

SUMMER
AUTUMN
WINTER
SPRING
SAWS

SAWS(ソオス)は、
菊水電子工業の季刊情報誌です。
Summer、Autumn、Winter、Spring
のイニシャルからネーミング。
Sawは「諺、金言」
また韻のSourceから「情報源」
の意が込められています。

【連載】マイクロ波技術最前線
EMC Watching!
ビットエラーレートメータ[KBM6010]



新世紀に向けて、ますます利用が盛んになるマイクロ波の領域について、その状況、応用、今後の発展にまで及ぶ展開を連載中

マイクロ波技術 最前線

初回はマイクロ波の概要と通信、放送、第2回は気象観測、航法、測位、第3回はGPS、超長基線干渉計、電波天文学、リモートセンシング、第4回は原子、分子、電子との相互作用を直接利用した計測、第5回は、これまでの「情報」の伝達や収集の手段としての利用に対し「エネルギー」の利用と輸送について触れました。今回は、近年、進歩・発展が著しい「ミリ波技術」を利用の面から眺めてみたいと思います。

第6回

周波数が30GHzから300GHzまで、すなわち波長が1cmから1mmの範囲を「ミリ波」と言います。その上の300GHzから3,000GHzは「サブミリ波」と言い、また、通信の分野では10GHzから30GHzまでを「準ミリ波」とも呼んでいます。

ミリ波には次のような性質があります。

- 波長がマイクロ波に比べ短く、比較的小さなアンテナを用いて狭いビーム幅、すなわち高いビーム指向性が得られる。その結果、高い空間分解能が容易に得られ、またアンテナを含めた回路の縮小化、デバイスの超小型化・軽量化が可能
- 周波数と共にまた降雨と共に伝搬減衰は大きくなる(図1)。さらに、大気気体分子の共鳴周波数帯では極めて減衰が大きい。22、183、320GHz付近には水蒸気、60、118GHz付近には酸素の共鳴周波数がある。そのため、水蒸気や酸素の観測にはこれらの周波数が用いられるが、遠方をセンシングするには窓周波数帯である35GHz、95GHz、140GHz、220GHz帯が望ま

しい

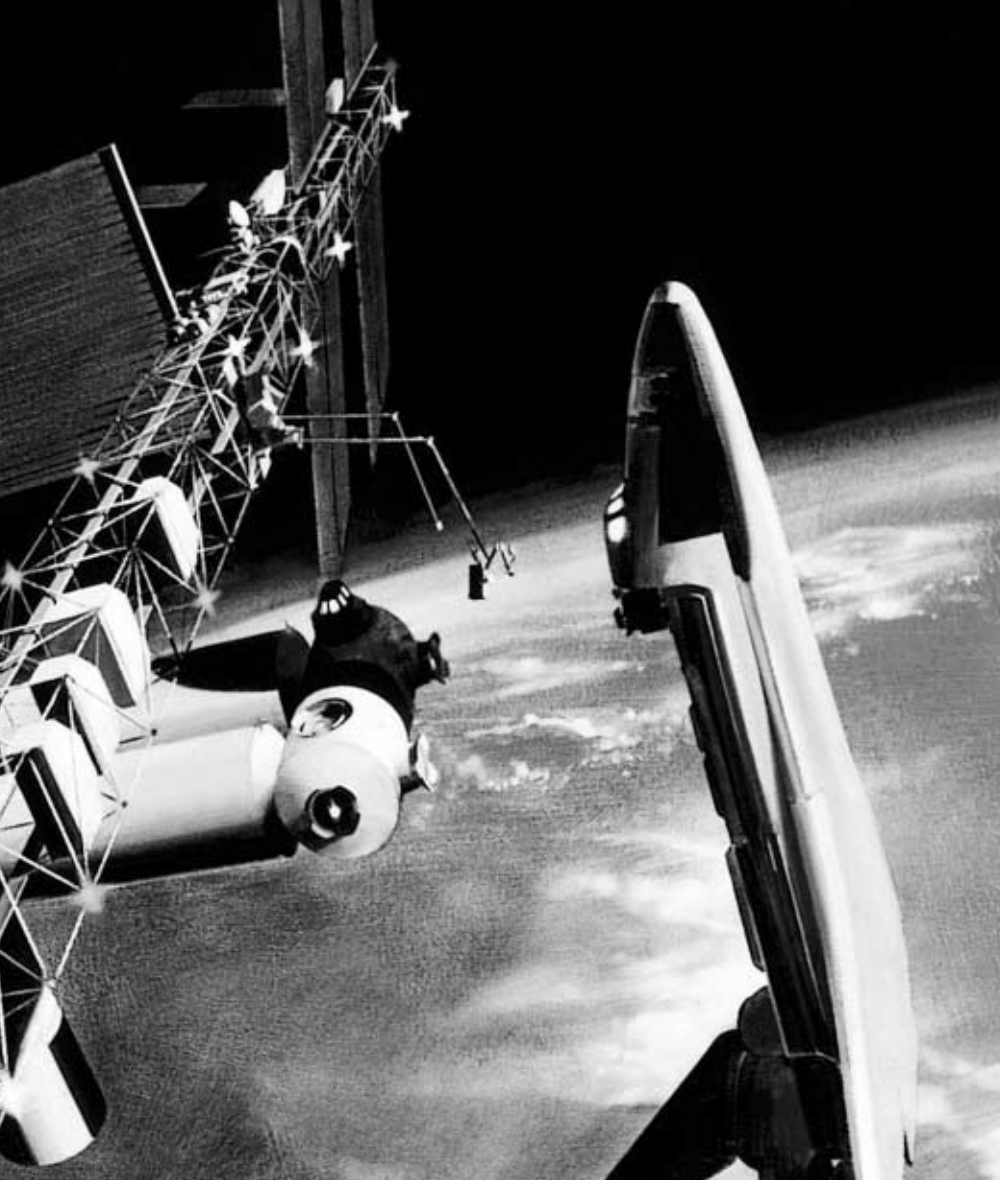
- 多くの気体分子の共鳴吸収線がある。このため、大気圏でのリモートセンシング、電波天文などに用いられる
- 共鳴帯では、到達距離は短いですが電波干渉の影響が小さく、通信、レーダなどにおいて多数のユーザによる周波数の再利用が可能
- 直進性が強く、物陰に回りにくい
- 広い帯域が確保できる。その結果、通信においては高速化、大容量化、多チャンネル化が、レーダにおいては距離や速度測定における高分解能化が可能。しかし、短距離向きなどです。

このようなミリ波特有の性質を生かし、電波天文、リモートセンシング、計測などに利用されてきていますが、超高速GaAsFET、ヘテロ接合FET(HEMT)、ヘテロ接合バイポーラトランジスタ(HBT)、MMICなど化合物系半導体による3端子デバイス、回路、システムなど諸技術の急速な進歩・発展、政府による高度情報通信社会の構築に向けた情報

通信政策の推進などにより、通信を始めさまざまな分野でより一層新しい応用へ向けた技術開発が活発化しています。ここで、ミリ波における基盤技術と応用の展開を表わす概念図を(図2)に示します。

ところで、すでに述べましたように、60GHz付近には酸素の吸収帯があり、また標準的な大気では減衰が10dB/km程度と大きく長距離通信には向かないため、わが国においては1992年にミリ波の普及促進のため59～60GHz帯が免許不要な実験用周波数帯として開放され、近距離での通信、レーダなどに利用されつつあります。米国では、防衛用に開発されてきたミリ波技術を民間に転用する政策が打ち出され、40GHz以上のミリ波が民需用に使われるようになりました。

以下においては、前回までと重複する部分もありますが、「通信・放送」、「自動車衝突防止レーダ」、「リモートセンシング」における最近の利用状況や動向について眺めてみます。なお、電波天文、計測については前回までに述べましたので省きます。



- 2003年、宇宙ステーション(JEM)に搭載される成層圏観測センサ(SMILES)として、640GHz帯のサブミリ波が利用される。

工事が不要、広帯域大容量伝送が可能、固定・移動・臨時回線の設置が容易などの点から、企業内ネットワーク、ダムや工事現場などの広域監視、放送関係の取材・中継ゲートや駐車場などの監視などに使われています。また、近年、60GHz帯において、最新のMMICやアンテナを用い小型・低コストの簡易無線も考えられています。

■室内無線LAN

オフィスにおけるパソコンなどOA機器を無線で接続するLANが、すでに2.45GHz帯(スペクトル拡散方式、2Mbps程度まで)と19GHz帯(イーサネット対応、10Mbps程度)、赤外線(10Mbps程度)で実用化されていますが、B-ISDN(Broadband-Integrated Services Digital Network)の国際標準化の動きや画像伝送を含むマルチメディアへの対応のため、より高速、大容量のデータ伝送(155Mbps)が要求されています。100Mbps以上の伝送速度を実現するには1GHz程度以上の帯域が必要で、広い帯域が容易に得られるミリ波の利用が不可欠です。わが国でも60GHz帯で、100Mbpsイーサネット対応の超高速LANシステム(156/622MbpsのATM-LAN)の研究開発が行われています。ここで、ATMとはAsynchronous Transfer Modeの略で、デジタル情報を多重伝送する一方式でB-ISDNの中核技術です。ネットワークのビットレートとの同期が不要で、情報量に応じた効率的な処理が行なえます。

■地上における無線通信

携帯電話は目覚ましい発展を続け、1999

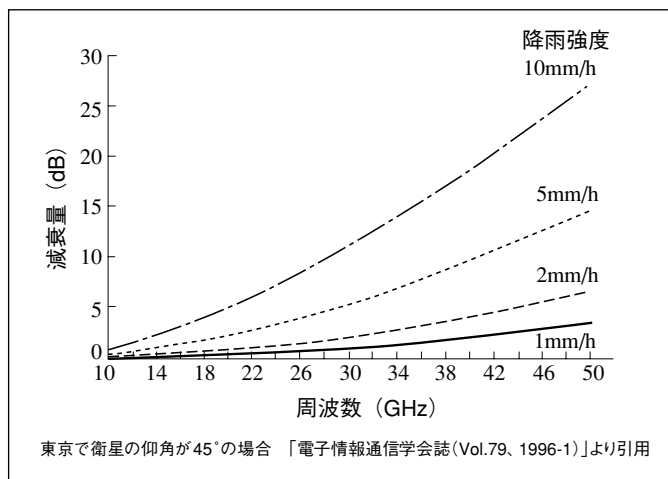
通信・放送

衛星と地上局間の通信にKaバンド(30GHz帯)が用いられています。近年、用途の多様化、通信の高速化・大容量化に伴う広帯域化、周波数の逼迫化などに伴う高周波化が進み、ミリ波の利用が注目を集めています。マルチメディアに代表される21世紀のワイヤレスの世界を構築するも

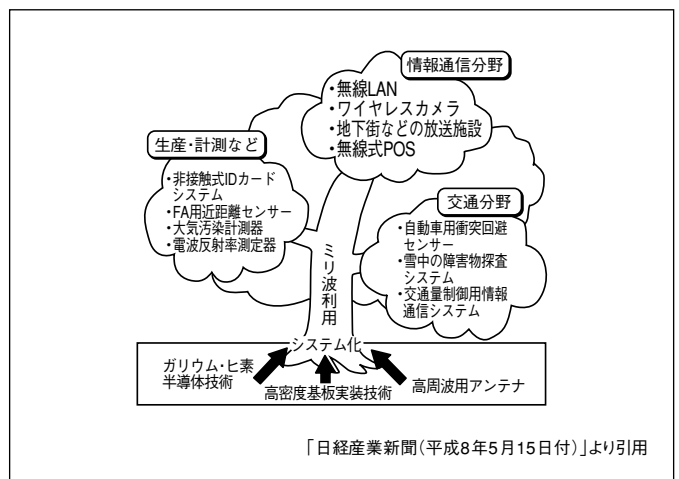
のとして検討されています。ここでは、「簡易無線システム」、「室内無線LAN(Local Area Network、構内情報通信網)」、「地上における無線通信」、「衛星による通信」、「成層圏プラットフォーム計画」、「放送」について考えます。

■簡易無線システム

簡易移動無線システムとして、50GHz帯が用いられています。ケーブルの敷設



〈図1〉降雨強度と減衰量の関係



〈図2〉ミリ波の基盤技術と応用

年3月末にはPHSを除く端末加入者数は4,000万を越えました。これは音声を中心としたものですが、利用チャンネル数の増加やデータ伝送など新たな機能追加のために、将来の無線通信システムとしてミリ波の利用も検討されています。移動体通信の場合、現在、40GHz帯、60GHz帯で研究開発が行われています。60GHz帯は、大気での減衰が大きいため伝搬距離に制限されピコセルラー方式となりますが、マルチパスの影響や同一チャンネル干渉が低減されるなどの特徴があり、周波数利用効率の高いサービスが期待されます。

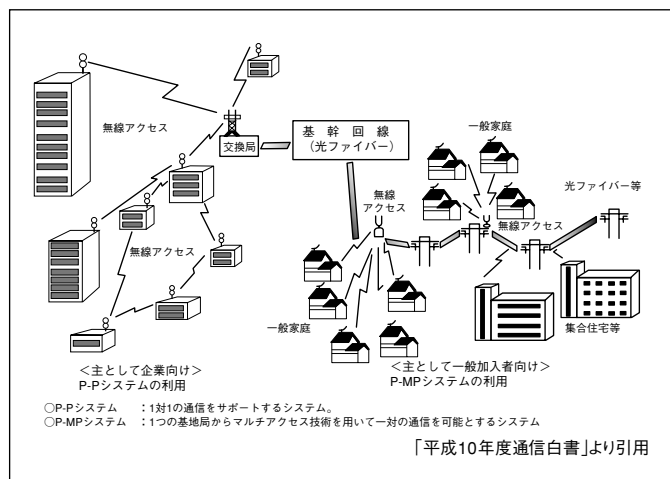
この場合、先のミリ波による超高速無線LANの場合も含め、如何にして伝搬損失の大きいミリ波信号を見通し外に送るかです。一つの方法は、光ファイバが低損失・広帯域であるところから、各ハブ間を光ファイバで結び光をキャリアとし運ぶ方法です。ミリ波で強度変調された光は必要に応じて光ファイバから取り出し、電波に変換し利用します。100GHz帯までの光外部変調器と100GHz帯の信号が検出可能な光導波路型光検出器が実現可能などから、きわめて現実的になってきています。すでに、43GHz帯において光とミリ波相互変換素子としてHBTなどが開発されており、2010年頃の実用化を目指したシステムの研究開発が進められています。

郵政省では、準ミリ波帯・ミリ波帯を利用した新たな「加入者系(家庭などへの電話引き込み回線)無線アクセスシステム」の導入により、広帯域マルチメディア情報通信

を無線で実現するシステムの円滑な導入を狙いとし、基幹回線を光ファイバなどで構成しオフィスや一般家庭の近くで無線に変えアクセスする方式の導入をスタートさせています。〈図3〉にその概念を示します。この方式には、対向(Point to Point)方式(22GHz帯、26GHz帯および38GHz帯、最大伝送速度156Mbps、最大伝送距離4km程度)と、一対多方向(Point to Multipoint)方式(26GHz帯および38GHz帯、同10Mbps、同1km程度)があります。

■衛星による通信

ミリ波を見通し外に送る方法に、衛星の利用もあります。衛星は有線に比べインフラ構成が少なく移動性を確保し易い。初回にも述べましたが、わが国では世界に先駆け、将来の高度な衛星放送や移動体通信などの技術開発を目的とし、広帯域で高出力の21GHz帯中継器および周波数の繰り返し利用と地域別放送を可能とするマルチビームアンテナを用いた超高精細度テレビ放送実験、30/20GHzと47/44GHz中継器を用いパーソナル化、マルチメディアに必要なデジタル伝送方式の移動体通信実験、ならびに衛星間通信の実験を目的とした「通信放送技術衛星(COMETs: Communications and Broadcasting Engineering Test Satellite、打上げ後名称「かけはし」)」を開発しました。1998年2月に打上げられましたが、残念ながらH2ロケットの不調で静止軌道に投入することができず、予定した実験は行なえませんでした。



〈図3〉加入者系無線アクセスシステム

るKaバンドアンテナ、トランスポンダ、搭載型ATM交換機の要素技術や地上の光ファイバ網とのインターフェースを含むネットワーク制御に関する研究も行なわれています。計画されている日欧間のギガビット通信技術衛星による実験ネットワークでは、衛星間通信に光を考えています。想定されるサービスは広域における高度な遠隔医療、遠隔教育、デジタル図書館、スーパーコンピュータ学術ネットワーク、広域防災・災害監視、災害活動支援システムなどです。

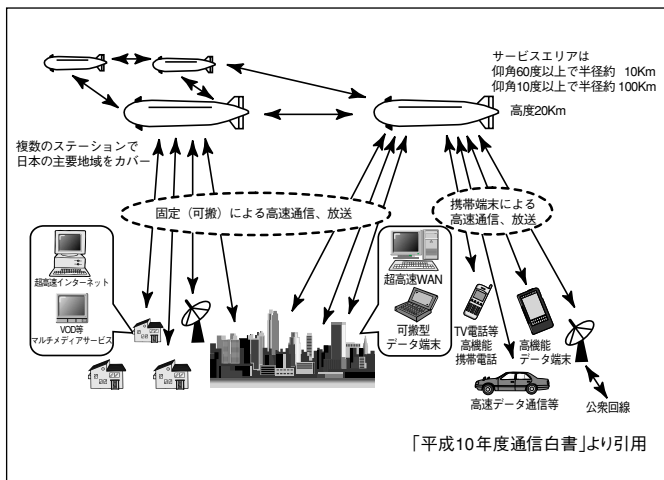
■成層圏プラットフォーム計画

次世代の情報通信基盤の新たな柱として、郵政省と科学技術庁による「スカイネット計画」とも呼ばれるプロジェクトがあります。これは、高度20km程度の成層圏に全長200mの無人飛行船を長期間滞留させ無線中継基地とし、ミリ波(Ka帯)などを用い通信・放送などの情報通信を実現しようとするものです。〈図4〉に「成層圏無線中継システム」の概要を示します。移動体通信にも対応させるため2005年頃に最大200機打上げ、国内通信範囲全域をカバーすることを考えています。衛星に比べ地上との距離が短く比較的小さい電力でミリ波の利用が可能のため端末機の小型化、高速・大容量通信の実現が容易、運用・保守コストが低廉、空を移動できるため地上網に比べ回線設計やシステムの構築が容易などの利点があります。本システムの開発指針を策定するためのより詳細な調査研究が平成10年度から行なわれています。

■放送

また、21世紀のマルチメディア時代に対応した高速情報通信網を世界規模で構築することを目的とし、光ファイバ並の超高速情報通信が可能な「ギガビット衛星通信ネットワーク技術」の研究開発が進められています。また、2003年打ち上げを目標としたギガビット通信技術衛星に搭載す

放送では普通多数の視聴者を対象とするため、長距離伝搬に向きないミリ波は適しません。しかし、先の通信放送技術衛星にも出てきましたが、準ミリ波である21GHz帯において、人工衛星(BS-4後発機)による高精細度テレビを中心とした「BSデジタル放送」を2000年末から開始する予定です。一方、放送業界と衛星放送業務に42GHz帯(40.5-42.5GHz)と84GHz帯(84.0-86.0GHz)が割当てられ、42GHz帯において中継現場から放送局など限られた場所へ伝送する局外番組中継装置によるハイビジョン伝送システム(「テレビジョン放送番組素材伝送システム」)やワイアレスカメラが開発されています。



〔図4〕成層圏無線プラットフォームの概要

自動車衝突防止レーダ

わが国では、20年以上前より50GHz帯を用いて「自動車衝突防止レーダ」の研究が行なわれてきましたが、1995年10月に郵政省令が一部改正され60～61GHzが免許なしに運用可能となりました。一方、米国では47と76GHzが、欧州では76GHzの使用が勧告されました。これに対し1996年7月、交通システムのインテリジェント化により、交通事故、渋滞、エネルギー・環境問題などの低減ならびに解消を目的とした「高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transport Systems)」のビジョンが政府より示され、官学産が連携して研究開発が行なわれています。これに連動し、近年のミリ波におけるアンテナやMMICなどの技術開発による小型・軽量化、デジタル信号処理器などの高速演算素子の進歩によるレーダ性能の飛躍的向上により、衝突防止レーダの実用化が活発化しています。わが国では当初60GHz帯で開発が進められてきましたが、国際整合性の点から現在76GHz帯で開発・商品化が行なわれています。また、ITSに関連して、60GHz帯による「車車間通信」の研究開発も進められています。

リモートセンシング

有害な紫外線を吸収する成層圏オゾン層の破壊(オゾンホール)、地球温暖化、大気汚染、異常気象、酸性雨、熱帯雨林

の消失など地球規模での環境破壊が進行しています。これらの状況把握や環境保全のためにグローバルな観測は不可欠で、リモートセンシングの果たす役割は極めて大きいと言えます。これまで人工衛星に電波センサが搭載され、陸域、海域、

大気域の観測が行なわれていますが、ミリ波やサブミリ波では大気域物質からの熱放射電波を捕らえる放射計測による観測が主です。冒頭に述べましたように、大気の温度や水蒸気量のプロファイル、大気中のオゾンとオゾン破壊物質、汚染ガスなどの観測に適しているからです。

観測は地上から上空をあるいは人工衛星から大気を見ることにより行なわれます。たとえば、「国立環境研究所」では、オゾンの共鳴周波数である110GHz帯を用いた放射計により、地上から、成層圏における鉛直分布の観測が行なわれています。低雑音受信機として、4Kに冷却された超伝導トンネル接合素子を用いたSISミキサを用いています。一方、衛星に搭載されたあるいは計画されている代表的なセンサには、米国を中心としたSSM/I(Special Sensor Microwave/Imager、多周波機械的走査型、19.4、22.2、37、85.5GHz、水平/垂直の2偏波、ただし、22.2GHzは1偏波、主に降雨強度の測定、1987年打上げ)、TMI(TRMM Microwave Imager、ここでTRMMとはTropical Rainfall Measuring Missionの略で「熱帯降雨観測衛星」の意。10.7、19.4、21.3、37、85.5GHz、2偏波、ただし21.3GHzは1偏波、主に海洋上における降雨強度の測定、1997年打上げ)、AMSU(Atmospheric Microwave Sounding Unit、スペクトル型、23～90GHzで15チャンネル(米)、90～183GHzで20チャンネル(英)、大気温度や水蒸気量の測定)、MLS(Microwave Limb Sounder、UARS: Upper Atmosphere Research Satellite「上

層大気観測衛星」に搭載、62、183、204GHz、オゾン、メタン、オゾン層の破壊に関わる中間物質であるClO、水蒸気量、雲量などの観測、1991年打上げ)などが、一方、わが国では「宇宙開発事業団」による、地球温暖化等のグローバルな環境変動のメカニズムの把握、気象や漁業の実利用面への貢献を図るとともに観測技術の開発、高度化等を目的とし、1999年夏期打上げを目指した「環境観測技術衛星(ADEOS-II; Advanced Earth Observing Satellite-II)」に搭載するセンサの一つとして「高性能マイクロ波放射計(AMSR; Advanced Microwave Scanning Radiometer)」があります。これは、周波数が6.9、10.7、18.7、23.8、36.5、89GHz(以上は2偏波同時受信)、50.3、52.3GHz(垂直偏波のみ)のマルチバンド放射計(アンテナは直径が2mの回転反射鏡型)で、水に関するさまざまな量(水蒸気量、降水量、雪の等価水量、土壌水分、海面水温、海上風、海水など)を観測し、主として地球規模の水循環、エネルギー循環を把握するためのデータを取得することを目的としています。

さらに、本シリーズの第3回でも触れましたが、宇宙開発事業団と通信総合研究所では、サブミリ波において、成層圏におけるオゾン層の破壊や地球温暖化の現象解明のため、微量成分であるオゾン、ClOなどを観測するセンサ「SMILES(Submillimeter-wave Limb-Emission Sounder、640GHz帯サブミリ波リムサウンド)を2003年初めに宇宙ステーションのJEM(Japan Experimental Module)に搭載すべく研究開発を行っています。受信機として用いる4K機械式冷凍機によるSISミキサの宇宙での使用は世界初の試みであり、その成果が期待されます。

これらの状況から、ミリ波は今後も、デバイス・回路・システムの高度化、低コスト化、新デバイスの出現や、光との融合化による新しいデバイスやシステムの出現などと共に、さまざまな形で利用されるものと考えられます。

加藤 吉彦

(菊水電子工業株式会社、技術顧問)

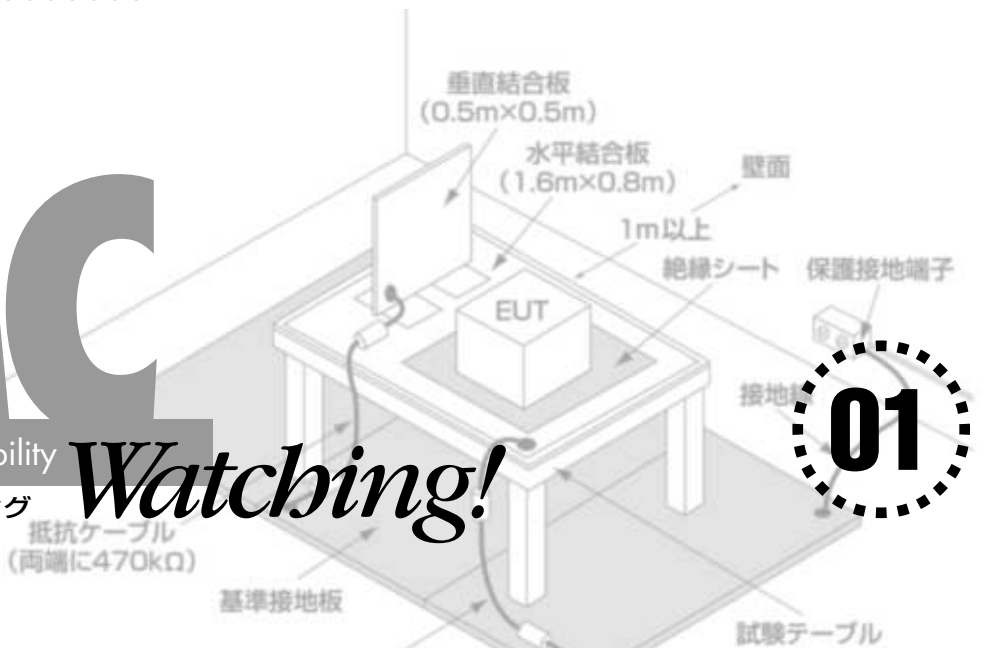
EMC

Electromagnetic Compatibility

EMC(EMS・EMI)ウォッチング

Watching!

01



高調波NEWS、その後…

当社では、'93年～'95年にかけて、電源高調波電流規制・規格についての最新動向をお伝えすることを主旨とした「高調波NEWS」というニュースレターを発行しておりました。そしてその後、国内外の規格審議・策定が一段落し、特に新たな展開が見受けられなかったことから、'95年4月発行をもって(甚だ勝手ではありますが…)休刊させていただいております。

ところが昨今、高調波を含むEMC関連規格の改訂審議や、JIS化の動きなどの新たな変化があり、当社としても「高調波NEWS」を再開すべき時期が来たと考え、それらの情報を当SAWS誌面にてお伝えすることとなりました。

更に、内容も高調波に関するニュースに限定せず、EMC(EMS・EMI)に関連す

る幅広い情報をカバーしてゆきたいと考え、タイトルも「EMC Watching(イーエムシー・ウォッチング)」といたしました。

電源高調波関連動向

最近の情報として'99年2月27日発行のEU官報(OJ:Official Journal)には次のように記述されています。

- ◆現在有効な規格はEN60555-2:1987であり、EN61000-3-2:1995はその後A1(Amendment 1):1997及びA2:1998が存在します。
- ◆EN60555-2:1987この規格が停止するのは2001年1月1日での時点でEN61000-3-2へ切り換わります。
- ◆IEC61000-3-2は改訂作業が進んでおり、600W(单相)・1800W(3相)以上のプロフェッショナル情報装置の限度値及び

1kW(单相)・3kW(3相)プロフェッショナルユースの限度値がCommittee Draftにて発行されています。

- ◆このプロフェッショナルユースを含めた規格の実施時期が2005年12月31日で検討されていましたが各国の反対意見で2003年に成る公算が強い。
- ◆更に100V系を含めた規格の検討が始められています。
- ◆最近になってIEC61000-3-2の全面改訂の検討が始まっていますが、クラスDの考え方が異なるなど根本的な変更もありこのまま決まるとは思えません。

EMC(電磁両立性)関連動向

エミッションレベルと製品のイミュニティ限度値に対し両立性(コンパチビリティ)レベルを上げコンパチビリティを保つことが

●当社のEMC試験関連機器開発の経緯

西暦	製品開発と市場リリース	モデル名	対応規格	情報発信
1993年	交流電源電源高調波電流測定システム発売	PCR-Lシリーズ	IEC555-2	高調波NEWS
1995年	ハーモニクスアナライザ発売	HA01-PCR-L	IEC61000-3-2/3-3	
1997年	電圧ディップ・瞬停・電圧変動イミュニティ試験装置発売	IT01-PCR-L	IEC61000-4-11	
1998年8月	EMCイミュニティ関連市場に本格参入を表明			
1999年	静電気放電シミュレータ発売	KES4020	IEC61000-4-2	
	サージシミュレータ開発	KES4050	IEC61000-4-5	EMC Watching

これまでのアナログ機器時代に比べデジタル機器時代では更に重要となり、これらに合わせて各規格が検討され新たなプロダクトスタンダードも作成されています。国内においてはIEC規格への整合を基本的な考え方として、特にこれまで規格のなかったイミュニティ規格のJIS化が進められています。

◆JIS(日本工業規格)

- IEC60050-161; JIS C 0161 (1997)
- IEC Guide 107; JIS作成中
- IEC61000-4-2; JIS C1000-4-2作成中
- IEC61000-4-3; JIS C1000-4-3 (1997)
- IEC61000-4-4; JIS C1000-4-4作成中
- IEC61000-4-5; JIS C1000-4-5作成中
- IEC61000-4-6; JIS C1000-4-6作成中
- IEC61000-4-7; JIS C1000-4-7 (1997)

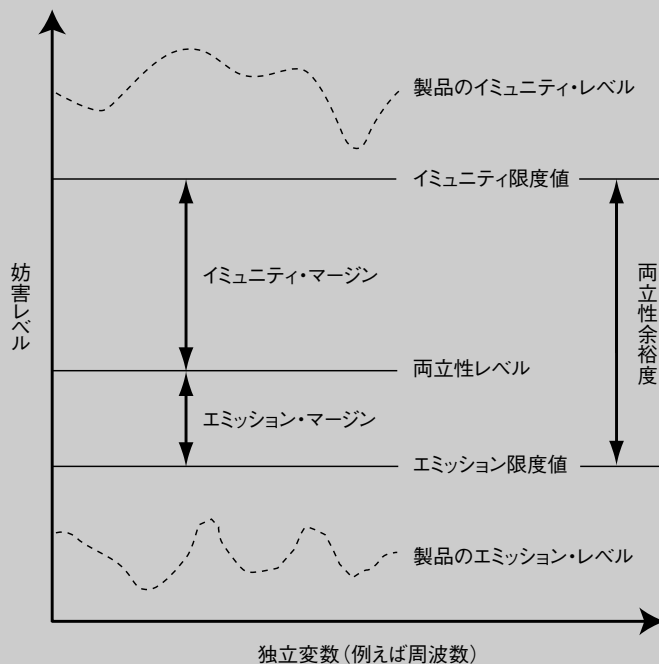
イミュニティに関するIEC規格は既に審議中のものまで含めると61000-4-31までであり、今後さらにJIS化が進むものと思われます。

今後の予定

今後、当コーナーとしては、イミュニティ試験に関する規格の動向に加えて、サンプルテストの実例や具体的測定ノウハウを載せたテクニカルレポート、お客様からのQ&Aそして当社の新製品ご案内等をお伝えしてゆく予定ですので、ご期待ください。

●EMCの概念

電磁波を発生し利用する機器やシステムと電磁波の影響を受ける機器・システムの共存できる相互関係を「EMC」と呼んでいます。EMCを確立するためにはエミッションとイミュニティを一定のレベルでバランスさせる必要があります。このレベルを両立性レベル (Compatibility Level) といいます。



「IEC Publ.1000-1-1」より引用

●当社EMC試験関連製品



静電気放電シミュレータ
KES4020



静電気放電試験
環境設備
(試験テーブル他)



サージシミュレータ
KES4050
※開発中



電圧ディップ・瞬停・電圧
変動イミュニティ試験システム
IT01-PCR-L他



電源高調波電流
測定システム
HA01-PCR-L他

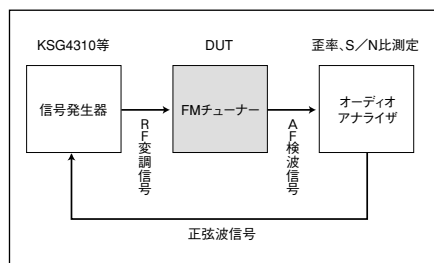
デジタルだから劣化しないってホント!? ビットエラーレートメータ [KBM6010]



KBM6010
¥298,000(税別)

通信、放送の品質

ちょっと昔のオーディオマニアに「音質」といったら「周波数特性」、「歪率」、「S/N比」という返事が返ってくると思います。情報を何らかの機器や媒体を通じて送受する際、信号をどれだけ忠実に再現できるか、また自分が欲しい信号と雑音との(正確には信号+雑音と雑音の比率)比率などを数値化して表現したもので、要するにどれだけ正確に、きれいに、情報を伝えることができたかを示すパラメータです。これはオーディオの世界だけでなく、アナログ信号を伝送するときの品質をあらわすパラメータとして幅広く用いられています。例えばFMチューナーの場合<図1>のような方法で測定しています。



<図1>歪率、S/N比測定ブロックダイアグラム

最近巷で「デジタルだから音が良い」、「デジタルだから劣化しない」というコピーをよく見聞きします。本当にそうでしょうか。アナログ時代から携帯電話を使っている人の多くはデジタルになってからむしろ音質が悪くなった、というよりははっきり聞こえるのだが何を言っているのが判りづらくなったと感じているのではないかと思います。

ご存知のようにデジタルの通信や放送などでは音声や音楽、映像などのアナログ情報を一旦「1」か「0」のデジタル信号に変換し、これを何らかの媒体、つまりケーブルや電波、光、磁気メディアなどを通じて情報を伝達します。この「1」か「0」の最小情報単位の事をビットといいます。

リソースの有効利用、利便性向上、ある

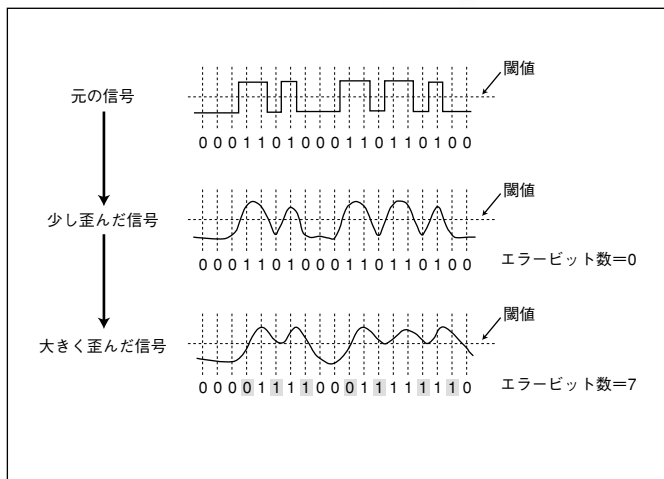
いは技術的限界などの理由から情報を伝達する媒体には周波数帯域や大きさなど大抵何らかの枷をはめられています。この限られた条件下でできるだけたくさんの情報を詰め込み、各媒体に送り出しやすい形に整えるため、多くの場合デジタル信号は何らかの変調をかけられて送り

出されます。ところがこの信号を変復調するとき、あるいは情報が媒体を伝達する過程で歪が生じる事があります。デジタル信号が歪むとどうなるのでしょうか。

<図2>はこの例としてNRZビットストリーム信号に徐々に周波数帯域制限をかけていき、符号間干渉によってエラーを起こす様子をあらわしています。この図に示す通り、符号間干渉による歪がある値を超えると各ビットにエラーが生じ始めます。このようにビットにエラーが生じる事をビットエラーといいます。

デジタル信号でビットエラーが生じるとそのビットの重み付けや意味とは無関係にまったく違う情報として伝達されるため、音声信号などの場合そのまま再生すると大きな歪や雑音となって現れてきます。このためデジタルで情報伝達を行なう多くの場合は信号に冗長性を持たせてある程度までエラーを補正できる機構を組み込んでいます。その他にも大きく連続して情報が欠落してもエラー補正ができるように送る順番を入れ替えたり、どうしても補正しきれなくなった場合は前後の情報から判断してもつもらしい値に置き換えたりして元の信号を再生できるような工夫が凝らされています。

本来なら音質の善し悪しを論じる時、



<図2>デジタル信号の歪とエラー

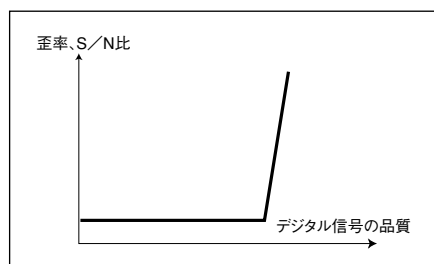
量子化のビット数やサンプリングレートを抜きにして考えることはできませんが、ビットエラーと音質の関係についていえば「デジタルだから音が良い」、「デジタルだから劣化しない」というのは少し不正確で、「デジタルだからエラーが少なければ音が良い」、「デジタルだからエラー補正できるうちは劣化しない」という方が妥当でしょう。従ってたとえデジタル携帯電話であってもトラフィックが増して電波が輻輳していたり、フェージングが多い環境ではエラーが増加するため音質の悪化は避けられない訳です。

デジタル信号の特徴

前置きが長くなりましたが、アナログ伝送系では歪率、S/N比が信号品質そのものですからこれを測定する事で信号品質の評価ができました。デジタル伝送系の放送や通信でも結果的に人間の目や耳に入ってくる品質で考えれば歪率、S/N比で表しても良いはずですが実際にはどういう事になるのでしょうか。

<図2>でもわかるようにデジタル信号はある程度まで歪んでも情報を劣化させずに伝達することができます。これが先のコピーを言わしめる根拠になっています。しかし

ひとたびデジタル信号でビットエラーが生じると前述のごとくまったく違う情報として伝達されるため、突然大きな歪や雑音となって現れます。つまりデジタル伝送系の信号品質と歪率、S/N比との関係は直線的ではなく、**〈図3〉**のようにあるところから突然悪くなるのです。これではデジタル信号の伝送品質がどのくらい良かったのか、あとのどのくらいの余裕度があるのか判別する事はできません。



〈図3〉デジタル信号の品質と歪率、S/N比との関係

また最近では音声、映像、音楽のように結果的にアナログに変換するような情報だけでなく、デジタルのまま情報をやり取りする機会も増えてきました。こういう場合にも通信の品質を測る手だてとしてアナログでの方法をそのまま使う事はできません。

デジタル伝送系の品質測定

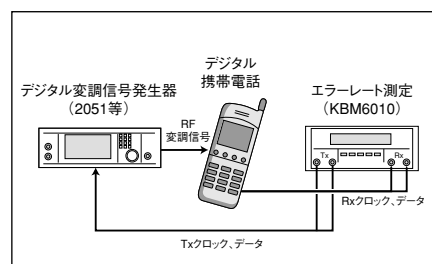
以上の事からデジタル伝送系の信号品質は最終的に人間の目や耳に入ってくる以前の段階で評価する事が一般的です。この段階のデジタル信号の所定ビット数に対するエラービット数の割合をビットエラーレートといい、送り出されてくるデジタル信号情報の中にどれだけのエラーが含まれていたかを測る測定器、これがビットエラーレートメータなのです。

ビットエラーレートの測定を行う際の信号源は「1」と「0」がまんべんなく一様な確率で発生し、規則性の無い信号パターンが必要とされます。「1」と「0」の分布に偏りや規則性があるとエラーの起こしやすさが変わり、正確なビットエラーレートを測定できなくなることがあるからです。このためデジタル伝送系の評価ではアナログの正弦波信号の代わりにPRBS(Pseudo Random Bit Sequence)と呼ばれる擬似乱数のビット列がよく用いられます。

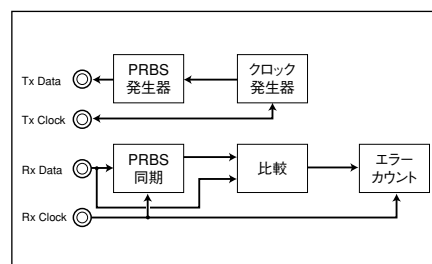
KBM6010の機能と特徴

ビットエラーレートメータといってもエラーレートを測定するだけではなく、エラーレート測定のための信号源、PRBSを発生するパターンジェネレータと、ユーザーの使いたいビットレートにあわせられるようプログラマブルなクロック発生器をも内蔵しています。また信号発生部と測定部は別々に構成されているためユーザーは両者の時間関係を考える必要はなく、伝送系や処理系での遅れなどを気にせず測定することができます。

PRBS発生器ではITU-T勧告O.151、O.153に準拠したPN9、PN11、PN15、PN20、PN23の他にALL「0」やALL「1」などの信号を発生させることができます。特徴的なのはこれらの信号パターンに故意にエラーを挿入することができる機能を持っていることです。ビットエラーレートが0%になっている場合ほんとうに正しく測定しているかどうか不安になることがしばしばありますが、このような場合この機能を用いて既知のエラーを挿入してやれば測定が正しく行えていることを容易に確認することができます。**〈図4、5〉**



〈図4〉ビットエラーレートの測定例



〈図5〉KBM6010のブロックダイアグラム

PRBS信号パターンを発生させるためのクロック信号は、出力するだけでなく入力として動作させることもできます。ユーザーの使用回路のクロックを基準としたい

場合や特殊なビットレートで使用したい場合、バースト状の packets 信号を発生させたい場合などはクロックを入力として動作させることでこれに同期したレートのPRBS信号パターンを出力させることができます。

■KBM6010のクロック入出力仕様

●内部クロック選択時	
出力周波数範囲	: 100Hz~10MHz
周波数確度	: ±100ppm
分解能	: 100Hz(100Hz~1MHz) 1kHz(1MHz~10MHz)
●外部クロック選択時	
入力周波数範囲	: DC~10MHz

エラーレート測定部は、入力されてくるPRBS信号に同期をかけて同じシーケンスの信号を発生し、これと入力信号を比較してエラーのあったビットをカウントします。この値からビットエラーレートを算出して表示するわけです。このPRBS同期回路で発生できるPRBS信号パターンはTx側と同じように設計されていますので、Tx側で発生できる信号パターンであればすべて同期させてそのエラーレートを測定することができますようになっています。

まとめ

以上デジタル信号を伝送する際の評価とKBM6010の特徴について述べましたが一口にデジタルと言っても通信、放送、記録媒体など分野は非常に広範囲にわたっています。更にその中でもCODEC、波形等価、伝送路符号化、変復調方式などの技術は高度化し、それらの評価方法も多種多様を極めます。このため使用される測定器の複雑化、専用化が進み、高価で他への転用がききにくいものになる傾向は製造ラインにとって悩みの一つでもありました。当社の提供する低価格で汎用性の高いKBM6010がデジタル伝送系評価用の基本測定器としてお客様の一助となれば幸いです。

藤田雄司

(菊水電子工業株式会社 第一技術部門)



KIKUSUI AID

このコーナーでは、お客様から当社に寄せられた製品・サービスについてのご質問およびその回答をご紹介します。

交流安定化電源PCR1000LとPCR2000Lを所有しています。これを一台ずつ使用して999.9HZの周波数において同期運転をおこないたいのですが、可能でしょうか？ なお同期とは出力周波数の同期であり、出力同士を接続することはありません。

残念ながらそのままでは同期運転は出来ませんが、PCR-Lをもう一台と三相運転ドライバ(3P02-PCR-L)を使用して、三相運転を行い、そのうちの2相の位相差を0度にすれば、同期運転となります。出力は3相接続の必要はありません。なお、もう一台のモデルは問いません。何故ならば、三相運転する為に必要なだけだからです。このアプリケーションでは3台目から出力をとることはありませんので、価格から言ってPCR500Lがよいでしょう。※但し、このような運転の際は以下の機能は使用できなくなりますので、ご注意ください。

DCモード/AC+DCモード/センシング機能/レギュレーション・アジャスト機能/平均値電圧測定機能/平均値電流測定機能/電源ライン異常シミュレーション機能/電流リミット値設定機能

電子負荷PLZ153Wをニッケル水素2次電池の放電特性を取るために使用しています。ある電圧になったら、LOADをオフしたいのですが、そのようなコマンドが見あたりません。今はGPIBで実現していますが、本体のみでおこなう方法はないのでしょうか？

負荷装置の入力が、ある電圧になったらLOAD OFFするということは本体のみでは出来ませんが、CV ONで同様の事は実現可能です。

- ① ISETで放電電流を決定します。
- ② CV ONし、VSETで放電を停止したい電圧を設定します。
- ③ LOAD ONします。

この設定で、①で設定された電流で放電が開始されます。この時、負荷装置はISETで設定した電流で電流制限がかかりCC動作となります。電池の電圧が②で設定した電圧まで低下するとCC OFFとなりCV動作となりますが、電池の電圧と負荷装置のVSET値が同じになりますので、電流は流れません。従って、LOAD OFFと同等の状態となります。但し、LOAD OFFとは以下の点で多少異なります。

(1) CCでLOAD OFFするように電流がいきなり0とはなりません。

電池の内部抵抗にもよりますが、放電停止電圧付近で、電流が徐々に減少していきます。

- (2) 放電停止後も、電池の電圧が上昇すると放電される為、放電停止電圧近傍でその状態が繰り返される可能性があります。

AC2.5kVレンジにて被測定物にプローブを接続しないと電圧表示(デジタル)は0.00であるのに対し、耐圧試験を実施しようと被測定物にプローブを接続すると0.01と表示します。同条件でTOS5050だと0.00のままです。この違いはどうしてなのでしょう？

現場で確認しないと詳しいことは判りませんが、おそらく電源ラインからの静電誘導、または電磁誘導の影響と考えられます。TOS5000シリーズ(TOS5050/5051/5101)のデジタル電圧計は作業者の安全を確保するため電源が入っていれば常に高電圧出力端子の電圧を測定しています。このためプローブを接続した時に外部から入力された電圧を表示してしまっているものと思われれます。また、TOS5050とTOS5051との違いですが、内部回路構成に差はありませんので出力電圧計の確度(±1.5% f.s)による個体差などによるものと思われれます。

※注意:単独の高電圧電圧計としてはご利用できません。

カタログで高電圧計149-10Aをみると、“確度:±(1% rdg + 0.05% range)”と書いてあります。これはどのような意味なのか教えて下さい。

“確度:±(1% rdg + 0.05% range)”とは確度が±(読み値の1%+最大測定範囲の0.05%)であることを意味します。従って、例えば測定値が1.000kVとしますと、±(1.000kVの1%+10kVの0.05%)=±15Vが測定値に対する誤差となります。

【参考】一般には測定値に対する誤差を絶対値で示すか、次に示すrdgまたはreading(共にリーディング)、degit(デジット)、f.s(フルスケール)、range(レンジ)に対する値として使用されています。

rdg, reading ... 現在測定器が表示している測定値(表示値、読み値)を示します。
 digit デジタル測定器の最少表示単位を示します。
 f.s 測定器の最大表示値、最大指示値を示します。一般には使用中のレンジを示します。
 range 使用する測定範囲の最大値、または感度などを示します。

From Editors

早いもので、当社がホームページを開設して3年になります。そして、ホームページをご覧いただいた方から連日様々なお問い合わせのメールを頂戴しております。内容の多くは、やはり製品についてのご質問なのですが、ある日「菊水という社名の由来は何ですか?」という、素朴と言えあまりに素朴なご質問を頂いたことがありました。



当社の前身は創業者が第二次大戦中にはじめた「七生工業研究所」といい、当時は製図器を作っておりました。そして終戦、ふとしたきっかけで手掛けたラジオ修理によって機械屋から電気屋へ転進。ラジオ用ダイヤルをはじめとする通信用部品の製造をおこなう「菊水電波研究所」になりました。「菊水」という名称はこの頃から用いたようです。そして1951年8月「株式会社菊水電波」の創立を経て、現在の「菊水電子工業株式会社」に至っています。



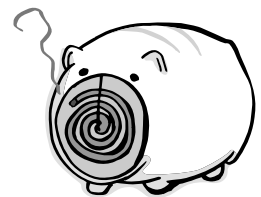
で、なぜ「菊水」なのか? それは、創業者の出身地である七生(なお:現在の東京都日野市の一部)と関係があります。戦後直後の頃はまだ、戦前の英雄である武将楠正成(くすのきまさしげ)の「七生報国(しちしょうほうこく)」という価値観が根強くあり、創業者はそれと自分の出生地とを重ねて、楠正成の家紋である「菊水」を社名として採用したようです。また、創業者は、当時新しい「電気」という言葉と、古い「菊水」という言葉の組み合わせが面白いと思った、という話もあります。



「菊水」という言葉そのものの語源にも諸説あるようです。中国に古来からある、源流に菊の園がある川の名であり、その水は長寿の妙薬とされていたという説。また、菊には老いを拭う力があると信じられており、着せ綿といって菊に綿を着せてその香りと露とを移し、それで体を拭いて不老長寿を願ったという話によるという説等々…。いずれにも共通するのは、「不老長寿」という言葉であり、既に他界した創業者に聞くことはできませんが、会社が元気に長く続いて欲しいという願いを重ねていたのかもしれない。



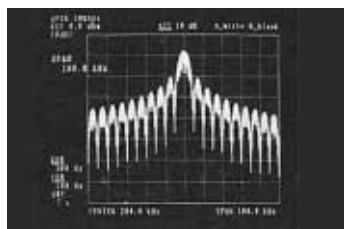
その願いの通りか、当社は今年、創立48回目の夏を迎えることになります。そして50年、更には来世紀に向けて「元気に長く」、皆様のお役に立つ製品を提供し続けられるよう、一同気持ちを新たに日々努力して参る次第です。



※次回1999年Autumn(Vol.7)は
平成11年10月1日発行(予定)です。

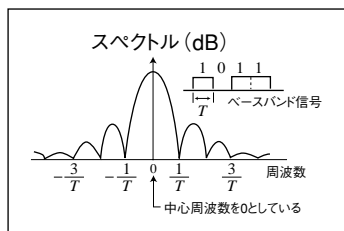
QPSKやDQPSKについて、ビットレート x (bps)と必要帯域幅 y (Hz)の関係はどのようになるのでしょうか? x と y は同じ位のオーダーになることは知っておりますが(たとえば11.2kbpsなら25kHz)、具体的な計算式があれば教えてください。

御質問のQPSKのスペクトルは<図1>のようになり広がります。このスペクトラムを定められた規格内に納めるためにベースバンドフィルターを用います。



<図1> QPSK(10kbps)

また、<図2>には、伝送速度(ベースバンド信号)とフィルターをかける前のスペクトルの関係が図示されています。質問の例に示された「11.2kbpsのビットレートなら25kHz」は、日本のデジタル携帯電話「PDC」を指しているのかと思われるので以下に、PDCを例に説明いたします。



<図2> ASK, PSK, QPSKのスペクトル形状

11.2kbpsはフルレート時の音声伝送速度で、実際の信号伝送速度は42kbpsになります。これはTDMAで3分割する為で、ハーフレート時は6分割で音声伝送速度が5.6kbpsになります。11.2×3が42kbpsにならないのは、分割された各スロットの切り変り目が重ならないように少し間隔をあけてあったり、その他の制御ビットがあったりするためです。

42kbpsのDQPSKはかなり広い帯域幅を持っているのですが、これをナイキストフィルターと言うベースバンドフィルターで32kHzの帯域幅に収まるようにします。PDCでは50kHzのチャンネル間隔をインターリーブという手法を用いて25kHz間隔で使用できるようにしています。また、PDCでは平均電力の99.5%になるスペクトルを占有帯域幅と規定していますが、帯域幅にはこの他にも、3dB帯域幅、6dB帯域幅、等価雑音帯域幅などが在ります。上述のようにビットレートと必要帯域幅は関連がありますが、実際に通信で使われる帯域幅はビットレート以外の色々な要素によって決まりますので、この2つを単純な数式で結び付けられません。より詳しいことは、山内雪路著「デジタル通信(東京電気大学出版)」などに解説されています。また、日本のデジタル携帯電話「PDC」については(財)電波産業会からSTD-27として規格が発行されています。

テクノロジーを拓く
付加価値創造企業へ

DVD ジッタメータに タイムインターバルアナライザ TIAが つながる!



Oscilloscope

イコライズドRF信号やピックアップ直後のRF信号をKJM6755Aのモニタ端子から出力させ、オシロスコープ等で確認できます。

RF signals

New

RF & Clock signal



TIA

イコライザ回路、クロック周波数回路、スライス回路を通過した後の2値化された信号と、ディレイ回路を通り、RFに対して180°位相のずれたクロック信号を背面から出力。生産ラインなどでTIA(タイムインターバルアナライザ)との相関を確認する際に非常に便利です。

Output signals



- ◀ ディスクの評価基準に…
- ◀ ピックアップ、チルト調整・評価に…
- ◀ OEM供給時の評価基準に…
- ◀ 生産ラインでタクトタイムを短縮…
- ◀ 半導体との比較に…
- ◀ サーボ系の信号評価に…
- ◀ 治具の代わりに…
- ◀ TIAで測定できないRF系の開発で…
- ◀ 急に実機の確認を要する場合に…
- ◀ サービスステーションの設備に…



KJM6755Aは、DVDブック(DVD specifications for read-only-disk Ver 1.0 Aug 1996)に準拠するイコライザ回路、PLLクロック再生回路、スライス回路を本体に標準搭載したタイムインターバルジッタメータです。従来TIA(タイムインターバルアナライザ)での測定では、クロック信号と2値化されたRF信号の2信号をプレーヤから取り出すか、治具を使用する必要がありましたが、これらの回路を内蔵することにより、KJM6755Aでは直接TIAを接続するだけで測定が可能。また、通常TIAで直接測定ができない「RF信号からのジッタ測定」も容易におこなえるようになります。さらに、クロック周波数は25~150MHz*間を自動的に追従。今後の倍速化にも余裕で対応いたします。また、自動検査装置組込み等に適したGPIBインターフェース付モデルも用意しております。

*1信号入力時のPLLクロック再生回路の追従周波数は25~30MHz。

◆5通りの測定条件・方法に対応◆

- ピックアップRF信号での測定
- イコライザ後RF信号での測定
- スライス後2値化信号での測定
- DVDブックに準拠した測定
- 倍速モードでの測定

タイムインターバルジッタメータ KJM6755A

- 入力：8~16変調信号、クロック25MHz~150MHz
- 入力インピーダンス：50Ω / 1MΩ
- ジッタ測定範囲：0~20%
- ジッタ測定精度：メータフルスケールの±5%
- クロック信号に対するRF信号発生器の遅延を自動補正する位相差補正回路
- GO / NOGO判定機能
- イコライザ回路、PLLクロック再生回路内蔵

本体標準価格 **¥420,000** (GPIB付 ¥460,000)

Internet <http://www.kikusui.co.jp/>

※仕様は予告なく変更する場合があります。※価格には消費税等が含まれておりません。別途申し受けます。



KIKUSUI

菊水電子工業株式会社

本社 〒224-0023 横浜都筑区東山田1-1-3 TEL:045-593-0200
 首都圏南営業所 TEL:045-593-7530 東北営業所 TEL:022-374-3441 東関東営業所 TEL:029-255-6630 北関東営業所 TEL:0270-23-7050
 首都圏西営業所 TEL:042-529-3451 東海営業所 TEL:052-774-8600 関西営業所 TEL:06-6933-3013 九州営業所 TEL:092-771-7951



古紙配合率40%再生紙を使用しています



この冊子は、エコマーク認定の再生紙を使用しています