

移動体通信用内蔵アンテナの開発と その商品化を振り返って

2009年4月9日

元パナソニックモバイルコミュニケーションズ
現スタッフ(株)技術本部

春木 宏志

松下における業務履歴

- 昭和44年～昭和50年 移動無線機用各種アンテナの研究開発
ポケットベル 警察用無線等アンテナ
- 昭和50年～昭和55年 各種移動無線機の開発
CBトランシーバ無線機 SSB無線機
ワイヤレスマイク 等
- 昭和55年～昭和59年 2GHz帯デジタル無線機の基本開発
携帯電話用板状逆F形アンテナ
- 昭和60年～昭和62年 松下電器技術本部衛星通信プロジェクト参画
米国ハリス社技術留学
- 昭和62年～平成2年 コードレス電話機の商品開発
コードレス電話子機用アンテナ
- 平成3年～平成9年 PHSの要素開発と商品開発
PHS用アンテナ、WLL用アンテナ
- 平成9年～平成12年 モバイルマルチメディア端末の開発
音楽配信機器、Bluetooth機器等
各種Dual Mode機の開発
PDC/GSM ポケベル/PHS PDC/PHS 等
PDC/PHS Dual用アンテナ、Bluetoothアンテナ
- 平成13年～平成16年 第3世代～第4世代携帯電話の開発
第3世代用アンテナ

業務履歴 vs アンテナ開発実績

- 1969年入社以来一貫して移動体通信機, アンテナの開発に従事
とりわけ内蔵アンテナをライフワークとして取り組み, 世界標準に通じるアンテナを開発

移動体通信機器, アンテナに対する 源流技術 への取り組み



開発
取組み

移動体アンテナの開発 GHz帯デジタル無線機の開発 コードレス電話・PHSの商品開発
各種移動無線機開発 衛星通信の開発 モバイルマルチメディア端末開発
第3.5~4世代

内蔵
アンテナ
開発実績

ポケットベル用ループアンテナ 携帯電話用逆F形アンテナ コードレス電話用アンテナ
ワイヤレスマイク用アンテナ 第3世代用アンテナ

各種移動体通信用内蔵アンテナの開発

①ポケットベル用内蔵ループアンテナ

②携帯電話用内蔵逆F形アンテナ

③その他の携帯機用内蔵アンテナ

- ・アナログコードレス電話子機用内蔵アンテナ
- ・ワイヤレスマイク用内蔵アンテナ
- ・第3～4世代用内蔵アンテナ

① ポケットベル用内蔵ループアンテナ

発見：ポケットベル用内蔵ループアンテナ

原理 人体近傍の電磁界分布

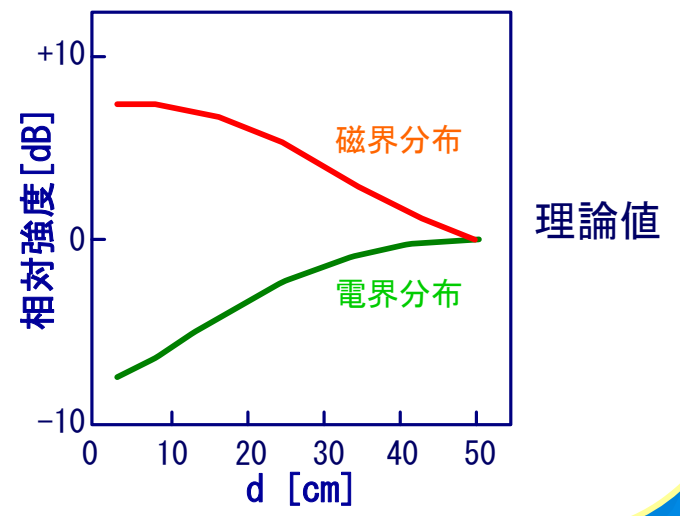
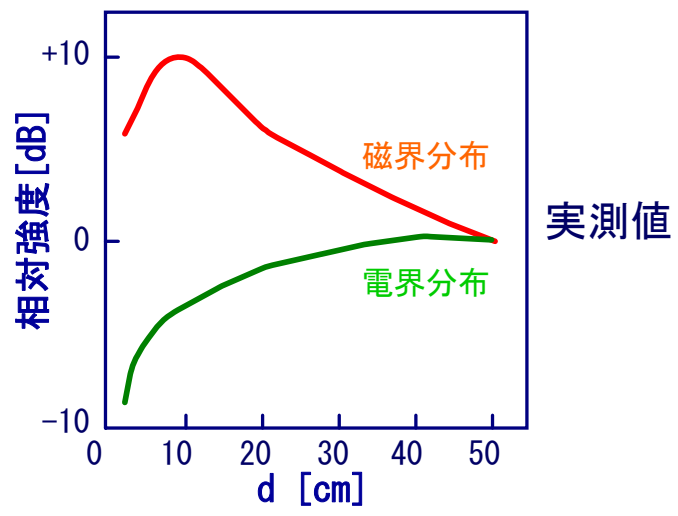
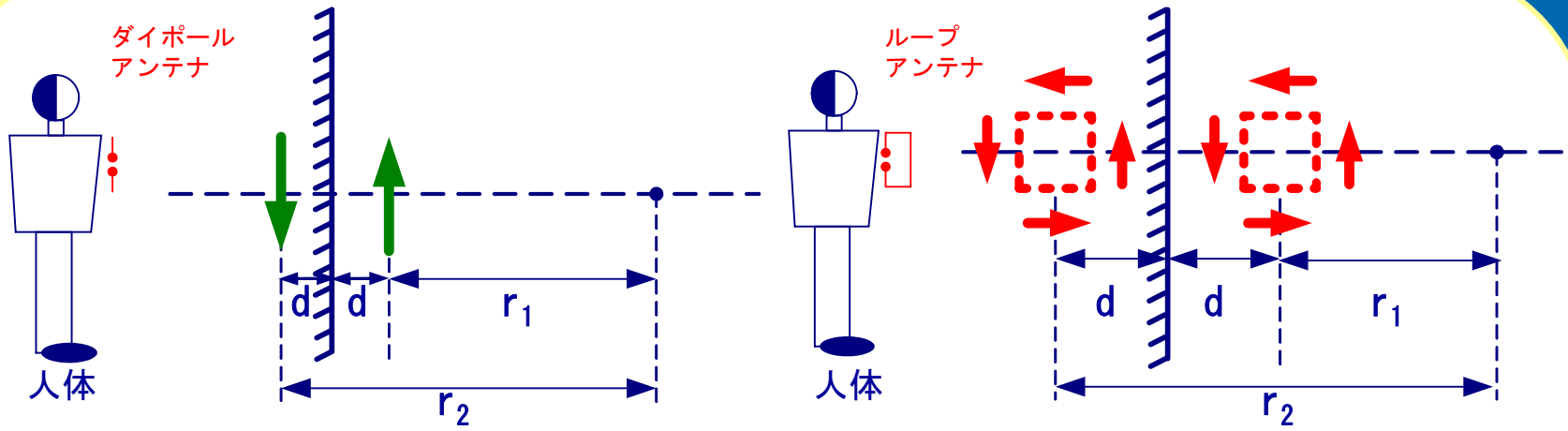


図1 人体近傍の電磁界分布

発明：ループアンテナの構成とインピーダンス整合

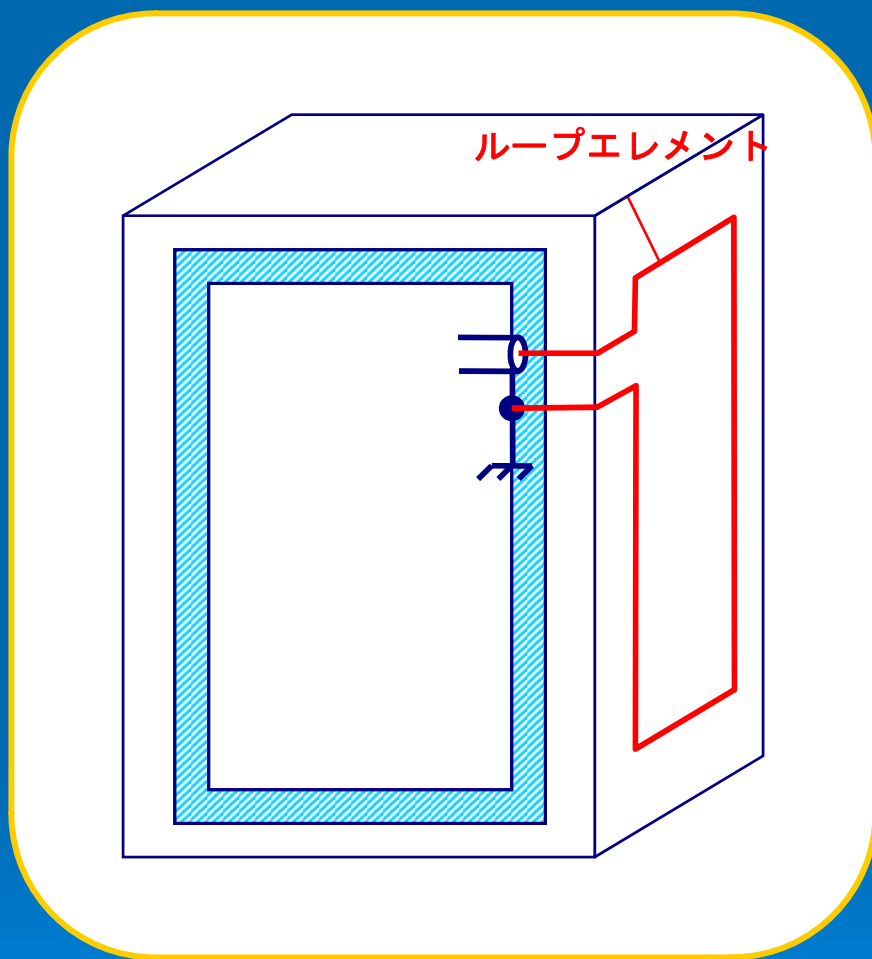


図2 アンテナ構成

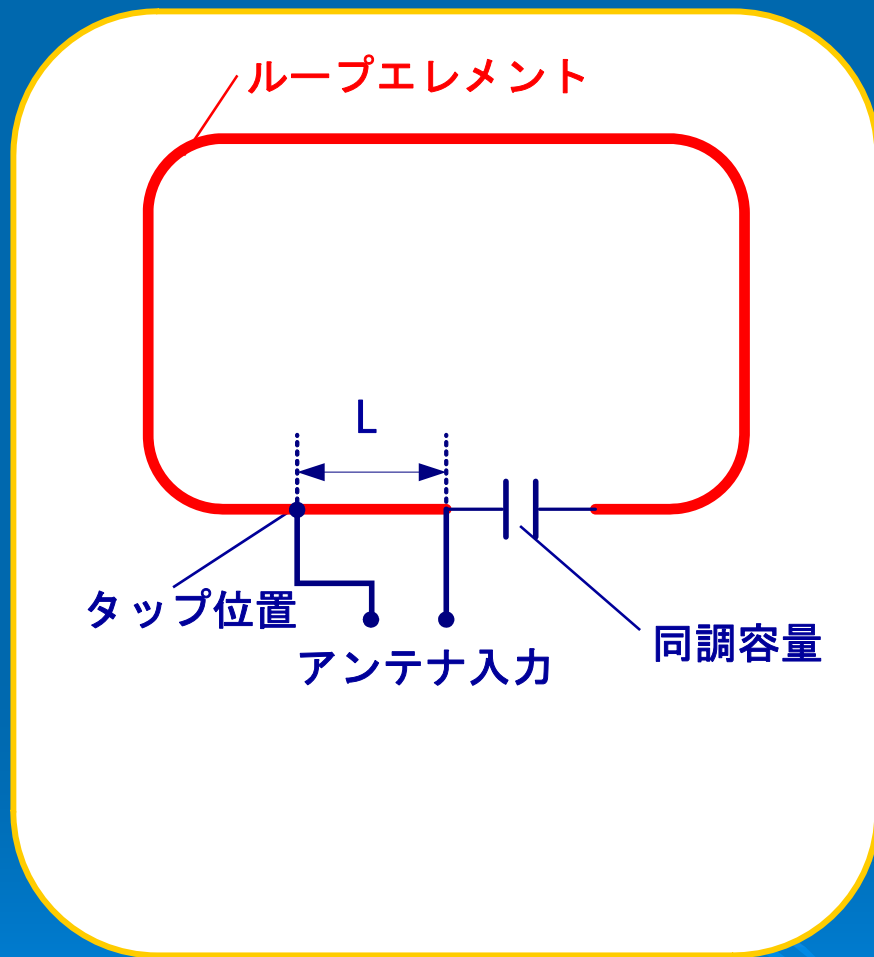


図3 インピーダンス整合

ま と め

- ・人体近傍の電界と磁界に関する発見
- ・磁界を捕捉する筐体側面装荷微小1ターンループアンテナ構成
- ・アンテナに整合回路を組み込む構成
- ・不平衡給電による磁界、電界両偏波特性
- ・人体装着時感度自由空間比+5dB upを実現

特記事項（ループアンテナ）

基本特許

特開昭48-73050 伊藤、春木、藤本 無線機用アンテナ
特開昭50-34762 春木、藤本、広井 ループアンテナ装置
関連特許他3件

発表文献

伊藤、春木、藤本 小型携帯無線機用ループアンテナ NTR Vol.19 April 1973
春木、伊藤、広井 携帯無線機用小型ループアンテナの設計 信学技報 1974

代表的な引用文献

進士昌明 小形・薄型アンテナと無線通信システム 信学論 (B) Nov. 1988
徳丸仁 最近の小形アンテナ-電気的小形アンテナ 信学論 (B) Nov. 1988
牧本三夫 携帯無線機用内蔵アンテナの技術動向 電気通信11/'94

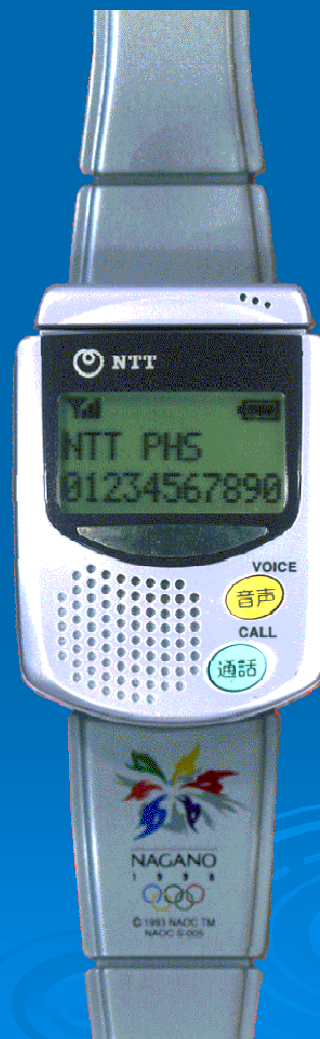
既刊本による紹介

電子通信学会編 アンテナ工学ハンドブック第1版 オーム社
電子・情報・通信編 移動通信 丸善

リストウォッチタイプPHS (NTTプロトタイプ)

(長野オリンピックで試用)

- 音声認識による
- 30cc, 45g (電池込み)
「音声ダイヤル機能」
- マイクとスピーカーを内蔵
- 高感度ループアンテナを内蔵

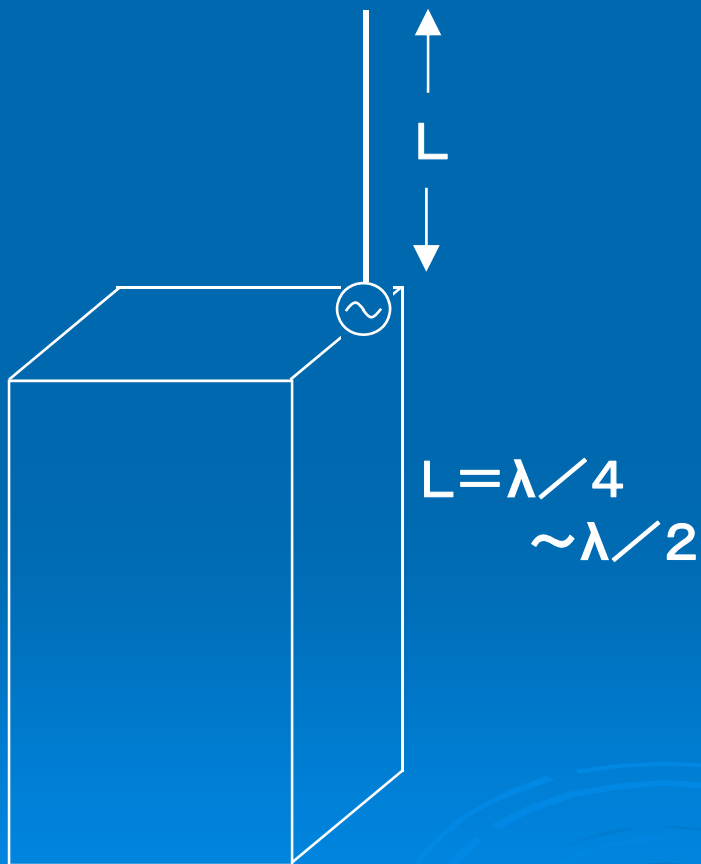


② 板状逆F形内蔵アンテナ

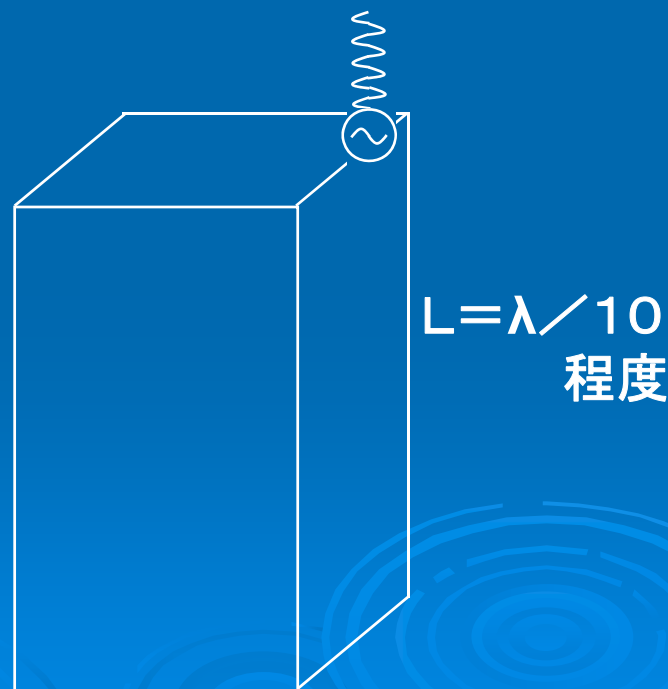
従来型アンテナ

従来の発想はすべて線状アンテナ

ホイップアンテナ



短縮ヘリカルアンテナ



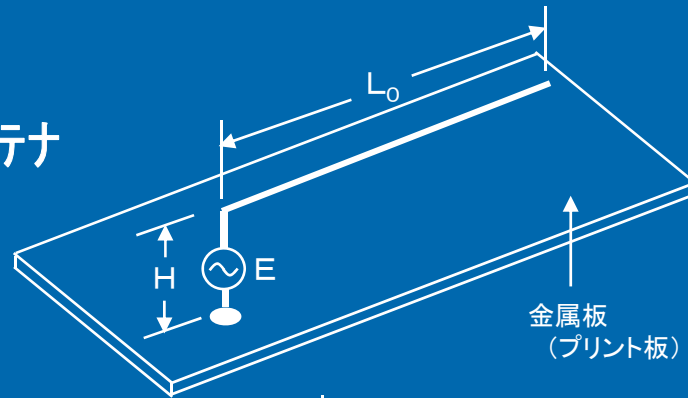
本発明の着眼

●発明の目的

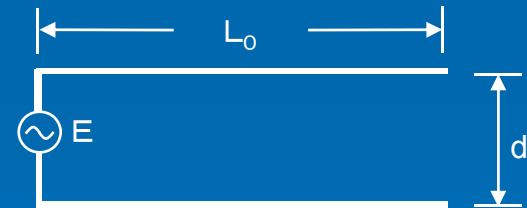
- ① Low Profile構造(内蔵可能)
- ② 高効率特性
- ③ 広帯域特性

●着眼した基本アンテナ

伝送線路アンテナ 逆Lアンテナ
(ロケット用アンテナとして当社が開発)



(a) Hが低いので「低姿勢アンテナ」という



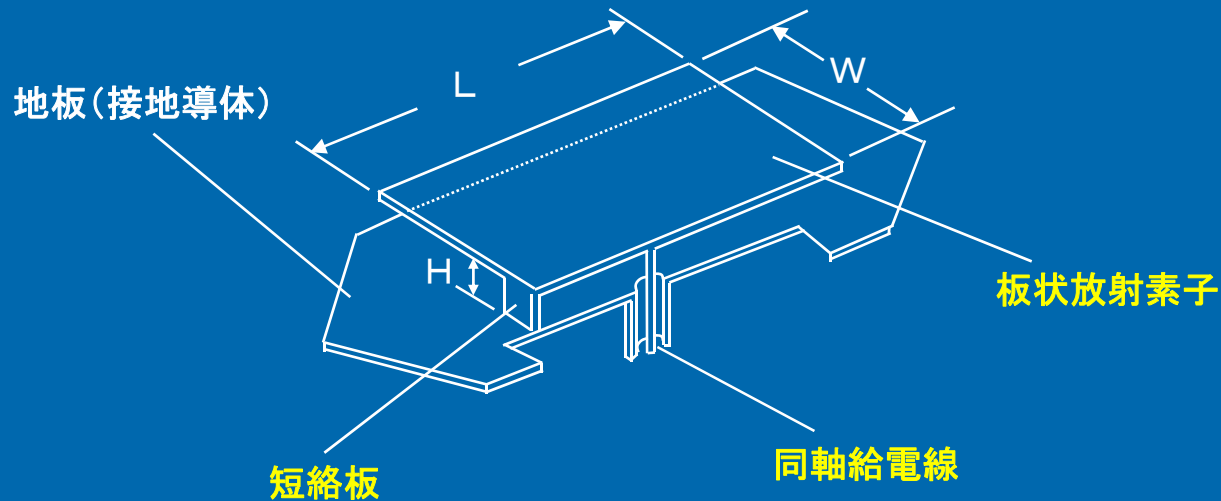
(b) 伝送線路型アンテナ

●特性

Low Profile構造で高効率
ただし、帯域が狭く、携帯電話への応用はN.G

本発明のポイント

線状構造から板状構造への発想の転換



共振条件

$$L+W=\lambda/4$$

アンテナの整合

1点接地、オフセット給電

上記構成により

Low Profile
高効率
広帯域

の特性を達成

発明：板状逆F形アンテナ

アンテナ原理と構成

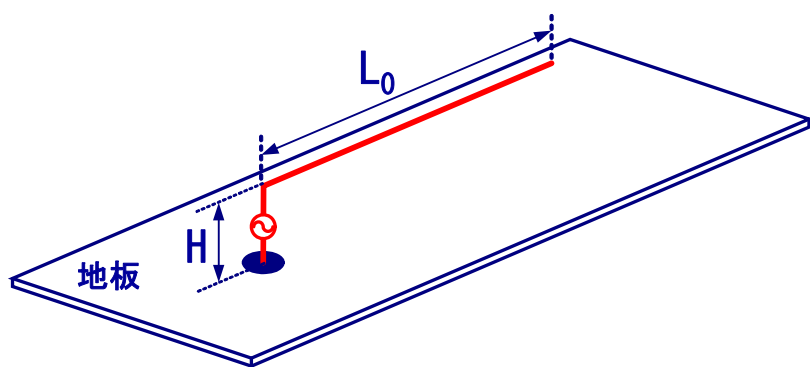


図4 線状逆L形アンテナ

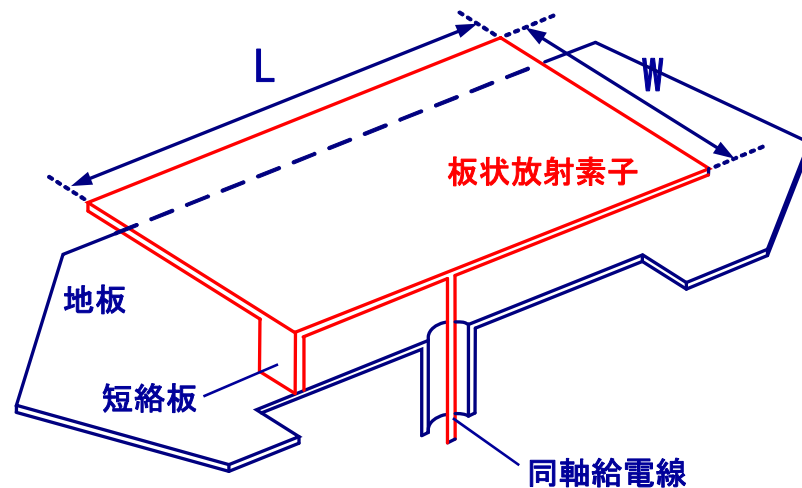


図5 板状逆F形アンテナ

板状逆F形アンテナ内蔵実装図

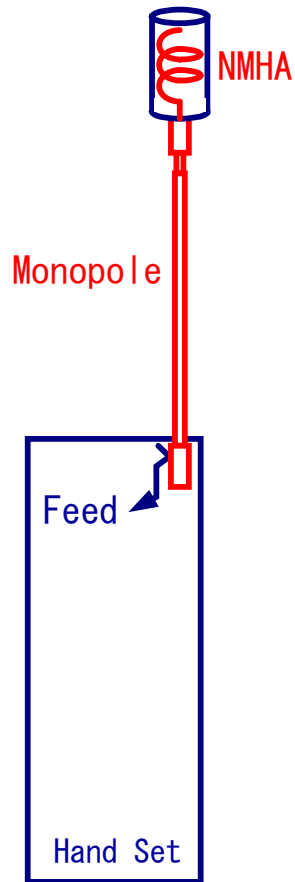


図6 Whip and NMHA

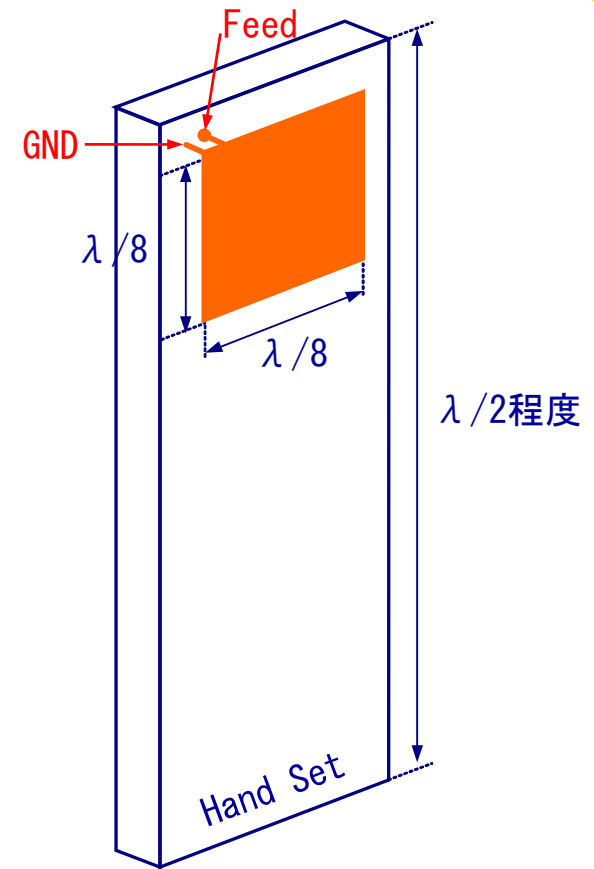


図7 PIFA

まとめ

- ・線状アンテナ→板状構造アンテナへの発想転換
一点接地で小形化達成
- ・ロケット用アンテナ(線状狭帯域)から
携帯機用内蔵アンテナ(面状広帯域)へ
- ・逆Lアンテナ→逆Fアンテナ→板状逆FアンテナPIFA
- ・筐体の効率的な励振
- ・整合機構の内蔵

特記事項（板状逆F形内蔵アンテナ）

基本特許

特開昭58-104504 春木 単独出願 無線機用アンテナ
昭和56年出願

発表文献

春木、小林 携帯無線機用逆F形アンテナ 昭和57年 信学総全大 613

代表的な引用文献

昭和57年の発表後 大学、NTT、企業等から多数の関連論文発表がなされている
進士昌明 小形・薄型アンテナと無線通信システム 信学論 (B) Nov. 1988
徳丸仁 最近の小形アンテナ-電気的小形アンテナ 信学論 (B) Nov. 1988
牧本三夫 携帯無線機用内蔵アンテナの技術動向 電気通信11/'94

既刊本による紹介

電子・情報・通信編 移動通信
移動通信アンテナシステム
新アンテナ工学
図説・アンテナ
モーメント法による移動通信用アンテナ技術
Antennas (3rd Ed.)
アンテナ工学ハンドブック第2版

丸善（株）
総合電子出版社
総合電子出版社
電子情報通信学会
リアライズ社
Mc Graw-Hill
電子情報通信学会編

本特許の経緯

●本特許の経緯

昭和56年12月16日 出願
昭和57年春の学会で公表
昭和58年6月22日 公開
平成2年4月5日 公告
他社による異議申し立て、審判
平成4年8月11日 登録

●実施状況

国内800MHz帯携帯電話機に内蔵
国外の携帯電話機への搭載
GSM800MHzシングルモード機
GSM800MHz、1.5GHzのデュアルモード機

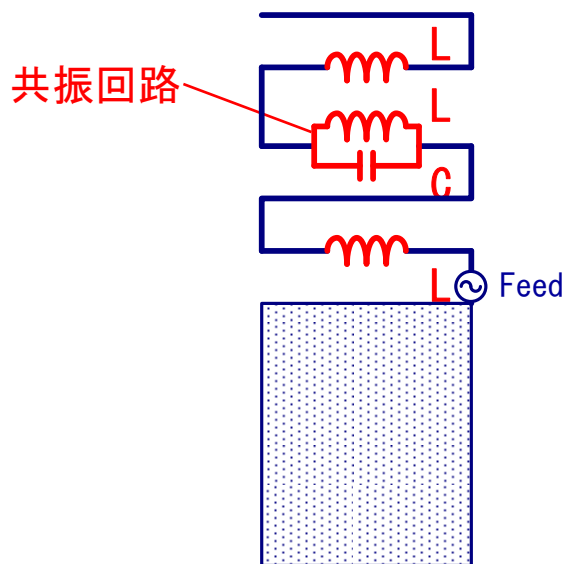
●評価

本アンテナは、日本名で「板状逆F形アンテナ」、英文では「P. I. F. A」と名付けられ国内外でその有用性、独創性を認められ、広く実用に供されている。

③ コードレス電話子機用内蔵アンテナ

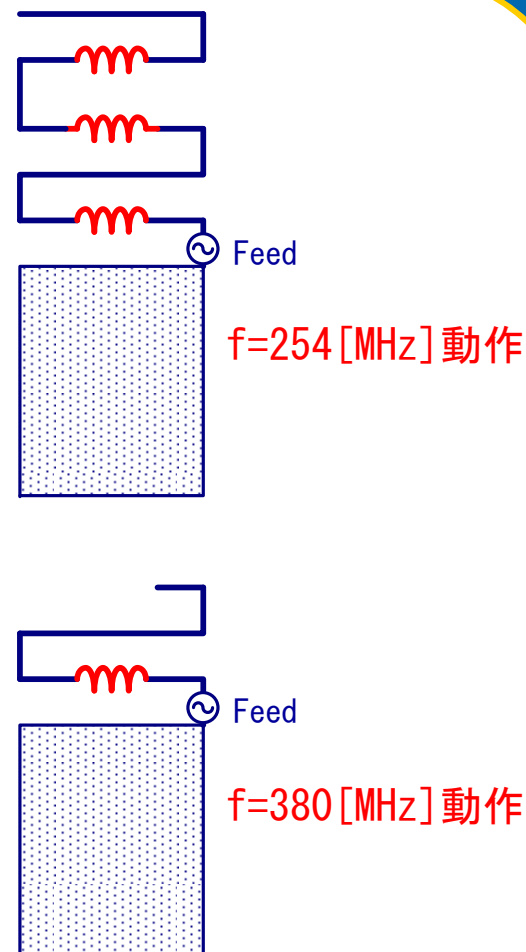
発明：コードレス電話子機用内蔵アンテナ

アンテナ原理と構成



内蔵アンテナ実装図

等価回路



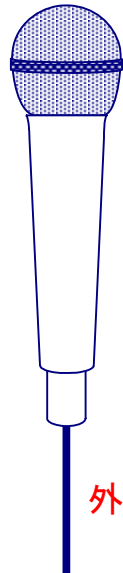
まとめ（コードレス電話子機用内蔵アンテナ）

- ・ 線状アンテナ的発想を転換し、集中定数を実装した基板化アンテナへの道を開いた
- ・ 子機用内蔵アンテナとしては業界の草分け的存在
- ・ 内蔵化により大幅なコストダウン達成
- ・ アンテナ開発エピソードが雑誌に掲載
- ・ 以後業界の標準的なアンテナ方式になる
- ・ 現マルチバンド内蔵アンテナの先駆け的存在

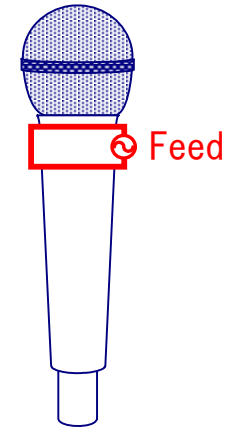
④ ワイヤレスマイク用内蔵アンテナ

発明：ワイヤレスマイク用内蔵アンテナ

アンテナ原理と構成



外付けアンテナ



まとめ

- ・筐体が全て金属で構成されており、内蔵化は原理的に不可
- ・発想を転換し、筐体自身をアンテナとして励振する
現在の地デジ用筐体ダイポールアンテナの先駆け
本発想は現在の地デジ用内蔵アンテナに引き継がれる
- ・アンテナとしてはトップロード気味の極太ダイポールアンテナとして動作し、広帯域、高効率特性を実現
- ・ワイヤレスマイクアンテナの内蔵化としては草分け的存在
- ・昭和60年のNHK紅白歌合戦で商用化デビュー

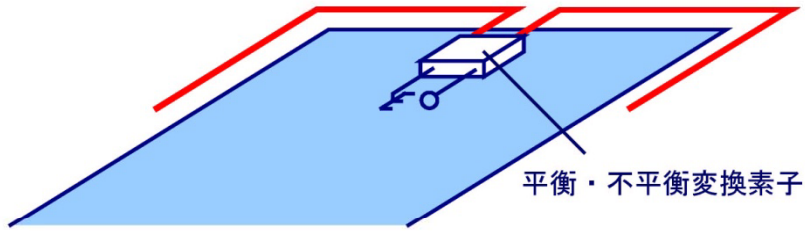
⑤ 第三世代用内蔵アンテナ

第3世代用内蔵アンテナ

FOMA P2101V

薄型化検討

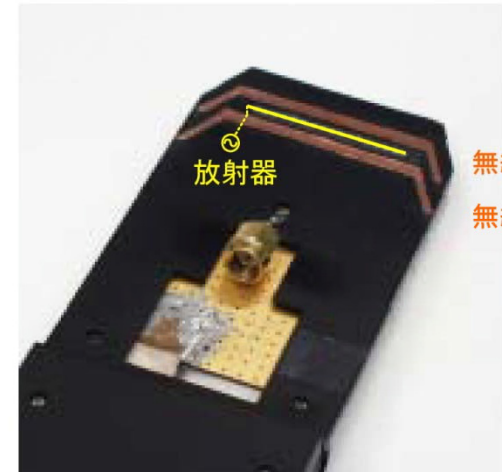
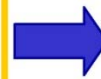
U字ダイポールアンテナ



アンテナ構成



アンテナ実装図



アンテナ構成



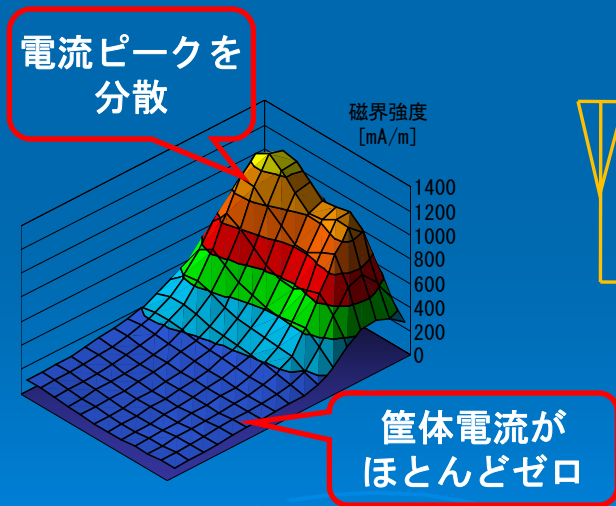
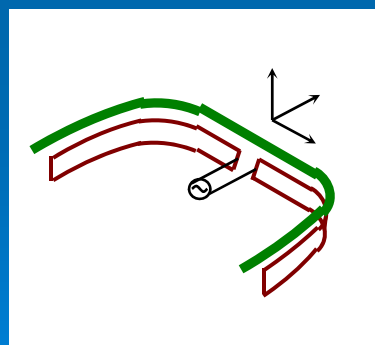
外観図

— ANT&RF技術 —

ANT

—高利得・低SAR／内蔵化—

- ◆通話時利得：-5.9dBiを達成
(従来モデル比で3dB向上)
- ◆SAR：0.9mW/g(1g平均)を達成
(米国規格値1.6mW/g以下)



RF

—低歪・高効率／低NF／小型化—

- ◆PA効率：約43%達成・0.06cc
- ◆RX-F/E：SiGe(MMIC)-1.2dB(LNA&MIX)
- ◆ヘテロダイン ⇒ ダイレクトコンバージョン化

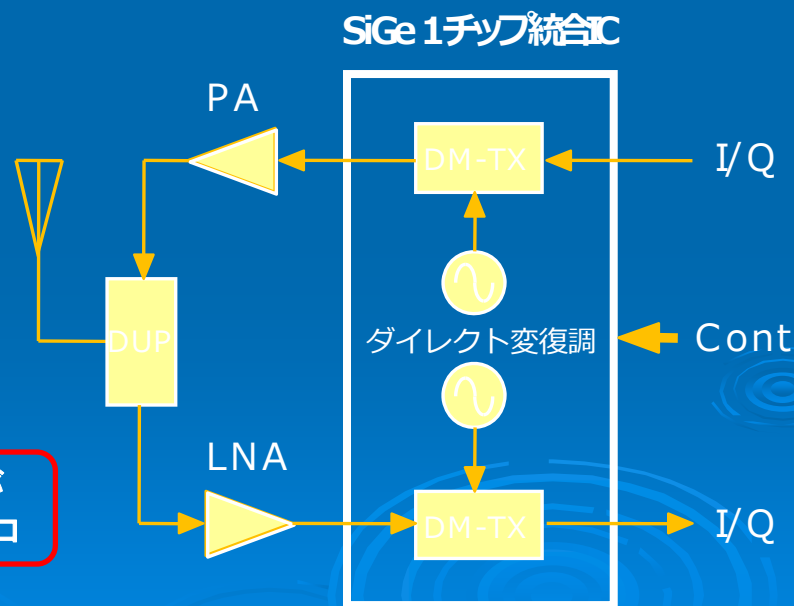


図1 U字ダイポールアンテナ 図2 磁界強度分布
Fig.1 U-dipole antenna Fig.2 Magnetic field strength

まとめ

- 平衡形アンテナを初めて商用携帯機に導入して商品化
筐体に電流が流れず、安定動作、通話時特性改善
- 長さ1波長太線状アンテナをコの字形に形成
通話時SARの低減化実現
水平、垂直両偏波成分保持
- 平衡、不平衡変換素子(バラン)を介して
給電し、筐体に流れる電流阻止
- 筐体上に流れる雑音の流入を阻止

各内蔵アンテナの特記事項

①ポケットベル用内蔵ループアンテナ

- ・ 昭和48年 松下電器創立55周年開発コンクール金賞受賞
- ・ 平成7年 開発エピソードをFMラジオで松下CMとして放送
- ・ 世界の標準的なポケットベル用内蔵アンテナ

②携帯電話用内蔵板状逆F形アンテナ

- ・ 平成11年 松下通信優秀権利の部金賞受賞
- ・ 国外でもNOKIA等が内蔵アンテナとして採用
- ・ 世界の標準的な携帯電話用内蔵アンテナ

③コードレス電話用内蔵アンテナ

- ・ 平成3年 第9回松下電器総合技術シンポジウム優秀賞
- ・ 雑誌モノマガジンに本アンテナ開発秘話が掲載
- ・ 業界の標準的なアンテナ方式になる

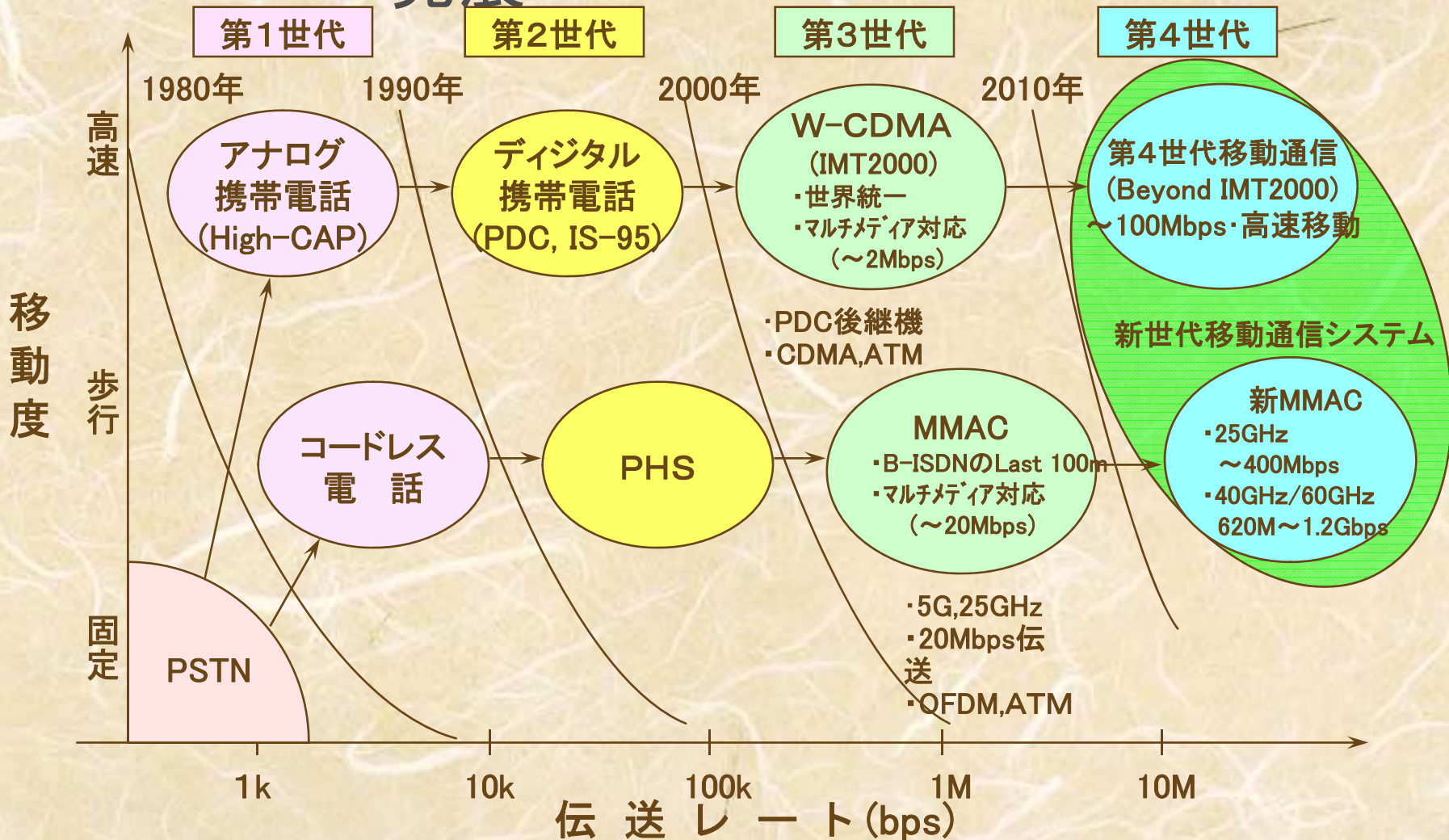
④ワイヤレス用内蔵アンテナ

- ・ NHK殿から高い評価を受け紅白歌合戦に採用決定

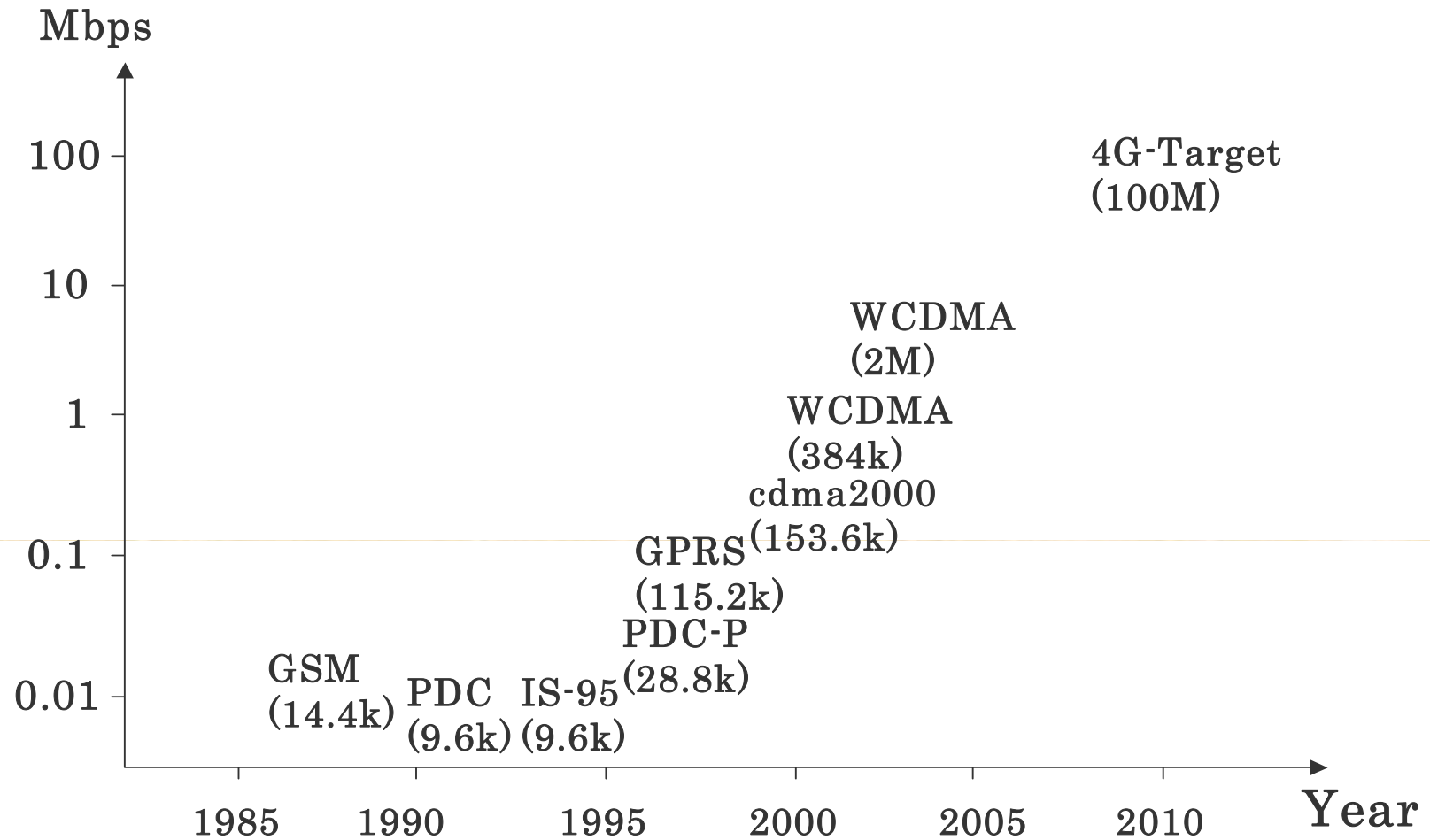
⑤松下技術賞

- ・ 平成14年 中尾記念賞(源流技術)

移動通信システムの発展



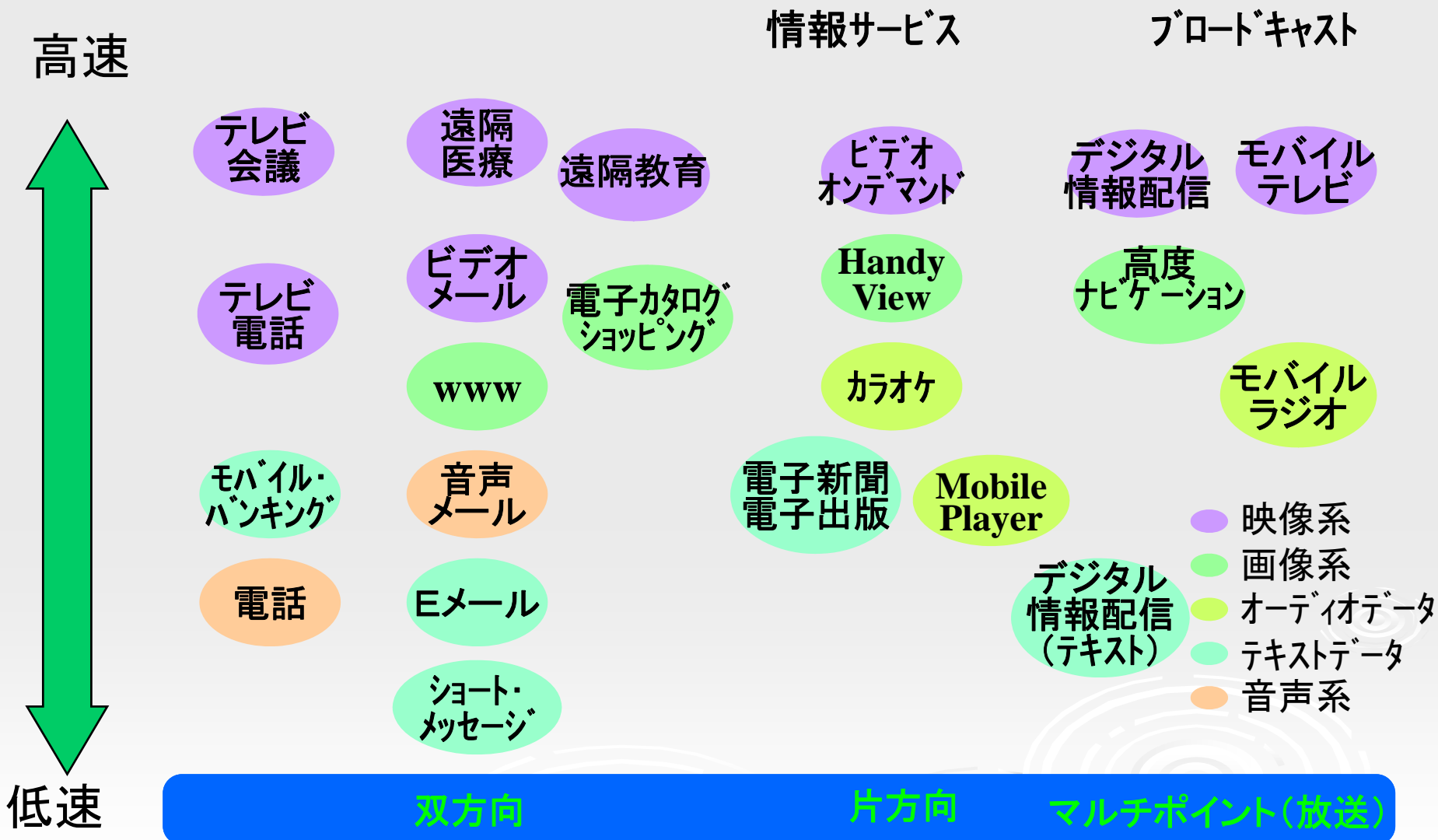
最大ユーザデータ速度の変遷



携帯電話の世代別の比較

世代	開始時期	速度(毎秒)	特徴
3	2001年	384kbps	現在主流の規格
3.5	2006年	14Mbps	音楽等の各種配信 サービスに対応
3.9	2010年	100Mbps超	ハイビジョン動画の配信
4	2015年頃	1Gbps	立体動画等の配信

W-CDMAサービスのアプリケーション・メニュー

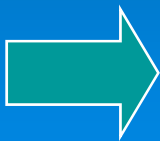


SD I/O Card for Mobile Multimedia



携帯機用アンテナ開発における新たな課題

- 感性に訴える洗練されたデザイン必須
 - ・本体内蔵小形化必須、かつアンテナ特性確保
- 複数のシステムに対応可能なアンテナ
 - ・マルチバンド内蔵アンテナ(UMTS対応機は4波)
- 人体影響の少ない小型で高利得なアンテナ
 - ・人体よるアンテナ感度劣化に対する改善
 - ・電磁波の人体への影響を配慮した低SARなアンテナ
- 使用形態の多様化に対応したアンテナシステム
 - ・使用環境にインテリジェントに適応する機能
 - ・高速、広帯域伝送に適応するアンテナシステム(MIMO等)



**将来の高速大容量情報端末に不可欠な
高度なアンテナシステムの開発が必須！**