

# 高周波トランジスタモデリングの基礎

## Fundamentals of High-Frequency Transistor Modeling

大石 敏之  
Toshiyuki OISHI

佐賀大学  
Saga Univ.

### 概要

高周波トランジスタを用いた増幅器は次世代無線通信技術のキーデバイスであり、超高速・大容量通信システムを実現するための性能向上が求められている。短期間に効率的に増幅器を設計するためには、増幅器の回路性能を高精度に予測することが重要となる。このためには回路で使用するトランジスタ、容量、抵抗、コイルなどの回路素子を的確に模擬したモデルが必要となる。回路素子の中でトランジスタは非線形性が強く、モデリングが難しい。このため、様々なデバイス種類や動作条件など、使用目的に応じてモデルが提案、採用されている。高周波トランジスタデバイスを開発する場合、物理(構造や材料を記述する物理方程式)を用いる。一方、回路では回路素子の状態(キルヒホッフの法則などの回路方程式)を用いる。このようにデバイスと回路では必要な「道具(世界)」が異なり、モデリングは2つの異なる世界をつなぐ必要がある。モデルは実際の物を模擬するものであり、回路においてもデバイス物理を理解することが重要となる。そこで、本講座では、デバイス物理から出発し、回路モデルとの関連性を述べることで、トランジスタモデルの理解を深める。特に数式モデルである経験的モデルを中心に、トランジスタモデルの考え方を述べていく。実際には、モデルの特長を活かして、異なるモデルを複合させたものが多く提案・使用されている。また、本講座では増幅器に多く使われている窒化物半導体を使ったトランジスタ(GaN HEMT)についても紹介する。GaN HEMTは異種基板上に結晶を成長し、トランジスタを作製するため、結晶欠陥や不純物に由来するトラップの評価・モデリングが重要な課題である。ここではトラップが応答する低周波交流信号を用いた二端子対回路測定による結果を紹介する。

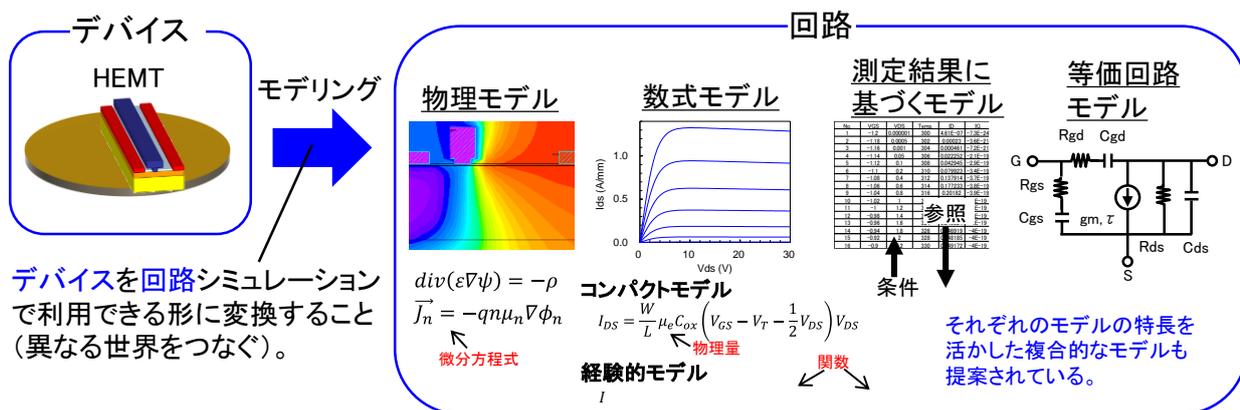


図 高周波トランジスタモデリングの概要

### Abstract

High-frequency transistors are key devices for next generation wireless communication systems, where the technologies for higher data rate and higher capacity are demanded. Precise transistor models need to improve circuit performance efficiently and design power amplifiers. The transistor models connect device physics and circuit elements such as current sources and capacitances. This course begins from the device physics and describes how to introduce into the transistor models mainly using the empirical models. In addition, characterization on non-ideal trap effects using two-port network measurement are introduced as an example for GaN HEMT modeling.