# **導入事例集 オシロスコープ**



# 株式会社デンソー 様

ナノ秒オーダーの高周波の解析に、高電圧差動プローブが貢献

導入製品: TDP1000型差動プローブ / DP07000 シリーズ・デジタル・フォスファ・オシロスコープ

# 法政大学 様

ハードウェアの知識を持つソフトウェア技術者の養成を目指し、ロジックアナライザとオシロスコープをセット導入 導入製品: TDS3014B型デジタル・フォスファ・オシロスコープ / TLA7000 シリーズ・ロジック・アナライザ

# 職業能力開発総合大学校 様

アコースティック・エミッションの広帯域検出・解析手法の開発に DPO4034 型を導入し、大容量データの解析を容易に実現 導入製品: DPO4034 型デジタル・フォスファ・オシロスコープ

# 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 様

直線加速器のビーム位置モニタに 16 台の高速デジタル・フォスファ・オシロスコープを導入し、 ビームクオリティと供給力の向上を実現

導入製品: DPO7104型デジタル・フォスファ・オシロスコープ

# パナソニック コミュニケーションズ株式会社 様

TDS5000B シリーズを用いてレーザスキャンユニット (LSU) の自動検査を実現 導入製品: TDS5000B シリーズ・デジタル・フォスファ・オシロスコープ

# 同志社大学 様

学生実験用に50台を一気導入。1人一台の使用環境を実現 導入製品:TDS1002型デジタル・ストレージ・オシロスコープe

# NEC エレクトロニクス株式会社 様

業界に先駆けFB-DIMMに必要な AMB の早期市場投入に向け、世界最速のオシロスコープと RT-Eye ソフトウェアを駆使 導入製品: TDS6000C シリーズ・デジタル・ストレージ・オシロスコープ TDSRT-Eys シリアル・コンプライアンス/解析ソフトウェア

# 東京工業大学 様

Windows OS 搭載オシロスコープによる非破壊検査装置のプロトタイピング 導入製品: TDS5034B型デジタル・フォスファ・オシロスコープ



# 株式会社デンソー ナノ秒オーダーの高周波の解析に、高電圧差動プローブが貢献



#### ■概要

課題 エンジン制御用 ECU の信頼性を向上させるため、オシロスコープで信号波形を観測する必要があった

が、手持ちの受動プローブではナノ秒オーダーのノイズは大きく乱れた波形となり、解析が困難だった

ツリューション 高電圧差動プローブを導入することで、ナノ秒レベル の信号波形を捕捉・観測できるようになり、高周波ノ イズに対する信頼性の向上が可能になった

利点 ナノ秒オーダーでの ECU の挙動の確認が出来るようになり、その結果、より高い周波数のノイズ解析に

対する信頼性を高めることができた

# ■背景■

## ECU に求められる高信頼性

最近の自動車は、エンジンを電子的に制御することが当たり前になっている。電子制御ユニット(ECU: Electronic Control Unit)と呼ぶマイコンボードが、エンジンの状態に応じて燃料噴射量や燃料噴射タイミング、点火タイミング、アイドル回転数などを制御する。エンジンの状態は、自動車のあちこちに配置したセンサによってリアルタイムでECUにもたらされる。センサには、スロットルセンサや車両速度センサ、水温センサ、吸気温度センサ、酸素センサ、バッテリ電圧モニターなどがある。エンジン制御用ECUは、これらのセンサ情報を高速に演算し、最適な制御値を出力する。

エンジン制御用 ECU は、かつてはエンジンから離れた場所に配置されていたが、最近ではエンジン

室内に置くことが多い。そのため、より高度な耐熱性と防水性、耐ノイズ性が、ECUに求められるようになってきた。

デンソーは国内で初めてエンジン制御用 ECU を開発した企業であり、国内最大の自動車用電装品メーカーでもある。デンソー 電子技術 2 部 第 1 設計室の中村哲也様と植村晋也様は、エンジン制御用 ECU のハードウエア設計を担当しており、高品質・高信頼の ECU 開発にご活躍されている。

# ■ 測定に関する課題 ■ ナノ秒オーダーの高周波解析

近年のエンジン制御用 ECU は、従来に比べ、より厳しい環境での動作が求められている。その中で、中村様、植村様のチームはノイズに対する信頼性の向上に取り組まれている。これまではミリ秒、マイクロ秒レベルの耐ノイズ性までを確保していたが、最近では、ナノ秒オーダーの耐ノイズ性までが求められてきた。しかし、ナノ秒オーダーの高周波ノイズは従来のオシロスコープとプローブで観測すると、大きく乱れた波形となってしまい、解析が困難だった。

「このような状況を確認するには、通常はオシロスコープで ECU 間の信号波形をチェックします。しかしながら今回は、捕捉した波形が乱れてが展CU の挙動や ECU が示す内部データとの整合性が保たれませんでした」(中村様)

これでは解析を進めることができず、中村様のチームは非常に困難な状況に陥った。



株式会社デンソー 電子技術 2 部 第 1 設計室 中村 哲也 様(右) 植村 晋也 様(左)



# ■ 機種選定の経緯 ■ 小容量、高電圧、差動のプローブを採用

中村様らの解析チームから相談を受けたテクトロニクスは、計測器が測定系に影響を与えているのではないかと考えた。中村様らが使用していた計測器のプローブは、受動電圧(パッシブ)プローブだったからである。パッシブ・プローブは安価で使い易いプローブだが、入力容量が十数 pF とかなり大きいために、測定する波形によっては、波形自身を変形させてしまうことがある。今回のケースでは、入力容量の小さなプローブに交換することが良策に見えた。

入力容量が小さなプローブの代表は、能動電圧(アクティブ)プローブである。ただしアクティブ・プローブは 測定できる電圧が最大で 5V 程度と低い。自動車の バッテリは出力電圧が 14V 程にもなり、アクティブ・プローブでは対応しづらい。

そこでテクトロニクスは、差動入力電圧が 42V と高いアクティブ型の高電圧差動プローブ「TDP1000 型」の利用をご提案した。「TDP1000 型」は差動入力容量が1pF 未満と低く、計測器の影響を測定系に与える可能性が低い。また差動入力なので、同相雑音に強いという特徴がある。

# ■ 導入の成果 ■ 高周波のノイズ信号を正確に捕捉

中村様らのチームがプローブ「TDP1000型」とオシロスコープ「DPO7000シリーズ」を導入したところ、ECUの挙動と整合性が保たれた波形が取得できるようになった。これにより、ECUがナノ秒オーダーの高周波ノイズを受けた際、どの信号ラインがどのような挙動を起こすのかを確認できるようになった。

ナノ秒レベルでの ECU の挙動を確認できるようになり、さらなる高周波ノイズに対する信号の信頼性を高めることができたのは、ECU メーカーであるデンソーにとって非常に大きな成果である。「今回のケースは、テクトロニクスの協力なしには、解決できなかったと思います」(中村様)。

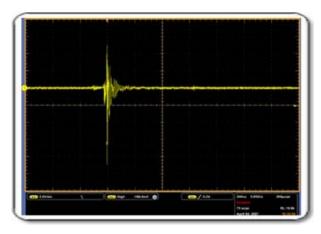
# ■ 今後の展望 ■ 「自動車仕様」の計測ツールが欲しい

自動車電装品は、非常に厳しい環境で使われる。例えば温度条件は使用条件がマイナス30°C~プラス100°C、保存条件がマイナス40°C~プラス120°Cと幅

広い。自動車自体も、氷点下のツンドラや灼熱の砂漠などで使われる。機械的な振動も、もちろん大きい。

自動車メーカーや電装品メーカーなどではこういった 環境を再現した試験室に自動車を実際に持ち込み、 計測器を使うことになる。通常の計測器では仕様(保 証)の範囲外になることは承知しながら、使わざるを 得ない。

このため、自動車の使用条件に合致した計測器の 提供や、計測技術の支援が受けられると非常に有 益であるという。「何らかの工夫で自動車の環境に合 致した実力を備えたバージョンがあれば、それだけ でも有り難いですね」(中村様)。テクトロニクスが自 動車エレクトロニクスに貢献する余地は、まだまだあ りそうである。



10:1プローブで取得した波形



差動プローブ「TDP1000型」で取得した波形

Case Study

# 法政大学 情報科学部

# ハードウェアの知識を持つソフトウェア技術者の養成を目指し、 ロジックアナライザとオシロスコープをセット導入



#### ■概要

課題 ハードウェアを知ったうえでソフトウェアが作れる エンジニアを育成するために、ハード上での 各部の信号の様子を理解させる必要があった。

ツリューション 最初はオシロスコープ、次にロジックアナライザという ステップで理解を促進。すべての学生が実際に体験

できるよう22セットを導入した。

利点 実践的かつ総合的な知識が身につき、卒業後の就

職先での評価も高い。

# ■ 背景 ■ ものづくりの概念を構築

法政大学情報科学部は、コンピュータ科学科およびディジタルメディア学科の2学科を有する。一般の工学部が具体的な「ものづくり」を目指しているのに対して、同大情報科学部は、ものづくりの概念から構築できる人材を育成することが目的だ。コンピュータおよびネットワークを基盤とする情報や応用システムのベースとなるのはコンピュータ・サイエンスであり、現実にはソフトウェア技術が中心となる。実際に、すべての学生はJAVAを書けるスキルを持つほか、在学中には全員に最新のノートパソコンが貸与される。一方で、専門に極端な偏りが出ることは好ましくない。

ディジタルメディア学科の花泉 弘教授は「ソフトウェアを作る場合には目的とするシステムの概念を構築するのが第一であると同時に、全体を広く視野に入れながら仕事ができるスキルが必要」と語る。

#### ■ 課題 ■

# ハードを知ってソフトが作れるエンジニア教育

花泉教授は「ハードウェアを知らないと良いソフトウェア は作れません。例えば、ゲームソフトを作る場合にも、 ハードの性能を十二分に引き出せるソフトを作ることが 求められます」と説明する。ソフトウェアを学ぶについて も、コンピュータの原理と動作を根本から理解しておく 必要があるわけだ。とはいうものの、ソフトウェアを指向 する学生にハードウェアを理解させるのは一筋縄では いかない。そこで情報科学部では 2000 年からくハード ウェア実験>の講座を開設しハードとソフトの関係を実 体験させている。具体的には実際に CPU を作って動作 を確認することが学生に課される。初めは基礎的な内 容が中心となるが、後半はハードウェア記述言語であ る VerilogHDL を用いた 16 ビット CPU の論理設計を行 う。さらにそれを FPGA に実装して動作検証を行う。情 報科学部には二つの学科があるがどちらの学生にとっ ても必修科目である。しかも3年次の半年間で完結す るという、学生にとっては正にハードな講座だ。ここでの 課題は、実装状態における各部の動作を如何にして体 験させるかにある。

# ■ 機種選択とその理由 ■ ロジックアナライザの併用

「具体的にどんな波形が出ているかを確認しながら実 験を進めていく必要があります。デジタル信号も実はア

ナログだということを知る機会 でもあり、オシロスコープ は必須です」(花泉教授)。 いっぽう、「ある程度理解が 進むと、ハードウェアを一から 組んでいたのでは間に合わな くなります。そこで FPGA と 組み合わせてコンピュータを 作ることにしました。 いずれにしても多チャネルの 観測が必要になりソフトとの 関連づけも必要となるため、 オシロだけでは様子をとらえ るのが難しくなります。 そこで、ロジックアナライザも 使うことにしたのです」とのこと。



法政大学 教授 情報科学部 ディジタルメディア学科 工学博士 花泉 弘様

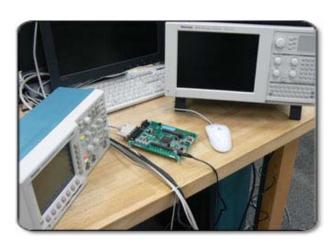


初めはオシロスコープ、次にロジックアナライザの活用というわけである。導入に際しては 22 セットと台数が多いため、「他社の UNIX (Linux)ベースのロジアナも比較検討しましたが、Windows との相性の良さが決め手となり、テクトロニクスの TLA シリーズと TDS3000 シリーズに決めました」という。 OS としてのバージョンアップや改変も多く様々な派生が存在する Linux に比べ、デファクトとしてマーケティング的に安定した Windows をベースにした TLA シリーズの方が、学生が実験の経験を生かすうえで有利と判断されたわけだ。

# ■ 成果 ■ ロジアナ無くしてデジタル無し

TLA シリーズと TDS3000 シリーズについて、「導入してから数年経過していますが、ハードウェア実験という教科の目的に対しては今も十分な機能性能があり満足しています」とのこと。国内の工学系大学では学生実験における機材としてオシロスコープを使うことは珍しくない。だが、非ハードウェア系の学生にロジックアナライザまで使わせる例はまれだ。花泉教授は「オシロスコープは電気を学ぶうえでの必需品ですが、同じようにデジタルに携わるならロジックアナライザも必需品です」と語る。

学生にとっては他では得られない絶好のチャンスを与えられたことになる。その結果、卒業生からも、『在校中は厳しかったが、やっておいてよかった』という声が寄せられているという。就職先の企業からハード・ソフト両面のスキルを持つ学生を引き続き求められる機会も出てきたとのこと。



FPGA 搭載ボードとパソコン、ロジックアナライザ、オシロスコープ



グループ分けされたデスク毎に TLA シリーズと TDS3000 シリーズが配置されている

TLA シリーズと TDS3000 シリーズは学生実験で使う以外に大学院生の研究にも使われている。実際、TLA シリーズをネットワーク接続したシステム構築で博士論文を書いた院生もいるという。さらに同学部では学年や教科に関係なく、研究室に出入りして教官から直接指導が受けられる一種の寺子屋制度「情報研究プロジェクト」というユニークなシステムを実施中であり、TLA シリーズと TDS3000 シリーズについても学生が希望すれば自由に使えるようにしている。これだけの機材を使える環境は他にないこともあり、授業を超えて熱中する学生もいるという。

# ■ 今後の展望 ■ 組み込みエンジニアに求められるスキル向上で 時代の要請を先取り

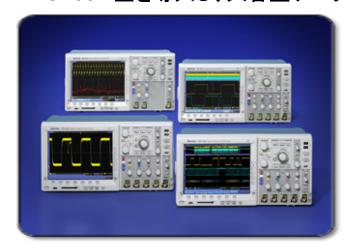
花泉教授らが現在のハードウェア実験のカリキュラムをスタートさせたのは 2000 年 4 月のことだが、実は、日本の大学教育においてソフトウェアやコンピュータ・サイエンス系の学生にも組み込みシステムなどハードウェアの根本を学ばせておくべきと言われ始めたのはごく最近のことである。つまり、法政大学情報科学部は時代の要請を先取りしていたといえる。「ハードを知ったうえでソフトが作れるエンジニア教育」という花泉教授の想いは着実に実を結んでいる。組み込みシステムのエンジニア不足が叫ばれている現代にあって、まさに時代の先取りをした取り組みであり、そのような IT の将来を担う人材育成にテクトロニクスがお役に立てていることも実感できた。

Case Study

#### February 2007

# 職業能力開発総合大学校

# アコースティック・エミッションの広帯域検出・解析手法の開発に DPO4034 型を導入し、大容量データの解析を容易に実現



■概要

課題 アコースティック・エミッション(AE)の原波形解

析を進めるに際して、信号帯域とデータ量に見

合った解析ツールが無かった。

ソリューション 広帯

広帯域センサと DPO4034 型、さらにパソコンを 組み合わせ高速・大量データの採取と、容易な

周波数解析を実現。

利点

AE を通じた職業訓練指導員の養成及び研修 が進むと同時に広帯域 AE 信号の応用研究に

弾みがつく。

## ■背景■

#### ものづくりを支える人材の育成

職業能力開発総合大学校は、各地の職業能力開発施設等で活躍する職業訓練指導員の養成及び研修を行う機関である。武藤一夫様は同校精密機械システム工学科兼務福祉工学科で指導・研究に携わる。ものづくりの基本ともいえる金型加工・設計、CAD/CAE/CAM/CAT分野を専門とし、なかでもアコースティック・エミッションの応用研究に永い経験を持つ。アコースティック・エミッション(Acoustic Emission:音響放射、以下 AE)は、材料や構造物に加わる外力によって材料内部から放出される音波のことである。AE を利用した解析手法は非破壊であるほか材料や構造物内部で発生する微細な割れや破壊などをリアルタイムにとらえることができるこ

とから、工作機械・工具の常時監視などのほか、ガスタンクの保全、セラミックやグラファイトなどの材料強度や破壊プロセスの解明など幅広く応用されている。

# ■ 課 題 ■ センシングとデータ解析の壁

AE は通常、20kHz 以上の超音波領域を対象とする。また、検出される信号は微弱かつ複雑な振動波形をしている。AE は材料の微少領域を発信源とするうえ、発信源検出点に至るまでに様々な減衰や複雑な反射を伴うからである。このため、一般的には百 kHz 付近に共振点を持つ圧電センサを用いて検出感度を上げ、さらにパルス列に変換した後にパルス数や時間的密度などをカウントする[イベント解析]を行うのが一般的である。しかしながら、イベント解析は狭帯域のセンサを用いるため、AE 信号が本来持つ周波数情報の多くを失う。さらにパルス列(リンギング)とすることで振幅軸上の情報も切り捨ててしまうことになる。

これに対して武藤様が永年追求しているのは AE 信号を未加工のまま検出しその情報を解析する原波形解析と呼ばれる方法だ。ただし、原波形解析にはフラットで広帯域な周波数特性を持つ高感度なセンサと信号波形の高速大容量記録、そして FFT やデジタル・フィルタなどの信号処理と波形解析システムが必要になる。このうち、キーとなる広帯域 AE センサに関して武藤様はこれまでに周波数帯域 10MHz の広帯域センサを企業

と共同開発し商品化するなど独自の研究を行ってきた。 次に、職業訓練指導の対象として AE の現象究明や 実応用に役立てるには大容量のデータ記録と解析 のための使いやすいツー ルが必要になるが、これまで AE 原波形解析にマッチ したツールが無いという課題を抱えていた。



職業能力開発総合大学校 技術アドバイザー 精密機械システム工学科 工学博士 武藤 一夫 様



# ■ 機種選択とその理由 ■ AE に合致する FFT アナライザが無い

原波形解析の第一は FFT(高速フーリエ変換)による信 号の周波数解析である。ところが「解析には 10MHz 以 上の帯域が必要なのですが、市販の FFT アナライザの ほとんどは機械振動や音響などの解析を意図している ため、数十 kHz から百 kHz 程度の帯域しかありません。 過去には 10MHz 程度のものもありましたが、10MHz 計 測のシステムを容易に構築できません」(武藤様)。広 帯域かつ解析に大きな自由度を持つアナライザが無い という不便さの中での開発を余儀なくされていたわけだ。 そこで武藤様はロング・メモリを有するデジタル・オシロ スコープとパソコンの組み合わせによるシステムを検討 した。これに対してテクトロニクスは DPO4034 型と測定 器とPC 環境を統合する OpenChioce®アーキテクチャ によるシステムをご提案。「実は各社に相談したのです が、テクトロニクスの提案が最も敏速で内容的にも満足 できるものでした」(武藤様)という。「パソコンと計測器 の接続性がよい点も大きな評価ポイント」(武藤様)とな ったという。

# ■ 導入の成果 ■ 実習や研究に大きな弾み

DPO4034 型が持つサンプリング・スピードは 10MHz 帯 域の信号に対して十分に余裕がある。さらに、10M ポイ ントのロング・メモリは不規則に発生する AE を取り込ん で解析するのに極めて都合がよい。大容量データを取 り込んでの解析は FFT アナライザなどではできず、デ ジタル・オシロスコープならではのメリットだ。さらに、 DPO4034 型が内蔵する FFT 機能によってオシロスコー プ単体で周波数領域データに変換できるため、結果だ



機器や機材に囲まれた実験室で 武藤様と卒業研究生の早田様

けをパソコンに落とす転送量を少なくできる。導入して 間もない DPO4034 型だが「トリガの信頼性も高く操作 性も良いので学生共々すぐに使い始めました」(武藤 様)とのこと。

広帯域の AE センサと共に解析ツールが整ったことで 実習や研究に大きな弾みが付いた。武藤様は早速、 P 社から依頼された受託研究の1軸駆動装置(リニアガ イド)の間で起こる AE からベアリングの摩耗など細部 の挙動を検出することをテーマとして研究に活用し始め ている。AE は材料から突発的・かつ不規則に発生する。 したがってロング・メモリに大量に取り込んだデータから 解析に必要な部分を見つけ出すことはそう簡単ではな い。そうした場合には DPO4000 シリーズの大きな特長 の一つである Wave Inspector 機能による波形検索& 収集能力が威力を発揮することになる。

# ■ 今後の展望 ■ DPO が AE 解析と応用の有力なツールに

武藤様は今後について、「生データを全てパソコンに取 り込んで自由に解析したい部分もあります。ただ、大量 のデータを転送したり FFT するにはどうしても時間がか かるので、ソフトウェア面で工夫しようと考えています」 と語る。 DPO 向けの各種 OpenChioce、数値解析専用 ソフト、LabVIEW などのプログラム生成ソフトなど DPO と組み合わせたソフトウェアの活用などが期待されると ころだ。AE の活用についてお聞きすると、「AE は今よ りもっと多くの応用が考えられます。例えば高速道路の 各橋脚に AE センサを取り付けてネットワーク化すれば、 地震発生の際の伝搬状況なども分かるはずです。セン サに関して言えば、設置される雑音の多い環境に設置 しなければならない問題があるのですが、IC タグのよう に無線化できれば、ノイズの問題もクリアできます」と意 欲的なお応えをいただいた。DPO が AE 解析と応用の 有力なツールとして活躍することになるだろう。

Case Study November 2006

# 高エネルギー加速器研究機構(KEK)

直線加速器のビーム位置モニタに 16 台の高速デジタル・フォスファ・オシロスコープを 導入し、ビームクオリティと供給力の向上を実現



■概要	
課題	毎秒50回の割合で発射されるビームの位置情報を間欠的にしか捉えることができず、高速で高品質な制御に限界があった。
ソカーション	DP07104型を導入することで、22のモニタポイントに集約された約 100 箇所分の位置データが高速に収集・転送可能になった。
成果	発射されるすべてのビームを取りこぼすことなく採取できるよう になり、より高速・高精度な位置制御と高品質なビーム供給に 道が開かれた。

## ■背景■

## 世界一を誇る加速器群

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 (KEK)では、広大な敷地内に築かれた幾つもの加速器を 用いて物質構造や生命から宇宙までを含めた自然科学の 研究を行っている。B 中間子と反 B 中間子の対を作り出す 大型の加速器 KEKB では、蓄積リングの1周が約 3km もの 規模である。

同施設の古川 和朗様、諏訪田 剛様、佐藤 政則様は、 KEKB リングや放射光施設等に注入する高速の電子・陽電子を供給する直線加速器(Linac)のビームの測定と制御を担っている。Linac は、電子源や陽電子源で生成された電子と陽電子を加速し、KEKB など他の施設に供給する前段加速器である。その全長は約 600 メートルにおよび、この間にマイクロ波によって電子は最高 8GeV、陽電子では35GeV まで加速される。ビームは毎秒 50 回発射できる能力があり、衝突型加速器の基本性能とも言うべき電子と陽電子の衝突の頻度は世界一である。

#### ■課題■

データ収集の速度がネックで、間欠的データ採取を 余儀なくされる

「ビームは動的なうえ、その挙動はデリケートで、まるで生 き物のようです」諏訪田氏はそう語る。電子や陽電子の加 速に際して、打ち出された電子ビームは細く絞られかつ完 全な直線上を進まなければならない。ところが例えば僅か な温度変化があるだけでも、ビーム方向が変わったり形状 に変化をきたす。さらに「1か所を変えるとその変化が他の 部分に波及します」(諏訪田様)。したがって安定したビーム を得るには 600m という長い加速器上の各所におけるビー ムの位置やエネルギー、集群状態、角度発散などを精密 に測定し、逐次制御系にフィードバックする必要がある。こ れらのうち、位置検出に関して KEK の Linac では、これまで 600m のライン上に約 100 台のストリップライン型のビーム 位置モニタ(beam position monitors :BPM)を設置、さらにモニタ 出力に遅延を与えて多重化することで、20の信号に集約し たものを TDS680 オシロスコープを使って 5GS/s でサンプリ ングしていた。(次頁図参照)測定された信号は GPIB 経由 で VME のボードに取り込まれ、さらにサーバに接続するこ とで全体処理する方法が採られていた。各測定点で同じ電 子ビームを測定し収集するためのタイミング信号分配など の仕組みも併用されている。

しかしながら、従来のシステムではビームの位置情報を間欠的にしか捉えることができず、今後に向けて高速で高品質な制御と電子ビームの供給を行うには限界が見え始めていた。電子ビームは毎秒50回の割合で発射されるが、20ms毎に到来するビームは約10ps(測定器入力端で約5ns)の幅を持つ2個のパルスとして観測される。ところが、オシロスコープでデジタイズした信号をサーバに取り込んで処理する速度が

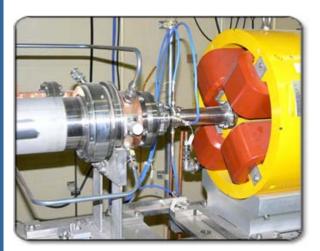


大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 (右より) 古川 和朗 様 諏訪田 剛 様 佐藤 政則 様



これに追いつかない。やむを得ずこれまでは連発するビームの中の1発を抜き取って測定していた。結果的に個々のビームの挙動をリアルタイムに捉えることはできず、測定を反映するビーム制御の速度や精度にも限界を生じてしまう、というわけである。

それらの限界を打破すべく、諏訪田様らは、サンプリング のスピードや分解能向上に加えて、多チャネルの測定結 果を高速に収集できるシステム開発に着手した。



入射器ビームラインに設置されたビーム位置モニタ

# ■ 機種選択とその理由 ■

# 高速・高分解能のデジタイズとローカルでのデータ処理 能力

従来システムの速度的なボトルネックは、TDS680B の処理 速度にある。GPIB を経由した VME 計算機からの要求に対 して TDS680B が高速に応答することができず、毎秒1回程 度が限度で、50 回分のデータを転送することができないか らだ。諏訪田様は、これを解決するため、当初高速のデジ タイザを使ったシステムも検討したという。しかしこの方法 では、処理をサーバに集中させなければならず、生の波形 データを高速に、しかも多チャネル転送しなければならない という問題が残る。加速器では高電圧や大電流の装置が 至るところに存在する。そうした中を長い距離にわたって高 速データを転送するのはノイズ等の点からも不利だ。

解決の手段は、高速・高分解能のデジタイジングとデータ解析処理をローカルで分散して行うことだった。後は Ethernet などでサーバに送ればよい。そして、高速・高分解 能デジタイジング、ローカルでのデータ解析、Ethernet の3 条件を満たすのはテクトロニクスの DPO7000 シリーズだった。最終的には DPO7104 型を新たに 16 台ご採用頂いている。

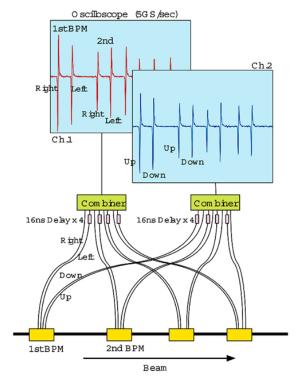
## ■ 成果と展望 ■

# さらに測定の能力向上を受け、高速な制御にも期待

古川様、諏訪田様、佐藤様のグループでは検出信号から 位置などの結果までを DPO7104 型内部で処理するソフト ウエアを独自に開発した。

新たなビーム位置測定システムは、導入のためのテストが繰り返されている。されに測定の能力向上を受けて、高速制御にも期待がかかる。「例えば、Linac では現在4つの施設にビームを供給していますが、要求されるビームの品質は各々異なります。また切り換えには30秒ほどかかっています。毎秒50回発射されるすべてのビーム位置を捉えることができ、それぞれについて制御できるようになれば、ビームを時分割的に切り換えることも可能で、供給効率が格段に向上します」(佐藤様)というわけである。

テクトロニクスの対応については「高速のデータ取り込み法等についてノウハウをいただくことができ、それによってオシロの持つ本来の性能を引き出すことができました」との評価をいただいた。



ビーム位置モニタの読み出しシステム

Case Study February 2006

# パナソニック コミュニケーションズ、TDS5000B シリーズを用いてレーザスキャンユニット(LSU)の自動検査を実現

TDS5000B シリーズの高速波形取込、ロング・メモリ、オープンなウィンドウズ環境と、APM の自動測定機能により評価のスピードを劇的にアップ



概要

課題

従来型のビーム試験装置では全スキャン範囲の 測定に長時間を要した。そのため多大な人員と労力を投入しなければならず、コストと生産性を圧迫していた。

ソリューショ

TDS5054Bのオープンなウィンドウズ環境、ロング・メモリ、高速波形取込と、All Pulse Measurement ソフトウエア(APM)の高速パルス・パラメータ自動測定機能を組み合わせ、像面でのパワーとビーム径を全スキャン範囲に亘って短時間に測定できるようにした。

利点

計測時間は6時間から6秒に激減。客観的な評価法が確立され、品質の向上とコストダウンを同時に達成できた

# レーザプリンタ用の基幹部品を生産

パナソニック コミュニケーションズ(株)オフィスネットワークカンパニー(以下 パナソニック コミュニケーションズ)は、IP-PBX やビジネスファクス、高速スキャナ、プリンタなどのドキュメント機器やそれらに向けたデバイスのメーカです。

製造グループの小川光雄様のチームでは、レーザプリンタ用 LSU(Laser Scanning Unit)の開発と工場の立ち上げを担当しています。 LSU はレーザプリンタの心臓部

となる機能部品で、レーザ発光やセンシングといった電気系、ポリゴンミラー駆動などの機械系、そしてレンズやミラーで構成される光学系の異なる技術が統合的に必要とされます。なお、同社では LSU を外販しており、多数のプリンタメーカに採用されています。

#### 従来は評価に多大な労力

LSU の中でも中核となるのはf レンズです。f レンズはポリゴンミラーで扇状に振られたレーザビームを平面上に合焦させるための特殊なレンズです。同社では独



パナソニック コミュニケーションズ が開発した F レンズ

自の製法によりプラスチック成型で f レンズを実現する技術を保有していました。しかしながら、その評価法には大きな問題を抱えていました。小川様は「当社のLSUの多くはプリンタメーカなどに外販するため、品質の評価や検査は特に重要です。生産サイドでは光学的なテストを主眼とする専用のビームスキャン試験装置が使われていました。その場合、1つのレンズの評価に2名で6時間以上を要するため、大量の人員を投入しなければなりませんでした」と述べています。さらに、全スキャン範囲に亘って評価することも限界がありました。

## 15,000 個の波形パラメータ計測

このため、同社では従来の方 法を改め、波形解析による独 自の評価手法開発に取り組み ました。実際に今回の評価装 置の開発に当たって専用の高 速センサも開発されています。 新たな手法では、スキャンされ たレーザビームは、高速なパ ルス状の信号列として観測さ れます。



パナソニック コミュニケーションズ株式会社 オフィスネットワークカンパニー 製造グループ工場技術デームデバイス担当 参事 小川光雄様



このとき、パルスの振幅はレーザ強度に、パルス幅は ビーム径に対応します。 ちなみに 12 µm 単位で読み取 る場合のパルス数は 15,000 個に及びます。

こうした信号には高速波形取込に加え、ロング・メモリをもつオシロスコープが必要になります。同社では、現在の装置が完成する以前は他社のデジタル・オシロスコープを使ってセンサからの信号を取り込み、管面上でひとつひとつのパルス波形を計測していたといいます。しかしながら、パルスの数は 15,000 もあります。ひとつひとつのパルスを順に計測するのは非現実的な作業でした。また、検査装置は生産ラインで使うため、高速なスループットが要求されます。取り込んだデータからパルス毎のパラメータを計測し全体の集計処理を行います。ここで長いメモリのオシロスコープを用意した上でデータを処理するカスタム・アプリケーション・ソフトウェアが必要になります。小川様も当初はカスタム・アプリケーション・ソフトウェアが必要になります。小川様も当初はカスタム・アプリケーション・ソフトウェアが必要になります。小川様も当初はカスタム・アプリケーション・ソフトウェアの自社開発を想定し、一年程度の開発期間を覚悟していたそうです。



#### TDS5000B シリーズと APM で一気に解消

こうした問題に対してテクトロニクスは、TDS5054B オシロスコープの高速波形取込、ロング・メモリ、並びにオープンなウィンドウズ環境と、All Pulse Measurement (以下 APM)ソフトウェアを組み合わせ、さらに光学的なビーム径に対応する電気的なパルス幅の測定項目を加える提案で応えました。APM は日本テクトロニクスが無料で提供しているパルス・パラメータ自動測定ソフトウェアで、TDS5000B・6000B・7000B シリーズなどのウィンドウズ搭載のオープンな測定環境を提供するオシロスコープ上で動作します。汎用のソフトウェア(ナショナ

ルインスツルメン ツ社 LabVIEW)が ベースになってい るので、測定項目 の追加にも比較 的簡単に対応でき、 短期間でカスタマ



LSU評価用途にカスタマイズされた APM

イズされたソフトを提供することができました。 結果はめざましい成果を挙げています。従来1本のレンズに6時間かかった評価が、取り込みに6秒、計算も3秒で完了という劇的な時間短縮を達成しました。さらに、レンズの前面を〈まな〈スキャンし、全てを数値化したことで、像面でのパワー均一性、ゴミや傷などの検出、さらにビーム径の分布なども客観的に評価できるようになったのです。APMを利用したことにより、システムとしてのソフトウェアは制御系だけのコンパクトなもので済んだことも成果でした。

## ネットワーク機能をグローバル活用

振り返ると、TDS5000Bシリーズの高速波形取込、ロン グ・メモリ、オープンなウィンドウズ環境と、APM のパル ス・パラメータ自動測定機能が、小川様の要求に合致し た好例となりました。小川様によれば「本装置の開発に よって全ビーム範囲に亘って数値的・客観的な評価が できる様になり、ユーザとの信頼関係も深まりました」と のこと。従来は総合性能を結果的な画像を出力して感 応検査することなどが慣習的に行われてきたからです。 開発されたシステムは、既に複数稼働しています。「生 産ラインはフィリピンにあるので、ネットワーク対応でき る点も大きなメリットです。実際に日本から遠隔操作で データを監視したリアプリケーションを入れ替えたりとい ったことも行っており、生産体制のダイナミックな変更に 素早く対応できています」など思わぬ成果も出ています。 さらに、「自分としてはテクトロニクスのオシロスコープ は操作性が良いことも大きな魅力だったのですが、今 回のシステムは APM と組み合わせたのでオシロスコー プに一切手を触れることなく動作します。これは生産ラ インに組み込まれる機器にとって非常に有利です」とい う有り難い評価もいただきました。

Case Study January 2005

# 学生実験用にオシロスコープ 50 台を一気導入 一人一台の使用環境を実現。



#### 概要

お客様と 納入製品 同志社大学工学部電気工学科

実験実習センター

TDS1002 型デジタル·ストレージ·オシロスコープ:

50 台

これまでの 課題 従来のグループ制による実験スタイルでは、個々の 学生が持つスキルのバラッキを吸収できないため、 自ら考え行動できるエンジニアの養成が難しかった。

実施した方策

これまで二人に一台が最高だった体制から、50台のオシロスコープを一気に導入することで、一人一台を

実現。

得られた 利点

個々の学生のスキルに合わせた実験教育体制を確立。オシロスコープのフットプリントが小さいのでで、 実験台に複数のオシロスコープを並べることが可能。また、高速サンプルであるため、高年次での実験 にも十分に対応でき、コストパフォーマンスが高い。

## 実験重視のプロジェクトベース・ラーニング

同志社大学工学部電気工学科様では、1年次の春学期からオシロスコープを初めとする計測器利用法の習

得を目的とした基礎演習実験を開講するなど、従来か ら実験による学習を重要視しています。近年では、 「プロジェクトベース・ラーニング」を掲げ、実験を理論 理解のための補助手段としてではなく、電気現象を感 覚器官で捉える力を養うためのものとして捉えて、自ら 設計・製作し測定し考察することで半導体や電子回路、 電源などの基礎を会得することを狙ったカリキュラムが 編成されています。例えば、1年次ではテスタやラジオ を各自製作しますが、この時に製作したテスタは本人 が卒業後も自分のものとして使います。1年次秋学期 からは電気工学基礎実験、電気工学実験へと進み、最 終の3年次秋からは、インバータ制御のモータを使った 電気自動車モデルや、シーケンス・プログラミングによ るエレベータ制御のシミュレーションなどを行います。 TDS1002 型オシロスコープは、同科のこうした実験教 育のための不可欠な要素となっています。

## 「個」に合わせた教育体制へ

電気工学科様では、これまでグループ制によって実験が運営されてきました。グループによる実験は、協調性や集団内での説得力を養うなどの面で有用性があるからです。しかしながら、グループ制では個々の学生のスキルや個性に合わせたきめ細かな指導が難しく、自ら考え行動できるエンジニアを養成するという学科の教育目的を達成することが難しかったことも確かです。電気工学科ではこれまでも、実験に際しては各学生が個々に設計し実験し考察するといった方法を採ってきましたが、設備の面でも「個」に対応した体制への移行が望まれていました。

#### 従来機種ではオシロスコープが実験台を占拠

設備面で個に対応する ためにまず必要なこと は、測定器の拡充でし た。オシロスコープや電 源などを学生の人数分 揃えることが第一です。



実験風景: 森延孝 講師(左側)



中でもオシロスコープは一人に一台とすることが必須とされました。電気工学科様では、これまでも測定器の充実を図っており、3年次でも、オシロスコープは台数的に見れば二人に一台というところまで来ていました。しかしながら、メーカも機種も統一されていないため、全学生が等しく使用することはできませんでした。また、筐体サイズが大きいことから、もし、一人一台になるとオシロスコープが実験台を占拠してしまう、という問題がありました。また、これまでは、アナログタイプのオシロスコープが中心であり、機能・性能の面でも不足がちでした。

## 「迷わず、テクトロニクスを選びました。」

こうした課題を解決するために、電気工学実験では一 人一台、合計 50 台のオシロスコープを一気に導入す ることを決意しました。機種選定にあたっての条件は PWM 制御のチョッパ回路など高年次における利用に 耐えるアナログ帯域と高速度サンプリング性能を有す ること、そして実験台に置いても場所を取らないコンパ クトさでした。その結果、選ばれたのがテクトロニクスの TDS1002 型デジタル·ストレージ·オシロスコープです。 機種選定を担当された同大学実験実習センターの森 延孝先生は、「選定に当たってブランドは迷わず、テク トロニクスを選びました。これまでの使用実績も豊富で すし、信頼感も大きかったからです」と述べています。 機種が TDS1002 型となったことについては「小型であ ることが第一でしたが、実験内容と照らし合わせた場合、 サンプリング速度も十分で申し分ありません」とのこと。 60MHz 帯域で 1GS/s、それでいながら 138,000 円とい うコストパフォーマンス(何れも TDS1002 型)もさることな がら、323.8(W) × 151.4(H) × 124.5(D)mm という TDS1000/2000 シリーズのコンパクトさが決め手となり ました。

## 今後はネットワークを利用した計測も

導入を終えて実験への供用を開始した同科では、学生にも好評との事。入学直後から、自分だけのオシロスコープを使えることは、学生にとって大きな喜びであると共に、教育効果も十分です。 同大学工学部長の石原好之先生に使用感について伺うと「最近のオシロスコープは、オートセットやデジタルリードアウトなど便利になりすぎていて、学生に機能や操作を学ばせるにはオーバスペックの面があります」とのご指摘をいただきましたが、同時に「実験に当たってはこれらの便

利機能はできるだけ使わないよう指導しています。しかし、この先研究室へ配属されたり実社会に出れば、これらの機能を使いこなす必要もあるので、今のうちから経験させておくことも必要だと考えています」とのこと。また今後について森延孝先生(



同志社大学 工学部長 石原 好之 教授

前述)は「近い将来には、学生実験においてもオシロスコープと他の測定器やコンピュータを組み合わせるコンピュータネットワーク上での計測技術の教育も導入したいと考えています。選定に際してはそういった将来性も加味しました」と語られています。コミュニケーション機能など TDS1000 シリーズの持つ潜在能力も評価をいただいた事例だとも言えます。

Case Study January 2006

# NEC エレクトロニクス、業界に先駆け FB - DIMM に必要な AMB の早期市場 投入に向け、世界最速のオシロスコープ、テクトロニクスの TDS6000C シリー ズと RT-Eye ソフトウェアを駆使。



概要	
課題	AMB 開発にあたり、ハイエンドサーバで培った高速信号技術を、ローコスト、ローパワーでインプリメントするための応用技術を早期に確立する必要があった。
ソリューショ ン	入手し得る最高速のオシロスコープを導入して開発を進めると同時に、コンプライアンステスト用のソフトウエアモジュールを併用した。
利点	マニュアル操作では難し〈大変手間がかかる測定が ボタン一つで即座に行えた。その結果、開発が加速 され、世界に先がけて AMB をサンブル出荷できた。

# 次世代メモリ・モジュールのキーデバイスを 他に先がけて市場投入

NEC エレクトロニクス株式会社(本社:川崎市)様は、NEC グループの中で、システム LSI を中心とする半導体ビジネスを担う巨大な IDM (Integrated Device Manufacturer: 垂直統合型デバイスメーカ)です。売上高は年間で7,000 億円、従業員数は23,000 人(何れも2005.3 現在)を超えています。サーバシステム事業部では、PCI-Express、Serial-ATA、RAID 関連などの、ASSP や ASIC 開発を業務としています。その内、安田晋様の率いる ASSP 第三プロジェクトでは、次世代高速メモリ・モジュールの FB-DIMM(Fully Buffered DIMM)

で必須となるキーデバイス「AMB (Advanced Memory Buffer)」の開発を担当されました。

FB-DIMM は、米 Intel 社が提唱した高速 DRAM モジュ ールの規格で、現在 JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) によって標準化作業が行われてい ます。従来の DIMM (Dual Inline Memory Module)は、メ モリ・コントローラと DIMM 間をパラレル DDR で転送し ていましたがデータレートが高速化するにしたがって信 号間のスキューなどを吸収することが難しくなり、限界 に達しています。 そこで FB-DIMM では全データをバッ ファしたうえで経路をシリアル転送とすることで高速化と メモリの大容量化を実現しました。具体的には、パラレ ル DDR2 DRAM をメモリ・コントローラに対してはシリア ルのポイント・ツー・ポイント信号へと変換し、メモリ・コン トローラからの信号を DRAM に対してパラレル・データ へと変換します。FB-DIMM はメモリ自体に従来の DRAM を使えることがメリットですが、そのためには前 述のようにメモリのパラレル信号とコントローラとのシリ アル信号を変換する必要があり、このために設けられ るのが AMB と呼ばれる専用の LSI です。NEC エレクト ロニクス様は、これまでにも、USB や PCI-Express など の高速インタフェース用 IC を他社に先がけて市場投入 してきた実績を誇っていますが、FB-DIMM 用の AMB についても、他社に先がけてサンプルを出荷し、DIMM メーカの要求に応えました。

# 保有技術を武器にした新たなビ ジネス・モデル

NEC エレクトロニクス様は、ハイエンド・サーバ向けの高速信号処理や伝送技術を数多〈保有しています。具体的には 5GHz を超える信号に対する伝送路での損失の問題、に対するイコライザでの補償技術等が挙げられます。とはいうも



NEC エレクトロニクス株式会社 サーバシステム事業部 ASSP 第三プロジェクト 安田 晋 様



のの、安田様らが従来から手がけてきたのは、既存の 高度な技術を生かせるホスト側のハイエンド・デバイス がほとんどでした。

これに対して FB-DIMM は膨大な量の出荷が見込まれるアイテムであるため、コストに対する要求にはシビアなものがあります。したがって、安田様らのチームにとっては「保有技術を応用する新たなビジネス・モデルの構築」ともいえるものでした。

さらに AMB については、1.5V という電圧を維持しながら 4.8Gbps の高速性とロー・パワーを実現しなければならない事情があります。したがって、必要とされる性能を満たしながら、内部に多数配置される SERDES (シリアル・パラレル変換回路)の回路設計などで、贅肉部分を少しずつ少しずつはぎ取るような地道で高度な設計が求められました。

加えて、FB-DIMM のようなオープンな規格に対応する デバイスでは他のメーカとの競合があることは明らかで す。そのため、どこよりも早い市場投入が必須であり、 短期間での開発が必須要件でした。

にも関わらず、同社の場合「開発を本格的に開始したのはインテル社が提唱してから半年近〈後だった」といいます。 したがって、 開発にはよりいっそうのスピードと確実さが要求されました。



ASSP 第三プロジェクト・チームの皆様

## 高速デバイスを短期間で開発するカギ

広帯域のオシロスコープやロジック・アナライザは高速 デバイスの開発には欠かせないツールです。安田様の チームにおいては、従来からその時点で最速のリアル タイム・オシロスコープを使うことを旨とされており、これ までもテクトロニクスのオシロスコープを多数お使い頂 いています。FB-DIMM 用の AMB 開発においてもその 方針は変わることはなく、業界最速のオシロである TSD6000C シリーズや TDS6000B シリーズを選択 いただきました。

開発に際して、いかにシリア ル・データ・ストリームからク ロックを再生させるかが、大 きな課題でした。「FB-DIMM で

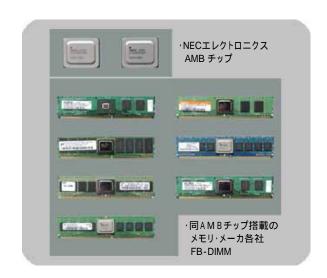


P7313 型プローブを用いた DIMM 信号の計測

はクロックを信号に埋め込むクロック多重方式が採用されているため、測定時には信号からクロックを再生する必要があります。再生に際してはロングメモリ、また規格で定められた特性の PLL 回路と同等の処理を施す必要がありますが、TDS6000C シリーズと RT-Eyeソフトウェアとの組合せがこれに対応していたことも選択理由のひとつ」とのこと。

さらに、開発の後半ではマスク・テストなどで規格に準拠することを細かく確認していく必要がありました。この点では、テクトロニクスがRT-Eye ソフトウェア追加用のFB-DIMMのコンプライアンス解析モジュールを早期に提供することで作業効率を上げることができ、量産に向けた技術の確立をサポートできました。

最後にチームの皆さんにお使いになった上でのご意見を伺ったところ、「ソフトの扱いなどが明快で誰がやっても同じ結果が確実に得られる」「最新・最先端の規格に細かく対応しているので有り難い」「ジッタの切り分けなども旨くできる」などのほか、「プローブの豊富なバリエーションと、信号ピックアップの確かさも開発を進める上で大きな頼りになった」とのことでした。

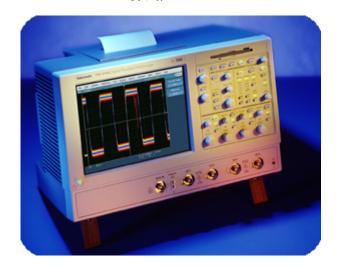


Case Study

#### September 2006

# 東京工業大学

# Windows OS搭載オシロスコープによる非破壊検査装置のプロトタイピング



#### ■概要

課題 応力腐食割れの寸法を非破壊検査するための実用 的な解析手法を開発したが、検査システムの製品化 を行うにあたりプロトタイピングを行う必要性があっ

た。

ツリューション Windows 搭載型オシロスコープ TDS5034B 型デジタ

ル・フォスファ・オシロスコープに PC で開発したオリジナル解析ソフトウエアを組み込むことにより実現性の高いプロトタイプを構築した。

の同いプローブーフを博業した。

利点 実現性の高いプロトタイプを構築できたことにより説得力が増したことで、提携企業との間で具体的な商品化の計画に発展した。さらに他の手法を用いた検

査装置の開発にも見通しがついた。

## ■ 背景 ■

#### 原子力設備の信頼性を確保する検査技術の開発

東京工業大学大学院理工学研究科の黛・水谷研究室では、発電用原子力設備のシュラウド(炉心支持用構造物) や配管などで発生する応力腐食割れ(SCC)のに関する研究を行っている。水谷義弘助教授のグループでは余寿命予測の際に必要となる SCC 寸法の高精度測定や SCC 発生および進展のオンラインモニタリングなど、新たな非破壊検査手法の実用化を探求している。

SCC の寸法測定には様々な手法が提案されているが、被試験体に入射した超音波が SCC 先端で回折する現象を利用した TOFD(Time of Flight Diffraction)法は精度の高い方法としてよく知られている。

一方、材料の欠陥部分から発生する弾性波(acoustic

emission:AE)を捉える AE 法は、SCC の発生や進展をリアルタイムで把握でき、設備のオンラインモニタリング手法として期待されている。

#### ■課題■

## プロトタイプ開発に際しての操作性を重視

水谷助教授は、TOFD 法による SCC の高精度測定を検査装置として実用化するため、ウェーブレット変換などを使ったアルゴリズムを開発し、A/D コンバータを搭載した PXI ボード・システムとパソコンによるシステムで検証を行い、その結果を元に民間の検査装置メーカなどに対し最終的に非破壊検査装置として製品化できることを提示した。

しかし、複数の機器の組み合わせでは、あくまで研究や実験用の装置やシステムという印象を拭えず、製品化の可能性を実証するには操作性という点で問題があった。水谷助教授も「大学の中だけの研究であればパソコンとボードあるいはオシロスコープなどの組み合わせで良いのですが、民間の企業に実用に向けた試作機として示すには、訴求力に欠けるものでした」と述べている。また複数の機器を使用することは、現場でデモンストレーションなどを行う際、可搬性やシステム立ち上げおよびセッティングに要する時間などの点においても満足のいくものではなかった。

#### ■ 機種選択とその理由 ■

マイクロソフト社の WindowsOS 搭載型オシロスコープとして唯 一、十分なパフォーマンスを 発揮

水谷助教授は製品化の実現性を訴求するため、可能な限り実機に近い姿での実証を目指した。水谷助教授がまず考えたのは、まったくオープンな Windows 環境を有し、他の WindowsPC で作成したオリジナル・ソフトウエアが何の修正も加えることなくそのまま実行できるオシロスコー



東京工業大学大学院 理工学研究科 機械物理工学専攻 環境助長損傷制御学 東京電力寄付講座 特任助教授 工学博士 水谷 義弘 様



プを選ぶことであった。オシロスコープで取り込んだ波形データに対しデータ解析を行い、その結果の表示までを全てオシロスコープ上で自作ソフトウエアにより実行することができれば、プロトタイプとしては十分である。また実機を想定した場合オシロスコープの持つツマミやボタンなどのアナログ的な操作性も不可欠であった。

そこで水谷助教授は各社の WindowsOS 搭載型オシロスコープを実際に試用し、比較検討を行った。その結果選ばれたのがテクトロニクス社の TDS5034B 型デジタル・フォ



スファ・オシロスコ ープである。メモリ 長やデットタイムな どのオシロスコー プとしての性能も 重要なポイントであったが、特筆すべ きは「オープンな

WindowsOS 環境をアピールする計測器が多い中で、PC としての十分なパフォーマンスを発揮したのが、テクトロニ クスの TDS5034B 型であった」と証言している。

水谷助教授の研究室では LabVIEW(ナショナルインスツルメンツ社)を用いてアプリケーション・ソフトウェアを開発しているが、テクトロニクス社のオシロスコープが LabVIEW と高い親和性を持っていることは言うまでもない。

## ■ 導入の成果 ■

## 懸案だった製品化計画が現実になる

TOFD 法による解析や結果の表示がオシロスコープ上で実行できるようになった結果、TDS5034B 型をあたかも一台の非破壊検査装置のように動作させることが可能となった。この仮想的な試作機は機能・性能・操作性などいずれも最終製品をイメージするのに十分であり、これを用いて様々な評価や検証が行えることとなった。TDS5034B 型は汎用オシロスコープであり、非破壊検査装置としては不要な機能や余分な性能を持っているため、製品化する際にはこれらをそぎ落とす必要があるが、製品化を前提とした第一次試作機としては要求を十分満たしている。PXI ボード・システムと外付けディスプレイなどを組み合わせたものと比べ、機器単体で完結し機能することは、製品化のため

の検証モデルとしては高い実現性を示すこととなる。また システム自体がコンパクトにまとまったことにより、デモン ストレーション時などの可搬性も増した。

水谷助教授は汎用オシロスコープにオリジナル・ソフトウエアを組み込んだ試作機 TDS5034B 型を検査機器メーカに持ち込み、その実現性を強くアピールすることに成功した。その結果、民間の検査機器メーカがこれに注目し、実際に製品化するための具体的な計画が成立するという大きな成果を得ることとなった。

# ■ 今後の展望 ■ オシロスコープを、新たな製品開発のプラットフォームとして活用

研究室では現在、同じ方法で AE 法による SCC のオンラインモニタリング装置やボルトの塑性域締め付け管理装置の開発も進めている。この場合、機器共通の土台となる部分、つまり開発のプラットフォームは TDS5034B 型だけで済み、冗長な設計や無駄な開発期間は必要としないというメリットがある。新たなソフトウェア機能部分だけを開発すればよいからである。

Windows 搭載型オシロスコープを単なる計測器としてだけでなく、開発のためのプラットフォーム、さらには商品のプロトタイプとして活用できることを実証した水谷助教授のこのアプローチは、測定器にとってのひとつのエポックであることに間違いはない。

