

精密サーボシステムのための次世代技術に関する調査専門委員会 設置趣意書

メカトロニクス制御技術委員会

1. 目的

新型コロナウイルス感染症の影響が収束し、様々な産業がコロナ禍前の状況を取り戻しつつある。コロナ禍ではソフトウェアを中心とした情報産業の発展が目立ち、今後もその勢いは継続すると考えられるが、それに加え世界中で製造業が勢いを取り戻し、コロナ禍前の水準まで回復している。その中で製造業が主要産業である我が国においては、コロナ禍前の水準に戻すだけでなく、将来を支える産業として高度な技術開発や付加価値のある製品開発など、さらなる発展が望まれる。

特に、我が国の象徴ともいえるメカトロニクス機器の製造においては、より高速かつ高精度な動作が求められる。"精密サーボシステム"への要求が高まると予想される。その要求に応えるべく、既存技術の発展に加え、次世代技術の提案と開発が期待されており、人工知能や機械学習、高効率アクチュエータなどの技術が注目されている。また、センサ技術や通信技術の進歩により、高度な制御システムの実現が進められている。

本調査委員会では、精密サーボシステムに関する調査を中心に継続すると同時に、サーボ技術を核とした様々な製品・技術分野を専門とする研究者・技術者を集め、当該技術・研究分野の更なる発展に寄与することを目的とする。

2. 背景および内外機関における調査活動

ストレージシステムの多様化が進む中、世界市場におけるハードディスク装置の年間台数は減少しているものの、パフォーマンスが要求されるオンラインストレージと長期保存向けオフラインストレージとの中間相としてニアラインストレージとしての役割を担っている。ニアラインストレージの主な活用場所はデータセンターであり、世界中で増え続けるデジタルデータを格納するため、1台当たりの記憶容量は増加し続けると予想されており、ハードディスク装置の高容量化を支える面記録密度の更なる向上と実用化に資する磁気ヘッド位置決め制御に対する超精密サーボ技術の一層の技術革新が求められる。さらに、上記の社会情勢の中でセンサ、メモリ、プロセッサなど半導体デバイスを製造する半導体製造装置の市場拡大が見込まれており、製造工程におけるスループットや精度の更なる向上を支える精密サーボ技術は引き続き重要な位置づけとなる。一方で、画像センサや力制御技術が実用的になってきており、高付加価値な熟練作業や高速の検査作業、大型部品組立などは、ロボットによる完全自動化もしくは作業者と産業用ロボットの協働作業による省力化が進展すると考えられる。そこでは、従来の位置決め制御技術のみならず、超精密な力制御の融合や複数のセンサ情報を活用した高度な制御系設計が求められるようになってきている。すなわち、高速かつ高精度なモーションコントロール技術は、進展する高度な情報・産業社会を支えるコア技術であり、競争力のある製品を生み出すために、更なる生産性向上や高品質化を実現する高速・高精度制御技術を追求していくことが重要である。そこでは、位置決め制御に対して培ってきたナノスケールサーボ技術を、様々な形態の運動制御に活用するための共通基盤となり得る方法論を見出し、整理・体系化していくことが求められている。

このような状況の下、海外では、米国、欧州などで産学連携の下、精密サーボシステムに関する研究開発が積極的に行われている。また、IEEE IESのTechnical committee on motion controlでは、sub-committeeとしてprecision controlが設置され、様々な会議で特別セッションを組織するなどして活発に情報交換がなされている。国内では精密工学会における超精密位置決め専門委員会、日本機械学会における情報・知能・精密機器部門など、メカニカル制御の視点で調査研究が実施されている。電気学会産業応用部門では、マストレージシステム(MSS)を冠した調査専門委員会が1999年から2005年までの間3期に亘り設置され、主に磁気ディスク装置や光ディスク装置などのマストレージシステムで重要となる位置決め制御系の高速・高精度

化を実現するための知見整理と様々な課題を克服するための実践的な制御系設計論の体系化が行われた。その後、ナノスケールサーボ（NSS）を冠した協同研究委員会として2006年から2014年までの4期に亘り、マストレージシステムのみならず、半導体や液晶製造装置の精密位置決めステージ、ガルバノスキャナ、原子間力顕微鏡などに調査研究対象を広げ、コア技術である高速・精密位置決めの水平展開を図った。2014年から2023年にかけては、精密サーボシステムの多様性探求調査専門委員会として、位置決め制御のみならず、速度、加速度、力の次元へと垂直展開する可能性を探りながら、アクチュエータの駆動回路やセンサシステムを含めた制御システムへと調査範囲を拡大し、精密サーボ技術を核としたサーボシステム全体に関する調査・検討を継続して数々の成果を挙げるに至っている。本委員会は、これらの成果をさらに発展させ、引き続き実践的な知の共有・提供という形で他分野との交流を図りながら、産業界へ貢献すべく設置されるものである。

3. 調査検討事項

- (1) 各種製品における高速・高精度位置決め制御技術、速度制御や力制御技術における最新の制御技術および課題を整理しつつ、高速・高精度制御を実現するための次世代技術について調査する。
- (2) 精密サーボシステムを構成するアクチュエータ、駆動回路、センサ、案内/伝達機構の各要素の特性が制御性能に及ぼす影響を調査するとともに、それらのモデリング方法や統合的な制御系設計手法について調査検討する。
- (3) 複数のセンサやアクチュエータを活用した精密サーボシステムを実現するための新たな制御手法や実装方法について調査検討する。
- (4) 他委員会との交流も視野に入れながら、様々な技術分野への精密サーボシステムの活用可能性について調査検討する。

4. 予想される効果

本委員会では、これまでに培ってきた精密サーボ技術を核として、位置決め制御、速度制御、力制御などの高速・高精度化に向けて共通課題を調査し、その解決方法を整理・体系化するだけでなく、最新の応用事例を広く学界および産業界で共有する。知の共有により、多種多様な製品群における高速高精度システムの実現のみならず、精密サーボシステムを実現する新たな制御系設計手法や技術革新、活用方法の創出が期待される。また、このような精密サーボシステムに特化した共通の議論の場を提供することで、技術の発展と共に人材育成にもつながり、学術的にも産業界でも実りの多い活動になることが予想される。

5. 調査期間

2023年（令和5年）9月～2025年（令和7年）8月

6. 委員会の構成（職名別の五十音順に配列）

職名	氏名	（所属）	会員・非会員区分
委員長	藪井 将太	東京都市大学	会員
委員	熱海 武憲	千葉工業大学	会員
	五十嵐 洋一	日本精工	会員
	伊藤 和晃	岐阜大学	会員
	上田 伸治	足利大学	会員
	浦川 禎之	日本工業大学	会員
	大西 亘	東京大学	会員

	奥山 淳	東海大学	会員
	甲斐 光心	パナソニックインダストリー	会員
	桂 誠一郎	慶応義塾大学	会員
	加藤 孝宜	日立製作所	会員
	川福 基裕	大同大学	会員
	北吉 良平	安川電機	会員
	酒井 健史	オークマ	会員
	坂田 晃一	ニコン	会員
	篠田 翔吾	ファナック	非会員
	白石 貴行	鹿児島工業高等専門学校	会員
	鈴木 雅康	宇都宮大学	会員
	関口 裕幸	三菱電機	会員
	関 健太	名古屋工業大学	会員
	高倉 晋司	東芝	非会員
	竹内 一生	トーショー	会員
	田中 翼	ビアメカニクス	非会員
	寺田 祐貴	DMG 森精機	会員
	永田 良	FUJI	会員
	原 武生	東芝ストレージデバイス	会員
	平田 輝	東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ	会員
	箕浦 康祐	豊田自動織機	非会員
	山元 純文	ハーモニック・ドライブ・システムズ	会員
	弓場井 一裕	三重大学	会員
幹 事	前 匡鴻	東京大学	会員
同	Juan Padron	長岡技術科学大学	会員

7. 活動予定

委員会 5回/年 幹事会 5回/年 見学会 1回/年

8. 報告形態

技術報告をもって報告とする。