

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本－スウェーデン共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「皮膚貼り付け型センサーによる高齢者健康状態の連続モニタリング」
2. 研究期間：令和元年5月～令和4年3月
3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	染谷 隆夫	教授	東京大学・大学院工学系研究科	プロジェクト全体総括、生体情報センサ基盤技術開発
主たる共同研究者	中原 謙太郎	研究部長	日本電気(株)バイオメトリクス研究所	高齢者の「心」の計測システムの構築
主たる共同研究者	網盛 一郎	代表取締役 CEO	(株) Xenoma	高齢者の「体」の計測システムの構築
研究参加者	横田 知之	准教授	東京大学・大学院工学系研究科	生体情報センサ基盤技術開発
研究参加者	梶谷 浩司	主任研究員	日本電気(株)バイオメトリクス研究所	高齢者の「心」の計測システムの構築
研究参加者	天野 信一	メディカル・アフケアーズ部長	(株) Xenoma	高齢者の「体」の計測システムの構築
研究期間中の全参加研究者数			21名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	マグナス・バーグレン	教授	リンショーピン大学・理工学部	プロジェクト全体統括
主たる共同研究者	ヘンリック・セダークヴィスト	CEO	クヴィヴァ(株)	医療分野への応用・導入
主たる共同研究者	ホーカン・アルヴィドソン	CEO	トリコービー(株)	研究・開発への助言
主たる共同研究者	バー・ニリン	CEO	メディソックス(株)	研究・開発への助言
主たる共同研究者	ダニエル・サイモン	准教授	リンショーピン大学・理工学部	プロジェクトのコーディネーター

研究参加者	クリスタ・ロー ゼンバーグ	医師	クヴィヴァ（株）	ハードウェア 医学的評価コ ーディネート
研究期間中の全参加研究者数			15名	

4. 国際共同研究の概要

本研究は、高齢者の健康状態を連続モニタリングできる独自のウェアラブルセンサが実環境で動作することを実証すると同時に、高齢者の健康データを利活用した革新的ソリューションを提示することを目的とした。モニタリングする計測対象として、高齢者の「体」と「心」の両面に注目し、1) 生体情報センサ基盤技術開発、2) 高齢者の「体」の計測システムの構築、及び3) 高齢者の「心」の計測システムの構築を目指した。本研究において開発されたエレクトロスピニング法を用いたポーラス構造を有するナノメッシュ音響センサは、これまでに報告されているフレキシブル音響センサと比較して、低周波数領域（約 500 Hz 以下）において非常に高い感度（10050.6 mV/Pa）を示した。皮膚に長期にわたって貼りつけても蒸れや炎症などが起こらないことから、浮腫などの生体情報の連続モニタリングが可能になった。超高齢化社会を迎えるにあたって、高齢者が簡便に且つ日常生活に支障なく、自身の健康状態を連続モニタリングできるシステムの実用可能性を示すことができた。

5. 国際共同研究の成果

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

本研究で開発されたエレクトロスピニング法を用いたポーラス構造を有するナノメッシュ音響センサによって、浮腫などの生体情報を連続してモニタリングすることが可能になり、ポストコロナ時代の高齢者の健康管理に貢献ができることを示した。また、上記の最先端センサを実装したスマートアパレル（センサ付き衣服）を両国で共同開発し、無線通信システムを併用することで、日常生活に支障なく生体情報の計測が可能であることを証明した。また高齢者の「心」「体」情報をクラウド上に蓄積・分析できるデータプラットフォームを開発し、孤独を抱える高齢者の「心」の状態を負荷なくモニタリングできるツールの実現可能性を示した。

学術成果としては、**Scientific Report** 誌に共同論文が 1 報掲載された。さらに本成果として 3 報の国際共同論文を投稿予定である。

5-2 国際共同研究による相乗効果

異なるバックグラウンドの研究グループが共同研究を行うことで、新規センサを用いた新しい応用研究分野を開拓することに成功した。今回の国際共同研究では、それぞれの研究グループから人材交流を積極的に実施し、研究開発を加速することに成功した。また、月 1 回の Web 会議を継続開催し、開発の進捗を定期的に相互モニタリングし、またお互いの問題を共有、ディスカッションすることで、様々な問題を解決できた。異なる国の考え方や物事の進め方を相互理解することが、お互いの長所を活かし、本研究でのシステム開発を円滑且つ順調にすすめることができたと考える。また、高齢者向け健康モニタリングに関連する市場の情報交換や、ビジネスモデルのディスカッションにより、本プロジェクトが開発したシステムを国際的に展開する際の検討すべき課題や、応用可能性について、確認することができた。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

本研究の成果としての生体情報センサや衣服型センサーデバイス（モーションキャプチャーパンツや浮腫計測用スマートソックス）は、高齢者の健康データを連続計測し、そのデ

SICORP 終了報告書（染谷・バーグレンソン課題）

ータを利活用する上で必要不可欠であり、本研究が社会にもたらす波及効果は非常に大きい。具体的には、本研究で開発を進めていた音響センサはスタートアップ企業と協力しての製品化を予定しており、衣服型モーションキャプチャーパンツを用いたリハビリ支援・定量化システムも、すでに実際の現場にて理学療法士や患者などから高評価を受けている。孤独を抱える高齢者の「心」の状態を定量的に評価することは、高齢化が進む世界において、さらに重要視されることは明白である。世界的な COVID-19 感染拡大を受けての遠隔モニタリング及び Hospital@Home（≒在宅医療）への需要の高まりもあり、本研究の成果物への注目は非常に大きいと考える。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
 Japan – Sweden Joint Research Program
 Executive Summary of Final Report

1. Project title : Continuous health status monitoring of elderly people using flexible skin patch sensors
2. Research period : May, 2019 ~ March, 2022
3. Main participants :
 Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Takao Someya	Professor	School of Engineering, The University of Tokyo	Overall project management, Development of basic technology for flexible skin patch sensors
Co-PI	Kentaro Nakahara	Director	NEC Corporation	Construction of a measurement system for the "mental condition" of the elderly
Co-PI	Ichiro Amimori	CEO	Xenoma Inc.	Development of health monitoring system for "body condition" in the elderly
Collaborator	Tomoyuki Yokota	Associate Professor	School of Engineering, The University of Tokyo	Development of basic technology for flexible skin patch sensors
Collaborator	Hiroshi Kajitani	Principle Researcher	NEC Corporation	Construction of a measurement system for the "mental condition" of the elderly
Collaborator	Shinichi Amano	General Manager	Xenoma Inc.	Development of health monitoring system for "body condition" in the elderly
Total number of participants throughout the research period: 21				

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Magnus Berggren	Professor	Linköping University	Swedish project leader
Co-PI	Daniel Simon	Assoc. Professor	Linköping University	Swedish project coordinator
Co-PI	Henrik Cederqvist	CEO	Cuviva AB	Swedish industrial/clinical application lead

Co-PI	Håkan Arvidsson	CEO	Trikåby AB	Advisory, on Swe. industry
Co-PI	Per Nylin	CEO	Medisox AB	Advisory, on Swe. industry
Collaborator	Christer Rosenberg	Dr. (medical)	Cuviva AB	Coordinator of medical evaluation of hardware
Total number of participants throughout the research period:				15

4. Summary of the international joint research

The purposes of his international collaborative research project were: 1) to demonstrate the effectiveness of unique wearable sensors to continuously monitor health conditions in real-life setting for the elderly, and 2) to propose innovative solutions than can utilize health data of the elderly. In this project, we aimed to establish: 1) basic technology for flexible skin patch sensors, 2) health monitoring system for “body” condition in the elderly, and 3) measurement system for the “mental” condition of the elderly, particularly focusing on both “body” and “mental” conditions in the elderly.

The nano mesh acoustic, which has porous structure using the electrospinning method, developed in this project exhibited much higher sensitivity (10050.6 mV/Pa) at low frequency range (i.e., approximately <500Hz) when compared with the conventional flexible acoustic sensors. Given that long-term attachment of this sensor on individuals’ skin does not cause any inflammations or stuffiness, this sensor can be used to continuously monitor biological information, such as edema, which could be beneficial for the elderly to understand their own health condition easily without hindering their daily activities.

5. Outcomes of the international joint research

5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

The nano mesh acoustic, which has porous structure using the electrospinning method, developed in this project can be used to continuously monitor biological information, such as edema, which could play an important role in health maintenance in the elderly after the Covid-19 outbreak. we also developed the “smart apparel” to implement continuous health monitoring in real-life situation and the data platform which can store and analyze “body” and “mental” information in the elderly on the cloud server. That way, we demonstrated that it is possible to measure biological information, both body and mental, without any disturbance in users’ daily life. In summary, this project suggested the possibility and effectiveness of the monitoring system to continuously monitor individuals’ health condition for the elderly. As a result, we produced one publication in Scientific Report, which gain an international attention. Moreover, we are planning to publish three more papers as a result of this international collaborative research, which could demonstrate a great achievement of this project.

5-2 Synergistic effects of the joint research

We successfully made a great progress in the field of application research using novel sensors by actively implementing interdisciplinary collaborative research, having different expertise and research groups from a wide variety of backgrounds. In this international collaborative research, we actively exchange our research, which successfully enhanced our research and development. Also, having a monthly web meeting to openly share and discuss our issues throughout the course of research, and to regularly monitor our development progress of development resulted in prompt resolution to our research goals. We strongly believed that these approaches led to smooth and flawless progress in this project. Additionally, this project provided us a great opportunity to exchange useful market information regarding health monitoring in the elderly in both Japan and Sweden, and to discuss its possible business model. In short, this international project is extremely beneficial

for all investigators in this project to understand the potential of their systems developed in this project and to elaborate how to globally expand their business utilizing the abovementioned systems.

5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

As the sensors to monitor biological information and “smart apparel”-type sensing device (e.g., motion capture pants and edema monitoring socks) are highly effective to continuously monitor health data of the elderly and to utilize these data, we strongly believe that this project

Specifically, the acoustic sensor developed in this project is planned to be commercialized in cooperation with a start-up company. Also rehabilitation system using motion capture pants has been already applied in home rehabilitation and we received a highly positive feedback from physical therapists and patients. Without question, quantitative evaluation of the "mental" state of the lonely elderly becomes more and more important in an aging world. Due to the growing demand for remote monitoring and hospital@Home (home medical care) following the spread of COVID-19 infection worldwide, we believe that the outcomes of this study will be of great interest in this field of study and its related market.

国際共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

*原著論文 (相手側研究チームとの共著論文) 発表件数 : 計 1 件

・査読有り : 発表件数 : 計 1 件

1. Armgarth, S. Pantzare, P. Arven, R. Lassnig, H. Jinno, E. O. Gabrielsson, Y. Kifle, D. Cherian, T. A. Sjöström, G. Berthou, J. Dowling, T. Someya, J. J. Wikner, G. Gustafsson, D. T. Simon, M. Berggren, "A digital nervous system aiming toward personalized IoT healthcare", *Scientific Reports*, **2021**, 11, 7757 DOI: 10.1038/s41598-021-87177-z

・査読無し : 発表件数 : 計 0 件

*原著論文 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文) : 発表件数 : 計 1 件

・査読有り : 発表件数 : 計 1 件

1. M. O. G. Nayeem, S. Lee, H. Jin, N. Matsuhisa, H. Jinno, A. Miyamoto, T. Yokota, T. Someya, "All-nanofiber-based, ultrasensitive, gas-permeable mechanoacoustic sensors for continuous long-term heart monitoring", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **2020**, 117, 7063-7070 DOI: 10.1073/pnas.1920911117

・査読無し : 発表件数 : 計 0 件

*その他の著作物 (相手側研究チームとの共著総説、書籍など) : 発表件数 : 計 0 件

*その他の著作物 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など) : 発表件数 : 計 0 件

2. 学会発表

*口頭発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数 : 計 0 件 (うち招待講演 : 0 件)

*口頭発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数 : 計 1 件 (うち招待講演 : 0 件)

*ポスター発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数 : 計 0 件

*ポスター発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数 : 計 0 件

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

4. 研究交流の実績 (主要な実績)

5. 特許出願

研究期間累積出願件数：0 件

6. 受賞・新聞報道等

7. その他