

3S アシスト：軽労化技術のコンセプト

3S Assist: The Concept of KEIROKA Technology

○ 田中孝之 (北大) 吉成 哲 (道総研) 瀧澤一騎 (北大)

奈良博之 (北大) 鈴木善人 (スマートサポート)

Takayuki TANAKA, Hokkaido University
 Satoshi YOSHINARI, Hokkaido Research Organization
 Kazuki TAKIZAWA, Hokkaido University
 Hiroyuki NARA, Hokkaido University
 Yoshihito SUZUKI, Smart Support Technologies

Abstract: This paper describes the definition of “KEIROKA” technology which is one of assistive technology to reduce work load or worker’s fatigue. Some example of KEIROKA technology will be shown. 3S assist which is the concept of KEIROKA technology will be also mentioned. 3S assist is consists of “secure assist”, “sustainable assist” and “subliminal assist”. Secure assist is to assist users safely. Sustainable assist is to maintain users’ bodily functions. Subliminal assist is unaware assistance not to dull users’ sensitivity. The design guideline and the evaluation method of KEIROKA technology based on 3S assist will be discussed in this paper and the presentation.

Key Words: KEIROKA technology, assistive technology

1. はじめに

労働支援, 生活支援を目的としたアシスト技術の研究開発が国内外で盛んに行われている。

我々は, 農作業, 介護作業, 土木作業など各種作業における作業員の身体負担を目的とした筋力補助スーツ「スマートスーツ」, 「スマートスーツ・ライト」を開発してきた^(1,2)。これらは, 作業員の動作を妨げずに, 人の力の一部を補助するように設計されている。このように, 人が主体の作業において, 人の作業形態を可能な限り維持し, 労力や疲労を軽減するためのアシスト技術を, 我々は「軽労化技術」と呼んでいる。軽労化技術を含むアシスト技術を広く社会に普及させるためには, 筋力補助効果などの短期的な効果だけでなく, 長期的な視点に立った効果を検証しなければならない。

本報では, まず, アシスト技術における軽労化技術の位置付けを定義し, 軽労化技術の実例を紹介する。つぎに, これらの技術をユーザに安心して使用してもらうための開発コンセプト「3S アシスト」を提案し, その設計指針, 評価方法について述べる。

2. 軽労化技術

2-1 アシスト技術における軽労化技術

各種作業において人の負担を軽減する技術は, 作業員を専用機械やロボットに置き換える「機械化・自動化」と, 作業員の肉体的, 身体能力的な補助を行う「アシスト技術」とに大別することができる。さらに, アシスト技術も2つに大別でき, すなわち「増力化技術」と「軽労化技術」である (Fig. 1)。

増力化技術とは, 人の力を増幅することで, 人の身体能力では実行不可能な作業を実現するためのアシスト技術である。例えば, 重量物搬送や組み付けなどの工場作業を支援するバランスやパワースーツ, 歩行訓練リハビリのためのパワースーツなどがあり, これらは人ができないことをできるようにするための技術と言える。人間機械系であるが, 作業性は主に機械の能力に依存する。

一方, 軽労化技術とは, 人の身体能力の一部を補助し,

人の能力で実行可能な作業において, 人の労力や疲労を軽減するためのアシスト技術である。人の作業形態を変えずに, 人ができることを楽にできるようにするための技術である。作業においては, 人の能力が主体となる。

軽労化技術においても多くの例で, 他のアシスト技術と同様に, 情報ロボット技術 (IRT) や情報通信技術 (ICT) に基づき, 人間中心の設計・開発が行われている。つぎに, その開発事例を示す。



Fig. 1 軽労化技術の位置付け

2-2 軽労化技術の実例

軽労化技術の開発事例を紹介する。

我々が開発した筋力補助スーツ「スマートスーツ」および「スマートスーツ・ライト」(Fig. 2)は, 人の作業形態を維持可能な「装着型軽労化技術」である。いずれも弾性材を補助力源とし, 受動要素によるバックドライブリティを持つことで基本安全な補助機構を実現している。

スマートスーツには, 弾性材の補助力を電動モータで調整するセミアクティブアシスト機構を搭載し, 筋骨格力学モデルによって導出した, 動作と筋力との関係に基づいて, ユーザの筋力に調和した, 動作に最適な補助力を出力することができる⁽³⁾。

また, スマートスーツ・ライトは弾性材のみによるパッシブな筋力補助スーツであるが, 後背部の筋力補助だけで

なく、体幹を安定化させる機能を併せ持っている。動作と筋力、弾性材の伸長量との関係から、弾性材の配置と特性を最適化するモーションベストアシスト技術によって設計している。

装着型軽労化技術は、人の作業形態を変えることなく、作業負担を軽減することができる。これに対して、器具や環境を改良し、作業形態を改善することで軽労化を実現している例もある。吉成らは、スコップの柄をS字に湾曲させることで、除雪時の腰部負担を軽減した軽労化スコップを開発している⁽⁴⁾。その他にも、イチゴの高設栽培やリンゴのわい化・低樹高栽培など作業環境を改善し、無理な姿勢での作業を防止する方策が取られている。



(a) スマートスーツと農作業支援



(b) スマートスーツ・ライトと介護支援

Fig. 2 装着型軽労化技術の開発事例

3. 3S アシスト：軽労化技術のコンセプト

我々は、軽労化技術のコンセプトとして以下の3項目からなる「3S アシスト」を提案する。

- (1) Secure assist (安全なアシスト)
- (2) Sustainable assist (持続的なアシスト)
- (3) Subliminal assist (さりげないアシスト)

まず、Secure assist は、ユーザに安全なアシスト法である。特に筋力補助スーツのような装着型軽労化技術は、人間に力を加えるため、基本安全である必要がある。パワーアシスト機器に対する安全基準は現在国内外での制定が急がれているが⁽⁵⁾、研究開発の段階において最も重要視すべきである。

つぎに、Sustainable assist であるが、これはユーザの身体機能を維持させるアシスト法である。特に、筋力補助を目的としたアシスト機器については、これまでも長期使用、過度な補助によって、筋力の退化や体力の減衰を誘発する可能性が指摘されてきたが、明確な解析はほとんど行われていない。吉成、瀧澤らは、前述の軽労化スコップを6週間使用した際の身体機能の変化について調査している^(4,6)。この調査では、通常スコップと軽労化スコップとを用いた被験者群で、それぞれ6週間の除雪作業を実施し、持久力、筋力、瞬発力、バランス能力の変化を調べている。このように軽労化技術を使用した際に、短期的な筋力補助効果だけでなく、長期的な筋力や基礎体力への影響を、多くの装

置、用途で評価し、それを体系化することで、ユーザの身体機能、作業負担に応じた適切な持続的アシスト手法を確立すべきである。

最後に、Subliminal assist は、さりげないアシスト法である。人に優しいアシストとして、ユーザの感覚機能を遮断することなく、感覚運動機能へ大きな負担をかけずに、ユーザに違和感を与えることが無いアシストが望まれる。特に、装着型軽労化技術では、補助力によって運動が変化する可能性が指摘されている。脳の可塑性、適用性が高い若年層であれば、その変化への対応も容易であると考えられるが、高齢者への負担は非常に大きなものとなる。近い将来迎える超高齢化社会においては、高齢者の持続的社会的参加が切望されており、それを支援する軽労化技術への期待は高い。高齢者にも安心して使用できる軽労化技術の開発に向けて、ユーザに違和感を与えない、さりげないアシスト法を確立すべきである。その評価法として、軽労化技術を使用した際の脳活動や運動の変化に基づく評価法が考えられる。

4. まとめ

これまで多くのアシスト技術において、安全なアシスト手法に関する研究は、ハードウェア、ソフトウェアの両面で数多く実施されてきた。また、パワーアシスト機器の安全基準についても検討されている。

今後、軽労化技術や他のアシスト技術を、より人に優しく、安心して使える技術にするために、本報で提案した「3S アシスト」の概念に基づいた設計、開発、評価が必要であると考える。また、3S アシストの評価・解析手法について、今後体系化していかなければならない。

謝辞

本研究は JST 研究成果展開事業戦略的イノベーション創出推進プログラム (課題名「高齢社会での社会的参加支援のための軽労化技術の研究開発と評価システムの構築」) の支援を受けて実施した。ここに謝意を表す。

参考文献

- (1) T. Tanaka, et al., Smart Suit: Soft power suit with semi-active assist mechanism - prototype for supporting waist and knee joint -, Proc. of Intern. Conf. on Control, Automation and Systems 2008, 2002-2005 (2008).
- (2) 田中, ほか, 体幹安定化補助を考慮したパッシブ筋力補助装置, 福祉工学シンポジウム講演論文集 2009, 116-117 (2009).
- (3) 今村, ほか, 筋骨格モデルに基づく介護用スマートスーツ・ライトの開発と実フィールド評価, 日本機械学会 ROBOMECH2011講演論文集 2A1-E07 (2011).
- (4) 吉成, 軽労化スコップを用いた長期除雪作業による身体機能への影響評価, 日本機械学会2011年度年次大会講演論文集 J102053 (2011).
- (5) 山田, ほか, パワーアシスト機器の安全, 日本機械学会誌, 114(1106), 45-48 (2011).
- (6) 瀧澤, ほか, 形状の違うスコップによる6週間の雪かき作業が体力に及ぼす影響, 第66回日本体力医学会大会予稿集 (2011).