

調査・研究報告書の要約

書名	平成21年度災害対応ロボットの安全基準策定に関する調査研究報告書				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会・法人 日本ロボット工業会				
発行年月	平成22年3月	頁数	82頁	判型	A4

[目次]

序 (会長 伊藤源嗣)

はしがき (会長 利島康司)

委員会名簿

目次

1. 調査研究の概要

1.1 調査研究の目的

1.2 調査研究の概要

1.3 調査研究の体制

2. 災害対応ロボットの安全基準の明確化に関する検討

2.1 はじめに

2.2 国際安全規格からみる災害対応ロボットの安全

2.3 災害対応ロボットの安全基準策定に有用と考えられる情報

2.4 次世代ロボットの技術規格策定の動向

2.5 おわりに

3. ISOにおける標準化動向

3.1 ISO/TC184/SC2の活動状況

3.2 国際規格回答状況

3.3 ISOの国際会議報告

4. まとめ

[要約]

現在標準化が行われているサービスロボットの設計・運用上の安全対策では、サービス

ロボットの基本的・共通的な安全対策について検討されており、成果を得ているが、個別分野のサービスロボットについての詳細な安全基準については、未だに検討が未着手の状況である。

特に災害が頻発する我が国においては、最近ではロボット技術を活用した対応、取り組みが進んでおり、実用化される災害対応ロボットも見え始めている。こうした状況から災害対応ロボット分野に限って具体的な安全基準を策定する時期にきていると判断できる。

また、災害対応ロボットは、一般のサービスロボットと違い、使用される状況及び使用する人が限定されているため、一般のサービスロボットに比べ安全基準の検討が比較的容易であると想定されており、災害対応ロボットの安全基準を策定することで、サービスロボットの安全基準を他の分野に広げていく上での課題も明確になると考えられる。

本事業では、災害対応ロボットが人間と協調して作業を行うにあたって遵守すべき安全基準を明確にし、特に作業にあたるレスキュー隊員等の災害対応関係者の負荷の低減と安全の確保に留意しつつ、ロボット性能を効果的に発揮させて運用することを目的に、今年度は、災害対応ロボットの安全基準策定のための調査研究として、災害対応ロボットの安全基準を明確にするため、実証レベルにある災害対応ロボットの構造・機能・性能等についての具体的調査、災害対応ロボットの運用時の安全確保のための仕様・機能等の要件及び安全基準の検討に必要な情報等の具体的調査及び災害対応ロボットの安全基準の骨子策定のために必要な基本要件・項目のうち、安全とその責任等について検討を行った。さらに、サービスロボットの安全性検討に密接に関連する産業用ロボットの安全性に関する国際規格の改訂状況等の調査検討も行き、安全基準策定の際に反映させるための検討材料とした。

1. 調査研究の概要

1.1 調査研究の目的

現在標準化が行われているサービスロボットの設計・運用上の安全対策では、サービスロボットの基本的・共通的な安全対策について検討されており、成果を得ているが、個別分野のサービスロボットについての詳細な安全基準については、未だに検討が未着手の状況である。

特に災害が頻発する我が国においては、最近ではロボット技術を活用した対応、取り組みが進んでおり、実用化される災害対応ロボットも見え始めている。こうした状況から災害対応ロボット分野に限って具体的な安全基準を策定する時期にきていると判断できる。

また、災害対応ロボットは、一般のサービスロボットと違い、使用される状況及び使用

する人が限定されているため、一般のサービスロボットに比べ安全基準の検討が比較的容易であると想定されており、災害対応ロボットの安全基準を策定することで、サービスロボットの安全基準を他の分野に広げていく上での課題も明確になると考えられる。

本事業では、災害対応ロボットが人間と協調して作業を行うにあたって遵守すべき安全基準を明確にし、特に作業にあたるレスキュー隊員等の災害対応関係者の負荷の低減と安全の確保に留意しつつ、ロボット性能を効果的に発揮させて運用することを目的に、災害対応ロボットの安全基準策定のための調査研究を行う。

1.2 調査研究の概要

本年度は災害対応ロボットの安全基準を明確にするため、以下の調査研究を行った。

- ・実証レベルにある災害対応ロボットについて、NIST (National Institute of Standards and Technology:アメリカ国立標準技術研究所) で開発されたいくつかを選択し、構造・機能・性能等について具体的調査を行った。
- ・災害対応ロボットの運用時の安全確保のための仕様・機能等の要件及び安全基準の検討に必要な情報等について、レスキュー隊の行動の基本となる消防教本及び防爆に関する規格について、具体的調査研究を行った。
- ・災害対応ロボットの運用時の安全確保に関する調査研究に基づき、災害対応ロボットの安全基準の骨子策定のために必要な基本要件・項目のうち、安全とその責任等について、委員会で検討を行った。
- ・リスクアセスメント手法や機能安全の取り込み方等、災害対応ロボットなどサービスロボットの安全性と密接に関係する内容を検討している、産業用ロボットの安全性に関する ISO 規格改訂の国際会議（8月フランクフルト、2月オランダ）に出席して、制定作業の進む規格の内容についての調査を行い、安全基準策定の際に反映させるための検討材料とした。

1.3 調査研究の体制

ロボットメーカー、ユーザ及び学識経験者によって構成される災害対応ロボットの安全基準調査研究専門委員会（委員長 木村哲也 長岡技術科学大学 大学院技術経営研究科システム安全専攻准教授）を当工業会内に設置し、本委員会と ISO 調査ワーキンググループ（主査 高橋浩爾 上智大学名誉教授）によって調査研究を行った。

本委員会は、調査研究の方針を決定し、事業の進展を統括すると共に、災害対応ロボットの安全基準を明確にするための調査研究を行った。

ISO 調査ワーキンググループは、サービスロボットの安全性検討に密接に関連する ISO 10218（産業用マニピュレーティングロボットー安全性）の改訂作業に関して、日本提案及

び ISO から回付される国際投票に対する日本回答の作成、各国提案の検討及び関係主要国の現状等の調査を行った。

2. 災害対応ロボットの安全基準の明確化に関する検討

2.1 はじめに

災害対応ロボットが人間と協調して作業を行うにあたって遵守すべき安全基準を明確にし、特に作業にあたるレスキュー隊員の負荷の低減と安全の確保に留意しつつ、ロボット性能を効果的に発揮させて運用することを目指して、災害対応ロボットの安全基準を各分野の専門的立場から検討し、安全基準の確立に必要な情報を明確化することを目的に、3年間の調査研究を予定しており、今年度はその初年度にあたる。今年度は、関連情報を調査整理し、次年度以降に実施する具体的な活動の基盤の構築をめざす。

2.2 国際安全規格からみる災害対応ロボットの安全

国際安全規格で安全とは、「受容できないリスクがないこと（JIS-Z-8051-3.1 節）」と定義される。安全はリスクという確率要素で定義されることから、「絶対的な安全とはありえない。この規格で残留リスクを定義しているように、ある程度のリスクは残る。そのため、製品、プロセス又はサービスは、相対的に安全であるとしかれない（JIS-Z-8051-5.1 節）」。製品の安全設計では、製品の持つリスクが許容可能なリスクとなるよう開発が行われる。ここで許容可能なリスクとは、「社会における現時点での評価に基づいた状況下で受け入れられるリスク（JIS-Z-8051-3.7 節）」である。また、「許容可能なリスクは、絶対安全という理念、製品、プロセス又はサービス及び使用者の利便性、目的適合性、費用対効果、並びに関連社会の習慣のように諸要因によって満たされるべき要件とのバランスで決定される。したがって、許容可能なレベルは常に見直す必要がある。技術及び知識の両面の開発が進み、製品、プロセス又はサービスの使用と両立して、最小リスクを達成できるような改善が経済的に実現可能になったときには、特に見直しが必要である（JIS-Z-8051-5.2 節）」。よって今後、機能安全技術などの安全関連技術の発展にあわせて災害対応ロボットの安全性の見直しを実施する必要がある。実際の事故（危害）は、人と危険源が時間的空間的に一致することで発生する。この危害の発生を防ぐ安全設計では多様な要素を考慮しなければならず、許容可能なリスクを効率的に達成するためには、リスクアセスメントによる系統的な安全設計が重要となる。この考えは、規格の次の条文から理解できる。「許容可能なリスクは、リスクアセスメントによるリスク低減のプロセスを反復することによっ

て達成させる（JIS-Z-8051-5.3 節）。「リスクアセスメントは、機械類に付随する危険源の審査を系統的方法で実施可能にするための一連の論理的手段である（JIS-B-9702-4.1 節）。「事故履歴がない、事故件数が少ない、又は発生した災害のひどさ（障害のひどさ）がひどいということで、自動的にリスクが低いとはならない（JIS-B-9702-4.2 節）」。

安全設計では、次の3つのステップで進めることを要求している（スリーステップメソッド）。

ステップ1：本質的安全設計

本質的安全設計とは、機械の出力を人を傷つけないぐらい十分に小さくする等、危険源そのものを無くす設計のことである。JIS-B-9700-2 の4章に本質的安全設計に関する参考情報がある。本質的安全設計はリスク低減プロセスにおいて第一番目のステップであり、安全設計で最も重要なステップであるとされている。

ステップ2：安全防護及び付加保護方策

安全防護とは、危険源に使用者が接触できないようにして事故を防ぐため、危険源と使用者の間に設けるガードのことである。ここでガード等とは、固定式の単純なガード（固定ガード）だけでなく、インターロック機能により開閉が可能なガード（可動ガード）や、光カーテンも含む。付加保護方策とは、非常停止や、事故で機械に挟まれた使用者の救助手順等の付加的な安全方策のことである。規格上の定義はJIS-B-9700-2 の5章を参照。

ステップ3：使用上の情報

設計者がステップ1、2を実施しても機械にはどうしても除去できないリスクが残る。「使用上の情報」とは、この残留リスクを使用者に的確に伝えるために伝達手段（例えば、文章、語句、標識、信号、記号、図形）を個別に、又は組み合わせて使用することを意味する。規格上の定義はJIS-B-9700-2 の6章を参照。

各ステップ間には次の優先順位がある。ステップ1 > ステップ2 > ステップ3 すなわち、リスク情報を使用者に提示しただけで、何ら安全上の設計の見直しをしないことは、国際安全規格上許されない。

災害対応ロボットの安全基準策定にあたり、関係者が災害対応ロボットに対して一定のイメージを持っておくことは作業の円滑化のために必要である。ここでは、NIST（National Institute of Standards and Technology:アメリカ国立標準技術研究所）で実施している災害対応ロボット技術標準化に関するプロジェクトで取り上げられている災害対応ロボットを例示することで、イメージの共有をはかるものである。NIST

のプロジェクトで取り上げられているロボットの種別と台数は次のとおり。

- ・ Ground Robots（地上ロボット）：40台
- ・ Wall Climbers（壁面登り）：2台
- ・ Aerial Robots（空中ロボット）：10台
- ・ Aquatic Robots（水中ロボット）：3台
- ・ Sensors（センサ）：13台

これらのロボットに類似したものが、今後災害対応ロボットと普及していくと想定される。

2.3 災害対応ロボットの安全基準策定に有用と考えられる情報

今年度の調査で得られた災害対応ロボットの安全基準策定に有用と考えられる情報として、レスキューにおける安全管理の観点から消防関係の教本と、爆発事故は複数の死傷者が出る可能性があり、リスクが高く、より安全上の注意が必要な事故とされており、災害対応ロボットは可燃性ガスのある場所に入る可能性があるため、防爆規格について情報をまとめた。その他、道路や家屋等の建造物の平時の情報である建造物に関する省令や、安全と責任に関する情報について、とりまとめを行うべきと認識したので今後継続的に調査整理を行う予定である。

2.4 次世代ロボットの技術規格策定の動向

ISOにおける Personal care robot の安全規格作成動向及び米国の NIST/ASTM でのレスキューロボット開発における技術標準化動向について調査しとりまとめを行った。また、日本国内の NEDO プロジェクトとしての次世代ロボットの研究開発（生活支援ロボット実用化プロジェクト）における生活支援型ロボットの安全に関する技術標準化についても調査し、とりまとめを行った。

2.5 おわりに

本委員会では、災害対応ロボットの安全基準の確立に必要な情報を明確化することを目的とし、今年度は、関連情報を調査整理し、次年度以降に実施する具体的な活動の基盤の構築を行った。

3. ISOにおける標準化動向

3.1 ISO/TC184/SC2 の活動状況

第1回 SC2 フランクフルト会議が1984年5月22日に開催されて以来、これまで ISO 10 件、TR4 件が発行された（既に廃止されたものも含む）。

当初は5つのWGで、最大時には6つのWGで作業してきたが、作成中の規格がほぼ発行

されたことから、2000年5月11～12日に開催された第12回SC2アナーバ会議において、全てのWGが解散されることとなり、以降の改正及び新規作成作業は、PT(Project Team)で進められることとなった。

その後、サービスロボットの国際標準化の可能性について検討を行うことになり、2005年の秋にアドバイザリーグループ（グループリーダー：Gurvinder S. Virk（英国））が組織され、2006年5月までに6回の会議を行い、SC2への報告をまとめた。2006年6月のSC2パリ会議で、アドバイザリーグループからの推奨を受け入れ、パーソナルケアのアプリケーションのためにロボットの分野の安全性に制限されるが、正式に国際規格の作成を始めること（サービスロボットの国際標準化のスタート）が決議された。また、これと同時に、サービスロボットの分野における標準化の可能性のある項目等を調査し、SC2に報告するためのサービスロボットのアドバイザリーグループ（AG1）が設置された。なお、これらサービスロボットの標準化作業をSC2において実施するために、SC2のタイトル及びスコープを次のとおり変更することも決議され、後にTC184において正式に承認された。

タイトル：ロボットとロボティックデバイス

スコープ：自動的に制御された、再プログラム可能な、マニピュレーティングロボットとロボティックデバイス分野の標準化。プログラム可能な1軸以上を持ち、移動式でも固定式でも良い。ただし、おもちゃと軍事のアプリケーションは除く。

さらに、2007年6月のSC2ゲイザーズバーグ会議において、アドバイザリーグループ（AG1）より用語の規格作成作業開始をSC2に対して推奨し、SC2では既存の産業用ロボット用語規格であるISO 8373を改訂し、ロボットの用語規格作成を行うことを決定した。これを受けて、サービスロボットを含むロボットの用語規格作成が新たなプロジェクトチーム（PT3）において2007年11月の東京会議から開始された。

サービスロボットの国際標準化が活発化したことを受け、2009年10月のSC2ソウル会議において、これまでのプロジェクトチーム（PT）を次のとおり、ワーキンググループ（WG）に置き換えることになった。

PT1（ISO10218改訂プロジェクトチーム）->WG3（Industrial safety）

PT2（Robots in personal care）->WG7（Personal care safety）

PT3（Vocabulary on robots and robotic devices）->WG1（Vocabulary）

AG1（Advisory Group on Service Robots）->WG8（Service Robots）

3.2 国際規格回答状況

今年度の国際規格回答状況は次のとおりである。

- ・新規作業項目提案(NWIP) : Robots and robotic devices – Vocabulary 2010.2.10
期限 賛成 (コメント付き) で投票
- ・ISO/CD13482: Robots and robotic devices – Safety requirements – Non-medical
personal care robot 2010.2.4 期限 賛成 (コメント付き) で投票
- ・Robots and robotic devices – Safety requirements – Part 2: Industrial robot
system and integration 2009.4.30 期限 賛成 (コメント付き) で投票
- ・Robots for industrial environments- Safety requirements – Part 1: Industrial
robots 2009.12.2 期限 賛成 (コメント付き) で投票
- ・5年見直し ISO 8373 : Manipulating industrial robots – Vocabulary 2009.12.15
期限 確認で投票
- ・5年見直し ISO 9946 : Manipulating industrial robots – Presentation of
characteristics 2009.12.15 期限 確認で投票
- ・5年見直し ISO 9787 : Manipulating industrial robots – Coordinate systems and
motion nomenclatures 2009.12.15 期限 確認で投票

3.3 ISOの国際会議報告

今年度中に開催された ISO/TC184/SC2 関係の国際会議は次のとおりである。

- ・ISO/TC184/SC2/WG7 デュッセルドルフ会議 2009.5.11-15 SICK Vertriebs-GmbH
フランクフルト会議 2009.8.3-5 VDMA
オーランド会議 2010.2.8-10 Shades of green
- ・ISO/TC184/SC2/WG7 ベルリン会議 2009.6.22-24 Technical University of Berlin
東京会議 2009.10.19-21 機械振興会館
オーランド会議 2010.2.15-17 Shades of green
- ・ISO/TC184/SC2/WG1 ベルリン会議 2009.6.25-26 Technical University of Berlin
東京会議 2009.10.22-23 機械振興会館
オーランド会議 2010.2.11-12 Shades of green
- ・ISO/TC184/SC2/WG8 ベルリン会議 2009.6.25 Technical University of Berlin
東京会議 2009.10.22 機械振興会館
オーランド会議 2010.2.12 Shades of green

4. まとめ

今年度は、災害対応ロボットの安全基準を明確にするため、実証レベルにある災害対応ロボットの構造・機能・性能等についての具体的調査、災害対応ロボットの運用時の安全確保のための仕様・機能等の要件及び安全基準の検討に必要な情報等の具体的調査

及び災害対応ロボットの安全基準の骨子策定のために必要な基本要件・項目のうち、安全とその責任等について検討を行った。

さらに、サービスロボットの安全性検討に密接に関連する産業用ロボットの安全性に関する国際規格の改訂状況等の調査検討も行い、安全基準策定の際に反映させるための検討材料とした。

来年度は、実際に災害対応ロボットのリスクアセスメントを実施すると共に、今年度の調査研究成果に基づき、災害対応ロボットの安全基準の基本要件・規定項目等について検討を行う予定である。

また、サービスロボットの安全性検討に密接に関連する産業用ロボットの安全性に関する国際規格の改訂状況等の調査検討については、我が国ロボット産業のためにも、今後も引き続き実施していく必要がある。



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp>