

未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



概要

宇宙飛行システムは過去 60 年の間に、**急速な発展**を経験してきました。軍事から天気、地球観測、通信（特に 5G ネットワークが地球規模で進んでいるため）に至るまで、一つの技術的問題が一貫して存在しています。それは、**高速で信頼性の高い宇宙グレードのマイクロプロセッサ**を選択し、実装することです。この基本要件には、耐放射線の宇宙／衛星開発に必要な課題と**適応性**に見合うような、**演算能力や速度、サイズ、重量、電力消費、そしてコスト**が含まれなければなりません。現在の最先端の技術による大規模演算でも、将来的には次世代 COTS（商用オフザシェルフ）で宇宙グレードの耐放射線プロセッサが必要となります。**Teledyne e2v の「LS1046-Space」クアッドコア ARM® Cortex®-A72** マイクロプロセッサは、今後数十年の宇宙／衛星開発におけるヘビーコンピューティングの要件に革命をもたらします。NXP QorIQ® LS1046 マイクロプロセッサ（1.8 GHz で 30 K の DMIPS）のギガヘルツ級の高性能データ処理を利用することはつまり、**高速インターフェース**と、**便利なソフトウェアプログラミング**（および再構成可能な機能）、そして Teledyne e2v の**実証済みの耐放射線技術**を利用することになります。こうした要素を備えた Teledyne e2v の LS1046-Space マイクロプロセッサは、インテリジェントな計算集約型の宇宙／衛星プラットフォームを可能にする最適なデバイスです。

従来型設計と NEW SPACE：実用性と性能の最後のフロンティア

「New Space（ニュースペース）」とは、近年みられる民間企業による宇宙開発のことです。この結果、宇宙／衛星開発チームは、最先端の COTS 技術により性能と実用性とのトレードオフのバランスをとりながら、耐放射線デバイスを選択して実装しなければなりません。コンシューマエレクトロニクス製品（ゲーム、携帯電話、ウェアラブル機器、および IoT）が大きく広がる前は、政府／軍用電子機器が半導体産業の生産高においてかなりの割合を占めていました。その結果、軍事および宇宙機関は、開発中の新製品の種類や製造プロセスに大きな影響を及ぼしました。しかし、現在はもうそのような状況ではありません。半導体供給者にとって軍事や航空宇宙市場は（商業市場に比べて）重要だとはいえ、そうした市場への投資を正当化しにくい状況です。このことから、宇宙／衛星開発チームは必然的に、COTS 集積回路として開発され、宇宙用としてスクリーニングを経て認証されたコンポーネントを使用するようになってきました。

宇宙／衛星開発は二つの基本的な設計方法を採用しています。

1. 従来型設計：故障率は非常に低いものの、放射線による影響を防止する（rad-hard）設計は専用半導体のため高価であり、通常は最新の方式からはるかに離れたものと位置付けられます。
2. ニュースペース：ミッションを確実にこなすことに焦点を当て、最新の技術を利用した耐放射線（rad-tol）COTS デバイスを進んで使うことによって、破壊的な性能を提供します。



新たな宇宙衛星のほとんどが地球低軌道（LEO）で使用されることから、放射線環境としてはさほど厳しくなく、放射線によって壊滅的な障害が生じるリスクも低くなります（LEO は地球表面からの高度が 300 km～1,000 km を指します）。このため、設計方法（従来型設計とニュースペース）の双方が（必要に迫られて）統合されつつあり、結果として宇宙／衛星開発において、従来型である rad-hard の設計による密閉型セラミックパッケージに対して rad-tol の設計で非密閉型の有機パッケージが受け入れられるようになってきています。

未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



ここ数十年、多くの開発がなされてきましたが、そうした開発は従来の rad-hard コンポーネントが高コストとなる原因となっていました。

1. rad-hard としての設計（SOI プロセッシングなどを含む）
2. スポットシールド
3. 誤り訂正符号（ECC）メモリ
4. トリプルモード冗長性（TMR）など

近年では、従来の rad-hard コンポーネントを使用すると高いコストとなるため、多くの商業ウエハ製造会社が提供する革新的な強化技術や、ARM（Advanced RISC Machine）のマイクロプロセッサ（例えば新しい LS1046-Space など）のような商用技術を使うことで、コストを削減する傾向にあります。こうした技術は現在、大規模演算を行う rad-tol プラットフォームシステムで利用できます。その結果、rad-tol の信頼性に加え、最先端の計算能力が利用できるようになりました。こうしたすべてのことが、従来の宇宙開発者とニュースペースによる宇宙開発者との融合を進めています（下の図1のトレードオフを参照）。



図1- 品質と信頼性要件はコストとともに上昇（プラスチックからハーメチックパッケージへ）しますが、CPU 性能は明らかに低下します。共通部分は宇宙 COTS -SCD です。

もちろん、宇宙電子システムの全体コストと信頼性における主な要素として、ソフトウェアも挙げられます。最新の商用ソフトウェア開発ツールにアクセスできると、宇宙/衛星プラットフォームの構築においてかなり有利になります。信頼性のあるソフトウェアモジュールが作られて実証された際には、それを再利用できると非常に有効です。とりわけニュースペースコミュニティは、開発、調整、再利用が高速にできる、プログラム可能なアーキテクチャを利用する傾向にあります。これにより製品開発時間が短縮でき、既存の優れたソフトウェアモジュールを利用することで信頼性も上がります。

衛星開発も小型と大型に分類できます。技術の進歩につれ、小型衛星は宇宙サービスやアプリケーションに低コストという発想を提供するようになりました。この発想のもと、ペイロードの重量が小さく低コストの設計となり、ミッションを分割できることから、打上げプロセスが促進されます。小型衛星は、複雑な機能を達成するために最先端の COTS 技術を利用し、短期間で構築されます。それと同時に、複雑なメカニズムへの依存を最小限に押さえて展開可能な構造を採用しています。

未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



宇宙の商業化はキューブサットの成長をみれば明らかです。キューブサットの目的は主に、小型衛星用の標準的な機械インターフェースと展開システムを決定することです。キューブサット（1U）の基本構造は、幅が 10 cm の立方体で、重さは 1.3 kg であり、自律的に動作する設計となっています。キューブサットを複数（2U、3U、6U、および 12U など）使用することで、10 × 10 × 20 cm、10 × 10 × 30 cm、10 × 20 × 30 cm、および 20 × 20 × 30 cm というサイズにすることが簡単にできます。この小型衛星開発は低いコストで実現できるため、宇宙機関からニュースペース関連の民間企業・団体に至るまで、多くの顧客を引き寄せています。

現状ではキューブサットは、コストの低い宇宙サービスやミッションで用いられる傾向にあります。ペイロードとの関係でいえば、キューブサットが担うミッションの幅は膨大になります。キューブサットは重さや容積の面で厳しい制約があります。そのため、従来のペイロードを変更し、キューブサットに統合できる形に変更する必要があります。キューブサットのペイロード適応については、二つの重要な要素を考慮する必要があります。

1. 電子部品の小型化：一つのマイクロプロセッサで、消費電力、重量、体積を抑えながら、全てのコンピューティングシステムをまかなう必要があります。
2. コスト：複数のキューブサットを構築して打ち上げるほうが、冗長性を備えた単一のペイロードによる大型宇宙構造物（LSS）を構築するより安価です。

大規模演算による宇宙／衛星プラットフォームおよびサービスの実装

今日の世界が牽引する経済および環境市場において、大規模演算による宇宙／衛星プラットフォームやサービスには、より高度なレベルの自律性やより正確なナビゲーションが要求されています。この実現には、rad-hard マイクロコントローラではなく、rad-tol マイクロプロセッサによる人工知能（AI）や機械学習（ML）ソフトウェアを利用した大規模演算が必要になります（図 2）。さらに、小惑星や彗星などへの高精度な宇宙ナビゲーション、月面や惑星への突入・降下・着陸（EDL）、そして協調的および非協調的ターゲットの両方に対するランデブー及び近接運用（RPO）では、ビジョンベースのソフトウェアおよびハードウェアシステムによって提供されるセンシングと認識の性能を持つ必要があります。上述した通り、このタイプの技術は「従来から」開発されてきたものです。しかし、現在はニュースペース／民間セクターでも、自律型衛星サービス、月面着陸、ビジョンベースの AI や機械学習といったビジョンベースの技術において、積極的に先行開発を行っています。

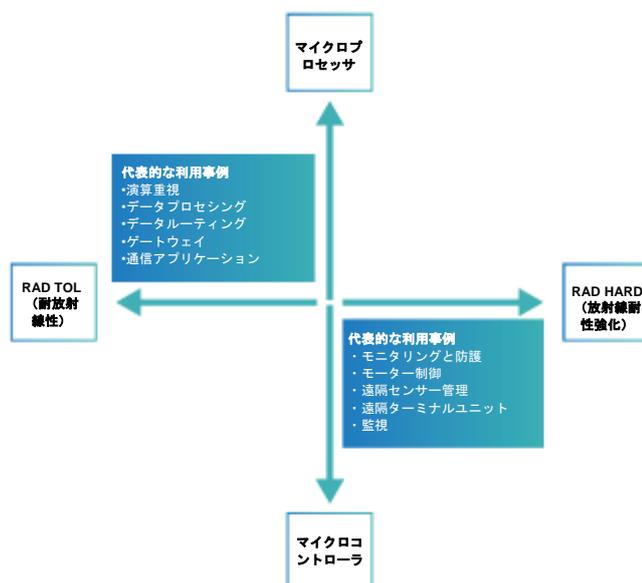


図2 - 大規模演算アプリケーション（通信、データ処理など）の rad-tol マイクロプロセッサを利用する傾向と、rad-hard マイクロコントローラを利用する計算量の比較的少ない演算アプリケーション

未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



人工知能（AI）や機械学習（ML）ソフトウェアがより手軽に利用できるようになるにつれ、高負荷の計算要件を満たす信頼性のある宇宙利用可能なマイクロプロセッサ（LS1046-Space）が根本的に不可欠となります。個別のインテリジェントな大規模演算衛星プラットフォームも、ニューススペースのコンステレーション（つまり衛星群／クラスター開発）のコンポーネントになります。従来型およびニューススペースの設計方法では分散型アーキテクチャを提案し続けており、宇宙産業内に大きな変化を生み出しています。

衛星群やクラスターが実現する分散型宇宙システム（DSS）では、再構成可能性、柔軟性、アップグレード可能性、応答性、そして構造的および機能的な変化への適応性を向上させることができます。小型のスペースクラフトをベースとした大規模な衛星群は、ミッションの運用中に欠陥のあるユニットをアップグレードまたは交換することで、ミッションの自律性も高めることができます。衛星群やクラスターは、同じミッションと目標を共有する一連の自律衛星で構成される DSS の実装形態で、それらの目標を達成するには通信と協力が不可欠です。クラスター内において衛星は近接したフォーメーションで飛行するので、操作を連携させるには、衛星を正確に観測して位置や姿勢を制御する必要があります。

衛星ネットワーク（衛星群とクラスターのコンステレーション）の自動制御に加え、今後の統合型 5G 衛星ネットワークは、モバイル機器やワイヤレスアクセスの世界的な普及により、その規模と複雑さが飛躍的に増大すると予想されます。多くの場合、地上衛星ネットワーク管理の最適解をモデル化することは、複雑な環境と多すぎる不確定要素により困難です。高速で高品質な解析モデルも、このような状況の開発に対しては必ずしも実行可能なオプションとは限りません。結果として、「従来の」試験と検証を繰り返すような、非常に複雑で高い信頼性が要求される方法となれば、困難で時間がかかり、かなりのコストが必要になります。ネットワーク事業者は、テストされていない／最適化されていない構成で複雑な衛星通信ネットワークを展開することに対して、抵抗感を持つようになっています。従って、開発する必要があるのは、大規模演算能力を備え、AI や ML 技術の利用により自己最適化や自己組織化が可能なインテリジェントな衛星であり、そうした衛星がこのような複雑なアプリケーションに適しているのです。

通信、データ収集／サーバーおよび地球観測

衛星通信業界では革新的な開発が進められており、その動きは、新しいコンステレーションタイプ、オンボード処理能力、非地上ネットワーク、および宇宙ベースのデータ収集／処理の分野で加速しています。開発中の最も有望なアプリケーションの一部は、5G 統合、宇宙通信、地球観測、航空および海事の追跡、そして通信です。インターネットベースのアプリケーションは、（ブロードバンドを含む）データサービスに向けた宇宙レベルのシステム設計に再フォーカスするには開発が必要ですが、そうしたインターネットベースのアプリケーションも開発が進行中です。データ収集とサーバーの必要性は、以下の理由からです。

1. 線形的なメディアブロードキャストに代わり、メディアストリーミングが急速に広まったこと。
2. ブロードバンドのカバレッジを（発展途上国、航空／海事、農村部などに向けて）早急に拡大する必要があること。

さらに様々な有線・無線技術を統合することが、5G 統合に関する重要なマイルストーンになります。この文脈では、衛星通信開発によって特定のアプリケーションを狙いとするシームレスな統合が可能になります。これには、インテリジェントで適応性のある衛星コアの大規模演算マイクロプロセッサが利用可能です。



未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



新しいコンステレーション（従来の静止（GEO）衛星）は、主に衛星通信で利用されてきました。単一の衛星で広い範囲をカバーできたためです。マルチビーム衛星システムが開発され、地上の携帯電話ネットワークでカバーする範囲と同等のエリアにおいて、効率的な周波数の再利用と高スループットの広帯域レートが可能になりました。さらに、高度な通信技術と安価な打上げコストを背景に、現在は新しいコンステレーションの構成が開発されており、近年、大規模な地球低軌道（LEO）コンステレーションの開発がかなりの注目を集めています。このコンステレーションは、高スループットで広帯域のサービスを低いレイテンシーで提供できます。

最先端の衛星通信戦略においては、オンボード処理能力が制限要因となっています。ほとんどの衛星は、本質的に通信信号を変換し増幅して送信する中継器として運用されるため、オンボードマイクロプロセッサには高速 DMIPS 処理能力が必要です。オンボードマイクロプロセッサは、いったん衛星を軌道に乗せようと交換や修理ができないため、高速で超高信頼かつ rad-tol の耐放射線性である必要があります。そのような状況でも、発電効率とデジタル処理コンポーネント（Teledyne e2v の LS1046-Space クアッドコア ARM® Cortex®-A72 マイクロプロセッサ）のここ最近の進歩によりオンボード処理が強化され、柔軟なルーティング／チャンネル化、ビーム形成、自由空間光通信、さらには信号再生などの革新的な通信技術を可能にしています。LS1046-Space クアッドコアアーキテクチャは 3 ウェイデコードでのアウトオブオーダー、投機的実行の問題、そしてスーパースカラ・パイプライン技術を利用しています。さらに、ARM ソフトウェアモジュールが利用可能であるとともに、LS1046-Space はオンボード通信専用の処理が可能で、衛星の寿命期間の間にアップグレードすることも可能です。



地上の IoT では、技術的には低コストで複雑なセンサーやアクチュエータの制御に利用されています。世界中で非常に多くのセンサーが通信トラフィックを生成しており、将来の宇宙通信ネットワークに大きな影響があると考えられます。そのため、将来の衛星ではバックホールにより地上の IoT ネットワークをオフロードしたり、地上のネットワークが届かない場合でもサービスを継続して提供する必要があります。この特定のアプリケーションは、衛星が何をサポートできるか、そして IoT センサーが地球上にどのように分布しているかに基づいた分類が可能です。例えば「ワイドエリア」の IoT サービスは広いエリアに分布しており、中央サーバーで制御される情報を報告します。衛星が「ワイドエリア」の役割を果たす場合の代表的なアプリケーションには、以下のようなものが挙げられます。

1. エネルギー：石油／ガスのインフラストラクチャにとって重要となる状態監視（パイプラインの状態など）
2. 輸送：車両管理、資産追跡、デジタルサイネージ、リモートロードアラート
3. 農業：家畜管理、農業管理
4. 地域の IoT サービス：この種のアプリケーションでは、IoT デバイスはローカルデータを収集し、中央サーバーに報告するために用いられます。また、スマートグリッド・サブシステム（スマートメーター（高度な計測システム））やサービスをオンボードの移動プラットフォームに適用することも含まれます（例えば、船、トラック、電車で搭載されたコンテナなど）。
5. 航空および海事の追跡と通信：これらのシステムには、通常、他のデバイス間（D2D）通信や IoT との類似点があります。類似点の例として、データレートが低いこと、通信が散発的であること、プロトコルが簡素であることが挙げられます。

未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



宇宙およびサイバーセキュリティの防衛

世界の防衛部門、機関及び諸外国にとっては、その能力によって従来型とニュースペースの商用衛星開発が有用なものとなっています。これらの組織は、商用衛星を利用してセンサーや通信パッケージを「ホスト」することで、軌道上の機能をより高速かつより安価に実現できることを見出しました。開発、打上げ、地上システムにかかるコストを商用ホスト企業と共有することで、コストが節約できます。ホストされたペイロードを使用することで軌道上での「ペイロードの増殖」が促進される場合もあり、そうなるに敵対関係にある者がその性能を打ち負かすのはより困難になります。急速に増える商業的に利用可能な通信衛星へのアクセスにより、防衛機関は、空中および海上での地上防空アプリケーション用のインターネット戦術ネットワークを開発できます。

「ホスティング」の背後にあるアイデアは、開発中の商用通信衛星のコンステレーションを十分に利用して、防衛コストを削減し信頼性やデータスループットを向上させようとするものです。例えば、このエリアでの多くのコアプロジェクトの中で、防衛機関は常に利用可能な高い帯域幅の見通し外通信を利用して、さまざまな固定およびモバイル運用場所間でシームレスにデータを共有する機能を開発しています。この新しい機能は「経路に依存しない通信」と呼ばれます。軍事ユーザーが、通信ネットワークのどのノードが使用中かを特定することなく、信頼性のある通信を世界中のどこでもできるようになるためです。経路に依存しない通信の開発が可能なのは、商用衛星をベースとした商用宇宙インターネットが成長しているためです。上述のように、商用宇宙／衛星企業はグローバルなインターネットサービスを個別に生成できる衛星を数百個から数千個利用し、そうした衛星から成る宇宙インターネットのコンステレーションを確立しようとしています。技術やコストの障壁は低下し続けています。このため、衛星製造、宇宙への打上げ、宇宙探査、有人宇宙飛行の分野で、より多くの防衛機関や民間企業が協働できるようになっています。これらの進歩は新たな機会を生み出してはいるものの、宇宙を利用したサービスには新たなリスクも広がっています。宇宙を利用したオペレーションには利点があることを承知の上で、防衛機関によっては他の機関が宇宙を利用することを脅かすような機能を開発するところも出ています。この機能では、宇宙オペレーションと、通信妨害やサイバースペース機能の開発などの対抗宇宙システムのどちらもサポートします。

防衛やサイバーセキュリティに関する一つの例は、NASA の「政府の機密データの保護に商用ソリューションを活用する構想 (Commercial Solutions for Classified initiative : CSfC)」です。CSfC により開発者は、機密データやセンシティブなデータを柔軟性をもって設計してまとめることができ、同時に高い IT セキュリティレベルを保つことができます。CSfC は政府によるオフザシェルフ (GOTS) 機器の使用を義務付けるものではありません。開発者は、特にサイバーセキュリティの目的で技術的に柔軟性の高い商用オフザシェルフ (COTS) 製品やマイクロプロセッサを利用し、代替ソリューションを構築できるようになります (Teledyne e2v の LS-1046-Space クアッドコア ARM® Cortex®-A72 マイクロプロセッサ)。CSfC ソリューションは、一連の厳しいセキュリティ要件に適合する必要があります。例えば、音声通話やビデオ通話などのモバイルデータを送受信するユーザーは、ダブル VPN トンネルを使用してこのデータを暗号化する必要があります。CSfC を介してダブル VPN トンネルを構築することで、ソリューションを素早く作ることができることに加え、より高い計算能力や信頼性という利点も得られます。

宇宙レベルアプリケーション向けの人工知能および機械学習

複雑性や多様性の拡大、システム要件変更に適応する必要性などにより、宇宙／衛星ネットワークが自動化や自律化に向けて発展し続けていますが、システム内における「インテリジェンス」や「大規模演算」の必要性もまた、指数関数的に増えています。システムレベルのインテリジェンスの設計と探求における基本用語の解説を以下に示します。

未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



1. AI：人工知能－コンピュータが人間の知能が必要だと思われる作業を実行することを言います。
2. ML：機械学習－AI のアプリケーションの一つです。コンピュータモデルがどのように機能するべきかを自動的に教えて学習させるためにデータを与えます。学習には、「推論」と呼ばれる「訓練された」モデルを適用する教師あり学習のほか、クラスター分析を用いる教師なし学習などがあります。
3. NN：ニューラルネットワーク－機械学習のアルゴリズムの一つで、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）と再帰型ニューラルネットワーク（RNN）があります。
4. DL：深層学習－大規模なニューラルネットワークを使用する機械学習のことです。
5. CV：コンピュータビジョン－画像認識に用いるコンピュータ技術です。

上記の定義を考えると、AI とコンピュータビジョンの間、およびその先まで階層構造があることが直感的にわかります。大規模演算の「並列」処理と「階層」処理は、どちらもマイクロプロセッサやソフトウェアで要求されるものです。必要なソフトウェアアルゴリズムの開発と検証は、実際の製品用ハードウェア上での試験と実装によって実施します。このプロセスは、オンボード処理リソースを最適化するため複雑になります。宇宙の厳しい放射線環境下でも大規模演算が可能なハードウェアが利用できるかどうかにより、制約を受けることも多々あります。この最適化の一環として、アルゴリズムの一部を FPGA と様々なコンピュータプロセッサ間に分散させることが一般的に行われます。これらの機能を小分けにすると、設計がより複雑になり、必要な工学的「モジュール」の数も多くなります。

宇宙産業はこれらの問題に注目しています。コンピュータビジョンのための人工知能と機械学習の宇宙ベースの展開は発展途上段階ではあるものの、組織によってはすでに地上セグメントの生産システムに機械学習技術を採用しています。初期開発として、主に地上ベースによるスペースクラフトの健康状態の監視と地理空間解析が行われています。機械学習を宇宙機の健康状態監視に利用することは、運用コストの削減を狙う大規模な衛星群事業者により推進されています。これらの事業者は、複数の衛星を一つの制御センターで監視し、必要があればエンジニアリングスタッフが欠陥や故障に対応します。エンジニアは衛星群の健全性を監視し傾向をつかむ責務を負います（これは現在、機械学習でサポートできる作業です）。制御センターでは、新たな情報に対処する責任を負うエンジニアを機械学習モデルで置き換えるのではなく、むしろ機械学習モデルでエンジニアをサポートすることで、リスクレベルを低く保ちます。アルゴリズムの学習はオペレータがデータセンターで処理するスペースクラフトの遠隔測定データを使用して行います。人間が気づく前に兆しをつかむことができる場合もあり、人間の目で遠隔測定データをリアルタイムで見る必要性を減らすことができます。技術の応用が進み知識が蓄積されていることから、宇宙産業における機械学習の受容性が向上しており、将来的には自律性の高い宇宙船にも機械学習が搭載される可能性があります。

画像衛星が提供する地理空間分析、つまり地球観測データの処理にも、光学画像技術を利用した大規模演算と機械学習を適用できます。地理空間解析において機械学習を利用するとオンボード処理が可能になり、地上に伝送する関連データを選択して必要なダウンリンク帯域幅を低減できるようになります。ダウンリンク帯域幅の低減は大きな利点になります。利用できる周波数帯域がますます混みあい、それゆえにより高価になっている現状があるからです。拡大し続ける要求処理を実行するために、アルゴリズムを手作業でコーディングすることは非常に困難になってきています。農業の景観の分類から、作物の収穫量の計画、そしてショッピングモールの駐車場の車の検出と分類まで、機械学習は非常に複雑で大量のデータ処理を必要とするアプリケーションに適しています。

（上述の）宇宙レベルの AI、機械学習、およびデータ処理で要求される高負荷の大規模演算処理に関して言えば、LS1046-Space マイクロプロセッサは、パケット処理の高速化や高速な周辺機器を備えた統合クアッドコア 64 ビット ARM® Cortex®-A72 コアにより、要件を満たしています。

未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



LS1046-Space では、QorIQ ファミリの最新進化形である Layerscape (LS) アーキテクチャを利用しています。これにはデータパスアクセラレーション・アーキテクチャ (DPAA) によって提供される機能が含まれ、ソフトウェアまたはハードウェアに実装することが可能です。Layerscape アーキテクチャはプログラマブルなデータプレーンエンジンのネットワークアーキテクチャで、高度で高性能なデータパスとネットワーク周辺機器とのインターフェースも提供します。LS1046 には暗号化エンジンが搭載されており、セキュリティ保護された通信および防衛アプリケーションに有効です。LS1046-Space は機械学習ソフトウェアを使用して学習、推論、適応を行い、レイテンシーと帯域幅の問題を最小限に抑えつつ、リアルタイムに意思決定を行うことができます。

Teledyne の LS1046-Space 性能、および QLS1046-4GB-SPACE

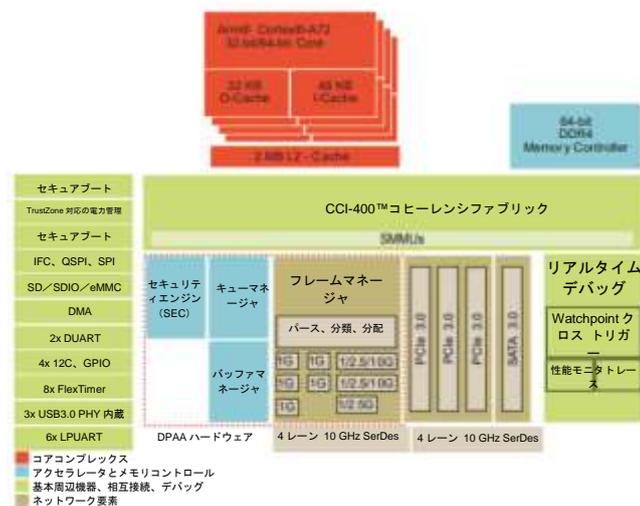
Teledyne e2v は宇宙グレードの製品を製造し、放射線の影響に対する特性評価により、LS1046-Space と呼ばれるマイクロプロセッサをリリースしています。LS1046 はもともと NXP の 64-bit ARM® Layerscape ポートフォリオの一つで、クアッドコアの Arm® Cortex® A72 設計を採用しているため、最高の性能を最もコンパクトな形で提供しながら、Arm® テクノロジーのソフトウェアサービス、アプリケーション、ツールの膨大なエコシステムを利用できます。Teledyne e2v の LS1046-Space は 1.8 GHz のプロセッサで、パケット処理アクセラレータと高速な周辺機器を備え、高性能アーキテクチャと市場をリードする計算密度に定評があります。LS1046-Space は 45,000 以上の CoreMarks® の計算性能を、高信頼性の宇宙レベルアプリケーションに適したデュアル 10 Gb イーサネット、PCIe Gen3、SATA Gen3 と組み合わせ提供しています。さらに、Teledyne e2v の半導体ライフサイクル管理プログラム SLiM™の一環として、このデバイスの製品寿命 15 年以上にわたりサポートされ、誰もが直面するコストのかかる陳腐化の問題を回避できます。



「航空・防衛産業では、Teledyne e2v のミリタリグレード・デバイスと合わせて、Layerscape シリーズ商用プロセッサから 64 ビット Arm®ベースの製品へと移行する新たな動向が見られます」と NXP マーケティングマネージャーのアルタフ・フセインは述べます。「Teledyne e2v のお客様は、このデバイスの高度な計算性能だけでなく、Arm®をサポートするエコシステムを活用して、システム設計に新たな可能性を生み出すでしょう」Teledyne e2v のポートフォリオには、NXP QorIQ®の P シリーズ、T シリーズ、そして従来の PowerQUICC® デバイス対応の、PowerPC®ベースとして認定されサポートされたプロセッサも多く含まれています。お客様は Power アーキテクチャベースのソフトウェアやアプリケーションを

引き続き利用することができます。その間にも、Teledyne e2v は NXP の ARM®ベースのソリューションのような新しい技術を活用したソリューションの開発を続けていきます。お客様は ARM®ベースのソリューションに移行することも、実績のある NXP の Power®アーキテクチャベースのソリューションから新たに開発を進めることも可能です。LS1046-Space は、Teledyne e2v の最新の Qormino®計算モジュール (QLS1046-4GB-Space) に組み込むこともできます。(前述の) 耐放射線性を持つ 4 GB の DDR4 メモリと (後述する) LS1046 ブロック図も含まれます。

LS1046A ブロック図



未来はそこまで来ています：Teledyne e2v のクアッドコア ARM® Cortex®-A72 耐放射線マイクロプロセッサが、宇宙システムや衛星プロジェクトで要求される大規模演算に変革をもたらします

2020年12月



結論

現在、宇宙飛行システムの設計者は、大規模演算マイクロプロセッサの要件により重要な開発段階に入っています。人工知能や機械学習アルゴリズムが発展して利用しやすくなり、高度なインターネットベースのアプリケーションやサービスもでてきたことから、軍事、気象、地球観測、通信（特に世界的に 5G が広まっているため）などに対応する広帯域、高速、超高信頼、低レイテンシーの通信開発が加速度的に進んでいます。それぞれの宇宙／衛星設計のコアとなるのは、独立型で信頼性があり宇宙グレードの耐放射線マイクロプロセッサです。そのマイクロプロセッサは、大規模演算が可能で高速で信頼性があり、サイズ、重量、電力やコストも「地球規模」の宇宙／衛星開発で要求される課題や適応性を満たします。Teledyne e2v の LS1046-Space クアッドコア ARM® Cortex®-A72 マイクロプロセッサは、今後数十年の宇宙／衛星開発におけるヘビーコンピューティングの要件に革命をもたらします。ギガヘルツ級の高性能データ処理（1.8 GHz で 30 K の DMIPS）を利用し、便利なソフトウェアプログラミング（および再構成可能な機能）、そして Teledyne e2v の最新の耐放射線宇宙グレードの処理。Teledyne e2v の LS1046-Space マイクロプロセッサは、大量計算による宇宙／衛星プラットフォームの開発とリアルタイムの再構成を軌道上で可能にします。

注：Teledyne e2v の LS1046-Space プロジェクトは ESA ARTES プログラムにより、CNES（フランスの宇宙機関）からサポートを受けています。



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



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

