

令和5年12月21日(木)13:00~17:30

令和5年度 環境エネルギー研究会 講演会  
「定置型2次電池の開発動向と社会実装へ向けて」



公立諏訪東京理科大学  
Suwa University of Science

# 定置型2次電池の技術動向と 水系蓄電池の可能性

公立諏訪東京理科大学  
機械電気工学科  
准教授 小川 賢

1. 蓄電池に関する社会背景
2. 定置用蓄電池について
3. 水系蓄電池の魅力
4. 理科大での取り組み紹介

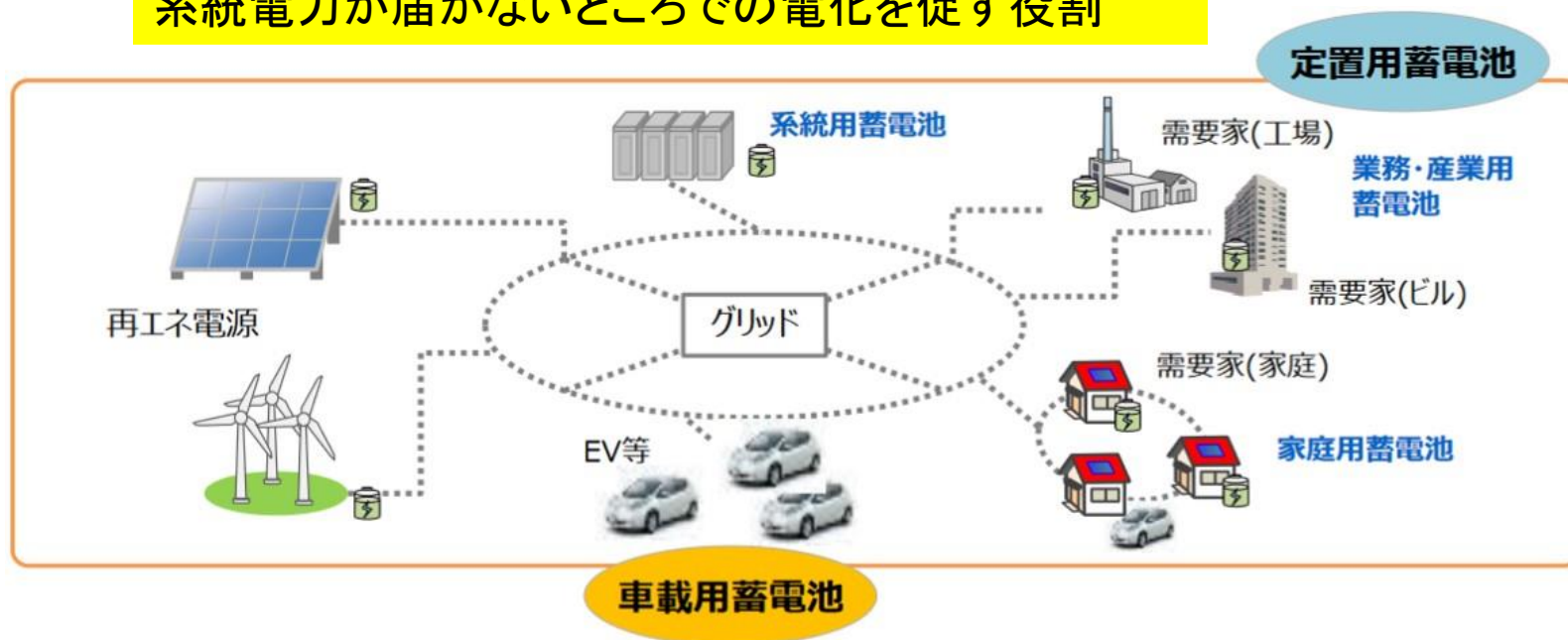
1. 蓄電池に関する社会背景
2. 定置用蓄電池について
3. 水系蓄電池の魅力
4. 諏訪東京理科大での取り組み紹介

社会の様々なところで蓄電池が使われるようになってきている。

⇒ いつでもどこでも情報端末を持つ社会：情報化社会

⇒ いつでもどこでもエネルギーを持ち運べる社会

電子機器を持ち運ぶための電源  
再生可能エネルギーを安定化させる役割  
系統電力を補助する役割  
系統電力が届かないところでの電化を促す役割



## オフグリッド用途

ポータブル蓄電池  
<https://kyotocotocoto.com/portable-battery-recommend>



街灯  
出典：Panasonic



工事現場  
出典：Monotaro



キャンプ・ガレージ・コンテナハウス等  
出典：ハケ岳LAC オフグリッドフィールド



## <リチウムイオン電池の歴史>



## 蓄電池市場の拡大

- **蓄電池市場は車載用、定置用ともに拡大**する見通し。当面は、EV市場の拡大に伴い、**車載用蓄電池市場が急拡大**。足下では定置用は車載用の1/10程度の規模だが、**2050年に向けて定置用蓄電池の市場も成長**する見込み。

### 蓄電池の世界市場の推移



蓄電池市場全体として  
長期的にみても拡大傾向は  
継続する見込み

小川の見解

- ・EVなど車載用の市場見込みは立てやすい
  - ・定置用は不確定な要素が多く、市場見込みを立てるのが難しい
- ⇒それでも拡大傾向にあると多くの人は見ている  
どのような蓄電池が拡大するのか？

(出典) IRENA、企業ヒアリング等を元に、経済規模は、車載用パック（グローバル）の単価を、2019年2万円/kWh→2030年1万円/kWh→2050年0.7万円/kWhとして試算。  
定置用は車載用の2倍の単価として試算。

蓄電池の用途は大きく分類すると三つになる。

## 1. 産業用蓄電池

- 無停電電源
- フォークリフト

## 2. 民生用蓄電池

- 懐中電灯など
- モバイル機器

## 3. 自動車用蓄電池

- 自動車始動用
- リモコン等の駆動用

鉛蓄電池

一次電池

Ni-MH電池  
Ni-Cd電池

鉛蓄電池

ボタン電池



リチウムイオン電池

主に民生用の蓄電池の代替と  
新しいモバイル機器の普及により  
大きく市場が拡大している  
実は鉛蓄電池の用途については  
あまり代替されていない

# 主な小形二次電池の特徴と使用例

Li-ion

高エネルギー密度



Ni-MH

乾電池との互換性  
高度な制御が不要

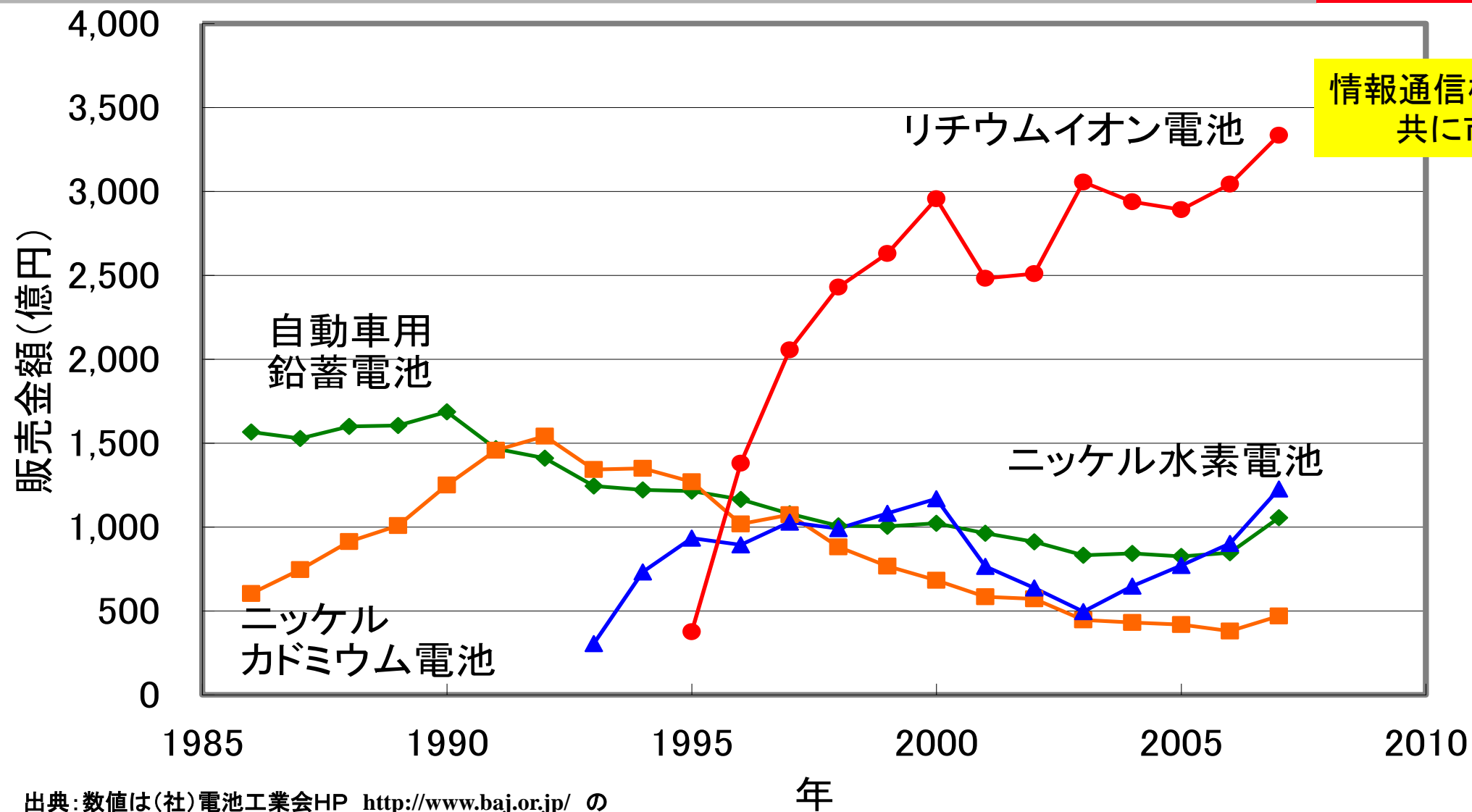


Ni-Cd

高出力密度  
高耐久性



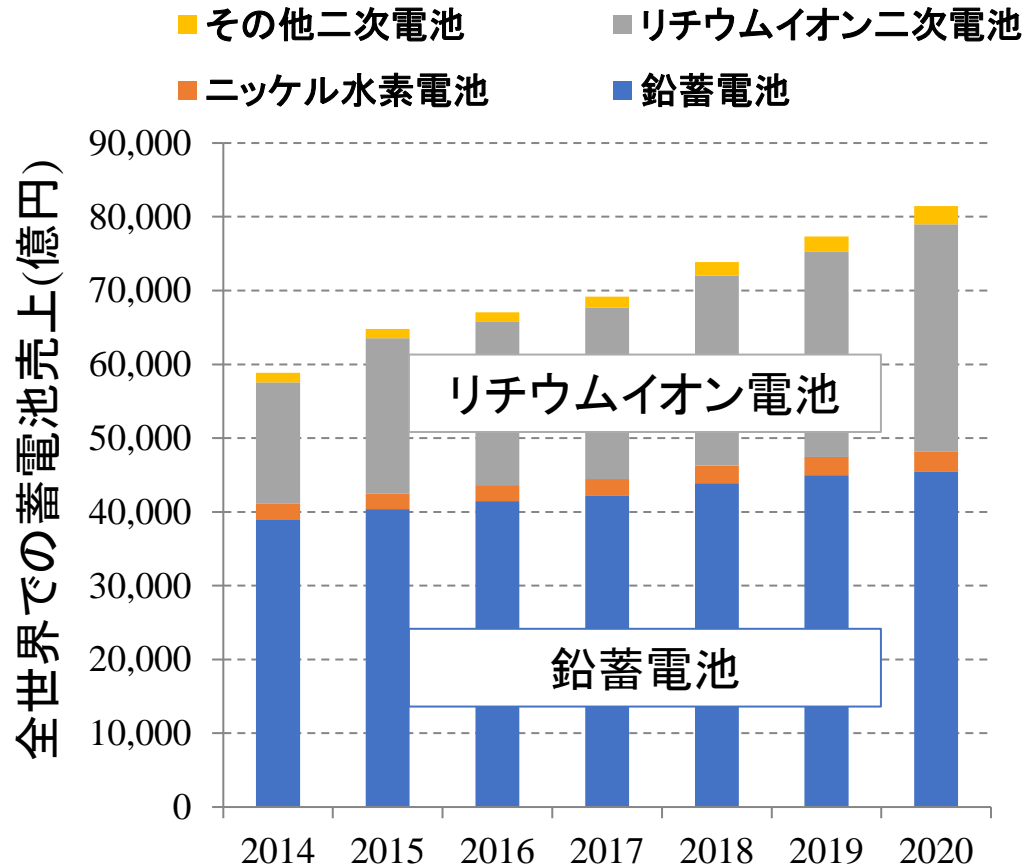
# 小型二次電池の販売金額



情報通信機器の発達と  
共に市場拡大

出典: 数値は(社)電池工業会HP <http://www.baj.or.jp/> の統計データ(経産省機械統計)に基づく

リチウムイオン電池の市場拡大は、既存市場を置き換える以上に  
新規市場が立ち上がっていることが大きい  
(モバイル機器の需給・自動車の電化の動き)

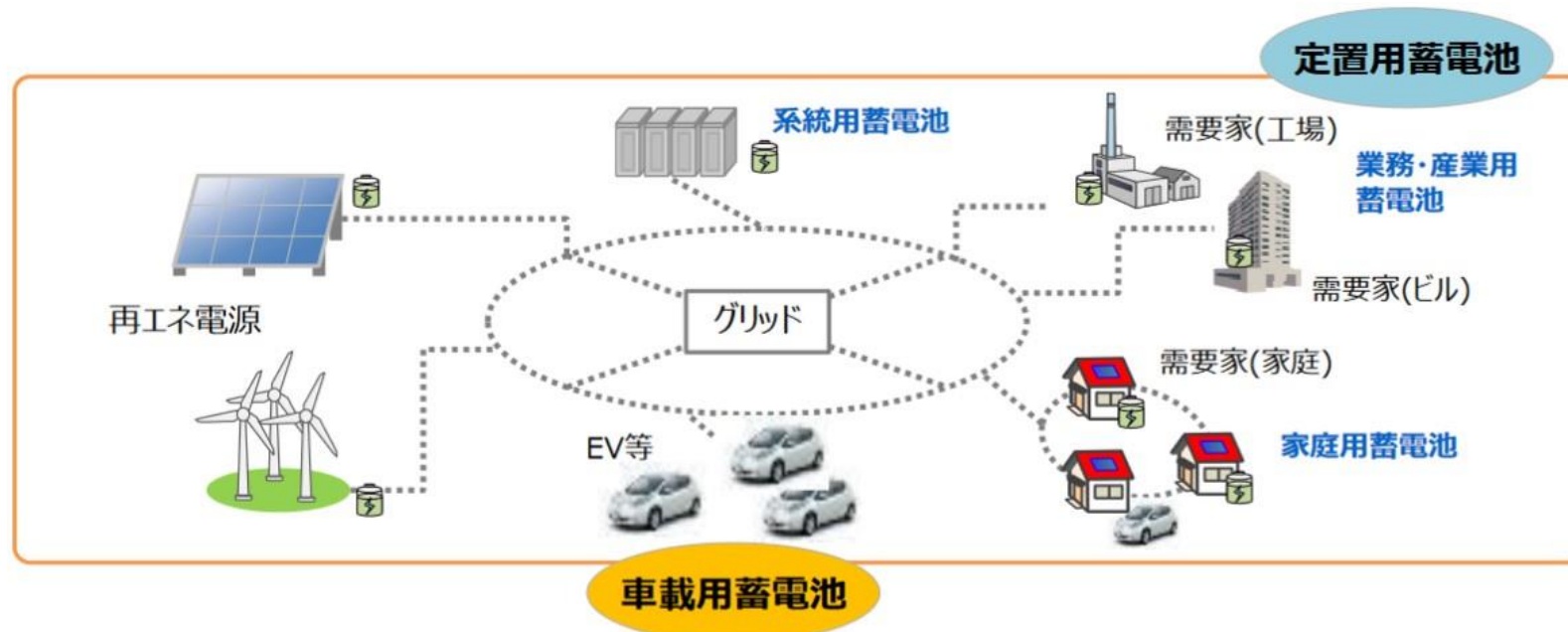


小型・軽量である特徴から様々な電子機器に搭載  
その利便性が広がることで、持ち運び容量の大容量化が進行中  
但し、市場拡大と共に事故のニュースも増加傾向

古くから鉛蓄電池が使われているところは、  
そのまま鉛が使い続けられることが多い  
⇒なによりも電池が安く・安定。さらに火災の危険性がない  
製品化して100年になる安定の蓄電池

1. 蓄電池に関する社会背景
2. 定置用蓄電池について
3. 水系蓄電池の魅力
4. 諏訪東京理科大での取り組み紹介

# 定置用に向いてる蓄電池とは？



出典: 経済産業省「蓄電池産業戦略(2022年8月31日)」

## オフグリッド用途

ポータブル蓄電池  
<https://kyotocotocoto.com/portable-battery-recommend>



街灯  
出典: Panasonic



工事現場  
出典: Monotaro



キャンプ・ガレージ・コンテナハウス等  
出典: ハケ岳LAC オフグリッドフィールド

## 定置用蓄電池: 電力を持ち運ぶことを主目的としない使い方

電子機器を持ち運ぶための電源  
再生可能エネルギーを安定化させる役割  
系統電力を補助する役割  
系統電力が届かないところでの電化を促す役割

市場がそれほど大きくないため、  
あまり蓄電池の議論にでてこないが、  
すでに様々なところに普及している

イルミネーションのオフグリッド化  
⇒最近はLIBのケースが多い



街灯  
出典: Panasonic

鉛蓄電池

工事現場  
出典: Monotaro



<https://item.rakuten.co.jp/kmmart/kgsl-crystalball/>

電気二重層キャパシタによる  
街灯用蓄電システム



<https://www.biglife21.com/society/12616/>

# 蓄電池の容量と用途について

一言で「定置用」といっても、用途によって最適なものは異なる  
また、新しい蓄電池用途として電力貯蔵が仲間入り

発電機

火力発電(化石燃料)

街灯  
工事現場用  
キャンプ等

住宅用  
小規模店舗  
データセンター

産業用  
工場インフラ等  
のバックアップ

電力平準化  
(電力貯蔵)

電気二重層キャパシタ

鉛蓄電池・NiMH・リチウムイオン電池

NAS電池

レドックスフロー電池

単電池

組電池

電池モジュール

モジュール連結

1 kWh

10 kWh

100 kWh

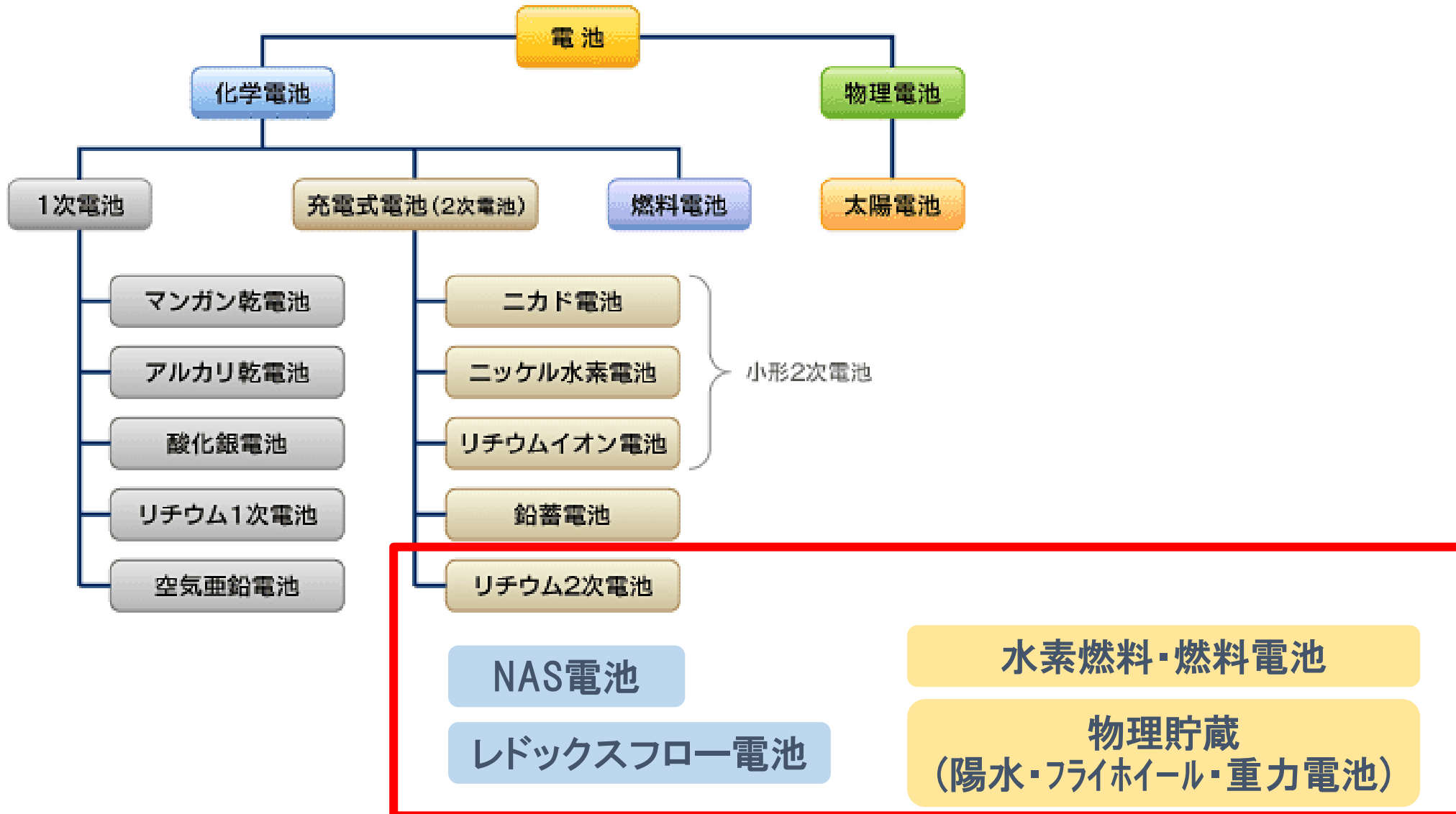
1000 kWh

1 MWh

10 MWh

蓄電容量

# 電力貯蔵を想定した場合の技術



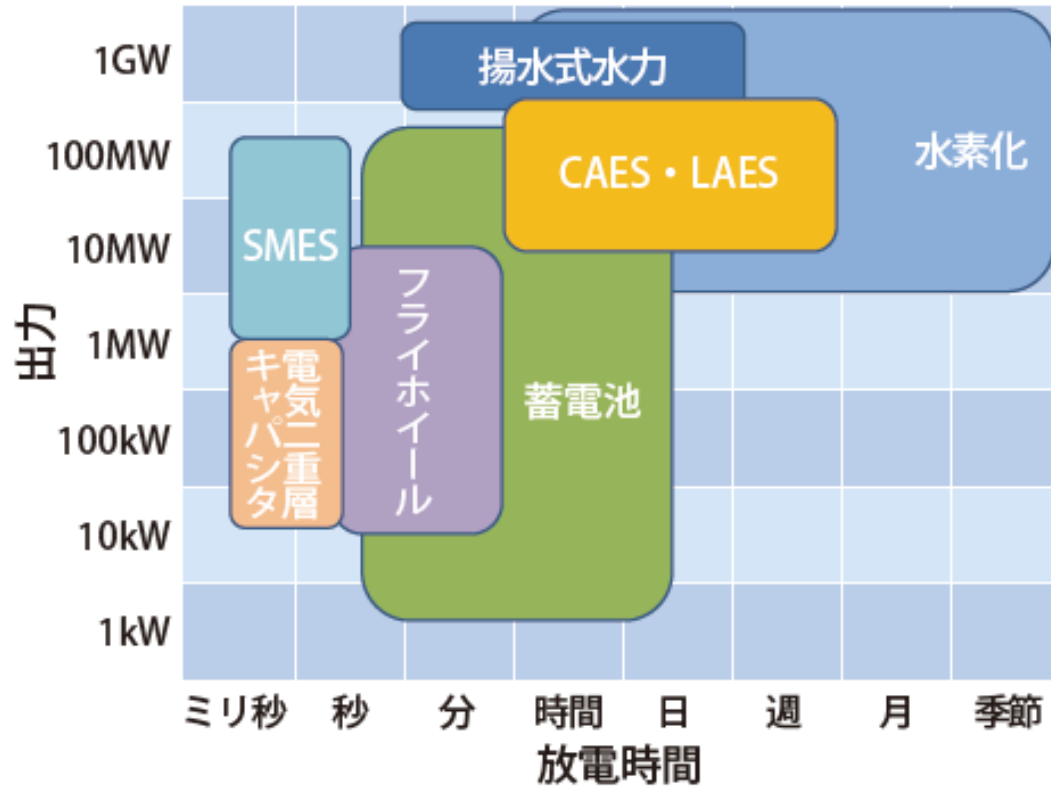


図15 電力貯蔵技術の各方式の出力・放電時間

出所：各種資料を基にNEDO技術戦略研究センター作成(2017)

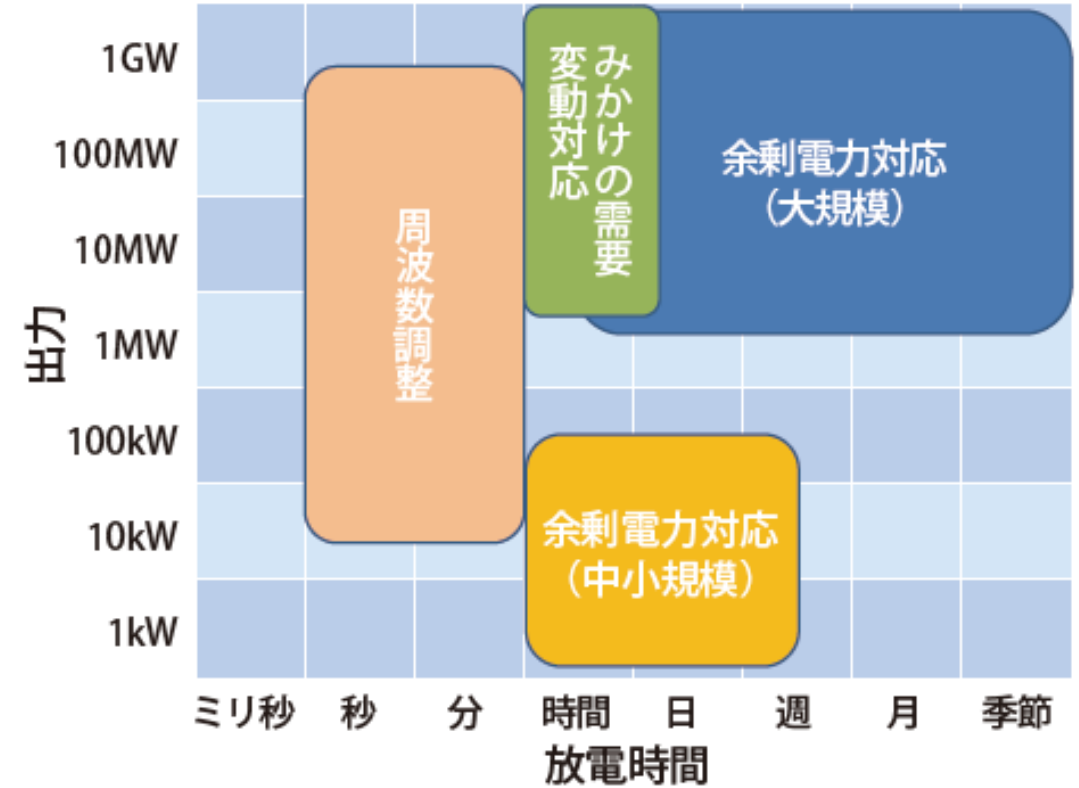
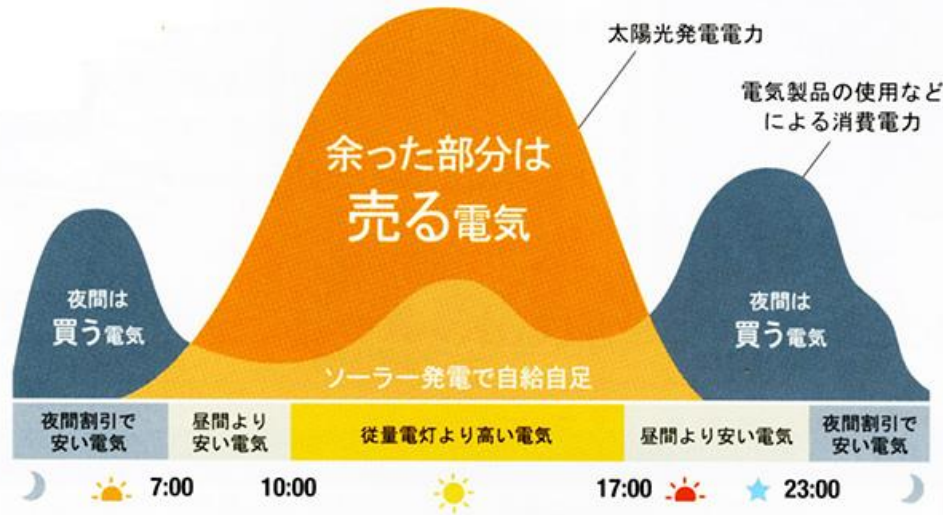


図16 各用途に必要な出力・放電時間

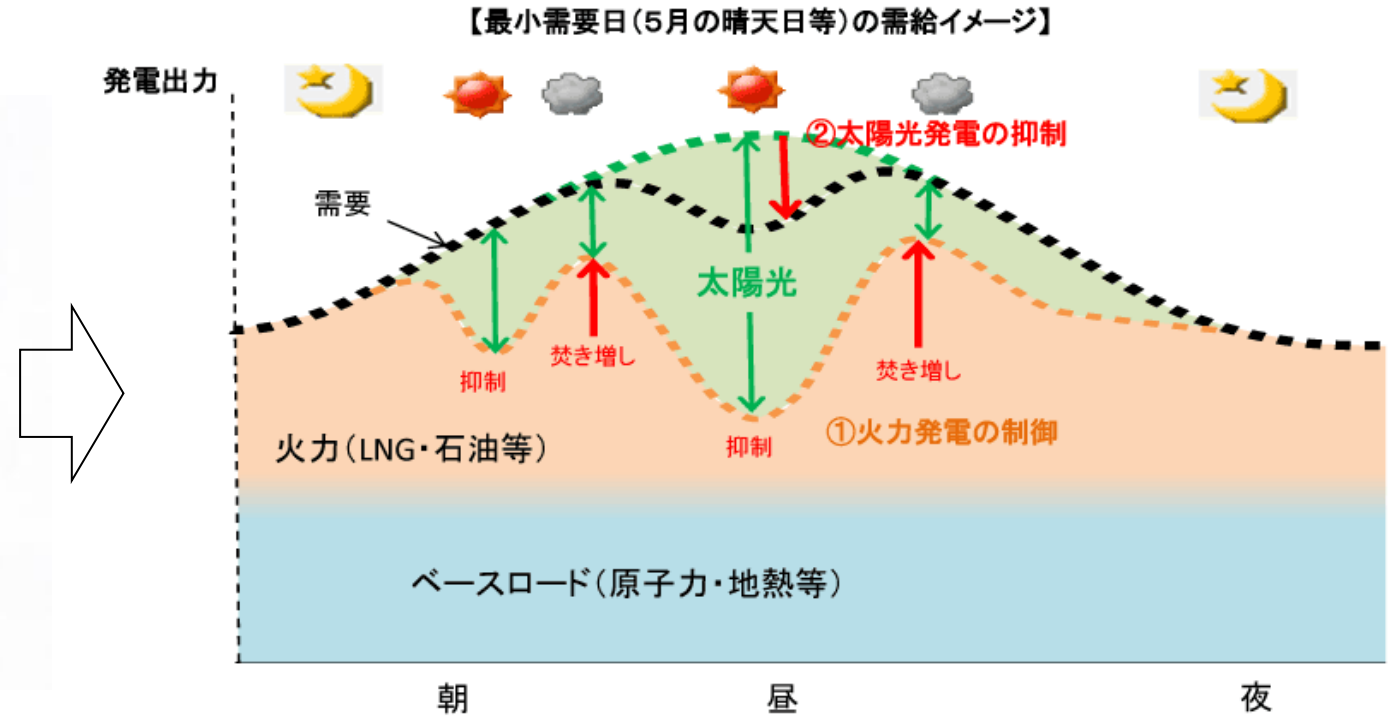
出所：各種資料を基にNEDO技術戦略研究センター作成(2017)

## 一般家庭の電力イメージ



<https://www.kyuena.jp/life/taiyoukousystem.php>

## 電力会社での負担イメージ



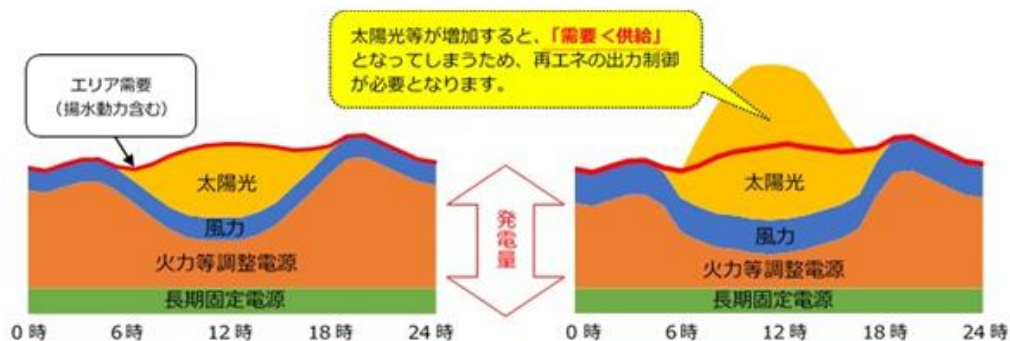
<https://www.solar-partners.jp/contents/51783.html#back>

一般家庭でソーラーパネルを設置し、売電で生活費等が安くなっているが  
電力会社側では、お天気任せな電力にあわせて火力発電等の出力調整を行っている

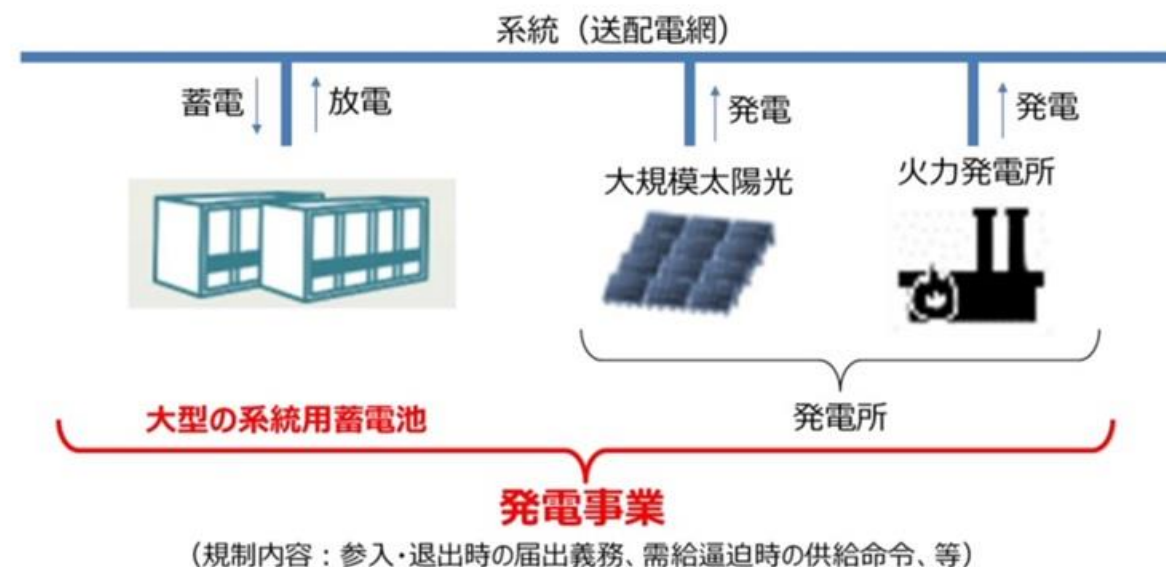
# 「蓄電池ビジネス」の出現

出典:期待高まる「蓄電池ビジネス」、その収益性は？ - 特集 - メガソーラービジネス : 日経BP (nikkeibp.co.jp)

太陽光の設置数が増えると、市場全体の需要を超えてしまい電力会社が買い取れない事態になる  
⇒ 出力調整の実施へ



<https://powergrid.chuden.co.jp/goannai/ippan/powerconnection/facility/>

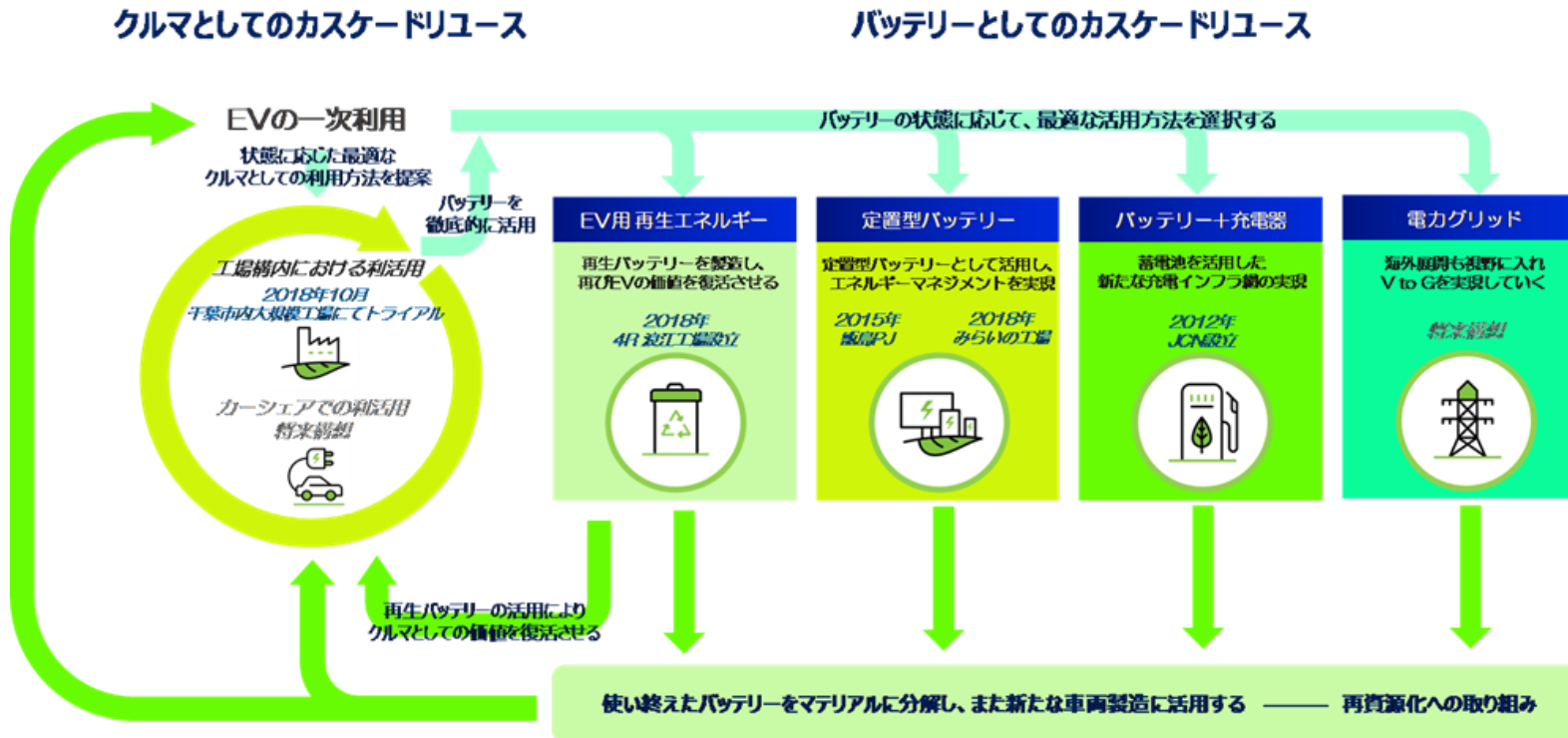


大型蓄電池を「発電所」と見立てて、電気を売買するビジネス  
(余剰電力を買い取り、不足するときに売って、その価格差で儲けを得る形)

電力会社の発電量で調整してた分を蓄電池で調整していく

## EV向けに大量に生産されるリチウムイオン電池 廃棄の問題が指摘され、EVから定置用に転用することで批判を回避

様々な自治体や企業と連携し、二次利用の用途を多様化させ、バッテリーの循環モデルを構築していく



定置用で使ったあとはどうなるのか？  
リユース時の電池品質は？

# リユースされるリチウムイオン電池

[伊藤忠、EV電池をコンテナ型定置用蓄電池へ再利用 中国メーカーと提携へ | 環境ビジネスオンライン \(kankyo-business.jp\)](#)

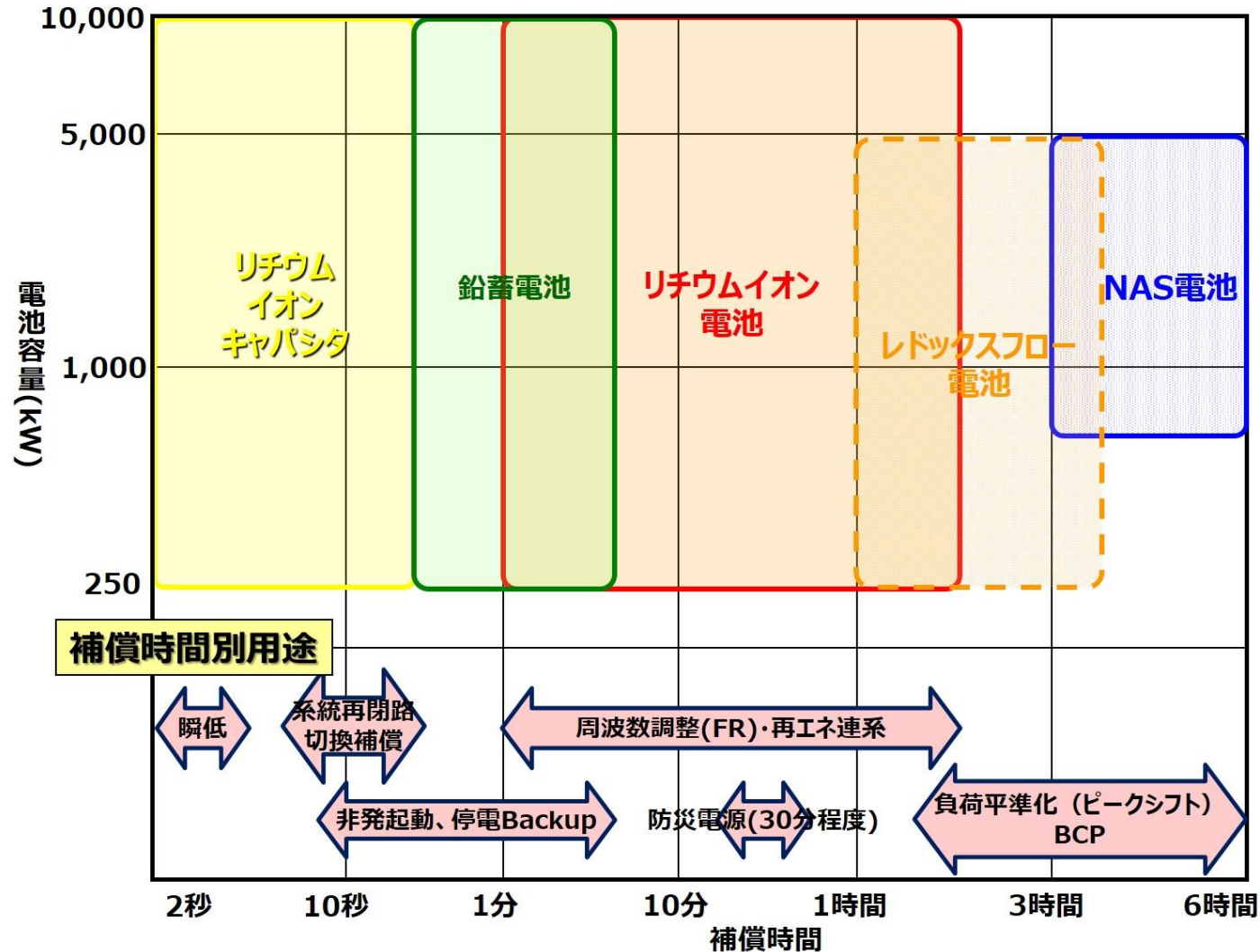
コンテナ型定置用蓄電池イメージ図



[フォークリフト用リチウムイオン電池をリユースした定置用蓄電システムを開発 | 株式会社 豊田自動織機 \(toyota-shokki.co.jp\)](#)



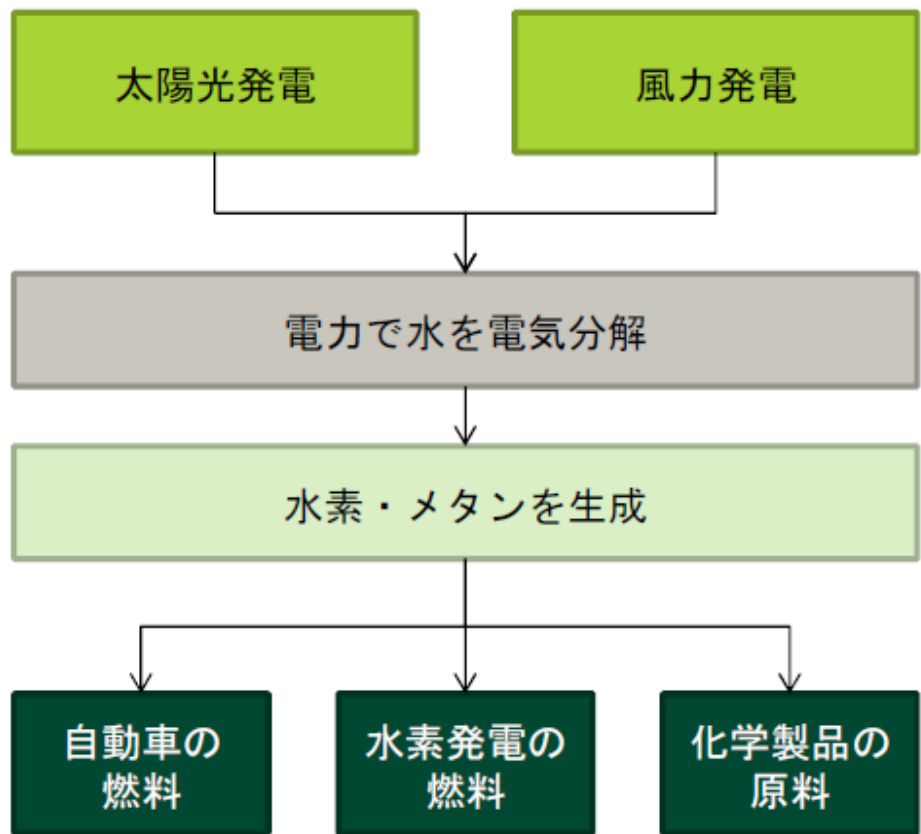
蓄電池用交直変換装置 | 蓄電システム | 明電舎 (meidensha.co.jp)



リチウムイオン電池が使える領域は、まずはリチウムイオン電池が検討される  
それに対するメリットが明確なところで別デバイスが参入していく傾向

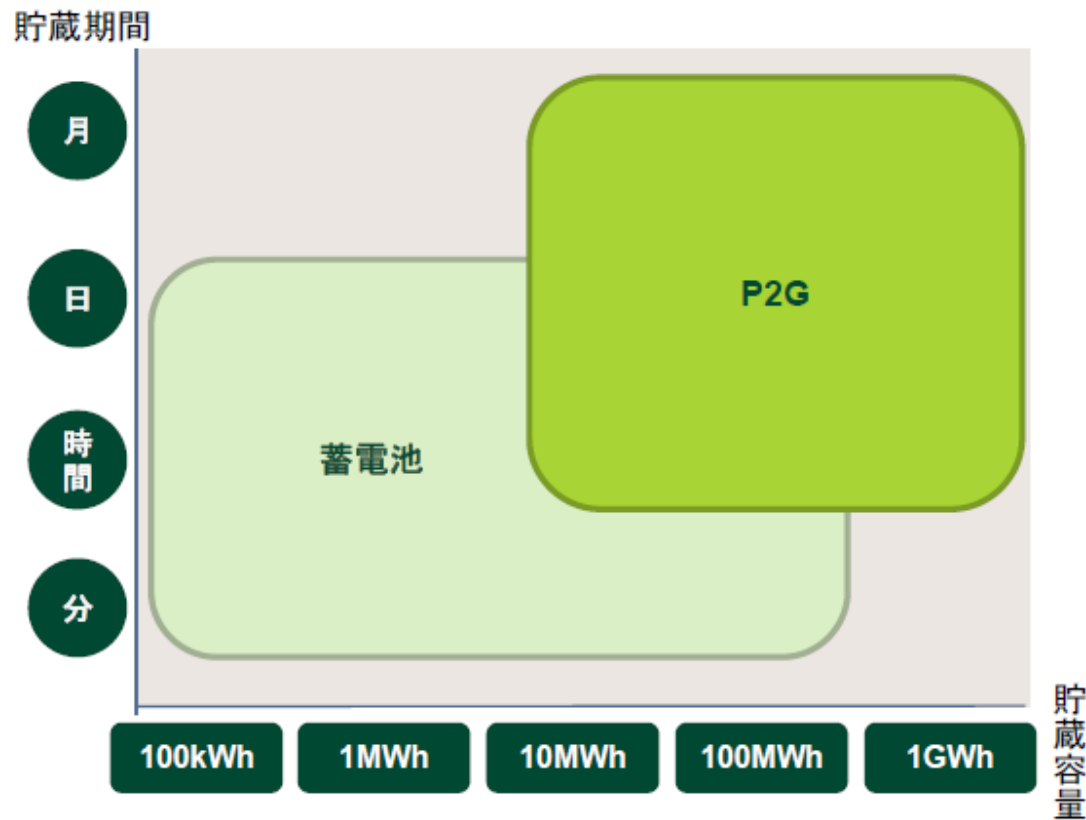
NAS電池に関する詳細は日本ガイシ様のご講演にお任せ致します

## Power to Gas のコンセプト



(出所) 経済産業省「第3回CO2フリー水素ワーキンググループ」を基に弊社作成

## 電力貯蔵技術の貯蔵時間及び容量の概念図



(出所) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「TSC Foresight Vol.20 電力貯蔵分野の技術戦略策定に向けて」を基に弊社作成

**長期間 & 大容量のエネルギー貯蔵には、燃料として保管できる技術が優位  
(但し、水素燃焼に関してはコスト面で注意が必要)**

# 水素か？蓄電池か？



出典：NEDO 技術戦略研究センターレポート vol. 20「電力貯蔵分野の技術戦略策定にむけて」

表5 電力貯蔵技術の比較

方式	ユニット容量					設備コスト [千円/kWh]	設備コスト [千円/kW]	エネルギー密度 [Wh/L]	サイクル効率 [%]	需給調整時間幅			
	100kWh	MWh	10MWh	100MWh	GWh					分	時	日	月
蓄電池	●	●	●	●		32-682	33-385	20-400	75-95	●	●	●	
揚水式水力				●	●	28-47	55-506	0.1-0.2	50-85	●	●	●	
水素化 (Power to Gas)			●	●	●	48-96 (変換のみ)	55-83	600 (200barの圧縮水素)	22-50	●	●	●	
圧縮空気貯蔵 (CAES)※地中式			●	●	●	7-14	55-165	2-6	27-70	●	●	●	
液化空気貯蔵 (LAES)			●	●	●	29-58	99-209	—	55-85	●	●	●	
フライホイール	●					858-968	14-55	20-80	90-95	●			
超電導電力貯蔵 (SMES)	●	●				77,000	14-57	6	90-95	●			
電気二重層キャパシタ (ELDC)	●					1,100	14-57	10-20	90-95	●			

電池の自己放電 vs 水素化の低効率

⇒貯蔵時間が短いと蓄電池が有利  
⇒貯蔵時間が長いと水素が有利

←水素化は電力効率が悪い  
※金属空気電池は、水素ほど悪くはないが、LIBなどに比べると電力効率が悪い

売電・買電で考えたら蓄電池が優位

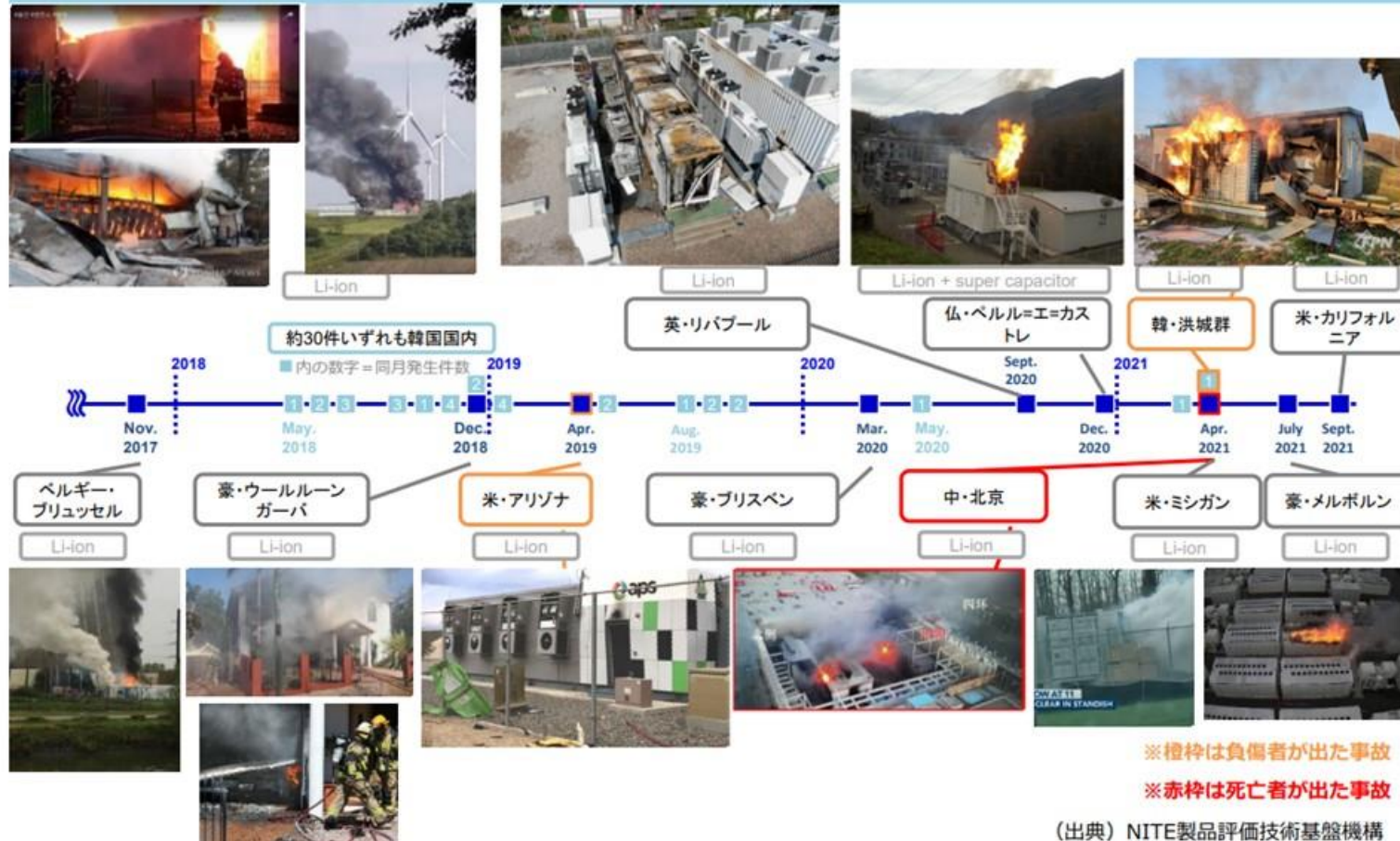
遠方で作られた電力を運搬して  
輸入できる・輸出できるなど  
エネルギーを分け合う発想になると  
燃料電池にメリットがでてくる傾向

出所：各種公表資料を基にNEDO技術戦略研究センター作成(2017)

1. 蓄電池に関する社会背景
2. 定置用蓄電池について
- 3. 水系蓄電池の魅力**
4. 諏訪東京理科大での取り組み紹介

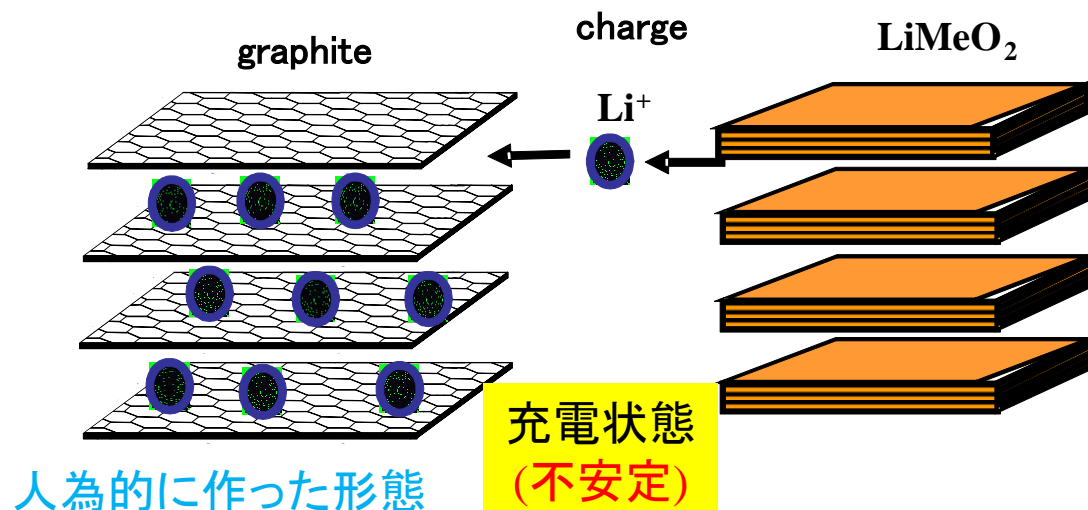
## 蓄電池の事件事例

- 液系LIBは発煙・発火のリスク有。近年もリチウムイオン電池の火災事故は続いており、**安全対策は重要な課題の一つ。**



# なぜ事故が起こるのか？

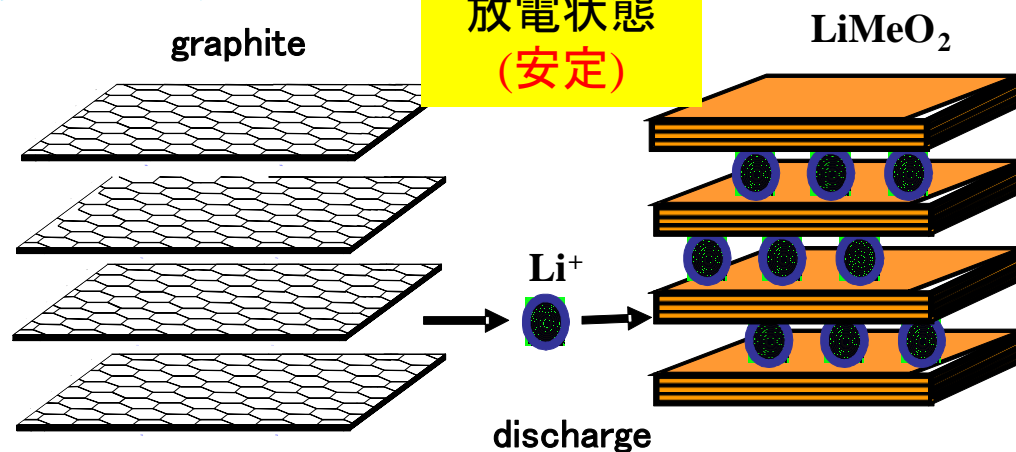
充電状態は、  
結晶構造が不安定になる  
⇒正極は、柱が抜けた状態  
⇒負極は、膨張していく



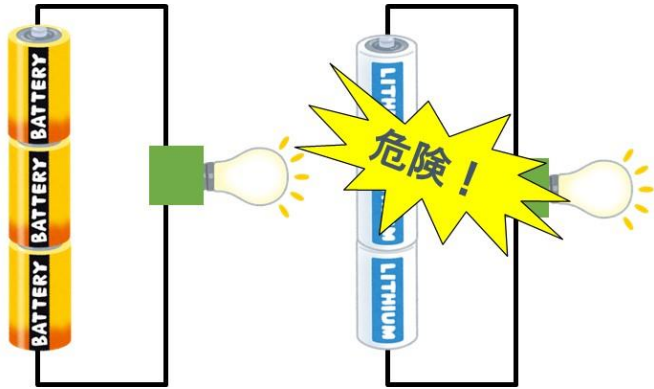
リチウムデンドライト  
の発生の危険性

過充電には特に気を付けなければならない

自然界に存在する形態

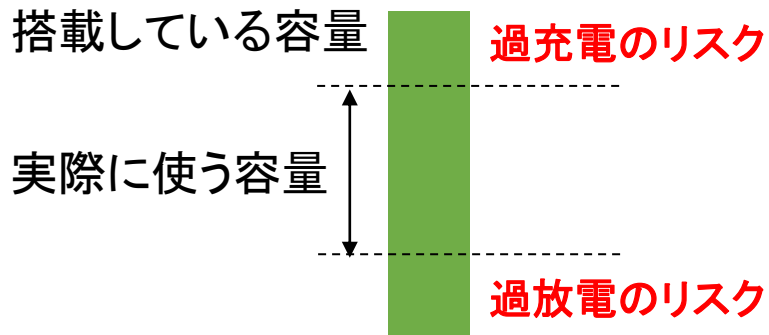


## 電池一個一個にBMS (Battery Management System)

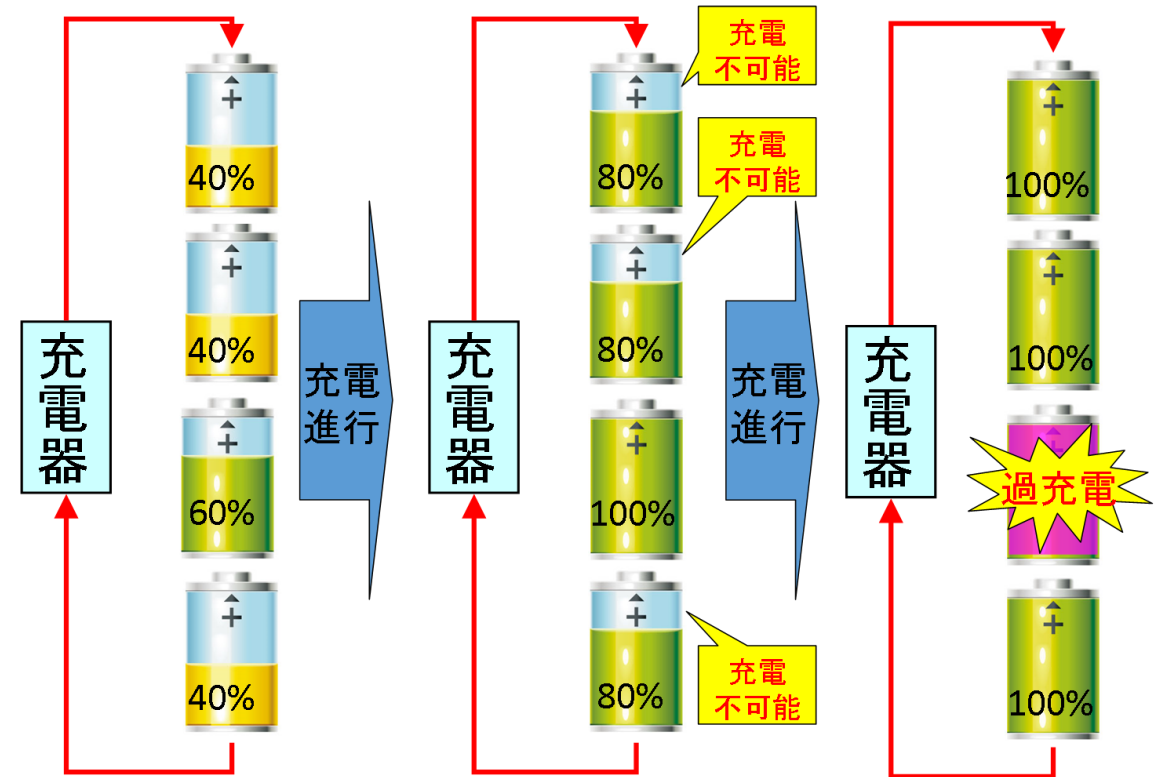


リチウムイオン電池はばら売りされない

## 搭載した容量に 余裕をもって駆動する



組電池にすると、さらに利用率を限定することになる  
(性能の低い電池に全体が引っ張られる)



## 鉛蓄電池 と ニッケル水素電池

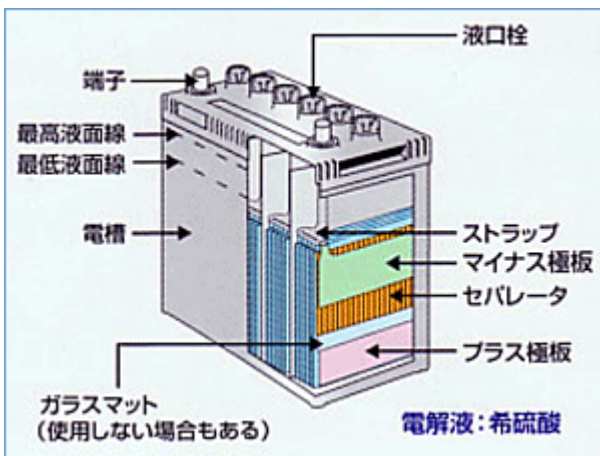
エンジン始動用

HEV車のエンジンサポート用

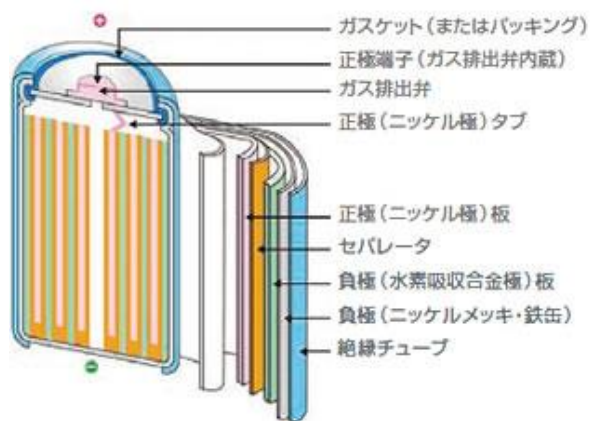
### どちらも過充電にめっぽう強い

電池を過充電すると、電極以外のものが化学反応します  
⇒ 水が電気分解

鉛蓄電池の場合：水が減っていくだけ  
ニッケル水素の場合：電池内部で酸素・水素を吸収できる  
⇒ 電池としてダメージをほとんど受けない



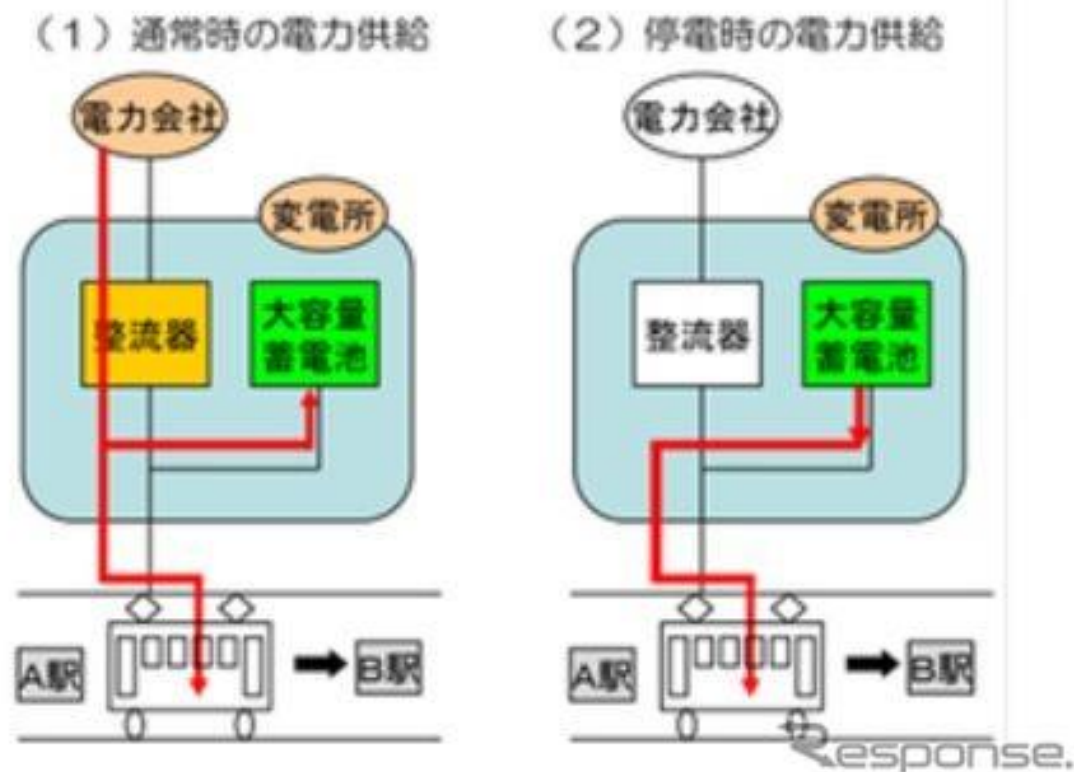
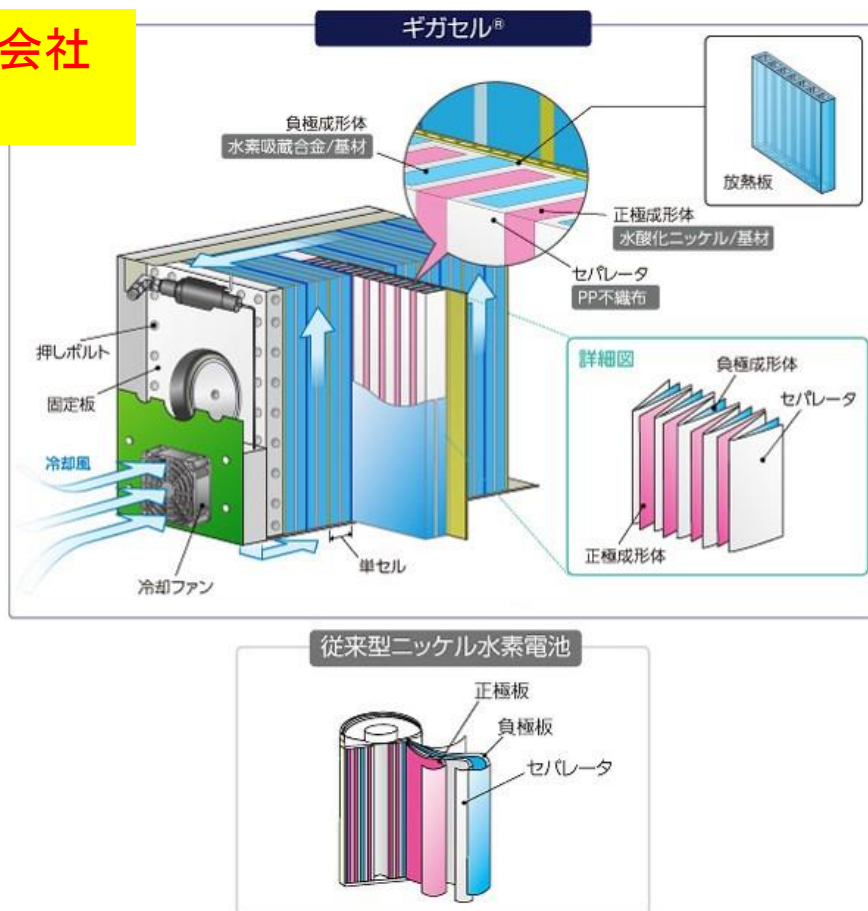
●ニッケル水素電池の構造



自動車で長く使われているには理由がある

## 過充電・過放電に強い特徴を生かした用途開発 リチウムイオン電池が対応しにくいニッチ用途で戦っている傾向

川崎重工業株式会社  
「ギガセル」



出典: 川崎重工業

特長 | ギガセルのご紹介 | ニッケル水素電池 | 川崎重工業株式会社 (khi.co.jp)

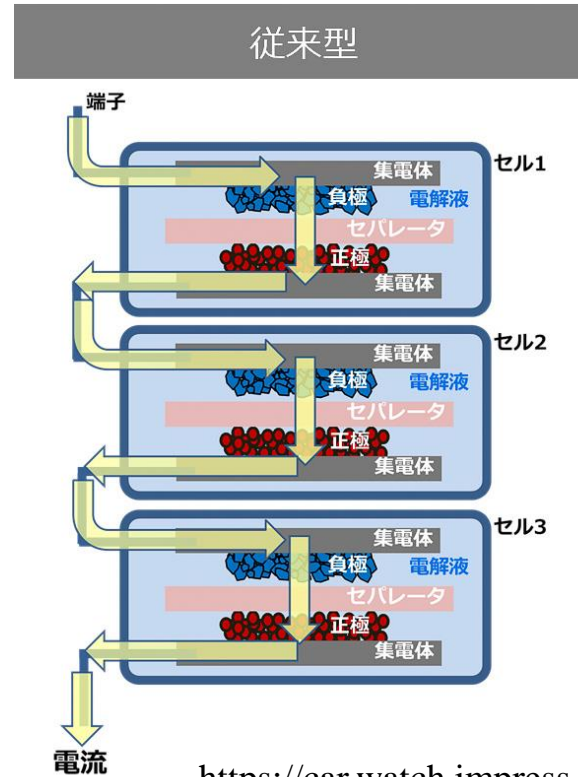
<https://response.jp/article/2017/11/10/302354.html>

# ニッケル水素にしかできない構造：バイポーラ構造

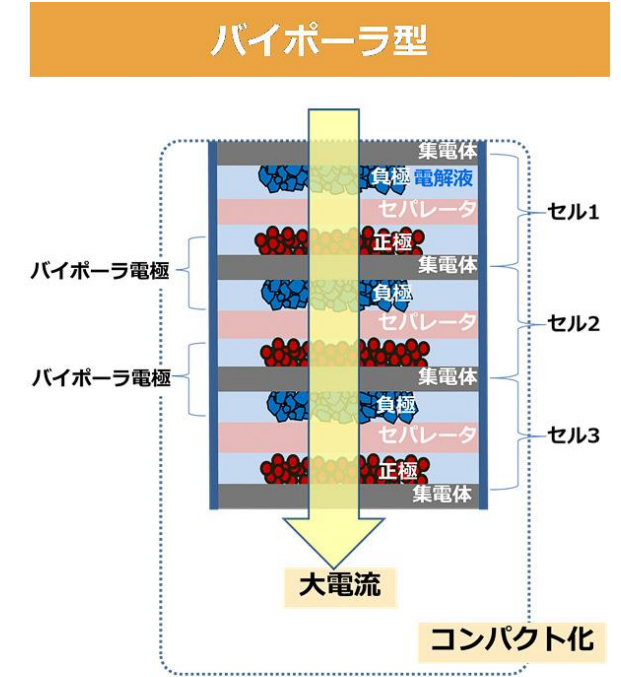


<https://gazoo.com/news/info/21/07/19/>

過充電・過放電時のガスを吸収できる  
ニッケル水素だから可能な技術



<https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1339263.html>



※ニッケル水素電池は、初代プリウスからずっとハイブリッド車に搭載されている

用いる原料を適切に選ぶことで、環境負荷の低い蓄電池が構成できる

- ・電気二重層キャパシタ(活性炭-活性炭)
- ・亜鉛負極電池

200年前から電池に使われてきた材料: 亜鉛

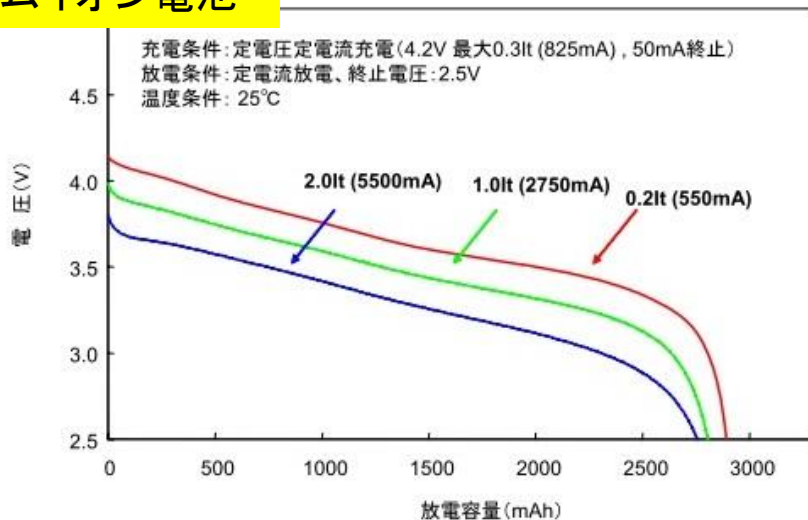


- ・資源的に豊富
- ・環境負荷が小さく、人体にも無害
- ・水を使って蓄電デバイスが作れる  
(作るときに特殊な環境がいらぬ)
- ・簡単に電池になる  
(乾電池に古くから使われている)
- ・簡単に電気メッキできる  
(電氣的に金属に戻すことができる)

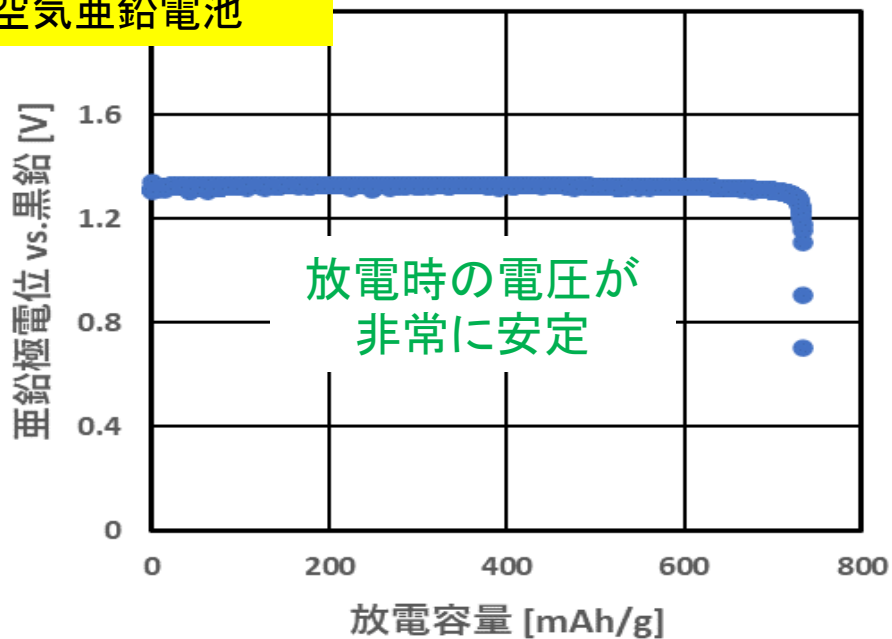


亜鉛二次電池の詳細は、シャープ様・日本触媒様のご講演にて。

## リチウムイオン電池



## 空気亜鉛電池



水溶液のイオン伝導度は、非水系溶媒の100倍

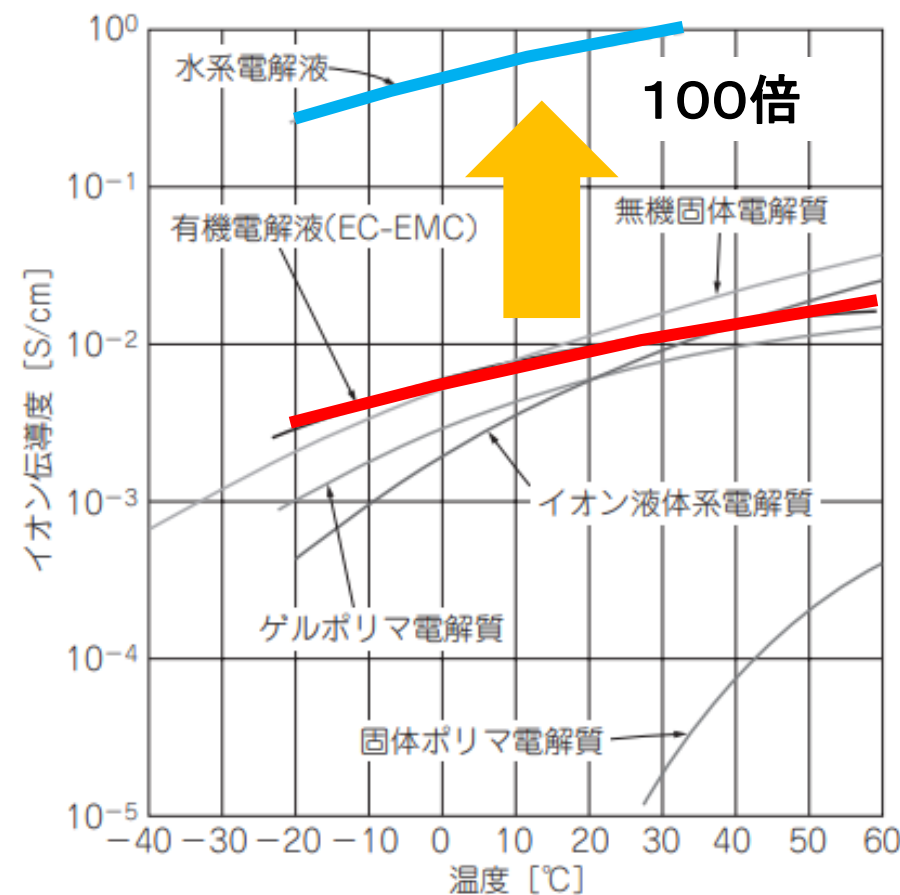
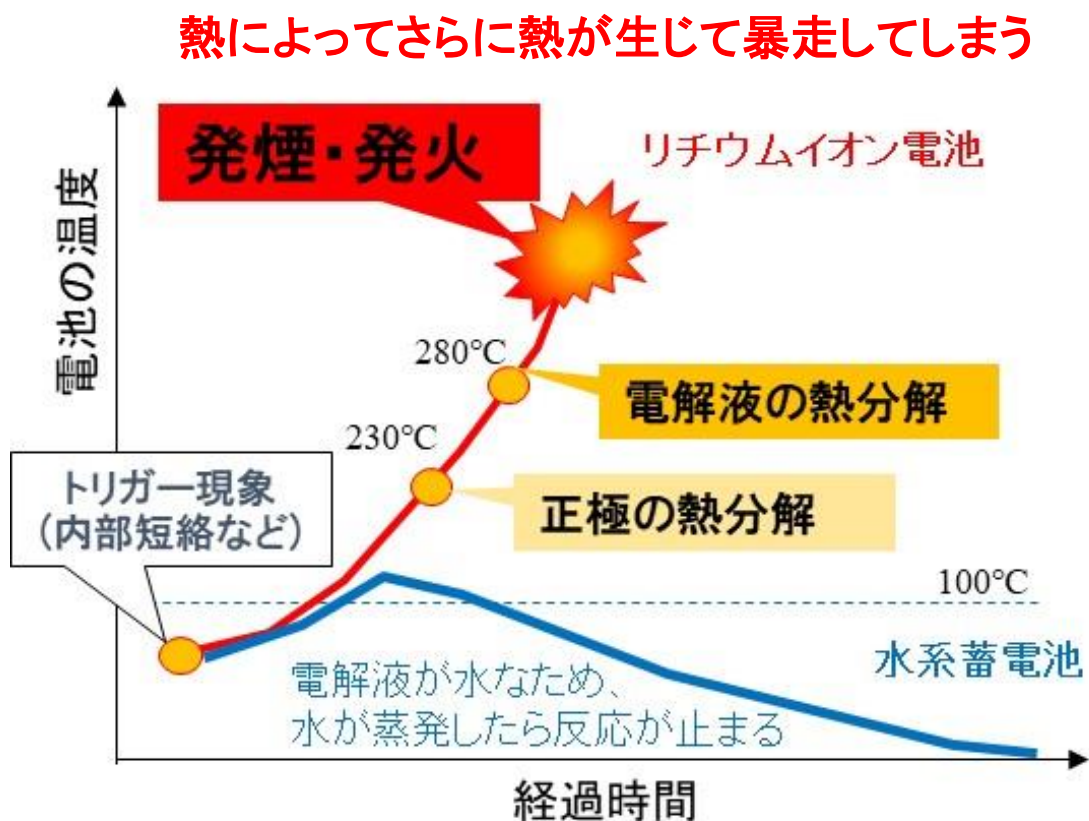


図2<sup>(1)</sup> 各種電解液/電解質のイオン伝導度の温度特性  
いずれの電解液/電解質も低温になるとイオン伝導性が低下する

# 電池が燃えない: 本質安全



## 火災事例



発火原因となった  
加熱式タバコ  
(LiB内蔵)



発火原因となった  
掃除機  
(LiB内蔵)



発火原因となった  
デジタルカメラ  
(LiB内蔵)



LiB発火が原因で  
火災となった  
リサイクル工場設備

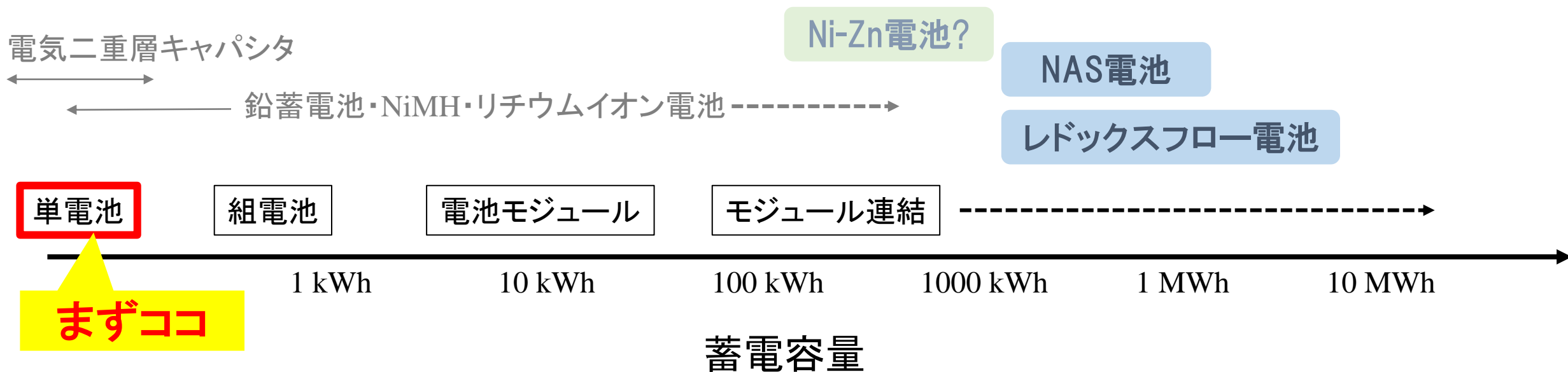
出典: 公益財団法人 日本容器包装リサイクル協会

アルカリ乾電池でよくあるのは液漏れ程度



電池の液漏れと液漏れを起こした機器の修理について | 臨床工学技士の為の電子工作 ([tousekice.com](http://tousekice.com))

# 新しい電池が参入していく可能性



どんな蓄電池であれ単電池で安定した性能が得られなければ  
大規模システムを設計することはできない  
⇒すでにコモディティ化した技術じゃないとなかなか入れない

最初から大規模システムを狙う場合：  
⇒長期間の研究開発を覚悟して取り組む必要がある

研究開発期間に制限がある場合：  
⇒実績が上げやすい用途を狙ってヒットを稼ぐ必要がある

最初から大規模システムを狙う場合:

⇒長期間の研究開発を覚悟して取り組む必要がある

**経営層がこれを理解してくれないケースは多い**

市場は明確だけど、売りが経つまで何年かかるのか？

研究開発期間に制限がある場合:

⇒実績が上げやすい用途を狙ってヒットを稼ぐ必要がある

**狙う市場が小さすぎてテーマが了承されない危険性**

技術屋として堅実な方策でも、経営層からの投資が呼びこめない

経営層の肝いりテーマとして推進するか  
スモールスタートで実績を積みさねて開発への理解を促すか

1. 蓄電池に関する社会背景
2. 定置用蓄電池について
3. 水系蓄電池の魅力
4. 諏訪東京理科大での取り組み紹介

小さなシステムを具現化して有用性を実証していく

既存蓄電池を利用した新規用途検討

新しい水系蓄電池の基礎検討

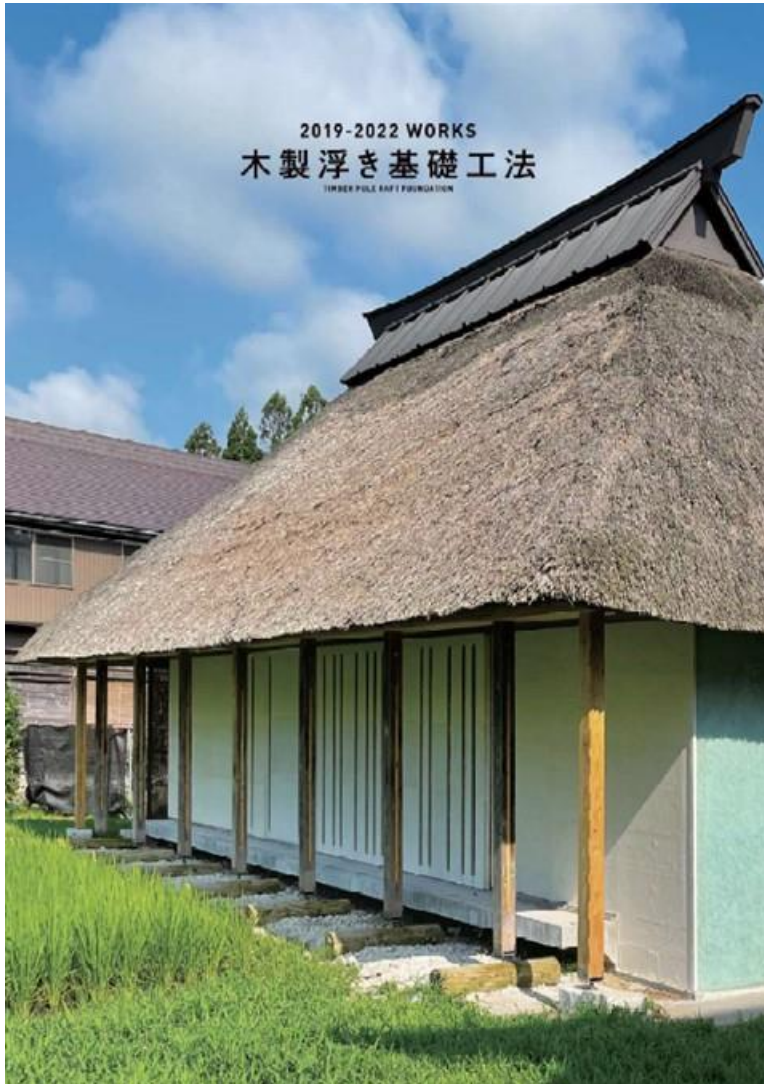
新しい蓄エネルギーシステムの検討  
(循環できる亜鉛燃料システムの開発)

既存蓄電池を利用した新規用途検討

Ni-MH電池を用いた定置型蓄電システムの提案

新しい水系蓄電池の基礎検討

新しい蓄エネルギーシステムの検討  
(循環できる亜鉛燃料システムの開発)



御社パンフレットより

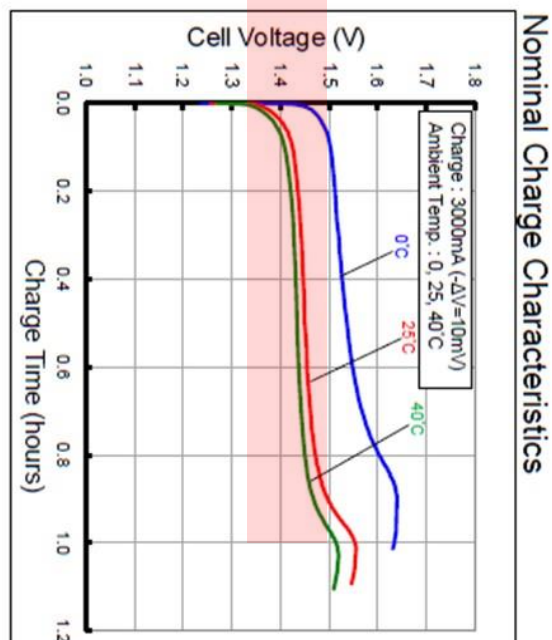
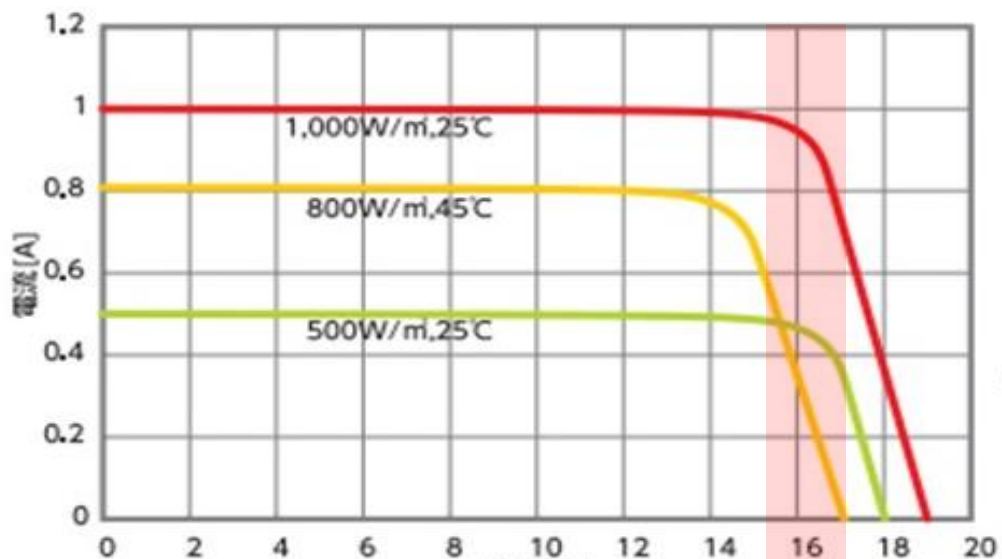


- 穴あけ丸太は電池の容器として活用が可能
- ⇒ 建物の基礎に配置するため、電池が大型化しても、場所を取らない。
- ⇒ 防腐処理されており耐久性に優れ、蓄電池の保管環境として温度変化の少ない地下は最適

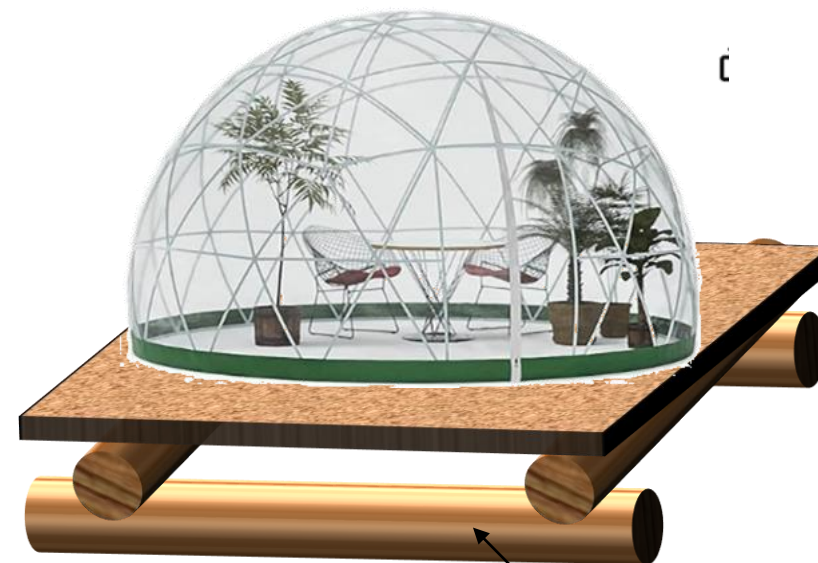
安全性が確保されたNi-MH電池であれば、  
木材の中へ展開が可能と考えている

## 過充電・過放電に強い特徴を生かして、 PV-蓄電池間の制御回路を簡略化

電池は充電すると電圧が上昇していく特性があるため、  
太陽電池の閾値電圧付近に電池電圧を設計することで  
制御回路の簡略化を図る。(直結しても事故は起きない)



ニッケル水素電池  
の充電特性



ここに蓄電池を搭載

# 小型オフグリッド電源の提供

将来的な展開例・アイデア



諏訪東京理科大の研究室横断で  
地域防災に役立つシステムを開発する

既存蓄電池を利用した新規用途検討

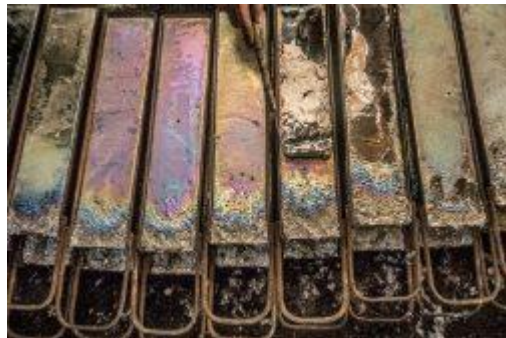
**新しい水系蓄電池の基礎検討**

**鉛蓄電池を使わなくてもいい社会を目指して**

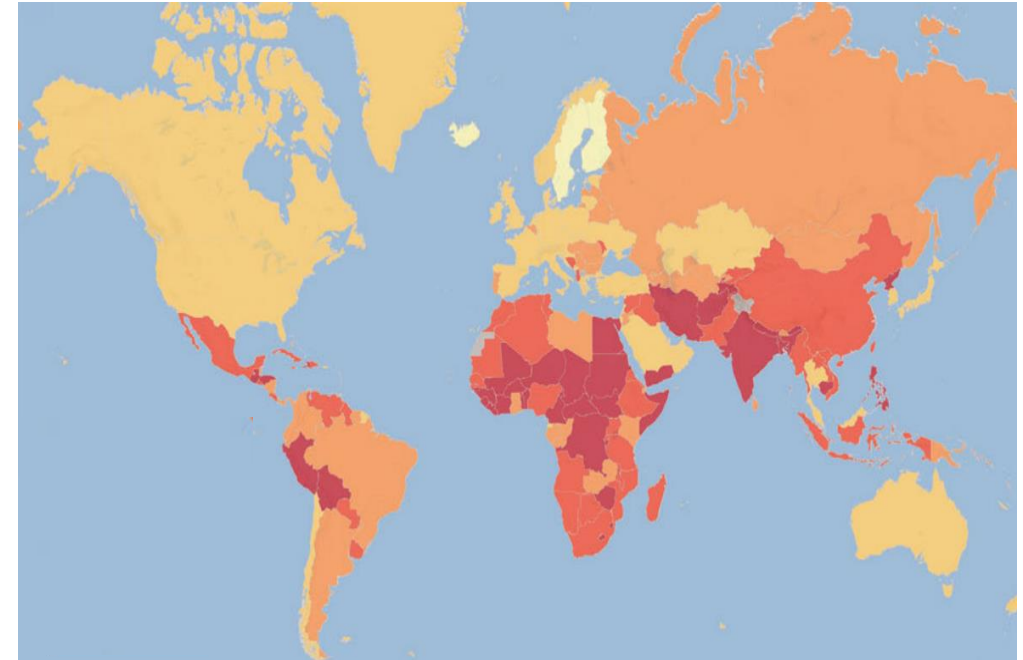
新しい蓄エネルギーシステムの検討  
(循環できる亜鉛燃料システムの開発)

鉛蓄電池を適切に回収する制度が整っていない国では、鉛が環境へ放棄されたり、不適切な電池の分解～鉛取り出しがなされ、生活環境への鉛漏洩が問題となっている

⇒ 途上国の電化の機運と共に鉛対策は急務となっている



ユニセフによる血中の鉛濃度の国別分布  
⇒途上国の方が意図せずに鉛を摂取している割合が大きい

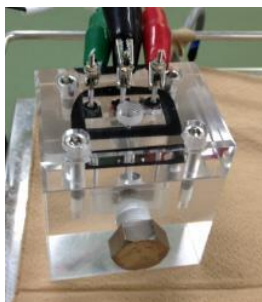
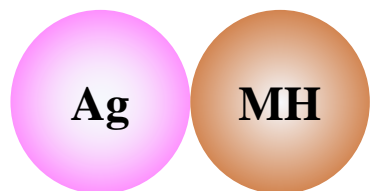


血液中の平均的な鉛の水準

出典:<https://www.unicef.org/media/109361/file/The%20toxic%20truth.pdf>(2022年12月5日アクセス)

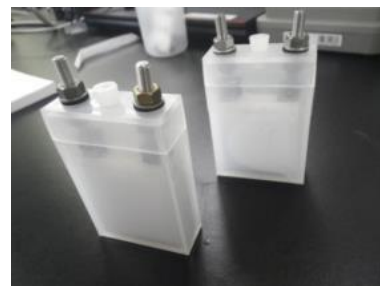
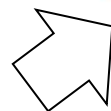
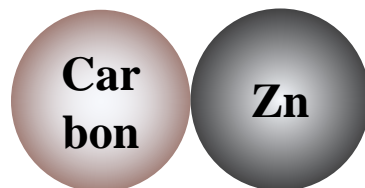
# 鉛蓄電池以外の水系電池の提案

ウェアラブル機器向け  
水系コイン二次電池



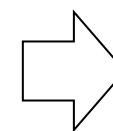
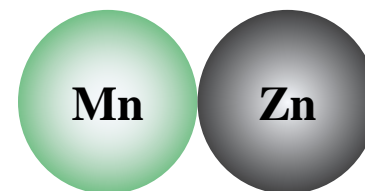
基礎評価

環境調和性を追求した  
カーボン亜鉛電池  
(キャパシタ)



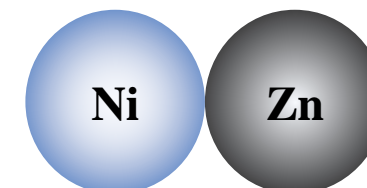
単電池

始動用バッテリー向け  
マンガン-亜鉛二次電池



組電池

サイクル用バッテリー  
ニッケル-亜鉛二次電池



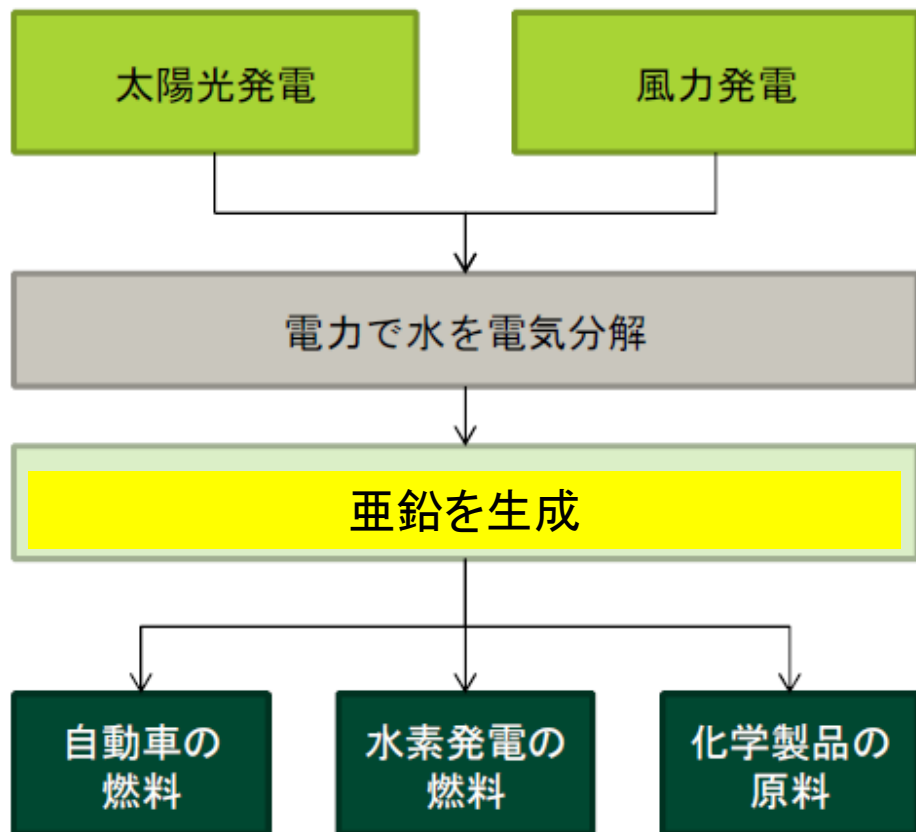
既存蓄電池を利用した新規用途検討

新しい水系蓄電池の基礎検討

**新しい蓄エネルギーシステムの検討  
(循環できる亜鉛燃料システムの開発)**

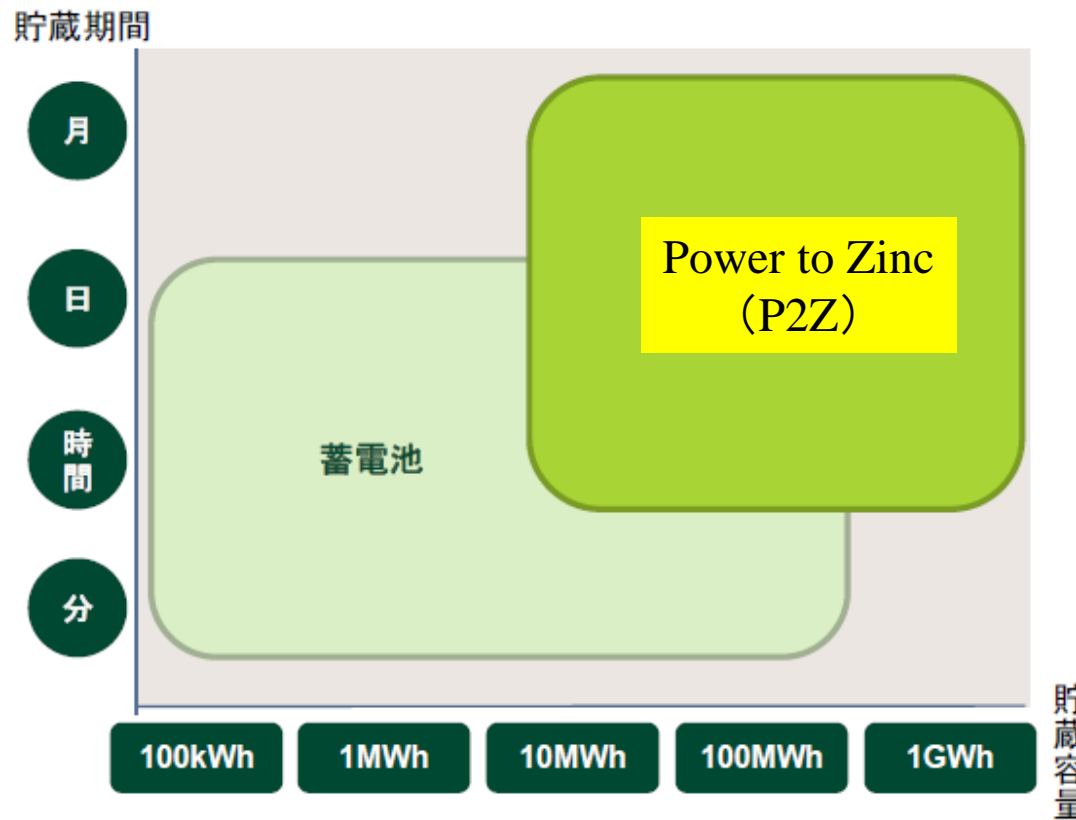
蓄エネ技術のゲームチェンジャーとなるか？

## Power to Gas のコンセプト



(出所) 経済産業省「第3回CO2フリー水素ワーキンググループ」を基に弊社作成

## 電力貯蔵技術の貯蔵時間及び容量の概念図



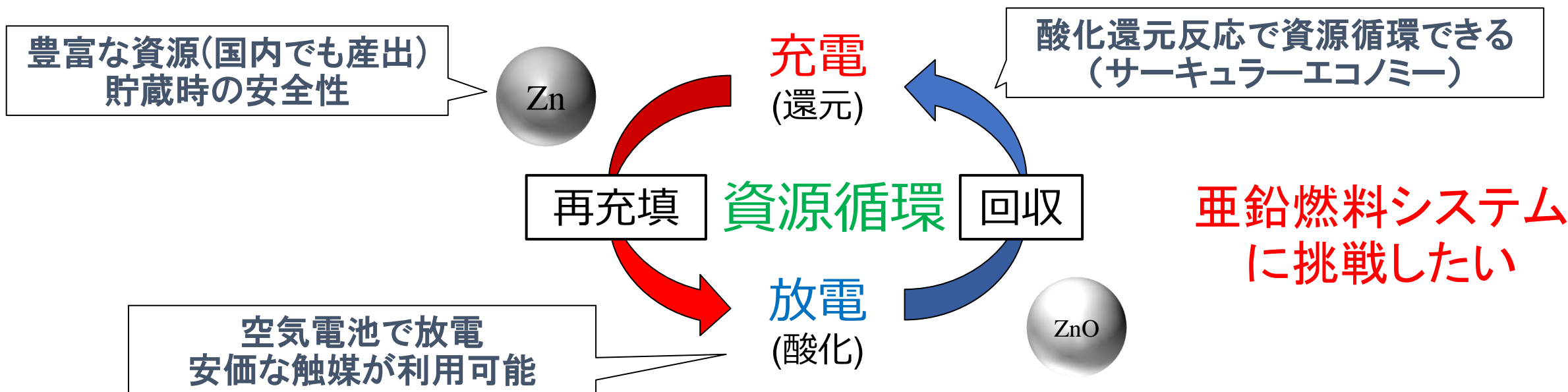
(出所) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「TSC Foresight Vol.20 電力貯蔵分野の技術戦略策定に向けて」を基に弊社作成

## 水素燃料に代わる亜鉛燃料の提案

### 水素燃料の課題

- ・水素が可燃性ガス⇒安全性の課題
- ・水素が漏れやすい⇒インフラ設備が高コスト化
- ・燃料電池に貴金属触媒を用いる⇒コストの課題

多くの国プロが進行しつつも実用化していない



- 定置型二次電池について
  - 使いたい容量によって電池の種類も使い分けられている
- 大規模電力貯蔵分野
  - リチウムイオン電池が使えるところは、どんどんリチウムが参入していく可能性
  - リチウムイオン電池よりもメリットがある領域で、別の技術が展開していく傾向
- 水系蓄電池の魅力
  - 本質安全
  - 性能安定性(低温でもきちんと駆動する)
  - 身近な資源で電池が構成できる可能性
- 大学での取組
  - 既存電池による定置システム
  - 新型蓄電池(鉛蓄電池の代替)
  - 新型燃料電池(水素燃料の代替)



ご清聴ありがとうございました