

MISH TECH JOURNAL (ミッシュ・テックジャーナル) は、最新の情報をいち早くお届けする技術情報誌です。

MISH TECH JOURNAL

2023 Summer Vol. 16

Powered by



<https://www.mish.co.jp>



CONTENTS

電力網の部分放電検出を可能にする — P.2-5

イントロダクション
部分放電とその監視が必要な理由
部分放電を検出して位置を特定する方法
UHF 取得システム検出性能の鍵
Teledyne SP Devices - デジタイザ / 取得ボード
Teledyne e2v - A/D コンバータ
まとめ

デジタイザとAWGを使用したクロズドループテスト - P.6-8

はじめに
対象アプリケーション
技術的背景
Windows PC ベースのテスト結果
Linux PC ベースのテスト結果
GPU ベースのテスト結果 (Linux)
GPU ベースのテスト結果 (Windows)
まとめ

高速デジタイザを使用したレーダ信号の取得と解析 - P.9-12

はじめに
レーダパルス変調信号
SBench 6 GUI ソフトウェア
パルス圧縮
位相変調
復調プログラム
マルチ取得モード
まとめ

耐環境エレクトロニクスの冷却 ————— P.13-16

冷却コンセプト
熱設計の基本
伝導冷却 (コンダクションクーリング)
伝導冷却熱解析
2つの表面間の熱伝導率
空冷
アクティブ強制空冷エンクロージャ
パッシブ空冷エンクロージャ
インストールオプションと例
まとめ

VMEフォーエバー! ————— P.17-21

はじめに
VME の重要性
VPX の台頭
フォームファクタの類似性を示す 6U VME と 6U VPX の比較
VME の実行可能性を維持する
プログラム寿命全体を考慮する
20年にわたる Abaco 社の PowerXtreme ロードマップ
長く使える設計
陳腐化管理戦略
最先端の製品
まとめ

新製品ピックアップ ————— P.22-23

Alpha Data 社製 ADM-VA600 Versal AI コア搭載評価プラットフォーム
Extreme Engineering 社製 XCalibur4840 CPU ボード
Extreme Engineering 社製 Xpedite7750 CPU ボード
Galleon 社製 XSR 100GbE Recorder 100GbE データレコーダ
Abaco 社製 GVC1001 耐環境 AI コンピュータ

‘23夏号特集

PARTIAL DISCHARGE

電力網の部分放電検出を可能にする

電力網の部分放電検出を可能にする

イントロダクション

20 世紀の今、電気はどこにでもあり日常生活に欠かせないものになりました。当然のことながら、今日の電力需要をサポートするために構築された送電網は非常に複雑で、古いシステムの保守または交換、古い設備と新しいグリーン発電ソリューションとのインターフェイス、変動するエネルギー需要のサポートと対応、エネルギーの長距離輸送、混雑したエリアとスタンダード、全体的な顧客満足の保証などの問題に対処しています。このように、サービスの中断は過去数十年にわたって大きな注目を集めており、設備内の複雑さを監視、予測、および防止するための研究を推進してきました。このような問題を検出するために、物理現象の 1 つである部分放電 (Partial Discharge) 検出が使用されてきました。

ここでは、部分放電検出の概念とそれをキャプチャするために使用されるさまざまな技術について簡単に紹介し、超高周波 (UHF) システム、特にそのデータ収集システムに焦点を当て、システムの構築に適したデータ取得ソリューションを紹介します。

部分放電とその監視が必要な理由

部分放電は、電気機器 (ケーブル、開閉装置、回路遮断器など) の絶縁層で発生する放電現象です。それは、2 つの導電端子間の空間を完全に橋渡ししないため、部分的 (Partial) と呼ばれます。

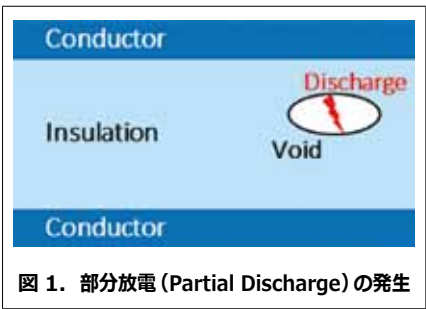


図 1. 部分放電 (Partial Discharge) の発生

部分放電は、高電圧が循環し、ある種の絶縁体 (固体、液体、空気) に囲まれている配電網の様々な部分で発生する可能性があります。局所的で反復的な特性により、時間の経過とともに形成され、変圧器、電源ケーブル、およびケーブル接続部の絶縁破壊を引き起こします。材料の交換につながる将来的な故障の良い指標となるため、ユーザへの影響を最小限に抑えて送電網の局所的な中断を通じて早期の検出と予防的な交換を計画できるようにするために監視するのに役立つ効果です。

今日、最新のケーブル製造プロセスは高度な技術で確立されており、また欠陥のある機器はほとんど製造されず、通常設置段階に達する前に検出されて廃棄されます。したがって、部分放電によって引き起こされる最も重大な問題は、接続部と付属品で発生します。

前述のように、あらゆるタイプの送電網で部分放電を監視することは保守計画に利点をもたらします。さらに、部分放電の位置を特定できるため、問題を迅速に見つけて解決することができます。例えば、地中に埋設されている送電網の場合、道路掘削には多大なコストがかかり道路閉鎖などの影響が生じるため、部分放電

部分放電 (Partial Discharge) とは、電気機器 (ケーブル、開閉装置、回路遮断器など) の絶縁層で発生する放電の事を言います。電気が必要不可欠な今の時代、電力配電網の劣化による電力供給の中断は社会インフラに重要な影響を及ぼします。ここでは、その部分放電の検出を可能にするための方法について紹介します。

の監視は特に地下セクションにとって魅力的です。

部分放電を検出して位置を特定する方法

部分放電を検出するためのテクノロジーは複数存在し、それぞれに独自の利点、課題、および利用用途があります。

ここでは、短いパルスをキャプチャし正確に検出するために、高速検出システムを必要とする超高周波 (UHF) に焦点を当てています。部分放電を検出するためのさまざまなテクノロジーの概要を表 1 に示します。ただし、以下で説明するすべてのテクノロジーがすべてのタイプの機器に適しているわけではないことに注意してください。たとえば、UHF および光学技術は、Gas Insulated (GIS) EHV (Extra-High Voltage) 変圧器により適しています。さらに、複数の手法を使用して、監視システム全体のパフォーマンスを向上させることができます。

原則として、UHF 部分放電検出器は生成された短い放電パルス (通常、持続時間は数ナノ秒) を監視しています。パルス時間が短いため、放電信号は DC から数 GHz までの周波数範囲に及びます。信号の UHF 部分を使用すると、複数の利点が得られます。この周波数帯域は、干渉の影響を受けにくいまたは軽減しやすくなっています。さらに、最新の UHF センサーとデータ変換技術により高感度を提供します。

UHF 検出システムにより、位置精度が向上しデフォルトのパターン認識が可能になります。電力網の監視の場合、この変

テクノロジー	優位性	難点
音響・超音波	PD 検出可能	低感度 環境の影響を受けやすい
VHF (Very-High Frequency) UHF (Ultra-High Frequency)	高感度 PD 検出可能 低ノイズ・ノイズ緩和可能	電磁波の影響を受けやすい
化学	高感度	連続モニターに適さない PD の症状との相関関係が不確実
光学	高感度 PD 検出可能 電磁波及び音響ノイズに耐性がある	不透明な材質に適さない (例：ほとんどの液体や固体)

表 1. 主な部分放電検出技術の概要

換技術は影響が発生している場所とその脅威の程度をよりよく理解することにつながります。

部分放電の位置特定は複数の手法で行うことができます。それぞれに複数のセンシングチャンネルが必要であり、各チャンネルでキャプチャされたパルスのさまざまなパラメータを比較して位置を特定します。ほとんどのソリューションでは、最低 4 つのセンシングチャンネルが必要であり、部分放電の位置は 1 メートル以下の精度で特定できます。

最も顕著な技術は三辺測量です。部分放電から検出チャンネル位置 (飛行時間) までのパルスの伝播は、その距離に関連しています。異なる検出チャンネル間でパルスの相対到着時間を比較することにより、部分放電の位置を一般に約 1 メートル以下の精度で推測できます。

別の手法は、さまざまなセンシングチャンネルによってキャプチャされた信号強度を考慮することに基づいています。信号強度は、部分放電と検出チャンネル間の距離に相関します。このように、異なるセンシングチャンネル間でキャプチャされた信号強度を比較することで、部分放電イベントを正確に特定できます。

UHF 取得システムが検出性能の鍵

取得システムの目的は、部分放電情報を表す部分放電センサーのアナログ出力を正確にキャプチャすることです。シグナル・コンディショニングのステップの後、アナログ信号はデジタル信号に変換され、部分放電が発生したかどうか、その場所、およびその他の関心のあるパラメータ識別するために処理されます。

取得システムで最も重要なコンポーネン

トの 1 つは、センサー出力をホスト PC で処理するため、アナログ信号をデジタルストリームに変換する ADC (A/D コンバータ) です。部分放電のインパルスの性質により、それらの UHF コンポーネントは 1 ns 未満の過渡時間に達する可能性があります。パルスを正確にキャプチャするには、ADC の複数のパラメータを考慮する必要があります：

● -3dB アナログ入力帯域幅

パルス周波数を正確に捕捉するには、ADC 帯域幅を十分に高くする必要があります。パルス周波数が ADC 帯域幅よりも高い場合、パルス情報の一部がシステムによって除外されます。経験則では、ADC 帯域幅をパルスの最高周波数成分の 5 倍または 10 倍にして、適切な精度で捕捉します。パルス過渡時間を周波数に変換するには、次の式を使用できます。

$$B_p = \frac{0.35}{T_r}$$

Bp はパルスの帯域幅、Tr はパルスの 10 ~ 90% の立ち上がり/立ち下がり時間です。この式は、RC ローパスフィルター応答に基づいており、パルスをキャプチャするために必要な帯域幅を推定する簡単な方法です。

たとえば、10 ~ 90% の立ち上がり時間が 1 ns の場合、パルスの帯域幅は 350 MHz であり、正確に取得するための ADC の -3dB アナログ入力帯域幅は 1.75 ~ 3.5 GHz である必要があります。

システムが異なれば要件も異なり、より高い ADC 帯域幅のニーズも異なることに注意してください。一般的に言えば、機器から取得したい情報が多ければ多いほど、パルスキャプチャの精度が高くなるため、必要な帯域幅が高くなります。逆に、機器の目的が部分放電が発生したかどうかを識別することだけである場合は、パルス周波数の 2 ~ 3 倍の低い帯域幅で十分です。

● 分解能

これは、垂直 (電圧) 分解能とも言われます。各サンプルの値がどれほど正確であるかを示します。分解能が高いほど、変換の精度が向上します。たとえば、10 ビットの分解能を持つ ADC は、フルスケールをカバーする 1024 (2¹⁰) の値に対応します。フルスケールを 1V と仮定すると、各ステップは 977 μV に対応し、理想的な ADC では、入力信号がサンプリングされ、+/-488 μV 以内の垂直誤差で変換されます。このことから、分解能を 2 ビット増やすと精度が 4 倍になることも理解する必要があります (2¹² = 4096)。フルスケールを大きくしてより大きなパルスキャプチャを有効にすると、電圧分解能が低下しますが、垂直分解能は理論上の性能を示すことに注意してください。実際には、さまざまな種類のノイズが ADC の性能に影響を与えます。したがって、ノイズの影響が含まれているため、垂直分解能を見るときは ENOB (有効ビット数) を考慮することをお勧めします。繰り返しますが、システムターゲットは ENOB の要件を駆動します。一般に、ENOB が高いほど処理が複雑にな

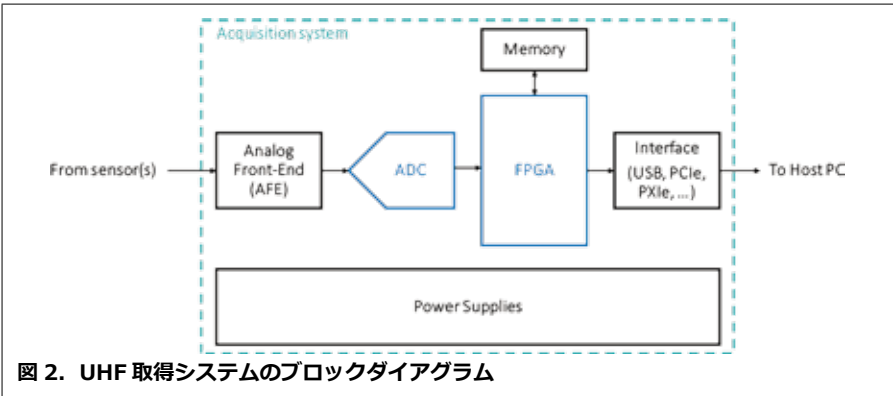


図 2. UHF 取得システムのブロックダイアグラム

り、部分放電パルスからより詳細な情報を抽出できます。

● サンプルング速度

これは、水平（時間）分解能とも言われます。これは、ADCが1秒間にキャプチャするサンプル数を示します。サンプルングレートが高いほど連続するサンプル間の時間が短くなり、パルスのタイミング精度が高くなります。理論的には、特定のパルスを復元するために必要な最小サンプルング速度は、「ナイキストの定理」に従って2*Bpです。前述の350MHzのパルス帯域幅の例では700MSpsのADCで十分です。ここでも、機器の目的によりこれらの要件は変わります。部分放電の位置、部分放電エネルギー、またはエネルギーパターンなど、より複雑な情報をパルスから抽出する必要がある場合はより高速なサンプルングが必要になる場合があります。

● チャンネル数

これは単に利用可能な取得チャンネルの数です。部分放電システムの複数チャンネルの主な利点は、4つのチャンネルが使用可能な場合に、三辺測量によって位置を特定できることです。さらに、より多くのチャンネルを使用すると、同時測定が可能になり、たとえば、変電所の制御棟ですべての部分放電結果を収集したり、リモート監視のために情報を転送したりするために、大規模なシステムに役立つ可能性があります。

取得システムのもう1つの重要な要素は、ADCとインターフェイスする信号処理ユニットです。ほとんどの場合、その役割はFPGA (Field-Programmable Gate Array) が担っています。FPGAは処理の

最初の段階であるADCとのインターフェイスを実行し、処理されたデータをホストPCに転送します。ここでは、部分放電が検出されたときにアクションを実行する必要があるかどうかを判断するために、データに追加の後処理、保存、および変換することができます。これらは、並列処理機能と高度なインターフェイスオプションにより、この役割に特に適しています。

さらに、高速ADCが生成する大量のデータに対応できます。たとえば、2GSpsで動作する4チャンネルの10ビットADCは、80Gbpsまたは10GB/sの生データを生成します。FPGAは、ADCとのインターフェイス、すべてのデータの復元、リアルタイムでの第1レベルの処理（デジタルフィルタ、非線形ノイズ抑制、デジタルベースライン安定化など）の適用、続いて複雑なトリガーをベースに有用なデータの選択を行うことができます。場合によっては、ホストPCに転送する必要があるデータ量をさらに削減するために、FPGAで第2レベルの処理（パルス解析など）が追加で実行されます。別の方法として、この第2レベルの処理をホストPCで実行することもできます。

取得システムのこれら2つの主要コンポーネントは、アナログ信号を調整するフロントエンド、より大きなデータストレージをサポートするオンボードメモリ、ホストPCへの特定のインターフェイス、および図2に示すソリューションをサポートするために必要な電源で構成されるエコシステムで構成されます。

Teledyne社は、部分放電装置メーカーに適した2種類のソリューションを提供します。

1. Teledyne SP Devices社は、信号のキャプチャと処理をサポートする完全なハードウェアソリューションにADCとFPGAを統合する高性能データ収集ボード（デジタイザ）を開発しています。これらのデジタイザは、センサーをホストPCと直接接続でき、強力なファームウェア機能とソフトウェアソリューションを備えています。そのため、製品設計を加速することで部分放電検出装置にさらなるメリットをもたらし、市場投入までの時間を短縮し、プロジェクトレベルでのリスクを低減します。
2. Teledyne e2v社は、高速アナログデジタルコンバータを開発しています。これらのADCは、部分放電検出装置に素晴らしい利点をもたらし、性能を低下させることなくコストとサイズの最適化に重点を置いた装置を実現します。これらの詳細については次のセクションで説明します。

Teledyne SP Devices - デジタイザ/取得ボード

スウェーデンを拠点とするTeledyne SP devices社は、過去15年間、お客様が特定の利用用途に合わせてデジタイザを最適化できる柔軟性を備えた高速ソリューションに重点を置いて高速デジタイザを開発してきました。特に表2にまとめた3つのデジタイザは、UHF部分放電検出器に適したソリューションを提供します。

表に見られるように、ADQ8-4Xはコンパクトなサイズと多数のチャンネル数を備えたコスト最適化ソリューションを提供します。また、200psの精度で複数のボード

とシャーン間の同期をサポートし、より広い領域でより複雑な検出システムを促進します。また、1GSpsサンプルングレートの8チャンネルバージョンも利用可能です（ADQ8-8C）。

ADQ14はADQ8よりも分解能が高いため、より正確なパルス測定が可能です。シングル、デュアル、およびクワッドチャンネル構成で利用でき、後者は部分放電効果を局所化または定量化したいシステムに適しています。

最後に、究極のパフォーマンスを得るために、ADQ7DCはより少ないチャンネルを提供しますが、最大10GSpsの大幅に高速なサンプルング速度により、高性能で高帯域幅の機器を実現します。これら3つのデジタイザにはすべて、一般的な取得およびトリガー機能から、ユーザがオンボードFPGA内にカスタムアルゴリズムを実装できるファームウェア開発キットオプションまで、さまざまなファームウェアオプションを提供します。

ソフトウェアは、Digitizer Studio GUIにより、データの設定、取得、表示、分析、保存が容易になります。APIとサンプルコードを提供し、より複雑なシステムや専用システムの要件に合わせてソフトウェアを構築できます。

さらに、ADQ14とADQ7DCはどちらも10GbE Box フォームファクタで利用可能です。これは、デジタイザとホストPCの間に完全な電気的絶縁を提供するため、変電所などの過酷な環境で利点となります。光ファイバ接続は、PCとデジタイザ間の距離を長くできることを意味します。これは、複数の測定ポイントが広い範囲に分散している大規模な施設に適しています。

Teledyne e2v - A/Dコンバータ

フランスを拠点とするTeledyne e2v社は、過去25年間、高速データコンバータを開発しており、高速クワッドチャンネルADC技術で市場をリードしてきました。

EV10AQ190とEV12AQ60xはどちらも、それぞれ最大1.25GSpsと1.6GSpsのクワッドチャンネル機能を提供します。したがって、部分放電の局所化を目的とする機器は、単一のADCコンポーネントでそれを実現できます。

さらに、1つのコンポーネントで4チャンネルを使用すると、2つのデバイスに4チャンネルを使用する場合に比べてチャンネル間の変動が少なくなり、捕捉された部分放電間の相関が向上し、三辺測量がより正確になります。EV12AQ60xはEV10AQ190を進化させたもので次の利点があります：

- 分解能が10bitから12bitに向上し測定精度が向上しました
- FPGAとのインターフェイスを容易にするシリアルインターフェイスを採用
- 変電所全体をカバーする複雑なシステムにとって重要な、複数のコンポーネント間のより優れた同期機能

さらに、バイポーラおよびBiCMOSテクノロジーの選択により、これらのADCは非常に高速な立ち上がり、立ち下がり、およびセトリング時間を提供し、より正確なパルスキャプチャを実現します。図3にEV12AQ60xでの測定結果を示します。

表の値は、入力信号の性能による影響が取り除かれ、ADCの性能のみが考慮されているため、ADCの実際の性能を示しています。この高性能により、EV12AQ60xは正確な精度で立ち上がり時間と立ち下

がり時間が約250psまでの信号の測定をサポートできます。

この測定セットアップは最適化されていないことに注意してください。特にACカップリングコンデンサがテストハードウェアに存在するため、立ち上がり時間と立ち下がり時間が低下します。したがって、ハードウェアが高速パルスのキャプチャ用に最適化されている場合、図3に示す結果よりも優れたパフォーマンスが期待されます。

デバイスごとに4つのチャンネルを使用することも興味深い点であり、減衰設定をずらした並列データキャプチャパスを使用してダイナミックレンジを拡張することができます。これにより、測定される信号の動的性能を向上させると同時に、4つのチャンネルを1つのデバイスに搭載することで、チャンネル間のミスマッチ（オフセット、ゲイン、位相）や反射につながるインピーダンスのミスマッチなどの不要な影響を低減できます。また必要に応じて、このアーキテクチャを複数のADCに拡張して動的性能をさらに向上させることもできます。

まとめ

増え続けるエネルギー消費に対処するために、送電網は発電・蓄電、送電能力の両方を更新し続けています。

これらの複雑な設備を監視することは、送電網の信頼性を向上させ障害による中断を回避するために最も重要です。ここで説明したように、UHF部分放電検出は実行可能なソリューションであり、補足技術と統合することで部分放電関連の問題の検出と防止が可能になります。さらに、Teledyne SP DevicesおよびTeledyne e2vは、ハードウェアまたはコンポーネントレベルのいずれかで高速取得システムの要件に適合するCOTS製品を提供し、お客様が高性能のUHF部分放電検出装置を設計できるようにサポートします。

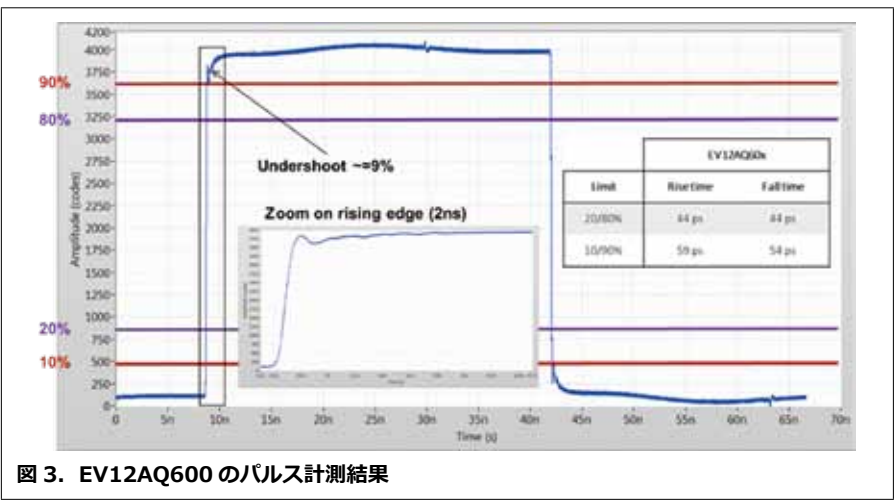
リファレンスドキュメント：
Teledyne SP Devices: High-speed acquisition solution enabling electrical grid monitoring through UHF partial discharge detection



型番	サンプルング速度	チャンネル数	分解能	立上/立下時間 (10/90%)	入力レンジ	フォームファクタ	オンボードメモリ
ADQ8-4X	2/4 Gsps	4/2	10	~350ps	0.25, 0.5, 1, 2, 5 Vpp	PXIe	1GB
ADQ14	0.5/1/2 Gsps	1-4	14	~300ps	0.25, 0.5, 1, 2, 5 Vpp	USB, PCIe, PXIe, 10GbE, MTCA.4	2GB
ADQ7DC	5/10 Gsps	2/1	14	~120ps	1 Vpp	USB, PCIe, PXIe, 10GbE, MTCA.4	4GB



表 2. UHF 部分放電システムに適した Teledyne SP Devices 社のデジタイザ製品



デジタイザとAWGを使用した クローズドループテスト

はじめに

ここでは、汎用PCIeデジタイザとAWGを使用し、単純なC++プログラミングと組み合わせでPCベースのクローズドループテストを構築した場合、その性能の違いについて説明します。

WindowsおよびLinux環境を使用してさまざまな構成でテストしています。この記事では、処理能力を向上させるためにGPUをテストループに追加した場合のレイテンシの違いも示します。

対象アプリケーション

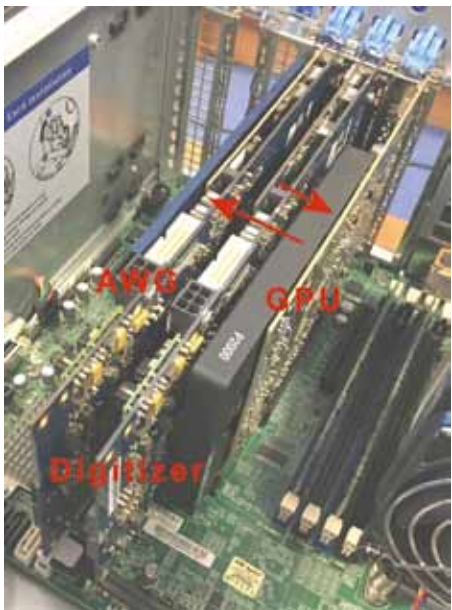


図 4. Xeon サーバに M4i.4451-x8 デジタイザ、M4i.6622-x8 AWG、Nvidia Quadro P2000 GPU を実装したテストシステム

市場には迅速な意思決定や迅速な変更を行うために低レイテンシを必要とするさまざまな潜在的なアプリケーションがあります。これらのアプリケーションは、通常、「リアルタイムアプリケーション」という名前で呼ばれています。

この名前は元々ハードウェアベースのリアルタイムアプリケーションを指していました。ここでは、システムセットアップが外部イベントに間に合うように反応することを確認するために、定義され保証された応答時間が必要です。この例は、自動車や航空宇宙システムに見られます。ただし、「リアルタイム」という名前は、「迅速な応答」の同義語としてもよく使用されます。このような場合、興味深い数値は、入力と出力（または決定と応答）の間のレイテンシです。この記事は、次の対象アプリケーションに関係するすべての人にとって興味深いものです。

- 制御ループ：入力が出力のベースとして使用され、外部デバイスを制御するコントローラタイプのアプリケーション
- 意思決定：ある種の変更された出力を作成することにより、外部イベントに反応する
- 操作ループ：信号を取得し、その信号を変更してから再度出力する
- 刺激反応：信号の生成、反応の取得、分析、意思決定

技術的背景



汎用のコンピュータを使用して測定を行う場合、そのハードウェア構成やオペレーティングシステムによりデータ取得プロセスの高速性・安定性が課題となることが良くあります。ここではWindows OSとLinux OSによる違いやGPU（グラフィック処理ユニット）を使用した場合のレイテンシを計測しその有効性を検証します。

すべての Spectrum 社製品は、デジタイザに限らずAWGも高速FIFOモードのデータ転送用に設計されています。高速FIFOモードは、スキャッターギャザーDMA（ダイレクトメモリアクセス）プロセスを制御する最適化されたドライバに基づいています。データ転送に高いスループットが要求されると、常にデータのバッファリングが必要になります。まず、高速DMAは大きなバッファサイズの転送に基づいています。これにより、データ転送と制御コマンドのオーバーヘッドの関係が最適化されます。第2に、応答または応答時間の外部遅延は、大きなバッファによって補償できます。バッファが小さすぎると、通常FIFOバッファのオーバーランまたはアンダーランが発生しFIFO転送が停止します。

これらのアプリケーションの古典的なアプローチは、リアルタイム応答時間と優先度設定が定義されたオペレーティングシステムであり、リアルタイムドライバとハードウェアが一致し、待ち時間が短くなるように最適化されています（※但しこれだけでは最高のスループットは得られません）。さらに高速なソリューションは、ホストシステムによる操作なしで完全なプロセスをハードウェア（FPGA）に実装することです。ただし、このセットアップは単なるプログラミングであっても、追加の費用がかかる場合があります。FPGAプログラミングには特定の知識が必要であり、ハードウェアには多くの場合システムの機能とそのデータ処理能力に制限されることがあります。同様に、リアルタイムシステムでは、リアルタイムオペレーティングシステムのライセンス

費用が追加され、便利なサードパーティソフトウェアツールへのアクセスが制限される場合があります。多くの場合、Windows（またはLinux）ベースのクローズドループシステムをセットアップすると、より経済的であるだけでなく実装時間も短縮できます。

Windows PCベースのテスト結果

Windowsで動作するクローズドループタイプのシステムで何が達成できるかを示すために、Spectrum製M4i.4451-x8デジタイザとM4i.6622-x8 AWGを使用してテストシステムを構成しました。どちらのカードも外部接続されています。デジタイザの基準クロック出力を使用してAWGの基準クロック入力进行供給してクロック同期を提供し、デジタイザのトリガ出力を使用してAWGの出力を開始します。

AWGにはゼロデータがプリロードされており、デジタイザデータを取得するまで再生されます。プリロードされたデータのサイズは、取得されたデータとループされたデータの間のレイテンシを定義します。右側のブロック図はセットアップを示しています。

Windows 7 Professionalを実行するSpectrumストリーミングシステム「SPcB6-E6」でテストが行われました。表からわかるように、ソフトウェアバッファを3つまたは4つの部分に分割したDMA転送の通知サイズを変更することで最良の結果が得られました。安定して動作する最小の通知サイズは約64kByteです。この制限はソフトウェアバッファによってサイズを補正する必要がある内部ハードウェアバッファに起因します。ここに示されている結果は、1分間の実行時間で達成された最高のパフォーマンスです。

Linux PCベースのテスト結果

上記と同じ構成セットアップで、Linuxオペレーティングシステムを使用しました（表4）。この場合、通知サイズを変更してもレイテンシは2.1msとなり、Windowsに比べて性能が低下しているのがわかります。

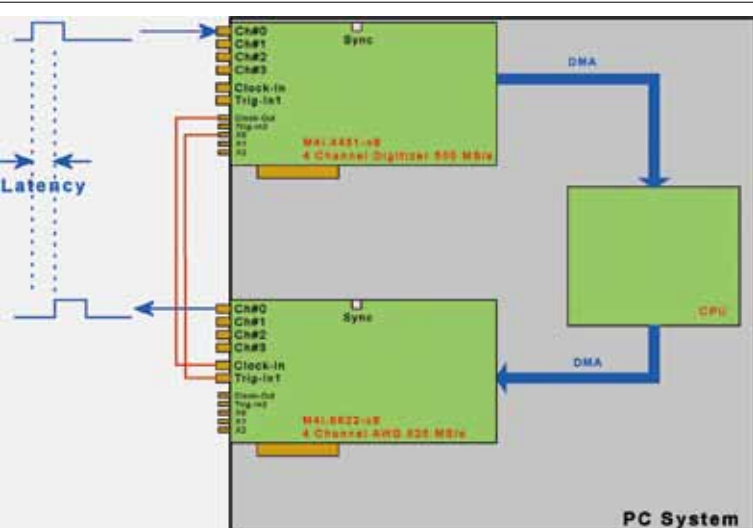


図 5. Windows PCベースのシステム構成

サンプリング速度	チャンネル数	FIFO転送	ソフトウェアバッファ	通知サイズ	レイテンシ
500MS/s	1 (14/16bit)	2 x 1GB/s	768kByte	256kByte	790μs
250MS/s	1 (14/16bit)	2 x 500MB/s	360kByte	120kByte	740μs
125MS/s	1 (14/16bit)	2 x 250MB/s	240kByte	80kByte	980μs
62.5MS/s	1 (14/16bit)	2 x 125MB/s	240kByte	60kByte	1.97ms
500MS/s	2 (14/16bit)	2 x 2GB/s	1.5MByte	256kByte	790μs
250MS/s	4 (14/16bit)	2 x 2GB/s	1.5MByte	256kByte	790μs

表 3. Windows PCベースのテスト結果

サンプリング速度	チャンネル数	FIFO転送	ソフトウェアバッファ	通知サイズ	レイテンシ
500MS/s	1 (14/16bit)	2 x 1GB/s	2MByte	256kByte	2.1ms
250MS/s	1 (14/16bit)	2 x 500MB/s	1MByte	128kByte	2.1ms
125MS/s	1 (14/16bit)	2 x 250MB/s	512kByte	64kByte	2.1ms
62.5MS/s	1 (14/16bit)	2 x 125MB/s	512kByte	32kByte	2.1ms
500MS/s	2 (14/16bit)	2 x 2GB/s	4MByte	256kByte	2.1ms
250MS/s	4 (14/16bit)	2 x 2GB/s	4MByte	256kByte	2.1ms

表 4. Linux PCベースのテスト結果

GPUベースのテスト結果(Linux)

M4i.4451-x8 デジタイザと M4i.6622-x8 AWG を使用した2番目のテストセットアップでは、GPUがシステムに追加されています。繰り返しますが、両方のカードは、AWGの基準クロック入力に供給するデジタイザの基準クロック出力と、AWGの出力を開始するデジタイザのトリガ出力に外部接続されています。この設定では、GPUはRDMAを使用してデータを直接送受信します。GPUは、データをデジタイザバッファからAWGバッファに操作なしで1回だけコピーします。AWGにはゼロデータがプリロードされており、取得したデジタイザデータがGPUから受信されるまで再生されます。

プリロードされたデータのサイズは、取得されたデータとループされたデータの間のレイテンシを定義します。

表5のようにGPUセットアップを安定して実行するには、より多くのバッファが必要となります。これは主に、バックグラウンドタスクを補うためにLinux環境自体がより多くのバッファを必要とするためです。

このテストは、Linuxを実行するSpectrumストリーミングシステム「SPcB6-E6」でテストが行われました。

GPUベースのテスト結果(Windows)

Windowsでは、NVIDIA GPUドライバがこの機能をサポートしていないため、デ

高速デジタイザを使用したレーダ信号の取得と解析

レーダ信号を取得し解析する場合、オシロスコープやスペアナなどの測定器を使用するのが一般的ですが、高速デジタイザ(A/Dボード)を使用することで解析に利用できるソフトウェアや取得時間のメリットがあります。ここではその手法についてご説明します。

一般的に、これによりレイテンシが追加され、オーバーラン/アンダーランのリスクがさらに追加されます。これは、ブロックごとに合計4つのDMA転送が実行されるためです。

予想どおり、クローズドループテストシナリオの結果と安定性は最も悪い結果となりました。DMA転送を2倍にするとレイテンシが増加し、安定性を維持してアンダーランやオーバーランを回避するために、より大きなバッファが必要になります。

まとめ

Spectrum製ハードウェアは、高いデータスループットを実現するように設計されています。つまり、製品は大きなFIFOバッファを使用します。そのため、WindowsやLinuxなどの標準オペレーティングシステムの非決定論的な動作は、クローズドループアプリケーションに関しては完璧なシステムパフォーマンスを提供しません。これにより、安定性とレイテンシのパフォーマンスがトレードオフになります。

Spectrum製ハードウェアとドライバは非常に高速な応答時間を可能にしますが、待ち時間は数ミリ秒の範囲であり、オペレーティングシステムレイヤーが必須の応答時間を保証できない場合、安定性が問題になります。テスト中に、クローズドループプロセスの実行を即座に終了させる可能性のある多くのシステムの欠陥に遭遇しました。

たとえば、並列操作でブラウザを開くだけで、ループの実行を停止するのに十分なプロセス時間がかかりました。したがって、要求の厳しいアプリケーションの場合、実行中のプログラムとバックグラウンドジョブに関して、オペレーティングシステムが実行するタスクをできるだけ少なくすることが最善の方法です。

リファレンスドキュメント：
Spectrum Instrumentation 社：Closed Loop Test using a PC Digitizer and AWG



はじめに

短いデューティサイクル、複数の変調タイプ、および重要なタイミングを備えたパルス波形を使用するレーダ信号には、広帯域幅、同時サンプリング、大容量メモリ、および高速データ転送を提供する測定システムが必要です。高速デジタイザはレーダ信号の取得と処理に最適であり、これらの測定に適した複数の利点を提供します。広帯域幅、大容量取得メモリ、メモリ使用

量を最大化するための特別な取得モードを提供するこれらのコンパクトな機器は高速測定と優れた精度の分析を提供します。ここでは、レーダシステムの測定に高速デジタイザを使用する利点をいくつか紹介します。

レーダパルス変調信号

レーダシステムは、パルス変調された無線周波数 (RF) 搬送波に依存しており、一般に、周波数、位相、または複雑な変調が含まれています。測定器の役割は、これらのパルス波形を可能な限り忠実に取得し、重要なパラメータを測定することです。図8のレーダ信号について考えてみましょう。ここでは、基本的なパルス変調

1 GHz RF 搬送波を示しています。

図一番上のトレース信号は、Spectrum Instrumentation 製 M4i.2234-x8 で取得されました。これは PCI Express ベースの 4 チャンネル 8 ビットデジタイザで、帯域幅は 1.5 GHz、最大サンプルレートは 5 GS/s です。この帯域幅とサンプルレートは、VHF レーダと低 UHF レーダのダイレクト取得、および多くの高周波レーダの中間周波数と互換性があります。このデジタイザには、4 ギガサンプル (GS) の取得メモリが含まれています。4GS メモリは、5 GS/s の最大サンプリングレートで 800ms のデータを取得できます。これにより、位相または周波数変調信号の解釈に役立つ、長時間の取得で優れた時間分解能が得られます。この例では、デジタイザは、2.5 メガサンプル (MS) を使用して、毎秒 5 ギガ

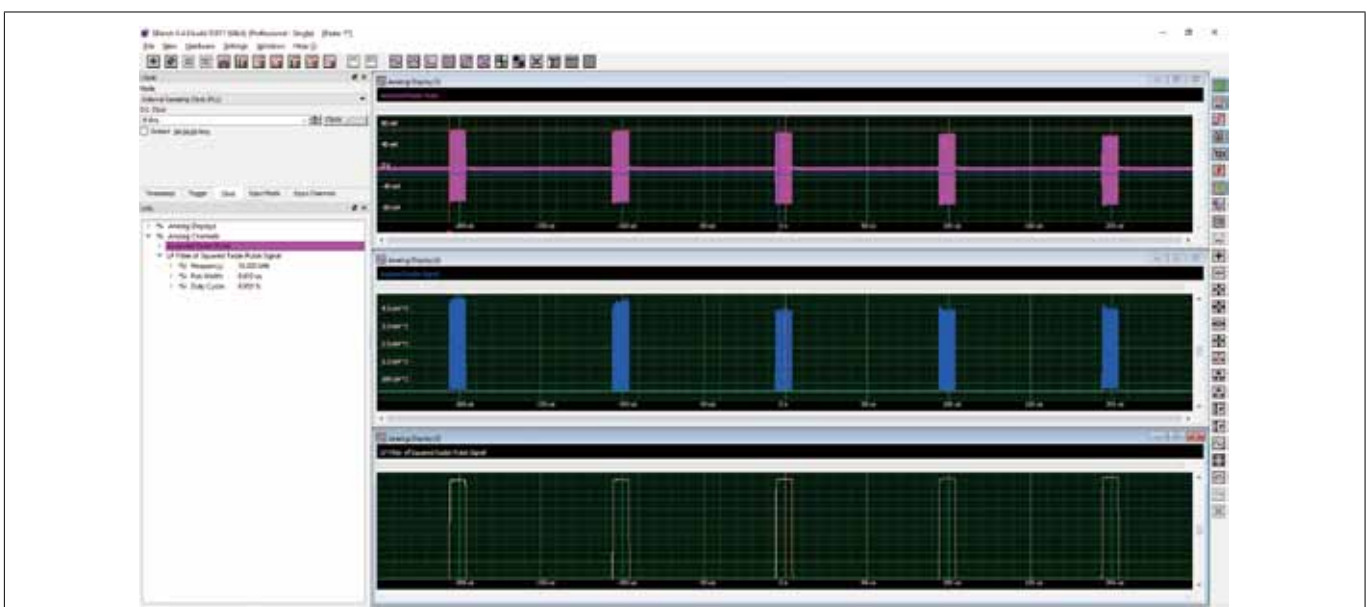


図 8. 基本的なパルス RF レーダ信号の取得と、波形の単純な RMS 検出を実行して、信号エンベロープの主要なタイミングパラメータを測定した結果

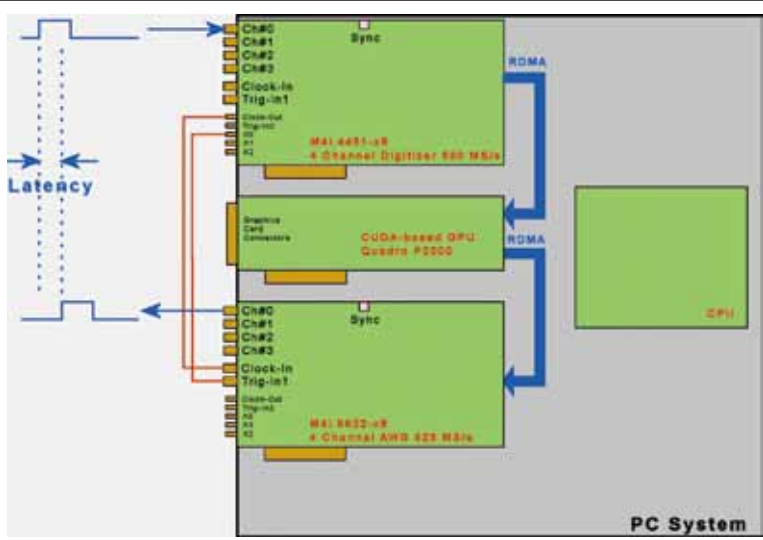


図 6. Linux PC で GPU ベースのシステム構成

サンプリング速度	チャンネル数	FIFO 転送	ソフトウェアバッファ	通知サイズ	レイテンシ
500MS/s	1 (14/16bit)	2 x 1GB/s	2.6MByte	256kByte	2.6ms
250MS/s	1 (14/16bit)	2 x 500MB/s	1.3MByte	128kByte	2.6ms
125MS/s	1 (14/16bit)	2 x 250MB/s	640kByte	64kByte	2.6ms
62.5MS/s	1 (14/16bit)	2 x 125MB/s	640kByte	64kByte	2.6ms
500MS/s	2 (14/16bit)	2 x 2GB/s	5.1MByte	256kByte	2.6ms
250MS/s	4 (14/16bit)	2 x 2GB/s	5.1MByte	256kByte	2.6ms

表 5. Linux PC で GPU ベースのテスト結果

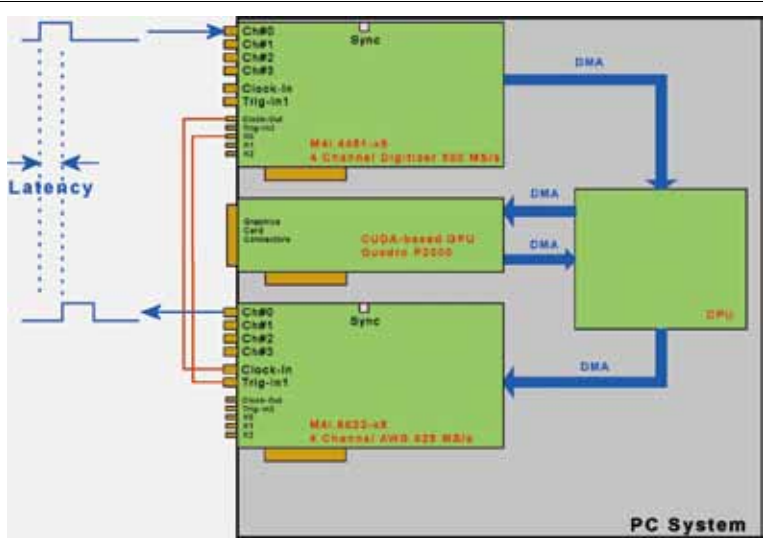


図 7. Windows PC で GPU ベースのシステム構成

サンプリング速度	チャンネル数	FIFO 転送	ソフトウェアバッファ	通知サイズ	レイテンシ
500MS/s	1 (14/16bit)	2 x 1GB/s	3MByte	1MByte	3.1ms
250MS/s	1 (14/16bit)	2 x 500MB/s	1.5MByte	512kByte	3.1ms
125MS/s	1 (14/16bit)	2 x 250MB/s	750kByte	256kByte	3.1ms

表 6. Windows PC で GPU ベースのテスト結果

ジタイザ/AWGとGPUの間で直接データ転送 (RDMA) を行うことはできません。したがって、データは最初にCPUメモリに転送され、そこにコピーしてからGPUに転送する必要があります。転送されたデータは同じように戻す必要があります。

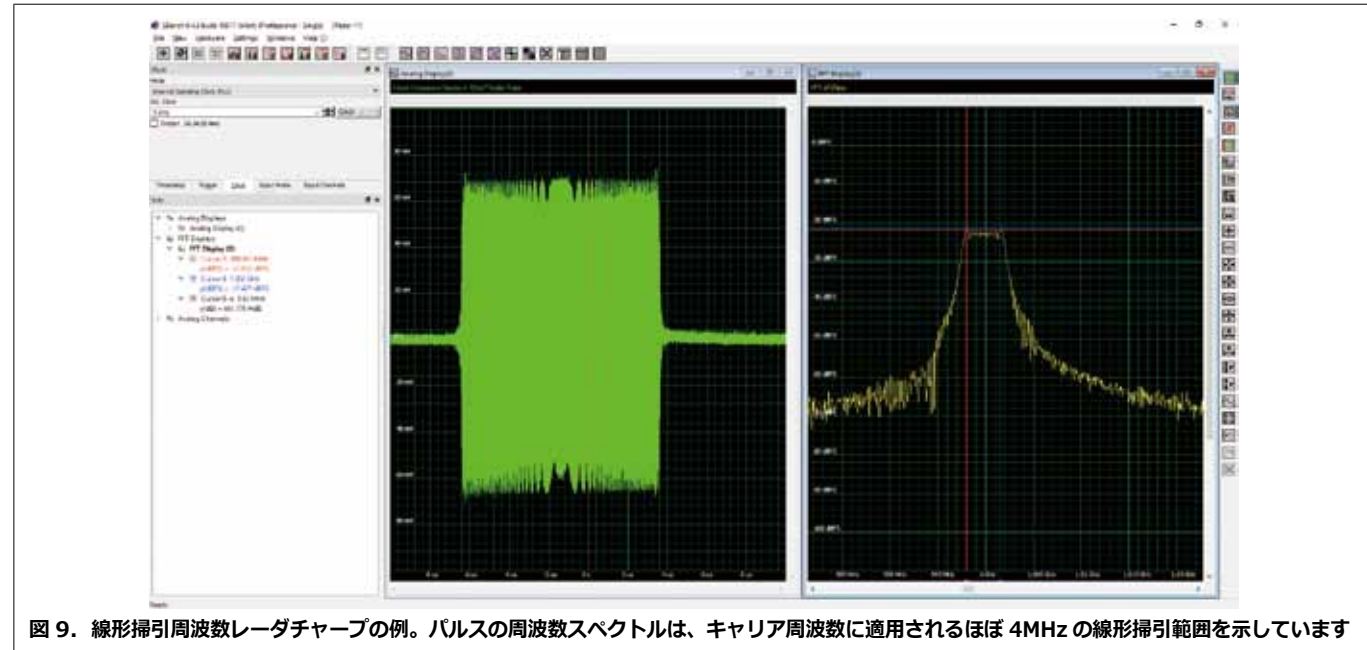


図 9. 線形掃引周波数レーダチャープの例。パルスの周波数スペクトルは、キャリア周波数に適用されるほぼ 4MHz の線形掃引範囲を示しています

サンプル (GS/s) の最大サンプルレートで $500\mu\text{s}$ のデータを取得しました。ここでは、フルメモリを使用して 5 つのパルスのみを取得しましたが、8000 を超える同様のパルスを取得することができました。

SBench 6 GUIソフトウェア

デジタイザからのデータを表示するために使用されるソフトウェアは、Spectrum Instrumentation 製 SBench 6 ソフトウェアです。SBench 6 は、デジタイザの構成、制御、データ表示することができます。また、取得した波形を測定および分析するための組み込みツールも含まれています。たとえば、周波数測定機能を使用して信号のキャリア周波数を測定すると、結果は図の左側の情報ペインに 1.000GHz と表示されます。

SBench 6 には、高速フーリエ変換 (FFT) や有限インパルス応答 (FIR) フィルタなど、多くの数値解析ツールも含まれています。パルス繰り返し周波数 (PRF) は画面から推定できますが、ソフトウェアの測定ツールを使用すると、より正確な値を取得できます。PRF、パルス幅、およびデューティサイクルを正確に測定するには、パルス変調波形のエンベロープを抽出するのが最適です。これは、信号を二乗し (図 8 中央のトレース)、それをローパスフィルタ処理することによって実行できます (図 8 下

のトレース)。この操作は、二乗平均平方根 (rms) 検出を実行します。中央のトレースの二乗波形は、信号の瞬時電力に比例します。

電力測定が必要な場合は、データを入力インピーダンス $50\ (\Omega)$ で除算し、単位をワットに変更して再スケーリングすると、変換が完了します。フィルタ操作の後、パルス列のエンベロープが下のトレースに表示されます。ソフトウェアの測定ツールを再度適用して、パルスの PRF (10kHz、幅 $9.955\mu\text{s}$ 、デューティサイクル 9.955%) を読み取ります。

パルス圧縮

パルス圧縮は、レーダの距離分解能を改善するために一般的に使用されます。圧縮には、パルスの各瞬間が他の瞬間と異なるようにパルスキャリアを変調することが含まれます。これは一般に、周波数変調または位相変調を使用して行われます。レーダ受信機は、パルス圧縮に影響を与えるために必要なデジタル信号処理を提供します。

パルス持続時間中にキャリアの周波数をスイープまたは変更することは一般的な手法であり、結果として得られる周波数変調パルスは「チャープ」と呼ばれます。図 9 は、線形掃引レーダチャープの例を示しています。

変調されたパルスは、左側のグリッドに

表示されます。パルスの間、キャリア周波数は公称 998MHz から 1002MHz まで直線的に変化します。これは、右側のグリッドに示されている FFT によって提供される周波数ドメインビューで明らかです。フラットトップスペクトルは、掃引中の周波数の変化を示します。周波数スペクトル上のカーソルは、3.62MHz の搬送波の周波数変化の範囲を読み取ります。

位相変調

位相変調を使用して、パルス圧縮を実装することもできます。位相変調技術は、パルスをセグメントに分割し、それぞれが特定の位相シフトで送信されます。セグメントは同じ長さです。

位相シフトの選択はコードによって決定されます。共通コードは 2 進数で、コードシーケンスに従って 0° と 180° の位相シフトに対応してコード値が +1 と -1 の間で切り替わります。最も一般的に使用されるコードシーケンスは、他のシーケンスとの自己相関が低く、サイドローブの低いスペクトルを生成するバーカーコードです。図 10 は、長さ 13 のバーカーコードを使用した位相変調パルスの例です。

位相変調パルスの復調は、より高度なデータ解析を可能にするホストコンピュータで行うのが最適です。MATLAB や LabVIEW などのサードパーティ製ソフトウェアや、C、C++、または Python でのカスタムプログ

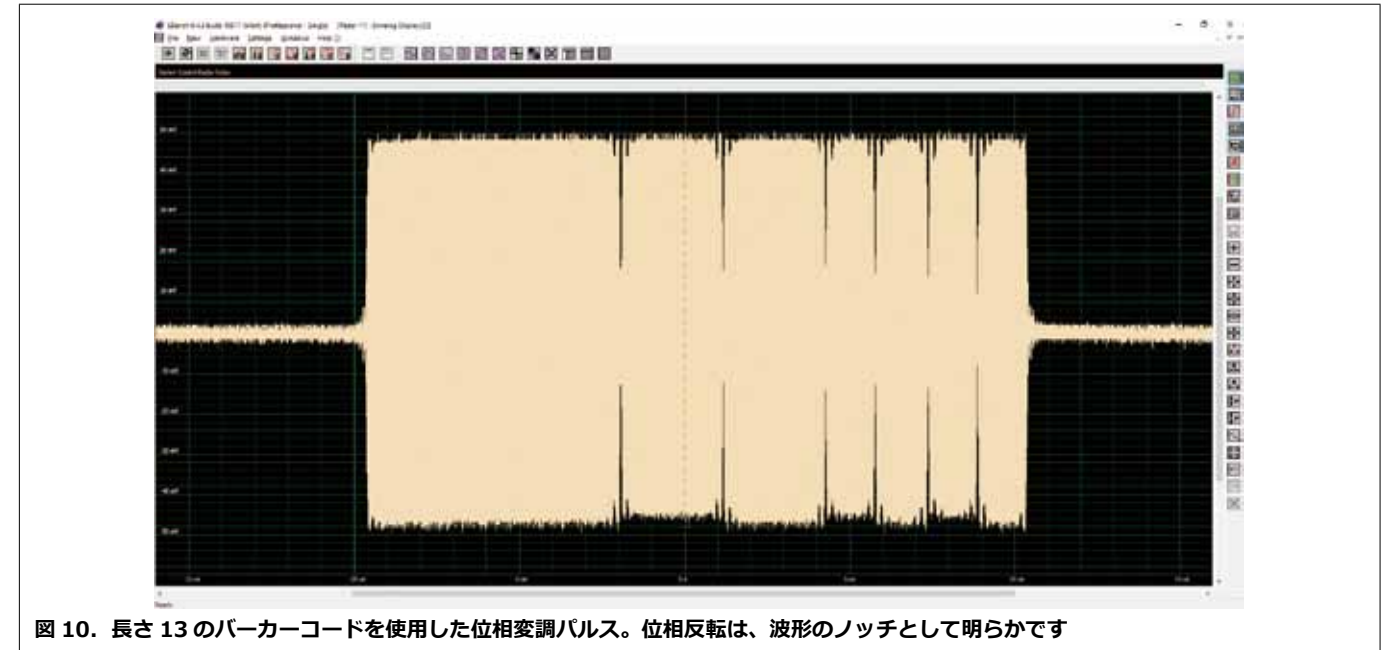


図 10. 長さ 13 のバーカーコードを使用した位相変調パルス。位相反転は、波形のノッチとして明らかなです

ラミングも使用できます。これらのサードパーティプログラムは、これらの信号を迅速に復調する機能を提供します。プログラムはアプリケーションに合わせてカスタマイズでき、優れた柔軟性を提供し、より複雑な分析を可能にします。デジタイザの外部で処理するこの機能は、M4i.2234-x8 デジタイザの PCI Express x8 Gen 2 インターフェイスによって強化されています。このインターフェイスは、Spectrum 製のドライバを使用して適切なホストコンピュータで 3.4GB/s を超えるデータ転送速度を実現できます。この転送速度は、ホストコンピュータへのデータの高速転送を可能にするため、最大 4GB のデータを取得で

きるこのようなデジタイザが非常に重要となります。

中級レベルのプログラミングスキルを持つユーザは、デジタイザと CUDA ベースのグラフィックスプロセッシングユニット (GPU) との間の直接接続を可能にする並列処理用の Spectrum CUDA アクセソプシオン (SCAPP) の形で、さらに優れた処理能力を利用できます。これにより、GPU の複数の処理コアと超大容量メモリを高度な高速信号処理に利用できるようになります。このアプリケーションでは、計算時間を大幅に短縮できます。

復調プログラム

図 11 は、取得した位相変調パルスに対して独自の復調プログラムを使用した結果を示しています。

信号搬送波が存在する場合にのみ有効な復調波形は、バーカーコードシーケンス値を示します。13 ビットのバーカーコード (+1 +1 +1 +1 +1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 -1) を見ることができます。+1 は 0° を表し、-1 は 180° を表します。これは、利用可能な最長のバーカーコードシーケンスです。このコードのスペクトルサイドローレベルは -22.3db です。

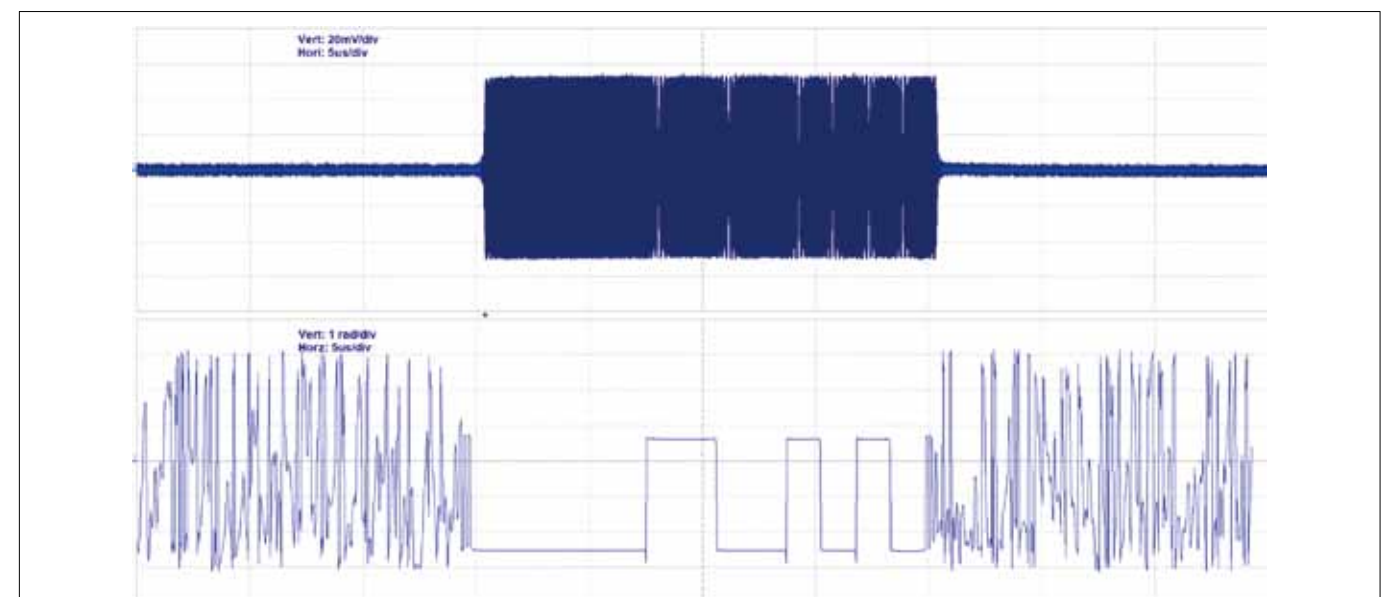


図 11. ホストコンピュータで実行される独自のプログラムを使用した位相変調。復調された波形は、搬送波が存在する場合にのみ有効です

耐環境エレクトロニクスの冷却

航空機やヘリコプタなどに搭載する為の耐環境製品は高度な冷却技術によって設計されています。動作温度で+85℃をサポートしている機器では筐体内部はそれ以上に高温となるため、内部電子デバイスの冷却が必須となります。ここでは筐体内部の熱を外部に移動する為の手法を紹介します。

ドタイムは90 μ sであるため、マルチ取得モードでは90 μ sは記録されず、追加の9パルスを取得して保存できます。このモードは、レーダ動作におけるパルス間の変動を調べるのに役立ちます。デジタイザでのデータ取得をより効果的に制御できる取得モードが他にもいくつかあります。

まとめ

レーダ信号の測定は困難な場合がありますが、デジタイザはこれらの信号の取得と分析に適しています。デジタイザは、優れた信号品質と取得した波形を分析するためのさまざまなツールを提供します。データをホストコンピュータにすばやく転送する機能により幅広い分析ツールを利用できるようになり、非常に柔軟なレーダ測定システムが得られます。

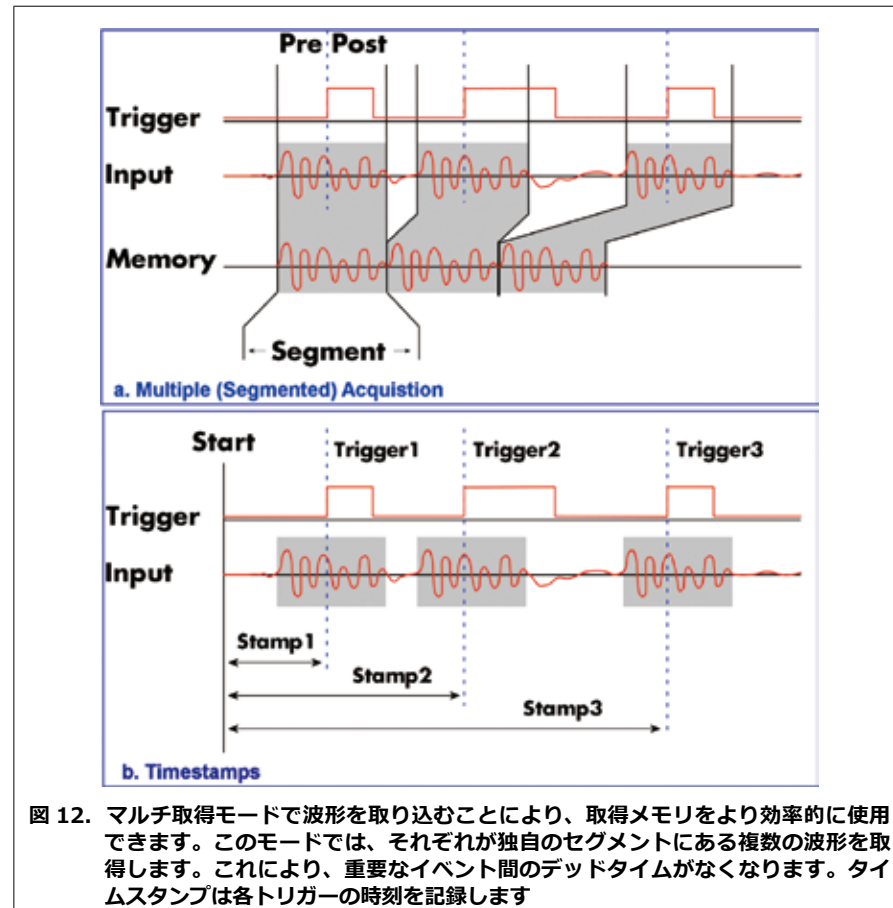
ここで使用したSpectrum製デジタイザ M4i.2234-x8

5GHz/2.5GHz/1.25GHz A/Dボード (PCIe)

- サンプルングレート：最大 5GS/s
- チャンネル数：最大 4ch
- 分解能：8bit
- 帯域幅：1.5GHz
- オンボードメモリ：4G サンプル
- 入力コネクタ：SMA
- 入力インピーダンス：50 Ω
- マルチボード同期：最大 8 枚
- フォームファクタ：PCIe Gen2



リファレンスドキュメント：
SPECTRUM 社：Application Note：
Radar Signal Acquisition and Analysis
Using High Speed Modular Digitizers



LabVIEWやMATLABなどのサードパーティソフトウェアパッケージは、レーダ解析専用設計されたアプリケーションパッケージを提供します。Mathworks社のMATLAB Phased Array Systemツールボックスに含まれているRadar Waveform Analyzerアプリケーションが良い例です。Spectrum社は、ドライバとサンプルプログラムを提供して、これらのプログラムをデジタイザと接続します。このデジタイザは複数の取得モードも提供します。これは、取得メモリを効率的に使用し、特にレーダアプリケーションの信号など低いデューティサイクルで発生する信号で取得間のデッドタイムを短縮することを目的としています。

マルチ取得モード

図 12に示すマルチレコーディングまたはセグメントモードでは、非常に短いリアム時間 (5GS/s の サンプルレートで約 6.5ns) で複数のトリガーイベントを記録できます。取得メモリは、同じサイズのいくつかのセグメントに分割されます。トリガーイ

ベントごとに 1つのセグメントが埋められます。取得はセグメントトリガーイベント間で停止し、使用可能なメモリを節約します。ユーザは、セグメント内でトリガー前およびトリガー後の間隔をプログラムできます。取得されたセグメントの数は、使用されるメモリによってのみ制限され、FIFO取得モードを使用する場合は無制限です。複数のトリガーに関連する重要なデータは、連続するセグメントの取得メモリに保存されます。

イベント間のデッドタイムに関連するデータは記録されません。各トリガーイベントにはタイムスタンプが付けられるため、各トリガーの正確な位置がわかります。図 12 は、マルチレコーディングモードのタイムスタンプ操作のグラフィカルビューを示しています。タイムスタンプは、ボードのハードウェアにある追加のFIFOメモリに保存されます。これは必要に応じて読むことができます。

マルチレコーディングモードでは、デッドタイムが記録されないためメモリスペースが節約されます。これにより、使用可能な取得メモリ内の重要なイベントの数が増えます。図 11 のパルス幅は約 10 μ sでデッ

冷却コンセプト

ここでは大型システムに取り付けられる耐環境エレクトロニクス機器の冷却技術について説明します。これらのエンクロージャ内で使用される熱設計技術については説明しません。

耐環境エレクトロニクス機器は、特定のメカニズムで冷却されるように設計されており、製品を使用するために設計された冷却方法を使うことが重要です。冷却はさまざまな方法で実現できます：

- パッシブエアフロー (パッシブ対流冷却) またはファンによる補助 (強制対流冷却) のいずれかによって、周囲の空気と電子機器筐体の間で熱が交換される従来の対流冷却。
- 熱を機械的転送手段 (通常は金属対金属接続) によって電子機器の筐体から周囲に転送する伝導冷却。伝導冷却は、ヒートパイプ、熱伝導パッド、またはペーストなどを使用してさらに強化することができます。これにより、さまざまな材料間の熱抵抗が低下し、熱をより広い表面積に分散したり、設計のホットスポットを回避したりすることができます。

- 設計の内部パイプで冷却剤を循環させることによる間接的な液体冷却、または電子機器を冷却液体に噴霧または浸漬する液体冷却。

耐環境機器の冷却方法には、システムレベルで熱設計を採用する必要があります。たとえば、熱絶縁体の上に取付けた場合、伝導冷却機器を動作させることはできません。また、強制空冷製品はファンの入口または出口で気流が遮断された状態で動作させることはできません。

物理学の基本法則は熱設計にも適用されます。つまり、エネルギーが現れたり消えたりすることはありません。システムに注入されたすべてのエネルギーは、システムの温度を一定に保つために同じ速度で除去する必要があります。

一般原則：
システムに注入されたすべてのエネルギーは、システムから遠ざける必要がある

この原則は、耐環境エレクトロニクス機器筐体が 100W の電力を消費する場合、

100W の熱をシステムから遠ざける必要があることを意味します。場合によって、消費電力が十分に低い場合、詳細な熱設計は必要ありません。ただし、電子機器の設置を設計する際には製品からの熱が製品から周囲に放散されるように常に注意を払う必要があります。また、伝導冷却は空冷と効果的に組み合わせることができることに注意してください。

熱設計の基本

熱設計は、製品が指定された温度範囲内に保たれるようにする設備を作成するプロセスに関連しています。空冷製品の場合、これは比較的簡単です。製品の上またはファンを通過する空気がその温度より低いことを確認してください。伝導冷却製品の場合、熱界面は伝導面です (通常ベースプレート温度として指定されます)。したがって、たとえばその熱インターフェイスを気温と比較するには更に分析が必要です。熱設計では、材料の特性を考慮する必要があります (伝導冷却の場合は熱伝導率、空冷の場合は空気圧など)。これらにつ



いては、以降のセクションで詳しく説明します。設計では、電子機器から取り除かれた後に電力がどのように放散されるかも考慮する必要があります。すべての電子機器の筐体で発生する熱は、周囲の環境に放散する必要があります。

伝導冷却(コンダクションクール)

伝導冷却は、製品の主要な熱経路が定義された外部表面（通常はベースプレートまたは同様の熱インターフェイス）を通過する場合に使用されます。熱インターフェイスは平らで、熱伝導性材料の平らな面に取り付けられるように設計されている必要があります。以下の図は、伝導冷却エンクロージャの簡単な冷却構造を示しています。

伝導冷却エレクトロニクス機器は、熱インターフェイス（ベースプレートなど）の温度によって指定されます。これは気温と同じではありません。実際、設備の熱設計によっては、熱界面が周囲の空気の温度よりもかなり高くなる可能性があります。

ほとんどの伝導冷却機器は空気中にいくらかの熱放散がありますが(例：ベースプレート以外のボックスの5つの面で)、これはほとんどの熱解析で無視するのが合理的であるため、総熱放散の十分に小さい部分です。

表7は、一般的な材料のいくつかの簡単なデータ（純粋な材料の熱伝導率）を

示しています。空気は非常に弱い伝導体であり、熱を伝達するために使用することはできませんが、移動する場合のみであることに注意してください。これは、通過する表面から熱エネルギーを吸収し、空気が移動するときに熱エネルギーを吸収します。リストにある他の材料は、同じ移動メカニズムでは使用されないため、適切な材料を選択する際には熱伝導率が重要な要素になります。

伝導冷却熱解析

すべての熱解析は使用するデータに大きく依存しています。たとえば、材料の熱抵抗が正しくない場合、熱解析では正しくない情報が生成されます。ただし、以下に示すように、大まかな見積もりは比較的簡単に作成できます。

これらの例は、システムの完全な熱解析を置き換えることを意図したものではありませんが熱伝達の背後にある原理についてのアイデアを提供します。ほとんどの材料の熱伝導率は、比較的簡単に取得でき、W/mK（ワット/メートルケルビン）で表されます。したがって、簡単な例として、断面積が 100cm² (10x10cm)、つまり 0.01m² のアルミニウムの長さ 1cm を通過する 100W の電力を考えてみましょう。この例の材料全体の温度差は、次のように計算されます。

$$\Delta T = (\text{パワー} \times \text{距離}) / (k \times \text{面積}) = (100 \times 0.01) / (205 \times 0.01) = 0.49^{\circ}\text{C}$$
 (またはケルビン)

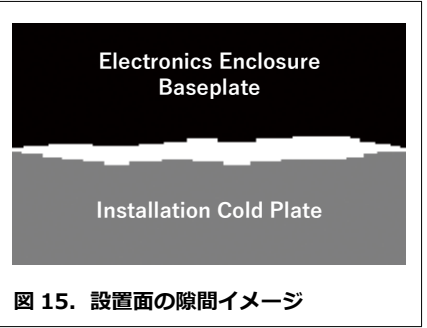
k は熱伝導率です。簡単にするために、純粋なアルミニウムの数字 (205) を k に使用します。比較すると、静止空気の数値はわずか 0.0262 W/mK であることに注意してください。

薄いプレートを通して移動する熱は、はるかに効率が悪いことに注意してください。断面が 5mm x 10cm の長さ 1cm のアルミニウムを通る 100W の温度差はほぼ 10°Cです。合わせた 2つの表面間で熱が移動する必要がある場合は、ギャップ内の材料(または空気)の熱抵抗を考慮する必要があります。いずれの場合も、材料全体の温度降下は、熱抵抗に材料または界面全体で消費される電力を掛けることによって効果的に計算されます。

伝導冷却熱解析の原理は、熱が発電コンポーネント/筐体から離れて、電力が環境（空気、液体など）に放散される可能性のある領域に伝導されることです。これは、設置がコールドプレートから熱を逃がすことができる場合にのみ発生します。このいくつかの例については後半で説明します。

2つの表面間の熱伝導率

2 枚の金属板を組み合わせると、下図に示すように、表面の平坦度の欠如と表面の粗さの両方によって生じる隙間が生じます。



静止した（動かない）空気は熱伝導率が非常に低いため、これらの要因によって生じるギャップは、2つの材料間の接触面積の断面積を効果的に減少させ、冷却に問題を引き起こします。

筐体が所定の位置にしっかりと固定されていることを確認することで、ベースプレートとコールドプレートの間のギャップに圧力がかかり、これらのギャップを減らすのに役立ちます。

その他の軽減措置として次のようなものがあります：

- 金属加工品から熱抵抗コーティングを取り除きます
- エアギャップを埋め、空気よりもはるかに優れた熱伝導率を持つサーマルインターフェイスマテリアル (TIM) を使用します

ただし、これらのギャップは界面全体の熱抵抗にのみ寄与することに注意してください。合わせ面の面積が大きい場合でも、温度降下は非常に小さい可能性があります。

設置の設計では、ベースプレートとコールドプレートの間の熱界面の伝導率と表面を考慮に入れる必要があります。

設計者は、軽減措置が必要かどうかを判断する必要があります。

1つのオプションは、サーマルペーストやギャップパッドなどのサーマルインターフェイスマテリアル (TIM) を使用して、これらの熱的に非効率なエアギャップを埋めることです。

空冷

空冷は、空気を動かしてある場所から別の場所にエネルギーを移動させる能力に依存しています。空気は熱伝導率が低いですが、金属の熱エネルギーは表面近くの空気に移動します。その空気が動いている場合、加熱された空気は効果的に熱エネルギーを奪います。これは、より大きなシステムのどこかに加熱された空気がある場合にのみ効果的であることに注意してください。その能力がなければ、効果はファンアシストオープンのようなものにすぎません。

空冷は金属の表面で効果的であるため、ヒートシンク設計で熱伝達のための表面積をできるだけ大きくするのが一般的です。フィンまたは類似のものを使用することでこの目的を達成できます。フィンの厚さとギャップの厚さの選択は設計の有効性に重要です。

ヒートシンクの設計は競合する要素間のトレードオフです。フィンが薄すぎると、熱がフィンの端に効果的に伝わりません。同様に、隙間が薄すぎると、空気が隙間を効果的に通り抜けることができません。したがって、ヒートシンクは使用されるファンの空気容量に合わせて設計されることがよくあります。空冷の利点の 1つは、熱インターフェイスが空気温度であるため、システムレベルの熱設計タスクが簡素化されることです。吸気口と排気口に障害物がないことを確認し、加熱された空気を新鮮な冷気と交換できるようにするだけで十分です。

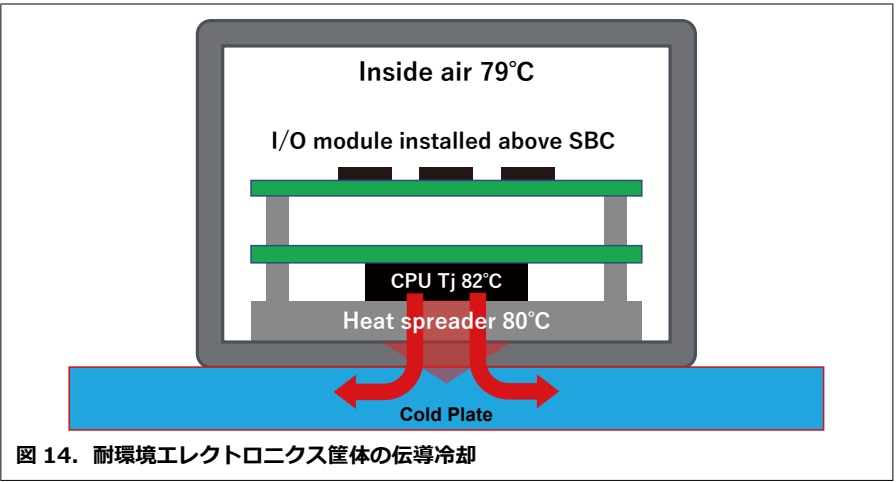
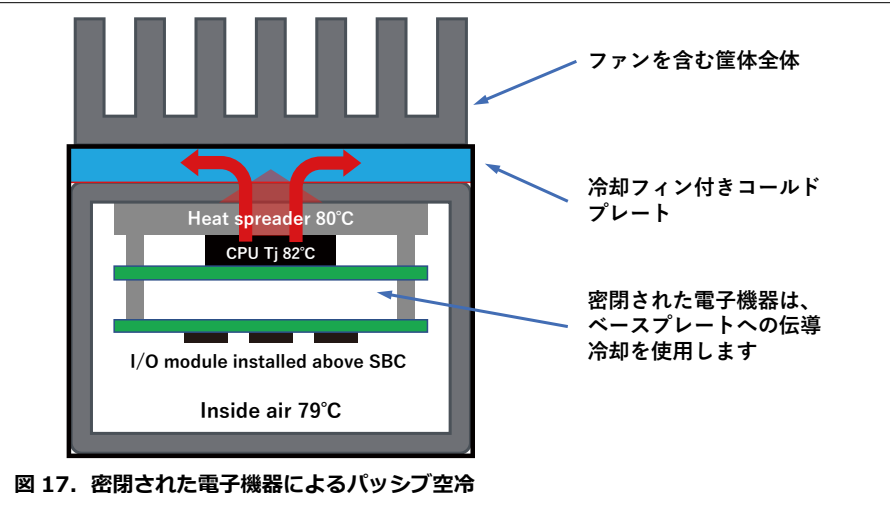
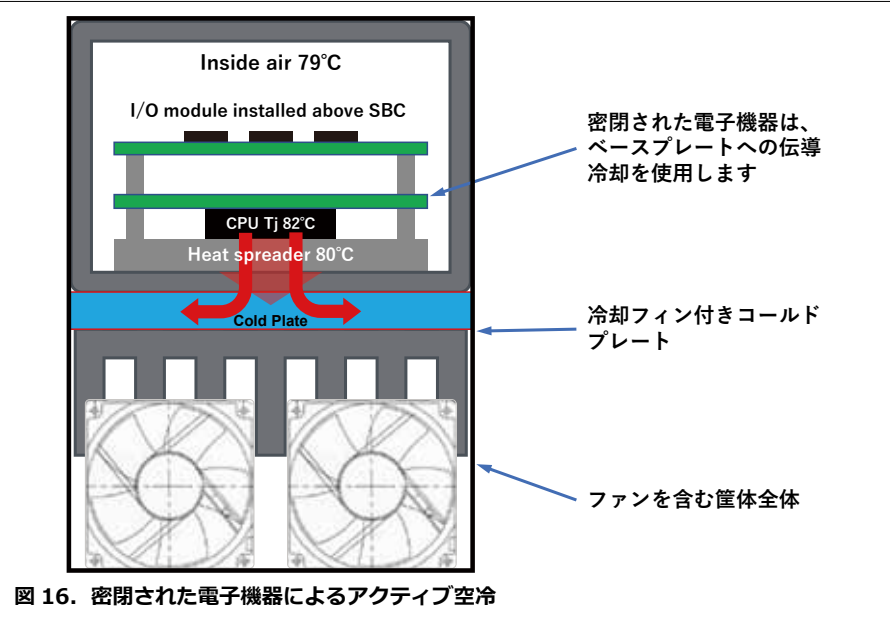
ただし、空冷は高度 (Altitude) の影響を大きく受けます（空冷は気圧の影響を直接受けます）。そのため、多くの空中用途では空冷製品がうまく機能しません（高地の「薄い」空気は、空気が通過する物質から熱を除去する効果ははるかに低くなります）。

アクティブ強制空冷エンクロージャ

筐体に空気の移動に必要な機器が含まれている場合、それはアクティブ空冷と呼ばれます。アクティブ空冷には主に 2つのタイプがあり、耐環境システムにおける信頼性の点で明確な違いがあります。

- 電子部品と内部ヒートシンクに送風するファン
- 密閉された（伝導冷却）ボリュウムに取り付けられた冷却フィンに空気を吹き付けるファン。すべてが 1つのエンクロージャ内にあります。

電子機器に空気を吹き付けるファンは、非常に効率的な熱除去方法であるため、商用およびサーバーグレードの電子機器筐体では標準的な方法です。ただし、空気は部分的にしかろ過できず空気とともに粒子（ほこり、湿気、カビなど）が発生し、電子機器に損傷を与える可能性があります。



マテリアル	空気	アルミニウム	銅	ステンレス	鋳鉄	炭素鋼
熱伝導率 (W/mK) at 25°C	0.0262	205	401	16	55	54

す。電子部品がコーティングされている場合でも（コンフォーマルコーティングまたは類似のコーティング）、以下に示すような設計では、内部の電子機器から冷却空気の流れを遠ざける場合と比較して機器の期待寿命は短くなります。

パッシブ空冷エンクロージャ

筐体が空冷を使用しているが、空気を動かすためのコンポーネントが含まれていない場合、それはパッシブ空冷と見なされます。このタイプの機器には通常、空気が流れる表面積を増やすためのフィンまたは同様の機構があります。

このタイプの設計の問題点の1つは、ヒートシンクを特定の空気の流れに合わせて設計する必要があることです。これは、実際の取り付けでは正確に一致しない可能性があります。すべてのパッシブ空冷設備では、冷却の効果を特徴付けるために広範な温度テストを実行することをお勧めします。

インストールオプションと例

ここでは、冷却装置と設置の例をいくつか示します。これらの一部は実際にインストールされたものですが、顧客名とプログラム詳細は非公開です。

● コールドプレート

コールドプレートは、伝導冷却機器など、高温の表面から熱を奪うように設計されています。最も単純なケースでは、コールドプレートの表面に伝導冷却筐体をボルトで固定します。

液体冷却のコールドプレートは、伝導冷却よりもはるかに効果的に熱を伝達するように設計されています。

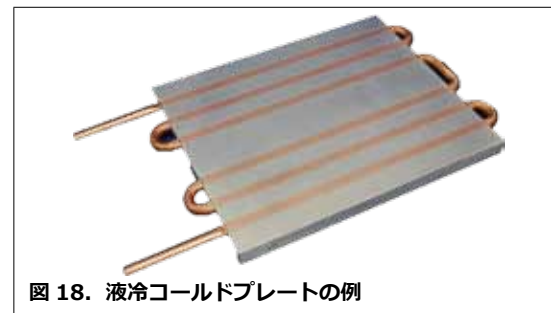


図 18. 液冷コールドプレートの例

熱伝達のためのさまざまなメカニズムを使用するさまざまなタイプのコールドプレートがあります。いずれの場合も、熱エネルギーをシステムから遠ざける必要があるため、コールドプレートだけでは冷却の問題を解決しませんが、システムから取り出しやすい場所に熱を移動させるためにコールドプレートが使用されます。

● 空気の流れと換気の例

右の図は、伝導冷却筐体の周囲で別の強制空冷を使用する一例を示しています。これは推奨される方法ではありませんが、取り付けプレートの材料が薄く他の熱伝達メカニズムがないために非標準の設計手法が必要になる場合の解決策の例を示しています。

この例の伝導冷却設置プレートは、この電子機器筐体から熱を単独で抽出するには不十分であることに注意してください（薄いプレートによる伝導冷却は効率的ではありません）。

したがって、プレート下のピン/フィンを使用して熱の空気への伝達を高め、大型ファンを使用してエンクロージャと設置用コールドプレートの周囲に強制的に空気を送り込みます。

まとめ

ここでの目的は、堅牢なシステムに電子機器の筐体を取り付ける際の熱設計の必要性について認識を高めることです。意識を高めることで、設計者はよくある落とし穴を避けることができます。アクティブ空冷は、設置時の熱設計に関してはおそらく最も単純な冷却方法ですが、関連する問題があります（ファンの信頼性とメンテナンス、電子機器を汚染する粒子、および伝導冷却と比較して筐体のサイズが大きくなります）。

また、アクティブ空冷では、多くの場合使用可能な高温仕様が制限されています（固定ファンオプションを使用）。伝導冷却は、物理的に最小の筐体を最小重量で提供しますが、筐体から熱を逃がすように設置を設計することが不可欠です。



図 19. 外気冷却による伝導冷却の設置例

Galleon製データレコーダ XSR 40Gb Recorder

耐環境仕様 40Gb Ethernet 小型データレコーダ

- 耐環境仕様小型ボックス
- 40GbEthernet サポート
- 最大 80TB リムーバブル SSD
- FIPS 140-2 及び AES-256 暗号化オプション
- MIL-STD-810 耐環境試験対応
- 伝導冷却及び空冷対応



リファレンスドキュメント：
Galleon社：White Paper：
Cooling of Rugged Electronics



TECHNOLOGY

VMEフォーエバー！

はじめに

「Forever」という言葉は、未来のテクノロジーについて議論するときに使用する様なかなか大胆な用語です。では「VME Forever」を宣言することはどういう意味があるのでしょうか？

過去 10 年間に VME の将来に疑問を呈する記事が数多く発行されたにもかかわらず、今日でも出荷されている VME ボードの数量は相当なものです。現実には、VME は健在であり前向きな未来があります。評論家の否定的見解にもかかわらず、長年にわたって大成功を収めてきたアーキテクチャには非常に多くの肯定的な側面があるため、今後も継続し続けること以外に予測することは困難です。もちろん、「Forever」は非常に長い時間を意味します。現実的に考えて、この議論の目的上、「Forever」とは、私たちが合理的に予測で

きる遠い未来であるとしましょう。これを仮に 20 年とします。

テクノロジーの変化が絶え間なく加速している環境では、20 年先を見据えることは困難に思えるかもしれません。そして、一般消費者向け電子機器について話しているのであれば、それは意味が無い事であり当然却下されるでしょう。

20 年後に VME ボードは存在するのか？
その質問に対する答えは、「YES」です。

ただし、これは VME が長年にわたって広く採用されてきた防衛および航空宇宙市場のことです。携帯電話のライフサイクルは数ヶ月強ですが、標準的な軍事計画では配備と維持に数年、場合によっては数十年かかります。これにより、防衛市場で何が起るかを予測するのははるかに容

VME はリリースから 40 年以上もの年月が経過しているレガシーなバス技術ですが、防衛や航空宇宙分野では現在も使用されており、その信頼性と堅牢性はこれまでの防衛、航空宇宙分野を支えてきた事に疑う余地はありません。現在は、VPX と呼ばれる次世代の組込みボード規格がリリースされていますが、ここでは何故 VME が引き続き使用されているのかという事に焦点を当てて説明します。

易になります。確かに、VME 市場が成長する可能性は低いでしょう。それは必然的に時間の経過とともに減少します。しかし、20 年後も軍事組織は VME を購入し、Abaco Systems 社のようなメーカーはまだ製造しているのだろうか？その質問に対する答えは、「YES」です。

VME の重要性

なぜ VME が防衛および航空宇宙市場で依然として重要なのか？

多くの要因がありますが、根本的にできる限り変更や修正無くプログラムを「提供」し続ける必要があるということです。最も重要なことは常に、リスクを最小限に抑え、軽減し、緩和し、排除することです。

危機的な状況で自分の機器に絶対的な信頼を寄せる必要があるエンドユーザー



30+

Programs with
30+ years service life
are not uncommon

から、究極の信頼性と性能を求めて努力するボードレベルのサプライヤやサプライチェーンまで、機器への信頼だけでなく、すべてを通じてパートナーシップへの信頼も必要です。ハードウェアとそれをサポートするソフトウェアの堅牢な信頼性に対する信頼は当然のことです。ただし、要件を実現する能力、長期的なコミットメント、明確に定義された開発戦略、テクノロジー挿入ロードマップなど、より幅広い意味合いがあります。これは、多くの場合、人間の安全を最終目標とするコミットメントを実現する能力に重点を置いたトータルパッケージです。

VMEは、このレベルの信頼とコミットメントで提供できる唯一のテクノロジーではありませんが、絶対に安全な選択であり重要です。そのため、Abaco社ではVMEへの取り組みを通じてお客様をサポートすることをお約束します。永遠に。



VPXの台頭

VPXはVMEと関連する標準規格であり、過去にcPCIやATCAが規格化されたのと同じように、VMEの代替と見なされてきた多くのスタンダードの1つです。従来の規格とVPXとの違いは、防衛および航空宇宙市場に実際に根付いており、VMEの完全に実行可能な代替手段であることです。少なくとも3つの重要なメリットがあります。

1. ファブリックベースの相互接続により、より高いパフォーマンスへの道を提供します

VMEはパラレルベースのバスに基づいていますが、速度が制限されておりボード間で大量のデータを移動する必要があるアプリケーションではボトルネックになる可能性があります。VPXは、ポイントツーポイントのファブリックベースのアーキテクチャであるため、このボトルネックを排除し、相互接続でVMEよりも高い柔軟性とパフォーマンスを提供します。

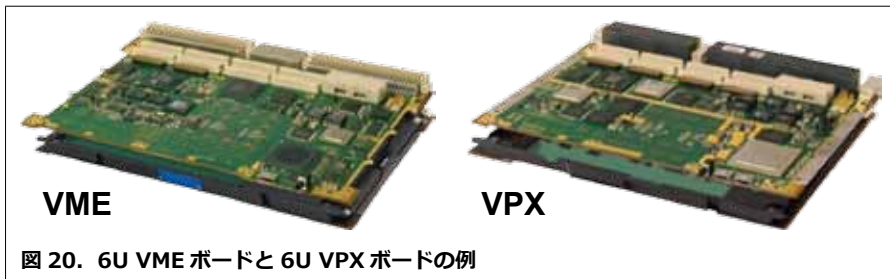


図 20. 6U VME ボードと 6U VPX ボードの例

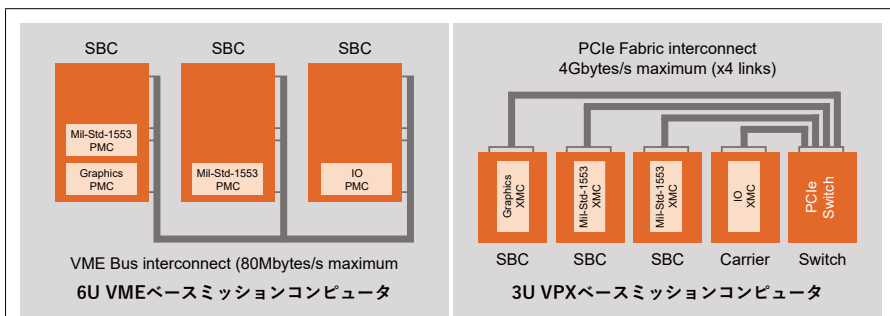


図 21. 6U VME ベースと 3U VPX ベースのミッションコンピュータの構成例

2. 3U VPXは、サイズに制約のあるプラットフォーム向けの実行可能なフォームファクタです

3U VME フォームファクタ (160mm x 100mm) には背面 I/O がいないため、ほとんどの堅牢な防衛および航空宇宙アプリケーションへの適用性は非常に低くなります。一方、3U VPX はリア I/O ピンを提供することでこの問題を解決し、現在ではスペースが非常に限られている UAV などのアプリケーションで非常に人気があります。

3. VME と同じ物理的属性の多くを備えています

3U と 6U (160mm x 233mm) のオプションでボードサイズと同じ定義を維持することにより、VPX は 6U VME または 3U cPCI と同じスペースにスロットを配置するのに適しており、どちらも防衛および航空宇宙用途で人気があります。

フォームファクタの類似性を示す 6U VME と 6U VPX の比較

図 21 は、6U VME を使用する場合と 3U VPX を使用する場合に、同じ機能を典型的なミッションコンピュータに実装する方法を示しています。どちらも実行可能なオプションですが、VPX ソリューションはボード間ではるかに高い帯域幅を提供します。

では、なぜ誰もが VPX を選択しないの

でしょうか？ 繰り返しますが、VPX には考慮すべきことがたくさんあります。

● 高パフォーマンス

高いパフォーマンスが得られるのはメリットのように思えますが、実際にはすべてのアプリケーションがボード間の高帯域幅通信を必要とするわけではありません。たとえば、ミサイル警報システムなどのアプリケーションは、「少量のデータで多くのことを処理する」必要があります。したがって、ファブリックベースの相互接続を採用しても、実質的にシステムの消費電力が増えるだけです。高速インターコネクトは、CPU に組み込まれているか外部スイッチに組み込まれているかにかかわらず、電力を大量に消費する傾向がありますが VME はそうではありません。

● リスク

ベンダーの観点から、VME は VPX よりもリスクはありません。

Abaco 社は 10 年前から VPX ボードを製造しており、その学習曲線は完全に VME を上回りましたが、潜在顧客は同じようにそれを使用する状況では無いようです。プログラムには長いライフサイクルがあり、プログラムに取り組んで更新を検討しているチームは、おそらく何世紀にもわたる VME の経験を積んでいます。

初めて VPX を採用することは大きな障壁になる可能性があり、プログラムの目標

VME Forever !

VMEの実行可能性を維持する

VMEの重要な成功要因は、市場の要求に対応するための時間の経過に伴う進化です。主要なマイルストーンの簡単な履歴が左右に表示されています。

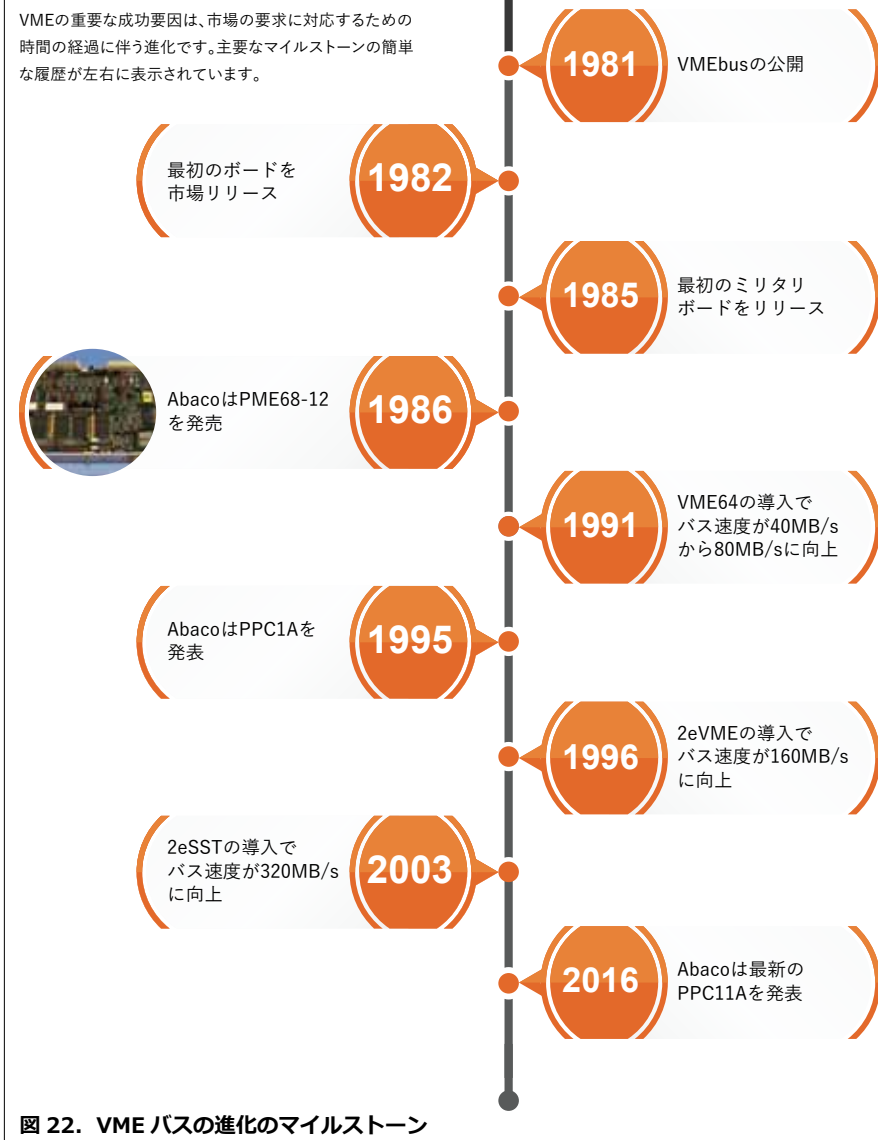


図 22. VME バスの進化のマイルストーン

を達成するためにVPXのパフォーマンス上の利点が必要ない場合は、取るに足らないものになる可能性があります。

● コスト

一般にVMEボードは設計上VPXボードよりも複雑ではない傾向があるため、ハードウェアの更新を検討する際に非常に

費用対効果の高いオプションを提供します。しかし、インテグレータのコストを左右するのはボードではありません。これは、バックプレーン、電源、シャーシのプログラム全体のコストであり、おそらく最も重要なのは必要なソフトウェアへの投資です。

上記のすべてを考慮に入れると、最近では「性能は十分に速く、より低コストである」ことがより優先されているため、多くのミリタリプログラムは依然としてVMEを使用することを選択しています。これは主に従来のアップグレード用ですが、商業的に意味のある新規プログラム用もあります。



VMEの実行可能性を維持する

VMEの重要な成功要因は、市場の要求に対応するための時間の経過に伴う進化です。主要なAbaco社のマイルストーンの履歴を左図に示します。

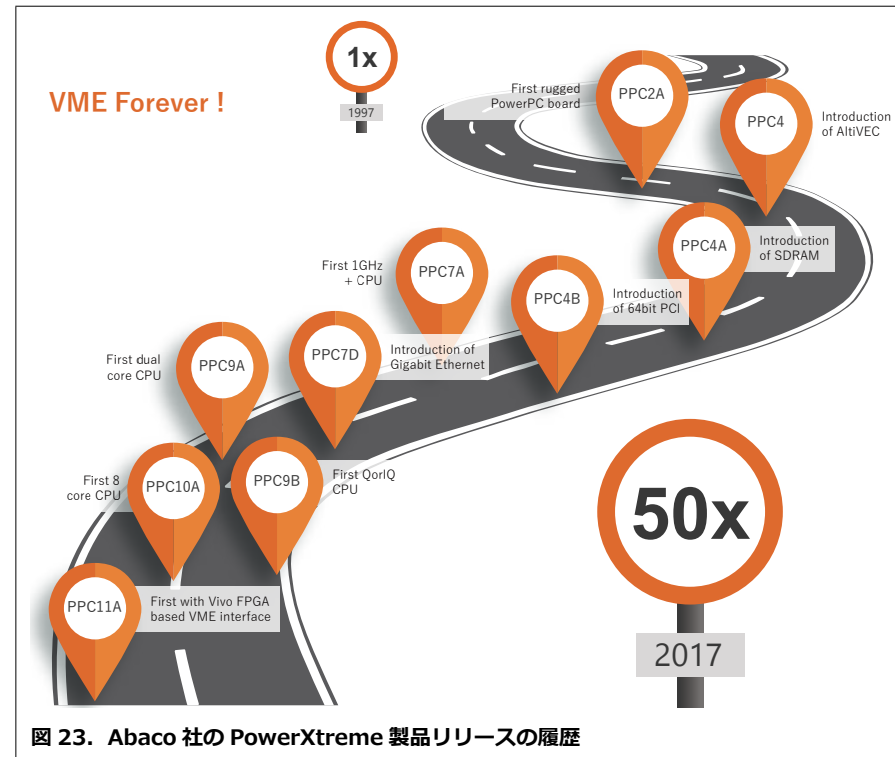
バス帯域幅の改善と並行して、CPUおよびI/Oテクノロジーの開発も大幅に進んでいます。初期の頃は、SCSIおよびイーサネット機能を追加するには別のボードが必要でしたが、現在のVMEボードは、IntelやNXPなどの最新のシステムオンチップ(SoC) デバイスをサポートし、CPU、メモリを備え、コントローラとI/Oがすべて1つに統合された単一のデバイスを提供します。初期のVMEボードよりも高い処理能力を備えたスマートフォンを使用ようになった現代のハイテク時代においても、VMEには依然として果たすべき役割があります。VMEの選択につながる3つの主な理由は次のとおりです。

● ミリタリプログラムの延命

多くの場合、プログラムの寿命は実際の計画よりもはるかに長くなります。機体及び車両などは、元々の「使用期限」が過ぎてからも長い間使用される傾向がある貴重な資産です。プラットフォームを中断せずにコアとなるVMEボードをアップグレードすることで、搭載機器にさらに数年を追加できることは、エンドユーザーに大きなコスト上のメリットをもたらします。

● パフォーマンスの向上

プログラムの寿命が延びるにつれて、新しい技術や新しい運用シナリオのニーズを満たすためにミッションが拡張されることがよくあります。5〜7年前のシングルボードコンピュータを更新してCPUのパフォーマンスを2倍にすると、これらのミッションの目的を達成できます。この例は、既存のディスプレイコンピュータに組み込みトレーニング機能を追加することです。



● SWaP 統合

サイズ、重量、電力の削減は、一般的にモジュールの小型化を想像しますが、VME ボードでここ5年ほどに普及したマルチコアテクノロジーを使用して、複数の既存ボードの機能を1つのボードに圧縮するという方法もあります。これにより、既存のシャーシに空きスロットを残して機能を追加することができます。

プログラム寿命全体を考慮する

プログラムの要件を完全に理解して最終決定し、製品を特定したら次の目標はプログラムの存続期間全体を管理することです。これには考慮すべき複数の側面があります。

● 技術導入戦略

中断を最小限に抑えて新しいテクノロジーを導入できることが、技術導入のすべてです。ベンダーは新しいボードを設計する際に、設計の容易さ、最低コスト、絶対最大性能などの要素に重点を置くかどうかを選択します。しかし、VMEの世界で最も成功しているのは新製品をシステムに導入する際に顧客が必要とする統合を最小限に抑えることに重点を置いている企業です。これは、既存システムのアップグレードを

長く使える設計

もう1つの重要なアプローチは、最初から長寿命で設計することです。これにより、必要な更新の回数を最小限に抑えることができます。これには、陳腐化とコンポーネントの寿命の問題を前もって考慮する必要があります。

コンポーネントは可能な限り、7年、10年、さらには15年の供給を約束する「エンベディッド」ロードマップを提供するサプライヤから選択できます。さらに、将来の供給を予測するためのアルゴリズムを持っているコンポーネントデータベースの専門家から情報を得ることができます。これを超えて、FPGAにプログラムされたIPに機能を実装することにより、コンポーネントの供給の寿命に関する不確実性を取り除くための特定の措置を講じることができます。

これにより、ベンダーはポータビリティを得ることができ、市場で入手可能な特定のハードウェアコンポーネントに依存しなくなります。そのような例の1つが、最新のボード設計に採用されているAbaco社のVivo VME Bridgeです。

このデバイスは、コアVMEテクノロジーを実装だけでなく、高速2eSST機能とハードウェアバイトスワッピングも管理します。これは、リトルエンディアンおよびビッグエンディアンのレガシーを持つシステムを更新するときにしばしば必要になります。

陳腐化管理戦略

コンポーネントの陳腐化は避けられない事実です。ほとんどのコンポーネントは、短期間の商用利用向けに設計されており、消費者市場全体のごく一部を占める長期プログラム向けではありません。したがって、ベストデザインプラクティスを採用するだけでなく、よく考え抜かれた陳腐化管理戦略を持つことが重要です。部品表(BOM)を継続的に監視することは不可欠ですが、適切な措置を講じることがさらに重要です。このアクションは、Last Time Buy (LTB) を実行するか、コンポーネントの必要性を取り除く再設計を試みることで

このプロセスを通じてお客様を支援するために、Abaco社は製品ライフサイクル管

理チームによって管理される一連の長期サポートサービスを開発しました。

- 1. BOMモニタリング：**コンポーネントのヘルスチェックを四半期ごとに定期的実施し、陳腐化の問題を特定しLTBが再設計にかかわらずアクションを提案します。
- 2. 部品調達：**顧客からの資金調達と予測を利用して、LTBを引き受けることができます。
- 3. コンポーネントの保管：**LTBに続いて、コンポーネントは最先端の窒素貯蔵エリアに保管し、必要に応じて使用するためにコンポーネントを保存できます。
- 4. テスト機器の保持：**生産または修理能力を維持するために必要なすべてのデータスキルと機器を保持します。

最先端の製品

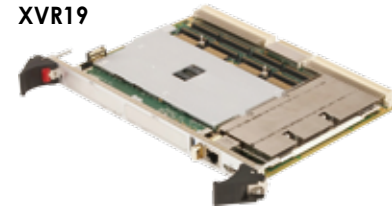
VMEの長所と短所を考慮し、長期的なサポート戦略を策定したらユーザーは製品を選択する必要があります。いくつかのベンダーはVMEを脇に置いており、一貫したVME製品ストリームを維持することの優先順位を下げていますが、最近リリースされた3つのVMEシングルボードコンピュータが示すように、Abaco社のようなベンダーは、VMEを戦略の中核部分として採用しています。

PPC11A



- 空冷および伝導冷却オプション
- Powerアーキテクチャ、T1042またはT2018 CPUオプション
- 8GB DDR SDRAM、512MB フラッシュ、32GB SSD
- デュアルPMC/XMCサイト
- デュアルオンボードMIL-STD-1553チャンネル
- Vivo FPGAベースのVMEインターフェイス

XVR19



- 空冷および伝導冷却オプション
- Intelアーキテクチャ、第7世代 Xeon E3-1505M v6
- 32 GB DDR SDRAM、64 GB SSD
- デュアルPMC/XMCサイト
- Vivo FPGAベースのVMEインターフェイス

XVB603



- 空冷
- Intelアーキテクチャ、第7世代 Xeon E3-1505M v6
- 16 GB DDR SDRAM、256 GB SSD
- シングルPMC/XMCサイト
- Vivo FPGAベースのVMEインターフェイス

まとめ

VMEは何十年もの間、防衛および航空宇宙コミュニティの組み込みコンピューティングに不可欠でした。これは、業界で最も

知名度の高い多くのプログラムの中心です。VMEは特徴がよく知られており非常に信頼されています。したがって、これらのプログラムの拡張または更新のためには頼りになるアーキテクチャであるだけではありません。特に、展開をより迅速に確認できる非常に費用対効果の高いオプションであるという理由だけでなく、他のアーキテクチャに対する利点を明確に活用する新しいプログラムの選択肢でもあります。

元のVMEアーキテクチャは、その存続期間中に大幅に強化され、最新かつ実行可能な状態に保たれています。現在、最新のシリコン技術、最新のI/O機能、および最新のストレージ機能の恩恵を受けています。長年にわたり、Abaco社のようなベンダーは、顧客が最小のコストとリスクでより高いレベルのパフォーマンスと機能を定期的に利用できるようにする頻繁な技術更新により、その関連性を確保する上で重要な役割を果たしてきました。

VME アーキテクチャに依存するプログラムの広範な展開ベースと、それらの運用が数十年にわたる性質を考えると、元請業者、システムインテグレーターおよびOEMサプライヤに精通し、信頼されており、また特定のアプリケーションに対するVME固有の利点を考えると、VMEが今後何年にもわたって重要な力を持続することは明らかです。

Abaco社では、VMEの未来を手中に収めています。

リファレンスドキュメント：
Abaco Systems社：VME Forever!

At Abaco, the future of VME is in good hands.



新製品ピックアップ

ここでは今年の新製品をピックアップして紹介します。

- Alpha Data社製 ADM-VA600 Versal AIコア搭載評価プラットフォーム
- Extreme Engineering社製 XCalibur4840 CPUボード
- Extreme Engineering社製 XPedite7750 CPUボード
- Galleon社製 XSR 100GbE Recorder 100GbEデータレコーダ
- Abaco社製 GVC1001 耐環境AIコンピュータ

Alpha Data社製 ADM-VA600 Versal AI コア搭載 評価プラットフォーム



ADM-VA600 は、Space 2.0 向 け の AMD-Xilinx Versal AIコア XQRVC1902 Adaptable SoC を 搭 載 した 6U Space VPX 評価プラットフォームです。Versal AIコアは、信号処理や機械学習などの計算集約型アプリケーションの宇宙ミッション展開のために、再構成可能でカスタマイズ可能な処理性能を大幅に向上させます。

Extreme Engineering社製 XCalibur4840 CPUボード



XCalibur4840 は、Intel Xeon D-2700 (旧 Ice Lake-D) プロセッサを搭載した6U VPX-REDIタイプのCPUボードです。XCalibur4840は、SecureCOTS™ テクノロジをMicrosemi PolarFire™ FPGAと統合したカスタム機能によりデータが変更または観察されるのを防ぎ、厳格なセ

Extreme Engineering社製 XPedite7750 CPUボード



XPedite7750は、Intel Xeon D-1700 (旧 Ice Lake-D) プロセッサを搭載したCOM Express Type7 タイプ のCPU モジュールです。XPedite7750は、商用、産業、および軍事アプリケーションの高帯



ADM-VA600 仕様	
FPGA	AMD-Xilinx Versal AI Core
拡張サイト	FMC+ (HPC)
オンボードメモリ	8GB DDR4 SDRAM
フラッシュメモリ	1Gb QSPI コンフィグレーションメモリ
フォームファクタ	6U SpaceVPX (ANSI/VITA 78)
温度範囲	-40 ~ +70℃
開発キット	ADK-VA600

このプラットフォームは、LEOアプリケーションなど、放射線環境やミッションの長さが制限された Space 2.0 レベルのミッションに適した部品を受け入れるように設計されています。ほとんどの部品は商用部品を使用しているため、ラボでのプロトタイプを作成することを目的としています。 但し、

このボードは、Texas Instruments 社と共同設計されたスペースグレード電源と、クロッキングおよびシステム監視機能をカバーするその他多くの Space Enhanced Plastic デバイスを搭載しています。近い将来、全ての部品をスペースグレードに置き換えた製品をリリースする予定です。

XCalibur4840 仕様	
プロセッサ	Intel Xeon D-2700 (旧 Ice Lake-D)
メモリ	64GB DDR4 SDRAM, 32GB NAND Flash
拡張サイト	2x XMC (PCIe x8 Gen3 対応)
イーサネット	40GBASE-KR4, 1000BASE-X, 10/100/1000BASE-T
フォームファクタ	6U VPX (OpenVPX VITA65)
温度範囲	-40 ~ +85℃ (コンダクションクール)
OS	VxWorks, Linux

キュリティ機能が必要な用途に理想的なソリューションを提供します。2x 40GBASE-KR4、2x 1000BASE-X、および 2x 10 / 100 / 1000BASE-T イーサネットポートにより驚異的なI/O速度を提供します。また、USB2.0、PCIe、バックプレーン経由の RS-232/422/485 シリアルを含む多数

の I/O ポートに加えて、4チャンネルで最大 64 GB の DDR4 ECC SDRAM と最大 32 GB の オンボード SLC NAND フラッシュに対応します。また、各種 I/O モジュールを搭載可能な XMC/PMC サイトを2つ用意しています。OS は VxWorks、Linux をサポートしています。

XPedite7750 仕様	
プロセッサ	Intel Xeon D-1700 (旧 Ice Lake-D)
メモリ	32GB DDR4 SDRAM, 32GB NAND Flash
イーサネット	4x 10GBASE-KR, 10/100/1000BASE-T
フォームファクタ	COM Express Basic (COMExpress® 拡張 Type 7 ピン配置)
温度範囲	-40 ~ +85℃ (コンダクションクール)
OS	VxWorks, Linux, Windows

域幅および処理集約型の要件に最適であり、小さなフットプリントと標準フォームファクタにより、将来のアップグレードパスを提供しながらポータブルで過酷な環境に最適です。オンボードメモリは、2チャンネルで 32GB の DDR4 ECC SDRAM に対応し、メ

モリ集約型アプリケーションをサポートします。更に、10 Gigabit Ethernet、Gigabit Ethernet、PCI Express、USB 3.0、および LVTTTL シリアルを含む多数の I/O ポートとインタフェースもサポートします。VxWorks および Linux をサポートしています。

Galleon社製 XSR 100GbE Recorder 100GbEデータレコーダ



XSR 100GbE Recorder は、耐 環 境 仕 様の 100Gb Ethernet 小型データレコーダです。最大 5x Gigabit Ethernet, 2x 10Gb Ethernet, 1x 40Gb Ethernet, 1x 100Gb Ethernet インタフェースを 2GB/s 以上

の記録速度で提供します。XSRレコーダの設計コンセプトは、COTS オープンアーキテクチャモジュールの使用に基づいており、これにより技術の進歩に対応し、ユーザーの設計を 10 年以上保護するのに役立つ、陳腐化管理の重要な軽減戦略を提供します。XSR は、無人機、航空機ポッド、地上車両などのアプリケーション向けに最適化されています。すべてのインタフェース用の堅牢なミニチュア 38999 コネクタにより、あらゆる条件で信頼性の高い動作が保証されます。設計は、サイズ、重量、電力、およびコスト (SWaP-C) に最適化されています。

XSR 100GbE Recorder 仕様	
入出力インタフェース	100Gigabit Ethernet
記録スピード	2GB/s
ストレージ容量	80TB
暗号化オプション	FIPS 140-2, AES-256
タイプ	小型ボックス (耐環境仕様)
温度範囲	-40 ~ +75℃ (コンダクションクール)
OS	Linux

Abaco社製 GVC1001 耐環境AIコンピュータ



GVC1001 は、NVIDIA Jetson AGX Xavier を搭載した耐 環 境 仕 様の AI コンピュータです。64 個の Tensor コアと最大 11 個の TFLOPS (HP16) パフォーマンス

を提供するデュアル DLA (Deep Learning Accelerators) を備えた 512 個の CUDA コアを備えた GVC1001 は、小型、軽量、電力 (SWaP) グラフィックス、ビジョン、AI、感覚コンピューティングアプリケーションの要求と課題に対応するためのプラットフォームを提供します。GVC1001 は、CUDA や MATLAB などのデスクトップ環境とコード互換性があり、アプリケーションとアルゴリズムを簡単に移植することができます。

GVC1001 仕様	
プロセッサ	NVIDIA Jetson AGX Xavier SoM
AI パフォーマンス	32TOPS
ビデオ出力	DisplayPort 1.4, SL-DVI
イーサネット	10GbE, Gigabit Ethernet
ストレージ	256GB NVMe SSD
タイプ	ボックス (耐環境仕様)
温度範囲	-40 ~ +71℃ (ベースプレート冷却)
OS	Linux

展示会のご案内

現在のところ今年の出展予定はありません。

受託開発

弊社ではソフトウェア・ハードウェア及び FPGA の受託開発も承っております。お困りの事がございましたらお気軽にご相談ください。
✉ sales@mish.co.jp

おわりに

デックジャーナルでは、これからも出来る限りお客様に有効となる情報を提供していきたいと思ひます。今後ともどうぞよろしくお願ひいたします。

地球温暖化を考える 8



「1.5℃の約束」

国連の広報センターは日本のメディア有志 108 社とともに、メディアの力を通じて気候変動対策のアクションを呼びかけるキャンペーン「1.5℃の約束ーいますぐ動こう、気温上昇を止めるために。」を 2022 年 6 月に立ち上げました。

このキャンペーンは世界の平均気温の上昇を産業革命以前と比較して +1.5℃ に抑えることを目標としたものです。2022 年現在で既に +1.1℃ 上昇しており +1.5℃ を達成するためには、世界の CO2 排出量を 2030 年までに約半分に、更に 2050 年までに実質ゼロにする必要があります。国連広報センターはこのキャンペーンで「ACT NOW」という 10 の行動を私達個人に呼びかけています。

1. 家庭で節電する
2. 徒歩や自転車で移動する、または公共交通機関を利用する
3. 野菜をもっと多く食べる
4. 長距離の移動手段を考える
5. 廃棄食品を減らす
6. リデュース、リユース、リペア、リサイクル
7. 家庭のエネルギー源を替える
8. 電気自動車に乗り換える
9. 環境に配慮した製品を選ぶ
10. 声を上げる

地球の未来の為に私達にもできることはまだあります。次の世代を生き延びてゆく子供たちのために、できることは始めてみましょう。

SECURED TRUSTED RUGGED EMBEDDED COMPUTER

Intel® Xeon® D-2700



X-ES

Extreme Engineering Solutions

Extreme Engineering Solutions (X-ES)社は、2002年にアメリカのウィスコンシン州で設立された組み込みコンピュータボードのリーディングサプライヤです。シングルボードコンピュータ・耐環境システム・ネットワークI/Oモジュール・イーサネットスイッチ・SSDドライブなどのハードウェア及びソフトウェアの供給、また顧客アプリケーションの優れたサポート・サービスを提供しており、ミリタリの市場で高い評価を得ています。



株式会社ミッシュインターナショナル

〒190-0004 東京都立川市柏町 4-56-1 TEL : 042-538-7650
e-mail : sales@mish.co.jp URL : <https://www.mish.co.jp>

