

# ロボットに求められる安全とは！

みちかた  
道方 しのぶ (サイエンスライター)

介護・支援・医療の分野にも、さまざまなロボットが浸透し始めている。人体に直接触れるロボットに求められる安全とは？ 開発現場での実態と専門家の声を追ってみた。

人体と接触することを前提に作られるロボットには介護・支援・癒し系のロボット、手術・検査を行う医療ロボット、スキルやパワーをアシストするロボットなどがある。たとえば、福祉ロボットの開発現場では初期の設計段階でどのようなことを配慮しているのだろうか。

## 介護支援ロボットの 安全性と実現の難しさ

### 抱き上げマニピュレータの場合

3月、東京都郊外の八王子市の広大な敷地にある東京工科大学を訪ねた。バイオニクス学部橋野賢教授研究室は飛行機を模した優美な16階建て建物の翼部分にある。橋野氏は十数年以上前に少子高齢化社会の到来を見越し、福祉ロボットの開発を始めた。そのひとつが「寝たきり患者さんの抱き上げマニピュレータシステム(メルコン

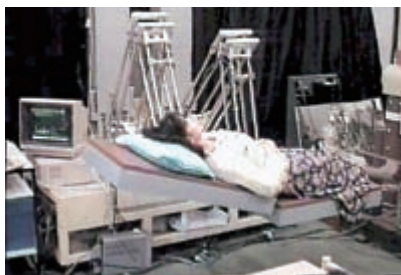


写真1 抱き上げた後、頭部を起こすメルコング



写真2 ベッドを保持する棒が挿入される。

グ)だ。患者さんをベッドごと2本のマニピュレータで抱き上げる。マニピュレータは片腕3自由度のパンタグラフリンク機構で、両腕は各々独立な動きができ、空気圧で駆動される(写真1)。寝たきりの重度心身障害者のケアを行う看護師さんの重労働を代行する目的で開発された。持ち上げなどの一連の動きはコンピュータで制御されるが、開始/停止や前後、上下、左右の動作指令は看護師さんなどが制御ボックスの操作盤上のスイッチで操作する。

「安全面から人体を持ち上げるのが、難しかったので、あつらえのベッドごと持ち上げるシステムにした」と橋野氏。実際の持ち上げ動作ではマニピュレータ下方の側面にある4本の鉄パイプのうち、まず外側の2本がベッドの下にある穴に差し込まれる(写真2)。パイプの先端には力センサがあり、穴の壁に当たるとその壁の方向を認識し、パイプは穴の中央に誘導される。穴に少し入ったところで、両端のパイプよりも若干短い中央の2本が穴へ挿入される。より強固にベッドを保持するため、ラッチ用の穴も開けてある。このように持ち上げ動作の安全性向上のために、長短4本のパイプとラッチによって、ベッドの確実な保持をする設計が行われた。

1号機は油圧駆動だったが、2号機を空気圧駆動にしたのは「人体を傷つけることがないように、大きな力を出せないようにした」という橋野氏は「人とベッドを持ち上げる力のみが出せるようにし、動作速度も非常にゆっくりにした」と安全面への配慮を語った。さらにドライバー部分にはコスト高になったが、ロータリーサーブアクチュエータという非常に高精度のアクチュエータを使用した。「大がかりな福祉ロボットでは重量とコストと安全性が重要視されるが、安全面は得てしてコストやロ

ボットのパフォーマンスとの兼ね合いになる」と福祉ロボットの安全設計の難しさを指摘する。

2号機を開発した時点で課題も残った。患者さんを抱き上げる動作には2本の腕では不十分で患者さんの体がずれ落ちそうになることもあった。頭部と腰部と足部の3ヵ所に3本のマニピュレータがあった方がより安定することがわかったが、当時、コスト面から実現は見送られた。

### 木造家屋用の階段昇降機を目ざして

2階建て家屋の階段は手すりを付けたとしても高齢者には大きなバリアである。日本に多い木造家屋では、金属製の昇降機は強度などの面で難しいとされてきた。橋野氏はそれにあえて挑戦し、木造の階段、それも折り返し(曲がり)のある階段にも設置できる昇降機を開発した(写真3)。とくに配慮したのは低振動、低騒音そして安全性である。そのためまず、柱がない階段にも配慮し、階段の中心部に半筒状の金属製の覆いを据え付ける構造にした(写真4)。そして、移動体(階段を昇り降りする人が



写真3 昇降機に乗る橋野氏。歯は下向きで安全性が高まったが、動作性能がダウンした。