

## 第7章 SPICE実習

講師 弓仲 康史

(群馬大学大学院 工学研究科電気電子工学専攻 准教授)

遠坂 俊昭

(群馬大学 アナログナレッジ養成拠点 客員教授)



はじめに

アナログ回路の解析と設計には  
**回路シミュレータ(SPICE)が必須**

- 回路シミュレータの歴史、原理、注意点、高度な解析法を概説（お役立ちTipsも紹介）
  - シミュレータでできること、できないことを理解し、回路設計ツールを極限まで使いこなす！

座学の復習とアナログ回路の視覚的理解を目的とする。



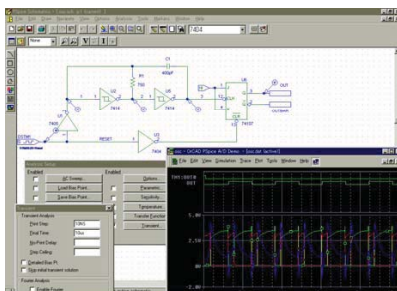
## 7.1 SPICEの歴史

**SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis: 集積回路に重点をおいたシミュレーションプログラム)**とは、カリフォルニア大学バークレー校(UCB)で開発された主にアナログ回路をシミュレート(模擬)する強力な汎用回路解析プログラム。

- 1960年代に計算エンジン部開発
- 1980年SPICE2G6公開
- 1990年以降ベンダーよりGUI環境の異なるEDAツールが多数発表  
PSpice, HSPICE, SmartSpice etc..



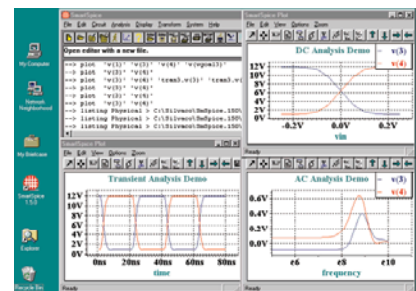
## 7.2 SPICEの種類



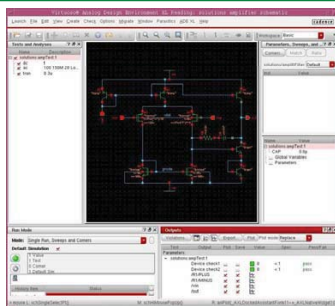
**PSpice:**回路設計業界標準、優れたグラフ機能



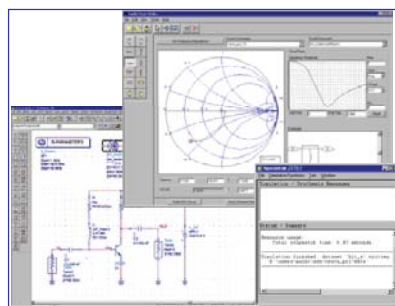
**HSPICE:**LSI業界標準



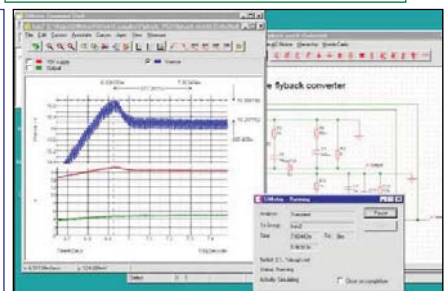
**SmartSpice:**先端MOSモデルのサポートが充実



**Spectre:** Cadenceツール



**ADS:**RF設計業界標準

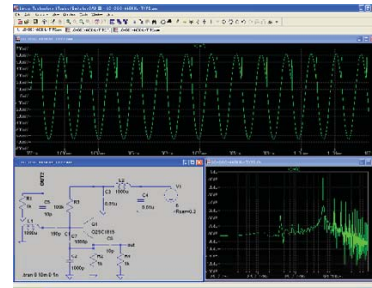
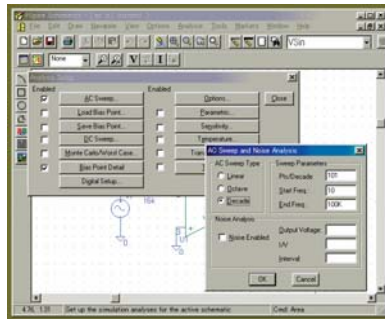


**SIMetrix:**スイッチング状態のAC解析が可能



## PSpice, HSPICE, Spice3 の違いは？

- ・ SPICEエンジンは共通だが、収束アルゴリズム、使用可能なトランジスタモデル(BSIMなど)が若干異なる。
- ・ 回路図入力や波形解析のGUIインターフェースが異なり、使い勝手に差がある。ベンダー提供のモデル数にも差異あり。
- ・ 完全フリーのSpice3(Windows版, Linux版)、LTSpiceもお勧め。



**HSPICE**: LSI設計  
業界標準

**PSpice**: 回路設計業界標準

**LTSpice**: リニアテクノロジー  
フリー、回路規模無制限

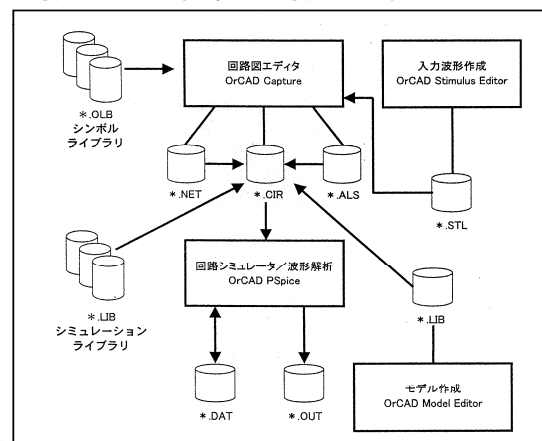


## 本講座で使用するSPICEについて

本コースの実習で使用するシミュレータ「**PSpice Light Ver 9.2**」(Cadence 下図のような統合環境であり、以下の3つのソフトウェアが連携して動作。

- ① 「Capture」 回路図を作成する回路図エディタ
- ② 「PSpice」 シミュレーションを実行するソフトウェア
- ③ 「Probe」 シミュレーション結果を表示・解析するソフトウ

作成するシミュレーションファイルは「プロジェクト名」をつけて管理し、AC解析など各種の解析が実行可能。



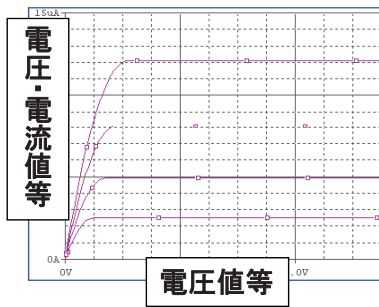
### 本実習の到達目標

- (1) SPICEによるLCR回路動作の物理的イメージの把握、視覚的理解
- (2) 過渡解析とAC解析による周波数特性、位相の概念の理解
- (3) 素子のモデル化、負帰還回路の安定性



## 7.3 SPICEシミュレーションの解析の基礎

### DC解析

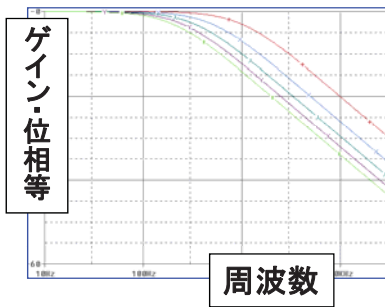


直流電圧/電流を変化させ、それに対応する出力を解析



電源、カーブトレーサ

### AC解析

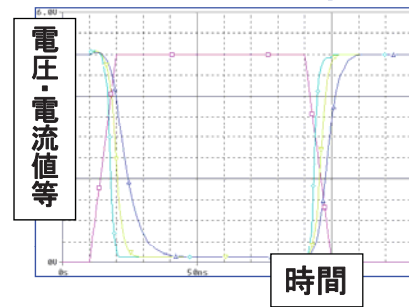


周波数を変化させ、それに対応する出力を解析



ネットワークアナライザ

### 過渡 (Transient) 解析



時間とともに回路の信号が変化する様子を解析

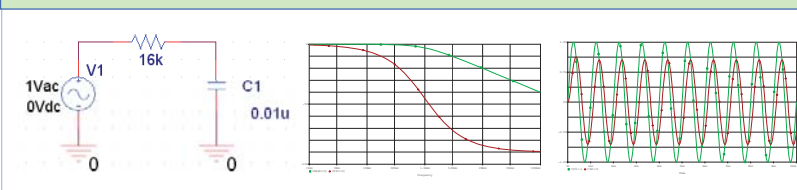


発振器、オシロスコープ



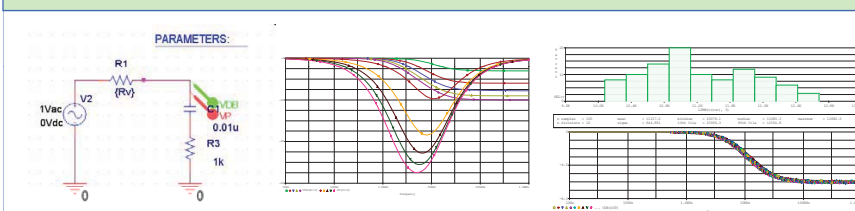
## 7.4 実習内容

### [1] RCフィルタの解析 (周波数特性解析、過渡解析)



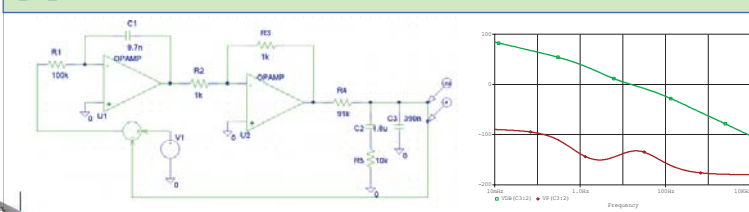
フィルタ動作の視覚的理解、SPICE解析の基礎の習得

### [2] SPICEの高度な活用 (パラメトリック解析、モンテカルロ解析)



回路シミュレーションの効率化手法の習得

### [3] PLL回路を用いた負帰還回路の安定性の解析



負帰還回路の安定性の理解、素子モデル活用法の習得

