

## 第Ⅵ章 ものづくり技術分野

### Chapter 6 Manufacturing Technology

製造業は日本の産業の中で最も国際競争力のある分野の一つです。価値創造型ものづくり力強化という視点を鮮明にして、従来の製造技術の延長にとどまることなく、「もの」の価値を押し上げるような技術などの分野における技術移転。

Manufacturing is one of the fields in which Japanese industries have been most competitive in the world. Technology transfer in the fields of technologies that raise the value of “things” instead of staying within an extension of conventional manufacturing technology, by placing focus on the strengthening of value-creating manufacturing techniques.

# Ultra small robots and ultra small volume liquid dispensing system

Keyword: Inertia Drive Micro Robot, Magnetic Drive Micro Robot, Ultra Small Volume Liquid Dispensing System

Organizations Involved

- Naoyuki Aoyama, Professor, Communications Department, The University of Electro-Communications
- Masahiko Inami, Professor, Communications Department, The University of Electro-Communications
- Koji Kato, President, Applied Micro Systems

**【Abstract】**

Building on the foundation of the research in micro robot systems by UEC and Prof. Aoyama, UEC started a venture in January 2005, carried out technology transfer by licensing agreement with Applied Micro Systems, and succeeded in developing the following products: (1) Inertia Drive Micro Robot, (2) Magnetic Drive Micro Robot, and(3) Ultra Small Volume Liquid Dispensing System

**【Summary of the technology transfer】**

● **Technological Impact**

(1) Inertia Drive Micro Robot: While observing in a scanning electronic microscope, the robot can manipulate nano-, or micro X, Y,  $\theta$ , or tilt, and consists only of a piezoelectric device. It can perform strength tests on carbon nanotubes, or be used to check for semiconductor defects and repair.

(2) Magnetic Drive Micro Robot: Constructed of a piezoelectric device and an electromagnet, it attaches firmly to magnetic metal baseplates by using the electromagnet, can climb sidewalls, move on ceilings, and move in the directions X, Y, and  $\theta$ . It can be used to position mirrors on a laser interferometer and other tasks.

● **Market Impact**

Ultra Small Volume Liquid Dispensing System: It is an ultra small volume liquid dispensing system for users who have problems dispensing liquid according to the inkjet method. It can dispense liquid of 1 to 20,000 cP from 0.1 to hundreds of picoliters. Its applications include 1) the divided injection of protein DNA, 2) Application of bond or soldering paste, 3) Repair of wire-breaking in liquid panels, and others.

It solves problems of the inkjet method as follows:

- 1) Focusing on one desired place is difficult
- 2) Changing the amount to dispense is bothersome
- 3) Can't use baseplates with bumps
- 4) High-viscosity liquids cannot be dispensed
- 5) Half of the liquid remains in the ink room

**Project Background**

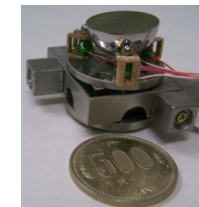
UEC Prof. Aoyama first conceived starting the university venture, and requested that former President of a piezoelectric device maker (NEC Tokin) become the first president. Following that, he also became advisor to UEC Prof. Inami.

**Funding History**

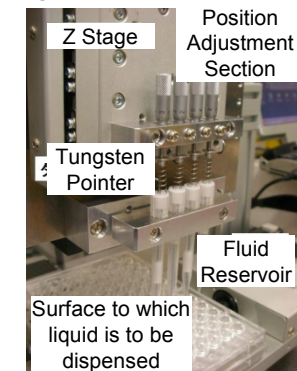
- 1.Oct.2006 capital investment from Collabo SANGAKUKAN Fund
- 2.Nov.2006-Oct.2007 JST Collaborative Development of Innovative Seeds [Potentiality verification stage]

**Intellectual property protection**

Patent No. 3574293  
Application No. 2005-07492 and others



**Inertia Drive Micro Robot (3cm diag.)**



**Ultra Small Volume Liquid Dispensing System**

**Turning point in the Project**

- To achieve results from productization through technology transfer, it is vital that the university research lab and development divisions have clearly defined roles and close cooperation.

連携  
機関

- 電気通信大学 電気通信学部 教授
- 電気通信大学 電気通信学部 教授
- (株)アプライド・マイクロシステム 代表取締役

青山尚之  
稲見昌彦  
加藤好志



青山教授



稲見教授



加藤社長

【要 約】

電通大・青山尚之教授の研究成果であるマイクロロボットシステムを基に、2005年1月 電通大発ベンチャーを起業して、同社とのライセンス契約による技術移転を行い、①慣性駆動ロボット、②磁気駆動ロボット、③微小液滴塗布システムの開発製品化に成功した。

【技術移転の概要】

●技術への貢献

- ①慣性駆動ロボット：走査型電子顕微鏡の中で観察しながら、ナノもしくはマイクロのX・Y・θ・チルトの操作ができるロボットで、圧電素子のみで構成されている。カーボンナノチューブの強度検査や、半導体デバイスの欠陥検査・修復に使用することができる。
- ②磁気駆動ロボット：圧電素子と電磁石で構成され、電磁石により磁性金属基板にしっかりと吸着するロボットで、側壁や天井も昇ることが可能で、X・Y・θ方向に移動できる。レーザー干渉計のミラー位置決めなどに利用できる。

●市場への貢献

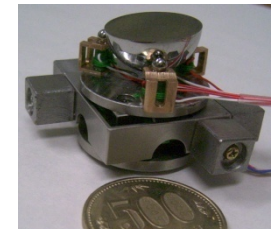
微小液滴塗布システム：インクジェット法による液滴塗布に問題を抱えているユーザーを対象とした微小液滴塗布システム。粘度1~20,000 cPの液体を、0.1~数100 pL (ピコリットル) という微量塗布することが可能。用途は、1) タンパク・DNAの分注、2) 接着剤・はんだペーストの塗布、3) 液晶パネルの断線リペアなど。

インクジェット法の問題点である、

- 1) 目的位置にフォーカスすることが難しい、2) 塗布量の変更が面倒、3) 段差のある基板に塗布できない、4) 高粘度の液体は塗布できない、5) インク室に残存する液量が50%もある、などの欠点を解決できる。

産学官連携のきっかけ

電通大・青山教授が大学発ベンチャー起業を構想して、圧電デバイスメーカー(NECトーキン)元取締役の加藤好志に社長就任を依頼した。その後、電通大・稲見教授が技術顧問に就任した。



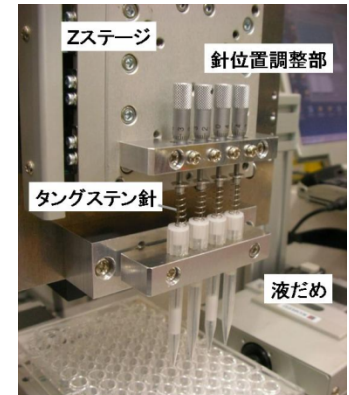
慣性駆動ロボット

ファンディングの推移

1. 平成18年6月  
コロバ産学官ファンド
2. 平成18年11月~平成19年10月  
JST「産学共同シーズイノベーション化事業・シーズ顕在化ステージ」

知的財産保護の経緯

特許取得：国内1件  
「小型自走式精密作業ロボットと共振式マイクロホッピング工具による微細加工」登録第3574293号  
特許出願：国内5件 特願2005-07492他



塗布対象 微小液滴塗布システム

成功・失敗の分かれ道

○大学発ベンチャーへの技術移転による製品化等の成果をあげるためには、大学研究室とベンチャー開発部門との明確な役割分担と密接な連携が肝要

# The Development of a Thin-Type Tri-Axial Force Sensor

**Keyword:** The Matching of Basic Research and Industrial Technology, Effective Acquisition of Grant-in-Aid, Creation of Market Needs by Effective Promotion



- Nobutaka Tsujiuchi, Professor, Faculty of Engineering, Dept. of Mechanical and Systems Engineering, Doshisha University
- Kazumi Koketsu, President, Tec Gihan Co., LTD.
- Yotaro Tsuchiya, Chief, Dept. of Engineering, Tec Gihan Co., LTD.
- Kouzo Shiojima, President, K-tec System co., LTD.

### [Abstract]

The Motion and Vibration Control Laboratory in Doshisha University, Tec Gihan co., LTD. and K-tec System co., LTD. have jointly developed a nonconventional thin-type tri-axial force sensor. This sensor can measure physical values such as frictional forces etc., thus, we have distributed this sensor to manufacturing industries of sporting and medical goods welfare apparatus and automobiles etc.. Furthermore, the order increases in sports- and medical-related fields, since the sensor's outputs became measurable wirelessly by commercializing multi-data loggers and signal conditioners for this sensor.

### [Summary of the technology transfer]

#### ● Technological Impact

- Development of standing position measuring system and its signal processing software.
- Development of a measuring system for the tire tread force using tri-axial force sensors and transportable data logger.
- Development of a low-cost transportable force plate.

#### ● Market Impact

- The sale of these products has started from fiscal 2004, and the total sales amount by the end of fiscal year 2006 amount to approximately ¥ 16,000,000.
- There are balancing orders, and the sales prediction in fiscal 2007 is ¥ 30,000,000.

#### ● Social Impact

We can contribute to the improvement of the quality of life for the aging society by the introduction of this sensor. And, it is possible that performance such as myoelectric prosthesis, gripper for the material handling and haptic interface is remarkably improved by installing the small tri-axial force sensor at the fingertip,

#### ● Special Features of the Collaboration

Nobutaka Tsujiuchi a professor at Doshisha University, and Tec Gihan co., LTD. devised the original structure (Publication number of patent:2006-349461) as a base for the tri-axial force sensor in fiscal 2003. Then, K-tec System co., LTD. was founded. At present, we intend to expand this tri-axial force sensor to the industrial sensor business. Furthermore, we are developing small force/torque sensors and its measurement system which applied the structure and the manufacturing technology of this tri-axial force sensor.

### Project Background

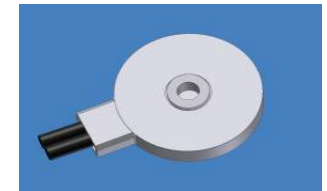
Nobutaka Tsujiuchi in the Dept. of Mechanical and Systems Engineering, Faculty of Engineering, Doshisha University, and Tec Gihan co., LTD. started to conduct cooperative research on the development of the small tri-axial force sensor for the fingertip of the robot hand, as part of the Innovative Cluster Creation Project from 2002.

### Funding History

1. 2002-2006 Innovative Cluster Creation Project promoted by the MECSSST
2. 2006-2007 Keihanna New Industry Frontier Creation Project by Kyoto Pref.
3. 2006-2007 Support Program of Research & Development Collaborated with Industries, Universities and Public by KI21

### Intellectual property protection

Patent acquisition : Overseas 1  
「Tactile Sensor・Grasping Robot, USP6886415」  
Patent application : Domestic 6, Overseas 2  
「Tactile Sensor・Grasping Robot」,etc.



Φ 16 × H3、□ 20 × 20 × H3

Tri-axial force sensor  
Characteristics : Small- and Thin-type  
(3mm in thickness)  
Rated Force : 50N, 100N, 200N, 500N



HDL-18A  
(W160 × D39 × H101)

Transportable Data Logger(self-powered)  
Sampling Frequency : 10KHz  
Maximum 16 channels

### Turning point of success

- It is important to build a confidential relationship with regional companies on a routine basis and obtain information for social needs.
- At the start of development, polite cooperation is carried out for the preparation of an effective application form in order to get the support of the effective funds.
- After commercialization of the product, information of its product is transmitted at conferences, exposition etc., and its product is effectively advertised.

## センサ、制御・ロボット 薄型3軸力覚センサの開発

キーワード：基礎研究と企業技術のマッチング・効果的な補助金の獲得・効果的な宣伝による市場ニーズの掘り起こし

### 連携 機関

- 同志社大学工学部機械システム工学科 教授 辻内 伸好
- (株)テック技販 社長 瀬瀬 和美
- (有)ケイテックシステム 社長 塩島 康造
- (株)テック技販 技術部 課長 土屋 陽太郎

### 【要 約】

同志社大学機械力学研究室と(株)テック技販、(有)ケイテックシステムは共同で、従来になく薄型の3軸力覚センサを開発。このセンサによって摩擦力などの物理量が計測できるため、スポーツ用具製造業、福祉機器製造業のほか、タイヤと路面間の接触力計測用センサとして自動車メーカーなどにも納入。また、本センサ用のマルチデータロガーおよびシグナルコンディショナを製品化し、ワイヤレスでの計測を可能にしたため、スポーツ、医療関連分野で受注が進んでいる。

### 【技術移転の概要】

#### ●技術への貢献

- ・立位バランス計測装置および処理S/Wの開発
- ・3軸センサと可搬型データロガーによるタイヤ踏力の計測システム開発
- ・安価な可搬型床反力計の開発

#### ●市場への貢献

- ・2004年度より販売を開始し、2006年度末までの累積売上高は約1600万円
- ・受注残を抱え、医療福祉関連の大学等からの問い合わせが多岐にわたり、2007年度売り上げ予想3000万円

#### ●社会への貢献

センサ導入による高齢化社会のクオリティ向上への対応が可能。また、超小型3軸力覚センサを指先に配置することで、筋電義手、マテハン用グリッパあるいはハプティクスインターフェイスなどの使い勝手が著しく向上。

#### ●連携体制の特長・波及効果

2003年度に同志社大学工学部機械システム工学科辻内伸好と(株)ケイテックは3軸力覚センサの基礎となる独自の構造を考案（特開2004-46717）、それを基に(有)ケイテックシステムを起業し、現在3軸力覚センサの産業用センサ事業へ展開に取り組んで。また、本構造と製造技術を応用して、多目的の6軸力覚センサおよび計測システムを開発中。

### 産学官連携のきっかけ

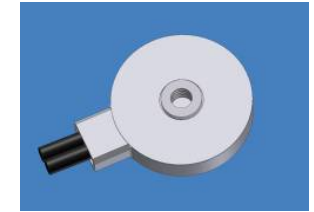
同志社大学工学部機械システム工学科辻内伸好と(株)テック技販は2002年より知的クラスター創成事業の共同研究先として、ロボットの指先用小型3軸力覚センサの開発を開始。

### ファンディングの推移

1. 2002年～2006年 文部科学省知的クラスター創成事業
2. 2006年～2007年 京都府 けいはんな新産業70ソイ創出事業
3. 2006年～2007年 京都産業21産学公研究開発支援事業

### 知的財産保護の経緯

特許取得：海外1件  
「触覚センサ・把持ロボット、USP6886415」  
特許出願：国内6件、海外2件  
「触覚センサ・把持ロボット」他



Φ16×H3、□20×20×H3

小型特に薄い（厚さ3mm）ことが特徴の3軸力覚センサ。定格荷重50N～500Nまで4種類をそろえ、かつ安価。



HDL-18A  
(W160×D39×H101)

可搬型（電源内蔵）最大18chで10KHz サンプリング可能なデータロガー

### 成功・失敗の分かれ道

- 普段から地域の企業と信頼関係を築き、社会のニーズに対する情報を得る。
- 開発開始時に、効果的な競争資金の支援を得るため、効果的な申請書作成に対して丁寧な協力をを行う。
- 製品化後、学会、展示会などで情報発信し、効果的な宣伝活動を行う。