

## 賛助会員の声

# 空調機（エアコン）におけるエレクトロニクス技術

ダイキン工業株式会社 環境技術研究所 主任研究員（昭和51年卒） 田 中 三 博

## 1. はじめに

皆さんもご存知の通り、エアコンは家庭やオフィス・学校等に広く普及しています。家庭用エアコンの世帯普及率は85%を超え、今や一家に複数台が常識となっており、その国内市場規模は年600～700万台規模で推移しています。世界的に見ても、エアコンが余り使用されていなかったヨーロッパや急速に経済発展しているBRICs等においても、急速に普及しつつあります。

また、エアコンの消費電力が国内の家庭では使用電力量の20%以上を占めるに至り、省エネや地球温暖化防止の観点から見ても、非常に影響の大きい機器となっています。

エアコンは、ヒートポンプ技術をベースに熱を扱う機器のため、一般的には機械分野の機器として見られがちですが、現在のエアコンでは、省エネ・快適性を実現するため、高性能マイコン、高効率モータ・インバータ技術が必須であり、電子制御／パワーエレクトロニクス技術者の果たす役割が非常に重要になっています。

## 2. 空調機とモータ・インバータ技術

図1に空調機のヒートポンプサイクル（暖房）の概要を示します。圧縮仕事の熱量に加えて蒸発器で周囲から受け取る熱量を暖房に使えるため、圧縮機入力に3～5倍を超える暖房能力を出すことができ、ヒータ等による暖房よりも高効率になります。このことから、空調機の省電力化には「熱交換効率の向上」と「圧縮機入力の低減」が必須課題であり、モータの高効率化と圧縮機モータ駆動のインバータ化がこの2つの課題解決に非常に有効です。

1980年に世界初のインバータエアコンが日本で発売され、図2のように、その初期段階には誘導モータ、フェライト磁石を用いたSPM構造のPMモータが採用されていましたが、1990年代初頭には、弊社が業界に先駆けて希土類磁石を埋めこんだIPM構造の回転子を採用し、現在では固定子巻き線に集中巻を採用したIPMSMが主流となっており、図3のように大幅に効率が向上しました。

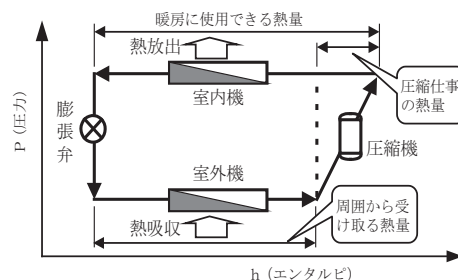


図1. 暖房時のヒートポンプサイクル

| モータ構造        |             |               |            |
|--------------|-------------|---------------|------------|
| '94          | '95         | '96           | '00        |
| ロータ          |             |               | ステータ       |
| フェライト<br>SPM | 希土類<br>埋込   | 1層<br>IPMSM   | 磁極<br>集中巻  |
|              | フェライト<br>埋込 | 2層<br>IPMSM   | 磁極<br>集中巻  |
| 励磁電流<br>ゼロ   | 磁束密度<br>強化  | リラクタンス<br>トルク | 巻線抵抗<br>低減 |

図2. モータ構造の高性能化

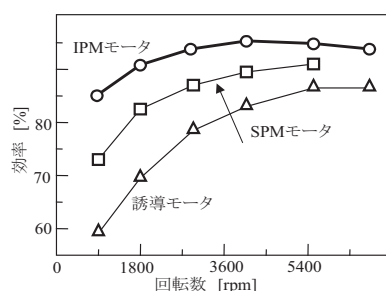


図3. 各種モータの効率特性

図4のように、インバータの回路構成は、誘導電動機を駆動する初期のインバータにおいてはパワートランジスタ6個をモジュール化した主回路、8bit マイコンが用いられていましたが、現在では、IGBT モジュールによる主回路の損失低減および32bit マイコンによる高度なセンサレス制御方式実現しています。

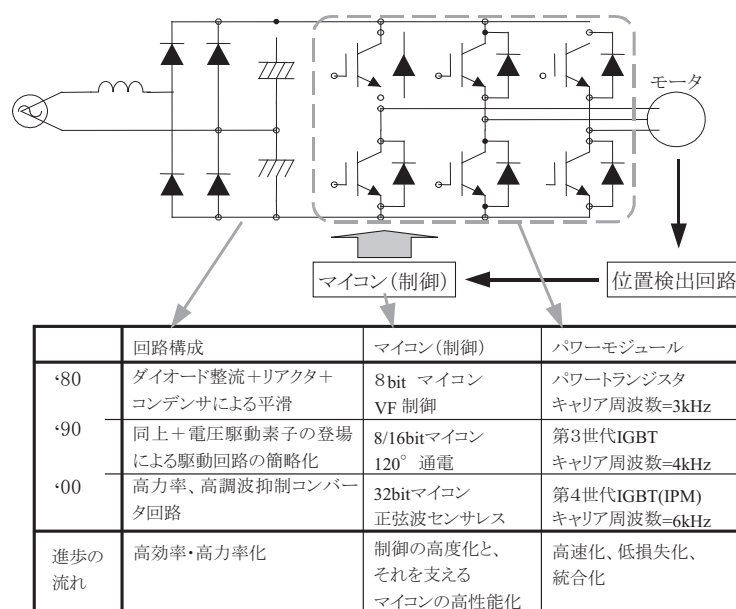


図4. エアコン・インバータ部の変遷

コンバータおよびインバータは、汎用部品を組み合わせるのが主流ですが、空調機に特化したカスタムパワーモジュール等も開発されています。IPMSM 駆動には永久磁石の磁極位置を検出するための位置センサが必要ですが、高温・高圧な圧縮機内部にセンサの設置が困難なため、各種センサレス制御法が開発されており、120 度通電方式の無通電期間に現れる逆起電圧、固定子巻線の中性点電位、更には、モータに供給している電圧・電流情報とモータモデルを用いて磁極位置を演算する方式があり、モータ制御の主流となりつつあります。

### 3. おわりに

エアコンにおけるエレクトロニクス技術、特にパワーエレクトロニクスについて紹介しました。今後、地球温暖化防止やグローバル市場、暖房 / 給湯のヒートポンプ化拡大などにより、日本発のインバータ・PM モータに代表される省エネ技術が広がること予想されます。また、エアコンのシステム化を支える通信・遠隔監視技術や、機器の小型化に貢献する実装技術の重要性も増すと考えられ、エレクトロニクス技術者 / 研究者の活躍する場面が増えていくことは間違いありません。

(ダイキン工業株式会社 <http://www.daikin.co.jp>)