

*Now, see the future faster...*

# **Sonnet Seminar MWE2005**

*Sonnet Giken Co., Ltd.*

本日は弊社セミナーにご来場頂き誠にありがとうございます。

(有)ソネット技研は、2003年12月に設立され、おかげさまで好調のうちにまもなく満二年を迎えることができそうです。皆様のご愛顧に感謝致します。

一方、米国ソネットソフトウェアインクは今年で創立22周年を迎え、その間に高周波エンジニアを取り巻く環境も大きく変わって来ました。20年前には貴重で珍しかった電磁界シミュレータですが、今では選択に困るほど多くの種類があります。これは高周波エンジニアにとって面倒なことかもしれません。ひとつだけ完璧なシミュレータがあれば、一度勉強すれば十分だし、取引先との互換性で悩むことも無いのに、いったいなぜそんなに多くの(しかもどれもこれも不完全な)シミュレータが生き残っているのでしょうか？

本日のセミナーの“どの電磁界シミュレータをつかうべきか？”というシンプルなタイトルはそれに対するひとつの答えです。ソネットの不得手な部分も、他社製品の優れた部分も、米国ソネットソフトウェアインク社長 James C.Rautio 自身が率直にお話いたします。そして日本語の解説はおなじみの小暮技術士事務所 小暮裕明先生にお願い致します。

本日のセミナーが皆様のお仕事に少しでもお役に立てば幸いです。

2005/11/11  
有限会社ソネット技研  
石飛 徳昌



## Which EM Analysis Should I Use???

Make the right choice and win big time!

James C. Rautio  
Sonnet Software, Inc.

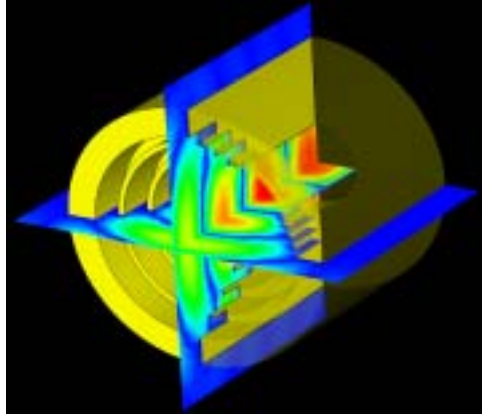
どの電磁界解析を使うべきか？この質問は初心者に限らず、経験豊富な高周波設計者にとってもフラストレーションになります。利用できる多くのツールがあります。正しい選択で最高の水準が得られます。間違った選択は損失を招きます。このプレゼンテーションでは4つの異なるアルゴリズムの解析ツールについて、それぞれ事例を説明します。私共の解析ツール Sonnet は4つの解析ツールの1つにすぎません。それぞれのツールの利点と不利な点をまとめましたので、設計者が特定の問題に向けた、最良の組み合わせも選べるようになります。このプレゼンテーションにおけるすべての製品名は、それぞれの会社の登録商標です。

- Wrong choice has big down side:
  - Structure can not be analyzed.
  - Structure takes 10X to 1000X longer to analyze.
  - After fabrication find out you have the wrong answer.
- Multiple EM tools are required (this is not optional!) for a large range of problems.
- *You can't play golf well with just one club and you can't do EM analysis well with just one EM tool!*

間違った選択には多くのマイナス面があります。最も極端な場合では、問題を解析することさえできません。能力の高い設計者であればなんとか問題を解くことができますが、正しい電磁界解析ツールを選択した場合の1000倍ほど時間がかかるかもしれません。最悪な結果では、試作実験の後で電磁界ツールが誤った答を出したとわかります。こうなるともう一度、設計と試作をしなくてはなりません。スケジュールから外れ、予算は取り崩され、そして競合他社は、より良い製品をより早く売り出し始めます。

広範囲の問題を解析するなら、複数の電磁界解析ツールが必要です。これは選択の余地がありません。たった1つのクラブでうまくゴルフができないように、たった1つの電磁界解析ツールでうまく解析することはできません。

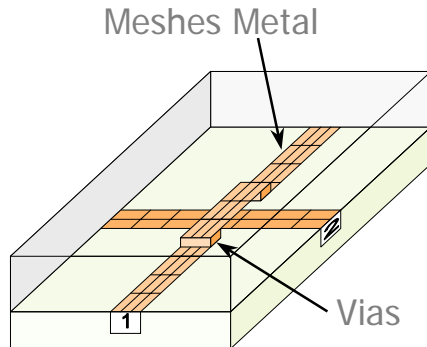
- 3-D arbitrary: Any shape metal, any shape dielectric.
  - Meshes entire volume.
  - Limited only by problem size.
  - Use when specialized tools fail or are unavailable.



### 3次元形状を解析する立体メッシングツール

最初に次元の数を理解してください。最も自由度の高い問題は3次元の任意形状です。金属も誘電体も完全に任意の形状が可能です。任意の構造を解析するために通常、立体メッシングが使われます。これは最も一般的ですが、同時に最も遅い方法です。したがって、立体メッシングは、その問題に特化したツールが使えないときにだけ使用されます。

- 3-D planar: Mostly planar metal (vias allowed), mostly planar dielectric (small volumes of different dielectric allowed).
  - Specialized for planar circuits, do not use for completely arbitrary structures.
  - Meshes only metal of circuit.

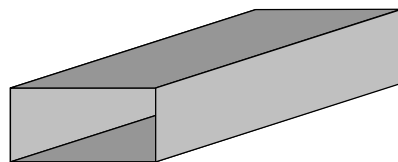
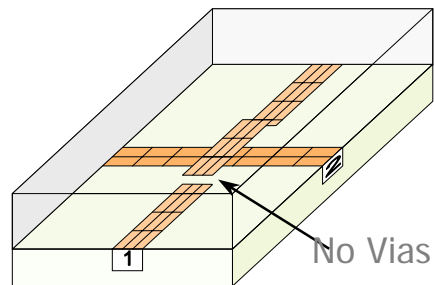


### 3次元プレーナ(平面)・ツール

プレーナ(平面)・ツールはより平面問題に特化しており、それらの特化した問題でははるかに早く結果が得られます。金属導体はほとんど平面でできていますが、短いvia(スルーホール)は解析可能です。誘電体基板もほとんど平面ですが、特定のツールによっては、部分的に種類の異なる小さい誘電体は可能です。

プレーナ(平面)・ツールはプレーナ回路に特化されているので、立体メッシングツールでプレーナ回路を解析するよりも、はるかに速く正確です。一般に、プレーナ・ツールが利用できない時を除き、プレーナ回路に立体メッシング・ツールを決して使用するべきではありません。プレーナ・ツールがプレーナ回路に効果的なのは、回路の金属導体だけをメッシングするからです。これにより数値解析の規模が小さくなるため、より正確に速く解けます。これらのツールは平面問題に特化していますが、完全に3次元の電磁界と3次元の電流を考慮して解析するので、「3-D」と呼ばれています。

- 2.5-D Planar: Same as 3-D planar, but no vias allowed.
  - 3-D fields, but only 2-D current.
  - Often confused with 3-D planar.
- 2-D: Infinite lengths of waveguide, etc.



### 2.5次元プレーナ(平面)・ツール

via(スルーホール)を全く持たない3-Dプレーナ回路を2.5Dと呼びます。この場合、電磁界は $x, y, z$  3次元の成分を持ちますが、電流は $x, y$  2次元成分しかありません。2次元と3次元の間という意味で、これは2.5-Dプレーナ回路と呼ぶべきです。しかし、2.5-Dという用語はわかりやすいので、(完全に3次元の電磁界と3次元の電流を考慮して解析する)3-Dプレーナ回路について説明するのにしばしば誤用されます。

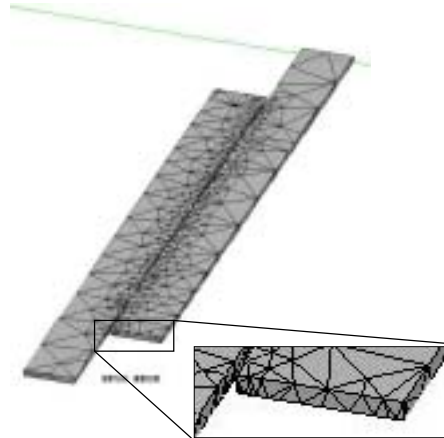
### 2次元ツール

このほかに、無限の長さの導波管、同軸ケーブル、マイクロストリップ線路などの断面を解析する“2-D”ツールがあります。このプレゼンテーションではこれらのツールについては議論しません。

### 1次元ツール

最後に、回路理論やノード解析は1-D電磁界ツールと考えることができます。

- Finite Elements.
- Commercial product: Ansoft HFSS™.
- Divides entire volume into tetrahedra (only metal tetrahedra shown here).
- Frequency domain analysis.



©2005 Sonnet Software, Inc.  
www.sonnetsoftware.com

ELECTROMAGNETICS  
SOLUTIONS

### 周波数領域の立体メッシングツール

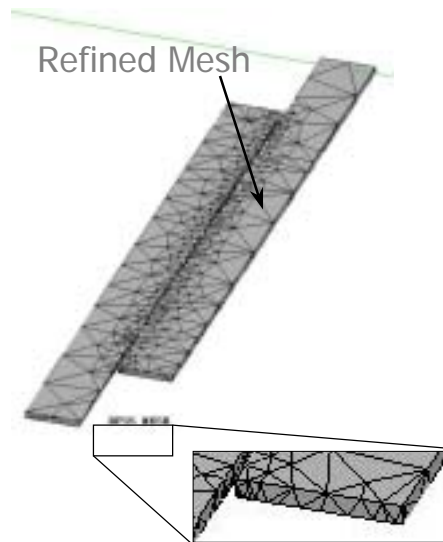
最もよく知られ最も一般的な任意形状の3-D高周波電磁界ツールの1つは有限要素法を使用しており、ここで説明する商品はAnsoftのHFSSです。

有限要素法は問題全体のボリュームを小さい4面体分割します。この回路では、金属の4面体だけが示されてます。誘電体も同様に小さい4面体分割されます。

Ansoft HFSSは周波数領域のツールで、一周波数ずつ解析します。



- Completely arbitrary structures.
- Refines mesh as needed (odd mode refinement shown).
- Most widely used.



©2005 Sonnet Software, Inc.  
www.sonnetsoftware.com

ELECTROMAGNETICS  
SOLUTIONS

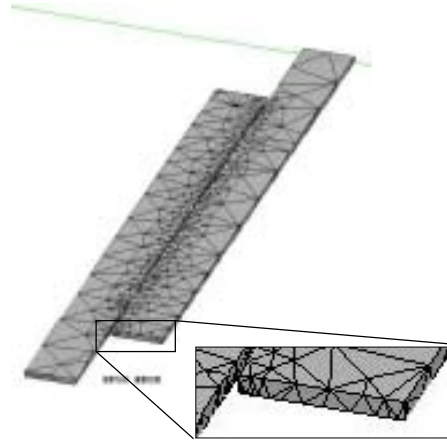
どの電磁界ツールが最も使われているかという問題を理解するために、最初にそれぞれのツールの利点を理解しなければなりません。完全に理解するには何10年間もかかるかもしれませんが、このプレゼンテーションでは、主な点をいくつか例証します。

#### 周波数領域の立体メッシングツールの長所

Ansoft HFSSは完全に任意の構造を扱います。メッシュが自動的に改良され、精度を必要とする領域には小さい4面体が使われます。ここでは、oddモード結合をうまく表現するようにメッシュが改良されていることがわかります。oddモードでは線路と線路の間に強い電界が集中するので、小さい4面体が線間近くにある場合、oddモードは良く表現されます。またevenモードの時にもメッシュはevenモードに合わせて改良されます。その場合は、2本の線路の外側の縁に沿って小さい4面体が必要になります。

さらに、Ansoft HFSSは高周波設計向けの最も普及している立体メッシュのツールです。ここで説明する他のツールと同様、Ansoft HFSSは設計の仕事を手助けするプリプロセスとポストプロセスのツールです。

- Tetrahedra do not represent linear current flow well.
- Volume meshing inefficient for planar circuits.



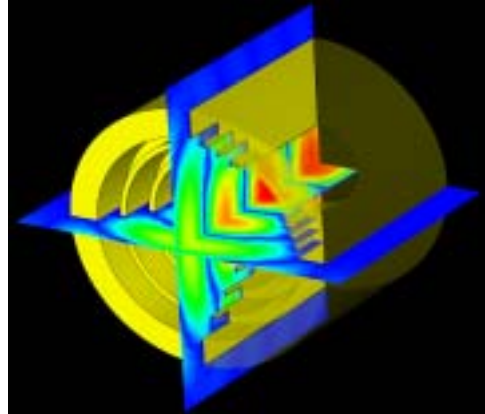
硬貨には反対の面があるように、電磁界ツールにもあります。電磁界ツールの不利な点を理解するのは、利点を理解するのと同じくらい重要です。再度述べますが、高周波設計者が電磁界ツールの不利な点を学ぶのに何10年もかかるかもしれないので、ここで最も重要なポイントをまとめます。

#### 周波数領域の立体メッシングツールの短所

四面体は任意形状を表現するのに有効ですが、直線的な電流を表す場合はそれほど良くはありません。これは金属表面の電流分布の計算結果を見ることで容易にわかります。幸い、S-パラメータは正確な電流分布にあまり依存しないので妥当な結果は得られます。しかし電流の表現が不十分であれば、非常に高い精度は得られなくなります。

2番目の不利な点は、立体メッシュツールに共通ですが、立体メッシュはほとんどのプレーナ回路には非効率だということです。ここに示されたプレーナ回路のメッシュは、金属の厚さが表皮の深さ程度かそれより薄ければ適用できます。プレーナ回路により適切なプレーナ(平面)・ツールが利用できない場合は、注意深くメッシングを行えば、立体メッシングツールを使えるでしょう。

- Finite Integration Technique.
- Commercial Product: CST Microwave Studio®.
- Rectangular volume mesh.
- Time domain analysis, yields broad band frequency data.



©2005 Sonnet Software, Inc.  
www.sonnetsoftware.com

ELECTROMAGNETICS  
SOFTWARE

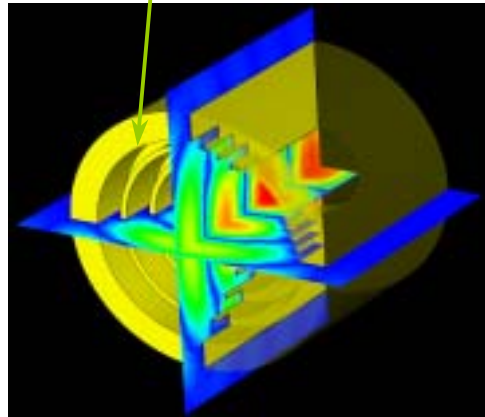
### 時間領域の立体メッシングツール

CST Microwave StudioはFI技法 (Finite Integration Technique) を使用しています。これはFDTD (Finite Difference Time Domain) の仲間です。Microwave Studioは、タイム・ドメイン (時間領域) の解析を実行するのに矩形の立体メッシュを使用します。1つのポートにパルス波を励振し、他のすべてのポートで時間に沿ってインパルス応答を計算します。そして情報は周波数領域に変換され、広帯域な周波数領域データを得ます。CST Microwave Studioと3次元プレーナ(平面)・ツールであるSonnetは用途も仕組みも異なるツールなので、米国Sonnet社は北アメリカにおけるCST社の代理店でもあります。\*

\*訳注: 日本ではCST Microwave StudioはAET Japan様が代理店です。

Curved surface

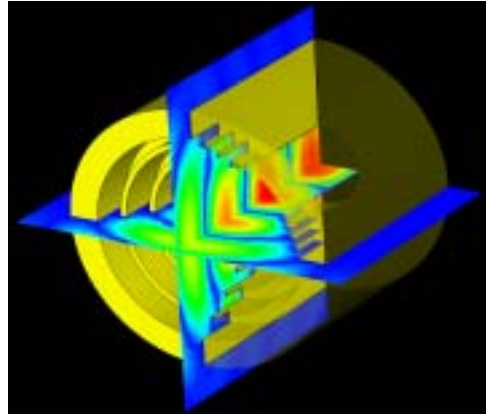
- Automatic expert system based meshing.
- Curved surfaces not restricted by mesh.
- Broad band data easily available.
- Linear current flow well represented.



### 時間領域の立体メッシングツールの長所

CST Microwave Studioは、構造を自動的にメッシングするエキスパートシステムを使用します。自動的にメッシュを改良することもできます。さらに、矩形の立体メッシュは解析する形状を制限しません。電磁的な効果をすべて含んだ状態で、矩形のセルを通り抜けるような滑らかな表面も解析します。四面体のメッシュも使用でき、適切なきに使用できます。CSTは時間領域のツールなので、超広帯域な周波数領域データを容易に得ることができ、線形電流の流れもうまく表現できます。

- Large number of ports can require long analysis time.
- Volume mesh inefficient for planar circuits.

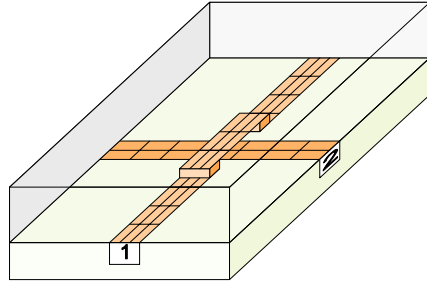


### 時間領域の立体メッシングツールの短所

硬貨の裏面に相当するCSTの不利な点は、 $N \times N$ のS-パラメータ行列が必要なN個のポートを持った問題では、N回の解析を必要とすることです。各解析では1つのポートにだけパルスを励振し、その解析結果からS-パラメータ行列の1つの行と1つの列のデータを得ます。

そして、ここでもまた立体メッシュツールは、プレーナ回路の解析には非効率です。しかし、適切なプレーナツールが利用できない場合は立体メッシュツールを使うしかありません。

- Meshes only surface of metal of circuit.
- Two kinds of 3-D planar:
  - Unshielded.
  - Shielded.
- Both kinds use Method-of-Moments.



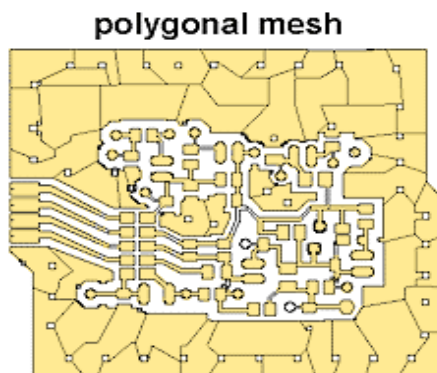
### 3次元プレーナ(平面)・ツール

3次元プレーナ・ツールは金属導体だけをメッシングし、平面状の誘電体の問題だけを扱うように特化されています。

3次元プレーナ・ツールには大きく2種類があります。

シールドされていない環境で解析するもの(オープン境界)と、シールドされた環境で解析するもの(クローズド境界)です。これらはどちらも電磁界解析の実行にモーメント法を使用します。

- Unshielded, no box.
- Commercial product:  
Agilent EEs of EDA's  
Momentum.
- Rectangular, triangular,  
polygonal surface mesh.
- Frequency domain.



### オープン境界3次元プレーナ・ツール

最も一般的で広く使用されているオープン境界3次元プレーナ・ツールはAgilent社のMomentumです。このツールは回路の金属を長方形、三角形、および多角形に分割することができます。金属導体をメッシングするすべての3次元プレーナ・ツールと同様、これは周波数領域のツールで、周波数ごとに解析を実行します。

- Divide surface of metal into N subsections.
- Calculate coupling between subsections.
- This coupling fills an NxN matrix.
- Invert matrix for current distribution and S-parameters.
- Unshielded analysis requires use of numerical integration.

### オープン境界3次元プレーナ・ツール

Agilent Momentumは最初に回路の金属導体をN個のサブセクションに分割します。そして全てのサブセクション相互間の電磁的な結合を計算します。この計算結果はそれぞれ $N \times N$ の行列に書き込まれてゆきます。最後にこの行列の逆行列から電流分布とS-パラメータがわかります。このオープン境界3次元プレーナ・ツールの長所と短所を理解するためのポイントは、サブセクション相互間の電磁的な結合を計算する際に、数値積分を使用しなければならないということです。これは最も重要な長所と短所の双方をもたらします。



- Numerical integration allows use of arbitrary rectangle, triangle, and polygon subsections.
- Large arbitrary subsections easily subsection large arbitrary metal areas.
- Unshielded analysis natural for antennas.
- Slot type subsections useful for circuits having large metal surface area.
- Hollow tube model for thick metal.

### オープン境界3次元プレーナ・ツールの長所

Agilent Momentumの長所は数値積分で任意形状のサブセクションが使えるということです。三角形、長方形、および多角形は、寸法、形、位置を問いません。積分はそれぞれのサブセクション領域にわたって実行されなければなりません。数値積分なので、どんな形のサブセクション領域でも容易に実行されます。

大きな、任意形状のサブセクションは、任意形状の大きな金属導体を容易にメッシングします。オープン境界環境の解析は、もともとアンテナ解析に向いています。またAgilent Momentumはスロット(金属の隙間)を離散化できます。プレーナ回路の殆どの部分が金属でスロット(金属の無い部分)がわずかであれば、Momentumはスロットの領域だけをメッシングし、問題の量を大幅に減らせます。

またMomentumは厚い金属には中空のチューブモデルがあります。これは厚い導体の側面に流れる電流をモデリングできます。

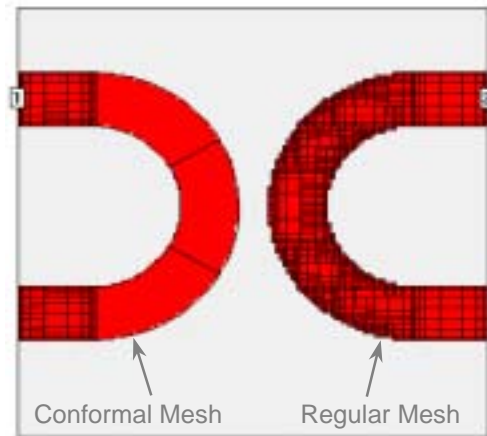
- Tends to be slow for more than a few layers.
- Tends to be slow for > 2000 subsections.
- Error/dynamic range can be a problem for large number of small subsections.
- Very slow when used in shielded mode (circuit contained in conducting box).
- Hollow tube thick metal model inappropriate at lower frequencies.

### オープン境界3次元プレーナ・ツールの短所

Agilent Momentumの反面は、誘電体層の数が増加するにつれてサブセクション間の結合の計算が非常に遅くなることです。またサブセクション数が数1,000を超えると遅くなる傾向があります。さらに、数値積分で累積された誤差のために、解析誤差とダイナミックレンジが問題になるかもしれません。ある程度の精度がある結果を得られますが、非常に高い精度は得られない場合があります。この問題は小さいサブセクションが多い回路ではより重要になります。最後に、Momentumでは、適切なシールド環境の解析が利用できない場合で、Momentum本来の非シールドモードよりはるかに遅いときには、シールドモードを使用することができます。

Momentumによって使用された中空の厚い金属モデルは、表皮の深さが金属厚以上、あるいはほぼ金属厚に等しい低周波数では、電流の正確な表現ができません。この場合、電流はほぼ導体全体にわたって流れますが、中空のモデルでは電流が導体表面に限られてしまいます。

- Circuit inside shielding box.
- Commercial product: SONNET®.
- Rectangular, triangular, and conformal surface mesh.
- Frequency domain.



U. S. Patent No. 6,163,762

©2005 Sonnet Software, Inc.  
www.sonnetsoftware.com

ELECTROMAGNETICS  
SOFTWARE

### クローズド境界3次元プレーナ・ツール

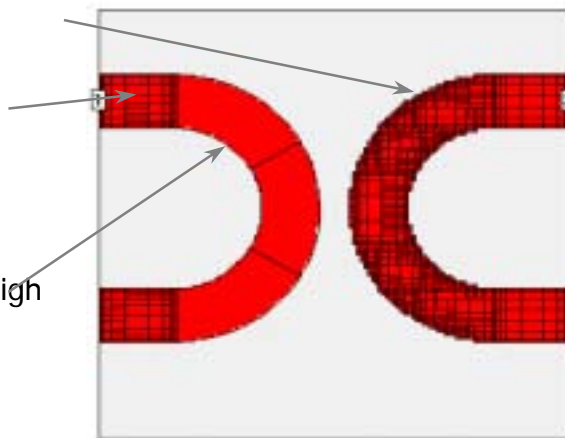
クローズド境界3次元プレーナ・ツールについては、私共の製品Sonnetをご説明します。Sonnetは1989年に発表された最初の商用電磁界解析ツールで、広範囲の問題に利用できる高周波電磁界解析ツールでした。回路は直方体のシールドボックスの中で解析されます。すべてのプレーナ・ツールと同様、Sonnetは回路の金属導体だけをメッシングします。メッシュは、ここで簡単に説明するように、長方形、三角形、またはコンフォーマル図形が可能です。解析は周波数領域で、周波数毎に解析します。

- Sonnet uses 2-D FFT to calculate coupling between subsections.
- Extremely accurate (no numerical integration).
- However, requires fine underlying rectangular FFT mesh.
- FFT mesh can easily be 1024x1024, i.e., cell size same as a computer screen pixel size.
- Tiny FFT cells merged into larger rectangular and conformal subsections.

### クローズド境界3次元プレーナ・ツール

Sonnetはサブセクション間の電磁的結合を計算するのに2-D FFT(高速フーリエ変換)を使用します。FFTが十分な数値精度で結合を計算するので、数値積分誤差が全くありません。これは非常に正確で高いダイナミックレンジのツールを可能にします。デジタル信号処理でFFTを使用する場合、まず信号は均一な時間で抽出されていなければなりません。まず基板の表面を均一に抽出しなければならないという点では、電磁界解析も同様です。結果的にこれは細かい長方形のFFTメッシュになります。このメッシュは非常に細かく、例えば、基板表面を1024 × 1024のセルにします。したがって1つのセルがコンピュータの画素のサイズになるかもしれません。これらの小さいFFTセルは、必要に応じてまとめられて、より大きい長方形やコンフォーマルのサブセクションを作ります。そして電磁的結合はこれらのよりまとまった大きいサブセクション相互間で計算されます。

- Tiny FFT cells cause staircase.
- FFT cells merged into larger rectangular subsections.
- FFT cells merged into large conformal subsections (which automatically include high edge current).



### クローズド境界3次元プレーナ・ツール

この図の右半分では細かいFFTメッシュが見られますが、曲線に沿った階段状の縁にご注意ください。階段状の部分は三角形サブセクションで埋めることもできますが、ここにあるようにセルサイズが小さいときには、ほとんど効果がないのがわかります。小さいFFTセルが組み合わされて、より大きいサブセクションを作っている点にご注意ください。小さいサブセクションは縁部の狭い領域に残っており、縁部の電流集中が再現されます。一方、金属導体内部では、広い幅と長いサブセクションが形成されており、サブセクション数を減らし、解析を速めています。

図の左半分はコンフォーマル・サブセクションを示しています。これは10年に及ぶ研究の成果です。コンフォーマル・サブセクションは曲線の伝送路に滑らかに沿った、小さいFFTセルからなる大きなサブセクションです。さらに、このサブセクションは金属導体縁部の電流集中を含んでおり、その結果、大きいサブセクションで得られる解析速度と小さいサブセクションによる精度を両立しています。

- FFT yields highest possible accuracy and dynamic range.
- Lots of large and/or small subsections no problem (20,000 subsections is reasonable).
- Conformal meshing perfect for curving lines, includes high edge current.
- Large number of layers no problem.
- Dielectric bricks allow small volumes of different dielectric.
- Multi-sheet model of metal thickness.

### クローズド境界3次元プレーナ・ツールの長所

最も重要なSonnetの長所は、FFTの精度によって、可能な限りの高精度とダイナミックレンジもたらずということです。ダイナミックレンジは少なくとも100dBで、180dBまで得られます。サブセクションの電磁的結合を計算するのにFFTを使用するのは、高精度だけではなく高速度も得られます。非常に大きいサブセクションと非常に小さいサブセクションを含む最大2万のサブセクションの回路が十分可能です。32ビットのPCでは、最大3万のサブセクションを解析できます。コンフォーマル・メッシュは、例えば円形のスパイラル・インダクタのような曲線の回路解析を可能にする技術です。巻数の多い円形スパイラルインダクタの解析は、他のどんな方法でもできません。大きいコンフォーマル・メッシュは高速に解析しますが、縁部の電流集中も再現するので精度で妥協すること必要ありません。また、FFTは優に100を超える層でも、速い速度で解析します。誘電体ブリックは、誘電率の異なる小さい誘電体の立体構造を解析します。

Sonnetは金属厚をモデリングする際に複数のシートを使用します。これにより表皮の深さが金属厚以上、あるいはほぼ金属厚に等しい低周波数では正確なモデリングが可能です。さらに表皮の深さが小さいときも、金属内に浸透する電流のために、実効的な線幅は減少し、結合線路間の実効的な距離は増加します。これらの効果は両方とも正確にモデリングされます。

- FFT mesh requires staircase edges (unless triangle subsections invoked).
- Care must be taken with patch antennas.
- Planar antennas with radiation toward horizon should not be done.
- Circuits with large metal surface area can be slow.

### クローズド境界3次元プレーナ・ツールの短所

Sonnetの短所もFFTが中心です。前図で見たように、曲線部の縁に沿って細かいFFTメッシュが階段状になることです。三角形サブセクションを加えることによって、この階段状を排除することもできます。しかし私たちは、それはセルサイズが大きい時以外は結果に差がないことを知っているのので、三角形サブセクションをあまり使用しません。

Sonnetはシールドされた回路には理想的ですが、アンテナは注意して解析しなければなりません。Sonnetでアンテナを解析する場合、必ずマニュアルで詳細な情報をお読みください。アンテナを解析するために、最初にBoxのトップカバーを取り外します。そして、完全導体の側壁は影響のないようにアンテナから十分遠くに置きます。パッチアンテナは上方へ放射するのでうまく解析できます。どんなに遠く離れても導体側壁がアンテナに影響するので、水平方向へ放射するアンテナはうまくいきません。そのようなアンテナはオープン境界3次元プレーナ・ツールで解析されるべきです。\*

Sonnetで困難な別のタイプは、内部に大きなグラウンド層がある時です。回路直下のグラウンド層、トップカバーを自由空間にしたときや、解析時間がかかり過ぎる場合などです。内部の広いグラウンド層は問題の規模を大きく増加させます。いくつかの場合には、グラウンドの一部を取り除くことができますが、これでサブセクションに離散化される領域を減らせます。これができない場合、そしてSonnetでは問題が大き過ぎるなら、オープン境界3次元プレーナ・ツール、あるいは立体メッシュのツールを検討すべきです。

- Use Ansoft HFSS™ for 3-D arbitrary frequency domain analysis.
- Use CST Microwave Studio® for 3-D arbitrary time domain/wide band frequency domain analysis.
- Use Agilent EEs of EDA's Momentum for unshielded numerical integration based planar analysis.
- Use SONNET® for shielded FFT based planar analysis.

今日の技術で解決できるあらゆる高周波問題を解けるようになりたいならば、4つのベンダーから4つのツールを必要とします。すべてがかなうベンダーはありません。お勧めツールの「ドリームチーム」は：

- 1) 周波数領域の立体メッシングツールは Ansoft HFSS
- 2) 時間領域の立体メッシングツールは CST Microwave Studio
- 3) オープン境界3次元プレーナ・ツールは Agilent Momentum
- 4) クローズド境界3次元プレーナ・ツールは Sonnet

これらのツールを最も効果的に使うために、それぞれのツールの長所と短所の両方を知るのには非常に重要です。このプレゼンテーションでは、各ツールについて簡素に議論してきました。各ツールを頻繁に使用している設計者は、各ツールをどのようにうまく適用すればよいか、よくわかるようになるでしょう。4つのお勧めのツールで、電磁界の設計者は絶対的なアドバンテージを思い通りに実現できることでしょう。



- Agilent EEsof EDA's ADS has extensive interface to all but Ansoft (Ansoft interface via files).
  - Has most capability, but highest learning curve.
- AWR Microwave Office® has open COM based EM interface.
  - Interfaces to Sonnet and many others.
  - Easy to learn, very easy
- Agilent Eagleware-Elanix GENESYS™
  - Interfaces to Sonnet.
  - Easy to learn, excellent synthesis.
- Cadence® Virtuoso®
  - Interfaces to Sonnet and many others..
  - Requires dedicated training, very flexible

これら4つの電磁界ツールは単独では動作しません。これらは完全な設計環境で動かなければなりません。これらの電磁界ツールのために推奨する4つの設計環境があります。

高周波分野で最も広く使用され、確立した設計環境はAgilent ADS(Advanced Design System)です。CST Microwave Studio、Agilent Momentum、およびSonnetには、ADSとの大規模なインタフェースが用意されています。Agilent MomentumはAgilent ADSと使うときにだけ使いやすくなることに注意が必要で、他の枠組みで使用できるスタンドアロンのバージョンはありません。ADSでつくられたファイルによってAnsoft HFSSと連携します。ADSは最も多くの機能を持っていますが、学習にかなりの努力が必要です。

AWR(Applied Wave Research)社はMWO(Microwave Office)を提供しています。Microwave Officeはかなり長い間利用されているので、多くの機能があります。さらに、それは当初から簡単に使えて楽に学習できる密接なインタフェースが設計されました。設計者はすぐに効率的な仕事を始められることがわかります。AWR社は電磁界ツールのために作られたオープンなCOMベースのインタフェースを提供します。Sonnetはこのインタフェースを使用する最初のEMツールです。

EaglewareもSonnetに連携しますが、直接他のツールには接続しません。やはり簡単に学べ、おそらく業界で最も優れたフィルターを組み立てるツールを含んでいます。Eaglewareは最近Agilent社によって吸収されました。Agilent社は、Sonnetインタフェースを維持することに同意しました。

Cadence Virtuosoは業界で最も良いインタフェースの1つをSonnetにもたらしています。また、他のツールへの様々なインタフェースもあります。Cadence Virtuosoは高周波設計の一部で非常に広範囲な課題をカバーしています。この柔軟性のために、Cadence Virtuosoは学習にかなりの努力を必要とし、大規模な設計部隊でよく見かけます。

電磁界ツールを使って効率的な高周波設計を行うためには、少なくとも1つ、あるいはいくつかのツールを持つべきです。

- Four tools from four vendors (Ansoft, CST, Agilent, Sonnet) required and recommended for a full “Dream Team” EM tool set.
- Each tool has advantages and disadvantages.
- Very important to select the right tool (or combination of tools) for each problem.
- Very important that these tools all interface to a solid, proven, stable high frequency EDA framework.

結論として、お勧めの完璧な高周波電磁界設計ツールは、4つのベンダーからの4つのツールを必要とします。各ツールには、短所と長所があります。熟練した高周波設計者が、正しいツール、またはツールの組み合わせを選択することを学ぶのは重要です。そうしないと、完成までの時間を遅らせ、競争力のある有利な立場もなくなってしまいます。さらに、電磁界ツールはしっかりした、立証されている、安定した高周波設計環境の中で使用されることも非常に重要です。

ここで説明したツール・セットは高周波設計者のための「ドリームチーム」です。今日の技術の何らかの方法で問題を解決できるならば、このツール・セットでそれを解決することができます。私はこのプレゼンテーションが、少なくとも電磁界ツールを選ぶ複雑さを知るきっかけになることを望みます。ご静聴ありがとうございました。

Suite本体価格		Lite/LitePlus		Level2/3 Suites			Professional Suites		
		無料	非売品	Basic Antenna	Silver Antenna	Gold Antenna	Standalone	Server	Team
解析エンジン	解析規模	16MB	32MB	64MB	128MB	256MB			
	解析層数	内層2層		内層2層		内層3層			
	ABS	-	-	-	-	-			
	Conformal Mesh	-	-	-	-	-			
	対象行列解法	-	-	-	-	-			
	em追加	-	-	-	-	-			
プリプロセッサ	xgeom	-	-	-	-	-			
	xgeom site	-	-	-	-	-			
	emgraph	-	-	-	-	-			
ポストプロセッサ	emvu	-	-	-	-	-	\$4,750	\$5,900	\$5,900
	patvu	-	-	-	-	-	\$2,500	\$3,125	\$3,125
	bbextract	-	-	-	-	-	\$3,250	\$3,500	\$3,500
インターフェース	gds	-	-	-	-	-			
	dxfgco	-	-	-	-	-			
	mwoint	-	-	-	-	-	\$1,250	\$5,000	\$5,000
当初1年間の保守費用		-	-	\$675	\$975	\$1,275	購入後1年間の保守は無料		
2年目からの年間保守費用		-	-	\$1,125	\$1,625	\$2,125	単体価格表の15%		
導入作業、オンサイトトレーニング		-	\$495	\$990	\$990	\$1,485	\$1,485	\$2,475	\$4,950

**Suitesのグレード**

Lite/LitePlus 非売品です。教育訓練や個人利用向けです。バージョンアップサービスなどの保守サービスもありません。  
 Level2/3 廉価版です。解析規模の制限や、実装されていない機能があります。保守契約が有効なら上位グレードに差額でアップグレードできます。  
 Professional 様々な用途や規模の業務に対応できます。用途に応じてポストプロセッサを選択してください。表に掲げた以外に Unix EWSやLinux版もあります。またAgilent社やCadence社とのインターフェースもあります。  
 Standalone PC一台で解析システムを構成します。エンジニア一人で占有あるいは、数人で交代で運用するもっとも小規模なシステムです。  
 Server ネットワーク上の計算サーバーに解析業務を集中させ、モデルの入力や解析結果の処理はネットワーク上のどのPCからでもできるシステムです。研究開発チームでの運用に向きます。  
 Team 計算サーバーを二台並列に運用し、さらにモデルの入力は何台でも何人でも同時に行えるシステムです。大規模な問題を日常的に扱う研究開発チームでの運用に向きます。Emclusterライセンスを追加すればクラスターサーバーを構築しさらにスループットを改善することもできます。

**解析エンジン**

解析規模 問題と解析規模の関係は複雑で、見た目のイメージから判断することは困難です。Sonnet Liteを使って必要メモリの見積もりをするか、弊社にベンチマークテストをご依頼ください。  
 解析層数 片側が完全なベタアースの両面基板では内層1層です。両面のパターンを解析する必要があるなら内層2層と数えます。  
 ABS 周波数特性を圧倒的なスピードと精度で解析するソネット独自のアルゴリズムです。  
 Conformal Mesh 曲線や斜めの線路を少ないメモリと精度で解析するソネット独自のアルゴリズムです。  
 対象行列解法 解析エンジン内部で連立方程式を解く時にメモリの使用量を半分にできるアルゴリズムです。  
 em Sonnetの解析エンジン本体です。  
 em追加 解析エンジンだけを追加して解析効率を向上させることができます。  
 remoteem 解析エンジンだけを計算サーバーに集中させて全体の運用効率を向上させることができます。  
 emcluster 複数の解析エンジンをクラスター構成にしてスループットを向上させることができます。Sonnet製品以外にPlatform Computing社のLSFが必要で、またWindows XP Professionalが必要です。

**プリプロセッサ**

xgeom モデルの入力と解析条件の設定に使われるプログラムです。  
 xgeom site モデルの入力と解析条件の設定をネットワーク上のどこからでも同時に無制限に行うことができます。

**ポストプロセッサ**

emgraph 解析結果をグラフに表示したり、S2PやCSVなどの一般的なファイル形式で出力するプログラムです。  
 emvu 解析結果の電流分布をグラフィカルなアニメーションで表示するプログラムです。電流分布をcsv形式で出力することもできます。  
 patvu 解析結果からアンテナとしての放射特性を計算し、表示するプログラムです。アンテナや不要放射問題の解析に不可欠です。  
 bbextract 解析結果をSPICEで解析できる等価回路に変換するプログラムです。非常に広帯域で利用できます。13MHz RFIDや高速デジタル系の解析にお勧めします。

**インターフェース**

gds GDSファイルを読み書きできます。  
 dxfgco DXFファイルを読み書きできます。  
 mwoint AWR社のMicrowave Officeとのインターフェースです。AWR社の環境の中からシームレスにSonnetを使うことができます。

**その他**

保守 保守契約は次のサービスを含みます。1)新バージョンへの無料バージョンアップ。2)上位グレードへの差額アップグレード。3)技術サポート。4)年1回までのライセンスの移動。

購入後直後の保守 Level2/3Suitesには購入後3ヶ月、Professional Suitesには購入後1年の保守サービスが含まれて居ます。  
 2年目からの年間 Level2/3 Suitesでは表記の金額、Professional Suitesでは、そのProfessional Suiteに含まれるコンポーネントそれぞれの個別価格表の合  
 保守費用 計価格の15%です。

**導入作業、オンサイトトレーニング**

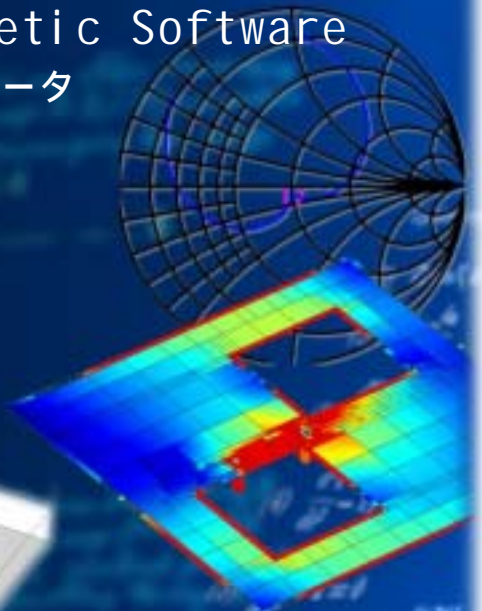
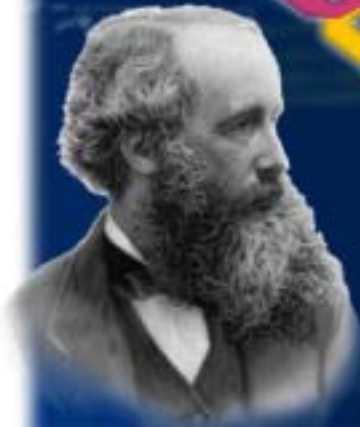
お客様の指定する設置場所に技術者が向いて導入作業と約3時間のトレーニングセミナーを行います。  
 為替レート 価格は、米ドル表記です。ご注文当日のTTSレートで換算した円価、または有効期間内の見積書に記載の円価でお支払い願います。  
 教育値引き Professional Suitesは、大学向けに50%の値引きを致します。この値引きは各種公共機関、公立研究所等には適用されません。  
 納期 納期は2週間以内です。

表中の記号  
 - この機能は、そのSuiteの価格に含まれます。  
 \$1,000 この機能は、そのSuiteは設定されて居ません  
 この機能は、オプションです。そのSuiteをご購入時に表記の価格で付け加えることができます。

# SONNET Lite10

High Frequency Electromagnetic Software

高周波平面電磁界シミュレータ



## インストゥールと登録

通常のインストゥールの後、登録手続きをしてください。全ての手順の詳しい解説、そして和文マニュアルがCD-ROMに収録してあります。

## もっと使いこなすために

トレーニング 세미나を随時開催しています。御参加いただいた方にはさらに大きな問題を解析できるSonnetLitePlusを差し上げます。学校企業など3人以上で受講なさる場合は出張セミナーも致します。



(有)ソネット技研

[www.sonnetsoftware.co.jp](http://www.sonnetsoftware.co.jp)

tel : 043-463-6663