ユーザガイド

Anritsu PowerXpert™ および USB パワーセンサ

MA24104A、インライン高パワーセンサ、600 MHz ～ 4 GHz
MA24105A、インライン ピーク パワーセンサ、350 MHz ～ 4 GHz
MA24106A、True-RMS パワーセンサ、10 MHz ～ 6 GHz
MA24108A、True-RMS パワーセンサ、10 MHz ～ 8 GHz
MA24118A、True-RMS パワーセンサ、10 MHz ～ 18 GHz
MA24126A、True-RMS パワーセンサ、10 MHz ～ 26 GHz

Anritsu Company
490 Jarvis Drive
Morgan Hill, CA 95037-2809
USA

品番：10585-00020
改訂：C
印刷：５月 ２０１２年
版権：２０１２アンリツ株式会社

保証

表紙ページに記載されたアンリツ製品を、出荷日から 1 年間にわたって、部品または製造上の欠陥に対して保証します。

アンリツはこの保証期間内において、欠陥が明らかとなった製品の修理または交換を行います。 保証修理を行う場合、アンリツに機器を返送する輸送費用は購入者が負担するものとします。アンリツの保証義務は当初の購入者に限定されます。アンリツは間接的な損害に対しては責任を負いかねます。

保証の制限

先の保証は通常の磨耗によって故障したアンリツコネクタには適用されません。また、この保証は、不適切あるいは不十分な保守、認定されていない変更あるいは誤用、または製品の環境規格を逸脱した動作に起因する故障にも適用されません。これ以外の保証は明示的または黙示的に存在せず、また、ここで示される保証は、購入者に与えられる唯一かつ排他的な救済措置です。

免責事項

適用法律により最大限許される範囲で、アンリツおよびその供給者は、本製品に関し、明示たると黙示たるとを問わず、商品性および特定の目的に対する適合性の黙示的保証を含むが、これらに限定しない如何なる保証も行うものではありません。 ユーザは、本製品の使用に関する全リスクを負うものとします。 提供者および製造者の責任は如何なる場合にも製品の交換にのみ限定されます。

結果的損害に対する責任は負いません。 適用法律により最大限許される範囲で、アンリツおよびその供給者は、本製品の使用に起因した特別、付随的、間接的、または結果的な損害 (利益の逸失、事業の中断、業務情報の損失、その他の金銭的損失を含むが、これらに限定しない) に対し一切責任を負うものではありません。これは、アンリツがそのような損害の可能性について警告を受けていたか否かを問いません。 州や管轄裁判所によっては、結果的または付随的損害の除外または制限を認めない場合があり、このような場合には、上述の制限は適用されません。

商標・登録商標

Windows、Windows 7、Windows XP、Windows Vista、Windows 2000、Microsoft Excel、Microsoft Visual Basic は、Microsoft Corporation の登録商標です。
Acrobat Reader は、Adobe Corporation の登録商標です。

注意

アンリツ株式会社は、アンリツ株式会社製の機器およびコンピュータプログラムの、適切な導入と操作および保守を促すために、アンリツ従業員およびお客様に向けて本書を提供しています。 本書に含まれる図面、仕様書、情報は、いずれもアンリツ株式会社の知的財産であり、これら図表、仕様書および情報のいかなる不正利用も禁じられています。また書面によるアンリツ株式会社の事前の許可なく、機器またはソフトウェアの製造または販売のベースとして、全部であるか部分であるかを問わず、それらの複製、複写、または使用も許されません。

更新

本書が更新された場合は、次に示すアンリツ株式会社 Web サイトの 書庫からダウンロードできます：
http://www.anritsu.com

お客様の地域の最新のサービスおよび販売に関するお問い合わせ先につきましては、
http://www.anritsu.com/contact.asp をご覧ください。

Anritsu ソフトウェアに関するエンドユーザ使用許諾契約

重要－注意深くお読みください：エンドユーザ使用許諾契約（以後、「EULA」）は、上記に特定される Anritsu ソフトウェア製品に関わるお客様（個人または単一の実体）とアンリツ株式会社との法的合意書です。これには、コンピュータ ソフトウェアおよびこれに付随する媒体および印刷物が含まれ、また「オンライン」または電子版文書が含まれることもあります（以後、「ソフトウェア製品」または「ソフトウェア」）。お客様は当該ソフトウェア製品の受領または使用を以って、本 EULA の使用許諾条件に同意したものとみなされます。

ソフトウェア製品使用許諾

当該ソフトウェア製品は著作権法および国際著作権条約、ならびにその他の知的財産法および条約によって保護されています。本ソフトウェア製品は使用許諾を付与するものであり、販売されるものではありません。

1. 使用許諾の付与：本 EULA によって、以下の権利がお客様に付与されます。

a. お客様は、上記に特定するソフトウェア製品 1 つを、これをインストールした元のハードウェア製品（アンリツ計測器およびその内蔵コンピュータ）上でのみ使用することができます。当該ソフトウェアは、コンピュータの一時メモリ（例、RAM）にロードした場合、または永久メモリ（例、ハードディスク、CD-ROM 等の記憶装置）にインストールした場合、そのコンピュータ上での「使用」とみなされます。ただし、あくまでも 1 台又は複数の他のコンピュータへの内部配布の目的でネットワークサーバー上にインストールする場合は、「使用」とはみなされません。

b. 当該ソフトウェアに含まれている電子版文書に関してのみ、無制限の部数のコピー（ハードコピーまたは電子版）を作成することができます。ただし、そのようなコピーがあくまでも内部目的でのみ使用され、かつ転載もしくは第三者に配布されないことを条件とします。

2. 所有権：本契約の下でお客様に明示的に付与されている使用許諾を除き、アンリツ株式会社は当該ソフトウェア製品に関わる全ての権利、権原、利益を保有します。ただし、第 1.a 項の使用許諾の付与および根源的な当該ソフトウェア製品に関わるアンリツ株式会社の所有権を条件として、お客様が作成された本製品の派生的技術に関わる権利、権原、利益はお客様に帰属するものとします。

3. 著作権：当該ソフトウェア製品（本ソフトウェア製品に組み込まれている画像、写真、アニメーション、ビデオ、音声、音楽、テキスト、「アプレット」等を含む）、これに付随する印刷物、当該ソフトウェア製品のコピーに関わるすべての権原および著作権はアンリツ株式会社またはその供給者に帰属するものとします。当該ソフトウェア製品は、著作権法および国際条約の条項によって保護されています。このため、お客様は著作権で保護された他のあらゆるものと同様に当該ソフトウェア製品を扱う必要があります。ただし、お客様はバックアップまたはアーカイブの目的に限り当該ソフトウェア製品のコピーを 1 部作成することができます。当該ソフトウェア製品に付随する印刷物のコピーを作成することはできません。

4. その他の権利と制約について：

a. リバースエンジニアリング、逆コンパイル、逆アセンブル：本ソフトウェアのリバースエンジニアニング、逆コンパイル、逆アセンブルは、該当する法律によってそのような行為が明示的に許可されている場合を唯一の例外として、これを行うことはできません。

b. レンタル：本ソフトウェア製品をレンタルまたはリースすることはできません。

c. ソフトウェアの譲渡：お客様は本 EULA によるすべての権利を恒久的に譲渡することができます。ただし、コピーを手元に残さないこと、本ソフトウェア製品の一切を譲渡すること（アンリツ計測器、すべての構成部品、媒体および印刷物、アップグレード、本 EULA、および該当する場合は真正証明書を含む）、受領者が本 EULA の条項に同意することを条件とします。

d. 契約の終了：お客様が本 EULA の条件に従わなかった場合にはアンリツ株式会社は他の権利に不利益を与えることなく、本 EULA を終了することができます。そのような場合には、お客様は当該ソフトウェア製品のすべてのコピーを破棄する必要があります。

5. 米国政府の限定的権利：当該ソフトウェア製品および文書は限定的権利と共に提供されます。米国政府による使用、複製、開示は適宜、DFARS 252.227-7013 の技術データおよびコンピュータ ソフトウェアにおける権利に関する条項のサブパラグラフ (C)(1)(II) 、または 48 CFR 52.227-19 の商用コンピュータ ソフトウェア － 限定的権利のサブパラグラフ (C)(1) および (2) に定める制約の対象となります。製造者は ANRITSU COMPANY（490 JARVIS DRIVE, MORGAN HILL, CALIFORNIA 95037-2809）です。

The Anritsu software is copyright © 2012, Anritsu Company. All rights are reserved by all parties.

中国における RoHS 適合文書

MA24104A:

产品中有毒有害物质或元素的名称及含量 For Chinese Customers Only NLYB

部件名称	有毒有害物质或元素					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 [Cr(VI)]	多溴联苯 (PBB)	多溴二苯醚 (PBDE)
印刷线路板 (PCA)	×	○	×	×	○	○
机壳、支架 (Chassis)	×	○	×	×	○	○
其他（电缆、风扇、连接器等） (Appended goods)	×	○	×	×	○	○

○：表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在 SJ/T11363-2006 标准规定的限量要求以下。
×：表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出 SJ/T11363-2006 标准规定的限量要求。

环保使用期限

这个标记是根据 2006/2/28 公布的「电子信息产品污染控制管理办法」以及 SJ/T 11364-2006「电子信息产品污染控制标识要求」的规定，适用于在中国销售的电子信息产品的环保使用期限。仅限于在遵守该产品的安全规范及使用注意事项的基础上，从生产日起算的该年限内，不会因产品所含有害物质的泄漏或突发性变异，而对环境污染，人身及财产产生深刻地影响。
注）电池的环保使用期限是 5 年。生产日期标于产品序号的前四码
(如 S/N 0728XXXX 为 07 年第 28 周生产)。

MA24105A, MA24106A, MA24108A, MA24118A, MA24126A:

产品中有毒有害物质或元素的名称及含量 For Chinese Customers Only NLNB

部件名称	有毒有害物质或元素					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 [Cr(VI)]	多溴联苯 (PBB)	多溴二苯醚 (PBDE)
印刷线路板 (PCA)	×	○	×	×	○	○
机壳、支架 (Chassis)	×	○	×	×	○	○
其他（电缆、风扇、连接器等） (Appended goods)	×	○	×	×	○	○

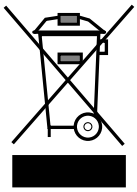
○：表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在 SJ/T11363-2006 标准规定的限量要求以下。
×：表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出 SJ/T11363-2006 标准规定的限量要求。

环保使用期限

这个标记是根据 2006/2/28 公布的「电子信息产品污染控制管理办法」以及 SJ/T 11364-2006「电子信息产品污染控制标识要求」的规定，适用于在中国销售的电子信息产品的环保使用期限。仅限于在遵守该产品的安全规范及使用注意事项的基础上，从生产日起算的该年限内，不会因产品所含有害物质的泄漏或突发性变异，而对环境污染，人身及财产产生深刻地影响。
注）生产日期标于产品序号的前四码(如 S/N 0728XXXX 为 07 年第 28 周生产)。

欧州議会・評議会指令 2002/96/EC

Equipment Marked with the crossed-out Wheelie Bin symbol complies with the European Parliament and Council Directive 2002/96/EC (the “WEEE Directive”) in the European Union.



For Products placed on the EU market after August 13, 2005, please contact your local Anritsu representative at the end of the product’s useful life to arrange disposal in accordance with your initial contract and the local law.

DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer's Name: ANRITSU COMPANY

Manufacturer's Address: Microwave Measurements Division
490 Jarvis Drive
Morgan Hill, CA 95037-2809
USA

declares that the product specified below:

Product Name: Inline High Power Sensor

Model Number: MA24104A

conforms to the requirement of:

EMC Directive:	2004/108/EC
Low Voltage Directive:	2006/95/EC

Electromagnetic Compatibility: EN61326:2006

Emissions:	EN55011: 2007 Group 1 Class A	
Immunity:	EN 61000-4-2:1995 +A1:1998 +A2:2001	4kV CD, 8kV AD
	EN 61000-4-3:2006 +A1:2008	3V/m
	EN 61000-4-4:2004	0 5kV SL, 1kV PL
	EN 61000-4-5:2006	0.5kV L-L, 1kV L-E
	EN 61000-4-6: 2007	3V
	EN 61000-4-11: 2004	100% @ 20msec

Electrical Safety Requirement:

Product Safety: EN 61010-1:2001

for Eric McLean

Eric McLean, Corporate Quality Director

Morgan Hill, CA

05 October 2009
Date

European Contact: For Anritsu product EMC & LVD information, contact Anritsu LTD, Rutherford Close, Stevenage Herts, SG1 2EF UK, (FAX 44-1438-740202)

DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer's Name: ANRITSU COMPANY

Manufacturer's Address: Microwave Measurements Division
490 Jarvis Drive
Morgan Hill, CA 95037-2809
USA

declares that the product specified below:

Product Name: Inline Peak Power Sensor

Model Number: MA24105A

conforms to the requirement of:

EMC Directive:	2004/108/EC
Low Voltage Directive:	2006/95/EC

Electromagnetic Compatibility: EN61326:2006

Emissions:	EN55011: 2007 Group 1 Class A	
Immunity:	EN 61000-4-2:1995 +A1:1998 +A2:2001	4 kV CD, 8 kV AD
	EN 61000-4-3:2006 +A1:2008	3 V/m
	EN 61000-4-4:2004	0.5 kV S-L, 1 kV P-L
	EN 61000-4-5:2006	0.5 kV L-L, 1 kV L-E
	EN 61000-4-6: 2007	3 V
	EN 61000-4-11: 2004	100% @ 20 ms

Electrical Safety Requirement:

Product Safety: EN 61010-1:2001

Eric McLean, Corporate Quality Director

Morgan Hill, CA

27 Sept 2011
Date

European Contact: For Anritsu product EMC & LVD information, contact Anritsu LTD, Rutherford Close, Stevenage Herts, SG1 2EF UK, (FAX 44-1438-740202)

DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer's Name: ANRITSU COMPANY

Manufacturer's Address: Microwave Measurements Division
490 Jarvis Drive
Morgan Hill, CA 95037-2809
USA

declares that the product specified below:

Product Name: USB Power Sensor

Model Number: MA24106A

conforms to the requirement of:

EMC Directive 89/336/EEC as amended by Council Directive 92/31/EEC & 93/68/EEC
Low Voltage Directive 2006/95/EC as amended by Council directive 93/68/EEC

Electromagnetic Interference: EN61326:1997 +A1: 1998 +A2:2002 A3:2003

Emissions:	EN55011: 1998 +A1: 1999 +A2:2002 Group 1 Class A	
Immunity:	EN 61000-4-2:1995 +A1:1998 +A2:2001	- 4kV CD, 8kV AD
	EN 61000-4-3:2002 +A1:2002	- 10V/m
	EN 61000-4-4:2004	- N/A, I/O < 3 meters
	EN 61000-4-5:1995 +A1:2001	- N/A, I/O < 3 meters
	EN 61000-4-6:1996 +A1:2001	- N/A, I/O < 3 meters
	EN 61000-4-11:1994 +A1:2001	- N/A

Electrical Safety Requirement:

Product Safety: N/A

Eric McLean, Corporate Quality Director

Morgan Hill, CA

21 MAR 2007
Date

European Contact: For Anritsu product EMC & LVD information, contact Anritsu LTD, Rutherford Close, Stevenage Herts, SG1 2EF UK, (FAX 44-1438-740202)

DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer's Name: ANRITSU COMPANY

Manufacturer's Address: Microwave Measurements Division
490 Jarvis Drive
Morgan Hill, CA 95037-2809
USA

declares that the product specified below:

Product Name: USB Power Sensor

Model Number: MA24108A, MA24118A

conforms to the requirement of:

EMC Directive:	2004/108/EC
Low Voltage Directive:	2006/95/EC

Electromagnetic Compatibility: EN61326:2006

Emissions:	EN55011: 2007 Group 1 Class A	
Immunity:	EN 61000-4-2:1995 +A1:1998 +A2:2001	4kV CD, 8kV AD
	EN 61000-4-3:2006 +A1:2008	3V/m
	EN 61000-4-4:2004	0.5kV SL, 1kV PL
	EN 61000-4-5:2006	0.5kV L-L, 1kV L-E
	EN 61000-4-6: 2007	3V
	EN 61000-4-11: 2004	100% @ 20msec

Electrical Safety Requirement:

Product Safety: EN 61010-1:2001

Eric McLean, Corporate Quality Director

Morgan Hill, CA

28 APRIL 2009
Date

European Contact: For Anritsu product EMC & LVD information, contact Anritsu LTD, Rutherford Close, Stevenage Herts, SG1 2EF UK, (FAX 44-1438-740202)

DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer's Name: ANRITSU COMPANY

Manufacturer's Address: Microwave Measurements Division
490 Jarvis Drive
Morgan Hill, CA 95037-2809
USA

declares that the product specified below:

Product Name: USB Power Sensor

Model Number: MA24126A

conforms to the requirement of:

EMC Directive:	2004/108/EC
Low Voltage Directive:	2006/95/EC

Electromagnetic Compatibility: EN61326:2006

Emissions:	EN55011: 2007 Group 1 Class A	
Immunity:	EN 61000-4-2:1995 +A1:1998 +A2:2001	4kV CD, 8kV AD
	EN 61000-4-3:2006 +A1:2008	3V/m
	EN 61000-4-4:2004	0 5kV SL, 1kV PL
	EN 61000-4-5:2006	0 5kV L-L, 1kV L-E
	EN 61000-4-6: 2007	3V
	EN 61000-4-11: 2004	100% @ 20msec

Electrical Safety Requirement:

Product Safety: EN 61010-1:2001

for Eric McLean

Eric McLean, Corporate Quality Director

Morgan Hill, CA

05 October 2009
Date

European Contact: For Anritsu product EMC & LVD information, contact Anritsu LTD, Rutherford Close, Stevenage Herts, SG1 2EF UK, (FAX 44-1438-740202)

輸出管理規制についてのお知らせ

本製品およびマニュアル類は、日本から再輸出する場合に米国商務省の許可が必要となる場合があります。

本製品やマニュアル類を輸出するときは、輸出管理規制の対象かどうかを確認するためにアンリツにご連絡ください。

輸出管理規制対象品を廃棄するときは、その製品及びマニュアル類を破壊または切り刻み、軍事目的で不法使用できないようにする必要があります。

CE 適合マーク

アンリツは、欧州共同体理事会指令準拠製品には CE マーク を付けて、これらの製品が欧州連合 (EU) の EMC および LVD 指令に準拠していることを示しています。

C-tick 適応マーク

アンリツはオーストラリアおよびニュージーランドにおける電磁波準拠規制に準拠する製品には C-tick マークを付けて、これらの製品がこれらの規制に準拠していることを示しています。

安全情報の表示

機器の不良動作による人身事故や財産の損害を避けるため、アンリツ株式会社は次に示す記号によって、安全に関する情報を示します。安全を確保するため、機器を操作する*前に*この情報を読み十分理解して下さい。

本書で使用される記号について

危険

機器の動作不良による死亡または重傷および損失に至る切迫した危険状況があることを警告しています。危険状況に陥るリスクを最小限に抑えるため、すべての注意事項および手順に従ってください。

警告

機器の動作不良による軽度から重度の負傷または損失に至る危険状況があることを警告しています。危険状況に陥るリスクを最小限に抑えるため、すべての注意事項および手順に従ってください。

注意

機器の動作不良による損失に至る危険状況があることを警告しています。危険状況に陥るリスクを最小限に抑えるため、すべての注意事項および手順に従ってください。

機器に表示され本書でも使用される安全表示記号について

これら安全表示記号は、安全に関する情報および操作上の注意を喚起するために、該当部位の近くに機器の内部または外装に表示されます。機器を操作する*前に*これらの記号の意味を十分理解し、必要な予防措置を必ず講じて下さい。次に示す 5 つの記号の一部またはすべては、全アンリツ機器に使用されているとは限りません。またこのほかに、このマニュアルに記載していない図が製品に貼付されていることがあります。

禁止行為を示します。円の中や近くに禁止されている操作が記載されます。

守るべき義務的行為を示します。円の中や近くに必要な操作方法が記載されます。

警告や注意を示します。三角の中や近くにその内容が記載されます。

注意すべきことを示します。四角の中にその内容が記載されます。

このマークを付けた部品がリサイクル対象であることを示します。

安全にお使い頂くために

警告

左の警告マークが表示されている箇所の操作を行うときは必ず取扱説明書を参照してください。本取扱説明書に示す注意を無視して操作する場合などは、人体の障害に至る危険があります。また、本器の性能を劣化させる原因にもなり得ます。

なお、この警告マークは、他の危険を示す他のマークや文言と共に用いられることがあります。

警告

本器のユーザによる修理は禁止されています。カバーを開けたり、内部の分解などをしないで下さい。本器の保守に関しては、所定の訓練を受け、火災や感電事故などの危険を熱知した当社または代理店のサービスマンに依頼して下さい。精密部品を破損する可能性があります。

注意

静電気放電 (ESD) が、本器の高感度回路を損傷させることがあります。ESD が最も発生しやすいのは、本器の正面パネルおよび背面パネルにあるポートやコネクタに試験機器を接続するとき、またはそれらのポートやコネクタから試験機器を取外すときです。静電気放電リストバンドの装着で、本器および試験機器を保護できます。また本器の正面および背面パネルのポートやコネクタに触れる前に、接地した本器の外部筐体に触れることでユーザ自身を接地し、帯電する静電気をすべて放電することもできます。適切な接地で静電気放電の可能性を排除してからでなければ、テストポートの中心導体に触ることは避けて下さい。

静電気放電が原因と分かった故障の修理は、保証外です。

目次

1 章 — 概説

1-3 説明 1-1

1-4 CD-ROM の内容 1-1

PowerXpert インストール プログラム 1-1

Microsoft® .NET Framework バージョン 2.0 インストール プログラム. 1-1

ユーザガイド 1-1

製品カタログ 1-1

測定の不確かさの計算機能 1-2

サンプルの Visual Basic プログラム フォルダ 1-2

1-5 初期点検 1-2

1-6 センサの識別番号 1-3

カスタマ資産タグの貼付 1-3

1-7 保管／輸送の準備 1-4

1-8 アンリツお問い合わせ先 1-4

2 章 — インストール（PC のみ）

2-2 ハードウェアおよびソフトウェア要件. 2-1

2-3 PowerXpert アプリケーションおよびパワーセンサ ドライバ 2-1

PowerXpert のインストール 2-2

パワーセンサ ドライバのインストール 2-5

3 章 —PowerXpert™ の使用

3-2 PowerXpert の設定 3-2

3-3 PowerXpert™ の概要 3-4

数値表示領域 3-6

センサ情報表示領域 3-6

目盛の設定とグラフ表示領域 3-7

3-4 Continuous Mode（連続モード）. 3-10

Duty Cycle（デューティサイクル）. 3-10

Relative（相対モード）. 3-10

Units（単位）. 3-10

Forward Measurement（順方向測定）. 3-11

Reverse Measurement（逆方向測定）. 3-11

Video Bandwidth（ビデオ帯域幅）. 3-11

Aperture Time（開口時間）. 3-11

Measurement Hold（測定ホールド）. 3-11

Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン 3-12

3-5 Time Slot Mode（タイムスロットモード）. 3-12

Number of Slots（スロット数）: 3-12

Slot Width（スロット幅）. 3-12

Start Exclusion（開始除外時間）、End Exclusion（終了除外時間）. 3-12

Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン 3-12

3-6 Scope Mode（スコープモード）. 3-13
Capture Time（キャプチャ時間）. 3-13
Data Points（データ ポイント数）. 3-14
Gate（ゲート）と Fence（フェンス）. 3-16
Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン 3-17
3-7 General Settings（一般設定）. 3-17
Zero Sensor（センサのゼロ設定）. 3-17
Frequency（周波数）. 3-17
Auto Average（自動平均化）. 3-17
Auto Averaging Source（自動平均化ソース）. 3-18
Averaging Method（平均化の方式）. 3-18
Averages（平均化回数）. 3-19
Offset（オフセット）. 3-19
Range（パワー範囲）. 3-19
Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン 3-19
3-8 Trigger（トリガ）設定 3-20
Trigger Source（トリガソース）. 3-20
Trigger Arm Type（トリガ アーミングタイプ）. 3-20
Trigger Level（トリガレベル）. 3-21
Trigger Edge（トリガエッジ）. 3-21
Trigger Delay（トリガ遅延時間）. 3-21
Noise Immunity（雑音耐性）. 3-22
Arm Trigger（トリガアーミング）ボタン. 3-22
3-9 Tools（ツール）. 3-23
Zero All Sensors（すべてのセンサをゼロ設定）. 3-23
Capture Screen（画面取込み）. 3-23
Log Data（データのログ）. 3-24
Multiple Sensor Display（複数センサ表示）. 3-25
View Summary（サマリの表示）. 3-26
Offset Table（オフセットテーブル）. 3-27
Updating the Firmware（ファームウェアのアップデート）. 3-27
3-10 Settings（設定）. 3-28
Save/Recall Setup（設定の保存と呼出し）. 3-28
Reset to Factory Settings（工場出荷時の設定にリセット）. 3-28
Set Sensor Time Out（センサタイムアウト設定）. 3-28
Secure Mode（セキュアモード）. 3-30
3-11 Help（ヘルプ）. 3-31

4 章 — パワーセンサのお手入れ

4-2 パワーセンサに関する注意事項 4-1
4-3 RF コネクタに関する注意事項 4-2
4-4 接続方法 4-3
接続手順 4-3
取外し手順 4-3
4-5 RF コネクタの予防的なお手入れ 4-4
目視検査 4-4
ピン深さ測定 4-4
ピン深さ寸法 4-5
ピン深さゲージ 4-6
ピン深さの許容値 4-6
4-6 コネクタの清掃 4-7
清掃要件 4-7
清掃時の注意 4-7
清掃手順 4-7

5 章 —MA24104A の使用方法

5-1 センサの概要 5-1
5-2 測定の実施 5-1
パワー測定の基本 5-2
センサの接続 5-3
センサのゼロ設定 5-4
センサの校正 5-4
校正係数補正値の適用 5-4
読取り値の最適化 5-4
5-3 測定に関する注意 5-6
時間変動信号 5-6
マルチトーン信号 5-6
雑音と平均化 5-6
安定するまでの時間 5-6
最大入力パワー 5-7
5-4 測定の不確かさ 5-8
測定不確かさの計算機能 5-8
不確かさの要素 5-8
不確かさの例 5-9
5-5 エラー状態 5-10

6 章 —MA24104A の動作試験

6-2 注意事項 6-1
6-3 必要機器 - MA24104A. 6-2
6-4 VSWR 予備試験 6-3
6-5 方向性試験 6-4
6-6 周波数応答試験. 6-6
6-7 リニアリティ試験 6-8

7 章 —MA24105A の使用方法

7-1 センサの概要 7-1
7-2 測定の実施 7-2
パワー測定の基本 7-2
センサの接続 7-4
センサのゼロ設定 7-4
センサの校正 7-4
校正係数補正値の適用. 7-4
読取り値の最適化 7-4
7-3 測定に関する注意 7-6
マルチトーン信号 7-6
雑音と平均化 7-6
安定するまでの時間 7-6
最大入力パワー 7-6
7-4 測定の不確かさ. 7-8
測定不確かさの計算機能 7-8
不確かさの例 7-9
7-5 エラー状態 7-10

8 章 —MA24105A の動作試験

8-2 注意事項 8-1
8-3 必要機器 - MA24105A. 8-2
8-4 VSWR 予備試験 8-3
8-5 方向性試験 8-4
8-6 周波数応答試験. 8-7
8-7 リニアリティ試験 8-9

9 章 —MA24106A の使用方法

9-1 センサの概要 9-1
9-2 測定の実施 9-1
パワー測定の基本 9-1
DUT（被試験デバイス）の接続 9-2
センサのゼロ設定 9-3
センサの校正 9-3
校正係数補正値の適用. 9-3
読取り値の最適化 9-3

9-3 測定に関する注意 9-5
時間変動信号 9-5
高クレストファクタ信号（ピーク対平均比） 9-5
マルチトーン信号 9-6
雑音と平均化 9-6
安定するまでの時間 9-6
9-4 測定の不確かさ 9-6
測定不確かさの計算機能 9-6
不確かさの例 9-7
9-5 エラー状態 9-8

10 章 —MA24106A の動作試験

10-2 注意事項 10-1
10-3 必要機器 - MA24106A 10-2
10-4 VSWR 予備試験 10-3
10-5 周波数応答試験 10-4
10-6 リニアリティ試験 10-6

11 章 —MA24108A、MA24118A、MA24126A の使用方法

11-1 センサの概要 11-1
11-2 測定の実施 11-1
パワー測定の基本 11-1
DUT（被試験デバイス）の接続 11-2
センサのゼロ設定 11-2
センサの校正 11-2
校正係数補正値の適用 11-3
読取り値の最適化 11-3
11-3 測定に関する注意 11-5
高クレストファクタ信号（ピーク対平均比） 11-5
マルチトーン信号 11-5
雑音と平均化 11-6
時間変動信号の平均値 11-6
安定するまでの時間 11-6
スコープモードでの雑音と時間分解能 11-6
内部トリガの最適化 11-7
スコープモードでの雑音フロア 11-7
11-4 測定の不確かさ 11-8
測定不確かさの計算機能 11-8
不確かさの例 11-9
11-5 エラー状態 11-10

12 章 —MA24108A、MA24118A、MA24126A の動作試験

12-2 注意事項 12-1
12-3 必要機器 ー MA24108A/118A/126A 12-2
12-4 VSWR 予備試験 12-3
12-5 周波数応答試験. 12-4
12-6 リニアリティ試験 12-7

13 章 — リモート制御

13-2 センサのプログラミング 13-1
フォーマットの送信と受信 13-1
HyperTerminal 13-1
時間分解能. 13-2
サンプリングレート 13-2
エラー応答. 13-2
センサのデフォルト設定値 13-2
13-3 汎用コマンド 13-4
13-4 モードコマンド. 13-17
連続平均モード（CA モード）. 13-18
スロットモード 13-18
スコープモード 13-20
13-5 トリガコマンド. 13-23
トリガソース 13-23
トリガレベル 13-25
トリガエッジ 13-25
トリガ遅延時間 13-26
トリガの雑音耐性 13-27
トリガアーミング 13-28

付録 A— サンプルの Visual Basic Code

A-2 デモアプリケーションの使用方法 A-1

付録 B— ファームウェアのアップグレード

B-2 MA24104A および MA24106A のファームウェアのアップグレード B-1
B-3 MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A のファームウェアのアップグレード . . . B-5
古いアップグレードドライバの削除 B-7

付録 C—USB ／シリアルポートの互換性

C-2 方法 1 – 更新されたソフトウェアをダウンロードする C-2

索引

プログラミング コマンド アルファベット順索引

1 章 — 概説

1-1　このマニュアルの対象範囲

このマニュアルでは、アンリツ MA24104A、MA24105A、MA24106A、MA24108A、MA24118A、MA24126A USB パワーセンサ、および Anritsu PowerXpert™ アプリケーションについて一般的な情報、設置・インストール方法、操作方法を説明しています。このマニュアル全体を通して、MA24104A、MA24105A、MA24106A、MA24108A、MA24118A、MA24126A、およびパワーセンサという用語は同じ意味で使用されており、パワーセンサというデバイスを指します。本書の構成は目次に示されています。

1-2　はじめに

本章では、アンリツ USB パワーセンサについて、本デバイスの概説、識別番号、初期点検の方法、保管と輸送前の準備などを説明しています。

1-3　説明

アンリツ USB パワーセンサは、USB を介して PC（パーソナルコンピュータ）と通信を行う高精度の一体型計測器です。また、パワーセンサは、スペクトラムマスタ、BTS マスタ、VNA マスタ、セルマスタ、サイトマスタなどのアンリツ携帯型計測器とも通信を行います（これらの計測器の場合、オプション 19 が必要となります）。CW（連続波）や、3G、4G、OFDM、マルチトーン信号など変調された RF 波形の平均パワーの測定に理想的なパワーセンサです。つまり、入力信号の種類に関わりなく、真の RMS（実効値）出力を測定します。

備考	MA24104A および MA24106A は USB 2.0 インタフェースを搭載しており、USB タイプ ミニ B ポートが備わっています。 MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A は USB 2.0 インタフェースを搭載しており、USB タイプ マイクロ B ポートが備わっています。これらのインタフェースは USB 2.0 に対応していますが、転送速度は 12 Mbps です。また、パワーセンサに電源を供給します。 この USB インタフェースを介して、リモートでパワーセンサをプログラミングすることができます。

1-4　CD-ROM の内容

PowerXpert CD-ROM には、以下のプログラム、ドキュメント、アクセサリが収録されており、CD-ROM 起動ページ（startup.htm）から利用できます。

PowerXpert インストール プログラム

USB を介してパワーセンサを PC へ接続する際のユーザ インタフェースを提供します。

Microsoft® .NET Framework バージョン 2.0 インストール プログラム

ご使用の PC に .NET Framework がまだインストールされていない場合、このプログラムを利用してください。PowerXpert インストール プログラムにより、ご使用の PC に既にインストールされているかどうかチェックされ、まだインストールされていない場合にはメッセージが表示されます。

ユーザガイド

ユーザガイドでは、すべての USB パワーセンサおよび PowerXpert アプリケーションについての設置・インストール方法、操作方法、動作試験方法を説明しています。

製品カタログ

製品カタログへのリンクをクリックすると、パワーセンサの動作仕様や特徴をご覧いただけます。

測定の不確かさの計算機能

パワー測定の不確かさを計算するための Microsoft Excel ツールを搭載しています。タブが 2 つあり、各センサ（ドロップダウンメニューから選択可能）の測定の不確かさが表示されるタブと、MA24105A ピークパワーセンサの他の不確かさの要素と計算値が表示されるタブがあります。

サンプルの Visual Basic プログラム フォルダ

Microsoft Visual Basic® 6.0 で書かれたサンプル アプリケーション（DemoApp.exe）が収録されているフォルダへのリンクを提供します。このアプリケーションとそのコードは例として提供されており、ユーザはパワーセンサで使用するカスタム アプリケーションを開発することができます。使用方法と DemoApp のコードについては、附属書 A に記載しています。

1-5 初期点検

梱包箱が破損していないことを確認します。梱包箱が破損している場合は、付属品リストと付属品を照合して欠品がないことと、パワーセンサに機械的または電気的な問題が及んでいないことが確認されるまで、梱包箱と緩衝材を保管しておきます。製品には次のアイテムが同梱されています。

MA24104A:

- MA24104A、インライン高性能センサ
- 2300-526、インストール用 CD
- クイックスタートガイド
- 2000-1566-R、USB 2.0A- ミニ B 接続ケーブル
- 800-441、RS232 ケーブル
- 40-168-R、外部電源装置
- 69747、AA アルカリ バッテリ（3 個）

MA24105A:

- MA24105A、インライン ピークパワーセンサ
- 2300-526、インストール用 CD
- クイックスタートガイド
- 2000-1606-R、ラッチ付き USB A- マイクロ - B 接続ケーブル（1.8 m）

MA24106A:

- MA24106A、USB パワーセンサ
- 2300-526、インストール用 CD
- クイックスタートガイド
- 2000-1566-R、USB 2.0 A- ミニ B 接続ケーブル

MA24108A、MA24118A、MA24126A:

- MA24108A、MA24118A、または MA24126A USB パワーセンサ
- 2300-526、インストール用 CD
- クイックスタートガイド
- 2000-1606-R、ラッチ付き USB A- マイクロ B 接続ケーブル（1.8 m）
- 2000-1605-R、BNC(M)-MCX(M) 接続ケーブル（1.5 m）

同梱品に欠品がある場合や、パワーセンサが機械的または電気的に破損している場合は、購入元またはアンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。梱包箱に破損が見られたり圧力がかかった痕跡があれば、合わせて運送会社にもご連絡ください。運送会社の確認のために梱包箱と緩衝材は保管しておいてください。

1-6 センサの識別番号

アンリツのパワーセンサには 1 台ごとに 7 桁の製造番号（例、0701012）が付いています。製造番号はラベルに印刷されて製品に貼付されています。部品のご注文やアンリツ カスタマサービスへのお問い合わせの際には、パワーセンサの正しい製造番号と型名番号をご提示ください（例、型名：MA24126A パワーセンサ、製造番号：0701012）。

カスタマ資産タグの貼付

パワーセンサに資産タグを貼付する場合は、使用中に資産タグが剥がれることのないよう、カバープレートの下図に示す部分に貼付してください。

図 1-1. カスタマ資産タグの貼付

1-7　保管／輸送の準備

パワーセンサを保管する際は、ユニットを清掃したあと、乾燥剤を同封し、推奨される温度環境下で保管してください。保管時の推奨温度については、データシートを参照してください。

輸送中の衝撃からパワーセンサを可能な限り保護するため、元の梱包箱に梱包するようにしてください。修理のためパワーセンサをアンリツに返送する際に元の梱包箱を利用できない場合は、アンリツ カスタマサービスにその旨を伝えてください。新しい梱包箱を無償にて送付いたします。元の梱包箱を利用できず、新しい梱包箱も入手不可能な場合には、以下に示す梱包・輸送手順に従ってください。

備考	パワーセンサを梱包する前に、USB ケーブルおよびトリガケーブルの接続を外してください。

- **適切な梱包箱を使用する：**段ボール箱を用意します。緩衝材を充填する空間を確保するために、段ボール箱の内寸はパワーセンサの外寸よりも縦横高さとも 15cm 以上大きくなくてはなりません。
- **パワーセンサを保護する：**外装の表面を傷付けないようにするため、ポリエチレンシートでパワーメータを包みます。
- **緩衝材を詰める：**ウレタンなどの緩衝材を段ボール箱とパワーセンサの間にきつめに入れ、パワーセンサのすべての側面にクッションが行き渡るようにします。緩衝材の厚みはそれぞれの面で 7.5cm 以上が必要です。
- **梱包箱を封止する：**段ボール箱の上面を梱包用テープか工業用ステープラで封止します。
- **梱包箱に届け先住所を明記する：** 保守サービスのためにパワーセンサをアンリツに返送する場合は、お近くのアンリツサービスセンターの住所、およびお客様の返送先住所を段ボール箱の目立つところ（1 箇所または複数の箇所）に明記してください。

1-8　アンリツお問い合わせ先

アンリツへのお問い合わせ先は、以下の Web サイトをご覧ください。

http://www.anritsu.com/contact.asp

このサイトから、お客様の国または地域の販売、サービス、サポートの最新のお問い合わせ先を選んだり、オンラインでフィードバックを得ることができます。また、ご質問等を「Talk to Anritsu」フォームにご記入になれば回答を送付いたします。その他のサービスもこのサイトでご提供しております。

1-9　製品アップデートについて

Anritsu Power Meters and Sensors 製品ページから最新の製品情報をご覧いただけます。

このページへは以下の URL からアクセスできます。

http://www.anritsu.com/en-US/Products-Solutions/Test-Measurement/RF-Microwave/Power-Meters-and-Sensors/index.aspx

製品ページから製品型名を選択すると Library タブが表示され、アンリツ製品に関連する最新のドキュメントやダウンロードへのリンクを利用することができます。

2 章 — インストール（PC のみ）

2-1 はじめに

本章では、Anritsu PowerXpert™ アプリケーション、および MA24104A、MA24105A、MA24106A、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサ ドライバのインストールについて説明しています。内容は以下のとおりです。

- Anritsu PowerXpert アプリケーションに関する「ハードウェアおよびソフトウェア要件」
- 「PowerXpert のインストール」手順
- 「パワーセンサ ドライバのインストール」手順

2-2 ハードウェアおよびソフトウェア要件

本ソフトウェアのインストールおよび使用に際して、以下の最低必要条件を満たしていることを確認してください。

- Intel® Pentium® III（1 GB RAM 搭載）、または Intel® Pentium® IV（512 MB RAM 搭載）、または同等品（Intel® Pentium® IV（1 GB RAM 搭載）を推奨します。マルチセンサ機能で使用する場合は、2 GB RAM 搭載のデュアルコアプロセッサを推奨します。）
- すべてのバージョンの Microsoft® Windows 7 および Windows Vista®、Windows XP、または Windows 2000
- 100 MB ハードディスク空き容量
- 表示分解能 1024 ~ 768
- USB 2.0 フルスピード（USB 1.0 および 1.1 と互換性がある）インタフェース
- CD-ROM ドライブ

2-3 PowerXpert アプリケーションおよびパワーセンサ ドライバ

パワーセンサを使用する前に、PowerXpert アプリケーションとパワーセンサ ドライバの両方をインストールしておく必要があります。以下の手順に従い、正しくインストールしてください。

備考	以前のバージョンの PowerXpert **および** ATMEL SAM-BA ソフトウェアが PC にインストールされている場合は、最初にこれらをアンインストールしてから、PowerXpert をインストールしてください。 以前のバージョンの MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサをご使用の場合、PowerXpert のすべての機能を使用するにはファームウェア バージョン 2.0 以上にアップグレードする必要があります（ファームウェアのアップグレードは必ず PowerXpert から行ってください）。パワーセンサのファームウェアのアップグレードについては、付録 B「ファームウェアのアップグレード」を参照してください。

PowerXpert のインストール

1. インストール用 CD を、ご使用のコンピュータのドライブに挿入します。自動的にメニューが表示されない場合は、CD 上の Startup.htm という名前のファイルを開きます。

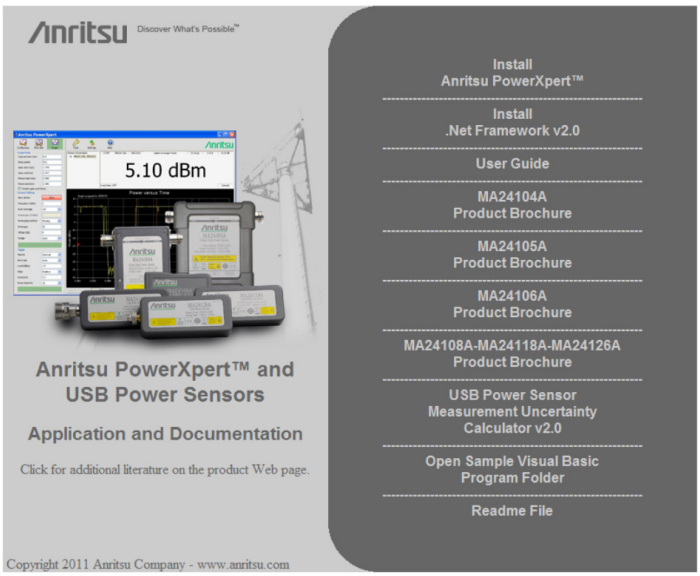


図 2-1.　Anritsu PowerXpert CD メニュー

2. **Install Anritsu PowerXpert™**（Anritsu PowerXpert のインストール）をクリックし、**Run（実行）**を選択してインストールを開始します。

備考	Microsoft® .Net Framework バージョン 2.0 がインストールされていない場合は、PowerXpert アプリケーションのインストールが一時停止します。必要な場合は、メニューからインストールしてください。

3. 続いて表示される画面で、**Next（次へ）**をクリックしてインストールを開始します。

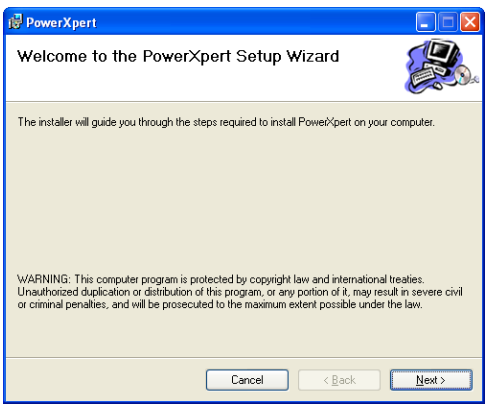


図 2-2.　Anritsu PowerXpert アプリケーションのインストール

4. ライセンス契約を読み、続行する場合は「I Agree」（同意する）を選択して、**Next（次へ）**をクリックします。

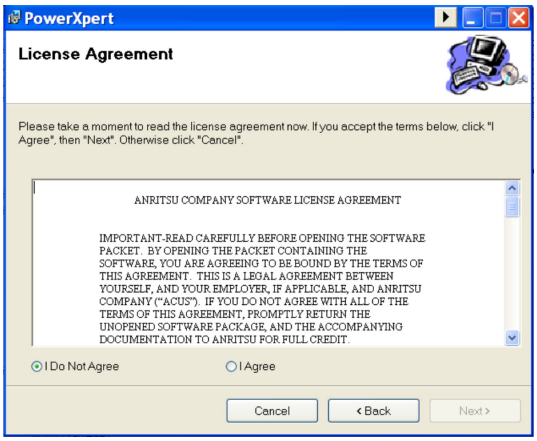


図 2-3.　PowerXpert ライセンス

5. インストール フォルダの場所を指定する場合は、Browse（参照）をクリックしてディレクトリを指定し、**Next（次へ）**をクリックします。デフォルトでは、次のディレクトリにインストールされます。
C:\Program Files\Anritsu\PowerXpert

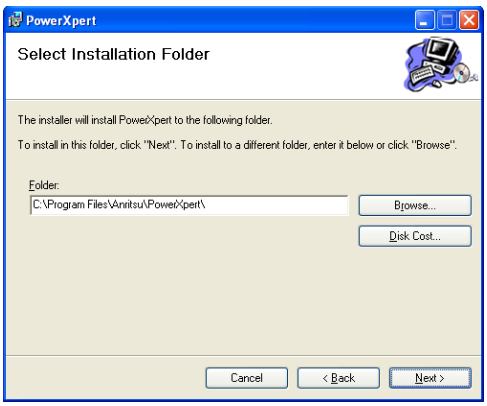


図 2-4.　Anritsu PowerXpert アプリケーションのインストール

6. Next（次へ）を選択してソフトウェアのインストールを続行します。

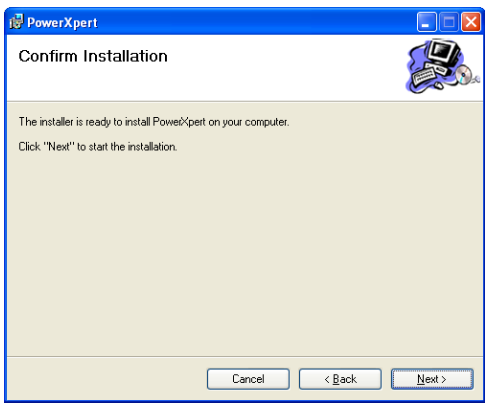


図 2-5.　Anritsu PowerXpert アプリケーションのインストール

選択した場所にソフトウェアがインストールされます。

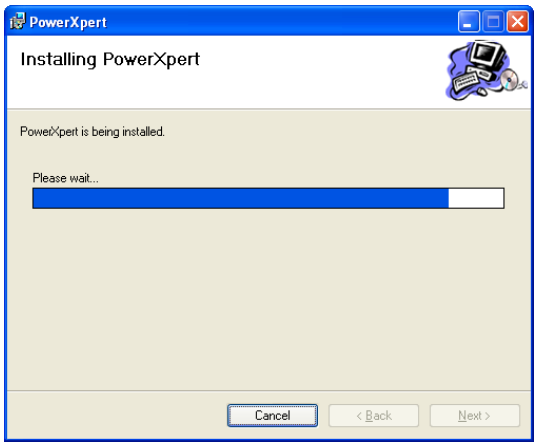


図 2-6. Anritsu PowerXpert のインストール

7. インストールが完了したら、**Close（閉じる）**をクリックします。

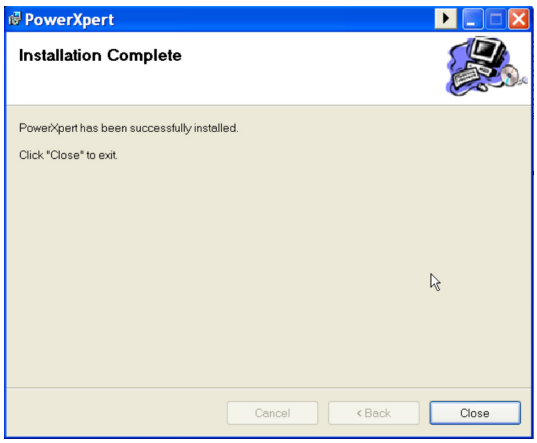


図 2-7. Anritsu PowerXpert アプリケーションのインストール

備考	**Windows Vista** で PowerXpert を実行する場合：Vista では厳格なセキュリティポリシーを実施しているため、本アプリケーションを管理者として実行する必要があります。 **Windows 7** で PowerXpert を実行する場合：PowerXpert をインストールしたら、アプリケーションアイコンを右クリックし、Properties（プロパティ）オプションで互換タブを選択して、Windows XP service pack 3 の互換モードでアプリケーションを実行するよう設定します（図 2-8）。Windows 7 では厳格なセキュリティポリシーを実施しているため、本アプリケーションを管理者として実行する必要があります。

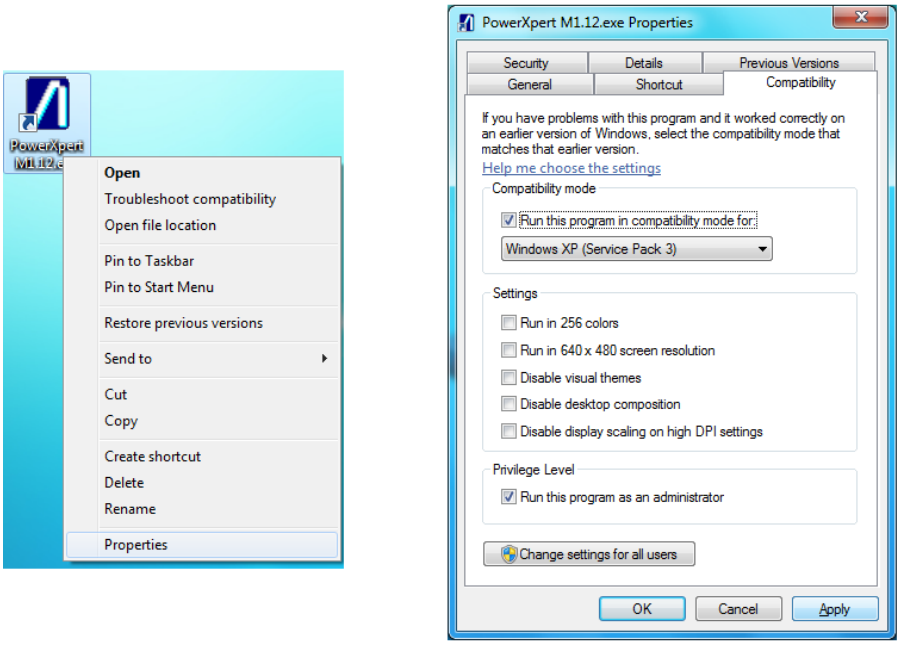


図 2-8.　Windows XP 互換モードで実行するよう PowerXpert を設定する

PowerXpert アプリケーションは、Windows の Start（スタート）メニューから Anritsu プログラムグループを選択して起動することができます。

新しいパワーセンサをインストールしている場合は、次項「パワーセンサ ドライバのインストール」へ進んでください。

パワーセンサ ドライバのインストール

1. 同梱の USB ケーブルを使い、PC の USB ポートにパワーセンサを接続します。
   ステータス LED が緑色に点灯し、センサの電源がオンになったことを示します。
2. Found New Hardware Wizard（新しいハードウェアの検出）インストール画面が表示された場合は、**No, not this time**（今回は行わない）を選択してソフトウェアの検索をスキップし、**Next（次へ）**をクリックします。

図 2-9.　Found New Hardware Wizard

3. **Install the software automatically (Recommended)**（自動インストール）を選択し、**Next（次へ）**をクリックします。

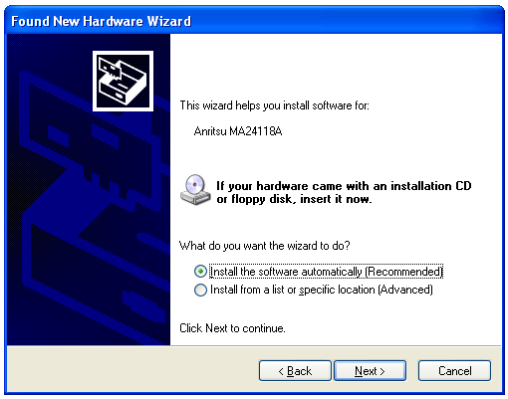


図 2-10. Found New Hardware Wizard

4. インストールしているセンサをリストから選択し、**Next（次へ）**をクリックします（下図を参照）。

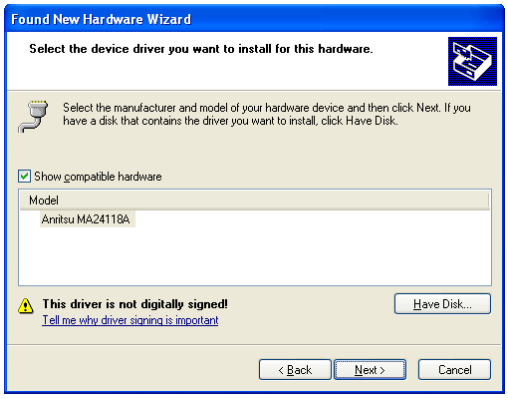


図 2-11. Found New Hardware Wizard

5. 下図のような Hardware Installation（ハードウェアのインストール）警告ダイアログが表示されます。**Continue Anyway（続行）**をクリックします。

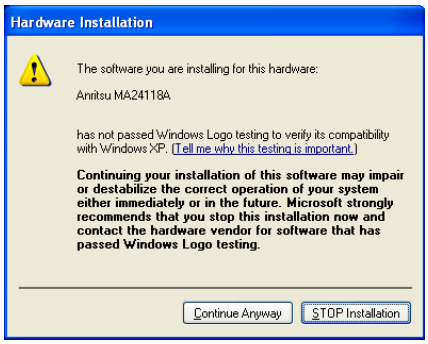


図 2-12. ハードウェアのインストールに関する警告

ハードウェアドライバが自動的にインストールされます。

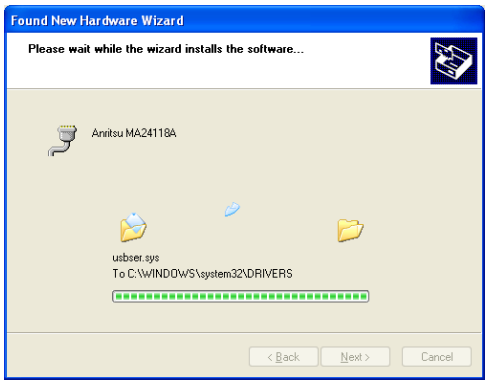


図 2-13. Found New Hardware Wizard

6. インストールが完了したら、**Finish（終了）**をクリックしてウィザードを閉じます。

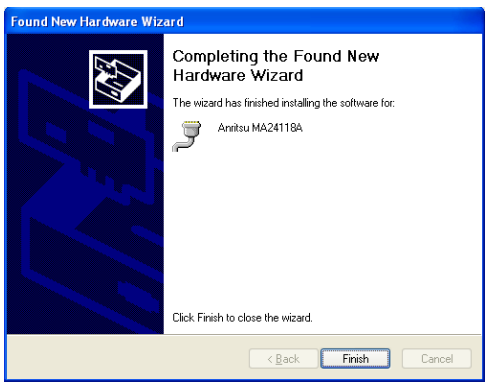


図 2-14. Found New Hardware Wizard

7. これで、パワーセンサを使用することができます。新しく作成されたデスクトップアイコンまたは **Start（スタート）** | Programs（プログラム）| Anritsu メニューから Anritsu PowerXpert アプリケーションを起動します。Anritsu PowerXpert アプリケーションの使用方法については、3 章「PowerXpert™ の使用」を参照してください。

3 章 — PowerXpert™ の使用

3-1 はじめに

本章では、アンリツ USB パワーセンサと使用するためのデータ分析・制御ソフトウェア、Anritsu PowerXpert™ アプリケーションに関する情報および使用手順について説明しています。PowerXpert のグラフィカル ユーザインタフェース（GUI）により、従来のパワーメータと同様の操作を PC で行えるので、平均パワー測定、タイムスロット測定、スコープと同様の測定を容易に行えます。PowerXpert では、最大 8 台までのパワーセンサを同時に操作することができ、PC に接続しているパワーセンサに応じて、PowerXpert アプリケーションを以下の 3 種類のモードで使用することができます。

- 「Continuous Mode（連続モード）」すべてのパワーセンサで使用可能
- 「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」MA24108A、MA24118A、MA24126A のみで使用可能
- 「Scope Mode（スコープモード）」MA24108A、MA24118A、MA24126A のみで使用可能

パワーセンサの使用方法については、ご使用の型名に該当する章を参照してください。

- 5 章「MA24104A の使用方法」
- 7 章「MA24105A の使用方法」
- 9 章「MA24106A の使用方法」
- 11 章「MA24108A、MA24118A、MA24126A の使用方法」

また、パワーセンサはオプション 19 が有効な Site Master™、Cell Master™、Spectrum Master™、BTS Master™、VNA Master™、MS271xB エコノミー マイクロ波スペクトラム アナライザ ファミリー計測器とも互換性があります。USB A- ミニ／マイクロ B ケーブルを使いこれらの計測器に接続すれば、パワーセンサを仮想パワーメータとして使用できます。センサの操作方法については、計測器のユーザガイドを参照してください。

3-2 PowerXpert の設定

PowerXpert は常に、接続しているセンサのデフォルト状態で起動します。PowerXpert への接続を切断するとパワーセンサがリセットされ、再び接続するとデフォルトの状態で再起動します。PowerXpert の一部の機能と設定は、選択しているパワーセンサの型名でのみ使用できます。

表 3-1. PowerXpert とセンサの互換性一覧表 (１ / ２)

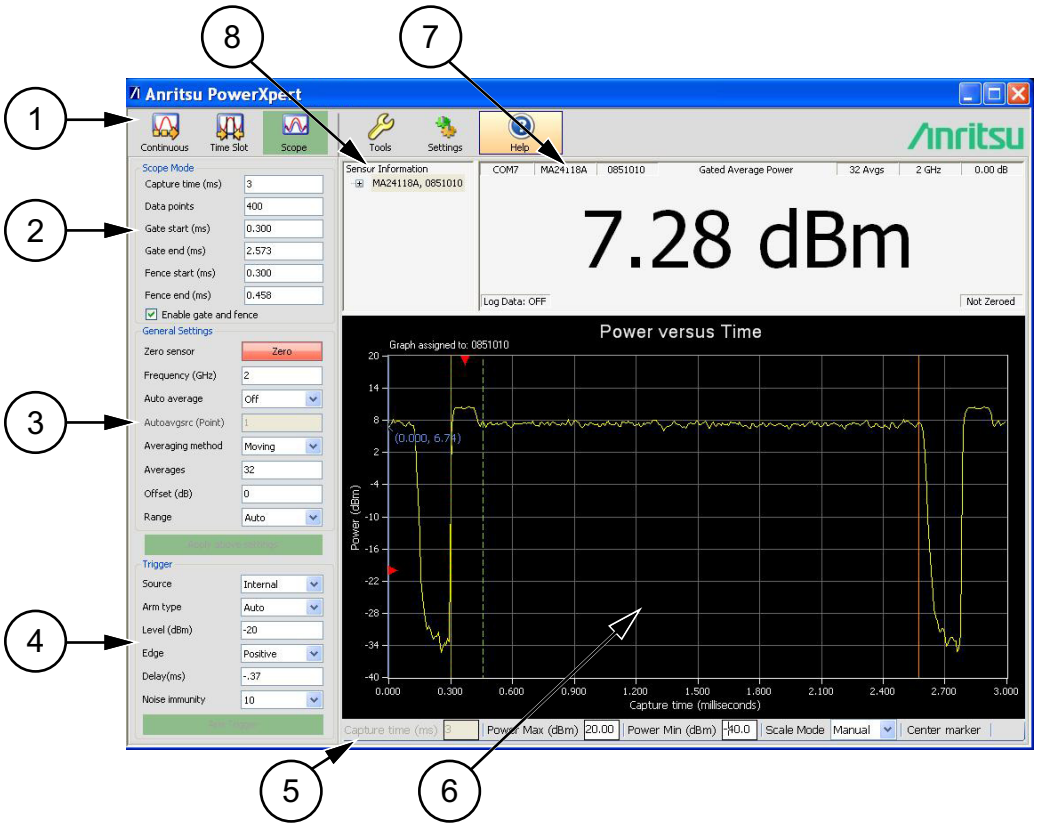
PowerXpert の機能		USB パワーセンサ					
		MA24104A	MA24105A	MA24106A	MA24108A	MA24118A	MA24126A
連続モード	デューティサイクル	-	○	-	○	○	○
	相対モード	○	○	○	○	○	○
	単位	○	○	○	○	○	○
	開口時間	○	-	○	○	○	○
	順方向電力	○	○	○	○	○	○
	逆方向電力	-	○	-	-	-	-
	ピーク電力	-	○	-	-	-	-
	クレストファクタ	-	○	-	-	-	-
	CCDF	-	○	-	-	-	-
	バースト平均電力	-	○	-	-	-	-
	反射係数	-	○	-	-	-	-
	反射減衰量	-	○	-	-	-	-
	VSWR	-	○	-	-	-	-
	ビデオ BW	-	○	-	-	-	-
	測定ホールド	○	-	○	○	○	○
タイムスロットモード	スロット数	-	-	-	○	○	○
	スロット幅	-	-	-	○	○	○
	除外開始	-	-	-	○	○	○
	除外終了	-	-	-	○	○	○
スコープモード	キャプチャ時間	-	-	-	○	○	○
	データ ポイント	-	-	-	○	○	○
	ゲートの開始	-	-	-	○	○	○
	ゲートの終了	-	-	-	○	○	○
	フェンスの開始	-	-	-	○	○	○
	フェンスの終了	-	-	-	○	○	○
一般設定	センサのゼロ設定	○	○	○	○	○	○
	周波数	○	○	○	○	○	○
	自動平均	-	-	-	○	○	○
	自動 avgsrc	-	-	-	○	○	○
	平均化の方式	-	-	-	○	○	○
	平均化回数	○	○	○	○	○	○
	オフセット	○	○	○	○	○	○
	範囲	-	○	-	○	○	○
トリガ	信号源	-	-	-	○	○	○
	アーミングタイプ	-	-	-	○	○	○
	レベル	-	-	-	○	○	○
	エッジ	-	-	-	○	○	○
	遅延時間	-	-	-	○	○	○
	雑音耐性	-	-	-	○	○	○
その他の設定	復調タイプ	-	○	-	-	-	-
ツール	すべてのセンサをゼロ設定	○	○	○	○	○	○
	キャプチャ画面	○	○	○	○	○	○
	ログデータ	○	○	○	○	○	○
	複数センサ表示	○	○	○	○	○	○

表 3-1. PowerXpert とセンサの互換性一覧表（２／２）

PowerXpert の機能		USB パワーセンサ					
		MA24104A	MA24105A	MA24106A	MA24108A	MA24118A	MA24126A
	オフセットテーブル	○	-	○	-	-	-
	ファームウェアのアップデート	○	○	○	○	○	○
	サマリの表示	-	○	-	-	-	-
設定	設定の保存／読込み	-	-	-	○	○	○
	工場出荷時の設定にリセット	-	-	-	○	○	○
	センサ タイムアウトの設定	-	-	-	○	○	○
	セキュアモード	-	-	-	○	○	○

3-3 PowerXpert™ の概要

PowerXpert のグラフィカル ユーザインタフェースは、図 3-1 に示すように 8 つの部分から構成されるレイアウトで表示されます。MA24105A の表示画面は、図 3-2 に示しています。この型名では数値表示が少し異なり、順方向と逆方向の測定値が表示されます。



図中の数字	説明
1	Anritsu PowerXpert のツールバーは、以下の 3 つのモードから選択したモードで表示されます。 「Continuous Mode（連続モード）」すべてのパワーセンサで使用可能 「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」MA24108A、MA24118A、MA24126A のみで使用可能 「Scope Mode（スコープモード）」MA24108A、MA24118A、MA24126A のみで使用可能 また、ツールバーから以下にアクセスできます。 「Tools（ツール）」から、「Zero All Sensors（すべてのセンサをゼロ設定）」、「Capture Screen（画面取込み）」、「Log Data（データのログ）」、「Multiple Sensor Display（複数センサ表示）」の表示、「Offset Table（オフセットテーブル）」の設定、「Updating the Firmware（ファームウェアのアップデート）」。 「Settings（設定）」から、「Save/Recall Setup（設定の保存と呼出し）」、「Reset to Factory Settings（工場出荷時の設定にリセット）」、「Set Sensor Time Out（センサタイムアウト設定）」の設定、「Secure Mode（セキュアモード）」の入力。 「Help（ヘルプ）」
2	選択した「Continuous Mode（連続モード）」、「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」、または「Scope Mode（スコープモード）」設定の表示。 設定の変更内容を適用するには、**Apply above settings**（上記の設定を適用）ボタンをクリックする必要があります。
3	「General Settings（一般設定）」 設定の変更内容を適用するには、**Apply above settings**（上記の設定を適用）ボタンをクリックする必要があります。
4	「Trigger（トリガ）設定」MA24108A、MA24118A、MA24126A のみで使用可能 設定の変更内容を適用するには、**Arm trigger**（トリガアーミング）ボタンをクリックする必要があります。

図 3-1. Anritsu PowerXpert アプリケーションの GUI の概要（１／２）

5、6	「目盛の設定とグラフ表示領域」 これらの設定の変更内容は、**Enter** キーを押すことで適用されます。
7	「数値表示領域」（MA24105A の表示画面には順方向と逆方向の 2 つの測定値が表示されます。）
8	センサ情報表示領域。センサの型名と製造番号、通信ポート、ファームウェア バージョンが表示されます。

図 3-1.　Anritsu PowerXpert アプリケーションの GUI の概要（２／２）

MA24105A GUI

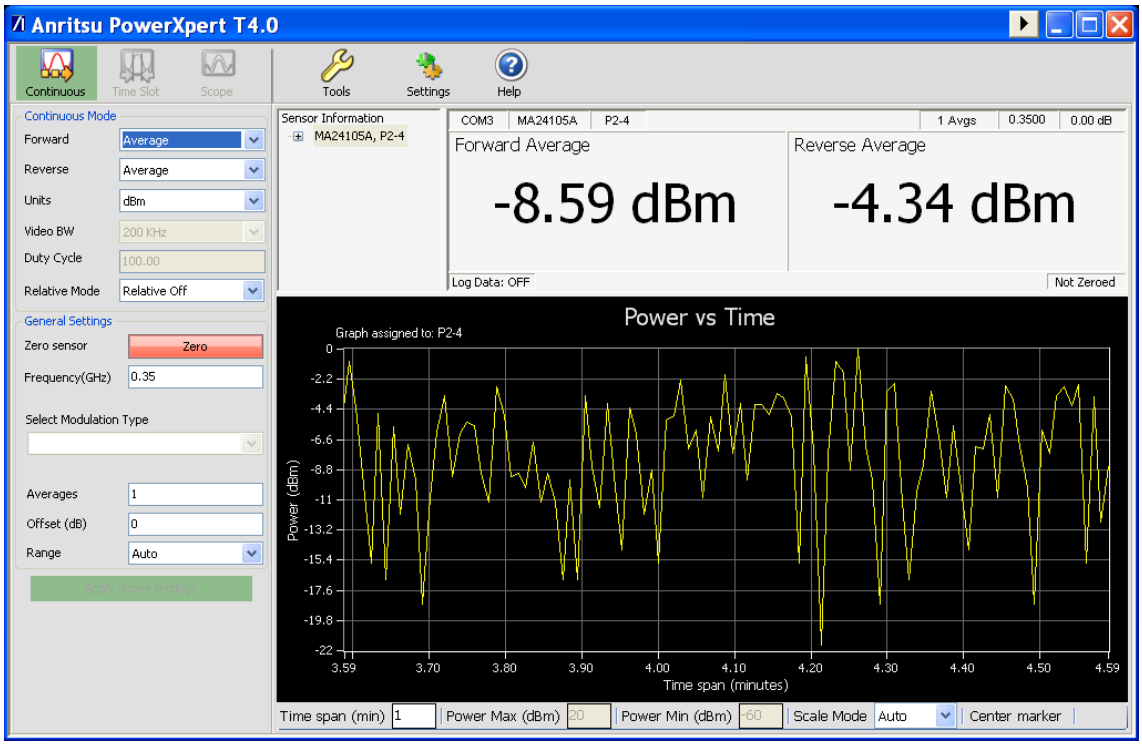


図 3-2.　MA24105A の GUI

数値表示領域

表示画面ウィンドウには以下の情報が表示されます。

図中の数字	説明
1	センサを接続している通信ポート
2	接続しているパワーセンサの型名番号
3	接続しているパワーセンサの製造番号
4	平均化回数
5	測定周波数（校正係数）
6	固定オフセット値
7	測定単位が示された読取り値
8	センサのゼロ設定の状態
9	データ ロギング状態
10	センサのエラーメッセージ
11	センサのステータス メッセージ（一時的に表示）

図 3-3. Anritsu PowerXpert 数値表示領域

センサ情報表示領域

複数のセンサを使用している場合、Sensor Information（センサ情報）表示領域で選択したセンサのパラメータ、数値、グラフが表示されます。

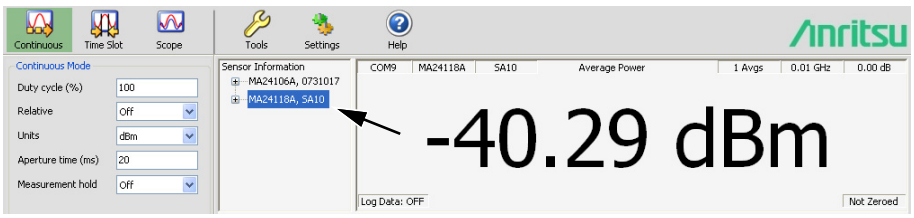
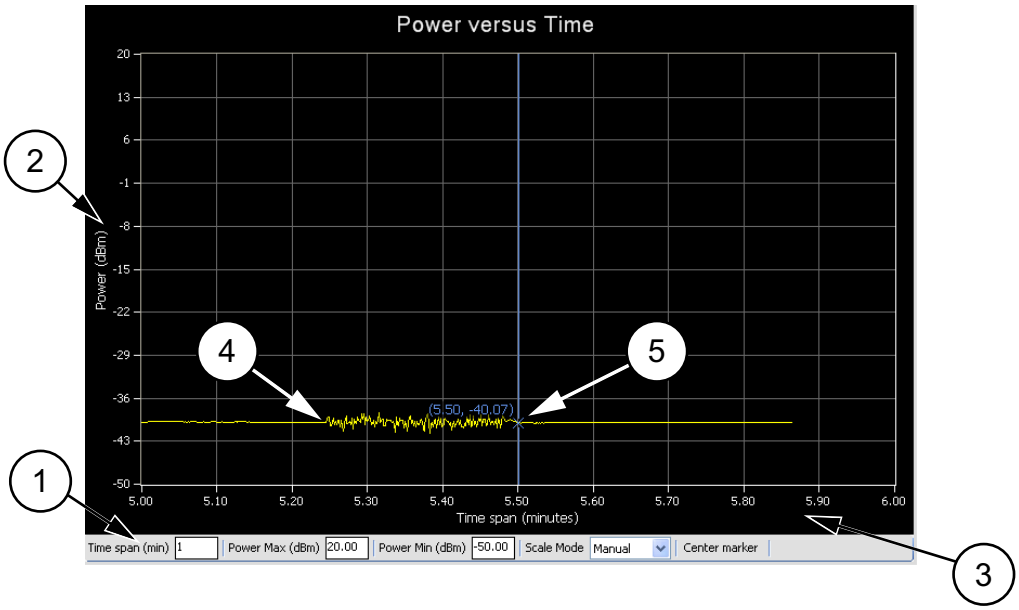


図 3-4. センサの選択

目盛の設定とグラフ表示領域

本項では、PowerXpert のさまざまな操作モードで表示される目盛の設定とグラフ表示領域について概要を説明します。すべてのモードでパワー対時間グラフが使用され、時間（または、タイムスロット）に関連して電力測定値をプロットできます。この機能を使い、ドリフト試験、回路の同調、外部の刺激に対する回路動作のモニタリングが行えます。グラフは自動的に開始され、リアルタイムで常時更新されます。

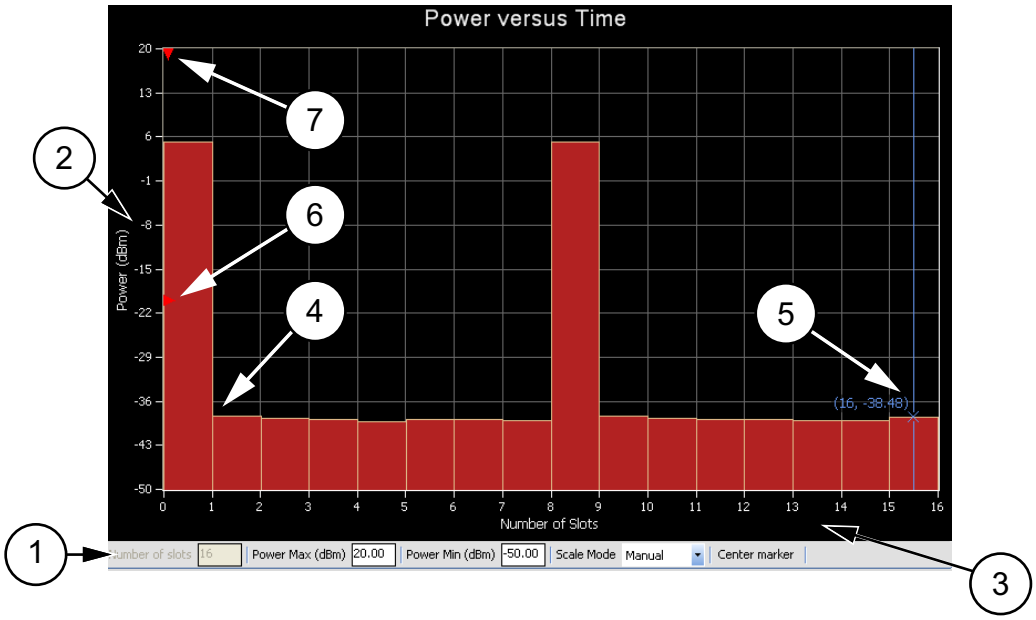
「Continuous Mode（連続モード）」では、下図のようなパワー対時間グラフが使用されます。



図中の数字	説明
1	目盛設定領域： **Time Span (min):** 現在のタイムスパン設定を 0.1 分から最大 1440 分までの範囲で設定します。 **Power Max (dBm):** 縦軸の目盛の上限パワーレベルを設定します。 **Power Min (dBm):** 縦軸の目盛の下限パワーレベルを設定します。 **Scale Mode:** 縦軸の目盛を Automatic（自動）または Manual（手動）に設定します（自動に設定した場合、**Power Max (dBm)**）および **Power Min (dBm)** の設定は行えません）。 これらの設定の変更内容は、**Enter** キーを押すことで適用されます。
2	縦軸の目盛には、「Continuous Mode（連続モード）」設定領域で設定した測定単位（dBm、μW、mW、または W）に関わりなく、パワーレベルが dBm 単位で表示されます。
3	横軸の目盛には、時間が分単位で表示されます。この時間は目盛設定領域で増減することができます。この目盛の最大値は 1440 分です。
4	グラフへのトレース表示。パワーレベルを時間の関数として表示します。
5	青色の縦線で示されるマーカは、マーカポイントに x マークが付き、時間（分）とパワーレベル（dBm）が数値表示されます。このマーカで、すばやく電力を読取ることができます。マウスでマーカをドラッグすることができ、[**Center marker**] ボタンを使い画面中央に配置することができます。

図 3-5.　Anritsu PowerXpert のグラフ表示領域（連続平均モード）

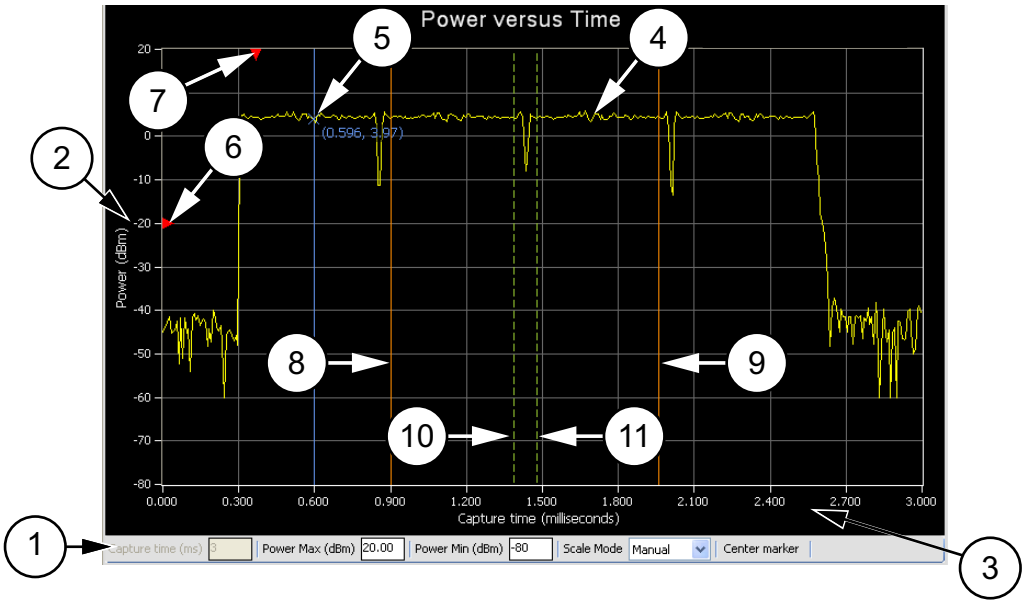
以下の電力対時間グラフは「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」で使用します。このグラフは MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。



図中の数字	説明
1	目盛設定： **スロット数：**現在のスロット数の設定を表示します。この設定を変更するには、「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」設定領域から行います。 **Power Max (dBm):** 縦軸の目盛の上限パワーレベルを設定します。 **Power Min (dBm):** 縦軸の目盛の下限パワーレベルを設定します。 **Scale Mode:** 縦軸の目盛を Automatic（自動）または Manual（手動）に設定します（自動に設定した場合、Power Max (dBm）および Power Min (dBm) の設定は行えません）。 これらの設定の変更内容は、**Enter** キーを押すことで適用されます。
2	縦軸の目盛には、パワーレベルが dBm 単位で表示されます。
3	横軸の目盛には、タイムスロットが表示されます。「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」設定領域で増減することができます。
4	グラフへのスロット表示。スロットパワーレベルをタイムスロット数の関数として表示します。
5	青色の縦線で示されるマーカは、マーカポイントに x マークが付き、タイムスロット数とパワーレベル（dBm）が数値表示されます。このマーカで、すばやく電力を読取ることができます。マウスでマーカをドラッグすることができ、[**Center marker**] ボタンを使い画面中央に配置することができます。
6	トリガレベル マーカ：現在のトリガレベル位置を示します。トリガレベルの設定は、「Trigger（トリガ）設定」領域から行います。
7	トリガ遅延時間：現在のトリガ遅延時間の位置を示します。トリガ遅延時間の設定は、「Trigger（トリガ）設定」領域から行います。トリガ遅延時間が正の値の場合、トリガマーカは表示されません。

図 3-6. Anritsu PowerXpert のグラフ表示領域（タイムスロットモード）

以下の電力対時間グラフは「Scope Mode（スコープモード）」で使用します。このグラフは MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。

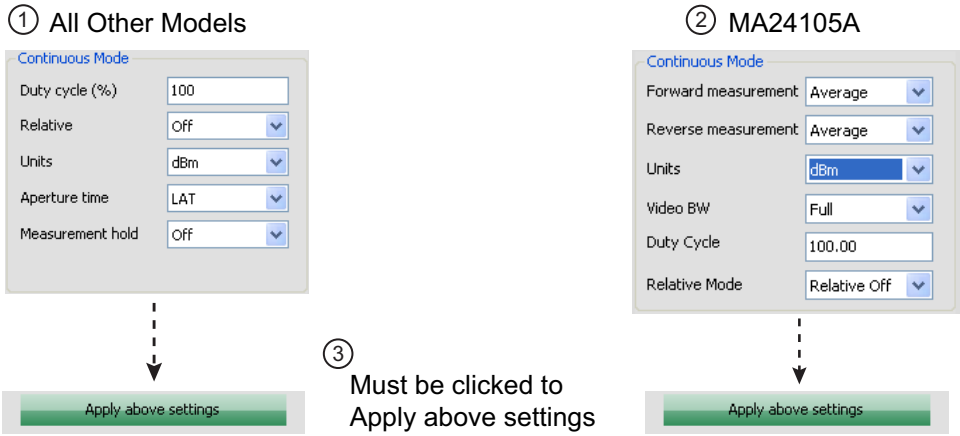


図中の数字	説明
1	目盛設定： **キャプチャ時間：**現在のキャプチャ時間設定を表示します。この設定を変更するには、「Scope Mode（スコープモード）」設定領域から行います。 **Power Max (dBm):** 縦軸の目盛の上限パワーレベルを設定します。 **Power Min (dBm):** 縦軸の目盛の下限パワーレベルを設定します。 **Scale Mode:** 縦軸の目盛を Automatic（自動）または Manual（手動）に設定します（自動に設定した場合、Power Max (dBm) および Power Min (dBm) の設定は行えません）。 これらの設定の変更内容は、**Enter** キーを押すことで適用されます。
2	縦軸の目盛には、パワーレベルが dBm 単位で表示されます。
3	横軸の目盛には、総キャプチャ時間（ミリ秒）が表示されます。「Scope Mode（スコープモード）」設定領域で増減することができます。
4	グラフへのトレース表示。パワーレベルを時間の関数として表示します。
5	青色の縦線で示されるマーカは、マーカポイントに x マークが付き、時間（ミリ秒）とパワーレベル（dBm）が数値表示されます。このマーカで、すばやく電力を読取ることができます。マウスでマーカをドラッグすることができ、[**Center marker**] ボタンを使い画面中央に配置することができます。
6	トリガレベルマーカ。現在のトリガレベル位置を示します。トリガレベルの設定は、「Trigger（トリガ）設定」領域で行います。
7	トリガ遅延時間。現在のトリガ遅延時間の位置を示します。トリガ遅延時間の設定は、「Trigger（トリガ）設定」領域で行います。
8	ゲートの開始（ms）
9	ゲートの終了（ms）
10	フェンスの開始（ms）
11	フェンスの終了（ms）

図 3-7.　Anritsu PowerXpert のグラフ表示領域（スコープモード）

3-4 Continuous Mode（連続モード）

PowerXpert が起動すると、デフォルトにより連続モードで入力信号の平均パワーが表示されます。このモードでは、センサに「連続的にトリガがかかり」、常時データを収集します。連続モードの設定を以下に説明します。



図中の数字	説明
1	MA24105A を除く全型名
2	MA24105A のみ
3	上記の設定を適用するには、このボタンをクリックする必要があります。

図 3-8. 連続モード設定（開口時間の設定は、センサの型名によって異なります）

Duty Cycle（デューティサイクル）

デューティサイクルは、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。測定されたパルス変調信号の平均電力に（パーセンテージとして）デューティサイクル補正を適用してパルス電力を得ます。デューティサイクル補正は、パルス時の電力を求めるために用いられ、デューティサイクルが既知であるパルス変調信号の平均パワーの測定値が得られます。計算式は以下のとおりです。

線形単位：**パルス電力 = 平均パワー / (デューティサイクル % / 100)**

dBm：**パルス電力 = 平均パワー – 10 x Log (デューティサイクル % / 100)**

備考	MA24105A センサでは、専用のバースト平均測定にのみデューティサイクルを使用します。

Relative（相対モード）

相対測定では、相対モードをオンにすると表示される電力に対する電力変化が表示されます。パワー基準をリセットするには、相対モードを一旦オフにしてから再びオンにします。このモードは、ドリフトの検査や減衰器（の損失）および増幅器（の利得）の測定に特に便利です。

Units（単位）

出力単位を線形または対数の目盛で表示します（dBm、µW、mW、または W）。

Forward Measurement（順方向測定）

以下に示す順方向測定は、MA24105A パワーセンサでのみ行えます。順方向測定に選択可能な設定は以下のとおりです。

- Average Power（平均パワー）
- Crest Factor（クレストファクタ）
- Burst Average User（バースト平均ユーザ）
- Peak Power（ピークパワー）
- Burst Average Auto（バースト平均自動）
- CCDF

Reverse Measurement（逆方向測定）

逆方向測定は、MA24105A パワーセンサでのみ行えます。逆方向測定に選択可能な設定は以下のとおりです。

- Average Power（平均パワー）
- Reflection Coefficient（反射係数）
- Return Loss（反射減衰量）
- VSWR

Video Bandwidth（ビデオ帯域幅）

ビデオ帯域幅は、MA24105A パワーセンサでのみ設定できます。選択可能なピーク測定ビデオ帯域幅は以下のとおりです。

- Full（全帯域）
- 200 KHz
- 4 KHz

Aperture Time（開口時間）

開口時間は、パワー測定を 1 回行うためにセンサが入力信号を観察する総時間です。接続しているパワーセンサによって、設定は以下のとおりに異なります。

MA24104A および MA24106A パワーセンサ：

HAT（高開口時間）：高開口時間モードを選択すると、センサの TDMA 信号測定精度が増します。このモードでは、ADC 取得時間が長くなり、表示画面の更新速度が遅くなります。低パワーの変調信号を測定する場合や、範囲を切り替える場合に、このモードが役立ちます。通常、HAT を選択した状態で、50 ms までのパルス繰返し時間の信号を測定することができます。

LAT（低開口時間）：低開口時間モードを選択すると、ADC 取得時間が短くなり、表示画面の更新速度が速くなります。LAT を選択した状態で、推奨される最大パルス繰返し時間は約 10 ms です。

詳細については、ご使用のパワーセンサに該当する章の「測定に関する注意」の項を参照してください。

MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサ：

外部平均化を選択すると、2 つ以上の測定値を平均化してパワー測定値が表示されます。PowerXpert では、接続しているセンサに基づくデフォルトの開口時間が自動的に使用されます。例えば、MA24118A を開口時間 20 ms で使用する場合、2860 のサンプルが収集され（サンプリングレート ~142 KHz）、これらを平均化して測定値が計算されます。測定速度に関する要件や信号の種類に応じて、開口時間を増減することができます。動きが緩慢な変調信号の場合、安定した読取り値を得るには開口時間を高く設定する必要があります。詳細については、ご使用のパワーセンサに該当する章の「測定に関する注意」の項を参照してください。

備考	MA24105A センサでは、開口時間は使用できません。

Measurement Hold（測定ホールド）

On（オン）に設定すると、最後のセンサ読取り値が保持されます。Off（オフ）に設定すると、センサは測定値のサンプリングを続行します。測定ホールドは、MA24105A では使用しません。

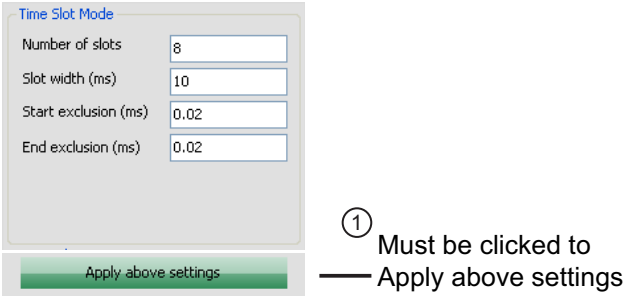
Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン

Apply Above Settings ボタンをクリックすると、「Continuous Mode（連続モード）」設定で行ったすべての変更が適用されます。これらの設定に行った変更は、このボタンをクリックしないと有効になりません。

3-5 Time Slot Mode（タイムスロットモード）

タイムスロットモードは、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。一般的にタイムスロットモードは、GSM/EDGE などの TDMA 波形の測定に使用します。スロットモードでは、それぞれが等しい時間を持つタイムスロットに測定が等分され、スロットごとに平均パワー読取り値が計算されます。測定には内部または外部トリガをかける必要があります。1 つのタイムスロットから次のタイムスロットまでの遷移の不要な部分は、除外時間を指定してマスクを設定することができます。試験中の波形が等間隔のタイムスロットで構成され、設定が波形と正確に一致している必要があります。

タイムスロットモードの設定を以下に説明します。



図中の数字	説明
1	上記の設定を適用するには、このボタンをクリックする必要があります。

図 3-9. タイムスロットモード設定

Number of Slots（スロット数）:

1 つのフレームを構成するタイムスロットの数です。PowerXpert では、最大 128 までのスロットに対応しています。特定のスロット上にマーカを 1 つ設定して、そのスロットの平均パワーを読取ることができます。パワー読取り値は、そのスロット範囲内のすべてのサンプルの平均パワーです。

Slot Width（スロット幅）

スロット幅は各スロットの幅で、ミリ秒単位で表わされます。1 つのフレーム内のスロット幅はすべて同じです。

Start Exclusion（開始除外時間）、End Exclusion（終了除外時間）

開始除外時間は、パワー算出時に各スロットの開始から除外するミリ秒単位の時間です。終了除外時間は、パワー算出時に各スロットの終わりから除外するミリ秒単位の時間です。一般的にこの機能はスロット間隔を定義するために使用します。ただし、タイムスロットモードのグラフでは分かりづらいことがあります。タイムスロットモードの設定についての一般的なガイドラインを以下に示します。

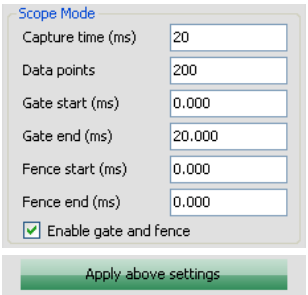
- 除外時間がスロット幅全体を上回らないこと。
  開始除外時間 + 終了除外時間 < スロット幅
- 最大キャプチャ時間はセンサによって制限されます。
  スロット幅 x スロット数 = 総キャプチャ時間

Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン

Apply Above Settings ボタンをクリックすると、「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」の設定で行ったすべての変更が適用されます。これらの設定で行った変更は、このボタンをクリックしないと有効になりません。

3-6 Scope Mode（スコープモード）

スコープモードは、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。スコープモードでは、センサがオシロスコープと同様に機能し、時間関数としてパワーを測定するために使用できます。スコープモードで作動させるには、キャプチャ時間とデータポイント数の 2 つのパラメータを定義する必要があります。スコープモードでの動作は次のように実行されます。まず、センサがトリガを待ちます。センサはトリガを受信すると、キャプチャ時間にわたり、所定のサンプリングレートでデータを収集します。その結果として一般的に、表示されているデータポイントの数よりも多いサンプルが収集されます。このような場合には、これらのサンプルを平均化し、指定した数のデータポイントが表示されます。スコープモードの設定について以下に説明します。



① Must be clicked to Apply above settings

図中の数字	説明
1	上記の設定を適用するには、このボタンをクリックする必要があります。

図 3-10. タイムスロットモード設定

Capture Time（キャプチャ時間）

キャプチャ時間は、ある時点で画面に表示される時間を表わします。トリガ遅延時間に正の値を指定した場合、指定した遅延時間後にキャプチャ時間の計時が開始されます。

Data Points（データ ポイント数）

スコープモードを使い、信号の微細な構造を見ることができます。マーカ、ゲート、フェンスを使用すると、特定の時間の電力を正確に測定することができます。これらの微細な信号構造を観察しやすくするため、グラフキャプチャ時間を短くすると分解能が向上します。この場合、キャプチャ時間が短くなるため、グラフ上のデータポイント間の時間間隔も短くなります。キャプチャ時間は分解能の絶対限界に近づくまで短縮し続ける可能性があります。

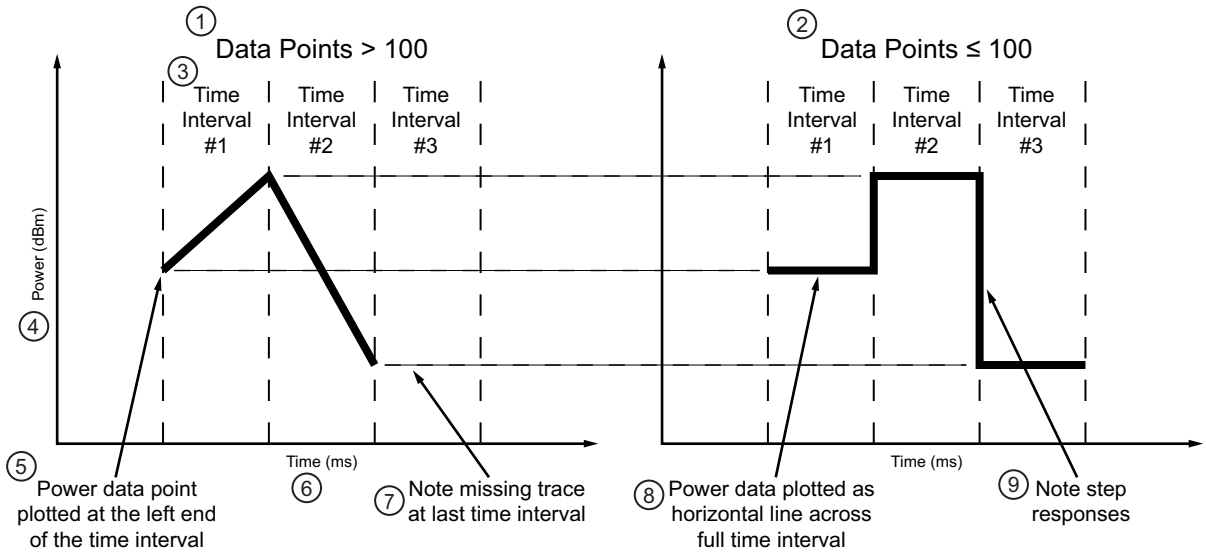
センサのサンプリングレートは約 142 kHz（サンプルあたり 7 µs）です。キャプチャ時間をデータポイント数で割った値が 7 µs の場合、分解能は最大値に達しています。キャプチャ時間をこれ以上短くするには、以下のようにデータポイントの数を減らす必要があります。

(キャプチャ時間)/(データポイント数) > 7 µs

たとえば、MA24118A でキャプチャ時間を 20 ms に設定した場合、2860 個のサンプルが収集されます。データポイントの数が 10 個の場合、各データポイントの平均サンプル数は 286 となります。データポイントの数がサンプル総数よりも少ない値であってはなりません。所定のキャプチャ時間について、データポイントの数が少なくなるほど、データポイントあたりの平均サンプル数が多くなるので、トレース雑音が小さくなります。

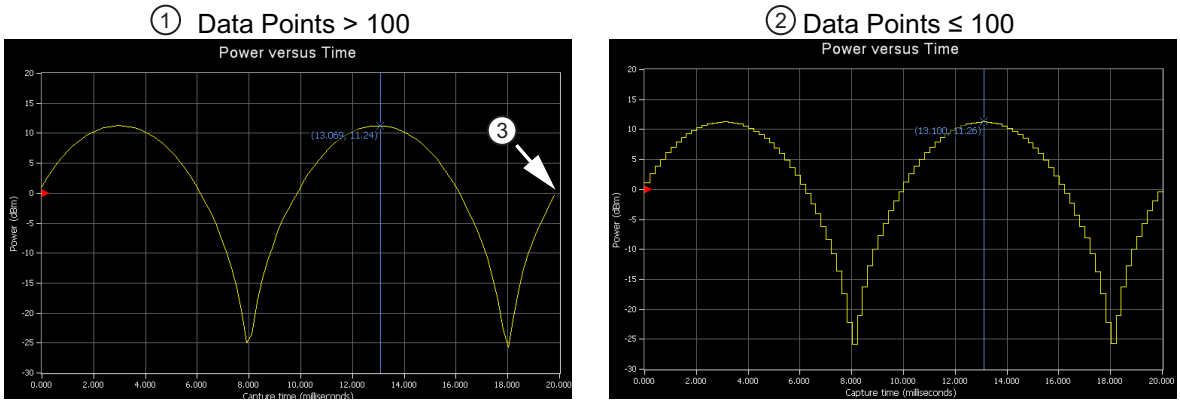
グラフ内のデータポイントの数が多い場合は、所定の時間間隔の開始箇所にデータポイントがプロットされます。たとえば、グラフのキャプチャ時間が 100 ms、データポイントが 1000 の場合、最初の時間間隔は 0 µs ～ 100 µs（100 ms/1000）となります。この時間間隔の時に測定されたパワーは、時間 0 µs のデータポイントとしてプロットされます。以降の時間間隔も同様にプロットされ、時間間隔 1000 に達すると時間 99.9 ms のデータポイントとしてプロットされます。グラフ内のデータポイントの数が多い場合、正確に 100 ms にデータポイントがなくても目立ちません。しかし、データポイントの数が少ない場合には、不完全なグラフに見えます（最後のデータポイントの欠落）。グラフがどのようにプロットされるか認識していないと、時間が不正確であると見なされることがあります。

PowerXpert では、データポイントの数が 100 に達すると、技術的により適正な異なる種類のグラフが作成されます。各時間間隔をデータポイントとしてプロットする代わりに、時間間隔の開始から終了までを表わす水平線として時間間隔がプロットされます。たとえば、グラフのキャプチャ時間が 1 ms、データポイントが 100 の場合、最初の時間間隔は 0 µs ～ 10 µs（1 ms/100）となります。この時間間隔にわたり測定されたパワーは、時間 0 µs ～ 1 µs にプロットされた測定パワーを表わす水平線として示されます。以降の時間間隔も同様にプロットされ、時間間隔 100 に達すると、時間 990 µs ～ 1 ms に水平線がプロットされます。その結果として作成されるパワーグラフは、図 3-11（3-15 ページ）に示すように異なって見えます。



図中の数字	説明
1	データポイント > 100
2	データポイント ≤ 100
3	時間間隔（#1、#2、#3）
4	パワー（dBm）
5	時間間隔の左端にプロットされたパワーデータポイント
6	時間（ms）
7	最後の時間間隔でトレースが欠落していることに留意
8	時間間隔全体にわたり水平線としてプロットされたパワーデータポイント
9	ステップ応答に留意

図 3-11. タイムスロットモード設定

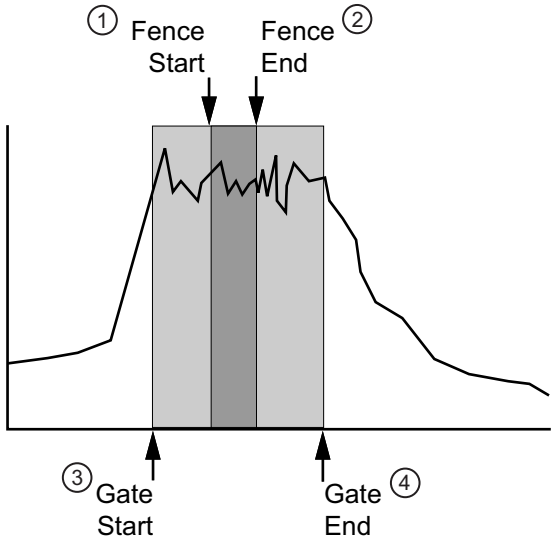


図中の数字	説明
1	データポイント > 100
2	データポイント ≤100
3	左側のプロットでは、最後の時間間隔でトレースが欠落していることに留意。

図 3-12. データポイントプロットの違い

Gate（ゲート）と Fence（フェンス）

ゲートとフェンス機能を使い、波形の目的の位置を測定することができます。ゲートとは、測定値の平均パワーを算出するために、パルス波形上に定義した 2 つのポイント間の区間です。フェンスは、フェンスの開始と終了をゼロまたは同じ値に設定してフェンスを無効にしている場合を除き、ゲートの境界内に設定する必要があります。フェンスの開始から終了までの間にサンプリングされたデータは、ゲートの平均パワー算出から除外されます。この機能は、EDGE 計測でトレーニング系列を除外する目的などに有用です。



図中の数字	説明
1	フェンスの開始
2	フェンスの終了
3	ゲートの開始
4	ゲートの終了

図 3-13. タイムスロットモード設定

Enable gate and fence（ゲートとフェンスを有効にする）ボックスにチェックマークを入れると、この機能が PowerXpert で有効になります。ゲートとフェンス設定はすべて、トリガ イベント（キャプチャの開始）と相関関係にあります。フェンスは、フェンスの開始と終了をゼロに設定してフェンスを無効にしている場合を除き、完全にゲート内に設定する必要があります。ゲートとフェンスの始点・終点は、マウスでドラッグするか、直接入力することができます（ゲートとフェンスの始点・終点などパラメータに行った変更を有効にするには、マウスでドラッグして変更した場合であっても **Apply above settings（上記の設定を適用）**ボタンをクリックする必要があります）。

ゲートとフェンスの設定には次に挙げるような制約と条件があります。

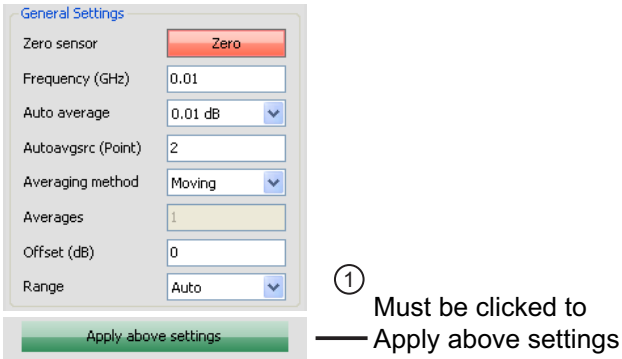
- ゲートの開始を負の値にすることはできません。また、キャプチャ時間より大きい値にすることはできません。
- ゲートの終点をゲートの始点よりも小さい値にすることはできません。また、キャプチャ時間より大きい値にすることはできません。
- フェンスの開始は、ゲートの始点から終点までの間に設定してください。
- フェンスの終点は、フェンスの始点からゲート終点までの間に設定してください。
- フェンスの開始と終了が同じ値の場合、フェンスは無効となります。
- フェンスの開始と終了を両方ともゼロに設定した場合、フェンスは無効となります。
- フェンスの開始位置と終了位置を、ゲートの開始位置から終了位置までの範囲外に設定することはできません。
- ゲートの始点とゲートの終点は測定に含まれます。
- フェンスの始点・終点とゲートの始点・終点が同じ場合には測定から除外され、その場合にはフェンスが優先されます。

Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン

Apply Above Settings ボタンをクリックすると、「Scope Mode（スコープモード）」の設定で行ったすべての変更が適用されます。これらの設定で行った変更は、このボタンをクリックしないと有効になりません。

3-7 General Settings（一般設定）

PowerXpert の一般設定は、3 つのモードとパワーセンサ全型名で共通です。



図中の数字	説明
1	上記の設定を適用するには、このボタンをクリックする必要があります。

図 3-14. タイムスロットモード設定

Zero Sensor（センサのゼロ設定）

パワー測定を行う前に、センサのゼロ設定を行います。低レベル測定を頻繁に行う場合は、センサのゼロ設定を頻繁に点検し、必要に応じてゼロ設定を行ってください。ゼロ設定を行う前に、センサを DUT（被試験デバイス）テストポートに接続し、パワーセンサの雑音フロアよりも 20 dB 下のレベルへの接続部から RF パワーを除去します。MA24104A および MA24105A パワーセンサの場合、このレベルは –20 dBm 未満です。MA24106A パワーセンサの場合、このレベルは -60 dBm 未満です。MA24108A、MA24118A、MA24126A の場合、このレベルは -70dBm 未満です。地上雑音と熱電磁界（EMF）が測定からゼロアウトされるように、できればセンサを DUT テストポートに接続したままにしてください。また、DUT の接地コネクタにセンサを接続することができ、信号源から接続を外すこともできます。

Frequency（周波数）

測定周波数を入力すると、測定されたパワーに周波数補正が適用されます。パワーセンサには内部 EEPROM が備わっており、出荷前に周波数校正係数がセンサにプログラミングされています。パワーセンサには内部温度センサが付いており、定期的に読取り値がマイクロプロセッサに報告されます。測定周波数を入力すると、測定に必要とされるすべての計算がセンサによって実行されます。

Auto Average（自動平均化）

自動平均化は、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。自動平均化は、自動平均化ステータスおよびカウントを設定します。自動平均化分解能を選択すると、表示されるパワー測定値の安定と合理的な安定時間とのバランスを取った平均化回数がセンサによって選択されます。平均化回数は、現在測定しているパワーレベルに基づき選択されます。ほとんどのパワーレベルの場合、自動平均化を選択すると、表示されるパワー測定値の変動が、選択した自動平均分解能設定の 2 倍以内に収まります。ただし、合理的な安定時間に保てるよう平均化回数が制限されているため、測定範囲の下限近くでは、表示されるパワー測定値の変動はこれよりも大きくなります。パワーセンサの電子部品による雑音のため、自動平均化は読取り値のみ安定化します。自動平均化では、変調信号を測定する結果としてのパワー変動はセンサによって考慮されません。自動平均をオフにすると、手動平均化が有効になります。

備考	自動平均化ソースは、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。

Auto Averaging Source（自動平均化ソース）

自動平均化ソースは、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。自動平均化ソースは、自動平均化に使用する表示ポイントまたはスロット番号を設定します。自動平均化アルゴリズムは一度に 1 つのみ平均化回数を使用することができ、「Auto Average（自動平均化）」を有効にする際に、このポイントまたはスロット番号を指定する必要があります。自動平均化ソースは、「Scope Mode（スコープモード）」（使用するポイントを指定するため）および「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」（使用するスロット番号を指定するため）でのみ使用できます。

Averaging Method（平均化の方式）

平均化の方式は、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。

Moving（移動）**:** 指定した測定回数に対して連続的に平均化を行います。指定した測定回数に達すると平均パワーが計算されますが、続いて次の測定が完了した時点で新しい開始位置と終了位置に対する平均パワーが新しく計算されます。8 回の測定に対する移動平均化の実行の様子を図に示します。

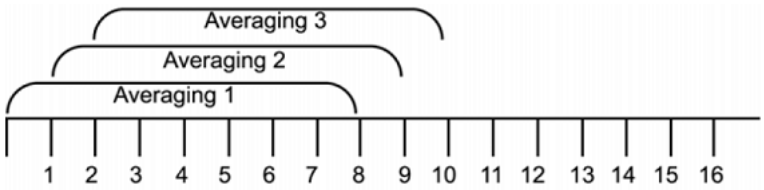


図 3-15. 移動平均化

Repeat（繰返し）**:** 指定した測定回数に対して平均化を行います。次の測定回数が完了するまでパワー表示は更新されません。8 回の測定に対する繰返し平均化の実行の様子を図に示します。

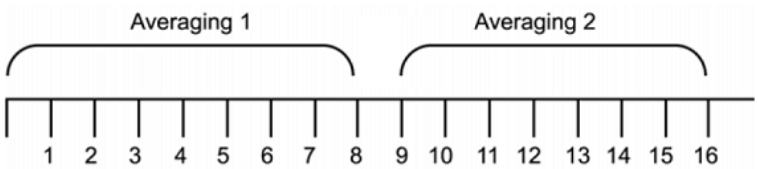


図 3-16. 繰返し平均化

Averages（平均化回数）

平均化回数を設定することで、表示されるパワー値を計算するため平均化する測定値の数を指定することができます。設定を「1」にすると、平均化はオフになります。この設定は、「Auto Average（自動平均化）」がオフの場合のみ使用できます。

Offset（オフセット）

センサに対するパワーオフセットとして、ユーザが指定する固定値（dB 単位）が適用されます。正のオフセット値は電力読取り値に加算されるため、アッテネータ、カプラ、リミッタなど損失が発生するデバイスの測定値補正に使用することが可能です。負のオフセット値は電力読取り値から減算されるため、測定経路にある増幅の測定値補正に使用することが可能です。

Range（パワー範囲）

センサの動作パワー範囲を目的の範囲に設定することができます。「自動」に設定すると、センサの動作に適切な範囲がセンサのファームウェアによって決定されます。レンジ 1 に設定すると、+20 dBm ～ –7 dBm までのパワー範囲が対象となります。レンジ 2 に設定すると、–7 dBm ～ –40 dBm までのパワー範囲が対象となります。

型名 MA24105A の場合、レンジ 1 に設定すると +3dBm ～ +38dBm までのパワー範囲が対象となります。レンジ 2 に設定すると、+38dBm ～ +51.76dBm（150 W）までのパワー範囲が対象となります。

場合によっては、パワー範囲を手動で設定すると測定が向上します。たとえば、低デューティサイクル、高クレストファクタの信号で、平均パワーが 1 つの範囲内、ピークパワーが別の範囲内にある場合、センサを自動範囲に設定していると誤った読取り値となることがあります。このような場合には、手動でパワー範囲を予想平均パワーに近い範囲に設定すると測定精度が増します。

Apply Above Settings（上記の設定を適用）ボタン

Apply Above Settings ボタンをクリックすると、「Continuous Mode（連続モード）」設定に行ったすべての変更が適用されます。これらの設定で行った変更は、このボタンをクリックしないと有効になりません。

3-8 Trigger（トリガ）設定

トリガ設定は、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ、Time Slot Mode（タイムスロットモード）および Scope Mode（スコープモード）で使用できます。トリガは、測定を開始させるイベントです。センサはアーミングされるとトリガの検索を開始します。トリガがかかると、センサはデータの収集を開始して測定を行います。センサをアーミングする前に、以下のトリガに関連するパラメータを指定してセンサを設定する必要があります。

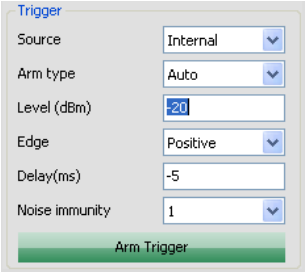


図 3-17. トリガ設定

Trigger Source（トリガソース）

- **Continuous Trigger（連続トリガ）：** センサは、トリガソースを連続トリガに設定するとデータを連続的に収集し、トリガイベントを検出しようとしません。連続トリガはトリガに関連する他のパラメータに左右されず、これらの設定を連続トリガソースが利用することはできません。
- **Internal Trigger（内部トリガ）：** 内部トリガソースを選択すると、信号レベル、エッジ／スロープ、雑音耐性係数に基づきセンサにトリガがかかります。
- **External Trigger（外部トリガ）：** センサに外部トリガを設定すると、外部トリガピンの TTL/CMOS 信号によってトリガがかかります。このトリガソースでは、TTL/CMOS 信号の特定のエッジでトリガがかかるようセンサを設定することができます。外部トリガは、トリガに関連する他のパラメータに左右されません。

Trigger Arm Type（トリガ アーミングタイプ）

トリガのパラメータは、センサがアーミングされている場合のみ有効となります。「アーミング」とは、センサがトリガを検索している状態を指します。デフォルトにより、センサはスタンバイモードになるため、アーミングしないとトリガの検索を開始しません。トリガアーミングは、トリガソースが内部または外部トリガに設定されている場合のみ有効となります。トリガソースを連続トリガに設定している場合は無効となります。アーミングされたセンサは、トリガがかかりデータが収集され処理されると自動的にパワーを返します。トリガは以下の方法でアーミングすることができます。

- **StandBy（スタンバイ）：** センサがデフォルトのアーミング状態です。トリガソースが内部または外部トリガの場合、アーミングタイプがスタンバイであれば、センサは測定の実行やトレースデータの更新を行いません。。これは、デジタル オシロスコープの取得「停止」機能と似ています。トリガソースが連続トリガの場合は、センサはトレースデータを連続的に収集して更新します。
- **Auto Arm（自動アーミング）：** この状態では、トリガイベントが発生してパワーが表示されると自動的にセンサが再アーミングされます。このモードは一般的に、定期的な波形の評価に使用します。つまり、測定が実行されるとその都度、センサが再アーミングされます。トリガイベントが発生すると自動的にパワー測定値が表示または更新されます。
- **Single Arm（単一アーミング）：** トリガがアーミングされ、トリガイベントが発生するとデータが収集されて表示が更新されてから、トリガが再アーミングされます。このため、測定の実行と表示の更新は 1 回だけ行われます。このモードは一般的に、非定期的な波形の評価に使用します。平均化を選択している場合、すべての測定実行が 1 つのトリガイベントだけで開始されて順次発生するため、結果はあまり意味がないのが普通です。個々の測定実行は入力信号と同期していないため、通常は単一 アーミング タイプで平均化を使用しないでください。
- **Multiarm（マルチアーミング）：** 平均化が必要な時に連続的な表示更新を行う必要がない場合に、マルチアーミングを使用します。このモードでは、トリガがアーミングされ、トリガイベントが 1 回発生すると、測定データが収集されて表示が更新されます（移動平均法の場合）。その後、トリガが再アーミングされます。このサイクルが N 回繰返されます（N は現在の平均化回数です）。平均化の方式が **Moving**（移動）の場合は、トリガと測定が実行されるとその都度、表示が更新されます。平均化の方式が **Repeat**（繰返し）の場合は、トリガと測定が N 回実行されると、表示が更新されます。N 回まで終了すると、トリガが再アーミングされます。

Trigger Level（トリガレベル）

試験中の波形のパワーレベル閾値を設定します。この閾値を超えると、測定にトリガがかかります。この設定は内部トリガの場合のみ使用します。

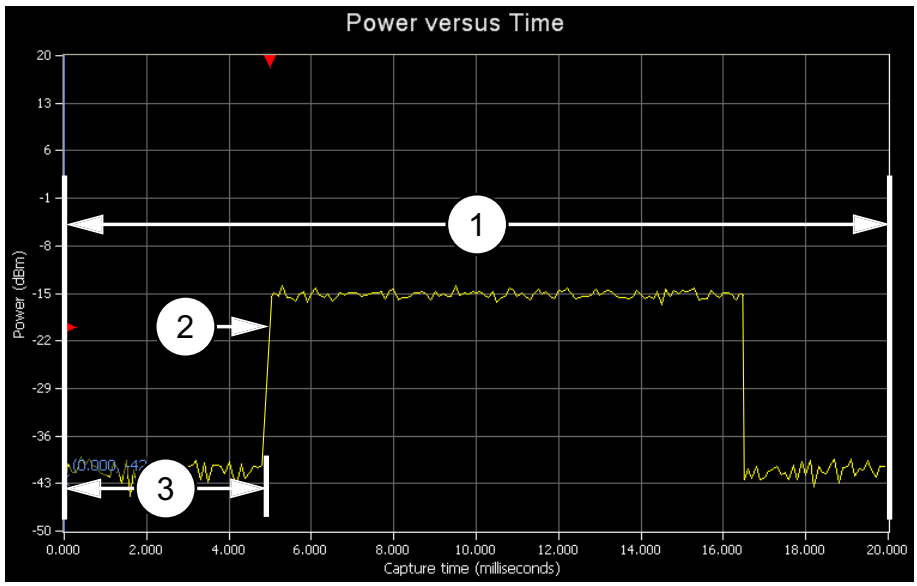
Trigger Edge（トリガエッジ）

内部および外部トリガの場合に、トリガエッジを設定します。トリガエッジは上昇エッジまたは下降エッジに設定することができます。内部トリガの場合、下降エッジに設定すると信号が高から低へトリガレベルと交差した時のみセンサにトリガがかかり、上昇エッジに設定すると信号が低から高へトリガレベルと交差した時のみトリガがかかります。外部トリガの場合、下降エッジに設定すると外部トリガピンの TTL 信号が高から低に下降した時にセンサにトリガがかかり、上昇エッジに設定すると外部トリガピンの TTL 信号が低から高に上昇した時にセンサにトリガがかかります。

Trigger Delay（トリガ遅延時間）

トリガ遅延時間とは、トリガイベントと画面のデータ表示との間に挿入される時間のずれ（正または負）です。

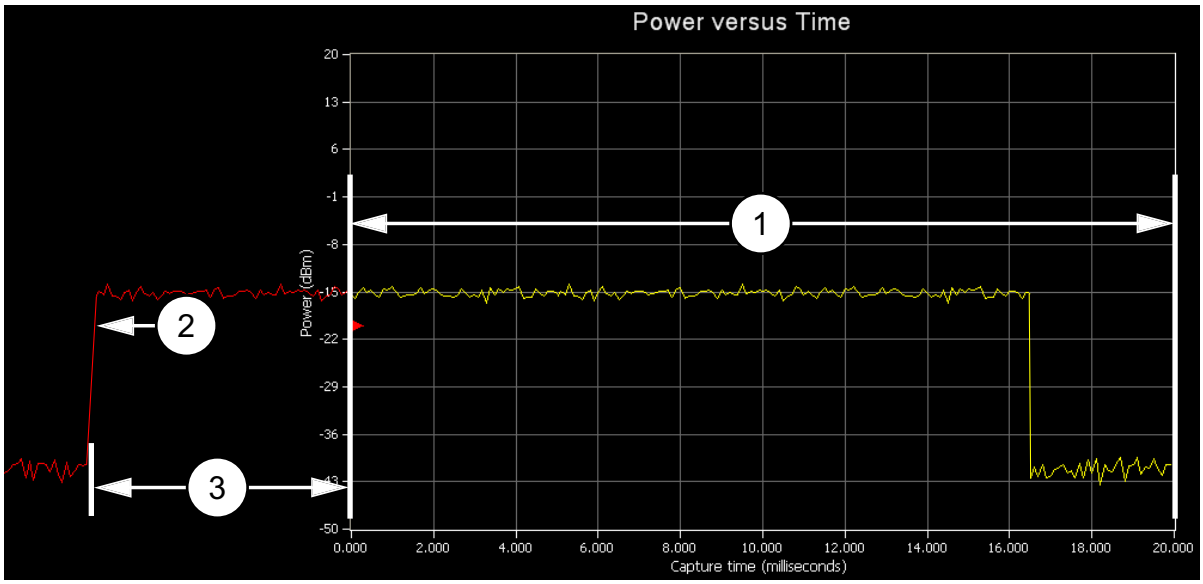
正のトリガ遅延時間を指定すると、トリガイベント後にデータが表示されます。正のトリガ遅延時間の場合、センサはトリガ後の設定遅延時間が経過するまで待ってから、測定値を表示します。待機時間の間、センサは無応答になります。この時に操作を中止することはできません。例えば、キャプチャ時間 20 ms、トリガ遅延時間 1 ms の場合、トリガが時間 t = 0 で発生すれば、キャプチャの長さは 1 ms ～ 21 ms となります。キャプチャ時間は正のトリガ遅延時間の影響を受けません。



図中の数字	説明
1	キャプチャ時間（ms）
2	トリガレベル（dBm）と上昇エッジトリガ
3	負のトリガ遅延時間（ms）

図 3-18. トリガパラメータ

負の値を設定すると、トリガイベントが発生する指定時間前からのデータが表示されます。負のトリガ遅延時間をキャプチャ時間以上の値にすることはできません。キャプチャ時間とトリガ遅延時間に矛盾がある場合には、エラーとなります。



図中の数字	説明
1	キャプチャ時間（ms）
2	トリガレベル（dBm）と上昇エッジトリガ
3	正のトリガ遅延時間（ms）

図 3-19. トリガパラメータ

Noise Immunity（雑音耐性）

この機能は、内部トリガの際に使用することができます。雑音の大きな信号の場合、不適切な時点やエッジでセンサにトリガがかかる可能性があります。このような状況に対する耐性を持たせるため、N 個のサンプルがトリガレベルと交差するまで待ってからトリガをかけるようセンサを設定することができます。N の値を大きくすると、雑音耐性が増しますが、トリガ待ち時間が長くなります。雑音耐性を使用する場合は、負のトリガ遅延時間にすることをお勧めします。トリガ待ち時間を短くするために必要とされる負のトリガディレイは、N とパワーセンサのサンプリング時間（センサの仕様を参照）の積です。MA24108A および MA24118A の場合、これは約 7 µs となります。トリガ雑音耐性係数のデフォルト値は 1（耐性なし）です。

Arm Trigger（トリガアーミング）ボタン

「Trigger（トリガ）設定」を変更すると、「Time Slot Mode（タイムスロットモード）」または 「Scope Mode（スコープモード）」で **Arm trigger**（トリガアーミング）ボタンを使用できるようになります。また、トリガ タイムアウトなど他の条件下でも使用できるようになります。このボタンをクリックすると、トリガ設定が適用され、トリガがアーミングされます。**Arm trigger** ボタンを使用できる時にクリックしなかった場合、PowerXpert によるデータ収集とグラフの更新は活発に行われません。

3-9 Tools（ツール）

ツールメニューには、すべてのセンサのゼロ設定、PowerXpert 画面の取り込み、ログデータやオフセットテーブル機能の有効化、センサ ファームウェアの更新を行えるオプションがあります。

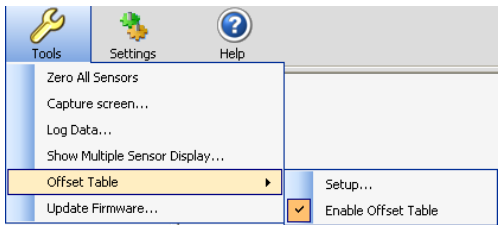


図 3-20. ツールメニュー

Zero All Sensors（すべてのセンサをゼロ設定）

接続しているすべてのセンサのゼロ設定を行える便利な方法です。パワー測定を行う前に、すべてのセンサのゼロ設定を行います。低レベル測定を頻繁に行う場合は、センサのゼロ設定を頻繁に点検し、必要に応じてゼロ設定を行ってください。ゼロ設定を行う前に、センサを DUT（被試験デバイス）テストポートに接続し、パワーセンサのノイズフロアよりも 20 dB 下のレベルへの接続部から RF パワーを除去します。MA24104A および MA24105A パワーセンサの場合、このレベルは –20 dBm 未満です。MA24106A パワーセンサの場合、このレベルは –60 dBm 未満です。MA24108A、MA24118A、MA24126A の場合、このレベルは -70dBm 未満です。地上雑音と熱電磁界（EMF）が測定からゼロアウトされるように、できればセンサを DUT テストポートに接続したままにしてください。また、DUT の接地コネクタにセンサを接続することができ、信号源から接続を外すこともできます。

Capture Screen（画面取込み）

Capture Screen ユーティリティを使い、PowerXpert スクリーンショットを取込むと Save image（画像の保存）ダイアログが表示され、画像を BMP、JPEG、PNG、GIF ファイル形式で保存することができます。

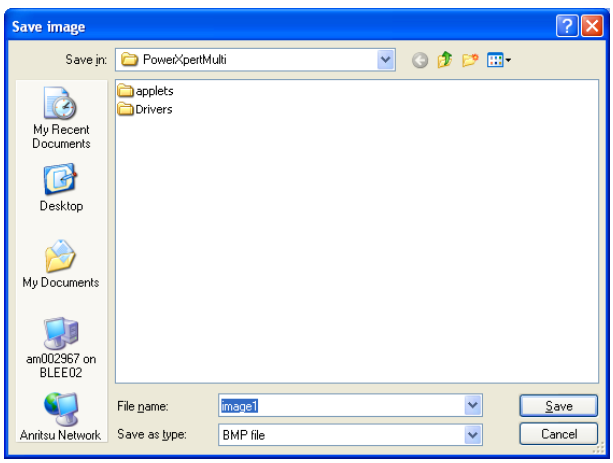


図 3-21. 画像保存ダイアログ

Log Data（データのログ）

コンマ区切り値（csv）ファイルでデータを記録することができます。この機能を使用するには、ツールバーから **Tools（ツール）| Log Data（データのログ）** を選択します。この機能は、アプリケーションが Continuous Average（連続平均）モードにある時のみ使用できます。下図のようなダイアログでデータのロギングを設定します。

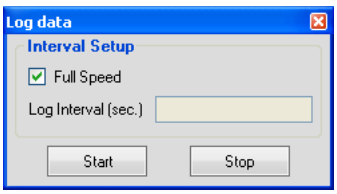


図 3-22. データのログ ダイアログ

- **Interval Setup（間隔設定）：** フルスピードのデータロギングまたは固定間隔のデータロギング（ユーザが定義したロギング間隔）を設定します。
- **Log Interval (sec.)（ログ間隔（秒））：** データをログに記録する時間間隔を設定します。この設定は、Full Speed（フルスピード）の選択を解除すると使用できます。

備考	Microsoft Excel ではデータレコードの数が 65536 に制限されるため、キャプチャ時間が長時間にわたる場合は、ログ間隔を設定してデータポイントの数を減らしてください。また、ファイルサイズを 10 MB に制限してください。

データはコンマ区切り値（.csv）ファイルとして保存され、Microsoft Excel で直接開くことができます。ファイル名と保存場所は自由に選択したり変更したりできます。デフォルトのファイル名の形式は以下のとおりです。

```
Test_yyyy_mm_dd_hhmmss.csv
```

要素：

- **yyyy:** 年（4 桁）
- **mm:** 月（1 桁または 2 桁）
- **dd:** 日（1 桁または 2 桁）
- **hhmmss:** 時（2 桁、24 時間形式）、分、秒

Start（開始）ボタンを押すと、Save As（名前を付けて保存）ダイアログが表示されます。

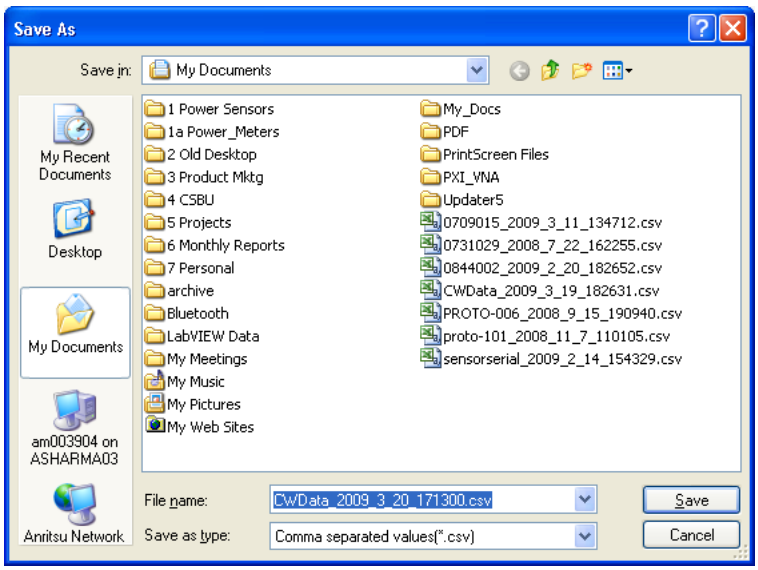
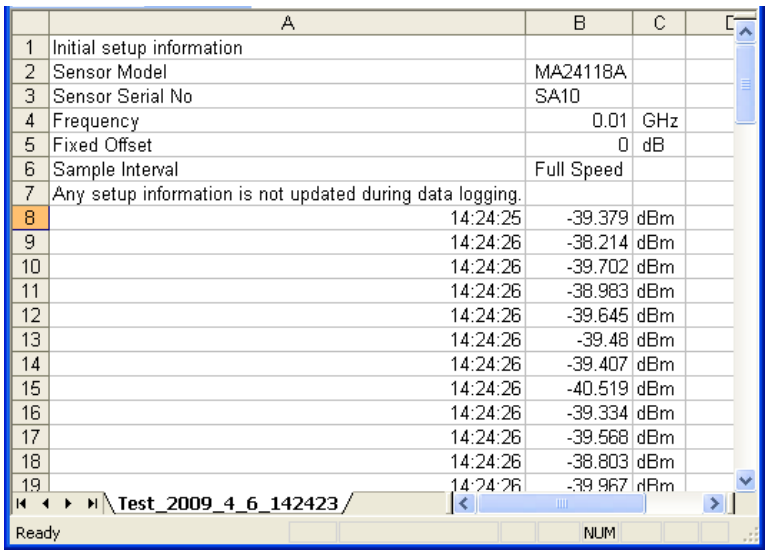


図 3-23. ログデータの「名前を付けて保存」ダイアログ

下図は、ログデータを Microsoft Excel で表示した場合の例です。



	A	B	C
1	Initial setup information		
2	Sensor Model	MA24118A	
3	Sensor Serial No	SA10	
4	Frequency	0.01	GHz
5	Fixed Offset	0	dB
6	Sample Interval	Full Speed	
7	Any setup information is not updated during data logging.		
8	14:24:25	-39.379	dBm
9	14:24:26	-38.214	dBm
10	14:24:26	-39.702	dBm
11	14:24:26	-38.983	dBm
12	14:24:26	-39.645	dBm
13	14:24:26	-39.48	dBm
14	14:24:26	-39.407	dBm
15	14:24:26	-40.519	dBm
16	14:24:26	-39.334	dBm
17	14:24:26	-39.568	dBm
18	14:24:26	-38.803	dBm
19	14:24:26	-39.967	dBm

Test_2009_4_6_142423

Ready NUM

図 3-24. ログデータ

データのロギングを中止するには、ツールバーから **Tools（ツール）| Log Data（データのログ）**を選択し、Log data ダイアログで **Stop（終了）**を押します。

Multiple Sensor Display（複数センサ表示）

PowerXpert には「複数センサ表示」画面があり、最大 8 台までのセンサの測定値を同時に表示することができます。この画面は通常の PowerXpert 表示画面に追加されます。ツールバーから **Tools（ツール）| Show Multiple Sensor Display（複数センサ表示）**をクリックすると、この画面が有効になります。

図 3-25. PowerXpert 複数センサ表示

複数のセンサを使用している場合、センサのパラメータは、Sensor Information（センサ情報）表示領域で選択しているセンサの数値が表示されます。

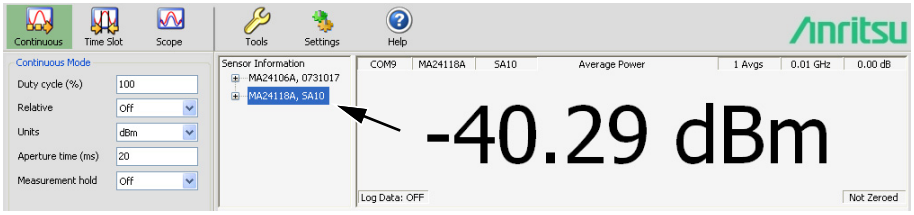


図 3-26. センサの選択

View Summary（サマリの表示）

MA24105A の場合、PowerXpert にはサマリ表示画面（図 3-27）があり、以下を含む順方向測定および逆方向測定を同時に表示することができます。

- Forward Average Power（順方向平均パワー）
- Forward Crest Factor（順方向クレストファクタ）
- Forward Burst Average（順方向バースト平均）
- Forward Peak Power（順方向ピークパワー）
- Reverse Average Power（逆方向平均パワー）
- Reverse Refection Coefficient（逆方向反射係数）
- Reverse Return Loss（逆方向反射減衰量）
- Reverse VSWR（逆方向 VSWR）

この画面は、通常の PowerXpert 表示画面に加え、ツールバーから Tools（ツール）| View Summary（サマリの表示）をクリックすると有効になります。

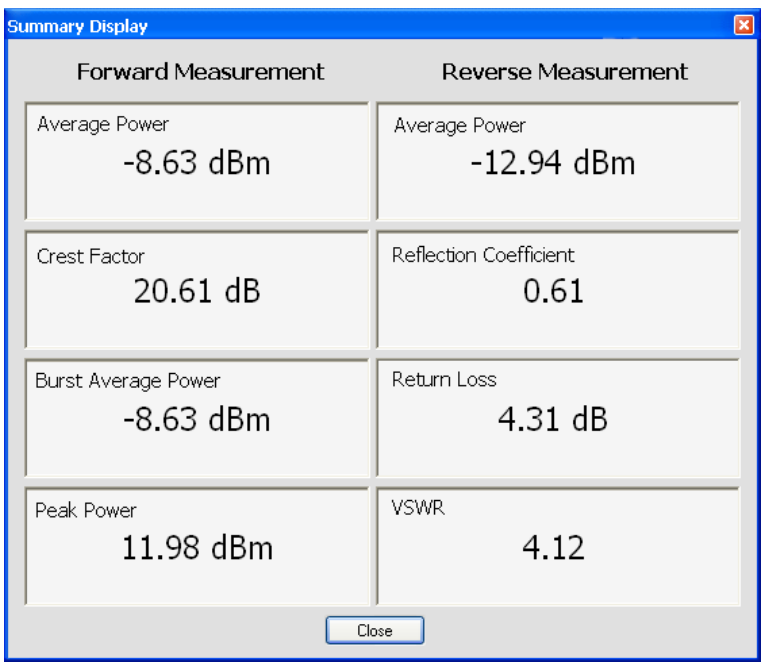


図 3-27.「サマリの表示」画面

Offset Table（オフセットテーブル）

オフセットテーブル機能は、MA24104A および MA24106A パワーセンサでのみ使用できます。センサと DUT 間で RF デバイスを使用している場合に、オフセットテーブルを使い測定値を補正することができます。固定オフセットとは異なり、オフセットテーブルではRFデバイスのために異なる周波数で異なるオフセット値を入力できます。オフセット補正値を入力するには、そのデバイスの周波数応答が分かっている必要があります。オフセットテーブルは線形補間法により、中間にある周波数のオフセット値が決まります。校正係数周波数がオフセットテーブルで最も高い周波数よりも高い場合には、オフセットテーブルの最高周波数のオフセットが使用されます。同様に、校正係数周波数がオフセットテーブルで最も低い周波数よりも低い場合には、オフセットテーブルの最低周波数のオフセットが使用されます。オフセットテーブルの設定、保存、呼出し、適用手順は以下のとおりです。

1. **Tools（ツール）** | **Offset Table（オフセットテーブル）** | **Setup（設定）** をクリックします。

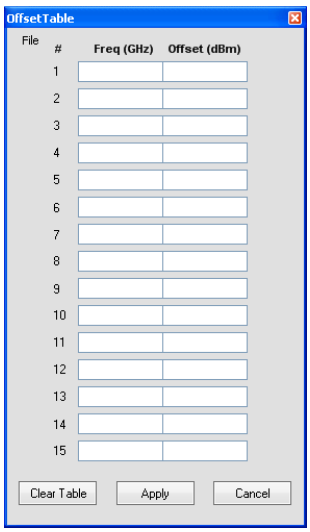


図 3-28. オフセットテーブル

2. 表示されたダイアログで、RF デバイスの周波数応答を手動で入力するか、DUT の測定に使用した S2P ファイルをインポートします。

備考	減衰には、dB 単位の正の値が使用されます。

3. Offset Entry（オフセット入力）画面で **Apply**（適用）をクリックして、測定値を補正します。表示ウィンドウに「Offset table applied」のメッセージが短く表示され、オフセットテーブルによる補正が現在の測定値に適用されたことを示します。また、**Tools（ツール）** | **Offset Table（オフセットテーブル）** を選択すると、**Enable Offset Table（オフセットテーブルを有効にする）** オプションの前にチェックマークが表示されます。
4. テーブル内の項目をすべて消去する場合は、**Clear Table** ボタンをクリックします。
5. Offset Entry 画面で Save（保存）をクリックしてデバイスの応答を保存し、任意のディレクトリにファイルとして保存します（図 3-16 を参照してください）。任意の数のデバイス応答を保存することができます。ファイルは、コンマ区切り値（.csv）ファイルとして保存されます。
6. 応答を呼出すには、Offset Table（オフセットテーブル）ダイアログで **File（ファイル）** | **Open（開く）** をクリックし、ファイルを選択して、Apply（適用）をクリックします。同様に、Offset Table ダイアログで **File** | **Import S2P file** を選択して、S2P ファイルをインポートすることができます。
7. オフセットテーブルによる補正を解除するには、**Tools（ツール）** | **Offset Table（オフセットテーブル）** | **Enable Offset Table（オフセットテーブルを有効にする）** をクリックして、チェックマークを外します。表示ウィンドウに「Offset table disabled」のメッセージが短く表示され、オフセットテーブルによる補正が現在の測定値に適用されなくなったことを示します。

Updating the Firmware（ファームウェアのアップデート）

詳細は、付録 B「ファームウェアのアップグレード」を参照してください。

3-10 Settings（設定）

Settings（設定）メニューは、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサでのみ使用できます。Settings メニューで、PowerXpert の設定の保存と呼出し、PowerXpert のリセット、センサのタイムアウトの設定を行え、セキュアモードを有効にできます。

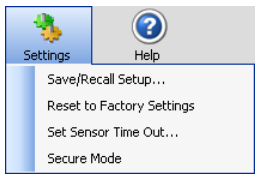


図 3-29. 設定メニュー

Save/Recall Setup（設定の保存と呼出し）

現在の設定を、10ヵ所ある不揮発性の保存場所のうちの 1 つに保存することができます。保存場所が使用中（Used）の場合は、以前に保存した設定が上書きされます。

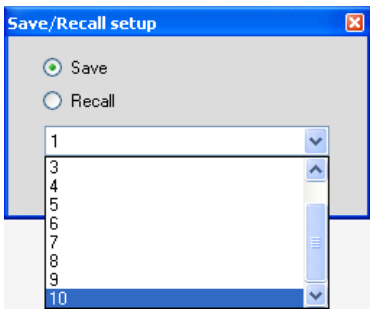


図 3-30.「設定の保存／呼出し」ダイアログ

前述した手順で保存したセンサの設定は、任意の時点で読み込むことが可能です。

備考	Trigger Arm Type（トリガアーミングタイプ）、Units（単位）、固定 Offset（オフセット）値は、保存済みの設定の一部として保存されないので、呼出すことはできません。

Reset to Factory Settings（工場出荷時の設定にリセット）

このオプションを選択すると、PowerXpert およびパワーセンサがデフォルト状態にリセットされます。

Set Sensor Time Out（センサタイムアウト設定）

PowerXpert にはセンサタイムアウト機能があります。この機能は内部トリガまたは外部トリガに設定している時のみ使用できます（タイムスロットモードおよびスコープモード）。トリガイベントが長時間（デフォルトでは 10 秒を超える時間）にわたり発生しない状況に備えて、このような機能が付いています。

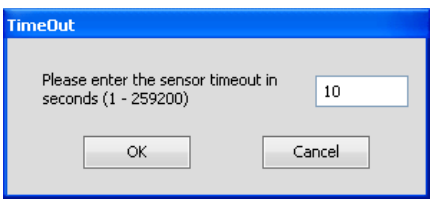


図 3-31.「センサタイムアウト」ダイアログ

トリガ（内部または外部）を設定している場合、トリガがかかるとセンサはデータをアプリケーションに送ります。設定したタイムアウト時間にわたり PowerXpert アプリケーションがセンサからデータを受け取らないと、警告メッセージが表示され、センサを再アーミングするよう指示するメッセージが表示されます。

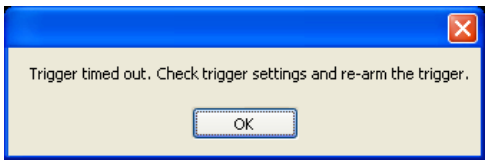


図 3-32.「トリガタイムアウト」ダイアログ

トリガを再アーミングした後もセンサから応答がない場合は、「No sensor」メッセージが表示されます。

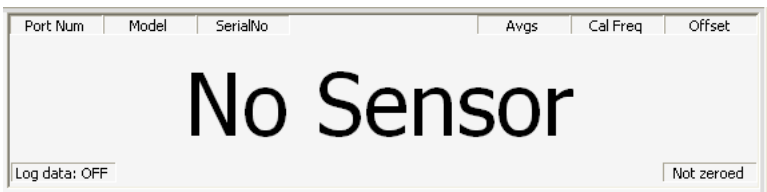


図 3-33.「センサが接続されていません」のメッセージ

センサがトリガのアーミングを識別している場合は、トリガがなかったと見なされ、再びデータの受信待ち状態になります。それでもデータが送られない場合、上記のサイクルが繰返されます。

長時間にわたりトリガイベントが発生しない場合には、センサのタイムアウトを長くするか、手動でトリガを再アーミングする必要があります。

データが受け取れない理由として、2 つの原因が考えられます。

- トリガイベントが発生していない可能性がある。
- センサに問題がある可能性がある（通信またはその他の問題）。この場合は、以下を行います。
  1. アプリケーションを閉じ、センサの接続を外します。
  2. アプリケーションを開き、センサを再び接続します。
  3. 問題が解決できない場合は、アンリツサービスセンターにご連絡ください。

Secure Mode（セキュアモード）

MA24104A および MA24106A USB パワーセンサには、2 種類のメモリデバイスが備わっています。

- PIC18F4550 マイクロコントローラに内蔵された不揮発性 32 KB フラッシュメモリ：センサのファームウェアが含まれています。ユーザはこのメモリにアクセスすることはできません。
- 不揮発性 8 KB EEPROM：センサの工場出荷時校正データと、製造番号、型名番号などのセンサ情報が記憶されています。ユーザはこのメモリにアクセスすることはできません。

  MA24104A および MA24106A は万全なセキュリティ対策が取られている機器であり、これらのセンサにはユーザがアクセス可能な箇所はないため、セキュリティ管理施設に搬入・搬出することができます。

MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A USB パワーセンサには、3 種類のメモリデバイスが備わっています。

- AT91SAM7SE512 マイクロコントローラに内蔵された不揮発性 512 KB フラッシュメモリ：センサのファームウェアが含まれています。このメモリにユーザが書込みやアクセスを行うことはできません。
- 揮発性 32MB SDRAM：プログラム変数、バッファ、センサ使用時の校正データ情報が記憶されています。電源投入時に初期化され、電源を切ると消去されます。ユーザはこのメモリに直接書込むことはできません。パワーオフ時にメモリは完全に消去された状態になります。ユーザはこのメモリにアクセスすることはできません。
- 不揮発性 4MB データフラッシュ：センサの工場出荷時校正データ、ユーザ設定（MA24105A では使用されません）、製造番号、型名番号などのセンサ情報が記憶されています。ユーザはこのメモリに直接書込むことはできません。

  MA24108A、MA24118A、MA24126A では、ユーザはパワーセンサの設定をこのメモリに保存したり呼出したりすることができます。セキュアモード手順によってメモリを完全に消去することができます。（MA24105A では万全のセキュリティ対策が講じられているため、この機能は使用されません。）

不揮発性データフラッシュの消去

USB パワーセンサをセキュリティ管理施設から持出す場合には、ユーザが定義した設定など、センサに保存されている情報を USB パワーセンサから削除する必要があります。これを行うには、セキュアモードを使い、ユーザが保存したすべての情報を不揮発性 4 MB データフラッシュから完全に消去します。セキュアモードは、ユーザが PowerXpert から設定します。次回 PowerXpert を起動すると、ユーザが保存した情報は不揮発性フラッシュから完全に消去されています。工場出荷デフォルト値がパワーセンサの現在の設定値として設定されます。

Settings（設定）｜Secure Mode（セキュアモード）をクリックします。警告ダイアログボックスが表示されます。

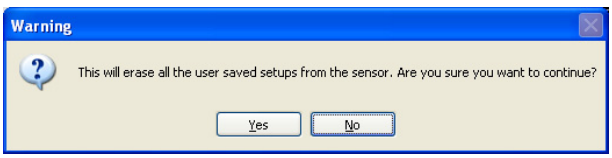


図 3-34. セキュアモードの警告メッセージ

OK をクリックします。シャットダウンしてから、PowerXpert を再起動します。パワーセンサは不揮発性メモリを完全に消去した状態で起動します。セキュア状態を USB で設定するには、「DELETE」リモート コマンドを使います。

3-11 Help（ヘルプ）

ヘルプメニューには、オンライン ドキュメントを開くためのオプションがあり、About（バージョン情報）ダイアログを表示することができます。

図 3-35. PowerXpert バージョン情報

4 章 — パワーセンサのお手入れ

4-1 はじめに

アンリツのパワーセンサは研究所向けの高品質の精密測定器です。研究所で使用する測定器と同様の注意を払い取扱ってください。パワーセンサの取扱いや接続に際しては、以下に述べる注意点に従ってください。これらの注意を守ることでセンサとパワーメータの寿命が維持され、故障によるダウンタイムを短縮することができます。また、誤使用や乱暴な取扱いに起因するパワーセンサの故障を防ぐことができます。これら 2 つの原因による故障はアンリツ保証対象外となります。

警告	**破壊的なピン深さのコネクタを嵌合しないよう注意してください。**

修理のため返送された RF コンポーネントの大半は、嵌合コネクタのピン深さが不適正であることが現場での故障の主因となっています。RF コンポーネントのコネクタに破壊的なピン深さのコネクタを嵌合させると、RF コンポーネント側のコネクタが通常破損します。破壊的なピン深さとは、コネクタの基準面に対してピンが長すぎることを言います（図 4-1（4-5 ページ）参照）。

警告	**精密タイプのコネクタが備わっていない RF コンポーネントに注意してください。**

精密 RF コンポーネントコネクタの中心ピンの許容誤差は mils 単位（1/1000 インチ）で測定される高い精度で定められています。さまざまな RF コンポーネントの嵌合コネクタは、すべてが高精度タイプではありません。その結果、そのようなデバイスの中心ピンはピン深さが適切でない可能性があります。互換性を維持するために、パワーセンサにコネクタを嵌合する前に DUT（被試験デバイス）コネクタのピン深さを測定する必要があります。ピン深さの測定には、アンリツのピン深さゲージ（図 4-2（4-6 ページ））、または相当品を使用してください。

4-2 パワーセンサに関する注意事項

締付け過ぎの防止

コネクタを締付け過ぎると破壊的な力が加わり、コネクタの中心ピンに損傷を与えるおそれがあります。N 型コネクタの締付けにはトルクレンチ（12 lbf・in または 1.35 N・ m）の使用を推奨します。K コネクタの場合は、常にトルクレンチ（8 lbf・in または 0.90 N・ m）を使用してください。スパナやプライヤ（ペンチ）でコネクタを絶対に締付けないでください。詳細については、4-4 項「接続方法」（4-3 ページ）を参照してください。

機械的衝撃の防止

パワーセンサは、研究所での一般的な取扱いで長期にわたって使用できるように設計されています。しかしながら、落下させたり乱暴に取扱わないように注意が必要です。機械的な衝撃を与えると製品寿命が大幅に短くなります。

過大なパワー印加の防止

指定されている最大入力パワーレベルを超過すると、パワーセンサの内部コンポーネントが恒久的に破損し、使用不可能になります。

適切な ESD 予防措置の遵守

パワーセンサは、静電気放電（ESD）によって損傷する可能性があるコンポーネントを内蔵しています。このため、パワーセンサは ESD 要注意機器として取扱ってください。ESD による損傷を防止するため、静電気に対する安全対策が講じられていない環境下でパワーセンサを取扱い、輸送、保存しないでください。パワーセンサを取扱うときは、必ず静電気制御リストバンドを着用してください。破れたり穴のあいた静電気遮蔽バッグをセンサの保管に使用しないでください。説明書、顧客注文書、修理タグなどの紙製ドキュメントをセンサと一緒に保護梱包箱の中に入れないでください。

コネクタの清掃

RF コンポーネントは高性能を維持するために正確な寸法で作られていますが、コネクタ インタフェースに付着したゴミや汚れによって、寸法に影響が出ることがあります。使用しない場合はコネクタに保護カバーを装着してください。コネクタの清掃には、イソプロピルアルコール（IPA）で湿らせた糸くずの出ない綿棒を必ず使用してください。詳細については、4-6 項「コネクタの清掃」（4-7 ページ）を参照してください。

通信コネクタとケーブルの損傷防止

USB ケーブルをセンサに接続する際は、注意を払って行ってください。コネクタがソケットから緩んで破損しないように、ケーブルを正しくしっかり差し込んでください。

4-3 RF コネクタに関する注意事項

注意を払って取扱う

RF コネクタは、研究所での一般的な取扱いで長期にわたって使用できるように設計されています。しかしながら、落下させたり乱暴に取扱わないように注意が必要です。これらは研究所品質のデバイスであるため、このようなデバイスの場合と同様の注意を払い取扱ってください。

コネクタを清潔に保つ

コネクタの嵌合面を素手で触らないようにしてください。皮膚の皮脂や微細な塵は除去が非常に困難です。

コネクタの清掃に綿棒を使用する場合には、中心導体を傷つけないよう注意してください。詳細は、4-6 項 を参照してください。

ピン深さを確認する

新しいコネクタを使用する場合は使用前に、ピン深さが仕様外でないか必ず確認してください。不適正なコネクタが 1 つでもあると他の多くのコネクタの破損原因となります。コネクタを間違った方向に回すと、コネクタが破損するおそれがあります。コネクタを締めるには右方向に回し、ゆるめるには左方向に回します。

テフロン調整ワッシャ

ほとんどの RF コンポーネントの中心導体部分には、嵌合点（インタフェース）の近くに小さなテフロンワッシャが付いています。このワッシャはインタフェースで生ずる微小なインピーダンス不整合を補正する働きがあります。ワッシャの位置は、RF コンポーネントの性能を維持する上で重要です。このワッシャを取外さないでください。

接続する前にコネクタの中心合わせをする

中心導体の破損を防ぐため、接続するコネクタが正しく同心円の中心にあることを確認してください。

適切なトルクで締める

コネクタを締付け過ぎると破壊的な力が加わり、コネクタの中心ピンに損傷を与えるおそれがあります。絶対にスパナやプライヤ（ペンチ）でコネクタを締付けないでください。その他のコネクタと同様に、正しいトルクレンチを使用してください。

コネクタをカバーで保護する

使用後はコネクタに ESD 防止タイプの保護キャップを被せてください。

適切に保管する

絶対に箱や机または引出しの中に乱雑にアダプタを保管しないでください。

4-4　接続方法

接続手順

表 4-1 に、USB パワーセンサに使用するコネクタ用のアンリツ製トルクレンチおよびオープンエンド レンチの部品番号を示します。

表 4-1.　コネクタ用レンチ要件 – トルクレンチと設定 – オープンエンド レンチ

コネクタの種類	トルクレンチ型番	トルク 仕様	オープンエンド レンチ
K (2.92 mm)	01-201	8 lbf・in (0.90 N・m)	01-204
N 型	01-200	12 lbf・in (1.35 N・m)	01-202

接続

1. 慎重にコネクタの中心合わせをします。
   オス型コネクタの中心ピンをメス型コネクタの接触フィンガに必ず同心性を保ちながら挿入してください。
2. コネクタをまっすぐに押して接続します。
   コネクタを押す際に、ねじらないでください。中心導体が嵌合する際に、通常は僅かな抵抗があります。
3. コネクタ ナットを回して、接続部を指で締付けます。
   コネクタ本体を**回さない**でください。
   トルクレンチを使用する場合、本締付けの前にナットが回らなくなるほどきつく**締付けない**でください。
4. コネクタナットを反時計回り方向に 1/4 回転させて、接続部をゆるめます。
   トルクレンチを使い、最終的な締付けを行います。

締付け

1. トルクレンチの端をしっかり持ちます。

注意	トルクレンチの他の部分を持つと予期しないトルク量がかかり、接点やコネクタが損傷するおそれがあります。

2. コネクタを締付ける際には、コネクタナット*だけ*を回します。
   オープンエンド レンチを使い、コネクタ本体が回らないようにします。
3. 2 本のレンチを 90° 未満の相対角に保ちます。
   角度を 90° 以上にすると、コネクタ デバイスが浮いてデバイスの中心合わせがずれやすくなり、コネクタに圧力がかかります。このことは、複数のデバイスを相互接続する場合により大きな問題となります。
4. 接続部を締付け、トルクレンチのハンドルに抵抗の感触があったらすぐに締付けを止めます。
   ハンドルが完全に動かなくなるまで締付けると、レンチが反動で戻り、接続がゆるむ可能性があります。

取外し手順

1. オープンエンド レンチを使い、コネクタ本体の回転を防ぎます。
2. 別のレンチを使い、コネクタナットをゆるめます。
3. 最後は手でコネクタナット*だけ*を回して取外します。
4. コネクタをまっすぐ引張って分離します。その際、コネクタをねじったり曲げたりしないよう注意してください。

4-5 RF コネクタの予防的なお手入れ

ほとんどの同軸コネクタはシステムに組み込んでしまえば後はその存在を忘れてしまいますが、特に試験機器の場合など、ほぼ毎回着脱して使用するものもあります。正確で信頼性の高い性能を確保するため、このようなコネクタのお手入れと清掃は重要です。忘れてならない点は、コネクタには寿命があり、通常は最大着脱仕様が定められている（一般的に、接続回数約 5,000 回）ということです。ほとんどの場合、この回数を超えても大丈夫ですが、使用やお手入れが不適切な場合にはコネクタの寿命が短くなることがあります。以下を実践することで、良好なコネクタ性能が得られます。

- 定期的に目視点検を行う
- 適正な測定法を用いる
- トルクレンチを使い適切な方法で着脱する
- 適切に清掃する

目視検査

長く安定したコネクタ寿命を確保するため、使用中は最低 1 日 1 回、特定の用途にコネクタを使用する前に目視点検を慎重に実施してください。「不良」コネクタに嵌合すると、「正常な」コネクタが損傷するおそれがあります。

倍率

損傷がないかコネクタを点検する際の最低倍率は、コネクタによって異なります。

- K (2.92 mm) コネクタの場合、7x
- N 型 コネクタの場合、2x

以下の不具合があるコネクタは、修理するか廃棄してください。

めっき面

- 深いかき傷があり、嵌合面の金属が剥き出しになっている。
- 気泡・ふくれ

コネクタは使用するうちに年月の経過と共に艶が失われることがあります。軽度のかき傷や跡など表面上の不具合が嵌合面に見られることがありますが、これらは心配ありません。

ねじ山

- 破損したねじ山。ねじ山が破損している場合は、コネクタを無理に嵌合しないでください。

中心導体

- 接点の曲がり、破断、破損。

ピン深さ測定

注意事項

警告	**破壊的なピン深さのコネクタを嵌合しないよう注意してください。**

最低 1 日 1 回、使用前にコネクタを点検してください。別の機器にコネクタを使用する場合は、試験を行う機器のコネクタも測定してください。

コネクタ同士を接続する際には、絶対に無理に接続しないでください。無理な力を加えると、正しくない結果や互換性のない結果を招きます。コネクタの機械的完全性、非破壊的な嵌合、電気的性能にとって非常に重要な寸法が幾つかあります。各種コネクタ用のコネクタ ゲージ キットをご用意しております。詳しくは、アンリツ アプリケーションノート 10200-00040 を参照してください。同軸コネクタの機械的な測定は、以下の問題の検出・防止に役立ちます。

正のピン深さ

ピン深さが正の許容値から外れた場合、軸方向に力がかかる結果として、メス型コネクタの中心導体のフィンガが曲がったり、デバイスの内部構造が損傷することがあります。

注意	ピン深さが正の許容値から外れた状態では、絶対にコネクタ同士を接続しないでください。

負のピン深さ

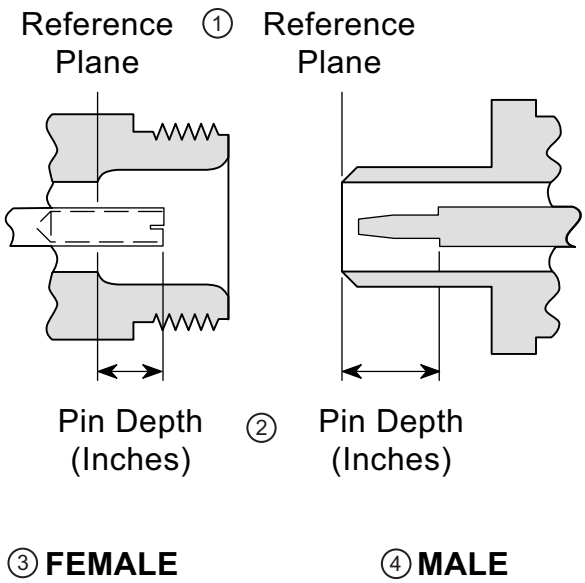
ピン深さが負の許容値から外れた場合、反射減衰量が低下して信頼性の低い接続となる可能性があり、ピークパワー条件下では装置の不良原因となることもあります。.

ピン深さゲージを確認する

最低でも月 1 回、使用前にピン深さゲージが清潔かどうか点検してください。コネクタの清掃手順（4-6 項 を参照）に従いピン深さゲージを清掃することもできます。

ピン深さ寸法

嵌合する前に、RF コンポーネントと嵌合するデバイスのピン深さを測定してください。測定寸法を 図 4-1 に示します。



図中の数字	説明
1	基準面
2	ピン深さ（インチ）
3	メス
4	オス

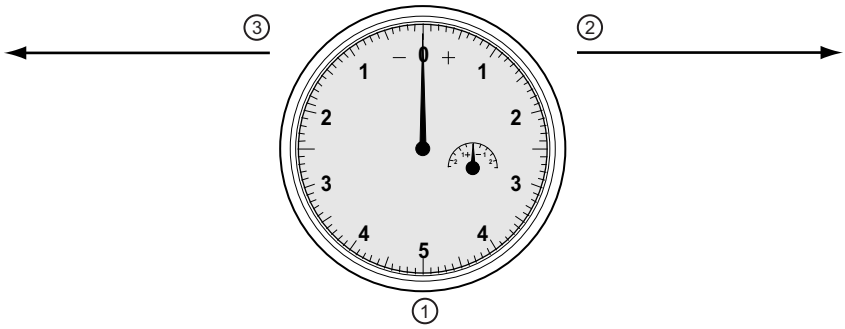
図 4-1.　N 型 コネクタのピン深さ

ピン深さゲージ

図 4-2（4-6 ページ）に示すように、アンリツのピン深さゲージまたは同等品を使いピン深さを正確に測定します。修理のため返送された RF コンポーネントの大半は、嵌合コネクタのピン深さが不適正であることが現場での故障の主因となっています。

RF コンポーネントに破壊的なピン深さを持つコネクタを嵌合させたとき、RF コンポーネント側のコネクタが破損する可能性があります。

備考	破壊的なピン深さとは、コネクタの基準面に対して中心ピンが長すぎるものを言います。



図中の数字	説明
1	ピン深さゲージの針をゼロに設定した状態
2	針の順方向（時計回り）
3	針の逆方向（反時計回り）

図 4-2. ピン長ゲージ

ピン深さの許容値

RF コンポーネント コネクタの中心ピンの許容誤差は「mils」単位で測定された高い精度で定められており、1/1000 インチ（0.001 inch）（約 0.02540 mm）です。

RF コンポーネントと嵌合させる試験デバイスのコネクタは高精度タイプでないことがあり、ピン深さが適正でない場合があります。嵌合する前に必ずピン深さを測定して的確性を確認し、コネクタの損傷を防止してください。

ピン深さの測定で、試験デバイスのコネクタの測定結果が許容値に対してゲージの「+」側にある場合は（表 4-2 を参照）、中心ピンが長すぎることを示します（図 4-2（4-6 ページ）を参照）。この状態で嵌合させると、接続側コネクタが損傷するおそれがあります。

反対に、試験デバイスのコネクタの測定結果が許容値に対して「-」側にある場合は、中心ピンが短すぎることを示します。嵌合したコネクタに損傷を与えることはありませんが、接触が不安定となり性能の低下を招くことがあります。

表 4-2. USB パワーセンサ コネクタのピン深さの許容値とゲージ設定

コネクタの種類	ピン深さ（インチ）	アンリツ ゲージ設定
N 型（オス）	+0.003 -0.207 0.000	0.000 -0.207 -0.003
N 型（メス）	0.000 -0.207 -0.003	0.000 -0.207 -0.003
K（オス）	+0.000 -0.003	ピン深さと同じ
K（メス）		

4-6　コネクタの清掃

コネクタのインタフェースは、汚れや破片などが付着してない清潔な状態に保ってください。コネクタを清掃する場合は、糸くずの出ない綿棒を使用してください。溶剤を使用する場合は、イソプロピルアルコールを使用してください。図 4-3（4-8 ページ）に、オス型およびメス型コネクタの清掃手順を図示します。

備考	**一般的な綿棒は小型タイプのコネクタには大きすぎます。そのような場合、綿棒から綿の大部分を取って、残りの綿をきつく縒ってください。綿がコネクタ内部に落ちて残らないように注意してください。**

連続して使用する場合、外部導体の嵌合インタフェースに汚れや金属片が付着し、コネクタの電気的および機械的性能が著しく低下することがあります。また、結合トルクが増し、嵌合インタフェースが損傷する可能性があります。良好な電気的性能を保つためにはコネクタの清掃が必要不可欠なので、測定（または校正）を行う前にコネクタが清潔かどうか確認してください。

清掃要件

- 低圧圧縮空気（溶液無使用）
- 糸くずの出ない綿棒
- イソプロピルアルコール（IPA）
- 顕微鏡

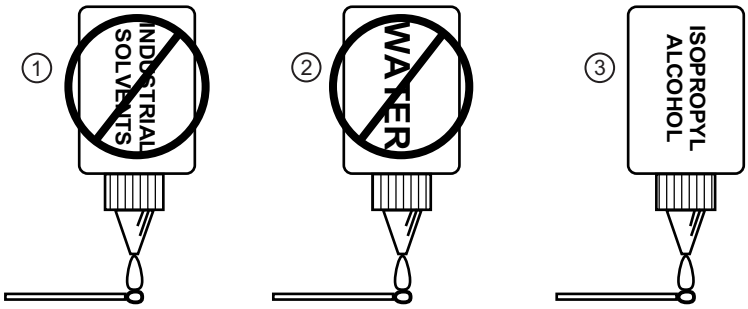
清掃時の注意

コネクタを清掃する際には、以下の注意に従ってください。

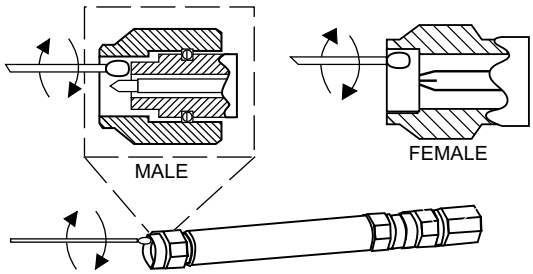
- 溶剤を使用する場合は、イソプロピルアルコールのみを使用してください。
- 糸くずの出ない綿棒のみを使用してください。
- 適切なサイズの綿棒を使用してください。
- 中心導体を清掃する場合は、綿棒でそっとなぞるように清掃してください。
- コネクタの中心ピンに横方向の力を加えないでください。
- 清掃後に、コネクタ内に綿の線維やその他の異物が残っていないか確認してください。
- 綿棒は湿らすだけにしてください。綿棒にイソプロピルアルコールを染み込ませてはいけません。
- 異物の排除とコネクタの乾燥には、圧縮空気を使用しても構いません。
- 清掃後、中心ピンに曲がりや損傷がないか確認してください。

清掃手順

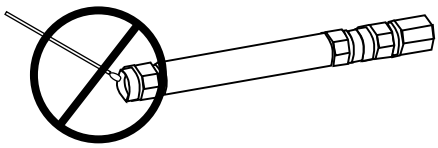
1. 低圧圧縮空気を使い、嵌合面やねじ山等の表面から粉塵を除去します。
2. コネクタのねじ山の汚れは、糸くずの出ない綿棒で清掃してください。コネクタのねじ山がきれいであれば、適正なトルクの約 2 分の 1 回転以内で接続部を手で締付けることができます。
3. イソプロピルアルコールで湿らせた糸くずの出ない綿棒で嵌合面の汚れを取ります（図 4-3（4-8 ページ））。
    - 綿棒が大きすぎないことを確認してください。
    - 溶剤は、表面の汚れをとるのに十分な量のみ使用してください。
    - コネクタ表面を損傷しないように、綿棒に加える力は可能な限り最小限にしてください。
    - コネクタ表面に直接溶剤をスプレーしないでください。
4. 綿棒で清掃した後、再び低圧圧縮空気を使い、残っている微細な付着物を除去すると共にコネクタ表面を乾かします。
5. 清掃後、コネクタに綿線維などの塵が付着していないか点検します。



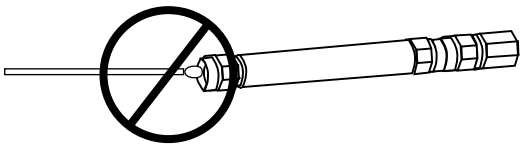
④ Do NOT use Industrial Solvents or Water on connector. Use only Isopropyl Alcohol. Dampen only, DO NOT saturate.



⑤ Use only isopropyl alcohol and the proper size of cotton swab. Gently rotate the swab around the center pin being careful not to stress or bend the pin or you will damage the connector.



⑥ Do NOT put cotton swabs in at an angle, or you will damage the connectors.



⑦ Do NOT use too large of cotton swab, or you will damage the connectors.

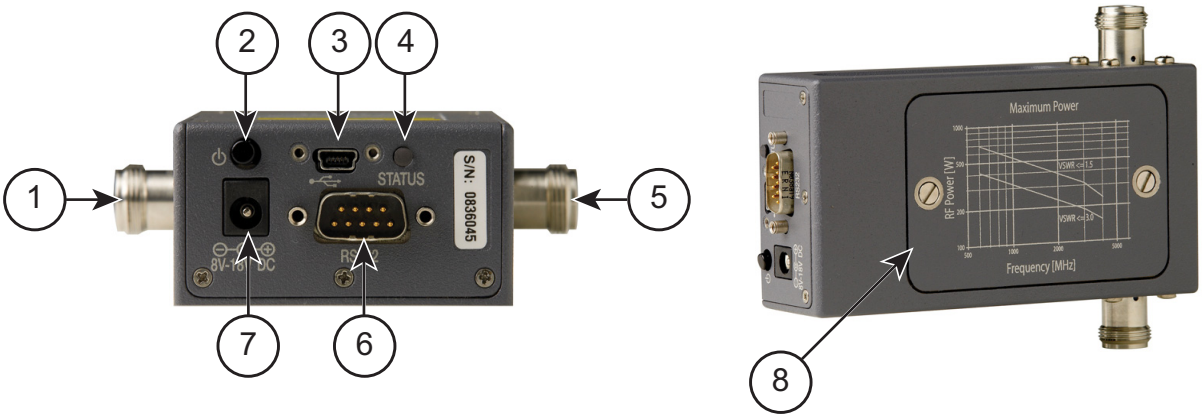
図中の数字	
1	工業用溶剤を使用しないこと
2	水を使用しないこと
3	イソプロピルアルコールを使用すること
4	コネクタに工業用溶剤や水を使用しないでください。イソプロピルアルコールのみを使用してください。湿らすだけにし、染み込ませないこと。
5	イソプロピルアルコールだけを使用し、適切なサイズの綿棒を使用してください。コネクタの損傷を防ぐため、中心ピンを押し付けたり曲げたりしないよう注意しながら、綿棒で中心ピンの円周をなぞるようにそっと清掃してください。
6	綿棒を中心ピンに斜めに当てないでください。コネクタが損傷する原因となります。
7	大きすぎる綿棒を使用しないでください。コネクタが損傷する原因となります。

図 4-3. コネクタの清掃

5 章 — MA24104A の使用方法

5-1 センサの概要

パワーセンサのコネクタを下図に示します。



図中の数字	説明
1	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
2	電源オン／オフ
3	USB ミニ B ポート（PC またはアンリツ携帯型計測器との接続用）
4	2 色 LED（センサの機能状態を示します） **緑色：**センサ ON、ステータス OK **黄色：**エラー状態（表 5-5 （5-10 ページ）を参照） **点滅：**低電池残量
5	RF 出力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
6	RS-232 ポート（アンリツ携帯型計測器との接続用。バッテリまたは外部電源から給電する必要があります。）
7	DC 入力（バッテリ不使用時の RS232 用）
8	バッテリ収納室（3AA サイズのバッテリに対応） **注：**MA24104A では、RS232 インタフェースにバッテリ電源を使用する場合に自動シャットダウン（スリープ）機能が有効になります。RS232 バスが切断または無効状態になると、パワーセンサがシャットダウンして（スリープモードになり）、バッテリ電力を節電します。ホストを再び接続するか有効にすると、センサが自動的に起動します。起動後に必ずゼロ設定を行ってから測定を行ってください。

図 5-1. MA24104A センサの概要

5-2 測定の実施

本項では、MA24104A パワーセンサを PC と共に使用する場合の一般的な手順について説明します。ここに説明する手順では、前述した MA24104A センサおよび Anritsu PowerXpert PC アプリケーションのボタンやメニューを使用します。以下の手順を行う前に、Anritsu PowerXpert PC アプリケーションに馴れておいてください。アンリツ Master™ シリーズ携帯型計測器をパワーセンサと共に使用する場合は、携帯型計測器に添付の取扱説明書に記載されている外部パワーセンサの操作手順を参照してください。

パワー測定の基本

注意	ミニ USB コネクタが損傷しないように、同梱のねじ込み式コネクタ付き USB ケーブルをセンサにしっかり固定してください。

1. 図 5-2（5-3 ページ）に示すとおりに、センサをコンピュータまたはアンリツ Master™ シリーズ計測器に接続し、センサの電源ボタンを 1 秒間押してセンサの電源を**オン**にします。

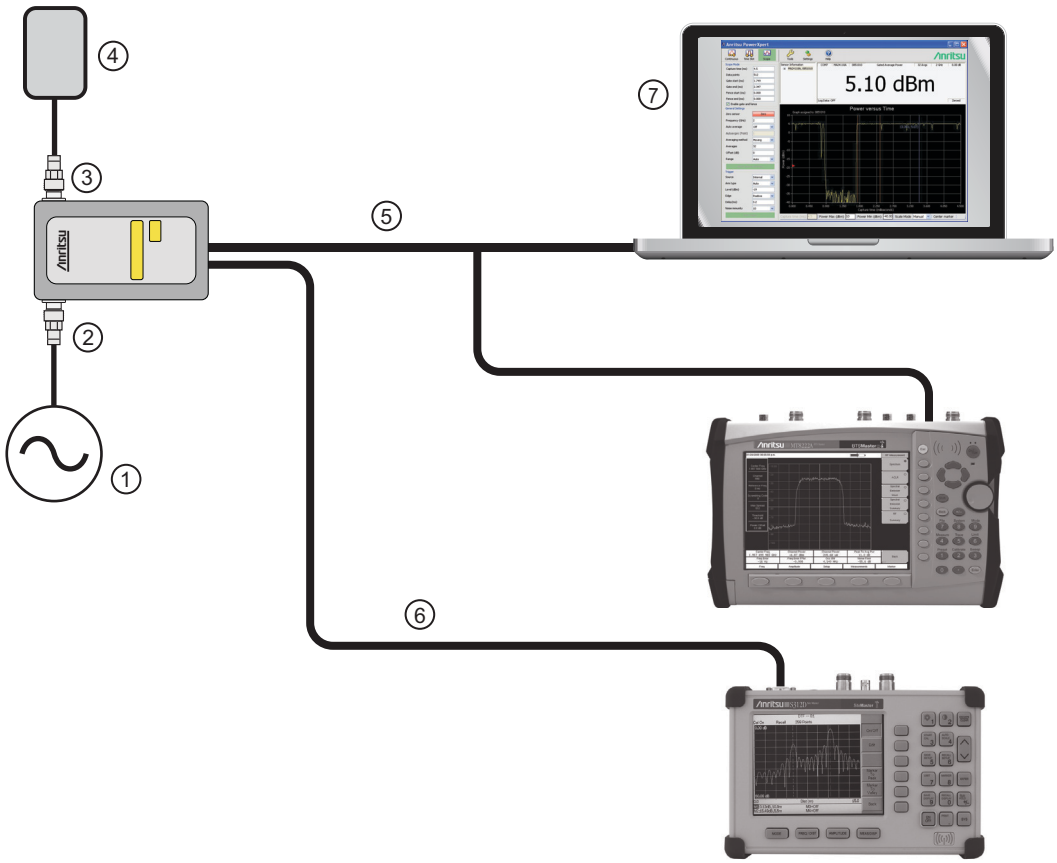
備考	RS232 ポートを使用する場合は、外部電源装置から給電するか、バッテリをセンサに装着して給電する必要があります。USB 接続の場合は、外部電源装置またはバッテリは必要ありません。接続方法（USB または RS232）を変更した場合には、センサの電源を一旦切って再びオンにし、ゼロ設定を行う必要があります。センサがスリープモードになった場合には、測定を行う前にセンサのゼロ設定を行う必要があります。

2. Anritsu PowerXpert アプリケーションを開きます。
3. 以下の“センサのゼロ設定”で説明されているように、センサのゼロ設定を行います。

警告	MA24104A の規格を超えるパワーを接続または印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意	**パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。** コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。 ピン深さを確認している。 コネクタが両方とも清潔である 接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。 ESD 予防措置を遵守している。 詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。 **パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。** コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。 コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。 正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。 締付けすぎてはいけません。 詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

4. センサの RF OUT ポートに負荷を接続します。最初に負荷を接続しておくと、過大な不整合に対してパワーセンサだけでなく信号源や被試験デバイス（DUT）を保護します。
5. RF 信号源をパワーセンサの RF IN ポートに接続します。
6. Anritsu PowerXpert アプリケーション画面に表示されるパワー測定値を読取ります（デフォルト設定では、パワー測定値は連続的に表示されます）。



図中の数字	説明
1	信号源
2	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
3	RF 出力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
4	負荷
5	USB から PC または BTS、VNA、またはスペクトラム マスタへ接続
6	RS-232 からサイトマスタまたはセルマスタへ接続
7	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 5-2. 測定設定

センサの接続

RF 信号源は N 型メス RF コネクタに接続します。特性インピーダンスは 50 Ω です。入力ポートは「RF IN」、出力ポートは「RF OUT」と明記されています。

警告	センサを逆に接続したり（RF IN と RF OUT の接続が逆）、MA24104A の規格を超えるパワーを印加**しないでください**。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

MA24104A の N 型メス コネクタを N 型オス コネクタに接続する際には、以下の手順に従い接続部を正しく締付けてください。

1. 片手で N 型コネクタ本体をしっかり持ち、N 型オス コネクタのナットを指で回して接続部を締付けます。MA24104A 本体を**回さない**でください。コネクタがひどく磨耗する原因となります。
2. コネクタナットを反時計回り方向に 1/4 回転させて、接続部をゆるめます。

3. 12 in-lb トルクレンチ（アンリツ部品番号：01-200）で接続部を締付けます（時計回りに回す）。

備考	センサは USB 2.0 インタフェースを搭載しており、USB タイプ ミニ B ポートが備わっています。この USB インタフェースを介してリモートで MA24104A をプログラミングすることができます。プログラミングに加え、MA24104A は USB から給電されます。インタフェースは USB 2.0 に対応していますが、転送速度は 12 Mbps です。

センサのゼロ設定

パワー測定を行う前に、センサのゼロ設定を行います。低レベル測定を頻繁に行う場合は、センサのゼロ設定を頻繁に点検し、必要に応じてゼロ設定を行ってください。センサがスリープモードになった場合には、測定を行う前にセンサのゼロ設定を行う必要があります。ゼロ設定を行う前に、センサを DUT（被試験デバイス）テストポートに接続し、パワーセンサのノイズフロアよりも 20 dB 下のレベルへの接続部から RF パワーを除去します。MA24104A パワーセンサの場合、このレベルは -20 dBm 未満です。地上雑音と熱電磁界（EMF）が測定からゼロアウトされるように、できればセンサを DUT テストポートに接続したままにしてください。また、DUT の接地コネクタにセンサを接続することができ、信号源から接続を外すこともできます。

センサのゼロ設定を行うには、アプリケーションの **Zero** ボタンをクリックします。センサがゼロ設定に失敗した場合は、メッセージボックスに「Sensor zero failed」と表示され、問題が是正されるまでアプリケーション画面に「ZERO_ERROR」と表示され続けます。RF が検出された場合は、RF 信号源を取外すよう求めるメッセージが表示されます。

センサの校正

パワーセンサの RF 前段受信部には、信号チャネルまたはアナログ信号取得 ハードウェアが組み込まれています。必要な周波数および温度補正はすべてセンサ内で行われます。このため、MA24104A では基準校正を行う必要がありません。

校正係数補正値の適用

MA24104A パワーセンサには内部 EEPROM が備わっており、出荷前に補正および校正係数がセンサにプログラミングされています。パワーセンサには内部温度センサが付いており、定期的に読取り値がマイクロプロセッサに報告されます。ユーザが測定周波数を入力すると、測定に必要とされるすべての計算がセンサによって実行されます。

読取り値の最適化

本項では、Anritsu PowerXpert アプリケーションの使用時またはリモートコントロール操作で MA24104A パワーセンサからすばやく測定値を読取る方法について説明します（具体的なリモート プログラミング コマンドの説明については、13 章 を参照してください）。測定速度は、測定の種類、パワーレベル、信号の安定性に大きく依存します。測定の安定性は、雑音や信号の変調による影響を受けます。高分解能が必要とされる場合は、平均化回数を増やす必要があります。

備考	下表に示すのは典型的な数値です。あくまでも参考としてご利用ください。

表 5-1 に、低開口時間（LAT）モードのときに特定のパワーレベルの測定で一定の雑音レベルを達成するために必要な平均化回数を示します。

表 5-1. MA24104A 平均化一覧表（低開口時間、デフォルトモード）

入力パワー（dBm）	入力パワー（W）	必要な平均化回数 <±0.20 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.15 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.10 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.05 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.01 dB 雑音
50	100	1	1	1	1	2
45	31.6	1	1	1	4	16
40	10.0	1	1	1	20	78
35	3.16	1	1	1	1	1
30	1.00	1	1	1	1	1
25	0.316	1	1	1	1	7
20	0.100	1	1	1	3	61
15	0.0316	2	3	7	25	-
10	0.0100	16	28	62	245	-
5	0.00316	158	-	-	-	-

表 5-2 に、高開口時間（HAT）モードのときに特定のパワーレベルの測定で一定の雑音レベルを達成するために必要な平均化回数を示します。

表 5-2. MA24104A 平均化一覧表（高開口時間）

入力パワー（dBm）	入力パワー（W）	必要な平均化回数 <±0.20 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.15 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.10 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.05 dB 雑音	必要な平均化回数 <±0.01 dB 雑音
50	100	1	1	1	1	1
45	31.6	1	1	1	1	1
40	10.0	1	1	1	2	5
35	3.16	1	1	1	1	1
30	1.00	1	1	1	1	1
25	0.316	1	1	1	1	1
20	0.100	1	1	1	1	4
15	0.0316	1	1	1	2	38
10	0.0100	1	2	4	16	-
5	0.00316	10	18	39	153	-

5-3 測定に関する注意

時間変動信号

ケース 1：パルスまたはパターン繰返し時間が ≤ 1 ms (PRF ≥ 1 KHz) の変調信号

変調信号について安定したパワー読取り値を得られる（パワー表示値に著しい変動がない）場合、パルスまたはパターン繰返しレートは 1 KHz より大きい可能性があります。この場合、ほとんどのエンベロープパワー平均化はセンサの前段受信部で実行されます（デジタル化前）。このような場合、MA24104A は特別な配慮をしなくても平均パワーを正確に表示します。

ケース 2：パルスまたはパターン繰返し時間が 1 ms ～ 50 ms の変調信号 (100 Hz < PRF < 1 KHz)

このような場合には、センサの前段受信部で平均化するには信号の変動が緩慢なので、パワーメータのアプリケーションで平均化回数を増やし（バスを介してセンサを制御している場合は、複数回の測定の平均を計算して）、デジタル化の後で平均化を行う必要があります。パルスまたはパターン繰返し周波数によっては、安定した読取り値を得るために大量の平均化が必要となります。低開口時間（LAT）モードを選択している場合、推奨される最大パルス繰返し時間は約 10 ms です。高開口時間（HAT）モードを選択している場合は通常、50 ms までのパルス繰返し時間の信号を測定することができます。

ケース 3：パルスまたはパターン繰返し時間が 50 ms を超える変調信号

この場合、多数の読取り値を平均化しても正確な平均パワー読取り値を得ることが難しい場合があります。センサのサンプリングレートと信号のパルス繰返しレートが似ているので同時に「うなり音」が生じる可能性があり、結果として低周波変調のパワーとして表示されます。これらのうなり音の大半（整数のうなり音）が平均化されない場合には、その結果としてエラーとなる可能性があります。これは MA24104A に固有の状態ではなく、あらゆるパワーセンサやメータ、あるいはサンプル化データシステムで問題となる可能性があります。

マルチトーン信号

MA24104A は、非常に広い帯域変調を測定可能な True-RMS（真の実効値型）センサです。唯一の限界は、センサの周波数フ平坦度です。センサの感度はすべての周波数について同一ではないため、マルチトーン信号を測定するときには、センサのアプリケーションに入力する周波数はすべての有効なトーンの平均周波数である必要があります。MA24104A では、1 GHz ～ 3 GHz の周波数で 100 MHz 帯域あたり 0.1 dB の誤差があり、また 1 GHz 未満および 3 GHz 超の周波数では 100 MHz 帯域あたり 0.5 dB の誤差があります。

雑音と平均化

必要とされる読取り分解能を達成する必要がある場合、特に低パワーレベルでは、雑音を低減して表示されるパワー読取り値を安定させるために平均化を行う必要がしばしばあります。雑音対分解能表（表 5-1 および 表 5-2 （5-5 ページ））を使い、所定の分解能に一般的に必要とされる平均化回数を決定します。または、雑音規格値と、雑音は N の平方根（N は平均化回数）に比例するという事実を用いて計算により平均化回数を求めます。

例えば、+40 dBm での CW トーンを分解能 0.01 dB まで測定するとします。表 5-1 および 表 5-2 （5-5 ページ）から、高開口時間（HAT）モードで必要とされる平均化回数は 5 であることが分かります（低開口時間（LAT）モードでは、同じ測定でも必要な平均化回数は 78 以上）。

安定するまでの時間

MA24104A では、低開口時間（LAT）モードの場合に 70 ms ごと、高開口時間（HAT）モードの場合には 700 ms ごとに連続的にパワーがサンプリングされます。センサの前段受信部とデジタイザは、この時間におけるパワーの階段状変化に対して完全に安定します。ただし、センサのサンプリングを、パワーステップやバス測定要求といった他のイベントに同期させることはできません。このため、パワーステップ後にセンサから要求された最初の測定は完全に安定しないことがあります。バスを介してセンサを作動させる際に完全に安定した測定を確実に得るためには、パワーステップ後 70 ms （HAT モードの場合は 700 ms）待ってから、センサから測定を要求させます。または、センサから 2 回の測定を要求させ、最初の測定を破棄します。

前述したように平均化が必要な場合、安定するまでの時間は N X サンプリング周期だけ長くなります（N は平均化回数、サンプリング周期はミリ秒を単位とする時間）。測定サンプリング周期は LAT の場合で 70 ms、HAT の場合は 700 ms です。バスに優先してセンサを作動させる際には、N+1 回の測定をセンサから要求させ、最初の測定を破棄し、以降の読取り値を平均化します。安定するまでの時間は、約 (N+1) × サンプリング周期です。

最大入力パワー

MA24104A は、最大で平均入力パワーレベル 150W までのすべての規格値を満たすよう設計されています。図 5-3 を参照してください。すべての信号の平均パワーをこのレベル以下に保つ必要がありますが、下図に示すリミット未満のピークパワーを持つ時間変動信号およびバースト信号を測定することができます。正確な読取り値を確実に得られるようにするため、信号のピーク対平均比（クレストファクタ）は 12 dB 未満でなければいけません。

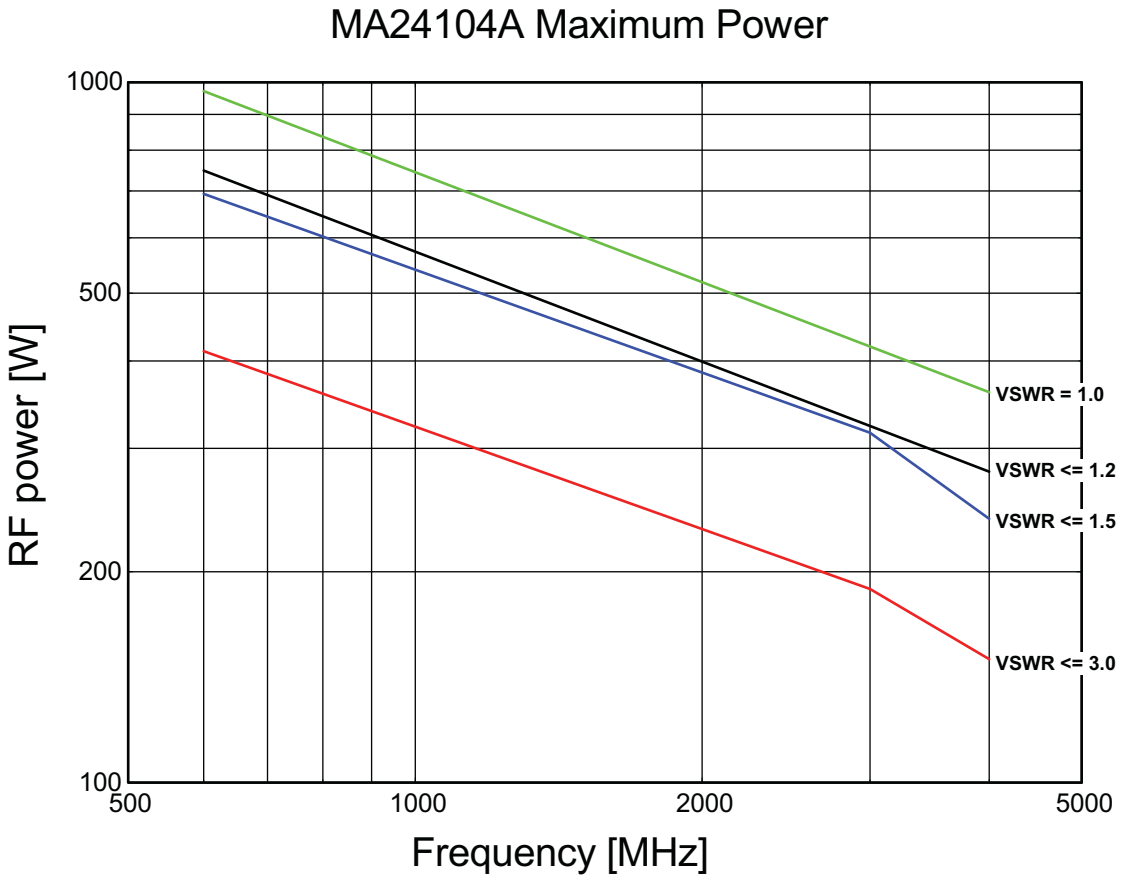


図 5-3. 最大入力パワー処理能力

5-4 測定の不確かさ

測定不確かさの計算機能

Power Expert の CD-ROM には、パワーの測定不確かさを計算するための Microsoft Excel ツールが含まれています。このツールには、Startup.htm ページからアクセスできます。タブが 2 つあり、各センサ（ドロップダウンメニューから選択可能）の測定の不確かさが表示されるタブと、MA24105A ピークパワーセンサの他の不確かさ要素と計算値が表示されるタブがあります。

不確かさの要素

パワー測定には、MA24104A センサでパワー測定を行う際に全体の測定不確かさに影響を与える多くの要素があります。

- **測定の不確かさ：**測定の不確かさとして、周波数の補正に伴う不確かさ、ダイナミックレンジ全体にわたるセンサのリニアリティ応答に関わる不確かさなどがあります。アンリツでは、基準パワー 0 dBm (1 mW) および周囲温度 25ºC でのパワー感知素子の校正に関する業界標準条件に従っています。
- **温度補正：**「センサの温度補正」とは、センサのダイナミックレンジにわたる相対的なパワーレベル応答を指します。センサを室温以外の環境で使用する場合は、温度補正を考慮しなければなりません。
- **雑音、ゼロ設定、ゼロ ドリフト：**センサのダイナミックレンジの下側で測定確度に影響を与える要因がセンサ内にあります。
- **不整合による不確かさ：**一般に、不整合による不確かさが測定不確かさの最も大きな要素です。パワーセンサと接続されるデバイスのインピーダンスの違いによって誤差が生じます。不整合による不確かさは次の式で求められます。
  - **信号源の不整合：**

    信号源の不整合による不確かさ = $100\left[\left|1+\Gamma_1\Gamma_2\right|^2-1\right]$ (%)

    不整合による不確かさ = $20\log\left|1+\Gamma_1\Gamma_2\right|$(dB)
  - **負荷の不整合（インライン パワーセンサ挿入損失は考慮せず）：**

    負荷の不整合による不確かさ = $100\left[\left|1+\Gamma_2\Gamma_3\right|^2-1\right]$(%)

    負荷の不整合による不確かさ = $20\log\left|1+\Gamma_2\Gamma_3\right|$(dB)
  - **負荷の不整合（インライン パワーセンサ挿入損失を考慮）：**

    負荷の不整合による不確かさ = $100\left[\left|1+\mathbf{t}^2\Gamma_2\Gamma_3\right|^2-1\right]$(%)

    負荷の不整合による不確かさ = $20\log\left|1+\mathbf{t}^2\Gamma_2\Gamma_3\right|$(dB)
- **方向性による不確かさ：**

  有限の方向性による不確かさ = $100\left[(1+\Gamma_3/\mathbf{D})^2-1\right]$(%)

ただし、

D は、リニア単位で表わされるインライン パワーセンサの方向性

Γ_1 は、インライン パワー センサの反射係数

Γ_2 は、信号源の反射係数

Γ_3 は、負荷の反射係数

t は、インライン パワーセンサの伝送係数

$\mathbf{t} = 10^{(IL/20)}$

IL = インライン パワーセンサの挿入損失

不確かさの例

MA24104A の低開口時間（LAT）モードでの測定不確かさについて 2 種類の計算値を 表 5-3 に示します。MA24104A を使い、信号源の VSWR が 1.5:1、負荷の VSWR が 1.2:1 の場合の 1 GHz、+50.0 dBm、+10 dBm CW 信号のパワーを測定します。この例での測定平均化回数は 128 です。

表 5-3. 測定不確かさの例

不確かさ条件	+50 dBm での不確かさ (%)	+10 dBm での不確かさ (%)	確率分布	除数	+50 dBm での調整後の不確かさ (%)	+10 dBm での調整後の不確かさ (%)
測定不確かさ	3.8	3.8	2σ で正規	2	1.9	1.9
雑音	0.0	1.0	2σ で正規	2	0.0	0.5
ゼロ設定	0.1	4.0	矩形	√3	0.0	2.3
ゼロ ドリフト	0.0	1.2	2σ で正規	2	0.0	0.7
方向性に誘発される不確かさ	0.6	0.6	矩形	√3	0.3	0.3
信号源の不整合による不確かさ	1.4	1.4	矩形	√3	0.8	0.8
負荷の不整合による不確かさ	3.7	3.7	矩形	√3	2.1	2.1
デジタル変調の影響	0	0	矩形	√3	0	0
合成した不確かさ（RSS）室温					3.0	3.9
拡張した不確かさ（K=2）室温					6.0	7.7
温度補正	1.4	1.4	矩形	√3	0.8	0.8
合成した不確かさ (RSS、0 ～ 50 ºC)					3.1	3.9
拡張した不確かさ K=2 (RSS、0 ～ 50 ºC)					6.2	7.9

表 5-4. 雑音測定の不確かさ計算値

50 dBm (100 W) での雑音計算値：	
雑音	24 mW/100 W = 0.0 %
ゼロ設定	68 mW/100 W = 0.1 %
ゼロ ドリフト	20 mW/100 W = 0.0 %
+10 dBm (10 mW) での雑音計算値：	
雑音	100 μW/10 mW = 1.0 %
ゼロ設定	398 μW/10 mW = 4.0 %
ゼロ ドリフト	119 μW/10 mW = 1.2 %

5-5　エラー状態

本項では、アプリケーション画面に表示されるエラーメッセージの一部について説明します。ほとんどの場合、エラー状態は容易に是正することができます。エラー状態が発生すると、状態を示す黄色の LED が点灯します。LED が点灯しない場合は、エラーメッセージを書留めてアンリツ サービスセンターまでご連絡ください。

表 5-5. エラーメッセージ

メッセージ	説明	解決策
Zero invalid as temperature changed by more than 10 Degrees C	前回のゼロ設定後にセンサの周囲温度が 10 ºC 以上変化しています。	ゼロ設定をやり直してください。
Temperature out of operating range	センサの動作温度が、指定されている温度範囲 0 ºC ～ 55 ºC の範囲外です。	指定されている温度範囲内でセンサを使用してください。
Sensor zero failed	ゼロ設定が正常に実行されなかった場合に、このメッセージボックスが表示されます。原因として、センサ入力に RF パワーが存在していたことが考えられます。	センサへの RF 入力をオフにするか、RF 信号源からセンサの接続を外し、ゼロ設定を再度試みてください。
ZERO_ERROR	ゼロ設定が正常に実行されなかった場合に、このメッセージがアプリケーション画面に表示されます。原因として、センサ入力に RF パワーが存在していたことが考えられます。	センサへの RF 入力をオフにするか、RF 信号源からセンサの接続を外し、ゼロ設定を再度試みてください。
ADC_TEMP_OVERRNGE	センサの動作温度が高温になり過熱した場合に、このメッセージがアプリケーション画面に表示されます。	センサを USB 接続から外し、センサの動作温度範囲 0 ºC ～ 55 ºC になるまで冷ましてください。

6 章 — MA24104A の動作試験

6-1 はじめに

ここに説明する試験方法と機器を使い、MA24104A パワーセンサの測定精度の信頼性を確保できます。所定の校正係数とリニアリティの性能または不確かさについて、センサを別のセンサと比較して動作試験を行います。これらの試験には市販の機器を使用しますが、試験手順は工場出荷時の規格値に対してセンサを検証できるほど正確ではありません。このため、これらの手順におけるセンサ試験の限界は、指定されている比較機器と同じように適正な値に設定されています。試験はすべて、周囲温度 20 ºC ～ 25 ºC で実施してください。

備考	精密パワーセンサの校正および検証には相応の技能と機器等の設備が必要とされます。ご使用のパワーセンサの校正、校正検証、工場出荷時の規格値の維持をご希望の際は、センサをアンリツ カスタマサービスセンターへご送付ください。

必要とされる機器および試験手順については、以下の項を参照してください。

- 「必要機器 - MA24104A」
- 「VSWR 予備試験」
- 「方向性試験」
- 「周波数応答試験」
- 「リニアリティ試験」

6-2 注意事項

警告	パワーセンサの規格を超えるパワーを接続したり印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意

パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。

コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。
ピン深さを確認している。
コネクタが両方とも清潔である
接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。
ESD 予防措置を遵守している。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。

コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。
コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。
正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。
締付けすぎてはいけません。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

6-3 必要機器 - MA24104A

表 6-1. 必要機器

機器の説明	メーカと型名	必要不可欠な仕様
ベクトル ネットワーク アナライザ （予備試験）	Anritsu MS4642A または同等品	反射係数 不確かさ ≤ 0.013, 600 MHz ～ 2 GHz 不確かさ ≤ 0.020, 2 GHz ～ 4 GHz
シンセサイザ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MG3692B または同等品	出力パワー：≥ +20 dBm 0.05 GHz ～ 4 GHz 出力パワー設定分解能：0.01 dBm 高調波：≤ –40 dBc 信号源 VSWR ≤ 2.00
基準パワーメータ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu ML2438A または同等品	計測器の確度 ≤ 0.5 %
基準パワーセンサ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MA24002A または同等品	NIST 校正またはこれに相当するもの
10 dB N 型 減衰器 （リニアリティ試験）	Aeroflex Model 1433	VSWR ≤ 1.15, 600 MHz ～ 4 GHz, 250 W min.
10 dB K 減衰器 （周波数応答およびリニアリティ試験）	Anritsu 41KC-10	VSWR ≤ 1.15, 600 MHz ～ 4 GHz, 2 W min.
低パワー 30 dB N 型 減衰器 （リニアリティ試験）	42N50A-30	VSWR ≤ 1.2, 600 MHz ～ 4 GHz, 30 W min.
50 Ω 終端器	Aeroflex Model 1433	VSWR ≤ 1.15, 600 MHz ～ 4 GHz, 250 W min.
N(f) - K(f) アダプタ （周波数応答およびリニアリティ試験）	Anritsu 34ANF50、34AS50、34AN50、34ASF50	VSWR ≤ 1.05, 600 MHz ～ 4 GHz
パワーカプラ（リニアリティ試験）	MITEQ CD2-522-30N	600 MHz ～ 4.0 GHz、結合 = 30 dB、250 W min.
増幅器（方向性、周波数応答、リニアリティ試験）	Ophir 5163、5125	600 MHz ～ 4.0 GHz、250 W min. 高調波 < –20 dBc スプリアス < –20 dBc
パーソナルコンピュータ	任意	2 章 を参照のこと

6-4 VSWR 予備試験

過大な機械的衝撃を与えると、MA24104A の故障原因となることがあります。過大な衝撃を与えると、内部機構の恒久的な変位の原因となることがあり、結果としてインピーダンスが変わることがあります。結合素子のインピーダンスが変わると、入力整合が低下します。センサの損傷が疑われる場合は、入力整合の予備試験を最初に行ってください。

最大 VSWR 値は、このマニュアルの「性能仕様」の項に記載しています。VSWR 試験機器の不確かさは実測値に影響を与えます。表 6-2 に、Anritsu MS4642A ベクトル ネットワーク アナライザ使用時に測定システムの不確かさが期待される最大反射係数にどのような影響を与え得るかを示しています。

試験手順

製造メーカの S_{11}（または反射減衰量）校正手順に従い、ネットワーク アナライザを校正します。パワーセンサをネットワーク アナライザのテストポートに接続し、パワーセンサの入力整合を測定します。一般的に、整合は反射減衰量（リターンロス）を dB で測定されます。反射減衰量と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$\rho = 10^{-RL/20}$

$RL = -20\log\rho$

ただし、

RL = 反射減衰量（dB）

ρ = 反射係数の大きさ

VSWR と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$VSWR = (1 + \rho) / (1 - \rho)$

$\rho = (VSWR - 1) / (VSWR + 1)$

ただし、

VSWR = 電圧定在波比

ρ = 反射係数の大きさ

測定データを 表 6-2 の「実測値」欄に記録します。実測値は、最大反射係数よりも小さい値でなければいけません。最大反射係数は、センサの反射係数規格値に測定システムの不確かさを加算したものです。反射係数の実測値が最大反射係数を上回る場合には、パワーセンサの故障が考えられます。反射係数の実測値が 表 6-2 の最大値を大幅に上回る場合は、センサが破損しています。それ以上の試験を行う必要はありません。

備考	パワーセンサ内部には、ユーザが修理可能な部分はありません。アンリツ サービスセンターへご連絡の上、問題に関する詳細な説明を添付して、故障したセンサをご送付ください。

表 6-2. 予備試験の測定結果

周波数	MS4642A の反射係数不確かさ	最大反射係数	実測値
600 MHz ～ 3 GHz	0.013	0.033 + 0.013 = 0.046	
3 GHz ～ 4 GHz	0.020	0.047 + 0.020 = 0.067	

6-5 方向性試験

パワーセンサの故障原因として最も一般的なのが過大な入力パワーです。ラベルに明記されている損傷レベルを超えるパワーを印加すると、MA24104A の結合素子が損傷し、その結果として方向性が変わります。また、過大な機械的衝撃を与えると方向性が変わるおそれがあります。

試験手順

方向性試験では、所定の進行方向のパワーを測定する際にどの程度逆方向の信号を阻止するか、センサの選択度について MA24104A をテストします。以下の簡略化した計算式は、このパラメータの 1 次近似を示したものです。

方向性 (dB) = 順方向のパワー (dB) – 逆方向のパワー (dB)

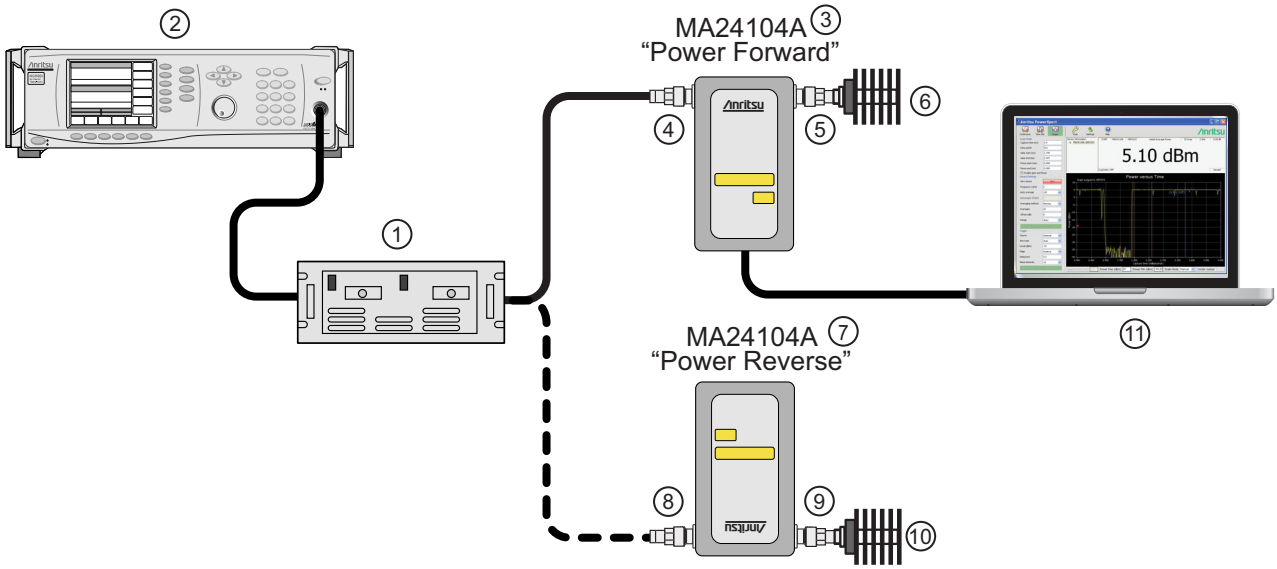
方向性係数 = $10^{(-\text{方向性 (dB)} / 20)}$

方向性 (dB) = –20 × log(方向性係数)

方向性 (dB) = 10 × log(順方向のパワー / 逆方向のパワー), ただしパワーの単位はワット (W)

この試験では、まず順方向のパワーについて MA24104A をテストしてから、逆方向のパワーについてテストします。終端器と信号源が両方とも完全な 50 Ω 整合であると仮定した場合、2 つのパワー読取り値の比率がセンサの方向性となります。終端器と信号源は完全整合ではないため、以下の手順を行い複数の反射からの残留効果をなくす必要があります。

1. シンセサイザの RF をオフにします。電力増幅器をシンセサイザに接続します。増幅器の出力を MA24104A の入力に接続します。指定されている終端器で MA24104A の出力を終端します（図 6-1）。
2. RF がオフの状態で、MA24104A のゼロ設定を行います。
3. シンセサイザを 表 6-3 (6-5 ページ) に示す最初の周波数およびごく低いパワーレベルに設定し、MA24104A の画面表示が +30 dBm になるまで徐々にパワーを上げていきます。デバイスがウォームアップするまで 30 分間待ちます。
4. シンセサイザの RF をオフにして、MA24104A のゼロ設定を再び行います。
5. RF をオンにして、MA24104A の表示画面が約 +44 dBm になるまで、シンセサイザを調節します。読取り値の安定を確認し、この数値を「**順方向のパワー**」として 表 6-3 に記録します。
6. シンセサイザの RF をオフにします。
7. MA24104A から終端器と増幅器への接続を逆にします。MA24104A の出力を増幅器に接続し、入力を終端器に接続していることを確認します（図 6-1）。
8. RFをオンにします。必要な場合は、MA24104Aの平均回数を変更して読取り値を安定させます。数値を「**逆方向のパワー**」として 表 6-3 に記録します。
9. 「**順方向のパワー**」から「**逆方向のパワー**」を引いて「**実際の方向性**」を計算します（単位 dB）。パワーの単位がワット (W) の場合は、上記の計算式を使い「**実際の方向性**」（単位 dB）を計算します。
10. 実際の方向性が 表 6-3 に示す最小許容方向性より大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。
11. 上記の手順を繰返し、表 6-3 に示す次の周波数について試験します。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	MA24104A「順方向パワー」測定
4	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
5	RF 出力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
6	50 Ω 終端器
7	MA24104A「逆方向パワー」測定
8	RF 出力
9	RF 入力
10	50 Ω 終端器
11	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 6-1. 順方向および逆方向パワーを試験するための方向性試験セットアップ

表 6-3. 方向性試験の測定結果

周波数 (GHz)	終端器の反射係数	最大方向性係数	A 順方向パワー (dB)	B 逆方向パワー (dB)	A – B 実際の方向性 (dB)	最小許容方向性 (dB)
0.6	0.048	0.079				22.0
1.0	0.048	0.079				22.0
1.5	0.048	0.079				22.0
2.0	0.048	0.079				22.0
2.5	0.048	0.101				19.9
3.0	0.048	0.101				19.9
3.5	0.048	0.120				18.4
4.0	0.048	0.120				18.4

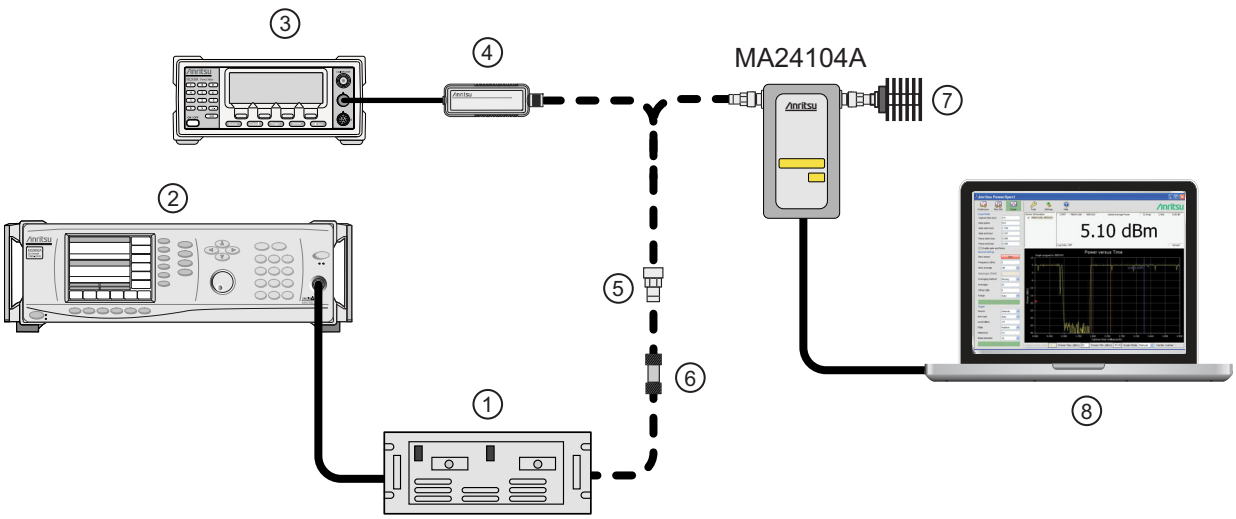
6-6 周波数応答試験

この試験では、測定の不確かさが既知の基準センサに対して、1 つの低パワーレベルでセンサの周波数応答を試験します。基準センサは定評のある標準研究所で、公表されている測定の不確かさが小さい計測器を使って校正されている必要があります。比較を行うには、出力側に 41KC-10 などの高品質の減衰器を（適切なアダプタを使い）付け、シンセサイザの出力パワーを両方のセンサで測定します。減衰器は不整合リップルを低減してシンセサイザの信号源整合を向上させるので、比較の不確かさが小さくなります。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 6-2 を参照）。

- **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
- **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24104A パワーセンサを USB ケーブルで接続します。
- **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
- **d.** すべての計測器の電源を入れ、各機器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
- **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
- **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
- **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
- **h.** シンセサイザから MA24104A の接続を外し、PowerXpert アプリケーションの **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24104A の低レベル ゼロ設定を行います。
- **i.** シンセサイザを増幅器の入力に接続します。減衰器を増幅器の出力に接続してから、適切なアダプタを減衰器の出力に接続します。
- **j.** シンセサイザを 50 MHz およびごく低いパワー出力に設定します。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	基準パワーメータ
4	基準パワーセンサ
5	K - N 型 アダプタ
6	減衰器
7	50 Ω 終端器
8	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 6-2. 周波数応答試験のセットアップ

2. 適切なアダプタと減衰器をインラインに使い、基準センサを増幅器に接続します（ 図 6-2 を参照）。
3. 製造メーカの指示に従い、校正係数を基準センサに適用します。
4. 基準センサの画面表示が +15 dBm になるまでシンセサイザの出力パワーを調整します。
5. 基準メータが示すパワー測定値を 表 6-4 に記録します。
6. シンセサイザの出力から基準センサの接続を外し、適切なアダプタと減衰器をインラインに使い MA24104A パワーセンサを接続します（図 6-2 を参照）。
7. PowerXpert アプリケーションで周波数（GHz）を入力し、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックして、校正係数を MA24104A に適用します。
8. MA24104A が示すパワー測定値を 表 6-4 に記録します。
9. シンセサイザの周波数を 表 6-4 に示す次の周波数に設定します。
10. 手順 2 から 手順 9 を繰返し、表 6-4 に示すすべての周波数で測定を行います。
11. 表 6-4 の各行につき、記録した基準パワー測定値と、記録した MA24104A 測定値の差の絶対値を計算し、結果を 表 6-4 に記録します。
12. 周波数ごとに、パワー差分を 表 6-4 で指定されている最大許容差と比較します。パワー差分が最大許容差より大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

表 6-4. 試験測定結果

周波数 (GHz)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B MA24104A 測定値 (dBm)	|A-B| パワー測定値差分の絶対値 (dB)	最大許容差 (dB)
0.6				0.33
1.0				0.33
1.5				0.33
2.0				0.33
2.5				0.36
3.0				0.36
3.5				0.37
4.0				0.37

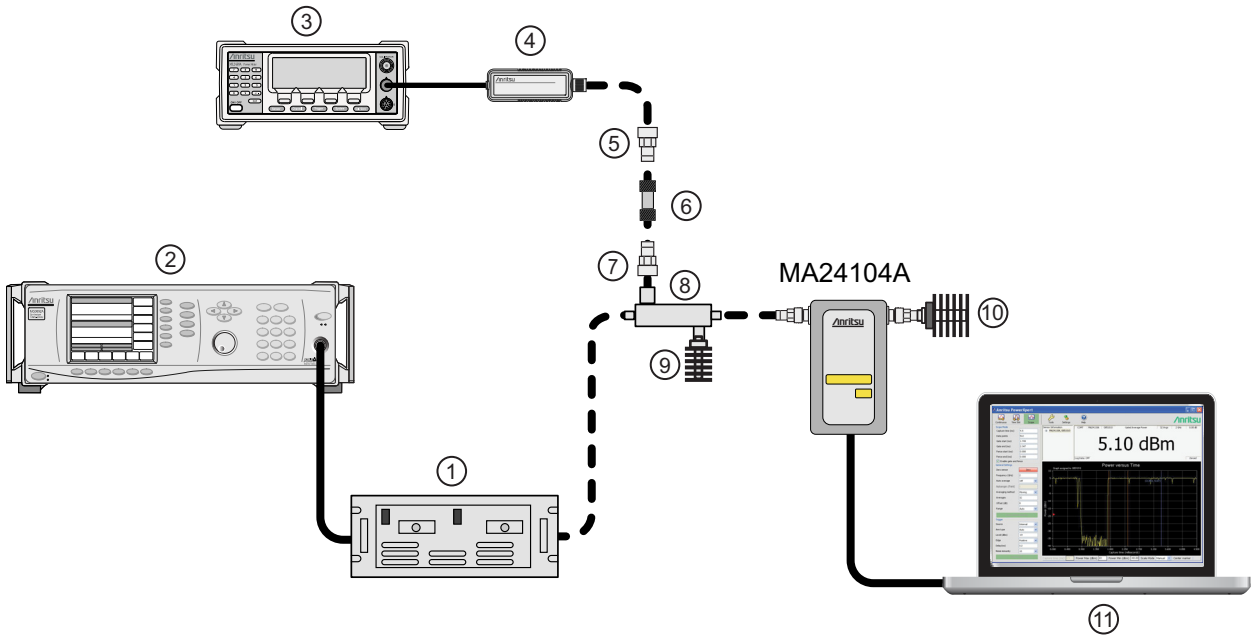
6-7　リニアリティ試験

MA24104A のリニアリティ補正では、約 –20 ～ +10 dBm のパワーレンジという非常に良好なリニアリティを持つサーマルパワーセンサと比較します。このため、MA24104A を 2 つのパワーレンジでサーマルセンサと比較します。つまり、サーマルセンサへのパワーレベルを –17 dBm ～ +5 dBm のレンジに保ち、MA24104A へのパワーレベルは –26 dBm ～ 約 +14 dBm まで変動とします。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 6-3 を参照）。

- **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
- **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24104A パワーセンサを USB ケーブルで接続します。
- **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
- **d.** すべての計測器の電源を入れ、各計測器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
- **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
- **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
- **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
- **h.** シンセサイザから MA24104A の接続を外し、PowerXpert アプリケーションの **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24104A の低レベル ゼロ設定を行います。
- **i.** パワーカプラをシンセサイザの出力に接続し、カプラの結合出力へのアダプタを使い 10 dB K 減衰器を接続します。
- **j.** 低パワー 30 dB N 型 減衰器をもう片方の結合出力に接続します。
- **k.** アダプタを使い、基準センサを 10 dB K 減衰器に接続します。
- **l.** MA24104A をカプラの出力に接続します。
- **m.** シンセサイザを 50 MHz およびごく低いパワーレベルに設定します。
- **n.** PowerXpert アプリケーションで「16」と入力して平均化回数を増やし、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックします。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	基準パワーメータ
4	基準パワーセンサ
5	K - N 型アダプタ
6	10 dB K 減衰器
7	K - N 型アダプタ
8	パワーカプラ
9	30 dB N 型減衰器
10	50 Ω 終端器
11	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 6-3. リニアリティ試験のセットアップ 1

2. 製造メーカの手順に従い、校正係数を基準センサに適用します。

3. PowerXpert アプリケーションで周波数（GHz）を入力し、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックして、校正係数を MA24104A に適用します。

4. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24104A の低レベルゼロ設定を行います。

5. シンセサイザの RF 出力をオンにします。

6. MA24104A の読取り値が約 +45 dBm になるまで、シンセサイザの出力パワーを調整します。

7. 以下の手順に従い、最初の 20 dB レンジのデータを記録します。

- **a.** 基準メータのパワー読取り値を 表 6-5（6-11 ページ）に記録します。
- **b.** MA24104A のパワー読取り値を 表 6-5 に記録します。
- **c.** シンセサイザの出力パワーを 5 dB 下げます。増幅器の出力と MA24104A は約 +40 dBm でなければいけません。
- **d.** 基準メータと MA24104A パワーセンサの読取り値を 表 6-5 に記録します。
- **e.** 増幅器の出力レベル +35、+30、+25 dBm で測定を繰返します。

備考	+25 dBm での MA24104A のパワー測定値を以降の 手順 8e で使用します。

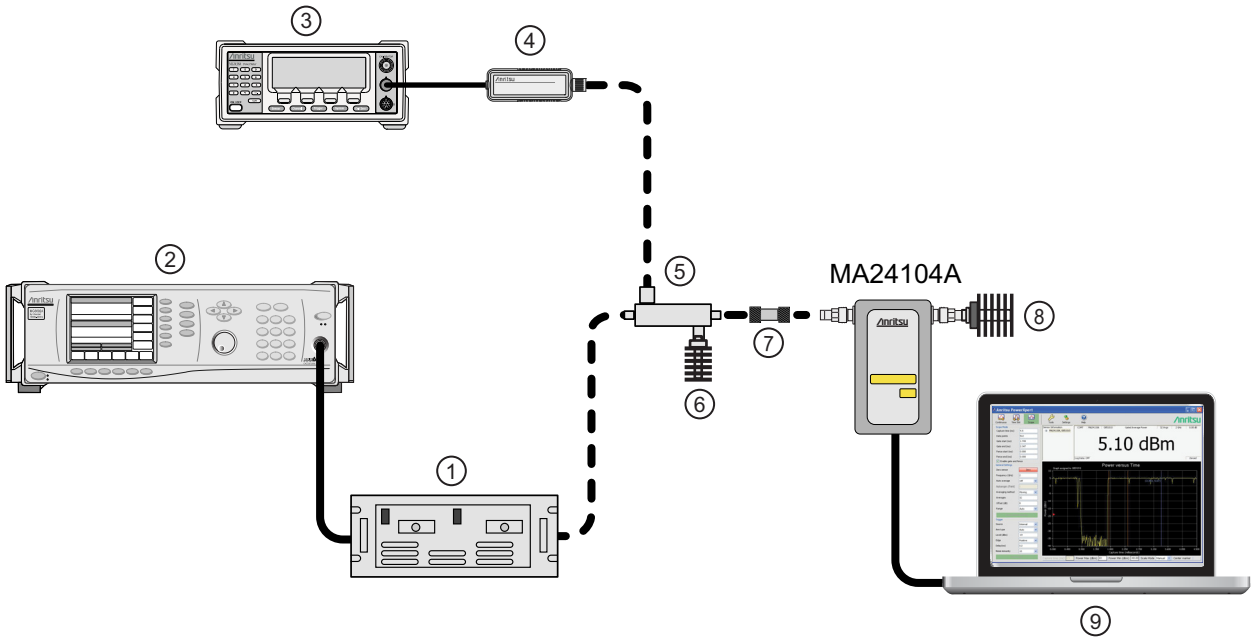
8. 以下のとおりに、次のレンジ 20 dB のために試験機器をセットアップします。

a. 基準センサとカプラ間から 10 dB K 減衰器を取外し、基準センサを直接カプラの結合ポートに接続します。

b. MA24104A をカプラから外し、カプラと MA24104A パワーセンサ間に 10 dB N 型減衰器を接続します（図 6-4 を参照）。

c. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24104A の低レベルゼロ設定を行います。

d. シンセサイザの RF 出力をオンにします。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	基準パワーメータ
4	基準パワーセンサ
5	パワーカプラ
6	30 dB N 型減衰器
7	10 dB N 型減衰器
8	50 Ω 終端器
9	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 6-4.　リニアリティ試験のセットアップ 2

e. 増幅器の出力レベルを約 5 dB 上げ、MA24104A の読取り値が 手順 7e で得られた数値に可能な限り近くなるまで、出力レベルを調整します。

9. 次に 20 dB レンジのデータを記録します。

a. 基準メータが示すパワー値を読取り、表 6-5 に記録します。

b. 増幅器の出力パワーレベルを 5 dB 下げます。増幅器の出力は約 +30 dBm、MA24104A は約 +20 dBm でなければなりません。

c. 基準メータと MA24104A パワーセンサの読取り値を 表 6-5 に記録します。

d. 増幅器の出力レベル +25、+20、+15 dBm で測定を繰返します。

表 6-5. 測定結果（50 MHz）

行番号	増幅器のおおよその出力パワー（dBm）	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6 – A5) 補正値 (dB)	C = (A + B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24104A 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	45	10				0		
2	40	10				0		
3	35	10				0		
4	30	10				0		
5	25	10				0		
6	手順 8e により調整	0		0		10		
7	30	0		0		10		
8	25	0		0		10		
9	20	0		0		10		
10	15	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

10. 以下のとおりに、計算と動作確認を行います。

a. 行 6 の「**基準パワー測定値**」から行 5 の「**基準パワー測定値**」を引きます。この数値を「補正値」欄の行 1 ～ 5 に記録します。

備考	「補正値」欄の行 1 ～ 5 はすべて同じ数値でなければいけません。 「補正値」欄の行 6 ～ 10 の数値は 0 です。

b. 行 1 の「**基準パワー測定値**」と「**補正**値」を加算し、結果を「**補正後の基準パワー測定値**」欄の行 1 に記録します。

c. 行 2 ～ 10 について 手順 10b を繰返します。

d. 行 1 の「**補正後の基準パワー測定値**」から行 1 の「MA24104A **測定値**」を引き、結果を「**差分計算値**」欄の行 1 に記録します。

e. 行 2 ～ 10 について 手順 10d を繰返します。

f. 「**差分計算値**」欄の最大値（最も大きい正の値）を見つけ、この数値を行 11 の「Max」の隣に記録します。

g. 「**差分計算値**」欄の最小値（最も小さい正の値、または最も大きい負の値）を見つけ、この数値を行 12 の「Min」の隣に記録します。

h. 手順 10g で導いた Min（最小）値を、手順 10f で導いた Max（最大）値から引き、結果を行 13 の「Delta」（デルタ）の隣に記録します。

i. Delta（デルタ）の結果は 0.3 dB 未満でなければなりません。これよりも数値が大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

11. シンセサイザの周波数設定 2 GHz と 4 GHz で上記の測定および計算を繰返します。

表 6-6. 測定結果（2 GHz）

行番号	増幅器のおおよその出力パワー（dBm）	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24104A 測定値 (dBm)	C–D 差分計算値 (dB)
1	45	10				0		
2	40	10				0		
3	35	10				0		
4	30	10				0		
5	25	10				0		
6	手順 8e により調整	0		0		10		
7	30	0		0		10		
8	25	0		0		10		
9	20	0		0		10		
10	15	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 6-7. 測定結果（4 GHz）

行番号	増幅器のおおよその出力パワー（dBm）	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24104A 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	45	10				0		
2	40	10				0		
3	35	10				0		
4	30	10				0		
5	25	10				0		
6	手順 8e により調整	0		0		10		
7	30	0		0		10		
8	25	0		0		10		
9	20	0		0		10		
10	15	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

7 章 — MA24105A の使用方法

7-1 センサの概要

パワーセンサのコネクタを下図に示します。

図中の数字	説明
1	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
2	RF 出力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
3	USB マイクロ B ポート（PC またはアンリツ携帯型計測器との接続用）
4	2 色 LED（センサの機能状態を示します） **緑色：**センサ ON、ステータス OK **黄色：**エラー状態（表 7-6（7-10 ページ）を参照）

図 7-1. MA24105A センサの概要

7-2　測定の実施

本項では、MA24105A パワーセンサを PC と共に使用する場合の一般的な手順について説明します。ここに説明する手順では、前述した MA24105A センサおよび Anritsu PowerXpert PC アプリケーションのボタンやメニューを使用します。以下の手順を行う前に、Anritsu PowerXpert PC アプリケーションに馴れておいてください。アンリツ Master™ シリーズ携帯型計測器をパワーセンサと共に使用する場合、携帯型計測器に添付の取扱説明書に記載されている外部パワーセンサの操作手順を参照してください。

パワー測定の基本

1. 図 7-2（7-3 ページ）に示すとおりに、センサをコンピュータまたはアンリツ Master™ シリーズ計測器に接続します。
2. Anritsu PowerXpert アプリケーションを開きます。
3. 以下の「センサのゼロ設定」で説明されているように、センサのゼロ設定を行います。

警告	MA24105A の規格を超えるパワーを接続または印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意

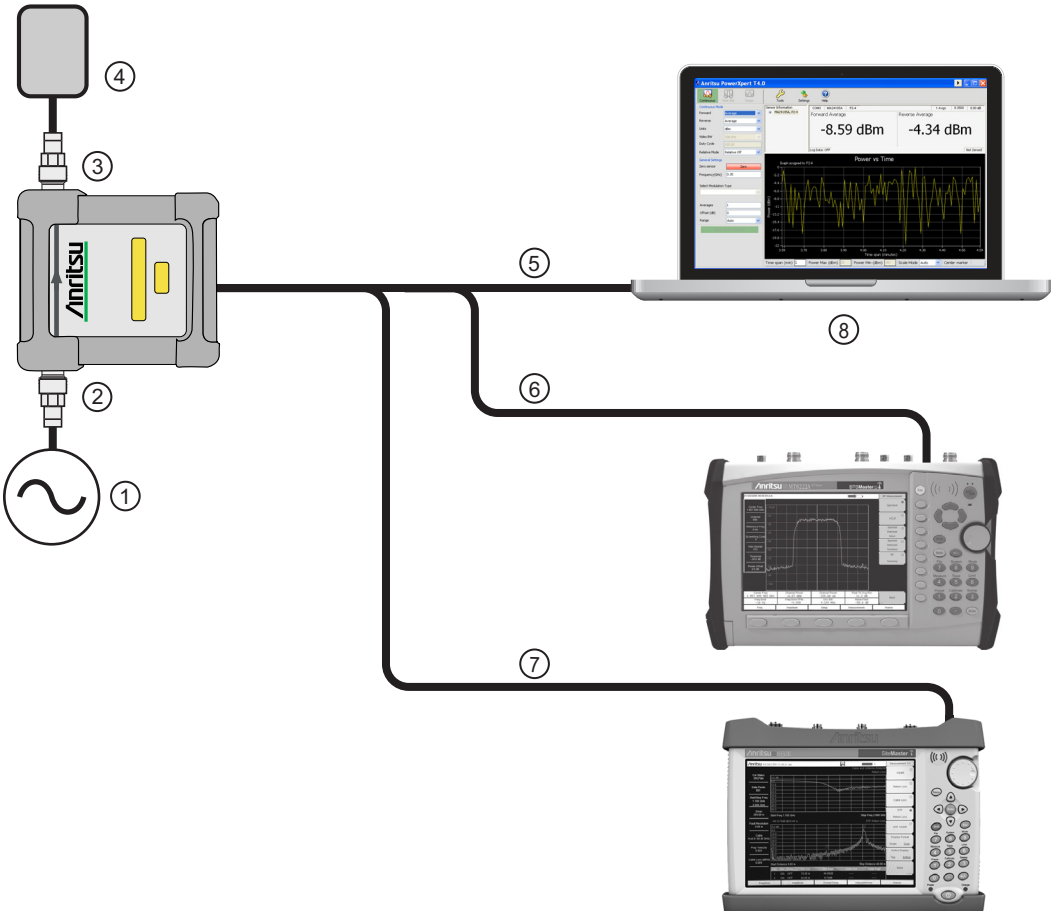
パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。

コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。
ピン深さを確認している。
コネクタが両方とも清潔である
接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。
ESD 予防措置を遵守している。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。

コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。
コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。
正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。
締付けすぎてはいけません。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

4. センサの RF OUT ポートに負荷を接続します。最初に負荷を接続しておくと、過大な不整合に対してパワーセンサだけでなく信号源や被試験デバイス（DUT）を保護します。
5. RF 信号源をパワーセンサの RF IN ポートに接続します。
6. Anritsu PowerXpert アプリケーション画面に表示されるパワー測定値を読取ります（デフォルト設定では、パワー測定値は連続的に表示されます）。



図中の数字	説明
1	信号源
2	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
3	RF 出力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
4	負荷
5	USB から PC への接続
6	USB から BTS またはスペクトラム マスタへの接続
7	USB からサイトマスタまたはセルマスタへの接続
8	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 7-2. 測定設定

センサの接続

RF 信号源は N 型メス RF コネクタに接続します。特性インピーダンスは 50 Ω です。入力ポートは「RF IN」、出力ポートは「RF OUT」と明記されています。

MA24105A の N 型メス コネクタを N 型オス コネクタに接続する際には、以下の手順に従い接続部を正しく締付けてください。

1. 片手で N 型コネクタ本体をしっかり持ち、N 型オス コネクタのナットを指で回して接続部を締付けます。MA24105A 本体を**回さない**でください。コネクタがひどく磨耗する原因となります。
2. コネクタナットを反時計回り方向に 1/4 回転させて、接続部をゆるめます。
3. 12 in-lb トルクレンチ（アンリツ部品番号：01-200）で接続部を締付けます（時計回りに回す）。

備考	センサは USB 2.0 インタフェースを搭載しており、USB タイプ マイクロ B ポートが備わっています。この USB インタフェースを介してリモートで MA24105A をプログラミングすることができます。プログラミングに加え、MA24105A は USB から給電されます。インタフェースは USB 2.0 に対応していますが、転送速度は 12 Mbps です。

センサのゼロ設定

パワー測定を行う前に、センサのゼロ設定を行います。低レベル測定を頻繁に行う場合は、センサのゼロ設定を頻繁に点検し、必要に応じてゼロ設定を行ってください。センサがスリープモードになった場合には、測定を行う前にセンサのゼロ設定を行う必要があります。ゼロ設定を行う前に、センサを DUT（被試験デバイス）テストポートに接続し、パワーセンサのノイズフロアよりも 20 dB 下のレベルへの接続部から RF パワーを除去します。MA24105A パワーセンサの場合、このレベルは -20 dBm 未満です。地上雑音と熱電磁界（EMF）が測定からゼロアウトされるように、できればセンサを DUT テストポートに接続したままにしてください。また、DUT の接地コネクタにセンサを接続することができ、信号源から接続を外すこともできます。

センサのゼロ設定を行うには、アプリケーションの **Zero** ボタンをクリックします。センサがゼロ設定に失敗した場合は、メッセージボックスに「Sensor zero failed」と表示され、問題が是正されるまでアプリケーション画面に「ZERO_ERROR」と表示され続けます。RF が検出された場合は、RF 信号源を取外すよう求めるメッセージが表示されます。

センサの校正

パワーセンサの RF 前段受信部には、信号チャネルまたはアナログ信号取得 ハードウェアが組み込まれています。必要な周波数および温度補正はすべてセンサ内で行われます。このため、MA24105A では基準校正を行う必要がありません。

校正係数補正値の適用

MA24105A パワーセンサには内部 EEPROM が備わっており、出荷前に補正および校正係数がセンサにプログラミングされています。パワーセンサには内部温度センサが付いており、定期的に読取り値がマイクロプロセッサに報告されます。ユーザが測定周波数を入力すると、測定に必要とされるすべての計算がセンサによって実行されます。

読取り値の最適化

本項では、Anritsu PowerXpert アプリケーションの使用時またはリモートコントロール操作で MA24105A パワーセンサからすばやく測定値を読取る方法について説明します（具体的なリモート プログラミング コマンドの説明については、13 章 を参照してください）。測定速度は、測定の種類、パワーレベル、信号の安定性に大きく依存します。測定の安定性は、雑音や信号の変調による影響を受けます。高分解能が必要とされる場合は、平均化回数を増やす必要があります。

備考	下表に示すのは典型的な数値です。あくまでも参考としてご利用ください。

表 7-1 に、順方向平均パワーを測定する際に特定のパワーレベルで一定の雑音レベルを達成するために必要な平均化回数を示します。

表 7-1. MA24105A 平均化一覧表（順方向平均パワー）

入力パワー（dBm）	入力パワー（W）	必要な平均化回数 < ±0.20 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.15 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.10 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.05 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.01 dB 雑音
50	100	1	1	1	1	1
45	31.6	1	1	1	1	1
40	10.0	1	1	1	1	1
35	3.16	1	1	1	1	1
30	1.00	1	1	1	1	1
25	0.316	1	1	1	1	7
20	0.100	1	1	1	3	69
15	0.0316	2	4	7	28	–
10	0.0100	18	32	70	276	–
5	0.00316	179	314	–	–	–

表 7-2 に、順方向ピークパワーを測定する際に特定のパワーレベルで一定の雑音レベルを達成するために必要な平均化回数を示します。

表 7-2. MA24105A 平均化一覧表（順方向ピークパワー）

入力パワー（dBm）	入力パワー（W）	必要な平均化回数 < ±0.20 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.15 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.10 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.05 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.01 dB 雑音
50	100	1	1	1	1	2
45	31.6	1	1	1	1	13
40	10.0	1	1	2	6	126
35	3.16	4	6	13	51	–

7-3　測定に関する注意

マルチトーン信号

MA24105A は、非常に広い帯域変調を測定可能な True-RMS（真の実効値型）センサです。唯一の限界は、センサの周波数平坦度です。センサの感度はすべての周波数について同一ではないため、マルチトーン信号を測定するときには、センサのアプリケーションに入力する周波数はすべての有効なトーンの平均周波数である必要があります。

MA24105A では、0.5 GHz ～ 4 GHz の周波数で 100 MHz 帯域あたり 0.05 dB の誤差があり、また 0.6 GHz 未満の周波数では 100 MHz 帯域あたり 0.5 dB の誤差があります。

雑音と平均化

必要とされる読取り分解能を達成する必要がある場合、特に低パワーレベルでは、雑音を低減して表示されるパワー読取り値を安定させるために平均化を行う必要がしばしばあります。雑音対分解能表（表 7-1 および 表 7-2（7-5 ページ））を使い、所定の分解能に一般的に必要とされる平均化回数を決定します。または、雑音規格値と、雑音は N の平方根（N は平均化回数）に比例するという事実を用いて計算により平均化回数を求めます。

例えば、+25 dBm での CW トーンを分解能 0.01 dB まで測定するとします。表 7-1 から、順方向の平均パワーを測定する場合に必要な平均化回数は 7 であることが分かります。

安定するまでの時間

MA24105A では、150 ms ごとに連続的にパワーがサンプリングされます。センサの前段受信部とデジタイザは、この時間におけるパワーの階段状変化に対して完全に安定します。ただし、センサのサンプリングを、パワーステップやバス測定要求といった他のイベントに同期させることはできません。このため、パワーステップ後にセンサから要求された最初の測定は完全に安定しないことがあります。バスを介してセンサを作動させる際に完全に安定した測定を確実に得るためには、パワーステップ後 150 ms 待ってから、センサから測定を要求させます。または、センサから 2 回の測定を要求させ、最初の測定を破棄します。

前述したように平均化が必要な場合、安定するまでの時間は N X サンプリング周期だけ長くなります（N は平均化回数、サンプリング周期はミリ秒を単位とする時間）。測定サンプリング周期は 150 ms です。バス接続でセンサを作動させる場合は、N+1 回の測定をセンサから要求させ、最初の測定を破棄し、以降の読取り値を平均化します。安定するまでの時間は、約 (N+1) × サンプリング周期です。

最大入力パワー

MA24105A は、最大で平均入力パワーレベル 150 W までのすべての規格値を満たすよう設計されています。すべての信号の平均パワーをこのレベル以下に保つ必要がありますが、ピークパワーが 300 W 未満の時間変動信号およびバースト信号を測定することができます。正確な読取り値を確実に得られるようにするため、信号のピーク対平均比（クレストファクタ）は 12 dB 未満でなければいけません。

警告	図 7-3（7-7 ページ）に示すパワーレベルを超えて印加すると、センサが損傷するおそれがあります。

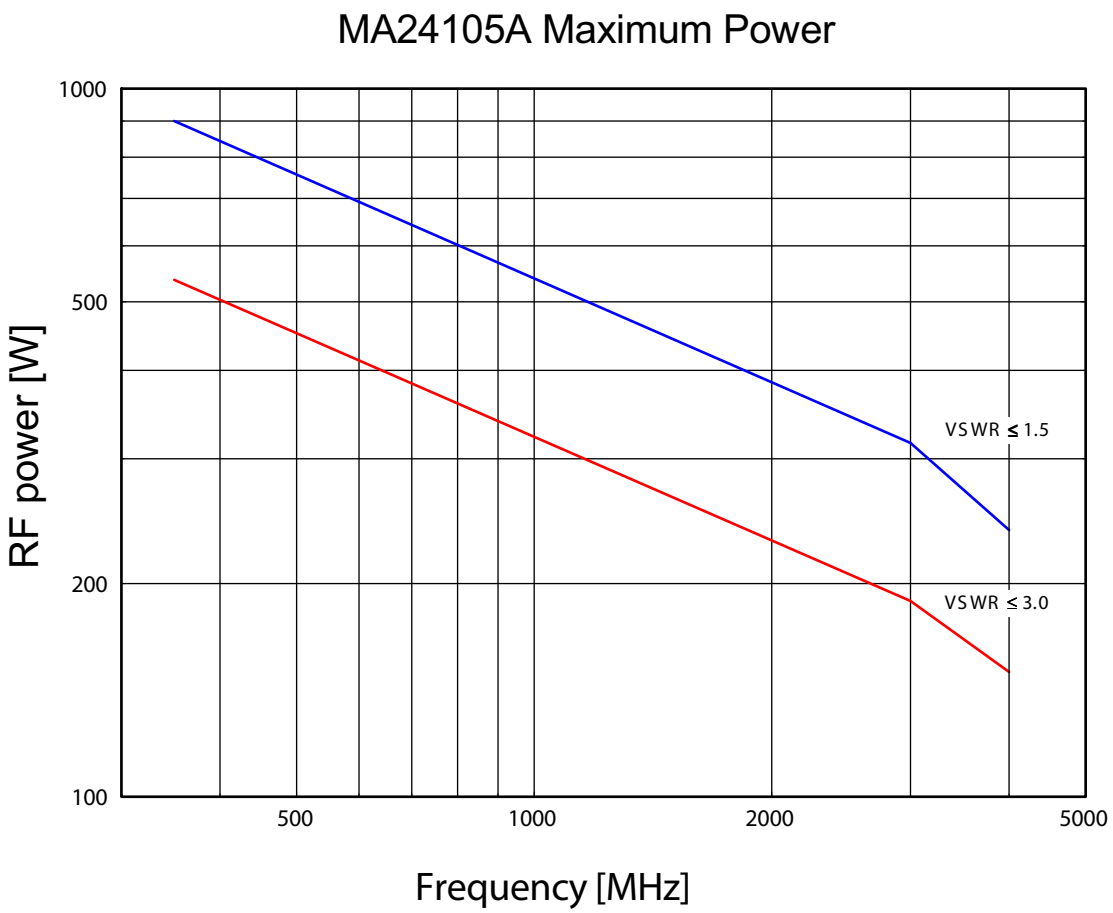


図 7-3. 最大入力パワー処理能力

7-4 測定の不確かさ

測定不確かさの計算機能

Power Expert の CD-ROM には、パワーの測定不確かさを計算するための Microsoft Excel ツールが含まれています。このツールには、Startup.htm ページからアクセスできます。タブが 2 つあり、各センサ（ドロップダウンメニューから選択可能）の測定の不確かさが表示されるタブと、MA24105A ピークパワーセンサの他の不確かさ要素と計算値が表示されるタブがあります。

不確かさの要素

パワー測定には、MA24105A センサでパワー測定を行う際に全体の測定不確かさに影響を与える多くの要素があります。

- **測定の不確かさ：**測定の不確かさとして、周波数の補正に伴う不確かさ、ダイナミックレンジ全体にわたるセンサのリニアリティ応答に関わる不確かさなどがあります。アンリツでは、基準パワー 0 dBm (1 mW) および周囲温度 25 ºC でのパワー感知素子の校正に関する業界標準条件に従っています。
- **温度補正：**「センサの温度補正」とは、センサのダイナミックレンジにわたる相対的なパワーレベル応答を指します。センサを室温以外の環境で使用する場合は、温度補正を考慮しなければなりません。
- **雑音、ゼロ設定、ゼロ ドリフト：**センサのダイナミックレンジの下側で測定確度に影響を与える要因がセンサ内にあります。
- **不整合による不確かさ：**一般に、不整合による不確かさが測定不確かさの最も大きな要素です。パワーセンサと接続されるデバイスのインピーダンスの違いによって誤差が生じます。不整合による不確かさは次の式で求められます。
    - **信号源の不整合：**

      信号源の不整合による不確かさ = $100\left[\left|1+\Gamma_1\Gamma_2\right|^2-1\right](\%)$

      不整合による不確かさ = $20\log\left|1+\Gamma_1\Gamma_2\right|(\mathrm{dB})$
    - **負荷の不整合（インライン パワーセンサ挿入損失は考慮せず）：**

      負荷の不整合による不確かさ = $100\left[\left|1+\Gamma_2\Gamma_3\right|^2-1\right](\%)$

      負荷の不整合による不確かさ = $20\log\left|1+\Gamma_2\Gamma_3\right|(\mathrm{dB})$
    - **負荷の不整合（インライン パワーセンサ挿入損失を考慮）：**

      負荷の不整合による不確かさ = $100\left[\left|1+\mathbf{t}^2\Gamma_2\Gamma_3\right|^2-1\right](\%)$

      負荷の不整合による不確かさ = $20\log\left|1+\mathbf{t}^2\Gamma_2\Gamma_3\right|(\mathrm{dB})$
- **方向性による不確かさ：**

  有限の方向性による不確かさ = $100\left[(1+\Gamma_3/\mathbf{D})^2-1\right](\%)$

ただし、

D は、リニア単位で表わされるインライン パワーセンサの方向性

Γ_1 は、インライン パワー センサの反射係数

Γ_2 は、信号源の反射係数

Γ_3 は、負荷の反射係数

t は、インライン パワーセンサの伝送係数

$\mathbf{t} = 10^{(IL/20)}$

IL = インライン パワーセンサの挿入損失

不確かさの例

MA24105A の測定不確かさについて 2 種類の計算値を 表 7-3 に示します。MA24105A を使い、信号源の VSWR が 1.5:1、負荷の VSWR が 1.2:1 の場合の 1 GHz、+50.0 dBm、+10 dBm CW 信号のパワーを測定します。この例での測定平均化回数は 128 です。

表 7-3. 測定不確かさの例

不確かさ条件	+50 dBm での不確かさ (%)	+10 dBm での不確かさ (%)	確率分布	除数	+50 dBm での調整後の不確かさ (%)	+10 dBm での調整後の不確かさ (%)
測定不確かさ	3.8	3.8	2σ で正規	2	1.9	1.9
雑音	0.0	1.7	2σ で正規	2	0.0	0.9
ゼロ設定	0.0	2.5	矩形	√3	0.0	1.4
ゼロ ドリフト	0.0	2.3	2σ で正規	2	0.0	1.3
方向性に誘発される不確かさ	0.6	0.6	矩形	√3	0.3	0.3
信号源の不整合による不確かさ	1.4	1.4	矩形	√3	0.8	0.8
負荷の不整合による不確かさ	3.7	3.7	矩形	√3	2.1	2.1
デジタル変調の影響	0	0	矩形	√3	0	0
合成した不確かさ（RSS）室温					3.0	3.7
拡張した不確かさ（K=2）室温					6.0	7.3
温度補正	1.9	1.9	矩形	√3	1.1	1.1
合成した不確かさ (RSS、0 ～ 50 ºC)					3.2	3.8
拡張した不確かさ K=2 (RSS、0 ～ 50 ºC)					6.3	7.6

表 7-4. 雑音測定の不確かさ計算値

50 dBm (100 W) での雑音計算値：	
雑音	1.9 mW/100 W = 0.0 %
ゼロ設定	3 mW/100 W = 0.0 %
ゼロ ドリフト	2.7 mW/100 W = 0.0 %
+10 dBm (10 mW) での雑音計算値：	
雑音	170 µW/10 mW = 1.7 %
ゼロ設定	250 µW/10 mW = 2.5 %
ゼロ ドリフト	230 µW/10 mW = 2.3 %

表 7-5 に、繰返しレート 80/S、デューティサイクル 8 % でのパルス信号 +50dBm の測定例を示します。

表 7-5.　不確かさの例 ー パルス信号（MA24105A）

PEP 不確かさの要素				
パワーセンサ	+50 dBm での不確かさ (%)	確率分布	除数	+50 dBm での調整後の不確かさ (%)
Base Unc（平均パワーの不確かさ）	6.3	正規	2	3.2
ピーク回路による寄与	7.3	矩形	√3	4.2
バースト繰返しレート	1.8	矩形	√3	1.0
バースト幅	0.0	矩形	√3	0.0
バースト デューティサイクル	0.1	矩形	√3	0.1
PEP 測定の不確かさ				
合成した不確かさ（%） (Base Unc + RSS)				7.5
拡張した不確かさ（%） K=2				15.0

7-5　エラー状態

本項では、アプリケーション画面に表示されるエラーメッセージの一部について説明します。ほとんどの場合、エラー状態は容易に是正することができます。エラー状態が発生すると、状態を示す黄色の LED が点灯します。LED が点灯しない場合は、エラーメッセージを書留めてアンリツ サービスセンターまでご連絡ください。

表 7-6.　エラーメッセージ

メッセージ	説明	解決策
Zero invalid as temperature changed by more than 10 Degrees C	前回のゼロ設定後にセンサの周囲温度が 10 ºC 以上変化しています。	ゼロ設定をやり直してください。
Temperature out of operating range	センサの動作温度が、指定されている温度範囲 0 ºC ～ 55 ºC の範囲外です。	指定されている温度範囲内でセンサを使用してください。
Sensor zero failed	ゼロ設定が正常に実行されなかった場合に、このメッセージボックスが表示されます。原因として、センサ入力に RF パワーが存在していたことが考えられます。	センサへの RF 入力をオフにするか、RF 信号源からセンサの接続を外し、ゼロ設定を再度試みてください。
ZERO_ERROR	ゼロ設定が正常に実行されなかった場合に、このメッセージがアプリケーション画面に表示されます。原因として、センサ入力に RF パワーが存在していたことが考えられます。	センサへの RF 入力をオフにするか、RF 信号源からセンサの接続を外し、ゼロ設定を再度試みてください。
ADC_TEMP_OVERRNGE	センサが高温環境で使用され過熱した場合に、このメッセージがアプリケーション画面に表示されます。	センサを USB 接続から外し、センサの動作温度範囲 0 ºC ～ 55 ºC になるまで冷ましてください。

8 章 — MA24105A の動作試験

8-1 はじめに

ここに説明する試験方法と機器を使い、MA24105A パワーセンサの測定精度の信頼性を確保できます。所定の校正係数とリニアリティの性能または不確かさについて、センサを別のセンサと比較して動作試験を行います。これらの試験には市販の機器を使用しますが、試験手順は工場出荷時の規格値に対してセンサを検証できるほど正確ではありません。このため、これらの手順におけるセンサ試験の限界は、指定されている比較機器と同じように適正な値に設定されています。試験はすべて、周囲温度 20 ºC ～ 25 ºC で実施してください。

備考	精密パワーセンサの校正および検証には相応の技能と機器等の設備が必要とされます。ご使用のパワーセンサの校正、校正検証、工場出荷時の規格値の維持をご希望の際は、センサをアンリツ カスタマサービスセンターへご送付ください。

必要とされる機器および試験手順については、以下の項を参照してください。

- 「必要機器 - MA24105A」
- 「VSWR 予備試験」
- 「方向性試験」
- 「周波数応答試験」
- 「リニアリティ試験」

8-2 注意事項

警告	パワーセンサの規格を超えるパワーを接続したり印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意

パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。

コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。
ピン深さを確認している。
コネクタが両方とも清潔である
接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。
ESD 予防措置を遵守している。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。

コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。
コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。
正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。
締付けすぎてはいけません。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

8-3 必要機器 - MA24105A

表 8-1. 必要機器

機器の説明	メーカと型名	必要不可欠な仕様
ベクトル ネットワーク アナライザ （予備試験）	Anritsu MS4642A または同等品	反射係数 不確かさ ≤ 0.013, 350 MHz ～ 2 GHz 不確かさ ≤ 0.020, 2 GHz ～ 4 GHz
シンセサイザ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MG3692B または同等品	出力パワー：≥ +20 dBm 0.05 GHz ～ 4 GHz 出力パワー設定分解能：0.01 dBm 高調波：≤ –40 dBc 信号源 VSWR ≤ 2.00
基準パワーメータ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu ML2438A または同等品	計測器の確度 ≤ 0.5 %
基準パワーセンサ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MA24002A または同等品	NIST 校正またはこれに相当するもの
10 dB N 型減衰器 （リニアリティ試験）	Aeroflex Model 1433	VSWR ≤ 1.15, 350 MHz ～ 4 GHz, 250 W min.
10 dB K 減衰器 （周波数応答およびリニアリティ試験）	Anritsu 41KC-10	VSWR ≤ 1.15, 350MHz ～ 4 GHz, 2 W min.
低パワー 30 dB N 型減衰器（リニアリティ試験）	42N50A-30	VSWR ≤ 1.2, 350 MHz ～ 4 GHz, 30 W min.
50 Ω 終端器	Aeroflex Model 1433	VSWR ≤ 1.15, 350 MHz ～ 4 GHz, 250 W min.
N(f) - K(f) アダプタ （周波数応答およびリニアリティ試験）	Anritsu 34ANF50、34AS50、34AN50、34ASF50	VSWR ≤ 1.05, 350 MHz ～ 4 GHz
パワーカプラ（リニアリティ試験）	MITEQ CD2-522-30N	350 MHz ～ 4.0 GHz、結合 = 30 dB、250 W min.
増幅器（方向性、周波数応答、リニアリティ試験）	Ophir 5163、5125	350 MHz ～ 4.0 GHz、250 W min. 高調波 < –20 dBc スプリアス < –20 dBc
パーソナルコンピュータ	任意	2 章 を参照のこと

8-4 VSWR 予備試験

過大な機械的衝撃を与えると、MA24105A の故障原因となることがあります。過大な衝撃を与えると、内部機構の恒久的な変位の原因となることがあり、結果としてインピーダンスが変わることがあります。結合素子のインピーダンスが変わると、入力整合が低下します。センサの損傷が疑われる場合は、入力整合の予備試験を最初に行ってください。

最大 VSWR 値は、このマニュアルの「性能仕様」の項に記載しています。VSWR 試験機器の不確かさは実測値に影響を与えます。表 8-2 に、Anritsu MS4642A ベクトル ネットワーク アナライザ使用時に測定システムの不確かさが期待される最大反射係数にどのような影響を与え得るかを示しています。

試験手順

製造メーカの S_{11}（または反射減衰量）校正手順に従い、ネットワーク アナライザを校正します。パワーセンサをネットワーク アナライザのテストポートに接続し、パワーセンサの入力整合を測定します。一般的に、整合は反射減衰量（リターンロス）を dB で測定されます。反射減衰量と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$\rho = 10^{-RL/20}$

$RL = -20\log\rho$

ただし、

RL = 反射減衰量（dB）

ρ = 反射係数の大きさ

VSWR と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$VSWR = (1 + \rho) / (1 - \rho)$

$\rho = (VSWR - 1) / (VSWR + 1)$

ただし、

VSWR = 電圧定在波比

ρ = 反射係数の大きさ

測定データを 表 8-2 の「実測値」欄に記録します。実測値は、最大反射係数よりも小さい値でなければいけません。最大反射係数は、センサの反射係数規格値に測定システムの不確かさを加算したものです。反射係数の実測値が最大反射係数を上回る場合には、パワーセンサの故障が考えられます。反射係数の実測値が 表 8-2 の最大値を大幅に上回る場合は、センサが破損しています。それ以上の試験を行う必要はありません。

備考	パワーセンサ内部には、ユーザが修理可能な部分はありません。アンリツ サービスセンターへご連絡の上、問題に関する詳細な説明を添付して、故障したセンサをご送付ください。

表 8-2. 予備試験の測定結果

周波数	MS4642A の反射係数 不確かさ	最大反射係数	実測値
350 MHz ～ 3 GHz	0.013	0.033 + 0.013 = 0.046	
3 GHz ～ 4 GHz	0.020	0.047 + 0.020 = 0.067	

8-5 方向性試験

パワーセンサの故障原因として最も一般的なのが過大な入力パワーです。ラベルに明記されている損傷レベルを超えるパワーを印加すると、MA24105A の結合素子が損傷し、その結果として方向性が変わります。また、過大な機械的衝撃を与えると方向性が変わるおそれがあります。

試験手順

方向性試験では、所定の進行方向のパワーを測定する際にどの程度逆方向の信号を阻止するか、センサの選択度について MA24105A をテストします。以下の簡略化した計算式は、このパラメータの 1 次近似を示したものです。

方向性 (dB) = 順方向のパワー (dB) – 逆方向のパワー (dB)

方向性係数 = $10^{(-\text{方向性 (dB)} / 20)}$

方向性 (dB) = –20 × log(方向性係数)

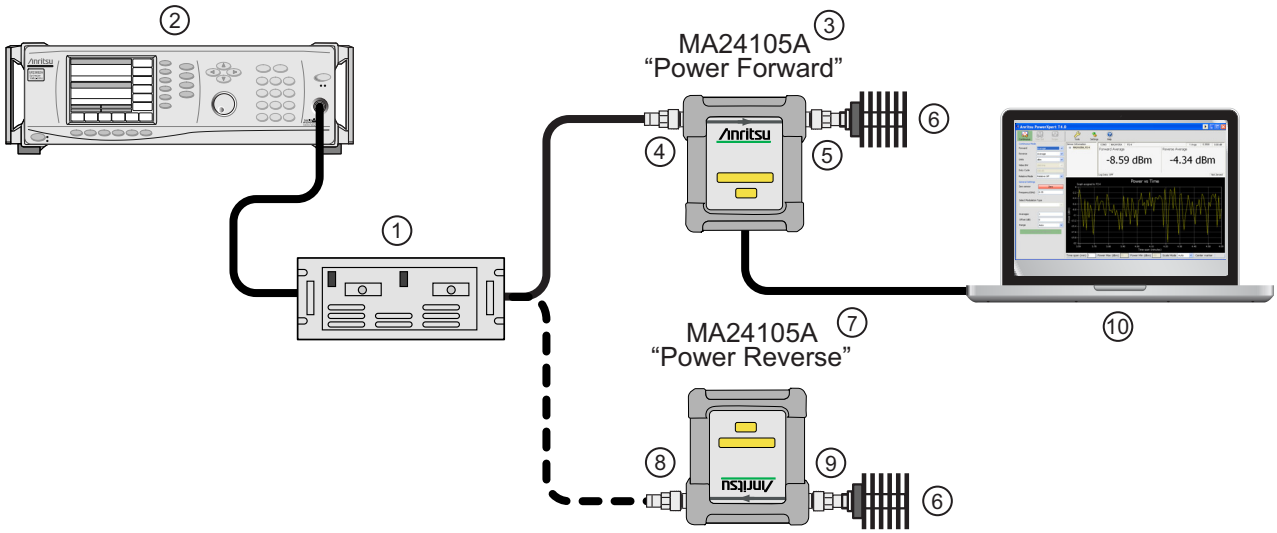
方向性 (dB) = 10 × log(順方向のパワー / 逆方向のパワー), ただしパワーの単位はワット (W)

この試験では、まず順方向のパワーについて MA24105A をテストしてから、逆方向のパワーについて試験します。図 8-1（8-5 ページ）を参照してください。

備考	**順方向および逆方向パワーの読取り値は、図 8-2（8-5 ページ）に示す PowerXpert 画面の Forward Average Power（順方向平均パワー）ウィンドウから読取ります。**

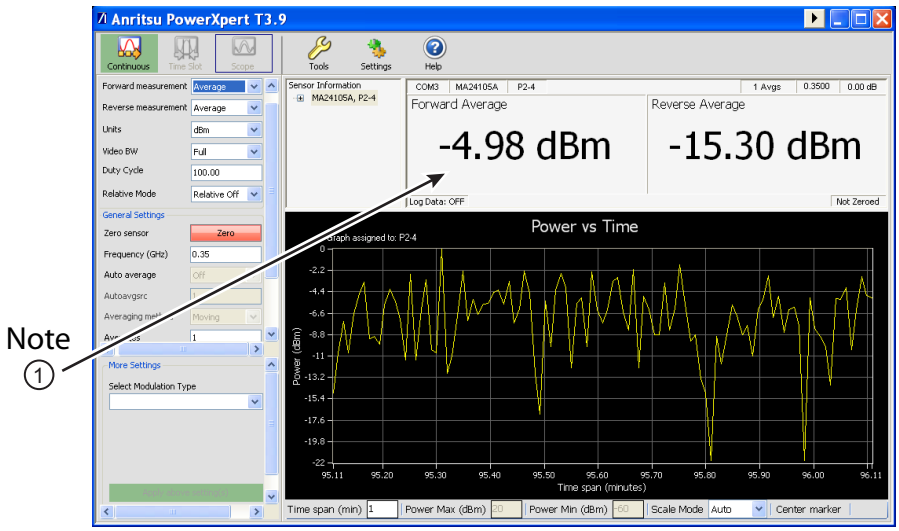
終端器と信号源が両方とも完全な 50 Ω 整合であると仮定した場合、2 つのパワー読取り値の比率がセンサの方向性となります。終端と信号源は完全整合ではないため、以下の手順を行い複数の反射からの残留効果をなくす必要があります。

1. シンセサイザの RF をオフにします。電力増幅器をシンセサイザに接続します。増幅器の出力を MA24105A の入力に接続します。指定されている終端器で MA24105A の出力を終端します（図 8-1）。
2. RF がオフの状態で、MA24105A のゼロ設定を行います。
3. シンセサイザを 表 8-3 (8-6 ページ) に示す最初の周波数およびごく低いパワーレベルに設定し、MA24105A の画面表示が +30 dBm になるまで徐々に出力パワーを上げていきます。デバイスがウォームアップするまで 30 分間待ちます。
4. シンセサイザの RF をオフにして、MA24105A のゼロ設定を再び行います。
5. RF をオンにして、MA24105A の表示画面が約 +44 dBm になるまで、シンセサイザを調節します。読取り値の安定を確認し、この数値を「**順方向のパワー**」として 表 8-3 に記録します。
6. シンセサイザの RF をオフにします。
7. MA24105A から終端器と増幅器への接続を逆にします。MA24105A の出力を増幅器に接続し、入力を終端器に接続していることを確認します（図 8-1）。
8. RFをオンにします。必要な場合は、MA24105Aの平均回数を変更して読取り値を安定させます。数値を「**逆方向のパワー**」として 表 8-3 に記録します。
9. 「**順方向のパワー**」から「**逆方向のパワー**」を引いて「**実際の方向性**」を計算します（単位 dB）。パワー値の単位がワット (W) の場合は、上記の計算式を使い「**実際の方向性**」（単位 dB）を計算します。
10. 実際の方向性が 表 8-3 に示す最小許容方向性より大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。
11. 上記の手順を繰返し、表 8-3 に示す次の周波数について試験します。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	MA24105A「順方向パワー」測定
4	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
5	RF 出力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
6	50 Ω 終端器
7	MA24105A「逆方向パワー」測定
8	RF 出力
9	RF 入力
10	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 8-1. 順方向および逆方向パワーを試験するための方向性試験セットアップ



注 1：順方向パワーと逆方向パワーの両方を Forward Average Power（順方向平均パワー）ウィンドウから読取ります。

図 8-2. 順方向および逆方向パワー読取り値の表示箇所

表 8-3. 方向性試験の測定結果

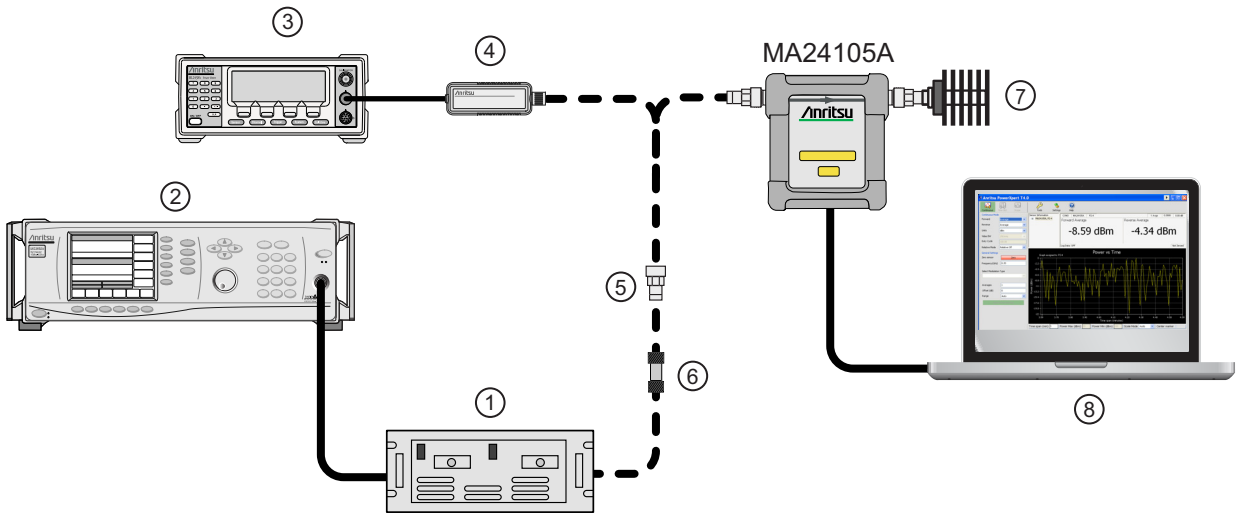
周波数 (GHz)	終端器の反射係数	最大方向性係数	A 順方向パワー (dB)	B 逆方向パワー (dB)	A – B 実際の方向性 (dB)	最小許容方向性 (dB)
0.35	0.048	0.088				21.1
1.0	0.048	0.079				22.0
1.5	0.048	0.079				22.0
2.0	0.048	0.079				22.0
2.5	0.048	0.101				19.9
3.0	0.048	0.101				19.9
3.5	0.048	0.120				18.4
4.0	0.048	0.120				18.4

8-6 周波数応答試験

この試験では、測定の不確かさが既知の基準センサに対して、1 つの低パワーレベルでセンサの周波数応答をテストします。基準センサは定評のある標準研究所で、公表されている測定の不確かさが小さい計測器を使って校正されている必要があります。比較を行うには、出力側に 41KC-10 などの高品質の減衰器を付け、シンセサイザの出力パワーを両方のセンサで測定します。減衰器は不整合リップルを低減してシンセサイザの信号源整合を向上させるので、比較の不確かさが小さくなります。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 8-3 を参照）。
   - **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
   - **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24105A パワーセンサを USB ケーブルで接続します。
   - **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
   - **d.** すべての計測器の電源を入れ、各機器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
   - **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
   - **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
   - **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
   - **h.** シンセサイザから MA24105A の接続を外し、PowerXpert アプリケーションの **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24105A の低レベル ゼロ設定を行います。
   - **i.** シンセサイザを増幅器の入力に接続します。減衰器を増幅器の出力に接続してから、適切なアダプタを減衰器の出力に接続します。
   - **j.** シンセサイザを 350 MHz およびごく低いパワー出力に設定します。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	基準パワーメータ
4	基準パワーセンサ
5	K - N 型アダプタ
6	減衰器
7	50 Ω 終端器
8	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 8-3. 周波数応答試験のセットアップ

2. 適切なアダプタと減衰器をインラインに使い、基準センサを増幅器に接続します（図 8-3 を参照）。
3. 製造メーカの指示に従い、校正係数を基準センサに適用します。
4. 基準センサの画面表示が +15 dBm になるまでシンセサイザの出力パワーを調整します。
5. 基準メータが示すパワー測定値を 表 8-4 に記録します。
6. シンセサイザの出力から基準センサの接続を外し、適切なアダプタと減衰器をインラインに使い MA24105A パワーセンサを接続します（図 8-3 を参照）。
7. PowerXpert アプリケーションで周波数（GHz）を入力し、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックして、校正係数を MA24105A に適用します。
8. MA24105A が示すパワー測定値を 表 8-4 に記録します。
9. シンセサイザの周波数を 表 8-4 に示す次の周波数に設定します。
10. 手順 2 から 手順 9 を繰返し、表 8-4 に示すすべての周波数で測定を行います。
11. 表 8-4 の各行につき、記録した基準パワー測定値と、記録した MA24105A 測定値の差の絶対値を計算し、結果を 表 8-4 に記録します。
12. 周波数ごとに、パワー差分を 表 8-4 で指定されている最大許容差と比較します。パワー差分が最大許容差より大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

表 8-4. 試験測定結果

周波数 (GHz)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B MA24105A 測定値 (dBm)	|A-B| パワー測定値差分の絶対値 (dB)	最大許容差 (dB)
0.35				0.33
1.0				0.33
1.5				0.33
2.0				0.33
2.5				0.36
3.0				0.36
3.5				0.37
4.0				0.37

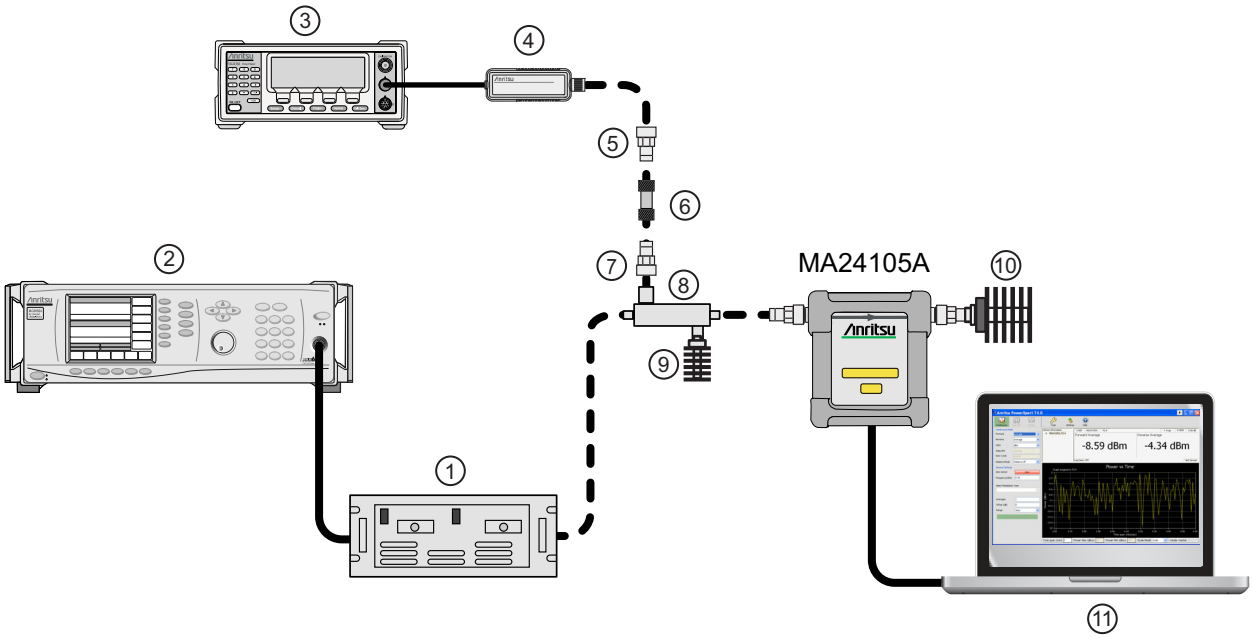
8-7 リニアリティ試験

MA24105A のリニアリティ補正では、約 –20 dBm ～ +10 dBm のパワーレンジという非常に良好なリニアリティを持つサーマルパワーセンサと比較します。このため、MA24105A を 2 つのパワーレンジでサーマルセンサと比較します。つまり、サーマルセンサへのパワーレベルを –17 dBm ～ +5 dBm のレンジに保ち、MA24105A へのパワーレベルは –26 dBm ～ 約 +14 dBm まで変動とします。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 8-4 を参照）。

- **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
- **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24105A パワーセンサを USB ケーブルで接続します。
- **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
- **d.** すべての計測器の電源を入れ、各計測器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
- **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
- **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
- **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
- **h.** シンセサイザから MA24105A の接続を外し、PowerXpert アプリケーション画面の **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24105A の低レベル ゼロ設定を行います。
- **i.** パワーカプラをシンセサイザの出力に接続し、カプラの結合出力へのアダプタを使い 10 dB K 減衰器を接続します。
- **j.** 低パワー 30dB N 型減衰器をもう片方の結合出力に接続します。
- **k.** アダプタを使い、基準センサを 10 dB K 減衰器に接続します。
- **l.** MA24105A をカプラの出力に接続します。
- **m.** シンセサイザを 350 MHz およびごく低いパワーレベルに設定します。
- **n.** PowerXpert アプリケーションで「16」と入力して平均化回数を増やし、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックします。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	基準パワーメータ
4	基準パワーセンサ
5	K - N 型アダプタ
6	10 dB 減衰器 N タイプ
7	K - N 型アダプタ
8	パワーカプラ
9	30 dB N 型減衰器
10	50 Ω 終端器
11	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 8-4.　リニアリティ試験のセットアップ 1

2. 製造メーカの手順に従い、校正係数を基準センサに適用します。

3. PowerXpert アプリケーションで周波数（GHz）を入力し、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックして、校正係数を MA24105A に適用します。

4. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24105A の低レベルゼロ設定を行います。

5. シンセサイザの RF 出力をオンにします。

6. MA24105A の読取り値が約 +45 dBm になるまで、シンセサイザの出力パワーを調整します。

7. 以下の手順に従い、最初の 20 dB レンジのデータを記録します。

- **a.** 基準メータのパワー読取り値を 表 8-5 に記録します。
- **b.** MA24105A のパワー読取り値を 表 8-5 に記録します。
- **c.** シンセサイザのパワーレベルを 5 dB 下げます。増幅器の出力と MA24105A は約 +40 dBm でなければいけません。
- **d.** 基準メータと MA24105A パワーセンサの読取り値を 表 8-5 に記録します。
- **e.** 増幅器の出力レベル +35 dBm、+30 dBm、+25 dBm で測定を繰返します。

備考	+25 dBm での MA24105A のパワー測定値を以降の 手順 8e で使用します。

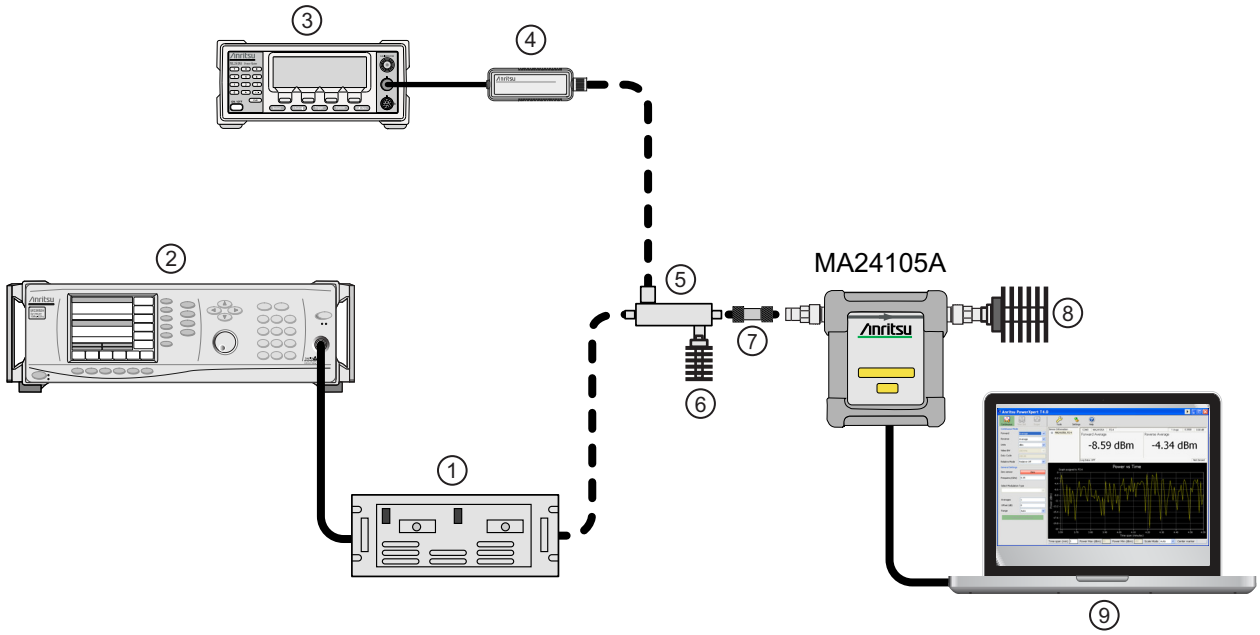
8. 以下のとおりに、次のレンジ 20 dB のために試験機器をセットアップします。

a. 基準センサとカプラ間から 10 dB K 減衰器を取外し、基準センサを直接カプラの結合ポートに接続します。

b. MA24105A をカプラから外し、カプラと MA24105A パワーセンサ間に 10 dB N 型減衰器を接続します（図 8-5 を参照）。

c. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24105A の低レベルゼロ設定を行います。

d. シンセサイザの RF 出力をオンにします。



図中の数字	説明
1	増幅器
2	シンセサイザ
3	基準パワーメータ
4	基準パワーセンサ
5	パワーカプラ
6	30 dB N 型減衰器
7	10 dB N 型減衰器
8	50 Ω 終端器
9	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 8-5. リニアリティ試験のセットアップ 2

e. 増幅器の出力レベルを約 5 dB 上げ、MA24105A の読取り値が 手順 7e で得られた数値に可能な限り近くなるまで、出力レベルを調整します。

9. 次に 20 dB レンジのデータを記録します。

a. 基準メータが示すパワー値を読取り、表 8-5 に記録します。

b. 増幅器の出力パワーレベルを 5 dB 下げます。増幅器の出力は約 +30 dBm、MA24105A は約 +20 dBm でなければなりません。

c. 基準メータと MA24105A パワーセンサの読取り値を 表 8-5 に記録します。

d. 増幅器の出力レベル +25、+20、+15 dBm で測定を繰返します。

表 8-5. 測定結果（350 MHz）

行番号	増幅器のおおよその出力パワー (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6 – A5) 補正値 (dB)	C = (A + B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24105A 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	45	10				0		
2	40	10				0		
3	35	10				0		
4	30	10				0		
5	25	10				0		
6	手順 8e により調整	0		0		10		
7	30	0		0		10		
8	25	0		0		10		
9	20	0		0		10		
10	15	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

10. 以下のとおりに、計算と動作確認を行います。

a. 行 6 の「**基準パワー測定値**」から行 5 の「**基準パワー測定値**」を引きます。この数値を「補正値」欄の行 1 ～ 5 に記録します。

備考	「補正値」欄の行 1 ～ 5 はすべて同じ数値でなければいけません。 「補正値」欄の行 6 ～ 10 の数値は 0 です。

b. 行 1 の「**基準パワー測定値**」と「**補正**値」を加算し、結果を「**補正後の基準パワー測定値**」欄の行 1 に記録します。

c. 行 2 ～ 10 について 手順 10b を繰返します。

d. 行 1 の「**補正後の基準パワー測定値**」から行 1 の「MA24105A **測定値**」を引き、結果を「**差分計算値**」欄の行 1 に記録します。

e. 行 2 ～ 10 について 手順 10d を繰返します。

f. 「**差分計算値**」欄の最大値（最も大きい正の値）を見つけ、この数値を行 11 の「Max」の隣に記録します。

g. 「**差分計算値**」欄の最小値（最も小さい正の値、または最も大きい負の値）を見つけ、この数値を行 12 の「Min」の隣に記録します。

h. 手順 10g で導いた Min（最小）値を、手順 10f で導いた Max（最大）値から引き、結果を行 13 の「Delta」（デルタ）の隣に記録します。

i. Delta（デルタ）の結果は 0.3 dB 未満でなければなりません。これよりも数値が大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

11. シンセサイザの周波数設定 2 GHz と 4 GHz で上記の測定および計算を繰返します。

表 8-6. 測定結果（2 GHz）

行番号	増幅器のおおよその出力パワー（dBm）	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24105A 測定値 (dBm)	C–D 差分計算値 (dB)
1	45	10				0		
2	40	10				0		
3	35	10				0		
4	30	10				0		
5	25	10				0		
6	手順 8e により調整	0		0		10		
7	30	0		0		10		
8	25	0		0		10		
9	20	0		0		10		
10	15	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 8-7. 測定結果（4 GHz）

行番号	増幅器のおおよその出力パワー（dBm）	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24105A 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	45	10				0		
2	40	10				0		
3	35	10				0		
4	30	10				0		
5	25	10				0		
6	手順 8e により調整	0		0		10		
7	30	0		0		10		
8	25	0		0		10		
9	20	0		0		10		
10	15	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

9 章 — MA24106A の使用方法

9-1 センサの概要

MA24106A パワーセンサを下図に示します。

図中の数字	説明
1	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)）
2	2 色 LED（センサの機能状態を示します） **緑色：**センサ ON、ステータス OK **黄色：**エラーまたはプログラミング状態
3	USB ミニ B ポート（PC またはアンリツ携帯型計測器との接続用）

図 9-1. MA24106A センサの概要

9-2 測定の実施

本項では、MA24106A パワーセンサを PC と共に使用する場合の一般的な手順について説明します。ここに説明する手順では、前述した MA24106A センサおよび Anritsu PowerXpert PC アプリケーションのボタンやメニューを使用します。以下の手順を行う前に、Anritsu PowerXpert PC アプリケーションに馴れておいてください。アンリツ Master™ シリーズ携帯型計測器をパワーセンサと共に使用する場合、携帯型計測器に添付の取扱説明書に記載されている外部パワーセンサの操作手順を参照してください。

パワー測定の基本

注意	ミニ USB コネクタが損傷しないように、同梱のねじ込み式コネクタ付き USB ケーブルをセンサにしっかり固定してください。

パワー測定を行うには：

1. 図 9-2 に示すとおりに、センサをコンピュータに接続します。
2. Anritsu PowerXpert アプリケーションを開きます。

3. 以下の「センサのゼロ設定」で説明されているように、センサのゼロ設定を行います。

警告	MA24106A の規格を超えるパワーを接続または印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意	**パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。** コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。 ピン深さを確認している。 コネクタが両方とも清潔である 接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。 ESD 予防措置を遵守している。 詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。 **パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。** コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。 コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。 正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。 締付けすぎてはいけません。 詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

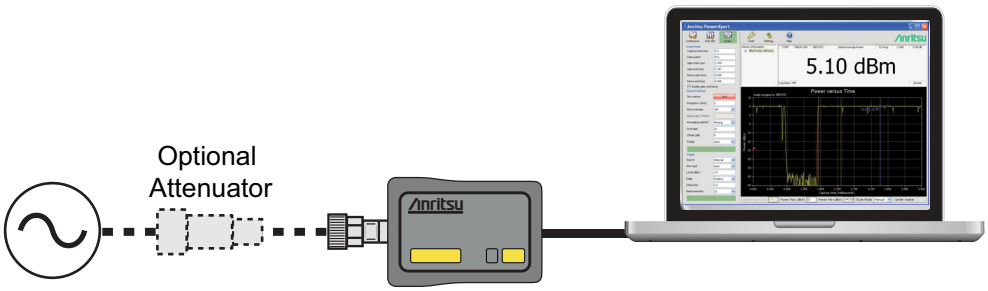


図 9-2.　測定設定

4. パワーセンサを RF 信号源に接続します。
5. Anritsu PowerXpert アプリケーション画面に表示されるパワー測定値を読取ります（デフォルト設定では、パワー測定値は連続的に表示されます）。

DUT（被試験デバイス）の接続

RF 信号源は N 型オス RF コネクタに接続します。特性インピーダンスは 50 Ω です。

MA24106A の N 型コネクタを N 型メス コネクタに接続する際には、以下の手順に従い接続部を正しく締付けてください。

1. 片手でセンサ本体をしっかり持ち、N 型オス コネクタのナットを指で回して接続部を締付けます。MA24106A 本体を回さないでください。コネクタがひどく磨耗する原因となります。
2. コネクタナットを反時計回り方向に 1/4 回転させて、接続部をゆるめます。
3. 12 in-lb トルクレンチ（アンリツ部品番号：01-200）で接続部を締付けます（時計回りに回す）。

備考	センサは USB 2.0 インタフェースを搭載しており、USB タイプ ミニ B ポートが備わっています。この USB インタフェースを介してリモートで MA24106A をプログラミングすることができます。プログラミングに加え、MA24106A は USB から給電されます。インタフェースは USB 2.0 に対応していますが、転送速度は 12 Mbps です。

センサのゼロ設定

パワー測定を行う前に、特にパワーセンサを 20 dB 以下のダイナミックレンジで使用する場合には、センサのゼロ設定を行ってください。低レベル測定を頻繁に行う場合は、センサのゼロ設定を頻繁に点検し、必要に応じてゼロ設定を行ってください。ゼロ設定を行う前に、センサを DUT（被試験デバイス）テストポートに接続し、パワーセンサのノイズフロアよりも 20 dB 下のレベルへの接続部から RF パワーを除去します。MA24106A パワーセンサの場合、このレベルは -60 dBm 未満です。地上雑音と熱電磁界（EMF）が測定からゼロアウトされるように、できればセンサを DUT テストポートに接続したままにしてください。また、DUT の接地コネクタにセンサを接続することができ、信号源から接続を外すこともできます。

センサのゼロ設定を行うには、アプリケーションの **Zero** ボタンをクリックします。センサがゼロ設定に失敗した場合は、メッセージボックスに「Sensor zero failed」と表示され、問題が是正されるまでアプリケーション画面に「ZERO_ERROR」と表示され続けます。RF が検出された場合は、RF 信号源を取外すよう求めるメッセージが表示されます。

センサの校正

パワーセンサの RF 前段受信部には、信号チャネルまたはアナログ信号取得 ハードウェアが組み込まれています。必要な周波数および温度補正はすべてセンサ内で行われます。このため、MA24106A では基準校正を行う必要がありません（50 MHz および 1 mW）。

校正係数補正値の適用

MA24106A パワーセンサには内部 EEPROM が備わっており、出荷前に補正および校正係数がセンサにプログラミングされています。パワーセンサには内部温度センサが付いており、定期的に読取り値がマイクロプロセッサに報告されます。ユーザが測定周波数を入力すると、測定に必要とされるすべての計算がセンサによって実行されます。

読取り値の最適化

本項では、Anritsu PowerXpert アプリケーションの使用時またはリモートコントロール操作で MA24106A パワーセンサからすばやく測定値を読取る方法について説明します（具体的なリモート プログラミング コマンドの説明については、13 章 を参照してください）。測定速度は、測定の種類、パワーレベル、信号の安定性に大きく依存します。測定の安定性は、雑音や信号の変調による影響を受けます。高分解能が必要とされる場合は、平均化回数を増やす必要があります。

備考	下表に示すのは典型的な数値です。あくまでも参考としてご利用ください。

表 9-1 に、低開口時間（LAT）モード設定で特定のパワーレベル測定について一定の雑音レベルを達成するために必要な平均化回数を示します。

表 9-1. MA24106A 平均化一覧表（低開口時間、デフォルトモード）

入力パワー（dBm）	入力パワー（mW）	必要な平均化回数 < ±0.20 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.15 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.10 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.05 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.01 dB 雑音
20	100	1	1	1	1	1
15	31.6	1	1	1	1	1
10	10.0	1	1	1	1	1
5	3.16	1	1	1	1	2
0	1.00	1	1	1	4	16
-5	0.316	1	1	1	20	78
-10	0.100	1	1	1	1	1
-15	0.0316	1	1	1	1	1
-20	0.0100	1	1	1	1	7
-25	0.00316	1	1	1	3	61
-30	0.00100	2	3	7	25	–
-35	0.000316	16	28	62	245	–
-40	0.000100	158	–	–	–	–

表 9-2 に、高開口時間（HAT）モード設定で特定のパワーレベル測定について一定の雑音レベルを達成するために必要な平均化回数を示します。

表 9-2. MA24106A 平均化一覧表（高開口時間）

入力パワー（dBm）	入力パワー（mW）	必要な平均化回数 < ±0.20 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.15 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.10 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.05 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.01 dB 雑音
20	100	1	1	1	1	1
15	31.6	1	1	1	1	1
10	10.0	1	1	1	1	1
5	3.16	1	1	1	1	1
0	1.00	1	1	1	1	1
-5	0.316	1	1	1	2	5
-10	0.100	1	1	1	1	1
-15	0.0316	1	1	1	1	1
-20	0.0100	1	1	1	1	1
-25	0.00316	1	1	1	1	4
-30	0.00100	1	1	1	2	38
-35	0.000316	1	2	4	16	–
-40	0.000100	10	18	39	153	–

9-3 測定に関する注意

時間変動信号

ケース 1：パルスまたはパターン繰返し時間が ≤ 1 ms (PRF ≥ 1 KHz) の変調信号

変調信号について安定したパワー読取り値を得られる（パワー表示値に著しい変動がない）場合、パルスまたはパターン繰返しレートは 1 KHz より大きい可能性があります。この場合、ほとんどのエンベロープパワー平均化はセンサの前段受信部で実行されます（デジタル化前）。このような場合、MA24106A は特別な配慮をしなくても平均パワーを正確に表示します。

ケース 2：パルスまたはパターン繰返し時間が 1 ms ～ 50 ms の変調信号 (100 Hz < PRF < 1 KHz)

このような場合には、センサの前段受信部で平均化するには信号の変動が緩慢なので、パワーメータのアプリケーションで平均化回数を増やし（バスを介してセンサを制御している場合は、複数回の測定の平均を計算して）、デジタル化の後で平均化を行う必要があります。パルスまたはパターン繰返し周波数によっては、安定した読取り値を得るために大量の平均化が必要となります。低開口時間（LAT）モードを選択している場合、推奨される最大パルス繰返し時間は約 10 ms です。高開口時間（HAT）モードを選択している場合は通常、50 ms までのパルス繰返し時間の信号を測定することができます。

ケース 3：パルスまたはパターン繰返し時間が 50 ms を超える変調信号

この場合、多数の読取り値を平均化しても正確な平均パワー読取り値を得ることが難しい場合があります。センサのサンプリングレートと信号のパルス繰返しレートが似ているので同時に「うなり音」が生じる可能性があり、結果として低周波変調のパワーとして表示されます。これらのうなり音の大半（整数のうなり音）に対して平均が計算されない場合には、その結果としてエラーとなる可能性があります。これは MA24106A に固有の状態ではなく、あらゆるパワーセンサやメータ、あるいはサンプル化データシステムで問題となる可能性があります。

高クレストファクタ信号（ピーク対平均比）

CDMA/WCDMA などの高クレストファクタの信号の場合、クレストファクタが 10 dB に達することがあります。最も正確にパワー測定を行えるようにするため、統計的に確率の低いピーク信号が +30 dBm を超えてはなりません。

例えば、信号の予想クレストファクタが 10 dB である場合、最も高い平均パワー測定値が +20 dBm を超えてはなりません。下図は、クレストファクタ 10 dB の場合の WCDMA（TestModel_5_8HSPDSCH）信号に関わるセンサのリニアリティグラフです。

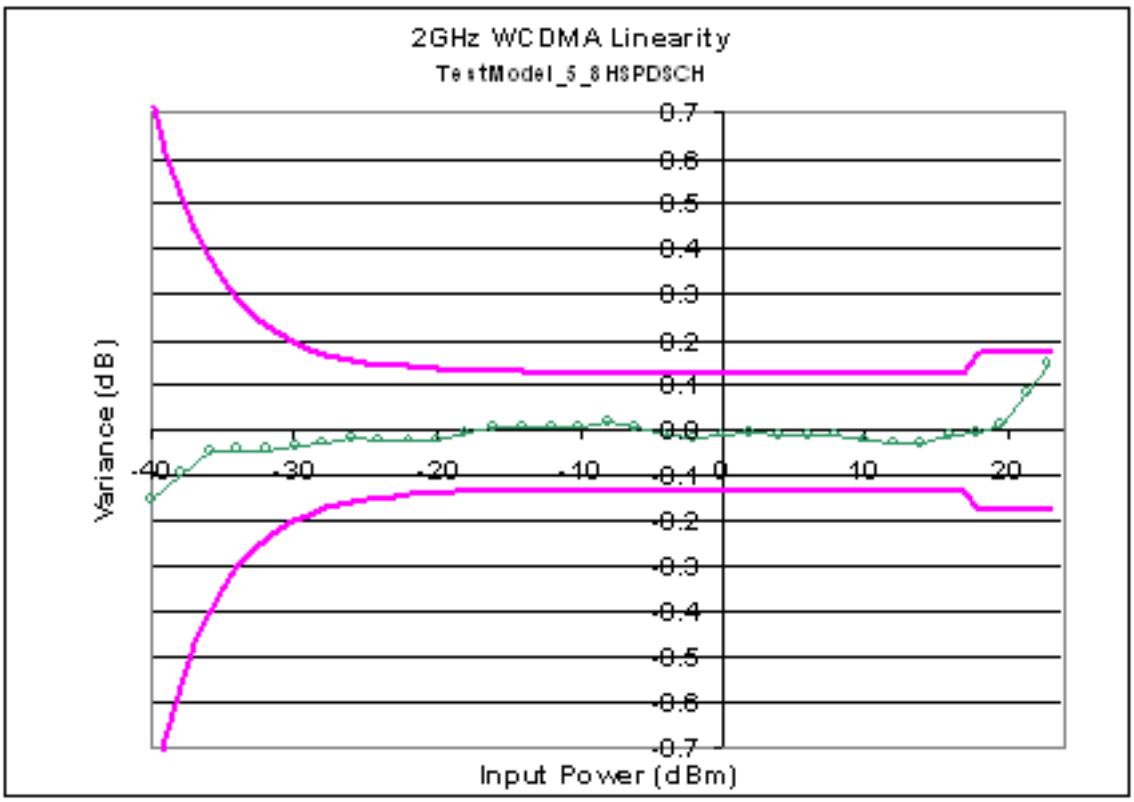


図 9-3. センサのリニアリティグラフ

マルチトーン信号

MA24106A は、あまり制約を受けずに非常に広い帯域変調を測定可能な True-RMS（真の実効値型）センサです。唯一の限界は、センサの周波数平坦度です。センサの感度はすべての周波数について同一ではないため、マルチトーン信号を測定するときには、センサのアプリケーションに入力する周波数はすべての有効なトーンの平均周波数である必要があります。MA24106A では、3 GHz 未満の周波数で 100 MHz 帯域あたり 0.01 dB の誤差があり、また 3 GHz 超の周波数では 100 MHz 帯域あたり 0.03 dB の誤差があります。

例えば、2.0 GHz と 2.2 GHz のデュアルトーン信号では、アプリケーションの周波数を 2.1 GHz に設定した場合にさらに 0.02 dB（0.01 dB × 2）の測定誤差が生じることがあります。

雑音と平均化

必要とされる読取り分解能を達成する必要がある場合、特に低パワーレベルでは、雑音を低減して表示されるパワー読取り値を安定させるために平均化を行う必要がしばしばあります。雑音対分解能表（表 9-1 および 表 9-2（9-4 ページ））を使い、所定の分解能に一般的に必要とされる平均化回数を決定します。または、雑音規格値と、雑音は N の平方根（N は平均化回数）に比例するという事実を用いて計算により平均化回数を求めます。

例えば、–30 dBm での CW トーンを分解能 0.01 dB まで測定するとします。センサのマニュアルに記載されている表から、高開口時間（HAT）モードで必要とされる平均化回数は 38 であることが分かります（低開口時間（LAT）モードでは、同じ測定でも必要な平均化回数は 256）。

安定するまでの時間

MA24106A では、低開口時間（LAT）モードの場合に 70 ms ごと、高開口時間（HAT）モードの場合には 700 ms ごとに連続的にパワー測定値がサンプリングされます。センサの前段受信部とデジタイザは、この時間におけるパワーの階段状変化に対して完全に安定します。ただし、センサのサンプリングを、パワーステップやバス測定要求といった他のイベントに同期させることはできません。このため、パワーステップ後にセンサから要求された最初の測定は完全に安定しないことがあります。バスを介してセンサを作動させる際に完全に安定した測定を確実に得るためには、パワーステップ後 70 ms （HAT モードの場合は 700 ms）待ってから、センサから測定を要求させます。または、センサから 2 回の測定を要求させ、最初の測定を破棄します。

前述したように平均化が必要な場合、安定するまでの時間は N × サンプリング周期だけ長くなります（N は平均化回数、サンプリング周期はミリ秒を単位とする時間）。測定サンプリング周期は LAT の場合で 70 ms、HAT の場合は 700 ms です。バスを介してセンサを作動させる場合は、N+1 回の測定をセンサから要求させ、最初の測定を破棄し、以降の読取り値を平均化します。安定するまでの時間は、約 (N+1) × サンプリング周期です。

9-4　測定の不確かさ

測定不確かさの計算機能

Power Expert の CD-ROM には、パワー測定の不確かさを計算するための Microsoft Excel ツールが含まれています。このツールには、Startup.htm ページからアクセスできます。タブが 2 つあり、各センサ（ドロップダウンメニューから選択可能）の測定の不確かさが表示されるタブと、MA24105A ピークパワーセンサの他の不確かさ要素と計算値が表示されるタブがあります。

不確かさの要素

パワー測定には、MA24106A センサでパワー測定を行う際に全体の測定不確かさに影響を与える多くの要素があります。

- **センサのリニアリティと温度補正：**「センサのリニアリティと温度補正」とは、センサのダイナミックレンジにわたる相対的なパワーレベル応答を指します。センサを室温以外の環境で使用する場合は、温度補正を考慮しなければなりません。
- **雑音、ゼロ設定、ゼロ ドリフト：**センサのダイナミックレンジの下側で測定確度に影響を与える要因がセンサ内にあります。
- **不整合による不確かさ：**一般に、不整合による不確かさが測定不確かさの最も大きな要素です。パワーセンサと接続されるデバイスのインピーダンスの違いによって誤差が生じます。不整合による不確かさは次の式で求められます。

  不整合による不確かさ $= 100\left[\left|1 + \Gamma_1\Gamma_2\right|^2 - 1\right](\%)$

  不整合による不確かさ $= 10\log\left|1 + \Gamma_1\Gamma_2\right|(\mathrm{dB})$

  ただし、

  Γ_1 および Γ_2 は、それぞれパワーセンサと被試験デバイスの反射係数です。
- **センサ校正係数の不確かさ：**センサ校正係数の不確かさは、標準校正条件におけるセンサ校正の確度として定義されます。アンリツでは、基準パワー 0 dBm (1 mW) および周囲温度 25 ºC での業界標準の校正条件に従っています。

不確かさの例

MA24106A の低開口時間（LAT）モードでの測定不確かさについて 2 種類の計算値を 表 9-3 に示します。MA24106A を使い、1.5:1 VSWR の信号源からの 3 GHz、+12.0 dBm、–35 dBm CW 信号のパワーを測定します。この例での測定平均化回数は 128 です。

表 9-3. 測定不確かさの例

不確かさ条件	+12 dBm での不確かさ規格値 (%)	-35 dBm での不確かさ規格値 (%)	確率分布	除数	+12 dBm での調整後の不確かさ (%)	-35 dBm での調整後の不確かさ (%)
センサのリニアリティ（<+18 dBm）	3.0	3.0	矩形	√3	1.8	1.8
雑音	0.0	0.8	2σ で正規	2	0.0	0.4
ゼロ設定	0.0	3.2	矩形	√3	0.0	1.8
ゼロ ドリフト	0.0	0.9	2σ で正規	2	0.0	0.6
校正係数の不確かさ	1.4	1.4	2σ で正規	2	0.7	0.7
不整合による不確かさ	4.0	4.0	矩形	√3	2.3	2.3
合成した不確かさ（RSS）、室温					3.0	3.6
拡張した不確かさ（K=2）、室温					6.0	7.2
温度補正	1.4	1.4	矩形	√3	0.8	0.8
合成した不確かさ (RSS、0 ～ 50 ºC)					3.1	3.7
拡張した不確かさ K=2 (RSS、0 ～ 50 ºC)					6.2	7.4

表 9-4. 雑音測定の不確かさ計算値

12 dBm (16 mW) での雑音計算値：	
雑音	400 nW/16 mW = 0.0 %
ゼロ設定	1700 nW/16 mW = 0.0 %
ゼロ ドリフト	500 nW/16 mW = 0.0 %
-35 dBm (316 nW) での雑音計算値：	
雑音	2.5 nW/316 nW = 0.8 %
ゼロ設定	10 nW/316 nW = 3.2 %
ゼロ ドリフト	3 nW/316 nW = 0.9 %

9-5　エラー状態

本項では、アプリケーション画面に表示されるエラーメッセージの一部について説明します。ほとんどの場合、エラー状態は容易に是正することができます。エラー状態が発生すると、状態を示す黄色の LED が点灯します。LED が点灯しない場合は、エラーメッセージを書留めてアンリツ サービスセンターまでご連絡ください。

表 9-5. エラーメッセージ

メッセージ	説明	解決策
Zero invalid as temperature changed by more than 10 Degrees C	前回のゼロ設定後にセンサの周囲温度が 10 ºC 以上変化しています。	ゼロ設定をやり直してください。
Temperature out of operating range	センサの動作温度範囲は 0 ºC ～ 55 ºC です。	環境条件を再確認してください。
Sensor zero failed	ゼロ設定が正常に実行されなかった場合に、このメッセージボックスが表示されます。原因として、センサ入力に RF パワーが存在していたことが考えられます。	センサへの RF 入力をオフにするか、RF 信号源からセンサの接続を外し、ゼロ設定を再度試みてください。
ZERO_ERROR	ゼロ設定が正常に実行されなかった場合に、このメッセージがアプリケーション画面に表示されます。原因として、センサ入力に RF パワーが存在していたことが考えられます。	センサへの RF 入力をオフにするか、RF 信号源からセンサの接続を外し、ゼロ設定を再度試みてください。
ADC_TEMP_OVERRNGE	センサが高温環境で使用され過熱した場合に、このメッセージがアプリケーション画面に表示されます。	センサを USB 接続から外し、センサの動作温度範囲 0 ºC ～ 55 ºC になるまで冷ましてください。

10 章 — MA24106A の動作試験

10-1 はじめに

ここに説明する試験方法と機器を使い、MA24106A パワーセンサの測定精度の信頼性を確保できます。所定の校正係数とリニアリティの性能または不確かさについて、センサを別のセンサと比較して動作試験を行います。これらの試験には市販の機器を使用しますが、試験手順は工場出荷時の規格値に対してセンサを検証できるほど正確ではありません。このため、これらの手順におけるセンサ試験の限界は、指定されている比較機器と同じように適正な値に設定されています。試験はすべて、周囲温度 20 ºC ～ 25 ºC で実施してください。

備考	精密パワーセンサの校正および検証には相応の技能と機器等の設備が必要とされます。ご使用のパワーセンサの校正、校正検証、工場出荷時の規格値の維持をご希望の際は、センサをアンリツ カスタマサービスセンターへご送付ください。

必要とされる機器および試験手順については、以下の項を参照してください。

- 「必要機器 - MA24106A」
- 「VSWR 予備試験」
- 「周波数応答試験」
- 「リニアリティ試験」

10-2 注意事項

警告	パワーセンサの規格を超えるパワーを接続または印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意

パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。

コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。
ピン深さを確認している。
コネクタが両方とも清潔である
接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。
ESD 予防措置を遵守している。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。

コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。
コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。
正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。
締付けすぎてはいけません。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

10-3　必要機器 - MA24106A

表 10-1. 必要機器

機器の説明	メーカと型名	必要不可欠な仕様
ベクトル ネットワーク アナライザ （予備試験）	Anritsu MS4642A または同等品	反射係数 不確かさ ≤0.013, 10 MHz ～ 2 GHz 不確かさ ≤0.020, 2 GHz ～ 6 GHz
シンセサイザ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MG3692 または同等品	出力パワー：>+18 dBm, 50 MHz ～ 6 GHz 出力パワー設定分解能：0.01 dBm 高調波：≤–40 dBc 信号源 VSWR ≤ 2.00
基準パワーメータ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu ML2438 または同等品	計測器の確度 ≤ 0.5 %
基準パワーセンサ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MA24002A または同等品	NIST 校正またはこれに相当するもの
10 dB K 減衰器 （リニアリティ試験）	Anritsu 41KC-10	VSWR ≤ 1.15, 10 MHz ～ 6 GHz
6 dB K 減衰器 （校正係数試験）	Anritsu 41KC-6	VSWR ≤ 1.15, 10 MHz ～ 6 GHz
N(f) - K(f) アダプタ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu 34ANF50 および 34AS50	VSWR ≤ 1.05, 10 MHz ～ 6 GHz
パワースプリッタ （リニアリティ試験）	Anritsu K241B	実効出力 VSWR < 1.45, 10 MHz ～ 6 GHz
パーソナルコンピュータ	任意	2 章 を参照のこと

10-4　VSWR 予備試験

パワーセンサの故障原因として最も一般的なのが過大な入力パワーです。ラベルに明記されている損傷レベルを超えるパワーを印加すると、センサの感知素子が損傷し、その結果としてインピーダンスが変わります。素子のインピーダンスが変わると、入力整合が低下します。センサの損傷が疑われる場合は、入力整合の予備試験を最初に行ってください。

最大 VSWR 値は、このマニュアルの「性能仕様」の項に記載しています。VSWR 試験機器の不確かさは実測値に影響を与えます。アンリツ MS4642A ベクトル ネットワーク アナライザ使用時に、測定システムの不確かさが期待される最大反射係数にどのような影響を与え得るか一例を表 10-2 に示します。

試験手順

製造メーカの S_{11}（または反射減衰量）校正手順に従い、ネットワーク アナライザを校正します。パワーセンサをネットワーク アナライザのテストポートに接続し、パワーセンサの入力整合を測定します。一般的に、整合は反射減衰量（リターンロス）を dB で測定されます。反射減衰量と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$\rho = 10^{-RL/20}$

$RL = -20\log\rho$

ただし、

RL = 反射減衰量（dB）

ρ = 反射係数の大きさ

VSWR と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$VSWR = (1 + \rho) / (1 - \rho)$

$\rho = (VSWR - 1) / (VSWR + 1)$

ただし、

VSWR = 電圧定在波比

ρ = 反射係数の大きさ

測定データを 表 10-2 の「実測値」欄に記録します。実測値は、最大反射係数よりも小さい値でなければいけません。最大反射係数は、センサの反射係数規格値に測定システムの不確かさを加算したものです。反射係数の実測値が最大反射係数を上回る場合には、パワーセンサの故障が考えられます。反射係数の実測値が 表 10-2 の最大値を大幅に上回る場合は、センサが破損しています。それ以上の試験を行う必要はありません。

備考	パワーセンサ内部には、ユーザが修理可能な部分はありません。アンリツ サービスセンターへご連絡の上、問題に関する詳細な説明を添付して、故障したセンサをご送付ください。

表 10-2. 予備試験の測定結果

周波数	MS4642A の反射係数 不確かさ	最大反射係数	実測値
50 MHz ～ 2 GHz	0.013	0.050 + 0.013 = 0.063	
2 GHz ～ 6 GHz	0.020	0.100 + 0.020 = 0.120	

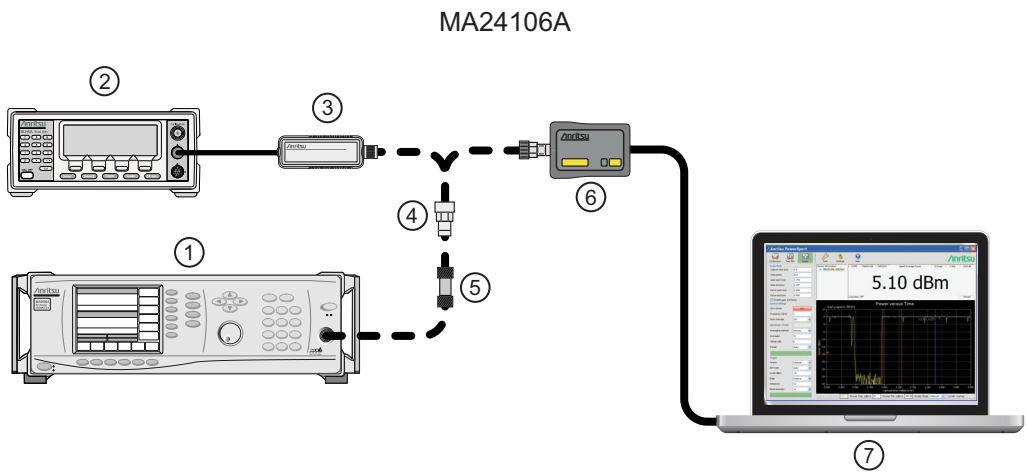
10-5　周波数応答試験

この試験では、測定の不確かさが既知の基準センサに対して、1 つの低パワーレベルでセンサの周波数応答をテストします。基準センサは定評のある標準研究所で公表されている測定の不確かさが小さい計測器を使って校正されている必要があります。比較を行うには、出力側に 41KC-6 などの高品質の減衰器を付け、シンセサイザの出力パワーを両方のセンサで測定します。減衰器は不整合リップルを低減してシンセサイザの信号源整合を向上させるので、比較の不確かさが小さくなります。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 10-1 を参照）。

- **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
- **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24106A パワーセンサを MA24106A USB ケーブルで接続します。
- **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
- **d.** すべての計測器の電源を入れ、各機器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
- **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
- **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
- **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
- **h.** シンセサイザから MA24106A の接続を外し、PowerXpert アプリケーション画面の **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24106A の低レベル ゼロ設定を行います。
- **i.** 減衰器をシンセサイザの出力に接続してから、適切なアダプタを減衰器の出力に接続します。
- **j.** シンセサイザを +6 dBm および 50 MHz に設定します。



図中の数字	説明
1	シンセサイザ
2	基準パワーメータ
3	基準パワーセンサ
4	K-N 型 アダプタ
5	減衰器
6	MA24106A パワーセンサ
7	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 10-1. 校正係数試験のセットアップ

2. 適切なアダプタと減衰器をインラインに使い、基準センサをシンセサイザに接続します（図 10-1 を参照）。

3. 製造メーカの指示に従い、校正係数を基準センサに適用します。

4. 基準メータが示すパワー測定値を 表 10-3 に記録します。

5. シンセサイザの出力から基準センサの接続を外し、適切なアダプタと減衰器をインラインに使い MA24106A パワーセンサを接続します（図 10-1 を参照）。
6. PowerXpert アプリケーションで周波数（GHz）を入力し、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックして、校正係数を MA24106A に適用します。
7. MA24106A が示すパワー測定値を 表 10-3 に記録します。
8. シンセサイザの周波数を 表 10-3 に示す次の周波数に設定します。
9. 手順 2 から 手順 8 を繰返し、表 10-3 に示すすべての周波数で測定を行います。
10. 表 10-3 の各行につき、記録した基準パワー測定値と、記録した MA24106A 測定値の差の絶対値を計算し、結果を 表 10-3 に記録します。
11. 周波数ごとに、パワー差分を 表 10-3 で指定されている最大許容差と比較します。パワー差分が最大許容差より大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

表 10-3. 試験測定結果

周波数 (GHz)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B MA24106A 測定値 (dBm)	|A-B| パワー測定値差分の絶対値 (dB)	最大許容差 (dB)
0.05				0.26
0.1				0.26
0.3				0.26
0.5				0.26
1.0				0.26
2.0				0.31
3.0				0.31
4.0				0.31
5.0				0.33
6.0				0.33

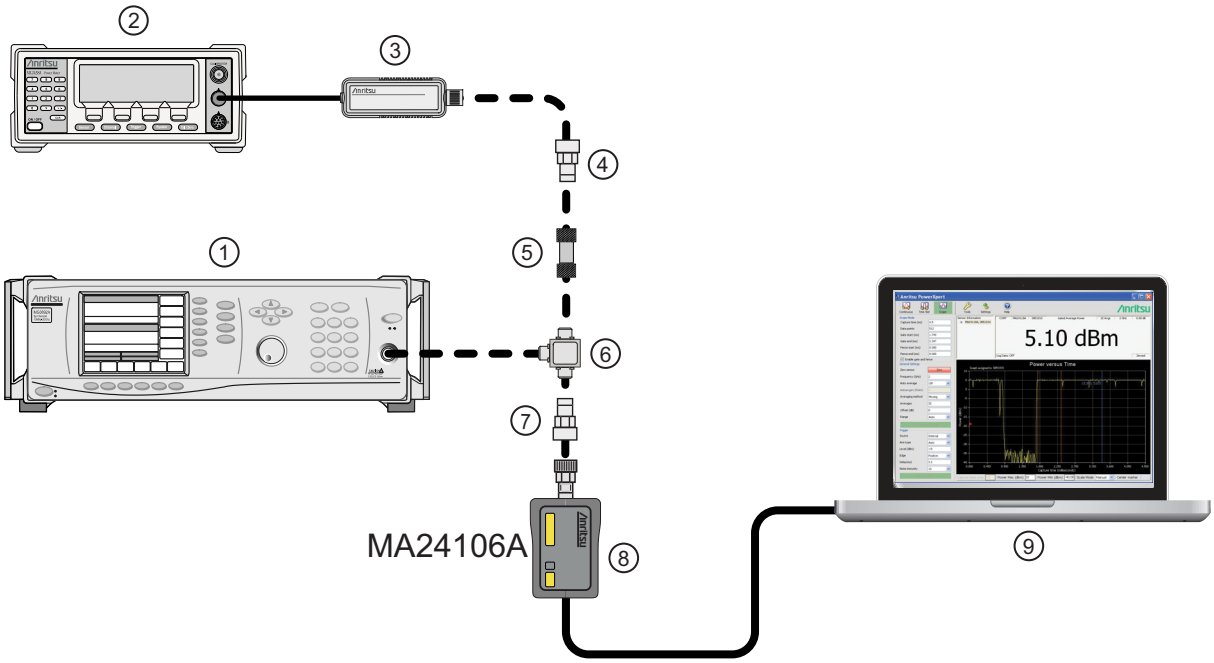
10-6　リニアリティ試験

MA24106A のリニアリティ補正では、約 –20 ～ +10 dBm のパワーレンジという非常に良好なリニアリティを持つサーマルパワーセンサと比較します。このため、MA24106A を 2 つのレンジでサーマルセンサと比較します。つまり、サーマルセンサへのパワーレベルを –17 dBm ～ +5 dBm のレンジに保ち、MA24106A へのパワーレベルは –26 dBm ～ 約 +14 dBm まで変動します。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 10-2 を参照）。

- **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
- **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24106A パワーセンサを USB ケーブルで接続します。
- **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
- **d.** すべての計測器の電源を入れ、各計測器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
- **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
- **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
- **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
- **h.** シンセサイザから MA24106A の接続を外し、PowerXpert アプリケーションの **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24106A の低レベル ゼロ設定を行います。
- **i.** パワースプリッタをシンセサイザの出力に接続し、10 dB 減衰器をスプリッタ出力の 1 つに接続します。
- **j.** N(f) - K アダプタをそれぞれのパワーセンサに接続します。
- **k.** 基準センサとアダプタを 10 dB 減衰器に接続します。
- **l.** MA24106A とアダプタをもう片方のスプリッタ出力に接続します。
- **m.** シンセサイザを 50 MHz ～ +20 dBm に設定します。
- **n.** PowerXpert アプリケーションで「16」と入力して平均化回数を増やし、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックします。



図中の数字	説明
1	シンセサイザ
2	基準パワーメータ
3	基準パワーセンサ
4	K-N 型アダプタ（必要な場合）
5	減衰器
6	パワースプリッタ
7	K-N 型アダプタ（必要な場合）
8	MA24106A パワーセンサ
9	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 10-2. リニアリティ試験のセットアップ 1

2. 製造メーカの手順に従い、校正係数を基準センサに適用します。

3. PowerXpert アプリケーションで周波数（GHz）を入力し、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックして、校正係数を MA24106A に適用します。

4. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24106A の低レベルゼロ設定を行います。

5. シンセサイザの RF 出力をオンにします。

6. 以下の手順に従い、最初の 20 dB レンジのデータを記録します。

- **a.** 基準メータのパワー読取り値を 表 10-4（10-9 ページ）に記録します。
- **b.** MA24106A のパワー読取り値を 表 10-4 に記録します。
- **c.** シンセサイザの出力パワーを +15 dBm に設定します。
- **d.** 基準メータと MA24106A パワーセンサの読取り値を 表 10-4 に記録します。
- **e.** シンセサイザの出力レベル +10、+5、0 dBm で測定を繰返します。

備考	0 dBm での MA24106 のパワー測定値を以降の 手順 7e で使用します。

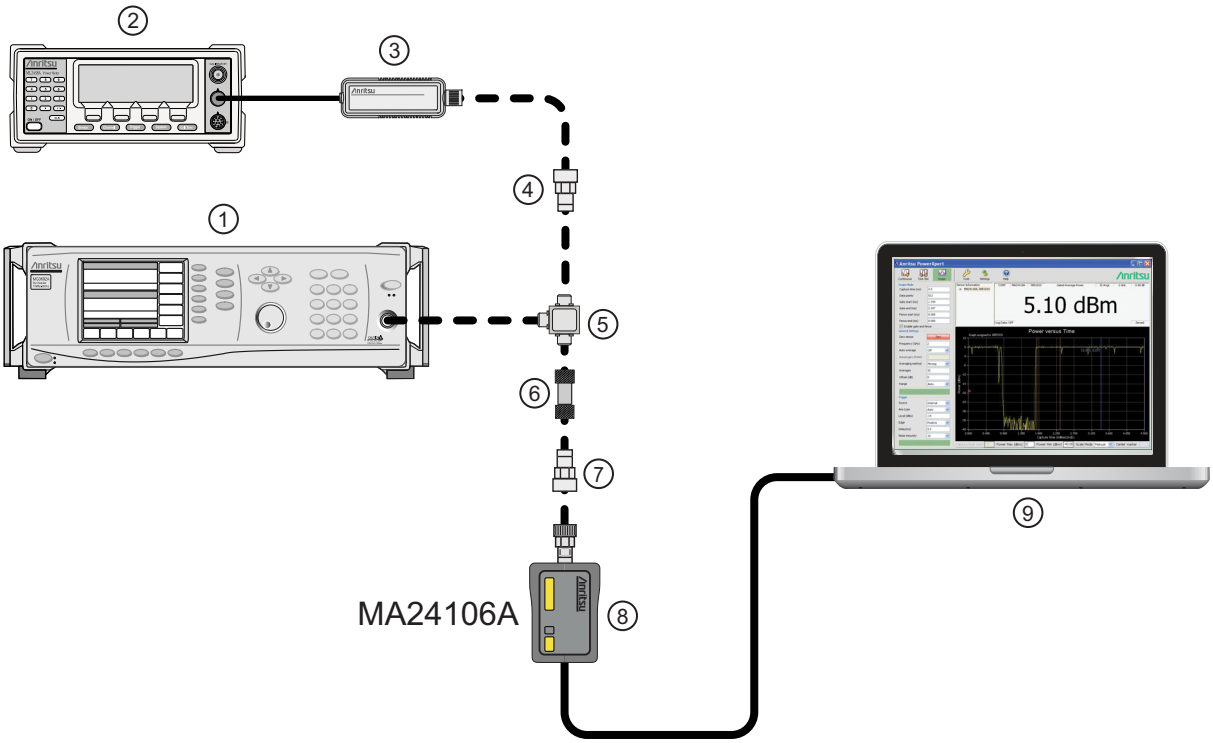
7. 以下のとおりに、次のレンジ 20 dB のために試験機器をセットアップします。

a. 基準センサとスプリッタ間から 10 dB 減衰器を取外し、基準センサを直接スプリッタに接続します。

b. MA24106A をスプリッタから外し、スプリッタと MA24106A パワーセンサ間に 10 dB 減衰器を接続します（図 10-3 を参照）。

c. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24106A の低レベルゼロ設定を行います。

d. シンセサイザの RF 出力をオンにします。



図中の数字	説明
1	シンセサイザ
2	基準パワーメータ
3	基準パワーセンサ
4	K-N 型アダプタ（必要な場合）
5	パワースプリッタ
6	減衰器
7	K-N 型アダプタ（必要な場合）
8	MA24106A パワーセンサ
9	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 10-3. リニアリティ試験のセットアップ 2

e. シンセサイザの出力レベルを +10 dBm に上げ、被試験センサ／メータの読取り値が手順 6e で得られた数値に可能な限り近くなるまで、出力レベルを調整します。

8. 次に 20 dB レンジのデータを記録します。

a. 基準メータが示すパワー値を読取り、表 10-4 に記録します。

b. シンセサイザの出力パワーレベルを +5 dB に下げます。

c. 基準メータと MA24106A パワーセンサの読取り値を 表 10-4 に記録します。

d. シンセサイザの出力レベル 0、-5、-10 dBm で測定を繰返します。

表 10-4. 測定結果（50 MHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24106A 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	-5	0		0		10		
10	-10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

9. 以下のとおりに、計算と動作確認を行います。

a. 行 6 の「基準パワー測定値」から行 5 の「基準パワー測定値」を引きます。この数値を「補正値」欄の行 1 ～ 5 に記録します。

備考	「補正値」欄の行 1 ～ 5 はすべて同じ数値でなければいけません。 「補正値」欄の行 6 ～ 10 の数値は 0 です。

b. 行 1 の「**基準パワー測定値**」と「**補正**値」を加算し、結果を「補正後の基準パワー測定値」欄の行 1 に記録します。

c. 行 2 ～ 10 について 手順 9b を繰返します。

d. 行 1 の「**補正後の基準パワー測定値**」から行 1 の「MA24106A 測定値」を引き、結果を「**差分計算値**」欄の行 1 に記録します。

e. 行 2 ～ 10 について 手順 9d を繰返します。

f. 「**差分計算値**」欄の最大値（最も大きい正の値）を見つけ、この数値を行 11 の「Max」の隣に記録します。

g. 「**差分計算値**」欄の最小値（最も小さい正の値、または最も大きい負の値）を見つけ、この数値を行 12 の「Min」の隣に記録します。

h. 手順 9g で導いた Min（最小）値を、手順 9f で導いた Max（最大）値から引き、結果を行 13 の「Delta」（デルタ）の隣に記録します。

i. Delta（デルタ）の結果は 0.3 dB 未満でなければなりません。これよりも数値が大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

10. シンセサイザを 2 GHz、4 GHz、6 GHz に設定して、それぞれの周波数で上記の測定および計算を繰返します。

表 10-5. 測定結果（2 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24106A 測定値 (dBm)	C–D 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 10-6. 測定結果（4 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24106A 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 **10-7.** 測定結果（6 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA24106A 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

11 章 — MA24108A、MA24118A、MA24126A の使用方法

11-1 センサの概要

MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサを下図に示します。

図中の数字	説明
1	RF 入力：N 型コネクタ（締付けトルク 12 lbf・in (1.35 N・m)） RF 入力（MA24126A）：K コネクタ（締付けトルク 8 lbf・in (0.90 N・m)）
2	2 色 LED（センサの機能状態を示します） **緑色：**センサ ON、ステータス OK **黄色：**エラーまたはプログラミング状態
3	USB マイクロ B ポート（PC またはアンリツ携帯型計測器との接続用）
4	外部トリガ入力（TTL/CMOS）

図 11-1. MA24108A、MA24118A、MA24126A センサの概要

11-2 測定の実施

本項では、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサを PC と共に使用する場合の一般的な手順について説明します。ここに説明する手順では、前述したパワーセンサおよび Anritsu PowerXpert PC アプリケーションのボタンやメニューを使用します。以下の手順を行う前に、Anritsu PowerXpert PC アプリケーションに馴れておいてください。アンリツ Master™ シリーズ携帯型計測器をパワーセンサと共に使用する場合、携帯型計測器に添付の取扱説明書に記載されている外部パワーセンサの操作手順を参照してください。

パワー測定の基本

1. 図 11-2 に示すとおりに、センサをコンピュータまたはアンリツ Master™ シリーズ計測器に接続します。
2. Anritsu PowerXpert アプリケーションを開きます。
3. 以下の「センサのゼロ設定」で説明されているように、センサのゼロ設定を行います。

警告	パワーセンサの規格を超えるパワーを接続または印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意

パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。

コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。
ピン深さを確認している。
コネクタが両方とも清潔である
接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。
ESD 予防措置を遵守している。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。

コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。
コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。
正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。
締付けすぎてはいけません。
詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

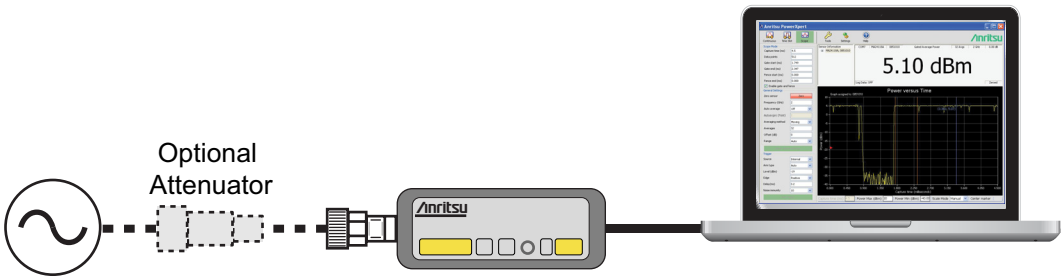


図 11-2. 測定設定

4. RF 信号源をパワーセンサの RF IN ポートに接続します。+20 dBm 以上のパワー測定には、減衰器が必要となります。
5. Anritsu PowerXpert アプリケーション画面に表示されるパワー測定値を読取ります（デフォルト設定では、パワー測定値は連続的に表示されます）。

DUT（被試験デバイス）の接続

RF 信号源はオス型 RF コネクタに接続します。特性インピーダンスは 50 Ω です。センサのオス型コネクタに接続する際には、以下の手順に従い接続部を締付けてください。

1. 片手でセンサ本体をしっかり持ち、オス型コネクタのナットを指で回して接続部を締付けます。センサ本体を**回さない**でください。コネクタがひどく磨耗する原因となります。
2. コネクタナットを反時計回り方向に 1/4 回転させて、接続部をゆるめます。
3. 12 in-lb トルクレンチ（アンリツ部品番号：01-200）で接続部を締付けます（時計回りに回す）。

センサのゼロ設定

パワー測定を行う前に、センサのゼロ設定を行います。低レベル測定を頻繁に行う場合は、センサのゼロ設定を頻繁に点検し、必要に応じてゼロ設定を行ってください。センサがスリープモードになった場合には、測定を行う前にセンサのゼロ設定を行う必要があります。ゼロ設定を行う前に、センサを DUT（被試験デバイス）テストポートに接続し、パワーセンサのノイズフロアよりも 20 dB 下のレベルへの接続部から RF パワーを除去します。パワーセンサの場合、このレベルは -60 dBm 未満です。地上雑音と熱電磁界（EMF）が測定からゼロアウトされるように、できればセンサを DUT テストポートに接続したままにしてください。また、DUT の接地コネクタにセンサを接続することができ、信号源から接続を外すこともできます。

センサのゼロ設定を行うには、アプリケーションの **Zero** ボタンをクリックします。センサがゼロ設定に失敗した場合は、「Range 1 zeroing error」もしくは「Range 2 zeroing error」のメッセージがアプリケーション画面に表示され、問題が是正されるまで表示され続けます。

センサの校正

パワーセンサの RF 前段受信部には、信号チャネルまたはアナログ信号取得 ハードウェアが組み込まれています。すべての校正係数、リニアリティ補正値、温度補正値はセンサに保存されます。このため、センサでは基準校正を行う必要がありません。

校正係数補正値の適用

パワーセンサには内部 EEPROM が備わっており、出荷前に補正および校正係数がセンサにプログラミングされています。パワーセンサには内部温度センサが付いており、定期的に読取り値がマイクロプロセッサに報告されます。General Settings（一般設定）領域に測定周波数を入力すると、測定に必要とされるすべての計算がセンサによって実行されます。

読取り値の最適化

本項では、Anritsu PowerXpert アプリケーションの使用時またはリモートコントロール操作でパワーセンサからすばやく測定値を読取る方法について説明します（具体的なリモート プログラミング コマンドの説明については、13 章「リモート制御」を参照してください）。測定速度は、測定の種類、パワーレベル、信号の安定性に大きく依存します。測定の安定性は、雑音や信号の変調による影響を受けます。高分解能が必要とされる場合は、平均化回数を増やす必要があります。

表 11-1（11-4 ページ）に、特定のパワーレベルで一定の雑音レベルを達成するために必要な平均化回数を示します。

備考	下表に示すのは典型的な数値です。あくまでも参考としてご利用ください。

表 11-1. センサの平均化一覧表（Continuous Mode（連続モード）、デフォルト設定、開口時間 20 ms）

入力パワー（dBm）	入力パワー（mW）	必要な平均化回数 < ±0.20 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.15 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.10 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.05 dB 雑音	必要な平均化回数 < ±0.01 dB 雑音
20	100.0000000	1	1	1	1	1
15	31.6000000	1	1	1	1	1
10	10.0000000	1	1	1	1	1
5	3.2000000	1	1	1	1	1
0	1.0000000	1	1	1	1	1
–5	0.3160000	1	1	2	5	122
–10	0.1000000	1	1	1	1	1
–15	0.0316000	1	1	1	1	1
–20	0.0100000	1	1	1	1	4
–25	0.0031600	1	1	1	2	31
–30	0.0010000	1	2	4	13	303
–35	0.0003160	8	14	31	123	3028
–40	0.0000100	79	139	309	1222	30278

雑音計算式：

$$20dBm \le Power \le -7dBm$$

$$\pm noise(dB) = -10\log\left[1-\left(\frac{40\times10^{-6}}{10^{\left[Power/10\right]}}\right)\left(\frac{20\times Points}{Time\times N}\right)^{1/2}\right]$$

$$-40dBm < Power < -7dBm$$

$$\pm noise(dB) = -10\log\left[1-\left(\frac{8\times10^{-3}}{10^{\left[Power/10\right]}}\right)\left(\frac{20\times Points}{Time\times N}\right)^{1/2}\right]$$

ただし、

連続平均モード：

Power = 測定パワーレベル（dBm）
Points = 1
Time = 開口時間（ミリ秒）
N = 平均化回数

スコープモード：

Power = 測定パワーレベル（dBm）
Points = スコープグラフのデータポイント数
Time = キャプチャ時間（ミリ秒）
N = 平均化回数

11-3 測定に関する注意

高クレストファクタ信号（ピーク対平均比）

CDMA/WCDMA などの高クレストファクタの信号の場合、クレストファクタが 10 dB に達することがあります。最も正確にパワー測定を行えるようにするため、統計的に低いピーク信号が +30 dBm を超えてはなりません。

例えば、信号の予想クレストファクタが 10 dB である場合、最も高い平均パワー測定値が +20 dBm を超えてはなりません。下図は、クレストファクタ 10 dB の場合の WCDMA（TestModel_5_8HSPDSCH）信号に関わるセンサのリニアリティグラフです。

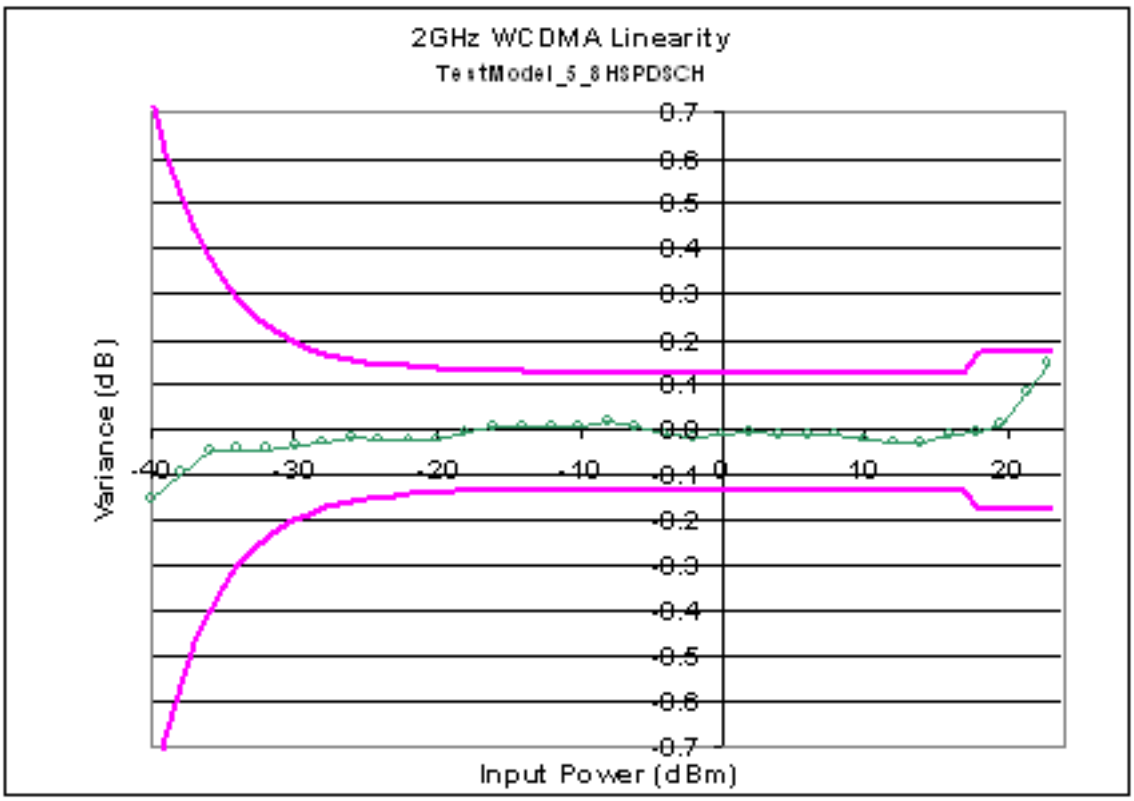


図 11-3. センサのリニアリティグラフ

マルチトーン信号

センサは、あまり制約を受けずに非常に広い帯域変調を測定可能な True-RMS（真の実効値型）センサです。唯一の限界は、センサの周波数平坦度です。センサの感度はすべての周波数について同一ではないため、マルチトーン信号を測定するときには、センサのアプリケーションに入力する周波数はすべての有効なトーンの平均周波数である必要があります。マルチトーン信号の測定では、さらに 1 GHz トーンあたり 0.05 dB の不確かさが加わります。

例えば、2 GHz と 4 GHz のデュアルトーン信号では、アプリケーションの周波数を 3 GHz に設定した場合にさらに 0.1 dB（0.05 dB × 2）の測定誤差が生じることがあります。

雑音と平均化

必要とされる読取り分解能を達成する必要がある場合、特に低パワーレベルでは、雑音を低減して表示されるパワー読取り値を安定させるために平均化を行う必要がしばしばあります。雑音対分解能表（「読取り値の最適化」（11-3 ページ））を使い、所定の分解能に一般的に必要とされる平均化回数を決定します。または、雑音規格値と、雑音は N の平方根（N は平均化回数）に比例するという事実を用いて計算により平均化回数を求めます。例えば、-25 dBm での CW トーンを分解能 0.05 dB まで測定するとします。表 3-7 から、必要とされる平均化回数は 2 であることが分かります。分解能 0.01 dB まで測定する場合、必要とされる平均化回数は 31 となります。

時間変動信号の平均値

センサの信号チャネル BW（帯域幅）を大幅に上回る変調レートを持つ時間変動信号または変調信号の平均パワーを測定する場合、センサのハードウェア（検出器もしくは前置増幅器）でパワーが平均化されます。MA24108A および MA24118A の場合、信号チャネル BW は 50 KHz なので、MHz レートで変調される信号はハードウェアで平均化され、特別な考慮は必要ありません。

信号帯域幅付近または以下の変調周波数成分を持つ信号を測定する場合、時間の経過につれて平均パワー読取り値が変動することがあります。開口時間と平均化回数を慎重に選択することで、この変動を低減できる場合があります。理想的には、開口時間は、変調周波数の倍数である整数としてください。これが可能であれば、測定値を更新する際にその都度、平均パワー読取り値が安定します。複数の周波数、または最大開口時間 300 ms よりも長い有効変調成分を持つ変調の場合、安定した読取り値を得るには平均化回数を増やす必要があります。測定更新速度が変調時間に非常に近い場合には、低周波「うなり音」が生じる可能性があります。周波数同士が非常に近い場合、うなり音の周波数は非常に低いため、これを取除くには平均化時間を非常に長くする必要があります。このような場合には、うなり音の周波数が高くなるよう開口時間を変更すると、平均化が容易になります。

安定するまでの時間

パワーセンサの信号チャネル帯域幅は、約 8 us の立上がり時間に対応しています。ADC サンプリング時間は、7 us をやや上回ります。このため、入力パワーの階段状変化に対して信号チャネル ハードウェアが完全に安定するためには ADC サンプルが 2 つ以上必要となります。ハードウェアが安定するまでの時間は、帯域幅 50 kHz での単極応答を仮定することで概算できます。

$$Settling\,time = -\left[\tau \times \ln\left(\frac{SP}{100}\right)\right]$$

ただし、

$$\tau = \frac{0.35}{(50e-3)} = 7e-6\,seconds$$

$$SP = Desired\ Settling\,\%$$

安定度パーセンテージが小さい場合、目的の安定度パーセンテージよりも ADC サンプルあたりの雑音が大きくなる可能性が高いため、ADC サンプルの平均化または間引きを行い雑音を低減する必要があります。当然、平均化回数が増える程、測定が安定するまでの時間は長くなります。

上記の安定するまでの時間は、あくまでも電力増加ステップ（立上がり時間）にのみあてはまる点に注意してください。電力減少ステップに対する安定化は、より緩慢であるのが一般的です。電力減少ステップを 1 % または 0.1 % まで安定させる場合、一般的に安定するまでの時間は上記の計算式の 2 または 3 の要因内となります。0.01 % 以下まで安定させるには、これよりもかなり長い時間がかかります。

スコープモードでの雑音と時間分解能

スコープモード（および他のすべてのモード）では、MA24108A / MA24118A は約 7 µs に 1 回のフルスピードでサンプリングを行います。スコープモードに選択したサンプリング周期がデータポイント数 × サンプリング周期を超えると、複数の ADC サンプルが平均化されて各データポイントを形成します。このため、時間分解能（複数のデータポイント）とトレース雑音はトレードオフの関係にあります。トレース雑音を最小限に抑えるには、データポイントの数を減らします。勿論、循環波形の場合に多数のデータポイントが必要であれば、常にトレースの平均化によってトレース雑音を低減することができます。ただし、これを行うと全体の測定時間が長くなる傾向にあります。

内部トリガの最適化

スコープモードまたはスロットモードで一貫性のあるトリガを得ることが困難な場合もあります。トリガ パラメータを選択する際に考慮すべき注意点を以下に示します。

- 時間の経過に伴い緩慢に変動する信号の場合はトリガをかけるのが難しく、信号チャネルの雑音によって誤ってトリガがかかる可能性があります。このような場合には、トリガレベルを測定範囲の下限から離れたパワーに設定してみてください。トリガ 交さ点出力は約 +2 dBm です。このため、+2 dBm をやや上回るパワーおよび -20 dBm をやや上回るパワーを避けてトリガを設定すると良好な結果を得られる可能性があります。
- 変調信号は「雑音が多く」見える可能性があり、誤ってトリガがかかることがあります。このような場合には、トリガレベルを調整しても効果がないことがあります。また、信号の一部に変調の少ない（「雑音に似た」変調が少ない）部分がある場合には、トリガの成功率を上げることができます。別のトリガポイントでトリガ遅延時間を調整し、時間軸上で波形をシフトさせて目的の部分を表示します。
- 雑音または雑音のような変調によって誤って引き起こされるトリガは、トリガの雑音耐性パラメータを高くすることで低減できます。これを行うとトリガ遅延時間がやや長くなりますが、トリガ遅延時間パラメータで負のトリガ遅延時間を導入することで相殺できます。
- トレース平均化を適用する前に、必ずトリガ設定を最適化してください。トリガが安定していない状態でトレース平均化を行うと、信号を正確に表わす波形が表示されません。最初にトリガを最適化してから、トレース平均化を適用してください。

スコープモードでの雑音フロア

低平均化を用いたときに PowerXpert のスコープモードまたはスロットモードで表示される雑音レベル（ノイズフロア）は、予想よりも高く見えることがあります。これは、表示のためパワー値を dBm に変換する際の雑音処理方法によるものです。入力パワーがない状態では、ADC サンプル値はゼロパワーに対応した値で変動します。この値の上と下のサンプル値が等しい状態が理想的であると言えます。この値より下のサンプルは「負」のパワー値に対応しています。これは非物理的状態であり、必ずしもセンサに対して負のパワーが流れていることを意味するものではなく、信号チャネルの雑音の副産物にすぎません。このようなサンプルが mW などの線形パワー単位で表示される場合には、予想通りのノイズフロアとなります。しかし、dB などの対数単位に変換する際に問題が生じます。一般的に負の値の対数を取ることはできないため、対数を取る前にサンプルの絶対値を取ることが普通です。これにはサンプルの平均化回数が増すという欠点があり、見かけのノイズフロアの不自然な上昇を招きます。平均化回数を増やすと、ノイズフロアが低下します。以下の計算式により見かけのノイズフロアを概算できます。

NF = 0.8 x 雑音

ただし、

NF = パワーサンプルの絶対値による平均線形パワーまたはノイズフロア

雑音 = 1σ に基づく線形単位での雑音パワー

11-4　測定の不確かさ

測定不確かさの計算機能

Power Expert の CD-ROM には、パワー測定の不確かさを計算するための Microsoft Excel ツールが含まれています。このツールには、Startup.htm ページからアクセスできます。タブが 2 つあり、各センサ（ドロップダウンメニューから選択可能）の測定不確かさが表示されるタブと、MA24105A ピークパワーセンサの他の不確かさ要素と計算値が表示されるタブがあります。

不確かさの要素

パワー測定には、パワーセンサでパワー測定を行う際に全体の測定不確かさに影響を与える多くの要素があります。

- **測定の不確かさ：**測定の不確かさとして、周波数の補修に伴う不確かさ、ダイナミックレンジ全体にわたるセンサのリニアリティ応答に関わる不確かさなどがあります。アンリツでは、基準パワー 0 dBm (1 mW) および周囲温度 25 ºC でのパワー感知素子の校正に関する業界標準条件に従っています。
- **温度補正：**「センサの温度補正」とは、センサのダイナミックレンジにわたる相対的なパワーレベル応答を指します。センサを室温以外の環境で使用する場合は、温度補正を考慮しなければなりません。
- **雑音、ゼロ設定、ゼロ ドリフト：**センサのダイナミックレンジの下側で測定確度に影響を与える要因がセンサ内にあります。
- **不整合による不確かさ：**一般に、不整合による不確かさが測定不確かさの最も大きな要素です。パワーセンサと接続されるデバイスのインピーダンスの違いによって誤差が生じます。不整合による不確かさは次の式で求められます。

  不整合による不確かさ = $100\left[\left|1+\Gamma_1\Gamma_2\right|^2-1\right]$(%)

  不整合による不確かさ = $20\log\left|1+\Gamma_1\Gamma_2\right|$(dB)

  ただし、

  Γ_1 は、パワーセンサの反射係数

  Γ_2 は、デバイスの反射係数

不確かさの例を 表 11-2（11-9 ページ）および 表 11-3（11-10 ページ）に示します。

不確かさの例

MA24108AおよびMA24118Aセンサの測定不確かさについて2種類の計算値を 表 11-2 に示します。パワーセンサを使い、1.5:1 VSWR の信号源からの 3 GHz、+12.0 dBm、–35 dBm CW 信号のパワーを測定します。ここでの例は、開口時間 20 ms、測定平均数 64 に基づいています。

表 11-2. MA24108A および MA24118A の測定不確かさの例

不確かさ条件	+12 dBm での不確かさ規格値 (%)	-35 dBm での不確かさ規格値 (%)	確率分布	除数	+12 dBm での調整後の不確かさ (%)	-35 dBm での調整後の不確かさ (%)
センサのリニアリティ（<+18 dBm）	3.0	3.0	矩形	√3	1.7	1.7
雑音	0.0	1.6	2σ で正規	2	0.0	0.8
ゼロ設定	0.0	3.2	矩形	√3	0.0	1.8
ゼロ ドリフト	0.0	0.9	2σ で正規	2	0.0	0.6
校正係数の不確かさ	1.5	1.5	2σ で正規	2	0.8	0.8
不整合による不確かさ	4.0	4.0	矩形	√3	2.3	2.3
合成した不確かさ（RSS）、室温					3.0	3.6
拡張した不確かさ（K=2）、室温					6.0	7.3
温度補正	1.4	1.4	矩形	√3	0.8	0.8
合成した不確かさ (RSS、0 ～ 50 ºC)					3.1	3.6
拡張した不確かさ K=2 (RSS、0 ～ 50 ºC)					6.2	7.5

MA24126A センサの測定不確かさについて 2 種類の計算値を 表 11-3 に示します。パワーセンサを使い、1.5:1 VSWR の信号源からの 3 GHz、+12.0 dBm、–35 dBm CW 信号のパワーを測定します。ここでの例は、開口時間 20 ms、測定平均数 64 に基づいています。

表 11-3. MA24126A の測定不確かさの例

不確かさ条件	+12 dBm での不確かさ規格値 (%)	-35 dBm での不確かさ規格値 (%)	確率分布	除数	+12 dBm での調整後の不確かさ (%)	-35 dBm での調整後の不確かさ (%)
センサのリニアリティ（<+18 dBm）	3.0	3.0	矩形	√3	1.7	1.7
雑音	0.0	1.6	2σ で正規	2	0.0	0.8
ゼロ設定	0.0	3.2	矩形	√3	0.0	1.8
ゼロ ドリフト	0.0	0.9	2σ で正規	2	0.0	0.6
校正係数の不確かさ	2.5	2.5	2σ で正規	2	1.25	1.25
不整合による不確かさ	4.0	4.0	矩形	√3	2.3	2.3
合成した不確かさ（RSS）、室温					3.2	3.8
拡張した不確かさ（K=2）、室温					6.3	7.6
温度補正	1.4	1.4	矩形	√3	0.8	0.8
合成した不確かさ (RSS、0 ～ 50 ºC)					3.3	3.9
拡張した不確かさ K=2 (RSS、0 ～ 50 ºC)					6.5	7.7

表 11-4. 雑音測定の不確かさ計算値

12 dBm (16 mW) での雑音計算値：	
雑音	1 µW/16 mW = 0.0 %
ゼロ設定	1 µW/16 mW = 0.0 %
ゼロ ドリフト	0.5 µW/16 mW = 0.0 %
-35 dBm (316 nW) での雑音計算値：	
雑音	5 nW/316 nW = 1.6 %
ゼロ設定	10 nW/316 nW = 3.2 %
ゼロ ドリフト	3 nW/316 nW = 0.9 %

11-5　エラー状態

本項では、アプリケーション画面に表示されるエラーメッセージの一部について説明します。ほとんどの場合、エラー状態は容易に是正することができます。エラー状態が発生すると、状態を示す黄色の LED が点灯します。LED が点灯しない場合は、エラーメッセージを書留めてアンリツ サービスセンターまでご連絡ください。

表 11-5. エラーメッセージ

メッセージ	説明	解決策
Temp change > 10 C	前回のゼロ設定後にセンサの周囲温度が 10 ºC 以上変化しています。	ゼロ設定をやり直してください。

表 11-5. エラーメッセージ

メッセージ	説明	解決策
Temperature over range	センサの動作温度が、指定されている温度範囲 0 ºC ～ 55 ºC の範囲外です。	指定されている温度範囲内でセンサを使用してください。
Range 1 zero failure または Range 2 zero failure	ゼロ設定が正常に実行されなかった場合に、このメッセージが表示されます。原因として、センサ入力にRF パワーが存在していたことが考えられます。	センサへの RF 入力をオフにするか、RF 信号源からセンサの接続を外し、ゼロ設定を再度試みてください。
Range 1 over range	センサに過大なパワーが印加された場合に、このメッセージがアプリケーション画面に表示されます。	センサへの入力パワーを適切なリミット（< 30 dBm）の範囲内に下げてください。

12 章 — MA24108A、MA24118A、MA24126A の動作試験

12-1 はじめに

ここに説明する試験方法と機器を使い、MA24108A、MA24118A、MA24126A パワーセンサの測定精度の信頼性を確保できます。所定の校正係数とリニアリティの性能または不確かさについて、センサを別のセンサと比較して動作試験を行います。これらの試験には市販の機器を使用しますが、試験手順は工場出荷時の規格値に対してセンサを検証できるほど正確ではありません。このため、これらの手順におけるセンサ試験の限界は、指定されている比較機器と同じように適正な値に設定されています。試験はすべて、周囲温度 20 ºC ～ 25 ºC で実施してください。

備考	精密パワーセンサの校正および検証には相応の技能と機器等の設備が必要とされます。ご使用のパワーセンサの校正、校正検証、工場出荷時の規格値の維持をご希望の際は、センサをアンリツ カスタマサービスセンターへご送付ください。

必要とされる機器および試験手順については、以下の項を参照してください。

- 「必要機器 － MA24108A/118A/126A」
- 「VSWR 予備試験」
- 「周波数応答試験」
- 「リニアリティ試験」

12-2 注意事項

警告	パワーセンサの規格を超えるパワーを接続または印加**しない**でください。恒久的な損傷を招くおそれがあります。

注意	**パワーセンサを別の機器に接続する前に、以下の点を確認してください。** コネクタが両方とも良好な状態にあり、破損していない。 ピン深さを確認している。 コネクタが両方とも清潔である 接続する機器の出力がセンサの最大入力パワーを超過しない。 ESD 予防措置を遵守している。 詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。 **パワーセンサの接続時に以下を確実に実施してください。** コネクタを嵌合する前に中心合わせをしてください。 コネクタ本体を回してはいけません。コネクタのカップリングナットだけを回してください。 正しいトルクレンチを使い適切な締付け方法で接続部を締付けてください。 締付けすぎてはいけません。 詳細については、4 章「パワーセンサのお手入れ」を参照してください。

12-3 必要機器 ー MA24108A/118A/126A

表 12-1. 必要機器

機器の説明	メーカと型名	必要不可欠な仕様
ベクトル ネットワーク アナライザ （予備試験）	Anritsu 37369D Anritsu MS4642A または MS4644A（MA24126A の場合） または同等品	反射係数 不確かさ ≤ 0.013, 10 MHz ～ 2 GHz 不確かさ ≤ 0.020, 2 GHz ～ 18 GHz 不確かさ ≤ 0.025, 18 GHz ～ 26 GHz
シンセサイザ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MG3693 または同等品	出力パワー：> +10 dBm, 50 MHz ～ 26 GHz 出力パワー設定分解能：0.01 dBm 高調波：≤ –40 dBc 信号源 VSWR ≤ 2.00
基準パワーメータ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu ML2438A または同等品	計測器の確度 ≤ 0.5 %
基準パワーセンサ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu MA24002A または同等品、または Anritsu MA24004A または同等品 （MA24126A の場合）	NIST 校正またはこれに相当するもの
10 dB K 減衰器 （リニアリティ試験）	Anritsu 41KC-10	VSWR ≤ 1.15, 10 MHz ～ 12 GHz VSWR ≤ 1.20, 12 GHz ～ 18 GHz VSWR≤ 1.30, 18 GHz ～ 26 GHz
6 dB K 減衰器 （校正係数試験）	Anritsu 41KC-6	VSWR ≤ 1.15, 10 MHz ～ 12 GHz VSWR ≤ 1.20, 12 GHz ～ 18 GHz VSWR ≤ 1.30, 18 GHz ～ 26 GHz
N(f) - K(f) アダプタ （校正係数およびリニアリティ試験）	Anritsu 34ANF50 および 34AK50	VSWR ≤ 1.10, 10 MHz ～ 18 GHz VSWR ≤ 1.17, 18 GHz ～ 26 GHz
パワースプリッタ （リニアリティ試験）	Anritsu K241B	実効出力 VSWR < 1.45, 10 MHz ～ 26 GHz
パーソナルコンピュータ	任意	2 章 を参照のこと

12-4　VSWR 予備試験

パワーセンサの故障原因として最も一般的なのが過大な入力パワーです。ラベルに明記されている損傷レベルを超えるパワーを印加すると、センサの感知素子が損傷し、その結果としてインピーダンスが変わります。素子のインピーダンスが変わると、入力整合が低下します。センサの損傷が疑われる場合は、入力整合の予備試験を最初に行ってください。

最大 VSWR 値は、このマニュアルの「性能仕様」の項に記載しています。VSWR 試験機器の不確かさは実測値に影響を与えます。アンリツ MS4642A ベクトル ネットワーク アナライザ使用時に、測定システムの不確かさが期待される最大反射係数にどのような影響を与え得るか一例を以下の 表 12-2 に示します。

試験手順

製造メーカの S_{11}（または反射減衰量）校正手順に従い、ネットワーク アナライザを校正します。パワーセンサをネットワーク アナライザのテストポートに接続し、パワーセンサの入力整合を測定します。一般的に、整合は反射減衰量（リターンロス）を dB で測定されます。反射減衰量と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$\rho = 10^{-RL/20}$

$RL = -20\log\rho$

ただし、

RL = 反射減衰量（dB）

ρ = 反射係数の大きさ

VSWR と、反射係数の大きさの換算式は以下のとおりです。

$VSWR = (1 + \rho) / (1 - \rho)$

$\rho = (VSWR - 1) / (VSWR + 1)$

ただし、

VSWR = 電圧定在波比

ρ = 反射係数の大きさ

測定データを 表 12-2 の「実測値」欄に記録します。実測値は、最大反射係数よりも小さい値でなければいけません。最大反射係数は、センサの反射係数規格値に測定システムの不確かさを加算したものです。反射係数の実測値が最大反射係数を上回る場合には、パワーセンサの故障が考えられます。反射係数の実測値が 表 12-2 の最大値を大幅に上回る場合は、センサが破損しています。それ以上の試験を行う必要はありません。

備考	パワーセンサ内部には、ユーザが修理可能な部分はありません。アンリツ サービスセンターへご連絡の上、問題に関する詳細な説明を添付して、故障したセンサをご送付ください。

表 12-2. 予備試験の測定結果

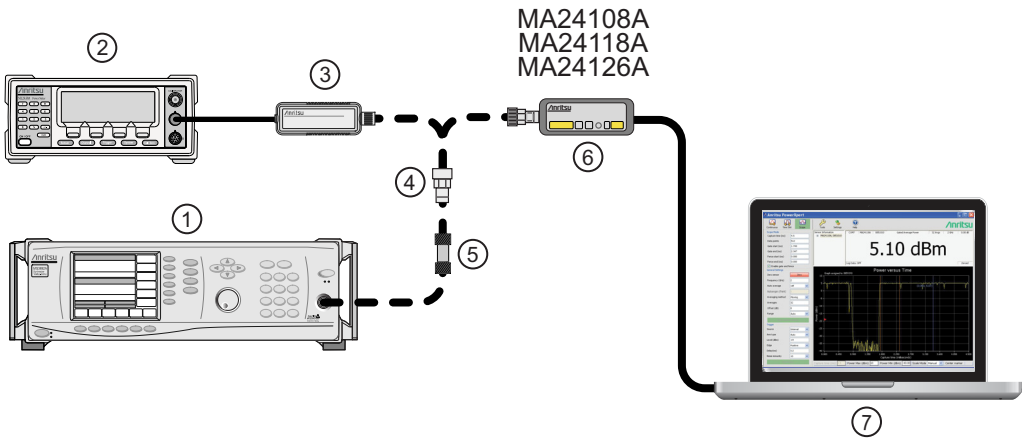
周波数	37369D および MS4624B の反射係数の不確かさ	最大反射係数	実測値
10 MHz ～ 50 MHz	0.013	0.310 + 0.013 = 0.323	
50 MHz ～ 150 MHz	0.013	0.078 + 0.013 = 0.091	
150 MHz ～ 2 GHz	0.013	0.057 + 0.013 = 0.070	
2 GHz ～ 12 GHz	0.020	0.099 + 0.020 = 0.119	
12 GHz ～ 18 GHz	0.020	0.111 + 0.020 = 0.131	
18 GHz ～ 26 GHz	0.025	0.149 + 0.025 = 0.174	

12-5 周波数応答試験

この試験では、測定の不確かさが既知の基準センサに対して、1 つの低パワーレベルでセンサの周波数応答をテストします。基準センサは定評のある標準研究所で、公表されている測定の不確かさが小さい計測器を使って校正されている必要があります。比較を行うには、出力側に 41KC-6 などの高品質の減衰器を付け、シンセサイザの出力パワーを両方のセンサで測定します。減衰器は不整合リップルを低減してシンセサイザの信号源整合を向上させるので、比較の不確かさが小さくなります。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 12-1 を参照）。
   - **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
   - **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサを USB ケーブルで接続します。
   - **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
   - **d.** すべての計測器の電源を入れ、各機器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
   - **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
   - **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
   - **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
   - **h.** シンセサイザから MA24108A、MA24118A、または MA24126A の接続を外し、PowerXpert アプリケーションの **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサの低レベル ゼロ設定を行います。
   - **i.** 減衰器をシンセサイザの出力に接続し、必要な場合は適切なアダプタを減衰器の出力に接続します。
   - **j.** シンセサイザを +6 dBm および 50 MHz に設定します。



図中の数字	説明
1	シンセサイザ
2	基準パワーメータ
3	基準パワーセンサ
4	K-N 型アダプタ（必要な場合）
5	減衰器
6	MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサ
7	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 12-1. 校正係数試験のセットアップ

2. 適切なアダプタ（必要な場合）と減衰器をインラインに使い、基準センサをシンセサイザに接続します（図 12-1 を参照）。
3. 製造メーカの指示に従い、校正係数を基準センサに適用します。
4. 基準メータが示すパワー測定値を 表 12-3 に記録します。

5. シンセサイザの出力から基準センサの接続を外し、適切なアダプタと減衰器をインラインに使いMA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサを接続します（図 12-1 を参照）。
6. 測定周波数（GHz）を入力して、校正係数を MA24108A、MA24118A、または MA24126A に適用します。
7. General Settings（一般設定）で、Averages（平均化回数）を 4 に設定します。
8. MA24108A、MA24118A、または MA24126A が示すパワー測定値を 表 12-3 に記録します。
9. シンセサイザの周波数を 表 12-3 に示す次の周波数に設定します。
10. 手順 2 から 手順 9 を繰返し、表 12-3 に示すすべての周波数で測定を行います。
11. 表 12-3 の各行につき、記録した基準パワー測定値と、記録した MA24108A、MA24118A、または MA24126A 測定値の差の絶対値を計算し、結果を 表 12-3 に記録します。
12. 周波数ごとに、パワー差分を 表 12-3 で指定されている最大許容差と比較します。パワー差分が最大許容差より大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

表 12-3. 試験測定結果 (1 of 2)

周波数 (GHz)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B MA241xxA 測定値 (dBm)	|A-B| パワー測定値差分の絶対値 (dB)	MA24108A および MA24118A 最大許容差 (dB)	MA24126A 最大許容差 (dB)
0.01				0.51	0.55
0.05				0.29	0.31
0.1				0.29	0.31
0.3				0.27	0.29
0.5				0.27	0.29
1.0				0.27	0.29
2.0				0.27	0.29
3.0				0.30	0.33
4.0				0.30	0.33
5.0				0.30	0.33
6.0				0.30	0.33
7.0				0.32	0.35
8.0				0.32	0.35
9.0				0.32	0.37
10.0				0.32	0.37
11.0				0.32	0.37
12.0				0.32	0.37
13.0				0.34	0.38
14.0				0.34	0.38
15.0				0.34	0.38
16.0				0.34	0.41
17.0				0.34	0.41
18.0				0.34	0.41
19.0				-	0.62
20.0				-	0.62
21.0				-	0.62
22.0				-	0.62
23.0				-	0.62
24.0				-	0.62

表 12-3. 試験測定結果 (2 of 2)

周波数 (GHz)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B MA241xxA 測定値 (dBm)	|A-B| パワー測定値差分の絶対値 (dB)	MA24108A および MA24118A 最大許容差 (dB)	MA24126A 最大許容差 (dB)
25.0				-	0.62
26.0				-	0.62

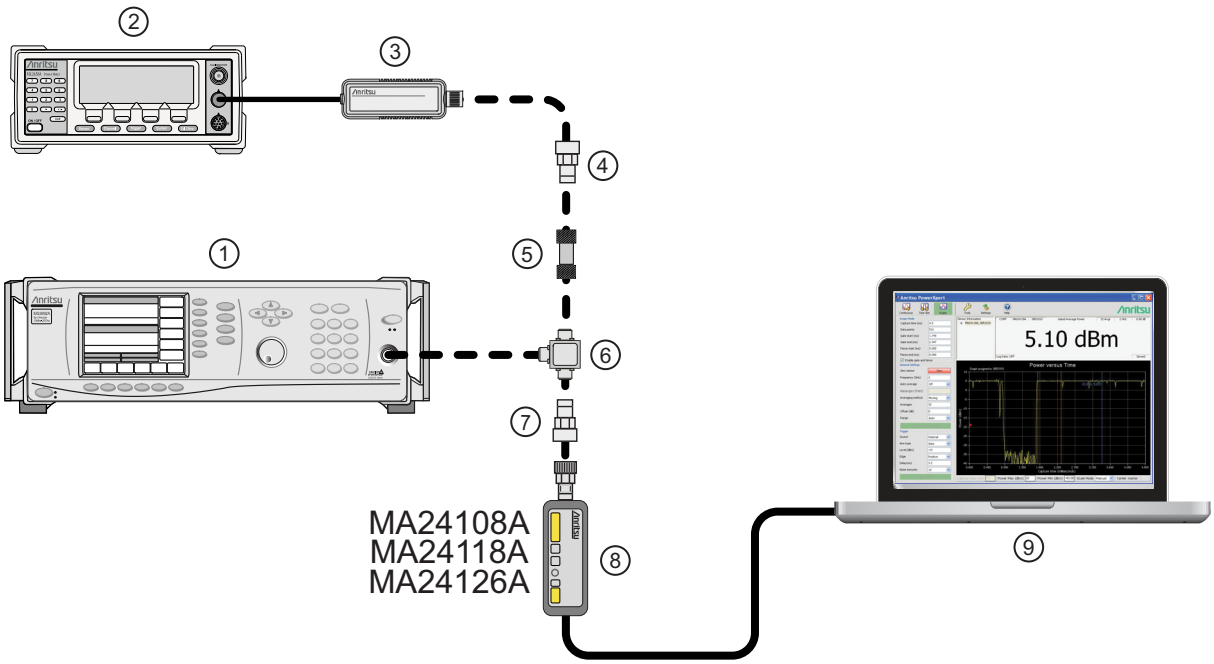
12-6　リニアリティ試験

MA24108A、MA24118A、MA24126A のリニアリティ補正では、約 –20 ～ +10 dBm のパワーレンジという非常に良好なリニアリティを持つサーマル パワーセンサと比較します。このため、MA24108A、MA24118A、または MA24126A を 2 つのパワーレンジでサーマルセンサと比較します。つまり、サーマルセンサへのパワーレベルを –17 dBm ～ +5 dBm のレンジに保ち、MA24108A、MA24118A、または MA24126A へのパワーレベルは –26 dBm ～ 約 +14 dBm まで変動とします。

試験手順

1. 以下のとおりに機器をセットアップします（図 12-2 を参照）。

- **a.** 適切なケーブルを使い、基準パワーセンサを基準パワーメータに接続します。
- **b.** PowerXpert アプリケーションがインストールされているパーソナルコンピュータと、被試験 MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサを USB ケーブルで接続します。
- **c.** PowerXpert アプリケーションを起動します。
- **d.** すべての計測器の電源を入れ、各計測器の説明書で指定されている時間だけウォーミングアップさせます。
- **e.** すべての計測器をリセットまたはプリセットします。
- **f.** CW 信号を測定するよう基準パワーメータと基準パワーセンサを設定します。
- **g.** 製造メーカの指示に従い、基準パワーセンサと基準パワーメータのゼロ設定および 1 mW 基準校正を行います。
- **h.** シンセサイザから MA24108A、MA24118A、または MA24126A の接続を外し、PowerXpert アプリケーションの **Zero**（ゼロ設定）ボタンをクリックして、Zeroing（ゼロ設定）メッセージが閉じるまで待ち、MA24108A、MA24118A、または MA24126A の低レベル ゼロ設定を行います。
- **i.** パワースプリッタをシンセサイザの出力に接続し、10 dB 減衰器をスプリッタ出力の基準アームに接続します。
- **j.** 必要な場合は、N(f) - K アダプタをそれぞれのパワーセンサに接続します。
- **k.** 基準センサとアダプタを 10 dB 減衰器に接続します。
- **l.** MA24108A、MA24118A、または MA24126A とアダプタ（必要な場合）をもう片方のスプリッタ出力に接続します。
- **m.** シンセサイザを 50 MHz ～ +20 dBm に設定します。
- **n.** PowerXpert アプリケーションで「16」と入力して平均化回数を増やし、**Apply above settings**（上記の設定を適用）をクリックします。



図中の数字	説明
1	シンセサイザ
2	基準パワーメータ
3	基準パワーセンサ
4	K-N 型アダプタ（必要な場合）
5	減衰器
6	パワースプリッタ
7	K-N 型アダプタ（必要な場合）
8	MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサ
9	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 12-2. リニアリティ試験のセットアップ 1

2. 製造メーカの手順に従い、校正係数を基準センサに適用します。

3. 測定周波数（GHz）を入力して、校正係数を適用します。

4. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24108A、MA24118A、または MA24126A の低レベルゼロ設定を行います。

5. シンセサイザの RF 出力をオンにします。

6. 以下の手順に従い、最初の 20 dB レンジのデータを記録します。

- **a.** 基準メータのパワー読取り値を 表 12-4（12-10 ページ）に記録します。
- **b.** MA24108A、MA24118A、または MA24126A のパワー読取り値を 表 12-4 に記録します。
- **c.** シンセサイザの出力パワーを +15 dBm に設定します。
- **d.** 基準メータと MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサの読取り値を 表 12-4 に記録します。
- **e.** シンセサイザの出力レベル +10、+5、0 dBm で測定を繰返します。

備考	0 dBm での MA24108A、MA24118A、または MA24126A のパワー測定値を以降の 手順 7e で使用します。

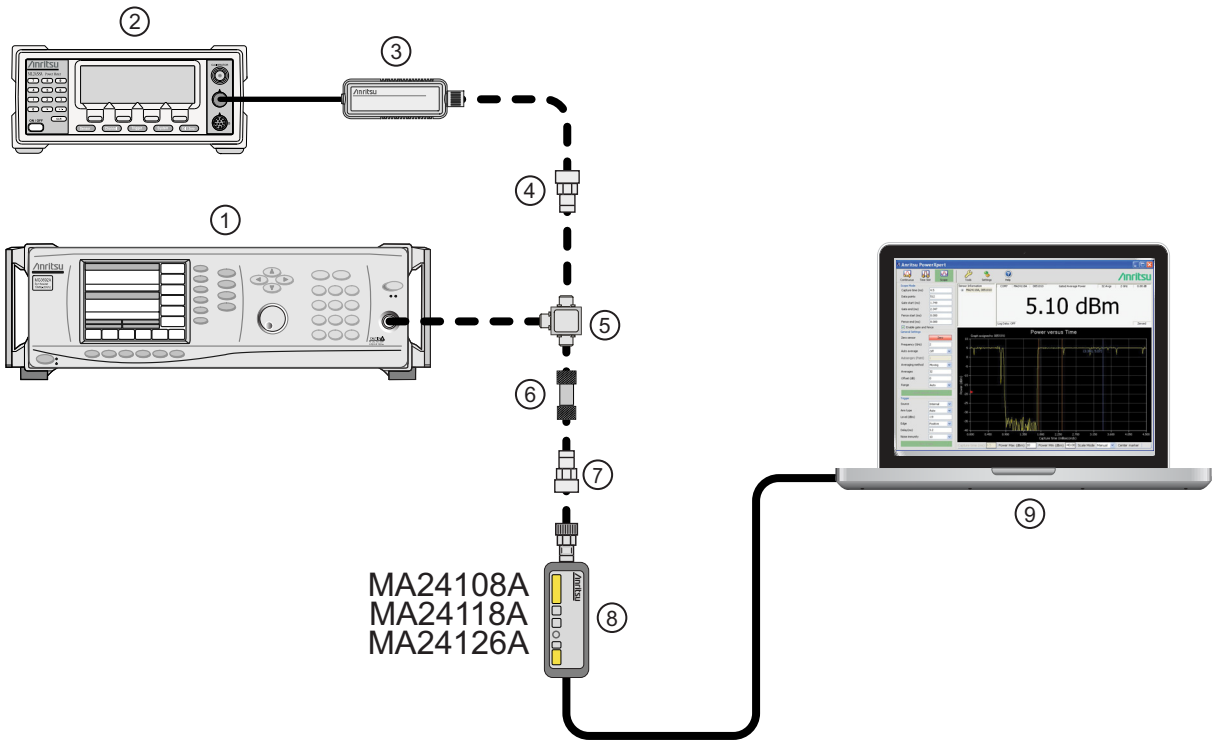
7. 以下のとおりに、次のレンジ 20 dB のために試験機器をセットアップします。

a. 基準センサとスプリッタ間から 10 dB 減衰器を取外し、基準センサを（必要な場合はアダプタを使い）直接スプリッタに接続します。

b. MA24108A、MA24118A、または MA24126A をスプリッタから外し、スプリッタとパワーセンサ間に 10 dB 減衰器を接続します（図 12-3 を参照）。

c. シンセサイザの RF 出力をオフにして、基準センサと MA24108A、MA24118A、または MA24126A の低レベルゼロ設定を行います。

d. シンセサイザの RF 出力をオンにします。



図中の数字	説明
1	シンセサイザ
2	基準パワーメータ
3	基準パワーセンサ
4	K-N 型アダプタ（必要な場合）
5	パワースプリッタ
6	減衰器
7	K-N 型アダプタ（必要な場合）
8	MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサ
9	Anritsu PowerXpert アプリケーションがインストールされている PC

図 12-3. リニアリティ試験のセットアップ 2

e. シンセサイザの出力レベルを +10 dBm に上げ、被試験センサ／メータの読取り値が上記の 手順 6e で得られた数値 0 dBm に可能な限り近くなるまで、出力レベルを調整します。

8. 次に 20 dB レンジのデータを記録します。

a. 基準メータが示すパワー値を読取り、表 12-4 に記録します。

b. シンセサイザの出力パワーレベルを +5 dB に下げます。

c. 基準メータと MA24108A、MA24118A、または MA24126A パワーセンサの読取り値を 表 12-4 に記録します。

d. シンセサイザの出力レベル 0、–5、–10 dBm で測定を繰返します。

表 12-4. 測定結果（50 MHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー 測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	-5	0		0		10		
10	-10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

9. 以下のとおりに、計算と動作確認を行います。

a. 行 6 の「基準パワー測定値」から行 5 の「基準パワー測定値」を引きます。この数値を「補正値」欄の行 1 ～ 5 に記録します。

備考	「補正値」欄の行 1 ～ 5 はすべて同じ数値でなければいけません。 「補正値」欄の行 6 ～ 10 の数値は 0 です。

b. 行 1 の「**基準パワー測定値**」と「**補正**値」を加算し、結果を「補正後の基準パワー測定値」欄の行 1 に記録します。

c. 行 2 ～ 10 について 手順 9b を繰返します。

d. 行 1 の「**補正後の基準パワー測定値**」から行 1 の「MA24108A、MA24118A、または MA24126A **測定値**」を引き、結果を「**差分計算値**」欄の行 1 に記録します。

e. 行 2 ～ 10 について 手順 9d を繰返します。

f. 「**差分計算値**」欄の最大値（最も大きい正の値）を見つけ、この数値を行 11 の「Max」の隣に記録します。

g. 「**差分計算値**」欄の最小値（最も小さい正の値、または最も大きい負の値）を見つけ、この数値を行 12 の「Min」の隣に記録します。

h. 手順 9g で導いた Min（最小）値を、手順 9f で導いた Max（最大）値から引き、結果を行 13 の「Delta」（デルタ）の隣に記録します。

i. Delta（デルタ）の結果は 0.3 dB 未満でなければなりません。これよりも数値が大きい場合は、アンリツ カスタマサービスまでご連絡ください。

10. シンセサイザの周波数設定 2 GHz、4 GHz、6 GHz、10 GHz、12 GHz、14 GHz、16 GHz、18 GHz、20 GHz、22 GHz、24 GHz、26 GHz で上記の測定および計算を繰返します。

表 12-5. 測定結果（2 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	C–D 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 12-6. 測定結果（4 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 **12-7.** 測定結果（6 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 **12-8.** 測定結果（8 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 12-9. 測定結果（10 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 12-10.測定結果（12 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 **12-11.**測定結果（14 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 **12-12.**測定結果（16 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 12-13.測定結果（18 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 12-14.測定結果（20 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 **12-15.**測定結果（22 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 **12-16.**測定結果（24 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

表 12-17.測定結果（26 GHz）

行番号	シンセサイザのパワーレベル設定 (dBm)	基準アームの減衰 (dB)	A 基準パワー測定値 (dBm)	B = (A6–A5) 補正値 (dB)	C = (A+B) 補正後の基準パワー測定値 (dB)	テストアームの減衰 (dB)	D MA241xxA 測定値 (dBm)	E = (C–D) 差分計算値 (dB)
1	+20	10				0		
2	+15	10				0		
3	+10	10				0		
4	+5	10				0		
5	0	10				0		
6	手順 7e により調整	0		0		10		
7	+5	0		0		10		
8	0	0		0		10		
9	–5	0		0		10		
10	–10	0		0		10		
11							Max:	
12							Min:	
13							Delta (E11 – E12):	

13 章 — リモート制御

13-1　はじめに

この章では、パワーセンサの各型名でサポートされているリモート プログラミング コマンドについて説明します。プログラミング コマンドは、以下の機能とモードによって 3 つの主要なグループに分類されています。

- 13-3 項「汎用コマンド」
- 13-4 項「モードコマンド」
  - 「連続平均モード（CA モード）」
  - 「スロットモード」
  - 「スコープモード」
- 13-5 項「トリガコマンド」
  - 「トリガソース」
  - 「トリガレベル」
  - 「トリガエッジ」
  - 「トリガ遅延時間」
  - 「トリガの雑音耐性」
  - 「トリガアーミング」

センサは起動すると HOLD（ホールド）モードになります（START コマンドを送るとセンサが実行モードになります）。

13-2　センサのプログラミング

フォーマットの送信と受信

パワーセンサとのあらゆる通信は、終わりに改行（LF）文字（ASCII 0x0A）を付ける必要があります。センサからのあらゆる応答にも終わりに同じ文字を付けます（ただし、Microsoft HyperTerminal を使用している場合を除きます。その場合は行頭復帰（CR）を識別子として使用します）。センサは改行文字のないコマンドを NO TERM 応答で拒否します。本書に記載しているすべてのコマンドおよび応答は、終わりに改行文字が付いているものと仮定しています。また、以下の考慮すべき点にも注意してください。

- 本書の表記では、コマンド引数をかぎ括弧内に示しています（< 引数 >）。実際の引数では、かぎ括弧は引数の一部ではありません。
- コマンドは整数のみを入力として使用するため、浮動小数点数はコマンドによって整数に切捨てられます。 例えば、平均化数を 2000.937 に設定した場合、ファームウェアによって 2000 に切捨てられます。
- MA24108A、MA24118A、MA24126A センサの場合、浮動小数点引数には小数点以下 2 桁のみを使用してください（ただし、FREQ では小数点以下 4 桁を使用し、ゲート パラメータでは小数点以下 3 桁まで使用できます）。

HyperTerminal

MA24105A、MA24108A、MA24118A、および MA24126A センサのみ、Windows HyperTerminal と互換性があります。HyperTerminal でセンサをプログラミングする場合には、改行（LF）の代わりに行頭復帰（CR）を終了文字として使用します。HyperTerminal ポートは、ボーレート 9600 bps に設定してください。HyperTerminal のためのコマンドと応答を適切にフォーマットするには、Properties（プロパティ）| Settings（設定）| ASCII Setup（ASCII 設定）で以下のチェックボックスを選択してください。

- Send line ends with line feeds（行末に改行を入れて送る）
- Echo typed characters locally（入力文字をローカルでエコー）
- Append line feeds to incoming line ends（受信行末に改行を付ける）

時間分解能

センサの最大時間分解能は 10 µs であるため、すべての時間引数の分解能も 10 µs です。ただし、これは MA24105A センサには適用されません。

サンプリングレート

MA24108A、MA24118A、MA24126A センサには 2 種類のサンプリングレートがあります。「Continuous Mode（連続モード）」および内部「Trigger Source（トリガソース）」の場合、センサのサンプリング時間は 6.8288 µs（サンプリング周波数 146.438 kHz）です。外部「Trigger Source（トリガソース）」の場合、サンプリング時間は 7.3347 µs（サンプリング周波数 136.338 kHz）です。

エラー応答

識別できなかったコマンドはセンサによって拒否され、BAD CMD メッセージが表示されます。有効なコマンドが無効なコマンドと結合している場合もセンサによって拒否され、ERR メッセージが表示されます。また、コマンド障害が発生した場合もセンサによって ERR メッセージで示されます。

センサのデフォルト設定値

表 13-1 に、MA24105A のセンサ設定値を示します。

表 13-1. センサの一般設定デフォルト値（MA24105A）

設定	コマンド	デフォルト値
Mode of Operation（操作モード）	FORWARD REVERSE	Continuous Forward Mode（連続順方向モード） Continuous Reverse Mode（連続逆方向モード）
Measurement Frequency（測定周波数）	FREQ	0.35 GHz
Number of Averages（平均化回数）	AVGCNT	1
Range（範囲）	SETRNG	Auto range (0)（自動範囲）

表 13-2、表 13-3、表 13-4 に、MA24108A、MA24118A、MA24126A のセンサ設定値を示します。

表 13-2. センサの一般設定デフォルト値（MA24108A、MA24118A、MA24126A）

設定	コマンド	デフォルト値
Mode of Operation（操作モード）	CHMOD	「連続平均モード（CA モード）」(0)
Measurement Frequency（測定周波数）	FREQ	0.010 GHz
Averaging Algorithm（平均化アルゴリズム）	AVGTYP	Moving (0)（移動）
Number of Averages（平均化回数）	AVGCNT	1
Auto Averaging（自動平均化）	AUTOAVG	Off (0)（オフ）
Auto Averaging Source（自動平均化ソース）	AUTOAVGSRC	1
Auto Average Resolution（自動平均化分解能）	AUTOAVGRES	0.01 (2)
Range（範囲）	SETRNG	Auto range (0)（自動範囲）

表 13-3. 連続平均モードでのセンサのデフォルト設定値（MA24108A、MA24118A、MA24126A）

設定	コマンド	デフォルト値
Aperture Time（開口時間）	CHAPERT	20 ms
Duty Cycle Correction（デューティサイクル補正）	CWDUTY	100 %
Relative Mode（相対モード）	CWREL	Off (0) （オフ）

表 13-4. スロットモードでのセンサのデフォルト設定値（MA24108A、MA24118A、MA24126A）

設定	コマンド	デフォルト値
Number of Slots（スロット数）	TSLTPARAMS	8
Slot Width（スロット幅）	TSLTPARAMS	10 ms
Start Exclusion（開始除外時間）	TSLTPARAMS	0.02 ms
End Exclusion（終了除外時間）	TSLTPARAMS	0.02 ms

表 13-5. スコープモードでのセンサのデフォルト設定値（MA24108A、MA24118A、MA24126A）

設定	コマンド	デフォルト値
Capture Time（キャプチャ時間）	SCOPEPARAMS	20 ms
Number of Points（データポイント数）	SCOPEPARAMS	200
Gate（ゲート）	GENABLE	Disabled (0) （無効）
Gate Start（ゲートの開始）	GATEPARAMS	0 ms
Gate End（ゲートの終了）	GATEPARAMS	20 ms
Fence Start（フェンスの開始）	GATEPARAMS	0 ms
Fence End（フェンスの終了）	GATEPARAMS	0 ms

表 13-6. トリガに関するセンサのデフォルト設定値（MA24108A、MA24118A、MA24126A）

設定	コマンド	デフォルト値
Trigger Source（トリガソース）	TRGSRC	Continuous (0) （連続）
Trigger Arm Type（トリガアーミングタイプ）	TRGARMTYP	Standby (3) （スタンバイ）
Trigger Level（トリガレベル）	TRGLVL	0 dBm
Trigger Edge（トリガエッジ）	TRGEDG	Positive (0) （正）
Trigger Delay（トリガディレイ）	TRGDLY	0 ms
Trigger Noise Parameter（トリガ 雑音 パラメータ）	TRGNOISE	1

13-3　汎用コマンド

汎用コマンドは、センサの一般設定の設定や読取りに使用します。これらのコマンドはモードやトリガに関係なく使用できます。MA24104A、MA24105A、MA24106A センサのすべてのコマンドは、このセクションに限定されます。このセクションのほとんどのコマンドは、MA24108A、MA24118A、MA24126A センサでも使用できます。

START

説明： センサをアイドルモードから測定モードにします。

コマンド構文： `START` +*LF*

戻り値： `OK`

備考： このコマンドは一番最初に送ってください。センサは、START コマンドを受取るとその都度 OK を送ります。センサが HOLD（ホールド）モードにあるときにこのコマンドを受取ると、RUN（実行）モードになります。HOLD モード以外のモードにあるときにこのコマンドを受取っても、センサのモードは変わりません。

対応センサ： MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

STOP

説明： パワーセンサをアイドルモードにします。

コマンド構文： `STOP` +*LF*

戻り値： `OK`

備考： アプリケーションを終了する前に、このコマンドを送ってください。

対応センサ： MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

IDN?

説明： 識別情報をセンサから取得します。

コマンド構文： `IDN?` +*LF*

戻り値： ANRITSU, 型名番号 , 製造番号 , モジュール製造番号 , ファームウェアバージョン

対応センサ： MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

CALDATE

説明： センサで最後に実施した校正の日付を返します。

コマンド構文： *CALDATE +LF*

戻り値： センサの校正実施日（mm/dd/yyyy 形式）

対応センサ： MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

PWR?

説明： 現在のパワー読取り値（dBm）をセンサ出力バッファから連続平均モードで取得します。

コマンド構文： `PWR?` +*LF*

戻り値： パワー値（dBm）または ERR

備考： エラー状態がある場合には、出力の先頭に「e」の文字が付き、センサの LED が黄色になります。エラーの詳細を表示するには、`STATUS?` コマンドを使用します。

スロットモードまたはスコープモードでこのコマンドを使用すると、エラー（「ERR」）が返されます。

即時トリガがある繰返し平均モードでこのコマンドを使用すると、「busy」が返されます（センサが平均化サイクルを完了していない場合）。

単純繰返し平均モードでは、バッファからの最新値がそのまま返されます。平均化サイクルが完了しないとバッファは更新されません。

移動平均モードでは、バッファの現在のパワー読取り値が返されます。

対応センサ： MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

PWRALL

説明：「戻り値」に示されるすべての測定値を取得します。

コマンド構文： `PWRALL` +*LF*

戻り値： 順方向平均パワー、クレストファクタ、手動バースト平均、ピーク エンベロープ パワー、逆方向平均パワー、反射係数、反射減衰量、定在波比

備考： 上記の戻り値に示す順序でコンマ区切り値を返します。

対応センサ： MA24105A

FREQ

説明： パワーセンサの現在の校正係数周波数の値を設定します。

コマンド構文： `FREQ <freq>` +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： 周波数 <freq> 値の単位は GHz です。この値はパワーセンサの動作限界値の範囲内でなければいけません。

MA24104A および MA24106A の場合、分解能は 0.000001 GHz (1 kHz) です。

MA24105A の場合、「num」が校正係数周波数の値（GHz）です。この値は 0.35 GHz ～ 4.0 GHz でなければいけません。

MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A の場合、分解能は 0.0001 GHz (100 kHz) です。

対応センサ： MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

FREQ?

説明： パワーセンサの現在の校正係数周波数の値を取得します。

コマンド構文： `FREQ?` +*LF*

戻り値： 現在の校正係数周波数（GHz）。

対応センサ： MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

ZERO

説明: パワーセンサのゼロ設定を実行します。

コマンド構文: ZERO +*LF*

戻り値: ゼロ設定が正常に完了した場合は OK、失敗した場合は ERR。

備考: ゼロ設定を行うと前置増幅器とチャネル雑音のオフセットがキャンセルされるので、正確な読取り値を得るにはセンサのゼロ設定が必要不可欠です。RF パワーを入力していない状態でセンサのゼロ設定を行ってください。ゼロ設定に失敗した場合は、STATUS? コマンドを使いエラーに関する詳細を得ることができます。

MA24105A の場合、センサのゼロ設定には 75 秒間かかります。また、センサから応答が返されるまで少なくとも同程度の時間がかかります。

その他の型名の場合、センサのゼロ設定には 20 秒間かかります。また、センサから応答が返されるまで少なくとも同程度の時間がかかります。

対応センサ: MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

TMP?

説明: 現在の温度読取り値をセンサから取得します。
MA24105A で、現在の温度読取り値を順方向温度センサと逆方向温度センサから取得します。この読取り値の戻り値は、コンマ区切り値（例、25,28）です。

コマンド構文: TMP? +*LF*

戻り値: センサの現在の温度読取り値（℃）
MA24105A で、順方向および逆方向の現在の温度読取り値（℃）を取得します。この読取り値の戻り値はコンマ区切り値です（例えば、戻り値「25,28」は順方向の温度が 25 ℃、逆方向の温度が 28 ℃であることを意味します）。

対応センサ: MA24104A、MA24105A、MA24106A,、MA24108A、MA24118A,、MA24126A

STATUS?

説明： 現在のエラー状態コードをセンサから取得します。

コマンド構文： `STATUS?` *+LF*

戻り値： エラー状態コード。

備考： MA24104A および MA24106A の場合、エラー状態コードは以下のとおりです。
Status.b0: ZERO_TEMP_ERROR (Temperature changed more than allowable limit after zeroing sensor) （センサーのゼロ設定後に温度が変わり、許容範囲を超えました。）
Status.b1: 未使用
Status.b2: ADC_CH2_OR (Temperature over range) （温度範囲を超過）
Status.b3: ADC_CH3_OR (Detector A over ranged) （検出器 A が許容範囲を超過）
Status.b4: ZERO_ERROR_DET_A
Status.b5: ZERO_ERROR_DET_B
Status.b6: TEMP_ERROR (Temperature beyond operating range) （温度が動作温度範囲外）
Status.b7: 未使用

MA24105A の場合、エラー状態コードは 16 ビット値で示され、各ビットがエラーを表わします。
Bit 0: Temperature change of more than 10 C after zeroing（ゼロ設定後に温度が 10 ℃以上変動）
Bit 1: Operating temperature over range < 0 C or > 60 C（動作温度範囲外 < 0 ℃または > 60 ℃ ）
Bit 2: Forward low zeroing error（順方向の低ゼロ設定エラー）
Bit 3: Forward high zeroing error（順方向の高ゼロ設定エラー）
Bit 4: Reverse zeroing error（逆方向のゼロ設定エラー）
Bit 5: PEP zeroing error（PEP ゼロ設定エラー）
Bit 6: CCDF zeroing error（CCDF ゼロ設定エラー）
Bit 7: Forward high over range（順方向の上限範囲外）
Bit 8: Reverse over range（逆方向の範囲外）
Bit 9: PEP over range（PEP 範囲外）
Bit 10: Flash Data Error（フラッシュ データ エラー）

MA24108A、MA24118A、MA24126A の場合、エラー状態コードは 16 ビット値で示され、各ビットがエラーを表わします。
Bit 0: Temperature change of more than 10 ℃ after zeroing（ゼロ設定後に温度が 10 ℃以上変動）
Bit 1: Operating temperature over range < 0 ℃ or > 60 ℃（動作温度範囲外 < 0 ℃または > 60 ℃）
Bit 2: Detector A zeroing error（検出器 A のゼロ設定エラー）
Bit 3: Detector B zeroing error（検出器 B のゼロ設定エラー）
Bit 4: Detector A over range（検出器 A 範囲外）

対応センサ： MA24104A、MA24105A、MMA24106A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

HAT

説明： 高開口時間モードにします。

コマンド構文： `HAT` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： このコマンドを送ると、センサが高開口時間モードになります。このモードでは、A/D コンバータの積分時間は約 160 ミリ秒です。

対応センサ： MA24104A、MA24106A

LAT

説明： 低開口時間モードにします。

コマンド構文： `HAT` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： このコマンドを送ると、センサが低開口時間モードになります。このモードでは、A/D コンバータの積分時間は約 10 ミリ秒です。このモードはセンサ起動時のデフォルトモードです。

対応センサ： MA24104A、MA24106A

ASDON

説明: 自動シャットダウンモードをオンにします。

コマンド構文: `ASDON` *+LF*

戻り値: `OK` または `ERR`

備考: このコマンドは、バッテリ電源によって RS232 接続を使用する場合に適用されます。デフォルトにより、センサを起動するとこのモードになります。このモードでは、RS-232 シリアルポート ケーブルをホストから外すと、センサが自動的にスリープモードになりバッテリ電力を節電します。アクティブなホストに再び接続するとセンサが起動します。測定を行う前にセンサのゼロ設定を行う必要があります。

対応センサ: MA24104A

ASDOFF

説明: 自動シャットダウンモードをオフにします。

コマンド構文: `ASDOFF` *+LF*

戻り値: `OK` または `ERR`

備考: このコマンドは、バッテリ電源によって RS232 接続を使用する場合に適用されます。このモードでは、RS-232 シリアルポート ケーブルをホストから外しても、センサはスリープモードになりません。

対応センサ: MA24104A

RST

説明: センサをリセットして工場出荷時のデフォルト設定に戻します。

コマンド構文: `RST` *+LF*

戻り値: `OK`

対応センサ: MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

CHOLD

説明: 現在のパワーセンサ状態を設定します。

コマンド構文: `CHOLD <state>` *+LF*

戻り値: `OK` または `ERR`

備考: <state> は、特定のモードを表わす整数値です。

0 – Run（実行）
1 – Hold（ホールド）

対応センサ: MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

CHOLD?

説明: 現在のパワーセンサ状態を取得します。

コマンド構文: `CHOLD?` *+LF*

戻り値: 整数値。

備考: このコマンドはセンサの状態を照会します。戻り値は以下のいずれかです。
0 – Run（実行）
1 – Hold（ホールド）

対応センサ: MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

SETRNG

説明： センサの検出器範囲を設定します。

コマンド構文： `SETRNG <det_range> +LF`

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <det_range> は、以下の値をとる整数です。
0 – Auto Range（自動範囲）
1 – Channel A（チャネル A、+20 dBm ～ –7 dBm までのパワー範囲が対象となります）
2 – Channel B（チャネル B、–7 dBm ～ –40 dBm までのパワー範囲が対象となります）

MA24105A の場合、<det_range> は以下の値をとる整数です。
0 – Auto Range（自動範囲）
1 – Low Power（低パワー、+3 dBm ～ +40 dBm までのパワー範囲が対象となります）
2 – High Power（高パワー、+40 dBm ～ +51.76 dBm までのパワー範囲が対象となります）

対応センサ： MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

SETRNG?

説明： センサの検出器範囲設定を取得します。

コマンド構文： `SETRNG?` *+LF*

戻り値： 以下の値をとる整数。
0 – Auto Range（自動範囲）
1 – Channel A（チャネル A、+20 dBm ～ –7 dBm までのパワー範囲が対象となります）
2 – Channel B（チャネル B、–7 dBm ～ –40 dBm までのパワー範囲が対象となります）

MA24105A の場合、以下の値をとる整数。
0 – Auto Range（自動範囲）
1 – Low Power（低パワー、+3 dBm ～ +40 dBm までのパワー範囲が対象となります）
2 – High Power（高パワー、+40 dBm ～ +51.76 dBm までのパワー範囲が対象となります）

対応センサ： MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

SAVE

説明： ユーザが定義した設定をパワーセンサに保存します。

コマンド構文： `SAVE <setup> +LF`

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <setup> は、保存場所に保存されている設定を表わす 1 ～ 10 までの整数です。このため、ユーザはプリセットを 10 個保存できます。<setup> が範囲外の場合は、ERR が返されます。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

DELETE

説明： ユーザが定義したすべての設定をパワーセンサから削除します。

コマンド構文： `DELETE` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

RECALL

説明： ユーザが定義した 10 個の設定の 1 つをパワーセンサから呼出します。

コマンド構文： `RECALL <setup> +LF`

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <setup> は、保存場所に保存されている設定を表わす 1 ～ 10 までの整数です。このため、ユーザは 10 個の設定のうち 1 つを呼出せます。<setup> が範囲外の場合は、ERR が返されます。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

RDBUF

説明： スコープモードおよびタイムスロットモードでバッファを読取ります。

コマンド構文： RDBUF +*LF*

戻り値： センサのバッファからの現在のパワー読取り値をコンマ区切り値で示します。

備考： このコマンドは、最近実行した測定のポイント配列全体をセンサの出力バッファから読取るために使用します。スコープモードおよびタイムスロットモードからの読取り値が含まれています。パワー読取り値の単位は mW です。パワー値はコンマ区切り値で示され、バッファにはバッファの始まりと終わりを示す $（ドル記号）が先頭と末尾に付きます。パワー読取り値は小数点以下 6 桁の値で示されます（0.000001 mW）。

エラーが発生した場合には、出力の先頭に「e」の文字が付きます。エラーの詳細を表示するには、STATUS? コマンドを使用します。ゲート（「スコープモード」を参照）を有効にしている場合には、ゲート平均パワーも出力の末尾に示されます。例えば、ゲートを有効にした 4 つのポイントの場合、以下のような RDBUF 応答が返されます。

```
$,<P1>,<P2>,<P3>,<P4>,$,<GP>
```

4 つスロットを設定したタイムスロットモードの場合、バッファからの応答は以下の通りとなります。

```
$,-3.233454,0.124355,0.233443, 0.223456,$
```

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

FULLBUF

説明： フルセンサバッファを有効にします。

コマンド構文： FULLBUF <n> +*LF*

戻り値： OK または ERR

備考： <n> は、特定のモードを表わす整数値です。
0 – Off（オフ）
1 – On（オン）

このコマンドは、センサに内部または外部トリガを設定している場合のみ有効です。フルバッファを ON にした場合、センサはトリガモードでのフルバッファを返します（デフォルト動作）。フルバッファを OFF にした場合、センサは $（ドル記号）で囲んだゲート平均パワー値のみを返します。例：

```
$,3.54546,$
```

センサがスロットモードにある場合、またはゲートをオフにしている場合には、センサは以下を返します。

```
$,Sensor triggered, output is disabled,$
```

エラーが発生した場合には、出力の先頭に「e」の文字に続きエラーコード示されます。例：

```
e25$,2.565677,$
```

または

```
e25$,Sensor triggered, output is disabled,$
```

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

CWDUTY

説明： デューティサイクル補正を設定します。

コマンド構文： CWDUTY <duty_correction> +LF

戻り値： OK または ERR

備考： <duty_correction> は、0.01 ～ 100 までのデューティサイクル補正のパーセンテージです。

MA24105A の場合、この補正は手動バースト平均測定にのみ適用されます。

対応センサ： MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

CWDUTY?

説明： デューティサイクル補正値を取得します。

コマンド構文： `CWDUTY?` *+LF*

戻り値： デューティサイクル補正パーセンテージ。

対応センサ： MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

CWREL

説明： CA 相対パワーモード状態を ON または OFF にします。

コマンド構文： `CWREL <relative>` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： 相対パワーモードでは、コマンドを送った時点での現在のパワー値に対してパワーが計算されます。
<relative> は、以下の値をとる整数です。
0 – Relative mode OFF（相対モード オフ）
1 – Relative mode ON（相対モード オン）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

CWREL?

説明： CA 相対パワーモード状態 ON または OFF を取得します。

コマンド構文： `CWREL?` *+LF*

戻り値： 0 または 1

備考： 相対パワーモードでは、コマンドを送った時点での現在のパワー値に対してパワーが計算されます。
<relative> は、以下の値をとる整数です。
0 – Relative mode OFF（相対モード オフ）
1 – Relative mode ON（相対モード オン）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

AVGTYP

説明： パワーセンサの平均化タイプを移動法または繰返し法に設定します。

コマンド構文： `AVTYP <average_type>` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <average_type> は、以下の値をとる整数です。
0 – Moving （移動法）
1 – Repeat mode ON （繰返しモード オン）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

AVGTYP?

説明： 現在のパワーセンサの平均化タイプ移動法または繰返し法を取得します。

コマンド構文： `AVTYP?` *+LF*

戻り値： 以下の値をとる整数。
0 – Moving （移動法）
1 – Repeat mode ON （繰返しモード オン）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

AVGCNT

説明: 連続、平均、タイムスロット、またはスコープモードでの平均化回数を設定します。

コマンド構文: `AVGCNT <num_avgs> +LF`

戻り値: `OK` または `ERR`

備考: タイムスロットモードおよびスコープモードは、MA24108A、MA24118A、MA24126A にのみ適用可能です。

平均化回数は、センサの出力バッファに保存されている平均パワーを計算するために用いられる測定値の数です。最大平均数は 40,000 です（最大データポイント数 200）。平均化回数の制限値は以下の計算式によって求められます。

最大平均化回数 = 8231936 / データポイント
MA24105A の場合、最大平均化回数 = 512 / データポイント

自動平均モードでは、パワーレベルと必要とされる分解能に応じて自動的に平均化回数が設定されるので、このコマンドは無効です。（MA24105A の場合、自動平均化機能はありません。）

対応センサ: MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

AVGCNT?

説明: 連続、平均、タイムスロット、またはスコープモードでの平均化回数を取得します。

コマンド構文: `AVGCNT? +LF`

戻り値: MA24108A、MA24118A、MA24126A の場合、1 ～ 40,000 までの整数値。
MA24105A の場合、1 ～ 512 までの整数値。

備考: 自動平均モードでもこのコマンドを使用することができます。

タイムスロットモードおよびスコープモードは、MA24108A、MA24118A、MA24126A にのみ適用可能です。

対応センサ: MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

AUTOAVG

説明: 自動平均モードを ON、OFF、または AUTO ONCE（1 回のみオン）に設定します。

コマンド構文: `AUTOAVG <average_mode> +LF`

戻り値: `OK` または `ERR`

備考: 自動平均モードは、自動平均化分解能、キャプチャ時間、自動平均化ソースの 3 つの因子に応じて決まります。これらの因子は、後述するようにそれぞれ独自のコマンドで設定します。<average_mode> は、以下の値をとる整数です。
0 – OFF （オフ）
1 – ON （オン）
2 – AUTO ONCE（1 回の繰返しにのみオンになり、平均化回数が設定されると自動的にオフになります。）

対応センサ: MA24108A、MA24118A、MA24126A

AUTOAVG?

説明: 自動平均モード ON、OFF、または AUTO ONCE（1 回のみオン）を取得します。

コマンド構文: `AUTOAVG? +LF`

戻り値: 以下の値をとる整数。
0 – OFF （オフ）
1 – ON （オン）
2 – AUTO ONCE（1 回の繰返しにのみオンになり、平均化回数が設定されると自動的にオフになります。）

対応センサ: MA24108A、MA24118A、MA24126A

AUTOAVGSRC

説明： タイムスロットモードおよびスコープモードの自動平均化ソースを設定します。

コマンド構文： `AUTOAVGSRC <average_source>` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <average_source> の値は、1 つのみのタイムスロットまたはスコープポイントの平均パワーから計算されます。<average_source> 範囲外の値に設定した場合、自動平均は無効となります。有効な自動平均とするためには、自動平均化ソースをスコープモードではスコープポイント未満、タイムスロットモードではスロット数未満の値に設定する必要があります。CA モードでは、AUTOAVGSRC は無効になります。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

AUTOAVGSRC?

説明： タイムスロットモードおよびスコープモードの自動平均化ソース値を取得します。

コマンド構文： `AUTOAVGSRC?` *+LF*

戻り値： 自動平均化ソース値をとる整数。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

AUTOAVGRES

説明： 自動平均化分解能（小数点以下の桁）を設定します。

コマンド構文： `AUTOAVGRES <average_resolution>` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <average_resolution> 値は、目的の分解能に従い設定されます。分解能を高くすると、平均化回数が増え、データのスループットが遅くなります。<average_resolution> は、0 ～ 3 の範囲である必要があります。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

AUTOAVGRES?

説明： 自動平均化分解能を取得します。

コマンド構文： `AUTOAVGRES?` *+LF*

戻り値： 0 ～ 3 までの整数

備考： 自動平均化回数は、目的の分解能に従い設定されます。分解能を高くすると、平均化回数が増え、データのスループットが遅くなります。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

AVGRST

説明： 平均化回数をリセットして平均化バッファを消去します。

コマンド構文： `AVGRST` *+LF*

戻り値： `OK`

対応センサ： MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A

FORWARD

説明：順方向測定モードを設定します。

コマンド構文：`FORWARD <num> +LF`

詳細：`num = 1 ～ 6`

戻り値：`OK` または `ERR`

備考：1 – Forward Average（順方向平均）
2 – Crest Factor（クレストファクタ）
3 – Burst Average Manual（手動バースト平均）
4 – Peak Envelope Power（ピーク エンベロープ パワー）
5 – Burst Average Auto （自動バースト平均）
6 – CCDF

対応センサ：MA24105A

FORWARD?

説明：順方向測定モードを取得します。

コマンド構文：`FORWARD? +LF`

戻り値：`num = 1 ～ 6`

備考：1 – Forward Average（順方向平均）
2 – Crest Factor（クレストファクタ）
3 – Burst Average Manual（手動バースト平均）
4 – Peak Envelope Power（ピーク エンベロープ パワー）
5 – Burst Average Auto （自動バースト平均）
6 – CCDF

対応センサ：MA24105A

REVERSE

説明：逆方向測定モードを設定します。

コマンド構文：`REVERSE <num> +LF`

詳細：`num = 1 ～ 4`

備考：1 – Reverse Average （逆方向平均）
2 – Reflection Coefficient （反射係数）
3 – Return Loss （反射減衰量）
4 – Standing Wave Ratio (VSWR) （定在波比）

対応センサ：MA24105A

REVERSE?

説明：逆方向測定モードを取得します。

コマンド構文：`REVERSE? +LF`

戻り値：`num = 1 ～ 4`

備考：1 – Reverse Average （逆方向平均）
2 – Reflection Coefficient （反射係数）
3 – Return Loss （反射減衰量）
4 – Standing Wave Ratio (VSWR) （定在波比）

対応センサ：MA24105A

VIDEOBW

説明： ビデオ帯域幅を設定します。

コマンド構文： VIDEOBW <num> +*LF*

詳細： num = 0 ～ 2

戻り値： OK または ERR

備考： 0 – Full （全帯域）
1 – 4 kHz
2 – 200 kHz

対応センサ： MA24105A

VIDEOBW?

説明： ビデオ帯域幅を取得します。

コマンド構文： VIDEOBW? +*LF*

戻り値： num = 0 ～ 2

備考： 0 – Full （全帯域）
1 – 4 kHz
2 – 200 kHz

対応センサ： MA24105A

MODTYPE

説明： 変調の種類を設定します。

コマンド構文： MODTYPE <num> +*LF*

詳細： num = 0 ～ 5

戻り値： OK または ERR

備考： 0 – NONE （なし）
1 – GSM_GPRS_EDGE
2 – WCDMA_HSPA_SINGLE_CARRIER
3 – WCDMA_HSPA_MULTI_CARRIER
4 – ISDB_T
5 – CDMA_IS95_2000_EVDO

対応センサ： MA24105A

MODTYPE?

説明： 変調の種類を取得します。

コマンド構文： MODTYPE? +*LF*

戻り値： num = 0 ～ 5

備考： 0 – NONE （なし）
1 – GSM_GPRS_EDGE
2 – WCDMA_HSPA_SINGLE_CARRIER
3 – WCDMA_HSPA_MULTI_CARRIER
4 – ISDB_T
5 – CDMA_IS95_2000_EVDO

対応センサ： MA24105A

CCDFTHRESH

説明： CCDF の閾値を設定します。

コマンド構文： `CCDFTHRESH` <num> +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <num> は、dBm を単位とする値です。入力可能な CCDF 閾値は、3 dBm ～ 54.77 dBm です。

対応センサ： MA24105A

CCDFTHRESH?

説明： CCDF の閾値を取得します。

コマンド構文： `CCDFTHRESH` <num> +*LF*

戻り値： 最後の閾値

対応センサ： MA24105A

13-4 モードコマンド

パワーセンサでは、以下の 3 つの操作モードがサポートされています。

- 「連続平均モード（CA モード）」
- 「スロットモード」
- 「スコープモード」

パワーセンサは、「START」コマンドを出すと「連続平均モード（CA モード）」で起動し、連続的にパワー値を読取ります。センサの操作モードを切替えるには、「CHMOD」コマンドを出します。センサが他のモードにある場合もモード固有のコマンドを出すことができます。ただし、センサがコマンドの対象モードにある場合は、センサ動作にのみ影響を与えます。センサの操作モードを切替えると、パラメータおよび設定値が自動的に更新されます。

CHMOD

説明： 現在のパワーセンサのモードを設定し、関連する設定値を読込みます。

コマンド構文： `CHMOD <mode>` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <mode> は、以下の整数値です。
0 – Continuous Average Mode （連続平均モード）
1 – Time Slot Mode （タイムスロットモード）
2 – Scope Mode （スコープモード）
3 – Idle Mode （アイドルモード）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

CHMOD?

説明： 現在のパワーセンサモードを取得します。

コマンド構文： `CHMOD?` *+LF*

戻り値： 以下の整数値です。
0 – Continuous Average Mode （連続平均モード）
1 – Time Slot Mode （タイムスロットモード）
2 – Scope Mode （スコープモード）
3 – Idle Mode （アイドルモード）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

連続平均モード（CA モード）

CA モードはデフォルトの操作モードです。CA モードでは、センサに連続的にトリガがかかり、常時データを収集します。CA モードに関連する唯一のパラメータは、キャプチャ時間です。センサは、キャプチャ時間にわたり収集したパワー値を平均して 1 つの平均パワーを計算します。例えば、キャプチャ時間が 20 ms の場合、2860 のサンプルが収集されます（サンプリングレート約 142 kHz）。CA パワーは、これら 2860 のサンプルを平均化した 20 ms あたりの平均パワーです。パワーは、「PWR?」コマンドを使い読取ることができます。CA モードに関連するコマンドを以下に示します。

CHAPERT

説明： 平均パワー測定の有効なキャプチャ時間（開口時間）を設定します。

コマンド構文： `CHAPERT <capture_time>` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <capture_time> は、最大 300 ms ～ 最小 0.01 ms の範囲、分解能 0.01 ms である必要があります。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

CHAPERT?

説明： 平均パワー測定の有効なキャプチャ時間（開口時間）を取得します。

コマンド構文： `CHAPERT?` *+LF*

戻り値： CA モードのチャネル開口時間（ms）。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

スロットモード

一般的にスロットモード操作は、GSM などスロットに分割された TDMA 信号を測定する際に有用です。スロットモードでは、タイムスロットに測定が分割され、スロットごとに平均パワー読取り値が計算されます。スロットモード測定は連続的にトリガをかけることができますが、内部トリガまたは外部トリガの方がより一般的です。トリガについては、13-5 項で説明しています。センサにスロットモード操作の設定を行うには、以下の 4 つのパラメータを設定する必要があります。

- **Number of Slots（スロット数）：** スロット数とは、測定におけるタイムスロットの数を指します。スロットごとに 1 つのパワー読取り値があります。そのスロット内で収集されたすべてのサンプルの平均パワーがパワー読取り値となります。スロットの最大数は 128 です。
- **Slot Width（スロット幅）：** 各スロットの幅で、ミリ秒単位で表わされます。最小スロット幅は 0.01 ms（約 1 つのサンプル）、最大スロット幅は 100 ms です。
- **Start Exclusion（開始除外時間）：** パワー算出時に各スロットの開始から除外されるミリ秒単位の時間です。
- **End Exclusion（終了除外時間）：** パワー算出時に各スロットの終わりから除外されるミリ秒単位の時間です。

備考	スロット幅 x スロット数 = 総キャプチャ時間。総キャプチャ時間が 300 ms を超えてはいけません。 除外時間がスロット幅全体を上回ってはいけません。 Start Exclusion + End Exclusion がスロット幅より小さい値であってはいけません。

「TSLTPARAMS」コマンドは、上記のパラメータをすべて一度に送ります。「TSLTPARAMS?」コマンドは、上記のパラメータをすべて一度に受け取ります。

TSLTPARAMS

説明： スロットモードのすべてのパラメータを設定します。

コマンド構文： `TSLTPARAMS <num1,num2,num3,num4>` +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： 入力パラメータはコンマ区切り値です。以下に示す正しい順序で送る必要があります。
num1: Number of Slots（スロット数）
num2: Slot Width（スロット幅）
num3: Start Exclusion Time （開始除外時間）
num4: End Exclusion Time （終了除外時間）
パラメータを変更しない場合には、値の代わりにアスタリスク記号（`*`）を使用することができます。例えば、`TSLTPARAMS 8,20,*,1` はスロット数を 8 、スロット幅を 20 ms、終了除外時間を 1 ms に更新します。開始除外時間はそのままです。入力値が範囲外である場合には、`ERR` が返されます。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

TSLTPARAMS?

説明： スロットモードのすべてのパラメータを設定します。

コマンド構文： `TSLTPARAMS?` +*LF*

戻り値： 以下の 4 つの値をとるコンマ区切りの文字列です。
num1: Number of Slots（スロット数）
num2: Slot Width（スロット幅）
num3: Start Exclusion Time （開始除外時間）
num4: End Exclusion Time （終了除外時間）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

スコープモード

スコープモードでは、センサがオシロスコープと同様に機能し、時間関数としてパワーを測定するために使用できます。スコープモード操作の設定を行うには、キャプチャ時間（データ収集時間）とデータポイント数の 2 つのパラメータを定義する必要があります。スコープモードでは、センサはまずトリガを待ちます。トリガを受取ると、キャプチャ時間にわたり約 142 ksps のサンプリングレートでデータを収集します。その結果として一般的に、指定したデータポイント数よりも多いサンプルが収集されるので、これらのサンプルを平均化してデータセットの数を指定したデータポイント数に減らします。

ゲートとフェンス

ゲートとフェンスを設定して、ゲート内のすべてのポイントの平均パワーを計算することができます。フェンスはゲートの不要な部分にマスクをかけるために使用します。フェンスは完全にゲート内に設定します。フェンスの範囲内のポイントを除外して平均ゲートパワーが計算されます。フェンスの始点と終点をゼロに設定すると、フェンスが無効となります。ゲート有効化コマンド（「GENABLE」）を使い、ゲートを有効または無効に設定できます。ゲートを有効にすると、ゲートパワー 疑問符（「GATEVALUES?」）を使い、ゲート内の平均パワー、最大パワー、最小パワー、クレストを照会することができます。これらの値はすべて、データポイントに基づく値です。ゲートの個々の未処理サンプルパケットに基づく値ではありません。

キャプチャ時間

キャプチャ時間は、センサが 1 回に取込んだ時間の合計をミリ秒で表わした時間です。最大キャプチャ時間は 300 ms です。キャプチャ時間を負のトリガ遅延時間以下の値とすることはできません。トリガ遅延時間とキャプチャ時間との間に矛盾がある場合には、スコープ パラメータを設定する際にエラーが返されます。

データポイント数

データポイントの数がサンプル総数よりも少ない値であってはなりません。所定のキャプチャ時間について、データポイントの数が少なくなるほど、データポイントあたりの平均サンプル数が多くなるので、トレース雑音が小さくなります。センサでは、サンプル数が十分であれば最大 1024 までデータポイントを設定できます。例えば、キャプチャ時間が 20 ms の場合、サンプル数は 2860 となります（サンプリング周波数 142 KHz まで）。データポイントの数が 10 個の場合、各データポイントの平均データのサンプル数は 286 となります。前述したように、「RDBUF」コマンドを使うと、データポイント配列全体が読取られます。また、「RDBUF」を使うと、10 個のデータポイント値がコンマ区切り（,）で読取られます。

Gate Start（ゲートの開始）

ゲートの開始は、トリガ（キャプチャの開始）に対するゲートの開始を表わし、ミリ秒を単位とします。ゲートの開始を負の値とすることはできません。また、キャプチャ時間より大きな値であってはなりません。

Gate End（ゲートの終了）

ゲートスの終了は、トリガに対するゲートの終了を表わし、ミリ秒を単位とします。ゲートの終了値をゲートの開始値未満とすることはできません。また、キャプチャ時間より大きな値であってはなりません。

Fence Start（フェンスの開始）

フェンスの開始は、トリガに対するフェンスの開始を表わし、ミリ秒を単位とします。フェンスの開始は、常にゲート内に設定する必要があります（フェンスの開始と終了をゼロに設定してフェンスを無効にしている場合を除く）。

Fence End（フェンスの終了）

フェンスの終了は、トリガに対するフェンスの終了を表わし、ミリ秒を単位とします。フェンスの終了は、常にフェンスの開始からゲートの終了までの間に設定する必要があります(フェンスの開始と終了をゼロに設定してフェンスを無効にしている場合を除く)。フェンスの開始値とフェンスの終了値を同じ値に設定すると、フェンスは無効となります。

スコープモードのパラメータを設定するには、以下のコマンドを使用します。

SCOPEPARAMS

説明： スコープモードのパラメータを設定します。

コマンド構文： `SCOPEPARAMS <num1,num2>` +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： 入力パラメータはコンマ区切り値です。以下に示す正しい順序で送る必要があります。
num1: Data Capture Time（データ キャプチャ時間、最大 300 ms）
num2: Number of Points （データポイント数）
パラメータを変更しない場合には、値の代わりにアスタリスク記号（`*`）を使用することができます。例えば、`SCOPEPARAMS *,4` はデータポイント数を 4 に更新します。データのキャプチャ時間はそのままです。空白文字はゼロとして扱われます。入力値が範囲外である場合には、`ERR` が返されます。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

SCOPEPARAMS?

説明： スコープモードのパラメータを取得します。

コマンド構文： `SCOPEPARAMS?` +*LF*

戻り値： 以下の 2 つの値をとるコンマ区切りの文字列です。
num1: Data Capture Time （データ キャプチャ時間）
num2: Number of Points （データポイント数）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

GATEPARAMS

このコマンドはゲートのパラメータを設定します。パラメータはコンマ区切り値で、ゲートの開始、ゲートの終了、フェンスの開始、フェンスの終了の順序で示されます。パラメータを変更しない場合は、値の代わりにアスタリスク記号（*）を使用することができます。

説明： ゲートのパラメータを設定します。

コマンド構文： `GATEPARAMS <num1,num2,num3,num4>` +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： 入力パラメータはコンマ区切り値です（単位 ms）。以下に示す正しい順序で送る必要があります。
num1: Gate Start （ゲートの開始）
num2: Gate End （ゲートの終了）
num3: Fence Start （フェンスの開始）
num4: Fence End （フェンスの終了）
例えば、`GATEPARAMS 0,20,5,15` はゲートの開始を 0 ms、ゲートの終了を 20 ms、フェンスの開始を 5 ms、フェンスの終了を 15 ms に更新します。パラメータを変更しない場合は、値の代わりにアスタリスク記号（`*`）を使用することができます。入力値が範囲外である場合には、`ERR` が返されます。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

GATEPARAMS?

説明： ゲートのパラメータを取得します。

コマンド構文： `GATEPARAMS?` +*LF*

戻り値： 以下の 4 つの値をとるコンマ区切りの文字列です。
num1: Gate Start （ゲートの開始）
num2: Gate End （ゲートの終了）
num3: Fence Start （フェンスの開始）
num4: Fence End （フェンスの終了）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

GENABLE

説明： ゲートを有効または無効にします。

コマンド構文： `GENABLE <gate> +LF`

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <gate> は、以下の値をとる整数です。
0 – Disable （無効）
1 – Enable （有効）
<gate> が範囲外の場合、またはゲートの設定が不適切な場合には、`ERR` が返されます。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

GENABLE?

説明： ゲートの有効／無効状態を取得します。

コマンド構文： `GENABLE?`

戻り値： 0 – Disable （無効）
1 – Enabled （有効）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

GATEVALUES?

説明： 一番最近実行したスコープ測定（ゲート有効）のゲート平均パワー、ピークパワー、最小パワー、クレストを取得します。

コマンド構文： `GATEVALUES?`

戻り値： 以下の 4 つの値をとるコンマ区切りの文字列です。
num1: Average Power （平均パワー、単位 dBm）
num2: Peak Power （ピークパワー、単位 dBm）
num3: Minimum Power （最小パワー、単位 dBm）
num4: Crest Power （クレスト パワー、単位 dB）

備考： これらの戻り値はすべて、データポイントに基づく値です。ゲートの個々の未処理サンプルパケットに基づく値ではありません。エラーが発生した場合には、出力の先頭に「`e`」の文字が付きます。例：
`"e2.453,3.456,5.234,2.435"`

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

13-5 トリガコマンド

トリガは、測定を開始させるイベントです。センサは、アーミングされるとトリガを待ちます。トリガがかかると、センサはデータの収集、計算、平均化を開始し、測定を実行します。

パワーセンサの一般設定はトリガの設定に影響を与えるため、一般設定を行ってからトリガコマンドを設定する必要があります。トリガに対してセンサをアーミングする前に、以下のトリガに関連するパラメータでセンサを設定する必要があります。

- 「トリガソース」
- 「トリガレベル」
- 「トリガエッジ」
- 「トリガ遅延時間」
- 「トリガの雑音耐性」
- 「トリガアーミング」

「トリガアーミング」コマンドは、最後（トリガの直前）にセンサに送ってください。これは、このコマンドの後に他のコマンドを受取るとアーミング状態が中止され、センサがスタンバイモードになるためです。タイムスロットモードおよびスコープモードの場合、デフォルトによるセンサのアーミング状態はスタンバイです。

トリガソース

パワーセンサでは、4 種類のトリガ（トリガソース）がサポートされています。

Continuous Trigger（連続トリガ）

トリガソースを連続トリガに設定すると、センサはデータを連続的に収集します。センサはトリガの検出を行わず、常時トリガがかかります。センサが常時データを収集しているので、トリガに関連する他のパラメータに左右されません。

Internal Trigger（内部トリガ）

内部トリガソースに設定すると、センサで設定した信号パワー、エッジ、雑音耐性係数に基づきトリガがかかります。これらのパラメータは、後述するそれぞれのコマンドで設定することができます。

External Trigger（外部トリガ）

センサに外部トリガを設定すると、外部トリガピンの TTL/CMOS 信号によってトリガがかかります。このトリガソースでは、TTL/CMOS 信号の特定のエッジでトリガがかかるようセンサを設定することができます。外部トリガは、トリガに関連する他のパラメータに左右されません。

Bus Trigger（バストリガ）

バストリガは、「TRGIMM」コマンドを送り手動でトリガを制御できる手動トリガです。バストリガはコマンドを出すことでかかり、他のトリガソースの場合とは異なり設定は行いません。また、トリガに関連するパラメータに左右されません。

すべてのトリガソース（バストリガを除く）は、後述するトリガアームの種類と組合わせて使用します。センサをアーミングしないと、不完全なトリガ設定となります。トリガソースの設定と読取りには以下のコマンドを使用します。

TRGSRC

説明： トリガソースを設定します。

コマンド構文： `TRGSRC <trigger_source>` +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <trigger_source> は、以下の値をとる整数です。
0 – Continuous （連続）
1 – Internal （内部）
2 – External （外部）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

TRGSRC?

説明： トリガソースを取得します。

コマンド構文： `TRGSRC?` +*LF*

戻り値： 以下の値をとる整数。
0 – Continuous （連続）
1 – Internal （内部）
2 – External （外部）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

TRGIMM

説明： センサに即時トリガをかけ、新しい読取り値を収集します。

コマンド構文： `TRGIMM` +*LF*

戻り値： パワー読取り値（dBm）または BUSY

備考： センサがこのコマンドを受取ると、センサの操作モードによって定義されるキャプチャ時間にわたりデータの収集を開始します。データの収集、計算、平均化が完了すると、パワー読取り値が自動的に出力され、センサは直前の状態（`TRGIMM` を受取る前の状態）に戻ります。センサは、手動でトリガをかけた場合には、センサで設定されている平均化の種類に関わらず、平均化を繰返すようプログラミングされています。

完了時にセンサが連続モードにある場合、センサは 1 つのパワー読取り値（dBm）を出力し（「PWR?」コマンドの場合と同様）、スコープモードまたはスロットモードにある場合にはバッファの保存内容を出力します（RDBUF コマンドの場合と同様）。センサが平均化を完了する前に（PWR? または RDBUF コマンドを送って）パワー読取り値を要求すると、`BUSY` が返されます。バストリガを使用する場合には、トリガのアーミングは必要ありません。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

トリガレベル

トリガレベルは、交差するとセンサにトリガをかけるパワー値を指します。連続トリガ、外部トリガ、バストリガの設定では、このパラメータは無効です。

TRGLVL

説明： トリガレベル（dBm）を設定します。

コマンド構文： `TRGLVL <trigger_level>` +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <trigger_level> は、0.01 dB 刻みで –20 dBm ～ +20 dBm の範囲内でなければいけません。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

TRGLVL?

説明： トリガレベル（dBm）を取得します。

コマンド構文： `TRGLVL?` +*LF*

戻り値： dBm を単位とするトリガレベル

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

トリガエッジ

内部および外部トリガの場合に、トリガエッジを設定します。トリガエッジは上昇エッジまたは下降エッジに設定することができます。

内部トリガの場合、下降エッジに設定すると信号が高から低へトリガレベルと交差した時のみセンサにトリガがかかり、上昇エッジに設定すると信号が低から高へトリガレベルと交差した時のみトリガがかかります。

外部トリガの場合、下降エッジに設定すると外部トリガピンの TTL 信号が高から低に下降した時にセンサにトリガがかかり、上昇エッジに設定すると外部トリガピンの TTL 信号が低から高に上昇した時にセンサにトリガがかかります。

TRGEDG

説明： トリガエッジを設定します。

コマンド構文： `TRGEDG <trigger_edge>` +*LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <trigger_edge> は、以下の値をとる整数です。
0 – Positive （上昇）
1 – Negative （下降）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

TRGEDG?

説明： トリガエッジ設定値を取得します。

コマンド構文： `TRGEDG?` +*LF*

戻り値： 以下の値をとる整数。
0 – Positive （上昇）
1 – Negative （下降）

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

トリガ遅延時間

トリガ遅延時間は、トリガイベントからセンサが読取り値の収集を開始するまでをミリ秒で表わした時間です。トリガ遅延時間は、正または負の値とすることができます。トリガ遅延時間は、–5 ms ～ 10,000 ms までの範囲で、分解能 0.01 ms で設定することができます。

遅延時間を負の値とした場合、センサはトリガがかかる前に読取り値の収集を開始し、総キャプチャ時間には負の遅延時間が含まれます。例えば、キャプチャ時間 20 ms、遅延時間 –1 ms の場合、トリガが時間 t = 0 で発生すると仮定し、キャプチャの長さは –1 ms ～ 19 ms となります。負の遅延時間をキャプチャ時間より大きい値とすることはできません。キャプチャ時間とトリガ遅延時間に矛盾がある場合には、トリガ遅延時間コマンドはエラーを返します。

トリガ遅延時間を正の値とした場合、センサはトリガ後の設定遅延時間が経過するまで待ってから、測定値を表示します。待機時間の間、センサは無応答になります。この時に操作を中止することはできません。キャプチャ時間は、正のトリガ遅延時間の影響を受けません。

TRGDLY

説明：トリガ遅延時間（msec）を設定します。

コマンド構文：`TRGDLY <trigger_delay>` +*LF*

戻り値：`OK` または `ERR`

備考：<trigger_delay> は、トリガ遅延時間の値で msec を単位とし、–5 ms ～ 10,000 ms までの範囲で分解能 0.01 ms である必要があります。

対応センサ：MA24108A、MA24118A、MA24126A

TRGDLY?

説明：トリガ遅延時間（msec）を取得します。

コマンド構文：`TRGDLY?` +*LF*

戻り値：ms を単位とするトリガ遅延時間

対応センサ：MA24108A、MA24118A、MA24126A

トリガの雑音耐性

雑音の大きな信号の場合に内部トリガを使用していると、不適切な時点やエッジでセンサにトリガがかかる可能性があります。このような状況に対する耐性を持たせるため、N 個のサンプルがトリガレベルと交差するまで待ってからトリガをかけるようセンサを設定することができます。

N の値はトリガの雑音耐性係数です。「TRGNOISE」コマンドで設定されます。ただし、N は 1 ～ 10 までの値です。N の値を大きくすると、雑音耐性が増しますが、トリガ待ち時間が長くなります。雑音耐性を使用する場合は、負のトリガ遅延時間にすることをお勧めします。トリガ待ち時間を短くするために必要とされる負のトリガ遅延時間は、N とパワーセンサのサンプリング時間の積で、約 7 µs です。

TRGNOISE

説明： トリガの雑音耐性係数を設定します。

コマンド構文： `TRGNOISE <noise>` *+LF*

戻り値： `OK` または `ERR`

備考： <noise> は、1 ～ 10 までの整数です。<noise> の値を大きくすると、雑音耐性が増しますが、トリガ待ち時間が長くなります。

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

TRGNOISE?

説明： トリガの雑音耐性係数を取得します。

コマンド構文： `TRGNOISE?` *+LF*

戻り値： 1 ～ 10 までの整数

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

トリガアーミング

トリガのパラメータは、センサがアーミングされている場合のみ有効となります。アーミングとは、センサがトリガを待っている状態を指します。デフォルトにより、センサはスタンバイ モードにあり、トリガをかけるにはアーミングする必要があります。「トリガアーミング」は、トリガ前にセンサに送る最後のコマンドでなければいけません。これは、このコマンドの後に他のコマンドを受取るとアーミング状態が中止され、センサがスタンバイモードになるためです。

センサは、アーミングされると無期限にトリガを待ちます。トリガがかかると、センサはデータの収集、計算、平均化を開始し、測定を実行します。測定結果は dBm（CA モード）または mW（タイムスロットモードおよびスコープモード）を単位として送られます。センサに設定を行った後に以下のアーミング方法を設定できます。

Auto Armed（自動アーミング）

このアーミング状態では、1 回のトリガが発生して測定値が出力されると自動的にセンサが再アーミングされます。一般的に自動アーミングは、連続的に信号をモニタリングするためにタイムスロットモードおよびスコープモードで使用します。

Single Armed（単一アーミング）

このアーミング状態では、センサはトリガ前に 1 回だけアーミングされます。トリガがかかると、センサは測定を行い、測定結果を出力して、スタンバイモードに戻ります。センサは N 回の測定を実行し、N 個の測定値の平均化が完了すると平均パワーを出力します。N はセンサで設定した平均回数です。ただし、移動平均モードでは、測定が実行されるとその都度、中間移動平均パワーも送られます。最後に実行された測定には N 個の測定値すべての影響が含まれているので、最も正確な測定となります。センサには 1 回だけトリガがかかり、すべての測定が実行されます。

Multiarmed（マルチアーミング）

このアーミング状態では、N 個のトリガイベントの 1 つが発生するとその都度、自動的にセンサが再アーミングされ（合計 N 回）、すべてのトリガイベントが完了すると測定結果が出力されます。N は、アーミング前にセンサで設定した平均回数です（「AVGCNT」コマンドで設定）。センサで N 個の平均回数を設定した場合、センサは N 個のトリガを検索して N 回の測定を行い、トリガがかかった N 回の測定の結果から計算した 1 つの平均パワーを出力します。ただし、移動平均モードでは、トリガによる測定が実行されるとその都度、中間移動平均パワーも送られます。最後に実行された測定は N 個の測定値すべての平均値であるため、最も正確な測定となります。マルチアーミング トリガの場合、センサが測定全体を完了するには少なくとも N 個のトリガを発生させる必要があります。センサは N 個のトリガをすべて受取るまで、再アーミングされます。測定がすべて完了すると、センサはスタンバイモードになります。

Standby（スタンバイ）

スタンバイモードでは、センサはトリガを待たず、未アーミング状態となります。

トリガ アーミングは、内部トリガおよび外部トリガモードでのみ有効です。連続トリガの場合、アーミングは無効となります。

TRGARMTYP

説明： トリガ アーミング状態を設定します。

コマンド構文： `TRGARMTYP <arm_type>` *+LF*

戻り値： OK の後に測定結果、または ERR を返します。

備考： <arm_type> は、以下の値をとる整数です。
0 – 「Auto Armed（自動アーミング）」
1 – 「Single Armed（単一アーミング）」
2 – 「Multiarmed（マルチアーミング）」
3 – 「Standby（スタンバイ）」

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

TRGARMTYP?

説明： トリガ アーミング状態を取得します。

コマンド構文： `TRGARMTYP?` *+LF*

戻り値： 以下の値をとる整数。
0 – 「Auto Armed（自動アーミング）」
1 – 「Single Armed（単一アーミング）」
2 – 「Multiarmed（マルチアーミング）」
3 – 「Standby（スタンバイ）」

対応センサ： MA24108A、MA24118A、MA24126A

付録 A — サンプルの Visual Basic Code

A-1　デモ アプリケーション

CD にはデモ アプリケーションが収録されており、リモート プログラミング プロトコルを使いパワーセンサを操作することができます。サンプルコードはMicrosoft® Visual Basic® 6.0 で書かれており、この付録の末尾に記載しています。完全なプロジェクト DemoApp.vbp は、センサに同梱の CD から利用できます。デモ アプリケーションの主要な形態を下図に示します。

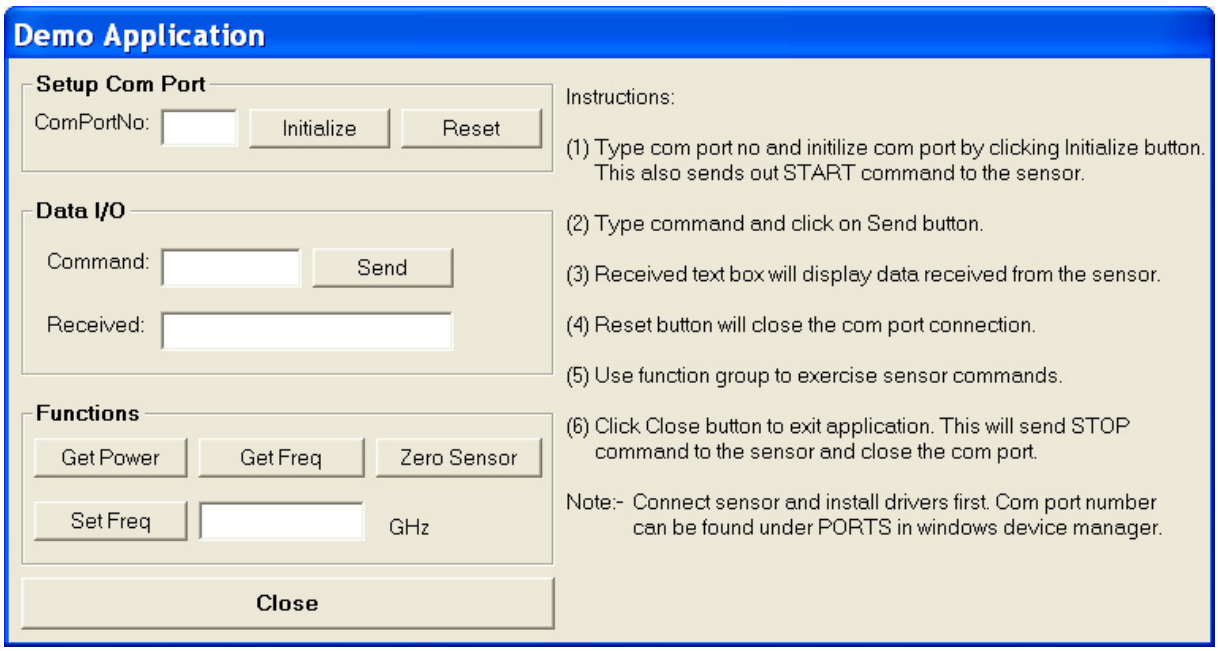


図 A-1.　デモ アプリケーション

入力エラーを最小限に抑えるため、センサに同梱の CD から利用できるソースコードおよびプロジェクトの使用をお勧めします。場合によっては、Microsoft® Comm Control 6.0 を手動で追加する必要があります。これは、Project（プロジェクト）| Components（コンポーネント）へナビゲートして Visual Basic® 6.0 IDE から追加することができます。

A-2　デモアプリケーションの使用方法

デモアプリケーションを起動するには：

1. PowerXpert CD のホームページを表示し、Open Sample Program Folder（サンプル プログラム フォルダを開く））をクリックします。Windows Explorerが開きます。**DemoApp.exeをダブルクリックします。**図 A-1に示すようなアプリケーション画面が表示されます。
2. USB ケーブルでパワーセンサを PC に接続します。センサがシリアルポート デバイスとして PC 上に表示されます。Windows® のコントロールパネルでデバイスマネージャを使うと、COM ポート番号が分かります。
3. COM ポート番号を ComPortNo: テキストボックスに入力し、**Initialize**（初期化）をクリックします。

   COM ポートが初期化されたら、コマンドを Command テキストボックスに入力して、**Send**（送信）ボタンをクリックします。使用可能なコマンドについては、13 章「リモート制御」を参照してください。センサからの応答は、Received（受信）テキストボックスに表示されます。Functions（機能）グループボタンを使い、センサでパワー値の読取り、周波数の読取り、設定、ゼロ設定を練習できます。

備考	デモアプリケーションは Microsoft Comm Control を使用し、COM ポート番号の使用は 16 未満（COM3 ～ OM16）に制限されます。

```
************************************************************************
// This sample program shows how to control an Anritsu USB power sensor using
//Microsoft Visual basic 6.0

Option Explicit
Public gstrInputBuffer As String

'Event handler for InitializeComPort button
Private Sub btnInitializeComPort_Click()
    Call SetCommPort(Val(Trim(txtCOMPORTNo.Text)))
End Sub

'Subroutine to set the com port
Public Sub SetCommPort(portNo As Integer)
    On Error GoTo errHndler
        'Setup MSComm control
        MSComm1.Settings = "115200,n,8,1"
        MSComm1.CommPort = Trim(txtCOMPORTNo.Text)
        MSComm1.PortOpen = True
        MSComm1.RThreshold = 1
        MSComm1.SThreshold = 1
        '
        'Wait for half a second before sending START command
        Delay (0.5)
        'Arm sensor to start making measurements
        txtCommand.Text = "START"
        Call btnSend_Click
        '
        Exit Sub

errHndler:
        MsgBox ("ERROR: " & Err.Description)
End Sub

'Event handler for ResetComPort button
Private Sub btnResetComPort_Click()
    'Close com port
    If MSComm1.PortOpen = True Then
       MSComm1.PortOpen = False
    End If
End Sub

'Event handler for Send button
Private Sub btnSend_Click()
  Dim strResult As String
    'Clear buffer & receive text window before sending command
    gstrInputBuffer = ""
    txtReceived.Text = ""
    'Send command and appeand Termination character, 0x0A(10)with it.
    MSComm1.Output = UCase(txtCommand.Text) & Chr(10)
    'Display received result on the Received text box
    txtReceived.Text = strResult
    '
End Sub
```

```
'
'Event handler for MSComm1 event
Private Sub MSComm1_OnComm()
    'Get data from Input buffer
    gstrInputBuffer = MSComm1.Input
    'Display received result on the Received text box
    txtReceived.Text = gstrInputBuffer
End Sub

'Event handler for GetFreq button
Private Sub btnGetFreq_Click()
    txtCommand.Text = "FREQ?"
    Call btnSend_Click
End Sub

'Event handler for GetPower button
Private Sub btnGetPower_Click()
    txtCommand.Text = "PWR?"
    Call btnSend_Click
End Sub

'Event handler for SetFreq button
Private Sub btnSetFreq_Click()
    txtCommand.Text = "FREQ " & txtFreq.Text
    Call btnSend_Click
End Sub

'Event handler for ZeroSensor button
Private Sub btnZeroSensor_Click()
    txtCommand.Text = "ZERO"
    Call btnSend_Click
    'Sensor will return OK after about 19 Seconds
End Sub

'Event handler for Close button
Private Sub btnClose_Click()
'
    'Make sure we close the com port before we exit the app
    If MSComm1.PortOpen = True Then
        'Stop sensor from making measurements
        txtCommand.Text = "STOP"
        Call btnSend_Click
        '
        'Wait for half a second after sending START command
        Delay (0.5)
        '
        MSComm1.PortOpen = False
    End If
    'Close the app
    End
End Sub
```

```
'Delay routine
Public Sub Delay(ByVal Seconds As Single)
    '
    Dim fStartTimer As Single
    Dim fFinish     As Single
    '
    fStartTimer = Timer
    '
    Do
        DoEvents
        fFinish = Timer
        If Abs(fFinish - fStartTimer) > Seconds Then
            Exit Do
        End If
    Loop
    '
End Sub
***********************************************************************
```

付録 B — ファームウェアのアップグレード

B-1　はじめに

Anritsu PowerXpert™ アプリケーションでは、Anritsu USB パワーセンサ ファームウェアのアップグレードに必要なソフトウェアが提供されています。以下の説明に従い、ご使用のセンサ機種に正しい手順でアップグレードを行ってください。

- B-2 項「MA24104A および MA24106A のファームウェアのアップグレード」
- B-3 項「MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A のファームウェアのアップグレード」

現在のセンサ ファームウェアは、PowerXpert で Sensor Information（センサ情報）リストを拡張すると分かります。

B-2　MA24104A および MA24106A のファームウェアのアップグレード

警告	ファームウェア アップグレード ユーティリティを起動する前に、ファームウェア ファイルをお手元にご用意ください。ファームウェアのインストールを完了しないと、パワーセンサを作動できなくなります。

1. 最新のファームウェア アップグレード ファイルを http://www.us.anritsu.com からダウンロードして、回復可能な場所に保存します。
2. パワーセンサを接続している COM ポート番号を記録しておきます。この番号は、PowerXpert で Sensor Information（センサ情報）リストを拡張すると表示されます。
3. **Tools**（ツール）メニューから Update Firmware（ファームウェアのアップグレード）を選択します。
4. **Yes** をクリックして、ファームウェアを更新します。

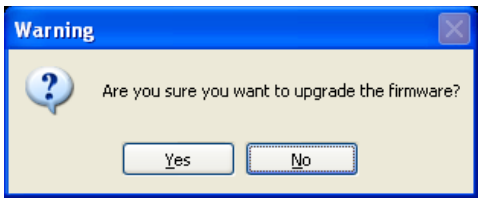


図 B-1.　ファームウェアの更新に関する警告

5. 以下のとおりに、パワーセンサを接続します。
   a. USB ケーブルをパワーセンサから一旦外し、再び接続します。
   b. MA24104A の場合、センサの電源ボタンを 3 秒間押し続け、センサの電源を入れます。

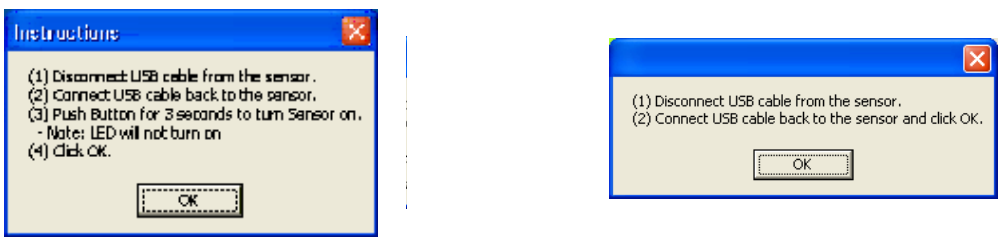


図 B-2.　ファームウェアのアップグレード ダイアログ（MA24104A（左）、MA24106A（右））

6. センサのファームウェアを初めてアップグレードする場合は、この手順を続行する前に、Windows の Found New Hardware ウィザードが表示されたときにパワーセンサの**アップグレード**ドライバをインストールする必要があります。アップグレードドライバをすでにインストールしている場合は、手順 8 へ進んでください。

7. パワーセンサのアップグレード ドライバのインストールは、2 章の「パワーセンサ ドライバのインストール」で説明しているパワーセンサドライバのインストールと同様です。ただし、アップグレード ドライバのインストールでは、mchpusb.sys （64 ビット システムの場合は mchpusb64.sys）をインストールするドライバファイルのパスを尋ねられます。この手順の際に、Browse（参照）をクリックしてプログラム インストール ディレクトリを次のように指定します。
C:\Program Files\Anritsu\PowerXpert\Drivers
ファイルを選択して、アップグレード ドライバのインストールを行います。

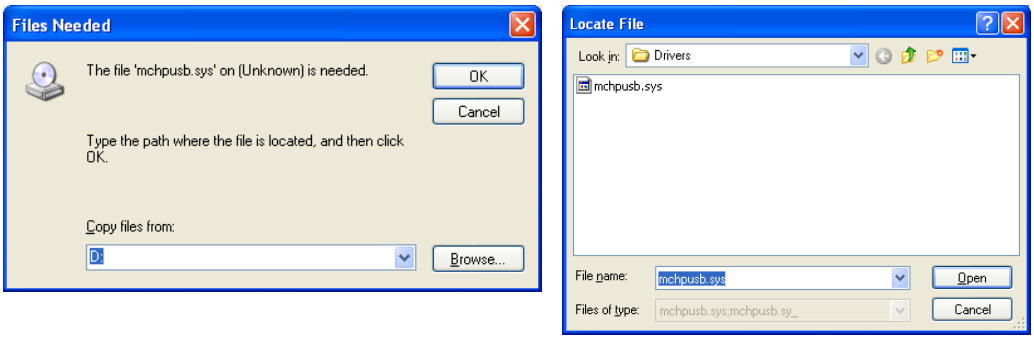


図 B-3.　Windows のファイル指定ダイアログ

8. **OK** をクリックして、ファームウェアのアップグレード手順を続行します。

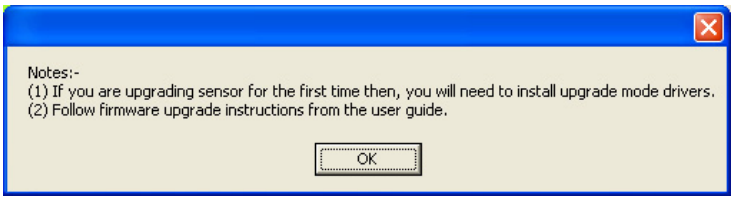


図 B-4.　ファームウェア アップグレード ダイアログ

備考	ファームウェア アップグレード ユーティリティが自動的にスタートしない場合は、以下から起動してください。 C:\Program Files\Anritsu**PowerXpert\MA2410xxFirmwareUpgradeApp.exe**

9. アップグレードするパワーセンサをドロップダウンリストから選択します。

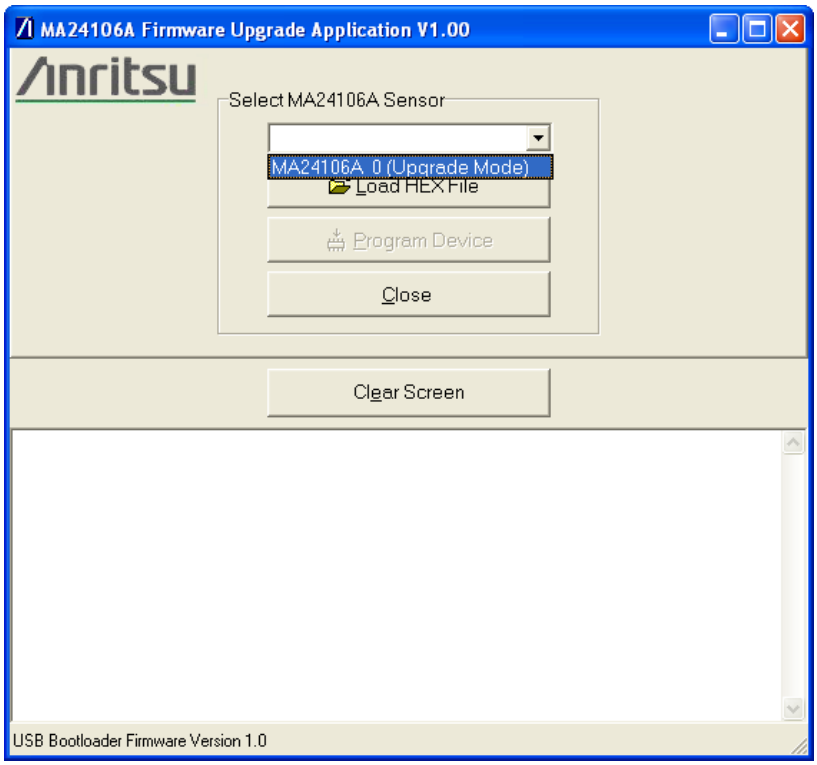


図 B-5.　ファームウェア アップグレード アプリケーション

10. Load Hex File（HEX ファイルのロード）をクリックして、ファイルを保存したディレクトリから HEX ファイルを選択します。

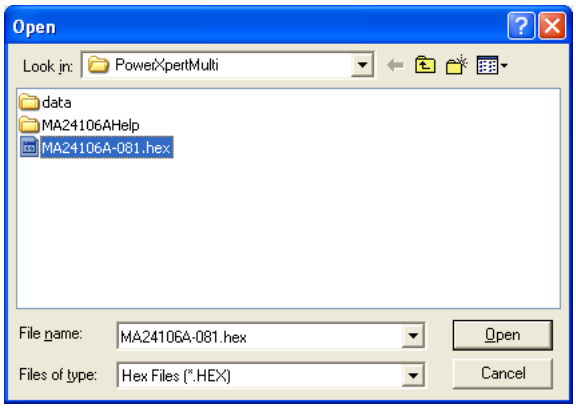


図 B-6.　「ファイルを開く」ダイアログ

警告	USB ポートからパワーセンサの接続を外したり、ファームウェアの書込みシーケンスを中断しないでください。回復不能なプログラミングエラーの原因となり、パワーセンサを作動できなくなります。

11. **Program Device**（デバイスのプログラム）をクリックします。プログラミングの間、以下のようなメッセージが表示されます。

    `MESSAGE - Programming FLASH Completed` （メッセージ ー フラッシュのプログラミング完了）

    `MESSAGE - Erasing and Programming FLASH...` （メッセージ ー フラッシュの消去とプログラミング実行中）

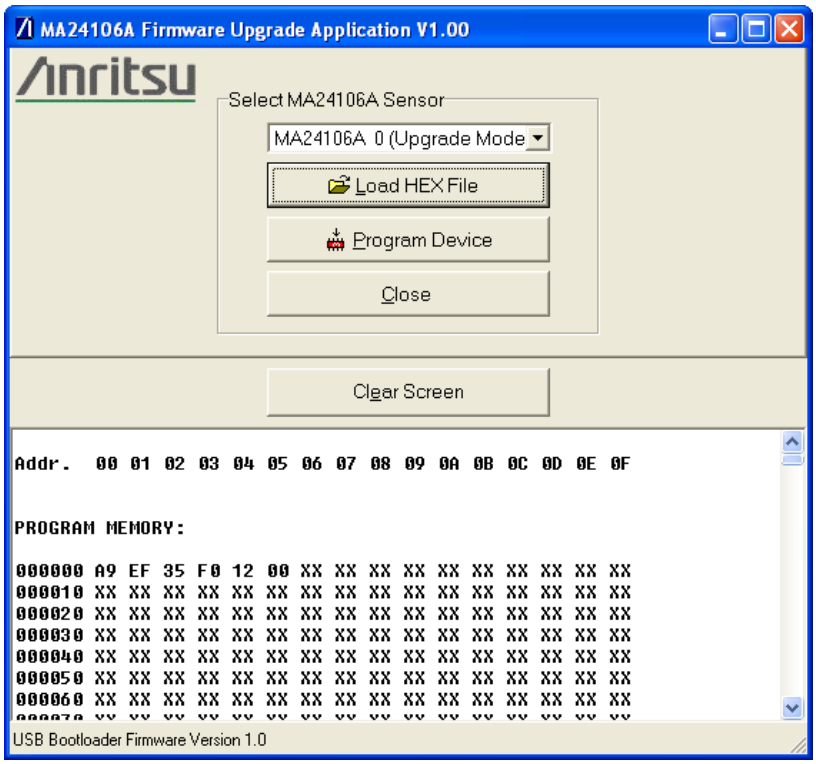


図 B-7.　ファームウェア アップグレード アプリケーション

12. 以下のとおりに、パワーセンサを接続します。
    - **a.** USB ケーブルをパワーセンサから一旦外し、再び接続します。
    - **b.** MA24104A の場合、センサの電源ボタンを 3 秒間押し続け、センサの電源を入れます（LED が点灯します）。
13. パワーセンサの状態ランプが緑色に点灯する場合は、センサが正常にプログラミングされたことを示し、Anritsu PowerXpert アプリケーションはアップグレードされたセンサを自動的に検出します。

B-3　MA24105A、MA24108A、MA24118A、MA24126A のファームウェアのアップグレード

1. センサの型名番号に応じて適正なファームウェア アップグレード ファイルを http://www.us.anritsu.com からダウンロードし、回復可能な場所に保存します。

警告	ファームウェア アップグレード ユーティリティを起動する前に、センサのファームウェア ファイルをお手元にご用意ください。ファームウェアのインストールを完了しないと、パワーセンサを作動できなくなります。 以前のバージョンの MA24108A および MA24118A パワーセンサでは、Atmel アップグレード ドライバを使用していました。ファームウェアをアップグレードする**前に**、Windows のデバイスマネージャに表示される USB デバイスからこのドライバをアンインストールする必要があります。「古いアップグレードドライバの削除」（B-7 ページ）を参照してください。

2. PowerXpert を起動します。
3. **Tools**（ツール）メニューから Update Firmware（ファームウェアのアップグレード）コマンドを起動します。
   このコマンドをセンサに送ると、センサがアップグレードモードになり、状態 LED が黄色になります。LED が黄色になったことを必ず確認してから、以降の手順に進んでください。
4. **Yes** をクリックして、ファームウェアを更新します。

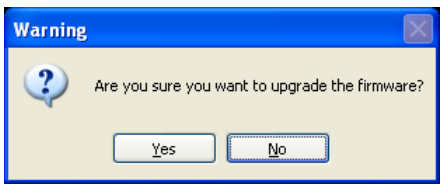


図 B-8.　ファームウェアの更新に関する警告

備考	センサのファームウェアを初めてアップグレードする場合は、この手順を続行する前に、Windows の Found New Hardware ウィザードが表示されたときに「Anritsu センサ アップグレード ドライバ」をインストールする必要があります。パワーセンサの**アップグレードモード**ドライバがインストールされていない場合は、上図に示すダイアログボックスで **OK** をクリックする前に、ドライバをインストールしてください。ドライバをインストールする前に **OK** をクリックすると、センサの COM ポートがアップグレード ユーティリティで識別されず、ドライバのインストール後にアプリケーション フォルダからアップグレード ユーティリティを手動で起動する必要があります。 パワーセンサのアップグレード ドライバのインストールは、「パワーセンサ ドライバのインストール」（2-5 ページ）で説明しているパワーセンサドライバのインストールと同様です。ただし、センサは「Anritsu センサ アップグレード ドライバ」として識別されます。ドライバが自動的に検出され、警告が表示されてからインストールされます。 **Windows 7 オペレーティングシステム：**この OS では、ドライバの競合のため、「Anritsu センサ アップグレード ドライバ」は「GPS camera detect」と呼ばれます。SAM-BA 機能は影響を受けません。

5. USB ケーブルをパワーセンサから一旦外し、再び接続します。

図 B-9.　「ファームウェアのアップデート」ダイアログ

6. アップグレードドライバをすでにインストールしている場合は、手順 7 へ進んでください。

備考	SAM-BA ファームウェア アップグレード ユーティリティが自動的にスタートしない場合は、以下から起動してください。 C:\Program Files\Anritsu\PowerXpert**SensorUpgradeUtility.exe**

7. SAM-BA ダイアログで、以下のとおりに接続と基板を設定します。

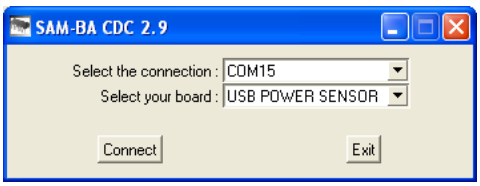


図 B-10. SAM-BA 設定ダイアログ

備考	SAM-BA ファームウェア アップグレード ユーティリティには、COM2 ～ COM49 のシリアルポートを使用する必要があります。COM ポート番号は、以下を選択して知ることができます。 Start（開始）| Settings（設定）| Control Panel（コントロールパネル）| System（システム）| Hardware（ハードウェア）| Device Manager（デバイスマネージャ）| Ports (COM & LPT)（ポート（COM と LPT）） 「Anritsu センサ アップグレード ドライバ」に割当てた COM ポートが COM50 以上である場合には、COM ポート番号を COM50 より小さい番号に割当て、SAM-BA ファームウェア アップグレード ユーティリティを C:\Program Files\Anritsu\PowerXpert\SensorUpgradeUtility.exe から再度起動する必要があります。 補足情報については、、付録 C を参照してください。

a. 接続を選択または入力します（**COMX**）。この場合、X はアップグレードモード センサを接続している COM ポートの番号です。COM ポート番号は、Windows のデバイスマネージャで確認することができます。センサが **Device Manager（デバイス マネージャ）| Ports(ポート)** の一覧に表示されない場合は、「古いアップグレードドライバの削除」（B-7 ページ）を参照してください。

b. 基板を選択します。**USB_POWER_SENSOR**

c. **Connect**（接続）をクリックして、SAM-BA ファームウェア アップグレード ユーティリティを起動します。

8. External RAM init.（外部 RAM の初期化）ダイアログで **Yes** をクリックします。

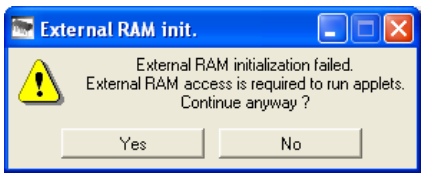


図 B-11. 外部 RAM 初期化 ダイアログ

9. 図 B-12 に示す SAM-BA ファームウェアで、以下の手順を行います。
   a. Send File Name（送信ファイル名）フィールドで、アンリツの Web サイトからダウンロードした最新のファームウェア ファイルを指定します（MA24108A.bin または MA24118A.bin）。
   b. **Send File**（ファイル送信）をクリックします（Sending File（ファイル送信中）状態メッセージが表示されます）。
   c. BIN ファイルを送信したら、Lock region(s) to lock（領域のロック）ポップアップダイアログで **No** をクリックします。
   d. スクリプト グループボックスで、Boot from flash (GPNVM 2)（フラッシュから起動（GPNVM 2））を選択して、**Execute**（実行）をクリックします。

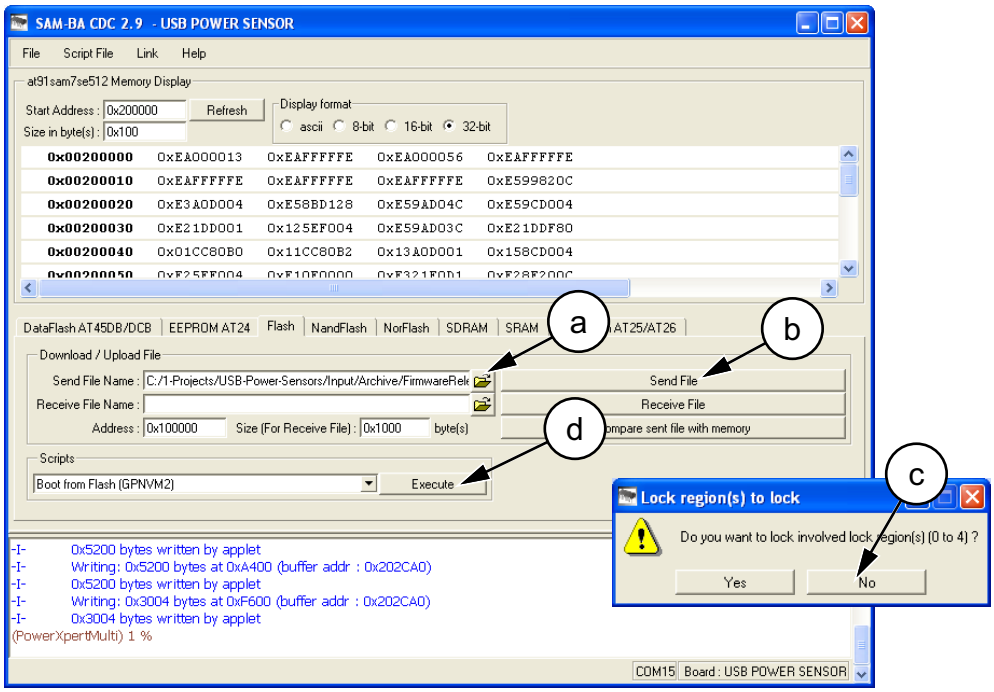


図 B-12. SAM-BA ファームウェア アップグレード ユーティリティ

10. SAM-BA インタフェースを閉じ、センサから USB ケーブルを外します。
11. センサを再び接続します。状態ランプが緑色に点灯する場合は、センサが正常にプログラミングされたことを示し、Anritsu PowerXpert アプリケーションはアップグレードされたセンサを自動的に検出します。

古いアップグレードドライバの削除

以前にインストールした Anritsu PowerXpert センサ アップグレード ドライバを削除する必要があ場合は、以下の手順に従い行ってください。

更新ボタンをクリックし、センサの接続を一旦外して再び接続すると、センサが Anritsu Sensor Upgrade Driver（アンリツ センサ アップグレード ドライバ）として **Device Manager（デバイス マネージャ）| Ports（ポート）** に表示されます。センサが一覧に表示されず、ドライバについて何もメッセージが表示されない場合は、古いドライバを削除します。

アップグレードモードでセンサを接続すると、古いドライバが **Device Manager（デバイスマネージャ）| Universal Device Controllers** に atm6124.sys ATMEL AT91xxxxx Test Board として表示されます。このドライバを右クリックして、**Uninstall**（アンインストール）を選択して削除します。センサの接続を一旦外し、再び接続します。システムはドライバを検索します。手順 5（B-5ページ）の備考に記載しているとおりに、ドライバのインストールを行います。センサが Anritsu Sensor Upgrade Driver として **Device Manager | Ports** に表示され、センサのファームウェア アップグレードを行えます。

付録 C — USB ／シリアルポートの互換性

C-1　はじめに

SAM-BA アップグレード ユーティリティには、COM2 ～ COM49 のシリアルポートを使用する必要があります。COM ポート番号は、**Start（開始）| Settings（設定）| Control Panel（コントロールパネル）| System（システム）| Hardware（ハードウェア）| Device Manager（デバイス マネージャ）| Ports (COM & LPT)（ポート（COM と LPT））**を選択して知ることができます。パワーセンサの USB ケーブルをコンピュータから一旦外して再び接続すると、Ports（ポート）リストに新しい COM ポート番号が表示されます。

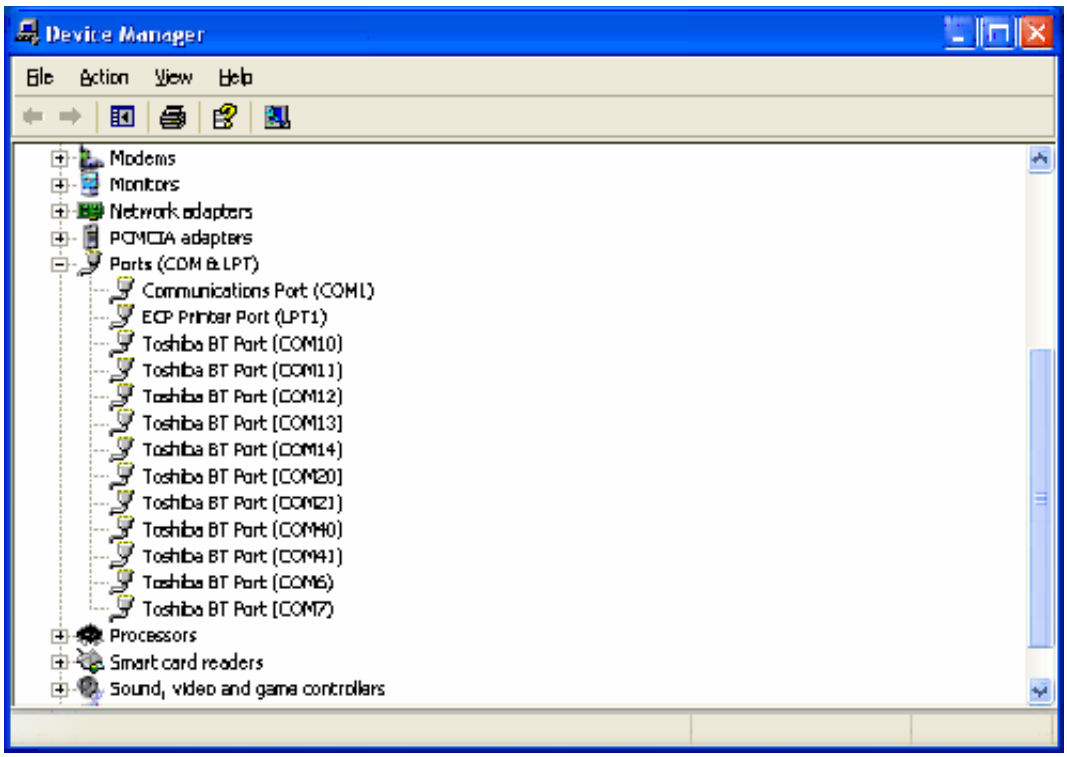


図 C-1.　デバイス マネージャ

この番号が 49 より小さい数字であれば、PC アプリケーションは正常に機能します。ただし、場合によっては、パワーセンサを接続すると、どの USB ポートが使用されているかに応じて、シリアルポートが COM51 または COM52 など 49 より大きい番号にWindowsによってマッピングされることがあります。パワーセンサを接続してSAM-BAアップグレード ユーティリティ l に「No Sensor」と表示される場合は、ポート番号が COM49 より大きい数字に割当てられていることがあります。この問題を是正するには、以下に説明する 3 つの方法の 1 つを行う必要があります。いずれの方法も、1 回だけ手順を行えば済みます。

- 方法 1 – 更新されたソフトウェアをダウンロードする
- 方法 2 – 別の USB ポートを試す
- 方法 3 – シリアルポートをマッピングし直す

C-2　方法 1 – 更新されたソフトウェアをダウンロードする

シリアルポートの互換性の問題解決に望ましい方法は、ご使用の製品のソフトウェア アップデートを www.us.anritsu.com からダウンロードする方法です。

C-3　方法 2 – 別の USB ポートを試す

1. パワーセンサの USB ケーブルをコンピュータ（または USB ハブ）から外します。
2. USBパワーセンサをコンピュータの別のUSBポートに接続します。USBハブに接続しているとポート番号が大きくなる傾向にあるので、直接コンピュータの USB ポートに接続すると一般に最良の結果を得られます。
3. Device Manager を開き、新しいポート番号が COM2 ～ COM49 までに割当てられたかどうか確認します。割当てられていない場合は、手順 1 へ戻り、別の USB ポートに接続してください。ポート番号が COM2 ～ COM49 までに割当てられている場合は、問題が解決されたので何も行う必要はありません。

C-4　方法 3 – シリアルポートをマッピングし直す

シリアルポートを別のポート番号にマッピングし直すことができます。例えば、COM19 から COM5 にシリアルポートを変更します。上記の方法を行ってもシリアルポート番号が COM2 ～ COM49 までに割当てられなかった場合、または USB ハブを使用したい場合、あるいはコンピュータの特定の USB ポートを使用したい場合には、この方法を行ってください。

1. **Start（開始）| Settings（設定）| Control Panel（コントロールパネル）| System（システム）**を選択するか、**Windows** キーと **Pause** キーを同時に押して、System Properties（システムのプロパティ）を開きます。
2. **Hardware**（ハードウェア）タブを選択し、**Device Manager**（デバイス マネージャ）ボタンをクリックしてデバイス マネージャを開きます。

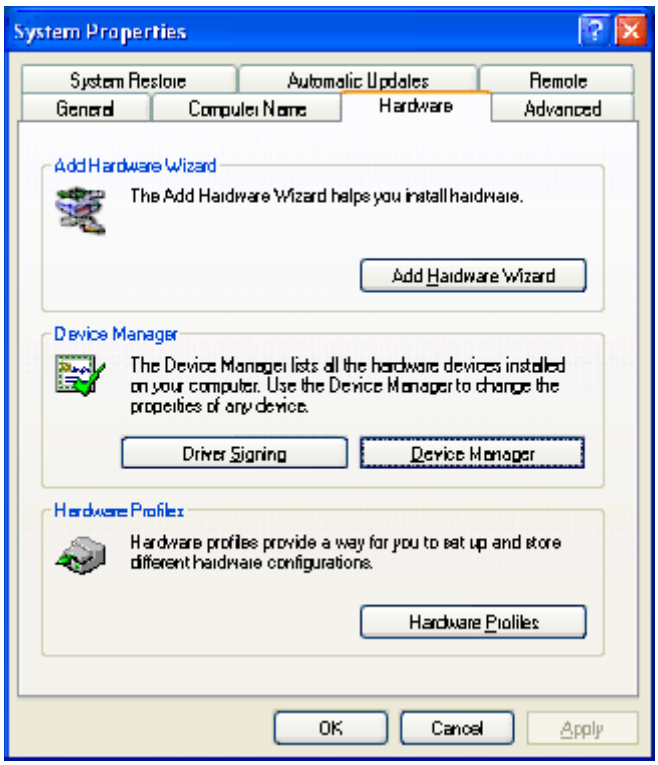


図 C-2.　システムのプロパティ

3. Ports (COM & LPT)（ポート（COM と LPT））の隣にある **+** ボックスをクリックして、インストールされているポート一覧を表示します。

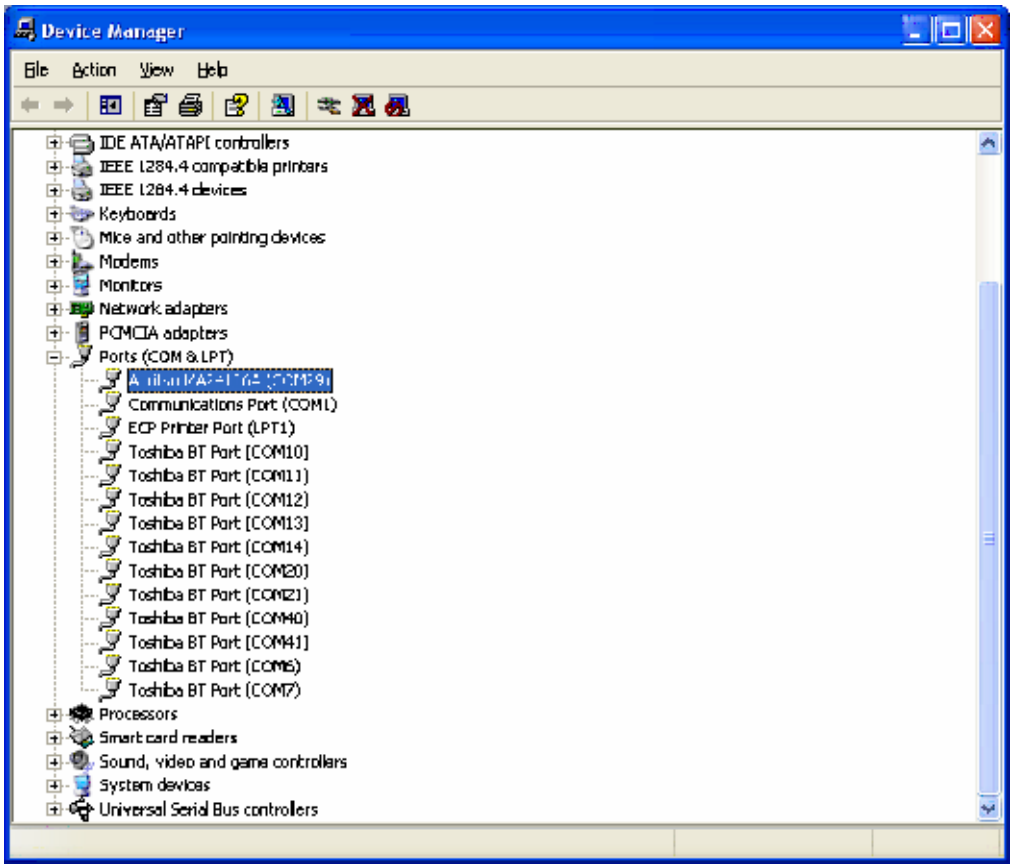


図 C-3.　デバイス マネージャ

4. パワーセンサに割当てられているポートを選択します。センサの接続を一旦外して再び接続し、表示される新しい COM ポート番号を確認します。新しいポートが、パワーセンサに割当てられている現在のポートです。
5. 上記の手順 4 で割当てた新しいポートを右クリックして、ポップアップメニューから **Properties**（プロパティ）を選択し、そのポートのプロパティを表示します。
6. プロパティ ウィンドウの **Port Settings**（ポートの設定）タブをクリックします。

7. Advanced(詳細設定）ボタンをクリックして、ポートの詳細なプロパティ設定を表示します。

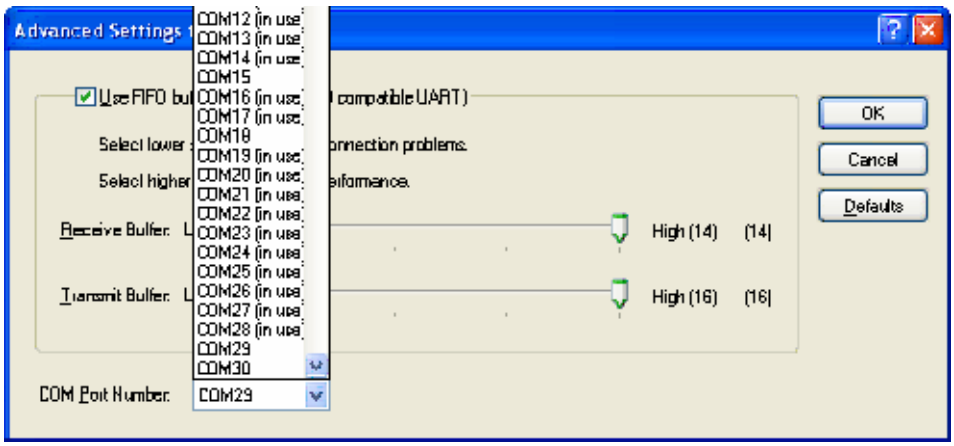


図 C-4.　COM ポートの詳細設定

8. COM Port Number（COM ポート番号）を 1 ～ 16 の範囲内で選択します。可能であれば、COM ポート番号リストで「in use」（使用中）と表示されていないポートを選択します。すべてのポートが使用中とされている場合は、COM16 が実際に使用されていることが確実な場合を除き、ポート番号 16 を選択してください。

9. ウィンドウを閉じる際に、その COM ポート番号は別のデバイスによって使用されている可能性があることを警告するメッセージが表示され、続行するかどうか尋ねられます。**Yes** をクリックして続行します。

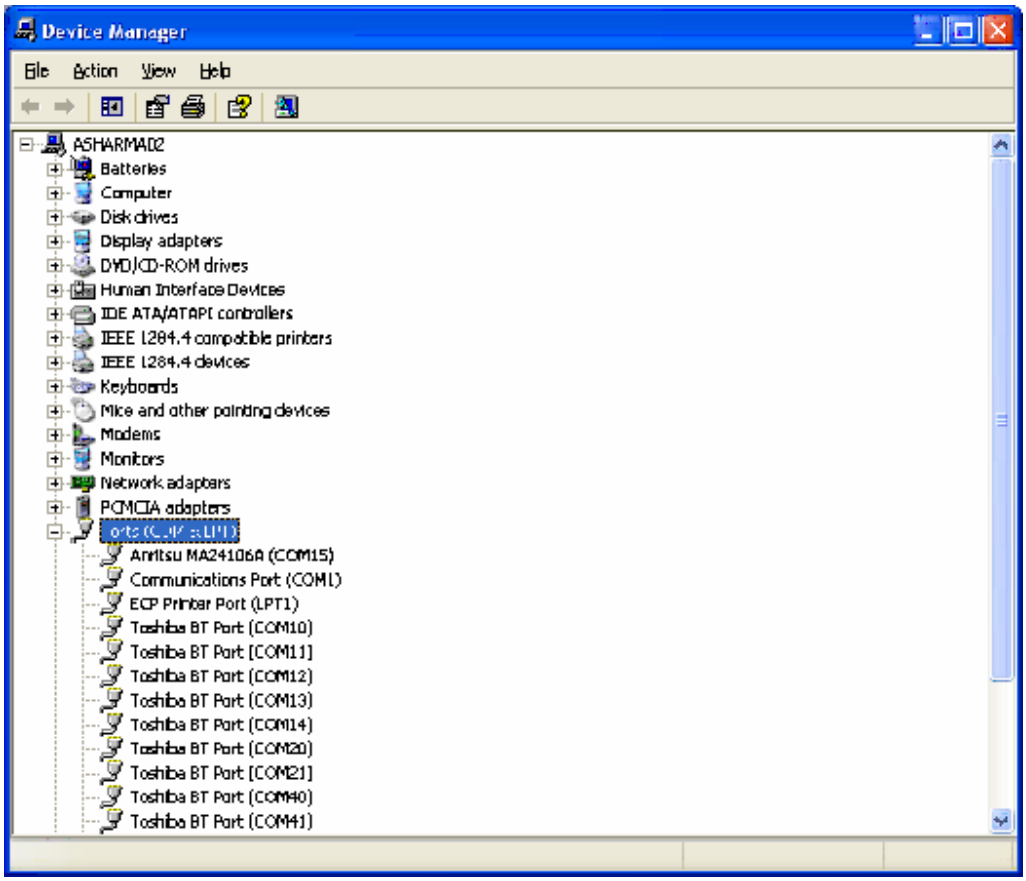


図 C-5.　デバイス マネージャ

10. 開いたウィンドウをすべて閉じます。

索引

A

ASDOFF 13-8
ASDON 13-8

C

CD、インストール 2-2

H

HAT 13-7

I

IPA 4-1
　イソプロピルアルコール 4-7

L

LAT 13-7

M

MA241xxA
　点検 1-2
　インストール 2-1

R

RF コネクタに関する注意事項
　コネクタを清潔に保つ 4-2
　接続する前のコネクタの中心合わせをする 4-2
　注意を払って取扱う 4-2
　取扱い 4-2
　トルク 4-2
　ピン深さを確認する 4-2
　保管 4-2
　保護カバー 4-2
RS232
　インターフェース 5-1

V

VB コード A-1

W

Web リンク
　製品ページ 1-4
　アンリツお問い合わせ先 1-4

Z

ZERO_ERROR 5-10

あ

アプリケーションデモ A-1
安全情報の表示
　安全にお使い頂くために Safety-2
　機器に表示された Safety-1
　本書で使用される Safety-1
アンリツお問い合わせ先 1-4

い

インストール 2-1

え

エラー状態
　MA24104A 5-10
　MA24105A 7-10
　MA24106A 9-8
　MA24108A、118A、126A 11-10
エラー メッセージ 11-10

お

温度
　範囲外 5-10

か

開口時間 3-11
　HAT 3-11
　LAT 3-11
　MA24108A、118A、126A 3-11

き

製造番号 1-3
許容差、コネクタ 4-6

け

ゲージ、ピン深さ 4-6

こ

校正係数補正値
　MA24104A 5-4
　MA24105A 7-4
　MA24106A 9-3
　MA24108A、118A、126A 11-3
互換性、シリアルポート C-1
コネクタ
　MA241014A センサの 5-1
　MA24105A センサの 7-1
　MA24106A センサの 9-1
　MA24108A、118A、126A センサの 11-1
　お手入れ 4-2
　清掃 4-7
　テフロン調整ワッシャ 4-2
　取外し 4-3

さ

サンプルの VB コード A-1

し

時間、安定するまでの
　MA24104A 5-6
　MA24105A 7-6
　MA24106A 9-6
　MA24108A、118A、126A 11-6
試験、VSWR
　MA24104A 6-3
　MA24105A 8-3
　MA24106A 10-3
　MA24108A、118A、126A 12-3

試験、リニアリティ
MA24104A 6-8
MA24105A 8-9
MA24106A 10-6
MA24108A、118A、126A 12-7
試験、周波数応答
MA24104A 6-6
MA24105A 8-7
MA24106A 10-4
MA24108A、118A、126A 12-4
自動シャットダウン 5-1
出荷時内容物 1-2
シリアル ポート
設定 C-2
マッピングし直す C-2

す

スリープ機能 5-1

せ

清掃 4-7
接続、DUT
MA24104A 5-3
MA24105A 7-4
MA24106A 9-2
MA24108A、118A、126A 11-2
設定
センサ 3-2
ゼロ
失敗 5-10
無効 5-10
センサの校正
MA24104A 5-4
MA24105A 7-4
MA24106A 9-3
MA24108A、118A、126A 11-2
センサのゼロ設定
MA24104A 5-4
MA24105A 7-4
MA24106A 9-3
MA24108A、118A、126A 11-2

そ

測定
MA24104A 5-1
MA24105A 7-2
MA24106A 9-1
MA24108A、118A、126A 11-1
測定の不確かさ
MA24104A 5-8
MA24105A 7-8
MA24106A 9-6
MA24108A、118A、126A 11-8
ソフトウェア アップデート C-2
ソフトウェアのアップデート C-2

て

デモ アプリケーション A-1
点検 4-4

と

動作テスト
MA24104A 6-1
MA24105A 8-1
MA24106A 10-1
MA24108A、118A、126A 12-1
同軸ケーブル 1-2
ドライバ、インストール 2-1

は

バッテリ、MA24104A 5-1
パワー測定
MA24104A 5-2
MA24105A 7-2
MA24106A 9-1
MA24108A、118A、126A 11-1
パワー測定 MA24106A 9-1
パワーセンサ
機器の清掃 4-1
パワーセンサに関する注意事項
ESD 要注意 4-1
USB コネクタ 4-2
過大なパワー 4-1
機械的衝撃 4-1
コネクタの清掃 4-1
締付け過ぎ 4-1

ひ

必要機器、試験
MA24104A 6-2
MA24105A 8-2
MA24106A 10-2
MA24108A,118A, 126A 12-2

ふ

不確かさ
測定の不確かさ 5-8
不確かさの例
MA24104A 5-9
MA24105A 7-9
MA24106A 9-7
MA24108A、118A、126A 11-9
不確かさ要素
温度補正 5-8
ゼロ設定 5-8
ゼロ ドリフト 5-8
雑音 5-8
不整合 5-8
方向性による不確かさ（MA24105A） 7-8
負のピン深さ 4-5
部品番号
USB ケーブル 1-2
ソフトウェア CD 1-2

へ

平均化
MA24104A 5-6
MA24105A 7-6
MA24106A 9-6
MA24108A、118A、126A 11-6

平均化一覧表
MA24104A 5-5
MA24105A 7-5
MA24106A 9-4
MA24108A、118A、126A 11-4

ほ

保管 1-4

ま

マルチトーン信号測定
MA24104A 5-6
MA24105A 7-6
MA24106A 9-6
MA24108A、118A、126A 11-5

も

目視点検、コネクタ 4-4

ゆ

ユーザーインターフェース、レイアウト 3-4
輸送 1-4

よ

要件
ハードウェア 2-1
読取り値の最適化
MA24104A 5-4
MA24105A 7-4
MA24106A 9-3
MA24108A、118A、126A 11-3

り

リターンロス、コネクタ 4-5
リンク
製品ページ 1-4
アンリツお問い合わせ先 1-4

プログラミング コマンド
アルファベット順索引

ASDOFF 13-8
ASDON 13-8
AUTOAVG 13-12
AUTOAVG? 13-12
AUTOAVGRES 13-13
AUTOAVGRES? 13-13
AUTOAVGSRC 13-13
AUTOAVGSRC? 13-13
AVGCNT 13-12
AVGCNT? 13-12
AVGRST 13-13
AVGTYP 13-11
AVGTYP? 13-11
CALDATE 13-4
CCDFTHRESH 13-16
CCDFTHRESH? 13-16
CHAPERT 13-18
CHAPERT? 13-18
CHMOD 13-17
CHMOD? 13-17
CHOLD 13-8
CHOLD? 13-8
CWDUTY 13-10
CWDUTY? 13-11
CWREL 13-11
CWREL? 13-11
DELETE 13-9
FORWARD 13-14
FORWARD? 13-14
FREQ 13-5
FREQ? 13-5
FULLBUF 13-10
GATEPARAMS 13-21
GATEPARAMS? 13-21
GATEVALUES? 13-22
GENABLE 13-22
GENABLE? 13-22
HAT 13-7
IDN? 13-4
LAT 13-7
MODTYPE 13-15
MODTYPE? 13-15
PWR? 13-5
PWRALL 13-5
RDBUF 13-10
RECALL 13-9
REVERSE 13-14
REVERSE? 13-14
RST 13-8
SAVE 13-9
SCOPEPARAMS 13-21
SCOPEPARAMS? 13-21
SETRNG 13-9
SETRNG? 13-9
START 13-4
STATUS? 13-7
STOP 13-4
TMP? 13-6
TRGARMTYP 13-28
TRGARMTYP? 13-29
TRGDLY 13-26
TRGDLY? 13-26
TRGEDG 13-25
TRGEDG? 13-25
TRGIMM 13-24
TRGLVL 13-25
TRGLVL? 13-25
TRGNOISE 13-27
TRGNOISE? 13-27
TRGSRC 13-24
TRGSRC? 13-24
TSLTPARAMS 13-19
TSLTPARAMS? 13-19
VIDEOBW 13-15
VIDEOBW? 13-15
ZERO 13-6

アンリツは本書を、植物大豆油インキの使用により再生紙に印刷しています。

Anritsu Company
490 Jarvis Drive
Morgan Hill, CA 95037-2809
USA
http://www.anritsu.com