



# 東北大学 最先端電池基盤技術 コンソーシアムの取り組み

東北大学流体科学研究所  
未到エネルギー研究センター

寒川誠二

## 垂直統合型技術結集と新たな産学連携システム による最先端電池基盤技術の創出

### 特徴

1. 太陽電池、二次電池、燃料電池を融合した最適化ナノエネルギーシステムの確立を目指したコンソーシアム
2. 大学が独自に蓄積してきたナノ界面材料構造制御技術を基に垂直統合型企业群からの技術結集による戦略的な研究開発
3. TLO強化で大学の社会還元、雇用創出、国益増強へ
4. 技術結集のために独自の知財戦略“特許自由市場(パテント・マルシェ)”を提案
5. 世界に通用する人材を育成するために、魂の入った企業大学間人材交流育成システムを提案(実質的な人材育成・交流)
6. 電池産業の基盤を支えるために仙台マテリアルバレーを基盤とした設備共同利用システム“電池基盤製造装置コインランドリーシステム”を構築

# 自立型エネルギーシステム(レジリエント社会構築に向けて)

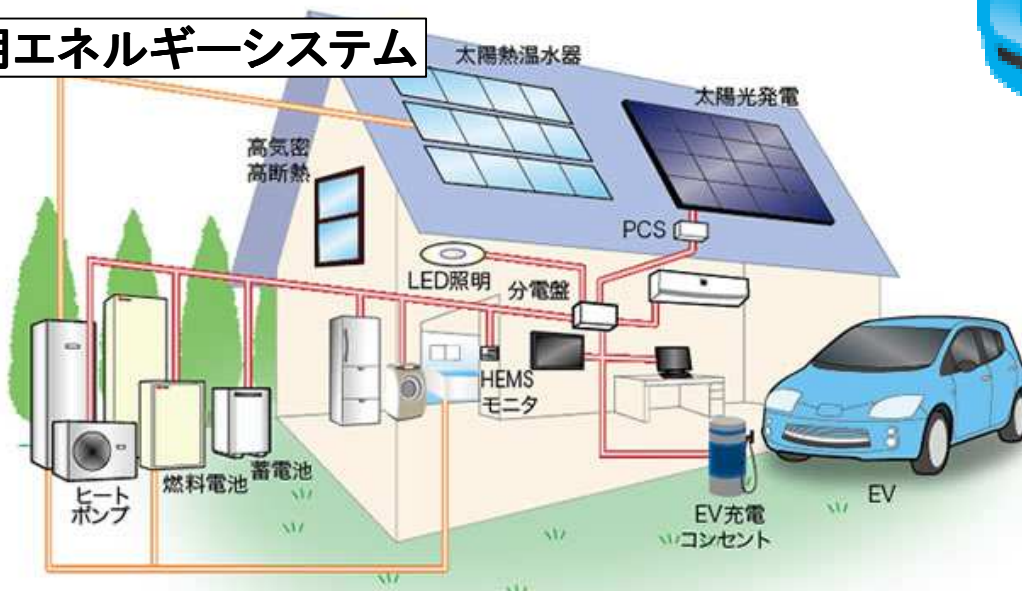


災害対応可能なインフラフリー  
エネルギーシステムを目指す

自立型エネルギー  
システムを備えた  
電気自動車



## 自立型家庭用エネルギーシステム



<http://www.smartcity-planning.co.jp/>

## エネルギー技術立国

市場は日本のみならず  
東南アジア、アフリカ

# 東北大学メンバー



## 研究グループ

流体科学研究所	教授	寒川 誠二
流体科学研究所	准教授	徳増 崇
流体科学研究所	助教	下山 幸治
多元物質科学研究所	教授	本間 格
多元物質科学研究所	教授	雨澤 浩史
原子分子材料科学高等研究機構	教授	折茂 慎一
原子分子材料科学高等研究機構	講師	宇根本 篤
金属材料研究所	講師	松尾 元彰
金属材料研究所	客員研究員	池庄司 民夫
未来科学技術共同研究センター	教授	宮本 明
名古屋大学(東北大学)	教授(客員教授)	宇佐美 徳隆

## 研究管理グループ

流体科学研究所	准教授	久保田 智広
流体科学研究所	客員教授	仲野 是克
(株)東北テクノアーチ	部長	石山 晃

## 事務局

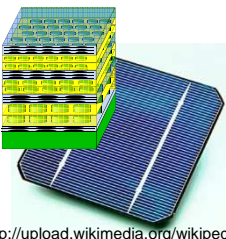
流体科学研究所	事務補佐員	桑田 真弓
流体科学研究所	事務補佐員	小林 弥生

# コンソーシアム基盤技術



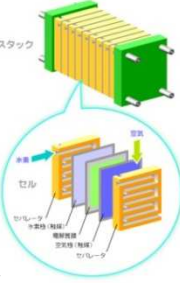
## デバイス・システムへの応用

### デバイス




太陽電池

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Solar\\_cell.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Solar_cell.png)



燃料電池

[http://www.adte.jp/pro\\_fc.html](http://www.adte.jp/pro_fc.html)



二次電池

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Coin-cells.jpg>

**基盤技術系メーカー**

- ・装置メーカー(装置基盤技術)
- ・材料メーカー(材料技術)
- ・ソフトウェアメーカー(数値解析)

### システム



燃料電池自動車・電気自動車

<http://topics.j-cast.com/keywords/家庭用燃料電池/>



家庭用太陽光発電システム

<http://home.gyps-gs-yuasa.com/products/sl/bousai.html>

**応用系メーカー**

- ・デバイスメーカー
- ・自動車メーカー
- ・システムメーカー
- など

## 新たな基盤技術の開発

- ・共通基盤技術のさらなる発展
- ・参画メーカーとの共同研究・実用化

最先端電池基盤技術コンソーシアム  
(ナノ界面材料構造制御技術)

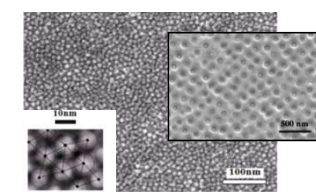
- 太陽電池(T1) ○寒川
- 二次電池(T2) ○本間
- 燃料電池(T3) ○松尾/BU折茂
- 解析(T4) ○徳増

### 共通基盤技術:

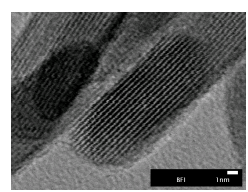
### ナノ界面材料構造制御技術

- 中性粒子ビーム
  - バイオナノプロセス
  - ナノ結晶作製技術
  - ナノ結晶リチウム貯蔵技術
  - ナノ界面組成・制御技術
  - 水素化物合成技術
  - ナノ界面その場評価技術
  - 多重計算技術
  - 量子化学計算
  - 分子動力学計算
- ナノ構造作製技術 (量子ドットなど)

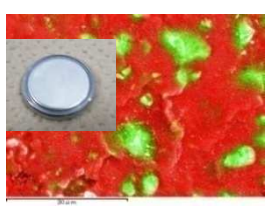
ナノ構造理論解析技術



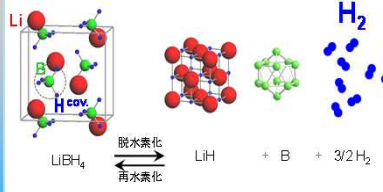
ナノ構造作製技術 (量子ドットなど)



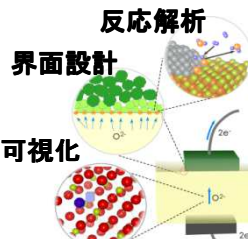
ナノ結晶作製技術



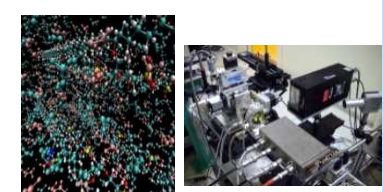
全固体電池技術



水素化物貯蔵物質(錯体系)



反応解析  
界面設計  
可視化



ナノ構造理論解析技術  
その場計測技術

# 次世代電池基盤技術：新聞発表記事

次世代太陽電池／寒川教授  
日刊工業新聞発表記事  
4-JUN-2012

次世代二次電池／本間教授  
日本経済新聞発表記事  
13-JUN-2012

次世代燃料電池／折茂教授  
河北新報発表記事  
14-MAY-2012

## 全固体電池材料を開発

ナトリウム中心の化合物

東北大

東北大学の松尾元彰 良を進め、現在のリチウムイオン電池は、燃えやすい液体電解質と不安定な性能を兼ね備えている。これを「全固体電池」に向けて材料を開発した。正と負の電極の間でイオンをやり取りする電解質の部分にリチウムではなく、ナトリウムを主成分とする化合物を作った。今後は実際の電池の組み立てと改

セミ30、50度の室温付近でナトリウムイオンが通る。従来物質の2倍あつた。さらに1000倍の高められれば、携帯電話やパソコンなどに使われているリチウムイオン電池と同等の水準になるという。

がよい電極の素材を見つければ、電池の容量を大きく引き上げられるとみている。今後、実際の電池の試作と性能評価を進める。

リチウムイオン電池はで人手しやすく、代替材料として期待されている。リチウムイオン電池は、電解質に可燃性の液体を使う。また、リチウムイオン電池は、電解質に不安定な材料を使う。折茂教授は、リチウムイオン電池の容量を大きく引き上げられるとみている。今後、実際の電池の試作と性能評価を進める。

新聞社 2012 (日刊)

# 日本経済新聞

6月13日 水曜日

発行所 日本経済新聞社  
東京本社 (03) 3270-0251  
〒100-8086 東京都千代田区大手町1-3-7  
大阪本社 (06) 6943-7111  
名古屋支社 (052) 243-3311  
大宮支社 (049) 473-3300  
西札 (011) 281-3211

13日(水曜日) ☆13版 社会 38

## リチウムイオン電池の正極

### レアメタル使わず

東北大の本間格教授は12日、正極にレアメタル(希少金属)を使わないリチウムイオン電池を開発したと発表した。性能を左右する容量も現在の2倍という。ボタン電池を試作した段階だが、普及が進む電気自動車(EV)向けの大容量電池として早期の実用化を目指す。成果は13日、英科学誌サイエンスフィッシャーズに発表された。

東北大の本間格教授は12日、正極にレアメタル(希少金属)を使わないリチウムイオン電池を開発したと発表した。性能を左右する容量も現在の2倍という。ボタン電池を試作した段階だが、普及が進む電気自動車(EV)向けの大容量電池として早期の実用化を目指す。成果は13日、英科学誌サイエンスフィッシャーズに発表された。

### 東北大 電気自動車に活用

材料を代用した。6ヶ月は10倍分の1以上のシリカ粒子などを混ぜた材料を固体の電解質として使用する。有機分子が溶け出さないように工夫した。

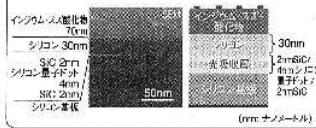
ボタン電池の正極にリチウムイオン電池を作る。性能を確かめた。電解質は希少金属を使わず、密度は1.5倍ある。2000mAhの時、現在のリチウムイオン電池の約2倍、1000mAhの連続充電も可能。今後、電子機器だけでなく、電気自動車の開発を進め、電池容量を高める。

次世代二次電池／松尾講師  
日経産業新聞発表記事  
25-MAY-2012

Technology

## 量子ドット太陽電池 シリコン製で12.6%

試作したシリコン量子ドット太陽電池の電子顕微鏡写真と構造図



東北大

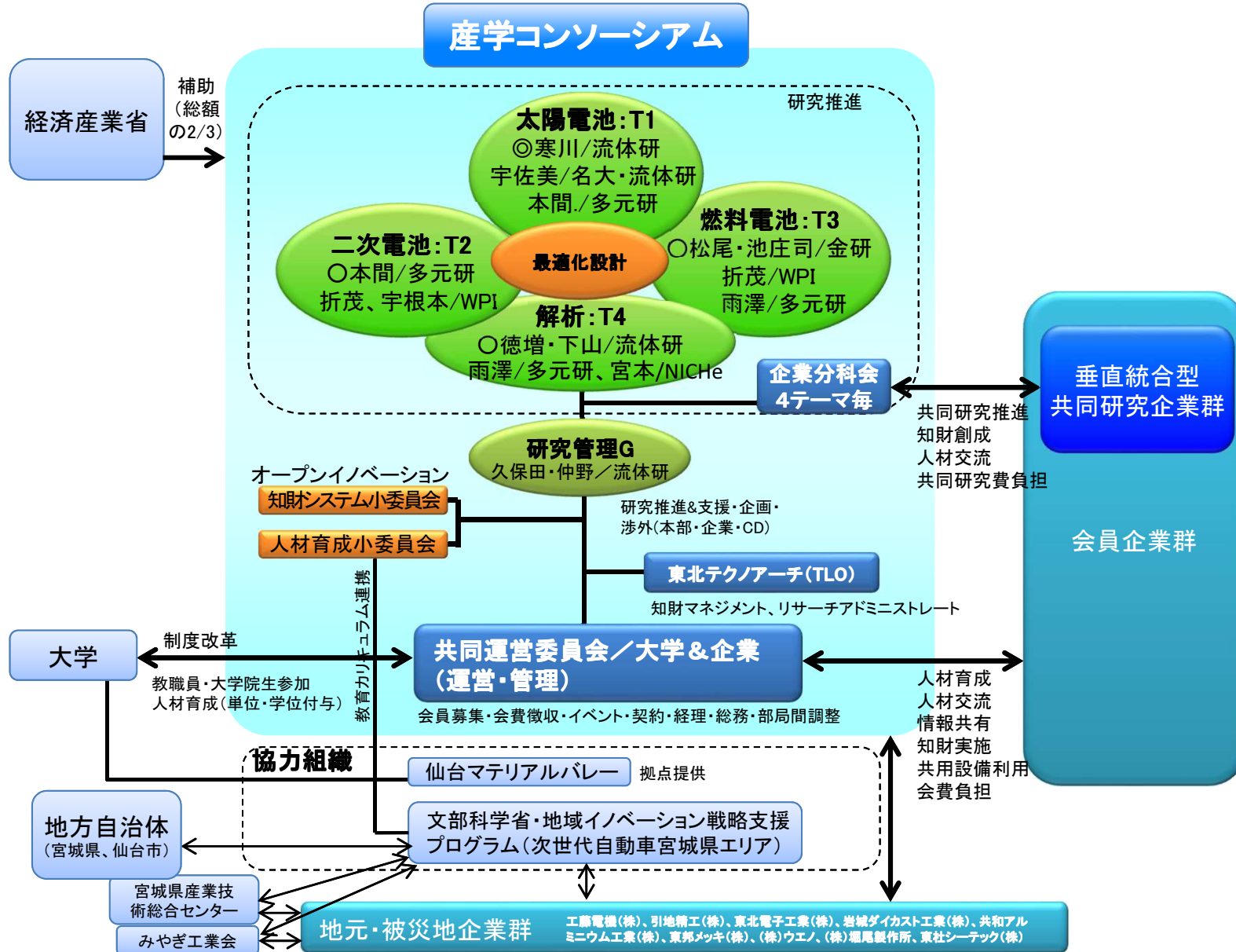
### 豪を抜き世界最高効率

東北大学の松尾元彰教授らの研究チームは、量子ドットを用いたシリコン量子ドット太陽電池を開発した。従来のシリコン太陽電池よりも1.6倍の効率を達成した。これは、シリコン量子ドット太陽電池の世界最高効率である。

量子ドット太陽電池は、シリコン量子ドットをシリコン基板の上に形成し、その上にシリコン酸化膜を形成する。シリコン量子ドットは、シリコン原子の結晶構造を乱れさせ、光吸収効率を向上させる。従来のシリコン太陽電池は、シリコン原子の結晶構造を乱れさせ、光吸収効率を向上させる。従来のシリコン太陽電池は、シリコン原子の結晶構造を乱れさせ、光吸収効率を向上させる。

日刊工業新聞  
2012/6/4

# 垂直統合型技術結集と新たな産学連携システムによる 最先端電池基盤技術研究開発組織



# ロードマップ

チーム	補助事業終了(2年後)まで	5年後
太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>量子ドットの多層化による光吸収の改善・異なるバンドギャップを持つ量子ドット配列を積層しタンデム化</li> <li>光マネジメント技術の導入による光閉じ込め効率向上</li> <li><b>変換効率30%以上</b>(現状:16%)を目指す</li> </ul>	変換効率 <b>40%超</b> を目指す
二次電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナノ結晶作製技術・ナノコーティング技術・ナノポーラス電極などによりリチウム貯蔵容量の飛躍的な向上を図る</li> <li>安価でレアメタルフリー材料だけを用いて実現する</li> <li><b>蓄電エネルギー密度350Wh/kg</b>(現状:120Wh.kg)を目指す</li> </ul>	蓄電エネルギー密度 <b>500Wh/kg</b> を目指す
燃料電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>独自技術であるその場観察・測定および多重第一原理計算から、イオン伝導と電極反応を阻害させている要因を求めると同時に酸素不定比・熱力学データに基づく材料設計行う</li> <li><b>(SOFC) 動作温度600°C</b>(現状:800°C)を目指す</li> <li><b>(PEFC) エネルギー効率50%</b>(現状:40%)を目指す</li> </ul>	<b>(SOFC) 動作温度 500°C</b> を目指す
解析・最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>各電池のナノ界面や内部で生じている様々なスケールの物質輸送特性や材料特性を、実験・計算により予測するシミュレータを構築する</li> <li>最適化設計手法により低コストで高効率の革新的エネルギー供給システムをデザインする</li> </ul>	

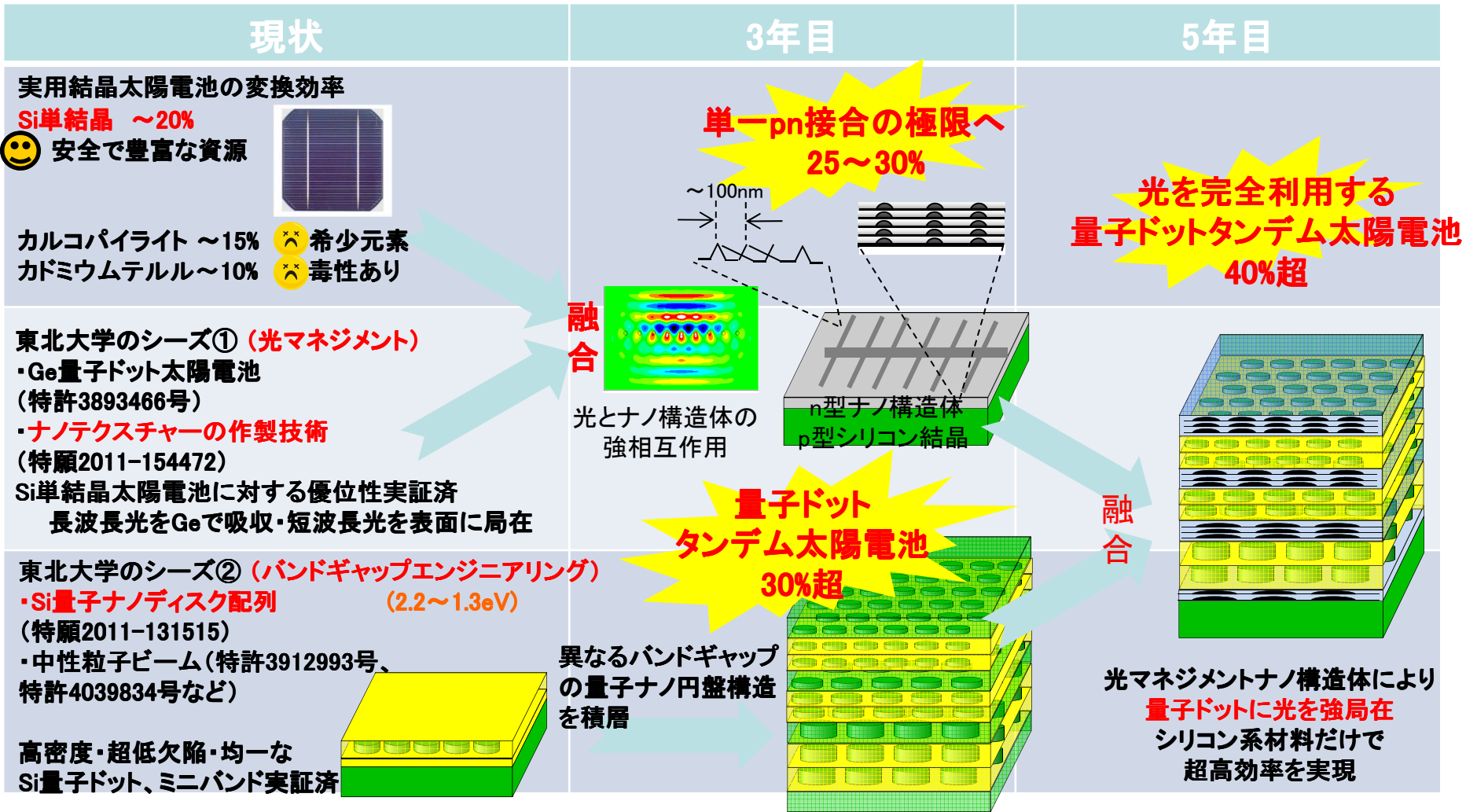


# IV、東北大学：最先端電池基盤技術の創出 コンソーシアム事業展開：共同研究展開計画

## (3)、i) 超高効率量子ドット太陽電池の実現を目指した基盤的研究



全学の半導体ナノテクノロジーと材料科学のポテンシャルを結集して、量子ドットによるバンドギャップエンジニアリングと革新的な光マネジメントを融合した超高効率量子ドット太陽電池を、太陽光発電技術の大規模普及に対応できる安全で資源が豊富な材料だけを用いて実現する



# IV、東北大学：最先端電池基盤技術の創出 コンソーシアム事業展開：共同研究展開計画

## (4)、i) 超高容量型ナノ電極二次電池を目指した革新的材料基盤研究



多元研・流体研のナノテクノロジーとナノシミュレーションを統合して、ナノ電極をベースにした最先端化学技術とエネルギー技術を融合した超高容量型ナノ電極二次電池を、ハイブリッド・電気自動車の大規模普及に対応できる安価でレアメタルフリー材料だけを用いて実現する

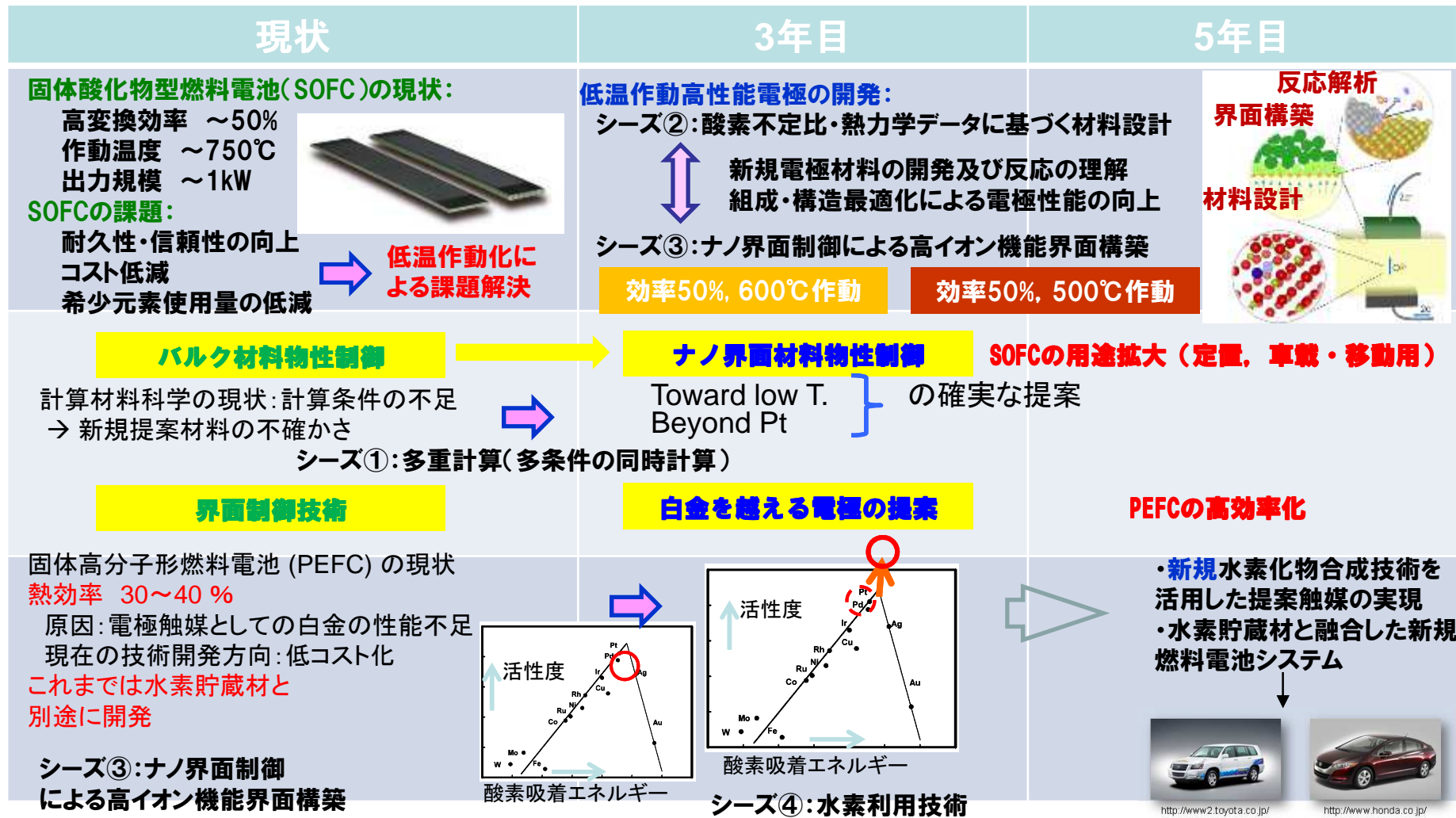


# IV、東北大学：最先端電池基盤技術の創出 コンソーシアム事業展開：共同研究展開計画

## (5)、i) ナノ界面制御による次世代燃料電池の汎用化向上を目指した基盤研究



燃料電池の効率を下げる原因となっている要件を、その場計測で**実験的に予想**される種々の異なる条件に加えて、現状では不可能な条件をも含めた**多重計算**により、短時間にその条件での操作状態をシミュレーションする。その結果を**実験的に解析**して、PEFCではこれまでの白金電極を越える**50%以上の熱効率**、SOFCでは**操作温度が500℃**という低温動作の燃料電池に必要な材料の特性を求める。さらにこの特性の**実験的実現と、解析のループ**を繰り返して、高い熱効率、低温動作の燃料電池構築の基盤を作る。



# IV、東北大学：最先端電池基盤技術の創出 コンソーシアム事業展開：共同研究展開計画

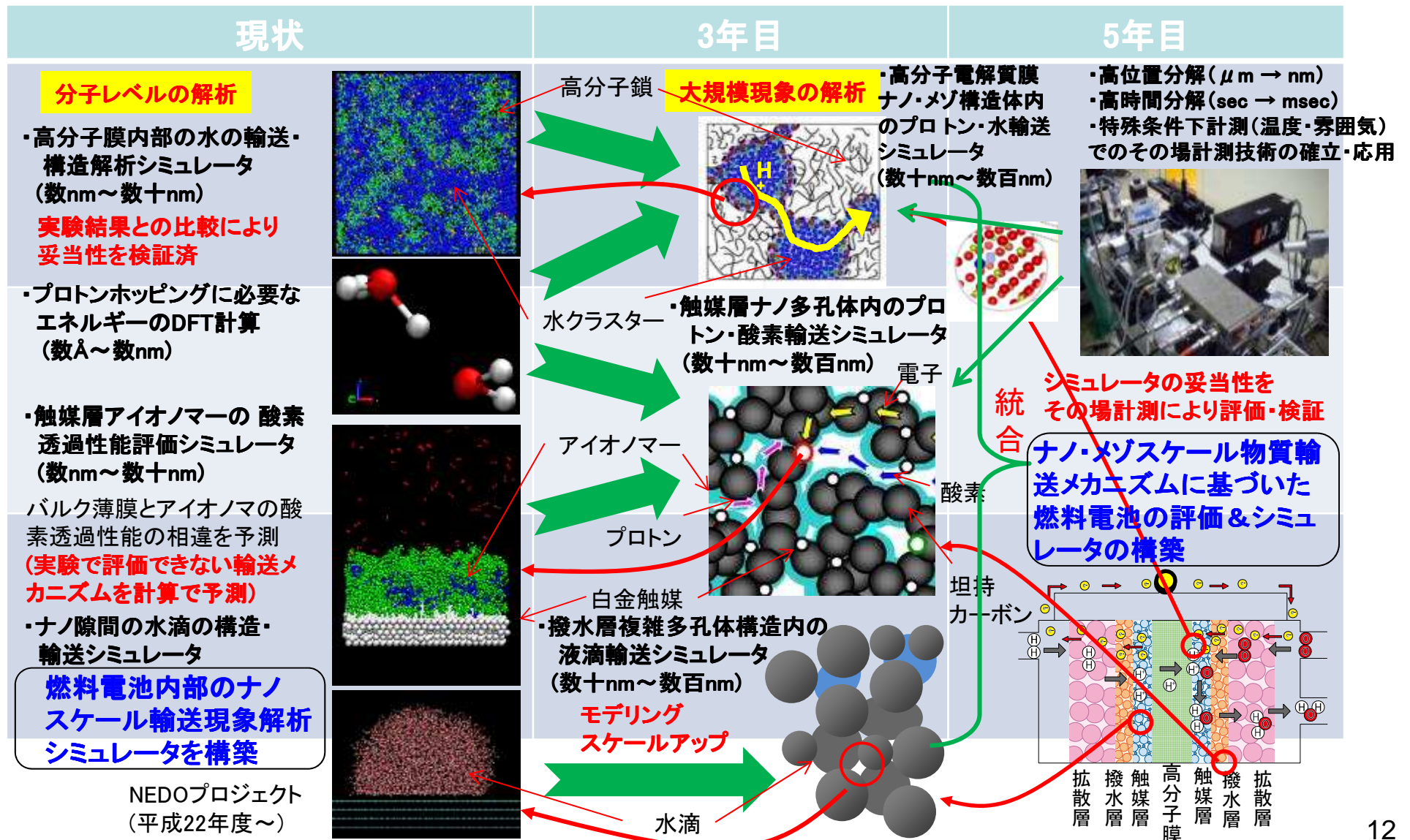
## (6)、i) マルチスケールシミュレーション及びその場計測による次世代電池性能評価

### シミュレータの構築



(例：燃料電池の解析手法)

次世代二次電池・燃料電池内部で生じている様々なスケールの物質輸送特性や材料特性を、各現象のスケールに応じたシミュレーション手法・実験により解析・評価し、それらを有機的に統合することでより高精度にシステムの性能を予測するシミュレータの構築を目指す



# エネルギーシステムの最適化設計

従来のスマートグリッド・・・特定の地域、企業がある戦略を構築  
その戦略に則り、その地域でシステムを構築

## 問題点

どのようなエネルギーシステムが有利かは、その地域によって異なる  
風が強い地域・・・風力発電  
雨が少ない(晴れの日が多い)地域・・・太陽電池発電  
火山帯にある地域・・・地熱発電

## エネルギーシステムの最適化設計

地理的条件などを考慮して、その地域に最も相応しいスマートグリッドのあり方を、**最適化手法**により構築し提唱



**エネルギーの獲得が容易**  
**エネルギー変換効率が改善**



# 大学構造改革： TLO強化で大学の社会還元、雇用創出、国益増強へ

TLO:Technology Licensing Organization



Produced by :  東北テクノアーチ

既成知財の売り込みに留まらず、**事業化のためのPJ全体を包括的にマネジメントし、TECH TRANSFER (大学から企業への技術移転) を実現する。**

- 契約※交渉業務は東北大学から委託を受けて実施  
→ 技術移転業務の実力強化 ※コンソーシアム契約, 共同研究契約
- 技術のわかるスタッフが、最適な研究マネジメントを実施  
→ 新規人材育成、リサーチ・アドミニストレーターの役割も果たす。

成功事例 - これまでの東北大学発技術の製品化事例 -



**東北大学発最先端電池技術に関して、  
技術移転成功事例を現実のものに！**

# 垂直統合型企业群による産産・産学連携 と パテント・マルシェ

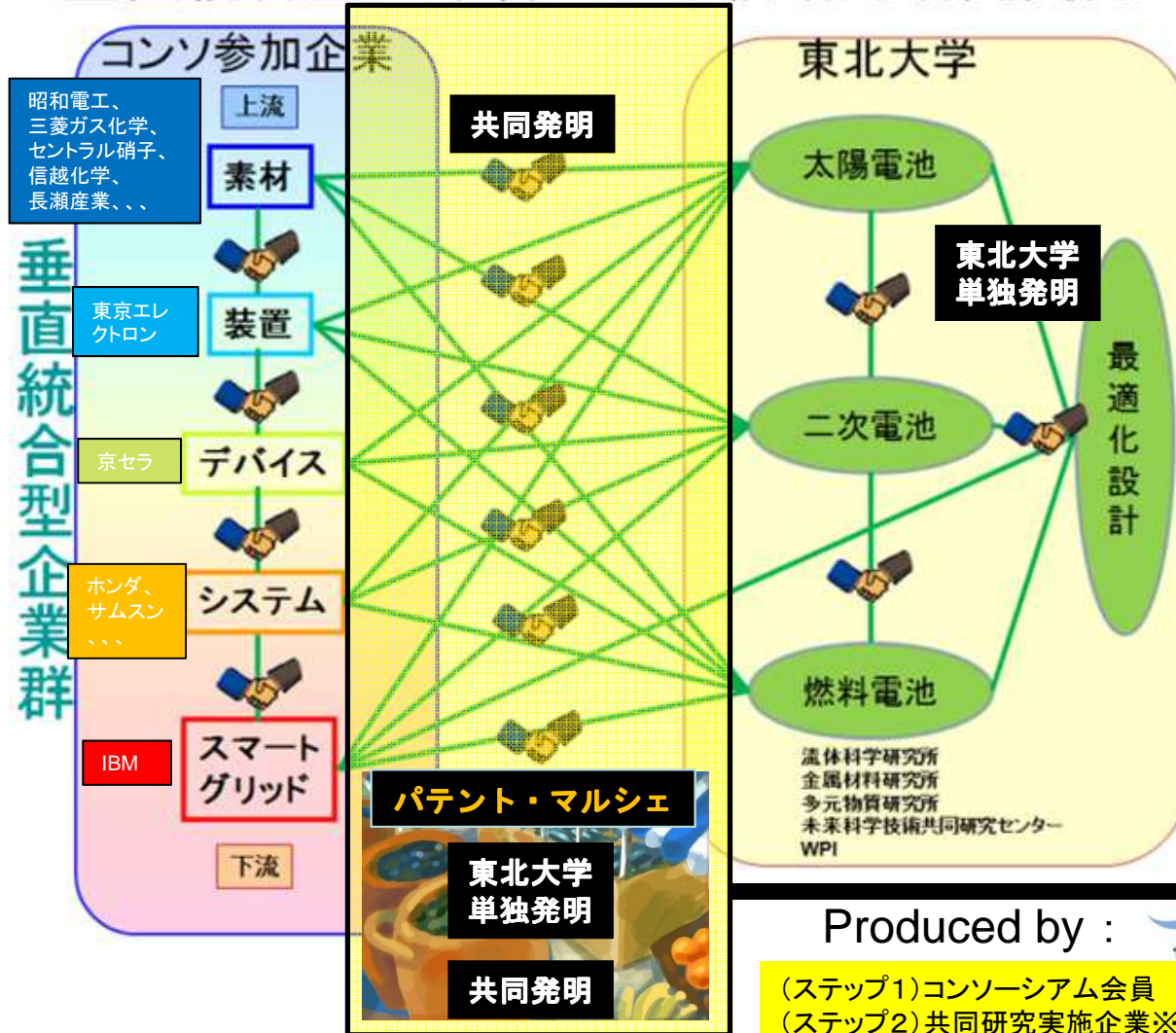
~最先端電池基盤技術コンソーシアムにおいて、  
技術移転を促進し、  
(事業化を志す)企業のペースに合わせて柔軟な対応で  
大学・企業が共にwin-winの関係を構築する~

# 知財システム(特許自由市場:パテント・マルシェ)



※マルシェ(Marche) = 前進、進展、広場、市場

## 垂直統合型企業群による戦略的研究開発



- 1. 東北大学 単独発明 の扱い方**

コンソーシアム開始後に生まれた知的財産は、例え東北大学単独であっても大学とコンソーシアム参加企業との共同出願が可能。

  - 企業は大学の基盤技術の非独占権を必ず確保可能
  - 大学は広く基板技術を普及可能
- 2. 共同発明 の扱い方**

独占か非独占かで選択可能。

  - 事業化に向けた企業ニーズに即した知財マネジメントが可能
- 3. 時系列的な共同研究マネジメント**

共同研究は大学を軸に1対1の対応で行うが、事業化しようとしている企業の希望を基に事業化に向けたコンソーシアムの輪を広げる。

Produced by : 東北テクノアーチ

(ステップ1)コンソーシアム会員  
(ステップ2)共同研究実施企業※パテント・マルシェ参加資格



# 概要

～パテント・マルシェとは？～

Produced by :  東北テクノアーチ



## (ステップ1)コンソーシアム会員

→産・産、産・学の間のお見合いの場。最新公知情報の交換の場

## (ステップ2)共同研究実施企業※パテント・マルシェ参加資格

→東北大学と企業との共同研究フェーズ

東北大学単独の発明は非独占的に利用可能なマネジメント  
企業が大学側の基本的な発明を利用できるスキームの確立

## (ステップ3)事業化のための企業群形成

→事業化を目指す企業の意気込みを尊重し、事業化のための  
プロジェクトが複数、異なる分野(垂直統合型の各々の領域)で、  
立ちあがるフェーズ

# コンソーシアム参加企業の状況

---



## ステップ1: 32社 (手続き中含む)

コンソーシアム会員【公知情報、最新情報の交換の場、社交場】

## ステップ2: 16社

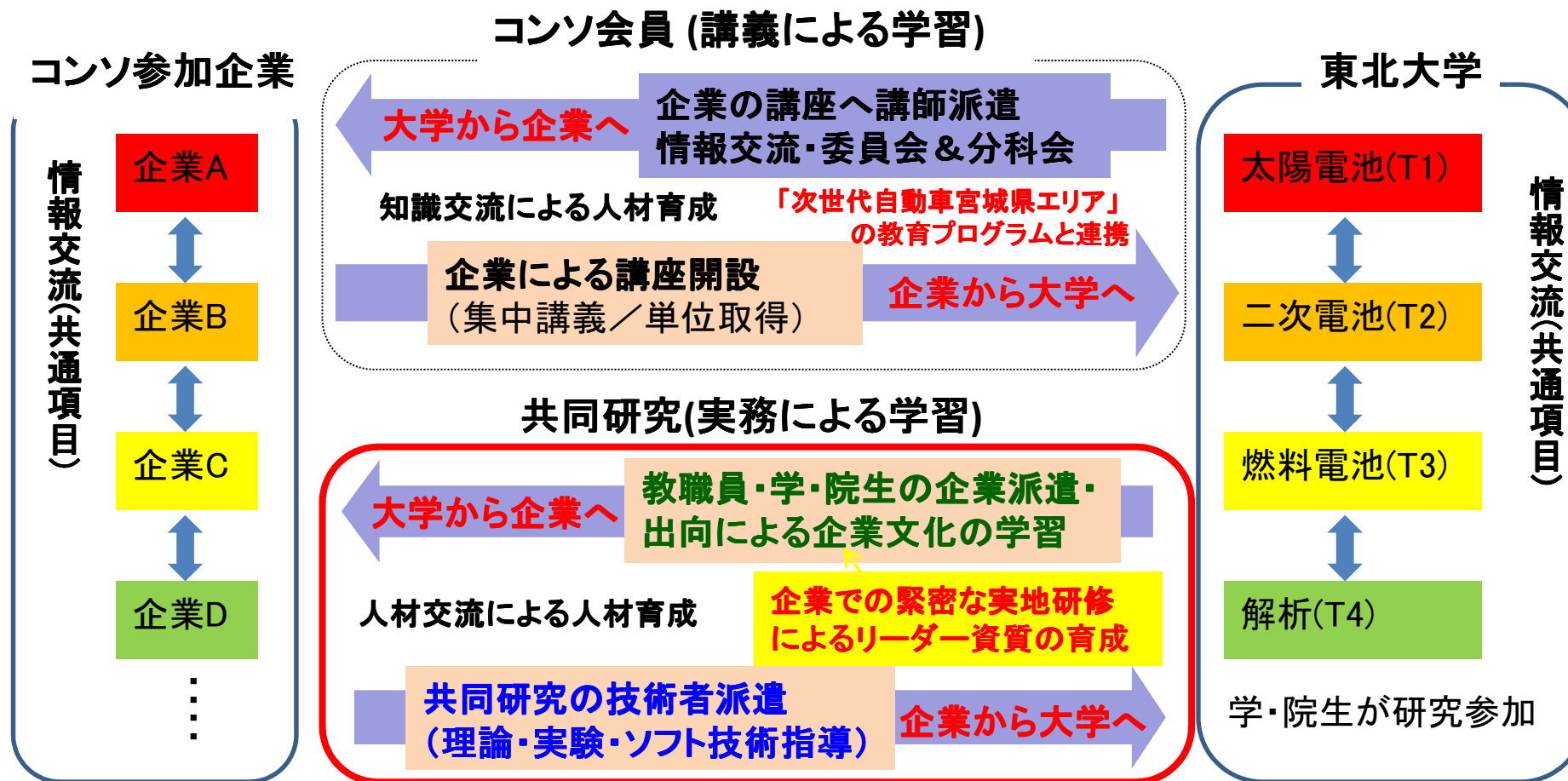
共同研究実施企業※パテント・マルシェ参加資格【大学と企業間での連携促進の場】

## ステップ3: 2グループ (一部企業、交渉中含む)

事業化のための企業群形成【大学と企業群との連携強化し事業を見据えた土台】

# 人材交流・育成事業

オープンディスカッションにより共通の課題を相互に共有・解決



【機密保持の枠組みにより一段進んだ知識・技術の習得】

カリキュラム  
(平成25年度)

- ・次世代自動車宮城エリアとの相互連携による人材育成(知識及び技術)
- ・東北大学リーディング大学院プログラムを活用したC-Lab研修
- ・東北大学講義(ナノ流動学特論)により最先端ナノ技術の知識の習得

# 仙台マテリアルバレー

---



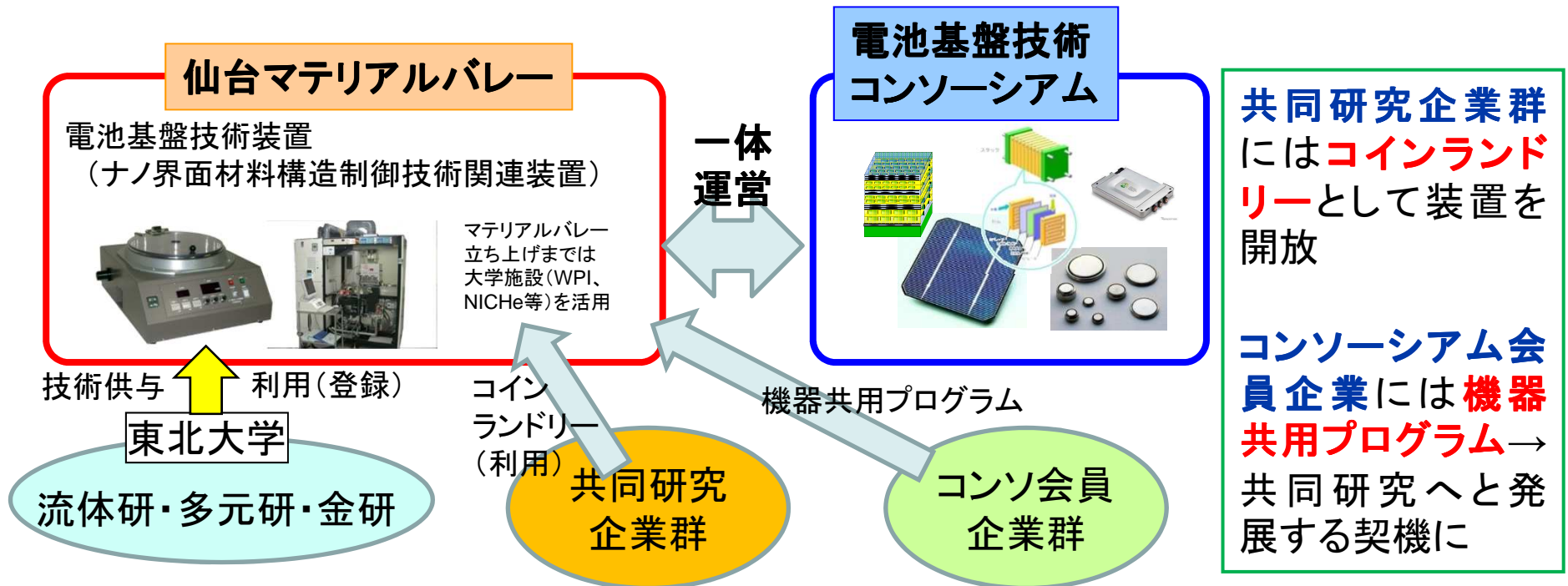
東北大学片平キャンパスに建設中

以下の設備を  
コンソーシアムで設置予定  
(2014年3月)

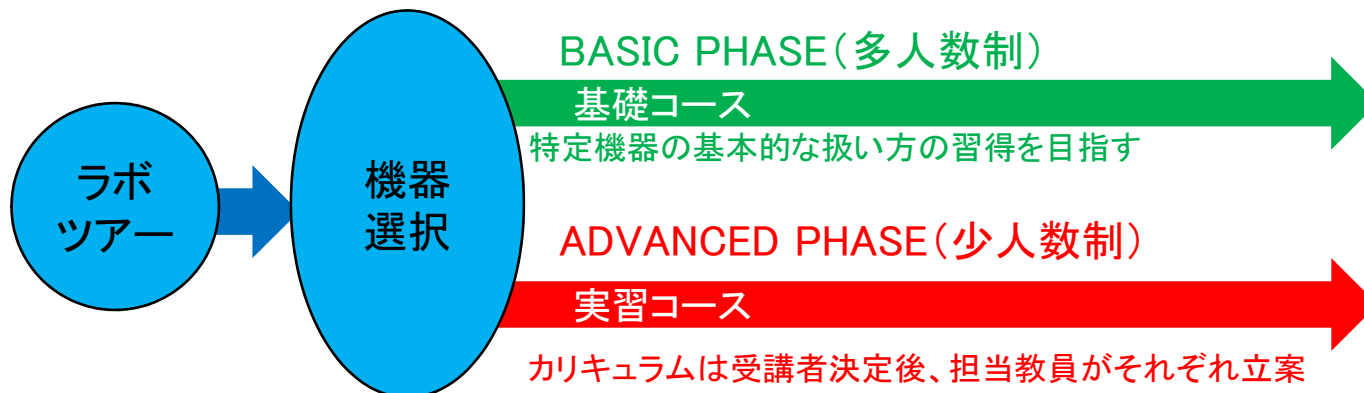
- ・クリーンルーム
- ・エッチング装置
- ・表面処理装置
- ・バイオテンプレート塗布装置
- ・太陽電池特性測定装置
- ・可視-紫外分光測定装置
- ・ホール効果測定装置
- ・原子間力顕微鏡 (AFM)

**4月稼働予定**

# ナノ界面材料構造制御技術機器共同利用プログラム



## 機器共用プログラム



## 垂直統合型技術結集と新たな産学連携システムによる 最先端電池基盤技術の創出（東北大学）

### 震災復興・地域経済・社会への貢献について

#### 本事業による日本及び東北被災地域への波及効果見積もり(5年後)

日本全体では3769億円の市場規模増加  
東北地方では377億円の市場規模増加

	市場規模予測 現時点⇒5年後	日本企業のシェア (20%シェア)	コンソーシアム企業 関連の市場貢献 (30%シェア)	東北地域企業の 市場貢献(10%)
太陽電池	2兆⇒4兆	8000億	2400億	240億
2次電池	3000億⇒2.25兆	4500億	1350億	135億
燃料電池	160億⇒320億	64億	19億	2億
合計		1兆2564億	<b>3769億</b>	<b>377億</b>

#### 特記事項

- ・東北電力の**メガソーラー発電所**(仙台、八戸)は京セラが推進
- ・宮城はトヨタ自動車東日本、ケーヒン、東京エレクトロンなどの一大拠点
- ・文部科学省・地域イノベーション戦略支援プログラム(次世代自動車宮城エリア)との連携
- ・大学の最先端のナノ基盤技術や知識と企業のコスト感覚・スピード感・実用化への考え方を兼ね備えた人材の育成



**震災復興・地域経済に貢献**

組織、システム、技術の連携・融合による真のオープンイノベーションを実現。

エネルギー技術立国に貢献。