

日本のパワーエレクトロニクス発達史 －1985 年以前－

パワーエレクトロニクスの発達史と将来展望協同研究委員会編

	目	次
1. 総論	03	8. 電源装置 47
1.1 はじめに	03	8.1 はじめに 47
1.2 調査の基本的考え方	03	8.2 交流電源装置 47
1.3 報告内容	03	8.3 直流電源装置 48
1.4 まとめ	03	8.4 無停電電源システム (UPS) 50
2. サイリスタ (SCR) 登場以前の電力変換技術	05	8.5 まとめ 53
2.1 はじめに	05	9. 電力系統応用 56
2.2 順変換装置の進歩	05	9.1 はじめに 56
2.3 欧米における状況	05	9.2 国内の HVDC 設備 56
2.4 わが国における状況	07	9.3 HVDC 用パワーエレクトロニクス装置 56
3. パワー半導体デバイス技術	10	9.4 HVDC 国産技術 57
3.1 はじめに	10	9.5 HVDC 用変換器要素技術 58
3.2 トランジスタ・サイリスタ類の技術的 発展の推移	10	9.6 SVC 技術 59
3.3 パワー半導体モジュール及び IPM	14	9.7 STATCOM 60
3.4 家電分野、自動車分野などの機器用の デバイス	14	9.8 発電設備への応用 61
4. パワー半導体デバイス適用技術	15	9.9 アクティブフィルタ 61
4.1 はじめに	15	10. 家電分野 63
4.2 ゲート駆動から見たパワーデバイスの変遷	15	10.1 はじめに 63
4.3 バイポーラ形デバイスのスイッチング技術	16	10.2 パワーエレクトロニクス家電の発達 63
4.4 サイリスタ適用技術	16	10.3 まとめ 65
4.5 パワートランジスタ適用技術	19	11. 輸送機器 66
4.6 保護協調	20	11.1 はじめに 66
4.7 冷却技術	21	11.2 自動車関連機器 66
4.8 まとめ	21	11.3 エレベータ制御 68
5. モータドライブの発達史	22	11.4 その他の輸送機器 70
5.1 はじめに	22	11.5 まとめ 71
5.2 可変速ドライブシステムの歴史	22	12. 標準規格と用語集 73
5.3 可変速ドライブ各機種の特徴	23	12.1 標準規格 73
5.4 誘導機ベクトル制御の実用化	28	12.2 用語集 73
5.5 まとめ	31	13. 学会活動の変遷と委員会活動 75
6. 鉄鋼分野における発達史	34	13.1 はじめに 75
6.1 はじめに	34	13.2 電気学会の調査研究委員会の組織変遷 75
6.2 電気炉 (製鋼用アーク炉)	34	13.3 半導体電力変換技術委員会の歴史 75
6.3 連続鋳造設備におけるサイリスタ応用	35	13.4 技術分野パワーエレクトロニクスの成立 76
6.4 圧延設備へのサイリスタ応用	36	13.5 国際会議 IPEC-Tokyo の開催 77
6.5 処理ラインへの応用	37	14. 研究開発 81
6.6 電縫管製造装置用溶接電源	38	14.1 はじめに 81
6.7 誘導加熱装置	38	14.2 我が国発祥の重要技術 81
6.8 まとめ	39	14.3 研究開発者ヒアリング 83
7. 鉄道分野	40	15. あとがき 91
7.1 電気鉄道車両の主電動機制御関連	40	
7.2 車両の補助電源	41	
7.3 地上設備	43	
7.4 浮上式鉄道	45	
7.5 新交通システム	46	

パワーエレクトロニクス発達史と将来展望 協同研究委員会委員

委員長	深尾 正	委員	松崎 薫(東芝三菱電機産業システム)
幹事	佐藤 之彦(千葉大学)		村上 直樹(NTT ファシリティーズ総合研究所)
幹事	船渡 寛人(宇都宮大学)		矢野 昌雄
幹事補佐	名取 賢二(千葉大学)		山崎 泰廣(荏原電産)
委員	大森 英樹(大阪工業大学)		山村 博久
	鎌仲 吉秀(明電舎)		吉野 輝雄(東芝三菱電機産業システム)
	木下 繁則		渡邊 朝紀(東京工業大学)
	金 東海(工学教育研究所)	委員	小倉 常雄(東芝)
	小山 正人(金沢工業大学)	(途中退任)	松浦 敏明(東芝三菱電機産業システム)
	齋藤 涼夫(東芝)	主な協力者	金井 丈雄(東芝三菱電機産業システム)
	佐藤 勝男(日立製作所)		神山 健三
	竹内 南		沢 邦彦
	谷口 勝則		関谷 恒人
	寺園 勝志(安川電機)		内藤 祥太郎
	中野 孝良		難波 江章
	二宮 保(国際東アジア研究センター)		松原 英仁(西芝電機)
	野村 英児(東洋電機製造)		三井 宜夫
	服部 正志(三晃金属工業)		三根 俊介

(注) 委員の所属及び所属名称は委員会解散時及び委員退任時で記載している。

1.総論

1.1 はじめに

パワーエレクトロニクスは、1969年にH.F. Stormによる説明⁽¹⁾が行われているが1973年のW.E. Newellによる定義⁽²⁾が国内では一般的であり、電力、電子及び制御の技術を総合したエレクトロニクスの技術分野と定義されている。

SCR（サイリスタ）が商品化されて半世紀以上になり、パワーエレクトロニクスは電気エネルギーの発生から消費に至るすべての分野で基盤技術になってきた。この間の急速な変化、新陳代謝の過程で、発達の基礎が築かれた1960年代の多くの資料が入手困難になり、当時の記憶が薄れてきている。この技術の今後の発展のためにも、先人の努力を将来に伝えるべく「パワーエレクトロニクスの発達史と将来展望協同研究委員会」が、2013年2月から2015年1月の2年間で調査活動を行った。

1.2 調査の基本的考え方

本協同研究委員会における調査は以下の考え方に従って行った。

- ・我が国のパワーエレクトロニクス(以下 PE)の研究・開発に限る。
- ・サイリスタ出現以前の水銀整流器、磁気増幅器などの技術は現在のPEの基礎になっている。これらの技術に関しても可能な限り取り上げる。
- ・IPEC-Tokyo1983(1983)、電気学会産業応用部門発足(1986)頃までにPE技術は発展の基礎が築かれ、IGBTの実用化によって一気に応用が拡大した。この時期以降の文献、資料の入手は容易であり、記憶もまだ新しいことから、1985年頃までの技術の発展の状況を調査する。これ以降に関しては次期の調査に任せる。
- ・黎明期に研究・開発に携わられた方々からの聞き取り調査を可能な限り行う。

1.3 報告内容

表1.1にパワーエレクトロニクスと関連技術の変遷を示す。2章以降で報告する各分野の発達史に共通的な事項をこれらの時代背景がわかる年表で示している。

2章以降に下記に示す各分野別の発達史をまとめている。

- 1) SCR 登場以前の電力変換技術
- 2) パワー半導体デバイス
- 3) パワー半導体デバイス適用技術
- 4) モータドライブ
- 5) 鉄鋼分野
- 6) 鉄道分野

- 7) 電源装置
- 8) 電力系統応用
- 9) 家電分野
- 10) 輸送機器
- 11) 標準規格と用語集
- 12) 学会活動の変遷と委員会活動
- 13) 研究開発

なお、これらの分野において1985年の段階ですでに成熟した分野と、まだ初期段階の分野がある。その後の進歩により現在は普通に実用されている技術ではあっても1985年頃までの状況の報告にとどめた。

最後に、学会と委員会活動の変遷、日本発の技術と聞き取り調査の結果を記載している。

1.4 まとめ

PE技術の礎は1930年代の水銀整流器とその応用研究・開発に遡り、今日の発展は制御理論、マイクロエレクトロニクス、信号処理やシミュレーション技術などの広いすそ野の上に成り立っている。

10年後、20年後に新しい技術が実用化されるためには、いま何が必要であるのかを、PE技術の発展の歴史から考えていただけたら幸いである。

参考文献

(1)

H.F. Storm: "Solid-state power electronics in the USA", IEEE Spectrum, Vol. 6, pp. 49-59 (Oct. 1969)

(2)

W.E. Newell: "Power electronics - Emerging from limbo", IEEE PESC (1973)

(3)

電気協同研究会：「電力系統用パワーエレクトロニクス設備の現状と設計・保守基準」，電気協同研究，Vol. 57, No. 2 (2001)

(4)

電気学会：チョップパ制御ハンドブック (1976)