

# 用途指向形次世代モータと 支援要素技術

用途指向形次世代モータと支援要素技術調査専門委員会編

目		次		
1.	はじめに	3	4.4 連成解析	32
1.1	まえがき	3	4.5 EMI 解析	34
1.2	用途指向形次世代モータの進化	3	4.6 あとがき	37
1.3	用途指向形次世代モータの支援要素技術	4	5. 用途指向形次世代モータ開発の最前線	39
1.4	まとめ	4	5.1 まえがき	39
2.	可変磁束モータの進化	6	5.2 巻線技術	39
2.1	はじめに	6	5.3 鉄心加工技術	46
2.2	可変磁束モータの分類と技術動向	6	5.4 ロータ製造技術	48
2.3	まとめ	15	5.5 あとがき	49
3.	三次元空間有効利用技術	17	6. モータ用材料・部品の最新開発状況	51
3.1	まえがき	17	6.1 まえがき	51
3.2	アキシシャル構造	17	6.2 軟磁性材料	51
3.3	三次元設計 PM モータ	21	6.3 永久磁石	54
3.4	ハイブリッド界磁	22	6.4 可変磁束モータへの パワーデバイスの適用	56
3.5	自励式巻線界磁同期モータ	23	6.5 電線・絶縁構造	58
3.6	あとがき	24	6.6 あとがき	58
4.	最新の解析・評価技術	26	7. おわりに	60
4.1	モータ設計に必要な解析・評価技術	26	付録 調査時参考文献	61
4.2	鉄損解析・評価技術	26		
4.3	減磁の解析・評価技術	28		

# 用途指向形次世代モータと支援要素技術調査専門委員会 委員

委員長	榎本 裕治(日立製作所)	委員	千葉 明(東京工業大学)
幹事	加納 善明(大同大学)		鳥羽 章夫(富士電機)
	吉川 祐一(パナソニック)		百目鬼 英雄(東京都市大学)
幹事補佐	高畑 良一(日立製作所)		中井 英雄(豊田中央研究所)
委員	浅野 能成(ダイキン工業)		西山 典禎(パナソニック)
	石原 千生(日立化成)		丸川 泰弘(日立金属)
	磯部 真一(三菱重工業)		深山 義浩(三菱電機)
	植竹 昭仁(日本電産)		森本 茂雄(大阪府立大学)
	岡村 賢樹(トヨタ自動車)		森本 雅之(東海大学)
	大村 健(JFEスチール)		山本 恵一(キャノン電子)
	川副 洋介(安川電機)		横井 裕一(長崎大学)
	加藤 崇(日産自動車)		米田 真(オリエンタルモータ)
	小坂 卓(名古屋工業大学)		和嶋 潔(新日鐵住金)
	古賀 誉大(アンシス・ジャパン)	途中退任 委員	大穀 晃裕(三菱電機)
	下垣 好文(ローム)		初田 匡之(日産自動車)
	下村 昭二(芝浦工業大学)		樋口 剛(長崎大学)
	高橋 洋介(東芝産業機器製造)		松井 信行(名古屋工業大学)
	竹本 真紹(北海道大学)		望月 資康(東芝産業機器製造)

# 1. はじめに

## 1.1 まえがき

2015年に開催のCOP21(国連気候変動枠組条約第21回締約国会議)で採択された「パリ協定」が2016年11月に正式発効となった。この協定では、「世界の平均気温上昇を2度未満に抑える(1.5度に抑えることが、リスク削減に大きく貢献することにも言及)」に向けて、世界全体で今世紀後半には人間活動による温室効果ガス排出量を実質的にゼロにしていく方向が打ち出された。この地球温暖化対策では、自動車の排出ガス削減や、産業・家電・情報機器のエネルギー消費の低減、および、高効率化が求められている。上記用途のエネルギー消費において、電動機は非常に重要な位置付けとなっており、自動車では各種電動アクチュエータによる低燃費化や、電動駆動車の普及拡大、産業・家電ほかではエアコンを筆頭に省エネ競争、のための技術開発が活発となっている。

用途指向形モータ(Application-Specific Electric Motors: ASEM)は、「モータの構造や機構そのものを変えて、機械あるいは機構の要求性能を実現させるいわば“ハード”的なアプローチの考え方に基づいたモータ」と定義されている<sup>(1)</sup>。当初は、誘導モータを用いた電動機一体型ピストンポンプや表面磁石形同期モータ(SPMSM)を用いたHDD用モータなど、産業機器や家電用途を対象に開発が行われた。現在では、埋込磁石形同期モータ(IPMSM)に代表されるリラクタンストルク応用電動機を主に、ルームエアコンなど白物家電の駆動用モータや電気自動車、ハイブリッド車への適用拡大が進んでおり、上述した地球温暖化対策の有効な手段となっている。

図1.1に用途指向形モータが成長を遂げた1990年代から今日までの関係する社会動向や製品と技術キーワードを示す。現在もこれらの用途指向形モータは、性能改善を継続して検討されているが、これらの進化の源泉は永久磁石材料の性能向上をはじめとする周辺技術の進歩なども関係が深い。永久磁石の磁束を有効に活用し、高い制御性を兼ね備えたリラクタンストルク応用電動機が提案され、およそ20年の期間で産業界のほとんどの用途指向形モータが、その代表格のIPMSMに置き換わったといっても過言ではない。電気学会の調査専門委員会では、1994年から2012年の間、リラクタンストルク応用電動機と用途指向形をキーワードとする技術調査を行った。技術報告にはこれらの技術開発の変遷と詳細内容がまとめられている<sup>(2)~(9)</sup>。さらに2012年からは、歴代委員会の活動を受けて、次世代のモータ像を模索調査することを目的に、「用途指向形次世代モータ調査専門委員会」が設置された。2年間の活動の中では、2010年に発生したレアアース供給リスクへの迅速な対応や、さらなる駆動範囲拡大のための可変磁束など新たな技術開発のアプローチが出てきていることが確認できた<sup>(10)</sup>。

## 1.2 用途指向形次世代モータの進化

用途を限定することなく使用できる汎用モータに替わって、種々の用途向けに用途指向形モータが進化してきた理由にはいくつかの訴求ポイントが考えられる。モータの基本機能は駆動源としての電気・機械動力変換であり、小形と高効率性が求められる。それに加えて大量生産が前提であるので低コストであることが必須である。用途指向形モータは、主にはこの3つの目的を達成することを狙って、周辺の技術や材料を巻き込みながらさまざまな進化を遂げた。量産品として用途指向形モータの進化を牽引してきた用途に家電品、特にエアコン用圧縮機モータが挙げられる。

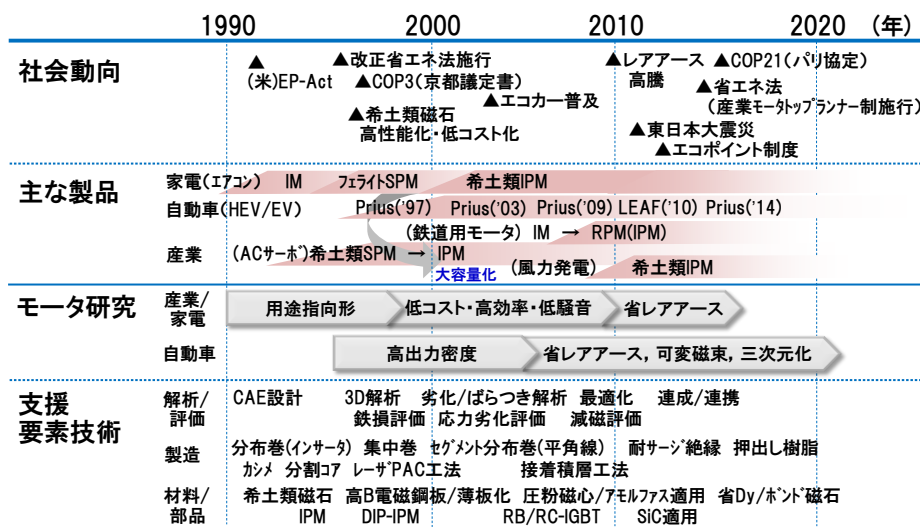


図 1.1 用途指向形モータの進歩と要素技術開発の変遷