

LXI規格高密度スイッチ & スキャン測定コントロールシステムを利用した自動試験システム

< 最新計測制御機器によるファンクションテスト >

NEC Avio赤外線テクノロジー(株) 佐藤 剛

はじめに

小型フレキシブル自動計測システムへの要求が高まっている。様々な製品の基礎となっているのは電子デバイス/電子制御を中核としたサブシステムである。電子部品やサブシステムの基本機能は、航空宇宙、防衛、通信、自動車、研究、科学といった分野のさまざまなアプリケーションを支えている。開発中の製品が「構想どおりに機能しているか？」を検証するためには、こうしたサブシステムや電子部品の機能を随時試験する必要がある。一方機器の小型化が進み部品のASIC化など部品のブラックボックス化も進んでいる。製品機能の集積度が高まれば、テスト・ポイントが減少する一方で、テスト・カバレッジを広げる必要が生じる。短い製品ライフ・サイクルに対応するためにはフレキシブルでオープン性を高めたテストシステムが必須になる。厳しいコスト削減に対応するためには、より多くのデバイスをより短時間でテストできるシステムが必要になる。テストシステム自体の占有面積を縮小することも試験コスト削減に貢献するためより小型のシステム構築も必要である。これらの厳しい要求に応えるため自動計測装置(ATE)が必要不可欠となる。

1. ファンクションテストとATE

被測定機器(UUT)を1個の完全な機能体として捕らえ、入出力を検知することによって解析する装置がファンクションテストであり、小型でフレキシブルなATE構築には、柔軟性の高いファンクションテストシステムが必要不可欠である。

初期の開発段階ではファンクションテストをピンボード等を利用し手動で信号源や解析(計測)機等の入出力装置切換えや各種機器の設定変更を実行することもある。厳しいコスト競争に勝利するためには開発段階から生産ラインでも利用可能なATE構築が必須であり、ATEの中核になる機能がファンクションテストである。被測定機器(UUT)が、要求仕様を満足しているかどうか？を確認することを目的とした試験がファンクション・テストと定義される。ファンクション・テストの対象は最終製品だけでなく、

- Printed Circuit Board (PCB)
- 各種機能部品

システム・コントローラ

モータ制御装置

車載搭載機器

(ナビユニット、カーオーディオ、エンジン制御ECU、ABSブレーキ制御ECU、バッテリー・マネジメントECU、等多種多様である。

ファンクションテストは被測定機器(UUT)の内部構造は意識せず、その入力/出力にのみ着目している。被測定機器(UUT)と入出力信号の関係を図式化すると図1のようになる。



図1: UUT入出力試験

UUTの機能は極めて複雑であり、仕様を満足しているかどうかの判定には入出力に様々な装置を接続する必要があります。数多くの試験を素早く実施することで開発スピードや検査工数を減少させるためには汎用性/拡張性を向上し操作性にすぐれたシステムであることが重要になる。ITA (Interchangeable Test Adaptor)と呼ばれる接続インターフェースパネルと専用ケーブルを準備することで様々なUUTへの接続が容易になる。ITAを交換するだけでファンクショナルテストを異なるUUTに簡単に対応することが可能になる。ITAなどユーザインターフェースも含め図1を具体化した例を図2に示す。

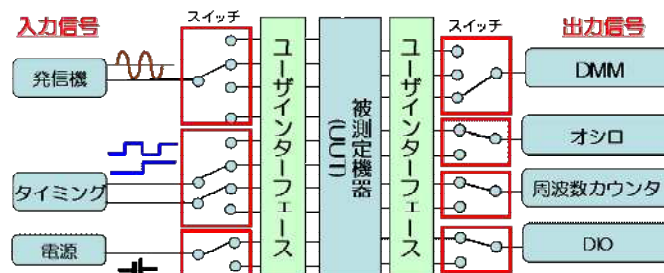


図2: ファンクションテスト機器接続事例

上記のようにハード的な使いやすさ、汎用性、拡張性が求められると同時にファンクションテストには、テストプログラム(TP)の開発が必要である。実際にATEを開発するためにはPE設計開発に必要な工数が大きく、TP開発の簡易性がコストダウンに直結する。

2. LXI規格高密度スイッチ & スキャンのATEへの応用
高い汎用性/拡張性が求められるATE(ファンクションテスト)を短期間にしかも低価格で開発するためには

TP開発の部分でもオープンアーキテクチャ対応は必須条件である。以下LXI規格高密度スイッチ & スキャン装置がATE(ファンクションテスタ)開発に有利であることを、LXI規格の側面から検証する。

3. 計測器制御の変遷

ATEではUUTに接続した数多くの計測器をPC制御する必要がある。1970年代以降PCでの自動計測・制御にはRS-232C、RS-422、RS-485、GP-IB(IEEE-488)などのインターフェースが使用されてきた。近年、PCインターフェースとしてLAN(Ethernet)やUSBが一般化し、計測器にもこれらのインターフェースが標準装備されるようになっている。通信速度も飛躍的に向上した結果、従来は一旦計測器で収録するしかなかった高速サンプリングデータを直接PCに記録できるようになった。また計測チャンネル数も1万チャンネル以上の大容量データもリアルタイムでPCにデータ転送、収録できるようになった。

ただ単体計測器との接続だけであれば問題はないが、複数の計測器を接続した計測システムの場合、各機器間のサンプリング同期や異なるメーカー同士の接続では各社が独自のプロトコルを使用していたため問題が生じていた。LANやUSBで計測制御を実現するため標準通信規格が制定されこれらの問題を解決する共通ドライバがリリースされるようになった。

LXI規格の誕生

2004年、米VTI Instruments社とAgilent Technology社が中心となってLXIコンソーシアムを設立。LXI(LAN Extensions For Instrumentation) 規格(IEEE1588)を発表した。LXI規格は、Ethernet技術をベースとしたLANによる複数の計測機器とPC間の通信規格で、高速、高精度同期計測システムの構築とソフトウェア開発環境の統一を実現できる規格である。LXI規格にはClass A～Cの3つのクラスがあり、それぞれ以下のように規定されている。(Class A～Cの概要を図3に示す)。

Class A :

LXIトリガバス接続により、きわめて高速(nsオーダー)な同期が可能。

Class B :

LAN接続のみで時刻同期(μ sオーダー)が可能。

Class C :

LAN接続、ドライバ規格やラックケースの物理的なサイズなどを規定。Webブラウザ(HTTP)内蔵で設定機能あり。

LXIによるシンプルなシステム構成

LXI規格は、IEEE1588として規格化された次世代計測プラットフォーム。LANを接続するだけで、高精度な時刻同期を可能とし、CLASS Aでは、LXIトリガバス接続により、nsオーダーの時刻同期が可能。入力線を長く機器を分散配置させ、LANを伸ばしてPCIに接続。大規模な計測システムも構築可能です。



図3 LXI規格Class A～C概要

LXI規格のメリット

主なLXI規格のメリットは以下の通りである。

第一にLAN接続のみで計測システムの構築が簡単に実現できる。

Webサーバ機能を内蔵することでWeb設定(HTTP)、ソフトウェアフロントパネル(SFP)により各種設定可能。

自動時刻補正機能(SNTP)

簡単なIPアドレス設定(DHCP、AutolP、固定IP)

LXI規格が推奨するIVI-COMドライバは、Microsoft® COMアーキテクチャに基づいているため、現行の各種テスト・ソフトウェア環境に適合しており、最新のオブジェクト指向環境の高度な機能を容易に利用できる。特にMicrosoft® COMアーキテクチャに準拠したソフトウェア開発環境は開発設計段階で構築したTPも含めた試験システム(TP)を生産/品質保証などの現場向けTP開発にそのまま活用できることを意味する。ATEの構築開発スピードを向上させるとともにATE開発コストの削減にも大きく寄与する。以上のようにLXIはATE開発に最適な最新の計測器制御規格である。

4. LXI対応データ収録装置EXシリーズの紹介

弊社では2010年8月より、次のVTI Instruments社製LXI対応計測装置EXシリーズの販売を開始した。

LXI温度・電圧データ収録装置EX10xxAシリーズ

LXIひずみデータ収録装置EX1629

LXIスイッチ & スキャン収録装置EX1200シリーズ

VTI Instruments社EXシリーズは、航空・宇宙産業、防衛産業、自動車産業、電力産業、半導体産業などの設計研究開発・製造・品質管理分野で多数の実績を有している。主な用途は、構造試験、疲労試験、破壊試験、真空チャンバ温度計測、タービンエンジン評価試験、半導体自動検査試験、ワイヤハーネステストなど多岐にわたる。以下ATEおよびファンクションテスタの中核となるLXI規格高密度スイッチ&スキャン装置EX1200シリーズの特長、仕様、使用事例を示す。

EXシリーズ共通の特長

LXIが実現する次世代計測プラットフォームであり、次のような特長がある。

1)多ch同期計測システムの構築が容易

- ・LANネットワーク接続で分散同期計測可能
- ・LAN接続のみで±200 μ sec以内に同期が可能
- ・LXIトリガバス接続では約200nsec以内に同期
- ・Web設定(HTTP)、自動時刻補正(SNTP)、
- ・IPアドレス自動設定(DHCP、AutoIP、固定IP)

2)全機種セルフキャリブレーション機能搭載

- ・入力線を接続したままで、End-to-Endの内部校正が可能
- ・長期に渡る高精度、高安定な計測が可能

5. 高密度スイッチ&スキャン収録システム

EX1200シリーズの特長と仕様

主な特長

- ・高密度スイッチの切替とスキャン測定のコントロールで自由度の高いテストシステムが構築可能
- ・Web画面(ソフトウェア・フロントパネル)でシーケンス設定可能
- ・セルフキャリブレーション機能搭載
- ・多彩なスイッチ、出力モジュールをラインアップ

主な仕様

- 1)測定対象
 - ・DC電圧、AC電圧(真のRMS)、DC電流、AC電流(真のRMS)、2線-抵抗、4線-抵抗、周波数、周期、RTD、サーミスタ、熱電対(J、K、T、E、S、R、B、N)
- 2)高精度測定可能
 - ・熱電対断線チェック機能内蔵
 - ・リニアライズ機能内蔵
 - ・各チャンネルにフィルタ設定可能
 - ・セルフキャリブレーション機能搭載
- 3)高精度DMM搭載
 - ・6桁1/2~4digits精度切替(積分サンプル速度連動)

4)EX1200入出力カードラインアップ

- ・マルチプレクス スイッチ(電圧、電流、RTD、熱電対、サーミスタ)
- ・マトリックススイッチ(電圧、汎用)
- ・コアキシャルツリースイッチ(RF < 3GHz、RF < 26.5GHz)
- ・プログラマブルロード/センサシミュレータ
- ・レベル判定コンパレータ、デジタル入出力
- ・周波数カウンタ(周期)
- ・電圧、電流信号出力、任意波形出力

5)強力なWeb設定(SFP)搭載

- ・リレー切替、データスキャンなど

6)LXI規格クラスA機器

7)外観イメージ

- ・19インチラックサイズ、高さ1U(44mm)

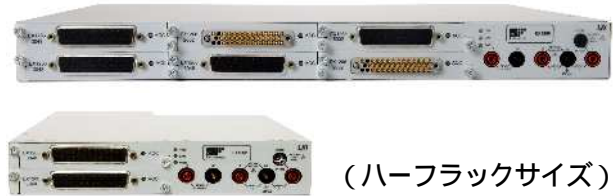


図4 EX1266(上)、EX1262(下)外観イメージ

6. 強力なWeb設定機能(SFP)の活用

LXIはシステム開発者が直面する主要な問題を解決する最新の計測制御規格である。LXIではハードウェアだけでなくソフトウェアの再利用も実現可能である。これは開発設計段階で構築したテストシステムを生産/品質管理などのシーンで、最小限のシステム変更だけで利用できることを意味する。つまりLXIによって【コストの削減】【テストシステムの小型化】【インテグレーション簡素化】【スループット高速化】などの課題が解決される。これら利点を持つLXIは、現在だけでなく、将来にわたっても有効なアーキテクチャである。VTI社のEXシリーズでは簡易に計測機器の設定/ATE制御を支援するため、リレー切替/データスキャン/測定シーケンスの設定/収録の実行など計測制御用が可能なSFP(Web設定機能)を標準搭載している。このSFPを利用することでUUTへ各種装置(信号源/電源/計測器など)の接続切替える等の各現場専用のテストシステムが簡単に構築できる。

7. 「統合ソフトウェア DAC EXpress」の活用

さらにLXI規格に準拠した周辺機器の設定も可能な「統合ソフトウェア DAC EXpress」もオプションとして用意。この「統合ソフトウェア DAC EXpress」はEX10xxAシリーズ、EX1629、EX1200シリーズすべてに対応し、以下

の特長を有する。

- ・ IP検索ソフトに連動し、機器IP登録可能
- ・ 表形式のチャンネル項目設定
- ・ LXI規格(IEEE1588)対応
- ・ 簡単出力表示設定機能(数値、メータ、バーグラフ、Y-T表示可能)
- ・ EXCEL、MATLabへファイル出力
- ・ 収録ファイル保存、収録ファイル再生

「統合ソフトウェア DAC EXpress」を利用することで、わずか3Stepで計測開始できる。

Step 1 : PCとLXI計測器をLANで接続

Step 2 : DAC Expressインストール

Step 3 : 計測開始(直感的な操作系)

で分散計測・大規模同期計測を実現できる。EX1200シリーズとDAC Expressを活用することにより設定条件や接続機器の異なるテストを自動的に実行できる(図5)。

DAC Expressでは画像イメージなどと計測データを波形やメータ等の組合せで表示できる(図6)

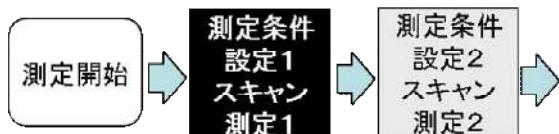


図5 自動計測シーケンス

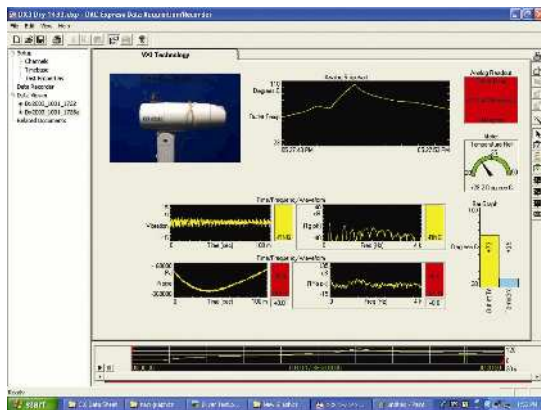


図6 画像表示 + 計測データ表示画面

DAC Express以外でも、標準付属するSFP機能によりWeb画面での設定も可能である。



図7 Web設定画面(EX1200シリーズ)

これらの機能/オプションソフトウェアによりTP開発期間も大幅に短縮でき、開発設計段階で作成したTPをそのまま生産ラインでの品質検査に活用できる。

8. EX1200シリーズのスイッチについて

EX1200シリーズのスイッチには目的に応じた単極単投(SPST)/単極双投(SPDT)/双極単投(DPST)/マルチプレクサ(MUX)等の種類がある。代表的なスイッチの種類の間接図を図8に示す。これらのスイッチ類はプログラムブルでありファンクションテスタやATE構築に適している。



図8 EX1200シリーズ スwitchの基礎

以下、マトリクス スイッチの応用例を示す。2種類のUUTの試験を行う場合2線式 4x4 のマトリクススイッチを利用すると、UUTを交換する際に簡単に試験校正の変更対応が可能となる。これを図9で説明する。UUTの種類によって測定箇所が変わっても、測定器の接続を変更せず、マトリクススイッチのon接点の変更で、目的の測定が可能になる。

AのUUTの試験をする時は、図10で示されたAのスイッチをONにして試験をし、BのUUTの試験のときは図11のBのスイッチをonにすることで、試験対象となる2つのUUT(A-UUT/B-UUT)それぞれに各種装置(信号源/DMM/オシロ)等の接続切替を実現する。図12に接続全体の関係を示す。

図9～図12の例のように、A, B2種類のUUTに各種装置を 2線式 4x4 のマトリクススイッチを用いて接続、試験対象によりスイッチを自動で切替することでファンクションテスト(ATE構築)の一翼を担う。

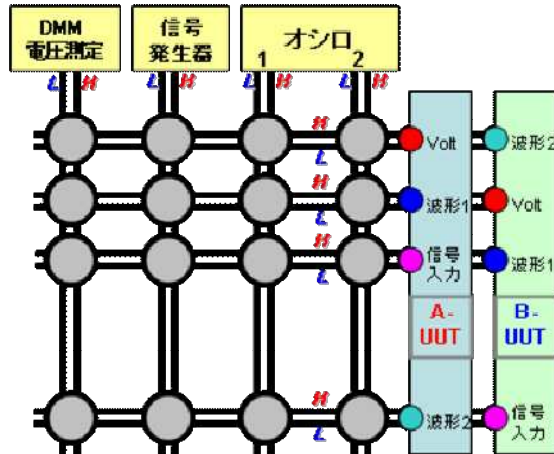


図9 マトリクススイッチとUUTの接続図

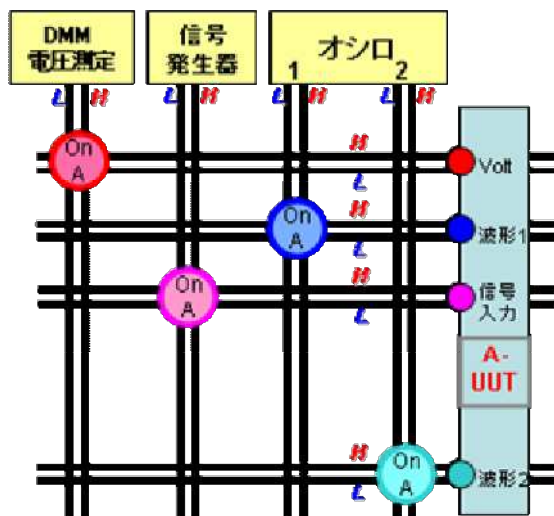


図10 A-UUTと各装置の接続

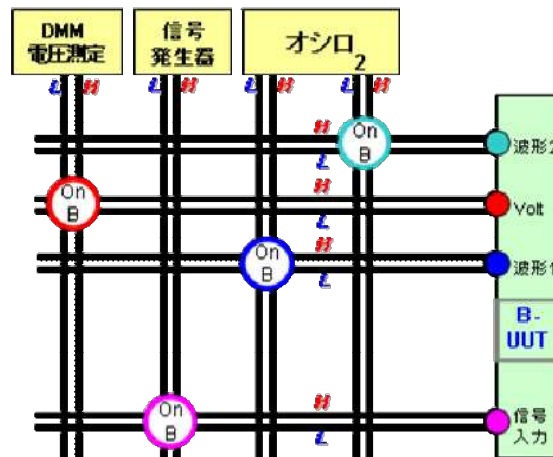


図11 B-UUTと各装置の接続

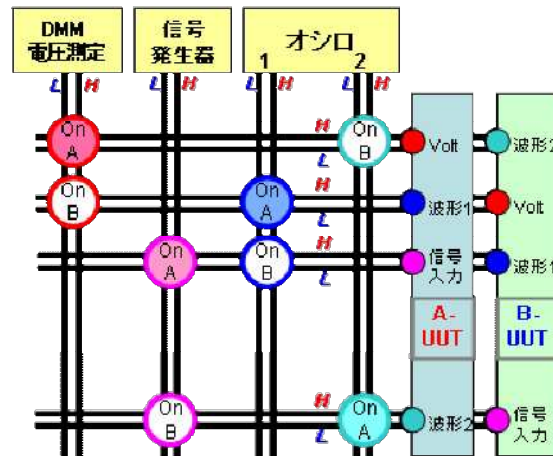


図12 2種類のUUTと各装置をマトリクスSWで接続

以上のように、LXI規格高密度スイッチ & スキャン装置 EX1200シリーズを中核としてATEやファンクションテストシステムを構築するメリットはきわめて大きい。接続切替のためのスイッチ類もSPST/SPDT/DPST/MUXなど多機能であり、高精度/高電流/高耐圧/GHz帯入力信号(RFマイクロ波)切替対応など特長ある豊富なスイッチ & スキャンユニットを準備している。オープンアーキテクチャに対応したソフトウェア開発環境は、きわめてフレキシビリティの高いシステム構築が可能であることを意味し、新製品開発競争に必須となっている低コストで、しかも短期間にATEやファンクションテストを開発するという市場要求に応えることが可能な最新計測装置である。

9. EX1200使用事例

(1) ケーブル/ハーネス・テスト アプリケーション例
ケーブル・ハーネスの検査は、『正しいピン間での接

続確認』、『異常なピン間での接続が無い事』について、両方の試験が必要になる。考えられる全てのピン間接続組み合わせで、その導通試験を行い 判定基準のしきい値で合否を判断する必要がある。コネクタ・ピン数が多い大規模なケーブル試験では、その組み合わせパターンは格段に増加する。ケーブルハーネステストではUUTはケーブルハーネスであり、UUTに信号を印加し、そのときの抵抗値をDMMで計測するという図で示される。EX1200ではDMMを内蔵可能でありシステム全体のサイズを小型化できる(図13)。

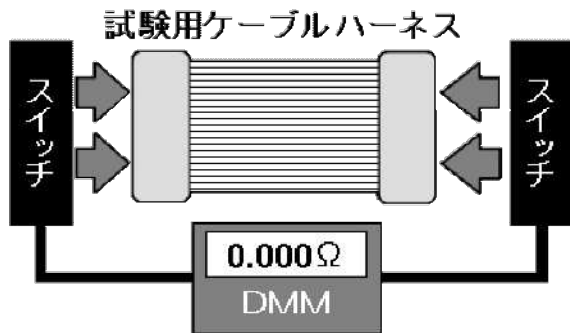


図13 ケーブルハーネステストの模式図

以下の3ピンコネクタで、ピン1-4間だけが接続されているケーブル/ハーネスの試験例を図14に示す。異常接続の赤点線の組み合わせを実施すると、15通りの試験組み合わせパターンが考えられ、この試験をマルチプレクサ・スイッチとマトリクススイッチ、抵抗測定(DMM)で試験システムを構築する。

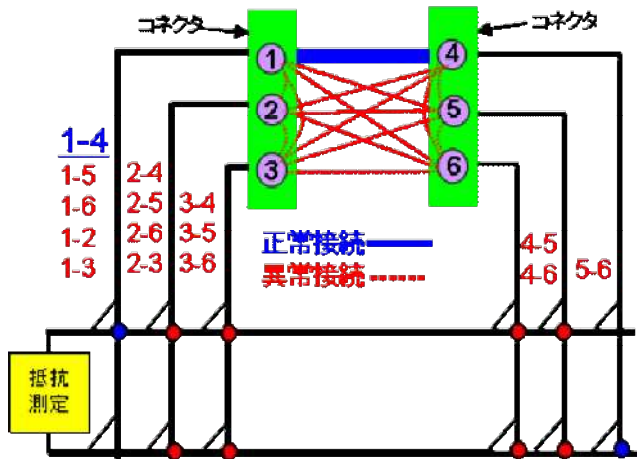


図14 3ピンケーブルハーネスの導通試験

ピン数の多いケーブル/ハーネスの場合は、この試験パターンが格段に増加する。96ピンハーネスの試験では19,900の試験パターンとなる。EX1200を使用した96

ピンハーネス試験システムブロックを図15に示す。このように複数の装置を多チャンネルで切替可能であるという特性を活かしIC等電子デバイスのファンクションテスタやバッテリー充放電試験システムの構築にも利用でされている。

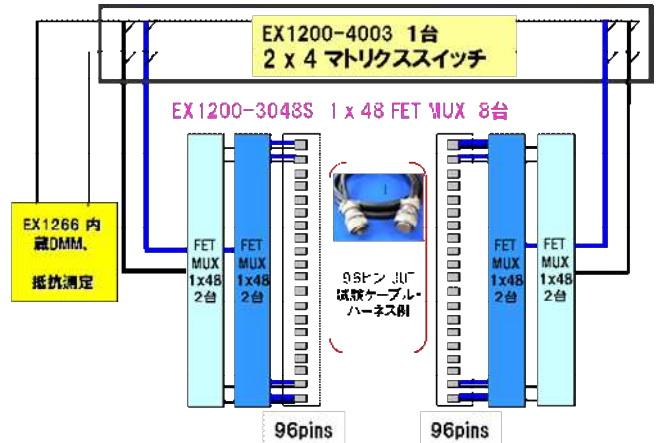


図15 96ピンケーブルハーネス試験ブロック図

(2) 電子デバイス/通信機器ATE アプリケーション例

電子デバイスや通信機器の機能/性能試験も多数の試験項目がある。従来これらのスイッチングシステムは専用機として作られUUTが変わると再利用できなかった。VTI社EXシリーズで構成するマイクロエーブ帯のスイッチングシステムは再利用可能である。電源システムのスイッチング、低周波帯、高周波帯、マイクロエーブ帯のスイッチングシステムにAWG 任意信号発生器、DA、AD、DIOなどの機能検査機器システムも加えUUTに応じた試験システムに対応できる(図16)。

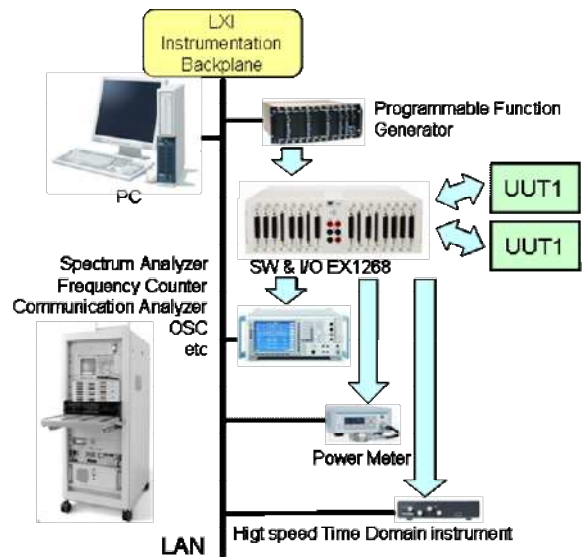


図16 電子デバイス/通信機器ATE構成例