

工業系教科書シミュレーションブックの提案と活用方法 —体験型授業と ICT 化授業の推進—

株式会社マイクロネット 百瀬 英治

1. はじめに

株式会社マイクロネット(長野県塩尻市)は、1996年に電子回路シミュレータを自社開発して販売を行っている会社である。

マイクロネットの電子回路シミュレータは、日本語表記で大変に使い易く、高校生でも使えるため、多くの工業高校・大学・企業で使用して頂いている。

実教出版株式会社との出会いは、工業高校という共通のユーザを元に、2010年に開催された関東甲信越地区電気教育研究会である。実教出版株式会社は教科書、マイクロネットは電子回路シミュレータを出展して、参加された工業高校に製品紹介を行っていた。

その時に、工業系教科書(電気・電子)と電子回路シミュレータを合わせれば、「電気の動きが分かる教科書」、「体験ができる教科書」になるのではないかと考え提案を行ったのが、今回の「教科書シミュレーションブック」である。

2. 電子回路シミュレータ

電子回路シミュレータは、抵抗・コンデンサ・トランジスタ・FEFなどを使った電子回路を、パソコン上に作り込み、その回路の動き(電圧や電流)を時間軸解析グラフや周波数軸解析グラフなどで測定できるようにしたものである。企業では、電子回路シミュレータで回路設計を行い、特性が良ければ、その回路を基板に実装している(作り直しを減らせるツールである)。

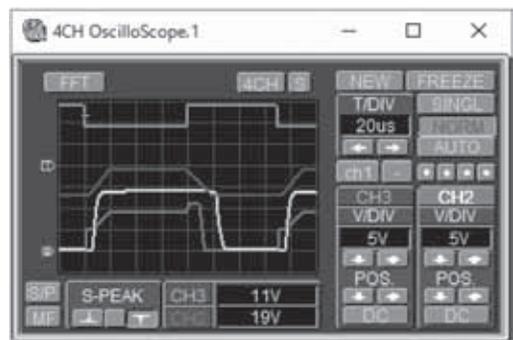


図1 時間軸 ON-OFF 解析例

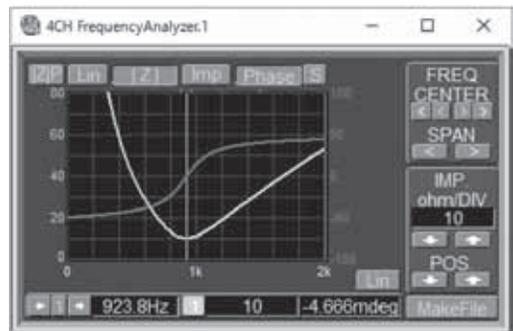


図2 周波数軸インピーダンス解析例

学校では、主に電気・電子系の回路演習や実験などの授業で使用して頂いている状況である。

電子回路シミュレータの利点は、言うまでもなく、電子回路の動作(電圧や電流)を解析・測定できる点であり、企業では製品設計・開発に必要な不可欠なツールであるが、工業高校・高専・大学での教育という観点で、有効に使うためには、以下の課題があった。

■自分で電子回路図を作る必要があり、十分な電気・電子回路の知識がないと使えない。

■電気・電子回路を教える・学ぶためには、相応の時間を必要とするが、その時間が十分に取れない。

■電子回路シミュレータの使い方を学ばないと使えない（本末転倒である）。

電子回路シミュレータを使えば、回路の特性が一目で分かるので、大きな効果が得られるはずである。筆者は、「電子回路シミュレータを有効に活用できていない」という課題をクリアする方法がないか考えていた。

その一つの考えが、今回の「教科書シミュレーションブック」である。

教科書に記載されている回路図や文章問題などを、シミュレータ回路図として作り込むことによって、先生・学生はシミュレータ回路図を作らなくて良いので、シミュレータの使い方が分からなくても使うことができるのである。

教科書の回路図・問題を電子回路シミュレータで解析・測定して、特性グラフなどで表しているの、その動きを一目で学ぶことができる。

更に教科書の回路図・問題をそのまま載せるので、教科書に沿って時間の損失なく、教科書シミュレーションブックを使うことができる。

電子回路シミュレータの利点を最大限に生かしたのが「教科書シミュレーションブック」である。

3. 教科書シミュレーションブックの特徴

■教科書に記載されている回路図・文章問題などを電子回路シミュレータで解析できるものは全てシミュレータ回路図として作り込んであるので、教科書の回路の特性を、内蔵してあるオシロスコープなどの測定器で実際に動かして、一目で確認することができる。

■内蔵してあるオシロスコープと周波数アナライザとデジタルテストで、8箇所同時解析・測定ができる。

■部品の数値や電源電圧／電流や信号源の周波数を自由に変えることができる。部品の数値や周波数を変えると、即座に内蔵してあるオシロスコープなどの波形が変わるので、R／C／Lの依存性や電源電圧依存性や周波数依存性などを教えたり・学ぶことができる。

■部品の数値の変更の他に、部品の回転や移動、配線の削除や追加もできるので、教科書の回路図から変更して、応用回路なども確認することができる。

■各回路ページには、「解説・解法」を用意してあるので、問題の解き方などを、教えたり学ぶことができる。

■メモ書き機能があるので、先生が教えたいことを自由に記載することもできる。

■回路図や、オシロスコープの波形などを、BMPデータとしてコピーして、EXCEL／WORD等に貼り付けることができるので、テスト問題なども簡単に作成できる。

教科書シミュレーションブックで できること（まとめ）

教科書の回路を、実際に動かしてみせることができるので、分かり易い授業ができる。
（一目で分かる授業の推進）

教科書の回路から、電圧・周波数・部品の値などを変更した時の「動き」を体験できる。
（体験型授業の推進）

コンピュータを使った体験型授業ができる。
（授業のICT化の推進）

先生方のお仕事（回路図を書く、テスト問題作成）などを、バックアップ

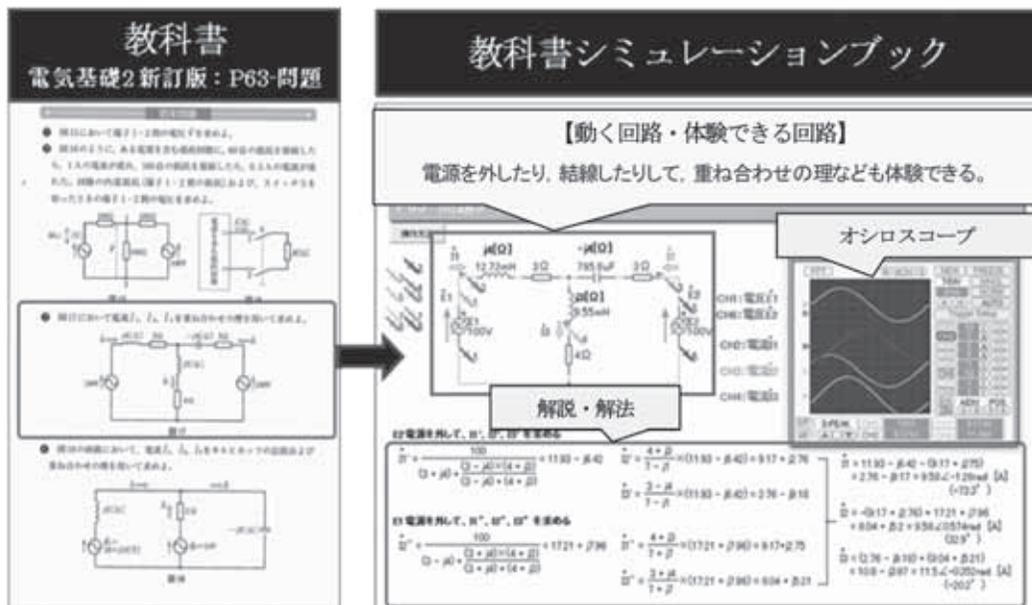


図3 教科書シミュレーションブック

4. 教科書シミュレーションブックの開発

実教出版株式会社と協業して、工業系教科書(電気基礎1/電気基礎2/電子回路)の3冊の、シミュレーションブックを開発した。

現在、以下の製品を開発・販売している。
 指導資料「工業 325-326 電気基礎 1-2」シミュレーションブック(電気基礎1/電気基礎2/電子情報技術)

指導資料「工業 356 電子回路」シミュレーションブック(電子回路/電子情報技術)

尚、教科書「工業 325 電気基礎 1」と「工業 326 電気基礎 2」は、2017年度に新訂版に変わるので、最新版、指導資料「工業 388-389 電気基礎 1-2 新訂版」シミュレーションブックを開発中である。

掲載した回路数は以下に示すように、教科書の殆どの回路図や文章問題をシミュレータ回路図として作り込んである。

- 「工業 325 電気基礎 1」：203 回路
- 「工業 326 電気基礎 2」：174 回路
- 「工業 356 電子回路」：253 回路

※開発中、2017年度販売

「工業 388 電気基礎 1 新訂版」：250 回路

「工業 389 電気基礎 2 新訂版」：183 回路

教科書シミュレーションブックの開発では、間違いがあってはいけないので、最大限の注意を払い開発を行った。「電気基礎 1」, 「電気基礎 2」, 「電子回路」, 「電子情報技術」, 全部で 700 以上の回路・問題があったが、全て解いてみることから始めた。教科書と電子回路シミュレータの整合性を図るために、トランジスタ/FET などの部品パラメータのフィッティングを行ったり、解答を合わせるために教科書の訂正なども行った。

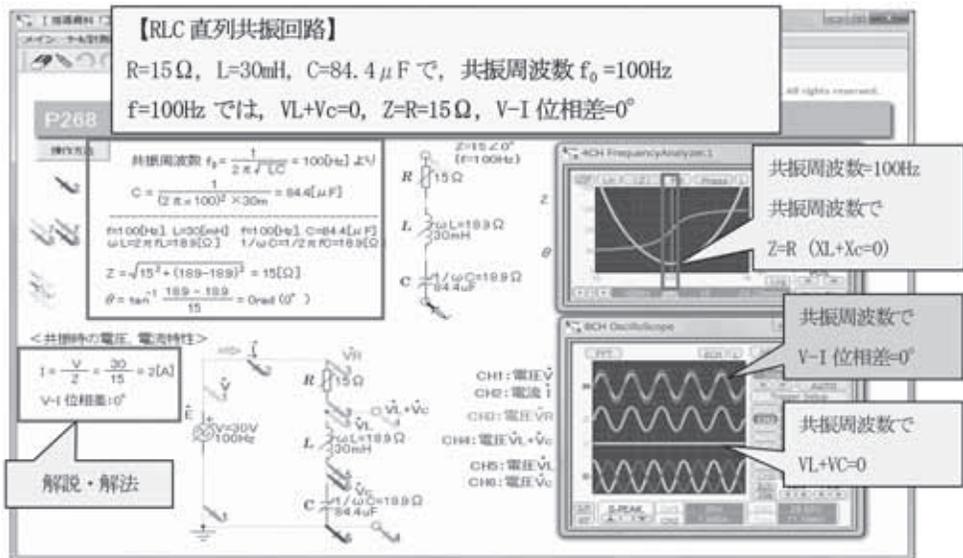
5. 「かながわ産業 NAVI 大賞」奨励賞

開発は大変な作業であったが、教科書シミュレーションブックの将来性(体験型授業ができること・授業の ICT 化を推進できること・シミュレータ内蔵電子教科書化など)を期待され、2014 年度に、「かながわ産業 NAVI 大賞」で奨励賞を受賞することができた。

6. おわりに

教科書シミュレーションブックを使うと、今までにない「体験型授業・分かり易い授業」ができるので、是非、学校の授業で使って頂きたい。最後に教科書シミュレーションブックの活用事例を紹介する。

下記は、RLC直列共振回路である。L=30mH, C=84.4μFで、共振周波数 $f_0=100$ Hzになる。教科書シミュレーションブックを使うと、 $f=100$ Hzで、コイル+コンデンサの電圧($V_L + V_C$)=0になる事、 $V-I$ 位相差=0度になる事も分かる。



L: 30mH⇒90mHにすると、 $f=100$ Hzでコイル+コンデンサの電圧($V_L + V_C$)が発生し、電流(I)が小さくなり、電圧より遅れる事が分かる。

このように、教科書の回路から、部品の値を変えたり、周波数を変えたりした時の回路の動きを体験し・教えたり・学ぶことができる。

