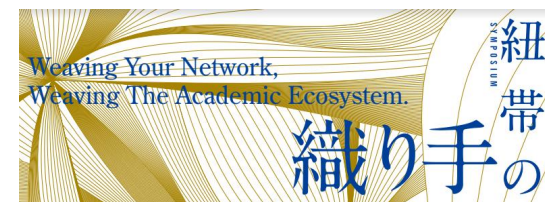


# ネットワークにはイノベーションがある

Goertek Technology Japan

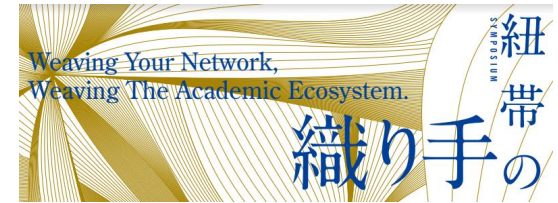
林育菁



# 1. 私のネットワークの形成

## 分野・領域渡りによるネットワーク形成

# 自然の流れでチャンスをつかみ、 そしてネットワークになるように



技術分野

MEMS・NEMS

バイオ  
メディカル

システム集積化

先進材料

経歴

学

東北大学・UC Berkely

研

Farunhofer

官

仙台市・ザクセン州

産

MEMSCORE・  
Goertek Japan

国

台湾

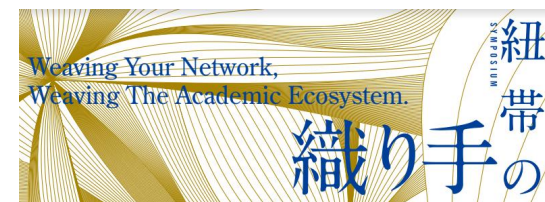
日本

ドイツ

米国

中国

～自分の人生・自分のキャリアに基づき、自分らしいネットワークを形成しよう～



## 2. ネットワークによる成果転換

### 2. 1 国 & 研究機関を橋渡した国際共同研究

日本  
東北大学

v.s.

ドイツ  
Fraunhofer研究機構

# TOHOKU UNIVERSITY

## Fundamental Policies



1. 「研究第一主義」 Research-intensive University
2. 「門戸開放」 Have University's doors open to the World and Community
3. 「指導的人材育成」 Development of Leading Human Resources



# 東北大学機械・知能系江刺研究室 最先端のMEMS研究



- 自作の装置が多数で、装置の操作・修理・改造、クリーンルームの掃除等、一番基本のことも行う
- 企業からの常駐研究員が20名弱、産業界視野
- 世界各国の留学生で国際性が豊富



日経産業新聞 2003年(平成15年)12月12日(金曜日)

## 江刺研究室(東北大)評価1位

産学連携特別調査

産学連携特別調査の結果、産学連携特別調査で最も高い評価を受けたのは、東北大学の江刺研究室(機械・知能系)だ。産学連携特別調査で最も高い評価を受けたのは、東北大学の江刺研究室(機械・知能系)だ。産学連携特別調査で最も高い評価を受けたのは、東北大学の江刺研究室(機械・知能系)だ。

研究プログラム名	大学名	企業数
1 物質科学の革新的開発とナノ工学の創出	東北大	38
2 ナノテクノロジー-基礎	東北大	18
3 情報社会を創るマイクロIT/ソフトウェア	名古屋大	20
4 ナノテクノロジー-基礎	東北大	18
5 ナノテクノロジー-基礎	東北大	12
6 ナノテクノロジー-基礎	東北大	11
7 ナノテクノロジー-基礎	東北大	11

**企業の96%、大企業が多い**

ナノテクノロジー



Nikei-Sangyo (Dec.12,2003)

Highest evaluation by industry

# Equipment examples

## Photo fabrication equipments



Spin coater  
+  
Development



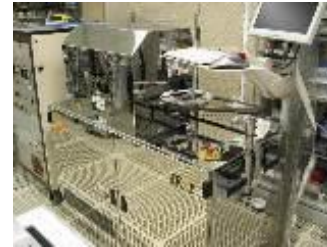
Double-side



One-side

Aligner photolithography machine

## Substrate bonding technology



Direct bonding  
Anodic bonding  
etc.

## Thin film deposition / processing technology



Oxidation Furnace



RIE



Sputter

## Bulk Si processing technology

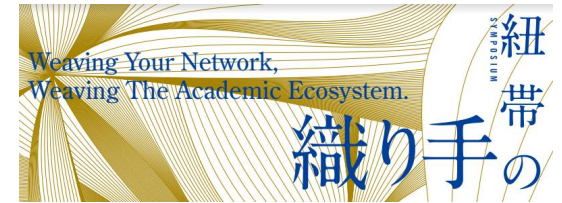


Si anisotropic  
etching equipments

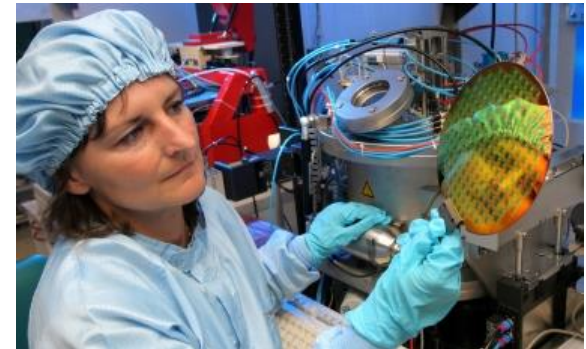
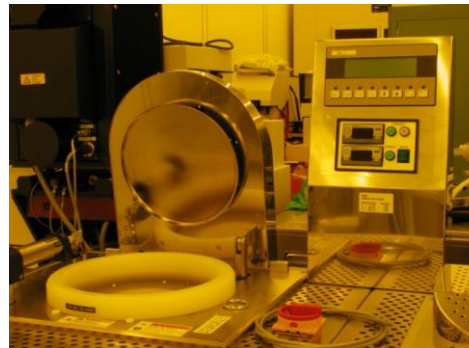
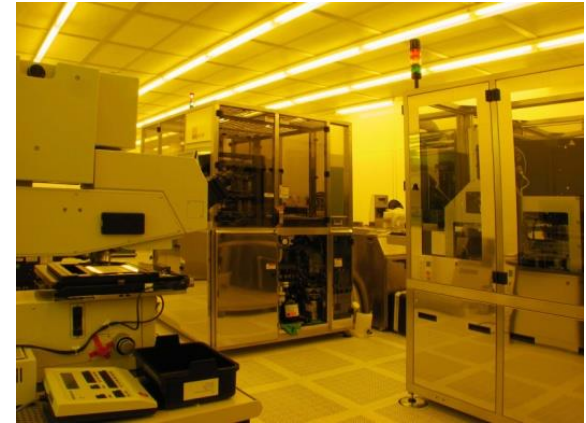




# ドイツFraunhofer研究機構 産業に近い研究開発



- 産業に近い研究開発環境、Boschなどの企業プロジェクトを行う
- メリハリの仕事文化、ライフバランスによる高質研究開発成果
- コミュニケーション能力による成果の良い見せ方





# Environment examples



5 Professorship Microtechnology, Weinhold building



15 Fraunhofer ENAS building

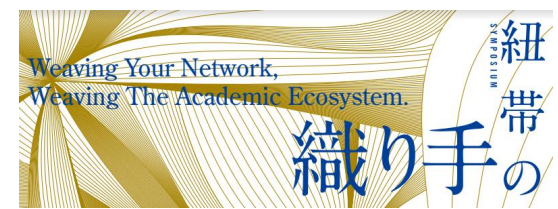
14 Institute of Physics

6 ZfM / laboratory H



# Japan-Germany Cooperation @ WPI-AIMR

JST-DFG日独共同研究プロジェクトの5段階評価の最高評価を獲得



## Tohoku University (Japan)

### Prototype

- Provide key components to systems
- Pioneer leading-edge research
- Open research environment with plenty of home made equipments
- Process by researchers:  
flexible & novel

Innovation

## Fraunhofer ENAS (Germany)

### Wafer level

- Smart system integration and reliability
- In preparation for industrially mass production and back end of line
- Latest commercialized equipments including class 10 cleanroom
- Process by technician:  
professional & stable

Application





# MEMS matching supporter by City of Sendai

## MEMSなど付加価値の高い製品開発を支援します!

仙台市は、大学や国内外の研究機関との連携により、MEMS などマイクロナノ分野の技術を活用した製品開発などを支援しています。

### 技術支援を行うコーディネーター

**MEMS 開発ディレクター**  
(仙台市 非常勤嘱託職員)

**戸津 健太郎**

東北大学  
マイクロシステム融合研究開発センター  
専任教授



**専門分野**

MEMS (微細加工に関する総合科学技術分野)

**メッセージ**

MEMSをつくる、使うことはもちろん、調達のコアリング、パターン形成など微細加工を用いた付加価値のものをづくりを支援します。用途に応じて東北大学の設備、技術をご紹介いたします。

**MEMS マッチングサポーター**  
(仙台市 非常勤職員)

**林 育菁**

東北大学  
原子分子材料科学高等研究機構  
助教



**専門分野**

新規な材料を新用した MEMS、MEMS パッケージング

**メッセージ**

地域企業のニーズに基づき、フラウンホーファー研究機構の最新技術情報を紹介します。各企業の要望に応じてマッチングを回り、国際連携による相乗効果で技術の向上やビジネスの展開を支援します。

**MEMS 開発アシスタントディレクター** (仙台市 非常勤嘱託職員)

**大高 剛一**

株式会社  
研究開発本部東北研究所  
主任研究員



**専門分野**

材料デバイス、MEMS (微細加工に関する総合科学技術分野)

**メッセージ**

加速度センサやミラーデバイス等 MEMS により実用化されたアプリケーションが数多くあります。仙台地域は MEMS 関連のアクティビティが大変高い地域です。企業での経験を活かし地域企業の各種のアイデアの実現を MEMS でサポートいたします。

**竹村 正博**

浜松ホトニクス㈱ 東京支店  
仙台営業所 所長



**専門分野**

光技術 (光電子増倍管、ランプ、光半導体素子、カメラ等)

**メッセージ**

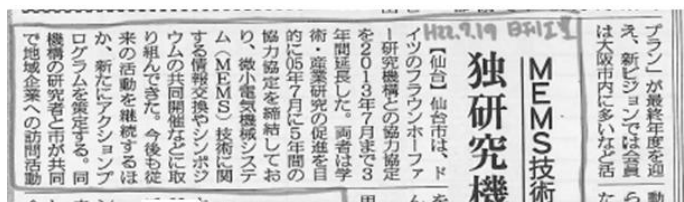
製品により付加価値を高めるために MEMS を使うことを、また、各企業が現状で実施している課題解決に MEMS の製造工程、検査に携われる様々な技術を活用していただくことをお薦めいたします。

登録技術情報等(無料)の  
お申し込み、お問い合わせ先

仙台市経済局産学連携推進課  
TEL: 022-214-8245 E-mail: kei008060@city.sendai.jp

Weaving Your Network,  
Weaving The Academic Ecosystem.

紐帯の  
織り手



2010.07.19  
日刊工業新聞

### 仙台市「MEMS」支援強化 コーディネーターを増員

仙台市は9日、微小電子デバイスに委嘱し、自身で東北大学気体システム(MEM)コーディネーターは、S技術の産業化に向け、計4人になった。海外の研究機関や地元企業との連携促進のため、新たに2人の専門家をコ

2010.06.10  
河北新報



伊藤副市長(左)から委嘱状を受け取る竹村氏

Sを紹介し、企業からコーディネーター事業の技術相談の窓口には、77年度に始まり、これより1年、林氏は東北大学の大研究者らを中心とするMEMSの公募で、研究の産学連携と海外との連携事業などを手助けする。市役所であった委員を基に組み込んだ超小型部品の製造、自動車などで使われているほか、医療や情報通信など幅広い分野で応用が期待されている。

# Inclusive agreement between City of Sendai and Fraunhofer Institute extended



In 2010



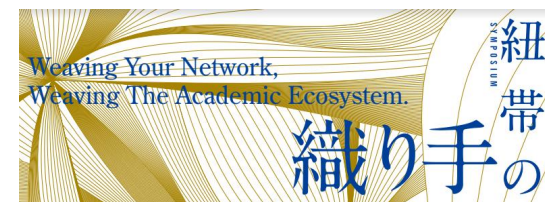


# Activities with Saxony Economic Development Corporation



- Saxony Economic Development Corporation Reception for SEMICON JAPAN 2009 (2009.11.30)
- Saxony workshop “organic electronics – investment opportunities in Saxony” (2010.11.29)
- Seminar “Nanotechnology for Electronics and Energy Efficiency - Novel Developments from Saxony” at seeds&needsB, Nano Tech Exhibition (2011.02.16)
- Seminar “Nanotechnology for Electronics and Energy Efficiency - Novel Developments from Saxony” at seeds&needsB, Nano Tech Exhibition” (2012.02.16)





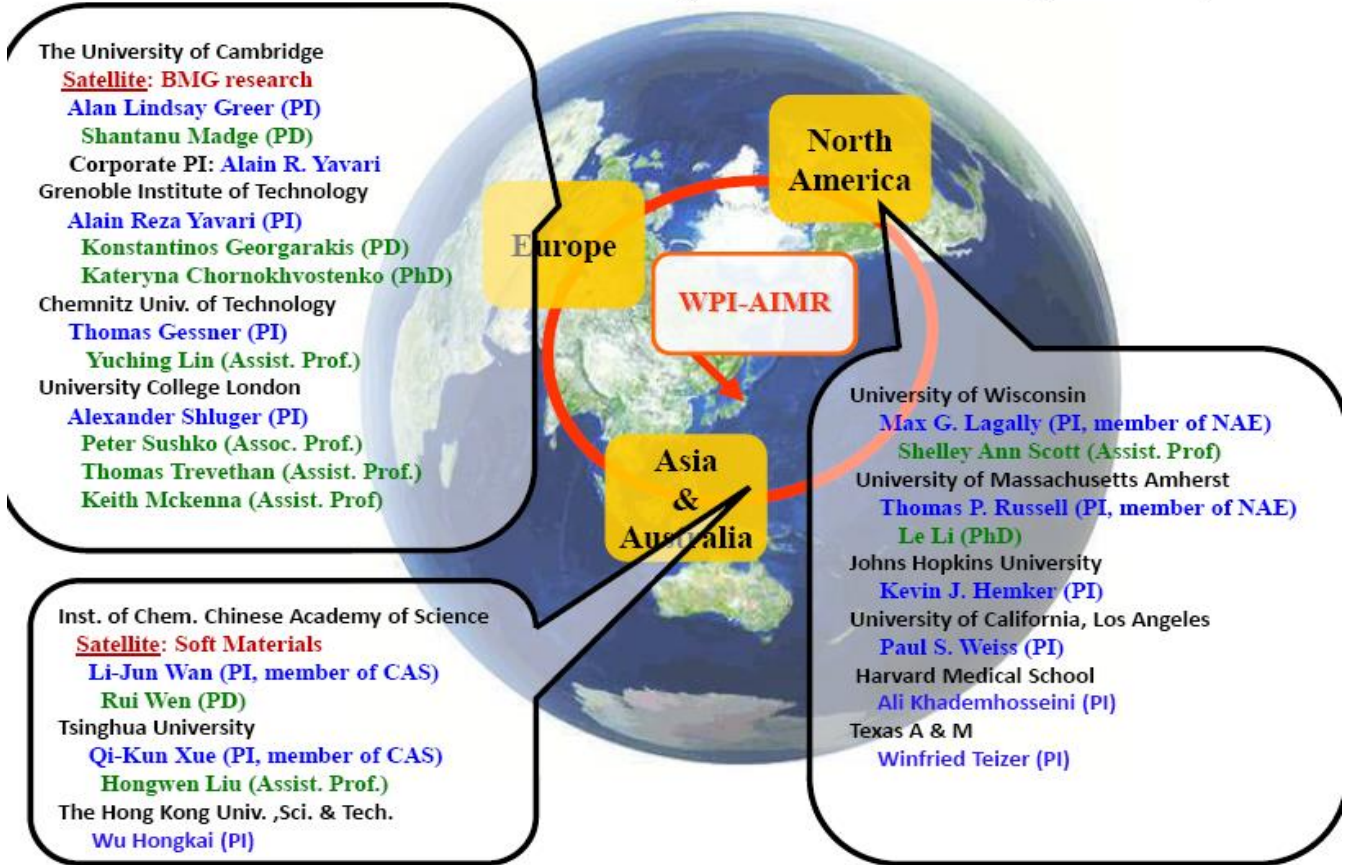
## 2. ネットワークによる成果転換

### 2. 2 イノベーティブアイデアの創生



# 融合研究@WPI-AIMR

## Satellite and Partner Institutions (International Cooperation)





# 異分野融合によるイノベーション創出

## Four Research Groups

### 1 Bulk Metallic Glasses

Thrust

BMG deals with advanced nonequilibrium metallic materials, such as, amorphous, glassy, quasicrystalline and nanocrystalline alloys that exhibit unique and useful physical, chemical, mechanical, electrical, corrosion and other properties.



### 3 Nanochemistry

Thrust

Fabrication, characterization, and functionalization of hierarchically structured materials ranging from molecular scale to micrometer size are key issues of the nanochemistry division.



### 2 Nanophysics

Thrust

Elucidation and fictionalization of electronic states in designed interfaces are the key targets in the research of division. One of the emerging materials is oxides that exhibit versatile, gigantic, and mutually-coupled responses to the stimuli.



### 4 Device/System

Thrust

M&N EMS (Micro & Nano Electro Mechanical Systems) are research subjects of Thrust 4. New development on universal ideal memory, n-type silicon, metallic glasses nanowires, and etc., is proceeding.





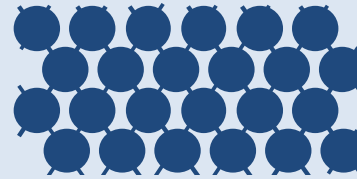
# 材料科学で大活躍な材料を応用研究へ



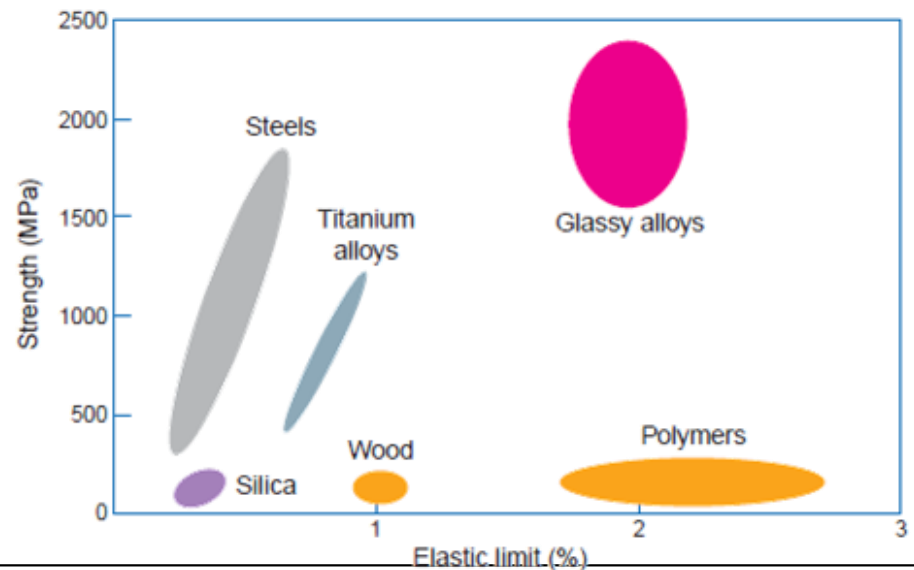
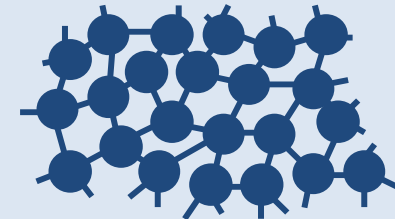
## Metallic glass

- ✓ High strength
- ✓ Electrical conductivity
- ✓ Superior elastic limit
- ✓ Good ductility
- ✓ Anticorrosion
- ✓ Good wear-resistance
- ✓ Formability in the supercooled liquid state

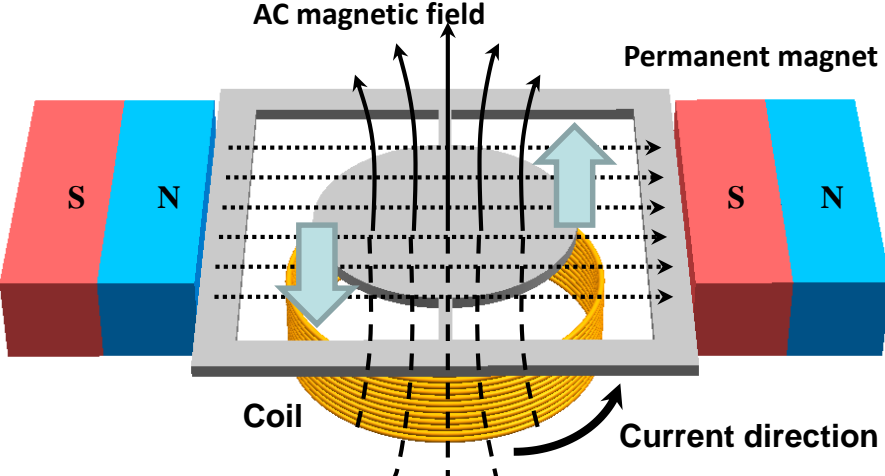
### Normal metal - Crystal structure



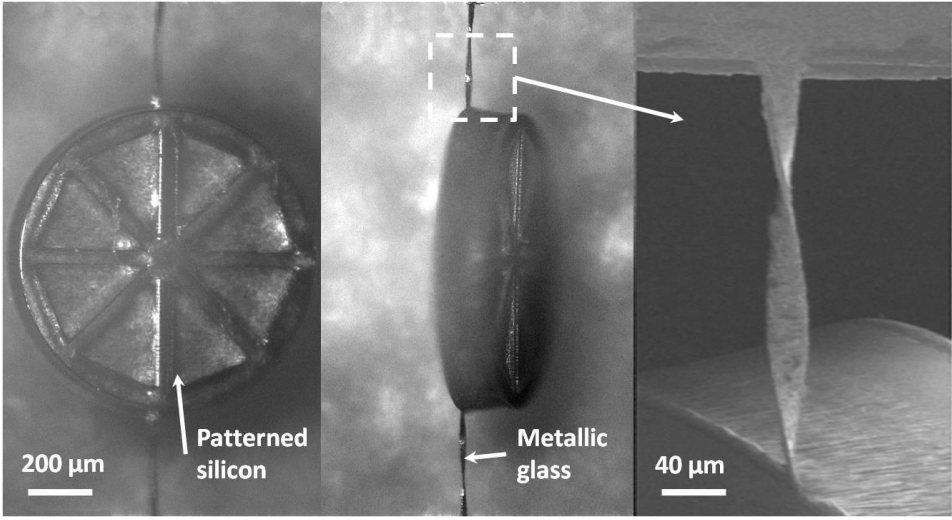
### Metallic glass - Amorphous structure



# Metallic glass micro scanner



- ✓ 270° tilting angle was attained by static operation.
- ✓ 140° optical scanning angle was achieved by resonant actuation.



# Metallic glasses: "Revolutionary" advance in MEMS

Homepage source:  
<https://research.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/en/research/986>

"Metallic glass as a mechanical material for microscanners", Y. -C. Lin, Y. -C. Tsai, T. Ono, P. Liu, M. Esashi, T. Gessner and M. Chen, *Advanced Functional Materials*, pp. 1 –6 (2015)

## Metallic glasses: 'Revolutionary' advance in MEMS

Jan 25, 2016

keywords: MEMS, metallic glass, actuators, microscanner, sensor, ZrAlCuNi

**Replacing silicon with a metallic glass enables a low-powered microelectromechanical system with a high rotational performance to be realized**

The fragility of silicon after it has been subjected to microprocessing limits the use of silicon-based microelectromechanical systems, or 'MEMS', in devices with large rotational movements. Now, by exploiting the high robustness of metallic glasses, AIMR researchers have constructed a MEMS device that boasts an ultrahigh rotational performance as well as a very low power consumption, making it attractive for next-generation sensors and actuators<sup>1</sup>.

Metallic glasses are alloys that are characterized by a non-crystalline structure and a low elastic modulus. Yu-Ching Lin first encountered them when she joined the AIMR at Tohoku University, and she was immediately struck by their potential for MEMS. "Metallic glasses are amorphous and are very strong on micro and nanoscales," she explains. "I thought they would be very promising for MEMS, which need tough micro and nanostructures to prevent breakage during actuation."

Lin realized that, because they have lower elastic moduli than silicon, metallic glasses could be used to realize a higher degree of movement in MEMS. This is exciting for sensing and actuating applications, since larger deflections mean higher performance.

To test this idea, Lin and her collaborators constructed a microscanner that contained a zirconium-based metallic glass (see image). The scanner had a large rotation angle of 146 degrees at a low power consumption in the microwatt range. Lin notes that it would be exceedingly difficult to realize such a large deflection angle and low power consumption simultaneously in a silicon-based MEMS.

To explore the potential of the scanner, the team deployed it as part of an optical coherence tomography imaging system, which they used to obtain images of a human finger. The metallic-glass MEMS scanner obtained images at a lateral resolution about ten times better than silicon-based scanners reported in the literature, says Lin. "Many MEMS researchers are developing microscanners for optical coherence tomography imaging based on silicon, with very slow scanning speeds."

Its high performance and enviably low power consumption make MEMS fabricated from metallic glasses promising for emerging wearable technology, for which fast draining batteries are a concern. Looking further ahead, "if we can combine our device with a self-generation device, maybe in the future we won't even need a battery," says Lin.

Lin notes that both metallic glasses and MEMS are strong research fields at Tohoku University, and that working at the AIMR has enabled her and her collaborators to bridge the two fields and create this novel metallic-glass MEMS device.



The metallic-glass-based microscanner in action. Its metallic-glass components enable a much higher rotation angle to be achieved than that of a conventional silicon-based device.

© 2016 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim



### site resources

- Email alert signup
- RSS feed

### search

### AIMResearch PDF



Research Highlights 2015

Download a FREE PDF of AIMResearch 2015 (6.1Mb)

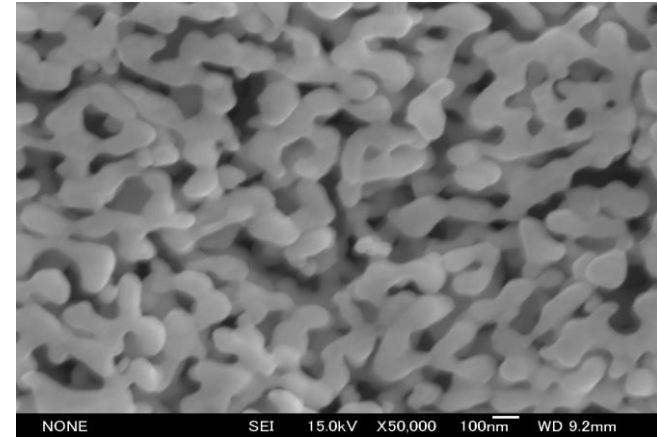
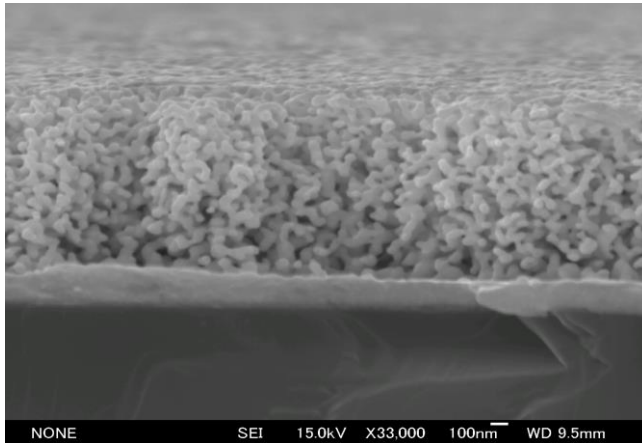
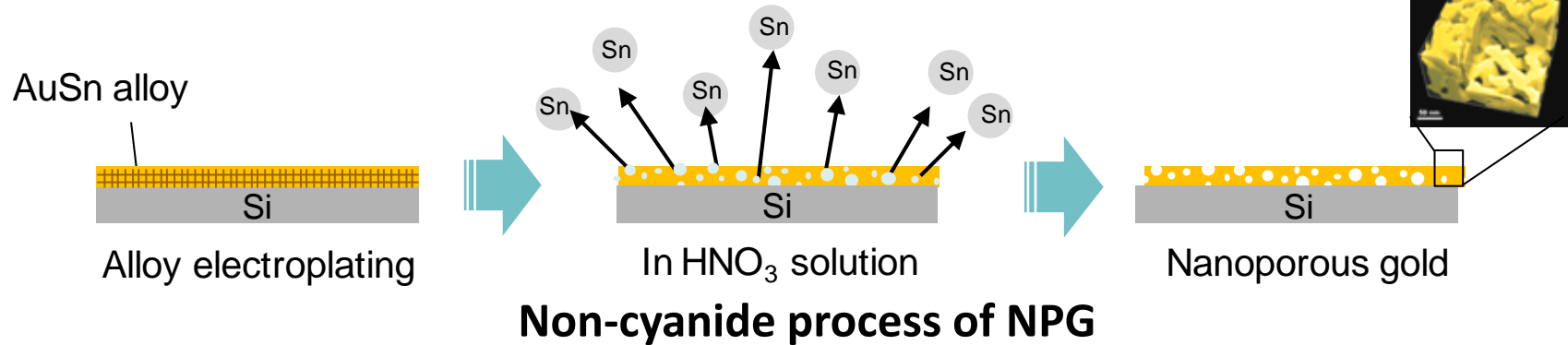
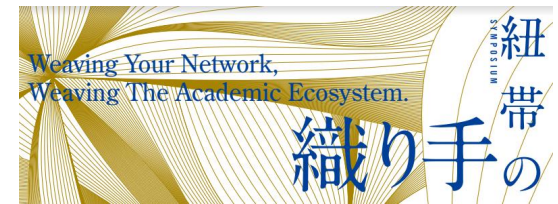
Download previous issue ▾

### jobs & events

Upcoming events and positions currently available at the WPI-AIMR

- [jobs] Open Positions

# Nature誌に掲載するホット材料を応用研究へ



As-fabricated NPG SEM images of cross section view and top view

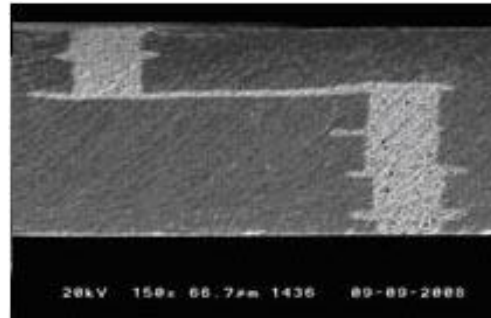
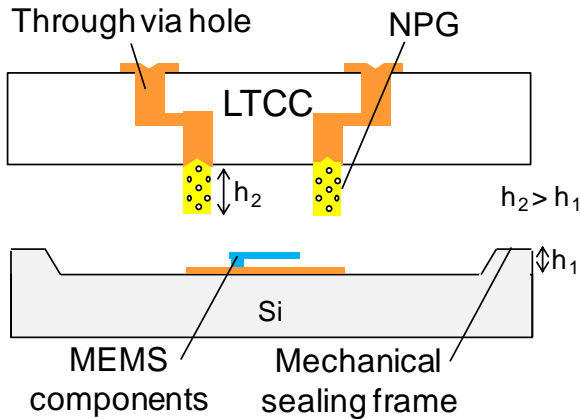


# Wafer level Packaging for MEMS devices

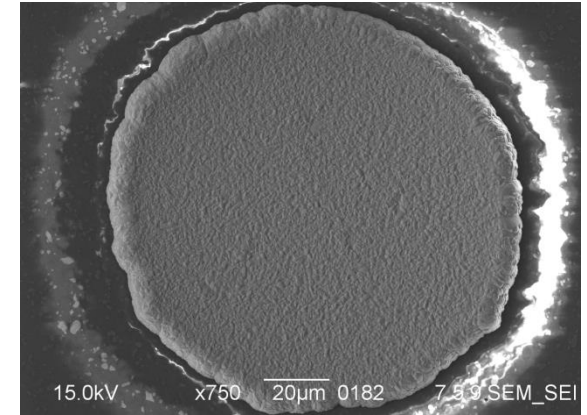
## — Realization of electrical interconnection



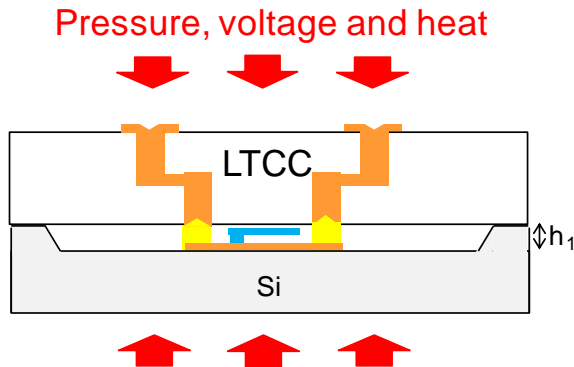
Anodically Bondable LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramics) Substrates with Nano-structured Electrical Interconnection



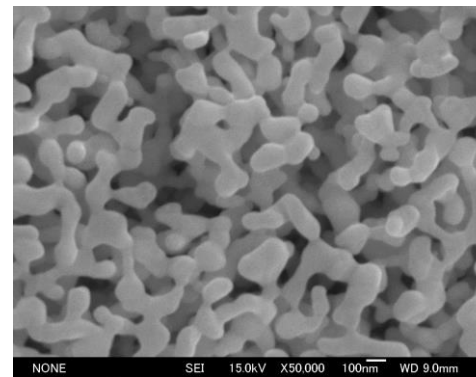
LTCC with electrical feedthrough for wafer level packaging



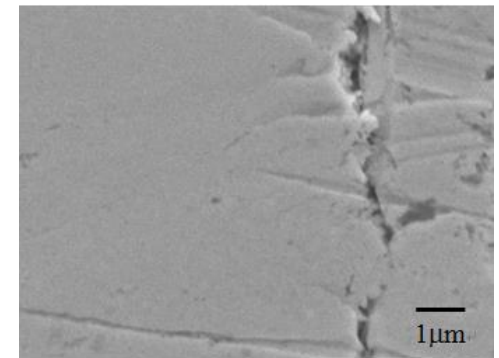
SEM images of the nanoporous pad on LTCC substrate.



Sponge-like NPG structure destructed and compressed to height of h1.

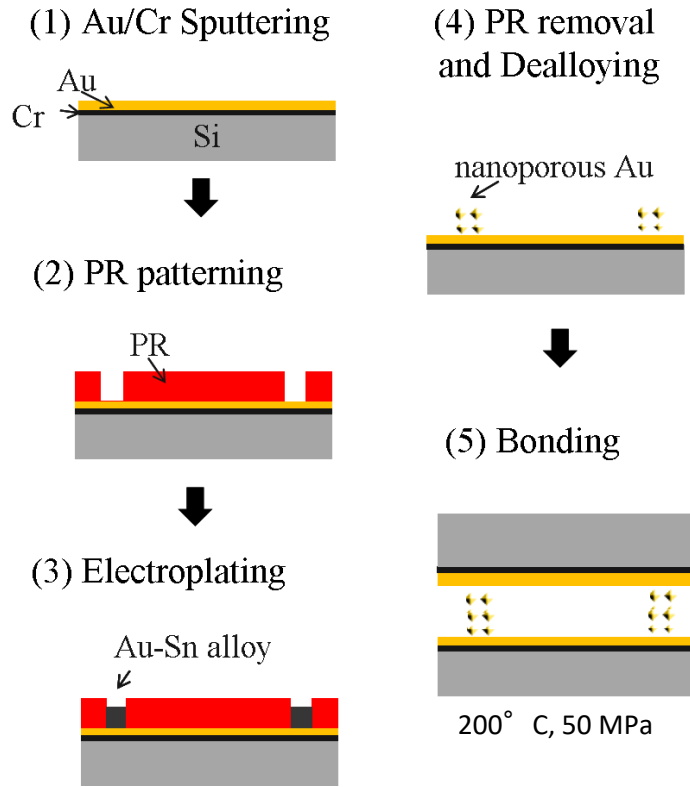
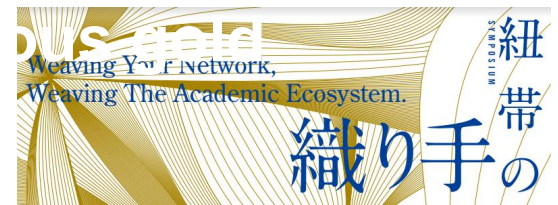


SEM image of the as-fabricated NPG.

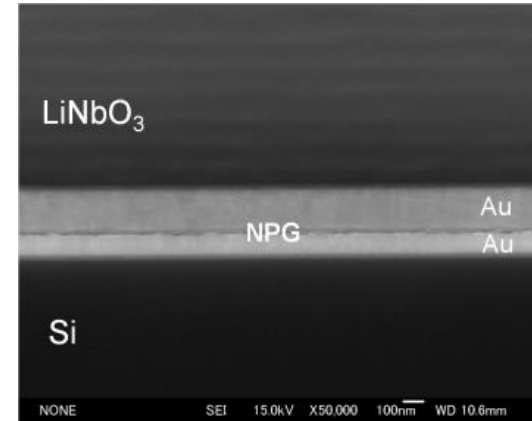


SEM image of the porous pad after bonding

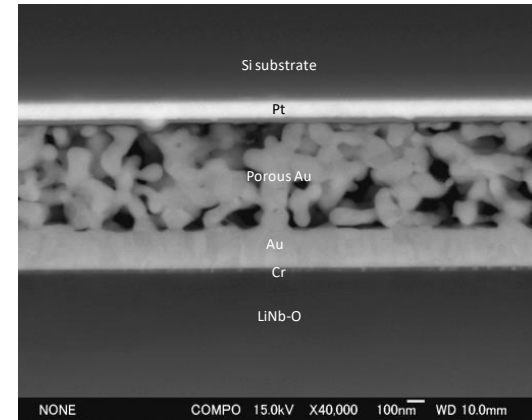
# Nanoporous gold for low temperature bonding



The fabrication of nanoporous gold and the bonding process



SEM cross section of the bonded substrates



SEM image of bonded Si- LiNbO<sub>3</sub> substrates

# 田中貴金属社年度最高賞受賞

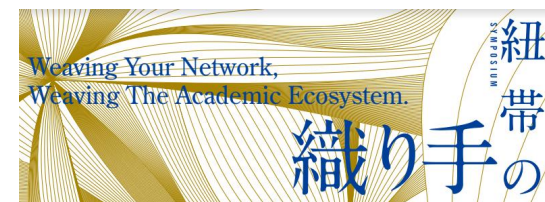


田中貴金属社内で技術の立ち上げ  
三百数十件応募件数



ゴールド賞 200万円 2件	
東北大学 准教授 林 育菁	「マイクロ・ナノデバイス集積化に向けた金のナノ構造を用いた低温・常温接合技術」
山形大学 助教 南 豪	「金ゲート電極を用いた有機トランジスタ型バイオセンサの開発」
シルバー賞 50万円 6件	
大阪大学 教授 関谷 毅	「貴金属ナノワイヤー・エラストマー複合材料を活用した柔軟電極の作製と伸縮自在な薄膜生体センサの開発」
東京大学 教授 大越 慎一	「ロジウム-鉄合金を用いた超高性能光スイッチングシステムおよび光磁気メモリーデバイスの開発」
東北大学 准教授 林 大和	「有機前駆体ペイント還元法による 透明導電膜用貴金属ナノワイヤー膜のワンステップ合成とその応用」
東北大学 助教 永沼 博	「スパッタリング用FePt熔融ターゲットを用いたFePtエピタキシャル極薄膜に関わる研究開発」
名古屋大学 教授 鳥本 司	「貴金属コア-酸化物半導体シェルナノ粒子の精密合成と電極触媒への応用」
物質・材料研究機構 主任研究員 荻原 充宏	「再発・転移がん予防のための“貼るがん治療”用新素材の開発」





## 3. 博士号とネットワーク

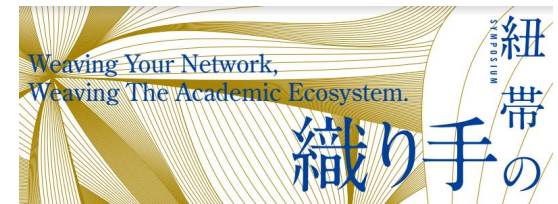
思うこと～



- **スキル = 才能 × 努力**  
全ての役割を頑張って果たすこと  
研究を好きにする ↔ 好きな研究はうまくいく
- **ネットワーク = コミュニケーション能力 × 努力 × 心**  
外国語・コミュニケーション能力向上  
異分野・異文化の良さを取り入れ、視野を広げる

スキル・ネットワーク ↔ 役に立つこと、価値を伴うこと

良い循環が続くように



**Thank you for your attention!**