

後弯症患者の歩行をサポートする相棒ロボット「I-NE」の提案

日大生産工（学部） ○稲垣 友亮
日大生産工 内田 康之

1. まえがき

高齢化社会が進行する中、日本を含む多くの先進国では高齢者の割合が増加している。長寿命化や低出生率などがその要因である。この高齢化に伴い、健康上の問題や社会的課題が浮き彫りになっている。その中で、後弯症は高齢者に影響を与える重要な身体的問題の1つになっている。

2. 後弯症とは

背骨（脊柱）は、前後の方向から見るとほぼ真っ直ぐで、横から見ると首（頸椎）、胸（胸椎）、腰（腰椎）の部分でそれぞれ前後に弯曲している。

¹⁾ (Fig.1) 頸椎と腰椎が前弯といって前に出た形、胸椎が後弯といって後ろに出た形である。この弯曲によって、しなやかなバネのような感じで上体を前に倒したりすることができる。この背骨（脊柱）が、異常に曲がってしまうことを脊柱変形という。曲がる方向は、大きく「前に曲がる（前弯症）」、「後ろに曲がる（後弯症）」、「横に曲がる（側弯症）」に分けられており、一番問題になるのが前に曲がる後弯症である。（Fig.2）



Fig.1 背骨（脊柱）

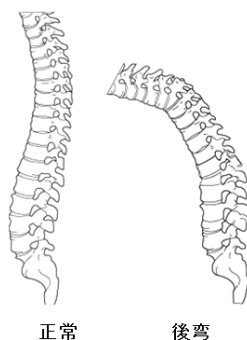


Fig.2 後弯背骨

後弯症は、背骨の形状が正常から逸脱し、後方に曲がる状態を指す。²⁾これは、骨や筋肉の老化や変形、姿勢の悪化などが原因となる。高齢者の多くがこのような身体的変化を経験し、日常生活においてさまざまな影響を受ける。まず、後弯症による最も顕著な影響は、姿勢の変化である。背骨が後方に曲がることで、背中が丸くなり、頭が前方に突き出る傾向がある。これにより、高齢者は前が見づらくなり、立ち上がりや歩行時にバラ

ンスをとりにくくなる。また、長時間の立ち仕事や座り仕事によって、背骨の曲がりが増進し、腰痛や肩こりなどの症状が悪化することもある。さらに、後弯症は歩行や移動にも影響を与える。背骨の曲がりによって体重の配分が変化し、足や膝に負担がかかりやすくなっていく。そのため、歩行時に足を引きずったり、バランスを崩したりするリスクが高まっていく。特に、高齢者の場合は筋力や反応速度の低下も考慮しなければならない。これらの影響により、高齢者は日常生活での移動や外出に不安を感じることもある。

3. 課題

後弯症患者が安全に歩けるよう支援するための研究を行った。後弯症患者は腰が曲がっており、そのため歩行する際に視野が下がり、前方の障害物に気づきにくくなる。また、後弯症による歩行困難感を抱く人が多く、外出する機会が減少している。このような状況から、後弯症患者が自ら歩きたいと思える環境を整えることが必要と考え、安全に歩けるように進行方向の障害物の有無を検知し通知するロボットについて研究を行った。

4. 研究内容

4.1 デザインコンセプト

初めに、センサで検知される情報をフィードバックする方法について検討を行った。音や光などの様々な情報伝達法の選択肢があったが、周囲環境に影響を与えず、使いやすさを損なわない方法として、肩を叩くことを選択した。この方法は、触覚を使用した情報伝達のため、騒がしい場所や明るい場所、暗い場所などの状況下でも正確に使用できると考えた。また、人に肩を叩かれてふと動きを止め、後ろを振り向いてしまったりすることがあると考えた。そこで、行動を止めることができる心理効果を用いようと考え、肩を叩くことで知らせる方法を採用した。

装着方法としては、ロボットを肩に掛けるネックピローのようなデザインを採用した。この装着方法は、使用者が簡単に取り付け、取り外しができるようにするためのものになっている。ネックピローのような柔らかな素材を使用することで、ロボットが肩にフィットしやすく、装着感を最小限に抑えることができると考えた。この装

Proposal of a companion robot "I-NE"
that supports the walking of patients with kyphosis

Yusuke INAGAKI and Yasuyuki UCHIDA

着方法の選択には、使用者の利便性と快適性を重視した。ロボットを装着するために時間や手間がかかるのと、使用する際の抵抗感が生まれる可能性がある。そのため、簡単に装着できるようなデザインを採用し、気軽に身につけて外出できることを目指した。

次に、装着感を最小限に抑えるために、どのような外観とするか検討を行った。従来の障害物を検知するデバイスやシステムは、機械的な装置としての要素が強く、存在感として装着している感があった。これは、高齢者にとっては敬遠される可能性があり、デバイスの受け入れや利用に影響を与える。そこで、この問題を解消するために、ロボットに生き物のような存在感を与えることに焦点を当てた。生き物のような存在感を生み出すために、外装には毛皮に似た布を使用した。使用した布は、ロボットであるにも関わらず、やさしさと柔らかさを感じさせるものになっている。これによって、デバイスが装着されていることによる違和感を軽減し、高齢者にとって親しみやすい存在となることを期待した。

また、毛皮のような外装は、ロボットを愛着のある相棒として認識するきっかけとなると考えた。高齢者は、生き物に対して愛着や親しみを持つ傾向があるので、ロボットが生き物に似た外観を持つことで、使用者との信頼関係の構築が促進されることが期待できる。³⁾これによって、ロボットの受け入れや利用意欲が高まり、支援効果が最大限に発揮されることが考えられる。

4.2 相棒ロボット「I-NE」

これらのアイデアを実現するためにロボット「I-NE」を製作した。「相棒、愛着、代わりの目(eye)」という意味が込められた「I(私)」と「ねえ(NE)」と知らせてくれることを合わせて「I-NE」と名付けた。このロボットは、障害物を検知すると肩を叩くようにプログラムされており、「ねえ」という声をかけるように肩を叩いて注意を促す。また、毛皮で覆われていることから生き物感を感じさせ、愛着や相棒感を生み出すことを意図した。これにより、後弯症患者がロボットと共に歩くことを楽しみ、自然な行動への誘導が期待される。

前方の障害物を検知するために、超音波センサを両肩の位置にそれぞれ1つずつ設置している。右の超音波センサが検知すれば右側の肩が叩かれ、左の超音波センサが検知すれば左側の肩が叩かれ、両方の超音波センサが検知すれば両方の肩が叩かれるようにプログラムされている。プログラム構成としては、障害物までの距離が0.7m未満の場合は肩を叩くことに加えて、振動を与える。0.7m以上1.5m未満の場合は振動を与える。1.5m以上離れている場合は何も動作しないようになっている。

Fig.3に動作概要、Fig.4に内部構造を示す。

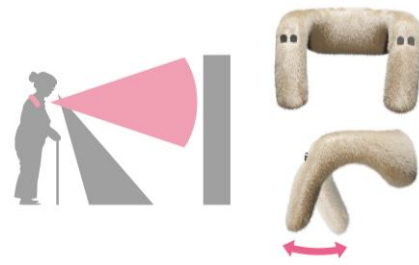


Fig.3 「I-NE」の動作概要

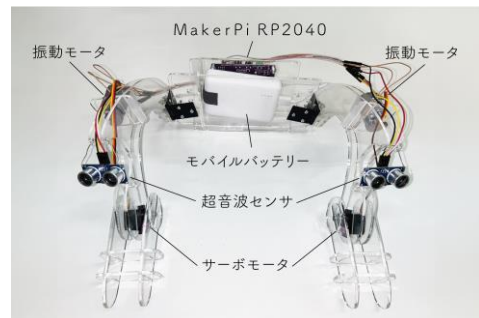


Fig.4 「I-NE」の内部構造

5. まとめ

「I-NE」は、後弯症患者の生活をサポートするための新たなロボットであり、障害物を検知し、使用者に肩を叩くというフィードバック方法を通じて、安全な歩行を支援する。柔らかな布で覆われた外観は、生き物のような温かみと親しみを感じさせ、使用者の心理的な負担を軽減する。そして、装着方法として肩に掛けるネックピローのようなデザインを採用し、使用者がデバイスを簡単に装着し、外出する際にも抵抗を感じないよう配慮した。製品の対象ユーザーは後弯症患者だけでなく、視覚障がい者も含まれ、視覚障がい者にとっても、「I-NE」は周囲の状況を把握し、安全な移動をサポートする有益なツールとなる。今後も製品の改良や新たな機能の追加を通じて、より多くのユーザーに利益をもたらすことを目指していこうと考えている。

参考文献

- 1) 脊椎手術.com, 第15回高齢者の背中曲がり・腰曲がり(後弯症), <https://www.sekitsui.com/specialist/sp015.html/> (参照日2024年10月10日)
- 2) 慶應義塾大学病院, 脊椎後弯症, <https://kompas.hosp.keio.ac.jp/contents/000182.html> (参照日2024年3月22日)
- 3) ユニ・チャーム, 産学連携で人と犬の触れ合いによる効果を研究し実証, https://www.unicharm.co.jp/ja/company/news/2019/1211261_13296.html (参照日2024年3月22日)