
エネルギー論第12回目 電力伝送の仕組み

千葉大学電気電子工学科

劉 康志

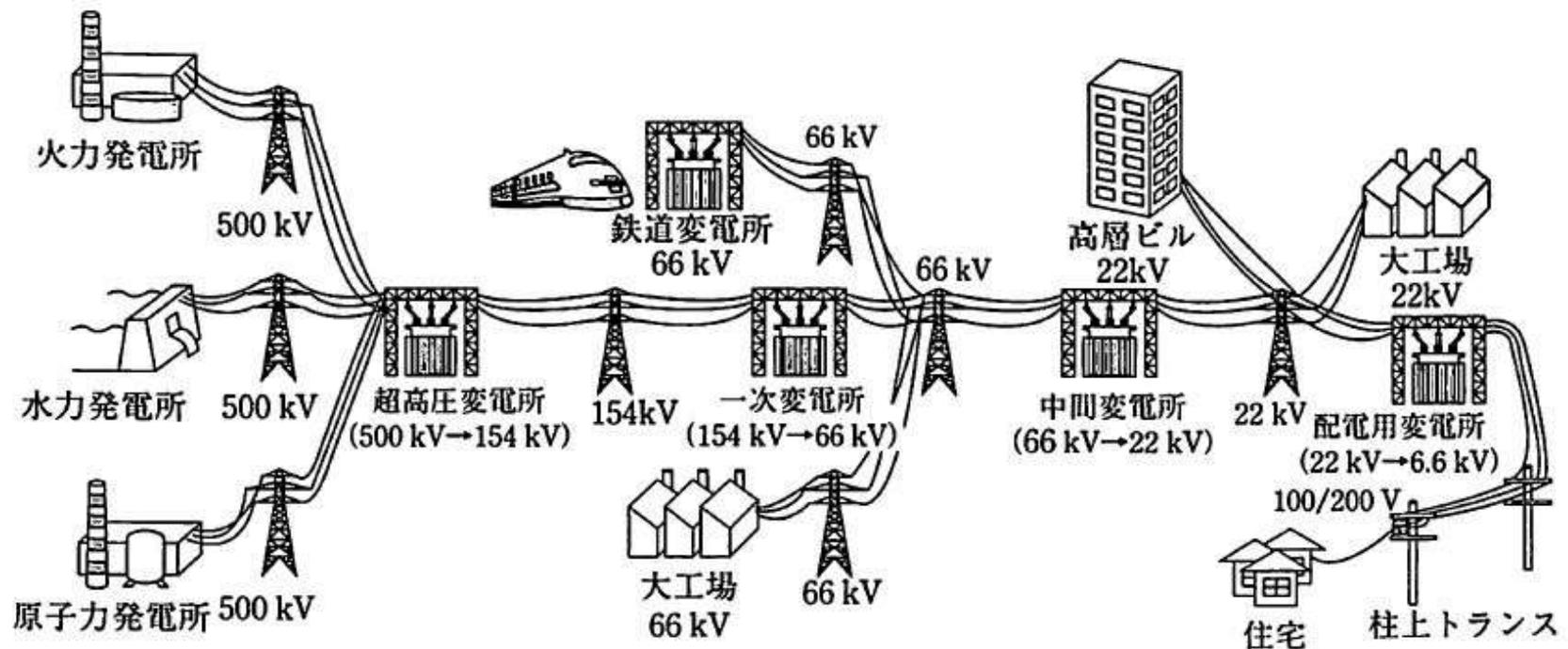
2016年6月29日

講義内容

- 電力系統の構成
- 交流送電の基礎、利点
- 同期運転
- 送電線路
 - 鉄塔
 - ケーブル
 - 地中送電
- 配電柱
- 変電所
- 受電方式
- 周波数変換

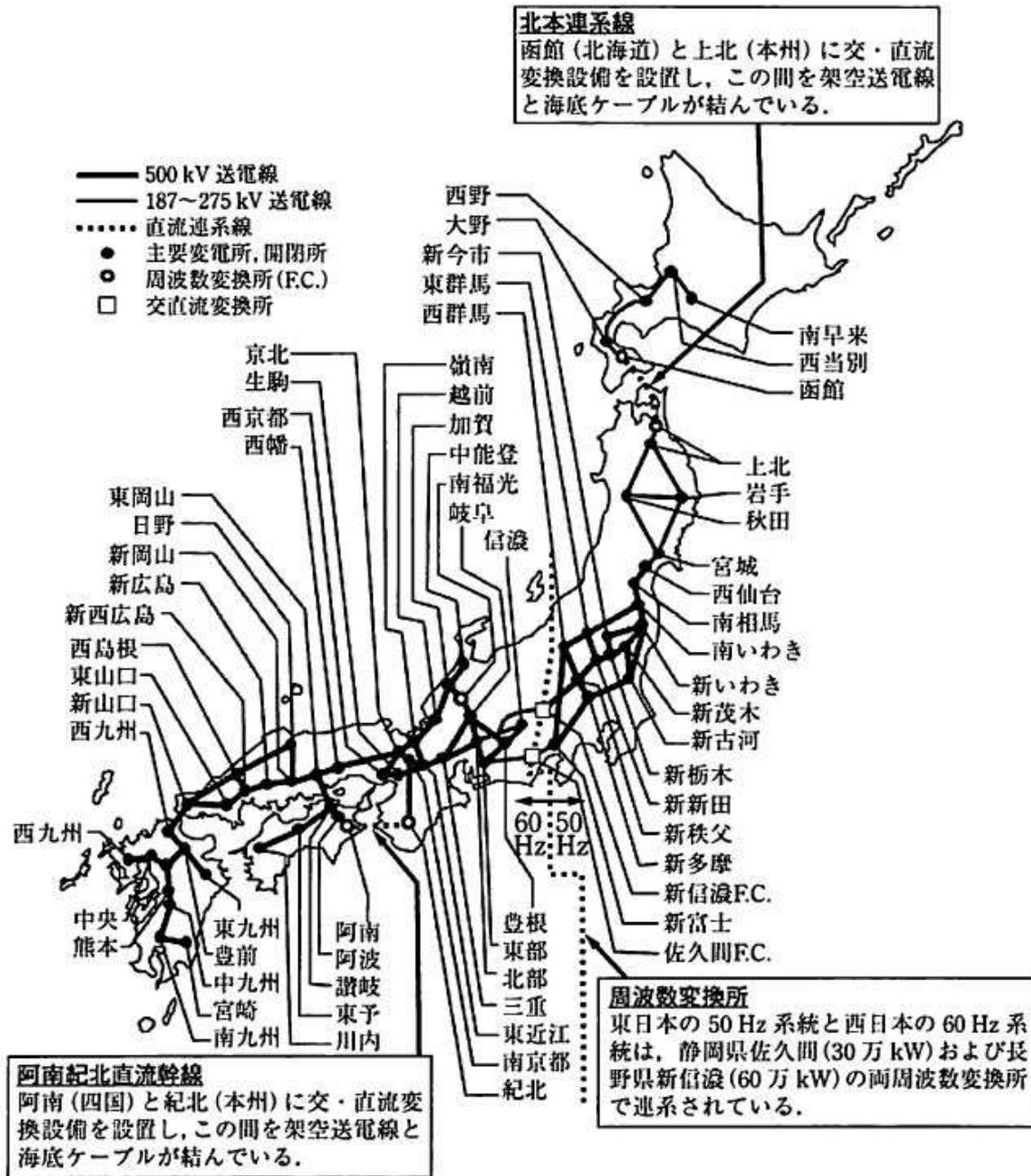
電力システムの構成

- 供給側
発電所、送電線、変電所、中央指令室
- 需要側
工場、オフィス、住宅



● 図 11・1 電気エネルギーの流通設備の構成例 ●

日本全国の 電力系統 ネットワーク

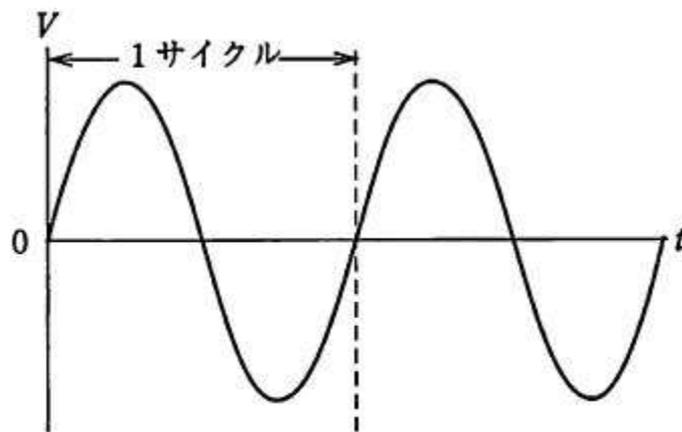


● 図 11・2 国内における連系 ●

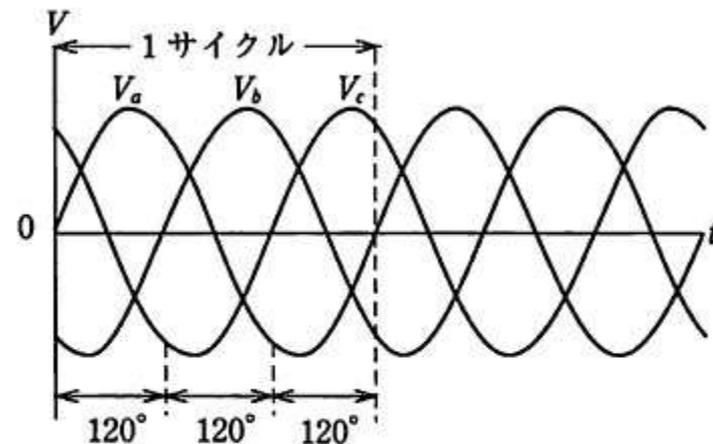
出典：電気事業連合会資料

交流電力の波形

- ほとんどの電力は3相交流
- 各相は振幅が同じ、位相角が120度ずつずれる。
- 時々刻々電流の和がゼロ、帰路線は不要。
- 電力は一定



(a) 単相交流電圧波形

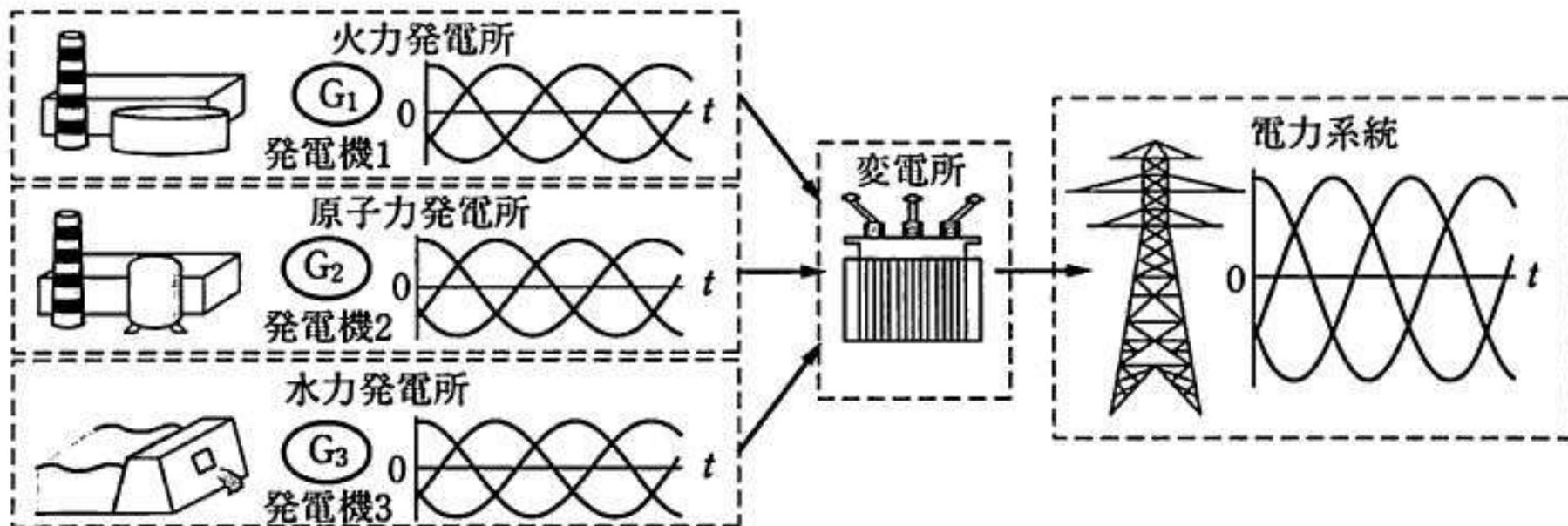


(b) 三相交流電圧波形

◎ 図 11・3 単相交流電圧波形と三相交流電圧波形 ◎

発電機の同期運転

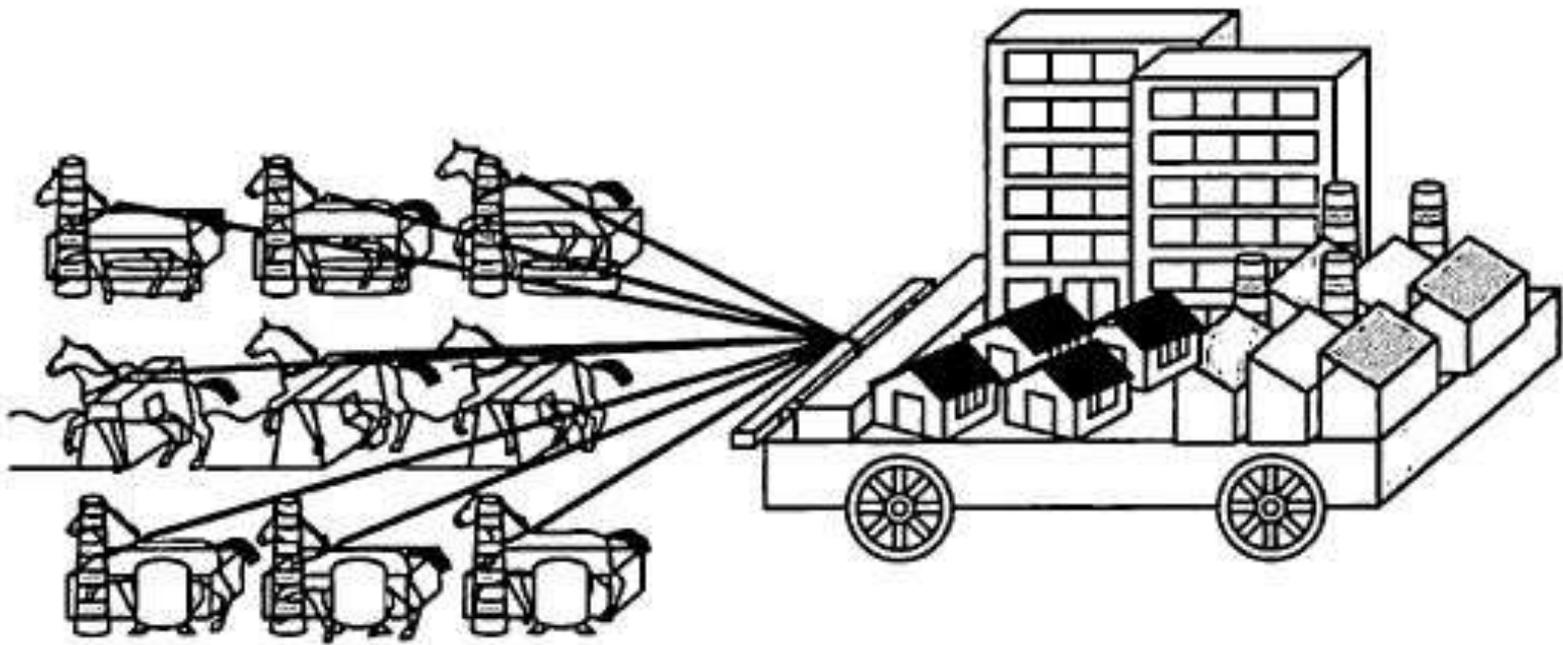
- 同一周波数
- 同一位相角
- 連系・制御することで実現される



● 図 11・4 複数の発電機の同期運転 ●

同期運転の概念図

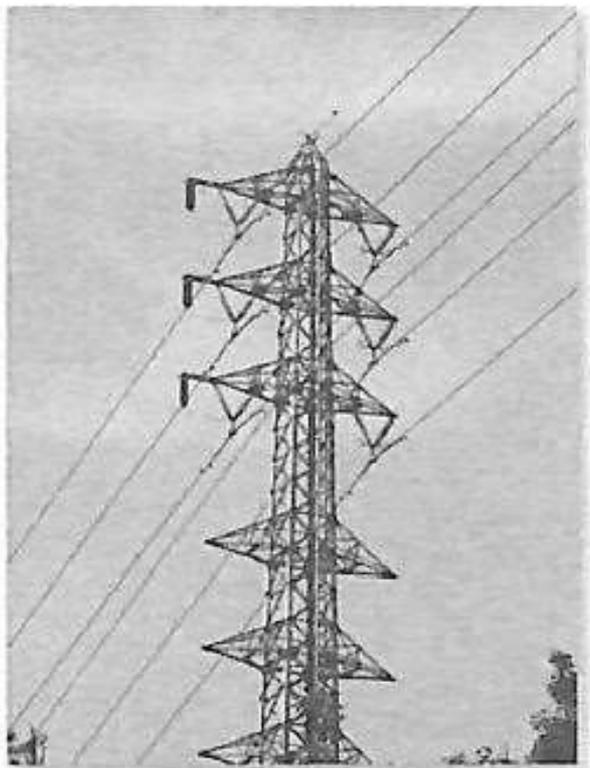
- 馬 = 発電所、手綱 = 送電線、馬車 = ユーザ
- 周波数(速さ)がずれると、馬車は回ってしまい直進できない。
- 需要の変化、送電線事故
- 高度な周波数制御技術が必要



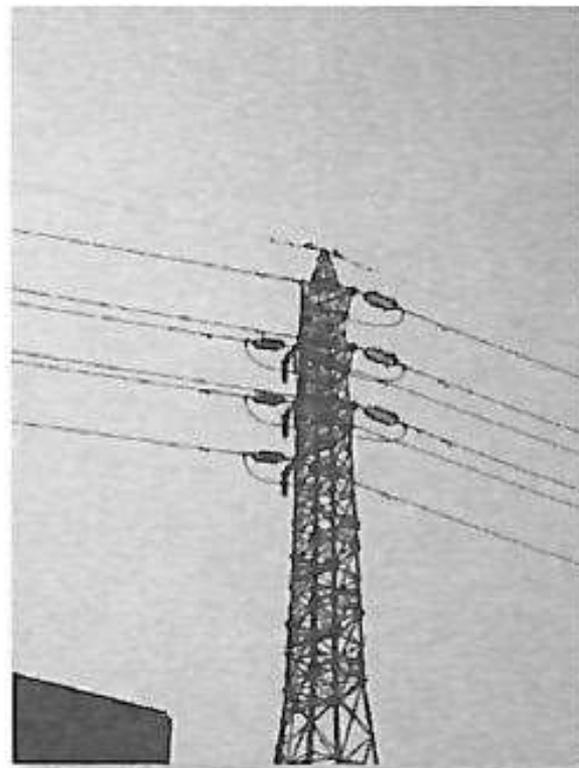
● 図 11・5 同期運転している発電機群の概念図 ●

鉄塔と送電線

- 鉄塔の種類
- 懸垂型: 起伏ある地形 耐張型: 平地



(a) 懸垂型鉄塔

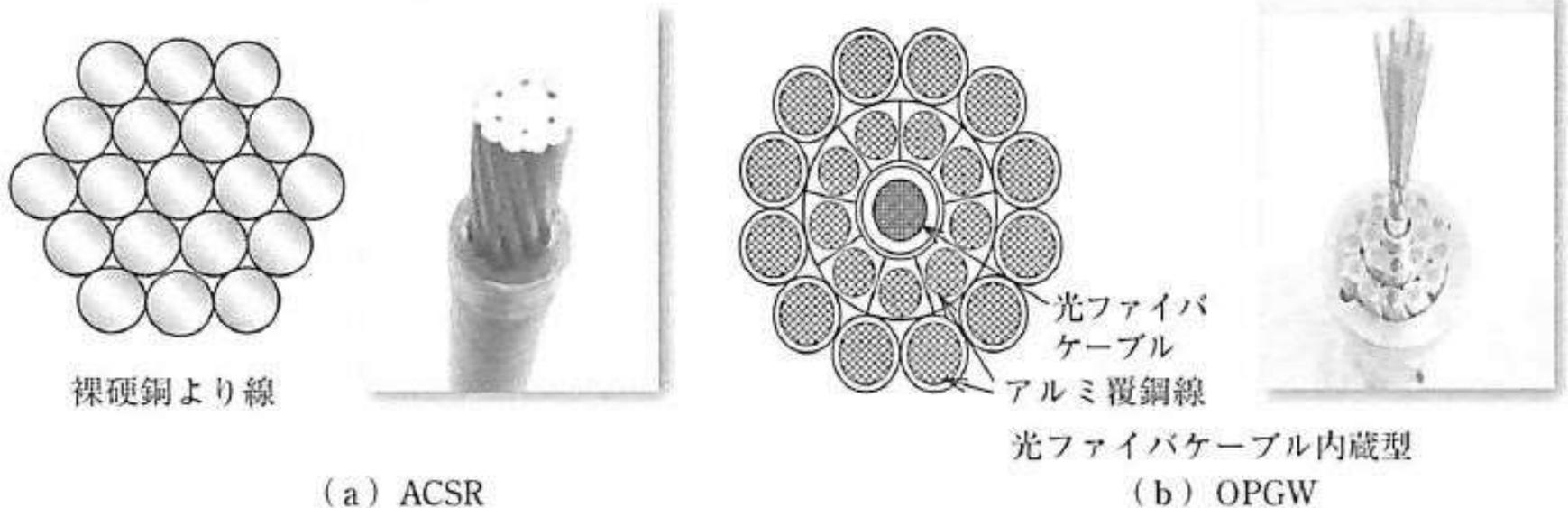


(b) 耐張型鉄塔

● 図 11・6 送電用鉄塔 ●

鉄塔と送電線

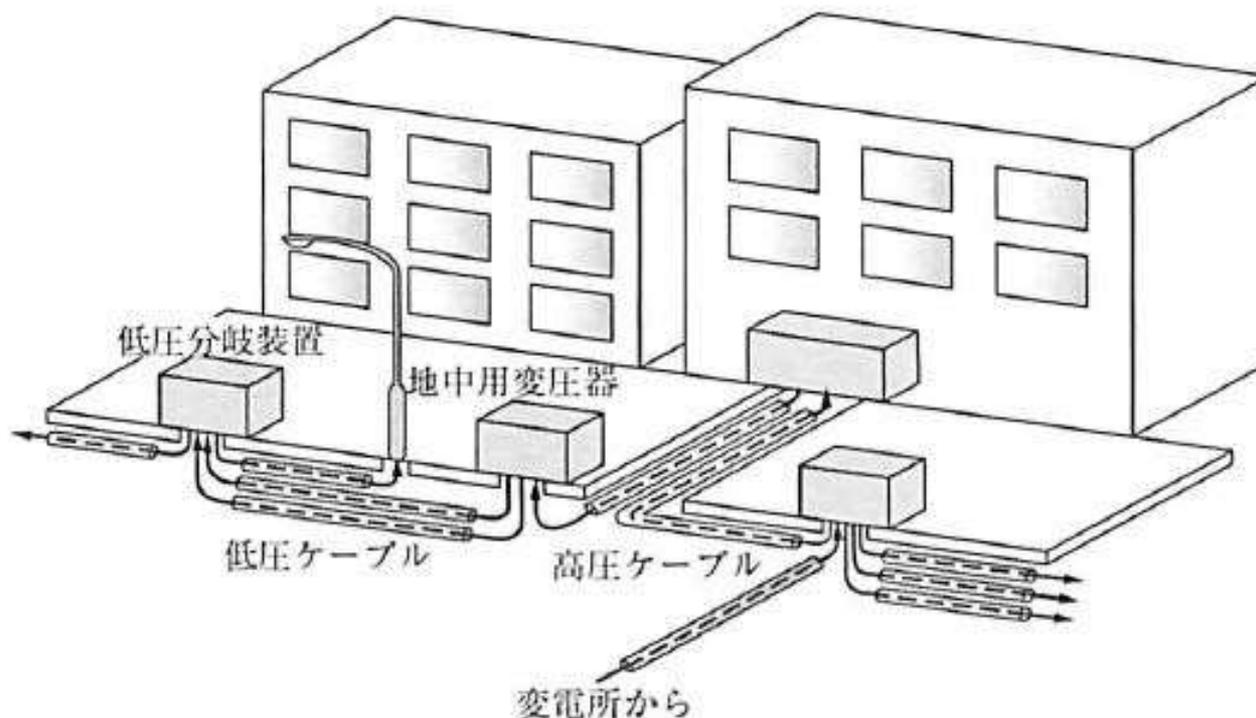
- 架空送電線
- 鋼芯アルミより線 (ACSR)
- 光複合架空地線 (OPGW)： 避雷、通信



● 図 11・7 ACSR 導体構成例と OPGW の構成例 ●

地中送電線

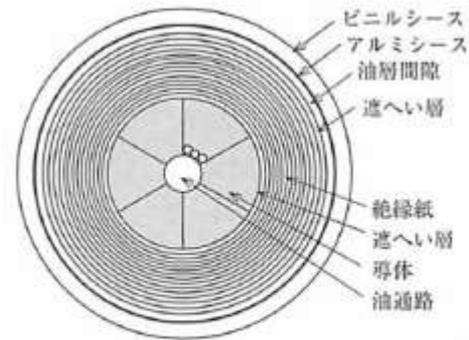
- 地下に埋設した送電線、景観をよくする
- ケーブル、変圧器、分岐装置込み



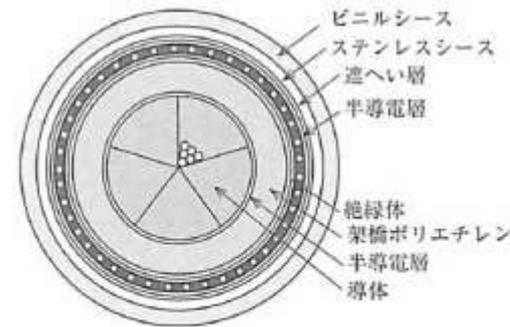
● 図 11・8 地中送電線の概念図 ●

地中送電線

- 使用ケーブル
- OFケーブル
絶縁に絶縁紙・絶縁油
- CVケーブル
絶縁にポリエチレン



(a) OFケーブル

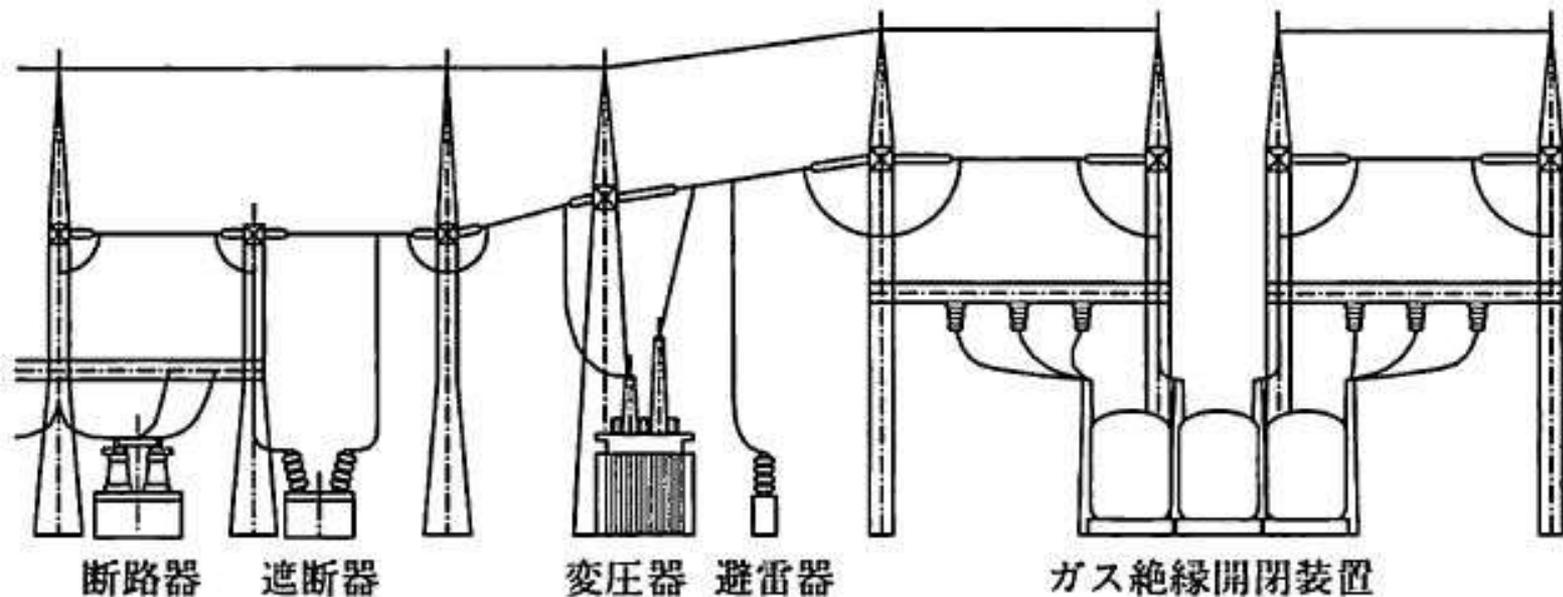


(b) CVケーブル

● 図 11・9 地中ケーブルの代表例 ●

変電所

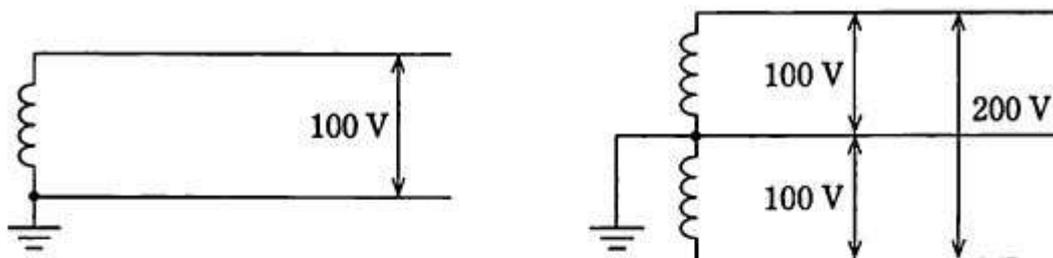
- 送電損失を減らすため、超高圧で送電
- 発電機出力を昇圧してから送り出す
- 降圧してからユーザに届ける



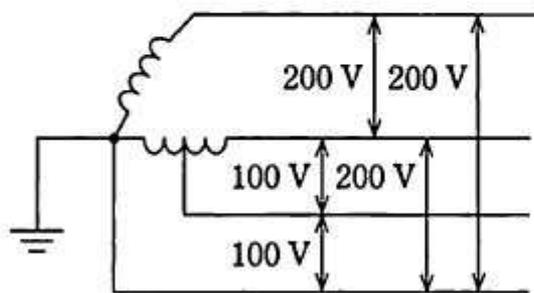
○ 図 11・10 屋外変電所の構成例 ○

配電系統

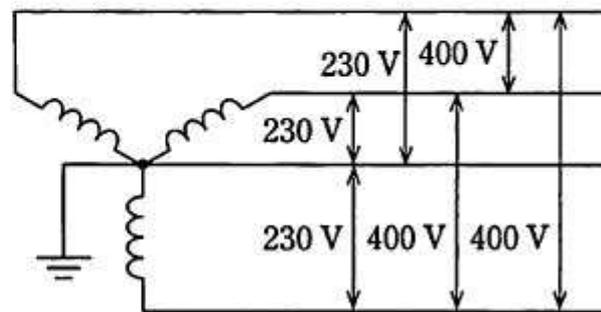
- 配電用変電所からユーザの引込口までの部分
- 低圧 (DC750V以下、AC600V以下)
- 高圧 (7kV以下)、特別高圧 (7kV以上)



(a) 単相2線式 / 単相3線式



(b) 異容量三相4線式

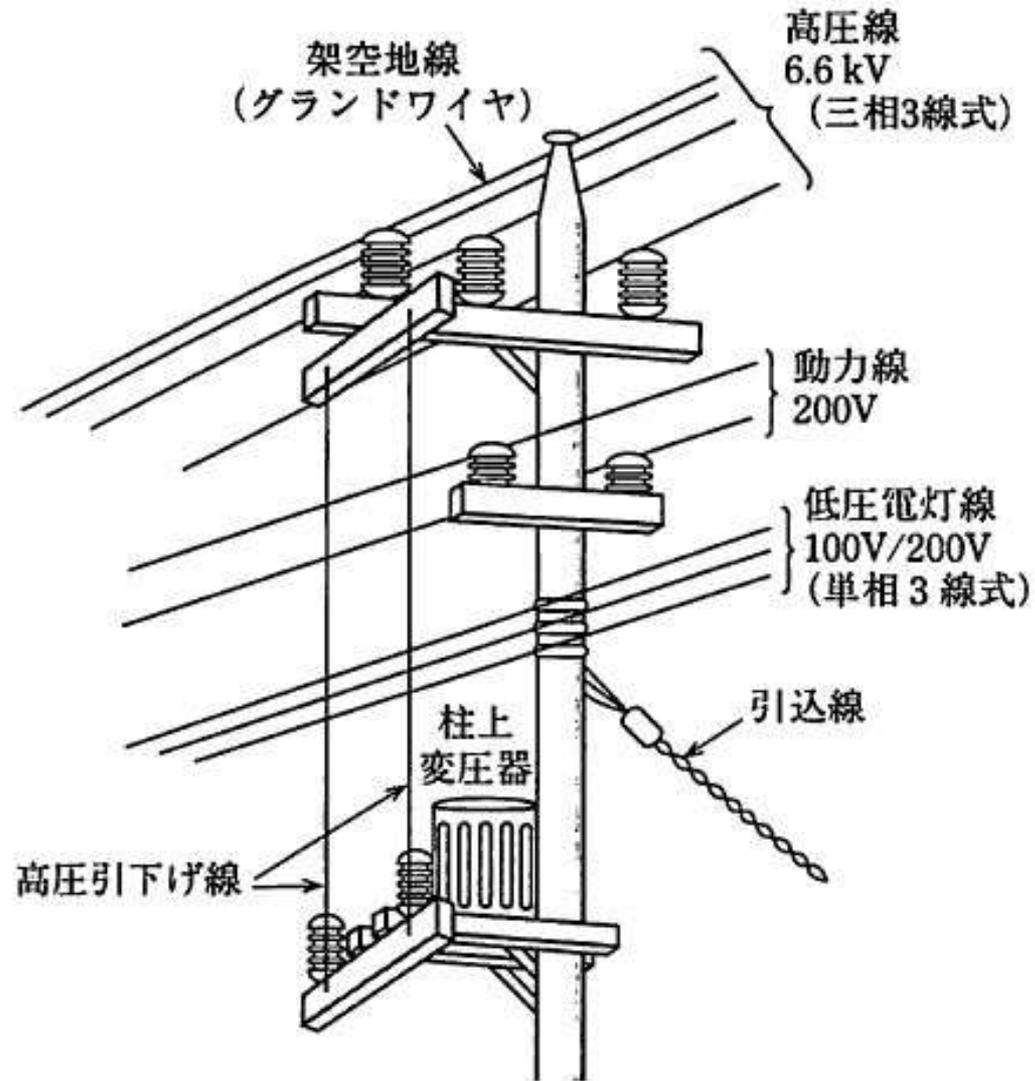


(c) Y結線三相4線式

◎ 図 11・11 低圧配電系統の例 ◎

配電柱

- 上部
 高压線
- 中部
 動力線
- 下部
 低压電灯線・
 引込線



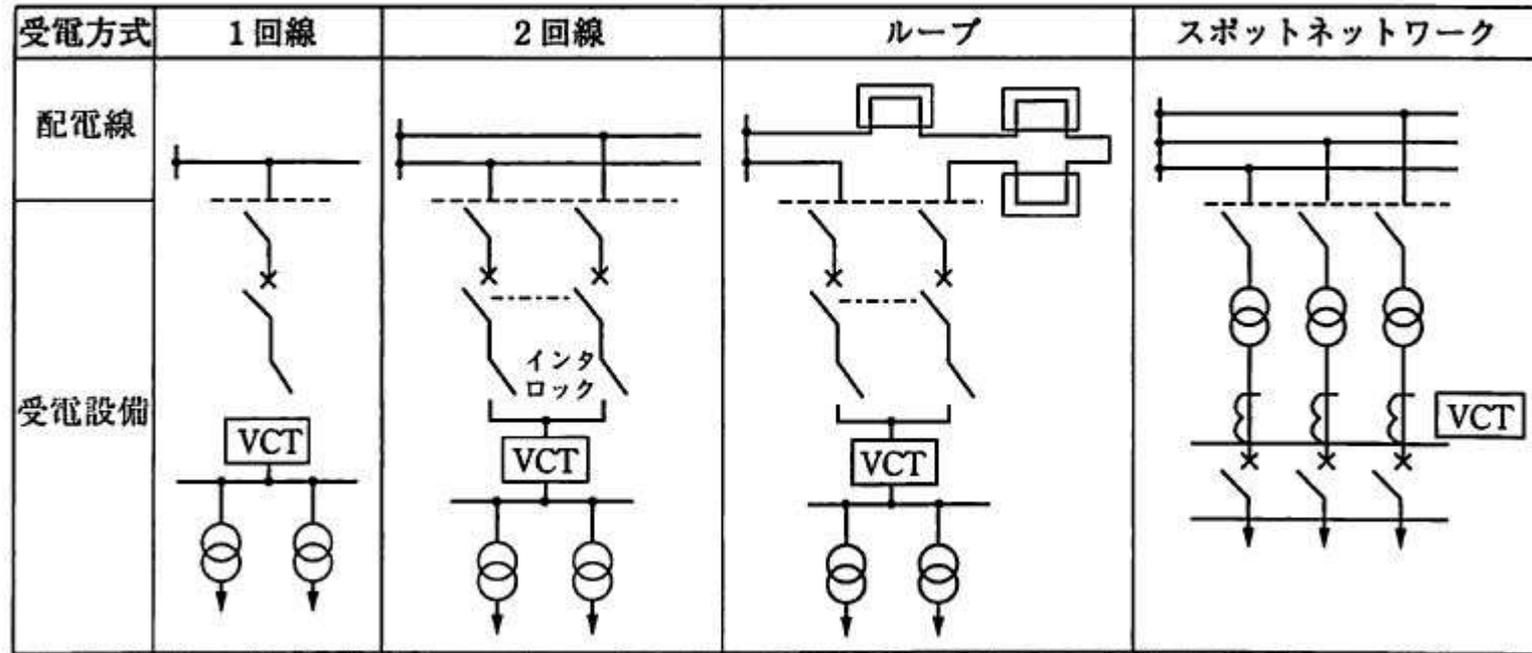
○ 図 11・12 配電柱のしくみ ○

受電方式

- 特別高圧受電方式
- 信頼度を高めるため、複数回線受電、ネットワーク化
- 高層ビル向け

◎ 表 11・2 特別高圧受電方式 ◎

出典：電気科学技術奨励会 編，現代電力技術便覧，オーム社（2007）



*VCT：計器用変成器

受電方式

■ 高压受電

◎ 表 11・3 高压受電方式 ◎

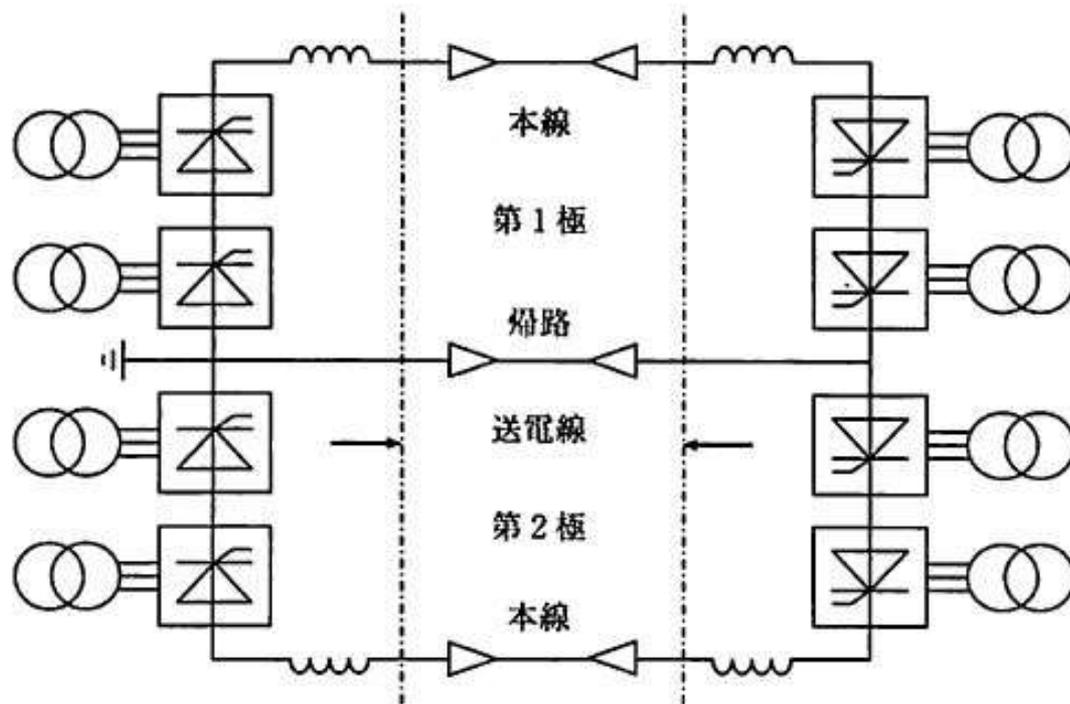
出典：電気科学技術奨励会 編，現代電力技術便覧，オーム社（2007）

受電方式	1 回線	2 回線			
配電線	本線	本線	予備線	本線	予備線
受電設備					

* VCT：計器用変成器

直流送電・周波数変換

- 交流→直流→交流
- 順変換所→直流線路→逆変換所
- 整流チョツパ、インバータ (DC/AC)



◎ 図 11・13 直流送電系統の基本回路 ◎

出典：電気科学技術奨励会 編，現代電力技術便覧，オーム社（2007）

周波数変換

- (関東)50Hz～(関西)60Hzの変換
- 静岡県、長野県境に設置
佐久間、新信濃、東清水

- 直流給電システム
鉄道、通信分野に用いられる

まとめ

- 電力伝送の仕組み