

氏名	真下 啓治
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博乙第4118号
学位授与の日付	平成18年 3月24日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)
学位論文の題目	車載部品生産支援シミュレーション技術
論文審査委員	教授 谷口 健男 教授 河原 長美 教授 高橋 則雄

#### 学位論文内容の要旨

工業製品において開発・設計・製造から品質保証に至るまで、数値シミュレーションの重要性が高まってきている。車載部品においては、車の進化に連動した動きが求められることが特徴で、開発期間短縮・試作回数減などに対してシミュレーションが不可欠と認識されるようになってきた。

本研究ではシミュレーションに必要なツール開発を行い、その適用検討を実際の製品に対して実施した。実製品への適用は(1)開発・設計段階(2)製造段階(3)品質保証段階に大別することができる。(1)においては主として熱や力学的負荷に対する設計の妥当性チェックを行う。極端な例であるが熱負荷に対して材料が融解してしまうような形状・材質であれば不適切であり、修正が必要ということになる。(2)においては製造装置などの設定条件に対して予想されるアウトプットをシミュレートする。(3)では主として寿命の予測もしくは耐久テストの一部をシミュレーションで代用することを試みる。

下記のような開発項目を実施して、車載部品の開発期間短縮など生産支援に有効活用できる見通しを得ることができた。

- ① 要素分割や境界条件入力自動化
- ② 車載電装部品熱解析
- ③ 車載電装部品振動解析
- ④ 回路基板エッチングシミュレーション
- ⑤ 鉛フリーはんだ接合部熱疲労寿命解析

今後はより複合的な条件下でのシミュレーション技術が求められるようになると考えられる。題材によっては有限要素法などに代表される従来手法の適用にそろそろ限界をきたしており、要素数の増大や非線形計算の増加によって、解けるかどうかは計算機のみとなってしまうケースもある。従来手法の長所を生かしつつ新規な工夫と組み合わせることで、シミュレーションの活用範囲もより広範なものとなると予想している。

## 論文審査結果の要旨

製品開発サイクルが早まる今日では、工業製品のひとつである車載部品の開発から生産に至る流れの中にシミュレーションの果たす役割は益々重要となっている。特に、自動車部品の場合は、それが置かれる環境は非常に厳しい。すなわち、非常な高温あるいは低温状態に置かれ、走行時は激しい振動下であり、さらに粉塵や様々な化学物質に晒されることになることから、その設計条件は非常に厳しい。本研究では、筆者が自動車電装技術開発の現場にいることから、自動車に装着される様々な電装部品の開発・設計・製造から品質保証に至るまでの各段階で携わってきた様々な数値シミュレーション技術をまとめ、その将来への考え方を記したものである。特に、自動車電装部品は、車種の違いはもとより、同じ車種でもエンジンの排気量の違いにより、また内装の違いにより要求される電気容量が異なることから、装備すべき自動車電装部品が異なることになり、従ってそれぞれに対する部品設計から品質保証まで繰り返されることになる。この非常に多くの部品設計を行わなければならない事情を考慮すると、数値シミュレーションのボトルネックは、その解析法に有限要素法を利用することからメッシュ生成法にある。このことから、筆者は、車載部品開発設計用のメッシュ生成ツールを独自に開発し、上記ニーズに応えている。研究で示されているメッシュ生成法は、3次元有限要素解析用のメッシュ生成であり、良好な数値解が期待できる六面体や角柱要素で3次元有限要素モデル生成を可能とするものとなっている。このメッシュ生成法を得て、筆者はジュンクッションボックス（JB）の熱解析や振動解析、JB内部の回路基板の伝熱解析、回路基板のエッチング問題、パーツを付けるために用いる鉛フリーハンダ付け問題、回路接点の接触問題など、様々な部品開発へ数値シミュレーションを利活用することを提案するだけでなく、シミュレーションで得られる現象の妥当性の検証を行っている。このように、本研究で示された知見は今後益々厳しくなると思われる生産現場やそれを支える研究所の技術者に対して重要な情報を与えるのみならず、今後の開発・設計・製造・品質保証という生産プロセスへの計算機支援の有用性を示唆している。以上のことから、本研究の内容は博士（工学）の学位に十分に値すると判断する。