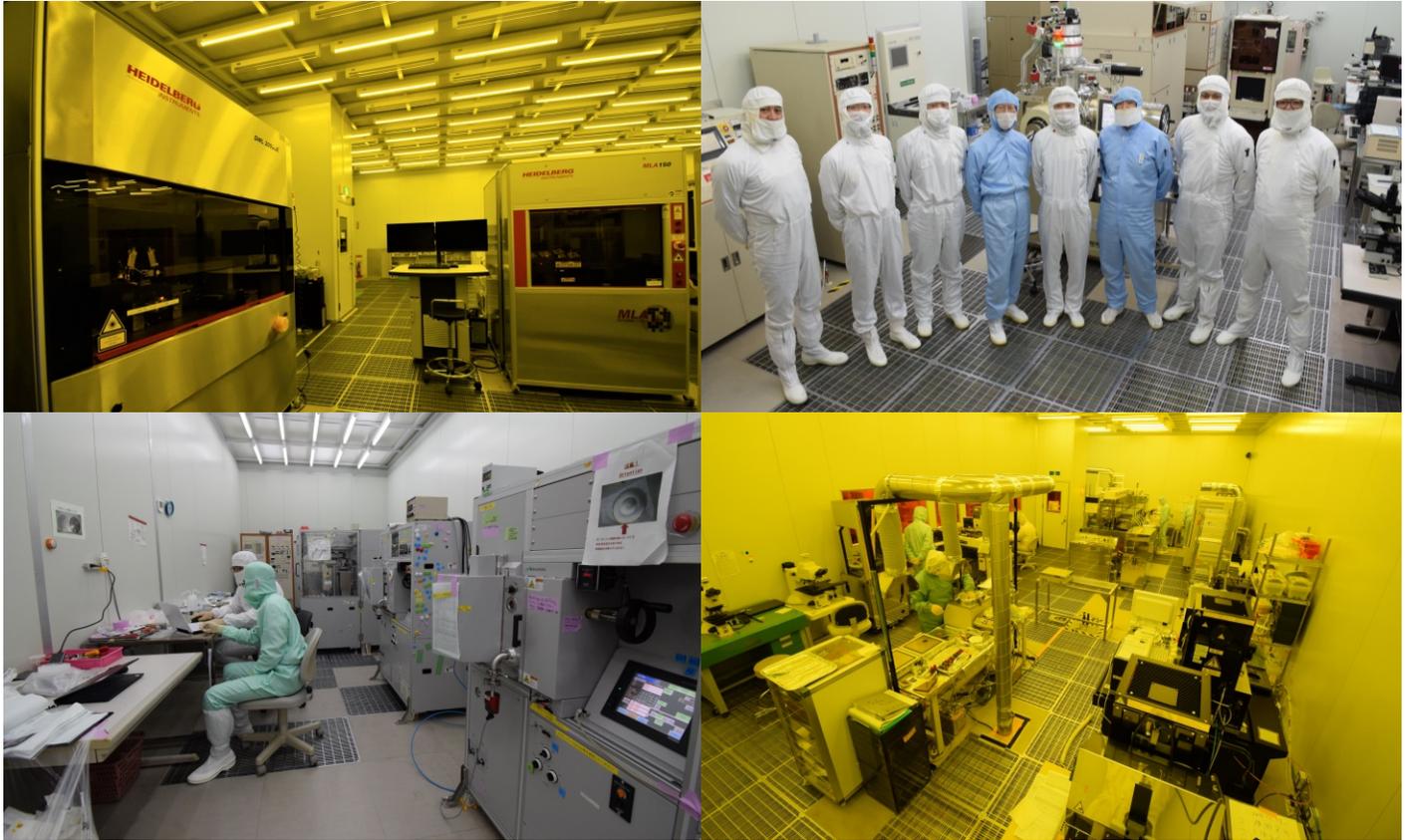




NEWS LETTER Vol.12

「ナノテク関連装置類の共用化」と高度な「知識・技術」を提供します。



センター長挨拶

300万年前に誕生したと考えられている人類。直立歩行し、道具を使うことを覚え、この地球で少しずつ独自の発展をしてきました。約12000年前には最後の氷河期が終わり、大河の周辺では農耕技術が発展し、四大文明につながります。この頃の世界の人口は数百万人。その後発明された鉄製農具は食料の安定供給をもたらし、人口増加だけでなく貨幣経済を生み出します。人々は都市に住むようになり、科学文明を生む原動力となったのです。そして科学の発展は工業技術を促し、17世紀のイギリスで始まった産業革命は綿織物から化学製品にいたるまで次々と人々の生活を変えていくこととなります。

このように、ヒトであることは科学 (science) をすることであり、人間社会の形成は技術 (technology) の発展と車の両輪のような関係にあるのです。産業革命の頃、約6億であった世界の人口も飛躍的に増え、現在では76億人もの人々がこの地球上に暮らしています。そしてあと30年後には90億を越えると言われていています。果たしてこの「発展」いつまで続くのでしょうか？

地球温暖化は人類が化石燃料による化学反応によりエネルギーを引き出した必然の結果です。それだけでなく工業技術は地球の浄化作用を遙かに超えた副産物を生成し、科学技術は地球そのものを変えようとしています。地球が有する限界はプラネタリー・バウンダリー (planetary boundary) と呼ばれ、この閾値 (しきいち) を越えると取り返しのつかない不可逆的な変化が起こると考えられています。すでに人類は科学技術により地球の地質や生態系そのものに重大な影響を与える時代に入っており、この新しい時代は国際層序学委員会において、人新世 (じんしんせい、anthropocene) と命名されています。

近年、私もナノテク融合技術支援センターで扱う課題の多くは、軽量高強度金属や省電モータコアに使われる磁性材料、情報化時代に求められる低消費電力の各種センサ開発など、地球に優しい科学技術に関する内容が増えています。このニュースレターを通して私どもの活動の一断面をご覧になっていただければ幸いです。(今野豊彦)

文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業

最先端の研究設備を有する全国の大学、研究機関が一体となって設備の共用体制を構築することにより、ナノテクノロジー研究の更なる発展に寄与することを目的として平成24年からスタートした文部科学省のプロジェクトです。

センター機関を核として、全国25機関が「微細構造解析」、「微細加工」、「分子・物質合成」という三つのプラットフォームを構成することにより、先端的、効率的な支援を分野横断体制で行っています。

【ナノテクノロジープラットフォームHP】 <http://nanonet.mext.go.jp/>



微細構造解析分野

活動紹介：電顕グループ

単分子磁石内包カーボンナノチューブの創製と解析

当センターの最新の超高分解能透過型電子顕微鏡を用いて新規材料の解析を行った例を紹介します。分子一つで磁石として機能する単分子磁石は、分子サイズの磁気メモリなどへの応用が期待されています。

東北大学材料科学高等研究所 中西助教等はこの単分子磁石に金属内包フラーレン DySc₂N@C₈₀を用いて単層カーボンナノチューブ(CNT)へ内包した単分子磁石内包単層CNTを創製に成功しました。本利用では、創製したDySc₂N@C₈₀内包単層CNTを透過型電子顕微鏡(図1)により観察することにより、図2(a),(b)に示す様に単層CNT内にフラーレンが内包された様子が確認されました。高角度散乱暗視野(HAADF)像及びエネルギー分散型X線分析からDyやScの存在を確認されており、単分子磁石DySc₂N@C₈₀を単層CNT内に内包し一次的に配列することに成功したと言えます。またDySc₂N@C₈₀の磁化測定から単層CNT内においても単分子磁石特性を保持している事が確認され、電子エネルギー損失分光分析法(EELS)によりスピン源であるDyの解析を行いました。図2(c)のEELSスペクトルに示す様に、DySc₂N@C₈₀のDyピークが内包前後において若干シフトしており、DySc₂N@C₈₀と単層CNT間に微弱的な相互作用(電荷移動)が生じ、それが単分子磁石特性の向上に寄与している可能性が考えられます。

(東北大学 西嶋雅彦)



図1.超高分解能収差補正型分析透過電子顕微鏡
JEOL JEM-ARM200F (左)

Thermo Fisher Scientific Titan™ G2 60-300 (右)
最新の球面収差補正装置(Cs corrector)を搭載し、超高分解能走査透過型電子顕微鏡モードによる原子分解能観察やナノ領域元素分析が出来ます。

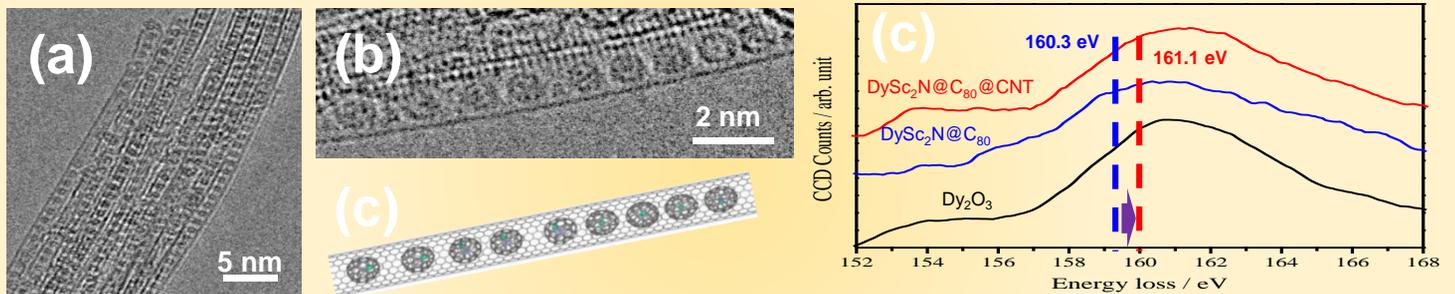


図2 (ab)単分子磁石DySc₂N@C₈₀を内包した単層CNTの高い分解能透過型電子顕微鏡像、(c)Dy₂O₃ (黒)、DySc₂N@C₈₀(青)およびDySc₂N@C₈₀内包単層CNT(赤)の電子エネルギー損失分光分析。

活動紹介：分子・物質合成グループ

アルミノケイ酸塩ガラス中の陽イオンの局所構造決定

酸化アルミニウムと酸化ケイ素を主成分とするアルミノケイ酸塩ガラスは、化学的耐久性や強度に優れており、スマートフォン用ディスプレイ等に幅広く応用されています。また、近年では、放射性廃棄物を安定化させるため、廃棄物とガラスマトリックスを混合・熔融し、化学的に安定なガラス固化体を製造するプロセスが検討されており、アルミノケイ酸塩ガラスはこのガラスマトリックスの候補の一つです。ガラス製造プロセスでは、高温のアルミノケイ酸塩融体の物性を適切に制御する目的で様々な陽イオン(アルカリ土類金属酸化物など)が添加されています。アルミノケイ酸塩融体やガラスの物性(熱伝導度、密度、粘度など)が化学組成によって変化する機構は十分に理解されておらず、当研究室では融体を急冷したガラス中の様々な陽イオン近傍の構造を高磁場固体NMRにより解析しています。

アルミノケイ酸塩ガラスや融体は、ケイ素およびAlイオンが形成する錯イオンが重合した網目構造を有します。アルミノケイ酸塩中のSiイオンは、安定に酸素4配位構造を取ることが知られています。一方で、Alイオンは、ガラスや融体の組成によって、酸素配位数が4~6の範囲で変化することが報告されています。一般に配位数が大きいほど、酸素との結合が弱くなるため、物性にも大きく影響します。したがって、Alイオンの配位数の定量的評価はガラスや融体の物性を理解する上で不可欠です。図1(a)に一般的な静磁場強度(7T)のNMR分光器を利用して測定したアルミノケイ酸塩ガラスの²⁷Al magic angle spinning (MAS) NMRスペクトルを示します。図より、Al-²⁷核は、スピン量子数が1/2以上であるため、核四極子相互作用によりスペクトルが広幅化しており、Alイオンの酸素配位数を定性的に知ることに困難でした。

組成の類似したガラスを対象に東北大学巨大分子解析研究センターの高磁場マグネット(18.8T)を利用して、測定した結果核四極子相互作用がされ、通常の磁場強度での結果よりも先鋭な信号が得られています(図1(b))。しかし、信号を定量的に解析するには、それぞれの信号の位置を詳細に解析する事が必要でした。そこで、²⁷Al核特有の核四極子相互作用を平均化するため、triple-quantum (3Q) MAS NMR測定を行いました。核四極子相互作用が平均化された軸(F1)と通常のMAS NMRの横軸(F2)の相関から、酸素4配位および酸素5配位したAlイオンの信号を分離することに成功しました。

(東北大学 助永壮平、権 垣相)

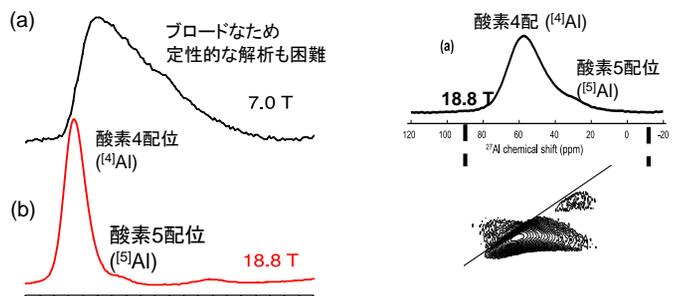


図1. アルカリ土類アルミノケイ酸塩ガラスの²⁷Al MAS NMRスペクトルに及ぼす磁場強度の影響。

図2. アルカリ土類アルミノケイ酸塩ガラスの²⁷Al MAS NMRスペクトル (a)MAS NMRスペクトル (b)3QMAS NMRスペクトル

微細加工分野

装置紹介

EB描画装置 / ICP-RIE#2 / Deep RIE#3

私たちの共用設備の一部をご紹介します。皆様のご利用をスタッフ一同、お待ちしております。お問い合わせは、各担当や戸津(022-229-4113, tots@tohoku.ac.jp)までお気軽にどうぞ。

【EB描画装置】エリオニクス ELS-G125S (担当: 邊見 研究員)

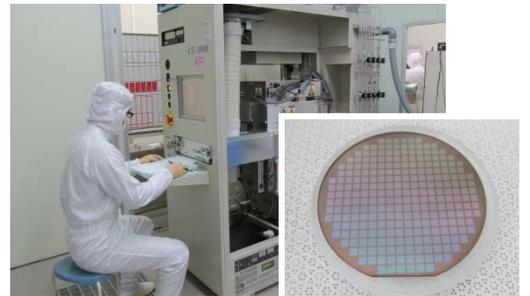
電子線のポイントビームを走査して描画する方式で、130 keVの高加速電圧によるnmオーダーのパターン形成が可能です。文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業の支援により、描画走査レートが16 MHzから100 MHzに大幅に高速化されました。従来と比べて、大面積の描画がしやすくなりました。9月には東京工業大学と共催で、電子線描画リソグラフィスクールを開催し、実際に三層レジスト構造を作製しました。



電子線描画装置による微細パターン作製実習

【ICP-RIE#2】アルバック CE-300I (担当: 菊田 研究員)

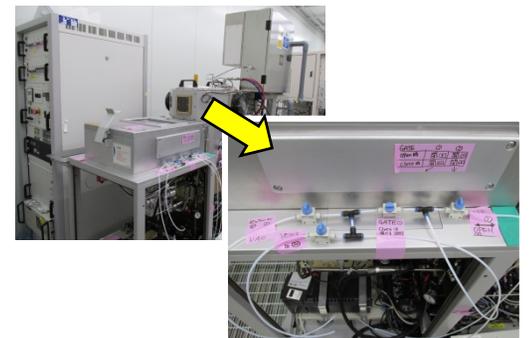
学内から移設し、2019年に新たにご利用可能となった装置です。ガスは、CF₄、CHF₃、SF₆、C₄F₈、Ar、O₂、N₂、Cl₂、BCl₃です。ICPのRFは最大1 kW(13.56 MHz)で、バイアス用RFは、最大300 W(12.5 MHz)です。静電チャック方式で、通常は4インチの仕様としています。(既に稼働している姉妹機のNE-550は6インチで運用し、役割分担しています。)これまでに、酸化膜、窒化膜、サファイアなどのエッチング実績があります。メタルや化合物系のドライエッチングにもご利用ください。



アルバック ICP-RIE #2 とSiNパターンニング例

【DeepRIE#3】STS Multiplex ICP SR (担当: 森山 助教)

4台保有するDeepRIE装置のうち、唯一、AlやCrのメタルマスクを受入れ、厚膜のSiO₂の加工でも活躍していた装置ですが、ウェハ搬送の制御系が故障してしまいました。製造から18年経過している古い装置で困難なところ、メーカーの住友精密工業にもご協力いただき、部品交換を試しましたが、残念ながらNGでした。そこで、マニュアル操作のバルブなどを取り付ける改造修理を森山助教が自前で行い、動作するようになりました。搬送系については以前のようにコンピュータが制御するのではなく、マニュアル操作となりますが、エッチング特性に影響はなく、問題なく使えますので、ぜひ今後もお利用ください。今回のように古い装置でも工夫をして長く使えるようにしていきたいと思っています。



改造修理を行い復旧したDeepRIE#3

(東北大学 戸津健太郎)

活動紹介

中学生職場体験活動



アライナを操作してフォトリソに取り組む中学生

仙台の中学校では、2学年の生徒さんが、市内の職場に実際に入って仕事を体験します。私たちのところでは今回が初めての受入れで、4校からあわせて11人の生徒さんが来てくれました。

それぞれ3日間の日程でしたが、クリーンルーム内において、実際に装置を使って微細加工を行いました。みなさん意欲的に取り組んでおり、私たちもフレッシュな空気の中で刺激をもらうよい機会となりました。

ものづくりを経験したみなさんが、これから大いに活躍することを願っています。

当日は一般の利用者の皆さんにも温かく接していただき、感謝しております。

(東北大学 戸津健太郎)



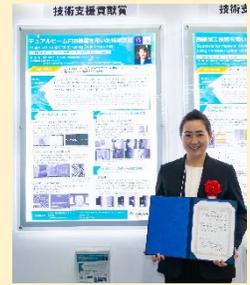
TOPICS
01

【微細構造解析分野】
「文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム令和元年度技術支援貢献賞」を受賞

令和2年1月29日(水)東京ビッグサイトにて、当センターの技術スタッフである兒玉裕美子博士が技術支援貢献賞を受賞致しました。技術支援貢献賞は、技術支援において多大な貢献をしたと認められた者に頂ける賞です。

兒玉裕美子博士は平成22年から東北大学において集束イオンビーム加工装置を用いた技術支援を行ってきました。近年では金属やセラミックス材料はもちろんのこと、バイオマテリアルや光学素子まで、産学界の幅広いニーズに応える活動をしています。

今回の表彰はこれまで行ってきた150件以上の技術支援に対する功績が評価されたものです。



TOPICS
02

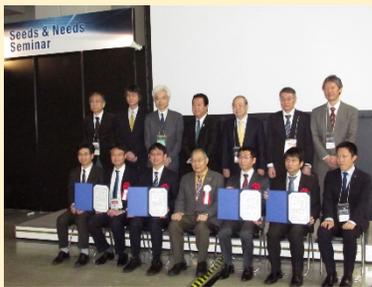
【微細加工分野】
令和元年度「秀でた利用成果」に選ばれました。

文部科学省ナノテクノロジープラットフォームは、昨年度までの約20,000件の利用課題の中からイノベーションに繋がることが期待できるなど特に秀逸な成果を「秀でた利用成果」に選定しています。令和元年度4件の内の1件に、東北大学微細加工分野が選ばれました。

受賞課題 「小型マイクロステージの開発」

ユーザー氏名: 藤村 康浩 (リコーインダストリアルソリューションズ株式会社)

実施機関担当者: 森山 雅昭, 菊田 利行, 邊見 政浩, 庄子 征希, 田中 秀治 (東北大学)



TOPICS
03

東北大学地域連携
イノベーション展2020
にブース出展しました。

2020年1月17日仙台国際センターにて開催された「東北大学地域連携イノベーション展2020」にブース出展しました。

当日は160名以上の方がご来場になり、当センターの活動紹介のほか、登録設備・機器、設備の利用事例についてご案内することができました。

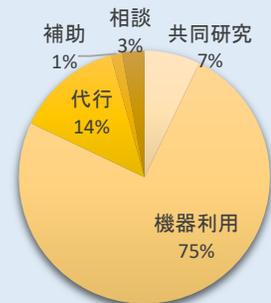


ご来場くださった皆様
ありがとうございました。

平成30年度センター実績

平成30年度における総支援件数は278件(微細加工214件、微細構造解析/分子合成グループ10件、微細構造解析/電顕グループ54件)でした。

分野	大企業	中小企業	大学	公的機関	その他	合計
微細加工	90	43	23	52	6	214
構造解析(電顕G)	10	2	24	13	5	54
構造解析(分子合成G)	3	2	1	4	0	10
合計	103	47	48	69	11	278



イベント報告

平成 31年(令和元年)

- ・9/20 2019年微細構造解析プラットフォームシンポジウム
- ・9/24 電子線描画リソグラフィスクール
- ・9/24 ナノテクノロジープラットフォーム利用成果発表会
- ・10/9 パイオ研究のためのナノ・マイクロ加工実践セミナー
- ・10/25 第27回マイクロシステム融合研究会
- ・12/10 2019年度集束イオンビーム加工装置セミナー

令和2年

- ・1/17 東北大学地域連携イノベーション展2020
- ・3/2 微細構造解析分野施設見学会(東北地域ものづくり企業基礎力向上セミナー)

利用方法や技術相談はお気軽にどうぞ

CINTSのマスコットキャラクター「ナノテクくん」の五角形はセンター・3分野・ユーザーの連携を象徴しています。



東北大学

ナノテク融合技術支援センター

CENTER FOR INTEGRATED NANOTECHNOLOGY SUPPORT

〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1

TEL ● 022-215-2492 FAX ● 022-215-3267

e-mail ● cintsoffice@ripip.tohoku.ac.jp

URL ● http://cints-tohoku.jp/