

2011 年度 つくばイノベーションアリーナ  
ナノテクノロジー拠点(TIA-nano)  
事業報告書



## 2011 年度 TIA-nano 事業報告 目次案

### 目次

1. はじめに.....	1
2. 拠点整備・運営.....	1
2.1. 運営体制強化.....	1
2.2. 運営状況.....	2
3. 知財.....	3
3.1. 知財ワーキンググループ開催状況.....	3
3.2. 知財 PD 定例会開催状況.....	4
3.3. 中核 3 機関の知財担当者意見交換会開催状況.....	4
4. 人材育成.....	4
4.1. 大学院連携 WG 活動概要.....	4
4.2. ワーキンググループ等開催状況.....	5
4.3. つくばナノテク拠点 産学独連携人材育成プログラム.....	5
5. 国際連携.....	6
5.1. 国際連携.....	6
5.2. 調査.....	7
6. 広報.....	7
6.1. TIA-nano 主催イベント.....	7
6.2. イベント出展.....	7
6.3. 後援名義イベント.....	8
6.4. その他 TIA-nano 関連イベント.....	9
7. 研究コアワーキンググループの活動状況.....	9
7.1. ナノエレ WG.....	9
<WG 活動概要>.....	9
<拠点活用プロジェクト概要>.....	10
7.2. パワエレ WG.....	12
<WG 活動概要>.....	12
<拠点活用プロジェクト概要>.....	12
7.3. N-MEMS WG.....	14
<WG 活動概要>.....	14
<拠点活用プロジェクト概要>.....	15
7.4. ナノグリーン WG.....	16
<WG 活動概要>.....	16
<拠点活用プロジェクト概要>.....	17
7.5. CNT/ナノ材料安全評価 WG.....	17

<WG 活動概要>.....	17
<拠点活用プロジェクト概要> .....	18
8. モニタリング指標.....	19

## 1. はじめに

2009 年の共同宣言により発足したつくばイノベーションアリーナ(TIA-nano)は、2010 年度に第 I 期中期計画を策定、運営体制の整備を行い順調なスタートを切った。ところが、年度末の 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大地震でつくば地域は震度 6 弱の揺れに襲われ、幸いにも人的被害は免れたものの研究インフラは大小様々な被害を受けた。

中期計画 2 年目となる 2011 年度はこの震災の復興から活動をスタートした。つくば地域は被災地ということもあり東京電力管内の輪番停電には組み込まれず、常時稼働が必要な施設関連の復旧もスムーズに行うことができた(被災・復興に関しては 2010 年度事業報告書付録参照)。しかしながら、電気事業法第 27 条に基づく夏季の電力使用制限(7 月 1 日～9 月 2 日、前年比ピーク電力 15%削減)の対象となり、節電を行いつつ各拠点活用プロジェクトは研究活動を推進した。ナノエレクトロニクス領域では、2000%を超える巨大磁気抵抗効果の実現、フォトニクス・エレクトロニクス融合回路で世界最高伝送密度を実現、パワーエレクトロニクス領域では 40kW/L 相当の出力密度をもつオール SiC インバータの試作、SiC ダイオード量産試作品の外部提供、といった TIA-nano を舞台として多くの研究成果が上がった。新たな研究枠組みとして、パワーエレクトロニクス領域の TPEC、N-MEMS 領域の MNOIC、ナノグリーン分野の TIA ナノグリーン、CNT/ナノ材料安全領域の単層 CNT サンプル配布といった、新たな研究参加の枠組みの整備も行った。さらに、知財情報発信一元化に向けた取り組み、大学院連携 WG とコア研究領域 WG の連携による新しい人材育成スキームに向けた取り組みなどが開始されるなど、人材育成、研究開発、知財情報発信まで一貫して推進できる体制づくりが本格化した。

本書では第 2 章で拠点整備・運営体制、第 3 章に TIA-nano の知財に関する取り組み、第 4 章で人材育成に関する取り組み、第 5 章で国際連携に関する取り組み、第 6 章で広報活動に関する取り組みについて述べた後、第 7 章で研究コアワーキンググループの活動、第 8 章で評価関連の資料を示した。

付録として関連国家予算のまとめを示す。

## 2. 拠点整備・運営

### 2.1. 運営体制強化

2010 年度に運営最高会議、運営会議、各種ワーキンググループからなる組織体制を整備し、2011 年度は引き続き本体制で運営を行った。より運営体制を強化するべく、岸議長を中心とした新会議体(研究ダイレクター会議、正副事務局長会議、三機関理事会)を設立し、2012 年 2 月から開始した。

また、これまで主催機関として筑波大学、物質・材料研究機構(NIMS)、産業技術総合研究所(AIST)の 3 機関で構成されていた TIA-nano であるが、高エネルギー加速器研究機構

(KEK)より主催機関として参加の打診があり、2012年4月から正式参加予定。これにより大規模放射光施設等 KEK の有する高度な分析技術が TIA-nano に加わり研究開発拠点としての魅力が高まると同時に、KEK の大学共同利用機関としての全国の大学からの共同利用実績を元に TIA-nano での産学連携のさらなる拡大が期待できる。

TIA-nano に関連する大きな動きとして、茨城県、つくば市、筑波大学が中心となり国際戦略総合特別区域に応募し、2011年12月22日つくば国際戦略総合特区として指定されたことが挙げられる。総合特区の目標は、筑波における科学技術の集積を活用したライフノベーション・グリーンイノベーションの推進である。TIA-nano はこの目標を実現するために特区で実施される4つのプロジェクト

- (1) 次世代がんの治療(BNCT)の開発実用化
- (2) 生活支援ロボットの実用化
- (3) 藻類バイオマスエネルギーの実用化
- (4) TIA-nano 世界的ナノテク拠点の形成

の一つと位置づけられている。グリーンイノベーション推進拠点として魅力を高めるために規制緩和措置の要望等の策定を進めている(2012年3月現在)

## 2.2. 運営状況

### 運営最高会議

- ・ 第9回運営最高会議 (2011年5月23日、書面審議)
  - 運営会議構成員人事審議
- ・ 第10回運営最高会議 (2011年5月27日、書面審議)
  - 国際総合特区関連審議
- ・ 第11回運営最高会議 (2011年7月12日)
  - 2010年度事業報告、決算報告
  - 2011年度事業計画
  - 第I期中期計画アクションプラン
  - TIA 拠点活用プロジェクト認定
- ・ 第12回運営最高会議 (2012年1月19日、書面審議)
  - 運営会議構成員人事審議
- ・ 第7回運営会議 (2012年3月16日)
  - KEK の TIA-nano への参加に関して
  - 2011年度事業報告
  - 2012年度事業計画
  - TIA-nano の評価 (ステークホルダー評価)

### 運営会議

- ・ 第5回運営会議 (2011年6月2日)
  - 2010年度事業報告

- 2011 年度事業計画
- 第 I 期中期計画アクションプラン
- ・ 第 6 回運営会議 (2011 年 12 月 16 日)
  - 2011 年度事業計画の進捗報告
  - TIA-nano 当面の課題審議
- ・ 第 7 回運営会議 (2012 年 3 月 16 日)
  - KEK の TIA-nano への参加に関して
  - 2011 年度事業報告
  - 2012 年度事業計画
  - TIA-nano の評価 (ステークホルダー評価)

#### 事務局会議

2 回/月のペースで開催し、TIA-nano 運営の実務に関する検討を行った。

### 3. 知財

2011 年度は、2010 年度に知財 WG で定めた中期目標に基づき活動を開始した。主な活動は以下の通りである。

- 中核 3 機関の知財担当者を中心に意見交換を行い、技術移転活動の連携や TIA 知財の取扱いルールなどについての検討を行った。
- TIA-nano を構成する技術研究組合に派遣されている 4 名の知財プロデューサー(知財 PD)が、TIA-nano 全体の知財の取扱いの検討にも参画することとなった。知財 PD 定例会を立ち上げ、知財 PD 4 名と知財 WG 関係者で定期的な意見交換を行い、知財 WG における検討の素案の準備等を行った。
- バックグラウンド IP (BGIP)の整理を開始し、第一弾としてパワーエレクトロニクス研究コアの BGIP の整理を行い、公開特許リストや特許マップを作成した。また、パワエレ関連技術の全体像に関する情報を整理した。研究コアと意見交換を行いつつ、TIA 知財情報の一元的情報発信のプロトタイプを作成した。
- TIA-nano ホームページに知財関連のページを創設した。TIA-nano の知財に関する問合せ窓口としてメーリングリストを設定し、問合せの情報を 3 機関が共有できる仕組みを構築した。
- 中核 3 機関の知財担当者による知財担当者連絡会を設置することとした。
- 各研究コアの知財戦略の概要を整理して情報共有し、来年度以降、知財戦略について各研究コアと意見交換していくとの結論に至った。

#### 3.1. 知財 WG 開催状況

	開催日	場所	参加委員
第 1 回	2011 年 11 月 9 日	AIST 東京本部	12 人 (+オブザーバー 5 人)

第2回	2011年12月19日	AIST 東京本部・筑波大学	12人 (+オブザーバー3人)
第3回	2012年2月20日	AIST 東京本部	10人 (+オブザーバー6人)
第4回	2012年3月12日	AIST 東京本部	10人 (+オブザーバー6人)

### 3.2. 知財 PD 定例会開催状況

2011年5月から2012年1月までの間、原則として月2回程度、臨時会合も含めて計13回の会合を行った。会場はAIST 東京本部・つくば本部(TV会議)。知財PD 4名、知財WG関係者の他、オブザーバーとして経産省、特許庁、INPIT等も参加。

### 3.3. 中核3機関の知財担当者意見交換会開催状況

	開催日	場所	参加人数
第1回	2011年5月24日	筑波大学	7人

## 4. 人材育成

### 4.1. 大学院連携WG活動概要

2010年度に策定された第1期中期計画に基づき、次の活動を行った。

- (1) 大学院連携WGをTIA連携大学院及び各研究コアの人材戦略の取組状況等の情報共有の場としての機能強化を図り、大学院連携の体系的なプログラム構築のための連携を推進した。
- (2) TIA連携大学院の構築に向けたアクションプランを着実に実行するため、本WGの下に「TIA大学院連携コンソーシアム」を2011年4月6日に設立した。
- (3) 本コンソーシアムの運営及び学位プログラムの具体化を検討するとともに、その活動状況をTIAに報告するための、オールジャパン体制による産学官に開かれた共同運営システムとして、「運営協議会」を2011年10月20日に設置(構成員:産業界(経団連推薦)5名+全国の大学等の学識経験者12名)。
- (4) TIA連携大学院の教育研究システムの構築及び運営のための財源等を確保するため、2011年度「博士課程教育リーディングプログラム」を提案(2011年8月10日)したが、採択に至らなかった。

しかしながら、当初の計画通りにアクションプランを着実に実行するために、TIA拠点活用プロジェクト「つくばナノテク拠点産学独連携人材育成プログラム」の教育研究システム及びその財源を最大限活用しつつ、「TIA大学院連携コンソーシアム」を実質的に機能させることで、オールジャパン体制による大学院のネットワークの基盤形成を引き続き推進するとともに、2012年度「博士課程教育リーディングプログラム」への申請準備を行い、安定的な財源の確保を目指し、TIA-nanoの研究・人材育成プロジェクトを進める検討を行う。

## 4.2. ワーキンググループ等開催状況

### <大学院連携ワーキンググループ>

	開催日	場所	参加者
第3回	2011年10月20日	東京	14人(+オブザーバー5人)
第4回	2012年2月17日	東京	16人(+オブザーバー4人)

### <TIA 大学院連携コンソーシアム運営協議会(仮称)設立準備検討会>

	開催日	場所	参加者
第3回	2011年5月11日	仙台	5人

### <TIA 連携大学院構想について個別意見照会>

2011年5月17日～2012年1月26日にかけて13回開催

開催日	開催場所	開催日	開催場所
2011年5月17日	東京(経団連)	2011年8月5日	川崎((株)東芝)
2011年5月18日	東京(東京工業大学)	2011年8月31日	東京(経団連)
2011年6月1日	東京(東京理科大)	2011年9月1日	つくば(産総研)
2011年6月24日	つくば(TV 会議システム 芝浦工大)	2011年9月9日	つくば((株)アルバック 筑波超材料研究所)
2011年7月4日	東京(東京大学)	2011年9月12日	裾野(トヨタ自動車(株))
2011年7月6日	東京(経団連)	2012年1月26日	東京(東京理科大)
2011年8月3日	東京(東京エレクトロン(株))		

### <ナノエレ、パワエレ研究コアとの連携による人材育成に関する個別打合せ>

2011年11月1日～2012年3月1日にかけて7回開催

ナノエレ		パワエレ	
開催日	場所	開催日	場所
2012年1月18日	つくば(産総研)	2011年11月1日	つくば(筑波大学)
2012年2月3日	東京(経産省)	2012年1月25日	つくば(産総研)
2012年2月8日	つくば(筑波大学)	2012年2月3日	つくば(筑波大学)
2012年3月1日	つくば(産総研)		

## 4.3. つくばナノテク拠点 産学独連携人材育成プログラム

### 【活動概要】

博士後期課程(原則)を対象に、筑波大学数理物質科学研究科内の専攻横断型のナノエレクトロニクス関連分野の大学院教育プログラム。つくばにある、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、民間企業と連携して、国際的競争力のある高度な連携教育研究を展開して、



次世代のナノエレクトロニクスをリードする人材を育成する。

【活動実績】

<セミナー・シンポジウム等>

開催日	イベント	参加者
4月 8日	オナーズプログラム説明会	(参加学生 約 30名)
4月 28日	オナーズプログラムオリエンテーション・交流会	(参加者 約 50名)
6月 29日	第4回特別セミナー (講師:城石芳博氏 (株)日立製作所 研究開発本部・技師長)	(参加者 約 50名)
10月 12日	第5回特別セミナー (講師:遠藤守信氏 信州大学工学部 カーボン科学研究所所長)	(参加者 約 62名)
12月 15日 ~17日	第3回つくばナノテク拠点国際シンポジウム (海外からの講師:7名、日本国内/講師:14名)	(参加者 約 150名)
1月 19日	第6回特別セミナー (講師:横山 浩氏 ケント州立大学 液晶研究所 U.S.A)	(参加者 約 40名)
3月 8日	第4回つくばナノテク拠点国際シンポジウム (オナーズ学生研究成果発表会)	(参加者予定 約 70名)

<学生海外派遣等>

期間	派遣先	人数
9月-12月	SUNY Albany (米国)	1名派遣
9月-12月	Northeastern Uni. (米国)	1名派遣
9月-2012・1月末	MINATEC/グルノーブル工科大学(フランス)	2名派遣
12月末-2012・3月末	Stanford (米国)	2名派遣

各学期(年3回)成果報告書の提出

## 5. 国際連携

昨年度、TIA 中核三機関と海外主要ナノテク拠点との MoU 締結を行った。今年度はそれらを継続すると同時に、海外研究機関・企業と連携する際のガイドラインの策定に着手した。また、新規の連携先の開拓と海外のオープンイノベーション拠点の実態に関する調査も継続して推進した。

### 5.1. 国際連携

- 筑波大学: ドイツ連邦共和国デュースブルグ・エッセン大学と交流協定の締結に向けた

協議を開始する覚書を取り交わした（2011年10月25日）。

## 5.2. 調査

- 欧州国家プロジェクト及びオープンイノベーション拠点などに関する調査（METI）

上記の他、研究コア WG 独自の国際シンポジウム、海外調査活動なども行われており、これらに関しては各 WG の活動報告の項目をご覧ください。

## 6. 広報

昨年度作成した TIA-nano ホームページ([www.tia-nano.jp](http://www.tia-nano.jp))にて継続的に情報発信を行っている。ホームページの問い合わせフォームからのコンタクトも来るようになり、窓口として機能した。引き続きホームページの存在の告知・コンテンツの充実を行い、TIA-nano の情報発信/コンタクト窓口としての機能を高めていく。

また、次項以下に示すようにシンポジウムの主催・共催・後援を行うことで TIA-nano の知名度向上、活動内容の周知を行った。2011年11月25日に開催した第2回公開シンポジウムでは定員を上回る 356 人が参加、2012年2月の国際ナノテク展では TIA-nano ブースに約 900 人(推計)の来場者を迎えるなど TIA-nano への関心の高さが伺える結果となった。

その他、第2回公開シンポジウムの様子が 2011年11月28日付日経産業新聞に、TIA-nano 紹介記事が経済 Trend 2011年8月号、WEB journal 121号に取り上げられるなど、外部メディアによる露出も増加した。

### 6.1. TIA-nano 主催イベント

開催日	イベント名	開催場所
2011年5月25日	「CNT-NMEMS-TIA 共同シンポジウム」 ーグリーン再生に向けてー	産総研 共用講堂
2011年10月18日	TIA ナノグリーン ワークショップ ーTIA ナノグリーンが提案する、新しい産業界との連携ー	学術総合センター講堂（一橋記念講堂）
2011年10月25日	日独ワークショップ	筑波大学
2011年11月25日	第2回つくばイノベーションアリーナ(TIA-nano) 公開シンポジウム ー動き出したオープンイノベーションハブー	芝浦工業大学 豊洲キャンパス

### 6.2. イベント出展

開催日	イベント名	開催場所
2011年10月13日、14日	産総研 オープンラボ	産総研 つくば地区

2012年2月15日~17日	nano tech 2012 国際ナノテクノロジー 総合展・技術会議	東京ビッグサイト
----------------	---------------------------------------	----------

### 6.3. 後援名義イベント

開催日	イベント名	主催	開催場所
2011年6月9日	NBCI 環境・エネルギー研究会/ 講演会 ～スマートシティー/ライフライン～	ナノテクノロジー ビジネス推進協議 会	日本教育会館
2011年12月7日	-FIRST Outreach Program- International Symposium on SiC Power Electronics 2011 - Challenges for Ultra- high-Voltage Power Devices -	産総研	名古屋ルーセ ントタワー
2011年12月15～ 17日	つくばナノエレクトロニクス 産 学独連携教育システム 第3回つくばナノテク拠点 シン ポジウム(国際シンポ) TNS ' 11 (2011 Tsukuba Nanotechnology Symposium)	つくばナノテク産 学独人材育成プロ グラム運営委員会 (筑波大学)	筑波大学
2011年12月9日	第3回 AIST-NIMS 計測分析シン ポジウム	産総研	産総研 つく ば中央第2事 業所
2011年12月15 日	第1回低炭素社会を実現する超低 電圧デバイスプロジェクト成果報 告会	超低電圧デバイス 技術研究組合 (LEAP)	つくば国際会 議場
2012年2月13～ 14日	International Symposium on Integrated Microsystems (ISIM2012)	産総研	エポカルつく ば
2012年2月14日	TIA-NMEMS シンポジウム 「MNOIC 装置セミナー」 「ツール de MNOIC -先端 NMEMS 拠点見学と研究開発ツ ール紹介-」	マイクロマシンセ ンター	産総研 東事 業所
2012年3月8日	つくばナノエレクトロニクス 産 学独連携教育システム 第4回つくばナノテク拠点 シン ポジウム	つくばナノテク産学 独人材育成プログラ ム運営委員会 (筑波 大学)	東京国際フォ ーラム

2012年3月14日	-FIRST Outreach Program- International Symposium on Development of Core Technolo- gies for Green Nanoelectronics	産総研	日本科学未来館
2012年3月14日	Inter University Networking at つくば東 -つく研セミナー「研活から就活 へ」-	産総研	産総研 東事 業所

#### 6.4. その他 TIA-nano 関連イベント

開催日	イベント名	開催場所
2012年1月13日	TX テクノロジー・ショーケース・ in・つくば 2012	つくば国際会議場
2012年3月30日	日本経済団体連合会知的財産委員会企画部会 (テーマ: TIA-nano の知財について意見交換会)	経団連会館

この他、各 WG、拠点活用プロジェクト独自のシンポジウム、イベント等も開催されており、それらは各 WG、プロジェクトの報告の項目を参照頂きたい。

## 7. 研究コアワーキンググループの活動状況

### 7.1. ナノエレ WG

#### <WG 活動概要>

昨年度末の震災の影響で、ナノエレクトロニクス WG 会議は 7 月から、計 5 回の開催になった。以下の活動を行った。

- ・ 拠点運営の活動主体として、産総研(情報通信・エレクトロニクス分野研究企画室)にナノエレクトロニクス推進コアが設置された。ナノエレ WG は推進コアの活動を支援する。
- ・ 将来のアプリケーションに関する調査を JEITA に依頼した。第 5 回会議で JEITA のナノエレ分野の活動に関する報告を受け、第 9 回会議で調査の中間報告を受けた。
- ・ TIA 拠点(ナノエレ関連)に関する状況報告と情報共有を行った。主要事項を以下に記す。
  - 被災・復興状況と夏季節電対策に関する説明・報告
  - 本年度の新規拠点活用プロジェクトの概要説明  
次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発(EIDEC)  
光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点(VICTORIES、本年度から拠点活用 PJ)
  - 産総研ナノエレクトロニクス研究部門、およびナノデバイスセンターの活動報告
  - CREST「次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究」の推進状況報告

- 筑波大学(連携大学院)の活動報告
- 物質・材料研究機構ナノエレ分野の活動報告
- 来年度(2012 年度)新規プロジェクト立上げに関する検討報告(COCN 関連および 3 機関連携)
- ステークホルダー評価アンケート結果(ナノエレ WG 関連)の中間報告
- 人材育成制度に関する検討報告
- ・ 上記の報告を参考にして、WG 活動の在り方や今後の新規プロジェクト立上げについて討議した。ナノエレクトロニクス拠点の魅力拡大と新規プロジェクト獲得を目指し、拠点 3 機関のナノエレ関連部門が連携強化の検討・準備を開始した。連携可能な研究テーマ候補を挙げ、可能性を検討した。国プロ獲得や新たなユーザー参画などを狙う。
- ・ 拠点活用プロジェクトは、新規にふたつのプロジェクトが立ち上がり(EIDEC および VICTORIES)、合計 6 プロジェクトが活動した。震災復旧と夏季節電に影響されながらも研究活動が本格化し、多くの研究成果が出始めた。中核インフラである産総研スーパークリーンルームを各プロジェクトが効率的に使用している。研究成果は各プロジェクトの成果報告会、シンポジウム、参画機関報告会等によって参加企業等に報告された。

#### [ワーキンググループ開催状況]

	日時	場所	出席者
第 5 回	2011 年 7 月 4 日	経産省別館	委員 23 名 オブザーバ 4 名、事務局 4 名
第 6 回	2011 年 9 月 5 日	経産省別館	委員 19 名 オブザーバー 6 名、事務局 5 名
第 7 回	2011 年 11 月 7 日	経産省別館	委員 16 名 オブザーバー 8 名、事務局 6 名
第 8 回	2012 年 1 月 10 日	経産省別館	委員 19 名 オブザーバー 6 名、事務局 4 名
第 9 回	2012 年 3 月 5 日	経産省別館	

#### <拠点活用プロジェクト概要>

##### グリーン・ナノエレクトロニクスのコア技術開発

2011 年度は、産業界 32 名、産総研 20 名からなる総勢 60 名の研究チームおよび 7 大学、2 公的研究機関との共同研究体制で研究開発を進めており、低電圧動作 CMOS、ナノカーボン材料、バックエンドデバイスの研究を進めた結果、以下の進展があった。

低電圧動作 CMOS の開発では、新原理デバイスとしてトンネリング FET を試作し、電流立ち上がり電圧(SS 値)として従来 MOS のおよそ半分の 33mV が得られるとともに、高移動度チャンネル MOS では、シート抵抗が 25 ohm と低い値を実現する Ni-InGaAs 合金電極形成技術を開発した。ナノカーボン開発では、半導体・金属 CNT の選択的合成技術を開発し、95%の選択率で半導体 CNT を合成することに成功するとともに、ビア向けの CNT

で稠密構造の CNT バンドルを形成することに成功した。グラフェン開発では、グラフェン結晶の品質を評価する技術を確立し、高品質化にむけた指針を明らかとするとともに、オフ電流を下げるための新しいデュアルゲート型グラフェントランジスタを提案した。相変化材料の開発においては、 $\text{GeTe/Sb}_2\text{Te}_3$  超格子構造デバイスにおいて、スイッチング電力が 1/10 となることを実証するとともに、室温で 2000% を超える巨大磁気抵抗が発生することを見出した。

### フォトニクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発

本研究では、フォトニクス・エレクトロニクス融合システム技術基盤として、将来のコンピュータ等集積回路における、省電力化、高速化、ダウンサイズ化の限界を打破するために、フォトン(光子)とエレクトロン(電子)の振舞いを融合させたデバイスおよびシステムを実現する技術基盤の確立を目指している。

デバイスに関しては、つくばの産総研内 SCR (スーパークリーンルーム)施設にて、ナノ・フォトニクスデバイス(変調器、受光器、光源実装、光導波路)の試作を行ない、超小型で 10Gbps 以上の高速動作可能なシリコン光変調器及びゲルマニウム受光器、低損失シリコン光導波路、1 チップで 1Tbps をカバー可能な光源実装技術を実現した。

集積化に関しては、つくばの産総研内 SCR を活用して、フォトニクス・エレクトロニクス融合回路の試作を行い、 $3.5\text{Tbps/cm}^2$  の世界最高伝送密度を実証した。

### 省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発

#### 光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点

超低消費電力の光パスネットワークを目指して、これまで開発したそれぞれの要素技術の高度化を図り、本格的なシステムの研究開発フェーズへと研究を進めた。技術の垂直融合のコンセプトのもと、ネットワークとストレージの制御、ダイナミックノードの要素技術開発、伝送路最適化の技術開発、シリコンフォトニクスによるマトリックススイッチの開発、ガラス導波路を用いた波長選択スイッチの開発を進めた。加えて、実ネットワークへの展開シナリオを考慮したアーキテクチャ案の精細化を行った。また、8 月には都内で拠点シンポジウムを開催、9 月には NICT、東北大学電気通信研究所、ドイツの Heinrich-Hertz Institut と共催でベルリンにて国際シンポジウムを開催した。

#### 低炭素社会を実現する超低電圧デバイスプロジェクト

本プロジェクトでは、ロジック集積回路の超低電圧動作(0.4V 以下)に向け、LSI の配線層 (Back End Of Line : 多層配線工程)に集積可能な抵抗変化型不揮発デバイス(BEOL デバイス)と、BEOL デバイスと組み合わせることにより更なる低電力化を実現する集積化基盤技術を開発する。本年度は、震災の影響を受けたスーパークリーンルームが 7 月にはほぼ復旧し、年度目標である単体レベルでのデバイス実証に向けた活動を推進した。

可変抵抗材料を流れる電流の変化を検出し、低電圧でメモリやスイッチとして動作させるデバイスとして、「磁性変化デバイス」、「相変化デバイス」、「原子移動型スイッチデバイス」に取り組み、材料・デバイス構造・要素プロセスの検討を通して基本プロセスを構築、単体

レベルで基本動作を実証した。「集積化基盤技術」として、微細幅配線の課題を根本的に解決するグラフェンやカーボンナノチューブなどをプラグや配線に適用する「三次元ナノカーボン配線技術」の要素プロセス開発に取り組んだ。また、バラツキ起因の低電圧化限界に対応するため、10nm という薄い絶縁膜を埋め込んだ Si 基板を使う「ナノトランジスタ構造デバイス」に取り組み、基本プロセスを構築した。さらに、デバイス試作を効率的かつ経済的に行うために、300mm CMOS 基板を量産ラインで作成し、スーパークリーンルームの300mm ラインでこの上に BEOL デバイスを作製するスキームを構築した。

## 次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発

### 7.2. パワエレ WG

#### <WG 活動概要>

2011 年度は、2010 年度に引き続き、拠点活用プロジェクトの運営を支援するとともに、2010 年度に策定した 5 か年計画の内容を着実に進めてきた。しかしながら、2011 年 3 月 11 日に発生した震災とその後の電力制限の影響を受け、拠点活用プロジェクトについては一部で数か月～半年程度の遅れを生じた。パワーエレクトロニクス拠点の自立に向けて、民活型パワエレオープンイノベーション研究拠点(TPEC)の発足を準備しており、17 機関の参加が見込まれている。海外のパワーエレクトロニクス研究拠点の調査として、米国 FREEDM の視察を行った。

[ワーキンググループ開催状況]

	日時	場所	出席者
第 1 回	2011 年 5 月 31 日 15:00-17:00	素子協会議室(虎ノ門)	11 名、 事務局 3 名、オブザーバ 3 名
第 2 回	2011 年 7 月 26 日 15 : 00-17 : 00	素子協会議室(虎ノ門)	10 名、 事務局 3 名、オブザーバ 7 名
第 3 回	2011 年 9 月 26 日 15 : 00-17 : 00	素子協会議室(虎ノ門)	11 名、 事務局 3 名、オブザーバ 1 名
第 4 回	2011 年 11 月 14 日 15 : 00-17 : 00	素子協会議室(虎ノ門)	12 名、 事務局 3 名、オブザーバ 3 名
第 5 回	2012 年 1 月 10 日 14 : 00-17 : 00*	素子協会議室(虎ノ門)	12 名、 事務局 3 名、オブザーバ 5 名
第 6 回	2012 年 2 月 27 日 15 : 00-17 : 00	素子協会議室(虎ノ門)	8 名、 事務局 3 名、オブザーバ 2 名

\*内、小川紘一先生講演会 (15 : 00-17 : 00)

#### <拠点活用プロジェクト概要>

##### 低炭素社会創成へ向けた炭化珪素(SiC)革新パワーエレクトロニクスの研究開発

超高耐圧 SiC パワー半導体の実用化により、電気エネルギーの有効利用、ひいては、環境負荷低減を実現することを目指す基盤技術の研究開発を行う。特に、欠陥・物性制御技術

や SiC 超厚膜・多層エピタキシャル成長結晶の作製技術を確立するとともに、電力インフラ系パワーエレクトロニクス構築を念頭に置いた超高耐圧(10kV 超級)パワーデバイス基盤技術の研究開発を行う。

#### 2011 年度の主要成果：

- 世界最高のキャリアライフタイム 18.5us の達成
- 15kV の超高耐圧を実証(PiN)

### **低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト**

#### **『次世代パワーエレクトロニクス技術開発(グリーンITプロジェクト)』**

次世代 SiC スwitchングデバイスを用いたデータセンタやその電力原としての分散型太陽光発電システムに用いる電力制御機器実用化技術を確立する

#### 2011 年度の主要成果の概要:

オール SiC インバータ(モデル名『NIJI』、JFET 使用)の設計・製作を行い、連続スイッチング試験(等価ストレス試験)を実施したところ、本プロジェクトの最終目標値である 40KW/L 相当の出力密度で正常に動作することを確認できた。

#### **『低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト』**

6 インチ対応 SiC 高品質ウェハ作製技術(バルク、加工、エピ)、および 3~5kV 級高耐圧 SiC MOSFET 技術の開発

#### 2011 年度の主要成果の概要

国内で初めて 6 インチ SiC インゴットを実現する基盤技術を確立し、大口径対応のウェハ加工要素技術、エピ成長技術のポテンシャル確認等により高品質 6 インチ SiC ウェハの低コスト化に資する要素技術の見通しを得た。更に SiC パワーMOSFET 技術として高耐圧(3.3kV)領域での新規デバイス構造の成立性を明らかにし、SiC-SBD と Si-IGBT のハイブリッドペアで低損失化のポテンシャルを実証した。また、共通基盤技術として、ウェハ統合評価システムのプロトタイプを構築、表面欠陥と酸化膜寿命の関係明確化などにより、デバイス信頼性のウェハ段階の予測に道筋をつけた。

#### **産業変革研究イニシアティブ『SiC デバイス量産試作研究およびシステム応用実証』**

1kV 級 SiC デバイス(ショットキーバリアダイオード、MOSFET)の量産化技術の開発と実証、及び、産業界への試作素子供給。

#### 2011 年度の主要成果

- SiC ダイオード量産試作品を外部機関へ提供開始
- IE-MOSFET 量産試作実証に成功



### 7.3. N-MEMS WG

#### <WG 活動概要>

##### 1. [活動概要]

2011年度は、TIA N-MEMS WG の 2011 年度活動計画に基づいた活動を行った。すなわち 3 回の WG を実施するとともに、NMEMS 拠点の活動本格化に向けてマイクロナノオープンイノベーションセンター(MNOIC)を立ち上げ、運用を開始し、企業ユーザにとって魅力ある研究拠点(つくば R&D プラットフォーム)の構築に取り組んだ。同時に拠点利用の国プロ/NEDO プロ研究活動の推進を図り、人材育成にも積極的に取り組んだ。



以下、研究拠点整備のための活動内容を示す。

#### (1) 研究拠点 (つくば R&D プラットフォーム) の拡充強化

##### 【産総研・集積マイクロシステム研究センター】

MEMS 研究開発拠点の整備を進めた。4 インチ MEMS 製造ラインと連携し導入した 8 インチ MEMS 製造ラインの各種装置について、テストデバイスの作製検証によりプロセスレシピの整備を行い、課題解決型共同研究を展開した。また、人材育成事業など研究者及び技術者への研究開発支援を行った。特に①ナノ構造表面を持つ機能膜 (界面流体効果を制御する) を MEMS 流体デバイスに集積するプロセス技術の開発、②低消費電力イベントドリブン型無線センサ端末用受信システム (多チャンネル同時受信システム) とカスタム高周波 IC、それを用いたプロトタイプ端末の試作、を行い無線センサネットワークシステムの実証実験 (養鶏場) を実施した。同様に、小規模店舗内各機器の消費電力を一括でモニタリングするシステムの試作を行い、その実証実験を実施した。

##### 【MNOIC】

MNOIC は UMEMSME に整備された世界最先端 8/12 インチの MEMS 加工・評価設備を産業界が利活用できるような仕組みを一般財団法人マイクロマシンセンター・MEMS 協議会に構築した。TIA 活動の中でも、広く本格的なオープンイノベーションを目指す特筆すべき活動である。2011 年度は 4 月 1 日に MNOIC 設立、東日本大震災からの復旧、制度設計、設備・装置管理体制の整備等を行い、8 月に受付け開始、10 月サービス開始、現在はまだ特定の装置への利用が集中しているものの利用率が上がってきている。2 月の課金対象使用時間は約 400 時間に達し、産業界からの確実なニーズがある。一方、技術者・研究者の強化、今後の先端設備の拡充、設備利用についての法的整備等の課題も明確になった。

## (2) N-MEMS 拠点と連携する拠点の活動内容

### 【筑波大学】

2010 年度より実施している「つくばナノエレクトロニクス産官学連携教育研究システムの構築」プログラムを推進した。このプログラムは、博士後期課程(原則)を対象にした筑波大学数理解析科学研究所内の専攻横断型のナノエレクトロニクス関連分野の大学院教育プログラムであり、つくば地区にある産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、民間企業と連携して、国際的競争力のある高度な連携教育研究を展開し、次世代のナノエレクトロニクスをリードする人材を育成することを目的としている。

2011 年度は、7 名の連携コーディネータが、選ばれた 18 名のオナーズプログラム院生とともにつくば連携共鳴場を形成し、指導教員およびアドバイザーとともに、教育研究を通じて人材育成を行った。さらに、7 名のオナーズプログラム院生を海外に 3~4 ヶ月派遣し、講義を 2 科目以上聴講させ、研究を行わせた。

### 【物質・材料研究機構】

NIMS の担当する TIA ナノグリーンが主催するワークショップを 2011 年 10 月 18 日に学術総合センター講堂にて開催し、TIA ナノグリーンにおける企業連携の仕組みを提案した。この後企業参加者を募集し、2012 年 4 月より運用開始を目指す。また、TIA コアインフラのナノテク共用施設として、2010 年度に低炭素化材料設計・創製ハブ拠点整備を完了し、2011 年 4 月より運用を開始した。4 月から 1 月までの総利用件数は 915 件であり、民間企業を含め外部利用率は約 30%を達成した。

## 2. [ワーキンググループ開催結果]

	開催日	場所	参加者
第 1 回	2011 年 6 月 8 日	MMC テクノサロン(秋葉原)	25 人
第 2 回	2011 年 12 月 9 日	MMC テクノサロン(秋葉原)	23 人
第 3 回	2012 年 3 月 7 日	MMC テクノサロン(秋葉原)	16 人

### <拠点活用プロジェクト概要>

#### マイクロシステム融合研究開発

MEMS と LSI や高周波デバイスなどの異種デバイスを集積化した、ヘテロ集積化デバイスを実現するため、「ヘテロ集積化量産試作」および「高効率 MEMS 融合製造」技術の研究開発を推進した。本年度は、8 インチおよび 12 インチの試作ラインおよびクリーンルー

ム環境の整備を進めると共に、後工程、パッケージング、評価装置などを導入した。これらにより、大面積ナノ構造体による光学デバイス開発やオプティカルデバイス形成のための金型加工応用などヘテロ集積化デバイスへの展開およびその製造プロセスの開発に着手した。

### グリーンセンサ・ネットワークシステム技術開発プロジェクト

小型・低コストを目的とした電流・磁界センサ、塵埃センサ、VOC センサ、およびフレキシブルランプセンサのデバイス設計、プロセス開発を行った。また、センサ端末の低電力化を図る LSI および 1000 個のセンサ端末からの無線通信を可能にする高感度無線機の設計・試作を行った。

### マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発

非真空薄膜堆積プロセスによりマイクロ・ナノ構造の高品位 Si 機能膜をメーター級の面積に形成するプロセスの確立をめざし、Si 微粒子混合膜での微粒子表面の自然酸化膜を除去する表面処理装置を設計・製作し、表面処理手法を開発した。また、繊維状基材上に連続的に均質な高品位機能膜を被覆し、3 次元ナノ構造を高速連続形成する加工技術と、それら多数の異種繊維状基材を製織によって機能化・集積化する基本技術の確立をめざし、複合型リールツールインプリントシステムにて、送り速度 20m/min での熱インプリントを実現するとともに、シリコーンエラストマーによるフレキシブル接点構造で耐久性向上確認した。さらに、大面積フレキシブル製織デバイスとして、LED を 5cm に 1 個実装したリボン型繊維状基材を織りこんだ 1m x 1 m の照明用布を試作した。

## 7.4. ナノグリーン WG

### <WG 活動概要>

会員制オープンイノベーションのプラットフォーム「TIA ナノグリーン」の立ち上げに向けて、準備作業を行った。具体的には、NIMS の新棟竣工に合わせた来年度からの本格稼働を目指して、以下を遂行した：

- (1) 産業界との意見交換(NBCI、JEITA など)
- (2) 制度設計(メリット検討、知財の取り扱い、会則、研究内容、AIST・筑波大との連携方法など)
- (3) 参画企業獲得にむけたプロモーション(パンフレット作成、WEB ページの立ち上げ(TIA 公式ページ内)、企業訪問、プレスリリース、nanotech2012 におけるブース展示など)

また、2011 年 10 月 18 日に、東京・一橋記念講堂にて「TIA ナノグリーン ワークショップ ―TIA ナノグリーンが提案する、新しい産業界との連携―」を主催し、企業向けに会員制オープンイノベーションの構想について説明、会員企業の募集を開始した。参加者はおよそ 260 名。

[ワーキンググループ開催状況]

	開催日	場所	参加者
第1回	2011年8月10日	NIMS 千現地区	14人(+オブザーバー4人)
第2回	2011年11月8日	NIMS 千現地区	14人(+オブザーバー4人)

### <拠点活用プロジェクト概要>

#### 低炭素化材料設計・創製ハブ拠点

低炭素研究ネットワーク基盤整備事業(LCnet)とは、グリーン・ナノテクノロジーに関する研究成果・知見を結集し、環境技術の実用化を加速させるため、課題解決型研究ネットワークの基盤整備を行うものである。具体的には、機能と役割分担に応じ性格の異なるハブ拠点とサテライト拠点という2種類の拠点形態を設定し、それぞれの拠点に必要な機器・装置を整備するとともにハブ拠点を中心としたすべての拠点が参画するネットワークを構築するものである。「低炭素化材料設計・創製ハブ拠点」は、LCnet 事業において、NIMS が運営する3ハブ拠点の一つである。

#### ナノ材料科学環境拠点(GREEN)

環境エネルギー問題へのインパクトが直接的でかつ大きい、太陽光エネルギーから出発するエネルギーフローに関わる一連の材料技術である太陽光発電、光触媒による燃料製造、電力貯蔵用二次電池、及び燃料電池を出口側の対象として、開発指針を与える基礎となる計算科学手法、及び高度その場解析技術を駆使して、出口課題の実用化に向けて必要なブレークスルーのための共通基盤課題である表面・界面現象の理解と制御技術を確立し、飛躍的な効率向上、安全性改善等の課題解決を目指す。

### 7.5. CNT/ナノ材料安全評価 WG

#### <WG 活動概要>

カーボンナノチューブ並びにナノ材料安全評価について、海外で先例となる拠点は無く、つくばイノベーションアリーナの中で、下記の目標を設定し、日本型研究拠点を構築すべく、拠点活動を進めている。

#### 研究コアの目標

##### (1) カーボンナノチューブ

低炭素社会の実現に資する超軽量・高強度融合材料をはじめとする様々な産業応用を可能にする単層カーボンナノチューブ(CNT)の量産化、高品質化・部材化を図り、未来の省エネルギー社会の実現を目指す。

##### (2) ナノ材料安全評価

事業者による自主的取組と行政による法規制枠組みが補完的に組み合わせり、社会における工業ナノ材料の安全性を確保したうえで、イノベーションを推進するような体制を構築する。

上記目標に基づき、2011年度は以下の事業を実施した。

#### 1) 量産実証プラント事業

運転開始と CNT サンプル配布の実施

## 2) 低炭素社会を実現する革新的カーボンナノチューブ複合材料開発プロジェクト プロジェクト本格稼働とサンプル配布の準備

### [ワーキンググループ開催状況]

年間 WG3 回 (TASC 技術委員会と重ねて活動)

シンポジウム 1 回

2011 年 5 月 25 日 TIA-CNT-NMES 合同シンポジウム

開催場所: 産総研つくば

参加者: 約 150 名

### <拠点活用プロジェクト概要>

#### 低炭素社会を実現する革新的カーボンナノチューブ複合材料開発プロジェクト

TIA の研究拠点を活用する NEDO プロジェクト「低炭素社会を実現する革新的カーボンナノチューブ複合材料開発プロジェクト」が、昨年 7 月に開始されたが、大型装置の納入が完了した 3 月に上記震災に襲われ、活動の停止を余儀なくされた。5 月には、ほぼ復旧し、研究活動を再開し現在フル稼働を行っている。研究活動の本格化に伴い、本プロジェクトで開発された半導体・金属 CNT、CNT 複合材のサンプル配布を実施すべく、サンプル配布の体制と、配布ルール (知財等) について検討・調整を行っている。

#### CNT 量産実証プラント事業

産総研・第 5 事業所 5-8 別棟に、スーパーグロース法による CNT 量産実証プラントが本年 2 月に完成し、運転を開始した。3 月 11 日の震災により被害を受けたが、4 月末までにユーティリティを含め復旧を完了し、5 月より運転を開始した。節電への協力のため、7 月～9 月下旬まで、運転を停止したが、9 月 26 日より運転を再開し、順調に稼働している。並行して、本プラントのサンプル配布の体制と、配布ルール(知財等)について、検討・調整を進め、配布希望企業・大学との契約・調整を 10 月より開始した。現在までに 30 企業(外国 1)、2 大学より、配布の希望が出されている。

## 8. モニタリング指標

本章では第 I 期中期計画で定められたモニタリング指標のうち、数値目標を定めた項目、および数値目標を定められていないが追跡すべき数値に関して記載する。

### <中期計画で目標が定められた数値>

	2010 年度 単年 <sup>1</sup>	2011 年度 単年	~2011 年 度累積 <sup>2</sup>	中期目標
総事業規模	107.4	133.5 <sup>3,4</sup>	669.6 <sup>5,6</sup>	第 I 期総額 1000 億円以上
公的資金割合	95.6	88.3	-	2014Fy 末で 70~80%
TIA 拠点活用プロジェクト数	18	- <sup>7</sup>	23	30
連携企業数	59	93	100	累積 300
外部研究者数	468	529	-	2014Fy に 1000 名
TIA 連携大学院生数	15	139 <sup>8</sup>	154	累積 500

1 昨年度事業報告書での報告地(追加認定プロジェクトに関する情報を含まない)

2 2010 年度に認定漏れしていた拠点活用プロジェクトに関連する数値を含む

3 一部プロジェクトに関しては研究期間総額/研究期間を単年度予算として算入

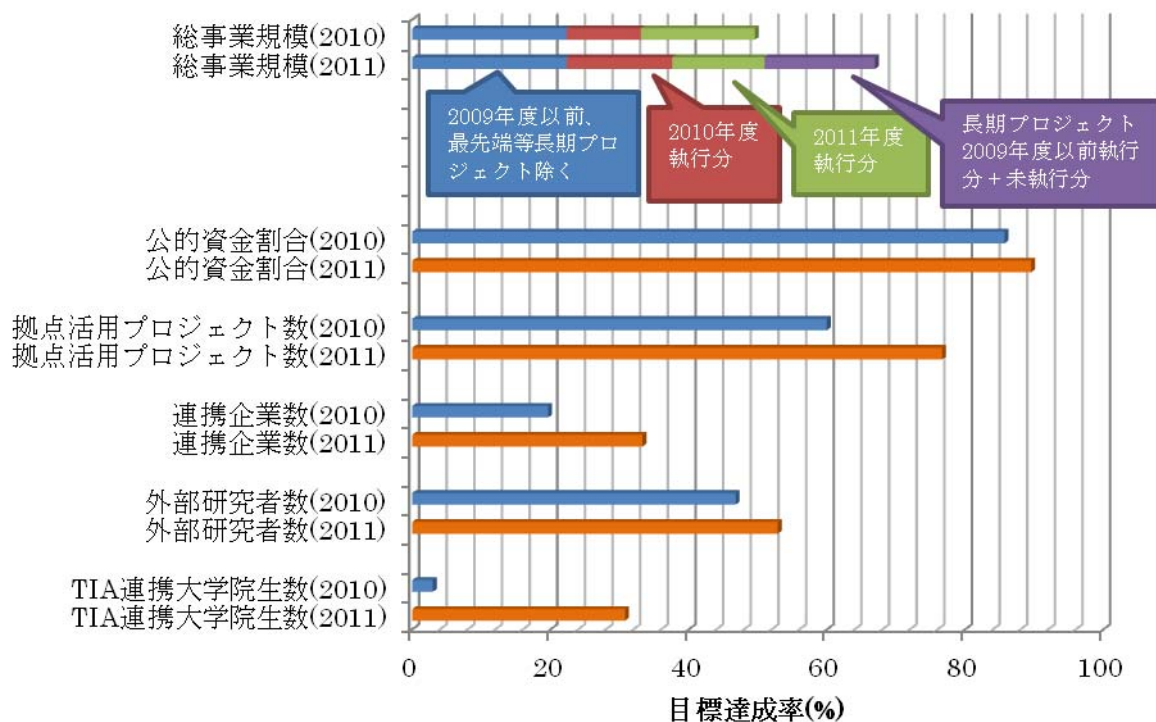
4 2010 年度補正予算のうち、2011 年度に繰り越し執行したものは 2011 年度に参入

5 つくばイノベーションアリーナナノエレクトロニクスコンソーシアムを含む

6 長期プロジェクトの内、プロジェクト期間総額で予算が決定しているもの(総務省 最先端支援プログラム等)は、その決定額(2011Fy 以降も含む)を算入。また、当該案件に関してはつくば地区以外の執行予定分を含む。

7 単年の数値は求めていない(累積のみ)。2010 年度は開始年度であるので単年=累積。

8 拠点活用プロジェクト「つくばナノテク拠点産学連携人材育成プログラム」に参加した学生数、及び連携大学院方式による学生数



図：数値目標達成率。総事業規模(2011)には 2010 年度に認定漏れしていたプロジェクトの執行金額および建設中の産総研新棟建設費用も含む。TIA 連携大学院生数は 2010 年度と 2011 年度とで算出方法が異なる。公的資金割合の達成率は目標数値を 80%、公的資金割合

を  $x$  % として  $\left(100 - \left|\frac{80-x}{x}\right|\right)$  を使用。

<中期計画で目標を定められていないが追跡すべき数値>

- 外国人研究者数: 60
- 海外企業連携数: 5
- 論文発表数: 207
- 特許出願数: 139<sup>9</sup>

<sup>9</sup> 出願準備中の案件は除く