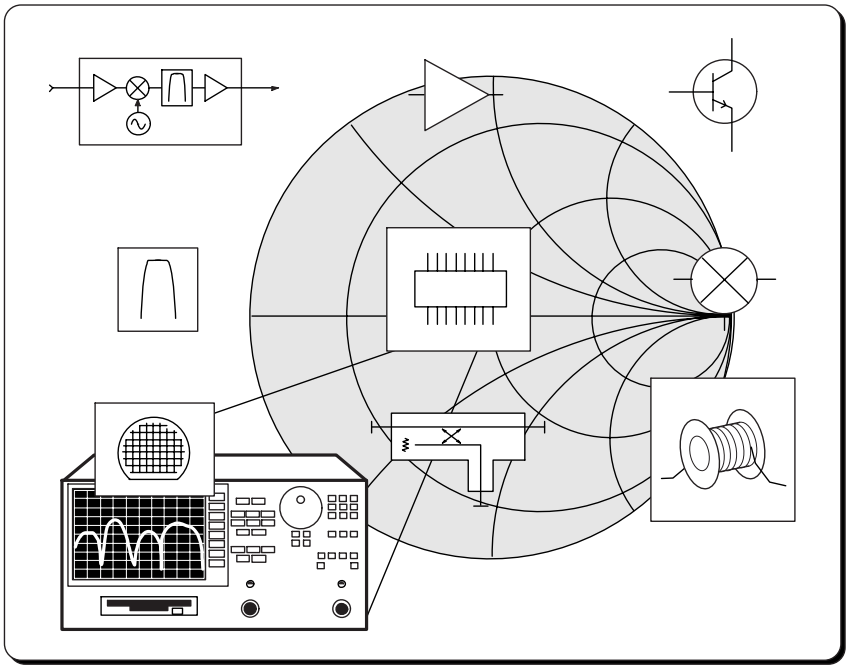
Agilent AN 1287-3
ネットワーク・アナライザ測定に対する誤差補正の適用

Application Note



目次

2 はじめに
3 誤差の原因と種類
4 誤差補正の種類
4 1ポート校正
5 アダプタの影響
6 2ポート誤差補正
7 電子的校正
8 測定の不確かさの推定
10 伝送レスポンス校正の実行
11 伝送測定のエンハンスド・レスポンス校正
12 フル2ポート校正
12 TRL校正
13 ノンインサータブル・デバイスの校正
13 等価アダプタ交換法
14 アダプタ除去校正

Agilent Technologies

はじめに

補正を必要としないのは、完全なテスト機器だけです。最高級のテスト機器にも完全でない部分があり、測定結果に理想からのずれが生じます。測定誤差の要因の中には、時間や温度のある範囲にわたって再現性と予測可能性を持つものがあります。このような要因による誤差は、除去することが可能です。一方、ランダムな誤差要因もあり、こちらは除去することができません。ネットワーク・アナライザの誤差補正は、既知の電気的標準、すなわちスルー、オープン、ショート、高精度負荷インピーダンスなどの測定に基づいています。

誤差補正は、表示されるデータに対して驚くべき影響を与えることがあります(図1)。誤差補正のないバンドパス・フィルタの測定結果には、かなりの損失とリップルが見られます。これに対して、なめらかなトレースは2ポート校正による誤差補正を行ったもので、システマチック誤差の影響が除かれているため、被測定デバイス(DUT)の実際の動作がより正しく表現されています。

このアプリケーション・ノートでは、何種類かの校正手順について説明します。この中には、広く用いられているSOLT(Short-Open-Load-Through)校正法や、TRL(Through-Reflect-Line)法が含まれます。次に、フィルタなどの高周波コンポーネントの測定について、これらの手順の有効性を示します。さらに、テスト機器、DUT、および校正標準の接続に同軸アダプタを必要とする場合の校正についても説明します。

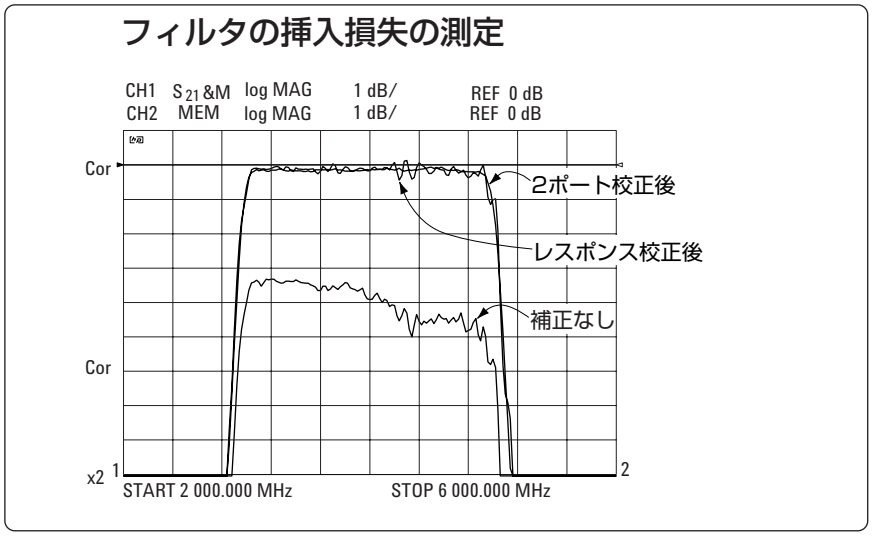


図1. レスポンス校正と2ポート校正

誤差の原因と種類

ネットワーク・アナライザを使ったものを含め、あらゆる測定システムは、次の3種類の測定誤差に影響されます。

- 系統誤差
- ランダム誤差
- ドリフト誤差

系統誤差(図2)は、テスト機器やテスト・セットアップの不完全性から生じるものです。これらの誤差が時間的に変化しなければ、校正によってその特性を知り、測定プロセス中に計算によって除去することができます。ネットワーク測定で見られる系統誤差は、信号漏れ、信号反射、および周波数レスポンスに関連しています。次の6種類の系統誤差が存在します。

- 信号漏れに関連した、方向性およびクロストーク誤差
- 反射に関連した、信号源および負荷インピーダンス不整合
- テスト・レシーバ内部の反射および伝送トラッキングから生じる周波数応答

(フル2ポート誤差モデルには、順方向についてこれら6種類の項、逆方向について同じ6種類の(異なるデータからなる)項、合計12個の誤差項が含まれます。このため、2ポート校正は12ターム誤差補正と呼ばれることがあります。)

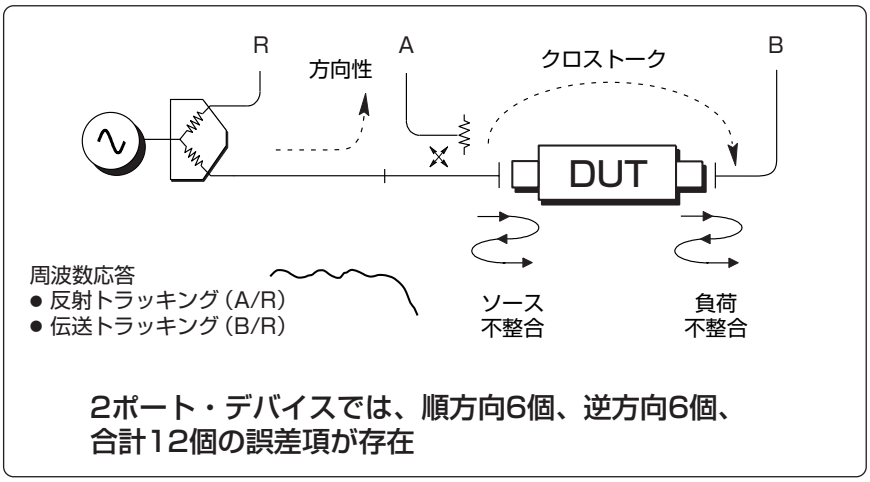


図2. 系統測定誤差

ランダム誤差は、時間の関数としてランダムに変化します。この種の誤差は予測不可能なので、校正によって除去することはできません。ランダム誤差の主な原因としては、機器ノイズ(サンプラ・ノイズ、IFノイズ・フロアなど)、スイッチの再現性、およびコネクタの再現性があります。ネットワーク・アナライザ測定では、信号源の電力を上げるか、IF帯域幅を狭めるか、トレース・アベレージングを使うことにより、ノイズ誤差を減らすことができる場合があります。

ドリフト誤差は、校正後にテスト・システムの動作が変化した場合に生じます。主な原因は温度変化であり、再校正を行うことにより誤差を除去できます。ドリフトの速さによって、どのくらいの頻度で再校正を行えばよいかが決まります。一方、テスト環境の周囲温度を安定に保てば、ドリフト誤差を抑えることができます。テスト機器の仕様に動作温度範囲が0 ℃～＋55 ℃のように記されていても、＋25 ℃±5 ℃のようにもっと制御された温度範囲で使用すれば、ドリフト誤差が減り、測定確度が上がることがあります(さらに、定期的に再校正を行う必要性も少なくなります)。

誤差補正の種類

誤差補正には基本的なタイプとして、レスポンス(ノーマライズ)補正とベクトル補正の2種類あります。

レスポンス校正は簡単に実行できますが、12タームの系統誤差項の中で、数種類(詳しくいえば、反射および伝送トラッキング)だけしか補正できません。レスポンス校正はノーマライズ測定であり、基準トレースをネットワーク・アナライザのメモリにストアしておいて、測定データをストアされたトレースで割ることによりノーマライズを行います。反射測定に対して用いられる、さらに高度なレスポンス校正法として、オープン／ショート・アベレージングと呼ばれるものがあり、スカラ・アナライザで広く用いられています。これは2つのトレースを平均して基準トレースを得るものです。

ベクトル誤差補正は、系統誤差をより徹底的に除去する方法です。この方法を実行するには、振幅だけでなく位相を測定できる(表示できる必要はない)ネットワーク・アナライザと、電気的特性が高い精度で知られている校正標準が必要です。

ベクトル補正法で系統誤差項を求めるには、既知の校正標準を測定し、測定結果をアナライザのメモリにストアし、このデータを使って誤差モデルを計算します。以後の測定では、このモデルを使って系統誤差の影響を除去します。この校正法では、系統誤差のすべての主要な原因を考慮することができ、きわめて正確な測定が可能です。ただし、レスポンス校正に比べて必要な標準と測定の数が多くなります。ベクトル誤差補正には、大きく分けて1ポート校正と2ポート校正の2種類があります。

1ポート校正

1ポート校正を使うと、反射測定から3種類の系統誤差項(方向性、ソース・マッチ、および反射トラッキング)を除くことができます。3種類の誤差項を求めるには、3個の未知数を持つ3つの連立方程式の形で一般式を解きます。この連立方程式を立てるためには、3個の既知の校正標準を測定する必要があります。例えば、オープン、ショート、負荷(通常はテスト・システムの特性インピーダンス、すなわち50 Ωまたは75 Ωの値を持つもの)を使用します。連立方程式を解くことにより、系統誤差項が得られ、DUTの実際の反射Sパラメータを導出できるようになります。

2ポート・デバイスを測定する場合、1ポート校正ではDUTの未使用ポートが理想的に終端されていると仮定します。この条件が（負荷標準を接続するなどして）満たされる限り、1ポート校正はきわめて正確です。ただし、DUTのポート2がネットワーク・アナライザに接続されており、DUTの逆方向アイソレーションが低い場合（フィルタ通過帯域や低損失ケーブルなどの場合）、理想負荷終端条件は満たされないことが多くなります。この場合、2ポート誤差補正のほうが1ポート補正よりも大幅によい結果をもたらします。2ポート・デバイスのうちで、ネットワーク・アナライザによるロード・マッチがDUTの入力整合の測定に影響しないものとしては、増幅器があります。これは、増幅器の逆方向アイソレーションが高いため、1ポート校正が有効に働くからです。

図3は、反射測定の結果を1ポート校正ありの場合となしの場合について示したものです。誤差補正がないと、おなじみのリップル・パターンが現れます。これは系統誤差がテスト信号と干渉して生じたものです。誤差補正を加えたトレースはなめらかであり、デバイスの実際の反射性能をより忠実に表しています。

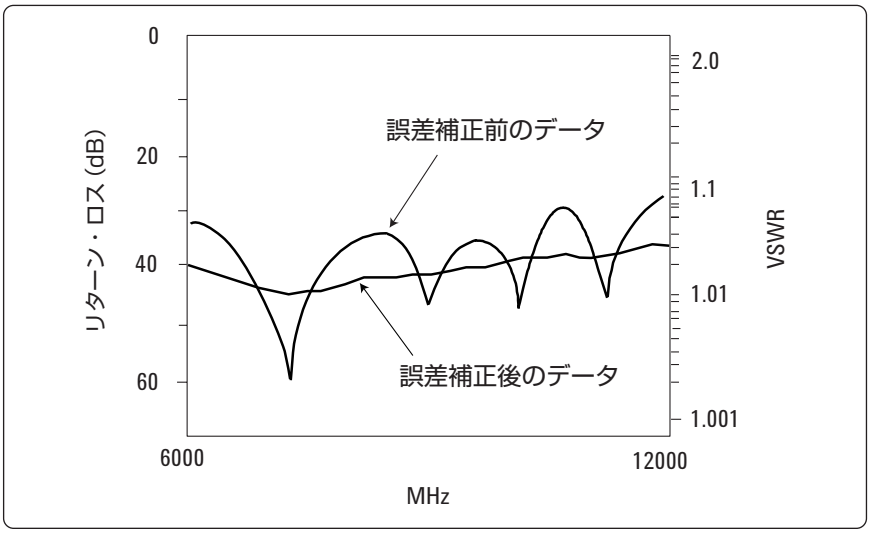


図3. 1ポート校正の前と後

アダプタの影響

理想としては、反射校正に用いる校正キットのコネクタはDUTと同じタイプであるべきです。接続にアダプタが必要な場合、アダプタが測定の不確実さに与える影響を考慮する必要があります。

校正が行われた後にネットワーク・アナライザのテスト・ポートにアダプタを接続すると、そのために誤差が生じ、DUTからの目的の信号が増減するおそれがあります（図4）。この誤差はしばしば無視されていますが、実際には無視するのは危険です。実効的な方向性は、最悪の場合で、補正済みの方向性にアダプタの反射（ρ）を加えたものになります。アダプタのVSWRが1.5：1の場合を例に取ると、テスト・カプラ自身の方向性が無限大の場合でも、カプラの実効的な方向性は14 dBにまで落ちてしまいます。この場合、アダプタの出力に理想的な負荷が接続されていても、結合ポートに現れる反射信号は短絡または開放からの反射よりも14 dB小さいだけです。

複数のアダプタを重ねると、問題はさらに大きくなります。アダプタを使わざるを得ない場合は、システムの方向性を劣化させないため、常に最高級のタイプを使うべきです。誤差補正を使えばテスト・ポートに接続されたアダプタの影響を軽減することはできますが、生の（補正されない）方向性が劣化するため、テスト・システムがドリフトに対してより敏感になります。

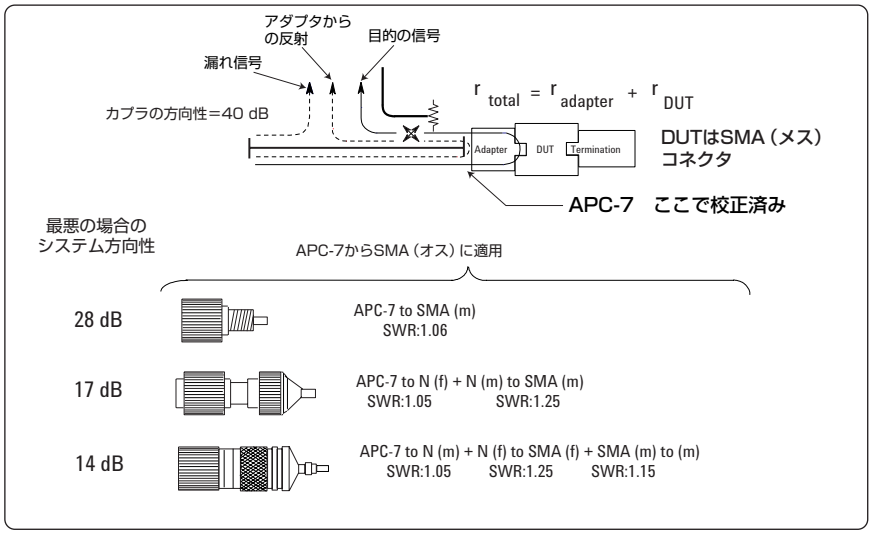


図4. アダプタについての注意事項

2ポート誤差補正

ポート誤差補正では、系統誤差の主要な原因がすべて考慮されるため、最も正確な結果を得ることができます。2ポート・デバイスの誤差モデルを使うと、順方向と逆方向で測定された4個のSパラメータが求められます（図5）。

システムの誤差項が求められたら、ネットワーク・アナライザは4個の式を使って測定されたSパラメータから実際のデバイスSパラメータを導出します。Sパラメータのそれぞれが測定された4個のSパラメータすべての関数なので、どれか1つのSパラメータを更新するだけでも、ネットワーク・アナライザは順方向と逆方向の掃引を実行する必要があります。

2ポート校正を行う際には、校正のうちクロストーク（アイソレーション）を求める部分を省略できることもあります。クロストークは、デバイスが存在しないときのテスト・ポート間の信号漏れを表し、オープン位置のスイッチなどアイソレーションが大きいデバイスや、除去比が高いフィルタなどダイナミック・レンジが大きいデバイスを測定する際に問題となります。

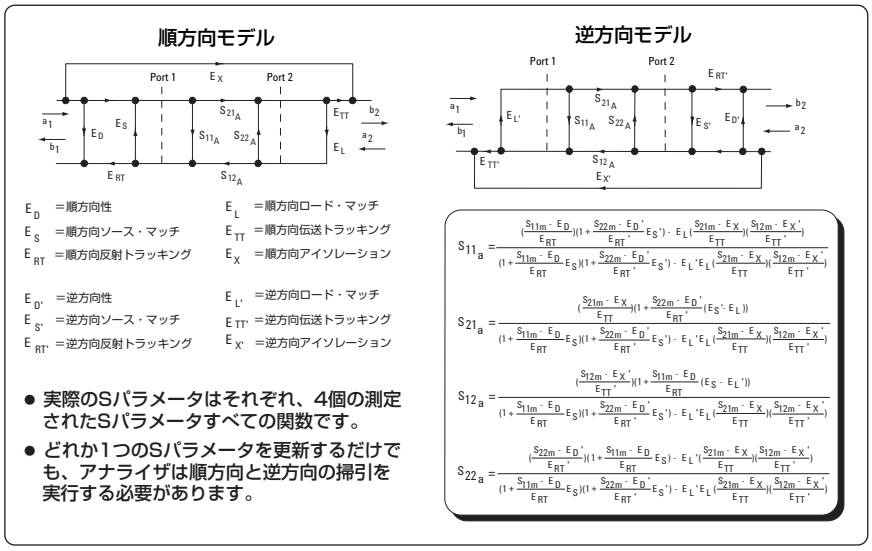


図5. 2ポート誤差補正

クロストーク校正の問題点は、測定がアナライザのノイズ・フロア近くで行われることが多いため、誤差モデルにノイズを加えるおそれがあることです。アイソレーション校正が必要とされる場合、トレース・アベレージングを使うことにより、テスト・システムのクロストークがノイズに埋もれないようにすべきです。ネットワーク・アナライザによっては、クロストークを抑えるため、チョップ・モードの代わりにオルタネート・モードで掃引を実行できるものがあります（チョップ・モードでは各周波数ポイントで反射（A）と伝送（B）の両チャネルの測定が行われますが、オルタネート・モードを使うと伝送測定中は反射レシーバがオフになります）。

アイソレーション校正の最善の方法は、ネットワーク・アナライザのテスト・ポートのすべてに測定対象のDUTを接続し、各DUTの残りの2ポートを終端することです。この方法を使うと、アイソレーション校正中にネットワーク・アナライザから見たインピーダンスの周波数特性を、その後のDUT測定で見られるものと同じにすることができます。この方法が非現実的である場合（テスト・フィクスチャに組み込まれている場合、あるいはDUTが1個しか利用できない場合など）、次善の方法として、終端したDUTをネットワーク・アナライザの信号源ポートに接続し、負荷ポートには終端を接続します（逆方向測定ではDUTと終端を交換します）。DUTが利用できないか、DUTがチューニングされる（そのためにポート整合が変化する）場合、ネットワーク・アナライザのすべてのテスト・ポートに終端を接続してアイソレーション校正を行います。

ネットワーク・アナライザでは、補正なしで測定を行うことも、用意された校正オプションの中からどれかを選んで使用することもできます。オプションとしては、レスポンス校正や、1ポートまたは2ポートのベクトル校正があります。図6に各校正手法の概要を示します。

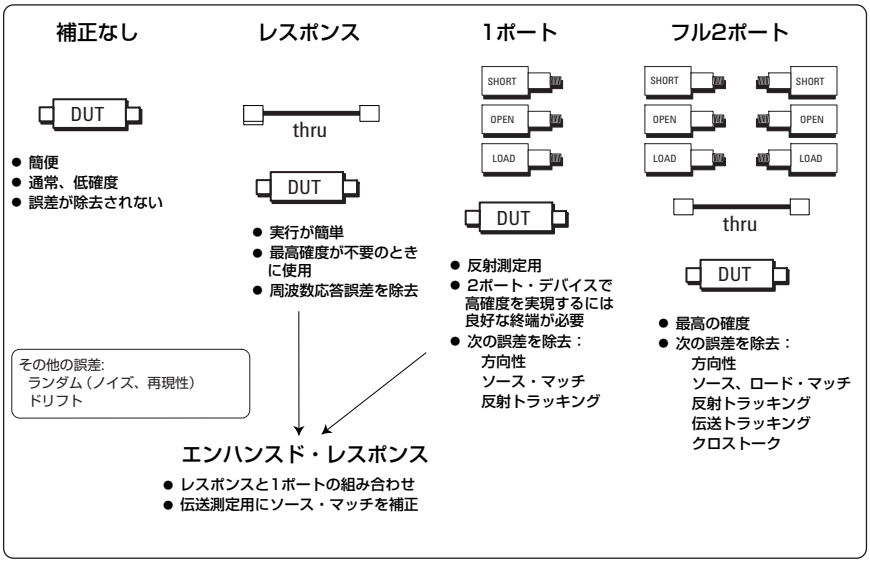


図6. 誤差と校正標準

電子的校正

図6には機械的校正標準を示していますが、Agilentではソリッド・ステート校正ソリューションも用意しています。これを使うと、2ポート校正が高速かつ容易になり、オペレータの操作ミスも防ぐことができます。校正モジュールのインピーダンス・ステートをPINダイオードまたはFETスイッチで切り替えるため、校正標準が摩耗するおそれがありません。

校正モジュールの特性は、Agilentの工場で、TRL校正済みのネットワーク・アナライザを使って測定されています。このため、ECalモジュールはトランスファ標準になります（直接標準ではありません）。ECalはきわめて高い確度を実現でき、一般的にSOLT校正よりよい結果を与えますが、正しく実行されたTRL校正にはやや劣ります。

測定の不確かさの推定

図7は、ネットワーク・アナライザ測定で考慮される系統誤差項の種類を、伝送／反射（T/R）テスト・セットを使った場合（Agilent 8712/14Eファミリ、および8753ET）と、Sパラメータ・テスト・セットを使った場合（8753ES、8720ES、8510Cファミリ）について示したものです。伝送／反射テスト・セットを使ったネットワーク・アナライザで2ポート・デバイスを評価する場合、測定の不確かさを知る簡単な方法がいくつかあります。例として、1ポート校正を行った後でフィルタの入力整合を測定する場合を図8に示します。フィルタには、16 dBのリターン・ロスと1 dBの挿入損失があります。8712/14Eファミリネットワーク・アナライザの未補正の負荷整合は、仕様によれば18 dBです（実際には多くの場合もっとよい値になります）。フィルタの出力ポートに接続されたテスト・ポートからの反射は、フィルタの損失の2倍だけ減衰されます。この例では、わずか2 dBです。この値では、この誤差信号の影響を十分に打ち消すことはできません。低損失のデバイスを正確に測定するのが難しいのは、このような理由からです。

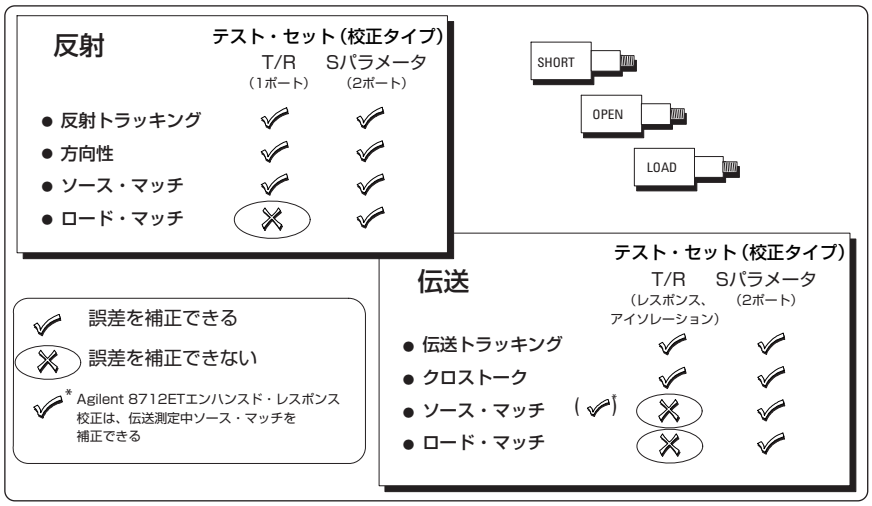


図7．校正の概要

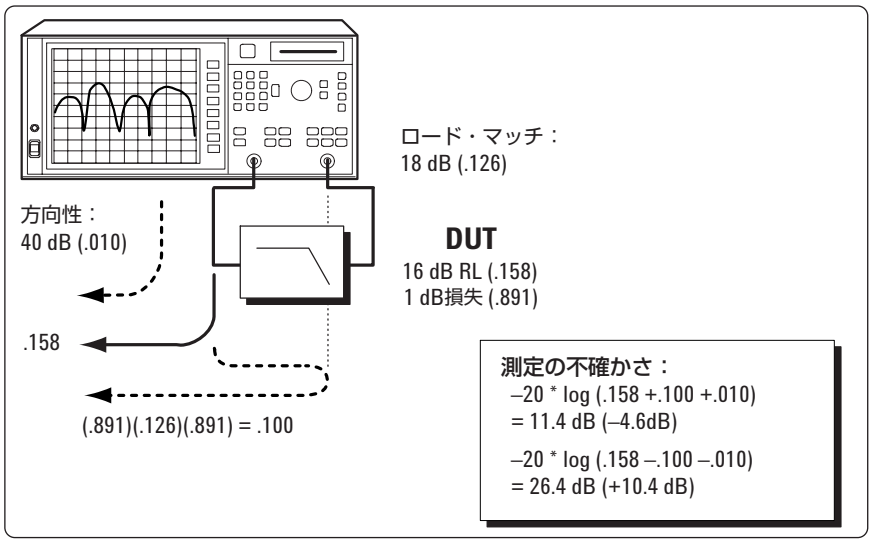


図8．1ポート校正による反射測定の例

この例で測定の不確かさを求めるには、不要な反射信号（反射係数0.100）をDUTからの反射信号（0.158）に対して加減算する必要があります（次の例と合わせるため、方向性誤差信号の影響も考慮します）。16 dBフィルタのリターン・ロス測定値は、11.4 dBから26.4 dBまでの値となり、誤差の範囲が大きすぎます。製造テストでは、この誤差のために、仕様に適合しているフィルタが不合格となり、適合していないフィルタが合格することがありえます。また、チューニング・アプリケーションでは、オペレータが測定誤差を補正しようとしてフィルタのチューニングを誤るおそれがあります。

出力と入力の間のアイソレーションが大きい（アイソレーションがゲインをはるかに上回る）増幅器の測定では、測定の不確かさはこれよりずっと小さくなります。これは、ロード・マッチによる反射がアンプのアイソレーションとゲインの積によって大きく減衰されるからです。フィルタ測定の不確かさを改善するには、フィルタの出力をアナライザから切り離して高品質負荷で終端するか、フィルタとアナライザのポート2との間に高品質アッテネータを挿入します。どちらの方法でも、アナライザの実効的なロード・マッチが改善されます。例として（図9）、ネットワーク・アナライザのポート2と前の例のフィルタとの間に、SWRが1.05の10 dBアッテネータを挿入すると、実効的なロード・マッチは28.6 dBに改善されます。この値は、アッテネータの32.3 dB整合とネットワーク・アナライザの38 dB整合の組み合わせから得られます（誤差信号はアッテネータを2回通るので、アナライザのロード・マッチはアッテネータの値の2倍だけ改善されます）。最悪の場合の不確かさは、10 dBアッテネータがない場合の＋10.4 dB、－4.6 dBから、＋2.5 dB、－1.9 dBにまで改善されました。2ポート校正の効果には劣りますが、製造にはこの程度の確度で十分な場合があります。

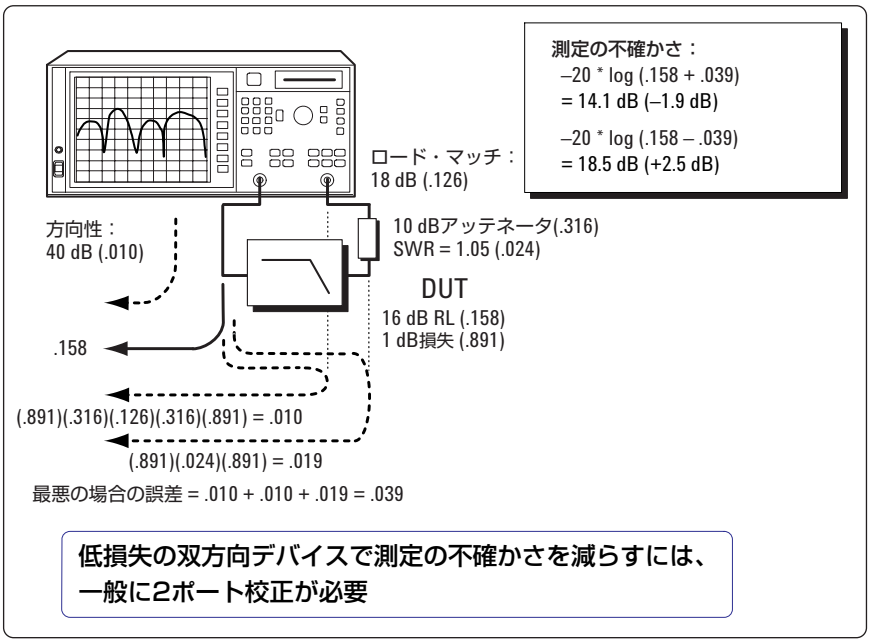


図9．1ポート校正とアッテネータを使った反射測定の例

伝送レスポンス校正の実行

レスポンス校正は簡単に実行できますが、達成できる確度は制限されています。フィルタの伝送測定をレスポンス校正だけで行う場合、初めに2つのテスト・ポートをスルー接続します（DUTは接続しません）。この例では、8712ETネットワーク・アナライザのテスト・ポート仕様を使います。この不整合から生じるリップルは、計算によれば±0.22 dBであり、基準データに存在しています（図10）。DUT測定における最悪の場合の測定の不確かさを求めるには、この値を加算する必要があります。

同じ8712ETのセットアップおよびテスト・ポート仕様を使って、DUTを接続した場合の測定の不確かさを求めることができます。アナライザのポートとDUTとの間の反射によって、3つの主要な誤差信号が生じます（図11）。高次の反射は、3つの主要項に比べれば小さいので無視できます。

誤差信号の1つはDUTを2回通過するので、DUTの挿入損失の2倍だけ減衰されます。最悪の条件が起きるのは、反射されたすべての誤差信号が同位相で加算される場合です（0.020＋0.020＋0.032＝0.072）。この場合、測定の不確かさは＋0.60/－0.65 dBです。全体としての測定の不確かさは、校正測定に含まれる0.22 dBの誤差を含めて、約±0.85 dBとなります。

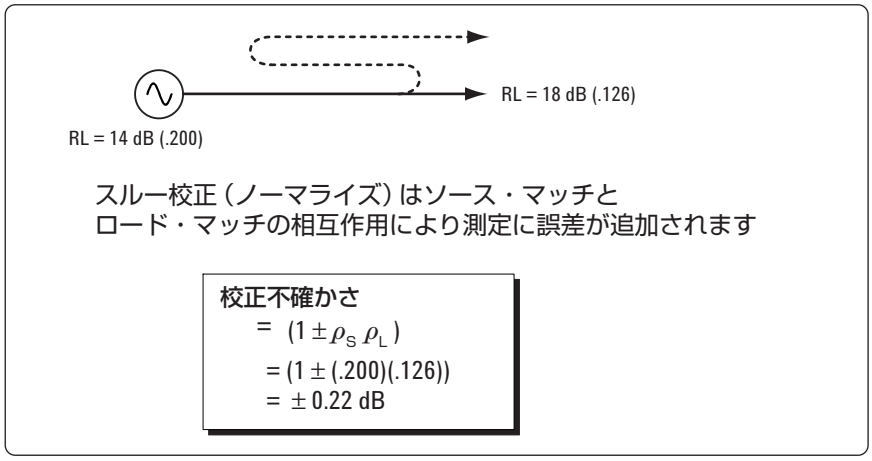


図10. レスポンス校正を使った伝送測定の例

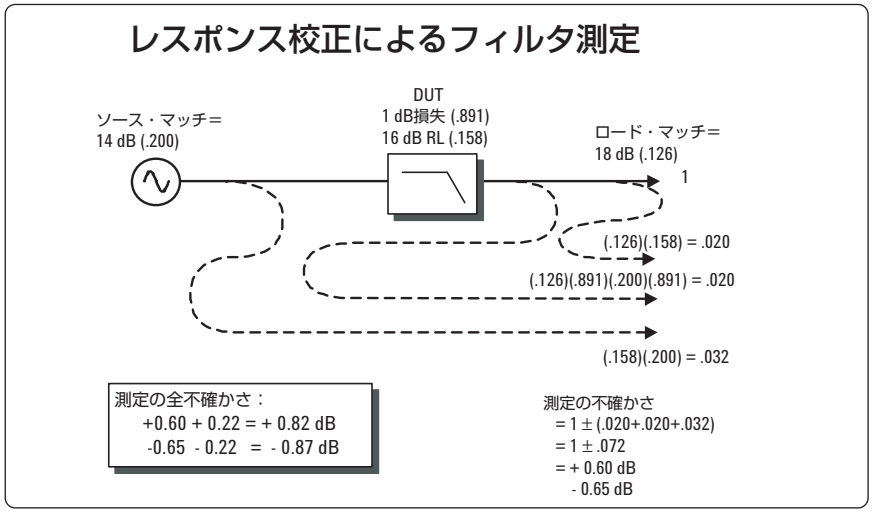


図11. 伝送の例（続き）

もう1つの例として、ポート整合が16 dBの増幅器を取り上げます。テスト・セットアップとテスト条件は前の2つの例と本質的に同じですが（図12）、増幅器の逆方向アイソレーションのために真ん中の誤差項が存在しない点が異なります。これにより、測定誤差は約±0.45 dBに減り、全体としての測定の不確かさは約±0.67 dB（フィルタの例では±0.85 dB）となります。

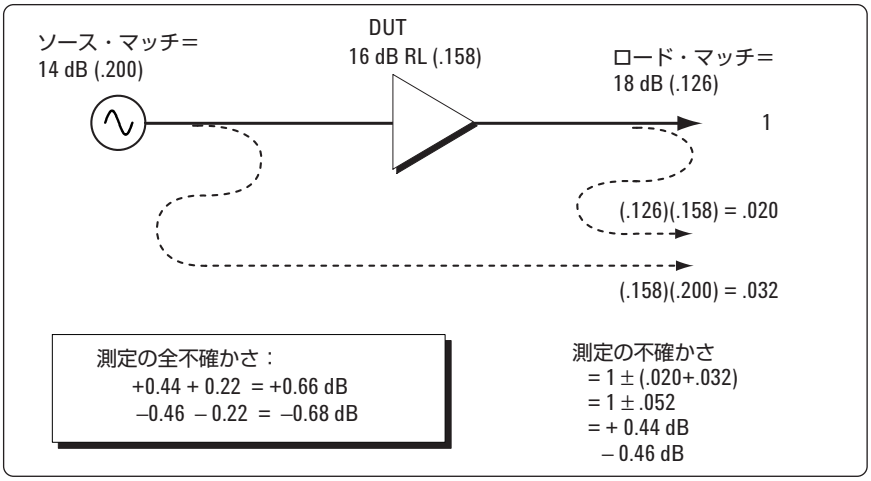


図12. レスポンス校正による増幅器の測定

伝送測定のためのエンハンスド・レスポンス校正

8712/14Eファミリ・エコノミ・ネットワーク・アナライザの新機能として、エンハンスド・レスポンス校正があります。この校正法では、伝送測定のために、ショート、オープン、負荷、スルー標準の測定が必要です。エンハンスド・レスポンス校正は、1ポート校正とレスポンス校正を組み合わせて、標準のレスポンス校正では不可能な伝送測定時のソース・マッチ補正を可能にするものです。

エンハンスド・レスポンス校正（図13）は、伝送測定時の実効的なソース・マッチを35 dBにまで改善します。8712/14Eファミリの通常のレスポンス校正では、この値は14 dBです。これにより、校正誤差が±0.22 dBから±0.02 dBに減り、実効ソース・マッチとの相互作用に関係する2つの測定誤差項が大幅に減少します。全測定誤差は、標準レスポンス校正の場合の±0.85 dBに対して、±0.24 dBとなります。フル2ポート誤差補正には劣りますが、標準レスポンス校正に比べれば大きな改善であり、多くのアプリケーションには十分なレベルです。

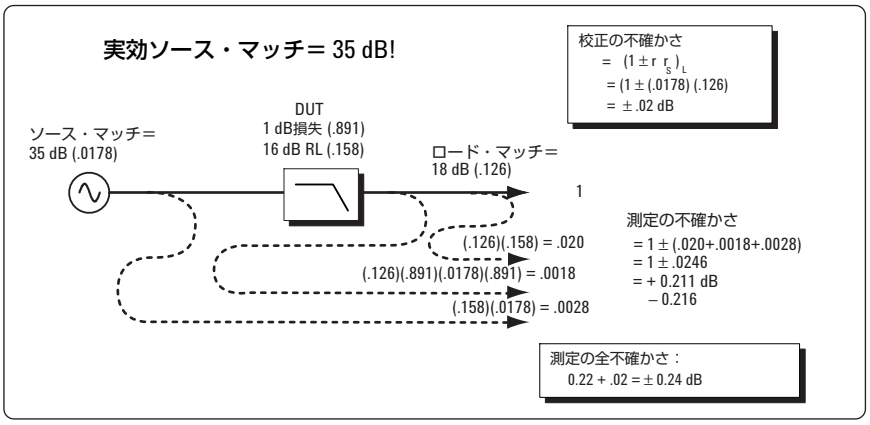


図13. エンハンスド・レスポンス校正を使った伝送測定

フル2ポート校正

2ポート校正後の測定誤差を計算した例では（図14）、最悪の場合の測定誤差がフィルタの反射測定で±0.5 dB、伝送測定で±0.05 dBにまで減少しました。位相誤差も同様に小さくなっています。

DUT
1 dB損失 (.891)
16 dB RL (.158)

補正される誤差項：
(8753D 1.3-3 GHz N型)

方向性	=	47 dB
ソース・マッチ	=	36 dB
ロード・マッチ	=	47 dB
反射トラッキング	=	.019 dB
伝送トラッキング	=	.026 dB
アイソレーション	=	100 dB

反射測定の不確かさ

$$S_{11m} = S_{11a} \pm (E_D + S_{11a}^{\ 2} E_s + S_{21a} S_{12a} E_L + S_{11a} (1 - E_{RT}))$$
$$= 0.158 \pm (.0045 + 0.158^2 * .0158 + 0.891^2 * .0045 + 0.158 * .0022)$$
$$= 0.158 \pm .0088 = 16\ \text{dB} + 0.53\ \text{dB}, -0.44\ \text{dB (worst-case)}$$

伝送測定の不確かさ

$$S_{21m} = S_{21a} \pm S_{21a} (E_I / S_{21a} + S_{11a} E_S + S_{21a} S_{12a} E_S E_L + S_{22a} E_L + (1 - E_{TT}))$$
$$= 0.891 \pm 0.891\ (10^{-6} / 0.891 + 0.158 * .0158 + 0.891^2 * 0.158 * .0045 + 0.158 * .0045 + .003)$$
$$= 0.891 \pm .0056 = 1\ \text{dB} \pm 0.05\ \text{dB (worst-case)}$$

図14. 2ポート校正後の測定の不確かさの計算

TRL校正

2ポート校正の手法として、SOLTの次に有名なのが、TRL（Through-Reflect-Line）校正です。この手法は、導波管テストなどのテスト・フィクスチャを使った非同軸環境や、プローブによるオンウェーハ測定などに用いられます。TRLはSOLTと同じ12ターム誤差モデルを使いますが、使用する校正標準が異なります。

TRLには2つの種類があります。

- 真のTRL校正。これには4レシーバのネットワーク・アナライザが必要です。
- TRL*校正。これは3レシーバのネットワーク・アナライザのために開発された手法です。

TRLのその他のバリエーションとして、LRM（Line-Reflect-Match）校正標準やTRM（Through-Reflect-Match）校正標準に基づくものがあります。

TRLとTRL*との違いは、後者がテスト・ポートのソース・マッチとロード・マッチが等しいと仮定することです。すなわち、順方向測定と逆方向測定との間に真のポート・インピーダンス対称性が成立しているという仮定です。この仮定が許されるのは、3レシーバのネットワーク・アナライザを使う場合だけです。TRL*は、10回の測定で8個の未知数を求めます。

真のTRLには4個のレシーバ（2個の基準レシーバと、反射測定用と伝送測定用に1個ずつ）が必要であり、14回の測定結果から10個の未知数の値を求めます。どちらの手法も同じ校正標準を使用します。8720Dネットワーク・アナライザは、標準では3個のサンプラしか装備していませんが、オプション400（4個目のサンプラを追加）を付けるとTRL校正が可能になります。

非同軸アプリケーションでは、TRLのほうがTRL*よりも優れたソース・マッチおよびロード・マッチ補正を実現でき、測定誤差を減らすことができます。同軸アプリケーションでは、SOLTが校正手法として通常最も有効です。一般的にはあまり用いられませんが、同軸TRLがSOLTよりも高い確度を実現できる場合もあります。ただし、きわめて高品質の同軸伝送回線（ビードレス・エアラインなど）を使用する場合に限ります。

ノンインサータブル・デバイスの校正

スルー校正を実行する際、通常はテスト・ポート同士を直接接続します。例えば、適切なコネクタを装備した2本のケーブルをスルー・アダプタなしに接合すれば、長さ0のスルー・パスが得られます。インサータブル・デバイスとは、長さ0のスルーと置き換えて使うことができるものです。この種のデバイスは、2つのポートに同じタイプでオス・メスが逆のコネクタがついているか、オス・メスの区別のない同一のコネクタが両方のポートについています。どちらの場合も、テスト・ポートへの接続はきわめて簡単です。

ノンインサータブル・デバイスとは、長さ0のスルーと置き換えることができないものです。この種のデバイスは、タイプもオス・メスも同じコネクタが両方のポートについているか、2つのポートに別のタイプのコネクタが付いています。例えば、一端に導波管、もう一端に同軸コネクタが付いているような場合です。

ノンインサータブル・デバイスに対しては、何種類かの校正手法が使用できます。一つは、特性が知られているスルー・アダプタ（電気長と損失が既知）を使うものです。この場合、校正キットの定義を変更する必要があります。これにより、ソース・マッチとロード・マッチ誤差が減少します（0にはなりません）。スルー・アダプタは高品質のもの（整合条件のよいもの）を使う必要があります。アダプタの整合特性は記述できないからです。

等価アダプタ交換法

等価アダプタ交換（swap-equal-adapters）法では、精密に整合された2個のアダプタを使います。これらのアダプタは、性能が同じで、コネクタのオス・メスだけが異なります。2個のアダプタは、整合、特性インピーダンス、挿入損失、および電気的遅延のすべてが等しくなければなりません。Agilentの校正キットの多くには、整合済みのアダプタが含まれています。

等価アダプタ交換法の最初のステップは、1個目のアダプタに対して伝送校正を行うことです（図15）。その後、1個目のアダプタを取り除き、2個目のアダプタをポート2に接続します。この2個目のアダプタが実効的なテスト・ポートになります。次に、両方のテスト・ポートに対して反射校正を行います。続いて、2個目のアダプタをつけた状態でDUTを測定します。校正後に残る誤差は、2個のアダプタの差に一致します。この手法では高いレベルの確度が得られますが、後述のアダプタ除去手法には劣ります。

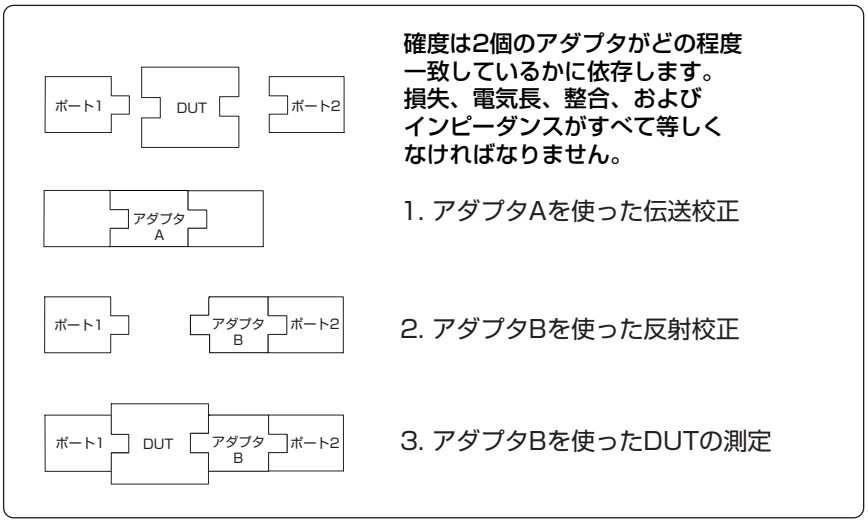


図15. 等価アダプタ交換法

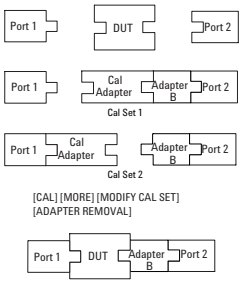
アダプタ除去校正

アダプタ除去（adapter-removal）校正は、ノンインサータブル・デバイスに対する最も完全で正確な校正手法です（図16）。この手法では、ノンインサータブルDUTと同じコネクタを持つ校正アダプタを使います。アダプタの電気長は、各校正周波数において1/4波長以内の誤差でなければなりません。8510ネットワーク・アナライザ用のN型、3.5 mm、および2.4 mm校正キットには、この目的のためのアダプタが含まれています。

アダプタ除去校正では、2回のフル2ポート校正が必要です。1回目の校正では、高精度校正アダプタをアナライザのポート2に接続し、テスト結果を校正セットにセーブします。2回目の校正では、高精度校正アダプタをアナライザのポート1に接続し、テスト・データをもう1つの校正セットに保存します。

アダプタ除去校正用のソフトキーを押すと、ネットワーク・アナライザは2つの校正データ・セットを使って、校正アダプタの影響を除去するための誤差係数のセットを生成します。ここまできたら、アダプタを取り外し、ベクトル・アナライザを使ってDUTを測定することができます。

- DUTと同じコネクタを持つアダプタを使用します。
- アダプタの電気長は、1/4波長内の誤差で指定する必要があります。
  - ▲N型、3.5 mm、2.4 mm校正キットで供給されたアダプタはすでに定義済みです。
  - ▲その他のアダプタの場合、電気長を測定し、校正キットの定義を変更します。
- 校正は非常に正確でトレーサブルです。
- 詳細については、プロダクト・ノート8510-13を参照してください。



1. アダプタをポート2に接続して2ポート校正を実行します。校正セット1に保存します。
2. アダプタをポート1に接続して2ポート校正を実行します。校正セット2に保存します。
3. ADAPTER REMOVALを使用して新しい校正セットを生成します。
4. 校正アダプタなしでDUTを測定します。

図16. アダプタ除去校正

参照カタログ

『ベクトル・ネットワーク解析の基礎、Agilent application note 1287-1』
（カタログ番号5965-7707J）

『ネットワーク・アナライザのアーキテクチャ、Agilent application note 1287-2』
（カタログ番号5965-7708J）

『ネットワーク・アナライザ測定：フィルタとアンプ、Agilent application note 1287-4』
（カタログ番号5965-7710J）

『Specifying Calibration Standards for the Agilent 8510 Network Analyzer, Agilent product note 8510-5A』（カタログ番号5956-4352）

サポート、サービス、およびアシスタンス

アジレント・テクノロジーが、サービスおよびサポートにおいてお約束できることは明確です。リスクを最小限に抑え、さまざまな問題の解決を図りながら、お客様の利益を最大限に高めることにあります。アジレント・テクノロジーは、お客様が納得できる計測機能の提供、お客様のニーズに応じたサポート体制の確立に努めています。アジレント・テクノロジーの多種多様なサポート・リソースとサービスを利用すれば、用途に合ったアジレント・テクノロジーの製品を選択し、製品を十分に活用することができます。アジレント・テクノロジーのすべての測定器およびシステムには、グローバル保証が付いています。アジレント・テクノロジーのサポート政策全体を貫く2つの理念が、「アジレント・テクノロジーのプロミス」と「お客様のアドバンテージ」です。

アジレント・テクノロジーのプロミス

お客様が新たに製品の購入をお考えの時、アジレント・テクノロジーの経験豊富なテスト・エンジニアが現実的な性能や実用的な製品の推奨を含む製品情報をお届けします。お客様がアジレント・テクノロジーの製品をお使いになる時、アジレント・テクノロジーは製品が約束どおりの性能を発揮することを保証します。それらは以下のようなことです。

- 機器が正しく動作するか動作確認を行います。
- 機器操作のサポートを行います。
- データシートに載っている基本的な測定に係わるアシストを提供します。
- セルフヘルプ・ツールの提供。
- 世界中のアジレント・テクノロジー・サービス・センタでサービスが受けられるグローバル保証。

お客様のアドバンテージ

お客様は、アジレント・テクノロジーが提供する多様な専門的テストおよび測定サービスを利用することができます。こうしたサービスは、お客様それぞれの技術的ニーズおよびビジネス・ニーズに応じて購入することが可能です。お客様は、設計、システム統合、プロジェクト管理、その他の専門的なサービスのほか、校正、追加料金によるアップグレード、保証期間終了後の修理、オンサイトの教育およびトレーニングなどのサービスを購入することにより、問題を効率良く解決して、市場のきびしい競争に勝ち抜くことができます。世界各地の経験豊富なアジレント・テクノロジーのエンジニアが、お客様の生産性の向上、設備投資の回収率の最大化、製品の測定確度の維持をお手伝いします。

電子計測UPDATE

www.agilent.co.jp/find/emailupdates-Japan
Agilentからの最新情報を記載した電子メールを無料でお送りします。

アジレント・テクノロジー株式会社
本社〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口
受付時間 9:00-19:00（土・日・祭日を除く）
FAX、E-mail、Webは24時間受け付けています。

TEL ■■ 0120-421-345
(0426-56-7832)
FAX ■■ 0120-421-678
(0426-56-7840)
Email contact_japan@agilent.com
電子計測ホームページ
www.agilent.co.jp/find/tm

- 記載事項は変更になる場合があります。
  ご発注の際はご確認ください。

Copyright 2006
アジレント・テクノロジー株式会社

Agilent Technologies

January 30, 2006
5965-7709J
0000-00DEP