

センサ・ロボット技術を活用した 高度な避難安全性確保の可能性

防火研究グループ 上席研究員 鍵屋 浩司

I はじめに

本研究は、日常生活で実用化されているスマートフォン等のセンサや介護用ロボットを活用して、火災等の災害時に施設内の高齢者等の要配慮者を含むすべての在館者の避難をやすくするように機能拡張したプロトタイプを建築物に実装して、実証実験を行うものである。

これにより、施設内の避難誘導において有すべき要件やこれらを活用する施設の設計指針を提示して、建築物等の施設の高度な避難安全性を確保する技術の開発・社会実装を促進する。本稿では、現在実施中の研究概要と今後の展開を紹介する。

II 背景・目的

超高齢社会に突入した我が国は、10年後に人口の3人に一人が65歳以上になることが予測されている。現在、建築防災計画は健常者を標準として計画されているが、超高齢社会では身体能力が健常者よりも低下した要配慮者が大半を占めることが予想される。

このため、将来にわたって現行の避難安全規定で要求される水準と同等な避難安全性を確保するためには、より高度な避難安全性を確保することが必要である。

また、超高層建築物群や駅・地下街等の大規模施設に見られる機能の重層・複合化、建築ストックの長寿命化、バリアフリー化への社会的要請に対して、様々な用途や多様な在館者特性に柔軟に対応できる避難誘導技術が必要不可欠と考える。

一方、近年のセンサ技術や情報通信技術の飛躍的進歩によって、高性能の感知・制御技術が普及するとともに、装着型・介護ロボット技術も実用化されている。

そこで、本研究ではメーカーとの共同研究等によって、実用化されているセンサやロボット技術を活用して、要配慮者を含むすべての在館者の火災時の避難を迅速かつ円滑にするように機能拡張したプロトタイプを建築物に実装して実証実験を行い、建築物等の施設の高度な避難安全性を確保する技術の開発を促進するものである。

III センサ・ロボット技術を活用した避難安全技術

本研究では、以下の避難誘導技術のプロトタイプを構築して実証実験を行い、これらに要求される機能・性能等の技術基準の枠組みを構築することを構想している。

1) 避難ナビゲーションシステム

超高層建築物群や都心の駅、地下街等の大規模施設において、火災感知器に空調・防犯センサ等を連携させて、火災時に熱や煙の影響を受けている範囲などを即座にきめ細かく把握して、在館者のスマホやデジタルサイネージ（電子看板）等にリアルタイムで避難経路等の情報を提供する技術（図1）である。

2) 介護用ロボットを活用した避難技術

超高齢社会では、自力避難が困難な要介助者が火災等の災害時に避難しやすくするための技術開発がなお一層求められる。そこで、すでに普及が進みつつある介護用ロボット（図2）に着目して、避難支援用に追加すべき機能や、ロボットが稼働する高齢者福祉施設や病院などの設計指針について検討する。



図1 避難ナビゲーションシステムのイメージ



図2 実用化されている介護用ロボットの例

IV スマートフォンによる大規模施設内の避難誘導

スマートフォン（スマホ）の普及や通信環境の発達によって、動画など膨大な情報がどこでも即座にやり取りできるようになってきている。そこで、地下街などの複雑な大規模施設で火災などの災害が発生したときに、リアルタイムでスマホの画面に非常口までの避難経路をわかりやすく示して誘導する方法（図3）を研究している。

まず、その可能性を検討するために、実験上の安全確保を前提に、スマホの使い方が歩行速度に及ぼす影響を建築研究所の廊下や階段を使って実験した（図4）。

実験に参加した成人男女12名が、通常の歩行のほか、前方の視野を表示させたスマホの画面を見ながら歩く場合（「視野付きながら」と、スマホの画面で文字を打ちながら歩く場合（「文字打ちながら」）について、それぞれ廊下や階段を歩く速度を測定した。



図3 避難誘導のイメージ



図4 歩行実験の様子

その結果、例えば「文字打ちながら」の場合の歩行速度は、通常の歩行速度より約15～30%低下したが、「視野付きながら」の場合、廊下を歩く速度については7%の低下であり、通常歩行に対して速度低下の幅が最も小さいことがわかった。

これは大規模施設内の廊下などの水平方向の避難誘導に、前方の視野をスマホの画面に表示させて避難誘導する技術の見通しをつけるものと考えられ、引き続き具体的な誘導方法などについて研究を行っている。

V 介護用ロボットを活用した施設内の避難

高齢者福祉施設や病院において、自力避難が困難な要介護者が、火災等の災害時に避難しやすくするための研究を行っている。従来の避難方法はベッド上の要介護者を複数の介助者が車いすやストレッチャー等に乗せかえたり、ベッドごと搬送したりする方法が取られており、介助者の身体的負担や

人員確保が日常業務を含めて課題になっている。

そこで普及が進みつつある介護用ロボットに着目して、日常的な介護の使用のほか、災害時には避難にも活用するために追加すべき機能や、ロボットが稼働するこれらの施設的设计上の要件を明らかにするために、介護用ロボットを活用した施設内の避難を模擬した実験を建築研究所で行った。

実験では、実用化されている介護用ロボットの例として、ベッドの一部が電動で分離・変形して車いすになる離床支援ロボット（図5）を使用して、そのベッドに横たわる要介護者（介護訓練用人形、図6）を、介助者役の成人男女計8名それぞれがベッドを車いすにリモコンで分離・変形させて、さらに部屋の出口を通って廊下に搬送する（図7）までに要する時間を測定した。部屋は、高齢者福祉施設の介護居室や病院の病室を模擬したベッド数の異なる部屋を再現（図8）して測定した。



図5 離床支援ロボット 図6 要介護者（介護訓練用人形）



図7 離床支援ロボットによる介助避難実験の様子



4床室 2床室 個室
図8 避難実験に使用した様々なベッド数の居室（病室）

VI 今後の展開

メーカーとの共同研究等を通じて、実用化されている技術を避難誘導に機能拡張したプロトタイプを、実際の建築物等の施設に実装して実証実験を行い、災害時の避難誘導に活用可能なセンサや介護用ロボットに必要な機能、これらを積極的に使う施設的设计上の要件を明らかにして今後の製品開発やその社会実装を促進する。