

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月12日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
千葉大学・大学院工学研究院
[職・氏名]
教授・武居 昌宏
[課題番号]
JPJSBP 120229909

1. 事業名 相手国: ケニア (振興会対応機関: OP) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) ラベルフリーで多重感染検出可能な CD 型 EIS 検出装置の共同開発

(英文) Collaborative development of CD type EIS device for label-free detection of multiple
parasitic infections

3. 共同研究実施期間 令和4年4月1日 ~ 令和6年3月31日 (2年ヶ月)【延長前】 年 月 日 ~ 年 月 日 (年ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology
(JKUAT)・Senior Lecturer・Odari Eddy Okoth

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,900,000-	円
内訳	1年度目執行経費	1,900,000-	円
	2年度目執行経費	2,000,000-	円
	3年度目執行経費	-	円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	10名
相手国側参加者等	4名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	2	0	0()
2年度目	2	0	0()
3年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。
 受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

感染症撲滅は SDGs でも重要課題と位置付けられ、特にアフリカ地域における感染症対策は、急務であると WHO が指摘している。正確、迅速かつ安価な感染症検出法と装置の実現は、貧困地域における感染症との戦いに重要な武器となる。一般的に感染血液中の寄生虫の検出は、血液塗抹標本の鏡検によってなされており、熟練した検査技師が顕微鏡のもとで、一検体につき数時間程度の検査時間を必要とする。しかし、この手法では、多種寄生虫が感染した血液中に「どの寄生虫種」が「どれだけ」存在するかを検出には長い時間がかかり、「その場」で「安価に」検出することは実質上不可能であった。そこで、本研究では、本研究代表者が長年研究してきた電気インピーダンス・スペクトロスコピー(EIS)法を基盤技術とし、世界初となる感染検出法の確立により、これまでに困難だった寄生虫感染の検出を実現することを目的とした。

より詳細には、1) マラリア、トキソプラズマ、および、フィラリアの寄生虫の感染血液中に、「どの寄生虫種」が「どれだけ」存在するかを「その場」で「安価に」検出できるラベルフリー感染検出法を確立し、2) 多重寄生虫感染血液(寄生虫種 $i=3$)の6パラメータ(赤血球濃度 cr 、白血球濃度 ch 、血しょう濃度 cp 、および各寄生虫種感染率 P_i)を変化させた場合の誘電特性を解析することで、Lab-on-a-CD 型 EIS 検出装置をケニア側と共同開発した(図 1)。

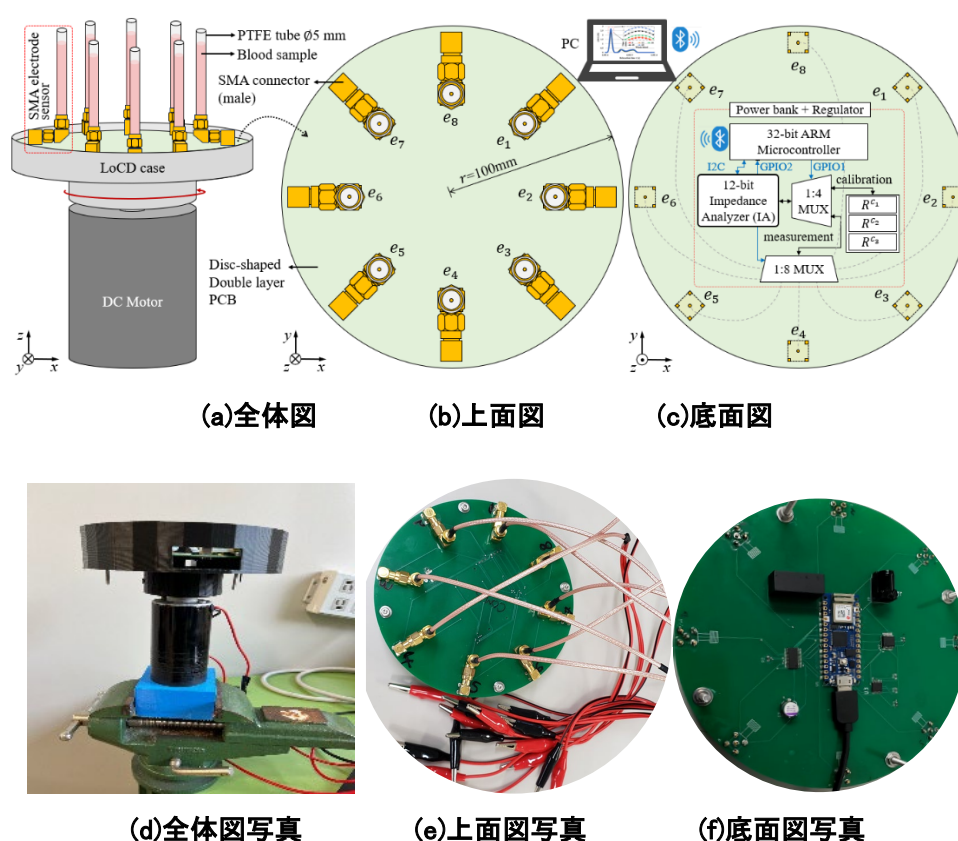


図 1 ケニア側と共同開発した Lab-on-a-CD 型 EIS 検出装置

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

次の通り、ケニア側との協力の上、3 つの査読論文を発表(ひとつは査読中)したことは、本学術上の価値が高い。その各論文のポイントは、次の通りである。

1. 工学的な視点により、アフリカ諸国の実情に対応し、ポータブルな低電力遠心分離機を結合した Lab-on-a-CD 型 EIS 検出装置をケニア側と共同開発

2. 生物学的な視点により、in vivo でのアルテメテル耐性マラリア原虫に対する薬剤選択の考察
3. 生物学的な視点により、in vitro およびマウスモデルにおけるアルテスナート-3-クロロ-4(4-クロロフェノキシ) アニリンの抗マラリア活性アッセイの実施

発表した査読論文

- [1] M.W.Sifuna, D. Kawashima, P.A. Sejati and M.Takei, Development of a versatile centrifuge-coupled lab-on-a-CD (ccLoCD) hardware for quantification of cell volume fractions by electrical impedance spectroscopy, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* (Under reviewing)
- [2] M.W.Waithera, M.W.Sifuna, S.K.Kimani, M.Takei, Drug selection pressure and Fitness cost for artemether-resistant Plasmodium Berghei ANKA parasites in vivo, *International Journal of Antimicrobial Agents*, Springer, 62(6), 107012 (2023) [doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2023.107012]
- [3] M.W.Waithera, M.W.Sifuna, D.W.Kariuki, J.K.Kinyua, F.T.Kimani, J.KL.Ng'ang'a, M.Takei, Antimalarial activity assay of artesunate-3-chloro-4(4-chlorophenoxy) aniline in vitro and in mice models, *Parasitology Research*, Springer, 122, 979–988 (2023) [doi.org/10.1007/s00436-023-07801-x]

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

本研究交流の主眼は、今後のケニアにおける感染症の撲滅に向けた研究推進・技術開発に先立ち、日本側で開発した計測技術をケニア側に伝承することにある。本ラベルフリー感染検出法に基づく Lab-on-a-CD 型 EIS 検出装置のプロトタイプ機を、ケニア側との協調的かつ綿密な国際共同研究に基づき、ケニア研究者とともに作り上げ、近い将来にはケニアなどのアフリカ社会に実装し、実用化できるよう準備を進めた。この新規な検出技術により、感染症というアフリカの最大課題の解決に大きく貢献できると確信しており、国際共同研究の必要性・意義があった。

さらに、相手国との交流、特に教育面では、査読論文のその著者の SIFUNA Martin 氏(千葉大学の JSPS 外国人特別研究員)と、WAITHERA Milka Wambui 氏(千葉大学博士後期課程学生・ケニア国籍)は、ケニア国籍であり、若手育成にも大きな効果があった。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

本共同研究の成果は、アフリカなどの貧困地域における寄生虫感染症のモニタリングに展開し、今後、現地研究者とのフィールド試験を通じて、本共同研究で開発したプロトタイプ機を完成させることで、将来的に、マラリアを含むあらゆる寄生虫の感染症の予防及び早期治療が可能となる。将来的な寄生虫感染撲滅に貢献でき、社会的なインパクトも高い。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

2023 年度は若手研究者として、千葉大学の JSPS 外国人特別研究員の SIFUNA Martin 氏(ケニア国籍)と、WAITHERA Milka Wambui 氏(千葉大学博士後期課程学生・ケニア国籍)が、10 月にケニアで行われた国際会議 The 6th Africa International Biomedical and Biotechnology Conference (AIBBC 2023)に参加し、研究発表とワークショップの講師を務めた(図 2)。

さらに、ケニア側研究者の JKUAT の Dr. Eddy Odari、Dr. Steven Ger 、Dr. Celestine Makobe、ナイロビ霊長類研究所(IPR)の Dr. Lucy Ochola、および、ナイロビ大学の Julius Oyugi 教授と、Web ミーティングを数回開催し、日本側の機械工学を専門とする学生と、ケニア側の生物学の異分野の研究者同士が本研究課題について議論を行うことで、異分野における研究者の価値観を育成した。



前列左か 4 人目が SIFUNA Martin 氏(千葉大学の JSPS 外国人特別研究員)

図 2 AIBBC 2023 のワークショップの講師の写真

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

世界初となる感染検出法の開発により、これまでに困難だった寄生虫感染の検出を実現する。EIS 法の適用により、「どの寄生虫種」が「どれだけ」感染血液中に存在するかを「その場」で「安価に」検出することを可能とするラベルフリー感染検出法の確立、Lab-on-a-CD 型 EIS 検出装置の開発により、感染症の撲滅に貢献し、アフリカの貧困層の向上が図れる。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

他事業への展開:JSPS 令和 5 年度研究拠点形成事業－B. アジア・アフリカ学術基盤形成型に課題名「電気インピーダンス・トモグラフィー研究・人材育成拠点」が採択