

産総研

NIMS

「つくば」から未来の産業へ

筑波
大学

KEK



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) ～日本のイノベーションシステムを革新～



住川 雅晴

つくばイノベーションアリーナ
ナノテクノロジー拠点
運営最高会議 議長

TIA-nanoは、世界水準の先端ナノテクノロジー研究設備・人材が集積するつくばにおいて、内閣府、文部科学省および経済産業省からの支援を得て、独立行政法人産業技術総合研究所（産総研）、独立行政法人物質・材料研究機構（NIMS）、および国立大学法人筑波大学（筑波大学）が中核機関となり、産業界が加わって運営する日本最大のナノテクノロジー研究・教育拠点です。2009年6月に中核機関の代表者および日本経済団体連合会（経団連）による共同宣言によって発足し、2012年4月に大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（KEK）が中核機関として参加しました。

ナノテクノロジーは、原子、分子を制御する技術であり、材料はもとより、電子、エネルギー・環境そして生命科学などあらゆる分野を支えるものです。また、微細な部品を得るにとどまらず、サイズを小さくすることにより、不連続な特性変化が期待でき、これがイノベーションを喚起する技術として期待されています。それゆえ、TIA-nanoは、2014年6月に閣議決定された『科学技術イノベーション総合戦略2014～未来創造に向けたイノベーションの懸け橋～』において「科学技術イノベーションに適した環境創出」の具現化を担う拠点として位置づけられています。ナノテクノロジーに係る研究開発・人材育成活動を軸に、我が国のみならず世界的なイノベーションエンジンとなることが期待されています。

省庁を越えた4機関、全国の研究開発法人、大学、企業の連携により、研究分野間の融合を促進し、基礎研究から、応用研究・開発、実証、事業化を実現していきます。また事業化課題をサイエンスモデルに立ち返って解決するイノベーションサイクルを確立します。これらによって、日本のイノベーションシステムの変革を目指していきます。



5つの理念

1. 世界的な価値の創造

共通基盤インフラでの実用実証により世界的な新事業を創出することを目指します。

2. Under One Roof

産学官それぞれの研究者・研究体が、組織の壁を越えて結集・融合する「共創場（Under One Roof）」を提供します。

3. 自立・好循環

共通基盤インフラは、国際的に優位性のある利用価値を国内外に提供します。

4. Win-Win 連携網

国内外にネットワークを広げ、連携力を強化して、価値を創造します。

5. 次世代人材育成

教育（次世代人材育成）機能を産学官連携により充実させます。

沿革

- 1963 研究学園都市を筑波地区に建設することを閣議了解
- 1970 筑波研究学園都市建設法成立
- 1971 KEKが筑波研究学園都市に設立
- 1972 NIMSの前身となる研究所が筑波研究学園都市に移転
- 1973 筑波大学が設置され、筑波研究学園都市にて開学
- 1979 産総研の前身となる研究所が筑波研究学園都市に移転
- 2001 産総研およびNIMSが設立
- 2009 つくばイノベーションアリーナ（TIA-nano）発足・共同宣言
- 2010 『新成長戦略～「元気な日本」復活のシナリオ～』閣議決定、
TIA-nanoを中心とした「世界的な産学官集中連携拠点の形成」を推進
- 2011 第1期中期計画の策定、TIA大学院連携コンソーシアムの設立
- 2011 「つくば国際戦略総合特区」の指定
TIA-nanoはその重点プロジェクトの一つ
- 2012 NIMS 並木地区に NanoGREEN棟竣工
- 2012 KEKがTIA-nanoの中核機関として参画
- 2013 産総研 西事業所に TIA連携棟竣工
- 2014 「科学技術イノベーション総合戦略2014」閣議決定
「ナノテクノロジー・材料分野の研究を政策課題の解決を支える分野横断技術として位置づけ」本文p.44より抜粋
「組織の『強み』や地域の特性を生かしたイノベーションハブの形成を加速」本文p.64より抜粋
- 2014 第2期中期にむけて始動

数字で見るTIA-nano — 2010-2013年度の実績

- 26の国家プロジェクト（累積）
- 約160億円の事業規模（2013年度）
- 約180社の企業が参加（2013年度）
- 934名の外部研究者と346名の大学院生が研究に従事（2013年度）

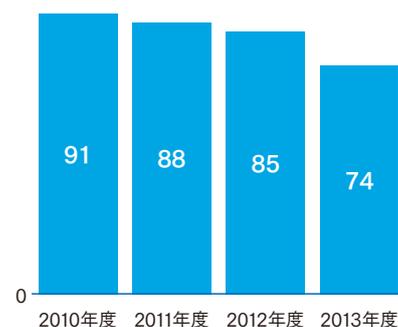
総事業規模

(億円)



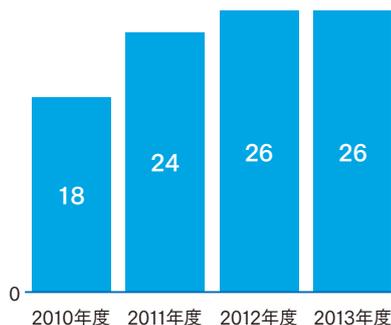
公的資金割合

(%)



プロジェクト数

(件、累積)



連携企業数

(社)



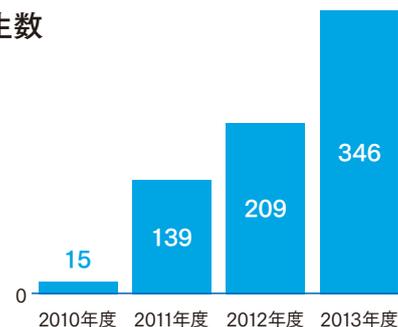
外部研究者数

(人)



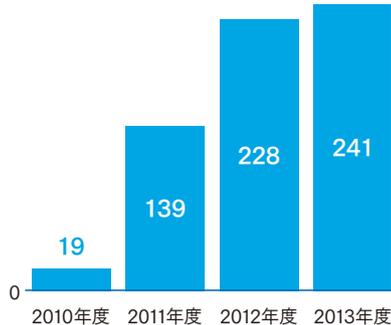
TIA連携大学院生数

(人)



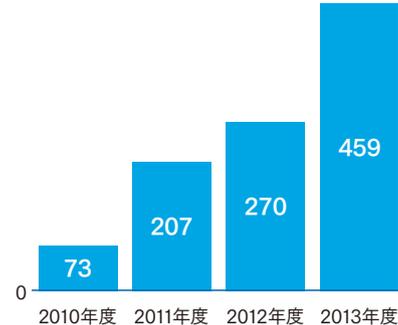
特許出願数

(件)



論文発表数

(件)



中核機関の概要



中鉢 良治 理事長

独立行政法人 産業技術総合研究所（産総研）

産総研は日本の産業を支える環境・エネルギー、ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、計測・計量標準、地質という多様な研究を行う我が国最大級の公的研究機関です。産総研はTIA-nanoなどの活動を通じて、産業界や社会との連携を深め、さまざまな“知”のやりとりを重ねて、「豊かで環境に優しい社会を実現するグリーン・テクノロジー」および「健康で安全な生活を実現するライフ・テクノロジー」を中心とした産業技術の研究開発を行い、技術革新のみならず社会的・経済的な価値を創造し、持続可能な社会の実現に向けた社会の課題解決に取り組んでいます。

<http://www.aist.go.jp/>



潮田 資勝 理事長

独立行政法人 物質・材料研究機構（NIMS）

NIMSは、文部科学省所管の研究所として、1) 物質・材料科学技術に関する基礎研究および基盤的研究開発、2) 研究開発成果の普及とその活用の促進、3) NIMSの施設および設備の共用、4) 研究者・技術者の養成、およびその資質の向上という4つのミッションを国際的に果たしています。これまでに培ったナノテクノロジーや先端的な評価技術を利用して、環境、エネルギー、資源などに関する地球規模の課題解決のための革新的な新材料やプロセス技術の開発を進めています。さらに、近年の国家的な要請に応え、NIMSは構造材料や元素戦略に基づく希少元素の研究にも対象を広げています。

<http://www.nims.go.jp/>



永田 恭介 学長

国立大学法人 筑波大学（筑波大学）

筑波大学は、先端的・独創的な知の創出と個性輝く人材の育成を通じて世界に貢献することを使命とし、特に、筑波研究学園都市の充実した研究環境を活かし、卓越した研究成果と有為な人材を産み出す新たな教育研究拠点の創出を目指しています。産総研、NIMS並びにKEKとはそれぞれの分野で共同研究を組織的に進めているほか、数理物質科学研究科を中心に1992年度から産総研、NIMS等との間で連携大学院を開始、また、寄附講座の開設など産業界を含め、教育研究連携の強化を図っています。

<http://www.tsukuba.ac.jp/>



鈴木 厚人 機構長

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構（KEK）

KEKは、粒子加速器を研究手段に用いて宇宙・素粒子・原子核・物質・生命の謎を解き明かす加速器科学を推進し、国内外の研究者に対して共同利用・共同研究の場を提供する大学共同利用機関法人です。KEKが保有する先端大型装置、技術を様々な分野の皆様に利用していただくことで、TIA-nanoがより一層世界的に魅力あるナノテクノロジー研究拠点となるよう、関係の皆様と連携・協力を進めています。

<http://www.kek.jp/>



内山田 竹志
産業技術委員会委員長

一般社団法人 日本経済団体連合会（経団連）

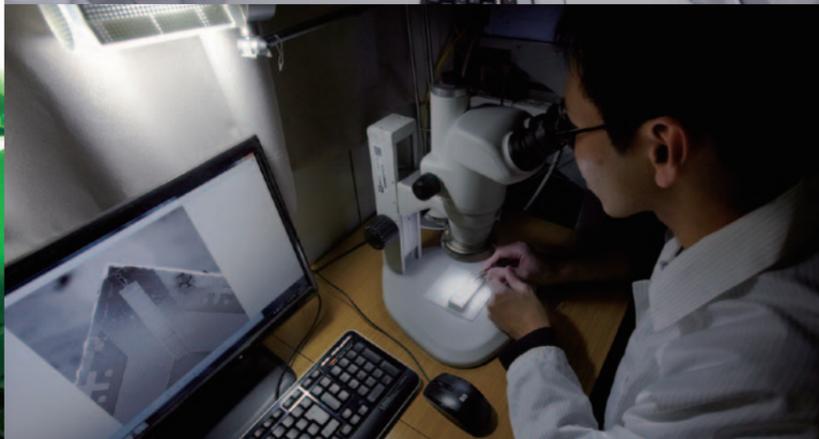
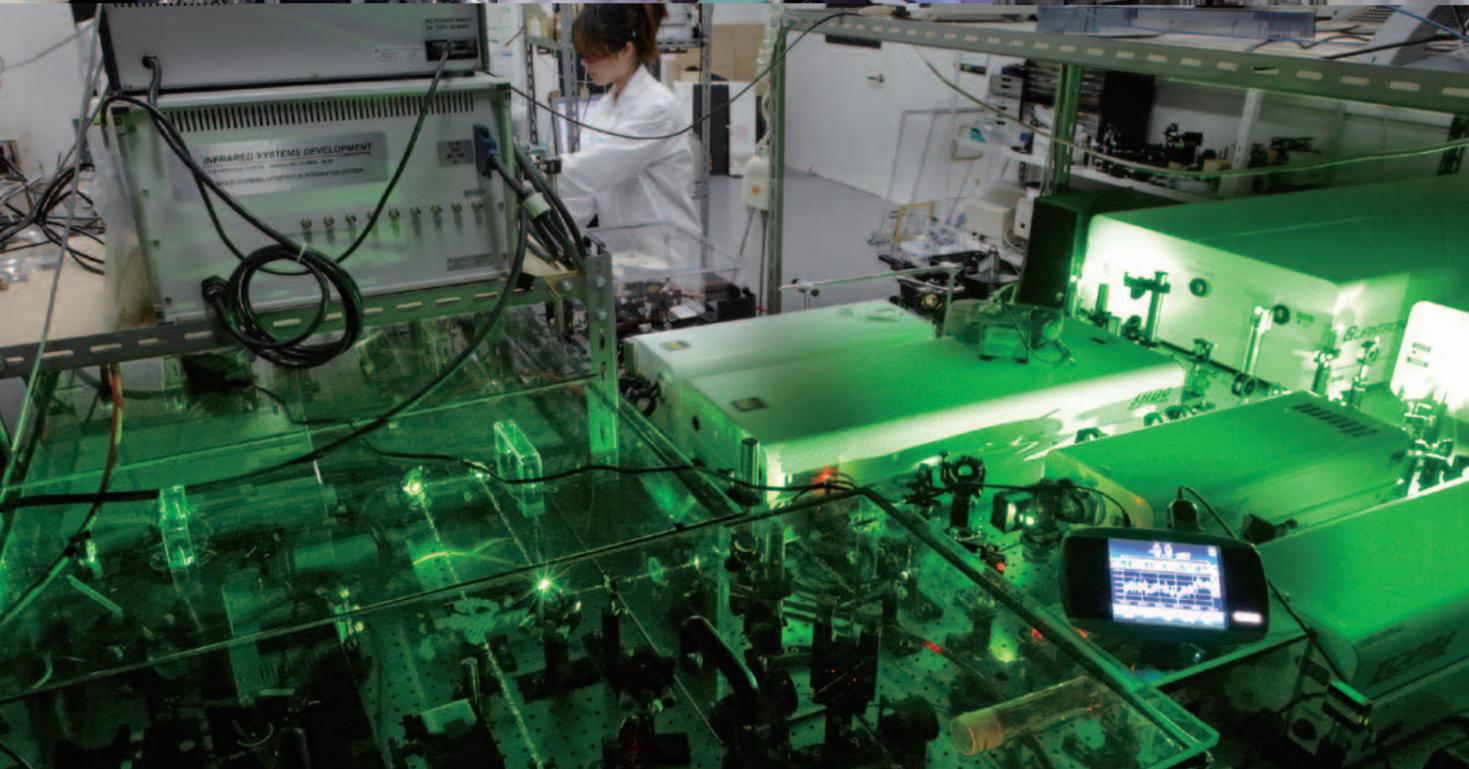
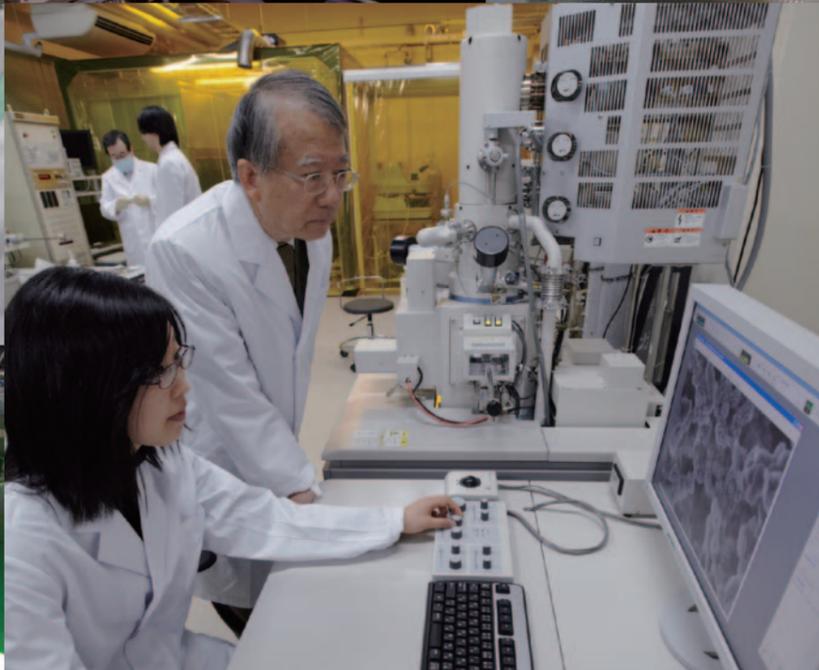
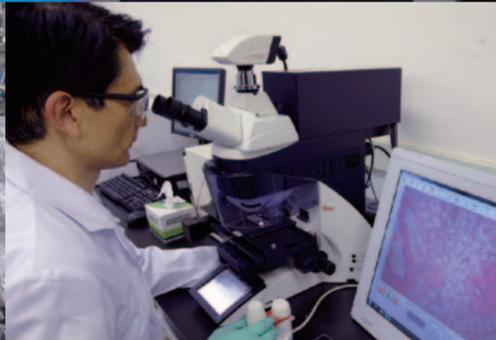
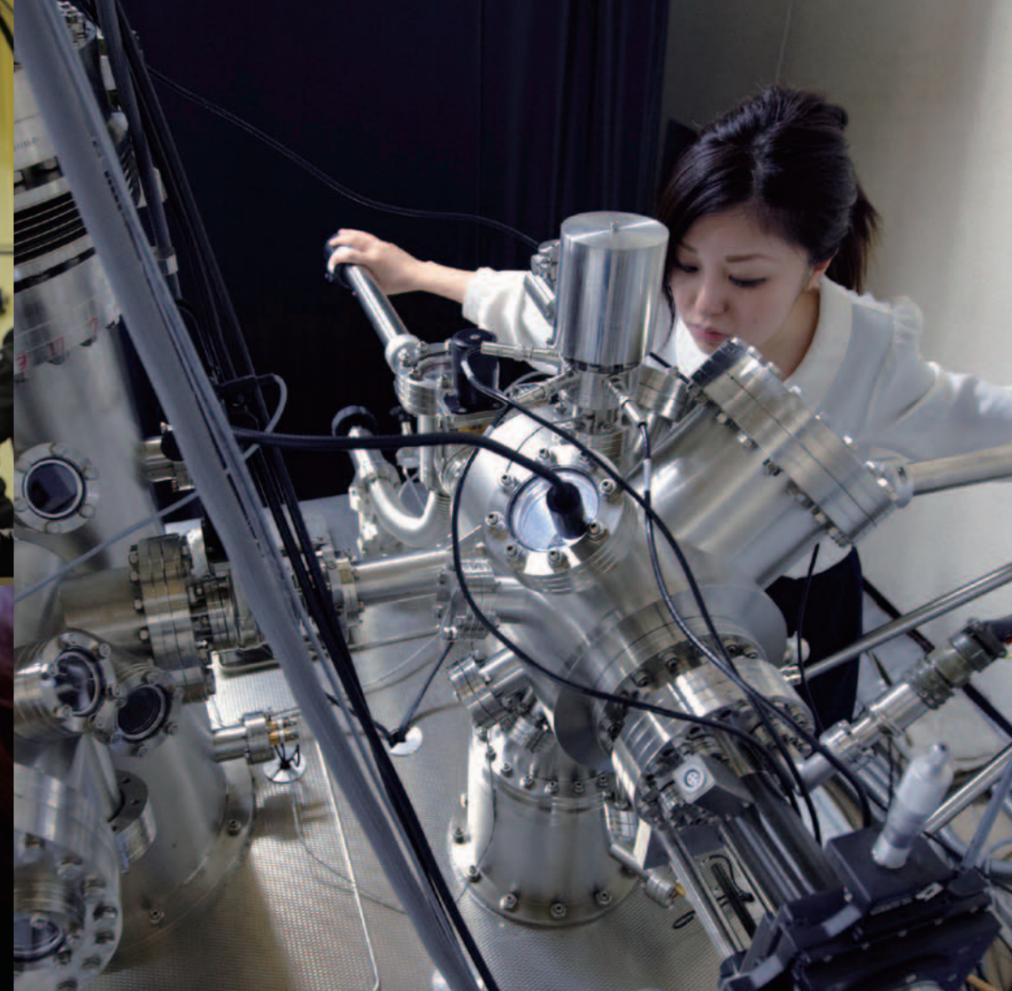
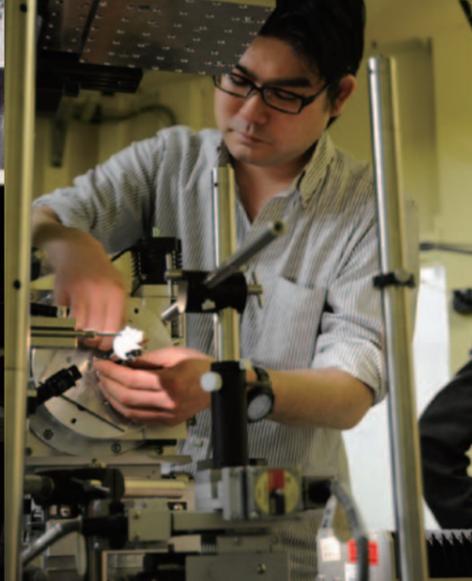
経団連は、わが国の代表的な企業、業種別全国団体、地方別経済団体など約1,500の会員から構成される総合経済団体です。わが国経済の自律的な発展と国民生活の向上に寄与するために、経済界が直面する内外の広範な重要課題について、経済界の意見を取りまとめ、その実現を働きかけています。国内にとどまらず、各国の政府・経済団体ならびに国際機関との対話を通じて、国際的な問題の解決と諸外国との経済関係の緊密化を図っています。

<http://www.keidanren.or.jp/>

「つくば」から未来の産業へ

つなげる、ひろがる
オープンバージョン
プラットフォーム

- 世界水準の先端ナノテクノロジー研究設備が集積
- 1,200名を超えるナノテクノロジー研究者がユーザーとして集結
- 新産業の創出を目指した成果の産業利用
- 次世代を担う若手人材育成のプラットフォーム



運営体制

TIA-nanoでは、その最高意思決定機関として、中核4機関の長に産業界の代表と学識経験者および運営諮問会議議長を加えた7名により構成される運営最高会議を設置しています。

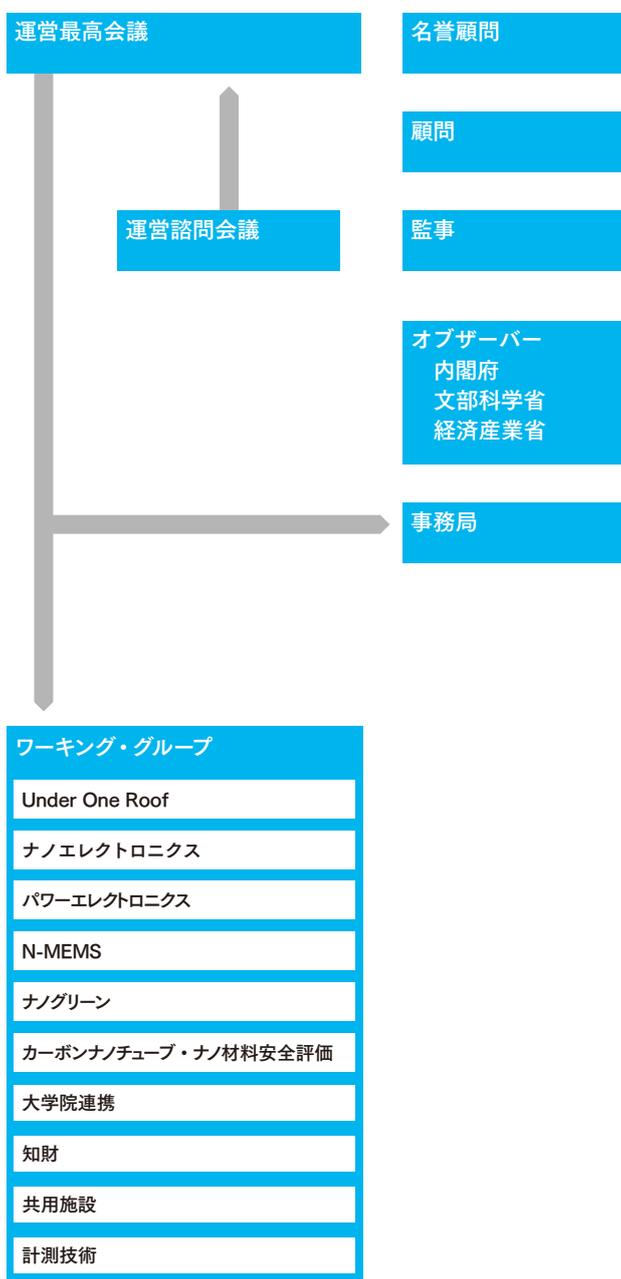
運営最高会議はTIA-nanoの運営を統括しながら、重要事項を審議し、方針決定していきます。

一方で、主に産業界のメンバーにより構成される運営諮問会議はTIA-nanoを活用する主要ユーザーたる産業界との調整を行います。

これらの円滑な運営のため、

事務局機能は中核4機関が連携して行っています。

組織図



コア領域

TIA-nanoでは、産業化に直結する6つの重点研究領域をコア研究領域として定め、産学官の資金・人材を集約し研究開発を行っています。また、実証デバイスの試作・評価、ナノテク先端装置群の共用、人材育成の推進に関わる仕組みを、3つのコアインフラとして整備しています。

さらに、平成26年より、TIA-nano中核4機関の持つ加速器技術や測定器技術、加速器から発生する各種量子ビームを用いた分析技術を基盤として既存のコア研究領域の研究促進・加速また新たなコア研究領域の創生を図るべく新たに「開発研究連携領域」を設置し、重点領域として「計測技術」を設定しました。

6つのコア研究領域

- 1 **ナノエレクトロニクス**
ナノエレクトロニクス基本性能を検証できる世界有数の研究インフラを使用した先端半導体の研究開発
- 2 **パワーエレクトロニクス**
産総研の長年にわたるSiC研究の蓄積を基にした先端研究
- 3 **N-MEMS**
既存部品の小型化・高機能化・省エネルギー化への貢献、多様な共同研究・実証研究の場を構築 (MEMS: Micro Electro Mechanical Systems)
- 4 **ナノグリーン**
環境・エネルギー技術のブレークスルー実現に向けた物質・材料研究
- 5 **カーボンナノチューブ (CNT)**
CNT量産実証と多様な用途材料とCNTとの融合材料開発
- 6 **ナノ材料安全評価**
新規技術のイノベーションに不可欠な安全性評価技術の確立

開発研究連携領域

計測技術

光・量子発生および計測技術の革新とその利用研究の高度化

3つのコアインフラ

- 1 **ナノデバイス実証・評価ファンドリー**
ナノテクノロジー研究用としては世界最高クラスの試作・評価装置群を用いて12インチウエハと4インチウエハをハンドリングするスーパークリーンルーム施設
- 2 **ナノテク共用施設**
中核4機関に集積する最先端設備・装置の産業利用と施設共用
- 3 **ナノテク大学院連携**
筑波大学を拠点としたオールジャパン体制による次世代人材育成

新プロジェクト始動!

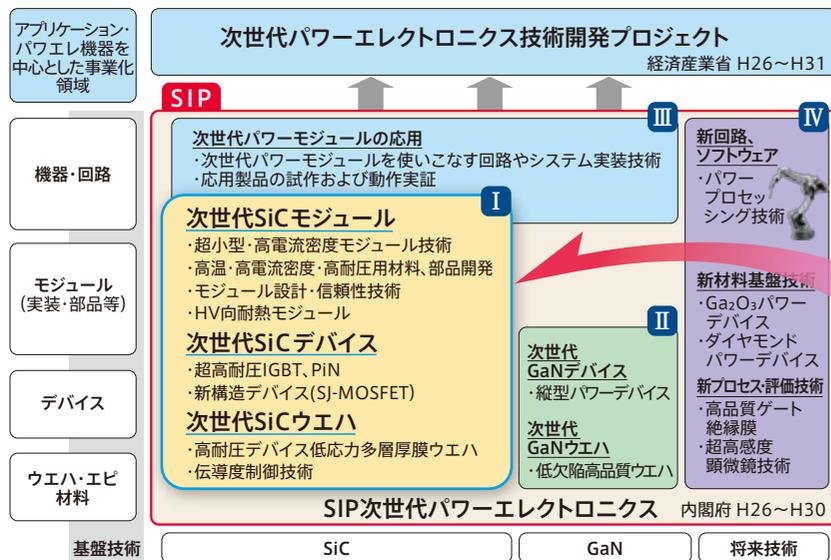
次世代パワーエレクトロニクス

SiC次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発

2014年10月、TIA-nanoが中心となった研究提案が、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP:エスアイビー)の「次世代パワーエレクトロニクス」で採択されました。

どこでもパワエレ機器で豊かな省エネ社会

次世代パワーエレクトロニクス研究開発の全体像



TIA-nano拠点活用プロジェクト
「SiC次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発」はこの部分を担います。

パワーエレクトロニクス

パワーエレクトロニクスは、半導体を用いて直流から交流、交流から直流への変換、電圧や電流、周波数、位相を自在に制御する技術で、電気エネルギーの変換を効率的に行う上でのキーテクノロジーです。適用する機器等の小型化や省エネルギー化に大きく貢献する技術です。

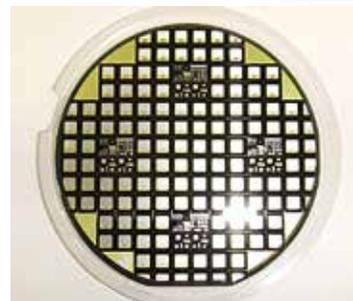
次世代材料

現在、パワーデバイスの材料として広く社会に浸透しているSi(ケイ素)に代わる新たな次世代材料としてSiC(炭化ケイ素)やGaN(窒化ガリウム)などのワイドバンドギャップ(WBG)半導体があり、物質の特性上、Siよりも大幅に電力損失が小さいなど一層の性能向上が期待されています。

SiC次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発

TIA-nanoでは、産総研、京都大、阪大産研、電中研を核とした、大学・民間企業・公的研究機関43機関が連携する研究ネットワークの中で、以下の研究開発に取り組みます。ここでは、各技術階層間を密に連携させることで、効果的・効率的な研究開発を推進するとともに、関連の研究者等の人材育成を行います。

- ・次世代SiCウエハの技術開発
- ・次世代SiCデバイスの技術開発
- ・次世代SiCモジュールの技術開発



新プロジェクト始動!

革新的構造材料

構造材料の未活用情報を取得する先端計測技術開発

2014年10月、TIA-nanoの先端計測拠点提案が、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP: エスアイビー)「革新的構造材料」に採択されました。

SIP革新的構造材料

強く、軽く、熱に耐える革新的材料を開発し、航空機・発電プラント等業への実機適用を図るとともに、エネルギー転換・利用効率向上を実現することを目標としています。

- 航空機用樹脂の開発とFRPの開発
- 耐熱合金・金属間化合物等の開発
- 耐環境性セラミックスコーティングの開発
- マテリアルズインテグレーション

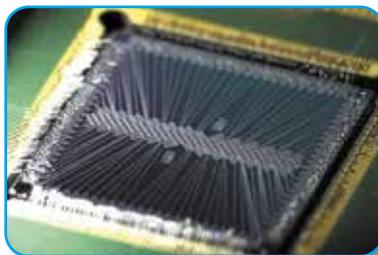


構造材料の未活用情報を取得する先端計測技術開発

TIA-nanoの先端計測

TIA-nano中核4機関である産総研、NIMS、筑波大、KEKの先端計測施設群を活用して先端計測拠点を構築する。構造材料の劣化発生前の前駆状態の検知や、構成元素の結合力を決めている化学結合状態(電子状態)といった未活用情報を取得可能にして、構造材料のパフォーマンスや寿命予測に貢献する。各種の構造材料開発における計測ボトルネックとして以下の4つのテーマを取り上げる。

- 応力と亀裂
- 微量軽元素と添加元素
- 異相界面と基材組織
- 空孔欠陥



太陽電子及び超伝導計測と拠点構築



劣化発生後の形態計測を
劣化発生前、電子状態計測まで
拡張!



放射光施設と物質構造科学

ナノ構造を有する革新的構造材料の社会実装



構造材料研究と
ナノ計測装置群



航空機における構造材料

- ・複合材
- ・アルミ
- ・チタン
- ・鉄鋼
- ・Ni基合金など



イオンビーム分析施設と人材育成

ナノエレクトロニクス

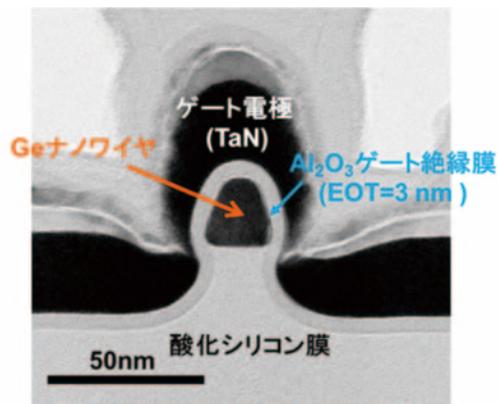
革新的ナノデバイス開発の次世代拠点形成に向けた取り組み

ナノエレクトロニクスコア研究領域では、産総研のスーパークリーンルーム（SCR）を拠点として、革新的ナノデバイスの研究開発、次世代の半導体微細加工・評価技術の開発およびフォトニクス・エレクトロニクスの融合研究など最先端の研究開発を行っています。国内外の産業界、大学、研究機関から多数の研究者が集まって、デバイス、材料、装置開発という多様な研究開発プロジェクトに取り組んでおり、様々なバックグラウンドの研究者が議論し、新たな事業、新たな技術を検討する場を提供しています。さらに、ナノエレクトロニクスの共通基盤技術を柔軟に提供する高度技術者がプロジェクトを支援する体制で進めています。

Point 1 超低消費電力デバイスの最先端研究

低炭素社会の実現に向け、LSI（大規模集積回路）の消費電力を大幅に低減させるための多様な研究が行われています。CMOS（相補型金属酸化膜半導体）とナノカーボン材料の組合せ、超格子相変化材料および可変抵抗材料を埋め込んだLSIの開発、さらにはノーマリーオフを実現させるスピントロニクス論理集積回路の研究開発が推進されています。

- グリーン・ナノエレクトロニクスのコア技術開発（H25.3終了）
- 低炭素社会を実現する超低電圧デバイスプロジェクト
- 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（H25.3終了）
- 車載用障害物センシングデバイスの開発

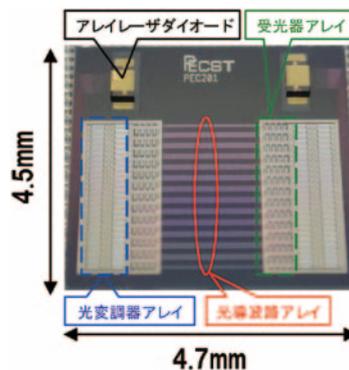


試作されたナノワイヤGeトランジスタ

Point 2 フォトニクス・エレクトロニクスの重要拠点

光によるLSIチップ間配線のためのフォトニクスとエレクトロニクスの融合に向けた革新的基盤技術の研究、情報通信機器の光配線の実現に向けたデバイスと実装技術の開発、さらには超低消費電力の革新的情報通信ネットワークの実現を目指した光スイッチ、伝送などの研究プロジェクトに取り組んでいます。

- 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（H25.3終了）
- 超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発
- 光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点

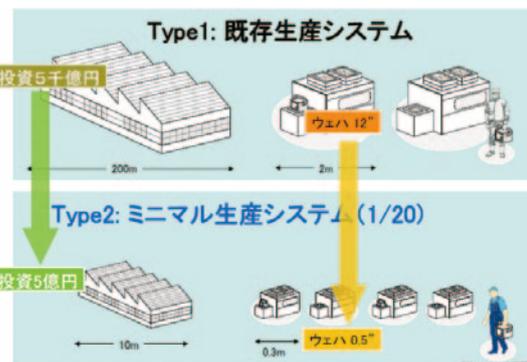


試作した光集積シリコンチップ

Point 3 次世代の半導体製造技術の開発

次世代のリソグラフィ技術として有望なEUV（極端紫外線）による10nm台の微細化技術の開発や、ハーフィンチウエハを用いて半導体製造工場の大幅な投資削減をもたらす「ミニマルファブ」の必要要素技術の開発を進めています。

- 革新的製造プロセス技術開発（ミニマルファブ）
- 次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発



「ミニマルファブ」の概念

パワーエレクトロニクス

産総研の長年にわたる SiC 研究の蓄積を基にした先端研究

パワーエレクトロニクスは、我が国がグローバル市場において依然として高い産業競争力を有している分野です。その中核技術はSiC（炭化珪素）パワー半導体であり、低炭素社会創成に向けた革新デバイスとしてその将来が大いに期待されています。TIA-nanoのパワーエレクトロニクスコア研究領域は、産総研の30年以上にわたるSiC結晶成長からウエハ加工、エピタキシャル膜成長、SiCデバイス製造にいたる研究開発を基盤として、企業、大学、研究機関が結集し、世界をリードする日本のSiC研究開発の中心的役割を担っています。

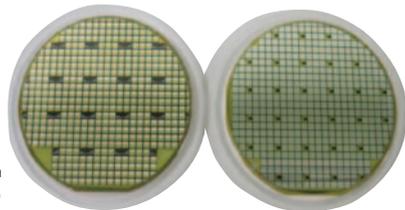
Point

1 SiC パワーデバイス研究環境の構築と最先端研究の推進

産総研では、大規模なSiCデバイス試作用クリーンルームを整備しており、ウエハ、デバイスの様々なデータの蓄積による評価技術の確立、製造プロセス高効率化を進めています。産総研と大学による様々な基礎研究（欠陥評価や新構造デバイスの検討、シミュレーションなど）を推進し、その成果を活用して産業界のニーズに対応した応用研究に繋げています。とりわけ、次世代大口径ウエハ製造や高耐压デバイス製造等に、自動車メーカー、材料メーカー、加工メーカー、デバイスメーカー等が一貫連携して取り組む研究開発を推進しています。

2014年度から新しいプロジェクトが始まりました。

- SIP次世代パワーエレクトロニクス
SiC次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発



SiC素子量産試作品
(3インチウエハ)



SiCデバイス試作用クリーンルーム

Point 2 民活型オープンイノベーション 共同研究体 TPEC

産総研は、パワーエレクトロニクス・オープンイノベーションの推進に向けた新たな民活型の共同研究体「つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション」(TPEC)を2012年4月から推進しています。TPECでは、パワーエレクトロニクスに関連するグローバル企業と先端技術を有する中小企業が、研究コストをシェアし研究開発資金の大半を賄って自立的に運営しています。産業応用に向けた研究開発を推進すると同時に次世代のパワーエレクトロニクスを担う優秀な人材育成もTPECの重要なミッションです。



民活型オープンイノベーション共同研究体 TPEC

N-MEMS

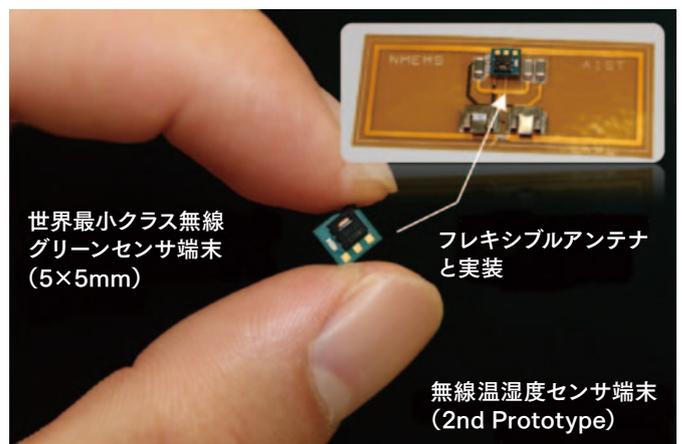
産業分野において N-MEMS による既存部品の小型化・高機能化・省エネルギー化への貢献を目指し、多様な共同研究・実証研究の場を構築

国際競争力を有するアプリケーション指向の先端MEMSデバイスの開発を支援するなど、産学連携によるオープンイノベーションの実現を推進しています。関連する大学や産業界が集結し、多様な共同研究の場、グリーンセンサネットワークなどグリーンMEMS実証の場としての環境整備を進めています。

Point 1

N-MEMS に関連する大学や産業界が集結し、多様な共同研究・実証研究の場を構築

産総研つくば東事業所内にウエハ径200/300mmの集積N-MEMS試作ファンドリーを整備し、N-MEMSに関連する大学や産業界が集結し、多様な共同研究・実証研究の場を構築しています。また、世界最先端 MEMS 施設を用いた研究支援サービスMicroNano Open Innovation Center (MNOIC) を提供しています。



世界最小クラス無線グリーンセンサ端末 (5×5mm)

フレキシブルアンテナと実装

無線温湿度センサ端末 (2nd Prototype)

無線センサ端末プロトタイプ

Point 2

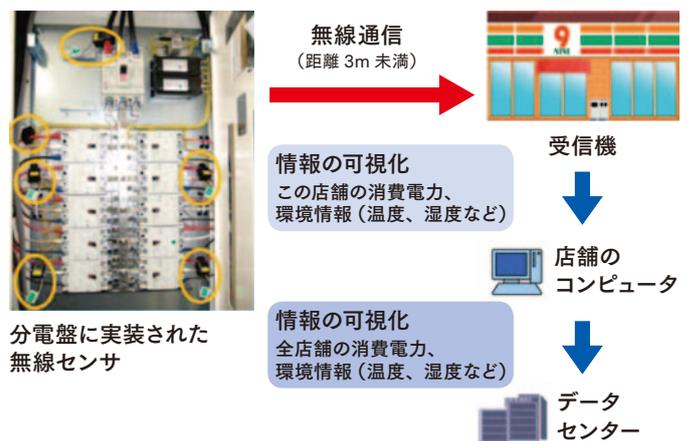
低消費電力超小型無線グリーンセンサ端末集積化技術の開発

MEMSセンサからの信号を収集・処理し無線通信する機能を備えた5×5mm角の無線温湿度センサを開発し、世界最小クラスの高機能、低消費電力、低コストなワイヤレスセンサネットワーク端末を実現しました。環境モニター、エネルギー消費モニターなど、幅広いアプリケーションでの飛躍的な普及拡大が期待されます。

Point 3

スマートコンビニのためのグリーンセンサネットワークシステムの開発

コンビニエンスストア約2,000店舗に2012年3月より無線電流センサネットワークを構築し、電力データ収集を行い、10%の省エネルギー化の可能性を検証しています。消費電力、環境情報（温度、湿度など）といった省エネルギー対策に必要なデータを容易に取得できるため、社会が消費する電力の低減に大きく貢献することが期待されます。



分電盤に実装された無線センサ

スマートコンビニのネットワークシステム

ナノグリーン

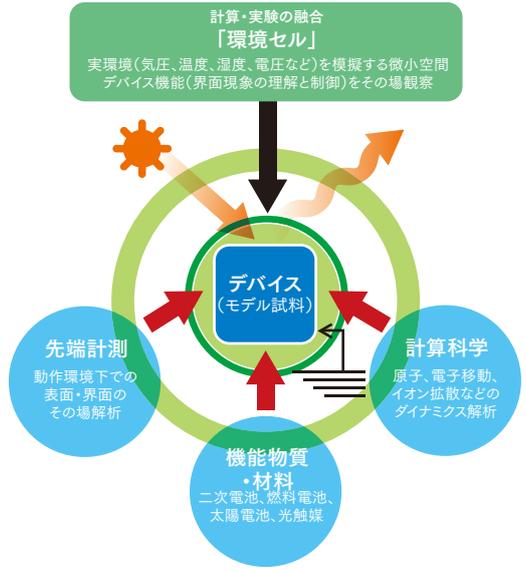
NIMS が蓄積した材料研究技術を核とし、環境・エネルギー問題の解決に貢献

NIMSを軸に、ナノテクノロジーを活用した革新的な環境・エネルギー技術の創出を目指す連携研究の場を運営・提供しています。3つの関連活動を核として、連携ガイドラインのもと、国内外の幅広いパートナーとオープンイノベーションにつながる研究連携を推進しています。利用者の要望に応じて、様々な形態の連携を柔軟に提供しています。高性能なエネルギー変換・貯蔵材料（二次電池、燃料電池、太陽光発電材料、熱電変換材料、耐熱材料等）の研究開発を、先端の計算科学技術と計測技術を用い、基礎に立ち返って行っています。

Activity 1 ナノ材料科学環境拠点 (GREEN)*1 1 <TIA-nano 拠点活用プロジェクト>

地球環境問題を抜本的に解決して持続可能な社会を構築するために、産学が連携して環境技術の基礎基盤的な研究開発を推進するための研究拠点です。太陽光から出発するエネルギーフローに関わる太陽電池、二次電池、燃料電池など一連の材料に共通する課題を対象に、計算科学技術と先端的計測技術と材料研究の3分野を融合させ、問題解決に取り組んでいます。2013年度からは、全固体二次電池およびリチウム空気二次電池を重点化テーマとし、産学官の連携によるオールジャパンの編成体制で研究を推進しています。

*1) 文部科学省の委託費事業「ナノテクノロジーを活用した環境技術開発」を行う研究拠点として2009年10月にNIMSを中核機関として発足しました。



Activity 2 低炭素化材料設計・創製ハブ拠点 2 <TIA-nano 拠点活用プロジェクト>

物質・材料の創製・加工・評価に関わる先端装置28点*2を内外の研究機関・研究者に広く開放しています。「機器利用」、「技術補助」、「技術代行」、「共同研究」、「技術相談」の5つの利用形態（右表参照）が用意されており、必要に応じてNIMSの各装置担当者が専門知識・ノウハウを活用し、的確な研究支援を行っています。当拠点では、2011年4月の活動開始以来2014年10月末までに92の研究機関（大学・独法研究機関・企業）からの計644件*3に上る研究課題に対して支援を実施し、論文・特許など多数の研究成果の創出に貢献しています。

*2) 先端装置28点は2009年度の文部科学省補正予算で導入されたものです。
*3) 同一研究課題による繰り返し利用は1件としてカウント。装置管理者の利用は除外しています。

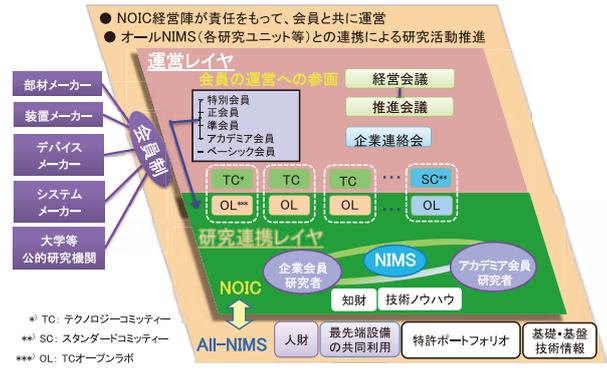
低炭素化材料設計・創製ハブ拠点の研究支援形態

研究支援形態	実施者	契約	知財	料金徴収
共同研究	依頼者・担当者	共同研究契約	共同研究契約に依る	共同研究契約に依る
技術補助	依頼者・担当者	守秘義務／利用約款	個別対応	有料
技術代行	担当者	守秘義務／利用約款	個別対応	有料
機器利用	依頼者	守秘義務／利用約款	個別対応	有料
技術相談	—	守秘義務／利用約款	個別対応	無料

Activity 3 NIMS オープンイノベーションセンター (NOIC)

NOICでは、複数の企業や大学等公的研究機関に会員として参画いただき、NIMSが強みを持つ物質・材料分野から会員とともに選択した共通のテーマについて、会員間で連携して研究を行います。また、NOIC全体の運営についても会員に参画頂き、最適な運営形態の実現を目指しています。2012年4月の発足以来、幅広い分野から会員が集い、構築された国際的な連携体制の下、2014年度は電池材料、熱エネルギー変換材料、磁性エネルギー変換材料の3つのテーマについて活動を行っています。

2014年度の運営体制



カーボンナノチューブ

つくば発の新素材「単層カーボンナノチューブ」の工業的量产技術開発とその早期実用化に向けた複合材料開発のための基盤研究

従来法の1,000倍以上の効率で高純度な単層カーボンナノチューブ（SWCNT）を合成可能とする産総研発のスーパーグロース法を基盤技術とした量产技術の確立や、得られたSWCNTの提供を通じ、新事業創出促進をサポートします。低炭素社会の実現に向け、鋼の20倍の強度、銅の10倍の熱伝導率、アルミの半分の密度、シリコンの10倍の電子移動度といった特性を持つSWCNTを使った応用製品の早期実用化を目指しています。

Point 1 スーパーグロース法による単層カーボンナノチューブの工業的量产技術開発

スーパーグロース法を基盤技術としたSWCNTの量产技術開発を進めてきました。プロセスの最適化により、大面積（500mm角）でのSWCNTフォレスト（バルク）の連続合成に成功しました。さらに、用途開発を促進するため、この量产技術で製造されたSWCNTの試料提供を実施し、既に国内100以上の企業に配布しています。



大面積連続合成炉

Point 2 単層カーボンナノチューブの早期実用化に向けた複合材料開発のための基盤研究〈TIA-nano 拠点活用プロジェクト〉

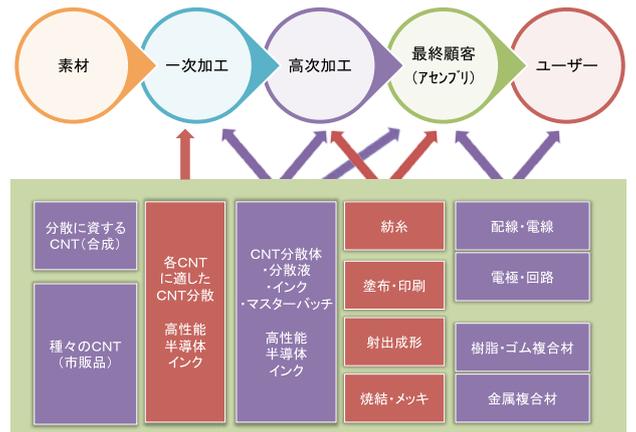
TIA-nanoの研究拠点を活用するNEDOプロジェクト「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト」の中で、SWCNTの半導体型CNTインクの開発やSWCNTと樹脂・ゴム・金属などの既存材料との複合化技術開発を行っています。



CNT材料による応用展開イメージ

Point 3 単層カーボンナノチューブや複合材料の提供を通じ、新事業創出促進をサポート

CNTは単なる素材で、我々が日常使う製品に仕上がるまでには、CNTの製造、分散体作製の為にCNTを溶媒や水へ分散する一次加工、複合材料を作る部材製造、部材を製品にするアセンブリのステップを経ることになります。技術研究組合単層CNT融合新材料研究開発機構（TASC）では、開発速度を上げる為、開発した基盤技術（分散、成形、加工、紡糸、塗布、焼結、メッキ等）をサプライチェーンの各ステップでの必要に応じ技術提供していきます。また、新たに開発した材料の試料提供を継続していきます。



ナノ材料安全評価

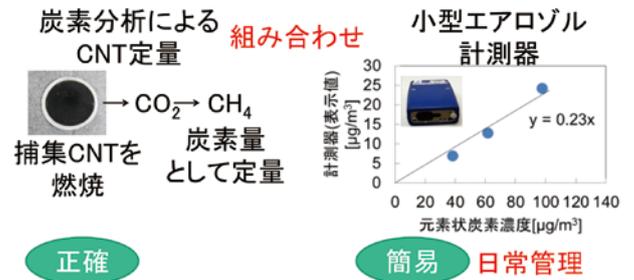
新規技術によるイノベーションに不可欠な安全性評価技術の確立

カーボンナノチューブ（CNT）などのナノ炭素材料を取り扱う作業者の健康影響について事業者による自主管理を支援するため、安価で簡便な排出・暴露評価手法および簡易で迅速な有害性評価手法を開発、提案しています。

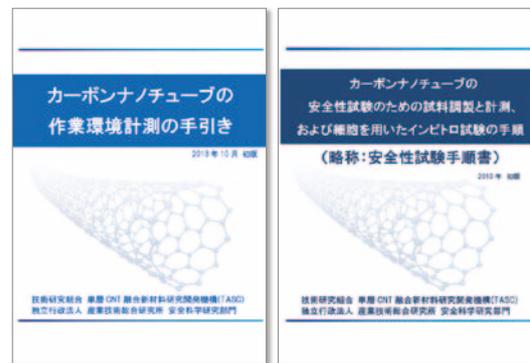
さらに、個別のナノ炭素材料について、国際動向を把握しつつ、安全性評価結果や安全管理のノウハウを収集するケーススタディを実施し、結果を公表しています。

Point 1 CNTの自主安全管理支援のための暴露評価・有害性評価技術の開発

CNTの作業環境計測における小型・簡便な計測器や炭素分析の有効性を評価し、各CNTに対する応答係数や適切な測定条件を得ました。また、有害性評価を目的とした培養細胞試験や動物試験のために、標準的なCNTの分散調製方法を確立しました。開発した測定・試験方法をまとめた「カーボンナノチューブの作業環境計測の手引き」、「カーボンナノチューブの安全性試験のための試料調製と計測、および細胞を用いたインビトロ試験の手順」の日本語版・英語版を公開しました。



飛散CNTの現実的な管理方法の提案



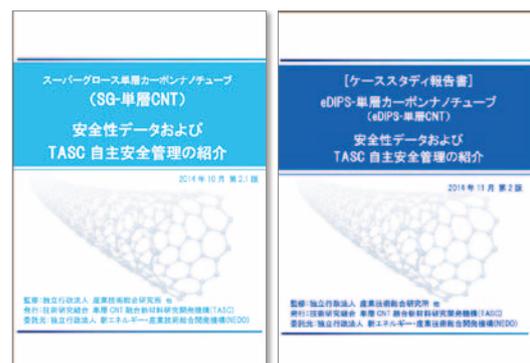
「作業環境計測手引き」と「安全性試験手順書」
<http://www.aist-riss.jp/assessment/>

Point 2 CNTの自主安全管理支援のための情報の収集と成果の発信

産総研または技術研究組合単層CNT融合新材料研究開発機構（TASC）から提供するスーパーグロス単層CNTおよびeDIPS-単層CNTについて、安全性評価結果や安全管理のノウハウを収集し、「安全性データおよびTASC自主安全管理の紹介」を公開しました。また、欧米各国や国際機関によるナノ材料の規制情報を提供するNanosafetyウェブサイトを開設しました。さらに、OECD経済協力開発機構やISO国際標準化機構へ試料や試験データを提供し、国際標準化にも貢献しています。



Nanosafetyウェブサイト <http://www.nanosafety.jp>



「安全性データおよびTASC自主安全管理の紹介」
<http://www.aist-riss.jp/assessment/>

計測技術

「光・量子産業応用イニシアチブ」の推進

光量子発生および計測技術の革新とその利用研究の高度化

つくばでは、宇宙の起源、物質や生命の根源を解明するための先駆的学術研究が、大型加速器をはじめとする最先端の高度な光量子計測技術を用い、世界をリードして進められています。「光・量子産業応用イニシアチブ」では、TIA-nano中核4機関の高度な光量子計測技術の力を結集する3つのオープンな連携の場「スクエア」を設け、新しい科学と産業の創成を目指します。3つのスクエア（光量子発生技術スクエア、光量子センシングスクエア、光量子材料スクエア）は、それぞれ、高性能な光量子発生技術開発、高感度・高精度・高分解能な光量子検出器開発と先端的計測技術法開発、および新たに開発された光量子計測技術を用いて行う物質機能発現メカニズム解明研究と新機能材料の基礎開発を目的としています。

光・量子産業応用イニシアチブ (TIA-ACCELERATE)

光量子発生技術スクエア (光量子発生技術開発)

(主なテーマ)

- SiC半導体を用いた高性能加速器電源開発
- 超小型加速器開発

光量子センシングスクエア (光量子計測技術開発)

(主なテーマ)

- SOI技術
- 超伝導検出器
- 大型構造イメージング

光量子ナノ材料スクエア (光量子ナノ材料構造解明)

(主なテーマ)

- 構造材料
- 環境・エネルギー
- エレクトロニクス材料
- 基礎物性

Activity 1 研究現場、産業現場に設置できる 小型・軽量・可搬な光量子ビーム源の開発

大型加速器開発技術の技術移転やSiCパワー半導体の採用等により、加速器全体の高性能化・小型化・省エネルギー化を目指します。

研究現場や産業現場に持ち込める、また、搬送可能な超小型加速器を開発し、研究や産業現場の新しいツール「匠の道具」を創成します。これにより、小型加速器を用いた光量子ビーム源（X線、中性子、ミュオン）の利用拡大を図ります。

Activity 2 高感度、高精度、高分解能の検出器開発と 革新的計測技術の構築

超伝導検出器やSilicon-On-Insulator(SOI)半導体検出器等の高感度、高性能、高分解能の新型検出器を開発します。

宇宙線、放射線、および加速器が生み出す量子ビームを利用する基礎物理学研究、医療研究、インフラ診断までの多様な分野での計測・診断技術の革新を実現します（例、宇宙線ミュオンを利用した大型構造イメージング技術）。

Activity 3 物質機能発現メカニズムの探究と 新しい機能性材料の基礎開発

光量子ビーム利用により、物質機能発現メカニズムの探究を目指す基礎物性研究を推進します。光量子ビーム利用研究現場と材料開発現場を直結させ、世界をリードする新材料の出現が待たれる「構造材料」「エレクトロニクス材料」「環境・エネルギー材料」分野の基礎開発研究を加速度的に進めます。

2014年度から新しいプロジェクトが始まりました。

- SIP革新的構造材料「構造材料の未活用情報を取得する先端計測技術開発」



静電型イオン貯蔵リング
(DNA等の生体分子イオンを加速器リング内に周回させて貯蔵し、生体分子の電子捕獲、解離過程を研究)

ナノデバイス実証・評価ファンドリー

ナノテクノロジー研究のための世界最高クラスを誇る装置群を外部共用可能に

TIA-nanoでは、研究用としては我が国でも有数の3,000㎡のスーパークリーンルーム（SCR）をはじめ、

SiCクリーンルームおよびN-MEMSファンドリー（ウエハ径 200/300mm）を有しており、

世界最高クラスのナノデバイスの製造・加工装置、最先端評価装置からなる

新材料や新規構造デバイスの動作検証を行える研究、試作用ラインを備えています。

これらの試作・評価装置群を効果的に活用して国内外の民間企業、研究機関との共同による多数の研究プロジェクトが進められています。

さらに、SCR、N-MEMSファンドリーにおいては、外部から共用施設としても利用しやすい仕組みを構築し、

併せて情報管理体制を強化することで企業などの一般利用を積極的に推進しています。

Point 1

広さ 3,000m² の スーパークリーンルームにより多様な ナノデバイスの集積化を促進、 新規材料の評価をサポート

スーパークリーンルーム（SCR）は、12インチウエハをハンドリングする装置群で構成されています。集積化実証を行えるライン品質と、新材料や新規構造デバイスの動作検証を行える柔軟性を有する、TIA-nanoにおけるナノエレクトロニクスの最先端研究インフラストラクチャです。ArF液浸露光装置をはじめとして保有する各種プロセス装置および高度化されたプロセス要素技術を基にCMOSトランジスタや配線、Siフォトリソ関連などのプロセスプラットフォームを構築しております。それらをベースに新規ナノデバイス創出に向けて数多くのプロジェクトが研究開発を進めています。



Point 2

SiC パワーデバイスの 試作・実証・評価で実用化を推進

パワーエレクトロニクス研究プロジェクトのためのSiCパワーデバイスの試作・実証・評価を行う専用装置群を整備しています。

SiCデバイスチップ量産試作ラインを中心にして、素材開発から応用技術開発まで一貫した我が国が強みを発揮できる先進技術を集中した「垂直連携研究体」を構成しています。この拠点に産業界と公的機関が共同で研究資源を集中することで技術リスクと事業リスクを低減し、結果として開発期間を大きく短縮することで研究成果を速やかに社会に還元します。



Point 3

多様なニーズ・シーズに基づく N-MEMS デバイスの 新技術・実用化に貢献

先端集積化MEMSの研究開発や汎用大口径ラインによるデバイス試作などを行うN-MEMSファンドリー（ウエハ径 200/300mm）としての環境が整備されています。MEMS関連企業ネットワークの共用センターとなることを目指しています。



ナノテク共用施設

ナノテクノロジー先端装置群の共用による効率的な研究の促進に貢献

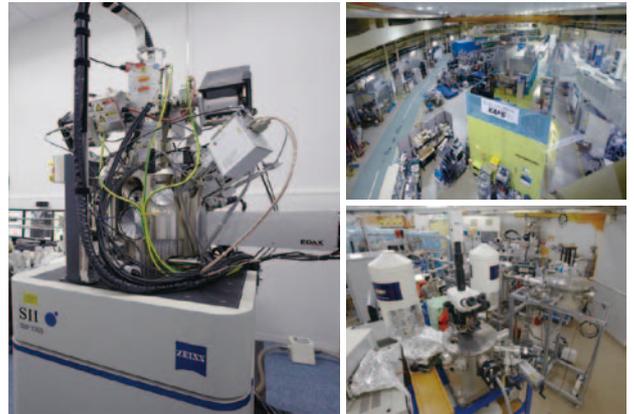
茨城県つくば市には、我が国の研究機関の1/3にあたる32の公的研究機関が集積しており、独自に開発された装置を含め、多分野にわたる研究設備、研究環境が幅広く整えられています。なかでも、TIA-nanoの中核4機関である産総研、NIMS、筑波大学、KEKには、ナノテクノロジー研究を支える数々の最先端施設、装置が配置されており、物質合成、極微細加工、デバイス試作、物性測定、ナノ計測・分析等に資する最先端施設、装置群利用が、「技術相談」、「技術代行」、「機器利用」、「共同研究」など様々な形態（有償）で進められております。

また、KEKの放射光科学研究施設（フォトンファクトリー：PF）では、上記有償利用のほか、大学等の研究者向けの共同利用（無償）、産業界の初心者向けのトライアルユース（無償）を実施しています。各機関とも装置使用の講習会などを含め、装置群の共用利用による効率的な研究の促進に貢献しています。

Point

1 最先端の装置群

世界最新・最先端のナノ計測分析を可能にする「陽電子欠陥顕微鏡」や「走査型ヘリウムイオン顕微鏡」、「単原子分析電子顕微鏡」を初めとする顕微鏡群、微細組織三次元マルチ解析装置など最先端装置群を共用装置として広く開放しています。また、基盤的な装置に加え、蛍光XAFS等のフォトンファクトリー（PF）の放射光を用いた実験装置や、イオン加速器群を用いたナノ領域元素分析や超高感度質量分析（AMS）、宇宙放射線耐性試験などが可能な装置も備え、学術研究から産業技術開発にわたる幅広い用途に共用しています。



Point

2 ナノテクノロジー人材の育成、産業利用を対象としたトライアルユース

世界最新・最先端のナノ加工・計測・分析技術の研究開発や、学術研究から産業技術開発にわたる広い分野におけるナノテクノロジー人材の育成のため、さまざまな講習会やトレーニングコースを開催しています。また、フォトンファクトリー（PF）では、放射光を用いた材料評価・解析技術（XAFS、SAXS、XRD、光電子分光、イメージング、トポグラフィ等）を、筑波大学では、イオンビームを用いた計測・加工手法を、産業界の研究開発に活用していただくことを目的としたトライアルユース（無償）があります。



Point

3 つくば共用研究施設データベース

<http://oft.tsukuba-sogotokku.jp/>

つくば国際戦略総合特区事業の一環として、つくば地区の共用研究施設を一括して検索できるデータベースが作成され、現在、TIA-nanoの中核4機関（産総研、NIMS、筑波大学、KEK）の共用装置約280件が登録されています。データベースは、キーワード検索によって使いたい装置の所在、スペック、申込方法などが調べられる他、分析・計測・加工の対象および手法の組み合わせによる検索も可能となっており、目的に合う装置を調べることが出来ます。



ナノテク大学院連携

筑波大学を拠点として、国内外の大学・産業界の連携協力のもと、優れた人材を育成

TIA-nanoでは、人材育成の推進に関わる仕組み「ナノテク大学院連携」を整備しています。

筑波大学を拠点として、国内外の大学や産業界の連携協力のもと、

優れた人材および教育研究資源を活用して行われる「TIA連携大学院」体制の構築を進めています。

Activity 1 TIA 連携大学院サマー・オープン・フェスティバルと TIA 大学院連携コンソーシアム

TIA-nanoでは、中核機関をはじめ各コア研究領域・ワーキンググループの持つ「人材育成プログラム」を有機的に連携させた総合的なイベント・連携事業として、「TIA連携大学院サマー・オープン・フェスティバル」を開催しています。また、産学官に開かれた共同運営システムの構築を目指し、筑波大学、東京理科大学、芝浦工業大学、産総研、NIMS、KEKが中核となり、全国の大学からそれぞれ得意なナノテクノロジー分野の教育資産を出し合い、その「知」を集め、ナノテクノロジー分野の人材を育成する組織的な仕組みとして「TIA大学院連携コンソーシアム」を形成しています。



Activity 2 パワーエレクトロニクス寄附講座

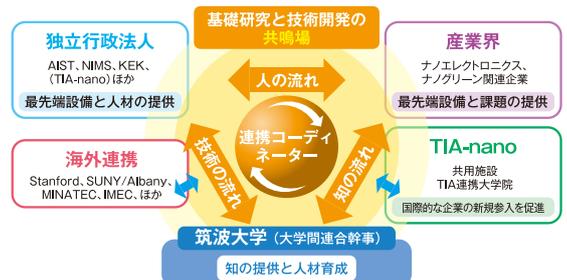
産学官を連携した大学院教育として、筑波大学に2つの寄附講座（トヨタ自動車・デンソーパワーエレクトロニクス寄附講座、富士電機パワーエレクトロニクス寄附講座）と1つの連携大学院^{*1}（産総研）の組み合わせによる「TIA連携大学院パワーエレクトロニクスコース」を2013年4月に開設しました。パワーエレクトロニクスを体系的に学問として習得させ企業との共同研究や人材連携を密にすることで、実践的研究を経験した学生が企業で活躍するとともに、日本の高度なパワーエレクトロニクス技術の継承・発展の礎となることを目的としています。本コースの人材育成は、つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション（TPEC）^{*2}を母体とした産学官連携の民活型共同研究体の協力のもとに実施しています。

*1) 研究機関の研究者を、その身分を保有させたまま筑波大学教員に採用するとともに、当該研究機関の研究環境を活用して、大学院における教育を行う筑波大学の制度

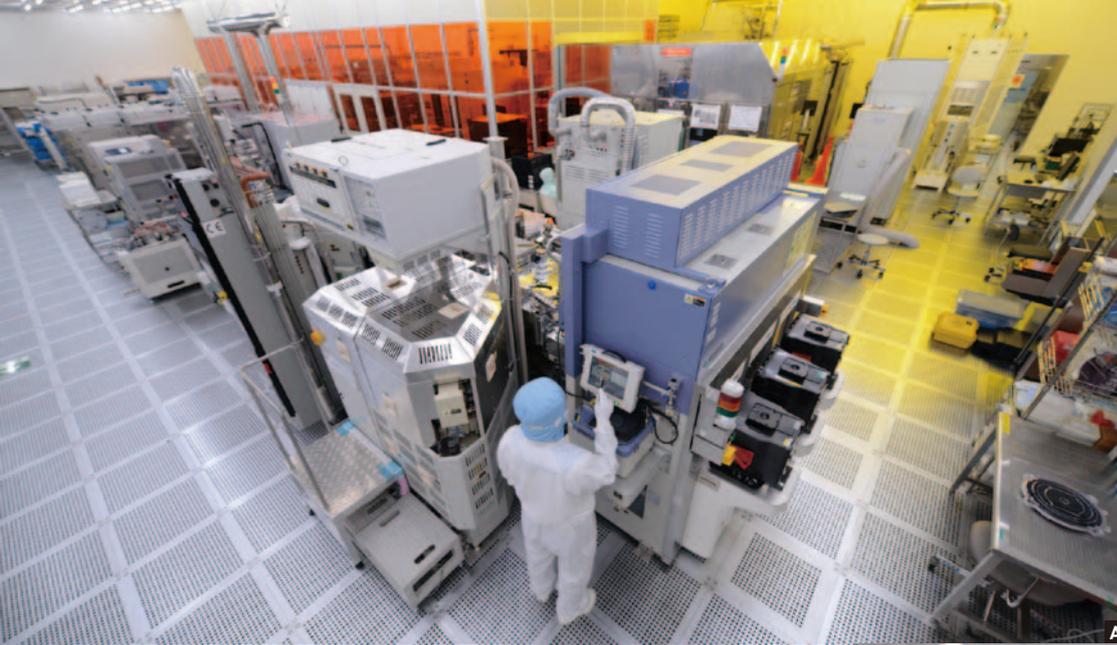
*2) パワーエレクトロニクスに関連する我が国のグローバル企業が研究開発資金の大半を賄うことでパワーエレクトロニクスのオープンイノベーション拠点を自立的に運営する民活型の共同研究体

Activity 3 つくばナノテク拠点産学独連携人材育成プログラム^{*3} 〈TIA-nano 拠点活用プロジェクト〉

つくばの地の利を活かし、次世代のナノテクノロジーをリードする博士人材の育成を目的として筑波大学において2010年度にスタートしました。卓越した研究業績や実務経験を有する「連携コーディネーター」をナノエレクトロニクスの主要7分野に配置し、企業ニーズと学生の研究スキルを把握した上で、研究課題を基礎科学に基づく教育研究課題にブレークダウンし、「技術・知・人」の流れを引き起こす共鳴場を形成しています。この共鳴場を連携研究の促進と人材育成の場として活用することで、グローバルな視野と実践的な問題解決能力を身に付けることを可能にします。また海外大学と連携した4か月に亘る海外ナノテクノロジー拠点への短期留学、海外著名教授による夏季集中講義、国際シンポジウムや企業・研究者向けの学生発表を開催することで、外部から直接評価を得る貴重な経験となっています。

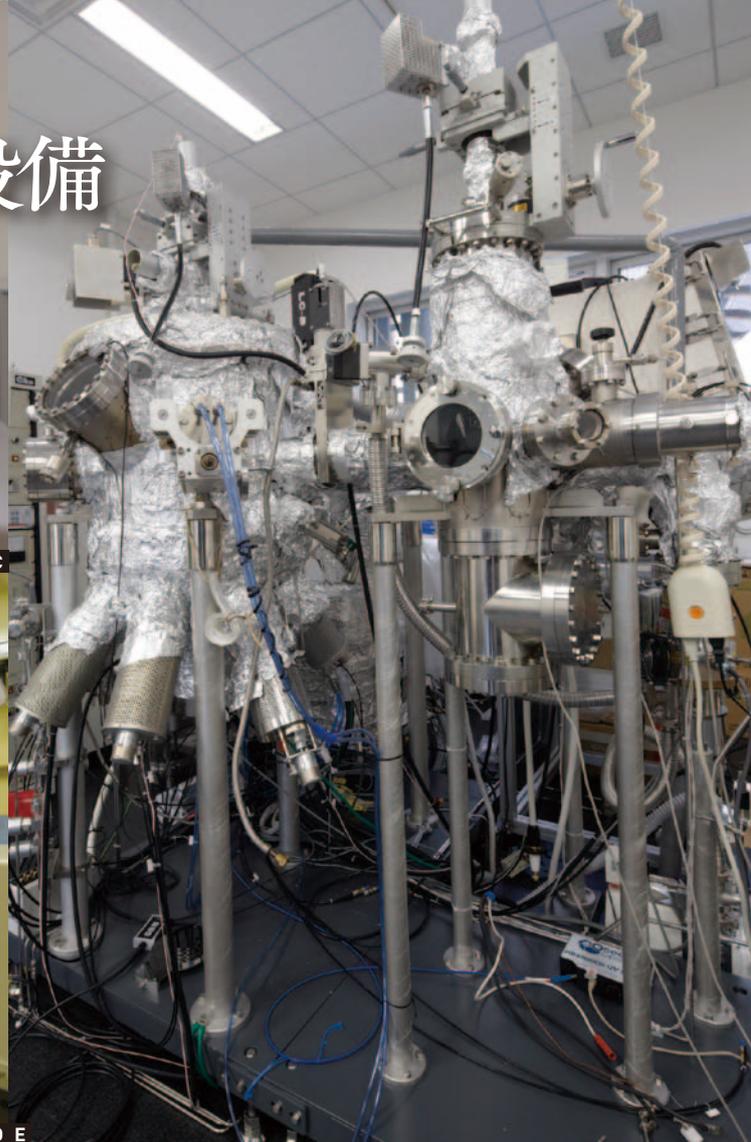


*3) 文部科学省特別経費2010年4月～2015年3月



A B

TIA-nanoが誇る 世界最先端の研究設備

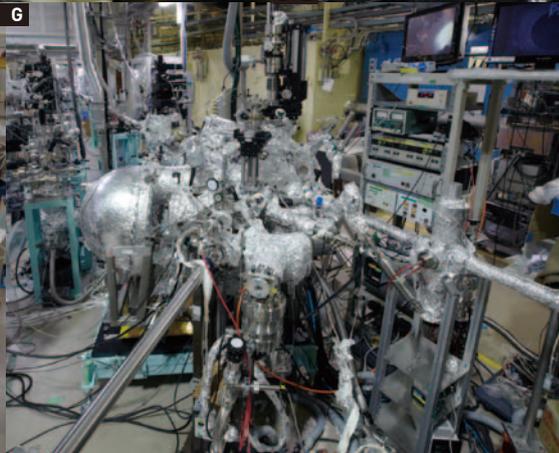


C

D E



F G



研究設備

- A ナノカーボン成膜装置
- B 収差補正装置付透過型電子顕微鏡
- C FIB-SEM
- D タンパク質結晶構造解析装置
- E MBE量子井戸薄膜創製装置
- F 1MVタンデロン加速器
- G 表面化学研究用角度分解光電子分光装置

プロジェクト等一覧

ナノエレクトロニクス

① 超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発	情報機器間／内の光配線実現に向けて、フォトリソ・エレクトロニクス融合集積回路・デバイスとそれらの実装技術を開発しています。
② 低炭素社会を実現する超低電圧デバイスプロジェクト	LSIの配線層に可変抵抗材料を埋め込み、情報記憶を電荷蓄積から抵抗変化に変えた超低電圧BEOLデバイスを開発しています。
③ 光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点	超低消費電力の革新的情報通信ネットワークの実現をめざして技術拠点を構築し、光スイッチデバイス、伝送、ネットワークの技術を開発しています。
④ 革新的製造プロセス技術開発（ミニマルファブ）	ハーフインチウエハを用いて工場投資額を1/1,000とする超小型半導体製造工場（ミニマルファブ）を実現するためのミニマル装置群、ウエハ、超小型部品など、必要な要素技術を開発しています。
⑤ 次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発	次世代のリソグラフィ（露光）技術として有望なEUVL（極端紫外線リソグラフィ）の基盤技術（マスク技術とレジスト技術）を開発しています。
⑥ 車載用障害物センシングデバイスの開発	センシングデバイスチップと信号処理回路チップを積層接続する三次元LSI集積実装技術により、省スペース化と高速信号伝送特性を併せ持つ車載品質のデバイスの小型化技術を開発しています。

パワーエレクトロニクス

① 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	自動車（鉄道）産業機器用のSiCパワー半導体材料・デバイス（第二世代）を開発しています。
② つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション（TPEC）	日本型オープンイノベーションを推進する民活型共同研究体です。SiCパワー半導体の産業応用に向けた研究開発と人材育成に取り組んでいます。
③ SiC次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発	SiC等の次世代パワーエレクトロニクスに関する、材料・デバイス開発、パッケージング及びシステム技術を開発します。

N-MEMS

① 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	無線通信機能、自立電源機能および低消費電力機能の搭載を実現する革新センサの開発を行い、エネルギー消費量の見える化・最適化を可能にするセンサネットワーク実証実験に取り組んでいます。
--------------------------------	---

ナノグリーン

① ナノ材料科学環境拠点（GREEN）	太陽光から出発するエネルギーフローに関わる二次電池、燃料電池、太陽電池など一連の材料に共通する課題を対象に、計算科学と高度解析技術のナノ基盤技術を駆使して理論と実験を融合させ、基礎基盤に立ち返って問題解決に取り組んでいます。
② 低炭素化材料設計・創製ハブ拠点	物質・材料創製、加工、評価および設計の先端装置28点を広く有償にて開放し、NIMS専門家集団のサポートのもとに、低炭素化に関わる先端研究を積極的に支援します。
③ NIMSオープンイノベーションセンター（NOIC）	産学官の研究者間の交流によって物質・材料技術のブレイクスルーを目指す会員制連携研究センターです。運営への会員の参画、組織毎の情報管理、先端設備による材料評価、材料技術のノウハウ活用などが特徴です。

CNT・ナノ材料安全評価

① CNT量産プラント事業	スーパーグロース法を基盤技術とした単層カーボンナノチューブ（SWCNT）の量産技術を確立します。
② 低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト	ナノ炭素材料（カーボンナノチューブ、グラフェン）と既存材料を混合することで、今までにない革新的な材料の開発に取り組めます。

計測技術

① 光子産業応用イニシアチブ	TIA中核4機関が連携し、光子発生技術や光子計測技術の革新を図るとともに、これらの革新技術を応用して先端的材料研究を行います。主なテーマは、加速器小型化、SOI計測技術、インフラ計測技術、構造材料研究等です。
② 構造材料の未活用情報を取得する先端計測技術開発	航空機などで使用される革新的構造材料の開発のために、放射光、イオン加速器、超伝導X線分光デバイス、アトムプローブ、陽電子プローブなどを活用する先端計測拠点を構築します。

ナノデバイス実証・評価ファンドリー

① 産総研N-MEMSファンドリー（TKB812）	先端集積化MEMSの研究開発や汎用大口径ラインによるデバイス試作などを行うウエハ径200/300mmのN-MEMSファンドリーです。
② 産総研スーパークリーンルーム（SCR）	我が国有数の3,000m ² のSCR施設に世界最高クラスのナノデバイス製造・加工・評価装置群を備え、新材料や新規構造デバイスの動作検証を行い、多くのプロジェクトを支援しています。
③ 産総研SiC量産試作ライン	TIA-nanoパワーエレクトロニクス研究プロジェクトのためのSiCパワーデバイスの試作・実証・評価を行う専用装置群です。

ナノテク大学院連携

① つくばイノベーションアリーナ（TIA）大学院連携コンソーシアム	産学官に開かれた共同運営システムの構築を目指し、ナノテクノロジー分野の人材を育成する組織的な仕組みを形成しています。
② つくばナノテク拠点産学独連携人材育成プログラム	筑波研究学園都市をキャンパスとして、次世代のナノテクノロジーをリードする博士人材を育成します。

新事業

① ナノテクキャリアアップアライアンス（Nanotech CUPAL）	我が国のナノテク研究人材のキャリアアップと流動性向上を図るため、新たな知の創成を牽引するプロフェッショナル(NRP)及びイノベーション創出に資するものづくりを担うプロフェッショナル(NIP)を育成します。
-------------------------------------	--

(2014年11月現在)



物質・材料研究機構NanoGREEN棟（2012年3月竣工）



産業技術総合研究所TIA連携棟（2013年3月竣工）



つくばイノベーションアリーナ ナノテクノロジー拠点
 独立行政法人 産業技術総合研究所
 独立行政法人 物質・材料研究機構
 国立大学法人 筑波大学
 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
 一般社団法人 日本経済団体連合会

お問い合わせ

つくばイノベーションアリーナ ナノテクノロジー拠点
 運営最高会議事務局
<http://tia-nano.jp>
 E-mail: tia-nano_info@tia-nano.jp

独立行政法人 産業技術総合研究所
 つくばイノベーションアリーナ推進本部
 〒 305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1 つくば西
 Tel. 029-862-6123

独立行政法人 物質・材料研究機構
 つくばイノベーションアリーナ推進室
 〒 305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1
 Tel. 029-860-4955

国立大学法人 筑波大学
 つくばイノベーションアリーナ推進室
 〒 305-8571 茨城県つくば市天王台 1-1-1
 Tel. 029-853-5891

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
 つくばイノベーションアリーナ推進室
 〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
 Tel. 029-879-6253

© 2015.01 TIA-nano



良好なアクセス 都心から1時間

