

# バーチャル計測制御システムの開発 ( ) \* 1

吉 田 秀 之\* 2

井 尻 和 夫\* 3

黒 川 悟\* 2

大 東 卓 央\* 4

## 【要 旨】

当センターから遠隔地にある中小企業が、センターの試験機器を活用する試験等を実施する場合、利用するための時間的、経費的な負担が著しく大きく利用に際し市内企業に比べ不便を被り、装置の活用が出来ない。

また、遠隔地に限らず、大型設置機器のトラブル対策や試作段階での評価試験を行うにはセンターへの持ち込みが困難で、手間や時間がかかる上、設置場所における測定環境の再現も難しく、正確な評価試験ができない。

そこで、これら問題点を解決するために、コンピュータネットワークを利用した計測制御システムについて2年間計画で研究を実施し、本年度は 試作した光 - 電界センサや高速サンプリングボード等をシステム化することにより、高周波インピーダンス特性測定、電圧利得型伝送特性測定、インパルス電圧印加法による伝導イミュニティ試験、インパルス電磁波放射による放射イミュニティ試験の簡易測定を行うシステムを試作しその実用性を確認した。

## 1 緒言

京都府内の電気機械製造業においては、電気機械機器の製品設計・試作段階や製品の誤動作等によるトラブル時の解析・評価は、EMC関連の試験・指導件数を中心として増加の傾向にあり、今後、利用者、企業ニーズの多様化に対応した高度な製品の開発には、技術開発サイクルの短期間化、専門技術の多様化の中、さらに高度化された技術支援が望まれている。

一方で近年のインターネットを利用した情報化の進展には目覚ましいものがあり、府内製造業においては、インターネットの認識度は非常に高く、中小企業を取り巻くインターネットの環境は大きく変貌を遂げつつある。今後の府内中小企業への技術支援においても、インターネット技術を念頭に置いた新しい枠組み（インターネット上のシステム）による技術支援体制が求められている。

一例として当センターから遠隔地にある中小企業が、センターの試験機器を活用する試験等を実施する場合、利用するための時間的、経費的な負担が著しく大きく利用に際し市内企業に比べ不便を被り、装置の活用が十分に出来ない。また、遠隔地に限らず、大型設置機器のトラブル対策や試

---

\* 1 「地域産学官交流促進事業」

\* 2 機械電子課 技師

\* 3 同課 専門員

\* 4 同課 主任研究員

作段階での評価試験を行うにはセンターへの持ち込みが困難で、手間や時間がかかる上、設置場所における測定環境の再現も難しく、正確な評価試験ができない。

このような背景を踏まえ、電気機械機器の設計・試作段階での技術支援、及び製品の誤動作等によるトラブル時の解析・評価を即時に可能とするコンピュータネットワークを利用したリモート計測・制御技術の開発を行う。また、電気機械製造業における計測・制御技術の高度化を進めることで新製品開発等の技術支援の強化を図ると共に、新技術分野への参入に取り組むことのできる中小企業の育成を図ることを目標とする。

本年度では、平成9年度に設計・開発した要素技術を改良試作し、現在当センターにおいて中小企業からの開発過程や製品の誤動作等によるトラブル時の解析・評価に対する試験・指導件数が増加する傾向にあるEMI試験システムの試作を行った。

## 2 研究内容

現在のEMI試験における評価方法の一つとして、電子機器のエミッションとイミュニティ特性を測定する方法があり、この特性は機器を構成する回路網や周辺回路への配線網、さらに筐体を構成するハウジング等の高周波共振、スイッチング、放電によるインパルス性の過渡現象によって決定付けられている場合が多いため、今回はインパルス性電磁波や電圧の過渡応答特性から簡易に特性を測定、評価することにした。そこでこの評価方法を用いたシステムを試作するに当たり、まず、システムを構成する要素技術として次の(1)から(5)の試作開発を行い、その上でこれら要素技術を利用したりリモートEMI計測システムの開発の試作を行った。

- (1) 受信した電磁波を光信号に変換して伝送できる光 - 電界センサ
- (2) インパルス性電磁波や電圧に対する電子機器・回路の応答を等価サンプリングによって測定を可能にする高速等価サンプリングボード
- (3) 電子機器のEMC特性を測定できる高圧高速インパルス電圧発生ユニット
- (4) 光 - 電界センサに接続し電界強度を計測するためのセンサとして利用する小型で広帯域特性を有する光 - 電界センサ用小型広帯域アンテナ
- (5) センシング部分だけを遠隔地に置いてホストコンピュータによる計測・制御をイーサネットから可能にするネットワークアダプタ
- (6) これらの要素技術を利用したりリモートEMI計測システム

## 3 結果及び考察

### 3.1 光 - 電界センサ

この要素研究では、測定系の伝送ケーブルが測定の場合やデータ伝送に影響を与えない高周波の過渡応答測定に有効な小型で高周波広帯域の測定機能を有し光変調に変換したデータを伝送する光 - 電界センサの実用化試作を行った。

光 - 電界センサは、ポッケルス効果を応用した光導波路型電界センサで、DC ~ 数GHzの広帯域で直線性のある感度特性を有し、パルス性の電磁波の過渡応答を容易に計測できる優れた特徴を持つ電界センサである。

このセンサは、光導波路デバイスの変調電極に小型の非共振アンテナを取り付け、受信信号によって直接光変調した結果を光ファイバーで伝送できる構造とした。デバイスは、LiNbO<sub>3</sub>のZカット面上に熱拡散法を用いてチタン拡散導波路を形成したマツハツェンダー型光変調器で構成した。

試作したセンサは、透過型変調器と、その1/2で

構成した反射型変調器の2つの構造を有するもので、透過型センサには、偏波面保存ファイバとマルチモードファイバを入出力ファイバに使用し、反射型センサには、入出力ファイバに1本の偏波面保存ファイバをデータ伝送ケーブルに使用した。

透過型の光-電界センサは、変調感指数を示す半波長電圧( V )5.6 V、受信できる上限周波数が1 GHz、微弱電圧に対する絶対感度が数10mVを実現した優れた特性を有する実用レベルのセンサとして試作開発することができた。

また、反射型光-電界センサについては、透過型センサに比して1/2~1/3の感度が得られた。試作した透過型と反射型のセンサをそれぞれ写真1

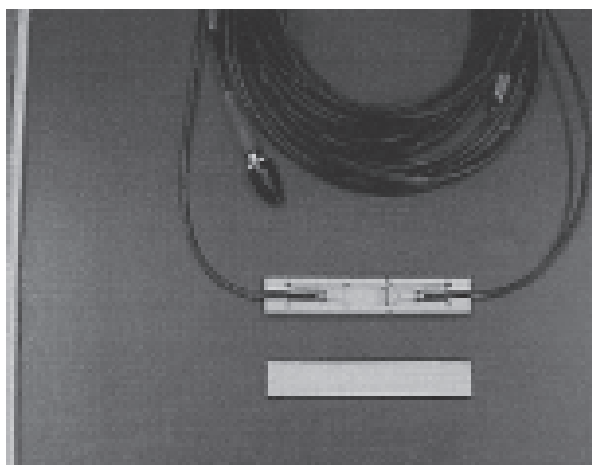


写真1 透過型の光-電界センサ

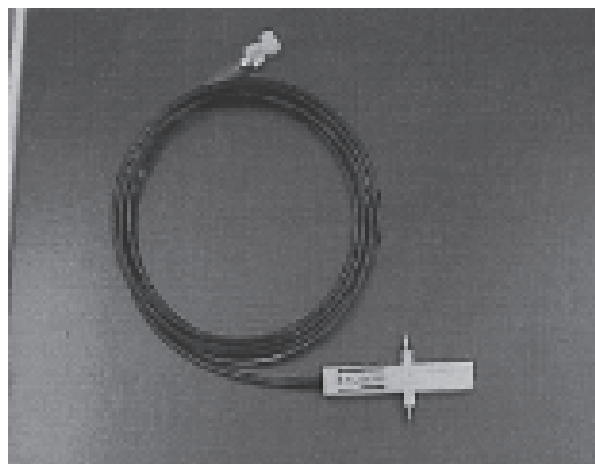


写真2 反射型の光-電界センサ

と写真2にを示す。

### 3.2 高速等価サンプリングボード

この要素研究では、インパルス性電磁波や電圧に対する電子機器・回路網の応答に再現性があるので、発生させたインパルス電圧に同期して等価サンプリングができる低コストの高速等価サンプリングボードを試作開発した。

サンプリングボードは、分解能12ビット、25MHzリアルサンプリング回路にインパルス電圧を発生させるトリガパルスを1nS単位にプログラマブル遅延できる回路を付加した1GHzの高速等価サンプリングボードができる機能を有する次の仕様で試作した。

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| 入力チャンネル数 | 2 CH                    |
| A/D変換    | 12ビット、25MHz(リアルサンプリング時) |
| アッテネータ   | 60dB(8dBステップでプログラマブル可変) |
| キャッシュメモリ | 128KW                   |
| トリガパルス   | サンプリングクロックに同期して1nS単位に可変 |
| バス仕様     | ISAバス                   |

入力回路には、高分解能の測定結果を得るためにプログラマブルアッテネータ、ウインドコンパレータ、オフセット自動調整回路を付加して、入力波形を最大感度でサンプリングできるようにした。また、トリガパルスのジッタを100pS以内とし、1nSの等価サンプリングを可能にした。試作した高速等価サンプリングボードを写真3に示す。

### 3.3 高圧高速インパルス電圧発生ユニット

この要素研究では、300MHzの高周波域までの

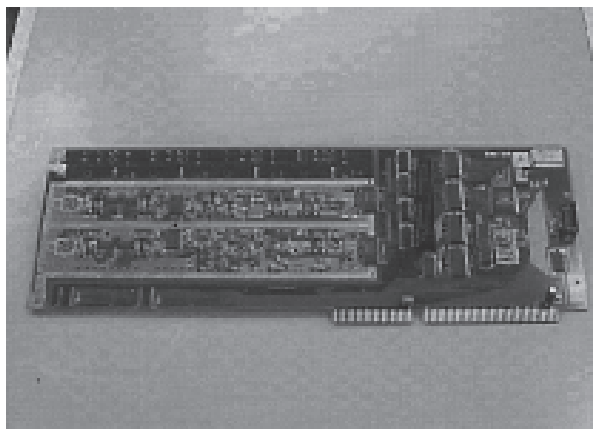


写真3 高速等価サンプリングボード

過渡応答の測定に使用できる高電圧高速インパルス電圧発生回路と、反射法によるインピーダンス特性と電圧利得型伝送特性を測定できる測定ユニットを次の仕様で試作開発した。

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| インパルス電圧     | 0 ~ 4000 V (連続可変) |
| パルス幅        | 4 ~ 8 nS          |
| スイッチングジッタ   | 100pS 以内          |
| 測定周波数域      | 0 ~ 300MHz        |
| 特性インピーダンス計測 | 反射法を使用して計測        |
| 伝送特性計測      | 電圧利得型伝送特性を計測      |

インパルス電圧発生回路には、トリガパルスに同期して等価サンプリング信号が発生できるようにするため、スイッチングジッタが極めて小さい50個のパワー MOS アレイで構成された電力パルス発生用高速スイッチング素子を使用した。出力回路には、パワー MOS スイッチの on 抵抗に依存して発生する数10nSの三角波の波尾をキャンセルできる波形整形回路を付加してパルス幅 4 nS、波高値4000Vのインパルス電圧を発生できるようにした。

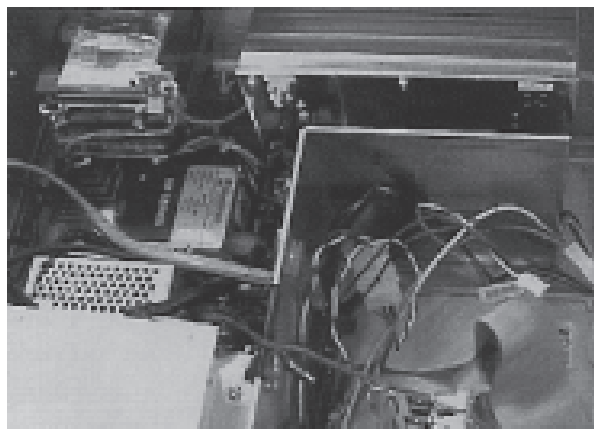


写真4 高圧高速インパルス電圧発生ユニット

測定ユニットは、インパルス電圧発生回路と測定回路、Windows95 対応の CPU ボードと 1 GHz 等価サンプリングボード、イーサネットボード等で構成した。測定結果の信号処理は、既存の信号処理ソフトに特性インピーダンスと伝送特性を算出する処理系を付加して作成した。試作した電圧発生ユニットを写真4に示す。

### 3.4 光 - 電界センサ用小型広帯域アンテナ

この要素研究では、光 - 電界センサと組み合わせる広帯域小型アンテナの試作を実施した。

なお内容については、「高効率広帯域小型プリントアンテナの開発とそのインパルス応答解析 ( )」で報告を行っているのでそちらを参照のこと。

### 3.5 ネットワークアダプタ

この要素研究では、センシング部分だけを遠隔地に置いてイーサネットを介してホストコンピュータにデータ伝送するネットワークアダプタを試作した。試作したネットワークアダプタを写真5に示す。

図1に示すように、このアダプタには10BASE-Tのイーサネットポートと8ビットのパラレ

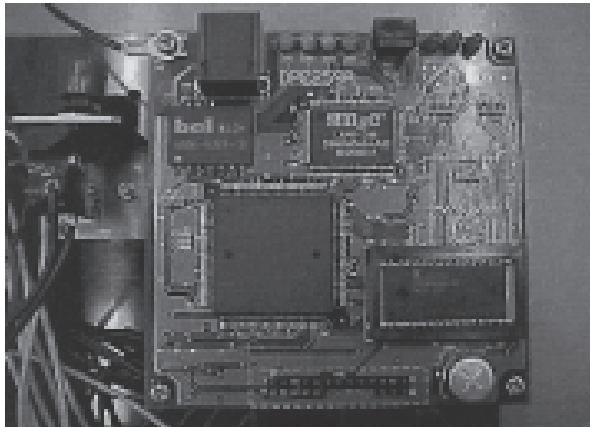


写真5 ネットワークアダプタ

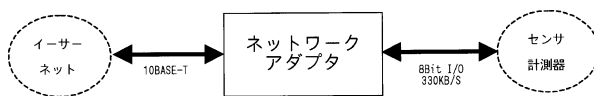


図1 ネットワークアダプタ動作図

ルI/Oポートを装備し、計測したパラレルデータをTCPプロトコルに変換して伝送することが可能となった。また、パラレルタイプのI/Oをネットワークから制御することにより、計測だけでなく容易に遠隔制御を行うことが可能となった。

試作したアダプタのイーサーネットポートは10Mbpsの10BASE-Tに対応し、パラレルポートは、最高330KB/Sの伝送が可能である。この速度はシリアル伝送時の約2.4Mbps相当の伝送速度である。

このアダプタは、モードスイッチの設定により各種動作を変更することが可能である。

FTPサーバモードでは、パラレルポートで受信したデータは、アダプタ上にファイルとして存在するので、イーサーポートからFTPでファイルを取得することでデータ伝送が可能となる。同様に、パラレルポートへのデータ送出手は、FTPでファイルをアダプタへ送信すればよい。

ソケットサーバモードでは、イーサーネットポート側のクライアントからの接続を待

受け、要求があるとあらかじめ決められたポートを使用し、クライアントと通信を開始する。クライアントから送信されたデータは、そのまま(透過モード)パラレルポートへ送付される。

ユーザプログラムモードは、UNIXライクなソケット関数をサポートしているため、さまざまなアプリケーションへの応用が可能となる。

このアダプタを開発したことにより、パソコンを用いることなく、安価、簡単にパラレルポートで計測したデータをイーサーネット上のホストPCに転送することが可能となった。

### 3.6 リモートEMI計測システム

以上の3.1から3.5の要素技術を利用して、表1に示す機能・仕様を有するリモート計測が可能なりモートEMI計測システムを開発した。そのシステム構成を図2に、またシステムの本体部分(図2の点線部分)の概観を写真6に示す。

このシステムにより、高周波インピーダンス特性測定、電圧利得型伝送特性測定、インパルス電圧印加法による伝導イミュニティ試験、インパル

表1 リモートEMI計測システム仕様

| 機能      | 仕様  |
|---------|---|
| 基本測定機能  | <ul style="list-style-type: none"> <li>高周波インピーダンス特性測定</li> <li>電圧利得型伝送特性測定</li> <li>インパルス電圧印加法による伝導イミュニティ試験</li> <li>インパルス電磁波放射による放射イミュニティ試験</li> </ul> |
| 測定周波数域  | 100KHz ~ 300MHz   |
| インパルス電圧 | 0 ~ 4KV   |
| A/D変換機能 | パルス幅 4nS<br>リアルタイムサンプリング<br>25MHz<br>等価サンプリング 1GHz<br>分解能 12ビット   |

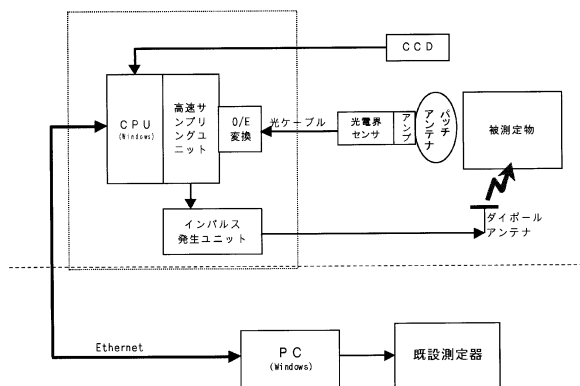


図2 リモートEMI計測システム構成図

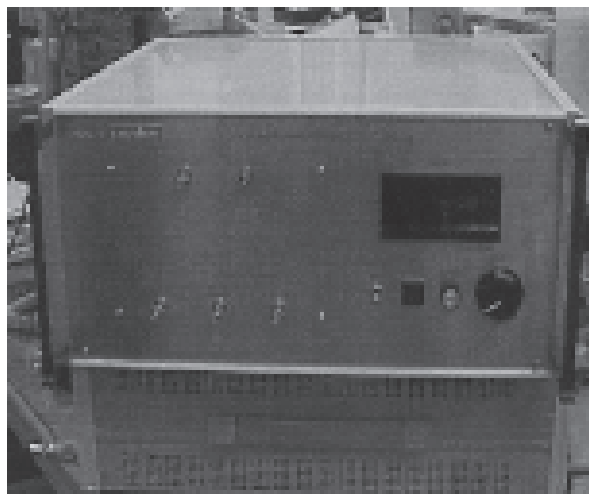


写真6 リモート計測システム本体部

ス電磁波放射による放射免疫試験の簡易測定を行うことができ、設置機器の現場でのトラブル対策や的確な技術診断を行うシステムとしての実用性を確認した。

#### 4 結言

本研究では、コンピュータネットワークを利用したリモート計測制御システムを開発するために必要な要素技術開発を行い、これら開発した光

- 電界センサや高速サンプリングボード等をシステム化することにより、高周波インピーダンス特性測定、電圧利得型伝送特性測定、インパルス電圧印加法による伝導免疫試験、インパルス電磁波放射による放射免疫試験の簡易測定を行うリモートEMI計測システムを試作しその実用性が確認できた。

今後は、各要素技術及び本システムの製品化について検討を行っていく予定である。