

AUTUMN 2000 vol.11

Message from KIKUSUI

# 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。

## 人と植物の新世紀【前編】

広帯域変調方式に不可欠な「相互変調」とは？  
EMC Watching!

# 人と植物の 新世紀

【前編】

～“電気で植物を測る”という試み～

山浦 逸雄 *Itsuo Yamaura*

植物は何億年も前から地上に生育しているが、人類が電気を自由に操れるようになったのはほんのここ1～2世紀のことである。その電気で植物の何を測り、何が分かるかについては興味のあるところであろう。人にとっての植物は主に「食物」、「素材」であったわけだが、おそらく新世紀には「情報」としての活用を見いだされることになる。そこで電気で知る植物の側面を生体電位、電気生理学、組織のインピーダンス、樹木の接地抵抗などをテーマとして前後2回にわたり紹介する。

一般に植物／樹木は大地に根を張り、地上には葉を茂らせ生命を営んでいる。動物などとは異なり大地と密に接触し、地中から生命の営みに必要な水や養分を直接吸収している。したがって、植物は大地のことに關しては動物より詳しいかもしれない。また、植物の生きているという生理的機能は、現代の技術では検知し得ない地中の情報をキャッチできる能力を潜在的に備えているかもしれない。このような期待から、大地に根ざした植物を一種の生物センサあるいは大地センサとみたり、自然災害の防止などに一役買わせることができないかという考えも生じる<sup>(1)</sup>。

1995年1月17日未明、阪神・淡路大震

(\*1) 鳥山：ネムの木は地震を予知する、ごま書房、1992。

(\*2) <http://www.pisco.ous.ac.jp/>

災が発生し、近年未曾有の大惨事となったことはまだ記憶に新しいところである。あれほど巨大な地震が私達の身近で起こるのに予知できなかったことは、予知がいかにも難しいかを物語る現実と考えられる。その後、地震の前兆と思われた多くの異常現象（「宏観現象」という）が報告された<sup>(2)</sup>。大地の変化、空と大気の異常、電磁波異常、動物の異常行動、植物の異常等1519件が挙げられている。植物に関するものは全体の1%と数は少ないが、大地の変化は11%もあり間接的には植物にも関係しよう。阪神・淡路大震災後、住民観察による前兆的な地震情報システム、PISCO (Precursory quake-Information System by Citizen's Observation)<sup>(2)</sup>が発足した。オンライン・データベースによる24時間の宏観異常情報の自動受け入れを行っており、インターネットで閲覧できる。この中で、植

物に関する観測もしばしば現れる。それは樹木の生体電位の「異常」というものである。以前から植物の生体電位測定はあったが、阪神・淡路大震災を契機として定番となった感がする。地震や火山活動の予知に決め手がないだけに宏観異常への関心が高まっている折から、「電気で植物を測る」の入り口はまず樹木の生体電位の測定からとしよう。

## 樹木の生体電位の測定

<図1>に測定概念図を示す。樹木の幹や枝に電極を取り付け、大地にはアース電極をもうけ、アースに対する幹や枝の電位変化を測定するものである。電位測定回路と樹木との結合は電極によって行うため、電極には特に考慮が必要である。樹木の内部には樹液や細胞液がある。これらは



電解質溶液である。これと電極が接触することによって電気伝導性が得られる。通常、電極には金属を用いるが、電解液との接触を行うので、電気化学的に安定な(錆びない)材料を用いなければならない。白金は電極として大変優れているが、高価である。白金より性能は劣るが、ステンレスでも十分である。幹への固定という観点からは木工用の釘製品が適している(図のA)。また、少量の白金ならばコストはそれほどかからない。細い白金線を形成層に数cm刺入する方法もある(図のC)。樹木を傷つけない方法としては貼付け電極による方法がある(図のB)。大変望ましい方法ではあるが、野外の長期測定には不向きである。ゼロ電位の基準とするアースは樹木から数メートル離れた大地にとる。アースの接地抵抗は一般に低いほうがよい。高くても500Ω以下にはしたいところである。

電位測定には高入力インピーダンスの直流増幅器を用意する。生体電位の測定は毎日の変化が重要なので、チャート式記録計で長期間記録するかパソコンによるデータ取得システムを準備する。アース電極に対する樹木の電位は、最大で数百ミリボルト以下である。電極取り付けによって植物組織が損傷すると損傷面に損傷電位が発生するので注意を要する。電極が樹

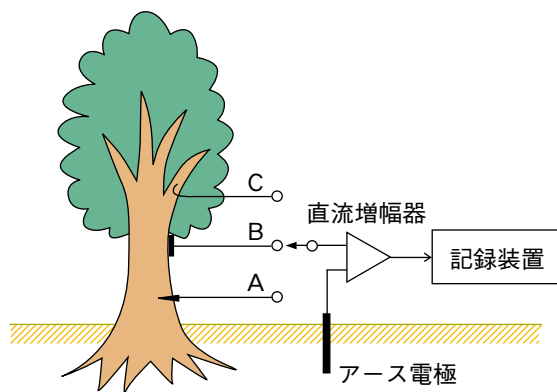
木組織に馴染むと毎日一定の電位パターンが得られるようになる。筆者が行った測定例を<図2>に示す。信州大学繊維学部附属大室農場(標高950m)に生育する天蚕飼育用クスギの木の幹に釘電極を打ち込んで測定した。1998年7月3日から6日までの電位と気温が示されている。気温は正午を過ぎて午後1時頃から2時過ぎにかけて最高となり、夜明け前には最低を示す。生体電位の変化も気温とほぼ同じパターンを示す。この傾向は他の種類の木でも同じであることが知られている。したがって、このパターンは気温とともに変化する樹木の活動状態や活性度を表しているのだ、とする説(定説?)がある。しかし、筆者の最近の観測によれば、必ずしもすべてがそうではないということが分かったので次に紹介する。

### 電位の日周変化パターン

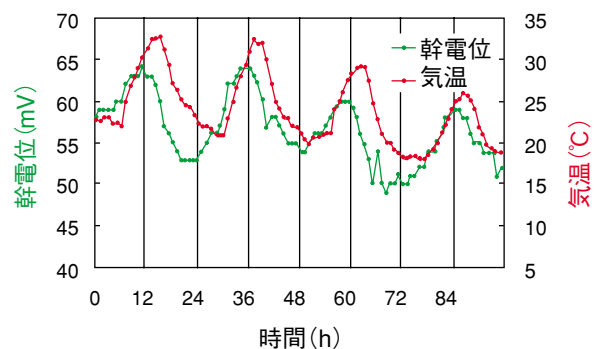
電気化学領域において、金属を電解液に浸すと金属表面と溶液の界面には電極反応とよばれる電気化学的現象の生じることが知られている。分極によってある種の電池が電極板と溶液の間に形成されるのである。溶液中に異種金属の対向電極を置き、浸した金属電極との間の電圧を測る

と起電力の生じていることが分かる。この起電力は電気化学の理論から $RT/F$ に比例する項をもつ。ここで、 $R$ は気体定数、 $T$ は絶対温度、 $F$ はファラデー定数である。したがって、樹木に金属電極を取り付けても上と同じことが起こるはずである。先に数百ミリボルト以下と述べた生体電位は実はこの電池としての起電力が主である。その大きさはアース電極と樹木電極の材質や、樹木および大地の電解質としての性質によって異なった値となる。しかも、この起電力は $T$ による温度依存性をもつ。つまり、生体電位(幹電位)の日周変化は樹木の生きていることによる活動によって生じたとは限らない。単なる電極部の電気化学的現象に基づくものと考えても何の不思議はない。このことをさらに確かめるため、水を含ませた単なる木片についても実験したが電位変化は温度変化にピッタリ追従した。したがって、本来樹木の活動状態を表すと考えられてきた電位変化の日周パターンは、電極部の電気化学的現象の温度依存性によるものがかかなり大きいと考えられるのである。

それでは、電位変化の意味するものはそれだけであろうか。既出<図2>の電位と気温の変化をよく比較すると、幹電位の方が気温より数時間先行していることが分かる。これは上の議論と矛盾する。当測定



<図1>



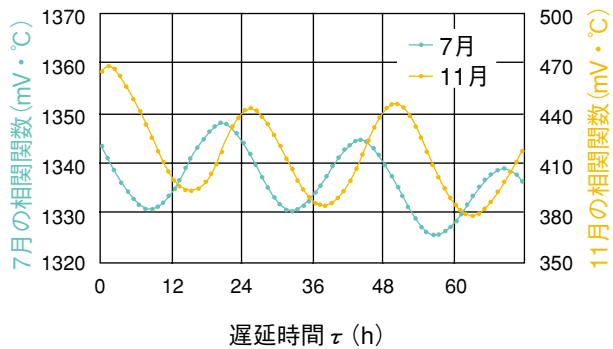
<図2>

を続けているといつしか秋になり、多くの樹木は落葉の季節を迎えた。クヌギの葉も枯れ褐色となるが、その年の内には葉は落ちず、散るのは次の年の春である。すっかり葉の枯れた11月に幹電位と気温の変化を比較した。すると、今度は逆に幹電位が気温変化より2~3時間遅れて変化するようになった。気温と幹電位変化の時間的ずれを詳しく検討するため気温との相互相関関数を求めた。この結果を<図3>に示す。

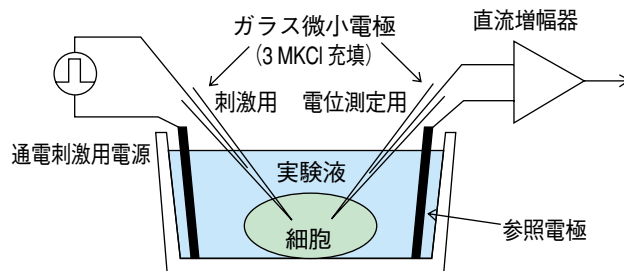
2つの曲線は、葉の茂っている7月と枯れた11月の計算結果である。横軸には3日間にわたる遅延時間  $\tau$  が示されている。 $\tau$  が0のときをみると、11月の場合曲線のピークが2~3時間遅れて現れるのに対して、7月の場合はずでに数時間前にピークが過ぎている。一般に、気温変化に追従して樹木の温度も変化すると考えられるので、11月の場合は特に問題はない。一方、7月の緑の最盛期はどうだろう。気温が上がる数時間前に幹電位が上昇し始めるのは理解できない。先の議論によれば、電位変化は樹木の温度に追従こそすれ先行することはあり得ないはずだからである。植物と温度に関する文献等によっていろいろ検討したところ、葉が繁っているときは光合成などによって起こるエネルギー収支から葉の温度が上昇し、これによって樹木の温度が気温より早く上昇する可能性のあることが分かった。しかし、日中はともかく日の出以前からも電位の上昇が見られるので、これが一種の生物リズムによるものなのか、今後さらに検討を要するところである。

### 電位変化に期待されるもの

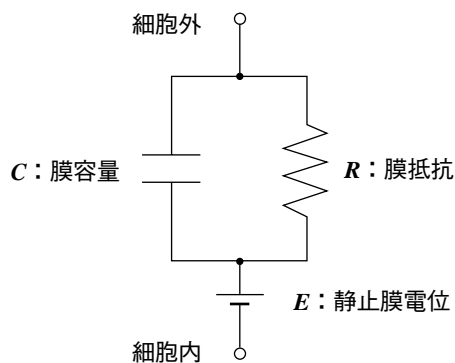
樹木から採取した電位にはその他に何の変化も見られないのだろうか。否、単なる物理系としての電位変化は観測される。たとえば、オシロスコープで電位を観測すると、商用電源による地電圧はもちろんのこと、近くのAM放送局からの電波も入る。さらに、高感度受信機のアンテナ端子に幹電極からのリード線を接続すると遠くの放送局からの電波も受信できる。つまり、樹木は地中に対しても空間に対しても一種の物理的なアンテナとして作用しているのである。通常、生体電位に期待されているのは



<図3>



<図4>



<図5>

このような物理的信号ではない。数秒から数時間オーダで現れるスパイク状あるいは振幅が大きく緩やかに変化する生体特有の電位異常といわれている。温度による基本パターンにこのような電位が重畳して現れると、しばしば樹木が何か大地に関する重要情報(地震の前兆現象?)をキャッチしたのだといわれるが、よく分かっていない。気を付けねばならないことは、フィールド測定の場合ノイズの混入する可能性は十分あることである。たとえば、樹木に機械的振動が加わる、特に風などで枝が揺れるとしっかり電極を固定したとしても電位変動は避けられない。また、電極近傍を小動物が移動してもノイズは入る。近くに電車が走っている、近くの工場で大電力を使っているというような環境ではノイズの混入は避けられない。さらに、雨などによって電極部が濡れると大幅な電位変動が起こりもはや測定は全く意味をなさないのである。これらに関する十分な知識があらかじめ必要である。

ともあれ、樹木生体電位の測定は私達には簡単に知りえない大地に関する情報が比較的手軽に得られそうな期待から注目を集めている。一方、宏観異常のみならず農業研究分野でも植物自身の生理的状态を知る一つの方法となり得ないか、さらには、樹木群のコミュニケーションの研究手段に生体電位変化パターンを利用するということも行われている。生体電位の測定は研究機関から市民レベルに至るものまで数多くあるが、まだまだ分からないことが多く今後の展開に待ちたい。

## 電気生理学

上述の生体電位の測定は生体とその生育環境を含めたグローバルな測定である。これに対し、微小電極を用いて細胞レベルの電気現象を専門的に扱う学問領域を特に電気生理学という<sup>(3)</sup>。

<図4>に電気生理研究用実験システムの概念図を示す。先端の直径が1 μm以下のガラス微小電極を細胞に刺し、

(\*3) 岡本ほか:植物電気生理研究法, 学会出版センター,1983.

細胞内の電位を測定する。ガラス微小電極は毛細管からなっており先端部は貫通している。管の中には導電体として3 MKClの強電解質溶液が充填される。もう1本の電極は刺激用で通電用電源に接続される。細胞内電位は膜電位とよばれる。ガラス微小電極のインピーダンスが20 MΩ前後と高いことから、膜電位測定用増幅器には入力インピーダンスの極めて高いものが要求される(10<sup>12</sup> Ω)。細胞を浸す実験液は測定対象によって適切なものを準備する。

神経細胞の膜電位は細胞外液に対して約-70 mVある。この状態に対しても一方の電極で通電刺激を行うと、膜電位は上昇し、ある一定の値(閾値)を超えると一過性的に電位は急上昇して+40 mVにも達するが直ちにもとに戻る。現象は約1ミリ秒で終わる。この電位変化を活動電位ということはよく知られている。また、電圧・電流クランプ法といって膜電位および膜に流れる電流をフィードバックの原理により一定に固定し、膜の電圧・電流特性を測定する方法もある。これら特性や刺激と応答波形から膜の電気的等価回路を求めることができる。さらに、以上の研究は膜の構造やNa、K、Caなど各種イオンの挙動とも結びつけられ膜の機能解明に役立っている。

膜は細胞の内と外とを分離する境界であり、外界とある種のコミュニケーションを保ちながら自己の生命活動を維持するための重要な障壁である。したがって、膜の研究は生命に関する研究といっても過言ではない。植物細胞に対しても同じことで、同様な電気生理的研究が行われている。むしろ、膜電位測定法の開発は、植物(ジャジクモ(車軸藻):藻類)によって始められ、これが神経に応用されたのである。ジャジクモの節間細胞は円筒形で種類によっても異なるが、大きいものでは直径0.1 cm、長さ20~30 cmにもなることがある。神経の研究でもイカの巨大繊維がまず対象とされたのはその大きさからいって無理もないことである。一般に植物は動物に比べると静的であるので、活動電位は発生しないかといと、そうではない。多くの植物細胞においても活動電

位の発生することが分かっている。またそれが細胞間の情報伝達に一役担っていることが次第に明らかにされている。

上のような機能を発揮する生体膜の、静止状態における一般的な電気的等価回路を<図5>に示す。静止膜電位をEとして表しているが、これは細胞の内と外とのNaやKイオンの濃度差によって発生する起電力である。細胞膜の大部分は脂質の2分子層からなり、厚さが薄い(約5 nm)うえに絶縁性が高く、容量が特徴的にあらわれる。通常の細胞膜では1平方センチメートル当たり換算すると1~10 μFである。膜容量の低下は膜機能の低下、すなわち細胞の活性度低下に通じる。膜には脂質層のほかチャンネルという外界とコミュニケーションする部位があり、ここからイオンや分子の輸送が行われていると考えられている。活動電位の発生時にはチャンネルよりイオンの流入出があり膜抵抗は変化する。また、細胞膜に伸展刺激が加わるとチャンネルの開閉が活性化されるものも報告されている。これはSAチャンネル(Stretch Activated Channel)とよばれ細胞の成長や分裂など細胞の生命維持の調節に重要なかわりをもつと推定されている<sup>(4)</sup>。これらの研究には刺激と電位の測定による方法がとられ、電気生理学的手法がフルに活用されているのである。

電気で植物を測るものうち最もマクロなものとして最もミクロなものについて述べてきた。今回は細胞の集合体である組織の電気的特性や根の接地インピーダンスの測定法について紹介したい。

(\*4) 野方:植物細胞の力学検知能力と自己最適モデリング, までりあ, Vol. 35, pp. 886-892, 1996.

## 著者略歴

山浦 逸雄(やまうら いつお)

昭和42年 東北大学工学部通信工学科卒業

昭和47年 北海道大学大学院工学研究科

博士課程電子工学専攻修了

工学博士

同年 通産省工業技術院電子技術総合研究所

電波電子部勤務

昭和61年 信州大学教授

繊維学部機能機械学科電子機械学講座

著書: 電磁気と生体(共著)、

バイオ電磁工学とその応用(共著)

など

## W-CDMAなどの広帯域変調方式に不可欠な 「相互変調」とは？

マルチソース多重信号発生器 IFR2026  
FFTアナライザ IFR2309

### 新技術の陰で

次々と出てくる新型の携帯電話…。この影には新技術の開発競争があります。来年の春からスタートするW-CDMAの携帯電話も、そんな開発競争の先端を走っている技術のひとつです。

今までの携帯電話とW-CDMAは何が違うのか？一言でいうと、その違いはパソコンのデータを高速にやり取りできる点になります。そのおかげでテレビ電話になったり地図が送れたりと便利になるのですが、今まで同じ方法ではうまくいかないのがCDMAという新技術を使っているのです。CDMAとはコード・ディビジョン・マルチプル・アクセスの略なのですが、一般的に「シーディーエムエー」と呼ぶ人のほうが多いようです。

最初のころの携帯電話は電話を使う人が1人に1つずつチャンネル(周波数)を使っていました。日本ではNTTの大容量方式とかIDOやセルラーのTACSなどがこの方式です。これが第一世代と呼ばれる携帯電話です。そして今普及しているデジタル携帯電話と呼ばれているのは音声をデジタルして1つのチャンネルを最大6人で共用できるようにした技術を使っています。これが第二世代です。

このように従来の方式は沢山の狭い周波数の幅のチャンネルに分けて一人一人が別々に使っていましたが、第三世代と呼ばれる新しい方式のCDMAは沢山のチャンネルに相当する広い周波数の幅を1つにまとめて大勢でいっしょに使います。こうすると、大勢の声がぐちゃぐちゃになってしまうように思うのですが、送る信号が複雑になっていて、暗号のようなもの(コード)を使うと特定の人の声だけができて、別の暗号を使うと別の人の声が聞こえるようになっているのです。

この新しい技術を利用できるようにする

ためには乗り越えなければならないハードルがありました。いままでのように狭い周波数の幅のチャンネルの時には大きな問題にならなかった「相互変調」と呼ばれる現象がクローズアップされてきたのです。

### 相互変調とは？

相互変調というのは2つの信号を混ぜると2つの信号以外の余計な信号もできてしまう現象です。これまでのように狭い周波数幅のチャンネルを使っていた時は、相互変調で余計な信号が出てきても自分のチャンネルだけしか通さないフィルタを使って除去できたのですが、次世代携帯電話のCDMAや地上波デジタル放送で使われるOFDM変調方式のように広い周波数の幅を使う新しい方式では、相互変調も発生しやすい上に、信号の幅が広いので相互変調の影響も信号の周波数の幅の中に入ってしまう。そして相互変調の影響で発生した余計な信号が自分の信号の上に重なってしまい信号が崩れてしまうという問題が起こります。しかし除去したい周波数は信号の周波数の幅の中なので従来のようにフィルタでは除去することはできず、相互変調を発生させないという今までに無い高性能のアンプが要求されるようになってきました。

その相互変調の特性を評価する測定器が必要になるのですが従来の測定システムはいくつかの問題を抱えていました。入力する信号

源として使われている2信号測定システムは信号の大きさ(RFレベル)の精度があまり良くない、システム内部で発生する相互変調が測定結果に影響を与えるなどの測定の基準となる信号源としては不都合があり、出力を測定するスペクトラムアナライザも測定器の内部に相互変調の要因となるアンプが何段にもなっているために測定システムの相互変調特性が悪く高精度の測定が出来ないなどの不都合がありました。したがって測定システムが要求される性能を満たせず、新技術の開発にも支障がありました。

### 3信号測定を手軽に実現… IFR2026

IFRは早くからこの問題と取り組んできました。まず、入力信号源となる2.4GHzマルチソース多重信号発生器IFR2026<写真1>を開発し、従来の3台の信号発生器と外付けコンバイナで構成し、パソコンソフトで制御するシステムでは±2~3dBであった2信号間のRFレベル追従は±0.3dBになり、仕様化しにくかった相互変調特性も-80dBc未満と、従来では容易に達成できなかった性能がこの信号発生器一台で実現可能になりました。

従来のシステムではパソコンの制御ソフトに頼っていた2信号や3信号の連動掃引の機能もIFR2026信号発生器は内蔵しています。「隣接チャンネル特性試験」や「ア



<写真1> IFR 2026



<写真2> IFR 2309

「サブ相互変調試験」などアプリケーションメニューも搭載し、信号スペクトルをグラフィック表示された画面でして設定できるので、これまで2信号や3信号測定になじみの薄かった技術者も手軽に設定し測定できるようになっています。

従来の3台の信号発生器と外付けコンバイナで構成したシステムでは測定器の接続の違いなどで測定結果の再現性が保てないなどの問題がありましたが、IFR2026信号発生器は画面で内部接続をグラフィック表示するなど信号源の接続はメニュー操作だけで済み、その設定を記憶させる事も出来るので、再実験の時も高い再現性を実現できます。

さらに、これまではラックを1つ占有するサイズだったのが従来の信号発生器とほぼ同じ机の上におけるデスクトップサイズになりました。

IFR2026はデスクトップサイズに連動掃引のメニューを搭載しているの、ラック組み込みのシステムアップ費用だけでなくソフト開発費も大きく削減できます。

## スペアナで測定不能だった領域を解析!...IFR2309

一方、出力を測定する方法は前述のように従来のスペクトラムアナライザではアンプやミキサーを多用するため内部で相互変調を起こしやすくなるので、根本的な測定法の考え直ししなければなりませんでした。

新製品2.4GHz FFTアナライザIFR2309<写真2>は、高周波を検波し直流レベルにまで変換していた従来のスペクトル解析の手法を大幅に変えて、高性能アンプと高速A/Dコンバータを採用し、元の信号に近い状態(IF)のまま直接デジタル信号に変換し、そのデジタル化された波形情報を数学的に解析する

方法を採用しました。

高い周波数を直接アナログからデジタルに変換するA/Dコンバータには高速のシングルビットシグマデルタA/Dコンバータを採用し高速であると同時に高性能の変換直線性も実現し、電力レベル確度は±0.5dB以下を実現しました。デジタル化された情報を数学演算する過程ではアナロ

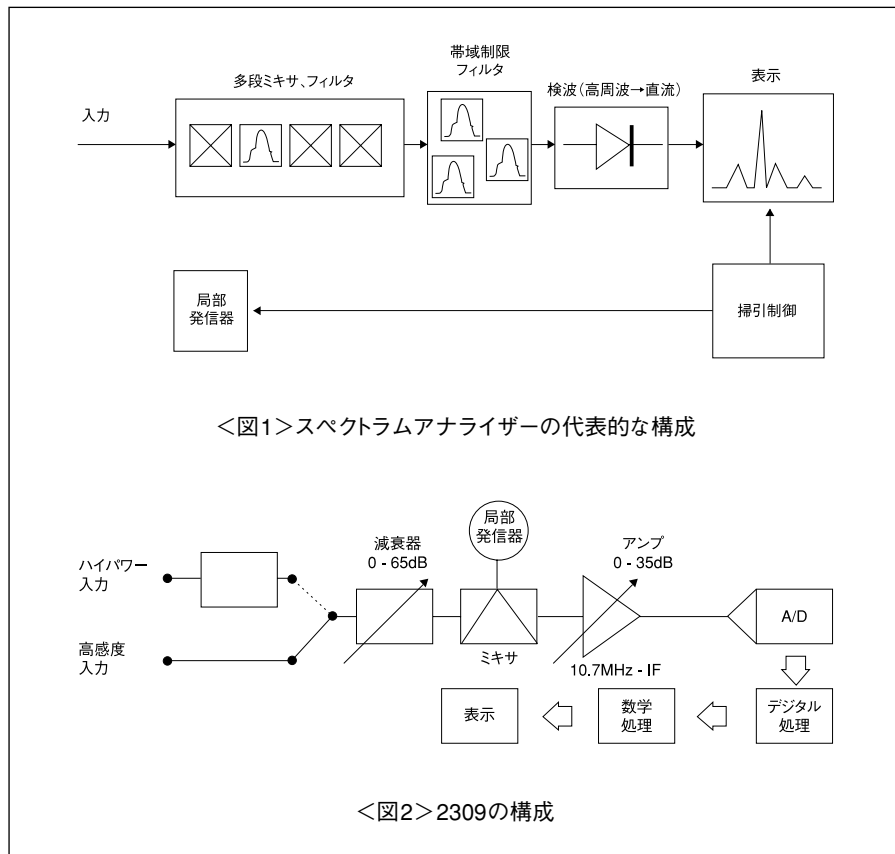
グ的に発生する相互変調の影響を受けなくなるので相互変調特性も飛躍的に改善され、IFR2309は、入力部ミキサにおける3次の相互変調は-26dBmの2トーン信号に対し-90dBc以下で、従来のスペアナでは測定不能だった領域を解析できます。

操作性は従来の測定器と同様な設定が出来るようになっているので操作性も良く、VGAモニターへの出力を備えているのでテストサイトなどで多数の技術者が同時に観測画面を見る必要がある際にも便利です。

このマルチソース多重信号発生器IFR2026と新製品FFTアナライザIFR2309を組み合わせる事で従来の測定システムでは測定限界といわれていた領域が測定できるようになり、W-CDMAや地上波デジタル放送で使われるOFDM変調方式などの開発に不可欠な相互変調特性測定が可能になったのです。

中川 久二雄

(菊水電子工業株式会社 海外商品部門)



<図1> スペクトラムアナライザの代表的な構成

<図2> 2309の構成

# EMC

Electromagnetic Compatibility

EMC(EMS・EMI)ウォッチング

## Watching!

06



### 高調波関連規格動向

SAWS Vol.9でご説明しました規格動向が早くも変化していますので改めて最新情報として申し述べます。

IECではIEC61000-3-2 A1/Ed.2.0 (77A/316/CDV) 発行されました。CEN-ELECからEN61000-3-2 PrA14が発行され、本来2001年7月1日からの実施予定ですが現在これを2001年1月1日に早める動きが出ています。もし欧州の1国が採用し且つOfficial journalに掲載されればその時点から効力が生じ、現行規格かA14のどちらかをクリアすれば良いこととなります。また、実施されると2001年1月1日から実施予定の機器の消費電力75Wから50Wを超える機器への移行がなくなります。

この様な状況を考慮して国内の「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」もクラスDの50w~75wについての暫定緩和期

間の3年間延期(2003年12月31日まで)の前倒しを検討中で、今年中に決定されるものと見えています。

主な変更点は下記の通りです。

- ①対象外となる機器 (両端に470kΩ)
  - 照明機器を除く75W以下の定格電力機器
  - 合計定格電力が1kWを超えるプロフェッショナル機器
  - 定格電力200W以下の対象制御熱機器
  - 1kW以下の白熱ランプ用独立調光器
- ②クラスD機器がテレビジョン受信機とパーソナルコンピュータとパソコン用モニターに限定
- ③測定法
  - Annex Cに個別の機器測定法がある場合はこれを優先する
  - 正常な動作状態でTHC(Total Harmonic Current)が最大になるように設定して測定する

○高調波電流の測定は規定のウィンドウにて1.5秒のスムージングをして実行値を得て、機器の動作状態に基づく測定

- 電力測定は上記高調波電流測定状態で得られた最大値を求める。但し同時に測定する必要は無く、測定値の±10%以下ならば製造者が限度値決定のために決めた値を用いても良い
- クラスCの測定の基本波電流とパワーファクターも製造者のデータが使用できる
- データの再現性は±5%以下であること

#### ④限度値の適用

- 高調波電流の平均値が限度値以下であり、個々の電流値が限度値の150%以下であること
- 入力電流の0.6%未満又は5mA未満のどちらか大きい値未満の高調波電流は無視する
- 21次以上の奇数次高調波についてその平均値が以下の条件を満たすならば限度値の150%迄許容される

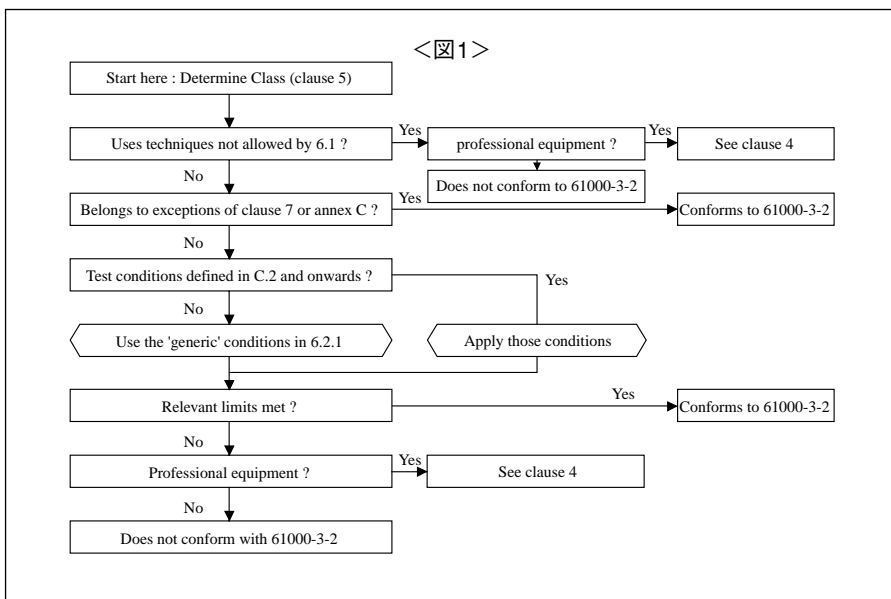
<条件>21次から39次までの奇数の部分的トータル高調波電流が限度値から計算される値を超えずに、全ての個々の値が適用される限度値の150%以下の場合

- ⑤機器の動作状態に基づく測定期間が4段階に分けて適用される
- ⑥規格適合を判断するフローチャート <図1>

⑦照明に関するクラスC限度値を25W超と25W以下に分けて記載

⑧その他として最初の10秒間は高調波電流と電力について考慮しない

これらの規格変更が確定した場合、当社製ソフトウェアについても、バージョンアップ対応する予定であります。







電源線伝導ノイズ試験について、SAWS Vol.9 (電氣的ファーストランジェント/パースト)及びSAWS Vol.10(サージ)で、お話してまいりました。

今回は、電圧ディップ・瞬停・電圧変動についてのご説明をいたします。

### 電源線伝導ノイズ試験について(3)

「照明が一瞬暗くなったかな」…多くの方がこのような現象をご存知のことでしょう。

このような原因の多くは、配電網の負荷条件が刻々と変化しているからです。

家庭、事務所および工場などの比較的大きな電力を消費する機器(装置)の投入時(再投入時)に、商用電源に不規則な変動がよく現れます。また、送配電系を制御する際にも、極く短い時間(商用周波の半サイクル程度)の瞬時停電が発生することもあります。

商用電源の不規則な電圧の変化現象は次のように規定しています。

#### 【電圧ディップ】

電力が供給されているある地点で、電圧が突然に減少すること。半サイクルから数秒の短時間に電圧が回復する。

#### 【瞬時停電】

1分以内の時間、供給電圧が消滅すること。(100%の電圧ディップとみなすこともできる。)

#### 【電圧変動】

供給電圧が定格電圧より高い、あるいは低い値まで緩やかに変化すること。周期が短い場合と長い場合がある。

このような電源の変動が発生した場合、低周波の過渡的な伝導ノイズとして、電子機器に誤動作などの影響を与えることがあります。

また、瞬時停電の際は高周波ノイズを伴って発生することも多く、電子機器への影響は更に大きくなるといえます。

電源の変動による電子機器(特にデジタル機器)のノイズ対策として、古くから電源回路に比較的大きなコンデンサを挿入したり、AVRやUPSを導入することが解決への近道でした。

しかし、漏れ電流の規制により、大きなコンデンサを挿入することもできませんし、

AVRやUPS等もコスト面で導入できない場合があります。

従って、20年程前から擬似的に瞬時停電・電圧ディップを発生させるシミュレーション試験により、電子機器への対策を施しながら、ノイズ耐性を向上させることが一般的になりました。

規格面では、電源の変動に関してIEC(国際電気標準会議)が規格制定するまでは公的規格は少なく、機器製造会社が個々に規定したしきい値でシミュレーション試験を実施していました。

### IEC61000-4-11電圧ディップ、瞬停および電圧変動のイミュニティ試験

本規格は、相当たり16Aを超えない定格入力電流をもつ電気・電子機器に適用されます。<図2>は電圧ディップの波形

#### ●妨害波強度測定用アンテナ

基本はダイポールアンテナになりますが、周波数(波長)によりエレメントの伸縮が必要となります。従って、広帯域での自動測定にはダイポールアンテナにより比較校正された次のようなアンテナが一般的に使用されています。

また、イミュニティ試験の場合も同様に位置付けられます。

○ バイコナルアンテナ<写真>

30~300MHz

○ ログペリオディックアンテナ

300~1000MHz

○ ホーンアンテナ

1GHzから18GHzまでの

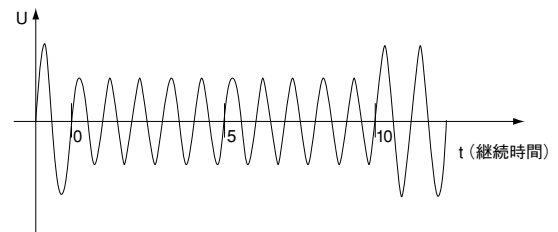
狭帯域アンテナを使用



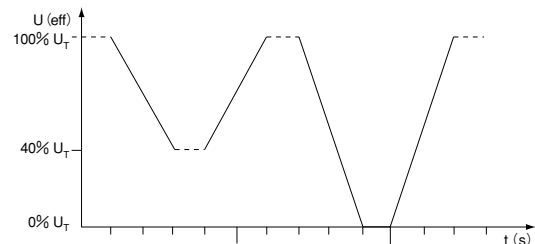
例、<図3>は電圧変動の波形例で、<写真1>は当社の交流電源PCR-L/LTシリーズにイミュニティ・テスタ(IT01-PCR-L)と専用ソフトウェア(SD03-IT01)を組み合わせた、規格に準拠した再現性の高い試験システムです。

当社ではこの規格を概説した概説した規格関連資料<写真2>を用意しております。ご希望の際は最寄りの営業所までお申し付けください。

<図2>



<図3>



<写真1>



<写真2>

今回のテーマは  
「安全関連試験機器」



## 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。

アース導通試験器TOS6100に関する質問です。測定状態はショートバーを取り外し、4端子測定を行っています。プローブ同士を直接接触させ15Aの電流を流したところ、抵抗計は0.012Ωを指しましたが、これは仕様でしょうか。また、これが仕様な場合、抵抗値を測定するにあたり測定値からプローブの接触抵抗と思われる0.012Ωを引いた値が本来の測定値となるのでしょうか、それともこの0.012Ωは無視をしても良いのでしょうか。

当社製のプローブ(LTP-2)の残留抵抗の実力値は約0.003Ωです。従って、プローブの残留抵抗は接触抵抗を含めて0.003Ω位が実力値となるため、0.12Ωレンジの仕様は0.006Ωです。四端子測定の結果0.012Ωとのことですが、0.012Ωでは測定ミスか、本体の仕様を満足していない可能性がありますので再度測定方法の確認をしてみてください。

なお実際の測定では減算機能を使いプローブの残留抵抗、接触抵抗等を減算することをお勧めします。

耐電圧試験器TOS8850の始業点検時に使用する良品サンプルと不良品サンプルを作りたいと思っています。例えば規格が印加電圧1900V、漏れ電流10mAなどの場合サンプルに内蔵する抵抗の電力容量(W)はどれくらいものを用意すればいいのでしょうか。また同様に低抵抗試験器用のサンプルも作りたいのですがこれについても例えば0.1オーム、25Aなどの場合どれくらいの電力容量のものを用意したらよいのでしょうか。アドバイスお願いします。

抵抗負荷であれば電圧、電流の位相差が同相であり力率は1ですので、耐電圧試験器のサンプル抵抗の電力容量は $P=VI$ により19Wとなります。ただし、印加する電圧が1900Vなので使用する抵抗の電圧定格は少なくとも2000V以上の物が必要です。同様に低抵抗試験器用のサンプル抵抗の電力容量は $P=I^2R$ により62.5Wとなります。

各電力容量は使用する抵抗の種類、放熱環境等を考慮し余裕をもって計算値以上の物を用意してください。

一般的な耐電圧試験器を使用しています。社内に一般的に電源電圧の変動で試験電圧が変化することが問題になり、対策には電源の安定化が必要との考えになりました。ところが、菊水電子の耐電圧試験器TOS9000にて同じ試験をしたところ、電源電圧が変動しても試験電圧は一定のようです。TOS9000は電源電圧によって試験電圧が変化しないものとして考えてよいのでしょうか？またこの違いの理由を教えてください。

一般的な耐電圧試験器は電源電圧を高压トランスにて直接昇圧して出力しています。従って入力電源電圧の影響を高压トランスの巻数比昇圧され出力されることになります。

当社の耐電圧試験器TOS9000は電源電圧を直接使用しないリアンプ方式を採用し安定した電圧で高压トランスを駆動しているので仕様の範囲であれば電源電圧変動の影響は受けません。

電気用品取締法施行規則の別表第三「特定検査設備」では耐電圧試験器の電流計、電圧計及び電力計は精度0.5級以上のもの(一部1.5級以上のもの)と規定しており、アナログ方式の測定器を義務づけています。貴社耐電圧試験器のアナログ方式とデジタル方式でこの要求精度を満足できるのでしょうか？

資源エネルギー庁公益事業部の解釈によると、「電気用品取締法の規定に基づく登録工場の特設検査設備としてデジタル方式を認める。」との文書があります。したがって、アナログ方式だけでは精度を満足できませんが、デジタル方式での精度は満足し問題なく使用できます。

なお、アナログ方式だけの場合は149-10A等の高電圧ボルトメータが別途必要になります。

● 149-10A  
高電圧ボルトメータ



## Information

昨年夏号からSAWS表紙を制作していただいているイラストレータ大賀葉子さんの展覧会、「大賀葉子×花山由理 二人展 へんないきもの〜デンキとブリキのおかしな世界〜」が開催されます。ブリキとデンキをモチーフにした愉快的イラストを中心に、SAWS表紙を飾ったイラストも大型パネルになって多数展示されるそうです。お近くにお寄りの際は、ぜひご覧になってください。なお、会場は24時間営業、入場無料とのことです。

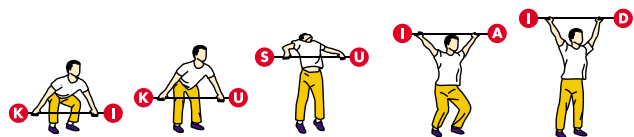


- 会期: 2000年10月1日(日)~31日(火) 会期中無休、24時間営業
- 会場: ダブル・クロック渋谷 JRおよび地下鉄各線「渋谷駅」より徒歩5分、渋谷区渋谷3-10-13、TEL.03-3797-0621、<http://www.w-clock.com>
- 大賀葉子×花山由理 二人展サイト <http://www6.big.or.jp/~hanayama/ikimono/>

### 耐電圧試験器TOS5050およびアース導通試験器TOS6200の購入を検討しています。オーディオ生産ラインでUL6500、IEC60065の試験を予定していますが使用できるでしょうか？

TOS5050およびTOS6200はUL6500、IEC60065の試験に使用できます。ただし、試験する際には要求事項がいくつかあります。例えば、「出力電流が100mAの状態では、過電流保護装置が作動しないようになっていること」、「印加する試験電圧の値を規定値の±3%以内の確度で測定できるように注意を払うこと」、などがあります。実際の操作にあたっては、各規格が定める要求事項をご確認いただき、それに沿う作業手順等を定めていただく必要があらうかと思えます。

なお、UL6500とIEC60065は概ね同一規格と考えて問題ありません。



## From Editors

会社内には、様々な業務があるわけだが、おそらくどんな会社(おおよそ組織だっているもの)にも必ずあるのが「会議」だ。常々この「会議」が会社内で一番に見直されるべき業務ではないかと思っている。…まあ要は「会議」が嫌いなのだ。

そもそも会議とはなんだろう？ 会議学という学問もあるようだが、私見で、会議の目的はおおよそ3つ。ひとつは「構成員間のコミュニケーション」、もうひとつは「組織というシステムの保持」、そして「セレモニー(権威付け)」だ。なんとか報告会、連絡会などは「コミュニケーション」、緊急会議、〇×プロジェクト会議などは「システム保持」が主ではないかと思う。そして(反論もあろうが)定例会議などの、まず定期開催ありきの類は「セレモニー」だ。もちろんひとつの会議がこれら3つの機能を兼ねることも多いだろう。

私達はこの3つの目的で、会議という手法を使うわけだが、問題はその依存度だ。あなたの職場に、なにかに付けて「会議開催したがる」、「会議の場で決めよう」または「会議でなければ決められない」という傾向はないだろうか？ 言うなれば「会議依存症」だ。この病気は、(会議はひとりでは出来ない)ので結果、まわりの人間を巻き込んでゆく。重傷であればそれだけ、開催件数のみならず、巻き込む人数や範囲が大きくなるのだ。そして一番やっかいなのが、主催者・出席者ともに発症自覚がない点だ。

会議は業務の一環で、プロパー(当然)なものだ、とおそらく誰もが思っている。しかし、よく考えてみると私達は、会議をしたいわけではないはずで(中には会議、会合が命という人もいるが…)、業務の段取りや進行を促す手段として利用しているに過ぎない。メインはあくまで担当する業務で、会議はむしろできる限り発生を抑えるべきものではないのか。だが会議を減らそうというムーブメントはなかなか起きない。

会議でなければ決められないということの裏を返せば、それは既存の組織機能やその長に責任・権限がないか所在が明確になっていない、または対処不能、つまり「機能不全」である可能性を示している。イレギュラーな事象へのエラー処理、サブプログラムとして会議が発生するわけだ。こういう状況が当たり前になっているとすれば、組織、場合によっては会社全体の再構築が必要だというアラームが立っていると考えるべきではないか。

いたずらに会議撲滅を支持するものではない。しかし会議という常識を疑う発想から、何らかの転換点を見いだせるように思えるのだ。

藤川 貴記  
tfujikaw@kikusui.co.jp

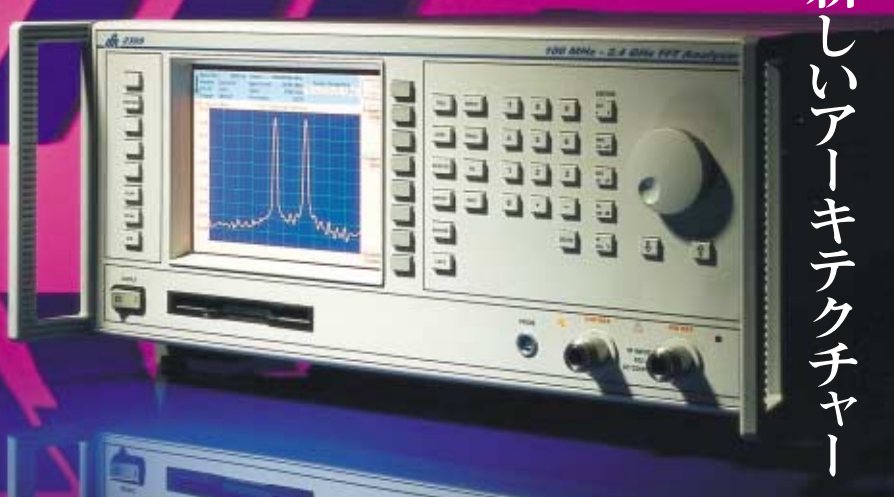
※次回2001年Winter(Vol.12)は  
平成13年1月10日発行(予定)です。

信号解析の新しいアーキテクチャー

2309

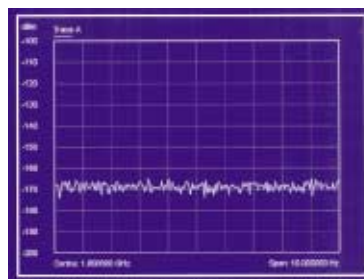
100MHz-2.4GHz FFT Analyzer

KIKUSUI



## 新しいコンセプトのRF信号アナライザ 比類のないスピード、精度、ダイナミックレンジ

2309は100MHzから2.4GHzまでの広い周波数範囲をカバーする新しいコンセプトに基づくRF信号アナライザです。これまでの掃引同調型スペクトラムアナライザに比べ、測定能力が革新的なまでに改善されており、特に、速さ、正確さ、ダイナミックレンジ、検出器リニアリティにおいて多くの利点を有しています。装置は、極めてリニアリティの良い1ビットバンドパスシグマ・デルタコンバータを用いたRFダイレクト・コンバージョン方式(特許)を採用しています。これにより、これまでの掃引同調型スペアナに比べ、信号電力と雑音電力の絶対的、相対的な測定が、より速く、より良い再現性で、より精密に行なえるようになりました。



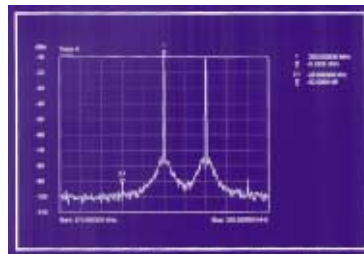
【2309の最小等価雑音帯域幅】(NEBW)による入力感度

### 100MHz-2.4GHz FFTアナライザ

2309

NEW

- ハイパワーアンプにおける相互変調とスプリアスの高精度測定
- VCOとシンセサイザにおける雑音の迅速かつ正確な測定
- RF減衰器の校正ならびにスイッチの再現性の試験
- 40Wまでの正確なRMS電力の測定
- 卓越したリニアリティと広い相互変調フリーのダイナミックレンジ
- 精細なレベル分解能:0.0001dB
- 周波数分解能:0.04Hz
- 瞬時解析バンド幅:300kHzまで
- 優れた位相雑音と入力感度
- IFスプリアスフリー\*のダイナミックレンジ:<math>-130\text{dBc}</math>(\*中心周波数以外に適用)



【相互変調の無い85dB以上のダイナミックレンジ】



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

※仕様は予告なく変更する場合があります。※技術的なお問い合わせは当社 海外商品部 海外商品営業課 (TEL045-593-7580) まで



KIKUSUI

菊水電子工業株式会社

本社 〒224-0023 横浜市都筑区東山田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

R40

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

SAWS[ソオス]2000 Autumn (通巻第11号 平成12年10月2日発行) 非売品

発行:菊水電子工業株式会社 営業企画部門 〒224-0023 横浜市都筑区東山田1-1-3 TEL:045-593-7530(営業直通)

2000109KG11