

# 1 WebLibrarySystem

WebLibrarySystem でのデバイス形状の設定から回路シミュレーションまでの流れを図 1 に示す。

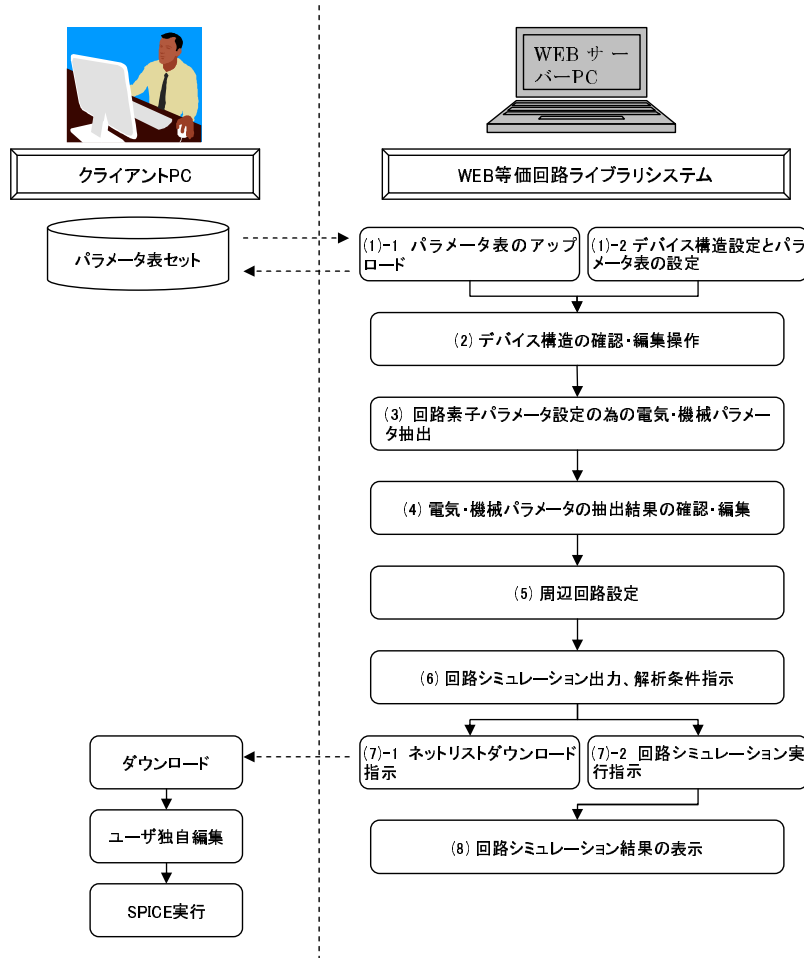


Figure 1: WebLibrarySystem 操作概要

1. デバイス構造の設定を行う  
デバイス構造設定には 2 つの方法がある。
  - (a) 3D CAD を用いる方法  
3D CAD で構造を決定後、デバイスをコンポーネントに分割する。コンポーネントの特徴的形狀パラメータとコンポーネント間の接続関係が

記述されたファイルが作成される。このファイルを WebLibrarySystem にアップロードする。

- (b) Web 画面で設定を行う方法  
デバイスを構成するコンポーネントのタイプを選択し、形状を指定する。コンポーネント間の接続関係を設定する。
2. デバイス構造の確認・編集を行う  
デバイスの構造の設定が 3D CAD を用いた場合もアップロードしたファイルの内容が Web の画面に表示される。形状パラメータの変更や接続関係の変更が可能である。
3. 電気・機械パラメータ抽出を行う  
等価回路で表したときの回路素子のパラメータを計算するのに必要な電気・機械パラメータの抽出を行う。
4. 電気・機械パラメータ抽出結果の確認・編集を行う  
電気・機械パラメータの抽出結果は Web 画面に表示される。抽出された値の変更が可能である。また、回路素子のパラメータを計算するのに必要であるが電気・機械パラメータ抽出では計算されずに、ユーザが入力すべき値も存在するので、それらの値を設定する。
5. 周辺回路の設定を行う  
駆動電源や周辺回路素子の設定を行う。
6. 出力、解析条件の設定を行う  
回路シミュレーションに関して以下の設定を行う。
  - (a) 解析条件設定  
交流解析か過渡解析かの選択  
交流解析であれば解析周波数区間、過渡解析であれば解析時間の設定
  - (b) 出力設定  
コンポーネントごとに出力したい物理量を選択
7. ネットリストのダウンロードまたは回路シミュレーション実行の指示を行う
  - (a) ネットリストのダウンロード  
ネットリストのダウンロードを行う。ネットリストは SPICE3 に準拠した形式である。必要に応じてネットリストを編集し、ユーザの環境での回路シミュレーションが可能である。
  - (b) 回路シミュレーションの実行  
Web 機能から回路シミュレーションを実行する。
8. 回路シミュレーション結果の表示を行う  
Web 機能から回路シミュレーションを実行した場合、実行が正常に終了すると出力指定された物理量の中からグラフ表示するものを選択し、グラフ描画が可能である。

図 2 のような静電型櫛歯アクチュエータを例に利用方法を示す。  
等価回路ジェネレータの起動画面を図 3 に示す。



Figure 2: 静電型櫛歯アクチュエータデバイス構造

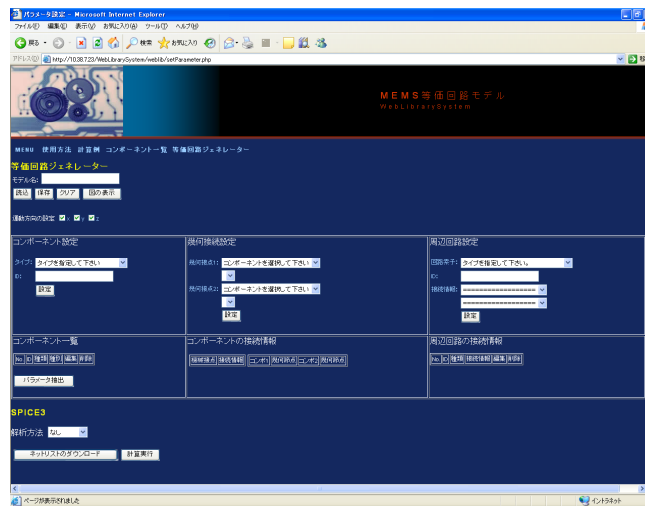


Figure 3: 起動画面

## 1.1 デバイス構造の設定を行う

まず、解析するデバイス可動部の運動方向を設定する。図4の「運動方向の設定」で考慮する運動方向にチェックを入れる。

1. 3D CAD を用いる方法起動画面で「読み込み」ボタンを押すと図6に示す画面が表示される。「参照...」ボタンを押すとファイル選択画面が起動するので、作成した .ecp ファイルを選択する。  
読み込みを行うと、使用されるコンポーネントが「コンポーネント設定」部分へ、コンポーネント間の接続関係が「幾何接続設定」部分へ追加表示される (図7)。
2. Web 画面で設定を行う方法
  - (a) まず、デバイスを表す「モデル名」を入力する (図8)。
  - (b) 次に、デバイスを構成するコンポーネントの登録を図9に示す「コンポーネント設定」部分で行う。「タイプ」でコンポーネントタイプを選択

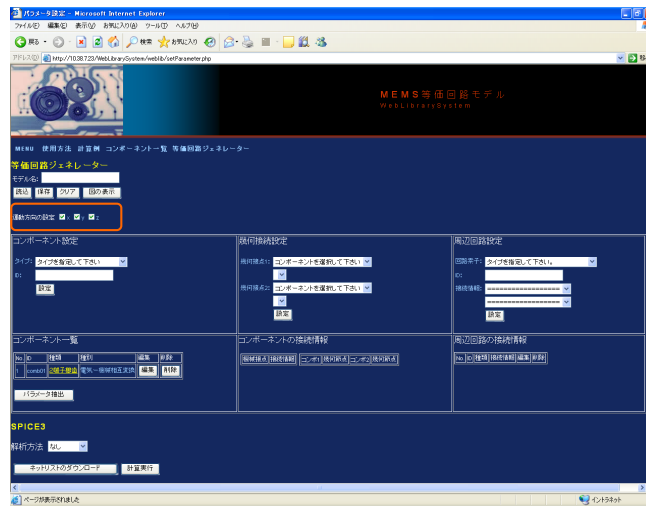


Figure 4: 運動方向

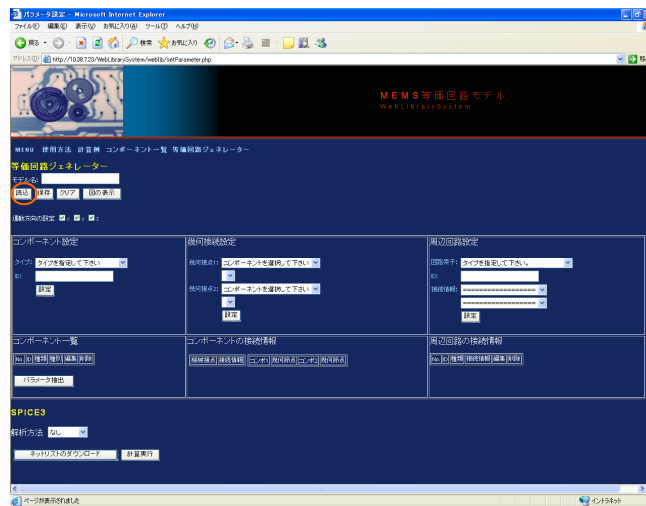


Figure 5: 読み込みボタン

押し、そのコンポーネントを識別する ID を「ID」に入力する。「設定」ボタンを押すと設定したコンポーネントが画面に追加表示される (図 10) 選択できるコンポーネントタイプは、

- 2 端子楕歯
- 静電型並行平板

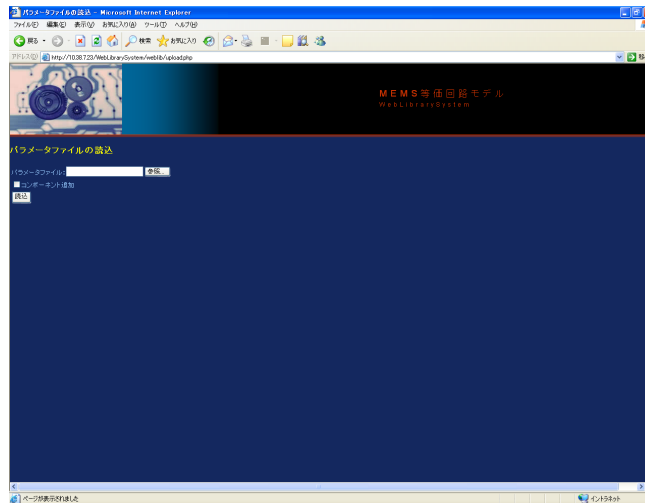


Figure 6: 「パラメータファイルの読み込み」画面

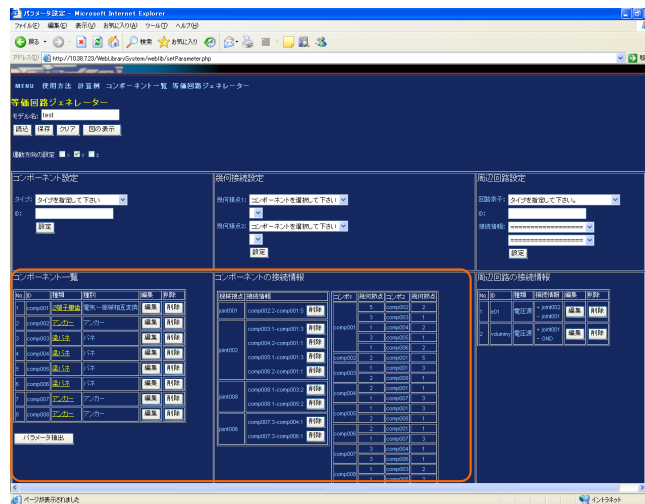


Figure 7: 「パラメータファイルの読み込み」画面

- ユニモルフ圧電駆動梁
- 磁気駆動梁
- 音響平行平板アクチュエータ
- 穴あき管路
- 空洞

- 細管
- 梁バネ
- O型バネ
- ダブルフォールデットバネ 1
- ダブルフォールデットバネ 2
- 剛体平板
- 剛体フレーム
- アンカー

である。この例では、1つの2端子櫛歯、4つの梁バネ、3つのアンカーで構成される。

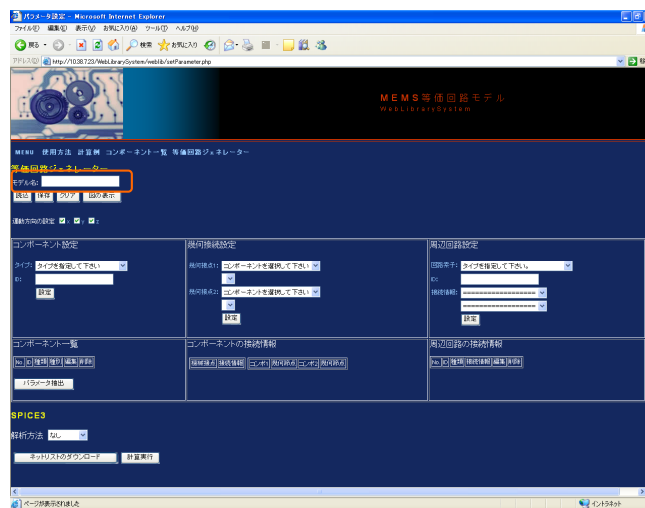


Figure 8: モデル名設定

- (c) 次に、コンポーネントの形状を設定する。図 11 に示すように設定したコンポーネントそれぞれに「編集」ボタンがある。このボタンを押下すると図 12 のような「パラメータ編集」画面が表示される。この画面で形状パラメータを入力する。形状パラメータの定義は、同じ画面のコンポーネント種類のリンクをクリックすると表示される。値の入力が終了したら「保存終了」ボタンを押す。  
必要な電気機械特性パラメータがすでにあり、形状の検討を行う必要がない場合には、設定しなくてもよい。その場合には、1.3 は行わない。
- (d) 次に、コンポーネント間の接続関係を設定する。コンポーネントごとに幾何節点が定義されており、この幾何節点で他のコンポーネントとの接続を行う。定義は、「コンポーネント一覧」部の「種類」列に表示されるリンク(図 13) をクリックすると確認することができる(図 14)。図 15 に示す「幾何接続設定」部で登録されたコンポーネントがリストに表示されるので、接続するコンポーネントを選択する。コンポーネ

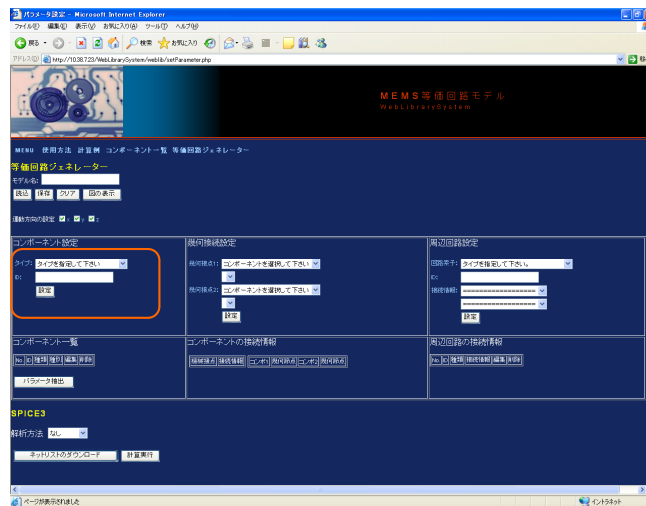


Figure 9: 「パラメータファイルの読み込み」画面

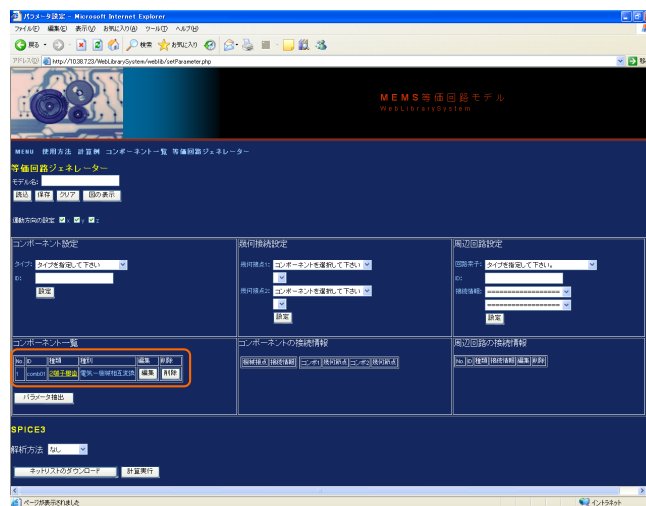


Figure 10: 「パラメータファイルの読み込み」画面

ントを選択すると、そのコンポーネントが持つ幾何節点がリストに表示されるので選択する。「設定」ボタンを押すと、設定された内容は図16のように「コンポーネントの接続情報」部に表示される。

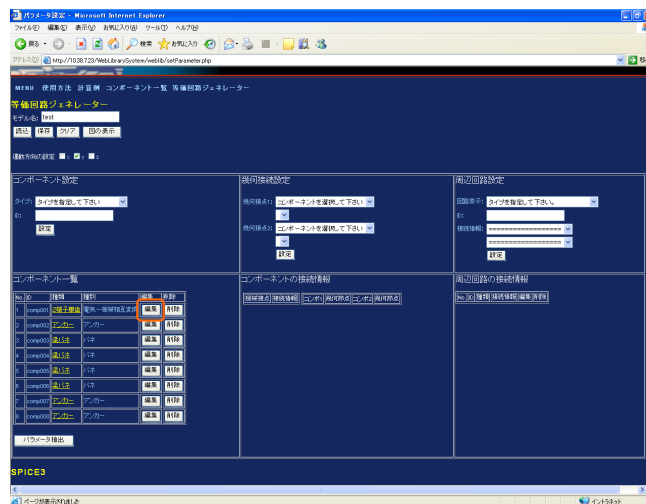


Figure 11: コンポーネント形状編集

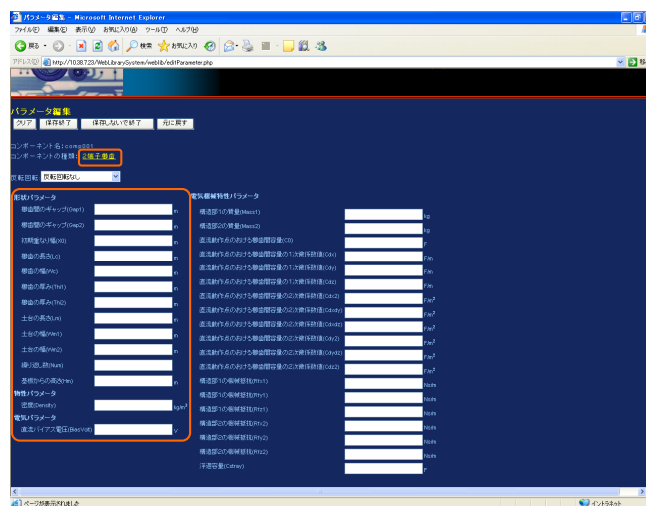


Figure 12: 「パラメータ編集」画面

## 1.2 デバイス構造の確認・編集を行う

デバイスの構造の設定が 3D CAD を用いた場合にもアップロードしたファイルの内容が Web の画面に表示される。形状パラメータの変更や接続関係の変更が可能である。

- コンポーネントの形状確認・編集  
図 11 に示すように設定したコンポーネントそれぞれに「編集」ボタンがあ



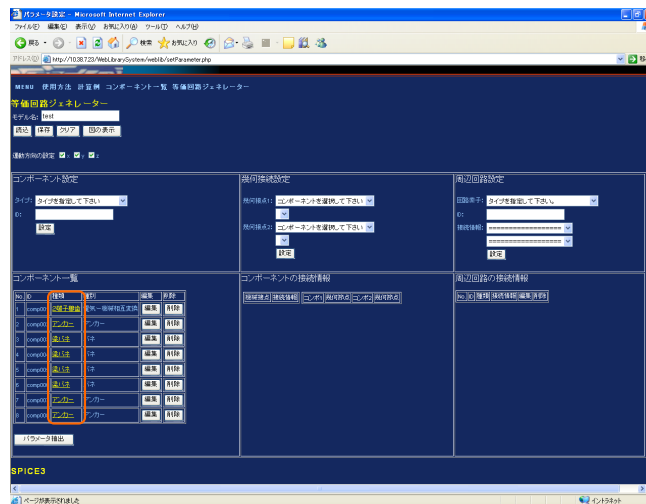


Figure 13: 幾何節点表示

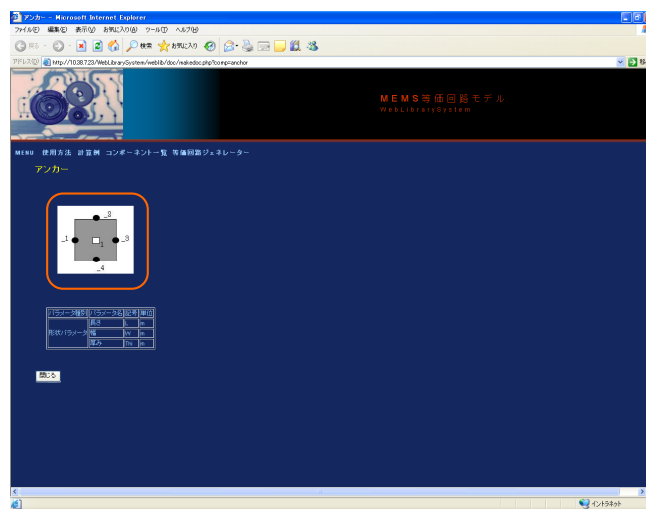


Figure 14: 幾何節点定義

る。このボタンを押下すると図 12 のような「パラメータ編集」画面が表示される。この画面で形状パラメータを確認、編集する。編集が終了したら「保存終了」ボタンを押す。

- 接続関係の確認・編集  
コンポーネント間の接続関係は、図 17 に示す「図の表示」で接続関係をネッ

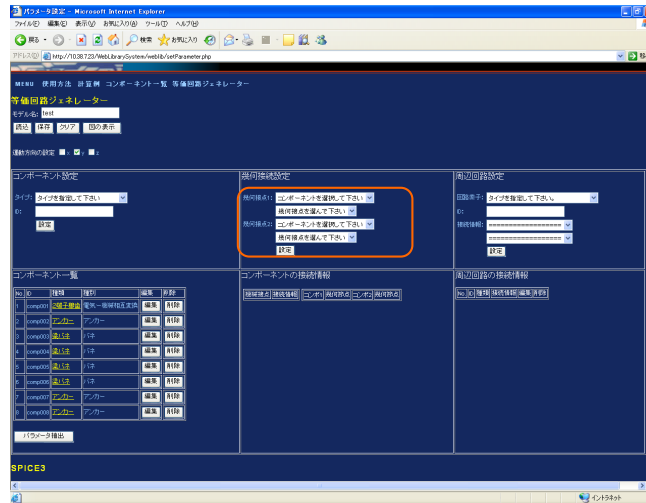


Figure 15: 幾何接続設定

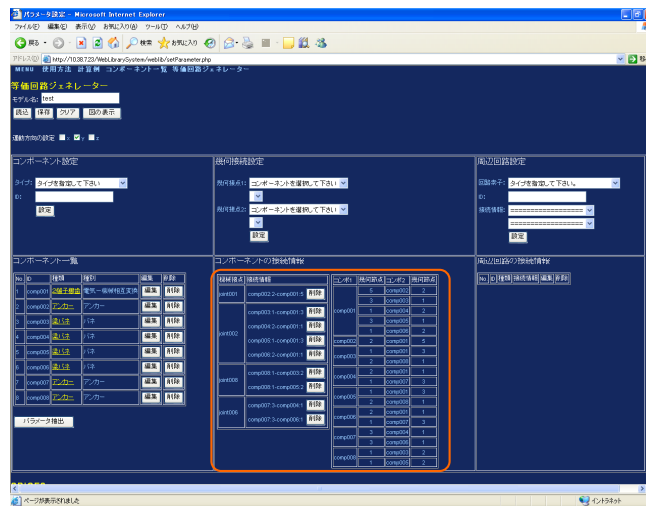


Figure 16: コンポーネントの接続情報

トワーク図として参照することができる (図 18)。また、図 16 の「コンポーネントの接続情報」部でも確認することができる。左側のテーブルはコンポーネント同士の接続点にどのコンポーネントが接続しているかを表したものである。右側のテーブルは、あるコンポーネントにどのコンポーネントが接続しているかを表したものである。接続関係の変更を行うには、図 15 の幾何接続設定で新たな接続を設定したり、図 16 の「コンポーネントの

接続情報」部すでに設定した接続の削除を行う。

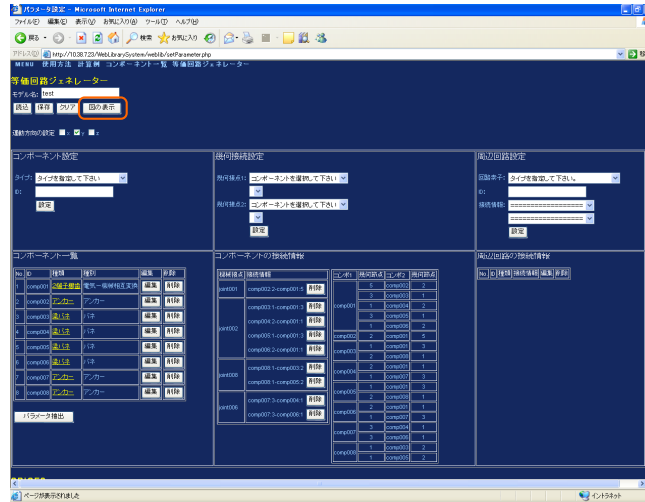


Figure 17: 図の表示

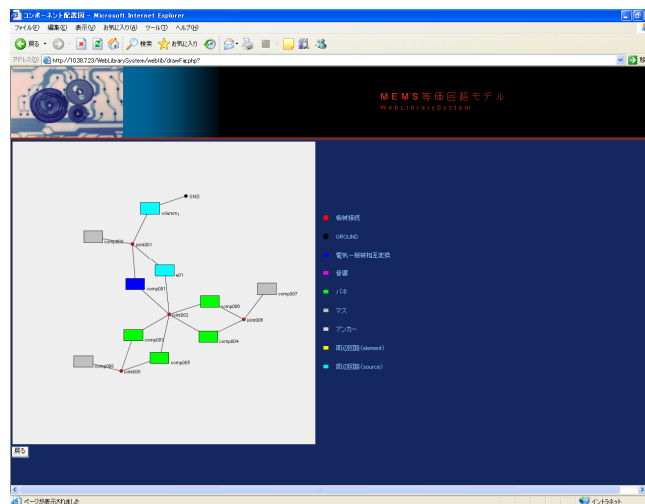


Figure 18: 図の表示

### 1.3 電気・機械パラメータ抽出を行う

「コンポーネント一覧」と「コンポーネントの接続情報」が完成した後、等価回路で表したときの回路素子のパラメータを計算するのに必要な電気・機械パラメータの抽出を行う。図 18 に示す「コンポーネント一覧」下部の「パラメータ抽出」ボタンを押すと抽出が実行される。

必要な電気機械特性パラメータがすでにあり、形状の検討を行う必要がない場合には、実行しない。

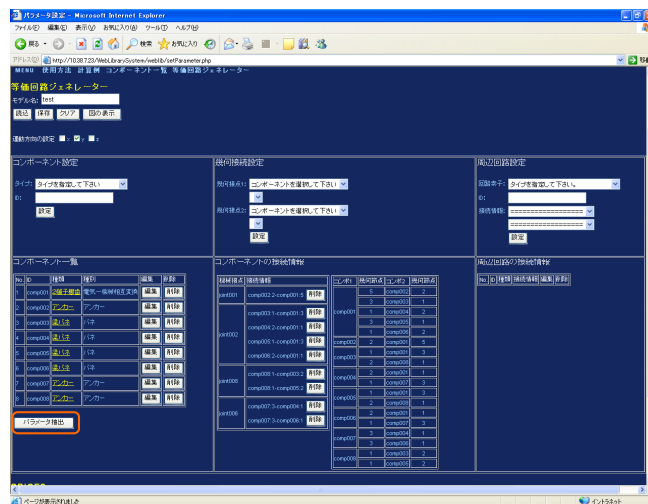


Figure 19: パラメータ抽出

### 1.4 電気・機械パラメータ抽出結果の確認・編集を行う

電気・機械パラメータの抽出結果の確認は、図 11 に示す「編集」ボタンで可能である。図 20 に 2 端子櫛歯の抽出結果例を示す。形状パラメータ、抽出された値の変更が可能である。パラメータ抽出後に形状パラメータを変更した場合には、再度パラメータ抽出を行う必要がある。

パラメータ抽出結果には、回路素子のパラメータを計算するのに必要であるが電気・機械パラメータ抽出では計算されずに、ユーザが入力すべき値も存在する。この例では浮遊容量である。この値を設定し、「保存終了」ボタンを押してこの画面を終了する。

### 1.5 周辺回路の設定を行う

図 21 の「周辺回路設定」部で駆動電源や周辺回路素子の設定を行う。設定できる素子タイプは以下の通りである。

- 電圧源

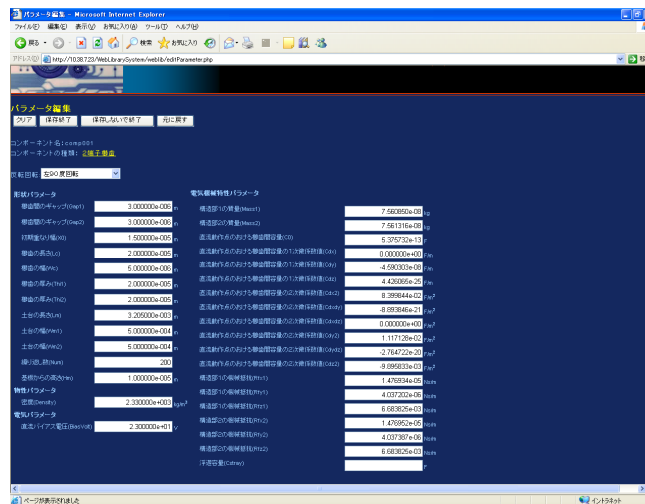


Figure 20: パラメータ抽出結果表示

- 電流源
- 外力
- 音源
- 音響平行平板アクチュエータ電圧源
- 圧電ユニモルフ電圧源
- 磁気カンチレバー電流源
- インダクタ
- キャパシタ
- 抵抗

「接続情報」では、素子が接続する節点を指定する。外力の場合は、接続する節点はひとつのみであり、その節点に対して極性を設定する。音響平行平板アクチュエータ電圧源、圧電ユニモルフ電圧源、磁気カンチレバー電流源は、特別に用意した電源である。接続する節点を指定せずに、利用可能で、自動が該当するコンポーネントを検索し、そのコンポーネントに電源を接続する。

「設定」ボタンを押すと、「周辺回路の接続情報」部に設定内容が表示される(図 22)。登録した回路素子パラメータを設定するには、該当素子の「編集」ボタンを押すと設定画面が表示される。電源の場合の設定画面を図 23 に示す。交流振幅と交流位相を設定する。外力の場合は、振幅、位相に加えて外力の作用方向を指定する。インダクタ、キャパシタ、抵抗の場合はインダクタンス、キャパシタンス、抵抗値をそれぞれ設定する。

登録した回路素子を削除する場合には、該当素子の「削除」ボタンを押す。

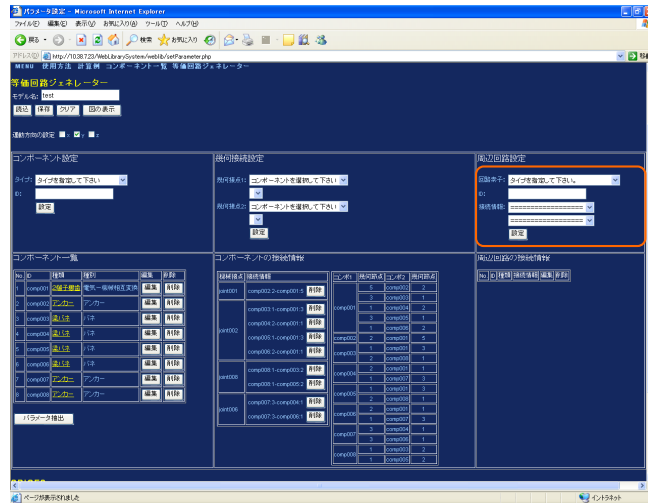


Figure 21: 周辺回路設定

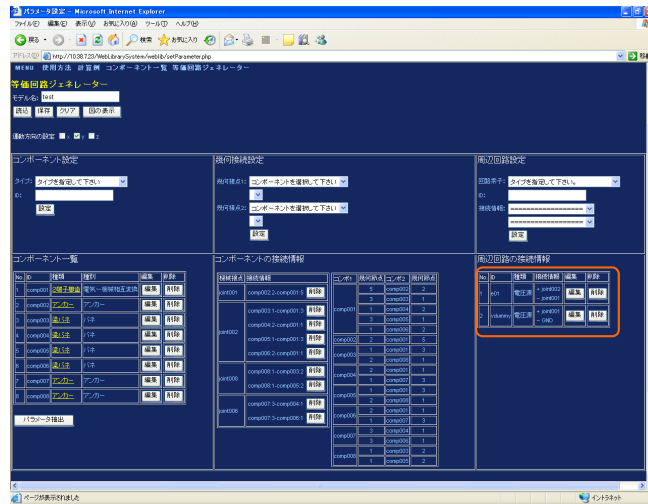


Figure 22: 周辺回路設定

## 1.6 出力、解析条件の設定を行う

回路シミュレーションに関して解析条件と出力の設定を図 24 で行う。

### 1. 解析条件設定

まず、交流解析か過渡解析かの選択をリストからおこなう。選択の後、「制御パラメータ」の「編集」ボタンを押下すると、解析方法に応じた設定画面

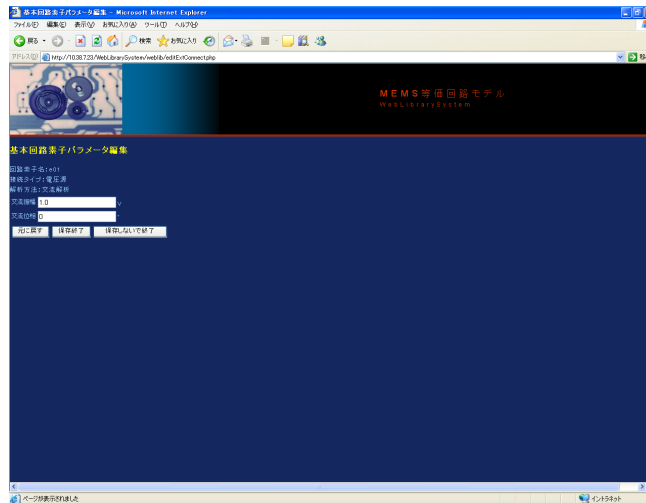


Figure 23: 周辺回路設定

が表示される。この例では、交流解析を選択する。交流解析の制御パラメータ編集画面を図 25 はに示す。交流解析であれば、周波数のスイープ方法、解析周波数区間における解析点数、開始周波数、最終周波数の設定を行う。過渡解析であれば時間増分、最終時刻の設定を行う。

## 2. 出力設定

出力の設定がないと、Web 上での回路シミュレーション実行はエラーとなる。ネットリストをダウンロードして手持ちの回路シミュレータで実行する場合には、必要に応じて設定する。

「出力設定」の「編集」ボタンを押すと「出力制御設定」画面が表示される。コンポーネントごとに出力可能な物理量が決まっているので、まず、リストからコンポーネントを選択する。そのコンポーネントに関して出力可能な物理量がリストに表示されるので、出力したい物理量を選択する。「設定」ボタンを押すと設定内容が画面に追加される。

コンポーネントごとの出力可能な物理量を以下に示す。

- 2 端子楯歯  
楯歯間の相対速度
- 静電平行平板  
平板間の相対速度
- ユニモルフ圧電駆動梁  
自由端の速度
- 音響平行平板  
振動板の速度
- 磁気駆動梁  
自由端の速度

- 電流源  
2端子間の電位差
- 電圧源  
電圧源を流れる電流
- 外力  
作用点に生じる速度

設定を取り消す場合には、「削除」ボタンを押す。  
この例では、2端子歯歯コンポーネントに対し「歯歯間の相対速度」と電圧源に対し「電圧源を流れる電流」を設定する。

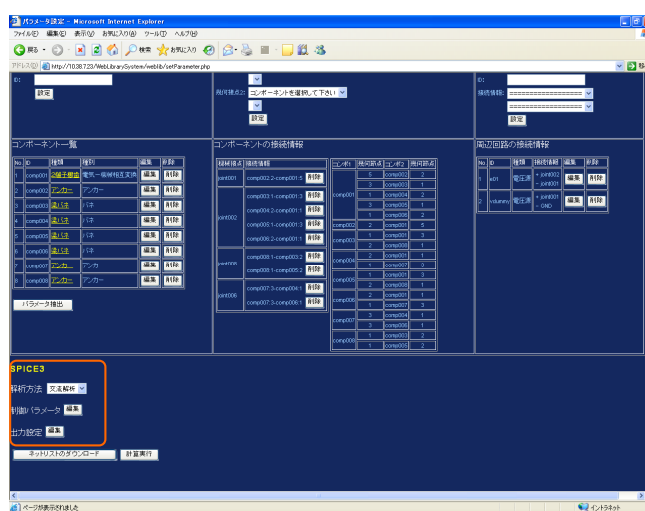


Figure 24: 出力、解析条件設定

## 1.7 ネットリストのダウンロードまたは回路シミュレーション実行の指示を行う

図 26 に示すボタンでネットリストのダウンロードまたは回路シミュレーション実行を行う。

1. ネットリストのダウンロード  
「ネットリストのダウンロード」のボタンを押すと、ダウンロード画面が表示される。開くか保存が可能である。画面の指示に従いファイルの保存を行う。
2. 回路シミュレーションの実行  
「計算実行」ボタンで Web 機能から回路シミュレーションを実行する。



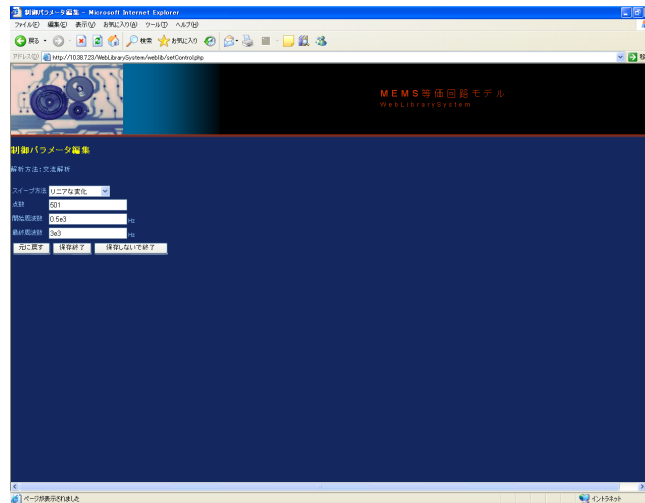


Figure 25: 交流解析制御パラメータ編集画面

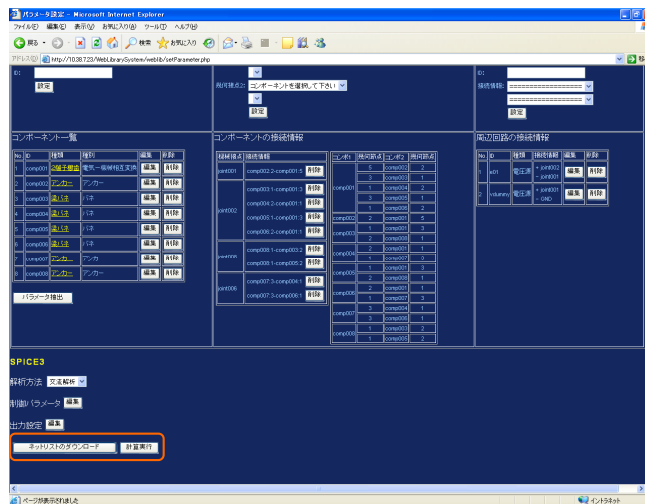


Figure 26: ダウンロードまたは回路シミュレーション実行

## 1.8 回路シミュレーション結果の表示を行う

Web 機能から回路シミュレーションを実行し、正常に終了すると実行結果画面が表示される。図 27 にこの例の結果画面を示す。選択した物理量に対し、

- 絶対値

- 実部
- 虚部
- 位相

が得られる。画面上でのグラフ表示と数値データのダウンロードが可能である。数値データはカンマ区切り形式 (csv) で出力する。



Figure 27: 実行結果画面