

OPUSER 課題集

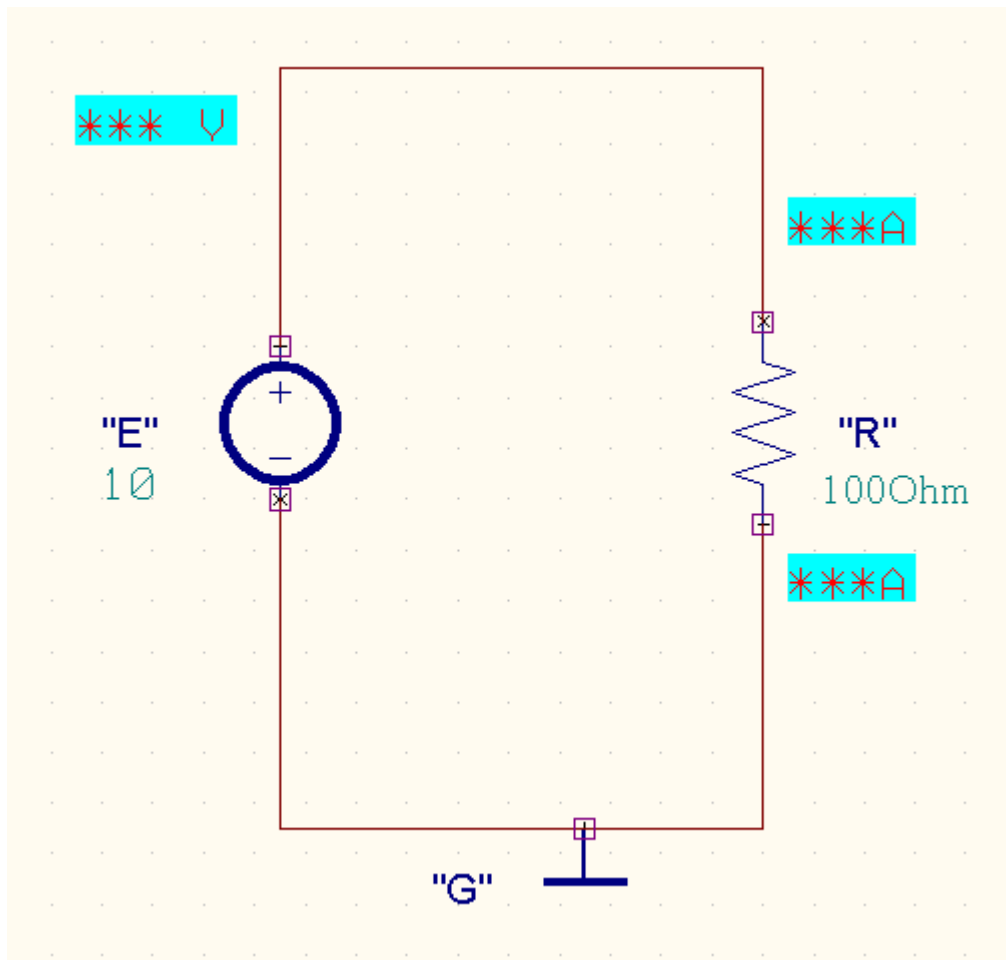
Lesson1～Lesson10

Lesson1 オームの法則	2
Lesson2 分圧回路と DC スイープ解析	4
Lesson3 トランジスタの3つの端子(E,C,B)依存の確認と消費電力	9
Lesson4 コンデンサの充電	15
Lesson5 周波数特性の確認	22
Lesson6 オペアンプ 非反転増幅回路	25
Lesson7 低周波数増幅回路	28
Lesson8 論理回路シミュレーション	32
Lesson9 デジタルシミュレーション	36
Lesson10 PCB 設計・ガーバーエクスポート・部品表作成	39



Lesson1 オームの法則

OPUSER を使用して簡単な回路を作成し、シミュレーション結果をみてみましょう。
 以下は、オームの法則のシミュレーション手順です。





初めに部品を配置します。部品の呼出しには、ショートカットキーを使用する方法が早く行えます。
 スケマティックエディタ画面でキーボードを使用して配置します。

E : 電圧 **R** : 抵抗 **G** : グランド

次にメニューツール、ワイヤバスから配線を行います。




メニュー設定から MixedMode シミュレータを選択します。
 ツールから測定ポイント設定を選択します。



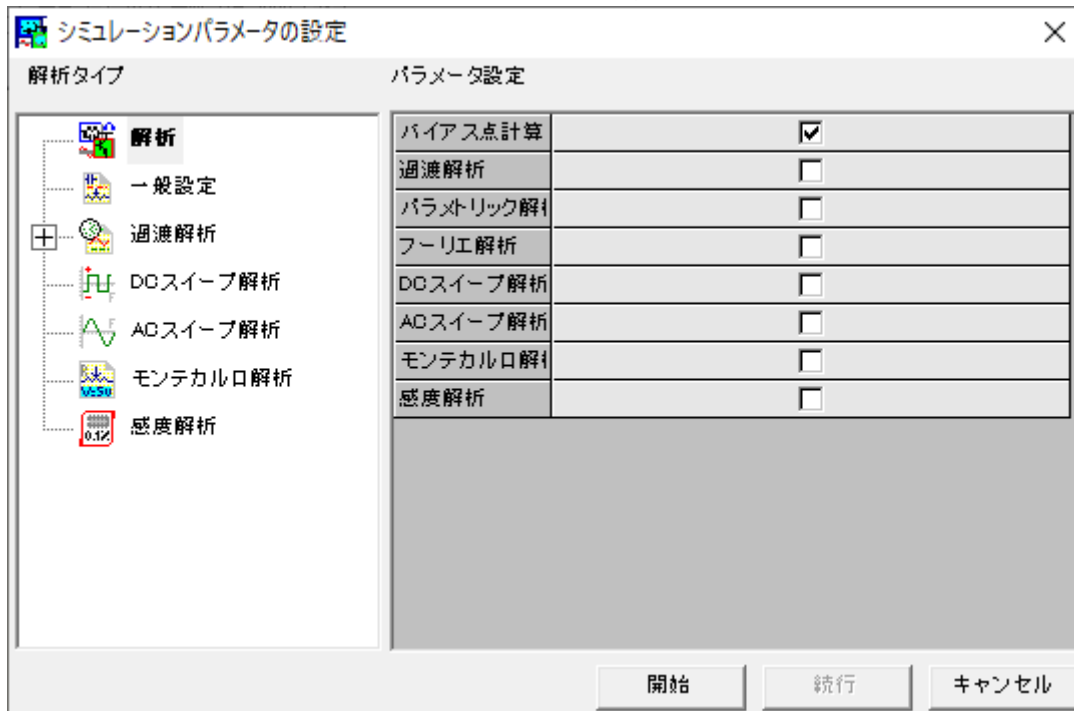
ファンクションツールから部品プロパティ 、オプションツールから部品値追加/変更  を選択します。シンボルをクリックして電圧値と抵抗値を入力します。

電圧 : 10V
 抵抗 : 100Ω

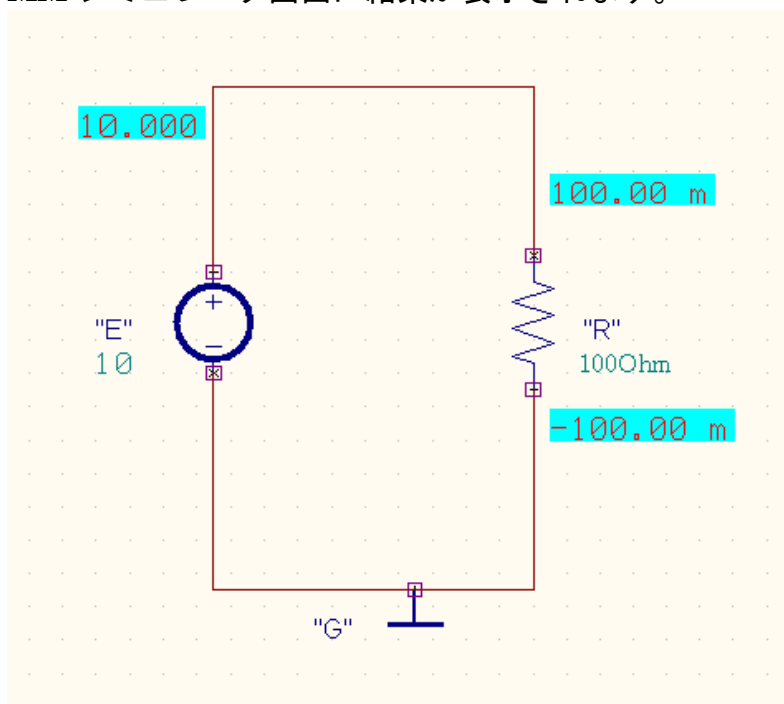
次に測定ポイント設定します。

ファンクションツールからテストポイント、オプションツールから電圧テストポイント、電圧の出力側へ配置。電流テストポイント、抵抗の両方のピンへ配置します。

メニューからシミュレーション / 解析を選択します。



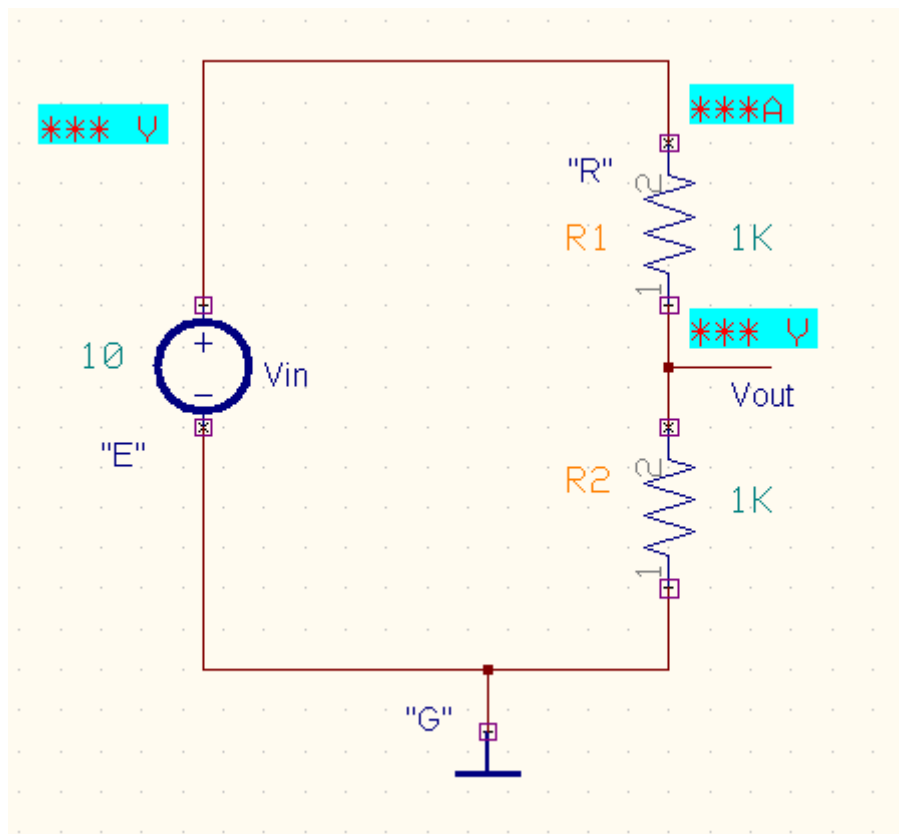
バイアス点計算へチェックを入れます。開始をクリックします。
MM シミュレータ画面に結果が表示されます。



OPUSER では、ピンに電流が流れこむ側を正とし、流れ出る側を負とします。
抵抗の上側では 100mA、下側では -100mA です。
消費電力 W を計算すると $W = V \times I = 10V \times 0.100A = 1 \text{ Wt}$
計算結果より、標準の抵抗 $1/4Wt$ では充分ではありません。

Lesson2 分圧回路と DC スイープ解析

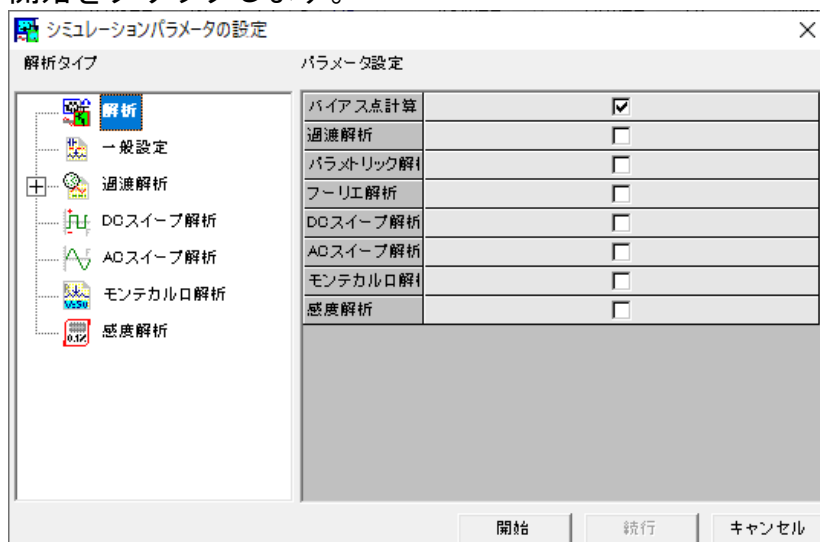
Lesson1 で学習したものに抵抗を一つ増やして、分圧器と呼ばれる次の簡単な回路を作成します。電源出力側と Vout へ電圧マーカーを配置します。抵抗ピンへ電流マーカーを配置します。

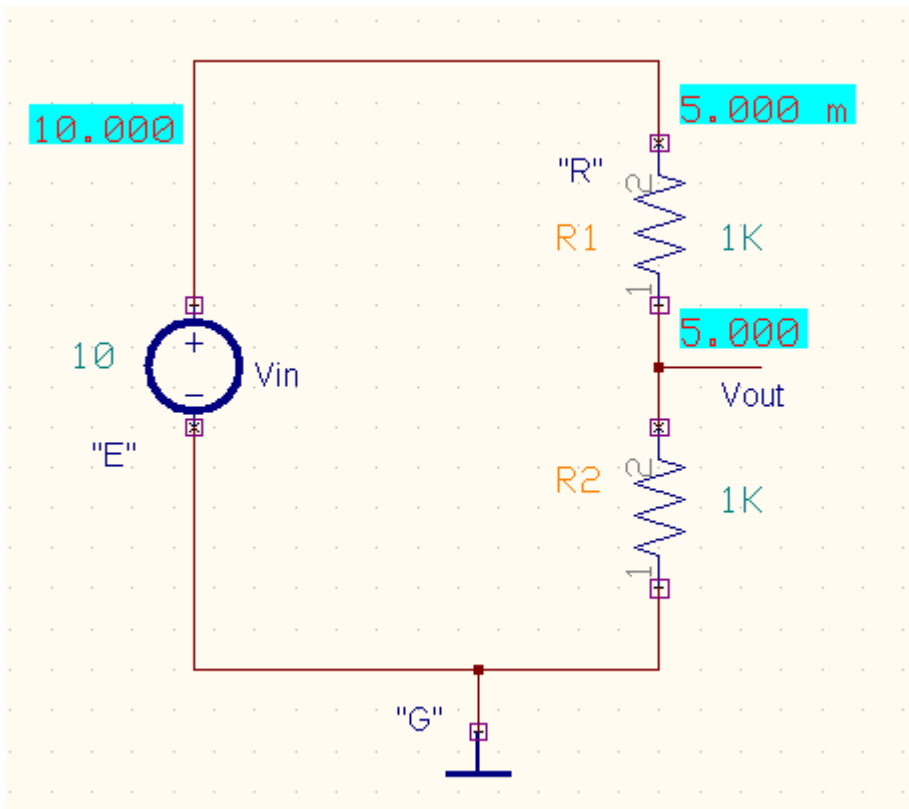


抵抗 R1 と R2 の直列に接続された 2 つの抵抗が電源 V とグランド 0V の間にある場合、Vout の電圧は下の式で表されます。下計算式より、出力は 5V です。

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in} \quad V_{out} = \frac{1K}{1K + 1K} 10 \quad V_{out} = 5V$$

シミュレーション結果が同じになるか確認していきます。
メニューシミュレーションから解析を選択、バイアス点計算にチェックを入れ、開始をクリックします。





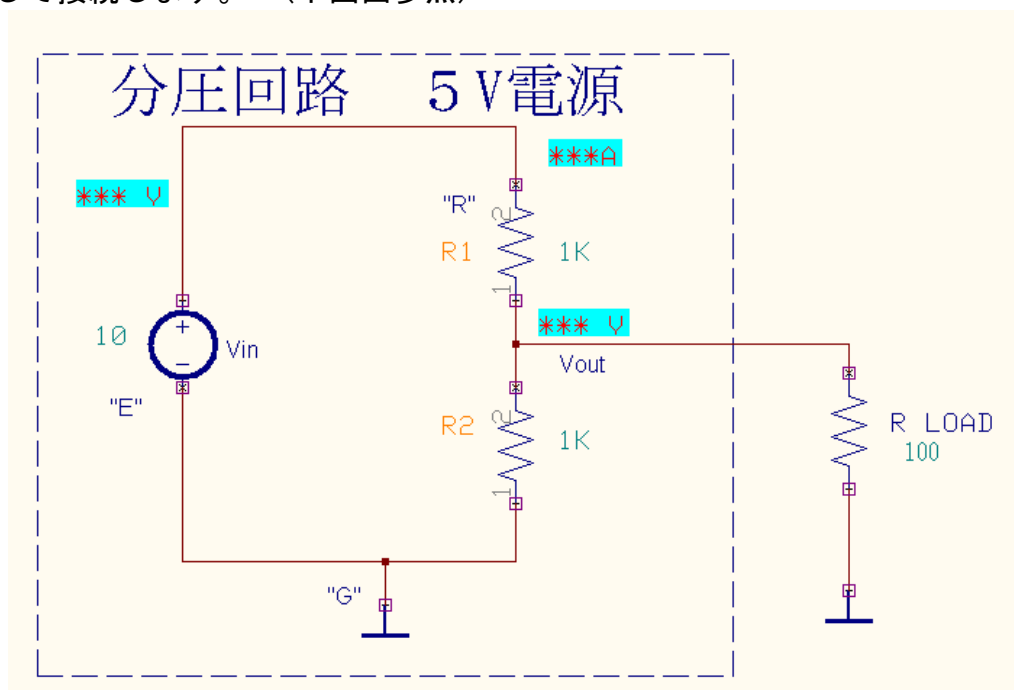
シミュレーション結果が表示されます。 $V_{out} = 1/2 V_{in} = 5V$
分圧器を使用して、5V 電源が作成され、計算結果と同じとなりました。

次のステップでは、電源出力(V_{out})へあらたに抵抗を接続した場合、電源がどのように変化し動作するかを確認します。

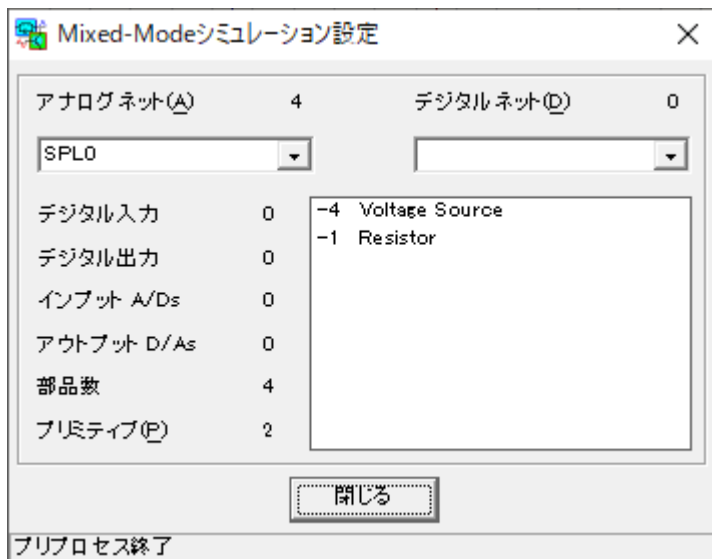
部品の配置に戻り、追加の抵抗 R を配置します。(例：100Ω)

R : 抵抗 **G** : グランド、で追加。

V_{out} へ配線して接続します。(下画面参照)



回路へ変更追加を行なった場合、メニューシミュレーションからプリプロセスを実行してください。新しいモデルとネットですимуレーションエンジンが更新されます。



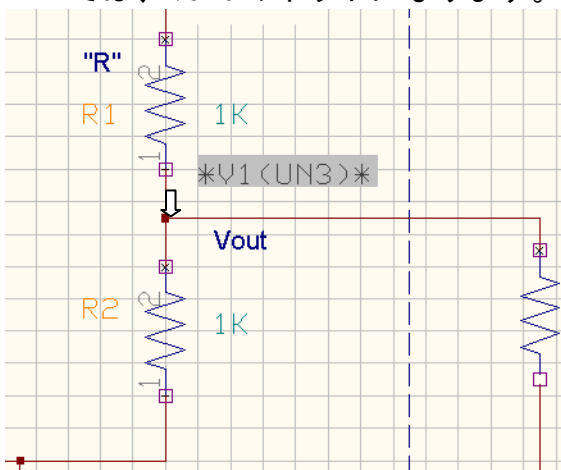
回路は新しいシミュレーションの準備ができました。




シミュレーションでは電圧の変化を抵抗の値を変化させどのような結果になるか、確認していきます。抵抗値を 100 オームステップで 0 オームから 10K まで変化させ DC スイープ分析を実行します。



DC スイープ解析では、スイープ変数より温度または 部品パラメータの変更が行えます。

初めに、DC スイープを測定する場所に新しいマーカーを配置する必要があります。ここでは、Vout のネットになります。



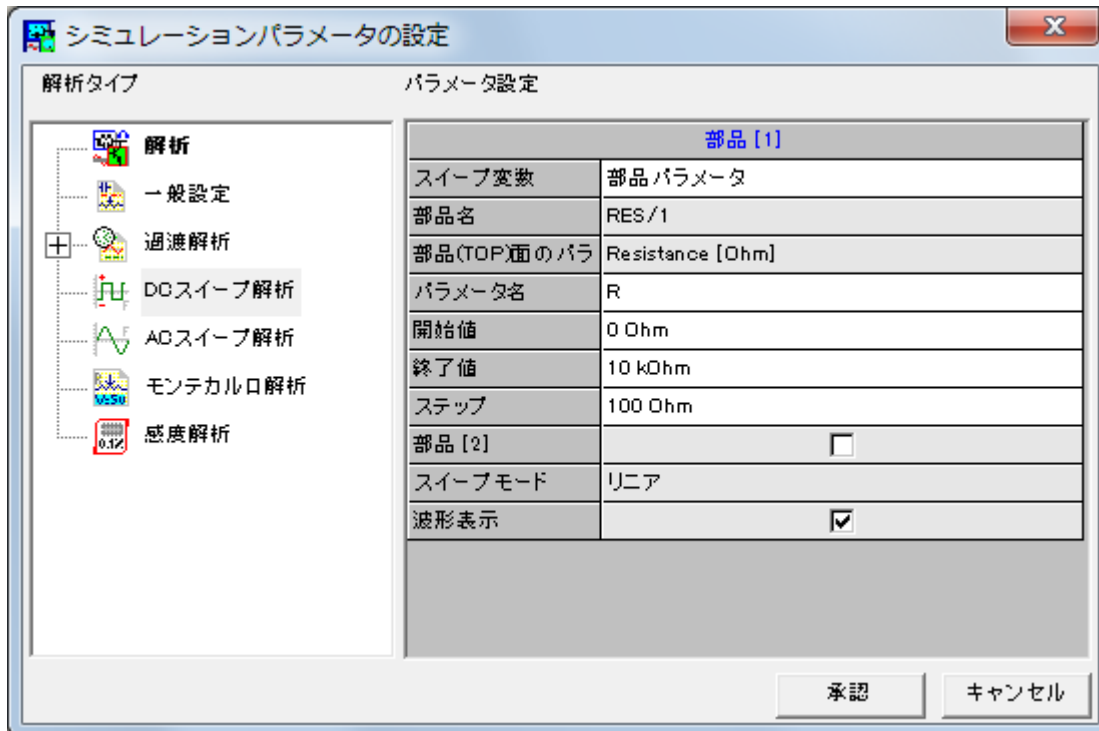
ツールから測定ポイント設定  を選択、ファンクションツールから波形マーカー設定 、オプションツールから電圧波形マーカー  を選択、Vout のネットをクリックし、マーカーを配置します。

マーカー配置後、DC スイープパラメータを設定します。

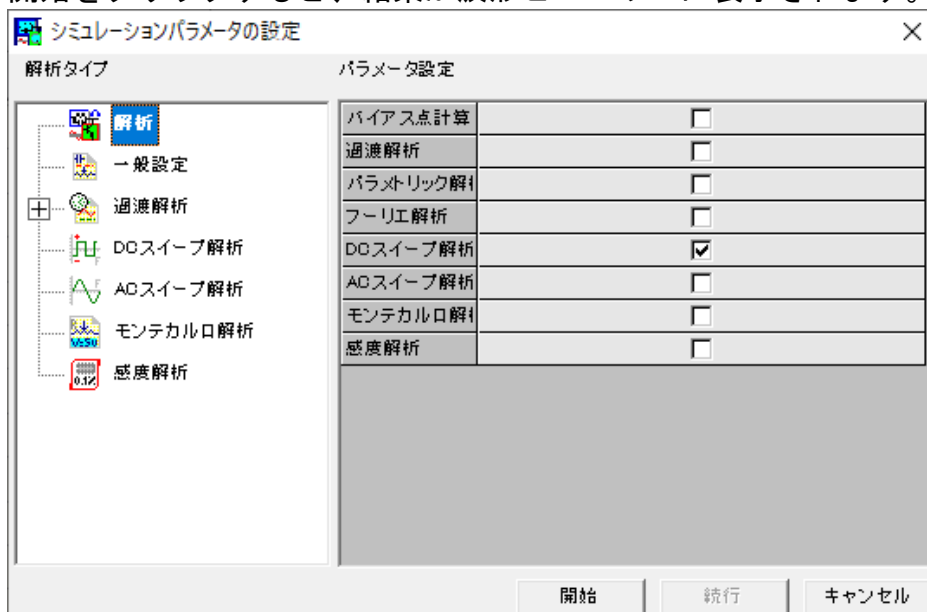
メニューシミュレーションから解析を選択します。

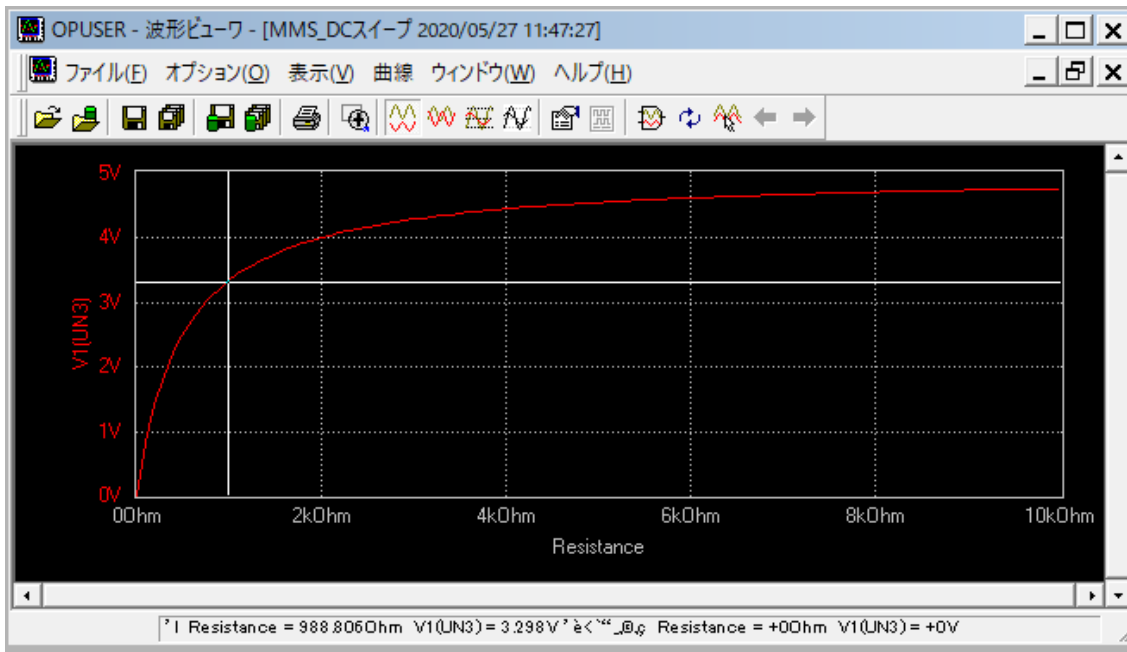
画面左側の解析タイプから DC スイープを選択します。右画面にてスイープ変数から部品パラメータを選択します。

解析する部品 R LOAD(後から Vout へ追加した抵抗)をクリックします。承認をクリックします。



開始をクリックすると、結果が波形ビューワーに表示されます。





ビューワ画面内でクリックすると、カーソルがクロスカーソルに変わり、合わせた箇所が、ステータスバーにて電圧と抵抗値が確認できます。

上のビューワ画面から、5 V 電源が 2 K 未満の抵抗の場合、良好に機能することが確認できます。また、抵抗値が 100 Ω の場合、 V_{out} は 600mV(0.6V)以下になります。DC スイープ解析は、電気技術者が回路設計する上で最もよく使用されるシミュレーションの 1 つです。

Lesson3 トランジスタの3つの端子(E,C,B)依存の確認と消費電力




このレッスンでは、ベースとコレクタへ流れる電流の依存関係を学び、トランジスタの消費電力を計算します。

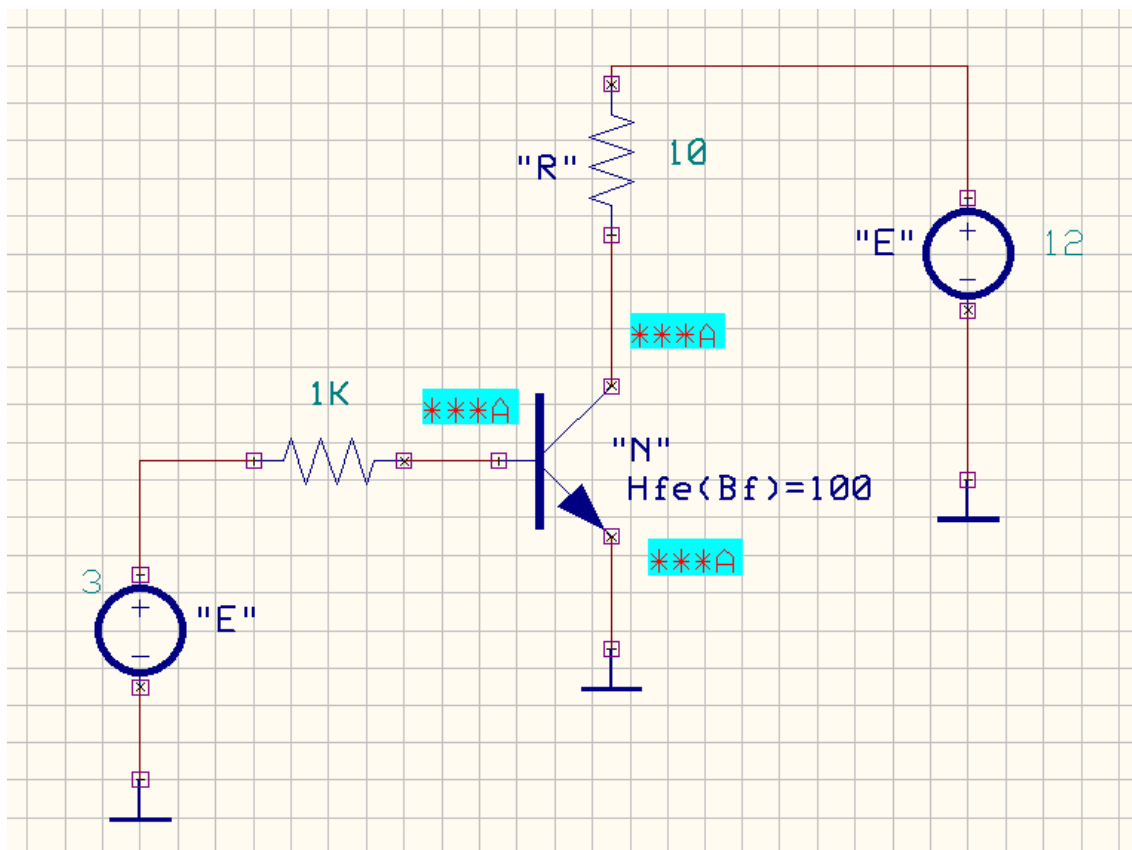
スキマティックエディタ画面でキーボードを使用して配置します。

R : 抵抗 **N** : トランジスタ **E** : 電源 **G** : グランド

部品配置後、配線を行いません。



次に、部品値を設定します。

メニューツールから測定ポイント設定を選択 、ファンクションツールから部品プロパティ 、オプションツールから部品値追加変更  を選択して、シンボをクリックして設定します。
ベース電源 3V、ベース抵抗 1k Ω 、コレクタ電源 12V、コレクタ抵抗 : 10 Ω

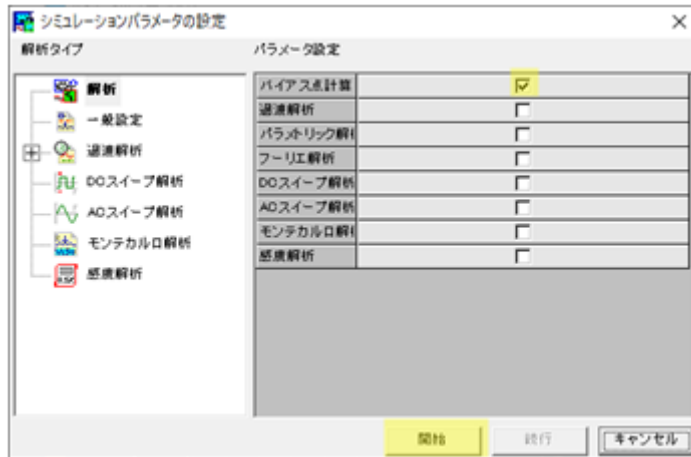


メニューシミュレーションからプリプロセスを選択します。

初めに、ベース電流、コレクタ電流を確認します。

ファンクションツールからテストポイントを選択、オプションツールから電流テストポイントを選択します。トランジスタのノードをクリックして、マーカーを配置します。

メニューシミュレーションから解析を選択します。
バイアス点計算にチェックをいれ、開始をクリックします。



シミュレーションの結果は、 $I_B = 2.086\text{mA}$ 、 $I_c = 208.6\text{mA}$ 、 $I_E = -210.7\text{mA}$ です。



エミッタ電流(I_E) がマイナスになるのはなぜですか？
OPUSER では、ピンに電流が流れこむ側を正とし、流れ出る側を負とします。

$I_B + I_c = I_E$ ($2.086 + 208.6 = 210.7\text{mA}$) であることが確認できます。





キルヒホッフの第1法則
電気回路の任意の分岐点について、そこに流れ込む電流の和は、そこから流れ出る電流の和に等しい。

次に直流電流増幅率を計算します。

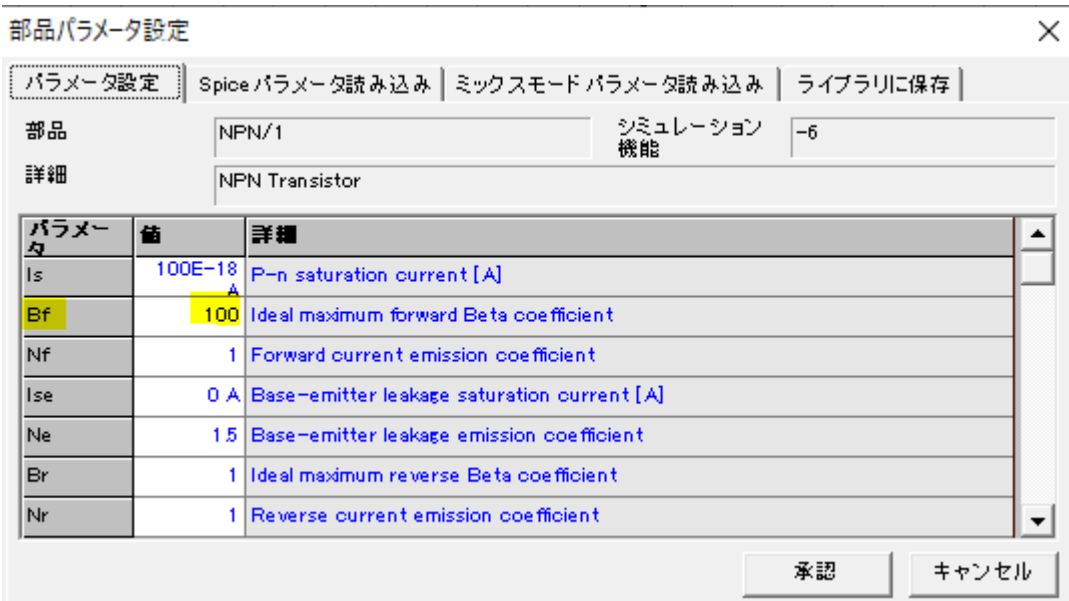
$$H_{fe} = I_c / I_B = 208.6 / 2.086 = 100$$

この値はバイポーラトランジスタ(BJT)での標準の値です。

計算結果の直流電流増幅率(Hfe)を使用して、シミュレーションを行なっていきます。

ファンクションツールから部品プロパティを選択、オプションツールからシミュレーションパラメータ変更を選択します。

トランジスタをクリックします。部品パラメータ設定画面が開きます。



部品パラメータ設定

パラメータ設定 | Spiceパラメータ読み込み | ミックスモードパラメータ読み込み | ライブラリに保存

部品: NPN/1 | シミュレーション機能: -6

詳細: NPN Transistor

パラメータ	値	詳細
Is	1.00E-18 A	P-n saturation current [A]
Bf	100	Ideal maximum forward Beta coefficient
Nf	1	Forward current emission coefficient
Ise	0 A	Base-emitter leakage saturation current [A]
Ne	1.5	Base-emitter leakage emission coefficient
Br	1	Ideal maximum reverse Beta coefficient
Nr	1	Reverse current emission coefficient

承認 | キャンセル

パラメータ Bf : 直流電流増幅率(Hfe)の最大値



ここでは計算結果より、100 となりますが、どの回路でも 100 になるわけではありません。これを確認するには、コレクタ抵抗を 10Ω から 100Ω に変更して確認します。

ベース電流(I_B)は 2.086mA です。

Hfe が同じ場合、コレクタ電流(I_C)= $I_B \times Hfe = 2.086 \times 100 = 208.6\text{mA}$ になります。

この場合、コレクタ抵抗の電圧降下 $V = I \times R = 208.6\text{mA} \times 100 = 20.86\text{V}$ になります。しかし、これは不可能です。なぜなら、コレクタ電圧は 12V だからです。

次にコレクタ抵抗値を 10Ω から 100Ω へ変更してシミュレーションします。

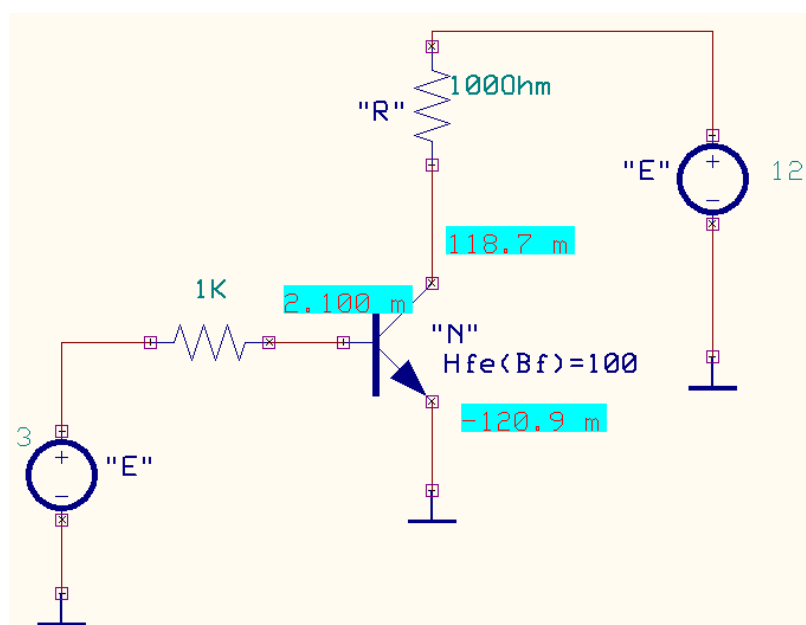
ファンクションツールから部品プロパティ、オプションツールからシミュレーションパラメータ変更を選択します。コレクタ抵抗をクリックします。抵抗値 100 を入力します。承認をクリックします。



プリプロセス実行

シミュレーションを行なう際、部品の値を変更した場合は、プリプロセスを実行する必要があります。ただし、シミュレーションパラメータ変更から値を変更した場合は、内部にてシミュレーションエンジンが更新されます。

メニューシミュレーションから解析、バイアス計算にチェックが入っていることを確認し、開始をクリックします。



シミュレーション結果から、
ベース電流(I_B) = 2.1mA コレクタ電流(I_C) = 118.7mA になるので、
 $H_{fe} = 118.7 / 2.1 = 56$
この場合、抵抗器の電圧降下 $V = I \times R = 118.7\text{mA} \times 100 = 11.87\text{V}$ 。
結果、トランジスタは飽和状態で、コレクタエミッタ間飽和電圧(V_{CE})は 0V に近い値です。

次に消費電力について

バイポーラトランジスタ(BJT) は 3、端子デバイスであり、それぞれが異なる電流と電圧を持っている可能性があります。電力計算を行なう場合、下記 2 つの箇所を確認します。

- ・ ベース-エミッタ間の電圧 V_{Be}
- ・ コレクター-エミッタ間の電圧 V_{ce}

トランジスタの総電力は、これら 2 つの合計です。
従って、



$$P = V_{BE}I_B + V_{CE}I_C$$

但し、 V_{Be} I_B の値は非常に小さい値(0.6V)になるため、通常は下の計算式にて計算されます。

$$P \approx V_{CE}I_C$$

よって、トランジスタの消費電力を計算するには、コレクタとエミッタの間の電圧とコレクタ電流を知る必要があります。



コレクタとエミッタの間の電圧をシミュレーション結果から確認していきます。
初めにコレクタ抵抗を 10Ω に戻します。

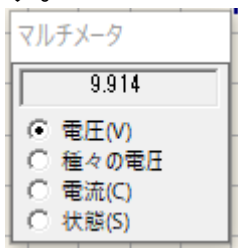
ファンクションツールから部品プロパティ 、オプションツールからシミュレーションパラメータ変更  を選択します。コレクタ抵抗をクリックします。
抵抗値 10 を入力します。承認をクリックします。

メニューシミュレーションから解析、バイアス計算にチェックが入っていることを確認し、開始をクリックします。

コレクタ電流(I_C) = 208.6mA になっていることを確認します。
次に、コレクターとエミッター (またはグラウンド) 間の V_{ce} 電圧を測定します。

マルチメーターを使用して、測定します。

ファンクションツールからテストポイントを選択、オプションツールからマルチメーターを有効にし、コレクタと抵抗間のワイヤーをクリックします。クリックし続けている間、表示します。



テスターは 9.914V を表示します。よって $V_{ce} = 9.9V$ であることが確認できます。

$$P \approx V_{CE}I_C$$

結果、消費電力は、

$$P = 9.9 \times 0.2086 = 2.06W_t$$

では、一般的なトランジスタ 2SC1815 の動作を確認してみましょう。
2SC1815 のデータシートには以下が記載されています。

■主な仕様

- ・接合構造：NPN
- ・コレクタ電流：150mA
- ・直流電流増幅率：200~400
- ・トランジション周波数：80MHz
- ・コレクタ損失：400mW
- ・パッケージ：TO-92
- ・コレクタ・ベース間電圧：50V

このトランジスタの場合、コレクタ損失（消費電力）はわずか $400mW = 0.4W_t$ で $2W_t$ 未満です。
JEDEC 規格、TO92 のトランジスタ 2SC1815 はこの回路では使用できません。

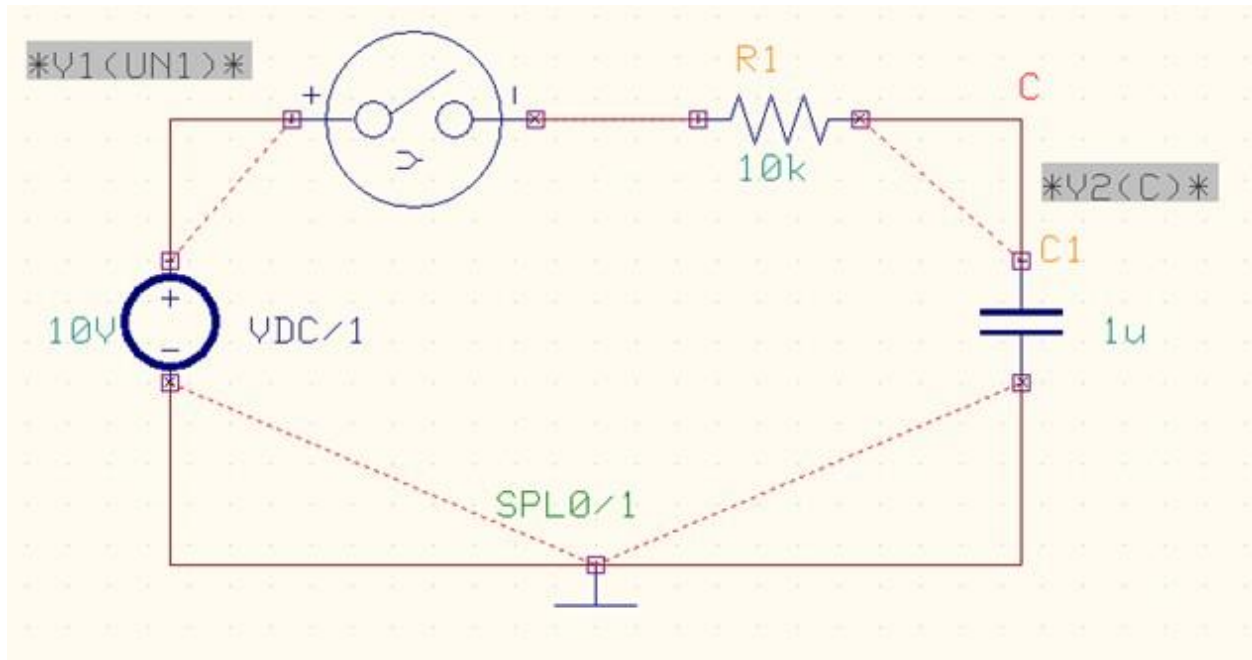


このトランジスタを使用する場合、エンジニアはヒートシンクを検討するか、ファンを使用する必要があります。

OPUSER-V では基板熱解析でヒートシンクとファンの両方をシミュレーションすることが可能です。

Lesson4 コンデンサの充電

電圧波形パラメトリック解析を使用してコンデンサが充電される状態を確認します。
回路図を作成します。



部品はショートカットキーを使用します。
スキマティックエディタ画面でキーボードを使用して配置します。

E : 電源 **R** : 抵抗 **G** : グランド **C** : コンデンサ



電源スイッチは、画面右にあるブラウザ/検索を使用します。
名称/詳細を入力へ
VOLSWITCH と入力し、検索をクリックします。

検索結果で表示され部品を選択し、配置をクリックします。

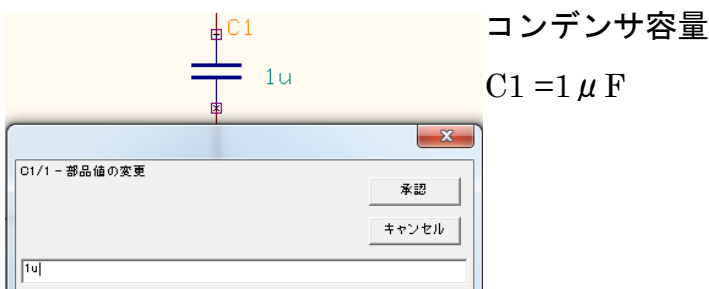
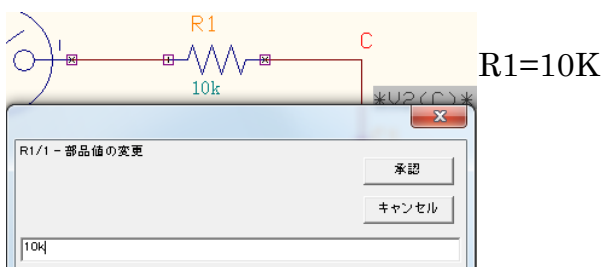
部品配置後、配線を行ないます。

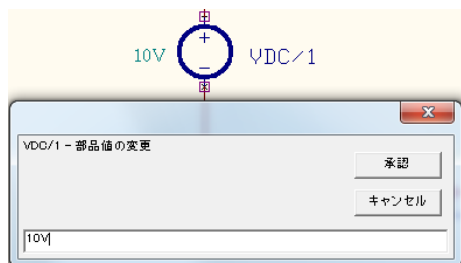
スキーマティックエディタのメニュー設定から MixdMode シミュレータを選択します。プリプロセス (Priprocess) ダイアログが表示されます。解析可能かどうかソフトが判断します。解析が行えるようすべてのデバイスはシミュレーションモデルを持たなければなりません。この回路の場合は 4 つのシミュレーションモデルが使用されています。



回路図のパラメータを入力します。

ファンクションツールから部品プロパティ、オプションツールから部品値追加変更を選択し、抵抗上クリックし、抵抗値を入力します





電源 10V を入力します。



接頭辞について

部品値を入力する時に使用する接頭辞、以下の様に入力します。

K (キロ) M (メガ) m (ミリ) u (マイクロ) n (ナノ)



電源スイッチのパラメータを設定します。

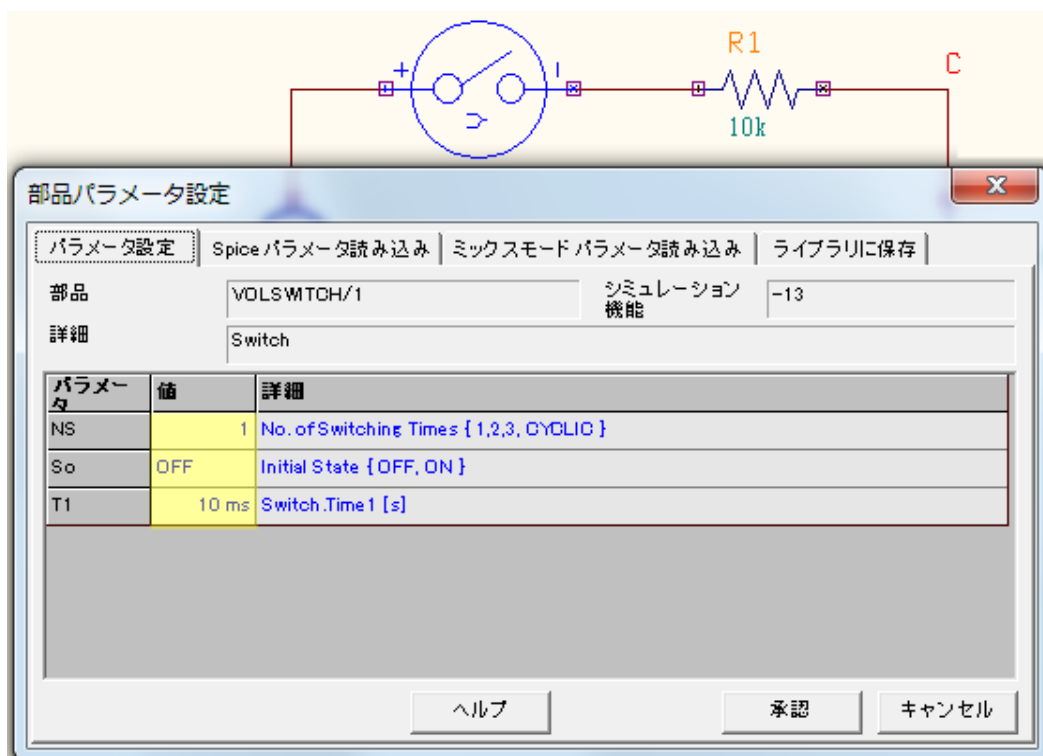
ファンクションツール、部品プロパティ、オプションツールからシミュレーションパラメータ変更を選択します。

電源スイッチをクリックします。

Ns(Number of switches) : 1 (オンオフの回数)

So(Original State) : OFF (元の位置オンかオフ)

T1(Timing) : 10ms (オン/オフになるタイミング)



測定ポイント配置

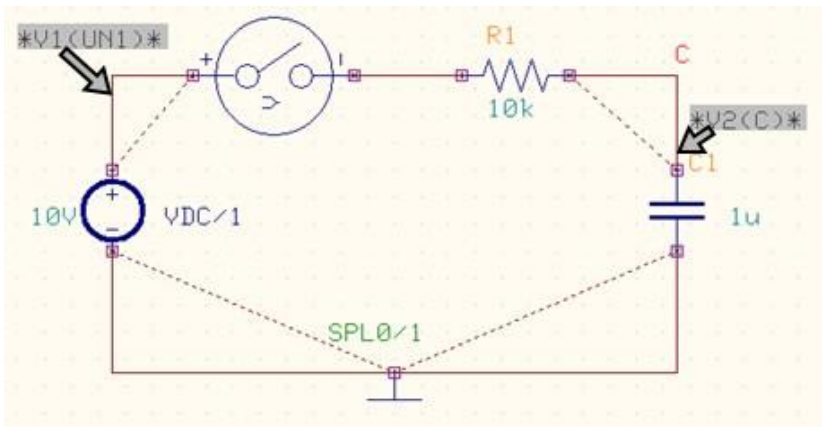
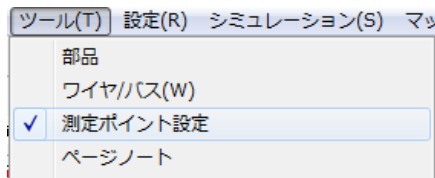
測定する箇所へ電圧波形マーカ-

配置します。
メニューツールから測定ポイント設定を

選択します。
ファンクションツールから波形マーカ-

設定、オプションツールから電圧波形マ-

ーカーを選択します。



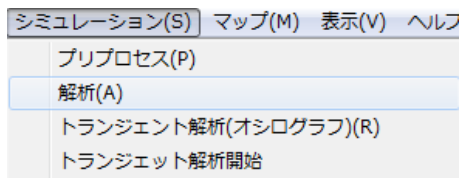
配線上またはネット上をクリック

します。

【 V1 】【 V2 】波形電圧マーカ-

ーを配置します。

これで解析の準備が完了しました。これよりシミュレーションを行います。



メニューシミュレーションから解析を選択します。

過度解析(TransientAnalysis)を選択します。

パラメータ設定を行います。

最大時間ステップ：1us, 10us

最終時間値：100m

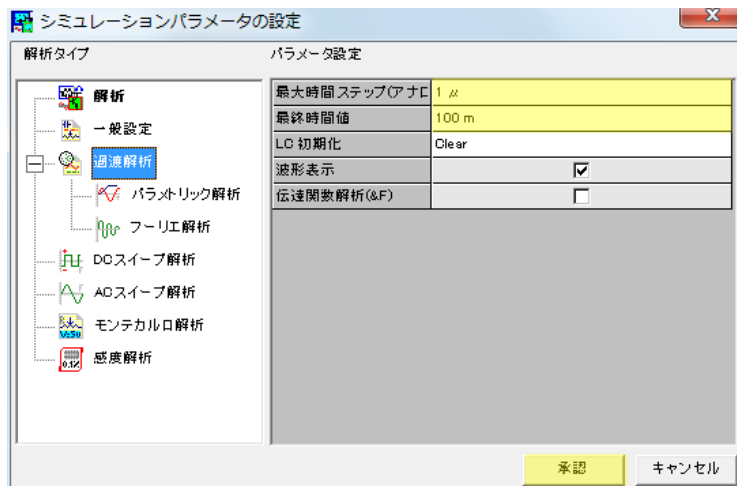
最終時間値は、コンデンサのフル充電まで 5RC 秒位と推測されます。

今回の場合は、

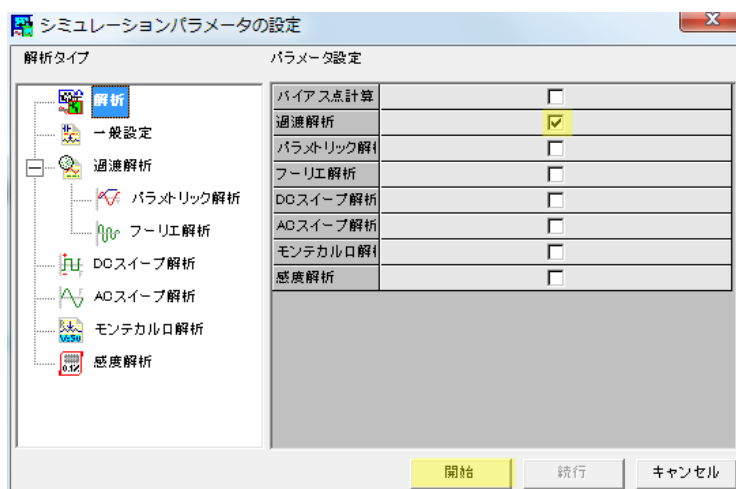
$$5 \times 10 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6} = 0.05\text{s} = 50\text{ms}$$

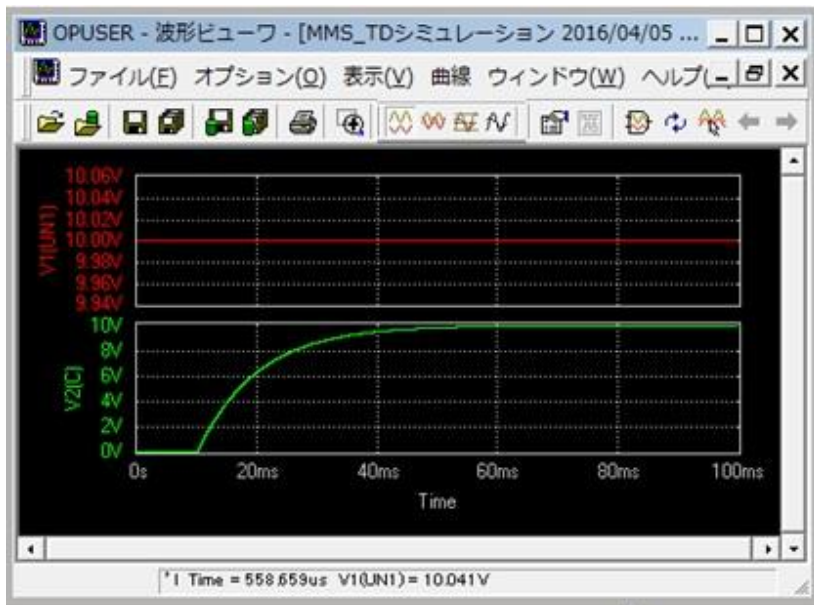
最終時間値は 100m で充分な値になります。

承認をクリックします。



「開始」をクリックして解析を始めます。





波形が表示されます。



より見やすくするため共通単位
アイコンをクリックします

グラフより充電が 50ms 付近に
て完了することが分かります。

パラメトリック解析

抵抗値を 10 K から 100K へ変化させた時のシミュレーションを行います。シミュレーションの結果は連続波形表示で確認が行えます。



パラメトリック解析を選択し、下の様に設定します。

スイープ変数：部品パラメータ

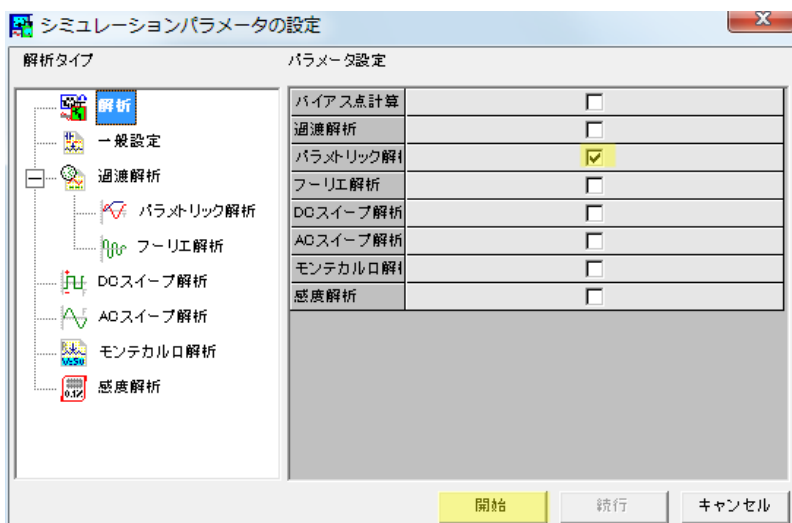
パラメータ名：R

開始値：10kΩ

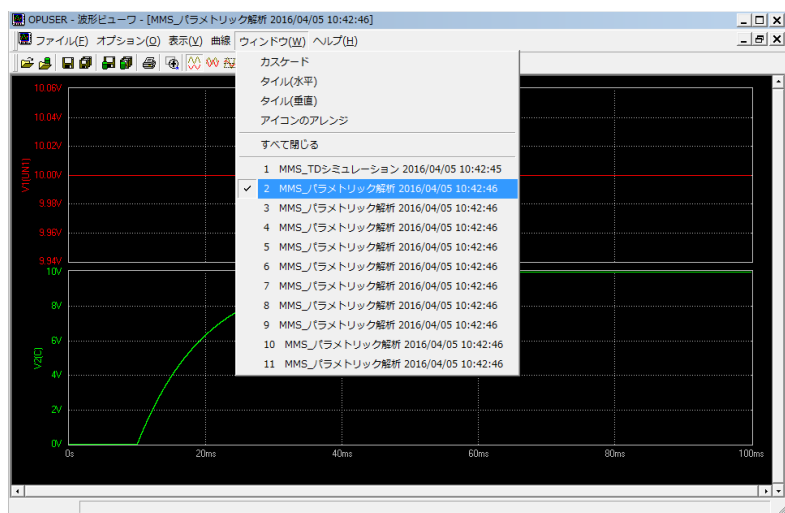
終了値：100kΩ

ステップ:10kΩ

承認をクリックします。



開始をクリックします。

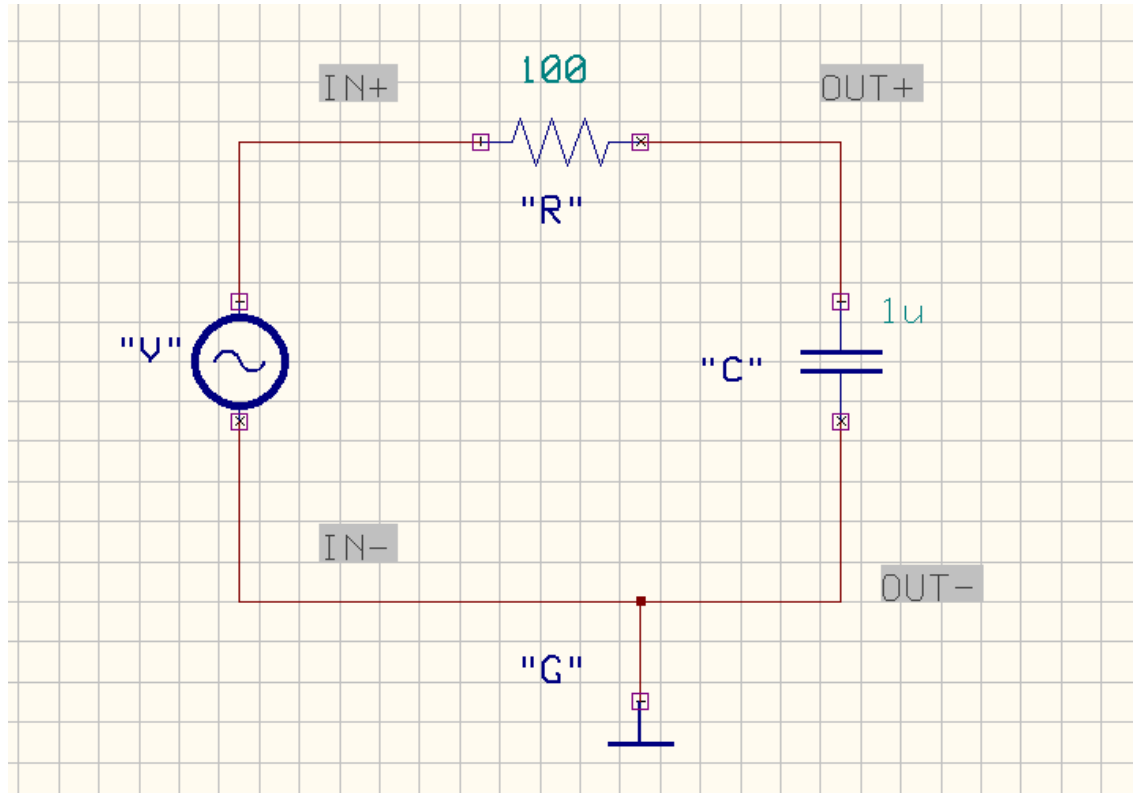


Lesson5 周波数特性の確認

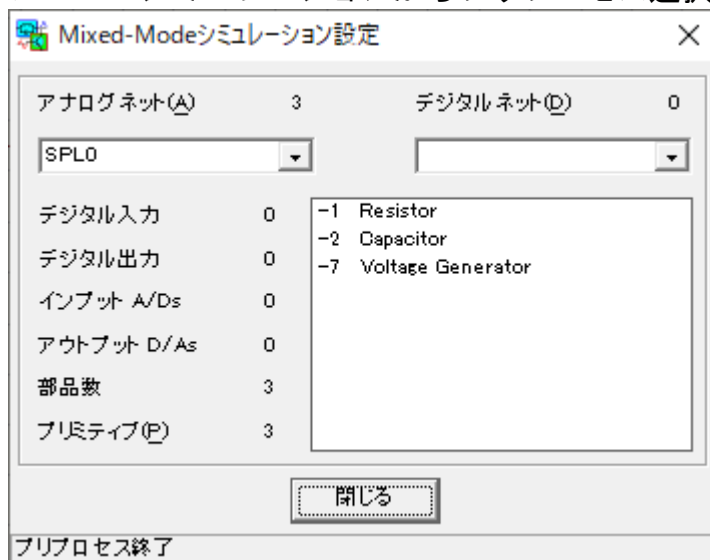
AC スweep解析を使用して、回路の周波数特性を確認していきます。
 下の様なローパスフィルタ回路を作ります。


V : 入力信号 **R** : 抵抗 **G** : グランド **C** : コンデンサ

部品値 抵抗 : 100Ω コンデンサ : 1uF





入力信号 V をシミュレーションします。出力信号はコンデンサとグランド間で測定されます。
 メニューシミュレーションからプリプロセス選択します。





ツールから測定ポイント設定  を選択します。


AC スイープ解析を実行するには、入力ノードと出力ノードをセットアップする必要があります。

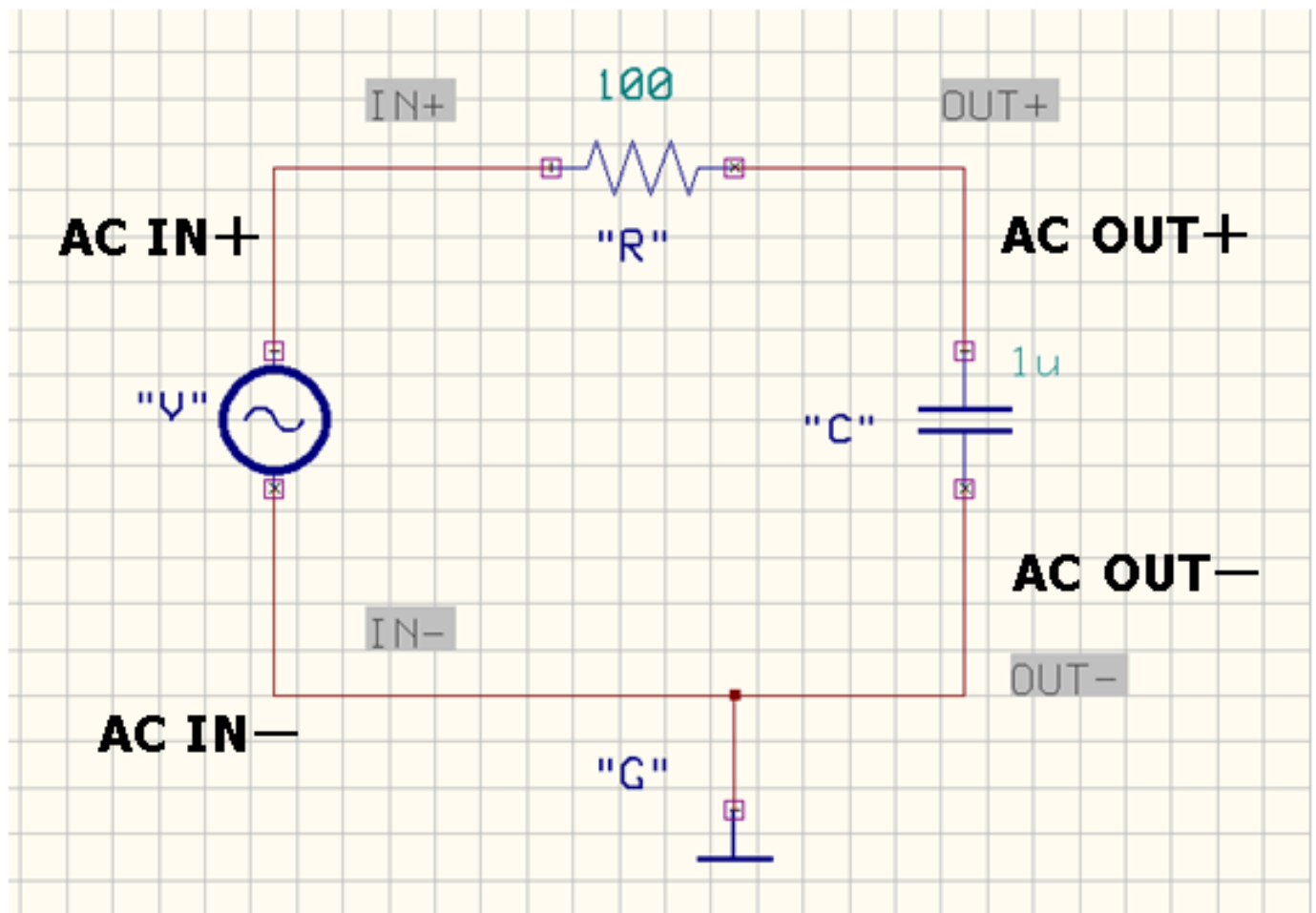
ファンクションツールからリファレンスポイント設定  を選択します。

オプションツールから AC IN+  を選択し、配線をクリックし、ラベルを配置します。

次に AC IN-  を選択し、配線をクリックし、ラベルを配置します。

次に AC OUT+  を選択し、抵抗とコンデンサ間の配線をクリックし、ラベルを配置します。

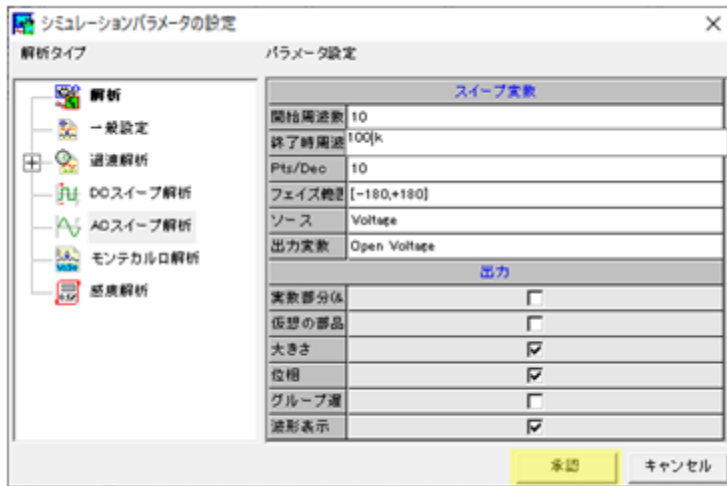
次に AC OUT-  を選択し、コンデンサとグラウンド間の配線をクリックし、ラベルを配置します。



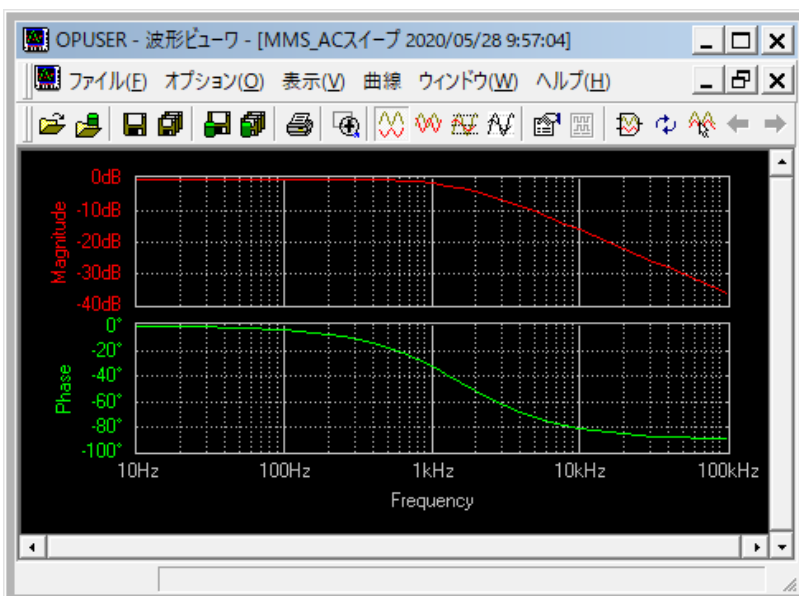
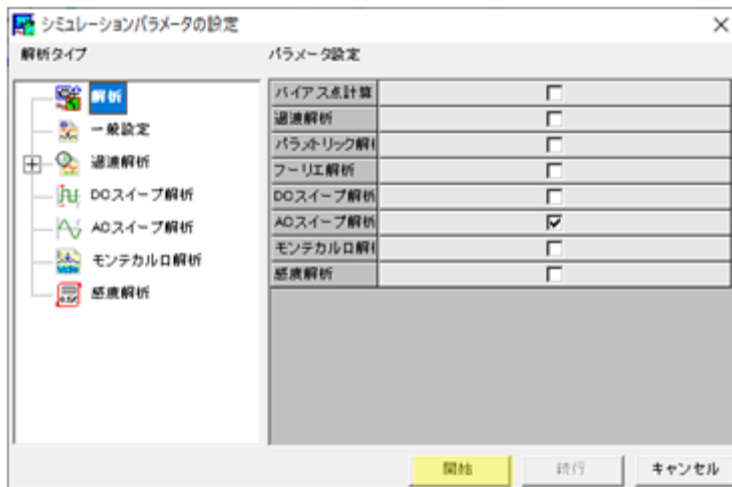
これで回路の周波数特性の測定が可能になります。抵抗とコンデンサによる RC フィルタの結果を確認していきます。

メニューシミュレーションから解析を選択します。AC スイープ解析を選択します。

スイープ変数では、開始周波数 10、終了周波数 100K で設定します。
これにより、範囲 10-100Khz の入力信号の周波数応答が測定されます。
承認をクリックします。



開始をクリックします。



波形ビューワより、この回路が 1 KHz まで低周波信号に適した結果を示しています

Lesson6 オペアンプ 非反転増幅回路

オペアンプは、広く使用されている電子機器の1つです。

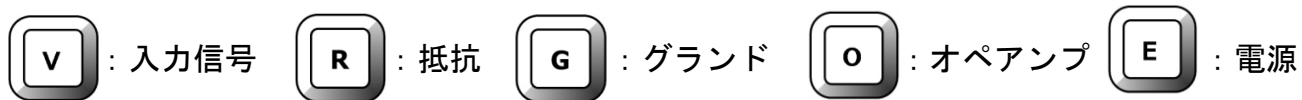
最も基本的な使い方は電圧増幅回路(アンプ)です。その他、発信器、フィルタ、コンパレータ(比較器)、積分回路、微分回路、多くのアプリケーションで使用されています。

このレッスンでは、非反転増幅回路のシミュレーション方法を学習します。

非反転増幅回路では入力電圧 V_{IN} と出力電圧 V_{OUT} の関係式は以下のようになります。
また入力信号と出力信号の位相は一致します。

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{in}.$$

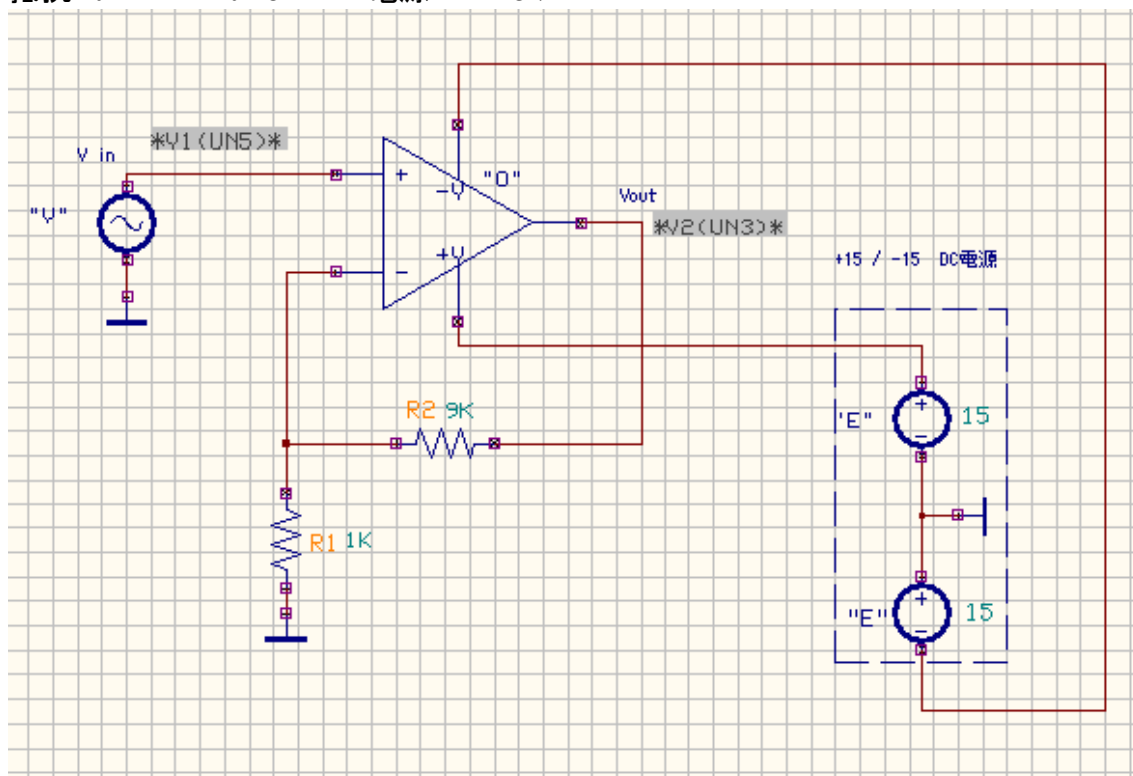
初めに下にある回路図を作成します。
部品の配置はキーボードを使用します。



部品配置後、配線を行ないます。

部品値を設定します。


抵抗 R1:1k Ω R2:9k Ω 電源 E : 15V





両電源(デュアル電源)オペアンプ

プラスとマイナス2種類の電源を使用します。それぞれの値は同じ値でなければなりません。

メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。

ツールから測定ポイント設定を選択。

ファンクションツールから部品プロパティを選択、オプションツールからシミュレーションパラメータ変更を選択します。入力信号をクリックします。

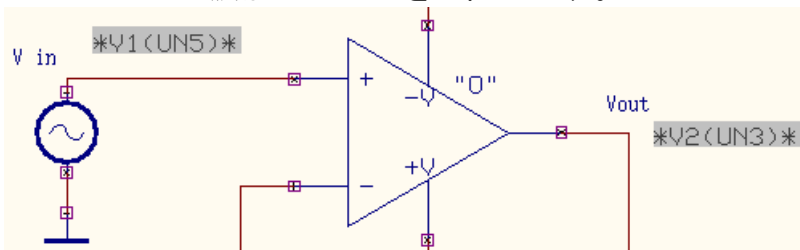
部品パラメータ設定画面が開きます。

入力信号は、周波数(f) : 1 kHz、ピーク振幅(Ao) : 1V、正弦波(SINE)信号でシミュレーションします。



次に波形マーカーを配置します。

ファンクションツールから、オプションツールからを選択して、Vin と Vout へ波形マーカーを配置します。

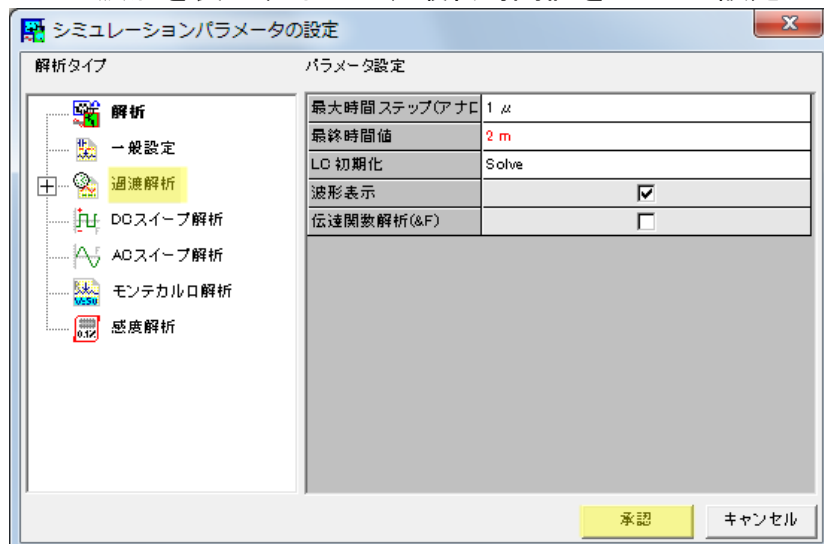


メニューシミュレーションから解析を選択します。

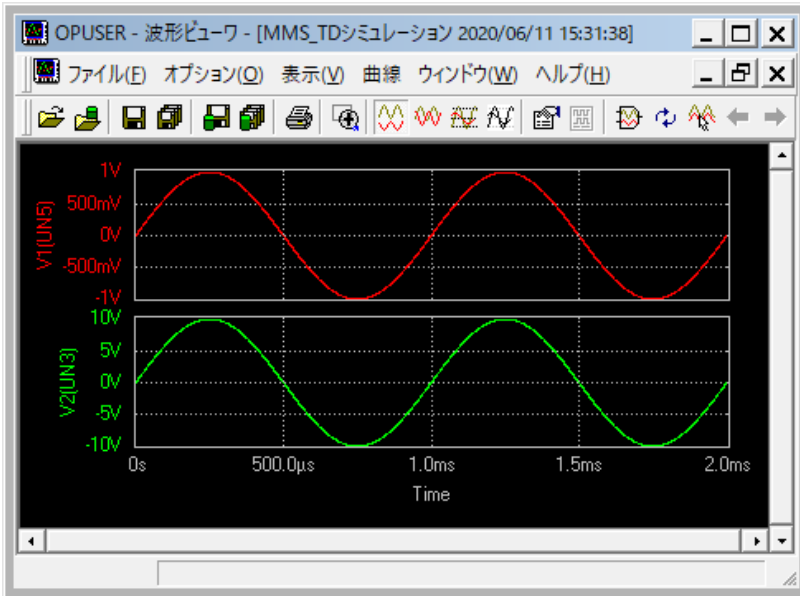
解析タイプから過渡解析を選択します。

信号周波数が 1kHz の場合、信号周期は $1 / 1000\text{Hz} = 1\text{ms}$ です。

2つの波形を表示するには、最終時間値を 2ms に設定します。承認をクリックします。



過渡解析にチェックが入っていることを確認して、開始をクリックします。
波形ビューワが表示されます。



シミュレーション結果から、入出力信号が完全に一致していることがわかります。位相ずれはありません。

また、波形ビューワより入力電圧 $V_1(V_{IN})$ が 1V の時、出力電圧 $V_2(V_{OUT})$ は 10V になっていることが分かります。

計算式より、出力電圧を求めます。

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{in}.$$

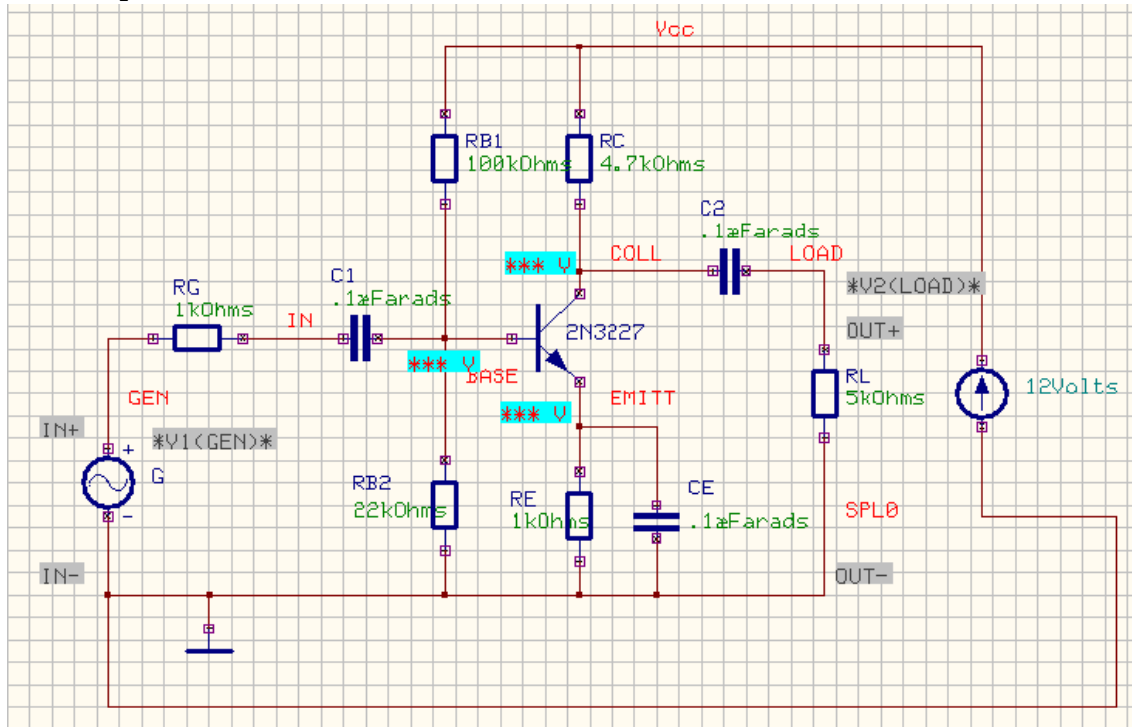
$$V_{out} = (1 + 9/1) = 10 \quad \text{出力電圧 } V_{OUT} = 10V$$

シミュレーション結果が計算結果と同じになりました。

Lesson7 低周波数増幅回路

OPUSERには、既存のシミュレーション用のサンプル回路が豊富にあります。
このレッスンでは、既存のアンプ回路を使用します。
プロジェクトファイルは以下にあります。

C : ¥ Opuser ¥ JOB ¥ MIXMODE_EDSPICE AMPLIF.EPB



上記回路は標準の低周波数増幅回路です。この回路を使用して、ユーザーはパラメータを変更して、出力信号への影響を確認できます。（この回路はオーディオアンプとして使用できますが、低抵抗において動作するスピーカーにて調整する必要があることに注意してください。）


上記回路図において


G : 電圧発生器のシミュレーション入力ソース。

RL-LOAD : ここでは増幅された信号が測定されます。

Vcc : 電源 DC12V

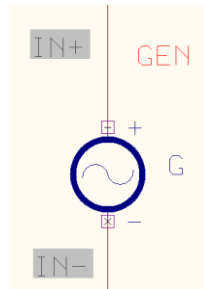
初めに入力信号のパラメータを確認します。

メニューツールから測定ポイント設定  を選択します。

ファンクションツールから部品プロパティ  を選択、オプションツールからシミュレーションパ

ラメータ変更  を選択します。

入力信号をクリックします。



部品パラメータ設定画面が開きます。

入力信号は、周波数(f): 10 KHz、ピーク振幅(A_o): 200mV、正弦波(SINE)信号でシミュレーションします。

ユーザーは入力信号パラメータを変更できますが、最初に行うシミュレーションではデフォルトの設定で行なってください。

部品パラメータ設定

パラメータ設定 | Spice パラメータ読み込み | ミックスモード パラメータ読み込み | ライブラリに保存

部品: Unpck15 シミュレーション機能: -7

詳細: Voltage Generator

パラメータ	値	詳細
Mode	SINE	Waveform type { SINE, MOD, PULSE,SQUARE }
Vo	0 V	DC offset [V]
Ao	200 mV	Peak Amplit [V]
f	10 kHz	Frequency [Hz]
Ph	0 ~	Phase [-]
Df	0 (1/s)	Damping factor [(1/s)]
Td	0 s	Start delay [s]

ヘルプ 承認 キャンセル

メニューシミュレーションから解析を選択します。一度にいくつかのシミュレーションを実行します。バイアス点計算、過渡解析、ACスイープ解析にチェックを入れます。

シミュレーションパラメータの設定

解析タイプ パラメータ設定

解析	バイアス点計算	<input checked="" type="checkbox"/>
一般設定	過渡解析	<input checked="" type="checkbox"/>
過渡解析	パラメトリック解析	<input type="checkbox"/>
DCスイープ解析	フーリエ解析	<input type="checkbox"/>
ACスイープ解析	DCスイープ解析	<input type="checkbox"/>
モンテカルロ解析	ACスイープ解析	<input checked="" type="checkbox"/>
感度解析	モンテカルロ解析	<input type="checkbox"/>
	感度解析	<input type="checkbox"/>

開始 続行 キャンセル

【バイアス点計算】

トランジスタのベース、コレクタ、エミッタの DC 電圧を計算します。



重要なポイント

カットオフ周波数波をなくして信号を増幅するには、トランジスタのコレクタには $\sim 1/2V_{cc}$ でなければなりません。またこのシミュレーションでは、バイアスは入力信号に適用されません。

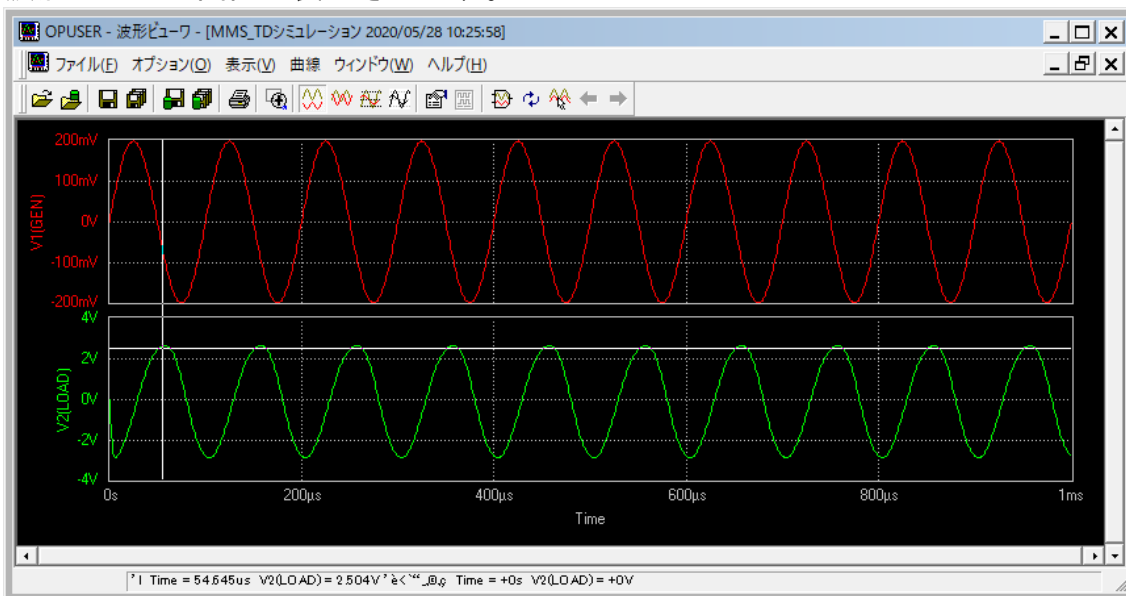
【過渡解析】


時間の経過に伴う信号の変化を表示します。

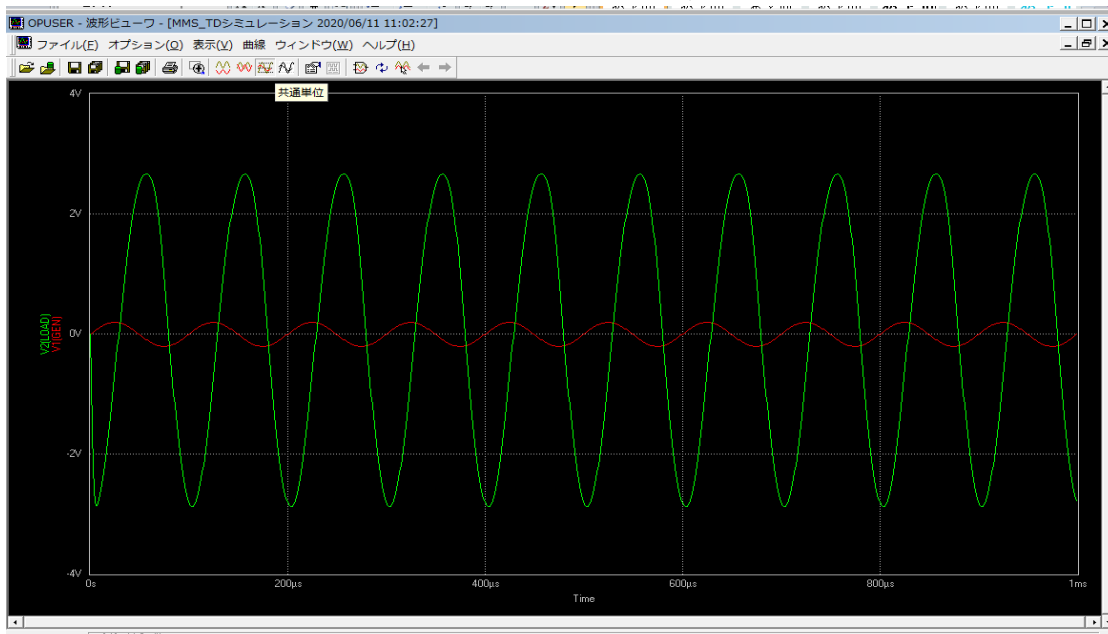
【AC スweep解析】

周波数応答を表示します。

すべてのパラメータはすでに設定されているため、開始を押してください。
波形ビューワ画面が表示されます。



共通単位  をクリックするとグラフが重なり表示されます。



波形ビューワ MMS_TD シミュレーション (Mixed Mode Simulation タイムドメイン) より出力信号が時間経過とともに反対方向に変化していることが分かり、位相にずれがあります。

V2(Load)グラフで、出力信号の振幅の頂点をクリックし、2.7Vであることが分かります。同様に入力信号 V1(GEN)では 0.2V でした。

グラフより、回路の倍率が $2.7V / 0.2V = 13.5$ 倍であることを計算できます。

入力電圧と出力電圧の振幅から Db (デシベル) を計算してみましょう。

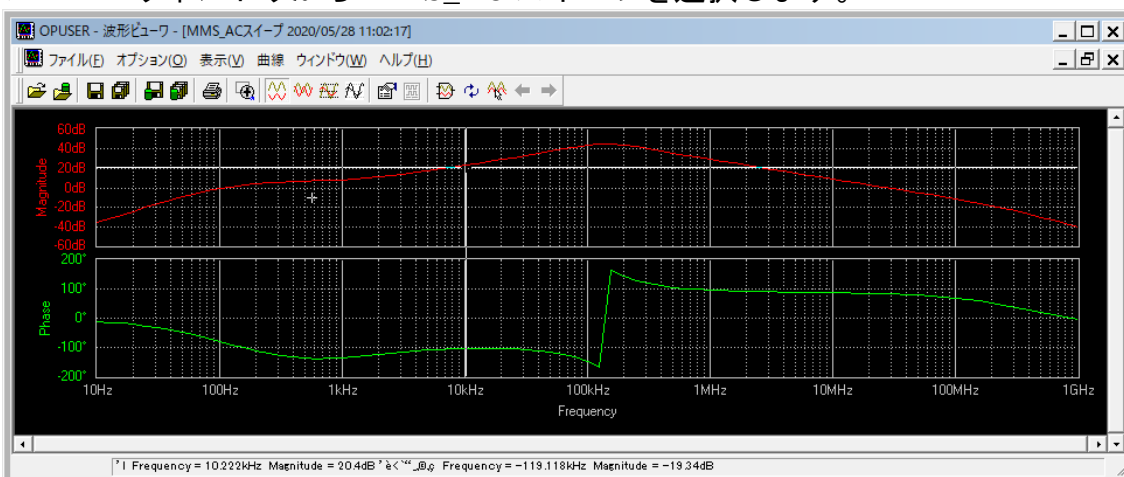
$$L = 20 \times \log (\text{電圧比 } V2 / V1) \text{ (dB)}$$

$$L = 22.6 \text{ dB}$$



計算は、インターネットを使用して計算が可能です。
(Google で【入出力からデシベル計算】で検索)

メニューウィンドウから MMS_AC スイープを選択します。



波形ビューワで、周波数 10kHz にカーソルをあわせ確認すると、計算結果と同じ 23dB になっていることが確認できます。また、位相のずれが 100 度であることが確認できます。

Lesson8 論理回路シミュレーション

このレッスンでは、2入力 NAND ゲートのセットアップとシミュレーション方法を学びます。シミュレーション結果より、真理値表を完成させましょう。

スキマティックエディタ画面でキーボードを使用して配置します。

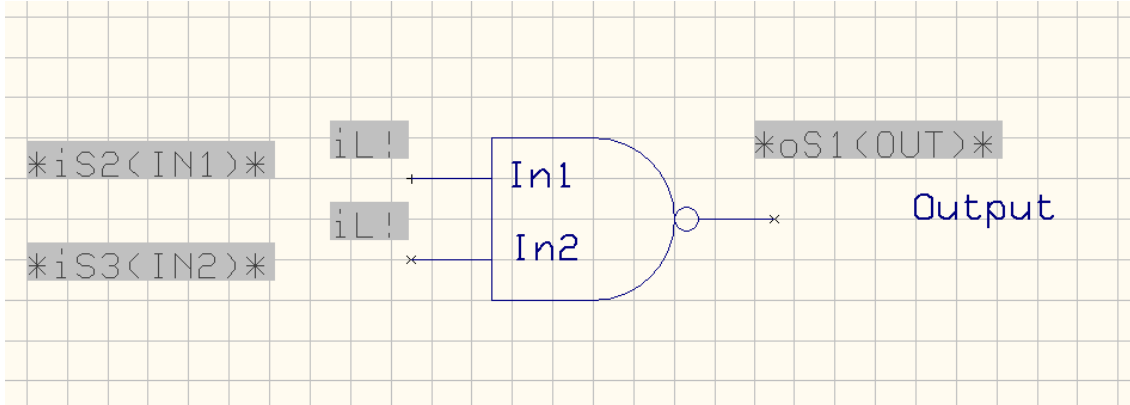
0 : 2NAND ゲート (7400 コンポーネント)


メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。




回路は2つの入力ゲートで構成されています。

初めに上の入力側(IN1)と下の入力側(IN2)へ LOW を設定し、出力を確認していきます。





ファンクションツールからロジック初期設定  を選択、オプションツールから LOW ステータスを選択します。インプットノードをクリックします。

マーカー  をクリックして配置します。

マーカー表示 i はインプット、L は LOW を表します。

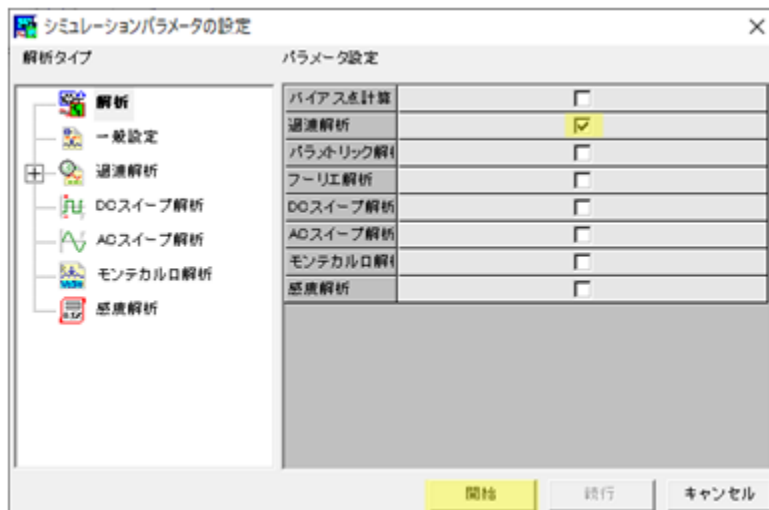
次に出力側へ論理波形マーカーを配置します。

ファンクションツールから波形マーカー設定を選択、オプションツールから論理波形マーカーを選択します。出力ノードをクリックして、マーカー*oS1<OUT>*を配置します。マーカー表示oは出力、Sはステータスを表します。

次に入力側へ論理波形マーカー*oS2<IN1>*を配置します。

インプット側のノードをクリックして配置します。
マーカー表示iは入力、Sはステータスを表します。
これでシミュレーションの準備ができました。

メニューシミュレーションから解析を選択します。
過渡解析にチェックが入れ、開始をクリックします。




シミュレーション結果が表示されます。





波形ビューワから、入力 In1、In2 が LOW の時、出力 (Os1) は HIGH であることが確認できます。真理値表へ書き込みましょう。

In1	In2	OUT
L	L	H

同様にしてマーカーを配置し、入力ゲートを変更してシミュレーションします。ここでは、クロックジェネレータを使用して、入力側を自動で変化させシミュレーションを行いません。

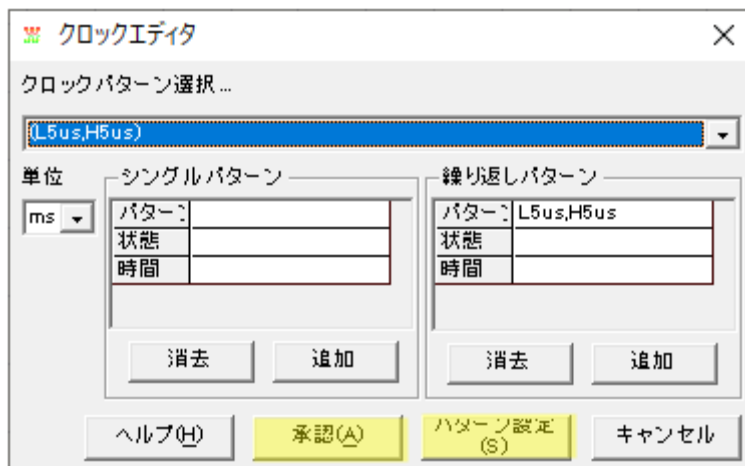
先に設定した、波形マーカー **iL!** を、ファンクションツールから削除  します。削除後、メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。

ファンクションツールからロジック初期設定  を選択、オプションツールからクロックジェネレータ  を選択します。

上の入力側(IN1)のノードをクリックします。クロックエディタ画面が開きます。繰り返しパターンへパターンを入力します。

【L5us,H5us】: LOW と HIGH が 5us で入れ替わります。パターン入力後、パターン設定をクリックします。

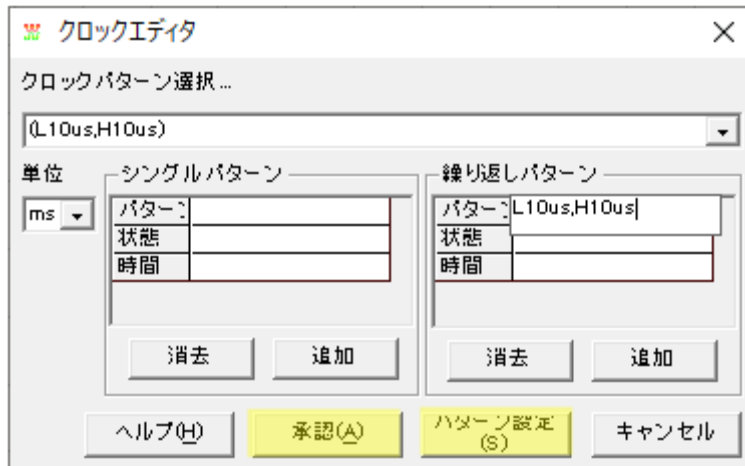
承認をクリックします。マーカー **iG!** を配置します。



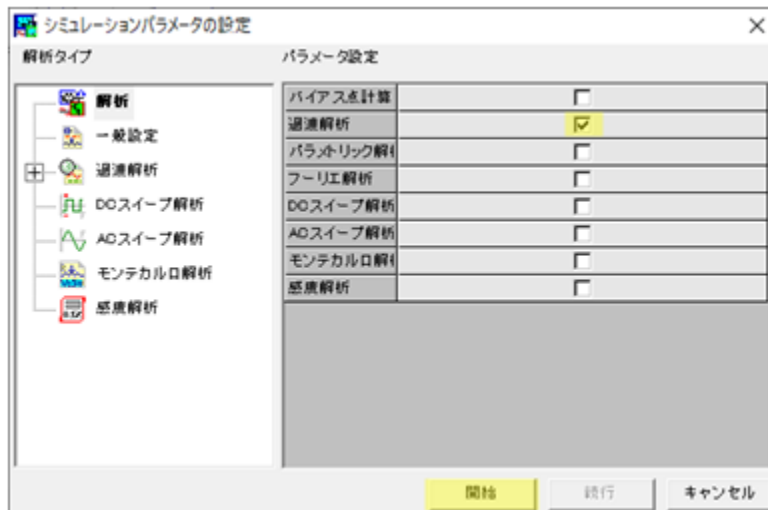
次に下の入力側(IN2)のノードをクリックします。クロックエディタ画面が開きます。
繰り返しパターンへパターンを入力します。

【L10us,H10us】: LOW と HIGH が 10us で入れ替わります。
パターン入力後、パターン設定をクリックします。

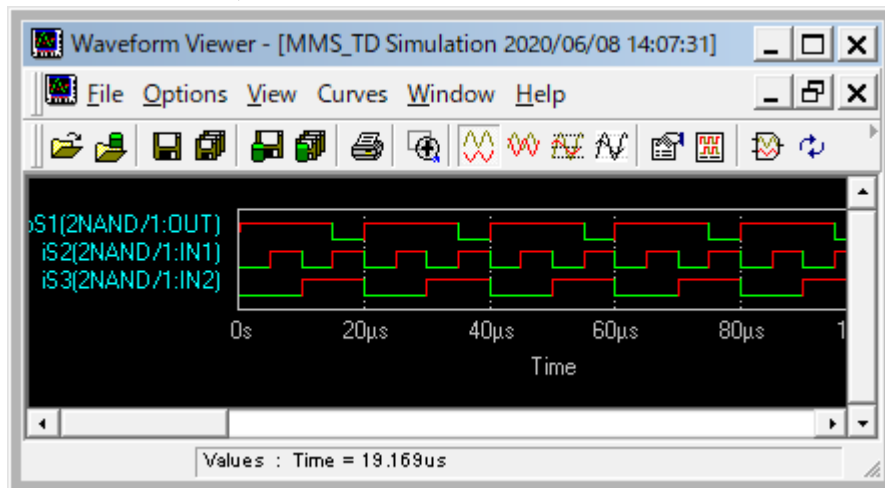
承認をクリックします。マーカー **iG!** を配置します。



メニューシミュレーションから解析を選択します。
過渡解析にチェックが入れ、開始をクリックします。



波形ビューワが表示されます。



In1	In2	OUT
L	L	H
H	L	H
L	H	H
H	H	L

波形ビューワより、0s から 20us の間での結果より、真理値表を完成させることができます。

Lesson9 デジタルシミュレーション

このレッスンでは、既存の回路を使用してデジタルシミュレーションを実行します。
下のファイルを開きます。

C:\¥Opuser-V¥JOB¥MIXEDMODE Half_Adder.EPB を開きます。

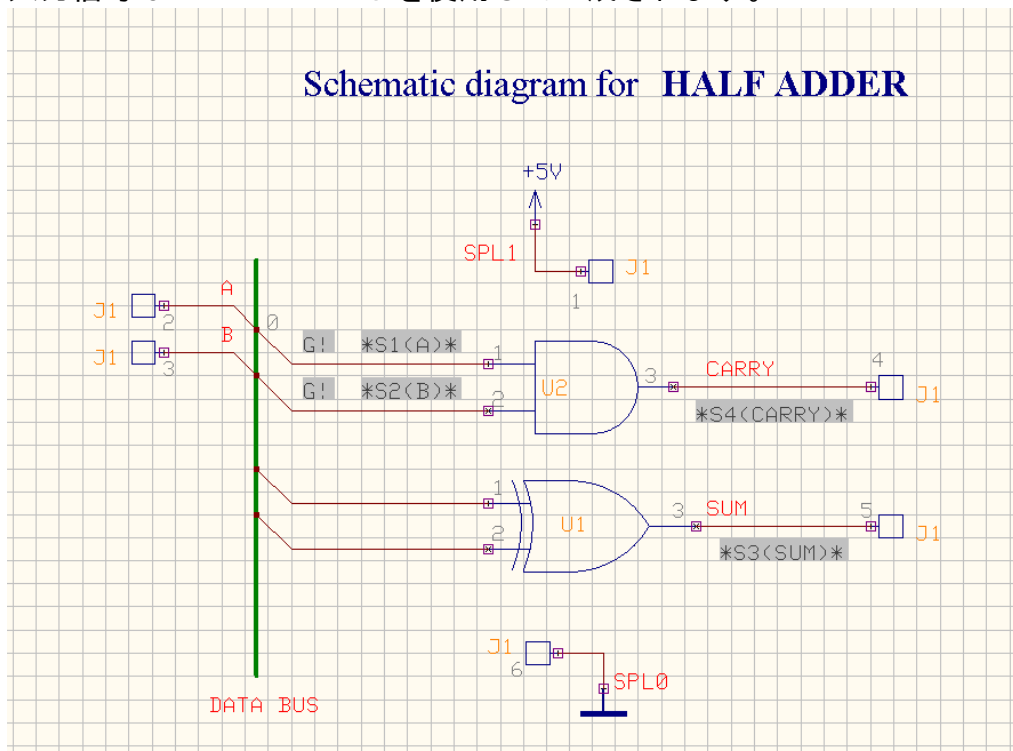
この回路は、バス配線(DATA BUS)の代わりに、標準の配線が使用されています。

A、B： INPUT 信号


SUM、CARRY： OUTPUT 信号



S1、S2、S3、S4：測定するデジタル波形マーカー

入力信号は Clock コマンドを使用して生成されます。

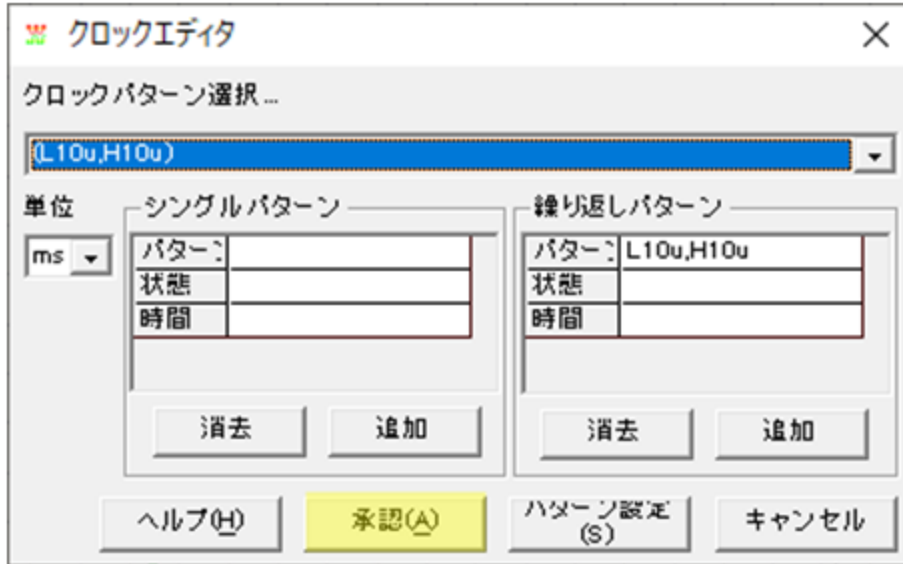


メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。

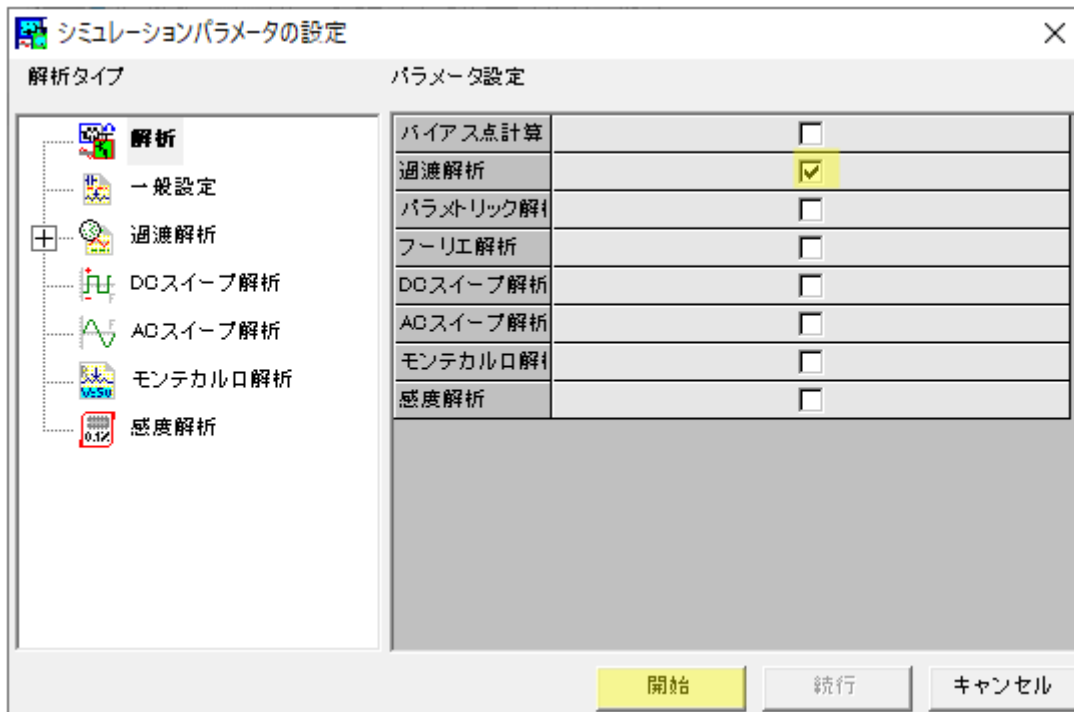
ツールから測定ポイント設定  を選択

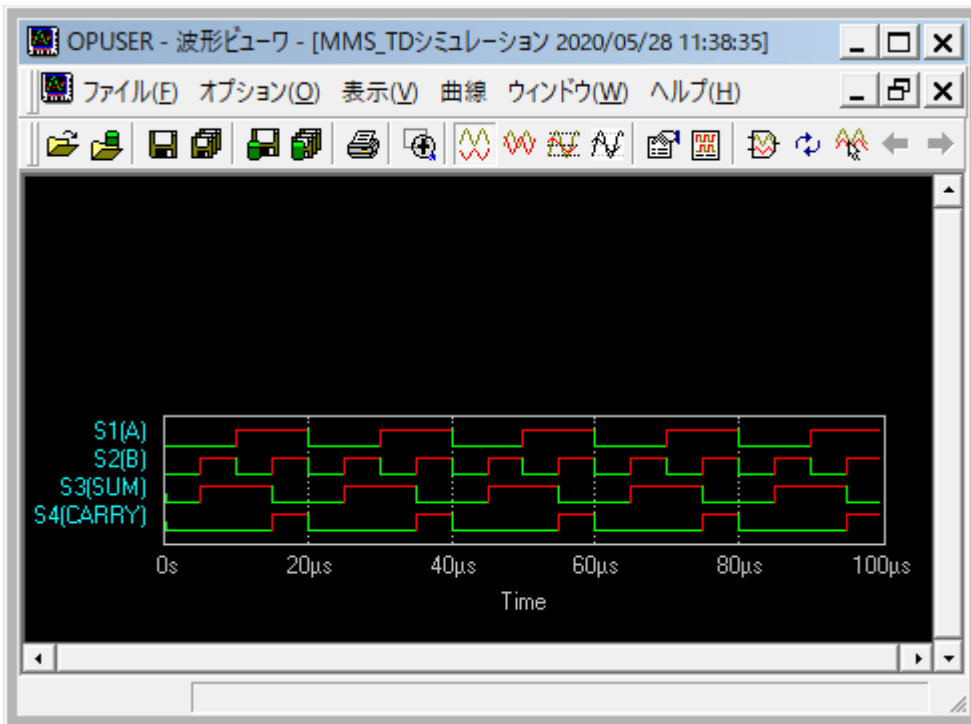
ファンクションツールからロジック初期設定 、オプションツールからクロックジェネレータを選択  し、入力 A をクリックします。

クロックパターン選択から、LOW—HIGH 繰り返し 10us を選択します。
承認をクリックします。



メニューからシミュレーション、解析を選択します。
過渡解析にチェックをいれます。開始をクリックします。





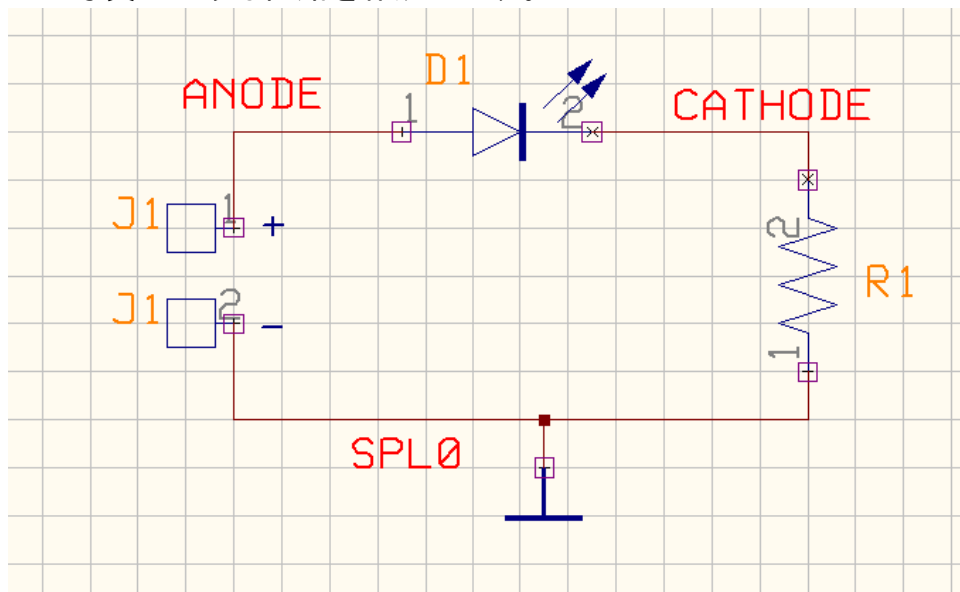
HALF_Adder 回路の場合は、
SUM および CARRY 信号が真理値表に従って動作していることが確認できます。

ここまで、OPUSER でのシミュレーションを行ってきました。
次レッスンでは PCB の設計手順を学習します。

Lesson10 PCB 設計・ガーバーエクスポート・部品表作成

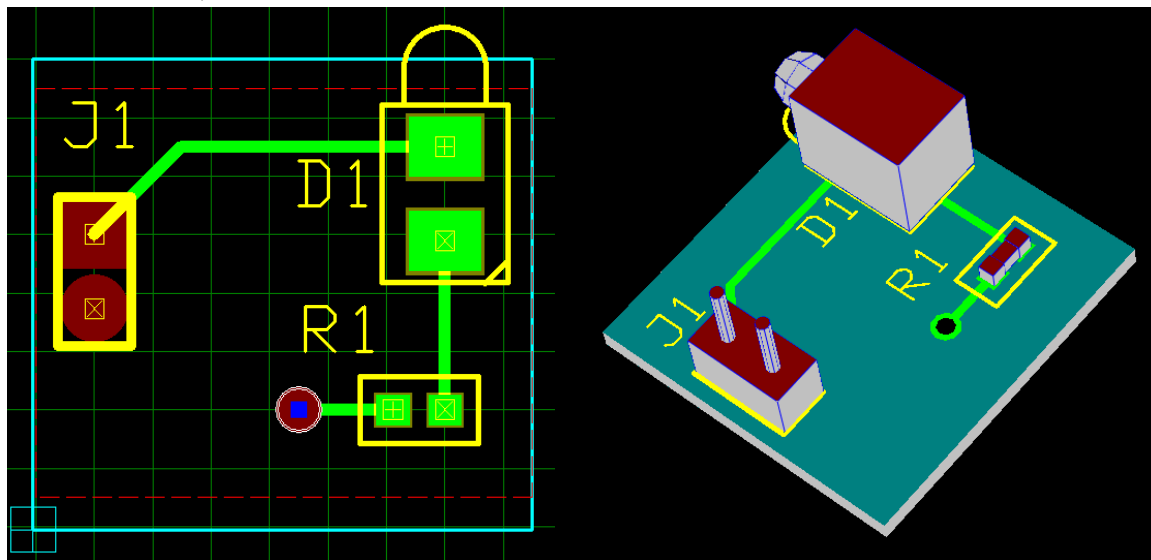
これまで、OPUSER でのシミュレーションの基本を学びました。
このレッスンでは、PCB の設計、ガーバーデータのエクスポート、および部品表の作成方法を学習します。

下の写真のような回路を作成します。



PCB レイアウト

3D ビュー



【回路図作成】

シンボル配置

部品の検索と配置の方法を学びます。

【ライブラリエクスプローラを使用】

ライブラリエクスプローラを使用して、ピンヘッダー2P を配置することから始めます。

メニューツールから部品を選択します。

ファンクションツールから部品配置/追加 、オプションツールからライブラリエクスプローラ



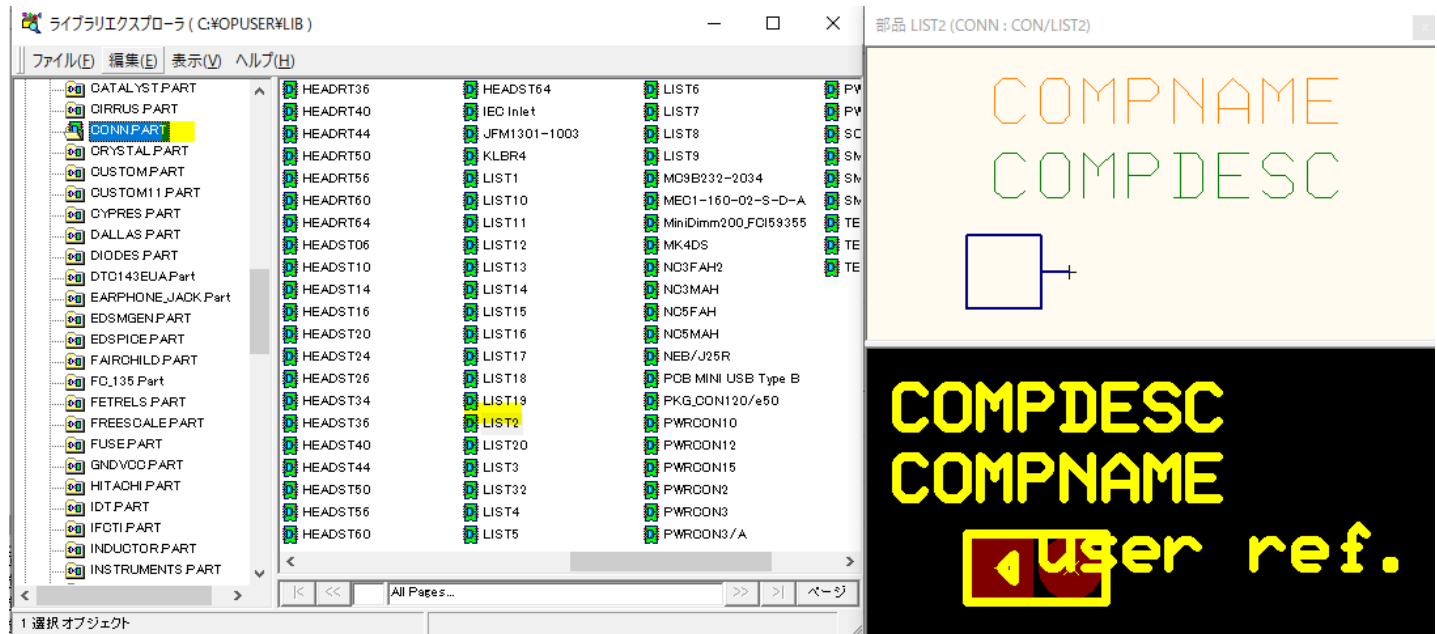
を起動します。

メニュー表示からプレビュー/シンボル・パッケージのプレビューを ON にします。

コネクタ、ピンヘッダー等は CONN.PART にあります。



画面左ツリー表示より CONN.PART を選択します。画面右に部品が表示されます。

LIST2 を選択し、画面にドラッグします。クリックして 2 つ配置します。

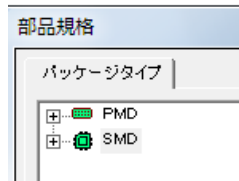


【ライブラリブラウザを使用】

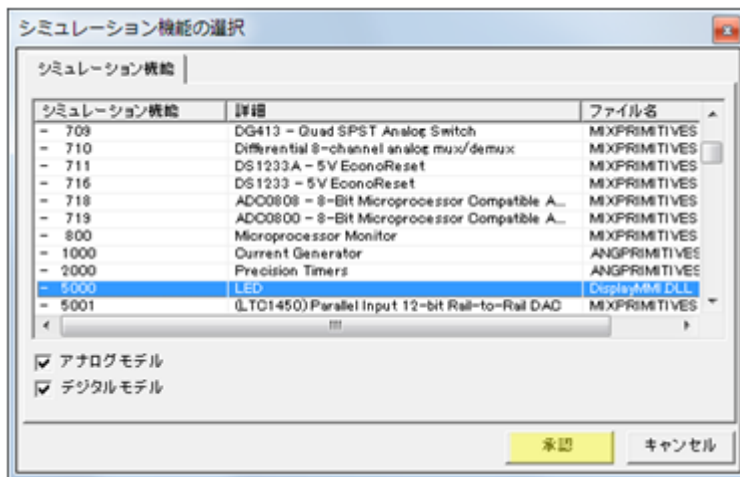
ライブラリブラウザを使用して、表面実装用 LED を配置します。
部品名称が分からない場合は、ライブラリブラウザを使用して検索します。

ファンクションツールから部品配置/追加 、オプションツールからライブラリブラウザ  を起動します。

パッケージタイプから SMD を選択します。

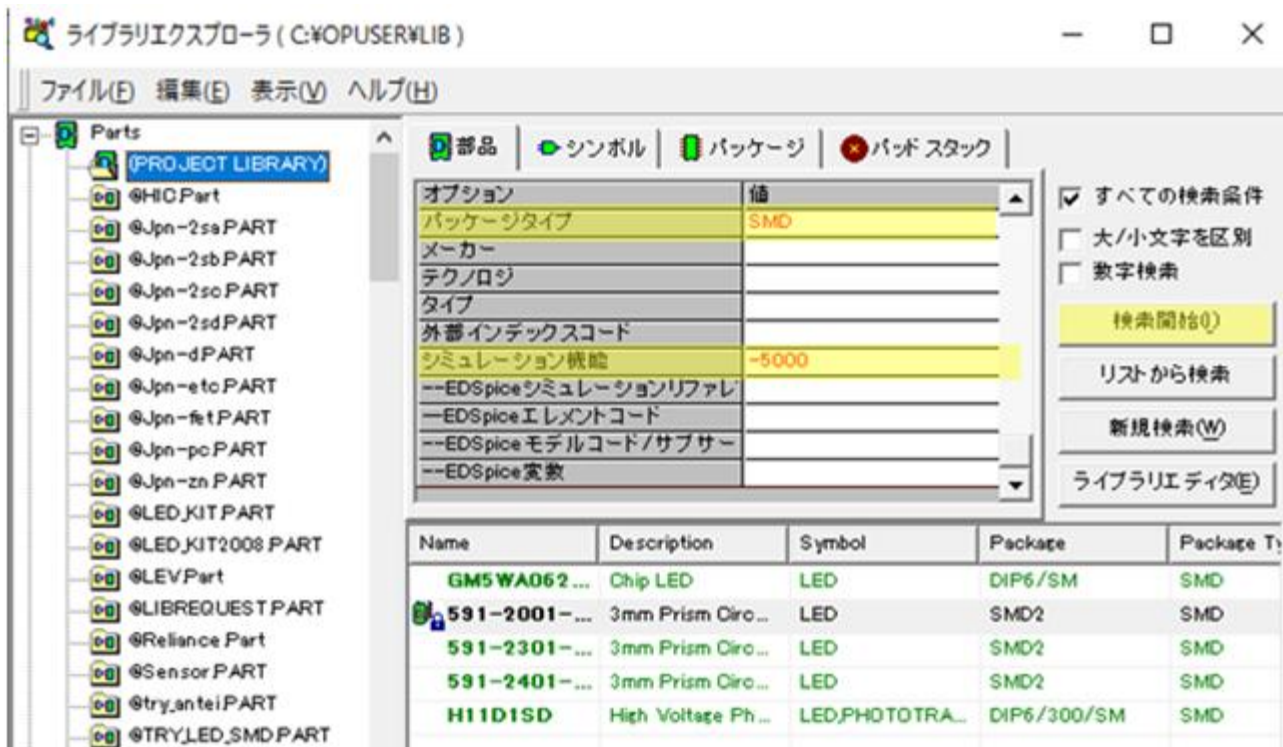


シミュレーション機能から LED 選択し、承認をクリックします。





検索開始をクリックします。ヒットした部品が表示されます。

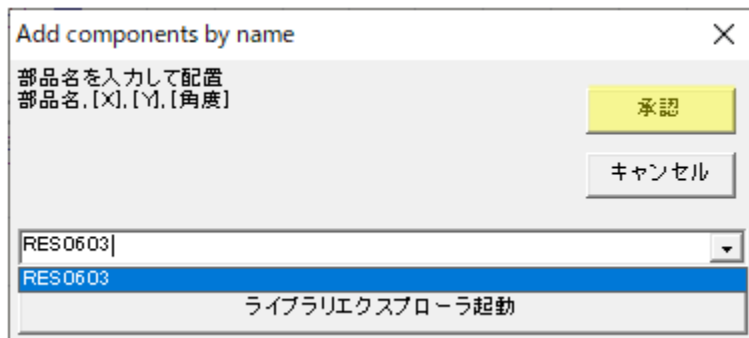
591-2001-022 を使用します。選択してスキマティック画面へドラッグします。クリックして配置します。




【部品名称を入力して配置】

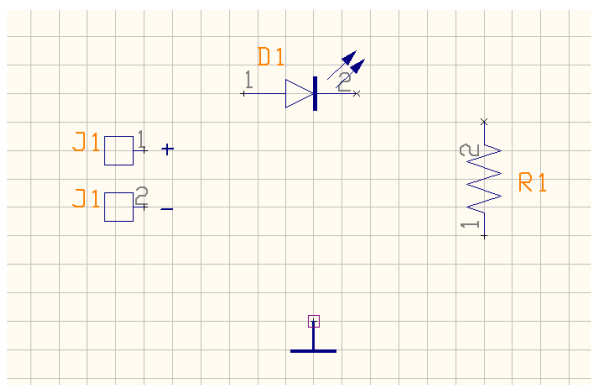
次に表面実装用の抵抗を配置します。ここでは部品名称を入力して、配置します。

ファンクションツールから部品配置/追加 、オプションツールから部品名称で選択追加  を選択します。RES0603 と入力、承認をクリックします。クリックして配置します。



グラウンドを配置します。

キーボード  を押して、クリックして配置します。



**配線**

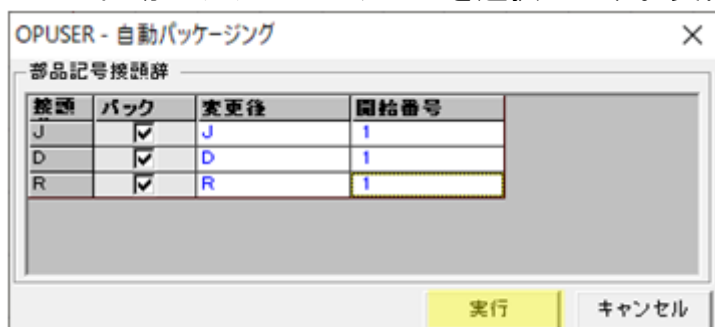
次に配線を行ないます。

メニューツールからワイヤー/バスを選択して配線を行ないます。

パッケージング




次に、パッケージングを行ないます。

メニューツールから部品、ファンクションツールからパッケージング  を選択、オプションツールから自動パッケージング  を選択します。実行をクリックします。

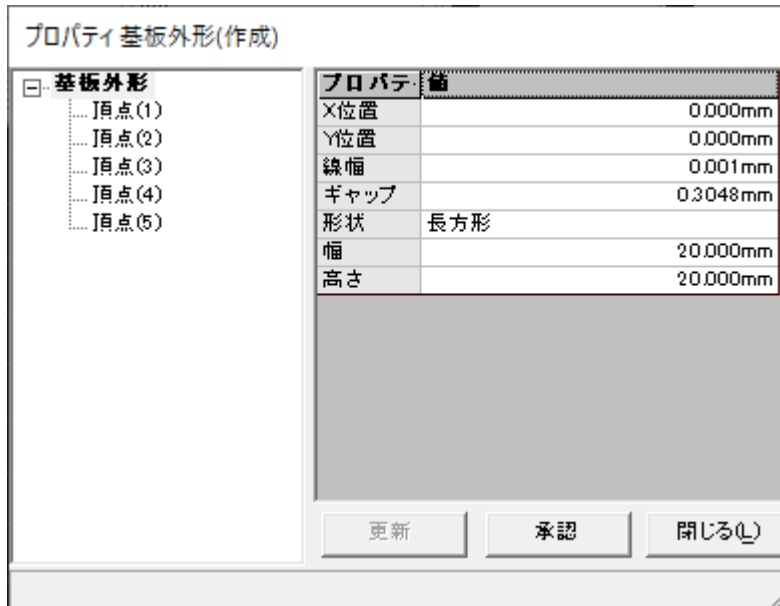


【レイアウト】

PCB レイアウトを起動します。

メニューツールから基板フォーマット  を選択、ファンクションツールから外形定義 、オプションツールからテキスト入力で作成  を選択します。サイズを 20mm×20mm にします。

幅 : 20 mm 高さ : 20mm



部品配置

次に部品を配置します。

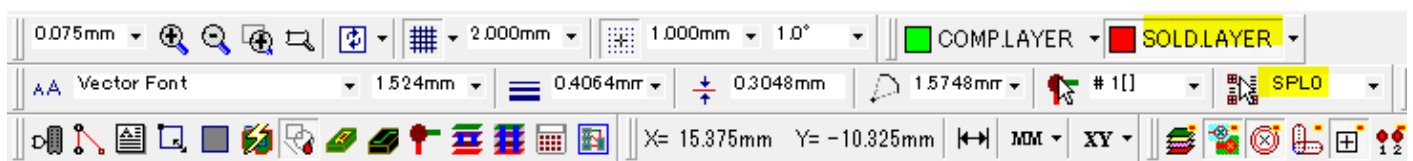
配線



次に配線を行ないます。

ベタ面

半田面側へベタ面の作成を行ないます。
メニューツールからベタ面を選択します。

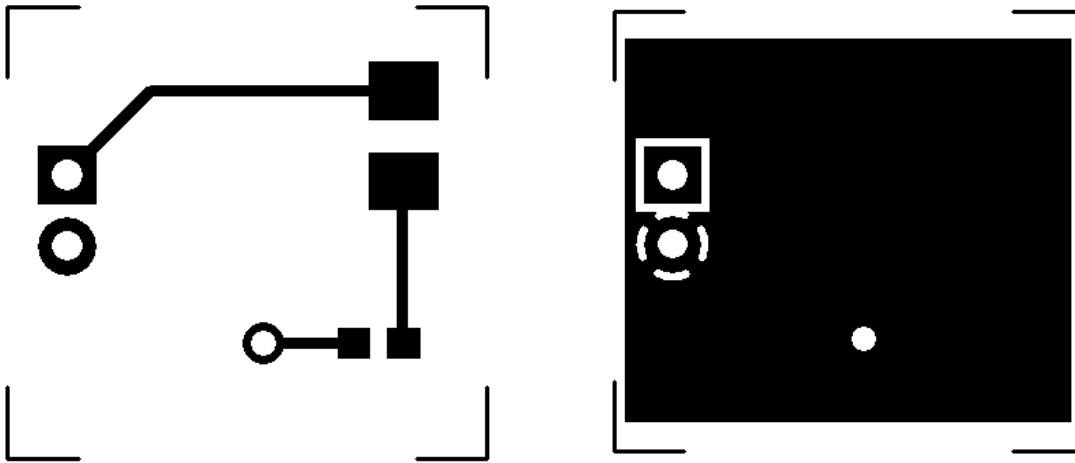
作成するレイヤ(SOLD.LAYER)と、ネット(SPL0)を選択します。



ファンクションツールからベタアイテム作成 、オプションツールからベタ領域作成  を選択します。レイアウト画面上でクリック/クリックで配置し、右クリックメニューの作成終了から終了します。

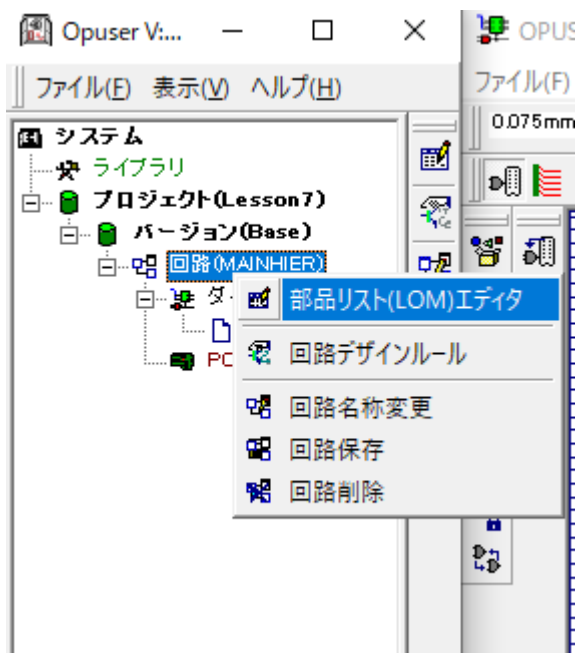
【制作マネージャ】

PCB レイアウトから製作マネージャを選択します。製作マネージャが起動します。
メニュー基板データ出力からガーバーデータ、ドリルデータを出力します。

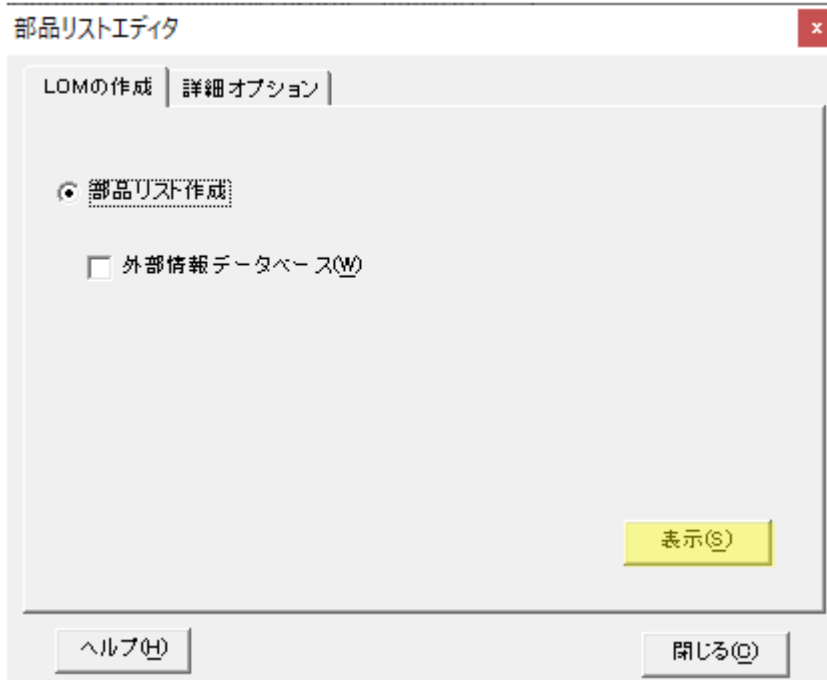



【部品リスト作成】

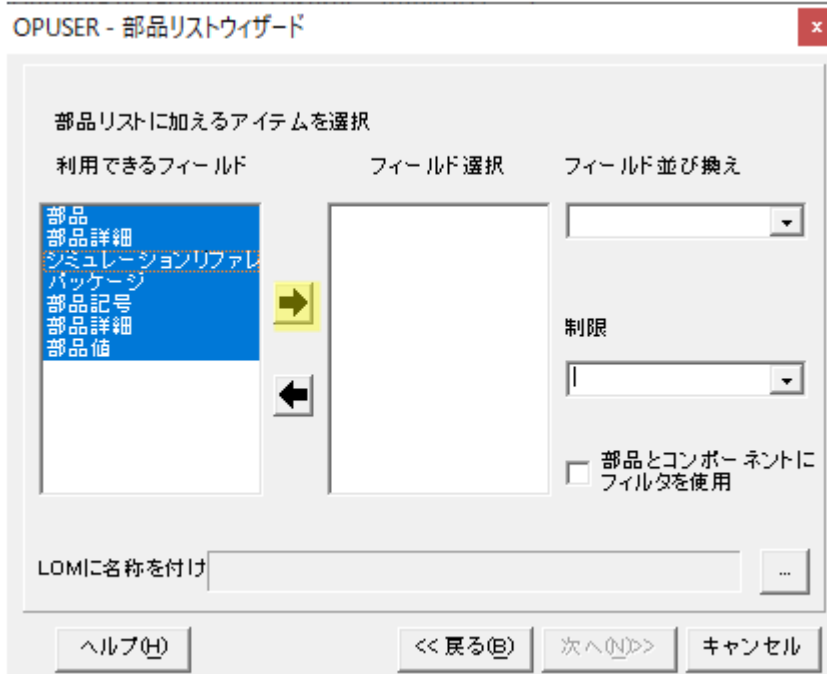
メインウィンドウから、回路(MAINHIER)を選択し、右クリックメニューから部品リスト (LOM) エディタを起動します



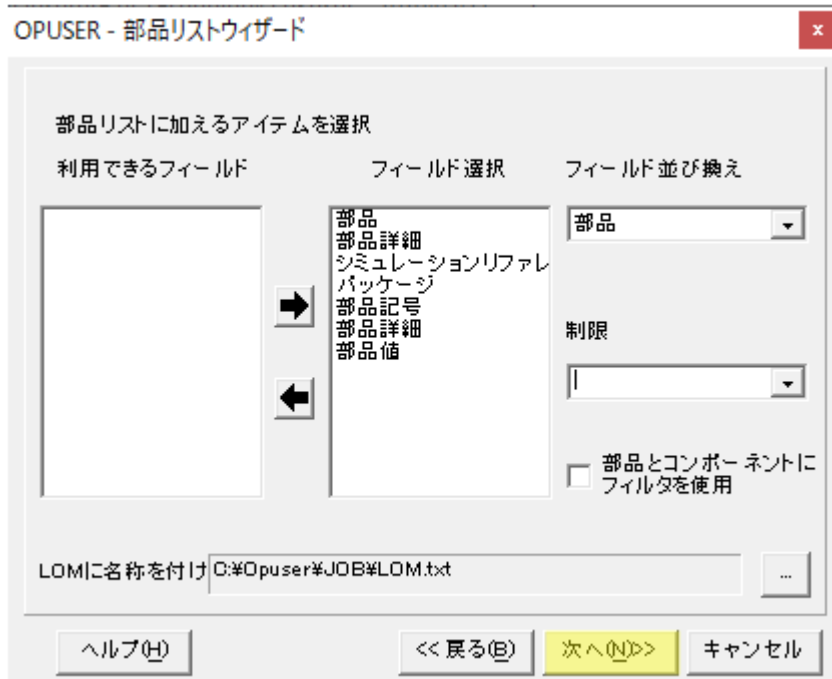
表示をクリックします。



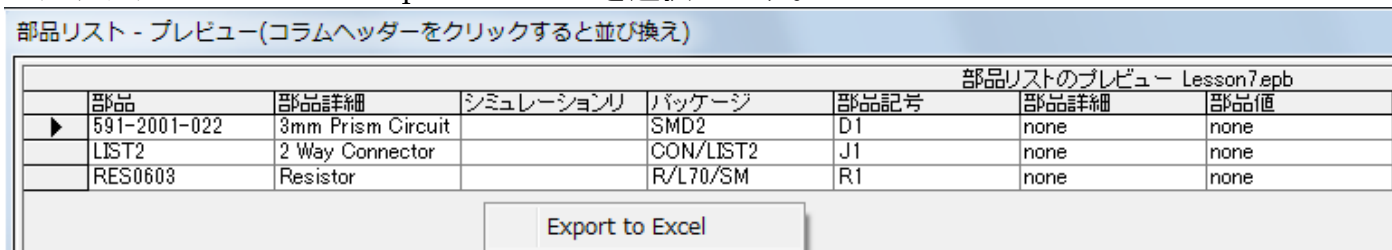
利用できるフィールドから項目を選択し、 をクリックします。



次へをクリックします。



部品リストプレビューが表示されます。
右クリックメニューから Export to Excel を選択します。



Excel がインストールされている場合はデータが取り込まれます。

