

日本电动汽车发展动向与中国的机遇

吴 松

(海南省科学技术厅, 海口 570203)

摘 要: 本文对日本政府与企业的电动汽车发展战略与动向以及中国发展电动汽车的机遇与挑战等进行了全面分析, 并提出我国发展电动汽车产业的战略思路。

关键词: 电动汽车; 汽车产业; 节能; 锂电池; 智能电网

中图分类号: U48 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2010.01.009

一、2009年度“优先度最高的重要科技”

在日本政府2009年度财政预算案中, 经济产业省的“革新型蓄电池尖端科学基础研究事业”被列为该年度新增项目中唯一的最优先项目(S级)。S评定的理由, 一是其属于为实现最重要政策课题“环境能源技术”的、短期内极具显著CO₂减排效果的技术; 二是蓄电池系对CO₂减排贡献巨大的电动汽车普及扩大的关键技术, 其大幅度的性能提升和低成本化将对实现低碳社会贡献大。该项目2009年度财政预算30亿日元, 将开展为期7年的研究开发, 目标是确立飞跃提高蓄电池性能、实现革新型蓄电池的基础技术, 研究开发应用于电动汽车的高性能与低成本的革新型蓄电池, 使电动汽车的一次充电行驶距离由日前的约120公里提高到约500公里、成本降至目前的1/40。研究的主要内容: 一是揭示蓄电池内的电化学反应机制与劣化机制; 二是开发作为电极材料的锂系化合物等新材料的开发与揭示其原理。

2009年, 众多媒体和智囊机构称之为电动汽车元年, 亦或电动汽车用锂电池元年。这意味着, 自1991年索尼公司开发出锂电池后, 该领域技术进步迅速, 已有少量电动汽车(EV)、混合动力汽车(HEV)和充电式混合动力汽车(PHEV)开始

采用它, 其正式普及将从2009年开始。百年不遇的金融危机给汽车产业造成严重冲击, 各大汽车企业纷纷压缩或冻结设备投资, 但对环保汽车、尤其是EV开发和采用锂电池的汽车开发却以前所未有的势头席卷全球。其中, 日本几大汽车巨头的动向特别引人注目。三菱汽车、富士重工、日产汽车等计划今年夏季向市场推出采用锂电池的汽车, 而丰田和本田汽车预计将在2009年之后的HEV上采用锂电池。富士经济调查公司预测, 随着锂电池在混合动力汽车或电动汽车上的采用, 世界锂电池的市场规模将在2012年扩大到12 550亿日元, 达到2007年的2.1倍。由于涉及的研究开发和设备投资金额庞大, 使得汽车企业与电池企业间开展联合与协作日趋活跃, 而政府主导的产学研结合研究开发也进一步强化。

其实, 目前世界上电动汽车的开发热潮已是第三波。其第一波是由于20世纪70年代初美国实施缪斯基法引起, 第二波是由于20世纪90年代前期美国加州实施ZEV法所引发。这两次热潮的共同点: 一是将电动汽车作为主要的废气减排手段; 二是焦点集中于电动汽车用电池的开发。本次热潮的焦点虽也集中于电池技术的可能性, 但其背景、目标和电池技术应用范围的广泛性等均与前两次迥异。其背景, 除环境因素外更增加了日益

作者简介: 吴松 (1963-), 男, 硕士, 海南省科学技术厅 副厅长; 研究方向: 日本科技政策与管理、产业技术与管理、可持续发展与节能环保政策、国防科技合作。

收稿日期: 2008年7月25日

严重的能源制约的因素；其目标主要指向提高能源性能；其应用则不仅限于EV，还面向HEV、PHEV和燃料电池车（FCV）等，被视为应用广泛的基础技术。

二、日本电动汽车开发的历史、现状与新动向

1. 国家战略与动向

为应对1970年初严重的大气污染问题，日本政府于1971-1976年实施了大型国家项目开展电动汽车及车用蓄电池的研究开发。项目以当时通产省工业技术院为中心，集中产学研各界1000名以上的研究与技术人员，总投入约57亿日元，开发出当时世界最高性能的、采用铅蓄电池的电动汽车（包括：轻型、小型乘用车、公共汽车和卡车）。但由于其时三元催化剂等技术进步较为有效地解决了汽油车的环境污染问题，电动汽车并没能得到推广。

1990年美国加州实施ZEV（Zero Emission Vehicle）法，要求各汽车厂商1998年后生产销售一定比例的ZEV，促使各大汽车企业竞相开发电动汽车等环保型车。当时的车用电池以镍氢电池为主流，日本的丰田和本田汽车于1995年分别向市场推出了RAV4 EV和EV Plus两款电动汽车。与此同时，日本政府从1992年起开展为期10年（1992-2001年）的锂电池电力贮存技术开发项目（LiBES），由国家财政投入约172亿日元，组织以电力中央研究所、电池和材料厂商等为主体的LiBES研究开发联盟，研究开发取代镍氢电池的下一代大容量、高密度、高效率车用锂电池，实现了小型锂电池的批量生产。2000年日产汽车利用项目的成果向市场推出了采用大型锂离子电池的轻型电动汽车“Hypermini”。尽管这些汽车比采用铅蓄电池的电动汽车在性能上大为进步，但与传统的汽油车相比仍存在续航里程短、最高时速低、电池寿命短和成本高等劣势，其市场销售虽在1996年达到2500辆以上，但其后一直减少，2005年只卖出400辆。

1990年代汽车用大型电池的实用化虽未能立即为电动汽车的普及做贡献，但已给汽车未来的发展带来冲击，最显著的成果是促进了混合动力

汽车的实用化和普及。1997年开始销售的丰田HEV“Prius”实现了极高的燃油性能，目前发展势头正旺，其成功离不开大型镍氢电池等技术的进步。

进入2000年以后，政府和民间均加快了下一代汽车用锂电池及电动汽车的研究开发步伐。2002-2006年，日本经济产业省下属的新能源与产业技术综合开发机构（NEDO）实施了“燃料电池汽车等用锂电池技术开发”项目，5年投入53亿日元，开发基于Ni-Co和Mn的锂电池，取得的主要成果是，开发出3kWh锂电池组，其电池系统的重量能源密度和重量输出密度分别达到70瓦小时/公斤和1800瓦/公斤，使用寿命达15年，成本为50 000日元/千瓦小时。

2005年12月，当时的小泉首相亲自试乘庆应大学开发的高性能8轮电动汽车“Eliica”，兴奋地宣称：“加速真棒！对于不产石油的日本真是最适合不过了。这是能源革命、产业结构改革！”，再次引燃人们对电动汽车的希望。

2006年5月，经济产业省公布《新国家能源战略》，提出“确立世界最领先的能源供给结构，在2030年前达成能源效率提高30%、运输部门石油依存度由目前的近100%减低至80%”等目标。EV和FCV的开发与普及成为实现这是目标的主要政策手段之一。在其后不久的2006年8月，经产省智囊团发表了《对未来的下一代汽车用电池的建议》，明确提出：作为EV、FCV和HEV的基盘技术的电池的研究开发战略。建议提出：具体的研究开发行动计划，规划出近期以民间企业主导的“改良型电池”，以及至2015年和2030年的中长期、国家主导的“先进型电池”和“革新性电池”的3个阶段开发战略目标（见表1）。

据此，NEDO于次年开始实施为期5年的“下一代蓄电池系统实用化战略技术开发/下一代汽车用高性能蓄电系统技术开发（Li-EAD）”项目（2007-2011年）。计划总投入110亿日元，开发基于Ni-Mn等的3千瓦小时锂电池组，在2015年前使其电池系统的重量能源密度和重量输出密度分别达到100和2000瓦公斤，使用寿命达10年以上，成本降至40 000日元/千瓦小时；在2030年前实现一次充电行驶距离达500公里。项目内容包括：要素技

表1 行动计划~研究开发战略与目标 (NEDO实施的Li-EAD项目)

[电池组性能目标值]		国家项目的研究开发领域			
	現状	改良型電池 (2010年)	先進型電池 (2015年)	(2020年?)	革新的電池 (2030年)
	電力会社用 小型EV	用途限定 乗車上班族EV 高性能HV	普通乗車上班族EV 燃料電池自動車 Plug-in HV自動車	高性能 Plug-in HV自動車	真正的EV
性能*	1	1	1.5倍	3倍	7倍
EV用	100	100	150	—	700
	400	1000	1200	—	1000
HV用	70	70	100	200	—
	1900	2000	2000	2500	—
成本	1	1／2倍	1／7倍	1／10倍	1／40倍
	20万円／kwh	10万円／kwh	3万円／kwh	2万円／kwh	0.5万円／kwh
開発体制	民主導	民主導	産官学連携		大学・研究機関

※以能量密度比较

术开发。在2015年左右实现达到目标值特性的锂离子电池的实用化，以2015年以后的实用化为目标，开发电池构成材料并揭示其原理等、相关机电部件与材料，如高性能的电动机、电池控制与快速充电等材料与系统技术开发；下一代技术：以2030年以后为目标，开发创新性的二次电池，开发电池反应控制技术，研究开发新概念电池材料等；基盘技术：目前锂电池的寿命、性能评估与安全性试验方法等标准制定与规格化方案和数据的收集等，以及确立反应机制分析方法等可提高技术开发效率的基础技术开发（见图1）。

2007年1月，经济产业省公布了作为具体措施の《下一代汽车・燃料倡议》报告书，提出最适合日本现状和发挥日本独特优势的汽车与燃料技术的开发方向。对于汽车燃料，提出了：氢、生物、电力、柴油和利用IT的交通流控制等5个方向。对于下一代汽车技术，则提出应尽快普及，包括：PHV的HEV、EV、FCV、清洁柴油车等，认为，日本要战略性地采取措施应对技术的多样化。

为减少目前严重依赖外国的、电极材

料中使用的铂等稀有金属的使用量，降低锂电池成本，文部科学省与经济产业省于2007年共同启动为期5年的“元素战略项目”和“稀有金属替代材料项目”，后者计划投入70亿日元，以5年后的应用为目标，提高对日本产业影响巨大的稀有金属利用率。具体研究开发的对象为：用于透明电极的铟；用于稀土磁铁的镱；用于超硬工具的钨；用于重型机械与化学机械的铂催化剂；用于精密研磨剂等的铈；用于荧光材料的铽、镨等。

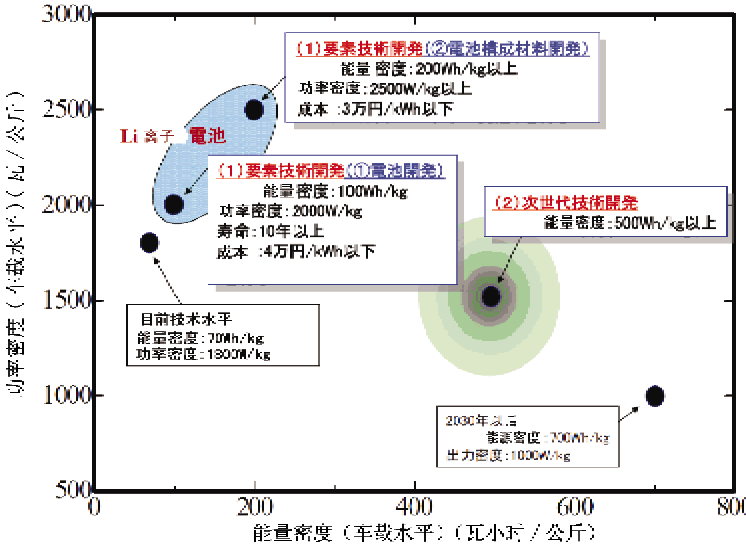


图1 Li-EAD项目研究开发目标

2008年3月，经济产业省公布了《绿色地球－能源创新计划》，作为应对全球气候变暖的技术创新措施，精选出政府应全力推动研究开发的21项重点关键技术，其中即包括PHEV、EV和高性能蓄电池技术。当年7月，日本政府公布的《低碳社会行动计划》提出了要在2020年前实现下一代汽车销售比例占到新车销售一半份额的目标。

2009年3月3日，经济产业省召开第二次“下一代汽车蓄电池技术开发战略路线图2008委员会”，审议通过了包括各种蓄电池材料技术路线等的“下一代汽车蓄电池技术开发战略路线图2008”，并将其公开向社会广泛征求意见。该路线图根据详实的最新资料，对用于最有希望成为下一代汽车的PHEV和EV的二次电池研究开发进行具体规划，规定了“当前”、“2010年左右”、“2015年左右”和“2030年以后”4个时间点应达成的性能与成本等研究开发目标值。路线图认为，从当前至2030年以前锂离子二次电池应是主角，设想了两个主要的开发方向：一是着眼于PHEV和HEV的、功率密度优先型；二是着眼于EV的、能

量密度优先型。据分析，这两种类型的锂离子电池组当前（2009年3月）成本均为约20万日元/千瓦小时，功率密度优先型锂离子电池组的能量密度为70瓦小时/公斤、功率密度为1800瓦/公斤；能量密度优先型锂离子电池组的能量密度为100瓦小时/公斤、功率密度为400瓦/公斤。路线图设想的开发目标值为，至2010年时，功率密度优先型锂离子电池组的能量密度70瓦小时/公斤、功率密度2000瓦/公斤，而成本则降低到约10万日元/千瓦小时；能量密度优先型锂离子电池组的能量密度为100瓦小时/公斤、功率密度提高至1000瓦/公斤，成本亦降低到约10万日元/千瓦小时。至2020年时，前者的能量密度将达200瓦小时/公斤、功率密度将达2500瓦/公斤，成本降低到约2万日元/瓦小时；后者的能量密度将达250瓦小时/公斤、功率密度将达1500瓦/公斤，成本亦降低到约2万日元/千瓦小时（见图2）。

为实现这一目标，日本政府已在经产省的推动下迅速开展产学研合作，计划在2015年前投入210亿日元，实现将电动汽车一次充电行驶距离提

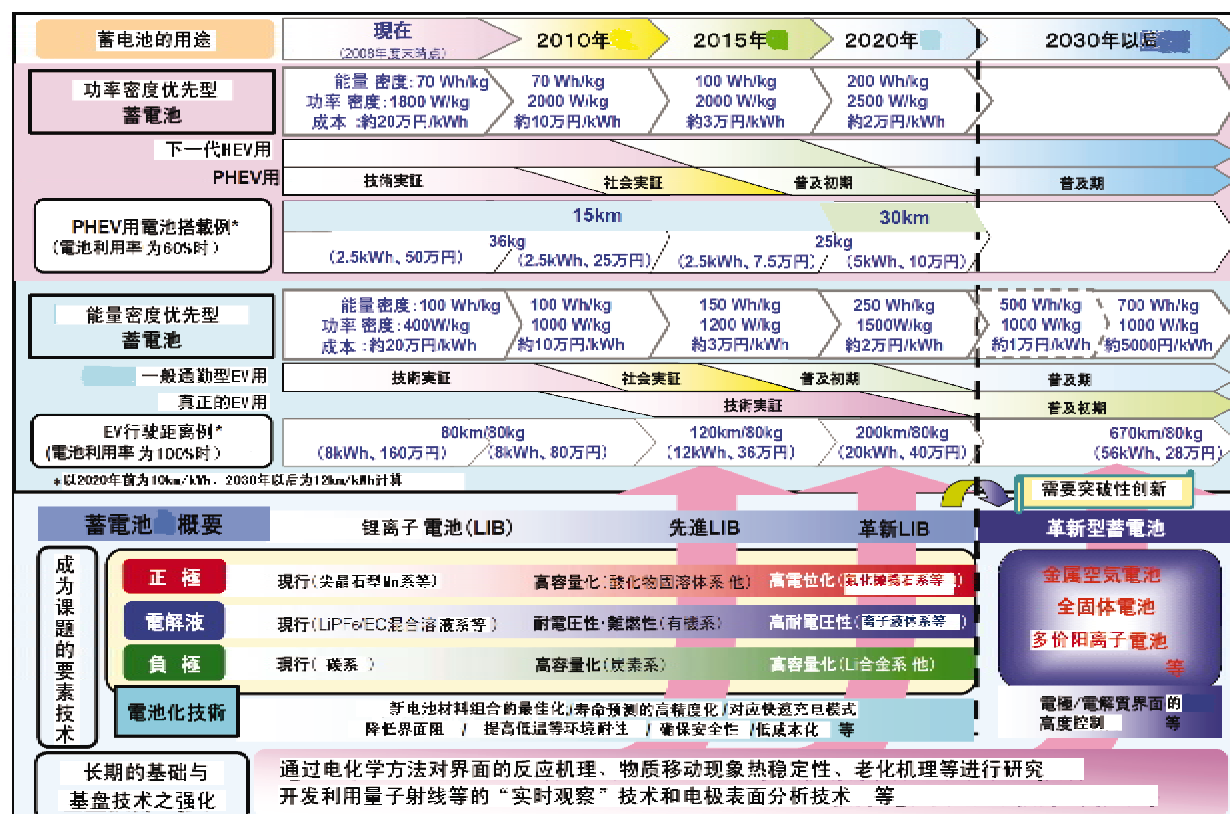


图2 NEDO的下一代汽车用蓄电池技术开发战略路线图 (2009年3月3日版)

升1.5倍,制造成本降至1/6的目标。为此,作为实施的主要单位的NEDO于2009年3月1日设立了专门的部门“蓄电技术开发室”,由其负责组织实施相关项目。设置新部门系NEDO自2003年转制为独立行政法人以来的第一次,可见日本政府对下一代汽车用电池开发的重视。蓄电技术开发室将积极

推进穷极锂离子电池性能极限的技术开发和远远凌驾于锂离子电池的革新性蓄电池系统的技术开发,以及开展安全性评估、寿命评估等评估手段的国际标准化,并支持跨领域的技术创新联盟活动。当前,该部门2009年度预算为71亿日元,将在继续推进业已开展的“系统连结平稳化蓄电系

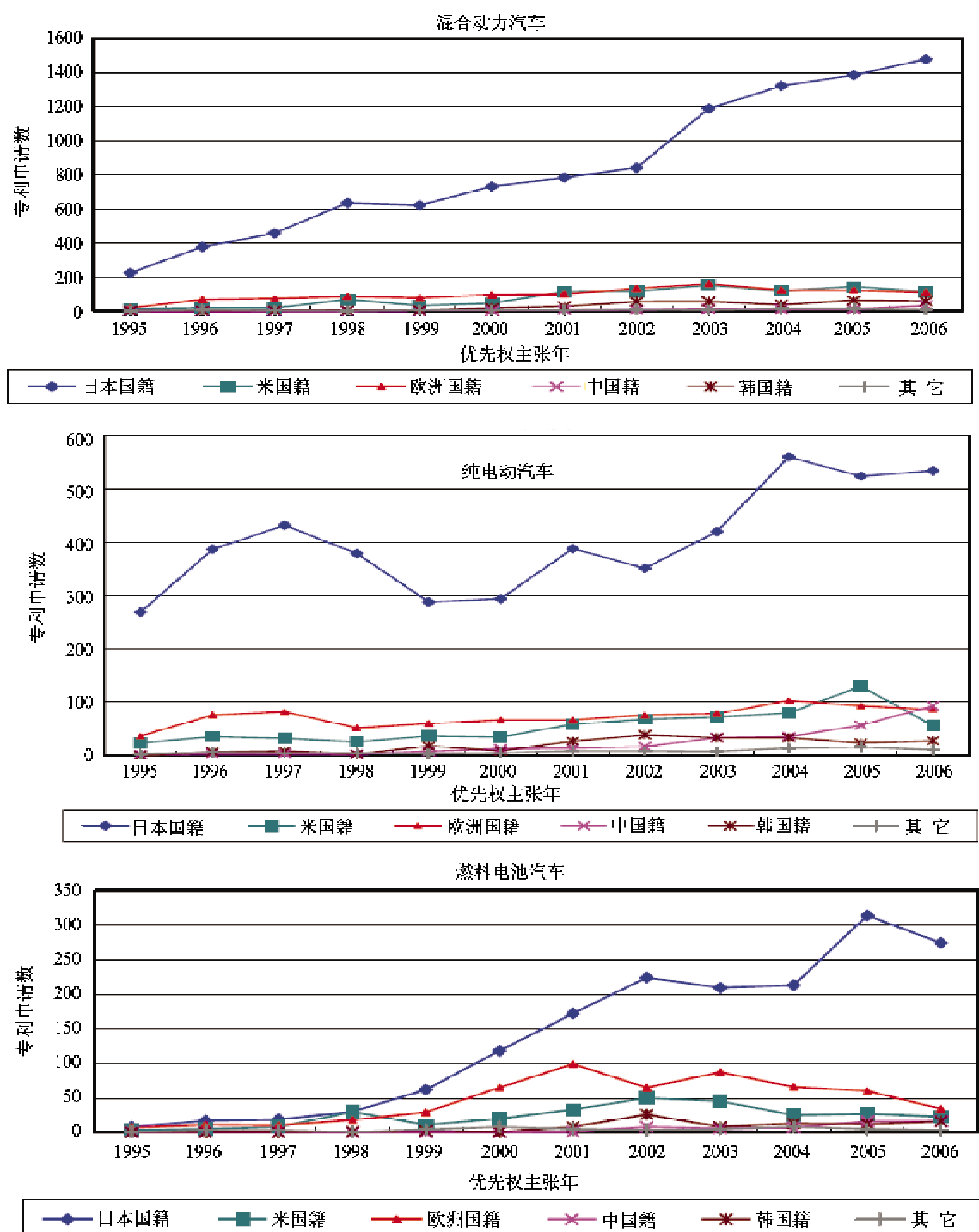


图3 各类电动车国别专利申请数的推移 (1995-2006年)

统技术开发”和“下一代汽车蓄电池系统技术开发”的基础上，开始实施新的“革新型蓄电池尖端科学基础研究计划（2009-2015年，2009年度预算30亿日元）”。

除实施国家大型研究项目外，日本政府部门及各地方政府还积极开展推动电动汽车等环保汽车的普及推广工作。如日本环境省2008年底开始实施“下一代汽车引进促进计划”，采购52辆电动汽车和电动摩托车等，将其租赁给地方政府和部分邮政公司等开展实际运行试验，同时，支持各地兴建相应的充电设施。其中包括：支持美国Better Place 公司开展电池更换型电动汽车的运行试验。

经济产业省于2009年3月开始实施“EV·PHV城构想推进行动计划”，首期选定8个地区开展电动汽车和可充电式混合动力汽车的实际运行、充电基础设施建设和宣传推广示范。

2. 日本的技术优势

日本专利厅2009年4月15日公布的1995-2006年专利申请数调查分析数据表明：日本在电力推进车辆（包括：HV、EV、FCV等）相关专利技术领域占据绝对领先局面（见上页图3）。日本企业中丰田汽车公司优势最明显，其在本国、美国、欧洲、中国的专利申请数均高居榜首。在日本排名前5位者为：丰田3407、日产1902、本田1150、日立759、东芝474；在美国排名前5位者为：丰田

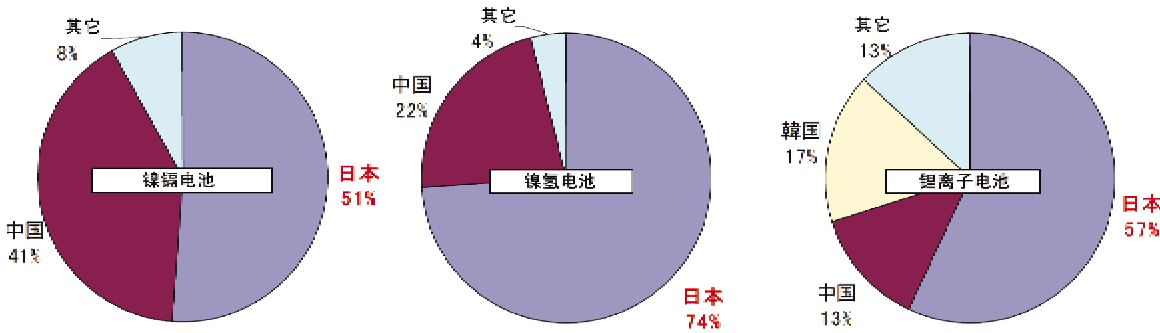


图4 民用电池世界市场占有率（2005年）

（数据来源：日本经济产业省）

表2 电动汽车用蓄电池的材料组成及应用

电池制造商	正极	负极	电势	特征	车载应用开发状况
Panasonic	Li(NiCoAl)O ₂	Carbon	3.6V	高能量密度 (HEV、PHEV等)	NEDO FCV-PJ
GS YUASA	Li(MnNiCo)O ₂	Carbon	3.5V	高能量密度 (HEV、PHEV等)	NEDO FCV-PJ
Hitachi Vehicle Energy	Li(MnM)O ₂	Carbon	3.6V	高能量密度 (HEV、PHEV等)	NEDO FCV-PJ
Lithium Energy Japan	Li(MnNiCo)O ₂	Carbon	3.7V	高能量密度 (EV等)	研究活跃、将实用 三菱汽车的“MiEV”
Automotive Energy Supply	LiMn ₂ O ₄	Carbon	3.6V	高功率输出、安全性 (HEV、EV等)	部分实用化 富士重工“R1e”
东芝	LiCoO ₂	尖晶石结构 氧化物 Li ₄ Ti ₅ O ₁₂	2.4V	高功率输出、安全性 (HEV、电动摩托车等)	已排除出开发对象
A123 Systems	LiFePO ₄	Carbon	2.9V	高功率输出、安全性 (HEV、电动工具等)	欧美、中等积极应用
东芝 EnerDel	LiMn ₂ O ₄	尖晶石结构 氧化物 Li ₄ Ti ₅ O ₁₂	2.5V	高功率输出、安全性 (HEV、电动工具等)	“SCiB”商品化

（本表引用自：FC EXPO 2009 讲演资料（2009.2.27）；小林弘典（NEDO燃料电池与氢技术开发部），“电动汽车和二次电池的动向与日本的现状”；辰巳国昭（AIST泛在能源研究部），“车载驱动用二次电池的技术开发最前线”）

463、本田418、日产256、日立173、福特全球科技117。

在电池技术领域，日本的技术优势更加明显。日本拥有众多世界领先的电池厂商，例如：三洋电机、GS YUASA、索尼、Panasonic energy、Hitachi Maxell、NEC Tokin、东芝等，无论是上一代的镍镉电池、第二代的镍氢电池，还是最新的锂离子电池，其世界市场占有率均超过50%（见上页图4）。

在汽车用大型高性能电池方面日本企业更是几乎独占全球市场。以锰酸锂为正极材料的锂离子电池已经被富士重工的“R1e”、三菱汽车的“MiEV”等电动汽车采用并将在新一代混合动力汽车上大量应用（见上页表2）。

在电池技术的研究方面，日本同样实力雄厚。

锂离子电池国际会议（IMLB）系该领域最大、最权威的国际学术会议，自1982年起隔年在世界各地召开。在迄今日本已承办过的3届会议上，日本研究人员在负极、正极、电解质和电池应用等四个电池技术的关键领域发表的论文数均占据前2位。2009年3月，日本产业技术综合研究所宣布，其研究小组成功开发出新型锂-空气电池，其能量密度比目前锂离子电池高300倍、比现有锂-空气电池高16倍。应用该技术，可通过在充电站更换正极的水性电解液和负极的金属锂盒即能补充电池，不需等待充电时间。使用过的水性电解液还可重新电离出锂金属循环使用。

在解决制约电动汽车行驶距离的空调电耗难题方面，日本最近亦取得突破性进展。AUTO EV

Japan公司已开发出一种用半导体元器件（Peltier Element）工作、可减少电动汽车一半以上电耗的小型车用空调。

3. 关键技术的争霸战——各企业合纵连横开发车用蓄电池

汽车企业与电池制造商之间的合作日趋活跃。丰田汽车捷足先登，早在1996年12月即与Panasonic公司合资成立Panasonic EV Energy公司，先是生产其HV“Prius”用镍氢电池，并开发面向新一代“Prius”和计划2010年上市的PHEV用锂离子电池。2007年4月，日产汽车与NEC和NEC TOKIN公司合资成立Automotive Energy Supply (AESC)公司，计划投入1000亿以上日元，以完善锂电池生产体系，确保其2011年以后的车用电池供应；2007年12月，三菱汽车与GS YUASA公司合资成立Lithium Energy Japan公司，为其EV“iMiEV”生产配套生产大型锂电池LEV50 LEV50-4（模块）；2009年3月，本田汽车与GS YUASA公司合资成立Blue Energy公司，计划投入250亿日元，在2010年形成车用锂电池批量生产能

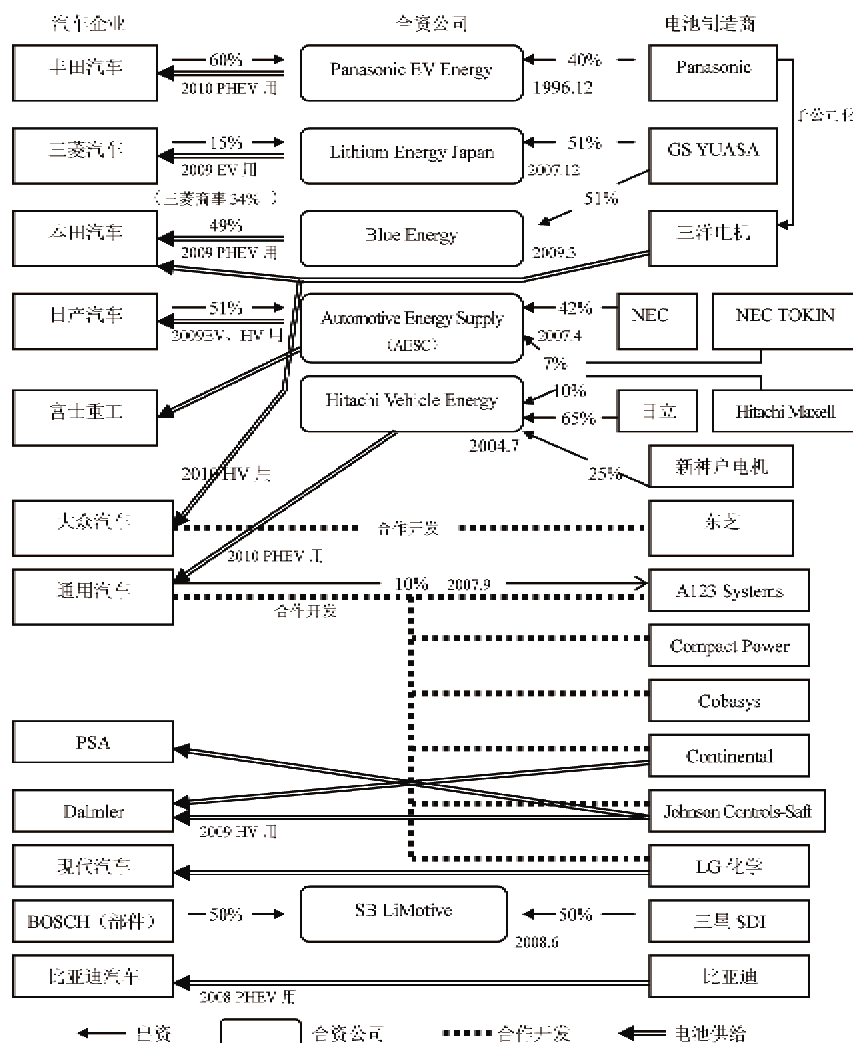


图5 汽车企业与锂电池制造商战略合作关系
(本图系作者根据各种资料绘制，截止2009年3月)

力。至此，日本四大汽车企业均已初步完成其在车用蓄电池领域的战略布局（见上页图5）。

为抢占先机，各企业纷纷采取措施强化锂电池等的研究开发能力。丰田汽车2008年6月新设电池研究部，正式推进面向2030年实用化的全固体电池、金属空气电池等高性能的下一代车用蓄电池研究开发。对于备受关注的美国A123 Systems公司的磷酸铁锂电池技术，丰田汽车也紧盯不放，申请了大量与之相关的专利，形成针对A123 Systems的包围网。

Panasonic公司在锂电池生产方面连出大手笔。2008年10月将其全额子公司松下电池工业吸收合并，成立由其直接管理的Panasonic Energy Company，并在其中设立专门的“锂离子电池商务部”。同时计划投资约1000亿日元在大阪建立其第三个锂离子电池主力工厂。2008年底，Panasonic公司又宣布，已与锂电池生产量居全球首位的三洋电机公司达成协议，将以公开收购股份方式（TOB）将其招安为Panasonic的子公司。由于Panasonic公司本身的锂电池生产量已进入世界第三位（2007年），两家公司如果合并，大有形成垄断之嫌，故该计划能否实施仍需等待多达11个国家和地区的反垄断审查。

2008年12月，东芝宣布将在新潟县建设其第二个批量生产新型二次电池“SCiB”的工厂，以满足2010年以后将日益扩大的产业及车载用锂电池的需求。SCiB的负极材料采用钛酸锂取代通常的碳黑，正极采用锰酸锂系材料，使电池充电时间由通常的数小时缩短为数分钟。

2009年5月14日，三洋电机公司宣布：由于接受反垄断审查期间无法与Panasonic进行任何业务协议，为避免贻误战机，决定先行投资300亿日元，9月在兵库县开工建设新的面向新一代混合动力汽车、月产100万块锂电池的生产线。

日立公司2009年4月1日起将新设“电池事业统括推进本部”，以统一协调其与二次电池相关的业务部门、研究开发部门与集团中的相关企业，形成跨部门与企业的综合性电池技术开发能力。

4. 汽车企业的战略动向

2009年，EV将在日本实现商业性突破。7月三菱汽车公司将开始面向法人销售其EV“iMiEV”，

计划第一年2000辆，第二年4000辆，第三年10 000辆。富士重工公司宣布将于本年夏季开始销售其PHEV“Plug-in STELLA”。日产汽车公司宣称：将努力成为世界第一个EV批量销售企业，其全新设计的EV专用车型将在10月东京车展上亮相，并在2010年开始销售。丰田以HEV“Prius”改装的PHEV已于2007年7月即已开始进行实地试验，在2009年1月北美汽车展上又展出FT-EV概念车（近距离小型通勤车），宣布会在2010年将其PHEV和EV电动汽车正式推向市场。

然而，2009年初日本最吸引人们眼球的并非上述EV或PHEV，而是丰田与本田的HV争霸战。2008年数据显示：丰田与本田几乎独霸HV世界市场，其销量分别为241 402辆（77%）和31 493辆（10%）。为摆脱不利局面，本田2009年2月推出低于200万日元的“New INSIGHT”，向丰田的“Prius”发起突击。面对本田咄咄逼人之势，丰田当即迎头反击，宣布将在5月推出新一代“Prius”，届时会将老款“Prius”降价至接近200万日元，采取新老款并卖的罕见方式推销。

然而，Prius（普锐斯）与INSIGHT这类HV车本质上仍属于燃油汽车，只是搭载了个电动引擎，驱动汽车低速行驶，在加速时作为主引擎的辅助动力。由于HV被视为传统燃油车与EV之间的过渡车型，一直以来并不为欧美主流汽车公司好看，故从表面上看，丰田在电动汽车开发方面已慢半拍，而本田更是“不见动作”。难道这两个日本汽车巨头真的对电动汽车开发热潮无动于衷吗？其它各大汽车企业又是如何押宝新能源汽车棋局？

（1）丰田与本田的战略——开辟“混合动力”新战场

已荣登世界汽车销售第一、财大气粗、技术力量称雄于世的丰田公司与近年业绩出众、技术力量足以抗衡丰田的本田公司，其战略眼光紧盯的是世界汽车传统霸主美欧发达国家。

综上所述，1990年初丰田和本田汽车曾积极加入因美国加州实施ZEV法所引发的电动汽车开发竞争，并于1995年分别推出过RAV4 EV和EV Plus两款电动汽车，但却未获得市场的支持。而当时德国的戴姆勒·克莱斯勒力排众议，致力于燃料电池汽车的开发，并发布了在2004年前实现年生产

10万辆的惊人计划。受到震撼的丰田和本田汽车为与之抗衡，立下了“2003年前推出售价1000万日元的燃料电池汽车”的誓言，为此展开激烈的开发竞赛。结果是，戴姆勒计划夭折，而丰田和本田汽车则如期实现燃料电池汽车的世界首次实用化，但其制造成本却高达数亿日元。虽然此后燃料电池汽车技术进步飞快，其成本已达到如批量生产可能低于1000万日元的水平，但仍难于企及数百万日元的市场普及目标。尽管由各日本各大汽车和能源企业组成的日本燃料电池实用化推进协议会（FCCJ）经2年多的协商，于2008年7月就燃料电池汽车的普及与加氢站建设等发展达成共识，宣布：从2015年开始向一般用户普及的“FCV与加氢站普及方案”。但与电动汽车二次电池等关键技术的突破和充电等相关设施相对容易解决相比，燃料电池汽车面临诸多难以克服的技术与基础设施等难关，其市场前景仍然相当遥远已是不争的事实。而此时，丰田自1993年即开始开发，1997年开始批量生产的HV“Prius”却柳暗花明，终于迎来了普及的曙光。

当今世上，只有丰田真正掌握了HV的高端技术，其称为强混合动力的THS-II混合动力系统结构复杂，是电机、电池、动力分配、高压升压、电动机减速等关键技术的集合体，经10年打造不断优化发展，其生产规模日渐扩大，成本大为低减，可应用到多种车型之上。因此，尽管丰田在EV方面拥有顶级实力，出于其经营战略考虑，将不希望未来汽车向EV的过早过渡。可以预想，丰田将力图主导新能源车的发展方向，将混合动力作为“支持各种能源车辆开发的基础技术、系解决环境问题的重要手段”大力推广，以将对手吸引到这块丰田已占领制高点、具有绝对优势的阵地上决战。同时，种种迹象表明：丰田已凭借其经济与技术的雄厚实力全面布局各类新能源汽车的研究开发，并“明修栈道、暗渡陈仓”，不遗余力抢占未来革新性电池等下一代汽车关键技术战略制高点。

当今世上，只有本田具有与丰田正面对决的勇气和技术能力。与丰田一样，本田并不认为，目前的电动车热潮将对自身造成多大的威胁，毕竟任何新生事物取代旧事物必经一定过程。何况

对于1990年代即与丰田展开过EV与FCV竞争大战的本田来说，电动汽车并非新生事物，一旦蓄电池这一关键技术取得重大突破，市场形势看好，再投身其中也不迟。因此，本田的战略当然是与丰田同台唱戏，向世人推演HV—PHEV—EV+FCV的“下一代汽车发展路线图”，在今后相当一段时期内将与丰田展开混合动力大战。但由于其实力毕竟比丰田略逊一筹，故而只能采取在技术与成本相对低的“轻度混合动力”方向上差异化的战略来分一杯羹。

（2）三菱汽车与富士重工公司——奇兵突围

相比丰田巨无霸，三菱汽车与富士重工公司在日本只能算三流的小角色企业，它们根本没有实力参与FCV这一富人俱乐部的游戏，只能采取奇兵战术，将资源集中于电动汽车等相对“简易”的技术领域以求突破。

三菱汽车目前计划2009年生产2000辆，2011年1万辆。该公司从1990年代初即瞄准可望成为下一代电动车关键技术的锂电池技术开发，2006年率先开发出纯电动车“iMiEV”后积极与各大电力公司合作，在日本和北美多处开展公路行驶实验。2007年12月与GS YUASA、三菱商事合资设立电池公司“Lithium Energy Japan”，生产大型锂电池LEV50。2008年底开始参加日本环境省的下一代汽车实证实验，并供车给日本邮政公司、LAWSON便利连锁店集团进行营业用车试验。2009年3月2日三菱汽车宣布：已与法国PSA达成合作协议，由其以OME方式生产“iMiEV”，欲以此为基础合作设计、开发面向欧洲的电动汽车，由三菱生产并于2010年末投放市场。

富士重工2005年被通用汽车抛弃后转投丰田怀抱，丰田成为其最大股东。2005年8月，富士重工与NEC合作开发出快速充电5分钟即可充满90%的锂离子电池，2008年开发出EV“R1e”和PHEV“Plug-in STELLA”试制车。目前，正与东京电力公司、神奈川县合作开展40辆电动汽车公路行驶试验，计划2009年实现商品化。

（3）日产汽车——绝地大反击

曾与丰田并驾齐驱、以精湛技术闻名于世的日产汽车近10年经营不振，没能推出像样的新能源汽车，这与上述企业频频亮出“杀手锏”形成

巨大反差。日产曾将HV视为过渡性技术而放弃自主开发，于2006年与丰田达成转让协议。但其后看到HV市场需求扩大，又转念重启自主开发。为扭转新能源汽车开发落后局面，日产2007年新设先进技术开发中心，计划2010年推出独自のHV和EV，并着手开发PHEV。目前其它企业基本是在原有车型基础上改装制造EV，而日产拟推出的EV将是全新设计的专用车型，充分显示了其开发与推广EV的信心与雄心，以及试图以此展开绝地大反击的战略。

为实施EV开发战略，2007年4月，日产与NEC合资设立“Automotive Energy Supply (AESC)”，计划3年投入120亿日元，2009年完成生产线，2011年达到年产6.5万车所需锂电池的能力。自2008年以来，日产与其盟友法国雷诺汽车马不停蹄地展开其全球布局。迄今为止，已与遍及日本、美国、欧洲、亚洲的26个地方政府或国家部门缔结合作协议。承诺将共享电动汽车技术与能源供给技术诀窍，为其提供电动汽车，建设充电站、构建充电网等。2009年5月13日，日产汽车CEO卡洛斯·戈恩在接受读卖新闻采访时表明了该公司对于电动汽车生产的抱负：日产将选择EV而不是HV，计划2010年秋开始EV生产，2012年形成年产15万辆能力，其中15万辆在日本生产，5万辆在欧美生产。

5. 隐然在目的智能电网

2009年5月1日，日本产经新闻报道了一条意味深长的消息：为适应太阳光发电日益普及的新时代，东京电力将于2010年启动日本第一个“日本版智能电网”实地试验，与东京工业大学、东芝、日立制作所、东芝三菱电机产业系统、富士电机系统、明电舍、伊藤忠商事、关电工等开展合作，研究如何减低太阳光发电不稳定性对电网的影响，开发相应的控制设备等。试验将模拟实际的家庭生活，在东工大校园内设置家用的太阳光发电板，将其所发电力供冰箱等家电、电动汽车、热泵式热水器等使用，并用蓄电池将剩余的电力存贮起来卖给电力公司。电力的买卖情况将由计算机掌握，由其模拟分析对供电线网的影响，验证不影响供电线网、且又能有效利用太阳光发电的卖电的时间带和给电动汽车的充电时间带等。

更具冲击力的是，美国奥巴马能源新政力挺智能电网，2009年4月16日美国政府宣布将提供40亿美元巨资推动“Smart Grid Initiatives”。业已展开的大规模智能电网试验计划，其中一项内容就是利用剩余电力给PHEV充电或反之以车上的电池为电网供电。

人们不禁猜想，一旦智能电网系统实用化，车用蓄电池成为解决未来能源供应解决方案的有机组成部分，将催生汽车新概念，引发新一轮电动汽车投资热潮，极大推动其普及步伐。

三、中国的机会与挑战

1. 下一代汽车的发展方向与中国的机遇

气候变暖问题与日益严格的环境限制、能源危机忧患与金融危机的现实催生了新能源革命，加速了以电动汽车为代表的新能源汽车的发展步伐。而电动车是新能源革命的主力，锂动力电池是新能源革命的核心。世界著名管理咨询公司麦肯锡的研究亦得出同样结论。该公司2008年10月发布研究报告《中国蓄势待发：电动汽车的机遇》称，经其对几种可替代能源动力汽车展开全球范围的研究，“电动汽车由于可以全面解决一些重大问题，如成本、能源消耗、环境影响等脱颖而出。”报告指出：“尽管中国已经建立了迅速发展的大规模汽车组装行业，但在动力技术开发方面仍严重落后于其它国家。美国和日本公司支配着由汽油驱动的传统汽车行业，而欧洲公司则统治着柴油汽车行业。像丰田和本田这样的日本公司在混合动力汽车市场上一马当先。虽然日本和北美的一小部分公司正在大步伐地发展电动汽车，但是，还没有一个国家能够脱颖而出、成为业界无可争议的领军者。”、“中国正面临着重塑全球汽车行业的独特机遇”。

2. 中国的优势与挑战

中国由科技部牵头，一直在推动电动汽车自主创新和技术集成，在关键性零部件技术，例如：汽车燃料电池发动机、驱动电机、动力蓄电池等方面，已经取得了重大进展，形成了配套产业链，为电动车大规模产业化应用打下良好的基础。一汽、东风、奇瑞、比亚迪等大型汽车工业集团已启动电动车产业化项目。

我国的锂电池研究开发一直是“863计划”的重点项目,动力电池研究虽仍与发达国家有一定距离,但进步很快。目前,世界上锂电池材料大部分在中国生产,比亚迪电池、雷天能源、比克电池等一批锂电池生产企业已在国际锂电池界崭露头角。近年,我国电动自行车的快速发展也为扩大锂电池的市场需求,提升汽车用电池的制造技术打下坚实基础。2009年启动的“10城万辆”新能源汽车示范运营计划将助力汽车用锂电池产业的发展,加快电动汽车走向社会的步伐。

但是,我国电动汽车市场推广和使用环境培育亦存在诸多瓶颈问题,如电池制造工艺技术与国际先进水平相比还存在一定差距,动力电池成本居高不下,电动汽车消费所需求的基础配套设施网络尚未形成;社区充电设施基本空白,社会公众对电动汽车认识不足;汽车使用与消费意识需要转变,废旧电池回收技术与体系尚未确立等,需要政府、科研机构、产业界与社会、民众全方位共同努力方能破局。

3. 电动汽车争霸战——呼唤大战略与大整合

电动汽车的产业化涉及的不仅仅是汽车产业的未来发展,而是与未来我国产业结构升级、国家能源安全战略与可持续发展息息相关的战略性问题,因此,需要大战略、大构思。我国也需要诸如美国智能电网之类的未来社会能源基础设施大构想。只有在国家未来新能源基础设施建设大格局下进行总体规划与布局,在国家技术政策与产业政策、社会政策大整合的推动下,形成产学研合作开发,汽车、电池电机等关键部件、供电、充电设施等相关企业全面联合的大格局,才能尽快建立起电动汽车普及所必需的基础配套设施网络,实现电动汽车大发展。

电动汽车等新能源车取代传统汽车将是一个渐进的过程,需要“持久战”。政府应积极引导,通过完善法律法规、制定优惠政策、建立行业规范与技术标准等多种手段,促进与规范电动汽车行业发展。目前,我国的电动汽车战场已初步呈现犬牙交错局面,正面战场上:一汽、东风、上汽等国有大企业“与狼共舞”,奇瑞、吉利、比亚迪等民营骨干企业“虎口拔牙”;敌后战场上,活跃在山东淄博市等众多二三线城市的“山寨版”

电动汽车风起云涌。政府要发挥主导作用,整合各方力量,形成“统一战线”,一方面因势利导,使国有大企业善用改革开放成果,通过合资企业引进消化技术发展自主品牌,阻延列强在我国攻城略地;另一方面大力扶持,积极开辟“第二战场”,扶持民族品牌“跨越发展”;同时规范引导“山寨版”电动汽车的发展。■

参考文献:

- [1] 総合科学技術会議、「平成21年度概算要求における科学技術関係施策の重点化の推進について」、2008年10月31日 <http://www8.cao.go.jp/cstp/siryu/haihu77/siryu1-1.pdf>.
- [2] 内閣府、「平成21年度科学技術関係予算について」、2008年12月26日 http://www8.cao.go.jp/cstp/budget/h21yosan_1.pdf.
- [3] 東レ経営研究所、「2009年日本経済を読み解く10のキーワード~この底流変化を見逃すな~」、2009年1月13日 http://www.tbr.co.jp/pdf/report/eco_g002.pdf.
- [4] 日本政策銀行、「変革期を迎えた自動車界~電池が拓く新しい未来」、2009年4月22日 http://www.dbj.jp/topics/report/2009/files/0000002802_file2.pdf.
- [5] 三菱東京UFJ銀行、「2009業界見通し-自動車トピックス:普及期に入りつつある次世代環境対応車」、2009年3月13日 <http://www3.keizaireport.com/jump.php?RID=88655&key=4904>.
- [6] 大和総研、新規産業レポート2008/夏、「バッテリーで変革するエコカーの行方」、2008年10月1日 <http://www.dir.co.jp/souken/research/report/emg-inc/hitech/08071601hitech.pdf>.
- [7] 新世代自動車の基礎となる次世代電池技術に関する研究会、「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」、2006年8月) p17 www.meti.go.jp/policy/automobile/LEV/battery-report.pdf.
- [8] 経済産業省、「次世代自動車・燃料イニシアティブについて」、2007年5月 www.enecho.meti.go.jp/policy/fuel/ini_gaiyou.pdf.
- [9] 次世代自動車・燃料に関する懇談会、「次世代自動車・燃料イニシアティブとりまとめ」、2007年5月 <http://www.meti.go.jp/press/20070528001/initiative-torimatome.pdf>.
- [10] 総合科学技術会議・基本政策推進専門調査会・分野別推進戦略総合PTエネルギーPT会合(第9回)、2008年12月17日 <http://www8.cao.go.jp/cstp/project/bunyabetu2006/energy/9kai/haihu9.html>.

- ◎新エネルギー技術の動向。
- ・新エネルギー技術研究開発の動向 www8.cao.go.jp/cstp/project/bunyabetu2006/energy/9kai/siryo2-1.pdf.
 - ・次世代自動車用蓄電池の技術開発目標 www8.cao.go.jp/cstp/project/bunyabetu2006/energy/9kai/siryo2-2.pdf.
- [11] 経済産業省、「クールアース-エネルギー革新計画」、2008年3月。 <http://www.meti.go.jp/press/20080305001/02cool-earth-p.r.pdf>.
- [12] FC EXPO 2009 講演資料 (2009.2.27): (1) 小林弘典 (NEDO燃料電池・水素技術開発部)、「電動車両及び二次電池を巡る国際動向と日本の情勢」; (2) 辰巳国昭 (AISTユビキタスエネルギー研究部門)、「車載駆動用二次電池の技術開発の最前線」。
- [13] (財)日本自動車研究所、荻野法一 (FC・EVセンターグループ長)、「プラグインハイブリッド車の役割と将来展望」、JARI 2008年7月号。 <http://www.jari.or.jp/ja/kankohbutsu/jido/pdf/JARI623.pdf>.
- [14] NEDO、「次世代自動車用蓄電システム技術開発」の概要。 <http://www.nedo.go.jp/informations/events/190824/purezen2.pdf>.
- [15] NEDO、「リチウム二次電池構成材料開発の現状と課題」、2007年3月 <https://app3.infoc.nedo.go.jp/informations/koubo/koubo/FA/nedokouboplace.2009-03-18.0619118972/nedokoubo.2009-03-26.6168334273/30ea30c130a630e04e8c6b2196fb6c608ab2984c.pdf>
- [16] 総合資源エネルギー調査会 第31回新エネルギー部会、2009年2月25日。 <http://www.meti.go.jp/committee/materials2/data/g90225aj.html>。
 ○蓄電池技術の現状と取組について 平成21年2月資源エネルギー。 www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90225a05j.pdf。
 ○蓄電池を巡る技術開発動向について 平成21年2月資源エネルギー。 www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90225a06j.pdf。
 ○「蓄電池技術の現状と取組について」(論点メモ) www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90225a07j.pdf。
- [17] 上口 翔子、「判決は2010年? EV車搭載電池、勝者の条件とは」、@IT MONOist編集部2008/9/3 http://monoist.atmarkit.co.jp/feledev/articles/eventrepo/01/li2_a.html。
http://monoist.atmarkit.co.jp/feledev/articles/eventrepo/01/li2_b.html。
- [18] 経済産業省、「希少金属代替材料開発プロジェクトについて」、2007年3月1日 <http://www.meti.go.jp/information/data/c70301aj.html> <http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g70125a06j.pdf>。
- [19] NEDO、「次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008 (案)」に対する意見募集の実施について、2009年2月2日 <http://app3.infoc.nedo.go.jp/informations/koubo/other/FA/nedothernews.2009-01-29.6408699396/>
- [20] NEDO、「NEDO蓄電技術開発室を設置 新たな技術革新センターとして激化する国際競争に対応」、2009年3月2日 <https://app3.infoc.nedo.go.jp/informations/koubo/press/FA/nedopressplace.2009-02-18.9630692147/nedopress.2009-02-27.5329251508/>
- [21] 経済産業省、「EV?HVタウン構想の実現に向けた経済産業省での取り組み、2008年7月28日 <http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/taikisuisitu/car/04ev/0421/080728/siryou3.pdf>
- [22] 経済産業省特許庁、「平成20年度特許出願技術動向調査の結果について-特許からみた日本の技術競争力 Part.1 環境?エネルギー分野など」 <http://www.meti.go.jp/press/20090415002/20090415002.html>
 電気推進車両技術 <http://www.meti.go.jp/press/20090415002/20090415002-4.pdf>。
- [23] 黄学傑 (中国科学院物理研究所 クリーンエネルギーセンター常務副主任)、「リチウムイオン電池およびそのキーとなる材料」、2009年3月24日 http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0904reuseenergy/r0904_huang.html。
- [24] 産業技術総合研究所:新しい構造の高性能「リチウム-空気電池」を開発、2009年2月24日 http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2009/pr20090224/pr20090224.html。
- [25] 日経BP、「リチウムイオン電池の開発最前線に異変 日米逆転か、自動車向け電池を巡る攻防」、2008年1月8日 <http://business.nikkeibp.co.jp/article/tech/20080108/144405/?ST=print>。
- [26] 桃田健史、「間違いだらけの“電気自動車”報道! トヨタとホンダが本格参入しない本当の理由」、ダイヤモンド?オンライン、2009.04.30 <http://diamond.jp/series/analysis/10078/>
- [27] 清水典之、「次世代自動車覇権戦争」、小学館「SAPIO」、2006年6月発売号

- <http://www.ne.jp/asahi/third/shimizu/contents/ev1.html>
<http://www.ne.jp/asahi/third/shimizu/contents/ev2.html>.
- [28] 土屋勉男等、《世界自動車メーカー どこが一番つよいか? ——5年後のナンバーワン企業を見抜く》、ダイヤモンド社、2007年11月15日。
- [29] 御堀直嗣、《電気自動車が加速する! 日本の技術が拓くエコカー進化形》、技術評論社、2009年4月10日。
- [30] 小林英夫等、《環境対応 進化する自動車技術》、日刊工業新聞社、2008年2月26日。
- [31] Roland Berger、《自動車部品産業 これから起こる7つの大潮流》、日経BP社、2008年12月15日。
- [32] 松本大助、《自動車業界大研究》、産学社、2008年8月10日。
- [33] 産経新聞-Yahooニュース:「日本版スマートグリッド実証実験 東電など」、2009年5月1日
http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20090501-00000668-san-bus_all.
- [34] 日刊工業新聞、日本经济新闻、日产业新闻等媒体相关报道。
- [35] 村沢義久、《日本経済の勝ち方 太陽エネルギー革命》、文艺春秋株式会社、2009年3月20日。
- [36] 「電気自動車 (EV) は破壊的イノベーションになる!」、《週刊東洋経済》、2009年3月21日号。
- [37] 麦肯锡调查研究报告,《中国蓄势待发:电动汽车的机遇》,2008年10月。
www.mckinsey.com/locations/chinasimplified/China_ChargesUp.pdf.
- [38] 郭振甫:关于加快电动汽车产业发展的建议 2009-03-10.
<http://www.ev86.com/guoneixinwen/10-287.html>.
- [39] 电动汽车产业被地方扶正 2009-03-25
<http://www.ev86.com/guoneixinwen/25-313.html>.
- [40] 电动汽车产业发展论坛在京召开 2009-04-18
<http://www.ev86.com/guoneixinwen/18-364.html>.

The Development Trends of Electric Vehicles in Japan and the Opportunity to China

WU Song

(Science & Technology Department of Hainan Province, Haikou 570203)

Abstract: The paper gives a comprehensive analysis on the strategies and trends of Japanese government and enterprises to develop electric vehicles and China's opportunities and challenges. And a strategic thinking is proposed for development of electric vehicles industry in China.

Key words: Electric Vehicles; automobile industry; energy saving; lithium battery; smart grid