

東北地域における電池及び関連産業 の発展方策に関する調査

報告書

平成23年5月

財団法人東北活性化研究センター

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp>

東北地域における電池及び関連産業の発展にむけた調査の骨子

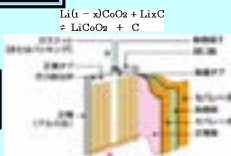
電池市場を取り巻く動向

全体動向・地域による差異

- ・リチウムイオン二次電池へのニーズ拡大
- ・先進国と新興国によるニーズの違い

新たな潮流

- ・電池の汎用化・電池需要家による調達先の多様化が進展
- ・停電リスクに対するバックアップ電源ニーズの拡大
- ・防災意識の高まりによる二次電池ニーズの拡大
- ・リチウムイオン二次電池のリサイクルのニーズ
- ・中古車評価（二次電池の劣化評価）技術のニーズ



	二次電池		その他	
	LiB	NiH	太陽電池	燃料電池
自動車等	EV・HB、電動モビリティ向け需要拡大	HB向けで堅調に推移		商業化までの課題多数
民生電気電子機器	モバイル向け需要拡大、低コスト化の進行	高出力密度等の一部用途で堅調推移		
その他	スマートグリッド、再生可能エネルギー関連で需要拡大		急速拡大（各国政策動向による）、低コスト化の進行	補助金を得ながら民生用途等で一部商業化

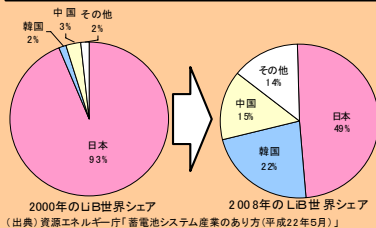
海外競合先の動向

全体動向・地域による差異

- ・韓国・中国等のメーカーによる追い上げ
- ・先進国メーカーと新興国メーカーの開発方針の違い

新たな潮流

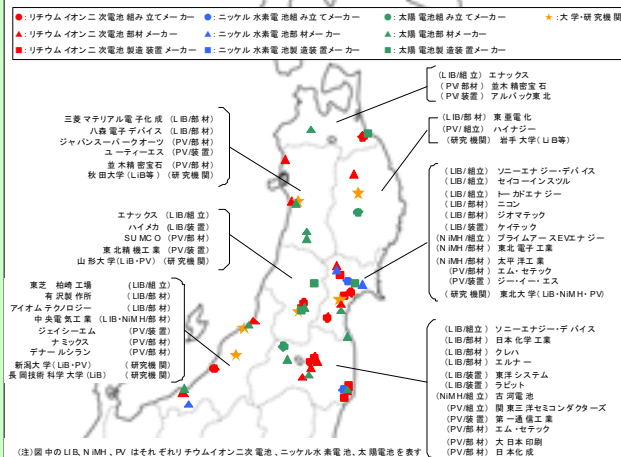
- ・汎用品化を加速させる電池メーカーの増加
- ・外部調達志向に従う電池メーカーの増加
- ・日本勢停滞の隙をついた設備投資の拡大



東北地域における電池産業の現状

東北地域の課題・強み

- ・(課題)国内では関西地域に企業及び研究機関が集中
- ・(強み)民生用電気電子機器用途での実績、域内における自動車用途の潜在的な需要、非鉄金属リサイクルに関する技術の蓄積、被災地としての新たな社会インフラ等の整備ニーズの発生 など



段階的な優先順位の観点

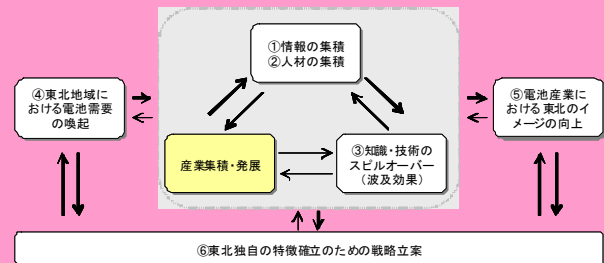
産業集積・発展に必要な要素の観点

短期的(第1ステップ)

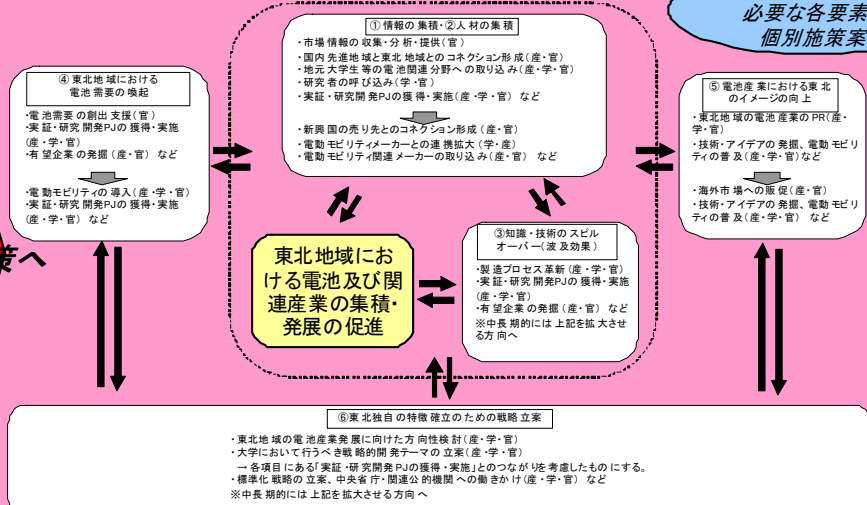
自動車向け部材・製造装置の地元からの供給、民生電気電子機器分野での競争力強化、防災等の新たなニーズに関連した新システム・製品の開発 など

中長期的(第2ステップ)

電動モビリティ用途リチウムイオン二次電池への応用展開、二次電池のリサイクル・リユース技術の確立・事業化 など



個別施策へ



産業集積・発展に必要な各要素と個別施策案

⑥東北独自の特微確立のための戦略立案

- ・東北地域の電池産業発展に向けた方向性検討(産・学・官)
- ・大学において行うべき戦略的開発テーマの立案(産・学・官)
- ・各項目にある「実証・研究開発PJの獲得・実施」とのつながりを考慮したものにする。
- ・標準化戦略の立案、中央省庁・関連公的機関への働きかけ(産・学・官) など
- ※中長期的には上記を拡大させる方向へ

目次

I.	調査の背景と目的	1
I-1.	調査背景	1
I-2.	調査目的	2
I-3.	調査実施概要	2
II.	世界及び我が国における電池産業の動向	5
II-1.	主要国（日・米・欧・中・韓）における電池関連政策の動向	5
II-2.	主要国における電池生産動向	8
II-3.	主要国に立地する主な電池産業関連企業の動向	16
II-4.	主な電池市場の現状及び将来動向	20
II-5.	電池及び関連製品市場における今後の方向性	29
III.	電池に関する研究開発状況	33
III-1.	各種電池の構造及び生産プロセス	33
III-2.	我が国における研究開発動向	40
III-3.	我が国における電池開発の目標	52
IV.	東北地域における電池及び関連産業の実態	55
IV-1.	国内における電池及び関連企業の立地動向	55
IV-2.	東北地域に立地する電池及び関連産業企業の顔ぶれ	62
IV-3.	東北地域に立地する電池及び関連産業のヒアリング結果	71
IV-4.	先進地域（関西）の状況	94
IV-5.	東日本大震災の発生	95
V.	東北地域における電池産業の集積及び発展に向けた課題	96
V-1.	課題分析	96
V-2.	課題分析を踏まえた今後の方向性	106
VI.	東北地域における電池産業の集積及び発展に向けて	118
VII.	参考資料	130
VII-1.	電動モビリティ市場の動向	130
VII-2.	東日本大震災による東北電池産業の被害状況	133

「東北地域における電池及び関連産業の発展方策に関する調査」

調査委員会 委員名簿

委員長	西澤 昭夫	東北大学大学院経済学研究科 教授
委員	安住 順一	宮城県経済商工観光部新産業振興課 課長
委員	加藤 秀和	財団法人国際資源大学校 教学長
委員	岸田 栄二	財団法人日本自動車研究所 理事
委員	小杉 雅之	株式会社日本政策投資銀行 東北支店 企画調査課長
委員	関口 哲雄	財団法人東北活性化研究センター 専務理事
委員	野田 豊和	経済産業省資源エネルギー庁新エネルギー対策課 課長補佐
委員	本間 格	東北大学多元物質科学研究所 教授

オブザーバー	渡邊 善夫	経済産業省東北経済産業局総務企画部 企画室長
オブザーバー	後藤 毅	経済産業省東北経済産業局地域経済部 情報・製造産業課長
オブザーバー	大場 朝明	経済産業省東北経済産業局地域経済部 情報・製造産業課 課長補佐
オブザーバー	佐藤 暢子	経済産業省 東北経済産業局 地域経済部 地域経済課 産業クラスター計画推進室 産業クラスター専門官
オブザーバー	澤口 紳	宮城県経済商工観光部新産業振興課 主任主査

事務局	富澤 辰治	財団法人東北活性化研究センター 常務理事 事務局長
事務局	星 幸一	財団法人東北活性化研究センター 地域・産業振興部長
事務局	佐々木 隆	財団法人東北活性化研究センター 地域・産業振興部 部長
事務局	橋本 有子	財団法人東北活性化研究センター 地域・産業振興部
事務局	清水孝太郎	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 環境・エネルギー部 主任研究員
事務局	大澤拓人	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 環境・エネルギー部 研究員
事務局	高橋 溪	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 環境・エネルギー部 研究員

I. 調査の背景と目的

I-1. 調査背景

地球温暖化対策や金融危機後の景気浮揚対策などを背景として、我が国および世界各国で、新エネルギーや省エネルギー関連の導入、投資ニーズが高まりつつある。技術開発および投資が盛んな分野として、太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーに関係するデバイス、運輸部門における脱石油化・省エネルギーを図るものとして期待されているハイブリッド自動車や電気自動車、さらに社会インフラとしての電力供給網の高度化および省エネルギー化をねらったものとしてスマートグリッド関連技術があり、いずれも電気エネルギーの利用を基本としている。しかし、電気エネルギーにはそのまま貯蔵することができないという根本的問題があるため、これを解決する手段として、近年、高性能二次電池（電気エネルギーを化学エネルギーの状態に貯蔵）への期待が高まっている。

このような社会動向を背景として、リチウムイオン二次電池や太陽電池等の急速な生産拡大が見込まれているところであり、特にハイブリッド自動車や電気自動車向けには大容量の高性能二次電池が大量に必要とされることから、電池産業¹は将来有望な産業として注目されている。我が国の場合、電気電子機器産業が集積する近畿地域を中心に電池産業の集積も進んできたが、近年、自動車メーカーや電気電子機器メーカーが東北地域へ進出するに伴い、東北地域でも電池産業の集積・発展が期待されている。自動車メーカーの東北進出に伴い、近い将来、自動車向け二次電池の生産工場も稼働が予定されていることや、さらに東北大学を中心として電池素材等に関連する技術シーズも蓄積されていることなどを踏まえれば、今後、東北地域における電池産業の更なる集積、発展が期待される場所である。

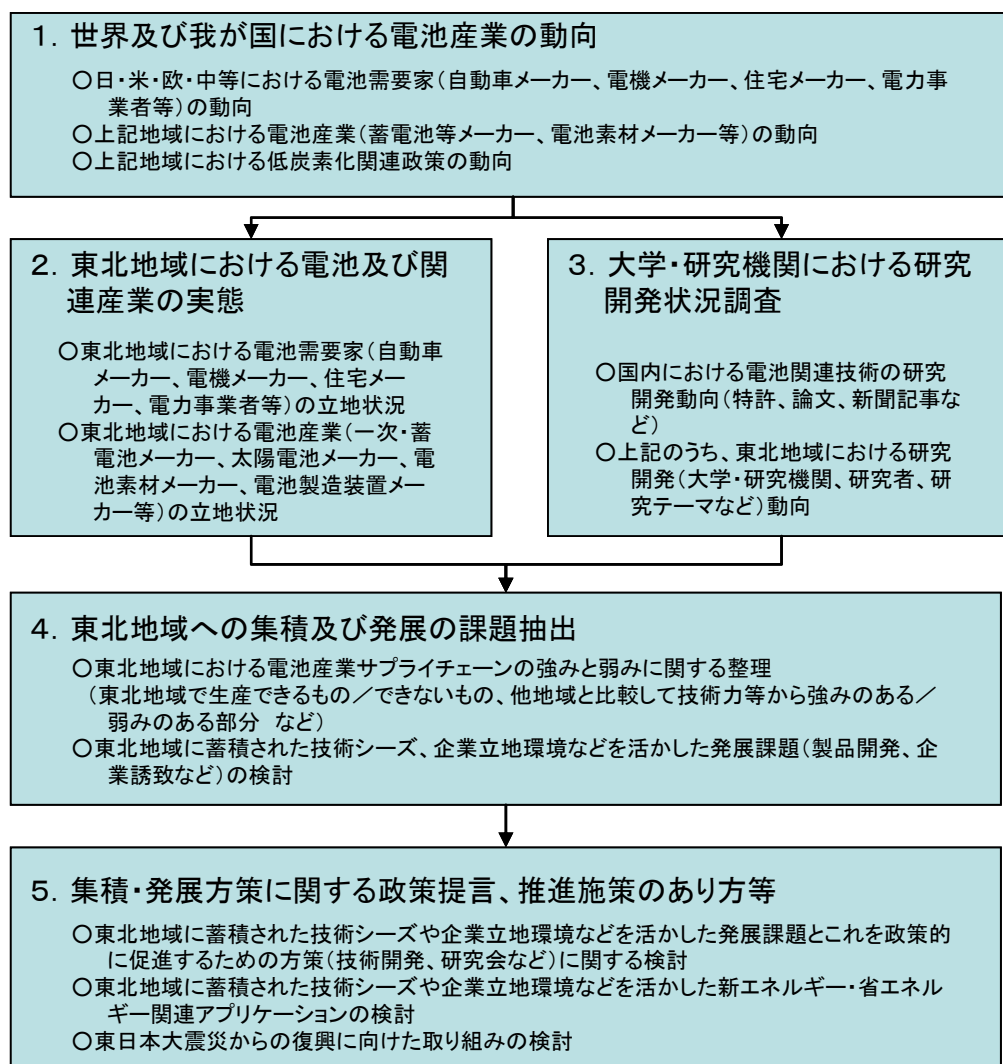
¹ 本調査では、「電池及び関連産業」について、「素材生産（電池原材料の生産）」、「電池製造装置生産」、「電池組立（モジュール化）」、「最終製品生産（電池組み込み＝電池の需要家）」、「リユース・リサイクル」を指す用語として使用する。なお、特に「素材生産」、「電池製造装置生産」、「電池組立」を指す場合には、「電池産業」と表記している。

I-2. 調査目的

本調査では、東北地域における電池及び同関連産業の集積・一層の発展に向け、東北地域における電池及び同関連産業の現状、研究開発の状況、人材等について調査、分析するとともに、課題の抽出及び対応策の検討、必要な取り組み・推進施策について検討することを目的とした。また、低炭素社会の形成に向けた動きが加速化しているところでもあり、このほか太陽電池や二次電池を活用したアプリケーション（二次電池と画像、照明、モーター等動力系等を組み合わせたデバイス、スマートグリッド関連のデバイスなど）についても、地域企業と地域社会との関わりという観点から、地域における生産供給・導入の可能性についても併せて検討、提言を行った。

I-3. 調査実施概要

本調査では、東北地域における電池及び関連産業の現状や研究開発の状況、人材等について調査、分析し、また同産業の集積・発展に向けた課題抽出のほか、必要な取り組み・推進施策について検討を行うため、以下の調査を実施した。



また、本調査及び検討の効率を高める観点から、電池産業に通じた有識者等を委員とする調査委員会を設置し、その助言を得ながら調査を遂行した。

<第1回会合>

日時：平成22年8月4日 15:00～17:00

場所：東北活性化研究センター会議室

主な議題：・調査実施計画について

- ・世界及び我が国における電池産業の動向について
- ・東北地域における電池及び関連産業の実態と今後の調査について
- ・先進事例調査について

<第2回会合>

日時：平成22年10月19日 15:00～17:00

場所：東北活性化研究センター会議室

主な議題：・世界及び我が国における電池産業の動向について

- ・大学・研究機関・企業における研究開発状況について
- ・東北地域における電池及び関連産業の現状と集積・発展の課題（中間報告）について
- ・先進事例調査について

<第3回会合>

日時：平成22年12月21日 15:00～17:00

場所：東北活性化研究センター会議室

主な議題：・講演会での意見交換および先進事例調査報告について

- ・東北地域における電池及び関連産業の現状と集積・発展の課題について
- ・集積・発展方策に関する政策提言・支援施策のあり方について
- ・報告書（骨子案）について

<持ち回りでの検討>

当初、平成23年3月11日15:00～17:00（於東北活性化研究センター会議室）で第4回会合の開催を予定していたが、同日発生した東北地方太平洋沖地震による東日本大震災のため、開催を中止し、4月上旬～5月上旬にかけて持ち回りで報告書（案）の検討を実施した。

電池産業の多くは熾烈な国際競争に晒されており、今後の市場動向に関する観測や事業計画などに関する情報は、対外流出を強く嫌う可能性があることから、電池産業の実態把握に際しては、十分な回答率を確保することが難しいと思われるアンケート調査を避け、具体的な企業名や企業名の特定に至るような情報を記載しないことを条件として主にインタビュー調査やこれを補完する意味で文献・データベース調査を実施した。

<インタビュー調査の実施結果（講演会後の個別意見交換等も含む）>

- ・ 電池組立メーカー： 6件
- ・ 電池関連素材メーカー： 2件
- ・ 電池製造装置・検査装置メーカー： 3件
- ・ リサイクル事業者： 1件
- ・ 公官庁・大学など： 2件

II. 世界及び我が国における電池産業の動向

II-1. 主要国（日・米・欧・中・韓）における電池関連政策の動向

現在、地球温暖化を防止する観点から化石燃料の消費削減が世界的規模で進められている。輸送部門では、ハイブリッド自動車 (HEV)、プラグイン・ハイブリッド自動車 (PHEV)、電気自動車 (EV) といった次世代自動車の導入が注目を集めている。電力部門においては、太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーの大量導入が期待されているが、これらは出力変動も大きく、系統連系への悪影響（電力品質の低下など）も想定されることから、電力インフラにおける調整機能や品質管理機能の強化も同時に進められている。こうした動きを背景として、各国政府は次世代自動車向け二次電池やスマートグリッド向け二次電池の開発プロジェクトを積極的に進めている。

日本では、2010年4月に経済産業省が「次世代自動車戦略2010」を取りまとめており、この中で2020年における次世代自動車の導入目標を掲げている（新車販売台数に占める割合を最大50%にする）。電力インフラ関連では、同じく2010年4月に経済産業省が「次世代送配電ネットワーク研究会報告書」を取りまとめており、太陽光発電の大量導入に関して、二次電池の設置による系統安定化を検討している。また、二次電池に関するより具体的な個別産業ビジョンとして、2010年5月に経済産業省が「蓄電池システム産業のあり方について」を取りまとめており、今後の二次電池産業の展望について触れている。さらにこの個別産業ビジョンで示された目標を達成するため、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）は「二次電池技術開発ロードマップ2010」を発表し、各分野で今後要求される電池性能の目標値を設定している（図表 1）。

米国政府は、オバマ政権下において、再生可能エネルギーへの大規模投資や公共施設の省エネルギー化による数百万人規模の雇用創出を目指している。2009年に成立した「米国再生・再投資法」による景気対策では、総額7,872億ドルのうち、約580億ドルが環境・エネルギー分野に割り当てられている。この中には、次世代自動車、スマートグリッド分野への助成、減税等が存在し、両分野で必要とされるリチウムイオン二次電池やその部品産業への助成も行われている（図表 1）。

欧州では、2008年に欧州委員会が「エネルギー・気候変動問題に関する包括政策」を公表し、気候変動問題に対する立法措置を含めた環境・エネルギー分野での包括的な政策案を作成している。この政策案では、2020年までに温室効果ガス排出量を1990年比で20%削減、エネルギー需要を20%削減、再生可能エネルギーの割合を20%とする「20-20-20目標」を掲げている。また、金融危機後の景気対策として、経済再生計画の下に「欧州低公害車イニシアティブ (European Green Car Initiative)」を発表し、次世代自動車の研究開発

を支援している。また、2004から2009年にかけて「ALISTOREプロジェクト²」を実施し、大学を中心としながら次世代電池の開発を行って来ている（図表 1）。

中国では、国家エネルギー局が「新エネルギー産業振興計画案」を取りまとめており、2011年までの策定を見込んでいる。この中で、風力発電、太陽光発電、バイオマス発電等の新エネルギー分野やスマートグリッド分野に65兆円の投資を予定している。また、2011年から2012年の期間中に電気自動車の販売台数を50万台まで高めることや、2020年には新車販売台数の約半分を環境対応車へとすることを目標に掲げている。二次電池の開発については、1986年より進められている技術高度化計画「863計画」において次世代自動車用ニッケル水素電池およびリチウムイオン二次電池の研究開発を取り上げている（図表 1）。

韓国政府は、大統領直属の「グリーン成長委員会」を設置し、環境・エネルギー政策を展開させている。金融危機後の景気対策として、「雇用創出のためのグリーンニューディール事業推進方針」を発表し、低公害車やクリーンエネルギーの普及を推進している。また、知識経済部は「電気自動車産業の活性化プログラム」や「スマートグリッド・ロードマップ」を発表し、これらの普及に力を入れている。電池開発では、国家プロジェクトとして超大容量型リチウムイオン二次電池及びスーパーキャパシタの開発プロジェクトを2004年に立ち上げている（図表 1）。

² Advanced lithium energy storage systems based on the use of nano-powders and nano-composite electrodes/electrolytes (<http://www.u-picardie.fr/alistore/>)

図表 1 各国の電池に係る政策動向

<p>日本</p> 	<p>環境・エネルギー政策 ○経済産業省「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」策定 ・21個の重点技術の中に「EV」「PHEV」「革新的太陽電池」「高性能電力貯蔵」を設定 ○環境省「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ」試案作成 ・2020年目標：太陽光発電最大5,000万kW、電気自動車、HEV、PHEVそれぞれ年間70万、120万、40万台販売</p>	<p>次世代自動車政策 ○経済産業省「次世代自動車戦略2010」取りまとめ(2010) ・目標：次世代自動車を2020年最大50%と設定 ・6つの戦略の中に「電池戦略」を策定 ○経済産業省「次世代送配電ネットワーク研究会報告書」取りまとめ(2010) ・太陽光発電の大量導入対策として蓄電池設置を検討</p>	<p>蓄電池政策 ○資源・エネルギー庁「蓄電池システム産業のあり方について」取りまとめ(2010) ○NEDO「二次電池技術開発ロードマップ2010」策定(2010)</p>
<p>米国</p> 	<p>環境・エネルギー政策 ○グリーン・ニューディール計画 ・2020年までに1500億ドルの投資や公共施設の省エネ化による数百万人規模の雇用の創出を表明 ・2015年までに国内製プラグイン/混合燃料対応車を100万台導入 ・スマートグリッドへの大規模投資 等</p>	<p>次世代自動車政策 ○米国再生・再投資法 ・電気自動車の普及に関するプロジェクトに助成 ・プラグイン・ハイブリッド自動車への購入者向け減税 ○米国再生・再投資法 ・スマートグリッド関連分野に助成 ○DOE「A Vision for Modern Grid」策定</p>	<p>蓄電池政策 ○米国再生・再投資法 ・次世代自動車、定置型大型電源に使用されるリチウムイオン電池及びその高性能電池部品産業への助成 ○DOE「2008 Annual Progress Report for Energy Storage Research and Development」として取りまとめ</p>
<p>欧州</p> 	<p>環境・エネルギー政策 ○エネルギー・気候変動政策パッケージ(2008) ・2020年までにGHG排出量を90年比20%削減、エネルギー需要20%削減、再生可能エネルギー導入割合を20%とする「20-20-20」目標の達成を支援</p>	<p>次世代自動車政策 ○欧州委員会「European Green Car Initiative」 ・経済再生計画の下に開始された自動車産業への支援 ・研究開発、産業振興への助成 ・流通税・登録税の減税 ○欧州委員会「European Smart Grids Technology Platform」取りまとめ(2005) ・電力貯蔵システムの活用を想定</p>	<p>蓄電池政策 ○ALISTOREプロジェクト(2004-2009) 次世代電池の開発プロジェクト(5年間で7.4億円) ○(ドイツ) LIB2015プロジェクト(2009年3月開始) ・2015年までに高効率、低価格で安全な第二世代バッテリーを開発。総額4億2千万ユーロ</p>
<p>中国</p> 	<p>環境・エネルギー政策 ○国家エネルギー局「新エネルギー産業振興計画案」を取りまとめ(2011年までに決定する見通し)(2010) ・新エネルギー分野(風力発電、太陽光発電、バイオマス発電、スマートグリッドなど)に65兆円を投資する予定</p>	<p>次世代自動車政策 ○電気自動車による実証試験 ・北京、上海等13都市で、各1,000台のEVIによる実証試験を実施 ○新エネルギー産業振興計画案 ・目標：11~12年にEVの販売を50万台に設定 ・目標：20年に新車販売台数の約半分を環境対応車に ○スマートグリッドの整備 ・約50兆円規模を投じる方向で検討中</p>	<p>蓄電池政策 ○863プログラム ・電気自動車、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車用のニッケル水素電池・リチウムイオン電池の研究開発</p>
<p>韓国</p> 	<p>環境・エネルギー政策 ○大統領直属「グリーン成長委員会」を設置 ・「2010年グリーン成長推進計画」を策定(2010) ・「グリーン成長基本法」策定(2009) ・「グリーン成長国家戦略」「5か年行動計画」を取りまとめ ○「雇用創出のためのグリーンニューディール事業推進方針」を発表(2009) ・9大核心事業に「グリーンカー、クリーンエネルギーの普及」を設定</p>	<p>次世代自動車政策 ○知識経済部「電気自動車産業の活性化案」発表 ・目標：2011年にEVの量産開始 ・目標：2020年までに小型車の10%以上をEVにする ・14年までに4000億ウォン(約300億円)を投資 ○知識経済部「スマートグリッド国家ロードマップ」策定 ・韓国内のエネルギー政策効果だけでなく、輸出産業育成を目的とした政策と位置づけられる</p>	<p>蓄電池政策 ○大型国家プロジェクト ・超大容量型リチウムイオン電池及びスーパーキャパシタの開発(年間10億円)</p>

(資料) 資源エネルギー庁「蓄電池システム産業のあり方について」、NEDO「海外レポート」、経済産業省「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」、等を参考に三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

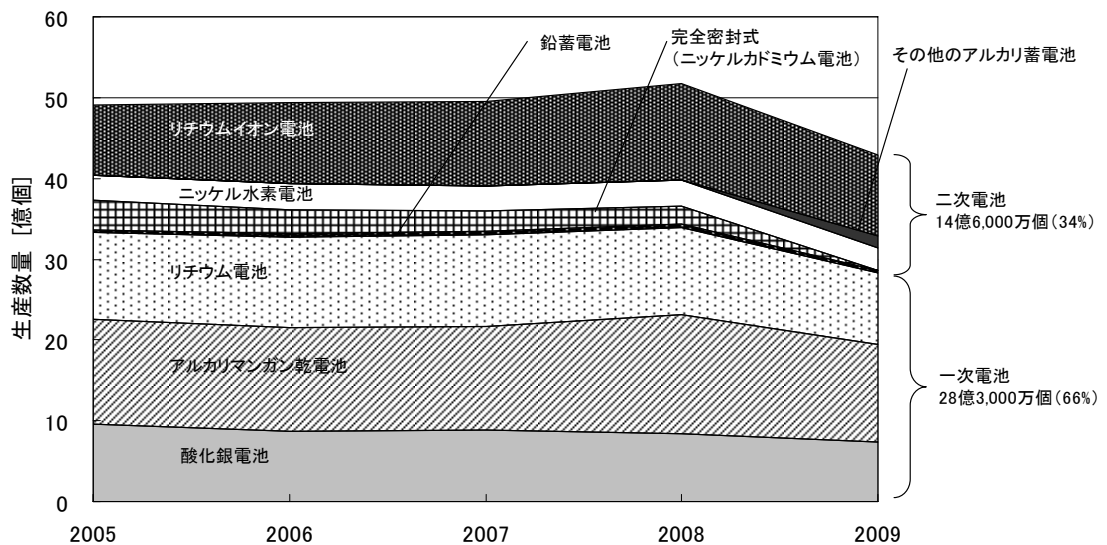
II-2. 主要国における電池生産動向

1. 二次電池（リチウムイオン二次電池・ニッケル水素電池）

（1）日本

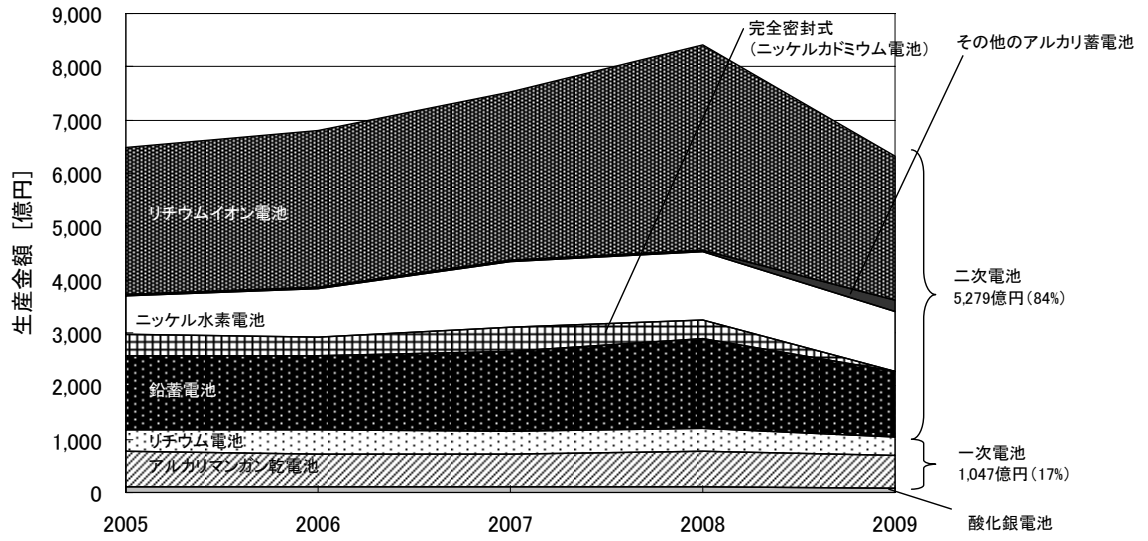
日本国内の電池生産数量（一次電池及び二次電池）は、2008年まで増加傾向にあったが、金融危機の影響を受けて2009年に落ちこんでいる（図表 2）。生産金額ベースでも同様の傾向が見られる（図表 3）。しかし、新興国を中心とする金融危機後の急速な景気回復を背景として、2010年以降は再び増加傾向に転ずることが見込まれており（新興国におけるノートパソコンや携帯電話の普及による輸出増加など）、今後は次世代自動車やスマートグリッド向けの二次電池需要によって更に飛躍的な拡大が見込まれる。なお、単価の高いハイブリッド自動車用途の電池生産が増えているため、ニッケル水素電池については生産数量の伸びは小さいにも関わらず、生産金額では比較的大きな伸びを見せている。

図表 2 国内における電池生産数量の動向



(資料) 経済産業省「機械統計」

図表 3 国内における電池生産金額の動向



(資料) 経済産業省「機械統計」

(2) 世界全体

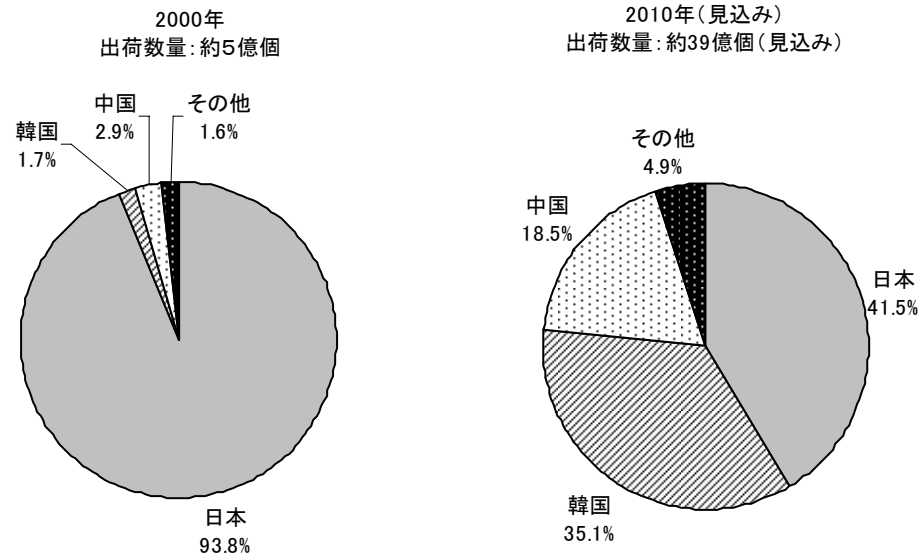
世界におけるリチウムイオン二次電池の国別生産シェアを図表 4に示す。2010年における出荷数量は約39億個(見込み)であり、日本の生産シェアはそのうち41.5%を占める。2000年と2010年を比較すると、出荷数量は8倍近くまで増加しているものの、韓国・中国の生産シェア拡大に伴い、日本の生産シェアは低下している。

世界におけるニッケル水素電池の国別生産シェアを図表 5に示す。2007年における出荷数量は約4億個とリチウムイオン二次電池に比べて小さいものの、日本の生産シェアは74.0%と高い。これは、ニッケル水素電池の市場がリチウムイオン二次電池に比べて小さいため、海外企業が二次電池産業に参入する際にニッケル水素電池ではなく、リチウムイオン二次電池に最初から参入しているためと考えられる。

今後の動向としては、新興国では、モバイル機器の普及率が引き続き高まると見込まれており、リチウムイオン二次電池の世界需要も増加すると予想される。また、二次電池の新たな大口需要先として、次世代自動車用途と電力貯蔵用途が急拡大するものと予測される³。国際エネルギー機関(IEA)の次世代自動車の普及シナリオによれば、2050年までに世界のCO2排出量を2005年比50%削減することを目指した場合、2010年代からハイブリッド自動車、プラグイン・ハイブリッド自動車を導入し始め、2020年以降から電気自動車も徐々に普及させていく必要があるとの見通しを立てている(図表 6)。電力貯蔵用途に関するシナリオでも、再生可能エネルギーの導入に伴い、蓄電池の設置を拡大させていく必要があるとの見通しが立てられている(図表 7)。二次電池に関する世界市場の予測では、自動車用リチウムイオン二次電池以外は、すべて合わせて2兆4,963億円(2009年見込み)から2兆7,483億円(2014年予測)と10%増に留まる一方で、自動車用リチウムイオン二次電池が250億円(2009年見込み)から2兆2,500億円(2014年予測)と90倍近く拡大するとの見方もある(図表 8)。

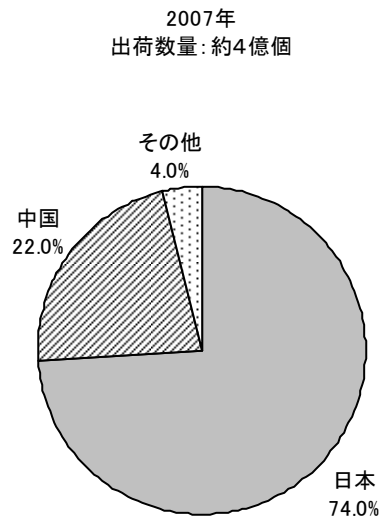
³ 本資料では、自動車用途と電力貯蔵用途を合わせて大型用途としている。

図表 4 リチウムイオン二次電池の生産シェア（国別）



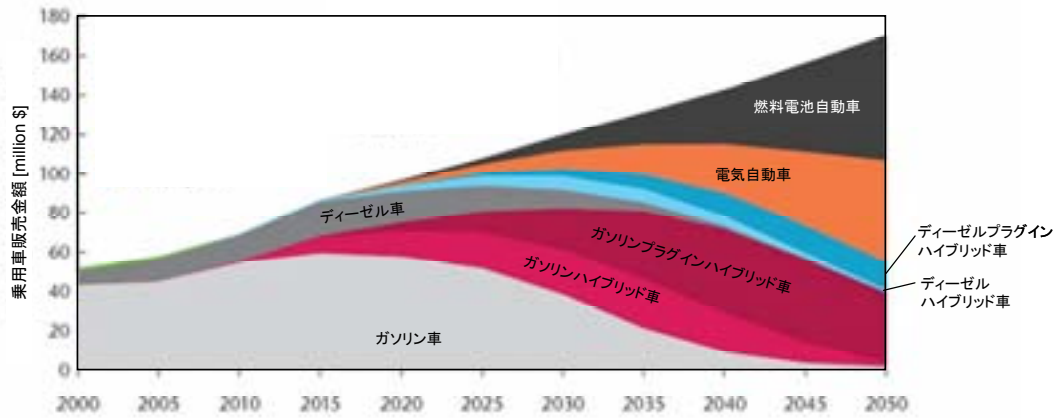
- (注1) 各国の生産シェアは出荷数量ベース。
(注2) 2010年の1～10月は実績。11～12月は計画値。
(注3) 各国のシェアは、主要メーカーのみを推計（「その他」にも日中韓メーカーが含まれる可能性がある）
(資料) 日経ビジネス（2010.12.6）等をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成（原典：インフォメーションテクノロジー総合研究所）

図表 5 ニッケル水素電池の生産シェア（国別）



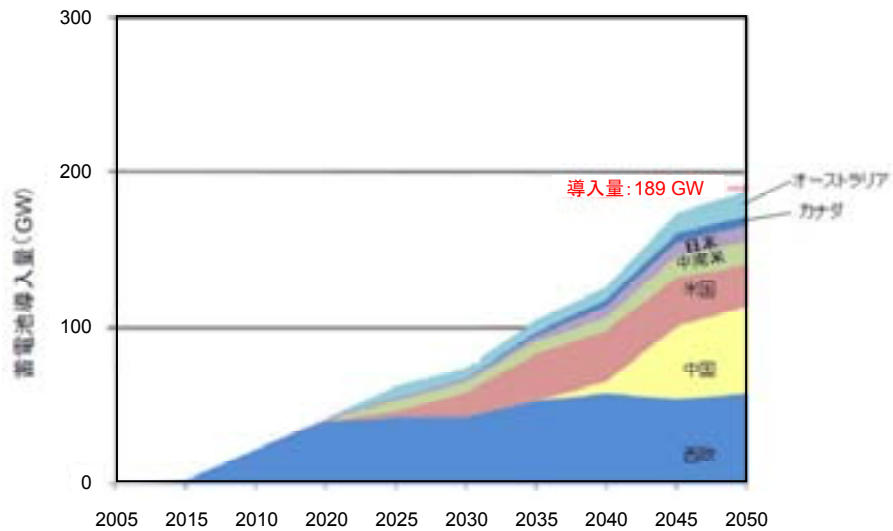
- (注1) 各国の生産シェアは出荷数量ベース。
(注2) 出荷数量は、日本の生産シェアと生産金額から推計
(注3) 各国のシェアは、主要メーカーのみを推計（「その他」にも日中メーカーが含まれる可能性がある）
(資料) 経済産業省「産業構造ビジョン2010」、「機械統計」をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成（原典：インフォメーションテクノロジー総合研究所）

図表 6 IEAによる次世代自動車の普及シナリオ



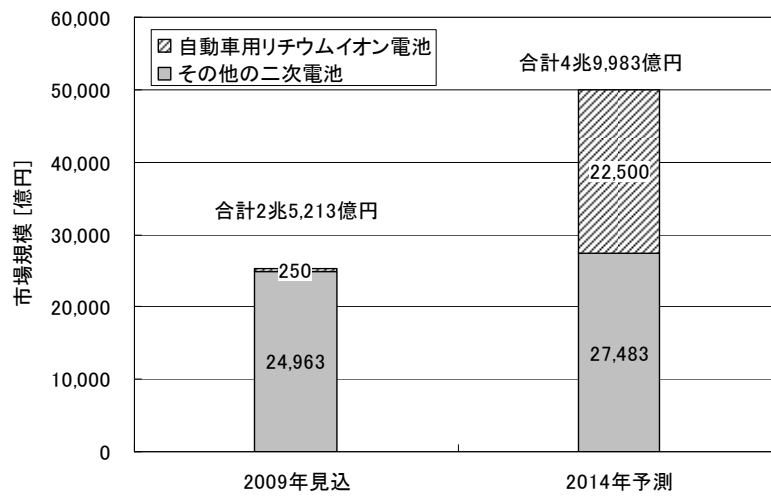
- (注1) 乗用車のみを推計 (バス・トラック等の大型車は含まれない)
- (注2) 2050年までに世界のCO2排出量を2005年比50%削減することを目標として作成されたシナリオであり、あくまでこれを満足する技術開発の進展が前提になっている。
- (資料) IEA 「Technology Roadmaps - Electric and plug-in hybrid electric vehicles (EV/PHEV)」より一部改変

図表 7 IEAによる電力需要用途の二次電池普及シナリオ



- (注1) 風力発電の出力変動率を15%と仮定したケース。出力変動率を30%と仮定したケースでは、2050年に305 GWまで導入されると予想している
- (注2) 2050年までに世界のCO2排出量を2005年比50%削減することを目標として作成されたシナリオであり、あくまでこれを満足する技術開発の進展が前提になっている。
- (資料) IEA 「Prospects for Large-Scale Energy Storage in Decarbonised Power Grids」より一部改変

図表 8 二次電池の世界市場規模推移と今後の予測



(注) 「その他の二次電池」は鉛蓄電池、ニカド電池、ニッケル水素電池、自動車用以外のリチウムイオン二次電池、電気二重層キャパシタ、ナトリウム硫黄電池を対象としている

(資料) 富士経済プレスリリース「一次・二次電池の世界市場を調査 (2009. 11. 09)」より三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2. 太陽電池

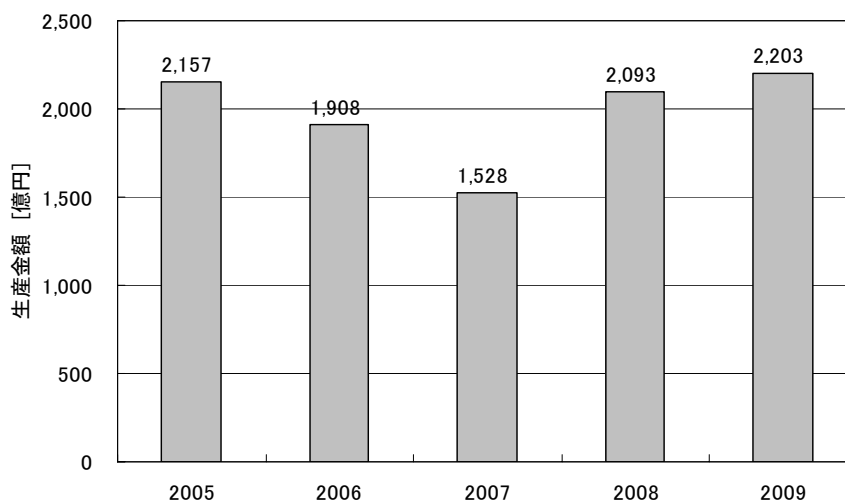
日本国内における太陽電池モジュールの生産額を図表 9に示す。太陽電池モジュールの生産額は、2005年に政府補助金が打ち切られたことで2007年まで減少傾向にあるものの、2007年以降は再び増加傾向にある。金融危機後における経済停滞の影響で、2008年から2009年にかけての生産額増加率は小さくなっているが、2009年から政府による助成が再開されたことや固定価格買取制度が導入されたことなどで、以降の生産額増加率は高まるものと見られる。

世界における太陽電池セル生産量の推移を図表 10に示す。2009年の太陽電池セル生産量は、10,680 MWであり、そのうち中国の生産量が3,782 MW (35.4%) と最も多く、次いで日本が1,508 MW (14.1%)、台湾が1,439 MW (13.5%) と続く。ドイツ、スペイン、イタリアを始めとする欧州諸国が、固定価格買取制度を早期に導入してきたこともあり、太陽電池市場はこれまで急速に成長してきた。しかし、中国、台湾等の海外メーカーの生産量増加に伴い、日本の生産シェアは2005年の46.7%から2009年には14.1%に低下している。

欧州に続いて日本、韓国、米国の一部の州も固定価格買取制度を導入し始めていることから、世界における太陽電池市場は今後も拡大していくことが見込まれる。2008年に約2兆1,000億円であった太陽電池市場は、2020年には約10兆6,000億円にまで拡大するとの見方もある (図表 11)

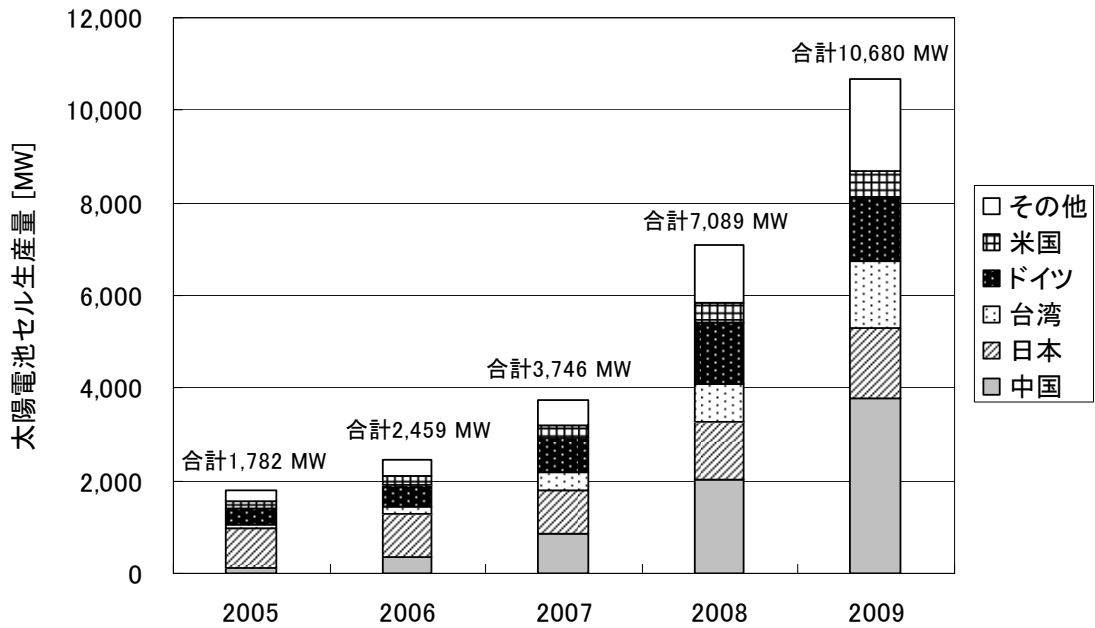
太陽電池の種類としては、現在のところ、結晶シリコン系が生産量の大部分を占めているが、今後は薄膜シリコン系、化合物系太陽電池等の割合が増加するとの見方もある。ただし、多結晶シリコンのスポット価格は急変動しており、結晶系太陽電池と薄膜太陽電池の普及率はシリコン価格の動向に依存すると考えられる。

図表 9 太陽電池モジュールの国内生産動向



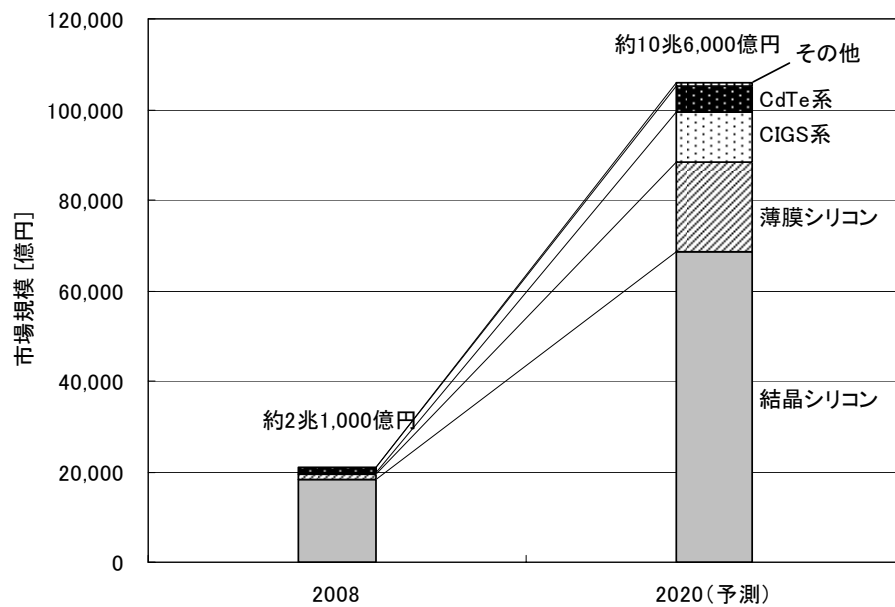
(資料) 経済産業省「機械統計」

図表 10 世界における太陽電池セルの生産量



(資料) Earth Policy Institute 「Annual Solar Photovoltaics Production by Country, 1995-2009」

図表 11 太陽電池の世界市場規模と今後の予測



(資料) 富士経済プレスリリース「太陽電池の世界市場を予測 (2009. 8. 27)」より三菱UFJ
リサーチ&コンサルティング作成

II-3. 主要国に立地する主な電池産業関連企業の動向

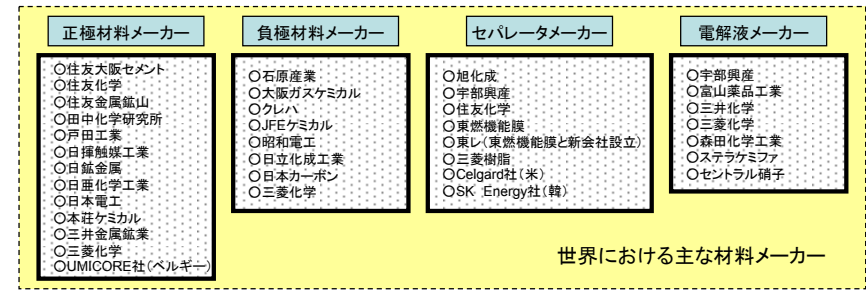
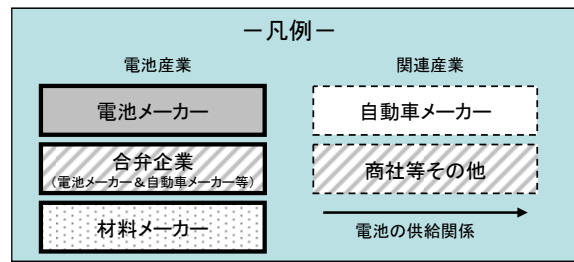
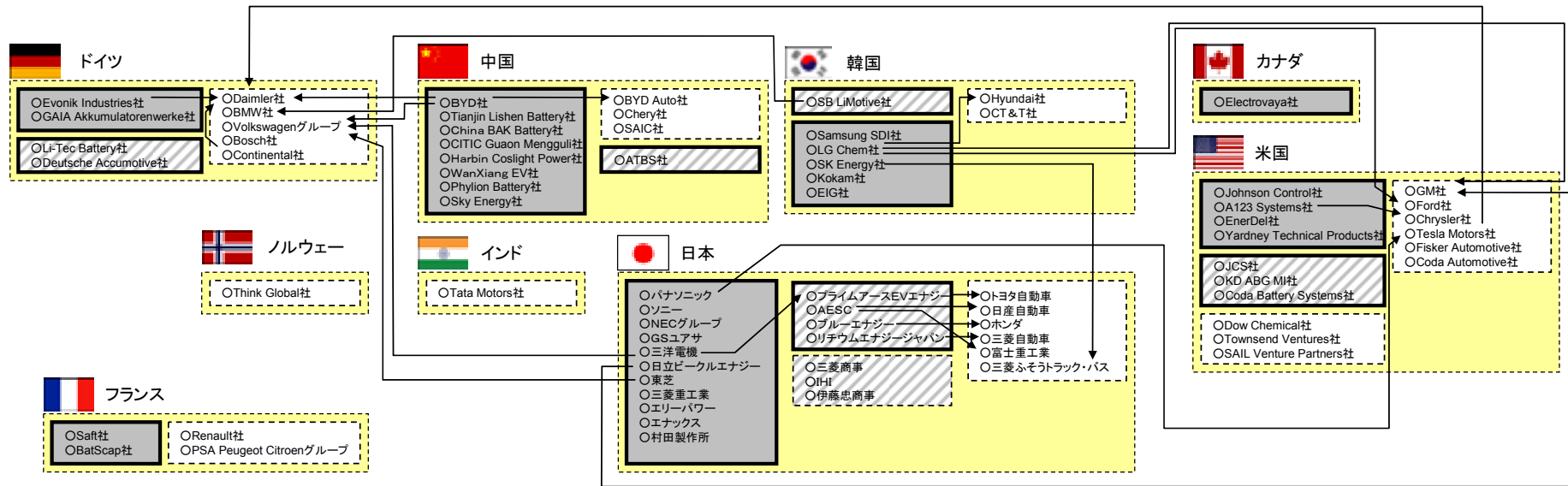
リチウムイオン二次電池について、日本企業は高い市場シェアを占めているものの、近年海外メーカーが台頭しつつある。特に韓国メーカーと中国メーカーは、高いコスト競争力を武器として、モバイル用途での市場シェアを急速に拡大させつつある。欧米企業は、モバイル用途よりも今後の需要拡大が見込まれる電気自動車等の大型用途に特化して開発を進めており、大型用途向け電池市場においても今後の競争激化が予想される。

リチウムイオン二次電池の製造に必要な主要材料は、日本企業がいずれも高いシェアを有しており、これは日本の電池産業の強みとなっている。特に、自動車用電池分野においては、これまで各自動車メーカーが独自の電池を生産することが多く、これが日本企業に優位性をもたらす要因の1つとなっていた。言い換えれば、電池の開発にあたって、材料メーカーと電池メーカー、あるいは電池メーカーと自動車メーカーのすり合わせが必要であるため、サプライチェーン内でのすり合わせを得意とする日本企業が強みを発揮する背景ともなっていた。しかし、近年、緻密なすり合わせをあまり必要としない汎用的な二次電池も登場しており、これらの需要が高まれば日本の電池産業が有する強みも相対的に低下する可能性がある（図表 12）。

ニッケル水素電池の場合、各種用途に使用される電池は順次リチウムイオン二次電池に切り替わることが見込まれるため、リチウムイオン二次電池に比べて参入メーカーが限られている。かつて東芝電池もニッケル水素電池の生産を行っていたが、リチウムイオン二次電池に特化するかたちで2000年には撤退したという経緯がある。ただし、大型電池需要に限っては、大型リチウムイオン二次電池に比べて価格が安いことから、トレーラー等の大型ハイブリッド自動車用途や定置型電力貯蔵用途では一定の市場拡大が見込まれる。川崎重工業や中国Corun社のように大型ニッケル水素電池の市場へ参入する動きも見られる（図表 13）。

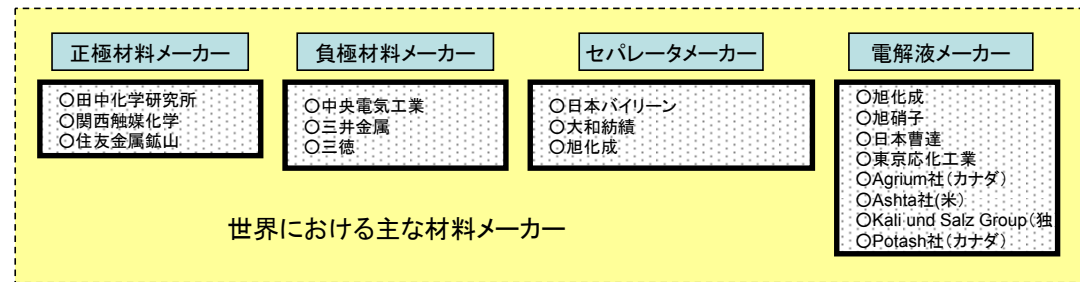
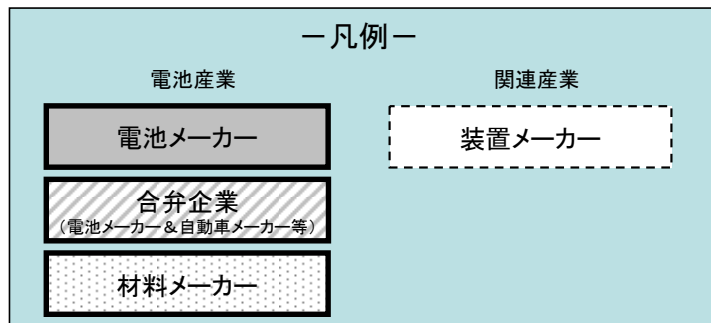
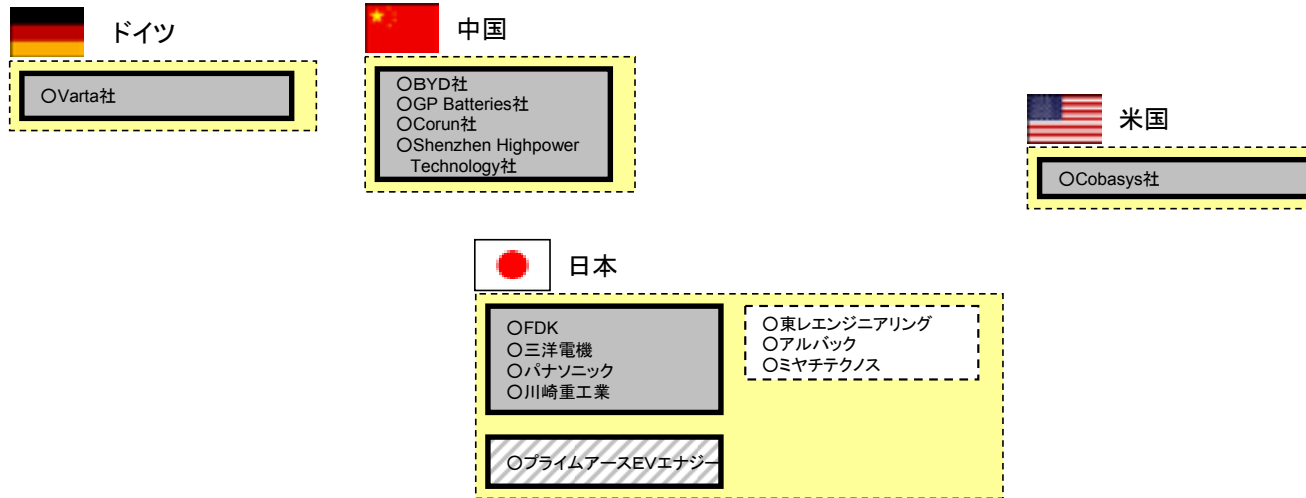
太陽電池の場合、ドイツ、日本、中国、米国等のメーカーが多数参入しており、競争が激化している。90年代には、日本企業が圧倒的なシェアを誇っていたが、近年、海外企業が急速にシェアを拡大している。この要因としては、欧州を中心として、製造装置メーカーと太陽電池メーカーがそれぞれ個別に研究開発や投資を行う水平分業体制が構築され、技術的な参入障壁が低くなったためと考えられる。近年、シリコン以外の材料を導入する企業も現れている。例えば、米国のFirst Solar社はCdTe系（カドミウム化合物系）を使用した安価な電池を販売し、2009年の出荷量でQ-Cellsやシャープを抜いて世界一となっている。また、日本でも昭和シェル系列のフロンティアソーラーやホンダソルテックがCu（銅）、In（インジウム）、Ga（ガリウム）、Se（セレン）等を原料とするCIGS系（またはCIS系）の生産を開始している（図表 14）。

図表 12 リチウムイオン二次電池関連企業の顔ぶれ



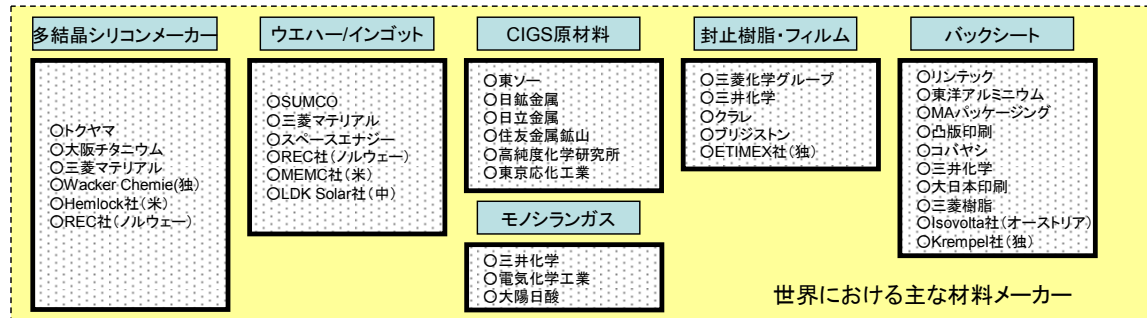
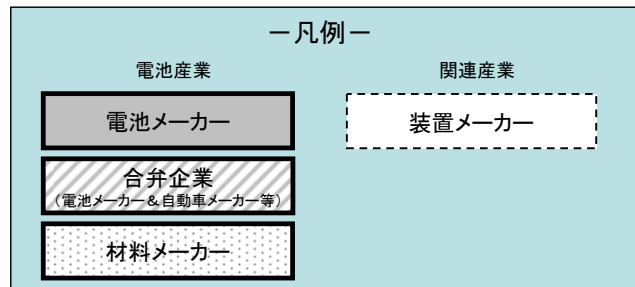
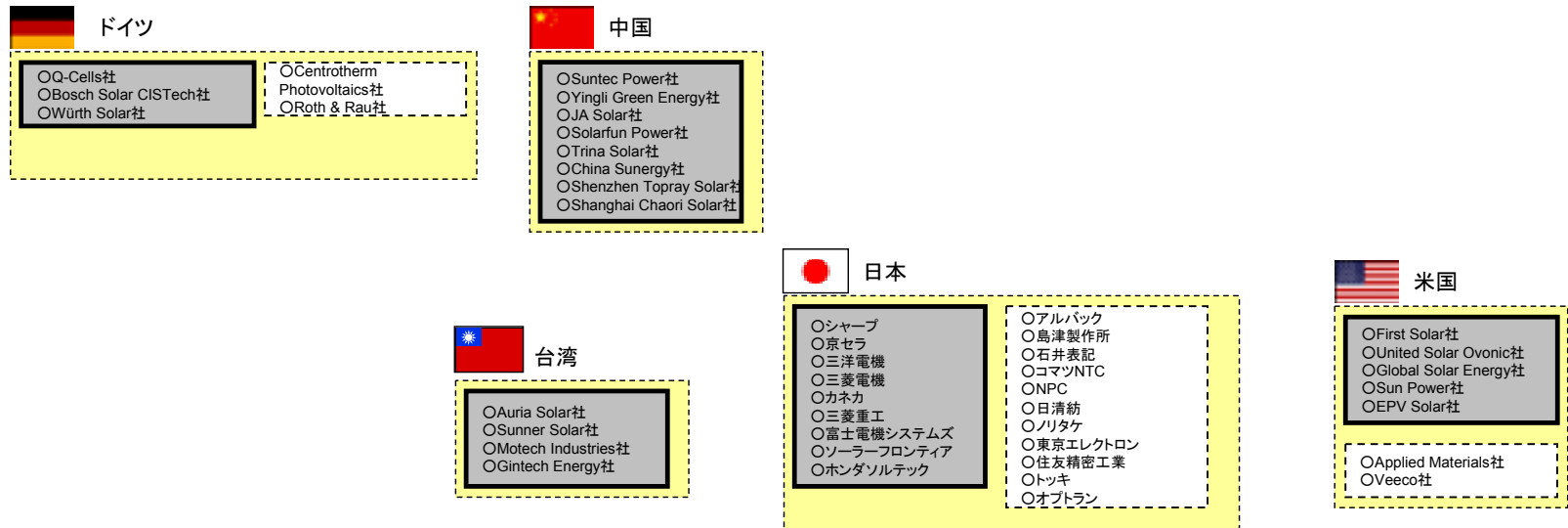
(資料) Nikkei Electronics「Liイオン電池が世界を動かす(2010.1.11)」を参考に三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 13 ニッケル水素電池関連企業の顔ぶれ



(資料)各種特許データベース・論文データベース等をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 14 太陽電池関連企業の顔ぶれ



(資料)エコミスト「太陽電池と次世代車(2009.7.7)」等を参考に三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

II-4. 主な電池市場の現状及び将来動向

1. 自動車用途に関する現状

(1) 市場の全体傾向

電池の需要先となる自動車分野は大きく分けて、ハイブリッド自動車向け、プラグイン・ハイブリッド自動車向け、電気自動車向け、電動バイク・電動アシスト自転車向けがある。現在の需要は、ハイブリッド自動車向けがほとんどであり、その多くにニッケル水素電池が使用されている。先進国では、今後、プラグイン・ハイブリッド自動車や電気自動車が徐々に導入されると見られ、これらにはリチウムイオン二次電池が使用される見込みである。電気自動車が内燃機関の自動車と同等の航続距離を達成するためには、現状のリチウムイオン二次電池では電池容量が不足することから、革新的な蓄電池の研究開発が進められている。そのため、現在では、航続距離や価格を抑えた近距離用途に特化した電気自動車が発売されている。

自動車用電池は、性能や安全性の観点から当該製品向けの専用設計とされることが一般的であったが、最近では、パソコン用の安価な汎用型電池を流用する動きも見られる。パソコン用の汎用型電池は「18650型」が業界標準となっており、すでに大量生産されているものであるため、専用設計の自動車用電池よりも安価であるという利点がある。

新興国では、内燃機関の自動車生産に関する技術蓄積が少ないため、技術分野が異なる電気自動車の分野で産業集積を目指そうとする動きが見られる。高性能な二次電池では製造コストが高くなってしまいうため、新興国市場では仕様を抑えた低コストの二次電池が求められる傾向にある。また、中国では大気汚染防止等の観点から内燃機関のバイクを禁止する都市があり、電動バイク、電動アシスト自転車（中国で販売されているものは自走機能を伴う）の市場が拡大している。電動バイクに採用される電池の特徴として、自動車用途と比べて低コストで要求仕様が低いものが選好されるという特徴がある。なお、近年は先進国においてもランニングコストに優れた乗り物として、また通常の自転車では不足しがちな登坂力等を補完した乗り物として、電動バイクや電動アシスト自転車の需要が増加傾向にある。

自動車用途の電池では、安全性やコストの観点からマンガン系やリン酸鉄系の正極材料を使用した電池の採用が試みられている。ただし、先進国における一部の高級用途市場では三元系材料の採用も試みられている。民生用と同様、負極材料に黒鉛材料を使用する電池が多くみられるが、ハイブリッド自動車などといった高い出力密度が要求される用途では、寿命や出力特性に優れたチタン酸リチウムやハードカーボン系の負極材料が採用される傾向にある。

自動車用途では、二次電池の標準化に関する動きが活発化している。ドイツは自動車用二次電池の性能試験方法として、モジュール単位での試験方法をISO（国際標準化機構）に提案しているが、日本ではセル単位での試験方法をIEC（国際電気標準会議）へ提案している。なお、中国は正極材料にリン酸鉄リチウムを用いた電池の標準化を目指しており、これが正式に採用された場合、日本メーカーは中国向け製品の材料を変更しなければならない可能性もある。

図表 15 自動車用途に関する二次電池市場の動向

	地域別	
	先進国市場	新興国市場
次世代自動車市場の動向	<p><HEV 市場の動向></p> <ul style="list-style-type: none"> 現在はニッケル水素電池が主流。電池容量よりも、寿命や入出力性能が求められる。 <p><PHEV 市場の動向></p> <ul style="list-style-type: none"> トヨタ自動車は、プリウスのPHEV版にリチウムイオン二次電池を採用。 ハイブリッド自動車用途に比べて、電池容量が必要となる。 <p><EV 市場の動向></p> <ul style="list-style-type: none"> 三菱自動車、日産自動車などがEVを発売。 トヨタ自動車は、航続距離と価格を抑えた「IQ」ベースの近距離用EVを発表。 テスラ・モーターズは、18650型リチウムイオン二次電池を採用したEVを販売。 <p><電動バイク/電動自転車市場の動向></p> <ul style="list-style-type: none"> 日本や欧州諸国では、電動アシスト自転車の販売台数が増加。 2010年ヤマハ発電機、ホンダが相次いで電動バイクを発売。ヤマハは、低価格のパソコン用18650型リチウムイオン二次電池を採用。 	<p><電気自動車></p> <ul style="list-style-type: none"> 中国政府は、補助金の支給等、EVの普及促進策と実施。 中国では、時速や航続距離を抑えた低価格のタウンユースのEVの販売が続いている。 <p><電動バイク/電動自転車の動向></p> <ul style="list-style-type: none"> 中国では、大気汚染、交通事故防止等の観点から多くの都市でガソリン二輪車が禁止されている。そこで、法規制の及ばない電動バイクの需要が増加している。ただし、一部の都市では電動バイクも禁止され始めている。
採用される電極材料	<ul style="list-style-type: none"> 日産/NEC、三菱自動車/GSユアサは正極にマンガン酸リチウムを採用 ホンダ/GSユアサ、三洋電機は、正極に三元系材料を採用 東芝は負極にチタン酸リチウムを採用 	<ul style="list-style-type: none"> 安価なリン酸鉄リチウムが採用されることが多い
標準化動向	<ul style="list-style-type: none"> 日本では、日本自動車研究所を中心に自動車用リチウムイオン二次電池に関する標準化についてとりまとめている。また、自動車メーカーを中心としたCHAdEMO協議会にて急速充電の国際標準化を推進 電池の試験方法については、ドイツがパック単位での試験方法を提案（ISO 12405-1、同-2、同-3）。日本はこれに反対してセル単位での性能・安全試験方法を提案（IEC 62660-1、同-2）。 充電システムについては、自動車への接続、交流充電ステーション、直流充電ステーション、充電プロトコル、が審議されている（それぞれ IEC 61851-21、同-22、同-23、同-24） 	<ul style="list-style-type: none"> 中国は、正極材をリン酸鉄系とする国内標準化案を発表

(注) HEV、PHEV、EVはそれぞれハイブリッド自動車、プラグイン・ハイブリッド自動車、電気自動車のことを表している。

(資料) 各種資料・プレスリリース等をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(2) 主要な需要家の動向

次世代自動車の開発では、これまで日本企業が先行していたものの、金融危機後の経済停滞から脱しようとする各国政府の支援政策もあり、開発競争が世界的に激化する方向にある。

図表 16に、自動車メーカーの次世代自動車と電池調達に関する動向を示す。日本では、ハイブリッド自動車の開発及び製造についてトヨタ自動車、本田技研工業が先行してきた。ハイブリッド自動車は、内燃機関と二次電池を一台の車に搭載するため、動力システムが非常に複雑になるという問題がある。そこで、後発メーカーや中規模メーカーは、動力システムの構造が比較的単純な電気自動車の開発に注力する傾向が見られ、我が国では三菱自動車と富士重工が小型電気自動車の開発・発売を既に行っているところである。日本メーカーの特徴として、電池メーカーと自動車メーカーが合弁会社を設立し、電池の共同開発および独占供給を行う傾向が強いことを挙げることができる。例として日産自動車の場合、NECとリチウムイオン二次電池の共同開発を行い、日米で大規模な投資を行っている。また、三菱自動車と本田技研工業はジーエス・ユアサとそれぞれ合弁会社を設立し、リチウムイオン二次電池の開発及び生産を行っている。

しかし、電動バイク市場では、本田技研工業が自社の合弁会社ではなく東芝から二次電池を調達することを発表しているほか、ヤマハは従来東芝から調達していた電池を新型車では三洋電機からの調達に切り替えている。今後、こうした動きが自動車市場に広がり、自動車メーカーも、発売する自動車に合わせて複数の電池メーカーから電池を調達するようになる可能性がある。

このほか、ダイムラーは、エボニックとの合弁会社を設立する一方で、テスラ・モーターズや日産・ルノー、BYDとも提携し、自社開発と外部調達を組み合わせた柔軟な電池調達体制を整えている。

海外自動車メーカーを中心に、次世代自動車の開発に乗り遅れた自動車メーカーは、複数の企業と積極的に提携を行い、急速なキャッチアップを目指している。例としてGMは、電気自動車及びプラグイン・ハイブリッド自動車用電池についてLG化学から電池を調達する予定としているほか、ハイブリッド自動車用電池については日立ビークルエナジー等から調達する予定としている。フォルクスワーゲンやBMW等の欧州自動車メーカーも、外部の電池メーカーからの調達を予定している。このような企業では、すでに自動車メーカーとの結びつきを強化している日本の電池メーカーなどではなく、まだ提携関係が構築されていない韓国の電池メーカーなどから調達しようとする傾向が見られる。

また、電気自動車は従来のエンジン車に比べて、部品点数が大幅に減少することから、ベンチャー企業や新興国の自動車メーカーが多数参入している。米ベンチャー企業のテスラ・モーターズは、独自の制御技術をもとにしてノートパソコンのデファクト・スタンダ

ードである円筒型（18650型）電池を大量に使用した電気自動車を開発・販売している。また、韓国、中国の新興メーカーも電気自動車の開発を積極的に進めている。

電動アシスト自転車市場では、パナソニックサイクルテック、ヤマハ発動機、ブリヂストンサイクルの大手3社が高いシェアを有する。パナソニックサイクルテックは電池のリコール等のリスクを軽減する目的で、複数社から電池を調達していると考えられ、他の2社は三洋電池を中心に調達していると考えられる。

図表 16 自動車メーカーの次世代自動車開発と電池調達に関する動向

企業名		次世代自動車開発と電池調達に関する動向	
		重点的开发が見込まれる次世代自動車(予定含む)	電池メーカーとのかかわり
電池の自社開発を志向するメーカー	トヨタ	HEV、PHEV、EV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> パナソニックとの合弁会社「プライムアース EV エナジー」設立 (80%超出資) リチウムイオン二次電池は三洋電機からの調達を予定 テスラモーターに出資 (45 億円、出資比率 2～3%)
	日産 (+ルノー)	HEV、PHEV、EV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> NEC との合弁会社オートモーティブエナジーサプライを設立 (51%出資) ルノーは、LG 化学から調達予定 (2010 年 10 月 LG 化学発表)
	ホンダ	HEV、EV、PHEV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> GS ユアサと合弁会社ブルーエナジーを設立 (49%出資) 電動バイクのリチウムイオン二次電池を東芝から調達予定
	三菱自動車	EV	<ul style="list-style-type: none"> GS ユアサと三菱商事と合弁会社「リチウムエナジージャパン」設立 東芝とリチウムイオン二次電池の共同開発
	ダイムラー	HEV、EV、PHEV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> 独エボニックと合弁会社設立 テスラ・モーターズに 10%出資 コンチネンタルからも電池を調達予定 ルノー・日産、BYD と提携
	現代自動車	HEV、PHEV、EV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> 子会社の部品メーカーと LG 化学で合弁会社設立予定
外部調達を志向するメーカー	富士重工	EV	<ul style="list-style-type: none"> オートモーティブエナジーサプライから調達
	三菱ふそうトラックバス	ディーゼルHEV	<ul style="list-style-type: none"> 韓国の SK エナジーから調達予定
	GM	HEV、PHEV、EV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> LG 化学から 2015 年まで調達予定 日立、A123 システムズ、コンチネンタルとも提携維持予定
	フォード	HEV、EV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> LG 化学から電池を調達すると発表
	クライスラー (+フィアット)	HEV、PHEV、EV	<ul style="list-style-type: none"> A123 システムズと提携 フィアットは、東芝とスカニア (スウェーデン) とリチウムイオン二次電池を共同開発中
	フォルクスワーゲン	HEV、PHEV、EV、FCV	<ul style="list-style-type: none"> ハイブリッド自動車は三洋電機のニッケル水素電池を調達予定 リチウムイオン二次電池は三洋電機、東芝、BYD の 3 社と共同研究を実施
	BMW	HEV、PHEV、EV	<ul style="list-style-type: none"> サムスン SDI とボッシュの合弁会社「SB リモーター」から調達予定
	プジョー・シトロエン	HEV、EV	<ul style="list-style-type: none"> 三菱自動車と提携
	ボルボ	PHEV、EV	<ul style="list-style-type: none"> LG 化学から調達予定
新興 EV メーカー	テスラ・モーターズ	EV	<ul style="list-style-type: none"> 18650 型リチウムイオン二次電池をパナソニックから調達 パナソニックと次世代電池の共同開発を行うことを発表 トヨタ自動車と電気自動車の共同開発を行うことを発表
	CT&T	EV	<ul style="list-style-type: none"> LG 化学から調達予定
	タタ・モーターズ	EV	<ul style="list-style-type: none"> タタグループが 70%の株を保有する Miljo GrenlandInnovasjon 社 (ノルウェー) から調達
	BYD Auto	PHEV、EV	<ul style="list-style-type: none"> 親会社の BYD から鉄系電池を調達
	長安汽車	EV	<ul style="list-style-type: none"> LG 化学から調達予定
その他中国メーカー	EV	<ul style="list-style-type: none"> 主に中国メーカーから調達 	

(注) HEV、PHEV、EV、FCVはそれぞれハイブリッド自動車、プラグイン・ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車のことを表している。

(資料) 各種資料・プレスリリース等をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2. 民生電気電子機器用途に関する現状

(1) 市場の全体動向

民生用電池は様々な電子機器に搭載されているが、携帯電話とノートパソコンにおける需要が最も多い。携帯電話に関しては、通話やメールなど一般的な機能のみに限れば現状の電池性能でも十分であるが、スマートフォンやタブレット型端末などの高機能端末の需要が拡大しており、このような用途に対しては高性能な電池が求められる。一方、新興国では、機能を絞り価格を抑えた携帯電話が求められている。例えば、ノキアは、新興国で白黒液晶、カメラなし、対応周波数限定など、徹底して機能と価格を切り詰めた携帯電話を発売し、高いシェアを獲得している。このような携帯電話に搭載される電池の選定にあたっては、性能よりも価格が重視される。

ノートパソコン用途では、18650型で3.0 Ah以上の高容量化も可能であるが、2.2 Ah程度で十分との見方もある。新興国も含めて、ネットブックなど小型で安価なノートパソコンの割合も増加しており、このような用途においても、安価な電池が求められている。

民生用用途で採用される電極材料は、コバルト酸リチウムが一般的であったが、近年は、用途に合わせて様々な材料が使用されるようになってきている。例えば、電動工具などは高出力性能が重視されることから、出力特性の優れるマンガン系やリン酸鉄系が採用されることが多い。一方、高容量が求められる用途では、三元系やニッケル系の正極材料が採用されている。負極材料については、黒鉛負極が一般的であるが、シリコン系など新しい材料も実用化され始めている。

民生用電池に関してはすでに歴史が長いことから、近年の標準化の動きは少ない。ただし、非接触充電など新しい技術も登場してきており、開発メーカーが主導する形で標準化が進められている。

図表 17 民生電気電子機器用途に関する二次電池市場の動向

	地域別	
	先進国市場	新興国市場
民生電気電子機器市場の動向	<p><携帯電話市場></p> <ul style="list-style-type: none"> 一般的な機能の携帯電話に関しては、現状で要求仕様を満たしている。 スマートフォンやタブレット端末など高容量電池を必要とする端末の発売が相次ぐ。 <p><ノートパソコン市場></p> <ul style="list-style-type: none"> 18650 型電池は現状の技術で 3.0 Ah 以上の高容量化が可能であるが、ノートパソコンでは 2.2 Ah 程度が主流。 	<p><携帯電話市場></p> <ul style="list-style-type: none"> ノキアは新興国向けに 20 ユーロ（約 2300 円程度）の携帯電話を発売し、高いシェアを獲得 <p><ノートパソコン市場></p> <ul style="list-style-type: none"> ネットブックなど小型で安価なパソコンの発売が相次ぐ。
採用される電極材料	<ul style="list-style-type: none"> 従来のコバルト酸リチウムから、用途によって様々な正極材料が用いられるようになってきている。 パナソニックはニッケル系正極を採用した高容量電池を発売（容量 3.1 Ah） ソニーは、電動工具向けなどの高出力機器向けにリン酸鉄リチウムを正極材料とした 18650 型電池を販売開始（容量 1.1 Ah） 日立マクセルはスマートフォンなどの高機能端末向けに、シリコン負極を採用した高容量角型電池を販売 	<ul style="list-style-type: none"> 中国では、メーカーによってコバルト系、マンガン系、リン酸鉄系など様々な正極材料が用いられる。
標準化動向	<ul style="list-style-type: none"> 日本では、電池工業会が民生用電池に関する標準化をとりまとめている。 試験方法について、各国が独自の国内標準を作っている。これによって、他国に輸出する際には日本向けとは別の検査が必要となる。 Wireless Power Consortium (WPC) を中心に非接触給電の標準化が進められている。 	<ul style="list-style-type: none"> 試験方法について、各国が独自の国内標準を作っている。これによって、他国に輸出する際には日本向けとは別の検査が必要となる。

(資料) 各種資料・プレスリリース等をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(2) 主要な需要家の動向

民生用電池では、ノートパソコンや携帯電話での需要が大きい。その他にも、デジタルカメラや携帯ゲーム機等、多数のモバイル機器に搭載されている。これらのモバイル機器には、以前はニッケル水素電池が使用されることもあったが、現在では、ほとんどがリチウムイオン二次電池となっている。電動工具用途では、一般のモバイル機器に比べて高出力特性が必要となることから、電極材料や膜厚の調整が必要となる。これらの分野では、長年に渡ってリチウムイオン二次電池が使用されてきたため、さらなる高性能化が求められるものの、特定の課題は少ない。(図表 18)

図表 18 民生電気電子機器用途における電池需要家の動向

製品	現状	想定される主な需要家
ノートパソコン	<ul style="list-style-type: none"> 円筒型 18650 型がデファクト・スタンダードとなっている 現状の電池性能で要求仕様を満たしているため、価格競争が激化している 	NEC、富士通、東芝、ソニー、パナソニック、シャープ、HP (米)、DELL (米)、Acer (台湾)、Lenovo (中)、Apple (米)、等
携帯電話	<ul style="list-style-type: none"> 角型リチウムイオン二次電池が主流であるが、電池のサイズや形状についてデファクト・スタンダードは定まっていない 高性能端末向けにさらなる高容量化が求められる 	シャープ、富士通、東芝、パナソニック、NEC カシオモバイルコミュニケーションズ、ソニー・エリクソン、ノキア (フィンランド)、サムスン (韓)、LG (韓)、モトローラ (米)、アップル (米)、等
デジタルカメラ	<ul style="list-style-type: none"> 角型リチウムイオン二次電池が主流であるが、電池のサイズや形状についてデファクト・スタンダードは定まっていない 現状の電池性能で要求仕様を満たしているため、価格競争が激化している 	キャノン、ソニー、オリンパス、ニコン、パナソニック、富士フィルム、カシオ、ペンタックス、サムスン (韓)、コダック (米)、LG (韓)、等
携帯ゲーム機	<ul style="list-style-type: none"> 角型リチウムイオン二次電池が主流であるが、電池のサイズや形状についてデファクト・スタンダードは定まっていない 現状の電池性能で要求仕様を満たしているため、価格競争が激化している 	任天堂、ソニー・コンピュータエンタテインメント、等
ポータブル AV 機器 (DVD プレイヤー等)	<ul style="list-style-type: none"> 角型リチウムイオン二次電池が主流であるが、電池のサイズや形状についてデファクト・スタンダードは定まっていない 現状の電池性能で要求仕様を満たしているため、価格競争が激化している 	東芝、ソニー、セントレード M. E.、BLUEDOT、ツインバード工業、等
電動工具	<ul style="list-style-type: none"> パソコン用電池と同様に 18650 型等が使用される 一般のモバイル機器よりも高出力特性が求められる 	マキタ、日立工機、スタンレー・ブラック & デッカー (米)、ボッシュ (独)、等

(資料) 各種資料をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

3. 産業用途等に関する現状

産業用電池は、今後需要が大きくなると予想されている。無停電電源装置や、無線基地局、情報通信・データセンター、エレベータに使用されるバックアップ電源には、従来、鉛蓄電池が使用されてきたが、エネルギー密度の高いニッケル水素電池やリチウムイオン二次電池を搭載したモデルも一部で発売されている。フォークリフトは、バッテリー式が年々増加しており、大型モデルに対しては鉛蓄電池では容量が不足するため、ニッケル水素電池やリチウムイオン二次電池の採用が進められている。ただし、小型に関しては、重心を安定させる目的で、重量の大きい鉛蓄電池が選好される傾向にある。また、再生可能エネルギーやスマートグリッド向けの電力貯蔵用途では、各地で実証試験が行われているほか、防災意識の高まりや反原発意識の高まりを受けた再生可能エネルギーの導入拡大により、今後需要の拡大が期待できる。（図表 19）

図表 19 産業用途等電池需要家の動向

製品	現状	想定される主な需要家
無停電電源装置 (UPS) (※)	<ul style="list-style-type: none"> 鉛蓄電池が主流 ニッケル水素電池やリチウムイオン二次電池を搭載した小型・軽量モデルも販売されている 	オムロン、三菱電機、サンワサプライ、TDKラムダ、ユタカ電機製作所、エレコム、NTTファシリティーズ、パワーコム（台湾）、HP（米）
無線基地局用バックアップ電源	<ul style="list-style-type: none"> 鉛蓄電池が主流 太陽電池と二次電池を搭載した基地局の実証試験が行われている 	NEC、富士通、パナソニック、日立製作所、エリクソン（スウェーデン）、アルカテル・ルーセント（仏）、ノキア・シーメンス・ネットワークス（ドイツ、フィンランド）、華為技術（中）、ZTE（中）、等
情報通信・データセンター用バックアップ電源	<ul style="list-style-type: none"> 鉛蓄電池が主流 IT機器の消費電力が増加傾向にあり、リチウムイオン二次電池の開発も進められている 	情報通信設備メーカー（NTTファシリティーズ、等）
エレベータ用バックアップ電源	<ul style="list-style-type: none"> 一部の製品では、回生電力を貯蔵し、停電時のバックアップ電源や補助エネルギーとして利用する機能を搭載 電池には、ニッケル水素電池やリチウムイオン二次電池が利用される 	三菱電機、日立製作所、東芝エレベータ、フジテック、中央エレベーター工業、オーチスエレベータ（米）、シンドラー（スイス）、コネ（フィンランド）、ティッセンクルップ（ドイツ）、等
フォークリフト	<ul style="list-style-type: none"> 鉛蓄電池を用いたバッテリー式フォークリフトの割合が半数以上となっている 大型フォークリフトでは連続稼働時間に課題があるため、ニッケル水素電池やリチウムイオン二次電池の採用が進められている 	豊田自動織機、日産自動車、コマツ、TCM、三菱重工業、住友ナコマテリアルハンドリング、日本輸送機、シンフォニアテクノロジー、等
電力貯蔵用途	<ul style="list-style-type: none"> 今後、再生可能エネルギー、スマートグリッド向けの需要が拡大すると予想される 防災意識や反原発意識の高まりによって再生可能エネルギー関連需要（住宅用など）が見込まれる。 リチウムイオン二次電池の他、NAS電池等の実証試験が行われている 	電力会社、住宅メーカー、ディベロッパー、等

（注）※入力電源が断られた場合でも、接続されている機器に対して、停電することなく電力を供給し続ける電源装置。

（資料）各種資料をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

II-5. 電池及び関連製品市場における今後の方向性

1. 将来有望性の高い電池及び関連製品市場

電池産業が生み出す製品としては、太陽電池、二次電池（リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、鉛蓄電池など）、燃料電池などがある。自動車やモバイル機器向けエネルギー源としての利用や新エネルギー・スマートグリッド等の導入に際して問題となる電力需給バランスの調整デバイスとしての利用が見込まれることから、二次電池に今後大きな可能性を見出すことができる（図表 20）。安全性等でいくつか解決すべき課題が残されているものの、エネルギー密度が大きいということでリチウムイオン二次電池に寄せられる関心は大きく、東北地域における電池産業の集積及び発展を考える場合、リチウムイオン二次電池が有力な検討候補の一つとなる。

また、生産活動の受け皿となるメーカーの立地動向をみた場合、リチウムイオン二次電池については、素材メーカーから電池組立メーカーまでサプライチェーン全体にわたって関連企業が東北域内に立地しており、ニッケル水素電池や太陽電池に比して、産業集積および発展の余地も大きいものとみられる（後述する「IV. 東北地域における電池及び関連産業の実態」を参照）。

図表 20 将来有望性の高い電池及び関連製品市場

	二次電池		太陽電池	燃料電池
	リチウムイオン二次電池	ニッケル水素電池等		
自動車用途	電気自動車・ハイブリッド自動車、電動バイク等向け需要が拡大する見込み	大型ハイブリッド自動車等向けの需要は堅調に推移		究極の低公害車として期待されるものの商業化までの課題多数
民生電気電子機器用途	新興国等のモバイル機器需要の拡大で低コスト製品の需要拡大	高い出力密度を要求される一部用途では引き続き堅調な需要		
産業用途その他	自動車用途と関連してスマートグリッド関連や再生可能エネルギー関連でも需要拡大の可能性有り	鉛蓄電池の手堅い需要・NAS電池等の新型電池の模索	急速拡大中だが、各国政策の影響も大。コストダウン競争が激しい。品の需要拡大	国内家庭用途で補助金を得ながら一部商業化

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2. 二次電池（特にリチウムイオン二次電池）市場の将来動向

用途が類似しており、また互換性も高いリチウムイオン二次電池及びニッケル水素電池の将来動向は、これまでの導入実績や研究開発実績が豊富な民生電気電子機器用途と、大型化に向けて更なる改善が求められている自動車用途とに大きく分けて整理することが可能である。また、民生電気電子機器用途については、先進国のみならず、新興国においてもその要求水準および需要拡大の傾向は収斂しつつあるが、自動車用途の場合、新興国では自動車そのものの普及が進んでいないため、ハイブリッド自動車や電気自動車よりは価格が安価な内燃機関が優先的に需要される傾向にある。ただし、中国等の新興国では自国に自動車産業を立ち上げようとする意図から電気自動車を政策的に需要拡大させようとする動きがある。内燃機関の自動車を代替させる意図から電気自動車を開発している先進国と、品質は内燃機関の自動車に劣っても価格が満足するものであれば政策的に導入しようとする新興国とで、電気自動車市場に違いがある（図表 21）。

<自動車用途>

先進国の自動車用途では、用途によって要求仕様が大きく異なる。ハイブリッド自動車については、現在のところ出力密度の高さ（単位時間あたりに放出できるエネルギー量）がどちらかというところ重視される向きにあり、このような要求事項やコスト・安全性の点から大型車両を中心に引き続きニッケル水素電池が用いられると見られる。しかし、プラグイン・ハイブリッド自動車のように夜間電力を活用した電力貯蔵も目的とされるようなハイブリッド自動車については、出力密度の高さよりはエネルギー貯蔵密度の高さが要求されるようになり、リチウムイオン二次電池が選好される傾向にある。一方、電気自動車については、内燃機関の自動車と同等以上の航続距離を確保するために、現状よりも高仕様のリチウムイオン二次電池が求められている。このほか、自動車用途ほどの高仕様ではないが、電動バイクや電動アシスト自転車などといった用途も拡大傾向にあり、現状仕様を維持した低コストの二次電池が求められている⁴。

新興国の自動車分野では、いまだに自動車普及率が低く、自動車に搭載する二次電池についても性能（出力密度やエネルギー貯蔵密度など）よりは価格が重視される傾向にあるため、全般的に内燃機関の自動車の普及が優先的に進むものと考えられる。ただし、一部の国では、政策主導による電気自動車の普及などが見込まれる。ここでの要求仕様は、先進国市場と異なり、必ずしも内燃機関と同等以上の仕様が求められるとは限らない可能性があり、現状発揮できる性能の範囲で極力コストを抑えたものが求められる傾向にある。また、新興国の都市部では急速な自動車普及によって排気ガスによる大気汚染が問題になっていることもあり、自動車を購入することが難しい低・中所得層を中心に電動バイクや

⁴ 電動バイク、電動アシスト自転車といった電動モビリティ用途の動向については、巻末参考資料も参照のこと。

電動アシスト自転車の普及が進むと見られる（特に中国などでは、政策的支援による効果が大きく影響する可能性が高いと見られる）。

<民生電気電子機器用途>

先進国の民生電気電子機器用途では、すでに大半の機器でリチウムイオン二次電池が使用されている。需要の大きい携帯電話用途やノートパソコン用途では、すでに一定の要求仕様を満たしていることから、今後は現状性能を維持もしくは向上させながらもさらに低コストの二次電池が求められる。同様のものとしては、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯ゲーム機、ポータブルAV機器等がある。ただし、スマートフォンやタブレット型端末などの一部高性能モバイル機器では、エネルギー密度の大きい高性能な二次電池も求められる可能性がある。このほか、必要とされる出力密度の高さなどから、従来ニカド電池やニッケル水素電池が主流であった電動工具用途についても、近年はリチウムイオン二次電池の性能向上とコストダウンによって置き換え需要が拡大しつつある。

新興国の民生電気電子機器用途では、モバイル機器の爆発的な普及によって今後急速に拡大することが見込まれる。特に携帯電話・スマートフォン分野では、固定電話が普及していない発展途上国でもインフラ整備が必要とされる投資費用を抑えることができることから急速な需要拡大が見込まれている。ただし、新興国の携帯電話・スマートフォン市場では、性能や利用可能な機能の数などよりもコストが重視される傾向にあるため（特に日本市場とは対極的）、搭載される二次電池についても性能よりはコストを重視したものが求められる。パソコン用途については、従来、低価格帯のデスクトップ型が人気であったが、近年はミニノート型の登場によってノートパソコンの価格も下降傾向にあり、デスクトップ型からノート型への需要シフトが進行している。このほか、デジタルカメラやビデオカメラ、携帯ゲーム機、ポータブルAV機器等については、先進国と同等もしくは機能を絞ってコストを下げたタイプのものが需要されており、ここでも低コストの二次電池が求められる傾向にある。

図表 21 二次電池市場の将来動向

		地域別	
		先進国市場	新興国市場
用途	自動車用途	<ul style="list-style-type: none"> ハイブリッド自動車では、現状スペックの二次電池（ニッケル水素電池）が引き続き堅調に需要される。高級用途ではリチウムイオン二次電池も需要される。 プラグイン・ハイブリッド自動車では、コストと性能のバランスに優れたリチウムイオン二次電池が求められる。 電気自動車では現状のリチウムイオン二次電池以上のハイスペック二次電池が求められる（内燃機関の自動車と同等以上の航続距離）。 電動バイク/電動アシスト自転車の分野で、現状のエネルギー密度を維持しつつコストに優れた二次電池が求められる（自動車用途よりはロースペック） その他分野（車椅子、セグウェイ etc.）で、現状のエネルギー密度を維持しつつコストに優れた二次電池が求められる（自動車用途よりはロースペック） 	<ul style="list-style-type: none"> 自動車普及率が低く、低価格の内燃機関の自動車の普及が優先的に進むが、政策主導等による電気自動車の需要が通増する（ハイブリッド自動車はほとんど影響せず） 上記で需要される電気自動車は、必ずしも内燃機関と同等以上とは限らず現状性能で低コストのものが求められる。 電動バイク/電動アシスト自転車の分野で、低価格の二次電池が求められる（もし可能であればよりエネルギー密度も高いもの）
	民生電気電子機器用途	<ul style="list-style-type: none"> 携帯電話分野では、一般的なモデルにおいては、現状のエネルギー密度を維持しつつコストに優れた二次電池が求められる。（要求スペックは、現状性能で満たしている） 一部の高性能モバイル機器用途（スマートフォンやタブレット型端末など）では、ハイスペック二次電池が求められる。 ノートパソコン分野では、現状のエネルギー密度を維持しつつコストに優れた二次電池が求められる。（要求スペックは、現状性能で満たしている） 電動工具分野では、ニカド電池からリチウムイオン二次電池による置き換えが進む。ここでは、コストと出力特性に優れた電池が求められる。 その他分野（デジタルカメラ/ビデオカメラ、携帯ゲーム機、ポータブル AV 機器）では、現状のエネルギー密度を維持しつつコストに優れた二次電池が求められる。（要求スペックは、現状性能で満たしている） 	<ul style="list-style-type: none"> 通信分野では、固定電話よりも投資費用の小さい携帯電話が優先的に普及しつつあるが、先進諸国に比べて要求スペックは低く、低価格の電池が求められる。 パソコン分野では、低価格なミニノート型の登場により、デスクトップ型からのノート型への需要シフトが加速する。 電動工具分野で、ニカド電池が引き続き堅調に需要される。高級用途では、低価格のリチウムイオン二次電池も需要される。 その他分野（デジタルカメラ/ビデオカメラ、携帯ゲーム機、ポータブル AV 機器）では、機能を絞った製品の需要が高まり、低価格の電池が求められる。

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

III. 電池に関する研究開発状況

III-1. 各種電池の構造及び生産プロセス

1. リチウムイオン二次電池

リチウムイオン二次電池は、現在実用化されている二次電池の中では、最もエネルギー密度の高いものである。正極にコバルト酸リチウムなどの活物質を塗布したアルミニウム箔、負極に黒鉛などの活物質を塗布した銅箔が用いられ、間に正極と負極を絶縁するためのセパレータを挟み込んで幾重にも積層した構造となっている。リチウムイオンの移動媒体として有機溶媒が用いられ、電池の中を満たしている。

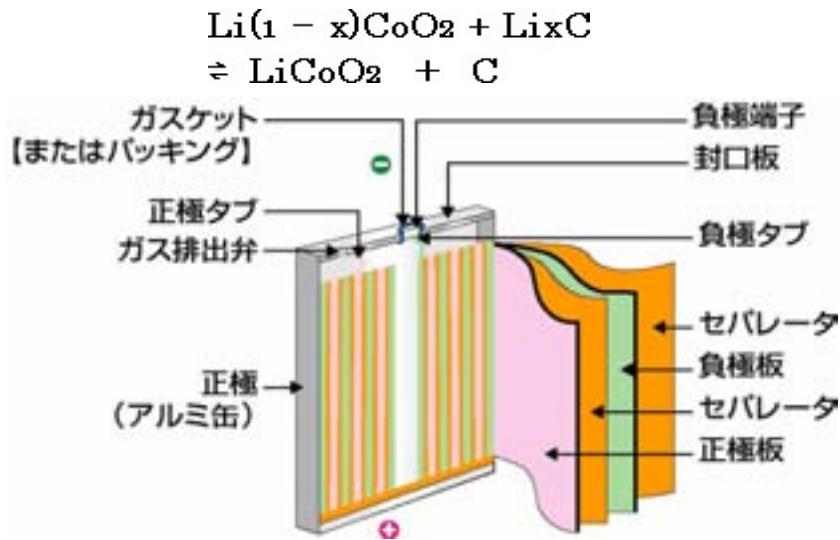
リチウムイオン二次電池が有する大きな特徴の一つとして、ニッケル水素電池やニカド(ニッケル・カドミウム)電池よりも電圧が大きいという特徴がある。電池の公称電圧は、正極の活物質が有する電位と負極の活物質が有する電位の差から計算されるが、リチウムイオン二次電池の場合、これが他のどの二次電池よりも大きく、活物質の組み合わせにもよるが3.6~3.7V程度の起電力を有している。このため、他の二次電池よりも体積あたり・重量あたりのエネルギー保有量を大きくすることができる。

製造方法としては、アルミニウム箔の上に正極活物質を塗布して乾燥させたものと、銅箔の上に負極活物質を塗布して乾燥させたものとを絶縁材であるセパレータと共に巻き取り、これをケースに挿入し、電解質を注入、封入する流れとなる。不純物の混入や活物質の塗布と乾燥時に発生するムラは、充放電の繰り返しによってショートの原因となるため極めて高い水準(ppbオーダー)での不純物管理、水分管理、また塗布厚管理などが求められる。

リチウムイオン二次電池には、主として携帯電話やノートパソコン等といった民生用途のほか、今後、急速な需要拡大が見込まれる電気自動車やハイブリッド自動車等といった自動車用途が存在する。ただし、民生用途では必要とされる電圧、電流、またエネルギー量が比較的小さいためにリチウムイオン二次電池の単セルもしくは少数の単セルをモジュール化した程度で用いられるのに対し、自動車用途では自動車動力源にふさわしい電圧、電流、エネルギー量が求められることから、単セル数百個を直列につないだ大型モジュールとして利用されるという違いがある。民生用途では、最終製品が廃棄されるまでの期間が数年程度と比較的短く、またバッテリーパックとしての交換もできる環境が整っているが、自動車用途では廃棄されるまでの期間が10年以上と比較的長く、また100~200個あまりの単セルを直列につないだモジュールとして利用するために、中の単セル1個で

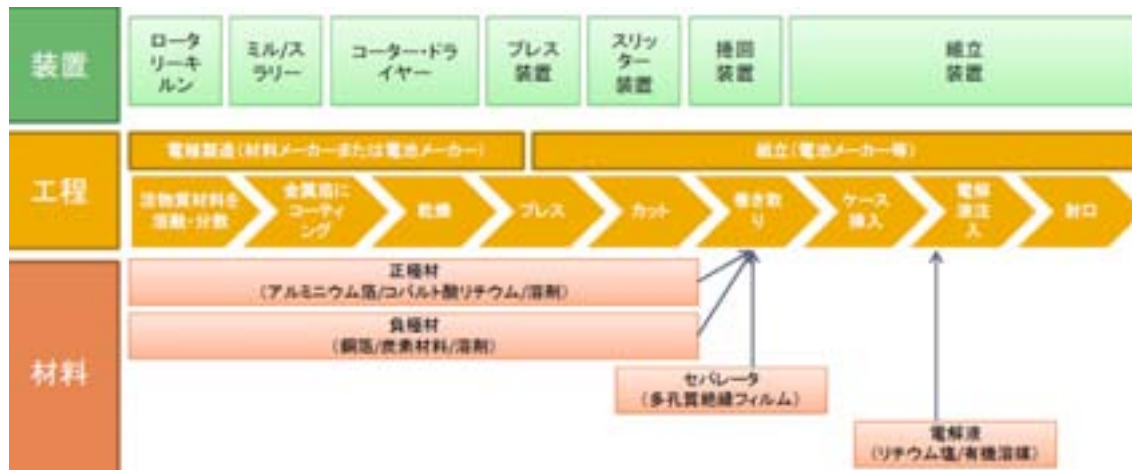
も不良が発生するとモジュール単位の不良になってしまうため、製造時の品質管理、また使用時の充放電制御など極めて高いレベルで実施しなければいけないという違いがある。

図表 22 リチウムイオン二次電池の概要（正極材にコバルト酸リチウムを用いる場合）



(資料) 社団法人電池工業会「電池の知識：電池の構造と反応式」
<http://www.baj.or.jp/knowledge/structure.html>

図表 23 リチウムイオン二次電池の製造プロセス



(資料) 株式会社日本政策投資銀行「バッテリースーパークラスターへの展開」
http://www.dbj.jp/pdf/investigate/area/kansai/pdf_all/kansai1005_02.pdf

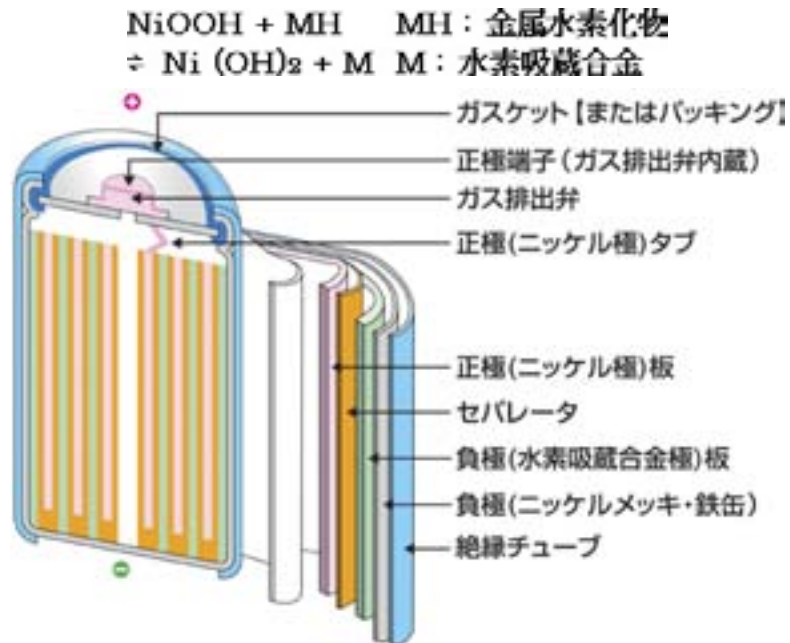
2. ニッケル水素電池

ニッケル水素電池は、現在実用化されている二次電池の中では、リチウムイオン二次電池に次いでエネルギー密度が高く、急速充電の容易性、充放電制御の容易性や安全性、優れた放電特性、生産コストの低さなどからリチウムイオン二次電池に劣らぬ特性を有している。過去主流であったニカド（ニッケル・カドミウム）二次電池と公称電圧が同じ1.2Vであったことから、低い有害性（カドミウムを用いない）や優れた電池容量などの点でニカド電池の市場を塗り替える形で普及した歴史を有する。正極には水酸化ニッケルなどの活物質を含浸させた多孔性素材（焼結体、発泡メタルなど）、負極にはミッシュメタルとニッケルの合金を微粉末化したものにバインダーを添加して金属板に塗布したものが用いられ、間に正極と負極を絶縁するためのセパレータを挟み込んで幾重にも積層した構造となっている。電荷の移動媒体には水酸化カリウムや水酸化ナトリウムのアルカリ水溶液が用いられ、電池の中を満たしている。なお、充放電時には電池内部で水素が発生することから、単セル電池は密封構造となっているほか、異常使用時の電池破裂を防ぐためのガス排出弁が設けられている。

製造方法としては、ニッケル粉末等の金属焼結体を化学反応させて水酸化ニッケルを空隙部に充填させたものや導電性の多孔性メタルに水酸化ニッケル粉末を物理的に詰め込んだもの（正極）、また水素吸蔵合金の粉末を焼結させたものや導電性の多孔性メタルに水素吸蔵合金のペーストを塗布したもの（負極）とを樹脂不織布と共に積層させ、これを金属ケースに挿入し、アルカリ水溶液を注入、密封する流れとなる。

リチウムイオン二次電池と同様、ニッケル水素電池には携帯電話やノートパソコン等といった民生用途のほか、すでにハイブリッド自動車を中心とする自動車用途が存在している。自動車用途では、最終製品に伴われて廃棄されるまでの期間が長いが、（リチウムイオン二次電池と比較して）充放電劣化が進みにくいこと、また安全性に優れているなどの点から根強い需要が存在する。他の二次電池と同じく、単セルだけでは1.2Vの電圧しか発生させることができないため、自動車用途の場合、数100個あまりの単セルを直接につないだモジュールとして利用されている。

図表 24 ニッケル水素電池の概要



(資料) 社団法人電池工業会「電池の知識：電池の構造と反応式」
 (<http://www.baj.or.jp/knowledge/structure.html>)

3. 太陽電池

太陽電池は、光電効果（光起電力効果）を利用して日光等の光エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池のほか、従来から存在する蓄電池（以上、二次電池）、またマンガン乾電池（一次電池）などは、化学反応で得られるエネルギーを電気エネルギーに変換する点で化学電池に分類されるが、光等の電磁波エネルギーを電気エネルギーに変換する点で物理電池に分類される。

太陽電池は、半導体から構成される受光部を中心に集電部（電極）や受光部の反射防止膜などから構成される。パネル状の製品単体は太陽電池パネルと呼ばれるが、複数のパネルを直列や並列につないだものをアレイと称され、さらに系統連系に関連する制御システムや二次電池などを具えたものは太陽光発電システムなどと称される。太陽電池に用いられる半導体は各種存在し、結晶シリコン、アモルファスシリコン、ガリウムヒ素系化合物、有機色素などが知られている。生産量では結晶シリコン（特に多結晶シリコン）が現在のところ最大である（発電出力ベースでみた場合、全世界生産量の約8割を単結晶シリコン系及び多結晶シリコン系が占める⁵⁾）。

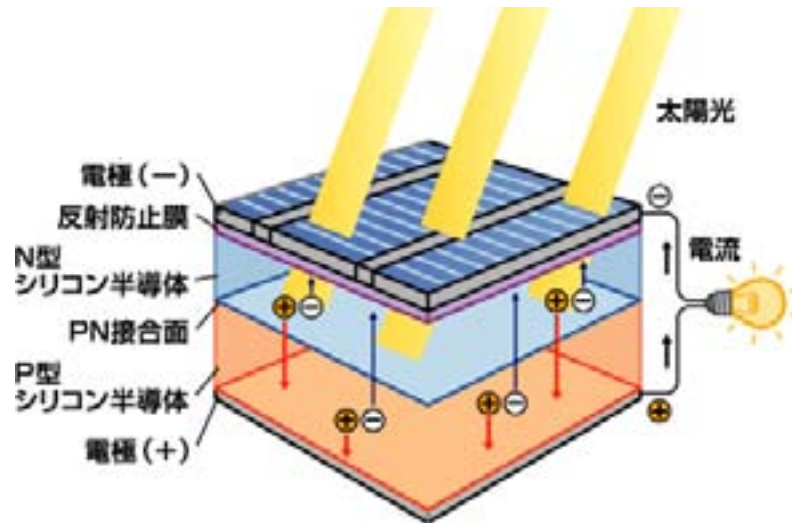
製造方法としては、結晶シリコン系の場合、スライスされたシリコンウェハ（p型半導体）を効率的な受光をさせる観点からエッチング（テクスチャリング）で表面に凹凸を設けた後、拡散炉でリン化合物（オキシ塩化リンなど）をシリコン中へ拡散させる方法がある（n型半導体部分を形成させる）。この後、窒化シリコンによる反射防止膜をn型半導体部分の表面にCVD等の方法で堆積させ、スクリーン印刷等の方法で表面電極（n型半導体側：銀電極）、裏面電極（p型半導体側：アルミニウム電極）を取り付けた後に焼成して完成する。これらをリードフレームで直列もしくは並列で接続した上で、受光側に保護ガラスを被せ、支持側のバックシートとの間に封止材を注入することで、一つの太陽電池パネルとして完成する。

薄膜シリコン系（アモルファスシリコン系）の場合、CVD等の方法でガラス基板上に透明電極を形成させ、その後p層（p型半導体部分）、i層（光電変換層を拡大させる構造層）、n層（n型半導体部分）の順にCVD等の方法で積層させた後、銀電極等を同様の方法で形成させて完成する。

化合物半導体系の場合、薄膜シリコン系と同様、ガラス基板上にCVD等の方法でモリブデン薄膜電極等を形成させ、その後p層、バッファ層、n層、反射防止層、電極の順で積層させて完成する。

⁵⁾ PV Energy Systems: PV News (2008. 3. 4)

図表 25 太陽電池の概要（多結晶シリコン型の場合）



(資料) 中部電力株式会社「太陽光発電のしくみ」
 (http://www.chuden.co.jp/kids/kids_denki/tsukuru/tsu_solar/index.html)

図表 26 各種の太陽電池の光電エネルギー変換効率

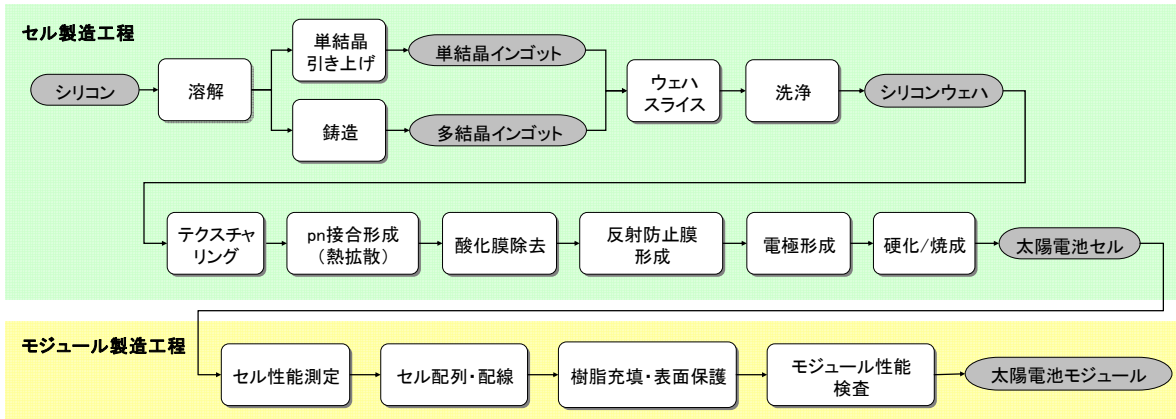
	研究レベル (小面積)	実用レベル (モジュール)
単結晶Si	25%	22.9%
多結晶Si	20.4%	15.5%
薄膜Si系	11.7% ^{注1)}	10.4% ^{注1)}
a-Siと単結晶Siを組み合わせた太陽電池	22.5%	17%
化合物薄膜 (CIS系)	19.4%	13.5%
色素増感型太陽電池	10.4%	8.2%
有機高分子を用いた太陽電池	5.2%	
III-V族化合物半導体太陽電池	40.7% ^{注3)}	

注1：a-Siと微結晶Siを組み合わせた積層型太陽電池
 注2：a-Siとa-SiGeを組み合わせた3層積層太陽電池モジュール
 注3：III-V族化合物半導体とGeを3層積層した太陽電池で、240倍の集光下で測定された値

(原典) M. C. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta : Progress in Photovoltaics, vol. 17 (2009) pp. 85-94.

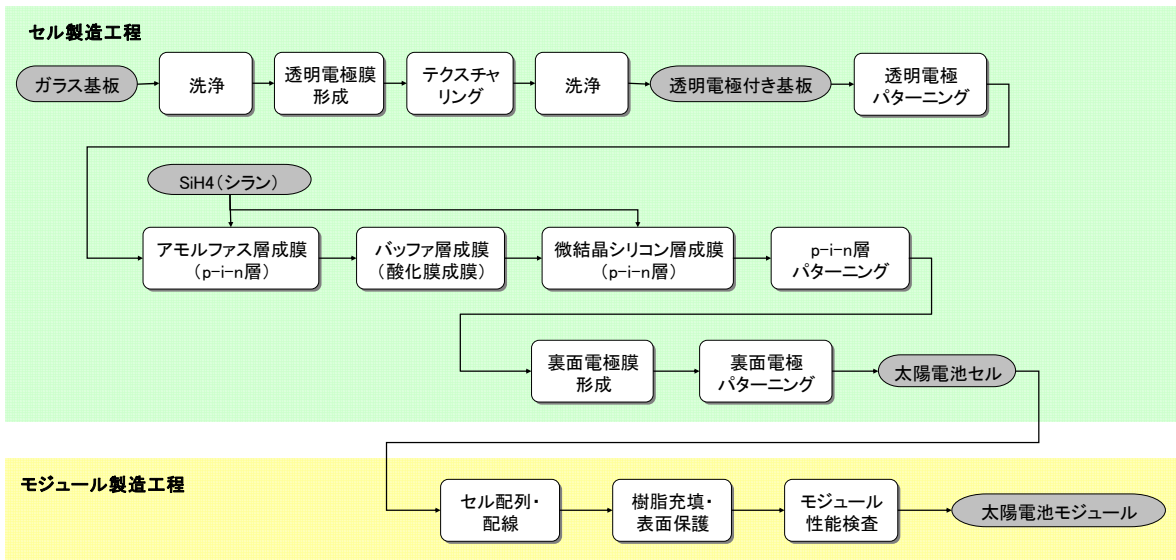
(資料) 電子ジャーナル「2010太陽光発電技術大全 (引田功「太陽光発電システム/太陽電池の現状・将来展望)」

図表 27 太陽電池の製造プロセス（結晶シリコンの場合）



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 28 太陽電池の製造プロセス（薄膜シリコンの場合）



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

III-2. 我が国における研究開発動向

1. リチウムイオン二次電池

(1) 全体概要

リチウムイオン二次電池に関する研究開発は、正極関連部材、負極関連部材、電解質、セパレータなどに関する材料分野での研究開発、これらを加工、組み立てていく製造プロセスに関する研究開発、安全確保や長寿命化の観点から行われる保護機能、充放電制御や劣化評価に関する研究開発、さらに使用済み電池のリユースを行うための残存価値・安全性評価技術の開発や電池を解体、選別して再び電池原料としてリサイクルさせるなどの再利用のための研究開発など大きく4分野に分けることができる。

材料分野での研究開発では、もともとリチウムイオン二次電池が従来の二次電池を上回るエネルギー密度を追求する方向にあったこともあり、より大きい電位差の得られる活物質の研究開発に関するものが盛んである。ただし、充放電による劣化および金属溶出などが発生しやすいこと、さらに電解質には有機溶媒を用いていることなどから危険防止のための研究開発やエネルギー密度を犠牲にしつつもよりマンガン系や鉄系といった安全性が高く価格高騰の置き難い活物質を模索する研究開発なども同時並行で行われている。

製造プロセスに関するものでは、不良品（ショートのある単セルなど）発生の原因となる活物質の塗布・乾燥工程、異物混入に関する管理、エージング（一度、放電した後に充電を行って不良品を探す）などに関するものがある。制御に関するものでは、充電に伴う発熱を防止するための充放電制御システムや制御材の開発などのほか、劣化状況を確認する寿命判定システムに関する開発などがある。このほか、少数ではあるが、今後、使用済みリチウムイオン二次電池が使用済みハイブリッド自動車や電気自動車などから排出されることを見越して、大型リチウムイオン二次電池のリユース・リサイクルに取り組む動きもある。

我が国全体でリチウムイオン二次電池の研究開発動向をみた場合、材料研究から電池の製造組立、さらにリサイクルに関する研究開発までサプライチェーン全体をカバーするように行われている。このうち、東北地域に関係する企業や大学等によるものは、材料分野に関するものが比較的多い。

(2) 正極材の研究開発動向

得られる起電力やエネルギー密度の高さから、現在のところ、我が国ではコバルト酸リチウムを正極材に用いるものが主流であるが、安全面やコバルトより調達容易な金属種を用いた材料の研究開発が我が国および海外で盛んになりつつある。代表的なものとしては、スピネル型マンガン系の材料やリン酸鉄系材料、またニッケル系材料、コバルト、マンガン、ニッケルこれらを複合させた三元系材料などがある。このうち、我が国で比較的盛んに注目されているものは、マンガン系材料や三元系材料であるが、北米や中国などでは生産工程における不純物管理が比較的容易になる見込みがあること、また価格高騰のおそれが少ない鉄系材料を用いていることなどからリン酸鉄系材料の研究開発が盛んである。

(3) 負極材の研究開発動向

負極材には大きく分けて、炭素系と合金系が存在し、炭素系にはさらに黒鉛系（グラファイト系）とハードカーボン系の2種類について研究開発が行われている。炭素系の場合、製造コストの面では黒鉛系が優れており、すでに中国等の新興国における生産拡大が見込まれるなど成熟段階に入りつつある。一方、ハードカーボン系は生産コストの面で黒鉛系に劣るものの、充放電サイクルに強く（ハイブリッド自動車等の回生による充電、走行による放電を頻繁に繰り返す用途に強い）、電池の長寿命化にも貢献するなどといった利点を備えている。また、ハードカーボン系負極材の生産シェアは、東北域内に生産拠点を構えるクレハが世界トップである。

このほかの材料としては、シリコンやその他金属を使用する合金材料などが高いエネルギー密度を得られるといった点で注目されているものの、炭素系材料と比較して製造コストの面でまだ多数の課題を抱えている状況である。

(4) 電解質の研究開発動向

リチウムイオン二次電池では、活物質にリチウム化合物を用いていることと起電力が高いことから、水性電解質を用いることができず（リチウムと反応また水の電気分解が生じるため）、多くの場合、有機溶媒等を用いている。さらにリチウムイオン二次電池特有の課題として、充放電による劣化および金属溶出などが発生しやすいという特性がある上、電解質に可燃性の有機溶媒等を用いていることから、充放電の繰り返しによる劣化及びショート（電池膨張による積層構造の変形などが原因）、また過充電による金属溶出、電解質の漏洩などがしばしば発火事故の原因となる。そのため、電解質の不燃性を高めるための研究開発やゲル化させることで漏洩による発火事故を防止しようとする研究開発が盛ん

に行われている。また、完全な漏洩防止を狙った電解質として固体系材料による研究開発も進められている。ただし、難燃性の高い固体系材料（有機高分子材料、無機材料など）やイオン液体の多くは、一般にイオン伝導性や耐久性の向上が課題となっており、更なる新規材料の探索、また合成方法の改良が検討されている。

（５）セパレータ・バインダーの研究開発動向

セパレータ関連では、高出力化の傾向にあるリチウムイオン二次電池用として、電解質の透過性を維持しつつ、耐熱性に優れた素材の開発が比較的盛んである。特に充放電の繰り返しによるショートの高危険性を低下させる必要があることから、薄膜化を狙いつつもセパレータによる遮断機能の維持及び強化が求められている。

活物質の電極材料（金属箔）への粘着を目的としてバインダーが使用されるが、活物質スラリーの塗布性のほか、電極を捲回した際の柔軟性、また電解液への不溶性、電気化学的な安定性などが要求される。バインダーの粘着状況によっては、電池の初期電気容量、充放電サイクル特性に大きな悪影響を与える恐れがあるため、各種ポリマーを中心に研究開発が盛んに行われている。これまで正極・負極ともにポリフッ化ビニリデン（PVDF）がバインダーとして用いられてきたが、充電時の極板発熱による加熱分解発熱量の小ささ、高容量の得られやすさ、優れたサイクル特性などから負極用バインダーにはスチレンブタジエンゴム（SBR）や水系バインダー等の研究開発が盛んである。

（６）製造プロセスに関する研究開発動向

リチウムイオン二次電池は、金属箔（アルミニウム箔や銅箔）に活物質（正極材料や負極材料）を薄く一定間隔で塗布し、これを乾燥させた後にプレスシロール状に巻き取るという製造プロセスを踏んでいるが、塗布および乾燥工程などが生産性の制約条件となっているため、活物質スラリーの調製や均一な膜圧の形成、またムラを生じさせない乾燥に関する研究開発が行われているが、いずれも各メーカーの差別化要素となっているため、論文や特許等の公開情報になっているものは少ない。いずれも各社でノウハウ化させている部分が多い。単セルの生産は、異物の混入を防ぐためにクリーンルーム内で行われるが、微粉末が飛散、混入しないような電極箔のカット方法などもノウハウの一つと見られている。単セル完成後にエージング（一度、放電した後に充電を行って不良品を探す）を行っているが、製造プロセスの途中段階で不良品の発生を予測するための計測機構や修正機構はあまり存在しないとみられ、多くは作業員の目視や経験によって管理されているものと思われる。

(7) 電池モジュールの制御に関する研究開発動向

リチウムイオン二次電池の正極及び負極は、充電時に強い酸化還元作用を受けることから、材料が不安定化しやすく、さらに過放電状況では電解液の劣化や金属リチウムの析出といった現象を生じる可能性があるため、ショートおよび有機電解質の漏出による発火事件を起こしやすいという問題がある。こうした問題を回避するため、リチウムイオン二次電池をモジュール化するには、充放電制御システムや保護回路を組み込むのが一般的である。

一般にリチウムイオン二次電池の充電は数mVレベルでの制御を必要とすることから、自動車用途であればハイブリッド自動車の回生や駆動モーターの作動時に発生する充放電サイクルを考慮した電圧調整回路などが組み込まれる。リチウムイオン二次電池は急速な充放電によって電池の熱安定性が低下するため、過放電、過充電を防ぐための保護回路、個別の単セルに偏りなく充放電を行うための回路（セルバランス機能）などが研究開発されている。このほか、単セルをモジュール化して実用に供するという性質から個別単セルの劣化原理やこれを測定するためのシステムなども研究開発されている。

(8) リサイクルに関する研究開発動向

正極材には、コバルト等の各種希少金属を用いており、資源国の政策動向や急速な需要増による需給逼迫が見込まれるほか、資源循環促進の観点からもリチウムイオン二次電池のリサイクルを進めようとする研究開発が行われている。ノートパソコンや携帯電話向けの民生用途については、すでに資源有効利用促進法などによる回収ルートの整備、また電池メーカーによるリサイクルの道が開かれているが、自動車用途等の大型用途についてはまだ使用済み機器の発生も少なく、回収や解体コストを要するという点もあって事業採算性の向上や解体時の安全性確保といった点での研究開発が盛んである。

図表 29 リチウムイオン二次電池に関する主要な研究開発テーマと研究開発主体

研究分野	技術開発テーマ	現状と課題	書誌検索等における主な研究機関		
			東北地域関連	上記以外	
材料	正極材	<コバルト系正極材料の開発> ・高容量コバルト酸系リチウムイオン二次電池の開発 ・リチウムイオン電池正極材料の構造解析 ・LiCoO ₂ 薄膜の表面形態と電気化学的特性/等	LiCoO ₂ が使用されてきたが、エネルギー密度向上の限界、コスト、安全性等の問題から、新規正極の開発が進められている。	<大学、公的研究機関> ・東北大学(河村純一、他) <企業>	<大学、公的研究機関> ・東京工業大学(谷口 泉、他) <企業> ・パナソニック(旧松下電器産業)(喜多 洋介、他) ・豊田中央研究所(野中 敬正、他)
		<スピネル型マンガン系正極材料の開発> ・車載用大型Liイオン二次電池の開発 ・スピネル型マンガン系正極材料の開発と量産 ・リチウムイオン電池用正極材料からのマンガンの溶出抑制 ・マンガン酸リチウムを用いた高信頼性リチウムイオン電池/等	LiMn ₂ O ₄ は、容量が低いものの、熱安定性が高く大型電池に採用され始めている。高温時のMn溶出の問題があったが、Mnの一部置換等による改善が検討されている。	<大学、公的研究機関> ・東北大学(本間格) ・岩手大学(駒場 慎一、他) <企業>	<大学、公的研究機関> ・東京理科大学(井手本 康、他) ・東京工業大学(谷口 泉、他) ・産総研(吉川 純、秋本 順二 他) ・横浜国立大学(高橋史武、他) ・佐賀大学(夏 永純、芳尾真幸、他) <企業> ・三洋電機(川上 和幸、井町 直希、他) ・NEC(米澤 正智、沼田 達治、他) ・日本電工(村井 匠、他) ・NTTファシリティーズ(辻川 知伸、他)
		<リン酸鉄系正極材料の開発> ・リチウムイオン二次電池用正極物質としての鉄酸化物の合成 ・低酸素被覆・LiFePO ₄ 正極材料(LCC) ・ソルゲル法を用いたリチウムイオン二次電池用鉄系正極材料の合成/等	LiFePO ₄ は、導電性に問題があるが、カーボンコーティングやナノ粒子化による改善が実用化されつつある。また、電圧が低くエネルギー密度の面で不利であるため、Feの一部をMnやCoに置換した材料が検討されている。	<大学、公的研究機関> ・秋田大学(大川 浩一、他) <企業>	<大学、公的研究機関> ・東海大学(内山 恵一) ・つば研研究センター(田淵 光春) ・中部大学(魚江 康輔、他) <企業> ・三井造船(坂口 善樹) ・Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University(LEE Yun -S, Cho Sung-J, Sun Yang-K. 他)
		<ニッケル、三元系正極材料の開発> ・高容量で安全性の高いリチウムイオン二次電池用ニッケル系正極材料の開発 ・リチウムイオン二次電池用正極材料(PS)の開発 ・リチウムイオン電池用ニッケル系複合酸化物正極の合成と電気化学特性 ・リチウムイオン電池用LiNi _{1-x-y} Co _x Mn _y O ₂ 正極物質の合成と充放電特性 ・全固体型リチウムイオン電池の開発、高電圧作動正極LiNi _{1/3} Mn _{1/3} Co _{1/3} O ₂ 適用可能性の検討/等	LiNi _{1-x-y} Co _x Mn _y O ₂ 系(三元系)は、高電圧でエネルギー密度が高いことが利点であるが、耐高電圧電解液や電極表面の脱膜、界面制御等による安定性の向上が課題となっている。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・電力中央研究所(関 志朗、他) <企業> ・三洋電機(渡辺 浩志、神野 丸男、他) ・パナソニック(旧松下電器産業)(平塚 秀和、他) ・JFEホールディングス
	負極材	<炭素系負極材の開発> ・ポリアクリル酸を用いた黒鉛負極の開発 ・カーボンナノチューブの負極材への応用 ・負極材料特性の解析 ・サイクル寿命の向上/等	正極材料に比べて問題は少ないが、高容量化はほぼ限界と見られている。	<大学、公的研究機関> ・岩手大学(宇井 幸一、他) <企業>	<大学、公的研究機関> ・東北大学(内山 恵一) ・岩手大学(宇井 幸一、他) ・横浜国立大学(藤 勝、他) ・京都大学(小久見 善八、他) ・産業技術総合研究所(境 哲男) ・物質・材料研究機構物質研究所(田中 秀樹、他) ・信州大学(小宮山 慎悟、遠藤 守信、他) <企業> ・川崎製鉄(羽多野 仁美、他) ・JFEスチール株式会社(江口 邦彦、他) ・大阪ガス株式会社(馬淵 昭弘、他)
		<シリコン系負極材の開発> ・鱗片状シリコンを用いたリチウムイオン二次電池用高容量負極の充放電特性 ・リチウムイオン二次電池用高容量負極の開発/等	炭素材料よりもエネルギー密度の高い材料開発が進められている。	<大学、公的研究機関> 東北大学(遠藤 裕子) <企業> ・NECTーキン(入山 次郎、他)	<大学、公的研究機関> ・同志社大学(中井 健太、他) <企業>
	電解質	<その他の負極材の開発> ・有機半導体膜の負極材への応用 ・ナノコンポジット合金負極材料の開発 ・窒化物負極材料の開発 ・多孔性ポリマー電解質を被覆したリチウムイオン二次電池用正・負極活物質/等		<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・三重大(西尾 悟) <企業> ・福田金属箔粉工業株式会社(和田 仁、他) ・パナソニック(旧松下電器産業)(高山 美穂、他) ・GSユアサコーポレーション(鈴木 勲、他) ・Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.(和田 仁、他)
		・高性能ポリマーリチウムイオン電池の研究開発と実用化: ・リチウムイオン二次電池における電解液の高耐熱化、熱安定化 ・Liイオン系系ゲルの電気的特性と二次電池への応用 ・大型リチウムイオン二次電池のための新規複合有機-無機複合全固体電解質の開発 ・高分子ゲルを電解質とするリチウムイオン二次電池 ・ポリマーゲル電解質を適用したラミネート被覆Mn系リチウムイオン二次電池の開発 ・難燃化電解液を使用したリチウムイオン二次電池の性能/等	難燃性電解質の開発として、固体高分子、無機固体、イオン液体の開発が進められている。一般に、これらの物質はイオン伝導性や耐久性の向上が課題となっており、新規材料の探索、合成方法の改良が模索されている。	<大学、公的研究機関> ・岩手大学(馬場 守、他) ・山形大学(立花和宏、他) <企業> ・ソニー(西 美緒)	<大学、公的研究機関> ・九州大学(山本 準一、江頭港、他) ・九州大学大学院(川村哲也、他) ・奈良工業高等(京業 純) ・岡山大学(西原 康郎、他) <企業> ・三洋電機(生川 訓、他) ・NEC(河野 安孝、他) ・日立マテセル(橋谷 慶雄) ・NTTファシリティーズ(辻川知伸、他) ・新神戸電機株式会社(林 晃司、他)
	セパレーター	・リチウムイオン二次電池用セパレーター製造技術と高濃度無機粉体含有重合体膜への展開 ・リチウムイオンポリマー電池の高性能化のための新機能セパレーターの開発	高出力化された電極材料と組み合わせることを想定して、耐熱性セパレーターの開発が進められている。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・福井工業大学(米田 晴幸、正本 順三) <企業> ・GSユアサコーポレーション(河野 健次、他)
		・リチウムイオン二次電池用高性能バインダーの開発 ・R&D バインダーとしてポリアクリル酸を用いたリチウムイオン二次電池用黒鉛負極の特性改善 ・リチウムイオン二次電池用バインダーフリー電極の製造プロセスへの泳動電着法の適用	正極・負極ともにポリフッ化ビニリデン(PVDF)が用いられてきたが、負極材料にはステレン/ブタジエンゴム(SBR)等も用いられるようになっている。	<大学、公的研究機関> ・岩手大学(宇井 幸一、他) <企業>	<大学、公的研究機関> <企業> ・JSR株式会社(亀井 八朗)
製造プロセス	・リチウムイオン二次電池用正極スラリーの調整と塗布・乾燥と電極動作 ・リチウムイオン二次電池用の負極材料の混練・分散とその評価 ・リチウムイオン二次電池用バインダーフリー電極の製造プロセスへの泳動電着法の適用 ・エージングにおける高温・低温充放電サイクル劣化の抑制方法 ・エージング時間短縮のための光速充放電技術開発	セルの製造は、異物の混入を防ぐためクリーンルームで行われる。セルの完成後は、充電・放電・室温放置エージング・高温放置エージング等の検査を繰り返して出荷される。	<大学、公的研究機関> ・山形大学(立花 和宏) ・岩手大学(宇井 幸一、他) <企業>	<大学、公的研究機関> ・大阪府立大学(寺下 敬次郎、他) ・岩手大学(宇井 幸一、他) <企業> ・トヨタ自動車 ・豊田中央研究所	
	・HEV用リチウムイオン二次電池制御回路の開発 ・据置用リチウムイオン二次電池の諸特性とセル電圧調整回路 ・マンガン系系形リチウムイオン二次電池用保護回路と電池の安全性	過充電・過放電・過電流・短絡保護、セルバランス均等化などの機能をもち、トランジスタの低オン抵抗化や小型化に加えて、制御アーキテクチャの最適化が行われている。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・日立製作所(江守 昭彦、他) ・NTTファシリティーズ(松島 敏雄) ・NEC	
制御	・高速度充電のためのリチウムイオン二次電池の正極構造 ・据置用リチウムイオン二次電池の諸特性に対する維持充電電圧の影響 ・角型リチウムイオン二次電池の急速充電時の発熱挙動	LIBは急速な充放電により電池の熱安定性が低下することから、保護回路によって過放電を防止している。更なる安全性の向上を図るため、過放電による発熱のメカニズムを明らかにする研究が行われている。	<大学、公的研究機関> ・山形大学(立花 和宏) <企業>	<大学、公的研究機関> ・豊橋技術科学大学(荒木 拓人、他) <企業> ・NTTファシリティーズ(松島 敏雄)	
	・寿命予測のための加速試験方法の検討 ・寿命予測のための試験データの解析技術開発 ・リチウムイオン二次電池の劣化診断解析法の開発 ・自動車用リチウムイオン二次電池の寿命評価技術及びサイクル劣化要因	組電池化(モジュール化)のための課題の一つとして、劣化判定(余寿命判定)が課題の一つとして挙げられている。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・電力中央研究所(熊井 一馬、他) <企業> ・三洋電機(中谷 謙介、他) ・NTTファシリティーズ(松島 敏雄)	
リサイクル	・浮遊選鉱法を利用した廃リチウムイオン電池からのコバルト酸リチウムの回収 ・リチウムイオン二次電池のリサイクル技術の提案	活物質と導電助剤、カーボン、集電極との分離が難しい点が課題として挙げられる。	<大学、公的研究機関> ・秋田大学(金 泳毅、他) <企業>	<大学、公的研究機関> <企業> ・東芝環境技術研究所(手塚 史展) ・日産金属	
	・リチウムイオン二次電池の劣化メカニズム解明 ・リチウムイオン二次電池の劣化診断解析法の開発	電池リユースを行う際の課題の一つとして、劣化判定(余寿命判定)が課題の一つとして挙げられている。	<大学、公的研究機関> 東北大学(多元 研) <企業>	<大学、公的研究機関> ・電力中央研究所(熊井 一馬、他) ・産業総合研究所 <企業> ・三洋電機(中谷 謙介、他) ・NTTファシリティーズ(松島 敏雄) ・GSユアサ、三菱商事、三菱自動車、リチウムエナジージャパン	
リユース					

(資料) 各種論文書誌情報をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2. ニッケル水素電池

(1) 全体概要

ニッケル水素電池に関する研究開発は、正極関連部材、負極関連部材、電解質などに関する材料分野での研究開発、これらを加工、組み立てていく製造プロセスに関する研究開発、過放電防止や安全性の観点から行われる保護機能、充放電制御に関する研究開発、さらに廃自動車等から電池を解体、選別して再び電池原料としてリサイクルさせるための研究開発など大きく4分野に分けることができる。なお、リチウムイオン二次電池と異なり、ニッケル水素電池の需要は今後維持されることがあっても極端に大きく伸びることはないと考えられていることなどから、ニッケル水素電池に関する研究開発はリチウムイオン二次電池と比較して相対的に件数が少なく、また従来から電池研究に携わってきた企業や大学などに研究開発が集中する結果となっている。

材料分野での研究開発では、すでに実用化から時間の経過している技術ということもあり、比較的技術課題は少なく、現在の希少金属を用いている水素吸蔵合金（負極材）の更なる機能向上を目指した研究開発がある程度である。多くは汎用品を用いるなどして新たな研究開発テーマとして立ち上げられているものは少ない。

製造プロセスについても、リチウムイオン二次電池と異なり安全性の高い二次電池であることから、不純物混入に関しても相対的に要求水準が低く、これらに関する研究開発課題はあまり存在しない。生産性を向上させる観点から、より効率的に活物質を加工できるようにするための研究開発などが企業各社において進められているようである。制御に関するものでは、ニッケル水素電池特有の問題として放電回路上における自然放電が大きいことや充電時の発熱が大きいことなどの問題があるため、これを防ぐための保護回路や充放電制御機能が研究開発されている。このほか、少数ではあるものの、今後使用済みのニッケル水素電池が使用済みハイブリッド自動車や電気自動車などから大量に排出されることを見込んで、大型ニッケル水素電池のリサイクルに取り組む動きが見られる。

(2) 素材関連の研究開発動向

ニッケル水素電池の正極材に用いられる水酸化ニッケル等は、すでにニカド（ニッケル・カドミウム）電池やニッケル亜鉛電池などといった既存のアルカリ二次電池の正極材として用いられてきた歴史があり、技術的な課題は比較的少ない。主なものとしては、効率的な原料生産方法の確立、自己放電抑制に資する原理解明や材料開発、ナノ構造に着目した正極材の開発などがある。負極材に関する研究開発の課題としては、水素吸蔵量や吸蔵条件を向上させるための研究開発などがある。

(3) その他分野の研究開発動向

ニッケル水素電池の特性として、放電回路に長期間放置すると放電が進むほか、容量回復率が低下する傾向もあるため、放電回路上の過放電防止機能に関する研究開発が存在する。また、ニッケル水素電池では満充電時に大きな発熱を伴うことから、発熱挙動の原理説明や充電時の発熱監視機能に関する研究開発も存在する。このほか、残存容量の測定に関する技術の確立を目指す動きがあるものの、劣化特性や予測手法に関する研究が主であり、正確な実測技術を具体的に確立するまでには至っていない状況である。

図表 30 ニッケル水素電池に関する主要な研究開発テーマと研究開発主体

研究分野	技術開発テーマ	現状と課題	書誌検索等における主な研究機関		
			東北地域関連	左記以外	
材料	正極材	ニッケル水素電池の正極特性を決定する各種パラメータに関する研究 ニッケル水素電池の電極材料の硫酸浸出 自己放電を大幅に抑制したニッケル水素電池開発 ナノ構造制御によるLa-Mg-Ni系新規合金の開発	ニッケルカドミウム電池やニッケル亜鉛電池などのアルカリ二次電池の正極として汎用性があり、技術的な課題は少ない。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・東海大学(山本 恭平、他) ・北海道大学(川上 和寿、他) <企業> ・三洋電機(安岡 茂和、他) ・日立マクセル(福永 浩、他) ・豊田中央研究所(森下 真也、他) ・GSユアサコーポレーション(児玉 充浩、他) ・東芝(河野 龍興)
	負極材	・V-Ti-Zr-Ni系プロチウム吸蔵合金のニッケル水素電池の負極としての電気化学特性 ・ニッケル・水素電池用負極材料としての水素吸蔵合金 ・超格子水素吸蔵合金を用いた高容量ニッケル水素電池の開発 ・ポリタイプ積層型希土類-Mg-Ni系合金の開発とニッケル水素電池への応用	様々な金属からなる合金希土類元素を使用する。三洋電機では、ニッケル、ランタン、マグネシウム等からなる合金を使用している。	<大学、公的研究機関> ・東北大学(田村 卓也、他) <企業>	<大学、公的研究機関> ・大阪府大(岩倉 千秋) ・東海大学(吉見 風、他) <企業> ・GSユアサコーポレーション(尾崎 哲也、他) ・三洋電機(中村 宏) ・東芝(河野 龍興)
	電解質	・高分子ヒドロゲル電解質を用いるニッケル・水素電池 ・宇宙機用高圧型ニッケル・水素電池の開発-1-電解液への水酸化リチウム添加の効果 ・リチウム電池の技術動向と一考察：正極活物質、負極活物質、非水電解液、高分子固体電解質について	汎用品であるため、技術的な課題はない。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・大阪府大(岩倉 千秋、他) ・横浜国立大(神谷 信行、他) ・宇宙開発事業団(山脇 弘一、他) <企業> ・新神戸電機(小牧 昭夫、他)
	セパレータ	・親水化微多孔膜セパレータの開発とニッケル水素電池への適用 ・新型二次電池における機能性セパレータの開発	ポリプロピレンなどの不織布が使用される。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・産業技術総合研究所(境 哲男、他) <企業> ・旭化成ケミカルズ(近藤 孝彦、他) ・GSユアサコーポレーション(押谷 政彦、他)
製造プロセス	・ニッケル・水素電池用負極材料の開発と製造技術 ・大型ニッケル水素電池負極の作製方法	リチウムイオン電池に比べて安全性が高く、技術的な課題は少ない。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・大阪府大(岩倉 千秋) ・東海大学(内田 裕久) <企業>	
制御	保護回路	・非常用照明器具向けニッケル水素電池と充電回路 ・高性能二次電池と回路設計	放電状態で長期放置すると容量回復率が低下する傾向があるため、放電回路上に過放電防止回路を設ける必要がある。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> <企業> ・三洋電機(石倉 良和) ・松下電工(小野 慎吾、他)
	充電制御	・ニッケル・水素二次電池のメモリー効果原因の究明と発生防止の試み ・ニッケル水素二次電池の充電時の発熱挙動 ・ニッケル水素蓄電池を用いた屋外電源システム	満充電時に大きな発熱を伴うため、電池の温度管理が重要になる。また、充電状態管理のために監視状態をリセットすることも必要である。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・神奈川大学(佐藤 祐一) ・豊橋技術科学大学(恩田 和夫、他) <企業> ・NTT環境エネルギー研究所(北野 利一)
	寿命判定	・ニッケル水素二次電池の劣化診断及び劣化状態にも適用可能な残容量診断法の開発 ・バックアップ用大型ニッケル水素蓄電池の容量推定と寿命予測 ・ハイブリッド電気自動車用ニッケル水素電池の寿命推定 ・人工衛星用電池の寿命評価	残容量、劣化状態の診断を短時間に正確に推定する方法は未だ確立していない。	<大学、公的研究機関> <企業>	<大学、公的研究機関> ・宇都宮大学(小笠原 悟司、他) ・宇宙航空研究開発機構(桑島 三郎、他) <企業> ・本田技術研究所(南 達郎) ・NTT環境エネルギー研究所(山下 明、他) ・パナソニックエナジー社(暖水 慶孝)
リサイクル	・ニッケル水素電池負極合金のリサイクル ・ニッケル水素二次電池系廃棄物から分離・合成したニッケルのメタンドライフトォーミング触媒特性 ・使用済みニッケル/水素二次電池からの金属有価物の回収プロセス ・湿式処理によるニッケル水素二次電池のリサイクル ・ハイブリッドカー用電池のリサイクル技術開発 ・電気自動車向けNi/MH(ニッケル水素吸蔵合金)二次電池のリサイクルを目的とした解体分別研究	ニッケル水素電池には高価で資源的に少ないコバルトや希土類元素も含まれているが、これらのマテリアル回収までは行われていない。	<大学、公的研究機関> <企業> ・三井金属鉱業(野島 太郎、他)	<大学、公的研究機関> ・東京大学(前田 正史、他) ・岡山大学(三宅 通博、他) ・大阪府立大学(西機 忠昭、他) ・室蘭工業大学(葛谷 俊博、他) <企業> ・三井金属鉱業(野島 太郎、他)	

(資料) 各種論文書誌情報をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

3. 太陽電池

(1) 全体概要

太陽電池は、我が国が1970年代にオイル・ショックを経験して以降、石油代替エネルギー関連装置の一つとして注目され始め、現在は低炭素社会の形成に貢献する重要な再生可能エネルギー関連装置の一つに位置づけられている。このため研究開発の歴史もリチウムイオン二次電池などと比較すると相対的に早い時期から開始されており、結晶シリコン系太陽電池の分野ではすでに量産体制、コスト競争のための研究開発が主となっている。太陽電池に関する研究開発は、光吸収部材（起電部材）、電極、封止材などに関する材料分野での研究開発、光吸収部材を加工して太陽電池パネルにするための製造プロセスに関する研究開発、系統連系との潮流・逆潮流を管理するためや余剰電力を一時的に保管するためのシステム開発、さらに今後の発生増加が見込まれる使用済み太陽電池のリサイクルに関する研究開発など大きく4分野に分けることができる。なお、我が国で先行的に進んでいるリチウムイオン二次電池などの研究開発と異なり、太陽電池の研究開発は欧米やアジア諸国においても盛んであり、生産性向上に向けた研究開発が数多く存在するのも特徴の一つになっている。

材料分野での研究開発では、すでに結晶シリコン系材料が成熟した技術ということもあり、発電効率は低下するものの、より安価なコストで生産することができる薄膜シリコン系や化合物系、また有機・色素系材料に関する発電効率の向上や耐久性向上などに関する研究開発が盛んである。また、従来から存在する結晶シリコン系材料についても生産コスト低減を目的とした薄膜化が試みられている。このほか、太陽電池モジュールとしての長寿命化や生産コスト低減に資するものとして耐候性に優れた封止材の開発やより安価なバックシートの開発などがある。

製造プロセスについてもやはり生産コストの低減につながる研究開発が多く、結晶シリコン系であれば歩留まり向上（破損防止、欠陥チェック機能の強化など）、薄膜シリコン系であれば積層効率の改善、また一貫製造ラインの開発などといった研究開発テーマが目立つ。制御に関するものでは、系統連系を円滑に進めるためのインバータ開発や作動特性に関する研究が多い。このほか、開発当初に導入された太陽電池の耐用年数が近づきつつあるため、今後大量に発生することが見込まれるであろう使用済み太陽電池のリサイクルに関する研究開発も行われている。

(2) シリコン系セルの研究開発動向

シリコン系セルには、結晶系と薄膜系の二種類がある。結晶系は現在最も広く使用されている太陽電池であり、シリコンウェハ（単結晶または多結晶）を利用するため高価であるが、エネルギー変換効率が高い。薄膜系は、ガラス基板上にシリコンを非結晶（アモルファス）状態で薄膜形成してつくる太陽電池であり、エネルギー変換効率は結晶系のものに劣るが、低コストで大面積の電池を量産できる特徴を持つ。

結晶系では、コストダウンのためのシリコン基板の薄膜化が課題であり、Siウェハの薄膜化に伴う割れや反りを抑えるプロセス技術の開発が求められている。薄膜系においては、生産性向上のための薄膜形成面積の拡大、薄膜形成速度の向上が求められ、結晶系に比較して変換効率が低いために、一層の高効率化が求められている。

古くから研究されている太陽電池であり、研究を行っている大学・企業が多い。東北地方においても、複数の大学、企業で研究開発が行われている。

(3) 化合物系セルの研究開発動向

化合物セルは、シリコンの代わりに、様々な化合物半導体を使用する太陽電池であり、化合物の種類によって、省資源、低コスト、高いエネルギー変換効率等の特徴を有する。

化合物系セルには、大きく分けてCIGS系（またはCIS系）とGaAs系の2種類がある。CIGS系はCu（銅）、In（インジウム）、Ga（ガリウム）、S（セレン）を使用する太陽電池であり、既に実用化されているがエネルギー変換効率の向上が課題となっている。また、GaAs系については高いエネルギー変換効率を誇るが、生産コストの高さが問題になっており、その用途は集光型システムの中での活用や人口衛星での利用などに限られる。

化合物系セルはまだ研究段階にあるために、大学や大手のセルメーカーでの研究が主である。東北地方では、東北大学、新潟大学において関連する研究が行われている。

(4) 有機、色素系セルの研究開発動向

光吸収層にシリコンのような無機物ではなく有機化合物を用いる太陽電池であり、安価な材料を使用できることから原料費の低減が期待されている。また、シリコン系のセルのように真空装置を使用する必要がなく、蒸着法や塗布法といった簡易な手法で製造することができるため、製造プロセスの大幅な低コスト化が見込まれている。

しかし、現状ではセルの変換効率が10～11%、モジュールでの変換効率が6%程度と、結晶系に比較して大きく劣っている。また、耐久性についても他のタイプのセルよりも劣っている。有機、色素系セルでは、変換効率と耐久性の向上が課題である。

化合物系セルと同様に、まだ研究開発段階であり、大学や大手のセルメーカーでの研究が主である。東北地方では、東北大学、山形大学において関連する研究が行われている。

(5) その他分野の研究開発動向

光吸収材以外に関する研究開発動向としては、生産コストの低減に資する歩留まり向上（結晶シリコンの薄膜化、破損防止のための仕組みなど）、生産性の向上（薄膜シリコン積層速度向上、一貫生産設備の開発など）が主である。また、我が国では多くの太陽電池モジュールが系統連系を前提にしているため、系統連系を安定させるためのパワーコンバータ等周辺装置やこれに必要なインバータ開発、蓄電池開発も盛んである。このほか、今後大量に発生することが見込まれる使用済み太陽電池モジュールの解体や金属回収・選別に関する研究開発、またLCA評価などに関する研究も行われている。

図表 31 太陽電池に関する主要な研究開発テーマと研究開発主体

研究分野	技術開発テーマ	現状と課題	書誌検索等における主な研究機関	
			東北地域関連	上記以外
材料	<p><シリコン系セル材料の開発></p> <ul style="list-style-type: none"> 結晶シリコン太陽電池セル特性シミュレーション 結晶シリコン太陽電池の高効率化シミュレーション 表面微凹凸構造による高効率多結晶シリコン太陽電池 太陽電池セル用多結晶シリコンの結晶成長に及ぼす双晶の効果 太陽電池多結晶シリコンセルの強度評価 セル温度や環境因子の異なる三層アモルファスシリコン太陽電池の変換効率特性 UV・A・B域射撃字を用いたシリコン太陽電池セルの開発 アルミナセラミック基板上のシリコン薄膜のレーザ溶融結晶化と試作セルの特性 RF-DC結合型プラズマCVD法によるa-Si:H薄膜の成長速度 大面積・高効率結晶薄膜太陽電池セルの開発とスーパーペースループモジュールへの応用 透過型a-Si太陽電池を組み込んだ空気式PV/TIに関する研究 フィルム型アモルファス太陽電池の高出力化技術 プラズマCVDによるa-Si系薄膜製膜時のイオン衝撃の影響 新製法を用いたフィルム基板a-Si太陽電池 太陽電池用アモルファスシリコン膜の劣化現象の解析 高効率HIT太陽電池の開発 フィルム基板薄膜太陽電池の残留応力有限要素解析 フィルム基板a-Si太陽電池モジュールの特性評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・結晶型セルにおいては、コストダウンのためのシリコン基板の薄層化が課題。Siウエハの薄層化に伴う割れや反りを抑えるプロセス技術の開発が求められている ・薄膜系セルにおいては、生産性向上のため、薄膜形成面積の拡大、薄膜形成速度の向上が求められている。また、結晶系に比べて変換効率が低く(薄膜系は約12%、結晶系は約20%)、一層の高効率化が求められている 	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東北工業大学(中川 朋子、他) ・山形大学(廣瀬 文彦、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・エム・セテック(福島県相馬市) ・SUMCO(山形県米沢市) ・スペースエナジー(技術開発センター、福島県いわき市) ・第一通信工業(福島県会津美里町) ・デナルシラン(新潟県糸川市、電気化学工業と日本エア・キードの合併会社) 	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・北見工大(三木 康臣、他) ・東京理科大学(平田 陽一、他) ・東京大学(富田 孝司、他) ・山梨大学(矢野 浩司、他) ・広島工業大学工学部(渡辺 秀樹、他) ・熊本工業大学(守田 啓一、他) ・九州大学(飯塚 広都、他) ・宇田開発事業団(久松 正、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・三洋電機株式会社(丸山 英治、他) ・三菱電機株式会社(有本 智、他) ・京セラ株式会社(福井 隆次、他) ・シャープ株式会社(野元 寛彦、他) ・(株)富士電機(堀口 道子、他) ・(株)カネカ(太和田 善久、他)
	<p><化合物系セル材料の開発></p> <ul style="list-style-type: none"> InGaP/GaAsタンDEM構造太陽電池の研究 化合物半導体シリコン積層構造を用いた超高効率太陽電池の研究 CuInS₂-CuIn_{1.5}S₈系薄膜の構造評価 化合物半導体シリコン積層構造を用いた超高効率太陽電池の研究 1次元数値シミュレーションによるシリコンセルの動作解析-a-Si系化合物半導体太陽電池の動作解析 銅フタロニウム/フラーレン積層膜の光起電力に与える界面電位の影響 高効率III-V族化合物半導体太陽電池(太陽電池材料の結晶工学結晶成長を中心に) 硫化法によるCZTS薄膜太陽電池 	<ul style="list-style-type: none"> ・低資源・低コストに加え、シリコン系の薄膜太陽電池よりも高いエネルギー変換効率が期待されているセルであるが、現時点での変換効率は約14%であり、変換効率の向上が課題である 	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東北大学(秋友 重英、他) ・新潟大学(瀧澤 寿幸、他) <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東京工業大学(山田 明) ・産業技術総合研究所(仁木 栄) ・青山学院大学(杉田 時夫) ・東京理科大学(村山 隆) ・名古屋工業大学(白石 卓也、他) ・熊本工業大学(守田 啓一、他) ・信州大学工学部(中道 博一、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・シャープ株式会社(高本 達也、他) ・ソーラーフロンティア(旧昭和シェルソーラー)(柳屋 勝巳、他) ・ホンダソルテック(鈴木 康浩、他) ・(株)富士電機(藤掛 伸二、他) ・(株)ジャパコエナジー(高本 達也、他)
	<p><有機系セル材料の開発></p> <ul style="list-style-type: none"> 自己組織化 直立有機超格子による光電変換ノ構造設計 有機薄膜太陽電池と表面プラズモン共鳴 オープンセルを目指した色素増感型太陽電池 凝固体色素増感太陽電池 色素増感太陽電池の高効率化と、その新しい展開 高分子系有機薄膜太陽電池の熱安定効果 有機ETの動作機構に及ぼす界面の影響 色素増感太陽電池の高効率化技術 ポリマー電解質を用いた凝固体色素増感太陽電池の高効率化 表面処理した低温度形成化ナタンを積層したバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池 自己組織化を活用した分子太陽電池 	<ul style="list-style-type: none"> ・有機化合物を用いた太陽電池であり、製造が簡単で材料も安価なことから大規模な低コスト化が見込まれる。しかし、現時点での変換効率は他のタイプのセルに比べて低く、また大気中での耐久性に課題がある 	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・山形大学(松島 俊、他) ・東北大学(木村 康男、他) <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東京理科大学(山岸 久美子、他) ・東京大学(藤本 隆之、他) ・静岡大学(長野 昭則、他) ・東京理科大学(荒川 裕剛、山岸 久美子、他) ・九州工業大学(早瀬 修二、南野 隆二、福良 ふみ、他) ・大阪大(平本 昌宏、他) ・工業技術院物質工学工業技術研究所(荒川 裕剛、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・日立マクセル(株)(児島 克典、他) ・シャープ(株)(山中 良亮、他)
電極	<ul style="list-style-type: none"> 高効率多結晶シリコン裏面電極太陽電池セル 空気中コロナ放電を用いた色素増感太陽電池TiO₂電極表面処理 有機結晶系薄膜太陽電池の開発動向と透明電極表面保護膜 色素増感太陽電池における低温プラズマ処理酸化チタン電極の表面構造と光電変換特性 粒径の異なるTiO₂を用いた色素増感太陽電池電極の製作 炭素質薄膜/n-Si太陽電池の高効率化：表面電極の薄層化の影響とITO堆積効果 酸化チタン膜上に形成した有機薄膜太陽電池と効率向上に関する検討 めっき技術の温式太陽電池への応用 - 半導体電極上への金属微粒子析出 - シリコン半導体電極を用いた高効率温式太陽電池 - 金属微粒子による表面修飾 高効率コストな型太陽電池 - 白金微粒子によるn-Si電極表面の修飾 - 裏面電極型Si太陽電池の2次元数値解析 太陽電池の裏面電極用薄膜の作製と評価 太陽電池用透明電極の要求特性 - 色素増感太陽電池 スプリッターゲットを用いたレーザアブレーション法によるZnO系透明導電膜の作製 アモルファスシリコン太陽電池用テクスチャTCO膜の高品質化 太陽電池用テクスチャTCO基板の特性 	<ul style="list-style-type: none"> ・変換効率向上のための、新たな電極構造の開発及び、製造コストダウンのための電極形成技術開発が課題 	<p><大学・公的研究機関></p> <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東京理科大学(山岸 久美子、他) ・東京大学(藤本 隆之、他) ・信州大学(関 拓郎、他) ・相模原大学(宮坂 力、他) ・岐阜大学(小川 俊輔、他) ・名古屋工業大学(渡辺 敬輔、他) ・大阪産業大(鈴木 昌雄、他) ・兵庫産業大学(八重 真治、他) ・和歌山高専(山口 利幸、他) ・九州大学(山田 淳、他) ・北九州工業高専(山田 憲二、他) ・宮崎大学(小嶋 稔、他) ・産業技術総合研究所(加藤 隆二、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・京セラ株式会社(池田 一郎、他) ・旭硝子(佐藤 一夫、他) ・三菱マテリアル(植杉 隆二、他) ・シャープ株式会社(中村 京太郎、他)
封止材	<ul style="list-style-type: none"> PVBフィルム太陽電池封止材への適用 空気中コロナ放電を用いたEVA樹脂とハレックスと新規封止材ハイマリンES 太陽電池封止材の改良による太陽電池パネルの発電効率向上の取組 擬似太陽光照射及び複合環境試験による太陽電池モジュール用封止材の分光特性変化 太陽電池用封止材(EVA)の紫外線及び高温における環境試験 太陽電池の安定性：封止材の影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・封止材にはEVA(エチレン酢酸ビニル)樹脂が主に使用されている。製造コストダウンのために、封止加工工程の時間短縮、樹脂の長寿命化が課題である 	<p><大学・公的研究機関></p> <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・(株)産業技術総合研究所(小島 猛、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・樹クワレ(尾藤 万壽雄、他) ・三井・デュポンポリケミカル(株)(内山 宏志、他) ・サンビック(株)(瀧川 正志、他) ・ブリジストン ・三井化学フアプロ ・エニックス(株)
バックシート	<ul style="list-style-type: none"> 太陽電池バックシートに用いられるポリエチレンフィルムの開発 バリアフィルム技術開発(ガスおよび水のバリア性能の確保) 	<ul style="list-style-type: none"> ・バックシートは、セルや封止材などの部材を保護するために使用される。素材としてはPET、PVF、EVAのフィルムが使用され、複数種のフィルムを積層させる場合が多い。バックシートの課題は、太陽電池製造コストダウンのための更なる長寿命化である 	<p><大学・公的研究機関></p> <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・大日本印刷(福島県泉崎村) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東洋紡績(株)(荒木 良夫、他) ・(株)デンケン(杉本 榮一、他) ・東洋アルミニウム ・エムエーパッケージ ・リンテック ・ノボルタ(オーストリア) ・クレンベル(株)
カバーガラス	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙線から太陽電池を守るカバーガラス 太陽電池モジュールカバーガラスの導電特性(都心地域の場合) 太陽電池モジュールカバーガラスの透過率(汚れが出力に及ぼす影響) 人工衛星用太陽電池カバーガラスの紫外線防止性能 	<ul style="list-style-type: none"> ・カバーガラスには、変換効率向上のための高い透過性と、低反射性、セル保護のための高い強度が求められる。高い透過性と、低反射性の両立のための素材およびガラス表面構造の開発が行われている 	<p><大学・公的研究機関></p> <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・宇宙航空研究開発機構(松田 純夫、他) ・東京理科大学工学部(郡 啓太、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・旭硝子 ・日本板硝子
製造プロセス	<ul style="list-style-type: none"> 結晶シリコン太陽電池におけるセル製造ラインの改革(次世代シリコン太陽電池製造のためのプラズマ技術) 超音波共凝法による太陽電池セル用多結晶シリコンウェハの欠陥検査 タンDEM型薄膜シリコン太陽電池一貫製造ライン 多結晶シリコン太陽電池の新規製造プロセス 水素還元による太陽電池用高純度シリコンの製造プロセス 放射線計を使用した結晶シリコン太陽電池パネルの製造プロセス管理と品質の向上について 金属熱還元法による太陽電池用高純度シリコンの製造プロセス 太陽電池製造プロセスにおけるレーザ加工技術 ロールtoロール方式によるフィルム基板太陽電池製造プロセス 液晶及び太陽電池パネル製造プロセス向け排ガス除去・粉体処理装置 金属シリコンからのプラズマプロセスの開発：SPSでの利用が期待されるシリコン系太陽電池の原料製造プロセス CaF₂の特性の現状と将来展望、実証試験からデバイス開発まで 銅-シリコン溶液を用いた太陽電池用多結晶シリコン薄膜の製造プロセスの設計とコスト評価 工業用金属シリコンを用いた太陽電池基板用高純度シリコン製造プロセスの開発 太陽電池用シリコン製造プロセスにおける軽元素不純物の挙動に関する熱力学的研究 プラズマCVD法による薄膜シリコン太陽電池の工業化に向けて 太陽電池におけるレーザーパターンニングと表面分析 太陽電池モジュールの輸送効率改善 小太陽電池モジュールの輸送効率改善及び包装材使用量の削減 太陽電池素材の高速多点微細加工 放電加工スライズによる次世代多結晶シリコン太陽電池 タンDEM型薄膜シリコン太陽電池一貫製造ライン 大面積薄膜シリコン太陽電池の一貫製造ラインについて 印刷方式による有機太陽電池の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・製造コストダウンのための原料製造、セル形成、モジュール化の3工程プロセス改善が課題(セルの種類によって個々の課題の種類は異なる) 	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東北大(井口 泰幸、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・株式会社アルバック(清水 康男、他) 	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東北大学(向部 徹、善多 浩之、他) ・埼玉大学(荒木 雅子、他) ・京都大学(藤本 隆之、他) ・龍谷大学(和田 隆雄、他) ・北陸先端科学技術大学院大学(増田 淳、他) ・科学技術政策研究所(河本 洋、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・富士電機システムズ(株)(増田 碩之、他) ・東京エレクトロ(株)(石田 大、他) ・大日本印刷株式会社(鈴木 裕行、他) ・住友重機(株)(空田 和彦、他) ・川崎製鉄(株)(加藤 高英、他) ・三洋電機(株)(寺川 朋、他) ・湘日本レーザ(青田 恵、他) ・株式会社ファンリテイ(上野 剛志、他) ・三菱電機株式会社(有本 智、他) ・アブライマテリアル(佐藤 隆哉、他) ・(株)富士電機(藤掛 伸二、他) ・(株)三菱化学(藤本 保之、他)
制御	<ul style="list-style-type: none"> 方位の異なる太陽電池アレイ構成とインバータ方式の検討 電力コンバータD₀-DCコンバータを用いた太陽光発電システムについて 電流形インバータD₀-DCコンバータを用いた太陽光発電システムに関する研究 太陽電池用パワーコンディショナの電流制御方式に関する研究 太陽電池動作点制御機能を持つ連系用インバータとその動作特性 太陽電池設置による空調負荷低減効果 太陽電池出力におよぼすハルス磁界の影響 太陽電池を用いたPWM電流形インバータ駆動誘導機の負荷特性 太陽電池の短絡電流/リフトに基づくMPPT法と系統連系への応用 太陽電池セル一体型用DC/DCコンバータの開発 太陽電池から所望の駆動力を得るための誘導機による系統連系 太陽電池アレイ分散配置システムの構成方式 太陽電池アレイ構成とインバータ方式がシステム経済性に与える影響 太陽電池アレイの部分陰遮蔽制御システム 太陽電池・燃料電池用系統連系インバータ 太陽光発電システムにおけるPWM電流形インバータ誘導機システムの系統連系動作特性 太陽光発電やパワーコンディション応用とキャパシタ蓄電の増大 太陽光発電によるPWM電流形インバータ誘導機システムの構成 太陽光発電における誘導機系統連系システムの安定性とその最大出力制御の検討 太陽光発電システム用閉回路型インバータ制御方式の開発 太陽光発電システムの電磁環境性 太陽光発電システムの安全性のためのサージアブソーバ 太陽光発電システムにおける太陽電池からの放射妨害抑制法 太陽光から一定の機械動力を発生させる誘導機システムの損失比較 人工太陽照度を使用した太陽電池の温度特性による変換効率の向上に関する検討 住宅用太陽光発電設備の特性 広範囲な直流入力電圧に対応した系統連系インバータ 系統連系太陽光発電によるPWM電流形インバータ誘導機システムの運転特性 温度制御熱回収モジュールを用いた太陽電池のアレイの最大出力制御 汚れによる小太陽電池モジュール出力劣化の軽減 パネルの設置位置と建物外皮負荷低減 ニューラルネットワークを用いた系統連系インバータの出力電圧制御法 セル温度及び太陽光の表面反射を考慮した発電効率の予測法 スイッチングコンバータ接続時における太陽電池モジュールの電圧ノイズ特性 PWM電流形インバータによる三相系統連系太陽光発電システム最大出力制御の一方 DC-DCコンバータ接続時における太陽電池パネルの放射ノイズ特性 GSDスタビ回路を用いた高効率昇降圧形フルブリッジDC-DCコンバータ ACモジュールの出力特性解析 2点電力比較山登り法による昇圧および降圧型MPPTの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・系統連系のための出力制御・安定化方法の開発、通信技術を用いた系統側や負荷・蓄電設備との情報共有技術、自律的協調制御技術、モニタリング技術の開発が主な課題 	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・長岡技術科学大学(菅原 重則、他) ・秋田職業能力開発短期大学(工藤 光昭、他) <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・北海道教育大学(北守 達、他) ・福岡大学(榎本 保彦、他) ・武蔵工業高専(森内 基隆、他) ・新龍工業高専(高沢 万里子、他) ・高山工業高専(桑原 道夫、他) ・徳島大学(三島 智和、他) ・同志社大学(堀 洋祥、他) ・東京理科大学(小林 伸一、町田 定之、他) ・東京農工大学(黒川 浩助、他) ・東京都立大学(渡辺 尚夫、他) ・東京電機大学(門田 行生、他) ・大阪大学(小林 光、他) ・鳥根大学(泉 照之、他) ・鹿児島大学(藤田 剛、他) ・名城大学(藤田 隆、他) ・新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)(池田 祐治、他) ・(独)産業技術総合研究所(大関 崇大、他) ・電総研(高島 工、他) ・財団法人電気安全環境研究所(五十嵐 広直、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本電池株式会社(山口 雅英、他) ・竹中工務店(黒木 友裕、他) ・住友電設株式会社(植原 夏介、他) ・三洋電機株式会社(中井 拓夫、他) ・三洋ソーラーインダストリーズ(株)(西脇 秀則、他) ・三菱電機株式会社(川上 知之、他) ・三菱重工(外山 浩司、他) ・九州電工(河野 悦朗、他) ・京セラ株式会社(渡辺 博之、他) ・柳東芝(比嘉 修、他) ・株式会社デンソー(マルハン ラジシユクマール、他) ・明電舎(田中 秀幸、他) ・シャープ(株)(富田 孝司、他) ・キヤン(株)(深江 公俊、他) ・オリスン電機株式会社(斎藤 篤史、他) ・WDB(株)(三島 雅宏、他) ・TDK株式会社(上松 武、他) ・Solar Ark Lab.(阪本 貞夫、他) ・NTT境界領域研究所(田川 國利、他) ・(株)日立製作所(川崎 賢治、他) ・(株)京セラ(コーポレーション)(櫻井 賢一、他) ・(株)福電工(西川 省吾、他) ・(株)岡村研究所(岡村 謙夫、他) ・(株)ソーラシステム研究所(吉岡 伸樹、他) ・(株)NTTファシリティーズ(小西 博雄、他)
リサイクル	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル技術を考慮した太陽電池ライフサイクル評価 レアメタルのリサイクルと太陽電池用シリコン精製 太陽電池用シリコンのマテリアルリサイクル 太陽電池への高シリコンウェハのリサイクル 廃棄・リサイクルを含めた太陽電池のライフサイクル評価 リサイクル対応型太陽電池モジュールの開発 リサイクル対応型太陽電池モジュールの試作およびセル回収試験 高温高圧水を用いた太陽電池モジュールの分解・リサイクル研究 	<ul style="list-style-type: none"> ・セル別のリサイクル手法の確立、リサイクル性を向上させるための設計方法の確立が課題 	<p><大学・公的研究機関></p> <p><企業></p>	<p><大学・公的研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> ・静岡大学(岡島 毅一、他) ・東京大学(向部 徹、他) ・大阪大学(西川 雅子、他) ・産総研(土井 卓也、他) <p><企業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・東電エナ環境(天野 耕治、他) ・(株)インテック(石崎 雅子、他) ・(有)マイクロ マテリアルズ ジャパン(森山 博昭、他)

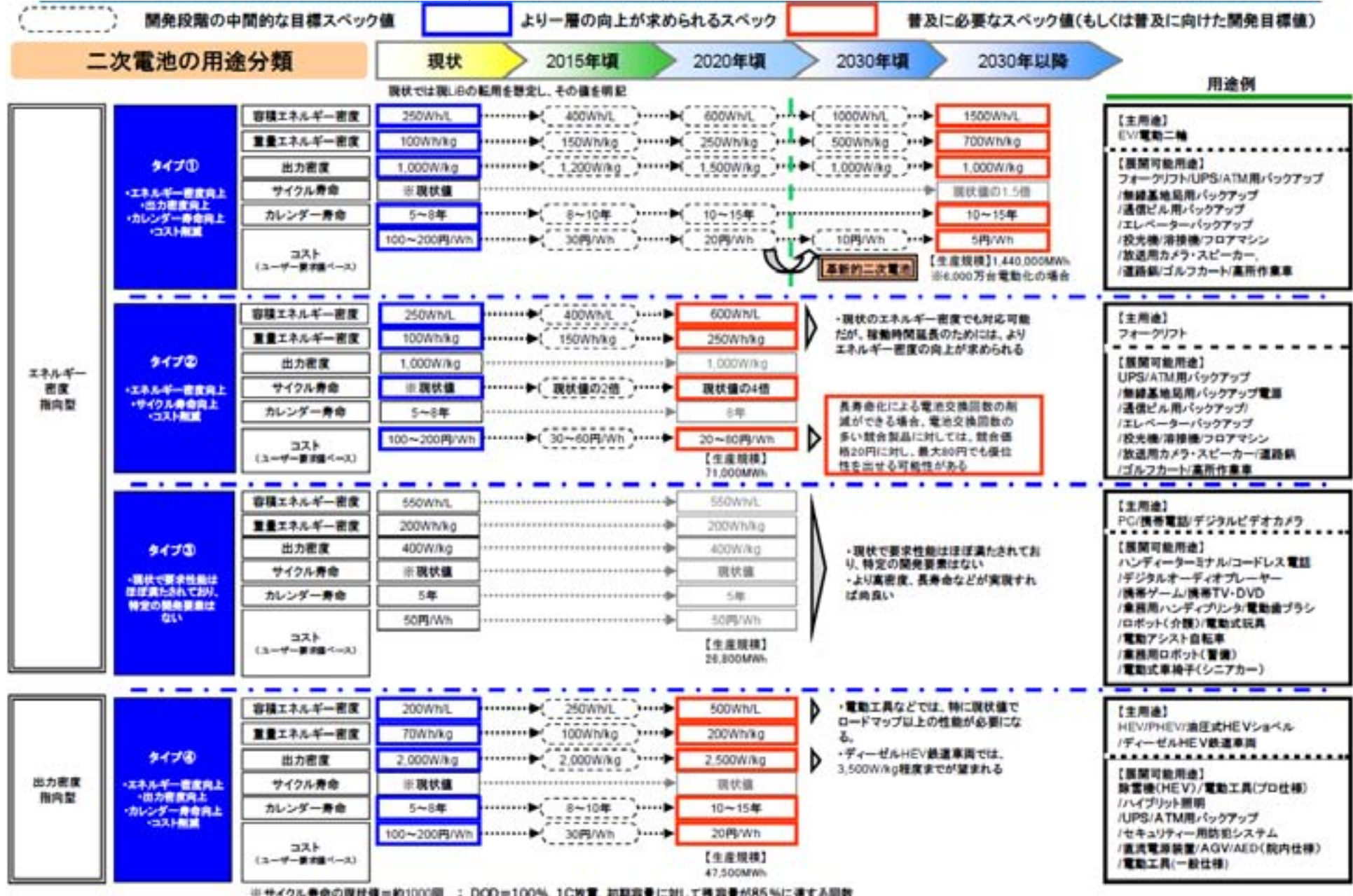
III-3. 我が国における電池開発の目標

NEDOは2009年6月に「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」を作成し、日本が取り組むべき技術課題と研究開発の方向性を示している。しかし、二次電池の用途は、自動車、電力貯蔵、モバイル、フォークリフト、クレーン、産業機械用等、多岐に渡るため、2010年5月に改めて「二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)」を作成し、この中で用途ごとに求められる性能を整理し、それぞれの技術開発課題を明らかにしている。ここでは、電池用途の分類として「エネルギー密度指向型」、「出力密度指向型」、「寿命指向型」の大きく3つの方向性に分類し、さらに具体的な用途別に計7タイプに分類している (図表 32、図表 33)。

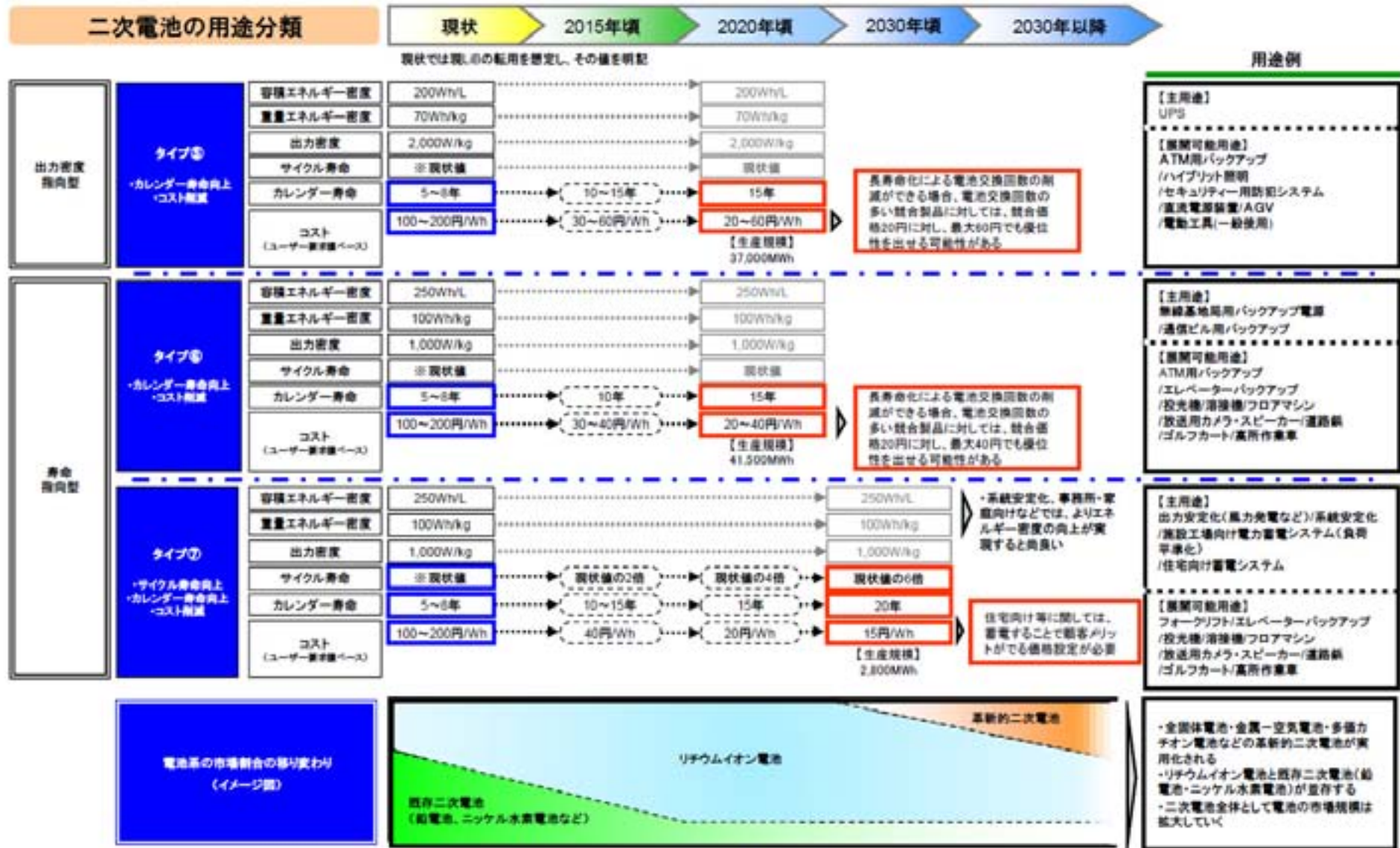
自動車用途に関しては、2008年版の内容を概ね踏襲しており、エネルギー密度向上、出力密度向上、カレンダー寿命向上、コスト削減を開発目標としている。特に、電気自動車・電動バイク用途に関しては、長距離走行に耐え得るものが念頭に置かれていることから、エネルギー密度の高さを重視している。現在の自動車並みの走行距離を確保するためには、重量エネルギー密度を現在の100 Wh/kgから500~700 Wh/kgに引き上げる必要があるとしている。ロードマップの中では、2020年頃に250 Wh/kg、2030年頃に500Wh/kgとすることを目標としている。一方、ハイブリッド自動車、プラグイン・ハイブリッド自動車用途では、瞬間的な大出力を必要とすることから出力密度向上が重視されている。ロードマップでは、現在の2,000 W/kgから2020年頃に2,500 W/kgにすることを目標として示している。

電力貯蔵用途に関しては、深い充放電を繰り返し、さらに長期間使用にも耐え得るものとするため、サイクル寿命向上、カレンダー寿命向上を開発目標としている。また、施設工場や住宅向けの電力貯蔵用途においては、電力貯蔵による経済的メリットも重視されているため、設置コストの大幅な低減も開発目標に組み込まれている。ロードマップの中では、サイクル寿命を現状の約1,000回から6,000回 (2030年頃) に、カレンダー寿命を現状の5~8年から20年 (2030年頃) にすることを目標として掲げている。

図表 32 NEDO二次電池技術開発ロードマップ (1)



図表 33 NEDO二次電池技術開発ロードマップ（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、電池に求められる寿命のこと

(資料) NEDO 「NEDO二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010)」

IV. 東北地域における電池及び関連産業の実態

IV-1. 国内における電池及び関連企業の立地動向

(1) 工場立地動向

図表 34に二次電池組立メーカーの国内工場の立地状況を示す。二次電池組立メーカーの生産拠点は、関西地方に多いという特徴がある。これは、三洋電機、パナソニック、日立マクセル、GSユアサ等の歴史ある電池組み立てメーカーの多くが関西地方に本社を構えているためである。一方、東日本には、ソニーエナジー・デバイスが福島県郡山市に本社を構え、東北地方、関東地方北部に広く生産拠点を有する。近年、次世代自動車用のリチウムイオン二次電池の需要が急増していることから、これらの電池組み立てメーカーは生産規模を拡大させている。

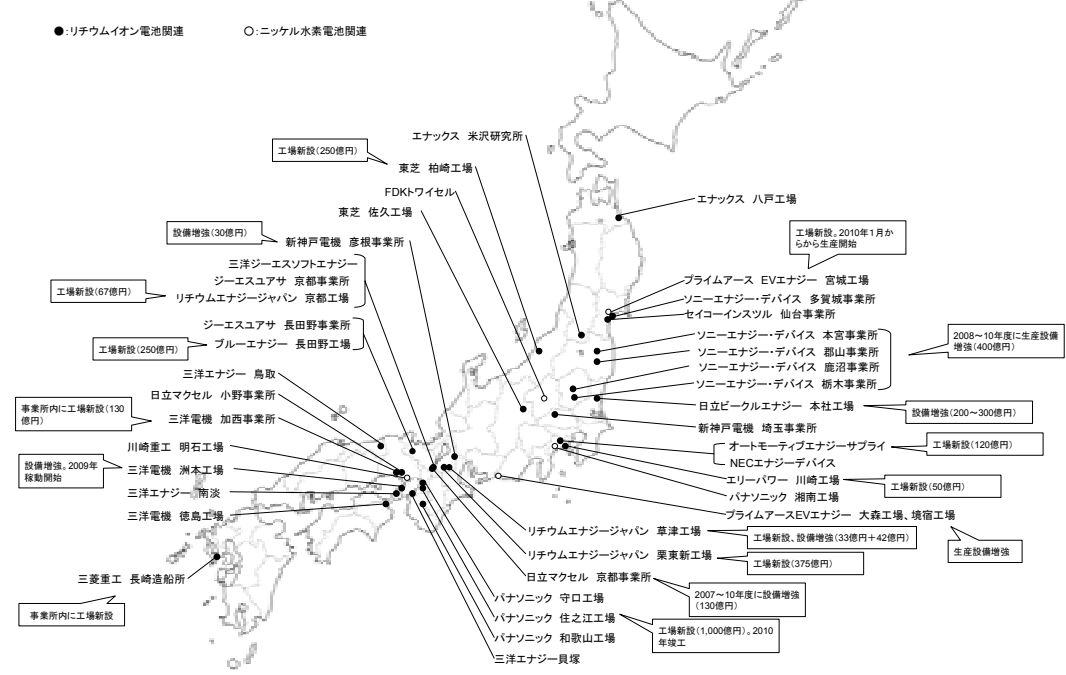
一方で、二次電池事業への新規参入も多く見られる。新規参入者は、関西地方等の西日本だけでなく、東北・関東地方等の東日本に工場を新設する場合もある。例えば、リチウムイオン二次電池組み立て事業に再参入した東芝の場合、新潟県柏崎市に新たな生産拠点を設けている。またベンチャー企業のエリーパワーや、大手企業の合弁会社であるオートモーティブエナジーサプライ（日産・NEC）はそれぞれ神奈川県に生産拠点を新設している。現在、二次電池組立メーカーの生産拠点は、本社の近くに立地するケースが多いが、今後は自動車メーカーへの供給が増加するとみられるため、自動車メーカー近くに生産拠点を構えることも考えられる。

図表 34に二次電池向け関連素材メーカーの立地状況を示す。二次電池の主要4部材である正極材料、負極材料、電解液、セパレータを生産する材料メーカーは、電池組立メーカーと同様に西日本に立地しているケースが多い。この理由として、販売先となる電池組み立てメーカーの多くが関西地方に立地するため、その近くの工業集積地帯（コンビナート等）で生産を始めたためと考えられる。近年は、設備増強や新規参入が相次いで発表されており、国内での競争が激しさを増している。

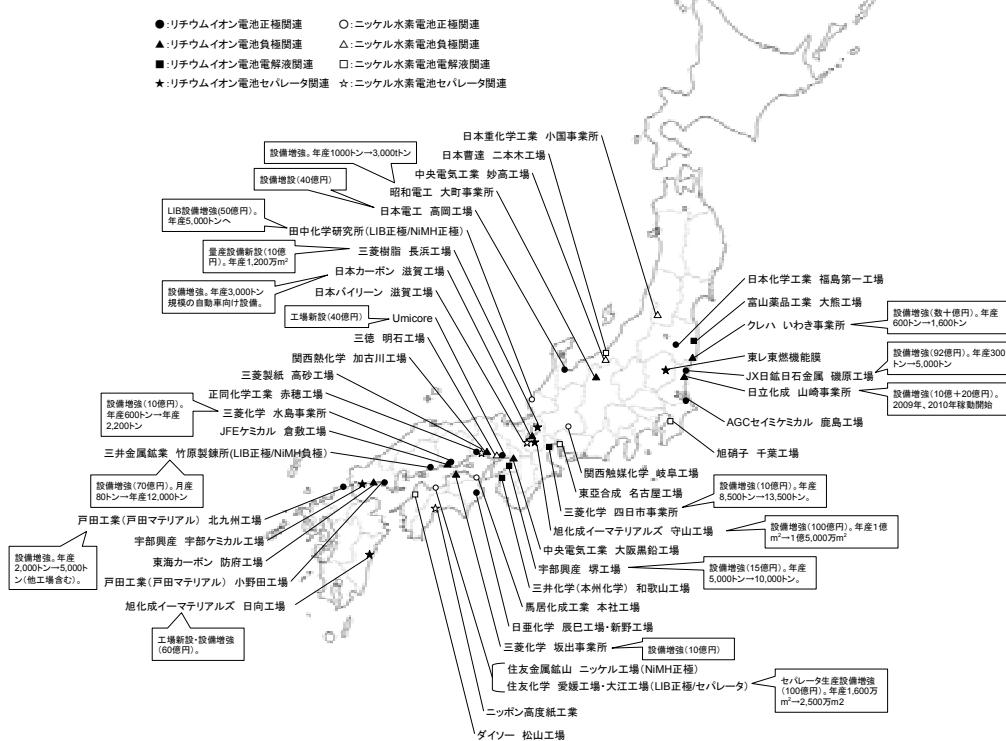
図表 35に太陽電池メーカーの立地状況を示す。太陽電池メーカーも二次電池組立メーカーと同様に西日本に生産拠点が集中する。この理由として、太陽電池を生産する大手電機メーカーの多くが関西地方に本社を構えていることがある。主なメーカーとしては、三洋電機、京セラ、シャープ等が存在する。また、ソーラーフロンティア（旧昭和シェルソーラー）やホンダソルテック等の新規参入メーカーも見られる。

図表 34 電池組立及び電池関連素材メーカーの国内生産拠点

電池組立メーカーの国内工場



電池関連素材メーカーの国内工場



(注) LIB、NiMHはそれぞれリチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池を表す。
 (資料) 日本政策投資銀行「地域・海外レポート(関西)ーバッテリースーパークラスターへの展開ー電池とそのユーザー産業の国際競争力向上へ向けて~(2010年5月)」、日本立地センター「産業立地(2011年3月)」、各社プレスリリースを参考に三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 35 太陽電池の国内生産拠点



(資料) 日本政策投資銀行「地域・海外レポート(関西)ーバッテリースーパークラスターへの展開ー電池とそのユーザー産業の国際競争力向上へ向けてー(2010年5月)」

(2) 事業所立地数からみた東北地域の特徴

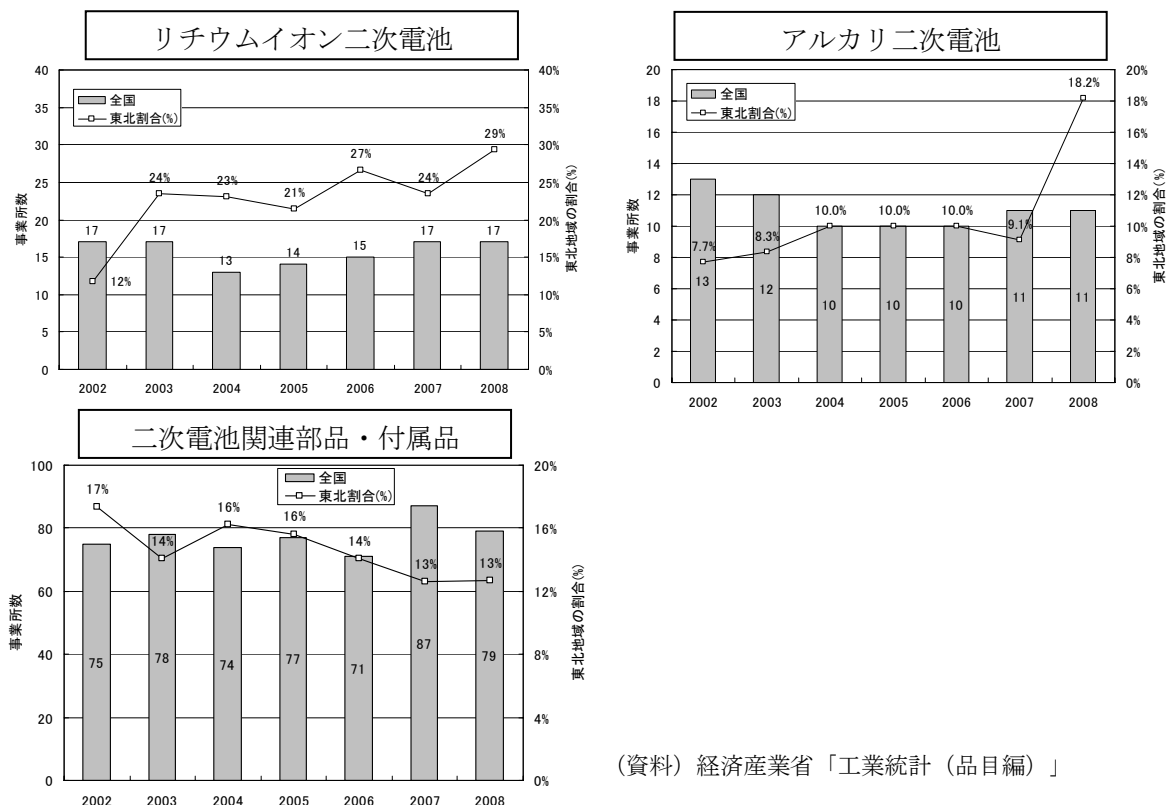
リチウムイオン二次電池やアルカリ二次電池（ニッケル水素電池など）といった二次電池については、関西地方における企業集積が注目されているが、全国に占める東北地域の事業所数割合は増加傾向にある（図表 36）。

電池需要家である携帯電話やパソコンについては、全国に占める東北地域の事業所数割合は一定の値を維持しており、自動車の場合、全国に占める東北地域の事業所数割合は他の製品と比べて少ないものの、現在集積が進む傾向にあり、今後の伸びが期待される（図表 37）。特にトヨタ自動車系列のセントラル自動車や関東自動車工業においては、小型ハイブリッド自動車の生産も見込まれることから、東北地域における電池需要の増加が期待できる。自動車産業向け電池は、電気電子機器産業などといった他の電池需要家向け電池と比較して、製品単価および生産量ともに大きいことから生産金額も大変大きく、ハイブリッド自動車や電気自動車の生産拡大に伴う急速な拡大が見込まれる。

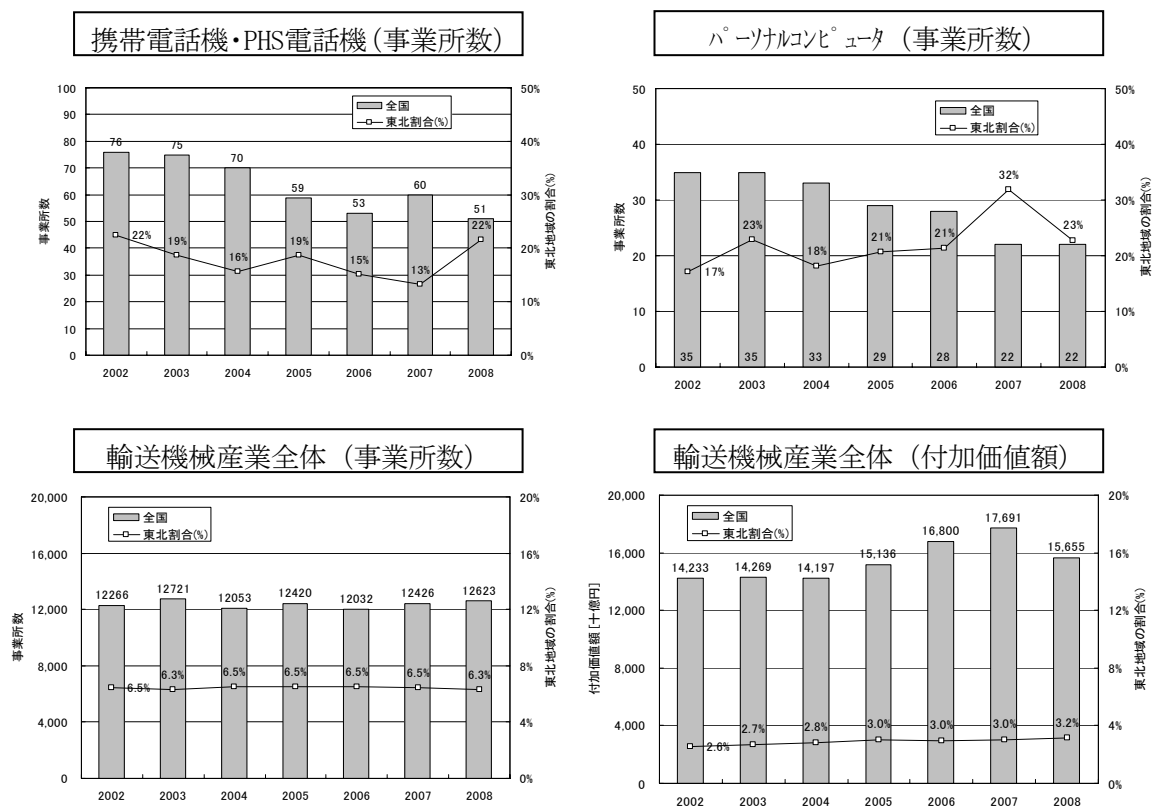
東北地方への自動車産業の集積に伴い、電池メーカーの進出も見られる。トヨタ自動車とパナソニックの合弁会社であるプライムアースEVエナジーは宮城県大和町にニッケル水素電池の生産工場を建設し、2010年1月から生産を開始している。現在、生産したニッケル水素電池は東北以外のハイブリッド自動車生産拠点へ輸送しているが、東北地方でハイブリッド自動車の生産が始まれば、東北地方の自動車工場へ供給する予定である。さらに、将来的には、リチウムイオン二次電池の生産も行われる可能性がある。

東北全域には、電池組み立てメーカー、素材メーカー、リサイクル事業者など幅広く存在する。近年、宮城県大和町にプライムアースEVエナジーの他にも新潟県柏崎市への東芝（電池工場）の進出等があり、今後関連する素材メーカーや部品メーカーの集積が期待できる。

図表 36 全国の蓄電池関連事業所数の推移と東北地域の占める割合



図表 37 蓄電池の需要家となる製品の事業所数の推移と東北地域の割合



(3) 立地する企業と研究機関からみた東北地域の特徴

リチウムイオン二次電池関連では、アSEMBラーとしてソニーエナジー・デバイス、セイコーインスツル、エナックス、東芝などがあり（図表 38）、モバイル用途（民生小型電機電子機器用途）に強みがある。このほか、正極材関連では日本化学工業、中央電気工業が、負極材関連ではクレハが存在する。他地域におけるリチウムイオン二次電池関連メーカーの立地状況と比較すると、保護回路、次世代正極材料（非コバルト系など）、次世代負極材料（非炭素系など）、電解質（リチウム塩、有機溶媒）、セパレータ、集電体などは東北地域に生産拠点がなくない状況である。しかし、世界で始めてリチウムイオン二次電池を製品化したソニーエナジー・デバイスや、安全性や充放電速度に強みを持つリチウムイオン二次電池を生産する東芝が立地している。組み立てメーカー以外にもハードカーボン系負極材料において強みを有するクレハやリチウムイオン二次電池の検査装置で国内トップシェアの東洋システムなど、特定分野において、競争力の高い企業も立地している。このほか、リチウムイオン二次電池の製造装置では、ハイメカなどが東北地域に立地する。

ニッケル水素二次電池関連では、アSEMBラーとして古河電池やプライムアースEV エナジーがあるほか、負極材関連では中央電気工業が存在する（図表 38）。他地域におけるニッケル水素二次電池の立地状況と比較すると、正極材、セパレータなどは東北地域に生産拠点がなくない状況である。

太陽電池関連では、シリコンウェハのメーカーとして、エム・セテック、SUMCO、第一通信工業が存在するほか、薄膜シリコン系太陽電池の原料となるモノシランを製造するデナールシランが存在する（図表 38）。アSEMBラー（パネルとして組み立て）のほか、化合物系や有機系の光吸収材料、カバーガラス、電極材などは東北地域に生産拠点がなくない状況である。このほか、太陽電池の製造装置関連では、アルバック東北、ジェイシーエムなどといった企業が東北地域に立地する。

産業集積および発展のポテンシャルとして東北地域の大学等研究機関をみた場合、他地域（特に京阪地域）と比較して特定の部位やテーマに関する研究開発に止まっている状況である。また、製造現場への応用という視点でみた場合、素材研究と製造・加工に関する研究との融合、また実用化の立場にある企業などとの交流拡大は、京阪地域と比較して必ずしも活発ではなく、今後の拡大が期待される。

図表 38 東北地域及びそれ以外の地域における主要な電池及び関連企業と技術的な強み

	現状と課題	国内の主な大学				国内の主な企業						
		東北		東北以外		東北		東北以外				
		モバイル用途	自動車用途	モバイル用途	自動車用途	モバイル用途	自動車用途	モバイル用途	自動車用途			
リチウムイオン電池	アセンブラー	自動車用途では、大規模な組電池のため、ひとつのセルで発生した不良が他セルへ影響を与えない対策が必要となる。また、大型耐衝撃性や対振動性の確保が課題となる。					ソニーエナジー・デバイス(福島県郡山市) 本宮市、宮城県多賀城市) セイコーインスツル(宮城県仙台市) エナックス(青森県八戸市、山形県米沢市) トーカドエナジー(宮城県白石市)	東芝(新潟県柏崎市) エナックス(青森県八戸市、山形県米沢市)	三洋電機 パナソニック 日立マクセル NEC	GSユアサコーポレーション/ホンダ GSユアサコーポレーション/三菱自動車 日産/NEC 東芝(長野県)		
	保護回路	過充電・過放電・過電流・短絡保護・セルバラン平均化などの機能を持つ。トランジスタの低オン抵抗化や小型化に加えて、制御アーキテクチャの最適化が行われている。				京都大学(引原隆士 他)	京都大学(引原隆士 他)			ミツミ電機 リコー ローム ルネサスエレクトロニクス パナソニック 三洋半導体	ミツミ電機 リコー ローム ルネサスエレクトロニクス パナソニック 三洋半導体	
	製造装置・検査装置	単セルの製造は、異物・水分の混入を防ぐためドラムルームで行われる。セルの完成後は、充電・放電・室温放置エージング・高温放置エージング等の検査を繰り返して出荷される。	山形大学(立花和宏) 岩手大学(宇井幸一 他)	山形大学(立花和宏) 岩手大学(宇井幸一 他)	大阪府立大学(寺下敬次郎 他)	大阪府立大学(寺下敬次郎 他)	ハイメカ(山形県米沢市) 東洋システム(福島県いわき市) ケイテック(宮城県加美郡)	ハイメカ(山形県米沢市) 東洋システム(福島県いわき市)	東レエンジニアリング 日本ガイシ ミヤチテクノス アルバック	東レエンジニアリング CKD ミヤチテクノス		
	正極	コバルト系材料	LiCoO ₂ が使用されてきたが、エネルギー密度向上の限界、コスト、安全性等の問題から、新規正極の開発が進められている。	東北大学(河村純一 他)		富山県立大学(平井敏郎 他) 首都大学東京(金村聖志 他) 東京理科大学(駒場慎一 他) 東京工業大学(谷口泉 他)		日本化学工業(福島県郡山市)		日亜化学工業 本庄ケミカル 田中化学研究所		
		次世代材料	・LiMn ₂ O ₄ は、容量が低いものの、熱安定性が高く大型電池に採用され始めている。高温時のMn溶出の問題があったが、Mnの一部置換等による改善が検討されている。 ・LiFePO ₄ は、導電性に問題があるが、カーボンコーティングやナノ粒子化による改善が実用化されつつある。また、電圧が低くエネルギー密度の点で不利であるため、Feの一部をMnやCoに置換した材料が検討されている。 ・LiNiMnCoO ₂ 系(三元系)は、高電圧でエネルギー密度が高いことが利点であるが、耐高電圧電解液や電極表面の脱離、界面制御等による安定性の向上が課題となっている。	岩手大学(熊谷直昭) 岩手大学(駒場慎一 他) 東北大学(本間格) 秋田大学(大川浩一 他) 新潟大学(佐藤峰夫 他)	岩手大学(熊谷直昭) 岩手大学(駒場慎一 他) 東北大学(本間格) 秋田大学(大川浩一 他) 新潟大学(佐藤峰夫 他)	東京大学(山田淳夫 他) 九州大学(岡田重人 他) 首都大学東京(金村聖志 他) 東京理科大学(井手本康) 名古屋工業大学(中山将伸) 大阪府立大学(辰巳昌弘) 東京工業大学(谷口泉 他) 産総研(吉川純 他) 横浜国大工(高橋史武 他) 佐賀大学(夏永純 他)	東京大学(山田淳夫 他) 九州大学(岡田重人 他) 首都大学東京(金村聖志 他) 東京理科大学(井手本康) 名古屋工業大学(中山将伸) 大阪府立大学(辰巳昌弘) 東京工業大学(谷口泉 他) 産総研(吉川純 他) 横浜国大工(高橋史武 他) 佐賀大学(夏永純 他)	日本化学工業(福島県郡山市) 中央電気工業(新潟県妙高市)	日本化学工業(福島県郡山市) 中央電気工業(新潟県妙高市)	日亜化学工業 日本ガイシ 三菱化学	日亜化学(マンガン酸リチウム、三元系) 三井造船(リン酸鉄リチウム) 住友大阪セメント(リン酸鉄リチウム)	
	負極	炭素系	正極材料に比べて問題は少ないが、高容量化はほぼ限界と見られている。	岩手大学(熊谷直昭) 岩手大学(宇井幸一 他)	岩手大学(熊谷直昭) 岩手大学(宇井幸一 他)	東京理科大学(駒場慎一) 横浜市大(橋本 他) 京都大学(小久見壽八 他) 産業技術総合研究所(境哲男) 物質・材料研究機構物質研究所(田中秀樹 他) 信州大学(小宮山慎悟 他)	東京理科大学(駒場慎一) 横浜市大(橋本 他) 京都大学(小久見壽八 他) 産業技術総合研究所(境哲男) 物質・材料研究機構物質研究所(田中秀樹 他) 信州大学(小宮山慎悟 他)	クレハ(福島県いわき市)	クレハ(福島県いわき市)	日立化成 日本カーボン 三菱ケミカルHD JFEケミカル	日立化成	
		次世代材料	炭素材料よりもエネルギー密度の高い。	東北大学(遠藤裕子)	東北大学(遠藤裕子)	鳥取大学(坂口裕樹) 同志社大学(中井健大 他) 三重大学(西尾 他)	鳥取大学(坂口裕樹)				チタン工業(チタン酸リチウム)	
	電解液	リチウム塩	高リチウム伝導性物質の探索								ステラケミファ 関東電化工業 森田化学工業 富山薬品工業	ステラケミファ 関東電化工業 森田化学工業 富山薬品工業
		有機溶媒	汎用品であるため、技術的な課題は少ない。								宇部興産 三菱ケミカルHD	宇部興産 三菱ケミカルHD
	セパレータ	次世代材料	難燃性電解質の開発として、固体高分子、無機固体、イオン液体の開発が進められている。高温時に、これらの物質はイオン伝導性や耐久性の向上が課題となっており、新規材料の探索、合成方法の改良が提案されている。	岩手大学(馬場守) 東北大学(河村純一 他) 新潟大学(佐藤峰夫 他) 山形大学(立花和宏 他)	岩手大学(馬場守) 東北大学(河村純一 他) 新潟大学(佐藤峰夫 他) 山形大学(立花和宏 他)	大阪府立大学(辰巳昌弘 他) 産業技術総合研究所(辰巳昌昭 他) 岩手大学(熊谷直昭 他)	大阪府立大学(辰巳昌弘 他) 産業技術総合研究所(辰巳昌昭 他) 岩手大学(熊谷直昭 他)	三菱マテリアル電子化成(秋田県秋田市) 日本化学工業(福島県田村郡)	三菱マテリアル電子化成(秋田県秋田市) 日本化学工業(福島県田村郡)	出光興産	出光興産	
		高出力化された電極材料と組み合わせることを想定して、耐熱性セパレータの開発が進められている。			福井工業大学(米田晴幸、正本順三)	福井工業大学(米田晴幸、正本順三)				旭化成 宇部興産 東燃化学 住友化学 セルガード(米国) ダイキン工業 日本ゼオン JSR 住友化学	旭化成 宇部興産 東燃化学 住友化学 セルガード(米国) ダイキン工業 日本ゼオン JSR 住友化学	
	バインダー	正極・負極ともにポリフッ化ビニリデン(PVDF)が用いられていたが、負極材料にはスチレンブタジエンゴム(SBR)等も用いられるようになってきている。	岩手大学(宇井幸一 他)	岩手大学(宇井幸一 他)			クレハ(福島県いわき市)	クレハ(福島県いわき市)				
	集電体(正極)	アルミニウム箔が使用される。									日本軽金属 三菱アルミニウム 東洋アルミニウム 住友金属工業 日本製鉄	日本軽金属 三菱アルミニウム 東洋アルミニウム 住友金属工業 日本製鉄
集電体(負極)	銅箔が使用される。	岩手大学(八代仁 他)	岩手大学(八代仁 他)							吉河電工 日立電線 日本電解	吉河電工 日立電線 日本電解	
ニッケル・水素電池	アセンブラー	リチウムイオン電池に比べて安全性が高く、ハイブリッド車に搭載された実績がある。						古河電池(福島県いわき市)	プライムアースEVエナジー(宮城県黒川郡)	パナソニック FDK(三洋電機から事業譲渡)	三洋電機	
	製造装置	リチウムイオン電池に比べて安全性が高く、技術的な課題は少ない。			大阪府大(岩倉千秋) 東海大学(内田裕久)					東レエンジニアリング アルバック ミヤチテクノス		
	正極	ニッケルカドミウム電池やニッケル亜鉛電池などのアルカリ二次電池の正極として汎用性があり、技術的な課題は少ない。								田中化学研究所 関西触媒化学 住友金属鉱山	田中化学研究所 関西触媒化学 住友金属鉱山	
	負極	様々な金属からなる合金希土類元素を使用する。三洋電機では、ニッケル、ランタン、マグネシウム等からなる合金を使用している。	東北大学(田村卓也 他)	東北大学(田村卓也 他)	東京大学(山田淳夫 他) 産業技術総合研究所(境哲男 他)	東京大学(山田淳夫 他) 産業技術総合研究所(境哲男 他)	中央電気工業(新潟県妙高市)	中央電気工業(新潟県妙高市)	三井金属鉱業 三徳	三井金属鉱業		
	電解液	水酸化カリウム 汎用品であるため、技術的な課題はない。			大阪府大(岩倉千秋 他) 横浜国立大(神谷信行 他) 宇宙開発事業団(山脇弘一 他)	大阪府大(岩倉千秋 他) 横浜国立大(神谷信行 他) 宇宙開発事業団(山脇弘一 他)			旭化成 旭硝子 日本曹達 東京応化工業 日本バイリーン 大和紡績 旭化成	旭化成 旭硝子 日本曹達 東京応化工業 日本バイリーン 大和紡績 旭化成		
	セパレータ	ポリプロピレンなどの不織布が使用される。			産業技術総合研究所(境哲男 他)	産業技術総合研究所(境哲男 他)					ソーラーフロンティア(旧昭和シェルソーラー) ホンダソルテック	
太陽電池	セル	Si系	単結晶系、多結晶系、アモルファス系あるいはそれらの組み合わせによる。近年は、薄膜シリコン太陽電池の開発が進められている。	東北工業大学(中川朋子 他) 山形大学(廣瀬文彦 他)	北見工大(三木康臣 他) 東京大学(富田孝司 他) 山梨大学(矢野浩司 他) 広島工業大学(渡辺秀樹) 九州大学(宮原広都 他) 宇宙開発事業団(久松正 他)				シャープ 京セラ 三洋電機 三菱電機 カネカ			
		化合物系	CIGS系などの新規参入が見られる。ただし、量産化技術の開発が課題となっている。							ソーラーフロンティア(旧昭和シェルソーラー) ホンダソルテック		
	製造装置		成膜用のCVD装置やスパッタ、エッチング装置など真空技術が重要となり、半導体産業からの参入が多く見られる。	東北大学(井口泰孝 他)	東京大学(岡部徹 他) 埼玉大学(荒木裕子 他) 京都大学(藤原弘康 他) 龍谷大学(和田隆博 他) 北陸先端科学技術大学院(増田淳 他) 科学技術政策研究所(河本洋 他)	東京大学(岡部徹 他) 埼玉大学(荒木裕子 他) 京都大学(藤原弘康 他) 龍谷大学(和田隆博 他) 北陸先端科学技術大学院(増田淳 他) 科学技術政策研究所(河本洋 他)	アルバック東北(青森県八戸市) ジェイシーエム(新潟県胎内市、村上市、新潟市) 東北精工工業(山形県山形市)		NPC アルバック 日清紡メカトロニクス 富士電機 アプライド・マテリアルズ(米) エリコンソーラー(スイス)			
		Si系	結晶系は、通常の半導体と同様にシリコンインゴットを作成した後に、スライスしてウェハーとする。薄膜系は、モノシラン(SiH ₄)を水素で薄めて原料として、プラズマCVD法によって薄膜化する。	山形大学(廣瀬文彦 他)	九州大学(古関一重 他) 東京工業大学(小長井誠 他) 産業技術総合研究所(坂田功 他)	九州大学(古関一重 他) 東京工業大学(小長井誠 他) 産業技術総合研究所(坂田功 他)	エム・セテック(福島県相馬市、宮城県亶理郡) SUMCO(山形県米沢市) スペースエナジー(技術開発センター、福島県いわき市) 第一通信工業(福島県会津美里町) デナールシラン(新潟県糸魚川市)		トクヤマ SUMCO(東北以外) 新日本ソーラーシリコン ヘムロック(米) REC(ノルウェー) 太陽日酸 三井化学 トクヤマ			
	光吸収材料	化合物系	CIGS系の場合、銅(Cu)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、セレン(Se)等の構成金属をセレン化法あるいは多元蒸着法によって製膜する。量産化技術の開発が課題となっている。	東北大学(秩父重英 他) 新潟大学(瀬賀寿幸 他)	東京工業大学(山田明) 産業技術総合研究所(仁木栄) 青山学院大学(中田時夫) 東京理科大学(杉山謙) 名古屋工業大学(白石卓也 他) 熊本工業大学(守田啓一 他)				ソーラーフロンティア(旧昭和シェルソーラー) ホンダソルテック			
		有機系	色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池が次世代太陽電池として期待されているが、変換効率や耐久性が課題となっている。	山形大学(松島優 他) 東北大学(木村康男 他)	九州大学(早瀬修二) 東京大学(瀬川浩司) 静岡大学(昆野昭則) 東京理科大学(荒川裕則)							
	カバーガラス	外部からの衝撃や雨などから太陽電池を保護する。			宇宙航空研究開発機構(松田純夫 他) 東京理科大学工学部(都啓太 他)				旭硝子 日本板硝子			
	電極	表面はAgをペーストする。裏面はAgとAlの混合物をペーストする。			東京理科大学(山岸久美子 他) 東京大学(寺本慶之 他) 東海大学(小林元輝 他) 信州大学(関拓郎 他) 岐阜大学(小川俊輔 他) 名古屋工業大学(渡辺敬輔 他) 兵庫県立大学(八重真治 他) 九州大学(山田淳夫 他)				リタケカンパニーリミテド			
封止材	EVA樹脂、PVB樹脂 液体や気体などが太陽電池セル内に混入しないように保護する。			産業技術総合研究所(小島猛 他)		日本化成(いわき市)		ブリジストン 三井化学ファブコ クラレ エキメックス(独)				
バックシート	層間などから発生する湿気を遮断し、太陽電池セルを保護する。					大日本印刷(福島県泉崎村)		東洋アルミニウム エムエーパッケージ リンテック イソボルト(オーストリア) クレンベル(独)				

(資料) 各種論文データベース及び資料等から三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

IV-2. 東北地域に立地する電池及び関連産業企業の顔ぶれ

1. リチウムイオン二次電池

東北地域には、リチウムイオン二次電池の製造に必要な素材メーカーや電池組立メーカーが各地に立地しており、サプライチェーンの上流から下流まで幅広くカバーできる潜在性がある。ただ、後述するようにそれらが互いに結びついて電池産業としての集積を十分成すには至っていない状況である。いずれの生産拠点も交通の便に優れた高速道路沿線に立地しており、域内および域外との速やかな連絡、また移動が可能であることが東北地域におけるリチウムイオン二次電池関連事業者の特徴である。このほか、研究開発に関する拠点として、宮城県、岩手県、新潟県においてリチウムイオン二次電池関連素材や生産技術の研究開発に携わる研究拠点（大学）が存在する。

電池組立メーカーでみた場合、民生用小型用途では宮城県多賀城市と福島県郡山市にソニーエナジー・デバイスの設計・生産拠点が立地しており、自動車用大型用途では新潟県柏崎市に竣工間もない東芝の生産拠点が立地するほか、青森県八戸市にエナックスの生産拠点が立地する。ソニーエナジー・デバイスの両拠点は高速自動車道に面しており、宮城方面、会津・新潟経由による関西方面、いわき方面、東京方面いずれにも交通の便に優れている。また東芝の生産拠点は、地理的に関西地域、関東地域いずれとも高速道路網を通じて近い位置にあり、エナックスの生産拠点は、東北自動車に直結して宮城方面や東京方面へもすぐに移動できる位置にある。

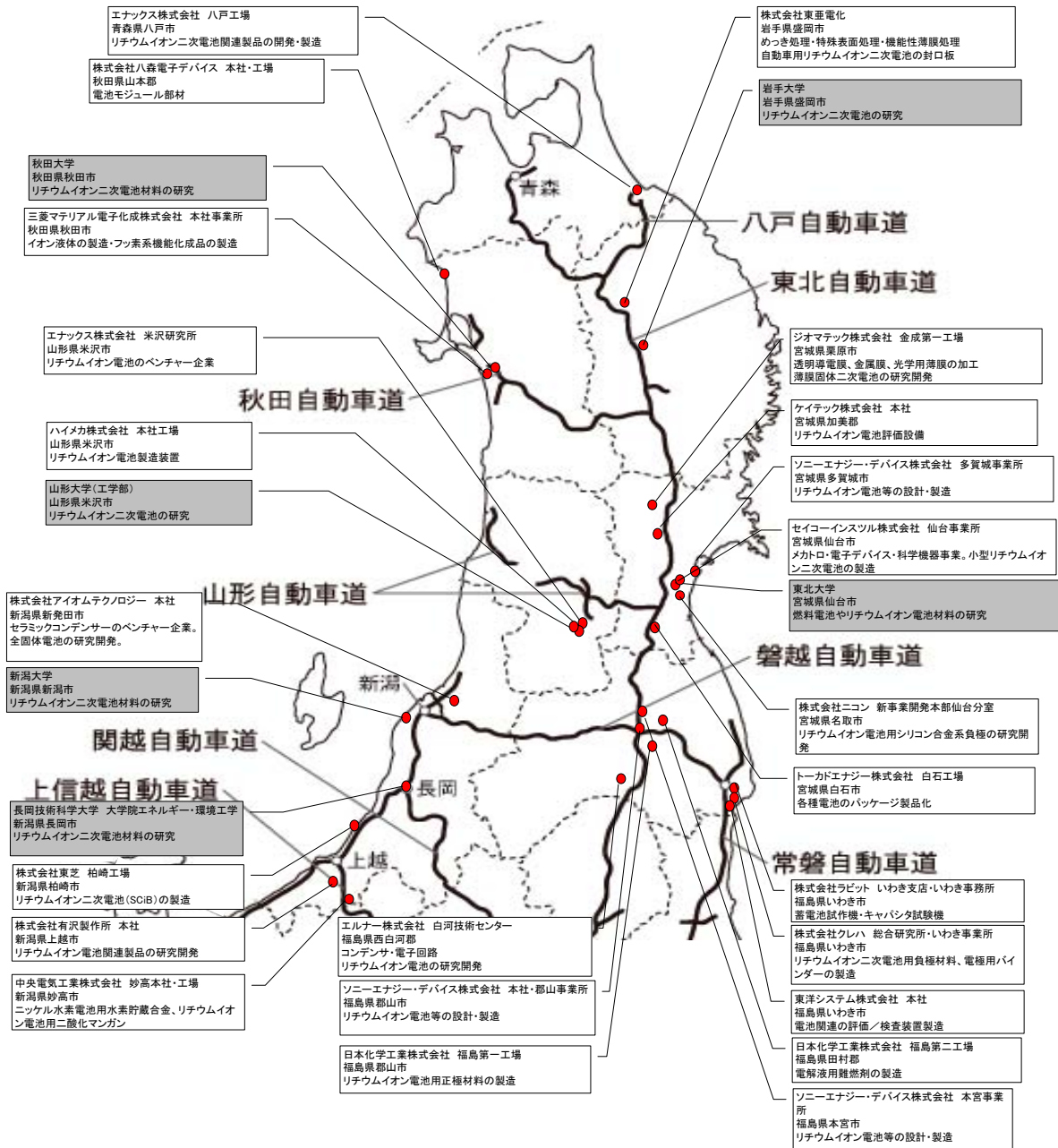
電池関連素材でみると、正極の活物質原料となるマンガン化合物を生産する中央電気工業が新潟県妙高市に立地するほか、負極の活物質となる炭素系材料を生産するクレハが福島県いわき市に、シリコン系材料の研究開発を行っているニコンが宮城県名取市に立地する。このほか、次世代電解質として期待されるイオン性液体を生産する三菱マテリアル電子化成が秋田県秋田市に、バインダーとなるフッ化ビニリデン樹脂を生産するクレハが同様に福島県いわき市に立地する。

電池製造装置および関連検査装置の場合、東北各地に関連事業者が立地している。福島県いわき市には、充放電評価装置を生産する東洋システムが立地しており、山形県米沢市にはリチウムイオン二次電池製造装置を製作するハイメカが立地している。

なお、これら事業者の多くは2011年3月11日以降の東日本大震災による影響で、製造装置の調整や電力消費量の制限による生産休止等を余儀なくされていたが、多くの企業は致命的な損害を受けておらず、2011年4月末現在時点で復旧しつつある。⁶

⁶ 2011年4月14日現在における被災状況は巻末の参考資料を参照のこと。

図表 39 東北地域に立地する電池関連事業者（リチウムイオン二次電池）の地理的分布



(注1) 網がけは大学関連

(注2) 本図表は既往調査や今回調査時における文献、インターネット、インタビュー調査に基づき作成したものであり、調査の限界から本図表で掲載できていない企業の中にも直接的・間接的に電池及び関連産業に関与している可能性がある。

(資料) 各種資料から三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 40 東北地域に立地する電池関連事業者（リチウムイオン二次電池）のプロセス別分布

	電極製造(材料メーカーまたは電池メーカー)	組立(電池メーカー)
生産プロセス		
必要な製造装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ロータリーキルン ・ミルスラリー攪拌機 ・コータ・ドライヤー ・プレス機 ・裁断機(スリッター) ・巻回装置 ・組立装置(ロボットなど) ・充放電装置 ・性能検査装置 ・クリーンルーム ・ドライルーム 	
投入部材		
東北地域に立地する事業者	<p style="text-align: center;">セットメーカー 大学・研究機関</p>	
	ソニーエナジー・デバイス セイコーインスツル 東芝 エナックス トーカドエナジー	新潟大学 秋田大学 長岡技術科学大学 山形大学 東北大学 岩手大学
	材料・部材・加工メーカー 製造装置・検査装置メーカー	
	三菱マテリアル電子化成(電解液) 八森電子デバイス 中央電気工業(正極材) ジオマテック 日本化学工業(正極材) 有沢製作所 クレハ(負極材、バインダー) アイオムテクノロジー ニコン(負極材の研究開発) エルナー	ケイテック ハイメカ 東洋システム ラビット

(資料) 株式会社日本政策投資銀行「バッテリースーパークラスターへの展開(2010年5月25日)」及び図表 41を踏まえて作成

2. ニッケル水素電池

自動車用途等の大型用途では、リチウムイオン二次電池よりも歴史のあるニッケル水素電池であるが、東北地域における関連事業者の立地は必ずしも多くはない。また、ニッケル水素電池に関係する研究開発拠点も多くはない状況である。関西地域や東海地域に立地する生産機能を補完するかたちで立地している拠点多い傾向にある。

電池組立メーカーでみた場合、自動車用途では宮城県黒川郡にプライムアースEVエナジー（旧：パナソニックEVエナジー）が立地するのみである。国内の新たな自動車生産拠点として東北地域に注目するトヨタ自動車グループのサプライチェーンの一部を構成している。東北自動車道に面した立地ということで、関東、中京方面との連絡に優れている。また、電池関連素材でみると、負極の水素吸蔵合金を生産する中央電気工業が新潟県妙高市に立地するのみである。

なお、これら事業者の多くは2011年3月11日以降の東日本大震災による影響で、製造装置の調整や電力消費量の制限による生産休止等を余儀なくされていたが、多くの企業は致命的な損害を受けておらず、2011年4月末現在時点で復旧しつつある。⁷

⁷ 2011年4月14日現在における被災状況は巻末の参考資料を参照のこと。

図表 41 東北地域に立地する電池関連事業者（ニッケル水素電池）

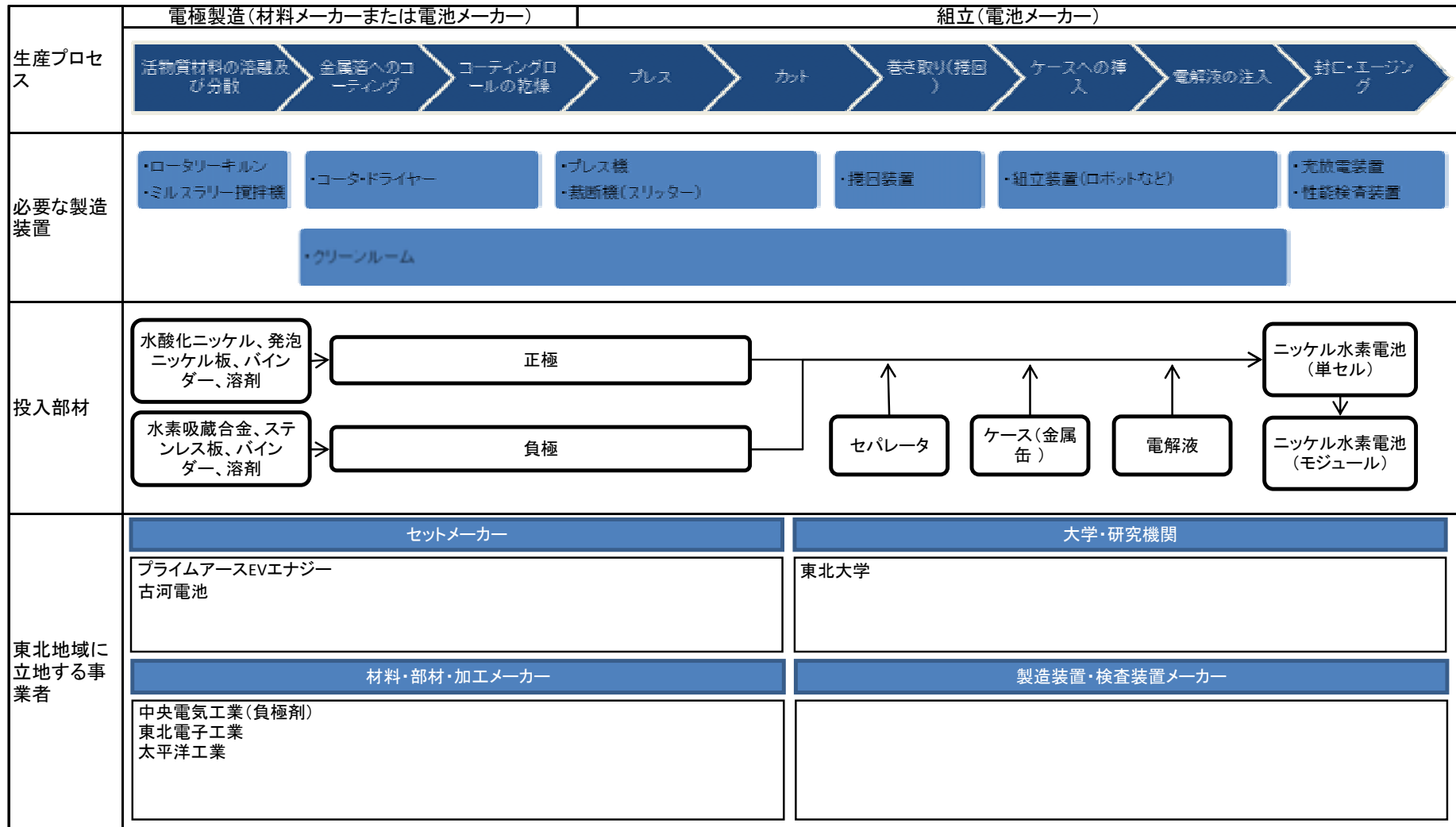


(注1) 網がけは大学関連

(注2) 本図表は既往調査や今回調査時における文献、インターネット、インタビュー調査に基づき作成したものであり、調査の限界から本図表で掲載できていない企業の中にも直接的・間接的に電池及び関連産業に関与している可能性がある。

(資料) 各種資料から三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 42 東北地域に立地する電池関連事業者（ニッケル水素電池）のプロセス別分布



(資料) 株式会社日本政策投資銀行「バッテリースーパークラスターへの展開(2010年5月25日)」及び図表 41を踏まえて作成

3. 太陽電池

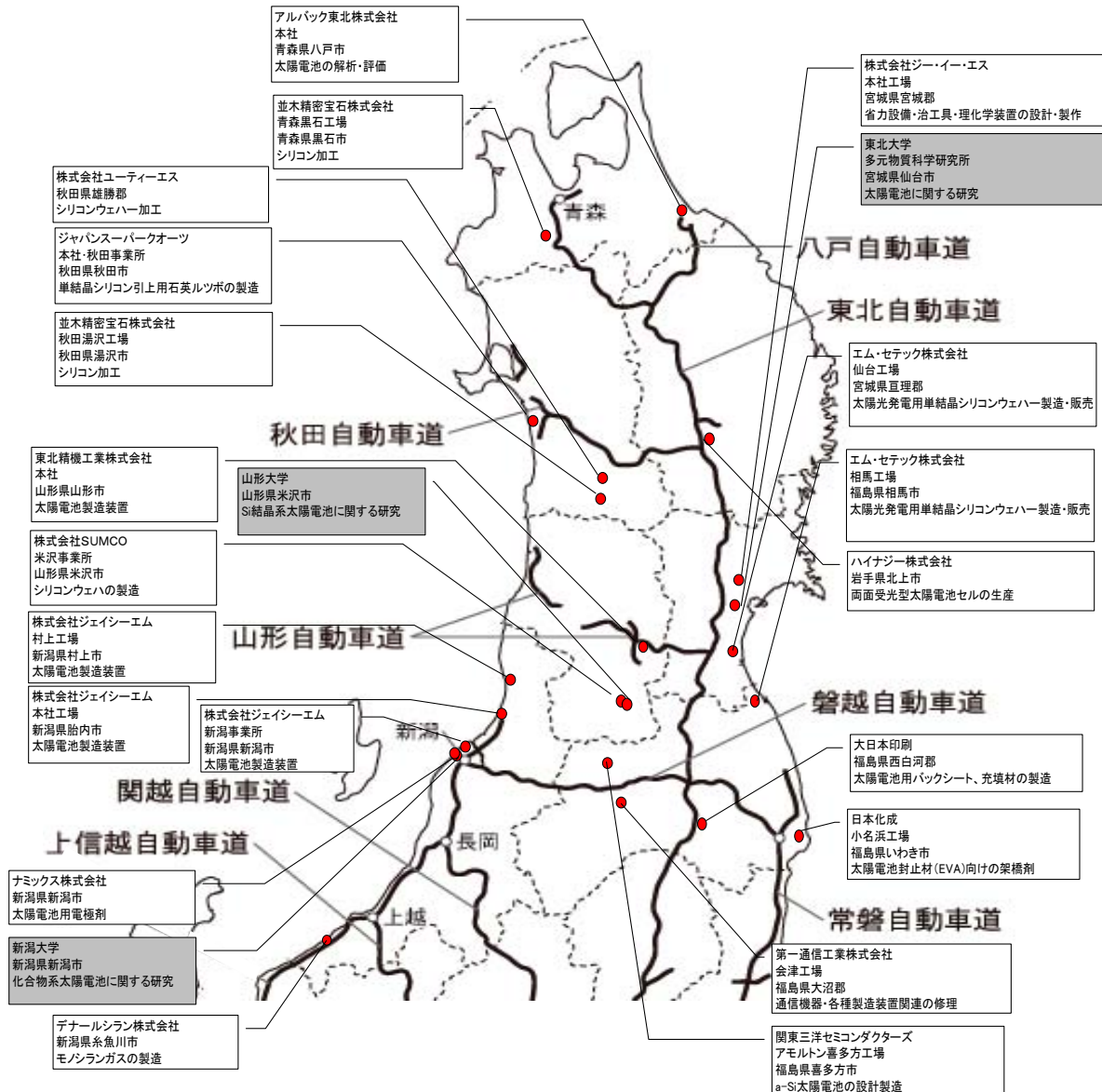
東北地域には、太陽電池モジュールの製造に必要な素材メーカーや組立メーカーが幅広く立地しており、リチウムイオン二次電池と同様、サプライチェーンの上流から下流まで幅広くカバーできる潜在性がある。その後自動車工場や電気電池機器工場に輸送する必要があるリチウムイオン二次電池やニッケル水素電池と異なり、必ずしも高速道路沿線に面した立地とはなっていないという特徴がみられる。宮城県、山形県には光吸収材料の研究開発に携わる研究拠点（大学）が存在する。

太陽電池のパネル、モジュールメーカーでみた場合、福島県喜多方市に関東三洋セミコンダクターズが、岩手県北上市にハイナジーが立地する。電池関連素材でみると、シリコンウェハの生産やこれを加工する事業者が各地に立地しており、青森県黒石市および秋田県湯沢市の並木精密宝石におけるシリコン加工、秋田県雄勝郡のユーティエスにおけるシリコン加工、宮城県亘理郡、相馬市のエム・セテックにおけるシリコンウェハの生産、新潟県糸魚川市のデナールシランにおけるモノシランガス（薄膜シリコン太陽電池の積層原料）の生産がある。また、これらを生産するために必要な関連製造装置でいえば、山形県山形市の東北精機工業、新潟県村上市および胎内市のジェイシーエムにおける太陽電池製造装置（シリコンウェハ製造装置）などがある。

なお、これら事業者の多くは2011年3月11日以降の東日本大震災による影響で、製造装置の調整や電力消費量の制限による生産休止等を余儀なくされていたが、多くの企業は致命的な損害を受けておらず、2011年4月末現在時点で復旧しつつある。⁸

⁸ 2011年4月14日現在における被災状況は巻末の参考資料を参照のこと。

図表 43 東北地域に立地する電池関連事業者（太陽電池）



(注1) 網がけは大学関連

(注2) 本図表は既往調査や今回調査時における文献、インターネット、インタビュー調査に基づき作成したものであり、調査の限界から本図表で掲載できていない企業の中にも直接的・間接的に電池及び関連産業に関与している可能性がある。

(資料) 各種資料から三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 44 東北地域に立地する電池関連事業者（太陽電池：結晶系）のプロセス別分布

	シリコンウェハ製造(材料メーカーまたはセルメーカー)	セル製造(セルメーカー)						モジュール製造(セルメーカー又はモジュールメーカー)			
生産プロセス											
必要な製造装置											
投入部材											
東北地域に立地する事業者	セットメーカー (結晶系太陽電池ではないが、アモルファス系太陽電池のセットメーカーとして「関東三洋セミコンダクターズ」がある)						大学・研究機関 東北大学 山形大学				
	材料・部材・加工メーカー 第一通信工業 ユーティーエス ジャパンスーパーコーツ 並木精密宝石 エム・セテック 大日本印刷 日本化成 (結晶系ではないが、薄膜Si原料を製造する「デナールシラン」がある)						製造装置・検査装置メーカー アルバック東北 東北精機工業 ジェイシーエム ジー・イー・エス				

(資料) 株式会社日本政策投資銀行「バッテリースーパークラスターへの展開(2010年5月25日)」及び図表43を踏まえて作成

IV-3. 東北地域に立地する電池及び関連産業のヒアリング結果

1. 電池組立メーカー

(1) 全体概要

電池事業の立ち上げにあたっては、できるだけ既存の自社設備や技術を活用しながら事業を開始したケースが多い。

電池市場は拡大傾向にあるものの、韓国・中国メーカーが台頭してきており、競争が激化している。このため、研究開発によって技術力の持続的な向上や設備コスト・ランニングコストの引き下げが課題となっている。材料や製造装置の調達においても、調達コストや調達先の技術力・品質が優先される傾向にある。

各社とも自動車分野には期待しているものの、電池の汎用品化に伴い、電池が単なる自動車部品の一つになってしまうことを懸念している。

図表 45 東北地域の電池組立メーカーにおける立地経緯・現状

	概要
事業開始の経緯	<ul style="list-style-type: none"> 電池組立メーカーの多くは、過去に生産していた製品の製造技術・設備を活用する形で事業を開始している。 電池組立メーカーが新規工場を建設する場合、地方自治体の補助金、人材、海外へのアクセス、自社開発拠点からのアクセス、安定的な電源などを勘案して立地場所を決定している。
研究開発体制	<ul style="list-style-type: none"> 電池事業においては、競争力確保のために研究開発が大変重要となっており、持続的な研究開発投資を行う必要がある。 既存の電池組立メーカーは、大学をはじめとする社外の研究機関と連携するケースは少ない傾向にある。この理由は、技術流出を懸念していることなどが挙げられる。
今後の市場観測・事業方向性	<ul style="list-style-type: none"> 各社とも、民生電気電子機器用途は引き続き電池需要が拡大していくと見ている。一方、自動車用途に関しては、電池需要は拡大していくという意見で一致しているものの、本格的な需要拡大のタイミングは各社によって意見が分かれる。
注目の動き	<ul style="list-style-type: none"> 各社とも、韓国・中国メーカーの台頭を懸念している。特に韓国メーカーは政府のバックアップのもとに技術力・ノウハウを身につけつつある。
納品先との関わり	<ul style="list-style-type: none"> 現在、自動車メーカーは電池メーカーと合弁会社を作っているが、将来的には複数メーカーから調達する可能性もある。
調達先との関わり	<ul style="list-style-type: none"> 電池組立メーカーが装置を調達するにあたっては、地場産業から調達するというよりは、コストや技術力において優位性を有する企業から調達する傾向が強い。

(2) 立地の経緯および現状

① 事業開始の経緯

東北地域に立地した経緯として、既存事業からの撤退によって生じた遊休事業・工場の活用や立地状況に優れた工業用地の入手・地元自治体等による積極的な誘致などがある。いずれの場合も電池製造に関する技術的な蓄積が他地域の工場や研究所などでなされており、それを東北地域の事業所に移転させて事業を立ち上げているという点で共通している。もともと類似製品の生産を行っていたり、また各種電池（リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、太陽電池など）の生産に応用可能な製品の生産を行っていたりして、それを東北地域の事業所で具体化させているという特徴がある。

場所の選定では、当然のことながら、自社所有の敷地（遊休工場などがあるなど）で余裕のある場所などが優先的に選ばれていることが多いが、交通・エネルギーのインフラが十分に整備されており、また労力の確保などが容易でかつ地元自治体等から各種支援が得られるような工業団地などに新規進出する場合も存在する。ただこれについても既存の事業所との連絡容易性などが考慮された上で場所選びがなされており、工場の新規立ち上げ時に必要な技術人材の移動が容易であることなどが場所選びの重要な要素になっている。

電池事業の立ち上げ経緯ということでは、社会情勢の変化によってある事業から撤退せざるを得ず、雇用の確保や事業規模の維持を目的として、できるだけ既存の自社設備や技術を応用しながら展開できる新規事業として電池事業が選ばれてきたケースが多く見受けられる。

【ヒアリングから】

- ・ もともと別の製品を製造していたが、需要が低迷していたことから、電池組み立て事業に転換した。もともと製造していた製品の製造技術が電池製造にも応用できたという経緯もある。
- ・ 地方自治体の補助金、人材、海外へのアクセス、安定的な電源などを総合的に考慮して立地を決めた。
- ・ 時代の流れから、もともと生産していた製品の需要がなくなり、新たな事業として電池事業を開始した。

② 社内における研究開発体制および外部研究機関との連携状況

リチウムイオン二次電池の生産に携わる電池組立メーカーを例にした場合、技術的に完成度の高い製品になりつつあり、行われている研究開発の多くが他社と

の差別化を念頭においたものである。結果として、研究開発の内容やノウハウ情報の流出リスクをおそれ、大学をはじめとする社外の研究機関と連携するケースは少ない傾向にある。ただ、薄膜リチウムイオン二次電池の生産技術のほか、安全性やエネルギー密度の点でより優れた電極材料等については、大学との連携も比較的多く見受けられる。

電池産業（特にリチウムイオン二次電池および太陽電池の分野）に見られる共通的な傾向として、中国や韓国の企業による市場参入を受けて、コスト競争が激化する路線上にある。どの企業も自社内の技術・研究開発スタッフを最大限に活用しながら、購入した汎用機の自社内チューニングをはじめ（最終的なチューニングは外部に任せず、自社で完結させる）、独自ノウハウを適用した生産加工方法の改善などを行うことで生産プロセスのブラックボックス化（差別化）を図る傾向にある。実用化までに中長期的な時間を要するような新規素材の開発や次世代電池の開発といったテーマなど、すぐには激しい競争になりにくい分野で外部との共同研究などが好まれる傾向がある。

研究開発へ投資し続けることができる体制を構築しなければ、世界市場での競争力も失われてしまうということで、事業継続に関する当然の前提として、利益を出し続け、また長期的に技術革新していくことの必要性が重視されている。後述する電池関連素材メーカーにも関連することとして、新規材料の開発があるが、これには概して多大な労力と実用化までに長い時間を必要とするため、電池関連素材メーカーだけでなく、電池組立メーカーなども研究開発体制及び資金を充実させることが大前提となっている。

なお、電池産業に関わらず、最先端の材料開発は大学が担い、企業では基礎からの取り組みが難しいテーマについても国内での研究開発力を強化すべきとの意見がある。知財戦略や標準化戦略と絡めながら国際市場で生き残るための方向性を考える必要があるとの意見がある。韓国や中国といった海外メーカーとの間で技術力に大きな差がなくなりつつあり、特に韓国メーカー（サムスンSDIなど）は日本にひけを取らない技術力を身につけつつあることから、単なる技術開発に止まらず、産学官が一体となった産業戦略の立案および息の長い取り組みが求められている。韓国メーカーの躍進に限って言えば、韓国政府による研究開発の支援やFTA締結による競争力の向上なども我が国メーカーとの差別化に影響していると言われるが、日本の技術者が海外に出ていくことで、生産技術の流出や電池関連材料メーカー、製造装置メーカーといった調達先の顔ぶれが知られてしまうという問題点も指摘されている。日本の技術者が日本国内で働きやすい仕組みづくりも長期的な問題として残されている。

【ヒアリングから】

- 電池市場は競争が激化しており、他社との共同研究は技術力を盗まれてしまうリスクがあるので避けたい。
- リチウムイオン二次電池分野では、かなり以前から研究開発に取り組んできたため、特に外部の大学や研究機関と連携して取り組むということはない。
- 次世代二次電池が登場するのは早くても5年以上先になるだろう。基礎的な研究から取り組まなければならないため、研究開発に必要な資金援助があれば役に立つだろう。
- 高度な技術人材を地元で採用することができずに苦戦している。公的機関が人材マッチングの支援を行ってくれることを期待している。
- 競争が激化している電池市場においては、研究開発に投資できなければ世界での競争力を失ってしまう。このためには、継続的に利益を出して、長期的に技術革新していける状態にしなければならない。
- 韓国電池メーカーの技術力向上の背景には韓国政府の存在が大きい。韓国政府は、FTAの締結にも積極的で、研究開発への多大な助成を行っており、このような行政の支援によって競争力をつけている。
- 大学で最先端の材料開発を行い、知財戦略で生き残れるようにならないければ日本の競走優位性も低下してしまうだろう。

③ 今後の市場観測および電池関連事業における事業拡大・縮小の可能性

二次電池の市場では、以前からあるノートパソコンや携帯電話等といった小型電子機器向け市場（モバイル機器向け市場）と電気自動車やハイブリッド自動車といった自動車向け市場とに大きく分けて考えることができる。モバイル用途市場では、民生用途需要が今後も引き続き堅調に伸びていくと見込まれている。また、自動車向け市場は、現在のところ、まだ市場規模は小さいものの、世界各地で運輸部門の低炭素化を図る動きが加速化しており、この動きを受けた市場拡大が急速に進むと見られている。ただし、一方で電気自動車の本格的普及時期を読みにくいということで、ピーク到来時期がいつになるかということについては様々な見解が存在している。一般的な傾向として、ここ5年程度は引き続きハイブリッド自動車が主流であり、大型用途では安全性の確立されているニッケル水素電池が手堅い需要を維持し続けるだろうと見られている。

新たに拡大することが見込まれている分野として、アクティブ型ICカードが期待されており、医療用途等での需要やこれまでパッシブ型が主流であったICカードに薄膜二次電池を導入することで、取り扱い情報に幅を持たせることができ

ると見られている。このほか、リチウムイオン二次電池の安全性向上や各種特性向上、コストダウンなどによってこれまでニッケル水素電池やニッケル・カドミウム電池などが主流であった用途での置き換え需要発生も期待されている。

急速な需要拡大が見込まれているリチウムイオン二次電池であるが、電極材料の選択はいまだ定まったものが存在せず、早期にデファクト・スタンダードを確立させた種類が主流になるとの見方も存在すれば、安全性やエネルギー密度などといった要求スペックに応じて使い分けが生ずるだろうとの見方も存在しており、まだ試行錯誤の時期が続くものとみられる。おそらくリチウムイオン二次電池を搭載した最終製品が一定量市場へ出荷され、それらに対する市場評価が固まるまでは（少なくとも5年程度）、電池に対する要求スペックも試行錯誤の状況が継続する可能性がある。

いずれの企業もリチウムイオン二次電池の将来市場に強い関心を持っており、生産能力の拡充、また生産技術の開発、改善に余念がない状況である。国内にとどまらず、中国や韓国といった海外勢との厳しいコスト競争に入りつつあることから、生産コストの圧縮や高付加価値製品の開発に力を入れている。

東北地域内において主要な電池組立メーカーが生産能力を増強している事例としては、リチウムイオン二次電池関連でソニーエナジー・デバイスの設備増強（栃木事業所に新棟を増築（2010年3月）、本宮事業所の新棟建設）、東芝の柏崎工場落成がある。

【ヒアリングから】

- ・ モバイル機器向け需要は引き続き伸びていくことに加え、自動車用途や、蓄電用途での新たな需要が拡大していき、市場全体はますます大きくなっていくと見ている。
- ・ 100年間の歴史がある内燃機関が簡単に電気自動車に切り替わるとは思わない。自動車産業は製造業の中でも最も大きい産業であり、雇用している人材の専門性なども考慮すれば、全く異なる技術に転換するのは難しいのではないか。
- ・ 非接触型ICカードに薄膜リチウムイオン二次電池を差し込むことで、今までよりも高機能にすることが可能で、リチウムイオン二次電池の新しい市場となる可能性がある。
- ・ これまでは、電池開発の方向性として、エネルギー密度を追求するだけでよかったが、電池の用途が多様化したことにより、用途ごとに最適な材料配合を行うことが重要になると考えている。

④ 注目する同業他社の動向

韓国、中国等の電池メーカーの台頭を危惧する意見が多く、特に韓国の電池メーカーは日本メーカーに劣らないノウハウ・技術力を有していると見られている。一方、中国メーカーがまだ自力で最先端の性能を有する電池を開発するには至らないだろうとの見方が多いものの、安価な人件費は将来的な脅威であるとする向きも多い。また、生産コストの圧縮を追求する中国のメーカーが日本のメーカーではあまり採用していない電極材料の組み合わせなどを採用することで、今後の評価試験方法に関する国際標準化や市場でのデファクト・スタンダードを奪われてしまう危険性があると指摘する意見もある。今後、リチウムイオン二次電池がより汎用的な商品（コモディティ化）になってしまえば、人件費の安さや大規模生産によるコストダウンという点で中国のコスト競争力が脅威になるとの見方で概ね一致している。逆に日系企業の中には、中国へ生産拠点を移転させようとしているところもあり、こうした動きが中国企業の競争力向上をより一層加速させ、また日本企業の脅威となるとの意見も出ている。

日本政府（経済産業省など）が実施する設備投資補助で設備投資のリスクを低下させることはできるものの、長期的には中国や韓国などとのランニングコストで競争力に差（人件費の差）をつけられてしまう可能性もあり、長期的な課題として根本的な生産コストの圧縮（原材料やエネルギーコストの圧縮）や日本国内で生産するものと中国等で生産するものとの棲み分けを考える必要がある。

【ヒアリングから】

- ・ 韓国の電池メーカーは日本メーカーに引けをとらないノウハウ・技術力を身につけてある。韓国の電池メーカーは、実質的に2社（サムスンSDI、LG化学）しかなく、国内市場の奪い合いに気を取られない。また、韓国政府が、研究開発への多大な助成を行っているほか、FTA締結に関しても日本より先行しており、行政の支援効果は大きい。
- ・ 中国メーカーは、最先端の電池を開発する力はないが、人件費の安さでは優位性がある。今後、リチウムイオン二次電池がコモディティ化すれば、中国のコスト競争力は脅威になる。
- ・ 日本国内でも設備投資への補助金はあるものの、中国や韓国と比べてランニングコストの差はある。
- ・ 韓国メーカーや中国メーカーとの技術力の差は徐々になくなっている。特に、モバイル用電池に関してはそれが顕著であるため、日本メーカーはより技術力の差を確保できる自動車用電池の開発に注力している。

⑤ 納品先との関わり方

モバイル機器等の民生用途電池と自動車用途電池とでは、安全基準が全く異なることから、電池の開発ニーズについても大きく異なっており、電池産業はそれぞれ別の製品を生産するつもりで研究開発などに臨んでいる。自動車用途の場合、自動車メーカーや電池メーカー、また材料メーカーが一緒になって情報のやり取りを行って研究開発を行うが、IT機器や家電向け民生用途の場合、アジア諸国の電池メーカーが競争力をつけてきている状況ということもあり、コストを中心に評価されるというドライな取引が増えつつある。そのため、民生用途では製品開発に際しての情報共有が難しい状況となっている。

自動車向け電池の分野では、国内外の電池メーカーと自動車メーカーとが合弁を進めており、近年、自動車向け電池の開発が盛んである。これは電気自動車・ハイブリッド自動車という新製品市場の立ち上がりをきっかけとして、電池メーカーは自動車メーカーのニーズ（自動車向けに求められる条件）を、自動車メーカーは電池関連技術を知りたいという利害が一致したためであると見られている。両者とも秘密保持契約を締結した上で提携を行っているが、自動車向け電池市場はまだ立ち上がり段階であり、今後、状況が大きく変わる可能性がある。

モバイル機器向け市場では、すでに成熟した市場ということもあり、電機メーカーが電池メーカーと連携して電池を開発するというよりは、安価で優れたものを提供できる電池メーカーが選別されている場合が多い。一方で自動車向け市場は、電池技術に関する技術的実績が乏しい自動車メーカーと自動車に搭載する場合に要求されるスペックを知りたい電池メーカーとの利害が一致し、お互いが密に連携して共同開発、生産を行っている場合が多い（垂直連携による内製化）。しかし、自動車メーカーに電池技術が一定程度蓄積されてしまうと電池メーカーとの連携を解消するのではないかとする見方も多く存在する。

市場の拡大とともにリチウムイオン二次電池が汎用化（特に民生用）することで、今後の市場競争は価格面での競争が激化するものと見られており、長期的な競争力を確保する観点から一部の生産プロセスを海外へ移転させることも視野に入れている事業者が多数存在する。

【ヒアリングから】

- 自動車メーカーは早く電池をコモディティ化したいと考えており、将来的には複数の電池メーカーから調達したいのではないかと考えている。現在は、自動車メーカーにとって全く新しい技術である電池に関して電池メーカーと合弁会社を作り、ノウハウを蓄積していると見ている。
- 最終メーカーの要求としては、結局のところコストが最も重要な要素とな

る。

- ・ リチウムイオン二次電池も市場拡大とともにコモディティ化していることとなるため、長期的な競争力を確保していくには、海外で生産しなければならなくなるだろう。海外展開も視野に入れて電池事業の戦略を立てている。

⑥ 調達先との関わり方

リチウムイオン二次電池の場合、電池の最終組立から各種素材の生産までサプライチェーン全体にわたって東北地域に関連事業者が存在する。ただし、必ずしも東北地域内で取引が行われているわけではなく、東北地域外からの調達も多数行われている状況である。東北地域に立地する素材・製造装置メーカーの場合、関東や関西地域に立地する電池組立メーカー等への納入、また同様に電池組立メーカーの場合、関東や関西地域に立地する素材・製造装置メーカーからの調達が行われている模様である。

【ヒアリングから】

- ・ 東北地方から材料や装置を調達することで地場産業活性化に貢献したいという思いはあるが、現実的にはグローバルな競争力がないので難しい。競争が激化しているため、必要に応じては海外から材料や製造装置を調達することも考えなければならない。
- ・ リチウムイオン二次電池の製造装置に関しては、まだ汎用品と呼べるものはない。これまでの設備導入実績がある特定のメーカーに注文が集中している状況である。逆に言えば、特定の技術領域で他に勝るものがあれば、市場への参入可能性はあるだろう。

2. 電池関連素材メーカー

(1) 全体概要

電池組立メーカー同様、電池関連素材メーカーにおいても、既存の自社設備や技術を活用して参入しているケースが多い。

電池用途の拡大に伴い、用途ごとに最適な材料が選択されるようになってきている。このため、顧客となる電池組立メーカーや最終製品メーカーのニーズを把握した上で、研究開発を行うことが重要となっている。

また、コスト競争が激しくなっているため、一部の製造工程を海外に移転することを検討している素材メーカーもある。原材料調達の観点からは、レアメタル等の安定調達を不安視している企業もある。

図表 46 東北地域の電池関連素材メーカーにおける立地経緯・現状

	概要
事業開始の経緯	・ 電池材料分野への参入においては、全くの新規参入は少なく、電池材料の生産に必要な技術や製造設備を元々有していた場合が多い。
研究開発体制	・ 新規材料の開発には多大な労力と時間が必要となるものの、大学と連携している例は少ない（社内完結）。
今後の市場観測・事業方向性	・ 需要先が多様化しているため、各用途の要求スペックに応じて、最適な材料を開発する必要がある。
注目の動き	・ 海外に生産拠点を移すことを検討している材料メーカーも存在しており、技術流出のリスクが懸念される。
納品先との関わり	・ 電池関連材料の開発では、顧客となる電池メーカーや最終製品メーカーのニーズに通じていることが何より重要である。
調達先との関わり	・ 電池材料に使用するレアメタル等を海外から調達している場合、供給リスクが存在する。

(2) 立地の経緯および現状

① 事業開始の経緯

多くの場合、電池関連素材の製造技術そのものではないが、電池の製造に応用可能な技術や設備を有していたこと、また電池関連材料に応用可能な基礎製品の開発や生産を元々行っていたことが事業開始のきっかけになっている。主要な事例を挙げると、比較的設備投資に多額の資金を必要とする電気炉や電解装置などが電池関連材料の生産を手掛けるきっかけになっている。

リチウムイオン二次電池関連の素材では、全くの新規事業として開始したケースは存在せず、いずれも他の電池関連素材や製品を生産しているか、また自動車産業や電気電子機器産業向けに他の基礎素材を納品していたところ、新たに類似製品の開発に至ったというケースがほとんどである。いずれも既存の技術力や生産設備の蓄積が事業開始のきっかけと強く結びついており、新規に事業を開始することの難しさがうかがわれる。

【ヒアリングから】

- ・ もともと金属材料の生産を行っていたが、新しい工場の立ち上げに伴い、新規事業の立ち上げが必要となった。そこで、電気炉等の既存設備を活用することができる電池関連材料の生産を始めることとなった。
- ・ もともと他の用途向けに材料の生産を行っていたが、電池用途の需要拡大に伴い電池材料の開発・生産も行うようになった。
- ・ 特定の材料分野に強みを有していたため、この技術が電池関連材料の開発および生産に結びついている。

② 社内における研究開発体制および外部研究機関との連携状況

多くのメーカーは生産プロセスの改善や汎用機の改造などを自社の技術スタッフに行わせており、大学をはじめとする外部研究機関との連携はほとんど行われていない。むしろ他社との差別化を図る目的から、自社内に一定の研究開発スタッフを残しているケースがほとんどである。外部にノウハウが流出することで競争力が失われてしまうことをおそれており、概して外部との連携には慎重である。

一方で素材開発には長い時間を要するだけでなく、研究開発資金の安定的な投入が必要にもなるため、最先端の材料開発に関しては、同じグループ内で特定企業に研究開発機能を集中させることで自社の負担を減らす取り組みや、大学で

の基礎研究に期待を寄せる考えが存在する(比較的短期的に資金の回収を行わざるを得ない企業で基礎から取り組むことが難しいテーマでの開発など)。

電池組立メーカーほどではないものの、素材生産の分野における韓国メーカーの将来的な躍進を危惧する意見も存在しており、電池組立メーカーと同様、日本の技術者が日本国内で働きやすい仕組みづくりも長期的に考える必要があるとの意見が見られる。

【ヒアリングから】

- ・ 材料分野の研究開発においては、研究開発を行っている時点では成果が得られなくても、将来結実することが多々あるため、持続的な研究開発が自社の競争力向上に結びつくと考えている。
- ・ グループ会社と共同研究を行っており、現在は大学との共同研究は行っていない。ただし、基礎研究に関しては、グループ会社と共同研究を始めるまでは大学とも共同研究を行っていた。
- ・ 材料メーカーの場合、新規材料の開発には多大な労力と時間が必要となる。研究開発力が極めて重要となるので、これが乏しい企業は新規材料の開発は難しいだろう。

③ 今後の市場観測および電池関連事業における事業拡大・縮小の可能性

リチウムイオン二次電池は、モバイル用途での需要の堅調な増加に加え、自動車用途での大きな需要増が見込まれており、電池組立メーカー同様、電池関連素材メーカーにおいても生産能力の拡大が進められている。北米や中国、韓国などで安価な製品が市場投入されるとは見込まれるものの、ハイブリッド自動車が主流となっているうちは日本企業が優位性を保ち続けるとの見方が多い。

東北地域内の主要な電池関連素材メーカーが生産能力を増強している事例としては、リチウムイオン二次電池関連でクレハによるリチウムイオン二次電池用バインダーポリフッ化ビニリデン樹脂(PVDF、商品名『KFポリマー』)の増産(いわき事業所の製造設備(現、年産2,700トン)を2011年7月までに年産4,000トンへ増強)がある。

リチウムイオン二次電池市場の場合、モバイル機器等の民生用途需要が今後も引き続き堅調に伸びていくとの見込みに加え、自動車用途、大型蓄電用途の新規需要が今後一定の割合で拡大すると見込まれることから、全体として堅調な市場拡大が見込まれている。しかし、自動車用リチウムイオン二次電池の市場については、電気自動車の本格的普及がいつになるのかによって市場の規模や拡大速度

が大きく左右されるため、当分の間はハイブリッド自動車向けニッケル水素電池等が堅調に推移し、リチウムイオン二次電池の市場も急激に拡大するのではなく一定割合で堅調に拡大すると見る向きが多い。

自動車向けリチウムイオン二次電池の正極材として、コバルト系以外にマンガン系、三元系など他の材料に注目が集まっているが、民生用途と自動車用途とでは要求される性能が大きく異なるため、民生用途も含めて市場全体がどれか一つの正極材に絞られることはないだろうとする見方がある。

【ヒアリングから】

- ・ 民生用電池はすでにリチウムイオン二次電池が主流であるが自動車用電池は安全性が重視されるため依然としてニッケル水素電池が主流である。リチウムイオン二次電池も今後導入されると考えられるが、当分は安全性やコストの面で優位性があるニッケル水素電池の需要も堅調に推移すると考えている。
- ・ 電池材料市場では、性能の確保はもちろん重要であるが、競争激化に伴い、価格が重要視されるようになってきている。
- ・ 電池材料はその種類によって特性が異なるので、用途に応じて様々な材料が用いられている。

④ 注目する同業他社の動向

材料メーカーについても韓国・中国メーカーが力をつけてきている（最近韓国企業よりも中国企業の台頭が目立つ）が、現在の極めて高度な精度、濃度、不純物管理を必要とする電池産業では、低級用途を除き、しばらく（5～6年）は日本勢が優位を占めると見られている。

市場の拡大とともにリチウムイオン二次電池が汎用化（特に民生用）することで、今後の市場競争は価格面での競争が激化するものと見られている。長期的な競争力を確保するための戦略が必要であるとする事業者が多数存在する。中にはコスト競争力を確保するため、一部の生産プロセスを海外へ移転させることも検討に入れなければならないとする意見もある。

【ヒアリングから】

- ・ 電池メーカーについては韓国や中国企業の台頭が目立つが、材料メーカーについては韓国企業よりも中国企業の台頭が目立つ。
- ・ 同業他社には、海外での生産も視野に入れている企業もあり、技術流出を懸念している。日本企業が優位性を有する材料分野でも海外に新たな競争相手が出現することを恐れている。

- ・ 仮にコスト競争の観点から海外進出せざるを得なくなった場合、コア技術となっているプロセスは日本に残し、エネルギー消費の多いプロセスを海外に移転することが考えられる。

⑤ 納品先との関わり方

リチウムイオン二次電池については、電池の最終組立から各種素材の生産までサプライチェーン全体にわたって東北地域に関連事業者が存在するが、電池組立メーカーの項で既述のとおり、これらは必ずしもお互いに素材供給・調達の関係にはないものとみられる。東北地域に立地する素材・製造装置メーカーの場合、関東や関西地域に立地する電池組立メーカー等への納入、また同様に電池組立メーカーの場合、関東や関西地域に立地する素材・製造装置メーカーからの調達が行われている模様である。東北域内の最終組立工場が存在する場合でもこれに必要な素材や資材を供給する拠点は東北域内にほとんど存在せず、東北域外からの調達に頼っている状況である。

電池関連材料の製造・開発においては、電池メーカーのニーズに適応できることが重要であり、各社によって異なる要求スペックをそれぞれ対応できるような柔軟性が現在のところ競争力の源泉となっている。特に長年のノウハウ蓄積が強く影響しているようである。

自動車向け等の大型用途では、モジュール化したものが重量物になるため、量産体制に入れば需要家に近い立地環境で電池の組立を行うことが見込まれているが、電池材料に関しては生産コストに占める輸送コストがさほど高くないため、電池組立メーカーよりは物流コストを気にせずに済む可能性がある。

【ヒアリングから】

- ・ 電池関連材料の開発では、顧客となる電池メーカーや最終製品メーカーのニーズに通じていることが何より重要であり、こうした情報が研究開発の方向性を決定する。
- ・ モバイル用途は、電池メーカーが主導権を握っており、要求スペックが突然変更されるリスクがある。
- ・ 自動車分野は、まとまった受注が見込めることや、比較的急なスペック変更のリスクが少ないことから、材料メーカーにとって期待が大きい。ただし、自動車産業の特徴として特定グループと取引を行うと、他の自動車グループと取引を行うことができなくなってしまうという問題がある。
- ・ 電池材料は、一見重量物のように思われるが、実際には販売コストに占める物流コストの割合は小さい。日本国内に供給する限りでは、物流コスト

の観点で地域の差が出ることはない。

⑥ 調達先との関わり方

素材メーカー全般が抱える問題として、新興国の台頭によって原材料の調達市場が買い手市場から売り手市場に変わりつつあるため、これまで安価で安定した調達が難しくなりつつあるという問題に直面している。そのため、素材メーカー各社は原材料の調達体制を強化する方向に動いている。

【ヒアリングから】

- ・ 中国などに依存している原料もあり、安定調達の面で不安はある。これまでは材料は入手できるのが当たり前であったが、今後は原材料を安定的に確保することがより重要になるだろう。

3. 電池製造装置・検査装置メーカー

(1) 全体概要

製造装置メーカーにおける電池産業への参入は、各社がこれまでに培ってきた技術をコア技術として電池製造装置に応用できる場合に比較的容易であると見られる。

製造装置業界では、汎用品化した製造装置について新規参入のハードルが低下し、新興国メーカーの参入による価格競争が激化している。一方、高度な技術力が求められる先端分野では、比較優位を有する優れたコア技術がない限り、新規参入は難しいと見られる。ターンキーシステムとして製造装置を一括納入する場合には、しばしば自社にない技術を有する同業他社と共同開発を行うことがある。

ただし、製造プロセスの大半は最終製品メーカーがブラックボックス化しており、必要な製造装置を販売しても、最後は電池メーカーが独自にチューニングを行って利用することが多い。

図表 47 東北地域の電池製造装置メーカーにおける立地経緯・現状

	概要
事業開始の経緯	<ul style="list-style-type: none">各社がこれまでに培ってきた技術をコア技術として電池製造装置に応用することで参入していることが多い。
研究開発体制	<ul style="list-style-type: none">製造装置の開発にあたっては、大学と連携するよりは、納入先となるメーカーと連携することが多い。ターンキーシステムの開発にあたっては、複数の製造装置メーカーが互いの得意分野を活かして共同開発を行う例もある。
今後の市場観測・事業方向性	<ul style="list-style-type: none">汎用品化した製造装置の場合、参入は容易であるが、価格競争が激化している。先端分野については、高度な技術力やノウハウが必要なことから、新規参入は非常に難しいと見られる。
注目の動き	<ul style="list-style-type: none">新興国メーカーの参入によって、日本メーカーも価格を下げざるを得ない状況になっている。
納品先・調達先との関わり	<ul style="list-style-type: none">セットメーカーは製造プロセスをブラックボックス化したいという意向が強い。製造装置を導入する際には、ユーザーが使用するその他の製造装置とのすり合わせノウハウなども必要になる。

(2) 立地の経緯及び現状

① 事業開始の経緯

電池組立・素材メーカーと同様、電池製造用として全く新規に開発したケースは存在せず、これまで他の用途（半導体加工、鍛造、フィルム製造など）向けに製作していた装置やこれまでに培ってきたノウハウなどを電池製造用にも応用したというケースがほとんどである。

リチウムイオン二次電池関連では、保護回路、電極加工装置、検査装置などがある。太陽電池関連では、薄膜形成装置やセル検査装置の生産を行っている。ニッケル水素電池に直接関係する製造装置は存在しないが、製造装置に付随する検査・評価装置などはリチウムイオン二次電池と共通している。

【ヒアリングから】

- ・ これまでもコア技術をもとに応用分野を広げてきた。その一貫として、太陽電池製造装置など新しい分野を開拓してきた。
- ・ 東北への工場立地の経緯は、もともとは販売先地域での棲み分けを考えており、東日本の製造拠点として設立されたという経緯がある。

② 社内における研究開発体制および外部研究機関との連携状況

量産用装置と試験用装置とでは仕様が全く異なるため、量産用装置の研究開発は大学ではなく、企業どうしの連携となることが多い。電池製造装置を一括納入するケースとして、ターンキーシステムの製造・販売があるが、ターンキーを構成する全装置が1社単独の得意領域とは限らないため、多くの場合、他のメーカーとの共同開発を行っている。

【ヒアリングから】

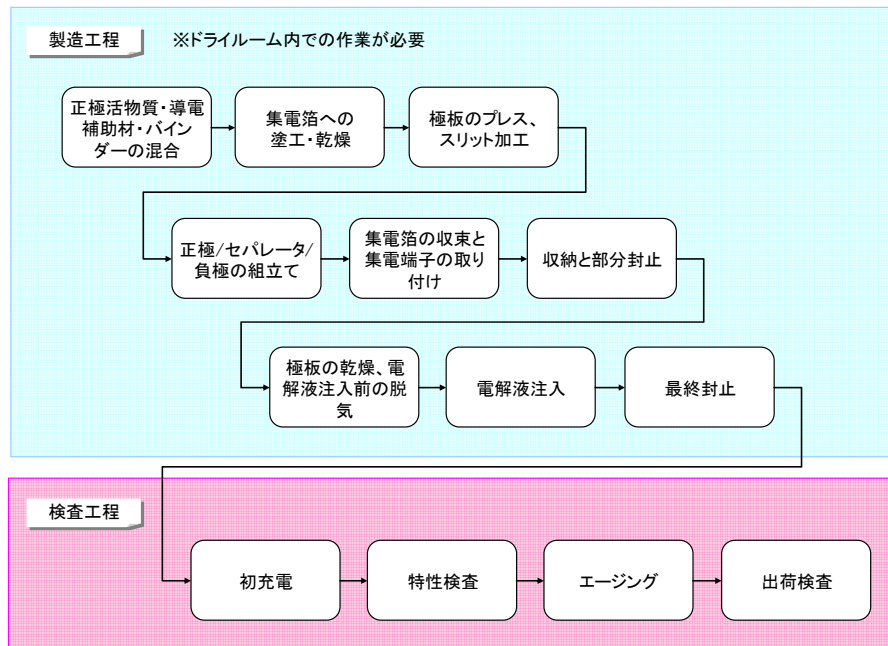
- ・ 製造装置自体は大学と共同研究を行うよりは、納入先となるメーカーと共同研究を行うことが多い。
- ・ ターンキーシステムの場合、構成する装置全てが得意領域とは限らないので、不得意な分野は、他の装置メーカーと共同開発を行っている。

③ 今後の市場観測および電池関連事業における事業拡大・縮小の可能性

リチウムイオン二次電池の製造工程で特に重要視されているのは、電極の薄膜化（金属箔の薄肉化および活物質の薄膜化）、効率的な塗工技術の確立、効率的に混合・分散させるためのバインダー関連技術の確立に絞られる。したがって、

これらの分野で優れた要素技術を確立できれば、商業面での可能性は大きいものがある。ただし、これらの工程は電池の種類やメーカーによっても千差万別であることから、現場ニーズに応じた調製能力も必須となる。組立工程の自動化装置についてみれば、自動車用の大型電池製造ラインについて実績を有する事業者が少ないことから、この分野における技術蓄積が今後の課題である。

図表 48 リチウムイオン二次電池の製造プロセスフロー



(資料) セミナー資料を元に三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

太陽電池向け製造装置については、金融危機以前は薄膜シリコン型太陽電池の市場へ新規参入する事業者が多く、製造装置についても需要が急速に伸びていた。これは、スペインやドイツ等の固定価格買取制度の影響でシリコン需要が急速に拡大し、シリコン価格が高騰していたためである。しかし、金融危機後は、シリコン原料価格が大幅に低下したことによって薄膜シリコン型太陽電池への参入が少なくなり、さらに景気低迷の影響で設備投資が低下している。さらに、現在は、太陽光パネルメーカーの生産能力が過剰気味であると見られており、パネル供給がだぶつく傾向にあることから、結果として製造装置に対する需要も停滞している状況である。

政府による工場建設補助は、一時的なリスク低減の効果があるものの、最終製品の市場を拡大させない限り、製造装置への需要も停滞してしまうとの意見が多

い。そのため、国内生産の継続を念頭におくならば、最終製品の国内外需要を喚起するための施策とセットで進めていくことが重要である。

また、急速な需要拡大が見込まれているリチウムイオン二次電池であるが、電極材料の選択はいまだ定まったものがなく、早期にデファクト・スタンダードを確立させた種類が主流になるとの見方も存在すれば、安全性やエネルギー密度などといった要求スペックに応じて使い分けが生ずるだろうとの見方も存在しており、まだ試行錯誤の時期が続くものとみられる。おそらくリチウムイオン二次電池を搭載した最終製品が一定量市場へ出荷され、それらに対する市場評価が固まるまでは（少なくとも5年程度）、電池に対する要求スペックも試行錯誤の領域に止まり続ける可能性がある。

リチウムイオン二次電池の製造設備では、まだ汎用品と呼べるものはなく、設備の導入に際しては、豊富な実績を有する特定メーカーに向けて発注されることが多い。しかし一方で、まだ市場のニーズが固定化されていない市場ということもあり、特定技術で他社に勝る要素技術を確立できれば、市場参入の可能性は十分に残されている状況である。

【ヒアリングから】

- ・ 工場建設への補助金は、建設時に一時的にメリットが出るものの、最終製品の需要がなければ、製造装置に対する需要も低迷してしまう。最終製品の需要を増やす施策にも力を入れて欲しいと考えている。
- ・ 汎用的な装置に関しては、コスト競争力の高い中国メーカーが有利である。先端技術分野ではすり合わせのノウハウがないと新規参入は相当難しい。

④ 注目する同業他社の動向

海外企業との間で電池のコスト競争が始まれば、我が国の電池メーカーもこれに応えるため、生産コストを低減させるための製造ラインを導入せざるを得なくなる。そのため、製造装置の開発ニーズは常に変化し、また同じものを長く作り続けることは難しい可能性がある。さらに製造装置についても電池メーカーが初期投資を圧縮する傾向にあるため、性能向上のみならず、コスト低減も求められる。

【ヒアリングから】

- ・ 近年は韓国の装置メーカーが台頭してきている。韓国メーカーは日本メーカーに比べて、人件費や法人税の面から有利であり、日本メーカーも価格を下げざるを得ない状況になっている。

⑤ 納品先・調達先との関わり方

電池メーカーは基本的にこれまでに実績のある装置メーカーへ発注をするケースが多いため、全くの新規参入は難しい状況である。そのため、既に実績を有するメーカーと提携し、トータル・ソリューションの提供を行う組織の中に入り込んで実績づくりを目指すという考え方がある。また、同じ用途であっても企業によって要求性能が異なることから、同業他社とコンソーシアムを組むなどして、設計・開発ノウハウを集中させ、ユーザーニーズに一番適合した装置を速やかに開発できるようにする必要もある(実際に他社からの紹介で納入が決まることも多い)。まだニーズが十分に固定しない市場であるため、何か競争力のある要素技術を一つ確立できれば(その分野での第一人者になる)、自然と情報がそこへ集まりやすくなるため、同業他社と連携してでも具体的な実績を早々に築き上げることが重要である。

同業他社とのコンソーシアムの形成による販売戦略(関西地域A社の例)

- 同社は、リチウムイオン二次電池の正極材材料を混合・分散させる際に使用する攪拌機のメーカー
- リチウムイオン二次電池のセットメーカーは、これまでに実績のあるメーカーへ発注することが多く、全くの新規参入は難しい
- そこで、同社は同じ攪拌機分野の他社とコンソーシアムを組んでセットメーカーへの営業を行っている
- 同じ攪拌機でも、特性は各社で異なる。他社と連携することで、様々な特性の攪拌機を提供でき、セットメーカーは自社のニーズに一番合ったものを選択できるということが売りになっている
- 各社の技術がオンリーワンであれば、互いの市場を食い合うことなく、win-winの関係を築くことができる
- 実際に他社からの紹介で納入が決まった実績、他社を紹介した実績がある

リチウムイオン二次電池向け製造装置の場合、二次電池メーカーがまず試験を行って、メーカーの要求仕様を満たすか満たせそうとの見込みが立って初めて納入候補となるケースがほとんどである。電池関連材料の研究開発とは異なり、メーカーへの営業提案、また連携しての研究開発を行っているわけではないため、ある程度具体的な装置を製作しなければ参入は難しい状況にある。

太陽電池向け製造装置の場合、薄膜シリコン系ではターンキーシステムとして一括納入することが多いが、結晶シリコン系では製造プロセスの一部分を担う製造装置を納入することが多いという違いがある。製造プロセスの大半は最終製品メーカーがブラックボックス化をしており、必要な製造装置を販売しても、最後は太陽電池メーカーが独自にチューニングを行って利用している。このほか、製

造装置を導入する際には、ユーザーが使用するその他の製造装置とのすり合わせノウハウなども必要になる。

【ヒアリングから】

- 装置メーカーとして競争力を持つには、顧客のニーズに柔軟に対応できることや、複数の装置同士をつなぐすり合わせノウハウが必要になる。
- セットメーカーは製造プロセスをブラックボックス化しており、必要な製造装置を購入して、自分達でチューニングして使用している。

4. リサイクル事業者

(1) 全体概要

小型二次電池については、資源有効利用促進法によって回収・リサイクルがなされている。しかし、ハイブリッド自動車に搭載されている大型電池についてはまだリサイクルの実績はほとんどなく、中古車とともに海外へ流れている可能性も指摘されている。

東北地方にはもともと非鉄金属鉱山・製錬所が多数存在しており、電池のリサイクルについて興味を寄せている企業も多い。しかし、現時点ではどのような電池材料（特に高価なコバルトを含む正極材料）が今後主流になるか判明していないため、本格的な参入には至っていないというケースも見られる。

また、金属価格は高騰しているものの、回収や解体のコストは依然として高いという問題もある。いったん市中に出回った電池は現状回収が容易ではないことから、電池メーカーの製造工程で発生する工程不良品を回収するほうがコストや安定確保の面からは有利であると考えられる。

図表 49 東北地域の電池リサイクル事業者における立地経緯・現状

	概要
事業開始の経緯	<ul style="list-style-type: none">小型二次電池については、資源有効利用促進法によって回収・リサイクルがなされているが、大型電池についてはまだリサイクルの実績はほとんどない。リチウムイオン二次電池のリサイクルは、主にコバルトの回収を目的とするが、どの正極材が今後主流になるか判明しないので、非鉄製錬事業者が本格的に事業化するのはまだ先と見られる。
東北事業所の役割	<ul style="list-style-type: none">もともと東北地域には非鉄金属鉱山が多数存在しており、その金属製錬のために存在していた製錬事業者がリサイクル産業へ参入しようとしている。
今後の市場観測・事業方向性	<ul style="list-style-type: none">金属価格は高騰しているものの、依然として回収や解体に要するコストが高いために取り組みが進んでいないという問題がある。リチウムイオン二次電池のリサイクルにおいては、原料（スクラップ）確保のルートを確立することが課題であり、市中に出回ってしまったものよりもメーカーと協力して工程不良品を回収するほうが安定的かつ効率的に回収することができる。

(2) 立地の経緯及び現状

① 事業開始の経緯

現在のところ、電池工場で発生する不良品や資源有効利用促進法によって回収・リサイクルがなされている小型二次電池（ニカド電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン二次電池）を除き、商業的レベルで行われている電池のリサイクル事業は存在しない。また、自動車向け二次電池はハイブリッド自動車が登場してからまだ時間が十分に経過していないということもあり、使用済み電池として回収されているものは少ないという状況である。ただ、今後、いずれは使用済み二次電池が大量に発生することを見込み、使用済み電池の回収や解体などに取り組み始めようとする事業者が存在する。

電池リサイクルでは、単位重量あたりの価格が高い金属（リチウムイオン二次電池であればコバルトなど）のリサイクルが注目されており、非鉄製錬各社が関心を示している。ただし、どの正極材が今後主流になるか判明しないので、リサイクル事業者が本格的に事業を始めるまで今しばらく時間を要すると見られる。

【ヒアリングから】

- ・ リチウムイオン二次電池のリサイクルは主にコバルトの回収を主眼に行われる。リチウムは価格が安いため、リサイクルされない。
- ・ 正極材料として、コバルト以外のニッケル、マンガン、鉄などの割合が増えているため、非鉄製錬各社はどれを回収するかを模索している段階である。

② 社内における東北地域事業所の役割

もともと東北地域には非鉄金属鉱山が多数存在しており、その金属製錬のために存在していた製錬事業者がリサイクル産業への参入を図るかたちで事業展開を行おうとしている。

【ヒアリングから】

- ・ もともと非鉄製錬業を営んでいたが、製錬技術を活かせることからニカド電池のリサイクルを始めた。

③ 今後の市場観測および電池関連事業における事業拡大・縮小の可能性

ニッケル水素電池にしてもリチウムイオン二次電池にしても、技術的にリサイクルは可能であるものの、現状として回収量が少ないのでどの事業者も実証レベ

ルに止まっているのが実情である。また、金属価格は高騰しているものの、依然として回収や解体に要するコストが高いために取り組みが進んでいないという問題がある。また、海外に二次電池のリユース市場が存在するためにリサイクル市場には流れておらず、有価物（または中古車として自動車ごと輸出）として海外に輸出されている可能性もあるため、今後の課題としてリサイクルの対象となる電池の確実な回収が想定される。

リチウムイオン二次電池のリサイクルを考えた場合、リチウムの回収が注目されているが、金属単価ではより高価なコバルトの回収、リサイクルが注目されている。ただし、リチウムイオン二次電池の正極材として非コバルト系が主流となる可能性もあるため、今後の回収予測が難しいものとなっている。

【ヒアリングから】

- ニッケル水素電池のリサイクルは技術的には可能であるが、回収量は少ないのでしていない。
- ハイブリッド自動車は中古品として海外へ流れている可能性がある。この際、ハイブリッド自動車に搭載されているニッケル水素電池も海外へ流れていると見られる。
- リチウムイオン二次電池のリサイクルにおいては、原料確保のルートを確立することが課題であり、市中に出回ってしまったものよりも電池メーカーと協力して工程不良品を回収するほうが安定的かつ効率的に回収することができる。
- リチウムイオン二次電池の電池to電池のリサイクルは湿式法で行う必要があるが、コストが高くなってしまう。酸化コバルトとして回収する場合、比較的低コストで済む。

IV-4. 先進地域（関西）の状況

国内におけるリチウムイオン二次電池及び太陽電池の生産拠点（いずれも電池組立てメーカーの工場）をみた場合、大阪府、京都府、兵庫県、滋賀県などといった関西地域に集中している（図表 34～図表 35）。リチウムイオン二次電池については、パナソニック・三洋電機グループの関連工場が集中している。太陽電池についてもパナソニック・三洋電機グループのほか、京セラ、シャープといった企業の関連工場が集中している。関西地域において電池産業が集積したきっかけとしては、上述の電機メーカーが早くから関西地域に立地していたことのほか、電池の研究開発に必要な電気化学の研究が盛んであること（京都大学など）、また染色、繊維、陶磁器といった伝統産業で培われてきた要素技術を電池製造装置の開発に活かす素地があったことが指摘されている⁹。リチウムイオン二次電池の生産の場合、電池関連素材の開発、また極めて高度な不純物管理のもとに電池セルを生産することのできる生産技術の確立、様々な用途特性に応じて充放電を制御することのできる充放電制御プログラムの確立といった点が、一般には必要不可欠な要素となるが、関西地域においてはこれらを生み出すための基盤が整っていたと言える。

電池関連素材の開発ということでは、電気化学研究の集積や非鉄製錬業などの集積が必要となるが、これについては早くから電気化学研究に取り組み、我が国の電気化学研究の分野で大きな実績を残してきた京都大学の存在が大きいと見られている（岡田辰三教授から始まる研究者の系譜が存在する）。また、関西地域には有力な非鉄製錬業（電池関連素材メーカー）として三井金属鉱業、住友金属鉱山、日亜化学工業が立地していたという歴史がある。電池製造装置の開発ということでは、二次電池の使用特性として充放電を何度も繰り返すことがあるため、短絡発生要因となる不純物の混入や電極の巻き取り不正などは極めて厳しい管理水準のもと排除されるようになっている。このような厳しい管理水準が要求される、活物質の混練、また電極箔の裁断、（電極箔への活物質の）塗布・乾燥、これらの巻き取りといったプロセスでは、関西地域の染色、繊維、陶磁器産業で培われてきた要素技術の高度な応用が可能だったと見ることができる。

一方、今後の市場拡大が見込まれている自動車用途のリチウムイオン二次電池開発という点では、関西地域に主だった自動車生産工場が必ずしも立地しているわけではないため、自動車ならではの要求特性に応じた充放電制御技術の確立という点で、近隣に連携できる企業が少なく、今後の課題であると見られている。

⁹（財）東北活性化研究センター産業技術振興講演会「関西バッテリーベイの現状と展望（日本政策投資銀行関西支店・坂田枝実子氏）（2011年1月31日）」など

IV-5. 東日本大震災の発生

平成23年3月11日午後に巨大地震（東北地方太平洋沖地震）が発生し、岩手県、宮城県、福島県を中心として東北地域に甚大な被害をもたらした。これによって発生した東日本大震災はこれまでの大規模震災と比較しても被害が広範かつ複合的であることから、短期的な復旧対策だけではなく、各種の長期的対策が必要とされている。沿岸部に立地していた原子力発電所や火力発電所は、津波襲来を受けて機能を停止せざるを得なかったものが多く、発電停止による電力供給量の不足といった問題のほか、特に東京電力の福島第一原子力発電所に起因する放射性物質の飛散といった問題を発生させている。また、第二次産業に目を向ければ、地震や津波による直接的な被害のほか電力供給の不安定化や物流インフラの機能停止といった影響を受け、東北地域の工場で生産されていた部品や原材料なども生産を停止、調整せざるを得ない状況に陥っている。このため、各種のサプライチェーンが各所で寸断されることとなり、日本国内外の各地の製造事業者が生産活動を調整せざるを得ないという事態に陥った。結果として、東北地域に集積する製造業の世界との結びつきの強さや、その影響力の大きさが改めて認識されるようになっている。

こうした製造業を中心とする産業復興に向けた課題としては、工場稼動には必要不可欠な電力の安定供給といった問題のほか、サプライチェーンの再構築といった問題など、いずれも取り組みに長い時間を要するものが多いが、裏を返せば、新たなエネルギー供給インフラを整備しようとするニーズの発生や、新たなサプライチェーンを構築する機会の到来があると見ることも可能である。幸いにして東北地域に立地する電池及び関連産業の事業者は地震や津波による設備損傷等の直接的な被害は小さく¹⁰、今後の更なる発展及び集積に向けた取組を加速化させ、日本のみならず、新たな電池市場への参入を狙う世界各国の事業者に向けて発信を行っていくことが求められる。

農業・漁業に従事してきた被災者・避難者に目を向けると、地震・津波による壊滅的被害及び放射能の影響等で復旧が長期になることが認識されるに伴い、将来の生活（仕事・雇用・収入）に対する不安が増加してきていることから、何らかの雇用の受け皿を用意する必要性が生じてきている。その受け皿としては相対的に早期の復旧が可能と見られる製造業があり、復興に関連した特区制度や震災復興資金を活用しながら産業振興と同時に雇用拡大を図り、地域を活性化していくことも求められる。

¹⁰ 巻末資料編を参照

V. 東北地域における電池産業の集積及び発展に向けた課題

V-1. 課題分析

1. 電池産業を取り巻く市場動向

(1) 現状

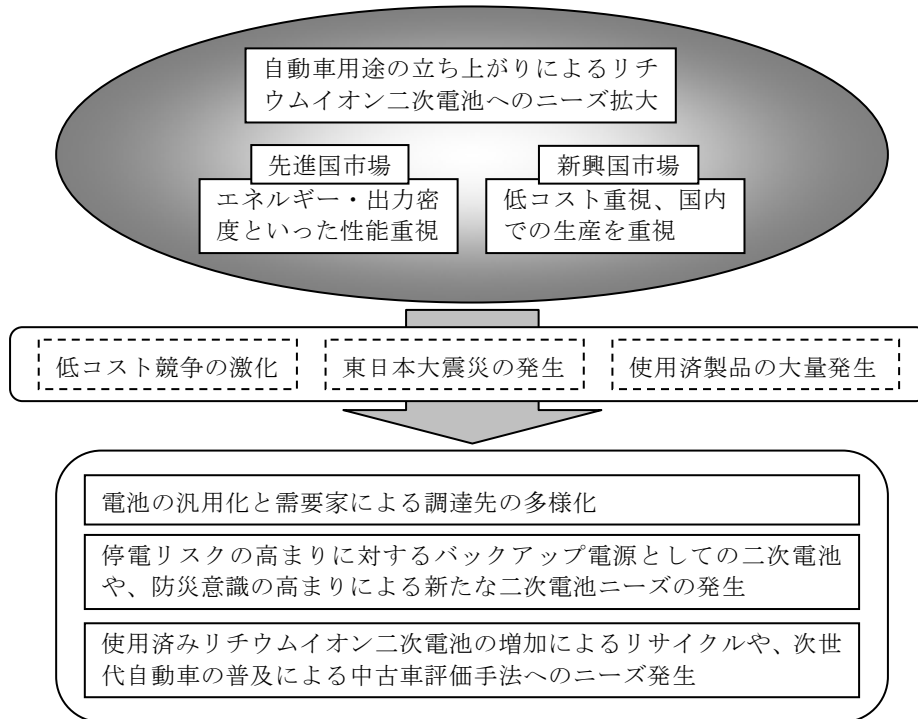
全体傾向：自動車用途の立ち上がりによるリチウムイオン二次電池へのニーズ拡大

今後の市場拡大が見込まれる電池としてリチウムイオン二次電池がある(Ⅱ-5電池及び関連製品市場における今後の方向性から)。エネルギー密度等の電池性能の向上に伴い、これまでモバイル用途が中心だったリチウムイオン二次電池は、今後、自動車用途などの大型用途での需要拡大が見込まれている。リチウムイオン二次電池の仕様に影響を与える要素として、ハイブリッド自動車や電気自動車などといった自動車での要求性能があり、これについては中国等を中心とする低コスト重視の新興国市場と日本や欧州等を中心とする高品質重視の市場とに大きく二分されつつある。一方、民生電気電子機器用途では、新興国でも先進国並みに電気電子機器が普及し始めていることもあり、電池の要求性能は新興国と先進国との間で大差がなくなりつつある。いずれにおいても低価格での電池供給が要求されるようになっている。

地域の差異：先進国は高性能を追求／新興国は低コストを追求

日本国内の場合、民生電気電子機器用途を中心に高エネルギー密度のリチウムイオン二次電池(主としてコバルト酸系の正極材を採用するタイプ)が引き続き需要され、また一部の自動車用途(プラグイン・ハイブリッド自動車など)でも同じ正極材タイプのリチウムイオン二次電池が需要されると見られている。このほか、リチウムイオン二次電池の性能が向上することで、これまでニッケル水素電池が主流であった用途(電動工具など)についても代替需要が拡大すると見られている。採用される正極材の種類等の違いはあるものの、高エネルギー密度のリチウムイオン二次電池を需要するという基本的な方向性は欧米諸国においてもほぼ同様と見られる。一方、中国等の新興国では、コストを重視するといった点や、自国内で生産できるような電池の需要創出を目指すといった点で先進国の市場動向とは大きく異なる。

図表 50 電池産業を取り巻く市場動向



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(2) 今後の潮流

新たな潮流1：コスト圧縮の追求による電池の汎用化と需要家による調達先の多様化

民生用電気電子機器向けのリチウムイオン二次電池では、技術の成熟に伴って電池性能にも大差がなくなりつつあり、特別仕様ではなく汎用的な仕様の電池を採用することで、調達コストの圧縮を図ろうとする傾向が出始めている。このほか、自動車向けリチウムイオン二次電池では、これまで特定の電池組立メーカーと連携して独自性の高い電池を調達する傾向が強かったが、優れた性能で安価な製品を韓国メーカーなどが供給できるようになってきたため、汎用的な電池を求めると共に複数の電池メーカーから調達を行うことで調達コストの圧縮を図ろうとする動きが見え始めている。加えて今回の東日本大震災では、特定企業に部材・材料供給を依存することでのリスクが顕在化しているため、安定的な調達を目指す観点からも調達先の多様化が進行していくものとみられる。

新たな潮流2：停電リスクの高まりに対するバックアップ電源のニーズ発生

東日本大震災による原子力発電所及び火力発電所への被害から、東北、関東地方では電力供給能力が大幅に低下し、震災直後には広域の一斉停電を避けるため

に計画停電が実施され、一般家庭、交通機関、企業活動に大きな支障が出た。火力発電所の復旧、新設により、電力供給能力は徐々に回復してきてはいるが、夏場の電力需要ピークを満たす供給能力を確保できるかどうかは不透明である。コンピュータによって制御している各種電子機器は、突然の停電によって故障が発生しやすく、一部そのために本格的な稼働を見合わせている場合や、修理のために多くの出張時間を割かれている場合がある。そこで、停電リスクへの対策（停電時間帯における数時間ほどの電力供給需要への対応）として無停電電源装置（UPS）等を導入する動きが、各種の産業機器や事務機器などを中心に拡大する可能性がある。

新たな潮流3：防災意識の高まりによる新たな二次電池ニーズの発生

震災後の東北地方では、物流網の寸断によるガソリン等の燃料不足が極めて深刻で、自動車があっても支援物資を届けることができない、買い物にも行けないといった状況が続いている。また、沿岸部では津波によって、居住機能や各種の都市機能（物流、送配電、公共交通など）が完全に破壊されてしまっており、一からのまちづくりが求められている。そこで、災害に強いまちづくりを意識した設備投資が今後活発になる可能性がある。

早いところでは、地震後24時間程度で電力供給が回復しているため、電気自動車や電動バイクなどといった燃料の供給規制を受けづらい移動手段に対して一定のニーズが発生する可能性がある。さらに、プラグイン・ハイブリッド自動車であれば、災害時に停電が発生したとしても内燃機関による発電が可能であり、これを家庭用の非常用電源として利用することも考えられる。また、防災や低炭素社会を意識した設計として、自家発電や再生可能エネルギー（太陽電池、風力発電など）、また電気自動車等のカーシェアリング等を導入した集合住宅などが今後増える可能性がある。いずれも二次電池を必要とするものとみられ、これらに関連した製品開発および二次電池の供給が重要になる可能性がある¹¹。

新たな潮流4：使用済みリチウムイオン二次電池の増加によるリサイクルニーズの発生

日本国内では、民生電気電子機器用途を中心にコバルト酸系正極材を採用したリチウムイオン二次電池が今後増加すると見られるため、使用済み電池についても同様にコバルト酸系のものが増えると考えられる。今後、使用済み電池を安全に処理し、また貴重な資源の有効利用や資源循環を促進するといった観点からリサイクルを促進させる動きが加速すると見られる。特に金属リサイクルの採算性

¹¹ 東日本大震災の発生を受け、家庭用二次電池の販売を前倒しにしている電池組立メーカーが存在する。一例として、住宅向け等を想定した1.2kWh蓄電モジュールの量産出荷に関するプレスリリースが、2011年4月11日にソニーから出ている

(<http://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/201104/11-053/index.html>)。

は、回収された金属を単位重量あたりで高く売却できる金属ほど良いと見込まれることから、高単価のコバルトを含むタイプのリチウムイオン二次電池については、他のタイプよりもリサイクルが進みやすいと見られる。すでにノートパソコンは、資源有効利用促進法で回収対象とされているが、その他のものは、地方自治体が回収、処理する一般廃棄物（特に不燃ごみ）として回収、処理（焼却、埋立等）される可能性が高く、今後はこれらの適正処理およびリサイクルが必要である。

新たな潮流5：次世代自動車の普及による中古車評価手法へのニーズ発生

ハイブリッド自動車や電気自動車が普及するに伴い、いずれは中古自動車として売買されるものも増加すると思われるが、その場合内燃機関の自動車と異なり、単純に過去の走行距離だけで自動車の劣化状況（特に電池の劣化状況）を判断できないという問題に直面する。そのため、電池の劣化評価技術がハイブリッド自動車や電気自動車の中古車としての価値を客観的に評価するための重要な手段となる。今後はハイブリッド自動車や電気自動車に搭載されたリチウムイオン二次電池を特に分解することなく、劣化の状況を評価できるようにする技術の開発や、劣化したものを新品に交換するためのサービスや電池をリースにするなどといったサービスが拡大する可能性がある。

2. 海外における競合他社の動向

(1) 現状

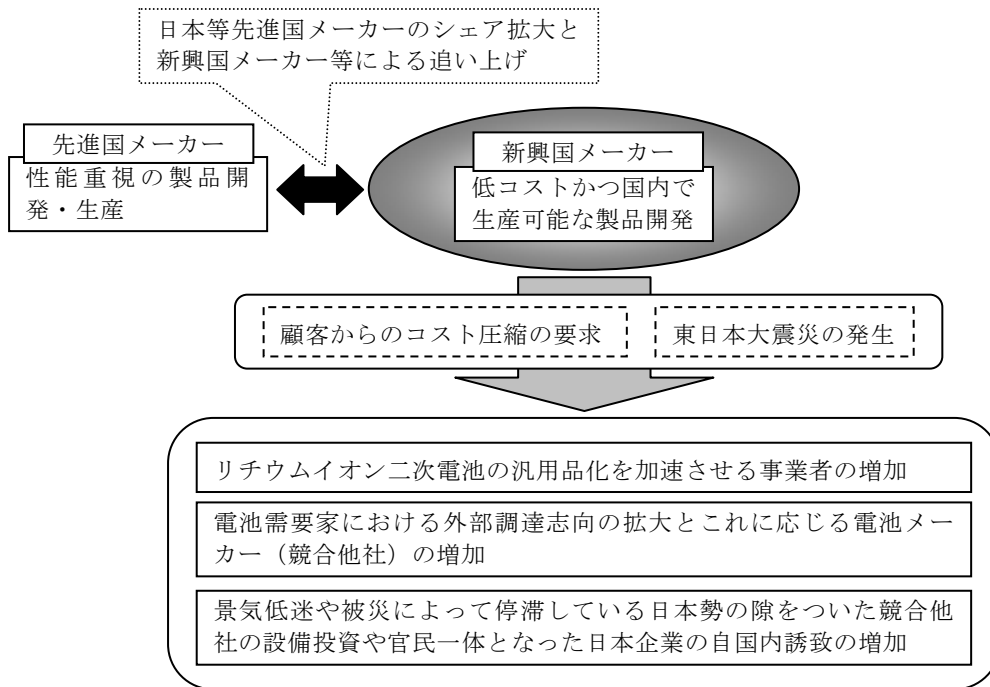
全体傾向：激しさを増す韓国・中国メーカー等による追い上げ

これまでリチウムイオン二次電池の市場では、我が国メーカーが製品(単セル、モジュール)や関連素材(正極材、負極材など)の市場においてトップシェアを誇っていたが、近年は韓国や中国等のメーカーが急速に追い上げつつある。特に韓国メーカーによる高い技術追従力や市場ニーズを的確に捉えた設計力や販促力、また製造ラインの改善などによる製造原価の安さが脅威となっている。中国メーカーにおいても品質面や安全面等で依然格差が存在するものの、安価な労働力や巨大な背景市場を強みとする低価格化戦略は将来の脅威である。

地域の差異：先進国では高性能製品の開発／新興国では低コスト製品・国内生産を重視

リチウムイオン二次電池の特徴として、従来の二次電池とは異なり、正極材および負極材の組み合わせが多岐にわたるといえる。現在のところ、新たな用途(エネルギー密度を要求する電気自動車用途、出力密度を要求するハイブリッド自動車用途など)に適した設計や利用時の安全性等を考慮した場合、どのような正極材と負極材の組み合わせが適しているのか、世界各社が試行錯誤を行っている状況である。先進国では、内燃機関の自動車とほぼ同等の航続距離を確保できる電気自動車が志向されていることから、高エネルギー密度の二次電池が求められており、それに見合った研究開発や設計改善が行われている。一方、低コストでの生産や自国産業の育成を重視する新興国では、低コスト素材の採用や自国の技術水準でも生産できる仕様の導入など、先進国とはまた異なる志向が見られる。例として、中国では生産コストの圧縮および自国内の技術でも生産することのできる電池を作るという観点から、電気自動車向けリチウムイオン二次電池にリン酸鉄系正極材を採用しようとする動きが活発である。同タイプのリチウムイオン二次電池は、エネルギー密度の観点で劣るものの、安全性や原料コストの点で優れている。なお、先進国の中にはエネルギー密度に優れたリチウムイオン二次電池の追求だけでは、国際市場のニーズ(低コストを重視)に沿うことができないとして、これまでの中心であったコバルト酸系正極材やマンガン酸系正極材などに加えて、リン酸鉄系正極材のリチウムイオン二次電池に注目する動きも出始めている。

図表 51 海外における競合他社の動向



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(2) 今後の潮流

新たな潮流1：リチウムイオン二次電池の汎用品化を加速させる事業者の増加

海外のリチウムイオン二次電池メーカーのうち、特に韓国の電池組立メーカーなどは、電池調達コストの更なる圧縮を望んでいる電池需要家のニーズを捉え、製品ごとに特化した仕様で最高水準の性能を目指すのではなく、逆に性能を多少犠牲にしても汎用品化を行うことで製造原価の低減を目指す動きを加速させている。

また、海外のリチウムイオン二次電池メーカーの中には、民生電気電子機器用の電池セルを自動車用途に応用し、低コスト化戦略をとるメーカーや、複数の自動車メーカーに対して電池を供給することで、生産量を確保し、量産効果による低コスト化を進めようとするメーカーも現れている。これまで高機能・高価格市場であった自動車用リチウムイオン二次電池市場においても低価格化、汎用品化への動きが加速しつつある。

新たな潮流2：外部調達志向を強める電池需要家とそれに従う競合他社の増加

自動車向けリチウムイオン二次電池の場合、自動車メーカーが自社内で内製化しようとする場合と外部から安価なものを調達して済ませてしまおうとする場合の2つの場合がある。調達コストの圧縮を追求する自動車メーカーでは、内製

化よりも電池の調達体制を比較的柔軟に変更できる水平分業を志向する傾向にある(電池の開発や生産などを主に外部の電池メーカーに任せるケース)。一方、品質を追求する自動車メーカーでは、電池を基幹部品の一つとして捉え、内製化による他社との差別化(ブラックボックス化)を目指し、垂直連携を志向する傾向にある。しかし、先述のように電池の汎用品化が進行することで、外部調達志向を高める自動車メーカーとこれに応じようとする電池組立メーカーが増加傾向にある。また、民生電気電子機器向け二次電池の場合、すでに新興国でも我が国等のメーカーとほぼ変わらないまでに技術水準が向上し、汎用品化等による低コストでの供給を行っていることから、電池需要家の多くは外部調達を志向する傾向にある。

新たな潮流3：日本勢の停滞とその隙をついた海外での設備投資の拡大

東北地域には、ソニー、東芝といった電池メーカーやクレハ、日本化学工業といった電池部材メーカーが立地しており、一部の企業では、今回の震災により被害を受け、一時製造が停止した。4月上旬までにほとんどの企業で生産が再開されているものの、震災によるサプライチェーンの途絶から、安定的に部品を調達することへの不安が残っており、本格的な復旧までには時間を要するものとみられている。一方、韓国等の電池組立メーカーではこの時期に新たな設備投資の計画を発表するなど、自動車業界を始めとするリチウムイオン二次電池ユーザーの新たな取り込みを狙った動きを加速化させている。また、中国や韓国では、政府・企業が一体となって日本の部素材産業を自国内に誘致しようと熱心に取り組んでおり、日本からの工場移転等が進めば、今後は電池組立メーカーだけではなく、電池材料や製造装置メーカーについても激しい競争にさらされることが予想される。

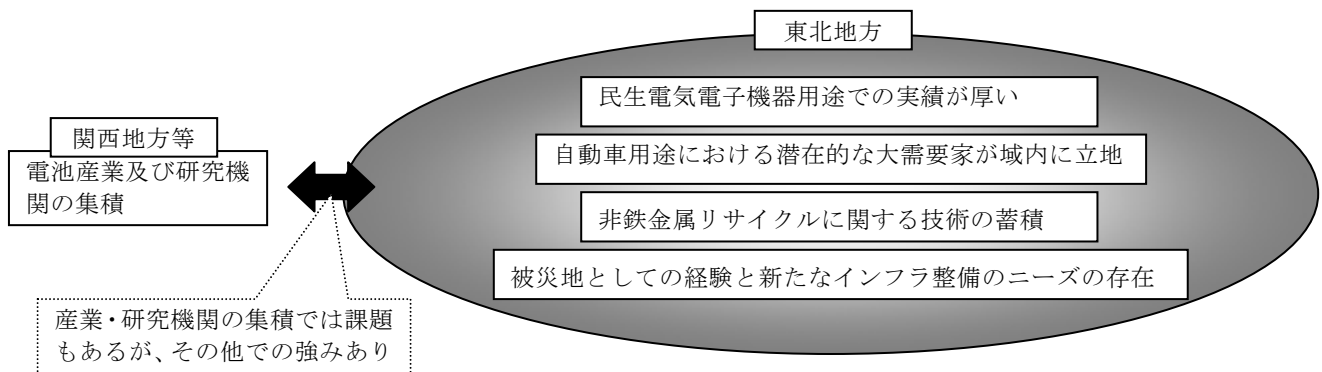
3. 東北地域における電池産業の特長

(1) 我が国における電池産業の立地特性

関西地域に企業及び研究機関が集積

我が国における電池産業の集積状況をみると、関西地域に集積しているという特徴がある。関西地域に製造拠点を構える電池組立メーカーとして、パナソニックグループ（パナソニック、三洋電機）、GSユアサグループ（リチウムエナジージャパン、ブルーエナジー）、日立マクセルなどがあり、これらのメーカーに向けて電池製造装置を供給するメーカーや電池関連素材を供給するメーカーも周辺に集積しているという特徴がある。このほか、太陽電池については、三洋電機、シャープ、京セラ、三菱電機、カネカソーラーテックなどの製造拠点が存在する。また、研究開発機関としても京都大学、大阪大学、立命館大学、同志社大学などといった大学に電池に関わる研究開発を専門とする研究者が集っており、研究開発人材の集積も著しい。関西地域に集積する電池産業の特徴として、これら電池産業が密集しており、新たな製品開発を行う際、電池組立メーカーと製造装置メーカーとの間にあっては密なすり合わせを行いながら取り組むことができるほか、新素材の開発などを行う場合には電池組立メーカーのみならず、電池関連素材メーカーや大学研究開発機関などが相互に連携しながら研究開発に取り組むということがある。

図表 52 東北地域における電池産業の特長



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(2) 東北地域の強み

東北地域の強み1：民生電気電子機器用途での実績

東北地域においては、リチウムイオン二次電池および太陽電池ともに製造拠点は限られるものの、福島県内に主たる製造拠点を構えるソニーや、近年立ち上がった青森県内のエナックスや新潟県内の東芝などといった電池組立メーカーが

存在する。特に福島県内における民生電気電子機器用途のリチウムイオン二次電池の生産は、関西地域よりも比較的早い段階から取り組まれていたものであり、生産技術に関するノウハウや知見が蓄積されている。このほか、携帯電話等のバックアップ用電源として用いられる微小リチウムイオン二次電池では、宮城県内にセイコーインスツルが製造拠点を構えている。また、研究開発機関として東北大学や山形大学、岩手大学などが東北地域内にあり、これらにおいてリチウムイオン二次電池の素材や製造装置の研究開発が行われている。ただし、関西地域などと比較した場合、研究開発人材の集積などといった点では今後更なる集積が求められる。

東北地域の強み 2：自動車用途における潜在的な大需要家が域内に立地

国内における電池産業および研究開発機関の集積状況をみた場合、関西地域に偏りがあるものの、今後急速な拡大が見込まれる自動車向けリチウムイオン二次電池については、東北地域で新たな自動車生産が始まりつつあり、今後は東北地域においても自動車用途のリチウムイオン二次電池などで新たな電池産業の集積がはじまる可能性がある。ハイブリッド自動車向けニッケル水素電池の生産を手がけるプライムアースEVエネルギーは、宮城県内に生産拠点を有しているが、仮に将来リチウムイオン二次電池を搭載したプラグイン・ハイブリッド自動車を東北地域で生産するようになれば、宮城県内においても自動車用リチウムイオン二次電池の組立メーカーが立ち上がる可能性もある。

東北地域の強み 3：非鉄金属リサイクルに関する技術の蓄積

リチウムイオン二次電池には、正極材にコバルトを始めとするレアメタルが使用されており、リチウムイオン二次電池の需要増加に伴い、金属資源の確保の観点から電池のリサイクルの重要性が高まってきている。東北地域には非鉄金属鉱山が多数存在していることから、非鉄金属のリサイクルに関する技術の蓄積が既にあり、電池リサイクルに関心を寄せる製錬事業者は多い。また、東北地域では秋田県をはじめとして、県レベルで小型家電の回収やレアメタルリサイクルに向けた実証に取り組んでおり、リチウムイオン二次電池のリサイクルに向けた気運も高いと言える。

東北地域の強み 4：被災地としての経験と新たなインフラ整備のニーズの存在

東日本大震災の発生によって東北地方では、広域にわたって都市を支えるインフラ（物流、送配電、公共交通など）が破壊され、一刻も早い復旧が求められている。復旧に際しては、今回の震災を教訓とした災害に強いインフラ整備のニーズが出てくるものと見られる。一例として、電気自動車や電動バイクといった燃料供給の規制を受けない移動手段の導入やこれに必要な充電インフラの整備が

ある。このほか、送配電が停止しても独立した電力供給を可能とする再生可能エネルギー（太陽光、風力など）や自家発電機を導入した集合住宅なども想定される。これらはいずれも二次電池を装置内、またシステム内に組み込む必要があるものであり、東北地域では被災地としての経験を活かしたこれら製品の開発を行うことが可能である。また、震災によって被害を受けたインフラの復旧も求められているところであるが、それについても二次電池を組み込んだ災害に強い設計仕様とすることで、新たな二次電池需要を生み出すことが可能である。

V-2. 課題分析を踏まえた今後の方向性

1. 基本的方向性

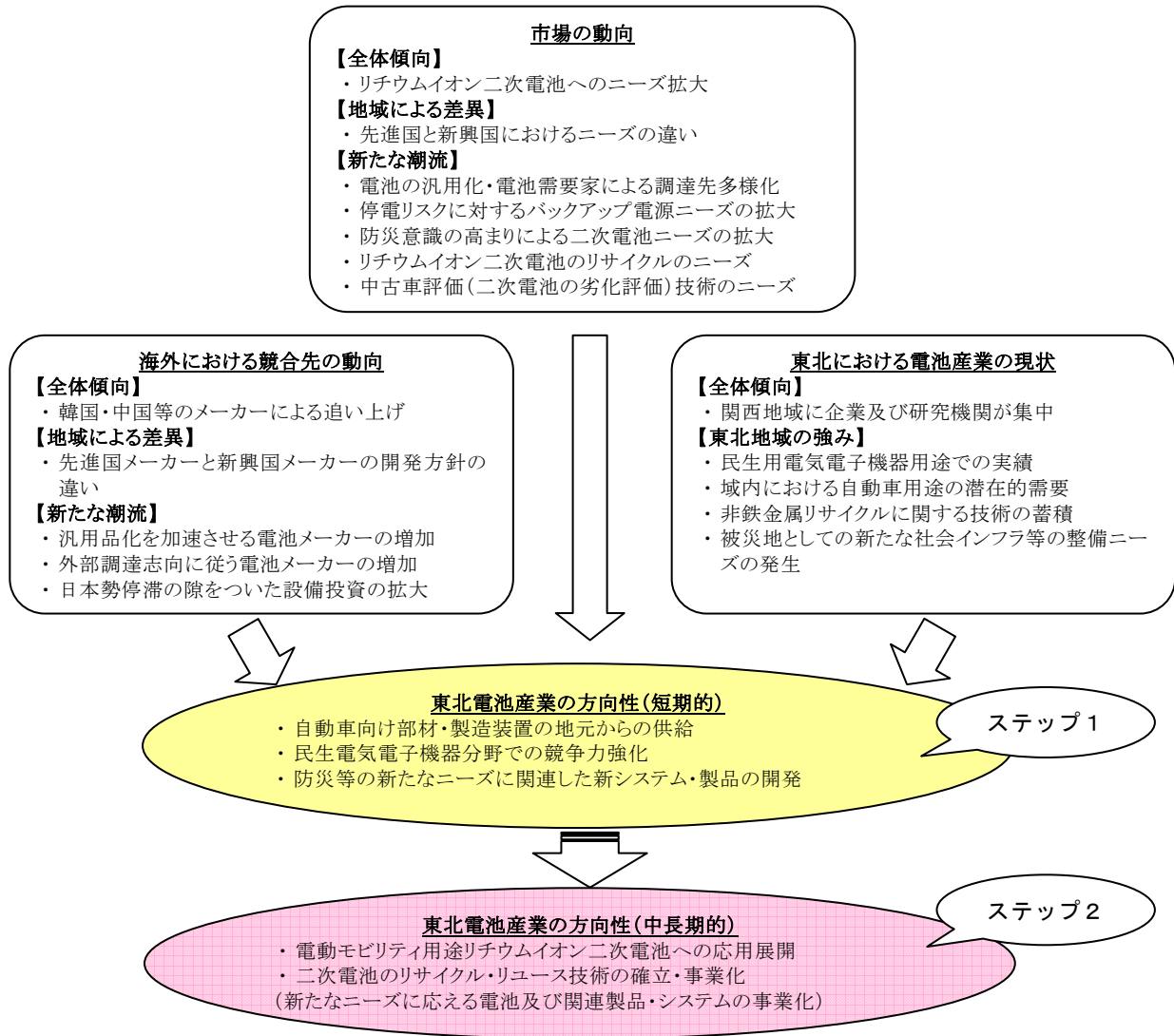
以上の整理（市場動向、競合他社動向、東北地域の特徴）から、東北地域における電池及び関連産業の集積及び発展に向けた方向性としては、域内における自動車向けリチウムイオン二次電池の生産開始・拡大を視野に入れた電池関連素材や電池製造装置の東北地域からの供給を狙いつつ、以前からの民生用電気電子機器向けリチウムイオン二次電池での技術的蓄積を活かした競争力向上を目指す方向性が基本的な方向性として考えられる。

民生電気電子機器用途での強みを活かした次なるステップへの展開としては、先進国及び新興国ともに需要が増えつつある電動バイクや電動アシスト自転車といった電動モビリティ用途への進出及び競争力向上を目指す方向性が考えられる。本用途は、電気自動車やハイブリッド自動車ほどには高エネルギー密度・出力密度の製品が要求されないため、民生電気電子機器用途で培った低コスト・汎用化製品での強みを活かした展開が可能であると考えられる。

被災地としての新たな社会インフラ等の整備ニーズをむしろ強みにした展開としては、新たなまちづくりの方向性として注目されている「スマートシティ」関連での需要拡大を捉えながら、再生可能エネルギーを導入した住宅（スマートハウス）向けやガソリンや軽油などがなくても走行可能な自動車・バイク向けに新たな二次電池関連製品の開発を東北地域全体で進めていくことが考えられる。さらに、次なるステップとしては、東北地域で研究開発したリチウムイオン二次電池を用いた自立分散型のエネルギーシステム、電動モビリティ等の導入を東北地域において大規模に進め、東北地域に新たな産業を生み出し、東北地域での実績をもとに、国内さらには海外市場へ展開を図る可能性が考えられる。

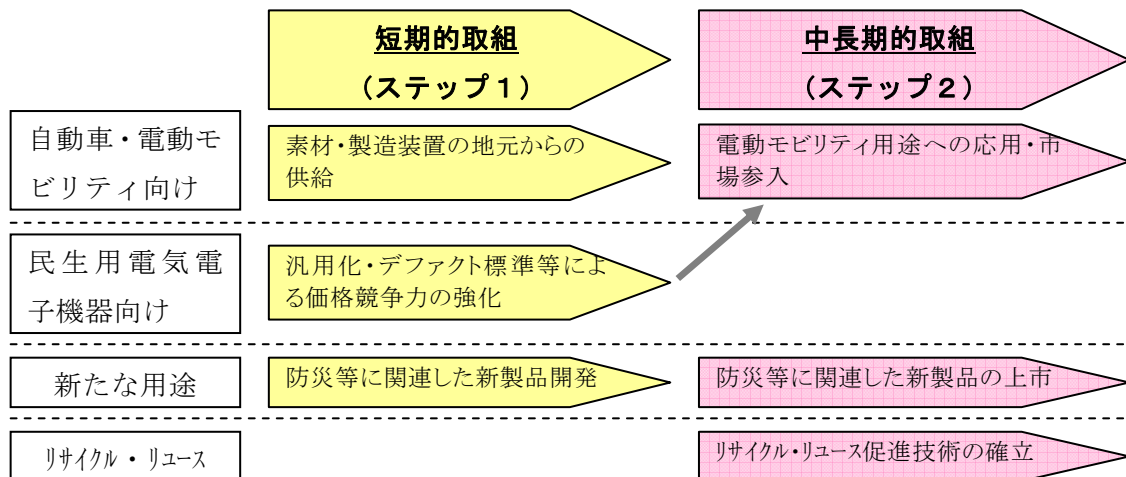
東北地域に既に蓄積がある非鉄金属製錬技術を活かす展開としては、今後のリチウムイオン二次電池の需要拡大を見据えた、使用済みリチウムイオン二次電池のリサイクル及びリユースシステムを他に先駆けて東北地域に構築する方向性がある。東北地域において、リチウムイオン二次電池の製造からリサイクル・リユースまでを含めた、サプライチェーン全体に渡る産業を構築することで、他地域に対する比較優位の確立を目指す。

図表 53 東北電池産業の集積・発展に向けた課題と今後の方向性



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 54 用途別にみた各ステップにおける取組の方向性



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2. 各ステップの内容

(1) 短期的取組（ステップ1）

① 自動車向け部材・製造装置の地元からの供給

東北地域に立地するトヨタ自動車グループ（トヨタ自動車東北、セントラル自動車、関東自動車工業など）の生産拠点は、主に小型車やハイブリッド自動車の生産を担っており、今後、これらの生産が増加すれば、それに伴って東北地域で需要されるハイブリッド自動車向けの二次電池も増加するものと見られる。トヨタ自動車グループとしては、すでに宮城県内にプライムアースEVエナジーの生産拠点を設け、こうした需要へ対応することを念頭に置いているものと見られるが、更に需要が増えれば、ハイブリッド自動車向け二次電池の組立で必要となる単セル（電池セル）やモジュール（組電池）周辺部品など、より上流段階の部品（図表 55参照）も輸送効率の観点から東北地域内で生産、調達するようになる可能性がある。

電池モジュールは、エンジンなどといった自動車部品と同様、重量が大きく、輸送効率も悪いことから、電池組立工場（モジュール工場）はハイブリッド自動車や電気自動車の組立工場に近接して設立、拡充される可能性が高い。この場合、東北地域から供給できる可能性があるものとして、モジュール化で必要となる各種部品（モジュール筐体、直列・並列接続のための部品、充放電制御のための部品など）やモジュール生産のための製造装置（電池組立や樹脂等による外装装置など）などがある。そのため、このような現地調達への潜在的ニーズを見越し、応用可能な要素技術（樹脂・金属の筐体加工技術、樹脂等の外装技術など）を有する事業者や研究者を巻き込んだ体制（研究会、コンソーシアムなど）を立ち上げ、具体的なニーズに応えるための研究開発を加速させる必要がある。特にエネルギー密度を重視するプラグイン・ハイブリッド自動車が東北地域内で量産されるようになれば、リチウムイオン二次電池に関係した潜在的な現地調達のニーズは拡大するものとみられる。

図表 55 電池モジュールのイメージ



(資料) 三菱自動車工業ホームページ (iMiEV)

(http://www.mitsubishi-motors.co.jp/i-miev/performance/per_01.html)

② 民生電気電子機器分野での競争力強化

民生電気電子機器分野の市場は、スマートフォンやタブレット端末などの世界的な普及拡大を受けて、急速に市場が拡大している。ただし、韓国メーカーや中国メーカーによる激しい追い上げがあり、日本勢は生産コストの圧縮や汎用品化による生産の効率化などを行うことで生産コストの圧縮を行うことのほか、世界各地の電池需要家に対するマーケティングを強化することで、競争力を高める必要に迫られている。東北地域には、福島県等のソニーをはじめとして古くから民生電気電子機器向けリチウムイオン二次電池の研究開発や生産の実績があり、材料や生産プロセスの改良による生産コストの圧縮、製品の汎用品化による生産の効率化、また韓国勢や中国勢とは異なる日本勢ならではの製品開発¹²を行うことで、このような市場でシェアを拡大できる可能性がある。

民生電気電子機器向けリチウムイオン二次電池は、エネルギー密度や信頼性（充放電サイクルによる劣化抑制、危険抑制など）の点ですでに十分な水準に達しており、各社製品間での差が小さくなりつつあることから、電池需要家が電池を選択する際には、価格や（設計、調達、使用といった電池需要家等の）利便性を重視して調達する傾向にある。この点、安価な人件費を活かした低コストでの製品生産は、新興国のメーカーが得意とする領域であり、日本勢が単純なコスト競争で継続的に優位性を確保し続けることは難しいという問題がある。そこで民生電気電子機器向け分野での競争優位を確保するためには、コストの圧縮に加えて電池需要家の利便性（市場ニーズ）を意識した競争力の向上が必要になる（図表 56）。

電池セル生産で生産コストの低減を考える場合、東北地域に存在する製造装置・検査機器メーカーが持つ技術力を活かしながら、生産性のボトルネックとなっているエージング・プロセスでの効率性向上などを目指しつつ、またよりエネルギー密度の高い素材やまた安全性の高い素材の開発を目指すことが考えられる。東北地域における各大学等の研究開発設備や人材、またこれまでの実績を活かしながら、生産プロセスの改善を行うという方向性がある。また、生産コスト低減のためには、電池の汎用化という視点もある。世界市場で高いシェアを有する製品を手始めに汎用型二次電池の採用を積極的に進めることで、世界的なデファクト・スタンダードを確立するとともに、それ以外のものについても高い世界シェアを有する海外メーカー等と連携しながら、安価な汎用型電池を供給する交

¹² 識者等によって意見の分かれるところであるが、急速に拡大しつつある新興国市場の中でも特に最大の中間所得層をターゲットとして「適度な機能と価格の安さ」を重視した製品開発、販売を行う韓国メーカー等の動きを念頭に置いた日本のものづくりを本報告書では想定している。高コストの生産体制を補いながら、日本ならではの高性能・高品質を重視した製品開発、販売を展開し、新興国市場の中でも中高所得層（先進国と同じような生活を希求する層）などや、従来からの先進国市場をターゲットにすることを想定している。

換条件として汎用型二次電池に合わせた製品設計を促し、汎用型電池の市場拡大を目指すことも考えられる。

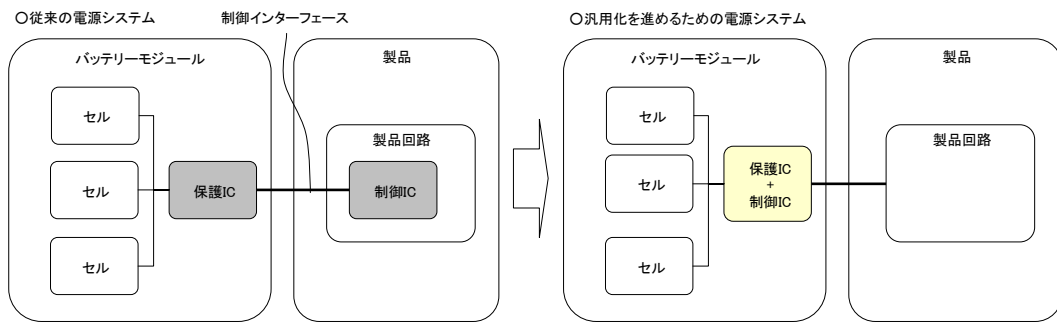
現状では、民生電気電子機器向け二次電池の汎用化は余り進んでおらず、製品ごとに異なる仕様の電池が搭載される場合が多い。二次電池の妨げている要因として、「①バッテリー使用機器の設計がまず決まり、それに合わせる形でバッテリーの仕様（容量、形状、等）が決められること」、「②電極の材料が異なれば電池セルの性質が異なるため電池メーカー毎に電源制御（電源側での）が異なること」、「③同じ民生用途であっても製品毎に電気負荷が異なるために電気負荷に合わせた電源制御が必要になること」の3点を挙げる事ができる。これらの課題を解決できれば、そのまま東北地域における電池産業の競争優位に結びつく可能性がある。そこで①に対しては、製品の設計要求にフレキシブルに合わせられる小型標準セルの生産を行い、小型標準セルを複数組み合わせたり、またモジュール設計を多様化、簡略化できるようにしたりすることで、複数メーカーに対するセル提供を目指す。また②に対しては、電池セルの材料と一対の高度な制御システムと製品側電源制御回路を組み合わせ、両方の機能をバッテリー側へ組み込むで、製品側における電池組み込みの簡略化を目指す。③に対しては、製品側と電池間の通信方式（充放電方式のための信号のやり取り）の標準化を進めることで、インターオペラビリティ（相互運用性）の向上を目指すことが考えられる。

図表 56 民生電気電子機器向け二次電池分野での具体的方策

	具体的な方策			
	製品製造			マーケティング
	材料	生産	制御	
低コスト化	<ul style="list-style-type: none"> セル形状の標準化、大量生産による低コスト化 材料の標準化、大量生産による品質の安定化 	<ul style="list-style-type: none"> 標準電池セルの製造による製造効率の向上 材料に合わせた生産技術の最適化 エージング技術の高度化による生産速度の向上 	<ul style="list-style-type: none"> セルの材料と一対の高度な制御システム 	—
電池需要家における利便性の向上	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 製品側電源制御回路のバッテリーモジュールへの組み込み 製品側と電池間の通信方式（充放電方式）の標準化によるインターオペラビリティの向上 	<ul style="list-style-type: none"> 高い世界シェアを有する海外メーカー等との連携強化、標準化電池市場の拡大

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 57 民生電気電子機器向け二次電池の汎用化のためのシステム概念図



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

③ 防災等の新たなニーズに関連した新システム・製品の開発

東日本大震災の発生によって、東北地域の太平洋沿岸部を中心に道路や鉄道といった交通インフラ、役所・役場や学校といった公的機能、さらには各種住宅といった居住機能が破壊され、速やかな復旧が求められている。また、沿岸部に立地する発電所も津波の被害によって発電を停止しているものが多く、日常生活や製造業に必要な電力供給に不安が生じていることから、これについても速やかな回復が求められている。ただし、被災後の防災意識の高まりなどによって、従来と同様の単純な復旧、回復ではなく、停電リスクに対応した製品開発・導入や、再生可能エネルギーや従来とは異なるエネルギー供給体系を利用した製品の開発・導入が求められるようになってきている。

交通インフラについては、震災後しばらくガソリンや軽油の供給不足が続いたため、自動車があっても支援物資を届けることができず、また買い物にも行けずといった状況が続いていたことから、早いところでは地震発生後約24時間後には復旧した電力供給¹³に着目し、今後はプラグイン・ハイブリッド自動車のほか、電気自動車や電動バイクなどといった電動モビリティの開発、導入が加速化するものとみられる。特に緊急車両ではないものの、これに準じた公的車両として役所・役場の公用車があり、被害状況の速やかな確認などにはこうしたモビリティが必要不可欠であることから、充電装置も含めて、自治体がこうした移動手段の導入を自ら進んで行っていくことが考えられ、これが「東北モデル」として定着すれば、防災意識の高まっている他の市町村にも波及する可能性がある。

役所・役場、学校、住宅などは、一から新規に作り直さなければいけないケースも多く、低炭素社会の促進も意識した「まちづくり」の一環として、自家発電だけではなく、再生可能エネルギー（太陽電池、風力発電など）と蓄電池（二次電池）を導入した建築が増えるものと見られる。また、集合住宅などでは、従来から都市部を中心に導入が試みられてきた電気自動車等のカーシェアリングなども同時に増える可能性がある。電気自動車などは、上述の通り電力供給が回復すれば速やかに利用できるようになるため、災害にも強く、環境にも優しい交通機関となる。これも「東北モデル」として定着すれば、同様に他地域にも波及する可能性がある。

このほか、東京電力や東北電力の管内では、夏季のエアコン使用によって電力供給能力を上回る電力需要が発生し、計画停電が実施される可能性が高いが、こ

¹³ 3月11日午後14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震により、東北地域を含む広範な地域で停電が発生したが、翌日午後には仙台市内中心部から停電が解消されている。周辺部においては停電解消までに更なる時間を要しているが、安全確認に時間を要する都市ガス供給や物流インフラの混乱が続いた燃料供給などと比較した場合、相対的に早期の復旧を期待することができる。

の場合コンピュータ制御を行っている各種電子機器(タイマー機能を備えた各種民生用電子機器、各種事務機器、加工ロボット、各種医療機器など)は、事前に電源を落とすなどの措置を取っていないと故障が発生しやすくなるため、数時間ほどの停電に耐えられる程度の蓄電池(二次電池)や最初から二次電池をビルトインした製品の開発が進むものと見られる。

(2) 中長期的取組（ステップ2）

① 電動モビリティ用途二次電池への応用展開

電気自動車向け市場に準じる市場として注目されるものが電動バイクや電動アシスト自転車向け等の電動モビリティ用途二次電池であり、民生電気電子機器向けよりはエネルギー密度の高い二次電池が要求されるが、電気自動車向けの中では要求水準の緩い仕様となる。先進国で電動アシスト自転車の需要が拡大していることや試行的な電動バイクの導入が進んでいること、また新興国(特に中国)を中心として都市環境を改善する目的等から電動バイクの導入が進んでいることなどから、この用途の二次電池需要は将来的に大きく拡大する可能性がある。

現在のところ、国内の電動バイクや電動アシスト自転車は、二輪車メーカーや自転車メーカーが外部から専用の二次電池の供給を受けて組み立てていることが多いが、中にはパナソニックグループに代表されるようにグループ内の自転車メーカーと電池メーカーがお互いに連携して製品開発、販売に取り組んでいる場合もある。ただし、これらの製品で必要とされる二次電池は、電気自動車やハイブリッド自動車のように高級仕様ではなく、また組み込まれる電池セルの数も少ないため充放電制御も比較的単純なものが多くなる。外部から電池を調達しているような二輪車メーカー、自転車メーカーの多くは、先述のとおり、調達コストの低減を狙っていることから、現在の供給体制よりも低コストで二次電池を供給できるようになれば、電池組立メーカーにとって新たな市場参入の機会となる可能性がある。

東北地域の場合、民生電気電子機器向け二次電池の開発、生産で培われた低コストの電池生産技術を前提として(ステップ1で想定している汎用化製品など)、これより高級仕様となる電動モビリティ向け二次電池の開発、生産に応用展開していくことが、東北の強みを活かした中長期的な取り組みとなる(図表58)。また、電池組立メーカーだけでなく、電池関連素材メーカーや大学等の研究機関、その他の組電池構成に関わるメーカー(断熱材メーカー、機器の熱制御メーカーなど)、更には二輪車・自転車メーカーと連携することで、電動モビリティ市場における新たな製品開発の可能性を生み出すことができる。

特に二次電池の多くが温度の低下によって出力性能を低下させてしまう傾向があることから(電動モビリティにおいては航続距離の低下などに直結)、「寒冷地仕様の電動モビリティ」開発を東北地域ならではの開発コンセプトとして取り上げることができる。欧州市場や新興国市場の中でも中国市場などは、低温環境での利用も想定されることから、こうした市場での競争優位の確保を期待する

ことができる。低温環境下における二次電池性能の低下は、多くが電池素材の性質や電池セルの断熱性能などに起因すること多いため、メーカーだけではなく、素材研究などを手がける大学研究者との共同研究が重要になる。

民生電気電子機器向けの二次電池と同様、二次電池の外形（筐体形状、端子形状など）や充放電方式（過放電・過充電を防ぐための保護回路やそれを制御するためのプログラムなど）を汎用型電池に合わせて標準化させることで、生産コストの圧縮を期待できると共に安価な調達や設計コストの低減を図りたい電池需要家からの歓迎を期待できる。

なお、電気自動車等と同様、電動モビリティ向けでは充電器の開発や普及についても両輪で考える必要がある。現状では充電器の充電プロトコル（端子形状、充電時の電流や電圧など）も各社各様であるため、先述の防災意識の高まりに着目した新たなインフラ整備の動きと足並みを揃え、将来的にはこれを日本標準規格やISO規格の原案として提案して行くことも視野に入れながら、東北地域から電気自動車や電動モビリティの充電設備に関する日本のデファクト・スタンダードを「東北モデル」の一部として送り出していくことが必要である。

図表 58 自動車向け（特に電動モビリティ）二次電池での具体的方策

	具体的な方策			
	製品製造			マーケティング等
	材料	生産	制御	
電池の機能・信頼性の向上	<ul style="list-style-type: none"> 用途毎に必要なとされる電池性能、機能を満たす新規材料の開発 電池セルの品質のばらつきを抑制するための材料品質の更なる安定化 	<ul style="list-style-type: none"> 新規材料に応じた最適製造プロセスの開発 電池セル間のばらつきを更に抑制するための製造プロセス開発 	<ul style="list-style-type: none"> 電池セル素材に応じた組電池充放電制御の高度化 組電池の機構設計、熱制御も含めたトータルでのバッテリーマネジメント技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 組電池構成に係る企業、最終製品企業との共同開発の促進 高い世界シェアを有する海外メーカー等との連携強化、標準化電池市場の拡大
電池のコスト、利便性	—	<ul style="list-style-type: none"> 民生用電池製造プロセスの応用、発展による電池セル製造の更なるコストダウン 	<ul style="list-style-type: none"> 製品側と電池間の通信方式（充放電方式）の標準化によるインターオペラビリティ（相互運用性）の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 電気自動車、電動モビリティ普及のためのインフラ整備

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

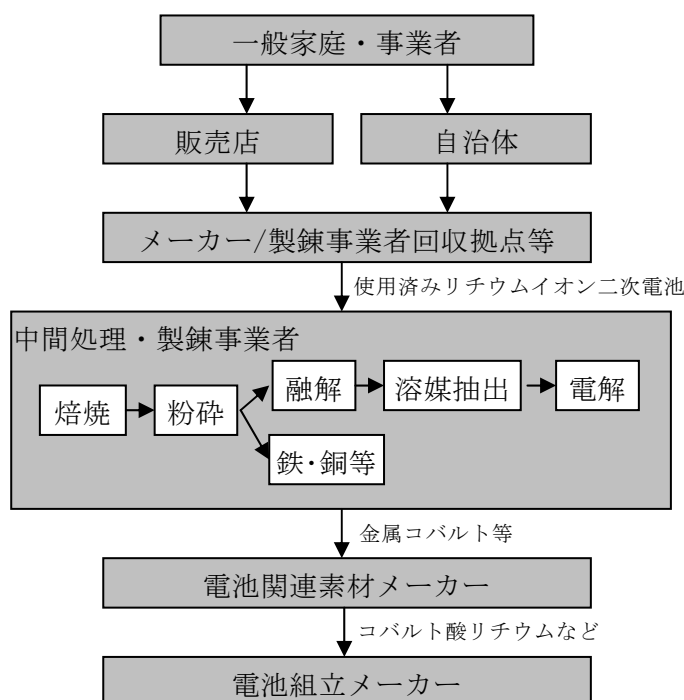
② 二次電池のリサイクル・リユース技術の確立・事業化

リサイクル（原料としての再利用）

今後、民生電気電子機器を中心に高エネルギー密度タイプのリチウムイオン二次電池（コバルト酸リチウム）の採用が拡大すると見込まれることから、国内ではこれら二次電池の廃棄が増え、資源有効利用促進法でメーカー・リサイクルの対象になっているノートパソコン用の二次電池を除けば、多くは自治体の不燃ごみや産業廃棄物等として処理されるものが増えることになる。高エネルギー密度タイプのリチウムイオン二次電池は、電解質に有機溶媒を用いているものがあるほか、化学活性の極めて高い素材を用いているため、処理に際しては危険を伴う可能性がある。そのため、リチウムイオン二次電池の適正処理、また希少なレアメタル等の資源を有効利用、また資源循環させるための回収ネットワーク構築、また必要な解体・金属抽出技術の確立が必要となる。

特にコバルト酸系リチウムイオン二次電池では、高単価のコバルトを含むことから、他のリチウムイオン二次電池と比較してリサイクルにおける事業採算の確保も容易であるとみられる。リチウムイオン二次電池のリサイクルでは、まだ回収ルートが確立されていないものが多いため、一般家庭、家電量販店や事務所（リチウムイオン二次電池を搭載した小型家電を排出）、またリース事業者（リースアップ品を排出）から使用済み機器を回収し、中間処理の段階においてリチウムイオン二次電池を取り出す事業者の協力を得て回収ルートを構築する必要がある。このほか、再資源化に際しては、回収したリチウムイオン二次電池を安全に解体し、コバルト等の金属を抽出するための作業手順や技術を確立することが必要となる。リサイクルシステムを構築する上で重要となるのは、どこかのプロセスで赤字が発生してしまい、リサイクルのためのサプライチェーンが途切れないようにすることであり、「金属等の売却益（コバルト以外も含む）>回収・中間処理・再資源化コストの合計」となるような仕組みを構築しなければならない。したがって売却益だけで必要なコストを賄いきれない場合には、政府等とも連携しながら回収手数料の徴収是非についても検討を行う必要がある。

図表 59 使用済みリチウムイオン二次電池のリサイクルシステムのイメージ



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

リユース（中古品としての再利用）

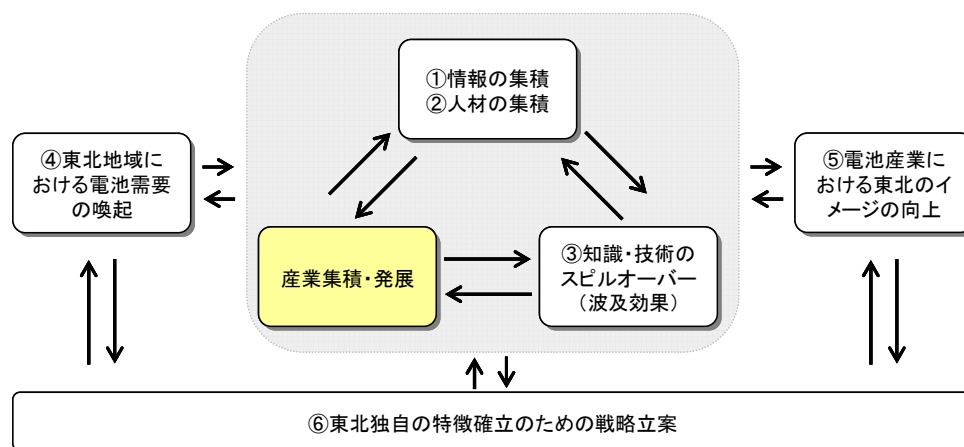
自動車用途では将来的にハイブリッド自動車や電気自動車の中古車流通ニーズが高まるものと思われるが、中古車市場を形成させるための一要素として、劣化状況に応じた客観的な価格評価手法の確立がある。自動車に二次電池を搭載したまま二次電池の劣化状況を評価できる技術・装置の開発や、また必要に応じて電池メーカーと連携して劣化の進んだ電池を適切なものに修理、また交換できるようなサービスの構築が他社との差別化となる。

東北地域では、県レベルで小型家電の回収およびレアメタルリサイクルに実証している動きが秋田県等を中心に存在しており、これらは県内の市町村をまたぐ広域回収の必要性なども検討していることから、こうした取組や調査・検討結果を踏まえて、資源有効利用促進法の対象にはなっていないリチウムイオン二次電池の回収ルートを産官一致して取り組むことが考えられる。また、東北地域には二次電池の劣化を検査することのできる検査機器メーカーやこれに類似した研究開発を行っている東北大学などの研究開発に関する蓄積があることから、これを活かしながら二次電池を搭載したハイブリッド自動車や電気自動車の中古車流通（リユース）を促すことも考えられる。

VI. 東北地域における電池産業の集積及び発展に向けて

「課題分析を踏まえた今後の方向性」を踏まえ、東北地域の電池産業における今後の課題を産業の集積及び発展という観点から整理した場合、①情報の集積、②人材の集積、③知識・技術のスピルオーバー（波及効果）、④東北地域における電池需要の喚起、⑤電池産業における東北のイメージの向上、⑥東北独自の特徴確立のための戦略立案といった6要素に分解することができる（図表 60）¹⁴。これらの要素は、循環的かつ相互に影響しあうことで産業集積へ結びつくものであり、どの要素を満たすことが最初で、次がどれといった順番はなく、同時並行的にそれぞれの要素を強化していくことが重要となる。

図表 60 産業集積・発展に必要な要素の循環的因果関係

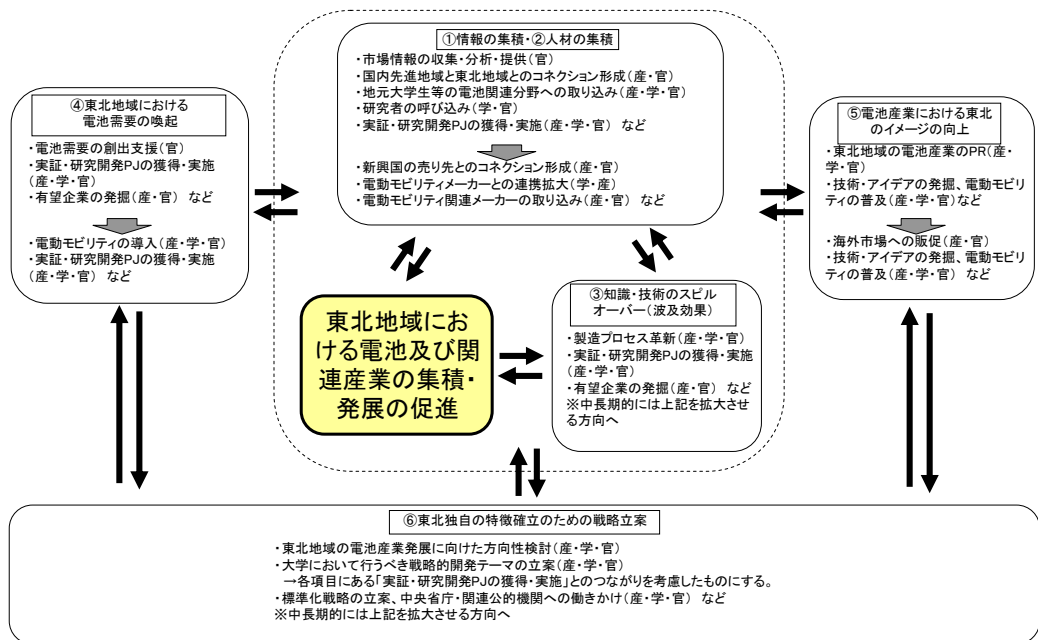


（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

¹⁴ 法政大学出版社「産業集積の経済地理学（山本健児著）」を参考としながら、三菱UFJリサーチ&コンサルティングにて地域的な産業集積の要素を改めて検討した。

これら6要素に基づき、短期的取組（ステップ1）及び中長期的取組（ステップ2）で想定される産業集積・発展に必要な要素とそれに向けた施策案としては、図表 61～図表 63に示すようなものが想定される。なお、電池及び関連産業を取り巻く市場動向の変化は急速であり、これに応じる個別企業レベルでの施策も同様に目まぐるしく変化している。また、市場動向の捉え方も各社各様で定まったものは少ない。そのため、本調査では「産（企業）」自ら必然的に取り組まなければならないものは今後の施策案の検討対象外とし、主として東北地域における電池及び関連産業を「学（大学、研究機関等）」及び「官（政府、地方自治体、関連公的団体など）」がどのように支援すべきかという観点から今後の施策案を検討している。

図表 61 産業集積・発展に必要な各要素と個別施策との相関



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 62 産業集積・発展に必要な要素と産業の集積・発展に向けた施策案

	①情報の集積			②人材の集積			③知識・技術のスピルオーバー		④東北地域内外における電池需要の喚起		⑤電池産業における東北のイメージ向上		⑥戦略立案			
	主体	目的	施策案	主体	目的	施策案	主体	目的	施策案	主体	目的	施策案	主体	目的	施策案	
短期的取組 (ステップ1)	官	今後、電池需要が拡大する市場に関する規模や売り先の概要といった市場情報の収集・分析・提供	・東北地域の関連メーカーによる研究会の開催(1) ・東北地域内の企業向けセミナーの開催(2)	産・学・官	地元大学生等の電池関連分野への取り組み(特に化学工学分野、制御工学分野)	東北地域内の電池関連企業を集めた大学での企業説明会の開催(4)	産・学・官	・製造プロセス革新のための技術情報の共有 ・研究会の立ち上げ(1) ・官・公の支援によるビジネスマッチングシンポジウムの開催(3)	官	・東北における電池需要の創出	産・学・官	・自治体の管理施設(信号機、街路灯、公的建築物等)における電池利用製品の導入(8) ・寒冷地特有の設備(ex.融雪装置)における電池利用製品の開発・導入(9)	産・学・官	・東北地域における電池産業のPR ・東北地域に存在する技術のPR	産・学・官	・東北地域の電池産業発展のための方向性の検討 ・大学において行うべき戦略的開発テーマの立案 ・標準化戦略の立案、中央省庁への働きかけ ・研究会の立ち上げ・開催(1)
	産・官	国内先進地域における電池関連メーカーと東北地域メーカーとのコネクション形成	・官・公の支援によるビジネスマッチングシンポジウムの開催(3)	官・学	研究者の呼び込み	・東北地域の大学等を拠点とする研究開発プロジェクトの立ち上げ(5) ・実証場所の提供(6)	産・学・官	政府及び関連団体が実施する実証事業、研究開発PJの獲得	産・学・官	政府及び関連団体が実施する実証事業、研究開発PJの獲得	産・学・官	・政府関連団体への東北地域の技術戦略の売り込み(7)	産・学・官	・優れた技術、アイデアの発掘 ・電動モビリティの普及(興味を持つための動機付け)	産・学・官	・技術コンクールや電動モビリティレース(11)
					産・学・官	政府及び関連団体が実施する実証事業、研究開発PJの獲得	産・学・官	電池産業への参加が可能な有望企業の発掘(製造プロセス、制御、等)	産・学・官	・研究会の立ち上げ・開催(1) ・官・公の支援によるビジネスマッチングシンポジウムの開催(3)						
中長期的取組 (ステップ2)	官	今後、電池需要が拡大する市場に関する規模や売り先の概要といった市場情報の収集・分析・提供	・東北地域の関連メーカーによる研究会の開催(1) ・東北地域内の企業向けセミナーの開催(2)	産・学・官	地元大学生等の電池関連分野への取り組み(特に化学工学分野、制御工学分野)	東北地域内の電池関連企業を集めた大学での企業説明会の開催(4)	産・学・官	・製造プロセス革新のための技術情報の共有 ・研究会の立ち上げ・開催(1) ・官・公の支援による技術・ビジネスマッチングシンポジウムの開催(3)	産・学・官	電動モビリティの導入	産・学・官	・自治体や大学等における電池利用製品(電気自動車、電動二輪車、電動アシスト自転車等)の導入(8) ・導入補助金や導入推奨リストの作成(13) ・充電インフラの拡充(14)	産・官	海外市場への販促	産・学・官	・海外の技術展示会への出展(東北地域内における取組を紹介するブースなど)(15) ・研究会の立ち上げ・開催(1)
	産・官	海外(新興国)の売り先とのコネクション形成	・官・公の支援による海外企業とのビジネス交流ミッション(12)	官・学	研究者の呼び込み	・東北地域の大学等を拠点とする研究開発プロジェクトの立ち上げ(5) ・実証場所の提供(6)	産・学・官	政府及び関連団体が実施する実証事業、研究開発PJの獲得	産・学・官	政府及び関連団体が実施する実証事業、研究開発PJの獲得	産・学・官	・政府関連団体への東北地域の技術戦略の売り込み(7)	産・学・官	・優れた技術、アイデアの発掘 ・電動モビリティの普及(興味を持つための動機付け)	産・学・官	・技術コンクールや電動モビリティレース(11)
				産・学・官	政府及び関連団体が実施する実証事業、研究開発PJの獲得	産・学・官	電池産業への参加が可能な有望企業の発掘(製造プロセス、制御、等)	産・学・官	・研究会の立ち上げ・開催(1) ・官・公の支援によるビジネスマッチングシンポジウムの開催(3)							
				官・学	電動モビリティメーカー(自動車、二輪車、電動アシスト自転車等)との連携拡大・誘致	・東北地域の関連メーカーによる研究会の開催(研究体制が整っていることのPR)(1) ・実証場所の提供や充実(6)										
			産・官	電動モビリティ製造に関連する企業の電池産業への取り組み	・研究会の立ち上げ・開催(1) ・官・公の支援による技術・ビジネスマッチングシンポジウムの開催(3)											

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 63 東北地域における電池産業の発展・集積に向けた施策案の主体別取組イメージ

施策案	時間軸		各主体の取組			
	短期的取組 (ステップ1)	中長期的取組 (ステップ2)	産 (東北地域に拠点を有する電池関連産業企業)	学 (東北地域に拠点を有する大学・研究機関)	官・公等 (中央省庁・自治体・公益法人等)	共通
1 東北地域の関連メーカーによる研究会の開催	●	●	・研究会に参加し、市場動向に関する情報提供、また市場獲得に向けた標準化の必要性について論点を提供する。 ・新たな電池需要の開拓に向けた論点を提供する。	・研究会に参加し、東北地域における電池関連産業の競争優位確保に向けた技術革新の論点について提供を行う。	・東北地域内に拠点を有するメーカーや大学関係者が集まり、今後の市場動向に関する情報分析、東北地域における電池産業の集積に向けた戦略づくり等を行う研究会を立ち上げる。	・産学官等が参集する研究会を立ち上げる(官・公が主体的に立ち上げる。各主体の取組で詳述)
2 東北地域内の企業向けセミナーの開催	●	●			・東北地域内に立地している電池関連産業の予備軍となる企業を発掘するため、今後の電池市場に関する予測や参入メリット、また参入時の課題解決ポイントなどを紹介するセミナーを開催する。 ・関西地域等の先進事例について官・公等どうしの情報交換・交流を拡大させるなどして、潜在的な企業の発掘方法について検討を行う。	
3 官・公の支援によるビジネスマッチングシンポジウムの開催	●	●	・開催されるビジネスマッチングシンポジウムへ積極的に参加する。		・東北地域内の電池関連企業(今年度調査の企業マップなどを参考)に対して、ビジネスマッチングのニーズなどを確認の上、他地域の企業との交流の場(シンポジウム、ミッション派遣など)づくりを行う。	
4 東北地域内の電池関連企業を集めた大学での企業説明会の開催	●	●	・大学が行うものづくり体験学習プログラムに協力する。	・電池関連企業の紹介を行う就職活動セミナーへの周知を行う。 ・東北地域内の電池関連企業と連携し、実際のものづくり体験や見学が可能な体験学習プログラムをつくる。	・東北地域の大学生の地元就職を支援する目的なども加味した上で、就職活動セミナーなどに地元電池関連企業の紹介ブースを設置する。	※官・公と学：就職活動での連携 ※産と学：体験学習プログラムづくり
5 東北地域の大学等を拠点とする研究開発プロジェクトの立ち上げ	●	●	・大学等の研究者が行う研究開発に関連し、具体的な出口戦略の提示を行う。	・研究開発プロジェクトの立ち上げに必要なメンバー組成の検討や共同研究者の確保を行う。また、研究開発資金の確保を目指し、政府委託事業等への応募を行う。	・(1)の研究会にて検討された戦略を踏まえ、東北地域に技術者が集結するような研究開発プロジェクトの立ち上げに向け、事前調査や関係者が集まる場づくり、資金面で研究開発の支援を行う(中央が実施する研究開発委託事業の紹介なども含む)。	・産学連携による研究開発プロジェクトを立ち上げる(学が主体的に立ち上げる)
6 実証場所の提供	●	●		・東北地域内の大学に電池利用時の実証データを取得できるような設備を整備し、実証データを必要とする大学や企業が東北地域に集まりやすくなる。また、特に電池特有の課題として、寒冷時の性能低下があることから、国内唯一の寒冷地実証場を目指す。	・電池利用製品の実用化に向けた実証データ取得ができるような設備(有体設備などの活用)を整備し、電池関連企業などが利用できるようにする。特に電池特有の課題として、寒冷時の性能低下があることから、国内唯一の寒冷地実証場を目指す。 ・大学が整備しようとする実証設備の投資について、公的資金による支援の可能性を検討する。	
7 政府関連団体への東北地域の技術戦略の売り込み	●	●			・(1)の研究会にて検討された戦略を踏まえ、今後取り組むべき研究開発プロジェクトの提言のほか、実際の受け皿となる産学連携チームの提示を行い、政府関連団体が実施する研究開発委託事業への道筋づくりを行う。	
8 自治体の管理施設(信号機、街路灯、公的建築物等)、電池利用製品(電気自動車、電動二輪車、電動アシスト自転車等)の導入	●	●			・東北地域の電池関連産業が手がける電池(ex.汎用型電池)の需要拡大に貢献し、更なる投資・研究開発の拡大を促すため、東北地域の自治体が連携して、公共設備や公用車等での電池利用製品の導入を促進するようにする。 ・東北地域で採用された電池利用製品が日本国内の「デファクト・スタンダード」となるように関東地域などへの普及を働きかける。	
9 寒冷地特有の設備(ex.融雪装置)における電池利用製品の開発・導入	●			・電池特有の課題として、寒冷時に性能が低下するという問題があるため、寒冷地では十分な性能発揮が期待できなかった製品開発(性能低下要因の分析、改善技術の開発など)を行う。	・電池特有の課題として、寒冷時に性能が低下するという問題があるため、寒冷地では十分な性能発揮が期待できなかった製品開発を支援する目的で、東北地域内の自治体等における導入を行う。	
10 国内技術展示会への出展(東北地域内における取組を紹介するブースなど)	●		・出展への協力を行う。	・出展への協力を行う。	・(1)の研究会にて検討された戦略紹介のほか、東北地域内の企業や大学が取り組む研究開発、また実用化に成功した製品の紹介を行うため、各種展示会でのブース出展を行う。	・産学官等が参集する研究会が中心になって出展を検討する(官・公が主体的に取り組む)
11 技術コンクールや電動モビリティレース	●		・寒冷地でも実用的な電動モビリティの開発を行い、技術コンクールに参加する。 ・電池需要家においては、技術コンクールを主催する。	・寒冷地でも実用的な電動モビリティの開発を行うこととする電池需要家と共に電池(もしくは電動モビリティそのもの)の技術コンクールを行う。	・寒冷地でも実用的な電動モビリティの開発や普及を促すため、大学や企業等が中心になって実施する技術コンクールや電動モビリティレースの開催に協賛する。	
12 官・公の支援による海外企業とのビジネス交流ミッション		●	・海外派遣ミッションへ参加する。		・東北地域内の電池関連企業(今年度調査の企業マップなどを参考)に対して、ビジネスマッチングのニーズなどを確認の上、事前調査、また海外の電池需要家等との交流の場(ミッション派遣など)づくりを行う。	
13 導入補助金や導入推奨リストの作成		●			・東北地域の電池関連産業が手がける電池(ex.汎用型電池)の需要拡大に貢献し、更なる投資・研究開発の拡大を促すため、東北地域における電気自動車、電動バイク、電動アシスト自転車に関する補助金リストの作成・広報や新たな独自支援制度を検討、実施する。	
14 充電インフラの拡充		●			・東北地域の電池関連産業が手がける電池(ex.汎用型電池)の需要拡大に貢献し、更なる投資・研究開発の拡大を促すため、東北地域における電気自動車、電動バイク、電動アシスト自転車向けの充電インフラを整備する。	
15 海外の技術展示会への出展(東北地域内における取組を紹介するブースなど)		●	・出展への協力を行う。	・出展への協力を行う。	・(1)の研究会にて検討された戦略紹介のほか、東北地域内の企業や大学が取り組む研究開発、また実用化に成功した製品の紹介を行うため、各種展示会でのブース出展を行う。	・産学官等が参集する研究会が中心になって出展を検討する(官・公が主体的に取り組む)

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

① 東北地域に、情報の蓄積が促進される仕組みを構築する

東北地域における電池産業への参入経緯を見た場合、一からの新規事業立ち上げは少なく、自社の既存事業で発生していた副産物や中間生成物の応用や既存設備の応用が可能であったことから参入したことが多い。自社の既存事業から電池産業への応用は、顧客との折衝から可能性を察したというものが多く、電池関連市場への参入可否を判断し、そのための投資を行うためには、技術力だけではなく、市場動向やユーザーニーズを把握できるようにするためのパイプづくりも新規参入のためには重要な要素となる。電池分野への新規参入を促すためには、企業が電池産業への参入の可能性に気づく機会を増やすことが重要であり、情報が集まれば企業の新規参入が促され、産業集積が進み、産業が集積すればそこにまた情報が集まるといったスパイラルが形成される。そのきっかけとして、東北に情報が入り、情報が伝わる仕組みを構築することは重要である。

<施策案と各主体の取組イメージ>

- 外部情報収集・提供機能の立ち上げ
 - 主な関与主体：官・公等が主役となって産学の連携促進
 - 電池産業になじみのない企業が独自に情報を入手することは難しい。情報の収集・提供を行う機関を設け、電池市場情報へのアクセスを容易にするため、産・学・官公等が連携して東北地域の電池産業発展・集積に向けた研究会を立ち上げ、情報収集や分析、戦略の検討を行う。これらについては広く情報発信を行う。

- ビジネスセミナー、技術セミナーの開催
 - 主な関与主体：官・公等
 - 東北地域の企業（既に電池に関連した事業を行っているいないに関わらず）を対象に、国内外の電池市場動向、事業方向戦略等のビジネスに関連する情報、電池製造、制御等の技術に関する動向情報の提供を行う。
 - 情報提供を行うことで、各企業が自分達の有する技術の電池産業への応用可能であるかどうかを考えるきっかけを提供する。ビジネスにチャンスを見出す気づきとなることを期待する。

- 関西の企業、大学、研究機関と東北企業とのビジネス・技術交流の開催
 - 主な関与主体：官・公および東北地域の電池関連メーカー
 - 現在、東北地域の電池産業のリソースは不足しており、情報が集まるチャンネルも少ない。そのため、まずは電池産業の集積・発展が進んでいる関西地域とのコネクションを形成することで、東北地域へ情報が

入ってくるチャンネルを作る。

- 海外の有望な電池需要家、電池関連企業と東北地域の電池関連企業とのコネクシヨンの強化
 - 主な関与主体：官・公および東北地域の電池電池関連メーカー
 - 海外企業とのビジネスマッチングを行い、東北の技術を海外に PR し、シェア拡大を図るとともに、海外の優れた技術の取り込みも狙う

② 東北地域に、電池関連の人材の蓄積が促進される仕組みを構築する

電池産業の集積が進む関西地域の特徴の一つとして、電池に関連する研究を行う大学、研究機関が数多く存在していることが挙げられる。大学、研究機関はイノベーションを起こすための源であり、かつイノベーションを起こす人材の源でもある。研究開発により生み出されたイノベーションは、新たな市場を作り出し、企業、労働力を呼び込むことにつながる。持続的に産業が発展するためには、産業が成熟し、標準化される技術にかわって新しい技術が生まれる状況が必要であり、研究開発が果たす役割は大きく、産業集積の核となり得る。東北地域においては、東北大学をはじめ、複数の大学で電池に関連する研究が行われているものの、特定のテーマに限られていることや、相互連携による研究開発に乏しいことなどが問題である。そのため、東北地域における電池産業の発展のために、電池分野の研究の活性化、優秀な研究者・エンジニアの集積が進む仕組みを構築することが重要である。

<施策案と各主体の取組イメージ>

- 東北地域での優れた人材の確保
 - 主な関与主体：官・公、東北地域の大学や電池電池関連メーカー
 - 東北に立地する電池関連企業を集め、東北地域の大学での企業説明会を実施し、地元の優秀な人材の獲得を行う（可能であれば東北地域外の大学でも開催し、東北出身者の地元での就職を促す）。
 - 東北地域に立地する電池関連企業へのインターン受け入れを積極的に進める。
- 研究者・技術者の東北への誘引、育成
 - 主な関与主体：官・公および東北地域の大学
 - 研究センターの設立
 - ✓ 研究を活性化させ、優秀な研究者を東北地域に呼び込むためには、先進的な研究者が魅力を感じる研究テーマ、研究環境が必要。
 - ✓ 例えば、将来の電池のコモディティ化を見据え、中国や米国などを中心に採用が目されているリン酸鉄系電池について、素材からモジュール化にいたるまでの一大研究開発プロジェクトを、東北大学などを中心に立ち上げる。
 - ✓ 科学技術分野の研究だけにとどまらず、経営分野に関する研究（海外企業の戦略分析、特許戦略、等）も実施する。
 - 試験施設の設立
 - ✓ 個人企業では所有が難しい高価な設備・分析機器が使用できる、普通では実施が難しいような実用試験等が可能な場を、東北地域

において共同で設立する。

- ✓ 東北外からも企業、人材を呼び込む。これにより共同研究の機会が増えることも期待できる。
- 国の実証事業、研究開発 PJ の獲得
 - ✓ 東北地域の自治体、大学、電池関連企業等を巻き込んだ実証事業の実施体制を構築し、研究開発委託事業を行う政府関連機関等へ東北の電池技術戦略を売り込む。
 - ✓ 実証事業、研究開発 PJ により、企業間の連携の強化と、企業の技術力向上を図る。
- 将来の電池産業発展のための関連分野（電動コンピューター分野）の企業誘致
 - 主な関与主体：官・公等
 - 東北地域において電動コンピューターの導入を進め、開発と需要の両方を満たせる環境を整えることで企業誘致を行う。
 - 電池も含めた電動コンピューター製造に関わる企業（例えば、断熱材メーカー、機器の熱制御メーカー、等）の取り込みを行い、製品製造のためのサポーティングインダストリーの充実させる

③ 東北地域内での知識・技術のスピルオーバー（波及効果）が起こる仕組みを構築する

関西地域の電池産業の集積は、大手電機メーカーの存在と、それを支える様々な分野（化学、金属、電気、機械、等）のサポーターインダストリーの存在からなっており、電池に関する知識・技術が異なる分野の企業で共有され、シナジー効果を生んでいるとみることができる。産業が集積する場所においては、知識・技術が集積し、それらが他に波及（スピルオーバー）することでシナジー効果が生まれる。産業の集積及び発展のためには、その地域において知識・技術のスピルオーバーが起こり、それによって外から得られる知識・技術と、自らの知識・技術が融合し、新たな知識・技術が生み出されるメカニズムが上手く働くことが重要である。即ち、競争と協力の両方がバランスよく活発に行われ、常にイノベーションが発生する環境が重要となる。

＜施策案と各主体の取組イメージ＞

- 東北における研究会の立ち上げ
 - 主な関与主体：官・公のほか、東北地域の大学や電池関連メーカー
 - 東北地域の大学、関連企業を集めた、研究会（『東北電動コンピューター研究会』（仮称））を立ち上げ、東北独自の研究開発を行う。
 - 勉強会、意見交換会の開催、ビジネス・技術マッチング等を行うことにより、企業、大学の交流の場を作り、情報・知識の共有、連携の機会を増やす。
 - 電池に関連する企業だけでなく、様々な業種の企業（例えば、自転車メーカー、照明、情報通信、等）への参加を募り、異業種へのビジネスの波及、新たな市場の発掘を図る。
 - 技術に関する内容を取り扱うだけでなく、経済・経営を専門とする研究者へも参加を依頼し経営戦略についての議論を行える場も設ける。
- 電池関連技術コンペの開催
 - 主な関与主体：官・公のほか、東北地域の大学や電池関連メーカー
 - 行政や東北の企業がスポンサー、審査員となり、毎年テーマを決めての技術コンペを行う。
 - 応募者にとっては自社の技術力の PR、ビジネスのチャンスとなり、東北における電池産業にとっては新たなアイデア・技術の発掘の場となる。
 - これにより、新たな企業間の連携を促し、更に技術を発展させる。

④ 東北地域における電池需要の喚起

需要の存在は産業が興るための最も明快な要因の一つである。また、大きな需要の創出は、産業の分業化を推し進め、産業の裾野の拡がりにつながる。東北地域において電池需要を生み出すことは、産業集積のループを加速させることにつながる。また、これまでにない新たな電池の市場を開拓できれば、電池産業だけでなく、他分野への波及効果も期待できる。

<施策案と各主体の取組イメージ>

- スマートグリッド、電気自動車等の電池を使用する実証事業の実施
 - 東北地域の自治体、大学、電池関連企業等を巻き込んだ実証事業の実施体制を構築し、政府等が実施する実証事業の獲得を目指し、実証事業で使用する電池の需要を作り出す。

- 防災及び低炭素社会の促進を意識した電源多様化システムの導入拡大
 - 主な関与主体：産・学・官・公等
 - 震災復興のほか、防災及び低炭素社会の促進を意識しながら、太陽電池や小型風力発電などを導入した住宅、オフィスにおける電源多様化システム（リチウムイオン二次電池等を採用）を産学にて開発し、「東北モデル」として国内外での普及拡大を図る。
 - このほか、電池の導入先としてだけでなく、電池の試験（データ収集）場所の提供も意識しながら、自治体の管理施設、公共設備（信号機、街路灯、道路融雪装置、等）への蓄電池導入拡大を目指す。

- 電動コンピューターの普及拡大
 - 主な関与主体：官・公等
 - 公共施設、大学等への導入、税優遇、補助金交付、充電インフラの充実を行い、東北地域での普及を進める。

- 前述の東北電池産業フォーラム（またはアライアンス）での異業種交流による、新たな市場の模索
 - 太陽電池、風力と蓄電池を組み合わせた融雪ヒーター
 - 医療機器への応用

- 電池利用の更なる拡大を意識したリサイクル・リユース産業の育成
 - 今後、大量に発生すると見られる使用済み二次電池のリサイクルのほか、二次電池を搭載した電気自動車等の中古車流通（リユース）を促すための技術開発を行い、間接的に電池利用の更なる拡大を目指す。

⑤ 電池産業における東北のイメージ向上

東北地域が一致団結して電池産業の集積に力を入れていることを内外的にアピールし、電池産業における東北の認知度を高めることは、企業、人材の吸引力となる。また、認知度を高めることは、商売の面でも有利に働く。東北地域のイメージの向上は、産業集積のループを加速させ、長期的な産業発展を支える重要な要素である

<施策案と各主体の取組イメージ>

- 東北地域における電池産業に対する取り組みの東北域外に向けた PR
 - 主な関与主体：官・公のほか、東北地域の大学や電池関連メーカー
 - 東北地域において、電池産業発展に力をいれているということを PR することにより、イメージの向上と企業、人材の招聘をはかる。
 - 可能であれば、一般的な広報活動に加え、特定企業の目玉技術を PR することも有効。
 - 国内外の技術展示会に出展し PR を行う。

- 電動コンピューターレースの開催
 - 主な関与主体：官・公のほか、東北地域の大学や電池関連メーカー
 - 電動コンピューターの普及促進、イベント開催による活性化と東北地域の印象付けを図る。

⑥ 東北地域における電池産業発展のための戦略立案

リチウムイオン二次電池は、今後、大きな拡大が期待される市場ではあるが、電池の用途ごとに要求仕様は変化していくことが予想される。また、同一の用途においても、諸外国によって求めるスペックが異なる可能性も考えられる。そのため、電池の市場毎の動向に合わせた競争性優位が確保できなければ、今後の電池産業における市場の獲得は困難だと思われる。東北地域の電池関連企業が電池市場を獲得し、持続的な集積・発展が進むためには、電池市場の変化を的確に捉え、東北地域の強みを活かせる分野はどこにあるのか、どの分野を強化していくべきかを検討し、持続的に競争力を有するための戦略を立て、電池産業に対してビジョンとしてそれを示すことが重要である。

<施策案と各主体の取組イメージ>

- 東北における電池の研究者、電池関連企業、電池需要企業等をメンバーとした研究会の立ち上げ
 - 国内外市場の動向調査および連携相手となる電池需要家の調査と、東北地域が電池分野において市場を獲得するためのビジョンの提案をおこなう。東北に立地する電池関連企業が自ら世界の電池市場を獲得するための戦略立案を促すことが目的となる。
 - 東北地域において戦略的に進めるべき研究開発テーマ、実証事業テーマ等の企画立案を行う。必要な研究開発課題の洗い出し、またこれに参画させる地元メーカーの洗い出しなどを予め調査し、技術開発ロードマップとしてまとめる。東北地域だけでは完結できない部分については（特に製造装置や素材生産の受け皿となるメーカー）、関西地域のメーカーとも積極的に連携できる機会を探す。
- スマートグリッド以下リサイクルまでを視野に入れた「東北版」スマートシティ構想とその実現に向けた連携組織の立ち上げ
 - 東日本大震災からの復興が叫ばれる東北地域において、防災と低炭素社会の形成を意識した新たなスマートシティのあり方を発信する。新たなまちづくりの観点を含めながら、太陽電池や小型風力発電などにリチウムイオン二次電池等の蓄電池機能を加えた電源多様化システム等について構想を練る。
 - 上記構想を実現するための組織として、東北地域の企業、大学、自治体などから構成される産学連携組織を立ち上げ、具体的な研究開発を推進すると共にあわせて導入も行っていく。

(以上)

VII. 参考資料

VII-1. 電動モビリティ市場の動向

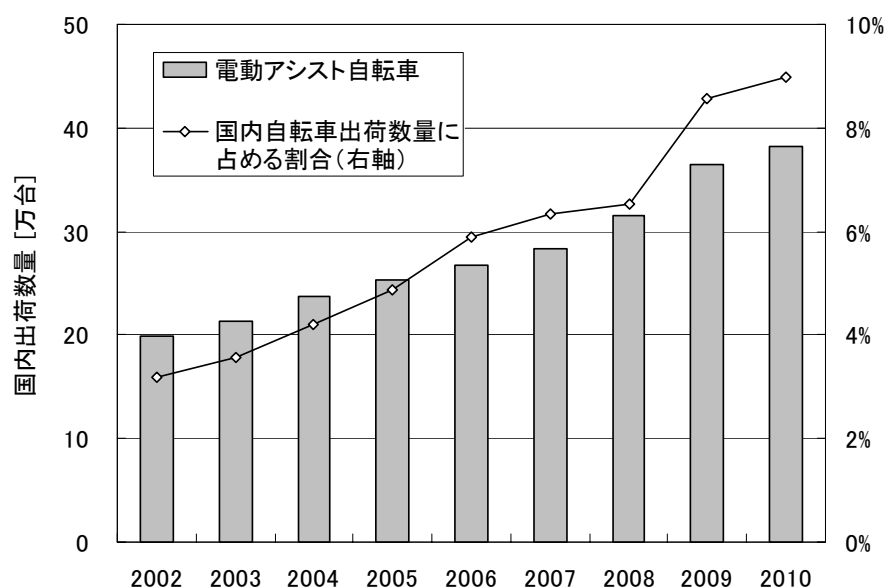
1. 電動アシスト自転車

自転車協会の統計資料によれば、2010年の電動アシスト自転車の国内出荷数量は、約38万台であり、国内の自転車出荷数量の約9.0%を占める。電動アシスト自転車の国内出荷数量は増加傾向にあり、それに対応して出荷割合も増加傾向にある（図表 64）。

金額ベースで見ると、2010年の国内出荷金額は約245億円であり、国内の自転車出荷金額に占める割合は約32%と数量ベースよりも上昇する。これは、電池搭載などによって電動アシスト自転車の価格が通常の自転車よりも高いためである（図表 65）。

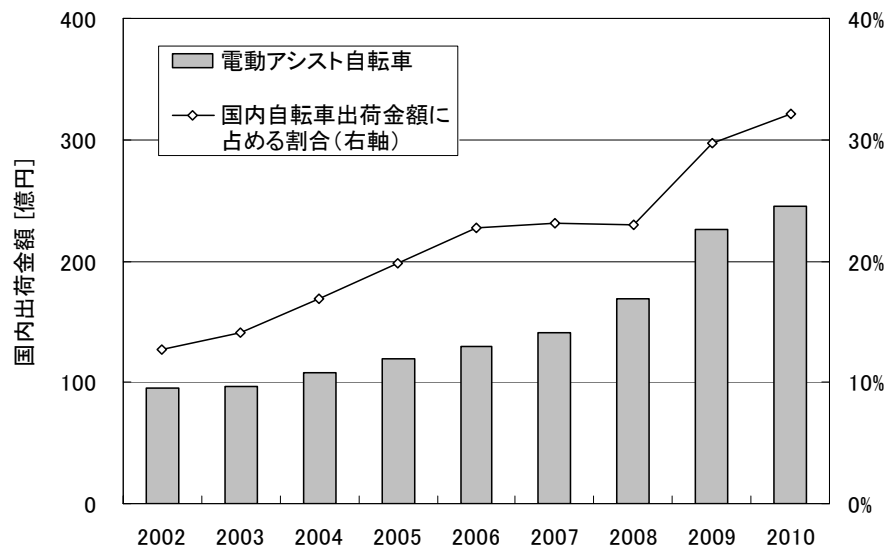
現在販売されている電動アシスト自転車については、廉価モデルに対してはニッケル水素電池、高級モデルに対してはリチウムイオン二次電池が搭載されることが多い。近年のモデルには、回生ブレーキが搭載されることが多く、ブレーキによって充電を行うことが可能である。

図表 64 電動アシスト自転車の出荷動向（数量）



（資料）自転車協会「会員統計」をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表 65 電動アシスト自転車の出荷動向（金額）



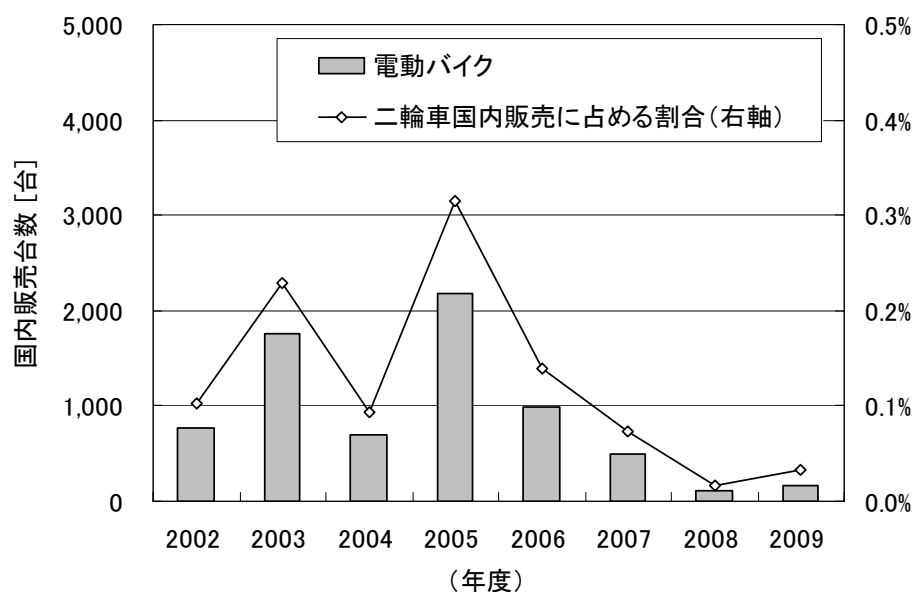
(資料) 自転車協会「会員統計」をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2. 電動バイク

次世代自動車振興センターの統計資料によれば、2009年の電動バイクの販売数量は、166台と電動アシスト自転車に比べて市場規模は非常に小さい。2005年には、販売数量が2,000台を超えていたものの、近年の販売数量は低迷している。これは、国内の主要販売元であったヤマハ発動機の電動スクーター「パッソル」（2002年発売）がリチウムイオン二次電池のリコール問題を起こし、発売中止となった影響が大きい。ただし、2010年には、ヤマハ発動機と本田技研工業がそれぞれ電動スクーターを発売しており、今後本格的に市場が立ち上がると見られる。

海外メーカーが発売している電動バイクにはリチウムイオン二次電池の他に鉛蓄電池やニッケル水素電池が採用されている場合もあるが、国内大手バイクメーカーが発売している電動バイクにはエネルギー密度の高いリチウムイオン二次電池が搭載されることがほとんどである。

図表 66 電動バイクの販売数量の推移



(注) 販売台数は国内で登録された台数

(資料) (社)次世代自動車振興センター「電気自動車等保有・生産・販売台数統計」、
(社)自動車工業会「自動車統計月報」をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

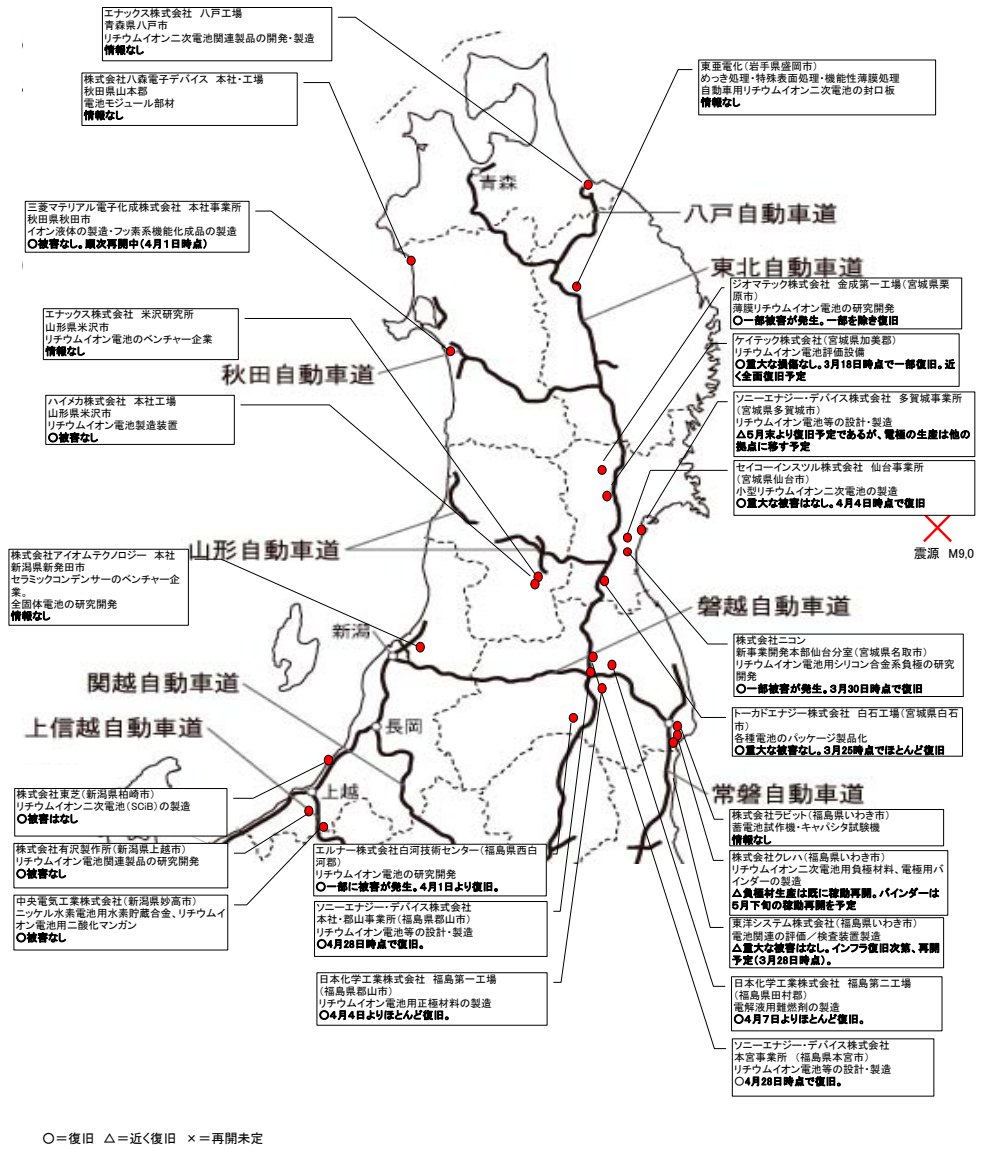
VII-2. 東日本大震災による東北電池産業の被害状況

1. リチウムイオン二次電池関連企業

図表 67にリチウムイオン二次電池関連企業の被害・復旧状況を示す。震源は、太平洋側であったため、日本海に位置する秋田県、山形県、新潟県の企業にはほとんど被害が見られなかった。太平洋側に位置する青森県、岩手県、宮城県、福島県においても、一部の企業で設備・建物等に被害が発生したものの、3月から4月上旬にかけてほとんどの企業が日常業務を再開している。

リチウムイオン二次電池製造のサプライチェーン全体に及ぶ影響としては、バインダーの寡占企業であるクレハが生産再開に至っていないため、震災の被害がなかった他地域の電池メーカーの生産にも影響する可能性がある。ただし、一部のグレードについてはすでに生産を再開しており、5月下旬には全面的に生産を再開する予定であるため、短期的な影響となる見通しである。ソニーエナジー・デバイスに関しては多賀城事業所、本宮事業所、郡山事業所で被害が発生し、工場が停止した。ただし、本宮事業所、郡山事業所については、4月下旬時点で再開しており、多賀城事業所についても宮城県、福島県などにある主力工場に生産機能を移管、集約し、早期の生産量回復が目指されている。このほか、東北地域における主要な研究機関である東北大学においても震災被害が発生しているが、電力、ガス、水道等の研究インフラは順次回復している。

図表 67 リチウムイオン二次電池関連企業の被害・復旧状況



(注) 平成23年4月28日現在の情報に基づく。
 (資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2. ニッケル水素電池関連企業

図表 68にニッケル水素電池関連産業の被害・復旧状況を示す。宮城県の企業の一部に被害が発生している。プライムアースEVエナジーについては、致命的な損傷はないものの、ガス、工業用水などが復旧していないため、再開未定となっている。プライムアースEVエナジーでは、宮城工場で生産を補う緊急措置として、静岡県湖西市に立地する大森工場、境宿工場で増産体制を立ち上げている。

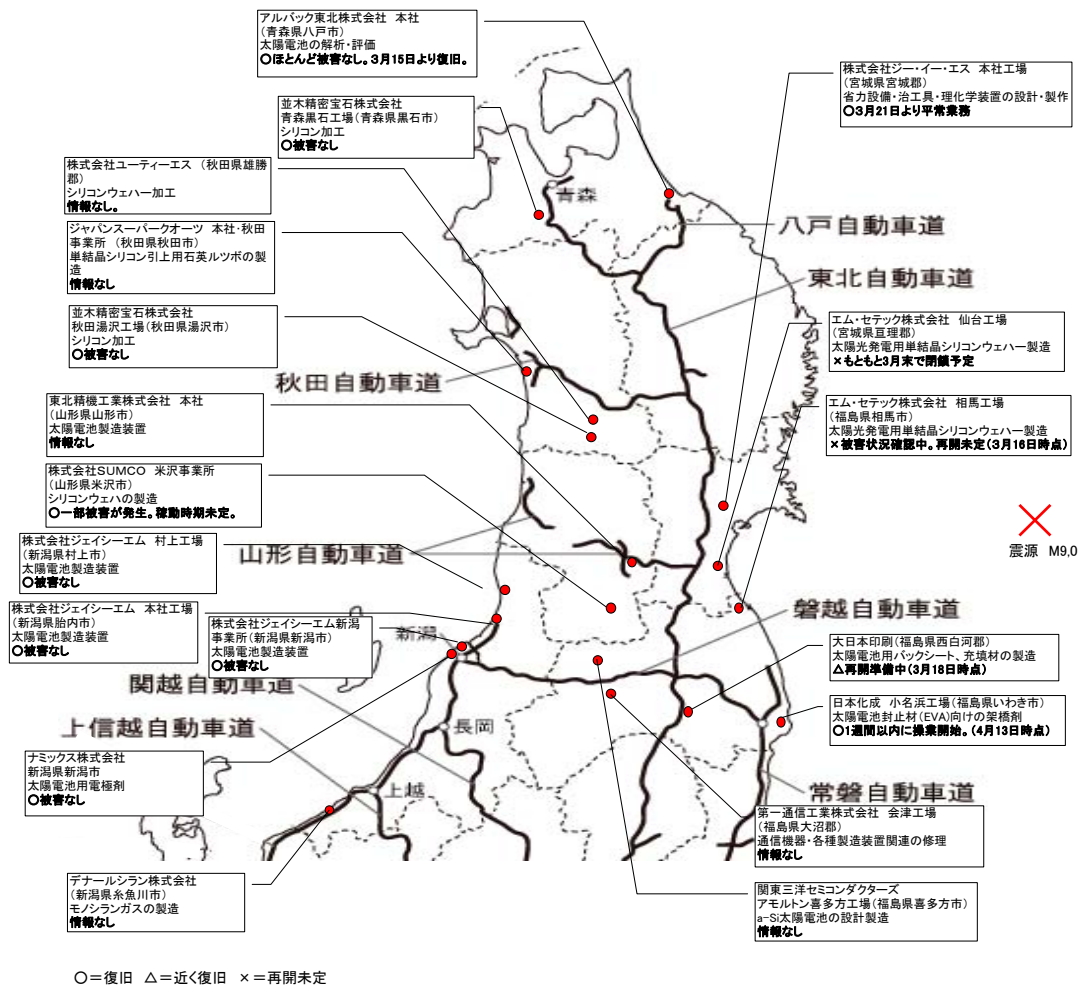
図表 68 ニッケル水素電池関連企業の被害・復旧状況



3. 太陽電池関連企業

図表 69に太陽電池関連企業の被害・復旧状況を示す。宮城県、福島県、山形県の一部の企業において、被害が発生しているが、多くの企業は4月上旬までに通常営業を再開している。生産再開に至っていない企業としては、エム・セテック、SUMCO米沢事業所といったシリコン原料関連の企業が多く、短期的に太陽電池材料の供給不足が懸念される。エム・セテック相馬工場は、津波による被害が大きかったと推測されるが、詳しい情報については発表されていない。

図表 69 太陽電池関連企業の被害・復旧状況



東北地域における電池及び関連産業の発展方策に関する調査報告書

財団法人 東北活性化研究センター

〒980-0021 仙台市青葉区中央二丁目9番10号（セントレ東北9F）
電話（022）222-3357

