

**研究申請者：社会医療法人 敬和会 理事長 岡 敬二**

**研究担当者：社会医療法人 敬和会 教育・研究担当部 佐藤 昇**

**共同研究者：大分大学工学部 高見 利也、行天 啓二、大城 英裕**

**大分岡病院 循環器内科 永瀬 公明、脇坂 収、迫 秀則、立川 洋一**

**大分大学医学部循環器内科 高橋 尚彦**

**研究プロジェクト：長時間記録型携帯心電計を用いた深層機械学習によるリアルタイム高精度仮想診断技術開発のための基礎研究**

## **I 研究目的**

虚血性心疾患や不整脈は、患者の ADL や QOL に多大な影響を与えるだけでなくその家族や職場へも大きな負担を及ぼす可能性があることから社会的にも極めて重要な疾患である。従来その診断には、外来や健診での心電図検査や、24 時間ホルター心電計による検査などが主流であったが、装着期間が短いことから臨床上重要な不整脈の検出率は十分とは言えないのが現状であった。最近、小型軽量で前胸部に貼付するのみで最長 2 週間の長期に渡ってリアルタイムで連続波形記録できる携帯型心電計が数機種 (WR-100, DURANTA 等) 新規開発され市場に導入された。こういった長期間装着型の携帯心電計を用いて、例えば脳塞栓の患者で短期間の心電図モニタリングでは異常が認められない例でも、長期間の解析により潜在性心房細動が発見されるといった臨床診断向上へのインパクトが報告されている。

このような IoT 技術を基盤とした遠隔医療用検査機器の近年の目覚ましい発展と比較して、心電図波形の自動診断技術の進歩は停滞しているのが現状である。臨床検査で得られた心電図波形は、一般に機械式アルゴリズムを用い報告書を医師が最終的に確認し診断を決定する。この自動解析システムは、主要な不整脈の自動診断には有用であるが、特殊な不整脈の検出や体動や筋電図によるアーチファクトの除外、また ST-T 変化の感知が困難であるといった欠点も内包している。また、ICU で 24 時間、重症患者の心電図モニタリングを施行する場合、体動や接触不良などによる頻回の false alert は、alarm fatigue という医療上重要な問題の原因となりうる。特に WR-100 は長期間のリアルタイムモニターを可能とするが、現実的に医師が昼夜を通じて心電図波形を監視し続けることは困難であるため、リアルタイムに重篤な心疾患を高精度に自動診断するシステムの構築が将来的に重要となる。そこで本研究では新たな試みとし

て、ディープラーニングを応用した心電図解析技術を新規開発し、最終的に WR-100 に実装することにより長期間リアルタイムモニタリングを実現するための基礎システムの構築を目標とする。

昨年 6 月にスタンフォード大学のグループから最初の深層学習を用いた心電図自動解析の論文が発表されて以来、現在までに数々の類似論文が報告されている。既発表論文は機械学習による不整脈などの自動解析に限定されており、既存アルゴリズム依存の自動解析機との性能比較にとどまっている。本研究の共同研究者である大分大学理工学部の高見教授は、機械学習を用いた時系列解析を専門の一つとしており、自動解析への時間軸導入にアドバンテージを持つ。また、同学部の行天准教授は、深層学習に加え機械式アルゴリズムによる情報シグナルのバリエーション増幅に造詣が深いため、後に述べる深層学習のボトルネックとなる必要十分量のサンプル集積を可能とするための技術開発基盤を持つ。さらに同学部、大城助教は、深層学習の応用研究と共に、以前フクダ電子技術者との共同研究で、心電図波形の機械式アルゴリズムによる自動解析機能開発に従事しており、心電図シグナル分析の基礎に精通している。そこで本研究では、一般的な不整脈解析にとどまらず、従来自動解析機で困難であった、時間軸を加えることによる ST-T 変化のリアルタイム診断や特殊な不整脈解析、さらには過大なノイズによるアーチファクトの除外等を最終目標に設定する。

## II 研究の内容

大分大学理工学部、高見教授のグループと心電図の深層機械学習による超高精度自動解析を目標とする共同研究を開始する。当初は利用可能であるオープンデータベース (MIT-BIH Arrhythmia Database 等) を用いて機械学習の開発を始める。また、大分岡病院循環器内科にて過去に施行したホルター心電計検査により得られたデータを匿名化し機械学習に利用する。WR-100 導入により集積された各不整脈の心電図データが蓄積してきた段階で、機械学習用のデータとして解析開始する。WR-100 より送信されクラウドサーバへ保存された患者の波形データは、匿名化されたまま研究解析に使用する。本研究を基礎とする将来的なプロジェクトの展開は以下の 2 段階に分けて進める。1. ニューラルネットワークを用いたディープラーニングを実装し、最新型の心電図自動解析機と同等若しくはそれ以上の性能の獲得を目指す。また、体動や筋電図など自動解析機で判定不可能なノイズの識別を実現させる。2. 時間軸を加えることにより、ST-T の経時的変化を感知可能とし、虚血性心疾患の診断率向上を目指す。本研究における一般的な不整脈解析は教育・研究担当部、佐藤が担当する。難度の高い不整脈解

析には、大分岡病院循環器内科の、永瀬、脇坂、迫、立川先生に協力を依頼する。また、大分大学循環器内科、高橋教授に不整脈の深層学習による解析の機能評価の担当を依頼する。敬和会、大分大学理工学部でプロジェクトの進捗状況に関する合同ミーティングを定期的に行う。

### **III 研究によって期待される成果**

不整脈や虚血性心疾患の早期診断や治療効果判定、予後予測は患者のADLやQOLを向上させるうえで必要不可欠と考えられる。そのためには、日常生活での長期心電図モニターが非常に有効である。長期間記録型心電計をより臨床で効果的に活用するためには、心電図自動解析機の性能を更に向上させることが必須であるが、近年大きなブレークスルーは見られていない。本基礎研究では、深層機械学習を用いて従来の自動解析機の診断能力を上回る解析力を獲得することを目標とする。更に、本研究より得られた結果に基づいて、今後従来の心電図自動解析装置では不可能であった、心疾患の予後予測を可能にするプラットフォーム技術開発に着手する。本研究の成果を通じて、将来的に循環器疾患の診断、治療へ大きなインパクトを与え得るプロジェクトの創生へ繋がることを期待する。