



## Noma Haruo

野間 春生

情報理工学部 教授・RARAアソシエイトフェロー

1989年筑波大学第三学類構造工学専攻卒業、1994年筑波大学大学院工学研究科構造工学専攻博士課程修了。博士(工学)。1994年株式会社国際電気通信基礎技術研究所研究室長等を経て、2013年退職、2013年ウースター工科大学客員研究員、2014年より現職。専門はバーチャルリアリティ。立命館先進研究アカデミー(RARA)アソシエイトフェロー、日本バーチャルリアリティ学会フェロー、Con-Tact株式会社取締役・研究開発部長等を務める。

- 1) Masanori Aoki, Tatsuya Saito, Mitsuhito Ando, Masayuki Sohawa, Tomonori Izumi, Junichi Akita, Haruo Noma, FPGA-BASED ASYNCHRONOUS SPIKE PERCEPTOR FOR TINY MEMS TACTILE SENSORS, TRANSDUCERS'23, 2023
- 2) Sota Tsubokura, Honoka Nakashiro, Mitsuhito Ando, Katsunori Kitano, and Haruo Noma, A Discrimination of Slipping Condition in Paper Turning up Based on Tactile Information by Reservoir Computing, IEEE World Haptics 2023, 2023
- 3) Yuji Takahashi, Takumi Takahashi, Takashi Abe, Haruo Noma, Masayuki Sohawa, Tactile sensor with microcantilevers embedded in fluoroelastomer/PDMS for physical and chemical resistance, Volume 142 Number 5, pages 91-96, of IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines
- 4) Yuji TAKAHASHI, Takumi TAKAHASHI, Takashi ABE, Haruo NOMA, Masayuki SOHWAWA, Improvement of durability of micro tactile sensor by protection of bonding-wire with UV curable resin, The 15th International Conference on Motion and Vibration(MoViC 2020), 2020
- 5) Takumi Takahashi; Shuhei Sato; Takashi Abe; Haruo Noma; Masayuki Sohawa, TACTILE SENSOR USING MICROCANTILEVER EMBEDDED IN FLUOROPOLYMER FOR WATER AND ETHANOL RESISTANCE, 2019 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems & Eurosensors XXXIII (2019)

## 仮想空間とヒトの手を繋ぐ触覚VRの研究開発

### 分厚い宇宙服の内側に触覚を伝え器用でスムーズな作業を実現

「触れる」バーチャルリアリティ(Haptic VR)はヒトの触覚を機械装置で再現し、仮想空間で実際にオブジェクトに触れたかのような感覚を味わえる技術です。私たちはMEMS技術を応用して、モノの表面に触れた時の圧力や滑りの変化を検知する触覚センサを開発しました。このセンサは素子部分が直径数ミリメートルと超小型で、これまでのロボットハンドでは困難だった柔軟物の把持や、スポーツシューズに組み込んだ生体力学分析など幅広い応用が可能です。宇宙空間で行う船外活動ではヒトの触覚は分厚い宇宙服に阻まれて機能しません。私たちは触覚センサにアクチュエータを組み合わせて微細な触覚を再現することで、宇宙飛行士の活動をサポートしたいと考えています。

### 超小型MEMS接触センサの開発

触覚とはモノに触れたときに生じる微細な機械適刺激を感じる感覚です。私たちはSi基板上に数100 $\mu\text{m}$ の極小カンチレバーを複数作製し、全体を弾性体で覆いました。弾性体は上部から力が加わると変形し、同時にカンチレバーの傾斜角度が変わります。複数のカンチレバーの傾斜角度を比較することで弾性体上部に掛かる力を圧力とX/Y軸方向の剪断力の計3軸

で計測できます。弾性体で覆ったこと、フレキシブル基板を用いてドライバ回路と接続したことでセンサ本体と接続部ともに強度が増し、例えば靴に入れて踏んでも壊れない耐荷重を実現しています。

私たちの次の目標はヒトの触覚の増強と再現です。まず、同研究室の安藤助教の考案した連続コイル構造を並べたセンサを3Dプリンタで成型し、コイル構造に

掛かる力の変化でモノの表面の凹みを検知する仕組みを開発しています。また、触覚の伝達には電磁力で振動するソフトアクチュエータを利用します。これはシリコンチューブに液体金属を封入したアクチュエータを垂直方向から磁界で挟み、両端に電極を繋いで電流を流すことで電磁力を変化させ、チューブ自体を振動させてヒトの手に振動刺激を与える仕組みです。

### 作業から探査まで、触覚センサの幅広い応用

既存のロボットハンドではトマトのように柔らかく大きさにばらつきのある対象は潰れたり落したりしうまく掴めません。このセンサをロボットの指先に取り付けると、対象に合わせた把持の調整ができ、ヒトにより近い作業もできるようになります。ヒトは柔らかい紙コップなどを持つとき、厚い手袋などで触覚を遮断されると力加減がわからず潰してしまいます。宇宙飛行士は宇宙服を着て触覚だけで作業を行う訓練を積んでいます。触覚を再現できればより繊細な作業もスムーズに行えると期待されます。

また、ランニングなどの走行動作を評価する際、

フォースプレートをを用いた従来の手法では走行環境が制限されることが課題でした。走行の衝撃に耐える小型のセンサをシューズに組み込むことで場所を選ばず左右の足に掛かる荷重を連続的に記録できます。惑星表面を走行するローバのホイールなどにこのセンサを取り付ければ、惑星表面の凸凹や硬さを記録して地形の把握に繋がります。

こうした幅広い応用と実用化をめざし、本学の力触覚技術応用コンソーシアムを通じてセンサの貸与と技術指導を行っています。多くの方にお声がけいただき、協働のアイデアをお寄せいただければ幸いです。

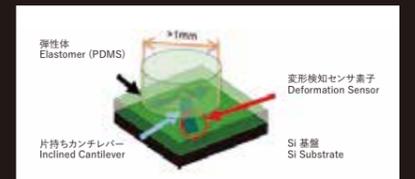
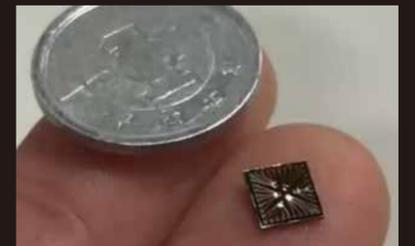


図1:超小型MEMS 触覚センサ

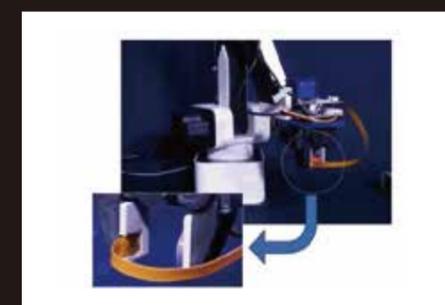


図2:触覚センシングを利用し、柔軟物の把持を可能にしたロボットハンド

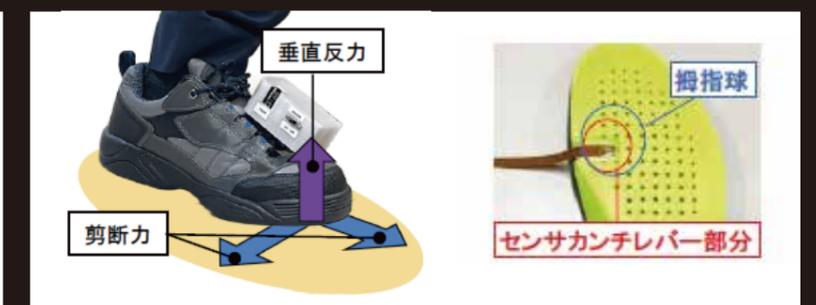


図3:「シューズを履くだけ」で計測できる走行動作評価システム