
ロボット介護機器安全試験方法

一般財団法人 日本自動車研究所
ロボットプロジェクト推進室

藤川 達夫

目次

- **ロボット介護機器に適した安全の考え方**
- **安全試験**
- **安全検証センターの役割**

目次

- **ロボット介護機器に適した安全の考え方**
- 安全試験
- 安全検証センターの役割り

ロボット介護機器に適した安全の考え方

- ◆保護方策により、リスクを受容可能なレベルまで低減する。
「リスク = 危害の酷さと危害発生確率の関数」
リスクアセスメントが基本
受容可能なレベルは、製造者が判断する。
- ◆保護方策は、3ステップ法に従う＝本質安全が最優先
 - (1) 本質的安全設計方策
 - (2) 安全防護方策(機能安全を含む)
 - (3) 使用上の情報
- ◆保護方策の妥当性確認, 検証を行う。

ロボット介護機器に適した安全の考え方

- ◆保護方策により、リスクを受容可能なレベルまで低減する。
「リスク = 危害の酷さと危害発生確率の関数」
リスクアセスメントが基本
受容可能なレベルは、製造者が判断する。
- ◆保護方策は、3ステップ法に従う＝本質安全が最優先
 - (1) 本質的安全設計方策
 - (2) 安全防護方策(機能安全を含む)
 - (3) 使用上の情報
- ◆保護方策の妥当性確認, 検証を行う。

リスクアセスメントの考え方

リスクアセスメント

合理的かつ系統的な保護方策の選択を実施するために
リスク低減目標を定めること。

リスク は 危害の酷さ と $\left\{ \begin{array}{l} \text{危険源に人が晒される頻度及び時間} \\ \text{危険事象の発生確率} \\ \text{危害回避または制限の可能性} \end{array} \right.$ の関数

リスクアセスメントの例

危険源同定						リスク見積					
段階	No.	危険源	危険状態/危険事象	危険区域	対象者	危害の酷さ S	危害の発生確率	頻度 F	確率 Ps	回避 A	リスク点数 R
起動・シャットダウン	12	電磁波	電磁波で誤動作して衝突する	周辺	搭乗者 第三者	4	7	2	2	3	28
前進／後退／ 旋回／停車	22	加減速不安定性	転倒する	乗車部 周辺	搭乗者 第三者	4	6	3	2	1	24
	27	誤操作	周囲の人に衝突する	周辺	第三者	4	6	3	2	1	24
			周囲の人に衝突する	周辺	第三者	4	8	3	2	3	32



産総研ディペンダブルロボティックカートの例

リスク見積方法の一例

リスク見積値: $R = S \times (F + P_s + A)$

晒される頻度又は時間: F	
連続的/常時	4
頻繁/長時間	3
時々/短時間	2
まれ/瞬間的	1

危険事象の発生確率: P_s	
高い	4
起こり得る	3
起こり難い	2
低い(まれ)	1

危害を回避又は制限できる可能性: A	
困難	3
可能	1

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
重大傷害(長期間治療)	4	12	16	20	24	28	32	36	40	44
医療措置(短期間治療)	3	9	12	15	18	21	24	27	30	33
応急手当で回復	2	6	8	10	12	14	16	18	20	22
無傷/一時的痛み	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11

リスク低減必須

リスク低減不要

リスク低減推奨(条件付き受容)

再リスクアセスメントシート

初期リスク分析結果			リスク低減		再リスク見積								
No.	危険源	リスク点数R	優先順位	保護方策	危害の酷さ	危害の発生確率	頻度 F	確率 Ps	回避 A	リスク点数R	安全性能目標	残留リスク方策	関連試験
22	加減速不安定性	24	1	低重心化を図る	4	3	3	1	1	12		手順、警告	安定性
			1	最高速度を2km/hに制限する(転倒するような加減速の抑制)			1						
27	誤操作	24	1	外装から鋭利部分を排除する	3	3	1	1	1	9		警告、教育	障害物検知
28	制御系の故障	32	1	最高速度を2km/hに制限する	2	5	3	2	1	10	「機能安全」へ	警告、教育	衝突
			1	モーター出力を低出力にする									
			3	障害物近接センサで速度制限と警告をして衝突を避ける	1								
			3	障害物接触センサで制動をして衝突を避ける									

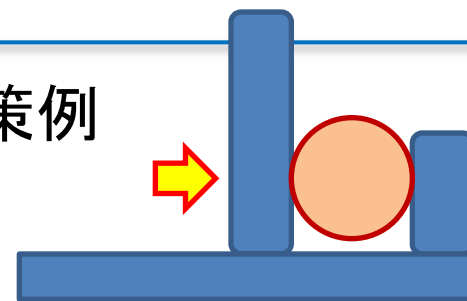
使用者によるリスク低減効果を期待

ロボット介護機器に適した安全の考え方

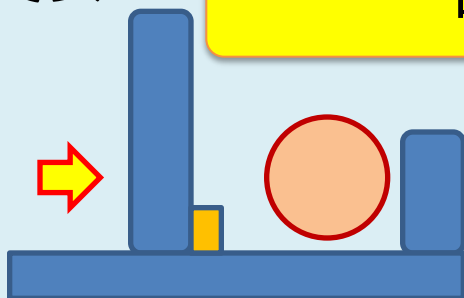
- ◆保護方策により、リスクを受容可能なレベルまで低減する。
「リスク = 危害の酷さと危害発生確率の関数」
リスクアセスメントが基本
受容可能なレベルは、製造者が判断する。
- ◆保護方策は、3ステップ法に従う＝本質安全が最優先
 - (1) 本質的安全設計方策
 - (2) 安全防護方策(機能安全を含む)
 - (3) 使用上の情報
- ◆保護方策の妥当性確認, 検証を行う。

本質安全と機能安全

身体がロボットの可動部に挟まれるリスクへの対策例



本質安全

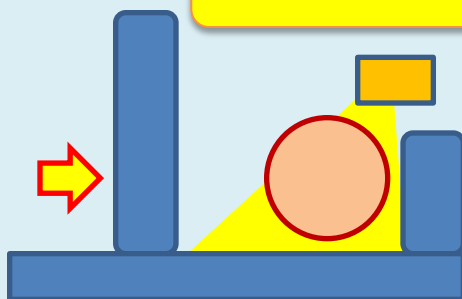


可動部の隙間が人体より狭くならない構造.

危険源が取り除かれる.

ロボットの機能を損なわない範囲でのみ可能.

機能安全



可動部の駆動力を制御する.

センサーで監視する.

リスクは制御の信頼性に依存

HW(回路, センサ), SWの信頼性検証が必要

保護方策の例

◆3ステップ法＝本質安全が最優先

モータ出力制限
衝突部位形状

(1) 本質的安全設計方策

巻き込み防止

(2) 安全防護方策(機能安全を含む)

障害物回避
速度制限
冗長化
故障検出

(3) 使用上の情報

機能安全

説明書
マーキング
ユーザ教育

ロボット介護機器に適した安全の考え方

- ◆保護方策により、リスクを受容可能なレベルまで低減する。
「リスク = 危害の酷さと危害発生確率の関数」
リスクアセスメントが基本
受容可能なレベルは、製造者が判断する。
- ◆保護方策は、3ステップ法に従う＝本質安全が最優先
 - (1) 本質的安全設計方策
 - (2) 安全防護方策(機能安全を含む)
 - (3) 使用上の情報
- ◆保護方策の妥当性確認, 検証を行う。

目次

- ロボット介護機器に適した安全の考え方
- 安全試験**
- 安全検証センターの役割り

妥当性確認, 検証

既存規格

JIST0111	義肢－義足の構造強度試験
JIST0601-1-2	医用電気機器－第1－2部:安全に関する一般的 要求事項－電磁両立性－要求事項及び試験
JIST9201	手動車いす
JIST9203	電動車いす
JIST9205	病院用ベッド
JIST9206	電動車いすの電磁両立性要件及び試験方法
JIST9208	ハンドル形電動車いす
JIST9241	移動・移乗支援用リフト
JIST9254	在宅用電動介護用ベッド
JIST9255	電動立上り補助いす
JIST9261	福祉用具－ポータブルトイレ
JIST9264	福祉用具－歩行補助具－歩行器
JIST9265	福祉用具－歩行補助具－歩行車

ロボット特有

センサーの機能試験

障害物検知・対応

制御系を含む走行安定

接触安全

故障注入

- ・
- ・
- ・



試験, 計測
図面確認, 製品の目視確認



**安全検証
センター**

試験方法の例

最高速試験・制動試験



段差乗り越えし試験



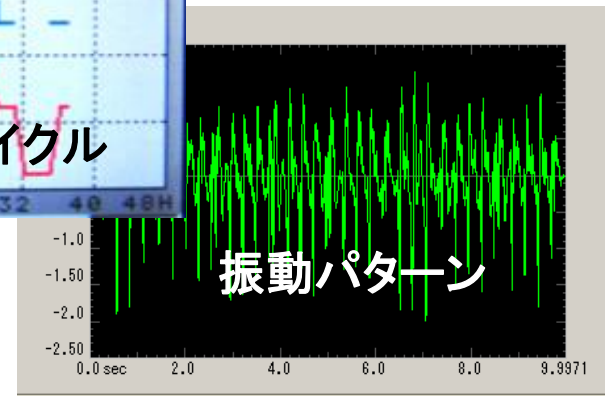
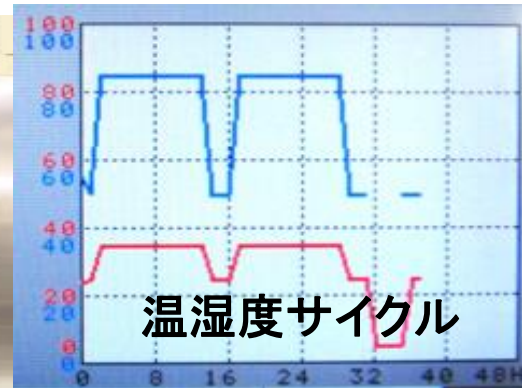
安定性試験



耐久試験



試験方法の例



試験方法の例

既存機器の試験

日本福祉用具評価センター
資料より



耐荷重試験機



油圧耐久性試験機



静的安定性試験機



傾斜安定性試験路



耐候性試験室
(高温・低温・恒温・降雨)



縁石落下試験機



衝撃耐久性試験機



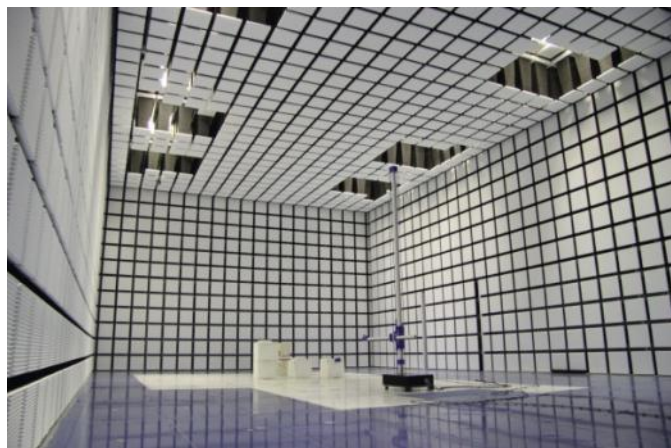
走行耐久性試験機



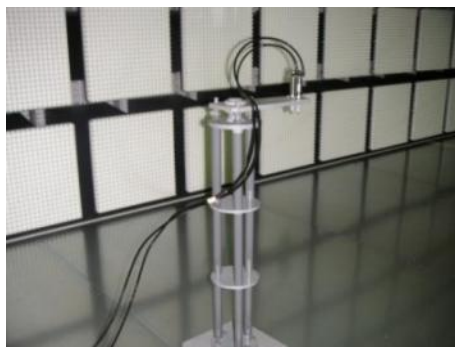
簡易重心測定機

試験方法の例

EMC試験



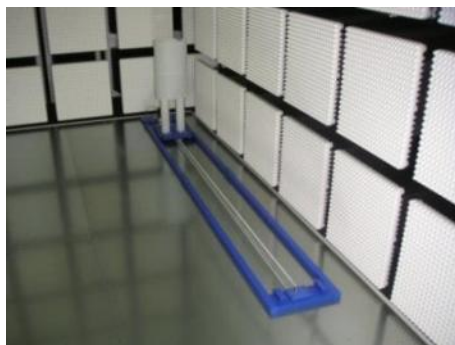
10m法対応電波暗室



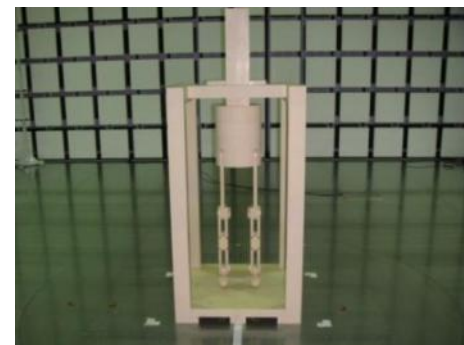
緊急停止・復帰試験ジグ



倒立振り子式ロボット支持台



ダミー移動装置

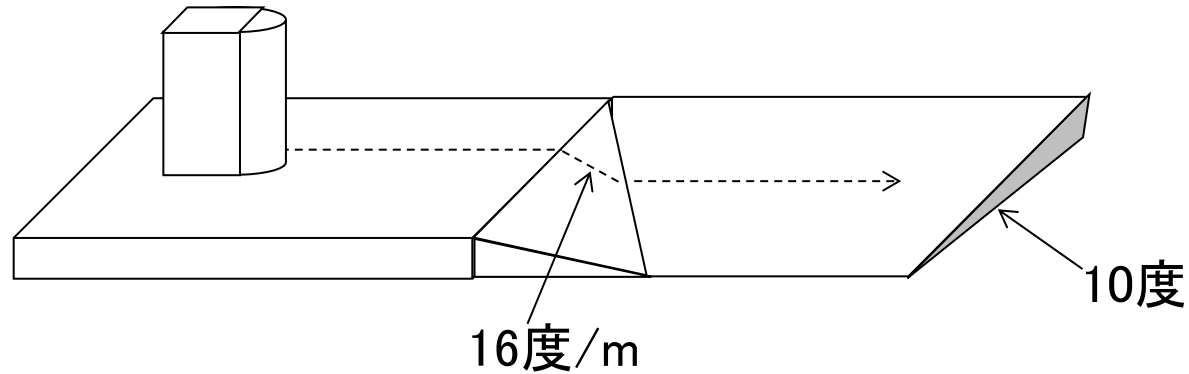


装着型ロボット用ダミー

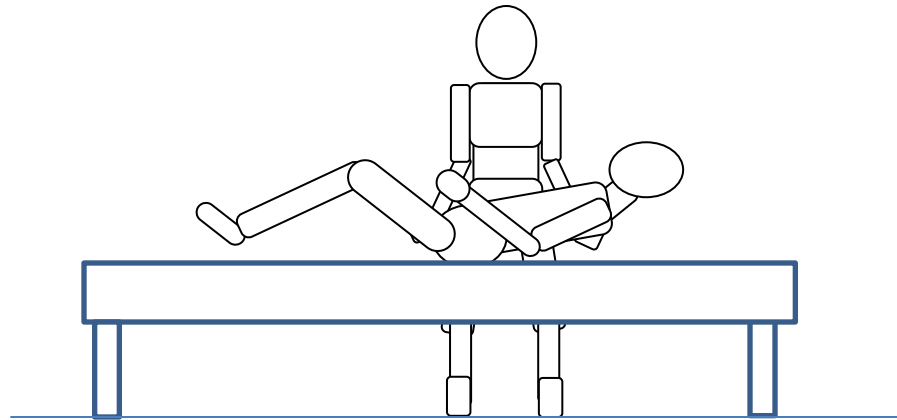
ロボット介護機器の場合，人に接した場合の検討が必要

試験方法の例

歩道切り欠き部における移動支援型の安定性



装着型のアシスト力喪失時対応試験(検討予定)

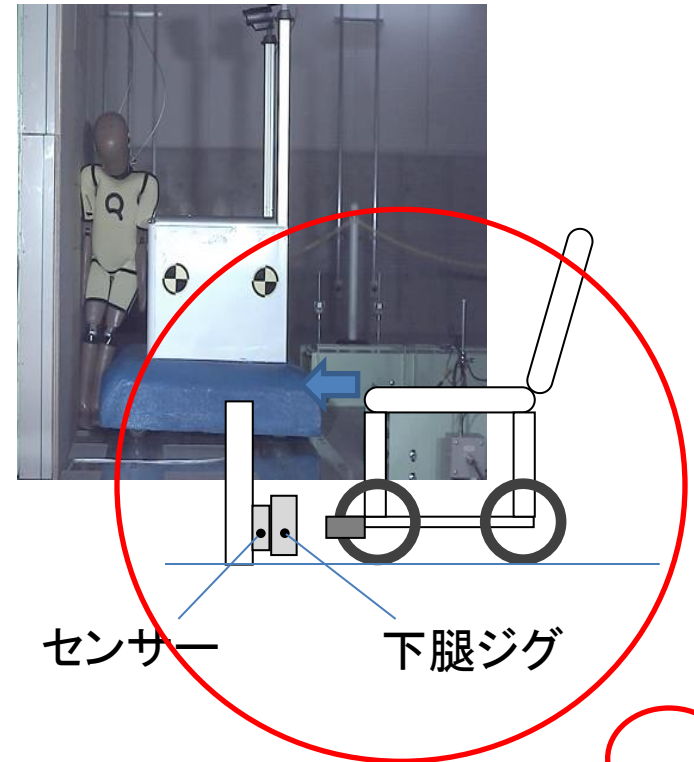


試験方法の例

障害物検知・対応試験



衝突試験



ロボット介護機器の場合、挟まれのリスク検討も必要

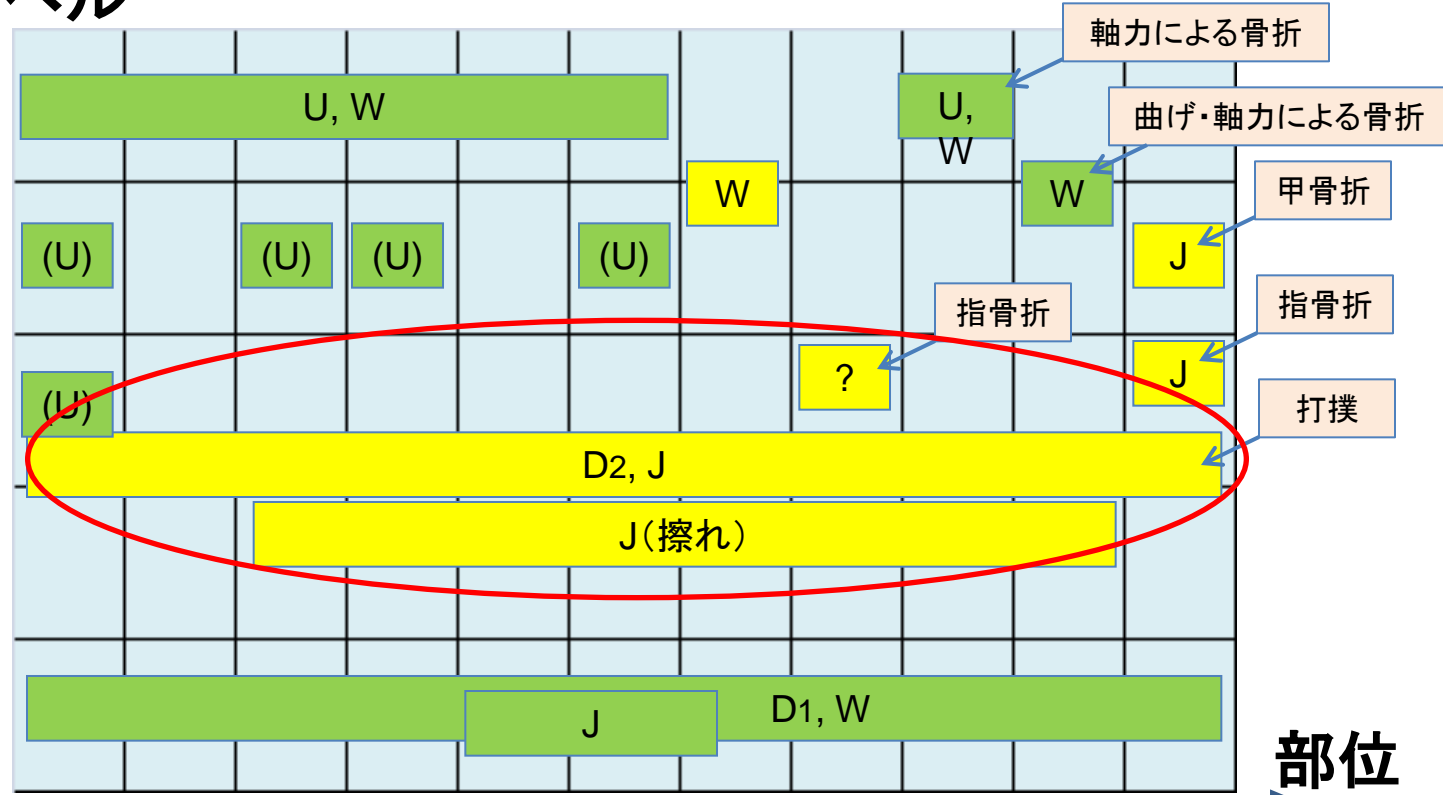
痛覚・傷害データマップ（暫定）

危害レベル

重傷
中傷
軽傷
(小さな骨折, 裂創,
打撲等)

軽傷未満

痛覚耐性



- データあり
- (*) 推定データあり
- 研究中

W: 国際標準, J: 日本, U: 米国, D: ドイツ

部位

頭 顔 頸 胸(肺を含む) 腹(内蔵を含む) 腰 腕 手(指) 大腿 下腿 足(甲・指)

目次

- ロボット介護機器に適した安全の考え方
- 安全試験
- **安全検証センターの役割**

安全試験・実証試験・認証

生活支援ロボット
安全検証センター

<http://robotsafety.jp/wordpress/>



実証試験

認証機関

試験依頼

信頼できる
試験結果

認証依頼

認証

メーカー

安全検証センターの役割り(案)

