

# 産業用ロボットの持つ危険性とリスクアセスメント

三菱電機株式会社 主管技師長

小平 紀生

- ・ 産業用ロボットの危険性  
生産財としてロボットへの期待はフレキシビリティであるが、これには本質的に危険性が伴う
- ・ 産業用ロボットの生産財としての特性  
生産財としては半完結製品であるがゆえ、安全確保にはロボットメーカー、システムインテグレータ、エンドユーザ、三者の連携が不可欠

# 産業用ロボットが持つ危険性の背景

☆産業用ロボットは、もともとフレキシビリティと汎用性を特徴とするが、これらの性質は本質的な危険性も併せ持っている。

## 産業用ロボットの特徵

- ・プログラマブルである
- ・汎用性のため可動範囲が広い
- ・ティーチング作業により現場の不確定さを吸収する

ロボットの動きは完全に予測・把握し難い。  
(プログラマ≠オペレータ)

ティーチング作業は本質的な危険作業

【産業用ロボットの危険性】

# ティーチング作業は本質的な危険作業



- ・ 電源の入ったロボットを使った現物あわせ作業である。
- ・ 覗き込むことが必要になることもある。
- ・ 操作座標系(XYZ系、関節ごと動作)は慣れないと混乱しやすい。
- ・ 安全柵の中での作業になるため、かえって逃げ道が無い。

# 産業用ロボットで起きる事故は？

## 【産業用ロボットによる人身事故】

通常の自動運転中はロボットが完全に隔離されるためまず事故は起きないが、

### ①トラブルの復旧作業中

(主として生産設備オペレータが作業)

### ②システムの立ち上げ作業中

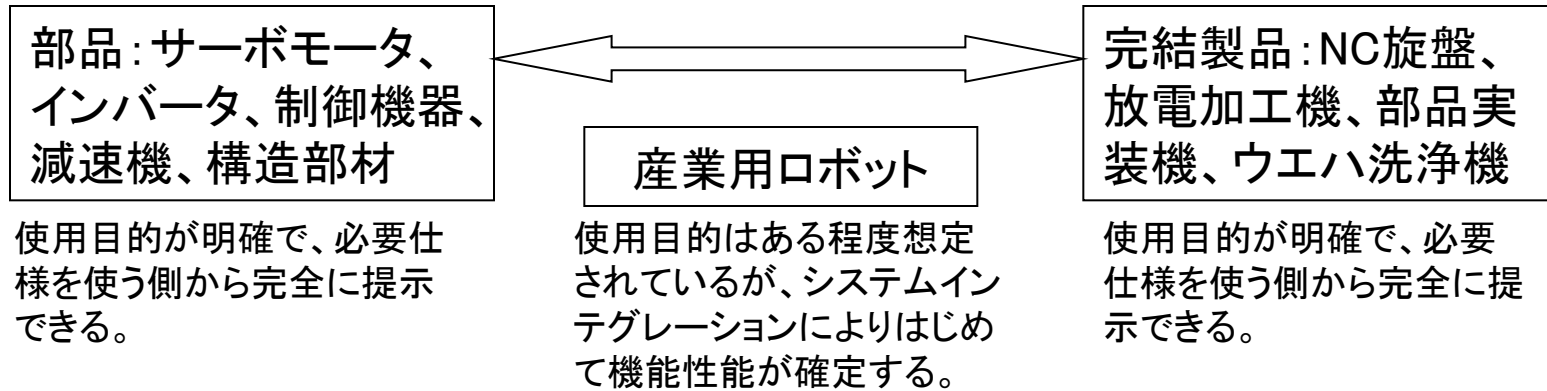
(主としてシステムインテグレータが作業)

に事故が発生する可能性が高い。

- ・ この二つの作業では駆動系の電源が入った状態のロボットの動作範囲内に人が立ち入る必要があり、過去の死亡事故はすべて①か②の状況下で発生。
- ・ 最近の2009年7月に発生した死亡事故は、夜勤でのワークの詰まり程度のちょっとしたトラブル解消作業時に発生している。

【産業用ロボットの生産財としての特性】

# 産業用ロボット自体は半完結製品 (部品と完結製品の中間的製品)



例えば産業用ロボットRV-12Sの用途例：



機械加工ワークのローダ、電機品組立、半導体ウエハ搬送、  
小型FPD搬送、医療器具部品搬送、食品パッキング、  
……………ほぼあらゆる種類の製造業にて使用

全て同じ機種であるが、用途としてはタクトタイム、作業精度、  
エンドエフェクタ(ハンドなどのロボット搭載作業具)が異なり、  
人の介在有無や頻度も全く異なる。

【産業用ロボットの生産財としての特性】

# 産業用ロボットのシステム

部品的な位置づけのシステム：  
(例)半導体製造装置の搬送部分

ロボットは脇役で装置の中に組み込まれている  
(装置として総合的に安全確保)



エンドユーザからすると、同じような生産財であることに変わりはないが・・・

完結製品の位置づけのシステム  
(例)パレタイジングシステム

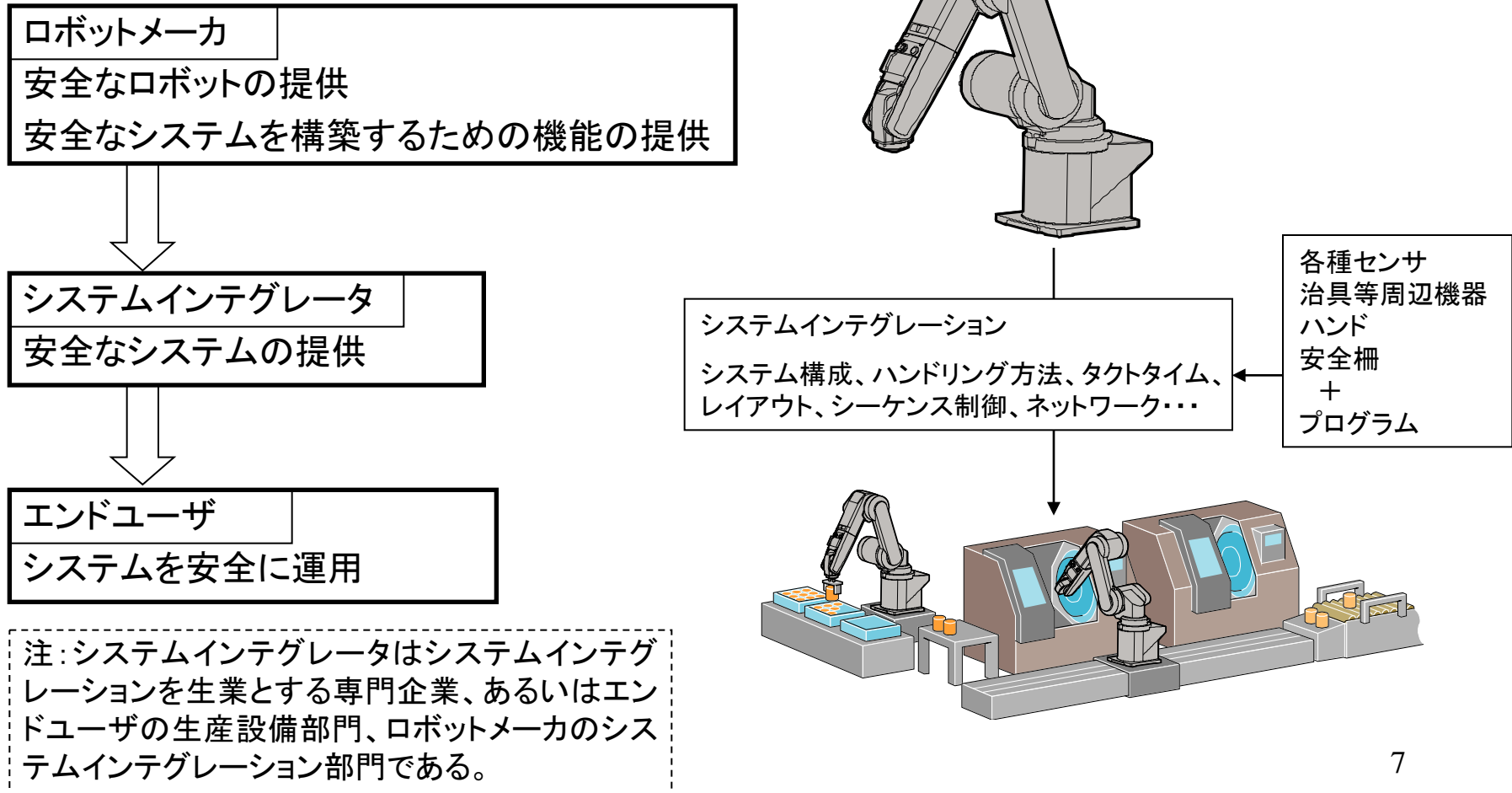
ロボットが主役で、ロボットと周辺の必要機材でシステムが構成される。  
(ロボットシステムとして安全確保)



\* ロボット本体だけではリスクアセスメントが完結しない、一方エンドユーザだけでは危険回避のベストソリューションに到達しにくい。

【産業用ロボットの生産財としての特性】

# ロボットシステムにおける、ロボットメーカー、システムインテグレータ、エンドユーザの関係



# 産業用ロボット安全のための原則（法規・規格）

法規:

労働安全衛生法 → 労働安全衛生規則 → 告示・指針に具体指示

規格:

産業用ロボットのC規格として

ISO10218-1(ロボット本体編)

ISO10218-2(システム編:2010/1時点ではドラフト段階)

## 【大原則】

(1)自動運転中は安全防護領域内に人がいないこと

(2)教示プログラミング、プログラムの確認作業などのため安全防護領域内に入る時は、危険を完全に排除するか、少なくとも危険を減少させること

- ・全ての関係者 → リスクアセスメントの実施
- ・メーカ(主としてISO10218-1) → フェイルセーフ設計、安全対策部品の適正装備、正しく使えるような明快な表記等
- ・システムインテグレータとエンドユーザ(主としてISO10218-2) → 安全柵設置、各種安全装置の設定や安全措置、使用者に対する安全教育・管理監督の実施等



# 最近の安全課題と背景

## 【技術的側面】

- ・接近傾向にある人とロボット:ロボットの使い方が高度化してくると、人の能力とロボットの能力をうまく組み合わせる協調作業ニーズが出てくる。
- ・安全対策と使い勝手の最適解:厳しい安全管理は必要であるが、極度に使い勝手を阻害する方向は、現場ではかえって危険性が高くなることもある。

## 【業界構造の側面】

- ・ロボットメーカ、システムインテグレータ、エンドユーザの情報共有:ロボットの使い方が単純ではなくなってきており、ケースバイケースとなるリスクアセスメントについては、それぞれの立場だけで完結できなくなっている。

## 【現状と改善の方向】

リスクアセスメント面では、ロボットメーカとエンドユーザの接点で、システムインテグレータが鍵を握るが、現状で3者が同一視線で認識しているとは言い難い。

まずは、多種多様な企業形態を持つシステムインテグレータに対し、上流のロボットメーカから、リスクアセスメントの考え方の普及を意図的に展開する必要がある。

# 産業用ロボットの安全についてまとめ

- 本質的に教示などの危険作業を伴う生産財である
- 機械としての安全と使う側の安全が同一の視線になることで、初めて危険が低減できる
- 今後とも製品技術的にも用途的にも進化し続ける機械のため、常に時代の要請に合わせて、安全の考え方も更新していく必要がある。
- 課題：メーカーとシステムインテグレータ、エンドユーザ3者協力のリスクアセスメント方法の確立。