

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： ナノ慣性計測デバイス・システム技術とその応用創出
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

益 一哉（東京工業大学 学長）

主たる共同研究者

三宅 美博（東京工業大学情報理工学院 教授）

曾根 正人（東京工業大学科学技術創成研究院 教授）

3. 事後評価結果

○評点（2020年度1年追加支援期間分 事後評価時）：

A+ 非常に優れている

○総合評価コメント：

（以下、2020年度1年追加支援期間分、事後評価時のコメント）

本プロジェクトの目標は、これまでは実現されていない高感度な加速度センサ（デバイス単体で100nG/√Hz、システム全体で100μG/√Hz）を実現し、その応用として、パーキンソン病をはじめとする難病の早期診断を実現することである。このため、強度に問題があると考えられていた金を錘として用いたMEMSの加速度センサとフロントエンド回路を一体化した、CMOS-MEMSセンサを実現するという難題に挑戦した。

材料面で不安のある金合金の製造過程と物性の関係を調べることにより、降伏強度1.5GPa曲げ強度2.0Gaを超える高強度の金合金の実現に成功した。このような金合金に関しては過去にほとんど探求された例がなく、科学的知見として重要で、今後の材料開発の新領域を拓くものと考えられる。材料構造の基本特許の申請が行われており、戦略的に重要な成果になっている。

加速度センサの開発においては、センサと回路の総合性能として44μG/√Hzと高感度を実現し、目標値を達成した。これまでにない応用分野への利用の道を開いたことは意義深いと考えられる。

開発されたセンサを用いてさまざまな歩行障害を伴う難病の診断に応用し、歩行障害を測定することにより96.3%の精度で複数の難病を分類することに成功し、加速度センサの有効性を実証した。

また、当初の計画では想定していなかった筋音の測定の成功は、人間の神経系の情報取得の方法として、今後、医療応用に利用できる可能性を持っており、さらなるデータの取得と活用研究の深化が期待される。

本プロジェクトにおいては、材料、デバイス、応用の3つのレイヤーが強く連携して、研究開始当初から戦略的に研究が進められており、応用レイヤーでは外部の医療機関と、デバイス試作ではNTT-ATなどの産業界との幅広い連携と協力体制を築くことで推進されたことも特筆すべき点である。

（2021年9月追記）

本課題は、2020年4月より、期間を1年間延長しその後、新型コロナウイルス感染症の影響によりさら

に研究期間を半年間延長し、CMOS-MEMS用モジュールの完成度向上と、応用展開のための筋音計測の発展と裏付けをとるための研究を行った。

その結果、0.18 μm CMOS弛張発振型容量検出回路上にMEMS加速度センサを形成するCMOS-MEMS化を実現、4 mm角のチップサイズで92 nG / $\sqrt{\text{Hz}}$ のブラウニアンノイズを得るとともに、77 μG の分解能を実現できることを確認した。従来のCMOS-MEMS加速度センサと比較して、本CMOS-MEMS加速度センサは初めてマイクロ G レベルのセンシングの可能性を示したことになる。更に、開発した1 μG センサ単体を用いて、親指と人差し指、中指でつまむ動作中の短母子屈筋の微細筋音を計測する方法を開発し、短母子屈筋の高周波数帯における微細筋音の計測に世界で初めて成功した。また、振戦周波数帯（5~15Hz）と筋音周波数帯（15~35Hz）の比を用いることにより、パーキンソン病患者と健常者の筋音の差異を明確に見いだせることも発見した。

延長により、開発したセンサとデータの計測・分析方法がパーキンソン病の早期診断に対して大いに有効であることが明白となり、コロナ収束後に臨床試験によるデータを積み重ねることにより、早期診断システムの構築が期待される。