

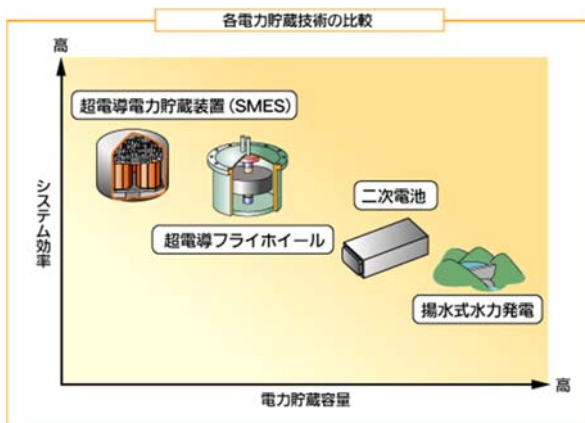
エネルギーシステム・要素論

第一回 電力貯蔵・電源

平成23年11月11日

主な電力用エネルギーシステム

電力貯蔵とは電力・エネルギー変換技術



<http://app2.infoc.nedo.go.jp/kaisetsu/egy/ey10/index.html>

- 位置エネルギー (水力発電)
- 熱力学エネルギー (火力発電, CAES)
- 運動エネルギー (フライホイール, 風力発電)
- 電磁エネルギー (SMES, EDLC)
- 化学エネルギー (電池)

→ 可逆動作で電力貯蔵装置として利用可能

揚水発電

- 位置エネルギーの変換
- 電力貯蔵としての効率約70%
 - 水の位置エネルギー ⇔ 水の運動エネルギー ⇔ 水車の回転(運動)エネルギー ⇔ 発電機の電気エネルギー
- 揚水発電所の構成
 - 別置式 水車とポンプを別個に配置
 - タンDEM式 電動発電機と同軸に水車・ポンプを接続
 - 可逆式 ポンプ水車を利用

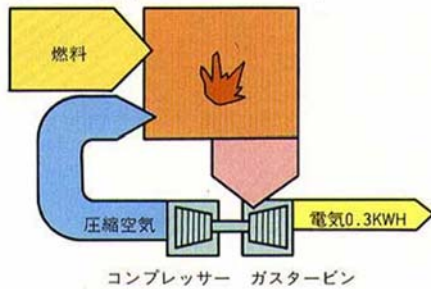
揚水発電の発展

- 従来型揚水発電
 - 発電 ガバナーで出力調整可
 - 揚水 同期速度で電動機を回転。揚水電力一定
- 可変速揚水発電
 - 揚水 電動機を可変速駆動する事により、揚水電力を可変可能
 - 深夜の可変負荷として重要
 - 水車運転時とポンプ運転時の最高効率となる回転数が異なるため、夫々に合わせて運転する事で損失を低減可能
 - サイクロコンバータによる回転子励磁。回転子速度可変、固定子出力周波数一定
 - 1992年 関西電力大河内発電所

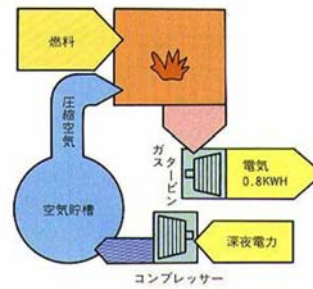
圧縮空気貯蔵

CAES-G/T(Compressed Air Energy Storage Gas Turbine)発電 熱力学エネルギーの変換

(a)ガスタービン発電



(b)CAES-G/T

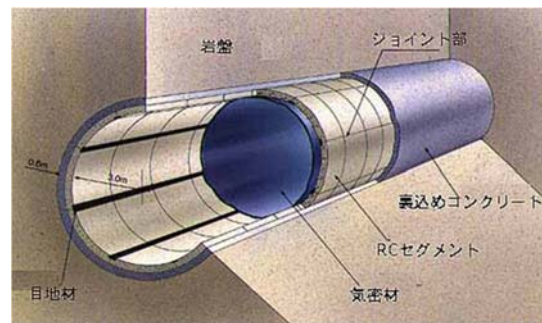
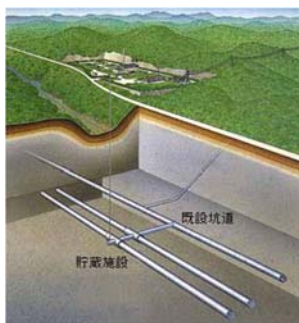


- ガスタービン発電の特長と課題
 - 電力負荷への追従性に優れている
 - ピーク負荷対応
 - 立地条件の制約が少ない
 - 建設費が安い
 - 空気圧縮機を駆動して高圧空気を作りながら発電を行う
 - 燃料の約2/3が空気の圧縮に消費される→効率悪い

- CAES-G/T発電の特長
 - ガスタービン発電の空気圧縮を余剰電力で行う
 - 同じ発電出力を得るために必要な化石燃料が約1/3になる。→高効率

2011/11/11 <http://www.gel.civil.nagasaki-u.ac.jp/text/example/ex55/ex55-j.html>

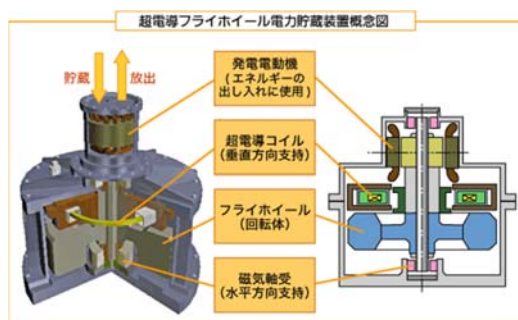
新エネルギー財団/圧縮空気貯蔵ガスタービン (CAES-G/T)パイロットプラント



- 海外の事例
 - 1978年に旧西独フントルフ(29万kW)
 - 1991年には米国マッキントッシュ
- 圧縮空気の貯蔵に岩塩層空洞を利用
 - 高い気密性が確保できる
 - 空洞建設が経済的に行える

- 圧縮空気貯蔵ガスタービン(CAES-G/T)パイロットプラント
 - 平成2年度～
 - 所在地: 北海道空知郡砂川町
 - 高圧空気貯蔵空洞をいかに経済的に建設するかが課題

フライホイール



<http://app2.infoc.nedo.go.jp/kaisetsu/egy/ey10/index.html>

- 運動エネルギーとして貯蔵
 - 大きなエネルギーの貯蔵
 - 回転体の運動エネルギー
 - $\frac{1}{2}I\omega^2$
 - 大きな質量のフライホイール
 - 速い速度でフライホイールを回転させる
- 回転損低減
 - 風損低減(真空化)
 - 磁気軸受け
- 可変速駆動

2011/11/11

エネルギーシステム・要素論

7

風力発電

- 枯渇がない無尽蔵の純国産エネルギー
- CO2を排出しないクリーンな発電
- 風力の電力変換効率約40%
→ベッツの限界
- 設置コストの低下, 経済性の向上
- 地域のシンボル・町おこし

2011/11/11

エネルギーシステム・要素論

8

風力

- 風のパワー
(単位時間当たりの運動エネルギー)
 - 風速 V [m/s]
 - 1m^2 を一秒に通過する空気の質量 m [kg]
$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} (\rho V) V^2 = \frac{1}{2} \rho V^3 [J / m^2 s]$$
 - 空気の密度 ρ [kg/m³] 風車の後ろでは風速 0m/s
- プロペラ半径 R [m] の理想風車の出力 W [W]
 - 受風面積 A [m²]
$$W = \frac{1}{2} \rho A V^3 = \frac{1}{2} \pi R^2 \rho V^3 [J / s]$$
面積に比例
風速の3乗に比例

2011/11/11

エネルギーシステム・要素論

9

ベルヌーイの定理

- 完全流体・定常流の流管(流線)の任意の場所で次式が成り立つ。

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z + p = const$$

ただし、流速 v [m/s], 重力加速度 g [m/s²], 高さ z [m], 圧力 p [Pa], 流体の密度 ρ [kg/m³]

- 完全流体
粘性のない理想化された流体。ずれによる摩擦が生じない。
- 流線・流管
流体中の各位置において流れの方向を向くようにひいた曲線。流線の束を流管。
- 定常流
流線, 圧力, 密度が時間によって変化しない流れ。

2011/11/11

エネルギーシステム・要素論

10