

# 精密サーボシステムのための共通基盤技術調査専門委員会 設置趣意書

メカトロニクス制御技術委員会

## 1. 目的

ナノメートルの精度で超高速かつ超高精度に位置決めを行なう「ナノスケールサーボ」は、ハードディスク装置や光ディスク装置、レーザ加工機(ガルバノスキャナ)、半導体および液晶基板の製造装置(ステージ)、原子間力顕微鏡(AFM)などの超高速・精密性を要求される製品のコア技術であり、日本の製造業を支える基盤技術である。グローバル展開する産業・情報機器の製品競争力向上および差別化を図るためには、産業界および消費者が求める技術要求を受け、制御工学に立脚した高度なサーボ技術を創出し、実製品へと実装することが重要である。特に、これまでの調査研究活動を通して様々な製品群に水平展開して得られたサーボ技術の知見は、各製品開発現場のノウハウと有機的に結合することで、新たなサーボ技術の創出や設計論の体系化につながると考えられる。一方で、精密サーボシステムを構成するアクチュエータ、機構、センサ、情報処理など周辺要素技術の特性や構成を含めた統合的なサーボ系設計法を整理することも必要である。すなわち、精密サーボシステムの更なる高性能化に向け、サーボ技術と共に、アクチュエータとその駆動回路の厳密なモデル化手法とそれを考慮した制御方法、高精度で信頼性の高い状態量の獲得方法と信号処理技術、複数のセンサを用いたセンサフュージョン設計法、複数駆動系の特性を考慮した協調動作、機構系に内在する非線形特性の精密モデリングと制御系設計、より複雑で複合領域にまたがるシステムの精密なモデリングや相互作用の評価を行う CAE 技術の利活用、などについて更に議論を深めながら、精密サーボ技術の深化と新たな展開を図ることが必要であると考えられる。

本調査専門委員会では、精密サーボシステムを核とした共通基盤技術についての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、長期保存用としてのアーカイブやコールドストレージ用途は増加している。さらに、IoT やインダストリー4.0、ビッグデータ活用などが各種産業に浸透してきている中で、膨大な情報量とその処理、蓄積が必要となってきている。すなわち、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。ここでは、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。ここでは、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・精密位置決めレベルの水平展開を図った。2014 年から 2016 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共通基盤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共通基盤技術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

平成 30 年 (2018 年) 1 月～平成 31 年 (2019 年) 12 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  | 関 健太   | 名古屋工業大学               | 会員       |
| 委員   | 熱海 武憲  | 千葉工業大学                | 会員       |
|      | 石川 潤   | 東京電機大学                | 会員       |
|      | 伊藤 和晃  | 岐阜大学                  | 会員       |
|      | 岩崎 誠   | 名古屋工業大学               | 会員       |
|      | 浦川 禎之  | 日本工業大学                | 会員       |
|      | 奥山 淳   | 東海大学                  | 会員       |
|      | 桂 誠一郎  | 慶應義塾大学                | 会員       |
|      | 川福 基裕  | 大同大学                  | 会員       |
|      | 北吉 良平  | (株) 安川電機              | 会員       |
|      | 酒井 健史  | オークマ (株)              | 会員       |
|      | 白石 貴行  | 鹿児島工業高等専門学校           | 会員       |
|      | 鈴木 孝輔  | ビアメカニクス (株)           | 非会員      |
|      | 関口 裕幸  | 三菱電機 (株)              | 会員       |
|      | 高倉 晋司  | (株) 東芝                | 会員       |
|      | 田中 淑晴  | 豊田工業高等専門学校            | 非会員      |
|      | 寺田 祐貴  | DMG 森精機 (株)           | 非会員      |
|      | 遠山 聡一  | サイバネットシステム (株)        | 会員       |
|      | 永田 良   | 富士機械製造 (株)            | 会員       |
|      | 中邨 勉   | ファナック (株)             | 会員       |
|      | 原 武生   | 東芝デバイス&ストレージ (株)      | 会員       |
|      | 平田 光男  | 宇都宮大学                 | 会員       |
|      | 藤本 博志  | 東京大学                  | 会員       |
|      | 二見 茂   | THK (株)               | 会員       |
|      | 松家 大介  | (株) 日立製作所             | 会員       |
|      | 宮崎 敏昌  | 長岡技術科学大学              | 会員       |
|      | 山口 高司  | (株) リコー               | 会員       |
|      | 山元 純文  | (株) 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   | 坂田 晃一  | (株) ニコン               | 会員       |
| 同    | 藪井 将太  | 名古屋大学                 | 会員       |
| 幹事補佐 | 李 堯希   | 東京大学                  | 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。