



# 元素・原理からとらえる 二次電池の特徴とこれから

---



**横浜市**  
City of Yokohama

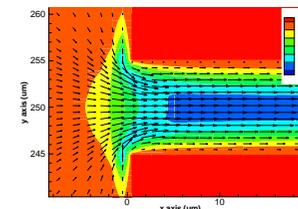
横浜国立大学  
工学研究院  
荒木拓人

# 自己紹介



## ■ 荒木拓人（アラキ タクト）

2003年3月 博士(工学)取得 於 京都大学 機械工学専攻  
・マイクロスケールにおける熱流動特性 マイクロ加工



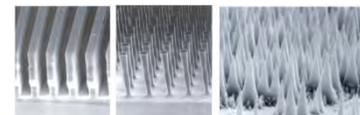
2003年7月 ポスドク カリフォルニア大学LA校  
・マイクロ・ナノ加工による撥水性制御 マイクロ加工手法

2004年1月 豊橋技術科学大学 電子電気工学系 助手  
機械－電気-化学の学際領域の研究に着手



Figure 6 Bouncing water droplet on Nano-turf. The mass of the droplet is around 5 mg and the inclination of the nanoturf is 3.9°.

2007年4月 横浜国立大学 現職  
・SOFCシステムの性能・サイクル解析  
・固体高分子形燃料電池内の熱物質輸送と発電特性  
・二次電池の発熱・制御特性, モデリング



# 目次



- 二次電池への期待
- 二次電池導入の社会的背景, 助成
  - ▶ 再生可能エネルギー固定買い取り制度
  - ▶ 電力システムの安定と蓄電池
  - ▶ 二次電池への国の支援策
  - ▶ 省エネ法の改正
- 各種二次電池の原理, 特徴
  - ▶ 電池の構成要素
  - ▶ 鉛蓄電池
  - ▶ ニッケル水素電池
  - ▶ リチウムイオン二次電池

講演資料最新版:

[www.trans.me.ynu.ac.jp](http://www.trans.me.ynu.ac.jp)



# 二次(充)電池への期待

ここ15年ほどで、二次電池は材料開発の高度化と制御エレクトロニクスの発展によって性能・使い勝手が急速に向上

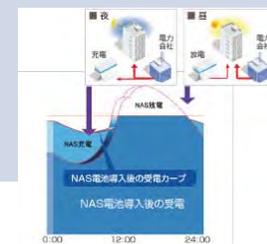
## 一次電池の 置き換え

- 使い捨て資源・エネルギーの節約 Reuse
- 適用範囲の拡大



## ★ 負荷平準, 蓄電, 停電対策

- 自然エネルギー導入対策
- 契約電力の削減, ピークカット
- 不安定な電力供給



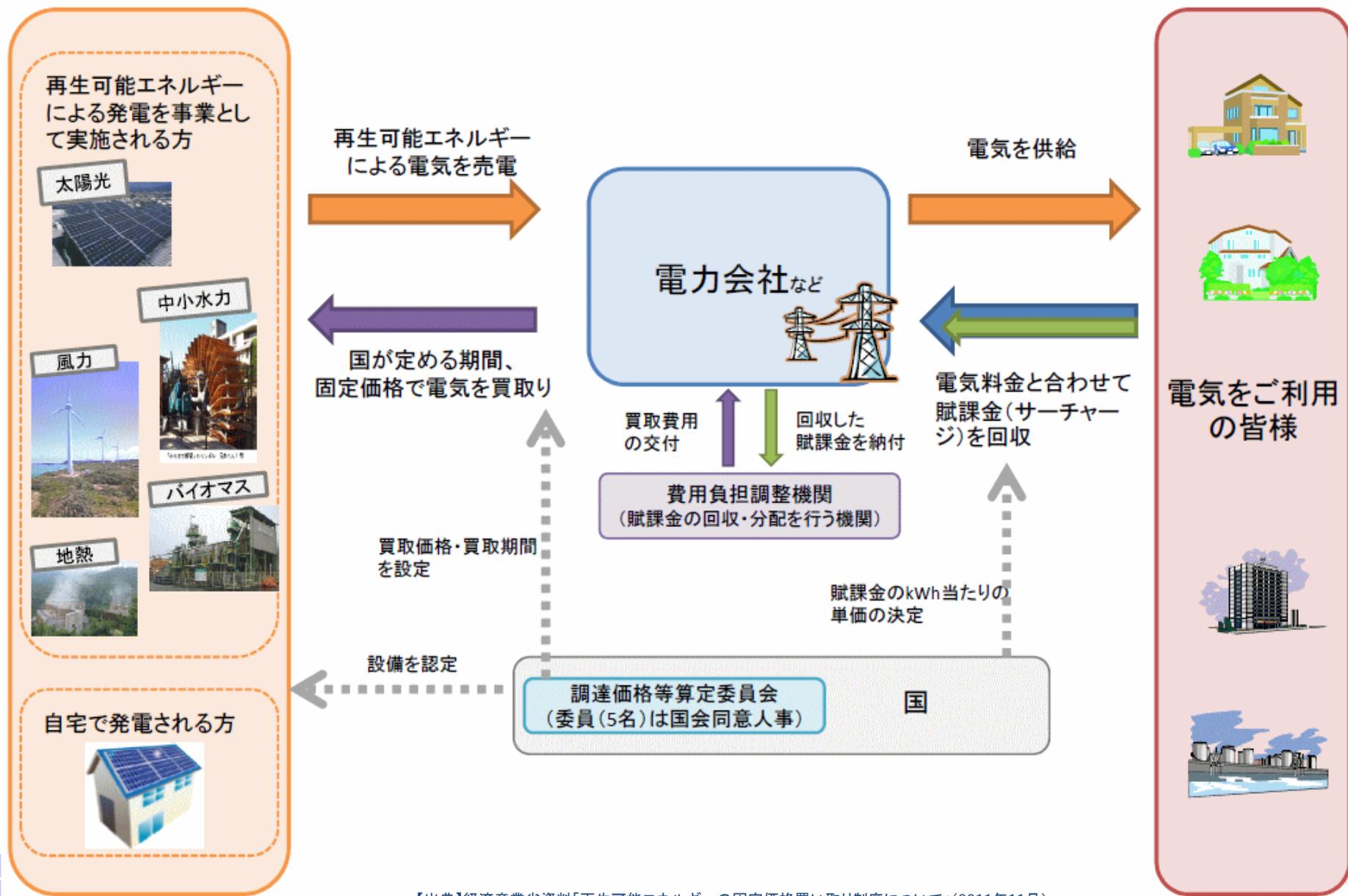
## 用途の広がり

- 電気自動車, 自転車,
- IT機器(携帯電話, ノートPC)
- エレベータ, クレーン



# 再生可能エネルギーの固定価格買取制度

## ■ 制度の仕組み ～スマートグリッドへ向けて～



## 調達価格・調達期間について

電源		太陽光		風力		地熱		中小水力		
調達区分		10kW以上	10kW未満 (余剰買取)	20kW以上	20kW未 満	1.5万kW 以上	1.5万k W未満	1,000kW以上 30,000kW未 満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未 満
費用	建設費	32.5万円/kW	46.6万円/kW	30万円/kW	125万円 /kW	79万円/kW	123万円 /kW	85万円/kW	80万円/kW	100万円/kW
	運転維持費 (1年当たり)	10千円/kW	4.7千円/kW	6.0千円/kW	—	33千円/kW	48千円 /kW	9.5千円/kW	69千円/kW	75千円/kW
IRR		税前6%	税前3.2% (*1)	税前8%	税前1.8%	税前13%(*2)		税前7%	税前7%	
調達 価格 1kWh 当たり	税込 (*3)	<u>42.00円</u>	<u>42円</u> (*1)	<u>23.10円</u>	<u>57.75</u> 円	<u>27.30円</u>	<u>42.00</u> 円	<u>25.20円</u>	<u>30.45円</u>	<u>35.70</u> 円
	税抜	40円	42円	22円	55円	26円	40円	24円	29円	34円
調達期間		20年	10年	20年	20年	15年	15年	20年		

(\*1) 住宅用太陽光発電について

10kW未満の太陽光発電については、一見、10kW以上の価格と同一のように見えるが、家庭用についてはkW当たり3.5万円(平成24年度)の補助金の効果を勘案すると、実質、48円に相当する。

なお、一般消費者には消費税の納税義務がないことから、税抜き価格と税込み価格が同じとなっている。

(\*2) 地熱発電のIRRについて

地表調査、調査井の掘削など地点開発に一件当たり46億円程度かかること、事業化に結びつく成功率が低いこと(7%程度)等に鑑み、IRRは13%と他の電源より高い設定を行っている。

(\*3) 消費税の取扱いについて

消費税については、将来的な消費税の税率変更の可能性も想定し、外税方式とすることとした。ただし、一般消費者向けが太宗となる太陽光発電の余剰買取の買取区分については、従来どおりとした。

(注)この他に、「バイオマス発電」が、燃料の種類毎に定められている。(買取期間20年、全量買取)



# 電力システムの安定性と二次電池の必要性



- 既に、時間帯・地域によっては太陽光発電量が余剰
- 2～3年後には系統・国全体で余剰時間帯が生じるとの予想も
- 過去は北電では風力を時間帯によって買い取り拒否、東北電力は風力に二次電池併設を義務化していた。



# 目次



- 二次電池への期待
- 二次電池導入の社会的背景, 助成
  - ▶ 再生可能エネルギー固定買い取り制度
  - ▶ 電力システムの安定と蓄電池
  - ▶ 二次電池への国の支援策
  - ▶ 省エネ法の改正
- 各種二次電池の原理, 特徴
  - ▶ 電池の構成要素
  - ▶ 鉛蓄電池
  - ▶ ニッケル水素電池
  - ▶ リチウムイオン二次電池



# 国家戦略としての位置づけ ~ 課題解決型産業／グリーン・イノベーション ~

- エネルギー使用量の増加が著しい民生部門における**住宅・建築物の省エネを推進**し、新たな需要を創出。**蓄電池**を戦略産業として支援。
- 再生可能エネルギー導入拡大に向け**固定買取価格制度、規制・制度改革**を実行。スマートコミュニティを**実証から導入へと進化**させていく中で、新たなビジネスを創出。

## 省エネ法改正法案

(今通常国会に提出予定)

- 蓄電池やエネルギー管理システム (BEMS・HEMS) の活用等による**電力需要ピーク時の系統電力の使用を低減する取組**を行った場合にこれを評価
- 建築材料等(窓、断熱材、水回り設備等)**を新たにトップランナー制度の対象に追加し、住宅、建築物分野の省エネ対策を強化  
※既築住宅(約5,000万戸)の半数以上が未だ無断熱



2020年までに全ての新築住宅・建築物について省エネルギー基準への適合を段階的に義務化することとし、**2020年までの具体的な工程(対象、時期、水準)を省エネ法改正にあわせて明確化する**よう関係省庁と調整

蓄電池やBEMS・HEMS等の市場拡大効果も期待

## 蓄電池戦略 (今夏を目処に策定)

プロジェクトチーム: 1月6日設置、7月中に策定

- 再生可能エネルギーへの電源依存度増加に伴う、**電力産業への大型蓄電池の開発・導入**
- 停電時のバックアップ対策としての定置用蓄電池の普及**(3次補正予算「節電エコ補助金」)
- 車載用蓄電池の開発・競争力強化**(ピークシフトにも資する電気自動車・プラグインハイブリッド)の導入補助、燃料電池自動車の市場化)

## 再生可能エネルギーの導入拡大による市場創出

- 「**固定買取価格制度**」の円滑な導入(本年7月に再生可能エネルギー特別措置法施行)
- 風力発電に適した地域(良好な風況、大規模な土地があるにも関わらず、送電網が脆弱)に限定して**送電網の充実を図るための総合的な検討**
- 風力発電、地熱発電や太陽光発電等の合理的な立地確保に向けた**立地規制の緩和**(例:自然公園法、農地法、工場立地法)

太陽光、風力など再生エネルギー関連産業の国内外における市場拡大効果も期待

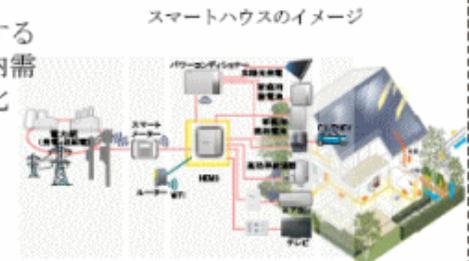
## スマートコミュニティの推進

- 国内4地域(横浜、豊田、けいはんな、北九州)で実施中の実証実験の結果を活用し、**新たなエネルギービジネスを創出**。海外にも展開
  - ・省エネ、節電の取組によって生じた「ネガワット」を集約し、電力会社から報酬を受け取るサービス
  - ・エネルギー見える化端末を使ったサービス 等
- 岩手・宮城・福島**の被災3県において先駆的に導入**(3次補正)

## 日本型スマートハウス普及拡大のための工程表(3年間集中実施)策定

エネルギー機器を賢く制御する日本型スマートハウスにより**内需創出と海外展開を一気に加速化**

官民による普及拡大のための工程表(標準化・導入支援・規制見直し等)の策定(今夏目処)と実行



# 《参考》省エネに関連する国の支援策

## ■一覧表(平成24年4月19日現在)

事業名	募集期間	補助率等	実施機関
エネルギー管理システム (BEMS・HEMS) 導入促進事業費補助金	(BEMS): 4月中旬～ (HEMS): 平成24年4月19日～	(BEMS導入支援) 1/2以下、1/3以下 (HEMS導入支援)定額10万円	一般社団法人環境共創イニシアチブ (SII)
<b>定置用リチウムイオン蓄電池 導入支援事業費</b>	<b>平成24年3月30日～ 平成26年1月末</b>	<b>1/3以下 上限額:(個人)100万円(法人)1億円</b>	
エネルギー使用合理化事業者 支援補助金	平成24年4月下旬～1カ月程度	1/3以内	一般社団法人 都市ガス振興センター
エネルギー使用合理化事業者 支援補助金(天然ガス分)	平成24年4月20日～ 平成24年6月6日	1/3以内	
高効率ガス空調設備 導入促進事業費補助金	平成24年4月2日～	1/8以内	
ガスコージェネレーション 推進事業費補助金	平成24年4月20日～ 平成24年6月15日	民間団体:1/3以内 自治体等:1/2以内	
民生用燃料電池 導入支援補助金	詳しくは実施機関HP等より確 認してください	(従来型給湯器との価格差)×1/2 +工事費×1/2、上限70万円	一般社団法人燃料電池普及促進協会
国内排出削減量認証制度 活性化事業 (低炭素型設備導入後、CO2排出 削減量について認証された国内ク レジットあたりに助成金交付)	～平成24年12月28日	CO2排出削減量について認証された 国内クレジット1トンあたり1,500円の助 成金 ※排出削減見込量が年間50t-CO2 以上となることが申請の要件。	一般社団法人低炭素投資促進機構
省エネ対策 導入促進事業費補助金	随時受付	専門家を無料で派遣	一般財団法人省エネルギーセンター

出典: 関東経済産業局HP

[http://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/enetai/2syoene\\_hojyo.html](http://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/enetai/2syoene_hojyo.html)



# 定置用リチウムイオン蓄電池導入支援事業費

平成23年度三次補正予算案額 210.0億円

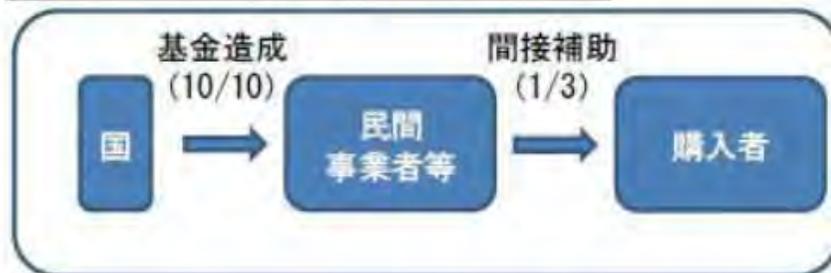
商務情報政策局 情報通信機器課  
03-3501-6944

## 事業の内容

### 事業の概要・目的

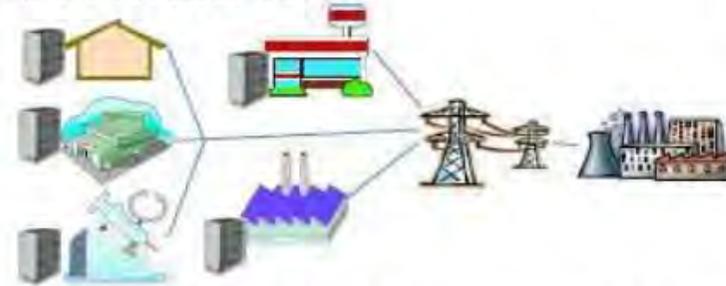
- 今夏以降においても全国的に電力需給の逼迫が見込まれることから、電力需要のピークカットに向けた対応が喫緊の課題となっています。
- これを踏まえ、定置用リチウムイオン蓄電池について、家庭及び事業者への導入を促進することにより、需要サイドにおける電力使用のピークカットを実現するとともに、停電時のバックアップ対策を図ります。

### 条件（対象者、対象行為、補助率等）

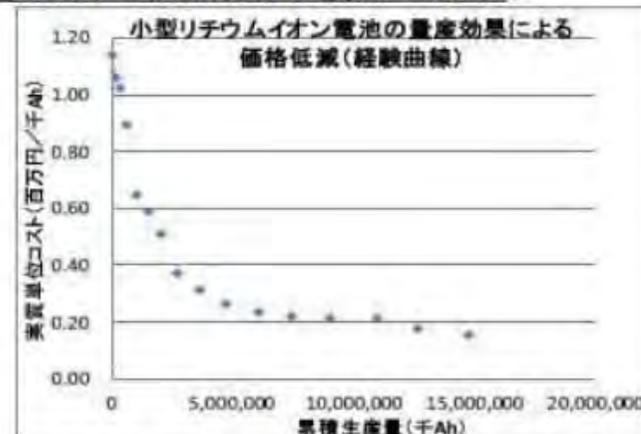


## 事業イメージ

- 家庭、事業所及び公共施設等への定置用リチウムイオン蓄電池を導入を支援し、万一の停電時におけるバックアップ対策を図ります。



- 量産効果により、コスト低減を前倒し。リチウムイオン電池産業の価格競争力を強化します。



出所：機械統計年報、国民経済計算をもとに加工



# 助成対象二次電池システムの例



Panasonic  
4.65kWh(2kW)  
約122+67=189万円



京セラ  
14.4kWh(2.5kW)  
約445万円



Sony  
2.4kWh(1kW)  
約200万円  
停電時瞬停無し

金額は参考値, 事業用については別途見積が必要



参考: 日産 Leaf  
24kWh(80kW)  
376万円(-78万円)  
+leaf to home 48-15=33万円



# 省エネ法改正

## 背景

- ▶ 我が国経済の発展のためには、エネルギー需給の早期安定化が不可欠であり、供給体制の強化に万全を期す。
- ▶ その上で、需要サイドにおいては、持続可能な省エネを進めていく観点から省エネ法の改正を実施し、所要の措置を講じる。

## 法案の概要

- ▶ 需要家が、蓄電池やエネルギー管理システム(BEMS・HEMS)の活用等により電力需要ピーク時の系統電力の使用を低減する取組を行った場合に、これを評価できる体系にすることにより、事業者が電力需要のピーク対策に取り組みやすくする。
- ▶ 他の建築物や機器等のエネルギーの消費効率の向上に資する機器を新たにトップランナー制度の対象に追加し、住宅、建築物分野の省エネ対策を強化する。

## 措置事項の概要

### 電力ピーク対策

#### ▶ 需要家側における対策

- ・需要家が、従来の省エネ対策に加え、蓄電池やエネルギー管理システム(BEMS・HEMS)、自家発電、蓄熱式の空調、ガス空調等の活用等により、電力需要ピーク時の系統電力の使用を低減する取組を行った場合に、これを評価できる体系にする。
- ・具体的には、電力需要ピーク時の系統電力の使用を低減する取組を行った場合に、当該取組が評価されるよう、国全体で省エネを推進するという考え方の範囲内で、例えば、省エネ法の努力目標の算出方法を見直す。
- ・その他必要な事項の改正を行う。

### 民生部門の省エネ対策

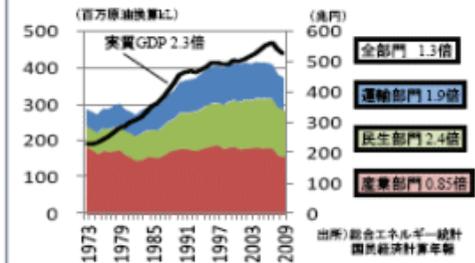
#### ▶ 建築材料等に係るトップランナー制度

- ・これまでのトップランナー制度は、エネルギーを消費する機械器具が対象。今般、他の建築物や機器等のエネルギーの消費効率の向上に資する機器を新たにトップランナー制度の対象に追加する。
  - ・具体的には、建築材料等(窓、断熱材、水回り設備等)を想定。企業の技術革新を促し、住宅・建築物の省エネ性能の底上げを図る。
- ※トップランナー制度:エネルギー消費機器の製造・輸入事業者に対し、3～10年程度先に設定される目標年度において高い基準(トップランナー基準)を満たすことを求め、目標年度になると報告を求めてその達成状況を国が確認する制度。

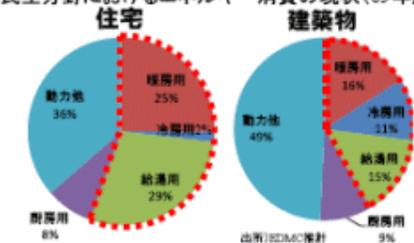
(現行の対象機器)乗用自動車、エアコン、テレビ、照明、冷蔵庫等23機器  
(新規追加案) 窓、断熱材、水回り設備 等

※なお、2020年までに全ての新築住宅・建築物について省エネルギー基準への適合を段階的に義務化することとし、2020年までの具体的な工程(対象、時期、水準)を省エネ法改正にあわせて明確化するよう関係省庁と調整する。

最終エネルギー消費量の推移(73年から09年)



民生分野におけるエネルギー消費の現状(09年度)



※建築材料等の省エネ性能の向上により、住宅では約6割、建築物では約4割を占める暖冷房・給湯用エネルギー消費量の削減に貢献

# 《参考》省エネ法改正のポイント

## ■「ピーク対策」の新たな評価 具体的な制度設計案(抄)

＜蓄電池の活用によるピーク対策を新たに評価するイメージ＞

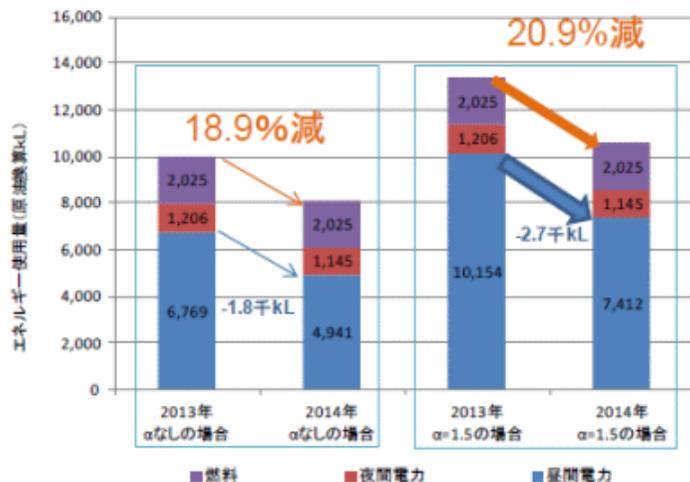


＞蓄電池を活用し、電力使用合理化時間内(以下、「昼間」という。)の系統電力使用量を、夜間に充電した電力の放電に置き換えた場合、**昼間の系統電力使用量が減少し、夜間の系統電力使用量が増加する。**

＞算定方法を変更して昼間の系統電力使用量を重みづけると、前者の**昼間の系統電力使用量の減少分が大きくボーナス的にカウントされるため、調整後のエネルギー使用量も減少しやすくなる**(省エネ法上の努力として一層評価されることになる)。

注)2013年に、蓄電池(充放電効率86%)を用いて、毎日5,000kWh分の充放電(昼間に放電・夜間に充電)を行うケースを想定。(蓄電池の稼働以外のエネルギー消費行動は一定とした)

＜エネルギー管理システム(BEMS・HEMS)の活用によるピーク対策を新たに評価するイメージ＞



＞エネルギー管理システム(BEMS・HEMS)を活用して、昼間の節電対策を深掘りした場合、**昼間の系統電力使用量が減少する。**

＞算定方法を変更して昼間の系統電力使用量を重みづけると、**昼間の系統電力使用量の減少分が大きくボーナス的にカウントされるため、調整後のエネルギー使用量も減少しやすくなる**(省エネ法上の努力として一層評価されることになる)。

# 目次



- 二次電池への期待
- 二次電池導入の社会的背景, 助成
  - ▶ 再生可能エネルギー固定買い取り制度
  - ▶ 電力システムの安定と蓄電池
  - ▶ 二次電池への国の支援策
  - ▶ 省エネ法の改正
- 各種二次電池の原理, 特徴
  - ▶ 電池の構成要素
  - ▶ 鉛蓄電池
  - ▶ ニッケル水素電池
  - ▶ リチウムイオン二次電池



# これからのお話の内容



現状の二次電池は、まだどれも完璧で無く  
用途によって使い分け、特性を知って使いこなす必要がある。



現在の二次電池技術は日進月歩、  
→ 最新の知識もすぐに陳腐化しかねない  
また、電気化学の用語は他分野の技術者には難解。  
→ 酸化・還元, 卑・貴, アノード・カソード



現在使われている二次電池の特徴について  
(電気)化学以外の分野の技術者の方に、  
個別的では無く、統一的なイメージをつかんでいただく事  
を目標にする。  
つまり、あまり細かい部分に立ち入らない。  
切り口はいろいろあると思うが、今回は元素・周期表



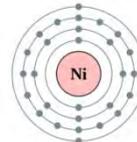
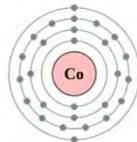
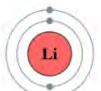
# 主に活躍する元素たち

電子を手放したい！

電子が欲しい！

安定！

1 1 H	2											13	14	15	16	17	18 2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*1	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	*2	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

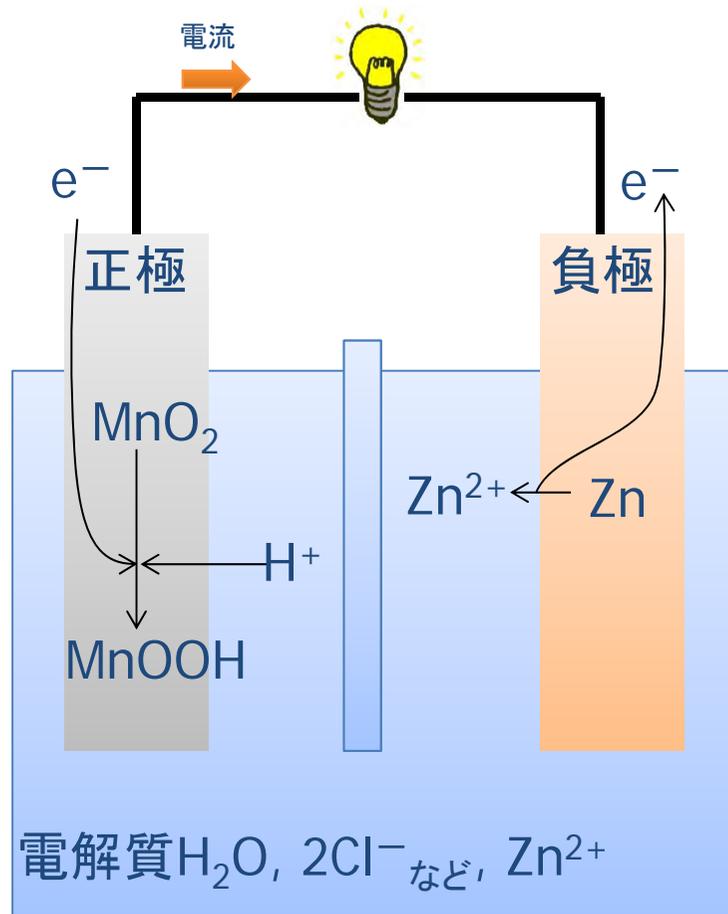


図の引用  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%91%A8%E6%9C%9F%E8%A1%A8>  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/WP:CC-BY-SA>



# 化学電池の構成要素

## マンガン電池の例



### 主な構成要素は3つ+ $\alpha$

正極	電解質から電子を受け取る
負極	電解質へ電子を送る
電解質	イオンは通すが電子を通さない

+  $\alpha$ : セパレータ, 減極剤

### 正極・負極

イオン化傾向(標準電極電位)が差があるものであれば何でもよし. ほぼ無限の組み合わせ. 充電時には正負極とは呼びにくい, 放電時を基準に呼ぶ.

### 電解質

イオンを通して電子を通さないものであればよし. 典型的には水.

# 二次電池



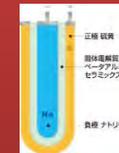
- ・一次電池と同様に可逆反応で蓄電池(二次電池)を構成できる  
組み合わせは多い。
- ・ただし, 安全性, 耐久性などの点で  
実用的な蓄電池の組み合わせは多くない。
- ・当然, ガスが発生する電池は難しい。
- ・ $\text{Ni}^+ \rightarrow \text{Ni}$ なども電極の構造が変化するため使いにくい。

現状では3種にほぼ集約。

鉛蓄電池, ニッケル水素, リチウムイオン



NaS電池

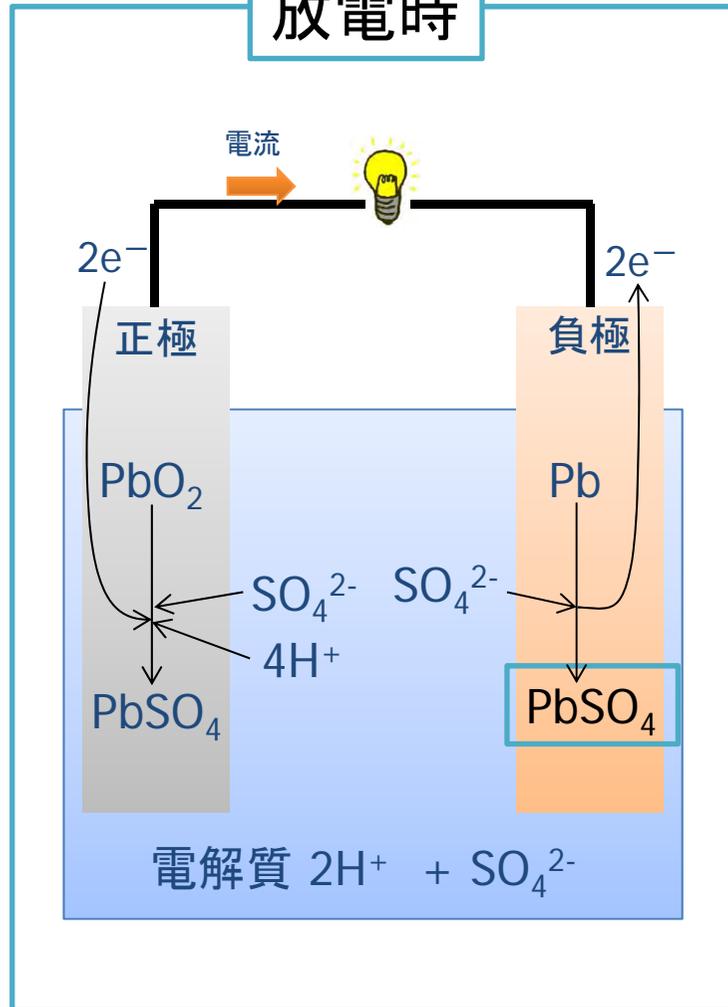


今日は上記3種に蓄電用として注目を浴びるNaS電池を紹介



# 鉛蓄電池

## 放電時



## メリット

- ・歴史がありコストが安い
- ・リサイクルルートが確立
- ・水系にしては電圧が高め
- ・常に満充電にしておく用途に適する
- ・Ca, Sb添加, 密閉などによって寿命も改善

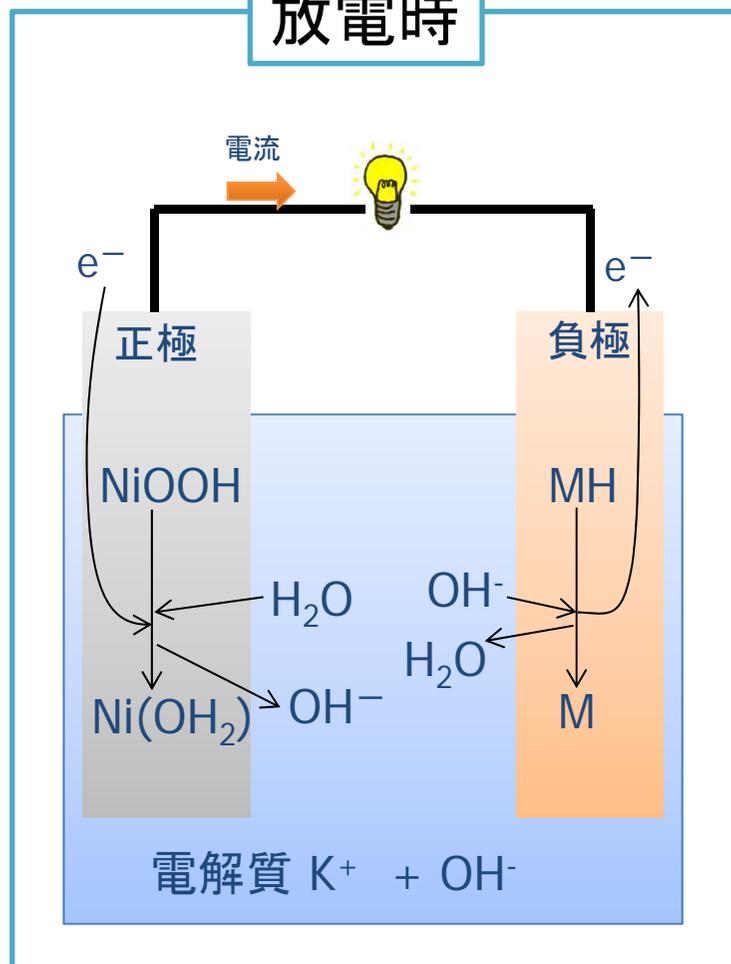
## デメリット

- ・電極がPbのため重い
  - ・体積密度も高くない
  - ・放電していくと負極の $PbSO_4$ が硬い結晶になるサルフェーションが起きやすい。深い放電は苦手。
- (ディープサイクルタイプもあるが素性は同じ  
100%充放電では300回, 50%でも600回程度)



# ニッケル水素(Ni-MH)電池

## 放電時



M: 水素吸蔵合金

(希土類La+遷移金属Ni5)が典型

## メリット

- ・NiCd電池よりも3倍程度高容量, 有害物質を含まないことからNiCd電池をほぼ置き換えている.
- ・安全性が高く(不燃), HV車ではいまだ主流.
- ・乾電池とほぼ電圧互換であり, 置換可能.
- ・自己放電が欠点であったがほぼ克服.
- ・充放電サイクルが1000回を超えるものも

## デメリット

- ・体積, 重量容量がLi系にかなわない.
- ・大電流・電力はやや苦手.
- ・継ぎ足し充電すると電圧が低下するメモリー効果がある.
- ・深い充放電が良い. 鉛と逆.
- ・やや過充電, 過放電に弱い

# Ni-MH電池で活躍する元素たち

電子を手放したい！

電子が欲しい！

安定！

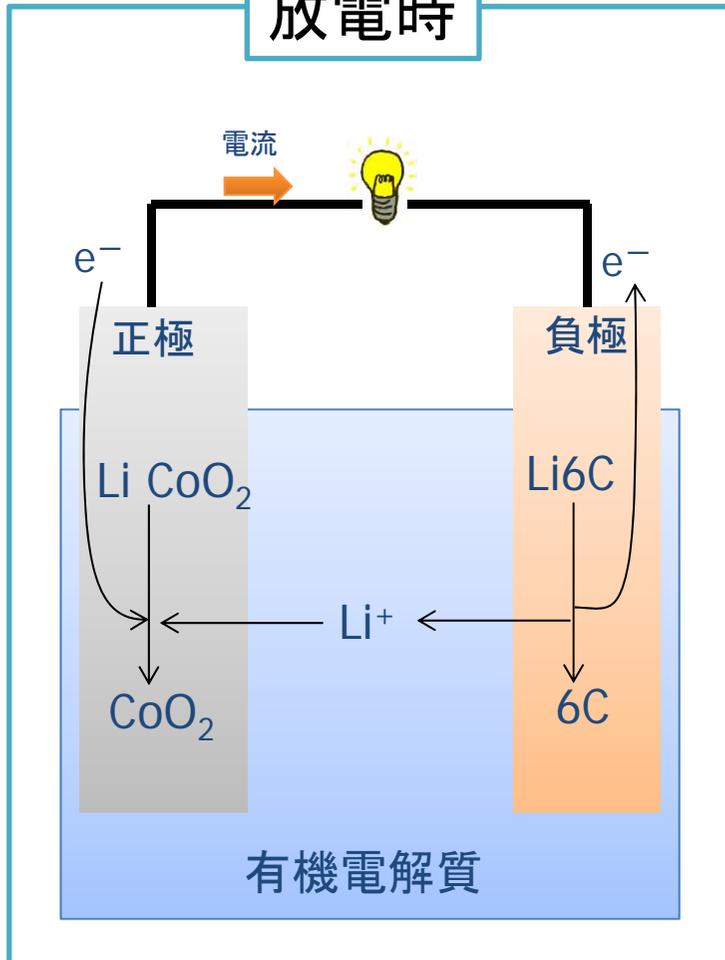
1																	18
1 H	2											13	14	15	16	17	2
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*1	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	*2	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

重い



# リチウムイオン二次電池(活物質)

## 放電時

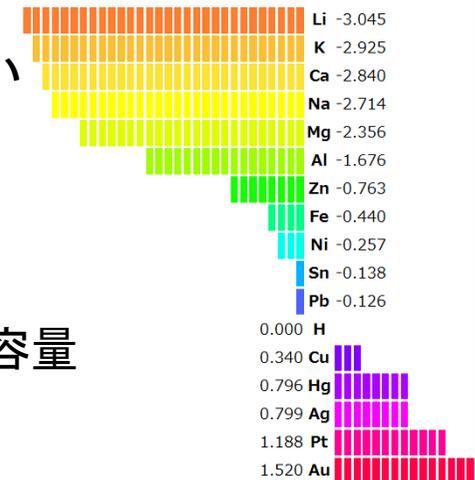


CoO<sub>2</sub>のところにNiO<sub>2</sub> MnO<sub>2</sub>なども

リチウムイオン電池はそれまでの2次電池と多くの点で異なる画期的な電池.  
1990年代に日本で実用化

## Li活物質

- ・Liは反応性が極めて高い  
単体で最大の電極電位  
高い電圧, 多い容量
- ・原子番号が小さい  
密度が低い, 高い重量容量
- ・厳密には常にイオンの状態に近い  
高いサイクル性能



<http://ja.wikipedia.org/wiki/WP:CC-BY-SA>

# Li-ion電池で活躍する元素たち

電子を手放したい！

電子が欲しい！

安定！

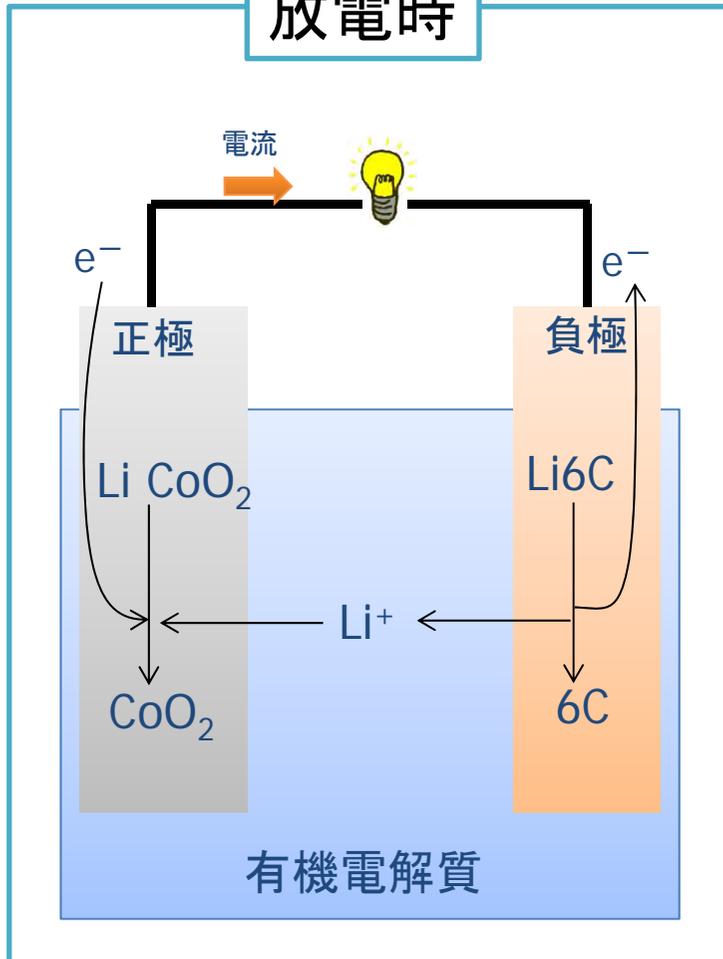
1																	18
1 H	2											13 B	14 C	15 N	16 O	17 F	18 He
3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*1	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	*2	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

重い



# リチウムイオン二次電池(電解質)

## 放電時



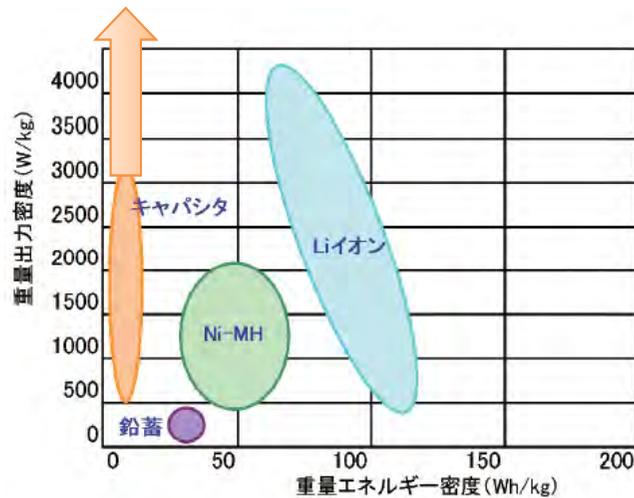
CoO<sub>2</sub>のところにNiO<sub>2</sub> MnO<sub>2</sub>なども

## 有機電解質

- ・水は1.5Vくらいから電気分解されてしまうので、それ以上高い電圧では使えない。  
普通の電池は1.5V以下。
- ・リチウム塩(LiPF<sub>6</sub>)と溶媒(エチレンカーボネート)などからなる。
- ・本来はリチウムの移動抵抗は大きいですが、薄型化などでかなり克服。
- ・電解質を液体からポリマーを用いてゲル化したリチウムポリマー電池の使用も増えてきた。  
炎上しにくいため外装をレトルト的な簡易にできコスト減, 軽量, 高い形状の自由度が期待できる。  
Appleはほぼこれ。  
逆に規格化が難しい。



# リチウムイオン二次電池



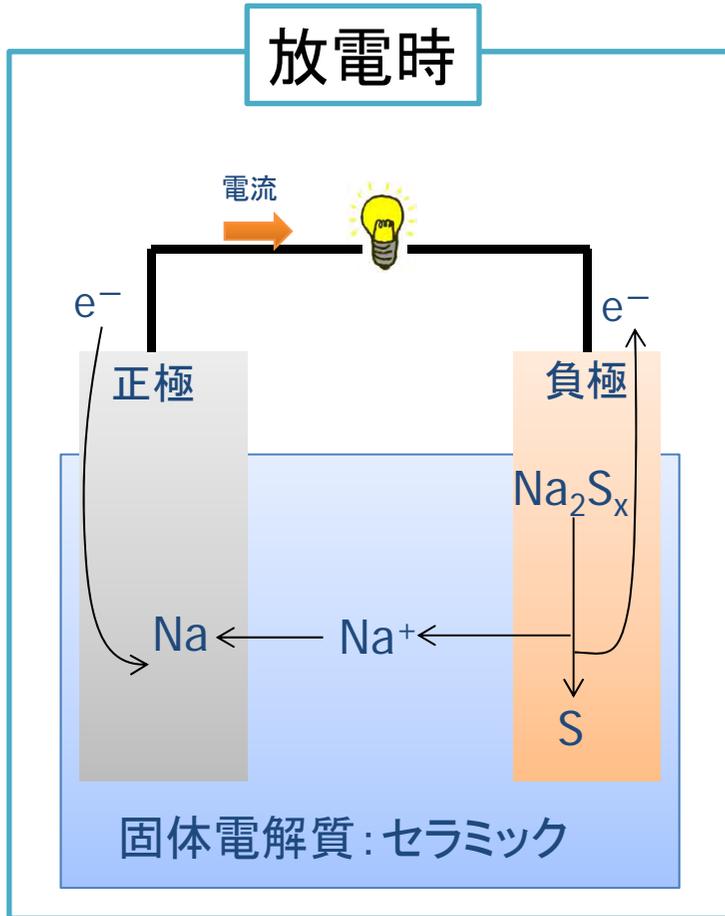
## メリット

- ・現状で最も高容量(質量的にも体積的にも)
- ・単セル電圧が高く, 電氣的な取り扱いが楽.
- ・リチウムは基本的にイオンに近い状態で金属リチウムよりは安全.
- ・メモリー効果が無く, 継ぎ足し充電可能.
- ・自己放電が少なく充放電効率が低い.
- ・Coを除けば高価な材料は使わない.  
将来的には低コスト化が可能?

## デメリット

- ・電解質が有機物で可燃.
- ・運転域と危険域が近く, 特に組電池では精密な充放電が必要. →高コスト.
- ・満充電近くで劣化が進みやすく, 停電対策など満充電での待機が苦手.
- ・現状では高コスト

# NaS電池



溶融させた状態を使う  
300°C  
電解質はセラミック



# NaS電池で活躍する元素

電子を手放したい！

電子が欲しい！

安定！

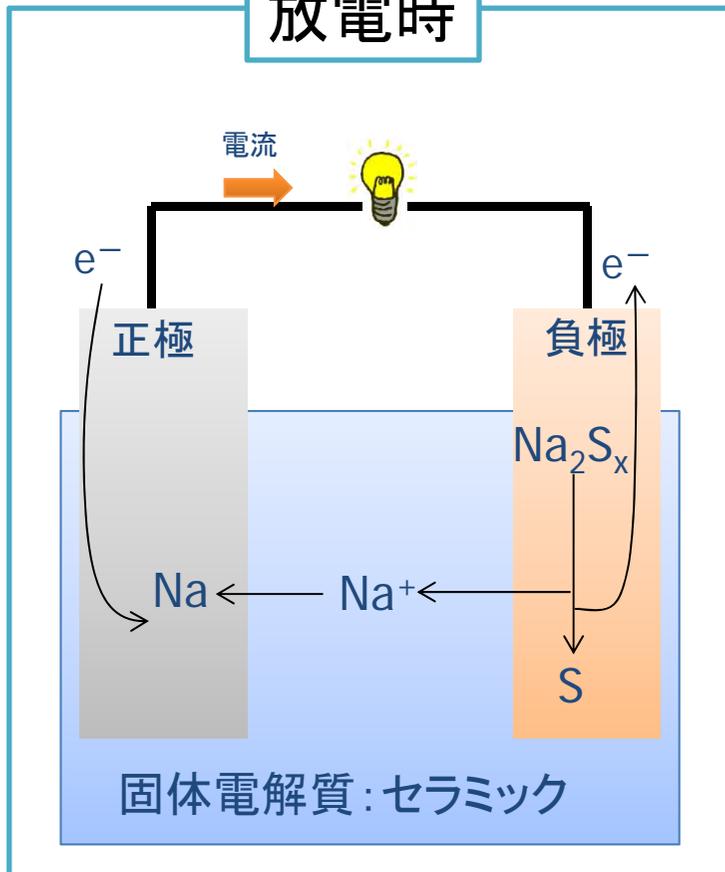
1																	18
1 H	2											13	14	15	16	17	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*1	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	*2	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

重い



# NaS電池

## 放電時



## メリット

- ・Liに似てNaは高活性, 高電圧2.1V
- ・構成部材, 反応がシンプル(相変化, 希釈無し)で副反応が少なく耐久性に優れる.  
15年4500サイクル以上.
- ・大型化が容易. 材料も安く, 基本コストは低い.  
⇔保温の点から小型化は難しい
- ・自己放電もほとんどなし.
- ・鉛蓄電池の3倍の体積容量

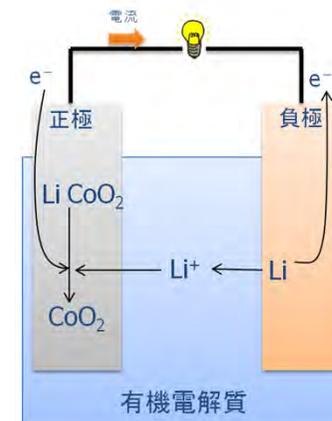
## デメリット

- ・室温ではNaは固体のため300°C程度に保温が必要.
- ・Naは高活性のため, 安全対策が必要.
  - ・保温・加温にエネルギーが必要でシステム効率はやや低い. 75%程度.
  - ・現在, メーカーが1社.

# 今後の二次電池，電力貯蔵の発展



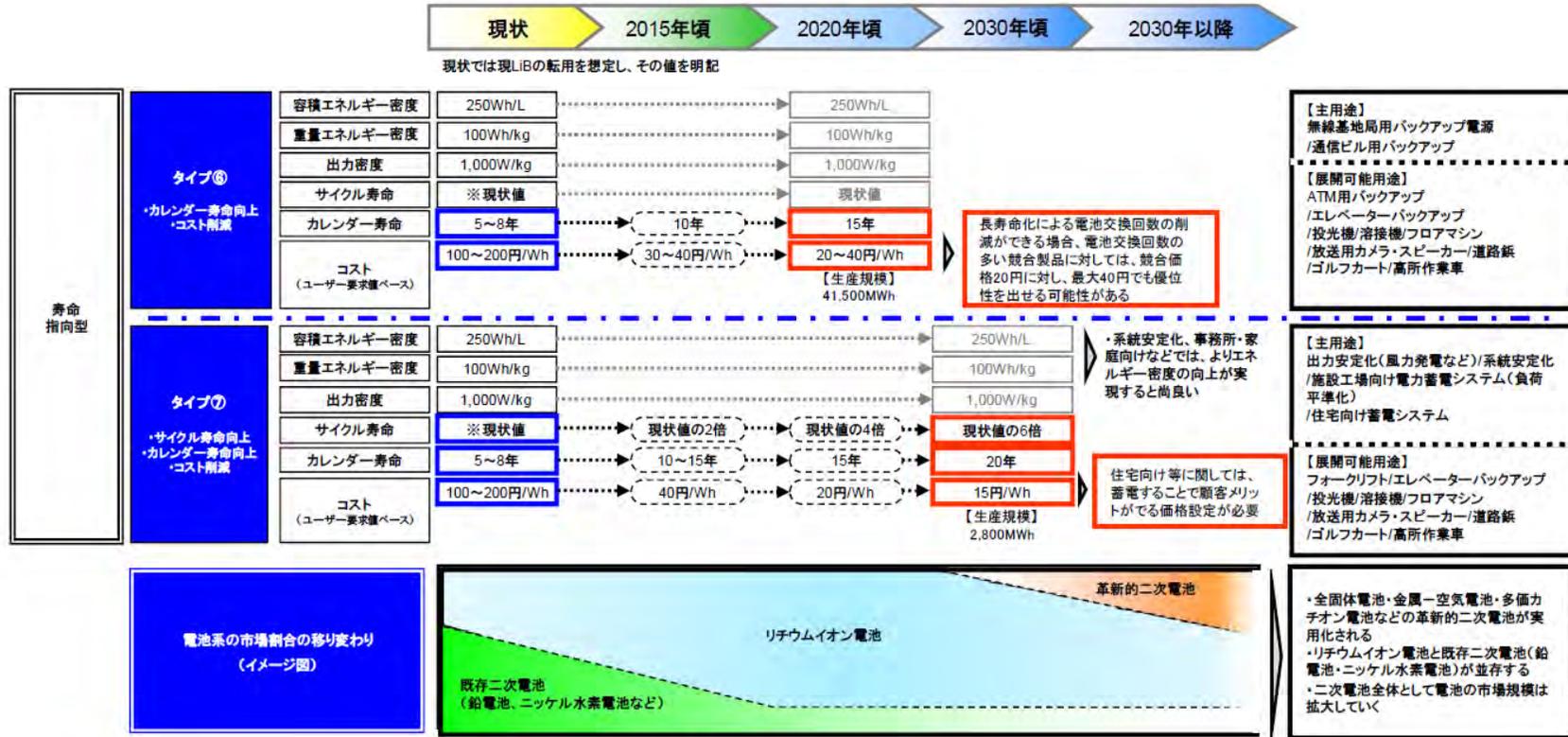
- 基本的にはLi系が高容量化を牽引か。  
金属Li負極，Li空気電池，LiS電池  
安全対策，低コスト化



- 定置用としては，水素併給も含め燃料電池，水電解系も候補  
PEFC高圧水電解，SOEC水蒸気電解
- レドックスフロー電池
- 電気二重層キャパシタ
- 無接点充電などを組み合わせた使い勝手向上，用途の広がり。



# NEDOロードマップの一部(H22年5月)



※サイクル寿命の現状値=約1000回 : DOD=100%、1C放電、初期容量に対して残容量が85%に達する回数  
※カレンダー寿命とは、電池に求められる寿命のこと

引用元: <http://www.nedo.go.jp/>

