

Teledyne e2v のプロセッシングモジュールが防衛産業界で選ばれる最大の理由

Teledyne e2v の超高集積プロセッシングモジュールが軍事・防衛産業にもたらすメリット：高い信頼性と最適化された性能を備えながらコンパクトな形状で、市場投入までの期間が短縮でき、長期的な供給も可能です。

2020 年 2 月



TELEDYNE e2v | Semiconductors
Everywhere you look™



概要

プロセッサと DDR メモリは、軍事、防衛、航空分野のコンピューティングシステムの中核をなすものです。

現在、最先端の COTS プロセッサの性能は、これまでの軍事・航空システムを大幅に上回っています。

軍事・防衛システム開発の設計には 5~10 年かかります。そのためシステム運用を始める頃には、市場で入手可能な最新技術との間にかなり大きなギャップが生じます。

また、高性能の COTS 技術は 2 年以内（あるいはもっと短期間）に陳腐化する可能性があります。つまり、防衛システムの大量生産が実際に始まる頃には時代遅れの技術になっているのにも関わらず、大量生産はそこから 20 年から 30 年間と継続するのです。

軍事・防衛産業界では、時間のかかる再認定や再検証プロセスを回避するため、このような性能や製造中止品の問題に妥協せざるを得ない状況でした。

近年の次世代軍事・航空システムには、高い信頼性や性能を持つセーフティクリティカルな超高集積コンピューティングプラットフォームが要求されます。Teledyne e2v ではそのようなニーズに応えるため、高信頼性プロセッシングモジュールのラインアップ、Qormino®を提供しています。



Qormino は、NXP (旧 Freescale) の PowerArchitecture®または ARM®をベースとしたギガヘルツクラス 64 ビットのプロセッサと高速 DDR4 メモリとを組み合わせ、Teledyne e2v 独自の 44 x 26 mm 基板に搭載しています。0.8 mm の BGA パッケージで SWaP (サイズ、重さ、パワー) の制約に対応できる設計となっています。

Qormino はビルトインの DDR と「ビルディングブロック」方式を採用しており、市場投入までの期間がかなり短くて済むため、最新技術を搭載した製品の発売が可能です。

また Teledyne e2v は独自の SLiM™プログラムにより、製造中止品の問題にも取り組んでいます。さらに、2 つの最重要なコンポーネントの供給元を 1 社に絞ることでスムーズな調達を可能にします。



TELEDYNE e2v | Semiconductors
Everywhere you look™

1. 軍事および航空向け SIP（システムインパッケージ）の究極 COTS ソリューション

軍事、防衛、航空電子システムの開発でよく見られるのが、プロセッサや DDR メモリの選定のための一貫した標準的アプローチがない、という問題です。長期にわたりわずらわしい試行錯誤を繰り返し、ようやく「許容できる」コンピュータコンポーネントをいくつか見つけ出す、といったことを繰り返しているのです。

プロセッサは今日の軍事、防衛、航空システムの中核をなすものです。問題は、プロセッサの進化スピードが速く、プロセッサがシステムに対してオーバースペックになる場合があることです。この状況は、電気工学的に言えば、先進的な部品の製品ライフサイクルとプラットフォームの開発サイクルの不一致を表しています。先進的な部品の製品ライフサイクルが 3~5 年なのに対し、目的のプラットフォームの開発サイクルは長期的で通常 5~10 年かかり、その後のサービスサイクルはさらに 20 年以上に及びます。

これは現在の COTS 時代のマイナス面です。現在のダイナミックなコンシューマ市場では、常により短い製品ライフサイクルが求められています。軍事・航空宇宙の開発者の多くはこの影響を受けており、そのペースについて行くのが難しい状況です。また商用に開発された新技術を利用するにあたり、旧式のアーキテクチャが障壁となることもあります。

Qormino ファミリーはモジュール型のコンピューティングプラットフォーム・ソリューションで、システム開発においてプロセッサや DDR を選定するための一貫した標準的アプローチを提供します。Teledyne e2v には、セーフティクリティカルな軍事・民間航空システムに高信頼プロセッサを提供してきた長い歴史があります。Teledyne e2v は、以下のような分野における開発に利用できる、PowerArchitecture や ARM ベースのマルチコアプロセッサやエコシステムを提供することが可能です。

- ・ 宇宙軍
- ・ 軍事および防衛システム
- ・ 自律飛行/UAV システム
- ・ 制空権など



このような開発においては、以下のような重要な要因があります。

- 1) **高い信頼性が必要な環境に対するプロセッサや DDR の認定。**高い信頼性とパッケージ（コンポーネント、基板、SIP など）により、拡張温度範囲の-55~125°Cへの対応が可能。
- 2) **消費電力の最適化。**コンポーネントをスクリーニングすることで、冷却方法に制約があったり、バッテリー容量が限られている場合でもさらなる計算が可能。
- 3) **ライフサイクルおよび製造中止品管理プログラム。**これにより、部品の長期供給をサポート。
- 4) **Teledyne e2v のサポートおよび製品保証。**
- 5) **セーフティクリティカルであること。**（DO-254 規格の継承）

軍事、防衛、航空システムの開発には、完璧な集積型高信頼性コンピューティングプラットフォームが必要です。Qormino はそのような用途に安全に利用できる製品です。

Qormino には、以下のような構成バリエーションがあります。

- ・ 高信頼／軍事グレードとして認定された、64 ビットの NXP クアッドコア PowerArchitecture T1040 @ 1400MHz : QT1040-4GB
- ・ 高信頼／軍事グレードの、64 ビットの NXP クアッドコア ARM Cortex A672 LS1046 @ 1600MHz : QLS1046-4GB

Teledyne e2v のプロセッシングモジュールが防衛産業界で選ばれる最大の理由

2020 年 2 月



どちらのモデルにも 4 GB、72 ビット（8 ビットの ECC（エラー訂正符号）を含む）の DDR4 SDRAM を組み合わせ、44 x 26 mm サイズの専用の高信頼 BGA 基板に搭載して提供しています。



図1 - QT1040-4GB（左側）と QLS1046-4GB（右側）

2. リスク低減と高信頼性システムの促進

軍事・防衛システムのプロジェクトマネージャーや設計者にとって、最先端の組込みコンピュータプラットフォームソリューションの開発は必須です。それと同時に、既知や未知のリスク管理および低減も行う必要があります。

リスクマネジメントでは、以下が求められます。

- ・ コストを上回るメリットがある場合にはリスクを受容すること
- ・ 余計なリスクは取らないこと
- ・ 計画を立てることでリスクを予測し、管理すること
- ・ リスクに関する意思決定を適切なレベルで行うこと

プロジェクト管理にあたっては、リスクを最小限に抑えるため、コンピュータシステムの認定やその後の再認定などが重視される傾向にあります。また、プロジェクト管理や設計では、技術導入に合わせた組織作りをすることになります。エンドユーザーが新しい技術の導入を希望するかどうかにかかわらず、システム自体が比較的短期間で時代遅れになるおそれもあります。プロジェクトマネージャーや設計エンジニアは、新たな「互換性のない」プロセッサを使ってシステムを再設計するよりも、従来のプロセッサを使い続けるほうが時間的・金銭的リスクが少ないと考えがちですが、開発の全期間を通して適切な意思決定が行われるようリスクマネジメントを客観的に評価する必要があります。

このように、軍事・防衛のコンピューティングシステム開発ではリスク低減が最重要なのです。そうした背景から、Teledyne e2v は超高集積モジュール型コンピューティングプラットフォーム・ソリューションである、Qormino ファミリーを開発しました。このソリューションは、最小のフットプリントで最高のコンピュータ性能を実現しながら、包括的で検証済みのソフトウェアエコシステムを利用して再利用能力をしっかりと確保しており、製造中止品の管理問題も最小限に抑えることができます。

Qormino ファミリーは完全に統合されたモジュール型のコンピュータソリューション（プロセッサ+DDR メモリ）なので、プロジェクトマネージャーや設計エンジニアは、より高いレベルでのシステム差別化要因や長期アーキテクチャに集中してマルチプラットフォームのリユース開発をすることができ、検証も一度で済みます。

Qormino はサブシステムの性能を保証することでシステム開発のリスクを低減し、また「ビルディングブロック」アプローチにより、市場投入までの期間を短縮できます。



TELEDYNE e2v | Semiconductors
Everywhere you look™

3. 総保有コストを削減

軍事、防衛、航空向けとして認定されるコンピューティングプラットフォームの開発は、一般的にはコスト削減に直結する道ではありません。このため、「コスト削減」という言葉の意味は、マネジメントや技術レビュー、そして関連する意思決定のレベルによって異なります。あるプロジェクト開発レベルでコストを「X%」削減したとの報告があっても、プロジェクト全体の「100%」という算定基準がわからない限りは無意味です。

従って、「100%」という算定基準を確立することが重要なのですが、計算するのは非常に難しいのです。



図2 - QT1040-4GB および QLS1046-4GB - 製品サイズ

例えば、特定した「X%」というコスト削減値は、コンポーネントレベルでしょうか、それとも基板やサブシステムレベルでしょうか。そこには調達前の NRE 評価は含まれていますか。ソフトウェア開発費はどうでしょうか。ハードウェアとソフトウェア双方の認定や信頼性試験（個別か組み合わせか）、品質の再認定、製品寿命期間の購買費など、特にコンピューティングシステムの場合には、個別に挙げていけばきりがありません。

Qormino 製品ファミリーなら、プロジェクトの開始から製品寿命が終わるまでの期間について、独立型ミッションコンピュータ・プラットフォームの開発に必要な「自己完結型」100%コスト算定基準ポイントを提供することができます。一方、様々なベンダーから供給される個別コンポーネントを使用したコンピューティングシステムやプラットフォームでは、100%のコスト算定基準を計算するのはほぼ不可能です。

もちろん、個別の設計や初期開発において、（認定規格も含む）ハードウェアやソフトウェアを組み合わせた性能の最適化自体、極めて問題が多いものです。このようなことを考えれば（かなり簡略化していますが）、Qormino の超高集積コンピュータプラットフォームはハードウェアとソフトウェアの「ワンストップショップ」ソリューションであり、システムレベルの性能とコストの双方に対応しているのです。つまり、Qormino は、完全に独立型のコンピューティングソリューション（プロセッサ+DDR4）を、（軍事グレードの）Hi-Rel 認定、信頼性、製造中止品に対する保証、そして証明されたソフトウェアエコシステムも含め、一つの SiP（システムインパッケージ）プラットフォームで提供しているのです。

4. 最高のシステムレベルと PCB 性能

Qormino デバイスの主な特徴を図3に示します。高性能でありながら小型であることは、防衛や航空産業界において強く求められていることです。

プロセッサ	NXP T1040 - Quad Core @1400MHz NXP LS1046 - Quad ARM A72 @1600MHz
メモリ	4GB DDR4 - 72 bits incl. 8 bits ECC
エコシステム	Linux, VxWorks, DEOS, PikeOS, LynxOS
特徴	高い信頼性 コンパクトなサイズ 長期間のサポート セーフティクリティカル up to -55/125C 44 x 26 mm 20 年以上 DO-254

図3 - QT1040-4GB および QLS1046-4GB - 高レベルの特徴

Teledyne e2v のプロセッシングモジュールが防衛産業界で選ばれる最大の理由

2020 年 2 月



TELEDYNE e2v | Semiconductors
Everywhere you look™

Qormino デバイスに使われるプロセッサは、最新のデータネットワーキングプロセッサです。ギガヘルツクラスのマルチコアプロセッサで、高い処理能力と並列計算を提供します。プロダクトマネージャーにとっては、将来の改良の余地が確保されます。これは、拡張生産やサービス寿命の面から、高信頼性システムに強く求められるものです。さらに、これらのプロセッサは SPI、UART、I²C などのシンプルなインターフェースを介した接続が可能で、多くの高速シリアルインターフェースにも対応しており、ギガビットイーサネットや PCI による通信も可能になります。このため、例えばシングルボードコンピュータ（SBC）設計においては、システムの主要なプロセッシングハブに適しています。

こうした処理能力を最大限に活用することを考えると、Qormino と 4 GB の DDR4 メモリとの組み合わせは理想的です。内蔵 DDR4 バス配線により、タイミングは最適化されて 100% 試験済となっているので、転送速度が保証されます。例えば、QLS1046-4GB の場合は転送レートが最大 2.1 GT/S、つまり 16 GB/s であることが保証されています。Qormino は DDR4 バスにおいてエラー訂正符号 (ECC) を付加しており、単一のエラーの検出と訂正、または 2 つのエラーの検出が可能です。このエラーを防ぐメカニズムは、セーフティクリティカルなシステムでは特に有効です。

Qormino は 44 x 26 mm というサイズの超小型設計で、個別コンポーネントの組み合わせによる従来型ソリューションに比べ、PCB に占める面積が節約できます。超小型の DDR4 メモリを使うことでより層コンパクトになっています。お客様の基板上で複雑な DDR4 レイアウトを考慮する必要がないため、PCB 積層がより簡単に行えるようになります。図 4 に示すように、Qormino は BGA ではんだ接合するインターフェースとなっており、他のコンポーネントと組み合わせやすくなっています。



図 4 - Qormino のボールアウトの例

このような理由から、Qormino デバイスは UAV のような、小型化しつつも性能は妥協できない高度なアプリケーションに最適です。

5. 認定された高い信頼性

Teledyne e2v の高信頼／（軍事グレード）Qormino 統合モジュール型コンピュータプラットフォーム製品は、COTS 製品よりも高いレベルの品質と信頼性を必要とする、軍事、防衛、航空分野の設計において完璧なソリューションとなります。

高信頼／（軍事グレード）モジュール型 Qormino® 統合製品を利用することで、個別の COTS による集積回路を利用した場合に比べて、軍事、防衛、航空市場が直面するリスクを緩和することができます。その方法は次の通りです。

- ・ 単一の制御された組み立て／ベースラインフローを確保
- ・ 拡張温度範囲の -55° C ~ 125° C に対応
- ・ ボールグリッドアレイ（BGA）パッケージではオプションで錫鉛はんだボールにも対応
- ・ 長期使用に耐える素材を使用
- ・ 拡張認定を実施
- ・ 拡張製造中止品ポリシーを提供

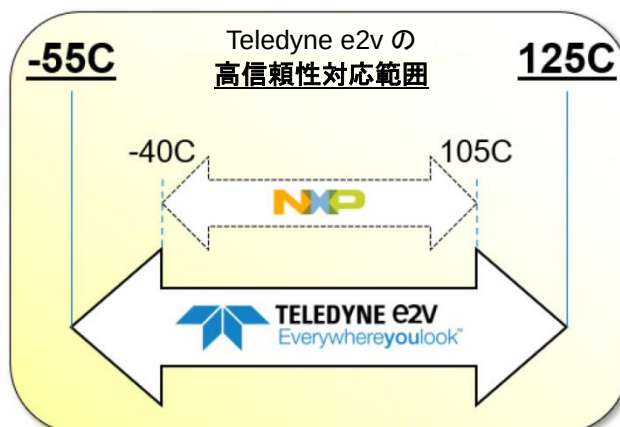
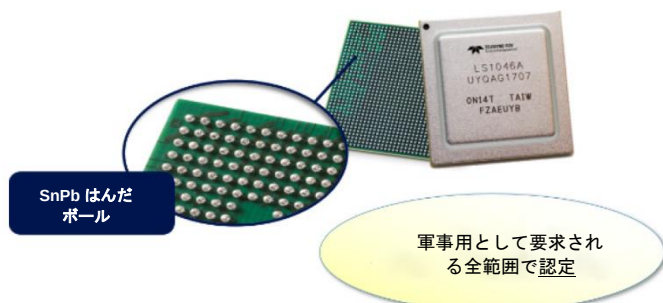


図 5 - Teledyne e2v の高信頼性対応範囲

Teledyne e2v のプロセッシングモジュールが防衛産業界で選ばれる最大の理由

2020 年 2 月



製品の故障率を記述する際、品質と信頼性は同じ意味合いで使われることがよくあります。実際にはそれぞれの用語は、ある部品の製品寿命期間中における挙動について、違った側面から述べています。**品質は製造プロセスの評価であり、信頼性は部品品質の効能の経時的な評価です。**品質とは、製造、試験、スクリーニングプロセスの評価です。メーカーがどの程度仕様に適合する部品を製造しているか、製造プロセスにより欠陥部品がどの程度出てくるのかを測定して評価します。

品質とは、部品の使用を開始する際の仕様要件への適合性のことです。信頼性とは、部品の性能が、その製品寿命にわたって関連する仕様を満たすことができる確率、とも言えます。認定とスクリーニングは製造時のコントロールに代わるものではありませんが、リスク緩和の手段とはいええるでしょう。

従って、製品の信頼性を向上する方法は、モデリング、ストレス試験、統計的工程管理（SPC）の技術によるものとなります。高信頼／軍事グレードの製品に対する信頼性基準は非常に厳しいため、メーカーは検証プロセスを遵守し、自社製品がすべての要件を満たしていることを証明する必要があります。認定を継続するため、メーカーは試験結果をまとめた報告書を定期的に提出し、必要な場合には再認定の要求を提出することもあります。要求仕様の整合性を維持するため、定期検査が必要になる場合もあります。

当然のことながら Qormino 製品では、製造組み立てに先立って、複数のパッケージシミュレーションやパッケージ特性の測定により、熱と信頼性の双方を考慮する必要がありました。

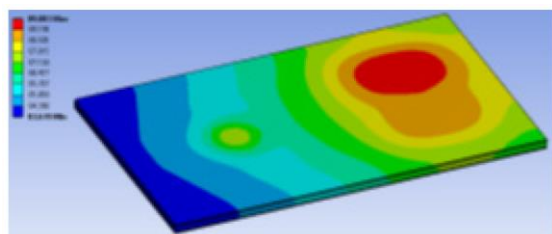
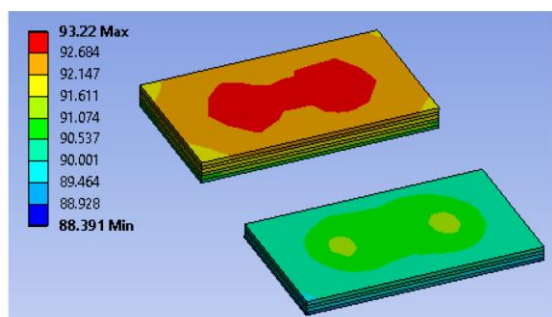


図 6 に Qormino の伝熱シミュレーション結果の例を示します。複数のデバイスを互いに近接して配置するのは、熱設計上で難しい課題となります。コンポーネントの中で最もクリティカルな接合部の温度を正確に予測するためには、伝熱シミュレーションをできるだけ詳細に行うことが必要です。Teledyne e2v では、測定結果とできるだけ適合するような性能をシミュレーションするために、境界条件を利用します。



設計段階のシミュレーションのみならず、Qormino は数々の試験で高信頼性を証明し、適格性が十分に証明されています。試験の中でも特に、温度サイクル、高加速ストレス試験（HAST）、機械的衝撃や振動がこの認定に含まれます。さらに、基板レベルの信頼性（BLR）試験を、異なるはんだ素材を用いた様々なバージョンのデバイスに対して実施しています。BLR 試験の結果から、デバイスをお客様の基板に組み込んだ際に熱サイクルに耐える優れた性能があることがわかります。

**TELEDYNE e2v** | Semiconductors
Everywhere you look™

6. 長期にわたる供給で製造中止品の保証にも対応

製造中止は、軍事、防衛、航空システム開発者にとって、最も重要な問題です。COTS 技術によってシステム設計は進化し続けており、競争力のある価格で提供されています。しかし、高信頼性（軍事グレード）が求められる軍事、防衛プラットフォームの設計者は、20～30 年システムを使用し続ける必要があります。強力な COTS 技術により、システムの性能を進化させることは可能です。しかし、残念なことに、COTS 技術の利用を促進することは、製造中止品の問題を引き起こすことにもなります。場合によっては 18 か月で製品の環境が変わってしまうこともあります。この環境の中で、ARM ベースのプロセッサを採用する動きがゆるやかにでてきましたが、これらの製品のサプライヤーは軍事、防衛、航空宇宙の設計コミュニティの要求を受け入れることができずにいました。高信頼性の集積回路は、強力な放射線の影響下や極端な温度下など、厳しい環境での動作保証が求められます。このような厳しい環境に対応するコンポーネントを開発し動作保証をするには、かなりのリソースや金額を費やす必要があります。つまり、半導体メーカーとしては、コンシューマ向けに大量生産品を開発するほうが安全なのです。

Teledyne e2v では 30 年以上にわたり、プロセッサの製造中止品の問題に取り組んでいます。具体的には、この 20 年間に約 45 種類のプロセッサ製品を販売し、多いときで年間数十万のプロセッサを軍事、防衛、航空宇宙産業に提供してきました。

Teledyne e2v は多くの製品を、SLiM™プログラム（半導体ライフサイクル管理）に基づいて提供しています。このプログラムは、システム開発者に以下を提供することを目的としています。

- ・ 短いサイクルのコンシューマ市場に牽引されてきた半導体の利用
- ・ 高信頼性が求められる民間航空宇宙の用途において、長期にわたる製品供給の保証を実現
- ・ 数十年にわたって必要とされるサプライチェーンへの偽造品の流入に対抗するための、在庫と保証の確保

お客様にとっての利点

- ✓ **15 年以上の長期間にわたる供給**
 - ・ 重要なコンポーネントについては供給の持続性を確保
- ✓ **コストの低減**：プラットフォームの寿命延長
 - ・ 費用のかかる再設計は不要
 - ・ 費用のかかる再認定も不要
- ✓ **リスク低減**
 - ・ 偽造品を回避
 - ・ 資産のライフタイムにわたり、リスクを低減

SLiM™ の特徴

- ✓ **さまざまな半導体製品に対応**
- ✓ **再設計・再製作が可能**
- ✓ **製品寿命期間にわたる供給の継続のためのウェハとデバイスの確保**
- ✓ **高信頼性試験とパッケージングサービス**
- ✓ **偽造品リスクに対する保護対策**
- ✓ **DLA 認定メーカーリスト**

図7 - SLiM の特徴と主な利点

上記に加えて、Teledyne e2v では最終的に開発者に製品保証を提供することで、システムの寿命期間を通じて設計を完全に保証することができます。Qormino®製品ファミリーは、特に SLiM™プログラムとの連携を意識して開発されており、開発者に最大限の保証を提供できるような体制となっています。

Teledyne e2v のプロセッシングモジュールが防衛産業界で選ばれる最大の理由

2020 年 2 月

**TELEDYNE e2v** | Semiconductors
Everywhereyoulook™

結論

高信頼／軍事グレードプロセッサは、軍事、防衛、航空ミッションにおけるシステム開発を牽引しています。高性能の COTS 技術は 18 か月で陳腐化してしまうのに対し、軍事・防衛システムの開発は設計サイクルに 5～10 年かかり、またサービスの供用期間も 20～30 年間と長期にわたります。

次世代の軍事、防衛、航空分野のコンピューティングプラットフォーム開発には、高い信頼性と性能を持ち、セーフティクリティカルで超高集積なコンピュータプラットフォームソリューションが必要です。Teledyne e2v ではモジュール型の超小型コンピュータ処理ソリューション、Qormino®を提供しています。Qormino®は、NXP（旧 Freescale）が提供するマルチコアの PowerArchitecture や ARM ベースのプロセッサと DDR4 メモリとを組み合わせ、Teledyne e2v のカスタム BGA 基板に搭載した製品です。Qormino は SWaP の制約にも対応できる設計となっており、以下のような特徴があります。

- ・ 超高性能で高信頼性のプロセッサと DDR4 メモリを、超小型の基板（44 x 26 mm）に搭載
- ・ ハードウェアとソフトウェアの両方で、全体のシステム設計時間を低減（プロジェクト開発時間が最長で 18 か月低減）
- ・ 市場投入までの期間を改善しながら、15 年以上にわたり利用可能となるように製造中止品に対する管理を実施

**TELEDYNE e2v**
Everywhereyoulook™

お問い合わせはこちら：

Marc Stackler,アプリケーションエンジニア
シグナルプロセッシングソリューションMarc.stackler@teledyne.com**TELEDYNE e2v**
Everywhereyoulook™

お問い合わせはこちら：

Yuki Chan,マーケティング&コミュニケーション
マネージャーYuki.chan@teledyne.com