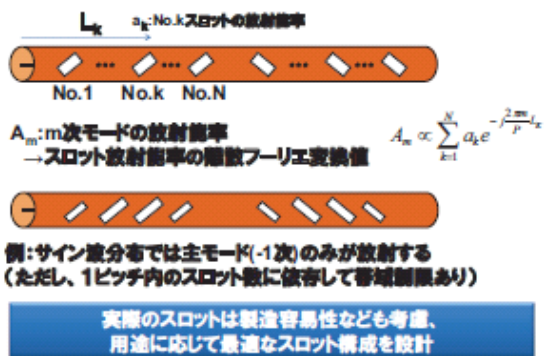
LCXの放射原理



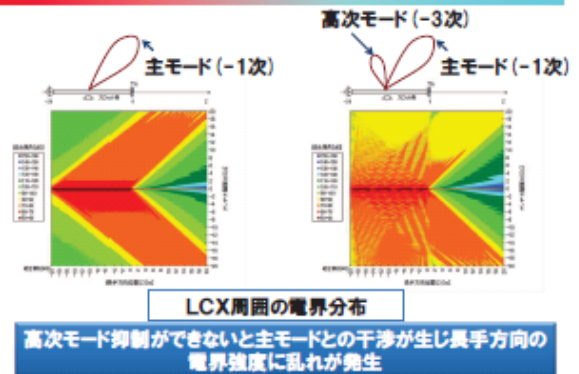
LCX広帯域化の手法(その1)



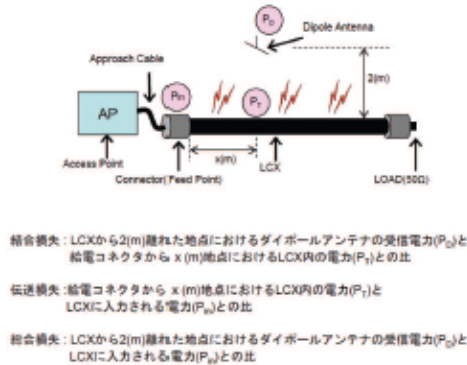
LCX広帯域化の手法(その2)



高次モード抑制の効果

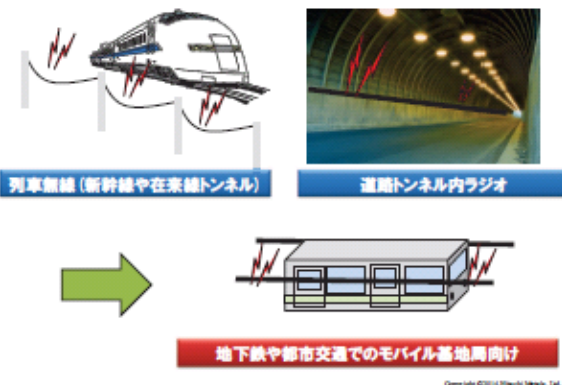


漏えい同軸ケーブルの損失特性の定義

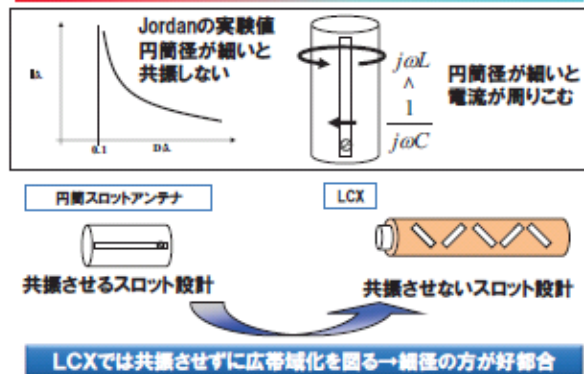


太径LCXのセルラー/WLAN対応

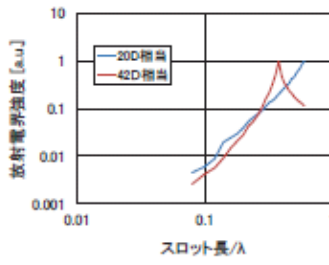
漏えい同軸ケーブルの適用例



円筒径とスロット共振の関係



太径LCX高周波数対応の課題



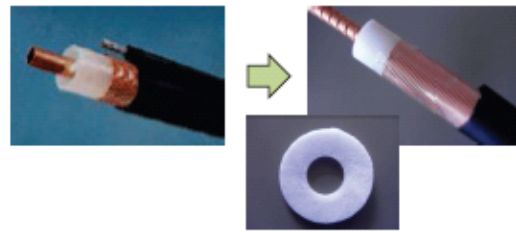
0.1λ@400MHz=75mm
0.1λ@700MHz=43mm

42Dサイズ相当では700MHz以上の周波数においてスロット共振が生じる

1スロットの電界放射強度(@2GHz)

スロット共振を前提としてスロット長の最適化必要

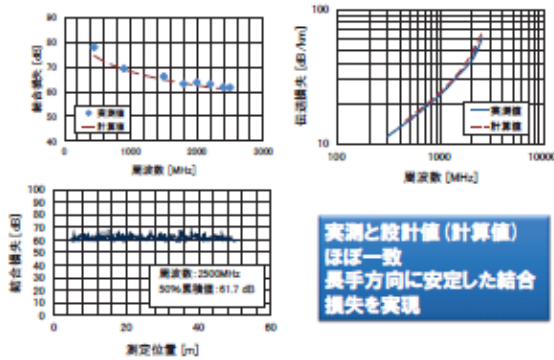
太径LCX低損失化の取り組み



項目	測定方法	実績	目標
ε=50×10 ⁻⁴ @ 2GHz	少損失低減動作	140	150
熱収率(%)	比量産	7.8	7.5

高周波同軸ケーブルで実績のある高純度ポリエチレンにより誘電体損失を低減

試作品の電気特性測定結果

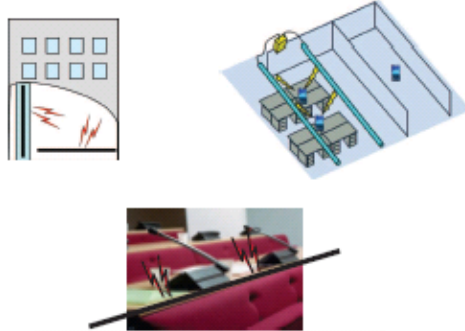


実測と設計値(計算値)ほぼ一致
長手方向に安定した結合損失を実現

セルラー/WLAN対応細径LCXの開発



漏えい同軸ケーブルの適用例



地下街、ビル内などの無線LANアンテナ(新規)

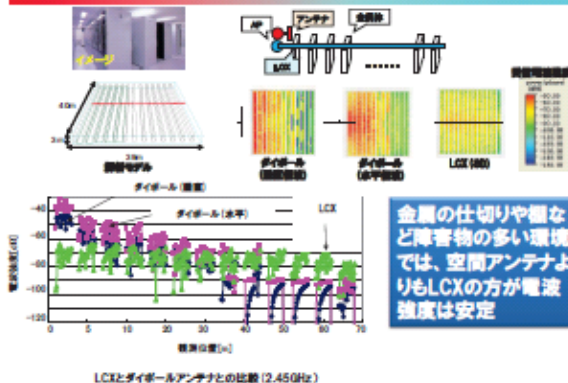
各種漏えい同軸ケーブルの構造と特徴



構造	絶縁体外径(mm)	周波数帯域 (MHz)	特徴
LCX 	20 42 →8	140~470 140~470 (370~2,500) →1,800~5,700	・放射電磁界により安定特性 ・径が大きく可とう性が少ない →径が小さく可とう性がよい ・コストが高め→低い (インフラ向き)→汎用向き
開放同軸ケーブル 	7, 10	30~400	・表面波により不安定特性 ・径が小さく可とう性が高い ・コストが低い (汎用向き)

絶縁体外径8mm、無線LAN帯域(2.4, 5GHz帯)対応のLCXを開発

LCXと空間アンテナの比較(レイトレーシング解析)



金属の仕切りや棚など障害物の多い環境では、空間アンテナよりもLCXの方が電波強度は安定

LCXとダイポールアンテナとの比較(2.45GHz)

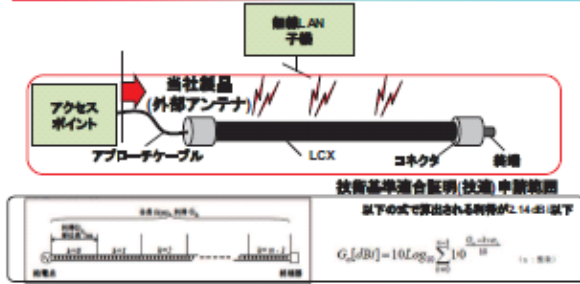
無線LAN対応LCX(開発品)の仕様



全線仕様		電気特性		
項目	仕様(40~42)			
内径絶縁体	銅線アルミ線			
外絶縁体	高純度ポリエチレン			
外層絶縁体	スロット付樹脂テープ			
シース(仕上り用)	PE(黒色) (径2mm)			
ケーブル質量	0.1kg/m			
全線仕様		電気特性		
項目	規格	F40-LC300(4.0)	F40-LC300(4.0)	F40-LC300(4.0)
結合損失	63(dB) (0.1)	63 (dB) (0.1)	63 (dB) (0.1)	63 (dB) (0.1)
伝送損失	38 (dB) (0.001) (0.1)	23 (dB) (0.001) (0.1)	21 (dB) (0.01) (0.01)	21 (dB) (0.01) (0.01)
VSWR	VSWR ≤ 1.5	VSWR ≤ 1.5	VSWR ≤ 1.5	VSWR ≤ 1.5
特性インピーダンス	50 ± 0.5	50 ± 0.5	50 ± 0.5	50 ± 0.5
主な用途	地下街、セルラー、無線LAN(2.4GHz帯)	セルラー(2.4GHz帯、無線LAN(2.4GHz帯)(シングルレシダ用)	セルラー(2.4GHz帯、無線LAN(2.4GHz帯)(デュアルレシダ用)	セルラー(2.4GHz帯、無線LAN(2.4GHz帯)(デュアルレシダ用)

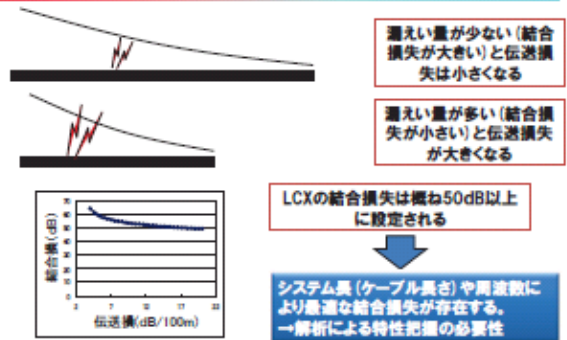
※ 規格のDタイプの仕様値

ARIB標準による利得の規定(2.4GHz帯)

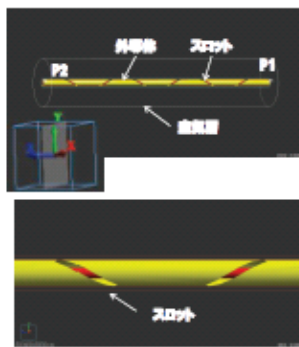


技術申請においては単位長さ(1m)あたりの利得が規定値を超えてはならない
→事前に解析などにより利得値を算出

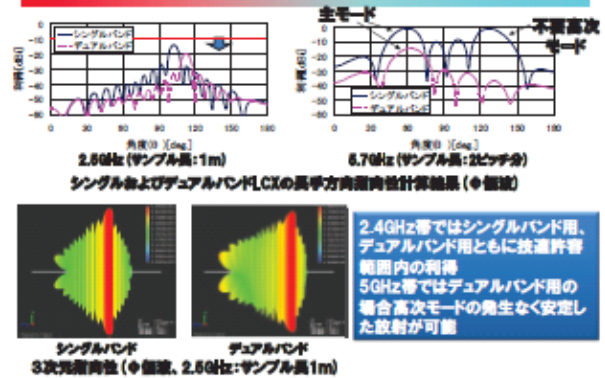
結合損失と伝送損失



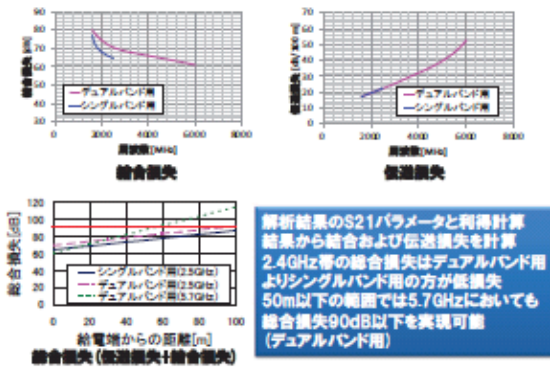
解析モデル



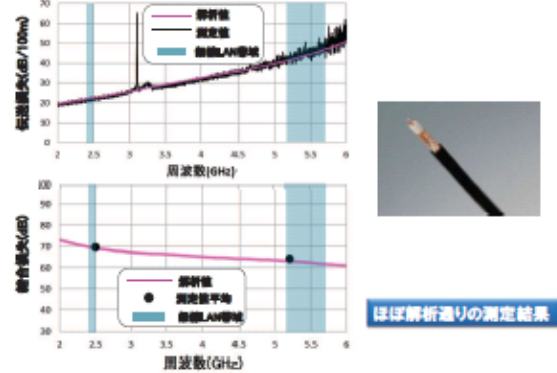
解析結果(利得)



解析結果(損失特性)



8DサイズLCXの測定結果



まとめ



- 漏えい同軸ケーブルの概要について放射原理と広帯域化の手法を解説した
- 漏えい同軸ケーブル製品の具体例として、セルラーおよび無線LAN帯域で動作可能な42Dサイズ鉄道インフラ用LCX、無線LANシングルバンド、デュアルバンド対応の8Dサイズ汎用LCXを紹介した



日立金属株式会社
Hitachi Metals, Ltd.