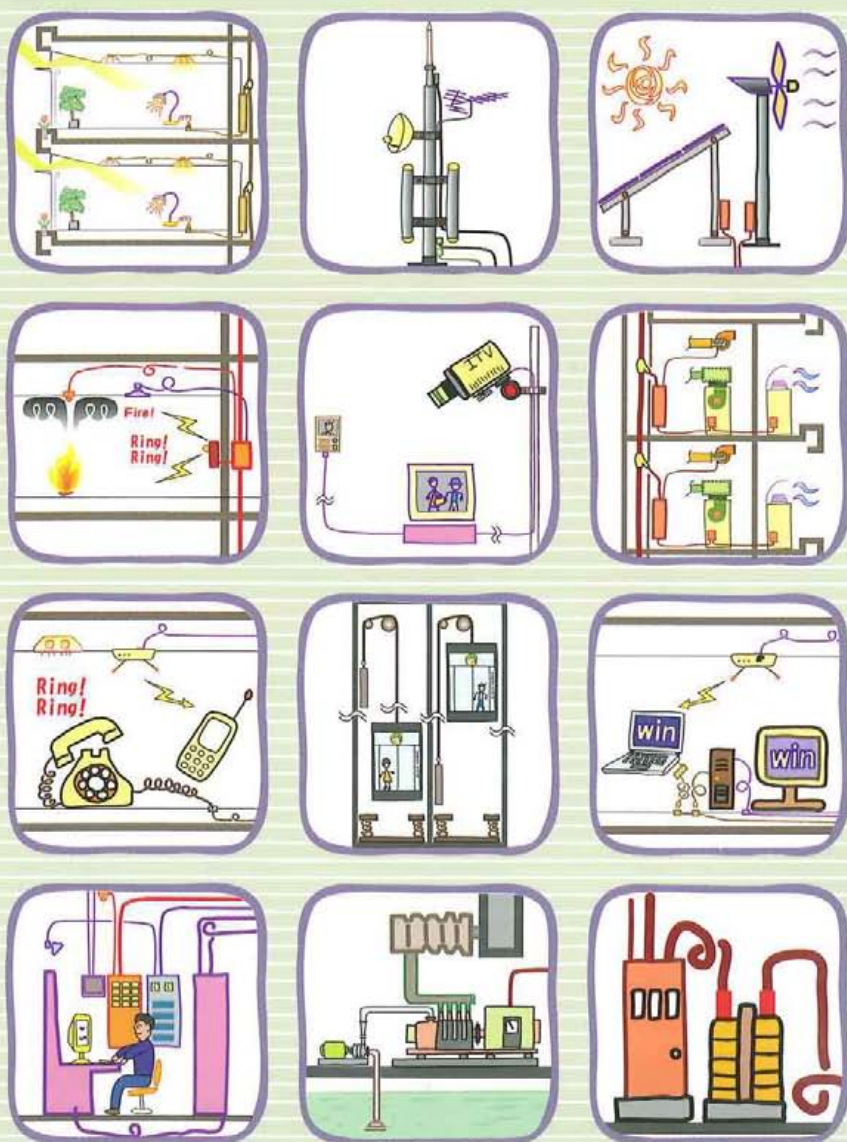


# 建築の電気設備

建築の電気設備 編集委員会 編著



## 建築の電気設備 編集委員会

### ■ 編者 (五十音順)

川瀬貴晴 (千葉大学)

木村博則 (石本建築事務所)

畑中 勤 (クリマテック、鹿島建設)

菱沼正美 (日本設計)

本多 敦 (日建設計)

### ■ 執筆者 (執筆順)

橋浦良介 (日建設計)

岸 克己 (日建設計)

坪井常世 (愛知工業大学)

高橋健彦 (関東学院大学)

中野幸夫 (電力中央研究所)

渡邊 忍 (日本設計)

小林靖昌 (日建設計)

吉田 貢 (鹿島建設)

本間睦朗 (日建設計)

渡部裕一 (鹿島建設)

多田 豊 (三菱地所設計)

桑田 誠 (三菱地所設計)

七原俊也 (電力中央研究所)

高山 博 (清水建設)

杉山幸佑 (鹿島建物総合管理)

内村義種 (鹿島建物総合管理)

中里眞郎 (日本建築設備・昇降機センター)

### 執筆分担 (執筆順)

#### 1章

1-1-1: 橋浦良介

1-1-2, 1-1-3: 岸 克己

1-2-1 (1) ~ (3), (6): 坪井常世

1-2-1 (4) (5): 小林靖昌

1-2-2 ~ 1-2-5: 坪井常世

1-2-6: 高橋健彦

1-3: 中野幸夫

#### 2章

2-1: 渡邊 忍

2-2-1 (1) -1: 坪井常世

2-2-1 (1) -2 ~ 5, 2-2-1 (2): 小林靖昌

2-2-2: 吉田 貢

2-2-3: 本間睦朗

2-2-4: 渡部裕一

2-2-5: 多田 豊

2-2-6: 桑田 誠

2-2-7: 高橋健彦

2-3: 七原俊也

#### 3章: 高山 博

#### 4章: 杉山幸佑

#### 5章: 内村義種

#### 6章: 中里眞郎

付録: 川瀬貴晴、木村博則、畑中 勤、菱沼正美、  
本多 敦

表紙・大扉イラスト: 佐藤正章 (鹿島建設)

## まえがき

最近の建築は以前に比べて機能性や快適性が格段に高くなっているが、それらの機能性や快適性をつくり出しているのは建築設備である。建築工事費全体に占める建築設備工事費の割合も、オフィスビルなどで30%程度、病院やコンピュータセンターなどでは過半を占めるケースも出てきている。また1級建築士の学科試験においても、「計画」「法規」「構造」「施工」の4つの分野からの出題であったものが、平成21年(2009年)度からは「計画」「環境・設備」「法規」「構造」「施工」の5つの分野になるなど、建築設計における設備分野の比重が高まっている。さらに、平成18年(2006年)の建築士法改正で新たに設備設計1級建築士が設けられ、3階建以上かつ5,000㎡以上の建物の設備設計は、設備設計1級建築士が設計するかもしくは法適合確認を行うことが義務づけられるなど、特定の建築設計には建築設備にかかわる高度の知識が必要とされるようになった。

建築設備の中でも「建築電気設備」は、情報・通信設備技術 (ICT) に関する新しい機能や機器が建築の中に次々と導入され、ますますその重要性が高くなっている。しかし、建築の中で重要性が増している建築電気設備について、その基礎知識や技術内容あるいは計画手法などを、建築を学ぶ学生、建築設計・施工・保守管理を行う人々にわかりやすく解説した入門書は見当たらない。このような現状を踏まえ、大学等の建築学科の学生や建築の意匠設計者に向けた建築電気設備の入門書として、本書は企画された。

また、建築設備を、電気設備、空調設備、衛生設備、昇降機設備という4つに大分類したとき、空調設備と衛生設備については多くの参考書があるが、昇降機設備については電気設備と同様に適切な入門書が少ないことから、本書では昇降機設備についても簡単に触れている。

本書の全体構成と編集は、教育、設計、施工分野の専門家による編集委員会が行い、それぞれの分野の先端で活躍している方々に執筆いただいた。巻末には「電気の基本理論と用語の解説」を付している。

本書は入門書として企画されたが、あらためて振り返ると、建築電気設備の専門家にとっても、知識の整理という意味で活用いただけると思う。建築学科の学生だけでなく、できるだけ多くの方々が計画・設計・施工・運用の各段階で本書を活用され、建物の価値向上に資されることを願ってやまない。

2009年3月  
建築の電気設備 編集委員会

# 目次

まえがき

1章 総論	7
1-1 建築電気設備概論	8
1 建築電気設備とは	8
2 建築電気設備の歴史	9
3 建築電気設備の概要	10
1-2 建築と電気設備	14
1 電源システム	14
2 照明システム	17
3 通信・情報システム	22
4 監視制御システム	24
5 防災・防犯システム	24
6 雷保護・接地システム	25
1-3 建築電気設備と地球環境問題	28
1 都市環境	28
2 地球環境	30
2章 電気設備	33
2-1 建築電気設備の基本計画	34
1 企画・構想	34
2 調査・協議	35
3 建築計画と電気設備の整合	37
4 建物運用に配慮した計画	39
5 基本計画における検討内容	40
2-2 建築電気設備の計画	42
1 電源設備	42
2 配電設備	52
3 照明設備	57
4 通信・情報設備	63
5 監視制御設備	68
6 防災・防犯設備	73
7 雷保護・接地設備	79

2-3 自然エネルギー利用技術	84
1 太陽光発電	84
2 風力発電	87

3章 法規と基準	91
3-1 法規	92
1 法令などの基礎知識	93
2 建築基準法	93
3 消防法	95
4 電気事業法	97
5 電気用品安全法	99
6 労働安全衛生法	100
3-2 基準・規定および規格	101
1 基準・規定	101
2 規格類	102
4章 建築電気設備の維持管理	105
4-1 維持管理	106
1 維持管理の必要性	106
2 建物の維持管理に係る施設計画	106
3 建築企画から設計、工事、管理までの流れ	107
4 建物引渡し時の関係書類など	108
5 電気設備維持管理	108
6 電気設備に関連する年次停電点検	109
7 点検通路とメンテナンススペース	109
4-2 行政手続き	109
1 建物全体に関する法体系	109
2 維持管理における行政手続き	109
3 電気設備に関する法定点検と行政手続	110
5章 建築電気設備のリニューアル	111
5-1 リニューアルと長期修繕計画	112
1 リニューアルの概念	112
2 長期修繕計画	113
5-2 リニューアル工事と事前計画	116
1 リニューアル工事	116

2 将来のリニューアルを見据えた建築計画 .....	117
<b>6章 エレベータ・エスカレータ .....</b>	<b>119</b>
<b>6-1 歴史 .....</b>	<b>120</b>
1 エレベータの歴史 .....	120
2 日本におけるエレベータの発展 .....	121
<b>6-2 仕組みと構造 .....</b>	<b>122</b>
1 エレベータの全体構造 .....	122
2 エスカレータの構造概要 .....	123
<b>6-3 設置計画 .....</b>	<b>124</b>
1 エレベータの交通計画 .....	124
2 エレベータの配置計画 .....	125
3 サービス階の計画 .....	126
<b>付録 電気の基礎理論と用語の解説 .....</b>	<b>129</b>
1 電気の基礎知識 .....	130
2 電気の基礎用語 .....	132
電気の単位表 .....	142
<b>参考文献 .....</b>	<b>143</b>
<b>図版出典 .....</b>	<b>144</b>

# 1章 総論

# 1-2 建築と電気設備

## 学習ポイント

ここでは、建築電気設備を構成する各システムの概要を知り、それぞれの機能と役割を学ぶ。建物に求められる社会的要求および建築主の要求事項は、地球環境、安全・安心、快適性、生産性、セキュリティなど、近年、ますます高度化、複雑化している。その中で電気設備が果たしている機能と役割をよく理解し、どのように建物の中につくり込まれているかを学習してもらいたい。

## 1 電源システム

### (1) 電力の発生

電力は日常生活のあらゆるところで、熱、光、電気信号あるいは動力などのエネルギー源として使われている。その電力は、図1に示すように、力、熱、化学反応、核エネルギーからエネルギー変換(発電)して作り出されている。

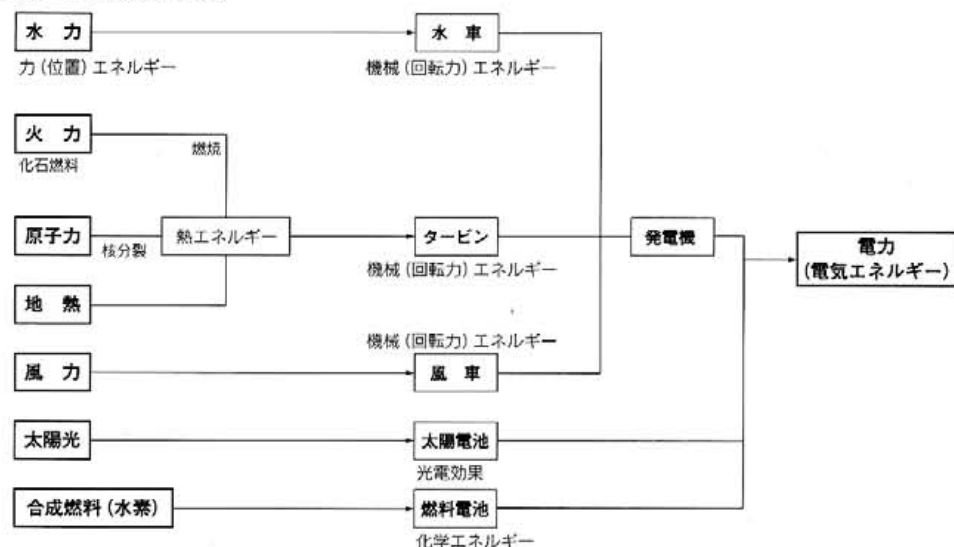
発電施設には、電力の発生のために使われる資源の種類によって、水力発電、火力発電、原子力発電、新エネルギー発電といわれる太陽光発電・風力発電・潮

力発電、地熱発電などがあるが、わが国での発電量は表1のように、水力、火力、原子力が主力である。

### (2) 電力会社と周波数

わが国の電気事業は、地域割によって10の電力会社から成り立っている。電源の周波数は、静岡県の富士川と新潟県の糸魚川あたりを結ぶ線を境にして東が50Hz、西が60Hzに分けられている。この周波数の違いは、明治時代に東京電燈(関東)はドイツのAEG社から50Hzの発電機を輸入し、一方、大阪電燈(関西)はアメリカのGE社から60Hzの発電機を輸入し

図1 エネルギー変換(発電)の種類



たことから始まっている。

現在では、周波数変換所によって東西間の電力供給も可能になっている他、家庭用電気製品などの電気機器でも両用可能となっているので、周波数を統一する必要性はほとんどなくなっている。

### (3) 送電・配電システム

発電所で発電された電力は、送電ロスを少なくするため275~500kVに昇圧され、送電線によって1次変電所へ送られる。ここで60kV(電気事業者:電力会社によって違いがあるが)に降圧され、60kVの電力は市街地の2次変電所に送られるとともに、20~60kVの電圧(特別高圧)で鉄道や大口需要家に送電される。さらに、6.0kV(高圧)に降圧された電力は配電線路を使って、大口需要家に送られる。家庭などの一般需要家には、柱上変圧器を介して100/200V(低圧)で供給される。送・配電システムの構成を図2に示す。

上記のように、供給電圧には低圧、高圧、特別高圧があり、公称電圧と公称電圧に負荷損失分を上乗せしたタップ電圧がある。供給電圧は契約電力の大きさによって、電気事業者(電力会社)の電気供給規程によ

表1 日本の発電量

出典: 2008年度実績(経済産業省調べ)

水力	8.5%	
火力	石油等	13.2%
	石炭	24.4%
	LNG	26.6%
原子力	26.3%	
新エネルギー	0.8%	
地熱	0.3%	

表2 契約電力容量と供給電圧の関係

電圧種別	契約電力容量	供給電圧(公称)	供給電圧(タップ)
低圧	50kW未満	100V、200V、400V	105V、210V、415V
高圧	50~2,000kW	6kV	6.6kV
特別高圧	2,000~10,000kW	20kV、30kV	22kV、33kV
	10,000kW以上	60kV、70kV	66kV、77kV

注: タップ電圧とは変圧器の2次側の電圧

て決められている。契約電力と供給電圧の関係は、電気事業者により多少の違いがあるが、おおむね表2のようである。

### (4) 電源設備

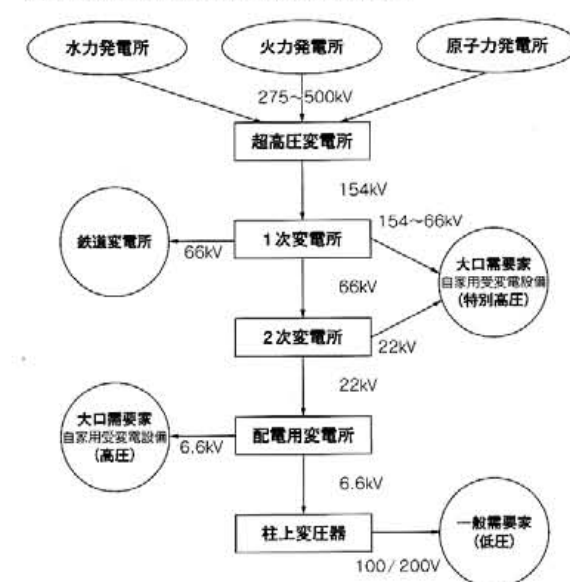
建物の電源設備には、受電・変圧して電力を供給する設備、自ら発電し電力を供給する設備、蓄電(充電)した電力を必要時に供給(放電)する設備がある。電源設備の種類とそれぞれの概要を表3(次頁)に示す。

#### 1. 受変電設備

建物の電気エネルギーの多くは、電気事業者(電力会社)の電力網から受電することによって得られ、照明、空調、給排水、昇降機、情報・通信など、ほとんどすべての設備に利用されている。これらの設備を負荷設備と呼ぶ。電源設備は、負荷設備への電気エネルギーの供給源となるものである。電気エネルギーに依存する機器の増加によって、建物における電源設備の重要性はますます高まっている。建物の電源設備の基本的な構成例を図3(次頁)に示す。

建物では、電気事業者の電力網(商用電源)から受電し、身近で使うことのできる電圧の電力を得るため

図2 送・配電の系統図の例(東京電力の場合)



### 3 通信・情報システム

情報の伝達、案内表示、警報などを目的とした情報サービスのためのシステムで、電話、テレビ受信から監視カメラなどの建物管理まで及ぶ。建物に設けられる主要な情報設備として、次のようなものがある。

- ①電話設備
- ②インターホン設備
- ③構内情報通信網(LAN)設備
- ④時計設備
- ⑤放送設備
- ⑥表示設備
- ⑦テレビ共同受信設備
- ⑧その他の設備

#### (1) 電話設備

局線の引込み用管路、構内配線設備、電話交換機、電話機(局線電話、内線電話)を総称して電話設備という。電話設備の構成は、局線の応答方法などによって異なるが、交換機(PBX)方式が主流である。その構成を図11に示す。

構内電話交換機(PBX: private branch exchange)

図11 電話設備の構成例

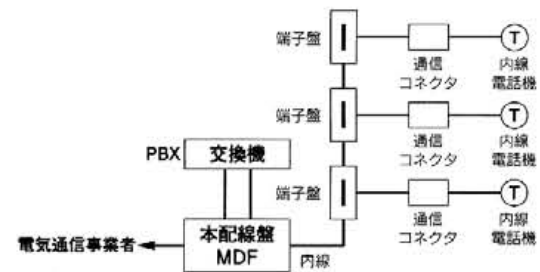


表9 建物用途と電話回線数 (10m<sup>2</sup>当たり)

業種	局線数	内線数	業種	局線数	内線数
商事会社	0.3	1.2	銀行	0.2	0.5
証券会社	0.4	1.5	新聞社	0.2	0.7
官公庁	0.2	0.5	百貨店	0.1	0.2
一般オフィス	0.15	0.6			

は、大規模の事業所などで、局線と内線電話の接続、内線電話相互間の接続を行い、外部との通話、内部の相互通話を効率良くするための交換システムで、アナログ式とデジタル式(DPBX)とがある。最近ではデジタル電子交換機が使われ、電子交換機は蓄積プログラム方式(SPC)によって回線接続を行っているため、各種のサービス機能が付加できる。また、デジタル電子交換機は通話路装置もデジタル化されているため、デジタル通信網に接続して使うことができる。デジタル機器、コンピュータ、データ回線との接続に融合性が高い。

交換機(PBX)方式以外の方式には、比較的小規模の事務所などで使われるボタン電話方式(最近では少容量のPBXなみの機能を持つ装置がある)、インターネットで利用されている通信プロトコルのIPを使って通話するIP電話方式がある。

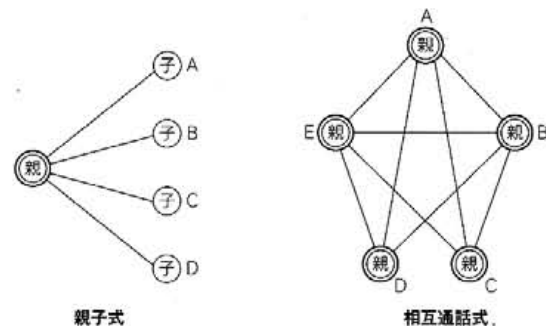
内線数や局線数は、建物の面積、あるいは入居する人数から決める方法がある。標準的な建物の用途から割り出した回線数を表9に示す。

#### (2) インターホン設備

電話回線には接続せずに、構内専用で通話する会話系の通信設備である。住宅用のドアホン、事務用の連絡、病院のナースコール、エレベータ内との連絡、夜間受付などの用途に使われる。

通話できる機器の関係によって、親子式、相互通話式に分けられる(図12)。

図12 インターホンの通話方式



#### (3) 構内情報通信網(LAN)設備

情報通信・OA機器の持つ情報の共有や自動化を、情報通信ネットワークで構築したシステムのことを、LAN(Local Area Network)という。建物内でのネットワークをLANが受け持ち、そのLANにパソコンなどの情報関連機器、FAX、プリンタなどが接続されている。基本的な構成例を図13に示す。

ネットワークの形状には、図14のように、バス形、リング形、ループ形、スター形がある。

#### (4) テレビ共同受信設備

テレビ共同受信設備は、1組の受信アンテナでテレビ電波を受信し、直接あるいは増幅器などを介して多数の受信器に電波を分配する設備である。テレビ電波の種類を表10に示す。

一般ビル、集合住宅などの屋上にアンテナを設置し、各部屋にテレビ電波を分配するものから、電波障害対策用の共同受信設備まである。共同受信システムの構成例を図15に示す。

また、同軸ケーブルを使ってテレビ放送の同時再送信をするCATVがある。CATVは営業を目的とし、自主番組も送信している。

図13 LANの構成例(スター形)

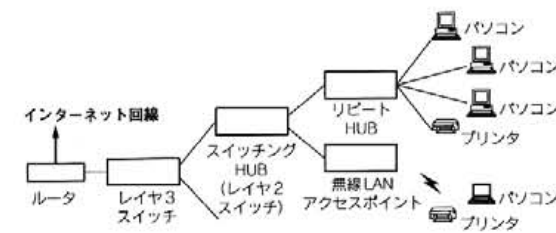
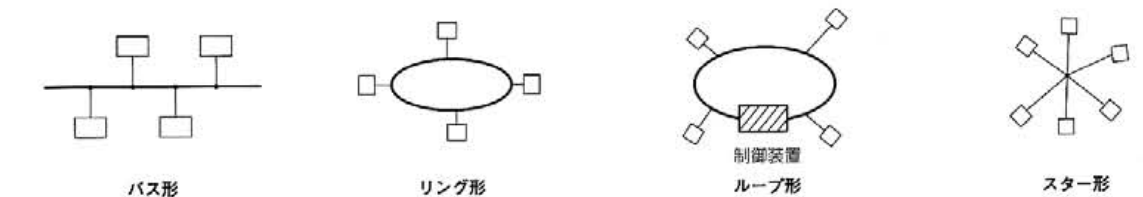


図14 LANネットワークの種類



テレビ画像が良好に視聴できるためには、表11に示すような電界強度が必要である。また共同受信設備などでは、ケーブル、機器類の減衰量があるので、増幅器を使う必要がある。

表10 テレビ電波の種類

	VHF	UHF	BS
周波数帯域	90~108MHz 170~222MHz	470~770MHz	11.7~12GHz
チャンネル数	1~12	13~62	BS1~15

図15 テレビ共同受信設備の構成例

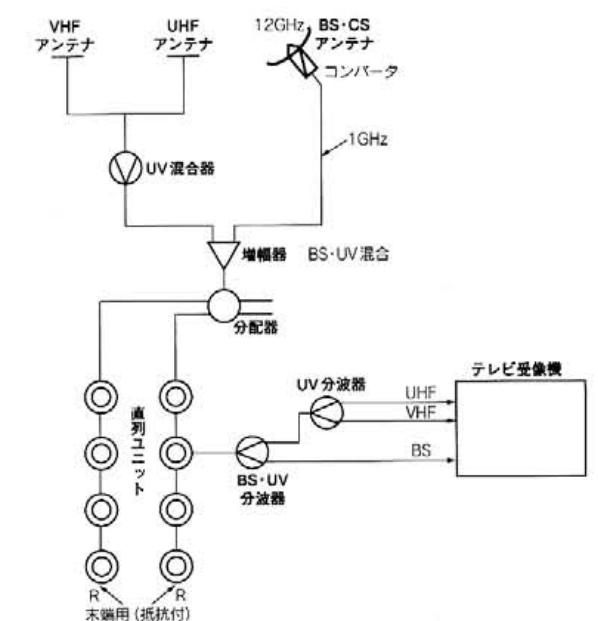
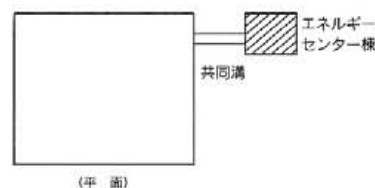


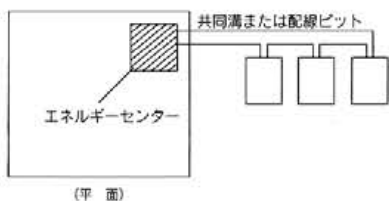
表11 良好な受信のために必要な電界強度

	VHF	UHF	BS	CS
テレビ端子の必要性能(dB)	64~85	アナログ: 70~85 デジタル: 56~89	58~81	61~81



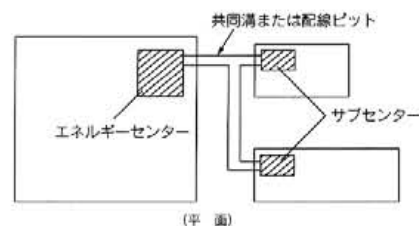
#### 4. 本館エネルギーセンター配置計画(工場、学校等)

同一敷地内に複数の建物があり、本館にエネルギーセンターを構築し管理の一元化を図る。この場合は共同溝の検討も重要な要件となる。



#### 5. 本館エネルギーセンター+各棟サブセンター配置計画(大規模再開発地区計画等)

同一敷地内に複数の建物があり、その建物群がそれぞれ大規模な建物である場合に採用される。



### (2) 階高設定と電気設備

電気設備を納める諸室は、必要面積の確保と、設置場所をどこに設定するかが重要な事項となる。

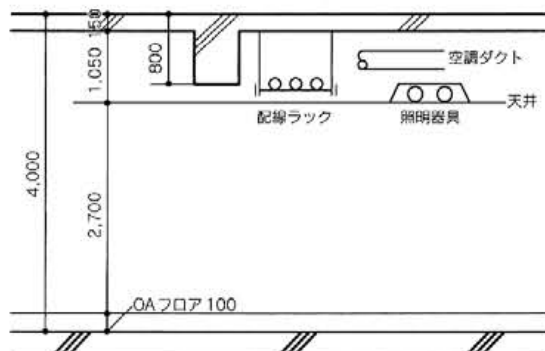
- ・電気室：地下階設置、屋上設置、屋外設置
- ・サブ電気室：高層部の中間階、最上階設置
- ・自家発電機室：地下階設置、屋上設置、屋外設置

その他の計画上の重要事項としては、電力系を供給する横引き階と情報通信系を横引きする階を同じ階とするか天井ふところ内の納まりに配慮して別の階にするかの計画、他の空調ダクトや給排水配管との納まりの検討(ここでいう横引き階とは、電気室から各EPSへ幹線を水平展開することを意味する)などである。また、階高の設定もこの時点での重要な検討内容である。例として、4,000mmの階高の設定根拠を示す(図3)。スラブ厚=150mm、OAフロア高さ=100mm、天井高さ=2,700mm、天井ふところ=1,050mm。この天井ふところの中で、埋込み照明器具、空調ダクト、消火配管、配線ラック等が取り合うことになる。

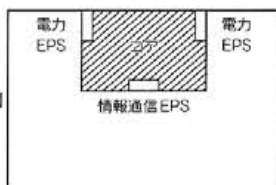
### (3) 建築コア計画と電気幹線計画

電気設備を人体にたとえると、電力系幹線は血管であり、情報通信系は神経細胞の機能に似ている。毛細管に当たる分電盤や端子盤の2次側配線は実施設計の段階で詳細検討を行うことになるが、幹線計画については、建築のコア計画等に合わせて基本計画時に検討する必要がある。

図3 電気設備計画と階高設定



センターコアの場合のEPS配置例



ダブルコアの場合のEPS配置例



### (4) 将来に向けたスペース検討

建築本体の寿命に比較して電気設備の寿命は短いため、機器更新を考慮した計画が必須である。また、更新だけでなく負荷の増加に伴う増設対応も必要である。図4に地下1階に設けた電気室の例を示す。

### (5) 工事費概算と工事区分の確認の重要性

基本計画を経て基本設計から実施設計に移行する段階で、設備内容の他に確認すべき重要事項として、工事費概算や工事区分などを建築主に提示し、了解を得る必要がある。

建築、電気、空調、衛生、昇降機それぞれの工事区分の中での見積り落ちや重複などの他、建築電気設備において、情報システム、電話交換機、特殊AV設備、支給品となる器具、備品購入など、本工事と別途工事の内容を整理しておくことも重要である。

### 4 建物運用に配慮した計画

建築電気設備は、建物竣工後にどのように運用されるかを理解した上でシステムを構築しなければならない。基本計画時点では使われ方などについてあまり検討しないケースが多く見受けられるが、建物運用後に大きな問題が生じるため、十分な検討が必要である。

### (1) 計量計画

テナントの専有部と共用部は、それぞれ別に電気使用量を把握できるシステムとする。また省エネルギー運転のためにはできるだけ、負荷を種別し、変圧器を別系統にして、中央監視で計測データ管理を行う。

### (2) 監視・制御・警備計画

設備監視室、防災センター、警備室を別々に設置する場合や、人件費削減などを目的に、防災センターに設備監視、防災監視、警備監視を集約する事例(図5)などがある。

24時間人が常駐する場合には休憩室が求められるし、日常の監視業務の他、火災時には消防隊の活動スペースになるなどさまざまな対応が考えられるので、

図4 将来を見越した機器レイアウトがされた電気室の例

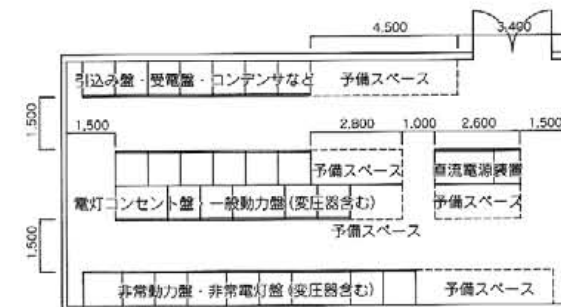


図5 監視設備を防災センターに集約させた例

