



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

日本のエネルギー問題と今後の方向性

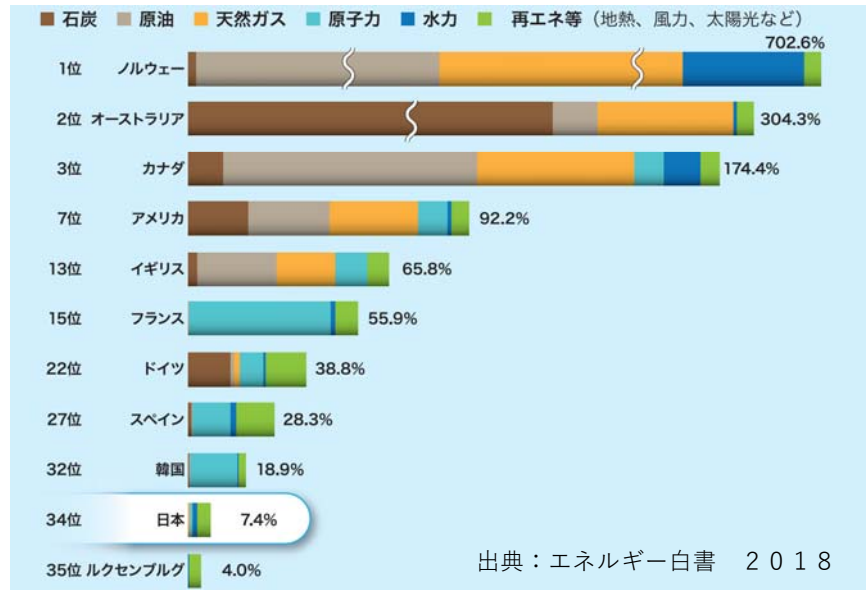
京都大学エネルギー科学研究科
石原慶一

2018.11.15 保物セミナー

内容

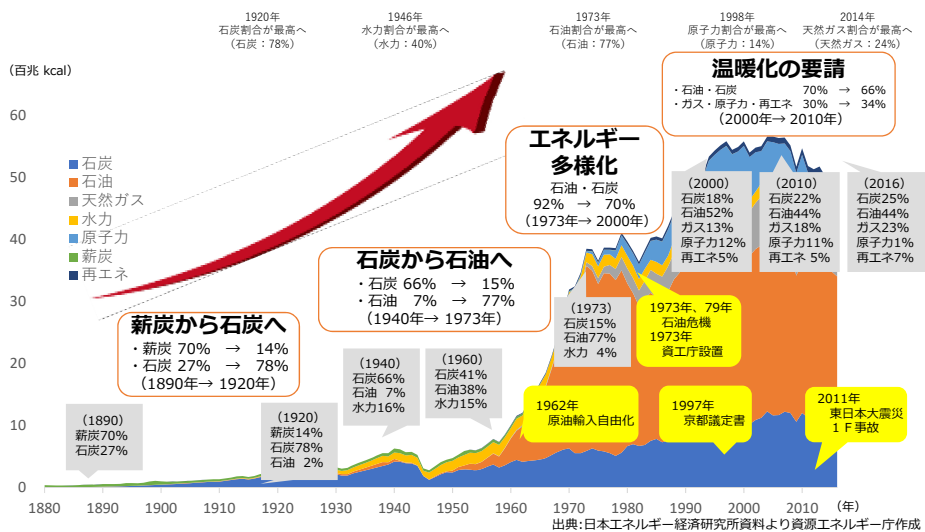
- エネルギー資源のない日本
- 電力における最大需要 (kW) と総需要 (kWh) の制約
- 2030年の再エネ22-24%の意味すること
- 2030年以降のエネルギー
- 解決に向けて
- まとめ

エネルギー自給率

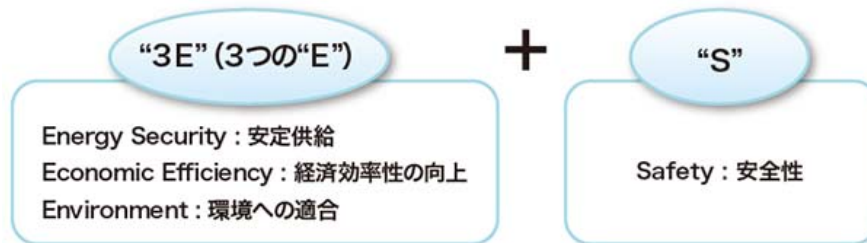


我が国のエネルギーの歴史：一次エネルギー供給量の推移と需給構造の変化

- エネルギー需要の増加に伴い、石炭、石油、原子力と、よりエネルギー密度の高い資源利用が拡大。
- 日本のエネルギーの歴史は、情勢変化を踏まえた選択の積み重ね。現在は次なる選択の節目。



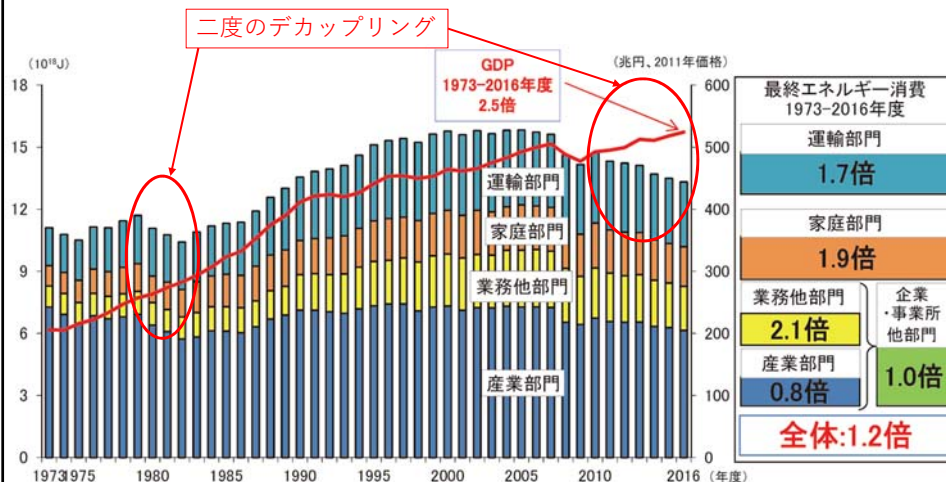
エネルギー政策



安定供給→資源の多様化
 経済効率→省エネルギー技術の導入
 環境適合→二酸化炭素排出削減：脱化石燃料
 安全性→原子力新規規制基準

http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/energy_policy/energy2014/seisaku/

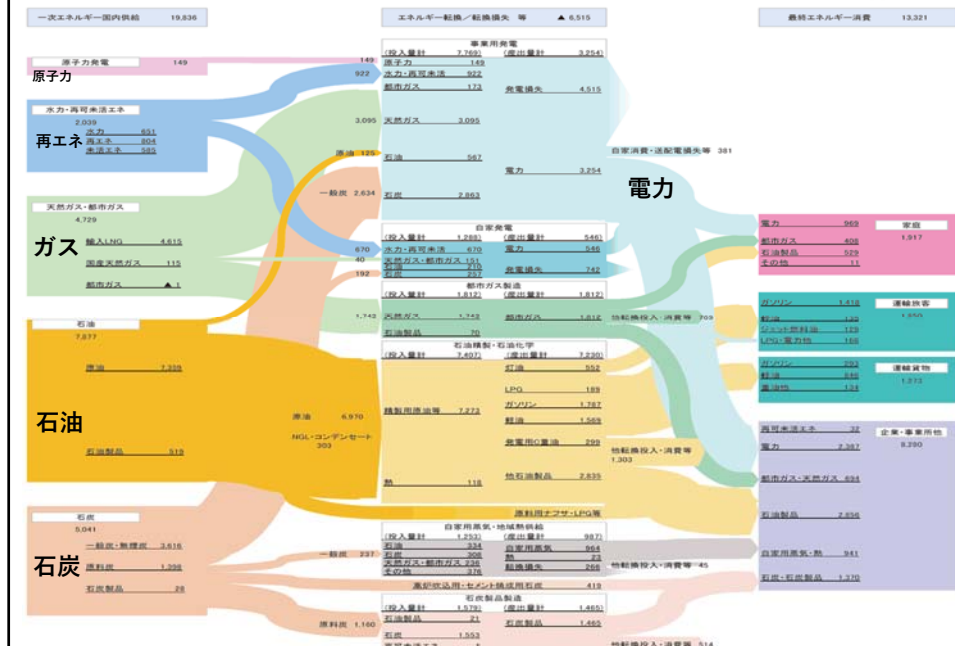
最終エネルギー消費と実質GDPの推移



出典：エネルギー白書 2018

エネルギーバランス (2018エネルギー白書)

単位: 10^{15} J



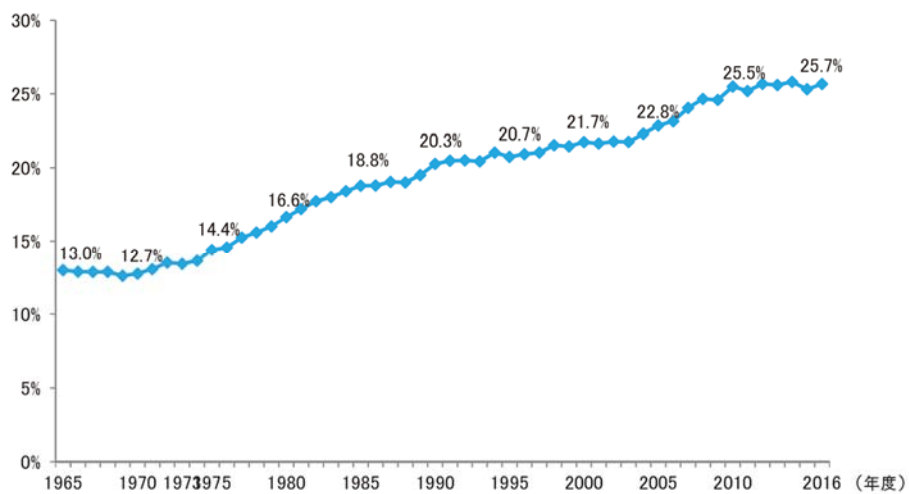
これからのエネルギーシステムは電力中心

- 電気自動車
- ヒートポンプによる冷暖房、給湯
- 情報化社会
- 工業の効率化



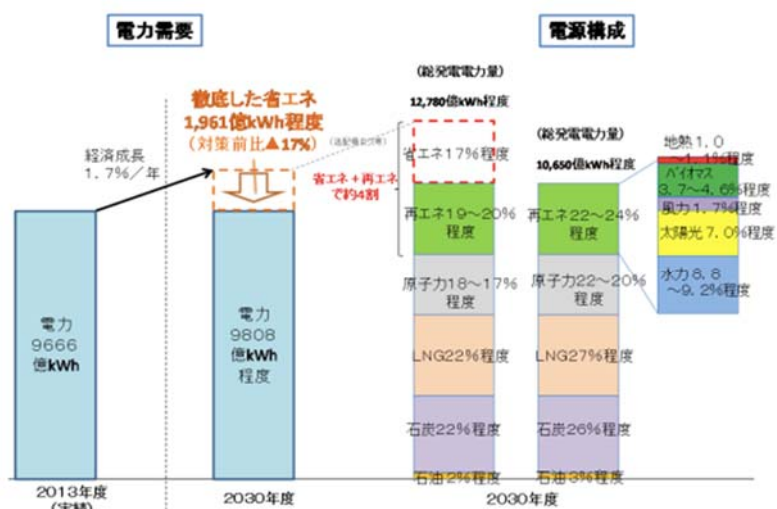
電力の安定供給

電力化率の推移



出典：エネルギー白書 2018

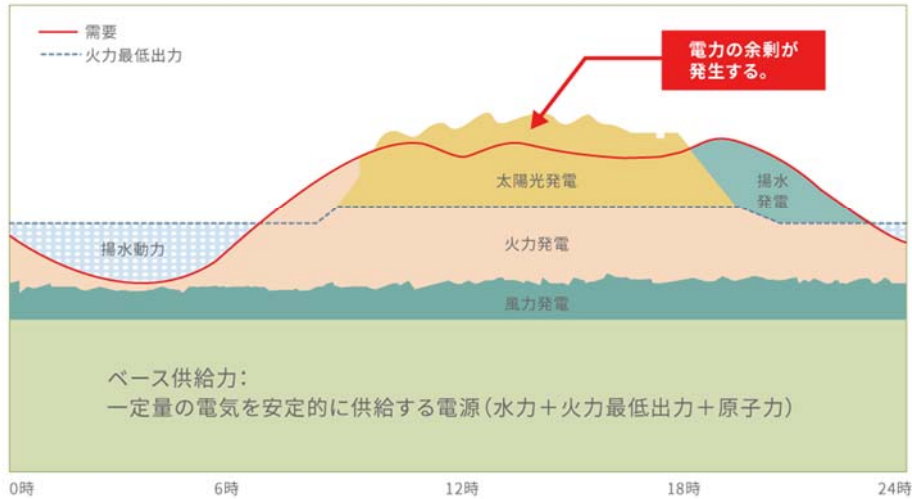
長期エネルギー需給見通し



http://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004_2.pdf

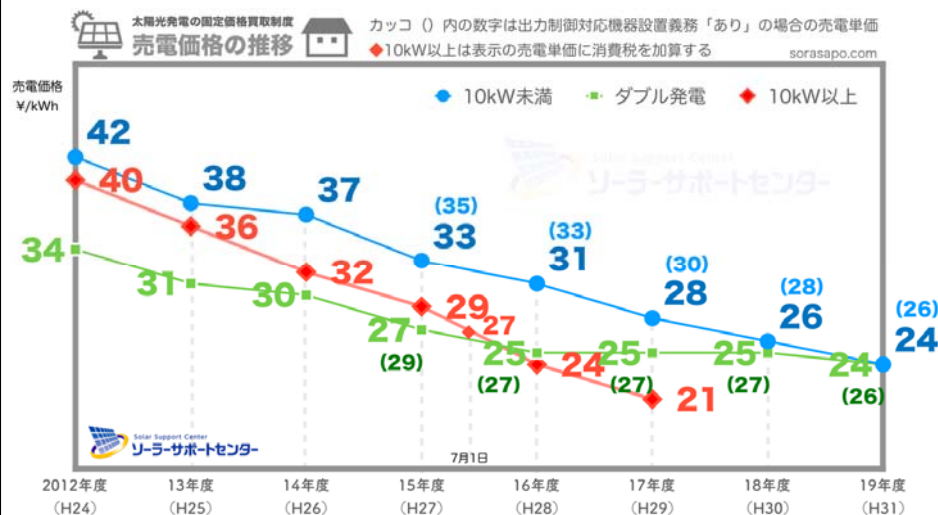
需給バランス・余剰電力問題

低需要期に再エネ電源出力により、供給が需要を上回る



<http://www.tepco.co.jp/pg/technology/renewable.html>

太陽光固定買取価格の推移

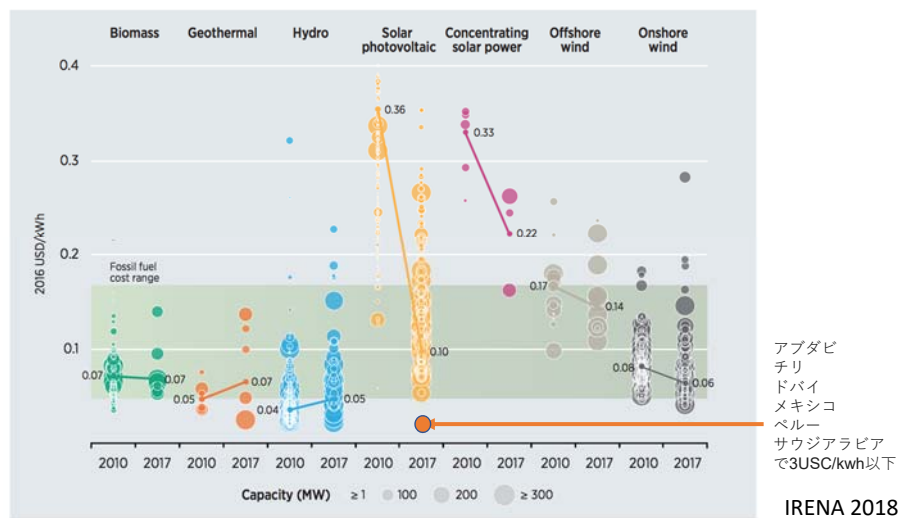


■平成29年3月末時点の状況（平成30年10月17日更新） エネ庁

	(1) 認定量 (※1)	(2) 導入量		(3) 買取電力量 (万kWh)		(4) 買取金額(億円) (※4)		現状 2030目標
	新規認定分 (※2)	新規認定分 (※2)	移行認定分 (※3)	2018年 3月分	制度開始 からの累計	2018年 3月分	制度開始 からの累計	
太陽光(住宅: 10kW未満)	575.4万kW	540.8万kW	471.4万kW	64,731	3,438,779	258	14,488	560+4,389 6,400(77%)
	1,245,908件	1,179,211件	1,198,621件					
太陽光(非住宅: 10kW以上)	6,443.4万kW	3350.8万kW	26.3万kW	376,811	11,937,688	1,454	47,481	260+349 1,000(61%)
	685,594件	518,260件	9,739件					
風力	653.3万kW	96.5万kW	252.4万kW	70,699	2,981,995	160	6,582	4800+52 4847-4931
	6,210件	585件	325件					
中小水力	116.8万kW	31.4万kW	20.8万kW	24,038	807,087	64	2,129	52+2.2 140-155(38%)
	580件	371件	179件					
地熱	8.2万kW	2.1万kW	0.1万kW	1,191	24,931	5	108	230+236 602-728(77%)
	78件	51件	1件					
バイオマス	840.2万kW	126.0万kW	110.2万kW	101,261	3,003,376	259	7,011	
	607件	295件	223件					
合計	8,637.3万kW	4,147.5万kW	881.2万kW	638,729	22,193,856	2,199	77,798	
	1,938,977件	1,698,773件	1,209,088件					

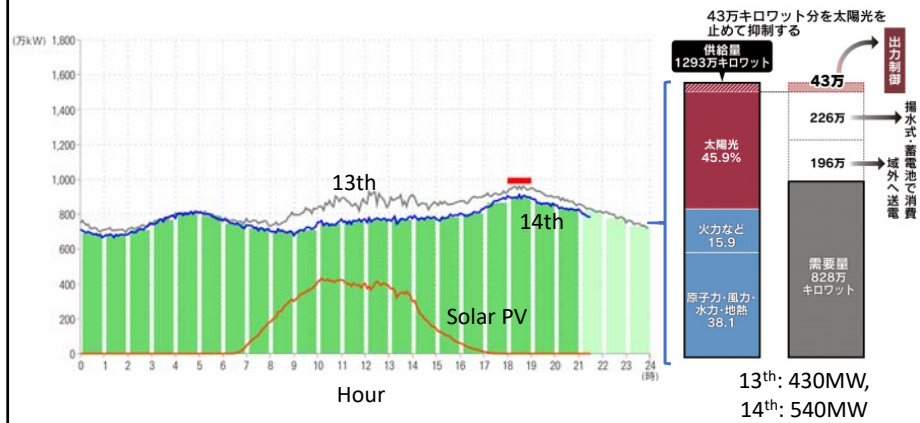
太陽光、風力の発電単価は化石燃料よりも安くなりつつある

Figure ES.1 Global levelised cost of electricity from utility-scale renewable power generation technologies, 2010-2017

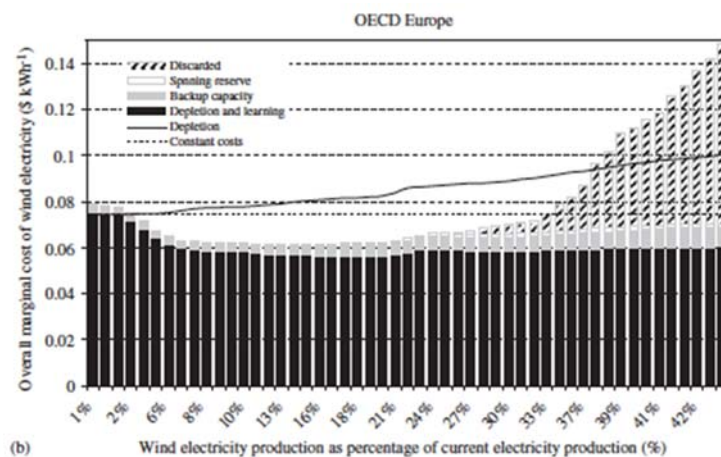


九州電力で初めて出力抑制

2018年10月13日、14日



再エネ導入率が増えてくると追加コストは
 極端に上がる



Monique Hoogwijk, Detlef van Vuuren, Bert de Vries, Wim Turkenburg, Exploring the impact on cost and electricity production of high penetration levels of intermittent electricity in OECD Europe and the USA, results for wind energy, Energy, Volume 32, Issue 8, 2007, 1381-1402,

2030年以降

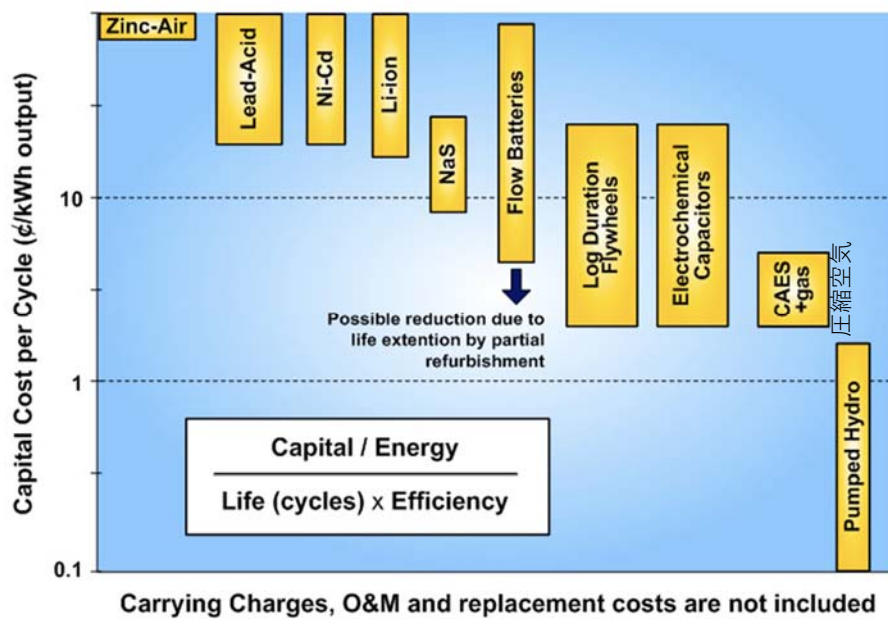
- 再エネ導入率が40%を超えると
 - 太陽光などの変動電力の導入コストは倍に跳ね上がる
- 蓄電コストが再エネの製造コストに上乗せされる



イノベーション（技術・制度）が必要

EVのバッテリーを蓄電に使う

電力貯蔵価格 揚水が最安



2次電池は時間変動、揚水は日変動

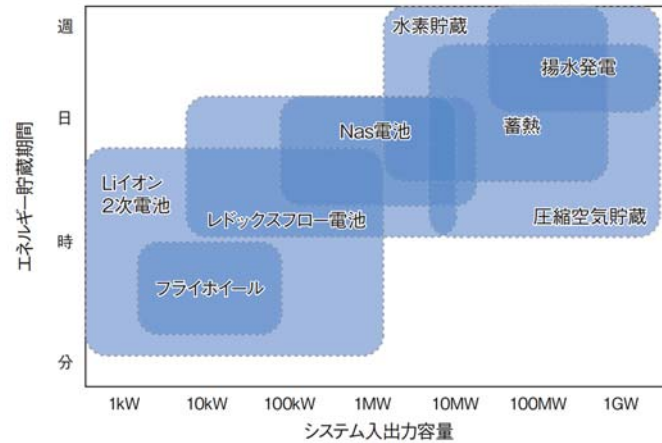


図2 各技術のカバー範囲が異なる

エネルギーの貯蔵期間や必要な入出力容量によって、適切なエネルギー貯蔵技術がある。各蓄エネ技術は、技術改良によって特性を高めている。(図：各社の資料を基に作成)。

<http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/store/15/262434/053100025/sample.pdf>

提案

- EVのバッテリーを電力貯蔵に利用する
- 40kwh (日産リーフ) X5000万台=20億kWh
- 年間1兆kWh 平均27億kWh/day
- 丸1日の貯蔵能力があるので時間変動に対応できる

制度改革

- EVの電池を公共利用
 - 電池を共有化
 - 電力というサービスを売買する
 - 駐車中はグリッドに接続し、充放電は遠隔操作
 - 利用者は走行予定を入力しておく
 - 電池を交換できるための仕様統一

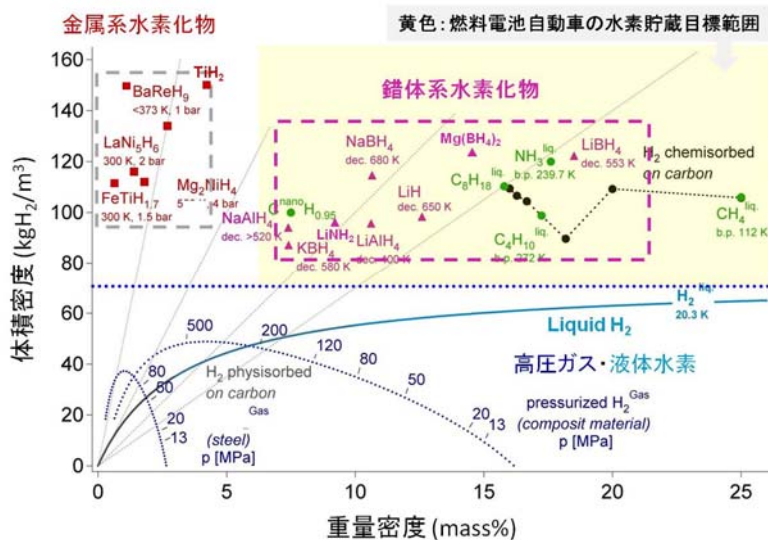
利用者のメリット

- 必要なときは充電されたバッテリーを交換（充電を待つ必要がない）迅速な交換により航続距離の問題解消。
- EV購入時にバッテリー費用を支払う必要がない（EV普及の促進）
- 駐車中でも電力平準に貢献すれば収入が得られる（事前に走行予定を入力）
- 災害時の非常用電源として利用可能

制度と技術開発

- バッテリーの充放電を正確に把握（寿命予測）
- バッテリーを系統会社の所有にできるか
- 地域間の補正を夜間に行うことが可能か
- 季節変動の吸収は水素

長期保存できるのは水素化物

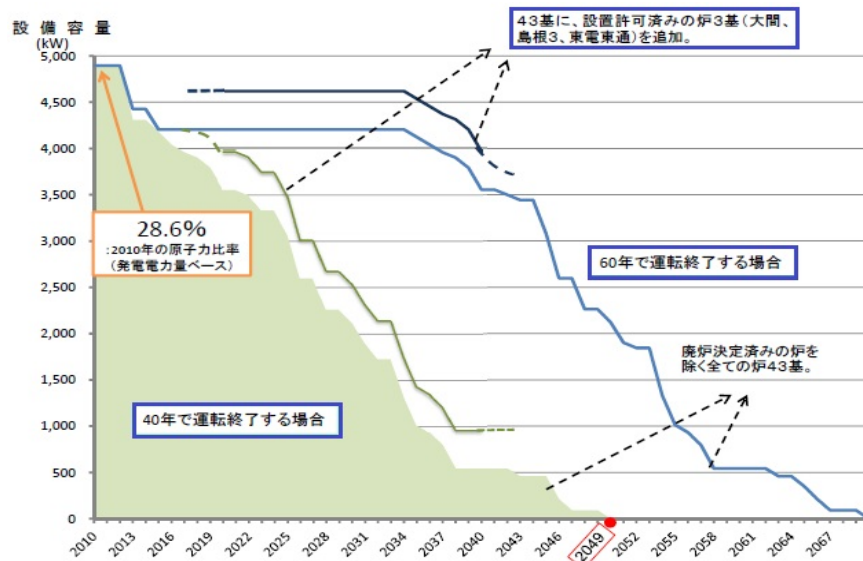


<http://h2.kyushu-u.ac.jp/theme/02storage/index.html>

水素利用技術の開発

- 大規模発電には燃料電池よりガスタービン
- 水素化物の輸出入が容易
- 燃料電池車は水素インフラへの投資が無駄

現行原子炉の寿命



<http://blog.knak.jp/2015/07/post-1576.html>

小型原子炉の可能性

- **Small Module Reactor (SMR)**に世界が注目
 - 米国、中国、カナダ、英国など
- 安全性の向上
 - 受動的な冷却を重視
- 小型（30万kW以下）
- 安価
 - 大型炉の一〇分の一