

# キャパシタ応用講座

木下 繁則

第6回(2018-2-16)

(最終回)

## 応用が検討・研究されている分野とEDLCの技術動向

### 1. 応用が検討・研究されている分野

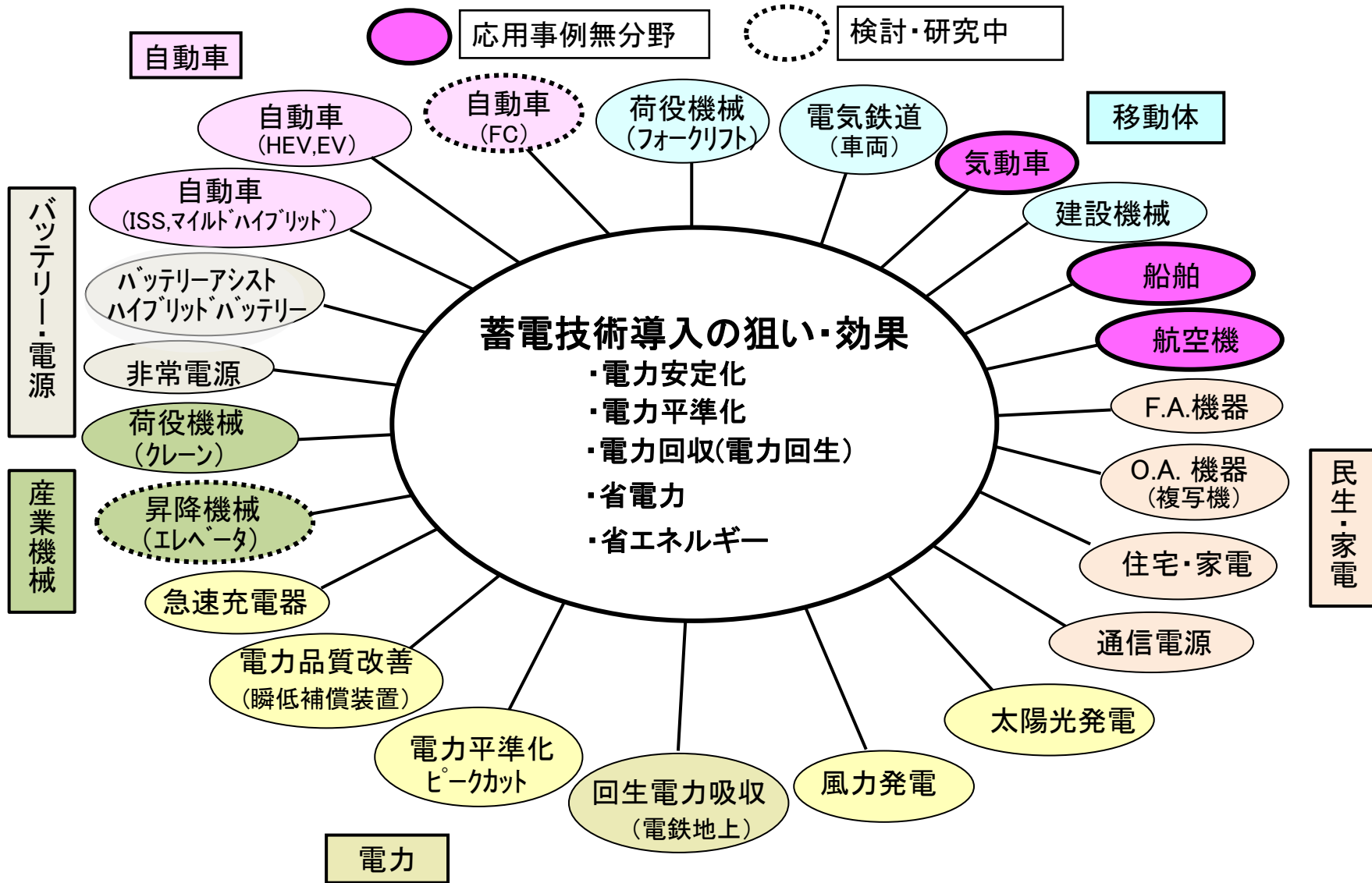
- 1) エレベータ
- 2) 燃料電池自動車

### 2. EDLCの技術動向

キャパシタの蓄電性能向上の5要素

- 1) 電圧の向上
- 2) 静電容量の向上
- 3) 使用温度の向上
- 4) ハブリッド化
- 5) セル構造

# 蓄電技術を必要とする分野



# キャパシタの特徴

## 1. 性能の特徴

- 1) 高出力で使用出来る。
- 2) サイクルによる劣化なし。
- 3) 静電容量は温度の影響を受けない。
- 4) 経時劣化が $\sqrt{t}$ 特性。
- 5) 寿命はアレニウスの法則が適用でされる。

## 2. ユーザから見た特徴

- 1) 蓄電状態、劣化状態が直接且つ簡単に出来る。
- 2) 寿命設計が簡単に出来る。

## 3. 使用に当たっての留意点

- 1) 蓄電量に応じて端子電圧が変動する。

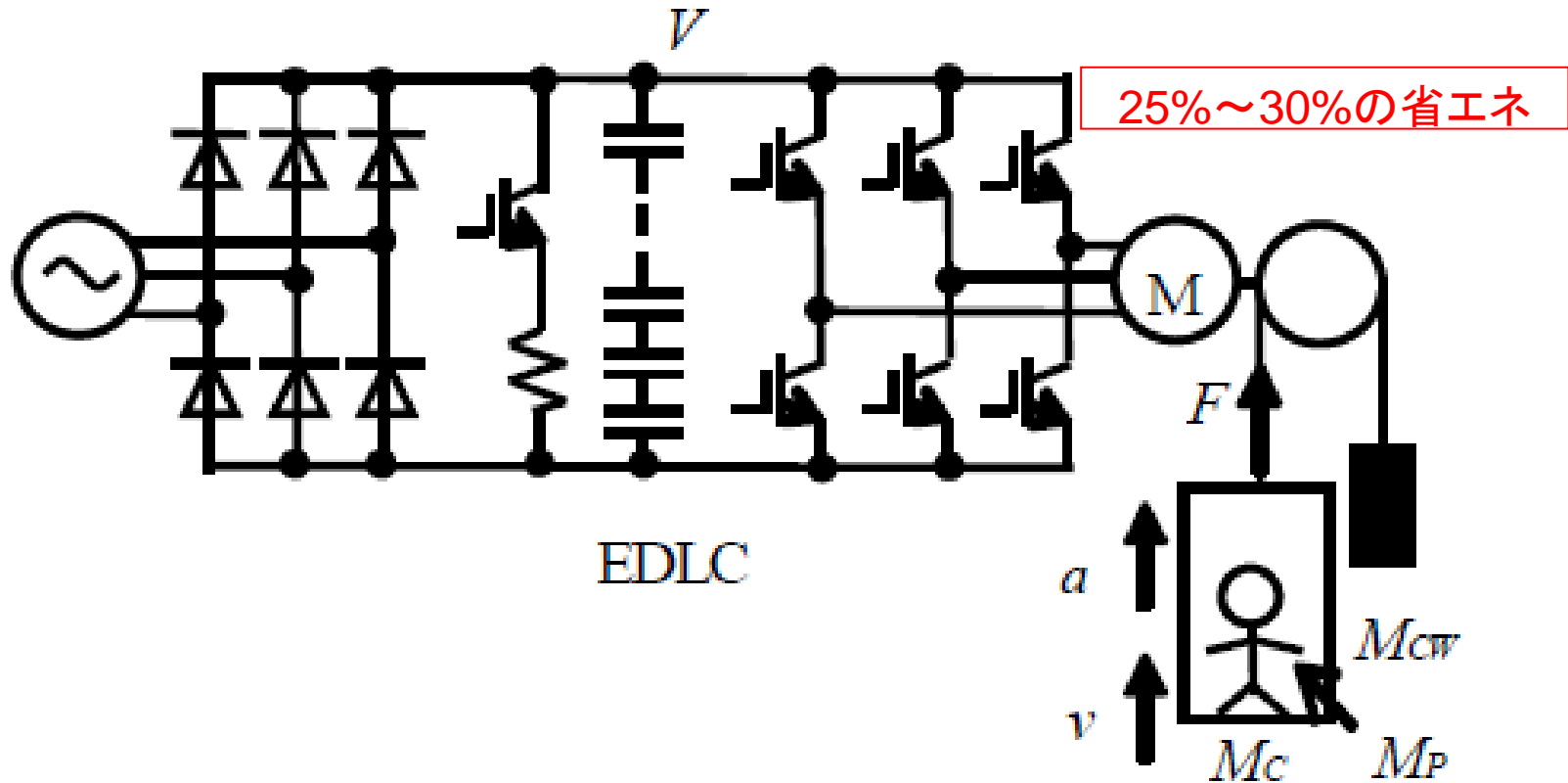
# 応用が研究・検討されている分野

- エレベータ、昇降機
- 燃料電池自動車

# エレベータへ分野

## 適用研究事例

引用情報: 東京都立産業技術研究センター・電気学会 連携事業「安全で省エネな社会の構築と中小企業支援」  
IEEJプロフェッショナル 長瀬 博「省エネで安全なエレベータの最近の動向」



出展: 「八代 晶太、他「電気二重層キャパシタ蓄電式エレベータの1日の詳細電力シミュレーション」

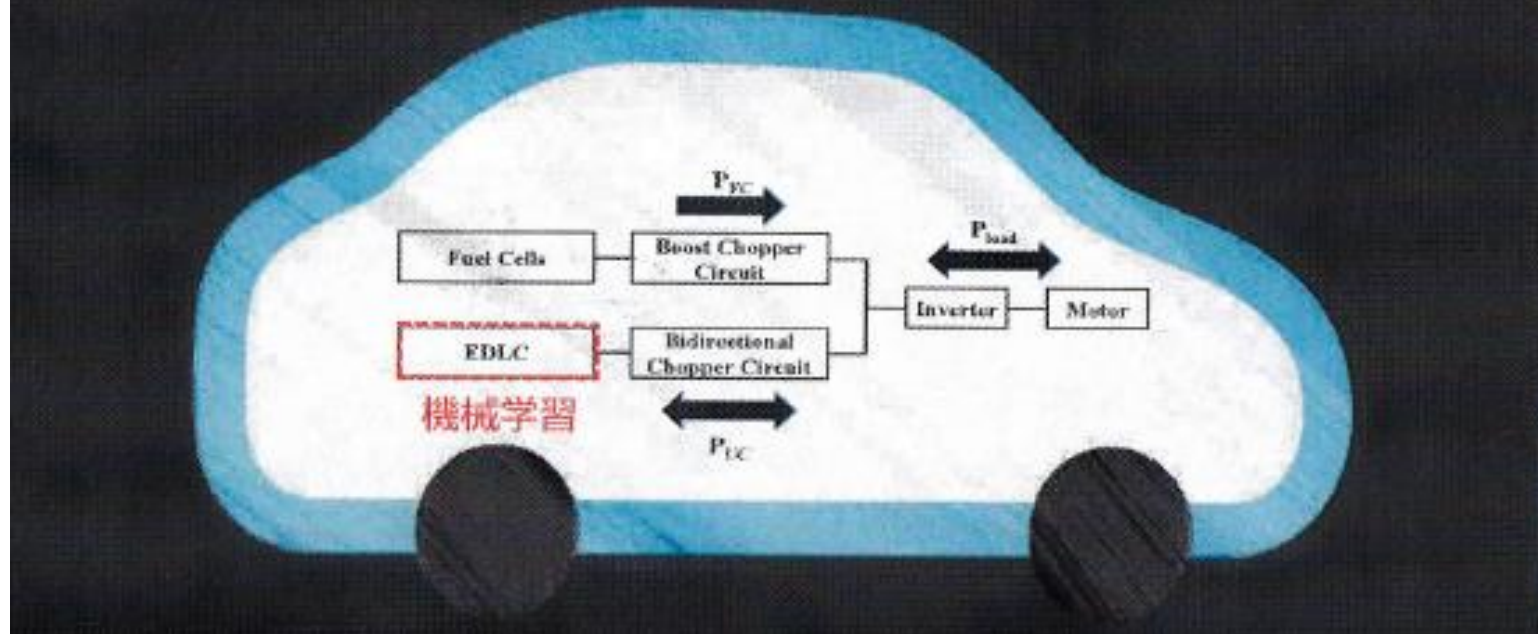
日本機械学会誌「昇降機・遊戯施設等の最近の技術と進歩」No.08-75, pp27-30(2009-1)

# FCV分野

参照: 第71回(第103回)キャパシタフォーラムご講演

## 強化学習による燃料電池・大容量キャパシタ ハイブリッド電源のエネルギーマネージメントの研究

東京理科大学 ◎園部拓磨, 片山昇



# EDLCの技術動向

# キャパシタの蓄電性能

蓄電容量:  $Q$ (J)

$$Q = CV^2/2 \quad (\text{J})$$

静電容量:  $C$ (F)

$C \propto$  電極の比表面積( $\text{m}^2/\text{g}$ )



# キャパシタの蓄電性能向上の5要素

## 1.電圧の向上

セル、モジュールの直列接続数の低減

## 2.静電容量の向上

セル、モジュールの並列接続数の低減

## 3.使用温度の向上

劣化量 $\propto\sqrt{t}$

劣化特性はアレニウスの法則に従う。

使用温度が高くなれば寿命が長くなる。

## 4.ハイブリッド化

高電圧化、大容量化

## 5.セル構造

モノポーラ構造→バイポーラ構造




セル電圧向上

# セル電圧向上

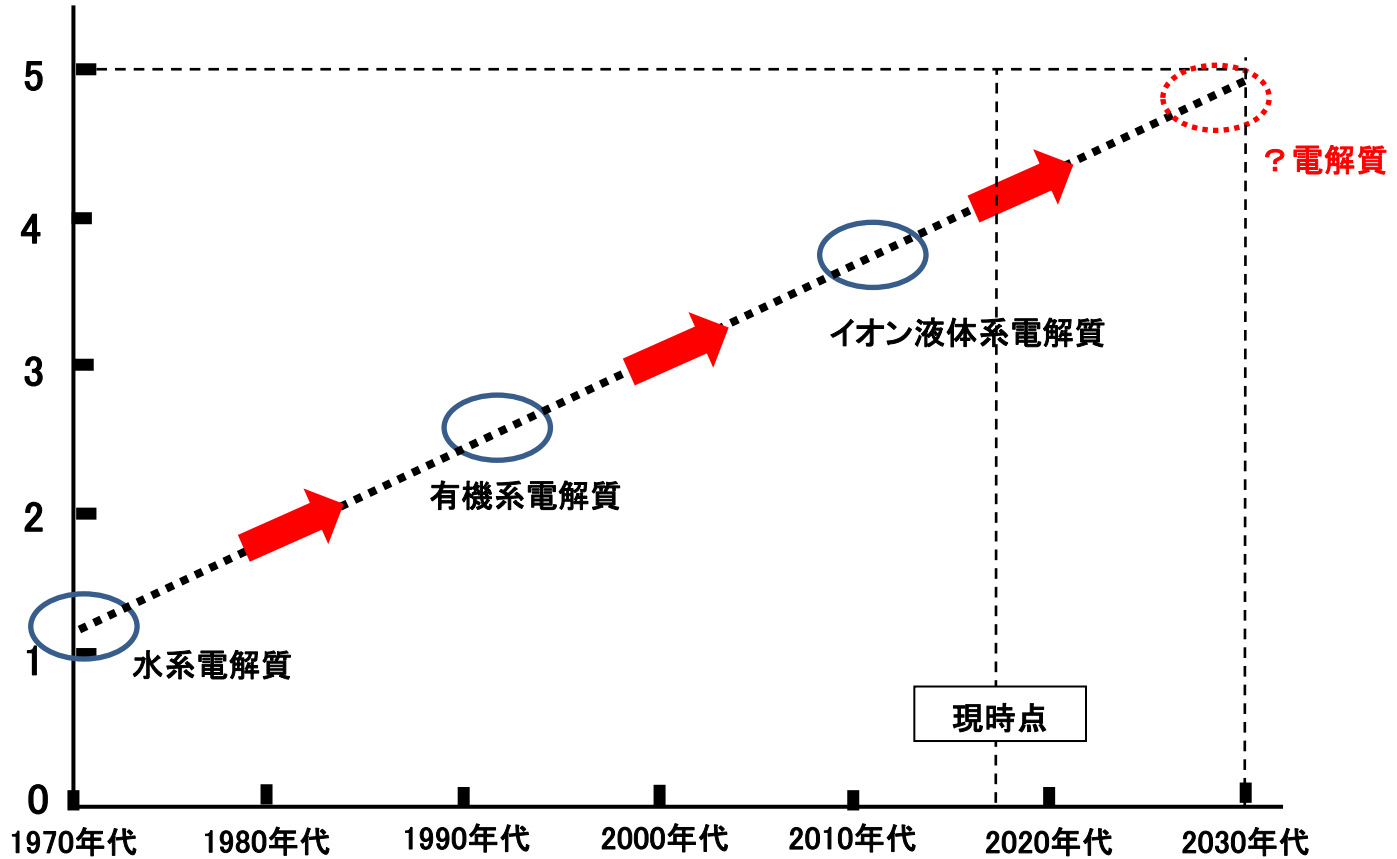
EDLCのセル電圧は電解質の耐電圧特性によって決まる。



EDLCのセル電圧を高めるには使用する電解質の耐電圧を高めることである。

電解質	水系電解質	有機系電解質	イオン液体系電解質
			
セル電圧	1.1V	2.5V	3.5V

# キャパシタのセル電圧の変遷



# 静電容量の向上

EDLCの蓄電量は電極表面のイオンの付着量によって決まる。



蓄電量を高めることは電極の比表面積( $\text{m}^2/\text{g}$ )を如何に高めるかにある。

# 電極と静電容量

EDLCの静電容量性能は電極の静電容量性能(静電容量密度)によって決まる。

静電容量の向上は電極の静電容量密度を如何に高めるかにある。

イオン吸着  
部位の形状

電極

微小粒体細孔

活性炭微粒子

薄膜層間

グラフェン

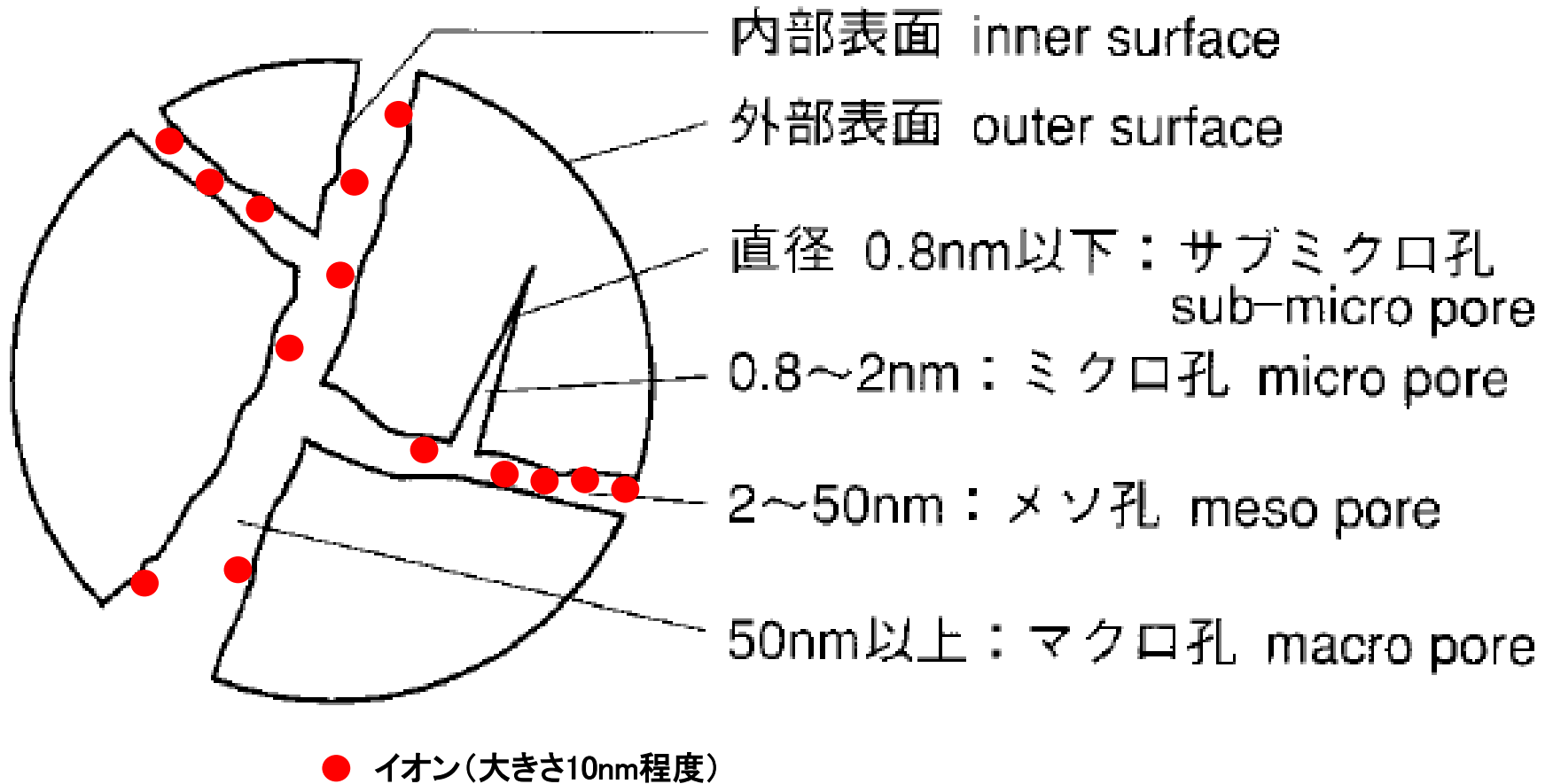
筒状表面

カーボンナノ  
チューブ

筒状表面

ナノワイヤー

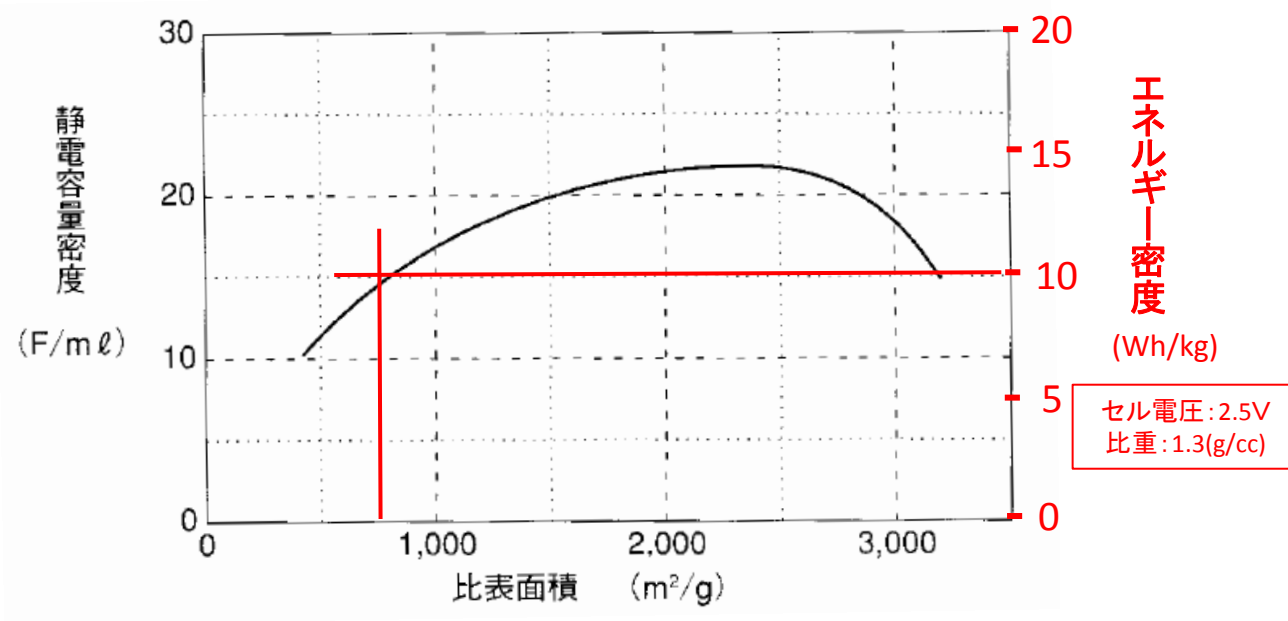
# 活性炭電極キャパシタ



出典: 岡村 勉夫著「電気二重層キャパシタと蓄電システム」日刊工業新聞社(初版)図3-2(p57)(1999年)

# 活性炭電極EDLCの静電容量向上

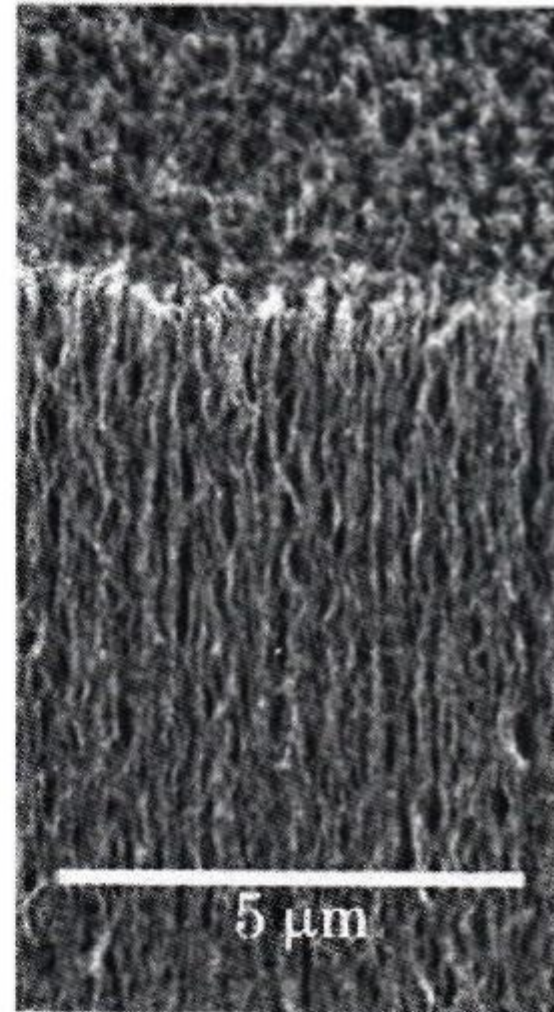
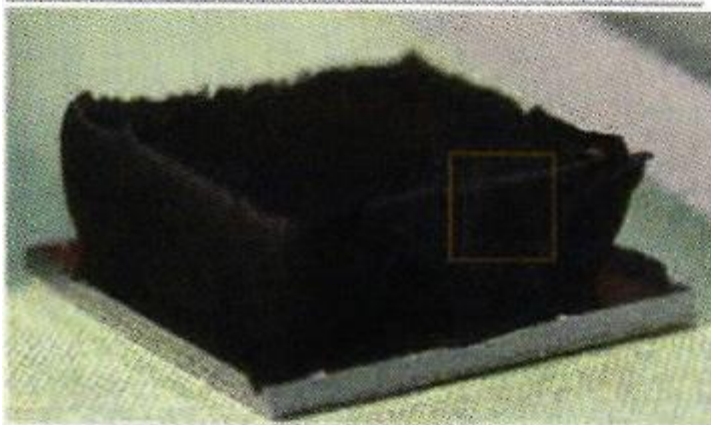
蓄電原理は活性炭粒子の表面へのイオンの吸脱着であるので、静電容量を高めるにはこの粒子の表面積をいかに高めるかにある(下図)。活性炭の表面積を高める手段として、活性炭粒子に多数の最適微細孔を造ることにある。



出典: 岡村 勉夫著 「電気二重層キャパシタと蓄電システム」日刊工業新聞社(初版)図1-3(p9)(1999年)

スーパーグロースカーボンナノチューブ  
 超高比表面積・高純度・高伝導性の  
 Single-Walled Carbon Nanotube

SWCNTの種類	比表面積 / $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$
理論値	1315
HiPco SWCNT	400 ~ 500
<b>SGCNT</b>	<b>~ 1100</b>



出展: キャパシタフォーラム会報誌Vol.6



# 電極と静電容量

性能	イオン吸着部位形状 (電極)	微小粒体細孔 (活性炭)*1	薄膜層間 (グラフェン)*2	筒状表面		金属有機構造体電極 (iMOF)*6
				(カーボンナノチューブ)	(ナノワイヤ)*3	
比表面積 (m <sup>2</sup> /g)		2500*1 理論値(静電容量密度: 22(F/cc 時))	2630 (理論値)	150~500*2	?	?
静電容量密度(F/cc)		22*1 理論値(最大値)	?	?	?	?
比静電容量(F/g)		12 エネルギー密度: 10Wh/kg時)	?	100~200*4	1415	?
エネルギー密度(Wh/kg)		10	47	20*4	28	80

出展 \*1: 岡村 遼夫著 「電気二重層キャパシタと蓄電システム」日刊工業新聞社(初版)図1-3(p9)(1999年)

\*2: JST理事長定例記者説明会資料(平成26年7月23日)

\*3: NIKKEI ELECTRONICS 2017.02

\*4: 直井勝彦 「キャパシタとエコエネルギー」高分子 57巻 7月号 pp502-505(2008年)

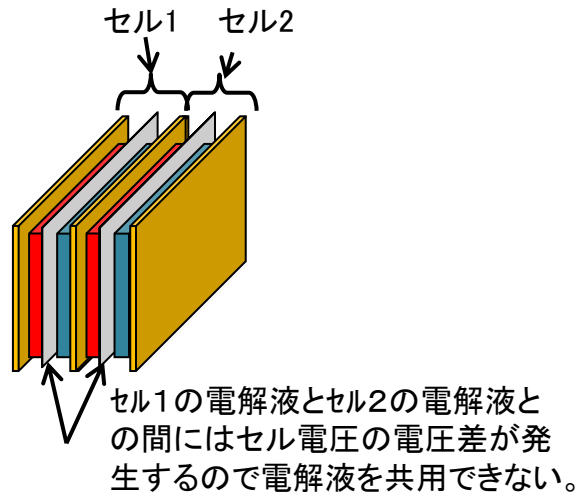
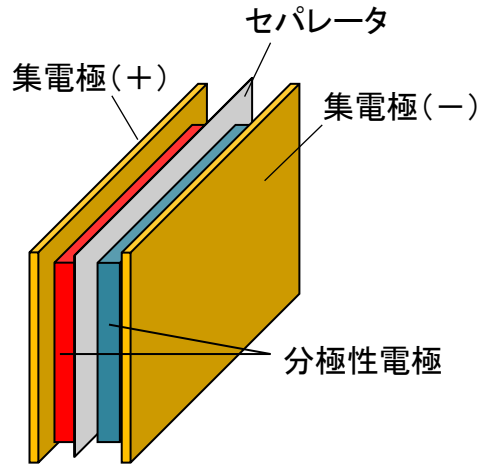
\*5: NEDO カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト ホームページ [http://www.nedo.go.jp/activities/EF\\_00031.html](http://www.nedo.go.jp/activities/EF_00031.html)

\*6: 萩原信弘、小沢 由佳、他「金属有機構造体電極(iMOF)を用いた新規高密度キャパシタ」自動車技術会 2017年春季大会学術講演会 文献番号20175393(2017年)

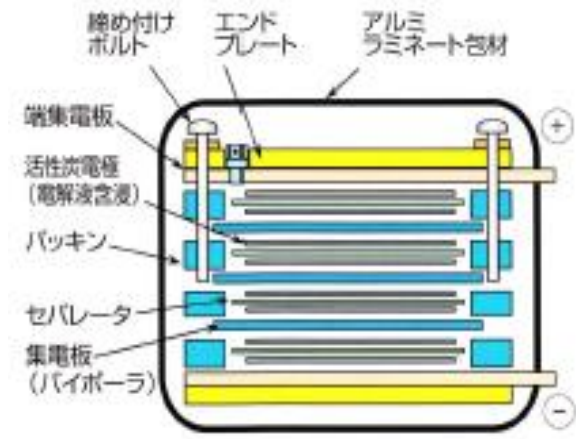
# モノポーラ／バイポーラ電極

(第8回基礎講座)

## モノポーラ電極型



## バイポーラ電極型

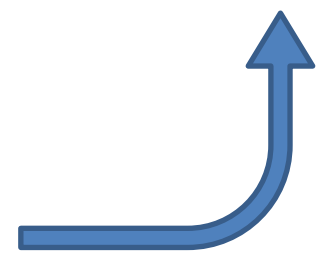


バイポーラ: 表がプラスで裏がマイナスとなった状態



セル外観

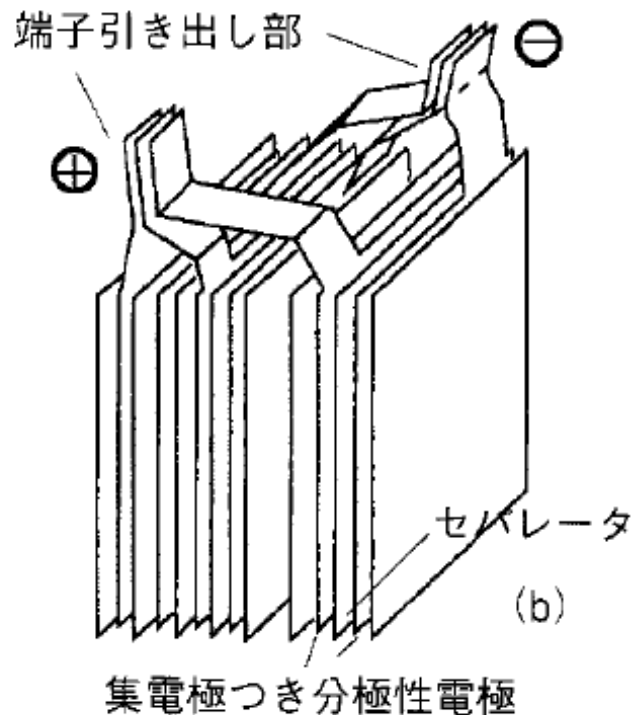
出典: (株)明電舎ハフレット ZB1-3032©(2011年)



# モノポー電極型セル

(第8回基礎講座)

## 積層形セル内部構造



## 積層形セル外観



セル内は同じ電解質(電解質共用)。  
セル電圧はエレメント電圧となる。

# 使用温度の向上

EDLCの使用温度は電解質の耐熱特性によって決まる。



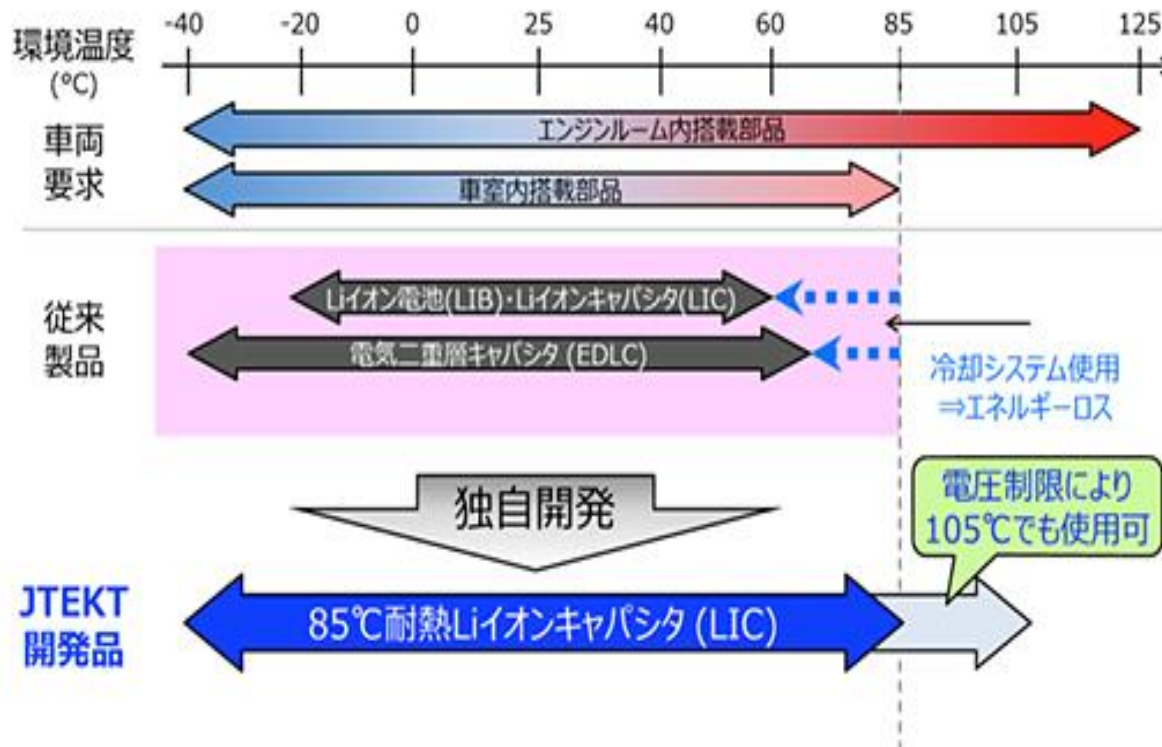
EDLCの使用温度を高めるには高耐熱の電解質を使用することになる。

電解質	水系電解質	有機系電解質	イオン液体系電解質
			
温度(°C)	(70)	70	100* <sup>1</sup>

\* 1: 出典 SENI GAKKAI (繊維と工業)Vol.61 No.3 (2005年)

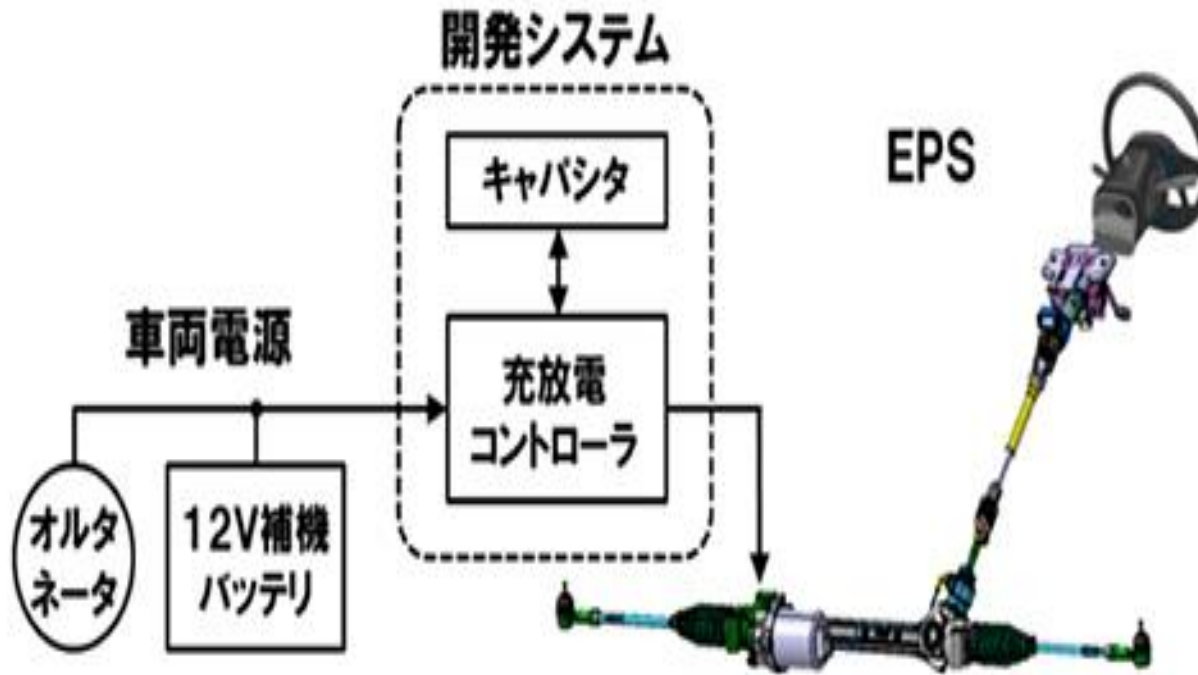
# 高温化事例 (1/2)

## 100°C対応リチウムイオンキャパシター ジェイテクトが19年に量産へ



出典：LTEKT 様 News Release (平成29年11月27日)

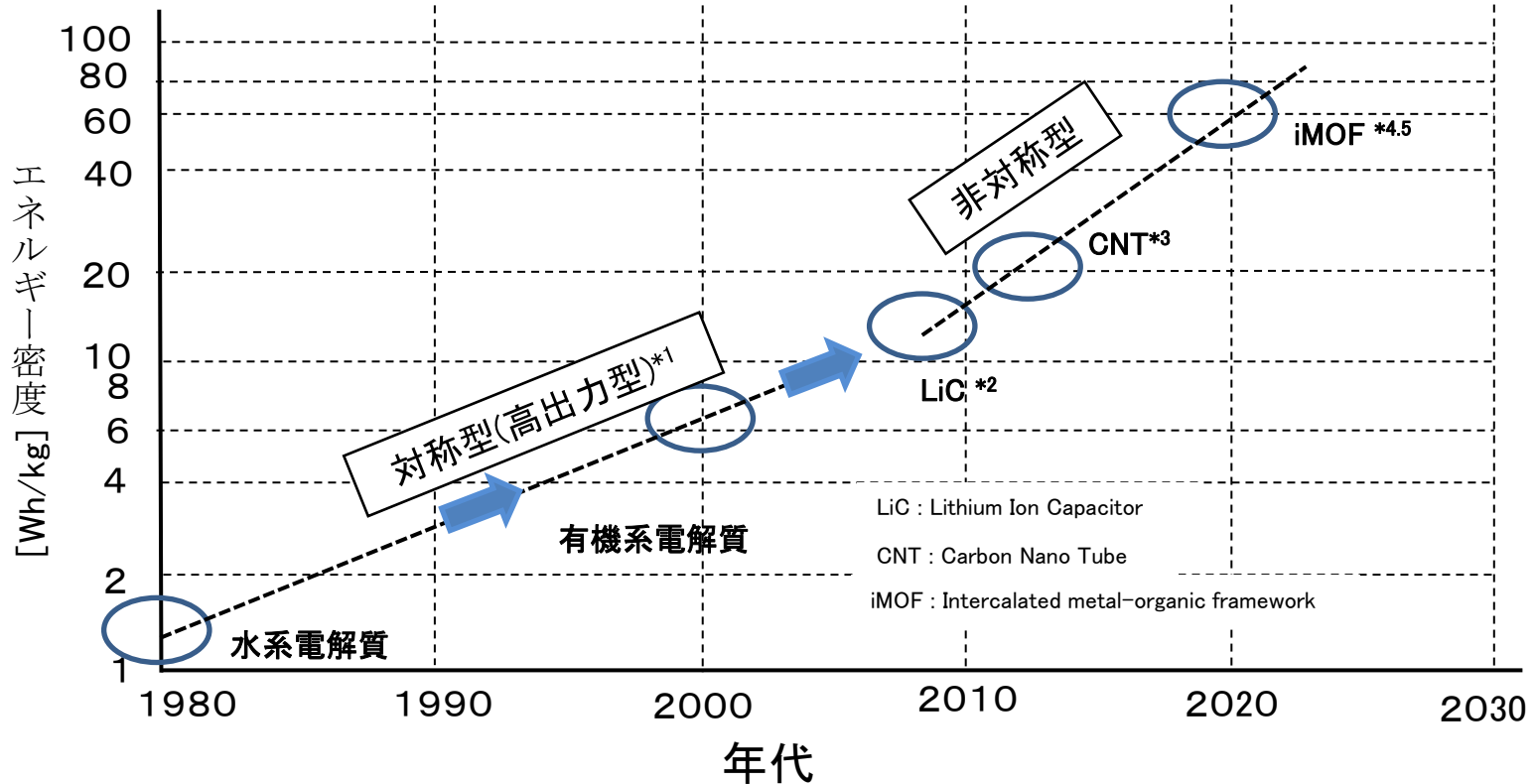
# 高温化事例 (2/2)



EPSの電源補助イメージ

出典：LTEKT 様 News Release (平成29年11月27日)

# EDLCの性能向上の変遷



\*1: 岡村 勉 監修、木下 繁則 著「電気二重層キャパシタ<EDLC>の特性と上手な使い方」 日刊工業新聞社 (2009年)

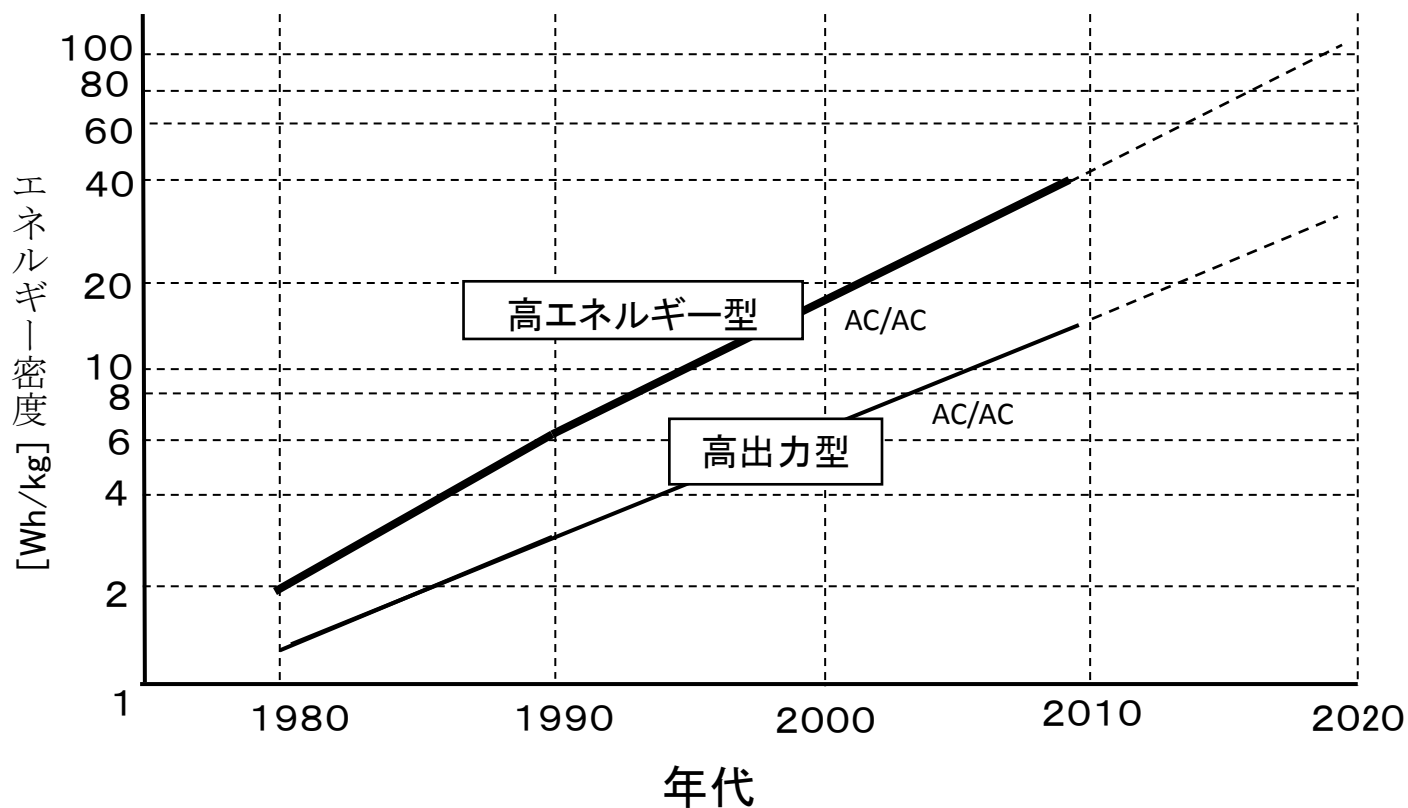
\*2: JSR TECHNICAL REVIEW No.116/2009

\*3: NEDO カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト ホームページ [http://www.nedo.go.jp/activities/EF\\_00031.html](http://www.nedo.go.jp/activities/EF_00031.html)

\*4: 第73回(第105回)キャパシタフォーラム (株)豊田中央研究所 小澤 由佳様 ご講演

\*5: 萩原 信弘、小沢 由佳、他「金属有機構造体電国(iMOF)を用いた新規高密度キャパシタ」自動車技術会 2017年春季大会学術講演会 文献番号20175393(2017年)

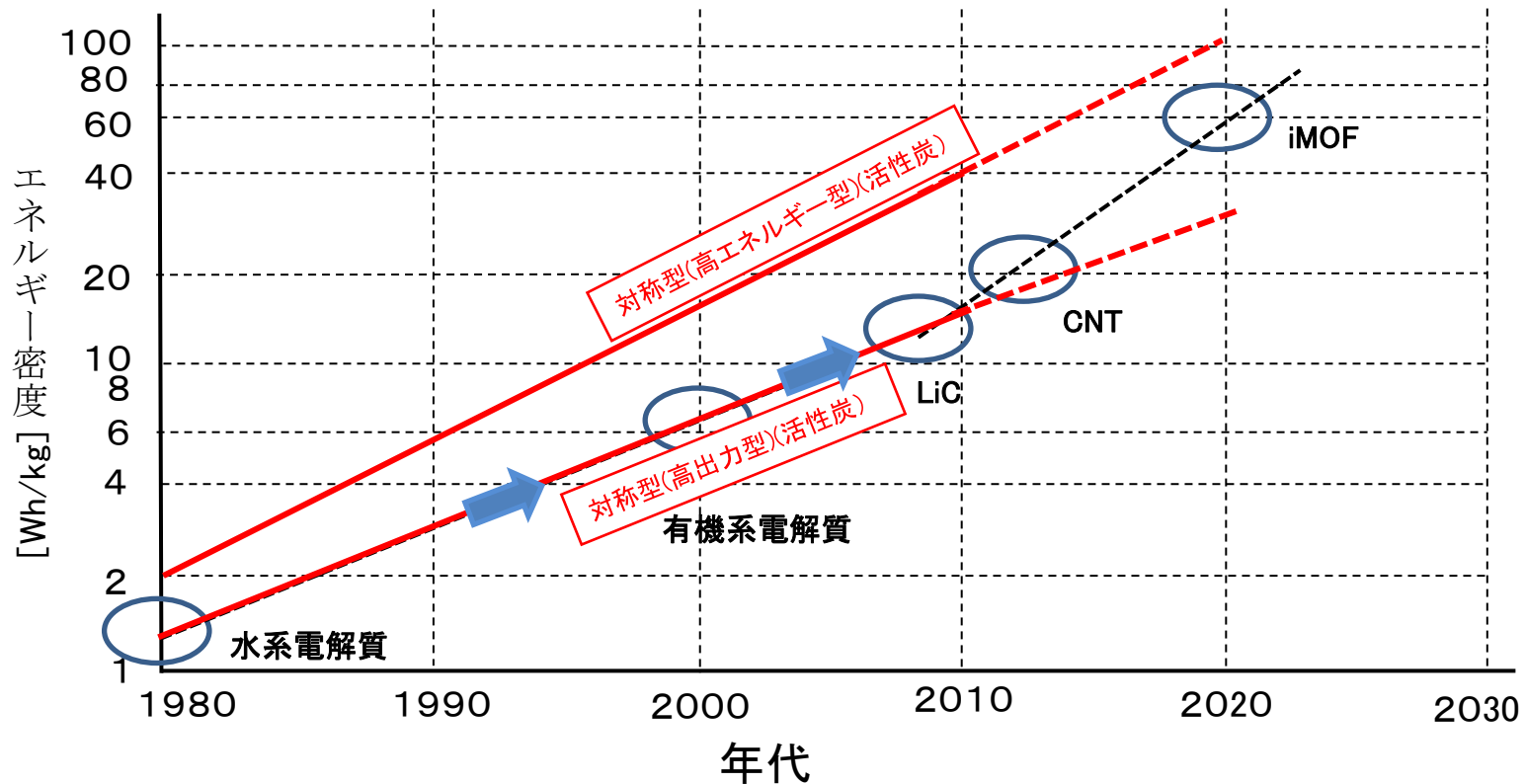
# EDLCの性能向上の予測事例



出展:岡村 迪夫監修、木下繁則著「電気二重層キャパシタ<EDLC>の特性と上手な使い方」(日刊工業新聞)(2010年)図12-3



# EDLCの性能向上の予測と現状



岡村 勉夫監修、木下繁則著「電気二重層キャパシタ<EDLC>の特性と上手な使い方」(日刊工業新聞)(2010年)図12-3

キャパシタフォーラム  
キャパシタ応用講座

終了

ありがとうございました