



# 第1編 総論

執筆者 沢井善三郎(東京大学) [第1章]

有働宗幸(東京芝浦電気) [第2章]

## 目次

### 第1章 シーケンス自動制御概説

1・1	シーケンス制御	3	1・6	シーケンス自動制御の応用面	6
1・2	シーケンス自動制御	3	1・7	シーケンス自動制御の効果	6
1・3	シーケンス回路	4	1・8	シーケンス自動制御実施上の諸問題	8
1・4	シーケンス制御とフィードバック制御, プログラム制御との差異	4	1・9	シーケンス自動制御の現状と将来	11
1・5	オートメーションにおけるシーケンス 自動制御の地位	5			

### 第2章 シーケンス制御に関する理論

2・1	ブール代数	13	2・3	ブール関数の簡易化	21
2・2	組合せ回路	16	2・4	シーケンス回路	24



## 第2編 シーケンス制御の基本方式

執筆者	藤 沢 道 雄 (東京芝浦電気) [第1章]	尾 山 純 一 (東京芝浦電気) [第2章]
	金 子 敏 夫 (三菱電機) [第3章]	桑 原 哲 郎 (桑原生産技研) [第4章]
	渡 辺 金 之 助 (電元オートメ) [第4章]	山 口 照 三 (電元オートメ) [第5章]
	四 十 万 稔 (富士電機) [第6章]	小 峯 毅 志 (富士通) [第7章]
	村 上 久 人 (富士通) [第7章]	石 井 幸 雄 (富士通) [第7章]

### 目 次

#### 第1章 基本電子回路

1・1 電 子 管.....	3	1・6 水銀整流器.....	23
1・2 トランジスタ.....	8	1・7 パラメトロン.....	25
1・3 磁気増幅器.....	12	1・8 パルス制御回路.....	27
1・4 放 電 管.....	15	1・9 定電圧装置.....	29
1・5 S C R.....	20		

#### 第2章 電動機制御方式

2・1 電動機制御装置の構成.....	33	2・4 電動機の特性和制御.....	50
2・2 電動機制御器具の種類.....	37	2・5 電動機の始動速度制御.....	56
2・3 電動機と負荷との動特性.....	44		

#### 第3章 基本油圧回路

3・1 圧力制御回路.....	71	3・4 油圧モータ回路.....	85
3・2 流量制御回路.....	81	3・5 油圧論理演算回路.....	87
3・3 方向制御回路.....	83		

#### 第4章 物のハンドリング

4・1 マテリアルハンドリング.....	91	4・3 運搬機械.....	94
4・2 運搬機械の分類.....	91		

#### 第5章 化学プロセスのシーケンス制御基本方式

5・1 一 般.....	120	5・3 回路各論.....	120
5・2 回路の基本構成.....	120	5・4 回路設計例.....	131

#### 第6章 保護および事故表示警報方式

6・1 保護および警報.....	136	6・6 故障表示警報接点.....	145
6・2 表 示.....	136	6・7 故障表示警報方式.....	146
6・3 故 障.....	138	6・8 故障表示警報回路シーケンス作成上 の注意事項.....	151
6・4 警 報 装 置.....	139	6・9 具体的実施例.....	152
6・5 表 示 装 置.....	143		

**第7章 シーケンス制御とプログラム制御**

7・1	ピンボードによるプログラム制御……………	157	7・4	光電式プログラム装置……………	168
7・2	パンチテープによるプログラム制御……………	162	7・5	テープ式プログラム装置……………	169
7・3	カードによるシーケンス制御……………	164	7・6	その他のプログラム制御の例……………	170





## 第3編 計画設計と装置の構成

執筆者	尾山 純一 (東京芝浦電気) [第1章]	小沢 琢磨 (富士電機) [第2章]
	磯貝 裕久 (富士電機) [第2章]	吉田 昌弘 (富士電機) [第2章]
	伊佐山 信 (油研工業) [第3章]	森 政弘 (東京大学) [第4章]
	山下 直 (味の素) [第4章]	原 明弘 (味の素) [第4章]
	渡辺 金之助 (電元オートメ) [第4章]	

### 目 次

#### 第1章 電気機器によるシーケンス制御

1・1	シーケンス制御装置の構成	3	1・4	制御信号検出要素と制御電源	17
1・2	シーケンス回路	6	1・5	シーケンス制御の仕様	22
1・3	シーケンス回路の構成に必要な条件	14			

#### 第2章 シーケンス接続図の書き方

2・1	一般的注意事項	26	2・3	実 例	31
2・2	具体的な問題	26			

#### 第3章 油圧機器によるシーケンス制御

3・1	シーケンス制御回路	40	3・3	油圧装置工事上の注意	48
3・2	回路計画上の注意点	43	3・4	仕様のまとめ方	55

#### 第4章 プロセスのシーケンス制御

4・1	総 論	61	4・4	機器の選択と取付	85
4・2	仕様の決め方	75	4・5	工事上の注意	94
4・3	装置の構成	83	4・6	試験と試運転	97





## 第4編 シーケンス制御用機器・部品・装置

<b>執筆者</b>	沢井善三郎(東京大学) [第1章]	浜野仁(日本電気) [第2章]
	小山吉朗(安川電機) [第3章]	山本通隆(立石電機) [第4章]
	水田幸男(立石電機) [第4章]	山口照三(電元オートメ) [第5章]
	水田貞(安川電機) [第6章]	柏原学(シンポ工業) [第7章]
	秋葉光俊(島津製作所) [第8章]	大野八郎(日本サーボ) [第8章]
	稲葉清右衛門(富士通) [第8章]	坪島茂彦(明電舎) [第8章]
	金子敏夫(三菱電機) [第8章]	沼田龍雄(富士電機) [第8章]
	藤田和也(神鋼電機) [第8章]	藤沢道雄(東京芝浦電気) [第9章]
	立松治(富士電機) [第10章]	白鳥英一(富士通) [第11章]

### 目次

#### 第1章 総説

1・1 制御用機器, 部品, 装置の種類 ……………3	1・3 機器, 部品, 装置の信頼性 ……………4
1・2 制御用機器の使用環境と使用条件 ……………4	

#### 第2章 電磁リレー

2・1 電磁リレーに関する一般的説明 ……………6	2・6 自己保持形リレー……………16
2・2 一般制御回路用リレー……………10	2・7 歩進形リレー(回転スイッチ)……………17
2・3 封入接点形リレー……………12	2・8 有極リレー……………19
2・4 電力形リレー……………15	2・9 その他の特殊リレー……………20
2・5 時限リレー……………15	

#### 第3章 無接点リレー

3・1 無接点リレー……………21	3・4 入力装置と出力装置……………30
3・2 磁気増幅器利用の無接点リレー……………22	3・5 無接点リレーの応用……………30
3・3 半導体利用の無接点リレー……………27	3・6 近接スイッチ(proximity switch)……………31

#### 第4章 マイクロスイッチ

4・1 マイクロスイッチ……………35	4・2 限時継電器……………45
---------------------	------------------

#### 第5章 プロセスシーケンス制御用部品

5・1 一般……………49	5・4 検出用部品……………52
5・2 部品の分類……………49	5・5 操作部部品……………55
5・3 装置自身が内蔵している部品……………49	

#### 第6章 開閉器・接触器

6・1 手動開閉器の種類と使い方……………57	6・3 配線用しゃ断器の種類と使い方……………60
6・2 電磁接触器の種類と使い方……………58	6・4 操作用スイッチの種類と使い方……………60

6・5	開閉器・接触器の選定	61
-----	------------	----

### 第7章 無段変速機

7・1	無段変速機の種類	62	7・3	機械式無段変速機	65
7・2	流体式無段変速機	62	7・4	無段変速機の世界制御	68

### 第8章 操作機器

8・1	電気式操作部および関連機器	71	8・3	空気圧式操作機器	124
8・2	油圧関係	93	8・4	クラッチ、ブレーキ	141

### 第9章 計数・選択用部品

9・1	カウンタ	152	9・3	熱塊検出器 (ホットメタルデテクタ)	158
9・2	回転スイッチ	157	9・4	ポジションデテクタ	161

### 第10章 監視表示警報装置

10・1	概要	164	10・3	機械式監視表示警報装置	173
10・2	光式監視表示警報装置	165	10・4	記録式表示監視装置	177

### 第11章 生産管理装置

11・1	緒言	180	11・4	命令およびプログラム	182
11・2	生産管理装置の機器構成	180	11・5	応用例	183
11・3	構成機器の仕様	181	11・6	結 言	186





# 第5編 保守と環境対策

執筆者 野坂康雄(八幡製鉄)〔第1章〕 金倉三養基(八幡製鉄)〔第1章〕  
尾山純一(東京芝浦電気)〔第2章〕 加藤孝(東芝機械)〔第3章〕  
沼田龍雄(富士電機)〔第4章〕

## 目次

### 第1章 シーケンス制御装置の保守と環境条件

1・1 保守の目的	3	1・4 シーケンス制御設備保守と環境対策実際例	8
1・2 保守の組織と運営	3	1・5 シーケンス制御の保守の特長	9
1・3 保守と環境条件	7		

### 第2章 電気制御機器の保守要項

2・1 緒言	10	2・4 事故調査	16
2・2 保守点検計画	10	2・5 制御器具の一般事故と対策	17
2・3 保守手入れの一般注意事項	13	2・6 電子制御装置の保守	22

### 第3章 油圧機器の保守要領

3・1 保守, 保修点検計画(予防保全)	26	3・2 事故の原因と対策	28
----------------------	----	--------------	----

### 第4章 空気圧機器の保守要項

4・1 保守点検計画	32	4・3 保守の管理方式	35
4・2 故障と点検事項	34		



## 第6編 シーケンス制御の実際

執筆者	友貞陸夫(日立製作所) [第1章]	尾山純一(東京芝浦電気) [第2章]
	板垣晃平(三菱電機) [第3章]	森川晋郎(安川電機) [第4章]
	西野博治(明電舎) [第5,6章]	安賀隆志(大和製衡) [第7章]
	加藤博規(東京芝浦電気) [第8章]	藤沢道雄(東京芝浦電気) [第9章]
	加藤正弘(電元社) [第10章]	柳沢修二(山武ハネウエル) [第11,13章]
	古川徹也(富士電機) [第12章]	内田義久(関西電力) [第14章]
	肥後本男(東京電力) [第15章]	池田茂夫(東京電力) [第15章]
	佐藤達(東京電力) [第15章]	斉藤国雄(東京電力) [第15章]
	露木孝(東京電力) [第15章]	中津留正己(日本電気精器) [第16章]
	坂本鉄三(東京芝浦電気) [第17章]	吉谷豊(富士製鉄) [第18章]
	林部秀治(富士電機) [第19章]	竹内修(東京ガス) [第20章]
	吉田忠一(宇都宮電機) [第21章]	金子邦男(日本電子産業) [第22章]
	宇野克彦(日本電子産業) [第22章]	三宅浩二(王子電機) [第22章]
	河辺一(国鉄) [第23章]	伊藤俊彦(国鉄) [第23章]
	保原光雄(国鉄) [第23章]	中村健(日本航空) [第24章]
	大木良孝(日本航空) [第24章]	辻景虎(図書印刷) [第25章]
	森政弘(東京大学) [第26章]	伊藤誠英(電元オートメ) [第26章]
	牧野至宏(栗田工業) [第27章]	春木達郎(島津製作所) [第28章]
	岡正太郎(島津製作所) [第28章]	森栄治(島津製作所) [第28章]
	山下直(味の素) [第29章]	原明弘(味の素) [第29章]
	杉繁郎(名古屋精糖) [第30章]	清水正己(名古屋精糖) [第30章]
	松井正二(日本電子産業) [第31章]	真貝正美(秩父セメント) [第31章]
	河西国雄(秩父セメント) [第31章]	野村順太郎(王子製紙) [第32章]
	伊藤省三(王子製紙) [第32章]	大内淳義(日本電気) [第33章]
	高橋正(日本電気) [第33章]	山下政夫(日本電気) [第33章]
	鳥井恒男(日本電気) [第33章]	上総中童(日本電気) [第33章]
	池知章信(日本電気) [第34,36章]	山口照三(電元オートメ) [第35章]
	今井哲夫(日本電気) [第36章]	本橋昭二(日本電気) [第36章]
	村上文男(東洋紡績) [第37章]	永嶺忠雄(大栄電機) [第38章]
	山本通隆(立石電機) [第39章]	水田幸男(立石電機) [第39章]
	白鳥英一(富士通) [第40章]	鈴木幸雄(富士通) [第40章]
	三井田純一(日本原子力) [第41章]	藤沢武夫(日本原子力) [第41章]
	望月恵一(日本原子力) [第41章]	

### 目次

#### 第1章 起重機

1・1 起重機の種類…………… 7

1・2 起重機用電機品の種類…………… 8



1・3 速度制御	10	1・4 回路例	14
<b>第2章 巻上機</b>			
2・1 巻上機運転とシーケンス	26	2・3 直流巻上機の制御	38
2・2 交流巻上機の制御	30		
<b>第3章 エレベータ</b>			
3・1 概要	48	3・3 操作方式	52
3・2 駆動の制御	48	3・4 エレベータ群の自動管理	56
<b>第4章 コンベヤ</b>			
4・1 あらまし	61	4・5 シーケンスの考え方	64
4・2 ベルトコンベヤの駆動	61	4・6 原料輸送, 配合設備	65
4・3 付帯設備	63	4・7 組み立てライン的な設備	70
4・4 チェーンコンベヤの駆動	63	4・8 製品輸送ライン的なもの	72
<b>第5章 ポンプ</b>			
5・1 分類	74	5・3 ポンプのシーケンス制御の実例	76
5・2 操作, 調整, 保護	75	5・4 ポンプ制御の例	86
<b>第6章 ファン</b>			
6・1 分類	88	6・4 操作, 調整, 保安	89
6・2 風量調節	88	6・5 ファンのシーケンス制御の例	89
6・3 速度制御	89	6・6 ファン制御の例	96
<b>第7章 計重機</b>			
7・1 総説	97	7・3 断続式計重機	100
7・2 連続式計重機	93	7・4 単位式計重機	104
<b>第8章 工作機械</b>			
8・1 工作機械	108		
<b>第9章 鍛造・プレス・折曲機</b>			
9・1 鍛造	121	9・3 折曲機(ベンダ)	130
9・2 プレス	126		
<b>第10章 電気溶接機</b>			
10・1 電気溶接機の概要	133	10・3 多極点溶接機のシーケンス	141
10・2 単極点溶接機のシーケンス	133	10・4 むすび	147
<b>第11章 空気調和装置</b>			
11・1 空気調和の制御方式	148	11・3 空気調和の自動制御	150
11・2 制御回路の概要	148	11・4 空気調和器の計装	152
<b>第12章 集じん装置</b>			
12・1 産業用電気集じん装置	156	12・2 電気式空気清浄装置	164

**第13章 燃焼安全装置**

13・1 小形油燃焼装置	168	13・4 電子式炎検出器の動作原理	172
13・2 プロテクトリレー内に排気回路を 持たない燃焼制御装置	169	13・5 プロテクトリレー	174
13・3 プロテクトリレー内に排気回路を 持った燃焼制御装置	171	13・6 工業用ガス燃焼制御装置	174
		13・7 プロテクトグロー	176

**第14章 火力発電所**

14・1 電力系統	178	14・2 火力発電所	179
-----------	-----	------------	-----

**第15章 水力発電所**

15・1 水力発電所における自動制御の概要と 特徴	207	15・5 簡易自動方式	221
15・2 制御方式の分類	208	15・6 遠方監視制御方式、遠方制御方式	224
15・3 シンボルおよび自動器具番号	209	15・7 全自動方式	227
15・4 一人制御方式	209	15・8 自動制御の諸装置	227

**第16章 ディーゼル発電**

16・1 ディーゼル発電機の自動制御	235	16・5 始動電動機始動ディーゼル機関の動作 および操作シーケンス	237
16・2 自動制御動作条件	235	16・6 空気始動ディーゼル機関の動作および 操作シーケンス	242
16・3 始動方法による分類	236	16・7 交流無停電電源装置	245
16・4 自動制御器具番号	237		

**第17章 ガスタービン発電の制御系統**

17・1 ガスタービン	254	17・4 シーケンス回路の実例（6000kW ガスタービンの例）	261
17・2 制御系統（気体燃料の場合）	254	17・5 制御系統図および始動停止ブロック図 （液体燃料の場合）	264
17・3 始動、停止手順	257		

**第18章 鉄 鋼**

18・1 概 要	267	18・5 製鋼炉の逐次制御	280
18・2 焼結（またはペレタイジング）	267	18・6 分塊圧延	286
18・3 コークス炉	272	18・7 その他の圧延	289
18・4 高 炉	275	18・8 結 語	290

**第19章 上下水道のシーケンス制御**

19・1 概 要	291	19・3 下水設備のシーケンス制御	308
19・2 上水設備のシーケンス制御	291		

**第20章 ガス工業**

20・1 ガス工業におけるシーケンス制御の概要	311	20・3 発生炉自動給炭装置	314
20・2 接触分解式油ガス発生装置	311	20・4 レシプロコンプレッサの始動	316

**第21章 船 舶**

21・1 船舶の自動制御一般	319	21・2 船舶自動制御装置の特異性	319
----------------	-----	-------------------	-----

6-4	目	次			
21・3	自動操舵	322	21・5	主機械の遠隔操縦	329
21・4	自動給電	327	21・6	船舶自動化の研究課題	332
<b>第22章 土 木 機 械</b>					
22・1	土木機械	335	22・3	アスファルトプラント	339
22・2	パッチャプラント	335			
<b>第23章 鉄 道</b>					
23・1	自動列車制御装置	345	23・3	貨車自動仕訳装置	361
23・2	継電連動装置	355	23・4	電 車	365
<b>第24章 航 空</b>					
24・1	概 説	384	24・4	短波送受信機の自動同調	388
24・2	空気調和装置に対する応用例	384	24・5	航空機の自動進入着陸装置	390
24・3	除氷装置の応用例	386			
<b>第25章 印 刷 機</b>					
25・1	印刷機の概要	393	25・3	巻取紙輪転機	397
25・2	枚葉紙印刷機	393			
<b>第26章 単 位 操 作</b>					
26・1	晶析工程のシーケンス制御	406	26・3	ろ 過 装 置	412
26・2	反応そうに A, B 2 種類の薬液を交互に 供給・排出するシーケンス制御	411	26・4	中 和	418
<b>第27章 イ オ ン 交 換</b>					
27・1	イオン交換装置とその特徴	426	27・3	純水装置の自動操作機構	430
27・2	純 水 装 置	428	27・4	設計上の問題点	435
<b>第28章 自動分析装置</b>					
28・1	品質検定のための分析	441	28・4	プロセス・ポーラログラフ	446
28・2	プロセスガスクロマトグラフ	441	28・5	プロセス・タイトレータ	449
28・3	自動分取ガスクロマトグラフ	445			
<b>第29章 発 酵 装 置</b>					
29・1	発酵プロセスとその特徴	453	29・3	実施したシーケンス装置	456
29・2	実施したプロセスと操作	453			
<b>第30章 精 糖 工 業</b>					
30・1	精糖工程の目的と特徴	459	30・3	真空結晶かんのシーケンス制御	465
30・2	糖液ろ過装置のシーケンス制御	459			
<b>第31章 セメント工業</b>					
31・1	セメント工業の概要	469	31・4	セメント工場とシーケンス制御	470
31・2	セメント工場の様式	469	31・5	結 言	482
31・3	セメント工場の製造工程	469			

## 第32章 製紙工業

32・1 製紙工程の概要	483	32・5 抄紙工程	490
32・2 チップ処理	484	32・6 巻取紙の処理	493
32・3 パルプ工程	486	32・7 薬品調製	499
32・4 調成工程	487		

## 第33章 医学

33・1 緒言	501	33・4 医用電子装置	505
33・2 放射線検査装置	501	33・5 医用試験装置	507
33・3 放射線治療装置	503	33・6 自動洗浄装置	509

## 第34章 通信

34・1 通信におけるシーケンス制御	511	34・4 回線切換制御装置	519
34・2 通信用遠方監視制御装置	511	34・5 テレビプログラム切換制御装置	523
34・3 セット予備方式における自動切換	517		

## 第35章 汚物処理

35・1 し尿化学処理装置のシーケンス制御	526
-----------------------	-----

## 第36章 放送

36・1 放送業務	535	36・3 演奏所設備	540
36・2 送信設備	535		

## 第37章 繊維工業

37・1 スラリーパルプ供給装置	556	37・5 打綿機におけるラップ上げのシーケンス	561
37・2 アルカリセルローズ高温老成のシーケンス制御	557	37・6 リング精紡機の変速運転のシーケンス	563
37・3 ビスコース法流化工程における添加薬品自動計量	558	37・7 織機の緯糸自動補給装置	564
37・4 ケーク精練機のシーケンス制御	560	37・8 セット工程のシーケンス制御	566
		37・9 パッケージ染色における制御	568
		37・10 ウースター自動糸強伸度試験機	571

## 第38章 自動選別

38・1 概要	575	38・3 切削くず回収用自動選別装置	577
38・2 鉄片分離用自動選別装置	575	38・4 定量ふるい分け自動選別装置	580

## 第39章 たばこ製造

39・1 たばこ製造工程の概要	583	39・3 操作シーケンスと動作の概要	586
39・2 シーケンス制御の適用	583		

## 第40章 倉庫管理

40・1 倉庫の発展過程	589	40・6 倉庫業務の実際	595
40・2 在庫の功罪および在庫費用	590	40・7 倉庫品のたな卸し	601
40・3 倉庫の種類	590	40・8 倉庫管理とシーケンス制御	602
40・4 倉庫管理の組織	590	40・9 結び	603
40・5 倉庫の業務	591		

## 第 41 章 原 子 炉

41・1	原子炉の特性	604
41・2	研究用原子炉の自動起動	607

41・3	発電用原子炉プラントのシーケンス	613
------	------------------	-----





# 付 録

<b>1. 電気用シンボル</b>		
1.1 図式シンボル	3	
1.1.1 JIS C 0301 電気用シンボル (改正案)	3	
1.1.2 JIC 電気規格	31	
1.1.3 JIS C 9309 溶接機用電気シンボル	34	
1.1.4 工作機械用電気シンボル	43	
1.2 文字シンボル	51	
1.2.1 JIC 電気規格	51	
1.2.2 JEM 1090 自動制御器具番号	51	
1.3 電気回路図	67	
1.3.1 JIC 電気規格	67	
1.3.2 JIS C 9310 溶接機用電気回路図	70	
<b>2. 液圧用シンボル</b>		
2.1 図式シンボル	73	
2.1.1 JIC 液圧規格	73	
2.2 回路図	77	
2.2.1 JIC 液圧規格	77	
<b>3. 計装用シンボル</b>		
3.1 JIS Z 8204 計装用記号	81	
<b>4. 操作表示記号</b>		
4.1 MAS 902-1962 工作機械の操作表示記号	86	
<b>5. 空気圧</b>		97