看護研究報告：

焦電型赤外線離床センサーの試作・運用の検討

澁谷 秀幸^{*}、荻原 園子^{*}、小澤 恵子^{*2}、上島 美佳^{*2}、
植松 鶴子^{*2}、井上 憲昭^{*}

当院では一般病院の臨床工学科として、ベッドからの転倒・転落を防止するための各種離床センサーを自主製作している。この度、焦電型赤外線離床センサーを試作し、その効果について検討した。試作センサーの特徴は、焦電型赤外線センサー（松下電工製 MP モーションセンサー NaPiOn）を選択し、任意の位置にセンサーを設置可能としたことである。尚、製作費用は1機あたり4,000円であった。試作センサーは、(1)起床感知型離床センサー、(2)離室防止用具、(3)マット型離床センサー代替用具の3つの用途で病院および病院併設老人保健施設にて運用し評価した。3か月間の試験運用の結果、利点としてはセンサー設置場所を工夫することで様々な用途で使用でき、安全性に優れていることがわかった。欠点としては、センサー設置位置によっては、ナースコール誤作動により看護・介護スタッフの労力を増やしてしまった。課題として、ハードウェア面から検出範囲の規定および感度調節が考えられた。

①離床センサー ②NaPiOn

I. はじめに

医療施設において、転倒・転落事故を防止する為に、多種多様な転倒・転落防止用具が利用されている。当院及び当院併設の老人保健施設（以下、老健）においても転倒・転落事故は多く、安全対策委員会でも問題提起されていた。しかし、市販の転倒・転落防止用具を購入もしくはリース契約でも1機あたり月額数千円～と高価であり、ランニングコスト等も合わせると施設運営への負担は大きい。各種離床センサーの原理は電気・電子工学を応用したものであり、病院の臨床工学科で自主製作可能と考えた。これまでに、マット型、月ヶ瀬離床セン

サー¹⁾（洗濯バサミを利用したもので、洗濯バサミ先端が電極になっており、衣服・プラスチック板等を挟み、患者（利用者）が動き、これらが外れるとナースコールが鳴る仕組みの離床センサーのこと）等、自主製作の転倒・転落防止用具を運用しているが、センサー自体が転倒の原因になったり、有線式のため、ベッドからの転落の際にセンサーのコードが患者・利用者身体にまきつくなどの安全性に問題点がある。この点を解消するべく赤外線センサーを利用した離床センサーの自主製作を試み、臨床の現場で運用したことについて報告する。

II. 対象および方法

1. 赤外線離床センサー作製方法

市販の赤外線離床センサーには、赤外線遮光型、焦電型、反射型の3つがある。今回、我々は自主製作に必要な電子部品数、設計回路の簡

^{*} 〒399-0214 長野県諏訪郡富士見町落合11100
富士見高原病院臨床工学科

^{*2} 老人保健施設あらざ
(受付：2008年4月3日)

易化を考慮し焦電型赤外線離床センサーを開発対象とした。具体的な作製方法は以下のとおりである。

- 1) 松下電工製 MP モーションセンサー NaPiOn (型番: AMN13112) を選択した (図 1)。
・AMN13112性能: スポット検出タイプ, デジタル出力, 最大検出距離 5 m, 検出角度 X 軸 38° , Y 軸 22°
- 2) 検出範囲に関しては, AMN13112単体では人体検出範囲が広すぎる為, 長筒をセンサー前面に装着することで指向性を図った。なお, 長筒の長さにより検出角度の調整をした。
- 3) センサー検出感度に関して, 人体が検出範囲に 1 回でも入れば, ナースコールが反応する仕様にした。
- 4) センサー設置箇所に関して, 任意の箇所に設置可能とした。

図 1. MP モーションセンサー (AMN13112)

図 2. 試作した焦電型赤外線離床センサー

2. 運用方法

試作した焦電型赤外線離床センサー (図 2) (人体検出範囲: 直線円筒型 (図 3)) の設置場所を工夫することで, (1)起床感知型離床センサー (図 4), (2)離室防止用具 (図 5), (3)マット型離床センサー代替用具 (図 6) の 3 種類の運用方法で評価した (表 1)。(1)起床感知型離床センサーとしての研究対象となったのは, 月ヶ瀬離床センサー適応患者 (利用者) もしくは, 月ヶ瀬離床センサーでは対応が難しい患者 (利用者) である。センサー設置には点滴スタンド等を利用し, 人体検出ラインの高さは対象者頭部に調節した。(2)離室防止用具としての研究対象となったのは, ポータブルトイレ等, ベッドサイドでの ADL はある程度良いけれども, 夜間徘徊を繰り返す患者 (利用者) である。部屋の出入り口をセンサー設置場所とし

図 3. 人体検出範囲のイメージ図

図 4. 起床感知型離床センサーとしての設置例

図 5. 離室防止用具としての設置例

図 6. マット型離床センサー代替用具としての設置例

て、離室防止の目的で使用した。(3)マット型離床センサー代替用具としての研究対象となったのは、マットセンサー適応患者（利用者）である。センサー設置には点滴スタンド・テーブル台等利用，人体検出ラインは対象者出口側ベッド横，ベッド柵 R バー等に調節した。試作離床センサー使用時における環境対策として，①病床（ベッド）壁寄せ，②カーテン使用（目的：検出距離の規定），③点滴スタンド（目的：位置・高さの規定）を利用した。

3. 臨床応用

1) 実施期間

平成19年2月1日～平成19年4月31日

2) 対象施設

当院及び当院併設老健施設

3) 運用方法と対象事例数

表 1. 運用方法と人体検出部との関係

運用方法	人体検出部
起床感知型離床センサー	ベッド柵上部
離室防止用具	部屋出入り口
マット型離床センサー代替用具	ベッドサイド

表 2. 実施期間中の運用方法と対象事例数

運用方法	対象事例数(件)
起床感知型離床センサー	6
離室防止用具	3
マット型離床センサー代替用具	5

試験運用実施期間中の運用方法と対象事例数との関係は表2のとおりである。

4) 評価方法

試作離床センサーの評価に関しては、当院及び併設老健スタッフによるアンケート調査を実施した。調査方法としては、用途・対象者ごとに評価を行ない、センサー設置からセンサー取外しまでを1クールとした。運用用途に対し、離床センサーとして有用性ありと判断できる場合は○，対象者の離床行動以外の行動でナースコールが誤作動するも有用性ありと判断できる場合は▲，ナースコール誤作動頻発で離床センサーとして有用性が認められない場合は×としてアンケート調査を行った。

Ⅲ. 結 果

1. 設計回路及び製作コスト

松下電工製 MP モーションセンサーを利用することで、検波回路，増幅回路等の複雑な電子回路を組むことなく，少数の電子部品にて製作することができた^{2,3)}（図7）。検出範囲を規定し，指向性を図るための長筒はシリンジ筒を利用した。なお，製作コストは1機あたり約4,000円であった。

2. アンケート調査結果

試作離床センサー試験運用後のアンケート調査結果を表3に示した。起床感知型離床セン

表 3. アンケート調査結果

アンケート評価項目／運用方法	起床型離床センサー (n = 6)	離室防止用具 (n = 3)	マット型離床センサー 代替用具 (n = 5)
有用性あり (○)	1	3	4
誤作動あるも、有用性あり (▲)	2	0	1
有用性なし (×)	3	0	0

図 7. 簡易回路設計図

サーとしての運用方法に関して「有用性あり」の評価は 6 例のうち 1 例であった。離室防止用具としての運用方法に関して「有用性あり」の評価は 3 例のうち 3 例であった。マット型離床センサー代替用具としての運用方法に関して「有用性あり」の評価は 5 例のうち 4 例であった。

Ⅳ. 考 察

1. 試作センサー用途別の評価

(1) 起床感知型離床センサーとしての評価

体動の少ない対象者に関しては、寝返り等でナースコールが反応することなく起床行動を的確に捉えることができ、有用性を見出すことができた。しかし、新聞や雑誌などを読まれる対象者・手を上げる動作の活発な対象者になると、センサー設置部位と対象者と位置関係によっては、ナースコールの頻発・誤作動の原因となり、看護・介護スタッフの労力を増やしてしまうケースもあった。センサー設置位置不良により、対象者の起床行動にも関わらず、ナースコールが反応しなかったケースもあった。

(2) 離室防止用具としての評価

試用期間中においては、個室の条件に限ら

れてしまったが、対象者の離室行動を的確に捉えることができ、高い有用性を見出すことができた。

(3) マット型離床センサー代替用具としての評価

体動の活発な対象者でも、手足や布団がセンサー検出範囲に入ることが少なく、ナースコールの誤作動は稀であり、ベッドからの離床行動は必ず感知できるという点で、スタッフから高い評価を得ることができた。マット型離床センサーの欠点として、部屋の埃・尿等により汚れてしまうこと、車椅子利用者に関しては、車椅子の車輪でセンサーが破壊されてしまうこと、下半身が不安定な対象者に関しては、マットセンサー自体が転倒の原因になることも考えられるが、それらが皆無になる点でも評価が高かった。

2. コスト面から見た試作離床センサーと市販離床センサーとの比較

市販商品の離床センサーは多種多様であるが、販売価格も数万円以上と比較的高額である。これに対し、今回、我々が試作した離床センサーの製作した費用は 1 機あたり約 4,000 円前後と安価に押さえることができた。特に、有用性ありと評価を受けた離室防止用具・マット型離床センサー代替用具としては、市販の離床センサーの約 1/10 以下の費用で同様の効果が得ることができた。

3. 試作離床センサーの長所・短所・課題

今回の試験運用の結果、試作離床センサーの長所・短所・今後の課題を以下に述べる。

1) 長所

- (1) 市販商品と比較してコストが安い。
- (2) 設置方法を工夫することで多目的の用途に使用可能である。
- (3) 無線式の為、安全性に優れる。
- (4) 電子・電気工学の専門知識のない者でも簡単に製作できる仕様である。
- (5) 自作の為、故障箇所の指摘が容易であり修理が可能である。

2) 短所

- (1) 設置位置を規定するためのデバイス（点滴スタンド等）が必要なこと、外部電源が必要なこと（部屋に仕様によっては延長電源コード必要）など、マット式離床センサー等に比べ、センサー設置に関して手間・労力がかかる。
- (2) 人体検出範囲がセンサー開口部より直線円筒形の仕様であることから、センサー設置位置によっては、対象者の離床行動に対しナースコールが反応せず、すり抜けられることもあった。
- (3) 施設（病棟）によっては、ナースコールシステムを制御するデバイスを別途製作する必要があった。

3) 今後の課題

- (1) センサー設置場所の簡易化、人体検出範囲の広域化を目的に検出範囲を「直線円筒形」から「平面形」変更したい。
- (2) 離床以外の行動でナースコール誤作動防止の為に、センサー検出範囲に対象者の手、足、布団等が一瞬入ってもナースコールが反応しないように「センサー反応時間調節機能」も使用用途によっては必要であると考えられた。

V. 結 語

近年、日本社会における高齢化の急促進により、病院に入院し治療を受ける患者の平均年齢

も高齢化している。入院している高齢者には認知障害を認める患者が多く、術後や行動制限の必要な患者の多くは夜間にせん妄状態を引き起こし、薬剤による鎮静や局所の身体拘束も有効な手段と言い難い⁴⁾。そのような患者に身体への侵襲のない離床センサーの使用は「頻回の観察を抛り所」とする看護師に精神的・肉体的安心感を与えている。また、認知症がスタンダードになってきている介護保険施設においては、平成18年改定より「身体拘束廃止未実施減算」が設定された。しかし、人員配置基準の見直しはなく、夜間は、1人の夜勤者が複数の利用者を見守っている。よって、スタッフによる巡視・目視努力にも限界があり、機械の手を借りざるを得ないのが現状である。離床センサーは転倒・転落防止のみに使用するのではなく患者・利用者の行動パターンを早期に知り、予測しながら看護・介護し事故防止につなげていく手段としても活用できる。しかし、市販されている離床センサーは高価なものであり、施設内に必要な数を揃えることは経営的な負担となる。その点、転倒・転落防止用具の自主製作活動は、比較的安価に製作できること、運用・保守・修理業務等も一貫して管理可能なことなどメリットは大きい。さらには、看護と介護分野においても病院に勤務する臨床工学技士の工学的知識を活かす新たな取り組みがあるものと考ええる。

参 考 文 献

- 1) 大島淳一. 富山県高志リハビリテーション病院における離床検知通報システム. 第18回リハ工学カンファレンス講演論文集. 日本リハビリテーション工学協会 2003; 305—306.
- 2) 島田義人. 人体検知機器の製作. トランジスタ技術. CQ 出版社 2003; (12): 109—114.
- 3) 戸川治朗. 実用電源回路ハンドブック. CQ 出版社 2006; (8): 36—48.
- 4) 高橋修一. 最新 転倒・抑制防止ケア. 照林社 2002; (2): 53—66.

Clinical Trial of a New Bed-Sensor Using Pyroelectric Type Infrared Sensor

Hideyuki SHIBUYA^{*}, Sonoko OGIWARA^{*}, Keiko OZAWA^{2*},
Mika KAMISHIMA^{2*}, Tazuko UEMATU^{2*} and Kazuaki INOUE^{*}

To prevent accidental falls in medical facilities, various types of bed-sensors have been produced by the clinical engineering department of our hospital. In this study a newly developed bed-sensor using a pyroelectric type infrared sensor was evaluated. The features of this bed-sensor are that it costs only 4,000 yen and can be installed anywhere on beds. It was found that the pyroelectric type infrared sensor (AMN13112) made by Matsushita Electric Works served our purpose. We test used the new bed-sensor in the for three months in the patient's ward and in the health care facility for the elderly attached to our hospital, as the systems to monitor patients who are attempting to get up, to prevent patients from leaving the bed unattended, and to replace the conventional floor sensor. As a result, it was formed that the new sensor is very usable in these applications and is also excellent in safety. But when the bed-sensor was installed in a wrong position, it was activated as a typicel nurse call system. For practical use, some improvements are necessary in stabilizing detection distance and precise control of sensitivity.

^{*} Dept. of Clinical Engineering, Nurse's and Internal Medicine, Hujimi Kougen Hospital, Nagano Prefectural Federation of Agricultural Cooperatives For Health and Welfare, Nagano, Japan

^{2*} Araragi Health Care Facility For Elderly