平成 26 年度 TSUBAME 産業利用トライアルユース 成果報告書

利用課題名 LTE-Advanced 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 LTE-Advanced

利用課題責任者 斎藤 裕

Yutaka Saito

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

Panasonic System Networks R&D Lab. Co., Ltd. http://panasonic.co.jp/avc/psnrd/

邦文抄録(300字程度)

近年,自動車から得られる多種多様な情報を活用するクラウドサービスが注目されている. 無線通信シ ステムとしては LTE-Advanced や無線 LAN などが想定されており,それぞれのシステムに適したアンテナ を自動車に搭載することが必要となる. この自動車クラウド化の流れはバスなどの業務用車両から普及す ることが考えられ,大型車両に搭載されるアンテナ性能の評価が求められる. しかしながら,大型車両に 搭載されたアンテナの放射性能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 ーションでは空間メッシュ数が大規模になる課題がある. そこで本報告では, LTE-Advanced を解析対象の システムとし, 3.5GHz 帯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,スーパーコンピュータ TSUBAME2.5 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 cloud service system which uses various data from vehicles has been attracting much attention in recent years. The use of LTE-Advanced and Wireless LAN is proposed for its wireless communication system. Since the cloud service is introduced in advance into the vehicle for business use, the evaluation of the antenna performance installed on the large-scale vehicle, such as the bus and the truck, 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 meshes because of the volume of the vehicle. In this paper, we adopt the LTE-Advanced as the target system of the cloud service, and evaluate the 3.5 GHz antenna performance installed on the bus by electromagnetic simulation using supercomputer TSUBAME 2.5.

Keywords: Electromagnetic simulation, Large-scale vehicle, Cloud service, LTE-Advanced

1. まえがき

近年,自動車から得られる多種多様な情報(ビッグデー タ)を活用するクラウドサービスに注目が集まっている [1].自動車のクラウド化を実現するための無線通信シス テムとして,LTEやLTE-Advanced,無線LANなどが想定 されており,それぞれのシステムに適したアンテナを自動 車に搭載することが必要となる.この自動車クラウド化の 流れは,一般乗用車への適用に先駆けてバスやトラックな どの業務用車両から普及が進むことが想定され,これらの 大型車両に各無線通信システム用アンテナを搭載した場 合のアンテナ性能評価が求められる.

しかしながら、大型車両に搭載されたアンテナの性能を 車両全体の影響を含めて測定するには大掛かりな設備と 膨大な労力が必要となるため、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[2]. また, 例えば LTE-Advanced や無線 LAN などの数 GHz 帯におけ る大型車両全体を含む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,大規模な空間メッシュでの解析が必要とな る.現在,電磁界シミュレーションで用いられている一般 的なスタンドアロン型計算機では,1億個程度のメッシュ 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,3.5GHz帯の LTE-Advanced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 TSUBAME2.5[3]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 3.5GHz で動作するア ンテナを配置し、バス全体の影響を含めたアンテナ放射指 向性を解析すると共に,バス車両内の電磁界分布を可視化 する. また, バス車両内の構造物の座席シートなどによる 反射・減衰特性について解析し、その影響を検証する.以 上の検討により,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 TSUBAME2.5 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 TSUBAME2.5, 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 CST 社の MICROWAVE STUDIO[4]を使用する. 解析周波数は LTE-Advanced を想 定し 3.5GHz としている.

表 1 解析条件	
計算機システム	TSUBAME 2.5
電磁界解析	MICROWAVE STUDIO
解析周波数	3.5 GHz
車両モデル	バス
アンテナ	1/4 波長モノポールアンテナ
	①前方ダッシュボード上配置
アンテナ	②後方ダッシュボード上配置
配置位置	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	24.9 億メッシュ

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. 3.5GHz 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 24.9 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1億メッ シュを大きく超えているため、TSUBAME2.5 での解析が 必要である.



図2 解析モデル (アンテナ)



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



④ ルーフ後方裏配置

図3 アンテナ配置位置

3. 解析結果

3.1. アンテナ放射指向性の比較

図 4 に各アンテナ配置位置におけるアンテナ放射指向 性を示す. XY 面(水平面)と XZ 面(垂直面)を記載し ている.車両搭載条件において,アンテナ配置位置によっ て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,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4 アンテナ放射指向性

3.2. 車両内の電界分布の比較

図 5 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 面の電界分布であり, 図中の ピンク点はアンテナ配置位置を示している. ③のルーフ中 央裏配置の場合に, 比較的バス車両全体に電界が分布しや すい傾向が確認できる。一方, ①②のダッシュボード上配 置や④のルーフ後方裏配置では, アンテナが車両の端に配 置される条件のため, アンテナが配置される車両端の反対 側における電界強度が低いことがわかる. 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.

3.3. 座席シートの影響

図 6 に座席シートの有無に対するアンテナ放射指向性 の比較を示す.アンテナ配置位置は③のルーフ中央裏配置 とした.座席シートを取り除いても,最大放射方向などの 放射指向性の傾向は大きく変化しないことが確認できる. ただし,座席シートなしでは座席シートによる誘電損失分



図5 車両内の電界分布

だけアンテナ効率が改善するため,放射指向性が全体的に 大きくなっている.その改善量は今回の解析モデルでは約 2dBである.

図 7 に座席シートの有無に対する車両内の電界分布の 比較を示す.アンテナ配置位置は③のルーフ中央裏配置と した.座席シートの遮蔽によって電界が減衰する傾向や, 座席シートからの反射波に起因する定在波が発生するこ とが確認できる.

4. TSUBAME ノード数と解析時間の関係

図8にTSUBAMEノード数と解析時間の関係を示す. 解析モデルは③のルーフ中央裏配置のモデルを用い,解析 メッシュ数は表1の通り24.9億メッシュである.図8よ り,ノード数を増やすことで解析時間が低減する傾向が確 認できる.今回の解析モデルでは,48ノード程度以上で 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 TSUBAME2.5 を用いて、バスに搭載される 3.5GHz 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比較的バス全 体に電界が分布する傾向である.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



図6 放射指向性に対する座席シートの影響

とを把握した.また,TSUBAME2.5の48ノードを用いた 並列解析により約25億メッシュのモデルを約5時間で解 析でき,電磁界シミュレーションにおけるTSUBAME2.5 の有用性を確認した.

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、さまざまなアンテナ形式の 差,乗客などの人体の影響,更には性能改善の検討などが 今後の研究課題となる.

参考文献

- K. Mase, "Information and Communication Technology and Electric Vehicles — Paving the Way towards a Smart Community," IEICE TRANS. COMMUN., Vol. E95-B, No. 6, Jun. 2012.
- [2] 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.
- [3] 東京工業大学 学術国際情報センター TSUBAME (http://www.gsic.titech.ac.jp/tsubame)
- [4] CST MICROWAVE STUDIO (http://www.cst.com/)





