

補助事業番号 2018M-142

補助事業名 平成30年度 微量血液分析用自律制御型流体デバイスの要素技術開発
補助事業

補助事業者名 山梨大学 大学院総合研究部 工学域 浮田研究室 浮田芳昭

1 研究の概要

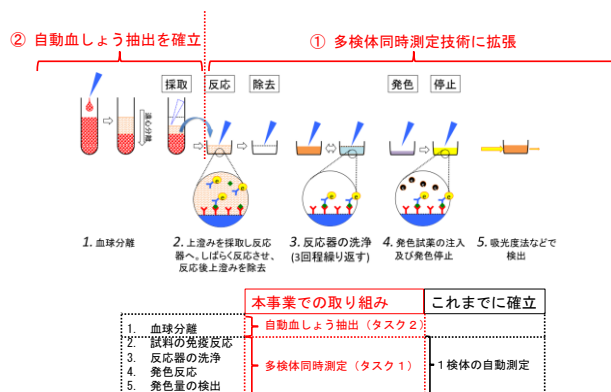
本研究では、微量血液中マーカーを自動測定できるマイクロ血液分析デバイスの要素技術の開発に取り組んだ。具体的には、「① 多検体同時分析自律流体デバイスの開発」及び、「② 自律制御型流体デバイス適合型微量血しょう抽出機構の開発」である。前者は複数の検査項目を同時測定したり、複数試料の同時分析を実現するための技術開発である。補助事業実施者は自律制御型マイクロ流体デバイスという独自技術の開発に取り組んでおり、本事業に於いてもこれを原理として複数同時分析デバイスの原理を確立することに成功した。また、後者は血液中成分の分析に於いて阻害原因となりやすい血球成分を除去するための前処理技術の開発に関するものである。遠心分離による血球分離とこれにより分離した上澄み成分のみを抽出する技術を確立した。

2 研究の目的と背景

近年、インターネットの顕著な発達を背景に、在宅医療や遠隔診療等の普及が期待されている。遠隔診察等の既存インフラを基盤とするシステムは順調な発展を遂げているものの、血液検査の遠隔化に関しては新たなハードウェアの開発が必須であり、遠隔血液検査技術の開発が遠隔医療の展開を律速すると予想される。遠隔検査の実現には個人が血液検査を運用できることが最も理想的であり、このうえで重要なのは安全性と経済性である。即ち、本研究の目標は一般人でも安全に運用可能な微量血液検査装置を実用化することである。

3 研究内容 (<http://www.me.yamanashi.ac.jp/lab/ukita/res.html>)

本事業では上記デバイスに加え、これを拡張・応用することで実用化に必要な要素技術を確立した。具体的には、「① 多検体同時分析自律流体デバイスの開発」及び、「② 自律制御型流体デバイス適合型微量血しょう抽出機構の開発」により二つの要素技術の開発に取り組んだ。前者に於いては複数検体を同時測定する原理を確立した。複数検体の同時測定を実現することで、様々な疾患リスクを評価できるため、デバイスの汎用性を向上することができる。また、後者に於いて



本事業の位置付け

は自動的に血しょうを抽出するデバイスの原理を開発した。一般的に血液中の成分を検査する場合は血液より血球を除去した液体部分（血しょう）に溶けているタンパク質等を測定する。血液検査の自動化のためには本工程を自動実行する要素技術の確立が必須であるため、これに取り組んだものである。以下に、各開発項目の詳細について述べる。

(1) 多検体同時分析自律流体デバイスの開発

これまでに開発してきた自律制御理論を基盤とする同時分析デバイスを設計・製作した。過去に開発した免疫測定デバイスと同様に、定常回転に於いて自律的に制御されるデバイスを実現するため、自律分注機構から開発した。自律分注機構とは、複数の分析部に適用する為の試薬を計量・注入する為の機構である。計量に関しては、比較的先行事例が存在するものの、計量後の試薬を分析部に注入する為の自律的制御技術に関しては前例が無く、この技術に関しては新規に開発した。自律分注機構を開発した後に、上記免疫測定デバイスとの統合化に取り組み、自律的に多検体の免疫測定を実行できるデバイスの開発に取り組んだ。この取り組みにより、試薬の調量、分注、洗浄、を繰り返し実行する自律免疫測定デバイスを実現し、免疫測定に成功した。

(2) 自律制御型流体デバイス適合型微量血しょう抽出機構の開発

本開発項目に関しても、これまでに開発してきた自律制御理論を基盤とする同時分析デバイスを設計・製作した。血球の遠心分離に関しては、一般的な技術であるものの、分離後の上澄み成分はピペットによる回収など手作業による。本開発では、これを自動実行する為の自律制御機構の開発に取り組んだ。血球を分離した後の血液上澄み部を加圧することで、分析部に移動するものであり、本原理についても上記自律制御理論を基盤として技術を実現した。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

自律的な制御により、低コストな微量血液分析デバイスの実現が期待される。今後、これまでに開発した要素技術の統合化や、デバイス製造技術の研究を着実に進めて行くことにより、微量血液の分析装置の実現が期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

血液検査では免疫測定法が広く用いられており、これは血球分離、血しょう抽出、免疫反応、洗浄、発色反応という多段階の単位操作からなる複雑なものである。本補助事業者は、これまでの研究により上記単位操作のうち免疫反応以降を自動実行するマイクロデバイスを確立している。本デバイスはディスク状のデバイスで、これを定常回転させるだけで自律的に上記単位操作を実行するものである。デバイスは非常にシンプルな構造で、射出成形等の量産技術でも制作できることと、定常回転させるだけの簡単な制御機構で動作することから、コスト面で非常にメリットの大きな原理である。また微量の検体を分析できることから安全な採血法にも適合する。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

(1) 学会発表(海外)

1. Shunya Okamoto and Yoshiaki UKita, Dispenser Integrated Multiplexed Micro Immunoassay Device for Synchronized Multiple Unit Operation, The Twenty Second International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2018), Taiwan, 2018. 11. 11-15
2. Hiroki Naito, Shunya Okamoto, Yoshiaki Ukita, Timed Pneumatic Trigger System for Autonomous Plasma Extraction on Simple Microfluidic Device, The Twenty Second International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2018), Taiwan, 2018. 11. 11-15

(2) 学会発表(国内)

1. 岡本 俊哉, 浮田 芳昭, 両面成形遠心マイクロ分注機構の開発, 第66回応用物理学会春季学術講演会, 10p-PA3-20, 東京工業大学 大岡山キャンパス

(3) 展示会

1. イノベーションジャパン2018「並列化微量免疫分析デバイス」浮田芳昭
2. 平成30年度やまなし産学官連携交流事業「血液検査の可搬化を志向するマイクロ免疫分析システムの開発」浮田芳昭

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 山梨大学工学部(ヤマナシダイガクコウガクブ)

住 所: 〒400-8511

山梨県甲府市武田4-3-11

担 当 者: 准教授 浮田芳昭(ウキタヨシアキ)

担 当 部 署: 機械工学科(キカイコウガクカ)

E - m a i l: yukita@yamanashi.ac.jp

U R L: <http://www.me.yamanashi.ac.jp/lab/ukita/index.html>