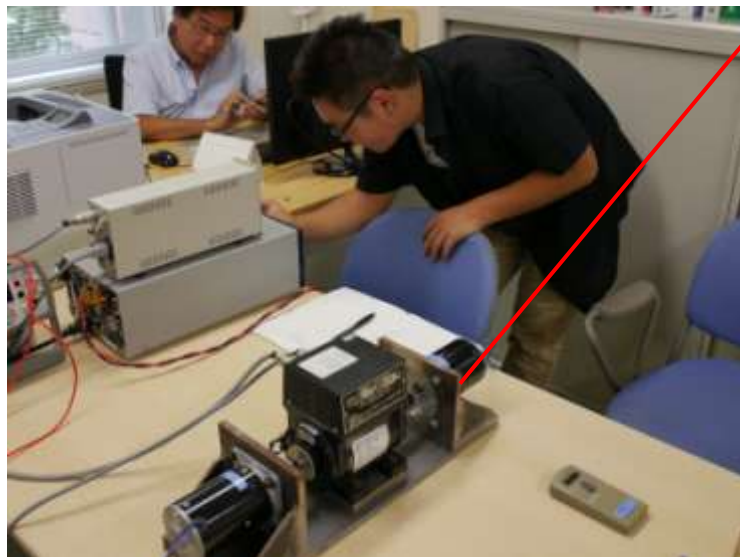


モータの運転特性とDCモータの制御装置の製作

モータは電気エネルギーを運動エネルギーに変換でき、その性質を利用して様々な用途で使われている。特に、使用電力が大きいモータの損失を減らし、エネルギー変換効率を向上させることは重要である。

テストベンチ



静岡県立科学技術高等学校2年

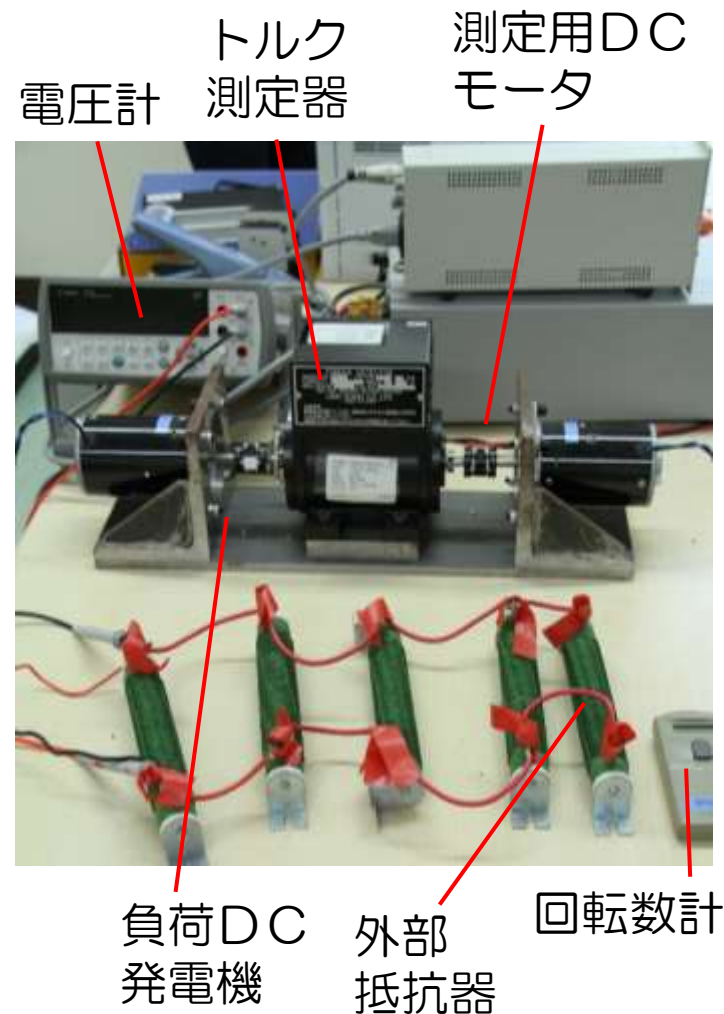
佐藤天馬

指導メンター 静岡大学工学部電気電子工学科

教授 野口敏彦(季彦)

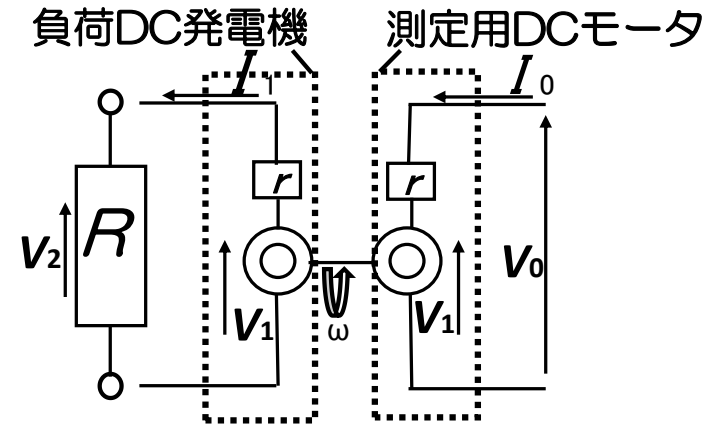
本研究の目的

- 1 DCモータの角速度と誘導起電力の関係、入力電流とトルクの関係、入力電流と角速度について調べる
- 2 チョッパ回路(DCモータの制御装置)を製作する
- 3 ACモータを組み込んだテストベンチを製作する
- 4 ACモータにかける交流電源の周波数と角速度の関係、角速度と誘導起電力の関係、誘導電流とトルクの間関係を調べる



1 (1) 測定用DCモータの角速度 ω と負荷DC発電機で発生した電圧 V_1 の関係を調べる実験

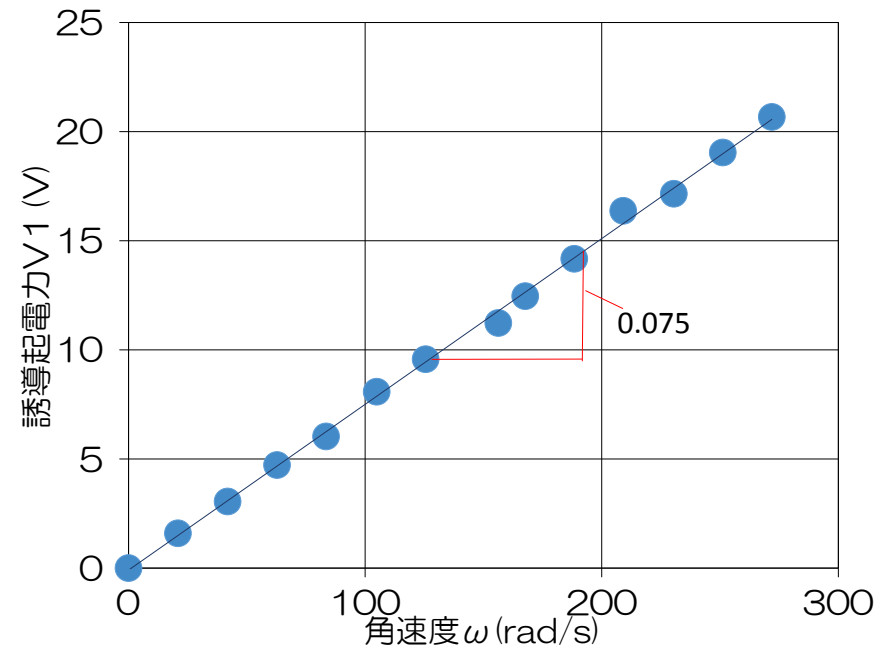
入力電圧 V_0 を制御し、測定用DCモータの角速度 ω と負荷DC発電機で発生する誘導起電力 V_1 との関係を調べる。



$$\phi [\text{Wb}] = B [\text{T}] \times S [\text{m}^2] \times \cos \theta$$

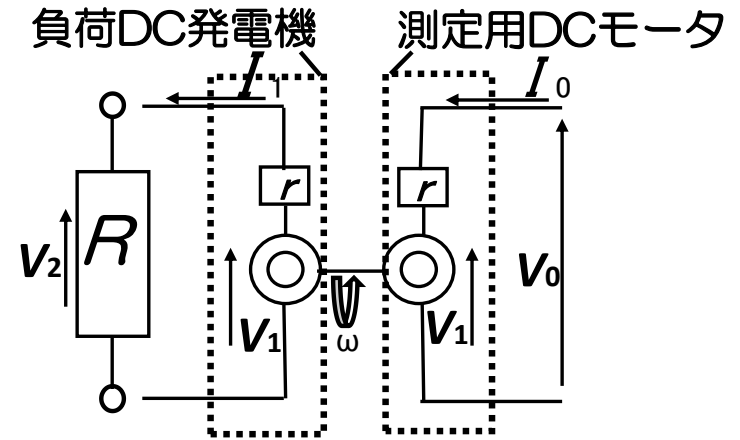
$$V_1 [\text{V}] = -N \frac{d\phi}{dt} = -N\omega BS = -N\omega\phi$$

電圧	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
角速度	0	20.9	41.9	62.8	83.5	105	126	156	168	188	209	231	251
誘導起電力	0	1.59	3.05	4.72	6.03	8.08	9.57	11.2	12.5	14.2	16.4	17.2	19



1 (2)測定用DCモータに流れる電流 I_0 の大きさと発生するトルクの大きさ T の関係を調べる実験

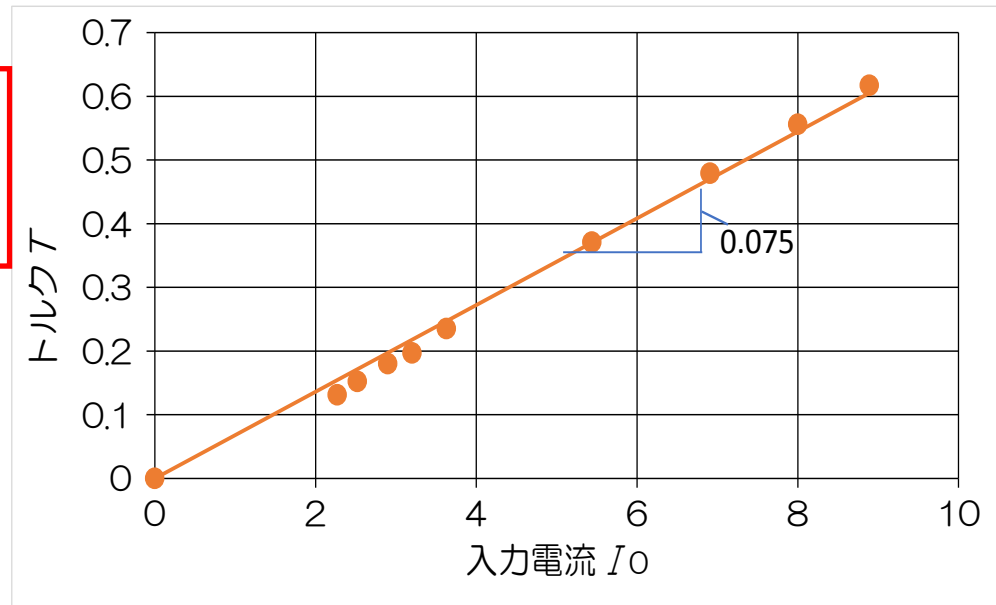
入力電圧 V_0 の大きさを24Vとして負荷DC発電機につなぐ外部抵抗器 R の大きさを変えたときの、
 入力電流 I_0 とトルク T の関係を調べる。



$$T[\text{N} \cdot \text{m}] = F[\text{N}] \times \frac{a}{2} [\text{m}] \times 2 \times b$$

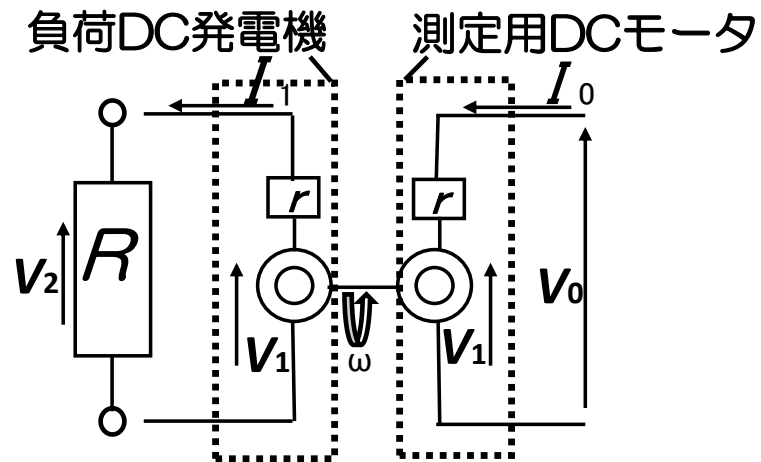
$$= I_0 [\text{A}] BS = I_0 N \phi$$

電圧	24v									
抵抗	$\infty\Omega$	20 Ω	16 Ω	12 Ω	10 Ω	8 Ω	4 Ω	8/3 Ω	2 Ω	1.6 Ω
電流	0	2.27	2.52	2.9	3.2	3.63	5.44	6.91	8	8.89
トルク	0	0.13	0.15	0.18	0.2	0.24	0.37	0.48	0.56	0.62



1 (3) 測定用DCモータに流れる電流 I_0 の大きさと角速度 ω の関係を調べる実験

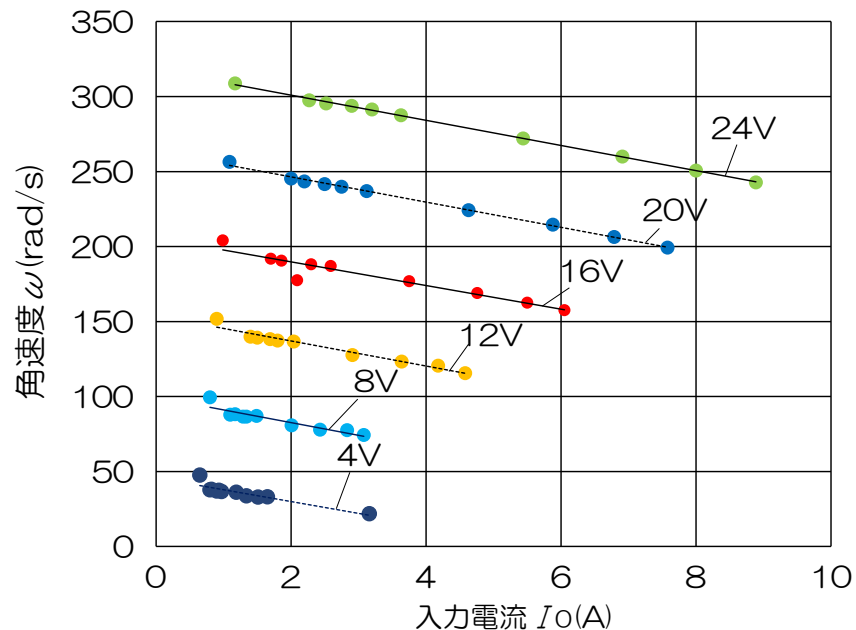
入力電圧 V_0 を一定にし、負荷DC発電機につなぐ外部抵抗器 R の大きさを変えたときの、入力電流 I_0 の大きさと角速度 ω について調べる。



$$V_0 = rI_0 + \omega\phi N$$

$$\omega = \frac{V_0 - rI_0}{\phi N} = -\frac{r}{\phi N} I_0 + \frac{V_0}{\phi N}$$

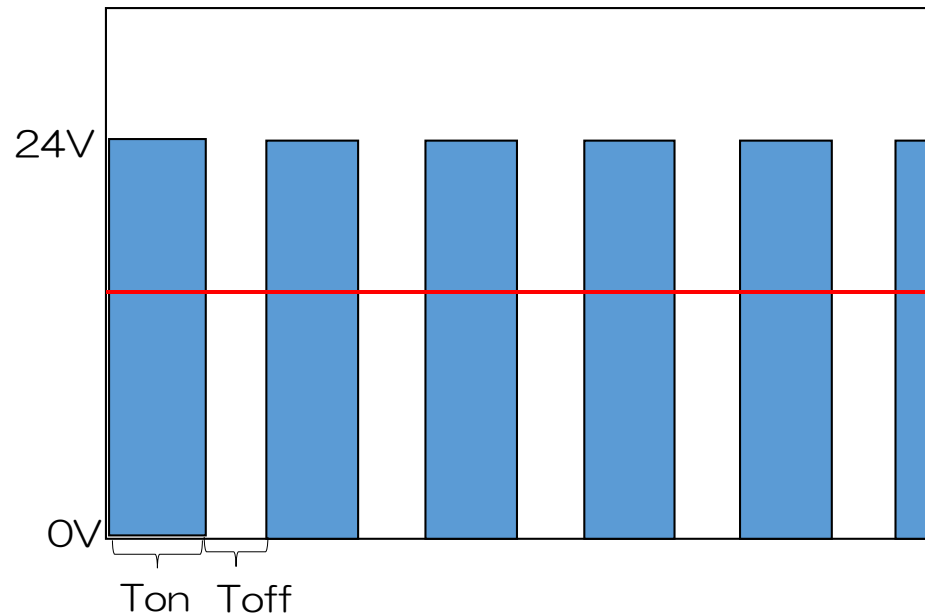
電圧	4v									
抵抗	0Ω	1.6Ω	2Ω	8/3Ω	4Ω	8Ω	10Ω	12Ω	16Ω	20Ω
電流	3.16	1.65	1.51	1.34	1.19	0.97	0.93	0.9	0.82	0.8
回転数	209	317	315	324	346	351	358	354	365	362
角速度	21.9	33.2	33	33.9	36.2	36.7	37.5	37.1	38.2	37.9
V2		1.62	1.78	1.83	2.07	2.38	2.48	2.54	2.48	2.62



2 チョッパ回路(DCモータの制御装置)とは

DCモータの角速度は入力電圧の大きさによって制御することが可能であるので、入力電圧の平均値を変えることができるチョッパ回路を製作した。

チョッパ回路とは、トランジスタを用いて電圧のかかる時間とかからない時間をつくり、その割合によって、平均電圧の大きさを変えることのできる回路である。



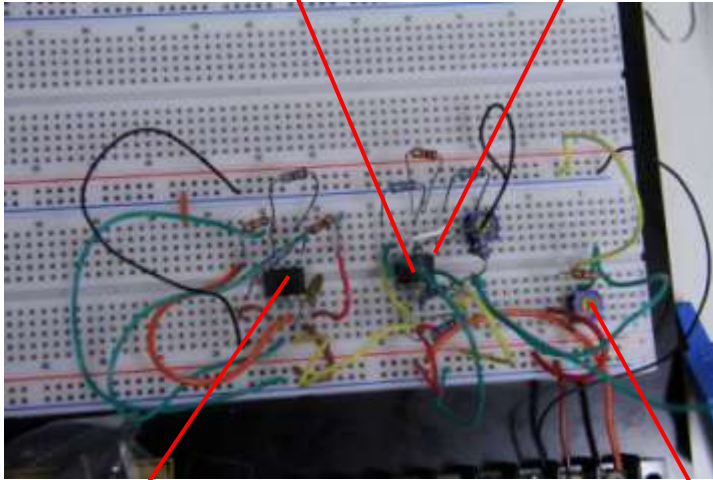
$$\text{平均電圧} = \frac{T_{on}[s]}{T_{on}[s] + T_{off}[s]} \times 24[V]$$

2 チョッパ回路(DCモータの制御装置)の製作

制御回路

コンパレータ

可変抵抗



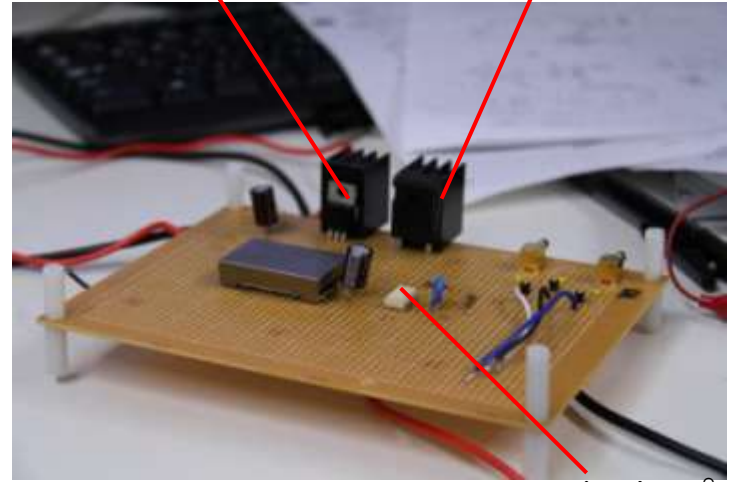
OPアンプ

可変抵抗

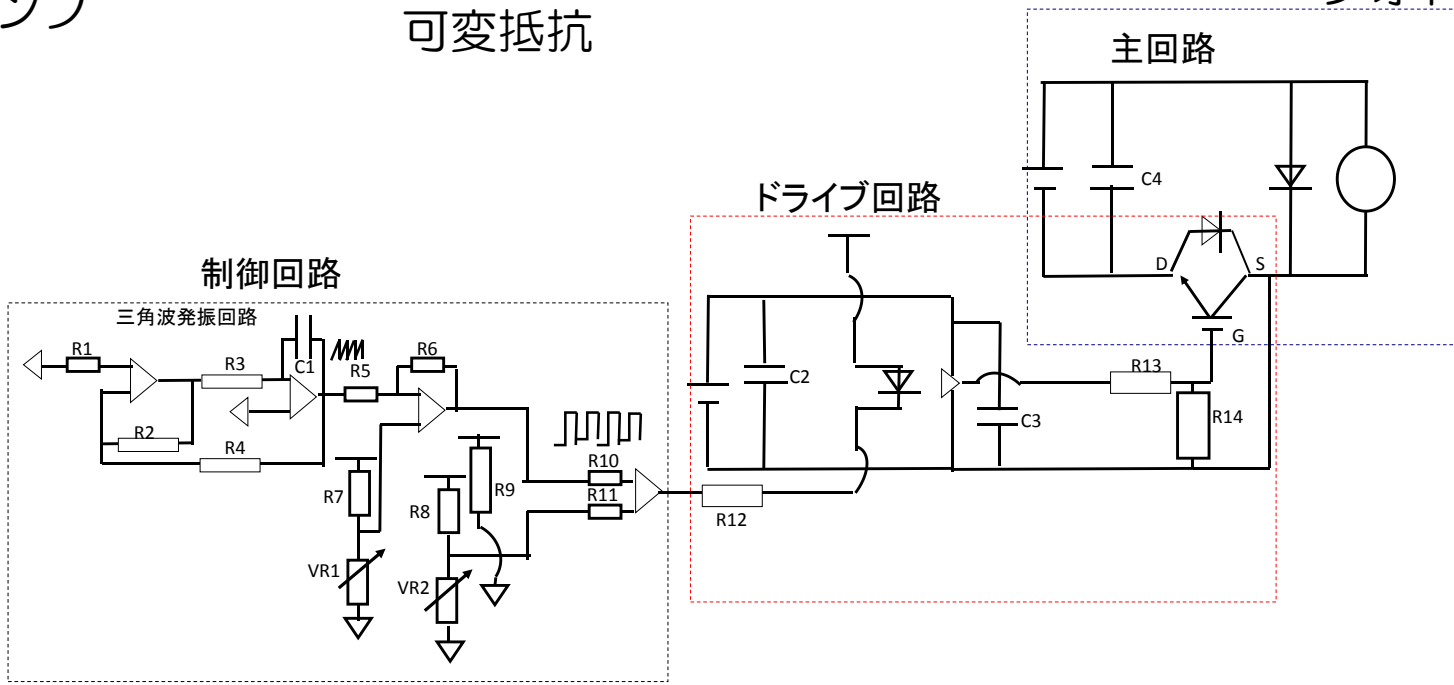
主回路とドライブ回路

トランジスタ

ダイオード



フォトカプラ



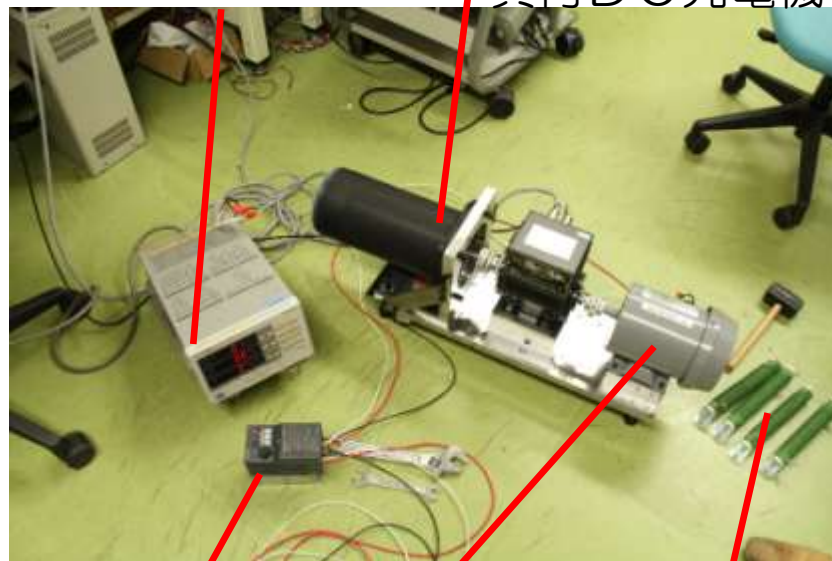
ACモータの運転特性を調べる実験

実験の目的

- ・ ACモータにかける交流電源の周波数と角速度の関係、角速度と誘導起電力の関係、誘導電流とトルクの関係をそれぞれ調べる

電圧計・電流計

負荷DC発電機



測定用ACモータ 外部抵抗器



インバータ
交流電源の周波数
を変えることが出
来る。

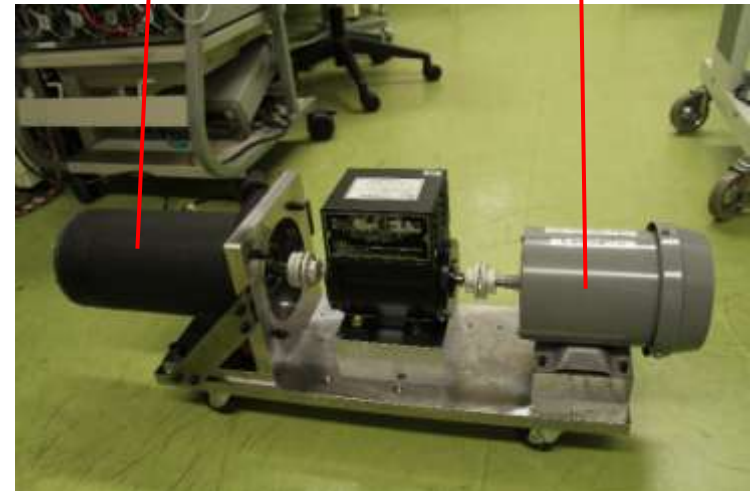
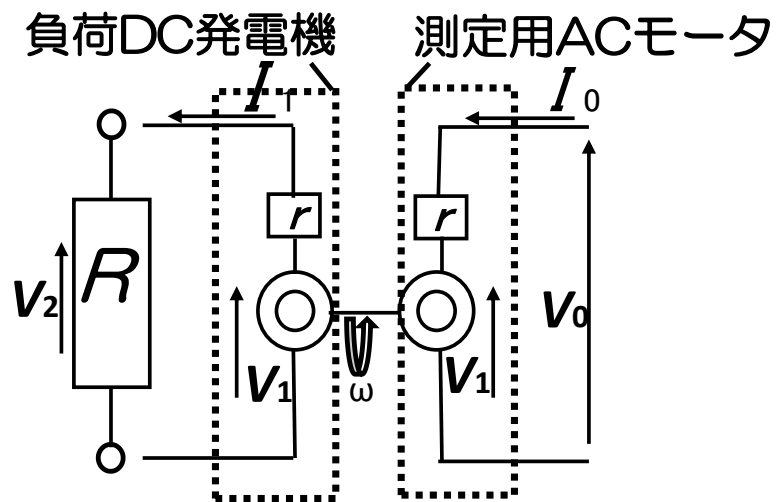
3 ACモータを組み込んだテストベンチの設計・製作

実験を行うために、CADソフト「Solidworks」を用いてモータのテストベンチを設計し、完成した部品を組み立てた。テストベンチの片側に400W級のDCモータを取り付け、もう片方にACモータを取り付けた。



負荷
DC発電機

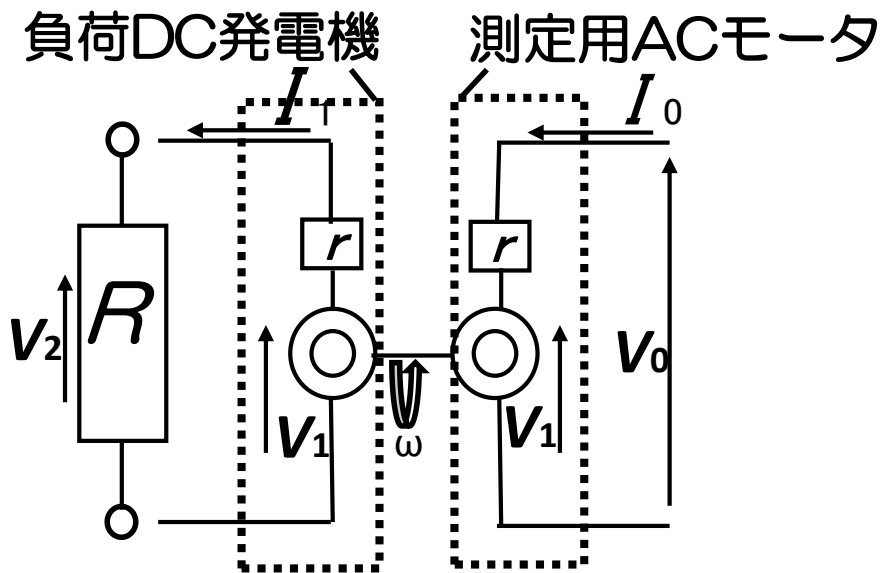
測定用
ACモータ



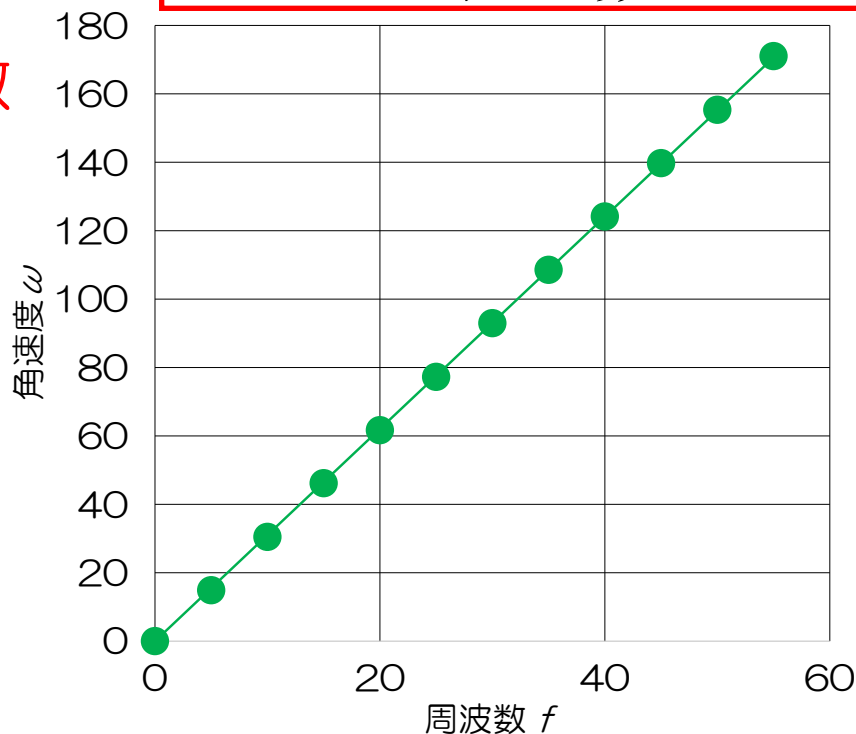
4 (1) 交流電源の周波数 f と測定用ACモータの角速度 ω の関係を調べる実験

インバータを使用して交流電源の周波数 f を変化させたときの、
周波数 f と測定用ACモータの角速度 ω との関係を調べた。

n : 1秒あたりのモータの回転数



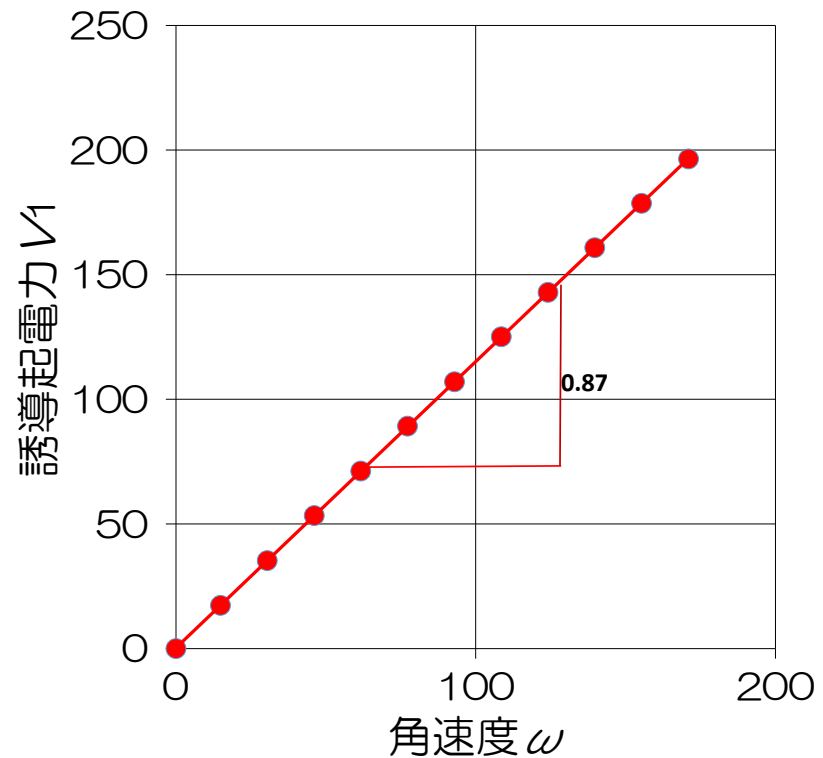
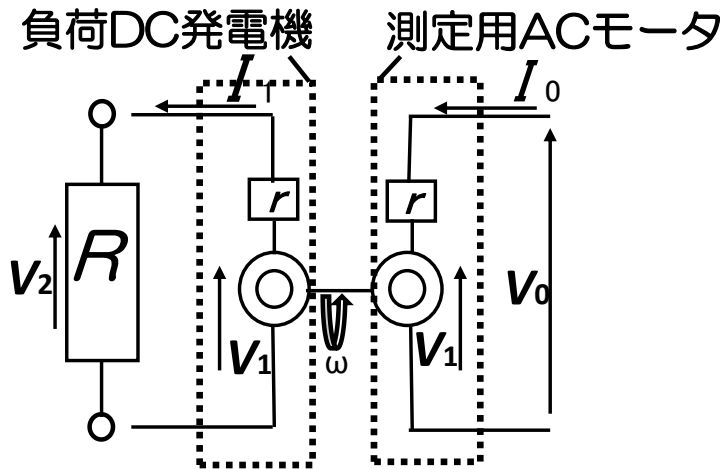
$$f[\text{Hz}] = \frac{n[\text{rps}] \times \text{磁極の数}}{2}$$
$$n = f \times \frac{2}{\text{磁極の数}}$$
$$\omega = 2\pi \times \frac{2f}{\text{磁極の数}}$$



4(2)測定用ACモータの角速度 ω と負荷DC発電機で発生した電圧 V_1 の関係を調べる実験

インバータを使用して交流電源の周波数 f を変化させたときの、測定用ACモータの角速度 ω と負荷DC発電機で発生する電圧 V_1 の関係を調べた。

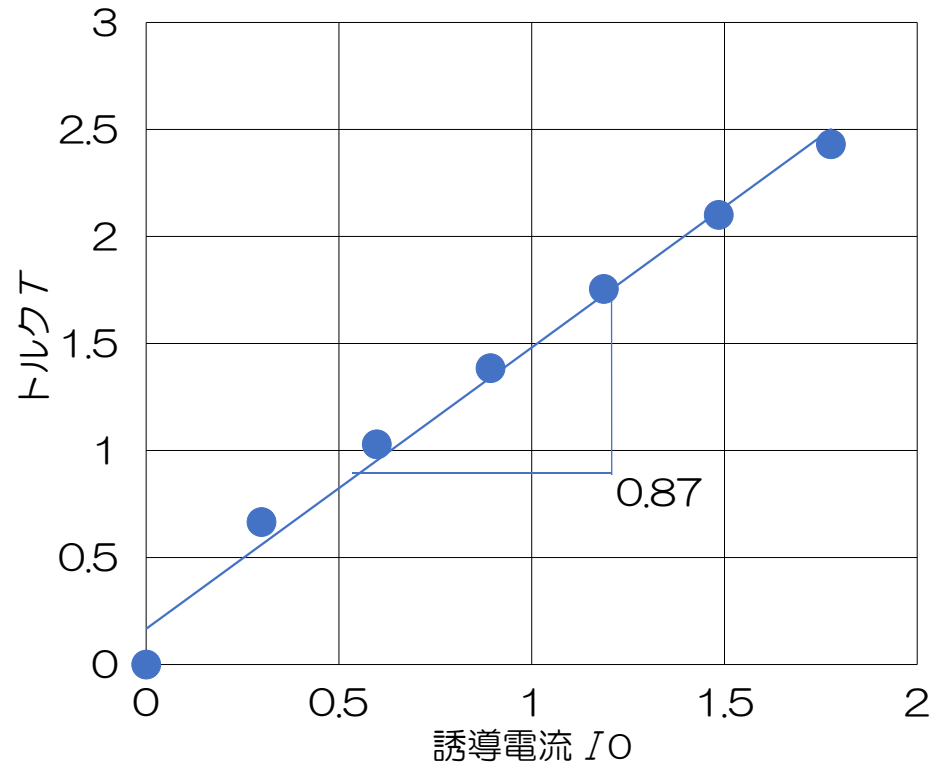
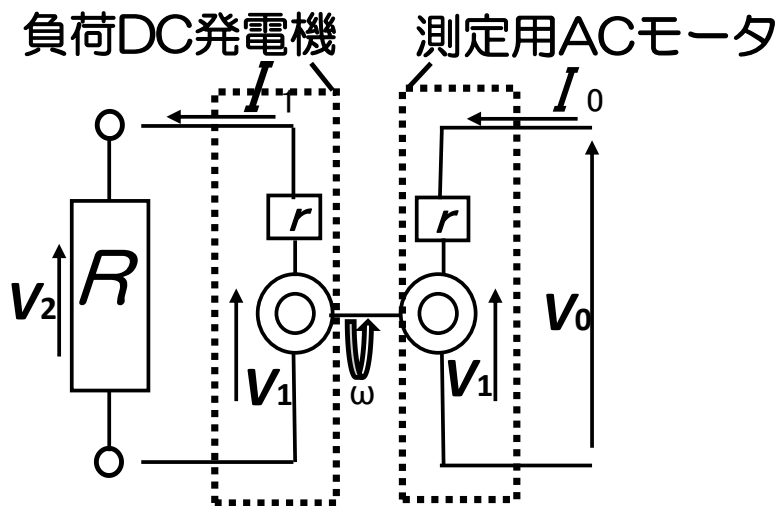
$$V_1 = -N\phi\omega$$



4(3) 負荷DC発電機に流れる誘導電流 I_1 の大きさと測定用ACモータのトルク T の大きさの関係を調べる実験

交流電源の周波数 f を変化させたときの、誘導電流 I_1 の大きさと測定用ACモータのトルク T の関係を調べた。

$$T = I_1 N \phi$$



参考文献

- CQ出版 小型DCモータの基礎・応用
- CQ出版 電子回路の工作テクニック
- CQ出版 OPアンプの歴史と回路技術の基礎知識

謝辞

本研究をご指導いただいた静岡大学工学部電気電子工学科野口先生ありがとうございました。

また、このような研究及び発表の機会を提供していただいた日本科学協会の関係者の皆様、本当にありがとうございました。