

# Human Support System in Real World

小林 宏 (東京理科大学)

## 1. はじめに

人間を極度の苦役から解放すること（肉体的な負担からの解放）が、ロボットに代表される機械システムに期待すること、および役割であったが、輸送機器、重機、産業用ロボットなどにより、20世紀にはそれが実現されたといっても過言ではない。では、21世紀に機械システムは何を実現しなければならないかを考えたとき、肉体的な負担からの解放に加えて、精神的な負担からの解放が重要ではないかと考えている。自分の意志で動けなくなり、誰かに面倒を見てもらうこと、介護してもらうことが、究極的には最も大きな精神的負担になるのではないかと考え、このような精神的負担からの解放を実現するために、本当に役立つ技術の究極の形態として、「生きている限り自立した生活ができること」を目標に、様々な新しい人間支援システムの研究開発を行っている。

このような装置には、大きく分けて非接触型と接触型の2種類があると考えられ、以下にそれぞれについて、全てではないがその概要を紹介する。

## 2. 非接触型の人間支援システム

情報やコミュニケーションの支援のために開発しているシステムに、アンドロイドロボット SAYA[1]-[4]がある。SAYAの最大の特徴は、人間のような豊かな表情を表出することで、表情と音声で人間とのコミュニケーションが可能である。残念ながら、人工知能が十分ではないために人間のようにふるまうことは不可能で、コミュニケーションのシナリオを全て事前に用意するか、遠隔で人間が操作する必要がある。そのため、実用的運用の第一段階として、シナリオによる誘導が可能な受付業務を考案し、2004年から世界初のロボット受付嬢として、本学の入試センターで受付業務を開始した(図1)。その際、子供や高齢者にはとても人気があったため、特に子供の理科離れ、技術離れの対策として、先生ロボットを考案した(図2) [5][6]。2009年1月から先生ロボットとしての実験を開始したが(AP, ロイターにより、世界にニュースが配信)、子供たちには非常に人気が高く、一生忘れられない授業となっているようであり、技術やモノづくりに興味をもってもらえることができていると考えている。また、医学部生や看護学生の学習用にうつ病の症状を表情やしぐさ、受け答えで実現したり、最近ではデイケアセンターのレクリエーションで使用したりしている(図3: 中央奥に座っているのが SAYA)。



図1 ロボット受付嬢 SAYA



図2 先生ロボット SAYA



図3 デイケアセンターの SAYA



図4 嚙下ロボット



図5 排泄ロボット

物を飲み込む動作である嚥下（えんげ）は、そのメカニズムが未だ不明確であること、また、食べ物が入って肺に入ってしまう誤嚥が、65歳以上の高齢者の肺炎の原因の約70%となっていることから、その動作の全容解明は、生きていく限り自立した生活を実現するために不可欠な要素の一つである。著者らは、MRIの動画版であるシネMRIにより嚥下動作を解析し、それをロボットにより実装するという取り組みを通して、嚥下動作の全容解明を目指している（図4）[7]。

また、排泄処理も同様に自立生活には重要な課題である。著者はこれまでとは異なるコンセプトで新しい構造のトイレ開発も進めており[8]、その一環で人間と同じメカニズムでうんちをするロボット（排泄ロボット 図5）[9]の開発も進めている。



図6 腰+腕補助用マッスルスーツ



図7 腰補助用マッスルスーツ



図8 ハートウォーカー



図9 ハートステップ



図10 大人用アクティブ歩行器

### 3. 接触型の人間支援システム

人間の動作を物理的に支援することを目的に、著者は2001年から着用型の筋力補助装置：マッスルスーツ®（東京理科大学の登録商標）の開発を行っている[10]-[15]。マッスルスーツは、日常生活での利用を考え、非金属、軽量、高出力のMcKibben型人工筋肉をアクチュエータとして採用し、原理的にはあらゆる動きが可能となり、肉体労働者の姿勢保持や筋力補助、要介護者・動きが困難な身体障がい者の筋力補助、リハビリテーションなどに適用可能である。図6には腰+腕補助用を示す。メディアではこのタイプがよく紹介されるが、肉体労働者が特に腰痛に悩まされていることから、2006年より腰補助に特化した開発も開始し、まず腰補助用マッスルスーツ（図7）の実用化を目指して、現在、複数の企業と開発を進めている。最終的には、動けない人を動けるようにするための装置としての活用を目指している。

ところで、マッスルスーツにより、上半身だけでなく、下半身の補助、すなわち歩行補助も行いたいと当初から考えていた。しかし、上半身と違って下半身の場合は、常に転倒の心配があり、なかなか開発に着手できなかった。2004年4月、インテック大阪で開催されていた福祉関係の展示会で、イギリスのメディカルエンジニア David Hart氏が1989年に製品化した、転倒の心配がなく両手が自由に使える「子供用歩行器」である「ハートウォーカー」（図8）（国内では株式会社ハートウォーカージャパンが製造販売）と出会った。ハートウォーカーにMcKibben型人工筋肉を設置することにより、たとえ立てなくても、全く筋力が無くても人工筋肉によりアクティブ（能動的）に足を動かして、転倒の心配なく安全に歩くことが可能になる

と考え、アクティブ歩行器（製品名ハートステップ）を実現した（図9）[16][17].

ところでハートウォーカーは、体を持ち上げて乗せる必要があり、体重の軽い子供の場合は対応できるが、大人では非常に重労働となる。そこで新たに、車いす型の大人用アクティブ歩行器を開発した。基本的に車椅子の形をしており、座らせた状態で装着し、モータにより立ち上がり、ハートステップと同様に転倒の心配なく歩行訓練を行うことができる（図10）。現在、装置の改良と臨床試験を進めている。

#### 4. おわりに

「生きている限り自立した生活ができること」を目標に、人間支援システムの研究開発例を紹介した。研究室では、この他にも企業や社会からのニーズに基づく様々な研究開発を行っており、全て実用化・事業化を目指している。自立した着用型筋力補助装置は世界的に例がないので、まずは腰補助用マッスルスーツの上市を、早急に実現したい。

#### 参 考 文 献

- [1] 小林, 原, 内田, 大野: "アクティブ・ヒューマン・インタフェース(AHI)のための顔ロボットの研究(顔ロボットの機構と6基本表情の表出)", 日本ロボット学会誌学術論文, Vol.12, No.1, pp.155-163 (1994-01)
- [2] 小林, 原: "顔ロボットにおける6基本表情の動的実時間表出", 日本ロボット学会論文集, 14 巻 5 号, pp.677-685 (1996-05)
- [3] 橋本卓弥, 平松幸男, 辻俊明, 小林宏, ロボット受付嬢 SAYA を用いたリアルなうなづきに関する研究", 日本機械学会論文集 C 編 Vol.73, No.735, pp.3046~3054 (2007-11)
- [4] 橋本卓弥, 平松幸雄, 辻俊明, 小林宏, ライフマスクを用いた顔ロボットによる動的表情表出, 日本機械学会論文集 C 編, Vol.75, No.749, pp.113~121(2009.1)
- [5] Takuya Hashimoto, Igor Verner, and Hiroshi Kobayashi, Human-like Robot as Teacher's Representative in a Science Lesson: An Elementary School Experiment, Proceedings of The 1st International Conference on Robot Intelligence Technology and Applications 2012, T3A-5, 2012.12.16-18(Gwangju, Korea).
- [6] Takuya Hashimoto, Naoki Kato, Hiroshi Kobayashi, Study on Educational Robotic System Using Android Robot SAYA for Elementary School Children, Proceedings of the 43rd International Symposium on Robotics (ISR 2012), pp. 237-242, 2012.8.29-31(Taipei, Taiwan).
- [7] 提坂清志, 小林宏, 道脇幸博, 飲み込むメカニズム解明のための嚥下ロボットの開発, 日本ロボット学会第 30 回記念学術講演会講演概要集, 2A2-U07, 2012.9.17-20 (札幌).
- [8] Koushi Tokoro, Takuya Hashimoto, and Hiroshi Kobayashi, Development of New Toilet System, Proceedings of the 1st Annual IEEE Healthcare Innovation Conference of the IEEE EMBS, pp. 105-108, 2012.11.7-9(Houston, USA).
- [9] 所晃史, 小林宏, 新型トイレシステムと排泄ロボットの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 講演概要集, 2P1-C11, 2013.5.23-24.
- [10] Kobayashi, H., Matsushita, T. Ishida, Y., and Kikuchi, K. New Robot Technology Concept Applicable to Human Physical Support -The Concept and Possibility of the Muscle Suit (Wearable Muscular Support Apparatus)-, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 14, No. 1, (2002), pp. 46-53.
- [11] Kobayashi, H., Uchimura, A., Ishida, Y., Shiiba, T., Hiramatsu, K., Konami, M., Matsushita, T., and Sato, Y., Development of Muscle Suit for Upper Body - Realization of Abduction Motion -, Advanced Robotics, Vol. 18 No. 5, (2004), pp. 497-513.
- [12] Kobayashi, H. Suzuki, H., Iba, M., and Hasegawa, S., Development of a Shoulder Mechanism for a Muscle Suit Supporting Upper Limb Motion and Proposal of a Posture Control Method, Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers, Vol. 42, No. 4 (2006), pp. 376-385.
- [13] Kobayashi H., Aida, T., and Hashimoto, T., Muscle Suit Development and Factory Application, International Journal of Automation Technology, Vol.3, No.6 (2009), pp. 709-715
- [14] Yoshiki Muramatsu, Hiroyuki Kobayashi, Yutaka Sato, He Jiaou, Takuya Hashimoto, and Hiroshi Kobayashi, Quantitative Performance Analysis of Exoskeleton Augmenting Devices -Muscle Suit- for Manual Worker, International Journal of Automation Technology, Vol.5, No.4, pp.559-567 (2011.5)
- [15] 佐藤裕, 何佳欧, 小林寛征, 村松慶紀, 橋本卓弥, 小林 宏, 腰補助用マッスルスーツの開発と定量的評価, 日本機械学会論文集 C編, Vol. 78, No. 792, pp. 2987-2999, (2012.8)
- [16] 小林宏, 唐渡健夫, 中山総, 入江和隆, 全身麻痺でも歩けるアクティブ歩行器の臨床実験, 小児の脳神経 Vol.33, No.1 (2008), pp.101~106.
- [17] Kobayashi H., Hashimoto T., Nakayama S., and Irie K., Development of an Active Walker and its Effect, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.24 No.2 (2012), pp. 275-283.