

新応用分野に拡大する 可変速交流ドライブ技術

新応用分野に拡大する可変速交流ドライブの適用技術
調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	5. 今後の AC ドライブへの応用が期待できる 回路技術	32
1.1 委員会設置の趣旨	3	5.1 概要	32
1.2 AC ドライブの現状と今後の展開	3	5.2 マルチレベル変換器技術とその動向	32
1.3 技術報告の構成	4	5.3 マトリックスコンバータ技術	37
2. AC ドライブの成熟応用分野とその技術	5	5.4 インバータ高効率化技術	38
2.1 概要	5	5.5 あとがき	39
2.2 一般産業, 自動車試験機	5	6. 今後の AC ドライブへの応用が期待できる 回転機技術	40
2.3 産業用大容量ドライブ	6	6.1 概要	40
2.4 エレベータ・空調等	7	6.2 新構造モータ技術とその動向	40
2.5 鉄道	8	6.3 高速/超高速モータ技術とその動向	45
2.6 家電製品	11	6.4 設計・解析技術の進展	46
2.7 AC ドライブ関連規格動向	13	7. 今後の AC ドライブへの応用が期待できる 制御技術	48
3. AC ドライブが進展しつつある分野とその技術	16	7.1 概要	48
3.1 概要	16	7.2 PMSM の制御技術とその動向	48
3.2 運輸部門での適用事例	16	7.4 その他の制御技術	59
3.3 その他産業用途の事例	20	7.5 あとがき	61
4. AC ドライブによる革新的応用分野とその技術	23	8. おわりに	62
4.1 概要	23		
4.2 自動車補機	23		
4.3 電気自動車	24		
4.4 非電化区間用鉄道車両	26		
4.5 建設機械	28		

新応用分野に拡大する可変速交流ドライブの適用技術 調査専門委員会委員

委員長	近藤圭一郎(千葉大学)	委員	沢村光次郎(安川電機)
幹事	中西俊人(東洋電機製造)		新中新二(神奈川大学)
幹事	古谷勇真(鉄道総合技術研究所)		高見弘(芝浦工業大学)
幹事補佐	芳賀仁(長岡技術科学大学)		中沢洋介(東芝)
委員	青木康明(デンソー)		中島洋一郎(サンケン電気)
	赤津観(芝浦工業大学)		野口季彦(静岡大学)
	石田誠司(日立製作所)		松岡孝一(東芝)
	大島政英(諏訪東京理科大学)		松本康(富士電機)
	川上和人(東芝三菱電機産業システム)		山本修(職業能力開発総合大)
	金東海(工学教育研究所)		山本恵一(本田技術研究所)
	久保田寿夫(明治大学)		山本康弘(明電舎)
	佐竹彰(三菱電機)		

1.はじめに

1.1 委員会設置の趣旨

可変速交流ドライブ技術は、産業ドライブのように、個別設計がなされる用途から進展がはじまり、コスト制約と量産を前提とした家電や、中容量で小型軽量化と信頼性の要求の強い鉄道車両駆動へと展開していった。そして近年の自動車のように、コスト、量産、高信頼度、そして小型軽量化の全てにわたる要求を高い次元で求められる用途へと展開が進んでいる。また、このような流れは、福祉機器のような人間と空間的に密接な場所で使用される用途においても同様と考えられる。

交流ドライブを含むパワーエレクトロニクス技術は、基盤技術として、あらゆる産業分野から我々の日常生活にまで広まっており、社会基盤技術として、ますますその重要度は増している。

このようなすう勢を背景に、電気学会産業応用部門半導体電力変換技術委員会では、平成 21 年 4 月より、自動車に代表される輸送機器、荷役機械、そして福祉機器等交流ドライブの比較的新しい応用分野や、これらのベースの技術である産業ドライブや鉄道車両駆動等への応用、および汎用ドライブ技術等について、最新技術動向も含めて調査する「新応用分野に拡大する可変速交流ドライブの適用技術調査専門委員会」を設置し、2 年間の予定で活動を開始した。その後、平成 22 年度に産業応用部門内にモータドライブ技術委員会が設置され、当該調査専門委員会も当該技術委員会の傘下で活動を継続することとなった。その後、平成 23 年 3 月に所定の活動期間を終え、調査活動を終了した。この技術報告では、2 年間にわたる AC ドライブとその応用の最新動向に関する調査結果を報告するものである。

1.2 AC ドライブの現状と今後の展開

1.2.1 AC ドライブの要素技術

AC ドライブを支える要素技術として、図 1.1 に示すような、電力変換回路、制御、および回転機の各技術に分類できる。これらは、個々の技術分野として発展しており、その流れは現在も続いていると考えられる。そこで、本調査専門委員会では、これら要素技術を調査分類の“横軸”と

(1)電力変換回路技術

- ・マトリクスコンバータ ・マルチレベル変換器
- ・新素子(SiC, GaN等)の応用

(2)制御技術

- ・PMSM(センサレス)制御 ・IM(センサレス)制御
- ・システム制御

(3)回転機

- ・全閉モータ ・磁石レスモータ ・定数測定 ・設計手法
- ・磁気飽和対策/弱め磁束

図 1.1 AC ドライブ技術を支える要素技術

出典：近藤圭一郎：「～新応用分野に拡大する可変速交流ドライブ技術～総論」,平成 23 年電気学会全国大会, 4-S15-1 (2011)

捉え、特に最近の技術動向について調査を行なった。

1.2.2 AC ドライブの応用分野

本委員会の名称からもわかるように、本委員会では、AC ドライブ技術の要素技術の動向を明らかにしつつ、その結果を通じて適用範囲の拡大状況についても明らかにした。AC ドライブ技術の応用分野は、歴史的変遷から図 1.2 のように分類できる。

(1)以前からACドライブが適用されており、成熟している応用分野

- ・電気鉄道 ・エレベータ ・工作機械 ・ロボット
- ・大容量産業ドライブ(圧延機, 油田, ガスetc) ・その他

(2)比較的最近ACドライブが適用され、進展している応用分野

- ・船舶 ・ハイブリッド自動車 ・風力発電電 ・その他

(3)最近ACドライブが革新をもたらしている分野

- ・福祉機器 ・荷役クレーン ・建設機械
- ・非電化区間用鉄道車両 ・電気自動車 ・自動車補機

図 1.2 AC ドライブの応用分野

出典：近藤圭一郎：「～新応用分野に拡大する可変速交流ドライブ技術～総論」,平成 23 年電気学会全国大会, 4-S15-1 (2011)

図 1.2 に示す応用例を、AC ドライブ化の目的（メリット）として整理すると以下のように分類できる。

- ・直流機置き換えによるメンテナンス軽減等
ex 鉄鋼圧延、鉄道車両駆動
- ・小型軽量化の促進による電動化推進
ex ハイブリッド自動車他、内燃機関の補助、置き換え
- ・信頼性向上による適用範囲拡大
ex ガス・油田圧送用大容量ポンプ等

これらの分類は、今後 AC ドライブ技術の新たな適用分野を検討する際に一つの指標となるものと考えられる。この報告では、応用分野を調査分類の“横軸”と位置づけて調査を行なった。

1.2.3 AC ドライブの応用における今後の展開

AC ドライブ技術の進展を考えるに当たり、AC ドライブ技術の応用分野と要素技術をニーズ的技術とシーズ的技術という分類にすると、図 1.3 のような位置づけとなる。

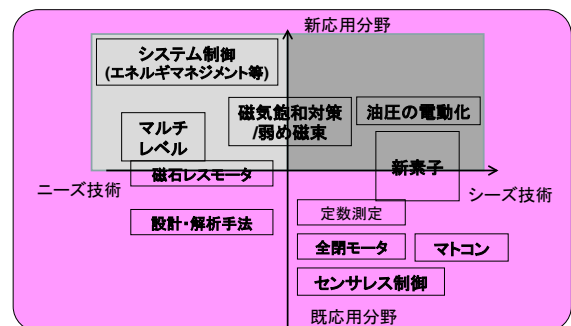


図 1.3 AC ドライブ技術の要素技術と応用分野による分類

出典：近藤圭一郎：「～新応用分野に拡大する可変速交流ドライブ技術～総論」,平成 23 年電気学会全国大会, 4-S15-1 (2011)