

申請者	学科名	情報システム工学科	職名	准教授	氏名	徳永 義孝
調査研究課題	電力系統における電気機器シミュレーションモデル構築に関する研究					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	徳永 義孝		情報工学部・准教授	電力工学	研究全般
調査研究実績の概要	<p>◆家電機器使用時の電気回路モデルの推定に関する研究</p> <p>省エネルギーの進展に伴って、半導体電力変換装置を用いた家電機器が増加してきている。これらの機器では内部回路のインピーダンス特性が非線形になることから、高調波電流を生じる。この発生状況を把握し、地域の電力系統やそこで使用されている他の機器への影響をあらかじめ調査し、電気利用の環境を良好にするための対策を検討するには、家電機器使用時の電気的特性をシミュレーションできる解析モデルを整備することが重要になる。ところが、家電機器の内部回路や機器定数は一般には公開されておらず、解析モデルの構築は困難な状況にある。</p> <p>そこで本研究では、家電機器の例としてノートパソコンやLED電球などを対象とし、まず100V、60Hz系統で使用している状態の電圧・電流波形を測定した。ノートパソコンにおける結果を図1に示す。図1から、電流波形は正弦波とは大きく異なっており、電圧波形と比較すると、限定された電圧範囲で波形が顕著に生じていることがわかった。</p>					
<p>地域貢献への反映を踏まえて記述のこと</p>	<p>図1 ノートパソコン使用時の電圧・電流波形</p>					

調査研究実績
の概要

（地域貢献への
反映を踏まえ
て記述のこと）

次に、電流波形について、電圧1周期に相当する0.0167秒間の形を周期的に繰り返す波形とみることができる。この場合、電圧と電流の位相差がないと見立てることができ、抵抗値の変化としての電気回路モデルを検討した。

電圧、電流波形から、抵抗値 R (Ω) を求め、測定電圧 $v(t)$ (V) との関係調べた。ここで $v(t)$ の微分に相当する V_D 電圧に着目すると、より簡易な数式で R を表わせることがわかった。 V_D 電圧は(1)式で表され、また図1に測定結果と共に示した。

$$V_D = \frac{1}{120\pi} \cdot \frac{dv}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

すると、 V_D 電圧の関数として R を(2)式で表せることがわかった。

$$R(\alpha) = 5.43033888064377 \times 10^{-9} \alpha^6 - 9.08141674837073 \times 10^{-7} \alpha^5 + 6.21150309750946 \times 10^{-5} \alpha^4 - 2.12726746635598 \times 10^{-3} \alpha^3 + 2.62976177180442 \times 10^{-2} \alpha^2 - 0.332191137741129 \alpha + 57.2215226576577 \dots\dots\dots (2)$$

ただし、

$$\alpha = \begin{cases} V_D & (v(t) \geq 0) \\ -V_D & (v(t) < 0) \end{cases} \text{である。}$$

(2)式を用い、ノートパソコン使用時の電流波形を(3)式の I_{sim} (A)として求めることができる。

$$I_{sim} = \frac{v(t)}{R(\alpha)} \dots\dots\dots (3)$$

I_{sim} の結果を測定結果とともに図2で比較した。 I_{sim} は測定結果とほぼ類似した波形となることがわかる。また図2の波形に対し、スペクトル解析を行った結果をそれぞれ図3に示す。電流スペクトルの比較においてもシミュレーション結果は測定結果をほぼ再現できる結果が得られ、地域の電力システムにおける電気利用環境への影響を検討するためのシステム解析において、適用可能な電気回路モデルを得ることができたと考えられる。

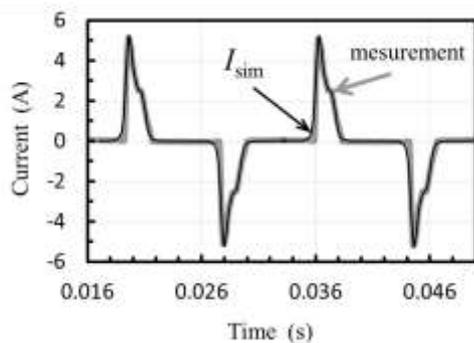


図2 電流のシミュレーション結果と測定結果との比較

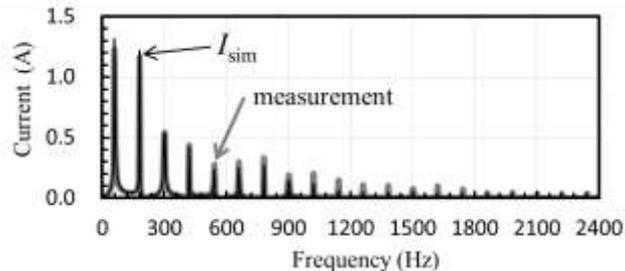


図3 電流スペクトルの比較

成果資料目録

- ・ 徳永義孝, 江見健太: 「家電機器に対する電気回路モデルの推定」, 電気学会 電力技術・電力システム技術合同研究会資料, PE-15-83, PSE-15-105, pp. 1-5 (2015)
- ・ 徳永義孝, 江見健太: 「家電機器使用時の電気回路モデルの推定方法」, 平成27年電気学会 電力エネルギー部門大会 187, 3-6 pp. 15-16 (2015)
- ・ 徳永義孝, 升谷 誠: 「複数種類の家電機器使用時における高調波電流モデル」, 電気学会論文誌B, Vol. 135, No. 10, pp. 632-637 (2015)