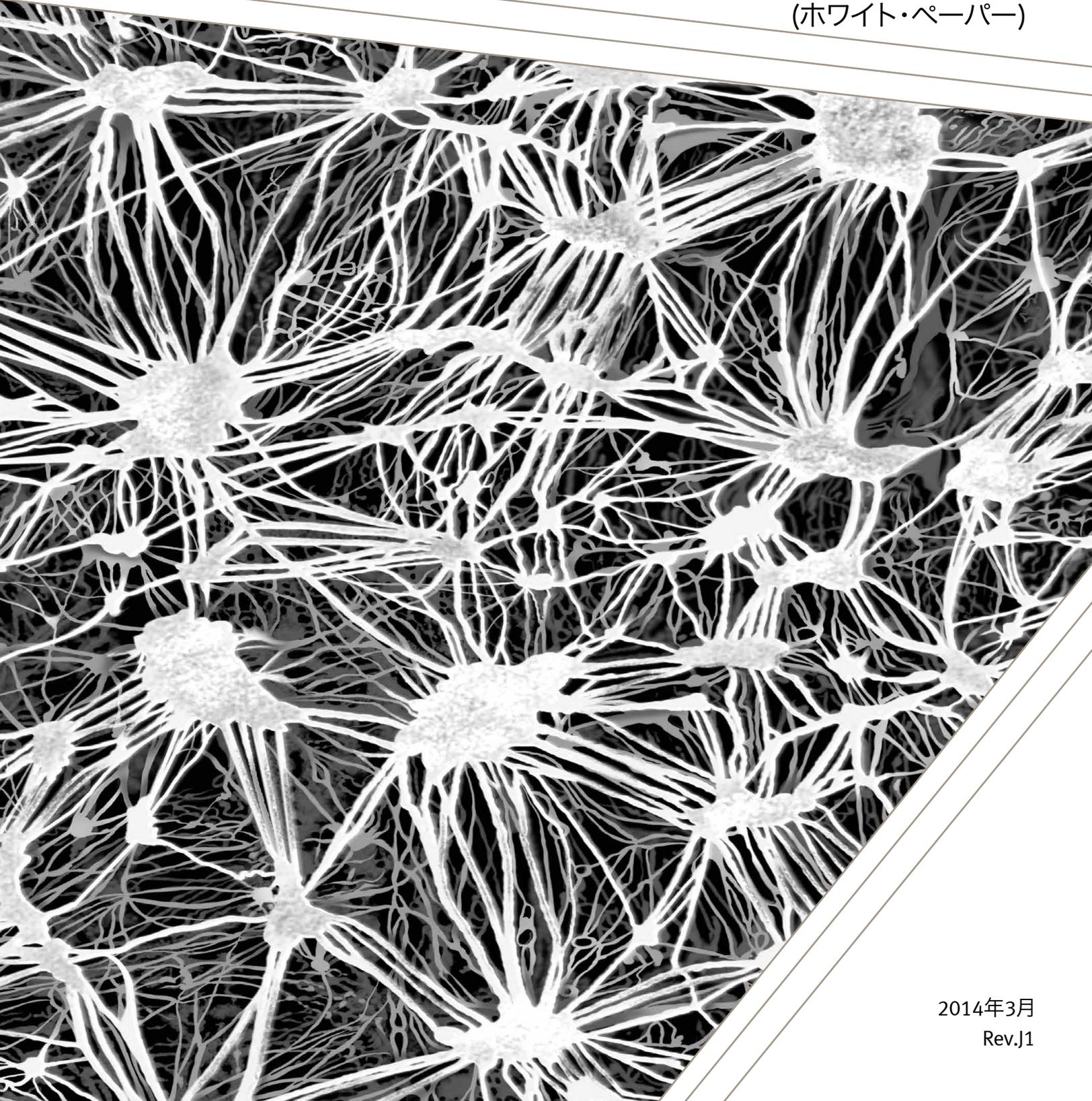




長期にわたり優れた信頼性能を発揮する マイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリ の選定

技術資料
(ホワイト・ペーパー)



2014年3月
Rev.J1

要 約

最近の研究では、マイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリのユーザーは、製品に対して高品質、長寿命を期待しながら、75%を超えるユーザーが、もっとも一般的な理由である導入中または使用中の損傷で頻繁にアセンブリを交換していることが示されました。頻度にもよりますが、交換による直接費用はシステムの寿命を通じて\$250,000にも達し、しかもこの金額には生産遅延や不良品、再試験や再構成などの間接費用は含まれていません。

W. L. Gore & Associates (ゴア) は、類似の仕様で高耐久性構造を持つとされる複数の18GHzマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリについて、長期にわたる耐久性と性能の評価を試みました。

この試験で明らかになったことは、新品のマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリの性能は、必ずしもシステムの寿命を通じて信頼できる性能を保証するわけではない、ということです。実際の使用状況に耐えられるようにテストされた耐久性に優れた構造のケーブルアセンブリを選定することが、交換コストを削減するカギであり、また長期にわたり信頼性を確実にする唯一の方法となります。

長期にわたり優れた信頼性能を発揮するマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリの選定

Robert John、プロダクト スペシャリスト(製品責任者)

目次

項目	ページ
はじめに	3
曲げた状態の信号品質	4
長期耐久性	5
長期性能	7
長期費用	7
結論	8

長期にわたり優れた信頼性能を発揮するマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリの選定

はじめに

最近の研究では、世界中で75%を超えるマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリが頻繁に交換されています。その理由は、導入中または使用中の損傷や低品質の構造、コネクタ終端の問題、屋外環境における故障など様々です。しかし、これらの中でも群を抜いて多い理由は、導入中または使用中の損傷でした。この研究によれば、全てのケーブルアセンブリのうち36%が年1回、20%が年2回以上、交換されていました。

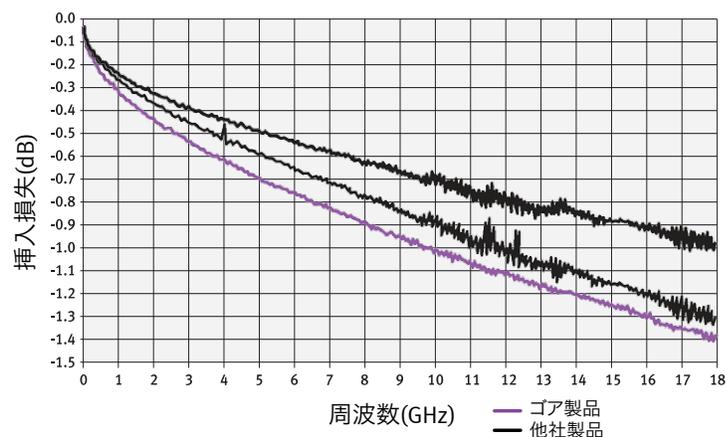
さらにケーブルアセンブリの交換による影響は、地域により異なります。この研究によれば、ヨーロッパでは、49%の機器メーカーが年に1回交換するの必要があります。米国では、70%の機器メーカーがケーブルを頻繁に交換しており、そのうち35%は年1回以上、12%は3ヶ月に1回、交換していました。しかし、影響が最も大きかったのはアジア太平洋地域で、32%のケーブルが年1回、21%が3ヶ月に1回、11%が少なくとも月1回、交換されていました。

ケーブルアセンブリの選定の際に最も重視する基準を順位付けしてもらったところ、回答者の大半は最も重要な基準として品質を選択しました。しかし、この研究結果が示しているのは、ほとんどのケーブルアセンブリが機器の稼働期間中に故障し、そして機器メーカーは常習的にアセンブリを頻繁に交換しているということでした。

W. L. Gore & Associates (ゴア) は、業界で一般的に使われている複数のマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリについて、長期にわたる耐久性と性能の評価を試みました。これにはゴア製の1製品と、類似の仕様で高耐久性構造を持つとされる他社製の2製品の18GHzケーブルアセンブリを新品で用意しました。

ゴアは3製品の挿入損失をテストして、使用前の性能を確認しました。他の2製品は、GORE® PHASEFLEX® のマイクロウェーブ/RFテストアセンブリに比べ、挿入損失はわずかに優れていましたが、波形に若干の乱れがあり、将来の電気的な問題を示唆していました。

図1: 挿入損失



曲げた状態の信号品質

多くの製品は新品時には高性能を発揮しますが、ゴアは、ケーブルを曲げた状態と、繰り返し使用した後で、それぞれ性能が変化するか、あるいは性能を維持するのか判定したいと考えました。

ゴアは、これら新品の3製品について、曲げた状態の信号品質を比較しました。具体的には、信号の歪み量と測定の正確さがどの程度損なわれるかを確認するため、位相と損失の安定性を測定しました。ゴアの実施した試験方法は以下の通りです。

1. ケーブルアセンブリをネットワーク・アナライザに接続。
2. アナライザを試験用に正常化。
3. ケーブルアセンブリの中央付近に、半径57mm(2.25インチ)の円筒(マンドレル)をケーブルアセンブリの片側に隣接する状態で配置。
4. ケーブルアセンブリを円筒の周りに360°巻き付け、完全に1周させた状態を維持。(図2および図3)
5. 分析周波数範囲全域の最大偏差を記録。
6. ケーブルアセンブリを試験前のまっすぐな状態に戻し、VNAを再度正常化。
7. 円筒をケーブルアセンブリの反対側に再配置し、この試験を反復。

図2

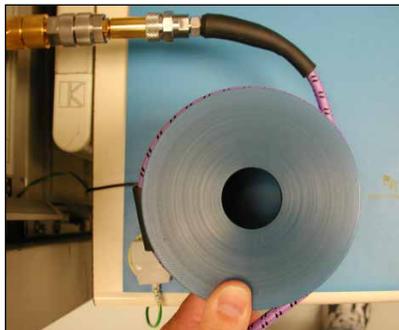


図3



この試験では、他社製の2製品について、曲げた状態の損失と位相安定性に大きな変化が見られました。そのため2製品の電気的性能は損なわれ、測定結果は整合性に欠け、その傾向は特に最大周波数に近づくとき顕著に現れると考えました。一方、GORE® PHASEFLEX®マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは曲げた状態においても損失と位相の安定性に変化は見られず、結論としては、一貫して再現性のある電気的性能を、動作中においても発揮すると思われれます。

損失安定性は、これらの新品のケーブルアセンブリ間で、大きく異なりました。試験結果は、他社製の2製品の安定性がずっと低い一方、GORE® PHASEFLEX®マイクロウェーブ/FRテストアセンブリの変化は0.005dB未満でした。(図4)。この試験では、位相安定性についても同様の結果が認められ、他の2製品には著しい変化がありました。GORE® PHASEFLEX®マイクロウェーブ/FRテストアセンブリの変化は、18GHzまでわずか0.5度でした(図5)。これらの結果は、ゴア製アセンブリが頻繁に再校正を行わなくても確実に性能を発揮できることと関連付けられます。

図4: 新品ケーブルを曲げた状態での損失安定性

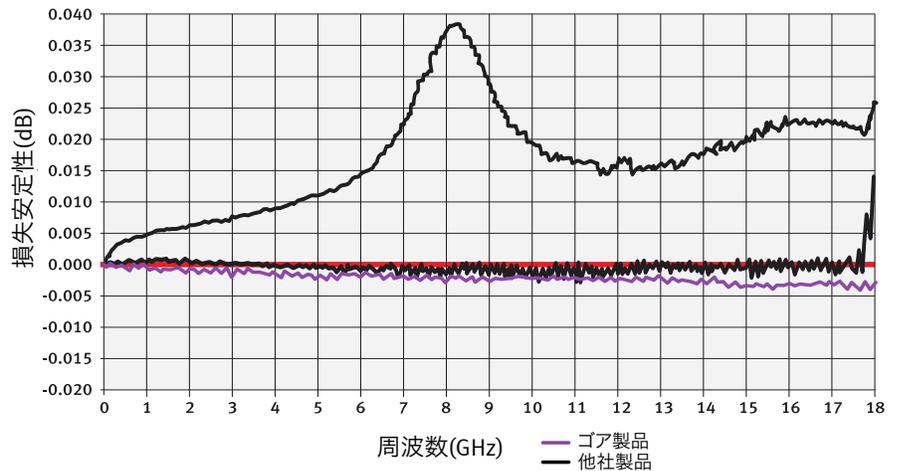
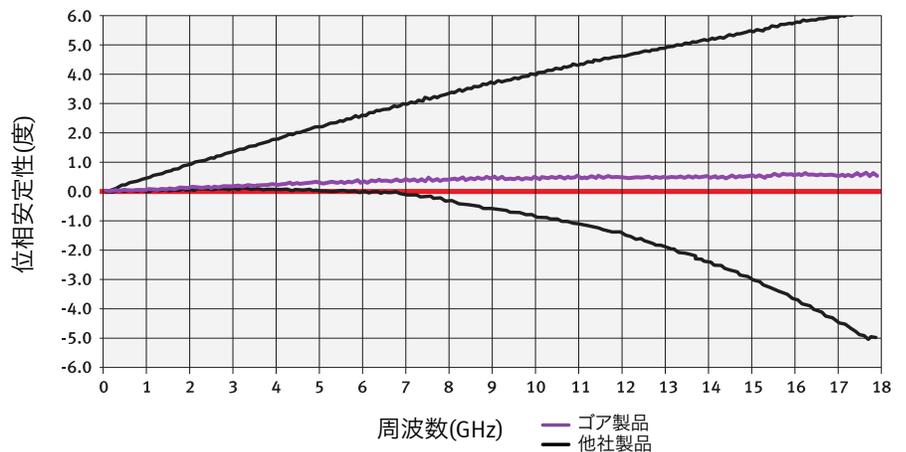


図5: 新品ケーブルを曲げた状態での位相安定性



長期耐久性

ゴアは、導入時および使用時に一般的に発生する動きや振動の状態をシミュレーションした加速試験を実施しました。この試験の目的に合わせ、これら新品の3製品について、ゴアの性能仕様を満たせない場合を故障と定義しました。

1. 各製品とも、円筒の手法で、曲げてある状態の損失と位相安定性を測定(4ページの「曲げて状態の信号品質」を参照)。
2. 各製品を、時計回りに90度、反時計回りに90度回転する回転治具(チクタクマシン)に取りつけて、製品の曲げをシミュレーション(図6および7)。各製品を毎分20サイクルの速さで屈曲。
3. 100回の曲げサイクルが終了する度に、曲げてある状態の挿入損失と位相安定性を、サイクル前と同様の手法で試験。
4. 各製品を再度、回転治具に取りつけ、ケーブルアセンブリが故障するまで試験を反復。完了したサイクル数を記録。

図6



図7



ゴアの新品に要求される損失と位相の安定性に関する仕様を適用すると、他の2製品はわずか100サイクルと300サイクルで故障しました(図8および9)。それに対し、GORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは10,000サイクルの試験でも性能に変化が見られなかったため、その時点で試験を中止しました。

図8:長期にわたる損失安定性

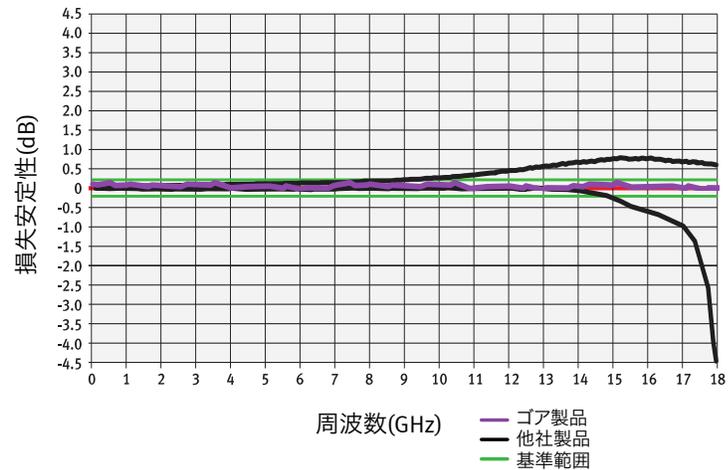
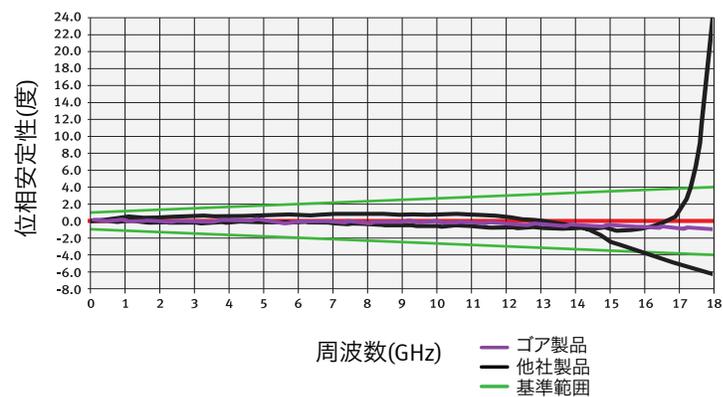


図9:長期にわたる位相安定性



長期性能

一連の試験から、ケーブルの故障率は、新品時と加速試験後では異なることが示されました。他の製品の内部構造は反復動作によって物理的な変化(たとえば伸びや歪み)が生じ、これによりケーブルの電氣的性能が損なわれました。これに対しGORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは、長期にわたって物理的な変化が無く、より優れた性能を維持しました。これは、他の製品では信頼性が損なわれた環境においても、ゴア製のアセンブリが電氣的および機械的な品質を維持したことを意味しています。ゴア製アセンブリは、その独自の誘電体と高い耐久性を持つ構造により、優れた信号品質を損なわず、繰り返される動きや屈曲動作と過酷な環境にも耐えたのです。

実際の使用状況を想定して、各製品を毎日4回曲げて長期使用したと仮定すると、製品Xは、わずか75日に相当する300サイクルで故障が生じました。製品Yは100サイクルで故障したため、この製品は25日ごとに交換が必要ということになります。一方でGORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは、約7年間に相当する10,000サイクルを終えた時点でも、位相と振幅の安定性と最小損失それぞれの仕様を十分に満たし、高い信頼性で機能し続けました。各製品を毎日25サイクル曲げると想定すると、製品Xは12日おきに、製品Yはわずか4日の使用で交換が必要となります。それらに対しGORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは、1年以上にわたり確実に機能することになります。(表1)。

表1: 長期性能

サイクル数/日	製品X (300サイクル)	製品Y (100サイクル)	GORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリ (10,000サイクル超)
4回	2ヶ月 15日	25日	6年 10ヶ月 10日
10回	30日	10日	2年 9ヶ月
25回	12日	4日	1年 1ヶ月 5日

長期コスト

毎日4回曲げるシステムで、その寿命を10年と想定すると、製品Xはシステム寿命を通じて約50回の交換が必要となり、製品Yでは約150回となります。一方でGORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは、10年間の寿命を通じて、わずか1回の交換しか必要としません(表2)。

各製品の平均価格を\$200から\$400とし、システムあたり4本のケーブルアセンブリを必要とする場合、製品Xおよび製品Yは10年間で\$40,000から\$240,000の費用が掛かるのに対し、GORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリではわずか\$200から\$400となります(表3)。

表2: 長期交換

	交換回数 (毎日4サイクルの場合)		
	製品X	製品Y	GORE® PHASEFLEX® Microwave/RF テストアセンブリ
ケーブルあたり交換回数 (年間)	5 回	15 回	0 回
ケーブルあたり交換回数 (10年のシステム寿命通じて)	50 回	150 回	1 回

これらは交換にかかる直接費用しか示していません。ダウンタイムや保守、再校正、再試験にかかる追加費用は含まれていないのです。例えば、ある研究所が最近、説明したところでは、校正手順に2日かかるアンテナレンジの複雑なテスト設定で、その手順の終盤にシステム内で不良ケーブルが発見されると、その費用は非常に高くなります。また、あるチップメーカーでは、ダウンタイムのコストが1時間あたり\$50,000を超える可能性がある、と算定していました。いっそう深刻なのは、試験結果に問題があることに気づく前に不良品が出荷され、ブランドの信用を低下させることが起こりうる、ということです。間接費用は用途により異なります。そのため費用分析は、マイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリを選定する前に、ケーブルの故障と交換による全ての影響を考慮して完了しておく必要があります。

表3: 長期コスト

	製品X	製品Y	GORE® PHASEFLEX® Microwave/RF テストアセンブリ
年間費用 (ケーブルあたり)	\$1,000 - \$2,000	\$3,000 - \$6,000	\$0
年間費用 (システムあたり)	\$4,000 - \$8,000	\$12,000 - \$24,000	\$0
生涯費用 (システムあたり)	\$40,000 - \$80,000	\$120,000 - \$240,000	\$200 - \$400

結 論

新品時のケーブルアセンブリの性能は、必ずしもシステムの寿命を通じて信頼できる性能を保証するわけではありません。マイクロウェーブ/RFのユーザーは、アセンブリに長期にわたり信頼できる性能を期待しますが、ゴアの実施した試験では、多くの新品のマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブリは、一貫した信号の安定性を維持せず、その性能は急激に低下して、頻繁な交換の原因となります。そのため、毎月あるいは3ヶ月毎にアセンブリを交換することになれば、安い購入価格で節約した費用もすぐに消失してしまうことになります。

購入費用の総額の増大に加え、生産計画の遅れやシステム性能の低下、追加的な再試験や校正、ブランド信用力の低下によって、より重大な影響が発生する可能性もあります。実際の使用状況に耐え得るようにテストされ、耐久性に優れた構造のケーブルアセンブリを選定することが、交換コストを削減す

るカギであり、また長期にわたる信頼性を確実にする唯一の方法でもありません。GORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは、業界で使用される一般的なケーブルアセンブリよりも信頼性が高く、また長期間(月単位ではなく年単位で)使用可能です。

GORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/RFテストアセンブリについて

GORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは、優れた電気的性能を発揮する内層と、機械的保護を実現する外層で構成され、耐久性に優れた構造(図10)を持つため、システム寿命を通じて使用可能で、交換用ケーブルの需要を低減します。圧壊対策によりリニア・インチ(約2.54センチ)当たり250ポンド(約454g)を上回る耐性を実現しています。非常に多くの曲げ動作の後でも高い信頼性能を発揮し、その動作は100,000サイクルを超えるものがあります。研究所や量産試験、実地試験でのコネクタの頻繁な脱着も問題ありません。加えてGORE® PHASEFLEX® マイクロウェーブ/FRテストアセンブリは、曲げた状態でも優れた損失と位相安定性を発揮し、正確で再現性ある測定と電気的性能を必要とする計測用途において、最大110GHzまで対応しています。

図10: 長期にわたる性能





長期にわたる信頼性に優れた性能を実現 するマイクロウェーブ/RFケーブルアセンブ リの選択

GORE、PHASEFLEX、紫のケーブルとデザインはW. L. Gore & Associatesの商標。©2014 W. L. Gore & Associates, Inc. GMCA-0086-WHP-JP-Nov.14

W. L. Gore & Associates, Inc.

gore.com

