

平成 22 年 5 月 17 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2009

課題番号：20760211

研究課題名（和文） 新素材散乱体による屋内高速無線通信実現のための研究開発

研究課題名（英文） A study on high-speed indoor wireless communication based on noble scattering technique

研究代表者

日景 隆 (Hikage Takashi)

北海道大学・大学院情報科学研究科・助教

研究者番号：30312391

研究成果の概要（和文）：環境適合性の高いシリコン材料と金属チップおよびカーボン材料を混合し成型することで電波を効率よく反射させる軽量散乱体を検討し、さらに、屋内の複雑かつ多様な設定条件(人体の数等)下での複雑な電波伝搬環境におけるエリア評価技術を開発した。本研究で検討した、大規模数値解析を用いたミリ波伝播特性の評価技術、および低コストで実現可能な散乱体による受信感度向上技術は、従来にない低電磁干渉特性を実現するミリ波 RFID システム開発等への応用も期待できる。

研究成果の概要（英文）：Lightweight scattering component that can be applied for high-speed indoor wireless communications was proposed. Fundamental material composites were silicone rubber, metal and carbon nanotubes. In addition, precise propagation characteristic estimation method in WLAN office environments that consisted of multiple objects was developed based on large scaled numerical simulation. The validity of the chosen estimation method in large and complex multi-reflective environments was established by comparing calculation data obtained using this method with data obtained experimentally. Also in case of millimeter-wave RFID system development, these expertises can be applied.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電子デバイス・電子機器

キーワード：マイクロ波・ミリ波、屋内電波伝搬、多重反射環境、無線 LAN、大規模電磁界解析

1. 研究開始当初の背景

(1) ミリ波を用いた屋内無線通信技術は、未利用周波数帯有効利用および大容量・高速

通信実現の観点から今後の情報通信産業に大きな発展をもたらし得る高い将来性を持つが、成功の鍵は送受信系装置の低コスト化

と、什器や人体等が存在する複雑な伝播環境下での安定したサービスエリアの実現にある。

(2) これまで、レイトレース法等を用いたマイクロ波帯での屋内電波伝播特性の推定およびそれに基づく無線回線設計が行われているが、オフィス等の実際の環境においては、人体および什器等の影響が大きく作用し、通信品質が大幅に変化する可能性があることが報告されている。通常、屋内無線 LAN の伝搬については、見通しの確保が重要であるため天井付近の領域に基地局を配置するが、オフィス等においては人体による遮蔽や什器の影響が避けられず、通信品質の劣化が問題となる。これら影響は直進性が高いミリ波帯の電波を用いた通信ではより顕著なものとなる。

(3) 従来、人体や什器等の影響まで含めたミリ波帯屋内電波伝播特性評価技術に基づく無線のエリア設計例は無く、また散乱体による通信品質向上実現の新技术は未開拓である。

2. 研究の目的

(1) 実環境における屋内伝播特性測定は困難であり、特に、複数の人体が存在するような場合に再現性のある高精度な測定を実現することは非常に難しく、また大変なコストがかかる。そこで、申請者らは大型計算機による大規模数値解析を用い、基本的なモデル(単純条件)での実測値と解析値の比較により妥当性及び有効性の確認を行ったうえで、複雑かつ多様な設定条件下での伝搬特性をシミュレーションにより明らかにする。

(2) 環境適合性の高いシリコン材料を母材とし、金属チップとカーボン材料を混合し成型することで電波を効率よく反射・散乱させる軽量散乱体についての検討を行う。天井付近を伝搬する電波を受信端末方向へ散乱させることで、使用者端末の感度向上実現するための技術について検討する。ミリ波帯においては、人体の遮蔽による損失が大きく、またオフィス等において人体は移動するものであるから、見通しが確保される天井付近の伝搬路を積極的に使うための技術について基礎的検討を行うものである。

(3) 高速ミリ波帯通信の普及には実環境の特性を考慮した設計と通信品質劣化の回避は最重要課題であり、本研究はこれらの問題を解決するための新技术の確立を目的とする。

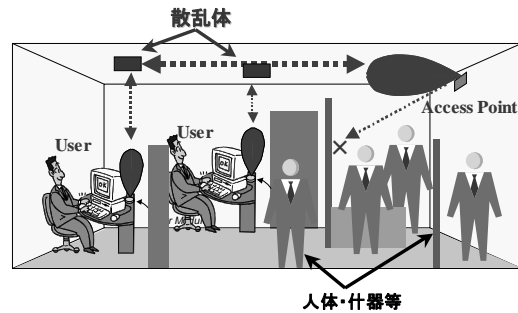


図 1. 散乱体を用いた屋内無線通信の概略

3. 研究の方法

ミリ波周波数帯において、図 1 に示す様な屋内伝播特性推定を行うための高精度な評価手法の検討が必要である。そこで、大型計算機を用いた大規模数値シミュレーションによる電波伝搬特性の評価手法について検討する。散乱体の開発においては散乱効果の理論検討の後、開発した大規模数値シミュレーションにより準ミリ波帯における散乱体の効果を定量的に評価する。什器や人体の配置等複数の条件をシミュレーションに取り込み、散乱体とミリ波伝播特性の関係について検討を行う。

(1) 屋内無線通信の評価を行う実環境(人体や什器を含む屋内空間)についてシミュレーションのためのモデル作成を行う。大規模数値解析手法に基づき、3次元電磁界解析を行う。

(2) 開発したシミュレーションツールの妥当性・有効性を確認するため、什器や人体が存在する実証モデル空間を仮定し、測定を実施する。

(3) 新素材散乱体の電気特性および形状に関する理論検討を行い、材料特性の評価結果に基づき、準ミリ波帯 10~20GHz 帯で動作する散乱体の設計・試作を進めて特性の追い込みを行い、検討する周波数帯を決定した上で数値解析モデルへの組み込みを行う。

(4) 人体・什器を含む実環境下モデルでミリ波帯の電波伝播特性を評価空間全体において明らかにし、散乱体による通信エリア率の上昇効果について定量的評価を行う。

4. 研究成果

(1) 屋内ミリ波通信の装置構成についての基礎検討として、実環境評価モデル(人体や什器を含む屋内空間)について 3次元数値シミュレーションのためのモデル作成を行った(図 2)。大規模数値解析に基づき、複雑かつ多様な設定条件(人体の数等)下の電波伝搬環境におけるエリア評価を行った(図 3)。

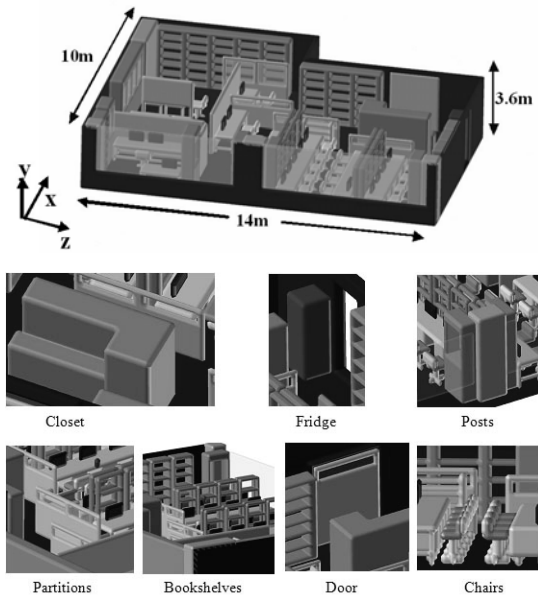


図 2. 実環境評価モデル

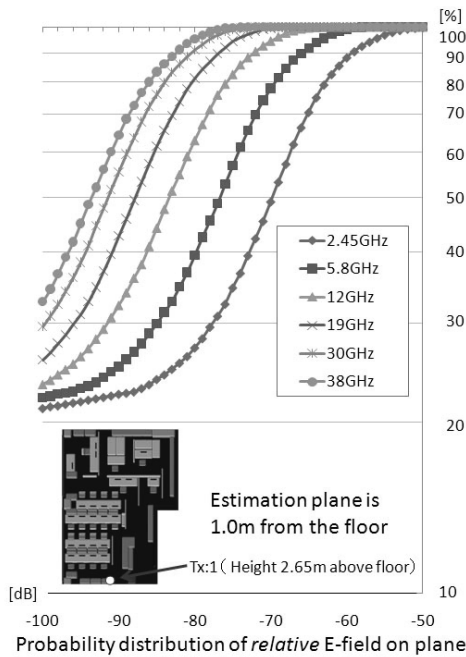


図 3. エリア率評価結果例

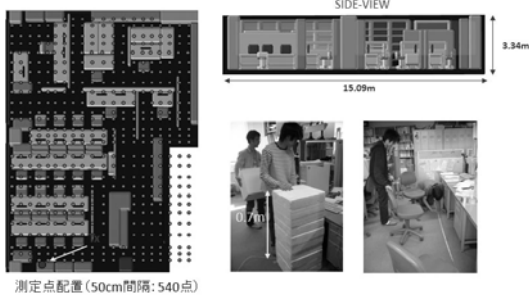


図 4. オフィス環境の電界強度分布測定

ミリ波帯では、広く用いられている 2GHz 帯および 5GHz 帯の無線 LAN と比較し、屋内で 20dB 以上エリア率が低下する可能性があることを明らかにした。

さらに、オフィス内伝播特性の測定系を構築し、伝播特性に対して影響が大きい什器および人体の存在する実環境での 2次元電界強度分布の測定実験を実施した(図 4)。什器の占有率や配置はシミュレーションモデルと同一であり、周波数、人体数等を変化させた場合の伝播特性について高信頼・高精度な実験データを収集した。

(2) 新素材散乱体の電気特性および形状に関する基礎検討として、散乱体の構成材料および形状と散乱特性について理論的な検討を行った。シリコン材料に金属材料を混合して成型した散乱体を試作し、形状・寸法と散乱特性の関係について測定により明らかにした。シリコンを母材とすることにより、軽量かつ成形が容易な散乱体の実現可能である。準ミリ波帯(10~20GHz)で動作する散乱体の設計を実施し、(1)において妥当性を確認した数値シミュレーションモデルに組み込んだ散乱体による通信エリア率の上昇効果を評価した(図 5)。天井付近に配置した散乱体により、見通し外の位置における電界強度が 5~20dB 程度改善されることを明らかにした。

大規模数値解析を用いたミリ波伝播特性の評価技術、および低コストで実現可能な散乱体による受信感度向上技術についてのこれら研究成果は、屋内無線通信の回線設計のための基礎資料となり、さらに、例えば医療器への電磁干渉の緩和を実現するミリ波 RFID システムの開発等への応用が期待できる。

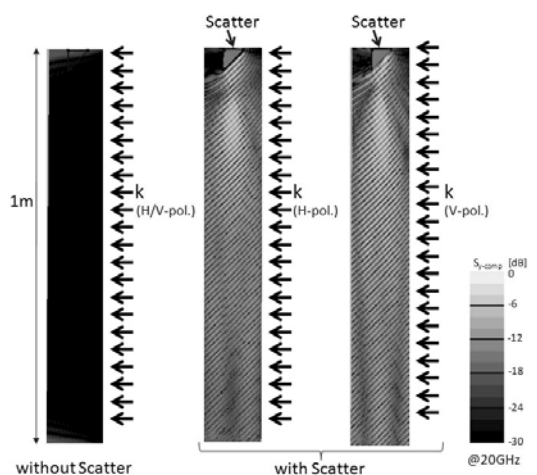


図 5. 天井設置散乱体の評価例

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① Takashi Hikage, Yoshifumi Kawamura, Toshio Nojima, Whole-Body Averaged SAR Measurement Method Using Cylindrical Scanning of External Electromagnetic Fields, Proc. EMC Europe Workshop, 2009, 査読有、163-166
- ② L. Harris, Takashi Hikage, Toshio Nojima, USING LARGE-SCALE FDTD METHOD TO OBTAIN PRECISE NUMERICAL ESTIMATION OF INDOOR WIRELESS LOCAL AREA NETWORK OFFICE ENVIRONMENT, IEICE Trans. on Fundamentals, E92-A, 2009, 査読有、No. 9, 2177-2183
- ③ Takashi Hikage, Toshio Nojima, Manabu Omiya and Kazuo Yamamoto, Numerical Analysis of Electromagnetic Field Distributions in a Typical Aircraft, Proc. the 8th Int. Symposium on Electromagnetic Compatibility, 2008, 査読有、303-306
- ④ Masahiko Hirono, Louis-Ray Harris, Takashi Hikage, Toshio Nojima, Numerical Estimation of Electric Field Distribution in Wireless Office LANs Using the FDTD Method, Proc. the XXIX URSI General Assembly, 2008, 査読有、126-129

[学会発表] (計 4 件)

- ① 日景 隆、列車内無線サービスにおける隣接車両への干渉特性、電子情報通信学会総合大会、2010年3月16日、仙台市
- ② 長谷川公嗣、建物側面侵入波の屋内伝搬数値解析、電子情報通信学会総合大会、2009年3月18日、松山市
- ③ 長谷川 公嗣、斜め入射建物侵入波の屋内伝搬数値解析、電子情報通信学会ソサイエティ大会、2008年9月16日、北九州市

[その他]

ホームページ等

<http://wtmc.ist.hokudai.ac.jp/hikage/indoor-WLAN/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

日景 隆 (HIKAGE TAKASHI)

北海道大学・大学院情報科学研究科・助教

研究者番号：30312391