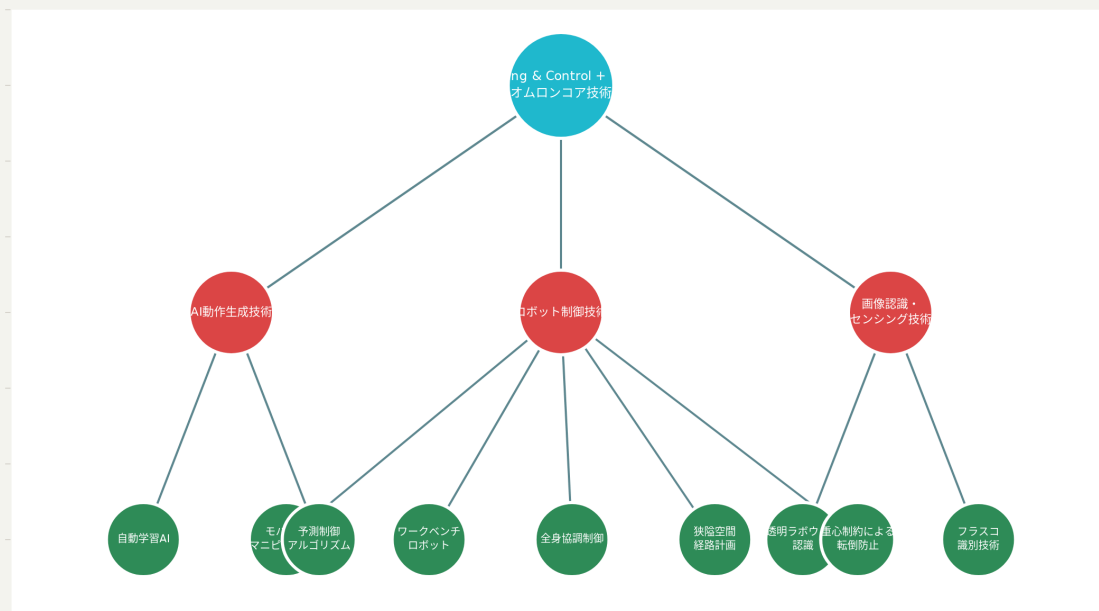




オムロンが描く「眠らないラボ」：創薬現場を革新するロボット技術の包括的分析

膨大な時間と費用を要する創薬分野において、オムロンが開発を進める創薬支援ロボットは、人間の研究者と同じ実験器具を扱い、24時間連続で実験を実行する「眠らないラボ」の実現を目指している。この技術は、従来の創薬プロセスが抱える人為的ミス、長時間労働、再現性の問題といった課題を解決し、製薬業界全体の研究開発効率を飛躍的に向上させる可能性を秘めている。

オムロン創薬支援ロボット技術階層



オムロンが開発する創薬支援ロボットの技術体系と階層構造

革新的なラボオートメーション技術の概要と開発背景

オムロンの創薬支援ロボット開発の全体像

オムロンが開発中の創薬支援ロボットは、同社のコア技術「センシング&コントロール+Think」を基盤とした次世代ラボオートメーションシステムである。このシステムは、実験の準備や片付け、試薬・実験機器・設備の操作、データ収集など、これまで自動化が困難とされてきた一連の非定型な作業を次世代ロボットで自動化することを目指している。[\[1\]\[2\]](#)

2023年7月から中外製薬、オムロン、オムロン サイニックエックス（OSX）の3社共創により、「次世代ラボオートメーションシステム」の実証実験が中外ライフサイエンスパーク横浜で開始された。この取り組みは、オムロンの創業者立石一真氏の「機械にできることは機械に任せ、人間はより創造的な分野での活動を楽しむべきである」という経営哲学を実現するための重要なプロジェクトとして位置づけられている。[\[3\]\[4\]](#)

2025年9月の日本ロボット学会では、オムロンがラボオートメーション技術7件を発表し、「モバイルマニピュレータ」の狭い通路での移動技術、「ワークベンチロボット」の位置誤差対応技術、透明なフラスコ等のラボウェア認識技術などの具体的な要素技術が公開された。[\[2\]\[1\]](#)

基盤技術の詳細分析：人間と同じ器具を操る仕組み

AI による動作生成と制御技術

オムロンのラボオートメーション技術の核心は、AIによる動作生成と高度な制御技術の融合にある。特に「低次元線形化モデルと速度分解による移動マニピュレータの低計算量全身協調制御」技術では、比較的フットプリントの小さい差動二輪駆動移動マニピュレータを機敏に移動させるための制御器を開発している。[\[1\]\[2\]](#)

この技術は、線形化された低次元力学モデルとZMP（Zero Moment Point）に基づき、モデル予測制御で目標重心速度を決定し、台車・手先の目標速度と合わせてモータ指令に分解する仕組みとなっている。これにより、低い計算コストでハードウェアの冗長性を有効活用した転倒回避を行い、機敏な動作も維持することが可能となる。[\[2\]\[1\]](#)

画像認識技術による透明ラボウェアの識別

創薬実験において重要となるのが、フラスコやビーカーなどの透明なラボウェアを正確に認識する技術である。オムロンは透明物体の認識に特化したAI技術を開発し、従来困難とされてきた透明なガラス器具の自動処理を可能にしている。[\[1\]\[2\]](#)

さらに、同社の画像処理システム「FHシリーズ」では、新AI欠陥検出アルゴリズムを搭載し、形状・色のばらつき、複雑な背景、光沢のばらつきといった過検出の3大原因を解消する技術を実現している。この技術をラボオートメーションに応用することで、実験器具の状態確認や品質管理を自動化できる可能性がある。^[5]

狭隘空間における経路計画技術

実際の研究室環境では、限られた空間内でロボットが効率的に移動する必要がある。オムロンが開発した「差動二輪駆動ロボットの狭隘空間における切り返しを含んだ動的移動経路計画」技術は、運行開始時にのみ切り返し（スイッチバック）の計画を行い、移動中は切り返し間の区間についてオンラインで経路計画を行う構成となっている。^{[1][2]}

この手法により、高速かつ安定した経路計画手法を適用でき、環境変化への応答速度を向上させることが可能となり、狭い研究室環境でのロボット運用が現実的なものとなる。^{[2][1]}



Robotic arm dispensing liquid into vials in a laboratory for automated drug discovery tasks.

従来の創薬研究における課題とボトルネックの詳細分析

創薬プロセスの根本的な問題点

創薬業界では、新薬の研究開発に要する時間が10年以上、費用が数千億円規模に及ぶという構造的な課題を抱えている。日本製薬工業協会の調査によると、創薬における最も重要な要因として「研究者の能力・意識・努力」が挙げられており、新薬のシード発見は傑出した個人やその人を核とした研究グループに依存する部分が多いことが示されている。^{[6][7]}

製薬業界では、創薬ターゲットが増加しても医薬品承認のハードルも同時に高くなっており、「解くべき問い」そのものが曖昧なまま進まざるを得ないという根本的な困難が存在する。これまでの90年代以降、各社が競ってハイスループットスクリーニング（HTS）やコンビナトリアルケミストリーなどの新技術を導入してきたが、「新しく導入した技術・システム」を最重要とする回答は皆無であったという調査結果も示されている。^{[8][6]}

人為的ミスと再現性の問題

創薬研究における大きな課題の一つが、手作業による実験の再現性の低さである。PwCの分析によると、創薬研究の生産性向上は「価値」「品質」「オペレーションコスト」の3つの要因に分けられ、特に品質面での一貫性確保が重要な課題となっている。^[7]

従来の創薬方法は「hit-and-miss approach（当たり外れのアプローチ）」と「large-scale testing techniques（大規模テスト技術）」に依存しており、これらの方法は遅く、コストが高く、しばしば低い精度の結果をもたらすという問題がある。また、研究者個人の技能や経験に依存する部分が多く、同じ実験条件を再現することが困難であるという構造的な問題も指摘されている。^{[6][9]}

長時間労働と研究効率の限界

創薬分野の研究者は、実験の準備、実行、データ解析、後片付けという一連のプロセスを人力で行う必要があり、長時間労働が常態化している。AI創薬のデメリットに関する分析では、研究員の負荷軽減が期待される一方で、AIと創薬の知見を併せ持つ人材の不足が深刻な問題となっていることが指摘されている。^[10]

さらに、従来の実験は平日の日中に限定されることが多く、24時間連続での実験実行は現実的に困難であった。これにより、時間を要する培養実験や長期観察実験においては、実験期間の延長や週末・夜間の中断による影響が避けられない状況となっている。^{[11][12]}

創薬研究：従来の課題 vs ラボオートメーション技術による解決策

分野	従来の課題	ロボット技術による解決策
精度・品質面	人為的ミス・実験手技の個人差	高精度な自動操作・均一化された実験手順
労働環境面	長時間労働・反復作業による疲労	24時間連続稼働・人間は創造的業務に集中
再現性面	実験条件の再現困難・個人差	完全に同一条件での実験実行・データ蓄積
効率性面	処理速度の限界・同時並行処理の困難	高速処理・複数実験の同時進行
コスト面	人件費の増大・スキル習得コスト	長期的な人件費削減・一度の設定で反復利用
継続性面	休日・夜間の作業中断・人員不足	中断のない連続実験・人手不足解消
安全性面	危険物質への曝露リスク	人間の安全確保・遠隔操作による危険回避

創薬研究の課題とオムロンのラボオートメーション技術による解決策の対比

競合他社の動向と市場における差別化戦略

グローバルラボオートメーション市場の競合状況

世界のラボオートメーション市場は、Thermo Fisher Scientific、Tecan Group、Abbott、Siemens Healthineersなどの大手企業が支配的地位を占めている。特にThermo Fisher Scientificは、多様な製品ラインナップ（実験機器、分析装置、消耗品、試薬、ソフトウェアソリューション）を持ち、50カ国以上でサービスを展開するグローバルリーダーとしての地位を確立している。[\[13\]](#)[\[14\]](#)[\[15\]](#)[\[16\]](#)

創薬分野に特化したラボオートメーション企業としては、Beckman Coulter Life Sciences、Hudson Robotics、Tecan Group、PerkinElmer、Agilent Technologies、Bio-Rad Laboratoriesなどが挙げられる。これらの企業は、液体ハンドリングシステム、ロボットシステム、統合プラットフォームなどの特定分野に特化したソリューションを提供している。[\[14\]](#)

特化型ソリューションとの比較分析

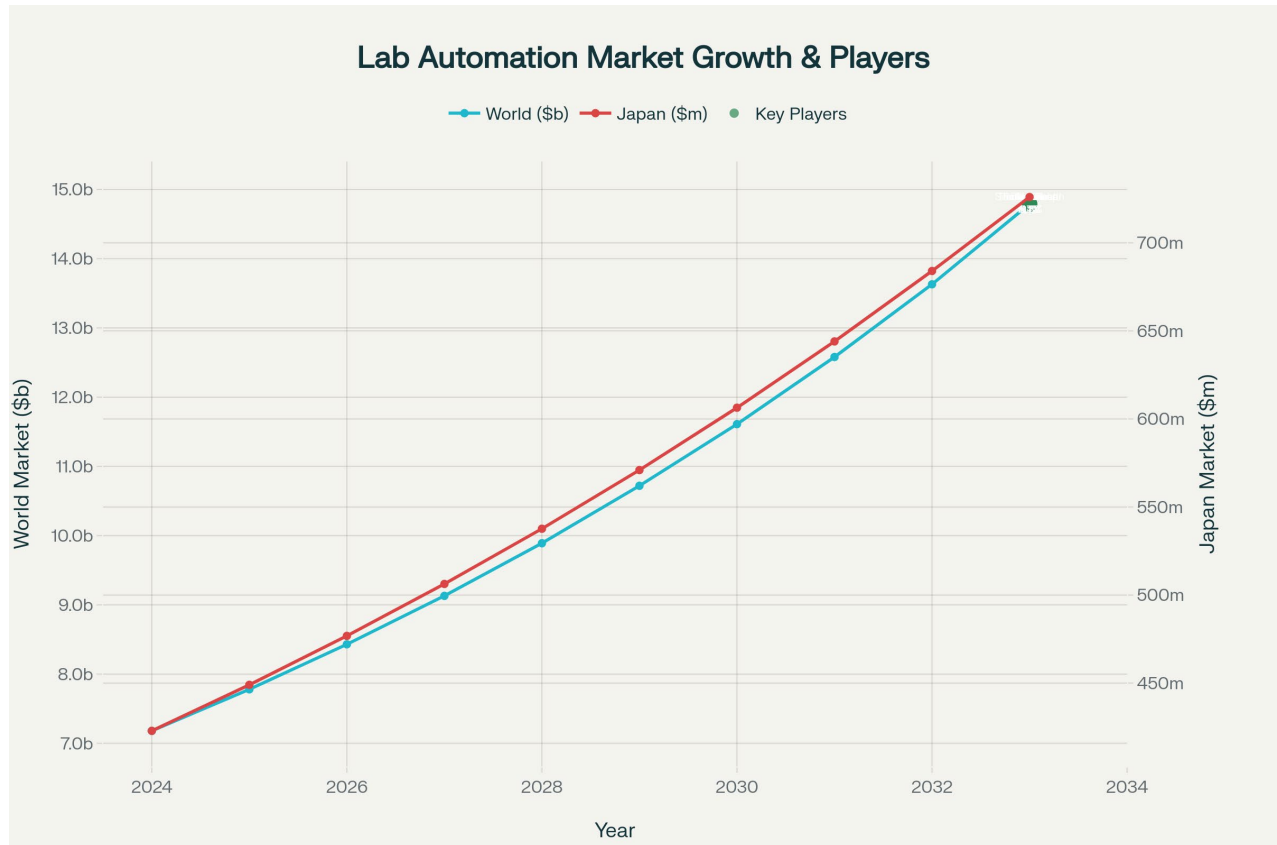
従来のラボオートメーション企業の多くは、特定のタスクに特化した自動化装置の開発に重点を置いてきた。例えば、Hamilton Companyは精密な液体ハンドリングシステム、SPT Labtech Ltdはサンプル管理システム、Opentrons Labworks Incは低コストの自動化プラットフォームといったように、各社が得意分野を持っている。^[14]

これに対して、オムロンのアプローチは「人間と同じ器具を使える汎用性」に重点を置いている点で差別化されている。既存の研究室環境を大きく変更することなく、人間の研究者と同じ空間で協働できるシステムの構築を目指している。この「human-compatible（人間適合型）」なアプローチは、導入コストの削減と既存ワークフローとの親和性という観点で競合優位性を持つ可能性がある。^{[11][3]}

mRNA ワクチン製造分野における自動化事例

mRNAワクチン製造分野では、BioNTech、Moderna、CureVacなどの企業が先進的な自動化技術を導入している。特に、BioNTech/PfizerとModernaのmRNAワクチンは記録的な速度で開発され、Quality by Design (QbD) フレームワークとプロセス自動化の重要性が実証された。^{[17][18]}

これらの企業では、in vitro転写（IVT）反応の自動化、品質管理プロセスの標準化、モデル予測制御（MPC）による生産最適化などが実現されている。Modernaの場合、独自の自動化機械がmRNA医薬品を組み立てるシステムを構築しており、将来的にはロボット軍団による個別化がんワクチンの製造も視野に入れている。^{[19][17]}



世界ラボオートメーション市場の成長予測と主要企業の競合状況（2024-2033年）

製薬業界と科学研究への潜在的影響の分析

研究開発速度の飛躍的向上

オムロンのラボオートメーション技術が普及すれば、創薬研究の速度は飛躍的に向上する可能性がある。24時間連続稼働により、従来は平日8時間×5日=40時間/週だった実験時間が、24時間×7日=168時間/週となり、理論上は4倍以上の時間効率が実現できる。^[4]

さらに、人為的ミスの削減により実験の再現性が向上し、「やり直し実験」の頻度が大幅に減少することが期待される。AI創薬の分野では、従来の創薬プロセスを3～5年短縮する可能性があると考えられており、ラボオートメーションとの組み合わせにより、さらなる期間短縮効果が期待できる。^{[20][21]}

コスト削減効果と投資収益率

製薬業界のDX推進における分析では、AI導入により創薬プロセスの効率化と生産性向上が実現され、特に初期段階の研究開発コストの削減効果が大きいとされている。一般的に新薬開発には10年以上の

期間と数百億円から数千億円の費用を要するが、自動化により人件費と時間コストの両面で大幅な削減が可能となる。^{[22][10][23][24]}

日本のラボオートメーション市場は、2024年の4億2,286万ドルから2033年には7億2,602万ドルに成長し、年平均成長率6.19%で拡大すると予測されている。この成長の背景には、労働人口減少に伴う人手不足対策と、長期的な投資収益率の改善期待がある。^[25]

創薬成功率の向上メカニズム

従来の創薬では、臨床試験段階で9割以上が失敗するとされているが、ラボオートメーション技術により前臨床段階での精度向上が実現すれば、後段での成功確率向上に寄与する可能性がある。特に、実験条件の標準化と再現性確保により、より信頼性の高い前臨床データの取得が可能となる。^{[9][22][26]}

中外製薬では、AI技術を活用して創薬の成功確率を改善する取り組みを進めており、「薬物動態予測」「有効性・安全性の病理画像解析による評価」「自然言語処理による文献検索」などの分野でAIを活用している。オムロンのラボオートメーション技術と組み合わせることで、データ品質の向上と解析精度の向上が同時に実現される可能性がある。^[22]

導入における課題と限界の多角的検討

導入コストと経済的障壁

ラボオートメーション導入の最大の課題は高額な初期投資である。研究DXとラボオートメーションに関する分析では、多くの研究室が「初期費用の高さ」「カスタマイズの難しさ」を主要な導入障壁として挙げている。特に中小規模の研究機関では、自動化システムに投資するには年間200万件以上のテストを必要とするレベルの運用量が必要とされ、大規模な研究所や病院でのみ導入効果が期待できるという現状がある。^{[15][27]}

日本の製薬企業の場合、創薬のハードルが高くなっており、新薬創出に関する事業維持コストの削減が重要な課題となっている。ROI（投資収益率）の獲得には長期間を要するため、特に中小企業にとっては導入判断が困難な状況となっている。^{[10][24][27]}

技術的障壁と適用範囲の限界

現在のラボオートメーション技術には、いくつかの技術的制約が存在する。装置間の連携が困難であること、定型化可能な実験プロセスが限定的であること、研究現場特有の「直感」や「判断」を機械的に置き換えることの困難さなどが主要な課題として挙げられている。^[11]

オムロンの技術においても、透明ラボウェアの認識技術や狭隘空間での経路計画など、特定の技術要素については一定の解決策を示しているが、研究全体のワークフローを完全に自動化するには、まだ多くの技術的ハードルが残されている。特に、予期しない実験結果への対応や、新しい実験手法の開発といった創造的な部分については、人間の研究者の介入が不可欠である。^{[11][2]}

規制・承認上の課題

製薬業界では、GLP（Good Laboratory Practice）やGMP（Good Manufacturing Practice）といった厳格な規制要件への対応が必要であり、ラボオートメーション技術もこれらの規制に適合する必要がある。特に、データの完全性、トレーサビリティ、バリデーション等の要件を満たすシステム設計が求められる。^{[22][17]}

また、ロボット技術の公道実証実験に関する規制では、道路使用許可の要否判断が複雑であることが指摘されており、研究室内でのロボット使用についても将来的には類似の規制対応が必要となる可能性がある。現在のところ、研究室用ロボットに関する包括的な安全基準や認証制度は確立されておらず、この分野での規制整備が今後の普及の鍵となる可能性がある。^{[28][29]}

人材育成と組織変化への対応

AI創薬やラボオートメーション導入には、AIと創薬の両方の知見を併せ持つ人材が不可欠であるが、このような人材は現在極めて不足している。また、既存の研究者にとっては、従来の研究スタイルからの大幅な変更が必要となるため、組織としての変化管理が重要な課題となる。^{[10][20]}

日本の科学技術人材政策では、博士後期課程進学者の減少や研究者のポスト不足が深刻な問題となっており、こうした人材不足の中でラボオートメーション技術をうまく活用できるかが、日本の研究競争力維持の重要な要素となる可能性がある。^{[30][31][32]}

オムロンが描く将来像と実用化ロードマップ

「眠らないラボ」の段階的実現プロセス

オムロンが目指す「眠らないラボ」の実現は、段階的なアプローチで進められている。現在の実証実験段階では、中外製薬との協働により基本的な実験作業の自動化から開始し、徐々に対応可能な実験範囲を拡大していく計画である。^{[3][4]}

第1段階では、ピペッティング、試薬調合、サンプル移送などの単純作業の自動化を実現し、第2段階では複数の実験装置を統合したワークフロー自動化、第3段階では実験計画の立案から実行、データ解析までを含む包括的な自動化システムの構築を目指している。OSXでは、2050年までに「自律的に学習し適応できる、人と協働可能なAIロボット」の開発を目標とするムーンショット目標3の達成を目指している。^[4]

AI自律研究システムの発展可能性

オムロン サイニックス（OSX）では、単なる実験作業の自動化を超えて、「AI自らがイノベーションを創出し実験を行うシステム」の構築を目指している。このシステムでは、AIが過去の実験データを分析して新たな仮説を生成し、自動で実験計画を立案・実行し、結果を解析して次の実験につなげるという完全自律型の研究サイクルの実現が想定されている。^[4]

将来的には、固体から粘性物質まで、あらゆる複雑な材料の取り扱いを自動化し、実験のワークフロー全体を人の手を借りずに計画・最適化するロボットの開発を計画している。これが実現すれば、研究者は仮説立案と結果解釈に特化し、実際の実験実行は完全にロボットに委託するという新しい研究スタイルが確立される可能性がある。^[4]

業界標準化と普及戦略

オムロンの技術が業界標準として普及するためには、他の研究機関や製薬企業での導入実績の蓄積が重要となる。現在進行中の中外製薬との実証実験の成果を基に、他の製薬企業への横展開を図る戦略が考えられる。^[3]

また、ラボオートメーション分野では、装置間の相互接続性向上を目的とした標準規格策定が進行しており、「LADS（Laboratory Automation and Data Standardization）」や「Ma i ML（Measurement analysis instrument Markup Language）」などの標準化により、異なるメーカーの装置間でのデータ共有や操作連携が可能になることが期待されている。^[11]

オムロンの技術がこれらの標準規格に準拠し、他社システムとの互換性を確保することで、より広範な普及が可能となる。特に、既存の研究環境を大きく変更することなく導入できる「人間適合型」アプローチは、業界全体での標準化において有利なポジションを占める可能性がある。^{[1][3]}

グローバル展開と市場拡大戦略

世界のラボオートメーション市場は、2024年の71.8億ドルから2033年には147.9億ドルへと年平均成長率8.35%で拡大すると予測されている。この成長市場において、オムロンが競争力を維持するためには、日本市場での成功事例を基盤としたグローバル展開が重要となる。

特に、北米や欧州の製薬企業では、すでにラボオートメーションの導入が進んでいるため、オムロンの「人間適合型」技術の差別化ポイントを明確にした市場参入戦略が求められる。また、アジア太平洋地域では、製薬産業の成長に伴いラボオートメーション需要の拡大が期待されており、この地域での早期の市場確立も重要な戦略要素となる。

オムロンが開発する創薬支援ロボット技術は、従来の創薬プロセスが抱える根本的な課題に対する革新的なソリューションとしての可能性を秘めている。24時間連続稼働による時間効率の向上、人為的ミスの削減による品質向上、研究者の創造的業務への集中促進など、多面的な効果が期待される。しかし、高額な導入コスト、技術的制約、規制対応、人材育成といった課題も存在しており、これらの解決が実用化と普及の鍵となる。中外製薬との実証実験の成果を基に、段階的な技術成熟と市場拡大を通じて、オムロンが描く「眠らないラボ」の実現可能性を見極めていくことが重要である。

**

1. <https://www.omron.com/jp/ja/news/2025/08/c0827.html>
2. <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000138.000120244.html>
3. <https://www.omron.com/jp/ja/edge-link/news/688.html>
4. <https://www.omron.com/jp/ja/edge-link/news/739.html>
5. <https://www.automation-news.jp/2025/09/97258/>
6. https://www.jpma.or.jp/opir/research/rs_027/pblsnq000000149h-att/pdf_article_027_01.pdf
7. <https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/improving-productivity-drug-discovery-research01.html>
8. <https://www.genesiaventures.com/deep-techs-growth-strategy-in-the-ai-era/>

9. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10302890/>
10. <https://www.new-dd.com/knowledge/demerit.html>
11. https://note.com/alchemi_fumi/n/n81fac46569dc
12. <https://www.kolabtree.com/blog/ja/laboratory-automation-benefits-and-challenges/>
13. <https://www.emergenresearch.com/jp/blog/top-10-leading-companies-in-the-world-offering-laboratory-automation-systems-to-streamline-clinical-workflow>
14. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-lab-automation-in-drug-discovery-market-industry/companies>
15. <https://straitsresearch.com/jp/report/lab-automation-market>
16. <https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/lab-automation-market.asp>
17. <https://www.nature.com/articles/s41541-021-00322-7>
18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779922000804>
19. <https://www.wired.com/story/making-personalized-cancer-vaccines-takes-an-armyof-robots/>
20. <https://www.spinflow.jp/news/「AI創薬」の未来と課題を解説>
21. <https://iptec.sanplatec.co.jp/news/mps-drug-discovery-efficiency/>
22. https://www.chugai-pharm.co.jp/english/innovation/digital/ai_technology.html
23. <https://eques.co.jp/column/pharma-dx/>
24. <https://kddimessagecast.jp/blog/dx/dx-in-the-pharmaceutical-industry/>
25. <https://www.imarcgroup.com/report/ja/japan-laboratory-automation-market>
26. <https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0UC25C7C0V20C25A3000000/>
27. https://www.dentsusoken.com/case_report/research/20240501/2461.html/
28. https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/selfdriving/roadtesting/202307robot_shiryou.pdf
29. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmermd/2013/0/2013_1A1-G06_1/_pdf
30. https://scienceportal.jst.go.jp/explore/review/20190906_01/index.html

31. https://www.mext.go.jp/content/20250710_mxt_kiban03_000043691_06.pdf
32. https://www.jstage.jst.go.jp/article/oubutsu/94/8/94_425/_pdf/-char/ja
33. <https://news.livedoor.com/article/detail/29819727/>
34. <https://robotstart.info/2025/08/27/omron.html>
35. <https://www.fa.omron.co.jp/product/special/library/robotics/robot-hand/>
36. https://x.com/wired_jp/status/1980410631837884763
37. <https://www.omron.com/jp/ja/technology/news/24/>
38. https://x.com/wired_jp/status/1980846745438609457
39. <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000147.000120244.html>
40. https://www.excite.co.jp/news/article/Prtimes_2025-08-28-120244-138/
41. <https://www.facebook.com/100064331184213/posts/1322431806577846/>
42. <https://www.omron.com/jp/ja/news/2025/10/c1009.html>
43. https://www.omron.com/jp/ja/ir/irlib/pdfs/ar23j/OMRON_Integrated_Report_2023_jp_18.pdf?231004
44. <https://www.omron.com/jp/ja/technology/omrontechnics/2025/20250110-matsunaga.html>
45. https://www.omron.com/jp/ja/technology/omrontechnics/2025/OMRON_TECHNICS_169.pdf
46. https://www.omron.com/jp/ja/ir/irlib/pdfs/ar24j/OMRON_Integrated_Report_2024_jp_A4.pdf
47. <https://www.agara.co.jp/article/533440>
48. <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000137.000120244.html>
49. <https://www.fa.omron.co.jp/support/robotics/testing/>
50. <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2018/WR/CRDS-FY2018-WR-12.pdf>
51. <https://www.mhlw.go.jp/content/10600000/001532540.pdf>
52. <https://cen.acs.org/physical-chemistry/computational-chemistry/AI-taking-over-step-drug/103/web/2025/10>

53. <https://note.com/akikito/n/n3302e4d4d257>
54. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095177925000656>
55. <https://www.scilife.io/blog/ai-pharma-innovation-challenges>
56. <https://scw.ai/blog/ai-in-pharma/>
57. <https://ascpt.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cpt.3542>
58. https://www.interphex.jp/hub/ja-jp/blog/article_035.html
59. https://www.josai.ac.jp/josai_lab/1375/
60. <https://japan-ai.geniee.co.jp/media/basic/2867/>
61. <https://www.drugtargetreview.com/article/157301/abbs-robotics-ecosystem-advancing-lab-efficiency-in-drug-discovery/>
62. <https://www.biopharminternational.com/view/biontech-to-acquire-curevac-in-deal-to-advance-mrna-cancer-therapies>
63. <https://www.towardshealthcare.com/insights/robotics-in-drug-discovery-market-sizing>
64. <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2021/RR/CRDS-FY2021-RR-02.pdf>
65. <https://www.gii.co.jp/report/moi1640389-total-lab-automation-market-share-analysis.html>
66. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/laboratory-robotics-market-report>
67. <https://www.mordorintelligence.com/ja/industry-reports/global-lab-automation-in-analytical-chemistry-market-industry>
68. <https://www.researchandmarkets.com/report/global-lab-automation-in-drug-discovery-market>
69. <https://www.cureus.com/articles/368476-the-future-of-mrna-vaccines-potential-beyond-covid-19.pdf?email=>
70. <https://mono.ipros.com/cgl/オートメーションシステム/>
71. <https://www.nttdata-strategy.com/knowledge/reports/2025/250729/>
72. <https://www.news-medical.net/health/Why-Drug-Discovery-Needs-Robots-and-Artificial-Intelligence.asp>

73. https://www.jmf.or.jp/jmf/wp-content/uploads/2024/04/23rbaw_h.pdf
74. <https://www.techno-producer.com/column/laboratory-automation/>
75. <https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/001485899.pdf>
76. <https://www.omron.com/jp/ja/edge-link/news/696.html>
77. <https://www.queen-b.com/ja/insights/2025-02-22-common-mistakes-in-la>
78. https://note.com/ai_komon/n/ne0e9f9334c3a
79. <https://www.fa.omron.co.jp/products/family/3210/>
80. <https://brics.ltd/smart-factory/factory-automation-merit/>
81. <https://pando.life/article/2270588>
82. https://www.fa.omron.co.jp/data_pdf/cat/fh_sdnb-034_29_1.pdf?id=3210
83. <https://journal.ntt.co.jp/wp-content/uploads/2025/06/JN202507.pdf>
84. https://convention.jtbcom.co.jp/35jsphcs/data/abstract_poster.pdf
85. <https://www.watch.impress.co.jp/docs/news/1539073.html>
86. <https://www.verifiedmarketreports.com/ja/product/lab-automation-in-drug-discovery-market/>
87. <https://www.japan-certification.com/certification/world/china/>
88. <https://www.atpress.ne.jp/news/4504323>
89. <https://www.mhlw.go.jp/stf/wp/hakusyo/roudou/24/2-2.html>
90. <https://japaninsights.jp/total-lab-automation-market-2/>
91. https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2022FY/000377.pdf
92. https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2018/honbun_pdf/pdf/honbun01_01_02.pdf
93. <https://www.metatechinsights.com/jp/industry-insights/pharmaceutical-robots-market-2517>
94. <https://www.mhlw.go.jp/content/000830713.pdf>
95. <https://www.persol-group.co.jp/service/business/article/337/>

96. <https://newscast.jp/news/3206299>

97. <https://xtech.nikkei.com/dm/atcl/column/15/327412/122700019/>

98. <https://pando.life/article/1632793>

99. https://www.ipa.go.jp/digital/architecture/Individual-link/t6hhco000000vsld-att/lab_report_no01servicerobot_detail_20210412.pdf