

キャパシタフォーラム

# キャパシタ基礎講座

木下 繁則

第2回(2015-11-13)

## 電気を貯める

参考テキスト: ECaSS フォーラム会報誌第2号

(電気二重層キャパシタ解説シリーズ(第1回))

1. 電気二重層キャパシタの名前の由来
2. 電池
3. 電気を貯める
4. 充電・放電

# キャパシタ基礎講座シリーズ

基礎講座	基礎講座の該当フォーラム	基礎講座のテーマ	対応解説シリーズ	備考
		主な講座内容	掲載会報誌号（発行年）	
1回	10月度フォーラム	基礎講座 プロローグ		
	2015年10月16日	電気と電気エネルギーの復習		
2回	11月度フォーラム	電気を貯める	第1回	
	2015年11月13日	電池、電気を貯める、充電・放電	2号(2007年)	
3回	12月度フォーラム	EDLCとは？	第2回	
	2015年12月18日	電気二重層キャパシタの蓄電原理	3号(2008年)	
4回	1月度フォーラム	EDLCの放電	第3回	
	2016年1月18日	EDLCの放電/充電、オームの法則、クーロンの法則)	4号(2009年)	
5回	2月度フォーラム	EDLCの内部抵抗、 $\Omega F$ (オームファラッド)	第4回	
	2016年2月19日	内部抵抗の発生、EDLCの $\Omega F$	5号(2010年)	
6回	3月度フォーラム	セパレータ	第5回	
	日程未定	EDLCのセパレータ	6号(2011年)	
7回		EDLCの電解液	第6回	
		EDLCの電解液とは	7号(2012年)	
8回		EDLCの構造・形状	第7回	
			8号(2013年)	
9回	定例フォーラム	EDLCの特性(1)	第8回	
		等価回路、充電/放電特性、電圧特性	9号(2014年)	
10回	で順次	EDLCの特性(2)	第9回	
		温度特性、電圧依存性、劣化	10号(2015年)	
11回		EDLCの特性(3)	第10回	
		残存余命(予定)	11号(2016年)(予定)	
12回		未定	12号(未定)	

# 電気二重層キャパシタの名前の由来

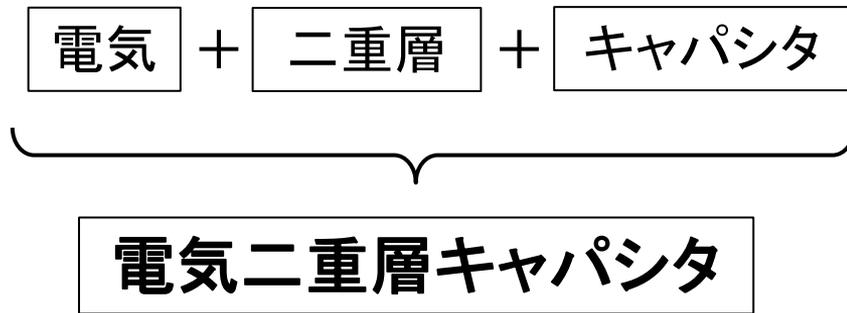


図1

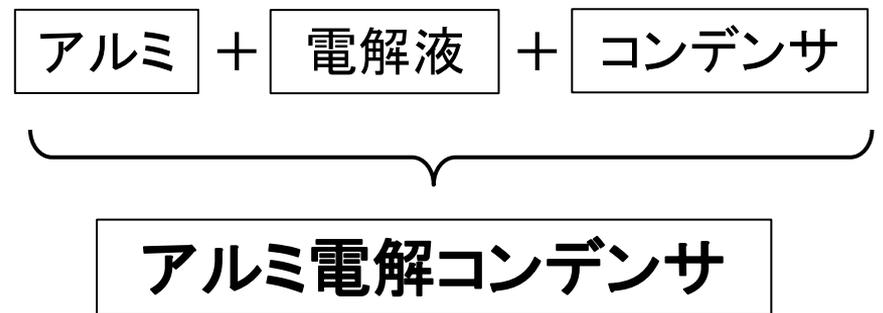


図2

# 電気を蓄える

「物質の中の電気の粒を正電極、  
負電極の中または周りに・・・



「集める」  
「集まる」



「電気を貯める」  
「電気が貯まる」

## 電池

例：鉛電池

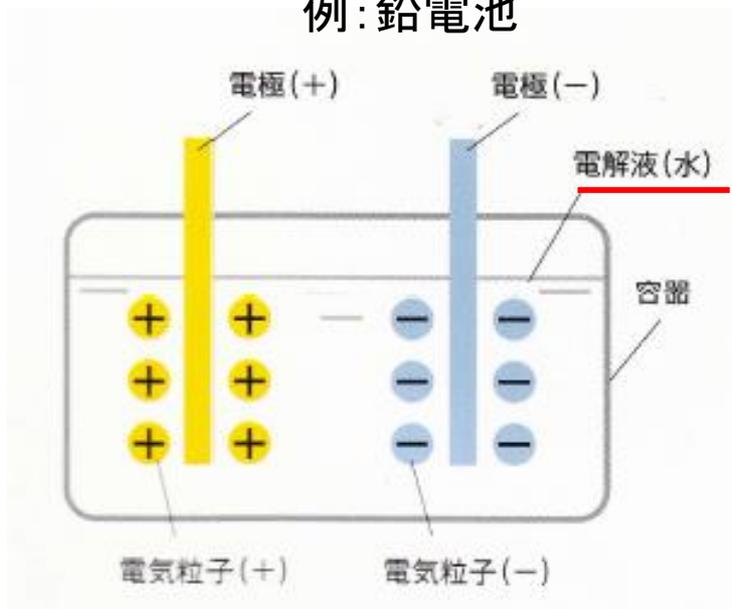


図3

## 乾電池

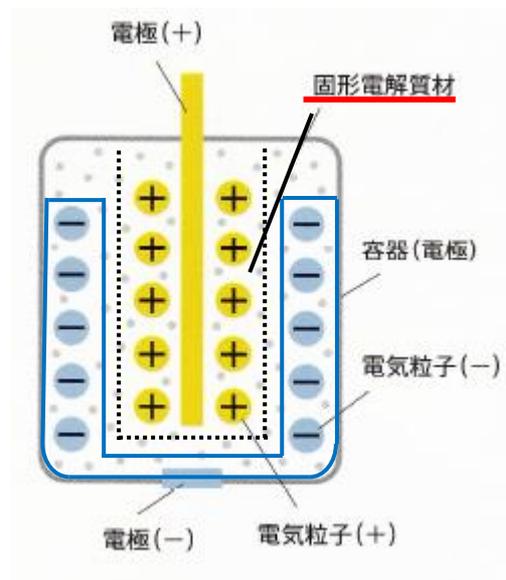


図4 (一部加筆)

# 蓄電とは？

蓄電：電気を蓄えること  
電気のもと：電子



蓄電 { ・直接電子を蓄える  
・イオンを介して電子を蓄える  
(イオン蓄積)

電子の蓄積：アルミ電解キャパシタ(コンデンサ)  
イオンの蓄積：化学電池、電気二重層キャパシタ

# 電気が流れる

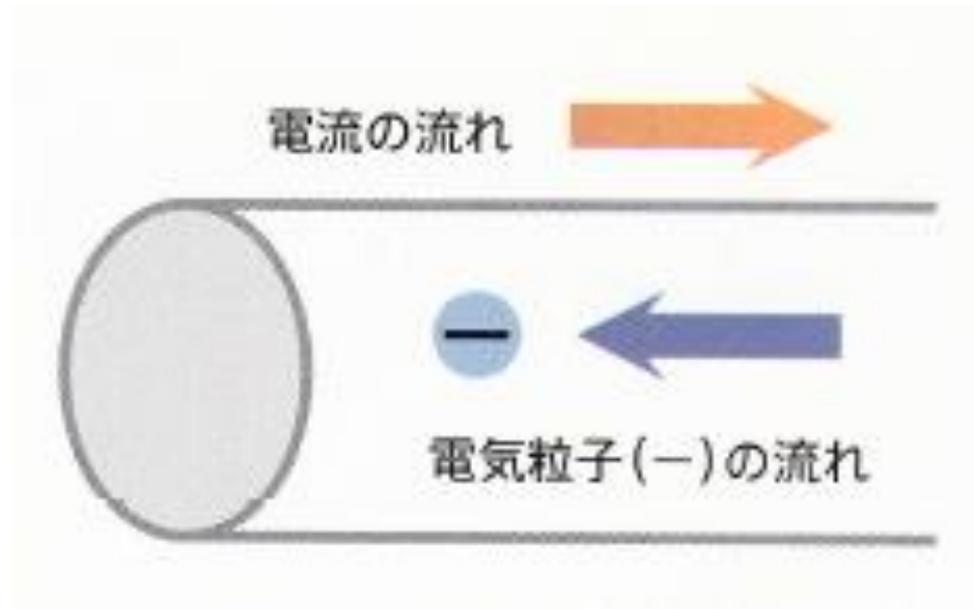
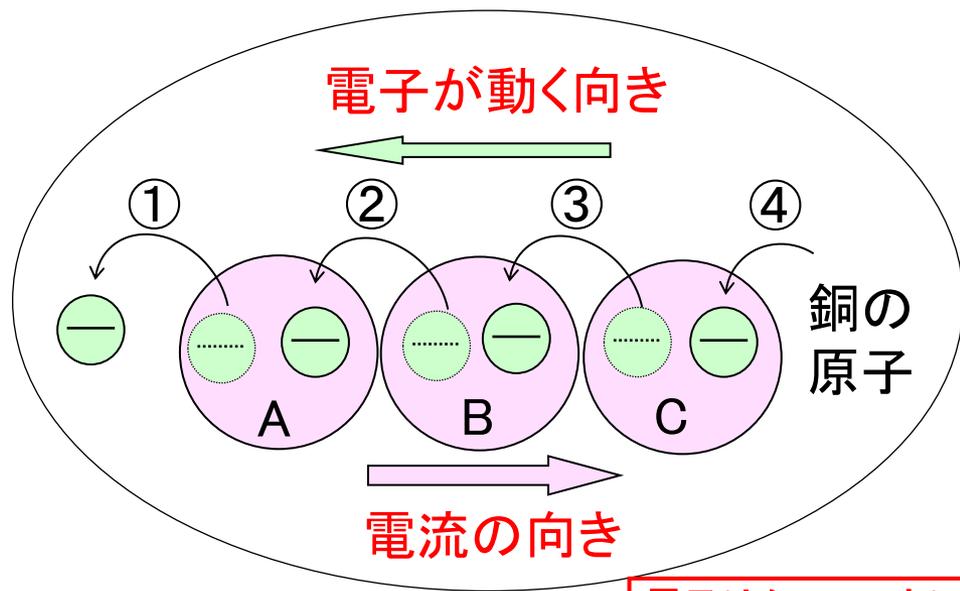


図5

# 銅線の中の電気の流れのメカニズム (第1回基礎講座)

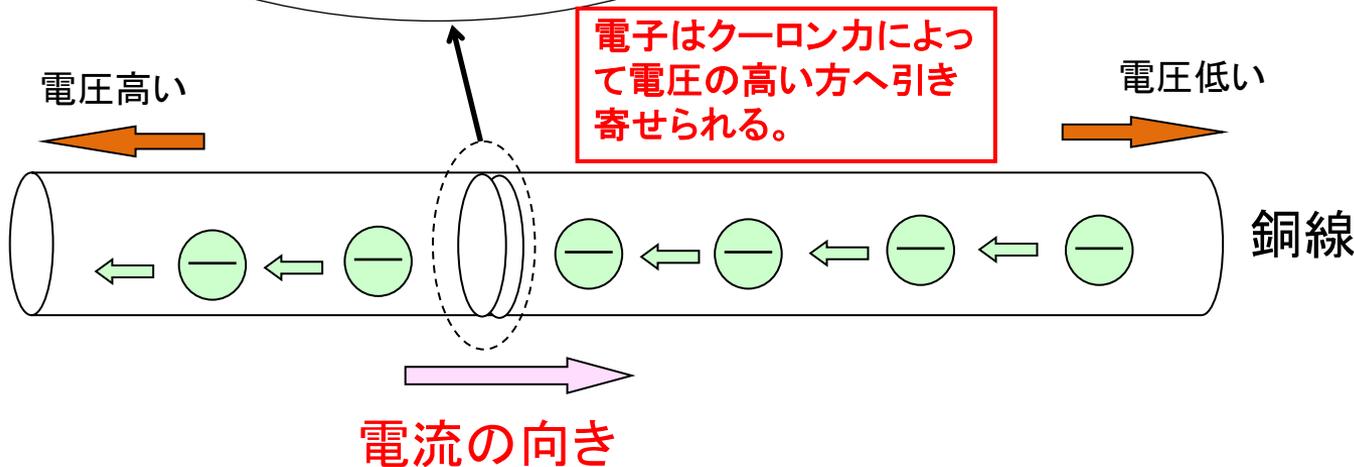


## 電流の定義

1(A)=1秒間に1クーロンの電荷の移動  
(1(A)=1秒間に $6.0 \times 10^{18}$ 個の電子の移動)

クーロン力: 電荷は「異極は引き合い、同極は反発する性質」を持っており、この力をクーロン力という。

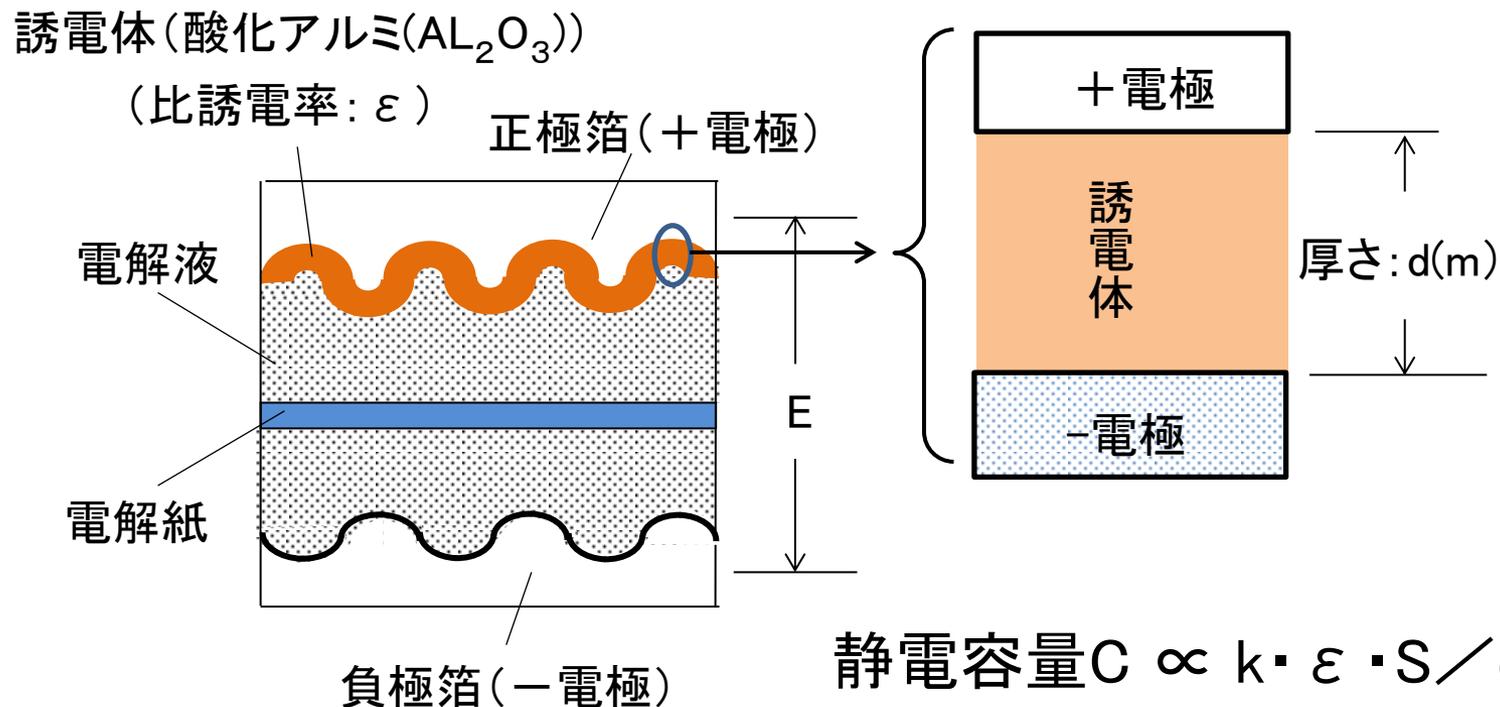
クーロン力は2つの電荷の電荷量の積に比例し、電荷間の距離の2乗に反比例する。



# 電子による蓄電事例

アルミ電解キャパシタ(コンデンサ)の蓄電:  
電子の蓄積

# アルミ電解キャパシタ(コンデンサ) の構造

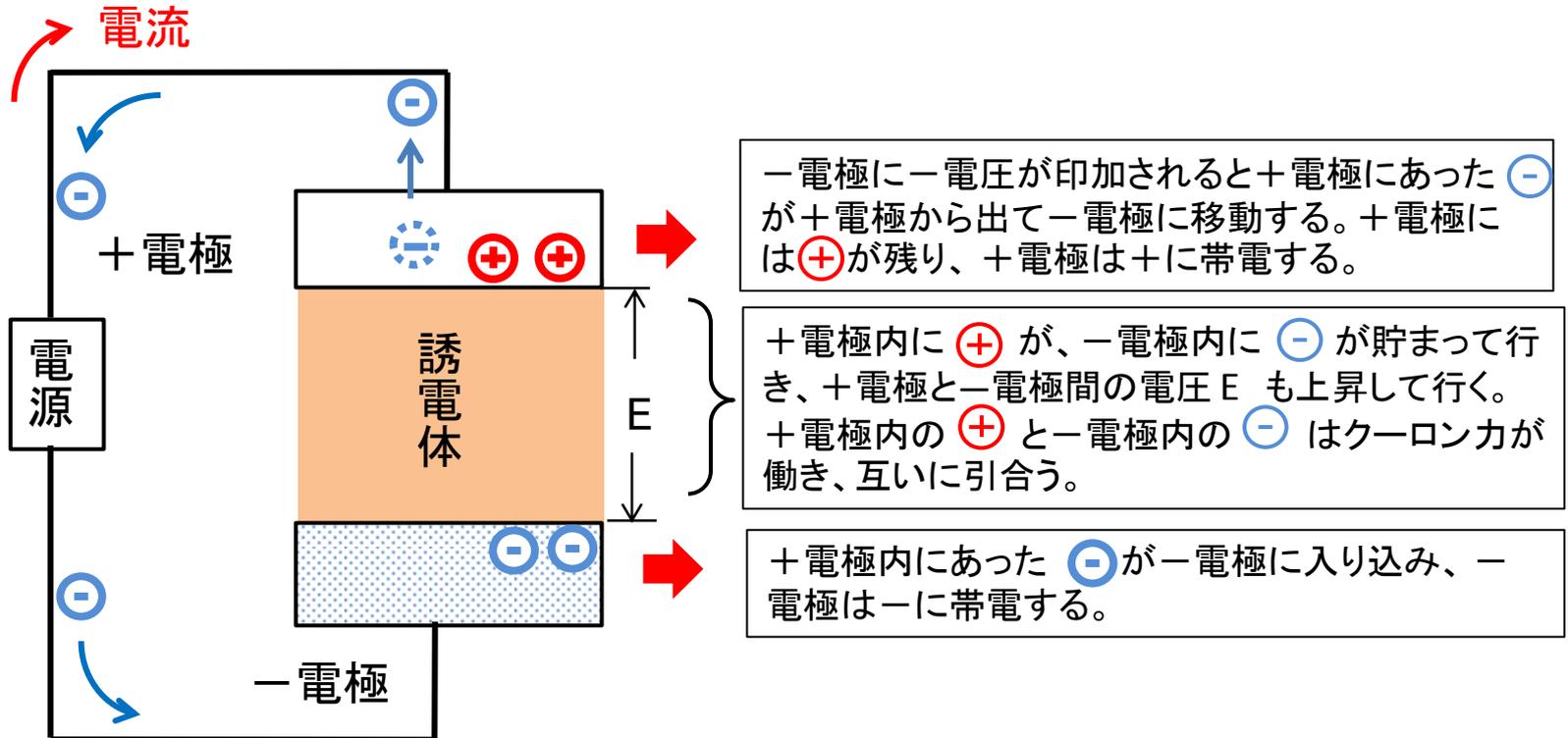


$$\text{静電容量 } C \propto k \cdot \varepsilon \cdot S / d \quad (\text{F})$$

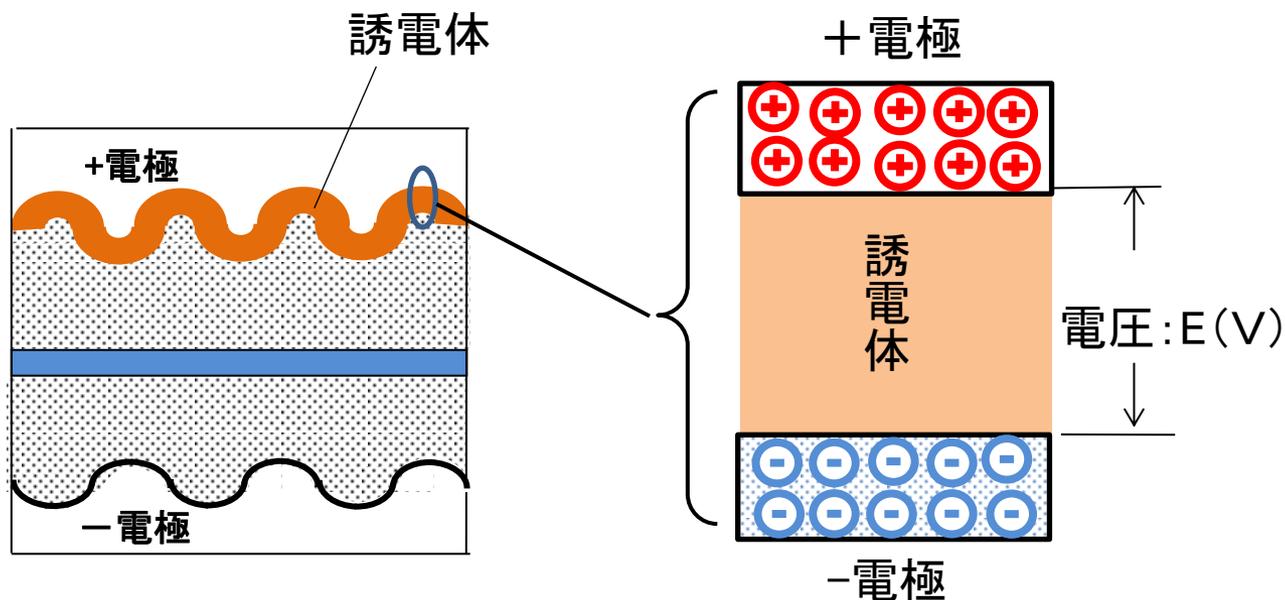
k: 定数    ε: 誘電体の比誘電率    S: 誘電体の面積(m<sup>2</sup>)

$$\text{蓄電エネルギー} = C \cdot E^2 / 2 \quad (\text{J})$$

# アルミ電解キャパシタ(コンデンサ) の充電メカニズム

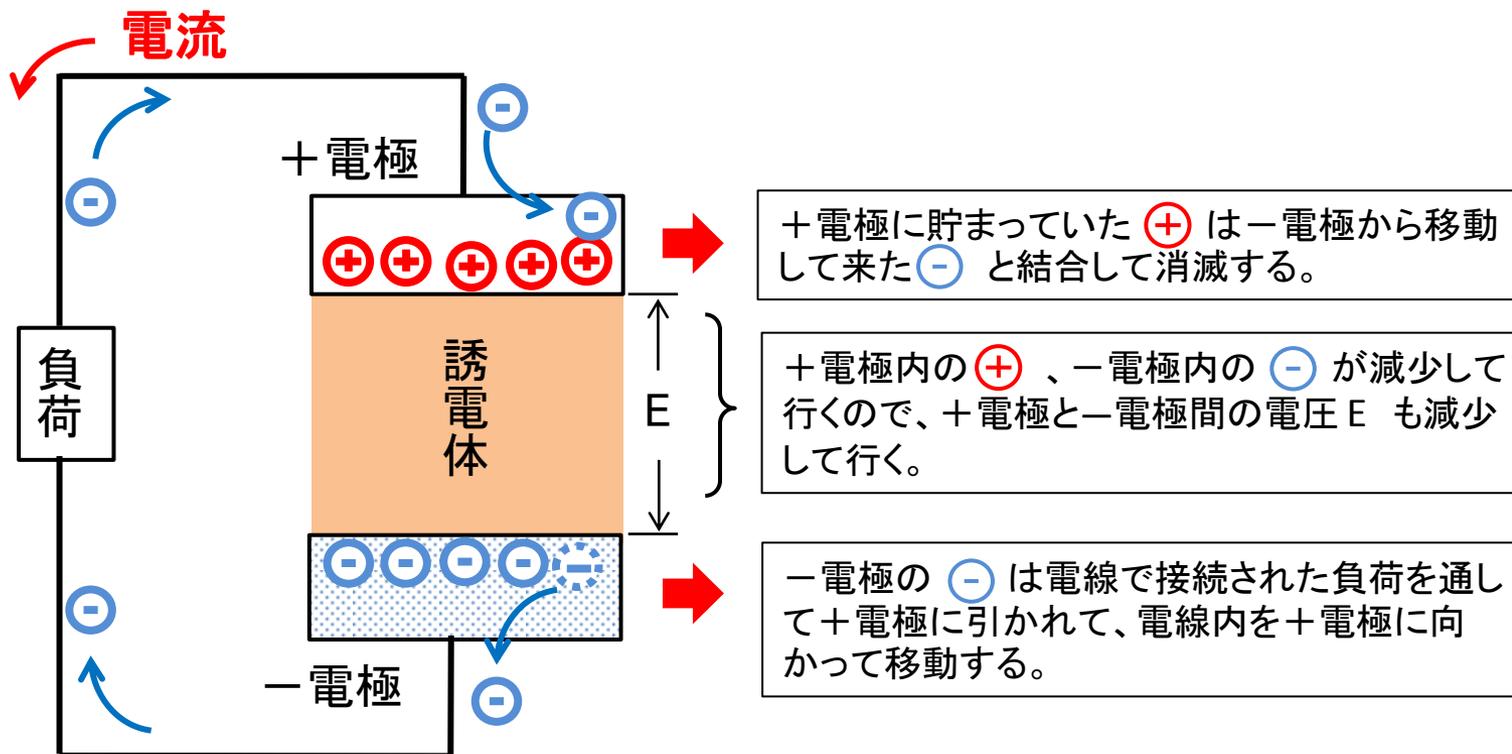


# アルミ電解キャパシタ(コンデンサ) の充電完了時の状態



両電極間の電圧  $E$  に対応した電荷  $\oplus$ 、 $\ominus$  がそれぞれの電極に蓄えられ、電荷  $\oplus$ 、 $\ominus$  はクーロン力によって互いに引合って、電極内に留まる(蓄電状態が維持される)。

# アルミ電解キャパシタ(コンデンサ) の放電メカニズム



# イオンによる蓄電事例

鉛電池

リチウムイオン電池

電気二重層キャパシタ

# 電池(乾電池)の放電

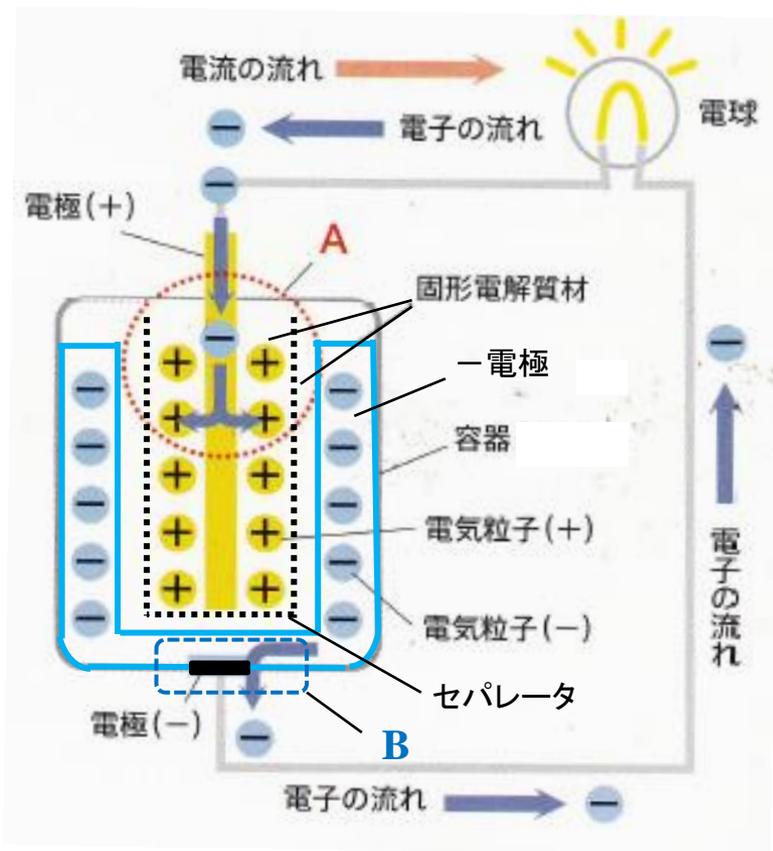


図6(一部加筆)

電池に貯まった電気を  
電極から電池の外へ取  
り出すこと

➡ 「放電する」、「放電」

図6のA部詳細

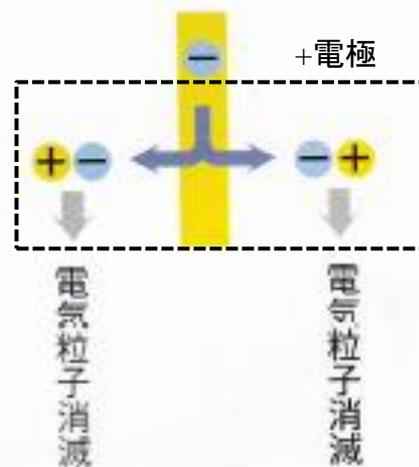
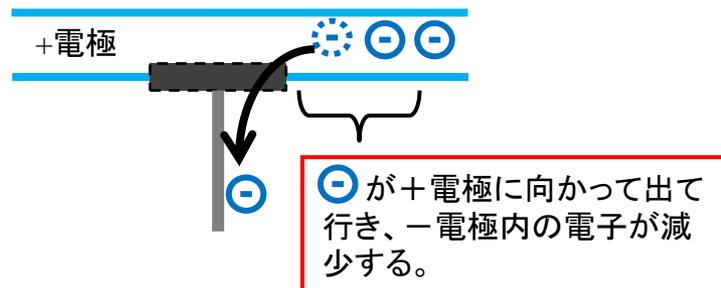


図7

図6のB部詳細



# 電気粒子の消滅

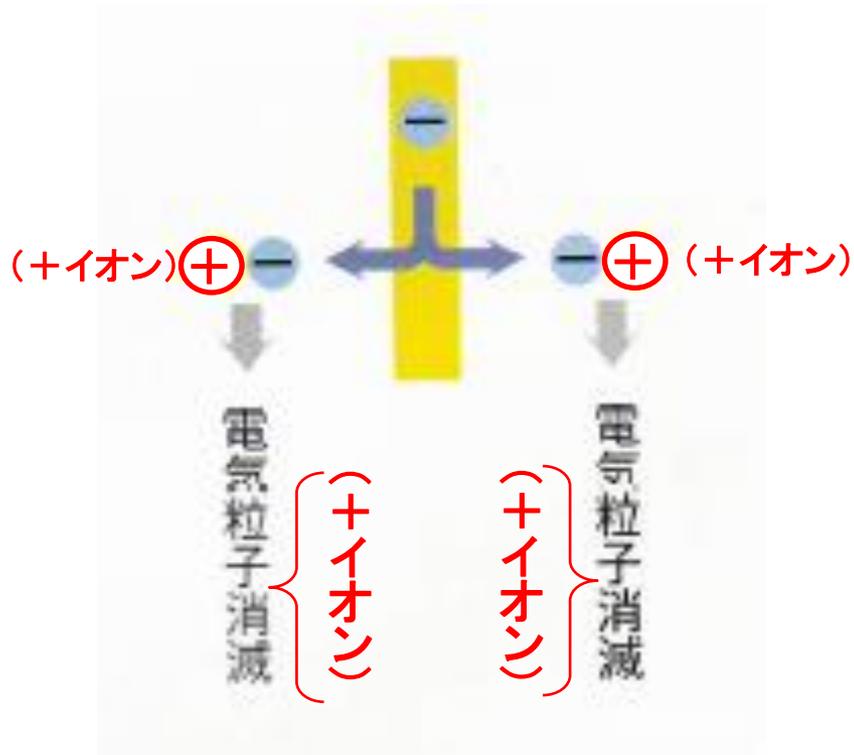
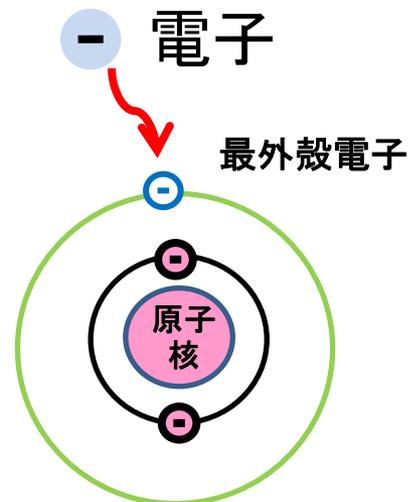


図7



外部から自由電子が飛び込み、プラスであったイオンが中性に戻る。

イオンについては、次回の基礎講座で解説します。

# 電池の充電

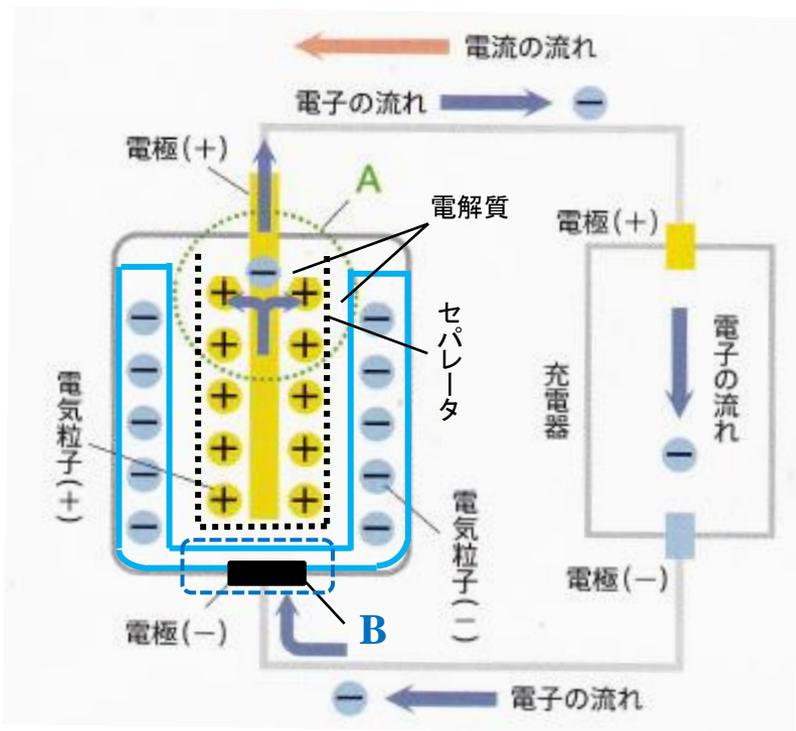


図8(一部加筆)

電池の電極に電流 → 「充電する」、「充電」  
を流して電池に電気を蓄えること

図8のA部詳細

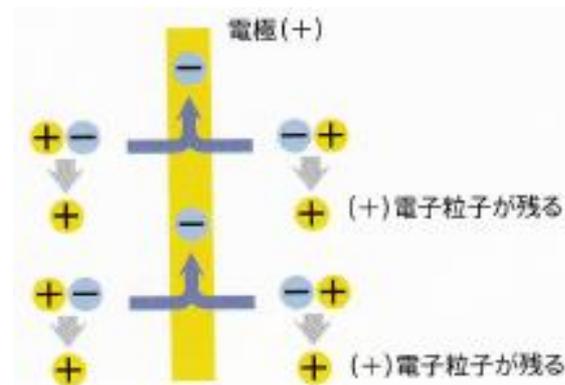
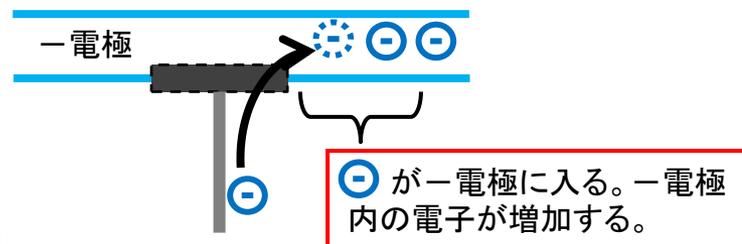
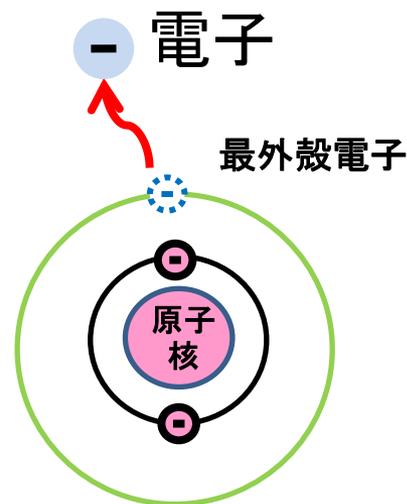
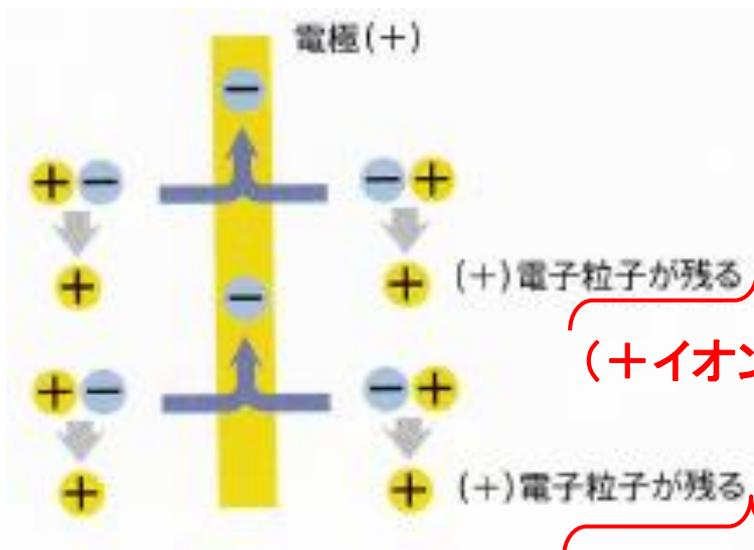


図9

図8のB部詳細



# +電気粒子が残る (+イオンの発生)

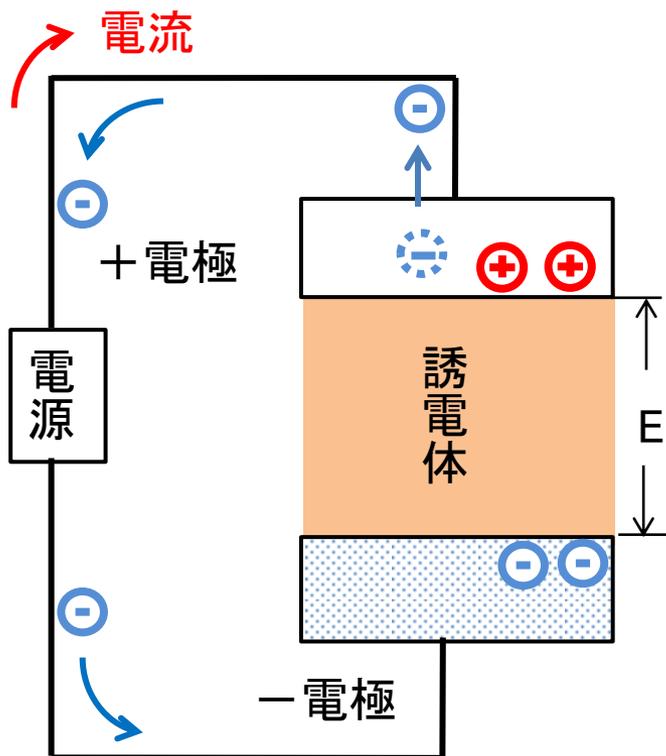


外部に自由電子が飛び出し、中性であったイオンが+イオンになる。

図9

# 蓄電電圧

## アルミ電解コンデンサ(キャパシタ)



充電前は各電極内には、 $\oplus$ 、 $\ominus$  はなく、電圧Eはゼロ。



充電電流を流すと+電極内に $\oplus$ が、-電極内には $\ominus$ が貯まって行き、+電極と-電極間の電圧Eも上昇して行く。

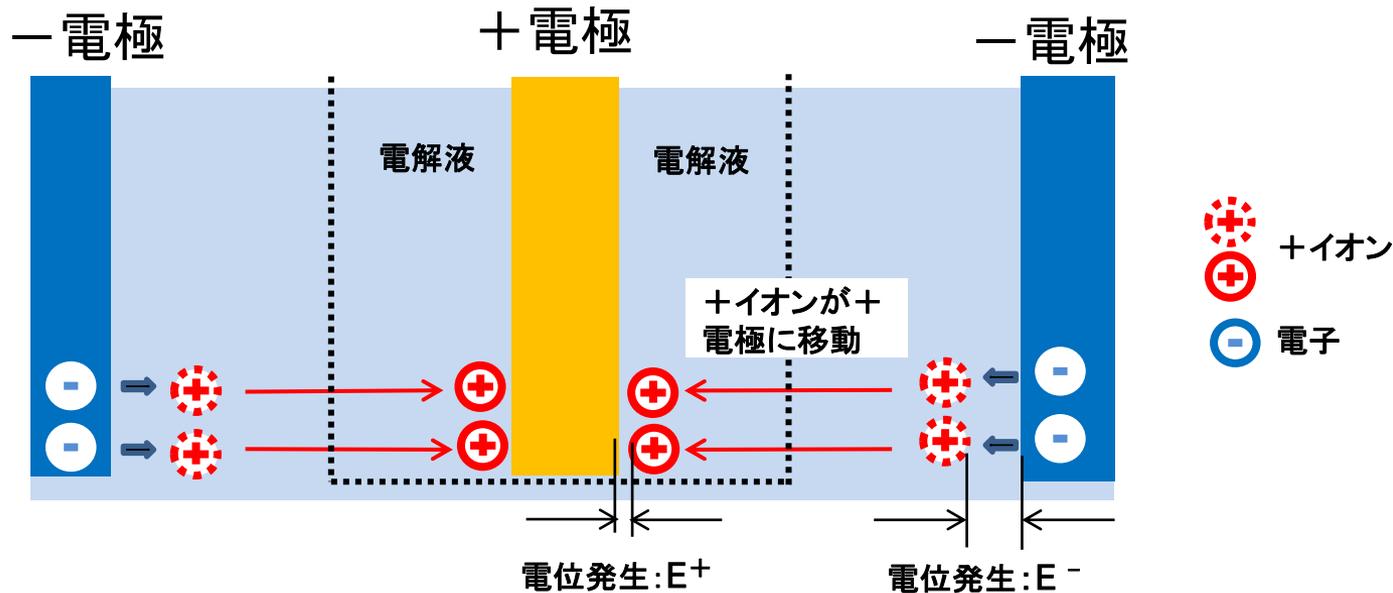


電圧Eの上限は誘電体の特性で定まる。

# 蓄電電圧

## 乾電池

電解液に電極になる金属を浸すとその金属のイオンが電解液に溶け出す。この時、電解液と金属(電極)との間に電位(電圧)が発生する。この電圧は電極と電解液の種類によって決まる。



乾電池電圧(約1.5V):  $E^+ + E^-$

# キャパシタフォーラム キャパシタ基礎講座

次回(第3回)内容

開催日(予定) 2015-12-18

## EDLCとは？

参考テキスト: ECaSS フォーラム会報誌第3号

(電気二重層キャパシタ解説シリーズ(第2回))

1. 電気二重層キャパシタの発見
2. 電気二重層キャパシタの基本的構造
3. 電気イオン
4. 電気二重層キャパシタが電気を蓄える原理