



生活支援ロボットの安全性

JASA(組込みシステム技術協会)ロボット安全研究会

主査：松本 栄志

副主査：長久保 隆一

2016年11月17日



・生活支援ロボット

- ・人とロボット共存の法則
- ・生活支援ロボットの課題

・ISO13482(生活支援ロボットの安全規格)

- ・概要と目的
- ・適用範囲
- ・認証事例
- ・課題と対策(ハザード解析ツール)

・ハザード解析事例

- ・水上セグウェイMINAMO(首都大学東京との共同検証)

・まとめ

・ロボット安全研究会の御紹介



従来のロボット:

「隔離の原則」と「エネルギーの停止: 止まる安全」による機械安全と労働安全で安全を確保。

生活支援ロボット:

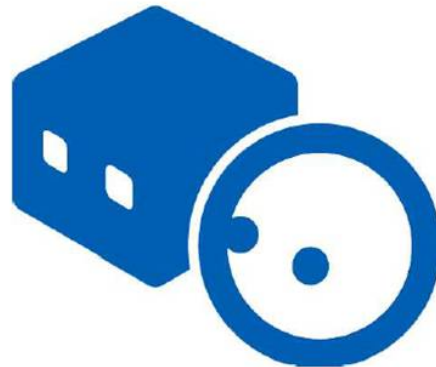
「共存の原則: 止まらない安全」も必要。

但し、規格が発展途上である:

生活支援ロボットは世界的にも日本の技術が進んでいるが、産業としては黎明期。機能安全に課題がある。

安全性の確保

人と共存することが前提のため従来の安全原則とは異なるアプローチが必要。



INTERNATIONAL
STANDARD
国際規格

**ISO
13482**

First edition
2014-02-01

第1版
2014年2月1日

英和対訳版

**Robots and robotic devices — Safety
requirements for personal care robots**

ロボット及びロボティックデバイス—
生活支援ロボットの安全要求事項



・概要:生活支援ロボットの安全性に関する国際規格。

(ロボット向けデバイスを含む)

経産省とNEDOによる「生活支援ロボット実用化プロジェクト」の成果をもとにISOに規格提案、2014年に国際規格として発効。

つくば市に世界初の生活支援ロボット安全検証センターを設立。

・目的:ロボットの開発と実用化の加速

・分類:

- ・装着型ロボット
- ・移動作業型ロボット
- ・搭乗型ロボット



・認証方法:

国内では生活支援ロボット安全検証センターで認証試験を実施。

(設計コンセプト、製品製造など)

認証評価は日本品質保証機構(JQA)が担当。



適用範囲外のロボット

- ・20Km/h以上の速度で移動するロボット
- ・ロボット玩具
- ・水系/飛行ロボット
- ・ISO10218の対象である産業用ロボット
- ・医療機器としてのロボット
- ・軍用又は公権力に資するためのロボット

ロボット技術の介護利用における重点分野

- ・トイレへの往復(事例紹介)
 - ・トイレ内での姿勢保持を支援
 - ・転倒検知センサー
 - ・外部通信機能を備えた在宅介護向け機器のプラットフォーム
 - ・入浴支援(浴槽に出入りする際の一連の動作を支援)



ISO13482認証取得第1号

パナソニック製

フルリクライニング車いす付きベッド「リショーン」

出展: 日経デジタルヘルス



- 課題

危険源の一覧はあるがリスク分析の手法は提示していない。

- 対策:

ハザード解析手法の見える化を目的に簡易ツールを作成。

→ 簡易ツール紹介

- 今後の課題

ソフトウェア設計と検証方法について具体的な基準、指標が記載されていないためソフト面からの安全設計提案。

リスクアセスメント・シート



対象機器名称		実施者	実施日																																																														
		(立案者、リーダー、参加者、承認者等)	初回: (改訂履歴)																																																														
ライフサイクル	設定、運転	分析方法	積算法(一部加算法を適用、変更や修正は自由)																																																														
意図した使用	① 本体は台車に載せて水際まで搬送する。 ② 2～3人で本体を台車から降ろす。 ③ コンピュータの電源を入れる。 ④ 2～3人で本体を水面に浮かべる。但し、陸地と水面との高低差は15cm以下。 ⑤ 搭乗者以外(1人)の支持を受け乗船する。 ⑥ 周囲に遊泳者がいないことを確認し、搭乗者がスラストに電力を供給する。 ⑦ 乗船は健康者1名(自立歩行が可能で、体重100kg以下)とする。 ⑧ 起立で搭乗し、波や流れのある場所では乗らないこと。 ⑨ フォースプレート上で体重を移動して前進・後退・左右・旋回の操作を行う。飛乗り、飛降りしないこと。 ⑩ 操縦時はフレームなどに触れないこと。 ⑪ 下船時は搭乗者がスラストの電力供給を停止する。搭乗者以外(1人)に支持を受けて下船する。 ⑫ 2～3人で水面から持ち上げて本体を回収する。	リスク見積/評価基準↓(変更、修正は自由) リスク見積値: $R = S \times (F + P_s + A)$																																																															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>晒される頻度又は時間: F</th> <th>危険事象の発生確率: P_s</th> <th>危害を回避又は制限できる可能性: A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>連続的/常時</td> <td>4</td> <td>高い</td> </tr> <tr> <td>頻繁/長時間</td> <td>3</td> <td>起こり得る</td> </tr> <tr> <td>時々/短時間</td> <td>2</td> <td>起こり難い</td> </tr> <tr> <td>まれ/瞬間的</td> <td>1</td> <td>低い(まれ)</td> </tr> </tbody> </table>	晒される頻度又は時間: F	危険事象の発生確率: P_s	危害を回避又は制限できる可能性: A	連続的/常時	4	高い	頻繁/長時間	3	起こり得る	時々/短時間	2	起こり難い	まれ/瞬間的	1	低い(まれ)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>困難</th> <th>可能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	困難	可能	3	1																																											
		晒される頻度又は時間: F	危険事象の発生確率: P_s	危害を回避又は制限できる可能性: A																																																													
		連続的/常時	4	高い																																																													
頻繁/長時間	3	起こり得る																																																															
時々/短時間	2	起こり難い																																																															
まれ/瞬間的	1	低い(まれ)																																																															
困難	可能																																																																
3	1																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">危害の酷さ: S</th> <th colspan="10">危害の発生確率: $F + P_s + A$</th> </tr> <tr> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回復に長期治療(1月以上)を要す</td> <td>4</td> <td>12</td> <td>16</td> <td>20</td> <td>24</td> <td>28</td> <td>32</td> <td>36</td> <td>40</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>回復に医療措置を要す</td> <td>3</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>18</td> <td>21</td> <td>24</td> <td>27</td> <td>30</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>応急手当で回復可能</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>対処不要(一時的な痛み等)</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table>	危害の酷さ: S	危害の発生確率: $F + P_s + A$										3	4	5	6	7	8	9	10	11	回復に長期治療(1月以上)を要す	4	12	16	20	24	28	32	36	40	44	回復に医療措置を要す	3	9	12	15	18	21	24	27	30	33	応急手当で回復可能	2	6	8	10	12	14	16	18	20	22	対処不要(一時的な痛み等)	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
危害の酷さ: S		危害の発生確率: $F + P_s + A$																																																															
	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																								
回復に長期治療(1月以上)を要す	4	12	16	20	24	28	32	36	40	44																																																							
回復に医療措置を要す	3	9	12	15	18	21	24	27	30	33																																																							
応急手当で回復可能	2	6	8	10	12	14	16	18	20	22																																																							
対処不要(一時的な痛み等)	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																							
合理的に予見できる誤使用	① 1人での本体の持ち上げ、降ろし。 ② 充電が不十分な状態での使用。 ③ 陸地と水面との高低差が15cm以上での使用。 ④ 飛乗り、飛降り。 ⑤ フロートの空気圧不足での使用。 ⑥ 雨天や夜間の使用。 ⑦ 波や流れのある場所での使用。 ⑧ 周りに遊泳者がいる中での使用。 ⑨ 制限体重100kg以上の搭乗。 ⑩ 手すりやフレームを掴んでの使用。 ⑪ 座っての使用。 ⑫ 2人以上での搭乗。																																																																
時意図制空間	① 屋内または屋外(雨天・夜間・海・川を除く)の水面 ② 水面には氷が張っていないこと。 ③ 魚や藻などのない環境であること。 ④ 一回の充電で60分以内の稼働 ⑤ 雨天・夜間は対象外 ⑥ 気温10～30℃の範囲内 ⑦ 水温5～30℃の範囲内 ⑧ 湿度30～70%の範囲内 ⑨ 水深50cm以上																																																																

見積値 R	評価	リスク低減の必要性
15以上	リスクは高く、受入れられない。	必須、技術的方策が不可欠
7～14	リスクの低減が必要。ただし、条件付(他に方策がない、低減が現実的でない)で許容可能。	必要、技術的方策が困難な場合は警告表示及び管理的方策を講じる * ALARPとして考慮もありえる
6以下	リスクは十分低い。	不要

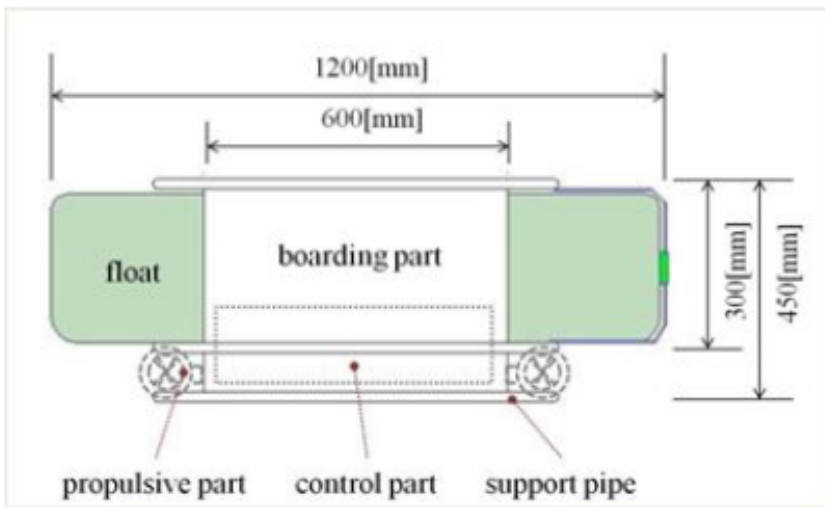


リスクの判定

見積値 R	評 価	リスク低減の必要性
15以上	リスクは高く, 受入れられない.	必須, 技術的方策が不可欠
7~14	リスクの低減が必要. ただし, 条件付(他に方策がない, 低減が現実的でない)で許容可能.	必要, 技術的方策が困難な場合は警告表示及び管理的方策を講じる * ALARPとして考慮もありえる
6以下	リスクは十分低い.	不要

ハザード解析事例：水上セグウェイMINAMO（首都大学東京と連携）



対象ロボット名称		型式		基本仕様	
全方位推進型水上移動機		MINAMO		ロボットタイプ: 水上活動向け搭乗型ロボット	
		外寸:	フロート外径1200mm		
			フロート内径(搭乗部)600mm		
			高さ450mm(フロート部高さ300mm)		
		重量:	約45kg		
		バッテリー:	鉛蓄電池24V×2		
		推進動力:	コアレスDCモータ150W×4		
		推進方向:	並進(前後, 左右, 斜め), 旋回		
		推進速度:	最大60cm/s		
		センサ:	加速度センサ, ジャイロセンサ, 地磁気センサ, GPS, ロードセル		
		充電稼働時間:	約1時間		
					

まとめ:



従来のロボット:

「隔離の原則」と「エネルギーの停止:止まる安全」による機械安全と労働安全で安全を確保。

生活支援ロボット:

「共存の原則:止まらない安全」が必要。

課題:

規格が発展途上である:

生活支援ロボットは世界的にも日本の技術が進んでいるが、産業としては黎明期。機能安全に課題がある。

ISO13482では危険源の一覧はあるがリスク分析手法は未提示。

対策:

- ・ハザード解析手法の見える化(簡易ツール等)。
- ・ソフトウェア面からの安全設計。



外部団体との連携強化

- ・社会インフラシステムの障害原因の背景にある要求仕様のミスマッチについて、意見交換を行うと共に勉強会を開催。

活動の見える化

- ・ロボット安全に関する輪講会
- ・安全性解析ツールの作成

手法の見える化

- ・ISO13482対訳版を基に 세미나テキスト作成。
各回講師担当を割振り&講義を実施。



ロボット安全研究会への参加を歓迎します。

発行日 2016/11/16

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
ロボット安全研究会(RDSS-WG) 主査 松本栄志
東京都中央区日本橋大伝馬町6-7
TEL 03-5643-0211
FAX 03-5643-0212
URL: <http://www.jasa.or.jp>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。