

厚生労働科学研究費補助金（障害者政策総合研究事業）
平成 30 年～令和元年度（平成 31 年度） 分担研究報告書

分担研究課題：「医療的ケア児に関する行動観察のための
簡便な装置の開発に向けての試行～その 1」

研究協力者：奈倉 道明（埼玉医科大学総合医療センター小児科）
藤田 孝之（兵庫県立大学工学研究科先端医工学研究センター）
小橋 昌司（兵庫県立大学工学研究科先端医工学研究センター）

研究要旨

動く医療的ケア児の介護の負担度を知るための簡便な計測システムについて、医用工学の専門家と議論した。その結果、ビーコンを用いて看護師と患者の近接時間を測定することを試みた。インタープロ社のビーコンライブ管理システムを用い、信号発信 25 秒毎、サーバー記録 1 分毎と設定してデータを蓄積した。のべ 4 人の患者に試みたが、いずれも看護師の近接をビーコンの信号強度で捉えることはできず、特に 1m 以内の近接距離と信号強度との間に相関が見られなかった。その理由は、看護師は秒単位で動いているために 25 秒間隔の信号発信では実態を反映できなかったこと、ビーコンの信号強度は遮蔽物・反射物の影響を受けやすいことがあげられた。本システムは、1m 以内の近接を測定するには適していないと思われた。

A. 研究目的

医療デバイスを装着して生活している子ども、いわゆる医療的ケア児は、日常生活上で医療ケアを必要とし、介護者の負担が大きい。特に、歩行可能な運動機能の高い医療的ケア児は、医療機器が不用意に体から外れるリスクを負っているため、寝たきりの子よりも介護者の負担が大きいと考えられる。しかし、運動機能が高いことから障害の程度が軽いと評価されやすい。

動ける医療的ケア児に対する介護の負担度を評価する方法として、簡便な計測機器を使った測定を、医用工学の専門家とともに検討した。

その結果、介護者と患者が近接する時間を

正確に計測するシステムとして、ビーコンを活用するのが良いとの結論に至った。ビーコンは、BLE(Bluetooth Low Energy)という近距離無線通信規格に基づいた電波の発信システムである。半径数十メートルという近距離の範囲に向けてトランスミッター（発信器）が定期的に信号を発信し、その範囲内にあるセンサー（受信端末）がそれを感知し、端末はその信号強度のデータを定期的にクラウドサーバーに送信し、データを蓄積するシステムである。

B. 研究方法

介護者と患者が近接する時間を簡便で正確に計測するために、インタープロ社のビーコンライブ管理システムを購入した。このシステムでは、ビーコン信号の発信周期は 25 秒毎

であり、サーバーでの記録周期を 1 分毎と設定した。1 分よりも細かくは設定できないとのことだった。

当院に動ける医療的ケア児が付き添いなしで入院してきた場合に、患者家族に対して、このビーコンシステムを使用する研究に参加することの同意を得た。そして、当該児の受け持ち看護師はハイビーコン（トランスミッター）を持ち歩き、患者のそばに受信端末のスマートフォン（センサー）を設置した。スマホは、子どもの手に触れないようビニールケースに入れてベッドサイドに設置した。患者側のスマホが受信したビーコンの信号強度を、ビーコンライブ管理システムにより自動記録した。それとは別に、看護師はその子にケアを実施した時刻とケアの内容を別紙に記録した。
（倫理的配慮）

ハイビーコンシステムは、身に付けるだけで近接状況を自動計測する機器であり、侵襲がない。研究に際しては患者家族の同意を取得した。

C. 研究結果

のべ 4 人分の患者で研究を行った。うち 2 人分は同一人物で 2 回の入院時にデータを取得した。

先行実験では、ハイビーコンと受診端末が 1m 以内に近接した場合に信号強度 RSSI は -60db 以上を記録したが、それより近距離の場合、距離と信号強度との間に相関関係が見られなかった。ビーコンとスマホが密着した状態で信号強度を計測したところ、-32～-61db と非常に幅が広がった（平均 -49.0 ± 標準偏差 8.5db）。

実際に看護師がハイビーコンを携帯し、患者のそばにスマートフォンを設置した実測実験においては、看護師が遠距離にいると思われるタイミングでの信号強度は常に -60db 未満で

あったため、-60db 以上がある程度の近接を意味していると解釈した。

しかし、看護師が医療的ケアを行った時刻のデータを確認したところ、8 回のケア時刻に対して -60db 以上の信号強度を記録した時間帯は 3 回しかなかった。しかもその 3 回の時間帯の中で、-60db の信号強度を記録した分単位のデータは連続しておらず、飛び飛びであり、数分間持続して患者に近接したとは読み取れなかった。また、患者をケアしていない時間帯であっても、-60db 以上の信号強度をしばしば記録していた。

例えば、患者 A における 10/27 0:00～21:04 の 21 時間の記録において、信号強度 -60db 以上であった時間は、総計 $96/1265 = 7.6\%$ であった。これらのうち、実際に看護師がケアを実施したと記録した時間帯（前後 10 分、合計 20 分の時間幅を想定）の中で -60db 以上を記録した時間単位は、 $11/96 = 11.4\%$ しかなかった。

以上より、ビーコンライブ管理システムを活用して患者と看護師の近接距離を自動的にモニターする試みは不成功と判断した。

D. 考察

ビーコンの信号強度は、原則として距離の二乗に反比例して減衰する。しかし、実際の現場でビーコンを使用した場合、ビーコンと受信端末の間には必ず障害物や反射物などが存在し、信号強度にゆらぎが生じることが報告されている。

実際に本研究の事前研究では、1m 以内に近接した場合の信号強度はほぼ -60db 以上であったが、密着状態での信号強度が -32～-61db と非常に幅広く、1m 以内では距離と信号強度との間に相関関係が成立しなかった。そのため、近距離での測位には向かないと結論付けた。

信号強度が安定しない原因の一つとして、看護師は秒単位の短時間で動き回り、同じ場所に留まらなかったことが考えられる。また、看護師の行動を観測するためには、1 分間隔で信号を発信するのでは不十分と考えられた。スマホが子どもの手に触れないようビニールケースに入れて設置したことも、信号強度の低下につながったと思われる。そもそも、ビーコン信号のゆらぎが予想以上に大きく、特に 1m 以内の近距離において正確な測位は不可能なようであった。

E. 結論

ビーコンのシステムを用いて看護師が患者に近接する時間を正確に計測する試みは不成功に終わった。今後、この試みを成功させるためには、ビーコンの発信信号をより強くすること、信号発信を 10～15 秒単位の短い間隔で行うこと、信号強度に影響を与える遮蔽物、反射物について事前に病室の中で実験を繰り返した上で実際のデータ計測を行うべきと考える。また、現在の当該機器では、そもそも 1m 以内の近接距離を正確に測定することは不可能と思われる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表 なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし