

Bee Style:

Sep 2009:Bee Technologies

回路シミュレーション活用方法

新製品情報

デバイスモデル

[ショットキバリアダイオード]

スタンダード・モデル

プロフェッショナル・モデル

[フォトカプラ]

デザインキット

部分共振回路

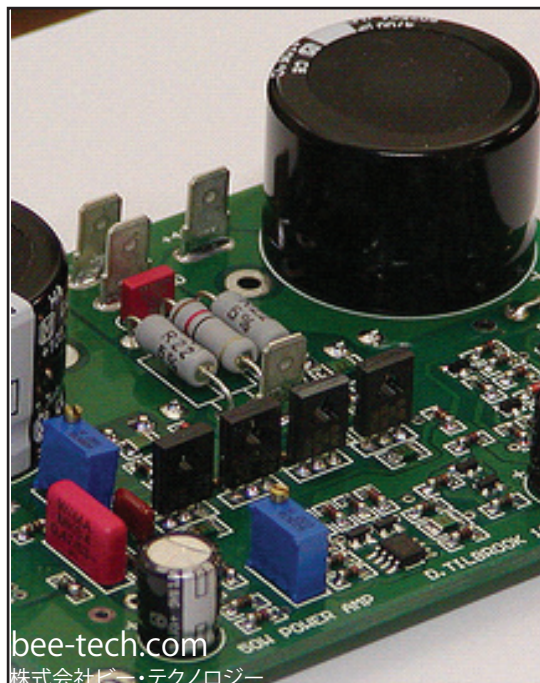
工具箱

gunplot

スパイスモデル

デザインキット
回路方式のテンプレート集

回路解析シミュレータ
SPICE



スパイスモデル

デザインキット
回路方式のテンプレート集

回路解析シミュレータ
SPICE

2009年度下期 重点分野について

株式会社ビー・テクノロジー
代表取締役
堀米 毅
horigome@bee-tech.com

ビー・テクノロジーは設立当初より、各電子部品のスパイスモデルをご提供して参りました。その後、お客様の行いたい回路解析シミュレーションのお手伝いした中で、シミュレーション技術の蓄積を行ってきました。その中で、ゼロから回路解析シミュレーションを行うのは手間がかかる。大変だ。という要望に応え、お客様の要求仕様にあった回路方式のシミュレーションデータをご提供を開始しました。

まず、お客様の行いたいシミュレーションのヒアリングを行い、シミュレーションを行う回路図を机上にのせ、シミュレーションに強く影響するモデリング対象のキー・デバイスを決定します。その中には、半導体企業から入手可能なスパイスモデルもあります。入手が出来ない電子部品のスパイスモデルをビー・テクノロジーがご提供し、回路図に隠れた素子を考え、シミュレーションデータをご提供しています。ある部分で解析精度を向上させたい場合、採用するスパイスモデルを、高精度のスパイスモデルを使用します。基本的に解析精度を向上させたスパイスモデルは、単純なパラメータモデルではなく、複雑な等価回路モデルです。それらを使用した場合、解析における収束性が悪くなり、途中で計算を止めてしまいます。そうすると、解析業務がストップしてしまいます。大体は、SPICEのOPTIONの設定を変更することで、回避出来ますが、それでも回避不可能な場合も多々あります。それは、回路構成自体に問題がある場合が多く、経験豊富なエンジニアが経験則から回避する事が多いです。

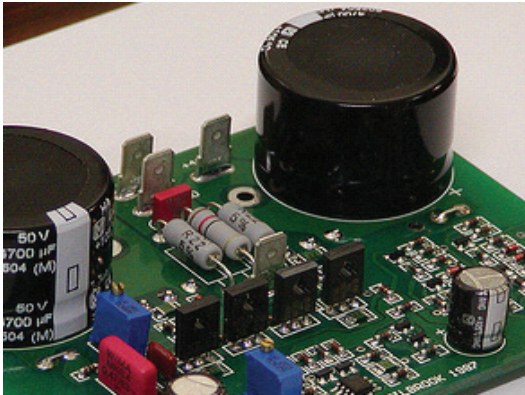
ビー・テクノロジーから直接スパイスモデルを購入した場合、収束問題の回避方法も含めて、サポートしております。

お客様の要求仕様にあったシミュレーションデータのご提供は、カスタム仕様です。それを汎用化させたものが、「デザインキット」です。現在、電源回路を中心に4回路方式をご提供しております。WEBサイト(<http://www.bee-tech.com/>)をご参照下さい。

最近のお客様のカスタム仕様のデザインキットは、ICを含めたアプリケーション回路が増えております。LEDのドライブ回路、CCFLのドライブ回路、マイクロコントローラを含めた回路、モータドライブ回路、センサー回路、DCDCコンバータ(昇圧方式及び降圧方式)、D級アンプ等です。

ビー・テクノロジーの2009年下期の重点項目は、**デザインキットのラインナップの強化**です。このシミュレーションのテンプレートをご提供することで、回路設計者のお役に立てればと思います。

また、お客様が「こんなシミュレーションをしたい。」「こんなことはシミュレーションでも出来ますか?」など、お気軽にお問い合わせ下さい。



パワーMOSFET

スタンダードモデル プロフェッショナルモデル

ビー・テクノロジーのデバイスモデリング・サービスの中でもご提供が多いのが、パワーMOSFETです。その中でもプロフェッショナルモデルは好評を得ております。

プロフェッショナルモデルが登場した背景は、自動車業界の要求が一番強かったです。今から7年間、ハイブリッド自動車を開発しているところから、正確な損失計算をシミュレーションで行いたいと言うニーズでした。それまでは、一般的なMOSFET LEVEL=3モデルを採用しておりました。当社ではこのモデルをスタンダードモデルと位置づけています。スタンダードモデルを使用する機会があります。動作波形を確認する場合とか、デバイスの耐圧を超過していないかをシミュレーションで波形確認する場合です。SPICEのシミュレーションには破壊の概念はありませんので、耐圧を超えてもシミュレーションは出来てしまいますが、耐圧の電圧ライン及び電流ラインを表示させ、波形と重ねることで、判断は出来ます。

スタンダードモデルの弱点はミラー効果が無い事です。つまり、ミラー容量がありません。電気的な特性項目では、ゲート・チャージ特性にその不具合が出てきます。シミュレーションでは過渡解析において、スイッチング波形にその影響が出ます。

プロフェッショナルモデルは、MOSFET LEVEL=3をベースにし、ミラー容量を等価回路で機能を持たせ、ゲートチャージ特性に

再現性を持たせています。こうすることで、スイッチング特性も正確さが増すため、損失計算が出来ます。

パワーMOSFETの素子の構成は、本体のMOSFETとボディ・ダイオードで構成されています。また、半導体メーカーによっては、ESD素子も入っております。これらの2素子から3素子での構成です。データシートの回路図シンボルには、MOSFETの記号しか無い場合にも、ボディ・ダイオードやESD素子が含まれている場合もありますので、半導体メーカーにご確認下さい。ボディ・ダイオードは、逆回復時間を測定することで、ESD素子は、カーブ・トレーサでその有無を確認する事が出来ます。ボディ・ダイオード[=ダイオード]にはスタンダードモデル、プロフェッショナルモデル、スペシャルモデル(電流減少率モデル)がありますので、Bee Style: vol.002をご参照下さい。

また、同一チップでもパッケージが異なる場合、任意で抵抗値あるいはインダクタンス値をピンの前に挿入する事が出来ます。これは、電気的特性を補正するためであり、ケース・バイ・ケースになります。

今回解説したのはディスクリート部品のMOSFETです。ウエハー内のデバイスモデルでありますBSIMモデルについてもお問い合わせ下さい。コストを抑えたモデルのご提供が可能です。



スピーカー

電氣的インピーダンス
機械的インピーダンス

「スピーカー」のスパイスモデルのご提供を開始致しました。このスパイスモデルは、D級アンプのデザインキットにも採用されています。一般的なスピーカーの等価回路図をFig.1に示します。

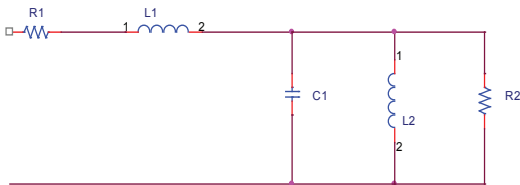


Fig.1 スピーカーの一般的な等価回路図

R1,L1は電氣的インピーダンスを表現しており、C1,L2,R2にて機械的インピーダンスを表現しています。

回路の負荷がスピーカーの場合、カタログ記載の抵抗値を負荷抵抗でシミュレーションするケースが多いのですが、D級アンプの回路にて、負荷抵抗のみで置き換えた場合、実機の波形とシミュレーションの波形が異なりました。

デバイスモデリングの際、解析精度を向上させるため、ビー・テクノロジーでは、Fig.2の等価回路図(機械的インピーダンスにC2を追加しています)を採用し、任意のスピーカーのインピーダンス特性になるようにパラメータを最適化しています。

現在、ビー・テクノロジーでは、スピーカーのスパイスモデルに対して、フルレンジ、ウーハー、ツイスターの種類に対して、スパイスモデルのご提供の実績があります。ご依頼の場合、スピーカーのインピーダンス特性図(X軸:インピーダンス値、Y軸:周波数)のみでデバイスモデリングが可能です。是非、お問い合わせ下さい。

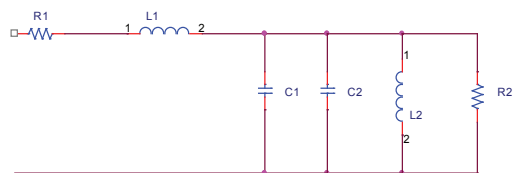


Fig2.スパイスモデルの等価回路図

事例は、FOSTEXのフルレンジ・スピーカーです。データシートは、メーカーのWEBサイトよりダウンロード出来ます。対象製品型名は、F200Aです。

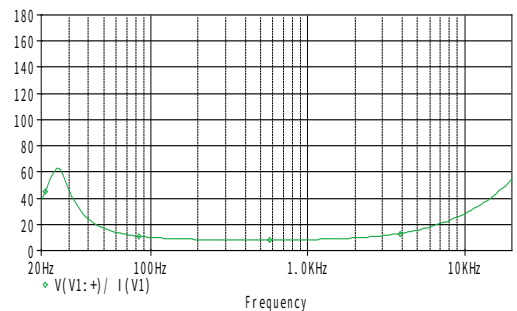
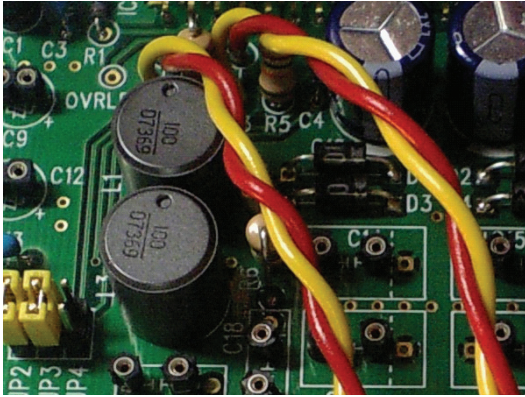


Fig.3 インピーダンス特性シミュレーション

結果は、Fig.3の通りです。

負荷がスピーカーの場合、上記のスパイスモデルを採用し、インピーダンス特性を加味したシミュレーションをしては如何でしょうか？



デザインキット

D級アンプ

発売予定日: 2009年8月中旬
価格: 未定

今回のご紹介は、「D級アンプ」です。大きな特徴は、A級、B級、AB級のリニアなオーディオアンプに対し、D級アンプは電力効率が優れているという事です。回路的には、外部フィルタが不要になる上、EMIも低減できます。D級アンプの詳細は専門書をご参照下さい。

D級アンプのアプリケーション回路をFig.4に示します。International Rectifierの「IRS2092」を中心の回路図です。回路解析シミュレーションを行う場合、まずは、キー・デバイスを決定します。今回の場合、ICであるIRS2092、MOSFET、コイル、電解コンデンサ、スピーカーのモデルが必要です。

IRS2092の特徴は D級アンプに必要な4つの基本的な回路が含まれたICです。アンプ、アナログ・オーディオ信号を入力するPWM比較器、パワーMOSFETのゲート駆動回路、保護回路です。コイル、電解コンデンサ、スピーカーは、周波数モデルを採用します。そして、パワーMOSFETは、プロフェッショナルモデルを採用します。ここで一番困難なスパイスモデルは、ICのモデルです。ICのモデルはゲートレベルのモデルではなく、ビヘイビアモデル=マクロモデルを採用します。ビヘイビアモデルとは、ICの機能をアナログ・ビヘイビア・モデルのライブラリー群で表現します。良く知られている素子は、G素子、E素子等があります。

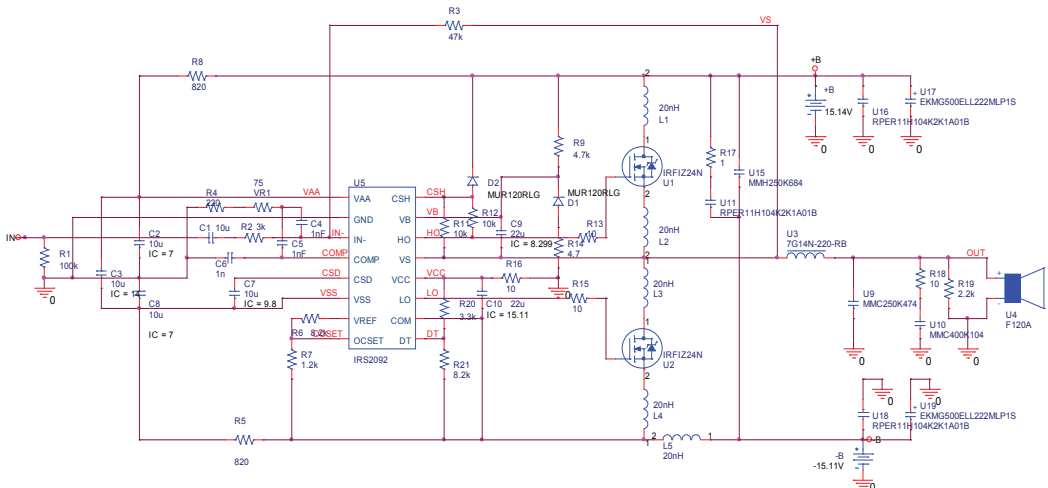


Fig.4 D級アンプのアプリケーション回路

EMI(Electro Magnetic Interference) : EMIとは電子機器が発する電磁波が周辺の他の電子機器の動作に影響を及ぼす現象のことです。
PWM(Pulse Width Modulation) : パルス波のデューティ比を変化させて変調する変調方法のことです。

アナログ・ビヘイビアモデル素子を使用する場合、各種SPICE系シミュレーションで使用できたり、等価回路の何らかの変換が必要であったりしますので、注意が必要です。当社で多いスパイスモデルの変換は、PSpiceからHSPICEへの変換、PSpiceからMicroCAPへの変換です。その他のSPICE系シミュレータに関しても導入しておりますので、ご相談下さい。

ICの仕様につきましては、International Rectifier(<http://www.irf.com/>)のWEBサイトにて確認して下さい。ICのモデリングの評価項目を下記に示します。

- (1)Low Side Supply
- (2)High Side Supply
- (3)Floating Input Supply
- (4)OTA Output Voltage
- (5)Protection
- (6)Protection Propagation Delay
- (7)Gate Driver Output Current
- (8)Gate Driver Output Voltage
- (9)Gate Driver Switching
- (10)Dead time
- (11)External Component Values vs. Self Oscillation Frequency

全部で11項目あります。これらの機能を満たすビヘイビアモデルのモデリングを完成させます。後は、回路図を描き、それぞれのモデルを取り込みます。過渡解析をすれば、各ノードの波形を参照する事が出来ます。

このテンプレートを使用し、回路解析シミュレーションを実施すると下記の項目が検証出来ます。

- (1)Voltage gain of the amplifier GV
- (2)Self-Oscillating Frequency
- (3)Dead-time
- (4)Start-up sequence simulation
- (5)Component stress simulation
- (6)Power losses in the MOSFETs
- (7)Short circuit vs. switching output shutdown

当然各ノードを指定すれば、任意の波形が参照出来ます。次ページに幾つかの結果を掲載します。また、D級アンプについては、ビー・テクノロジーのWEBサイト及びBlog(デバイスモデリング研究所),メールマガジンでご紹介を継続していきます。

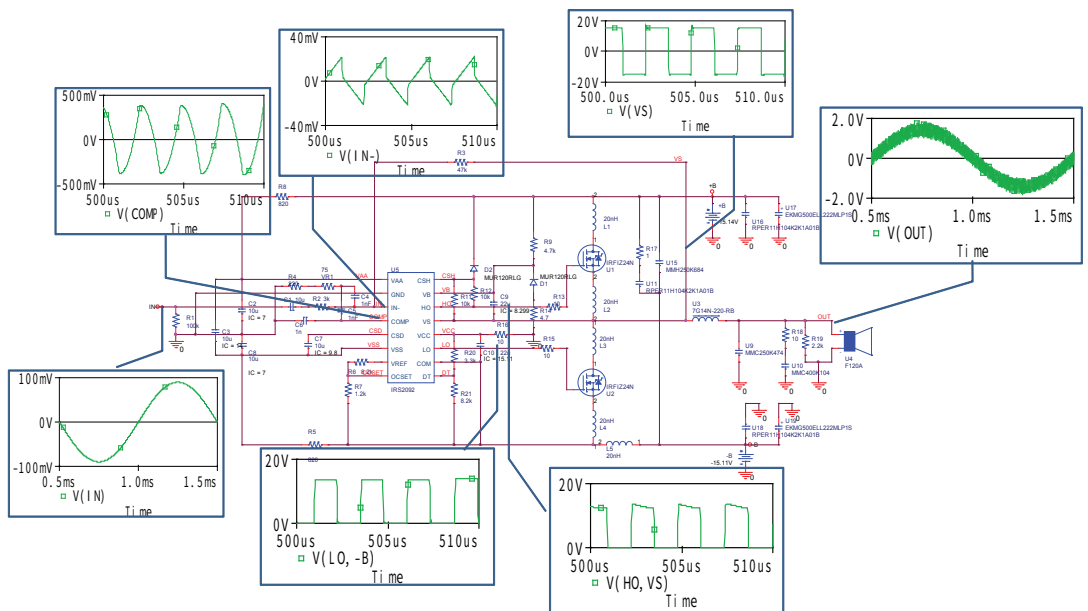


Fig.5 シミュレーション結果

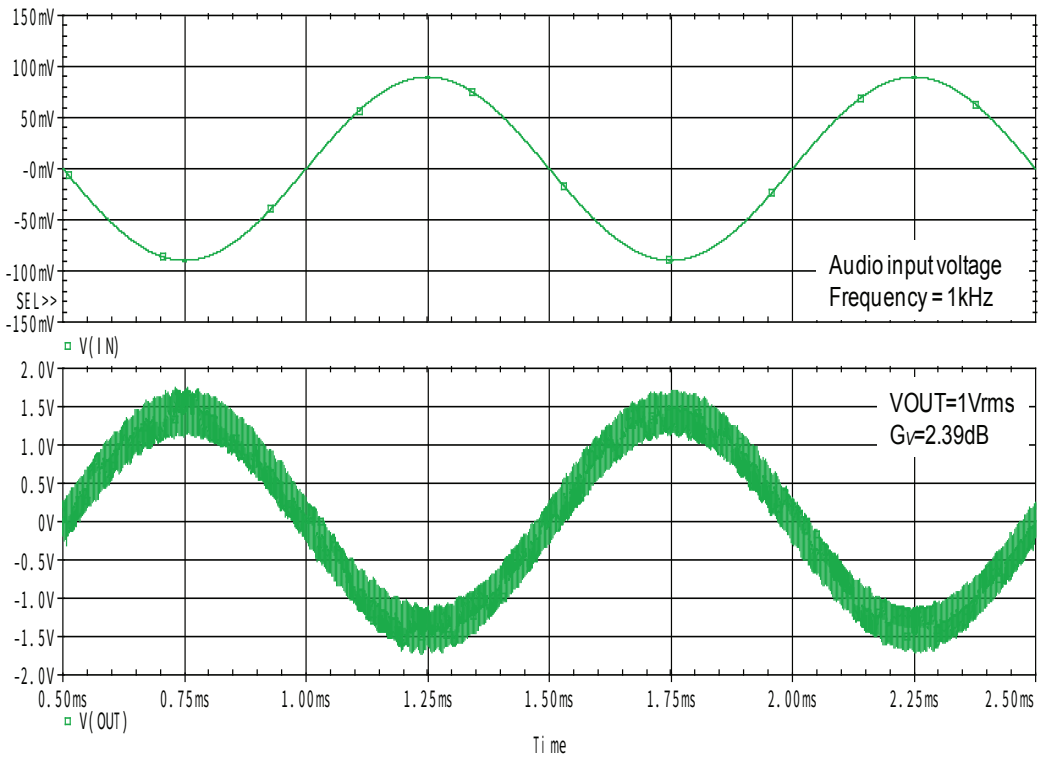


Fig.6 Voltage gain of the amplifier G_V

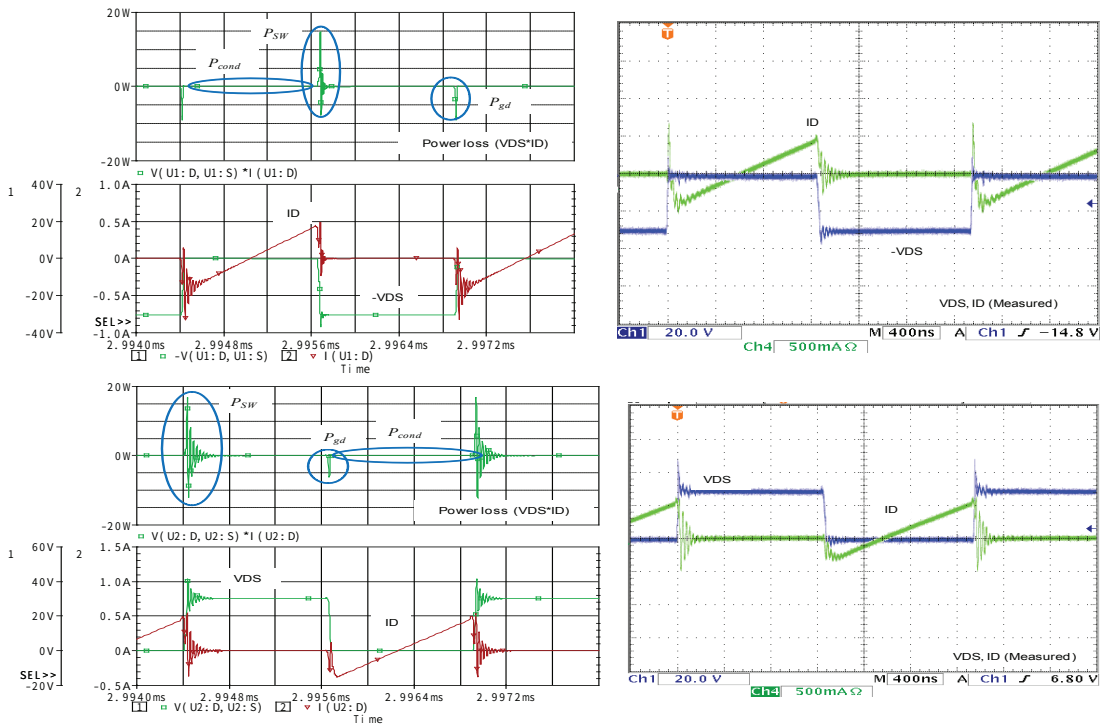


Fig.7 Power losses in the MOSFETs, 上がFET1, 下がFET2

工具箱 マインドマップ

考え(アイデア)を可視化する。そして、チームで共有する

私がマインドマップに出会ったのは2年前です。きっかけは、マインドマップに関する書籍を読んだ事です。1つは理論書、もう1つは色々な評価版が入った実務書です。有償版のみではなく、フリーのマインドマップのソフトウェアもあります。それらを試し、選定したのが、Mindjet MindManagerです。操作は簡単です。エンターキーと削除キーとインサートキーの3つくらいです。

後は、アイデアを表現していけばいい訳です。イメージ図をFig.8に示します。

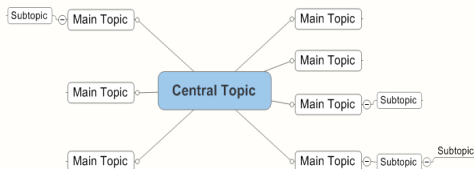
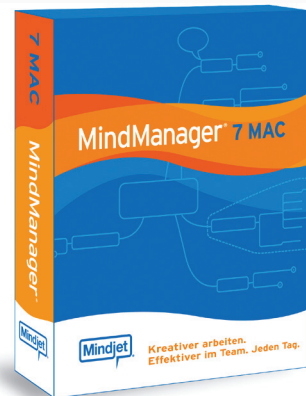
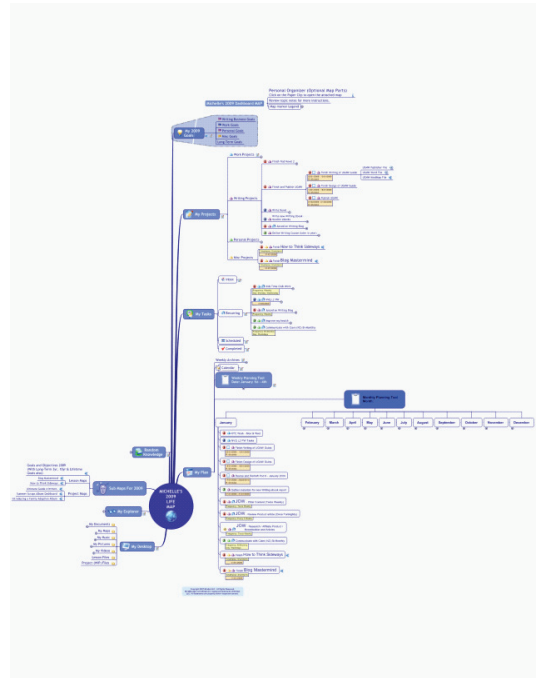


Fig.8 イメージ図

最初は、自分のTo Do List、営業活動シナリオ、営業結果、営業プレゼン、研究開発方針等に使用していましたが、情報の共有化が出来るので、今では、研究所の研究員とのアイデアの共有化に活躍しているアプリケーションソフトウェアです。Windows版、MAC版もあります。マインドマップは思考ツールとして、使い慣れれば、戦力になります。

<http://www.mindjet.com/>

参考事例



Bee Style: Volume 004

2009年8月3日 発行

編 者:株式会社ビー・テクノロジー

発行人:堀米 毅

郵便番号105-0012 東京都港区芝大門1-5-3 大門梅澤ビル3階

Tel (03)5401-3851 (代表)

Fax (03)5401-3852

電子メール info@bee-tech.com

All Rights Reserved copyright (C) Bee Technologies Inc.