スマートエントリーシステムにおける LF，UHF電磁場解析

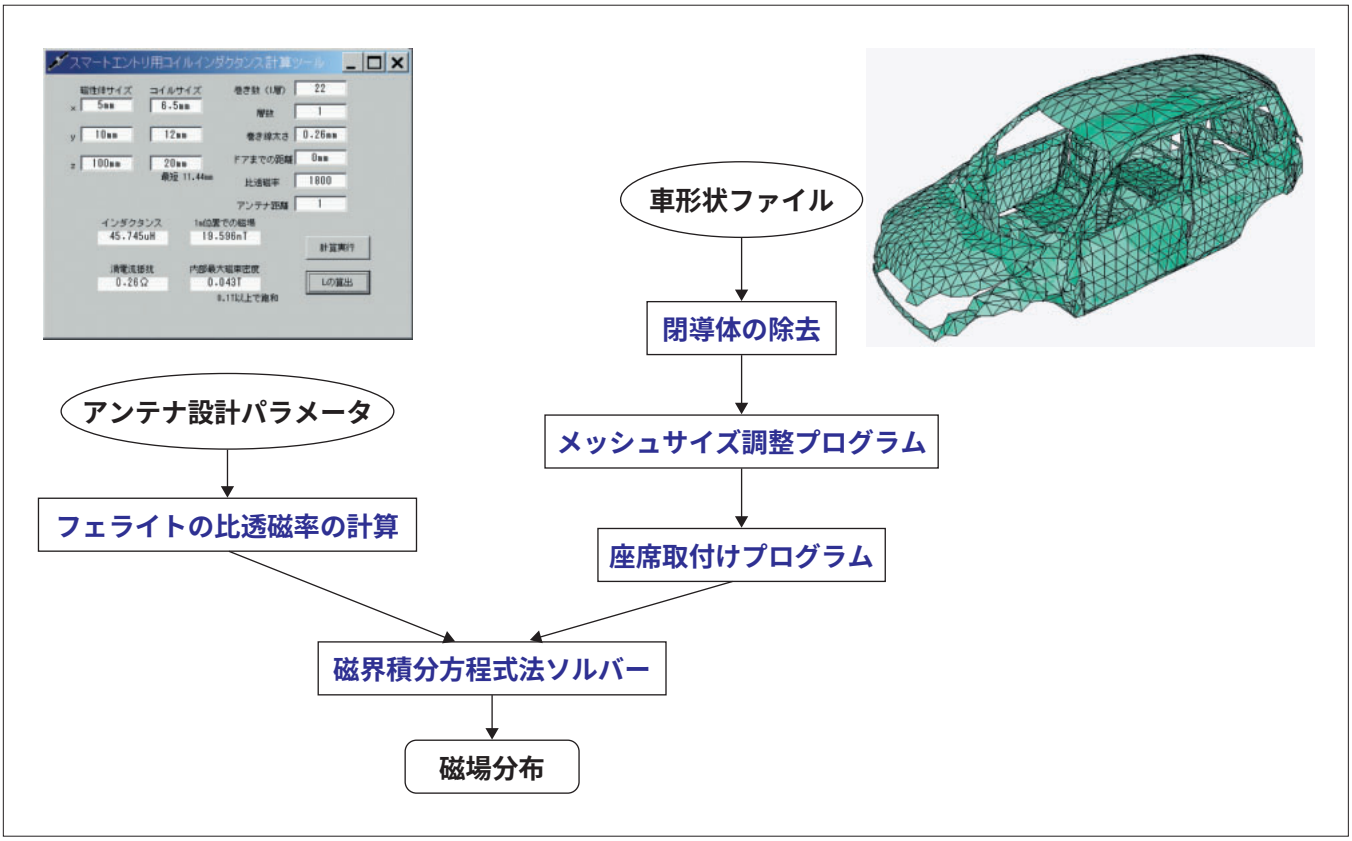
依田　潔*　田邊信二*
菅原賢悟**　山本博明***
白木康博**

LF and UHF Electromagnetic Field Analysis for Smart Entry System

Kiyoshi Yoda, Kengo Sugahara, Yasuhiro Shiraki, Shinji Tanabe, Hiroaki Yamamoto

要　旨

スマートエントリーシステムは従来のキーレスエントリー機能とイモビライザ機能を併せ持つシステムで，通常，携帯機から車へはUHF(Ultra High Frequency)帯，車から携帯機へはLF(Low Frequency)帯で無線通信する。シートアレンジなどの配置制約の下でなるべく少ない数のLFアンテナを用いて車室内全域で通信するためには，アンテナ配置を最適化する必要がある。実車で試行錯誤的に配置を決めることは効率が悪く，特に新型車種の場合は，実車が存在しない段階で配置を決める必要がある。我々は，これらの問題点を解決するために，車形状を考慮した電磁場シミュレータを開発している。LF帯の磁場解析については，車体の金属部表面における磁界の境界条件を用いた磁界積分方程式法を定式化し，新たにコードを開発した。車体の金属部のCADデータを開発したコードの入力データとして利用し，各要素の辺を循環するループ電流値を未知変数とした。計算に先立ち，磁気モーメント法と表面磁荷法を組み合わせた積分要素法を用いて，フェライトを装荷したLFアンテナ単体を高精度解析し，実効比透磁率を求めた。この結果を基に，LFアンテナをループ電流でモデル化し，金属面上の境界条件を用いて行列方程式を導出した。計算結果と実測値は測定精度内でほぼ一致することを確認した。一方，車室内のUHF帯受信アンテナの最適化を目的として，時間領域解析手法であるFDTD(Finite Difference Time Domain)法を用いて車体を考慮した電磁場解析を実施し，車体による波面伝搬への影響をアニメーション表示した。



LF磁場シミュレータの概要

車体金属部のメッシュデータ(四角形と三角形の混合メッシュ)を読み込み，各要素の辺を循環するループ電流値を未知変数とした。計算に先立ち，磁気モーメント法と表面磁荷法を組み合わせた積分要素法を用いて，フェライトを装荷したLFアンテナ単体を高精度解析し，実効比透磁率を求めた。この結果を基に，LFアンテナをループ電流でモデル化し，金属面上の磁場の境界条件を各要素の中心で評価して行列方程式を導出した。

*三菱電機㈱ 先端技術総合研究所(工博)　**同研究所　***三菱電機コントロールソフトウエア㈱