



# 日本のフィジカルAI戦略：米国・中国に対する競争優位性の確立

近年、「フィジカルAI（身体性を伴うAI）」と呼ばれる、ロボットとAIの融合領域への注目が急速に高まっています<sup>①</sup>。デジタル空間内で完結する生成AIとは異なり、フィジカルAIはセンサーやカメラで現実世界の情報を取得し、AIが解析した結果をロボットの物理動作にフィードバックする技術です<sup>②</sup>。米国と中国がこの分野で先行しており、日本も巻き返しを図ろうとしています。本レポートでは、日米中のフィジカルAI分野における現状を多角的に比較分析し、日本が競争優位性を築くための戦略を提言します。

## 日米中のフィジカルAI分野比較（概要）

まず、日本・米国・中国のフィジカルAIに関する状況を概観するため、主要な指標と特徴を比較します。以下の表に、特許出願動向、主要プレイヤー、技術的強み、商業化事例、政策・支援策、スタートアップ環境の各項目について日米中の概要をまとめました。

項目	日本	米国	中国
特許出願件数（動向）	<ul style="list-style-type: none"><li>ロボット関連特許の累積件数は2005～2019年で約15,000件（世界全体の約20%）と歴史的に多いが、2015年以降中国に逆転された<sup>③</sup>。 2018年前後から中国の特許シェアが50%超で安定<sup>④</sup>し、日本のシェアは低下傾向。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>2000年代はトップだったが、現在は年間特許件数で中国に大差をつけられ4位<sup>⑤</sup>（2005～2019年累計約9,500件）。</li><li>2019年には世界シェア17%（約2,100件）にとどまる<sup>⑥</sup>。AI搭載ロボットなど特定分野では依然強み<sup>⑦</sup>。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>急成長：2005～2019年累計で世界最多の約25,000件（シェア35%）<sup>⑧</sup>を出願し、2015年に特許件数で世界首位に立った。 2019年には世界シェア43%（約5,400件）<sup>⑨</sup>を占め、以降も高水準で推移。政府奨励策で質より量を重視した面も指摘<sup>⑩</sup>。</li></ul>

項目	日本	米国	中国
主要プレイヤー  (企業・大学等)	<p>・産業用ロボット大手：<b>ファナック、安川電機</b>（いずれも世界シェア上位）<sup>9</sup>。精密機器メーカー：<b>キーエンス、SMC</b>など。自動車系では<b>トヨタ</b>（パートナーロボット開発）、<b>ホンダ</b>（ASIMOで先駆）。医療・福祉では<b>サイバーダイン</b>（HALスーツ）等。大学・研究機関：<b>東京大学、早稲田大学、産総研（AIST）</b>などがロボット研究で著名。 ・<b>強み</b>：精密機械、モーター、減速機など高品質部品供給で世界的優位<sup>10 11</sup>。産業用ロボット分野で培った高い信頼性と制御技術。</p>	<p>・ロボティクス企業：<b>ボストン・ダイナミクス</b>（高機動二足・四足ロボ）、<b>テスラ</b>（ヒューマノイド「Optimus」開発中）、<b>iRobot</b>（家庭用掃除ロボ）、<b>インテュイティブ・サーボカル</b>（手術ロボット）など。IT大手も参入：<b>グーグル（X）</b>や<b>Amazon</b>（物流ロボ・家庭ロボ）等。大学は<b>MIT、スタンフォード、CMU</b>など世界最高峰のロボット研究拠点。</p> <p>&lt;br&gt;・<b>強み</b>：AIアルゴリズムや大型言語モデルとロボット制御の統合技術<sup>12</sup>。ベンチャー育成環境が充実し、DARPAなど政府支援で<b>軍事・宇宙</b>分野のロボットも先行<sup>6</sup>。高度なソフトウェア開発力とシステム統合力。</p>	<p>・新興ロボット企業が乱立：エンジンAIやユニツリーなどヒューマノイド系スタートアップが50～60社以上<sup>13</sup>。大手では<b>DJI</b>（ドローン世界首位）、<b>ファーウェイ・アリババ・テンセント</b>などもロボットAI研究に投資。大学は<b>清華大学、哈工大（ハルビン工業大学）</b>などがロボット工学で台頭<sup>14</sup>。</p> <p>&lt;br&gt;・<b>強み</b>：巨額投資による量産開発力と実装のスピード<sup>15</sup>。製造業の裾野が広く、<b>バッテリー・モーター・センサー</b>など主要コンポーネントの内製化を国家的に推進<sup>16</sup>。人材母数が多く大学でのロボット専攻学生数は世界の4割超<sup>14</sup>。</p>
技術分野別の競争力  (モビリティ、制御、操作、知覚など)	<p>・<b>モビリティ（移動制御）</b>：二足歩行や作業ロボットで実績（ホンダASIMOやトヨタの自律移動ロボット）。産業車両型ロボでは国内需要から開発進む。</p> <p>・<b>マニピュレーション（操作）</b>：ファナック等の産業ロボットが世界標準。精密動作や力加減制御で高評価。制御システム特許でも世界トップ級<sup>17</sup>。</p> <p>・<b>センシング&amp;認識</b>：カメラ技術（ソニー等）や画像認識で強み。マシンビジョン特許数で世界首位<sup>17</sup>。</p> <p>・<b>ヒューマンインターフェース</b>：対人口ボ（ペッパー、パルロなど）や介護ロボの開発経験が豊富。人間との安全な協調動作設計に知見。</p>	<p>・<b>モビリティ</b>：ボストン・ダイナミクスの跳躍・走行技術が突出。自動運転車やドローンなど移動型ロボは多くの企業が参入し最先端。宇宙・軍事の移動ロボも米国主導。</p> <p>・<b>マニピュレーション</b>：大学や企業で先進的なロボットハンド研究（例：OpenAIの手指操作）や倉庫ピッキングロボが盛ん。医療用マニピュレータも米企業が商用化。<sup>6</sup> で米は医療・軍事ロボ特許トップ。</p> <p>・<b>センシング&amp;AI</b>：AI分野のリーダーとして認識・機械学習技術が強く、ロボットへの実装も先行（例：強化学習での制御最適化）。</p> <p>・<b>ヒューマンインターフェース</b>：HRI研究の歴史が長く、CMUなどで人と協働するロボットの研究進展。音声アシスタントとロボットの連携などをソフト面強し。</p>	<p>・<b>モビリティ</b>：二足歩行ヒューマノイドも急追。北京でロボットのマラソン大会が開かれるなど脚式ロボに注力<sup>18</sup>。車輪型移動ロボも物流現場で普及。</p> <p>・<b>マニピュレーション</b>：産業用・協働ロボは<b>中国製</b>がシェア拡大。農業ロボや建設ロボなど多様な現場向けに展開。<sup>6</sup> によれば中国は<b>産業用ロボット特許</b>世界最多。</p> <p>・<b>センシング&amp;AI</b>：大学・企業で画像認識AIの論文数が世界一<sup>19</sup>。安価なセンサー普及でデータ収集量も莫大。</p> <p>・<b>ヒューマンインターフェース</b>：サービスロボット（接客、案内など）が実証配備。人型受付ロボや警備ロボが既に公共空間で試験運用<sup>20</sup>。言語や顔認識などAI活用も急速に向上。</p>

項目	日本	米国	中国
商業化された成功例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産業用ロボット：ファナック、安川電機など日本企業が世界シェア約46%<sup>9</sup>を占め、自動車工場などで数十万台が稼働中。</li> <li>・医療・福祉：サイバーダインのHALスーツ（装着型ロボット）は国内外でリハビリに活用。パナソニックやトヨタも介護支援ロボを開発。</li> <li>・家庭/サービス：ソニーのAIBO（ロボット犬）は世界的人気製品。清掃ロボットや受付アンドロイド等も一部実用化されたが、大ヒットは限定的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭用ロボット：iRobot社のロボット掃除機Roombaは累計5,000万台以上販売<sup>21</sup>の世界的ヒット。</li> <li>・医療用ロボット：直感手術社の「ダヴィンチ」は世界で数千台が稼働し手術に革命<sup>6</sup>（医療ロボット特許も米がリード）。</li> <li>・物流・倉庫：Amazonは40万台超の搬送ロボを倉庫に導入し効率化。自律走行配送ロボやドローン宅配も実験段階。</li> <li>・エンタメ/その他：Boston DynamicsのSpot（四足歩行ロボ）が点検業務に活用開始。宇宙探査ロボ（NASAの火星探査車など）の成功例も。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン：DJIの民生用ドローンは世界シェア7割超で標準的存在<sup>22</sup>。測量や空撮で世界中に普及。</li> <li>・サービスロボット：配膳ロボや掃除ロボが国内のホテル・飲食店で拡大中。配達ロボットが都市部や大学キャンパスで実運用。</li> <li>・製造・物流：自動搬送ロボット（AGV）は中国企業が低成本で量産し国内外で導入。物流大手（JD.com等）が大規模自動倉庫を運営。</li> <li>・ヒューマノイド：エンジンAI社が数百体の人型ロボ受注<sup>23</sup>13。今後の大量導入に向け試験運用を各地で開始。</li> </ul>
政府の支援策・規制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国家戦略：「ロボット新戦略」（2015年）で介護・インフラ点検等を重点領域に据え省庁横断支援。しかしその後10年新たな戦略策定なく出遅れ<sup>24</sup>。2025年によくAI戦略会議でフィジカルAI重視を表明<sup>25</sup>。</li> <li>・支援投資：経産省とNEDOが205億円を投じロボット用AI基盤モデル構築を開始<sup>26</sup>。产学研連携団体（AIRoA）にトヨタ等が参画。</li> <li>・規制動向：産業用ロボットの安全基準は厳格。サービスロボットの屋外実証も進むが慎重姿勢。総務省のサンドボックス制度で一部規制緩和を模索。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国家戦略：統合的なロボット戦略は無いが、国家科学財団（NSF）や国防総省など複数機関が研究助成<sup>27</sup>。トランプ政権下の2025年1月大統領令で規制緩和を指示<sup>28</sup>。</li> <li>・支援投資：NSFは2019～2025年に約2.7億ドル拠出<sup>27</sup>。DARPAのロボット競技会が技術進展を促進。州政府レベルでも補助あり。</li> <li>・規制動向：新興企業の実証に比較的寛容。自動運転車や配達ロボの公道実験を許可する州も多い。安全性・倫理は民間主導のガイドライン中心。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国家戦略：「中国製造2025」計画でロボット産業を重点化。第14次5カ年計画（2021-25）でもAI×ロボ投資を推進<sup>29</sup>。</li> <li>・支援投資：ヒューマノイドロボットに約3兆円を2024年に割当<sup>29</sup>。2023年に「2025年までに人型ロボ量産」目標を設定、世界的企業2～3社創出を掲げる<sup>30</sup>。2025年には先端技術特化の政府ファンド（約1兆元＝20兆円規模）を設立<sup>31</sup>。</li> <li>・規制動向：政府主導で迅速な社会実装を推進。監視・安全分野でもロボット利用を奨励。標準化にも注力し、中国規格の国際標準化を狙う。</li> </ul>

項目	日本	米国	中国
スター トアッ プ環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成熟度：ロボット系スタートアップは近年増加も、米中に比べ資金調達額や数で劣後。メガベンチャー（ユニコーン）は少なく、大企業主導の傾向。</li> <li>・支援策：NEDOやJVICによる事業化支援、大学発ベンチャー助成などあり。政府も研究開発型スタートアップ支援策を拡充中。</li> <li>・課題：VCからの大型投資が付きにくく、リスクマネー不足<sup>32</sup>。</li> <li>失敗に寛容でない文化もあり挑戦的人材の流出懸念。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成熟度：シリコンバレーやボストンにロボティクス集積。<b>Figure AI</b>（ヒューマノイド開発）など新興企業が次々資金調達（米Apptronik社は2025年に約600億円調達<sup>33</sup>）。ロボティクス分野で10億ドル超ユニコーンも複数。</li> <li>・支援策：豊富な民間VCに加え、軍事・宇宙予算からの受注で育つ企業も。大企業による買収でEXITも多く、イノベーション循環が活発。</li> <li>・課題：ハードウェアスタートアップの収益化の難しさ（開発コスト・量産ハードル）は共通課題だが、ソフト資産との組合せで克服を図る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成熟度：起業ブームで大小多数のロボット企業が乱立<sup>13</sup>。「ロボットカンブリア爆発」とも称される状況<sup>16</sup>。一部は評価額10億ドルを超えるユニコーンに急成長（例：Agile Robots社など）。</li> <li>・支援策：政府系ファンドや地方政府の補助金で潤沢な資金供給。大学からの起業奨励策や開発拠点（ロボット産業園）整備も進む。</li> <li>・課題：参入企業が多すぎることでのバブル懸念も指摘<sup>34</sup>。基礎研究力や独自技術の深化が資金ほどには追いつかない可能性。</li> </ul>

（※出典：特許データ<sup>3</sup> <sup>5</sup>、政策<sup>27</sup> <sup>29</sup> <sup>24</sup>、企業動向<sup>13</sup> <sup>9</sup> 等より作成）

上表から読み取れるように、米中はフィジカルAIで先行し、日本は苦戦しているものの独自の強みを持つ状況です。以下では、この概要を踏まえ各項目ごとに詳細を分析します。

## 特許出願数と技術開発のトレンド（日米中比較）

フィジカルAI関連技術の特許出願動向を確認すると、中国の台頭が顕著です。ロボット工学分野の特許件数で中国は2015年に米日を追い抜き世界トップとなり、その後も加速度的に拡大しました<sup>3</sup>。ある調査によれば、2005～2019年に公開されたロボット関連特許は中国が約25,000件で全世界の35%を占め、2位の日本（約15,000件）、3位の韓国（約11,000件）を大きく上回りました（米国は約9,500件で4位）<sup>3</sup>。年次ベースでも2019年には中国が世界の43%（5,400件）のロボット特許を占め、米国17%（2,100件）を大きく引き離しています<sup>5</sup>。日本のシェアは公表値には明示されていませんが、上記以外の残り約40%弱を日欧韓台などで分け合う形で、中国の一極集中ぶりが際立ちます。

ただし、特許件数の多さ＝技術力とは直結しない面もあります。中国の場合、政府の奨励策としてロボット特許を出願する企業・大学への減税などインセンティブがあったため「質より量」の側面が指摘されています<sup>8</sup>。実際、中国特許の審査基準の甘さが品質にばらつきをもたらしている可能性もあると分析されています<sup>7</sup>。一方、日本や米国は出願数で見劣りするものの、特許の有用性指数（Patent Asset Index）では米国が一貫してトップ、日本も2017年までは2位を維持していたとのデータがあります<sup>35</sup>。2018年以降は中国が量の力でPatent Asset Indexでも日本を上回りつつありますが、依然米国は重要特許（質）で優位にあると考えられます<sup>36</sup>。

技術開発動向を見るため論文数も参照すると、AIとロボティクス融合研究の分野で中国の追い上げが顕著です。例えばロボット制御分野の論文数は2010年代に中国が米国・日本を猛追し、2021年時点では中国が圧倒的1位、米国・日本は大きく水をあけられる状況でした<sup>37</sup>。Top10%被引用論文でも2019年以降中国が急伸し、日本は停滞しています<sup>38</sup>。ロボティクス全般で見ても、中国は学術研究・企業数・導入台数のすべてで規模を急拡大しており、「量的スケール」で米国の技術覇権に挑む構図です<sup>39</sup> <sup>40</sup>。

一方で日本は、**産業用ロボット生産**という実装面では依然世界トップクラスです<sup>41</sup>。例えば2019年時点で**産業用ロボットの世界生産台数シェア**は日本が約47%で最首位との報告もあります<sup>41</sup>。つまり「研究開発での存在感低下 vs 製造現場での依然強さ」というギャップが日本の状況と言えます。

まとめると、**特許・論文の量**では中国が突出し、**米国は質と基礎AI技術で優位**、**日本はハード面で底力がある**というトレンドです。日本がこの分野で巻き返すには、単純な特許件数競争ではなく、自身の強みを生かした質の高いイノベーション創出が求められています。

## 主なプレイヤーの勢力図（企業・大学・研究機関）

フィジカルAI分野を牽引する**主要プレイヤー**を国別に見ると、アプローチの違いと強みが浮かび上がります。

- ・**日本**：長年ロボット大国として知られ、特に**産業用ロボット**メーカーが突出しています。**ファンック**や**安川電機**は産業ロボットの二大巨頭で、世界中の工場にロボットアームを供給し続けてきました<sup>9</sup>。他にも川崎重工、三菱電機、ダイヘンなど産業ロボ大手が控えます。これら企業は精密減速機やサーボモーター、コントローラといった要素技術でも世界トップクラスで、日本勢の部品は他国メーカーのロボットにも広く使われます<sup>10 11</sup>。サービスロボ分野では、**ソフトバンクグループ**（旧ソフトバンクロボティクス）の**Pepper**が話題を呼びましたし、**ソニー**の愛玩ロボット**AIBO**は世界的ヒット商品となりました。医療・福祉では筑波大学発ベンチャーの**サイバーダイン**が開発したロボットスーツ**HAL**が脊髄損傷患者の歩行訓練に使われるなど、ニッチ分野で独創的企業もあります。大学・研究機関では、**東京大学**や**早稲田大学**がヒューマノイドや介護ロボ研究で伝統があり、**産総研（AIST）**はHRPシリーズなど先進的ヒューマノイド開発で知られます。総じて日本のプレイヤーは**ハードウェア**志向が強く、産業用ロボから派生した制御技術や精密工学をバックボーンに持つ点が特徴です。
- ・**米国**：ITとAIの超大国らしく、**ソフトウェア・AI**と融合した**ロボティクス**企業が目立ちます。象徴的存在が**ボストン・ダイナミクス**で、高度な制御アルゴリズムによる二足歩行や四足歩行ロボット（AtlasやSpot）は世界に衝撃を与えました<sup>18</sup>。また**テスラ**は電気自動車の延長線上に人型ロボット「Optimus」を開発中で、2022年に試作機を公開しています。家庭向けでは*Robot*社の掃除ロボが先駆者で、後述するように商業的にも成功しました。**インテュイティブ・サーボカル**社は手術支援ロボット「ダヴィンチ」で医療ロボ市場を開拓し、これも米国企業です。さらに**Google**（親会社AlphabetのX部門）はかつて日本のSCHAFTを含むロボット企業群を買収して研究開発を進めた歴史があり、**Amazon**も物流ロボ（元はKiva Systemsを買収）を大量導入しています。**Microsoft**や**Meta**もロボットAIに投資しています。大学を見ると、**MIT**（マサチューセッツ工科大）はLeg Lab以来ロボット研究で著名、**CMU**（カーネギーメロン大）はロボコン優勝常連で**自動運転技術**も世界最先端、**スタンフォード大**もAIロボット分野の論文を多数輩出しています。米国のプレイヤーの強みは、**AIソフトウェア**と**プラットフォーム技術**の高さ、そしてベンチャーキャピタルの支援による**スタートアップの活発化**です<sup>12</sup>。多様な企業がしのぎを削るエコシステムがあり、成功すれば巨額の市場を獲得できる土壤が米国のロボット開発を後押ししています。
- ・**中国**：国家主導で急成長するエコシステムには**新興企業の群雄割拠**という様相があります。たとえば、深圳発の**DJI**はドローンで世界シェア7割以上を握り<sup>22</sup>、事実上**民生ドローン市場を独占**しています。ヒューマノイド分野では、深圳の**優必選科技（UBTech）**が家庭向け人型ロボを発売し話題になりましたし、杭州の**Unitree Robotics**は低価格な四足歩行ロボで国際市場に乗り出しています。記事によれば、中国国内だけで**50～60社**もの企業が人型ロボ開発に取り組んでいるとの証言もあります<sup>13</sup>。また**エンジンAI（擎天智造）**というスタートアップはすでに数百体のヒューマノイド受注を獲得したと報じられています<sup>23</sup>。巨大テック企業も無関心ではなく、**ファーウェイ**は自社のAI技術をロボット向けに転用する研究を行い、**百度**は自動運転技術から派生したデリバリーロボットを開発、**アリババ**は物流倉庫で自社製ロボットを大量運用しています。大学では**清華大学**や**北京航空航天大学**、**ハルビン工業大学**などがロボティクスの拠点で、政府の産学協同プロジェクトを担っています

<sup>14</sup>。中国プレイヤーの強みは、政府の後押しで資金と資源が集中的に投入されている点と、製造インフラが国内に揃っている点です<sup>16</sup>。自前でモーターやアクチュエータを量産でき、安価な労働力と相まって新製品の開発サイクルが速いです。その一方で、群雄割拠ゆえに競争が激しく玉石混交の状態もあり、各社が生き残りを賭けて開発競争を繰り広げています。

以上のように、日本は部品・ハードに強く、米国はAI・ソフト統合に強く、中国は資金力と量産力に強いというプレイヤー勢力図が浮かび上がります。次章では、この国別強みを具体的な技術領域ごとに見ていきます。

## 技術領域別の競争状況：モビリティ、ヒューマンインターフェース、センシング、マニピュレーション

フィジカルAIは多岐にわたる技術要素を含みますが、ここでは代表的な移動制御（モビリティ）、ヒューマンインターフェース（HRI）、センシング（知覚AI）、マニピュレーション（物体操作）の観点で日米中の競争状況を比較します。

### 移動制御（モビリティ）

ロボットの移動能力に関しては、従来から米国が目立っていました。特に軍事研究の延長線上で、米国防総省のDARPAは2000年代からロボットコンテストを開催し、四足歩行や自動走行車などの技術開発を促してきました。ボストン・ダイナミクスの二足歩行ロボットAtlasや、四足のSpotはその集大成と言え、複雑な地形をジャンプで乗り越えたりダンスを踊る動画は世界に衝撃を与えました<sup>18</sup>。また、自動運転車の分野も広義の移動ロボットとして見ると、WaymoやTeslaなど米企業が先行しています。

中国も移動型ロボットの分野で猛追しています。2023年には北京で世界初のロボット・ハーフマラソン大会が開催され、20体以上の二足歩行ロボが完走を競いました<sup>18</sup>。結果的に完走できたのは21体中6体だけでしたが、こうしたイベントを通じて技術を磨いています<sup>42</sup>。中国メーカーUnitreeはスポーツ大会（ロボットのキックボクシング大会）まで催して脚式ロボのデモを行いました<sup>42</sup>。産業用途では、中国の工場・倉庫にAGV（無人搬送車）や自律移動ロボットが爆発的に導入されており、その数は毎日を凌いでいます。産業用ロボットの稼働台数で見ると、中国は2023年時点で労働者1万人あたり470台と、日本や米国を上回りました<sup>43</sup>。こうしたデータからも、中国が量で勝る姿勢が伺えます。

日本は、かつてホンダのASIMOが人型歩行ロボットの代名詞でしたが、近年は研究開発の継続が途絶えがちです。しかし、自動車メーカーであるトヨタが持つ自律移動技術（例：バランス制御モビリティ“パーソナルモビリティ”や工場内搬送ロボ）、あるいは産総研のHRPシリーズ（プラットホーム型ヒューマノイド）など、基盤技術は保持しています。むしろ日本が得意とするのは、移動より精密な動きの制御や高精度位置決めで、屋内作業ロボット（搬送・検査など）や手術支援ロボットでもその強みが生きています。

総じて、移動プラットフォーム技術では米国が質でリード、中国が量で追走、日本は限定分野でニッチな強みという構図です。

### ヒューマンインターフェース（人とロボットの相互作用）

人間とロボットが接するヒューマンロボットインタラクション（HRI）の領域では、日本がユニークな存在感を放ってきました。ソフトバンクの人型ロボPepperは世界で初めて量産・商用化された対話ロボットとして2010年代半ばに注目を集め、日本国内の店舗や施設で案内役を務めました。幼児や高齢者向けには、パロ（癒しロボット・アザラシ）や、トヨタのKIROBO miniなどコミュニケーションロボも開発されています。これらは日本の少子高齢化という社会背景を反映した商品であり、介護や見守りといったニーズへの対応から生まれたものです。

米国では、人とロボットのインタラクション研究は主に**学術研究**として発展してきました。CMUのソーシャルロボット「Kismet」の研究（表情で感情を表現するロボット）やMITメディアラボの数々の実験的HRIプロジェクトはその例です。また、AlexaやGoogle Assistantといった**音声AIアシスタント**が普及したことで、米国では画面の向こうのAIと対話する文化が広がり、これをロボットに応用する動きもあります。たとえば家庭用ロボットのAmazon Astro（試験販売中）は、走行カメラ付きのAlexaの延長のような存在です。米国企業は**ユーザーエクスペリエンス設計**に長けており、人がロボットをどう使いたいかをソフトウェア面から探求する姿勢があります。

中国もサービスロボットの公共実証で成果を出しつつあります。深圳や上海の**ショッピングモール**では、案内や警備を行う人型ロボットが実証的に配備され、北京の**病院**では薬剤や書類を運ぶロボットが導入されています<sup>20</sup>。また配膳ロボットや受付アンドロイドが飲食店や銀行で試験運用される事例も増えています。中国政府は**AI×人間の協働**に前向きで、顔認識や音声認識技術の精度向上もあり、ロボットが人間とスムーズにやり取りできる環境を整えつつあります。

HRI分野では、**日本は実機実装の経験、米国はソフトウェア・UX設計力、中国は実証の場の多さとAI適用力**が強みと言えるでしょう。

## センシングと知能化（AI・認識技術）

ロボットの「目」に当たる**センサー技術**と、「頭脳」に当たる**AI技術**についても各国で特徴が異なります。

日本は**センサー素子やカメラ**といったハード分野で非常に強く、ソニーはCMOSイメージセンサーで世界シェア首位、また車載用LiDARでも国内企業が技術力を持ちます。ロボット用の高性能力覚センサー（指先の触覚センサー等）もアカデミア発で開発されてきました。認識アルゴリズムでは、日本のパターン認識・画像処理研究は歴史があり、産総研の手話認識ロボットやホンダのASIMOの視覚システムなど独自開発例があります。特許ベースでは**ロボットの視覚（マシンビジョン）関連特許**において**日本企業が世界最多**とのデータもあり<sup>6</sup>、この分野で日本は確かな蓄積があります。

米国は何と言っても**AIアルゴリズムの本場**です。ディープラーニングを始めとする機械学習手法の多くは米国の大学・企業が生み出しました。そのため、ロボットへのAI実装でも最先端を走ります。例えば強化学習を用いてロボットに自律的にタスク習得させる研究（OpenAIのロボット手の物体操作など）は米国発です。また音声認識・自然言語処理でロボットと会話させる技術なども、AlexaやGoogle Assistantの延長として米国企業がリードしています。センサーに関しても、Velodyne社のLiDARやFLIR社の熱カメラなど、特殊センサー技術企業が米国には多く、高度センサーをロボットに積む動きがあります。総じて**AIによる認識・判断能力**で米国は一步先を行く状況です。

中国はAI研究で急伸しており、**画像認識・音声認識の精度コンペ**では中国の企業・大学が上位を席巻することも増えました。データ量と計算資源で優位に立つ中国は、監視カメラ網やスマート経済で集めた膨大なデータをAI訓練に活用できています。実際、ロボット工学関連の学術論文数でも中国は世界全体の約30%を占めトップであり<sup>37</sup>、その多くが視覚や制御のAI応用です。また安価なカメラやセンサー部品を量産できる強みもあり、**そこそこの性能の目と頭脳を持つロボットを低成本で大量生産**できる点は中国ならではです。ただしハイエンドの尖った技術（例えば最新の半導体センサーや高度なAI理論）はまだ米国に一日の長があるとも言えます。

## マニピュレーション（物体操作・ハンドリング）

最後に、ロボットによる**物体の把持・操作**、いわゆる**マニピュレーション**技術です。これは産業用ロボットの花形であり、長らく日本と欧州が強かった分野です。日本のファナックや安川電機製のロボットアームは、自動車工場で溶接・塗装・組立などを正確無比にこなしています。こうした**精密動作の制御**や**ロボットハンド機構**に関する特許資産で、日本企業は依然高い地位を占めています<sup>17</sup>。また、日本の研究者は巧みなロボッ

トハンドを数多く開発してきました（京都工織大の三指ハンド、東大の光学多指ハンド等）。加えて、人間の指先の巧みさを工学的に模倣する取り組み（東京工業大学の巧緻動作ハンド研究など）も盛んです。

米国も近年はマニピュレーションのAI化で存在感を高めています。倉庫の商品ピッキングロボットはAmazonが毎年コンテストを開いて技術向上させましたし、スタートアップのCovariantやCanvasなどAIで柔軟に物を掴むロボットを開発する企業が登場しました。こうしたAIピッキング技術はディープラーニングでカメラ画像から物体認識・把持点推定を行うもので、機械学習が寄与する新領域です。また、米国の大学ではロボットの指先制御に巧妙なAIを使い、初見の物でも掴めるようにする研究が活発です。軍用の爆発物処理ロボット（ボマーなど）でも米企業は技術蓄積があり、**軍事・安全保障分野のロボット操作関連特許**は米がトップです<sup>6</sup>。

中国は安価なロボットアームで市場を広げています。たとえば家電メーカーの美的集団に買収されたドイツKUKA社の技術が中国に渡ったことで、中国国内のロボットアーム生産が増え、地元メーカーの台頭も著しいです。溶接ロボットや協働ロボット（人と一緒に作業できる安全なアーム）で、中国製が国内市場の過半を占めるようになったとの報告もあります<sup>14</sup>。人型ロボットにおいても、中国企業は自社開発のロボットハンドを持ちますが、現状では基本的な2指や3指ハンドが主流です。ただ中国の強みは大量のエンジニアと試行錯誤で、壊れてもすぐ改良し大量投入する力技が可能な点です<sup>16</sup>。このスピード感は、日本が慎重に品質を高めて出すやり方とは対照的で、それぞれ長短があります。

以上、技術領域ごとに見ると、どの領域でも日本に独自の優位はあるものの、それを他国がAIや資金で埋めつつある現状が浮かびます。特にAI技術の取り込みと量産スピードで米中が先行する中、日本は伝統の精密技術をどう次世代化するかが鍵となります。

## 商業化された成功例の比較

フィジカルAI分野では、研究開発から商業化まで結びつける力が国ごとに異なります。ここでは、日本・米国・中国それぞれで顕著な商業的成功を収めたロボット事例を紹介し、その傾向を探ります。

### 日本における商業化成功例

日本発のロボットで世界的に成功したものと言えば、まず**産業用ロボット**が挙げられます。1960年代に川崎重工が米アンメンンド社からライセンス導入して以来、国策も後押しして発展した産業用ロボット産業は、日本のお家芸となりました。現在でも**世界の工場に導入された産業用ロボットの約半数は日本製**と言われ<sup>9</sup>、トヨタやフォルクスワーゲンの工場で動く黄色いロボットアーム（多くがファナック製）は日本製造業の代名詞です。このように**BtoB領域**では日本ロボットは盤石の地位を築いています。

一方、**BtoCやサービス分野**での成功例は限られます。その中でユニークなのが**ソニーのAIBO**です。1999年に発売された愛らしいロボット犬AIBOは、累計15万台以上売れたとされ（初代～7代目までの総計）、「ロボットを個人が購入する」市場を世界で初めて切り拓きました。もっともAIBOはエンターテインメント用途であり、実用性という点では**お掃除ロボット**のような広がりは見せていません。

**医療・福祉ロボット**の商用例としては、前述の**サイバーダインHAL**が挙げられます。HALスーツは世界初の装着型サイボーグとして欧州で医療機器認証を取得し、ドイツや北欧の病院でリハビリ治療に使われています。日本国内でも介護施設や病院で導入が進み、同社はマレーシアにアジア拠点を設けるなど海外展開も図っています<sup>45</sup>。またパナソニックが開発した**自動排泄処理ロボット**や、トヨタの移乗支援ロボット（リフト機構付き車椅子）など、高齢者介護向けロボット機器も徐々に市場に出始めています。

その他、サービス領域では、ソフトバンクの**Pepper**が数千台規模で販売され、商業施設の受付やイベントで活躍しました。ただしPepperは話題性ほどには実用価値を生み出せず、事業としては伸び悩みました。清掃ロボットでは、例えば**富士重工（現SUBARU）**が開発した床面清掃ロボットが空港などで使われ、後にソフ

トバンク系の会社に譲渡され「Whiz」としてオフィス向けに展開されました。こうした例はありますが、日本のロボット商業化は総じて産業用途に偏重しており、生活空間で広く使われるフィジカルAI製品は今後の課題と言えます。

## 米国における商業化成功例

米国は消費者市場と医療・軍事市場の両面でロボット商用化の成功例があります。まず消費者向け最大のヒットは、**iRobot社のRoomba**です。2002年に発売された円盤型の自動掃除機Roombaは、「勝手に家を掃除してくれる」というコンセプトで大ヒットし、累計5000万台超を売り上げたとの報道もあります<sup>21</sup>。安価モデルから高機能モデルまでラインナップを増やし、世界中で家庭用ロボットの代名詞となりました。現在iRobot社はAmazonによる買収提案を受けており、スマートホーム戦略に組み込まれようとしています。

医療分野では、**インテュイティブ・サージカル社**の手術ロボット「ダ・ヴィンチ」が著名です。2000年に米国FDA承認を取得したダ・ヴィンチは、外科医が遠隔操作するロボットアームで精巧に手術を行うシステムで、前立腺がん手術などで画期的な低侵襲性をもたらしました。2020年代には全世界で数千台が稼働し、手術件数は年間100万件を超えていました。医療ロボット分野の特許でも米国が世界をリードしており<sup>6</sup>、ダ・ヴィンチの成功はその象徴です。

物流・サービス分野では、**Amazon**がロボット導入の最先端を走ります。Amazonは2012年に**Kiva Systems**社を買収し、自社倉庫に小型搬送ロボットを導入しました。それ以降独自開発も含めて40万台以上のロボットを倉庫群に配備し、人間とロボットが協働する物流センターを構築しています。またAmazonは家庭用の見守りロボット「Astro」を発表（限定販売）するなど、新市場も狙っています。他にも、**UberEats**の宅配ロボット実験や、**Alphabet (Google)** 奎下の**Intrinsic社**による産業ロボットソフト提供など、米IT企業が絡む商用展開が数多く進行中です。

エンタメ・その他では、**Boston Dynamics**社がSpotを商用販売し始め、工事現場の巡回点検や工場の遠隔監視に使われています。また宇宙ロボットではNASAの火星探査車（ローバー）が技術的偉業として挙げられます（商業というより国家プロジェクトですが、関連企業にとって大きな実績）。加えて、アメリカ軍は爆弾処理ロボットや無人偵察機など多数のロボットを実戦投入しており、軍需分野での商業的成功も見逃せません。

このように米国はBtoC市場でホームロボットの成功例があり、さらに医療・軍事といった高付加価値市場でも実績を積んでいます。巨額の市場規模がある分野にリスクテイクして攻める姿勢が、成功例の多さに繋がっています。

## 中国における商業化成功例

中国はこれから本格的に商業化が進む分野が多いものの、既に顕著な成果が出ているケースも存在します。まずドローンに関しては、前述の通り**DJI**社が世界市場をほぼ制しており、プロ用から玩具まで幅広い製品ラインで世界中から受注しています<sup>22</sup>。農薬散布用ドローンでも中国製が新興国市場を開拓中です。

物流ロボットでは、中国のEC大手**JD.com**（京東）やアリババが自社の物流倉庫に何千台もの搬送・仕分けロボットを導入し、配達スピード短縮に成功しています。とくに2020年のコロナ禍では非接触物流の需要が高まり、中国各地の倉庫でロボットがフル稼働しました。また配達ロボットも北京市内の道路や大学構内でピザや小包を届ける試験運用が行われ、市民になじみつつあります。

サービスロボットでは、配膳ロボットメーカーの**擎朗智能 (Keenon Robotics)** や**普渡科技 (Pudu Robotics)**が、中国国内のレストラン・ホテル向けに数万台規模で販売実績を伸ばしています。料理をテーブルまで運ぶロボットが当たり前に見られる光景は、中国ならではのものです。さらに清掃ロボット（床洗浄ロボ）は**Gaussian Robotics**などが大型施設に販売を伸ばしています。

ヒューマノイド・エクソスケルトン分野は、まだ商用黎明期ですが兆しが出ています。上海のFourier Intelligenceという企業はリハビリ用外骨格スーツを欧州や中東に輸出し始めました。また冒頭で触れたエンジンAI社など複数のヒューマノイド企業が警備・介護向けロボットを試験納入し始めています<sup>20</sup>。中国政府は2027年までに国際競争力あるヒューマノイド企業2~3社を育成する目標<sup>30</sup>を掲げ巨額投資中であり、この分野の商業化はこれから加速する可能性が高いです。

総じて中国の特徴は、国内の巨大市場需要を背景に量で押す商業化が多い点です。必ずしも一台当たりの性能が最高でなくとも、安価に大量導入して社会実装することで経験値と改良を重ねる戦略です。これにより、ロボット密度（労働者あたりのロボット数）でも日本や米国を上回るほど普及が進んでおり<sup>43</sup>、社会受容性も高まっています。もっとも、低価格競争は利益率の低さにも繋がるため、今後は高付加価値モデルでどれだけ利益を上げられるかが中国企業の課題となるでしょう。

## 政府の支援策・規制の違い

フィジカルAI分野の覇権競争には各国政府の戦略が色濃く反映されています。日本・米国・中国の政府支援策や規制枠組みの違いを整理します。

- ・**日本**：2015年に策定された「ロボット新戦略」は、介護・医療、インフラ点検、災害対応、農業など5分野を重点領域に定め、省庁横断でロボット研究開発を支援しました。例えば介護ロボットの安全基準策定や、国家プロジェクトによる実証実験などです。しかしその後、AI技術の飛躍的進歩に合わせた新しい国家戦略は打ち出されず、この10年で日本は戦略面で停滞しました<sup>24</sup>。2023~2025年に入り、ようやく政府内で「フィジカルAI」に焦点を当てた議論が活発化し、2025年6月には石破首相（当時）がAI戦略会議で「AI×ロボット」で実世界へのAI活用拡大を重視すると表明しています<sup>25</sup>。具体策としては、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が205億円規模の予算でロボット用AI基盤モデルの研究に乗り出し、トヨタや三菱電機など企業連合（一般社団法人AIロボット協会）によるデータ収集・基盤構築を始めました<sup>26</sup>。規制面では、産業用ロボットは労働安全規則などで人と分離して使う前提でしたが、近年人と協働するロボットのニーズに対応しISO/TS 15066など安全ガイドラインを国内導入しています。またサービスロボット実証のため、国家戦略特区での規制緩和やサンドボックス型認証制度などを整備しつつあります。それでも規制の厳しさは米中に比べ残るため、企業からは実証のしづらさが指摘されています。
- ・**米国**：連邦政府として統合的なロボット戦略は掲げていませんが、各機関が独自にプログラムを持っています。国家科学財団（NSF）は2019~2025年の間に約2.7億ドル（約400億円）もの資金を大学や企業のロボット研究に助成しており<sup>27</sup>、NASA（航空宇宙局）も火星探査ロボや宇宙ステーション内ロボットの開発で企業と協力しています。また国防高等研究計画局（DARPA）はロボット競技会（DARPA Robotics Challenge）で2015年前後にヒューマノイド開発を促しました。これら連邦レベルの投資に加え、州政府でも製造業振興や警備用途でロボット導入に補助金を出すケースがあります。規制面では、トランプ大統領が2025年1月に出した大統領令で「AI関連技術の民間開発を規制緩和で促進する方針」が示され<sup>28</sup>、自動運転車の全米展開に向けた規制緩和や、商用配達ロボの歩道走行を認める法整備が進みました。米国は基本的に民間主導で、市場形成を阻害しないよう規制は後手に回す傾向です。ただしAI倫理や安全基準の議論は盛んで、IEEEや業界団体がガイドラインを作成し、政府もそれを参考に政策立案する形を取っています。要するに「緩い規制+民間イニシアチブ+必要に応じて州法整備」という柔軟な枠組みで、イノベーションを最大化するアプローチです。
- ・**中国**：きわめて国家主導色が強く、長期計画に基づく大規模投資と明確な数値目標が特徴です。2015年の「中国製造2025」でロボット産業は重點領域となり、各種税制優遇と補助金投入が始まりました<sup>29</sup>。直近の第14次五カ年計画（2021~2025年）でも「スマート製造とロボットの高度化」が掲げられ、重点プロジェクトに巨額の政府資金が投じられています。例えばヒューマノイドロボットには2024年単年で200億ドル（約3兆円）以上の投資が割り当てられました<sup>29</sup>。2023年には工業情報化部（MIIT）が「2025年までにヒューマノイドを量産化し、世界的に影響力ある企業を2~3社育成、

2027年までに国際競争力あるサプライチェーン構築」という目標を発表し<sup>30</sup>、それに沿って**地方政府や政府系ファンドが企業支援**を行っています。2025年3月には政府主導で先端技術特化のベンチャーキャピタル基金（規模1兆元=約20兆円！）を立ち上げ、フィジカルAIスタートアップへの投融資を拡大する方針です<sup>31</sup>。規制面では、**社会実装を急ぐための優遇措置**が目立ちます。自動運転の公道テストは北京や深圳で先行許可され、配達ロボも特区で解禁されています。AI倫理については欧米ほど厳しくなく、**実用優先**で政府が主導する形です。ただし、今後人型ロボットが普及すると失業や監視社会の問題が出る懸念もあり、中国政府も統制と振興のバランスに苦慮する可能性はあります。

以上まとめると、**日本は戦略の遅れを取り戻すべく動き出した段階、米国は民間活力を重視、そして中国は国家プロジェクトで急攻**という違いが明確です。日本にとっては、自国の弱点（資金やスピード）を政策でどう補うかが喫緊の課題と言えます。

## スタートアップ・エコシステムの成熟度比較

イノベーションの担い手であるスタートアップ企業のエコシステムも国ごとに事情が異なります。この項では、フィジカルAI分野における起業環境・ベンチャー動向を比較します。

**日本：**ロボティクス関連のスタートアップは徐々に増えてきたものの、**米中と比べると数も資金力も見劣り**するのが現状です。近年注目された日本発ロボットスタートアップには、AIを活用したロボットピッキング技術で注目されたMujin（ムジン）、VR遠隔操作ロボットのTelexistence、人型ロボットのGROOVE X（ラボット開発）などがあります。これらはいずれもユニークな技術で国内外から評価されていますが、単独でユニコーン級（評価額10億ドル超）に成長した例はまだ多くありません。背景には、日本のVCマーケットの小ささや、大企業からの**スピンドル**で生まれるケースが多く独立志向の起業家が少ない点が指摘されます。また**リスクマネー**を投じる投資家が少なく、研究開発型スタートアップの大型資金調達が難しい土壌も課題です<sup>32</sup>。もっとも近年は、政府系ファンド（産業革新投資機構など）やNEDOの事業支援、大学発ベンチャーへの助成金など、エコシステム強化策が打たれ始めました。**人材面**では、大企業や大学研究者が起業に流れる動きも少しづつ出ており、ロボティクス版「ガレージ起業家」の登場が期待されています。総じて、日本のスタートアップエコシステムは質は高いが量が足りず、**成熟度はまだ低め**と言えます。

**米国：**スタートアップの宝庫であり、フィジカルAI領域も例外ではありません。ロボティクス企業に特化したアクセラレーター（例：MassRobotics）が存在し、ボストンやシリコンバレーにはロボット工学のPh.D.を持つ起業家が集まっています。2010年代には、ホームロボットのAnki、調理ロボットのZume Pizza、宅配ロボットのStarshipなど多彩なベンチャーが誕生しました。中には残念ながら解散した例もありますが、**次々と新規参入がある層の厚さ**が米国の強みです。2020年代にはヒューマノイド開発のFigure社が大型調達を行い、DARPA出身者によるApptronik社も2025年にGoogle等から約600億円の資金調達を成功させました<sup>33</sup>。米国では**VCから巨額の資金供給**を受けて一気に開発を進め、市場の先駆者優位を狙う動きが顕著です。また、うまくいけば**大企業が買収**してくれるというEXITプランが描きやすいことも、起業を促しています（例：Amazonは倉庫ロボのCanvas社や掃除ロボのiRobot社を買収、Teslaも複数のロボット新興企業を買収）。こうした循環で、**エコシステムの新陳代謝**が起きているのが米国です。当然ながら競争も激しいため、生き残りには技術力+事業化能力が求められますが、その点でもシリアルアントレプレナーや経験豊富なメンターが多く控えており、成功確率を上げています。したがって米国のスタートアップ環境は**極めて成熟しダイナミック**であり、日本との格差は大きいのが実情です。

**中国：**ここ数年で**スタートアップの爆発的増加**が起きた国です。フィジカルAIに関しても例外ではなく、前述のようにヒューマノイドだけで50社以上、サービスロボ全般では把握しきれないほどの新興企業が雨後の筈のように現れています<sup>13</sup>。背景には2015年前後からの中国政府による「双創（大众创业、万众创新）」政策で起業ブームが巻き起こり、さらにテック分野への巨額投資が流れ込んだことがあります。ロボット産業は国策の柱の一つなので、**政府系ファンドや地方補助**が潤沢であり、AIチップやロボット開発のスタートアップに次々と資金提供されています<sup>31</sup>。例えば深セン市や上海市にはロボット産業園区が設けられ、才

フィス・工場スペースの提供や税優遇などで起業を支えています。また、中国版シリコンバレーとも言える中閥村（北京）や張江ハイテクパーク（上海）には、多くのロボット関連ベンチャーが集積しています。人材も、海外で博士号を取得した華人が帰国起業するケースが増えています。ただし懸念もあります。資金過剰により競合が多すぎることで、実力不足の企業まで生存してしまい、いずれバブル崩壊的な淘汰が起こるのではとの指摘です<sup>46</sup>。実際、一部では模倣製品や誇大広告も見受けられ、中国当局も質の向上に舵を切り始めています。それでも全体として、中国のスタートアップエコシステムの勢いは凄まじく、量とスピードで世界を圧倒する勢いがあります。

以上を踏まえると、日本は米中に比べスタートアップ創出の量的規模で劣り、エコシステム整備が急務です。人的ネットワークや資金循環の仕組みを作り、挑戦する企業家を増やすことが日本のフィジカルAI競争力向上に不可欠と言えます。

## 日本の強みを生かした差別化戦略

ここまで分析から、日本がフィジカルAI分野で巻き返すには、他国と真っ向から同じ土俵で戦うではなく、自国の強みを生かした「勝ち筋」を描くことが重要だと分かります<sup>47</sup>。日本には精密機械・制御技術や社会課題先進国としての独自ニーズなど、他国にないアドバンテージがあります<sup>48</sup>。これらを最大限活用しつつ、米中にはない路線で差別化を図る戦略が求められます。以下に具体的な戦略の柱を提案します。

### 1. コア技術要素の世界制覇（「筋肉と骨」と「神経系」で主導権確保）

日本が誇る精密機械要素（モーター、減速機、センサー等）は、フィジカルAIの「筋肉と骨」に相当します。既に日本企業は高精度部品で世界的支配力を築いており、この地位は今も揺らいでいません<sup>10</sup><sup>11</sup>。そこでモータやアクチュエータ、精密減速機などに国策投資を集中的に行い、次世代の高性能部品でも日本標準を確立することが重要です。例えば、人型ロボットの関節用に画期的な球状歯車を発明した山形大学の多田隈教授の研究など、日本発のブレーキスルーテchniqueを量産・実用化に繋げる支援が必要です<sup>11</sup>。これにより、たとえロボット本体のブランドが米中でも、中核部品は日本製というバリューチェーン構造を維持できます。

さらに「筋肉と骨」だけでなく、ロボット版の「神経系」とも言うべき次世代通信インフラでも日本は先手を打てます。NTTが推進する光通信網IOWN/All-Photonics Networkは、現行ネットの遅延1/200・消費電力1/100を目指す野心的プロジェクトで<sup>49</sup>、これは遠隔操作や群ロボット制御などロボットのリアルタイム通信に革命をもたらします。日本はこの光ネットワーク技術で世界をリードし、ロボットの遠隔操作・協調制御（テレイグジスタンス）の基盤を握る戦略です<sup>50</sup>。同様に、トヨタ等が開発中の全固体電池にも国家的投資を傾けるべきです。全固体電池はEVのみならずロボットにも応用可能で、もし「動力源」で画期的性能（従来比2倍の稼働時間・充電時間半分）を実現できれば、世界中のロボット性能を底上げします<sup>51</sup>。既に経産省が71億円補助したとの報道もありますが<sup>52</sup>、これを更に拡充し電池技術でも主導権を握ります。

以上、「筋肉と骨」（精密コンポーネント）と「神経系」（光通信・電池）というコア技術スタックで議論の余地ないリーダーとなることが、日本の生きる道の一つです<sup>53</sup><sup>54</sup>。米国がAIソフト、中国が量産なら、日本は部品とインフラで押さえ込むという戦略です。

### 2. ニッチ高付加価値アプリケーションへの集中（大量生産競争を避ける）

フィジカルAIの応用分野は広範ですが、日本は自国の社会的ニーズが高く、かつ産業上優位を持つニッチ領域に絞ってリーダーを目指すべきです<sup>47</sup>。大量生産で中国に挑むのではなく、小さくても高付加価値で利益率の高い市場を狙うのです。

具体例の一つが高齢者介護ロボットです。日本は「2025年問題」に象徴される超高齢社会で介護人材が極端に不足する見通しで、これは経済安全保障上の危機もあります。介護ロボット（移乗補助、見守り、リハビリ、排泄支援など）は日本国内で切実な需要があり、政府も介護ロボ開発に補助を出してきました。ここで

日本企業が実績を積み、介護大国としてのノウハウを製品に昇華できれば、同じく高齢化が進む諸外国（中国や欧州など）にも輸出可能なニッチ市場の覇者になれます。

もう一つは災害対応ロボットです。地震・台風など災害多発国の日本では、災害時に活躍するロボットのニーズが高いです。実際、東日本大震災後に瓦礫下搜索ロボットや原発内調査ロボットの重要性が注目されました。日本は産総研や東北大学を中心に災害対応ロボの研究蓄積があり、最近では高さ3m級の二足歩行レスキューロボの産学連携プロジェクトも始まっています<sup>55</sup>。こうした極限環境に耐えるロボットは高い技術を要するため参入障壁が高く、日本が先行しやすい分野です。国内実需も明確なので、政府支援の下で開発・実証を進め、世界の災害対応市場をリードすることが可能です。

他にも、精密製造・検査ロボット（半導体製造装置や検査装置に組み込まれるロボット）など日本企業が強い領域があります。これらは市場規模は大きくないものの高額で売れるため、収益源として重要です。

要は、日本は「選択と集中」で自国に有利なアプリケーションに経営資源を投下し、その領域では世界No.1になる戦略が望ましいのです<sup>47</sup>。米国が全方位（軍事から家庭まで）、中国が巨市場（工場・物流など）を狙うのに対し、日本は穴場市場で確実に勝つ道を取ります。

### 3. 社会課題の実験フィールド化（現場主導のイノベーション循環）

日本には、少子高齢化・労働力不足・災害頻発といった「課題先進国」としての側面があります<sup>48</sup>。これは裏を返せば、ロボット社会実装のニーズが集中した実験フィールドが身近に豊富に存在するということです。例えば介護施設や病院、老朽インフラ点検の現場、災害救助の訓練場など、ロボットの導入効果を検証しやすい現場が国内に多くあります<sup>56</sup>。

この利点を活かし、産学官が協力して国内の現場で徹底的に実証実験を行い、課題抽出と改良を繰り返すことが重要です<sup>57</sup>。フィジカルAIは実世界でこそ真価が問われ、机上では見えない問題が実装段階で多数顕在化します<sup>57</sup>。日本企業・研究者が自国の現場で試行錯誤できれば、そのフィードバックループの速さで米中に対抗できます。現に米中欧も社会実装は緒についたばかりで、不透明な部分が多いと言われます<sup>57</sup>。日本はそこを突き、豊富な現場経験値を蓄積する戦略です。「現場100回」のアジャイル開発で製品の完成度を高め、世界展開時には競合に差をつけられるでしょう。

政府には、この現場実証を促す環境整備が求められます。例えば規制サンドボックスの拡大や、現場提供企業へのインセンティブ、プロトタイプ機の現場投入支援などです。大学・企業も縦割りでなくコンソーシアムを組み、介護ロボなら介護施設とチームを作る、工場ロボなら製造現場と試験導入する、といった産学官現場一体のプロジェクトを増やすべきです<sup>58</sup>。幸い日本のロボット技術者は現場志向が強く、「現地現物」で改善する文化があります。それを国家戦略として後押しすれば、日本のフィジカルAIはスピード感を持って実用レベルを上げていけるはずです<sup>58</sup>。

### 4. スタートアップ支援とオープンイノベーションの加速

前章で述べたエコシステムの弱さを克服するため、スタートアップ支援策の大胆な拡充が必要です。具体的には、政府主導で大型のロボット・AI特化ファンドを設立し、民間VCでは貰いにくいハードウェア系ベンチャーにも十分な資金を提供できる体制を整えます<sup>59</sup>。また税制優遇や補助金によって企業や年金基金からのVC出資を呼び込み、リスクマネーの流入を促進します<sup>60</sup>。Sompo研究所の指摘では、日本も明確な国家戦略を示し産学官で集中取り組めば、資金面の格差は縮められるとされています<sup>60</sup>。

同時にオープンイノベーションを進め、大企業の持つ技術・設備・販売網とスタートアップのアイディア・スピードを結びつける仕組みも強化すべきです。例えば、トヨタや日立など大手がロボティクス公募プログラムを増やし、将来有望なベンチャーに対しPoC（概念実証）の機会や共同開発の場を提供することが考えられます。米国では大企業がスタートアップと組む例が多いですが、日本でもその流れを加速させます。産学官連

携についても、NEDOやJSTが主導するコンソーシアム型開発を増やし、大学の基礎技術をスタートアップが引き継ぐスキームを強化すると良いでしょう。

さらに、人材面ではロボット版の起業塾やメンター制度を設け、若手技術者がビジネス展開まで見据えて挑戦できる環境を作ります。幸いロボットに情熱を持つ学生は多く存在するので、彼らが安心して起業し失敗から学べる文化を醸成することが重要です。「失敗と改善を繰り返すアジャイル型アプローチ」が日本には必要とする指摘もあり<sup>58</sup>、まさに起業の世界でこそそれが言えます。

## 5. 国際連携と標準化戦略の活用

最後に、日本単独では及ばないリソースを補うための国際連携も戦略に組み込みます。米国のシンクタンクは「米国は技術競争に勝つには日本や韓国など同盟国との連携が重要」と指摘しています<sup>61</sup>。これは日本側から見ても好機です。米国・欧州との協調研究や標準規格作りに積極参加し、日本の存在感を高めます。例えばロボットの安全基準や倫理指針の国際標準化で、日本の実装知見を盛り込むことは、将来的に自国企業の優位につながります。EUがAI規制法を制定したように<sup>62</sup>、世界的なルールメイキングが今後本格化するでしょう。そこに日本が埋もれず発言権を持つことも「見えざる競争力」となります。

また人材交流も推進します。海外の優秀なロボット人材を日本企業・大学に招へいし、逆に日本の若手を米中の最前線に送り込んで学ばせるなど、グローバルな知のネットワークを構築します。特にAI分野は英語圏の最新情報をいち早く取り入れる必要があり、オープンソース活用や国際会議での発信を怠らないようにします。

以上、5つの柱を挙げましたが、要約すれば日本の勝ち筋は「部品・基盤技術で独走し、ニッチ市場で独占し、現場力で磨きをかけ、ベンチャーと共に創し、世界と繋がる」ことにあります<sup>54</sup> <sup>63</sup>。米中が巨額資金とプラットフォーム戦略でぶつかり合う中、日本は異なるゲームのルールを作り出す発想が重要です。それにより、デジタル分野で苦杯をなめた日本がフィジカルAIの時代に逆襲することも十分可能でしょう<sup>64</sup>。持てる強みを再認識し、スピード感を持って戦略を実行に移すことが、日本が競争優位性を築く鍵となるのです。

### Sources:

- <sup>24</sup> <sup>56</sup> SOMPOインスティチュート・プラス、「フィジカルAI」社会実装で挽回を～米中欧の動向と日本の新戦略への期待～, 2025年6月3日.
- <sup>3</sup> <sup>5</sup> Nextgov, Study: China Far Outpacing U.S. in Worldwide Robotics Patents, 2021年11月4日.
- <sup>6</sup> Nextgov, China and Japan Lead in Various Robotics Patent Categories, 2021年11月4日.
- <sup>7</sup> CSET, China's Robotics Patent Landscape, 2021年8月.
- <sup>37</sup> 科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター, 研究開発の俯瞰報告書 論文・特許データから見る研究開発動向 (2024年) ロボティクス, 2024年3月.
- <sup>23</sup> <sup>13</sup> Bloomberg日本語版, ヒューマノイド競争、中国が日米をリードー労働力不足に共産党危機感, 2025年6月15日.
- <sup>25</sup> 日本経済新聞, 石破首相「フィジカルAI」を重視 AI戦略会議で発言, 2025年6月3日 (SOMPO引用).
- <sup>26</sup> 図面バンク, 「日本発の『フィジカルAI』が始動する、経産省・NEDOが205億円投資」 (ニュースイッチ), 2023年.
- <sup>12</sup> <sup>16</sup> 木村貴志, 身体性AI革命：米中ヒューマノイドロボット開発競争の戦略的分析と日本のリーダーシップへの道, note.com, 2025年9月9日.
- <sup>47</sup> <sup>54</sup> 同上 (木村貴志note), 第6章 日本の戦略的必須要件.
- <sup>22</sup> BCC Research, Top 10 Companies Leading the Drone Technology Market, 2024年.
- <sup>21</sup> Fast Company, How iRobot's Roomba became an icon, 2023年 (Roomba累計販売台数に言及).

1 2 26 【2025年版】フィジカルAIとは？生成AIとの違い・主要企業・日本の取り組みまで解説 | 【製造業AI×DX】図面バンク | 図面だけじゃない図面バンク  
<https://zumen-bank.com/column/6716>

3 5 6 8 17 61 Study: China Far Outpacing U.S. in Worldwide Robotics Patents - Nextgov/FCW  
<https://www.nextgov.com/emerging-tech/2021/11/study-china-far-outpacing-us-worldwide-robotics-patents/186563/>

[https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2024/FR/CRDS-FY2024-FR-01/CRDS-FY2024-FR-01\\_301S2.pdf](https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2024/FR/CRDS-FY2024-FR-01/CRDS-FY2024-FR-01_301S2.pdf)

7 39 40 41 China's Robotics Patent Landscape | Center for Security and Emerging Technology  
<https://cset.georgetown.edu/publication/chinas-robotics-patent-landscape/>

9 15 24 25 27 28 29 30 31 32 33 48 56 57 58 59 60 62 「フィジカルAI」社会実装で挽回を～米中  
欧の動向と日本の新戦略への期待～ | SOMPOインスティチュート・プラス  
[https://www.sompo-ri.co.jp/topics\\_plus/20250603-18824/](https://www.sompo-ri.co.jp/topics_plus/20250603-18824/)

10 11 12 16 46 47 49 50 51 52 53 54 55 63 身体性AI革命：米中ヒューマノイドロボット開発競争の戦略的分析と日本のリーダーシップへの道 | 木村貴志 (一般社団法人 日本メタバース機構代表理事)  
<https://note.com/kimuratakashi/n/na3d1d9005648>

13 18 20 23 42 43 ヒューマノイド競争、中国が日米をリード－労働力不足に共産党危機感 - Bloomberg  
<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2025-06-14/SX9H4IT1UM0W00>

<sup>14</sup> [PDF] 中国における人型ロボット産業の現状と将来展望  
<https://www.nri.com/jp/knowledge/report/files/000049393.pdf>

<https://www.fastcompany.com/91302893/irobot-turned-roomba-into-a-brain>

22 Top 10 Companies Leading the Drone Technology Market

<http://www.merriam-webster.com>, the company leading the online dictionary revolution.

## 34 中国のヒト型口臭ホット・ハブル米国にこうしては朗報か？

[https://www.robot-digest.com/contents/2?id=1727674526\\_622262](https://www.robot-digest.com/contents/2?id=1727674526_622262)

<sup>45</sup> オイバ・ダム、欧洲で医療用口ガム「VIVI」の普及を大拡

<https://www.jctrc.go.jp/biznews/2014/01/E528ef42348440.html?>

\_previewDate\_=null&revision=0&viewForce=1&\_tmpCssPreview\_=0%2F%2Fevents%

<sup>64</sup> [Humanoids accelerate!] Shocking local report] The

<https://www.youtube.com/watch?v=6avfbKL8LVc>