



Micro Electro Mechanical Systems Lab

Tanaka Shuji Laboratory

スマート社会のための MEMSセンサー



田中秀治
東北大学
工学研究科ロボティクス専攻
マイクロシステム融合研究開発センター

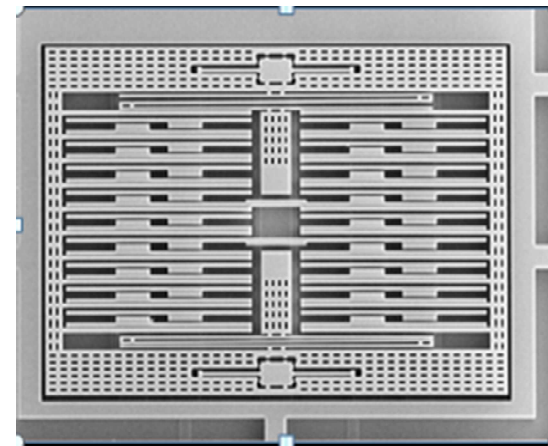
mems tohoku

検索





スマートフォンのシェイクを検知する MEMS加速度センサー



Bosch Sensortec



教育 コミュニケーション ときどき

<http://r-lab.seesaa.net/article/308412686.html>

スマートフォンの中のMEMSとセンサー

iPhone 5, 日経エレクトロニクス 2013.10.28



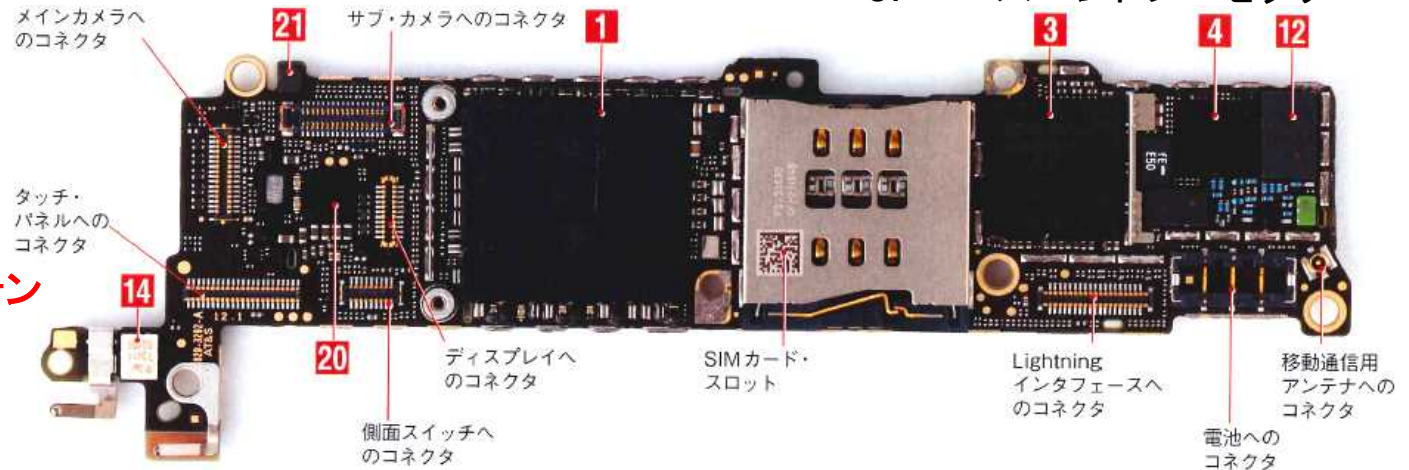
21. 電子コンパス

1. アプリケーション プロセッサ

4, 12. 無線デバイス

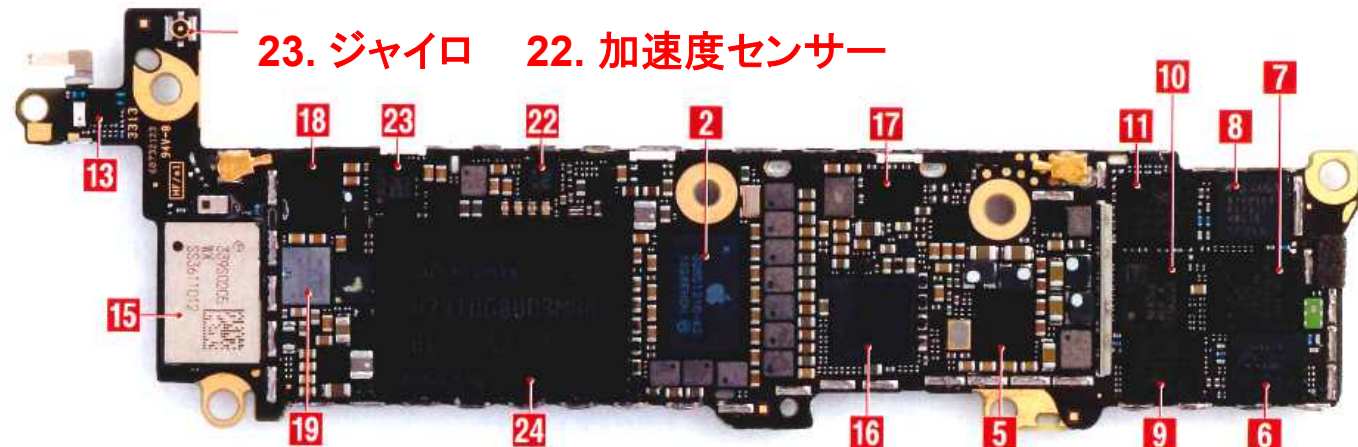
FBARフィルター

3. ベースバンドプロセッサ



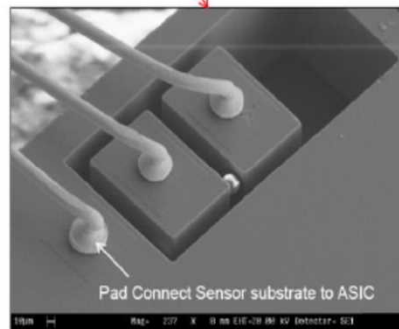
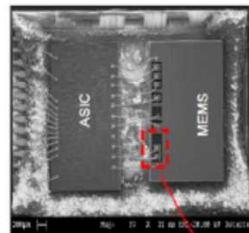
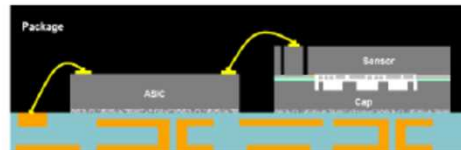
23. ジャイロ

22. 加速度センサー



集積化・パッケージング技術によるMEMSの小形化

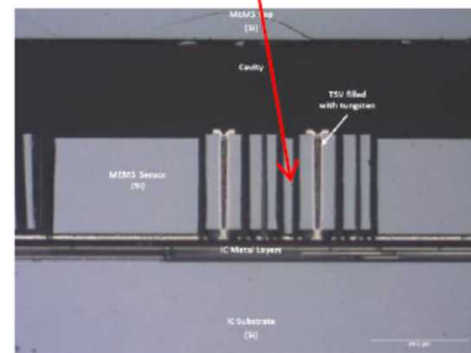
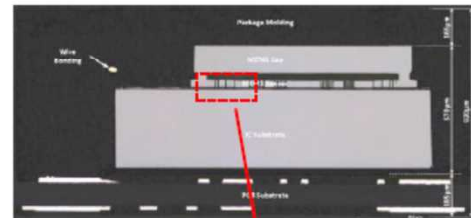
2012



TSV Trench to connect with wirebonding from MEMS to ASIC

Yole Development
2013, 2014

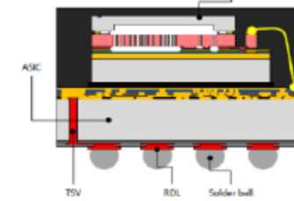
2013



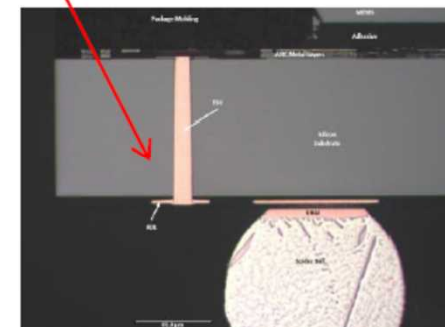
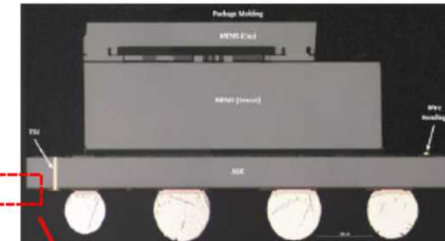
W TSV-like with 3:30 (AR = 10:1) connecting MEMS to IC metal layers (fusion bonding)

mCube 1 mm × 1 mm (2015)

2014



BOSCH
Invented for life



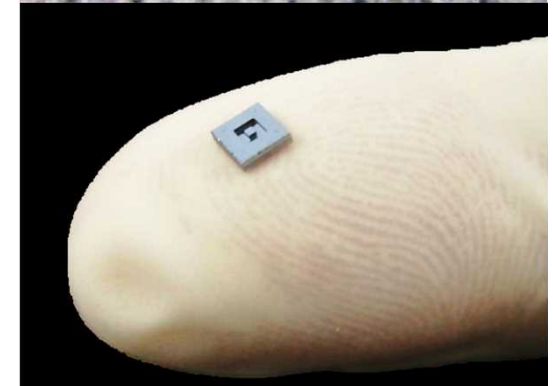
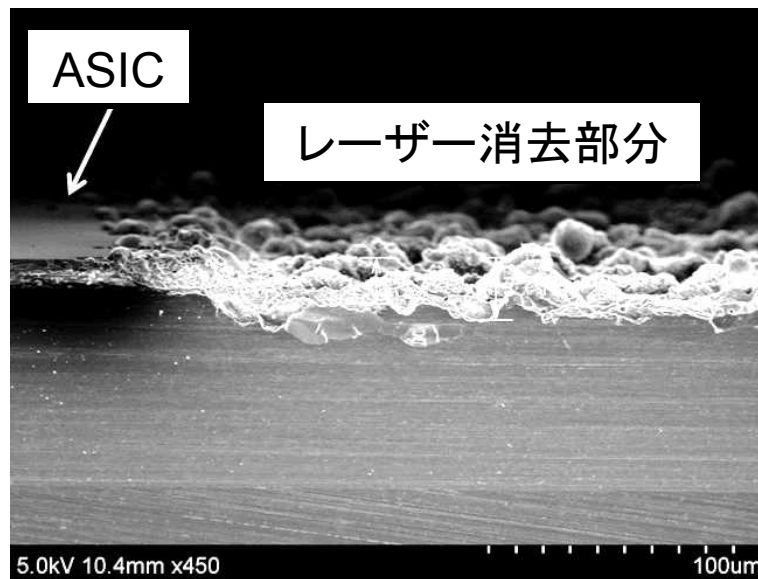
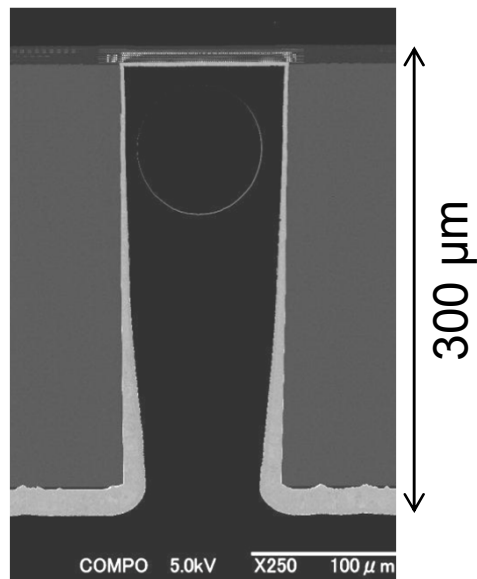
**Cu TSV in ASIC
TSVs of 10:100 (AR=10:1)
(temporary bonding)**

Bosch accelerometer (2014)
1.8 mm², 0.8 mm t
Cu TSV of AR10 in ASIC

東北大学の集積化MEMSプラットフォーム

鈴木裕輝夫 他, 第33回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム (2016)

日経テクノロジーオンライン, 「トヨタと東北大が新技術, ロボットセンサーとICを安く積層」 (2016.11.2)



スマートフォンはもはや
単なるスマートフォンではなく、
IoTプラットフォームである。

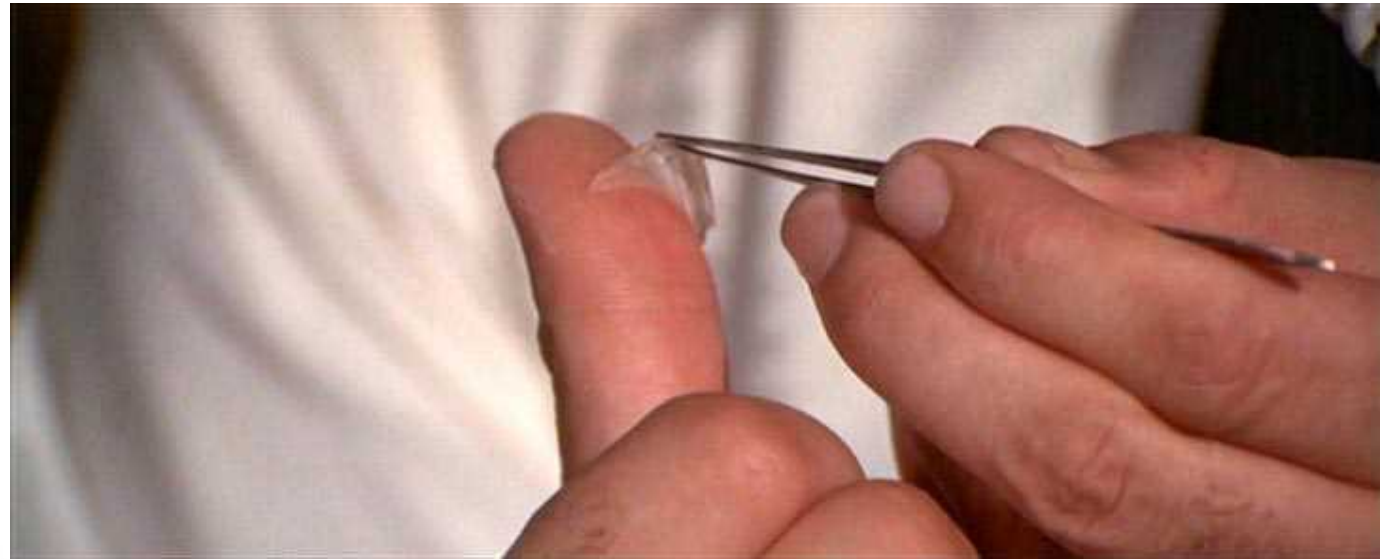




iPhone Touch ID, GetNaviweb

指紋偽装

スマートフォンの
指紋センサーは
騙せる。



James Bond 007
Diamonds Are Forever
(1971)

デジタルカメラ画像から指紋情報を取得可能



国立情報学研究所の越前功教授の実験(ロイター)

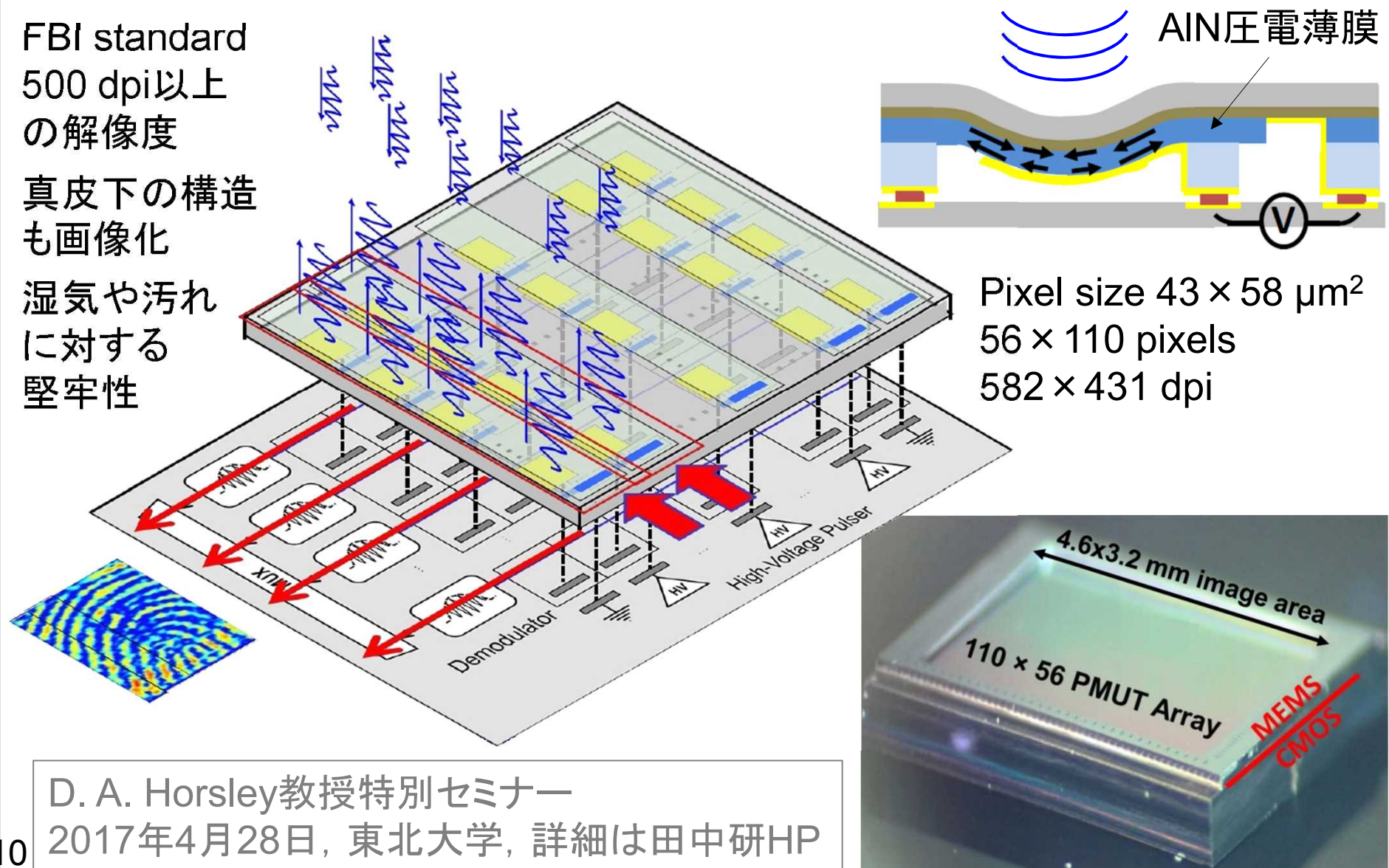
集積化MEMS超音波指紋センサ

Prof. D. A. Horsley (UC Davis), Prof. B. E. Boser (UD Berkeley), InvenSense, Inc.

FBI standard
500 dpi以上
の解像度

真皮下の構造
も画像化

湿気や汚れ
に対する
堅牢性



D. A. Horsley教授特別セミナー

2017年4月28日, 東北大学, 詳細は田中研HP

MEMSマイクロフォン

エレクトレットコンデンサー
マイクロフォン 1個

MEMSマイクロ
フォン 2個

MEMSマイクロフォン
3個

MEMS
MIC 4個



iPhone

iPhone3G

iPhone3Gs

iPhone4

iPhone4s

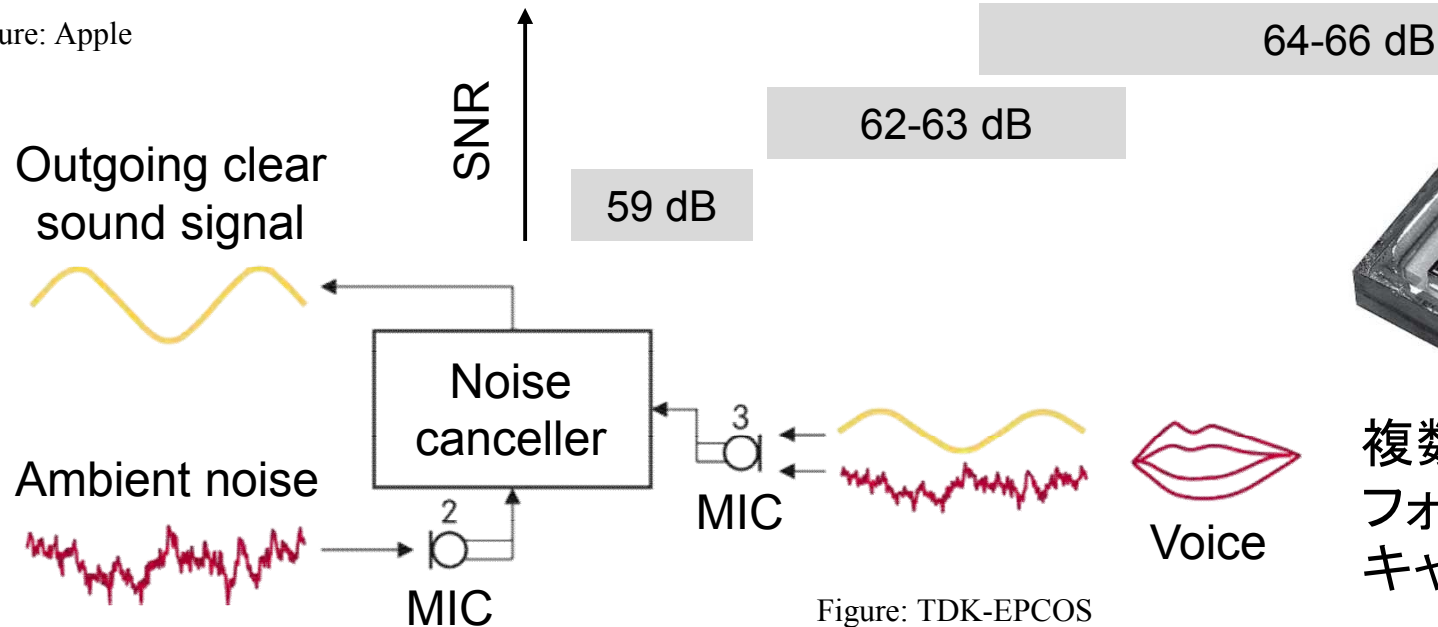
iPhone5

iPhone5s

iPhone6

iPhone6s

Figure: Apple

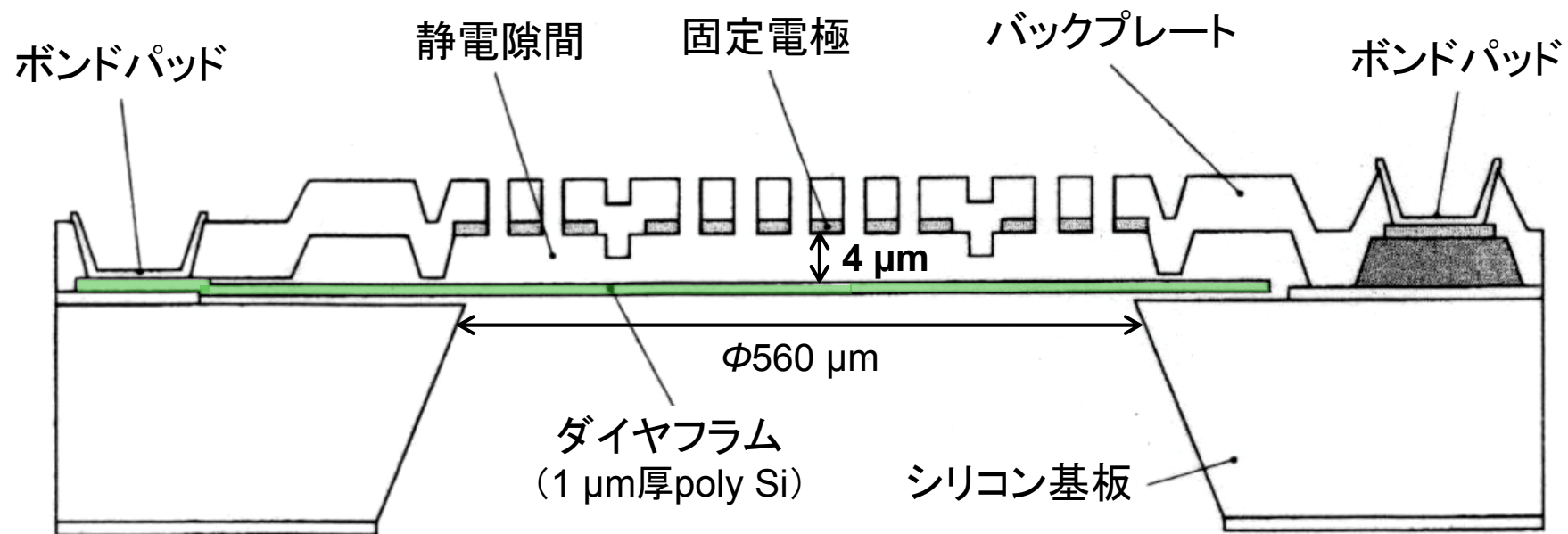


Knowles

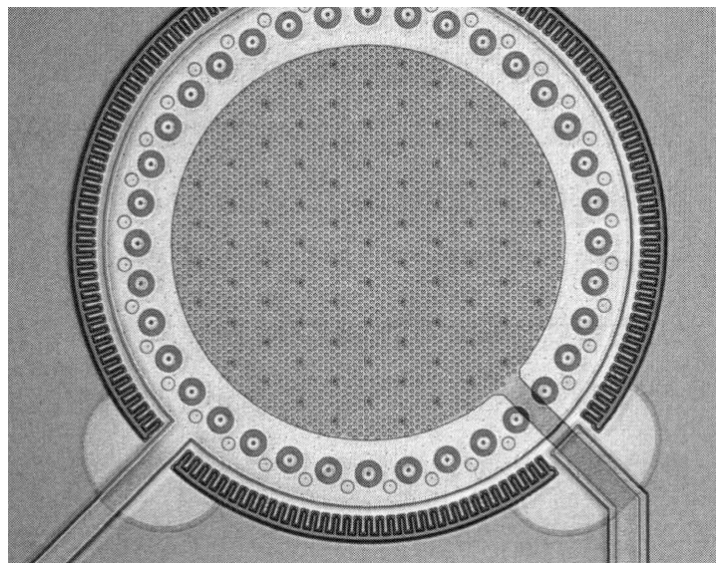
複数のマイクロ
フォンでノイズ
キャンセリング

Figure: TDK-EPCOS

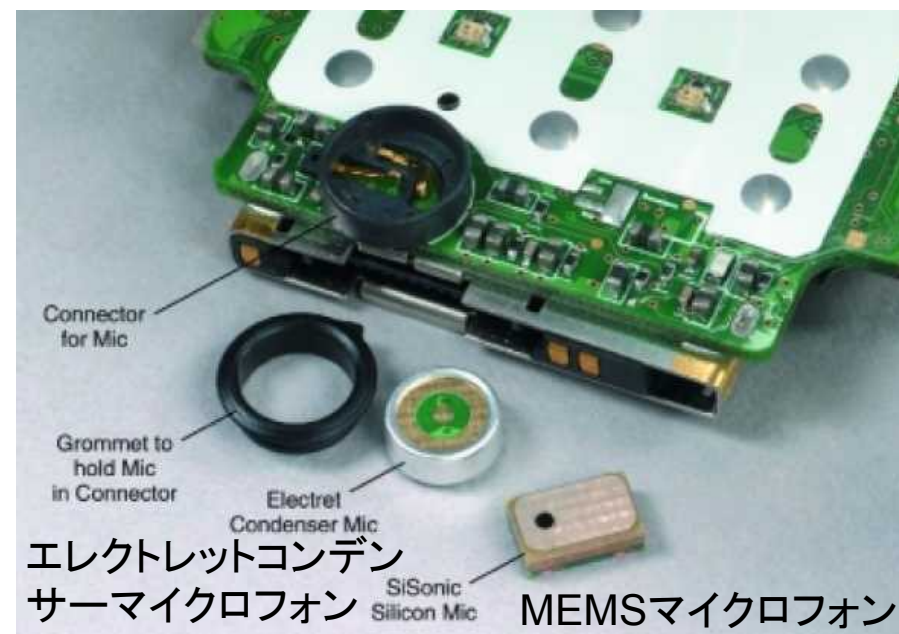
MEMSマイクロフォン



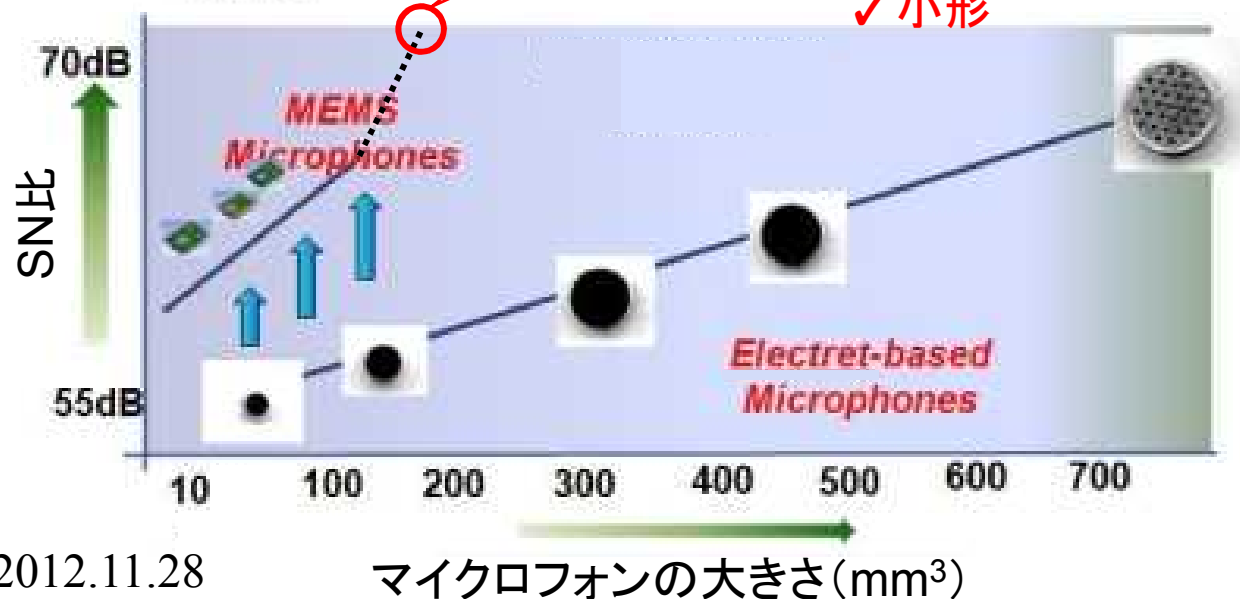
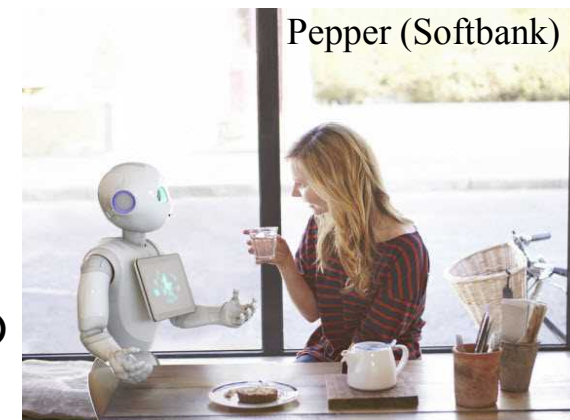
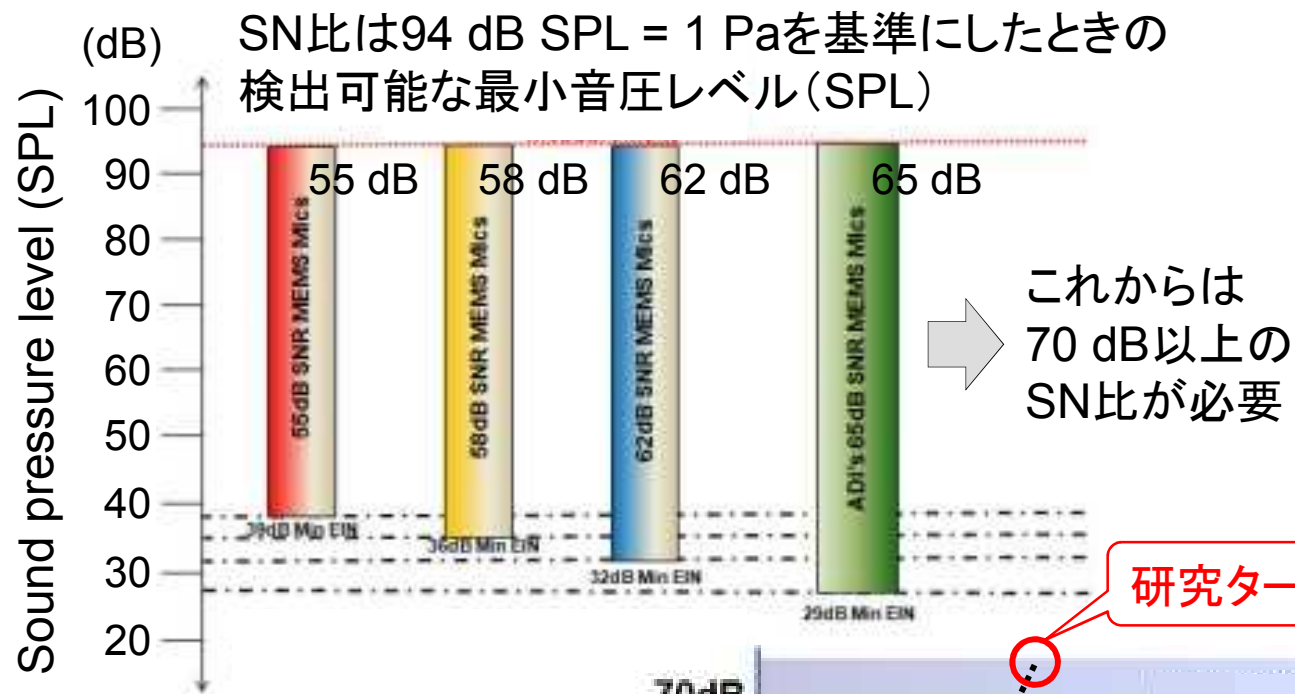
図出典 日経マイクロデバイス, 2006.2



P. V. Loeppert, Hilton Head Island
Workshop 2006



MEMSマイクロフォンのSN比向上



Jerad Lewis, Paul Schreier

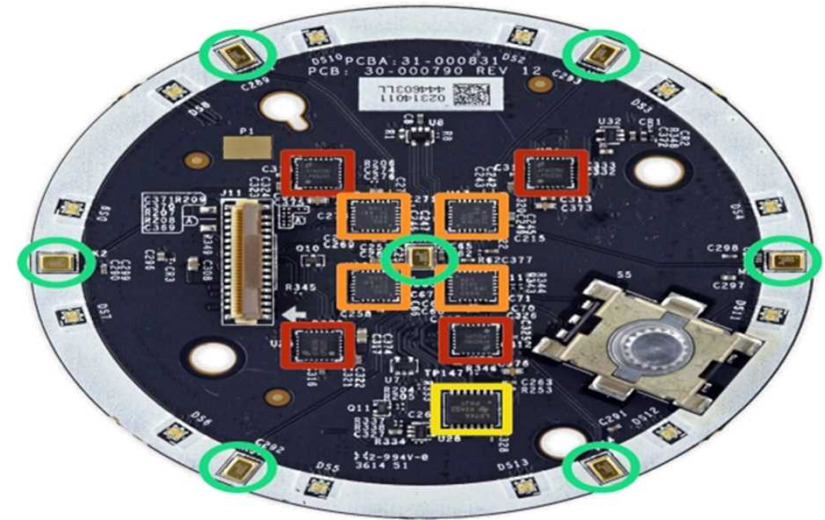
13 (Analog Devices), EETimes, 2012.11.28

音声認識によるユーザーインターフェース

amazon echo

<http://www.theconnectedplanet.net/amazon-echo-tear-down/>

人工知能“Alexa”を搭載



7個のMEMSマイクロフォン(緑丸)

音声アシスタントAI ～ 次のIoTプラットフォームに

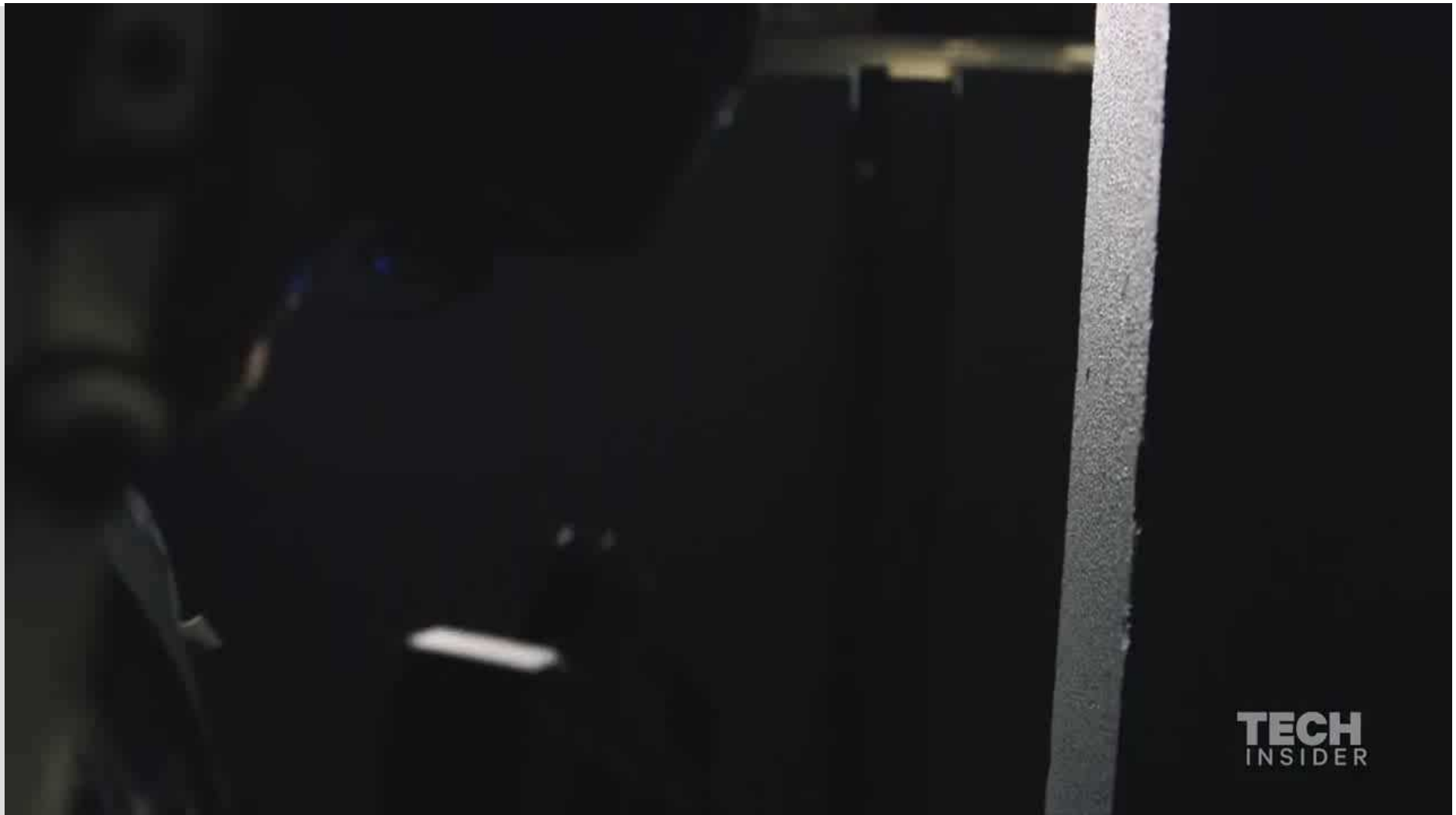


Google Home
対話型AI“Google Assistant”を搭載



LINE WAVE
クラウドAIプラットフォーム“Clova”を搭載

バーチャルリアリティ ～ 位置トラッキングができれば



The VOID: VRヘッドセット・グローブ・ベストを身に付けて、約330 m² × 10室のステージ内を実際に歩いて体験するVRテーマパーク(Utahに開業予定)

位置トラッキングできるVRヘッドセット(HTC Vive)



位置トラッキングによって
5畳の範囲なら動き回れる。



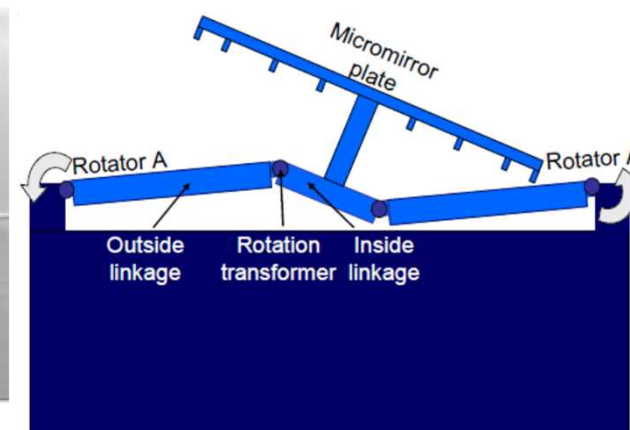
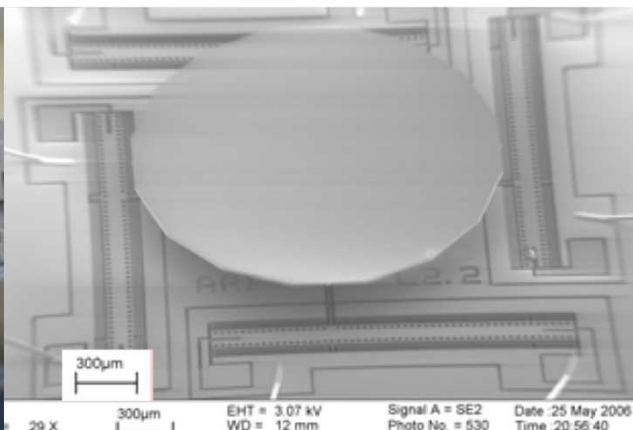
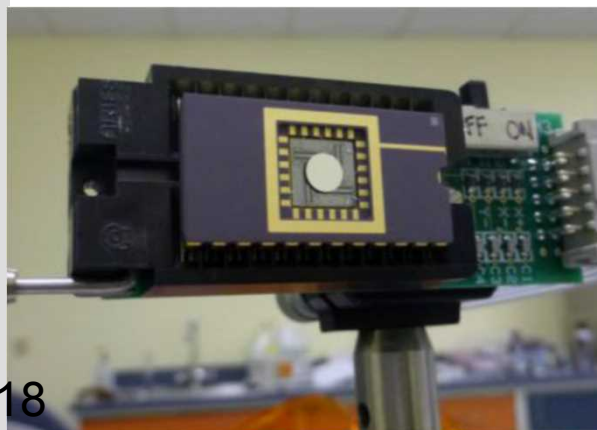
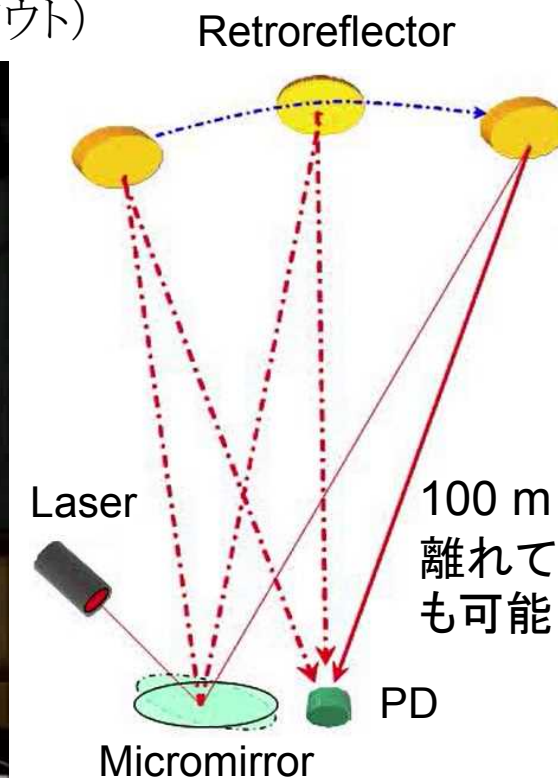
赤外線ベースステーション →
← ヘッドセット中の赤外線センサ

HTC Vive teardown by iFixit



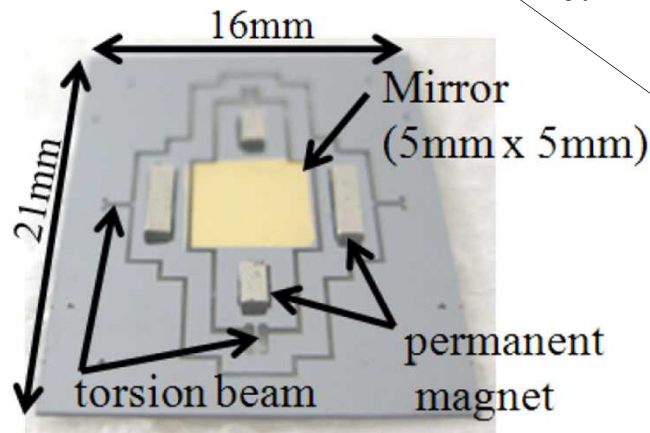
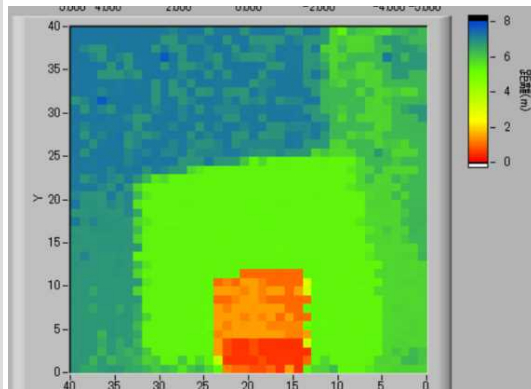
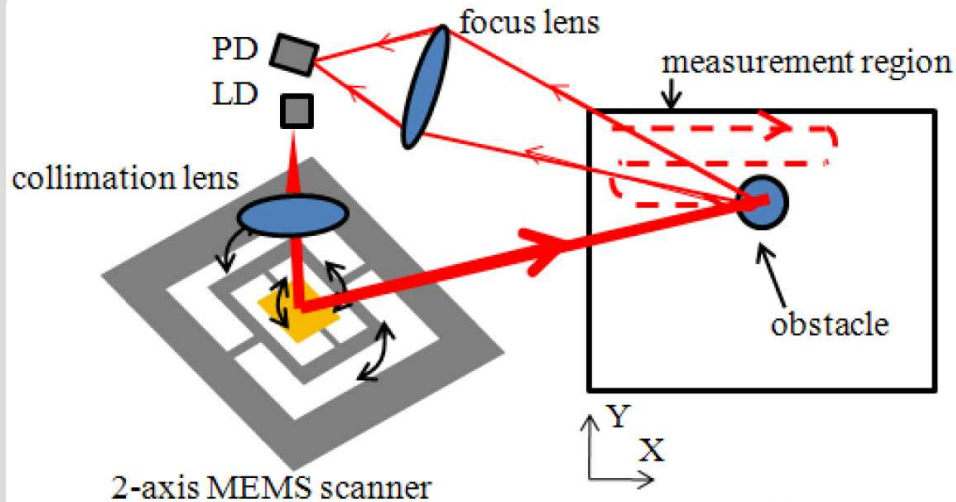
MEMSマイクロミラーを用いた高速位置トラッキング

Mirrorcle Technologies, Inc. (Adriatic Research Institute スピンアウト)



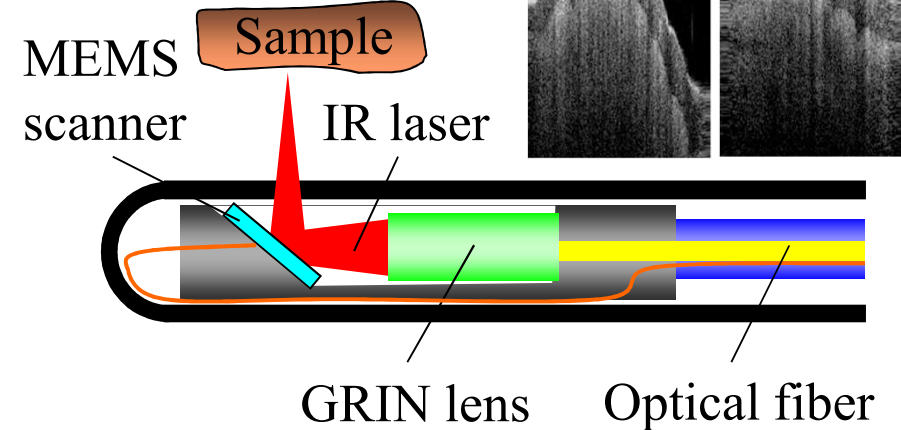
MEMSマイクロミラーのセンサー応用

LIDER レーザーレンジファインダー (Laser Imaging Detection & Ranging)

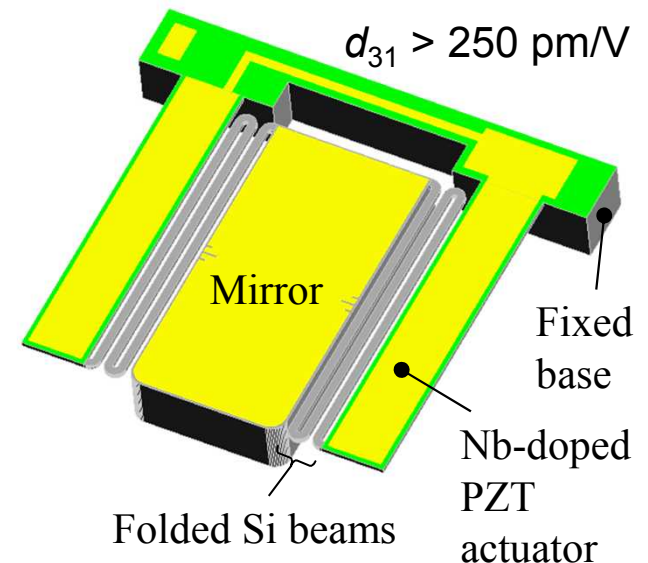


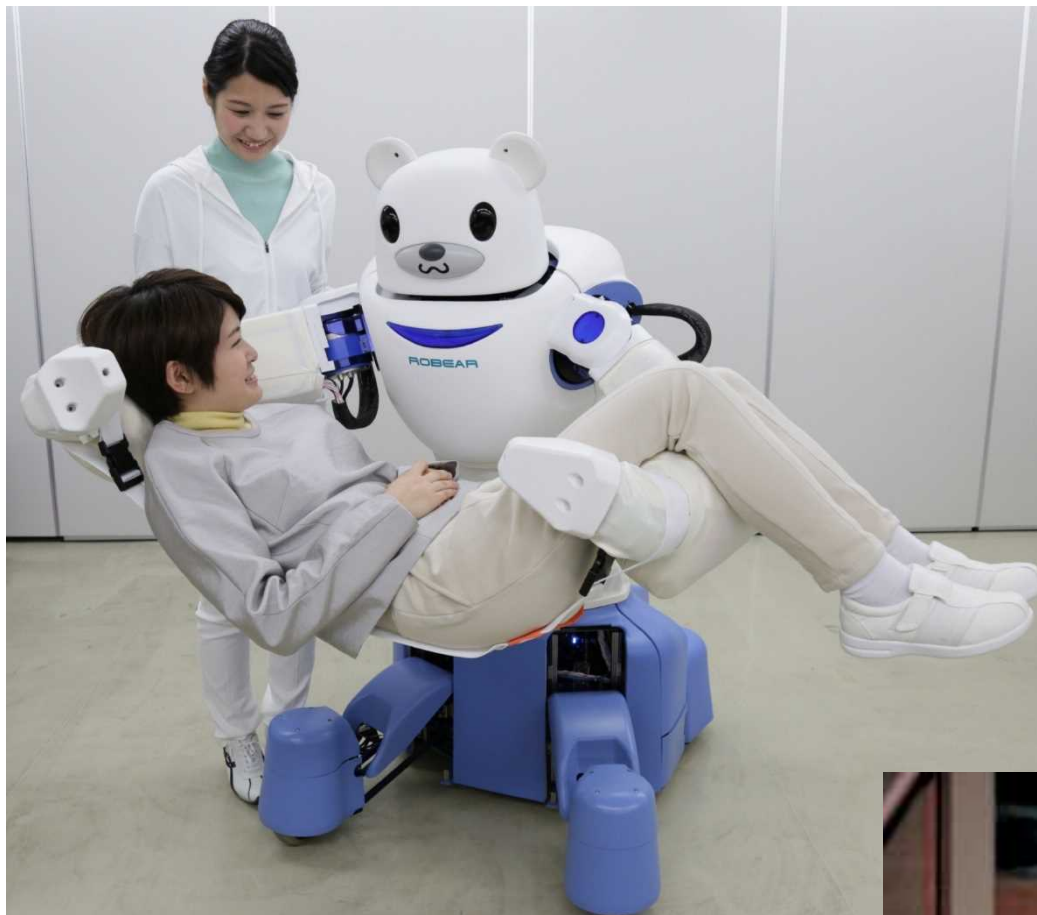
電磁式2軸マイクロミラー

カテーテル用OCT



T. Naono (Fuji Film) ... S. Tanaka,
J. Micromech. Microeng., 24 (2014) 015010





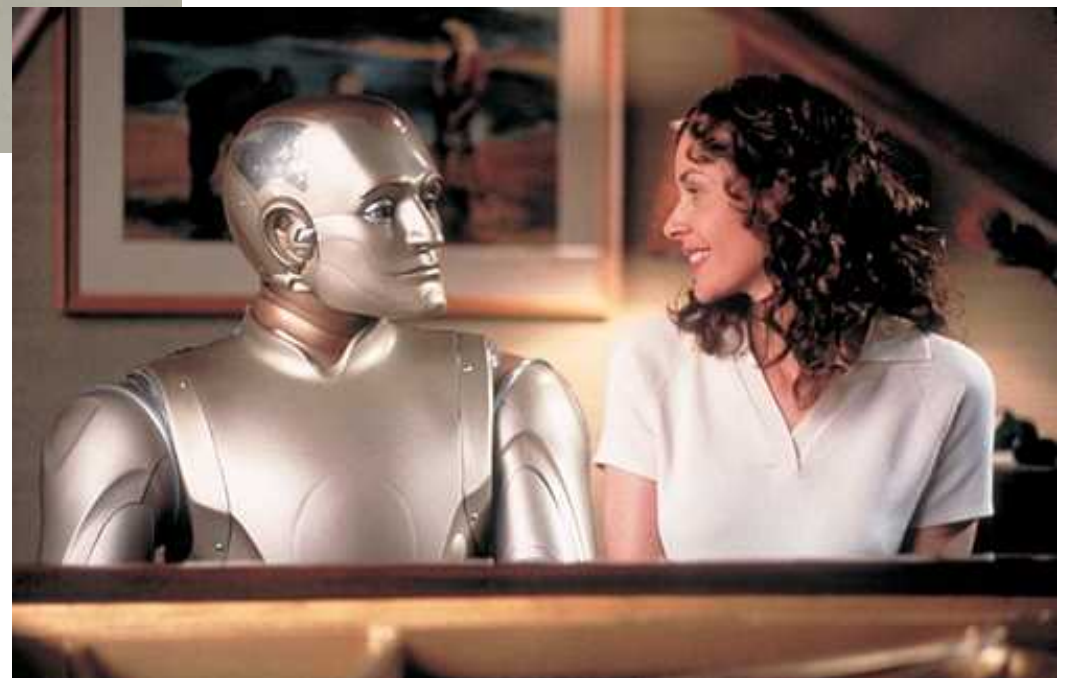
“ROBEAR”（理化学研究所）

映画「アンドリュー NDR114」
“BICENTENNIAL MAN”



Mental commit robot “PARO”

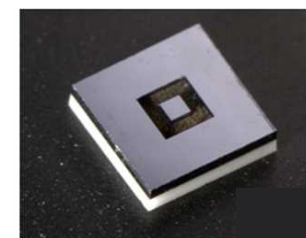
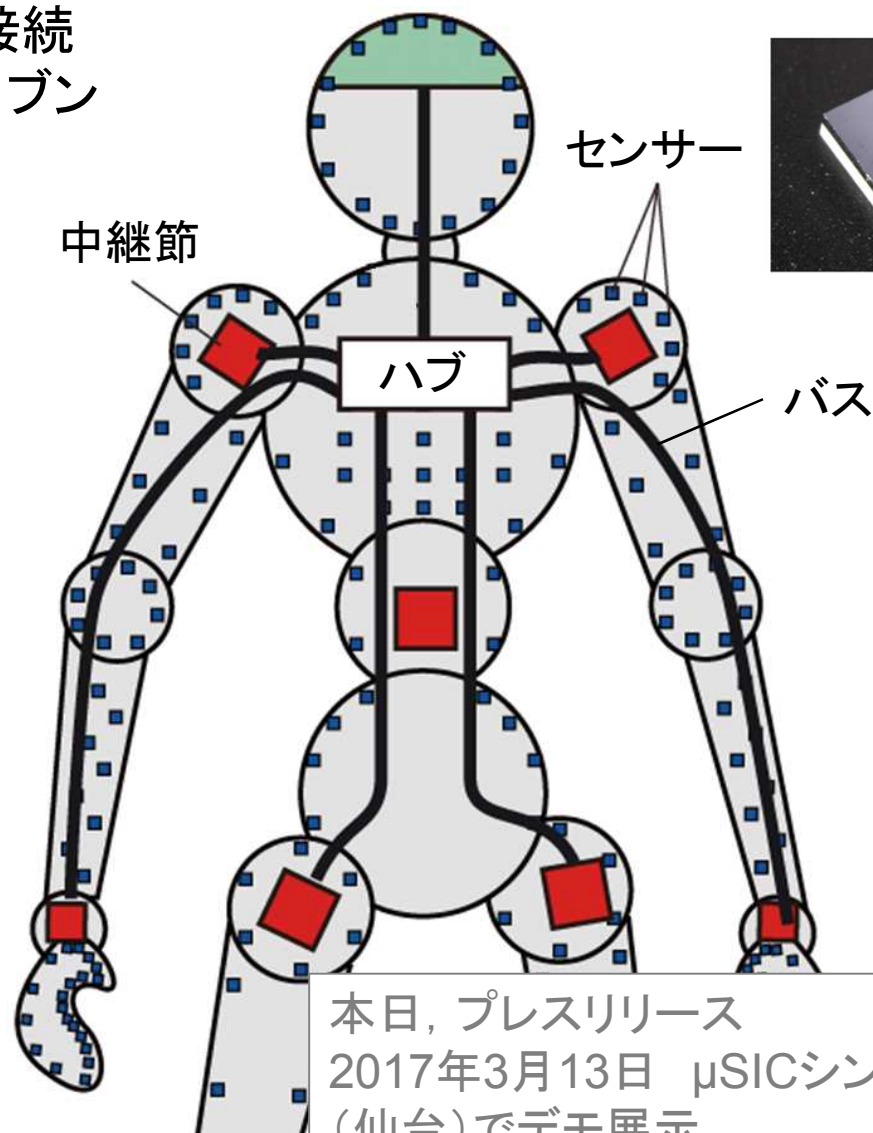
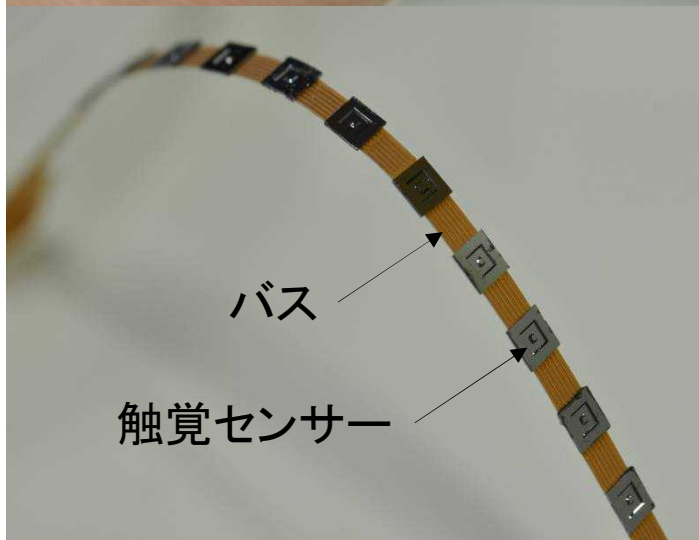
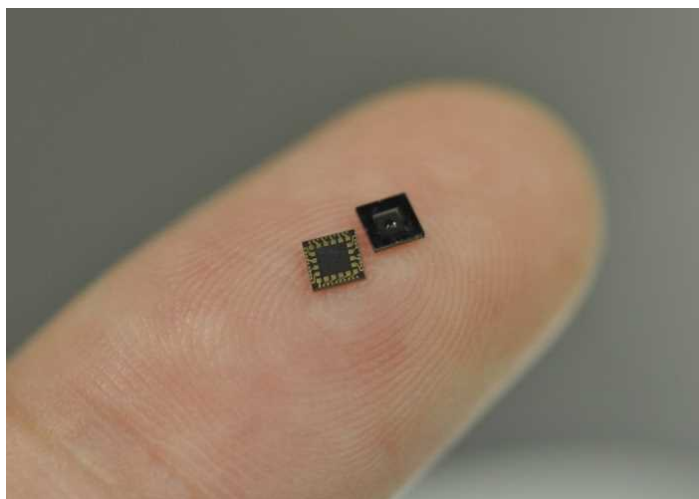
<http://www.paro.jp/>



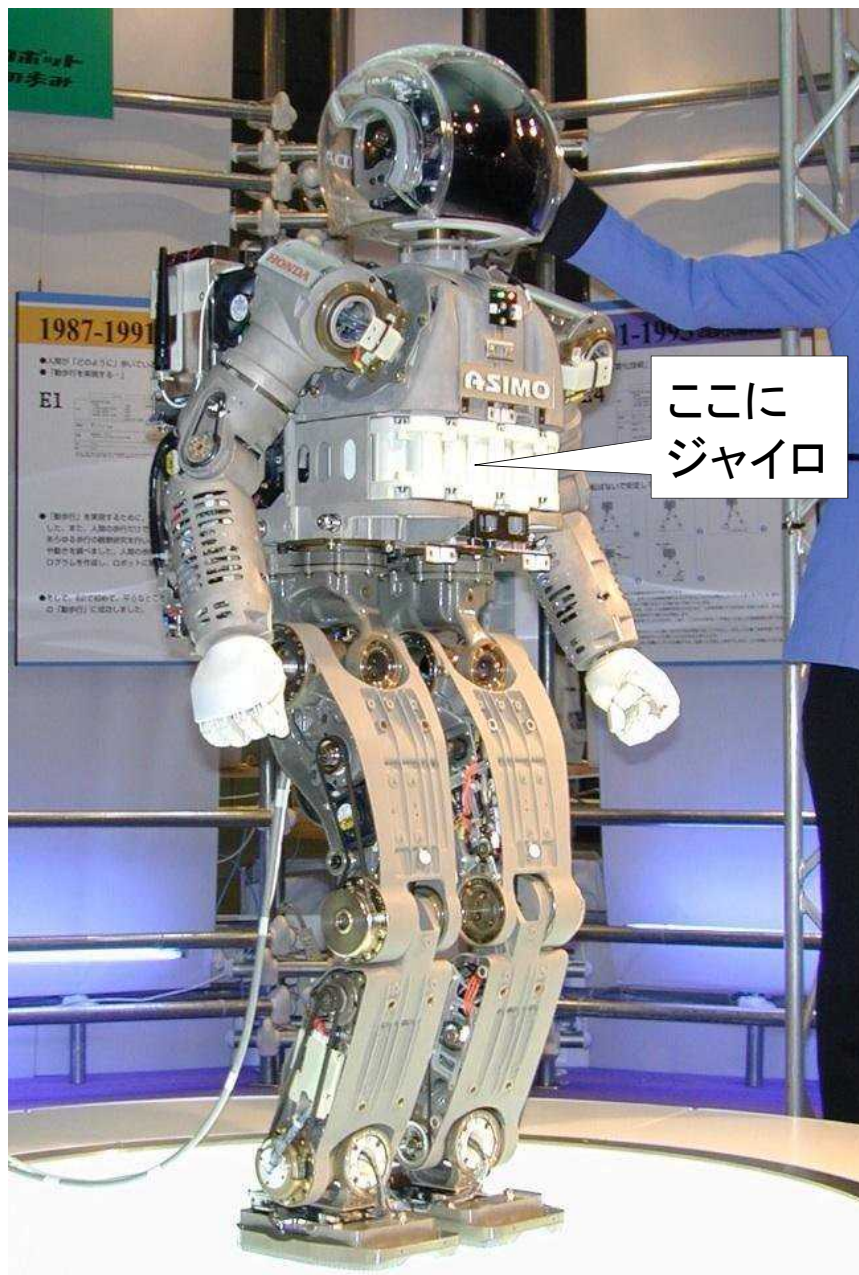
バスネットワーク型集積化触覚センサー

- ✓ MEMS-LSI集積化による超小形化
- ✓ バス通信による省配線多数個接続
- ✓ 人間の触覚を模したイベントドリブン

東北大学, トヨタ自動車, 豊田中央研究所



本日, プレスリリース
2017年3月13日 μ SICシンポジウム
(仙台)でデモ展示



アシモ(本田技研工業)

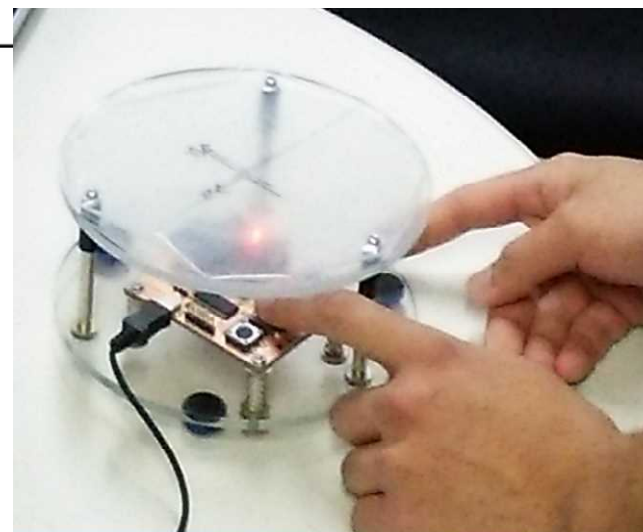
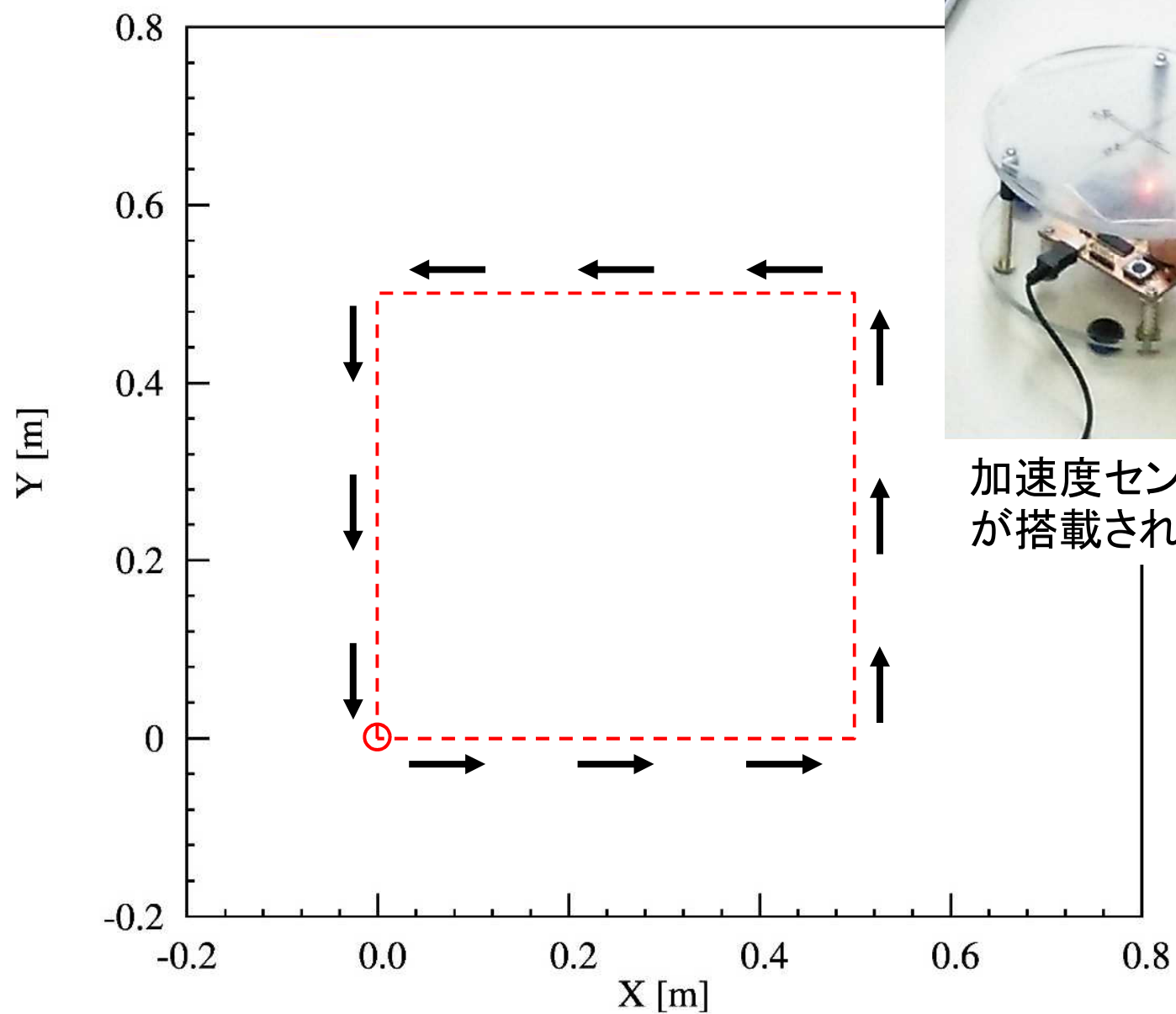


自動運転車(日産自動車)



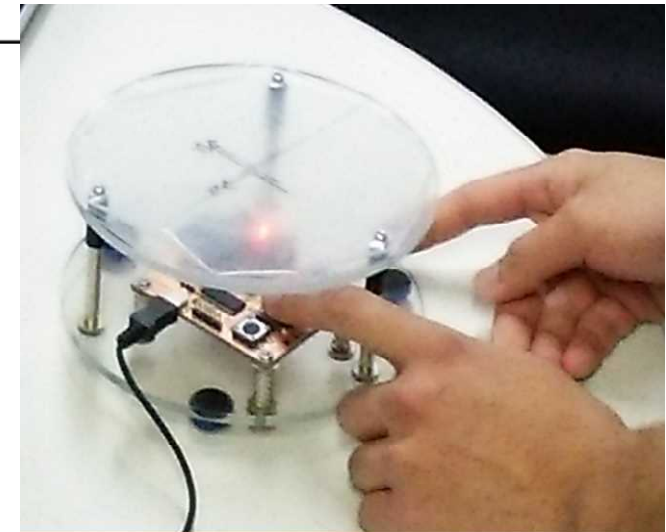
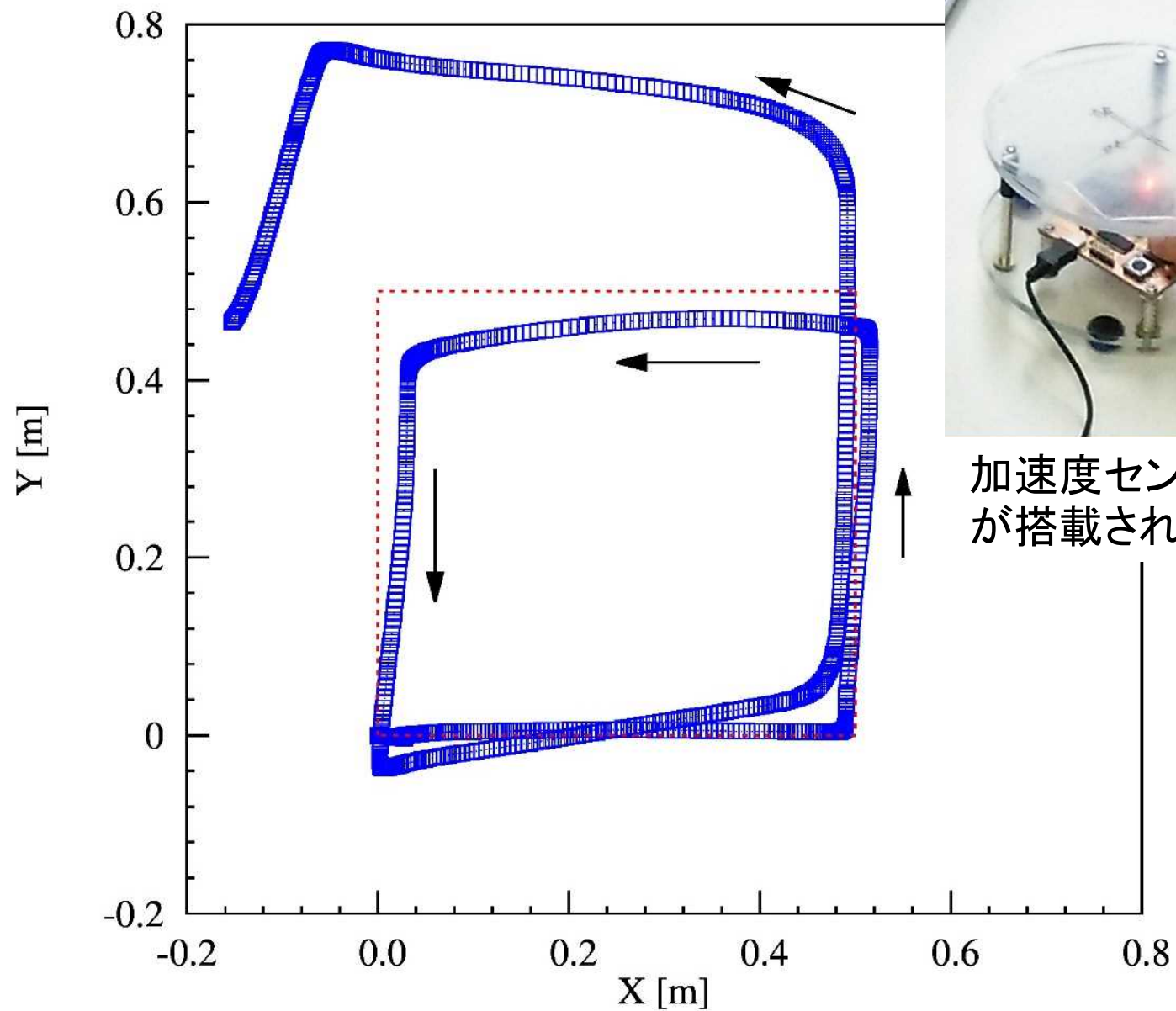
自動運転車(Uber)

学生実験: MEMS慣性センサーを用いた位置計測



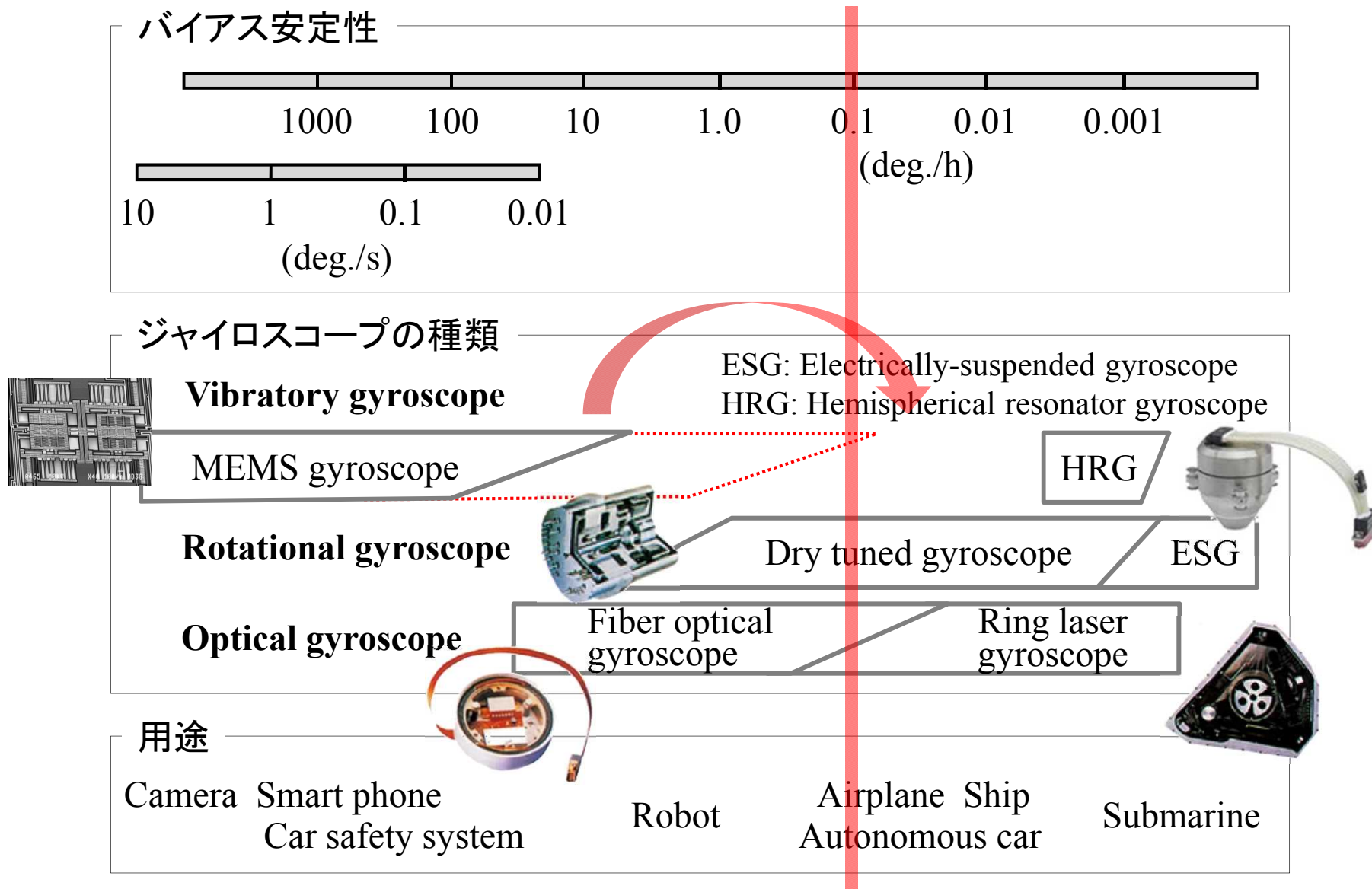
加速度センサーとジャイロ
が搭載された台車

学生実験: MEMS慣性センサーを用いた位置計測

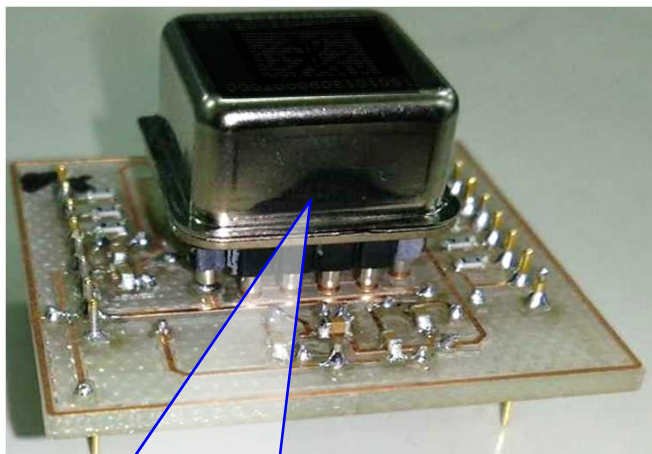


加速度センサーとジャイロ
が搭載された台車

ジャイロ스코ープの性能



高性能MEMSジャイロスコープ



<http://photozou.jp/photo/show/181646/64768929>

この中に「フーコー振子」

※小さな振子が本当にぶら下

26 がっているわけではありません。

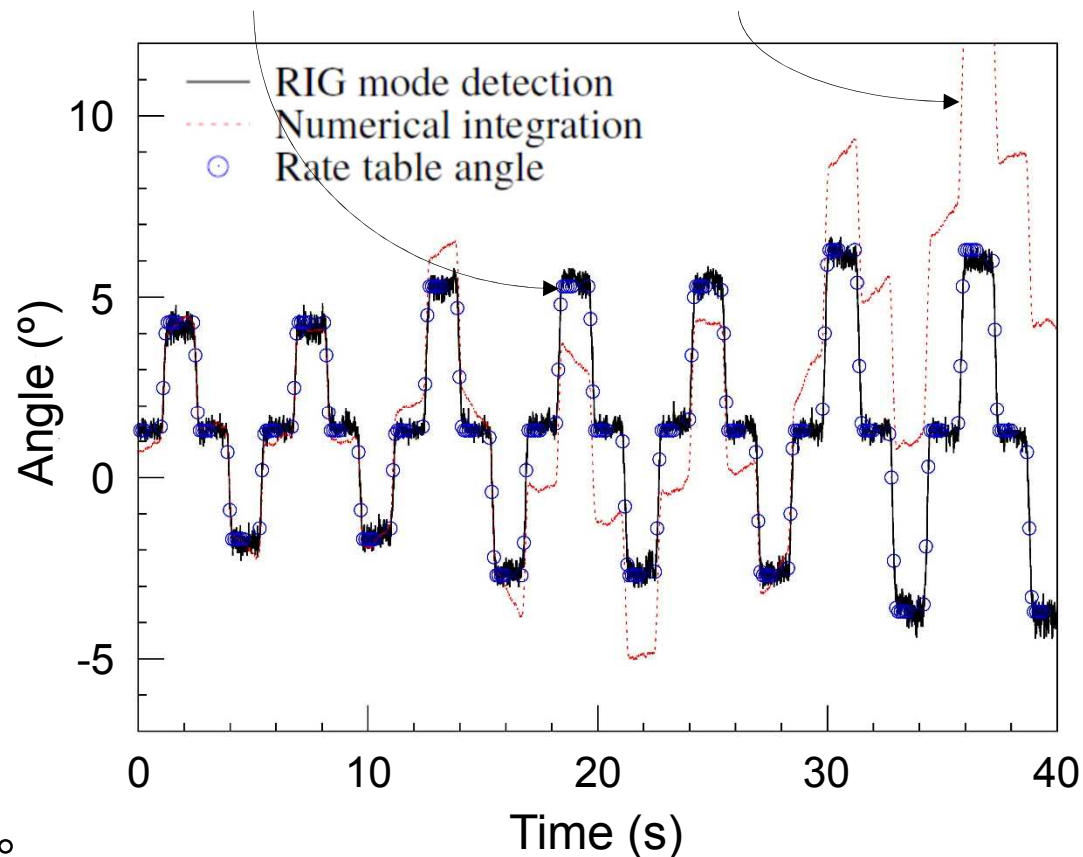
T. Tsukamoto, S. Tanaka, IEEE MEMS 2017

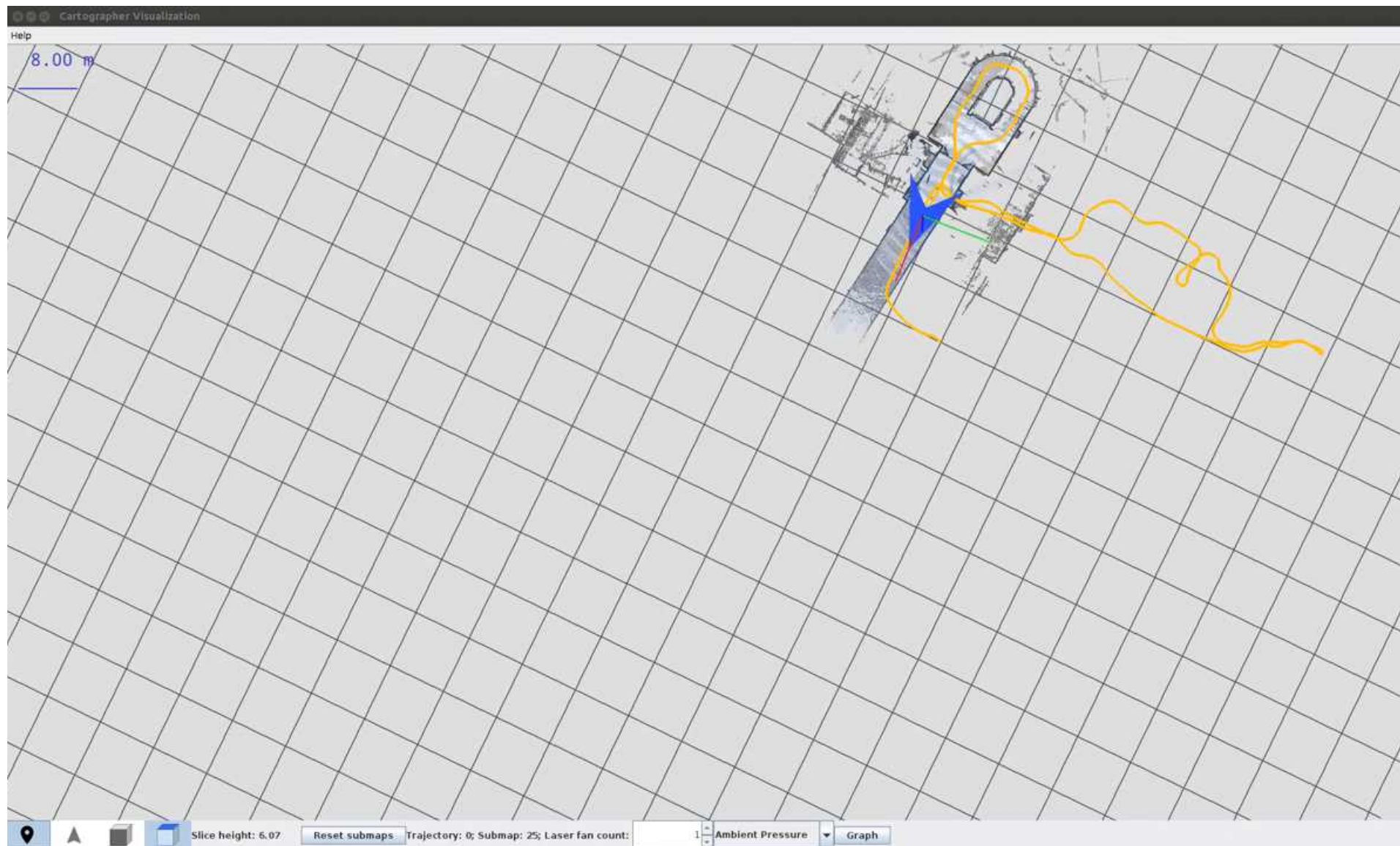
原理については,

チップ上にフーコー振子, 日経テクノロジーオンライン

既存のMEMSジャイロ:

新方式MEMSジャイロ: 数十秒もすれば, 大きな
角度誤差なし(○が真値) 角度誤差(赤破線)





SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) : LIDARと慣性センサーで実現
Cartographer (Google), <https://www.youtube.com/watch?v=DM0dpHLhtX0>

- 身の回りの様々なところにMEMSあり。
スマートフォン, 自動車, 家電, ゲーム機, 医療機器 ...
- 既に年間100億個以上のMEMSが消費される。
今後, 10倍になるという予想も。
- IoT, 情報セキュリティ, VR, 音声認識, 自動運転, ロボットなどにもMEMS。
- MEMSはSociety 5.0のためのキーデバイス。

We are MEMS & sensor specialists.



Micro Electro Mechanical Systems Lab

Tanaka Shuji Laboratory