

優必選科技(UBTECH)における産業用ヒューマノイドロボットの技術構造解剖と量産製造設計の真因

第1章: 製品ラインナップと産業適応型の諸元進化(WalkerシリーズからWalker S/S1へ)

1. エンタメ・研究用途から車体組立現場への要件転換

深センを拠点とする優必選科技(UBTECH Robotics)は、玩具用小型サーボや民生用サービスロボットの大量生産で培ったメカトロニクス基盤を土台とし、中国市場において最も早期から等身大人型二足歩行ロボットの商用化を推進してきた¹。初期のWalker(2019年の二足歩行版初代および2021年のWalker X)は、主に展示会でのデモンストレーション、科学館・教育研究用途、家庭・オフィスでの軽作業支援を目的として設計されていた²。この時期のハードウェアは、平坦な樹脂床やカーペット上での自立歩行を主眼としており、アクチュエータの熱設計や減速機の耐衝撃性、外郭の防塵防水性能よりも、軽量化と親和性のある外装意匠が最優先されていた。

しかし、2023年末の香港証券取引所(HKEX)上場前後を契機に、同社は事業リソースを「自動車総装車間(自動車最終組立工程)」を中心とする産業用途へと急速にシフトさせた¹。自動車工場の組立ラインは、油煙、浮遊粉塵、強い電磁ノイズが常時存在し、1直あたり数千回に及ぶ高サイクル動作と、秒単位で管理されるタクトタイムへの追従が厳格に求められる極めて過酷な環境である。従来Walkerでは、伸展時の単腕可搬重量が1.5 kg程度にとどまり、車体部品の把持や電動ツールを用いた締結作業、連続歩行時の熱ダレ(サーマルディレーティング)に耐えられないという構造的限界が存在していた⁵。

この課題を克服すべく開発されたのが、産業特化型ヒューマノイド「Walker S」およびその改良・実戦配備型である「Walker S1」「Walker S2」である¹。自動車OEM(蔚来汽車:NIO、比亜迪:BYD、吉利汽車:Geely、一汽大衆:FAW-VWなど)の実際の生産ラインへ実機を投入し、タスク検証を反復することで、連続稼働性、可搬重量、通信同期性能の全面的なハードウェア刷新が図られた⁸。

項目	初代Walker / Walker (2019-2021)	Walker X (2021)	Walker S (2023-2024)	Walker S1 (2024)	Walker S2 (2025-)
全高 (m)	1.45 ⁵	1.30	1.70 ¹²	1.72 (1.70) ¹⁴	1.76 ¹⁶
車体重量 (kg)	77 ⁵	63	77 ¹³	76 (単体公称65-76) ¹⁴	約70-75 (換装対応) ⁷

全身自由度 (DoF)	36 ⁵	41 ¹⁷	41 ¹³	41 ¹⁴	52 ¹⁸
単腕可搬重量 (kg)	1.5 (伸展時) ⁵	3.0	15 (最大合成/定格) ¹³	15 ¹⁰	15 ¹⁶
最大歩行速度 (km/h)	1.5 - 2.0	3.0	1.8 - 2.0	3.0 (約0.83 m/s) ¹⁴	3.0以上
電源・稼働時間	LiFePO4 内蔵 / 約2時間 ¹⁹	Li-ion 内蔵 / 約2時間	LiFePO4 / 約2時間 ¹³	Li-ion / 約2.5時間 ¹⁴	デュアル蓄電池 / 3分間自律ホットスワップ ⁷
保護等級 (IP規格)	IP20相当 (屋内)	IP20相当 (屋内)	IP54相当 (実証準拠)	IP67 ¹⁵	IP54 - IP67 準拠
主たる用途	研究開発、受付、展示	商業サービス、研究	車体検査、部品組付、外観品質検査 ⁸	車体工場内物流、SPS、ピッキング、AGV連携 ³	24時間フル稼働ライン、複合アセンブリ ¹

2. 実現場投入を見据えた自由度 (DoF) とリーチ設計

自動車組立工程において、作業者は車体開口部(ドアフレーム、トランクリッド、エンジンルーム)から上半身を車内やキャビン内部へ潜り込ませ、シートベルトの装着確認、ドアラッチの固定、ハーネスの配線クリップ嵌合などを実施する⁸。人型ロボットが既存の作業スペースに侵入するためには、人間と同等の上肢リーチ長および狭小空間での姿勢自由度が不可欠となる。

Walker SおよびS1において、同社はリンク長と関節可動域の幾何学的最適化を大幅に進めた。単腕リンク長は600 mmに設定され、肩関節の3自由度(屈曲/伸展、外転/内転、回旋)、肘関節の1自由度、手首関節の3自由度(ロール、ピッチ、ヨー)からなる7自由度冗長アーム構成を採用している¹⁴。これにより、特異点を回避しながら目標座標へ手先を挿入する逆運動学(IK)の自由度を確保している。

特筆すべきは腰部(Torso/Waist)の設計進化である。Walker S1およびS2では、腰部に3自由度(ヨー、ピッチ、ロール)を配置し、ヨー軸旋回範囲は $\pm 162^\circ$ 、ピッチ軸傾斜角は 125° に達する¹⁴。これにより、ロボットは狭小な生産ライン上で両足の接地点を動かすことなく、後方の部品供給台(SPS: Set Parts Supplyカート)から部品をピックアップし、正面の搬送車両へ振り返ってマウントする動作を完了できる⁸。下肢ステップ動作を最小化することは、サイクルタイムの短縮に直結するだけでなく、狭い通路で無人搬送車(AGV/AMR)や人間の作業者と物理的に干渉するリスクを低減させる決定打となっている³。

下肢機構においては、6自由度 $\times$ 2脚の計12自由度構成を基本とし、股関節のピッチ・ロール・ヨー、膝関節のピッチ、足首関節のピッチ・ロールを配置している¹⁴。自動車工場のコンベア追従(移動産

線自適応行走)において、コンベアの微振動や加減速、床面の油膜による摩擦係数変化に対し、足裏の6軸力覚センサと足首関節のアクティブ・コンプライアンス制御を組み合わせることで、0.83 m/s(3 km/h)の安定歩行を維持しつつ、最大15 kgの負荷を保持した状態での動的重心制御を実現している⁴。

第2章：サーボアクチュエータ(伺服駆動器)の自社開発と量産進化

1. 長年の量産経験に基づく自社製サーボアクチュエータの構造

ヒューマノイドロボットの性能と原価を左右する最大の要素が、関節駆動を担うサーボアクチュエータ(伺服駆動器)である。UBTECHは自社開発・自社製に極めて強いこだわりを持ち、出力トルク0.2 Nm級の小型民生用から、300 Nmを超える産業用高出力アクチュエータに至るまで、垂直統合型の設計を行っている²。

Walker Sシリーズに搭載されている自社製高トルク密度ロータリーアクチュエータは、無枠トルクモータ(Frameless Torque Motor)、超薄型精密減速機、デュアル絶対値エンコーダ(双位置编码器)、モータドライバ基板、および電磁ブレーキを同軸上に一体化した極限統合設計(Integrated Mechatronics Architecture)を特徴とする⁵。

アクチュエータの同軸レイアウトは、基底側から入力軸エンコーダ、アウターローター型BLDCモータ、保持電磁ブレーキ、減速機本体、そして出力軸エンコーダとフランジが直列に結合される配置を採る。配線類は中央の中空孔を貫通して次軸へと接続される構造となっており、ドライバ基板はモータ後端のフレーム端面に直付けされている。

電磁気設計においては、ステーターのスロットコンビネーションを最適化し、コギングトルクを極限まで低減させたフラットBLDC構造を採用している。ローターにはネオジウム・鉄・ボロン(NdFeB)系希土類永久磁石(耐熱グレードSHまたはUH)を高密度に配置し、ステーター鉄心には低鉄損の高磁束密度ケイ素鋼板を用いることで、高トルク密度を達成している²³。

ドライバ基板の一体化実装と放熱設計は、産業用連続稼働を実現する上での技術障壁であった。アクチュエータ背面カバー内にGaN(窒化ガリウム)または低オン抵抗MOSFETを採用した三相インバータ基板を直接配置し、大電流経路を最短化して寄生インダクタンスを抑制している。発生したジュール熱は、高熱伝導性シリコンシート(Thermal Pad)を介してアクチュエータのアルミニウム合金製外殻ハウジングへダイレクトに伝熱される⁶。ハウジング表面にはフィン状の空冷流路が一体成型されており、四肢の運動時に発生する周囲気流によって自然放熱を促進するパッシブクーリング設計が徹底されている⁶。

2. 減速機およびトランスミッション系の信頼性設計

UBTECHは関節位置と負荷特性に応じ、減速機の種類を厳密に使い分けている。関節トランスミッションの選定思想は以下の通りである。

関節部位	採用減速機構	選定理由と工学的トレードオフ	主な要求仕様
上肢(肩、肘、手首) 26	精密波動歯車減速機(谐波減速器) ⁵	単段で50:1~160:1の高減速比、薄型軽	伝達誤差 < 0.1 arcmin ²⁷ 、中空軸配

		量、ゼロバックラッシュ特性による手先位置決め精度確保 ²⁶ 。フレックスプラインの疲労破断が弱点だが、上肢は連続衝撃を受けにくいいため採用 ²⁶ 。	線構造 ²⁶
下肢基部(股関節ヨー/ロール)	高剛性遊星減速機または 薄型RV減速機 ²²	高いねじり剛性と過負荷耐衝撃性(許容最大トルクの高さ)。方向転換時のモーメント荷重を大径クロスローラベアリングで受ける構造。	バックラッシュ ≤ 1-3 arcmin、瞬間最大トルク耐性
下肢衝撃部(膝、足首) ²⁶	遊星減速機(准直駆: QDD構成含む) または 複リンク機構 ¹⁷	着地時の衝撃荷重による歯欠けを防止するため、バックドライバビリティ(可逆駆動性)の高い低速比遊星歯車を採用し、衝撃を電氣的減衰へ逃がす ⁶ 。	高トルク衝撃吸収性、逆駆動性(Backdrivability) ⁶

自動車工場という悪環境下(溶接スパッタ、シーラー等の揮発性油煙、浮遊粉塵)での信頼性を担保するため、バックラッシュ管理と摩耗対策が施されている。減速機の出力軸には高分解能(19~21ビット)の絶対値エンコーダが配置され、モータ軸側の入力エンコーダとの差分からトルクねじれ角を常時算出し、制御ソフトウェア側でバックラッシュおよび弾性変形をリアルタイム補正する²³。機械的摩耗を防ぐため、減速機内部には極圧添加剤を配合した長寿命フッ素系・合成炭化水素系グリースが充填され、回転摺動部にはフッ素ゴム(FKM)製ダブルリップオイルシールを採用している。これにより、微細粉塵の侵入を防ぎつつグリースの漏洩を遮断し、IP67相当の防塵防水構造を成立させている¹⁵。

3. 産業用エンドエフェクタとツールチェンジャーの機構

自動車組立工程において、ボルト締め、クリップ挿入、エンブレム圧着、シーラー塗布、隙間測定などの多様な作業を完遂するため、UBTECHは「多指巧緻ハンド(灵巧手)」と「産業用特化型治具」の双方を開発・適応させている⁸。

同社が開発した第4世代多指巧緻ハンドは、11自由度を有し、ウォームギアと高張力マイクロワイヤ駆動(腱駆動機構)を組み合わせたハイブリッド伝達機構を採用している²⁹。ウォームギアのセルフロック特性を指元に配置することで、非通電時や長時間の把持状態においてもモータコイルの発熱を伴わずに把持力を維持できる。指先には多軸薄膜触覚センサアレイが内蔵され、指先最大可搬

荷重は12.5 N(約1.27 kgf)を達成し、サブミリメートル級の精密ピンチ動作(微小部品のつまみ上げ)が可能である¹⁸。

一方で、自動車ドアへのボルト締め付け作業や重量部品のハンドリングにおいては、多指ハンドではなく、手首先端にISO 9409-1規格に準拠した小型空圧/電動オートツールチェンジャー(ATC)インターフェースを装着する設計が取られている。ツール側にはトルク検知機能付き電動スクリュードライバーや、高解像度工業用インスペクションカメラ、エアサクシオンパッドが接続される⁸。手首フランジ内部にはDC24V電源ライン、高信頼性ギガビットイーサネット信号ピン、空圧供給用マイクロカップリングが統合されており、ロボット自身が作業ステーションのツールラックにアクセスして手先を機械的・電氣的に瞬時に交換する運用が確立されている。

第3章:車載・産業基準を意識した筐体・信頼性設計

1. 骨格剛性と衝撃吸収設計

車体組立工場において人型ロボットが導入される際、最重要の安全課題となるのが「転倒時のライン設備破壊防止」および「作業者との接触安全(協働安全性)」である。重量70 kg超のロボットが高速で転倒した場合、設備や金型、治具に重大な損傷を与える恐れがある。UBTECHはWalker Sの骨格構造に「剛柔カップリング構造(剛柔耦合结构)」を採用している⁹。

主要な構造耐力部材(骨盤フレーム、大腿骨・脛骨リンク、肩甲骨ブロック)には、航空機グレードのアルミニウム合金(A7075-T6鍛造材およびA6061-T6ブロック削り出し材)を採用し、FEM(有限要素法)トポロジー最適化によって極限まで薄肉化しつつ高い曲げ・ねじり剛性を確保している⁶。これに対し、外部からの衝撃を受けやすい前腕部外装、胸部チェストカバー、大腿部カウルには、高強度・自己消火性のポリカーボネート(PC/ABS)アロイおよび炭素繊維強化プラスチック(CFRP)複合材料を適材適所で配置している⁶。

筐体の耐衝撃レイヤー設計としては、最外層に衝撃分散用のCFRP複合材カウルおよび軟質ウレタンバンパーを配置し、一次衝突エネルギーを減衰させる。その内側の中間層には直列弾性アクチュエータ(SEA)構造や機械式スリップクラッチ(トルクリミッタ)を介在させ、減速機歯面へのピーク荷重伝達を機械的に遮断する構造を採る²⁵。そして最内層をトポロジー最適化されたA7075-T6鍛造フレームが受け持つ3層防御アーキテクチャが構築されている⁶。

転倒検知アルゴリズムが作動した際には、ミリ秒単位で関節ブレーキが解放され、アクチュエータがバックドライバブル状態(外力追従状態)へ移行して全身を脱力屈曲させ、外装の衝撃吸収バンパーで着地エネルギーを分散吸収する自己保護フォールセーフシーケンスが実装されている。

2. 産業用規格への適合とEMC・ノイズ対策

自動車の車体溶接工程(焊装车间)や組立工程(总装车间)には、数百kVAクラスのインバータ抵抗溶接機、大型サーボプレス、無軌道搬送車用大電力ワイヤレス給電システム、高周波スイッチングを行うメガワット級の駆動インバータが密集している。これらから放射・伝導する強力な電磁ノイズ(EMI)環境下において、ヒューマノイドロボットの多軸同時サーボ通信が途絶した場合、暴走や脱調といった破滅的事故を招く。

Walker S/S1では、産業用電磁両立性規格(IEC 61000-6-2 産業環境耐性、IEC 61000-6-4 産業環境放射)への適合を前提とした「抗干渉/EMC設計」が施されている。

第1に、シールドとグラウンディング(接地)設計である。内部の多層リジッドフレキシブル基板は、専用の金属電磁シールドケース(ダイカスト亜鉛メッキシールド)で完全密閉されている。ロボットの全骨格フレームは高導電性ジャンパーボンドにより等電位化され、足裏の導電性カーボン配合グラウンドブラシを介して工場の導電性エポキシ床へ静電気およびコモンモードノイズを逃がす単一接地

(スター配線接地)アーキテクチャを採用している。

第2に、通信プロトコルの耐ノイズ化である。関節間の通信バスには、従来のUARTやシングルエンド通信を完全排除し、差動伝送方式である産業用CAN FD (Controller Area Network Flexible Data-Rate) およびEtherCATを採用している。ツイストペアシールド線 (STP) の外周に編組シールドを施し、コモンモードチョークコイルとフェライトビーズを各ドライバの入出力部に多段挿入することで、過渡バーストノイズ (EFT/B) 耐量 ± 2 kV、静電気放電 (ESD) 耐量 ± 8 kV (接触) / ± 15 kV (気中) をクリアしている。

第3に、関節内部配線 (中空走線) と高屈曲ケーブルの寿命設計である。自動車産業が要求する「保全レス・高稼働率」を満たすため、四肢の外側に露出するワイヤハーネスを廃止し、波動歯車減速機およびモータ中空軸の中心孔を貫通させる完全内装型配線 (中空走線) を徹底している²⁶。配線材には、フッ素樹脂絶縁体と超極細スズメッキ軟銅合金撚線を用いた高屈曲・耐油・難燃性ロボット

ケーブルを採用している。関節屈曲試験における要求基準は「曲げ半径 $R \geq 6D$ において屈曲回数2,000万回以上」に設定され、ロボットシステム全体の平均故障間隔 (MTBF: Mean Time Between Failures) の想定水準は、産業用マニピュレータと同等レベルである8,000~10,000時間の連続稼働を目標値として設計されている。

第4章：香港上場企業の開示・産業レポートから見るコストと調達網

1. 長期蓄積されたサプライチェーンの全貌

優必選科技が香港取引所 (HKEX: 9880) に提出したIPO目論見書 (Prospectus)、年次報告書、および中国現地証券会社 (券商研报: 中信証券、国泰君安証券、華泰証券など) のサプライチェーン調査資料を精査すると、同社が中国国内のメカトロニクス産業クラスターを極限まで活用し、部品の現地調達率 (国産化率) を急速に高めてきた構造が浮き彫りになる²⁹。

部品カテゴリ	主要構成要素	現地サプライヤー (中国国内企業)	海外サプライヤー (依存領域)	国内調達率推定
減速機	波動歯車減速機 (谐波) ²³	蘇州綠的諧波 (Leaderdrive) ²³ 、中大力徳 (Zhongda Leader)、昊志機電	ハーモニック・ドライブ・システムズ (日本) ※初期試作	80% - 90%
減速機	遊星減速機 (行星) ²³	兆威機電 (Zhaowei)、中大力徳、科峰智能	新宝 (Nidec-Shimpo、日本)	85%

モータ	フレームレス・トルクモータ ²³	鳴志電器(MOONS')、歩科股份(Kinco)、自社巻線組立	T-Motor(一部特殊)、Kollmorgen(米国)	90%
磁性材料	NdFeB系永久磁石	金力永磁(JL MAG)、中科三環(SANHUAN)	なし(中国国内が世界的寡占)	100%
ベアリング	薄型クロスローラ/深溝玉	洛陽軸承(LYC)、人本軸承(C&U)、天馬軸承	日本精工(NSK)、THK、シェフラー(ドイツ)	60% - 70%
センサ	6軸力覚センサ/トルクセンサ	柯力伝感(Keli Sensing)、坤維科技(Kunwei)、宇立儀器(SRI)	ATI Industrial Automation(米国)	70%
視覚システム	3D RGB-D / ToFモジュール ¹³	奥比中光(Orbbec) ³³ 、奥普特(OPT)、海康威視(Hikrobot)	インテル(RealSense)※過去モデル	85%
主演算・SoC	エッジAI推論・ロボットコントローラ ¹⁹	地平線(Horizon Robotics)、瑞芯微(Rockchip)	NVIDIA(Jetson)、インテル(Core i7/i5) ¹⁹ 、AMD	30% - 40%
電池・電源	リン酸鉄リチウム(LiFePO4) ¹⁹	欣旺達(Sunwoda)、億緯鋰能(EVE Energy)、比亞迪(BYD)	なし	100%

ヒューマノイドロボットのコア部品である波動歯車減速機において、初期のWalkerは日本のハーモニック・ドライブ・システムズ製を採用していたが、Walker Sシリーズ以降は緑的諧波(Leaderdrive)

を中心とする中国国内トップメーカーの製品へ置換された²³。中国国内メーカーの歯面研削精度、材料熱処理技術の向上により、伝達精度誤差やバックラッシュ性能において産業用基準を満たす水準に達したこと、および単価が日本製の1/2～1/3に抑えられることが主因である。

一方で、手首や足首などの高負荷・小径部で使用する超精密クロスローラベアリングや、主頭脳となる高並列演算AIチップ（NVIDIA Jetson AGX Orin等）に関しては、依然として日米欧のサプライチェーンに一定の依存を残している。しかし、中国国産エッジSoC（地平線や瑞芯微）への移行テストも並行して進められており、地政学リスクを回避する「自主可控（自立制御可能なサプライチェーン）」の構築が急速に進行している。

2. 量産スケールとBOM(部品表)コストの内訳

UBTECHの最大の強みは、2012年の創業以来、数百万台規模の知育玩具ロボット（Alphaシリーズ、Jimu Robot）や商用サービスロボット（Cruze等）を量産してきた実績にある¹。これにより、射出成形金型の設計ノウハウ、プレス・鍛造金型の早期減価償却、モータ用銅線・電磁鋼板・電子受動部品の一括調達によるバイニングパワーを保持している。

下表は、証券会社のアナリストレポートおよび開示資料を基に再構成した、Walker Sシリーズにおける現在の小ロット量産（年間数百～1,000台規模）と、将来の本格量産（年間1万台規模）におけるBOM(部品表)コストの推移予測である¹。

主要構成部位	原価内訳(小ロット試作期:2023-2024)	原価内訳(本格量産期:2026-2027年想定)	コスト低減のメカニズム
関節アクチュエータ群(モータ+減速機+エンコーダ+ドライバ、約40軸分) ¹³	約240,000元(約504万円 / 構成比53%)	約70,000元(約147万円 / 構成比47%)	減速機の量産内製化・国産化、モータ自動巻線ライン導入、磁気エンコーダICのワンチップ集積 ³³
センシング系(3Dビジョン、6軸力覚、触覚センサアレイ) ¹³	約80,000元(約168万円 / 構成比18%)	約25,000元(約52万円 / 構成比17%)	6軸力覚センサのデカップリングアルゴリズム内製によるハード簡素化、ビジョンモジュール統合
計算プラットフォーム(CPU、GPU/NPUボード、電源マネジメント) ¹⁹	約45,000元(約94万円 / 構成比10%)	約20,000元(約42万円 / 構成比13%)	産業用エッジSoCの統合集約、IPC(産業用PC)からシングルボード化
構造骨格・外装・配線(アルミ鍛造、CFRP、金型成形品、	約55,000元(約115万円 / 構成比12%)	約20,000元(約42万円 / 構成比13%)	鍛造・ダイカスト金型の償却進展、CFRPから高剛性エンジニ

中空ハーネス) ⁶			アリングプラスチック射出成形への置換
電池・バッテリー交換機構(LiFePO4パック、ホットスワップ機構) ⁷	約30,000元(約63万円 / 構成比7%)	約15,000元(約31万円 / 構成比10%)	EV用角型セルの流用調達、自動ドッキング接点機構の標準化
BOM合計	約450,000元(約945万円 / 100%)	約150,000元(約315万円 / 100%)	全体で約67%の原価低減(3万ドル未満の達成) ²⁵

自動車メーカーへの導入採算ライン(ROI)試算においては、中国の沿海部(広東省、江蘇省など)の新エネルギー車(NEV)工場における組立ライン作業者の人件費水準が基準となる。福利厚生やシフト管理費を含めると年間作業員コストは約12万～15万元(約250万～315万円)に達する。自動車総装工場は通常2直または3直(24時間連続)体制で稼働している。

Walker S2のように3分間の自律バッテリー交換により24時間(実質3直換算)フル稼働できるヒューマノイドが導入され¹、作業員1.5人～2人分のタスク(SPS部品配膳や外観検査)を代替できた場合、年間で約25万～30万元の人件費削減効果が生じる。本体価格+インテグレーション費用が初期段階の50万～60万元であっても、投資回収期間(ROI)は約2.0年となる。これが将来的に量産効果で車体単価が25万元(約525万円)程度まで低下した場合、ROIは1年未満に短縮され、自動車メーカーにとって設備投資判断(CapEx)として完全に経済合理性が成立する水準に達する。

第5章：日本のモノづくりへの示唆

1.「実現場でのPoC・運用」から逆算したハードウェア改善サイクルの速さ

日本のロボット産業における伝統的な開発プロセスは、仕様策定から始まり、高度な安全審査、机上シミュレーション、試作機の社内長期信頼性評価(年単位)を経てから顧客のPoC(概念実証)へ移行する「ウォーターフォール型・完璧主義」が一般的であった。

対照的に、UBTECHの開発手法は「未完成であっても極めて早い段階で顧客の工場実ラインへ機体を持ち込み、過酷な実環境で故障させ、その破壊ログからハードウェアを逆算修正する」アジャイル・反復型(データフライホイール)を突き詰めている¹。

蔚来(NIO)F2工場での実証においては、車体ドアの品質検査やエンブレム貼り付けにおいて、当初は作業テンポが遅く、アームの剛性不足による手先振動が課題となった¹⁰。UBTECHは数ヶ月単位で手首アクチュエータの減速比を変更し、ビジョナルゴリズムと統合した剛性フィードバック制御を適用して次世代機へ反映させた。

比亞迪(BYD)深セン工場での実証では、物流搬送車(L4自動運転車「赤兎」や無人牽引車「T3000」)との連携において、可搬重量不足と連続歩行時の発熱停止が頻発した³。これに対し、即座に下肢冷却流路の改良、腰部3自由度化による旋回トルク増強、そして「3分間自律バッテリー交換」という運用モデルそのもののハードウェア実装(Walker S2)へと昇華させた⁷。

この「現場実データ即時回収からメカ・エレキ修正、金型更新、現場再投入」に至るサイクルを6ヶ月～1年以内に回し切るスピード感は、深センを取り巻くサプライチェーンの超集中(試作切削、基板実装、モータ巻き替えが数日で完結する地理的優位性)によって支えられている。

2. 日本の製造業・FA業界に対する脅威と協調の可能性

日本の製造業およびファクトリーオートメーション（FA）業界は、UBTECHをはじめとする中国産業用ヒューマノイドの台頭を多角的に分析する必要がある。

第1に、協働ロボット（Cobot）・既存FA市場に対するディスラプションの現実性である。現在、工場の自動化を牽引しているのは垂直多関節ロボットや協働ロボット（Cobot）である。しかし、これらは「床面固定」または「AGVの上にアームを載せた複合型（AMRマニピュレータ）」であり、人間用に設計された既存の生産ライン（ブラウンフィールド）に導入する際には、通路幅の拡張、ワーク供給治具の大規模な再設計、床面レール敷設など、莫大な付帯設備投資を要する。

ヒューマノイドロボット（Walker Sシリーズ）の本質は、「人間の動線、人間の作業スペース、人間用の工具（電動ドライバー等）を改変することなく、人間とそのまま交代できる」点にある⁸。足元で障害物を跨ぎ、腰を捻って狭小な車内に手先を突っ込む動作は、固定式アームでは幾何学的に不可能である¹⁶。現在直面している「タクトタイムの遅さ」という過渡的課題が、モデル予測制御（MPC）やエンドツーエンド学習、アクチュエータ出力密度の向上によって解消された瞬間、既存の低可搬協働ロボット市場は急激なディスラプション（破壊的置換）に晒される蓋然性が高い。

第2に、日本の超精密部品・センサメーカーの生存戦略と参入障壁である。日本の高精度減速機（ハーモニック・ドライブ・システムズ、ナブテスコ）、ベアリング（NSK、不二越、ジェイテクト）、センサ（キーエンス、オムロン）、モータ（ニデック）各社が、UBTECH等の中国エコシステムへ食い込み、あるいは対抗するためには、単体コンポーネント売りからの脱却が急務である。中国のロボットOEMは、減速機単体の購入から、モータ、ドライバ、ブレーキ、エンコーダが一体化された「ジョイントモジュール（一体化関節執行器）」の内製シフトを強烈に推進している²³。日本のサプライヤーが高価格な単体部品の供給にとどまる限り、緑の諸波や歩科股份などの現地勢にコスト競争で対抗することは極めて困難である²³。

産業用ヒューマノイドが求める性能要件は、従来の工作機械のような「超高剛性・永久寿命」ではなく、「高衝撃荷重耐性（転倒しても歯欠けしない靱性）」「ケーブル内装を可能にする極太中空径」「薄型軽量性」である²⁵。日本の素材技術（特殊鋼材料、摩擦摩耗低減コーティング）および超微細加工技術を、ヒューマノイド専用減速機や薄型高精度エンコーダへと再定義し、中国現地サプライチェーンでは模倣困難な耐疲労特性や極限トルク密度を具現化することが、協調的パートナーとしてエコシステムに不可欠な地位を確立するための唯一の道である。

引用文献

1. Buy UBTECH Robots for Sale, Price & Specs | Robots International, <https://www.robotsinternational.com/UBTECH.htm>
2. UBTECH Robotics Delivers Impressive Swarm of ... - TopNews, <https://www.topnews.in/ubtech-robotics-delivers-impressive-swarm-ubtech-walker-s2-humanoid-robots-2418333>
3. Fully Automated Logistics at BYD with UBTECH's Walker S1, <https://mikekalil.com/blog/ubtech-byd-logistics-automation/>
4. 优必选工业版人形机器人Walker S在蔚来电动汽车装配线上实训, <https://cn.technode.com/post/2024-02-24/walker-s/>
5. Walker - 大型人形机器人, <https://www.ubtrobot.com/cn/humanoid/products/walker>
6. Cut humanoid robot joint actuator weight by 40–50% - Patsnap,

- <https://www.patsnap.com/resources/blog/articles/cut-humanoid-robot-joint-actuator-weight-by-40-50/>
7. UBTECH Walker S Robot Price and Specifications - Facebook, <https://www.facebook.com/fb-answers/ubtech-walker-s-robot-price-and-specifications/>
 8. UBTECH Humanoid Robot Industrial Application Solution, <https://www.ubtrobot.com/en/humanoid/solutions/industry>
 9. UBTECH Walker S Industrial Humanoid Robot | For Multi-task, <https://www.ubtrobot.com/en/humanoid/products/walker-s>
 10. Is UBTECH's Walker S1 the future of industrial robots? - AIM, <https://analyticsindiamag.com/ai-features/ubtechs-walker-s1-leaves-teslas-optimus-feeling-a-little-shy-and-insecure>
 11. 优必选Walker S在蔚来工厂实地“培训” - 智东西快讯, <https://m.zhidx.com/news/41472.html>
 12. UBTECH Robotics Walker S Specifications - Qviro, <https://qviro.com/product/ubtech-robotics/walker-s/specifications>
 13. UBTECH Walker S Industrial Humanoid Robot, <https://sonnyrobotics.com/products/ubtech-robotics-walker-s>
 14. UBTECH Walker S1 — full specs & review | Humanoid Hub, <https://www.humanoidaccessories.com/robots/walker-s1>
 15. UBTECH Walker S1 Industrial Humanoid Robot - AstraDrake, <https://astradrake.com/products/ubtech-walker-s1-industrial-humanoid-robot>
 16. UBTECH Walker S2 Price & Specs (2026): Real Cost, Battery Swap, <https://blog.robozaps.com/b/ubtech-walker-s-review>
 17. 人形机器人赛道深度之减速器详解 - AIP艾普, <http://www.aipuo.com/products/1285.html>
 18. UBTECH ROBOTICS CORP LTD 深圳市優必選科技股份有限公司, <https://www.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2025/0829/2025082902016.pdf>
 19. UBTECH's Walker S Humanoid Robot Hits NIO's Production Line to, <https://www.techeblog.com/ubtech-walker-s-humanoid-robot-nio-production-line-ev/>
 20. 人型ロボットが自動車工場で働く。品質管理AIを内蔵し, <https://tamakino.hatenablog.com/entry/2024/04/17/080000>
 21. UBTECH's Walker S1 starts 'working' at BYD - YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=MR5atuuCfvE>
 22. About Us - UBTECH Robotics, <https://www.ubtrobot.com/en/about/company-profile>
 23. 特斯拉等5家人形机器人企业都采取什么减速器方案？7家减速器企业, <https://leaderobot.com/news/4893>
 24. How integrated actuators improve humanoid robot joint performance, <https://www.therobotreport.com/how-integrated-actuators-improve-humanoid-robot-joint-performance-and-system-integration/>
 25. Humanoid robot actuators: 530,554+ patents analysed - Patsnap, <https://www.patsnap.com/resources/blog/articles/humanoid-robot-actuators-53>

[0554-patents-analysed/](#)

26. What Is a Harmonic Drive? Principle, Advantages & Robot Use,
<https://eyoubot.com/en/blog/what-is-a-harmonic-drive>
27. Why the Harmonic Reduction Gear is the Joint Core of Humanoid,
<https://www.piceamotiondrive.com/why-the-harmonic-reduction-gear-is-the-joint-core-of-humanoid-robots.html>
28. Humanoid robot implementing a ball and socket joint - Google Patents,
<https://patents.google.com/patent/US20110147103A1/en>
29. UBTECH ROBOTICS CORP LTD 深圳市優必選科技股份有限公司,
<https://newsfile.moomoo.com/public/NN-PersistNoticeAttachment/7781/20260331/12084595-0.PDF>
30. Humanoid Robot - Walker S - UBTECH Robotics, Inc.,
<https://datasheets.globalspec.com/ds/ubtech-robotics/walker-s/c7d71a95-e928-4973-94fa-ed2872261198>
31. Harmonic Drive LLC,
https://www.harmonicdrive.net/_hd/content/applicationHandbooks/6AxisPrimaryAxes.pdf
32. UBTECH ROBOTICS CORP LTD 深圳市優必選科技股份有限公司,
<https://oweb-site-cdn.ubtrobot.com/resources/file/2024/09/02/586367079501893.pdf>
33. Deep Integration of AI and Humanoid Robots - 36氪,
<https://eu.36kr.com/en/p/3452608898520706>
34. UBTECH Walker S vs Clones: Why Authentic Servo Tech ... - Taobao,
<https://world.taobao.com/lang/en-us/shopping-guide/2011307557259313152.htm>
35. UBTECH Robotics - Facebook,
<https://www.facebook.com/ubtechroboticscorp/posts/-a-milestone-in-human-robot-collaborationwe-are-proud-to-announce-that-ubtech-has-1402791865211745>
[/](#)