

基準作成状況 機械安全

安全なロボット介護機器を開発するために



産業技術総合研究所
知能システム研究部門 ディペンダブルシステム研究グループ
研究グループ長 中坊嘉宏

本発表では、副題にあるとおり、安全に対する基本的なことを、確認の意味を込めて説明する。

ロボット介護機器でよく聞かれる「誤解」

1. ロボット介護機器を製品化するため、絶対に事故が起こらないよう、安全にしたい。
→ 絶対に事故が起きないようにするのは無理。
→ ではどうするか？
2. 規格や規制でがんじがらめにしては、ロボット介護機器市場の立ち上げが阻害される。
→ 規格は強制ではない。必要な人が利用するもの。
→ どんなメリットがあるのか？

ロボット介護機器開発の現場で良く聞かれる誤解として、両極端の例を2つ挙げた。

一つは、絶対に事故が起こらないようにしたいという誤解で、それはあり得ないということをも以降で説明する。

また二つ目は、規格、規制でがんじがらめにされるのではないかという誤解で、これら規制は押しつけではなく、必要な人がいたので作っているものであることを説明する。

安全の定義

- なぜ絶対に安全にすることはできないのか。
- 安全の定義は何か：
人に危害を加えないこと(?) ← 保証できるか？
→ 正しくは、人に危害を及ぼすリスクを十分低くすること。
- リスクとは何か：
人に危害を及ぼす際の「酷さ」と「どれくらい起こりそうかの確率」を総合評価したもの。
- 確率が含まれる限り、リスクをゼロにはできない。
＝事故は必ず起きる、と考えるべき。

2013/06/25

独立行政法人 産業技術総合研究所

3

なぜ、絶対に事故が起こらないようにすることができないのか？

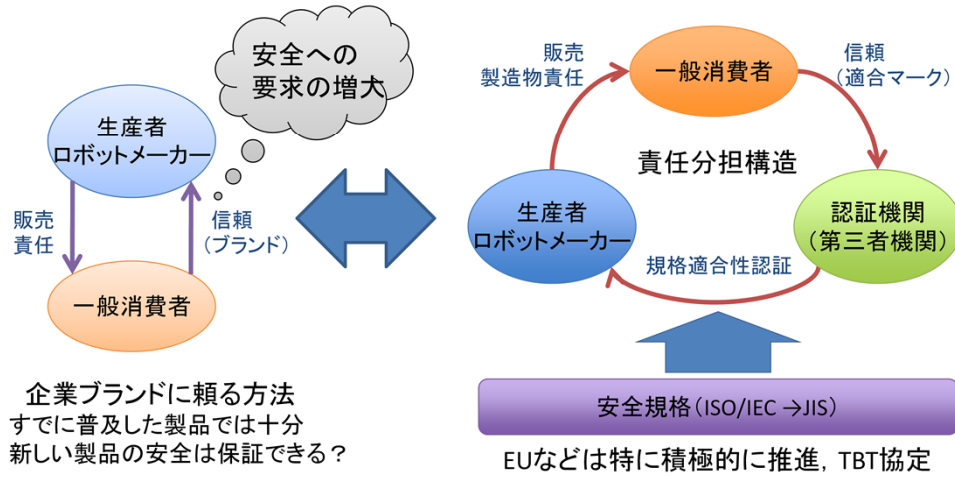
将来のこととして事故が起こらないことは、だれも保証はできず、リスクを下げることしかできない。

リスクは確率を含んでおり、ゼロにすることができない。

すなわち、事故は必ず起こると考えるべきで、その時のための準備として、十分リスクを下げる努力をしたということを、説明できるようにしておくべきである。

規格は強制ではない

規格・標準 = 広く一般に正しいことを共通に了解
 認証 = 規格に基づいて正しくやっていることを確認



- 企業ブランドに頼る方法
- すでに普及した製品では十分
 - 新しい製品の安全は保証できる？

2013/06/25

独立行政法人 産業技術総合研究所

4

本図の左側に示すとおり、事業者が消費者にももの売るときに製品の信頼性を含めて商売をする。その時に製品の不具合は、事業者が消費者の2者間で、ある程度合意形成があると考えられる。

これは、すでに十分普及していて、どのような商品かが誰の目にも分かる場合、あるいはあまり事故が頻繁に起こることはない場合が前提である。すなわち、ロボット介護機器のような新しい商品に対しては、左側の2者による合意では足りず、右側に示すような、安全の保証を分担するしくみ(責任分担構造)が必要となってくる。

そもそも規格とは、一般的に正しいと思われることを広く共有化するものである。図の右下にあるように、日本の場合はJIS、国際的にはISOやIECで共通化し、規格としている。この規格の内容を、右図の右端の第三者機関が認証する。

生産者自身(第1者)の自己認証もあるが、第1者の立場としては、最初から良いものをつくらうとしているので、自身の正しさを示すことはかなり難しい。思い込みや勘違いが避けられない。

一方、消費者(第2者)は、欲しい機械を購入するときに、欲しいという欲求から購入対象の機械の良さを信じているので、正しい評価ができないことがありうる。

すなわち、第三者が認証することが大事な点である。認証にあたって費用はとるが、認証の結果が良いか悪いかについての利害関係がないので、正しい判断ができる。

なぜ規格を使うか

- 事業者が、安全の全責任を負えない。
→ NEDO生活支援ロボット実用化PJでは、事業者側が希望して、基準、試験機関をつくった。
- 国の事業であるかぎり、安全に責任
→ ロボット介護機器開発・導入促進事業では、ステージゲートを設けて、基準コンソが審査基準を作成。
- 規格づくりにはだれでも参加できる。
→ 日本ロボット工業会、ロボットビジネス推進協議会

2013/06/25

独立行政法人 産業技術総合研究所

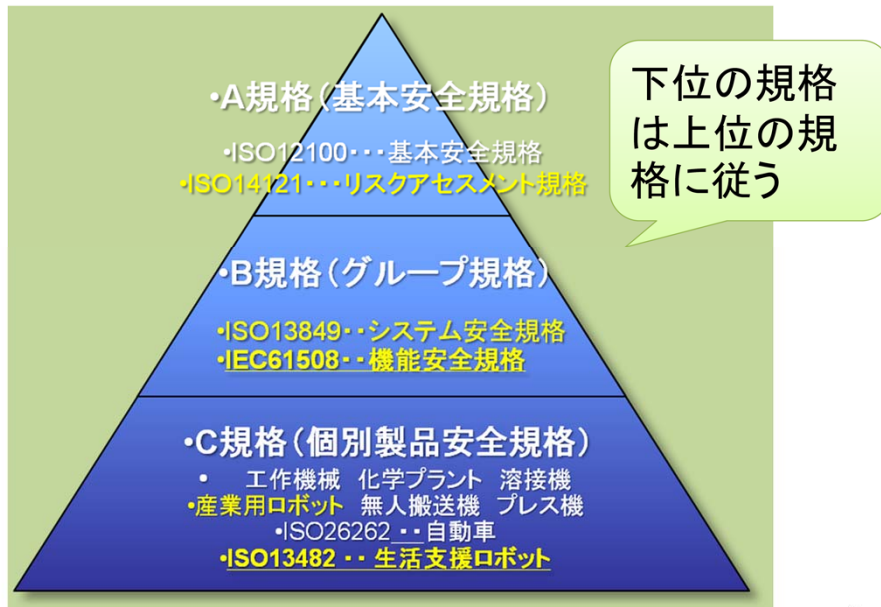
5

まとめると、規格とは、規格や基準による認証は、事業者の安全の全責任は負えないと思った場合に、事業者が希望して基準、試験機関を頼るものである。

ただし、今回のロボット介護機器プロジェクトについては、国の事業であるので、安全を公に問う必要があり、安全の標準規格に従うことは必要となる。

また規格づくりは、誰もが参加できる体制にある。

機械安全の国際規格

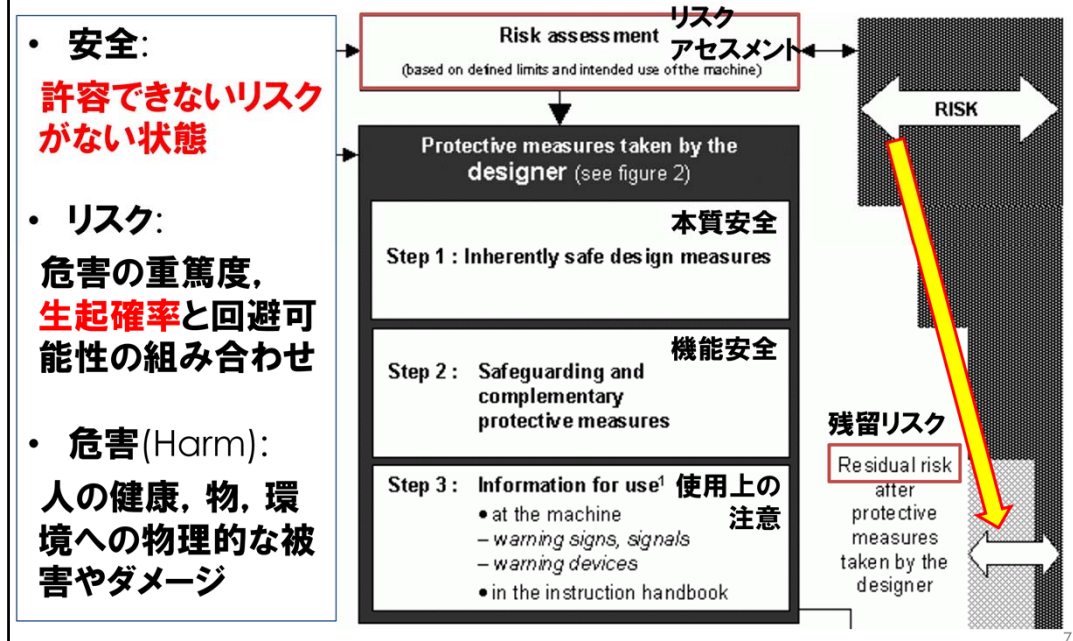


機械安全は昔からあり、様々な規格として成立している。

図に示すように、ピラミッド型の階層構造となっており、上位の規格は下位の規格に優先する。

具体的には、A規格(基本安全)、B規格(グループ)、C規格(個別製品安全)となっており、C規格のISO13482も産業機械の安全規格を引き継いでいる。

ISO12100 機械安全規格における「安全」の定義



ISO規格の安全の定義を少し紹介すると、安全は、リスクがない状態と定義され、右側のように、最終的に残留するリスクをいかにして下げるかが大事となる。

NEDO生活支援ロボット実用化プロジェクト

<目的>

- (1)生活支援ロボットの対人安全性基準、試験方法及び認証手法の確立
- (2)安全技術を搭載した生活支援ロボットの開発
- (3)安全性基準の国際標準化提案、試験機関、認証機関の整備

実施期間
平成21年度～平成25年度

<プロジェクト体制>



ISO13482の国際規格は、NEDOの生活支援ロボット実用化プロジェクトで多くの内容を提案している。

右側のロボットをつくるメーカー企業が規格を必要とし、希望して、左側の産総研ほかの研究機関とともにスタートして基準検討・規格作りを行ってきている。

今回のロボット介護機器プロジェクトにおいても、安全・効果・倫理の基準策定を行っているが、このような先行プロジェクトがあるため、安全が一番進んでいる。

生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発

ISO TC184/SC2/WG7で規格策定中



生活支援ロボット安全検証センター



ダミーを用いた衝突安全性評価試験

対人安全試験装置

2013/06/25

またNEDO生活支援ロボット実用化プロジェクトでは、つくばに安全認証センターを設置してISO13482の国際規格に対応した試験設備を集約しており、ロボット介護機器でも試験ができるようになる予定である。

ロボット介護機器でよくある失敗

- 機能をつぎつぎ盛り込み、仕様がなかなか決まらない。
→ 安全の分析ができない。
- 製品ができあがってから、安全を考える。
→ 安全にするために、仕様から練り直すはめに。

2013/06/25

独立行政法人 産業技術総合研究所

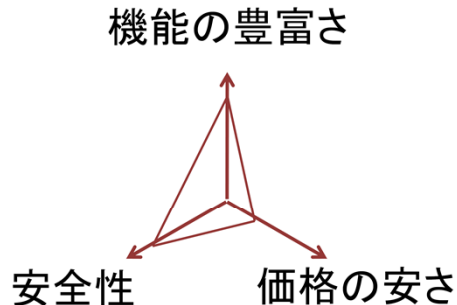
10

次に、ロボット介護機器でよくある失敗について説明する。

一つは、開発する機器に機能をつぎつぎ盛り込み、安全分析ができなくなる例。

もう一つは、製品ができてから安全を考えようとして、実際に完成した後に安全を考え始めたら、最初からやりなおす羽目になる例である。

サービスと安全とコストの関係



トレードオフとなる問題

- 機能/サービス: 十分(OK)
 - **価格: 高い(NG)**
 - 安全性: 安全(OK)
- … 売れない

- **機能/サービス: 不十分(NG)**
 - 価格: 安い(OK)
 - 安全性: 安全(OK)
- … 売れない

- 機能/サービス: 十分(OK)
 - 価格: 安い(OK)
 - **安全性: 危険(NG)**
- … 売れない

2013/06/25

独立行政法人 産業技術総合研究所

11

このような失敗は、どうして起こるかという、左の図に示すように、安全性と機能の豊富さと価格がトレードオフの関係になるからといえる。

つまり、右側に示すように、機能が良く安全でも、値段が高くなると売れないし、安くて安全でも、機能が不十分であると、やはり買ってもらえない。

あるいは、機能安全の考え方からも、様々な機能を盛り込むと、それらの安全性をきちんと確保するには、大変なコストがかかってしまうことになる。

そのため、これらのバランスを取ることが大事になる。

機能安全の必要生

- 機能が増えると、安全性は下がる。
→ 一番安全な機械は、何もしない機械。
- 盛り込んだ機能すべてについて、故障した場合に安全かを確認する必要がある。
→ 安全機能は、故障したら、即、危険であるはず。
→ 故障診断機能も故障するかもしれない。
- どこまで故障がないようにすべきかは、リスクの大きさによる。
→ 機能安全IEC61508のアプローチ

2013/06/25

独立行政法人 産業技術総合研究所

12

基本的には、機能が増えると安全性は下がる。極端な例で言えば、何もしない機械は、一番安全である。

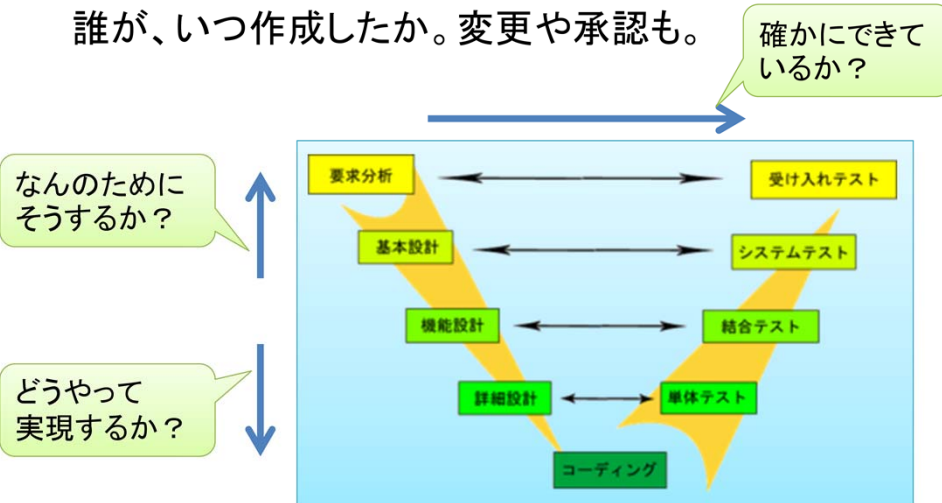
機能を様々追加すると、それらが故障したときにも安全かを設計段階で確認しておく必要がある。

また機能の故障診断も診断機能の故障を考えると、簡単ではない。

どこまで完全に設計し、故障しても大丈夫なように作るかは、リスクの大きさによるもので、機能安全ではその部分のアプローチの方法が詳しく書いてある。

安全開発のV字モデル

- IEC61508機能安全で要求するプロセス
- すべての段階でドキュメントが必要
誰が、いつ作成したか。変更や承認も。



独立行政法人 産業技術総合研究所

機能安全の規格のエッセンスは、図のV字モデルにある。

まず機器を作る際に、どうしてそのような設計になっているか、説明できなくてはならない。

また、こういった機器を作りたい、あるいは安全のためにこういった機能が必要であるといった要求に対して、それらがすべて設計に反映されているか確認できなければならない。

また実際に設計したものが、実際に実機で実現されているか、テストや検証も必要である。

こういった関係がすべて文書として、証拠として残っていて、誰がいつ作成し、変更や承認がどうだったかも含め、適切に管理されていなくてはならない。

これを、機能安全では要求し、認証機関はチェックする。

まとめ

- 安全とは、十分にリスクを下げること。
- リスクはゼロにはできない。事故は起こる。
- 認証機関は、規格に基づいて安全にしたということをチェックする。
- 機能(サービス)と安全とコストはトレードオフ。
 - 産総研などでは、機能安全のプロセス支援や、認証済みRTミドルウェアなど、高度な機能を、なるべく簡単に、信頼性高く実現する方法を研究している。

2013/06/25

独立行政法人 産業技術総合研究所

14

まとめると、安全とは十分にリスクを下げることで有り、リスクはゼロにはできない。すなわち事故は必ず起こると思って、心づもりが必要である。

認証機関は安全の責任分担構造の中で、メーカーが正しく規格にのっとり作っているかどうかを、ユーザーに対して保証する役割を担っている。

また実際に機器を作る上で、機能の豊富さと安全は、どうしてもトレードオフになるが、それをどうやって解決できるかについて、産総研を含むモジュール化支援、開発支援が担当して、研究開発と事業者の支援を本プロジェクトで行っていく予定である。

ご連絡

(独)産業技術総合研究所
知能システム研究部門
中坊まで

tel. 029-861-3283

email nakabo-yoshihiro@aist.go.jp



ご清聴ありがとうございました