

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：32607

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26860420

研究課題名(和文)一般健康人の舌診所見についてのデータベースの構築

研究課題名(英文) Database construction of tongue features in healthy subjects

研究代表者

川鍋 伊晃 (Kawanabe, Tadaaki)

北里大学・東洋医学総合研究所・研究員

研究者番号：40445523

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：漢方医学において舌の色や形などの情報は体質判断や治療薬選択などに際し重要な評価要素である。しかし、一般診療では評価条件が一定せず、主観が判定に入り込む余地もあり、信頼性のある評価法は確立されていない。そこで、高い色再現性と画像解析アルゴリズムを有する舌撮影解析システムを新たに開発し、臨床上重要な舌診所見の定量化を可能とした。また、データベース構築に向け臨床研究を進め、舌画像情報と特定の臨床指標の間に相関があることを見出し、論文や学会で報告した。また、関連要素技術の国際標準化を図り、将来的な社会実装を想定した土台作りも行った。

研究成果の概要(英文)：The information of tongue features such as color and shape are important elements for the evaluation of physical conditions and the selection of appropriate therapeutic drugs in Kampo medicine. However, the reliable evaluation method of tongue features hasn't been established because of non-unified evaluation conditions and human subjective influence in clinical practice. Then we developed new computerized tongue image analysis system with high color reproduction and image processing algorithm to quantify clinically important tongue features. In addition, we proceeded clinical research for database construction and found the correlation between tongue features and specific clinical indices, then reported the results in research papers and conferences. We also established the international standard of associated elemental technologies to build the foundation of future social implementation.

研究分野：漢方医学

キーワード：舌診 客観化 定量化 人工知能 漢方 統合医療 国際標準化 国際研究者交流

### 1. 研究開始当初の背景

漢方医学の診察(四診)において、舌診所見は重要な評価要素であるが、現在の診療環境では評価条件が一定せず、医師の主観などが判定に入り込む余地も相当程度あり、信頼性のある評価法の確立には至っていない。舌診所見判断の際に重要となる色調や形態を客観化するために、舌デジタル撮影画像から臨床上重要な所見を定量的に評価可能なセンサーが開発できれば、今まで主観の評価に基づいていた臨床情報を客観的に扱えるようになり、漢方診療支援システムの開発や未病ケアなどヘルスケアへ資することも可能となる。

### 2. 研究の目的

舌診所見の客観化によるデータベースの構築を目標に、高精度な舌撮影画像デジタルデータの取得を可能とする舌診センサーを開発することが主な目的である。また、舌診所見と自覚症状、生活習慣などの相関も評価し、様々な病態の表現型としての舌診の診断的意義や有用性を探索し、病気へ向かう前段階としての「未病」のコントロールから健康増進・疾病予防への応用を検討することも目的とする。

### 3. 研究の方法

上記目的の達成に向け、ハードウェア、ソフトウェアに要求される必須要素および技術的課題を検討しセンサー開発を図り、臨床研究も行う。ハードウェアに関しては、高い色再現性を実現するため安定した光源や照射環境を有する機器の開発に取り組む。また、色再現性を高めるために舌専用カラーチャートも製作する。ソフトウェアに関しては、取得した舌撮影画像から、色調や形態などの舌診所見判断の際に重要な情報の抽出を目的に、機械学習を応用した手法の開発に取り組む。その上で、上記要素技術を実装した舌診センサーを製作しデータベース構築の土台作りを行う。また、臨床研究を開始し、舌画像データおよび臨床情報を収集し、それらの相関を解析することで、「未病」評価への応用の可能性を探る。

### 4. 研究成果

#### (1) ハードウェアの開発

臨床では微かな舌の色差を判断応用していることがわかり、各種検証実験の結果から、高い色再現性の実現のために図1に示すような克服すべき課題が明らかとなった。具体的には、光源の分光特性の経時的変化が色再現性の低下に繋がっていること、舌表面に対する不均一な光照射が色ムラを引き起こし正確な色評価の障害となっていること、色補正の際に舌の色域の再現に適したカラーチャートがなく、肉眼的でも確認できる程度の有意な色差を生じていること、などが明らかとなった。



図1

上記の課題に対して、長期間にわたり安定的な分光特性が保たれる光源、舌表面に対する均一な光照射を可能とする内部構造、色補正(線形性)の観点から、舌色(赤み)に特化したカラーチャート、が必須要素と判明し、光源環境の構築と色補正ツールの製作を行った。具体的には、均一照射を可能とする半積分球構造(照射ムラ2%以内)および高精細・高解像度デジタルカメラを実装した(図2)。

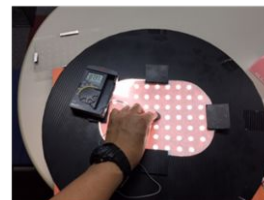


図2

それらの性能実験を踏まえ、据え置き型および携帯型の舌診センサープロトタイプのハードウェア開発を進めた。

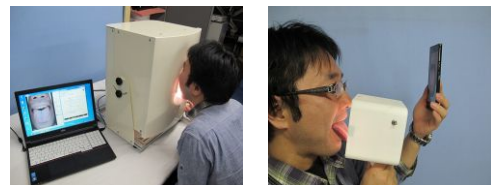


図3

#### (2) ソフトウェアの開発

臨床では舌体と舌苔の色調と形態が重要な指標となるが、それらの分析に際し、舌撮影デジタル画像からまず舌エリアを抽出し、さらに舌体エリアと舌苔エリアを分離し、それぞれの色調や形態を定量的に扱えるようにすることが必要になる(図4)。

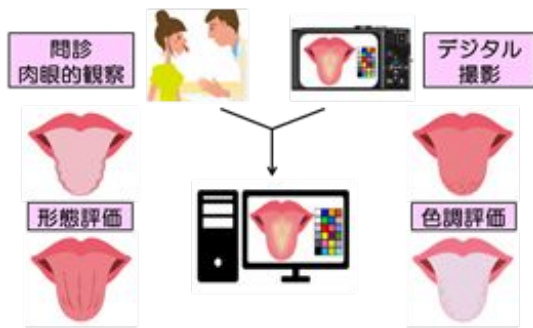


図 4

まず、上記の情報分析を可能とするアルゴリズムの構築に当たり、克服すべき課題を検討した。当初単純に色差を指標として、撮影舌デジタル画像から舌領域の抽出を試みたが、図5に示すように、口唇や歯、肌などの残存による分離不良が目立った。また、図6に示すように、正確に舌領域が抽出できて舌体領域と舌苔領域の分離不良も目立った。

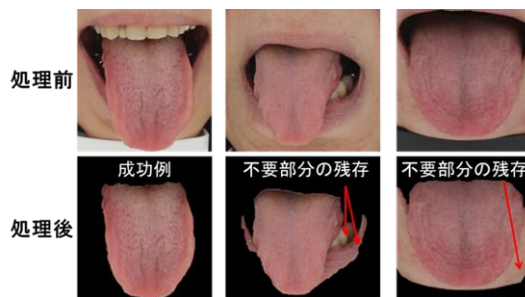


図 5

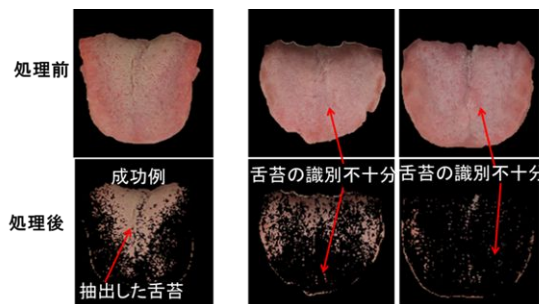
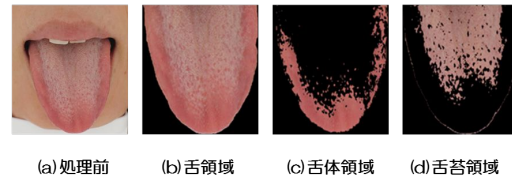


図 6

そこで、上記の抽出・分離不良の克服を目的に、特定の機械学習を組み合わせることで精度を向上させた解析ソフトウェアを開発し、舌体領域および舌苔領域の色調の定量化を可能とした。一方で、歯痕や皸裂などの形態変化も定量的に扱えるようにする必要があり、それらの情報を検出するためのアルゴリズムも並行して開発した。また、舌専用カラーチャートを使用し、E5となるような色再現性を高める色補正アルゴリズムも解析ソフトウェアに合わせて組み込み、舌の色調および形態の定量的な分析を可能とする舌診センサープロトタイプを完成させた(図7)。

舌エリア抽出・分離



歯痕・皸裂検出

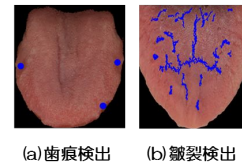


図 7

### (3) 臨床研究

上記の開発技術を使用し、約2000名の外来患者を対象とした臨床研究を実施した。舌撮影デジタルデータの収集ならびに臨床情報の収集を行い、相関分析をもとに未病評価に応用可能な指標の検討を行った。上記の研究成果をもとに、以下に示す論文作成や各種学会報告を行った。また、将来的な社会実装を想定し、プラットフォームの構築ならびに日本漢方の国際的な発信や保護を目的として、ISO/TC 249において開発要素技術の国際標準規格化も図った。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3件)

Nur Diyana Kamarudin, Chia Yee Ooi, Tadaaki Kawanabe, Hiroshi Odaguchi, and Fuminori Kobayashi, A Fast SVM-based Tongue's Multi-Colour Classification aided by K-means Clustering Identifiers and Colour Attributes as a Computer Assisted Tool for Tongue Diagnosis, Journal of healthcare Engineering, 査読有, vol.2017, article ID 7460168  
<https://doi.org/10.1155/2017/7460168>

Tadaaki Kawanabe, Nur Diyana Kamarudin, Chia Yee Ooi, Fuminori Kobayashi, Xiaoyu Mi, Mariko Sekine, Akino Wakasugi, Hiroshi Odaguchi, Toshihiko Hanawa, Quantification of tongue colour using machine learning in Kampo medicine, European Journal of Integrative Medicine, 査読有, vol.8(6), 2016, p932-941  
<https://doi.org/10.1016/j.eujim.2016.04.002>

Nur Diyana Kamarudin, Chia Yee Ooi, Tadaaki Kawanabe, Xiaoyu Mi, Hiroshi

Odaguchi, Toshihiko Hanawa, Fuminori Kobayashi, A fast and effective segmentation algorithm with automatic removal of ineffective features on tongue images, Jurnal Teknologi, 査読有, vol.78(8), 2016, p153-163  
DOI : 10.11113/jt.v78.7129

〔学会発表〕(計 6件)

Tadaaki Kawanabe, Hiroshi Odaguchi, Toshihiko Hanawa, Development research of diagnostic support sensors to quantify physical examinations in Kampo medicine, 4th International Symposium for Japanese Kampo Medicine, 2017

川鍋伊晃, ミイシャオユ, 小田口浩, 未病制御を目的とした漢方健康ものさし開発の取り組み, ICT 技術を活用した高齢化社会への対応に関する日中会議, 2017

Tadaaki Kawanabe, Development of tongue image analysis system and the use in Kampo medicine, The 20th international conference on Oriental medicine between Dongeui & Daegu Haany University, 2016

川鍋伊晃, ミイシャオユ, 関根麻理子, 若杉安希乃, 小田口浩, 花輪壽彦, 漢方医学的診断に基づいた舌色分類の定量化の試み, 第 67 回日本東洋医学会学術総会, 2016

Nur Diyana Kamarudin, Chia Yee Ooi, Tadaaki Kawanabe, Xiaoyu Mi, Tongue's substance and coating recognition analysis using HSV color threshold in tongue diagnosis, IWPR2016, 2016

川鍋伊晃 舌撮影解析システム(TIAS)を用いた舌形態判断の検討, 第 65 回日本東洋医学会学術総会, 2014

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕(計 0件)

〔その他〕特記事項なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川鍋 伊晃 (KAWANABE, Tadaaki)  
北里大学・東洋医学総合研究所・研究員  
研究者番号 : 40445523

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号 :

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号 :

### (4) 研究協力者

Nur Diyana Kamarudin  
Universiti Teknologi Malaysia