

ネットワークを神経系に：日本の AI ロボット産業における楽天モバイルのリーダーシップに向けた戦略的ブループリント

Gemini Deep Research

エグゼクティブサマリー

本レポートは、日本の AI 搭載ロボット産業が国の戦略的優先事項となる中、楽天モバイルがこの次世代産業においていかにして中心的役割を担い得るかを分析し、そのための具体的なシナリオを提示するものである。日本は深刻な労働力不足という構造的課題に直面しており、政府は「ロボットフレンドリーな環境」の構築を推進することで、この課題解決を図っている。これは単なるロボット導入の奨励ではなく、あらゆるロボットと施設が標準化されたインターフェースを通じて連携可能となる社会インフラの再設計を意味する。

この変革期において、楽天モバイルは他に類を見ない独自の強みを持つ。世界初の完全仮想化クラウドネイティブネットワークは、従来の通信事業者と比較して圧倒的なコスト優位性（設備投資 4 割減、運用コスト 3 割減）と、ソフトウェア主導の俊敏性・自動化能力を提供する。このネットワークアーキテクチャは、本質的に「分散型クラウドプラットフォーム」であり、無数のロボットを接続・制御するための理想的な基盤となる。

さらに、楽天グループが持つエコシステム（楽天スーパーロジスティクス、楽天市場、楽天ペイ等）は、ロボティクスソリューションを開発・実証・展開・収益化するための、他に類を見ない垂直統合型のエンドツーエンド環境を提供する。特に、楽天シンフォニーがグローバルに展開するネットワーク運用プラットフォーム「Symworld」は、ネットワーク機能の管理からロボット群の管理へと転用可能な、実質的な「Robotics-as-a-Service (RaaS)」プラットフォームの雛形である。

本レポートでは、楽天モバイルが単なる「接続事業者」から、日本のロボット産業全体を支える「プラットフォームイネーブラー」へと進化するビジョンを提唱する。これは、(1) 低コスト・高性能な 5G/MEC 接続性、(2) Symworld を基盤とする統合 RaaS プラットフォーム、(3) 楽天エコシステムという実世界の実証環境、という 3 つの柱によって実現される。

このビジョン達成のため、本レポートは 3 段階のシナリオを提案する。

- フェーズ 1（1～2 年目）：基盤構築とプラットフォーム化
 - 5G SA/MEC の戦略的展開と、Symworld を基盤とする「楽天ロボティクスプラットフォーム」の立ち上げ。
- フェーズ 2（2～4 年目）：エコシステム活用と垂直統合
 - 楽天スーパーロジスティクスでの大規模展開による経済的価値の証明と、初の商用 RaaS 製品の市場投入。
- フェーズ 3（4 年目以降）：国家規模でのオーケストレーションと標準化の主導
 - プラットフォーム API の業界標準化を推進し、蓄積されたデータを活用した高度な AI サービスを展開。成功モデルを楽天シンフォニーを通じてグローバルに輸出する。

競合他社が高付加価値な個別ソリューションを追求する中、楽天モバイルは独自のコスト構造とプラットフォーム能力を活かし、特に中小企業を含む幅広い市場に対して、ロボット導入のハードルを下げる「市場の民主化」を主導すべきである。これにより、楽天モバイルは日本の「次の勝ち筋」である AI ロボット産業において、不可欠な神経系としての地位を確立することができる。

Part I: 戦略的必須要件 - 日本の AI ロボットランドスケープ

1.1 ロボット駆動型未来への国家的要請

日本の AI ロボット産業への注力は、単なる商業的トレンドではなく、国家の存亡をかけた戦略的優先事項である。この背景には、少子高齢化に起因する深刻かつ構造的な労働力不足がある。経済産業省の推計によれば、2040 年には AI・ロボット関連人材が 326 万人、現場の技能人材が 281 万人も不足すると予測されている¹。これは一時的な景気変動によるものではなく、日本の産業構造そのものを揺るがす危機であり、自動化は選択肢ではなく必須の解決策となっている。

この国家的課題に対応するため、政府は多角的な施策を強力に推進している。経済産業省は、サービスロボットの社会実装を加速させるため、研究開発から導入支援まで一貫した政策を展開している²。内閣府や文部科学省が推進する「Society 5.0」構想では、

2050 年までに科学的発見を自動化する AI ロボットや、災害救助で自律的に活動する AI ロボットの開発といった壮大な目標が掲げられており、長期的な国家のコミットメントが示されている³。

政府の役割は、単にロボット購入のための補助金（例：「ものづくり補助金」²）を出すといった初期の段階から、より洗練された市場形成へとシフトしている。その中核をなすのが、後述する「ロボットフレンドリーな環境」の構築である。これは、ロボットが導入される側の環境を標準化し、導入障壁そのものを取り除こうとする、より高度な市場介入と言える。さらに、産学連携による人材育成（未来ロボティクスエンジニア育成協議会：CHERSI）や、基礎・応用研究を推進する R&D 体制の構築（AI-JAPAN 等）にも着手しており、エコシステム全体を底上げしようという強い意志が見て取れる²。

この一連の動きは、単にロボット市場が成長するという事実以上に重要な示唆を含んでいる。政府は、ロボット導入を阻む根本的な障壁、すなわち「導入コストの高さ」「運用できる人材の不足」「システム連携の複雑さ」を解決しようと、市場そのものを設計し始めている。この文脈において、楽天モバイルのような事業者が取るべき戦略は、単に成長市場に製品を投入することではない。政府が目指す「低コストで、誰でも容易に導入・運用できる、スケーラブルなロボット社会」の実現に不可欠なインフラパートナーとして、自らを位置づけることである。

1.2 「ロボットフレンドリーな環境」：コンセプトから具体的標準へ

経済産業省が主導する「ロボットフレンドリーな環境」（ロボフレ）の構築は、日本のロボット戦略の中核を成す、最も重要な概念である²。これは、単に通路を広くしたり段差をなくしたりといった物理的なアクセシビリティ改善に留まらない。その本質は、

あらゆるメーカーのロボットが、あらゆる施設内の設備（特にエレベーターや自動ドア）と、標準化されたデジタルインターフェースを通じて自律的に連携できる世界を実現することにある⁶。

現状の課題は明確である。施設にロボットを導入する際、エレベーターやセキュリティゲートとの連携は、ロボットメーカーと設備メーカーが個別にシステムを開発する必要があり、多額の費用と時間がかかる。これは深刻なベンダーロックインを生み出し、中小企業などがロボット導入を躊躇する大きな要因となっている⁷。

この問題を解決するため、ロボットフレンドリー施設推進機構（RFA）などの団体は、物理環境とデジタル環境の両面で標準化を進めている。物理面では、建築基準法やバリアフリー法を参考に、ロボットの移動能力に応じて施設環境を「レベル A（ほとんどのロボットが使用可能）」「レベル B」「レベル C」の 3 段階で評価する手法が確立された⁷。これにより、施設側は自らのロボフレ度を客観的に評価し、改善すべき点を特定できる。

しかし、より革命的なのはデジタル面での標準化である。具体的には、「ロボット・エレベーター連携インタフェース定義（RFA B 000 1:2022）」や「ロボット・セキュリティ連携インタフェース定義」といった規格が策定・販売されている⁹。これらは、いわば**「建物のための API」**であり、ロボットが「エレベーターを 3 階に呼ぶ」「セキュリティゲートを開ける」といった要求を、標準化されたプロトコルで送信できるようにするものである。

この動きは、通信事業者にとって計り知れない機会を創出する。ロボットが建物の API と通信するためには、信頼性が高く、低遅延で、かつセキュアなネットワーク接続が不可欠となる。一つのビル内で、異なるメーカーの数十台のロボット、スマートドア、監視カメラなどが個別に通信し、セキュリティ証明書を管理する状況は、運用上の悪夢である。

ここに、プラットフォームプロバイダーとしてのビジネスチャンスが生まれる。求められるのは、施設内の全てのロボットや IoT デバイスの接続性、セキュリティ、API コール、データトラフィックを一元的に管理する統一プラットフォームである。これはまさに、プライベート 5G ネットワークとエッジコンピューティング（MEC）、そして楽天シンフォニーの「Symworld」のような管理基盤を組み合わせることで実現できる世界だ。したがって、楽天モバイルが目指すべきは、単にロボフレ環境に無線通信を提供する事業者ではなく、ロボフレを実現するためのデジタルインフラ全体、すなわちセキュアなプライベート 5G 網、ローカル処理を担う MEC、そしてロボットと建物の連携を司る管理プラットフォームを提供する「ビルディング OS」のプロバイダーとなることである。これは、はるかに価値が高く、防御可能な戦略的ポジションである。

1.3 市場ダイナミクスと成長軌道

日本のロボット市場は、政府の強力な後押しと深刻な社会課題を背景に、急成長の軌道に乗っている。複数の市場調査レポートが、その規模と速度を定量的に示している。経

経済産業省の調査によれば、国内ロボット市場は2025年に5.3兆円、2035年には9.7兆円に達すると予測されており、特に製造分野以外のサービス分野での著しい伸びが見込まれている¹²。別の調査でも、2028年には市場規模が2兆円を突破すると予測されている¹³。

市場をセグメント別に見ると、その成長ダイナミクスは大きく二つに分かれる。

表 1: 日本のロボティクス市場予測（2024 -2033 年）

セグメント	2022/2024 年 市場規模	2032/2033 年 予測	年平均成長率 (CAGR)	主要ドライバー	関連資料
産業用ロボット	12.3 億ドル (2022 年)	31.5 億ドル (2032 年)	9.86%	生産性向上、 人件費抑制	14
	6,808 億円 (現在)	8,907 億円 (2030 年)	(約 5.5%)	スマート工場、自動化投資	15
協働ロボット	5.37 億ドル (2024 年)	158.7 億ドル (2033 年)	41.4%	人手不足、中 小企業の導 入、柔軟な自 動化ニーズ	16
倉庫ロボティクス	4.14 億ドル (2024 年)	14.98 億ドル (2033 年)	15.4%	E コマースの 拡大、物流の 2024 年問題	17
サービスロボット (世界)	2 兆 3,447 億円 (2022 年)	4 兆 1,850 億円 (2030 年)	(約 7.5%)	人手不足、非 接触ニーズ、 高齢化	18

このデータは、市場の明確な二極化を示している。ファナックや安川電機といった既存の巨人が支配する伝統的な産業用ロボット市場は、年率10%弱の安定成長を続けている¹⁴。一方で、

協働ロボット市場は年率41.4%という驚異的な成長率を示しており、まさに「爆発的」な拡大期にある¹⁶。同様に、E コマースの拡大に牽引される

倉庫ロボティクス¹⁷や、医療・介護、清掃、配膳といった

サービスロボット分野¹⁹も高い成長が見込まれている。

この二極化は、楽天モバイルの戦略的方向性を明確に示唆している。伝統的な産業用ロボットは、多くが工場内の閉鎖的で構造化された環境で稼働し、必ずしも常時接続や高度な AI を必要としない。対照的に、協働ロボットやサービスロボット、倉庫内を自律走行する AMR（自律走行ロボット）は、人間と共存する動的で予測不可能な環境で活動する。このような環境では、リアルタイムでの状況判断、障害物回避、他のロボットやシステムとの連携が不可欠であり、そのためには**常時接続性、リアルタイムデータ処理、そして AI による自律的な意思決定**が生命線となる。

これらは、まさに 5G の低遅延・多接続性と MEC によるエッジコンピューティングが提供する中核的価値そのものである。したがって、楽天モバイルの戦略的焦点は、成長率が高く、かつネットワークインフラへの依存度が本質的に高い、協働ロボット、サービスロボット、そして物流ロボットの各セグメントに置かれるべきである。これらの分野は、レガシーなソリューションがまだ確立されていない「グリーンフィールド（未開拓地）」であり、楽天が持つネットワークとプラットフォームの優位性を最大限に発揮できる領域と言える。

Part II: 楽天の基盤資産 - 独自のアーキテクチャとエコシステム上の優位性

2.1 ソフトウェア定義ネットワーク：楽天モバイルの核となる差別化要因

楽天モバイルの最大の強みであり、競合他社に対する根本的な差別化要因は、そのネットワークアーキテクチャにある。楽天モバイルは、世界で初めてエンドツーエンドの完全仮想化クラウドネイティブモバイルネットワークを大規模商用サービスとして実現した²¹。これは、従来の通信事業者が用いる高価な専用ハードウェアに依存せず、ネットワーク機能のすべてを汎用的なサーバー上で動作するソフトウェアとして構築していることを意味する²²。

このアーキテクチャは、二つの決定的な利点をもたらす。第一に、**圧倒的なコスト優**

位性である。汎用ハードウェアの利用により、従来のネットワーク構築に比べて設備投資（CAPEX）を4割、運用保守費用（OPEX）を3割削減することに成功している²³。楽天シンフォニーがグローバルに展開する際の価値提案も、この40%のCAPEX削減と30%のOPEX削減が中核となっている²⁴。

第二に、ソフトウェア主導の俊敏性と高度な自動化である。新機能の追加や性能向上は、ハードウェアの交換ではなくソフトウェアのアップデートによって迅速に実現できる²²。ネットワークの構成変更や管理は、専門のエンジニアが現場に赴くことなく、Webブラウザ上から遠隔で、かつ短時間で行うことが可能である²⁷。さらに、ネットワークは当初から自動化を前提に設計されており、障害発生時の自動復旧機能や、基地局開設プロセスの簡素化・迅速化が実現されている²¹。コンテナやマイクロサービスといった最新のIT技術の採用は、開発効率を高め、ネットワークの信頼性を向上させている²¹。

これらの特徴は、楽天モバイルのネットワークが単なる「通信網」ではなく、地理的に分散した「クラウドコンピューティングプラットフォーム」であることを示している。競合他社が既存の伝統的なネットワークにMEC（マルチアクセスエッジコンピューティング）というクラウド機能を「追加」しているのに対し、楽天のネットワークは**全体がクラウドそのもの**なのである。全国4,000カ所以上にMEC環境を構築するという計画は²⁸、各基地局に設置された汎用サーバーが、ロボットの制御やAI処理を行うためのコンピューティングリソースになることを意味する。

このパラダイムシフトこそが、楽天モバイルの最大の戦略的資産である。ロボティクスソリューションの展開において、競合他社が依然として通信事業者としての伝統的なコスト構造とビジネスモデルに制約される中、楽天モバイルは、スケーラブルで、オンデマンドで、低コストなクラウドネイティブの経済モデルを適用できる。これは、ロボット時代において他社を凌駕する決定的な競争優位性となるだろう。

2.2 楽天シンフォニー：グローバル展開と社内エクセレンスの設計図

楽天シンフォニーは、単に楽天モバイルの技術を海外に販売する事業部門ではない。それは、楽天が実現した革命的なネットワーク構築・運用モデルを**製品化・体系化**したものであり、社内の技術革新を牽引する中核（センター・オブ・エクセレンス）であり、来るべき「Robotics-as-a-Service (RaaS)」プラットフォームを構築するためのエンジンそのものである。

楽天シンフォニーは、日本国内で大規模に実証された Open RAN ベースのクラウドネイティブ技術と運用ノウハウをパッケージ化し、ドイツの新興通信事業者 1&1 をはじめとするグローバルな顧客に提供している²⁹。その提供価値の中核には、

AI を駆使したインテリジェントな運用がある。例えば、RAN インテリジェントコントローラ（RIC）は、AI を用いてネットワークのトラフィックを最適化し、消費電力を最大 20%削減する³³。また、AI による将来のトラフィック需要予測³⁴や、ネットワーク全体の TCO（総所有コスト）を管理・最適化するツール²⁴も提供されている。

これらの高度な機能を統合するのが、ソフトウェアプラットフォーム「**Symworld**」である。Symworld は、ネットワーク機能の導入から運用までを「App Store」のようにシンプルに管理できる統合スイートであり、以下のツール群で構成される³⁵。

- **計画・設計**: RAN Commander が、効率的なネットワーク設計を支援する³⁶。
- **構築・展開**: Site Management が、基地局の設置プロセスをデジタル化・自動化し、構築効率を 60%向上させる³⁷。
- **運用・監視**: Observability Framework や Sympulse が、ネットワークのパフォーマンスをリアルタイムで可視化し、AI による異常検知や根本原因分析を自動で行う

²⁴。

この Symworld の構造は、RaaS ビジョンを実現するための鍵となる。なぜなら、分散した通信ネットワーク機器を管理するために開発されたこれらのツールは、**分散したロボット群を管理する**という課題に、驚くほど直接的に応用可能だからである。

1. 新しいビルに清掃ロボット（例：楽天が法人向けに提供する Phantas³⁹）を導入する際の最適な配置計画は、RAN Commander の論理で立案できる。
2. 各ロボットの初期設定やソフトウェアのインストールを自動化するプロセスは、Site Management のゼロタッチプロビジョニング思想そのものである。
3. ロボットの稼働状況（バッテリー残量、清掃範囲、現在位置）を監視し、「ロボットが動けなくなった」といった異常を検知して原因を特定する機能は、Observability Framework と AI Pre-emptive Assisted Resolution の役割と一致する。
4. 全ロボットに新しいソフトウェアを一斉にアップデートし、そのライフサイクルを管理する手法は、Symworld が実現する DevSecOps やコンテナ化されたネットワーク機能（CNF）の管理手法と同じである⁴⁰。

結論として、楽天は RaaS プラットフォームをゼロから構築する必要はない。すでに世界レベルで実績のある Symworld という強力な基盤を持っている。戦略の核心は、こ

のプラットフォームを通信事業者向けからロボット運用事業者向けに再定義し、製品化することにある。

2.3 接続性を超えて：楽天エコシステムの力

楽天グループが持つ広範なエコシステムは、技術的な優位性を超えた、模倣困難な競争力の源泉である。このエコシステムは、ロボティクスソリューションを開発し、テストし、大規模に展開し、そして収益化するまでの一連のサイクルをグループ内で完結させる、強力な垂直統合モデルを形成する。これにより、データ駆動型の強力なフィードバックループが生まれる。

- **物流現場という実験室（楽天スーパーロジスティクス）**：楽天スーパーロジスティクス（RSL）は、AGV（無人搬送車）やAMR（自律走行ロボット）といった倉庫ロボットを導入し、その効果を検証するための巨大な実世界の実験室である¹⁷。楽天はここで、自社のリスクとコストでロボットシステムを完成させ、TCO削減や業務効率化といった具体的なROI（投資収益率）データを蓄積できる⁴²。これは、他社がPoC（概念実証）で示す以上の説得力を持つ。
- **ラストマイルという試験場（UGV・ドローン）**：楽天は、横須賀市やつくば市などで、UGVやドローンを用いた商品配送サービスの実証実験を長年にわたり行ってきた⁴³。これらの試みは、公道での自律走行、一般市民とのインタラクション、注文アプリとの連携など、屋外ロボットの運用に関する貴重な独自データを楽天にもたらしめている。
- **小売網という販路（楽天市場・パートナー）**：楽天市場は、数十万の出店店舗という、ロボティクスソリューションを販売するための巨大なチャンネルである。実際に、農業用ドローンが販売されているほか⁵¹、RMS Service Squareでは、複数店舗の受注を一元管理する「Robot-in」や在庫を自動連携する「zaiko Robot」といった店舗運営を自動化するソフトウェアが提供されており、SaaSモデルでの実績も有している⁵²。
- **フィンテックという決済基盤**：楽天ペイ、楽天銀行、楽天カードといった金融サービスは、RaaSのシームレスな決済システムとして組み込むことができる。UGVの配送料金決済に楽天ペイがすでに利用されているのがその好例である⁵⁵。また、楽天証券では「らくらく投資」や「楽天RoboX」といったロボアドバイザーサービスを提供しており、AIを活用した自動化金融商品に関するノウハウも蓄積している⁵⁶。

このエコシステムがもたらす本質的な価値は、楽天を単なる技術ベンダーから、**垂直統合されたソリューションプロバイダー**へと昇華させる点にある。競合の通信事業者が、物流会社と提携して限定的な実証実験を行うことはできる。しかし楽天は、自らが巨大な物流事業者（RSL）である。数千台のロボットを自社の倉庫網に展開し、その過程で発生するリスクを吸収し、最適化することができる。そこで得られた膨大な独自運用データは、Symworld の AI モデルを訓練するための最高の教師データとなり、プラットフォームをより賢く、より効率的に進化させる。そして、この「RSL-in-a-box」とも言えるソリューションを外部の顧客に販売する際、楽天は単なる技術仕様書ではなく、自社業務で実証済みの「損益計算書」を提示できるのである。これこそが、いかなる通信事業者も IT 企業も持ち得ない、楽天の究極的な競争優位性である。

2.4 5G/MEC アリーナにおける競争ポジショニング

日本のロボティクス分野における 5G/MEC の活用競争は、主要 4 キャリアがそれぞれ異なる戦略で臨んでおり、楽天モバイルの独自の立ち位置を浮き彫りにしている。

- **NTT ドコモ:** 法人向けの高付加価値・高信頼性ソリューションに注力している。手術支援ロボット「hinotori」を用いた遠隔手術支援⁵⁹、遠隔診断⁶⁰、建設機械の遠隔操作⁶²、工場自動化など、豊富な実績を持つ。「docomo MEC」サービスは、セキュリティを前面に押し出し、パートナー企業とのパッケージソリューションを多数展開しており、ソリューション志向の強力な競合である⁶⁰。
- **KDDI:** AWS との強力なパートナーシップを軸に、低遅延 MEC サービス「AWS Wavelength」を提供する⁶⁶。ユースケースはドコモと同様に法人向けが中心で、遠隔手術支援⁶⁸、スマートファクトリー⁷⁰、公共安全（白杖検知）⁷¹ などがある。戦略は、世界最高クラスのパブリッククラウドを自社の 5G 網に統合することにあると言える。
- **ソフトバンク:** 「5G コンソーシアム」を組織し、パートナー企業との共創を推進している⁷²。遠隔手術、工場自動化、AGV 制御など幅広い分野で概念実証を進めている⁷²。AI on MEC では NVIDIA のような技術大手と提携し⁷⁴、傘下のソフトバンクロボティクスを通じて清掃ロボットなどハードウェア分野にも足がかりを持つ⁷⁵。

表 2: 競合環境分析（ロボティクス向け 5G/MEC）

キャリア	コアネットワークアーキテクチャ	主要 MEC 戦略/パートナー	主なロボティクスユースケース/パートナー	想定されるターゲット市場	差別化要因/強み
楽天モバイル	完全仮想化クラウドネイティブ (Open RAN)	自社開発 (楽天シンフォニー)	倉庫自動化 (RSL)、UGV 配送、清掃ロボット	中小企業を含むマスマーケット、プラットフォーム利用者	圧倒的なコスト構造、ソフトウェア主導の俊敏性、エコシステム連携
NTT ドコモ	従来型 + 仮想化	自社開発 (docomo MEC) + パートナー	遠隔手術 (メディカロイド)、遠隔診断、建設機械	大企業、医療、建設、製造	高い信頼性、豊富な法人ソリューション、全国の MEC 拠点
KDDI	従来型 + 仮想化	AWS Wavelength	遠隔手術 (リバーフィールド)、スマート工場、公共安全	大企業、パブリッククラウド利用者	AWS との強力な連携、グローバル標準のクラウド活用
ソフトバンク	従来型 + 仮想化	自社開発 + パートナー (NVIDIA)	遠隔手術、工場自動化、AGV、清掃ロボット (SBR)	大企業、スタートアップ (コンソーシアム)	パートナーエコシステム、ハードウェア (SBR) との連携

この比較分析から導き出されるのは、競合他社が主に「高付加価値な個別ソリューション」を大企業向けに販売する戦略を取っているのに対し、楽天モバイルは全く異なる戦い方が可能であるという点だ。競合他社は、既存のネットワーク事業に MEC という機能を付加する「付加価値再販 (VAR)」モデルに近い。一方、楽天モバイルは、自社開発の低コストなクラウドネイティブアーキテクチャ²³と、同じく自社開発のプラットフォーム (楽天シンフォニー) を武器に、**市場全体のイネーブルメント (実現支援)**を狙うことができる。

競合他社がそのコスト構造から参入しにくい、中小企業を含む広範な市場セグメントに対し、低価格でスケーラブルなプラットフォームを提供することで、ロボット導入の「民主化」を推進する。これは、数億円の遠隔手術システムを一つの病院に売るのではなく、月額数十万円の RaaS プラットフォームを数百の中小物流企業に売る、というビ

ビジネスモデルの違いである。この戦略は、政府が目指す中小企業へのロボット普及という政策目標とも完全に一致する²。楽天は、競合と同じ土俵で戦うのではなく、自らの構造的優位性を活かして、新たな市場を創造すべきである。

Part III: ビジョン - 日本のロボット産業を支える中枢神経系としての楽天

3.1 接続事業者からプラットフォームイネーブラーへ

ビジョンステートメント： 楽天モバイルは、伝統的な通信事業者の役割を超越し、日本の AI ロボット産業にとって不可欠なプラットフォームプロバイダーとなる。楽天は、全国の自律型ロボット群を接続し、制御し、最適化するための、ユビキタスで、インテリジェントで、セキュアな「中枢神経系」を提供する。ネットワークは基盤であるが、価値の源泉はプラットフォームにある。

3.2 貢献を支える 3 つの柱

このビジョンは、相互に連携する 3 つの柱によって構成される。

Pillar 1: ユビキタス、低コスト、高性能な接続性（神経網）

これはビジョンの土台となる、最も基本的な貢献である。完全仮想化ネットワークのコスト優位性を最大限に活用し、ロボットが必要とする **5G SA**（スタンドアローン）および **MEC** 接続を、破壊的な価格で提供する。これは市場参入の「最低条件」であるが、楽天はそれを他社には真似のできないコストで提供できる。

技術的には、リアルタイム制御に不可欠な超低遅延・高信頼通信（URLLC）を実現する **5G SA**

の展開が最優先となる。慶應義塾大学と NTT ドコモの実証実験では、力触覚を伝送する「リアルハプティクス」技術において、遅延が 30ms 以下で、かつ遅延の揺らぎ（ジッタ）が極めて小さい場合にのみ、有線に近い操作性が得られることが示されている 76。また、ロボットからの高精細映像やセンサーデータを伝送するためには、安定した上り帯域（20Mbps から 100Gbps 超までユースケースに応じて様々）が求められる 79。これらの厳しい要件を満たすため、全国 4,000 カ所以上という野心的な MEC の展開計画 28 を通じて、計算処理を可能な限りユーザーの近くで行い（オフロード）、ネットワークの負荷を軽減することが極めて重要となる 81。

Pillar 2: 統合型 Robotics -as-a-Service (RaaS) プラットフォーム（脳幹）

これはビジョンの核心である。楽天シンフォニーの「Symworld」が持つ能力を、ロボティクス向けに再定義・製品化し、包括的かつオープンなプラットフォームとして提供する。

- **デバイスライフサイクル管理:** あらゆるロボットの初期登録、プロビジョニング、ソフトウェア更新、セキュリティ証明書の管理を、Symworld の自動化されたゼロタッチプロビジョニング思想に基づいて実現する ⁸³。
- **フリート（群）オーケストレーションと最適化:** 複数台のロボット群を一元的に監視・制御・最適化する。これには、UGV の配送ルートを AI で最適化したり ⁸⁴、MEC 上でロボット間の協調動作（群知能）を実現したりする機能が含まれる。
- **データ・AI サービス:** ロボットから送られてくる LiDAR、映像などのセンサーデータを安全に収集するパイプラインを構築。MEC 上で動作する学習済み AI モデル（物体認識、異常検知など）を提供し、Symworld の観測フレームワークを活用した分析ダッシュボードを提供する ³⁸。
- **エコシステム連携 API:** サードパーティシステムとのシームレスな連携を可能にするオープン API 群を公開する。連携対象には、ロボフレ対応のビル管理システム、企業の基幹システム（ERP）、そして楽天エコシステム（RSL の在庫情報、楽天市場の注文情報、楽天ペイの決済情報など）が含まれる。

Pillar 3: 実世界での実証フィールド（身体）

この柱は、楽天グループの物理的・デジタル資産を活用し、競合他社に対する決定的な

差別化要因を築くものである。Pillar 1 と 2 で構築したソリューションを、大規模かつ実世界の環境でテストし、改良し、その価値を実証するための場となる。

- **楽天スーパーロジスティクス (RSL):** 倉庫自動化ソリューションの最高のショーケース。ここで TCO 削減と効率化の実績を作る。
 - **ラストマイル配送網:** 屋外での自律走行、MEC ベースの遠隔制御、消費者向けサービス連携を実証するフィールド。
 - **楽天市場の出店者ネットワーク:** 数十万社に上る中小企業に対し、パッケージ化された RaaS ソリューションを販売するための強力なチャネル。
-

Part IV: ビジョン実現に向けた段階的シナリオ

4.1 フェーズ 1 (1~2 年目) : 基盤構築とプラットフォーム化

- **目標:** 技術的な信頼性を確立し、RaaS の基盤となるプラットフォームを構築する。
- **アクション:**
 - **ネットワーク:** 5G SA および MEC の展開を、楽天スーパーロジスティクス (RSL) の拠点、主要な工業団地、つくば市のようなスマートシティ実証エリアといった戦略的ゾーンに優先的に行う⁴⁶。基地局の追加設置 (2025 年末までに 1 万局以上) も計画通り進める⁸⁵。
 - **プラットフォーム:** 「楽天ロボティクスプラットフォーム」構想を正式に立ち上げ、社内的に Symworld の関連モジュール (Site Management, Orchestrator, Observability など) をロボティクス向けに改修・統合する。最初のオープン API セット (基本的なデバイス登録、遠隔測定データ送信) を開発し、ドキュメントを公開する。
 - **パートナーシップ:** 倉庫 AMR、清掃、配送ロボットなどの分野で、革新的なロボットメーカー数社と緊密なパートナーシップを構築する。目的は単なる再販ではなく、共同開発である。
 - **社内ショーケース:** 特定の RSL 倉庫をパイロット拠点とし、新型プラットフォームで完全に管理される AMR 群の初の大規模展開を開始する。目的は、TCO 削減効果を実証するためのベースラインデータを収集することである。

- **KPI:** 戦略的ゾーンに展開された MEC ノード数、プラットフォームに統合されたパートナーロボットのモデル数、公開された API ドキュメント数、パイロット RSL 施設での展開成功とデータ収集完了。

4.2 フェーズ 2（2～4 年目）：エコシステム活用と垂直統合

- **目標:** 楽天エコシステム内でプラットフォームの経済的価値を証明し、最初の商用 RaaS 製品を市場に投入する。
- **アクション:**
 - **プラットフォーム強化:** MEC ベースの AI サービス（例：画像認識）、フリートレベルの最適化アルゴリズム、そして「ロボフレ」規格に準拠したエレベーター・自動ドア制御機能などをプラットフォームに追加する⁹。
 - **RSL への全面展開:** ロボティクスソリューションを RSL の全ネットワークに拡大展開し、倉庫管理システムと完全に統合する。ここで得られる膨大な運用データを活用し、予知保全やルート最適化のための AI モデルを高度化する。
 - **商用サービス開始:** 社内での成功事例に基づき、初の商用 RaaS 製品を市場に投入する。例えば、E コマース事業者向けの「楽天スマート倉庫」（AMR+管理プラットフォームのパッケージ）や、小売・オフィス向けの「楽天オートメーテッドクリーニング」（Phantas のような清掃ロボットのサブスクリプションサービス）などが考えられる³⁹。
 - **フィンテック連携:** 楽天ペイをプラットフォームに統合し、タスク単位、時間単位、あるいはサブスクリプション型の柔軟な課金体系を実現する。これにより、中小企業にとっての導入障壁を大幅に引き下げる。
- **KPI:** RSL で達成された TCO 削減率（%）、商用 RaaS の顧客数、RaaS 事業からの収益額、ロボットサービスに対して楽天ペイで処理された取引数。

4.3 フェーズ 3（4 年目以降）：国家規模でのオーケストレーションと標準化の主導

- **目標:** 市場でのリーダーシップを確立し、日本のロボティクス管理におけるデファクトスタンダード（事実上の標準）となる。
- **アクション:**
 - **プラットフォームの標準化:** 楽天ロボティクスプラットフォームの API を業界

標準として積極的に推進するため、経済産業省²やRFA⁸⁶といった政府・標準化団体と連携する。

- **データ収益化:** 接続された全てのロボットから集約され、匿名化された膨大なデータを活用し、プレミアム AI サービスを提供する。例えば、全国規模でのリアルタイム物流インサイト、企業間サプライチェーンの最適化、都市交通の需要予測モデリングなどが考えられる。
- **高度ロボティクスの実現:** ネットワークスライシング機能を本格的に導入し、サービス品質（QoS）を保証することで、建設機械の遠隔操作や高度な製造業など、URLLC を必要とするより複雑なユースケースを可能にする。
- **グローバル輸出:** ネットワークアーキテクチャ、Symworld ベースの RaaS プラットフォーム、RSL で培った運用ノウハウ、そして実証済みのビジネスケースを一つのパッケージとし、楽天シンフォニーを通じてグローバル市場に輸出する。
- **KPI:** 主要な RaaS 分野における市場シェア、サードパーティ開発者によるプラットフォーム API の採用率、高度データ/AI サービスからの収益額、楽天シンフォニーを通じたロボティクスプラットフォームの海外展開数。

表 3: 段階的シナリオ・ロードマップ

フェーズ	期間	主要アクション	ターゲット分野	活用するコア技術	主要業績評価指標 (KPI)
1: 基盤構築	1-2 年	・ 5G SA/MEC の戦略的展開 ・ 「楽天ロボティクスプラットフォーム」立ち上げ ・ ロボットメーカーとの共同開発 ・ RSL でのパイロット展開	物流 (RSL)、スマートシティ	完全仮想化ネットワーク、Open RAN、Symworld (Orchestrator, Site Management)	MEC ノード数、統合ロボットモデル数、RSL でのデータ収集完了
2: エコシステム活用	2-4 年	・ プラットフォームへの	E コマース、小売、オフィ	MEC 上の AI、フリート	RSL での TCO 削減

		AI/ロボフレ 機能追加 ・RSL への 全面展開 ・商用 RaaS 製品の市場投 入 ・楽天ペイに よる課金体系 の実現	ス管理	最適化アルゴ リズム、楽天 エコシステム (RSL, 楽天ペ イ)	率、RaaS 顧 客数・収益、 楽天ペイ取引 数
3: 国家規模 での主導	4 年目以降	・API の業界 標準化推進 ・集約データ を活用した新 AI サービス 提供 ・ネットワー クスライシン グによる高度 ユースケース 対応 ・成功モデル のグローバル 輸出	製造業、建 設、インフ ラ、ヘルスケ ア	ネットワーク スライシン グ、 URLLC、大 規模データ分 析、楽天シン フォニー	市場シェア、 API 採用率、 データサービ ス収益、海外 展開数

Part V: 戦略的提言とリスク緩和

5.1 実行可能な提言

本分析に基づき、ビジョン実現に向けた具体的なアクションを以下に提言する。

- **組織体制:** 楽天モバイル、楽天シンフォニー、そして楽天スーパーロジスティクス (RSL) の結節点に、RaaS 事業の損益 (P&L) 責任を持つ専門部署「ロボティクスプラットフォーム事業本部」を新設する。これにより、組織の壁を越えた迅速な

意思決定とリソース配分を可能にする。

- **投資戦略:** MEC への設備投資を、単なるネットワークカバレッジ拡大ではなく、高収益が期待されるロボティクスプラットフォーム事業への戦略的投資と位置づける。RSL 拠点や主要パートナー企業が集中する物流・工業地帯への展開を優先し、投資対効果を最大化する。
- **パートナーシップ戦略:** ロボットハードウェアメーカーとは、単なるベンダー・顧客関係ではなく、「共同開発パートナー」としての関係を築く。RSL という比類なき実証環境へのアクセスや、プラットフォーム API の早期利用をインセンティブとして提供し、共にエコシステムを創造する。
- **市場投入戦略:** RSL で得られた具体的な数値に基づき、「TCO 削減」と「業務効率化」を訴求する。競合他社の高コストなソリューションでは手の届かなかった、物流・小売分野の中小企業を主要ターゲットとし、市場を開拓する。

5.2 課題への対応

ビジョン実現の過程には、いくつかの重要なリスクが存在する。

- **リスク：激しい競争:** NTT ドコモや KDDI といった既存事業者は、大企業との強固な関係を築いている。
 - **緩和策:** 正面からの機能競争を避け、ビジネスモデルとコスト構造で差別化を図る。楽天のアーキテクチャが独自の優位性を持つ「マスマーケットの実現支援」戦略に集中し、競合が得意とする高価格な個別契約の獲得競争は避ける。
- **リスク：高額な初期投資:** 5G SA と MEC の全国展開は、多額の資本を必要とする。
 - **緩和策:** 楽天シンフォニーが実証済みの 40% の CAPEX 削減モデルを最大限に活用する²⁴。展開を段階的に進め、RSL や主要パートナーの所在地など、最もリターンが期待できる地域を優先する。この投資を、利益率の低い接続事業の拡大ではなく、新たな高収益プラットフォーム事業の構築と位置づけ、その将来性を明確に説明する。
- **リスク：エコシステムの複雑性:** 多種多様なロボット、ソフトウェア、ビルシステムを統合することは技術的に極めて困難である。
 - **緩和策:** 当初からオープンなプラットフォームと API を志向する。最初の統合課題を解決するため、プラットフォームを広く公開する前に、少数の戦略的パートナーに絞って連携を深める。楽天シンフォニーが多種多様なベンダーの機

器を統合して Open RAN を構築した経験は、複雑な異種技術スタックを管理する上での中核的な能力を証明しており、このノウハウを最大限に活用する²⁹。

引用文献

1. 2040 年、日本で AI・ロボット関連人材が 326 万人不足へ 経産省が就業構造の将来試算を公表, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://ledge.ai/articles/ai_robot_workforce_gap_2040
2. ロボット (METI/経済産業省), 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/robot/index.html
3. AI ロボットの研究推進に関する政策的動向, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www.mext.go.jp/content/20240516_mxt_kiso-000035946_9.pdf
4. ムーンショット目標 3 2050 年までに、AI とロボットの共進化により - 内閣府, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/sub3.html>
5. AI×ロボット・サービス分野の実践的グローバル研究 - 研究開発と Society 5.0 との橋渡しプログラム, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www8.cao.go.jp/cstp/bridge/keikaku/r5_23_bridge_r6.pdf
6. な社会の実現に向けて - NEDO, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.nedo.go.jp/content/100953531.pdf>
7. ロボットフレンドリー施設推進機構について, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/robot/2503_facilitybook.pdf
8. ビル管理もお任せ ロボットが働きやすい環境を作る「ロボフレ」 - Impress Watch, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.watch.impress.co.jp/docs/news/1485356.html>
9. 経済産業省 メーカーを問わないロボットとエレベーターの通信規格が発表されました。 , 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://workroid.com/20210616_-2/
10. RFA 規格 (ロボット・エレベーター連携インタフェース定義 RFA B 0001 :2022 発行と販売のお知らせ, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://robot-friendly.org/information/rfa%E8%A6%8F%E6%A0%BC%EF%BC%88fab-0012022%E7%BC%89%E7%99%BA%E8%A1%8C%E3%81%A8%E8%B2%A9%E5%A3%B2%E3%81%AE%E3%81%8A%E7%9F%A5%E3%82%89%E3%81%9B/>
11. RFA 規格 (ロボット・セキュリティ連携インタフェース定義 RFA B 0002 :2023) および RFA ガイドライン (ロボット・セキュリティ連携 ガイドライン RFA GL B 0101 :2023) 発行と販売のお知らせ | RFA ロボットフレンドリー施設推進機構 Robot Friendly Asset Promotion Association, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://robot-friendly.org/information/rfa%E8%A6%8F%E6%A0%BC%EF%BC%88%E3%83%AD%E3%83%9C%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%BB%E3%82%BB%E3%82%AD%E3%83%A5%E3%83%AA%E3%83%86%E3%82%A3%E9%80%A3%E6%90%BA%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%95%E3%82%A7/>
12. 総務省 | 平成 27 年版 情報通信白書 | 関連市場の動向, 7 月 2, 2025 にアクセス、

- <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc241330.html>
13. 産業用ロボットの市場規模は？市場動向の調べ方を徹底解説！ - マーケティング・データ・バンク, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://mdb-biz.jmar.co.jp/column/59>
 14. 日本産業用ロボット市場規模、シェア、予測、動向 2032 - Spherical Insights, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://www.sphericalinsights.com/jp/reports/japan-industrial-robotics-market>
 15. AI が予測する産業用ロボットメーカー 業界 | 2030 年市場規模推移と主要企業ランキング, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://service.xenobrain.jp/forecastresults/market-size/industrial-robot>
 16. 日本の協働ロボット市場は 2033 年までに 158 億 7470 万 ... - NEWSCAST, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://newscast.jp/news/7191618>
 17. 日本の倉庫ロボット市場は 2033 年までに約 149.8 億 ... - NEWSCAST, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://newscast.jp/news/2028519>
 18. サービスロボット市場を調査 | プレスリリース - 富士経済, 7 月 2, 2025 にアクセス、https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=23019&view_type=2&la=en
 19. 世界のサービスロボット市場を調査 | プレスリリース | 富士経済 ..., 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=24010>
 20. サービスロボットソリューション市場展望【法人向け編】 2024 年度版 - ミック経済研究所, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://mic-r.co.jp/mr/03330/>
 21. 完全仮想化クラウドネイティブモバイルネットワーク, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://corp.mobile.rakuten.co.jp/innovation/technology/cloud-network/>
 22. 【解説】 楽天モバイルの完全仮想化クラウドネイティブモバイルネットワーク - YouTube, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://www.youtube.com/watch?v=QTgcf2Vb098>
 23. 通信：楽天の仮想化技術に立ちをはだかるこれだけの壁 | 週刊エコノミスト Online, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://weekly-economist.mainichi.jp/articles/20210928/se1/00m/020/009000c>
 24. Rakuten AI for Telecom | Scalable, Real-Time AI for Smarter Network Operations, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://symphony.rakuten.com/oss/ai-for-telecom>
 25. Disrupting Telecom the Internet Way: Rakuten Symphony Webinar, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://symphony.rakuten.com/blog/disrupting-telecom-the-internet-way-rakuten-symphony-webinar>
 26. 小学生にもわかる、楽天モバイルの「完全仮想化クラウドネイティブモバイルネットワーク」とは？, 7 月 2, 2025 にアクセス、https://note.com/rm_rooter/n/nafa79b0e4b53
 27. 完全仮想化ネットワークの本領発揮により始まった楽天モバイルの巻き返し - @DIME アットダイム, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://dime.jp/genre/1372789/>
 28. 楽天が狙う「5G×MEC 革命」 エッジコンピューティングを全国展開 - ビジネスネットワーク, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://businessnetwork.jp/article/7053/>
 29. Open RAN 5G - Rakuten Symphony, 7 月 2, 2025 にアクセス、

- <https://symphony.rakuten.com/products/open-ran-5g>
30. Rakuten Symphony Launches "Real Open RAN Licensing Program" Featuring Award-Winning, Extensively Deployed Software to Accelerate Global Open RAN Adoption, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/newsroom/rakuten-symphony-launches-real-open-ran-licensing-program-featuring-award-winning-extensively-deployed-software-to-accelerate-global-open-ran-adoption>
 31. Open RAN for Real - Rakuten Symphony, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/open-ran>
 32. Learn how Rakuten Symphony and 1&1 AG built Europe's most modern, software-driven mobile network in Germany, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/blog/learn-how-rakuten-symphony-and-1-1-ag-built-europes-most-modern-software-driven-mobile-network-in-germany>
 33. Rakuten Mobile and Rakuten Symphony Deploy Intelligent AI-powered RIC Platform in Rakuten's 4G and 5G Open RAN Network in Japan, Setting the Stage for Sustainable Mobile Connectivity | Press Releases | Rakuten Mobile, Inc., 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2025/0528_01/
 34. Rakuten Symphony's Top 25 AI initiatives: Capacity forecasting and management, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/blog/rakuten-symphonys-top-25-ai-initiatives-capacity-forecasting-and-management>
 35. Cloud Native 5G Network | Symworld Cloud | Bare metal Performance - Rakuten Symphony, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/blog/demystifying-the-complexity-of-cloud-native-5g-network-functions-deployment-using-symworld-cnp-part-i>
 36. Rakuten Symphony Proves 4x Productivity Boost for Radio Access Network Planning, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/newsroom/rakuten-symphony-proves-4x-productivity-boost-for-radio-access-network-planning>
 37. Rakuten Symphony's AI-Powered Site Management 2.0 Simplifies Network Deployments and Lifecycle Management | Newsroom, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/newsroom/rakuten-symphonys-ai-powered-site-management-2-0-simplifies-network-deployments-and-lifecycle-management>
 38. How Rakuten Mobile network performance strategy is assured via Symworld, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/blog/how-rakuten-mobiles-network-performance-strategy-is-assured-via-symworld-tm>
 39. 楽天モバイル、法人のお客様向けに AI 搭載の次世代清掃ロボット「Phantas アイリスエディション」を提供開始, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://corp.mobile.rakuten.co.jp/news/media/2025/0604_01/
 40. Who's keeping Open RAN secure? - Rakuten Symphony, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/blog/whos-keeping-open-ran-secure>
 41. RSL が値上げ！その内容とは？ | EC-X- トランスコスモス, 7 月 2, 2025 にアクセス

- ス、<https://transcosmos-ecx.jp/blog/440>
42. 楽天スーパーロジスティクスとは？料金体系や活用事例・最強翌日配送にも関わるメリットを解説, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://jagoo.co.jp/column/rakuten-rs/>
 43. 自動配送ロボット事例紹介 - NEDO, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://www.nedo.go.jp/content/100944786.pdf>
 44. 「ロボット宅配のある日常」のリアリティ。楽天・西友の公道実証で見た意外な現実, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://www.businessinsider.jp/article/235547/>
 45. ドローンと地上配送ロボットを活用した地方創生, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://www.chisou.go.jp/sousei/meeting/miraigijyutu/h31-3-13-shiryou3-1.pdf>
 46. 楽天、自動配送ロボットによる定常的な配送サービスをつくば市で提供開始 - ドローンジャーナル, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1184669.html>
 47. (取材) ドローン物流はいま、どこまで進んでいる？楽天グループ株式会社 ドローン事業課マネージャー 今野友太郎さんに聞く - コエテコ, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://coeteco.jp/articles/13057>
 48. 楽天がロボット配送サービス拡充を発表、対象店舗・地域拡大し米 Avride 製の新機種も導入, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://online.logi-biz.com/119382/>
 49. [RNN]「楽天無人配送」を東京・晴海エリアで提供開始 - YouTube, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://www.youtube.com/watch?v=ja2Ig5f2CYg>
 50. 楽天が自動走行／遠隔操作の配送ロボットによるサービスを晴海周辺で開始 - スマートモビリティ JP, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://smart-mobility.jp/ct/17731400>
 51. 【楽天市場】農業 ドローンの通販, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://search.rakuten.co.jp/search/mall/%E8%BE%B2%E6%A5%AD+%E3%83%89%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%B3/?p=2>
 52. Robot-in (Robot シリーズ) ハングリード株式会社 - RMS サービススクエア - 楽天市場, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://service.rms.rakuten.co.jp/product/0008-0006/1>
 53. アイテムロボット (item Robot) とは？特徴や機能を詳しく解説 - ピュアフラット, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://pureflat.co.jp/column/ec/itemrobot/>
 54. zaiko Robot (Robot シリーズ) ハングリード株式会社 - RMS サービススクエア - 楽天市場, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://service.rms.rakuten.co.jp/product/0008-0002/1>
 55. 自動配送ロボットで買い物難民を救いたい！ロボットに人生を捧げる元官僚の挑戦, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://rakuten.today/blog-ja/ugv-delivery-2021-j.html?lang=ja>
 56. ロボアドバイザーサービス「らくらく投資」提供、楽天ポイントが使える（楽天証券） | ペイメントナビ, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://paymentnavi.com/paymentnews/106928.html>
 57. 楽天証券、FX にロボ・アドバイザーを導入 - PR TIMES, 7 月 2, 2025 にアクセス、<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000155.000011088.html>

58. ロボアドバイザー|らくらく投資 - 楽天証券, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.rakuten-sec.co.jp/raku2-inv/>
59. 神戸大学やドコモ、NTT Com など 5 者、混雑した 5G 環境における遠隔ロボット手術支援の実証実験に成功 - クラウド Watch, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://cloud.watch.impress.co.jp/docs/news/1602677.html>
60. docomo MEC® | ドコモビジネス - NTT コミュニケーションズ, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.ntt.com/business/services/docomomec.html>
61. MM総研大賞 2023 <スマートソリューション部門>5G ソリューション分野 最優秀賞「docomo MEC®」 株式会社 NTT ドコモ/NTT コミュニケーションズ株式会社, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www.m2ri.jp/corporate/mmri_award/detail.html?id=85
62. 公共×ロボットの安全な遠隔制御 | ドコモビジネス | NTT コミュニケーションズ法人のお客さま, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www.ntt.com/business/lp/5g/casestudy/public_04.html
63. ソリューション | docomo MEC® | 低遅延・高セキュアなドコモの法人向けクラウドコンピューティング, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.mec.docomo.ne.jp/portal/related-services/solutions.html>
64. docomo MEC® | 低遅延・高セキュアなドコモの法人向けクラウドコンピューティング - NTT ドコモ, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.mec.docomo.ne.jp/>
65. docomo MEC 概要のご説明 - YouTube, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.youtube.com/watch?v=BtAuzGcMC9Y>
66. 【KDDI】AWS Wavelength | つなぐチカラ『ビジネス 5G』 | au 法人向け, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://biz.kddi.com/5g/aws_wavelength/
67. KDDI と AWS が 5G MEC 開始「世界で 4 社だけ」 - ビジネスネットワーク, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://businessnetwork.jp/article/7944/>
68. 医療業界の DX、5G SA と MEC による遠隔医療実証を実施 | ニュース | 株式会社ソリトンシステムズ, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.soliton.co.jp/news/2022/004895.html>
69. KDDI らが、5G SA と MEC による遠隔医療実証を実施 - ZDNET Japan, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://japan.zdnet.com/article/35188618/>
70. つなぐチカラ『ビジネス 5G』 | au 法人向け | KDDI 株式会社, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://biz.kddi.com/5g/>
71. 安心安全な駅を目指して 3 社が連携—5G/MEC を活用した白杖検知プロジェクト | KDDI トビラ, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://tobira.kddi.com/with-life/article00072/>
72. 5G (第 5 世代移動通信システム) | 法人向け - ソフトバンク, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.softbank.jp/biz/services/5g/>
73. ソフトバンクの高速・低遅延サービス「5G MEC」全国展開を開始 自動運転やロボットに最適「5G SA」と「5G NSA」とのちがい - ロボスタ, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://robotstart.info/2022/05/30/sb-5g-mec.html>
74. ソフトバンク、映像の“超解像”を実証--5G・MEC・「NVIDIA Maxine」を活用 -

- ZDNET Japan, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://japan.zdnet.com/article/35169418/>
75. ソフトバンクロボティクス - SoftBank Robotics, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.softbankrobotics.com/jp/set/data/news/press/20221018a/20221018presentation.pdf>
 76. 5G の高信頼低遅延通信 URLLC を活用し、ヒトの手を動かして感じ取れる手応えをロボット上で再、7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/files/2023/1/25/230125-1.pdf>
 77. 5G の高信頼低遅延通信 URLLC を活用し、ヒトの手を動かして感じ取れる手応えをロボット上で再 - NTT ドコモ, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/topics/2022/topics_230125_10.pdf
 78. 5G で「モノをつかむ感触」再現に成功、ドコモと慶大が URLLC 活用で - ビジネスネットワーク, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://businessnetwork.jp/article/12507/>
 79. 次世代移動通信技術「5G」を用いた実証実験への取り組み - 中部電力, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://www.chuden.co.jp/resource/seicho_kaihatsu/kaihatsu/kai_library/news/news_165_03.pdf
 80. 世界初、「自律移動型ロボットとのテラヘルツ帯通信の実証」および「テラヘルツ帯と光無線の縦続接続通信の実証」に成功 | デクセリアルズ株式会社, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://www.dexerials.jp/news/2025/news25027.html>
 81. Multi-Access Edge Computing for Mobile Robots - Qucosa - Technische Universität Dresden, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://tud.qucosa.de/en/landing-page/https%3A%2F%2Ftud.qucosa.de%2Fapi%2Fqucosa%253A96881%2Fmets/>
 82. Enhancing Personalization through 5G Network Slicing and Edge Computing in Human-Robot Interactions - arXiv, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://arxiv.org/pdf/2312.06475>
 83. Rakuten is the telco edge cloud leader, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://symphony.rakuten.com/blog/rakuten-is-the-telco-edge-cloud-leader>
 84. 配送ルート最適化とは？ | AI 活用事例や製品・サービスを紹介 - AISmiley, 7 月 2, 2025 にアクセス、
https://aismiley.co.jp/ai_news/what-is-delivery-route-optimization/
 85. 楽天モバイル、25 年末までに 1 万以上の追加基地局を設置へ - ケータイ Watch, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/news/2014069.html>
 86. ロボットフレンドリー施設推進機構(RFA)のご紹介, 7 月 2, 2025 にアクセス、
<https://robot-friendly.org/wp/wp-content/themes/robot-friendly/asset/pdf/guidance.pdf>