

# 新生児蘇生シミュレーションに用いる 聴診器装着型心音再生モジュールの提案

村田 賢弥<sup>†1</sup> 西本 騰<sup>†1</sup> 松村 耕平<sup>†1</sup> 足立 隆弘<sup>†2</sup>  
野間 春生<sup>†1</sup> 岩永 甲午郎<sup>†3</sup> 黒田 知宏<sup>†3</sup>

**概要:** 本研究では、新生児蘇生講習において安価に導入できる聴診器装着型心音再生モジュールを提案する。正期産児のうち約15%は呼吸循環機能のための何らかの処置を必要としており、分娩時にスタッフ全員がその蘇生法を習得していることが望まれる。この蘇生法を学ぶ講習会では新生児の形だけを模した簡易なシミュレータが広く用いられており、受講生は自分の聴診によって心拍音を聞くことはできないため、講師が口頭で心拍数を直接伝えるなどの方法が取られている。本稿では、講習会におけるニーズを踏まえ、現状で用いられている簡易シミュレータであっても聴診したときに心音を得られる仕組みを、聴診器のチェストピースに取り付けるだけで実現するモジュールを設計し、試作結果を報告する。

## A Proposal of an Attachment Device of a Stethoscope for the Neonatal Cardio-Pulmonary Resuscitation Training Workshop

Kenya Murata<sup>†1</sup> Noboru Nishimoto<sup>†1</sup> Kohei Matsumura<sup>†1</sup> Takahiro Adachi<sup>†2</sup>  
Haruo Noma<sup>†1</sup> Kogoro Iwanaga<sup>†3</sup> Tomohiro Kuroda<sup>†3</sup>

**Abstract:** We propose an attachment device of a stethoscope for the Neonatal Cardio-Pulmonary Resuscitation (NCPR) training workshop. Fifteen percent of neonates need resuscitation for respiratory stability, immediately after birth. Therefore, all of the staff attending the birth are expected to be trained neonatal resuscitation procedure. Japan Society of Perinatal and Neonatal Medicine has been holding NCPR training workshop widely. The workshop employs simple mock-neonate, so trainers have to tell vital information verbally instead of trainees' stethoscopes. In this paper, we design an attachment device that allows trainee to auscultate as usual even if the simple mock-neonate model.

### 1. はじめに

日本蘇生協議会 (JRC) が公開している「JRC 蘇生ガイドライン 2015」によると、正期産児の約15%は出生後、呼吸循環機能の安定のための何らかの手助けを必要としている[1]。そこで、一般社団法人 日本周産期・新生児医学会では「すべての分娩に新生児蘇生法を習得した医療スタッフが新生児の担当者として立ち会うことができる体制」の確立を目標に、2007年から新生児蘇生法 (NCPR: Neonatal Cardio-Pulmonary Resuscitation) 普及事業を開始した[2,3]。

NCPRを受講するための講習会は全国で行われている。講習会は座学と実習で構成される。座学においてはインストラクターがNCPRのアルゴリズムや基本的な知識を説明し、実習においては受講生が新生児の形を模した蘇生訓練シミュレータを使用してシナリオに沿った蘇生実習を行う。

現状、NCPR講習で利用されるシミュレータは機能別に二種類に大別される[4,5]。新生児の身体の構造だけでなくバイタルまでも再現した高性能のシミュレータでは、聴診すると設定された疑似心音が本物の様に聴こえる。しかし、新生児の人形自体に機械が組み込まれているために高額で、操作の習熟や定期的なメンテナンスも要するため、広く利用されていない。一方、大多数の新生児蘇生トレーニング

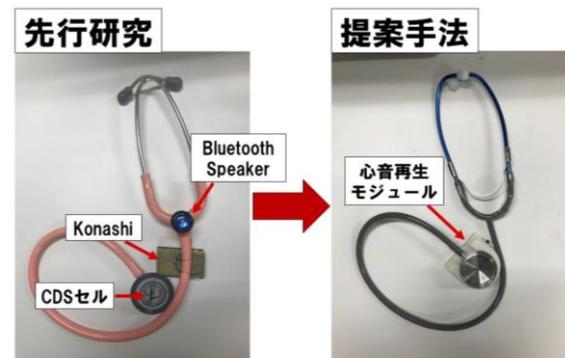


図1 センサ組み込み型聴診器

†1 立命館大学  
Ritsumeikan University  
†2 株式会社 ATR-Promotions  
ATR-Promotions, Inc.  
†3 京都大学医学部附属病院  
Kyoto University Hospital

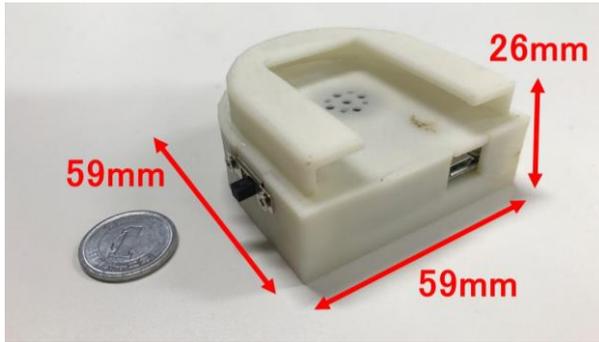


図2 聴診器装着型  
心音再生モジュール

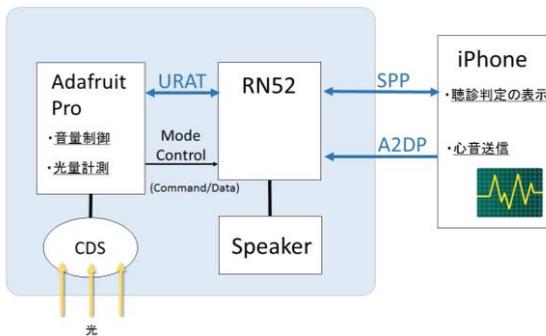


図3 ブロック図

においては新生児の体形や重量のみを再現した、簡易シミュレータが用いられている。当然ながら、後者では受講生が聴診器をシミュレータにあてても、心拍音を得ることはできないため、インストラクターの口頭指示など、何らかの別の方法で心拍情報を講習生に伝えねばならない。結果的に、講習において重視されている主体的な行動が阻害され、講習における学習効果に影響が生じることが指摘されている[4, 5]。

本研究は、簡易なシミュレータであっても、受講生自身の聴診によって心拍数を主体的に得る仕組みを導入することで、NCPR講習会の学習効果を高めることを目的としている。本稿では、既存の聴診器のチェストピース部に装着するだけで、受講生が疑似的に心拍音を聴音できるモジュールについて述べる。

## 2. 先行研究

これまでに我々は、図1左に示す照度センサとイヤフォンを直接組み込んだ聴診器の開発を行ってきた[6]。チェストピース部に埋め込んだ照度センサの一つであるCDSセルと無線モジュールのKonashi[7]をゴム管にケーブルを埋め込んで接続し、Bluetoothでチェストピース内の照度をPCに送信する。PCで明暗の判定を行い、暗いと判定したら聴診中とみなして、心音データをゴム管に取り付けた

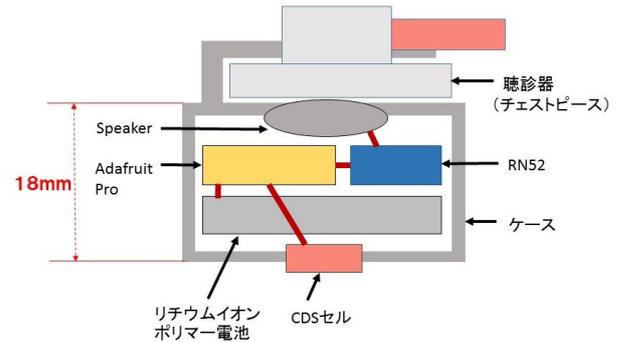


図4 モジュールの内部構造

Bluetoothイヤフォンに送るシステムである。開発システムを用いて講習を実施したところ、講習生のインタビュー結果から、受講生自身が自分の聴診行動で心音を聴くことにより、シミュレーションの臨場感が高まり、より主体的で効果的な研修が行えることが示唆された。

しかし、先行研究では聴診器にセンサを埋め込み、さらにゴム管を通してKonashiに配線し、さらにゴム管に穴を空けてイヤフォンを固定しているため、専用の聴診器が必要で、受講者が普段使っている聴診器を使って訓練ができないという課題がある。また、CDSセルから検知した値をBluetoothでPC送信してから明暗を判定し、また別のBluetoothスピーカーに音声データを送るため2系統のBluetooth接続が必要となる。

## 3. 提案手法

本研究では、一般的な聴診器を改造することなく、前述のような機能を実現する聴診器装着型心音再生モジュールを開発した。図2に示すように、試作機は幅59mm、高さ26mm、奥行59mmで、市販されている聴診器をスライドしてはめ込む構造である。筐体は3Dプリンタで作成した。リチウムイオンポリマー電池を電源としており、Micro-USB端子から充電する。

図3にモジュールのブロック図を示す。NCPR講習時、インストラクターが指定した心拍数の心音が、スマートフォン（以下、スマホ）からチェストピースに取り付けられた心音再生モジュールにBluetoothのA2Dプロファイルで送信される。モジュールにはArduino互換機であるAdafruit Pro[8]が組み込まれており、CDSセルで検知した値をもとに聴診しているかどうかの判定を行う。音声の再生にはMicrochip社のRN52[9]を使用しており、Adafruit ProからUART通信でコマンドを送ることで音量の調節が可能となる。今回製作したモジュールでは、Adafruit Proが聴診中だと判断した場合は音量を上げ、聴診していないと判断した場合には音量をゼロにすることで、聴診行動によって心音を得る仕組みをモジュール内で実現している。また一時的にRN52をコマンドモードからデータモードに移行させると、Serial Portプロファイル(SPP)を経由して、Adafruit Pro

からインストラクターの持つスマホ上に照度センサで得られる聴診状態を送信することができる。計測された聴診状態を手元のスマホに受信することで、インストラクターは受講生の行動をコントローラー上で確認できる。

開発したモジュールは電氣的、機械的に従来の典型的な聴診器とは完全に独立しており、また、聴診中かどうかの判断をモジュール内で行うことで、スマホとの Bluetooth 接続が先行研究に比べて簡略化されている。結果的に、受講者は自分の聴診器を損なうことなく、簡単に装着するだけで簡単に実習を受けることができ、現場への導入の可能性が広がると考えている。

#### 4. おわりに

本稿では、先行研究で作成された CDS セルを組み込んだ聴診器の改良版であるモジュールの開発を行った。今後のモジュール改良のために、複数の NCPR 学会公認インストラクターおよび NCPR 専門コース認定取得者と試作品の運用について協議し、以下に示す三つの課題と改善点が挙げられた。

第一の課題はモジュールの大きさと厚みである。試作機は通常の新生児用聴診器と比較すると相対的に大きく、医療者にとって聴診器の先端に装着するモジュールに違和感が生じる可能性が指摘された。現行モジュール内部は図 4 に示すように電池や Adafruit Pro が重ねて配置されており、聴診器のチェストピース部からモジュールの接触面までに 18mm の厚みが生じている。今後はリチウムイオンポリマー電池の変更や、配置の工夫により更なる小型化を追求することとなっている。

第二に聴診器との接続方法の課題である。聴診器には複数の種類があり、チェストピース部には規格が存在しない。したがって形状の異なる聴診器であっても、安定して装着できる接合方法のデザインを検討する必要がある。

最後に、電力供給への懸念が挙げられた。蘇生トレーニング時の充電切れによるトレーニング継続不可となる可能性を念頭に置き、交換可能な電池利用導入の是非を検討することとなった。これについてはモジュール開発と並行して、インストラクターへの運用方法に関する聞き取り調査を行い順次対応していくこととなっている。

今後はこれらの課題を修正し、モジュールを更に小型化し現場で普及しやすい仕様に改良していく。

#### 参考文献

- [1] “RC 蘇生ガイドライン 2015 オンライン版 - 第 4 章 新生児の蘇生 (NCP) ”。  
<http://www.japanresuscitationcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/08dce2e3b734f1a2d282553a95dfc7ed.pdf>, (参照 2017-12-25).
- [2] “NCPR : 新生児蘇生法普及事業”。  
<http://www.ncpr.jp/index.html>, (参照 2017-12-25).
- [3] Nimbalkar A. et al.. Newborn Resuscitation Training Programmes

- Reduce Early Neonatal Mortality. Neonatology. 2016;110(3):210-24. doi: 10.1159/000443875.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26526494>
- [4] Pammi M. et al.. Randomized control trial of high fidelity vs low fidelity simulation for training undergraduate students in neonatal resuscitation.. BMC Res Notes. 2015 Nov 3;8:636. doi: 10.1186/s13104-015-1623-9.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26526494>
- [5] 齋藤誠, “インストラクターのレベルに応じた高機能シミュレーター用の新生児蘇生シナリオプログラムの作成” 日本シミュレーション医療教育学会雑誌, vol4, p.85 -89, 2016
- [6] 花岡信太郎, 岩永甲午郎, 河井昌彦, 西本膳, 野間春生, 黒田知宏, “よりよいデブリーフィングが可能な新生児蘇生講習を目指したシミュレータ開発”, 第 62 回 日本新生児成育医学会学術集会, 2017.
- [7] “konashi - A physical computing toolkit for iPhone, iPod touch and iPad”.  
<http://konashi.ux-xu.com/>, (参照 2017-12-25).
- [8] “Adafruit Pro Trinket - 3V 12MHz ID: 2010 - \$9.95 : Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits”.  
<https://www.adafruit.com/product/2010>, (参照 2017-12-25).
- [9] “RN52 - Wireless - Bluetooth Module”.  
<https://www.microchip.com/wwwproducts/jp/RN52>, (参照 2017-12-25).