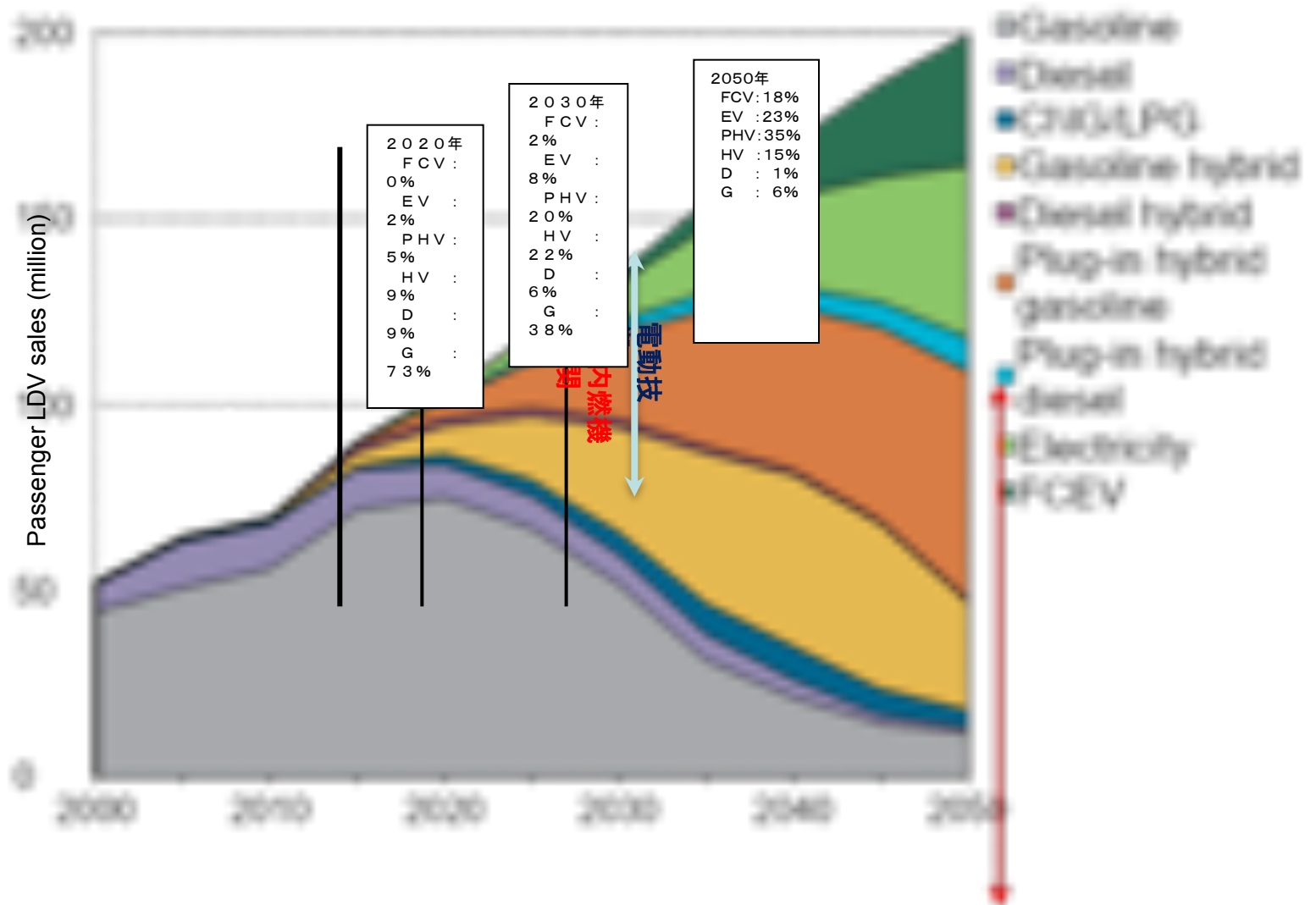


電気 2 重層キャパシタの基礎及び応用事例と次世代キャパシタの動向

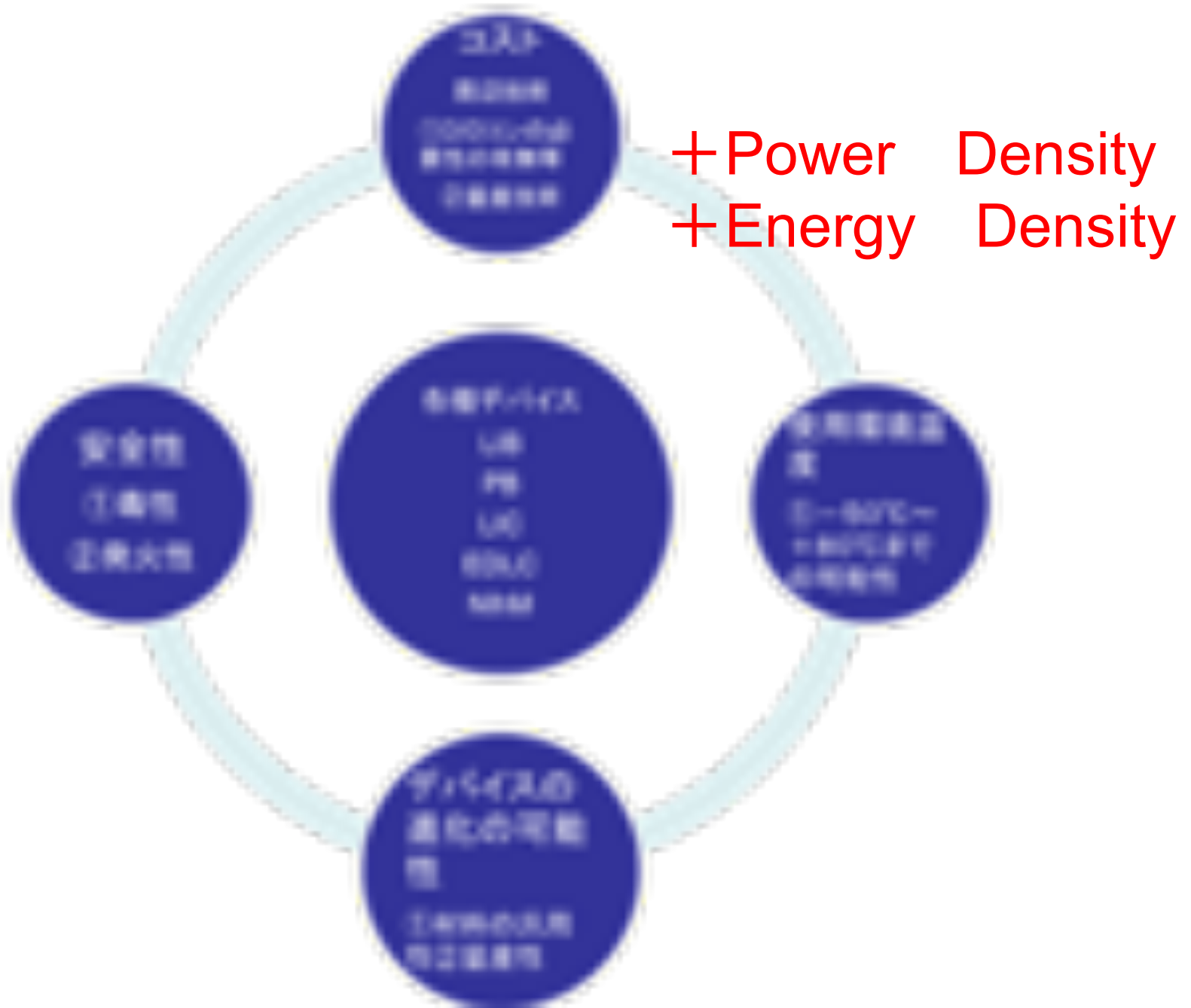
- ①電気二重層キャパシタとは
- ②特徴と蓄電デバイスの選び方
- ④応用事例
- ⑤次世代キャパシタの動向

2018年11月26日東京農工大学
次世代キャパシタ技術センター
佐久間 一浩

車種別販売台数(世界)の将来予測

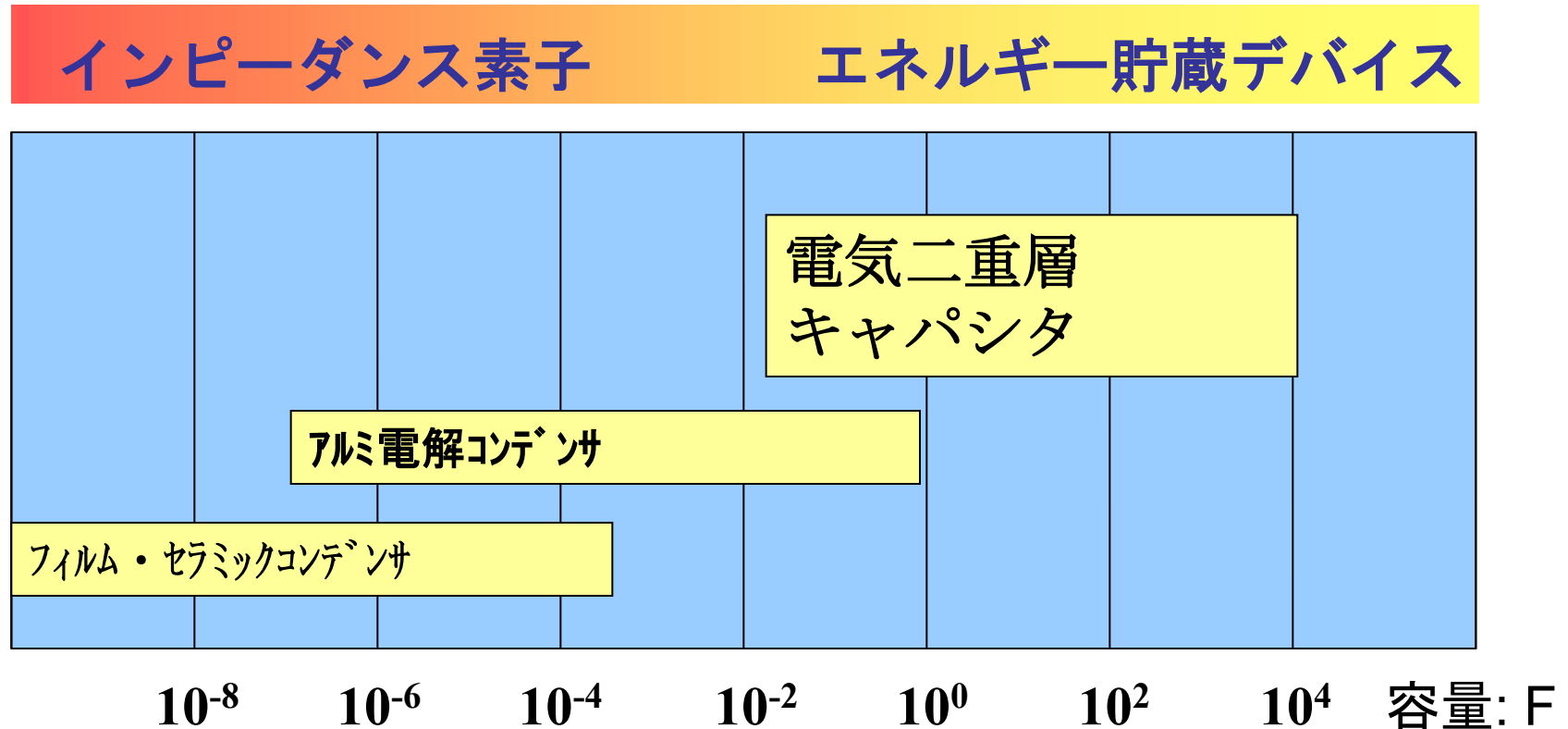


蓄電デバイスの選ぶ基準

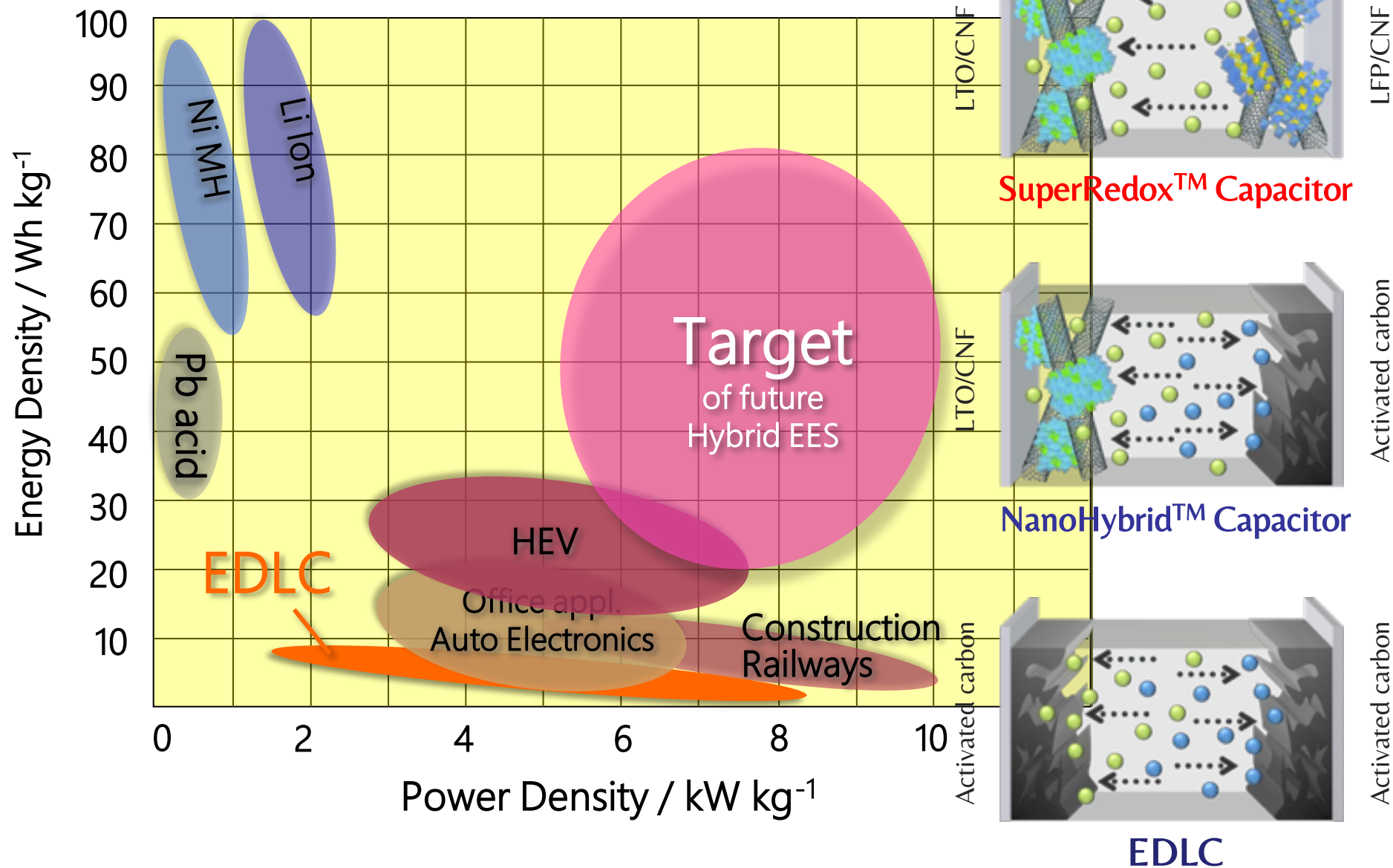




キャパシタ（コンデンサ）の 種類と容量範囲

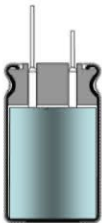


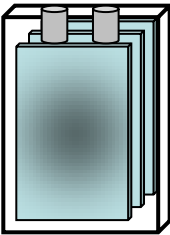
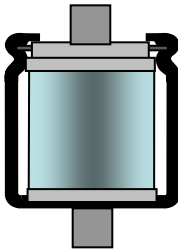
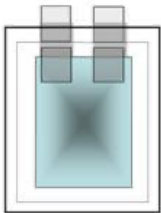


Target of Future Supercaps and High-power Hybrid EES




キャパシタの構造と動作原理

パッケージの種類と特徴

AL電解 コンデンサ パッケージ	リード タイプ	SNAP-in タイプ	SCREW タイプ (巻回円筒型)	SCREW タイプ (積層角型)	Axial タイプ	ラミネー ト タイプ
概略図						
小型化	◎	○	△	△	△	◎
低抵抗化	×	△	○	◎	◎	◎
耐震性	○	○	◎	◎	◎	△
信頼性 (液漏れ)	△	△	◎	○	△	×

EDLCの製品形状

形状	超小型（コイン）	小型 （コイン、円筒型、 ラミネート）	中型 （円筒型）	大型 （円筒型、角型）
容量（F/Cell）	数F以下		数F~500F	500F以上
外観			  	  

EDLCの構成材料と作動原理

構成材料

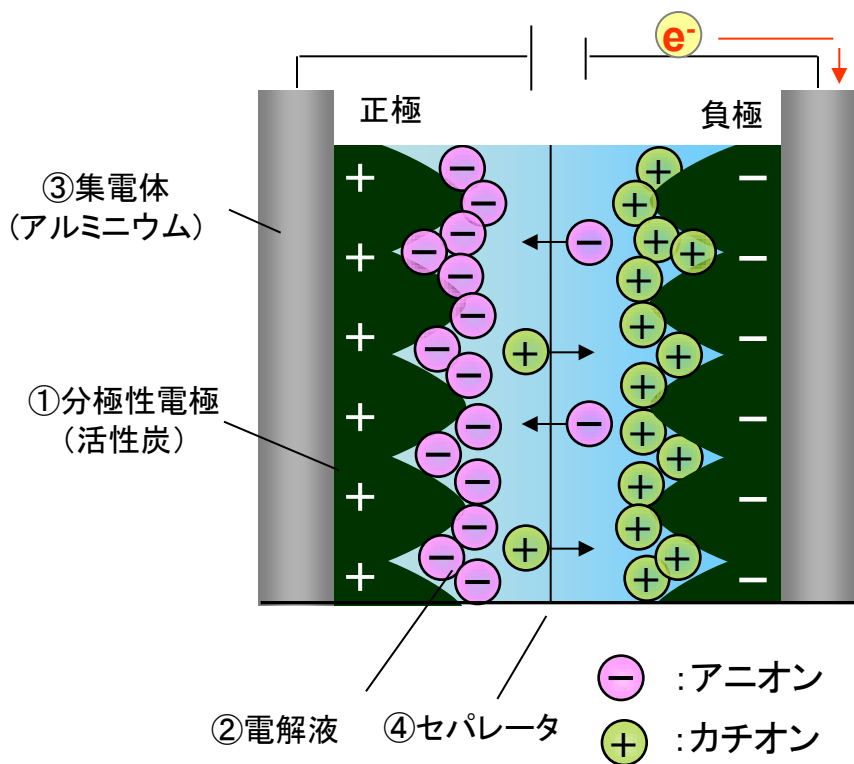


図 EDLCの模式図

①分極性電極*

②電解液(水系、非水系)

分極性電極との界面に電気二重層を形成する。

③AI集電体

電気二重層に蓄積された電荷を出し入れする。

④セパレータ

分極性電極どうしの電子的な絶縁を保持する。

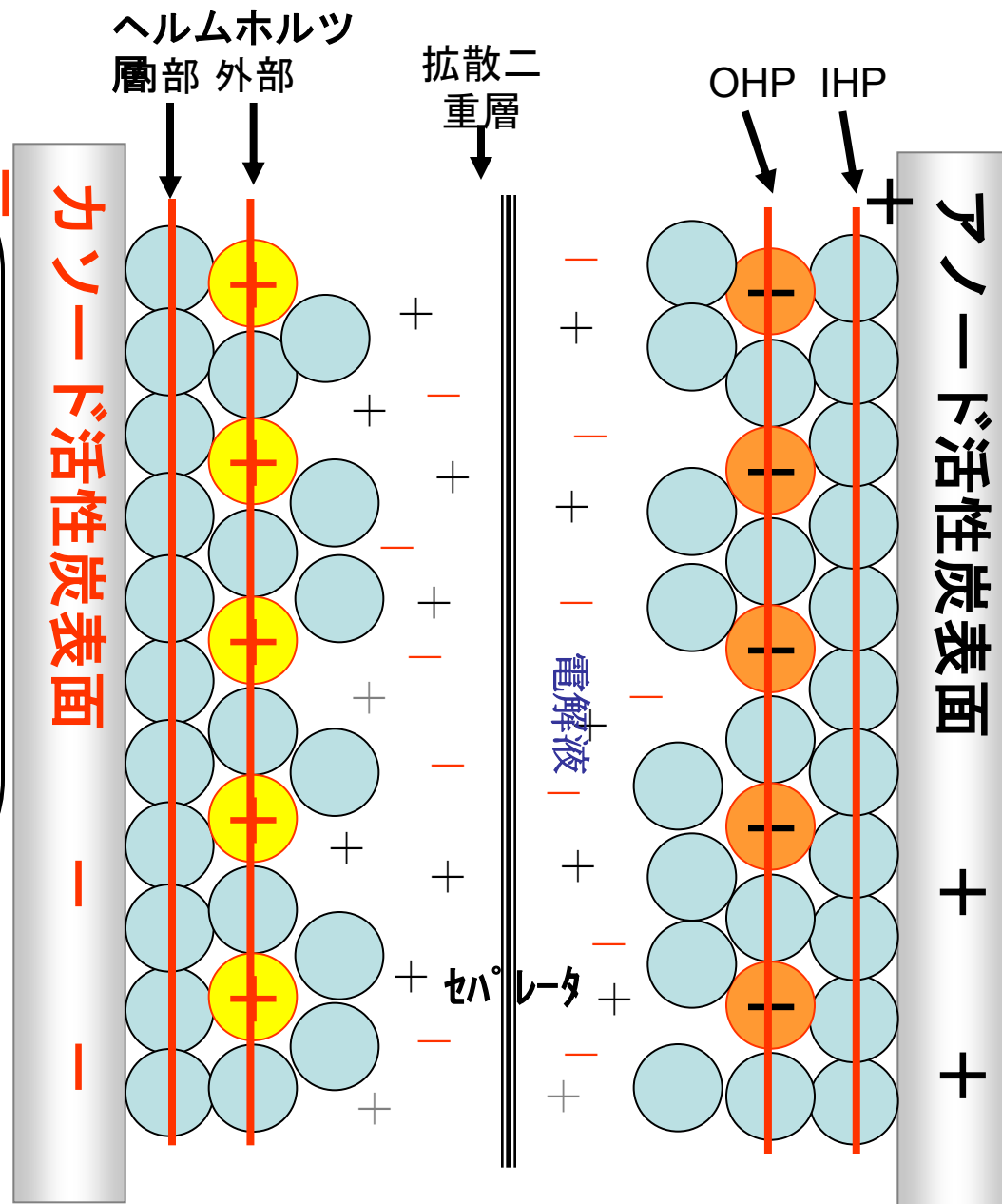
*電位を印加したときに、ファラデー電流の流れない電位範囲が極めて広い電極のこと。

電気二重層キャパシタの原理

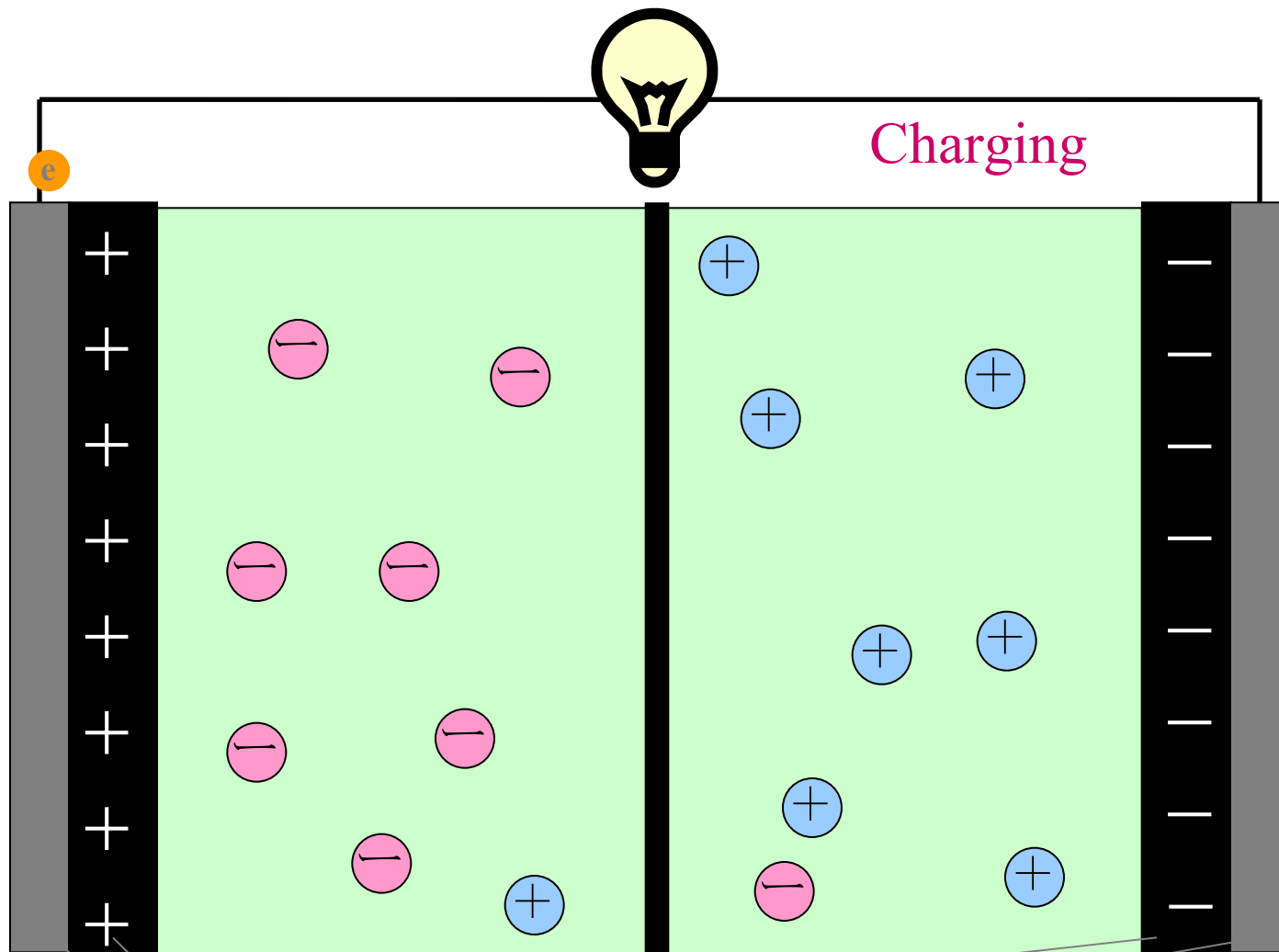
【電気二重層キャパシタの原理】

電解液に活性炭電極を浸し、その電極表面から距離を置いて（内部ヘルムホルツ層）イオンの層がプラス極とマイナス極に、同時に作られます。（外部ヘルムホルツ層）

この電気二重層と呼ばれる原理を応用したキャパシタを電気二重層キャパシタと呼びます。

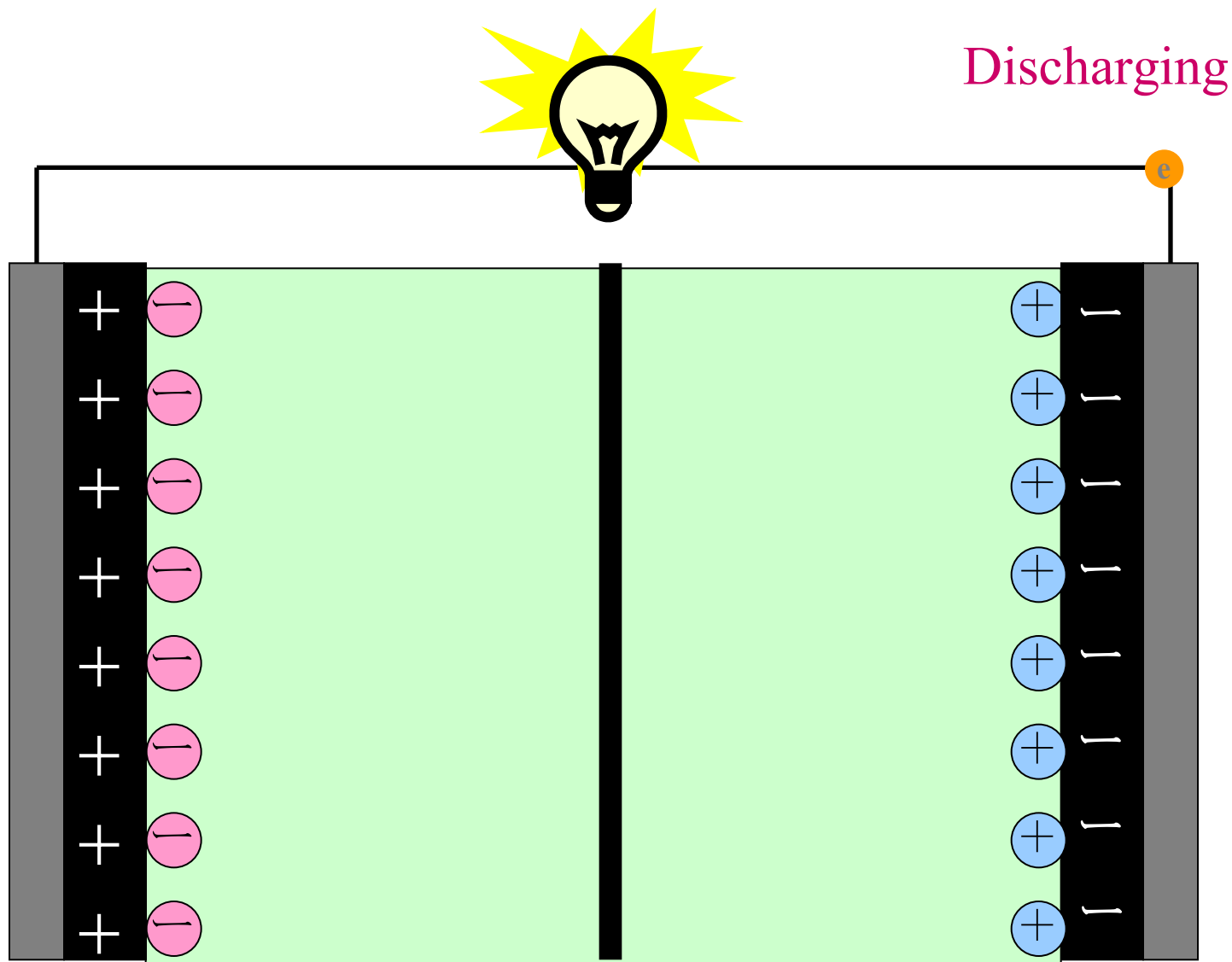


電気2重層キャパシタ【充電】



Carbon Electrode
Aluminum Foil

電気2重層キャパシタ【放電】



キャパシタの材料

ヤシがら外観



活性炭の細孔生成原理

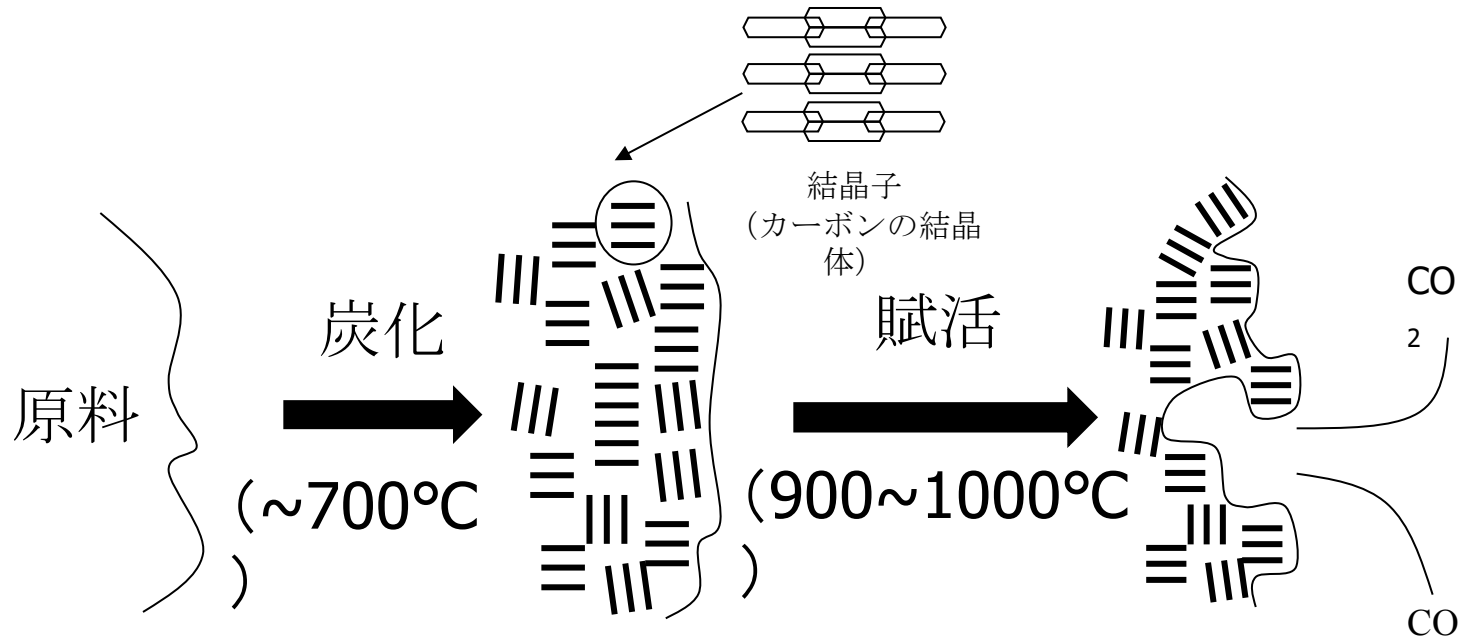
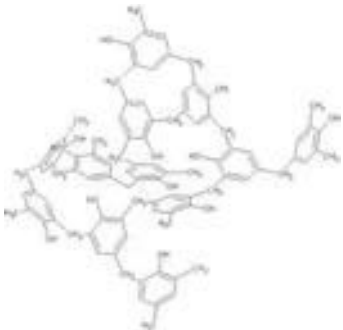
木くず



椰子がら



フェノール樹脂



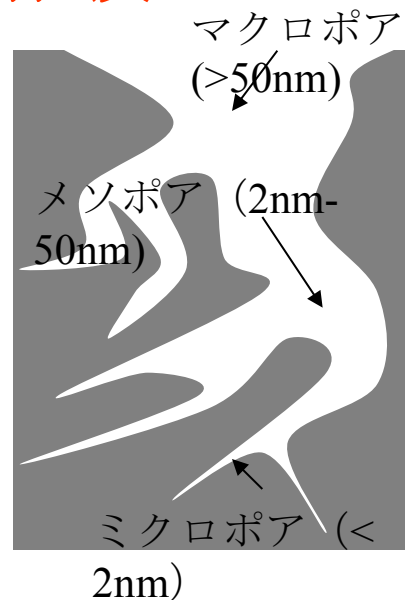
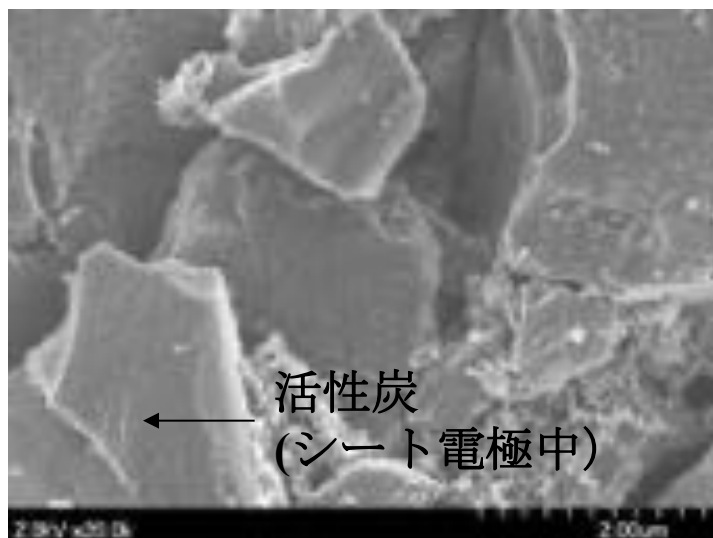
炭化物 (カーボン結晶体の生成)

活性炭 (炭化物を多孔化)

電極に要求される特性

- 比表面積の大きな材料であること。
- 電気伝導性の高い材料であること。
- 電解液に対して電気化学的に安定な材料であること。
- 安価で大量に入手できる材料であること。

活性炭



《特徴》

1. 微細孔を持つ炭素 (直径 $10\sim 200\text{\AA}$)
2. 大きい表面積 ($500\sim 2500\text{ m}^2/\text{g}$)
3. 不純物が少ない (Na, Si, K, Ca, Fe等)

【複写機への応用事例】

リコー株式会社提供

【自動車への採用事例】

マツダ株式会社HPより転載



throttle body
 throttle body is a part of the engine that controls the amount of air that enters the engine. It is located between the air filter and the engine. The throttle body is responsible for opening and closing the throttle plate, which allows air to enter the engine. The throttle body is a critical component of the engine's air intake system.



throttle cable
 throttle cable is a cable that connects the throttle body to the accelerator pedal. It is responsible for transmitting the force from the pedal to the throttle body, which then opens the throttle plate. The throttle cable is a critical component of the engine's air intake system.



throttle cable



throttle body
 throttle body is a part of the engine that controls the amount of air that enters the engine. It is located between the air filter and the engine. The throttle body is responsible for opening and closing the throttle plate, which allows air to enter the engine. The throttle body is a critical component of the engine's air intake system.



throttle body
 throttle body is a part of the engine that controls the amount of air that enters the engine. It is located between the air filter and the engine. The throttle body is responsible for opening and closing the throttle plate, which allows air to enter the engine. The throttle body is a critical component of the engine's air intake system.

【アクセル・オフ時】



【アクセル・オン時】



i-ELOOP”は、消費電流が大きく加減速の比較的多い実走行時に実力を発揮する。

仮の目標を決定するため、実際の走行シーンの加減速頻度の一般的代表として日本の燃費測定モードJC08（Fig.10）を使用した。

JC08での加減速では、10秒以上の車速ゼロおよびアクセルONが20回で最長80秒であり、平均すると38.7秒となる。

いろいろな走行シーンから、燃費モード測定時の消費電流値約15～20Aに対し実走行時を考え40Aの消費電流時でのエネルギー計算とした。40Aの消費電流で、45秒電力供給できる $13.5V \times 40A \times 45秒 = 24.3kJ$ を仮の目標とした。実際の仕様ではEDLCの規格やオルタネータの仕様から25.7kJの設計となっている。

キャパシタの必要容量Cを求める。1回当たりの充電必要エネルギーEは24.3kJ。

電荷をQとするとEはQの電圧Vでの積分値となる。よって関係は次式となる。これにより静電容量Cを求める。

以上から $C = 113F$ （実際は実用燃費優先で劣化も考慮し120Fとした。）

1回あたり充電時間検証

充電時間tは1回当たりの充電電流を200Aとすると、 $Q = CV$ から $200t = 120 \times (25-14) \Rightarrow t = 6.6sec$

ただし本計算では内部抵抗値は無視している。

（マツダ技法2012年No30より転載）

■ リコーにおけるキャパシタの取り組み

- ・ 高速複写機へ**キャパシタ**を標準搭載

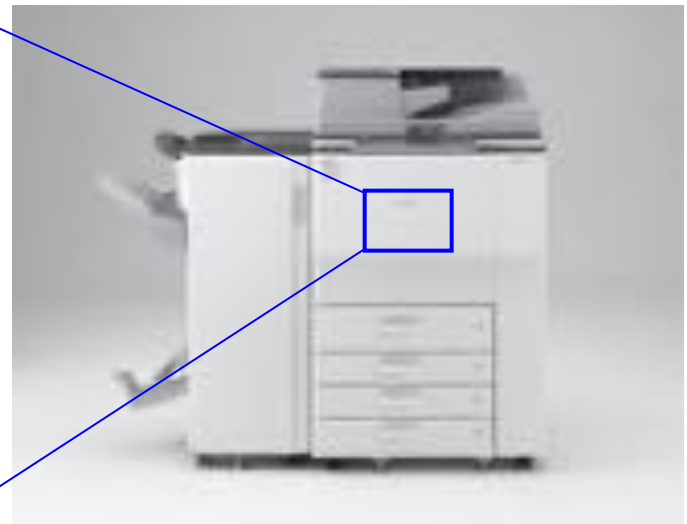
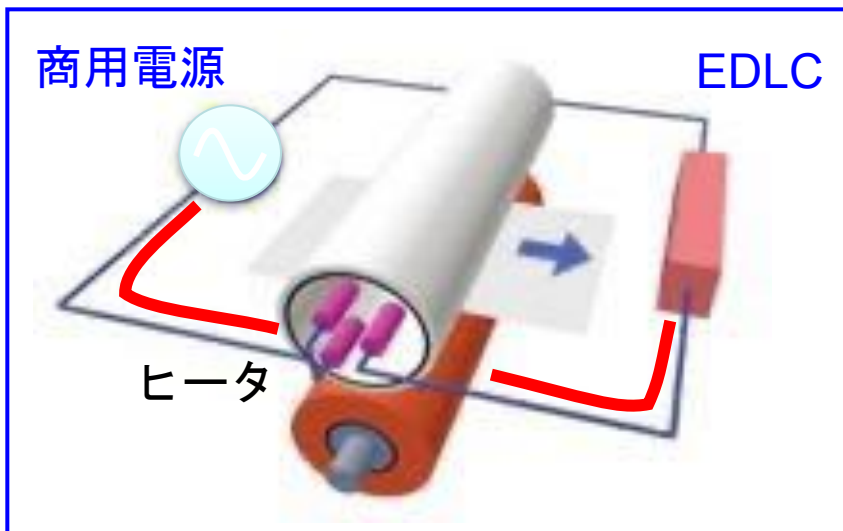
“使いやすさ”と“省エネ”の両立

- ・ ウォームアップ[°] : 10秒（前身機 5分）
- ・ 省エネ : 約 60%削減



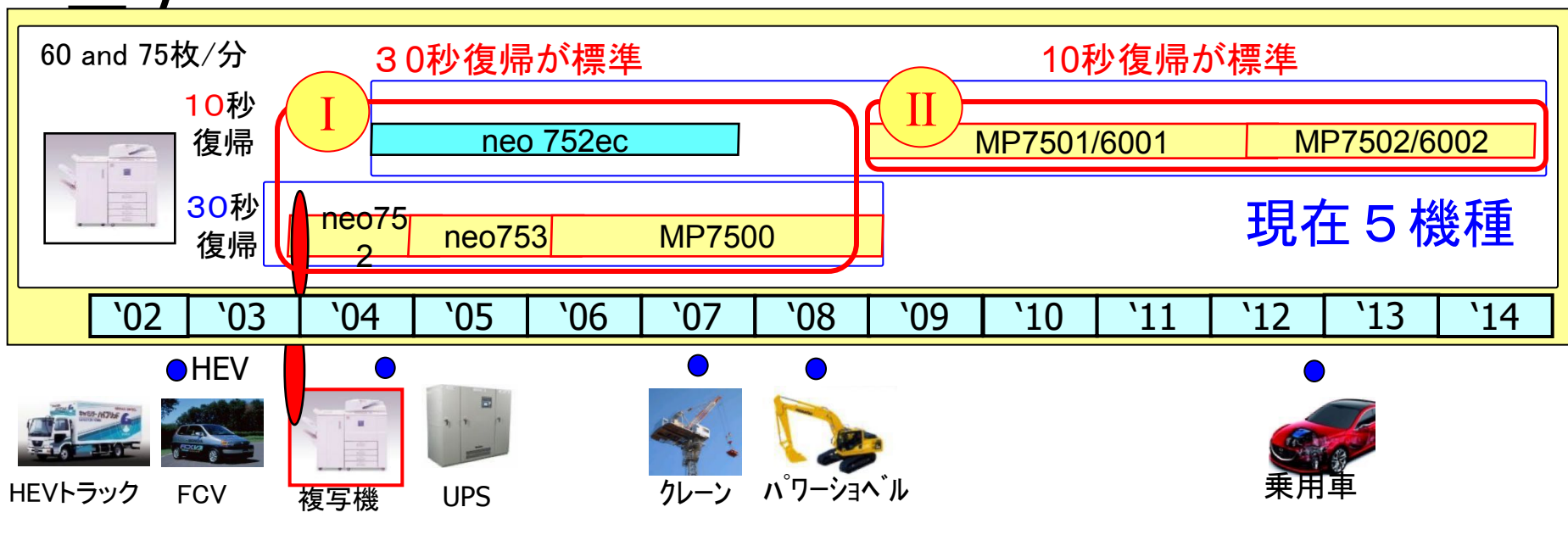
- ・ **電気二重層キャパシタ**（EDLC）と商用電源でトナーを加熱

”HYBRID-QSU”（Quick Start Up）



■複写機へのEDLC搭載，これまでと今後

●2003年から機種展開． 2009年から新シス
ニ /



次世代蓄電池への期待：

カラー機，プリンター搭載には，「小型化・低コスト化」が必須
「安全性，エネルギー密度，サイクル寿命，低コスト」

上海バス車両総数

2015年5月時点

車両総数；16,000台くらい
運行会社11社

大手2社で75%（上海バス、浦東バス）

上記2社で12,539台

新エネルギー車両の種類；2,022台

PHEV；1,231台（DIESEL+LIB+EDLC及びDIESEL+LIB）

LIB；190台

トロリーバス（LIB仕様）275台

LIB+EDLC；258台

上記2社以外9社で3,461台

各システムメーカーの比較

システムメーカー

システム構成

構造
電源配置
充電方法

機能

採用メーカー

燃費改善の潜在的な能力

イートン

蘇州緑控

松正（4代目システム）

Hige

パラレル

シリーズ

電池
直流

金龍

広州客車

電池+キャパシタ

プラグインによって異なる

パラレルHVとシリーズHVの市場シェアはほぼ半々の状態

リチウムとキャパシタのシステムはリチウムイオン電池の技術発展に伴ってコストが下がる事が期待される

充電方法としてはインテリジェントで、自動、急速な直流充電が主に採用される

シリーズHVは引き続き山間の区間が多い市場で採用され、パラレルHVは平野部で依然優勢を保っており、リチウムイオン電池が技術の発展に応じて応用範囲が拡大していて、高電力な急速直流充電方式も将来的に電池の技術の成熟と共に徐々に普及するだろう

EDLCの容量計算は

キャパシタのエネルギー量は、

$$E = (1/2) * C * V^2$$

1本のセルの仕様が2. 5 V 1 2 0 0 Fの場合

↓

$$E = (1/2) * 1200 * 2.5 * 2.5 \\ = 3750 \text{ [J]}$$

↓

J⇒Wh

J（ジュール）= W（ワット） * s e c、

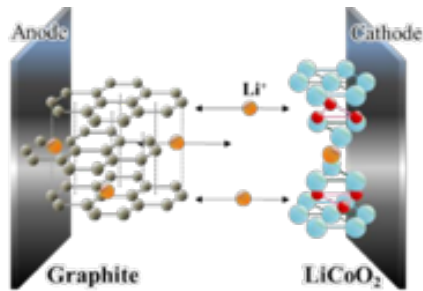
ですので、3600秒で割れば、Wh（ワットアワー）になります。

$$E = 3750 \text{ [J]} = 3750 / 3600 \text{ [Wh]} \\ \doteq 1.04 \text{ [Wh]}$$

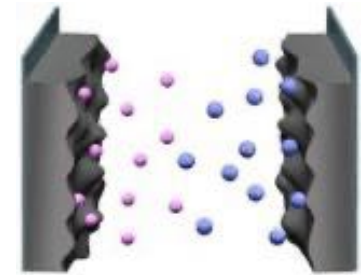
※基準として1200F品1本が、大体1Whというのは覚えてください

次世代のキャンパスタ

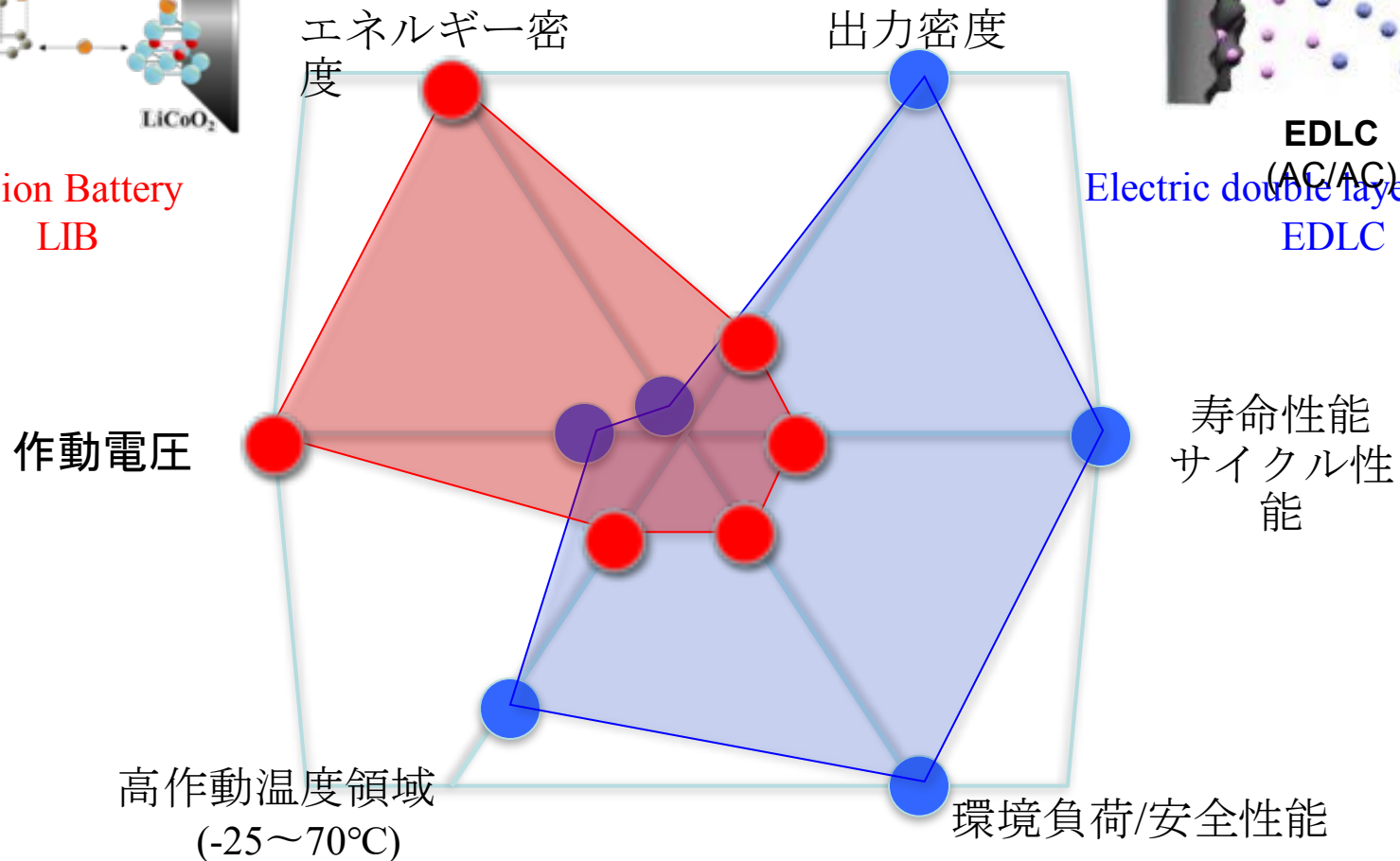
LIB=キャパシタのハイブリッド化



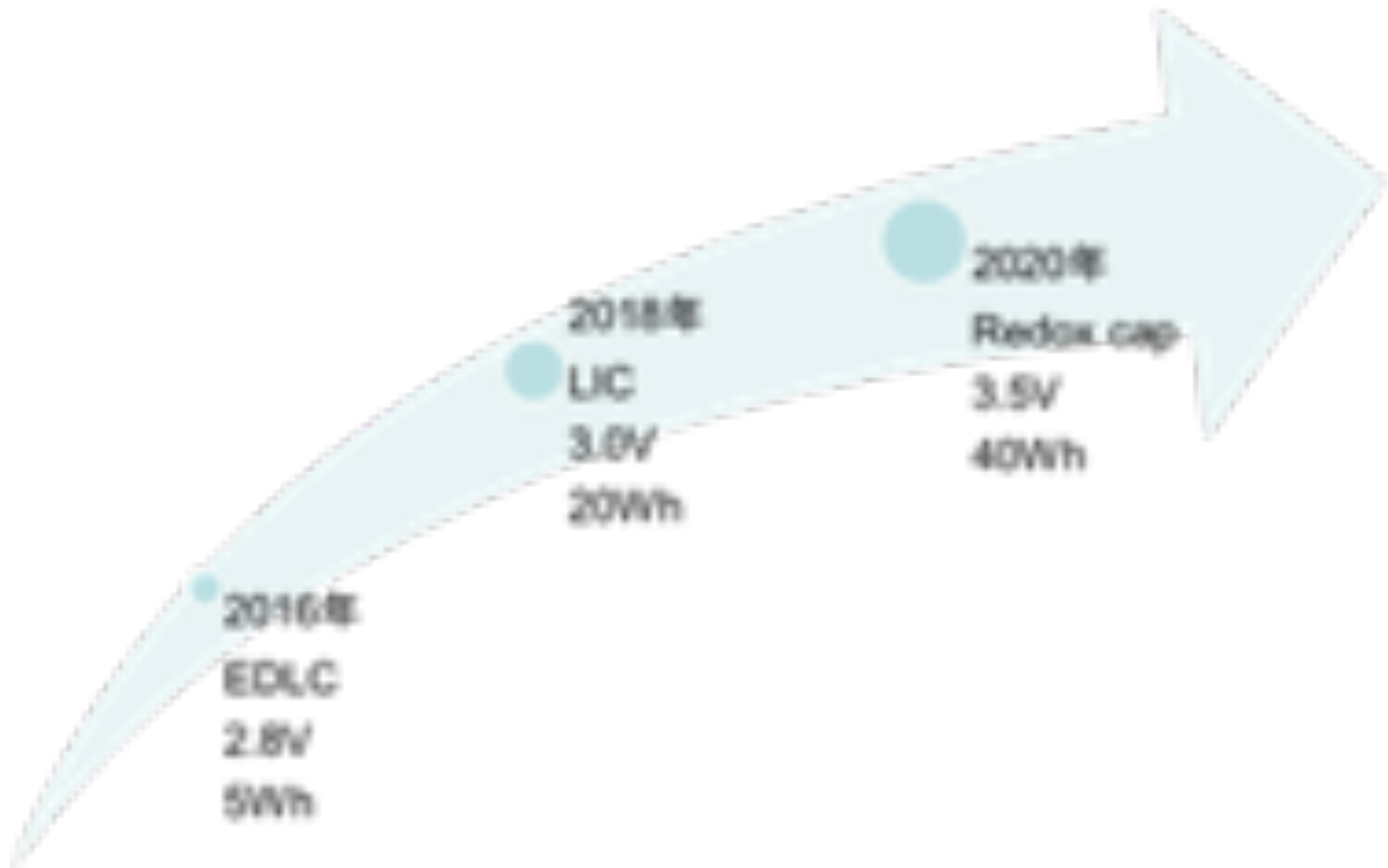
Li-ion Battery
LIB

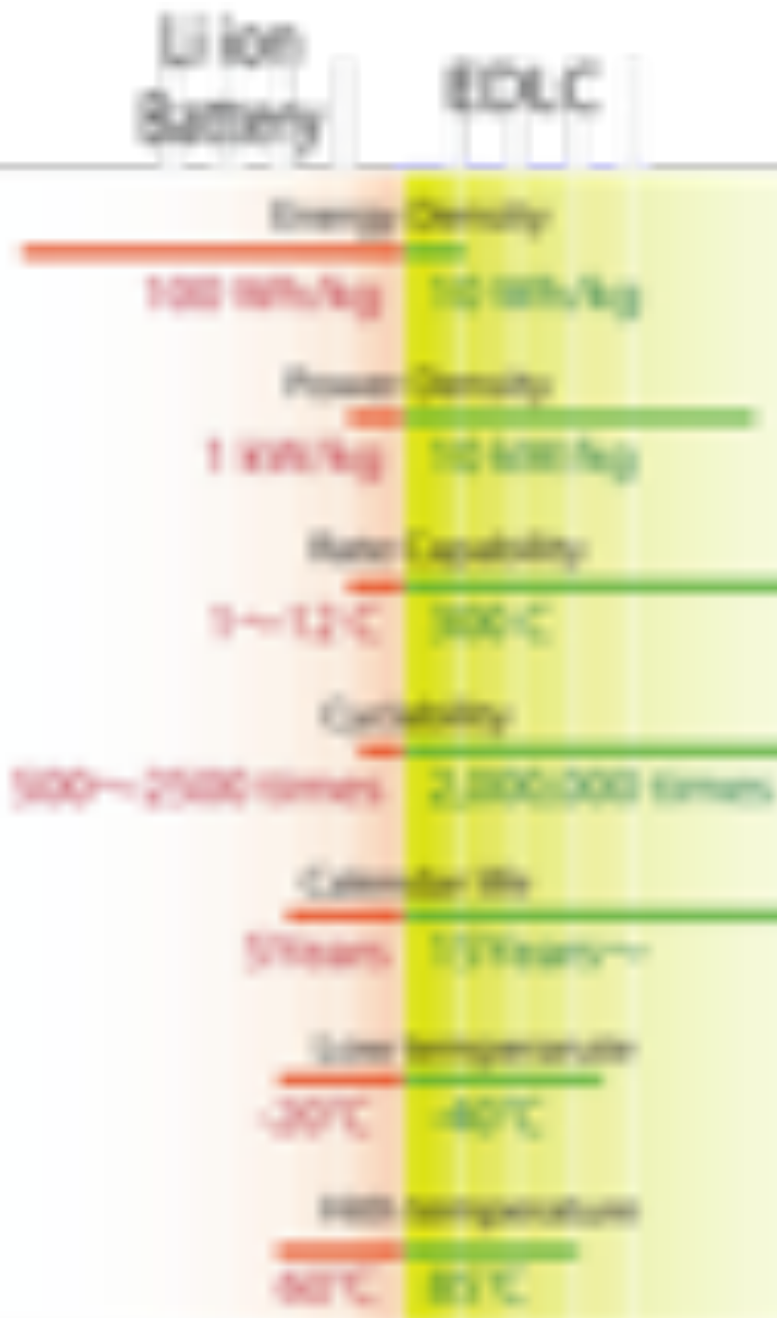


Electric double layer capacitor
EDLC



将来のキャパシタに求められる特性





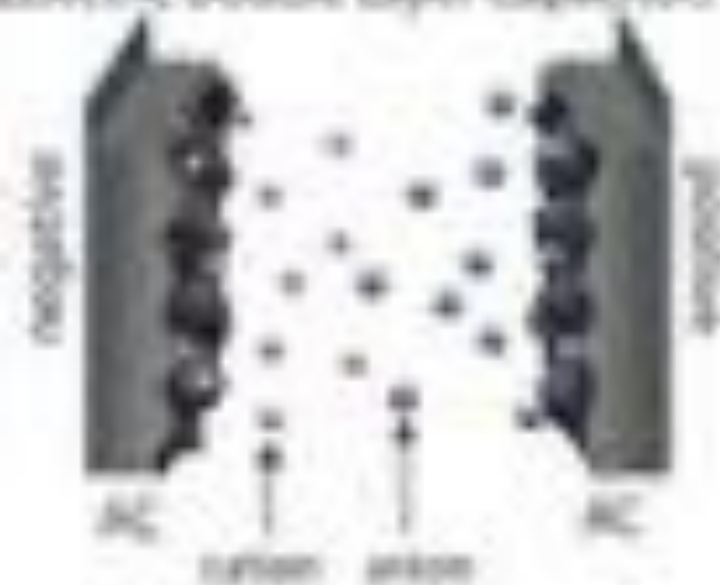
Non-Ragone
representation

Safety
Reliability
Maintenance free

GENERATION-I

EDLC

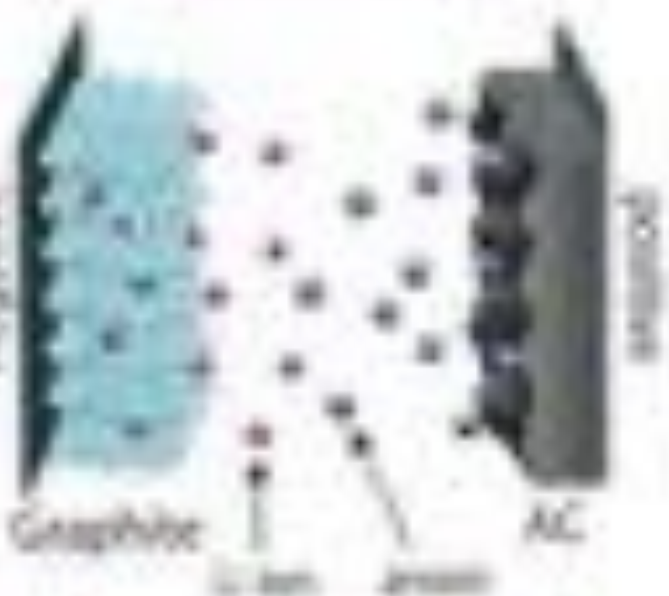
(Electric Double Layer Capacitor)



LC

(Lithium-Ion Capacitor)

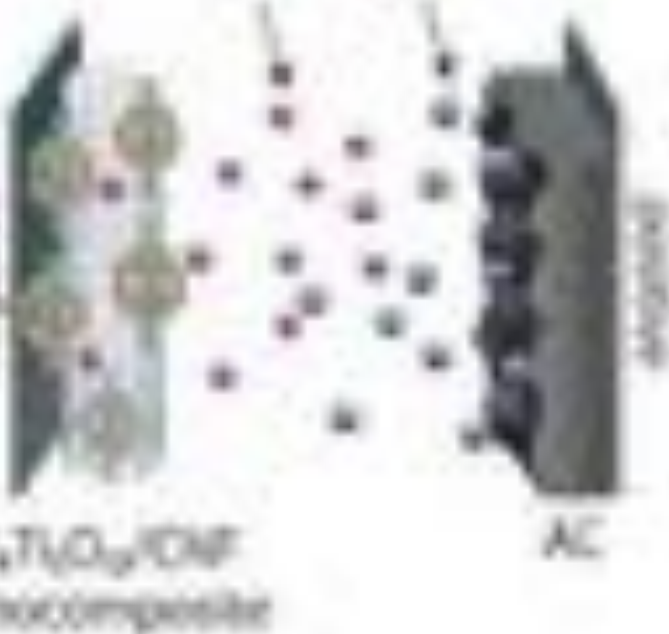
negative



NHC

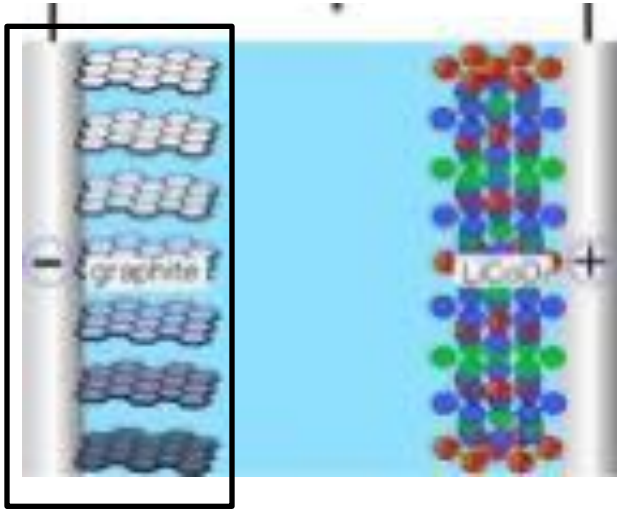
(Nanohybrid Capacitor)

negative

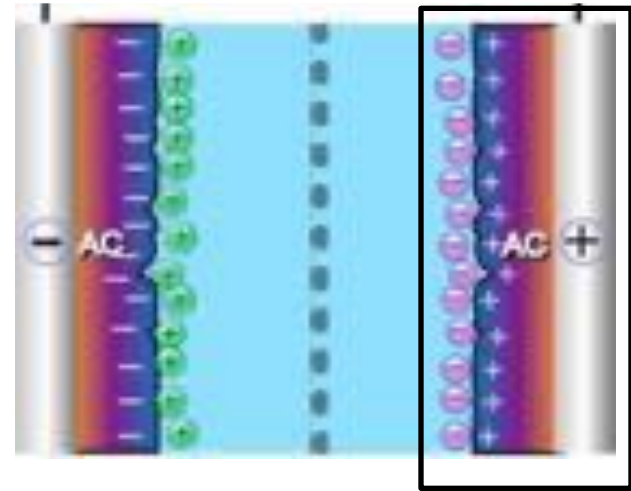


LICの構成

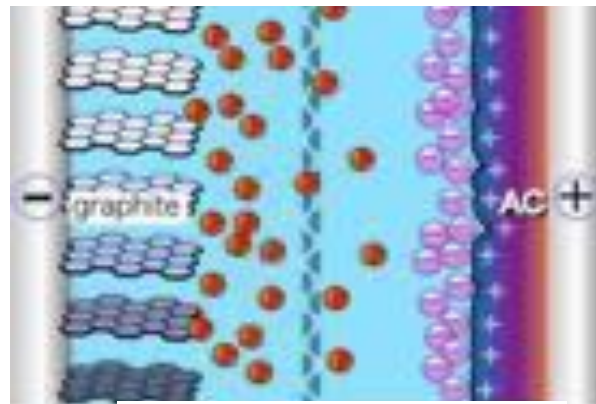
LIB (リチウムイオン電池)



EDLC

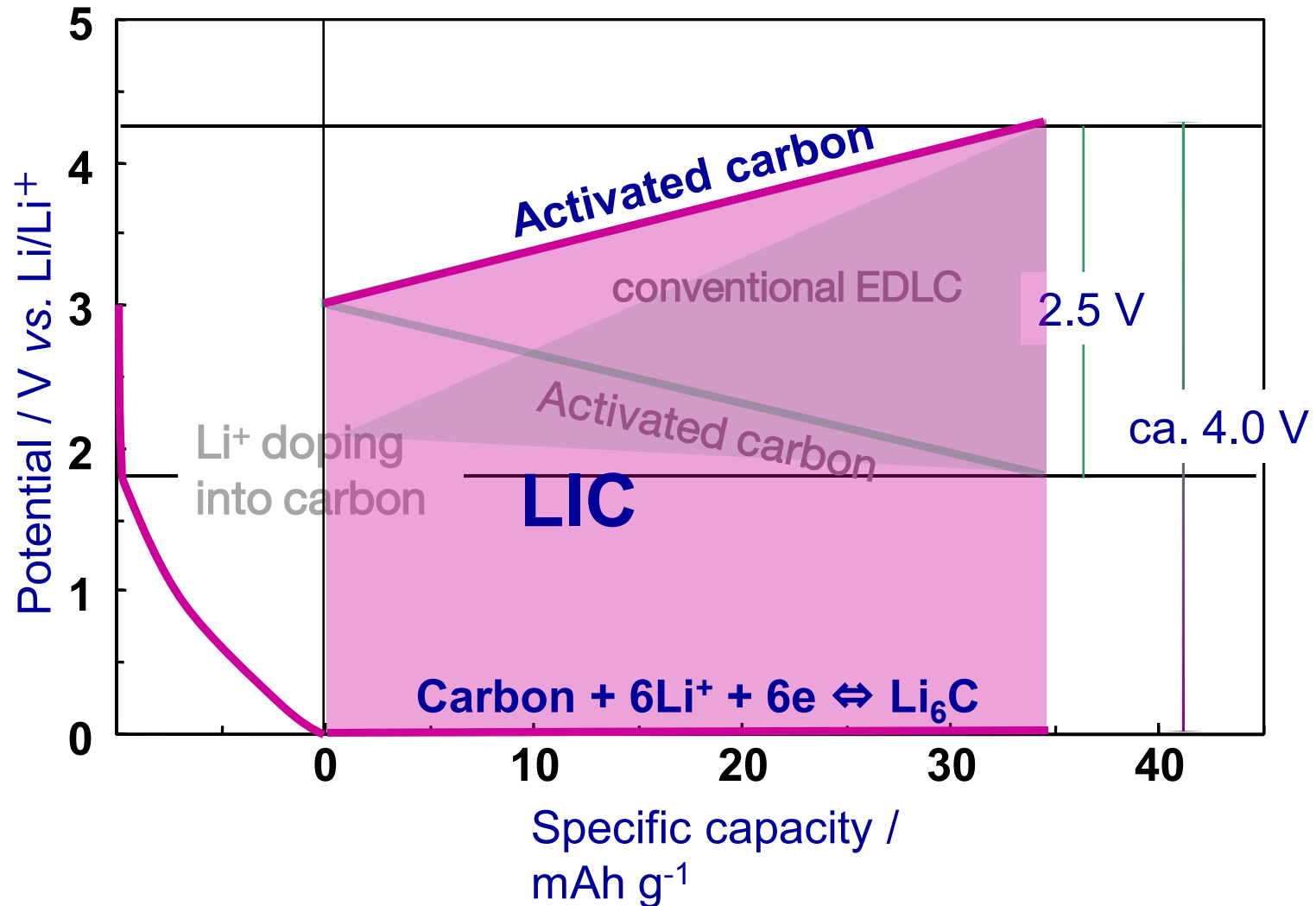


LIC

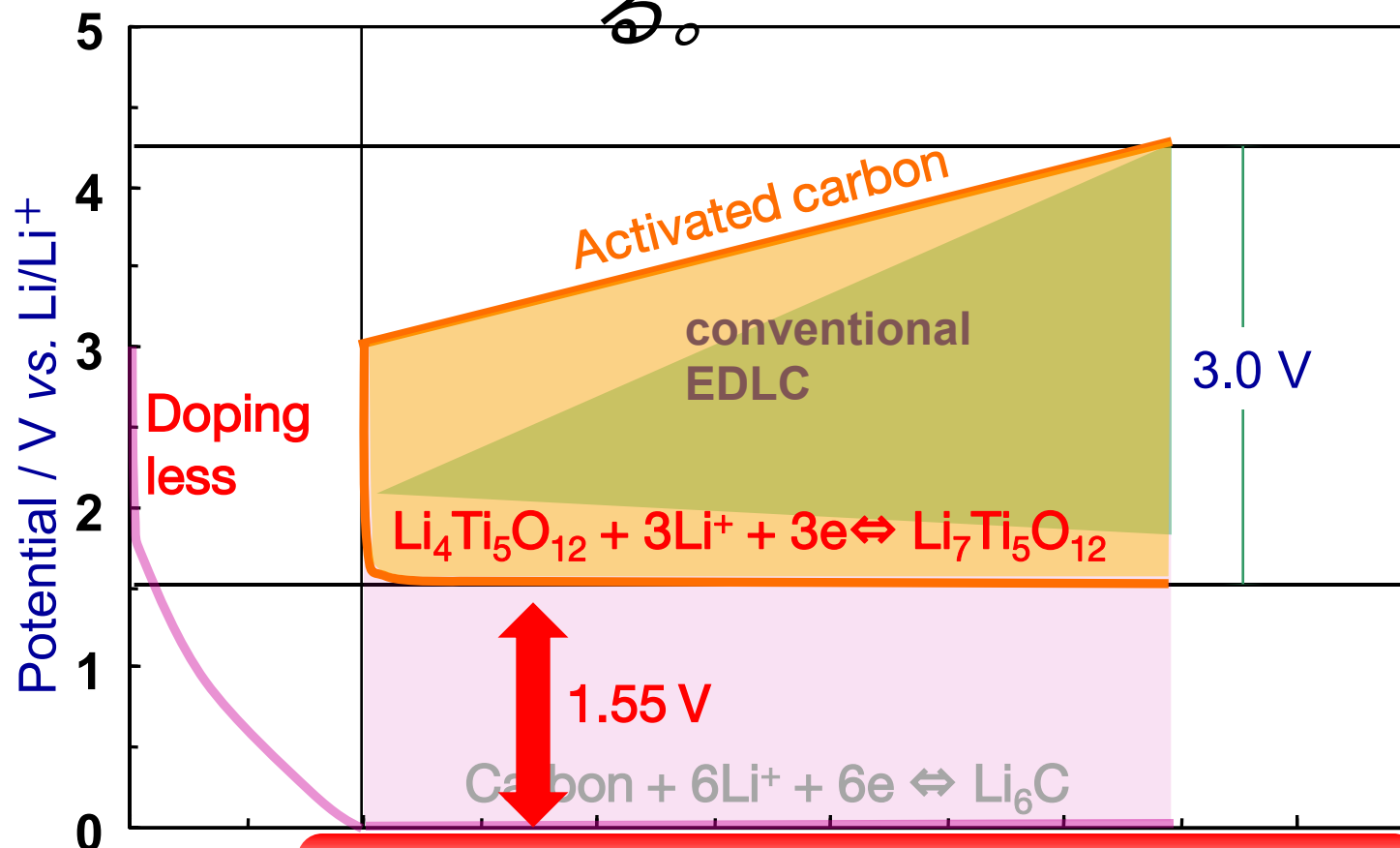


Li-ion capacitor (LIC)

LICの特徴 (負極に炭素電極を使用)



負極材料に $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)
を利用することで安全性がより一層高ま
る。



作動電位が高く、金属Li析出のおそれがない

まとめ

①蓄電デバイスはアプリにより適正なデバイスを選択する。
。

選択基準は

1. パワー密度orエネルギー密度
2. 期待寿命；5年以下or10年以上
3. 使用環境温度；－30度以下or＋60度以上
4. システムコスト；デバイス以外の周辺システムも考慮する

費用対効果の考え方は？

②デバイスのコストは材料と製造工程により決まる。

1. 希少金属は使用しない
2. 環境親和性があること
3. 地球環境に優しいこと

この講演に際して各資料の提供に感謝します。

資料提供者

- ①東京農工大次世代キャパシタセンター
- ②k&W
- ③日本ケミコン株式会社
- ④サンケン電気株式会社
- ⑤マツダ株式会社
- ⑥株式会社リコー