



2.5" Pico-ITX

3.5" SBC

シングルボードコンピュータを活用した スマートロボティクスの実現

By Advantech

目次

はじめに	1
急成長し、進化しているロボティクス分野	2
ロボット市場の主なアプリケーション	4
ロボティクスの課題	8
シングルボードコンピュータの課題を克服するメーカーの取り組み	10
今後の展開	12
Appendix 製品紹介	13

はじめに

[「ロボット」という言葉が使われたのは](#)、R.U.R. (Rossum's Universal Robots) という劇(戯曲)が初めてと言われており、そこから100年近くが経ちました。

R.U.R.は、工場の組み立てラインで働くために作られた人造人間のことです。人間の劣悪な待遇に嫌気がさした彼らは、やがて反乱を起こします。これと同じような脚本で、悪者のロボットや人工生命を描いたハリウッド映画は数知れません。

しかし、現代のロボットは過去のハリウッド映画のイメージとは大きく異なっています。ロボットは、組織や個人の生産性や効率を向上させるための重要な役割を担っており、その必要性はますます高まっています。組織や個人のニーズは常に変化しており、多くのロボットメーカーは、より多くの最新機能を提供するため、絶えず技術革新を続けなければなりません。

ロボットはもはや工場のみで使われるものではありません。パーソナルアシスタント、自律走行車、配膳車、ドローンなど、利用シーンは日々拡大しています。特にCOVID-19によって加速している、企業のDX(デジタルトランスフォーメーション)への取り組みにおいても、ロボットへの期待は大きなものとなっています。

[マッキンゼーが最近のレポートで言及しているように](#)、COVID-19による様々な経験は、あらゆる分野・地域・企業において、ビジネスの進め方を加速度的に変化させ、定着させています。

このホワイトペーパーでは、成長著しいロボット市場について詳しく紹介します。まず、一般的なロボット市場に加えて、業界特有のトレンドやユースケースを、次にロボット製造における主要な課題を取り上げ、これらの課題を解決するために組込み用のSBC(シングルボードコンピュータ)をどのように活用するかについて紹介します。

急成長し、進化しているロボティクス分野

ロボット市場は、日々高まるオートメーション(自動化)ニーズを背景に急速に成長しています。オートメーション化によって、組織も個人も、時間のかかる手作業をなくすことができます。企業にとっては、生産性を向上させると同時に、コスト削減やコンプライアンスの強化を図ることができます。個人にとっては、ロボットを活用することで、掃除機をかけるような日常的な家事を効率化し、生活の質を高めることができ、その結果、自分のやるべきことができる時間の創出、QOL(クオリティオブライフ)の向上につなげることができます。

2019年の世界全体におけるロボット市場規模は、[約627.5億ドル\(約6.9兆円\)](#)でした。2027年には1,893.6億ドル(20.8兆円)という驚異的な市場規模に成長すると予測されています。ロボット普及の主な要因は以下の通りです。

技術革新

ロボットがより魅力的になり、その活用範囲が拡大する。例えば、マッキンゼーによると、産業用ロボットは「大型化し、より重い負荷に対応できるようになっただけでなく、軸数が増え1つのコントローラで30軸以上を同期させることができる場合もあるため、コントローラ数を少なくすることが可能になった」とのこと。

技術の統合

オートメーション化を効率的に運用するには、様々なテクノロジーの高度な統合が必要です。コンピューティング能力、ソフトウェア、およびネットワーク技術の進歩により、ロボットの開発、設置、メンテナンスがかつてないほど容易になり、拡張性も高まっています。

運用コスト

ロボットは、企業のオペレーションコスト(OP)を削減し、ビジネスの競争力を維持するのに役立ちます。マッキンゼーの調査によると、米国では1990年以降、製造業の人件費が24%上昇しています。企業は繰り返しの多い手作業を自動化することで、従業員がより少ない労力でより多くのことを成し遂げられるようになります。

採用コスト

手頃な価格で効率的なロボティクス技術が求められています。生産コストの削減と技術革新により、ロボットの価格は大幅に低下しています。

世界のロボット市場が急速に成長しているもう一つの重要な要因は、ロボットに関する技術がほぼすべての主要産業と関係していることです。例えば、以下の産業別の統計を見てみましょう。



自動運転車の世界市場は、2030年には3.2兆ドル(351兆円)に成長すると予測されています。



マッキンゼーのレポートによると、中国は自動運転車の世界最大の市場となり、2040年には自動運転車が中国内走行距離の66%も占めるようになると予想されています。



2021年1月現在、米国で登録されているドローンは178万2,479台で、2020年の売上高は12.5億ドル(1,375億円)を超えています。農業などの産業では、収穫、雑草の刈り取り、ピッキング、選別、種まき、梱包などの労働集約的なプロセスを排除するために、ドローンが重要な役割を果たしています。農業用ドローン市場は、2024年には62億ドル(6,820億円)に達すると予想されています。



国際ロボット連盟(International Federation of Robotics)の報告書によると、家庭用ロボットの販売台数は年平均で46%増加し、2022年には5,500万台以上になると予想されています。



軍事用ロボットに関する世界の支出は、2025年には165億ドル(1.8兆円)に達すると予想されています。

人間と一緒に働くことを目的とした協働ロボットは、2025年にはロボット販売全体の34%を占め、2030年には市場規模が240億ドル(2.6兆円)を超えると予想されています。アマゾンでは、新しい倉庫を開設するたびに、協働ロボットによって22百万ドル(24億円)ものコストを削減していると言われています。

COVID-19により、ライフサイエンス・製薬業界は、ソーシャルディスタンスや、迅速な治療や検査結果の必要性に対応するため、業務を変革しなければなりませんでした。その結果、この業界は前年比70%の成長を遂げました。

このような産業別のロボット市場の動向を十分に理解するために、いくつかのユースケースを以下に紹介します。

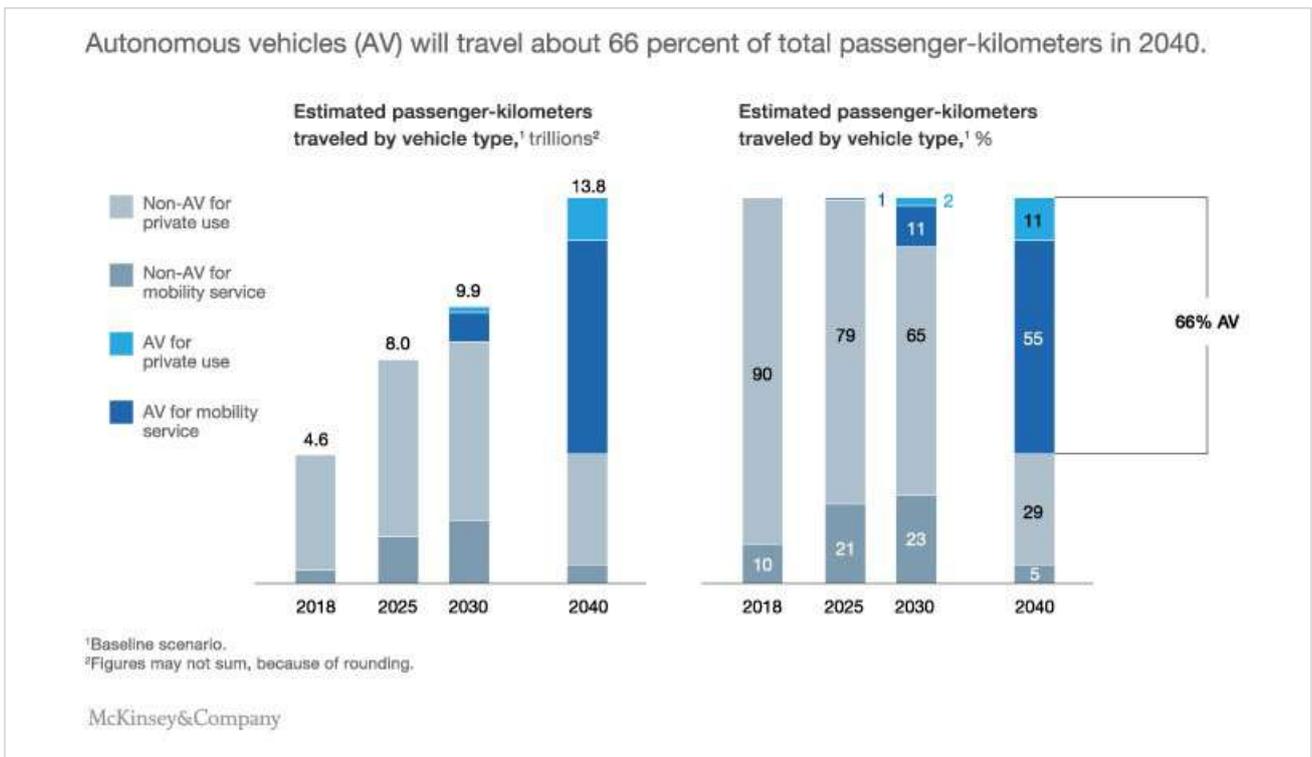
ロボット市場の主なアプリケーション

自動運転車

自動運転車（Autonomous vehicles : AV）とは、車両制御の一部が自動化された車両のことです。AV技術はまったく新しいものではありません。最近の自動車の多くは、アダプティブ・クルーズ・コントロール(車間距離制御装置)やパーキング・アシストなど、すでに何らかの自動化機能を備えています。[米国運輸省道路交通安全局（NHTSA）](#)が発表したAV技術の5段階の分類では、車両の単一機能の自動化を「レベル1」としています。最高レベルの「レベル4」は、人間が運転しなくても車が自動運転することを意味しています。

AV技術は、環境改善、モビリティや生活の質の向上、安全性の向上などの可能性を秘めているため、注目を集めています。

NHTSAによると、米国における事故の推定経済的総コストは、医療費、生産性の損失、弁護士費用、保険管理費用、物的損害、救急サービス費用などを含めて、人口約3億人に対して、[約2,420億ドル\(26.6兆円\)](#)（米国民1人当たり784ドル(86,240円)）と推定されています。



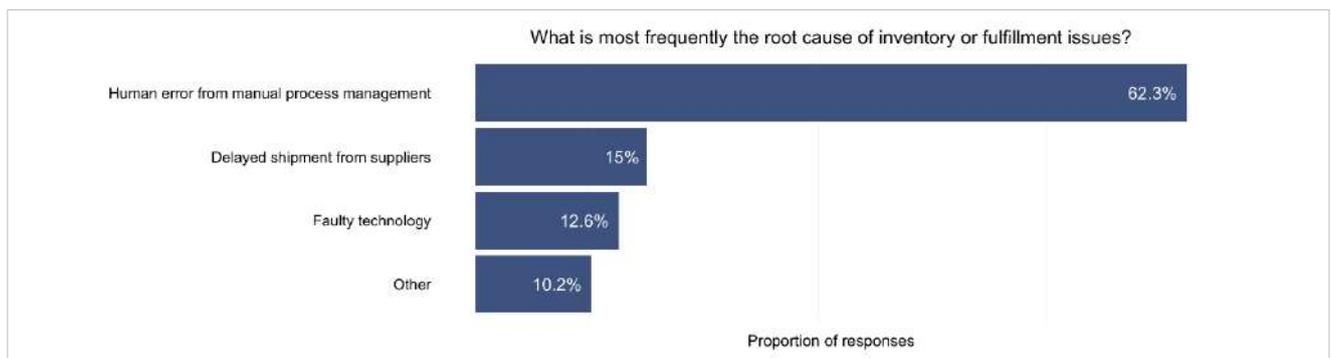
また、NHTSAの報告によると、2019年には[36,096人が車両の交通事故で死亡](#)しています。その死亡事故の9割以上が、スピード違反や周囲への注意の欠如などのヒューマンエラーによるものでした。また、パンデミック中は人々の運転が減ったにもかかわらず、2020年の第2四半期には、総車両走行距離(VMT)あたりの死亡事故が大幅に増加したことがNHTSAの調べでわかりました。[NHTSAの副長官であるJames Owens氏は](#)、この増加について、ドライバーが飲酒運転やシートベルトの未着用など、より無謀な行動を取ったことが原因だと考えています。

AV技術の普及により、ヒューマンエラーが減り、安全性は大幅に向上すると考えられます。さらに、自動運転車は渋滞を解消することで、ドライバー1人当たり年間111時間の渋滞損失時間を削減し、環境改善にも貢献します。

在庫とオーダーフルフィルメント(受注から配送までのプロセス)

交通事故の原因がヒューマンエラーであることはすでに述べました。しかし、それ以外の場面でも、特に正確さが求められる手作業では、ヒューマンエラーが発生することがあります。例えば、在庫管理やフルフィルメントの問題では、ヒューマンエラーが最も頻繁に発生します。約200社の中小企業を対象とした調査によると、回答者の62%が手作業によるヒューマンエラーが "在庫管理問題の第1の根本原因" であると回答しています。

ロボットによるオーダーフルフィルメントは、コストのかかるヒューマンエラーを減らすだけでなく、他にも多くのメリットをもたらします。1つのメリットは、施設内の移動時間の大幅な短縮です。人間の作業者が施設の端から端まで移動する時間が減ることで、より生産性が向上します。また、重い荷物を運んだり、高い棚から商品を取り出したりといった、肉体的に負担のかかる作業をなくすることもできます。



また、協働ロボットは導入が容易です。通常、施設のインフラを変更する必要はなく、施設間の移動も簡単です。また、他のオートメーション技術と同様に、協働ロボットは柔軟性を備えており、生産性の向上や必要に応じて規模を拡大・縮小することで、組織が人材確保の課題を解決するのに役立ちます。



画像引用：FedEx | 日本の京都でテストされた配達ロボット Roxo



インテリジェントな製造分野を加速させるAMR、サービสดローン、多軸ロボットアーム

家庭用ロボット

家庭用ロボットが注目されている理由のひとつは、新しくエキサイティングであるということです。しかし、もう一つの重要な要素は、その利用用途が幅広いことです。例えば、ここ数年で、以下のような家庭用ロボットがユーザーに広く採用されているのを目にします。

清掃ロボットと床拭きロボット

清掃ロボットや床拭きロボットは、センサーを使って床を移動し、ゴミの回収やモップ掛けをして掃除をします。

アイロンがけロボット

Laundroidに代表されるアイロンロボットは、画像解析と人工知能（AI）を用いて衣類を折り畳んだり、収納したりします。

猫用自動トイレ（リッターロボット）

猫用自動トイレは、リッター(砂)と排泄物を自動的に分別し、排泄物を内蔵のゴミ箱に入れることができます。

芝刈りロボット

芝刈りロボットは、制御装置や操舵装置を使って、正しいルートを記憶し、自動で芝を刈るようにプログラムされています。

窓拭きロボット

窓拭きロボットは、窓の表面を一定の方向に移動することができる移動システムを搭載しています。ロボットに付属するクリーニングパッドが、窓の表面を清掃します。

ソーシャルロボット

人間とのコミュニケーションを主としたソーシャルロボットは、高齢化社会の到来とともにますます重要な役割を果たすようになります。家庭内テレプレゼンスロボット(テレビ会議 + ロボット + 遠隔操作)、ネットワークロボット(ネットワーク + ロボット)、セラピーを行うロボットなどがあります。



画像引用 : Pexel

ロボティクスの課題

ロボット産業は急速に成長しており、その可能性を強く感じることができます。しかし、この業界に課題がないわけではありません。むしろ、メーカーは数多くのハードルを乗り越えなければなりません。以下に、ロボット産業が克服しなければならない主な課題を紹介します。

ロボット構成部品の制約

多くのロボットソリューションは、既存の技術に依存しています。例えば、産業用や商業用の大型ロボットには、依然としてギア、モーター、アクチュエーターなどが構成されています。これらの部品は、とても精密で複雑なものですが、ロボットを動作させるためにはなくてはならないものです。しかし、可動部が多いということは、それだけ故障しやすいということでもあります。

このような問題を解決するために、メーカーは可動部の少ない柔軟なロボットを作ることができます。例えば、[ソフトロボティクス](#)は、このような課題を克服できる可能性を秘めた分野です。

人とロボットのコラボレーション

インダストリー4.0の時代に突入しました。革新的なデジタル技術により、これまでにないレベルのコネクティビティを提供します。第5次産業革命では、これらの技術と人間とのより高度なコラボレーションが必要になります。これまでに、協働ロボットの導入が進んでいることやそのメリットについて述べてきました。しかし、完璧な協働ロボットを設計することは非常に難しいことです。

理想的な協働ロボットは、人間の言語、感情、行動を理解することができます。人間の作業者を理解できる完全な機能を持った協働ロボットを作るには、NLU(自然言語理解)、NLP(自然言語処理)、NLG(自然言語生成)などの行動認識技術をさらに進化させる必要があります。

環境による制限

ロボットは環境によって制限を受けることがあります。わずかな変化でも、ロボットは新しい環境に適応するために再学習しなければなりません。これは、ワークフローの大幅な遅延やボトルネックにつながります。メーカーは、環境への適応課題を克服するために、機械学習（ML）やコンピュータビジョン技術に注目しています。

しかし、現実社会は完全に予測できません。どんなに高度な訓練を受け、適応力のあるロボットであっても、想定外の事態に遭遇することがあります。例えば、安全性が高いとはいえ、AV(自動運転車)の事故も発生しています。事故の原因は、相手の運転手のヒューマンエラーであることが多いのですが、[AVが障害物を検知・対応できなかった](#)ケースもあります。

多機能なロボット

ロボットは1つの作業を行うことは得意ですが、複数の機能を同じレベルで行うことは苦手とされています。業務の効率化やコスト削減のためには、複数のタスクを実行できるロボットが求められるようになるでしょう。そのためにメーカーは、ロボットに高度なAIやMLを搭載するだけでなく、複数の作業をこなせるハードウェアを構成する必要があります。

より信頼性の高い電源の必要性

最近のロボットの多くは、消費電力の面で効率が悪くなっています。これらのロボットは通常、既存の発電と蓄電技術に依存しています。既存のバッテリーは安全ではなく、寿命も短いものです。それゆえにメーカーはロボットの低消費電力化と長期間利用することが可能な安全な電源(バッテリー)を開発する必要があります。

スウォームロボットでのコミュニケーション

[スウォーム\(群行動\)ロボット](#)とは、複数のロボットが同一環境で協調して行動するものです。ロボットは、自分の置かれた環境を感知すると同時に、群内の他のロボットとコミュニケーションをとる必要があります。ルール化されていない環境で自律的なロボットを作るには、知覚と行動を組み合わせた相互作用が必要です。

複雑な群行動における大切な要素は、一定のフィードバックのシステムを構築するグループ内のコミュニケーションです。そのために、スウォームロボットは、小型化とコストが重要な要素で、これらの制約を克服するために、コストを抑えてスケーラビリティを可能にするためのセンサー、プロセッサ、ストレージデバイスなどのハードウェアが必要となります。

シングルボードコンピュータの課題を克服するメーカーの取り組み

組み込み用シングルボードコンピュータ（SBC）は、コンピュータシステムとして必要なCPU(マイクロプロセッサ)、チップセット、メモリ、入出力インタフェース、電源などが1枚の回路基板に実装されているものです。SBCには大きく分けて2種類あります。1つ目はオープンソースのSBCで、ユーザーはハードウェア設計仕様、部品レイアウト仕様、ソースコードを入手することができますので、自分の要求に合わせてSBCをカスタマイズすることができます。2つ目のカテゴリーは、メーカーが独自に設計・生産したSBCです。このSBCは通常、装置類の最終製品に組み込まれるために専用で開発設計されたものです。

このSBCは、ロボットメーカーに多くのメリットをもたらします。

低消費電力

SBCはバッテリー駆動でも長時間の稼働が可能です。そのため、家庭用電子機器から産業用製造装置まで、多くの製品に適しています。

高信頼性

SBCの構造はシンプルかつフォームファクタ(形状)が規格化されており、SBCの世代交代時の物理的干渉などのリスクを回避することも可能です。また、必要な機能を1枚の回路基板で構成していることで振動にも強く、厳しい環境下での使用にも適しています。

このような優れた性能から、交通信号の制御装置やアンチロック・ブレーキ・システムなど、高い信頼性が求められる製品にSBCは採用されています。

小型・フレキシブル

SBCは小型に設計されています。これにより、スペースが限られた機器にSBCを組み込むことができます。電子機器の小型化を求める消費者が増えている中、SBCは理想的で、かつ拡張性のあるソリューションです。例えば、ドローンのように、重量とサイズがキーファクタとなる製品を想定してください。SBCは消費電力が少ないため、熱対策もシンプルに対応でき、その結果、製品を軽量かつ小型化することが可能となります。

システムに「**知能（頭脳）**」を簡単に追加

SBCは、システムに知能（頭脳）を追加するプロセスを簡素化します。これによりロボットメーカーはロボットのコア機能の開発にリソースを集中することができます。特殊なロボットは品質の作り込みが困難です。また、新製品の開発の度に新しいオリジナルのボードを設計することは、費用対効果の面から得策ではありません。SBCを利用すれば、ロボットメーカーは複数の製品で同じSBCを流用することもでき、さらにはSBCをより強力なハードウェアに変更することでシステム（頭脳）を簡単にアップグレードすることができます。

コスト削減

SBCは、必要な機能に絞り込み仕様を決定しているため、ムダのものがなくコストを抑制できます。また、SBCの人気に伴い生産量が急増している結果、規模の経済性に従いコスト低減の効果もあります。

ソフトウェア開発が容易

SBCは、ボード上で直接ソフトウェアを開発することができます。これは、CPU(マイクロプロセッサ)、メモリ、入出力インタフェース、オペレーティングシステムが1枚の回路基板上に構築されているためです。

SBCを装置の制御部として使う

SBCを使用することで、組み込みコントローラ的设计、試作、テスト、製造にかかる費用を削減することができます。また、SBCには、必要なパワーレギュレーション回路が搭載されているという利点もあります。



画像引用 : Adobe Stock

今後の展開

ロボット産業は急速に成長し、常に進化し続けています。これは、技術の自然な進歩、消費者のニーズの変化、そして感染症の世界的大流行(パンデミック)のようなこれまで想像もできなかった外的要因によるものです。組織も個人も、生産性を向上させ、生活を楽にするために、ロボットの活用に注目しています。

自動運転車、協働ロボット、家庭用ロボット、配送用ドローンなどの革新的な技術は、私たちが暮らす社会を根本的に変えるでしょう。その過程で、ロボット技術は、地球温暖化や公衆衛生上の危機など、現代の最も重要な課題を解決し、人類を助ける可能性を秘めています。

ロボットメーカーは、従来の技術による製造上の限界、環境上の限界、そして来るべき第5次産業革命の鍵となる人間とロボットのコラボレーションの向上など、今後も様々な課題に直面するでしょう。

組込み用シングルボードコンピュータ(SBC)は、1枚の回路基板で構築された完全なコンピュータです。SBCは、標準的なコンピュータの大半の機能を提供しますが、さらに多くの利点があります。SBCは、エネルギー効率がが高く、実装が容易で、コスト効率が高く、過酷な環境下での信頼性が高く、スペースが限られた製品に最適で、システムに知能(頭脳)を追加するプロセスが簡素化され、組み込みコントローラの設計、試作、テスト、製造にかかるコストが不要になります。これらの理由から、SBCは、ロボットメーカーが直面している課題を克服するために重要な役割を果たすと考えています。

私たちアドバンテックにはビジョンがあります。それは、AIやIoTハードウェアによる社会や産業の課題解決を通じて、よりインテリジェントでサステナブルな地球・社会環境を実現することです。

私たちアドバンテックは、IoTインテリジェントシステムと組込みプラットフォームの分野におけるグローバルリーダーとして、IoT、ビッグデータ、AIのトレンドを牽引し、産業用IoTハードウェアおよびソフトウェアによる課題解決を推進しています。

今回ご紹介しましたロボット関連業界においても、そのテクノロジーパートナーとして、ロボットの可能性を最大化・加速するビジネスエコシステムの構築に取り組んでまいります。

Appendix 製品紹介



第11世代インテルコアプロセッサ

CPU性能 **20%↑**

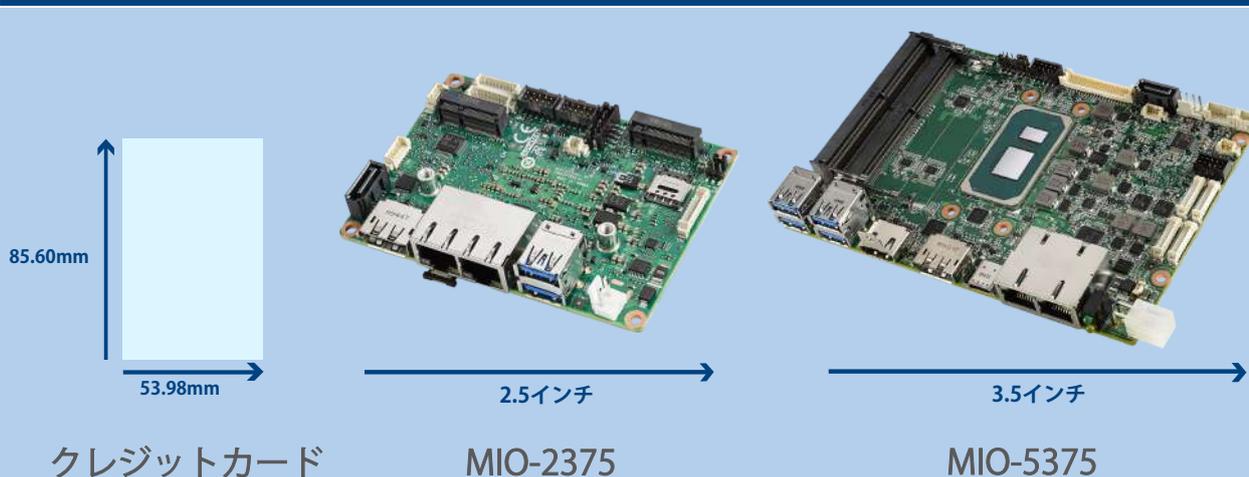
グラフィック性能 **2X**

転送速度 PCIe Gen. **4**

4つの独立表示出力に対応 / 解像度 **8K**

実行ユニット **96**

サイズ比較/仕様



MIO-2375 2.5インチ Pico-ITX

- クアッド / デュアルコアを搭載した第11世代インテルコアプロセッサ、TDP
- 15W IBEC を使用した最大 32GB のLPDDR4x-4267をオンボード
- eDP&DPで2台の独立表示出力に対応、最大8K解像度
- 2x GbE、2x USB3.2、2x USB2.0、2x UART、I2C
- M.2 E-Key / Nano SIM B-Key / PCIe Gen.4 NVMe SSD M-Key (オプション)
- ボードインテリジェンス、ソフトウェア API、WISE-DeviceOn、Edge AI Suite

MIO-5375 3.5インチ SBC

- クアッド / デュアルコアを搭載した第11世代インテルコアプロセッサ、TDP 15W / 28W
- IBEC を使用した最大 64GB のデュアルチャネル DDR4-3200 (SKU)
- LVDS / eDP / HDMI / DP / USB を介した 4つの独立表示出力に対応
- デュアル GbE、4 x USB3.2、USB Type-C、CANBus、4x UART、DC12~24V
- PCIe Gen.4 対応 NVMe SSD (M.2 E-Key、B-Key、M-Key 対応)
- MIOe で PCIe x1 / x2 / x4 をサポート
- ボードインテリジェンス、ソフトウェア API、WISE-DeviceOn、Edge AI Suite