

キャパシタフォーラム

# エネルギーと電力基礎講座

木下 繁則

第4回 (2020-2-21)

電力技術による省エネルギーと電力分野へのキャパシタ活用の期待

# エネルギーと電力基礎講座シリーズ

基礎講座 (開催日)	基礎講座のテーマ	主な内容	備考
第1回 (2019-8-23)	エネルギーと電力の基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・講座の目的、狙い</li> <li>・「エネルギー」と「電力」の定義</li> <li>・エネルギーの基礎</li> </ul>	
第2回 (2019-12-20)	電力の特徴と電力ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力の基礎 電機エネルギーの流れ 電力の特徴と電力ネットワーク</li> </ul>	
第3回 (2020-1-24)	身の回りのエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱エネルギー(熱電素子)</li> <li>・太陽光エネルギー(太陽電池)</li> <li>・バイオマス、エネルギーハーベスティング</li> <li>・熱音響機関</li> </ul>	
第4回 (2020-2-21)	電力技術による省エネルギー と電力分野へのキャパシタ活 用の期待	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生エネルギーの有効活用</li> <li>・電力平準化、電力ピークカット、電力回生</li> <li>・移動体の省エネ、電車、自動車、エレベータの回生</li> <li>・大電力の繰り返し充放電、サイクル劣化なし、ゼロ電圧保守等の特徴を活かす応用分野の期待と応用分野の探求。</li> </ul>	

# 電力回生の基礎

キャパシタ応用講座(第3回  
「電力回生への応用」)復習

# 仕事とエネルギー

・仕事率(W): 単位時間(s) 当たりの変換・使用・消費されるエネルギー(仕事)

・電力(W): 電力(V) × 電流(A)

・仕事 (エネルギー)(J): 仕事率(W) × 時間(s)

・存在するエネルギー

1) 位置エネルギー:  $mgh$                       m: 質量(Kg)、g: 重力加速度( $m/s^2$ )、h: 高さ(m)

2) 運動エネルギー:  $mv^2/2$                       v: 速度 (m/s)

・電気の働き

1) 力発生……モータのトルク

2) 熱発生……ヒータ

3) 化学変化……電気分解

4) 電力の発生…発電機

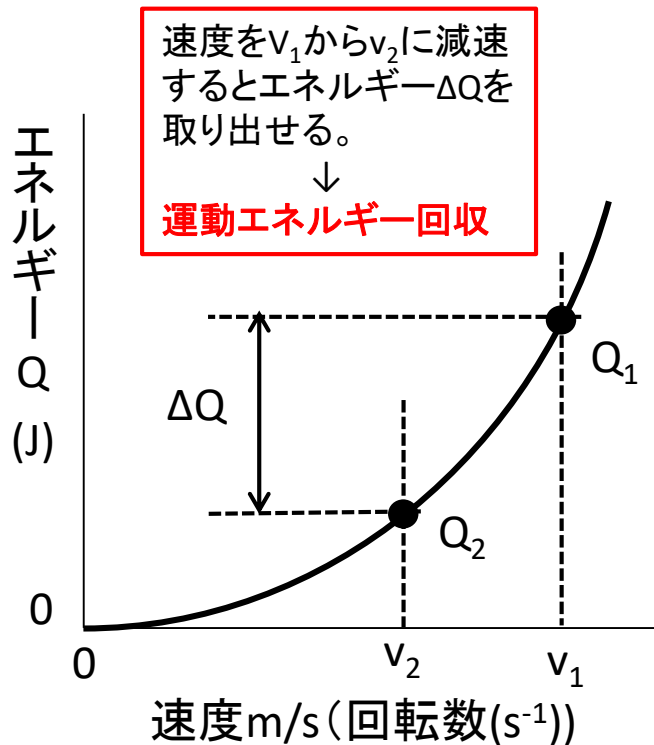
・電気エネルギー:

1) キャパシタ:  $CE^2/2$                       C: 静電容量(F)、E: 電圧(V)

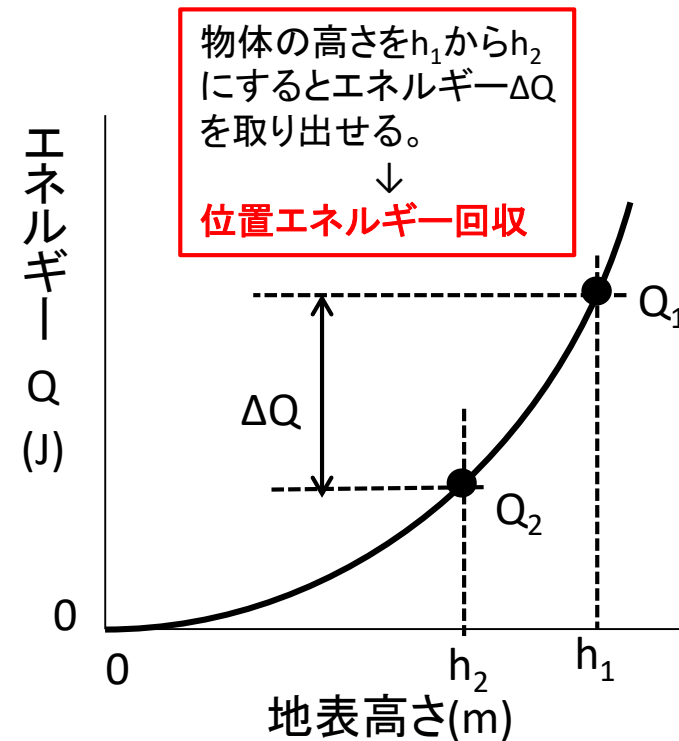
2) インダクタ:  $LI^2/2$                       L: インダクタンス(H)、I: 電流(A)

# 物体のエネルギー

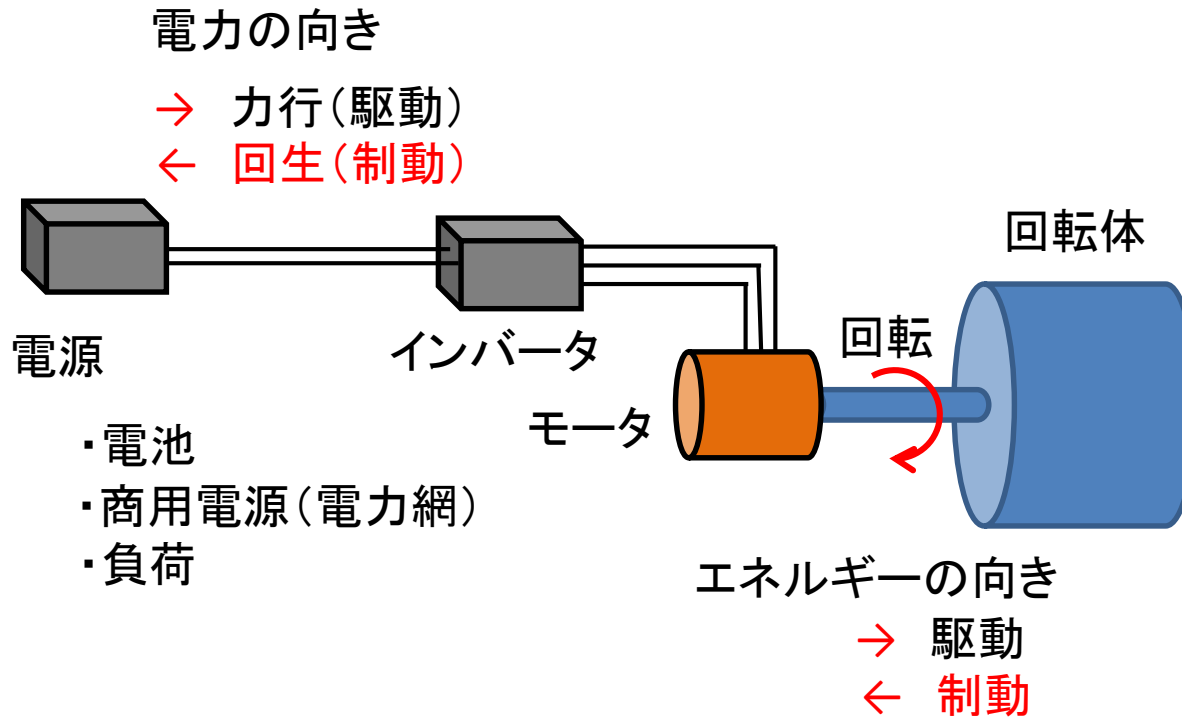
## 運動エネルギー



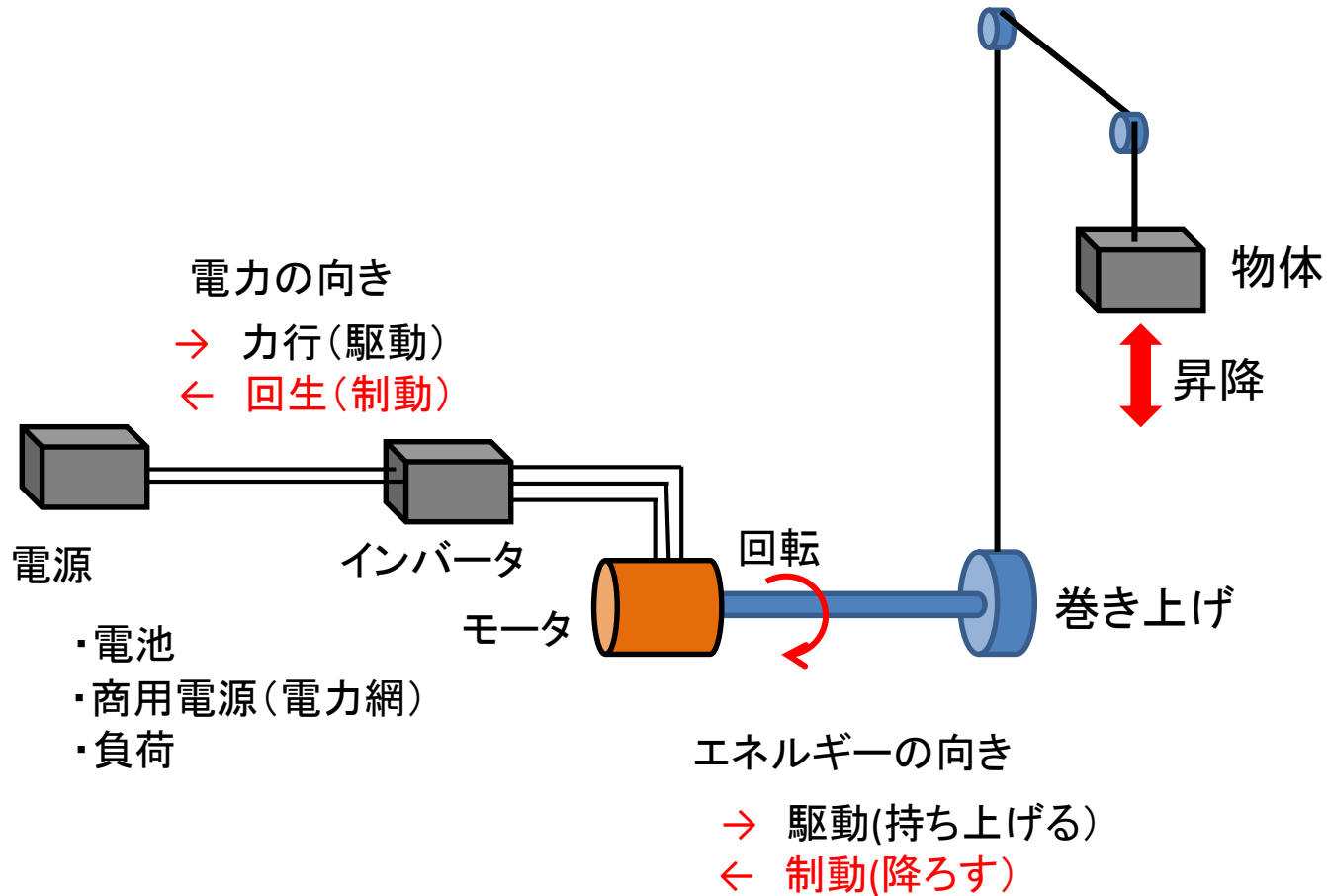
## 位置エネルギー



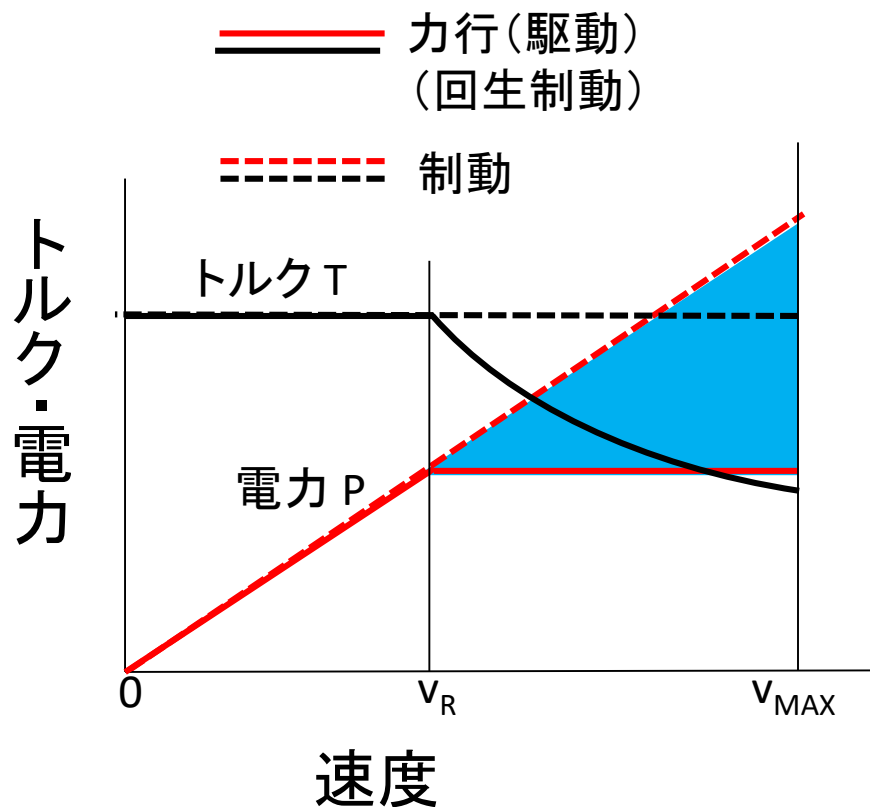
# 回転体の電力回生



# 昇降機の電力回生



# 移動体(回転体)の電力回生



## 力行(駆動)

速度  $0 \sim V_R$  定トルク運転

速度  $V_R \sim V_{MAX}$  定電力運転

## 制動

速度  $0 \sim V_{MAX}$  定トルク運転

▲ 制動時、力行電力では不足する電力

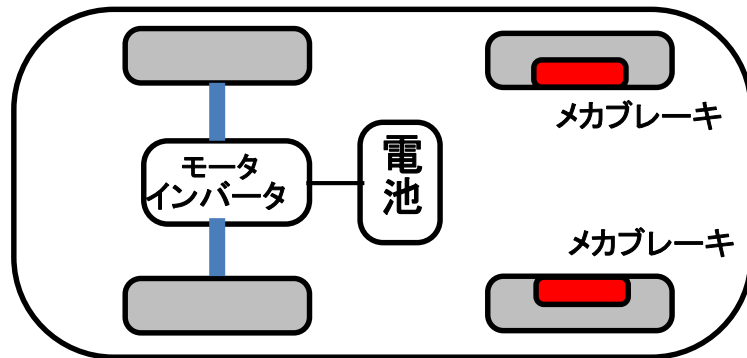
力行性能: コストパフォーマンスから決める。

制動性能: 安全性能(例: 制動距離)から決まる。

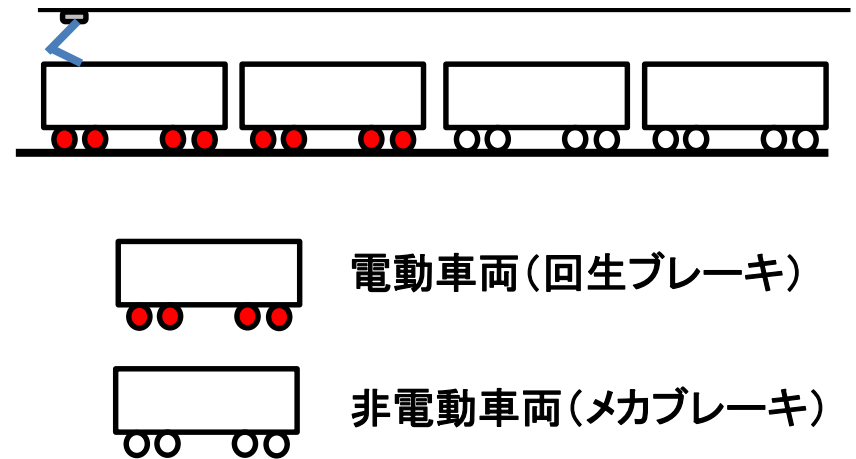


# 移動体の回生制動の現状

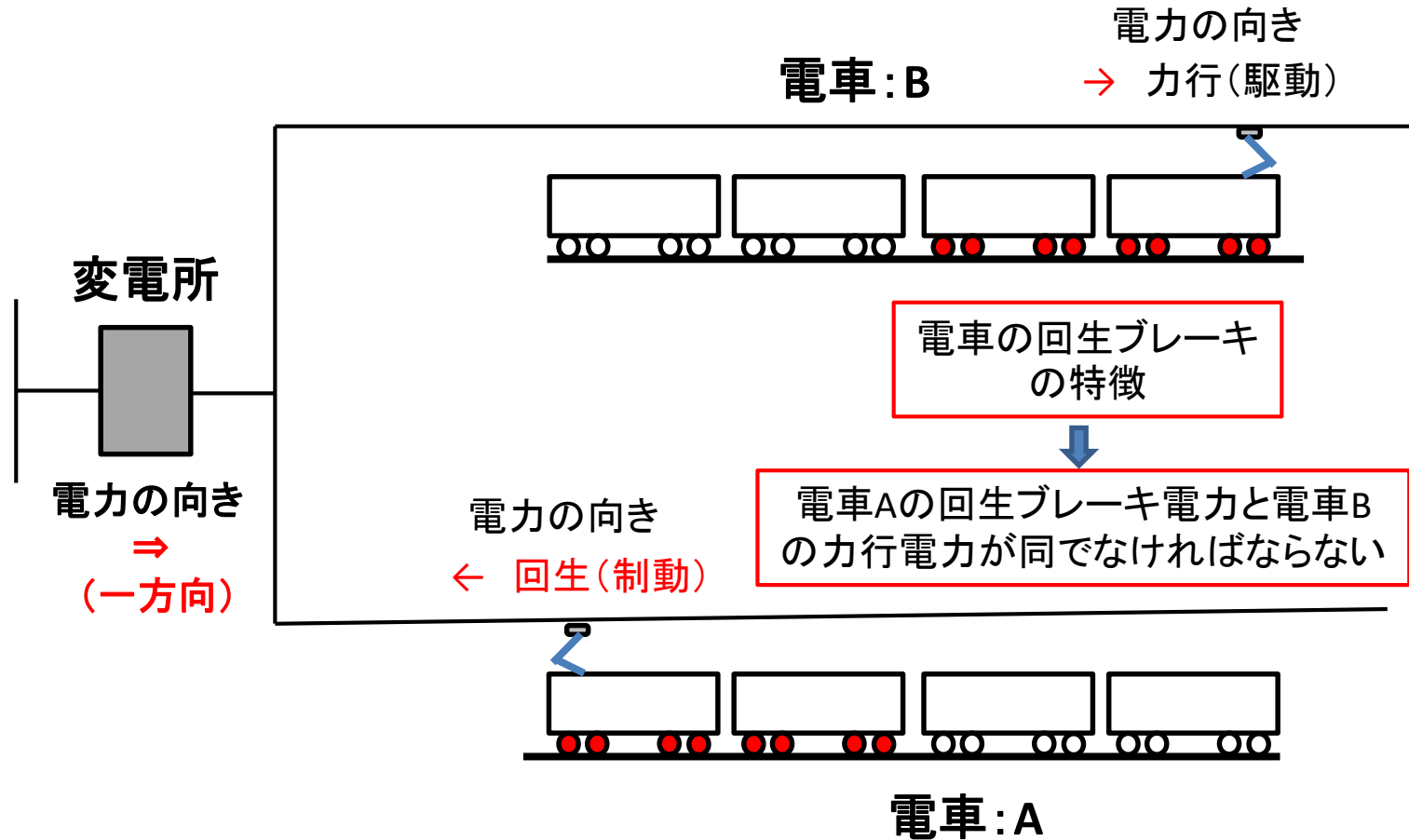
## 自動車



## 電車



# 電車の回生制動の現状



# 非回生制動の一例



自動車



鉄道車両



オートバイ



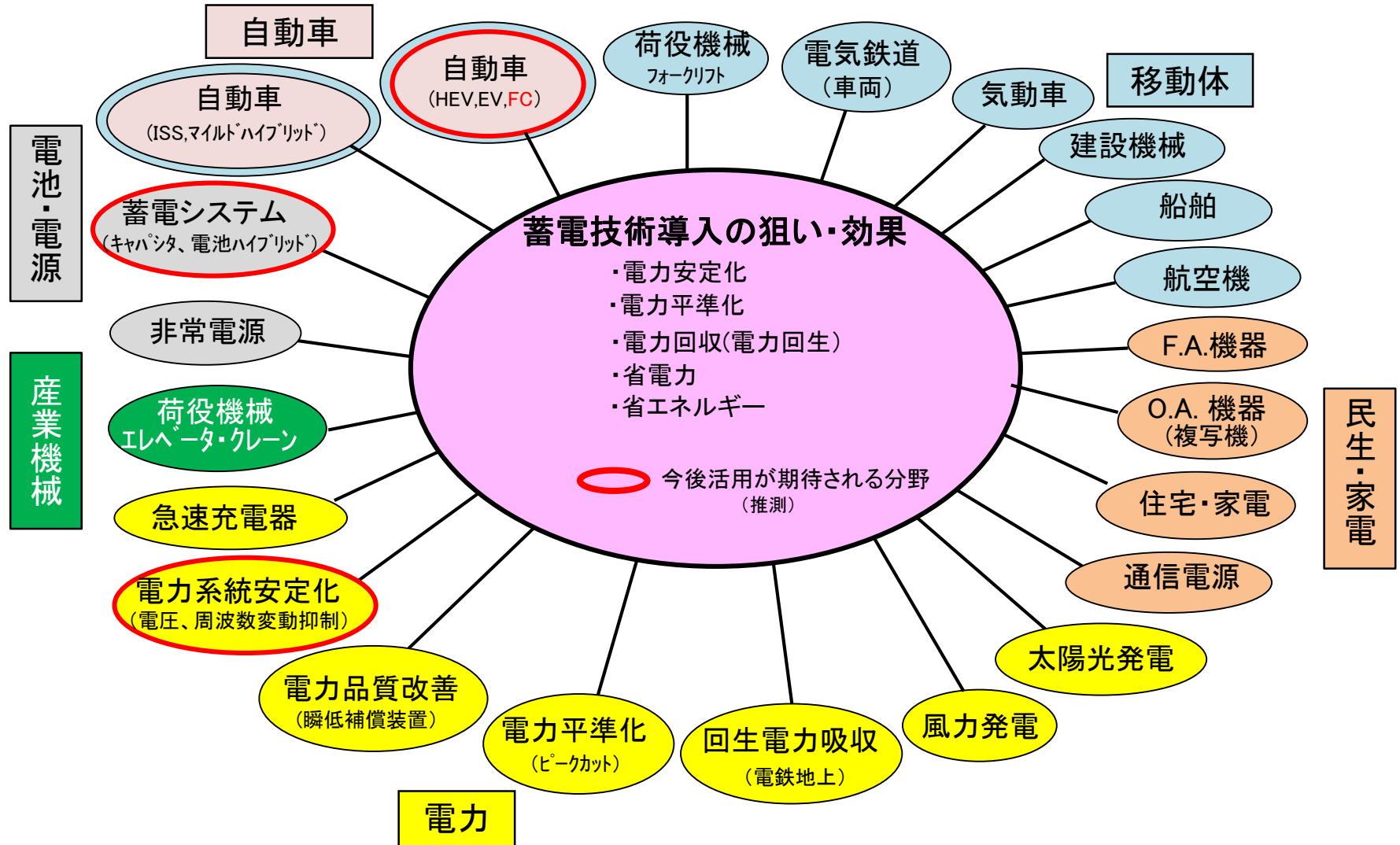
自転車(前輪)



自転車(後輪)

# 期待されるキャパシタ応用

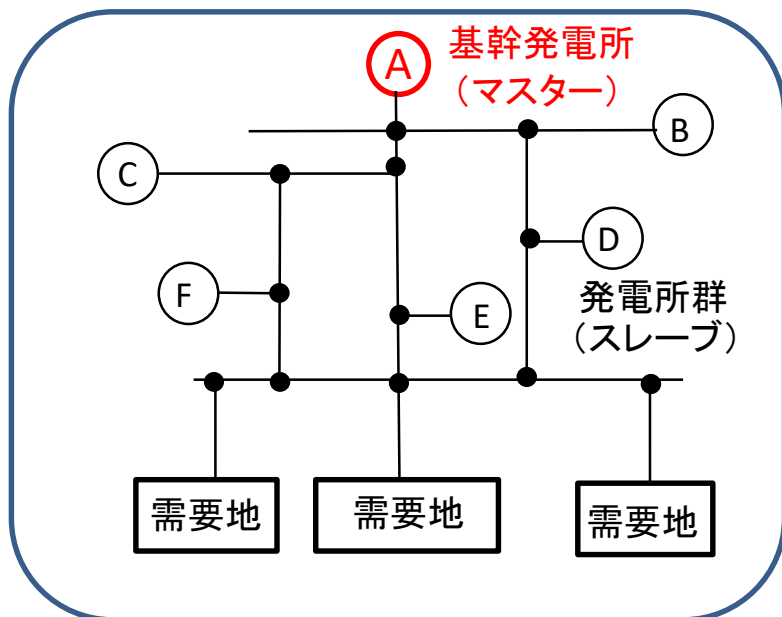
# 今後キャパシタ活用が期待される分野



# 電力分野

# 商用電力供給安定化への応用

## 周波数と電圧の制御



**基幹発電所: 周波数を制御**  
(大容量発電所) (周波数の決定)

**発電所群: 有効電力のみを調整する。**  
(発電所)

# 商用電力の質の規定

電気事業法第二十六条において、一般送配電事業者は供給する電気の電圧及び周波数の値を経済産業省令で定める値に維持するように努めなければならない旨が規定されている。この維持すべきと定められている。

## 維持すべき電圧の値

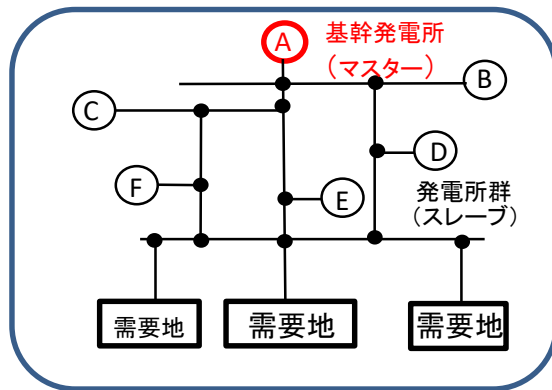
標準電圧	維持すべき値
100ボルト	101ボルトの上下6ボルトを超えない値
200ボルト	202ボルトの上下20ボルトを超えない値

## 維持すべき周波数の値

供給区域	北海道	東北・東京	中部・北陸・関西・中国・四国・九州	沖縄
標準周波数	50Hz	50Hz	60Hz	60Hz
調整目標範囲	±0.3Hz	±0.2Hz	±0.2Hz	±0.3Hz
±0.1Hz以内滞在率目標	—	—	95%以上	—

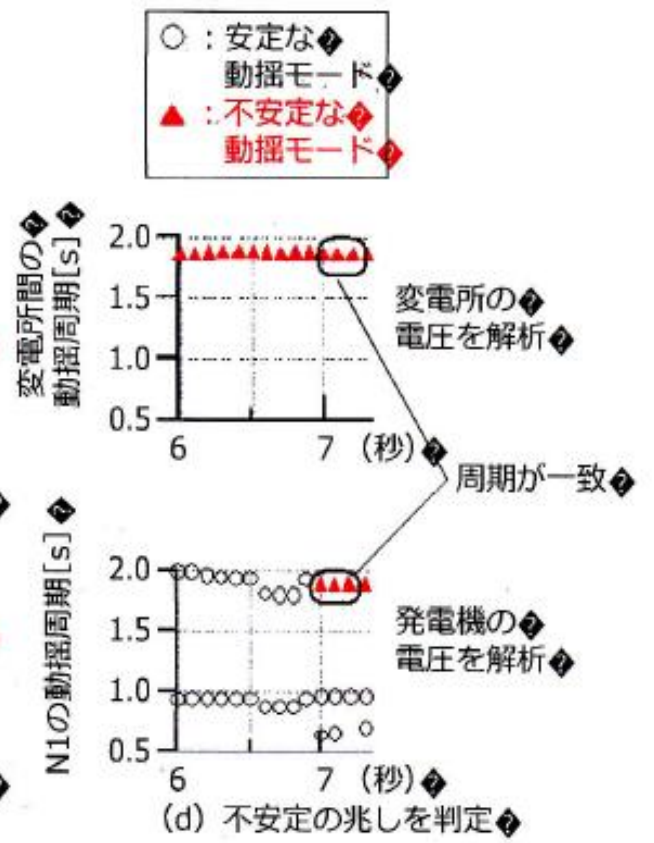
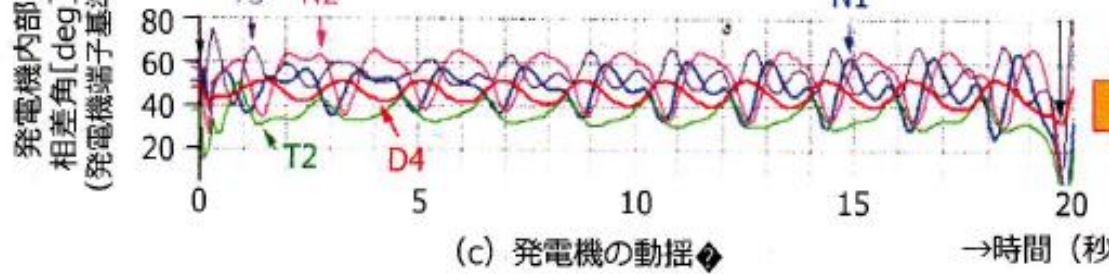
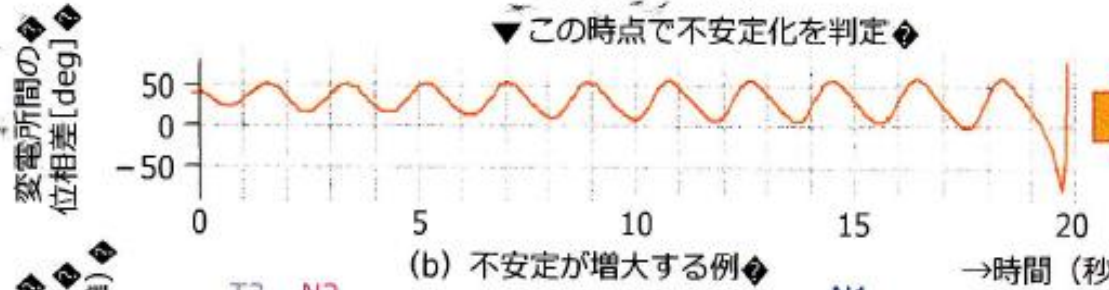
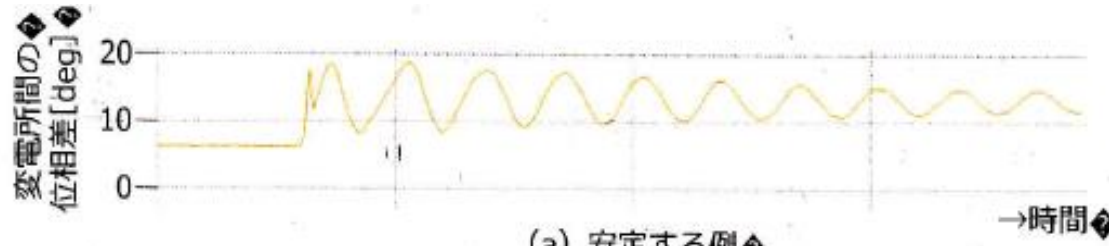


# 商用電力系統の挙動(1)



- ・系統に繋がれた多数の発電所(発電機)は全て同期をとって回転しています。
- ・系統に事故が発生したり、太陽光発電や風力発電の発電電力が急変したりすると系統が不安定になります。
- ・系統に事故がっ生じた場合、事故で低下した電力を補償するように発電機が出力を上げ、上がり過ぎたら出力を下げるという動作を繰り返し、各発電機は周期的に変動(動揺)します。

# 商用電力システムの挙動(2)

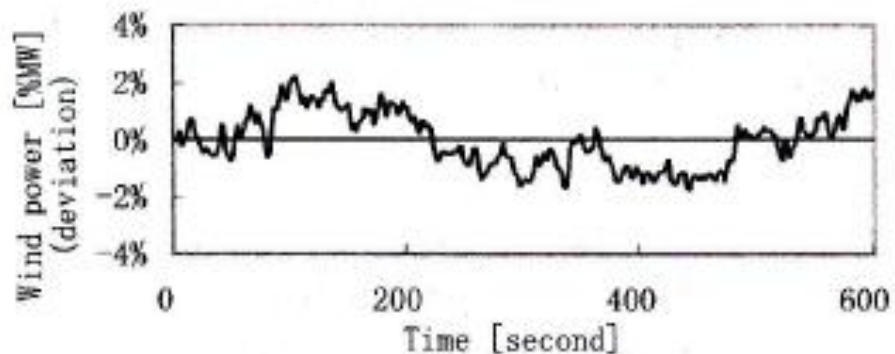


# 商用電力システムの周波数変動事例

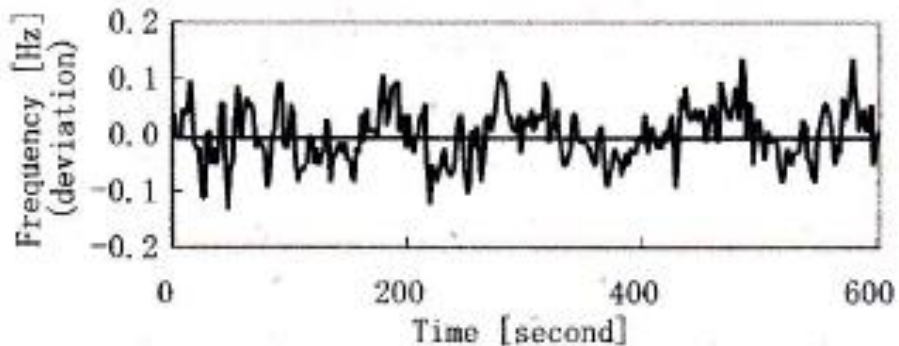
## 事例

- ・離島の電力系統
- ・主力発電機: 内燃力発電
- ・再生エネルギー発電: 風力発電

## 実測値



(a) Wind power output



(b) Frequency

# 発電側と負荷側の違い

## 発電側



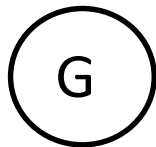
太陽光発電



## 負荷側

本質的に発電側と負荷側の応答は異なるにで、電力の需給をバランスさせることは難しい。

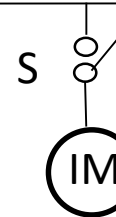
火力発電所



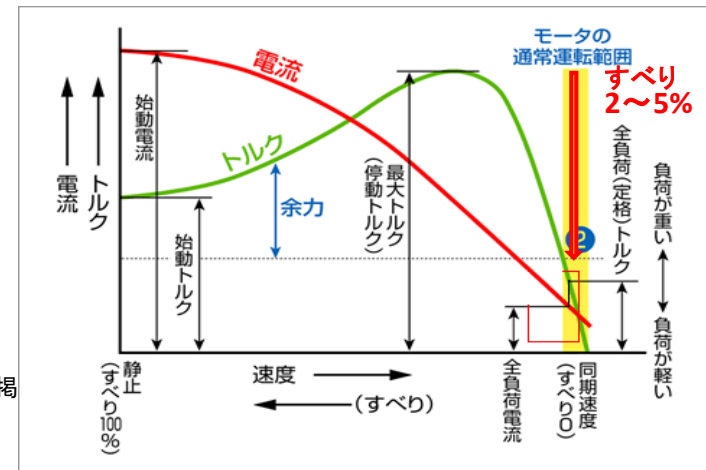
タービン



風力発電



TMの運転特性



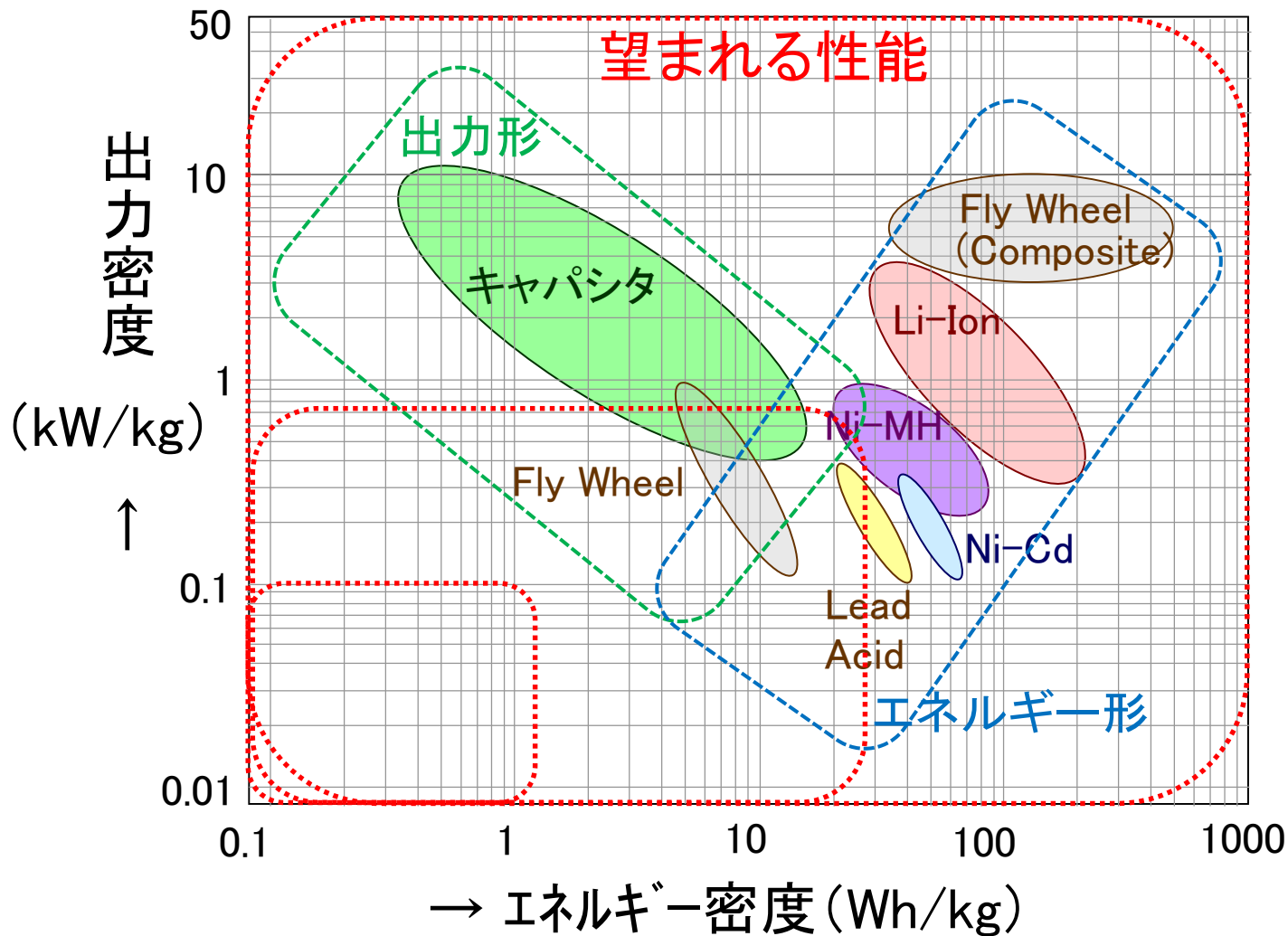
太陽光発電や風力発電のエネルギー源である自然エネルギーは秒単位で大きく変動する。

タービンは慣性が高いため秒単位の電力調整は出来ない。

第2回 電力の特徴と電力ネットワーク(P20)再掲

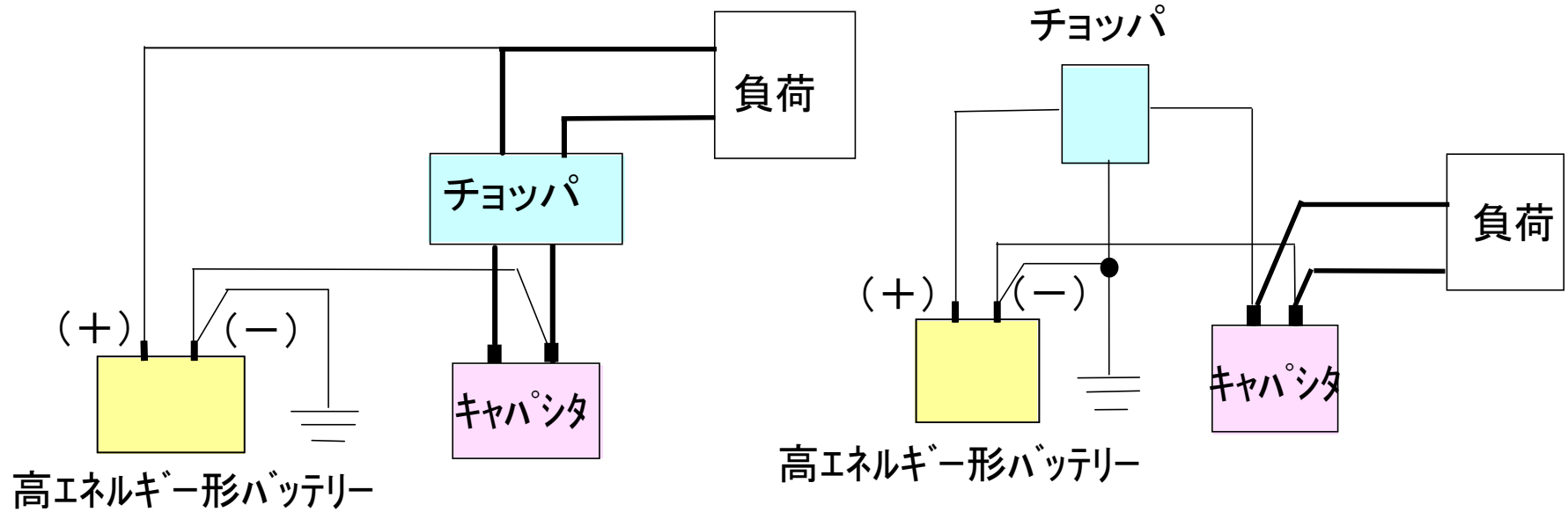
# 蓄電システム

# 代表的な蓄電デバイスの性能



# 望ましい蓄電システムの実現の一例

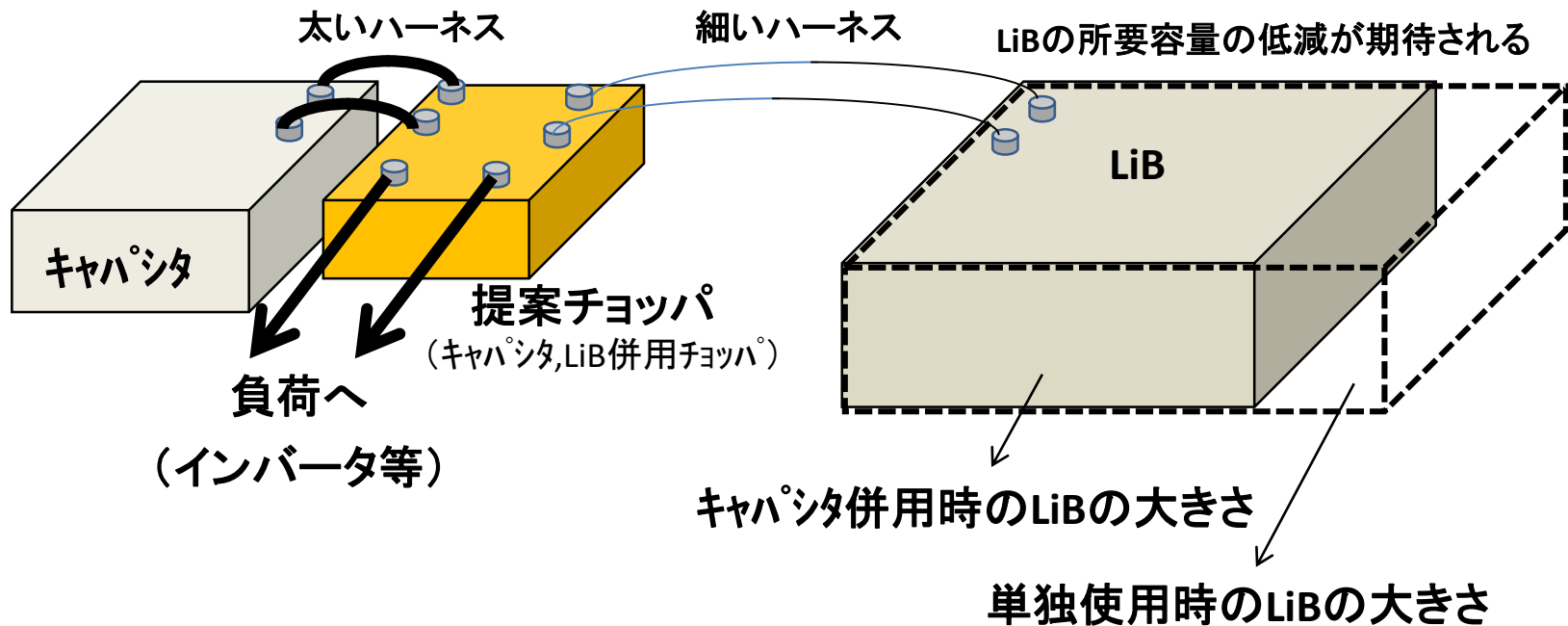
## 電池ーキャパシタ並列使用(ハイブリッド電池)



(a) 負荷電圧一定形

(b) 負荷電圧変動形

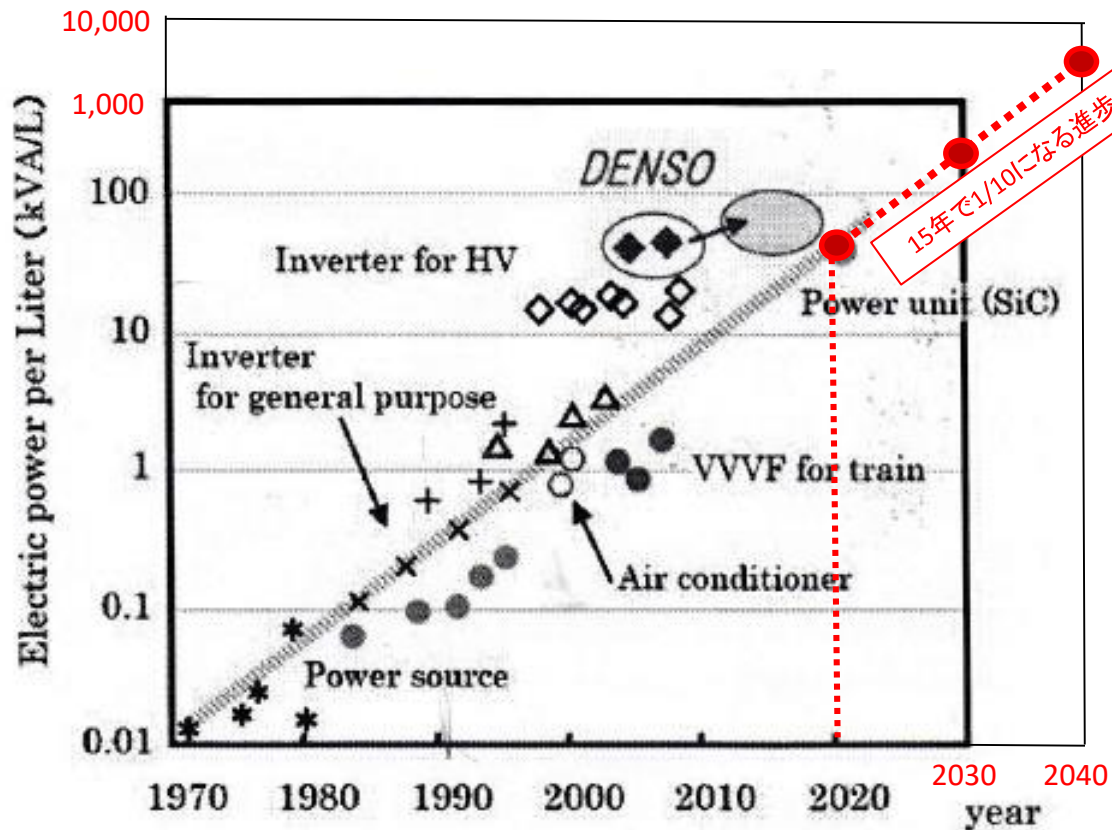
# 望ましい蓄電システム(現状)



- ・キャパシタとチョツパは隣接配置
- ・LiBはレイアウトフリー(細いハーネスで接続)



# パワエレ機器の小形化の進展



左図はパワエレ機器の大きさの進歩の実例である。



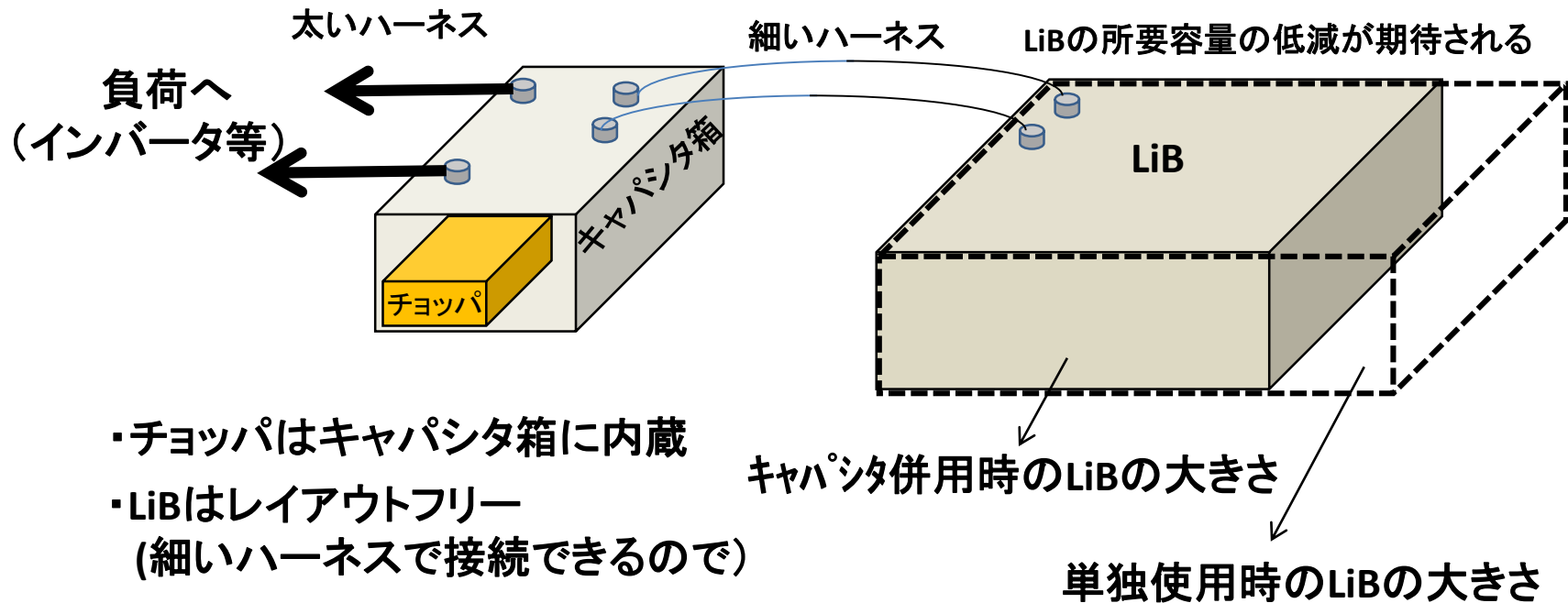
約15年で大きさが1/10になる進歩を続けている。



物の大きさが小さくなると新しい事業分野、ビジネスが生まれる。

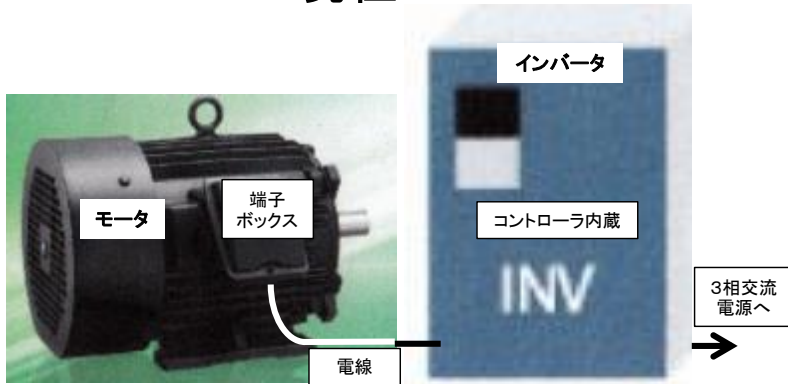
出典：電気学会技術報告書第1268号「自動車用電力マネジメント技術」(2012年)図8.7(P58)(黒字)

# 望ましい蓄電システム(将来)



# 機電一体化

現在



将来(推定)

インバータが超小型になるので現汎用モータの端子箱のスペースにインバータが入る。

インバータの制御はスマートフォンから。

近未来



## キャパシタフォーラム

# エネルギーと電力基礎講座

今回をもちまして終了です。

ありがとうございました。