

LTspice の使い方(初級)

v1.3 Aug.2015

【目的】

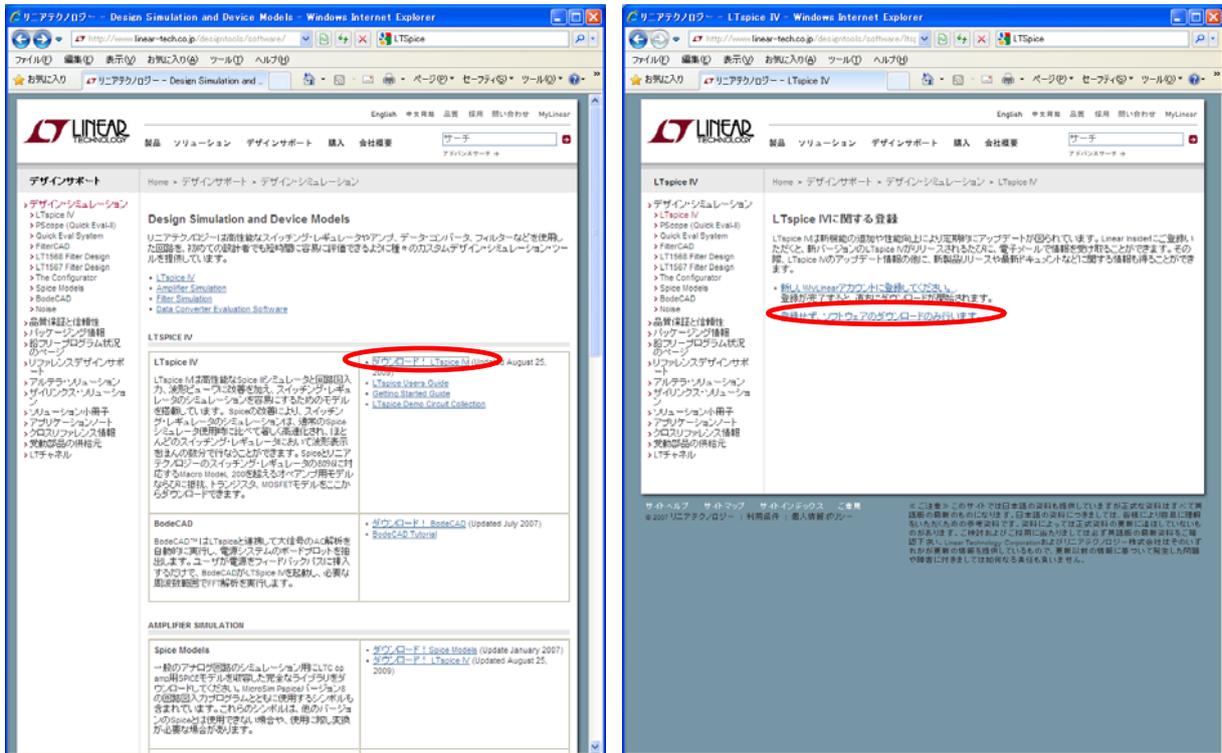
電子回路シミュレータ LTspice (無償・素子数制限なし)の使い方を習得する。ただし、すべては網羅できないので、分からないときは参考文献を参照してください。

【インストール】

インターネットで“LTspice”で検索または、下記リニアテクノロジーホームページからダウンロード! LTspice IV を選択する。

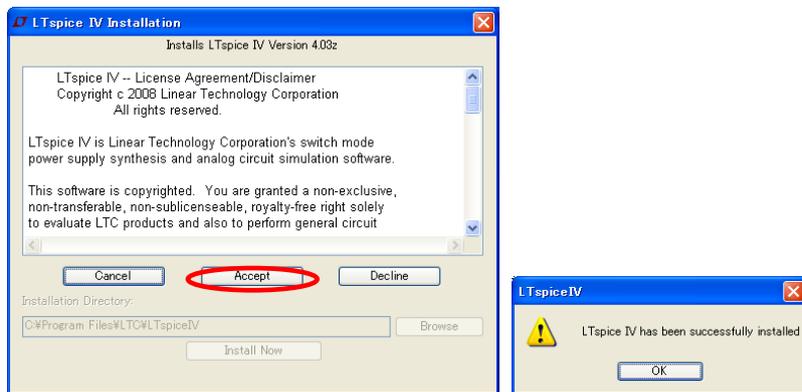
URL → <http://www.linear-tech.co.jp/designtools/software/> (左図)

次に登録せず、ソフトウェアのダウンロードのみ行います。を選択する。(右図)



保存先を指定してダウンロードが完了したら、LTspiceIV.exe を実行する。

ライセンス条項で **Accept** を選択し(下図)、**Install Now** を選択する。途中表示されるインストール先はデフォルトでよい。インストール完了後に **OK** を選択すると(右図)、ブランクの LTspice IV が立ち上がる。

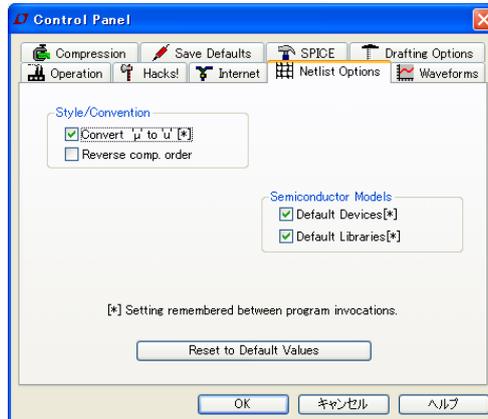


以上でインストールは完了。

【初期設定】

Tools → Control Panel → Netlist Options タブ を選択する。

Convert 'μ' to 'u' [*] にチェック を入れる。(LTspice は日本語化されていないので μ (マイクロ) の表示が化ける)
最後に OK を押して設定保存する。

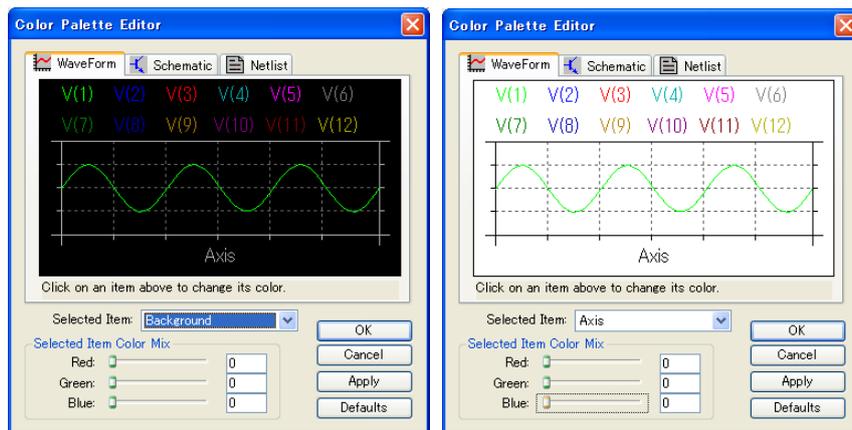


Tools → Color Preference を選択する。

WaveForm タブで黒色の背景部分をクリックして Selected Item Color Mix の RGB 値をすべて 255 にする。(背景が白になる)

WaveForm タブでグラフの軸(Axis)をクリックして Selected Item Color Mix の RGB 値をすべて 0 にする。(グラフ軸が黒になる)

最後に OK を押して設定保存する。

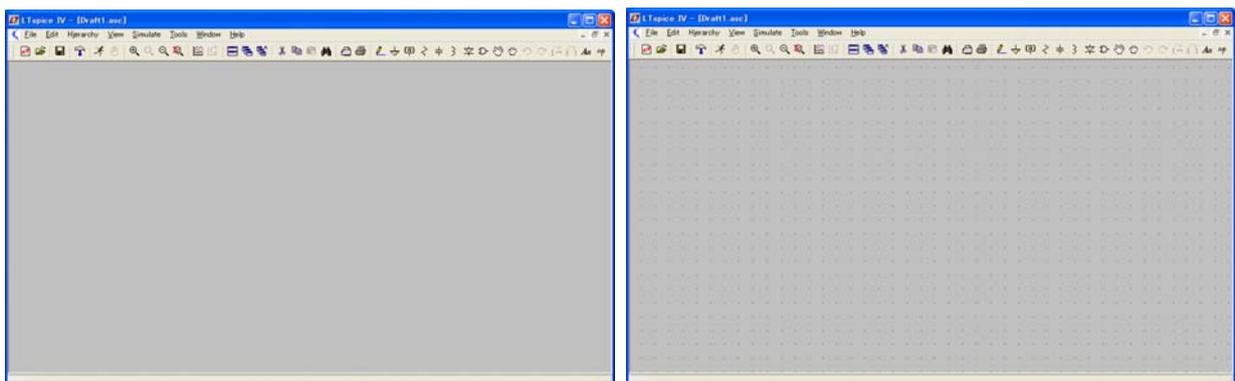


このようにした方が印刷時のインク使用量が少なくて済む。

【回路描画】

File → New Schematic を選択する。(左図)

View → Show Grid にチェックを入れる。(右図)



グリッドが表示されていた方が描画しやすい

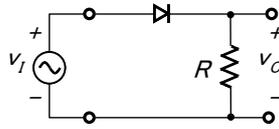
【例題1】

次のダイオード回路の時間波形を解析する。

周波数 60 Hz (正弦波)

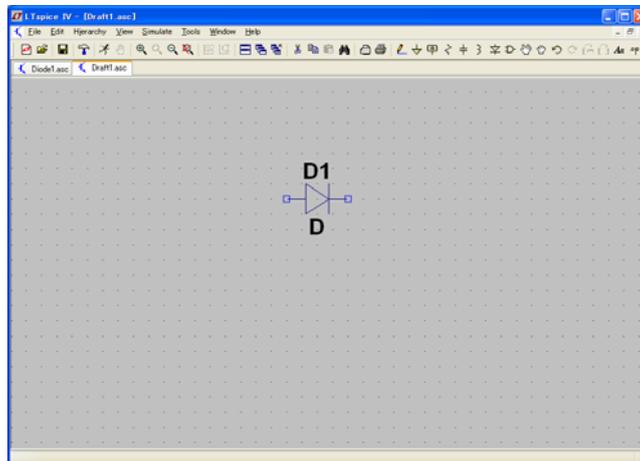
ピークピーク振幅 $V_{p-p}=36\text{ V}$

負荷抵抗 $R=20\ \Omega$



(トランジスタの配置)

Edit→Diode を選択(または、ツールバーに表示されている**ダイオード記号**をクリック)する。デフォルトでは縦置きなので、**Ctrl+R** キーで 90° 回転させてから **左クリック**して配置する。ダイオードの配置モードを終了するために**右クリック**する。誤って複数のダイオードを配置してしまった場合は、Edit→Delete を選択(または、**はさみ**をクリック)して消したいトランジスタを切り取る。切り取りモードを終了するには**右クリック**する。



(表示縮尺の変更)

マウスのトラックボールをまわして(またはツールバーの**虫眼鏡**で)縮尺表示を適当な大きさに変換する。

(表示位置の変更)

Edit → Move を選択(または、ツールバーに表示されている**大きい手のひら**をクリック)する。移動させたい部品をドラッグして適当な位置で **右クリック** する。Move モードの終了は**右クリック**する。

(抵抗の配置)

Edit → Resistor を選択(または、ツールバーに表示されている**抵抗**をクリック)する。配置モードの終了は**右クリック**する。

(電源の配置)

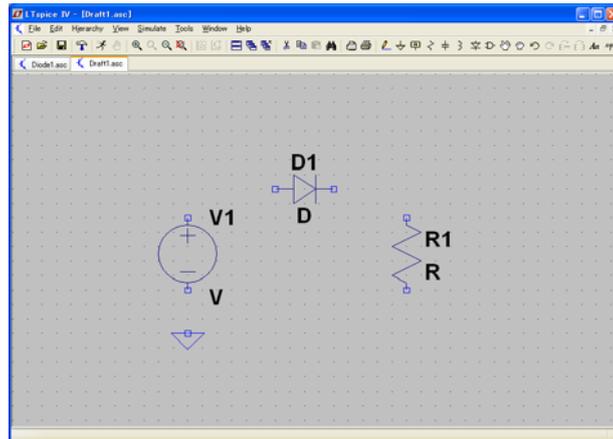
Edit → Component → Voltage を選択(または、ツールバーに表示されている**デジタル回路の AND 記号**をクリックして Voltage を選択)する。配置モードの終了は**右クリック**する。

(グラウンドの配置)

Edit → Place GND を選択(または、ツールバーに表示されている**▽記号**をクリック)する。 **左クリック**して電源の下に1つ配置する。配置モードの終了は**右クリック**する。

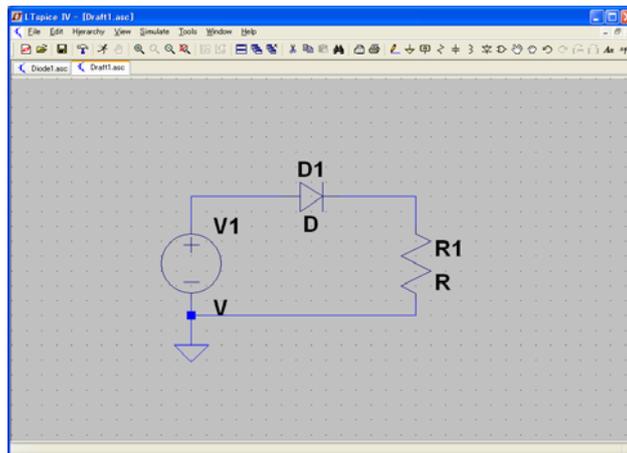
(部品配置の再調整)

Edit → Drag を選択(または、ツールバーに表示されている **小さい手のひら**をクリック)する。移動させたい部品を**左クリック**しておおよそ下図のようなレイアウトになるように再配置する。配置モードの終了は**右クリック**する。



(ワイヤ配線)

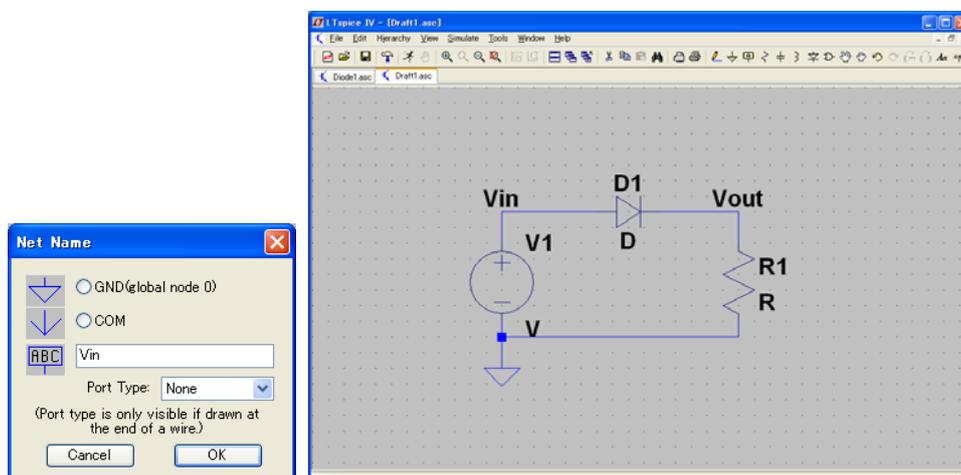
Edit → Draw Wire を選択(または、ツールバーに表示されている **鉛筆**をクリック)する。下図のように接続したい部品どうしを**左クリック**してワイヤ接続する。配置モードの終了は**右クリック**する。2 本以上のワイヤが交差かつ導通しているときは、**青い■マーク**が表示される。



(ラベルの貼り付け)

入出力を明確にするため、次に示すラベル機能を使用する。

Edit → Label Netを選択(または、ツールバーに表示されている **A** をクリック)する。左下図のように **ABC**欄に "Vin"と入力して OK をクリックする。そして右下図のように表示された Vin の□を **小さい手のひら**ツール(Edit → drag)で入力電源の上部配線(角の部分)に接続する。同様にして出力抵抗の上側にラベル Vout を貼り付ける。



以上で回路描画は完了。

【回路パラメータの入力】

(素子値の入力)

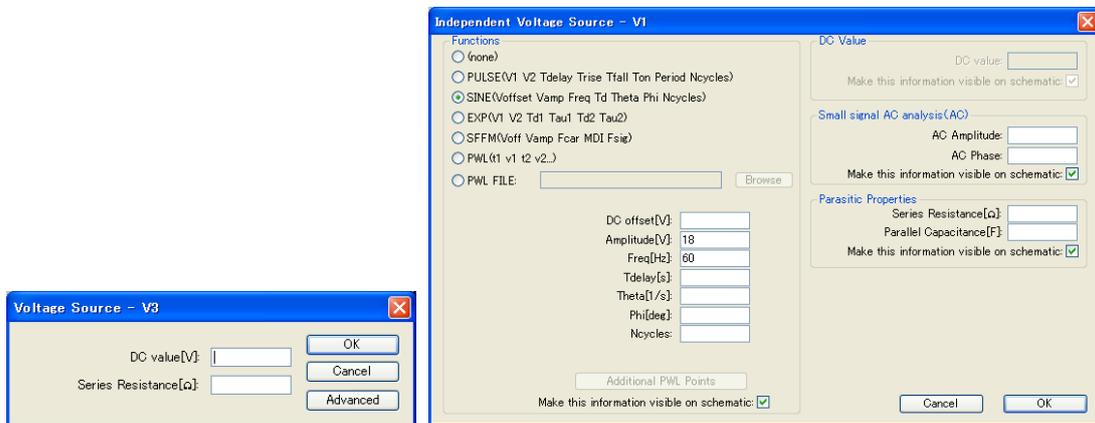
抵抗 R1 の下にある R を右クリックすると下図のような入力ウィンドウが表示されるので、 20Ω を示す **20** を入力して **OK** をクリックする。(下一覧に示すように SI 接頭語のうち、“メガ” だけは “ミリ” と区別するために 3 文字で書く。K は小文字の k でも可)

T(テラ) : 10^{12} G(ギガ) : 10^9 Meg(メガ) : 10^6 K(キロ) : 10^3
M(ミリ) : 10^{-3} u(マイクロ) : 10^{-6} n(ナノ) : 10^{-9} p(ピコ) : 10^{-12}

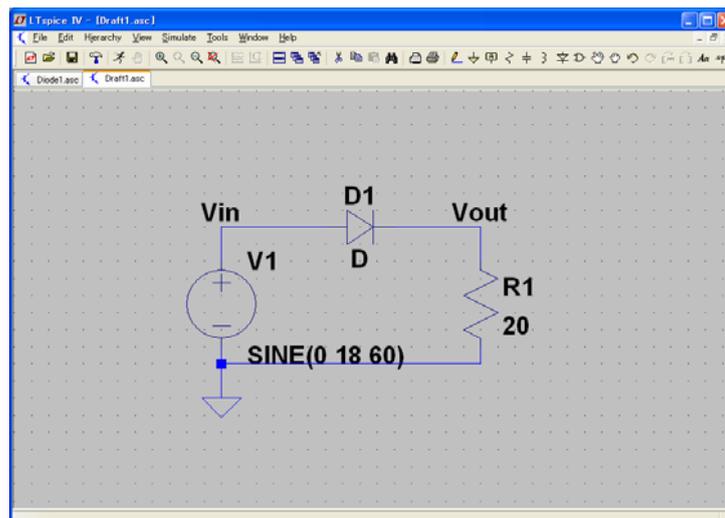


(電源パラメータの入力)

正弦波入力電源 V1 にカーソルを合わせて、手印が出たら右クリックして Window 表示させる(左下図)。**Advanced** をクリックすると右下図が表示されるので **Function** で **SINE** を選択し、**Amplitude[V] 18** (振幅 $V_{P-P}=36\text{ V}$ の正弦波に等しい)、**Freq[Hz] 60** と入力する。その他は使わないので空白でよい。



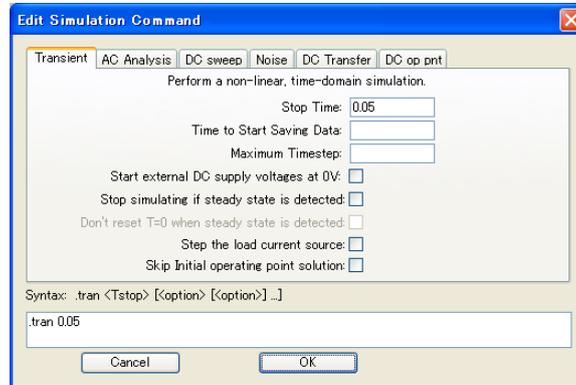
ここまで完了すると下図のような回路ができる。以上ですべての準備は完了。



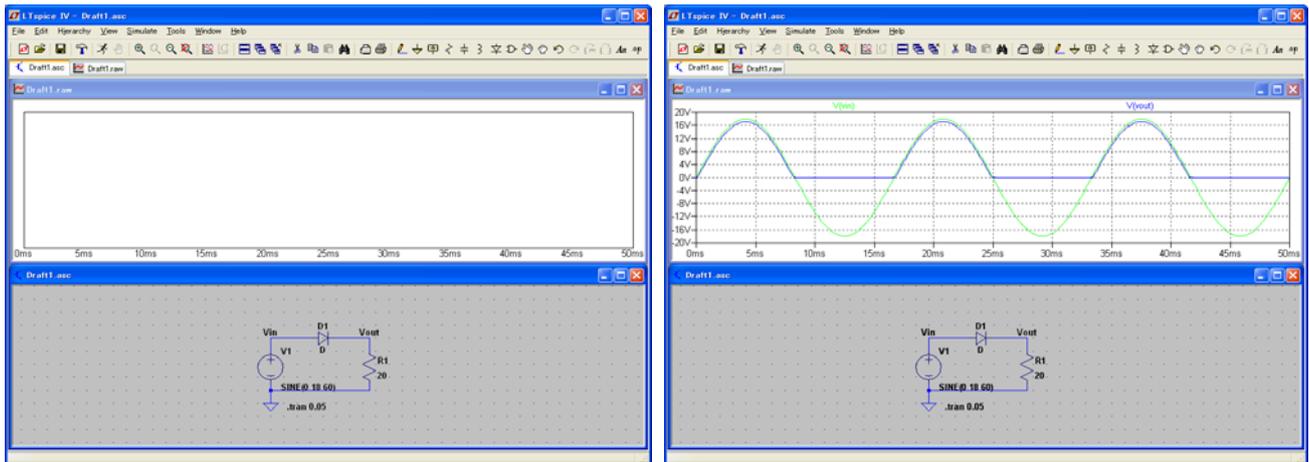
【シミュレーション実行】

(正弦波時間応答)

Simulate → Edit Simulation Cmd を選択する。TransientタブのStop Timeで何秒後までの過渡状態を計算するかを決める。周波数60Hz＝周期0.0166msなので約3周期分を表示させるとして $0.0166 \times 3 \div 0.05$ 秒にする。そこでStop Time = 0.05と入力してOKする。OKを押すと□が現れるので、回路図上の適当な位置で左クリックすると.tran 0.05という計算パラメータが新たに表示される。間違えた場合は、はさみツール(Edit → delete)で消してからやり直す。計算する周波数や見たい周期に応じてこの値は変える必要がある。



Simulate → Run を選択する。下図のようにプランクの時間領域グラフが表示されるので、回路図上で波形を見たい点にカーソルを移動させ、カーソルが電圧プローブ(先が尖った赤ペンのこと。黒○に赤↓は電流である。)に変わったときに左クリックする。VinとVoutをクリックすると右下図のような波形が表示される。

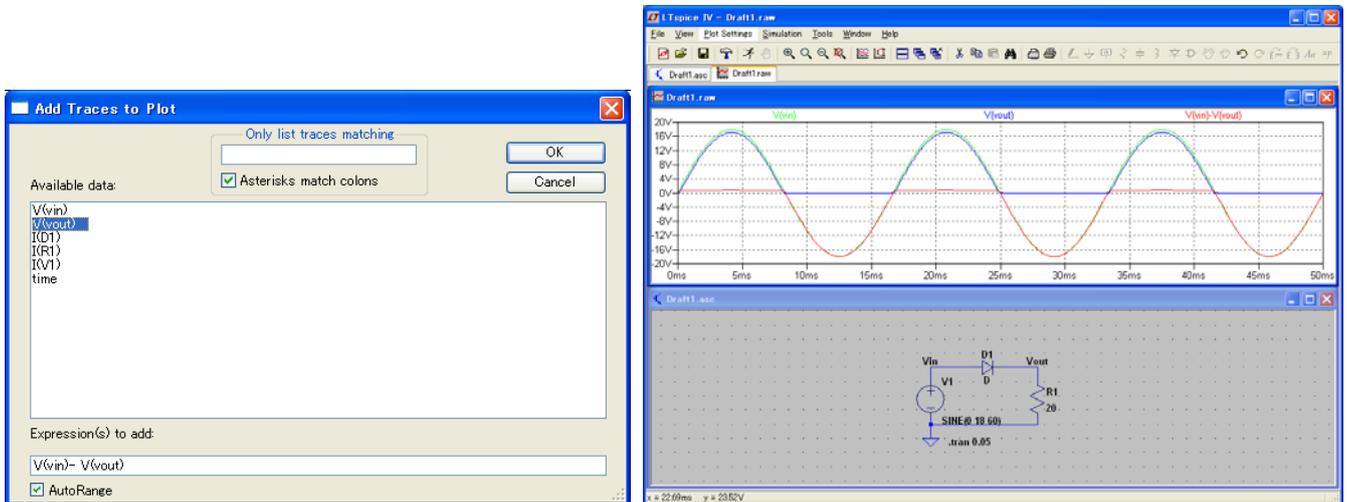


グラフ内で右クリックして、Gridにチェックすればグリッド線が表示される。

(電位差測定)

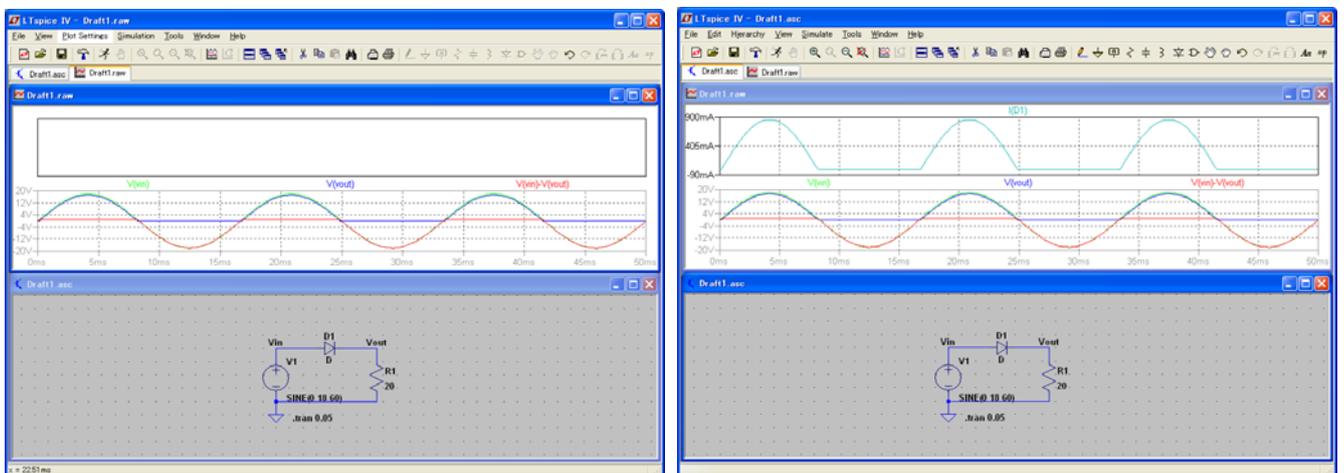
ダイオード単体にかかる電圧(電位差)を見たいときは、**グラフ内で右クリックし、Add Trace** を選択する。そして Available data から Vin と Vout を選択し、Expression to add で 演算式 $V(\text{vin})-V(\text{vout})$ を入力して引き算を実行する。負荷抵抗 R にかかる電圧を見たい場合も同様である。

グラフのトレースを消したい場合は、グラフ内で右クリックし、Delete Trace を選んだら黄色いはさみマークが現れるので、グラフ上部にあるトレース名(例えば、V(vin), V(vout)など)をクリックすると消える。



(電流測定)

グラフ画面をアクティブにした状態で、Plot Setting → Add Plot Pane を選択する。図のように電圧グラフの上に新しいブランク画面が作られる。次にカーソルを回路図上に移動して回路画面をアクティブにする。今度は Alt キーを押しながらダイオードの左側の配線にカーソルを移動させると、プローブの形が電圧プローブから電流プローブに変更される。この状態で左クリックすると、先に作成したブランク画面に電流波形が表示される。(右下図)

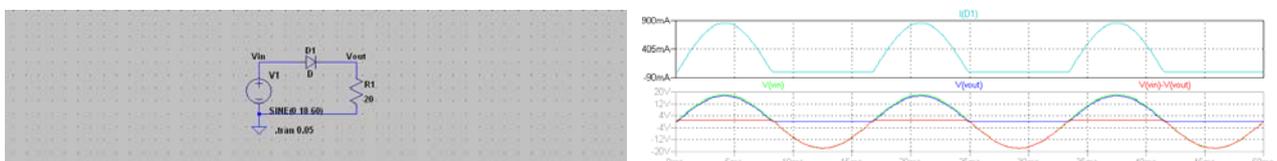


(ワードへの貼り付け)

作成した回路や表示させたグラフをワード等に貼り付けて印刷する場合は次のようにする。

方法1. Alt キー + PrtScn キーでアクティブウィンドウ画面コピーができるので、それをワード等に貼り付ける。

方法2. 回路図をアクティブにした状態でツールバーに表示されたコピーマークをクリックする。そしてワード等に貼り付ける(下図)。

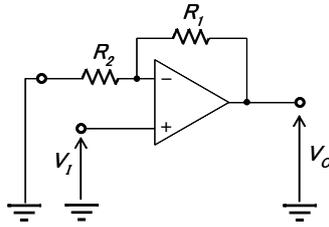


【例題2】

次のオペアンプ回路の周波数特性を解析する。

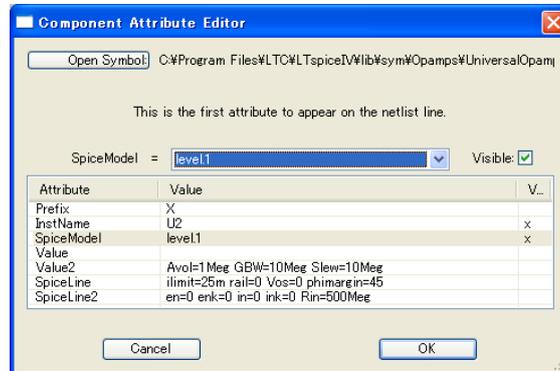
周波数範囲 0.1 Hz - 100 MHz

抵抗 $R_1=10\text{ k}\Omega$ 、 $R_2=100\text{ k}\Omega$

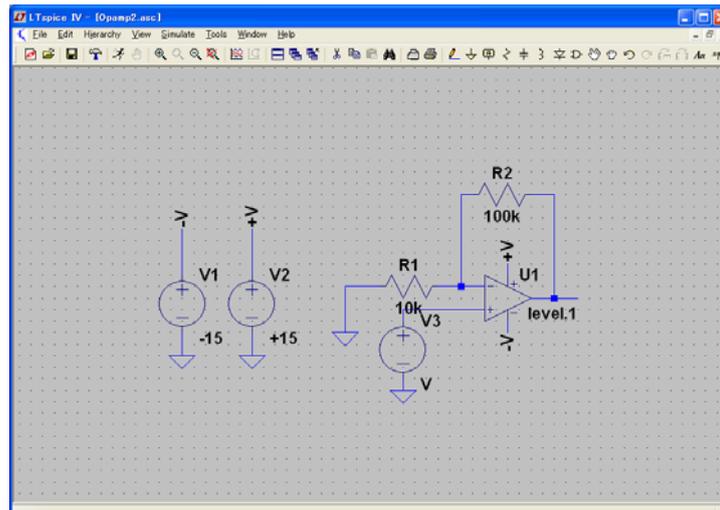


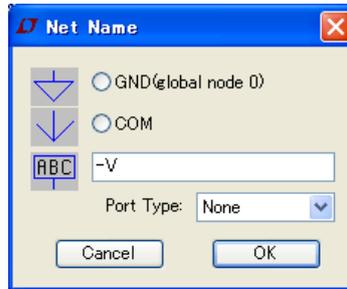
(オペアンプの配置)

Edit → Component → Opamps → UniversalOpamp2 を選択する。配置モードの終了は **右クリック** する。オペアンプにカーソルを合わせて手印が出たら右クリックする。SpiceModel = level.1 に変更して Visible に右クリックでチェック印×を入れる(下図)。

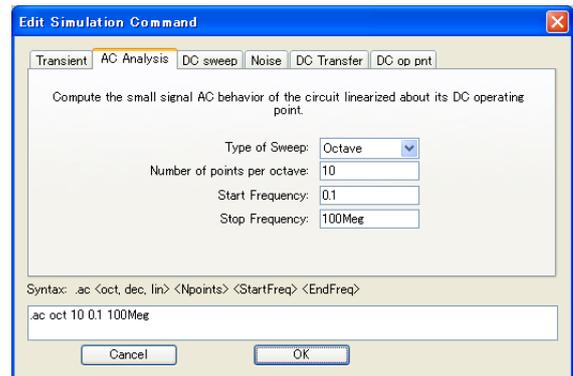
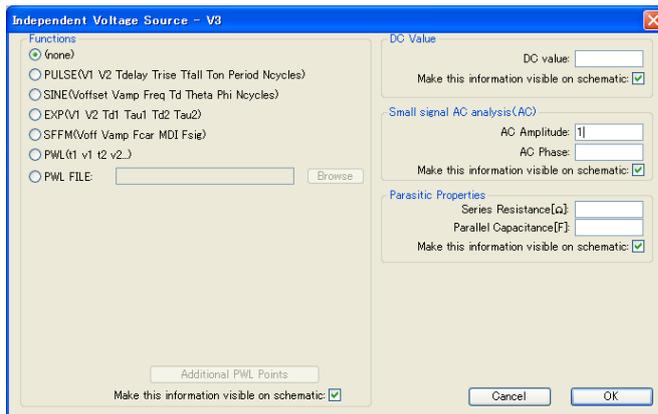


$\pm 15\text{ V}$ のバイアス電源を 2 つ配置し、オペアンプのマイナスバイアス端子に”-V ラベル”を付ける(下図参照)。同じように -15V のバイアス電源の上端に”-Vラベル”を付ける。これでオペアンプのマイナスバイアス端子と -15V 電源端子が接続されたことになる。同様にしてオペアンプのプラスバイアス端子と $+15\text{V}$ のバイアス電源を”+V ラベル”で接続する。

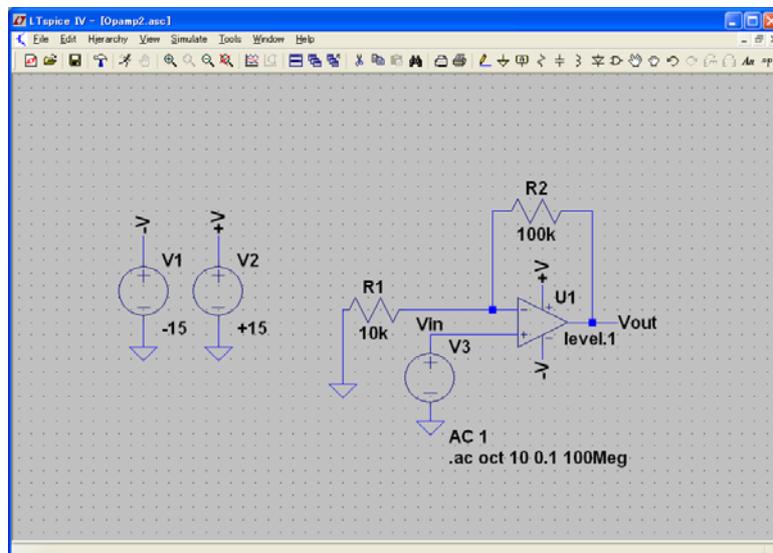




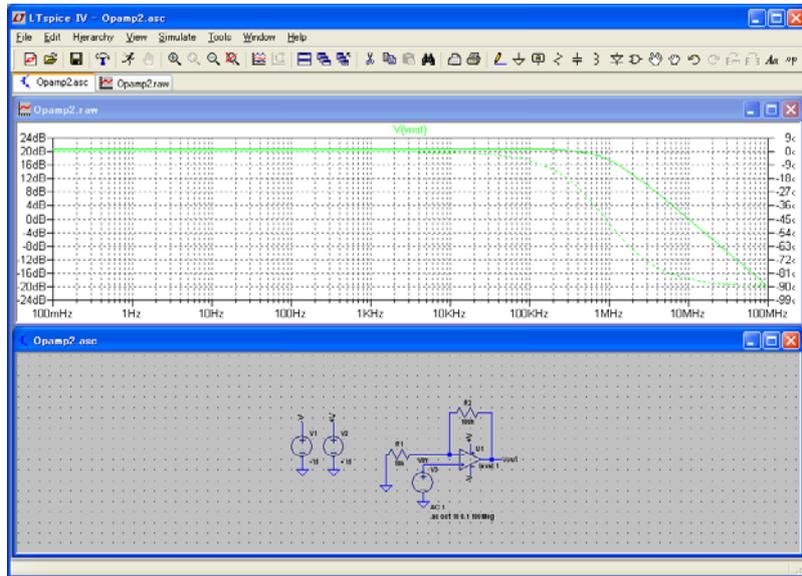
信号電源にカーソルを合わせて、手印が出たら右クリックする。Advanced を選択した後、左下図で Small signal AC analysis(AC) で AC Amplitude に 1 を入力して OK する。次に Simulate → Edit Simulation Cmd を選択する(右下図)。AC Analysis タブ で Type of Sweep: Octave, Number of points per octave: 10, Start Frequency: 0.1, Stop Frequency: 100Meg と入力して OK する。



ここまで完了すると、下図のようになる。



Simulate → Run を選択する。回路図上で Vout にカーソルを移動させ、カーソルがプローブに変わったときに左クリックする(下図)。



【参考文献】

- [1] 神崎「電子回路シミュレータ LTspice 入門編」pp.1-74, CQ 出版社