



I E 3 レベルに対応した 高圧 & 防爆モータ

東芝三菱電機産業システム株式会社
回転機システム事業部 技師長
堀切 威士
2018年11月25日

Index

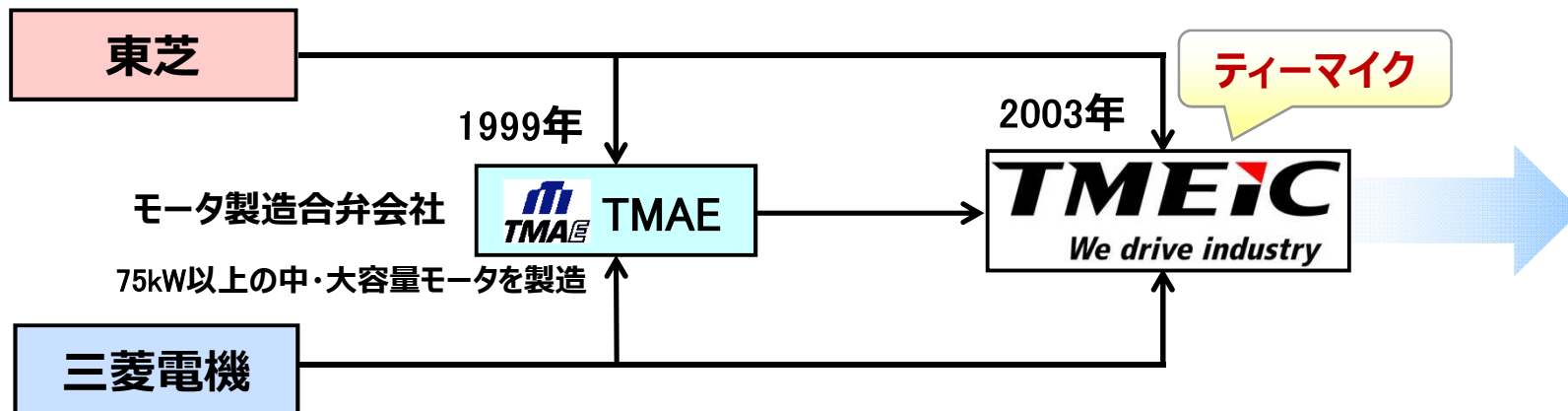
1. 開発の背景および目的
2. 開発プロセス
3. 製品の技術的特長



1. 東芝三菱電機産業システム(株)とは？



東芝と三菱電機の産業システム事業部門・パワーエレクトロニクス事業部門、
モータ製造合併会社ティーエムエイエレクトリック(株)などの会社が統合して
2003年に誕生した会社



1. 開発の背景および目的

社会のインフラを支えるモータ

TMEICのモータは、ビル空調などの業務分野から産業分野まで、様々なフィールドや用途で活躍し、社会のインフラを支えています



三相誘導モータ種類

低圧モータ

200V, 400V級

高圧モータ

3kV, 6kV級

非防爆モータ



防爆モータ



耐圧防爆形 安全増防爆形

用途



ポンプ



ファン・コンプレッサ



クレーン・搬送装置

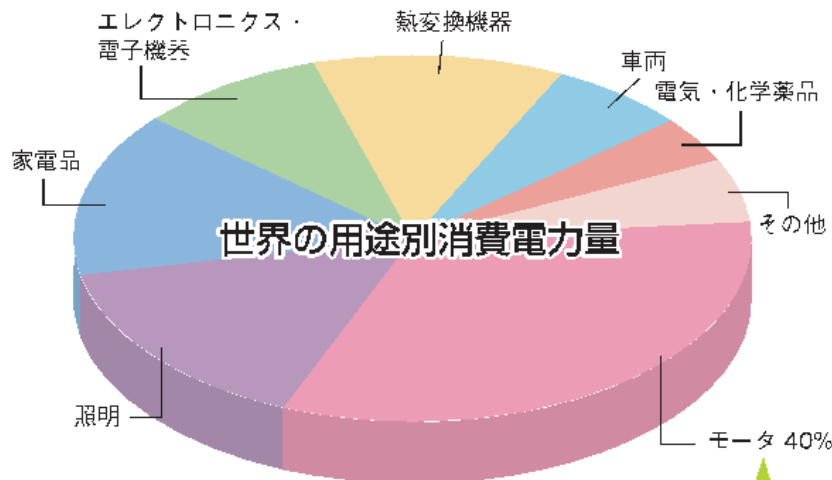
三相誘導モータ
TM21-F II シリーズ
75 ~ 2000kW

1. 開発の背景および目的

モータの消費電力量の現状

モータによる消費電力量は、世界の消費電力量全体の**40~50%**を占める

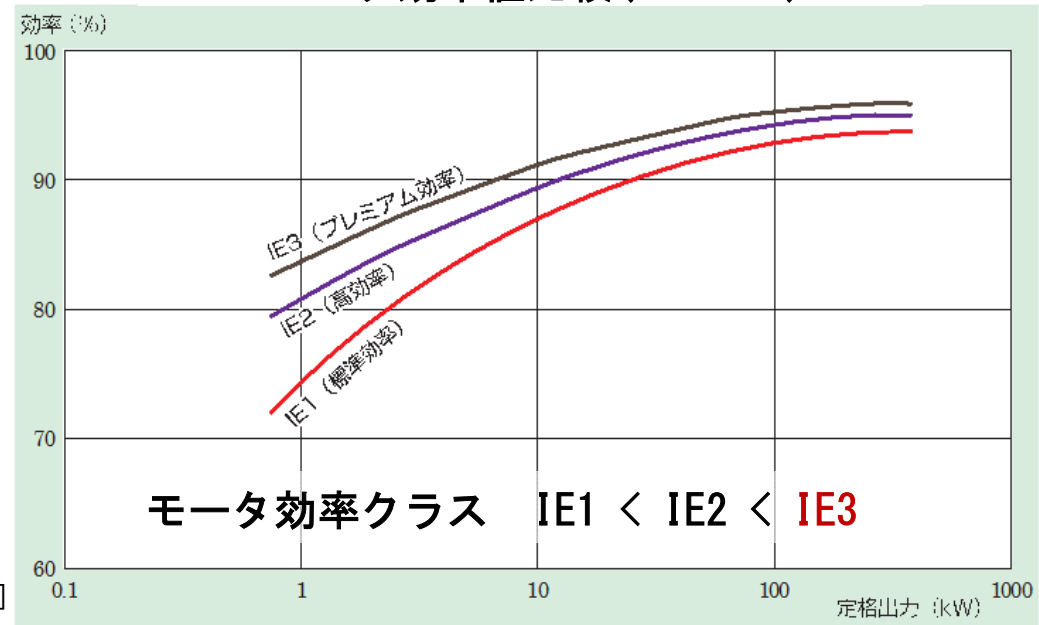
日本では、モータ普及台数は約1億台、年間の全消費電力量は約1兆kWhの**55%**を占める



モータのエネルギー消費削減は、省エネ効果大!!

[出典Motor Systems Motor Summit 2008]

モータ効率値比較 (4P-50Hz)



【省エネ法】

2015年 国内においてモータ効率を規制する**トップランナー制度**スタート!

IEC(国際電気標準会議)において統一的な効率クラス(IE1:標準効率、IE2:高効率、IE3:プレミアム効率)が規定されており、日本の製造事業者が、国内市場のみならず、海外市場に対しても競争力を維持したまま、製品の移行や設備投資を行っていくことができるよう、欧州の切り替え時期にも合致した2015年度からスタート

1. 開発の背景および目的

開発目的（新たな取り組み）

省エネ法の対象範囲

- (1) 単一速度三相かご形誘導電動機（商用電源駆動）
- (2) 定格出力：0.75kW以上～375kW以下
- (3) 極数：2極、4極又は6極
- (4) 定格電圧 - 周波数：1000V以下 - 50Hz及び60Hz
- (4) 時間定格：S1（連続使用），S3 80%ED
- (5) インバータ専用モータ（商用電源可）も対象

規制の適用除外

- (1) 特殊絶縁
- (2) デルタスター始動方式
- (3) 船用モータ
- (4) 液中モータ
- (5) **防爆形モータ**
- (6) ハイスリップモータ
- (7) ゲートモータ
- (8) キャンドモータ
- (9) 極低温環境下で使用するもの



TMEICの取組み



社会インフラ・お客様の
価値を追求

高効率化技術の追求

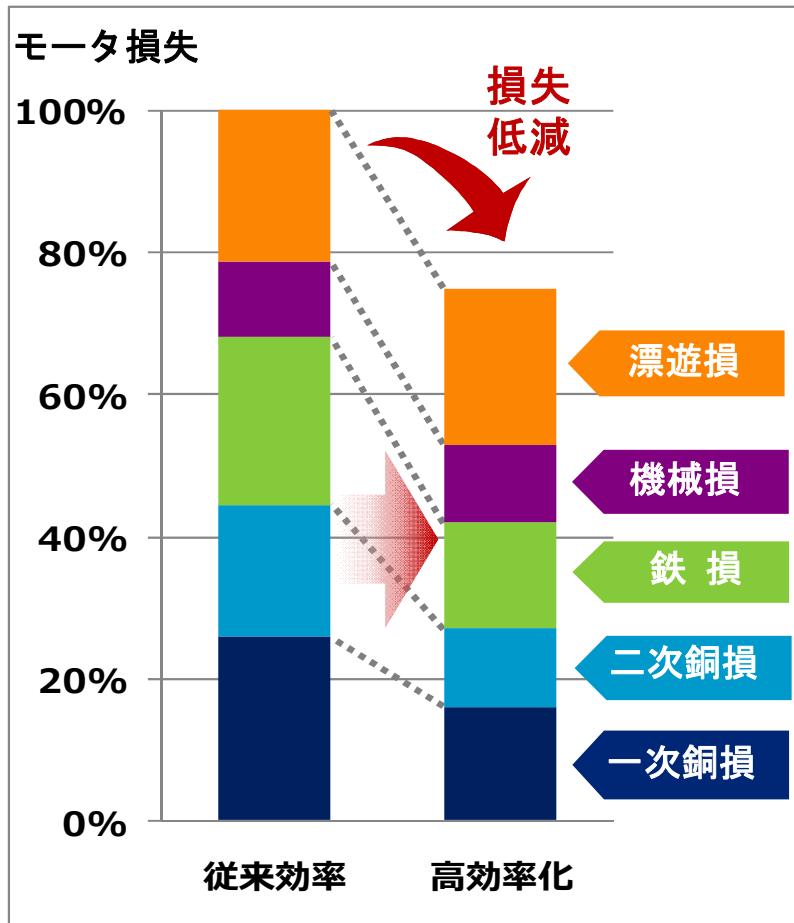
高圧&防爆モータ
高効率化開発への取組み

**規制の適用除外範囲にも
省エネモータを普及促進
省エネ・環境保全へ貢献**

2. 開発プロセス

モータの高効率化（課題）

モータ発生損失と高効率化



発生損失

銅損

銅材を増加

ステータコイル/ロータバーに発生する抵抗損（電流起因）

鉄損

鉄心材を増加

ステータ鉄心に発生する損失（磁束起因）

機械損

軸受、ファン、ロータに発生する摩擦損

漂遊損

高調波による鉄損、渦電流損など

従来手法による高効率化

銅材、鉄心材の使用量を多くして
銅損、鉄損を低減

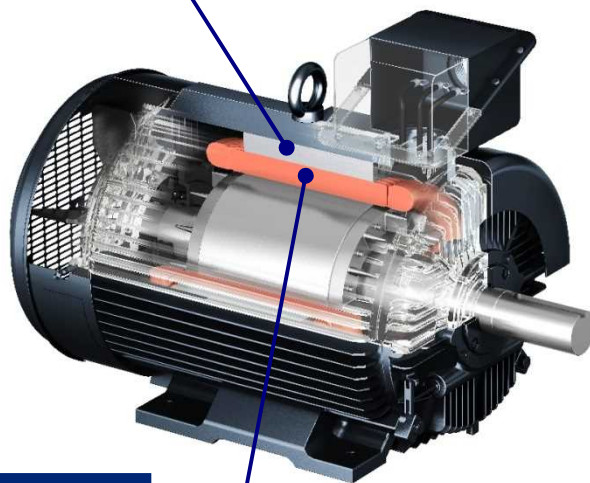
2. 開発プロセス

モータの高効率化（課題）

従来手法による高効率化

鉄心材増加

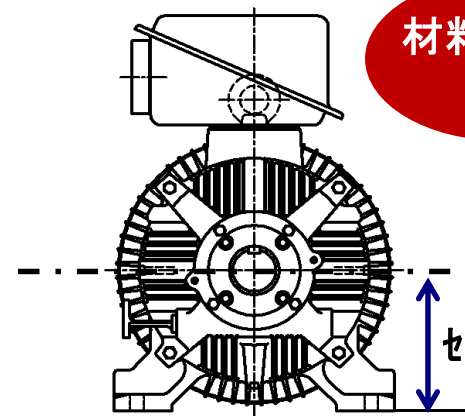
鉄心体積を大きくして、磁束密度を低減、発生損失を低減



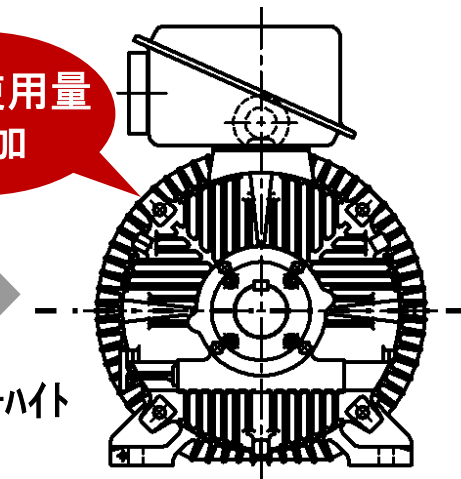
銅材増加

導体（銅線/アルミ）の断面積を大きくして、抵抗損を低減

従来効率



高効率化



鉄心サイズが大きくなる
モータ全長が長くなる
枠番（センターハイト）が大きくなる

課題

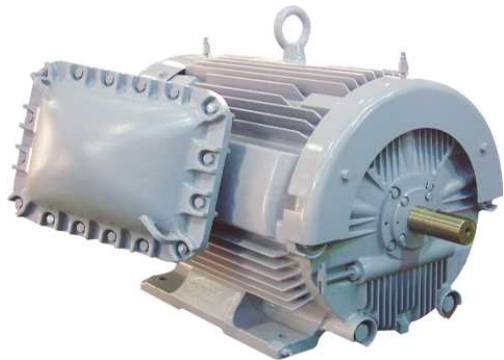
- ✓ モータ体格（外形）が大きくなる
- ✓ 消費材料の増加

2. 開発プロセス

防爆形の高効率化（課題）

- ▶ プラント等での需要は多いが、制約条件が厳しいため規制の適用除外機種となっている**防爆形モータ**（特に耐圧防爆形）の高効率化を検討

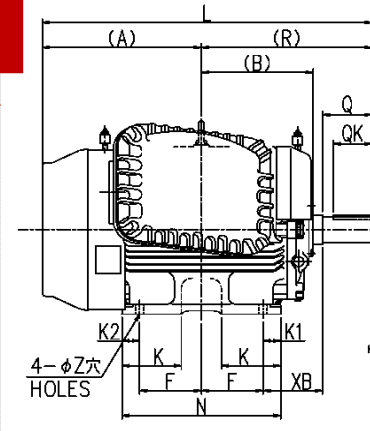
（例）耐圧防爆形モータ



耐圧防爆形はモータ内部で爆発性ガスの爆発が起きても爆発圧力に耐え、火炎が外部のガスに引火しない構造

フレームは工場電気設備防爆指針に基づき防爆認定の爆発試験に合格

課題



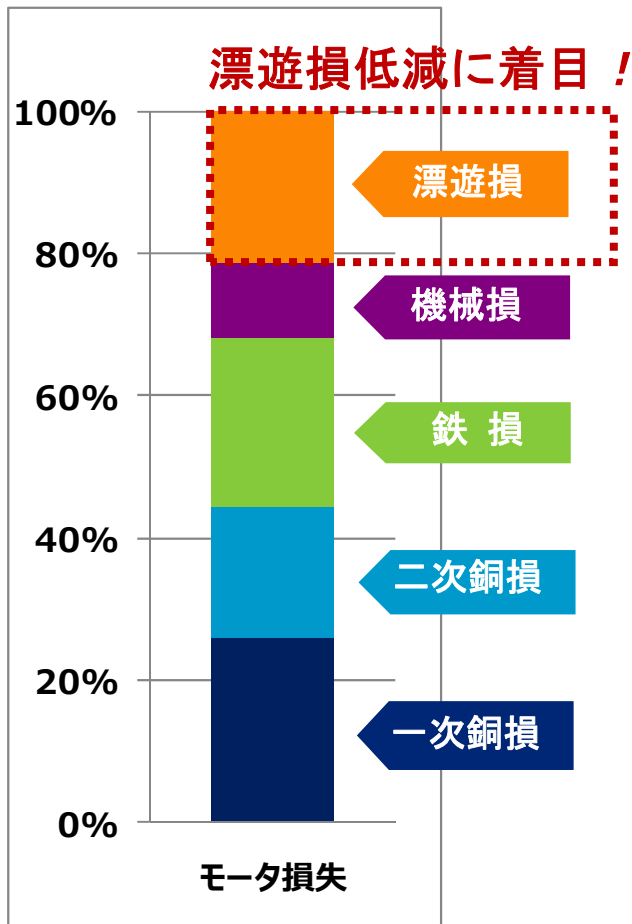
防爆検定合格品は構造寸法が決められており、フレームの変更や寸法変更ができない（変更の場合、都度検定試験が必要）

高効率化の設計で、簡単にモータ外形を大きくできない

2. 開発プロセス

課題に対するアプローチ

損失低減の検討



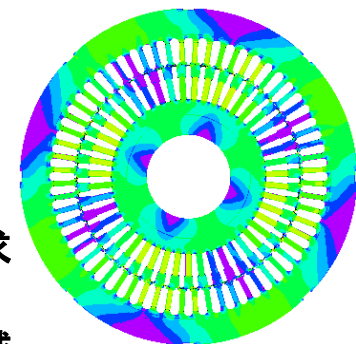
どこに、どれだけ発生しているかよく分からない損失??

漂遊損

- (1) 磁束に高調波が含まれることにより発生
高調波鉄損、高調波渦電流損など
- (2) 磁束の性質と構造形状の影響により発生
深溝効果、表皮効果による導体抵抗の増加など
- (3) トルクに寄与しないその他の要因により発生
電気回路の循環電流、構造体への渦電流など

漂遊損の発生要因を解明

- ✓ 詳細電磁界解析により、漂遊損発生に起因する設計因子を解明
- ✓ 効率を最大化する最適化設計追求
- ✓ 漂遊損を含め、銅損、鉄損を低減

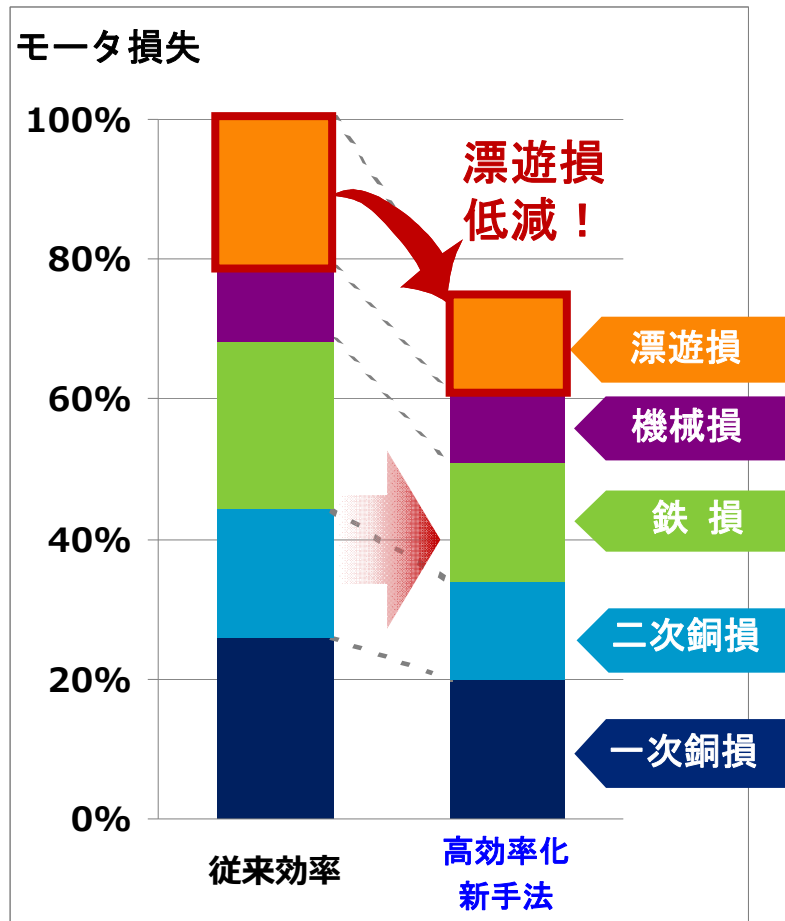


電磁界解析(例)

2. 開発プロセス

開発プロセスの成果

①高効率化 新手法：漂遊損低減



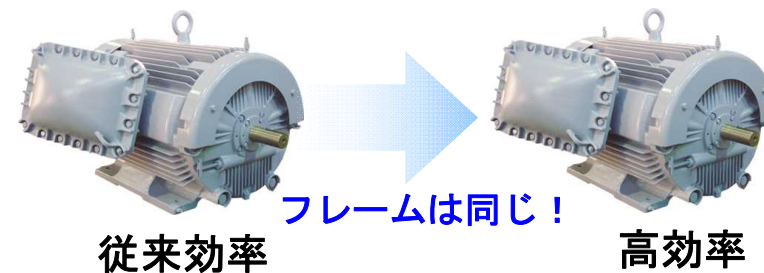
②新手法による付帯効果：

- 銅材や鉄心材の使用量増加抑制
- 省資源化および環境負荷低減に配慮

耐圧防爆形は現行検定合格構造採用

- 既設機の置き換えが容易(据付互換性)
- 製造リードタイム短縮お客様の設備計画をサポート

高効率モータの更新促進へ！



3. 製品の技術的特長

先進性・独創性

- ✓ さまざまなフィールドや用途で使われている高圧、防爆、低圧8極以上のモータは高効率規制の対象外で高効率モータに更新する選択肢が少ない
- ✓ 一方で、お客様(*1)は中長期的にみて年平均1%以上のエネルギー消費原単位又は電気需要平準化評価原単位の低減が求められている

(*1) エネルギー使用量（原油換算値）が1,500kl/年度以上であり、特定事業者又は特定連鎖化事業者指定されている事業者様

新手法による高効率化技術の成果

- ◆ 漂遊損の低減を実現
- ◆ 使用材料の増加を抑制
- ◆ 高効率化更新を容易に

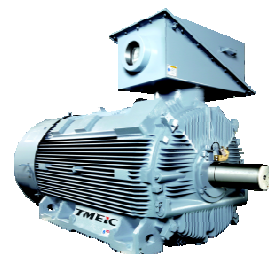
高効率化拡大機種



耐圧防爆形



安全増防爆形



高圧、低圧8極以上

3. 製品の技術的特長

省資源化、環境負荷低減

新手法による高効率化設計を適用して、使用材料増加を抑制し使用部品ごとに質量を低減する取組みを行った
 (例) 90kWの質量低減効果

電気導体 ステータ巻線(銅線)
 ロータバー(アルミキャスト)

86kg ⇒ 68kg **21%低減**

鉄心材 ステータ, ロータ鉄心(電磁鋼板)

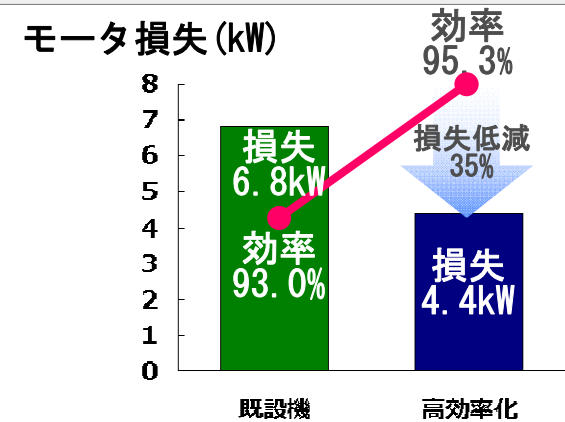
257g ⇒ 188kg **27%低減**

フレーム 鋳物製

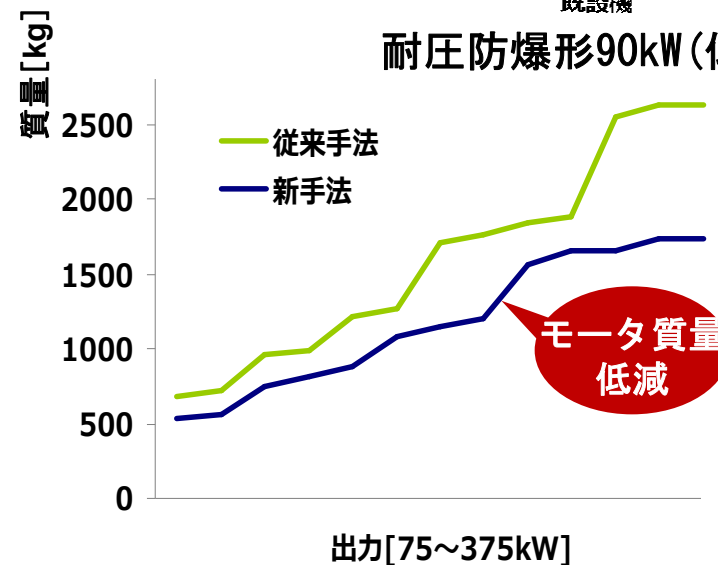
210g ⇒ 162kg **23%低減**

モータ質量

710g ⇒ 560kg **21%低減**



耐圧防爆形90kW(低圧モータ)



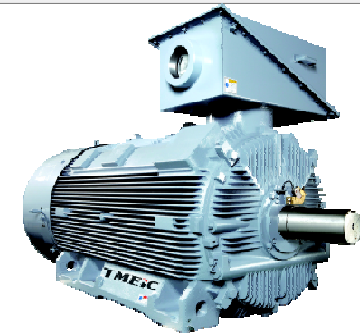
従来手法と新手法で高効率化したモータ質量比較

省資源化、環境負荷低減に配慮したモータ

3. 製品の技術的特長

■まとめ

- トップランナー制度スタート後、環境負荷低減社会への貢献をさらに拡大するため、規制適用除外である高圧&防爆モータの高効率化に着目
- 特に、防爆モータの高効率化は、石油、化学ユーザ殿からの多くの要望に応え、研究を推進
技術評価が困難だった漂遊損低減の研究に取り組み、
耐圧防爆形モータは据付互換性(既存検定活用)を有し、
I E 3レベルの高効率化を実現し、お客様の更新需要に貢献
- 開発した高効率化技術を高圧や低圧8極以上の機種にも反映
- 従来設計より材料使用量低減を実現し、資源の有効活用にも貢献



高圧モータ



防爆モータ

高効率モータ適用の裾野を広げ、省エネ化製品の普及を促進



ご清聴ありがとうございました。