

TSUBAME 共同利用 平成 30 年度 産業利用 成果報告書

利用課題名 5GHz 帯無線 LAN における大型車両内電磁界特性に関する基礎検討
英文: A Study on the Electromagnetic-field Characteristic in a Large-scale Vehicle in wireless LAN

利用課題責任者 池田 和彦
First name Surname Kazuhiko Ikeda

所属 株式会社パナソニック システムネットワークス開発研究所
Affiliation Panasonic System Networks R&D Lab. Co., Ltd.
URL <http://panasonic.co.jp/avc/psnrd/>

邦文抄録 (300 字程度)

近年、鉄道やバス等の公共交通機関において多種多様な情報を活用するクラウド化が進んでいる。大型車両内での安定した高速・大容量通信を実現するための無線通信システムとして、無線 LAN システムや第 5 世代移動通信システム (5G) などが想定されており、それぞれの無線システムに適したアンテナが必要となる。大型車両の車室内における通信としては 5GHz 帯を用いた無線 LAN が考えられ、搭載されるアンテナの性能の評価が求められる。しかしながら、大型車両に搭載したアンテナ特性を測定するためには多大な時間と労力が必要であり、また電磁界シミュレーションでは空間セル数が大規模になる課題がある。そこで本報告では、5GHz 帯無線 LAN を解析対象のシステムとし、5.2GHz 帯で動作するアンテナをバスに搭載した場合のアンテナ性能について、TSUBAME3.0 を用いた電磁界シミュレーションにより解析する。

英文抄録 (100 words 程度)

The system into a cloud has been advanced to utilize various kinds of information in public transportation such as railroads and buses in recent years. Wireless LAN and the 5th generation mobile communication system (5G) are proposed, as a wireless communication system for achieving stable high-speed and large-capacity communication in a large vehicle, a suitable antenna for each wireless system is required. Wireless LAN using 5 GHz band is conceivable as communication in the large-scale vehicle, and the evaluation of the antenna performance installed on the large-scale vehicle is required. However, the antenna measurement with large-scale vehicle involves immense amount of time and effort, and the antenna electromagnetic simulation requires the enormous analysis cells because of the volume of the vehicle. In this paper, we adopt the wireless LAN as the target system of the cloud service, and evaluate the 5.2 GHz antenna performance installed on the bus by electro-magnetic simulation using supercomputer TSUBAME 3.0.

Keywords: Electromagnetic simulation, Large-scale vehicle, Cloud service, Wireless LAN

1. まえがき

近年、鉄道やバス等の公共交通機関において多種多様な情報を活用するクラウド化が進んでいる。大型車両内での安定した高速・大容量通信を実現するための無線通信システムとして、無線 LAN システムや超高速、大容量、低遅延といった特徴を持つ第 5 世代移動通信システム (5G) などが想定されており、それぞれの無線システムに適したアンテナが必要となる。その無線システムの具体的な実現方法の一つとして、基地局と大型車両との間の通信には 5G を利用し、大型車両の車室内においては 5GHz 帯を用いた無線 LAN システムを用いてユーザ (端末) と車両との間で通信を行うことにより、ユーザスループットを向上できると考えられる。

このような無線システムを構築する上において、大型車

両に搭載される 5G 用アンテナの特性や車室内における無線 LAN システムにおける車両構造物や人体の影響を把握することが重要である。しかしながら、大型車両に搭載したアンテナ特性や車室内の電磁界分布を測定することは、評価設備等の問題から非常に困難であるため、電磁界シミュレーションを用いてアンテナ性能を解析することが望ましい[1]。また、電磁界シミュレーションでは、解析空間を波長の数十分の一程度の大きさで分割する必要があることから、解析周波数が高くなるほど、また解析対象が大規模になるほど、膨大な空間メッシュの解析が必要となる。現在、解析に用いられる一般的なスタンドアロン型計算機では、2 億個程度のメッシュ数のモデルの解析が限界であるため、並列処理によって大規模メッシュの解析が可能なスーパーコンピュータの利用が有効となる。

本利用課題では、基礎検討として、5GHz 帯無線 LAN システムを解析対象のシステムとし、大型車両のバスに搭載されるアンテナの性能をスーパーコンピュータ TSUBAME3.0[2]を用いて電磁界解析する。実際の構造をモデリングしたバスモデル車両内に 5.2GHz で動作するアンテナを配置し、バス車両内の電磁界分布を可視化することで、バス車両内の構造物の影響について検証する。この検討により、使用ノード数と解析時間の関係を把握し、電磁界シミュレーションにおける TSUBAME3.0 活用の有効性について検討する。

2.解析モデルと解析条件

表 1 に解析条件を示す。計算機システムはスーパーコンピュータ TSUBAME3.0、電磁界解析には有限積分法を用いた電磁界シミュレータである DASSAULT SYSTEMES 社の MICROWAVE STUDIO[3]を使用する。解析周波数は 5GHz 帯無線 LAN を想定し 5.2GHz としている。

表 1 解析条件

計算機システム	TSUBAME 3.0
電磁界解析	MICROWAVE STUDIO
解析周波数	5.2GHz
車両モデル	バス
アンテナ	1/4 波長モノポールアンテナ
アンテナ配置位置	①前方ダッシュボード上配置 ②後方ダッシュボード上配置 ③ルーフ中央裏配置 ④ルーフ後方裏配置
解析メッシュ数	21 億メッシュ

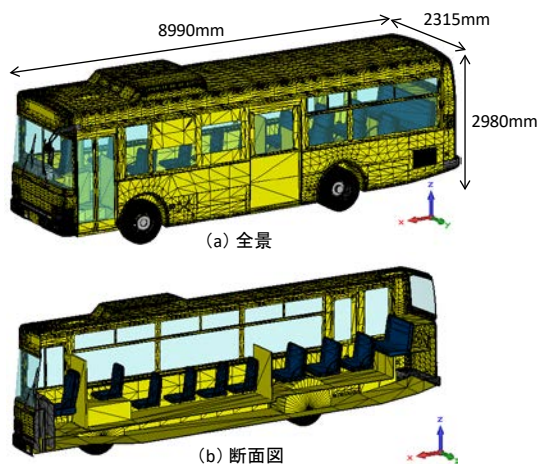


図 1 解析モデル (バス)

図 1 に本検討で用いる大型車両のバスモデルを示す。大きさは全長 8990mm×全幅 2315mm×全高 2980mm、ボディ及びホイールは金属、座席シート、ダッシュボード、窓ガラス、バンパーは誘電体でモデリングしている。

図 2 にアンテナモデルを示す。5.2GHz で動作するアンテナとして、一般的な車両搭載アンテナである 1/4 波長モノポールアンテナを採用した。

図 3 にアンテナ配置位置を示す。バス車両内へのアンテナ配置として、①前方ダッシュボード上配置、②後方ダッシュボード上配置、③ルーフ中央裏配置、④ルーフ後方裏配置の 4 通りを検証する。アンテナの配置向きは、①②のダッシュボード上配置では図 2 に示す座標軸の向き（アンテナ素子がルーフ側）であり、③④のルーフ裏配置では図 2 においてアンテナを X 軸中心に 180 回転させた向き（アンテナ素子が床側）である。

以上の解析条件でモデル 1 条件あたりの解析メッシュ数は 21 億メッシュとなり、一般的なスタンドアロン型計算機での MICROWAVE STUDIO で解析可能な約 2 億メッシュを大きく超えているため、TSUBAME3.0 での解析が必要である。

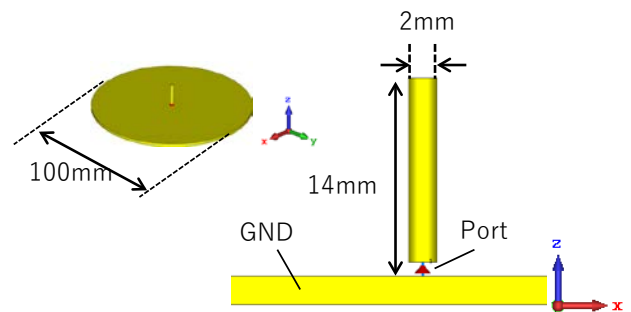


図 2 解析モデル (アンテナ)

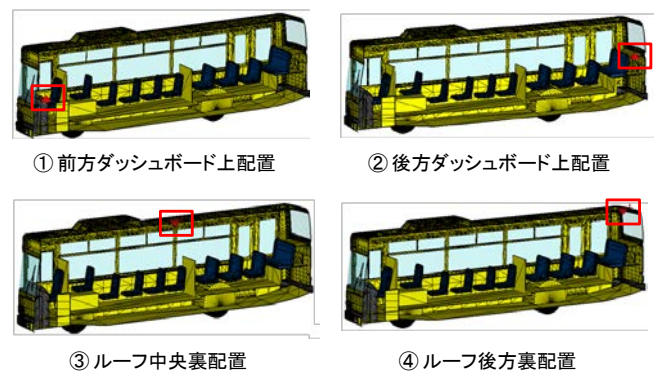


図 3 アンテナ配置位置

3.車両内電界分布

図 4 に各アンテナ配置位置における車両内の電界分布の比較を示す。それぞれ XZ 面（垂直面）及び XY 面（水平面）の電界分布であり、図中にピンクで示した点にアンテナを配置している。

③のルーフ中央裏配置の場合であれば、車両全体に電界が分布しやすいという傾向が確認できる。一方、他の条件では、アンテナが車両の端に配置される条件のため、反対側の車両端における電界強度が低くなっていることがわかる。また、座席シートや運転席背面の仕切り板の遮蔽の影響によって電界強度が低下する傾向も確認できる。

4.TSUBAME ノード数と解析時間の関係

図 5 に TSUBAME ノード数と解析時間の関係を示す。解析モデルは①の前方ダッシュボード上配置のモデルを用い、解析メッシュ数は表 1 の通り 21 億メッシュである。図 5 より、ノード数を増やすことで解析時間が低減する傾

向であるが、今回の解析モデルでは、12 ノードで解析時間がほぼ飽和すると考えられる。

5.まとめ

本利用課題では、スーパーコンピュータ TSUBAME3.0 を用いて、バスに搭載される 5.2GHz 帯アンテナの特性を電磁界シミュレーションにより解析した。バス車両内のアンテナ配置位置により放射指向性が大きく変化し、車両中央のルーフ裏にアンテナを配置する場合にバス全体に電界が分布する傾向であることを確認した。座席シート等の遮蔽によって電界強度が低下するため、車両の端にアンテナが配置される場合は、その反対側における電界強度が低くなることを把握した。また、TSUBAME3.0 の 12 ノードを用いた並列解析により約 21 億メッシュのモデルを約 3 時間で解析でき、電磁界シミュレーションにおける TSUBAME3.0 の有用性を確認した。

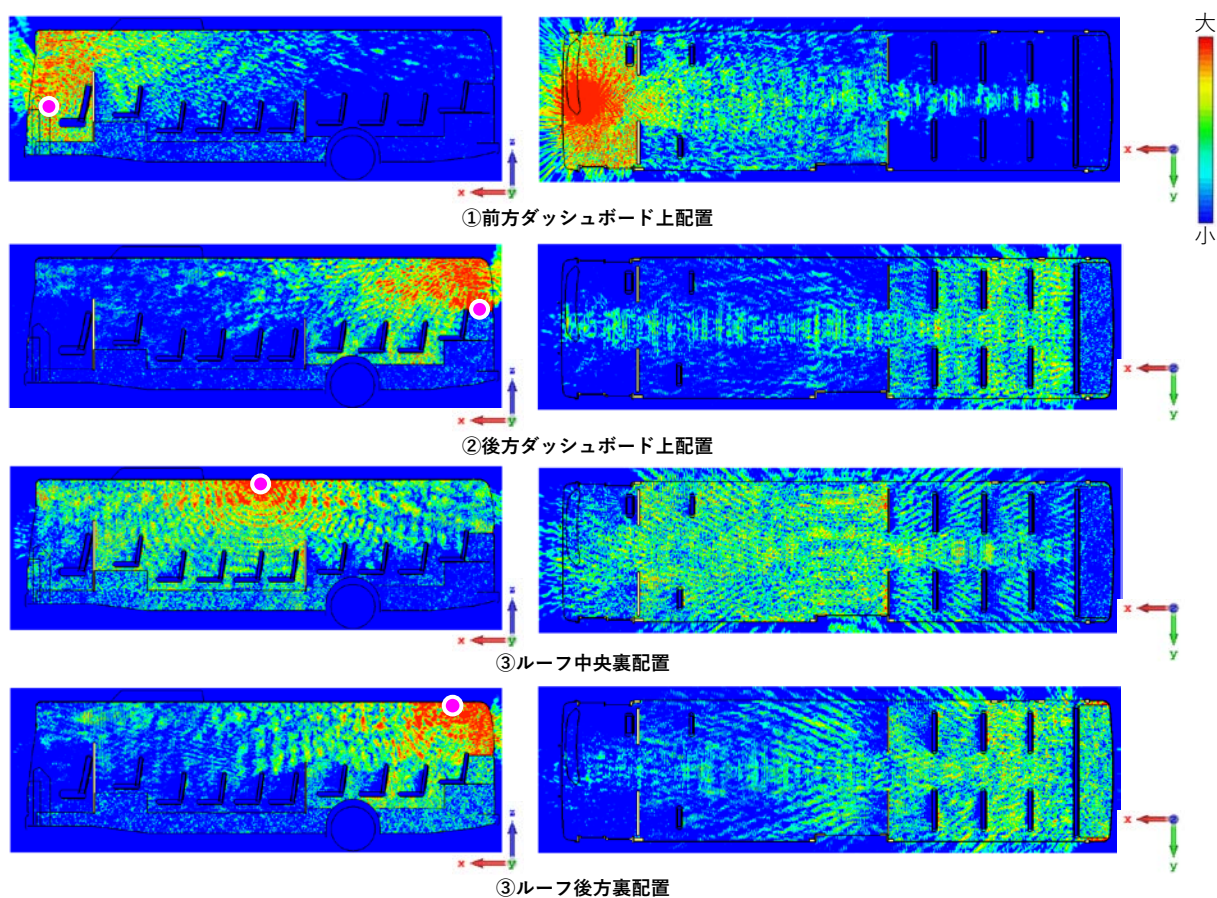


図 4 車両内の電界分布

本検討はスーパーコンピュータ活用による電磁界解析の基礎検討の位置付けであり、今後は、アンテナ形式の違いや乗客などの人体影響の検討などが研究課題となる。

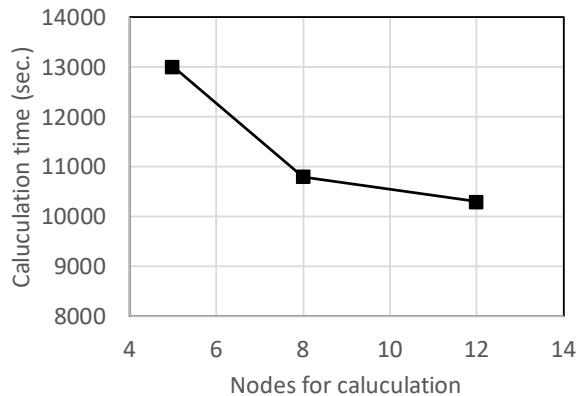


図5 ノード数と解析時間の関係

参考文献

- [1] S. Horiuchi et al., “Comparisons of Simulated and Measured Electric Field Distributions in Cabin of a Simplified Scale Car Model,” IEICE TRANS. COMMUN., Vol. E90-B, No. 9, Sep. 2007.
- [2] 東京工業大学 学術国際情報センター TSUBAME (<http://www.gsic.titech.ac.jp/tsubame>)
- [3] CST STUDIO SUITE (<http://www.cst.com/>)

6.付録

図6に各アンテナ配置位置におけるXY面とXZ面のアンテナ放射指向性を示す。バス車両内に搭載するアンテナ位置によって車両外部への放射を示す放射指向性が大きく変化することが確認できる。

XZ面の放射指向性より、①②のダッシュボード上配置では天頂方向に、③④のルーフ裏配置では地面方向に最大放射方向が向くことがわかる。また、車両の影響で放射指向性に多数のヌルが発生している。

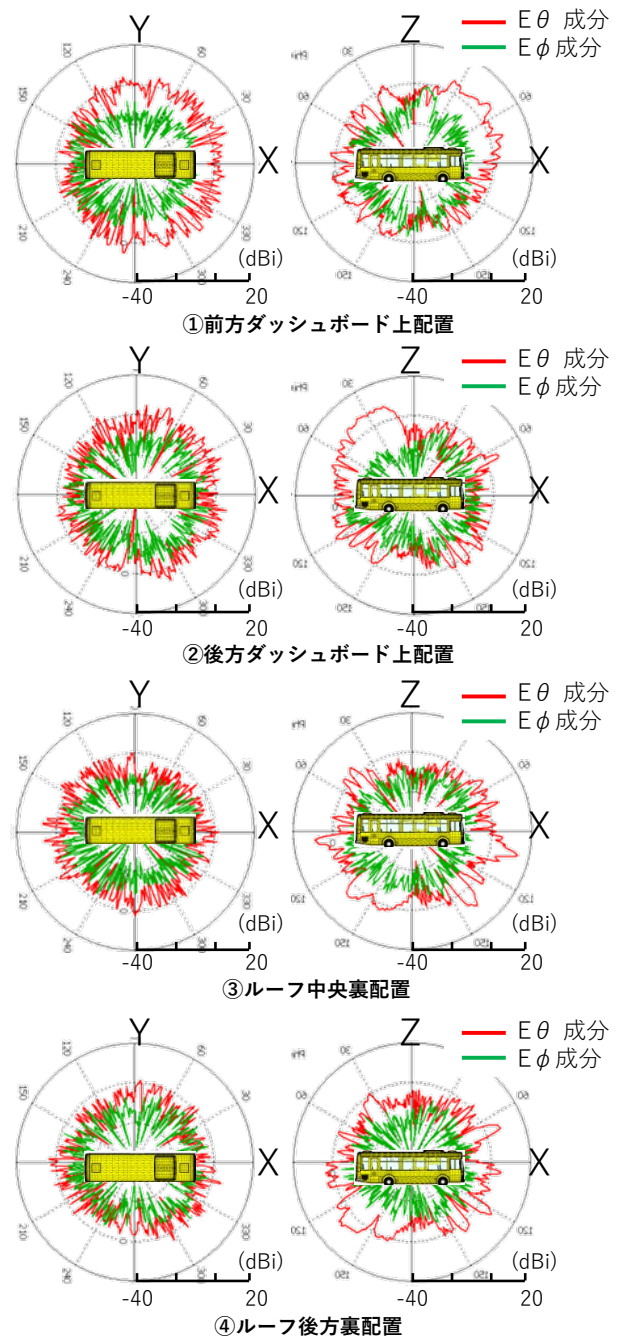


図6 アンテナ放射指向性