

## Chapter 9 Adaptive Band Synthesis (ABS)

---

Adaptive Band Synthesis (ABS) の技法は、周波数帯域の細かい分解能応答を出力しますが解析点は僅かです。 $Em$  は数カ所の周波数点で解析を行ない、得られた内部データまたはキャッシュデータを使って、細かな分解能の周波数帯域を合成します。



### TIP

---

この技法ではほとんどの場合、処理時間をかなり短縮することができます。

---

$Em$  はまず入力された周波数帯域を使って、はじめと終わりの周波数で回路の解析を行います。 $Em$  は個別のポイントでの解析を続け、各ポイントの解析データを格納します。この行程は細かな分解能の応答を合成するのに十分な内部データまたはキャッシュデータが生成されるまで続きます。

周波数帯域の応答が合成されると、*em* は、その周波数帯域からおよそ 300 のデータポイントを出力します。このデータポイントは個別の解析ポイントと合成されたポイントが混合したものです。この混合データを adaptive データと呼びます。

*Em* は ABS 解析では、個別のデータポイントで応答データを計算する解析部分に時間をかけます。Adaptive band synthesis が完了すると、全帯域の adaptive データの計算は、その処理時間の比較的少ない時間を使うだけです。

## ABS Resolution

ABS の分解能は、adaptive スイッチを行って得た応答出力の adaptive データポイント間隔を、周波数の単位で表した値です。通常は、1 回の adaptive スイッチの分解能は、*em* によって、ある周波数帯域におよそ 300 のデータポイントが出力されます。ユーザはこの設定を無効にして、お使いになる周波数帯域により粗い分解能を使ったり、或いはより細かい分解能を使うことができます。

Analysis Setup ダイアログボックスの Advanced ボタンをクリックしてオープンされる Advanced Options ダイアログボックスを使うと、ABS 解析に手入力で値を入力することができます。次の手順で分解能を入力します。Project editor のメニューから Analysis ⇒ Setup を選択すると、Analysis Setup ダイアログボックスがオープンします。Advanced Options ダイアログボックスの ABS Resolution 欄にある Manual ラジobutton をクリックし、隣のテキスト入力ボックスの中に所望の分解能を入力します。これらのダイアログボックスについての詳細は、project editor のオンラインヘルプをご覧ください。

ABS の分解能を得るために手入力での設定を行う時に知っておくべきことがいくつかあります。Coarse (粗い) 分解能は、解析時間を短くしません。解法に“合った”合理的な多項式が見つかると、adaptive データの計算にはあまり時間がかかりません。本当に粗い分解能は、ABS のアルゴリズムが必要とされる個別の周波数で解析できないので、よくない結果をもたらしてしまうかもしれません。Fine (細かい) 分解能は、その周波数帯域の周波数ポイントの数が約 1,000 から 3,000 ポイントより多くなければ、解析時間は遅くなりません。最低で 50 ポイントから 2,000 ポイント以下のステップが推奨値です。

### Q-Factor Accuracy

Project editor の Advanced Options ダイアログボックスで Q ファクタの解析の実行オプションが使えます (Analysis ⇒ Setup を選択し、次に Analysis Setup ダイアログボックスの Advanced ボタンをクリックします)。このオプションを選択すると、収束の判断基準としての解析の Q ファクタを含むことによって、ABS の収束がより正確になります。これは ABS 使用時に Q ファクタの結果に高精度を保証するために使います。Q ファクタは次のように定義されます。

$$|(\text{imag } Y_{nn})/(\text{real } Y_{nn})|$$

この結果は ABS スイプによって、より高い精度となりますが、この精度は、解析結果が収束するように、より多くの周波数点を計算することによって得られます。

### Running an Adaptive Sweep

Adaptive Band Synthesis の技法を使って解析を実行するには、次のように行います。

- 1 Project editor の中でプロジェクトを開きます。

**2 Project editor のメインメニューから Analysis ⇒ Setup を選択します。**

Analysis Setup ダイアログボックスが画面に表示されます。解析コントロールのデフォルトが Adaptive Sweep なので adaptive スイプ が既に選択されています。



**3 必要であれば Analysis Control ドロップリストから Adaptive Sweep (ABS) を選択します。**

これで、解析に ABS の技法が使われます。

**4 Start と Stop 値を入力ボックスの中に所望の周波数帯域を入力します。**

これで ABS 解析を実行したい周波数帯域が定義されます。ステップサイズは解析中に *em* によって自動的に設定されます。ABS の分解能がどのように決定されるかについては 142 ページの記述をご覧ください。

**5 OK ボタンをクリックしてこのダイアログボックスを加え、変更事項を適用します。**

**6 メニューから File ⇒ Save を選択するか、或いはツールバーの Save ボタンをクリックしてこのプロジェクトを保存します。**

解析する前にファイルを保存する必要があります。

- 7 メニューから Project ⇒ Analyze を選択するか、或いはツールバーの Analyze ボタンをクリックしてこのプロジェクトを保存します。

Em はプロジェクトで adaptive スイープを実行します。解析モニターが画面に表示され、adaptive スイープの過程を表示します。

Adaptive スイープは Frequency Sweep Combinations 解析コントロールの中でも指定できます。これは adaptive スイープと他の種類のスイープを混合することができます。この詳細については、project editor のオンラインヘルプの “Frequency Sweep Combinations” の項をご覧ください。

## ABS Caching Level

3 つのレベルの ABS キャッシングが使用可能です。None、Stop/Restart、Multi-Sweep plus Stop/Restart です。ABS キャッシングのレベルの選択は、Advanced Options ダイアログボックスから行ないます。Advanced Options ダイアログボックスにアクセスするには、project editor のメインメニューから Analysis ⇒ Setup を選択し、次に表示される Analysis Setup ダイアログボックスの Advanced ボタンをクリックします。デフォルトでは Stop/Restart が指定されています。

Stop/Restart は解析の間にキャッシュデータを保持します。いったん adaptive データが計算されると、キャッシュデータはプロジェクトから削除されます。この設定は、adaptive データが合成される前に解析が停止されたり、中断された場合に備えたものです。ですから、それまでにつくられた内部データを失うことはありません。

Multi-Sweep with Stop/Restart はすべての解析のジョブの実行において、計算されたすべてのキャッシュデータをユーザーのプロジェクトに保持します。更に、キャッシュデータは ABS タイプでないスイープに対しても計算され、保存されます。このオプションはプロジェクトの次の ABS 解析の処理時間を減らしますが、ABS でないスイープではプロジェクトの容量が大きくなります。キャッシュデータを有効に保つために知っておかなくてはならない、サブセクションについてのいくつかの事柄があります。Multi-Sweep キャッシュの選択についての詳細は 146 ページの “Multiple ABS Sweeps and Subsectioning” をご覧ください。

3 つめの ABS キャッシング の設定は None です。これを設定すると キャッシュデータは保存されません。これはディスクスペース上に制限がある場合にのみ使用してください。



### WARNING

ABSキャッシング のレベルにNoneを選択し、adaptiveデータが計算される前にABSスイープが停止された場合は、初めからこの解析を開始しなくてはなりません。解析に費やされた処理時間は無駄となります。

## Multiple ABS Sweeps and Subsectioning

1 つのプロジェクトで複数の ABS スイープを実行する必要がある場合は、回路を解析するたびにキャッシングデータを再計算しなくてはならないことを避けるために、ABSキャッシングに Multiple スイープを設定することが重要です。しかし、キャッシングデータの有効性を保つためには、回路のサブセクションも同じ状態のままにする必要があることを覚えておいてください。サブセクションのコントロールは Advanced Subsectioning Controls を使用する必要がありますが、これは project editor のメインメニューから Analysis ⇒ Advanced Subsectioning を選択すると表示されます。



### TIP

回路の応答データを得る最も効果的な方法は、所望の周波数帯域全体に渡って、1 回だけ ABS スイープを実行することです。

解析エンジン、*em* はサブセクションを行なう時の周波数を使って、Maximum サブセクションサイズの設定で使用する波長を計算します。サブセクションを行なう時の周波数の決定に使用されるデフォルトの設定は現在の解析ジョブから得た最高周波数を使います。異なる周波数帯域で Multiple スイープを実行する場合は、1 つの実行からのキャッシュデータは、次の実行では無効になりますが、これはサブセクションの周波数が異なるからです。これを避けるために **Previous Analysis Only** を選択すべきです。このオプションは、このプロジェクトのこれまでのすべての解析ジョブで実行した最高周波数を使用します。この場合、ま

## Chapter 9 Adaptive Band Synthesis (ABS)

ず周波数帯域の上限で解析し、また、使用されているサブセクションの周波数がその回路に適切なサブセクションを施しているかどうか、よく注意する必要があります。サブセクションについての詳細は、第4章の“Subsectioning”をご覧ください。

サブセクションの周波数を変えないようにしておくもう1つの方法は、サブセクションの周波数に Fixed Frequency オプションを選択し、所望の周波数を入力します。この方法でプロシージャのすべての解析の実行が必ず同じサブセクションの周波数を使用することになります。これもまた、入力されたサブセクションの周波数で所望の精度が得られるように注意する必要があります。

### Multi-Sweep Caching Scenarios

解析エンジンは、常に現在の解析と整合の取れたプロシージャ内にある既存のデータを使用しようとします。以下に ABS キャッシングレベルが Stop/Restart で、Multiple スイープに設定された時の ABS 解析について、またデータの整合性がどう維持されるかについても、いくつか共通点を述べます。

**同じ周波数帯域で、より高い或いは低い周波数ポイントを用いる：**以下の例題では、前の ABS 解析と同じ周波数帯で ABS 解析を行っていますが、今回はそれより高いか低い周波数ポイントで行ないます。2 つめの解析でキャッシングデータを有効にするために、Advanced Subsectioning controls は、両方の解析の実行でサブセクションする周波数が同じであるように設定しなくてはなりません。もし、サブセクションする周波数が同じであれば、2 つめの解析は通常、再解析を必要としないのでその結果は大変速く出力されるはずです。唯一の例外は周波数ステップの差が非常に大きい場合です。

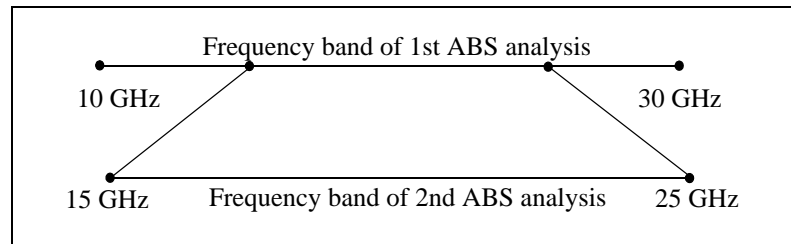
Frequency Band 10 - 40 GHz

1st ABS analysis: 10, 10.1, 10.2, 10.3 ... 39.8, 39.9, 40

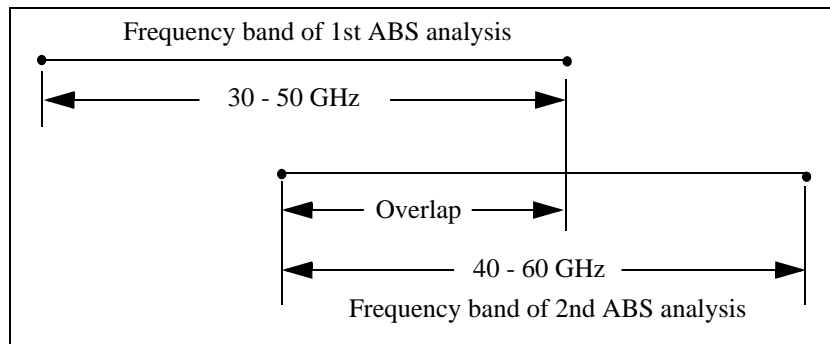
2nd ABS analysis: 10, 10.05, 10.1, 10.15, 10.2 ... 39.85, 39.9, 39.95, 40

**ズームイン：**次の図で示すように、そのプロシージャの以前の ABS 解析よりも狭い周波数帯域で ABS 解析を行なっています。この場合、ABS 解析ではデフォルトにおよそ 300 データポイントを設定しているため狭い周波数帯域にわたってより高い分離（周波数ステップ）になります。2 つめの解析でキャッシングデータを有効にするために、Advanced Subsectioning controls は、両方の解析の実行でサブセクションする周波数が同

じであるように設定しなくてはなりません。もしサクションする周波数が同じであれば、2つめの解析は再解析を必要としないのでその結果は大変速く出力されるはずです。



**周波数帯域を拡げる**：以下の図のように、このプロジェクトの以前の ABS 解析と重なり合う ABS 解析を行なっています。前の解析と重なりあっていない周波数の拡張部で同じ計算が行われる必要がありますが、2つの解析で重なっている部分のキャッシングデータは再利用されます。2つめの解析でキャッシングデータを有効にするために、Advanced Subsectioning controls は、両方の解析の実行でサクションする周波数が同じであるように設定しなくてはなりません。



**精度の保証**：ABS 解析のある特定のデータポイントをチェックし、また特定の周波数ポイントで必ず計算が完全に行われるようにしたい場合は、Linear スイッチを選択すべきです。この解析は Multiple スイッチが ABS キャッシングデータに選択されるとキャッシングデータを計算しますが、解析結果を生成する時にはキャッシングデータを使用しません。



### Find Minimum and Find Maximum

Find Minimum は回路の応答が最小値に到達する周波数を決定します。  
Find Maximum は回路の応答が最大値に到達する周波数を決定します。  
Start 及び Stop テキスト入力ボックスの中に、それぞれ、開始する周波数と終了する周波数を入力し、最小値或いは最大値に決めたいパラメータを選択します。*Em* はその周波数帯域で ABS 解析を実行し、adaptive テータを使って応答が最小値或いは最大値に到達する周波数を決定します。

Find Minimum と Find Maximum の両マウントは、Frequency Sweep Combinations 解析コントロールの中で使用できます。詳細については、project editor のオンラインヘルプの“Frequency Sweep Combinations”の項目をご覧ください。

### Parameter Sweep

パラメータスイープに、linear スイープか adaptive スイープを選択することができます。Parameter Sweep Entry ダイアログボックスの中で、パラメータスイープに adaptive スイープを選択します。パラメータスイープについての詳しい情報は、164 ページの“Parameter Sweep”をご覧ください。

以下の例題は、ユーザが既に回路にパラメータ“Width”を定義していることを仮定しています。パラメータの入力については、156 ページの“Parameters”をご覧ください。

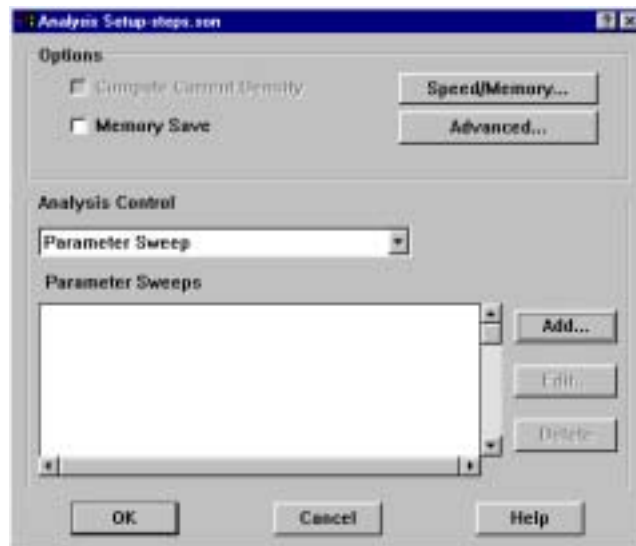
パラメータスイープに ABS を選択するには、次のように行います。

- 1 **Project editor のメインメニューから Analysis ⇒ Setup を選択します。**

Analysis Setup ダイアログボックスが画面に表示されます。

### 2 Analysis Control ドロップ リストから Parameter Sweep を選択します。

ダイアログ ボックスが更新されて parameter スイプ を選択できるようになります。



### 3 Parameter Sweep リスト ボックスの右にある Add ボタンをクリックします。

Parameter Sweep Entry ダイアログ ボックスが画面に表示されます。デフォルトの frequency specification は linear スイプ になっています。



- 4 Perform Adaptive Sweep (ABS) のチェックボックスをクリックし、adaptive frequency sweep を選択します。

ダイアログボックスが変わり、Start と Stop テキスト入力ボックスのみが表示されます。

- 5 ABS 解析を行う周波数帯域を Start 及び Stop テキスト入力ボックスに入力します。



これでパラメータスイープを行うための ABS 周波数スイープの設定は終了します。このダイアログボックスを閉じる前に、パラメータスイープで使いたいパラメータを選択し、そのデータ範囲を入力する必要があります。

## Analysis Issues

ABS の技法を使用する前に知っておくべきいくつかのことがあります。それを以下に述べます。

### Multiple Box Resonances

ABS 解析は複数のボックス共振のある回路では、収束するのが困難です。Adaptive スイープを行う周波数帯域には複数のボックス共振を含むべきではありません。複数のボックス共振が存在する場合、個別の解析の数は大変な数

となり、データ合成は大変難しくなります。ボックス共振の見つけ方については、第 24 章 “Package Resonances” をご覧ください。

### De-embedding

ABS 解析から得られた adaptive データはデインベッティングされるか、されないかのどちらかです。他の種類の解析では、de-embedding オプションが（デフォルトで）使用可能ですので、デインベッティングされたデータもされないデータも両方が計算されて、表示したり出力することができます。しかしこれは adaptive スイッチではできません。

Adaptive スイッチでは、デインベッティングが使用可能でこのスイッチを実行する場合、デインベッティングされたデータは全帯域で得られます。デインベッティングされないデータは、応答を合成している間に解析が実行される個別のデータセットでのみ得られます。

周波数帯域全体にデインベッティングされないデータを得たい場合は、de-embed オプションを使用不可にして、adaptive スイッチしなくてはなりません。メインメニューから Analysis  $\Rightarrow$  Setup を選択して Analysis Setup ダイアログボックスをオープンし、次に Advanced ボタンをクリックして Advanced Options ダイアログボックスをオープンします。De-embed チェックボックスをクリックして、デインベッティングを使用不可にします。これらのダイアログボックスについての詳細は、project editor のオンラインヘルプをご覧ください。

デインベッティングについての詳細は 7 章の “De-embedding” と第 8 章の “De-embedding Guidelines” をご覧ください。

### Transmission Line Parameters

デインベッティングの行程では、 $em$  は伝送線路のパラメータ  $Z_0$  と  $E_{eff}$  も計算します。ABS 解析の実行中は、これらのパラメータは解析が実行されている個別のデータセットのために算出されていることにご注意ください。より多くのデータセットで伝送線路のパラメータが必要な時は、ABS でない解析を使用して回路を解析してください。

### Current Density Data

Analysis Setup ダイアログボックスで Compute Current Density オプションが使用可能と設定されている時に、回路の電流密度データが計算されます。ABS でない解析では、電流密度データはすべての応答データについて計算されます。Adaptive モードでは、電流密度データは個別のデータポイントにのみ計算されるので、current density viewer のプロットは周波数帯域には粗い周波数ポイントとなってしまいます。

指定した周波数帯域でより多くのポイントで電流密度データを計算したい場合は、Compute Current Density オプションを使用可能に設定し、該当のポイントで ABS でない解析を実行します。

Compute Current Density オプションについての詳細は、project editor のオンラインヘルプの “Analysis ⇒ Setup” をご覧ください。

### Ripple in ABS S-Parameters

周波数帯域全体に渡って、S パラメータの値が 1 (0 dB) に近い値の時は、S パラメータの値に小さなリップル、または変動があるかもしれません。これは合理的な適合モデルが直線に適合しようとする時に、あまりにも多くの自由度を持つために起こります。これが問題となっている場合は、別の種類のモードでこの減少が起こる周波数帯域を解析することをお勧めします。

### Output Files

Project editor のメインメニューで Analysis ⇒ Output Files を選択して表示される Output Files ダイアログボックスの中で、追加の出力ファイルを指定します。適切なボタンをクリックして、それに相当するファイルのエントリーダイアログボックスをオープンします。各エントリーダイアログボックスには ABS に適切なオプションが用意されています。

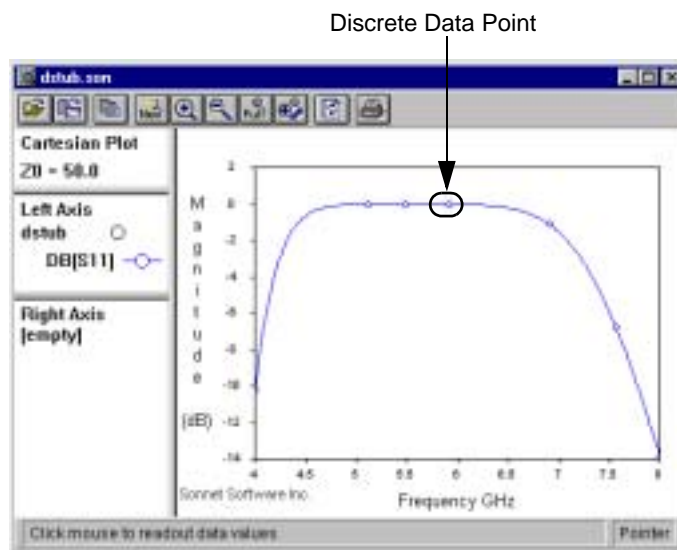
#### Response File

プロジェクトにオプションの出力ファイル (output file) を指定する時は、adaptive モードから得る出力に対してどの種類のデータを指定するかを指定します。データの選択は Response File Entry ダイアログボックスの Include Adaptive Data チェックボックスでコントロールされます。このチェックボックスが選択されていると (デフォルトでは選択されています)、ABS

解析から得られる adaptive データのすべてが出力ファイルに含まれます。このチェックボックスにチェックマークが入っていないと、個別のデータポイントのデータだけが出力ファイルに含まれます。このチェックボックスはチェックされたままにしておくことをお勧めします。

## Viewing the Adaptive Response

Response viewer で、adaptive 応答 (ABS) を見る時に、知っておくべきことがあります。Adaptive データは、一本の線でプロットされます。データポイントを示すシンボルは、以下に示すように、解析が実行された個別の周波数にのみ表示されます。



データをエクスポートする時は、ABS 解析が個別の周波数のみ出力するか、或いは完全な応答データに出力するかを選択します。個別の周波数データのみ出力するには、response viewer の Export Data ダイアログボックスの中の Include Adaptive Data チェックボックスにチェックマークを入れないでください。詳細については、response viewer のオンラインヘルプをご覧ください。