

汎用モートルの歩み

Historical View of General Purpose Induction motors

広瀬 相*
Osamu Hirose

内 容 梗 概

日立製作所における汎用モートルの歴史を展望し、各時期製品の特長と小形軽量化の経過について述べた。

1. 緒 言

電動力の利用は近年急速に進展し、したがって電動機の生産は著しい上昇を示している。ことに各種の電動機の中で誘導電動機は、信頼度が高く、安価で取り扱いが容易であるなどきわめて有利な点が多いので、最も広く各方面に賞用されている。これは一朝一夕に達成されたものではなく、先人の不断の研究により、進歩した材料を常に採り入れ、設計工作上の技術の粋を集積してきたたまものであり、われわれに深い感動と奮起の念を抱かさずにはおかないところである。

誘導電動機の主力をなす汎用モートルについて、日立製作所における歴史は諸外国に比べるとやや新しいが、わが国においては数々のすぐれた実績をもち、常に汎用モートル界を先駆してきたもので、ここにその概要を述べて進歩の跡をたどってみる。

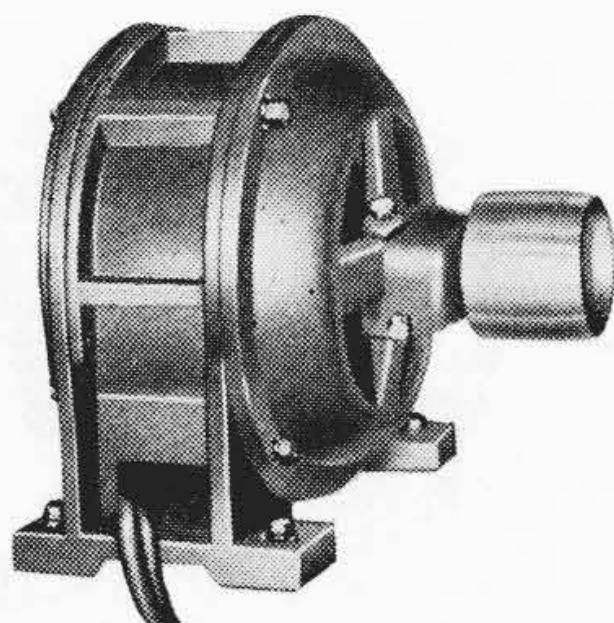
2. 三相モートル

2.1 第1号製品

日立製作所の第1号製品は、明治43年に高尾直三郎氏が設計された5HPの三相モートルである。これは第1図に示す滑り軸受採用の開放形であり、良好な成績を示したので自家用モートル国産化の端緒となり、また日立モートルの発展の根源となった由緒の深いものである。

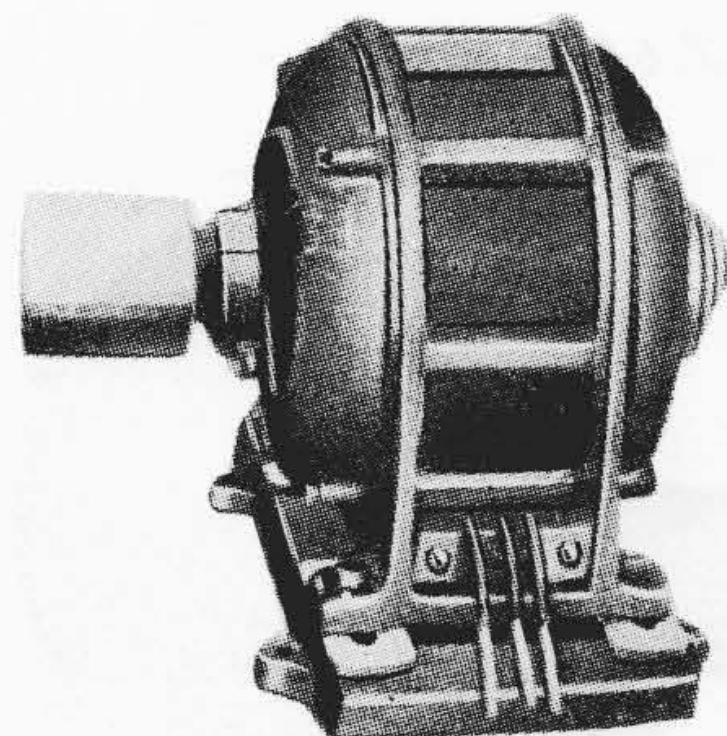
2.2 純国産化

その後試作研究が続けられ、標準化への努力が重ねら

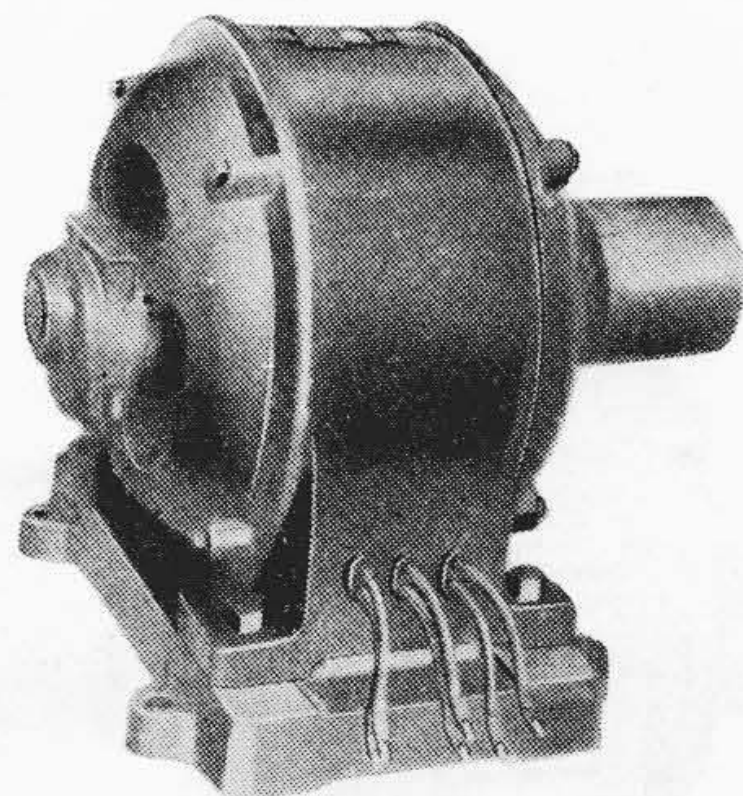


第1図 第1号製品

* 日立製作所亀戸工場



第2図 純国産化モートル



第3図 JEA 規格化モートル

れて第2図に示すものが標準形として大正7年より生産せられた。モートル用珪素鋼板は当初輸入に依存していたが、第一次世界大戦後自給自足を意図して国産化が推進せられ、大正13年末はじめて工業的生産が開始された。

日立製作所においては、すでにマグネットワイヤと絶縁ワニス類の自給体制をとっており、国産珪素鋼板の使用により、各実ともに日立モートルの純国産化が達成されたのである。

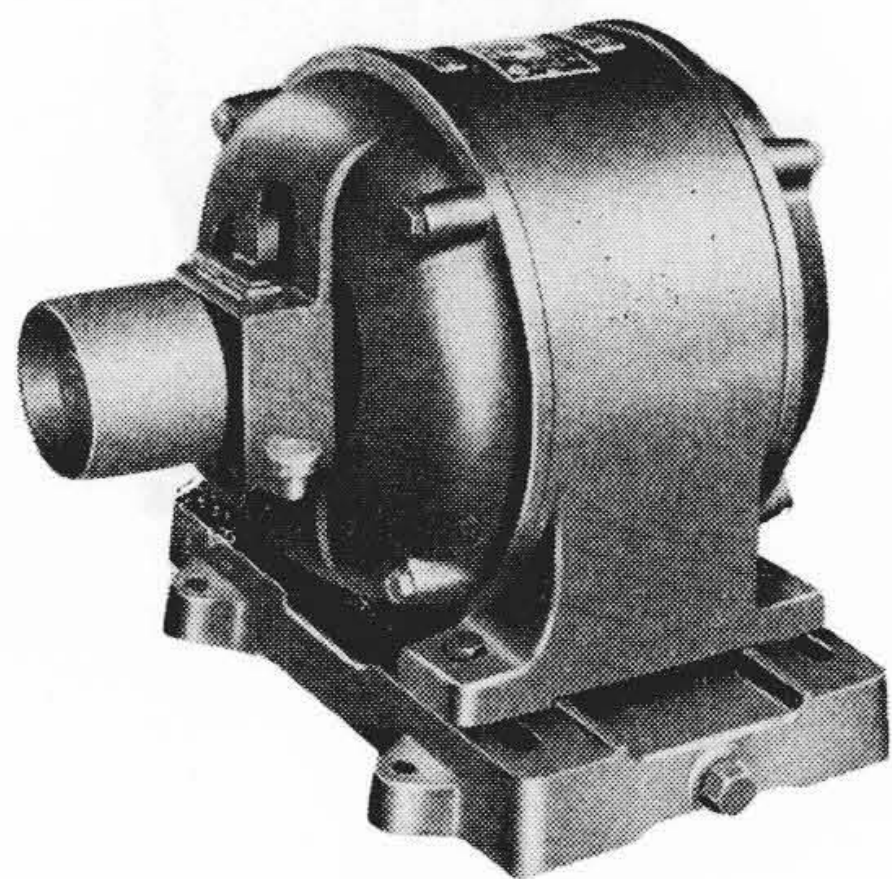
2.3 JEA 規格化

当時のモートルの性能は各電力会社の仕様書によって作られていたが、電気協会においてこれらの仕様書を統合して JEA-301 の特性規格を制定した。この規格によるモートルを大正15年から生産し、力が強く無理がき

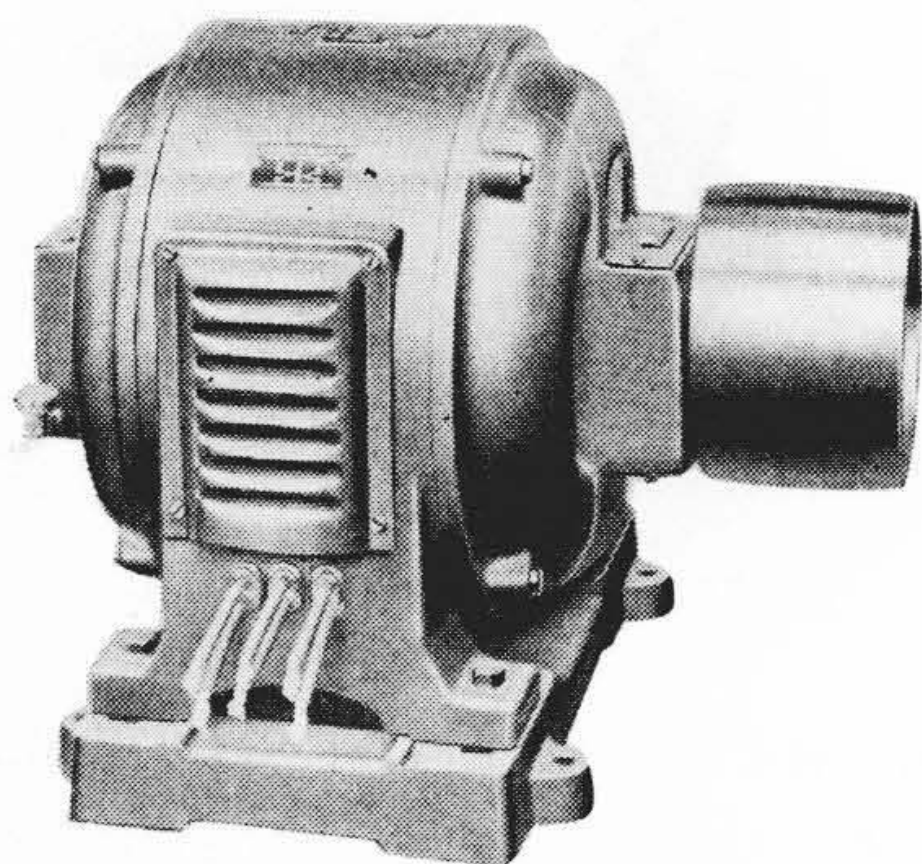
くことが当時高く評価されたようである。これは第 3 図に示す日立独自の強化された保護形式になっている。

2.4 メートル寸法化

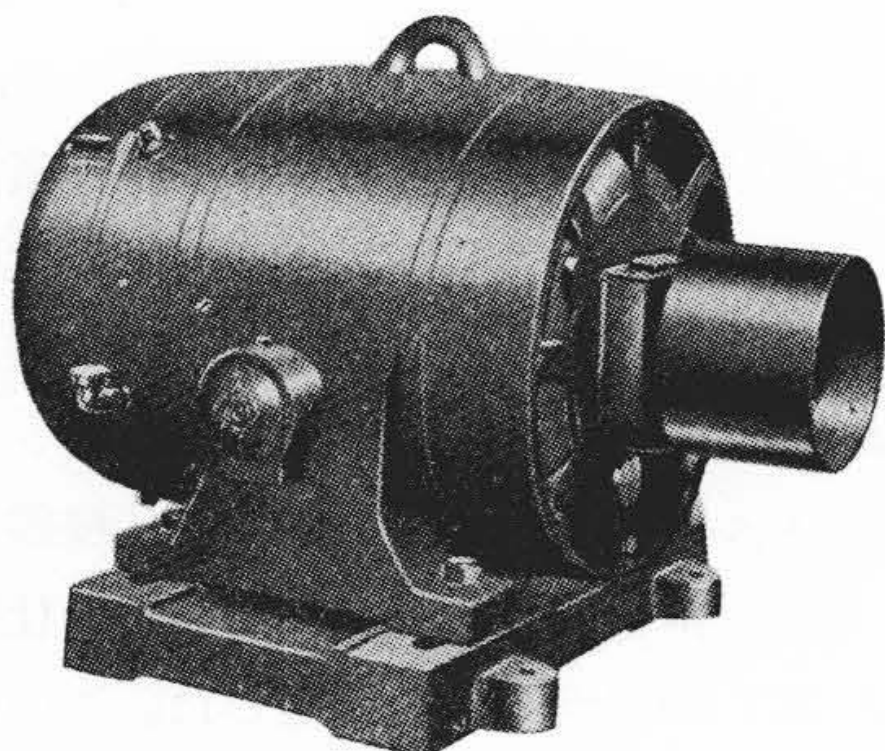
従来のモートルは吋寸法を採用してきたが、メートル寸法化の要望が強まり、昭和 8 年にメートル寸法化した新形を量産に移した。この形で軸受構造の改善が行われて潤滑性の信頼度を著しく向上することができたので、その後長くこの構造のものが賞用された。両側吸込の輻流冷却方式を採用した開放防滴形は第 4 図および第 5 図に示すものである。また同時期に量産せられた全閉外扇形モートルを第 6 図に示す。満州事変後の各種産業の興



第 4 図 メートル寸法化モートル
(3 HP 以下)



第 5 図 メートル寸法化モートル
(5 HP 以上)



第 6 図 メートル寸法化モートル

隆期にあったので、日立モートルは国内モートルの過半を占めるほどの活況を呈した。

2.5 戦時規格化

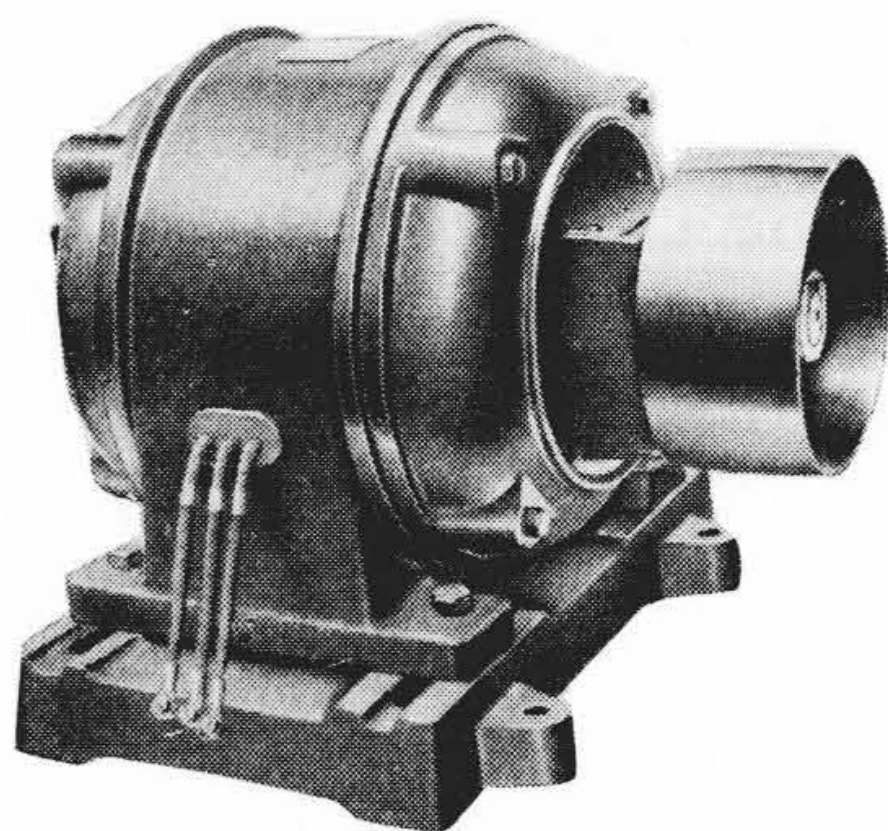
昭和 12 年に始った日支事変が長期化の様相をおびて戦時体制の強まるにつれ、国策に添い資材節約に重点をおいて、臨時 JES-21 号による特性で従来の標準枠の適用を変えて小形化したいわゆる Z 規格モートルを生産に移した。同時に銅の使用を制限されてアルミニウムの利用を余儀なくされ、アルミニウム鋳込回転子が開発された。戦後設計、工作面にその利点が認識され、かえってアルミニウムを重用するに至ったのは興味深いことである。

2.6 協約寸法化

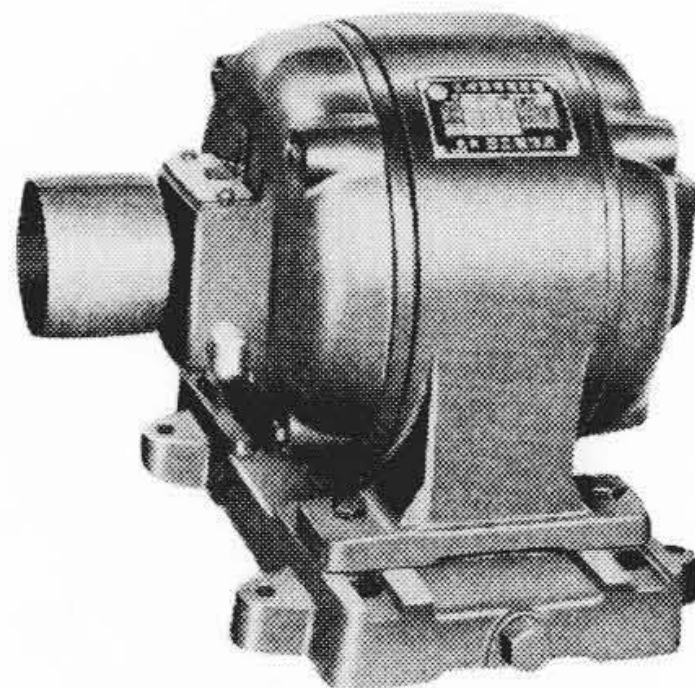
戦後の汎用モートル生産は、各界の復興に貢献すべく真剣な努力が払われたので比較的早く復調した。昭和 22 年になり、臨時 JES-550 号の協約寸法を採用したモートルをほかにさきがけて生産に移した。特性は JES-21 号により、滑り軸受を採用したが、枠の形状を合理化し、軸流通風方式を採用して冷却効果の向上を図ったものである。アルミニウム回転子はダイキャスト法の採用により信頼度をさらに増した。その外観を第 7 図に示す。

2.7 性能の向上

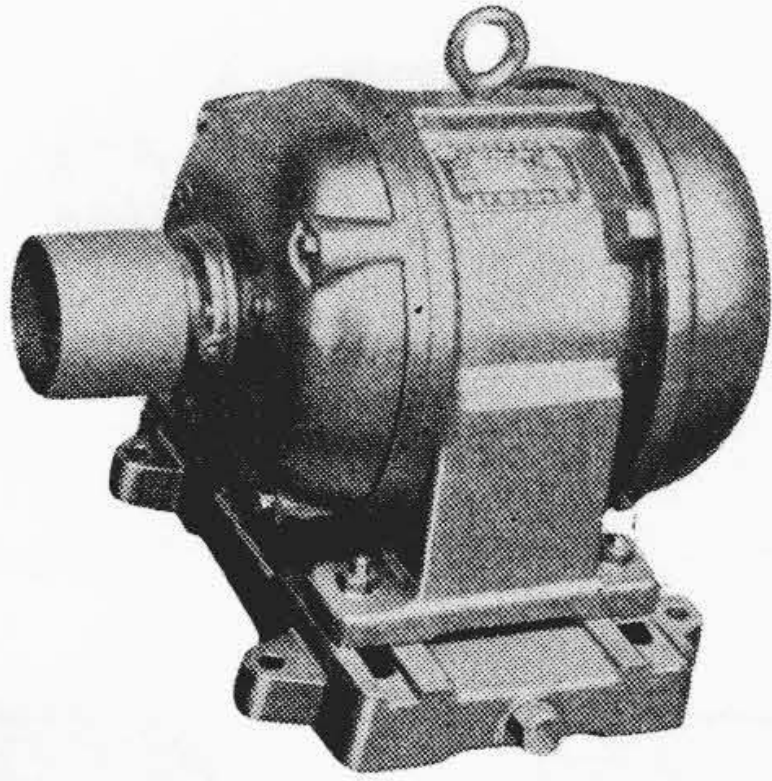
日本工業規格 (JIS) の制定に伴い、JISC 4201 (1951) に準拠したものを昭和 25 年より量産した。外観を改善すると同時に電気的性能を向上させたもので、第 8 図に



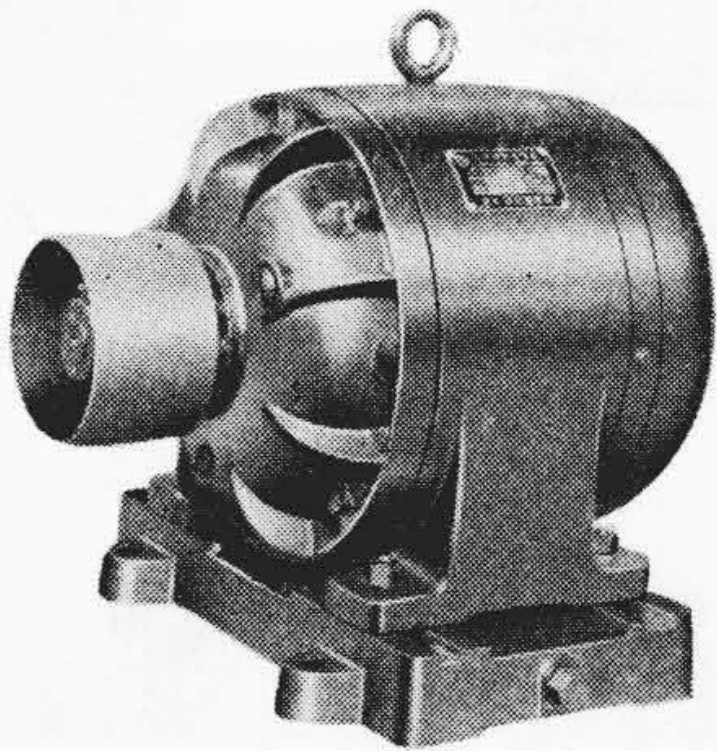
第 7 図 協約寸法化モートル



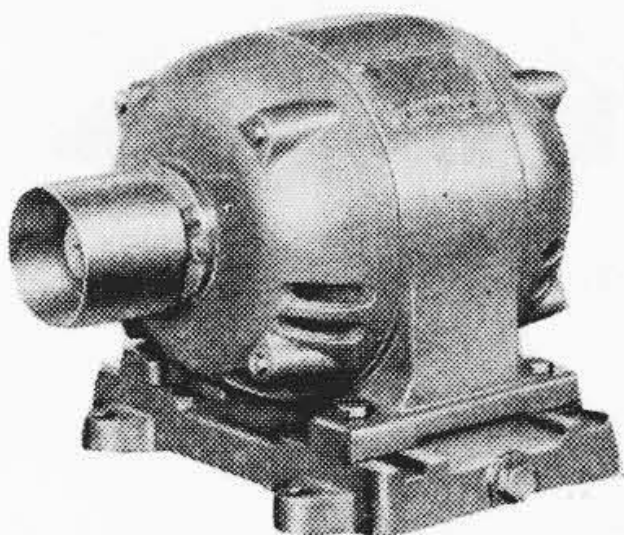
第 8 図 性能を向上したモートル



第 9 図 性能を向上したモートル
(2HP 以下)



第 10 図 性能を向上したモートル
(3HP 以上)



第 11 図 近代化モートル

開放防滴形のものを、第 9, 10 図に全閉外扇形のものを示す。全閉外扇形モートルは球軸受を採用して防塵性を向上し保守を容易にした。

2.8 近代化

高分子化学の発達により、従来の二重綿巻線(D. C. C. 線)に代る新しいすぐれた性能のマグネットワイヤが開発されてきた。ポリビニールホルマール線(PVF 線)は絶縁皮膜が薄く強靱で、耐熱、耐薬品性に富み、耐湿性にもすぐれたもので、モートルの設計に一新機軸をもたらしした。この PVF 線を用い、高精度の球軸受を本格的に採用した最初の汎用モートルとして、第 11 図に示すものを昭和 28 年から量産に移した。

これは協約寸法を採用し、通風孔の位置を枠下半部においた閉鎖防滴構造としたので、汎用性はさらに増し、性能をいっそう向上させた。また外觀形状を洗練された

流線形とし、近代的なダークグレー塗色を採用した。他方工作面では、専用工作機械を適正に配合し、行きとどいた品質管理を行うなど内容外觀ともに画期的な進歩をとげた。

2.9 小形化⁽⁹⁾

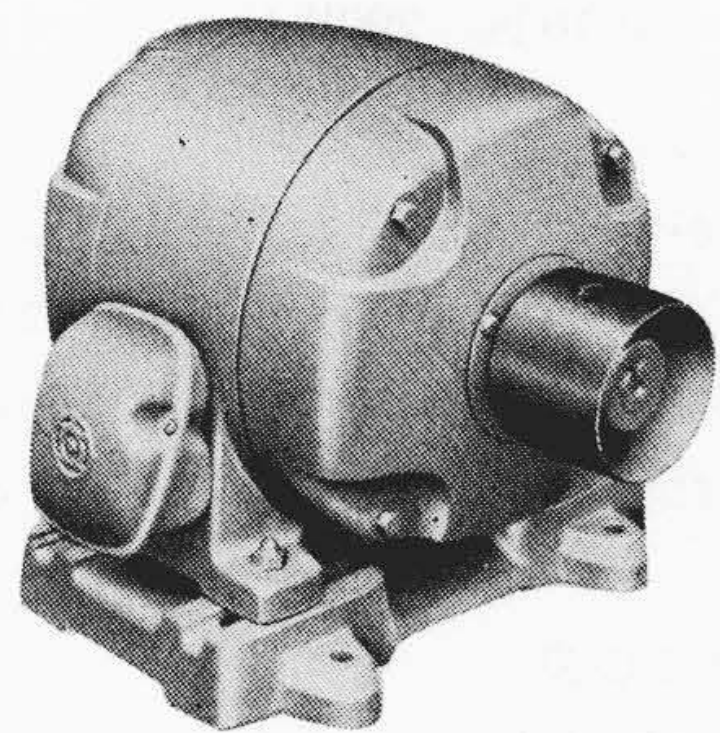
従来の協約寸法について再検討の機運にあったところ、世界的にモートルの小形化の趨勢が高まり、昭和 28 年秋にアメリカにおいて新 NEMA 寸法が発表された。そこで日本電機工業会においてもこれに応じ新 JEM 寸法を制定した。

日立製作所は日立モートルの新 JEM 寸法化にいち早く着手し、昭和 30 年より量産を開始して現在に至っている。小形化設計に際しては、進歩した新材料の活用を慎重に検討し、合成絶縁物の採用により絶縁寿命を倍加したほか、工作については生産性および工作精度向上のために、専用工作機械のほかにトランスファマシンを採用して各工程を有機的に結合した流れ生産方式を確立し、合理的な品質管理と相まち、品質の向上均一化に顕著な効果をあげている。現在各界で賞用されている小形化モートルを第 12 図および第 13 図に示す。

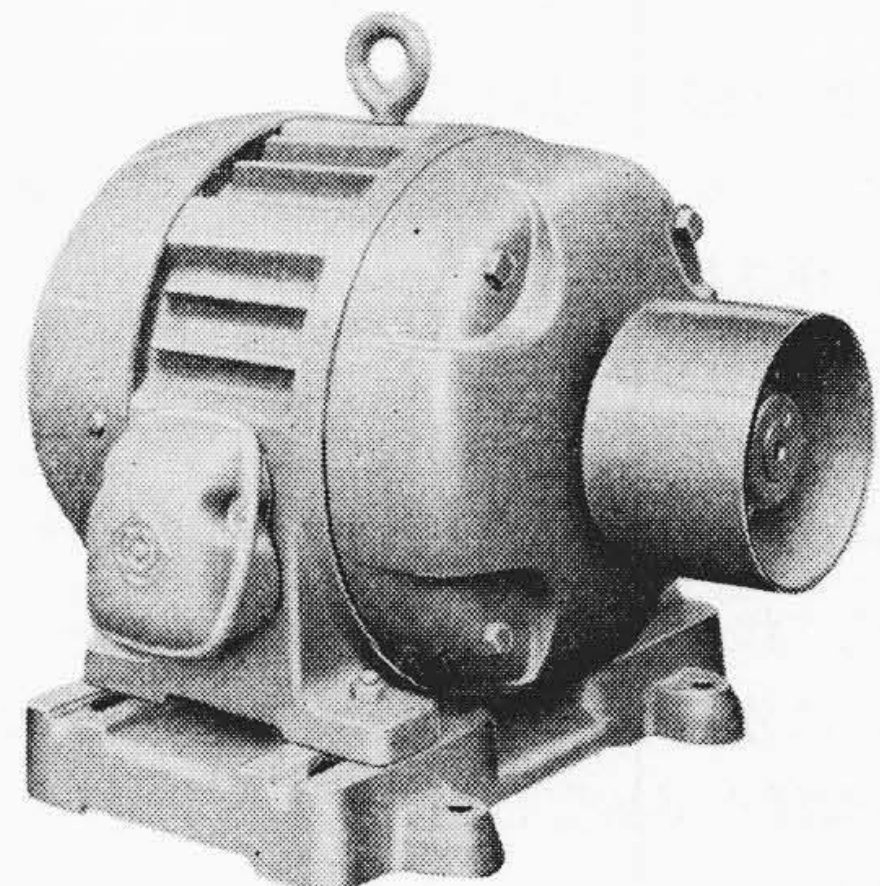
3. 単相モートル

3.1 国産化

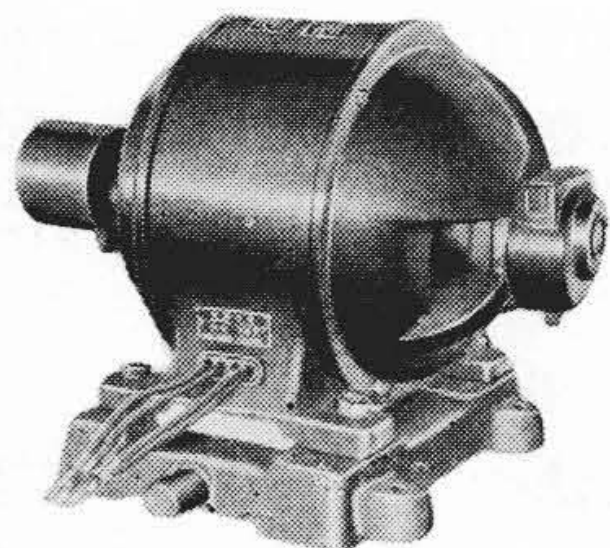
大正 11 年ころから単相モートルの必要性が高まり、



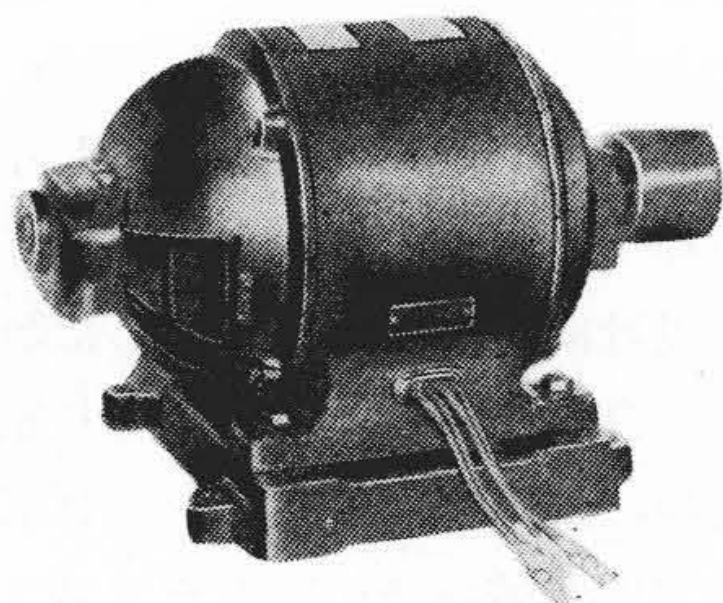
第 12 図 小形化モートル
(閉鎖防滴形)



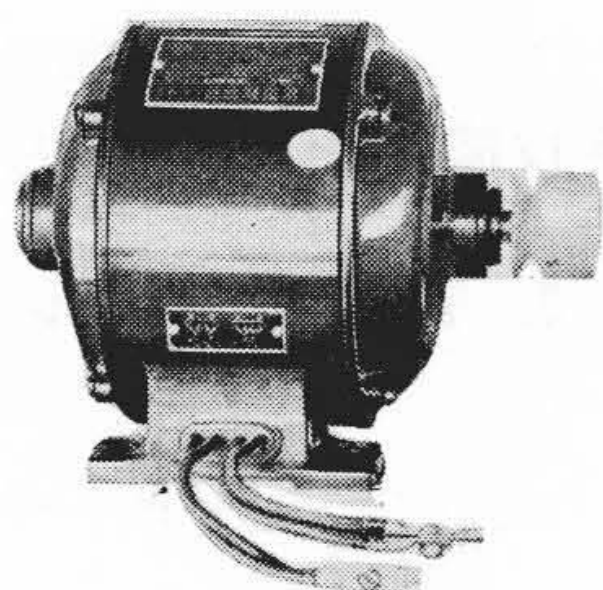
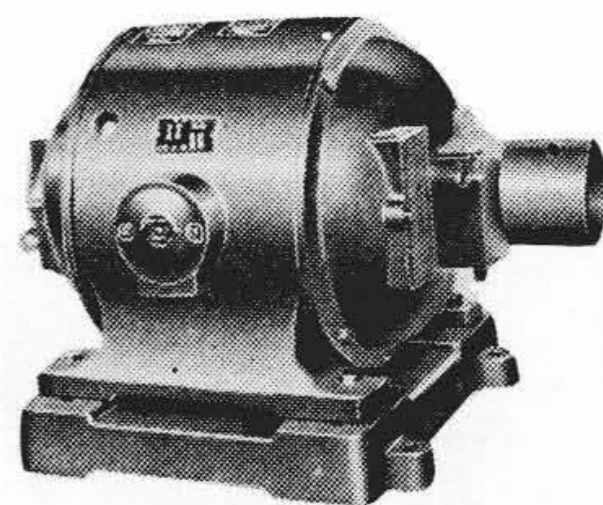
第 13 図 小形化モートル
(全閉外扇形)



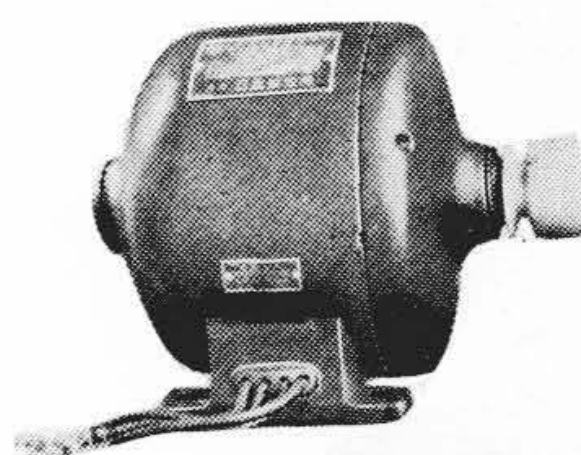
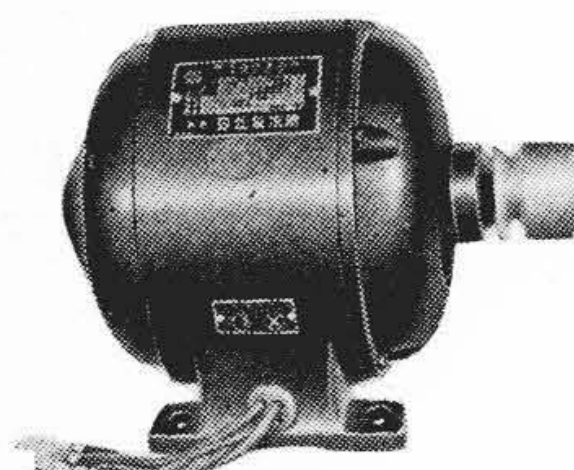
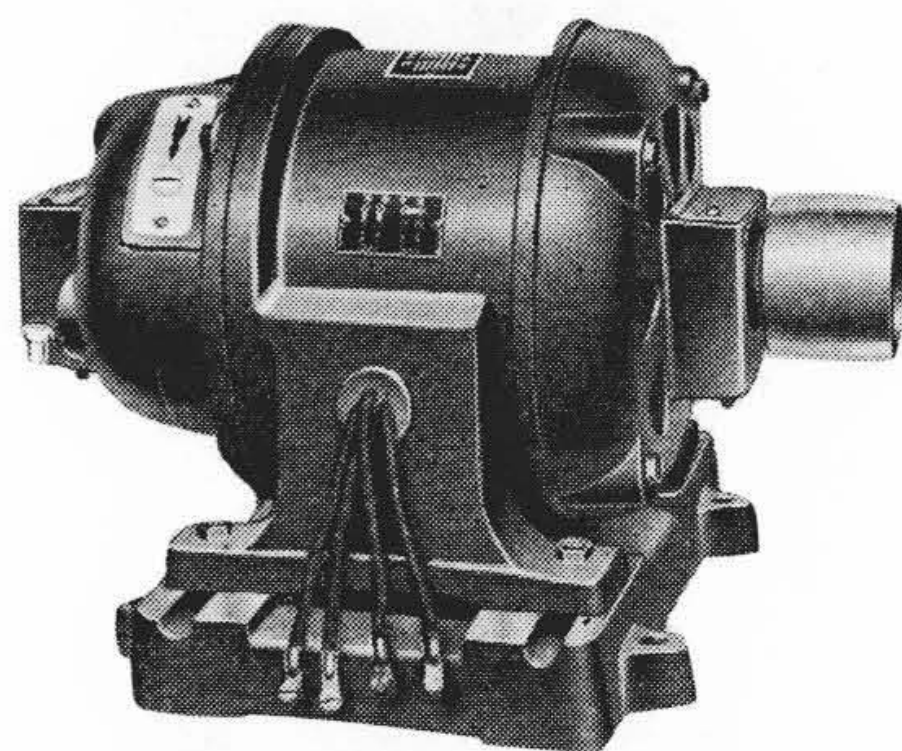
第 14 図 国産化反発起動モートル



第 15 図 改良された反発起動モートル

第 16 図 200W 分相モートル
(遠心力スイッチ改良形)

第 17 図 メートル寸法化された反発起動モートル

第 18 図 200W 分相モートル
(流線形化したもの)第 19 図 200W 分相モートル
(遠心力スイッチ室を分離した形)第 20 図 400W 反発起動モートル
(協約寸法化)

その国産化が要望されてきた。日立製作所において鋭意試作研究を進めていたが、大正 14 年に第 14 図に示す 200W の反発起動モートルの製品化にわが国において初めて成功した。これと同時に分相モートルの開発も進められた。

3.2 構造の改良

昭和年代に移り単相モートルの有用性の認識はいよいよ深まり、家庭用、農事用に賞用されてきた。昭和 3 年より種々の改良が行われて、反発起動モートルは防塵を考慮した第 15 図の構造となり、分相モートルは従来の遠心力スイッチを改良して信頼度を高めた第 16 図のものが生産に移された。

3.3 メートル寸法化

三相モートルと歩調を合わせて、昭和 7 年から 8 年にかけてメートル寸法化した新形が生産に移され、同時に特性も向上された。第 17 図に反発起動モートルを示す。この時期には分相モートルは新たに 75W、50W および 35W の 3 機種を製品化した。

3.3 流線形化

昭和 10 年に分相モートル 200W と 100W を第 18 図

に示したように流線形化した。このころより生産量も増大し、国内分相モートルの約 80% を占めるに至った。

3.4 構造の合理化

200W および 100W 分相モートルの遠心力スイッチ室を分離した現在形に近い第 19 図の構造に昭和 13 年より切換えて生産性を高めると同時に保守を容易にした。また 75W と 50W を廃止して 65W を生産するように合理化したが、戦時態勢の強まるにつれて生産を中止した。

3.5 協約寸法化

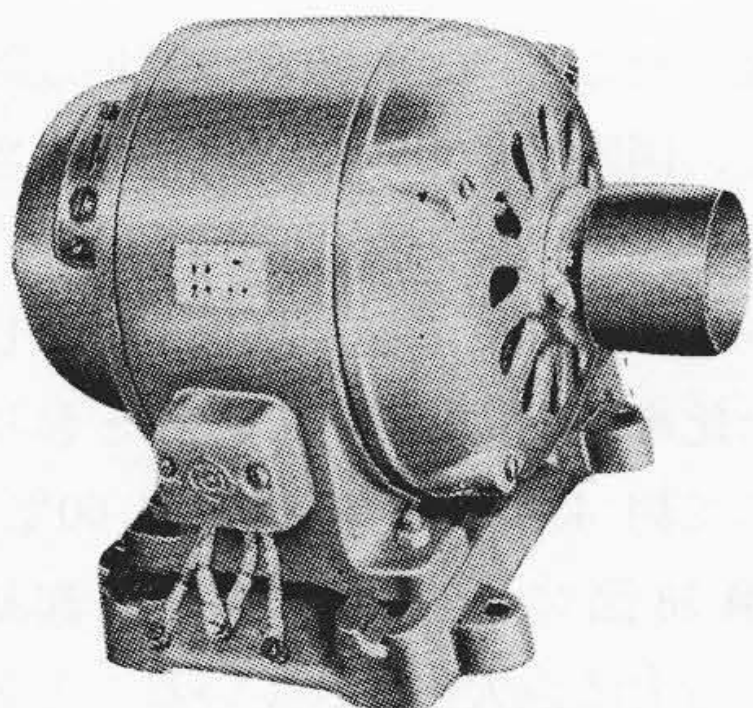
戦後の生産再開に当り、反発起動モートルは JES 電気 4203 の特性により協約寸法を採用した全閉外扇形に変更した。従来の閉鎖保護形に比べてきわめて高度の保護形式となり、汎用性はいよいよ広められて、この時期の生産の伸長は著しいものがあった。第 20 図にこのモートルを示す。その後昭和 25 年より球軸受を採用した第 21 図に示すものに変更した。また JIS-C 4203(1951) 制定に伴い特性を若干改良することが行われた。

分相モーターは 200W 以下の生産を昭和 21 年より逐次再開した。その際 200W と 100W は協約寸法を採用し、PVF 線の使用、回転子にアルミニウムダイキャスト法採用などの進歩を示した。このモーターを第 22 図に示す。

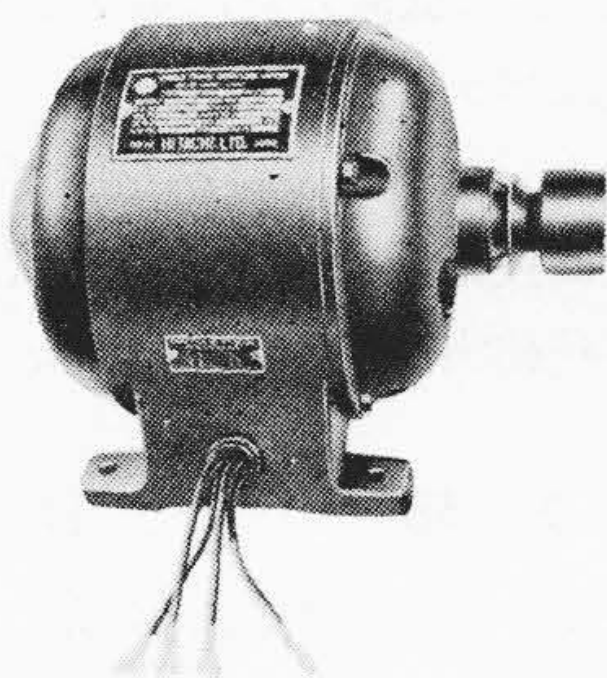
3.6 小形化

アメリカにおけるモーター小形化の機運と期を一にして昭和 29 年に日立製作所はほかにさきがけて分相モーターの画期的に小形軽量化された新系列を発表した。マイラー採用により絶縁寿命を長大化し、生産設備のオートメーション化を図り、部品加工にトランスファ方式を採用して、均一製品の量産を可能にした。小形化分相モーターを第 23 図に示す。

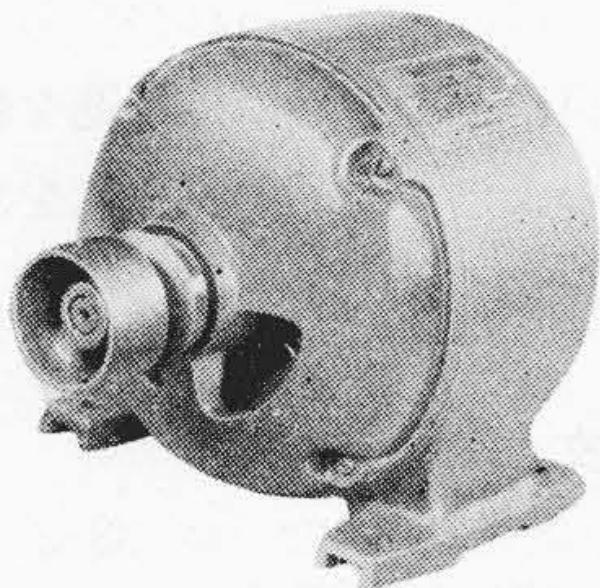
反発起動モーターの小形化は昭和 33 年に行われて、第 24 図に示すものを現在量産中である。



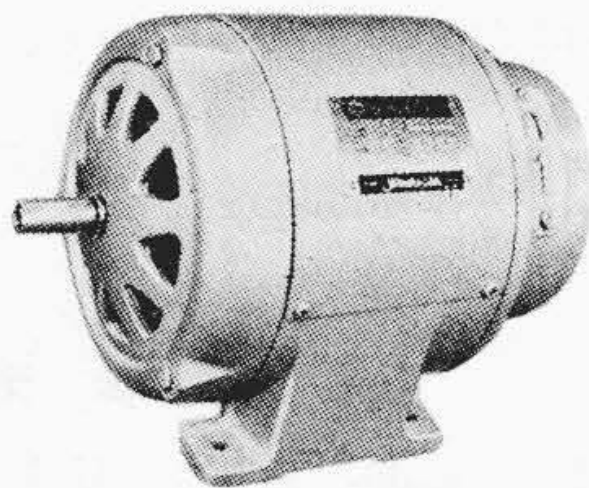
第 21 図 400W 反発起動モーター
(球軸受採用)



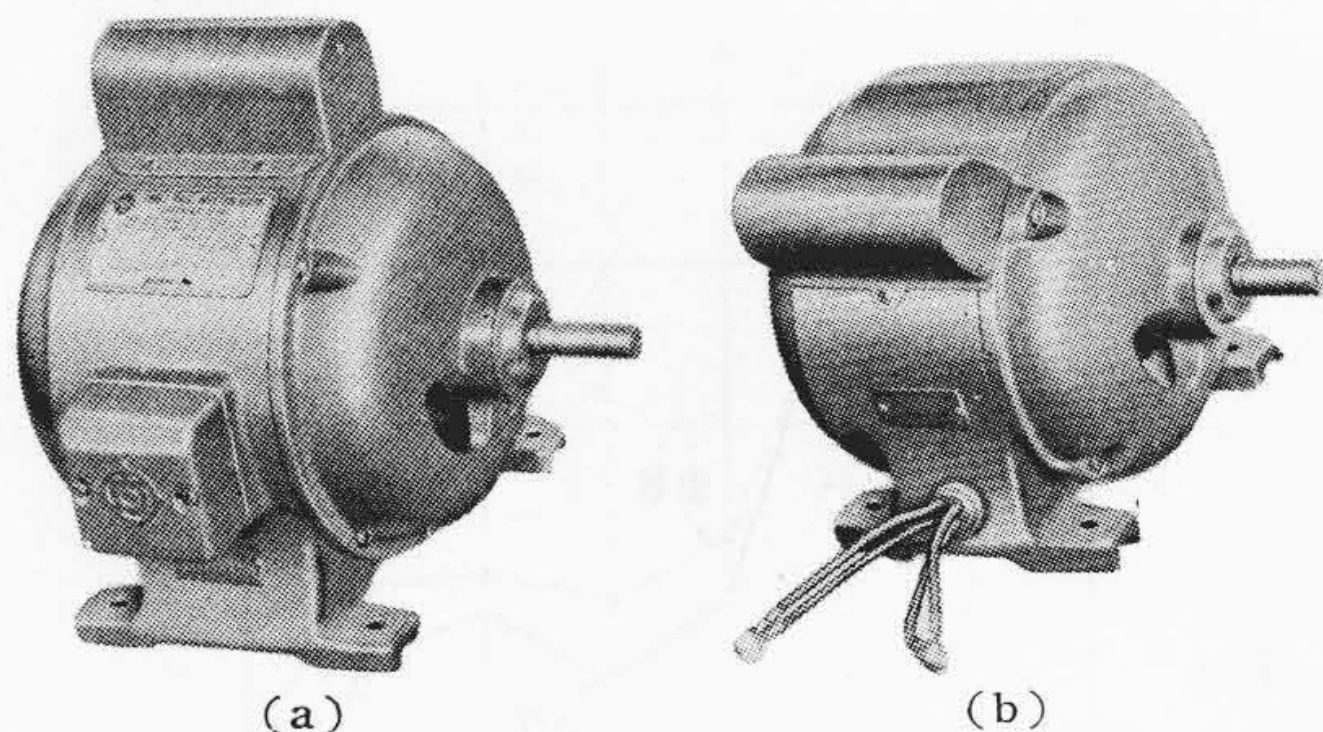
第 22 図 200W 分相モーター
(協約寸法化したもの)



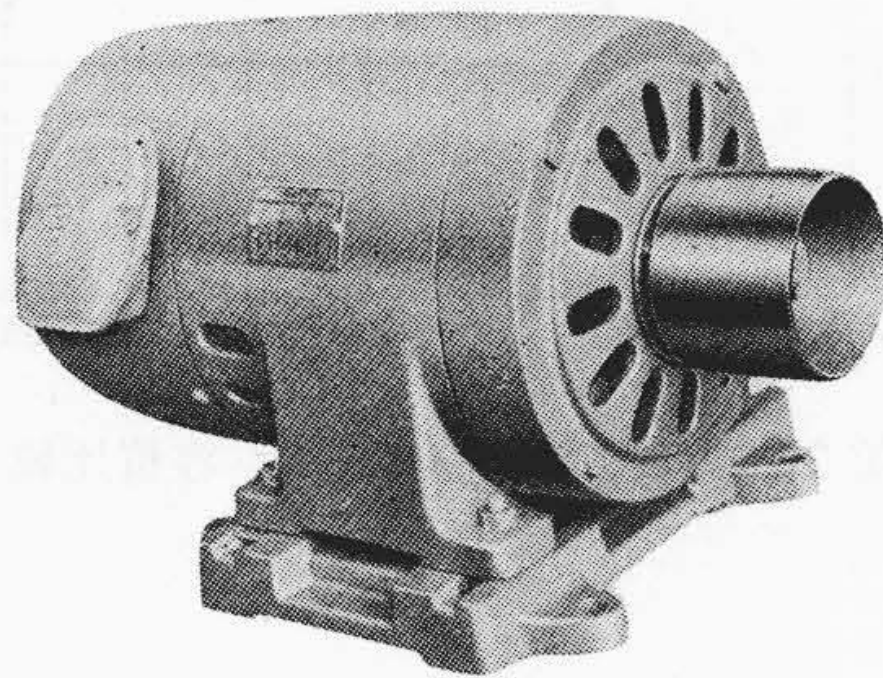
第 23 図 200W 分相モーター
(小形軽量化した現在形)



第 24 図 400W 反発起動モーター
(小形軽量化した現在形)



(a) 保護ヒューズ内蔵形
(b) 小形軽量化した現在形
第 25 図 200W コンデンサ起動モーター



第 26 図 400W コンデンサ起動コンデンサモーター

3.7 コンデンサ起動モーター

昭和 29 年に、200W がはじめて量産化された。電解コンデンサを使用したコンデンサ起動モーターとして国産された最初の汎用モーターで、ヒューズを内蔵した第 25 図 (a) に示すものである。

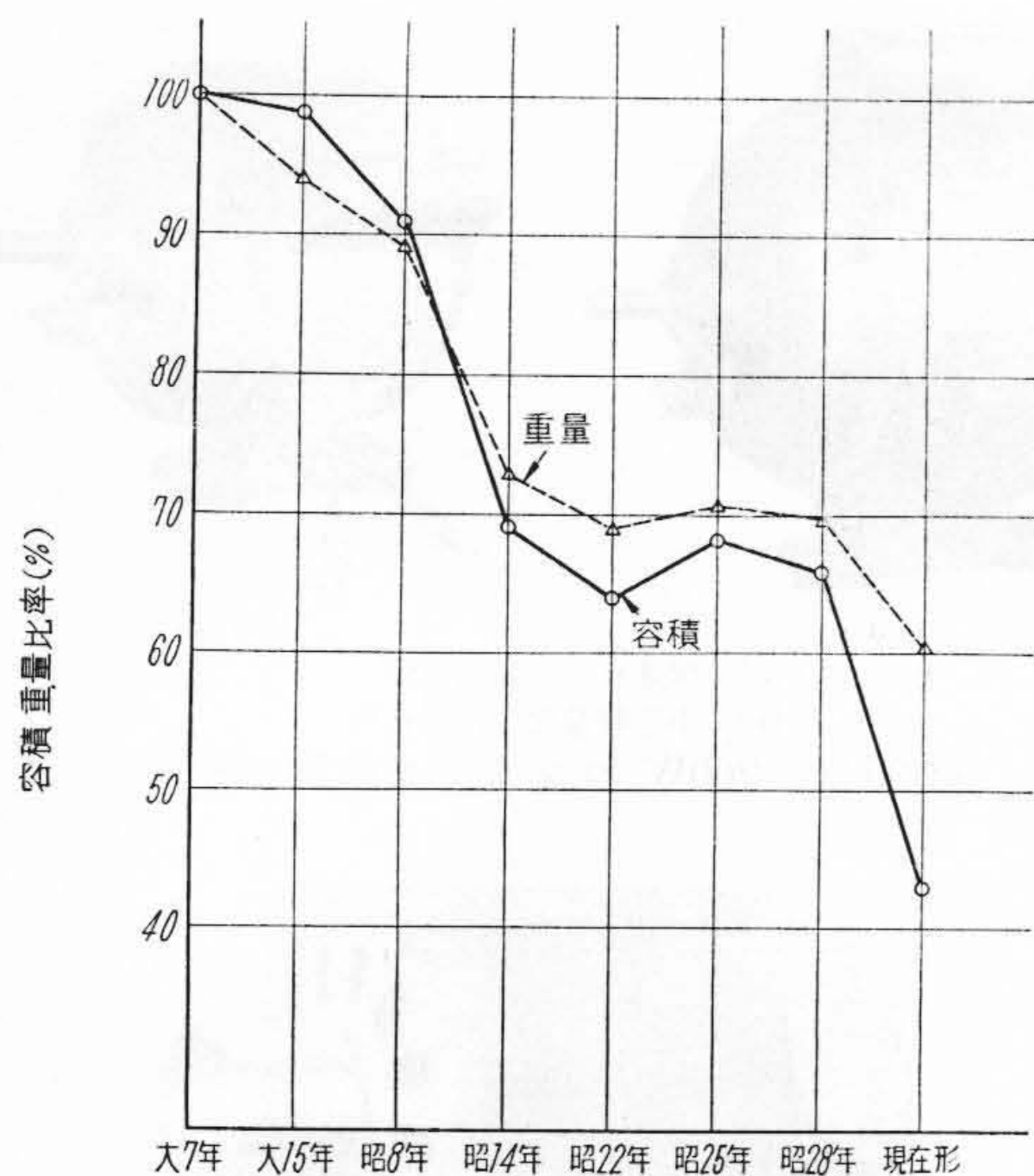
その後分相モーターの小形化にならい、昭和 31 年に小形軽量化された 100W と 200W の 2 機種が量産されて現在に及んでいる。電解コンデンサの信頼性も確実に became したので、この形からヒューズを取り除いた。第 25 図 (b) はこの現在形を示す。

このモーターは、起動特性が良好で、構造堅牢なうえに比較的安価なので、今後の普及が期待される⁽²⁾。

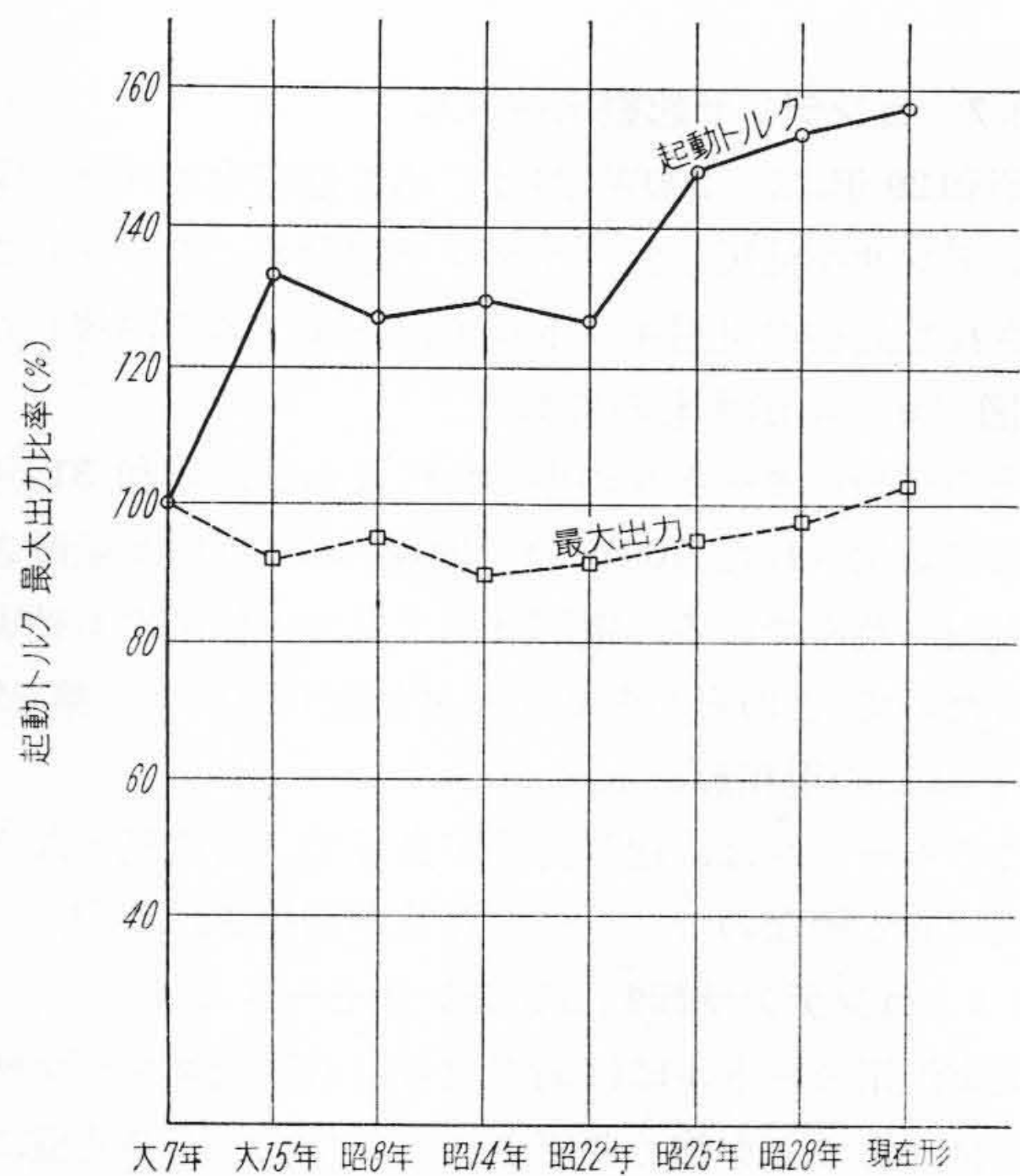
3.8 コンデンサ起動コンデンサモーター

従来汎用モーターには力率改善用の進相コンデンサを取り付けることを強く要望されていたが、この要望にこたえて昭和 31 年 400W モーターが製作された。国産として最初の汎用モーターで、起動用コンデンサのほかに運転用コンデンサを内蔵したもので、特性は JISC 4203 (1956) によっているが力率が著しくすぐれており、別に進相用コンデンサを取り付ける必要がない。またトルク特性が普通のコンデンサ起動モーターに比較してすぐれているなどの特長があるので、普及に期待がもたれている⁽³⁾。

第 26 図にその外観を示すが、コンデンサと遠心力開閉器を内蔵した斬新なものである。



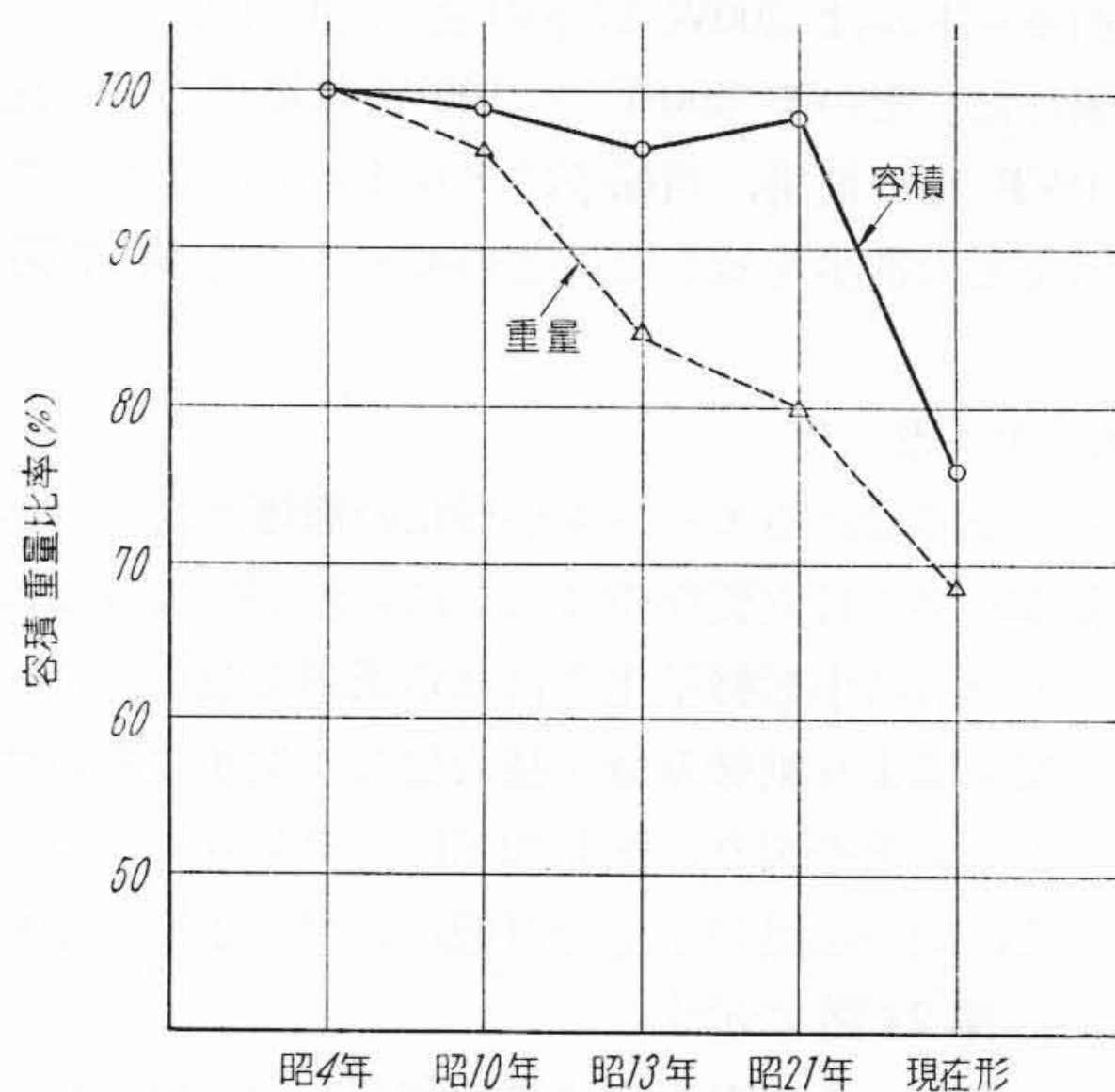
第 27 図 各時期品の重量，容積比較
(三相モートル)



第 28 図 各時期品の特性比較

4. 寸法および性能の変遷

汎用モートルは昭和 12 年から 13 年代に第 1 次の隆昌期を迎え発展にみるべきものがあつたが，終戦後外国と技術交流が再開せられ，新しいすぐれた電機用材料の開



第 29 図 各時期品の重量容積比較
(200W 分相モートル)

発が旺盛になったことにより昭和 29 年以降第 2 次の発展期を醸成し，国際水準なみに小形軽量化された汎用モートルの出現をみるに至った。

三相モートルについて，初期品を 100 とし各時期品が小形化された比率を示すと第 27 図のとおりで，現在形は取付容積にて約 43% に，重量で約 60% になっており，しかも第 28 図に示した最大出力と起動トルクの比率から，むしろ力は強大化されていることがわかる。単相モートルにおいても同様であり，200W 分相モートルの例を第 29 図に示すが，取付容積と重量をそれぞれ 76% および 68.5% に低減したにもかかわらず，性能は向上され信頼度は増大されている。

このことは進歩した新しい材料を採用した合理的な設計がなされ，生産技術面の各種の進歩改善の効果とが渾然一体となり開花結実したためである。

5. 結 言

以上汎用モートル発展の経過を概説して，各時期の技術水準を偲ぶ端緒としたが，先人の残された大きな業績を回想するにつけて，よりよきものを創造しなければならぬわれら後人の責務の大きさを痛感するものである。今後いよいよ世界的視野のもとに，日々作られつつある各種向上の要因を直視し，独自の技術的研鑽に精進を続けて，諸外国と覇を競うことのできる製品の量産化を念願する次第である。

参 考 文 献

- (1) 広瀬，島田：日立評論別冊 No. 22 (昭 33-2)
- (2) 友貞：日立評論 34, 1071 (昭 27-9)
- (3) 友貞：日立評論 38, 563 (昭 31-4)