

研究タイトル：本質的安全設計方策に基づく制御法の提案と実システムへの適用



氏名：	南山 靖博 / MINAMIYAMA Yasuhiro	E-mail：	minami@kurume-nct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士（工学）
所属学会・協会：	機械学会，ロボット学会，計測自動制御学会		
キーワード：	安全工学，機械安全，本質的安全設計，制御工学，バランスサーボ		
技術相談	・本質安全設計方策に基づいた製品開発について		
提供可能技術：	・福祉機器の安全性について		

研究内容：本質的安全設計方策に基づく制御法の提案と実システムへの適用

1. 研究の背景

超高齢社会を迎えた日本では、産業分野での労働力不足、高齢者の生活支援などの問題が深刻化すると予測される。これらの問題に対処する方法の一つとして、福祉の仕事を行うサービスロボット、いわゆる人間共存型ロボットが期待されている。しかし、人間共存型ロボットは作業空間を人間と共有するため、人間に危害を与える恐れがあり、実用化のためには十分な安全対策が必要である。

機械安全の基本を与える国際規格である、ISO12100（機械類の安全性—基本概念、設計のための一般原則）では、本質的安全設計方策が優先される[1]。しかし、これは人間の耐える限界を本質的に超える出力が生じない保証を求めるものであり、それを文字通り適用すれば、ほとんど玩具に類する小型のロボットにしかならない。一般に機械の出力は大きく、出力の大きさは機械の重要な能力の一つである。しかし、誤って人間に出力される可能性を危惧するあまり、小型機械しか共存を認めないのであれば、危険作業を人手に押し付けていると言わざるを得ない。むしろ、機械の大きなエネルギーを用いて、人間による安全な操作を保証する条件（本質安全の条件）を実現する制御を追及するべきである。機械安全の体系化が進む中、本質安全の条件を積極的に実現しようとする新しい制御手法の開発が求められている。

2. 研究課題

エネルギーの大きな機械の手动操作及び人間共存型ロボットの制御において、本質的安全設計方策に基づき、積極的に本質安全の条件を確保する新しい機械システム制御法、パッシブダイナミック制御（PDC）を提案し、体系化させることを課題とする。PDCの一つのシステム構成を図1に示す。また、実システムへの適用方法の構築、及び、PDCの有効性を示すことが課題である。

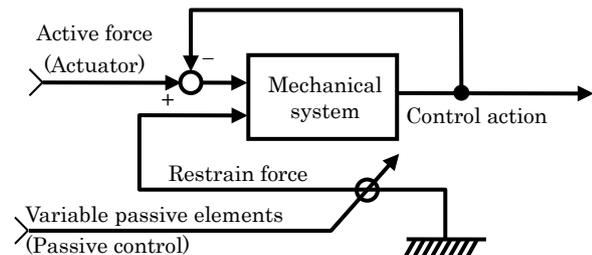


Fig.1 A system configuration of the PDC

3. これまでの研究成果

3-1. PDCの体系化

本質的安全設計方策に基づいた、パッシブダイナミック制御（PDC）を提案した。PDCは制御のプロセスにおいて、本質安全の条件を確認し実行を許可する。実行の許可・不許可を実現するためのブレーキ機構、及び、センサが必須

となる。制御対象の数学モデルを必要としない点も、大きな特長の一つである。

3-2. PDC バランスを用いたバランスサーボ

機械的位置決めにおいて、外力が作用する場合に力のバランス制御を行うPDCをバランスサーボと名付けた。バランスサーボによる、鉛直上下方向の位置決め制御を行い、人間との協調作業において、安全な作業が可能であることを示した。福祉・介護機器、レスキューロボットなどへの適用を検討している。

3-3. 本質安全エレベータ

PDC バランスの位置決め制御を応用したエレベータシステムを示し、安全性、省エネルギー性、コストの面で優れ、閉じ込めを回避するメンテナンスフリーなホームエレベータを提案した。

3-4. PDC 空気圧システム

空気の圧縮性による非線形要素を持ち、中間位置での剛性の高い位置決めが困難とされる空気圧システムにPDCを適用した。PDC 空気圧シリンダを製作し、位置決めと正弦軌道追従、二軸による軌道追従 (Fig.2)、外乱を与えた制御、PI制御との比較を行った。空気圧システムはスティックスリップが生じやすいが、ブレーキ制御によりその影響を出力させず、むしろ高剛性の位置保持に活用できることが確認できた。また、ブレーキの制動力の制御により、高剛性とコンプライアンス性を任意に設定可能である。

4. 参考文献

- [1] ISO12100: Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design.

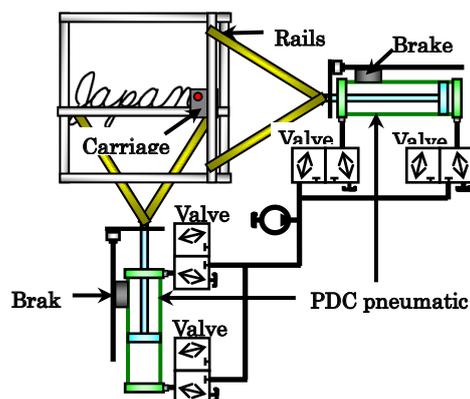


Fig.2 Biaxial follow-up experimental setup

提供可能な設備・機器：

名称・型番（メーカー）