

# パワーバリアレス社会の実現に向けて

アクティブリンク株式会社  
代表取締役社長

藤本 弘道

## 1. はじめに

社会生活が便利になり医学が進歩すると少産少死型の社会、いわゆる高齢社会が訪れる。先進国でなく、発展途上国を抜け出した国々でも人口の高齢化は着実に進んでいる。高齢化する社会では、加齢による身体能力の低下が引き起こす、老老介護の問題や、労働力の高齢化などの問題がある。身体能力の低下に対抗するには二つの方向性が考えられる。能力の低下分を別の能力で代替するか、能力を鍛えなおし低下を少しでも先送りすることである。

アクティブリンク株式会社では2003年の創業以来、低下した筋力をアクチュエータのパワーで補助し人の作業を支援するパワーアシスト機器で年齢や性別に関係なく元気に働くことのできる社会「パワーバリアレス社会」の実現を目指してきた。特に、新しいコンセプトの装置であるパワーアシストスーツ(以下、PAS)の事業化がその中核にある。当社は、アクチュエータを特に選ばず、モータ、空気圧式人工筋、エアアクチュエータ、油圧アクチュエータなど、様々なアクチュエータを用いたシステムにチャレンジしてきた。現在では、PASは、様々な企業や大学で研究開発がなされるようになり、大きな潮流となってきている。

そこで本稿では、当社が2015年9月に出荷を開始した荷揚げ作業支援アシストスーツAWN-03(図1参照)や過去の開発事例を紹介し、パワーバリアレス社会の実現に向けた課題について説明する。



図1 アシストスーツAWN-03

## 2. パワーアシストスーツの分類

PASを二つに分類すると、地面に接地し、重量物を支える免荷型と、リュックサックのように体に装着する分散型に大別される(図2参照)。

免荷型の場合、許容負荷の範囲であれば、装着者には操縦に必要な程度の負荷しかかからない。全身の作業

支援が可能になるが、装備が重装備になるため、現場環境に汎用的に対応できない可能性がある。

分散型は免荷型に比べ軽装備であるが、PAS自体の重量は作業員が負担する事となる。そのため、補助したい筋肉の負荷は軽くなるが、PASの重量や、発生する反力は他の筋肉が負担する事となる。次節で紹介する荷揚げ作業支援アシストスーツの場合、疲労が溜まりやすい腰の筋肉を補助する代わりに、太腿の筋肉への負荷が大きくなる仕組みとなっている。一般的に太腿の筋肉は腰より強く、また両足の筋肉を活用する事ができる。そのため腰の代わりに負担する負荷量は、太腿にとっては相対的に小さくなる。言いかえると、荷揚げ作業支援アシストスーツは、作業時に過負荷状態となる腰への負荷を軽減し、余力のある大きな筋肉に負荷を分散させる装置であり、結果的に身体の過負荷を無くす事を目的としている。

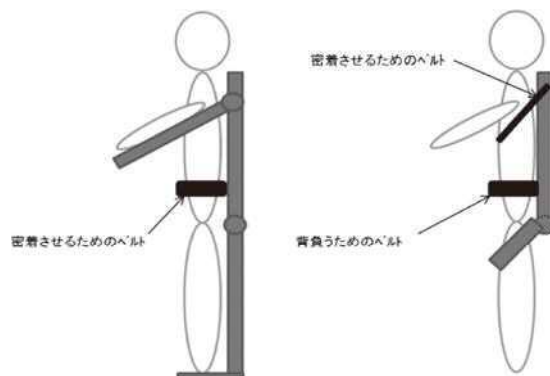


図2 PASの分類(左:免荷型、右:分散型)

## 3. 荷上げ作業支援アシストスーツAWN-03の特長

図1の荷揚げ作業支援アシストスーツAWN-03は、リュックサックのように人が直接装着し、左右の腰に配置されるそれぞれ独立した2つのモータ駆動軸を使用し、人の動きをセンサにより認識することで、しゃがみ姿勢からの立ち上がり腰のアシストや、中腰姿勢の保持を自動的に行う。電源には48V出力のリチウムイオンバッテリーを使用し、屋内外問わずに使用することが可能である。また、軽量化のために、フレームや駆動部に軽量素材であるマグネシウム合金やカーボン繊維配合樹脂などを使用している。

当社内においてモデル作業を設定し繰り返し荷揚げ作業を行った際の作業回数を測定した事例を以下に示す。モデル作業は、10kgのワークをパレットから腰の高さまで持

ち上げて下ろすという作業を繰り返し行った。この作業をAWN-03 装着の場合と装着していない場合で測定した。それぞれの実験の間は十分な時間を取り筋疲労の影響が出にくい様に配慮している。

5名の被験者(女性2名, 男性3名)で合計7回(5名中2名が2回実施)の実験を行った。結果, 7回すべての実験において, AWN-03 装着時の荷揚げ作業回数が増加した。増加率には, 個人差があるがAWN-03の装着により, 荷揚げ作業回数が非装着時の5倍を超える事例も見られた。当社としては実験結果としては満足いくものであったが, パワーアシストスーツの定量評価という意味ではバラつきが多く, 評価手法の研究は継続して探索する必要がある。

アシストスーツAWN-03は, 物流・建設・農業の分野などで利用されている。図3に現場での利用シーンを示す。



図3 作業現場での利用シーン  
(左: 辰巳商会様, 中: 鹿島建設様, 右: 福井さつまいも農家)

#### 4. 免荷型PASの紹介

図4は過去に開発した免荷型PASである。



図4 様々なパワーアシストスーツ  
(左: MS-02, 中: PLL-01, 右: PLN-01 ニンジャ)

MS-02は, 片腕50kgの作業支援が可能であり, モータ20軸のパワーアシスト制御の研究機である。6軸力センサで操作者の操作意図を検出し, 人の関節と機械の関節軸が一致しない疎結合を特長としている。この構造のおかげでハイパワーであっても安全性の確保がしやすいシステムとなる。

PLL-01は, 脚部が両足で6軸, 上半身が両腕で2軸で構成されるPASであり, 全身で約30kgの補助力を発揮する。操作者の動作意図は, MS-02と同じく6軸力センサを用いて検出している。

PLN-01は, 足裏センサにより動作意図を検出し, 腰部の2軸のモータで歩行支援を行うことができる。大腿部を押す力で現状では片足8kg程度を発揮している。上半身と組み合わせて全身軽作業支援用PASへと展開される。

これらプロトタイプ開発で得た知見を基盤技術とし, 2017年には軽作業支援用, 2020年には重作業支援用のPASの実用化を目指している。

#### 5. パワーアシストスーツ普及への課題

当社における分散型PAS, 免荷型PASの開発事例を紹介してきた。PASの普及のためには, 使用時の作業効率の改善度合いと, 導入コストの軽減が必要不可欠と言える。作業効率の改善には, PASの使いやすさ(機械制御性, 取り回しのしやすさ)が重要であり, PAS本体の軽量化に起因するところが大きい。PASを構成する要素は, アクチュエータ, バッテリー, センサ, フレーム材である。すべての要素において, 軽量化は高コストとなる。しかし, アクチュエータ, バッテリー, センサは, 数量と共に量産効果が発揮され, コストダウンがなされると想定される。しかし, フレーム材の新素材として最も有力な炭素繊維複合材料は, 成形プロセスが量産効果のでにくいものであり, 今後の成形プロセスの革新が待たれる。

また, アクティブリンクでは, 新素材の利用ばかりではなく, 枯れたローテクノロジーを駆逐することにより, 低コスト化へのチャレンジに寄与してゆきたいと考えている。昨今のロボットブームは, 無人飛行ロボットや無人搬送ロボットなども, PASと同じ課題を抱えていると想定しており, ロボットに適したデバイスの多様な用途が創出されることで, ひとつひとつはニッチな市場であったとしても, 全体的な視野に立つと高機能デバイスの低コスト化に寄与し, 先述したPAS普及への課題が解決される可能性を示唆している。

加えて, PASが普及するために最も重要なことは, PASという全く新しい価値をユーザが使ってみたいと思うところであり, そのような気持ちを醸成する雰囲気づくりであると考えている。2003年の創業当時は, われわれの取組に懐疑的であった市場も, 10年経過すると比較的温かなものに変化していることを実感する。

このような環境の中で, 当社はユーザ企業と連携し, 慢性的な作業負担を軽減することによって徐々に生産効率へ寄与できるような, 長期的な視点にたった現場改善に取り組んでいる。また, 導入企業様においては, 若手人材の確保に貢献できる可能性へ期待感も出てきている。少子高齢化と共に, 現場仕事の人材確保は厳しいものになってくる。力の差が仕事に影響しない「パワーバリアレス」な現場の実現によって, 労働力不足が解決されると想定している。

#### 参考文献

『倉庫』日本倉庫協会編 145号 P.59-P.63 谷林宏紀

(原子力 平成7年卒 9年修士)