

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 大規模シミュレーションによるレーダの車両搭載時の特性把握

英文: Evaluation of electromagnetic characteristics of radar within car environment by large scale simulation

利用課題責任者 井上 大輔
Daisuke Inoue

所属 古河電気工業株式会社
Furukawa Electric Co., Ltd.
<http://www.furukawa.co.jp/>

邦文抄録(300 字程度)

TSUBAME を用い、準ミリ波レーダの自動車搭載を想定した大規模電磁界シミュレーションを行った。昨年度のトライアルに続き、さらなる規模拡大やモデル詳細化への対応として計算の効率化の妥当性確認と、実際の車両構造に即したモデル化スキームの開発と車両搭載を想定したシミュレーションを実施した。計算の効率化として CPU マルチコア駆動による TSUBAME の能力の十分な活用やメッシュの改善の効果が確認できた。また車両構造のモデル化では新たに 3D スキャナを活用した大規模解析ルーチンの可能性や、より実物に近い解析を示すことができた。

英文抄録(100 words 程度)

The large-scale electromagnetic simulation which estimates the car installing situation of the quasi-millimeter wave band radar was performed using TSUBAME. Following the last year's trial, we newly confirmed the validity of efficiency of calculation as correspondence to further scale expansion and model detailing and developed the modeling scheme with the actual vehicle structure and the simulation which assumed the car installing situation. We showed the enough utilization of TSUBAME with driving CPU multi-core and the effect of the mesh improvement. Furthermore, we showed the possibility of the large-scale analysis routine with 3D scanner newly and the more actual analysis by modeling of the vehicle structure.

Keywords: 5つ程度

Electromagnetic, simulation, radar, bumper, 3D

背景と目的

交通事故死傷者数を減少させるための安全技術開発や今後の段階的な自動運転へ技術開発が各国で進められている。国内では、今後高齢ドライバーの増加する状況に対しても、予防安全技術の適用が望まれる。現状、交通事故の約半数以上が交差点において事故が発生しているとされており[1]、周辺を見渡すことができるような広角なセンサは有用である。これまでにレーザーレーダ、電波式レーダ、画像センサなど様々なセンサが商品化されてきているが、その中で電波式レーダは耐候性に優れているとされている。また、ミリ波に比べ、準ミリ波のレーダは一般的に安価であり、普及拡大が現在進んでいる。

通常レーダはバンパー裏側、何らかの車体構造物上に配置される。しかしながら、レーダはこれら搭載状態によって電波特性に大きな影響をうけるとされている[2]。この状況でも十分な電波特性を保持す

ることが現状の技術的な課題となっている。

従来は多大な工数の試作試験を実施することにより、搭載時の特性の把握や改善検討を行ってきた。一方、シミュレーションを用いた検証は、開発の加速への期待は高いものの、準ミリ波波長で車体を解析する場合、その規模の大きさが課題であった。

昨年度の TSUBAME トライアルユースより、電磁界シミュレーションの実験結果との整合性の確認や、GPU 活用による計算の高速化が確認できている。実際の車両規模を想定した大規模モデルであってもシミュレーションを開発ルーチンへの組み込むことができる可能性を示せていた。

しかしながら、上記はあくまで簡易モデルでの解析にすぎない。今後、実際に即した解析構造における解析のためのモデルの詳細化や解析領域の拡大等に対応するため、新たなモデル化スキームの開発やシミュレーションの効率化検証が必要であると考

えられる。本プロジェクトでは、TSUBAME により大規模シミュレーションを実施し、これら準ミリ波レーダの自動車搭載にかかる現実的な課題に対して、シミュレーションのさらなる有用性について示す。

概要

CST 社製 MW-studio ver2013 また ver2014 によるシミュレーションを TSUBAME 上で実施した。モデルとしては準ミリ波 ISM バンド 24.15GHz で動作するレーダ単体を基本状態(=①)とし、その前面にバンパーや車体をごく簡易に模擬したプラスチック板と金属板を装荷したモデル(=②)、また実際の車両構造物を模擬すべく新たに 3D スキャナを活用し車両構造をデータ化したモデル(=③)を試行した。

まず、TSUBAME 上 MW-studio のバージョンアップによる大規模解析の効率化について確認する。ver2013 においては MPI クラスタ時に限り、マトリクス計算(matrix cal)プロセス時に CPU がマルチコア駆動できずシングルコア駆動となる課題があった。TSUBAME2.5 において CPU コア 12ヶ(Thin ノード 2CPU × 6 コア)が本来駆動可能であるが、ver2014 からは MPI クラスタ時も同プロセスでマルチコア駆動が可能となった。さらに、ver2014 では従来のメッシュ生成設定が変更されており、新たな設定を利用することでメッシュ数の低減が可能とされている。上記 2 点で期待される計算効率化について②モデルにおいて確認を行う。



図 1 ①レーダ単体

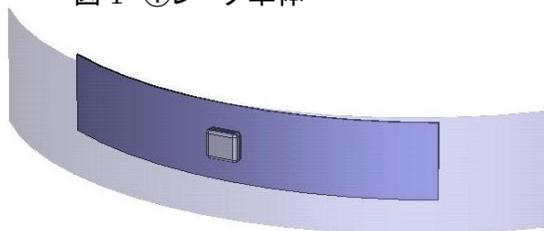


図 1 ②曲面板装荷

次に実際の車両構造の詳細化について検討行う。

今回は新たに 3D スキャナの活用を導入し、実際の車両約 1.5m 程度の範囲の金属ボディ、バンパーそれぞれを 3D データとして記録し、メッシュ化やファイル形式の変換等を行った上で MW-studio のモデラ上へインポートを実現した。これらによりシミュレータ上でのモデル化だけでなく、実物にある程度即した構造の解析ができることが期待される。なお、図 2 において、半透明で示すものはバンパーである。

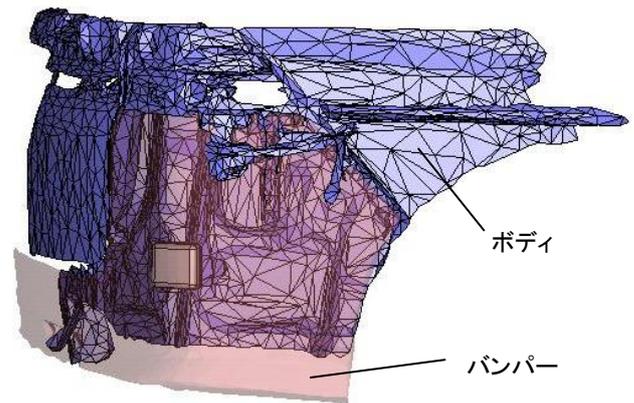


図 2 ③車両構造装荷

結果および考察

図 3 に計算の効率化検討に関する結果を示す。図 3(a)ではメッシュ数、図 3(b)では計算時間を各計算条件において示す。②の曲面板装荷モデルにおいて、各バージョン、各メッシュによる比較を行った。ver2014 へのアップグレードにより、マトリクス計算プロセスにおける CPU マルチコア駆動による高速化が確認できた。当モデルではトータル計算時間として約 3 割程度の高速化が可能となり、TSUBAME クラスタのポテンシャルを十分活用できるようになった。一方メッシュ生成に関しては、従来のオブジェクトの構造特徴点全てをメッシュ起点としていた設定(=legacy)と、新たに導入されたオブジェクトのエッジに接する面をメッシュ起点とする設定(=new)の差異を確認した。結果、今回の設定においては CST 社推奨のとおり、メッシュ数低減が図れ、それに応じた解析時間の低減も実現することができた。

なお計算結果に関しては、バージョン違いによる特性差異はなく、メッシュ設定違いによる特性差異はごく微小であったことは確認している(結果割愛)。また、ここでの解析はいずれも S キューでの実施、①

においてのみ 6 ノード、②③は 24 ノードという条件である。

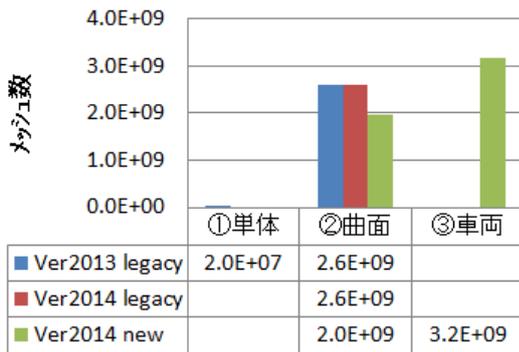


図 3(a) 各条件におけるメッシュ数

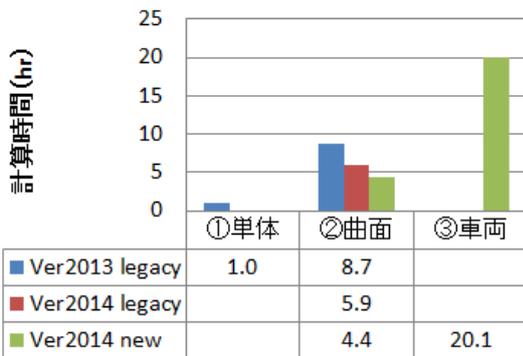


図 3(b) 各条件における計算時間

次に実際の車両搭載を想定した結果を示す。図 4 に図 1 ①②に加え、図 2 ③の車両構造装荷モデルのシミュレーション結果として、レーダ水平方向の放射特性を示す。この結果からは、①の基本状態から従来②簡易板モデルで発生した細かなリップルは③車両構造モデルにおいて見られないものの、一部角度にて大きな放射特性の落ち込みの発生が確認される。これらから、細かなリップルは簡易板が 2 次元の(上下方向で変化がない)形状となっており端部条件が揃うことで発生していた特殊なものであり、実際の車両構造では発生の程度が小さいことが想定される。一方で実際の車両搭載において、特定角度での大幅な利得劣化、検知性能劣化の存在は示唆されるため、注意深い搭載条件調整が必要とされる。

さらに図 5 に図 2 ③におけるレーダ断面の電界分布を示す。図 5 からは、バンパーとボディの間の広範な領域に電磁界成分の広がりが確認できることから、車両構造の影響をレーダ電波環境の設計の考慮にいれる必要性が考えられる。これは昨年度トラ

イアルにおける簡易板と同様の結果であるが、今回新たに実際の車両構造においても確認された。

なお、③モデルは 32 億メッシュであり、当方経験上過去最大メッシュ数となっている。②モデルと比較すると若干の増加にとどまるが、前述のメッシュ数低減等計算効率化を図った上での数字であり、実質上昨年度の 1.5 倍程度の規模のモデルの計算を実現することができた。ここで③がメッシュ数規模に対して計算時間が長い結果となっているが、これはメッシュの各ノード振り分け時に偏りが発生したことと、GPU メモリを一部オーバし CPU 計算を行ったことが要因である。この状況の改善やさらなる規模拡大の可能性として、より多ノードの使用は試みたが、24 ノードより多いノードでの解析に課題があり、実施できていない。解析モデルによって一部ノードのメモリ使用量が異常増加する現象が原因であり、今後のソフトウェアバージョンアップ等での改善が望まれる。

また、3D スキャナを活用したモデル化に関しては具現化できたものの、レーダ、バンパー、ボディの相対位置関係の合わせ込み等に課題も見られた。

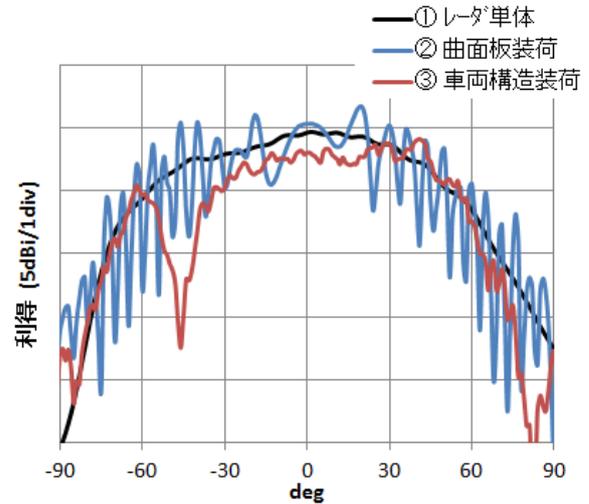


図 4 放射特性シミュレーション

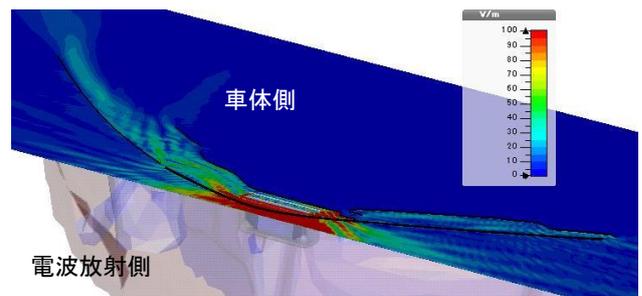


図 5 電界分布 車両構造モデル

まとめ、今後の課題

TSUBAME を用い、準ミリ波レーダの自動車搭載を模擬した大規模電磁界シミュレーションを行った。今回は新たにさらなる規模拡大への対応として計算の効率化の妥当性確認と、実際の車両構造に即したモデル化スキームの開発と車両搭載を想定したシミュレーションを実施することができた。これらから、より実物の車両状況に近い高度なシミュレーションの実現性を示すことができた。

なお、今回は大規模性として昨年度トライアルに比べ 1.5 倍オーダー規模 32 億メッシュの解析を実現できたが、さらなる大規模化実現には多ノードの安定活用が不可欠であろうと考えられる。また TSUBAME 自体の今後のバージョンアップによるポテンシャルの伸長にも期待したい。

参考文献

- [1] 平成 24 年中の交通事故発生状況, 警視庁
- [2] Adv. Radio Sci., 7, 61–65, 2009 79 GHz UWB automotive short range radar – Spectrum allocation and technology trends