

図表 1-1-1 自動車の電動化プラン（世界）、2021 段階

電動車比率 % (国内新車販売)						
	10	10~20	40~50	75	100	
2020			日本HV			
2021		英独仏 PHV		北欧EV		
2022						
2023						
2024						
2025						
2026						
2027						
2028						
2029						
2030			米国zEV			
2031						
2032						
2033						
2034						
2035			中国 NEV、HV		EU 日本 英国 米カ州	
2036						
2037						
2038						
2039						
2040						

電動車比率 % (国内新車販売)						
	1~5	5~10	10~20	40~50	75	100
2020	中国 NEV	英独仏 PHV		日本HV		
2021 上半期	中国 NEV	英独仏 PHV		日本HV	北欧EV	

(2) 日本国内の走行と輸出，輸入

まず日本国内の走行と輸出，輸入をみる。ここでは自国内を走行する車の CO₂ 発生の問題はあるが，自動車は国際的な商品であるので，自国内での生産車と輸入車がある。特に電動車の場合は，製造出来るメーカーや国に偏重があり，非ガソリン化も経過的には輸出車に依存するケースが多い。過去に日本の HV が全世界で，トヨタだけでも 2,000 万台を超す累積販売台数をカウントしたケースや，日産自動車の EV/LEAF が累積で 50 万台をクリアしたが，その大部分は日本からの輸出であった。

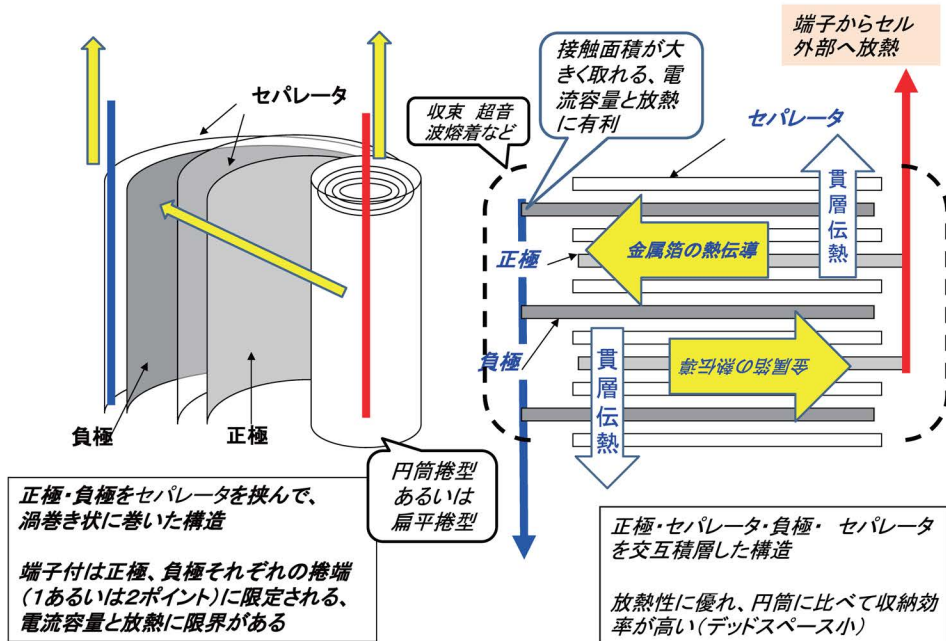
(3) 米国の状況

米国の状況は，トランプ第一次政権への政権交代時に，カルフォルニア州の zEV が否定され，バイデン政権で復活した。とは言え米国の電動自動車比率は 1% 台と極めて低い。今回の計画は 2030 年までに 50% である。いわゆるビッグ 4 社も合意のプランではあるが，石油業界との関係や極めて安価なガソリン価格等の背景から，非ガソリン化に対する国民の関心は低いと言われている。その中で EV 専門の TESLA 社が，輸出も含めて業績を伸ばしているのが特徴的である。

(4) EU の状況

EU の状況は，かなり地域差があり，ノルウェーなど北欧は産油国ではありながら，一方で豊富な水力発電を背景に EV 化しても CO₂ は抑制されるので，大幅な EV シフトが完成されつつ

図表 2-1-1 単極子セルの電極構造



始め、あるいは巻き終わりの一辺にリード線を接合して集電することになり、大きな電流を流す構造は困難である。右の図で左右対の電極を出す形式の積層型では、カットシート（毎葉）電極の一辺の長さを、全てを収束に使うことが可能であり、最大限の集電と放熱が可能である。

(2) 双極子（左）単極子（右）型電池（セル）

(A) 電極の構成と構造，液絡防止

図表 2-1-2 に双極子（バイポーラ）型リチウムイオン電池（セル）と，比較して通常のセルの模式図を示した。双極子型では一枚の集電箔の片面に正極材層が，反対面に負極層が形成されて，一枚で一つの“セル”である。従って，セル（＝正極層/集電箔/負極層）の積層枚数分だけ電圧は増加する。セルとセルの間はセパレータが入り，電解液が充填されている。双極子セルはこの様な構成から，各セルの電解液は独立である。セル間の Li イオンの移動は“電解液による短絡（液絡）”となるので，各セルは液絡防止のシールでカバーされている。

一方，通常のリチウムイオン電池，単極子セルでは集電箔の両面に，正極層あるいは負極層が形成され（両面塗工），正負の電極板はセパレータを挟んで積層されるが，積層枚数が増えても電圧は同じである。

4.1.12 リチウムイオン・セルの特性向上, Ragone Plot

(1) セルの特性向上

図表 4-1-16 にリチウムイオン・セルの特性向上, Ragone Plot を示す。ここではグラフの横軸の E：エネルギー特性 (Wh/kg) と、縦軸の P：パワー特性のみを取り上げた。勿論その他の特性, C：サイクル特性や T：耐熱性, 更には S：安全性なども重要である。前者の E と P は、単電池 (セル) 設計の要であり、これが合理的に出来た上で、後者の C, T と S は、電池の運用状況に応じた対処となる。なおここでは 10 Ah クラスのセルとしたが、EV 用セルの平均的な容量である。mAh クラスのラボにおけるデータが、10 Ah では実現出来ないとの意味も含んでいる。

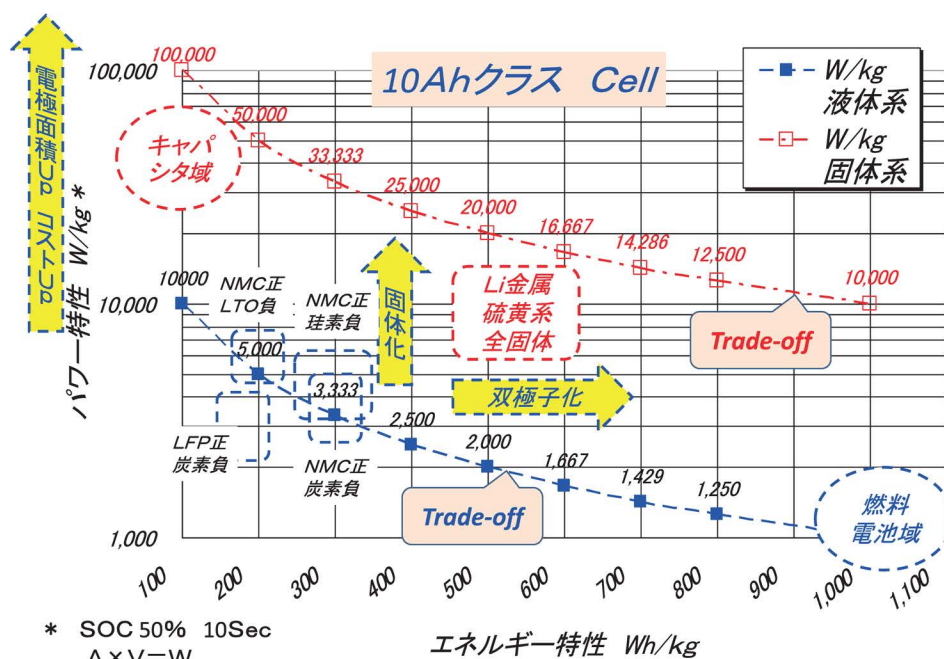
(2) 重量あたりの比容量, 比入出力

ここでは全て、/kg であるが、/L (体積) も実用性からは重要である。これはセルの比重, kg/L を積算すれば換算できる。実際には比重の低い負極材の体積が、セルの体積を増加させているケースが多い。珪素系負極材などは大きな容量で、負極材の使用量そのものを減らして、体積減少に寄与している。

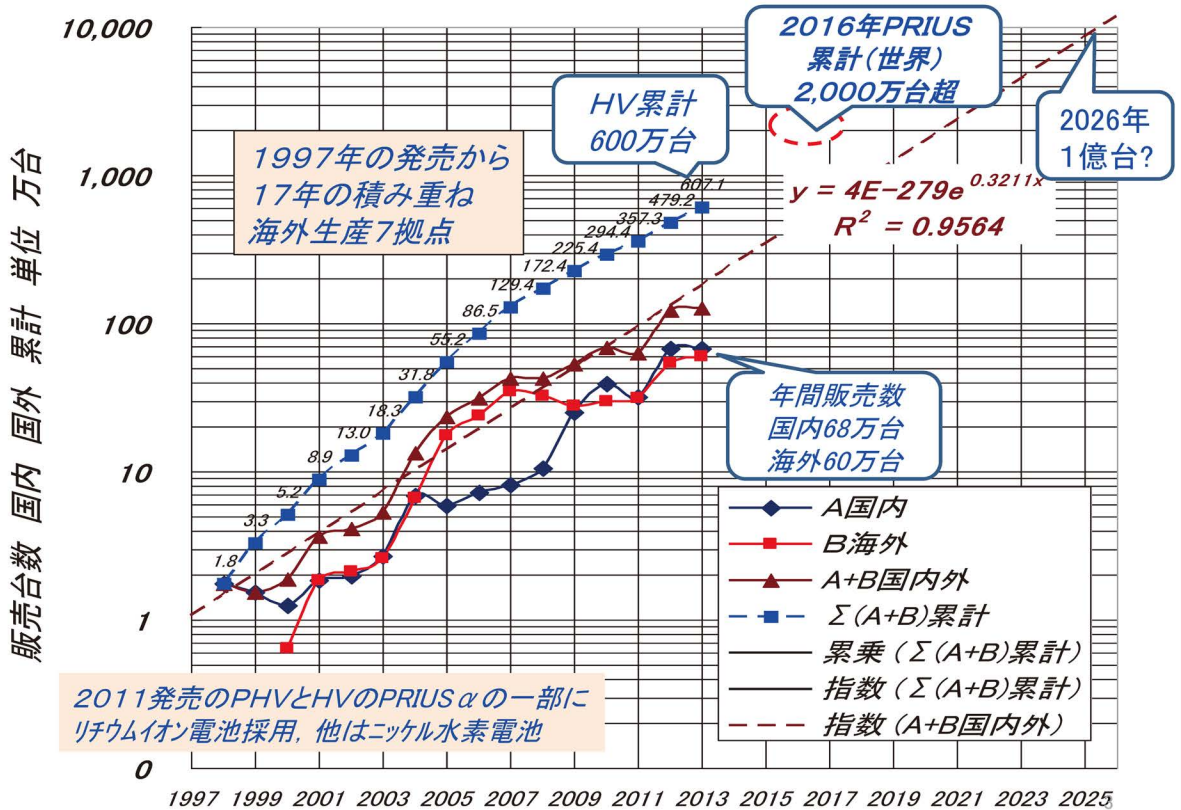
(3) 現行 2024 年の電解液系セル

図中の青い■に、正・負極の組合せで製品化されている、単電池の大まかな位置付けを示した。個々の電池製品によって、実際の特性値は異なるが、相対的な位置付けはそれほど間違っていない。

図表 4-1-16 リチウムイオン・セルの特性向上, Ragone Plot



3. 1. 1 TOYOTA 自動車 ハイブリッド車販売推移



3. 1. 1 (解説)

(トヨタ PRIUS HV 2013)

EVとは対照的に、発売以来15年以上の実績を積み重ねて来たトヨタ自動車のハイブリッドPRIUSは、2013年末の時点で累積販売台数が600万台(世界)を超えた。2013年の年間販売台数は国内68万台、海外60万台、合計128万台である。図には合計データからの最小二乗法(指数法)推定を示した(点線)、データだけから言えば R^2 が高く、2026年には10,000万台(1億)に達する。この推定はHEVだけではなく、EVやPHVをトータルして、ガソリン自動車がどこまで電動化されるかを示していると考えられる。

(世界累計2000万台 2016)

最近では国内のほぼ全ての自動車メーカーが、販売車種の大半にHVを設定している。従って殊更にHVをカウントする意味もないが、2016年時点では2,000万台を超えている。