

TODAY

「産学連携活動におけるベンチャー起業の役割」



国立大学法人大阪大学

産学共創本部 副本部長・出資事業推進部門長（兼）

大学院工学研究科附属オープンイノベーション教育研究センター 教授

北岡 康夫

1. はじめに

昨年11月に、文部科学省と経済産業省が中心となり、「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」が作成され、資金と知と人の好循環を実現するための指針が示された。大阪大学における産学連携活動の取組と、ベンチャー起業支援とその役割についてお話する。

2. 大阪大学における産学共創

大阪大学では、「インダストリー・オン・キャンパス」をコンセプトに、平成18年に共同研究講座制度を導入し、キャンパス内で人材育成と挑戦的な研究を推進しながら、大学にある卓越した研究シーズを社会還元へ直結させることを目指している。平成23年には共同研究講座の発展系として協働研究所制度を新たに導入し、企業の方々と複数部局の教員・研究者が議論を重ね、新事業創出に繋がる研究テーマのスタートアップを協働で推進している（平成29年6月1日現在、共同研究講座・部門：51、協働研究所：12）。

平成27年からは、①基礎研究段階からの包括的産学連携、②イノベーション人材育成、③若手研究者の雇用育成、④男女協働の推進など、産学連携の第3ステージに向け「産学連携から産学共創（Co-creation）へ」というコンセプトで産学連携活動をさらに強化している。

平成29年4月には、産学連携本部を改組し、産学共創本部を立ち上げた。イノベーション共創部門、テクノロジー・トランスファー部門、共創人材育成部門、出資事業推進部門の4部門からなり、部門間の連携や学内部局との連携を強化し、イノベーションに繋がるテーマを持続的に生み出すプラットフォーム構築を目指す。今後は、社会ニーズを積極的に議論することで社会課題を探求し、基礎研究段階から「組織対組織」の産学連携活動を進め、学問の深化および研究シーズの社会的価値創造・社会還元へ繋げていく。

3. 官民イノベーションプログラム

平成13年、小泉政権において大学発ベンチャーを平成14年度から5年間で1000社にする「大学発ベンチャー1000社構想」が発信された。バブル経済崩壊後の長期の景気低迷を脱するため、新産業を創出するため大学発ベンチャー（VB）に期待が寄せられた。当時は、VBに寄り添い経営支援などを行う専門家が大学内にほとんど存在していなかったことで、大きな成功を収めることが難しかった。

「日本経済再生に向けた緊急経済対策」（平成25年1月11日閣議決定）において、実用化に向けた官民共同の研究開発を推進するため、4大学（東京大学、京都大学、大阪大学、東北大学）に合計1000億円が出資された。平成26年12月22日、大阪大学が100%出資する大阪大学ベンチャーキャピタル(株)：OUVCを設立し、翌年7月31日に第1号ファンドを立ち上げた。平成28年度末時点で、10社に対して12億円の投資が完了している。また、産学共創本部/出資事業推進部門では、特別運営費交付金（34億円）を活用して、プログラムで設定されたKPI（Key Performance Indicator）を指針として、学内の体制整備も推進している。①VBを創出するためのプレインキュベーション活動、②VBで活躍する人材の創出に向けたイノベーション人材育成、③イノベーションを生み出す環境構築に向けた学内整備、④地域のVB支援活動との連携などを通じて、大阪大学版イノベーションエコシステムの構築を目指している。各部局との共創活動を強化し、学内グラントを活用してVB創出に向けたシーズ発掘、および若手人材のベンチャー起業活動の支援などを積極的に推進している。大学の教員や研究者は研究のプロであっても経営のプロではない。OUVCに加え、民間VC13社（平成29年6月末時点）と連携し、VB起業および育成（ハンズオン）の支援を行っている。

グローバル競争が激化する中、大企業はステークホルダーからの要求が厳しくなり、短期的視野での事業活動に注力せざるを得ない状況にある。一方、大学は今まで以上に研究シーズを活用したイノベーション実装が求められている。大学におけるVB起業の意義は、資金の循環だけでなく、知や人の循環に大きな影響を与える。大学内に多数のVBを創出することで、多種多様な人材が集まるプラットフォームが形成され、社会ニーズを見据えた基礎研究、多分野を見据えた研究、イノベーション人材の育成などにもつながり効果的である。

4. まとめ

大阪大学の教員・研究者・学生にとって、VB起業は未知の世界であり、学外の多様な人材によるサポートが必要不可欠である。「一期一会」を大切にして、起業家活動に若手を中心に多くの人材が学内外から集まるようなイノベーションエコシステムの構築を目指す。

高性能モータドライブシステムの研究開発

大阪府立大学大学院工学研究科 准教授 真田 雅之

1. 大学キャンパス概要と研究グループ構成

大阪府のほぼ中央、堺市中区にある中百舌鳥キャンパスに工学研究科は設置されている。周りには、仁徳天皇陵をはじめとした百舌鳥古墳群があり、古くからの歴史が感じられる地域である。また、大阪の繁華街である難波、心斎橋、梅田まで鉄道で30分程の距離であるが、自然豊かなキャンパスのため研究環境は恵まれている。

工学研究科では大講座制を採っているが、研究室は各教員ごとの個人研究室ではなく、研究分野の近い複数の教員による研究グループ制になっている。筆者の所属する電気・情報系専攻 電気情報システム工学分野内で電気機器・パワーエレクトロニクス関連の教育・研究を担当しているのがモータドライブシステム研究グループである。本研究グループは、教員3名（森本茂雄 教授、井上征則 准教授、真田雅之 准教授）、事務補助員1名、大学院学生22名（うち社会人博士後期課程1名）と学部4年生8名の合計34名で構成されている（2017年度）。

2. 主な研究テーマ

一般産業のみならず OA, FA 機器, 家庭電化製品には数多くのモータが使われている。従来から、これらモータは省力化, 高精度制御, 小形軽量化実現のために研究開発が進められてきた。近年, エネルギーや CO₂ 排出による地球温暖化などの問題が顕著になり, 日本における電力消費量の 50%以上を占めているモータの高効率化が最重要課題となっている。

本研究グループでは

- (1) 各種の高効率な高性能モータの開発
- (2) パワーエレクトロニクス技術を駆使した高性能な駆動回路の開発
- (3) これらの性能を最大限に引き出すための制御システムの開発
- (4) 自然エネルギーを利用した発電システムの開発を主たる研究課題として総合的なモータドライブシステムの研究開発を行っている⁽¹⁾。

高性能モータに関しては、近年著しい発展を遂げている埋込磁石同期電動機 (IPMSM) を主として様々なタイプのモータについて、さらなる効率の向上、運転範囲の拡大や振動・騒音の低減のための最適構造や駆動・制御法について研究している⁽²⁾。

また、各種同期モータの高性能制御にはロータ位置の検出が不可欠である。センサレスシステムは構成の簡素化、信頼性の向上、低コスト化実現のため

に必要で、センサレス駆動システムの高性能化について研究している。

これらモータの設計と制御に関する研究成果をもとにして、近年再生可能でクリーンなエネルギー源として注目されている風力発電システムや波力発電の研究も進めている。

以上のようにモータドライブシステムに関係することほぼ全てが研究範囲 (図1) となるが、本稿では一部の研究例について紹介する。

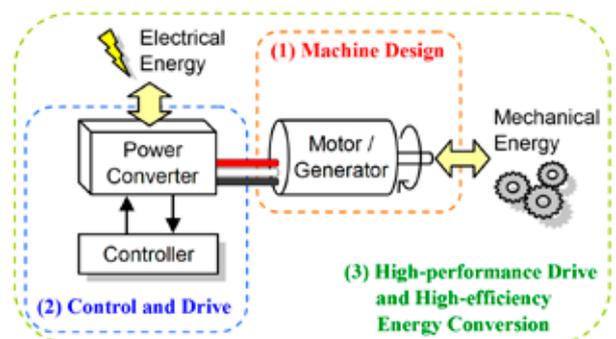
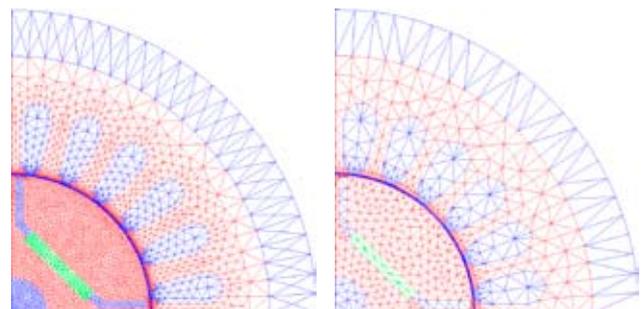


図1 モータドライブシステムと研究テーマ

〈2・1〉 IPMSM の高性能化

IPMSM の高性能化をめざして、磁石の形状や配置などのロータ構造や分布巻・集中巻などステータ構造について、使用目的に応じたモータの最適設計を有限要素法 (FEM) による磁界解析と試作機による実験の両面から検討している。一例として遺伝的アルゴリズム (GA) と粗メッシュ FEM を組み合わせた手法による高効率運転領域拡大のための IPMSM のロータ構造設計法の開発⁽³⁾ について示す。

FEM を用いてモータの解析を行う場合、通常は図2のように数万～数十万要素の要素分割図を作成して磁気ベクトルポテンシャルの計算を行うため、処理時間が非常に長くなることが問題である。モータ



(a) 約 29000 要素

(b) 約 8000 要素

図2 メッシュ分割図の例

を解析する際に要素数を約 8000 以上に設定すれば効率を算出する際にも精度をほぼ劣化させずにモータ特性を解析でき、処理時間を大幅に短縮できるため、粗メッシュ FEM を GA における探索時間の短縮に利用している。GA を用いてモータ構造を設計する際には、磁石の埋込深さやフラックスバリアの厚さなどの様々な構造パラメータを GA により決定することでモータ構造を決定する。本検討では磁石やフラックスバリアの形状を決定する 7 つの設計変数を選定してロータ構造を探索している。

GA による探索条件を、最大トルク 2.4 Nm 以上で高効率運転領域のできるだけ広いロータ構造として得られたロータ構造 (GA モデル) を図 3 に示す。GA モデルは磁石体積が比較的少なく、フラックスバリアと磁石の厚さが同一な V 字形構造となった。図 4 に GA モデルと 1 層横埋込形の一般的なモデル (基準モデル; 図 2 の構造) の効率マップを示す。GA モデルは基準モデルよりも高効率領域が約 30% 広がっており、本検討手法により高効率なモータ構造の自動設計が可能であることが分かった。

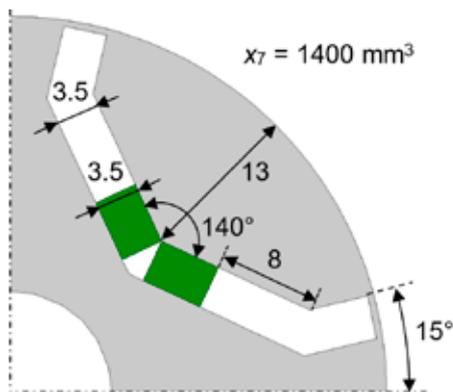


図 3 GA モデル (単位:[mm])

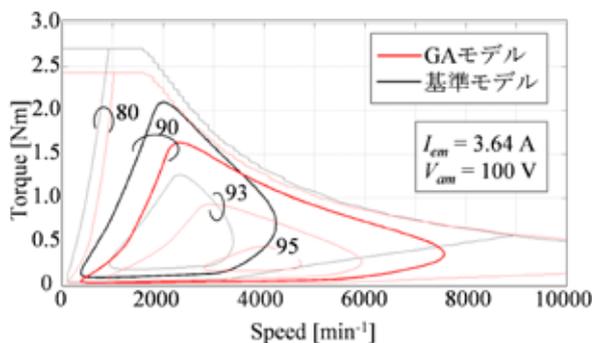


図 4 効率マップ (単位:[%])

〈2・2〉モータ駆動システムの高性能制御

モータの性能を最大限に引き出す広範囲可変速・高効率運転のための制御法や、ドライブシステムの簡素化や高信頼化をめざして位置センサの簡易化、位置や電流のセンサレス制御について研究している。また、リラクタンストルクを利用する IPMSM は、振動や騒音が大きくなる傾向があるため、振動・

騒音を低減するモータ構造や制御方法についても研究を行っている。一例として直接トルク制御 (DTC) における最大トルク/電流 (MTPA) 制御を電機子鎖交磁束に同期した (M-T) 座標系に基づく簡潔な数式モデルにより実現する手法⁽⁴⁾について示す。

DTC を用いた IPMSM の制御では必要とするモータパラメータが少なく、制御にロータ位置情報を必要としないためセンサレス化が容易という特徴がある。IPMSM の高性能制御を行う場合、MTPA 制御の実装が必須となるが、DTC を用いる場合、これまでは MTPA 制御のために参照テーブル (LUT) を用いてトルクと磁束の関係を与えていた。しかし、LUT は事前測定や運転中に保持すべきデータ量が多くなる問題がある。そこで、永久磁石による電機子鎖交磁束に加えて、3 つの定数のみで MTPA 制御を実現できる手法について提案し、実機実験により制御特性を確認している。

IPMSM の制御によく用いられる d-q 座標は永久磁石による電機子鎖交磁束を基準としているが、M-T 座標は電機子反作用も含めた電機子鎖交磁束 (Ψ_s) ベクトルを基準としている。M-T 座標を用いると磁気飽和を考慮した MTPA 制御のための Ψ_s の数式モデルを (1) 式で表すことができる。

$$\Psi_s = \begin{cases} (L_T - b_T i_T) \dot{y}_T \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{L_k}{\Psi_a} i_T \right) + \Psi_a & (\Psi_a > 0) \\ (L_T - b_T i_T) \dot{y}_T & (\Psi_a = 0) \end{cases} \quad \dots(1)$$

必要なパラメータは L_T , L_k , b_T の 3 個のみになっていることが分かる。

図 5 に 2 種類の試験モータによる Ψ_s の実測結果と (1) 式との比較を示す。図 5 の横軸は、T 軸電流を各モータの定格電流 I_{rated} で正規化している。(1) 式と測定値との磁束の平均二乗誤差は、Type-A で 5.185 mWb, Type-B で 3.23 mWb となり、良好な結果が得られた。数式モデルが実験結果における MTPA 曲線によく一致することが示されている。

提案手法を DTC システムに適用して実機実験を行った。なお、速度制御器と指令値計算器の制御周期は 5ms であり、DTC の制御周期は 100 μ s である。

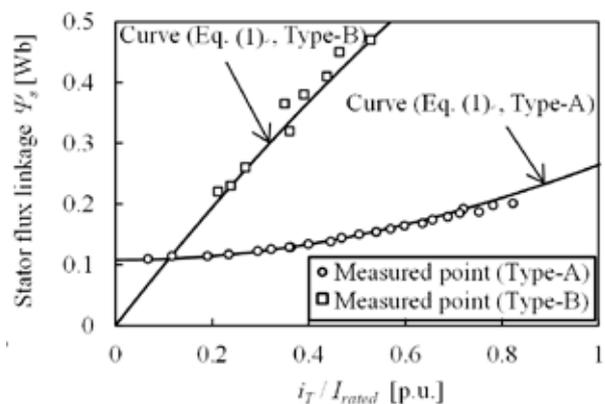
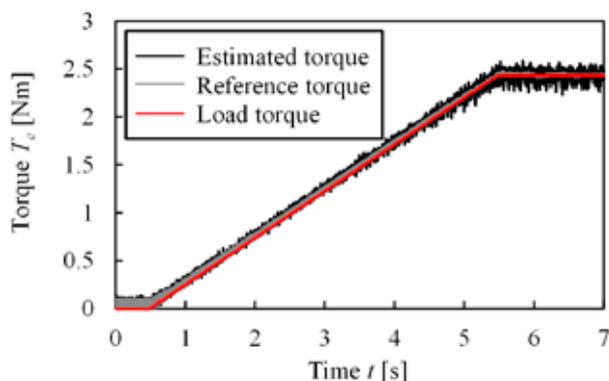
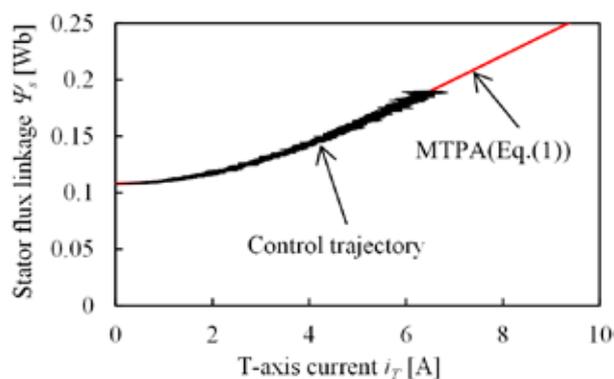


図 5 MTPA 曲線の実験結果

図6に、負荷トルクをランプ状に変化させたときの実験結果を示す。図6(a)より、負荷トルクに合わせてトルク制御できていることが分かる。また図6(b)より、制御軌跡がMTPA曲線に沿っている。このことから、提案手法によってMTPA制御できていることが確認でき、従来手法と比べてデータ数の大幅な削減と良好な制御特性が得られることが分かった。



(a) トルク応答



(b) 制御軌跡

図6 提案手法を用いた実験結果

〈2・3〉自然エネルギー発電に関する研究

PMSMは発電機としても広範囲可変速・高効率であるため、これら特徴を生かした発電システムとして、風力や波力など自然エネルギーを利用した発電システムについても研究を行っている。前節までに紹介したモータの構造設計や制御システムに関する研究に基づいて、発電システムに関する研究を進めている。一例として波力発電システムにおける発電機トルク制御パターンの検討⁽⁵⁾について示す。

波力発電においてこれまで主に用いられてきたのは空気室とタービンを用いる振動水柱形システムであるが、変換効率が低く装置が大型化するなどの課題があった。一方、可動物体形システムの一つで

あるダイレクトリンク式波力発電システム(図7; DWGS)は振動水柱形と比較してエネルギー変換効率が高く、発電システムの小型・高出力化が期待できる。このDWGSにおける発電機のトルク制御パターンにモータ動作期間を加えることにより変換効率を大幅に高められることを明らかにしている。

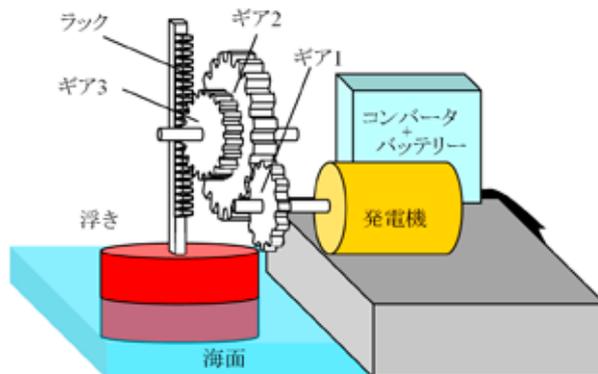


図7 ダイレクトリンク式波力発電システム

3. 今後の展望

電気エネルギーを機械エネルギーに変換する各種のモータは私たちの身の回りで非常に多く使用されており、これらモータ本体の小形軽量化、高効率化、低騒音化に関しては今後さらに押し進める必要がある。特に環境の保全に考慮しながら限りあるエネルギーを有効に使うため、効率の高いモータやその制御法の開発が不可欠である。

今後本研究グループが社会へ貢献できるよう、学生と教員が一丸となってモータ駆動システムに関する研究に取り組んでいきたい。

参考文献

- [1] 大阪府立大学大学院 工学研究科 電気・情報系専攻 モータドライブシステム研究グループ HP, <http://www.eis.osakafu-u.ac.jp/~mds/>
- [2] 森本茂雄・真田雅之:「省エネモータの原理と設計法」, 科学情報出版(2013)
- [3] 中田知希・真田雅之・森本茂雄・井上征則:「粗メッシュ有限要素法とGAによる高効率運転領域拡大のためのIPMSMロータ構造自動設計に関する検討」, 平成26年電気学会産業応用部門大会講演論文集, Vol. 3, pp. 209-212 (2016)
- [4] T. Inoue, Y. Inoue, S. Morimoto and M. Sanada, "Maximum Torque Per Ampere Control of a Direct Torque-Controlled PMSM in a Stator Flux Linkage Synchronous Frame", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 52, No. 3, pp. 2360-2367 (2016)
- [5] 片桐暁文・真田雅之・森本茂雄・井上征則:「ダイレクトリンク式波力発電システムにおける波高と周期の観測が不要な発電機トルクパターンの検討」, 平成29年電気学会産業応用部門大会講演論文集, 3-61 (2017)

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS / 第371号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。
本書の内容を無断で複製・複製・転載することを禁じます。

発行 2017年9月1日
発行人 小紫正樹
発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11 東洋海事ビル6階
TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285
ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>
E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp