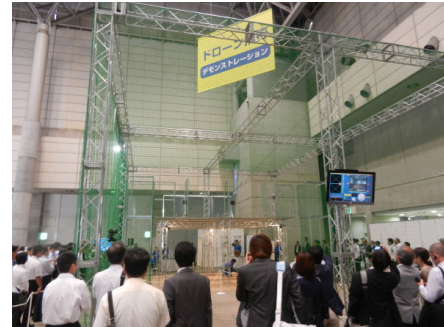


## TECHNO-FRONTIER 2015 第 35 回「モーター技術シンポジウム」

神鋼リサーチ (株) 大西良彦

2015 年 5 月 20 日から 22 日まで、一般財団法人日本能率協会主催のメカトロニクス・エレクトロニクス関連の展示会 "TECHNO-FRONTIER 2015" が、幕張メッセで開催された。

"TECHNO-FRONTIER"は、モーター技術展、メカトロニクス制御技術展、組込みコンピュータ展、電源システム展、EMC・ノイズ対策技術展、バッテリー技術展などから成るが、今年は、国際ドローン展も併設され、主催者発表によると 3 日間合計で 32,000 人以上の来場者があった。



国際ドローン展の風景

電力消費量に占めるモーター用電力の割合は 50%以上あり、2000 年以降も増加傾向である。一方、モーター、電池、コントローラ等の小型・軽量化が進展し、ドローンの実用化に繋がっている。

"TECHNO-FRONTIER"には、関連する 8 つの技術シンポジウムが併設されており、今回は、モーター技術シンポジウムのセッションに参加したので、概要を紹介する。

### (1) 新規磁性材料および高効率モーターの開発

「高効率モーター用磁性材料の開発」産総研 (中部センター), 尾崎公洋氏

2012 年度から 10 年間、経産省と NEDO による未来開拓研究プロジェクトとして「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」が進められており、実施母体として高効率モーター用磁性材料技術研究組合(MagHEM)が設立された。モーターの損失を 25%削減することを目標として、磁石材料、軟磁性材料とそれらを用いた高効率モーターの開発を実施している。産総研 (中部センター) を中心とした磁性材料研究開発センターでは、Dy を使わない Nd 磁石高性能化技術開発、Nd 焼結磁石を超えるレアアースを使わない新磁石の開発、および軟磁性材料開発が行われている。

### 高効率モーター用磁性材料技術研究組合 磁性材料研究開発センターの開発テーマ

開発テーマ	実施機関	
Dy フリー Nd 磁石開発	ナノ結晶粒ネオジム焼結磁石	インターメタリックス(株)
	NdFeB 異方性 HDDR 磁石粉末	愛知製鋼(株)
レアアースフリー磁石開発	窒化鉄ナノ粒子のバルク体化技術	(株)T&T イノベーションズ
	ナノ複相組織制御磁石 (FePd/Fe ナノ粒子)	トヨタ自動車(株)
	FeNi 超格子磁石材料	(株)デンソー
軟磁性材料開発	高 Bs ナノ結晶磁性材料 (ナノ結晶 $\alpha$ -Fe 圧粉磁心)	NEC トーキョー(株) JFE スチール(株)
共通基盤技術開発	粒子表面修飾技術、低温高密度焼結技術、磁気特性評価・解析技術	(独)産業技術総合研究所 (中部センター)

「高効率 IPM モーター・高効率可変界磁モーター」大阪府立大学, 真田雅之氏

大阪府立大学では、モーターの特性をシミュレーションと実験により確認する技術を蓄積している。

トヨタ自動車の3代目プリウスの駆動用 IPM モーターを基本モデルとして、永久磁石の特性やローター構造を改良した場合に、モーターの効率マップがどのようになるかを検討した。永久磁石の高性能化と配置の最適化により、改善の余地があることを確認した。

また、新しいコンセプトのモーターとして、ハイブリッド界磁フラックススイッチングモーター(HEFSM: Hybrid Excitation Flux Switching Motor)を提案している。IPM モーターの低速域での高トルク化・銅損低減のためには、永久磁石の磁束密度を高める必要がある。一方、高速域の逆起電圧低減・鉄損低減のためには永久磁石の磁束密度を下げる必要がある。これらの相反する要求特性を両立させるために、低速域では強め界磁、高速域では弱め界磁を効果的に行うモーター構造を提案している。3代目プリウスの IPM モーターと同じサイズの HEFSM 互換機を試作して特性を評価した結果、効率は IPM モーターよりも数%低かったが、細かい設計パラメータのチューニングにより効率改善が期待される。

## (2) 新構造モーター

「マルチギャップモーター」(株)デンソー, 草瀬新氏

デンソーでは、駆動力が作用する面積を拡大するために、モーターの内部空間を最大限に活用するマルチギャップモーターの開発を行っている。ローターの外側と内側と側面をコの字形に囲むステーターを考案した。ステーターコアの形状、コイルの巻き方、ローターの形状など製造工程を考慮してマルチギャップモーターを設計・試作した。ローター内の永久磁石として安価なフェライト磁石を使用したマルチギャップモーターは、同体格の NdFeB 磁石を用いた IPM モーターと同等の速度・トルク特性が得られた。

## (3) 絶縁材料

「EV, HEV モーターの高電圧絶縁材料」(株)日本自動車部品総合研究所, 脇本亨氏

EV, HEV モーターは、小型軽量、高トルク、高速回転の強い要求から、駆動電圧の上昇、ステーターコイルの占有率の増大など、絶縁性能の確保が難しい環境になってきている。

最近の HEV のモーター駆動電圧は、最高 650V に達し、スイッチング時のサージ電圧を考慮すると最大 1kV の電圧がモーターのコイル間に印加される。

通常、空気中の物体間に 350V 以上の電圧が印加されると、部分放電が発生する。部分放電は、コイルの絶縁皮膜など周囲の絶縁材料を分解し、絶縁耐圧を低下させ、最後には絶縁破壊に至る重大な故障の原因になる。

モーターの部分放電対策として、空間を絶縁紙・オイル・樹脂などの絶縁性物質で塞ぐ方法が適用されており、部分放電が起こってもコイルの絶縁性能が維持できるナノコンポジット線も利用されている。ナノコンポジット線は、コイルの耐有機絶縁材料中に絶縁性無機ナノ粒子を均一に分散させた耐サージ電線であり、部分放電が発生しても耐熱性の無機ナノ材料が表面をカバーして絶縁性能が維持される。ただし、コスト、可撓性に課題がある。

また、サージ電圧を下げて部分放電が起こり難くする方法として、スイッチング速度の最適化、ケーブル長の短縮、対地容量の低減、巻き線の共振ピーク周波数の高周波化などの対策が考えられる。

以上