

2023年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】

ウェルビーイングを向上させる健康モニタリング技術の研究

【課題番号】

TK23-025

【代表機関】

産業技術総合研究所(産総研)

【調査研究代表者(氏名)】

加納伸也

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

物質・材料研究機構(NIMS) 川喜多仁、東北大学 福島誉史、東京大学 高橋綱己
高エネルギー加速器研究機構(KEK) 山下翔平、筑波大学 藤井直人

【TIA 外連携機関】

なし

【報告書作成者】加納伸也

【報告書作成年月日】2024年4月12日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

本研究では、人々のウェルビーイングの向上のため、生理学で活用できる非侵襲な健康モニタリング技術の調査研究を行った。我々は、ナノテクノロジーを活用した、ヒトに負荷をかけずに、“やさしく・そっと”身体状態をモニタリングする技術に着目している。ナノ材料・ナノ構造を用いた分析技術は、非侵襲な生体センシング技術の高感度化・高速化につながると期待できる。本研究の応用先の一つとして、運動生理学にターゲットを絞り、身体の水分変化をとらえて健康モニタする仕組みを検討した。

具体的な連携推進活動として、以下の内容を実施した。

産総研は、ヒト周りの水分変化をリアルタイムモニタリングするため、ナノ粒子薄膜を活用した高速な湿度センシングに着目している。KEKの放射光実験施設と、NIMSの近赤外分光システムにおいて、ナノ粒子薄膜に吸着する大気中水分の化学状態評価を行った。大気中水分の吸着状態は、水分吸着・脱離の速さと密接に関係している。本成果は湿度センシングの応答性を向上する上で重要である。本成果を、3機関の共著論文として、査読付英語論文誌で発表した。(S. Kano, J. Kawakita, S. Yamashita, H. Mekaru, Water Vapor Condensation in Nanoparticle Films: Physicochemical Analysis and Application to Rapid Vapor Sensing, Chemosensors 11(11) 564 (2023) .)

産総研と筑波大学間で、ヒト周りの水分変化モニタリングについての意見交換を行った。湿度センサの高速応答性と、それを用いた呼気水分検出・運動中発汗検出について、生理学研究の視点を交えて検討を進めた。その結果、運動中発汗計測への活用に焦点を絞って、共同で研究を進めることとした。また、筑波大学体育系主催のシンポ

ジウム (ARIHP Human High Performance Forum 2024) で、調査研究代表者が招待講演「高速応答する水分・湿度センシングの健康・スポーツ科学への展開」を行った。講演では、本調査研究について紹介するとともに、運動パフォーマンス向上に資する技術ニーズを情報交換し、体育科学分野での連携拡大の指針を得た。また、各研究機関間で、施設見学を含む意見交換の機会を設けた。特に KEK が有する、高輝度軟 X 線を用いたナノ材料物性評価技術について、ナノ材料物性を研究対象とする、NIMS・東北大・東大・産総研と KEK の間で意見交換を行った。試料の評価方法の構築についての議論や、試料の試行的計測が進んでいる。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】
研究代表者が湿度検出メカニズムとして着目する、ナノ粒子薄膜での水分吸着について、各機関と議論や計測試験を行った。空気中の水分を検出する湿度センサの動作には、ナノ粒子薄膜における水分吸着の化学状態が関連している。
KEK - 産総研間で、放射光実験施設における高輝度軟 X 線測定を実施した。軟 X 線測定では、粒子表面に吸着した水分子の化学状態分析を行うことができる。ナノ粒子上に吸着した水分をサブミクロンスケールで可視化するため、走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) での局所分布評価を試みた。評価用メッシュにコロイド状ナノ粒子を塗布することで試料を作製した。試料に対して、 $10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$ 角の領域で、STXM の 2 次元計測を行った。試料領域から水の構造に由来する信号がわずかに検出された。吸着水由来の信号と基材由来の信号がオーバーラップしているため、より確度の高い評価を行うためには、基材の選定から対策を行う必要がわかった。
NIMS-産総研間で、ナノ粒子薄膜での水分吸着量を直接とらえるため、近赤外顕微分光評価を実施した。液体状の水に起因する赤外光吸収の信号をモニタすることで、水分の吸着量をピンポイントに計測できる。水分の吸着量に対する、ナノ粒子の粒径依存性や基材の温度依存性について評価を行った。得られた結果をもとに、ナノ粒子薄膜表面と内部における吸着水分の化学状態に関する議論を進めている。
筑波大学 - 産総研間で、湿度センサを用いた運動中の呼気水分検出・発汗検出について議論を行った。産総研で開発中の湿度センサ、および市販湿度センサを、運動生理評価を行う実験室へと導入する検討を進めた。運動生理学で使用される湿度センサの性能の課題整理と、開発する高速応答する湿度センサの有望な応用先を絞り込むことができた。

【今後の活動予定】

産総研 - 物質・材料研究機構間で、連携研究を継続する手続きを進めている。産総研-筑波大学間で 2024 年度連携研究を、産総研・筑波大学内部で立案している。KEK での放射光施設を使ったナノ材料評価試験において、KEK を中心として各機関と連携を検討する。本研究をさらに発展させるため、科学研究費補助金などの外部資金獲得に取り組む。

【SDGs17 目標について、調査研究成果について、貢献ができると思われる項目があれば、最大3つまで☑をご記載下さい。】

研究成果に関連する SDGs 目標がある。

関連する SDGs 目標は無い

1 <input type="checkbox"/> 貧困をなくそう	2 <input type="checkbox"/> 飢餓をゼロに
3 <input checked="" type="checkbox"/> すべての人に健康と福祉	4 <input type="checkbox"/> 質の高い教育をみんなに
5 <input type="checkbox"/> ジェンダー平等を実現しよう	6 <input type="checkbox"/> 安全な水とトイレを世界中に
7 <input type="checkbox"/> エネルギーをみんなに、そしてクリーンに	8 <input type="checkbox"/> 働きがいも経済成長も
9 <input type="checkbox"/> 産業と技術革新の基盤を作ろう	10 <input type="checkbox"/> 人や国の不平等をなくそう
11 <input type="checkbox"/> 住み続けられるまちづくりを	12 <input type="checkbox"/> つくる責任、つかう責任
13 <input type="checkbox"/> 気候変動に具体的な対策を	14 <input type="checkbox"/> 海の豊かさを守ろう
15 <input type="checkbox"/> 陸の豊かさを守ろう	16 <input type="checkbox"/> 平和と公正をすべての人に
17 <input type="checkbox"/> パートナリシップで目標を達成しよう	

以上