

# NEDO二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)

平成22年5月

NEDO

燃料電池・水素技術開発部

蓄電技術開発室



## ＜NEDO二次電池技術開発ロードマップ(Battery RM2010)の策定について＞

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するため、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に積極的に取り組んでいくことは極めて重要である。我が国の政策的にもプラグインハイブリッド自動車・電気自動車、燃料電池自動車及び高性能電力貯蔵技術が「Cool Earth—エネルギー技術革新技術計画」において、重点的に取り組むべきエネルギー革新技術として選定されるなど、重要性も高い。

このような情勢の中、NEDOは産学官の総力を結集し、リチウムイオン二次電池を中心とする二次電池技術開発事業及び基準・標準等の基盤整備事業等の推進機関として活動を展開している。

技術開発事業を効率的・効果的に推進するためには、常にステークホルダー（関係者）間で「技術開発シナリオ」を共有する必要がある。そこで、2009年6月には、最も将来の普及が期待される自動車用の二次電池について「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発ロードマップ2008」を策定し、我が国が取り組むべき技術課題を明確にするとともに産官学の有識者で情報を共有することで、効率的かつ的確な研究開発へ先導する取組を開始した。

しかし、二次電池の用途は自動車以外にも、新エネルギー導入拡大のために必要とされる電力貯蔵蓄電システムの他、パーソナルコ

ンピューターや携帯電話などの民生品、フォークリフトやクレーン、バックアップ電源などの産業機械など多岐に渡る。ここで求められる二次電池の性能はそれぞれの用途によって異なることから、その都度各仕様に合わせて製品化開発を行っているのが現状である。また、特に高性能が求められる自動車用二次電池に技術開発力が集中している反面、その他自動車以外の用途の二次電池については要求される性能すらも広くは知られていない。このような背景の下、二次電池の用途ごとに求められる性能を整理し、共通化可能な技術領域を明確にした上で技術開発課題の方向性をまとめ、今般、二次電池技術開発ロードマップを策定した。なお、本ロードマップに示した自動車用途（EV、HEV、PHEV）の二次電池のロードマップは、「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発ロードマップ2008」の内容をそのまま踏襲している。

本ロードマップの策定により、二次電池における技術開発課題とターゲットを共有化し、我が国の産学官の総力を結集した効率的かつ的確な研究開発により様々な二次電池が開発され、二次電池産業の成長が促進されると共に産業基盤の裾野が一層広がることを期待する。

## <はじめに>

2007年5月に安倍元総理のイニシアティブ「美しい星50（クールアース50）」が発表され、世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減するという長期目標が提案された。この目標は、従来の技術の延長では実現が困難であり、革新的技術の開発が不可欠である。このため、「Cool Earth—エネルギー革新技術計画—」として、2050年を見通した上でエネルギー分野における革新的な技術開発の具体的な取組の方針が図1のとおり取りまとめられた。

エネルギー源ごとに供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO<sub>2</sub>大幅削減を可能とする「21」の革新技術が選定されている。大幅削減を実現するには、既に実用化されている技術の改良と普及が重要であることは言うまでもないが、ここでは、既存技術の延長線上にない革新的な技術が検討の対象とされた。2050年の大幅削減に向けて、効果的、効率的にエネルギー技術開発を推進するため、我が国が重点的に取り組むべきエネルギー革新技術開発「21」の課題の一つとして運輸部門ではプラグインハイブリッド自動車・電気自動車が、また、部門横断の課題として、高性能電力貯蔵が選定されている。



図1 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術

(出典: 経済産業省「Cool Earth—エネルギー技術革新技術計画」)

更に、低炭素社会づくり行動計画(2008年7月閣議決定)では、2030年頃に太陽光発電を5300万kW導入する目標を掲げるなど、新エネルギーの開発や導入の促進が我が国の政策として進められている。太陽光・風力などの再生可能エネルギーはエネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要ではあるものの、

現時点では経済性や出力安定性、余剰電力の発生といった、普及へ向けての課題が存在し、それらの解決に向けた技術開発の推進が重要である。特に、再生可能エネルギーの発電電力を一時的に貯蔵できる蓄電システムは、出力安定や余剰電力対策に資する技術の一つとして期待されている。

また、エネルギー消費量の増加が著しい運輸部門における石油依存度はほぼ100%の状況であり、今後、エネルギーの効率的な利用、石油代替エネルギーへの移行により、石油依存度を低減していく必要性が指摘されている。それゆえ、石油依存度を低減し、多様なエネルギーで、しかも低環境負荷で走行することが可能なプラグインハイブリッド自動車、電気自動車及び燃料電池自動車等の次世代クリーンエネルギー自動車の開発・普及が期待されている。

このような中、NEDOでは次のような二次電池の技術開発を2010年度に実施する。

① 系統連系円滑化蓄電システム技術開発 (2006年度～2010年度)

風力発電及び大規模太陽光発電の出力変動を緩和するために必要な大型・安価・長寿命の蓄電システムを開発する。

② 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 (通称 Li-EAD)

(2007年度～2011年度)

次世代のハイブリッド自動車や電気自動車に使用する高性能リチ

ウムイオン電池や新しい原理の二次電池、およびモーター等の周辺機器を開発する。

③ 革新型蓄電池先端化学基礎研究事業 (通称 RISING)

(2009年度～2015年度)

産学官が集中して研究する拠点を整備し、最先端の評価・分析技術を駆使して電池の基礎的な反応原理・反応メカニズムを解明することで既存の二次電池の信頼性向上等の性能向上および革新型二次電池の実現に向けた基礎技術を確立する。

④ 蓄電複合システム化技術開発 (2010年度～2014年度)

分散電源の大量導入を可能にするため、需要側に設置する二次電池及びその利用技術の開発、二次電池技術を用いたエネルギーマネジメントシステムの実証、国際展開も視野に入れたシステムとしての評価技術開発、標準化等に取り組む。

⑤ 蓄電池材料共通評価技術開発 (2010年度～2014年度)

高性能二次電池を実現するために開発される新材料の性能や特性について、的確かつ迅速に評価できる技術を開発する。

これらの研究開発成果が、多様な二次電池の用途ごとの高性能化や早期実用化の促進に直接的に貢献するのみならず、その他多くの波及効果により、今後も我が国が二次電池分野において国際的に主導的な役割を果たすことを期待している。

## ＜二次電池の用途分類について＞

### 1. 二次電池の種類

二次電池にはいろいろな種類があり、現在主に使用されているものとしては、鉛電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、ナトリウム硫黄電池、リチウムイオン電池が挙げられ、これら各種二次電池は、今後も技術が進展し持続的に普及するものと考えられる。この中でもリチウムイオン電池は、コンパクトで軽く、大きな出力が得られるという利点から、民生品を中心に近年急速に普及し、更に今後、電気自動車(EV)等をはじめ、産業機器や電力貯蔵用途に使用するような大きな蓄電システムへの適用も期待されている。

このような背景から、本ロードマップはリチウムイオン電池の更なる高性能化、普及を想定しつつ、さらにはその先にある革新的な二次電池の登場を想定して描いた。

### 2. 二次電池の用途

本ロードマップを策定するに当たり、まず二次電池が使われている主な用途を「運輸部門」「民生部門」「産業部門」の分野からそれぞれ選定した(表1参照)。これら選定した用途は、ある程度の二次電池生産量規模が期待され、技術的に具体性をもって検討されているものであるが、当然ながらその他の用途につい

表1. 対象用途

運輸部門	産業部門
EV 電気自動車	ATM用バックアップ
HEV ハイブリッド自動車	エレベーター(バックアップ)
PHEV プラグインハイブリッド自動車	ハイブリッド照明
電動二輪	セキュリティ用防犯システム
ディーゼルHEV鉄道車両	直流電源装置
民生部門	投光機
ノートパソコン	溶接機
携帯電話	フロアマシン
デジタルビデオカメラ	放送用カメラ・スピーカー
ハンディターミナル	道路用警告・案内標識
コードレス電話	道路鋸
デジタルオーディオプレーヤー	業務用ロボット(警備)
携帯ゲーム	ゴルフカート
携帯TV・DVD	AGV
業務用ハンディプリンタ	高所作業車
電動歯ブラシ・シェーバー	除雪機(HEV)
ロボット(介護・機能・ペット型)	電動式車椅子(シニアカー)
電動式玩具	UPS
掃除機	無線基地局
AED(院内使用)	通信ビル用バックアップ電源
電動アシスト自転車	施設・工場向け蓄電システム
	住宅用蓄電システム
	出力変動緩和(風力発電など)
	充電式電動工具(一般用)
	充電式電動工具(プロ用)
	油圧式HEVシヨベル
	フォークリフト

ても二次電池の使用は考えられている。例えば、既に実用化しているものとして、体内に埋め込む医療用小型電池や人工衛星用途などがあり、研究開発中のものでは、電動小型船舶やライトレールを含む電動鉄道車両、急速充電器用電力貯蔵バッテリーなど具体化されているもののほか、介助ロボットなど将来への適用拡大も期待される。

表1に記載されていないバスやトラック、クレーンなどのディーゼル車両や建設機械などの用途は、同じディーゼルハイブリッド用途の油圧式HEVショベルや除雪機(HEV)、ディーゼルHEV鉄道車両を代表として記載した。

### 3. 用途分類

本ロードマップを作成するにあたり、用途ごとに求められる性能を調査のうえ分類し、二次電池のタイプを決定した。具体的には、まず、対象用途それぞれに要求される性能値を明確化し、次にその結果から、要求性能が厳しい用途や市場規模の大きい用途を抽出して、それらを主用途と定め、表2のとおり7つのタイプに分類した。また、これら7つのタイプは、その求められる性能から大きく「エネルギー密度指向型」「出力密度指向型」「寿命指向型」と3つの特性に分けることが出来ることも示した。図2では上記7つのタイプを、縦軸「出力密度」、横軸「重量エネルギー密度」にプロットして

俯瞰的に示した。

表2に示した用途ごとの要求性能による二次電池の分類では、主用途の他に「展開可能用途」が記されている。これは主用途の要求性能が満たされれば展開可能となる別の用途を示しているが、その場合は適用する二次電池がオーバースペックとなるケースがあり得る。

以下に、それぞれのタイプごとの特徴を記す。

#### ・タイプ①

EVなどを主用途としたグループである。エネルギー密度向上、出力密度向上、カレンダー寿命向上、コストの削減が主として求められる。7つのタイプの中で最もエネルギー密度の向上が求められている。

#### ・タイプ②

フォークリフトを主用途としたグループである。エネルギー密度向上、サイクル寿命向上、コスト削減が主として求められる。タイプ①に比べエネルギー密度が小さくてよいが、サイクル寿命の向上が求められている。

#### ・タイプ③

PC・携帯電話・デジタルビデオカメラを主用途としたグループである。主に民生部門の用途全般がこのグループに属する。二次電

池に求められる要求性能は現状でほぼ満たされているものの、エネルギー密度などがより向上すれば製品力の更なる強化につながるものもある。

・タイプ④

HEV/PHEV、ディーゼルHEV鉄道車両、油圧式HEVショベルを主用途としたグループである。エネルギー密度向上、出力密度向上、コスト削減が主として求められる。7つのタイプの中で最も出力密度の向上が求められている。

・タイプ⑤

UPS（無停電電源装置）を主用途としたグループである。カレンダー寿命、コスト削減が求められる。タイプ④に比べ出力密度が小さくてよいが、カレンダー寿命の向上が求められる。

・タイプ⑥

無線基地局用バックアップ、通信ビル用バックアップを主用途としたグループである。カレンダー寿命向上、コスト削減が主として求められる用途である。7つのタイプの中で最もカレンダー寿命の向上が求められている。

・タイプ⑦

負荷平準化を目的とした施設工場向け蓄電システム、住宅向け蓄電システム、風力発電などの出力安定化用のほか、太陽光発電大量普及時の余剰電力対策の1つとして「次世代送配電ネットワーク研

究会（経済産業省 2010 年 4 月報告）」で検討された系統安定化用を主用途としたグループである。これらは、今後新たに二次電池が普及する事が期待される用途である。サイクル寿命向上、カレンダー寿命向上、コスト削減が求められており、7つのタイプの中で最もサイクル寿命の向上が求められている。



表2. 用途ごとの要求性能による二次電池の分類

指向する電池性能	分類	主用途	展開可能用途
エネルギー密度 指向型	<b>タイプ①</b> ・エネルギー密度向上 ・出力密度向上 ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・EV ・電動二輪	フォークリフト/UPS/無線基地局用バックアップ /通信ビル用バックアップ/エレベーターバックアップ /投光機/溶接機/フロアマシン/放送用カメラ・スピーカー/道路鋸 /ゴルフカート/高所作業車
	<b>タイプ②</b> ・エネルギー密度向上 ・サイクル寿命向上 ・コスト削減	・フォークリフト	UPS/ATM用バックアップ/無線基地局用バックアップ /通信ビル用バックアップ/エレベーターバックアップ/投光機 /溶接機/高所作業車/フロアマシン/放送用カメラ・スピーカー /道路鋸/ゴルフカート
	<b>タイプ③</b> ・現状で要求性能はほぼ満たされており、特定の開発要素はない	・PC ・携帯電話 ・デジタルビデオカメラ	ハンディーターミナル/コードレス電話 /デジタルオーディオプレーヤー/携帯ゲーム/携帯TV・DVD /業務用ハンディプリンタ/電動歯ブラシ/ロボット(介護) /電動式玩具/電動アシスト自転車/業務用ロボット(警備) /電動式車椅子(シニアカー)
出力密度 指向型	<b>タイプ④</b> ・エネルギー密度向上 ・出力密度向上 ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・HEV/PHEV ・ディーゼルHEV鉄道車両 ・油圧式HEVショベル	電動工具(プロ使用)/除雪機(HEV)/UPS/ATM用バックアップ /ハイブリット照明/セキュリティ用防犯システム/直流電源装置 /AGV/AED(院内使用)/電動工具(一般使用)
	<b>タイプ⑤</b> ・カレンダー寿命 ・コスト削減	・UPS	ATM用バックアップ/ハイブリット照明 /セキュリティ用防犯システム/直流電源装置/AGV /電動工具(一般使用)
寿命 指向型	<b>タイプ⑥</b> ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・無線基地局用バックアップ ・通信ビル用バックアップ	ATM用バックアップ/エレベーターバックアップ/投光機/溶接機 /フロアマシン/放送用カメラ・スピーカー/道路鋸/ゴルフカート /高所作業車
	<b>タイプ⑦</b> ・サイクル寿命向上 ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・出力安定化(風力発電等) ・系統安定化 ・施設工場向け電力蓄電システム(負荷平準化) ・住宅向け蓄電システム	フォークリフト/エレベーターバックアップ/投光機/溶接機 /フロアマシン/放送用カメラ・スピーカー/道路鋸/ゴルフカート /高所作業車

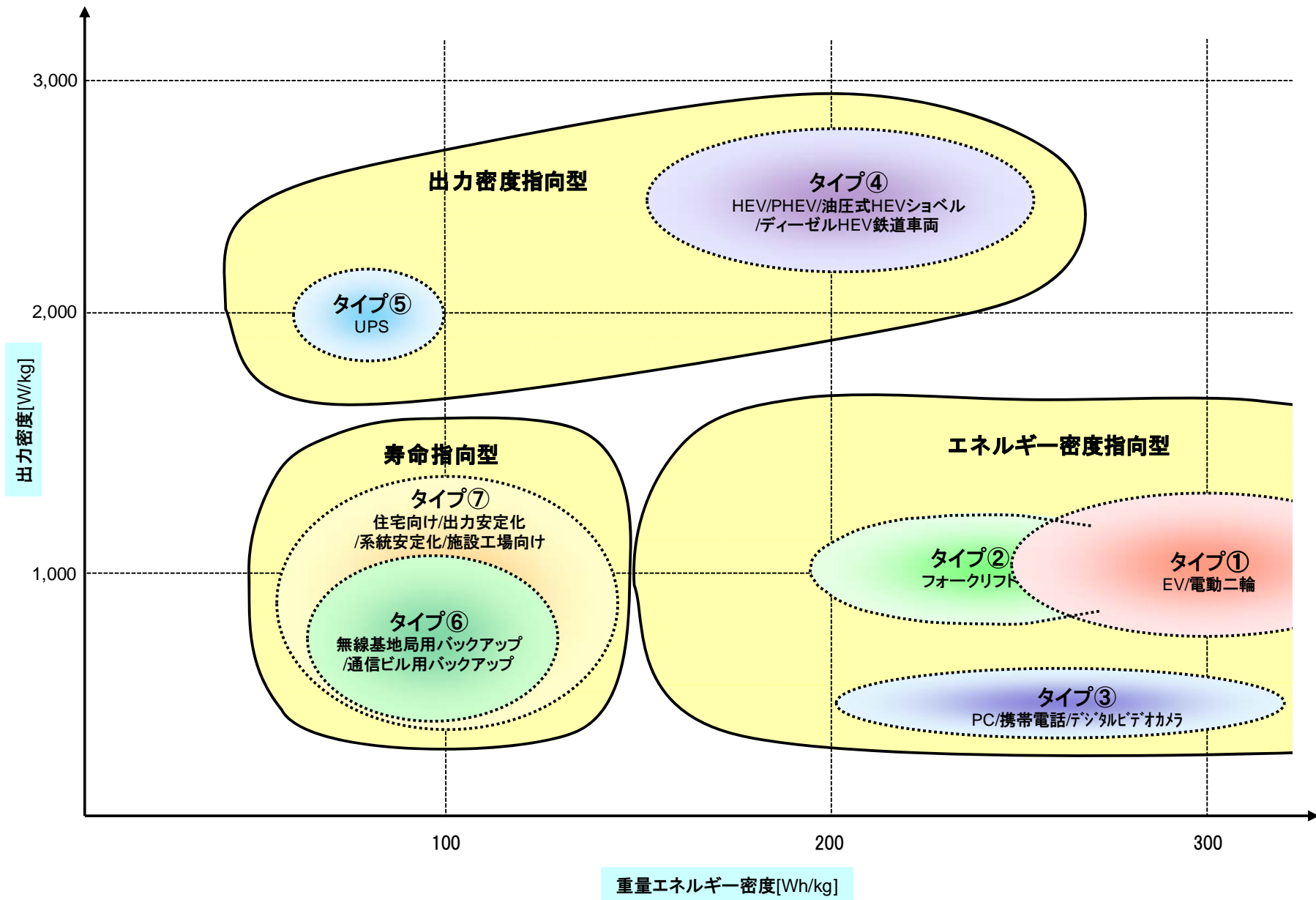


図2. 用途ごとの要求性能による二次電池の分類 (俯瞰図)

# NEDO二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)

# NEDO二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)

開発段階の中間的な目標スペック値

より一層の向上が求められるスペック

普及に必要なスペック値(もしくは普及に向けた開発目標値)

## 二次電池の用途分類

現状

2015年頃

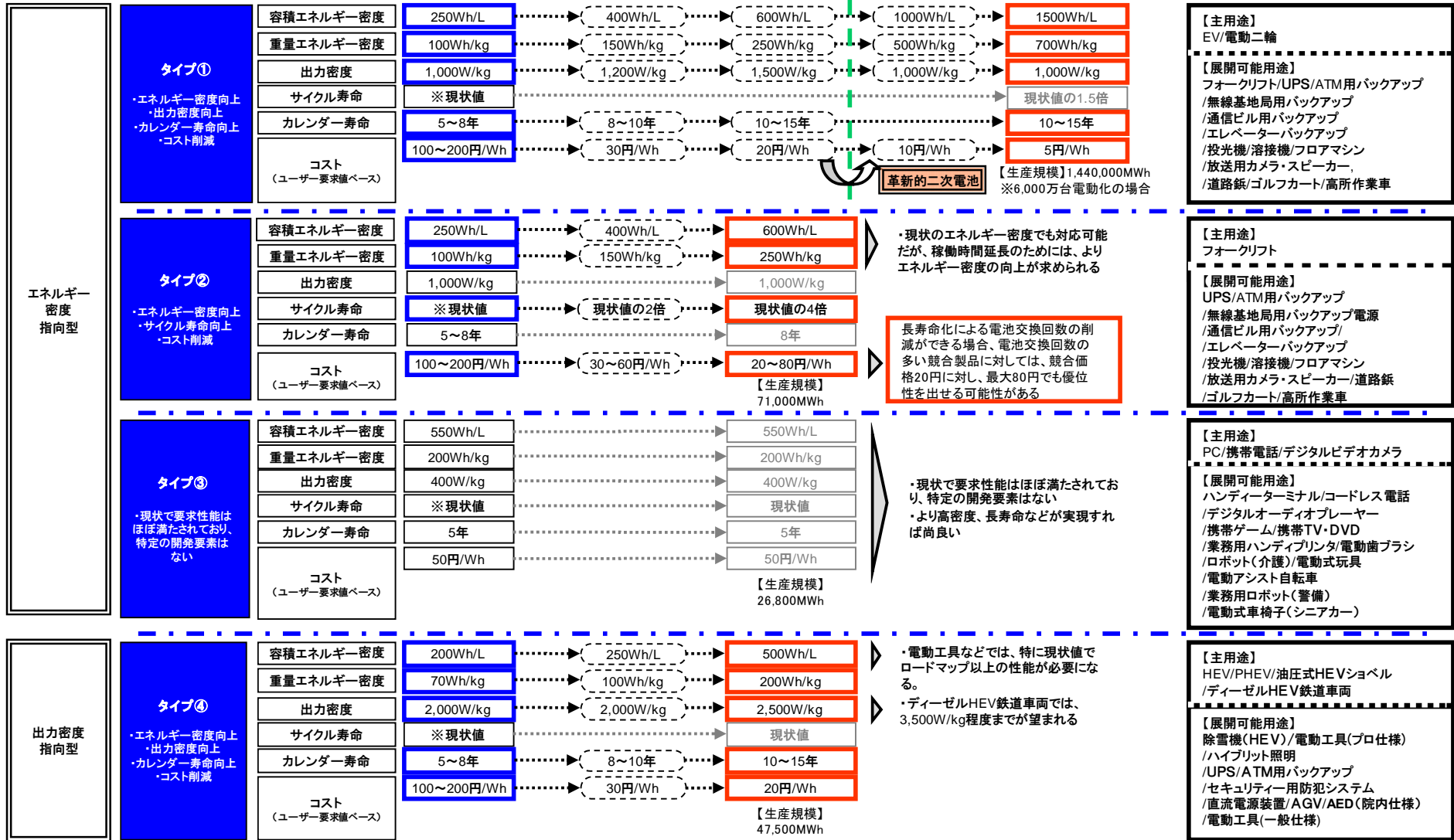
2020年頃

2030年頃

2030年以降

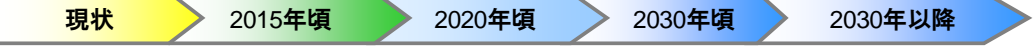
用途例

現状では現LiBの転用を想定し、その値を明記



※サイクル寿命の現状値は約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

# 二次電池の用途分類



現状では現LIBの転用を想定し、その値を明記

用途分類	タイプ	現状		2015年頃		2020年頃		2030年頃		用途例
		値	単位	値	単位	値	単位	値	単位	
出力密度指向型	タイプ⑤ ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	容積エネルギー密度	200Wh/L	200Wh/L	200Wh/L	200Wh/L	200Wh/L	200Wh/L	200Wh/L	【主用途】 UPS  【展開可能用途】 ATM用バックアップ /ハイブリット照明 /セキュリティ用防犯システム /直流電源装置/AGV /電動工具(一般使用)
		重量エネルギー密度	70Wh/kg	70Wh/kg	70Wh/kg	70Wh/kg	70Wh/kg	70Wh/kg	70Wh/kg	
		出力密度	2,000W/kg	2,000W/kg	2,000W/kg	2,000W/kg	2,000W/kg	2,000W/kg	2,000W/kg	
		サイクル寿命	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	
		カレンダー寿命	5~8年	10~15年	15年	15年	15年	15年	15年	
コスト (ユーザー要求値ベース)	100~200円/Wh	30~60円/Wh	20~60円/Wh	20~60円/Wh	20~60円/Wh	20~60円/Wh	20~60円/Wh	20~60円/Wh	【生産規模】 37,000MWh	
寿命指向型	タイプ⑥ ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	容積エネルギー密度	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	【主用途】 無線基地局用バックアップ電源 /通信ビル用バックアップ  【展開可能用途】 ATM用バックアップ /エレベーターバックアップ /投光機/溶接機/フロアマシン /放送用カメラ・スピーカー/道路録 /ゴルフカート/高所作業車
		重量エネルギー密度	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	
		出力密度	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	
		サイクル寿命	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	※現状値	
		カレンダー寿命	5~8年	10年	15年	15年	15年	15年	15年	
コスト (ユーザー要求値ベース)	100~200円/Wh	30~40円/Wh	20~40円/Wh	20~40円/Wh	20~40円/Wh	20~40円/Wh	20~40円/Wh	20~40円/Wh	【生産規模】 41,500MWh	
出力安定化指向型	タイプ⑦ ・サイクル寿命向上 ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	容積エネルギー密度	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L	【主用途】 出力安定化(風力発電など)/系統安定化 /施設工場向け電力蓄電システム(負荷 平準化) /住宅向け蓄電システム  【展開可能用途】 フォークリフト/エレベーターバックアップ /投光機/溶接機/フロアマシン /放送用カメラ・スピーカー/道路録 /ゴルフカート/高所作業車
		重量エネルギー密度	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	100Wh/kg	
		出力密度	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	1,000W/kg	
		サイクル寿命	※現状値	現状値の2倍	現状値の4倍	現状値の6倍	現状値の6倍	現状値の6倍	現状値の6倍	
		カレンダー寿命	5~8年	10~15年	15年	20年	20年	20年	20年	
コスト (ユーザー要求値ベース)	100~200円/Wh	40円/Wh	20円/Wh	15円/Wh	15円/Wh	15円/Wh	15円/Wh	15円/Wh	【生産規模】 2,800MWh	

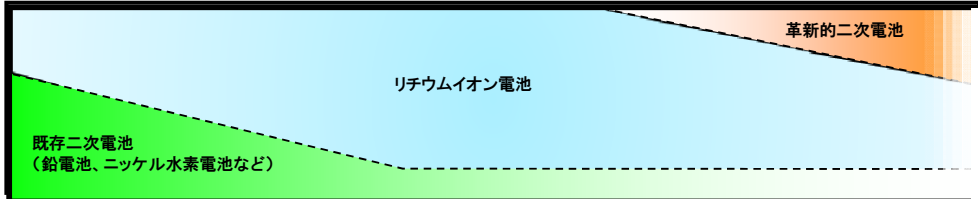
長寿命化による電池交換回数の削減ができる場合、電池交換回数の多い競合製品に対しては、競合価格20円に対し、最大60円でも優位性を出せる可能性がある

長寿命化による電池交換回数の削減ができる場合、電池交換回数の多い競合製品に対しては、競合価格20円に対し、最大40円でも優位性を出せる可能性がある

・系統安定化、事務所・家庭向けなどでは、よりエネルギー密度の向上が実現すると尚良い

住宅向け等に関しては、蓄電することで顧客メリットがでる価格設定が必要

電池系の市場割合の移り変わり (イメージ図)



・全固体電池・金属-空気電池・多価カチオン電池などの革新的二次電池が実用化される  
・リチウムイオン電池と既存二次電池(鉛電池・ニッケル水素電池)が並存する  
・二次電池全体として電池の市場規模は拡大していく

※ 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

11ページから12ページに二次電池技術開発ロードマップを示した。展開可能用途に示してある用途例は、主用途の要求性能を満たすセルを開発することで、主用途以外にも適用可能な用途である。ただし、展開可能用途に該当する場合でも、用途側に求められる性能と二次電池の性能の間に多少なりともギャップがあり、オーバースペックとなる場合があることを理解しておく必要がある。

本ロードマップでは、それぞれのタイプに求められる要求性能から電池性能ごとに目標値を示し、NEDOが自主的に目標とすべき時間軸を設定した。現状の電池性能は、現状のEV用、HEV用、民生用のリチウムイオン電池の転用を想定し記した。

以下に各電池性能について解説する。

#### ・容積エネルギー密度・重量エネルギー密度・出力密度

容積エネルギー密度、重量エネルギー密度、出力密度は、全てモジュール（或いはパック）として必要な数値を記している。

#### ・サイクル寿命

サイクル寿命は、運用方法や運用環境により大きく変わってくる。例えばHEVの場合、SOC50%を中心に±15～20%程度の幅にて運用している。このような運用方法では電池に対する負荷は少なく、サイクル寿命は大きく向上する。一方、EVで想定されている運用方法はSOC幅がHEVよりも幅広く、一般的にサイクル寿

命は短くなる。またEOL (End of Life) の定義も用途毎に曖昧であり、電池が使えないと判断する基準については議論の余地がある。このような背景から、本ロードマップでは、現状値を調査し、

サイクル寿命の現状値 = 約1000回 (DOD=100%、1C放電、常温、初期容量に対して残容量が85%に達する回数)

とした上で、各タイプについて現状に対して何倍のサイクル寿命が要求されるかの目標値を示した。

#### ・カレンダー寿命

カレンダー寿命に関しても、運用方法や使用環境により寿命が大きく変わる。特に温度環境に大きく依存し、40°Cを超える温度環境下では電池の劣化が激しくなるといわれている。またリチウムイオン電池の場合、普及されはじめてから現在に至るまでの期間が短いことからカレンダー寿命の実測データも少なく、明確に寿命の現状値を定義することが困難である。

そこで本ロードマップに於けるカレンダー寿命の定義は、一義的に、常温環境、満充電の状態、残容量が85%以下になるまで、かつ用途ごとに必要とされる出力値を維持できなくなるまで、と定義した。

#### ・コスト

コストの目標値は、タイプごとの主用途に要求される値を設定した。従来、電池の劣化に伴い電池交換を行っていた用途では、サイ

フル寿命やカレンダー寿命を向上することにより、電池交換の回数を減らせる、或いは交換する必要がなくなる。このため、二次電池を使う機器の全使用期間で必要となるトータルの電池コストを考えると、寿命が長い電池ほど高価なイニシャルコストを設定することが可能となる場合もある。そのため、電池の交換が想定される用途については、コスト目標値に幅を持たせて記載した。

また従来、レート特性を下げるために電池を余分に搭載していた用途では、出力密度の向上を実現する事で余分搭載量を削減でき、結果としてイニシャルコストを従来よりも高く設定できる場合もある。

二次電池を使用する上で必要なコストとしては、二次電池の設置に掛かるコストやパワーコンディショニングシステムなどの補機にかかるコスト、廃棄にかかるコストなどもあるが、本ロードマップではこれらのコストは含めない。

本ロードマップでは、7つのタイプごとに目標値を設定している。各々のタイプについて解説する。

#### ・タイプ①

タイプ①の主用途であるEVや電動二輪では、本格普及のために航続距離の更なる延長が必要であることから、要求性能の第一はエ

ネルギー密度の向上としている。また、現在のガソリン車の代替として普及するには、電池を含めた車体価格を従来と同等程度に設定する必要があり、それを実現するために更なるコスト削減が求められる。

タイプ①では、サイクル寿命以外の全ての電池性能の向上が求められており、7つのタイプの中で最も電池に対する要求が厳しいタイプである。

タイプ①のロードマップは、「NEDO次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008」を踏襲したものであり、そちらに詳述するため参考にして頂きたい。

#### ・タイプ②

タイプ②の主用途はフォークリフトである。これは鉛電池を搭載した1.5tクラスのバッテリー式フォークリフトが主流で、サイクル寿命が短く数年に1度のペースで電池の交換が行われている。そのため、サイクル寿命の向上が電池に求められる要求性能の一つである。また2～3年に1度のペースで鉛電池を交換している稼働率の高い職場が存在することからも、現状のリチウムイオン電池のサイクル寿命に対し3～4倍程度の性能を実現できれば、電池交換無しで継続的に利用することができ、結果としてトータルコストで優位性を出すことができる。

また稼働率の高い職場では、鉛電池では十分な稼働時間を満たせ

ず業務中に電池交換を行うケースもあり、エネルギー密度の向上が求められている。さらに、エネルギー密度が大きい革新的二次電池が実用化された場合、このような理由からフォークリフトに搭載することが考えられ、さらには4 tクラスのフォークリフトのバッテリー化なども期待できる。

#### ・タイプ③

タイプ③はPC・携帯電話・デジタルビデオカメラを主用途とする民生用機器に求められる二次電池のタイプである。民生用途では必要とされる性能はほぼ満たされている。しかし、ユーザーの使い勝手を考えると、更なるエネルギー密度の向上やコスト削減が望まれ、今後の企業努力に委ねたい。

#### ・タイプ④

タイプ④の主用途であるHEV等は、自動車の駆動アシスト用として活用されるため、瞬時に大きなパワーが必要となることから出力密度の向上が主として求められる。特に主用途の一つであるディーゼルHEV鉄道車両では車体重量が大きい上に電池の搭載スペースが少ないことから、自動車以上にアシスト用のパワーが必要である。そのため、ディーゼルHEV鉄道車両については、HEV以上の出力密度である3,500W/kgを目標値として設定した。またプロ用の電動工具においても、瞬時に大きなパワーを必要とする一方で、機器本体のスペースに制限があることから電池搭載容量が少なく、

結果として機器によっては、HEV以上の出力密度が必要とされる場合もある。

HEVは発車時、停車時に充放電を繰り返す運用方法で電池に対する負荷は小さく、サイクル寿命が問題になる事は少ないと考えられる。カレンダー寿命に関してはタイプ①（EV等）と同様に、自動車の耐用年数だけ電池寿命を維持することが必須であることから、更なる向上が必要である。

タイプ④のロードマップは、「NEDO次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008」を踏襲したものであり、そちらに詳述するため参考にして頂きたい。

#### ・タイプ⑤

タイプ⑤の主用途であるUPSでは、現在鉛電池の採用が主流であり、常に満充電状態を維持するためトリクル/フロート充電を行っている。設置環境によっては（特に高温環境）、電池の劣化が急速に進み、5年程度で電池交換をする場合もある。その様な場合はカレンダー寿命を向上することで電池交換の削減が可能となる。

UPSでは、通常、設置スペースに余裕があることからエネルギー密度はそれほど求められていないが、放電レートが高く電池に対する負荷が大きくなる。それを避けるため、補償時間以上の電池を搭載し、電池に対する負荷を軽減する対策が打たれている。リチウムイオン電池を用い出力密度を向上させることで、電池に対する負



荷を軽減することで、電池の搭載量削減が可能となる。

#### ・タイプ⑥

タイプ⑥の主用途である無線基地局用バックアップ・通信ビル用バックアップでは、現在主に鉛電池を採用している。しかしタイプ⑤（UPS）同様、設置環境によっては電池劣化が急速に進み、電池交換を実施する場合がある。カレンダー寿命を向上させることで、電池交換回数の削減につながる。

タイプ⑥では補償時間が数時間と長いことから大きな出力は必要とされていない。

#### ・タイプ⑦

タイプ⑦の主用途である施設工場向け蓄電システム、住宅向け蓄電システム、風力発電などの出力安定化、余剰電力対策のための系統安定化用途などでは、深い充放電を繰り返すためサイクル寿命が求められる。同時に長期間使用する用途であるためカレンダー寿命も求められるほか、長期にわたる蓄電システム全体の安全性・信頼性が重要である。

施設工場向け蓄電システムや住宅向け蓄電システムでは、電力を貯蔵することによって経済メリットが得られる蓄電システムの価格設定が必要であり、また出力安定化や系統安定化のような大型の蓄電システムにおいては設置コストを現実的なものにするために、電池の低コスト化が強く望まれている。

風力発電などの出力安定化用などで設置スペースに対する制限が少ないときには、エネルギー密度は問題にならないが、住宅向け蓄電システムを屋内に設置する場合などでは、小型化のために高いエネルギー密度が必要となる。更に、系統安定化用では数MWhから数GWhの容量の蓄電システムになることも想定され、設置の自由度を持たせるためにはできるだけ高いエネルギー密度が必要である。

このように低コスト・長寿命で大型にしても安全な二次電池を実現するためには、全固体電池などの革新的二次電池の開発も必要とされる。

今後の研究開発によって、リチウムイオン電池の更なる高性能化と低コスト化がすすめば、使用される電池系も変わってくると考えられる。現在、鉛電池やニッケル水素電池などの既存二次電池が使われている用途にリチウムイオン電池が使われるようになり、リチウムイオン電池の占める割合が広がっていく。但し、全ての既存二次電池が置き換わるわけではなく、既存二次電池の特長が活かされた用途については残るだろう。

さらに、リチウムイオン電池の次世代を担う革新型二次電池が実用化されれば、徐々にリチウムイオン電池から置き換わっていくことが想定される。

革新型二次電池は、例えば高エネルギー密度のものの場合、金属

—空気電池や多価カチオン電池などが考えられ、また長寿命・低価格な電池では、全固体リチウムイオン電池などが考えられる。前者は、サイクル特性や低温特性、デンドライトの析出などが課題となっている。「NEDO次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008」に詳しい解説があるので参考にして頂きたい。後者は、電極成分の電解液への溶出やデンドライトの成長が抑制できるため、高安全で長寿命な電池が期待でき、また全固体電池ならではの生産方法の革新で低コスト化できれば、タイプ⑦のような定置用二次電池に適した電池が期待できる。一方、固体電解質と電極界面の接合が大きな課題となっているほか、低温特性の改善も必要である。

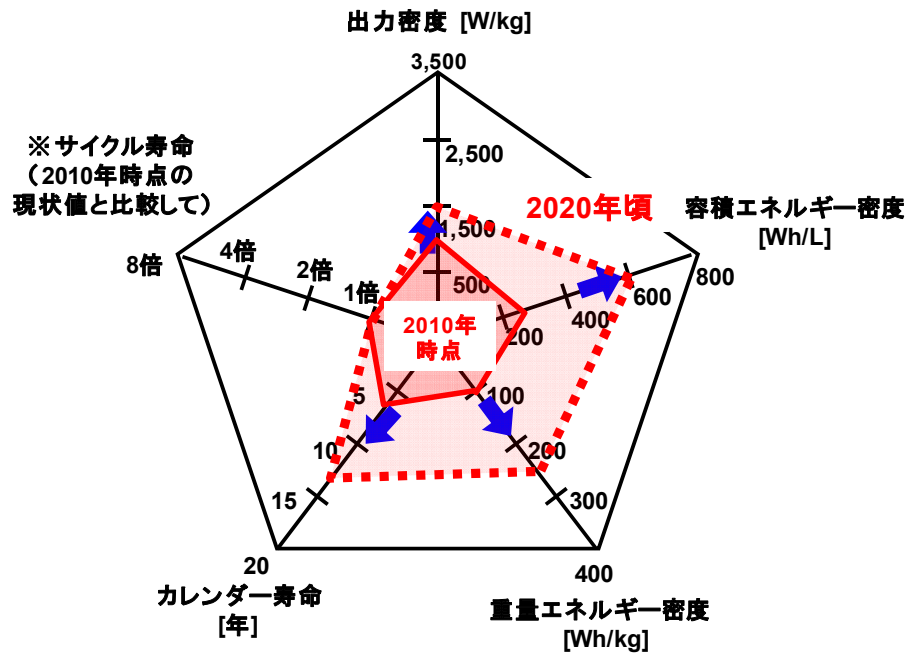
これら革新型二次電池は、現在、研究段階であり、今後の活発な研究開発により早期の実用化が切望される。

# NEDO二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)

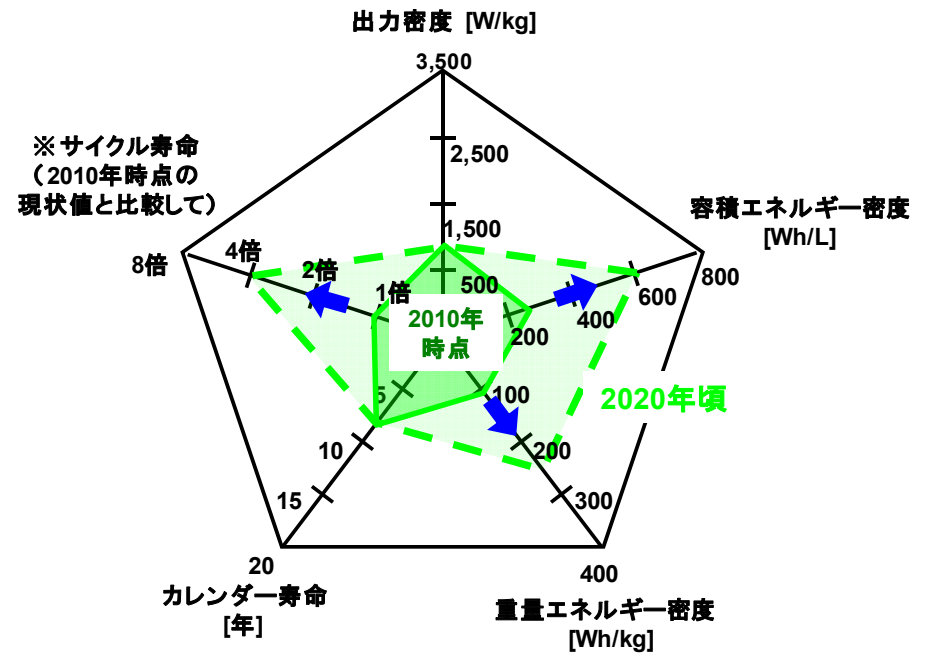
## 技術マップ

# 技術マップ タイプごとの要求性能（1）

エネルギー密度指向型  
(タイプ①)



エネルギー密度指向型  
(タイプ②)

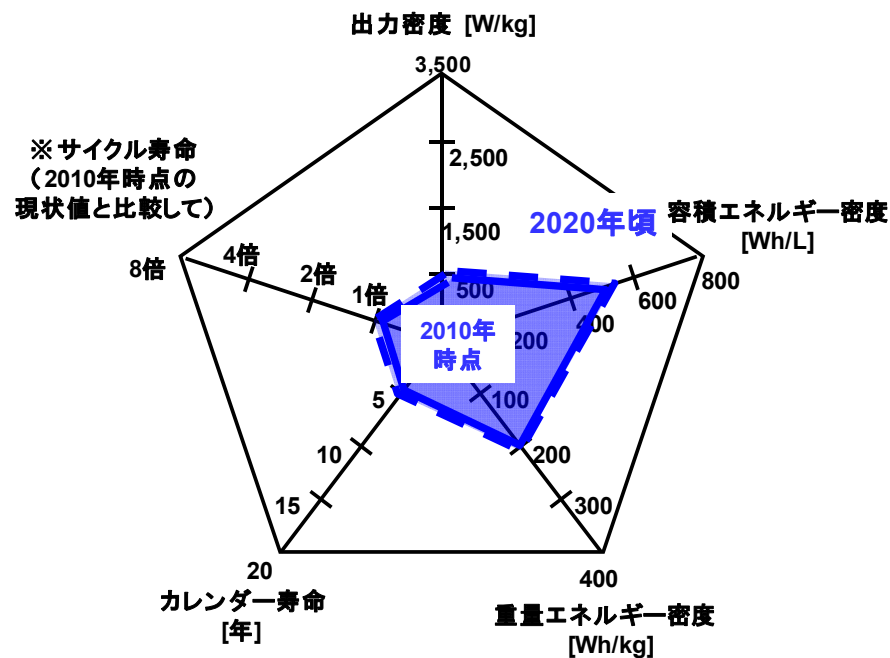


※サイクル寿命の現状値=約1000回：DOD=100%、1C放電、初期容量に対して残容量が85%に達する回数

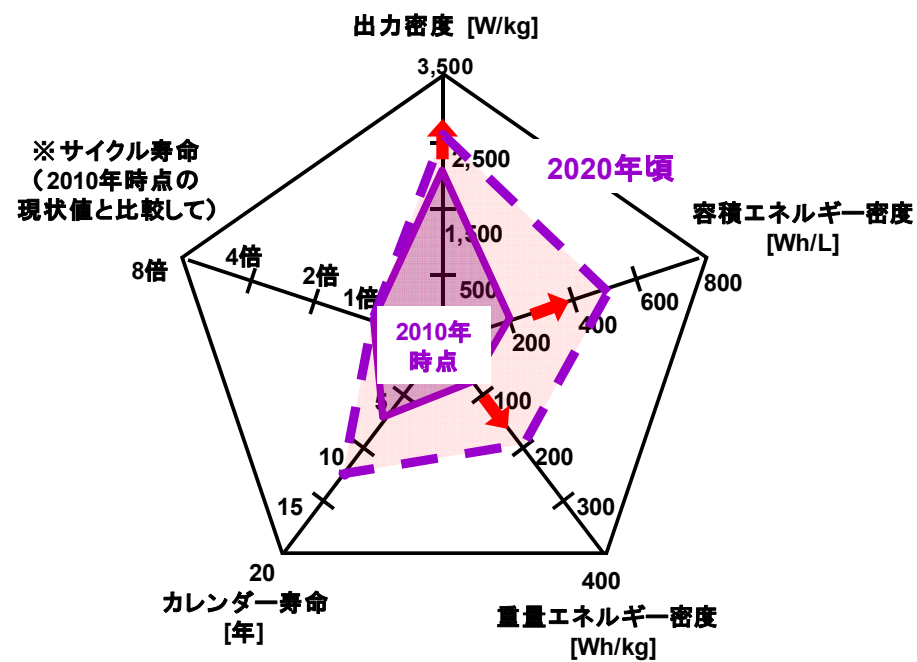
※カレンダー寿命とは、常温環境にて電池に求められる寿命のこと

## 技術マップ タイプごとの要求性能（2）

エネルギー密度指向型  
(タイプ③)



出力密度指向型  
(タイプ④)

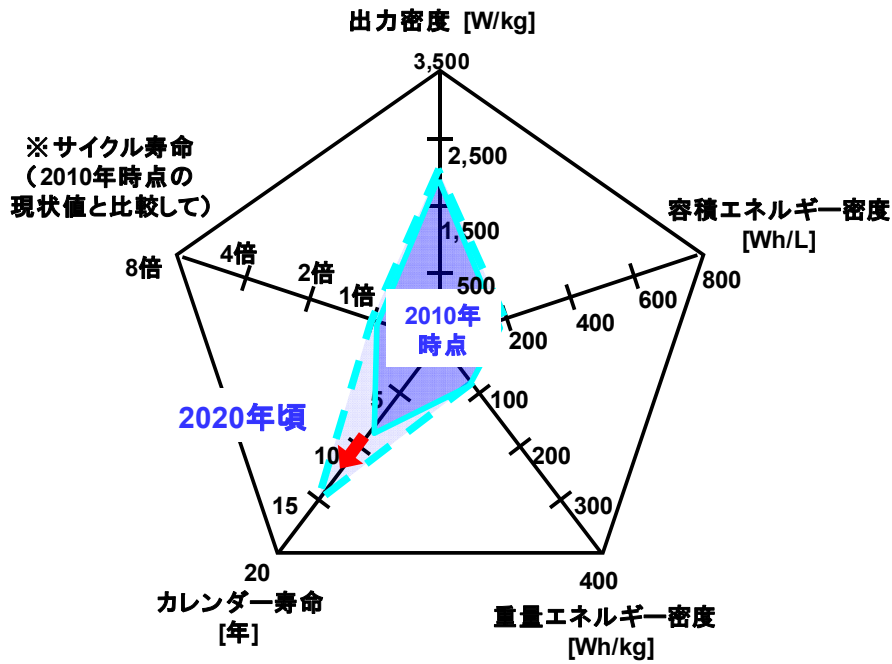


※サイクル寿命の現状値=約1000回：DOD=100%、1C放電、初期容量に対して残容量が85%に達する回数

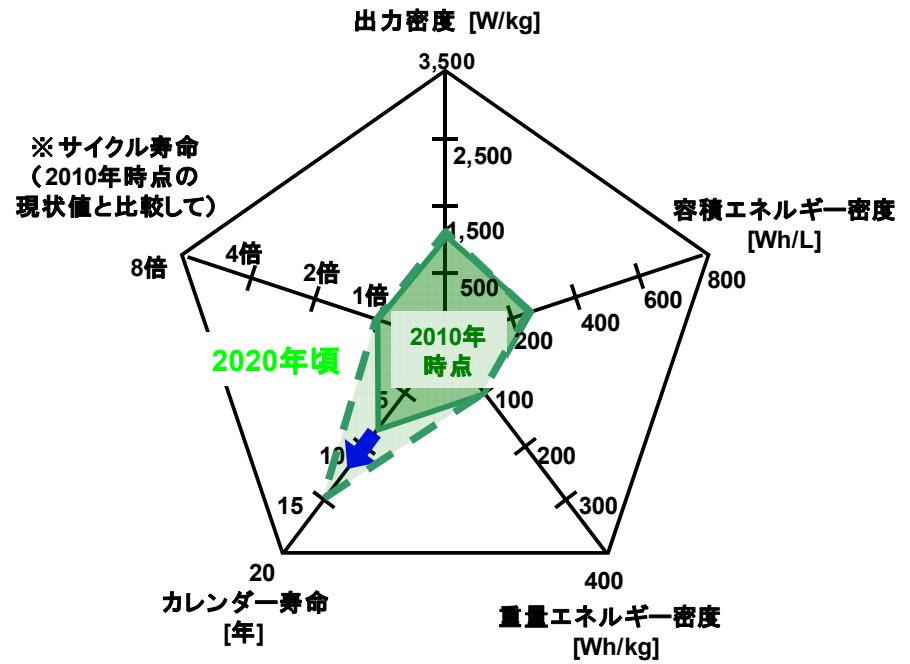
※カレンダー寿命とは、常温環境にて電池に求められる寿命のこと

# 技術マップ タイプごとの要求性能 (3)

出力密度指向型  
(タイプ⑤)

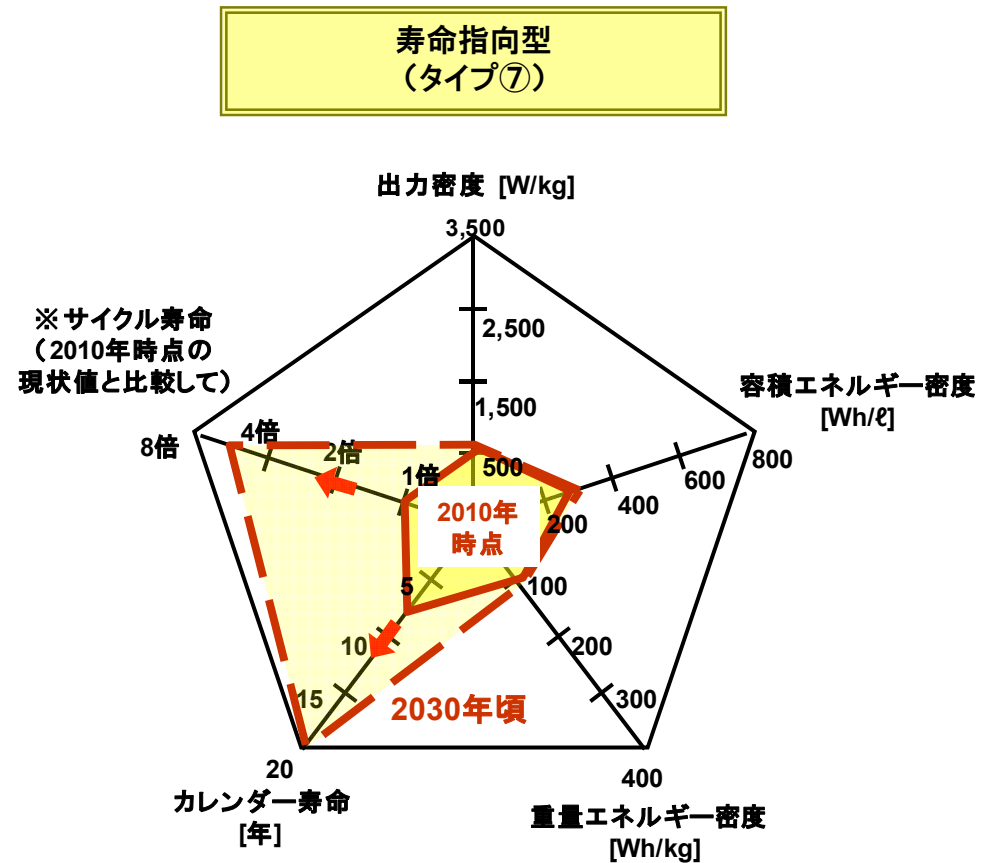


エネルギー密度指向型  
(タイプ⑥)



※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、常温環境にて電池に求められる寿命のこと

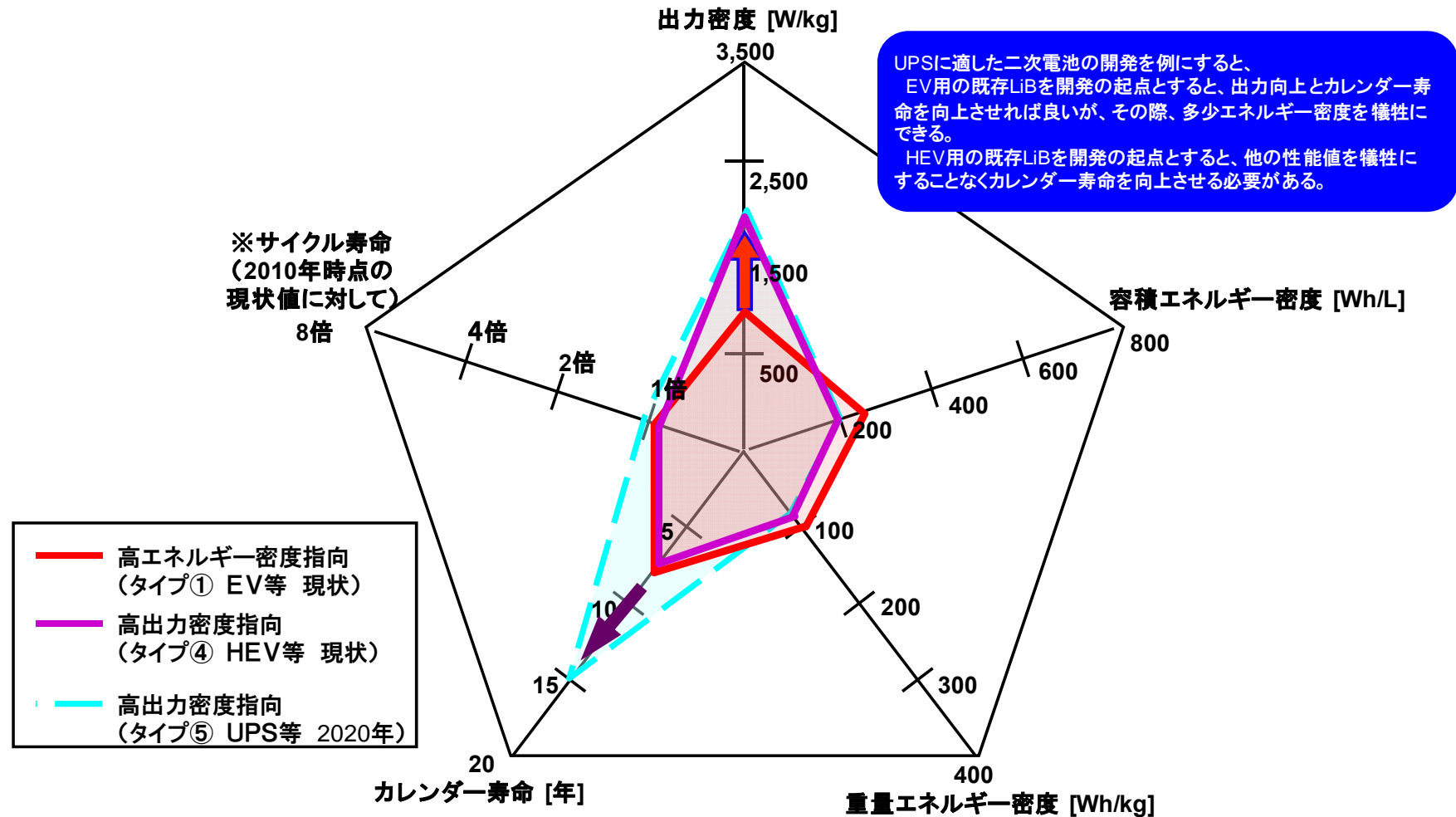
## 技術マップ タイプごとの要求性能（４）



※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、常温環境にて電池に求められる寿命のこと

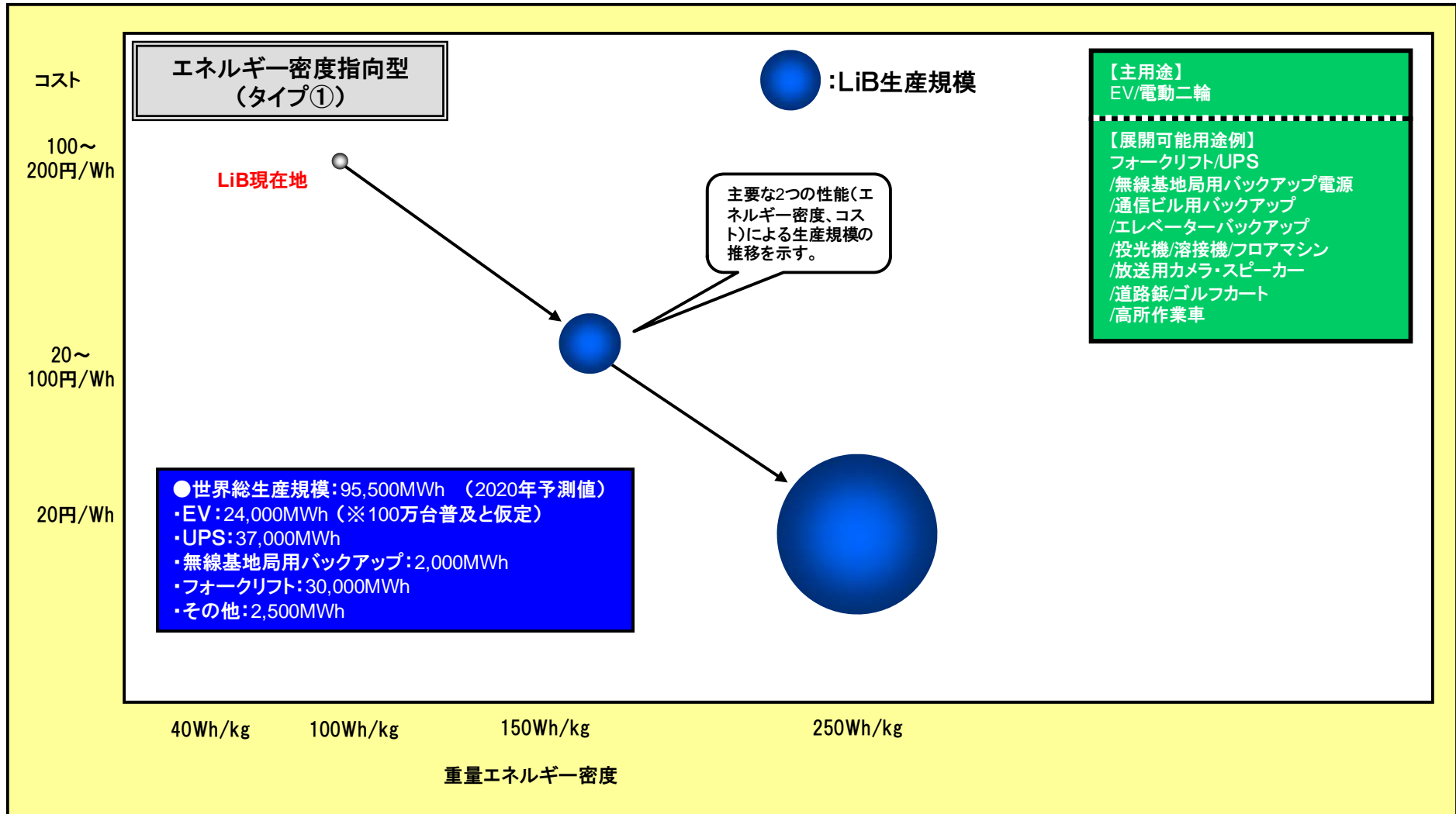
## 技術マップ 要求性能比較例



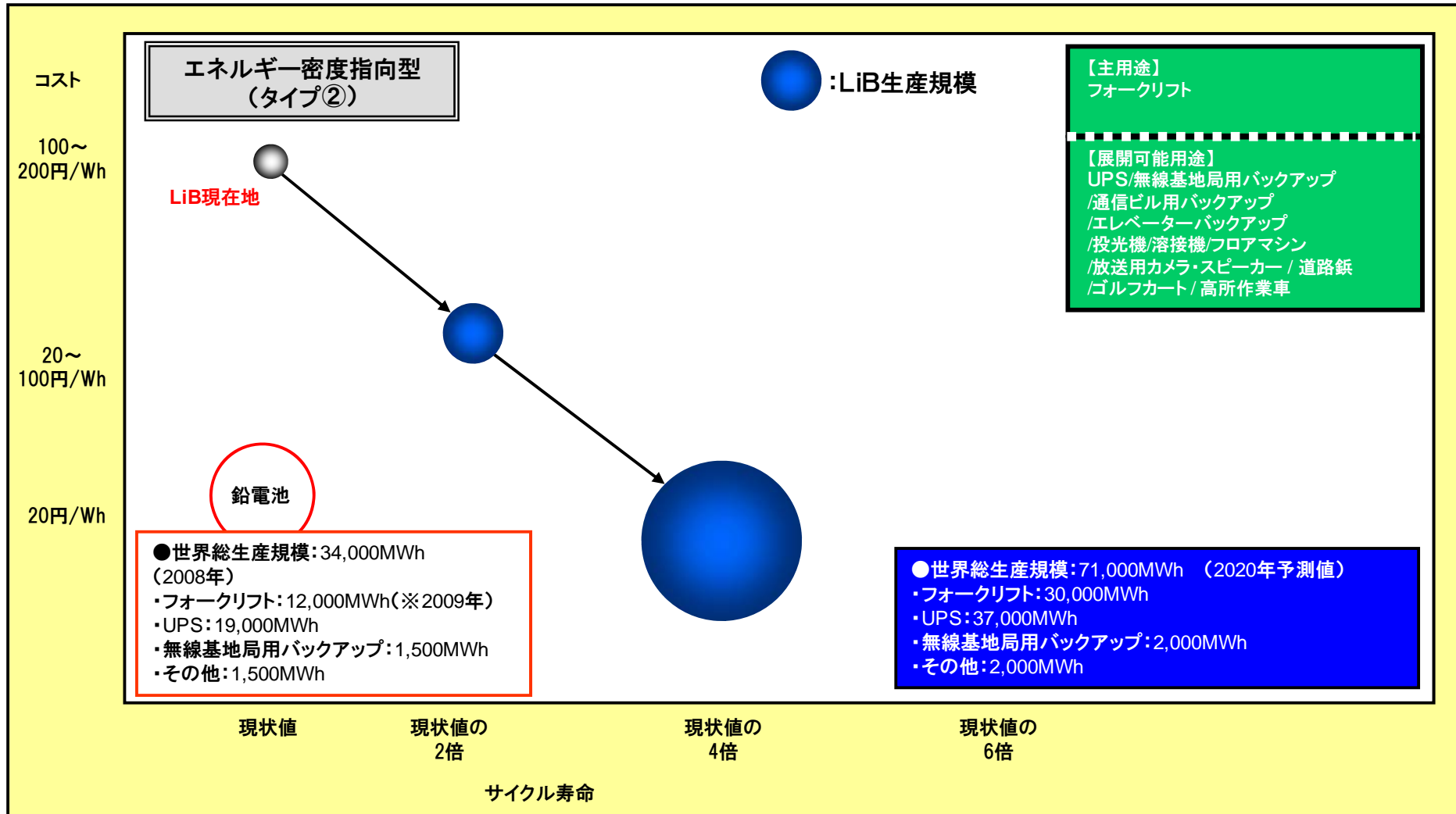
※サイクル寿命の現状値=約1000回：DOD=100%、1C放電、初期容量に対して残容量が85%に達する回数  
 ※カレンダー寿命とは、常温環境にて電池に求められる寿命のこと



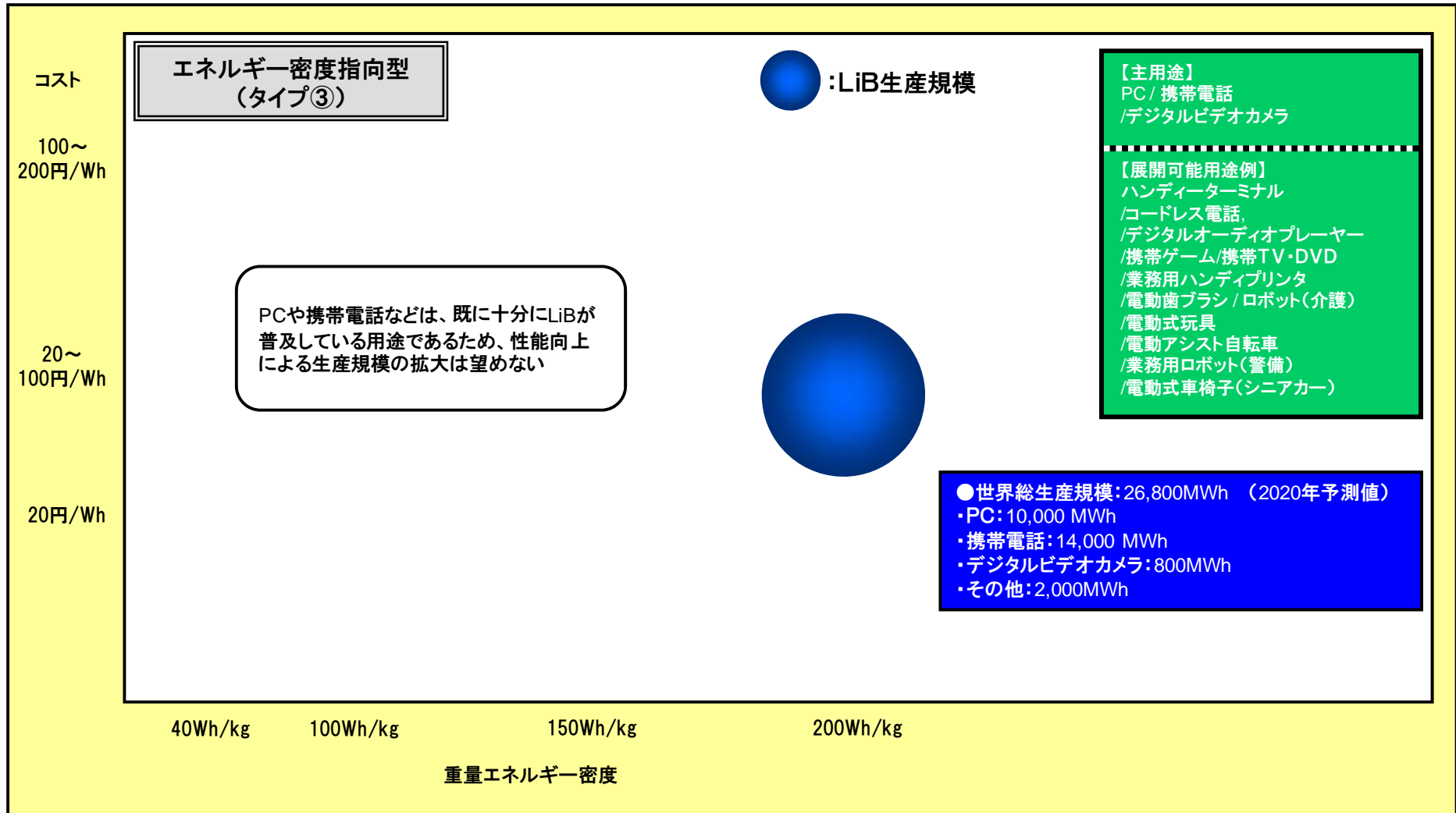
# 技術マップ 技術の進展と生産規模推移の予測(1)



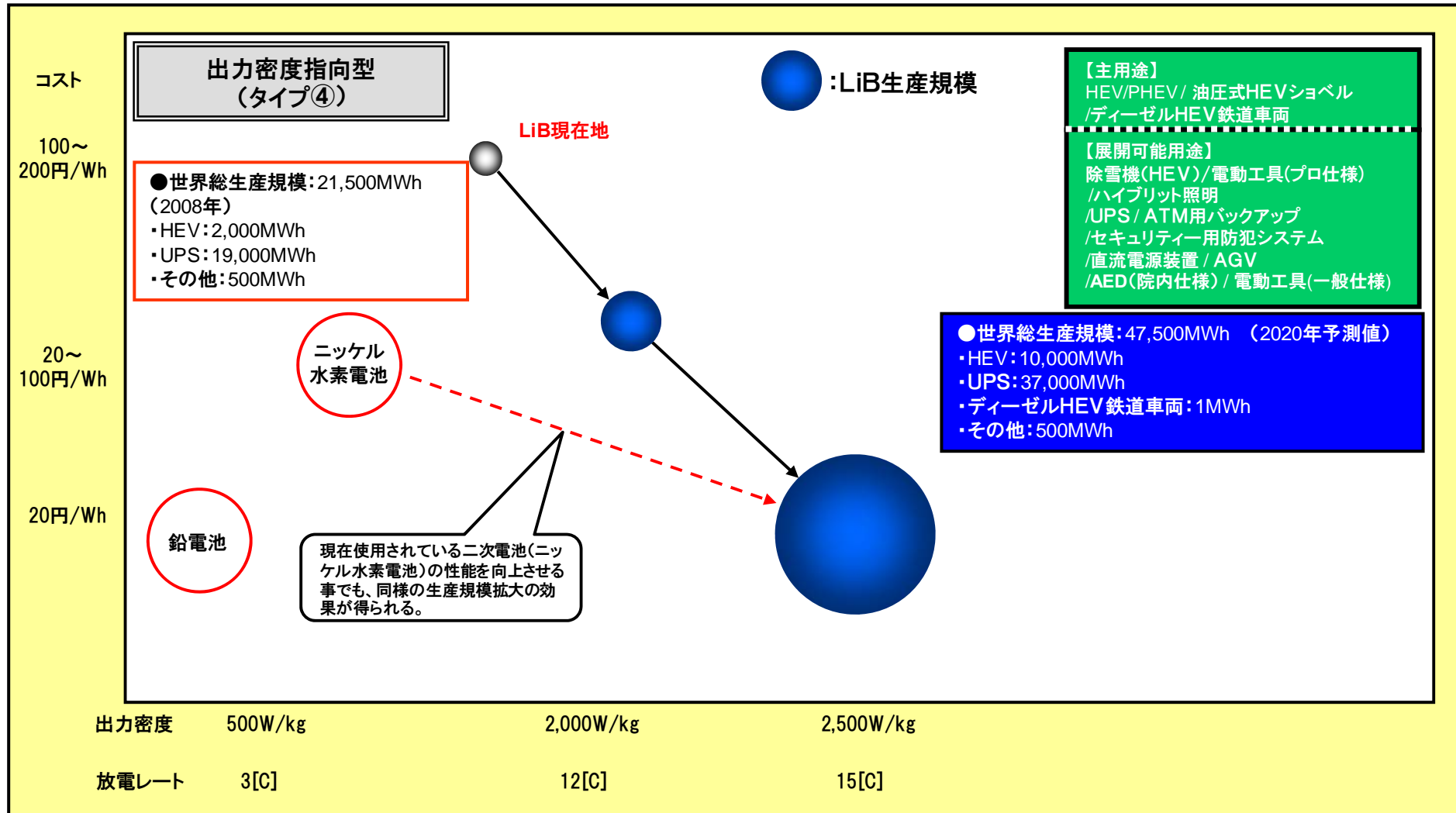
# 技術マップ 技術の進展と生産規模推移の予測(2)



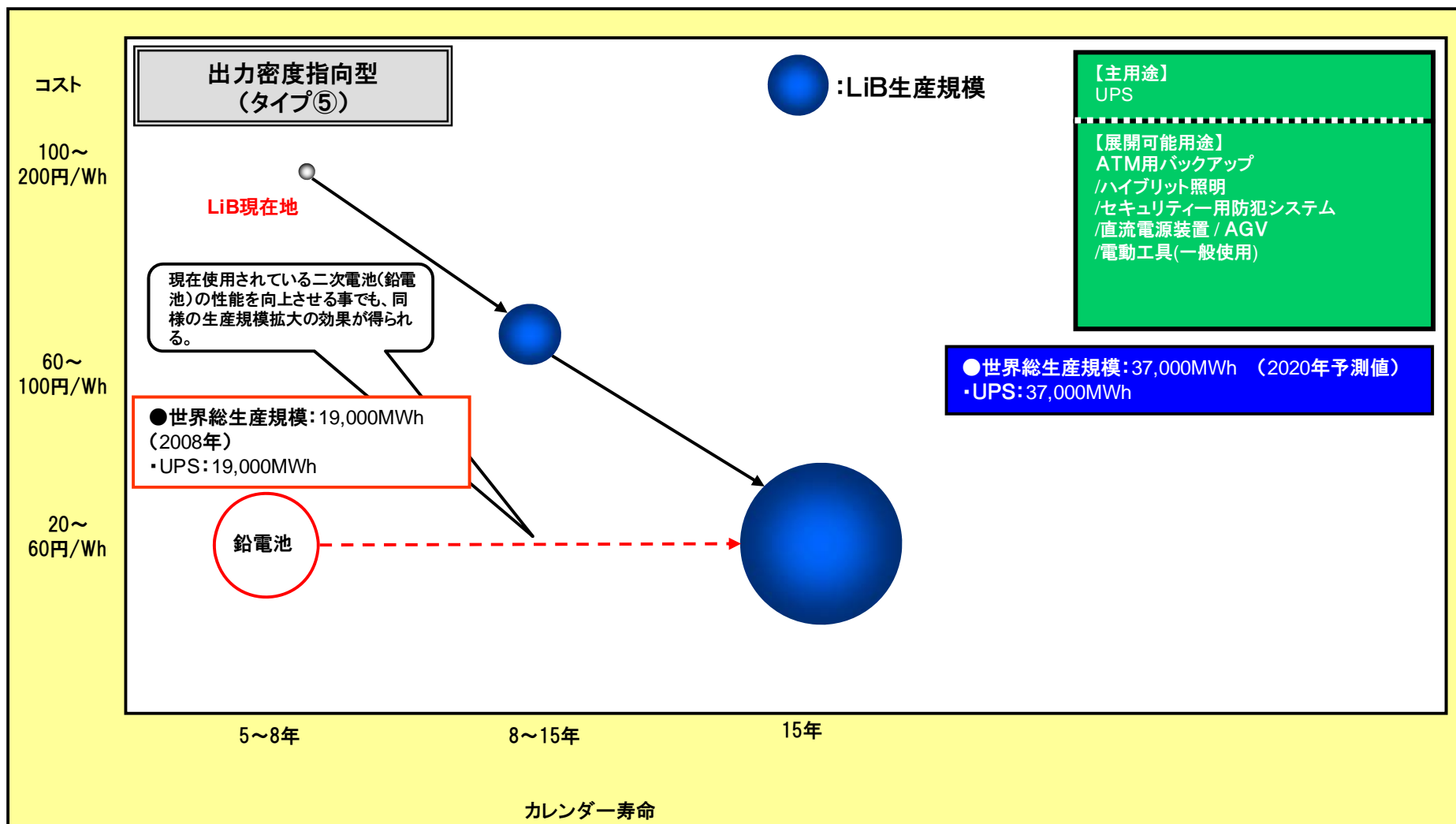
# 技術マップ 技術の進展と生産規模推移の予測(3)



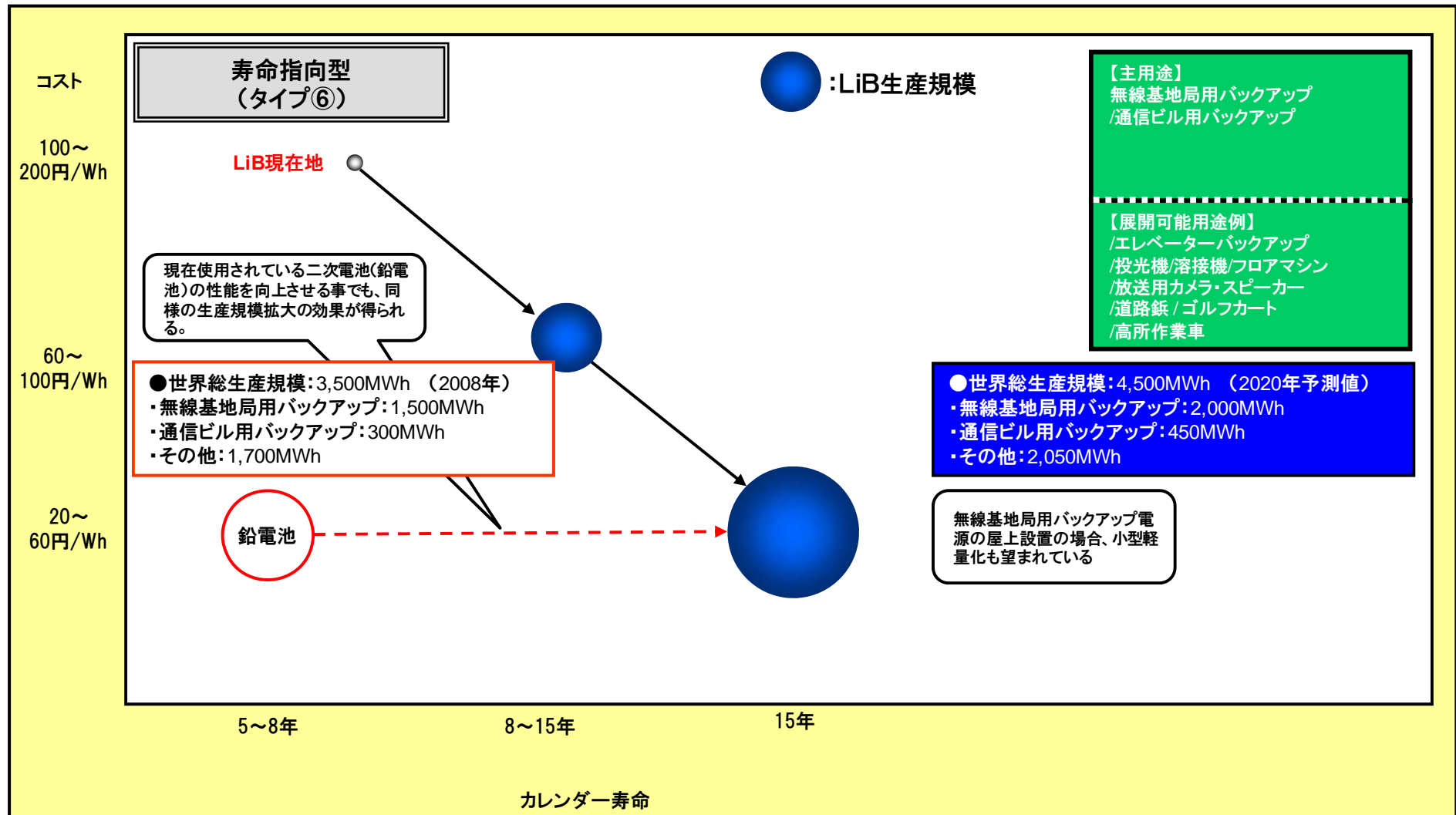
# 技術マップ 技術の進展と生産規模推移の予測(4)



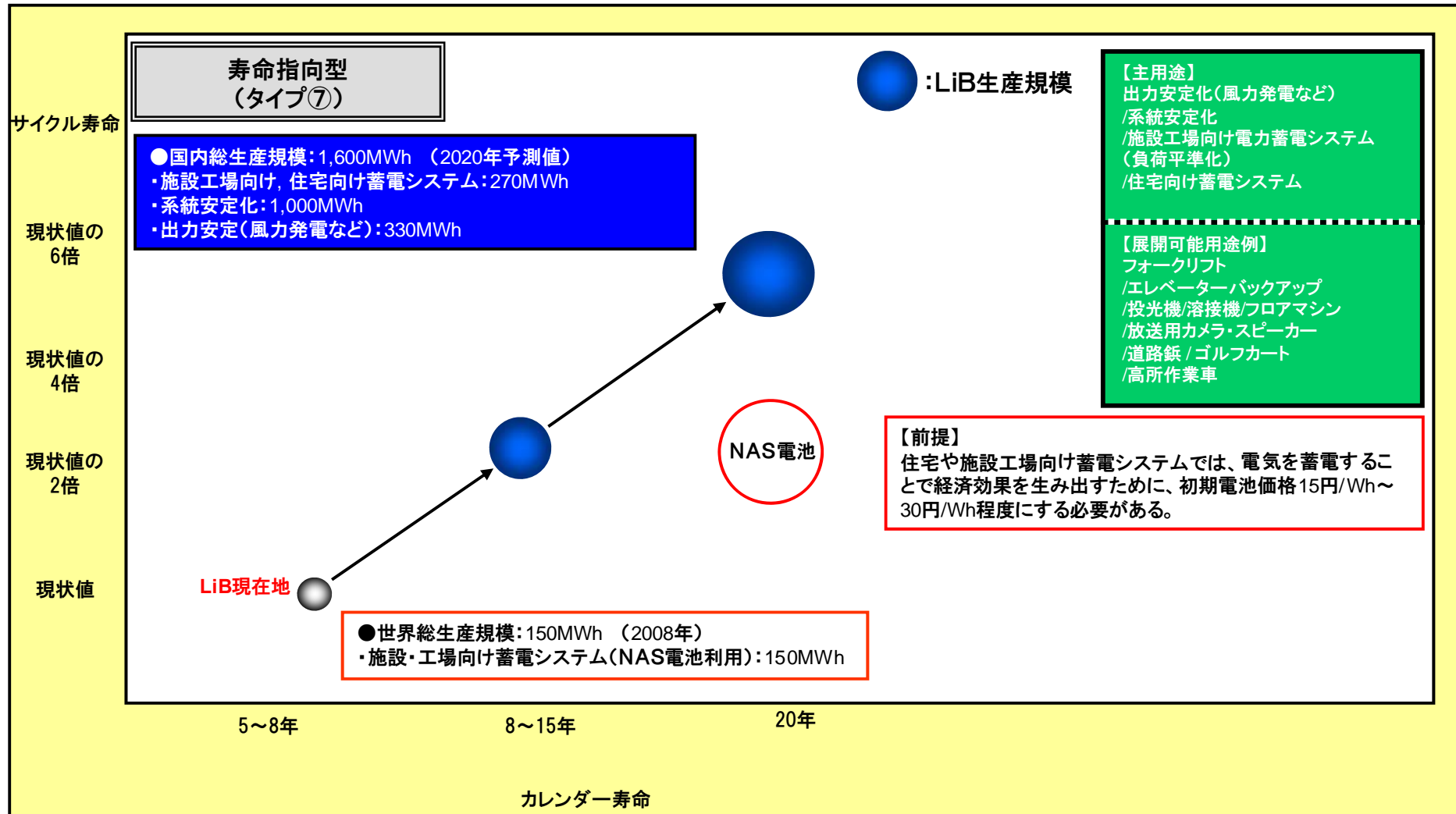
# 技術マップ 技術の進展と生産規模推移の予測(5)



# 技術マップ 技術の進展と生産規模推移の予測(6)



# 技術マップ 技術の進展と生産規模推移の予測(7)



※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

## 生産規模算出の前提条件

	代表用途	2020年頃での生産規模算出前提条件
タイプ①	EV	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2020年時点で10万台～600万台(新車販売10%相当)と予測は様々</li> <li>○2020年 電気自動車販売台数100万台と仮定</li> </ul>
タイプ②	フォークリフト	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2020年世界のフォークリフト増加数は、世界GDP成長率と同等、約4%成長と仮定</li> </ul> <p>【2009年市場規模】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○世界フォークリフト バッテリー式:約33万台 エンジン式:約23万台</li> </ul> <p>※フォークリフトに関しては、2009年で需要が大幅に落ち込んだことから、2009年をベースに計算を実施</p>
タイプ③	PC, 携帯電話, デジタルビデオカメラ	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○携帯電話・ノートPC・デジタルカメラの三用途で民生用途全体の9割を占める</li> <li>○2006年から2008年まで毎年約10%成長を行ってきたため、2020年まで同様に成長すると仮定</li> </ul> <p>【2020年市場規模】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○携帯電話/ノートPC 2008年時点に対し約250%増加すると仮定</li> <li>○デジタルカメラ 2008年時点に対し約160%増加すると仮定</li> </ul>
タイプ④	HEV	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2020年まで20%ずつ市場が拡大すると仮定</li> </ul>
	電動工具(LiB使用)	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2020年までGDP比と同等程度、約4%ずつ市場が拡大すると仮定</li> </ul>
タイプ⑤	UPS	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2020年までGDP比と同等程度、約4%ずつ市場が拡大すると仮定</li> </ul>
タイプ⑥	無線基地局用バックアップ 通信ビル用バックアップ	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2020年までGDP比と同等程度、約4%ずつ市場が拡大すると仮定</li> </ul>
タイプ⑦	系統安定化	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○経済産業省新導入目標より太陽光発電(PV)2020年2800万kW導入相当量を仮定</li> <li>○PVの発電電力が大幅に余る年末年始・GWや、電力需要量の少ない春秋期の週末は、PVの出力を抑制</li> </ul>
	施設工場向け電力蓄電システム, 住宅向け蓄電システム	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○NAS電池市場成長率を2020年まで年率5%と仮定</li> <li>○住宅向け蓄電池の生産規模は含めずに試算</li> </ul>
	出力安定化 (風力発電等)	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○風力発電用途を対象。2020年に500万kW設置されると仮定</li> </ul>

※前提条件はNEDOにて仮定した



## 1. タイプごとの要求性能

19ページから22ページに、タイプごとの現在の性能と2020年頃の要求性能を比較したレーダーチャートを示した。現在値である2010年時点の要求性能を実線で示し、2020年頃必要であると考えられる要求性能を点線で示した。開発の方向性についてタイプごとの比較が容易にできる。

例えば、23ページではUPSに適した二次電池（タイプ⑤）の開発を例に取った場合、EV用の現状のリチウムイオン電池（タイプ①）を開発の起点としたとき、注力して開発すべき点はカレンダー寿命と出力密度であることが分かる。その際、容積エネルギー密度、重量エネルギー密度を多少犠牲にできることが示唆されている。一方、HEV用のリチウムイオン電池（タイプ④）を開発の起点としたときは、注力すべき点はカレンダー寿命のみであるが、そのために犠牲にできる電池性能はないことが分かる。以上を踏まえた上で、EV用とHEV用のどちらの現状の電池を起点に開発するのが得策か、自社の強みを活かした開発戦略の策定に役立てて頂きたい。

## 2. 技術の進展と生産規模推移の予測

開発戦略を策定する上では、開発の方向性を決め詳細な技術開発項目に落とし込むのと同時に、その技術開発によって期待できる市場規模の把握も必要である。そのような観点から本技

術マップでは、技術の進展に伴う二次電池の生産規模(Wh)の推移を2020年断面で予測した。技術が順調に進展した場合、今後も二次電池を用いた製品の市場がこれまでと同様に成長すると考えたほか、系統安定化用や風力発電などの出力安定化用の蓄電システムのように、これから実用化が考えられる用途については政策的側面から需要を予測し、生産規模としてまとめた。予測値の算出に用いた前提条件を31ページに示した。尚、住宅向け蓄電システムは2020年以降に本格普及していくと考え、予測値には入れていない。

24ページから30ページに、タイプごとの技術の進展と生産規模推移の予測をバブルチャートで示した。縦軸と横軸に示した指標は、タイプごとに特に重要とされる電池性能である。グレーの円はリチウムイオン電池の現状値であり、その推移を青色の円で示し、生産規模の拡大と共に円も拡大させている。主用途に鉛電池やニッケル水素電池等の既存二次電池が活用されている場合は、それらの現状値を赤い円で示しており、リチウムイオン電池との電池性能の比較を行えるようにした。

これらの技術マップの他、「材料・電池技術マップ」を、「NEDO次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008」に掲載しているので、そちらもご覧頂きたい。

# N E D O 二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)

- 検討スケジュール
- 委員名簿
- WG委員名簿

## <NEDO二次電池技術開発ロードマップ(Battery RM2010) 検討スケジュール>

### <二次電池技術開発ロードマップ作成WG>

NEDO調査事業として、(株)日本総合研究所にワーキング(WG)を設置しロードマップ2010案を検討。

2010年1/19 第1回WG      2/25 第2回WG



### <二次電池技術開発ロードマップ作成委員会>

NEDO調査事業として、(株)日本総合研究所に委員会を設置し、ロードマップ2010案を審議。

2010年3月1日：第1回委員会

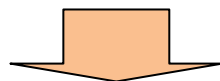
二次電池技術開発ロードマップ2010(WG案)について審議

2010年3月10日～3月16日：パブリックコメント

NEDOホームページにロードマップ2010(案)を掲載し、広くパブリックコメントを募集。

2010年3月23日：第2回委員会

二次電池技術開発ロードマップ2010取りまとめ



2010年5月：NEDO二次電池技術開発ロードマップ(Battery RM2010) ホームページ上で公開

## ＜二次電池技術開発ロードマップ作成委員会 委員名簿＞

役職	氏名	所属・部署・役職
委員長	山木 準一	九州大学 先端物質化学研究所先端素子材料部門 大学院総合理学府 量子プロセス理工学専攻 教授
委員	伊藤 寿秀	日本産業車両協会 フォークリフト技術委員会 委員長
委員	小笠 正道	財団法人 鉄道総合技術研究所 車両制御技術研究部 駆動制御 研究室長
委員	小笠原 康司	社団法人 日本電機工業会 UPS技術専門委員会 委員長
委員	西 正貴	電気事業連合会 技術開発部 中央電力協議会 事務局 副部長
委員	美浦 隆	慶應義塾大学 理工学部 応用科学化 教授
委員	森 信昭	社団法人 日本電気協会 常務理事
委員	森本 佳成	社団法人 電池工業会 二次電池部会 部長

（敬称略：五十音順、所属・役職は2010年3月時点で記載）

## ＜二次電池技術開発ロードマップ2010作成WG 委員名簿＞

役職	氏名	所属・部署・役職
座長	美浦 隆	慶應義塾大学 理工学部応用化学科 教授
副座長	辰巳 国昭	独立行政法人産業技術総合研究所 ユビキタスエネルギー研究部門 蓄電デバイス研究グループ グループ長
委員	池田 登志夫	大和ハウス工業株式会社 技術本部総合技術研究所フロンティア技術研究センター 地球温暖化防止研究グループ グループ長
委員	内本 喜晴	京都大学 大学院 人間・環境学研究科 教授
委員	内海 和明	オートモーティブエネルギーサプライ株式会社 開発部 エグゼクティブエキスパート 兼 日本電気株式会社 環境・エネルギー事業推進室 エグゼクティブチーフエンジニア
委員	奥山 良一	株式会社 ジーエス・ユアサ コーポレーション 研究開発センター 第二開発部 部長
委員	糟谷 智康	株式会社マキタ 電装技術部 主査
委員	熊谷 千昭	株式会社 本田技術研究所 二輪 R&D センター 技術開発室 上席研究員
委員	斉藤 哲夫	一般社団法人日本風力発電協会 企画室長
委員	正代 尊久	日本電信電話株式会社 NTT環境エネルギー研究所 第一推進プロジェクト プロジェクトマネージャー
委員	高見 表吾	東京電力株式会社 技術開発研究所 電力貯蔵ソリューショングループ グループマネージャー
委員	布谷 貞夫	株式会社小松製作所 開発本部 主幹 先進技術シーズ調査担当
委員	野元 浩	東日本旅客鉄道株式会社 JR 東日本研究開発センター 環境技術研究所 次長
委員	橋本 勉	三菱重工業株式会社 原動機事業本部 新エネルギー事業推進部 技術グループ 主席
委員	本多 啓三	株式会社東芝 電力流通・産業システム社 二次電池システム技師長
委員	米津 育郎	三洋電機株式会社 モバイルエネルギーカンパニー 技術企画統括部 統括部長

（敬称略：五十音順、所属・役職は2010年3月時点で記載）

<お問い合わせ先>

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

燃料電池・水素技術開発部 蓄電技術開発室

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番ミュージアム川崎セントラルタワー20階

TEL : 044-520-5264 FAX : 044-520-5263

HP:<http://www.nedo.go.jp/nenryo>

無断転載を禁じます。