

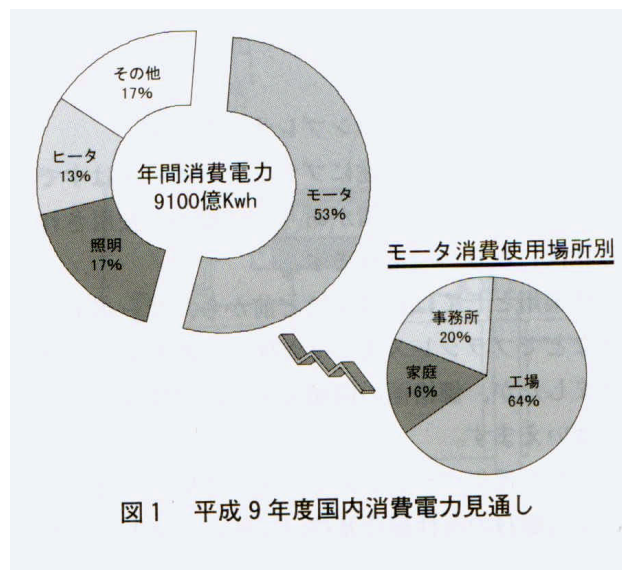
省能源環境與產業用馬達之動向

產業用馬達與環境之關聯：

首先，針對產業馬達與環境之關聯敘述如下：

近年來，從保護地球環境的觀點來看，防止溫室效應是首要重點。而『二氧化碳』之削減及節約地球資源，為目前重要之課題，其中最有效之手段，就是降低電力資源的耗用。

1997 年度之電力耗用量，日本國內耗用量約 9100 億度(KWH)，大約 53% 是馬達所耗用，另外照明(17%)、電熱(13%)及其他(17%)等；因此電力耗用以馬達使用之比例為最高，而在馬達耗用之使用場所區分，工廠又佔了 64% 之絕大比例。換算之工廠馬達耗用電力佔日本全國總耗用電力之 34%。假使全部馬達之耗用電力能降低 1% 的話，總耗用電力即可削減 48.6 億度(KWH)，相當於一座中型核能發電機組發電量，根據以上之論點「馬達效率之提昇」是節省能源對策中最重要的重點，同時也是最容易實施的方法。



針對最大電力耗用單位之工廠來談，節省能源之有關法令必須更進一步之強化制定。現在『省能源使用合理化之有關法律(即省能源法)』，於 1993 年 7 月日本通產省公告 388 號文件指示，指定能源管理要項中『工廠或事業主，能源使用必須原使用單位 1% 以上之減低』設定了這項努力的目標，之後 4 年即 1997 年 2 月份，通產省公告 84 號修改文件，此項努力的目標，所有的工廠全部適用之。因此統一的目標設定後，各項節省能源的推廣活動全面開始展開，指導、勸說及各種帶有強制力之活動展開運用，實施至今。

比日本更先進之美國而言，1992年中「Energy Police Act Of 1992(能源政策法案)」即已制定完成，5年間之勸導活動已終結，1997年10月開始，徹底之規範並強執行了。

現今在地球環境保護各項課題之中，對全體產業界而言，目前最大之課題與重點均是「節省能源對策」而已，但是很可惜的是由於在國內，非常重視對於初期設備投資負擔之降低，以至於到目前為止成效不佳。但是為了配合法律之規範及近年 ISO14001 之取得急速地增加，各企業工廠針對對策之課題不得不重視，這是事實。

由馬達著手之省能源方法：

馬達省能源方法重點之一即是如何降低入力及增加出力，換言之就是做馬達之效率提昇的方法。產業用馬達甚至於一般泛用感應馬達省能源對策而言，降低馬達的損失必須要從設計、材料及製造方法去徹底追求的，對高效率化而言必會有一定的成效。

感馬達的各種損失項目介紹如下：

電氣的損失：

- (1) 銅損(1次銅損和2次銅損)
- (2) 鐵損
- (3) 漂遊損

機械的損失

- (1) 軸損
- (2) 風損

以上的損失項目中，目前電氣的損失(銅損、鐵損、漂遊負荷損)是佔有壓倒性之比例，各種損失之降低改善，從銅量之增加及鐵心更詳密之設計，正努力地實施改善，使馬達之效率提昇實現。松下感應馬達及感應高效率馬達之特性表如圖2所示。

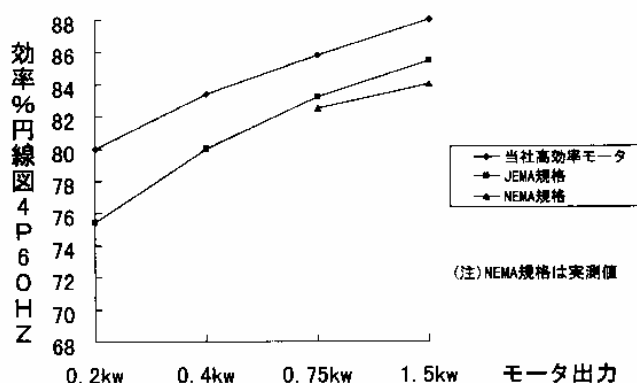


図2 高効率インダクションモータ特性

為了使感應馬達能得到更高之效率，削減經由轉子二次銅損失之技術手法近年來改採用了永久磁石，而無刷馬達便因此因應而生。這種無刷馬達是直流馬達，使用了電氣的整流裝置來改變電流之流經方向，對松下電器產業(株)而言，於 1970 年新式的唱盤即採用無刷馬達而後陸續音響、資訊產品、家電等製品之導入，也以無刷馬達為中心並逐步實施中。

無刷馬達之推展狀況

(1) 音響和影像產品

床頭立體音響錄音座馬達，錄放影機錄音座馬達，傳動馬達，DVD 主軸馬達。

(2) 資訊產品

HDD 主軸馬達、FDD 主軸馬達、CD-ROM 主軸馬達

(3) 家電產品

洗衣機馬達、冷氣機及冰箱用壓縮機馬達以上等等，有很多實績顯示出無刷馬達被廣範地使用。

對產業用馬達而言，大概十多年前，伺服馬達或無刷馬達開始被使用以來，可說由於價格面的問題，導至泛用性很低。但是近年來由於無刷馬達之骨格材料—永久磁石—高性能及電力電子技術進步，及做用零件價格便宜，對產業用馬達而言，無刷馬達的商品價格和性能已經能夠被市場所接受。以松下所開發的產業用無刷馬達，1 天使用 15 個小時左右，一年做用 250 日而言，二年以內能夠吸收因馬達成本增加之費用。各企業和工廠應可充分地檢討使可能性。無刷馬達的電力損失，對一般感應馬達而言，約可降低 30~35%，是工廠內能源的重要方法。

松下高效率無刷馬達之開發相關事項說明如下：

松下產業用泛用馬達 MINAS-HYPER 系列，有高效率、省能源、小型化、輕重量之特長，可達成 JEMA(日本電機工業會)及 NEMA 所訂定之感應馬達高效率基準值以下之高效率商品。

(1) 概要及特徵

MINAS-HYPER 無刷馬達系列，以出力 0.2KW~3.7KW 並考量使用者設備之搭配性，以無刷為基礎並使用感應及電子控制方式裝配之。構造如圖 3 所示

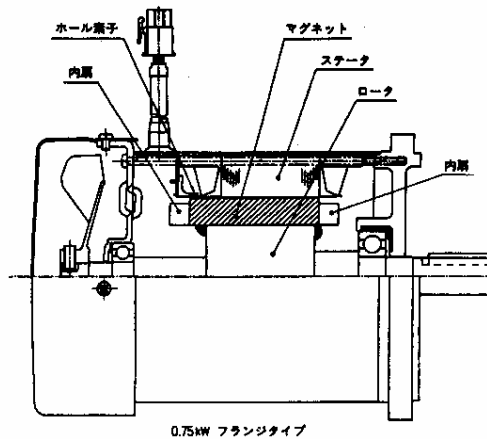


図3 MINAS-HYPERモータの構造図

(2) 馬達部

圖4中為實現高效率、省能源、小型、輕量之各項課題重點。

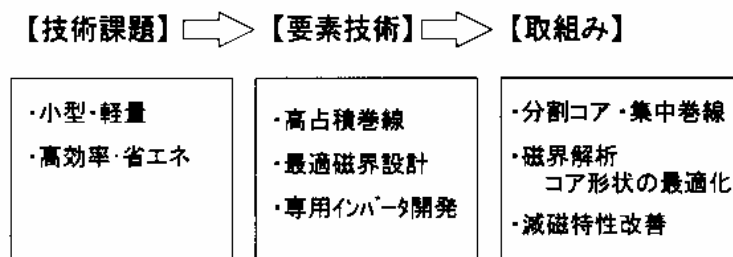


図4 MINAS-HYPERの技術取組

上述課題中，主要針對高效率，省能源之重點技術說明下：

高效率化及無刷馬達的損失

無刷馬達之損失，可分為銅、鐵損(磁滯損 / 渦流損)、機械損(摩擦損 / 風阻損)。高效率之重點為降低銅損，銅損之降低，使用「MINAS 分割鐵心之工法」和「最佳化鐵心之設計」來實現之。

以「MINAS 分割鐵心之工法」來談，以往馬達定子繞線，係利用一片一片沖型矽鋼片經表面絕緣處理之後，銅線繞線後入線(圖5)。

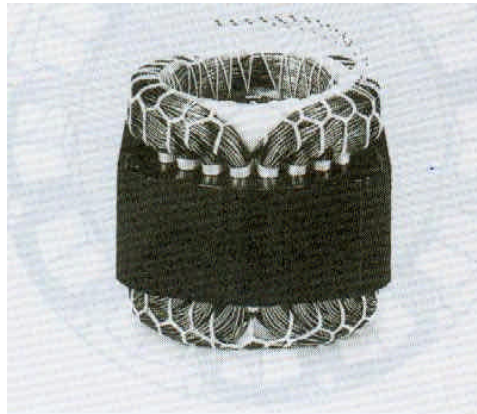


圖 5 従来巻線ステータ

但是，銅線一旦卷成線圈要穿入定子溝槽內，就有容積空間之發生，太高之繞線占積率就無法工作了。此時「MINAS 分割鐵心之工法」(圖 6)將定子側之矽鋼片，分割分成數片，先將銅線整列地繞在分割的鐵心上。使用此種工法，以無法製造之高密度銅線繞線方式，則可以實施，之後再將分割鐵心接合而為一個定子，就完成作業了。銅線之密度較高之關係，同時可得到較大的出力，換言之，使用粗一點之銅線，其電力損失也會降低，即可成為高效率馬達。

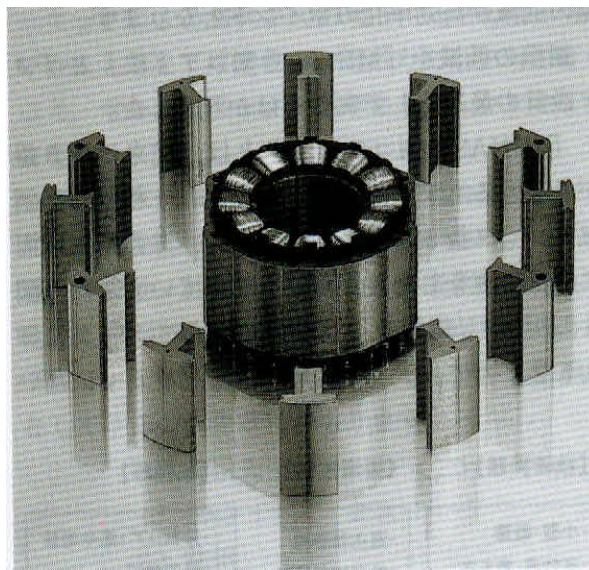


圖 6 MINAS工法巻線ステータ

更進一步，為了減低銅損，如圖 7 所示，利用磁路分析使用最適當之鐵心形狀，而一般鐵心的形狀比較，溝槽斷面積可以 8%之擴大而其鐵損並不會增加。這種技術之導入，繞線之容積率可以達到 80%，也是銅損削減的實現。

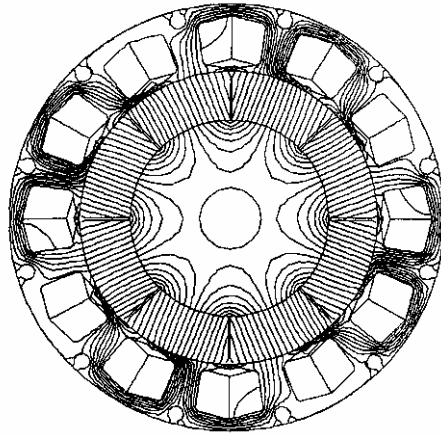


図7 磁気回路解析図

松下所開發之產業用無刷馬達(MINAS-HYPER)及一般感應馬達之性能比較表如圖8所示。

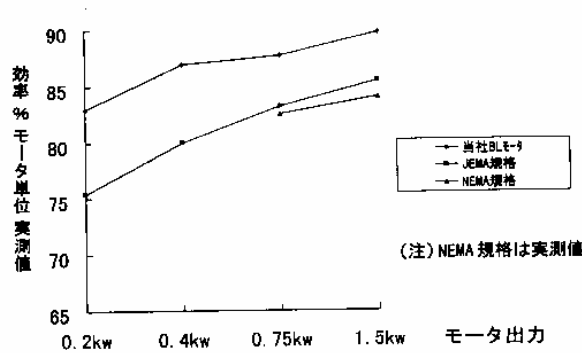


図8 MINAS-HYPERのモータ単体効率

(3) 無刷變頻系統

無刷馬達之驅動必須依靠變頻系統。為了達到高效率之運轉，使用專用之無刷變頻控制系統是不可或缺的。為了獲得高效率馬達運轉，由馬達之控制系統作電流遲延補償是必要的，松下電器的變頻系統係由轉子位置感知信號進而實施補償電壓之控制(相位控制)，進而達到高效率之驅動。

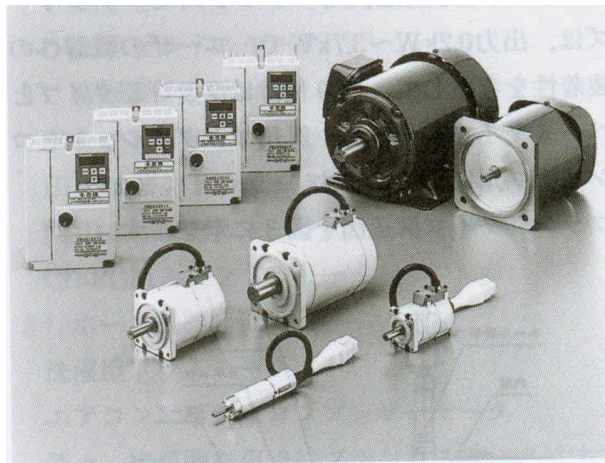


図9 MINAS-HYPERの完成品モータ&インバータ

結語：

從產業用馬達與環境關聯開始，介紹了一些省能源、高效率之相關技術。特別是在這數年產業用無刷馬達的開發及市場導入以來，感應馬達是第一世代之產品，松下使用 SPM 型代永久磁鐵所開發的競爭，各公司均開始全力以赴地思考中，又隨著材料之高性能化，馬達之性能可急速的進步這是可想像的。因此，另一場新的技術開發和速度競爭即將到臨。

本文轉譯自 日本松下電器株式會社
產業機器馬達事業部
產業技術部長加藤 明
於 1999 年馬達展技報