

# 搭乗型移動ロボットとその安全技術の開発

## 1. はじめに

日本では、とくに都市部の高齢化が社会問題となっている。高齢者の身体能力は、何かしらの原因で外出機会が減ると、寝たきり状態となり急速に低下する。高齢者の自立した日常生活の移動を支援し、外出機会の低下を防ぐことが一つの解決の糸口となる。このような背景から、都市部における日常生活の移動を支援する新しい移動手段の開発を進めている。日常生活の移動は、主に公道を含む屋内外の歩行者空間と考え、この空間をシームレスに移動できる移動手段を検討した。

歩行者空間は、歩行者や自転車などさまざまな低速移動体との混合交通であること、密度が高いこと、通行に対するルールが厳格でないことなど、専用道を走行する移動手段の設計をそのまま持ち込むことができない。一方で、この歩行者空間を移動する動力を有した移動手段として電動車いすすでに社会導入されている。われわれは、この電動車いすをベースとし、速度域を時速10 kmまで拡張すると同時に、「速度制限」「搭乗者および周囲への注意喚起」の二つの安全機能を搭載した新しい移動手段（以下、ロボット）を開発したので報告する<sup>(1)</sup>。

## 2. 安全機能について

開発に当たり、ロボットのリスクアセスメントを実施した。その結果、車止めポールや看板、歩行者との衝突だけでなく、路面段差などによる転倒・転落によるリスクが特徴的な危険事象であることがわかった。これらのリスクを検知するため、三次元レーザ測域センサを搭載し、ロボット周辺の障害物との距離情報と、ロボットのジョイスティック操作量をもとにした予測進路から障害物との衝突リスクを判定し、ロボットを適切な速度に制限し、注意喚起音を鳴らす。最終的な衝突リスクの回避は、搭乗者自身により行うが、本安全機能により、搭乗者が自ら衝突リスクを回避するために十分な時間的・空間的余裕を確保することが可能となる。

## 3. 機能検証モデルについて

機能を検証するため、機能検証モデルを試作した。図1に試作したモデルと図2にシステム構成を示す。安全機能は、ロボット右側に搭載した、リスク計算ユニットは、ロボットに搭載した三次元レーザ測域センサからの距離画像情報と、CAN通信ラインを通して得たロボット側制御情報を合わせて、適切な制限速度を算出し、ロボットの制御部に制限速度以下となるよう速度指示を送出する。なお、このリスク計算ユニットは、安全関連部位としてIEC 61508 SIL 2相当の安全度水



図1 機能検証モデル

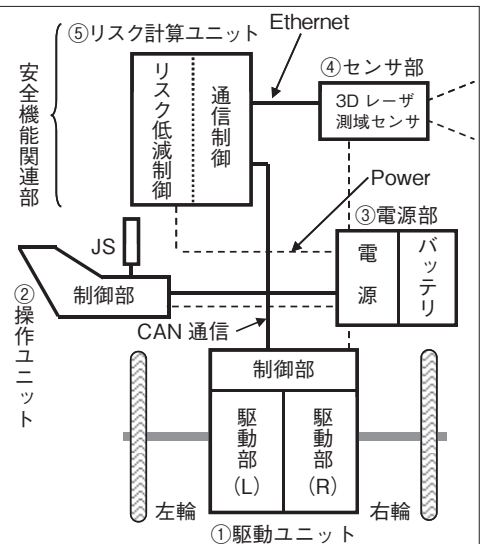


図2 システム構成

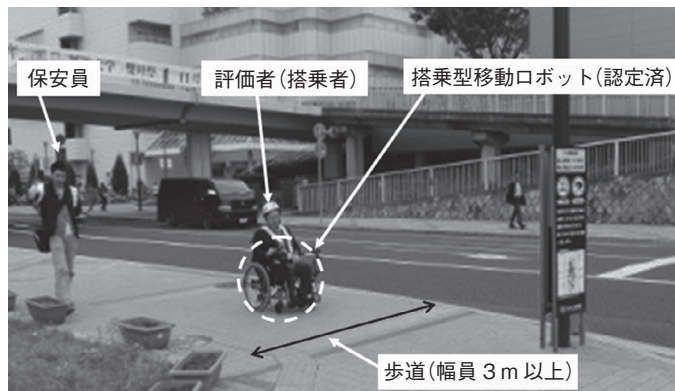


図3 実証実験 (公道走行実験)

準にて設計した。

## 4. 評価について

つくば市にある生活支援ロボット安全検証センターにてロボットの性能評価を実施した。性能評価として、主に衝突安全性試験、走行安定性試験、環境認識対応試験の3試験を実施し、その安全性能を確認した。環境認識対応試験では、車止めポールや歩行者を想定した模擬検出対象に対し、ロボットを最高速度（時速10 km）で接近させたところ模擬検出対象近くでは時速1 km程度の速度域まで減速され、十分な衝突リスク回避操作ができることを確認している。

性能確認をしたうえで、実際の使用場面での走行実験を実施した。ただし、現道路交通法では、時速10 kmの公道走行は認められていない。そこで、構造改革特別区域の認定を受け、時速10 kmでのロボット走行が可能となつくばモビリティロボット実験特区にて公道走行による実証試験（図3）を行った。歩行者や障害物の少ない歩道や公園内の遊歩道など開けた場面では時速10 kmでの走行が可能となり、行動範

囲が広くなるとともに爽快な走行を実感できた。また、歩道にある車止めポール、看板、歩行者など想定した検出対象に対し速度制限による減速動作を確認した。さらに歩道脇の草木、プランタ、ベンチや坂道の登坂前、降坂後半に対しても速度制限による減速動作を確認した。この速度制限機能により適切な速度での通行が可能となり、搭乗者だけでなく、周囲の歩行者に対しても安全で安心な移動を実現することができた。

## 5. おわりに

人と共存する歩行者空間を移動するために、電動車いすをベースとし安全機能を搭載した新しい移動手段を提案した。これからの高齢社会における日常生活の移動支援の一つの選択肢になるものと考えている。

(原稿受付 2014年9月25日)

[安藤充宏 アイシン精機(株)]

## ●文献

- (1) 安藤充宏・ほか, 許容リスク以下安全移動支援技術を有する搭乗型移動ロボット, 第30回日本ロボット学会学術講演会予稿集(DVD-ROM), (2012-9), 402-6.