

保育器警報システムの改善

橋 吉岡 平田 升 大辺 宮崎
大阪ハイテクノロジー専門学校 臨床工学技士科

Improvement of incubator alarm system

Gimpei Tachibana Kentarou Yoshioka Tsuyoshi Hirata
Emi Masu Mika Obe Yuka Miyazaki

Department Of Clinical Engineering, Osaka College Of High-Technology

The excessive noise put a lot of stress on premature baby hospitalized in Neonatal Intensive Care Unit (NICU). In recent years, from the viewpoint of developmental care, an anti-noise measure in NICU attracts attention. On investigation by hospital staff and environmental assessment group, average noise level in NICU is 63,5dB. Alarm sounds of incubators are the loudest noise. It becomes about 90dB maximum. This level exceed 45dB, safety noise level recommended by American pediatric academy. So, we pay attention to improve sound environment in NICU in view of clinical engineering. We design an telemetry system to reduce alarm sound of incubators especially. This system can reduce an excessive noise affecting premature infants, and it can immediate treatment. We think that, we can give more appropriate care to premature baby.

要旨； NICUに入院している患児にとって、過度の騒音は大きなストレスとなる。

近年、ディベロップメンタルケア等の観点から、NICU内の騒音対策が注目されている。病院、環境アセスメント団体等による調査の結果、NICU内の平均騒音レベルは63,5dBであり、最も騒音が大きいのは保育器等の警報音で90dB余りになると判明した。これはアメリカの小児科学学会が定める安全騒音レベル45dBを大きく上回っている結果である。そこで、我々はNICU内の騒音対策について臨床工学の視点から注目し特に保育器の警報音を軽減する方法として、警報のテレメトリー化を提案する。

このシステムにより患児に影響を与える過度の騒音を軽減し患児に対し早急に対応でき、より適切なケアを提供できるだろうと考えている。

1 緒言

NICU（新生児集中治療室）の需要が今後さらに高くなってくると考えられる。少子化の現状に反し未熟児の数が増加傾向にあるためである。主な原因として、産科医による切迫早産対策技術の向上、母体搬送・分娩立ち会いが一般化により死産例が減少、不妊治療により多胎妊娠例が増加したためである。また食生活の欧米化により、栄養バランスが崩れ環境ホルモンが影響を受けていることや、女性の喫煙者が増えていることなどが原因なのではないとも言われている。そこでNICUの環境を整え、患児に対してより適切なケアを提供することが大きな課題となる。

近年、ディベロップメンタルケアという考えが注目視されるようになり、この理念に基づき患児に対しケアが行われるようになってきた。新生児、特に未熟児で生まれた新生児は脳が急速に発達するため感受性が非常に高く、成人の100倍程度あるとも言われている。そのため、光や音など外部の影響を非常に受けやすく、これに伴うストレスによって新生児の発育に様々な悪影響を与える。例を挙げると、大きな騒音によって脳の血管が切れてしまう危険性や、強い光を見ることによってテンカンを引き起こす危険性

がある。又、予後にも悪影響を及ぼす可能性もある。そういった危険を予防するため、新生児の評価に基づき、新生児より適切なケアを提供することが重要であるという概念から生まれたものがディベロップメンタルケアである¹⁾。

現在 NICU にて行われているディベロップメンタルケアを挙げると、部屋を薄暗くする(現在 480LUX)、保育器やベッドにカバーをかけるなど遮光(40LUX 以下)対策が行われている。また、未熟児が落ち着き安定した睡眠が得られることができるとし、未熟児を子宮内に近い体位で寝かせるポジショニング対策もとられている²⁾。騒音対策については、保育器の取り扱いに注意し室内の音の騒音を減少させる、保育器の警報が鳴ると看護師がすぐに警報音を止める、警報音を小さく設定しているのも、他業務を行っている時でも、どこかで警報が鳴っていないかを終始注意するといった対策が挙げられる。

その中でも騒音環境に注目してみると、その騒音レベルはアメリカの小児科学会が定めるNICU内の患児に対する安全騒音レベル(45dB)を大きく上回っている結果であった。よって現時点でのNICUの騒音環境が、患児にとって決して望ましい環境だとは言えない状況下にある。

それに対しNICU内では様々な対処法が行われている。しかし現在の対処法では、警報音を小さく設定するため警報音に気付かない事故等の可能性や、警報音に注意を払い続けるため一つの業務に集中出来ない。そのため看護師への負担が大きくなるなどまだまだ改善する点が多いのが現状である。そして私達は文献調査の結果、最も騒音が大きいのは保育器の警報音(最大 90.2dB)ではないかと考えた³⁾。

そこで私たち臨床工学技士を目指す者として、ディベロップメンタルケアについて工学的視点からアプローチしていくことが重要なのではないかと考えた。そして、私たちはこのテーマを **Engineering Of Developmental Care: エンジニアリングオブディベロップメンタルケア** (以下これを EDC と省略する) と表現した。

本研究で EDC の当面の課題としてディベロップメンタルケアの中でも特に騒音環境に着目した。EDCの一環として、NICUの中で最も騒音が大きいと考えられる保育器の警報音を無くせないかと考え、保育器警報システムの改善に取り組むことにした。

目的として、音を軽減することによって患児の予後をより良くすること、又看護師の負担を少しでも軽減させる事である。解決策として、音を無くしかつ看護師に確実に警報音を知らせる方法として、警報音テレメトリー化を提案する。

表2 騒音レベル

特質	ピークの強さ dB(A)	例	保育器の中	効果
ちょうど聞き取る	10	心音		
非常に静かである	20 30	ささやき		35dB(A)以下で 理想の睡眠
静か	40	平均的な家	暗騒音	50dB(A)以下で理想
	50	仕事の少ない 交通量		
適度に大きい	60	通常の会話	モーターのオン、オフ	いらだたしさ、迷惑
	70	掃除機	通風装置管材料 の中での泡立ち音	
大きい	80	激しい交通量 電話の着信音	保育器で頂部に指を付ける	持続的な露出 による聴力消失
	90	空気削岩機	保育器の下で金属 キャビネットドアを開めること	
とても大きい	100	電動芝刈り機	固体の可塑性の 船窓を開ける	
不快感を与える	120	車の大型ラジオセ	マットレスの上部を落とす	痛みと苦惱
くらい大きい	140	上空30Mのジェット機		

2 NICUの騒音環境

NICU内の平均騒音レベルは、文献調査の結果 63.5dB であった。また時には 90 dB を超えた騒音も観測した。これはアメリカの小児科学会が定めるNICU内の患児に対する安全騒音レベル(45dB)を大きく上回っている。NICU内の騒音は主として保育器警報音、心拍呼吸モニターの心拍同期音の音量、Pco₂などが挙げられる。

以下騒音レベルの指標を下図で示す⁴⁾。

3 警報テレメトリシステムの提案

3-1 システムの概要

保育器に取り付けたセンサーが警報を感知し、無線で看護師にバイブレーションで警報を知らせる。送受信機の電波には FM 電波を使用した。図 1 にシステムの概要を示す。

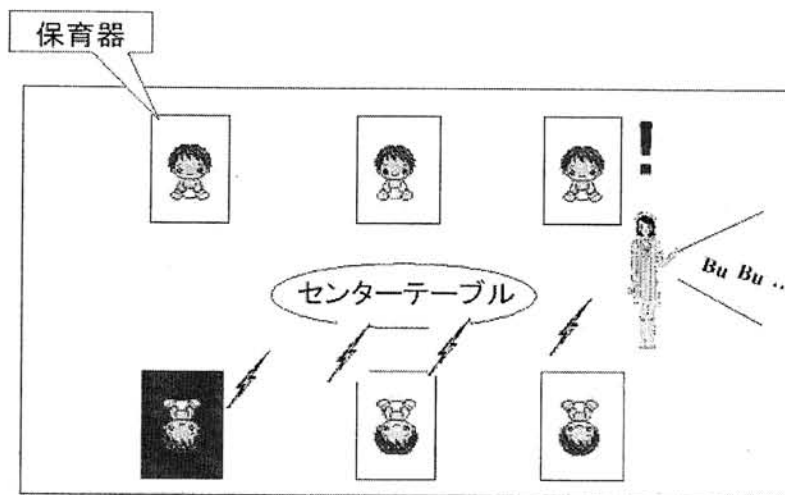


図 1 システムの概要

3-2 テレメトリーシステムの信号の流れ

まず保育器内の異常を異常感知回路が感知する。その信号が送信回路に入り、電波で送信される。送信された電波は受信回路によって受信され、信号が振動モーターに伝えられてモーターを振動させるという仕組みである。図 2 にシステムの流れについて示す。

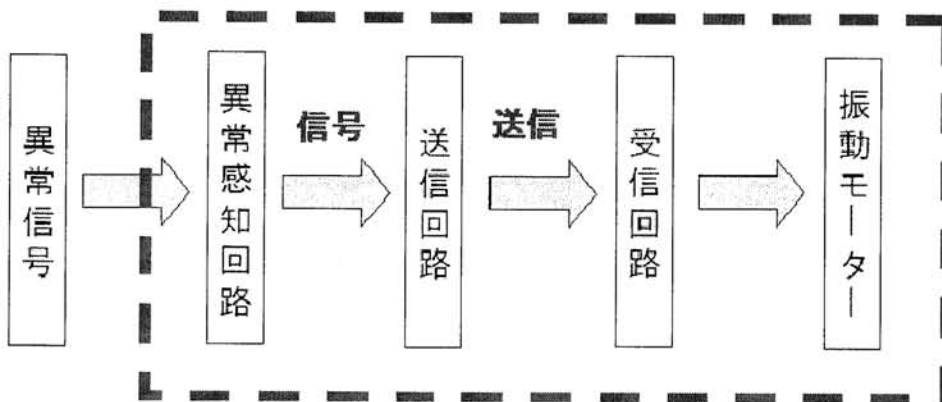


図 2 提案システムの流れ

4 プロトタイプ作成と予備的実験

4-1 異常感知回路

異常感知回路の中で、保育器の温度管理が患児にとって重要であることや、コスト面や回路作成の容易さなどの理由から温度センサーを使用することにした。温度センサーにはサーミスタを使用し、温度上昇で抵抗値が下がり、温度下降で抵抗が上がることによる電圧の変化を利用した。

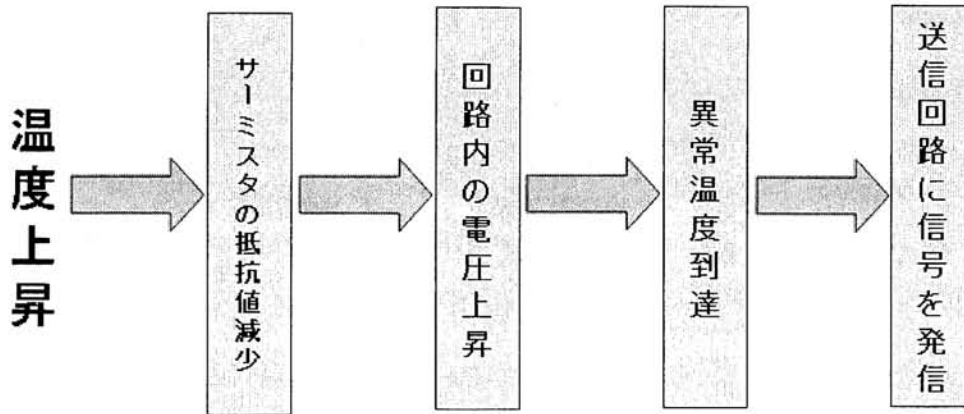


図3 異常感知回路のブロックダイアグラム

4-2 送信回路

次に送信回路としてはFMトランスミッターを使用した。信号を安定させる為に、FMトランスミッターの前に無安定マルチバイブレータを使用した。警報の直流信号で無安定マルチバイブレータ回路を起動し、その出力を送信した。FMトランスミッターの送信周波数は76.8MHzに設定した。全体の出力電圧は5Vでノイズが少なく送信できたので出力電圧は5V設定した。

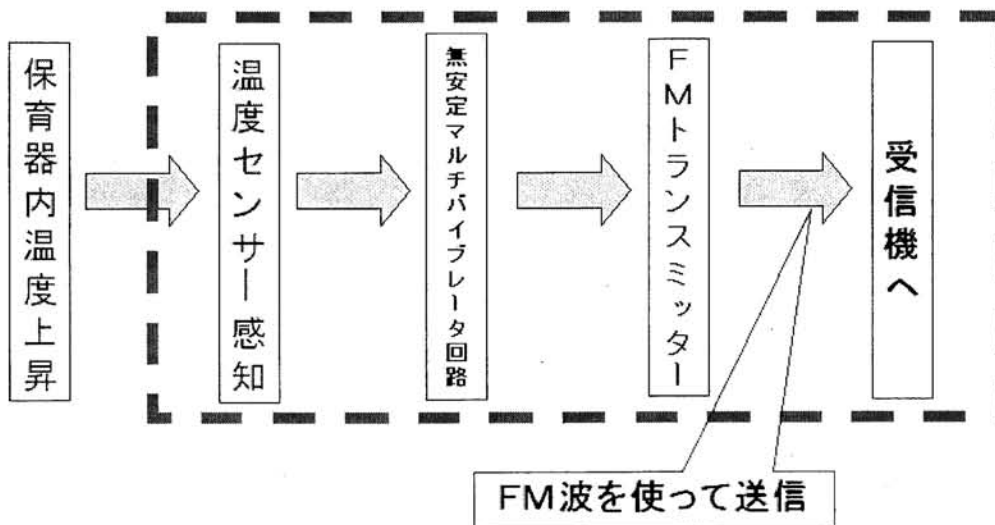


図4 プロトタイプのブロックダイアグラム

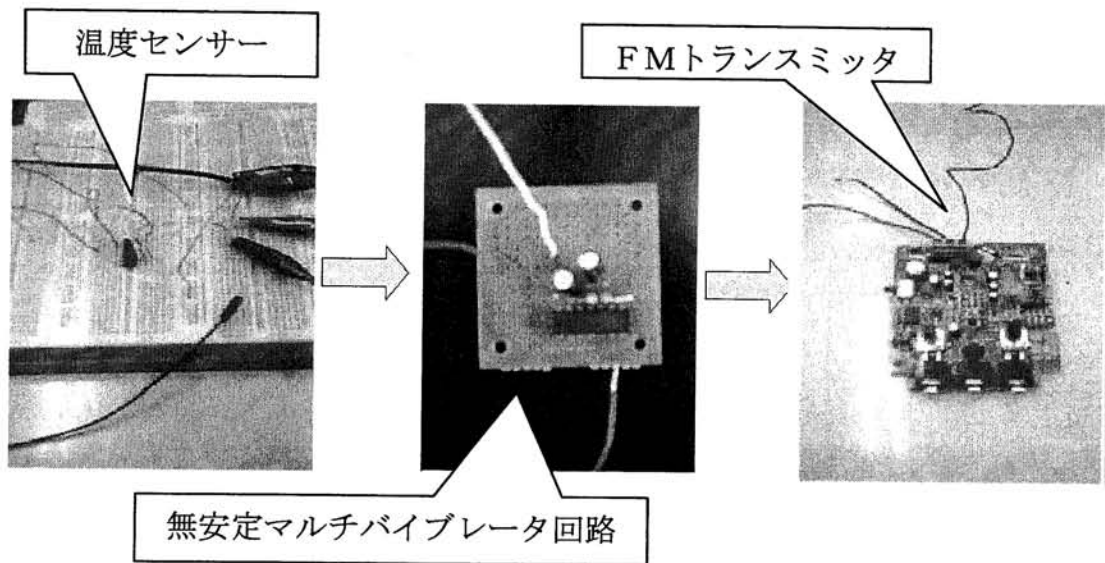


図5 信号発振から送信までの実装

4-3 受信回路

受信機には FM 受信機を使用し、受信された交流信号（パルス波）を直流にする為に全波整流回路を出力部分に振動モーターを取り付けた。受信された出力電圧をオシロスコープで測定した結果、約 1.5V のパルス波であり、振動モーターの企画電圧 3 ~ 5 V の範囲以下だったので、全波整流回路の前に増幅回路を取り付けた。

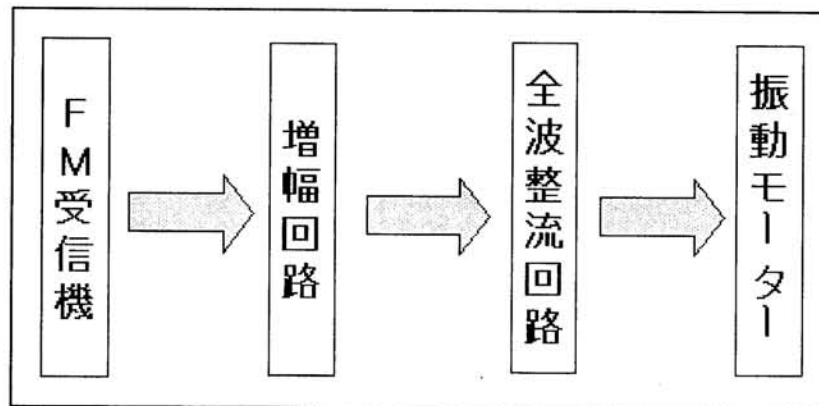


図6 受信機の流れ

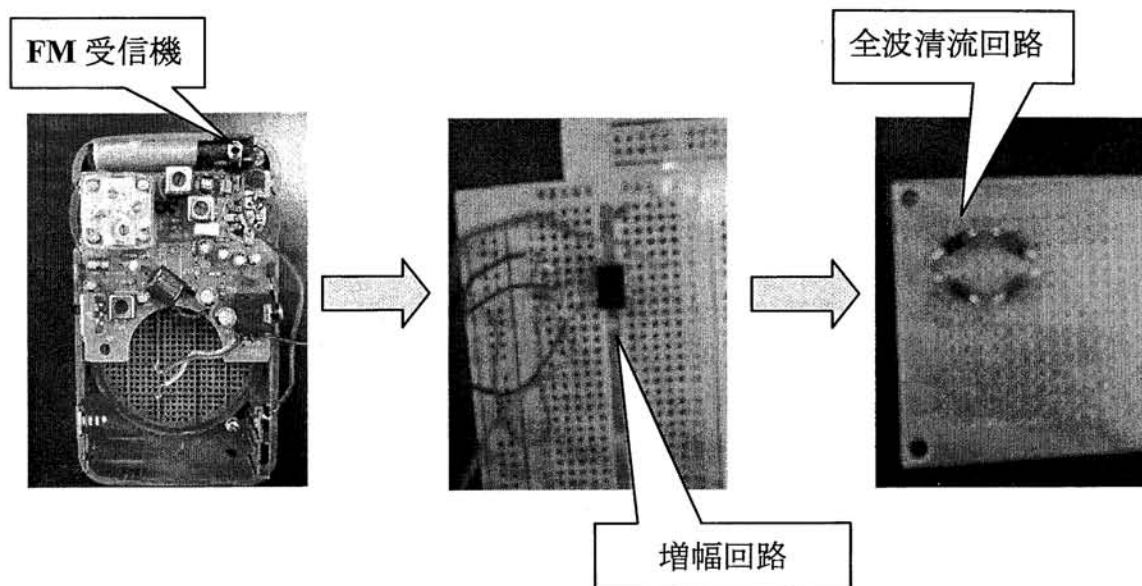


図7 受信部から整流するまでの実装

5 まとめ

このEDCシステムによって音の刺激を軽減することが出来ると同時に、未熟児に対し早急に対応出来ると考えられる。今後の課題として、送受信機の作動実験、騒音の軽減効果の実証、送受信機の小型化、耐久性の向上などが挙げられる。また将来的には、大きい施設にも対応出来るようにNICU内をゾーン分けし、看護師にバイブで警報を知らせると同時にモニターで警報を発している保育器のゾーンが点灯するパネル表示システムも考えている。それによって保育器の数が多いNICUにおいても、警報が出ている保育器の位置をいち早く確認することができると考える。今後はこのシステムの実装化に向けてこれらの課題に取り込んでいきたいと思う。

謝辞

本研究においてご協力して下さいました専攻科の内藤さん、高槻病院 臨床工学科 西田先生、谷口先生に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 仁志田 博司, "新生児学入門", 医学書院
- 2) 天谷恵美子, 辰巳光代, "音についてのQ&A, Neonatal Care 2003 vol.16 No.8
- 3) 小川雄之亮/分担研究社, "ハイリスク児の養育医療環境に関する研究", 厚生科学研究費補助金(こども家庭総合研究事業), 分担研究報告書
- 4) QUEST, TECHNOLOGIES, Noise in Neonatal, Intensive Care Units