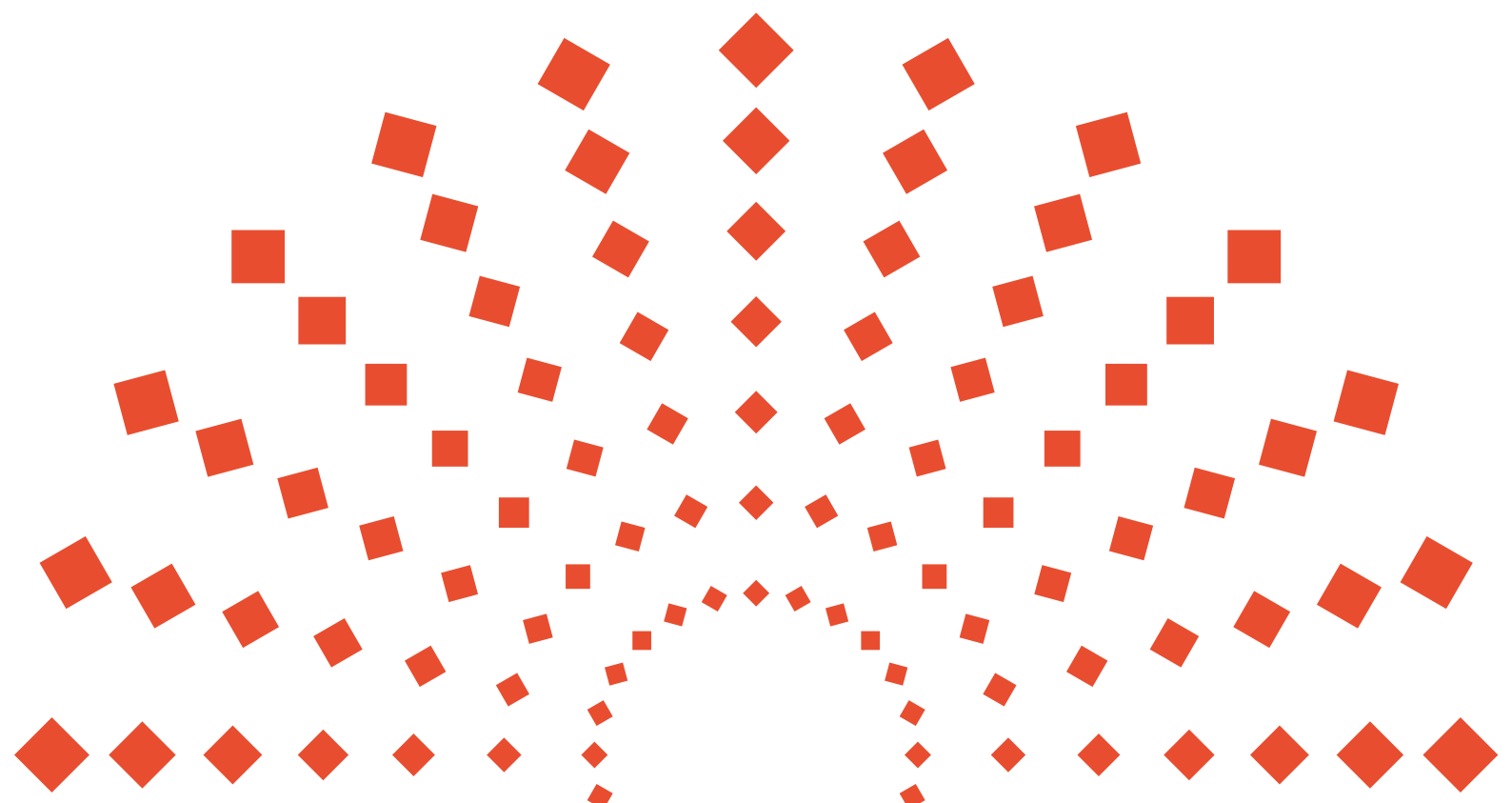


レポート

# Inside the Robot: ロボットアーキテクチャの 実態調査

2026年



序文 .....	2ページ
エグゼクティブサマリー .....	3ページ
構想と能力 .....	4ページ
障壁とリスク .....	7ページ
将来の成功に向けた計画 .....	12ページ
国別の調査結果 .....	17ページ
調査方法 .....	26ページ

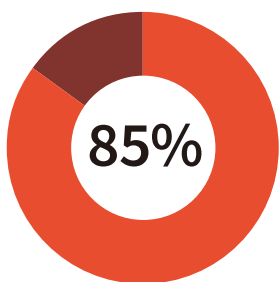
# 序文

## ロボティクスにおけるソフトウェアの役割の進化

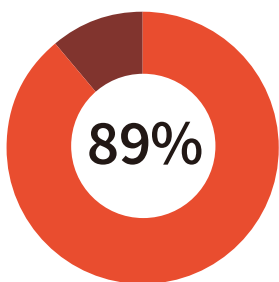
ロボティクスの分野は現在、大きな変革とイノベーションの時代を迎えています。この変革を後押ししているのが、過去20年間で急速に進化した技術と、高度な安定性を備えたフィジカルAIシステムをはじめとする実用段階に達したAIイノベーションの台頭です。

一方、ロボティクスに携わるソフトウェア開発者やエンジニアは、これまで以上に大きな課題に直面しています。彼らは、幅広いユースケースで人と共存するシステムとして安全に活用できるよう、システム全体として予測可能なリアルタイム実行性を確保することが求められています。また同時に、これまでにない高い精度と安全性を担保しつつ、進化し続ける厳格な業界標準や規制に準拠しなければなりません。さらに、絶えず襲いかかるサイバーセキュリティの脅威などの多様なリスク対応も避けては通れません。

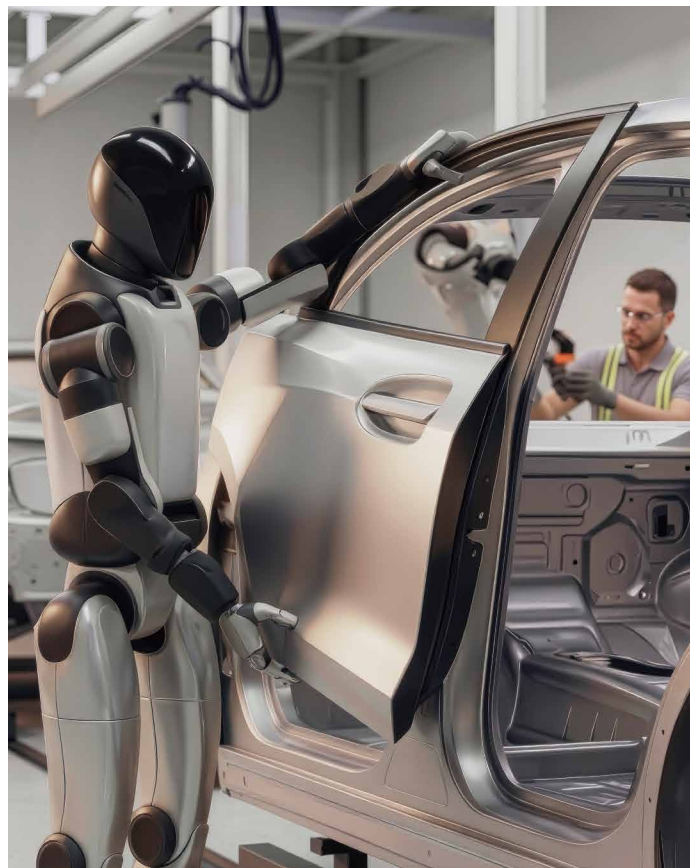
このような背景のもと、ソフトウェアアーキテクチャや開発プロセスの進化に伴い生じている課題をより深く理解するために、北米、ヨーロッパ、アジアで商用ロボティクスプログラムに従事している1,000人のソフトウェア開発者とエンジニアを対象に調査を実施しました。



今後3~5年でソフトウェアがロボティクスに果たす役割が拡大すると見込んでいる開発者とエンジニア



今後3~5年のロボティクス戦略にとってフィジカルAIベースのロボティクスが不可欠だと考えている回答者



これらの回答は、ロボティクスシステムにおけるソフトウェアアーキテクチャの重要性の高まりを裏付けており、将来のロボティクスシステムに求められる要件に対応できるアーキテクチャへの投資の必要性を明確に示しています。調査対象となった7か国すべてにおいて、開発者とエンジニアの10人中8人以上(85%)が、今後3~5年でロボティクスにおけるソフトウェアの役割が拡大すると見込んでおり、さらに約10人中9人(89%)が、この期間には、フィジカルAIを活用したロボティクスが自社のロボティクス戦略にとって不可欠になると考えています。

今回の調査結果では、ロボティクスの新たな時代の入り口にあって、戦略やプロセスの見直しに取り組むイノベーションの担い手たちがしのぎを削っている業界の姿が浮き彫りになりました。不確実性があるものの、同時に非常に刺激的な時代でもあります。



**Jim Hirsch**  
Vice President, IoT Sales, EMEA and North America - GEM, QNX

## エグゼクティブサマリー

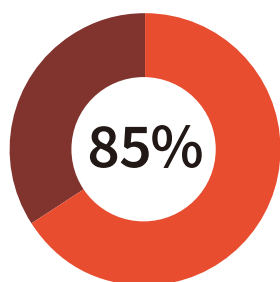
安全コントローラ、ビジョンシステム、メインコンピューター、ならびにマイクロコントローラで構成されるハイブリッドアーキテクチャがロボティクスのソフトウェアアーキテクチャの主流になっています。

### 64%

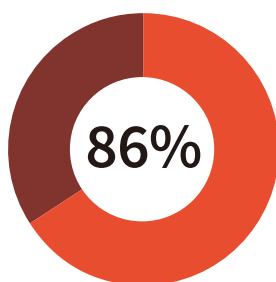
ハイブリッドアーキテクチャを使用している回答者の割合

## 10社中9社

何らかのリアルタイム処理またはセーフティクリティカルなタスクの実行に、汎用OSを使用している企業の割合（今後スケールアップの要求が高まるにつれて、このアプローチは持続不能となる可能性あり）。



すべての回答者のうちの割合



汎用OSを使用している回答者のうちOSの変更を検討している割合

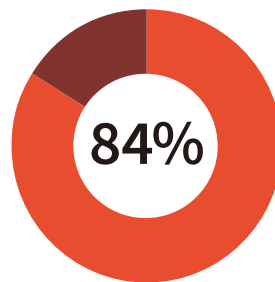
すべての回答者のうち85%が汎用OSを使用していると回答。回答者のうち86%が性能、セキュリティ、スケーラビリティ、統合、コストなどに関する懸念を理由に、現在のOSの変更を検討しています。

### 対応が最も難しい規制/業界標準

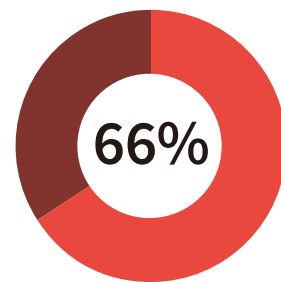
🔒 サイバーセキュリティに関する規制要件 **51%**

🔧 自動運転およびロボティクスシステムに関する機能安全規格 **49%**

📋 ロボティクスに関連するAI/機械学習に対する規制 **44%**



納期と予算を守るよう求められるプレッシャーにより、ロボティクス開発者が安全性などの重要な要素にまつわる妥協を強いられるおそれがあると考えている回答者の割合



業界固有の認証取得への対応が原因でプロジェクトが遅延したことがあると答えた回答者の割合

### 将来の見通し

### 89%

今後3～5年の間にフィジカルAIを活用したロボティクスが自社のロボティクス戦略に不可欠であると考えている回答者の割合

### 85%

今後3～5年でロボティクスにおけるソフトウェアの役割が拡大すると見込んでいる回答者の割合

### 95%

予測可能なリアルタイム実行性の確保が自社にとって重要であると答えた回答者の割合（全世界）

### 99%

米国

### 98%

中国

### 97%

英国

これらの懸念が当面の間続くことが確実視されるため、仮想化およびリアルタイム性の要件に対応でき、かつ関連するすべての規制に準拠できるスケーラブルな基盤ソフトウェアアーキテクチャへの投資は、きわめて妥当な判断と言えます。

## 目的に適合しているか？

### ロボティクスシステムに向けた構想と現在の能力との乖離

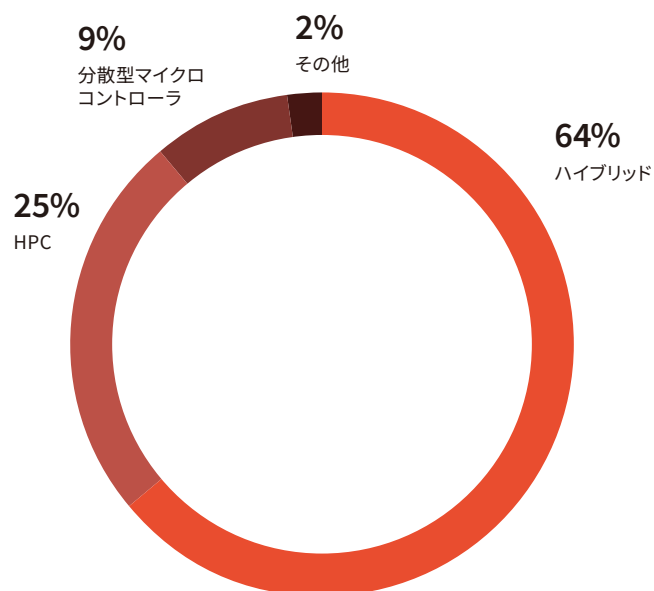
開発者やエンジニアが、精度、効率性、安全性に関して前例のない要件を満たすシステムの構築に取り組む中で、ロボティクスは大きな転換期を迎えています。今回の調査は、北米、ヨーロッパ、アジア太平洋地域で現在使用されているロボティクスの特性と能力を明らかにしています。同時に、リアルタイム処理の予測可能性 (real-time determinism) に基づいて、フィジカルAIやその他の新興技術の能力を活用する機能を備えた次世代ロボティクスシステムの開発に携わるソフトウェア開発者やエンジニアが直面している課題も浮き彫りにされました。

### ロボティクスシステムの約3分の2がハイブリッドアーキテクチャ

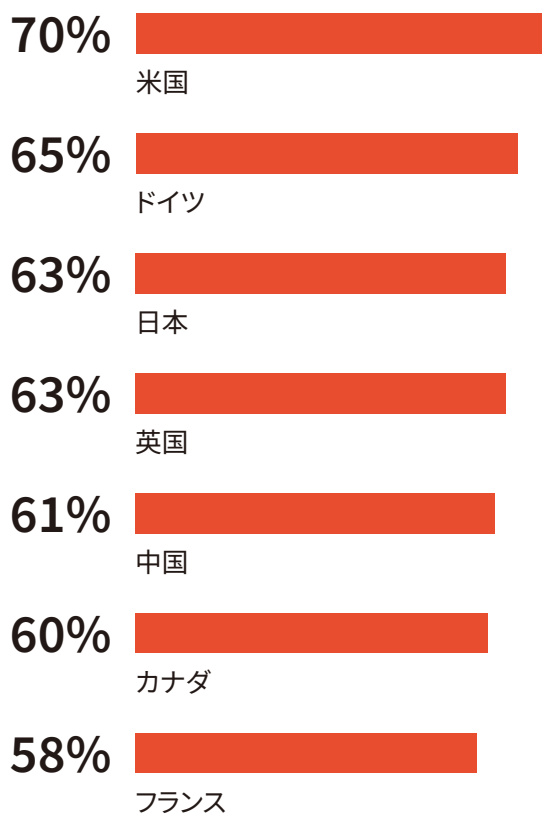
安全コントローラ、ビジョンシステム、メインコンピューターならびにマイクロコントローラで構成されるハイブリッドアーキテクチャは、ロボティクスシステムを支えるアーキテクチャとしてきわめて一般的であり、回答した企業の64%が採用しています。この割合は米国で最も高く、アーキテクチャの70%がハイブリッドです。最も低いフランスでも58%の企業がハイブリッドアーキテクチャを採用しています。一方、中央集約型のHPCアーキテクチャを採用している企業は、調査対象の7か国全体で25%にとどまっていますが、中国では35%が採用しています。



### 現在採用されているシステムアーキテクチャ



### 国別のハイブリッドアーキテクチャの採用率



## ハードウェア開発より多くのリソースを消費する傾向があるソフトウェア開発

ハイブリッドアーキテクチャはシステムの能力を向上させますが、複雑性やリスクの増大をもたらす可能性もあります。そのため、企業はロボティクスのハードウェアよりソフトウェアの開発に、より多くの時間とリソースを費やす傾向があります。回答者の約10人中4人(39%)がこの傾向を認めており、ハードウェアの方がより多くの時間とリソースを消費すると答えた割合は20%にとどまっています。また、回答者の29%はソフトウェアとハードウェアの間で開発リソースがほぼ均等に配分されていると回答しています。

回答は国によって異なります。米国の企業はソフトウェア開発が主導的になる傾向が最も強く、一方カナダとドイツでは、ハードウェアとソフトウェアに開発リソースを均等に配分する企業の割合と、ソフトウェアを優先する企業の割合がほぼ同程度となっています。中国では、他地域と比べて、より多くの時間とリソースをハードウェア開発に費やす傾向が見られますが、それでも、ソフトウェアが優先される傾向が依然として強くあります。



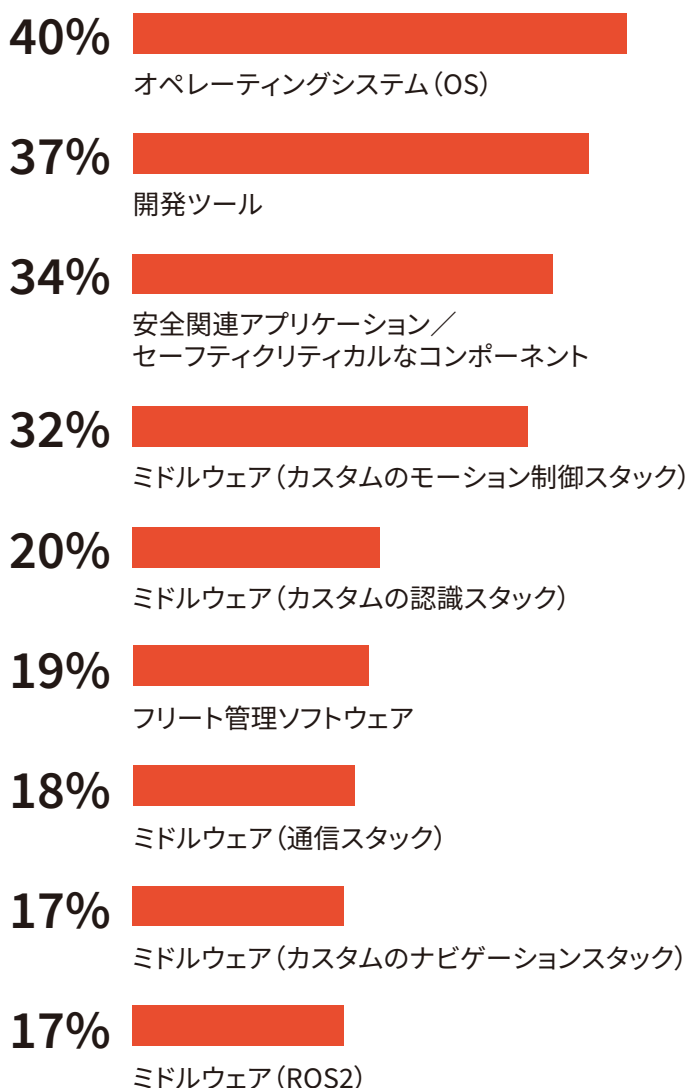
## これまでに、エンジニアリングの時間やリソースを主にソフトウェア、ハードウェアのどちらの開発に費やしてきましたか？

	平均	米国	英国	ドイツ	フランス	日本	中国	カナダ
ソフトウェア開発	39%	43%	33%	42%	41%	42%	38%	29%
ハードウェア開発	20%	15%	22%	12%	25%	23%	32%	22%
ほぼ均等	29%	26%	32%	42%	27%	29%	20%	29%
用途によって異なる	11%	16%	13%	4%	7%	6%	10%	20%

## 開発を複雑化させているロボティクスのソフトウェアアーキテクチャの要素

自社のロボティクスシステムで最も重要なソフトウェアコンポーネントは何かを尋ねたところ、回答者が挙げたのは、多い順に、オペレーティングシステム (OS) (40%)、開発ツール (37%)、安全関連アプリケーション (34%)、モーション制御機能を担うカスタムミドルウェア (32%) でした。回答は国によって大きく異なっており、ロボティクスのソフトウェアスタック内の多様な要素の開発に携わり、それに伴うリスクを管理することが開発者にとって課題となり得ることを示しています。

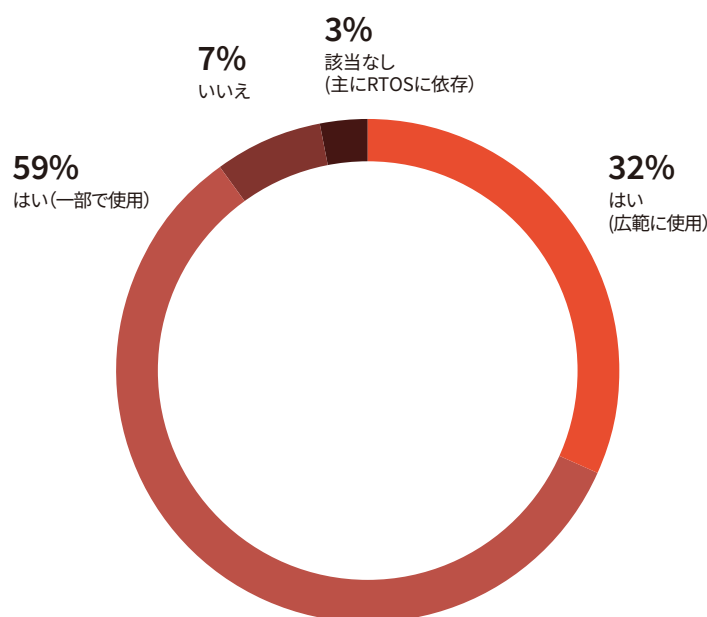
## 企業のロボティクスシステムにおいて最も重要なソフトウェアコンポーネント



## 将来のロボティクスシステムの理想と現行システムの現状との乖離

回答者の10人中9人以上 (91%) が、自社ではLinuxなどの汎用OSを使用して、何らかのリアルタイム処理またはセーフティクリティカルなタスクを実行していると回答しています。また、約3人に1人 (32%) が、それを「広範に」行っているとしています。

## 現在、リアルタイム処理またはセーフティクリティカルなタスクの実行に、Linuxなどの汎用OSを使用していますか？



ロボティクスにおいて安全でセキュアかつ予測可能なリアルタイム性能に対する要求が急速に高まりをみせている中で、汎用OSへのこのような依存が広範に及んでいる現状は、企業がロボティクスシステムの将来に向けて描く構想と、現状のソフトウェアアーキテクチャとの間で乖離が広がりつつある状況を浮き彫りにしています。次のセクションで説明するように、この乖離はまた、フィジカルAIをはじめとする新興ロボティクス技術の能力を企業が十分に活用するうえで制約となる他の要因とも関連しています。



## アーキテクチャ、規制、性能の乖離、 予算の逼迫

### ロボティクスの性能と開発を阻害する障壁とリスク

#### 不備のあるソフトウェアアーキテクチャが もたらす影響

現在のロボティクスシステムが実環境で発揮する性能を制約している最も大きい要因は何かを尋ねたところ、回答者の多くが挙げたのがソフトウェアアーキテクチャと統合でした。全体の4人に1人以上(27%)がこれを主要な要因として挙げており、米国(35%)、中国(34%)、英国(33%)ではその割合が3人に1人以上に達しています。

#### 現在のロボティクスシステムの実環境における 性能を制約している最大の要因

27% ソフトウェアアーキテクチャおよび統合

21% 規制または導入上の制約

20% データの可用性または品質

16% ハードウェアの性能

14% センサーの品質

アーキテクチャ関連の課題が開発チームに影響を及ぼすことが多いと、多くの回答者が指摘しています。その内容は、デバッグやメンテナンス負担の増大(全体の51%、中国70%、米国60%)、上級エンジニアや専門エンジニアへの依存度の高まり(43%)、機能開発のスピード低下(43%)などです。

#### アーキテクチャ関連の課題が開発チームに 及ぼす主な影響

40%

デバッグやメンテナンス負担の増大

37%

上級エンジニアや専門エンジニアへの  
依存度の高まり

34%

機能開発のスピード低下

32%

ソフトウェアを拡張・再利用する能力の低下

20%

納期未達

19%

大きな影響はない

ソフトウェア開発プロセスで直面する最大の課題として最も多くの回答者が挙げたのは「統合の複雑さ」でした。全体の42%がこのように回答しており、日本と米国ではその割合が49%に上ります。次いで多かったのが「デバッグとテスト」で、41%の回答者が課題として挙げており、中国では60%が課題であると回答しました。

これらの調査結果はすべて、ソフトウェアアーキテクチャがロボティクスシステムの品質、導入スピード、性能を左右する、きわめて重要な戦略的要因であり、アーキテクチャが開発の下流工程に甚大な影響を与える問題であることを示しています。

## 開発とシステム性能を阻害している規制上の制約

ロボティクスシステムの性能と開発を阻害している第二の主な障壁は規制です。既に述べた通り、規制や導入上の制約はロボティクスシステムの実環境における性能を制約する要因として2番目に多く挙げられており、特にフランス、ドイツ、カナダでは最大の要因になっています。また、規制への準拠は、ロボティクスのソフトウェア開発プロセスにおける課題としても3番目に多く挙げられています。

調査対象となった各国の多くの回答者が、サイバーセキュリティ、安全性、AIおよび機械学習、データに関するさまざまな規制への対応が自社のロボティクスチームにとって課題となっていると回答しています。例えば、中国では回答者の3分の2(67%)がロボティクスおよび自律システムに関する機能安全規格を課題として挙げており、英国では約10人中6人がサイバーセキュリティ(59%)およびAI/機械学習(58%)に関する規制を課題として挙げています。

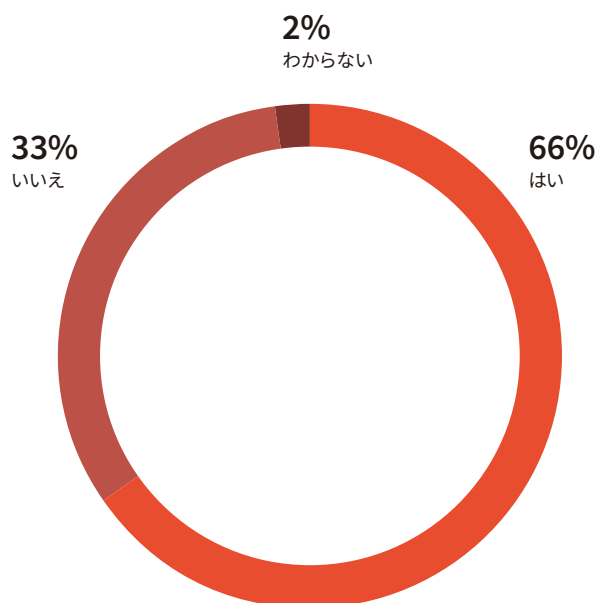
## 対応が最も難しい規制/業界標準

	サイバーセキュリティに関する規制要件	51%
	ロボティクスおよび自律システムに関する機能安全規格	49%
	ロボティクスに関連するAI/機械学習に対する規制	44%
	人とロボットの相互作用および協働ロボットの安全性	38%
	データプライバシーおよびデータの取扱いに関する規制	37%

## 遅延の大きな要因になり得る認証要件

回答者の3分の2(66%)が、業界固有の認証要件を直接の原因とするプロジェクトの遅延を経験したことがあると報告しており、この割合はドイツ(70%)および英国(69%)では約10人中7人に上ります。この結果は、認証が単なる付随的な作業ではなく、ロボティクス開発のスケジュールに対する構造的な制約になっていることを示しています。

## 業界固有の認証を取得する必要があったためにプロジェクトが遅延したことがありますか？



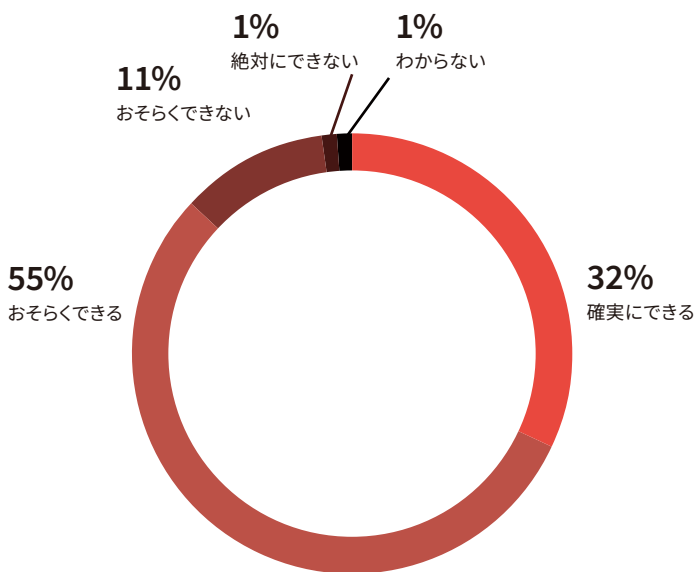
多くの組織にとって最も効果的な対策はアーキテクチャに関するものです。具体的に言えば、セーフティクリティカルなシステムでの展開を前提に設計された事前認証済みのソフトウェアコンポーネントを再利用することです。このアプローチにより、認証に要する期間を短縮できると同時に、統合リスクや継続的なメンテナンス負担を低減することもできます。



### 回答者の大多数が急速に進化する技術に規制が対応していくと見込んでいる

大半の回答者は、ロボティクスにおけるイノベーションと増大し続ける複雑性に歩調を合わせる形で規制の枠組みもすばやく進化する予想しています。約10人中9人(87%)が、こうした枠組みの進化は「確実に可能」または「おそらく可能」であると考えており、米国ではその割合が95%に達しています。また、平均で7か国全体の32%が、これらの変化に規制が「確実に」対応できると考えています。

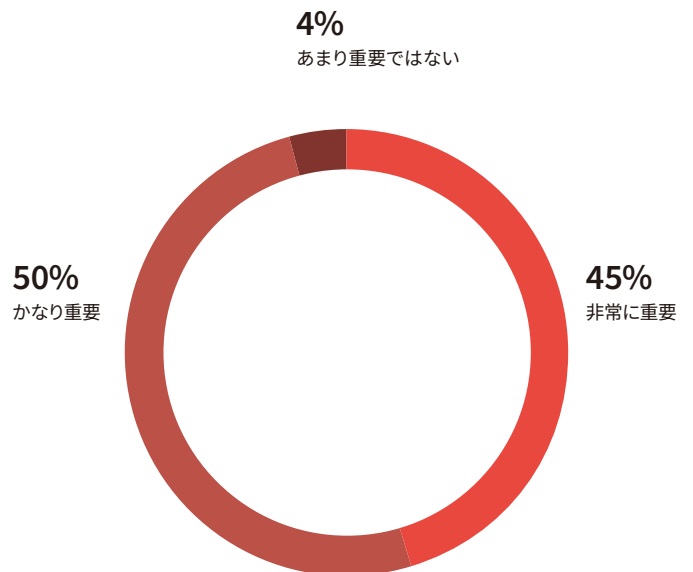
### 規制の枠組みは、ロボティクスシステムにおけるイノベーションと複雑性の増大に対応して、現実的に十分な速さで進化できると思いますか？



### 予測可能なリアルタイム実行に対する要求

実環境における予測可能なリアルタイム実行など、ますます高度化するユースケースの要件を満たすロボティクスシステムの構築・導入の必要性から、規制への準拠はさらに困難になっています。回答者の95%が、予測可能なリアルタイム実行は自社にとって「非常に重要」(45%)または「かなり重要」(50%)であると回答しています。この割合は、米国では99%、中国では98%、英国では97%に上ります。

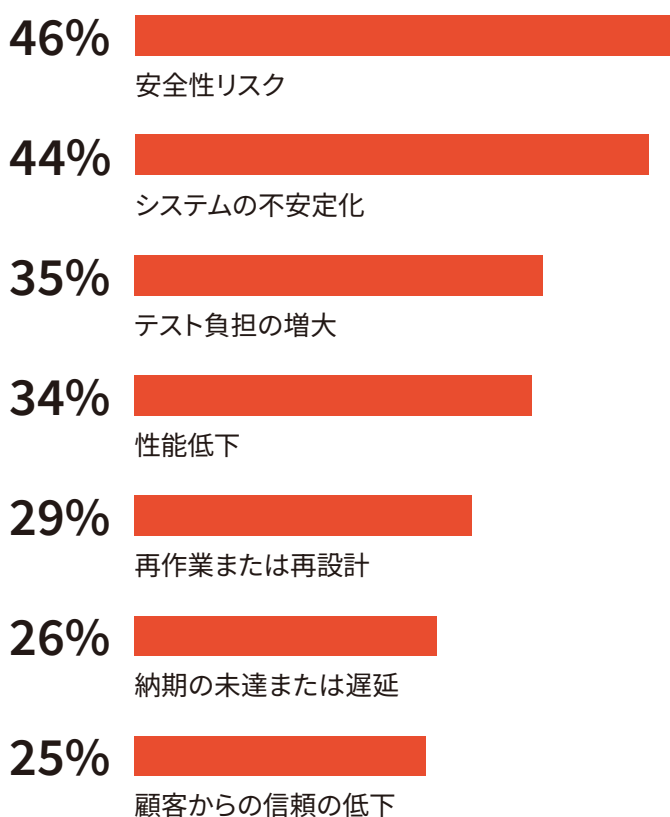
### 貴社が開発するロボティクスシステムにおいて、予測可能なリアルタイム実行はどの程度重要ですか？



## 非予測可能なシステム挙動に関連するリスク

ロボティクスプロジェクトにおいて非予測可能なシステム挙動がもたらす影響について回答者に尋ねたところ、最も多く表明された懸念は、安全性リスクの増大とシステムの不安定化であり、いずれも回答者のほぼ半数によって指摘されました。また、3人に1人以上がテスト負担の増大や性能低下も指摘しています。

### ロボティクスプロジェクトにおいて非予測可能なシステム挙動がもたらす最大の影響は何ですか？

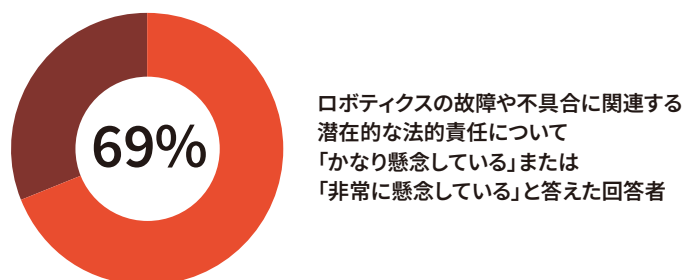
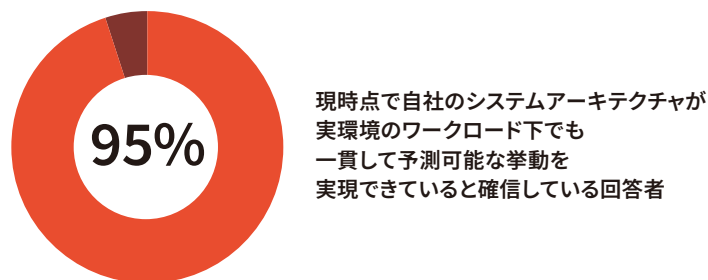


リアルタイムの予測可能性が重要であると答えた回答者のうち、ほぼ全員(95%)が、自社のシステムアーキテクチャは実環境のワークロード下でも一貫して予測可能な挙動を実現していると確信しています。しかし、今後3~5年の間に、より負荷の高いリアルタイム処理に対応するために、現在のソフトウェアアーキテクチャをどの程度拡張できるかについて尋ねると、その自信は揺らいでいます。

現在のアーキテクチャが「大幅に」拡張可能であると確信している回答者は25%にとどまり、58%は「ある程度」拡張可能であると考えています。拡張性に関する自信は、中国、英国、米国で比較的高く、日本で最も低くなっています。

この乖離は、現在のロボティクスシステムにおける予測可能性が、将来の拡張を見据えて設計されたアーキテクチャによってではなく、慎重な制約の設定や最適化によって実現されていることを示唆しています。

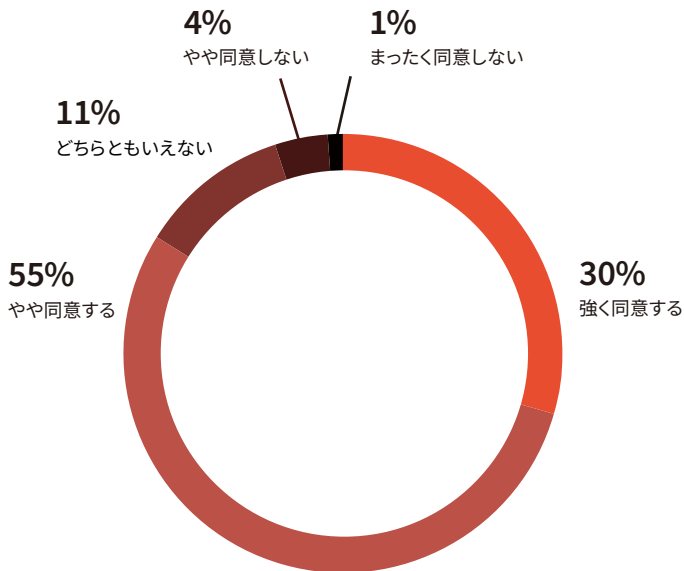
システムの能力、拡張性、規制対応に関するこうした懸念から、回答者の約10人中7人が、ロボティクスの故障や不具合に関連する潜在的な法的責任について「かなり懸念している」または「非常に懸念している」と回答しています。この懸念は英国(80%)、日本(78%)、米国(77%)で特に高くなっています。さらに、ロボティクスシステムに関わる故障や不具合について最も大きい責任を負うべき主体は誰かを尋ねたところ、回答者の32%が製造業者を挙げ、次いでソフトウェア提供者(22%)、システムインテグレーター(20%)が続きます。



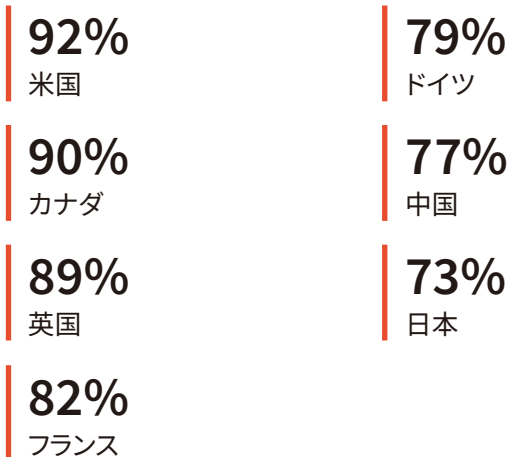
## 予算上の制約がさらなる負担となっている

納期や予算に関するプレッシャーによってロボティクス開発者が安全性を含む重要な要素での妥協を強いられる可能性があることを回答者の大多数(84%)が認めていることは、急速な技術革新が進む現在の環境を考えれば驚くにあたりません。この見解に「強く同意する」と答えた回答者の割合は、30%に上ります。また、国別で見ると、米国(92%)、カナダ(90%)、英国(89%)では、約10人中9人がこの見解に同意しています。

ロボティクス開発者は、納期と予算を守るためのプレッシャーによって、安全性などの重要な要素での妥協を強いられる可能性が有ると思いますか？

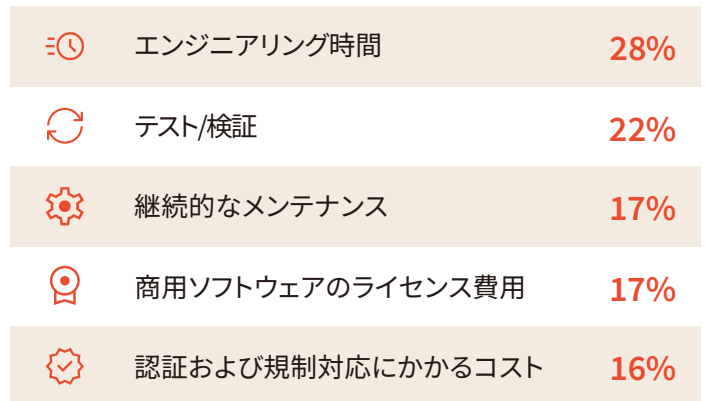


## 国別で見た「同意する」と答えた回答者の割合



ロボティクスシステムの開発におけるソフトウェア関連コストの中で最大のものは何かを尋ねたところ、最も多かったのはエンジニアリング時間であり、これを挙げた回答者の割合は他を大きく引き離して28%となっています。次いで多かったのはテスト/検証で、これを挙げた回答者の割合は22%でした。

## ロボティクスシステムにおける最大のソフトウェア関連コストは何ですか？

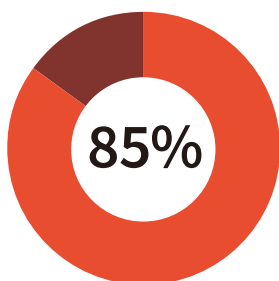


技術的な課題や規制上の要件に加えて、予算面や商業面でのプレッシャーによって、ロボティクスの導入に携わる開発者やエンジニアが直面する困難やリスクは明らかに増大しています。次のセクションでは、コストに対する適切な管理を維持しながら、これらの課題やリスクに対処するための方策を検討します。

## ロボティクスにおける 将来の成功に向けた計画

この章ではロボティクス分野のリーダー企業が、目的に適合し、規制に準拠したシステムの開発および導入に要する時間とリソースを削減するための対策について述べます。

まず、現在、システム開発と性能の両方にきわめて大きな影響を及ぼしているソフトウェアアーキテクチャに関連する課題に対処する必要があります。実際、回答者の85%が今後3～5年でロボティクスにおけるソフトウェアの役割が拡大すると見込んでいます。



今後3～5年でロボティクスにおけるソフトウェアの役割が拡大すると見込んでいる回答者

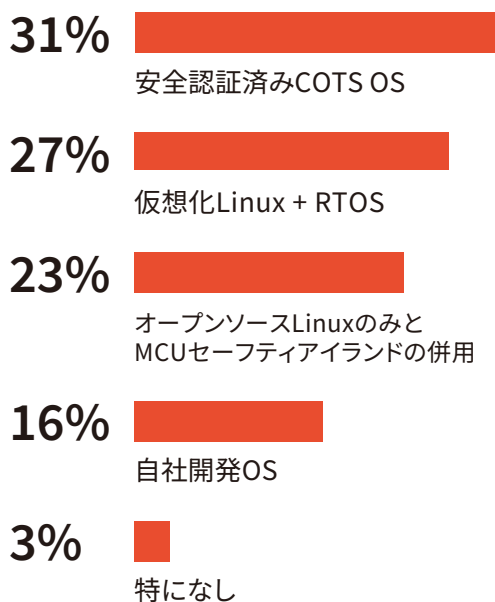


## 最適なOS戦略の選択

ロボティクスシステムがソフトウェア定義型の度合いを高めるにつれて、OS戦略がアーキテクチャ上の意思決定の基盤となりつつあります。OS戦略は、システムが安全に拡張できるか、規制要件を満たせるか、異なる重要度が混在するワークロードを長期にわたってサポートできるかを左右します。今回の調査結果では、現在、複数の戦略の併用が開発者のニーズを満たしていることが示されました。最も多い選択肢は安全認証済みの商用の既製品 (Commercial off-the-shelf = COTS) OSで、企業の31%のニーズを満たしています。世界全体では回答者の91%が今もなお、セーフティクリティカルなタスクの実行に汎用OSを使用しているにもかかわらず、安全認証済みの商用OSは、フランス、ドイツ、日本、米国で最も一般的な戦略の選択肢になっています。

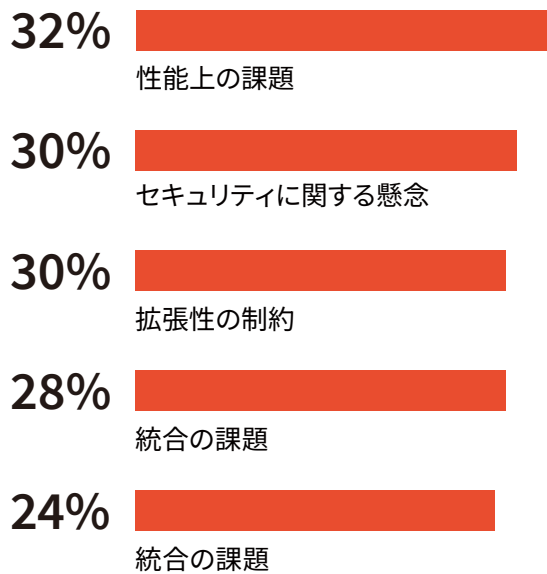
仮想化LinuxとリアルタイムOS (RTOS) を組み合わせた戦略は、回答者全体の27%が採用しており、カナダ、中国、英国で最も頻繁に採用されている戦略です。さらに、企業の23%は、オープンソースのLinux OSとマイクロコントローラ上のセーフティア일랜드を組み合わせて使用しています。

## 現在のニーズに最も適している オペレーティングシステム戦略はどれですか？



回答者の10人中8人以上(85%)が現在のOSの変更を検討する可能性があり、汎用OSを使用している回答者の86%がOSの切り替えに前向きです。変更を検討する理由は、性能上の課題、セキュリティ、拡張性、統合、コストに関連する懸念です。

### 既存のオペレーティングシステムの変更を検討する可能性がある主な理由の上位5項目



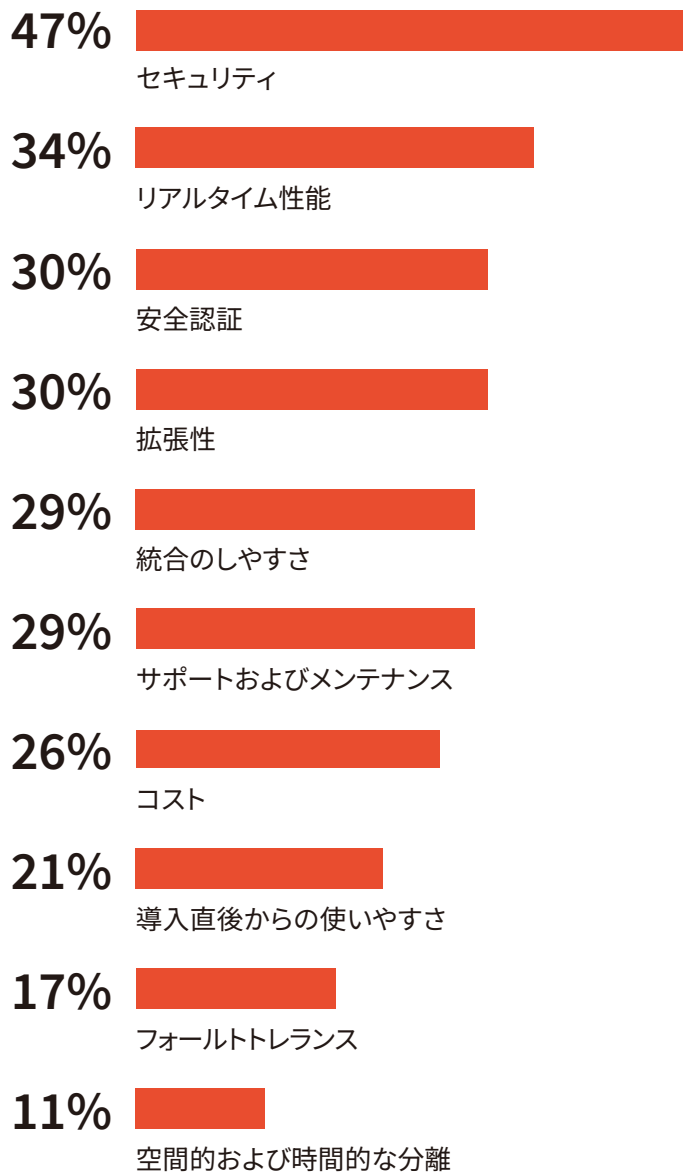
\*既存のオペレーティングシステムの変更を検討する予定の回答者、または検討する可能性がある回答者を対象に行った調査

別のOS戦略へ移行するプロセスは、複雑性やリスクの増大を伴いますが、進化する拡張可能なロボティクスシステムを支える高度なアーキテクチャの潜在力を最大限に引き出そうとしている企業にとっては、不可欠なプロセスと言えるでしょう。

多くの開発者やエンジニアがリアルタイムで予測可能な実行の重要性を認識しているという事実は、まだソフトウェアアーキテクチャにRTOSが組み込まれていない多くの企業がRTOSの機能から恩恵を受ける可能性があることを示しています。

新しいOSを選定する際に最も重要な要因は何かと尋ねたところ、最も多くの回答者が挙げたのはセキュリティでしたが、リアルタイムかつ予測可能な性能、安全認証、拡張性、統合のしやすさに対応する必要性を挙げた回答者もかなりの数に上りました。

### 新しいオペレーティングシステムを選定する際に最も重要な要因

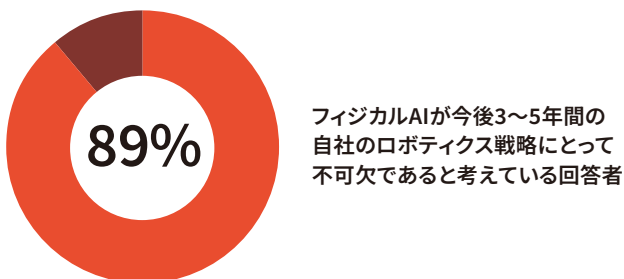
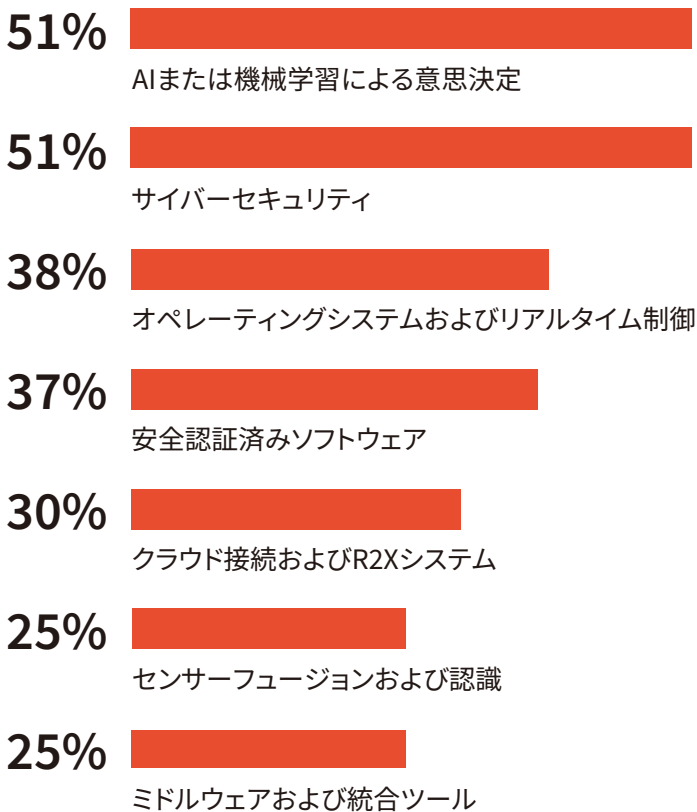


これらの懸念が当面の間続くことは確実であるため、仮想化やRTOSの要件に対応でき、関連する規制への準拠を確保できる拡張可能な基盤ソフトウェアアーキテクチャへの投資は、きわめて妥当な判断といえるでしょう。

## 将来の予算配分の優先事項

今後5年間でロボティクスにおけるソフトウェアの役割が拡大すると見込んでいる85%の回答者のうち、約10人中4人(38%)が、予算配分の意思決定においてオペレーティングシステムとリアルタイム制御が重要な優先事項になると考えています。その一方で、過半数の回答者が予算配分の意思決定で優先される可能性が最も高い分野としてAI／機械学習による意思決定とサイバーセキュリティ機能を挙げています。

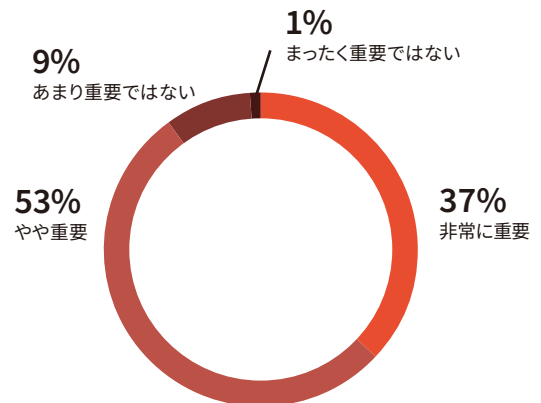
ロボティクスソフトウェアの予算は、今後3～5年でどの分野にシフトすると思いますか？



## ますます高まるフィジカルAIの重要性

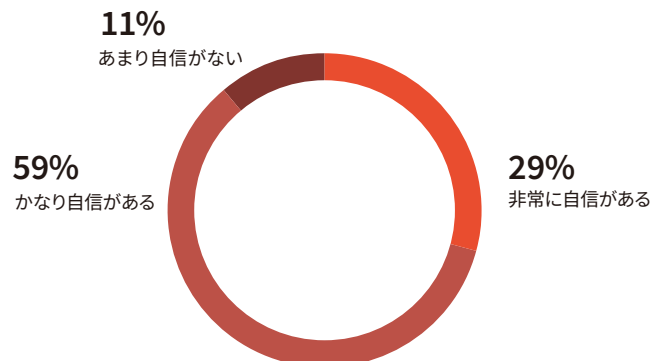
物理環境でロボットが知覚・推論し、自律的に行動することを可能にするフィジカルAIベースのロボティクスが今後3～5年の自社のロボティクス戦略において重要であると認識している回答者は10人中9人(90%)に上ります。この割合は中国では95%であり、中国の約6割(58%)の回答者がフィジカルAIは自社のロボティクス戦略にとって「非常に重要」であるとしています。

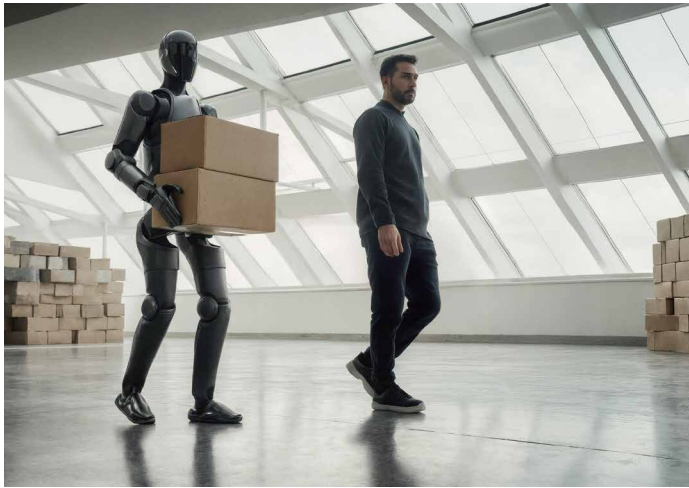
フィジカルAIは今後3～5年間の貴社のロボティクス戦略にとってどの程度重要ですか？



回答者のこの考え方は、他の研究者の見解と一致しています。PwCは、世界のフィジカルAI市場が2030年までに4,300億ユーロ(5,000億米ドル)規模に達する可能性があるとして推定しています(1)。回答者はフィジカルAIの長期的な可能性には自信を示しているものの、実用化の準備状況には、ばらつきが見られます。実環境においてフィジカルAIが安全かつ予測可能な意思決定を行う能力について「非常に自信がある」と回答した割合は、全体の29%にとどまっています。

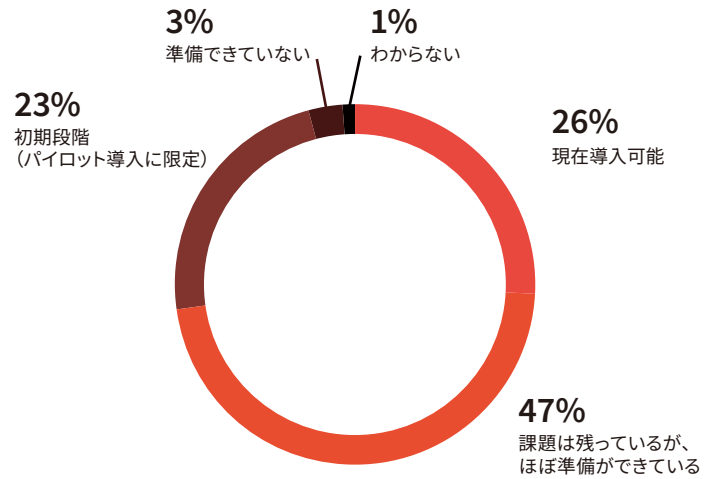
セーフティクリティカルなシナリオにおいて、フィジカルAIロボティクスシステムが一貫性のある予測可能な意思決定を行う能力について、どの程度自信がありますか？



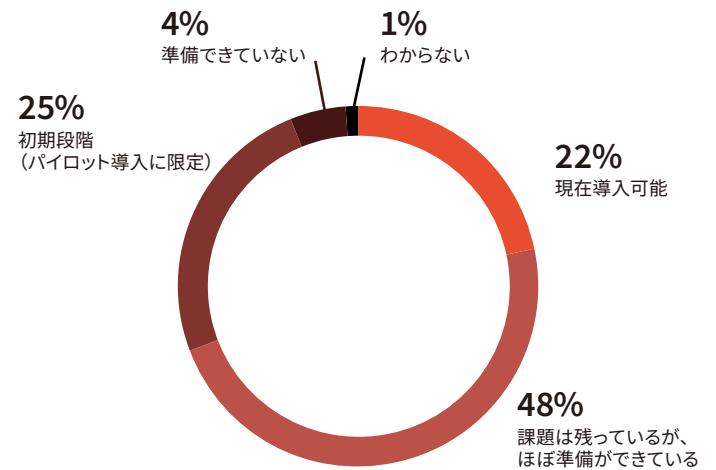


現在、ロボティクス業界は以下の技術を大規模に支える準備がどの程度できていると思いますか？

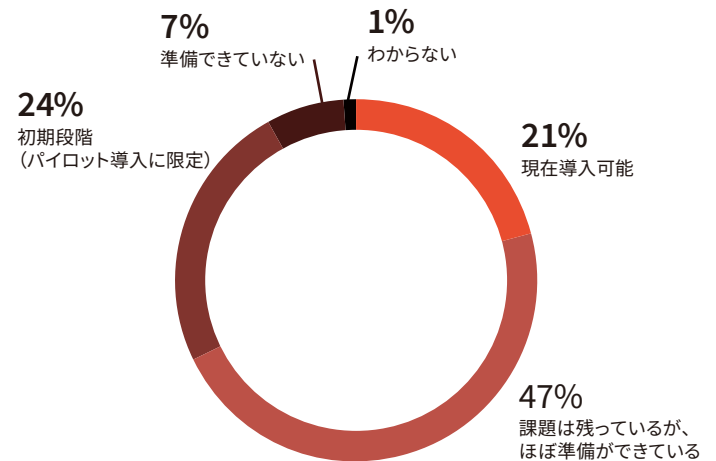
### Robotics as a Service (RaaS) ビジネスモデル



### Robot to Everything (R2X) 接続



### Robot to Everything (R2X) 接続



### 今後3~5年間のロボティクス開発における優先事項

今後3~5年間のロボティクス開発における最優先事項として、AI能力の向上を挙げる回答者が最も多く、その割合はほぼ半数(48%)に上ります。それに次いで多く挙げられた選択肢は、安全認証および規制遵守(36%)、運用効率(32%)、コスト削減(29%)でした。

### 今後3~5年間のロボティクス開発における最優先事項

- 48% AI能力の向上
- 36% 安全認証および規制遵守
- 32% 運用効率
- 29% コスト削減
- 28% ソフトウェアの再利用性

ロボティクス業界がRobotics as a Service (RaaS) ビジネスモデル、Robot to Everything (R2X) 接続、商用または産業用途でのヒューマノイドロボットの活用を支える準備がどの程度できていると思うかについても回答者に質問しました。いずれの項目においても、過半数が「現在導入可能」または「課題は残っているが、ほぼ準備ができている」と回答しています。

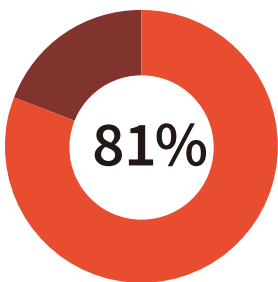


## 懸念と期待

回答者は、ロボティクスの将来についていくつかの懸念を示しています。

### 回答者が挙げた主な懸念

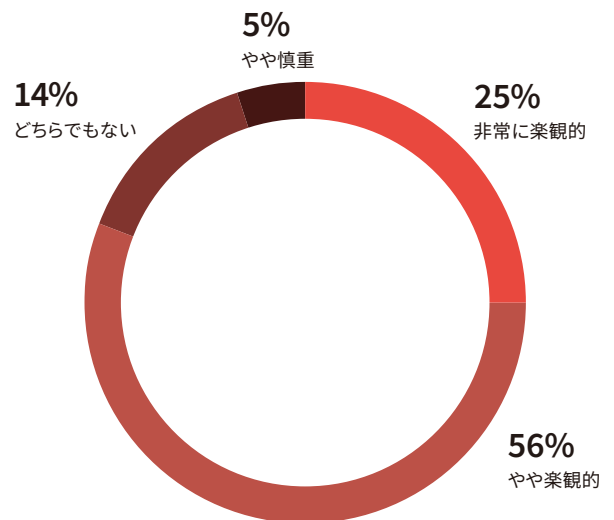
- 45% セキュリティ上の脅威や脆弱性
- 39% 規制やコンプライアンスの負担
- 39% スキル不足
- 32% 消費者の信頼や受け入れ
- 30% イノベーションの進展の鈍化



ロボティクス業界の進展のスピードについて楽観的であると答えた回答者の割合

一方で、回答者の10人中8人以上(81%)がロボティクス業界の進展のスピードについて楽観的であると回答しており、国別に見ると、英国で93%、米国で88%となっています。また、英国では3人に1人以上(38%)、米国では34%、中国では33%が「非常に楽観的」と回答しています。

### ロボティクス業界の進展のスピードに対する回答者の見方



## 地域別の分析結果

### 北米

米国で働くロボティクスのソフトウェア開発者やエンジニアは、ハイブリッド型のソフトウェアアーキテクチャを採用している割合が最も高く、10人中7人がこれに該当します。この割合は全回答者平均の64%と比較して高い水準です。また、ロボティクスシステムの現在の実環境での性能を制約している最も大きい要因としてソフトウェアアーキテクチャと統合を挙げる傾向が最も強く、3人に1人以上(35%)がこれに該当します(7か国全体の平均は27%)。さらに、米国の回答者は、ロボティクスシステムにおいてOSが非常に重要なコンポーネントであると考えている割合も最も高く、58%がこの意見に同意しており、7か国平均の40%を上回っています。

カナダでロボティクスの実環境での性能を阻害する障壁として最も多く挙げられるのは、規制および導入上の制約であり、それに続けてソフトウェアアーキテクチャ、統合、データの可用性/品質が続きます。また、カナダの回答者は、ロボティクスや自律システムに関する機能安全規格、またはAIや機械学習に関する規制を、コンプライアンス上の最大の課題となる規制・基準として挙げる傾向がより強く見られます。

コンプライアンス上の主な課題として米国で最も多く挙げられているのはサイバーセキュリティ要件です。機能安全規格が僅差でそれに続いています。米国におけるこの割合は中国を除く他のどの国よりも高くなっています。

米国の回答者のほぼ全員(99%)が、自社で開発するロボティクスシステムにおいて予測可能なリアルタイム実行が重要であると回答しており、そのうち61%が「非常に重要」であるとしています。どちらの割合も調査対象国の中で最も高く、全体の平均はそれぞれ95%と45%でした。カナダの回答者は、今後3~5年でAI/機械学習による意思決定へとロボティクスソフトウェアの予算がシフトすると考える傾向が中国を除く他のどの国よりも強くなっています。




米国およびカナダの回答者には「ロボティクス開発者に対して納期や予算の達成を求めるプレッシャーが安全性などの重要な要素における妥協につながる可能性がある」という見解に同意する強い傾向が見られます。米国では92%、カナダでは90%がこの見解に同意しており、全体の平均値の84%を上回っています。

## 10人中9人以上




時間や予算に関するプレッシャーが、安全性など、システムの重要な側面においてロボティクス開発者が妥協を強いられる原因になり得ると考えている北米の回答者の割合

### 遵守が最も難しい規制または業界標準

#### 米国

	サイバーセキュリティ要件	57%
	ロボティクスおよび自律システム向けの機能安全規格	55%
	ロボティクスに関連するAIおよび機械学習の規制	48%

#### カナダ

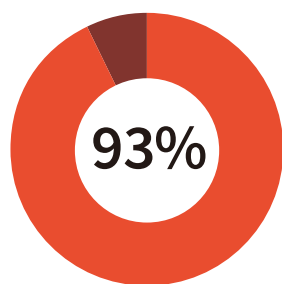
	ロボティクスおよび自律システム向けの機能安全規格	48%
	ロボティクスに関連するAIおよび機械学習の規制	47%
	サイバーセキュリティ要件	41%

## 英国

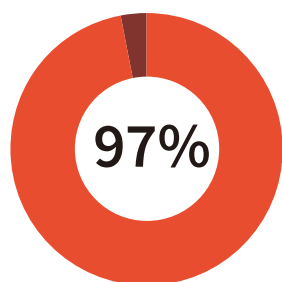
これまでのところ、英国企業の3社に1社(33%)がハードウェア開発よりもソフトウェア開発に多くのエンジニアリング時間とリソースを費やしており、この割合は調査対象7か国の中で2番目に低い水準となっています。一方で、32%は両者に等しくリソースを配分していると回答しています。

しかし、約10人中9人(89%)が今後3~5年の間にロボティクスにおけるソフトウェアの役割が拡大すると見込んでいます。また、33%が、現在のロボティクスシステムの実環境での性能を制約している最大の要因はソフトウェアアーキテクチャと統合であると回答しています。この割合は米国と中国に僅差で続くものとなっており、ロボティクスシステムの成功においてソフトウェアの重要性がますます高まっていることを英国の回答者が理解していることを明らかにしています。

英国は、自社の現在のアーキテクチャが実環境のワークロード下でも一貫して予測可能な動作を実現できていることについて回答者が最も強い自信を示している国の一つであり、97%が自信があると回答しています。一方で、サイバーセキュリティとAI/機械学習の両方に関する規制への対応が大きな課題であると考えている割合も他国より高く、約6割(それぞれ59%および58%)がそのように回答しています。これは、全回答者平均の51%および44%を上回っています。



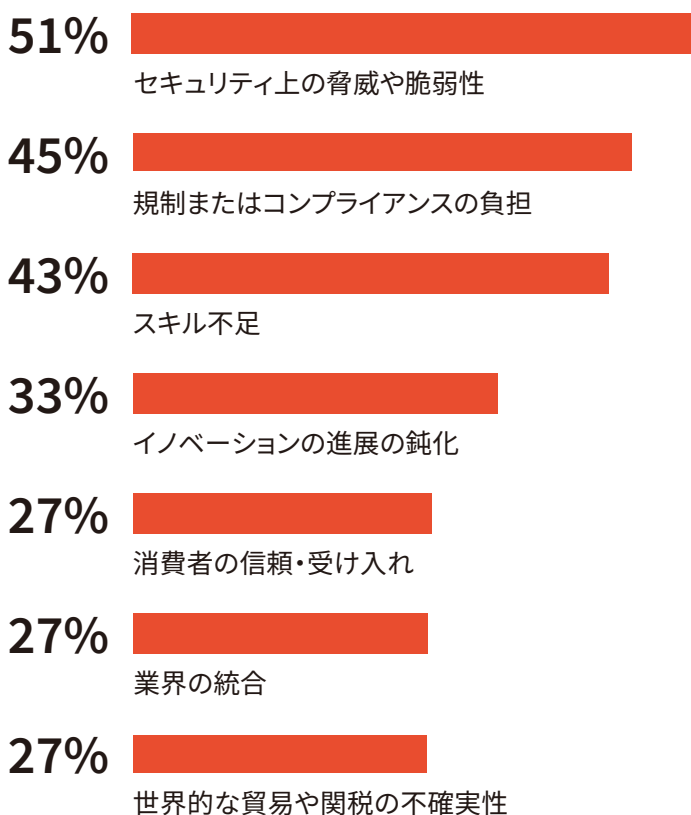
ロボティクス業界の進展のスピードについて楽観的である英国の回答者



自社の現在のアーキテクチャが実環境のワークロード下でも一貫して予測可能な動作を実現できていると自信を持っている英国の回答者

これら2つの規制上の課題への関心は、より広い範囲の懸念にも反映されています。英国の回答者は、ロボティクス開発の将来における課題として規制遵守を挙げる割合が他国よりも高くなっています。また、セキュリティ上の脅威や脆弱性を主な懸念として挙げる傾向も強く、中国に次いで高い水準となっています。

### ロボティクス業界の将来について最も懸念される要因は何ですか？



こうした課題があるにもかかわらず、英国の回答者はロボティクス業界の進展のスピードについて非常に楽観的です。回答者の93%が楽観的であると回答しており、調査対象者全体の81%を上回っています。そのうち、38%は「非常に楽観的」と回答しています。

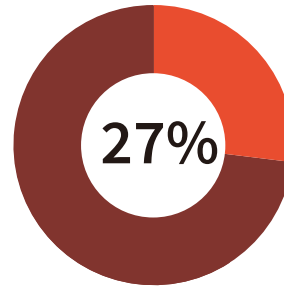
## フランス

フランスの回答者は、ソフトウェア開発プロセスにおける大きな課題として規制遵守の必要性を挙げる傾向が他国よりも強く、その割合は43%に上ります。この割合は、開発サイクルの長期化(38%)や統合の複雑さ(31%)といった他の課題を上回っています。

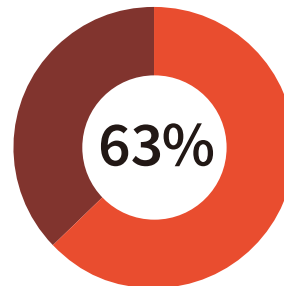
また、現在のロボティクスシステムの実環境での性能に対する最も大きな制約になっている要因として、規制または導入上の制約を挙げる割合も他国より高く、27%となっています(全回答者の平均は21%)。



フランスの開発者およびエンジニアは、ロボティクスシステムの実環境での性能に対する最も大きな制約になっている要因として規制または導入上の制約を挙げる傾向が他国と比べてより強く見られます。



現在のロボティクスシステムの実環境での性能に対する最も大きな制約になっている要因として規制または導入上の制約を挙げているフランスの回答者

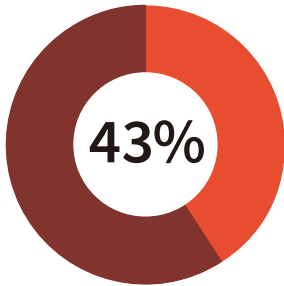


ロボティクスソフトウェアの予算がサイバーセキュリティへシフトすると予想しているフランスの回答者

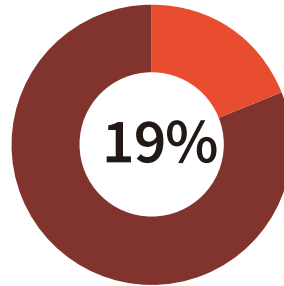
フランスの回答者は、サイバーセキュリティに関する規制への対応を非常に難しい課題と捉えており、ロボティクス開発の将来に対する懸念として、セキュリティ上の脅威や脆弱性を挙げる傾向が二番目に強く見られます。また、日本に次いでフランスの回答者が最も多くロボティクスソフトウェアの予算がサイバーセキュリティへシフトすると予想しており、63%がそれに同意しています(全回答者の平均は51%)。

今回の調査結果では、ロボティクスシステムの技術的強みに対する信頼がフランスの回答者の間で他のいくつかの国より広く浸透していることが示唆されています。フランスの回答者は、開発チームに影響を与えるアーキテクチャ関連の課題として、デバッグの増加や保守作業の負担を挙げる割合が他国より低く、ソフトウェア開発プロセスにおける最大級の課題としてデバッグやテストを挙げる割合もドイツと並んで最も低くなっています。さらに、現在のロボティクスシステムの実環境での性能を制約する要因として、ソフトウェアアーキテクチャと統合を挙げる割合も2番目に低い水準になっています。

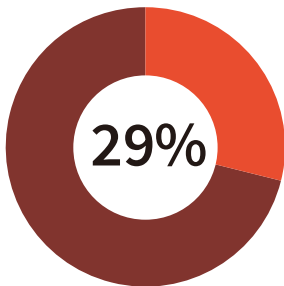
これが一因となっている可能性もありますが、フランスの回答者は、ロボティクスシステムの故障や不具合に伴う法的責任について、懸念する度合いがドイツを除く他のすべての国の回答者よりも低い結果になりました。回答者の過半数(55%)は懸念を示しているものの、その割合は英国、日本、米国と比べて大幅に低くなっています。



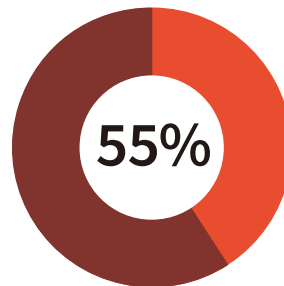
アーキテクチャ関連の課題として  
デバッグやメンテナンスの負担増大を  
挙げるフランスの回答者  
(回答者全体は51%)



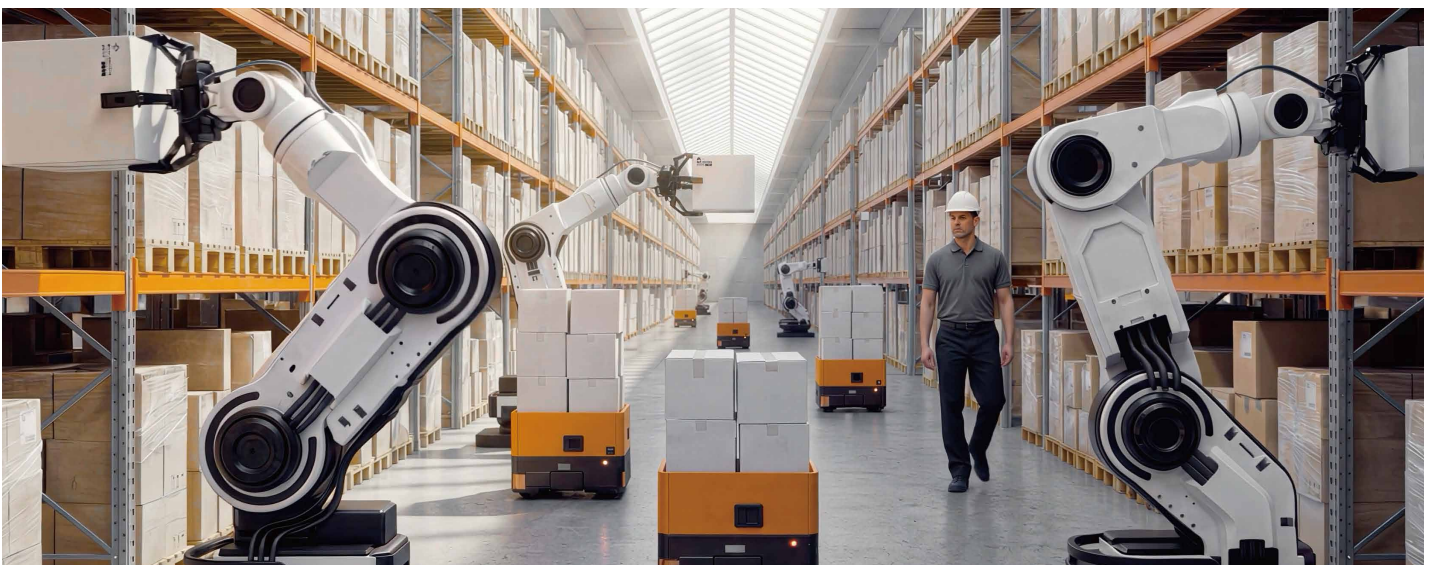
現在のロボティクスシステムの実環境における性能を制約する  
要因としてソフトウェアアーキテクチャと  
統合を挙げるフランスの回答者  
(回答者全体は27%)



ソフトウェア開発プロセスにおける  
最大級の課題としてデバッグとテストを  
挙げるフランスの回答者  
(回答者全体は41%)



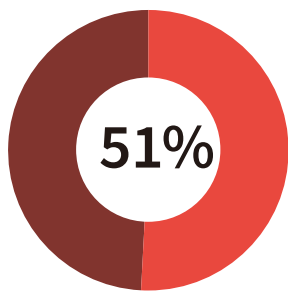
ロボティクスシステムの故障や不具合に  
関連しているかもしれない  
法的責任について懸念している  
フランスの回答者(回答者全体は69%)



## ドイツ

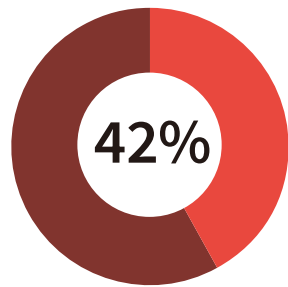
ドイツのロボティクスソフトウェア開発者およびエンジニアによる回答からは、ロボティクス開発に伴う課題や要件への対応において、実務的でリスク重視のアプローチが広く採用されていることが明らかになっています。

ドイツの企業は、ハイブリッドアーキテクチャを採用している割合が65%と、2番目に高くなっています(7か国全体では64%)。また、ハードウェア開発よりもソフトウェア開発に多くのエンジニアリング時間やリソースを割いている企業が多い一方で、両者にリソースを均等に配分している割合も最も高くなっています



ロボティクスシステムにおける最も重要な要素として安全関連アプリケーションおよびセーフティクリティカルなコンポーネントを挙げたドイツの回答者

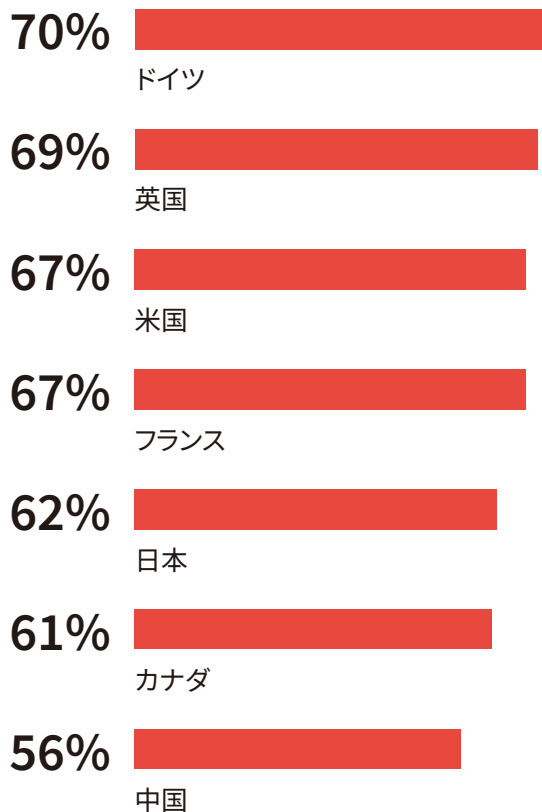
ドイツの回答者は、サイバーセキュリティおよび機能安全に関する規制を企業にとって最も対応が難しいものとして挙げているほか、業界固有の認証取得の必要性によってプロジェクトが遅延したことがある割合が他のどの国よりも高くなっています。



ソフトウェア開発とハードウェア開発にリソースを均等に配分しているドイツの回答者

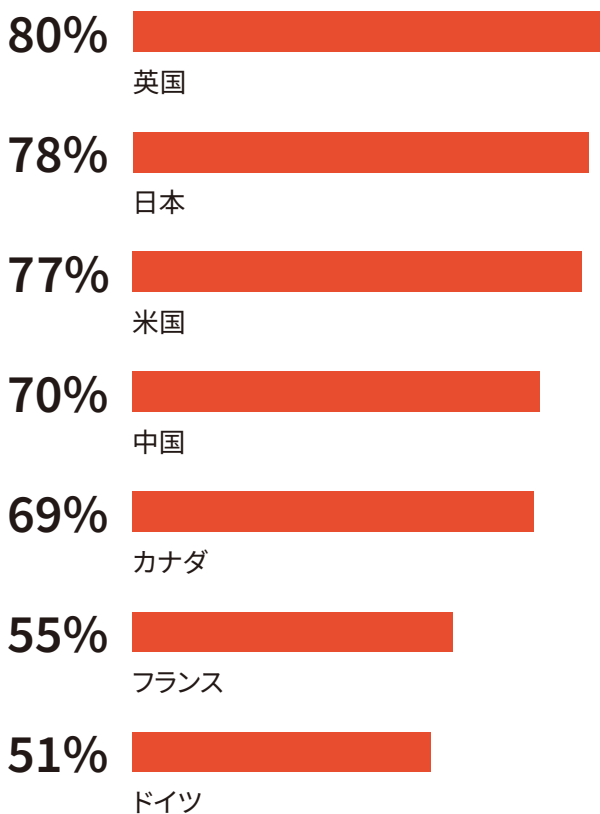
### 業界固有の認証取得が必要であったためにプロジェクトが遅延したことがある回答者の割合

ドイツの回答者は、ロボティクスシステムにおいてOSが最も重要なソフトウェアコンポーネントであると答えた割合が最も低く、わずか10%にとどまっています(全回答者の平均は40%)。その一方で、51%が安全関連アプリケーションおよびセーフティクリティカルなコンポーネントを最も重要と回答しており、この割合は他の多くの調査対象国よりも高くなっています。



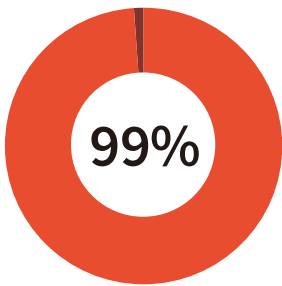
規制や開発に関連するリスクの軽減に重点を置いていることが、ドイツのロボティクス分野の専門家にある程度の自信をもたらしている可能性があります。ドイツの回答者は、納期や予算のプレッシャーが安全性などの開発上の重要な要素における妥協につながる可能性があるという見解に同意する傾向が最も低く、「強く同意する」と回答した割合はわずか19%（全体では30%）にとどまっています。また、ロボティクスシステムの故障や不具合に関連する潜在的な法的責任についても、他国と比べて懸念が低い傾向にあります。

**ロボティクスシステムの故障や不具合に関連する潜在的な法的責任について「非常に懸念している」または「かなり懸念している」と答えた回答者の割合**



## 中国

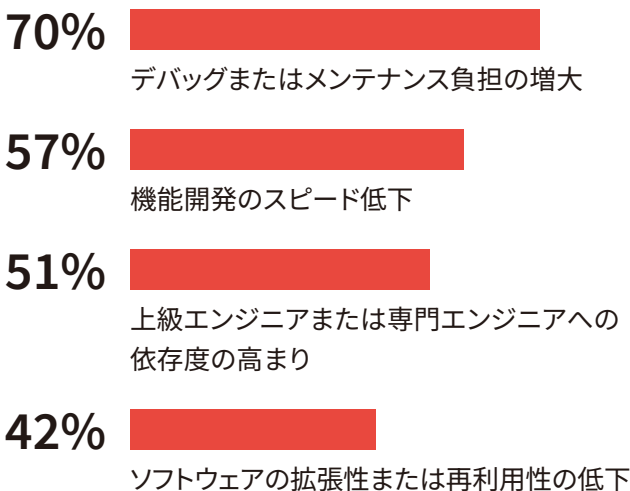
中国のロボティクスソフトウェアの開発者およびエンジニアの回答からは、少なくともいくつかの側面において、国全体に広がるロボティクスシステムの開発と導入に対する強い自信がうかがわれます。ほぼすべての回答者(99%)が、変化し続ける規制に対応し準拠していく自社チームの能力に自信を持っています。



進化する規制に対応し、準拠していく  
チームの能力に自信を持っている  
中国の回答者

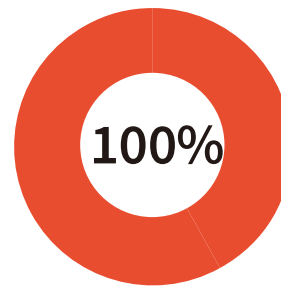
一方で、開発の特定の側面については、一層の注意が必要であることを示唆する回答も見られます。中国の回答者は、ソフトウェア開発における主要な課題としてデバッグとテストを挙げる割合が60%と、最も高くなっています(調査対象国全体では41%)。また、開発チームに影響を及ぼすアーキテクチャ関連の課題について尋ねたところ、デバッグやメンテナンス負担の増大、機能開発のスピード低下、上級エンジニアや専門エンジニアへの依存度の高まりに伴うリスクなどが非常に多く挙げられています。

### 中国の開発チームに最も多く影響を及ぼしている アーキテクチャ関連の課題



中国の回答者は、安全関連アプリケーションやセーフティクリティカルとなるコンポーネントをロボティクスシステムにおいて非常に重要とみなす割合が最も低く、わずか10%にとどまっています(回答者全体では34%)。その一方で、機能安全規格を主要なコンプライアンス上の課題として挙げる割合は最も高く、67%に達しています(回答者全体では49%)。また、ロボティクス開発の将来に関する最大の懸念としてセキュリティ上の脅威や脆弱性を挙げる割合も最も高く、61%がこれを指摘しています(回答者全体の平均は45%)。

しかし、現行のアーキテクチャが実環境のワークロード下でも一貫して予測可能な挙動を実現できていると、すべての回答者が確信していることから、中国のロボティクス分野の専門家の自信が見て取れます。また、今後3~5年でより高い能力が要求されるリアルタイム処理に対応するために、自社のアーキテクチャは「大幅に」拡張可能であると考えている割合も約3人に1人(32%)に上り、他のどの国よりも高い水準を示しています。



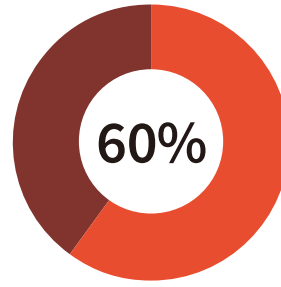
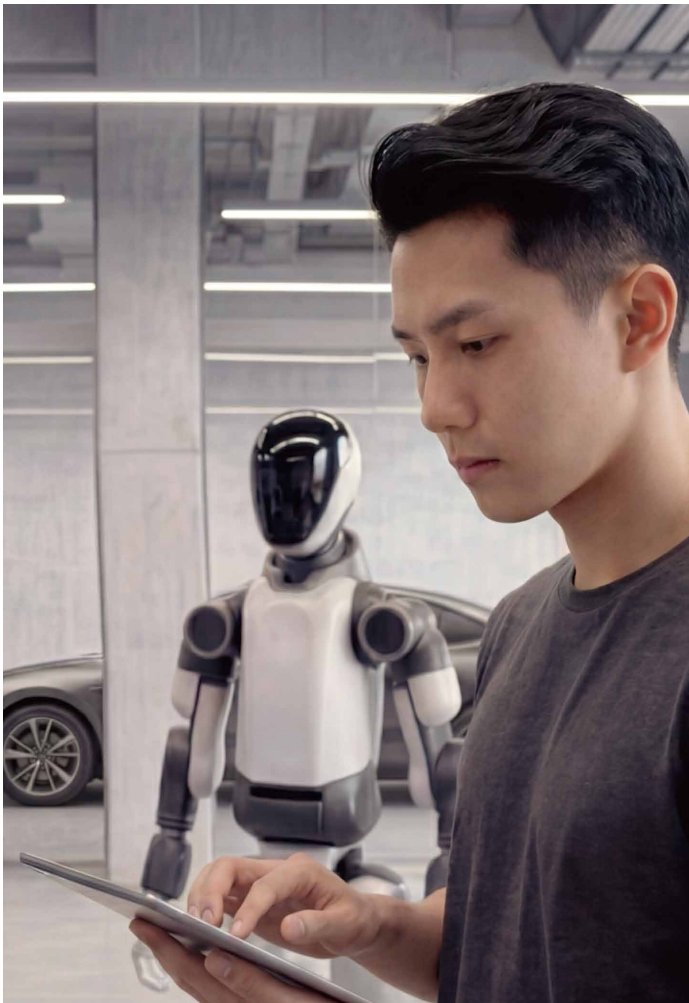
現行のアーキテクチャが実環境の  
ワークロード下でも一貫して予測可能な  
挙動を実現できていると確信している  
中国の回答者

また、中国の回答者は、今後3~5年のロボティクス開発においてAI能力の向上が最優先事項になると最も強く確信しており、57%がこれを挙げています(回答者全体の平均は48%)。フィジカルAIへのさらなる投資にも非常に積極的で、58%がロボティクス戦略にとってそれが「非常に重要」であるとしています(回答者全体では37%)。さらに、セーフティクリティカルな場面において自社のフィジカルAIロボティクスシステムが一貫性のある予測可能な意思決定を行えることに対する自信も96%と最も高くなっています。

## 日本

日本のロボティクスソフトウェア開発者およびエンジニアは、ロボティクスシステムにおいてOSが重要なソフトウェアコンポーネントであると考える割合が最も低い部類に属しており、その割合はわずか14%にとどまっています（回答者全体の平均は40%）。一方で、ビルドシステムやデバッグなどの開発ツールを挙げる割合は最も高く、60%がこれを重要であるとしています（7か国全体の平均は37%）。また、ソフトウェア開発プロセスにおける最大の課題の一つとして統合の複雑さを挙げる割合も米国と並んで最も高く、49%がこれを指摘しています。

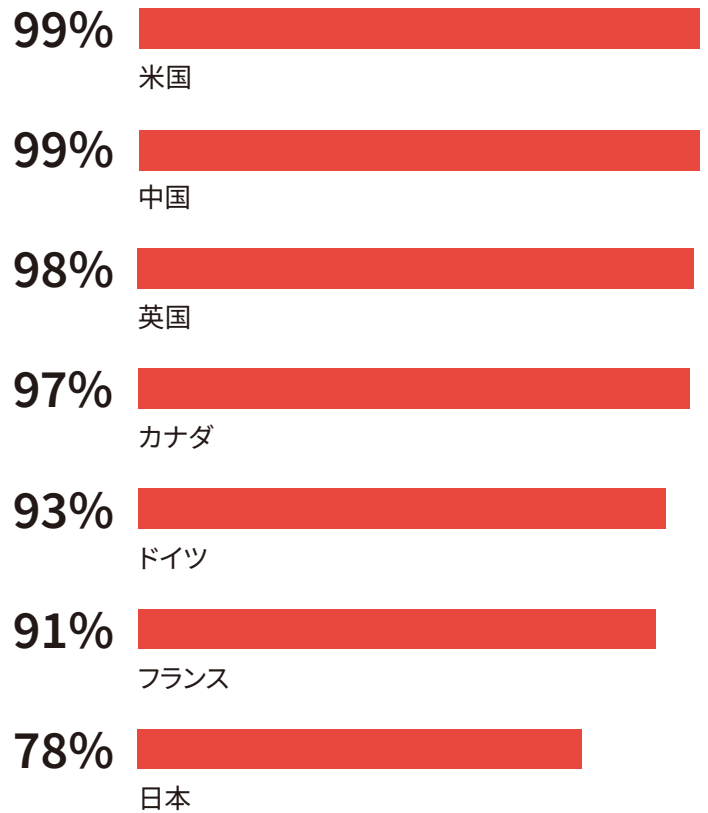
このようにロボティクス開発の難しさが認識されている一方で、調査結果の一部は、日本の回答者の多くが、自社チーム、プロセス、システムの現在および将来の能力に対して比較的自信が低い傾向にあることも示唆しています。



ビルドシステムやデバッグなどの開発ツールをロボティクスシステムにおける最も重要なソフトウェアコンポーネントとして挙げた日本の回答者

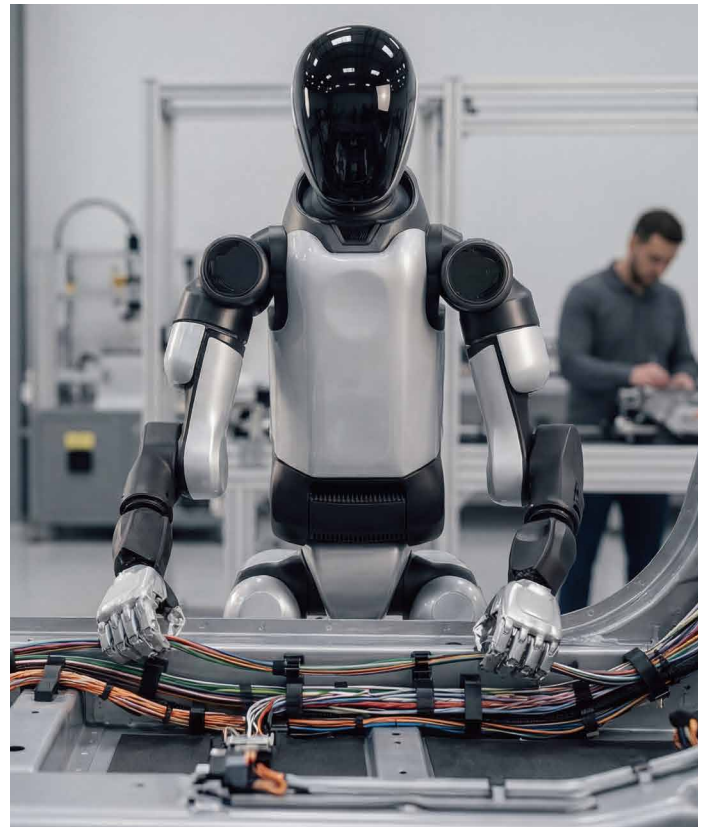
日本の回答者は、進化する規制に対応し、準拠し続ける自社チームの能力への自信が最も低いものの、約10人中8人（78%）は能力に自信があると回答しています。これに対して、調査対象国全体の平均は95%になっています。

### 進化する規制に対応し、継続的に準拠できる自社チームの能力に自信があると答えた回答者の割合

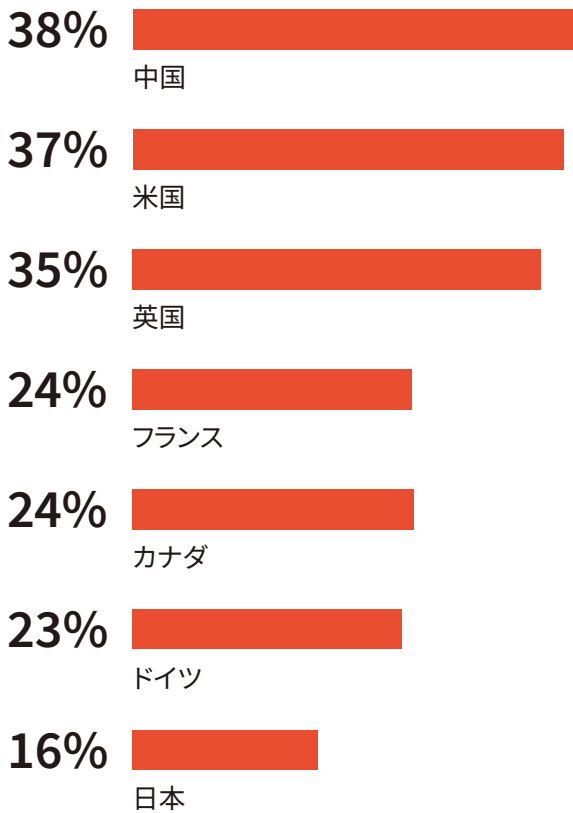


日本の回答者は、現行のシステムアーキテクチャが実環境のワークロード下で一貫して予測可能な挙動を実現できる能力についても、他国の回答者と比べて自信が低い傾向にあります。それでも82%は自信があるとしています。より高い能力が要求されるリアルタイム処理に対応するために自社のアーキテクチャが「大幅に」拡張可能であるとする割合も最も低く、その割合はわずか12%で、7か国平均(25%)の半分未満になっています。

さらに、セーフティクリティカルな場面においてフィジカルAIロボティクスシステムが一貫性のある予測可能な意思決定を行う能力についても最も自信が低く、「非常に自信がある」と回答した割合はわずか16%で、他のどの国より低い水準です。



### セーフティクリティカルなシナリオにおいて フィジカルAIロボティクスシステムが一貫性のある 予測可能な意思決定を行う能力に対して 「非常に自信がある」と答えた回答者の割合

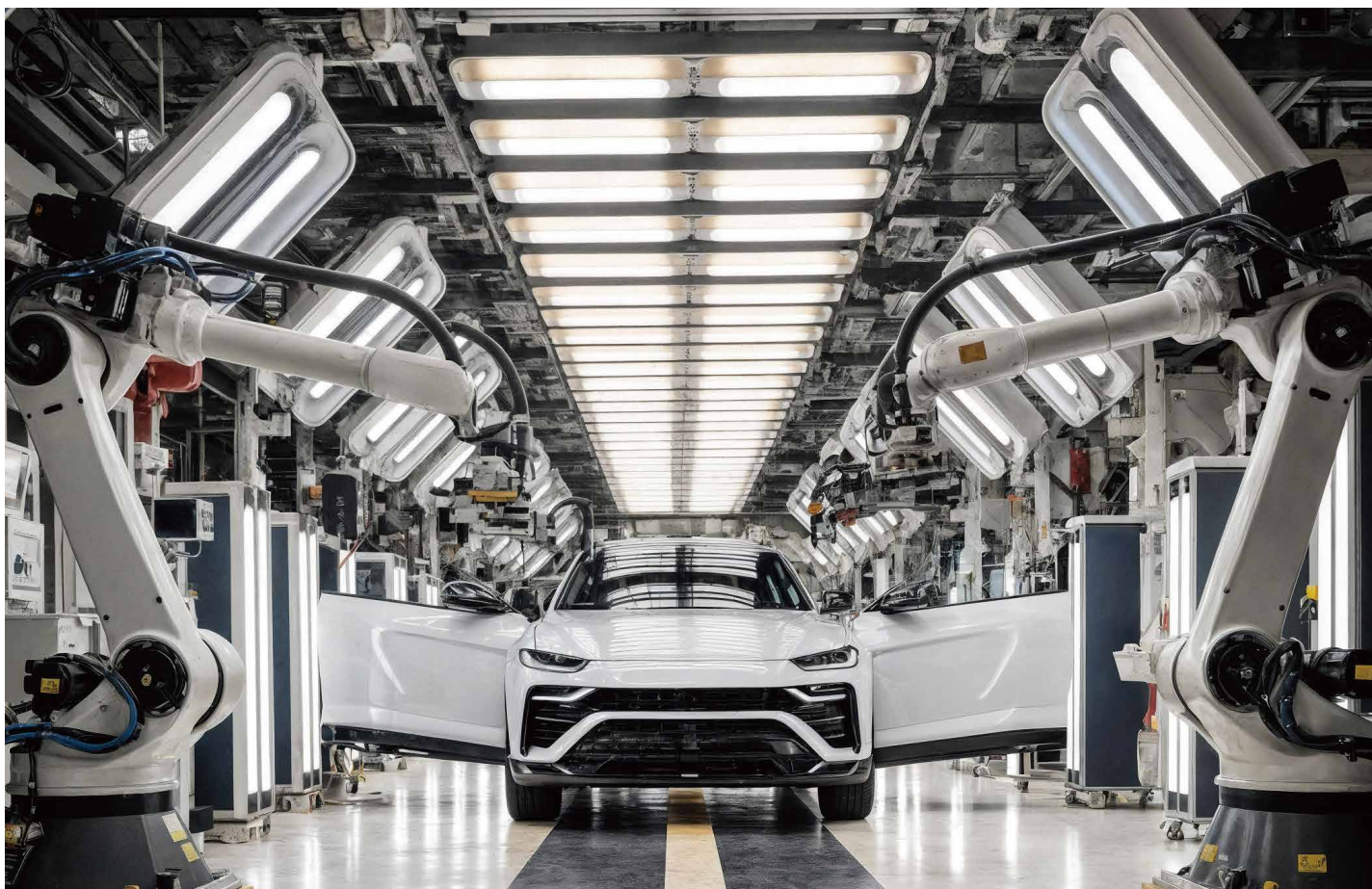


最後に、日本の回答者はロボティクス業界の進展のスピードについて楽観的な見方をする割合が他国の回答者と比べて低い傾向にあります。過半数(56%)は楽観的と回答しているものの、他のすべての国ではこの割合が75%を上回っています。「非常に楽観的」と回答した割合はわずか8%であり、中国、英国、米国の3人に1人以上に比べて低い水準にあります。

## わずか8%

ロボティクス業界の進展のスピードについて  
「非常に楽観的」と回答した日本の回答者の割合

ただし、他国の回答者に見られる、より楽観的な見方や、自国の技術能力に対する高い自信が、自信過剰やリスクの過小評価を反映しているにすぎず、日本で使用されているロボティクスシステムが劣っているわけではない可能性については、慎重に見極める必要があるでしょう。



## 調査方法

本レポートは、QNXの委託により、OnePollが2026年2月から3月にかけて実施したアンケート調査に基づいています。調査は、ロボティクスに携わる開発者およびソフトウェアエンジニア1,000人を対象に、中国、フランス、ドイツ、日本、北米（カナダおよび米国）、英国で実施されました。

### 参考文献

1. PwC フィジカルAI調査

<https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/telecommunication-media-and-technology/physical-ai.html>を参照

## 詳細情報

QNXの技術がロボティクス開発プロセスの加速にどのように役立つか、以下から詳細をご覧ください  
[qnx.com](https://qnx.com)

## QNXについて

BlackBerry Limitedの事業部門であるQNXは、人間の体験を向上させ、テクノロジー主導型産業を活性化させ、ソフトウェア定義型ビジネスの繁栄を支える信頼できる基盤を提供しています。QNXは、安全でセキュアなオペレーティングシステム、ハイパーバイザー、ミドルウェア、ソリューション、開発ツール、そして信頼できる組み込みソフトウェア専門家によるサポートとサービスの提供において業界をリードしています。QNX®テクノロジーは、現在走行している2億7,500万台以上の車両を含む、世界で最も重要な組み込みシステムに導入されています。QNX®ソフトウェアは、自動車、医療機器、産業制御、ロボット工学、商用車、鉄道、航空宇宙・防衛など、幅広い業界で信頼されています。1980年に設立されたQNXは、カナダのオタワに本社を置いています。

詳細については、[qnx.com](http://qnx.com)をご覧ください。

©2025 BlackBerry Limited。BLACKBERRYおよびEMBLEMデザイン、QNXおよびQNXロゴデザインを含む(ただしこれらに限定されない)商標は、BlackBerry Limitedの商標または登録商標であり、これらの商標に関する独占的権利は明示的に留保されています。その他すべての商標は、それぞれの所有者の財産です。BlackBerryは、第三者の製品またはサービスについて一切責任を負いません。

