　上記課題を解決するための一手法として、モータモデルシミュレータの利用が進められている。これは、モータと駆動回路の挙動をコンピュータなどを用いてシミュレート出来るように数式化、あるいはプログラム化しておき、実機によらず計算でモータと駆動回路の性能を見積もることを目的とするものである。以降、数式やプログラムを「モデル」と称し、またモデルを用いてシミュレーション可能な状態とすることを「モデル化」と称す。

　図1は、本発明の第１の実施形態に係るモータモデルシミュレータのソフトウェア構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態のモータモデルシミュレータ1は、ソフトウェア構成上の機能として、モータプラントモデル2、インバータプラントモデル3、インバータ制御モデル4を備えている。

　モータモデルシミュレータ1は、それぞれシミュレーション対象車両を構成する部品をモデル化した、インバータ制御モデル2、インバータプラントモデル3、モータプラントモデル4を有している。これらのモデルは、モータ、インバータ、インバータ制御装置の各部品の挙動を導出するものであり、例えばSimulink(商標登録)などの制御系１次元CADにおけるブロックとして表現される。ただし、他のモデル表現形式、例えば数式、C言語などによって実現されるコンピュータプログラムであってもよい。

　インバータ制御モデル2は、モータの回転速度指令値とホールセンサにより検出したモータの回転速度を入力として、モータが指令値通りの回転速度となるようにインバータの制御信号を作成するモデルである。インバータ制御モデル2は、速度制御部5と電流制限部6と PWM制御部7とで構成される。速度制御部5は、速度指令値とホールセンサ信号を入力とし、PWM信号のデューティ比を制御するPWM指令値を計算するモデルである。電流制限部6は、インバータプラントモデル3からシャント電圧を入力し、 PWM制御部7へと出力するゲートオフ信号を計算するモデルである。PWM制御部7では、PWM指令値とゲートオフ電圧とモータの回転速度を入力とし、インバータプラントモデル3へと出力するPWM信号を計算するモデルである。

　インバータプラントモデル3は、インバータ制御モデル2で作成されたインバータの制御信号と、バッテリからインバータに供給される直流電圧やインバータからモータに出力される交流電流を入力として、インバータに流れる直流電流やインバータからモータに印可される交流電流を計算するモデルである。

　モータプラントモデル4は、インバータからモータに印可される交流電圧とモータ回転数からモータに流れる電流や、モータのトルク、回転速度を計算するモデルである。以下、図2にモータプラントモデル4の詳細を示す。

　図2は、モータプラントモデル4の構成を示す図である。モータプラントモデル4は、インバータプラントモデル3から入力された交流電圧を入力とし、インバータ制御モデル2へとモータ回転速度を出力する。モータプラントモデル4は、電流演算部8、トルク演算部9、モータ損失演算部10、回転運動演算部11で構成される。

　電流演算部8は、インバータプラントモデル3から入力された交流電圧をdq軸電圧に変換し、モータの電圧方程式からモータに流れるdq軸電流を計算するモデルである。

　トルク演算部9は、dq軸電流を入力とし、モータに流れる電流に応じた電磁トルクを出力するモデルである。

　モータ損失演算部10は、各時刻ステップの機械角速度と負荷トルクから損失テーブルを参照することで鉄損、機械損を算出し、モータの回転方向の制動力として働く等価負荷トルクに変換いて出力するモデルである。鉄損、機械損の算出方法は後述する図4および図5において説明する。

　回転運動演算部11は、モータ演算部10から出力された

1：モータモデルシミュレータ

2：インバータ制御モデル

3：インバータプラントモデル

4：モータプラントモデル

5：速度制御部

6：電流制御部

7：PWM制御部

8：電流演算部

9：トルク演算部

10：モータ損失演算部

11：回転運動演算部

12：

13：

14：

15：

16：

17：

18：