

様式第 7 号（第 14 条関係）（実績報告書）

令和 7 年 2 月 2 8 日

福 島 県 知 事 様

住所 東京都八王子美山町 2161 番地 21
名称 株式会社マグネイチャー

令和 6 年度地域復興実用化開発等促進事業費補助金実績報告書

地域復興実用化開発等促進事業補助事業を実施したので、交付要綱第 14 条に基づき、下記のとおり報告します。

記

1 事業計画名

環境負荷軽減に寄与するハルバッハモータの E V 搭載実証

2 申請分野区分

エネルギー・環境・リサイクル

3 補助金交付決定額

金 50,000,000 円

4 補助金実績額

金 50,000,000 円

5 着手及び完了年月日

着手 令和 6 年 5 月 1 日

完了 令和 7 年 2 月 2 8 日

6 補助事業の成果

(1) 補助事業の内容

本事業では、当社が開発してきたハルバッハモータを EV 車に搭載するため各種実験実証を重ね EV 車に搭載し動作させることを目指す。具体的には、テストベンチにモータを 2 台据え付け各種の性能試験（加速試験、定速度試験）を行う。EV 車に搭載する上で重要な振動加速度特性も併せて試験を行う。また、速度制御のためにアクセルペダルによる速度制

御実験も併せて実証実験を行った。

次に EV 車の走行距離の伸長は、モータの効率が影響するので、各種実験実証を重ねてモータの損失低減まで踏み込んで設計の見直しを行い高効率なモータが実現できた。EV 車にこのモータを搭載し走行実験をする予定である。

また、テスト走行等を重ねることで、EV の走行距離の伸長とトータル製造コストの低減を目指す。

マーケティングアドバイザーとして元株式会社タジマモータコーポレーションの関係者にも参画いただき、販売面での助言も受ける予定である。

1) プロジェクトイメージ

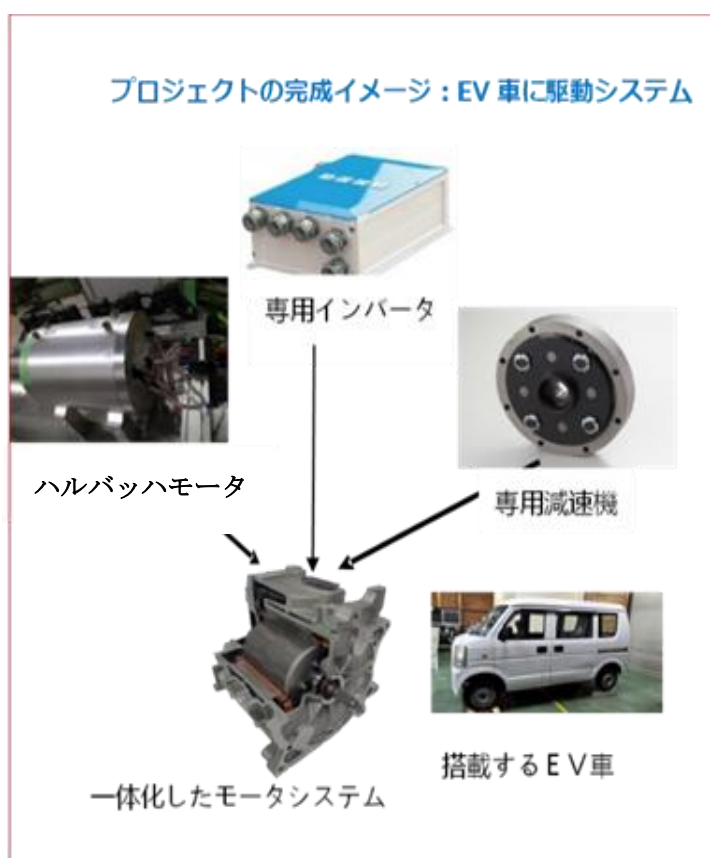


図 1-1 本プロジェクトのイメージ

2) 補助金の継続年度の達成目標（ステージゲート）

■各年度の達成目標（ステージゲート）

実用化・事業化する要素技術	各年度の達成目標（ステージゲート）	
	1年目	2年目
① EV用次世代型ハルバモータ	EVへの搭載、EVシミュレーション試験台での試験を実現させるため、前述した試験用ハルバモータを計6台製作し、実用化判断基準に基づき、性能評価を行う。	
② EV用パワートレイン	1. 専用減速機を発注し、試作を実施 2. 選定したEVに適用できるケーシングを設計し、試作を実施 3. 専用インバータを2台製作	1. パワートレイン2式を組立 2. 実用化判断基準に基づき、性能評価 3. EVシミュレーション試験台で総合試験を実施
③ 試験用EV	1. 製作モータパックでモータ適用できる市販のEV種を選定 2. パワートレインを試験用車システムに組み込むための仕様書（ハードウェア部分）を作成 3. パワートレインを試験用車システムに組み込むための仕様書（制御ソフトウェア部分）を作成	1. 試験用EV1台にパワートレインを組み込む 2. 試験コースでEV走行試験を実施、体系的にパワートレイン（モータ+インバータ部分）の性能データを取得

3) 2024年度の事業計画

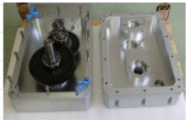
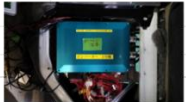
2024年度補助事業計画									
1. モータ搭載EV車の最終確定									
マーケティングアドバイザーの意見、安全性、経済合理性等からビークル【乗用車/トラック/バイク等】									
を決定し、テスト環境の精査等									
2. パワートレインのEV車搭載走行試験、及び走行シミュレーション（テストベンチ上）を実施しモータの評価を行う。									
3. インバータをEV車用に適合化（アクセルペダル用）するためにソフト改良									
4. EV車にパワートレインを取り付け									
5. 年度内にプレス発表を実施									

4) 2024年度達成目標（ステージゲート）

① 目標達成状況

実用化・事業化する要素技術	2024年度の目標（ステージゲート）			
	2024年度		達成状況	
EV用パワートレイン	1. 専用減速機を発注し試作を実施		1. 減速機の試作は完了	
	2. 選定したEV車に適用できるケーシングを作成		2. パワートレイン用の部品を構築して試作は完了	
	3. 専用インバータを2台製作		3. 専用インバータは、予定通り製作済み	
試験用EV車	1. 製作したモータに適用できる市販のEV車を選定		1. 市販EV車を改造する手順を決定した。	
	2. 試作用パワートレインを組み込むために市販のEV車を改造		2. 改造したEV車にインバータ、電池、冷却装置等の部品を装着	
			3. 冷却装置、各種でスプレイを取り付けた。	

② 実用化達成基準と成果物イメージ

実用化・事業化する要素技術	実用化達成基準	達成実績	成果物イメージ
1. EV車用パワートレイン	1：出力軸の最高回転数 15,000rpm 2：定格トルク500Nm、 最大トルク1000Nm 3：耐久性連続回転時間 400 h 4：回生性能保有	1：EV専用減速機 当社が試験用に試作した減速機の 回転試験から取得した次世代型 ハルバツハモータの高速回転データを 専門会社に提供し、減速機を共同開発 した。 2：インバータのキャリア周波数の 高速化 キャリア周波数を高速化によりモータ の振動が軽減される。高効率化が実現	EV車に搭載できる パワートレイン  減速機  インバータ
2. 試験用EV車	1：0～100m 15秒 2：平地走行 3：加速度 0.84m/s ²	1：試験用EVの車体の選定 パワートレインとバッテリーを車体に 搭載して試験用EVを選定 2：試験場の選定 試験用EVでは、操縦性能も含めた様々 な走行試験を実施したが、最低限とし 実用化基準が得られる試験場所を選定 する。 試験場は、菊池製作所南相馬工場内 に設定	当社パワートレインを搭載 したEV車（スズキの 軽自動車を改造） 

（2） 重点的に実施した項目

EV車用のハルバツハモータ	EV車搭載用モータの完成度を高めるために改良を加え完成した。
EV車用パワートレイン	達成目標として掲げていた項目は達成した。
試験用EV車	試作が完了しているパワートレイン、インバータバッテリーを試験車に実装してEV車の改造を完了した。

1) EV 車用次世代型ハルバッハモータ

① EV 車モータの負荷試験用テストベンチ

昨年度開発したEV車への搭載用ハルバッハモータの負荷試験を実施するためにテストベンチ上でEV車に積載するモータと発電機を直結して負荷試験を実施し性能評価をする。

実験装置としては、テストベンチ（図2-1）にモータ2台を組合せ、1台をモータもう片方（1台のモータ）を発電機にして負荷試験をする実験装置である。この実験装置で各種の試験（振動測定、実負荷試験、速度制御試験等）を行う事ができる装置である。

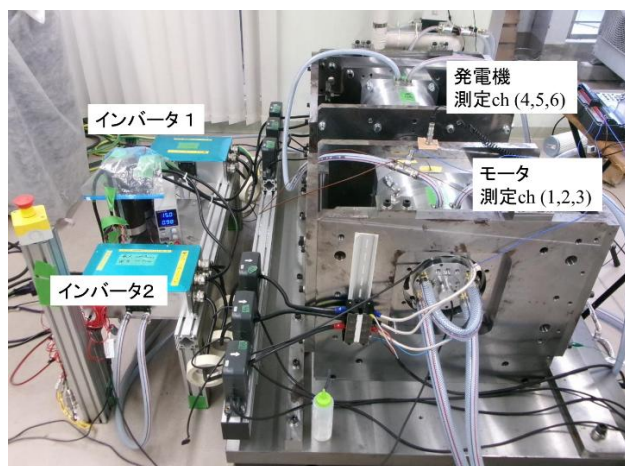
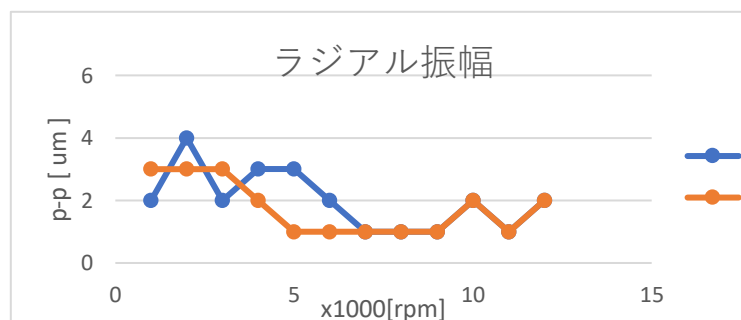


図 2-1 テストベンチ（無負荷、負荷試験等、各種試験ができる）

② 振動測定

EV車にとって重要な特性は、乗り心地である。そのためにモータから発生する振動ができるだけ少ない事が要求される。テストベンチに据え付けたモータを回転させた時、回転軸に対して垂直方向の振動（ラジアル）と水平方向の振動（スラスト）を測定した結果、図2-1となった。回転軸としてスラスト方向の振動が大きい事の原因はベアリング等の据え付けが原因と考えられる。



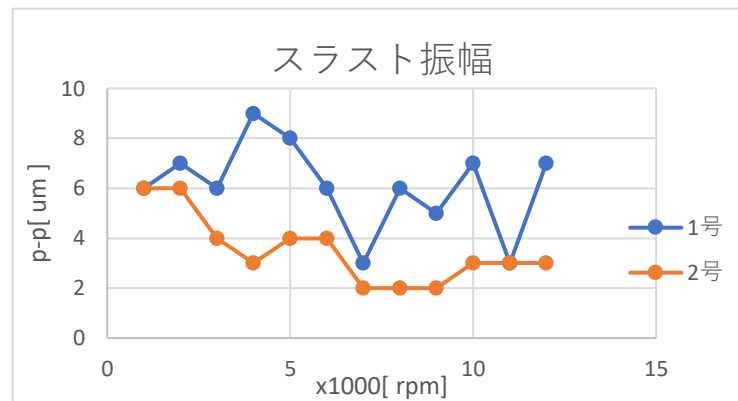


図 2-2 振動特性の計測

このようになった理由は、ロータを支えているベアリング、シャフト、磁石等の製作段階からのそれぞれの公差が原因と考えられるので、ロータのバランスを精度よく測定すると同時にモータに組み込む技術についても慎重に手順を検討した。

③ 磁石の寸法精度を上げる加工

海外から調達している磁石は、寸法精度がバラバラでそのままでは使用に耐えない事が分かり国内で寸法精度を上げるために再加工し直す事になった。再加工しないとロータのバランスが崩れて振動の原因となる。

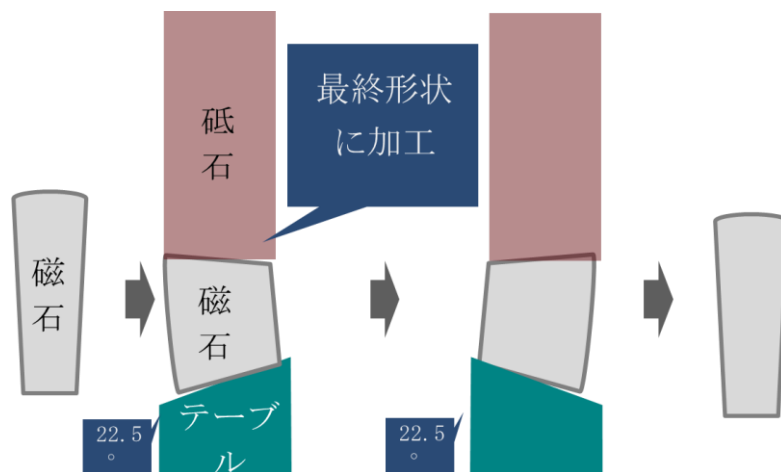


図 2-3 a 入手した磁石の再加工

入手した磁石の加工法は、精密に傾斜角を保たれているテーブルに磁石を設置し、砥石を動かして6面のうち5面を加工する。残りの円弧については回転機を使って円弧を再現する。

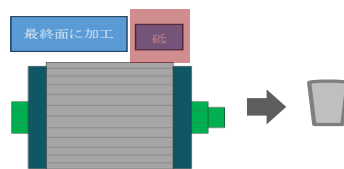


図 2-3 b 真円に近く加工

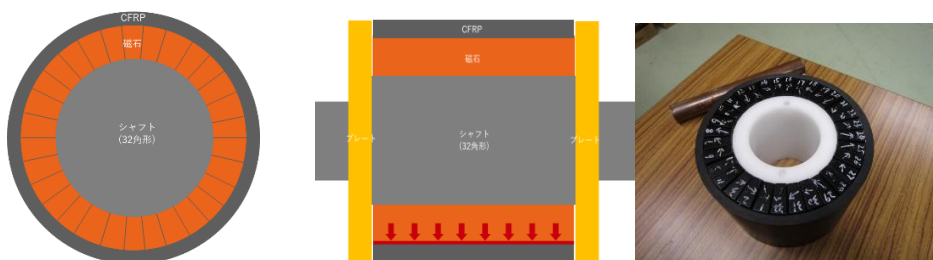
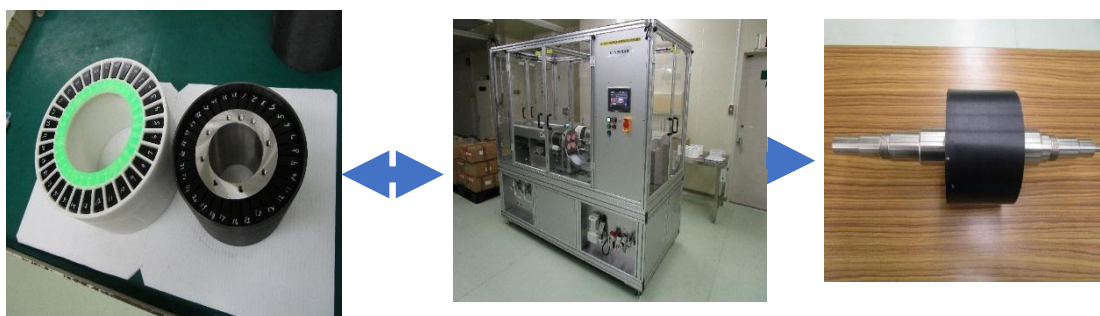


図 2-3 c 加工後の磁石の配置

上図のような磁石配置するために図 2-3 d の磁石の挿入装置を利用した。



ハルバツハ配列磁石

ハルバツハロータ自動組立機

完成したロータ

図 2-3 d 磁石の挿入機

④ CFRP の見直し

また、磁石を遠心力で支えている CFRP の強度にも問題点が出てきたのでこの点も改善する方策を取った。ハルバツハモータは、鉄心がないため機械的強度を保つ構造が必要である。このため磁石の遠心力と回転体を保持するため、鉄を使って保持する構造にする事ができない。そこで非磁性体の中でも引っ張り強度が最も強い CFRP を利用してきた。

EV 車向けに高速回転 (15,000rpm) にすることでモータの小型化が実現できる。より一層 EV 向けにモータを小型化するために CFRP の厚みを検討した。安全係数を考慮し、CFRP の厚みを 6.0 mmにした。

回転体としての機械的強度（保持力）を増すために検討した結果であり下記は、CFRPの構造例である。



図 2-4 CFRP

この CFRP に磁石が挿入され、ロータの形状が決定される。ロータの磁石の遠心力に打ち勝つためロータと磁石を冷やしバメを採用した。冷やしバメにする理由は、ロータに使われている SUS は、温度上昇に対し熱膨張係数プラスである。CFRP は、熱膨張係数は、マイナスである。したがって、CFRP が遠心力と温度上昇に伴い破壊しないための安全係数の見直しとロータの内部構造の寸法も見直しを行った。

⑤ ロータの組立方

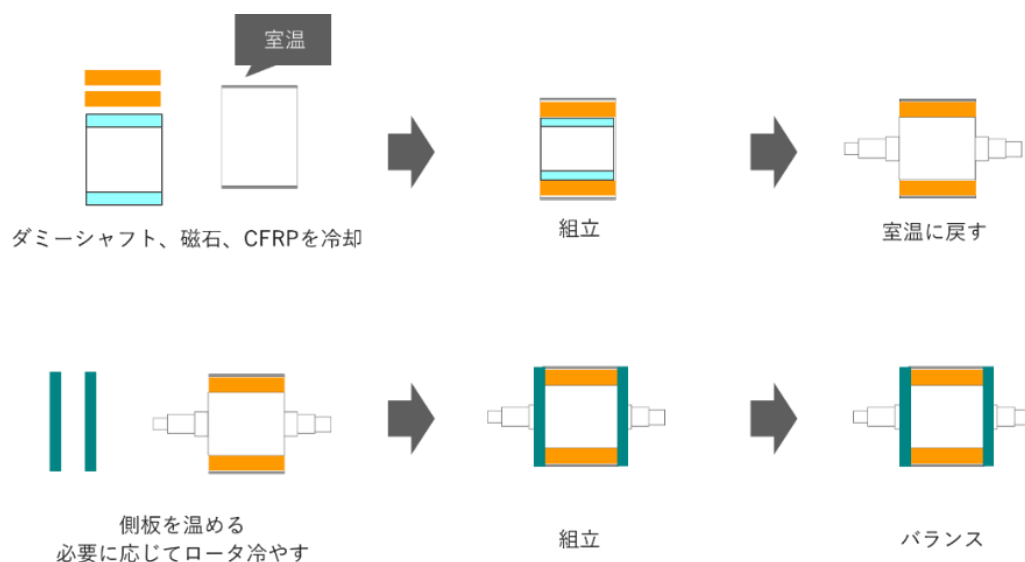


図 2-5 ロータの組立方

⑥ ロータの冷やしバメ

ロータを冷却すると SUS は縮小し CFRP は膨張するので磁石を含むロータ部と CFRP の外套部分に隙間ができるためスムーズにロータを挿入できる。このために液体窒素で冷却した。CFRP に保持されている磁石にロータを挿入する時の位置決めは、前もってテストピンで正確にしておくことが重要である。その様子を図 2-6 a から 2-6b に示す。



図 2-6a シャフトの冷やしバメ



図 2-6b 完成後のロータ

⑦ ロータのバランス取り

コイルを保持する鉄心やロータの保持機構にも鉄心が無い構造であるため鉄損が無いことから高効率が実現できる。理論値では95%以上の効率が実現できる。

モータの機械的振動は、ロータを構成している部品の精度だけでなく、シャフトの心出しが重要である。そこで機械的な振動の原因がシャフト中心線に対し左右上下のバランスが取れている事が重要な要因である。

図 2-7 に精密に機械的なバランスを取るバランスマシンを導入した。

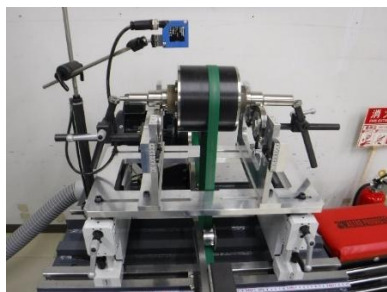


図 2-7a バランスマシン

図 2-7b 減量を指示する量 (mg)

⑧ ベアリングの選定

次にモータを高速回転で運用するためロータのシャフトを両端で支持する機構（ベアリング）が必要である。これまでに開発してきたベアリングは考察の結果、適していない事が判明した。現在開発しているモータの最高回転数 15,000rpm であるが、この回転数以上で利用できるベアリングを選択する必要がある事が判明し 20%増しの回転数 18,000rpm まで利用できるベアリングを選定した。

また、これまで機械的機構として利用されてきた 2 連（図 2-8a）のアンギュラーベアリングと円筒コロベアリング（12,000rpm）から 22,000rpm まで耐えられるアンギュラーベアリング（図 2-8b）を選定した。

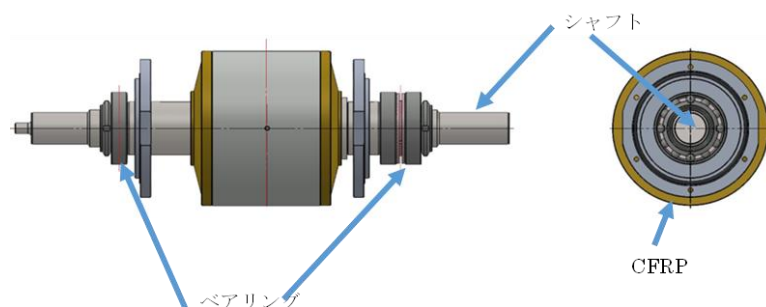


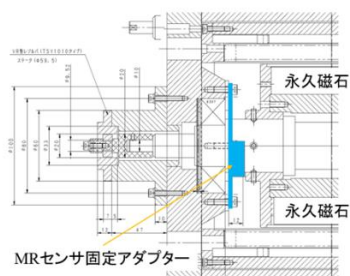
図 2-8a アンギュラーベアリング 2 個と円筒コロベアリング



図 1-8b アンギュラーベアリングのみ

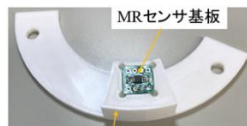
⑨ 回転センサー

量産化の時にコストダウン、モータ品質、耐久性向上のため回転センサー（レゾルバーセンサー）が利用されてきた。しかし開発しているハルバッハモータの磁束分布は漏れ磁束であっても正弦波状に分布している事からこの磁束分布を利用する検出器として MR センサー（磁気抵抗素子）を考慮した。これまで色々な回転検出器（ロータリーエンコーダ、ホール素子）を検討してきたが、回転検出精度（正弦波電圧）も実験の結果から高いので MR センサーを採用した。

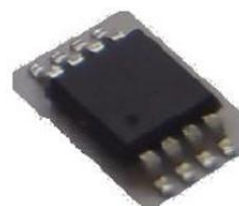


レゾルバ、MRセンサ取り付け図面

MRセンサの位置	
磁石端面からの 距離 [mm]	磁石中心からの 距離 [mm]
30	12.5 (シャフト寄り)



固定樹脂アダプター



MR センサー

図 2-9 MR センサーの取付

⑩ コイルホルダーの改良

これまでモータ開発過程で異常に温度上昇が見られたので調査した結果、コイルホルダーに使われている物質（炭素繊維）が発熱原因で有る事が実験から明らかになり、コイルホルダーを炭素繊維からガラス繊維系に変更して発熱は無くなり解決した。

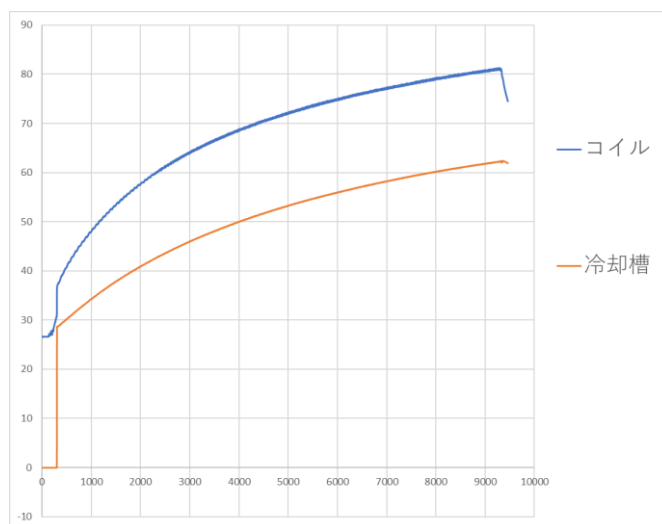
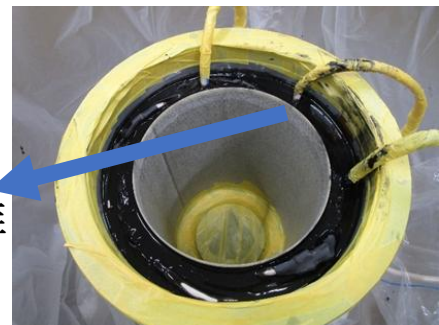
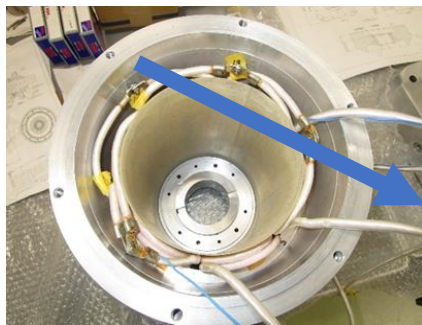


図 2-10a コイルの内筒の温度上昇（炭素繊維を利用）

炭素繊維は、電氣的絶縁に不安が有りガラス系を利用する事によって電氣的絶縁を十分に保つことができる。下図（図 2-10b）の電氣的入力端子の絶縁にも寄与できる事とエポキシ樹脂を利用する事で電氣的絶縁を十分に保つことが出来る。



ガラス繊維

コイルホルダー（ガラス繊維）

エポキシ樹脂を利用したコイルの成形

図 2-10b ガラス系繊維を利用したコイルホルダーの製作

⑪ モータの完成

これまでの改良で安心して EV 車に積載できるモータが完成できたと考えている。

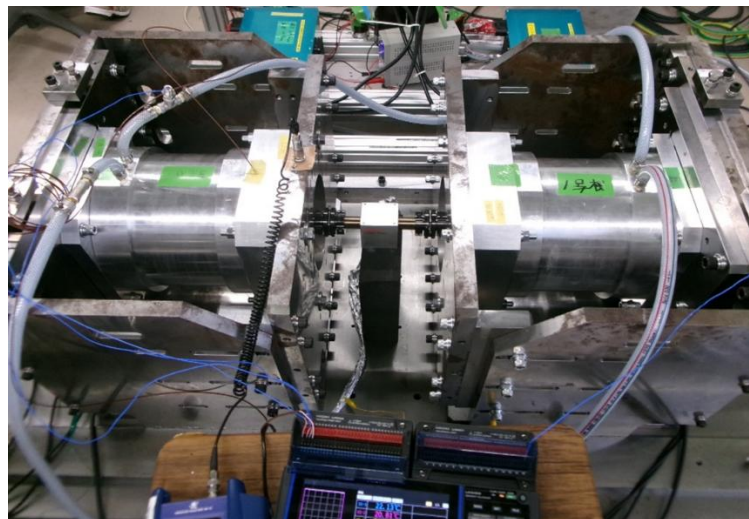


図 2-11 テストベンチ上の完成したハルバッハモータ

⑫ 測定系に与えるノイズの新たな軽減策

モータの速度制御にはインバータを利用する。インバータに温度、回転数、トルク等の計測信号を送る必要がある。計測した信号にインバータから発生したノイズ信号が加わってしまい速度制御できない状態が発生した。解決するためノイズ遮蔽（フェライトコア）等の新たな対策を実施した。

EMC測定機による測定結果

特に大きかった2箇所の不要輻射が、大きく低減されている (1/5以下)

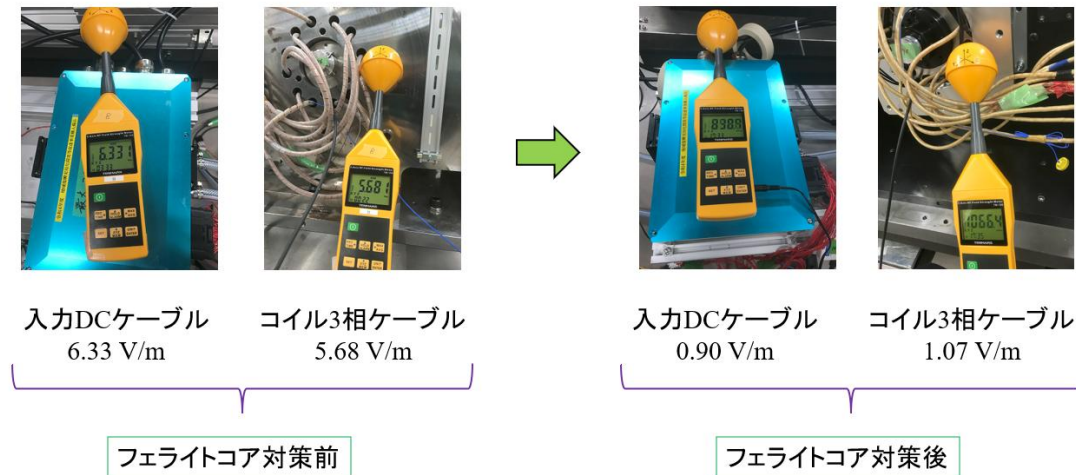


図 2-12 a ノイズ計測と新たな軽減策

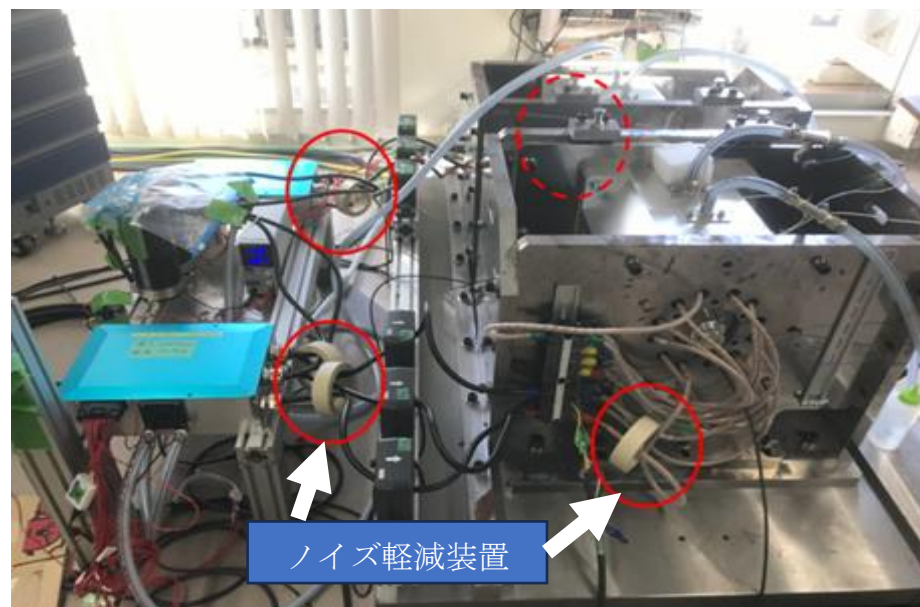


図 2-12 b インバータの出力 (AC 電圧) のノイズ軽減対策

インバータのキャリア周波数（スイッチング周波数）が 80kHz を超え、そこから発生したノイズが EV 車内の電子デバイスへの影響があることを判明した。その解決策に関してインバータとモータを一体化しノイズ放射が出ない構成にする事が必要である。EV 車に積載する場合にはモータ・インバータを一体化する事を考慮する予定である。

⑬ モータの実負荷時の振動計測試験

完成したモータの振動計測は、これまで改良を加えてきた対策が試される試験である。テストベンチに据え付けられているモータに定格負荷実験を実施し図 2-13a の加速度センサーによる振動計測を実施した。その結果、モータ自身の振動は大変少ない事が判明し、改良してきた技術の効果が有ったと考えている。

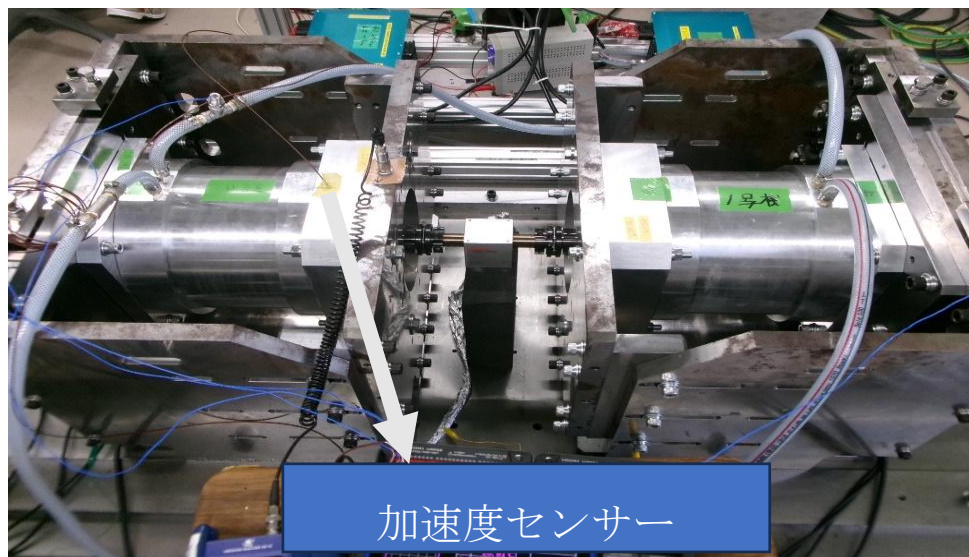


図 2-13 a 加速度センサーによる振動測定

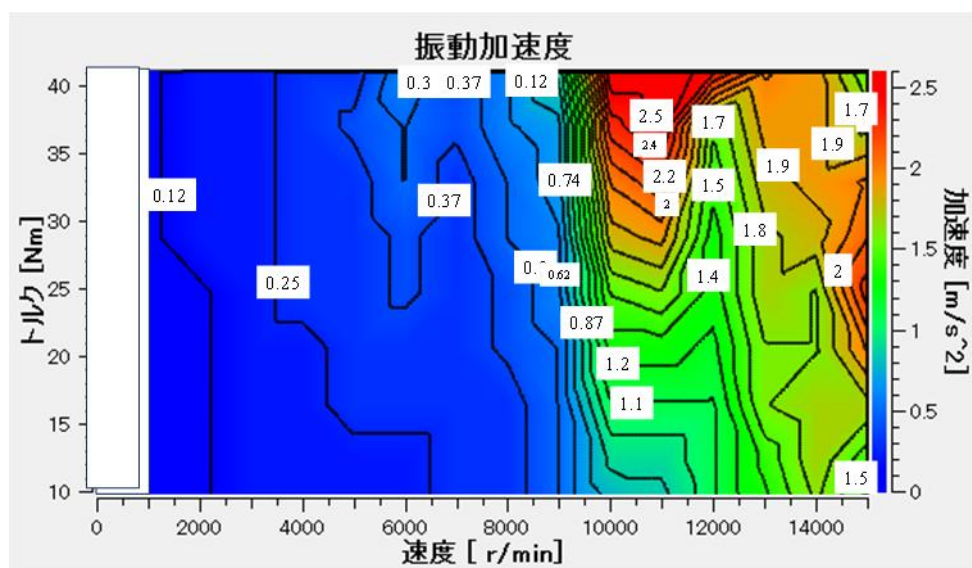


図 2-13b 定格出力（15,000rpm）までの振動試験結果

加速度計による試験から低速域から高速域(10,000rpm)まで振動が少ない事が判明した。この結果は、バランサーマシンによるバランス試験の効果が発揮されたものと考えている。また、10,000rpm から 15,000rpm までの間に機械的共振が存在している事が判明したが定格回転数では、共振点を通過しており問題になるような振動は起きていない。

⑭ モータの効率測定

モータ自身の振動も軽減された事からこれまで長時間を掛けて実験できなかった実負荷試験を実施し図 2-14a の効率マップを取ることが出来た。また負荷を掛けた状態で速度制御（アクセルペダル）の実験も併せてできるようになった。この実験は、EV 車に本システムを積載して運転するためのモデル実験である。

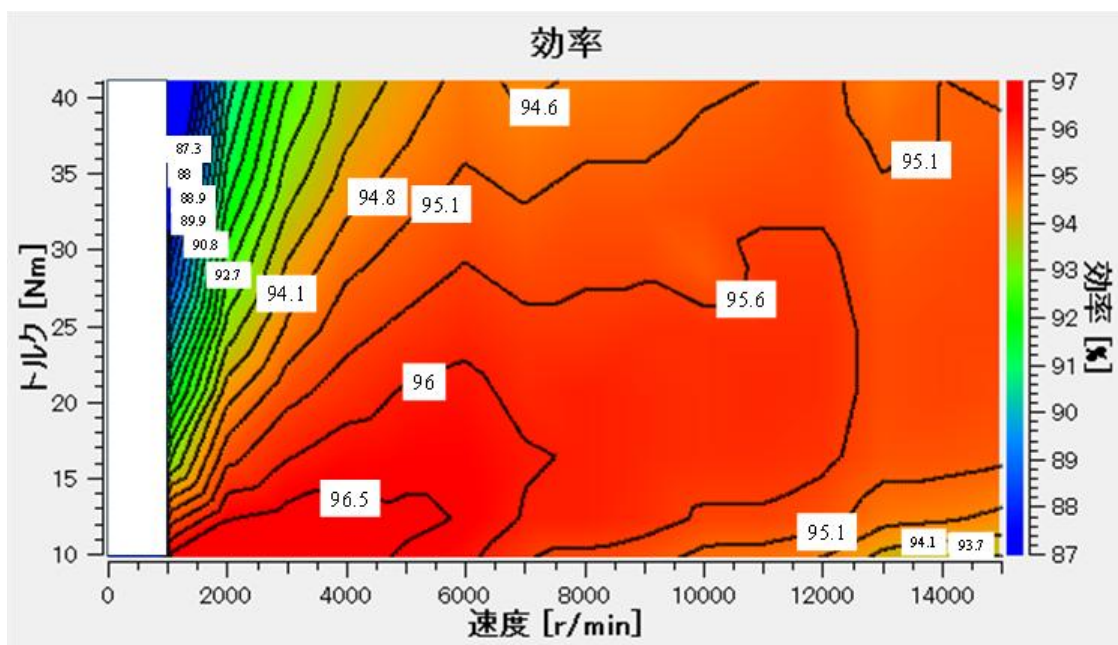


図 2-14 a 効率マップ



図 2-14 b アクセルペダル



図 2-14 c アクセルペダルを EV 車に装着

低回転数から高回転数までの実負荷試験を実施した結果、全領域で 95%以上の効率を保つことができた。この事実からハルバッハモータを設計通りに開発できたと考えている。また、EV 車に積載するためアクセルペダルを利用して速度制御の実験にも成功した。

⑮ 試験用 EV 車

1) 開発モータ搭載試験用 EV 車の選定

モータの搭載車は、軽自動車四輪のスズキエブリィを選定。

選定理由は、普通乗用車では、非常ブレーキアシスト、車線逸脱警告といった ADAS（先進運転支援システム）の標準搭載が義務化されており、それを管理する CAN (Controller Area Network) と車載システムを電子回路で制御する装置（ユニット）ECU の解析が必要であるが、メーカーから基本公開されておらず、EV コンバージョン（エンジンをモータに変換）はできない状況である。しかし軽自動車は、ADAS の搭載が（一部を除き、）進んでおらず、EV コンバージョンが可能となる。

また、自動車登録保有台数は、2024 年 10 月時点で、83,071,043 台のうち、軽自動車四輪は、32,083,346 台（全体比率の約 38.6%）である。さらに自動車の利用用途を貨物車として登録されている、14,608,532 台のうち、8,442,674 台（貨物車の約 57.8%）が軽自動車四輪であることから、環境負荷軽減の寄与に効果的であると考え、軽自動車四輪を選定。

スズキエブリィをプラットフォームにした車両は、市場の半数以上を占めていることと、今後さらにクルマの小型化が主流となると予測（軽自動車四輪のみが前年比登録台数がプラス）されることから、事業可能性を考え、スズキエブリィ（中古車）を開発モータの搭載車として選定した。



図15-1 購入したスズキエブリィ（中古車）



図 15-2 内部（荷台）

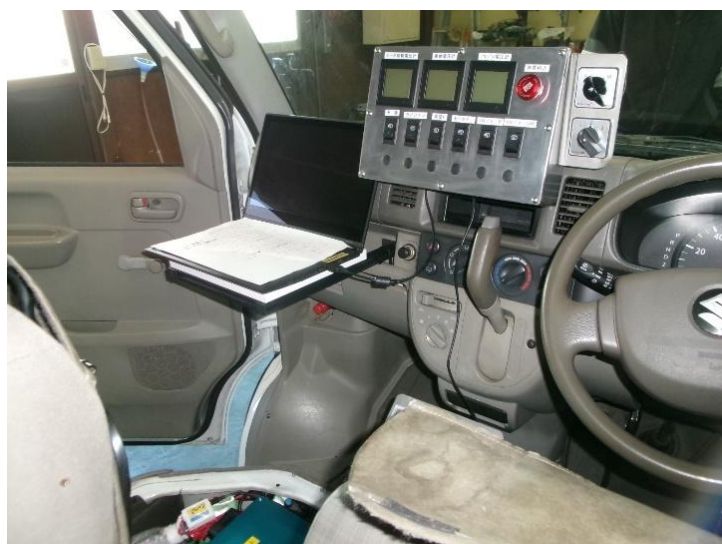


図 15-3 運転席



図 15-4 ギアチェンジ操作機構

- 2) スズキエブリィを EV 車に改良するための取り外し部品
ガソリン車のエンジン系、マフラー、ギア等を全て取り外しモータ、インバータ等を取り付けた。



図 15-5 ガソリン車のエンジン部、マフラー部、変速部等

- 3) インバータ、蓄電池、モータを取り付けて EV 車に改良



図 15-6 EV 車に取り付けたインバータ



図 15-7 鉛バッテリー



図 15-8 モータ及びインバータの冷却装置



図 15-9 ハルバッハモータを改造 EV 車に取り付け



図 15-10 モーターと減速機接続



図 15-11 クランクシャフトとデフの接続

完成した EV 車を坂道、下り坂道で実験を繰り返した。



図 15-12 完成した EV 車の坂道発進・走行



図 15-13 完成した EV 車の下り坂発進・走行

⑩ 試作 EV 車の数値目標と試験走行における試験結果

数 値 目 標 値		試 験 結 果			
平地走行		100mを39秒			
100mを15秒					
加速度0.84m/s ²		加速度 1.3m/s ²			
登坂能力 35度		登坂能力 8.0度			

走行テストを実施しているがナンバープレートを取得していない関係から公道を走行する事ができない。したがって走行テストには限界がある。工場敷地内の平地・坂道走行テストであり、限界がった。積載できるバッテリーに鉛蓄電池を利用している関係からモータの最大回転数は 3,000rpm であるので理論速度は、60 から 70km/h は可能である。

(3) 補助事業の効果

1) EV という用途は、モータの最も技術的に応用ハードルが高い事業分野になる。今回、それに向けて、当社のモータの品質や実用化レベルを大幅に向上させる改善を行い、実用化基準をほぼクリアできた。この成果を元に本格的に EV 車での走行試験への展開を実現させ、実車走行試験を通じて EV における当社モータの適応性や有用性などについてデータ取得及び検証を行っていく。

2) EV への適用の重要な一環として、インバータの実用化開発も極めて重要な要素である。今回、EV という用途を強く意識した性能改善を行い、量産化用のインバータのスペックをまとめるには、MR センサーの適用やノイズキャンセルの仕組みを確定できたので一歩大きな前進を得ている。

インバータのキャリア周波数を 200kHz の試作が出来上がり、さらにトルクリップルの小さなモータが実現できる見通しになった。

3) タジマモーター社のアドバイスの元で、当社のモータの走行試験に相応しい車種の選定に関する調査、議論や、検討を行い、搭載のための車種（スズキエブリィ）を選定できた。モータ性能に関する本格的な試験を行う計画である。

4) モータのロータの製作自動化に向けて、自動化装置の適応能力を向上させて、部分的な改良を行い、その装置を改良する予定である。

5) 来期以降の事業化のために、開発中のモータ以外にも手を伸ばし小型（800w から 10kw）モータ及び高速回転（100,000rpm）モータも開発していく所存である。そのために事業パートナーシップの構築に関する活動を行い、複数の大企業（IHI, 川崎重工業等）と協議を行っている。また海外（中国、ベトナム）の企業とも協議を行っているところである。

(4) 実用化（事業化）へ向けた計画

本事業計画においては、EV へのハルバツハモータ搭載を目標として実用化を進めてまいりました。実用化開発したハルバツハモータの特性を生かして、クルマ以外の EV（バイク・ドローン・農機）化、新エネルギー発電、省エネルギー家電、精密動力機器、医療機器等といった、多方面にハルバツハモータを適用、事業化を推進していく予定である。

1) 製造パートナーシップの構築（技術情報漏洩防止を目的として、協議の前提として個々の企業と秘密保持契約（NDA）を締結している）

① 日本航空電子工業

コイルの量産化を前提にして、コイルの試験的供給、そして来期以降に一部のモータの生産に関しても、協議をしている。

② 菊池南相馬工場

来期中に、小規模生産パイロットラインの構築、及び期末に小規模出荷体制の構築に向けて、菊池製作所グループ内において協議、計画を始めている。

③ 日本発条工業、FCC

4 輪車と 2 輪車用のモータの量産化製造に向けての連携に関する協議を行っている。

④ ミネベアミツミ、デスクトップ

高速用ベアリング+回転軸の部品供給や、インバータの量産化に関して、協議を始めている。

2) 事業化及びマーケティング支援（技術情報漏洩防止を目的として、協議の前提として個々の企業と秘密保持契約（NDA）を締結している）

① 加賀電子

EV 分野において、マーケティング支援策等について協議を始めている。

② 兼松

当社のモータのグローバル展開に向けて、連携の協議を開始している。

③ ヤンマー

農機、特殊車市場の電動化に向けて、当社のハルバッハモータを搭載させる協議開催予定。

④ADJ（Aero Development Japan）社からドローン用モータの設計依頼に対応している。

3) 試作機の評価

試作EV車にパワートレインという駆動システムを実装してのフィールドテストを前提として、試作したハルバッハモータの高耐久性（定格負荷での連続時間試験）を実施するため試験設備を備えた実績のある第三者機関による検証が必要である。このため協力企業に依頼する予定である。

4) EV フィールドテスト

中国の業務用電気 SUV 最大手とも協議しており、業務用 SUV での走行試験も視野に入れている。

5) 事業化のスケジュール構想

(株)マグネイチャーは、EV 車用モータの開発を目標に設計開発してきた。出力 64kw、回転数 15,000rpm のモータを EV4 輪車に搭載でき動かす事ができた。

当社は、4 輪車を製造開発する事が目標ではない。モータは、色々な機械に利用されるものである。そこで、ハルバッハモータの性能（高効率、静振動性等）を利用できる産業機械に適応できる実用化のロードマップを今後の目標として考えている。

1 月 21 日 (火) に大学発のベンチャー企業として大学からプレス発表をしていただいた。これまでに問合せを頂いている企業（小型モータを開発している）も有り、今後のモータの実用化（事業化）のロードマップを以下のように考えている。

① 実用化ロードマップ

事業化の構想	2025年度	2026年度
要素技術	技術目標	技術目標
ガスタービン用 発電機の開発	10万回転、10kwの発電機 の設計製作ベアリングレス	航空機のガスタービンに接続し 高速回転でのテスト試験を実施
工作機械用低振動 モータの開発	低速域から高速域まで低振動 を実現できるモータの設計製作	工作機メーカーと協力し高精度 低振動のモータを実現
EVバイク ・ドローン用 モータの開発	EVバイク用モータ20から30kw ドローン用モータ1から2kw の設計製作	EV バイク・ドローン用モータ を実機に搭載し試験を実施
EV4輪車用大型 モータの開発	大型4輪車用モータの設計製作 出力100kw以上	大型4輪車に実機として搭載し 試験を実施

上記実用化を実現するために福島県南相馬近郊で開発予定、また色々な機材の調達も南相馬で調達する予定である。これらの開発に当たり、人材を南相馬近在で募集予定である。

②上述した内容のパートナーシップを確立し、フィールドテストを展開し市場に PR する。同時に、今数社大手とも、共同でモータの量産化体制を確立し、小規模のモータ出荷を目指す。

上述した企業を含め、パートナー企業と連携して、販売を開始する予定。同時に、モータを国外の EV ベンダーへ提供し、本採用のための試験評価を展開し、EV 市場への参入の本格化を目指す。

③ イームスロボティクス社からドローン用モータの開発要請を受けており、ハルバッハモータの高効率の特性を生かしたモータを提供する予定である。

④日本電動(株)から電動バイク用のモータの開発依頼を受けており、できるだけ速やかに開発を進めていく予定である。

6) 浜通りへの貢献

南相馬工場の増員対策として浜通り地域において、生産体制を強化するために、試作要員として数名、量産化のプロトタイプとして小規模生産ライン構築を目的として数名、合わせて若い年齢層を中心として 10 人～12 人の雇用を実施する予定。

イームスロボティクス社は、南相馬に会社の分室が有り、この会社と連携してドローン用小型モータの生産体制を整えることが出来る。

7) (株)ADJ と(株)マグネイチャーは、10kw、10 万回転の発電機を共同で開発する予定である。この件は、ガスタービン発電機の開発が目的である。可能性としては、新たに高速回転、高効率、静振性の発電機の開発を目的に補助金の申請も視野に入れている。

(5) 産業財産権等の取得状況

①発明の名称：ハルバッハ界磁子の組み立て装置及び組み立て方法

出願番号：特願 2023-069525

出願人：三基エンジニアリング株式会社、株式会社マグネイチャー

内容：ハルバッハ界磁子を製造するときの生産効率を高めるための組み立て装置、組み立て方法

②発明の名称：電磁装置

出願番号：特願 2025-7218

出願人：株式会社マグネイチャー

内容：ハルバッハモータにセンサーを使うことなく速度制御ができる装置。

③登録商標：MagNach (マグナック)

商願 2025-007140

登録商標出願人：株式会社マグネイチャー

(6) 取得財産等の処分予定

無し

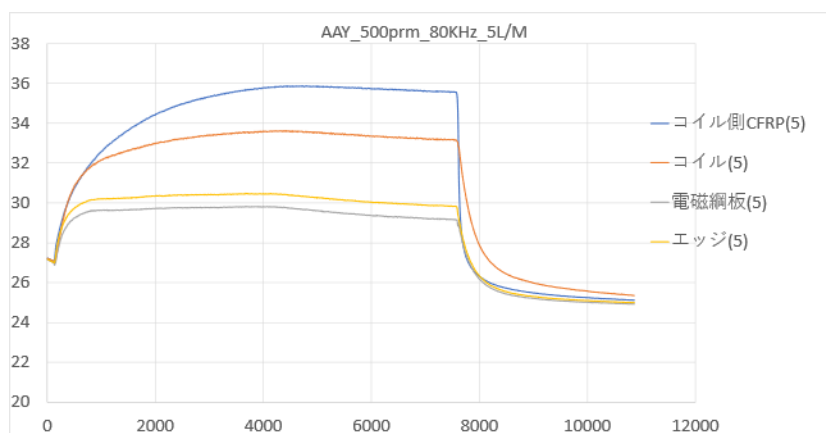
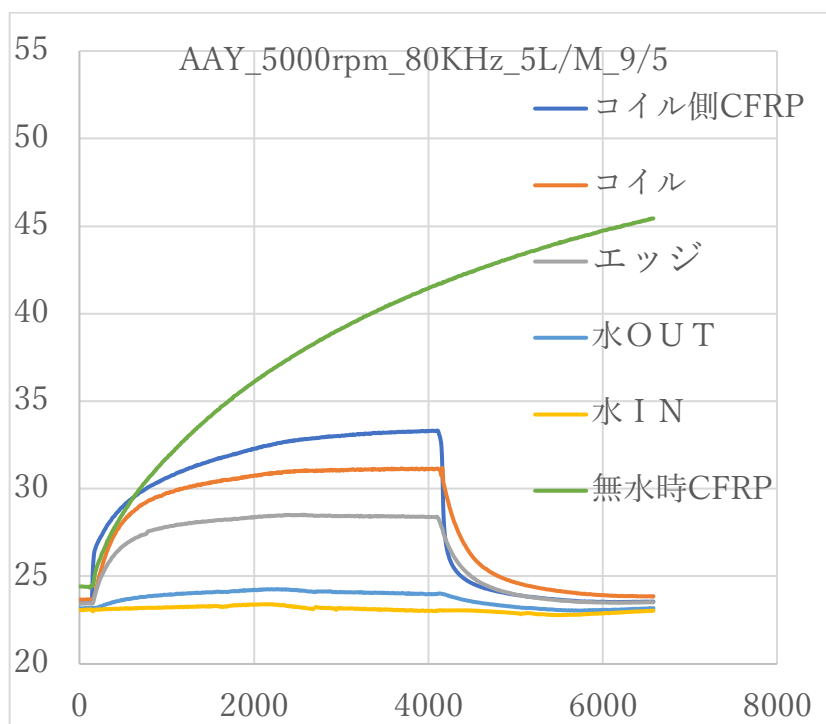
7 施設整備に係る費用を計上した場合に添付する資料 無し

- (1) 様式第 7-2 号（施設等整備報告書）
- (2) 立地位置図（2 万 5 千分の 1 又は 5 万分の 1 縮尺の地図）
- (3) 施設等の平面図（増設の場合は現施設等の平面図も添付）
- (4) 施設等の機械設備配置がわかる図面等（増設の場合は着手前の配置図面等も添付）
- (5) 施設等の完成写真
- (6) その他知事が必要と認める書類

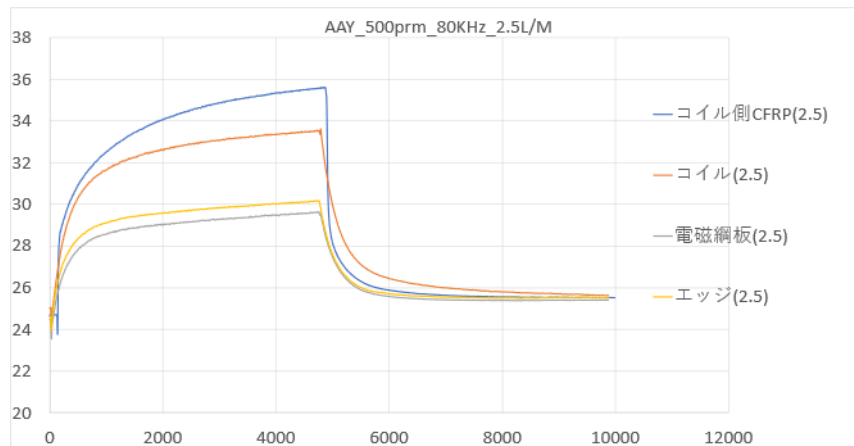
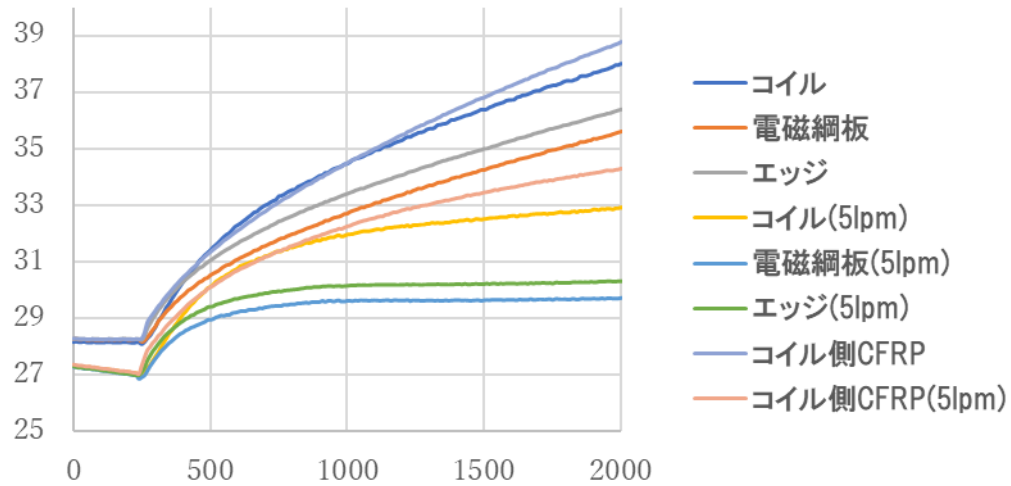
別紙 データシート集

⑤-1 コイルのモデル化による温度試験

評価：コイルに流れる電流による発熱（温度上昇）をモデル化により評価できるようになった。（水冷と空冷）の試験を実施。



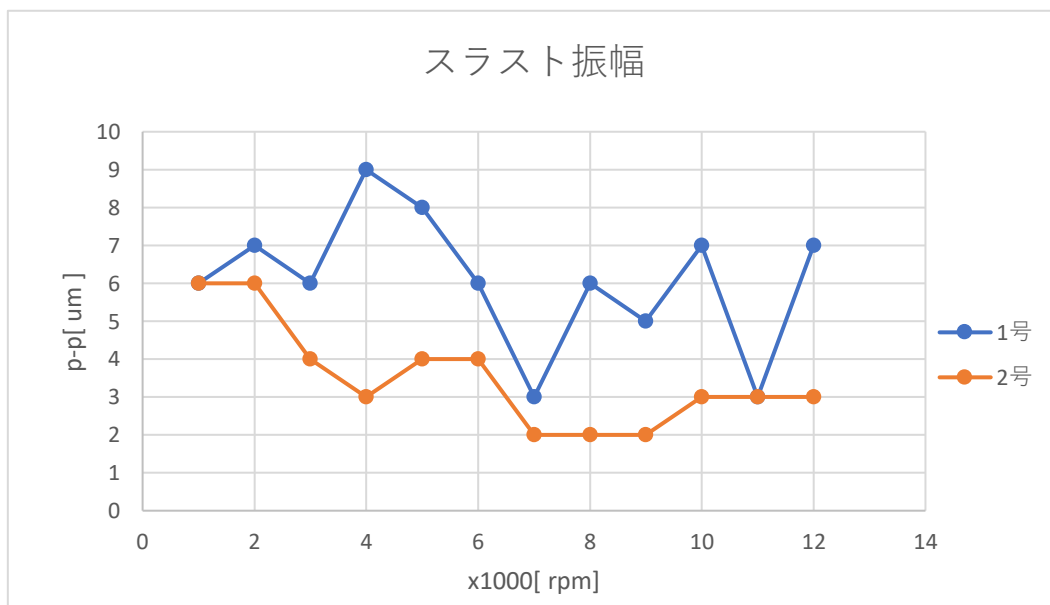
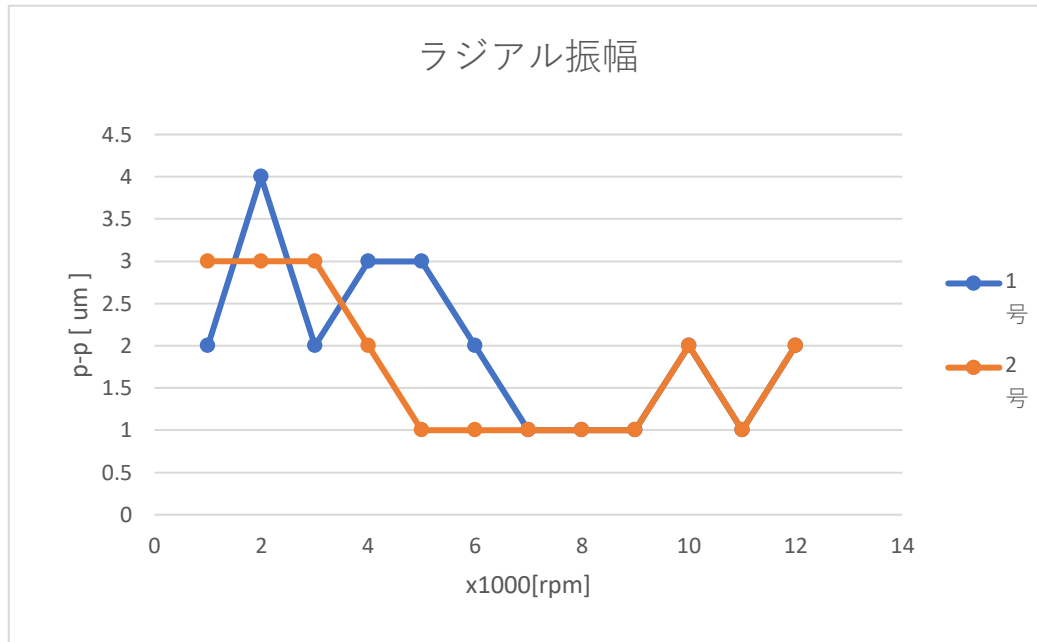
温度試験_5000rpm_AMDT_speed80KHz_8/24
 コイル、電磁鋼板、エッジ
 (5ILPM)CFRP,コイル、電磁鋼板、エッジ



⑤ー2 モータの振動測定

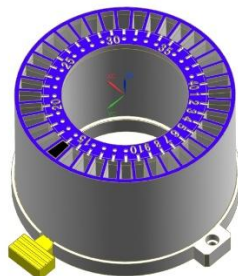
テストベンチ上でモータを高速回転し、ラジアル方向、スラスト方向の振動をレーザ変位計で測定した。

評価：振動計測によりモータを設計通りにできているかどうかを評価できるようになった。

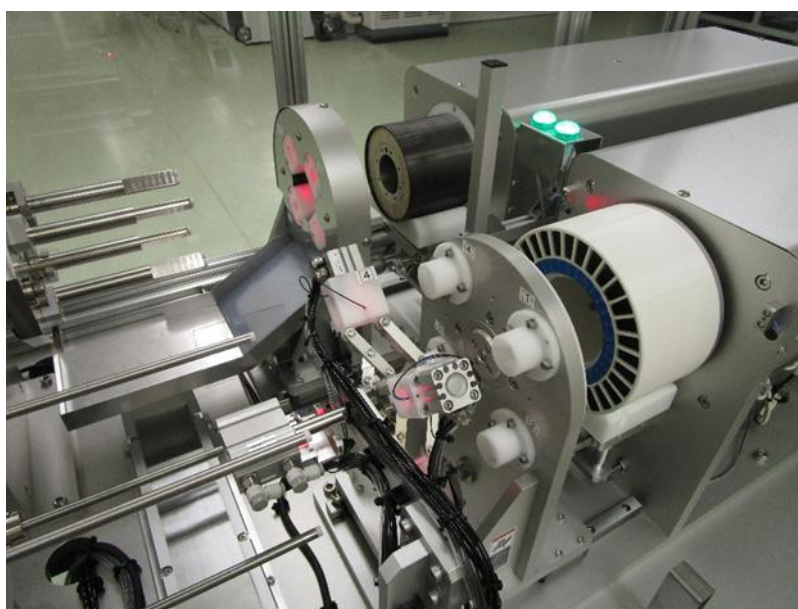


⑤-3 磁石の寸法合わせをするための装置を開発した。

評価：ロータに磁石を挿入する基準が明確になった。



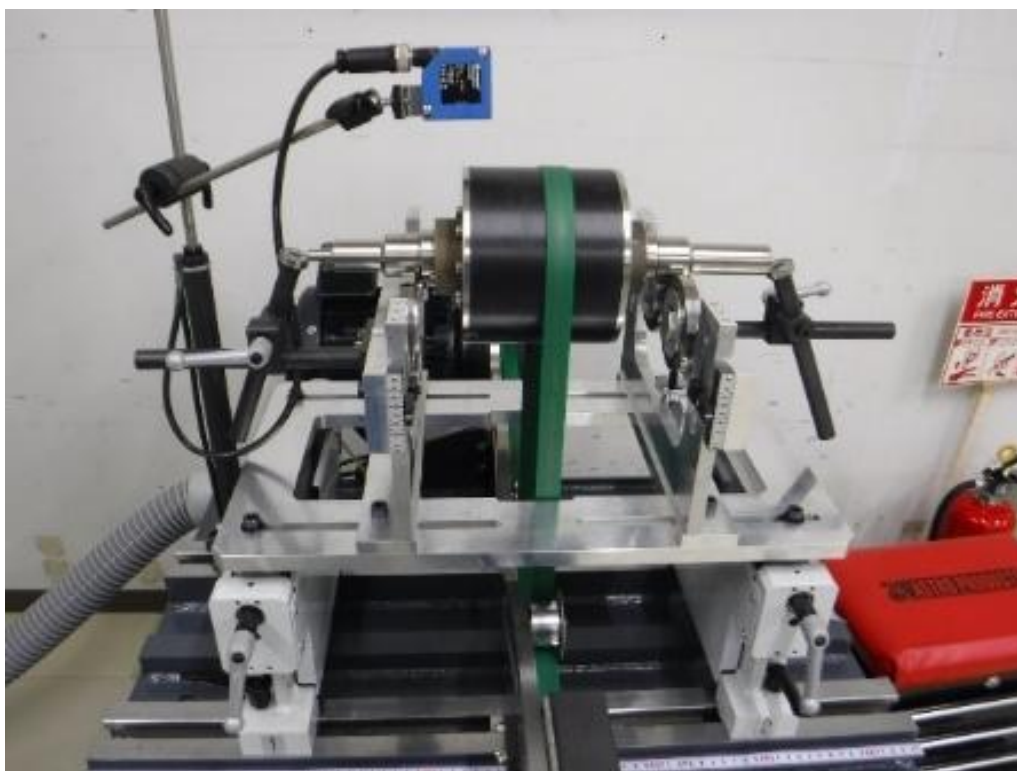
⑤ - 3 - 1 磁石メーカーにこの装置を送り、着磁方向の確認ができる装置
この装置とインサートマシンを組み合わせるロータを作成する。



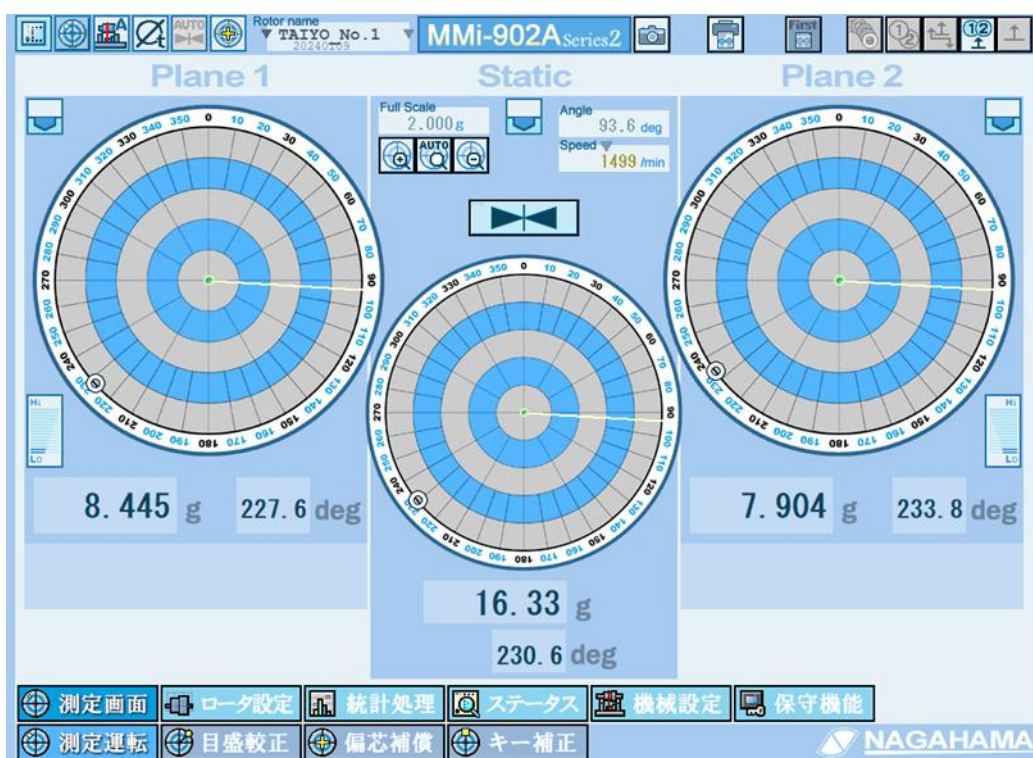
⑤ - 3 - 2 ロータに磁石を挿入するインサートマシンマシン

⑤-4 モータが振動する原因は、ロータのバランス取り用のマシンを導入。

評価：回転機のバランスマシンを導入し、ロータの動的バランスが取れるようになった。



図⑤ - 4a バランスマシン



図⑤ - 4b バランスを取るためのグラフ

⑤-5 インバータから発生するノイズを EMC 測定装置で計測した。

評価：EMC 測定装置でノイズの放射状態が把握できたので軽減対策ができた。

EMC測定機による測定結果

特に大きかった2箇所の不要輻射が、大きく低減されている (1/5以下)



入力DCケーブル
6.33 V/m



コイル3相ケーブル
5.68 V/m



入力DCケーブル
0.90 V/m



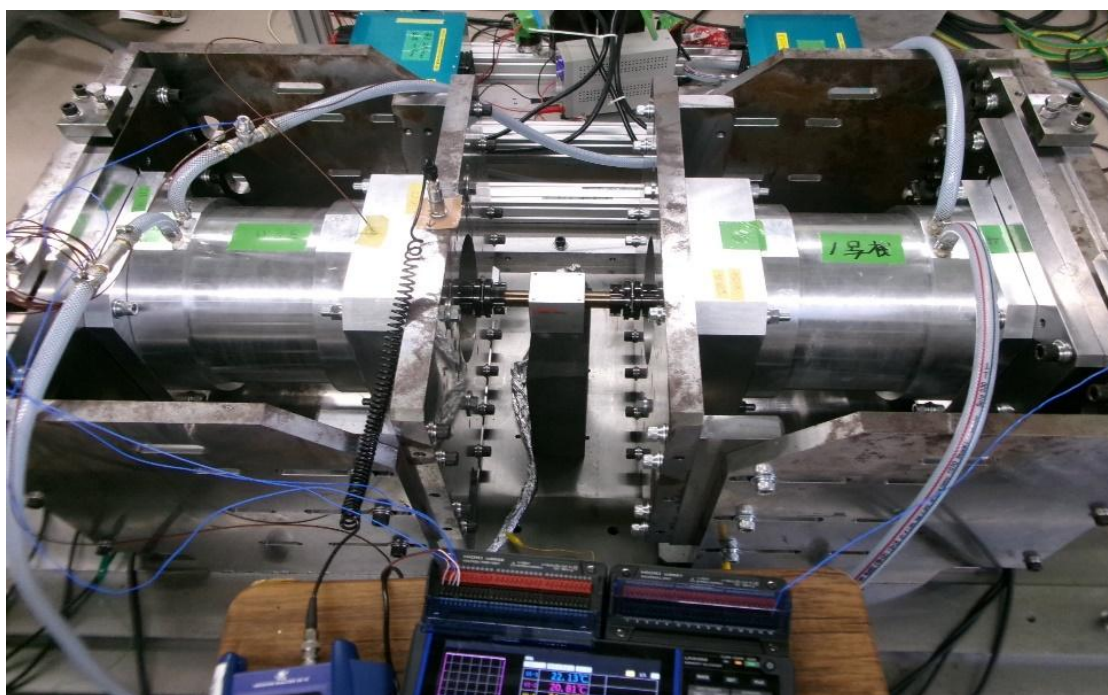
コイル3相ケーブル
1.07 V/m

フェライトコア対策前

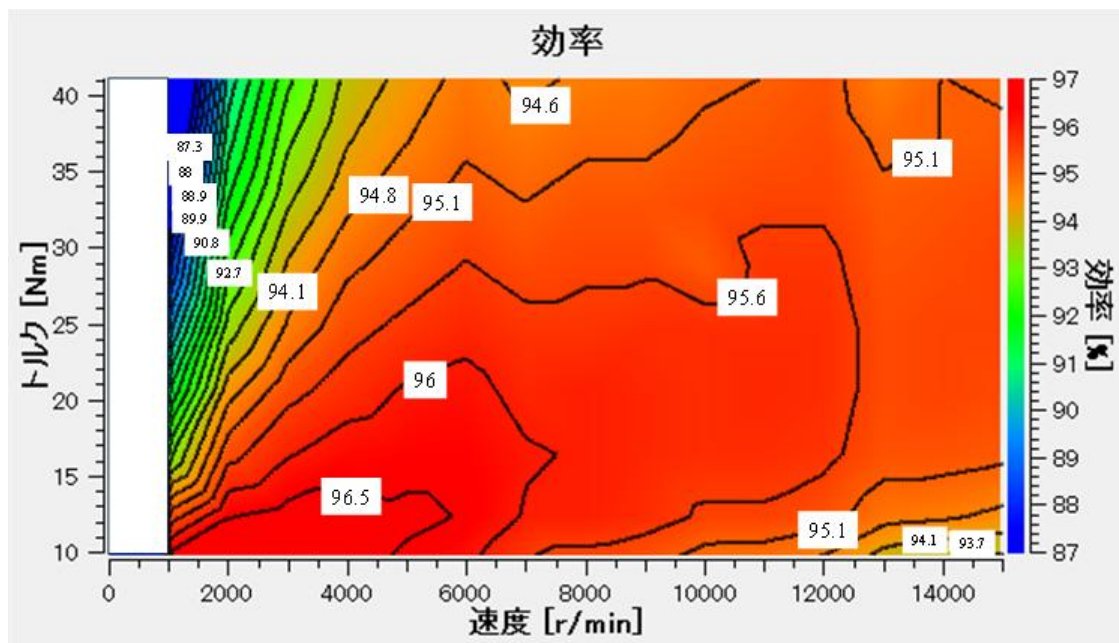
フェライトコア対策後

⑤-6 ハルバツハモータの定格負荷までの効率マップの測定ができた。

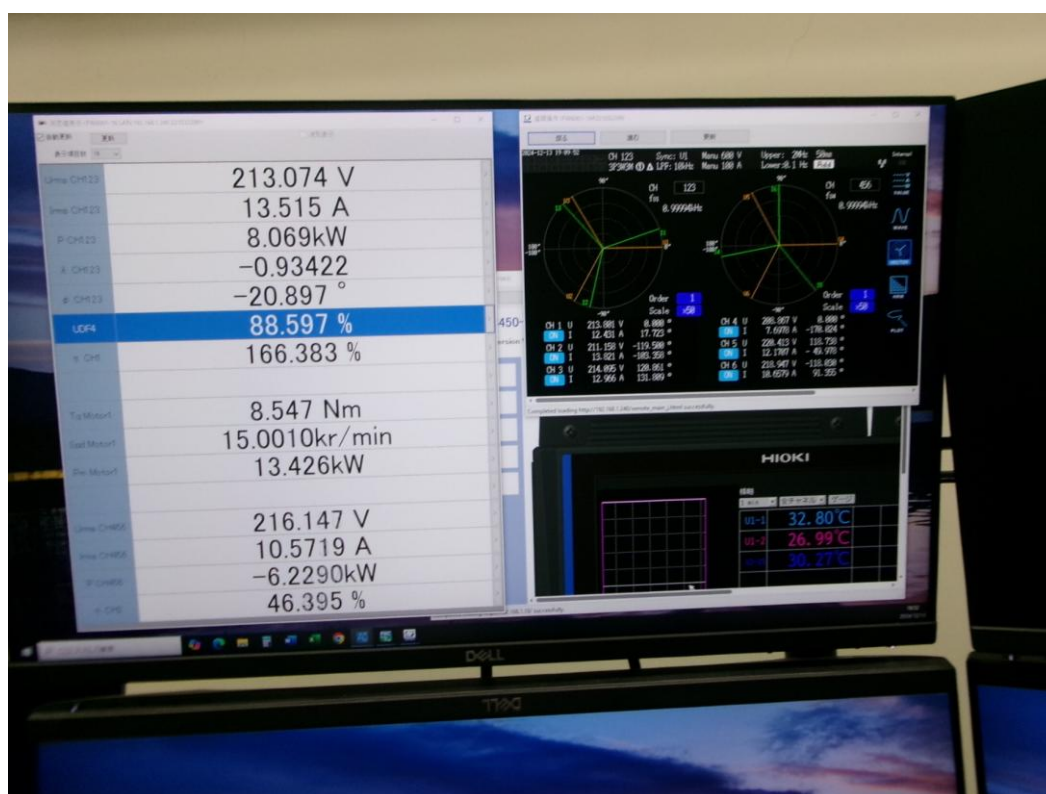
評価：テストベンチ上のモータに定格負荷を掛けて実験し測定データから効率マップを作成する事が出来た。

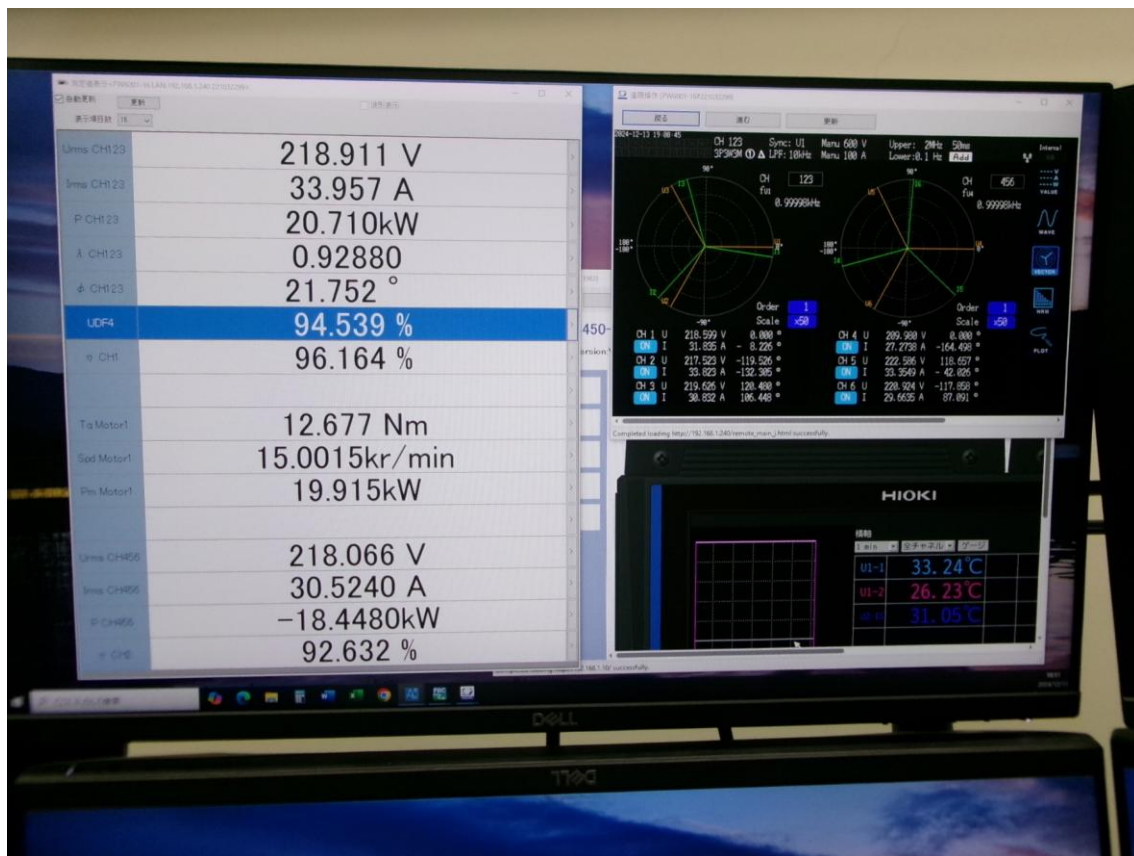
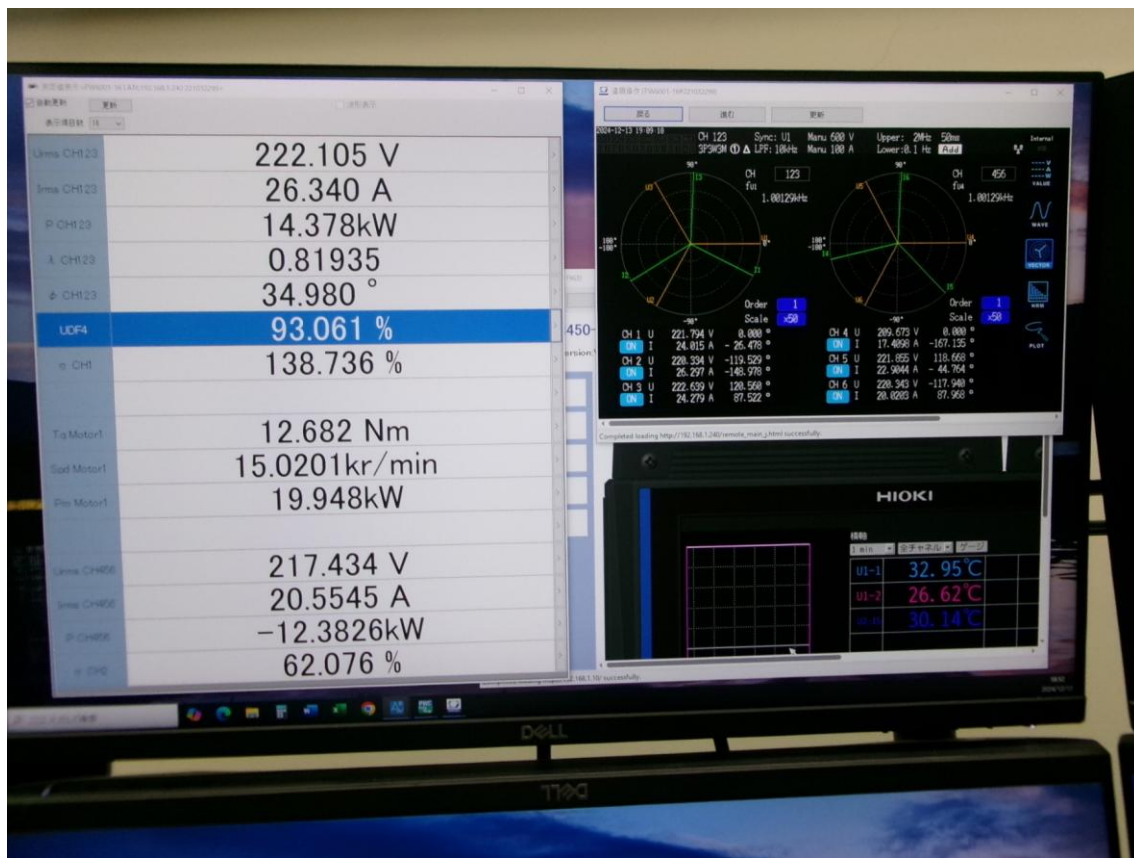


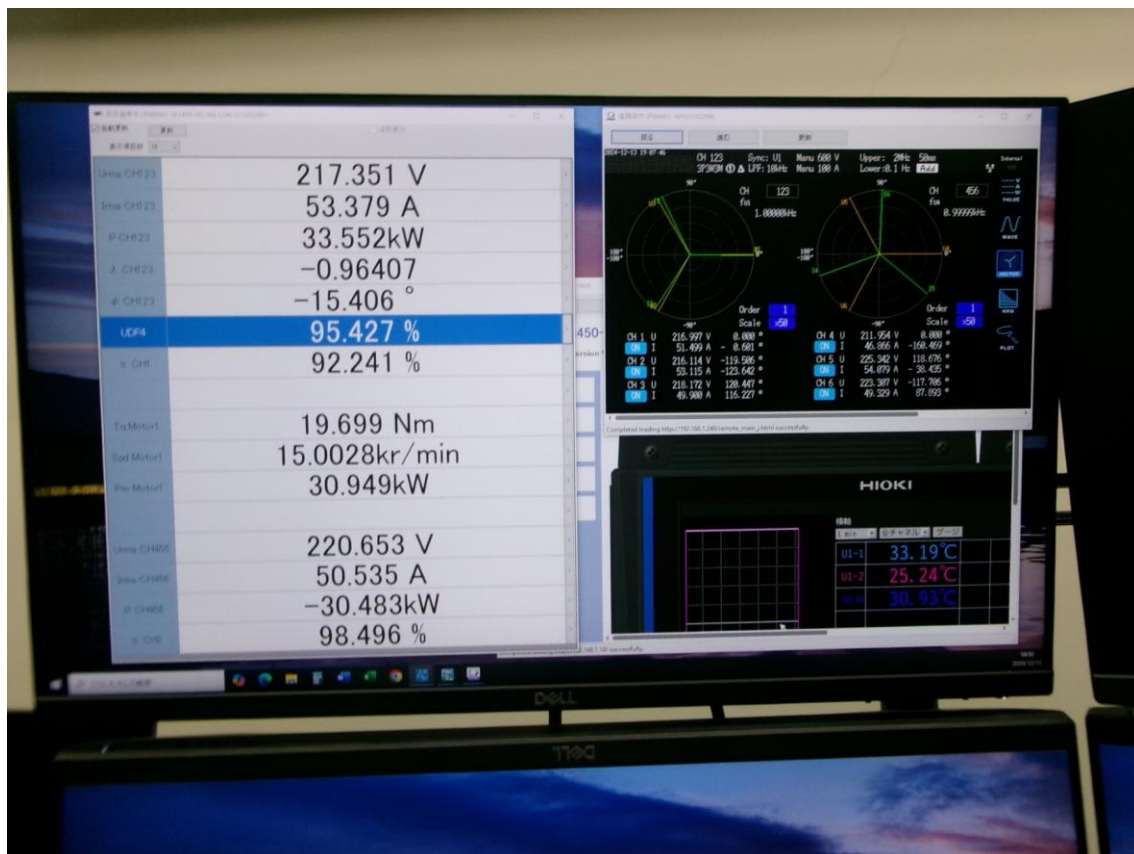
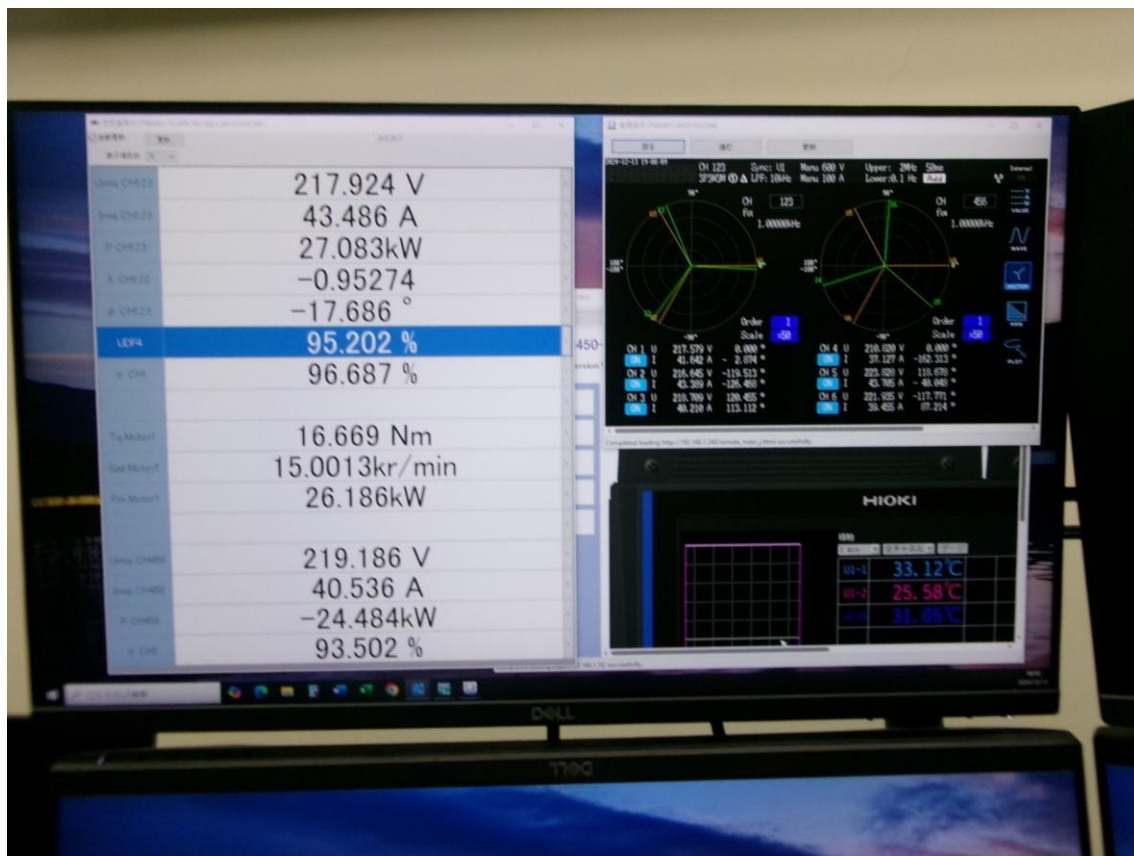
図⑤-6a テスト上での実負荷試験

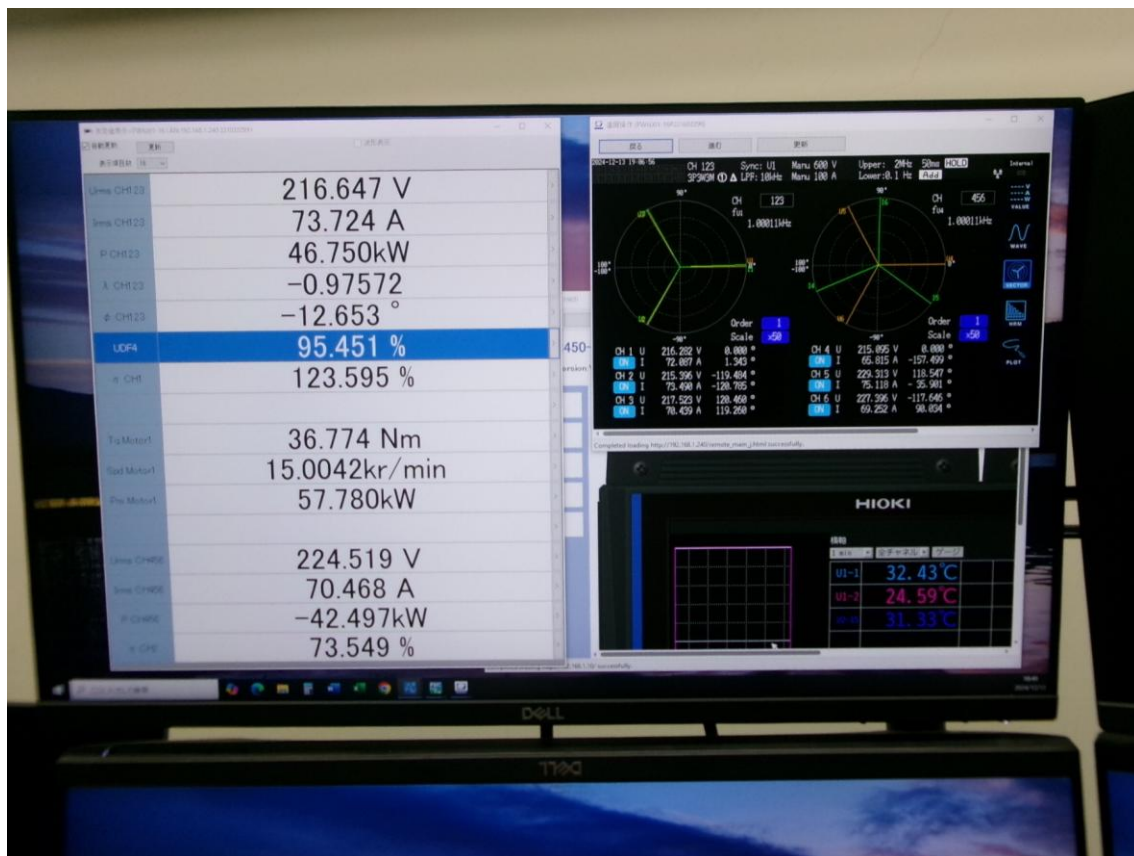
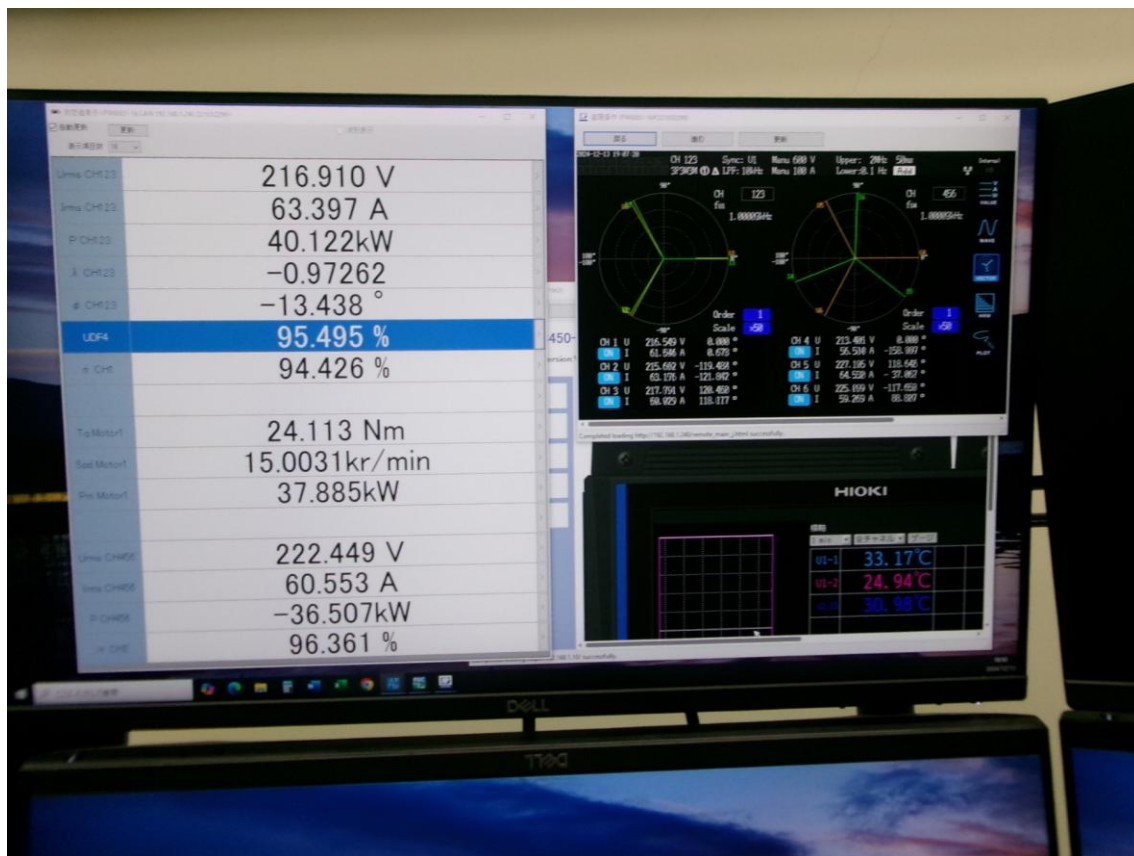


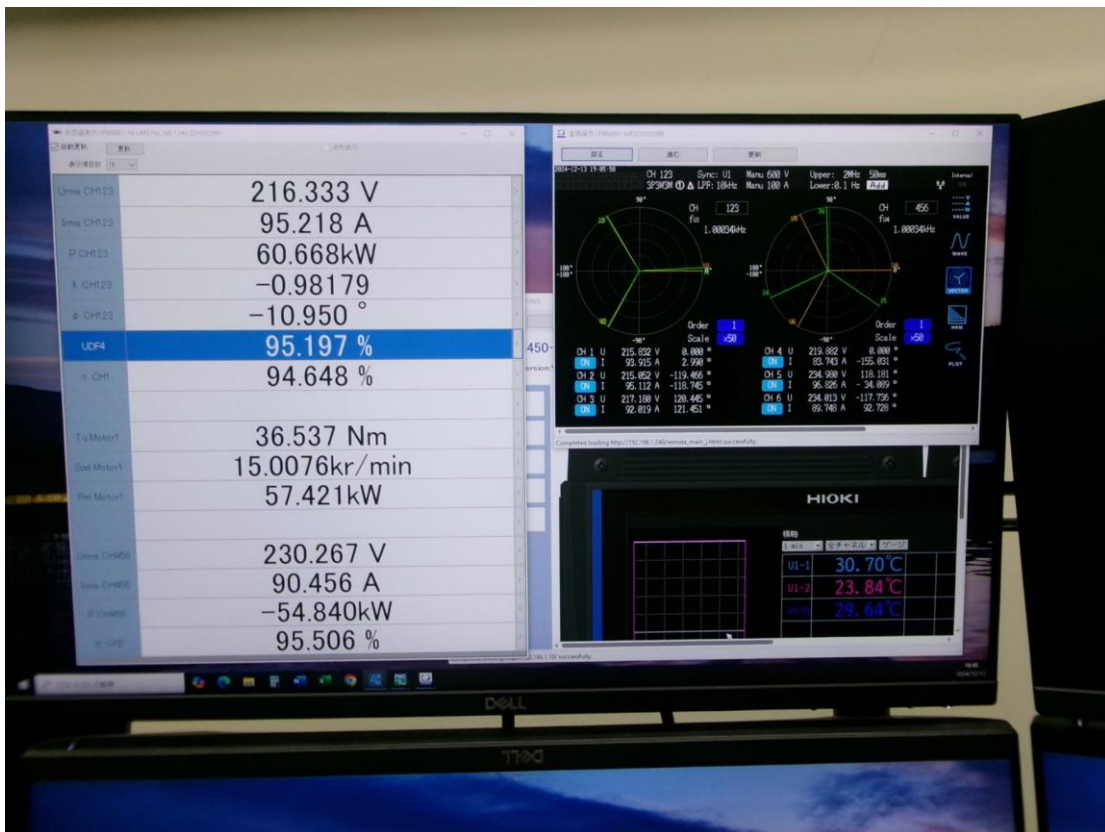
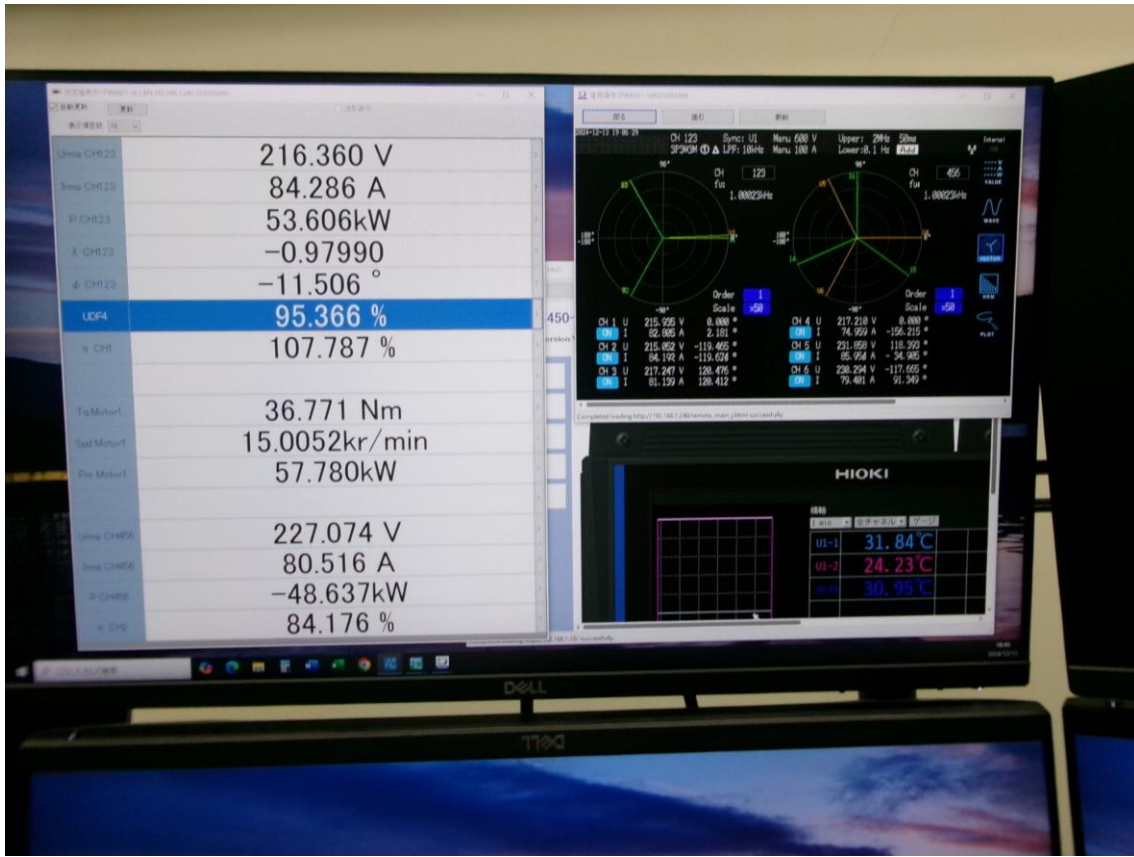
⑤-6b 定格回転数、定格負荷までの効率マップ









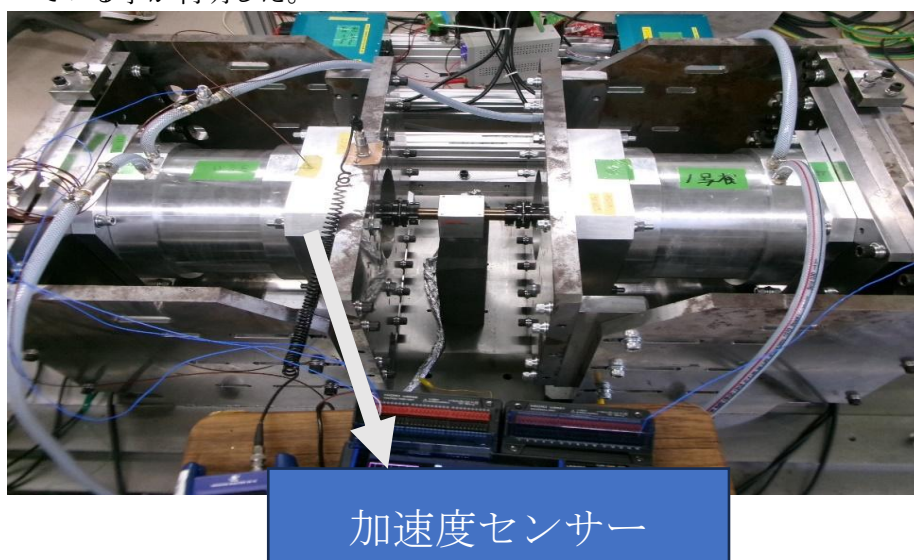




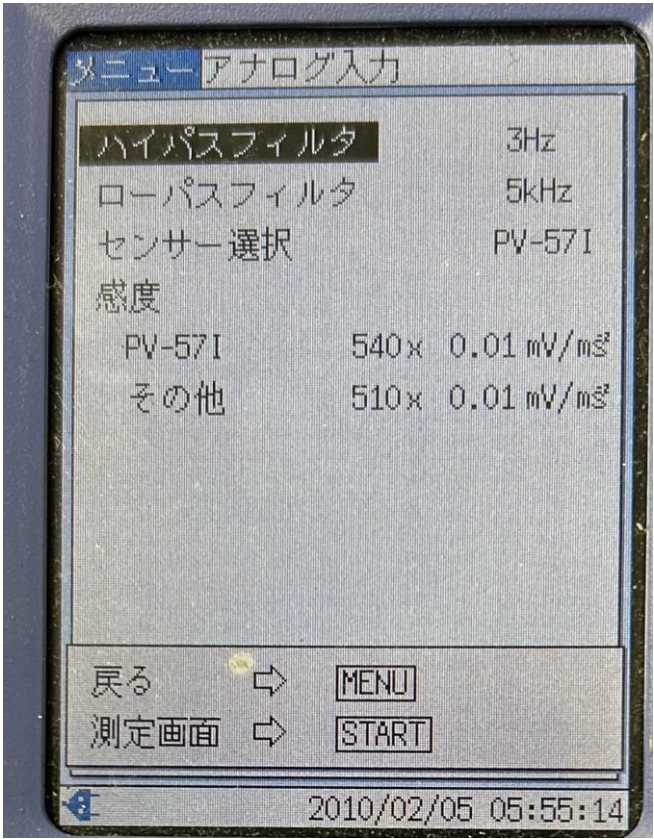
図⑤-6 c 測定データ（最大 100A、定格回転数 15,000rpm）の測定データ

⑤-7 ハルバッハモータの定格負荷までの全領域で振動を計測するために加速度センサーを導入した。

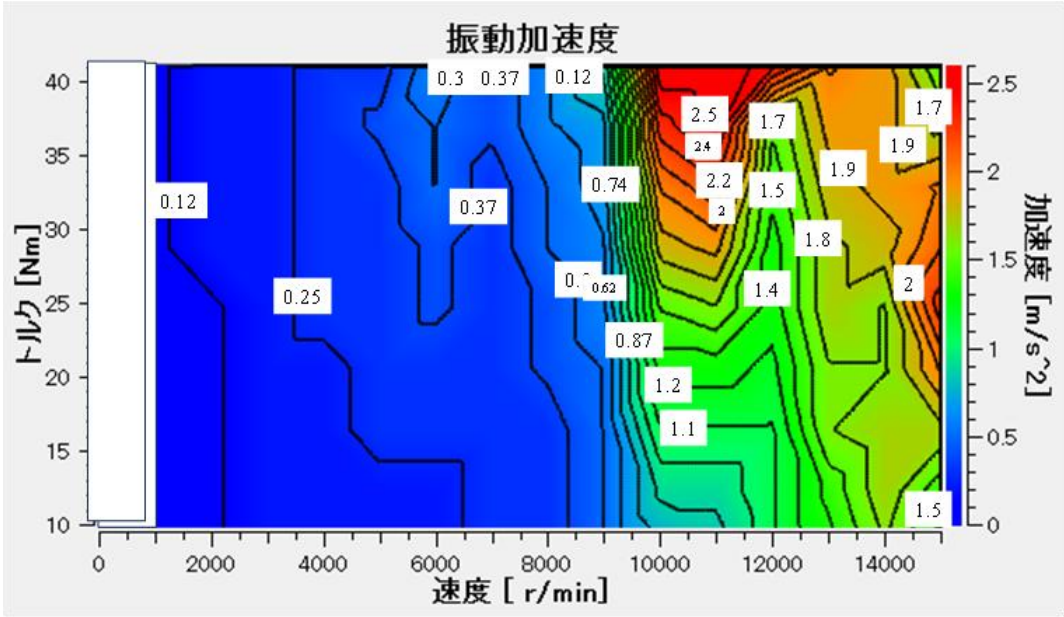
評価：ロータのバランス、ベアリング位置の機械的調整等がこの図から上手くできている事が判明した。



図⑤ - 7a 加速度センサー設置状況



図⑤ - 7b 測定データ



図⑤ - 7c 回転数 1,000rpm から 15,000rpm までの測定データ

⑤—8 大学発プレスリリース発表資料

評価 発表から間もないが、数社から問い合わせが来ており、対応している所である。

P R E S S R E L E A S E



KUTE-TOKYO
Kogakuin University of
Technology & Engineering

学校法人 工学院大学 広報課

〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

03-3340-1498 | gakuken_koho@sc.kogakuin.ac.jp

報道関係各位

2025 年 1 月 21 日

効率 95 % 以上の『MagNach® (マグナック)』モータの開発に成功

【ポイント】

- ・MagNach®モータ『世界初』のコアレス方式ハルバツハ配列モータ（出力 64 kW 級）を開発。
- ・従来モータのコア（コイルが巻かれる鉄心）をなくす、“コアレス”を採用することで、『軽量化』を実現。
- ・コアレス化は、鉄心の鉄損がないため“磁気飽和による出力の限界がなく、『高回転』モータが実現。
- ・コアレス化のトルクが小さくなるデメリットを、ハルバツハ配列を応用研究し、最適配列を開発。（特許取得）
- ・結果、“コギング”“トルクリップル”の発生を抑え、振動騒音ロスもなく、『超静音性』を実現。
- ・全回転領域において、効率 95 % 以上を実現し、小型化と制御レスポンスの高い次世代モータを開発。
- ・日本の 2030 年モータシステム効率目標値 85 % 達成を大きく前進させる、『夢の次世代モータ』です。

【概要】

工学院大学(学長:今村保忠、所在地:東京都新宿区／八王子市)と株式会社マグネイチャー(代表取締役社長:森下明平(工学院大学名誉教授)、本社:東京都八王子市、以下:マグネイチャー)は、2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、ハルバツハ配列の応用研究はじめとする電磁力応用システム制御の分野で、エネルギー変換機器や電気機器の高効率・高品質化のための共同研究を実施しています。

森下明平名誉教授は工学院大学在職時にハルバツハの最適配列を完成し、この度、製造工程を工学院大学発ベンチャーであるマグネイチャーが確立したことで量産化が可能となりました。電気自動車にも搭載可能な出力 64 kW 級の『MagNach®』モータを開発し、1,000 回転～15,000 回転の全領域において、効率 95 % (※図 1 効率マップ測定結果)、超静音性 (※図 2 モータ振動加速度マップ)を確認しました。

今回、「一分一秒でも早く大気温度を1℃下げる」を目指して次世代モータ『MagNach®』を開発。新たな構造設計により、全回転域において効率 95 % 以上の性能を確認しました。

世界全体の消費電力量の 40～50 % をモータが占めるとされており（JEMA:一般社団法人日本電気工業会トップランナー資料による）、今後、クルマの進化や新たなモビリティの電動化が進む中で、今回開発に成功した全回転域 95 % の高効率モータは SDGs に貢献します。小型・軽量化も実現されており、今までのモータ構造では高回転化において影響因子とされていた 摩擦・鉄損・銅損・振動・発熱 が大幅に低減します。

これを実現したのが、「コイルのコアレス化」と「ハルバツハ配列の新たな最適化」を組み合わせた、世界初となるイノベーション『MagNach®』モータです。

モータの「コイルのコアレス化」は鉄損がなくなる一方でトルクが小さくなるため、従来は電子デバイスや模型等の小容量の製品にコアレスモータが使われていました。また、磁極を交互に配列する従来の NS 配列では磁界が両側に広がるのに対して、磁極を 90 度ずつ回転させて配列するハルバツハ配列が磁界を片側に集中する特性は従来から知られていました。

この結果を受け、電動バイク等のミニカーEV 用 5kW 級と、大型ドローン等の新たなモビリティ用 1kW 級の開発を進めます。モビリティ以外にも、“小型軽量”、“高速回転”、“超低振動”の特性を生かし、工作機械用スピンドルモータでの高精度化や家電製品用コンプレッサーによる静音化をはじめとし、高性能発電機や高性能医療機器用への応用開発を予定しています。

また、『MagNach®』は、リニアモータや真空軸受といった磁気浮上や、非接触給電のイノベーションへの適用も期待できます。

説 明 資 料

【『MagNach®』モータ仕様】

定格出力 64 kW

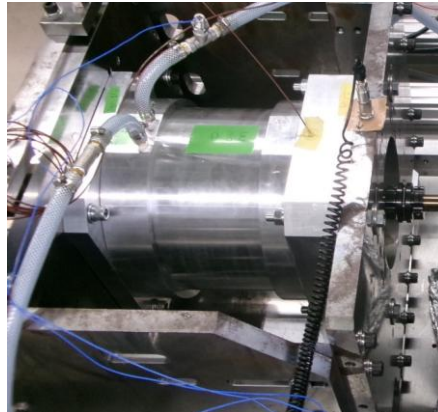
サイズ 外径 250 mm×長さ 230 mm

重量 60 kg (水冷ジャケットを含む)
(界磁・電機子 16 kg)

定格線間電圧 420 Vrms

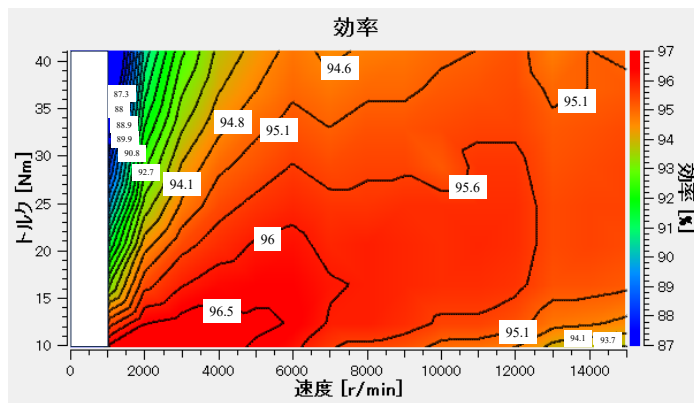
定格回転数 15, 000 rpm

定格電流 95 Arms



MagNach® 64 kW モータ

【図 1 効率マップ 測定結果】



【図 2 モータ振動 加速度マップ】

