



第6回

# ロボット探訪

## 人命救助のためのレスキュー・ロボット

— RoboCup を二連覇した桐蔭横浜大学のロボット 吉田 智章/小柳 栄次/林原 靖男

### 1 レスキュー・ロボットと RoboCup リアルレスキューロボットリーグ

レスキュー・ロボットとは

レスキュー・ロボットとは、地震などの自然災害、コンピナートや原子力施設などの大規模な事故およびテロなどから、おもに人命を救助することを目的に設計されているロボットです。ロボットによるレスキュー活動では、余震などによる二次災害の恐れのある被災地でも、レスキュー隊員は安全が確保された地点からロボットを遠隔操作することができます。また、危険な現場でも、短時間にロボットをセットアップし、速やかに探索活動を展開できるという利点があります。しかし、直接的な救助 たとえば地震災害により、倒壊した家屋の下敷きになっている人たちをロボットが直接救出することは、現在の技術レベルでは非常に困難です。

レスキュー・ロボット・システムの開発は、文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」(2002年～)により、NPO法人「国際レスキューシステム研究機構」を中心に研究開発が行われています。このプロジェクトでは、阪神淡路大震災の経験を踏まえ、被災地上空からの情報収集、瓦礫上移動体を用いた情報収集、瓦礫内移動体を用いた情報収集、広域災害情報収集のためのインフラなどを中心に研究開発が行われています。

レスキュー・ロボットの活動

レスキュー・ロボットは、多様な被災地の状況に適合し、短時間に効率よく活動できることが求められます。これは、被災者の生存率が72時間を過ぎると急激に低下することと、48時間を過ぎると救出されてもその後死亡するケースが多く、一刻の猶予もないためです。

一方、レスキュー・ロボットの開発が困難なのは、被災現場が非常に複雑であり、ロボット自体が走行(移動)できない場合が多いためです。レスキュー・ロボットは、安全が確保されていない被災地や人が入り込めないような環境において、レスキュー隊員より先に探索活動を行います。ロボットのオペレータは、画像データやそのほかのセンサ情報から被災者を発見します。被災者を発見すると、被災者の状況、周囲の環境に関する情報をできる限り収集します。その後、これらの情報に基づ

きレスキュー隊員や消防士など、人間が現場に入り込み救出活動を行うこととなります。

RoboCupは、RoboCup国際委員会により開催されている国際的なロボット・コンテストです。RoboCupでは、ロボティクスと人工知能の融合発展を目的とし、2050年までに人間のサッカー・ワールド・チャンピオンに勝利することのできる、ヒューマノイド・ロボット・チームを開発することを目標としています。

一方でRoboCupは、実用的な技術開発を行い、社会に還元することにも重点が置かれています。「レスキューロボット リアルロボットリーグ」は、サッカー・リーグと異なり、現実的な被災現場を想定し、今後必要とされる技術開発を積極的に行っています。筆者らの大学では、開発しているレスキュー・ロボットの客観的な評価の場としてRoboCupに参加し、一昨年のポルトガル大会、昨年の大阪大会と二連覇を果たしました。

### 2 桐蔭レスキュー・ロボットの想定環境

筆者らの大学で開発しているレスキュー・ロボットのコンセプトは、災害現場の状況に応じて、ロボットの機能や特性を特化させていることです。開発では、汎用性を求めずに、専門性を高めた設計を行っています。写真1に示すレスキュー・ロボット「TP03」は、大規模な地下街が大震災に見舞われ、「不特定多数の人たちが地下街に取り残されている可能性がある」ということを想定し開発を行っています。このためTP03は、被災地の瓦礫上の踏破能力、被災者の探査能力、被災地環境地図の取得などを中心に研究しています。

写真2の「TP05」は、最大水深10mの水底を走行することをめざしています。TP05では、水難救助という側面と、港湾施設などの被害状況調査なども視野に入れ研究しています。写真3の「TP07」は、倒壊した日本家屋を想定し、柱1本分の隙間があれば走行できます。また、階段の昇降、30cmほどの垂直な段差踏破もすることができます。

このように、筆者らの大学のレスキュー・ロボットは、災害現場の状況に応じて、異なる機能をもつロボットが必要であるという認識の元に設計されています。現在、レスキュー・ロ

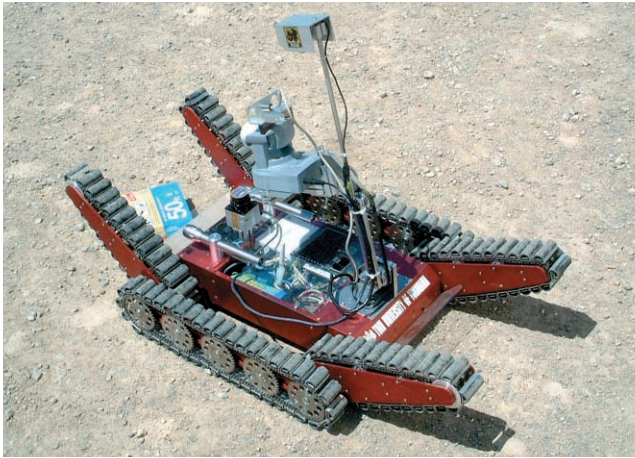


写真1 レスキュー・ロボット TP03

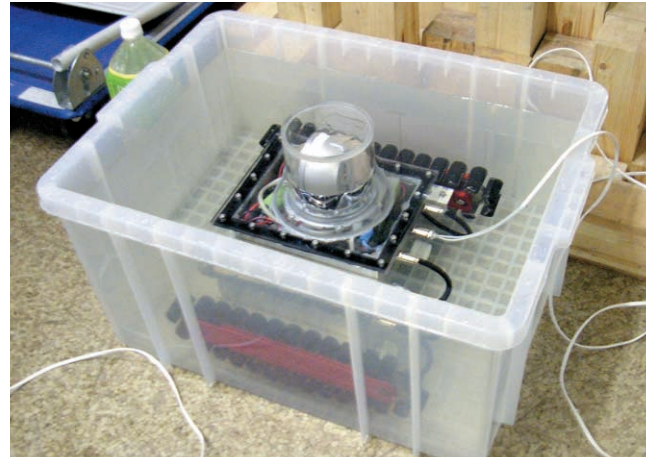


写真2 レスキュー・ロボット TP05

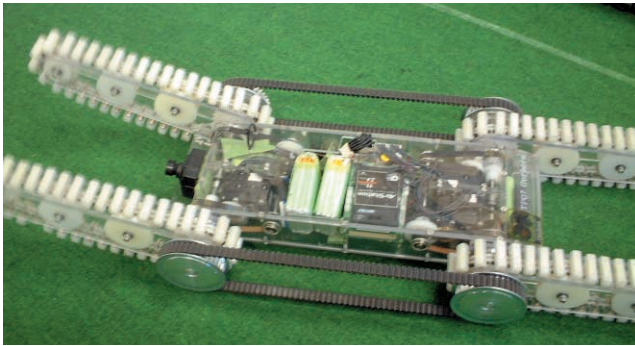


写真3 レスキュー・ロボット TP07

ロボットが収集できる情報は、搭載しているセンサの種類により異なりますが、次のものがあります。

被災者に関する情報

- 被災者の被災状況( CCD カメラ [ TP03, TP05, TP07 ] )
- 被災者の体温( 赤外線温度計, サーモグラフィ [ TP03 ] )

被災地の環境に関する情報

- 被災地の状況( CCD カメラ [ TP03, TP05, TP07 ] )

- 被災地の環境地図( レーザ・レンジ・センサ [ TP03 ] )
- ロボットの内部情報
- ロボットの傾斜角( 加速度センサ, 傾斜角センサ [ TP03, TP05 ] )
- ロボットの回転角( ジャイロ・センサ [ TP03, TP05 ] )
- ロボットの走行距離( ロータリ・エンコーダ [ TP03, TP05 ] )

### 3 段差踏破や浅瀬地での走行, 高速走行に対応する走行機構

開発したレスキュー・ロボットのメカニズムは、形状可変型6クローラ・システムと呼びます。走行系は、前後4本のフリッパ・アーム型クローラと、左右2本のサブクローラで構成されています。フリッパ・アームは、前方の2本が同期し、後方の2本も同期して動作しますが、前後のそれぞれは独立して制御することができます。またフリッパ・アームは、ドライブ・シャフトを中心に正逆自由に無限回転することができます。写真4に駆動部分の構成を示します。この機構は、ロボットを中心を点对称にもう一組あり、四つのモータで6本のクローラを動かしています。

ドライブ・シャフトにはフリッパ・アームのクローラとサブクローラを駆動させるためのスプロケットが固定されています。このドライブ・シャフトは、フリッパ・アームの機構とは独立して回転しますが、フレーム部分とは二重にベアリングで保持されており、走行しながらフリッパ・アームを同時に動作させることが可能です。TP03には、前後のフリッパ・アームを45度以上引き起こすとフリッパ・アームの下部に装備されている補助輪が床面と接触し、クローラ部分が床と接触しなくなります。補助輪は、歯車機構により増速されて回転するため、この状態で走行すると2m/s以上の高速で移動することができます。この機構により、被災した地下街の損害状況が比較的少ない平坦部分であれば高速で移動し、素早く被災現場に到着すること

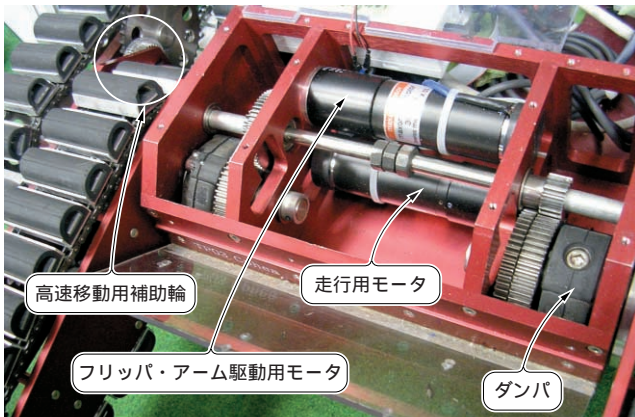


写真4 TP03 駆動部の構造