

新世代アクチュエータの性能評価と それを活かす多自由度構成の提案

多自由度新世代アクチュエータの性能評価調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	03	4. 1自由度系の各新世代アクチュエータの位置付け	29
1.1 本技術報告の構成	03	4.1 電磁アクチュエータ	29
1.2 アクチュエータの評価項目	03	4.2 静電アクチュエータ	29
1.3 アクチュエータの調査範囲	03	4.3 圧電・超音波アクチュエータ	32
2. 新世代アクチュエータの駆動原理	06	4.4 磁歪アクチュエータ	34
2.1 電磁アクチュエータ	06	4.5 機能性流体アクチュエータ	36
2.2 静電アクチュエータ	07	4.6 空気圧アクチュエータ	37
2.3 圧電・超音波アクチュエータ	08	4.7 光アクチュエータ	39
2.4 磁歪アクチュエータ	10	4.8 新世代アクチュエータの組合せ設計	41
2.5 機能性流体アクチュエータ	11	4.9 各駆動原理の特徴と位置付け	42
2.6 空気圧アクチュエータ	14	5. 各新世代アクチュエータの多自由度化とその評価	47
2.7 光アクチュエータ	15	5.0 多自由度系の評価内容	47
3. 新世代アクチュエータの1自由度系全体の評価結果	20	5.1 電磁アクチュエータ	48
3.1 新世代アクチュエータの評価の範囲と方法	20	5.2 静電アクチュエータ	50
3.2 各アクチュエータの評価結果	20	5.3 圧電・超音波アクチュエータ	52
3.3 発生力、発生力質量密度、発生力体積密度から見た比較評価	23	5.4 磁歪アクチュエータ	53
3.4 発生力面積密度から見た比較評価	25	5.5 機能性流体アクチュエータ	54
3.5 最大変位と最大発生力から見た比較評価	25	5.6 空気圧アクチュエータ	55
3.6 最大速度と最大発生力から見た比較評価	26	5.7 光アクチュエータ	56
		5.8 各駆動原理の特徴と位置付け	57
		6. おわりに	62

多自由度新世代アクチュエータの性能評価 調査専門委員会委員

委員長 上田靖人(東 芝)
幹事 乾 成里(日 本 大 学)
大井英司(オリエンタルモーター)
幹事補佐 土屋淳一(首都大学東京)
委員 青柳 学(室蘭工業大学)
井門康司(名古屋工業大学)
上野敏幸(金沢大学)
大路貴久(富山大学)
太田智浩(パナソニック)
大橋 健(信越化学工業)
奥山晃久(ハイデンハイン)
荻田充二(IEEJ プロフェッショナル)
川嶋健嗣(東京医科歯科大学)
五福明夫(岡山大学)

委員 坂間清子(法政大学)
竹村研治郎(慶應義塾大学)
富田良幸(住友重機械工業)
楡井雅巳(長野高専)
野口 聡(北海道大学)
ト 穎剛(信州大学)
堀越 敦(A D T e c h)
本田 智(首都大学東京)
真下智昭(豊橋技術科学大学)
宮城大輔(東北大学)
森實俊充(大阪工業大学)
矢野智昭(近畿大学)
山口 忠(岐阜大学)
山本晃生(東京大学)
主な協力者 塚原真一郎(住友重機械工業)

1. はじめに

多自由度新世代アクチュエータの性能評価調査専門委員会は、様々な特徴を有する新世代アクチュエータが研究されている中で、要求される多自由度の駆動性能を実現するのにどれが適しているのか、横断的に評価することを目的に設置された。そして本委員会では、各新世代アクチュエータが1自由度系の性能面で「どのような特徴を備えるのか」を評価し、その各々の特徴を活かす「どのような多自由度構成」が考えられ、その実現への「ボトルネックがどこにあるのか」を明らかにした。

1.1 本技術報告の構成

1章では、アクチュエータの性能評価をする上で抽出した項目と選定した調査対象を述べ、2章では各新世代アクチュエータの代表的な駆動原理を説明する。3章では共通比較項目による1自由度系の横断的評価を行い、4章では各原理について共通比較項目では表れない特徴・機能性・ボトルネックや、各原理の中での詳細な分類と性能の関係を述べる。5章では、1自由度系の評価を受けて、各原理の特徴を活かす多自由度構成を提案し、その実現に向けての課題（ボトルネック）とその突破口を検討した結果をまとめる。

1.2 アクチュエータの評価項目

本委員会で、各新世代アクチュエータを評価する上で抽出したキーワード（約80個）を図1.1に示す⁽¹⁾。それらは駆動性能（関連性がわかるように図示している）だけではなく、評価条件、多自由度化のしやすさ、製造性、コストなど多岐にわたっている。その中で本目的に重要なキーワード（図1.1にて赤字で表記）を、全アクチュエータで横断的に比較するための評価項目として選定した。そして、その項目の明確な定義を表1.1に示すように定め、各アクチュエータ事例における評価結果を比較表（図1.2）の形でまとめた。

1.3 アクチュエータの調査範囲

新世代アクチュエータの種類は多様（図1.3）であるが、本調査活動では、その将来にわたる実用性と、現状での研究・開発事例の数などを考慮して、以下のように調査範囲を決めた：

- ・電磁, 静電：電磁界による非接触駆動
- ・圧電, 磁歪：電磁界による固体系接触駆動
- ・機能性流体, 空気圧：流体系接触駆動
- ・光：遠距離から駆動可能

なお、電磁の中には案内機構としてワイヤー牽引駆動も含めている。各原理について以下のように担当を決め、調査を進めていった：

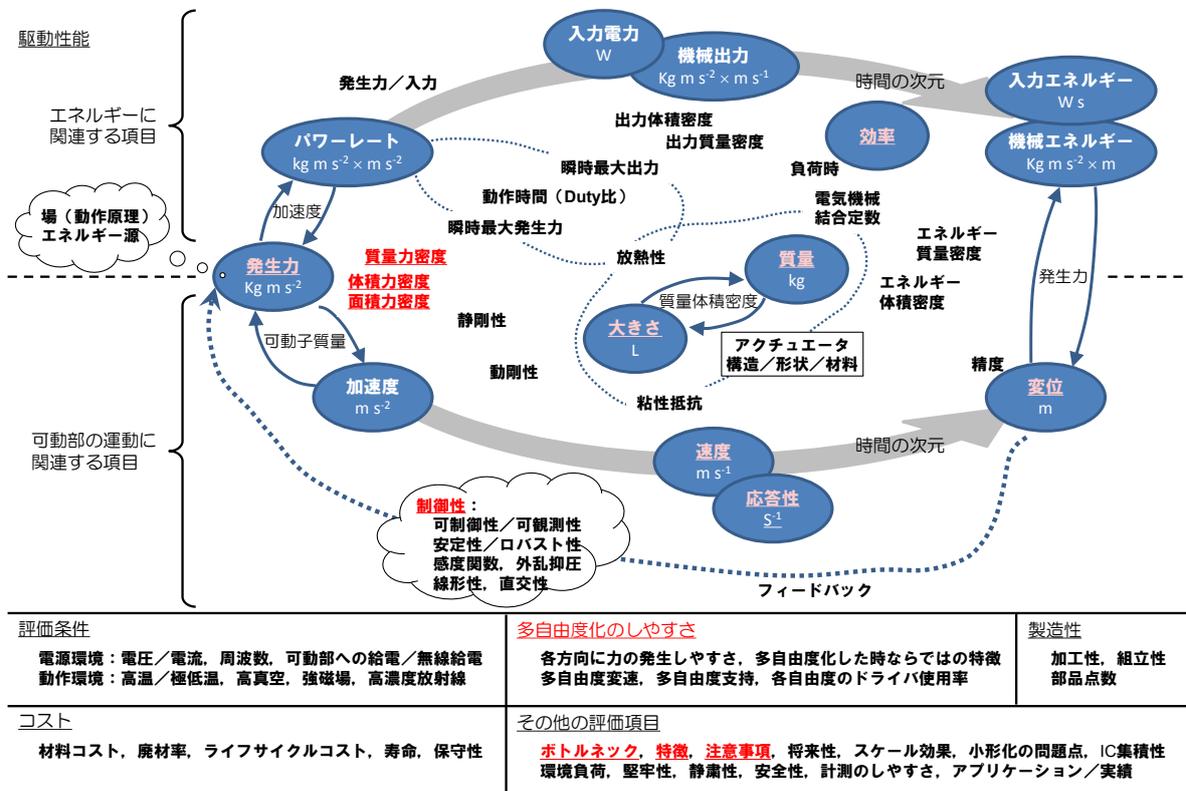


図 1.1 1自由度アクチュエータの評価項目の全体図

出典：上田靖人：「多自由度新世代アクチュエータの性能評価調査専門委員会中間報告まとめ」、電気学会リニアドライブ研究会, p.52, LD-13-092 (2013)