

# 直流送電の基本事項

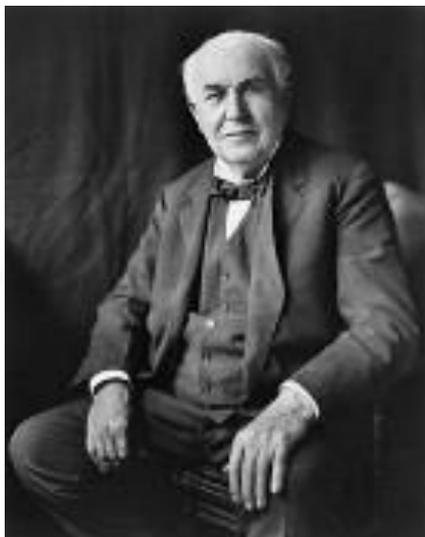
2021年 3月15日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

## 議題② 直流送電の基本事項 ～ 直流と交流～

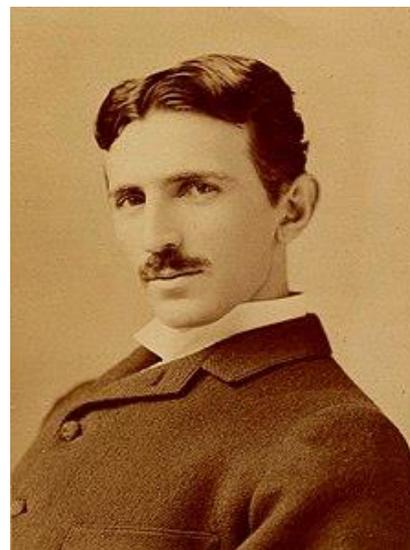
「直流」および「交流」は1800年代後半に発明され、当時は電圧変換の容易な「交流」が世界標準として普及した。（直流は昇降圧が困難であった）近年はパワーエレクトロニクス技術の進展や太陽光発電の普及拡大等を受けて、「**直流**」が脚光を浴びるようになってきた。

1882年 直流方式による  
電気事業を開始



トーマス・エジソン

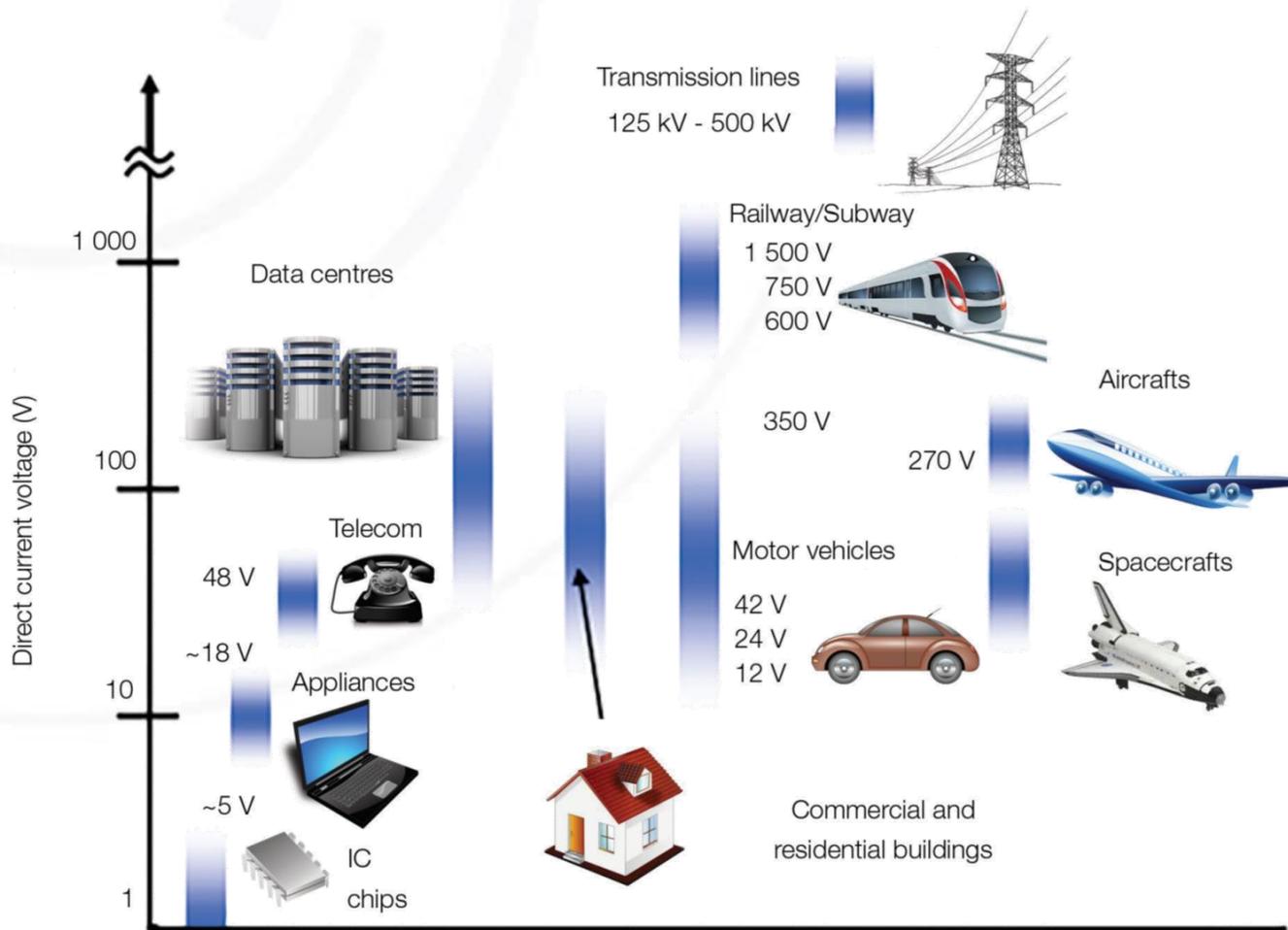
1884年 交流方式を提唱  
1896年 長距離交流送電を実用化  
(交流が世界標準)



ニコラ・テスラ

VS

# 議題② 直流送電の基本事項 ～直流の分類イメージ～



## HVDC

High Voltage Direct Current  
【30kV程度以上\*】

## MVDC

Middle Voltage Direct Current  
【1500V~30kV程度\*】

## LVDC

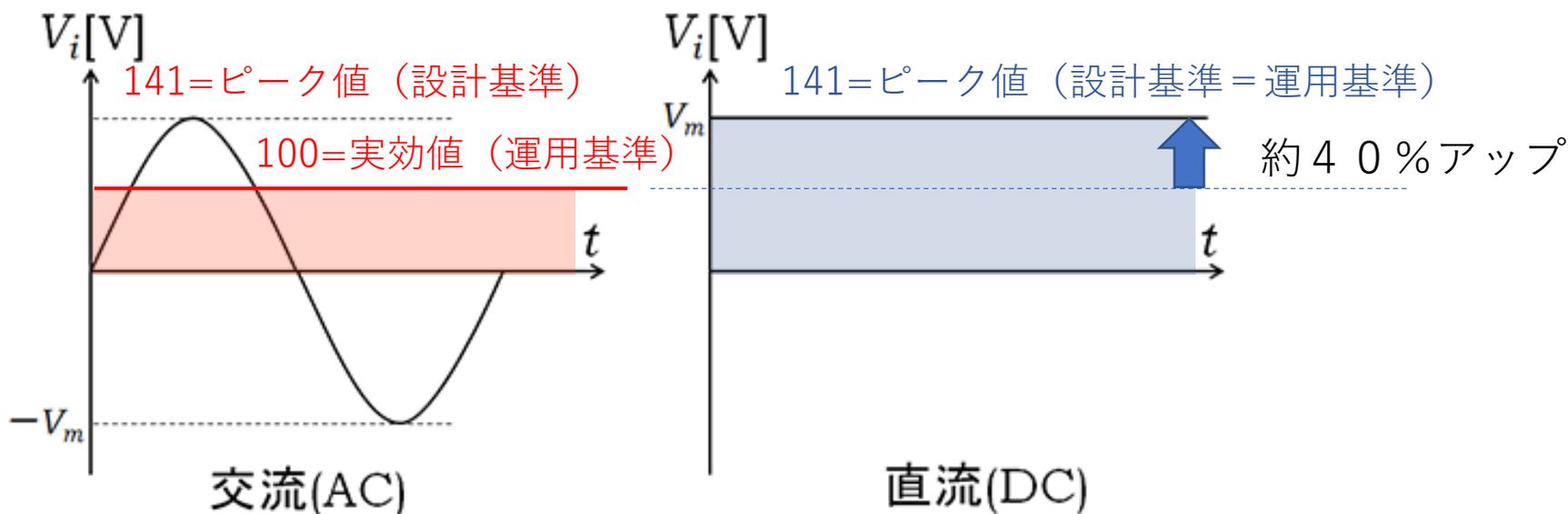
Low Voltage Direct Current  
【1500V以下\*】

\* IECの定義による

IEC Technology Report 「LVDC : electricity for the 21<sup>st</sup> century」 を元に作成

## 議題② 直流送電の基本事項 ～直流と交流の違い～

- 交流は正弦波であり、100に対し $\sqrt{2}$ 倍（141の値）で絶縁など、設備機器の設計・運用を行う必要がある。
- 直流は、交流のような交番がなく、基本的には、同一方向の値をとり、交流よりも有利な条件で、設備機器の設計・運用ができる。
- この特徴を活かし、再エネの直流連系時、接続量を約40%アップさせることが可能。



# 議題② 直流送電の基本事項 ～ 直流と交流の違い (メリット・デメリット) ～



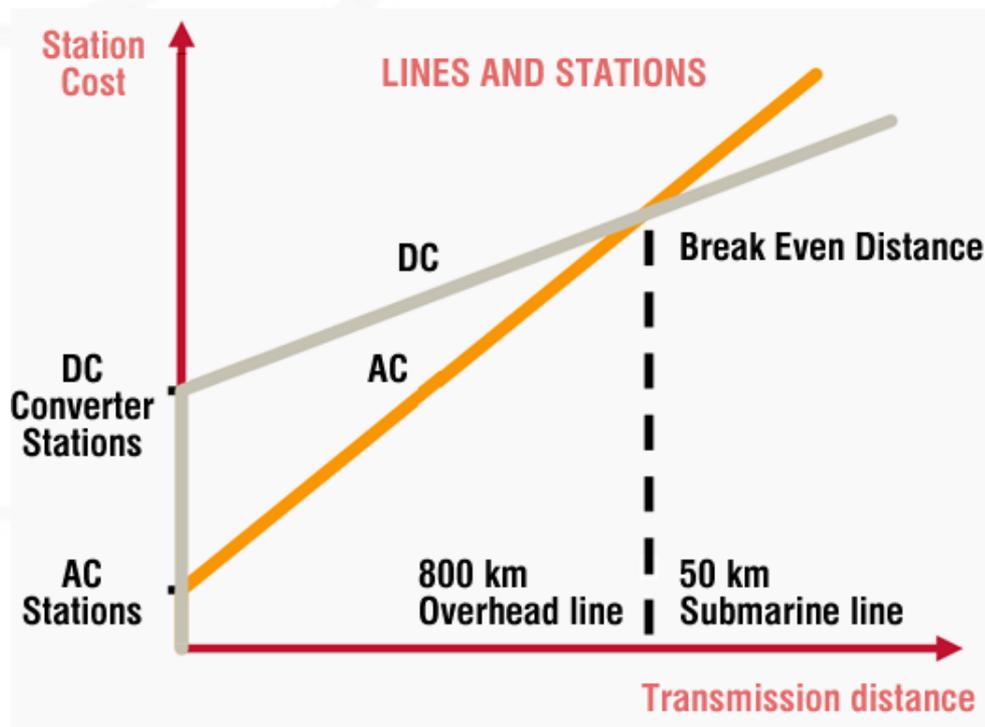
項目	直流送電	交流送電	備考
導体数 (電線・ケーブル)	○ 2本(本・帰線)	× 3本(三相)	直流が低コスト (資材費)
長距離送電	○ 適	× 不適 (フェランチ等、系統安定度難)	C成分が大きくなる 長距離送電ケーブル の場合は、直流が適
送電容量	○ 熱制約のみ	× 熱制約あり(導体抵抗込) L C制約あり(無効電力込)	同上
絶縁設計	○ 低	× 高(最大値ルート2倍)	
送電効率	○ 良	×	
電圧変換	× 複雑	○ 容易(変圧器)	
交直変換設備	× 要	○ 不要	主系統が交流の場合
遮断	× 難(アーク対策要)	○ 容易(ゼロ点あり)	

# 議題② 直流送電の基本事項 ～HVDCの活用範囲～

高圧では距離によって交流よりも直流の方がコストメリットが大きいため適用される  
直流が交流に比べてコストメリットが生じる分岐点

- ✓ 架空送電線路：800 km以上
- ✓ 海底ケーブル：50 km以上

※実際には前提条件による



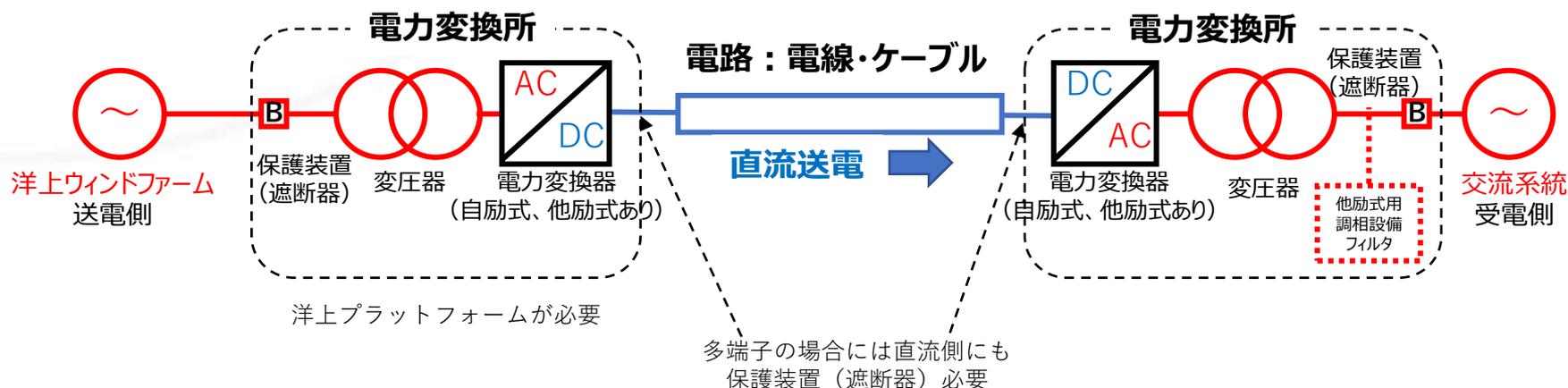
- 直流は距離によらず交直変換器が必要
- 直流は基本2線でよい
- 距離が長くなると交流には調相設備が必要

出典： Analysing the costs of High Voltage Direct Current (HVDC) transmission (August, 6th 2014)

# 議題② 直流送電の基本事項 ～基本的な構成設備～

## HVDC送電システムの基本的な構成設備

- 電力変換器：送電側（AC→DC）、また受電端（DC→AC）で、電力用半導体素子により、AC⇔DCの電力変換を行う。
- 電路：架空電線や電力ケーブルによる電力輸送のための導体。
- 制御装置：電力変換器・システムを高信頼かつ冗長性を持って制御する。
- 保護装置：事故や故障により大電流が生じた場合、遮断保護するための遮断器（部）。
- 調相・フィルタ部：力率（無効電力）調整および高調波成分やノイズを除去。



## 議題② 直流送電の基本事項 ～他励式と自励式の違い～



比較項目	他励式	自励式
半導体素子 (代表例)	サイリスタ	IGBT
同 素子の駆動	ターンONのみ	ターンON, OFF可能
制御方式	外部励磁(電源)による ターンOFF・転流が必須	外部励磁(電源)に依存せず ON/OFF可能
容量	半導体素子の定格通電量大 大容量(大電流)可 過負荷耐量有	半導体素子の定格通電量に制約有 要: 並列接続 過負荷耐量小
受電側交流系統	必要(安定した系統)	不要(Black スタート、停電時送電可能)
高調波/歪	大きい・要フィルタ	小さい・フィルタ不要
制御特性・運用	限定的 (単純な電力輸送目的に最適)	柔軟性が高い運用 (多端子など高度・複雑な構成に最適)
無効電力制御	不可 (別途、調相設備が必要)	可 (力率、電圧調整可能)
設備構成と価格	シンプルで安価	複雑で高価
設備の設置面積	フィルタや調相設備にスペースを要す	他励式の50~60%程度
技術成熟度	成熟・過去からある技術	開発・進展(成長)中の技術