

起き上がる事はできない。人間のように器用に歩いたり走ったりするロボットの実現はまだまだ先のことだが、二足歩行ロボットは、着実にそれに近づいている。

手先の器用なロボット

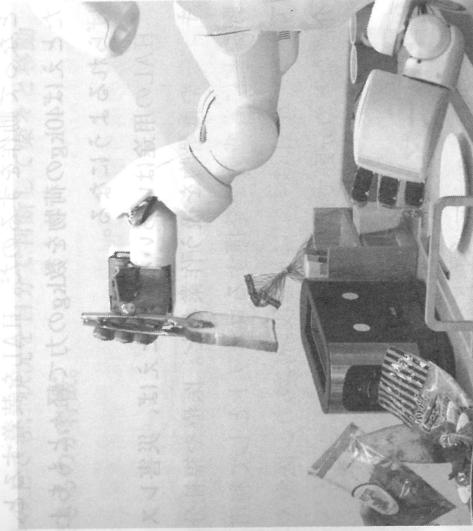
さて、このHRP-3は、全身で42自由度をもつている。42個の関節を備えているということだ。この関節一つひとつにアクチュエーター（動力機構）をもち、これを動かすことで、歩くことをはじめ、いろいろな動作を行う。この42個のうち13個の関節が集中しているのが腕から手先の部分だ。これにより、電動工具をもつて作業をしたり、コップのようなものをもつとがでようになっている。

HRP-3が目指しているのは、人間が行けないような場所に自力で移動して、人間の代わりにいろいろな作業をするロボットの開発だ。このように、人間の代わりに、ロボットにいろいろな作業を行わせるには、手先の器用なロボットの開発も欠かせない。ASIMOのようにトレイの上にコップをのせて運んだり、握手をするロボットはおなじみになったが、それ以上に手先の器用なロボットをめざして研究を進めているのが早稲田大学創造理工学部総合機械工学科の菅野重樹研究室。この研究室が開発した

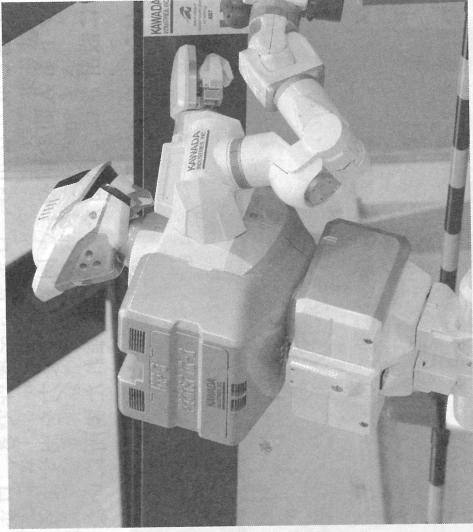
のがTWENDY-ONEというロボットだ。JETTによると、このロボットは、やわらかな関節と、センサーを埋め込んだ4本指の手をもつていてるのが特徴。この指関節を使つて細かな作業を行う。また、手のひらや指の部分は柔らかいシリコン素材で被われ人の手のひらのように柔らかい。人材で被われ人の手のひらのように柔らかい。人が触つたり、周辺の物体にぶつかつたりして外部から力が加わると、すばやく反応して、その力に追従することで自然な動きを再現する。器用な手をもつていてるTWENDY-ONEは、滑りやすいトングを器用に使いながらトーストをつまむような作業（写真）もできる。また、コップをもつといった動作もできる。これは圧力センサーでももの硬さ・柔らかさを検知して、最適な力を出すようコントロールできるためだ。力を加減できる能力も人間のように行うためには欠かせない能力だ。

人間と触覚を共有できるロボット

TWENDY-ONEは、人間と共存できるロボットの実現をめざした研究の成果でもある。そのポイントの一つがセンサー技術の応用。このセンサー技術の新しい可能性を研究しているのが東京大学大学院の館暉・川上直樹研究室（情報理工学系研究科）だ。この研究室が開発したのは、TELESAR 2（テレサ2）というロボット



滑りやすいトングを器用に使いながらトーストをつまむTWENDY-ONE



電動工具を使ってボルト締めの作業を行うHRP-3

Promet Mk-II

起き上がる事はできない。人間のように器用に歩いたり走ったりするロボットの実現はまだままだのことだが、二足歩行ロボットは、着実にそれに近づいている。

手先の器用なロボット

さて、このHRP-3は、全身で42自由度をもつている。42個の関節を備えているということだ。この関節一つひとつにアクチュエーター（動力機構）をもち、これを動かすことで、歩くことはじめ、いろいろな動作を行う。この42個のうち13個の関節が集中しているのが腕から手先の部分だ。これにより、電動工具をもつて作業をしたり、コップのようなものをもつとができるようになっている。

HRP-3が目指しているのは、人間が行けないような場所に自力で移動して、人間の代わりにいろいろな作業をするロボットの開発だ。

このように、人間の代わりに、ロボットにいろいろな作業を行わせるには、手先の器用なロボットの開発も欠かせない。ASIMOのようにトレイの上にコップをのせて運んだり、握手をするロボットはおなじみになったが、それ以上に手先の器用なロボットをめざして研究を進めているのが早稲田大学創造理工学部総合機械工学科の菅野重樹研究室。この研究室が開発した

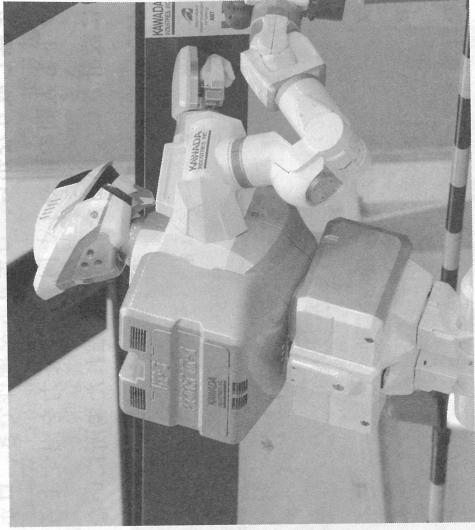
のがTWENDY-ONEというロボットだ。JST・さーを埋め込んだ4本指の手をもつてするのが特徴。この指関節を使つて細かな作業を行う。また、手のひらや指の部分は柔らかいシリコン素材で被われ人の手のひらのように柔らかい。人が触つたり、周辺の物体にぶつかつたりして外部から力が加わると、すばやく反応して、その力に追従することで自然な動きを再現する。器用な手をもつてているTWENDY-ONEは、滑りやすいトングを器用に使いながらトーストをつまむような作業（写真）もできる。また、コップをもつといった動作もできる。これは圧力センサーでももの硬さ・柔らかさを検知して、最適な力を出すようコントロールできるためだ。力を加減できる能力も人間のように作業を行うためには欠かせない能力だ。

人間と触覚を共有できるロボット

TWENDY-ONEは、人間と共存できるロボットの実現をめざした研究の成果でもある。そのポイントの一つがセンサー技術の応用。このセンサー技術の新しい可能性を研究しているのが東京大学大学院の館樟・川上直樹研究室（情報理工学系研究科）だ。この研究室が開発したのは、TELESAR 2（テレサ2）というロボット



滑りやすいトングを器用に使いながらトーストをつまむTWENDY-ONE

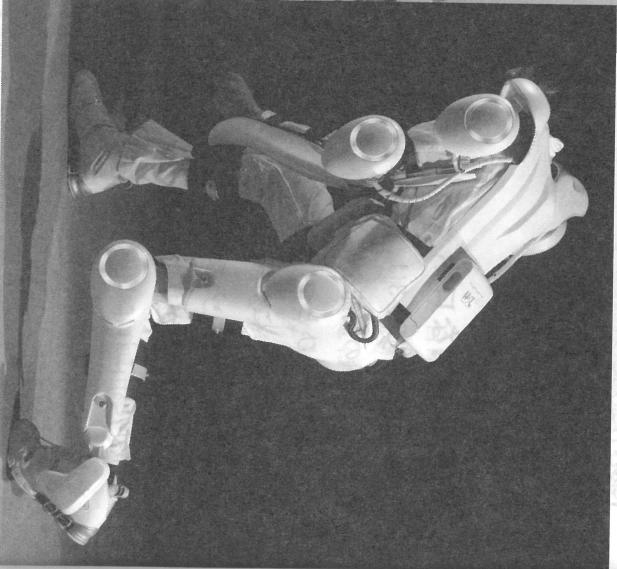


電動工具を使ってボルト締めの作業を行うHRP-3 Promet Mk-II

右・TELESAR2（東京大学）下・TELESAR2のコントロール装置。ロボットのさわった感覚がそのまま操縦者の腕や指先に再現される。



右・実用段階に入り、医療や福祉など分野での活躍が始まったロボットスージHAL（筑波大学）



だ。このロボットは人間に近い速度・加速度をもった腕と器用な手をそなえている。つまり力のいれ具合も人間並みということだ。

この腕を上の写真のようなコントロール装置を使って操作する。このロボットの最も大きな特徴は、TELESAR2の手先や腕の触覚センサーで感じ取った力をそのまま操作者の指先や腕に再現するしくみが用意されていることだ。

つまりロボットがモノを触ると、そのやわらかさなどを、まるで操作している人が直接触っているかのように感じ取ることができる。これを感じ取りながら、ロボットを操作でき、ロボットも人間の腕や手と同じような力を出すように設計されているため、遠く離れた場所にいながら、自分の手を使って作業をするといったことができるようになるということだ。

筋力アップ「パワースーツ型ロボット」

ASIMOのように、あらかじめ組んだプログラムに沿って自分で判断して動くヒューマノイド、TELESAR2のように遠隔操作により複雑な作業をこなすロボットなど、さまざまタイプの研究・開発が進んでいるが、もう一つのタ

イプのロボットがパワースーツ型だ。

このタイプの最先端が、筑波大学大学院の山海嘉之教授（システム情報工学研究科）らが開発した「ロボットスーツHAL」だ。人間が着るロボットである。

HALは、人間の脳・神経の信号を受け取つて人間の体と一体化する。人が筋肉を動かそうとする時、脳から筋肉に神経信号が伝わり、筋骨格系が作動する。その際、微弱な生体電位信号が皮膚表面に漏れ出てくる。この信号を生体電位センサーで読み取り、人の筋肉の動きと一緒にとなって動作をするのだ。HALを装着すると、たとえば40kgの荷物を数kgの力で軽々ともち上げられるようになる。

HALの用途はいろいろ。たとえば、災害レスキューや重量物を扱う作業など。医療や福祉分野などにも威力を発揮するロボットとして利用できる。HALはすでに量産段階にあり、医療や介護などの分野で活躍することになっている。

非ヒューマノイド系ロボットは？

これまでヒューマノイドを中心にロボット開発最前線をレポートしてきたが、非ヒューマノ