

平成25年度北海道大学情報基盤センター共同研究成果報告書

1. 研究領域番号 A1

2. 研究課題名 有限要素ビーム伝搬法および時間領域差分法の数値シミュレーション
高性能化と最適化設計に関する研究

3. 研究期間 平成25年 4月 1日 ~ 平成26年 3月31日

4. 研究代表者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
辻 寧英	室蘭工業大学大学院工学研究科	教授	

5. 研究分担者

氏名	所属機関・部局名	職名	備
安井 崇	北見工業大学工学部	准教授	
日景 隆	北海道大学大学院情報科学研究科	助教	
大宮 学	北海道大学情報基盤センター	教授	
平山 浩一	北見工業大学工学部	教授	

6. 共同研究の成果

下欄には、当該研究期間内に実施した共同研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、共同研究申請書に記載した「研究目的」と「研究計画・方法」に照らし、800字~1,000字で、できるだけ分かりやすく記載願います。文章の他に、研究成果を端的に表す図表を貼り付けても構いません。なお、研究成果の論文・学会発表等を行った実績（発表等の予定を含む。）があれば、あわせて記載して下さい。

本共同研究では、光・マイクロ波の分野における数値シミュレーション技術の高性能化と光・マイクロ波デバイスの最適化設計法について、以下の課題について検討を行った。

1. 有限要素ビーム伝搬法の高精度化とトポロジー最適設計に関する検討

まず、高速・大容量通信を実現する高性能光デバイスの解析・設計ツールとして、有限要素ビーム伝搬法の高精度化の検討を行った。3次元フルベクトル有限要素ビーム伝搬解析では、伝搬方向の構造と界分布の変化に合わせて導波路断面内の要素分割を逐次更新していく必要があるため、そのアダプティブメッシュの生成法の検討と、解析精度向上のためのベクトル高次要素としてQT/CuN エッジ要素についての検討を行い、より少ない自由度で解析精度を大幅に改善できることを確かめた(研究発表[6])。また、有限要素ビーム伝搬法を用いたトポロジー最適設計法として遺伝的アルゴリズムに基づく最適設計法についての検討を行い分岐導波路、波長分離デバイスの最適設計例を示した(研究発表[5])。これらの結果を基に、感度解析に基づくより高速な最適設計法を開発するための検討も行っている。最後に、絶対単一偏波フォトニック結晶ファイバを用いた偏波分離素子の提案と設計を行い、3次元フルベクトル有限要素ビーム伝搬法を用いてその偏波分離特性の検証を行いIEEE Photonics Technology Letters で報告した(研究発表[4])。

(研究成果のつづき)

2. 3次元有限要素ビーム伝搬法を用いた MMI カプラの最適化

デジタルコヒーレント光伝送技術を用いた光多値変調方式の復調器において、光 90 度ハイブリッドは重要な役割を果たす素子の 1 つである。現在、コンパクトな光 90 度ハイブリッドとして 2x4 多モード干渉(MMI)カプラの利用が検討されている。本研究では、光集積回路として広く用いられている石英光導波路に基づく 2x4 MMI カプラの位相誤差を最小化するための構造最適化を 3次元有限要素ビーム伝搬法を用いて行った。MMI の幅と長さを最適化することで C 帯（動作波長 1520～1580 nm）において位相誤差を 3.45 度以下に抑制できることをしめした。2014 年電子情報通信学会総合大会において本研究による成果の発表を行った。

3. 大規模 FDTD 解析技術を適用した高精度電波伝搬特性推定法に関する検討

日景は、大規模 FDTD 解析技術を適用した高精度電波伝搬特性推定法に関する検討を実施し、次世代の超高速・広帯域無線通信環境のための高信頼無線回線設計に対する同推定法の適用可能性を検証した。従来のレイトレーシング法等を用いた評価では困難であった実環境にきわめて近い無線回線設計が、大型計算機の計算資源を利用した大規模数値解析技術を用いることで実現可能となることを明らかにした。本成果は、IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI National Radio Science Meeting 等で発表した。

研究発表

[1] T. Hikage, M. Shirafune, T. Nojima, S. Futatsumori, A. Kohmura, and N. Yonemoto: "Numerical Estimation of RF Propagation Characteristics of Wireless Terminal in a Commercial Aircraft Cabin," Proc. of 2013 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI National Radio Science Meeting, 305.9, Jul. 2013.

[2] T. Hikage, T. Nojima, S. Futatsumori, A. Kohmura, and N. Yonemoto: "Using Large-scale FDTD Method to Obtain Precise Propagation Characteristics of In-flight Wireless Access Service," Proc. of IEEE AFRICON 2013, pp.771-774, Sep. 2013.

[3] 白船 雅巳, 日景 隆, 野島 俊雄, "列車内無線 LAN 電波の車車間伝搬に及ぼす車両間ドアの遮蔽影響推定", 2013 年電気・情報関係学会北海道支部連合大会 p.104, 室蘭市, Oct. 2013.

[4] Z. Zhang, Y. Tsuji, and M. Eguchi, "Design of polarization splitter with single-polarized elliptical-hole core circular-hole holey fibers," IEEE Photon. Technol. Lett., Vol. 26, No. 6, pp. 541-543, Mar. 2014.

[5] 安田駿介, 後藤裕之, 辻 寧英, "有限要素ビーム伝搬法と遺伝的アルゴリズムを用いた光デバイスの最適化に関する検討", 平成 25 年度 IEICE 北海道支部学生会インターネットシンポジウム, 104-6, Feb. 2014.

[6] 吉田成樹, 辻 寧英, "高精度ベクトル有限要素ビーム伝搬解析のための高次エッジ/ノードルハイブリッド要素に関する検討", 平成 25 年度 IEICE 北海道支部学生会インターネットシンポジウム, 104-8, Feb. 2014.

[7] 安井崇, 杉坂純一郎, 平山浩一: 「石英光導波路に基づく 2x4 MMI カプラの 3次元ビーム伝搬解析」, 信学総体, March 2014.