

# 電気電子工学実験報告書

テーマ名 パワーエレクトロニクス実験

報告者 5 年 (E 組) 番号 234 B 班 柳原魁人

実験場所 エレクトロニクス工房 指導担当 鈴木 宏

共同実験者 石坂知尋, 倉科純太郎, 中井智大, 中澤耕平

実験日 令和 7 年 11 月 28 日

提出期限 令和 7 年 12 月 31 日 ⇒ 提出日 令和 7 年 12 月 16 日

(再提出期限 令和 \_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日 ⇒ 再提出日 令和 \_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日)

評価項目		評価
実習評価	(1) 自ら積極的に実験に取り組めた	
	(2) 実験装置を適切に使用でき、正確に実験を行なえた	
	(3) グループ内で協力的に実験が行なえた	
報告書評価	(1) 結果のまとめかた（図表を含む）	
	(2) 結果に対する考察	
	(3) 報告事項／課題（正しい解答や適切な引用など）	
	(4) 報告書としての体裁が整っているか	

# 1 目的

インバータを利用した電動機制御技術と、インバータの応用例として電気自動車の動作原理について理解する。さらには、電力の有効活用として回生について学ぶ。

# 2 原理

## 2.1 三相インバータ

図1に三相インバータの動作原理図を示した。インテリジェントパワーモジュール(IPM、三相600V、30A、6素子内蔵)とマイクロコンピュータ(ルネサスエレクトロニクス、SH2 7085)とを組み合わせて、三相交流を発生する。三相インバータの出力はACサーボモータ(ブラシレスDCモータ、同期電動機の一種)に接続され、速度制御などが行われる。

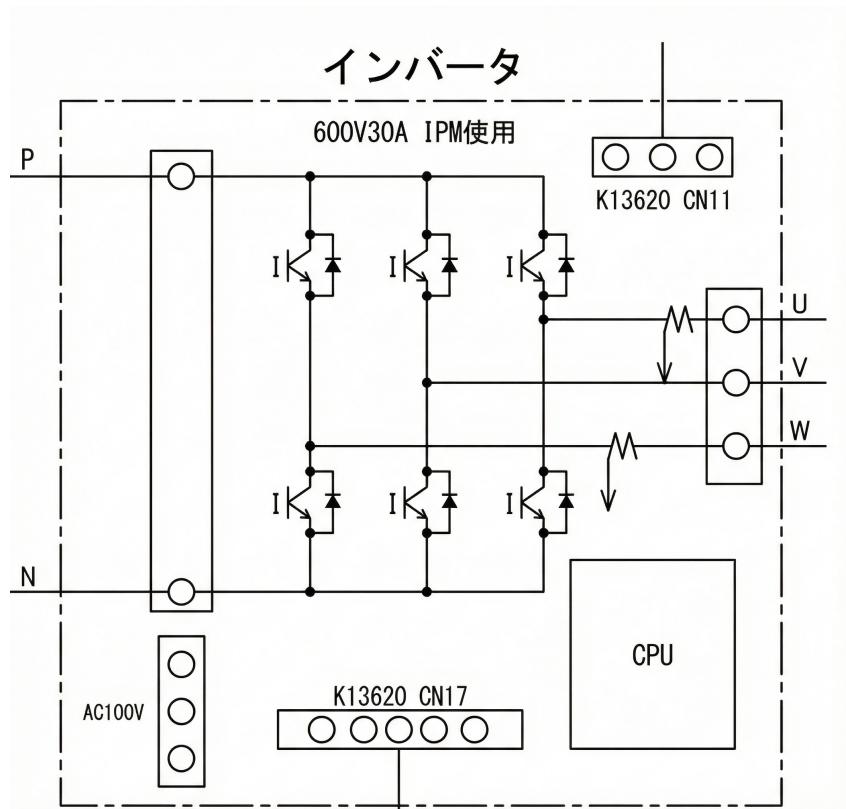


図1 三相インバータの動作原理図

# 3 実験方法

詳細は取扱説明書(昭和電業社作成)にしたがって実験を行います。

## 3.1 ACブラシレスモータのトルク制御

1. 電源装置の電圧を10Vに設定した後に、計測ソフトウェアの設定数値画面で「制御方法：電流制御(トルク制御)」、「出力変動方法：自動」に設定して、サンプルパターンをロードしてから「開始」ボタンを押してモータのトルク-回転数特性を測定する。
2. 「トルク制御した場合のトルク-回転数特性」を作成する。

### 3.2 AC ブラシレスモータの速度制御

1. 電源装置の電圧を 15V に設定した後に、計測ソフトウェアの設定数値画面で「制御方法：速度制御」、「出力変動方法：自動」に設定して、サンプルパターンをロードしてから「開始」ボタンを押してモータのトルク－回転数特性を測定する。
2. 「速度制御した場合のトルク－回転数特性」を作成する。「トルク制御した場合のトルク－回転数特性」と「速度制御した場合のトルク－回転数特性」とを重ねたグラフを作成して、比較検討を行う。

### 3.3 AC ブラシレスモータの回生実験

1. 電源装置の電圧を 24V に設定して、計測ソフトウェアの設定数値画面で「制御方法：速度制御」、「出力変動方法：加減速」、「加速時間：20 秒」、「一定制御時間：20 秒」、「減速時間：20 秒」、「停止後計測時間：10 秒」、「速度の設定：2000rpm」に設定して（出力パターンが台形になっていることを確認）、「開始」ボタンを押す。測定開始後 20 秒間で 2000rpm に達していることを確認する。
2. 測定開始してから 30 秒（2000rpm 一定速度で回転している状態）経過したら電源装置の出力スイッチを OFF にする。
3. 測定開始してから 40 秒後から減速を開始して、60 秒後にモータが停止する。このとき、モータはフライホイールの慣性力により発電動作を行い、インバータを経由して電気二重層コンデンサに回生エネルギーとして戻される。
4. 「回転数－時間特性」、「電源電力－時間特性」、「インバータ出力電力－時間特性」、「電源電圧－時間特性」を作成する。「インバータ出力電力－時間特性」、「電源電圧－時間特性」から回生動作時のエネルギーの流れについて検討する。

## 4 実験結果

### 4.1 電流制御実験の結果

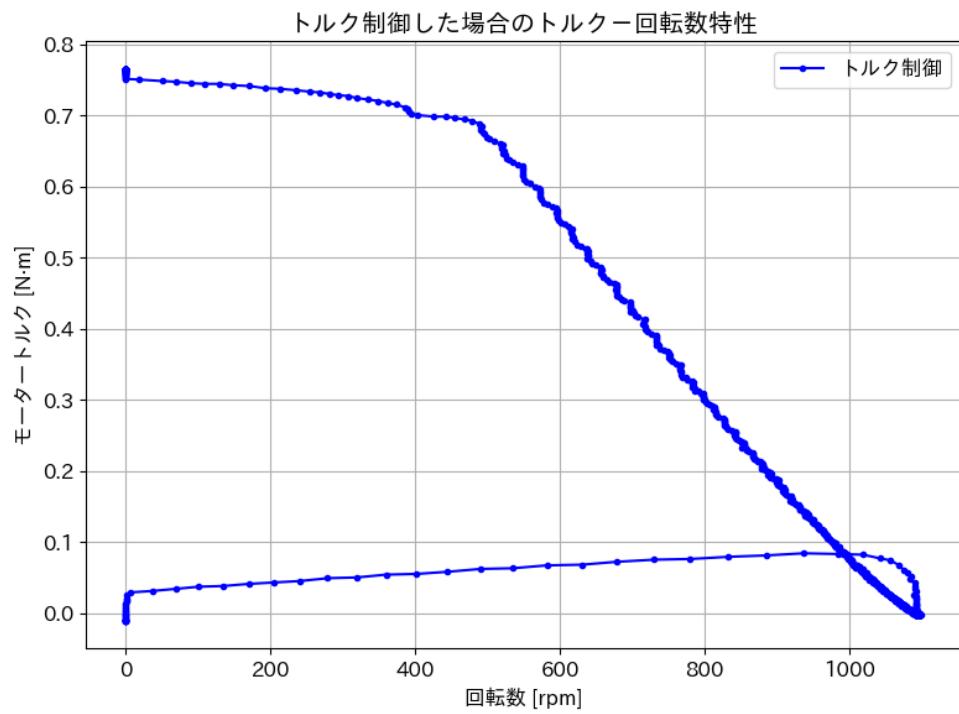
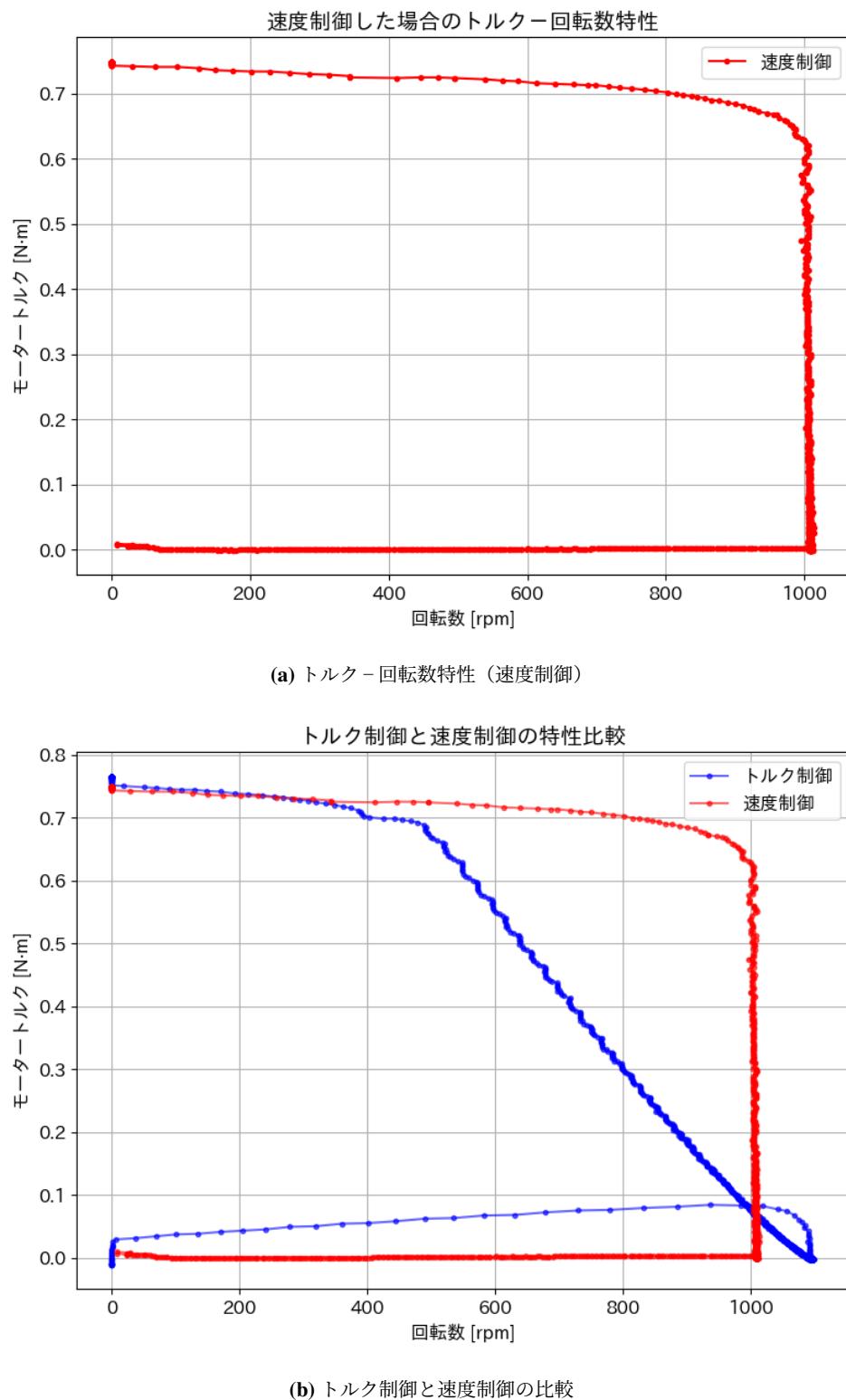


図 2 電流制御の測定結果

## 4.2 速度制御実験の結果



### 4.3 回生実験の結果

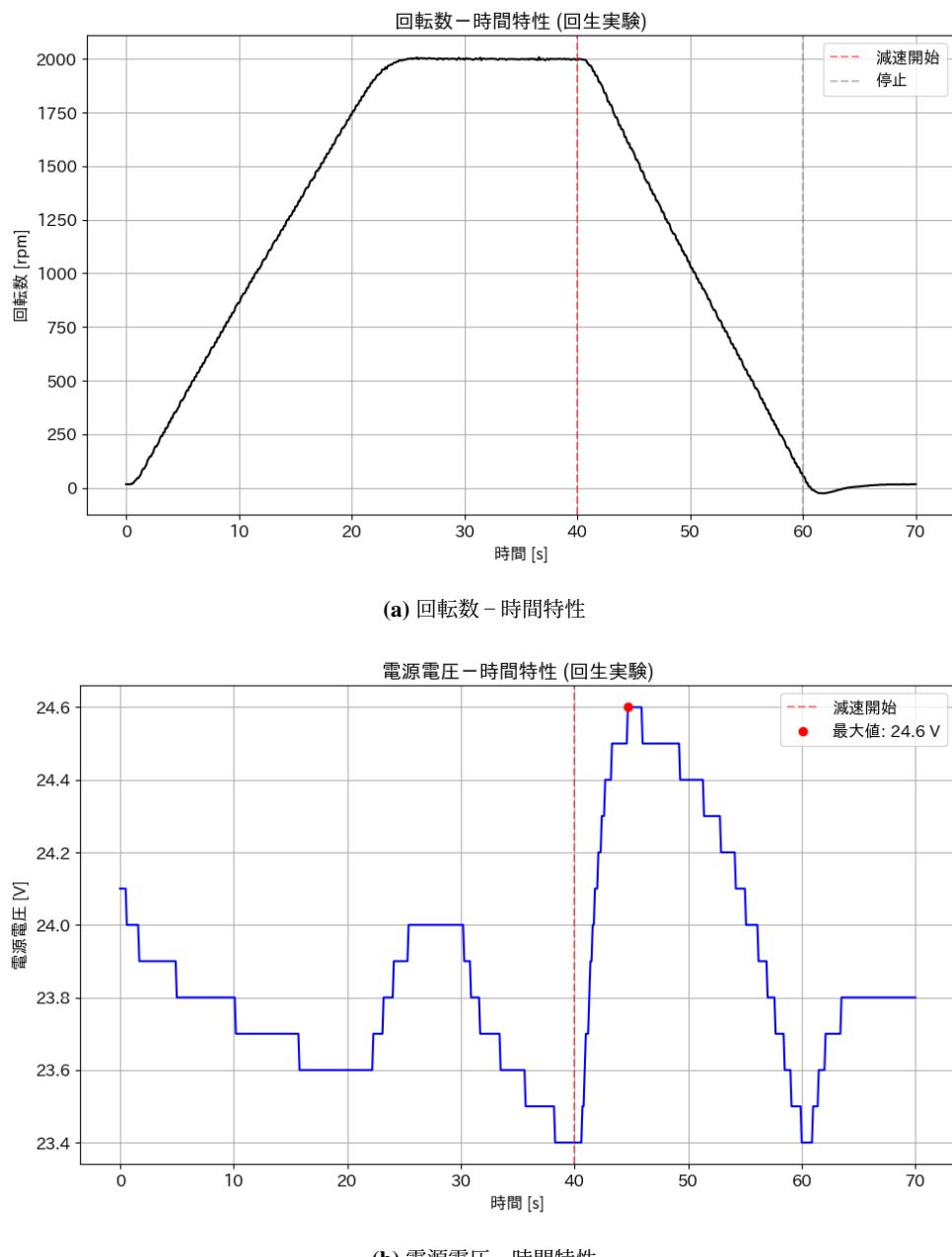


図 4 回生実験の測定結果 (1/2)

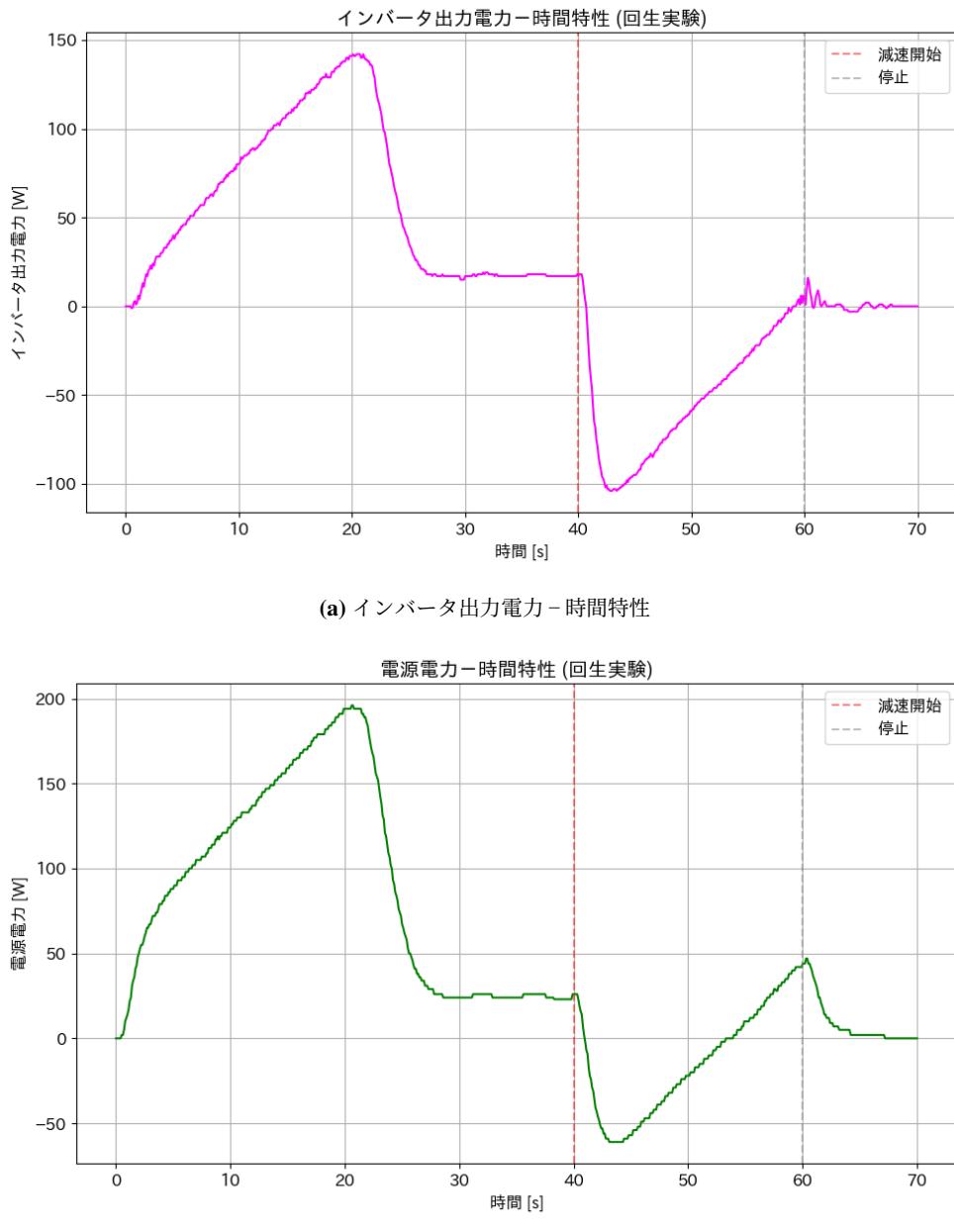


図 5 回生実験の測定結果 (2/2)

## 5 報告事項

(1) 回生実験において得られた「電源電圧 - 時間特性」から、減速開始時の電圧の変化量を求め、理論値と比較して、なぜ値が異なるのか検討せよ。コンデンサの電圧の理論値は以下の式による。  
 $V_1 = 25 \cdot 61V$  となり、コンデンサの初期電圧 (= 電源電圧)  $V_0$  と比較して  $1 \cdot 61V$  増加することになる。

【理論値計算の参考】

フライホイールの慣性モーメント :

$$J = \frac{1}{8}mD^2 = \frac{1}{8} \times 17.65 \times 0.179^2 = 0.07069 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad (1)$$

フライホイールの運動エネルギー :

$$E = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.07069 \times \left( \frac{2000}{60} \times 2\pi \right)^2 = 1549 \cdot 8J \quad (2)$$

コンデンサの蓄積エネルギー (100% 変換と仮定) :

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2}C(V_1^2 - V_0^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 38.6 \times (V_1^2 - 24^2) = 1549 \cdot 8J \end{aligned} \quad (3)$$

ここで,

- $m$ : 質量 [kg]
- $D$ : 直径 [m]
- $J$ : 慣性モーメント [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ]
- $\omega$ : 回転速度 [rad/s]
- $C$ : 静電容量 [F]
- $V_0$ : コンデンサの初期電圧 [V]