

夕テからヨコへ

For the Interdisciplinary Materials Research

Vol.29 No.4 November 2017

日本MRS ニュース

MRS-J
 The Materials Research Society of Japan

 発行 © 一般社団法人 日本 MRS 事務局
 〒231-0002 横浜市中区海岸通 3-9
 横浜ビル 507D
<http://www.mrs-j.org/> Tel. 045-263-8538


||||||| やあ こんにちは |||||||

21 世紀材料開発の視点

 東北大学 名誉教授・公益財団法人電磁材料研究所 相談役 **増本 健**

20 世紀は「物質文明」の時代であった。優れた機能を持つ新しい材料が次々と出現し、人類の生活を潤して来たことは言うまでもない。とくに、20 世紀前半に次々と発明された特殊鋼、高分子、半導体、セラミックスなどの多様な材料の出現は、18 世紀の産業革命以来発展して来た鉄中心の重工業から、社会に密着した精密工業・軽工業へと拡大させ、これによって、生活は格段に豊かになり、大量の資源消費社会へと移行させる結果となった。

この様な目覚ましい物質文明の発展は、このままの勢いで 21 世紀に引き継がれるのであろうか。この問いに対しては否定的である。何故ならば、今後も続いて物質文明の恩恵を受けるためには、省資源、省エネルギーの観点から、物質資源の有効利用とリサイクルが重要な課題になっているからである。また、地球環境の保全や人体への有害物質の規制が一層厳しくなっている。従って、次世代の材料研究では、これらの不可避的な課題を十分に考慮した上での、開発研究が強く求められている。すなわち、稀少

元素や有害元素を含まない、しかもリサイクルが容易な材料の開発、ゼロエミッションを考慮した材料製造プロセスの開発、適材適所の総合的判断による広い視野からの材料開発が求められる。従って、21 世紀における材料開発では、人・社会・地球との調和を図った俯瞰的視点に基づく研究が重要になる。

この 21 世紀の材料開発における地球・社会・人間との調和という俯瞰的視点からの材料開発研究を纏めたものを図-1 に示す。人間との調和を図る材料研究では安全性、適正設計、利便設計の観点が、社会との調和では、生産性、利便設計・省資源設計の観点が、また地球との調和では、再生設計、省資源設計、適正設計の観点が、それぞれ大切になるであろう。

この様な観点からすると、これからの材料研究者は、広い視点で設定された目標に向かって進める「付加価値的研究」を進める必要になると言える。例えば偶然に発見された新しい材料であっても、その材料の価値として人・社会・地球への波及効果を総合的に考慮する俯瞰的視野を持った研究を進めなければならないであろう。「研究者は発見する喜びを求めて熱中する」と言われるが、単に発見することのみを目標とするのではなく、その発見が人・社会・地球にどのような付加価値があるかについても熟考することが求められるであろう。

一般に、ブレイクスルーする画期的な材料開発には二つの方向が考えられる。一つは現用材料の改良であり、材料の組成、組織の最適化による最大性能の発現を目指す改良型研究である。この例としては、超高純度化、超微細化、ポーラス化、複合組織化などがある。二つは、人為的に構造、組織を合成する人工合成材料の創成型研究である。例としては、人工合成、アモルファス、準結晶などの特殊構造化、ナノ複合や傾斜機能などの特殊組織化などがある。通常、前者はニーズを求める研究に多く見られ、後者はシーズ指向の研究に多く見られる分野である。

この何れの研究にあっても、21 世紀の材料開発にあっては、その機能性の評価と共に、図-1 に示すような俯瞰的な評価も強く求められるであろう。そして、これらの評価には、近年急速に発展している「人工知能」の役割が極めて重要になると思われる。

21 世紀の第 4 次産業革命において、新たな材料開発はますます重要になってくることは間違いない。

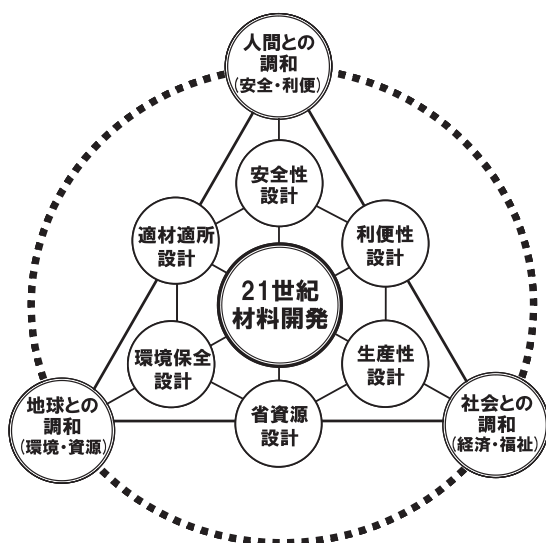


図-1 21 世紀における材料開発の俯瞰的視点

■研究所紹介



東京ロボット産業支援プラザ

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センタープロジェクト事業推進部プロジェクト企画室副主任 いりかわ 入川 りょう 涼

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター（都産技研）は、中小企業のロボット産業への参入を支援するため、平成 27 年度よりロボット産業活性化事業に取り組んでいます。ロボット産業活性化事業は、特にサービス分野ロボットの実用化と新しいサービスの事業化の支援に力を入れ、ロボット開発やロボットをさまざまな分野へ導入・活用して事業化を目指す中小企業を支援しています。

この事業の拠点となる「東京ロボット産業支援プラザ」は、ロボットの試作から信頼性・安全性の評価まで幅広く対応できる機器を整えるとともに、ロボット開発に意欲のある中小企業が集まる情報交換の場として共同開発スペースを整備しています。今回は、この東京ロボット産業支援プラザの設備をご紹介します。

1. 疑似実証試験スペース

疑似実証実験スペースでは、住宅やオフィスを模した空間で、実際に生活支援ロボットの実証実験を行い、実用化への課題や問題点を見つけることができます。また、需要拡大が予想される介護用ロボットの試験を想定し、介護施設や在宅介護対応住宅の一般的な構造を再現した浴室やトイレも設置しています（図-1）。



図-1 リビングルームとキッチン

2. 超大型樹脂溶融 AM (3D プリンター)

金型や治具を必要としない、高速・低コストな造形装置です。本機器は、最大で H914×D610×W914 (mm) の大きさの造形が可能、耐久性・耐熱性の高い ABS 樹脂などを使用し、ロボット筐体などの大型部品を造形することができます（図-2）。

3. 傾斜路走行試験装置

傾斜路でロボットを走行させ、性能や動的安全性を評価します。床はフローリングやカーペットなど 4 種類に張替え可能で、最大 12 度まで傾けることができます。また、障害物対応の機能試験、通過騒音測定にも利用可能です（図-3）。

4. 電波暗室

電磁波の影響を受けないよう遮蔽（シールド）しており、平ら



図-2 超大型樹脂溶融 AM



図-3 傾斜路走行試験装置

な大地と無限に広い空間を模擬的に実現した部屋です。ロボットからの放射ノイズが周囲の機器に電波障害を与えないことを評価する試験（放射イミュニティ試験）や、妨害電波をロボットに照射し、ロボットが誤動作しないことを評価する試験（放射エミッション試験）、静電気の放電による誤動作評価の試験（静電気放電イミュニティ試験）などを行うことができます（図-4）。



図-4 電波暗室内部

5. 複合環境振動試験機

温度・湿度を変えて振動試験を行うことで、実環境の温度や湿度、振動を模擬した環境におけるロボットの機能評価を行うことができます。温度範囲 -40～+120℃、湿度範囲 30～90%RH の

環境を模擬することができ、最大 1.5 m 角・250 kg のロボットを試験可能です (図-5)。



図-5 複合環境振動試験機

6. ドラム型走行耐久試験機

突起が付いたローラーで車輪型ロボット等のタイヤに衝撃を与えて、駆動部の耐久性を評価する試験機です。小型、大型ロボット用の試験機があり、それぞれ左右3つずつローラーがあるため、6輪までのロボットを評価することができます。ローラーは、ロボットのホイールベースに合わせて移動することができます (図-6)。

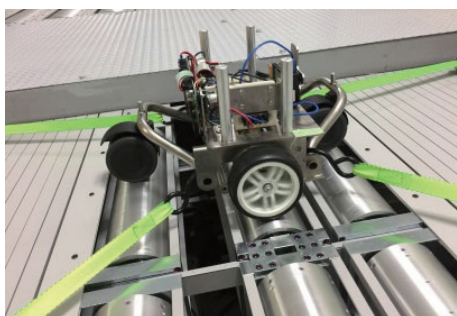


図-6 ドラム型走行耐久試験機

7. ベルト型走行耐久試験機

ベルト上でロボットを走行させて、駆動部の耐久性を評価する装置です。歩行型や車輪型などさまざまな移動形態のロボットの評価が可能です。ベルトは、ロボットの移動量に合わせて任意に速度を変えることができます。また、試験機は傾斜させることができるため、坂道環境での走行を再現することが可能です。さらに、凹凸付きベルトや表面が粗いベルトに交換することで、各路面上の走行性能を評価することもできます (図-7)。

8. 荷重耐久性試験機

支柱型と門型の加圧装置があり、ロボットや車いすなどにあらゆる方向から荷重を加えることで、製品としての強度を評価します。試験対象の形状に応じて印加位置を自由に変更することができます。専用のアタッチメントを使用し、さまざまな規格に応じた試験が可能です。

9. 衝突安全性試験機

ロボットの衝突時の耐久性や安全性を評価します。子供のダ



図-7 ベルト型走行耐久試験機



図-8 衝突安全性試験機

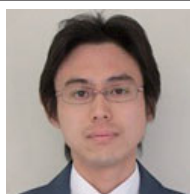
ミー人形も備え、ロボットが人間に衝突したとき力の加わり方を評価することも可能です (図-8)。

10. 静的安定性試験機

移動ロボットなどを傾斜させた際のロボットの滑り落ちや転倒現象を確認する装置です。最大 45° まで傾斜させることができます。自動制御時、試験対象が安定の限界に到達すると、その挙動を検知して停止します。また、装置からの落下を防ぐためのウィンチや自動停止を作動させるための各種センサー類を搭載し、用途に応じた試験が可能です (図-9)。



図-9 傾斜した状態の試験機



連絡先

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
プロジェクト事業推進部 プロジェクト企画室
副主任 入川 涼
〒135-0064 東京都江東区青海 2-5-10 テレコムセンタービル東棟 2階 東京ロボット産業支援プラザ
Email: irikawa.ryou@iri-tokyo.jp
Tel.: 03-5530-2558

■研究トピックス

熱フィラメント CVD 法によるメカニカルシール用 多結晶ダイヤモンド膜の成長速度と摩擦摩耗特性

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター技術経営支援部交流連携室 ながさか ひろし 長坂 浩志

1. はじめに

メカニカルシールとは、ポンプや攪拌機など、様々な機械の回転部分からの流体漏れを防止する機器であり、石油化学、医療、食品、半導体、エネルギー関連分野などで利用されている。シール搭載部の断面を図-1に示す。メカニカルシールは、通常の運転時に、プロセス流体膜を形成して混合潤滑となる端面シールの構造になっているが、始動および停止時に、固体間の滑り接触が起こるため、摩擦係数が低く、かつ耐摩耗性に優れた材料が要求される。回転シールリングの従来材料として、耐摩耗性に優れた炭化ケイ素（以下 SiC と略す）などの焼結材料が利用されてきた。

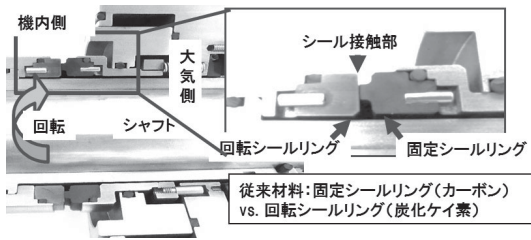


図-1 メカニカルシール搭載部の断面

SiC 材料は、ウェットの特異な環境（酸性液体、アルカリ液体、超純水¹⁾など）で使用した場合、SiO₂の発生により短期間に異常摩耗が進展し、漏洩に至ると考えられる。

本研究では、ユーザの要望である長寿命化、高信頼性に対応することを目的に、多結晶ダイヤモンド（Poly Crystalline Diamond、以下 PCD と略す）の耐摩耗性と低摩擦性²⁾に着目し、シール部材に適した PCD 膜メカニカルシール³⁾を開発した。本稿では、その概要を紹介する。

2. 熱フィラメント CVD 法による高速成膜技術

化学気相成長法（Chemical Vapor Deposition、以下 CVD と略す）は、大気圧以下の圧力で原料ガス（通常、メタンなどの炭化水素と水素）を熱またはプラズマによって分解し、生成した成長種が基板表面で化学反応して PCD 膜を成長させる方法⁴⁾である。代表的な手法として、熱フィラメント CVD（Hot-Filament CVD、以下 HF-CVD と略す）法とマイクロ波プラズマ CVD 法が挙げられる。マイクロ波プラズマ法は、他の手法に比べて高品質のダイヤモンド合成が可能であるが、均一プラズマ形成技術の難しさから、大型部品、量産化を対象とした大面積化処理には不向きである。一方、HF-CVD 法は、処理面積の制約がないといった利点があるが、成膜速度は 0.5 μm/h 以下であり、処理コスト高となる課題がある。

CVD 法によるダイヤモンド成長機構は、まだ明確に解明され

ていない。Harris らは、HF-CVD 法を用いた実験で、ダイヤモンド成膜速度が炭化水素ラジカル濃度に依存していることを報告している⁵⁾。最近、Lommatzsch らは、半導体レーザを使ったキャビティリングダウン吸収分光法（CRDS: Cavity Ring Down Spectroscopy）を用いて、HF-CVD 装置のチャンバー内の炭化水素ラジカルの活性種の in-situ 測定結果を報告している⁶⁾。フィラメントからの距離に応じた炭化水素ラジカル生成密度を測定した結果、PCD 膜を効率よく生成するには、基板とフィラメント間の距離が極めて重要であることを示している。ダイヤモンド成長速度を高めるためには、基板表面にフィラメントをできるだけ近づけ、熱フィラメント近傍で発生する炭化水素ラジカルを基板表面に多く導くことが重要である。さらに、加熱された複数のフィラメント線が均一の張力で張られている必要となる。

PCD 成膜速度および膜厚分布の均一性に及ぼすフィラメント線/基板間距離の影響を調べることを目的として、複数のフィラメント線の張架治具、基板ホルダー上下機構および基板回転機構を有する有効処理径 φ100 mm の HF-CVD 装置を試作した。本装置の概略を図-2に示す。基板ホルダー上下機構を導入することで、フィラメント線/基板間距離を 0.01 mm 精度で任意の調整を可能とした。基板には、常圧焼結 SiC を用いた。

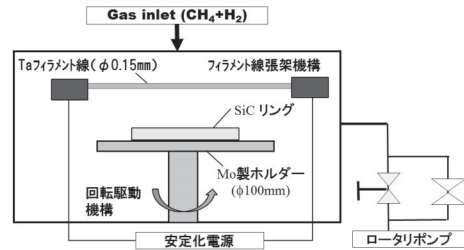


図-2 熱フィラメント CVD 装置の概略図

PCD 成長速度に及ぼすフィラメント/基板間距離の影響を調べた結果を図-3に示す。基板間距離が小さくなるに従い、PCD 成長速度が増大することが認められた。基板間距離が 5 mm で、PCD 成膜速度が 5 μm/hr 以上となった。フィラメント線と基板間距離を調整することによって、ダイヤモンドの成長速度を制御

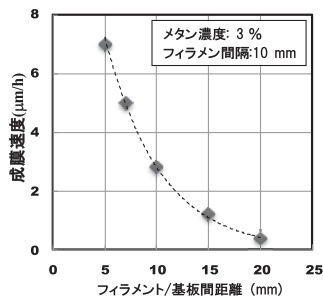


図-3 成長速度に及ぼすフィラメント/基板間距離の影響

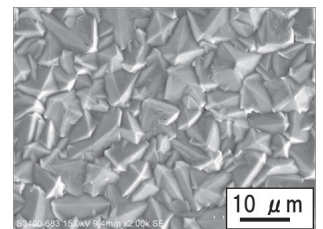


図-4 PCD 膜表面の SEM 像

できることがわかった。また、基板回転機構を設けてサンプルリングを回転させると、膜厚の均一性が $\pm 20\%$ から $\pm 10\%$ に向上することが確認された。PCD膜の表面をSEM観察した結果を図-4に示す。得られたPCD膜は、X線回折測定から(111)面に優先配向していることが確認された。

3. 水中における摩擦摩耗特性

試作したポンプ用メカニカルシールの外観および試験部概略図を図-5に示す。シール面は、高精度の加工技術が要求されるので、PCD膜は、仕上げ面(平面度: $1\mu\text{m}$ 以下、表面粗さ: $0.1\mu\text{m}$ 以下)まで研磨加工を行った。なお、従来材料には、常圧焼結SiC(回転リング)とカーボン(固定リング)を使用した。リング形状および仕上げ面は開発材料と同一とした。ポンプ用メカニカルシール試験装置を用いて、リング形状の試験片同士を一定のすべり速度(13.3 m/s)、密封圧力のもとで互いに摺動させた摩擦摩耗試験を行った。

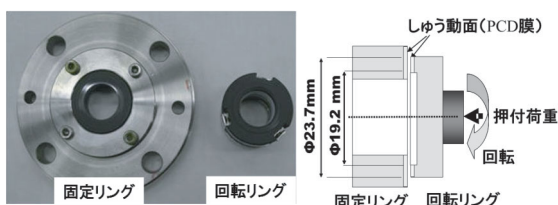


図-5 すべり面にPCD膜を形成したポンプ用メカニカルシールの外観および試験部概略図

水道水(室温)における従来材料と開発材料の摩擦特性を図-6に示す。0.2 MPaから開始し、0.2 MPaずつ段階的に最大5.0 MPaまで増加させ、トルクが急激に上昇するか、あるいは基準値の漏れ量(1 ml/20 min)を超えた場合を限界密封圧力とした。従来材料の場合、密封圧力2.6 MPaまでトルクが安定した摩擦特性を示したが、密封圧力2.8 MPaになると、トルクが急激に上昇しており、限界密封圧力となった。一方、開発材料のPCD膜の場合、密封圧力が試験機の限界である5.0 MPaになっても安定した摩擦係数を示し、漏れ量も基準値以下であることから、限界密封圧力は5.0 MPa以上であることが判明した。

摩擦摩耗試験後、従来材料および開発材料の摺動面を観察した結果、従来材料の摺動面に、数 μm 以上の凹状の溝が観察された。一方、PCDの開発材料では、僅かな摺動痕が認められるが、摩耗損傷が極く軽微であった。これらの結果から、PCD膜は、従来材料と比較すると、優れた摩擦摩耗特性を示すことが確認された。

4. まとめ

開発されたPCD被覆メカニカルシールは、従来材料と比較して高い耐摩耗性を得ることができた。開発メカニカルシールは、超純水用途のポンプに搭載され、連続運転通算1000時間以上の運転実績を経ており、PCD膜の優れたしゅう動性、耐摩耗性が実証された。また、平成24年度戦略的基盤技術高度化支援事業「CVD多結晶ダイヤモンド皮膜を用いたメカニカルシールの開発」では、大面積HFCVD装置を開発し、高速成膜($3\mu\text{m/h}$ 以上)と同時に、膜厚均一性(膜厚分布 $\pm 10\%$)および大面積化(最大外径 $\phi 300\text{ mm}$)を実現することに成功した。さらに、大型

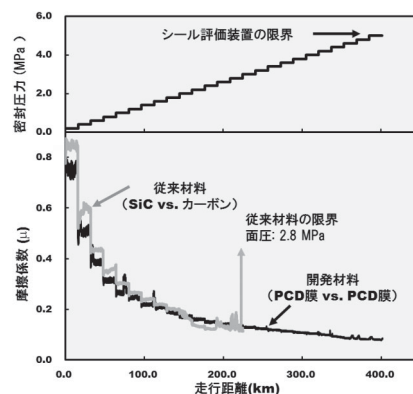


図-6 水中におけるPCD膜の摩擦摩耗特性

ポンプ用メカニカルシール(軸径 $\phi 200\text{ mm}$)への試作コーティングに成功した。シールの外観写真を図-7に示す。現在、高温高圧用回転機械への応用を目指した本メカニカルシールの各種試験および耐久試験を実施中である。本研究の成果は、回転機械および流体機械等への幅広い応用展開が期待できると考える。



図-7 多結晶ダイヤモンド膜メカニカルシール

文 献

- 1) 杉山憲一, 「超純水潤滑すべり軸受の開発」, エバラ時報, **245**, pp. 3-7 (2014).
- 2) B. Bhushan, V.V. Subramaniam, A. Malshe, B.K. Gupta, and J. Ruan, "Tribological properties of polished diamond films", *J. Appl. Phys.*, **74**, 4174 (1993).
- 3) 長坂浩志, 森穰, 「回転機械用メカニカルシールへの応用を目的としたCVD多結晶ダイヤモンド成膜技術の開発」, *NEW DIAMOND*, Vol. **32**, No. 1, pp. 21-24 (2016).
- 4) S. Matsumoto, Y. Sato, M. Kamo and N. Setake, "Vapor Deposition of Diamond Particles from Methane", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **21**, L183 (1982).
- 5) S. J. Harris, A. M. Weiner, T. A. Perry, "Measurement of stable species present during filament-assisted diamond growth", *Appl. Phys. Lett.*, **53**, 1605 (1988).
- 6) U. Lommatzsch, E. H. Wahl, T. G. Owano, C. H. Kruger, and R. N. Zare, "Cavity ring-down spectroscopy of CH and CD radicals in a diamond thin film chemical vapor deposition reactor", *Chem. Phys. Lett.*, **320**, 339 (2000).



連絡先

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
技術経営支援部交流連携室上席研究員 長坂浩志
〒135-0064 東京都江東区青海2-5-10
Email: nagasaka.hiroshi@iri-tokyo.jp
Tel.: 03-5530-2134 FAX.: 03-5530-2318

■ICMAT 2017 報告



ICMAT 2017 に参加して

日本 MRS 前会長・伊熊泰郎

MRS-Singapore が主催する ICMAT 2017 (9th International Conference on Materials for Advanced Technologies) は 2017 年 6 月 18 日(日)~23 日(金)の期間、シンガポールの Suntec で開催された。この国際会議は奇数年にシンガポールで開催され、今回は第 9 回目である。第 1 回は 2001 年であった。Organizing Chairman は B. V. R. Chowdari 教授が続けて行っており、その経験が反映されている会議である。第 8 回もこの第 9 回も 40 以上の国から 2300 名を超える参加者を引付けている。日本からは私以外に高原日本 MRS 会長他も出席された。

この会議には全員を対象としたものとして、Plenary Lecture 1-10 (午前の最初)、Theme Lecture 1-4 (昼前後)、Nobel Laureate Public Lecture 1-3 (夕方) があり、テーマ毎に分かれた 30 の各シンポジウムには Keynote talk, Invited talk, Oral presentation, Poster presentation があった。この中で、名古屋大学の天野浩教授は Plenary Lecture と Nobel Laureate Public Lecture の両方を講演された。後者は主に若い人を対象にした講演で、私には印象的であった。つまり、失敗談を交えながら、ノーベル賞につながった研究が進んだ経緯を話された(図-1)。若い人には非常に参考になる講演であった。

企業展示も活発で、28 の企業がブースで、7 の企業が机の上で、展示されていた。ここには多くの見学者がいた。

この会議の特徴は Banquet 以外の全てが Suntec の中で行われたことである。つまり、朝会場に到着すると、Plenary Lecture, Theme Lecture, Symposium の口頭発表やポスター発表、企業展示、さらに昼食まで Suntec で行われた。同じ建物にあるショッピングモールにはレストランや各種店舗もあるので、隣接するホテルに宿泊すれば、暑い外気に触れることなく一日を過ごせる。



図-1 天野教授の Nobel Laureate Public Lecture

■IUMRS-ICAM

IUMRS-ICAM 2017 報告—Plenary Lectures—

日本 MRS ニュース編集委員会

2017 年 8 月 27 日から 9 月 1 日まで、京都大学吉田キャンパスにおいて IUMRS-ICAM 2017 が盛大に開催された。ICAM 2017 では、ノーベル賞受賞者を含めた 9 人の先生方に Plenary Lecture を行っていた。下記の先生方の協力を得て、その様子を報告していただいたので、ここで紹介する。Plenary Lecture の講師の先生方および報告書をご執筆いただいた先生方に心より感謝を申し上げる。

(敬称略) 寺迫智昭 (愛媛大)、高原淳 (九州大)、遠藤民生 (三重大)、伊熊泰郎 (神奈川工科大)、Ajayan Vinu (Univ. of South Australia)、Soo Wahn Lee (President of IUMRS)、森利之 (NIMS)、山田直臣 (中部大)、久保貴哉 (東大)

▽Aug. 28, 11:15-12:00 Plenary Lecture 1

Development of Sustainable Smart Society via Transformative Electronics

Hiroshi AMANO, Nobel Laureate, Professor (Nagoya Univ., Japan)

The first plenary lecture was given by Nobel Prize Winner, Hiroshi Amano, Director, Center for Integrated Research of Future Electronics, and Professor, Institute of Materials and Systems for Sustainability, Nagoya University. The Clock Tower Hall was so jam-packed and there were so many standing audiences.

The title of his plenary lecture was "Development of Sustainable Smart Society via Transformative Electronics". At the beginning of the lecture, he demonstrated the mechanism of the generation of white light using the arrays of blue LEDs with a practiced hand. He is proud that the white LEDs in conjunction with solar cells and batteries enable nomadic children of Mongolia to study at nights. He emphasized the contribution of the white LED to the reduction of power consumption. His lecture was composed of three parts: AlGaIn-based deep ultraviolet LEDs (DUV LED), GaN-based heterojunction field-effect transistors (HFETs) and photocathodes (or electron emitters).

According to UNICEF report in 2015, 663 million people still lack access to safe drinking water and 2.4 billion people do not use safe sanitation facilities. The high-power DUV LEDs have been utilized in commercial water sterilization and purification systems.

He compared the energy losses in photovoltaic power generation to bank transfer fees just for fun. By replacing Si-based power devices with GaN-based power devices, the average



PL-1
Prof. Amano

efficiency of inverters or converters can be improved from 95% to more than 99%. He said that one of his dreams is to replace the transformers used in *Shinkansen* train cars by the semiconductor devices completely.

In comparison with the commercial GaAs photocathodes, GaN and InGaN photocathodes have much longer lifetimes and higher quantum yields. He demonstrated that the short high-power pulsed operation is very promising for observing the blurring of moving objects.

All the audiences had a sense of the possibilities for further development of the research on the GaN based devices in the future.

▽Aug. 29, 11 : 15-11 : 55 Plenary Lecture 2

Helical Polymers as Unique Chiral Materials

Eiji YASHIMA, Professor (Nagoya Univ., Japan)

The helix is ubiquitous in nature, and one of the prevalent structural motifs for biological polymers, playing key roles in their sophisticated functions. Prof. Yashima showed unique polymers consisting of preferred-handed helical conformation induced by chiral dopants. Generally, the polymer loses preferred-handed helical structure when the chiral dopant is removed from the system. He showed novel helical polymers which remain the preferred-handed helical structure even after removal chiral dopant using specific poly acetylene with well-established side chains. This memory effect can be utilized for production of separation materials for chiral chemicals and drugs.

Prof. Yashima summarized helicity induction and memory strategy which has a remarkable advantage from a practical viewpoint. Various examples on the direct observations of helical structures of synthetic helical polymers by atomic force microscopy (AFM) were presented. A series of double and/or multi helices composed of different components and sequences that exhibit specific functions, such as chiral recognition and anisotropic spring-like motion was also introduced with very impressive images.

▽Aug. 29, 11 : 55-12 : 35 Plenary Lecture 3

Topological Quasiparticles : Magnetic Skyrmions

Axel HOFFMANN, Dr. (Argonne National Laboratory, USA)

In his plenary lecture Axel Hoffmann discussed new magnetically ordered structures, which recently have gained much attention due to their potential for low-energy applications. These magnetic structures are called magnetic skyrmions and this name is derived from the theoretical physicist Tony Skyrme, who originally developed in the 1960's a theoretical model describing nuclear particles as topological solitons within a vector field. But similar structures can also form in magnetically ordered materials. Interestingly, due to their distinct topology these magnetic skyrmions can behave like individual stable particles.

They were first discovered about a decade ago in special magnetic materials at low temperatures, but the work from Axel Hoffmann and his colleagues showed that they could be also stabilized at room temperature in magnetic multilayers of materials that were commonly used for magnetoelectronic

applications. At the same time these magnetic skyrmions can be easily manipulated with even very low electric currents, which makes them of interest for data storage and processing applications.

During his presentation Axel Hoffmann also showed two interesting basic physics concepts. First he showed that magnetic skyrmions can be formed by using inhomogeneous electric currents. This process is strikingly similar to common phenomena in surface tension driven fluid flows, such as the formation of soap bubbles by blowing through a suspended soap film. Second he showed that the twirling magnetic structure of magnetic skyrmions results in "curved" trajectories. The physics behind this skyrmion Hall effect is very similar to the motion of curveball in baseball or soccer, where the rotation of the ball results in a change of trajectory to confuse the batter or goalkeeper. This shows that the investigation of magnetic skyrmions is not only fascinating because of their prospect for novel applications, but that their distinct topology also provides new interesting fundamental physical phenomena.

Axel Hoffmann always gives very interesting and valuable presentations, and his lighthearted approach makes his talks very engaging. Thus his Plenary Talk offered both an academic and peaceful atmosphere to audience. As part of his Talk he presented a brief video showing how the Brazilian soccer player Roberto Carlos used a curved ball to leave the French goalkeeper confused. This gave the audience an easy understanding for difficult physics delivered with humor. But of course the question arises, whether "the twirling magnetic structure of magnetic skyrmions moving on curved trajectories" confused anybody? Fortunately Axel Hoffmann addressed any remaining confusion well during the questions and answers.

▽Aug. 30, 11 : 15-12 : 00 Plenary Lecture 4

An Example of Useful Science : Organic Synthesis by Organoboron Coupling Reaction

Akira SUZUKI, Nobel Laureate, Emeritus Professor (Hokkaido Univ., Japan)

Prof. Akira Suzuki started his lecture by introducing two books : "Textbook of organic chemistry" by L. F. Fieser and M. Fieser and "Hydroboration" by H. C. Brown. He found these books when he visited the U. S. A. These books inspired him deep into organic chemistry. He explained the cross-coupling reaction of organometal compounds with organic halides. It is quick reaction. If the metal was replaced by boron, the reaction between organoboron compound and organic halides is slow. He then went into his development of chemical reactions in which chemicals



PL-4
Prof. Suzuki

including carbon and boron atoms are bound together with organic halides to form new organic compounds. The reactions are called Suzuki coupling reaction which uses the metal palladium as a catalyst. It has been used in many publications and patents. The reaction can be used to accurately synthesize chemical compounds with desired formula. He explained how superior Suzuki coupling reaction is when it is compared with other reactions. Then he explained some of numerous examples of Suzuki coupling reaction and the importance of the products. They included Novartis's Valsartan Process, anticancer drugs synthesis, synthesis of Vancomycin, Boscalid, and Bixafen, formation of liquid crystal, fluorescent material and hole transporting material, and synthesis of poly (*ortho*-phenylenes) and polymer-type materials. At the end, he explained his experience at the Nobel Prize Award Ceremony in Stockholm, Sweden and showed how honor it was to be there to receive the award.

▽Aug. 30, 12:00-12:40 Plenary Lecture 5

Inorganic Graphene Analogues : Recent Results

C. N. R. RAO, Professor (International Centre for Materials Science and Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, India)

Prof. Rao, National Professor and Linus Pauling Research Professor at the Jawaharlal Nehru Center for Advanced Scientific Research, passionately explained the wonders of the low dimensional nanostructures and the layered 2D materials including MoS₂, WS₂, GaS, BN, and carbon nitrides and their fascinating properties including high surface area, band gaps and porosity. He beautifully explained how these materials can conquer the world of advanced materials research by offering amazing performance in many applications including energy storage, hydrogen generation, optoelectronic devices, magnetism, superconductivity and catalysis.



PL-5
Prof. Rao

As we all expected, Prof. Rao presented several strategies to make a library of new advanced nanostructures. One of the main highlights of his talk is the novel strategies for generating covalently linked heterostructures of different two-dimensional layered materials whose properties are completely different from those of van der Waals heterostructures. By simply using Sonogashira coupling and carbodimide based coupling, his groups generated ladder-like multilayered structures which cannot be prepared by a simple van der Waals interactions. Unique strategies have been presented to fabricate graphene coupled with 1D, 2D and zero dimensional metal organic frameworks. At

one point, the audience wondered what materials and the research topic Prof. Rao missed in his talk as he covered the topics including materials chemistry, organic chemistry, physics, theoretical chemistry, nanochemistry, etc. It was absolutely a mesmerizing talk and offered the researchers a pool of novel ideas and venues to work on advancing the nanomaterials research. The performance of these nanostructures have been amazingly demonstrated in hydrogen generation via photocatalytic water splitting, electrocatalysis and heterogeneous catalysis.

On the fundamental side, Prof. Rao presented the interaction of electron donor and acceptor molecules and their relation with the electronic structure and properties of these new class of materials including phospherenes. At the end of the talk, he told the audience that the covalently bonded heterostructures are just the beginning and a lot of new structures to be explored including chalcogenides-chalcogenides, chalcogenides-nitrides, and/or with arsenene or germanane. These unique materials are going to make a revolution in the field of advanced materials science and energy generation which eventually help to protect the people and economy.

▽Aug. 30, 11:15-12:00 Plenary Lecture 4

▽Aug. 30, 12:00-12:40 Plenary Lecture 5

These two speakers are still healthy even though over 80 years old and still have very strong energy and enthusiasm without aging effect. Prof. Rao has carried out research on materials chemistry on various functional inorganic materials. He described new 2D materials for H₂ evolution as followings: Several years ago graphene has been a sensational discovery and there are so many publications on graphene and graphene oxide. These nanosheet materials are called 2D materials. Particularly graphene is a conductive materials, but not semiconductor. In the last two to three years, there have been efforts to prepare graphene-like layered inorganic materials such as MoS₂, WS₂, GaS and BN. Several methods of synthesis of such nanosheets have been developed. Some of the recent results on few-layer transition metal chalcogenides (TMC) such as SnSe, MoSe, WSe, and BN was presented. Specially interesting are the physical properties of these nanomaterials such as magnetism and superconductivity. Transistors and devices have been fabricated with many of the layered inorganic materials. A new graphene-like material is B_xC_yN_z with high surface area and novel gas adsorptive properties. These materials have other extraordinary properties, their use as electrocatalysts being noteworthy. Specially noteworthy are the novel materials obtained by cross linking MoS₂ with other 2D materials or by functionalizing MoS₂ sheets. Thus, interaction of electron donor and acceptor molecules has unraveled the electronic structure and properties of phospherene. Covalent cross-linking C₃N₄ and MoS₂ favors photochemical splitting of water. TiO₂ was very good photocatalytic materials, though the H₂ evolution efficiency was not enough. 2D materials can be made by sonochemistry method and chemical decomposing, and adding another functional groups by Suzuki coupling method. This Suzuki coupling method was well introduced by the former plenary speaker. These 2D nano

materials of MoS₂, SnSe, graphene and BN can be functionalized by adding another group such as MOF (metal organic frame materials) between the mono layers of 2D materials by Suzuki coupling method. These functionalized 2D materials showed the 10 times higher than the current developed semiconductor materials for water splitting.

After the plenary lecture, there was only one question. It was "What is the chemical bonding between 2D materials and functional groups? It is a covalent bonding"

▽Aug. 31, 11 : 15-11 : 55 Plenary Lecture 6

Development of Printed Organic Solar Cells in Victoria, Australia
Andrew B. HOLMES, Professor (Univ. of Melbourne, Australia)

The organic solar cells have attracted much attention from perspective of high efficiency, scale up and low cost production. Prof. Holmes showed summary of recent progresses in assembling small laboratory-based efficient bulk heterojunction solar cell. Also, he touched some challenges for scale up from a laboratory type to the industrial application. In addition, the challenge for improvement of reliability and durability was introduced. In his talk, he showed some innovative examples which were already published in the first class journal including his own data. His work was good bridge between fundamental and industrial works. His beautiful talk inspired us to see radical innovation in our challenge.



PL-6
Prof. Holmes

▽Aug. 31, 11 : 55-12 : 35 Plenary Lecture 7

Interfacing with the Brain Using Organic Electronics

George MALLIARAS, Professor (Ecole Nationale Supérieure des Mines Bioelectronics, France)

Prof. George Malliaras of Ecole Nationale Supérieure des Mines is one of the pioneers in the field of organic electronics and bioelectronics. Due to his excellence of the research, he has been recognized well in this research field.

In the Plenary Lecture, Prof. Malliaras gave us an attractive lecture about interfacing with the brain using organic electronics. In the beginning of the lecture, he mentioned that interfacing the most advanced human engineering endeavor with the brain will help elucidate aspects of the brain's working mechanism and deliver new tools for diagnosis and treatment of a host of pathologies including epilepsy and Parkinson's disease. He then offered the view that organic semiconductors can be good candidate materials that are brought in contact with the tissue and transduce signal across the biotic/abiotic interface, because

several organic semiconductors show a unique combination of attractive properties such as mechanical flexibility, mixed ionic/electronic conduction, enhanced biocompatibility, and capability for drug delivery. He showed excellent examples of novel devices for recording and stimulation of brain activity. Furthermore, he presented that developments in organic electronics offer tremendous opportunities to design devices that improve our understanding of brain physiology and pathology, and can be used to deliver new therapies.

Many audience listened with a lot of attention to his interesting talk. The participants of this lecture were excited at his novel concepts and surprising data.

▽Sept. 1, 11 : 15-11 : 55 Plenary Lecture 8

Metal Oxide Materials as a Sustainable and Viable Alternative for Low Cost and High Performance Electronics

Elvira FORTUNATO, Professor (New Univ. of Lisbon, Portugal)

Prof. Elvira Fortunato is one of the pioneers in the field of paper electronics; her original work on paper electronics opened up new opportunities of the expansion of the areas to which we could apply otherwise difficult electronic devices. In developing such electronic devices, a key element is the establishment of low-temperature and solution-based technologies that enables to construct high-performance electronics such as thin film transistors.

Prof. Fortunato at the podium began her speech with some of the photos showing large-sized transparent OLED displays etc. that clearly reflected a growing thin-film-electronics market, and then continued to explain the importance of thin film electronics and how the devices have been developed. The main topics of the plenary lecture are some advances on solution-based metal oxide semiconductors (ex. ZnO- and In₂O₃-based oxides) and their application to electronic devices. Prof. Fortunato explained the importance and usefulness of solution based-technology. Unlike conventional electronic-device-fabrication technologies that mostly rely on complex high vacuum equipment, the solution process has many advantages in terms of large-area deposition, roll-to-roll capability, easy control of composition, atmospheric processing, low cost, and so forth. The recent achievements by Prof. Fortunato and her colleagues were then reviewed: they were successful in depositing solution-based InO_x-based FETs at temperatures about 150°C, and achieved a record high device mobility higher than 1 cm²/Vs. More importantly, the device performances were quite stable and reproducible. She also paid attention her focus on not only low-cost solution based-technology, but also on constituent materials to choose to fabricate the devices, that is, eco-friendly materials.

In the lecture, she mentioned that we are in the 4th generation of the electronic devices in which multifunction devices are widely used, and that "more than Moore" would be expected in the 5th generation to come. Finally, she delivered a clear message to the audience that the solution-processed electronic device will play a pivotal role in the 5th generation.

▽Sept. 1, 1, 11:55-12:35 Plenary Lecture 9

The Inelastic Light Scattering in Carbon Nanostructures from Bulk to Nano

Ado JORIO, Professor (The Federal Univ. of Minas Gerais, Brazil)

Design of surface function of nano carbon materials is one of hot issues in the materials science. Prof. Ado Joio is a right hand person of Prof. Dresselhaus (MIT) who is authority of nano-carbon science. He worked with her for development of new characterization techniques of nano-carbon such as graphene and carbon nano-tube since 2000. From his many innovative characterization works using Raman spectroscopy and AFM



PL-9
Prof. Jorio

observation, he showed amazingly clear D band and G band energy density image using his unique nano-antenna device. It was really surprising image data and his data attracts much attention from the audience. Many participants in this plenary talk were attracted by his exciting talk.



PL 講演会場

■MRS-J 報告

盛況裏に終わった 2017 年度 MRS-J 大実験室

2017 年度 MRS-J 大実験室 (@鶴岡高専 科学フェスタ ジョイントバージョン) を 8 月 5 日(土)に鶴岡工業高等専門学校 (山形県鶴岡市井岡字沢田 104) 校舎内にて開催した。鶴岡高専科学フェスタでの企画ブースは全 18 の内、MRS-J 企画は「必ず戻る持ち帰りブーメラン 東京理科大学 加納先生、岡田先生」と「空気と水素で電気が発生?? ~燃料電池に触れてみよう~ 鶴岡高専 伊藤先生、正村先生」の 2 ブースが展示された。当日の来場者数は約 600 名以上を数え、鶴岡市近隣のみでなく遠方からの児童とその保護者の方々が参加された。

「ブーメラン企画」は準備していた 500 組のブーメランの材料がなくなるほどの大盛況で加納先生、岡田先生のブーメラン作製から体育館での試験飛行まで熱心に指導して下さった。参加者は自作のブーメランが飛行して必ず戻ってくることを実感し、飛行原理に大変感動していた。

「燃料電池企画」は実際に燃料電池を作動させ、発電の様子はモデルカーを試走させて体験・実感してもらった。燃料電池体験に参加した児童の中には「夏休みの自由研究で燃料電池について調べたい」と興味を示してくれる参加者もいた。今回の MRS-J 大実験室@鶴岡高専は大盛況、大反響で無事終えることができた。(文責：鶴岡高専・伊藤滋啓)



図-1 「必ず戻る持ち帰りブーメラン」東京理科大学・加納先生ブーメラン作製の説明と作製したブーメランを体育館で実際に飛ばしてみる(右)

図-2 「空気と水素で電気が発生?? 燃料電池に触れてみよう」鶴岡高専・伊藤先生の説明

ご 案 内

第27回 日本MRS年次大会

- 2017年12月5日(火)~7日(木)
- 横浜市開港記念会館 他
- 主催:日本MRS ■ 後援:横浜市

グローバル成長を支えるマテリアルズイノベーション
日時：2017年12月5日(火)~7日(木)
場所：横浜情報文化センター、横浜市開港記念会館、万国橋会議

センター
重要期日
オンライン参加登録締切 2017年11月20日

アブストラクト WEB 公開 2017 年 12 月 1 日

懇親会：12 月 6 日 18：30- マリントワーホール

費用：5000 円（予定 一般、学生）

言語：日本語をシンポジウムの公式言語とします。ただし、国際シンポジウムは原則英語とします。

配布物：プログラム集、アブストラクト USB（希望者のみ有料 2000 円/個）、名札、領収証を会場にて渡します。事前の引換券等の送付は致しません。

論文出版：本年次大会で発表された内容を Trans. Mat. Res. Soc. Japan へ投稿していただくことを希望いたします。

組織委員会

組織委員長・高原淳（九大）、実行委員長・鈴木淳史（横浜国大）、プログラム担当・松下伸広（東工大）、ポスター担当・明石孝也（法政大）、奨励賞担当・節原裕一（阪大）、手嶋勝弥（信州大）、出版担当・有沢俊一（物材機構）、企画担当・重里有三（青学大）、森利之（物材機構）、広報担当・青木学聡（京大）、岩田展幸（日大）

★国際シンポジウム

A★ 先端プラズマ技術が拓くナノマテリアルズフロンティア Frontier of Nano-Materials Based on Advanced Plasma Technologies

Representative：古閑一憲（九州大）

B スピントロスオーバー現象研究の新展開

Recent Progress of Studies on Spincrossover Materials

Representative：沖本洋一（東工大）

C 先進機能性酸化物材料—作製プロセスおよび物性評価—

Processing and Characterization of Advanced Multi-Functional Oxides

Representative：西川博昭（近畿大）

D 生体模倣デバイスを目指す有機イオンエレクトロニクス

Organic Iontronics Based Biomimetic Devices

Representative：金藤敬一（大阪工大）

E 分極に由来する物性発現と新機能材料

Polarization Related Ferroic Properties and New Functional Materials

Representative：米田安宏（原研）

F フラーレンとカーボンナノマテリアル研究の新展開

Novel Development of Research in Fullerenes and Carbon Nanomaterials

Representative：青木伸之（千葉大）

G ソフトアクチュエータ Soft Actuators

Representative：奥崎秀典（山梨大）

H ソフトマテリアルの科学技術—ポリマーを基盤とした溶液・表面・界面・バルクの機能 Soft Materials Science and Technology-various Functions on Solution, Surface, Interface, and Bulk Based on Polymers

Representative：八木原晋（東海大）

I 先導的スマートインターフェースの確立 Frontier of Smart-interfaces

Representative：遊佐真一（兵庫県立大）

J★ 界面におけるナノバイオテクノロジー Nano-biotechnology on Interfaces

Representative：松田直樹（産総研）

K エコものづくりセッション Eco Product Session

Representative：岡部敏弘（近畿大）

L 計算機シミュレーションによる先端材料の解析・機能創成

Creation and Characterization of Advanced Materials through Computer Simulation

Representative：吉矢真人（阪大）

M マテリアルズ・フロンティア Materials Frontier

Representative：長瀬裕（東海大）

S★（特別企画）全国高専社会実装材料研究シンポジウム（高専シンポジウム） National College of Technology Collaboration (Provisional)

Representative：佐藤貴哉（鶴岡高専）

問合せ先 日本 MRS 事務局、年次大会専用 E-mail: meetings2017@mrs-j.org, https://www1.mrs-j.org/

■IUMRS 報告

IUMRS-SŌMIYA Award 2017 発表



宗宮賞は、国際的な研究連携チームに対して表彰を行っている。このほど宗宮賞選考委員会（委員長 NIRIM 森利之博士）は第 11 回、2017 年宗宮賞（IUMRS-SŌMIYA Award 2017）受賞者を発表した。表彰式は 2017 年 8 月 30 日、IUMRS-ICAM2017 が開催されている京都大学吉田キャンパスにて行われた。受賞の栄に輝いた受賞

チーム及び受賞研究は以下のとおりです。

受賞対象研究：Semiconductor Nanowires: Growth, Characterization, Processing and Optoelectronic Devices

受賞研究チーム：チームリーダー、Prof. Chennupati Jagadish (Australian National Univ., Australia)

メンバー：

Prof. Leigh M. Smith (Univ. of Cincinnati, USA)

Prof. Michael B. Johnston (Oxford Univ., UK)

Prof. Jin Zou (Univ. of Queensland, Australia)

Prof. Antonio Polimeni (Univ. of Rome La Sapienza, Italy)

■IUMRS 関連

▽IUMRS-ICEM2018 (International Conference on Electronics Materials)

IUMRS, Materials Research Society of Korea 主催、IUMRS-ICEM2018 が 2018 年 8 月 19~24 日、韓国 Daejeon の Daejeon Convention Center にて開催予定。連絡先は Tel: +82-42-472-7461, Fax: +82-42-472-7459, E-mail: secretariat@iumrs-icem2018.org, http://www.iumrs-icem2018.org/

▽IUMRS ICYRAM 2018 Cconference

2018 年 10 月 21~24 日、オーストラリア Adelaide で the International Conference of Young Researchers in Advanced Materials (ICYRAM 2018) が予定されています。会議主題、Translating Science into Commercial Reality, 会議の主催者、Associate Professor Drew Evans, the University of South Australia, 詳細 https://www.iumrshq.org/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=78

■新刊紹介

Trans. Mat. Res. Soc. of Japan, Vol. 42, No. 4, August 2017 が刊行されました。著者、論文標題は下記のとおりです。

▽Ochi M., Miyakawa N., Minohara M., Horiba K., Kumigashira H., Higuchi T., Oxide Ion Conduction of $\text{BaCe}_{0.80}\text{Zr}_{0.10}\text{Y}_{0.10}\text{O}_{3-\delta}$ Thin Film with Oxygen Vacancies

▽Kubicek-Sutherland Jessica Z., Hengartner Asterid C., Mukundan H., Membrane Insertion for Direct Detection of Lipoteichoic Acid

▽Ishinabe M., Yamashita Y., Tsutsumiuchi K., Tashiro K., Imaeda K., Kawamura M., Effect of Crystal Status Transformation on the Thermal Shrinkage Characteristics and Extensional

Characterics of Acetaldehyde Solvent-Induced Crystallization PET Film
 ▽Tanaka T., Fukumoto H., Ishitani H., Synthesis of Glycopolymer Gold Nanoparticles Decorated with Oligosaccharides via a Protecting-group-free Process and Their Specific Recognition by

Lectins
 ▽Maki Y., Dobashi T., Poly (N-isopropylacrylamide)-Clay Nanocomposite Hydrogels with Patterned Thermo-Responsive Behavior



To the Overseas Members of MRS-J

■Viewpoint of Material Development in the 21st Century…… p. 1
 Tsyoshi MASUMOTO, Advisor, Research Institute for Electromagnetic Materials, Emeritus Professor, Tohoku University

Development of the materials in the 21st century, along with the Fourth Industrial Revolution, it is important to advance from a bird's-eye view aiming for harmony with people, society and the earth.

■Introduction of Tokyo Robot Industry Support Plaza…… p. 2
 Ryo IRIKAWA, Chief Clerk of the Project Planning Sectio, Project Promotion Department, Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute (TIRI)

In order to support Small and medium-sized enterprises' entry into the robot industry, since 2015 the Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute (TIRI) are working on activating the robot industry. The Robot Industrial Activation Project focuses on supporting practical vealization of service field robots and commercialization of new services in particular.

■Growth Rate and Tribological Properties of Polycrystalline Diamond Films Prepared by Hot-Filament Chemical Vapor Deposition Methods for Mechanical Seals…… p. 4

Hiroshi NAGASAKA, Management Researcher, Technology Cooperation Collaboration Section of Management Support Department, Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute (TIRI)

For the purpose of advanced mechanical seals using a CVD polycrystalline diamond film, we developed a large area HFCVD apparatus and realized a large area (maximum outer diameter ϕ 300 mm) simultaneously with high speed film formation (3 μ m/h or more) successful.

■The 27th Annual Meeting of MRS-J 2017—Materials Innovation for Global Growth—— p. 6

The 27th annual meeting of MRS-J under the theme of "Materials Innovation for Global Growth" will be held in Yokohama, from December 5 to 7, 2017. The meeting will consist of 13 symposia and a special session: National College of Technology Collaboration.

■IUMRS-SŌMIYA Award 2017…… p. 11
 SŌMIYA Award Ceremony and presentation were held August 30th at Kyoto University, Kyoto.

目次	
01 やあ こんにちは 21世紀材料開発の視点 増本 健	06 ICMAT 2017 報告 IUMRS ICAM 報告 Plenary Lectures
02 研究所紹介 東京ロボット産業支援プラザ 入川 涼	10 MRS-J 大実験室 ご案内 第27回日本MRS年次大会
04 トピックス 熱フィラメントCVD法によるメカニカルシール用多結晶ダイヤモンド膜の成長速度と摩擦摩耗特性 長坂 浩志	11 IUMRS 報告 第11回宗宮賞
	12 To the Overseas Members of MRS-J 編集後記

編集後記
 昨年度より、「日本 MRS ニュース」の編集を東京工業大学の松下伸広先生と担当させていただいています寺西と申します。今回、初めて主担当として編集させていただきました。なにぶん不慣れなため、本号(第4号)の原稿依頼者の名前と連絡先を、事前に校正担当と委員長にお知らせすることを忘れてしまい、関係者の皆様には、ご心配とご迷惑をおかけしましたことお詫びいたします。またこの場をおかりして、原稿をいただきました皆様のご協力により本号を完成できましたことを心より御礼申し上げます。今後ともご指導ご鞭撻のほど、よろしくお願い致します。(寺西義一)

©日本 MRS 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部 岩田展幸研究室
 E-mail: iwata.nobuyuki@nihon-u.ac.jp
 2017年日本 MRS ニュース編集委員会 第29巻 第4号 2017年11月10日発行
 委員長: 岩田展幸(日本大学理工学部)
 委員: 鮫島宗一郎(鹿児島大学学術研究院)、西本右子(神奈川大学)、川又由雄(芝浦メカトロニクス(株))、狩野 旬(岡山大学大学院)、新國広幸(東京工業高等専門学校)、寺迫智昭(愛媛大学大学院)、松下伸広(東京工業大学物質理工学院材料系)、寺西義一(東京都立産業技術研究センター)、鈴木俊之((株)パーキンエルマージャパン)、籠宮 功(名古屋工業大学)
 顧問: 山本 寛(日本大学理工学部)、岸本直樹(国立研究開発法人物質・材料研究機構)、中川茂樹(東京工業大学大学院電気電子系)、伊藤 浩(東京工業高等専門学校)、小林知洋(国立研究開発法人理化学研究所)、Manuel E. BRITO(山梨大学クリーンエネルギー研究センター)、寺田教男(鹿児島大学大学院理工学研究科)、小棹理子(湘北短期大学情報メディア学科)
 編集: 清水正秀(東京 CTB) 出版: 株式会社内田老鶴圃 印刷: 三美印刷株式会社