

看護師の位置関係

④アラームが聞こえなかった時のアラーム情報入手方法

3) 分析方法: 1) 2) の調査データを比較検討し、実際の病棟でのアラームの聞き取りにくさ、即ち看護師がアラームを察知できる範囲を検証する。

(倫理的配慮)

本年度の研究では、システム構築と実証研究、調査研究を行ったが、患者を対象としていない。また、調査に協力していただいた看護師には、調査の趣旨と方法について説明し了解を得て行った。

C. 研究結果

1. 「医療機器モニタリングシステム」の開発

「医療機器モニタリングシステム」への登録は、患者のリストバンド、注射ラベル、医療機器 ID のバーコードを読み込み、「登録」ボタンを押して行った。「医療機器モ

ニタリングシステム」の表示は、病院情報システム端末上に患者情報や注射オーダの投与予定量と流量の情報、ポンプの作動状況やアラーム情報を 15 秒毎に表示した。

「医療機器モニタリングシステム」へ登録された患者の輸液ポンプ・シリンジポンプの作動状況は、職員がログイン ID とパスワードで「医療機器モニタリングシステム」にアクセスし、病棟患者一覧から患者を選択することで、表示させた。

流量の「設定間違い」やアラームが出た場合は、アラームの内容を、機器状態の下に黄色の背景に赤字で表示した。(図 3)

医師が注射オーダを変更せずに、ベッドサイドで「流量設定を変更」した場合は、医師に流量設定を変更したことを確認し、正しい場合は「変更確認」ボタンを押すことで、カルテ指示の流量を変更し歴を残した。(図 4)

病院情報システムに流量変更の記録をする際は、「投与歴参照」のボタンを押すと流量変更の歴を参照可能とした。

患者情報				機器情報		機器状態			カルテ指示		メッセージ				
患者氏名	性別	年齢	病室	機器名称	機器番号	状態	警報	予定量	流量	積算量	予定量	流量	終了予定	残分	状況
福大 62郎	M	57	550	シリンジポンプ	SP00010			112	7.3	56	112	7.5	変更確認	12:46	8分 ★★
流量設定間違いです。															
福大 75郎	M	78	553	輸液ポンプ	LP02001			100	1.5	50	100	1.7	変更確認	13:11	33分
福大 62郎	M	57	550	シリンジポンプ	SP00010	閉塞		670	3.5	503	670	3.7	変更確認	13:26	48分
閉塞状態です!!															
福大 62郎	M	57	550	シリンジポンプ	SP00010			258.5	4.1	129	258.5	4.3	変更確認	13:10	32分

図 3 「設定間違い」を検知したアラーム表示画面

2. 病棟看護師が輸液ポンプ・シリンジポンプのアラーム音を察知できる範囲の調査結果

1) 輸液ポンプ・シリンジポンプのアラーム、環境ノイズの調査結果

輸液ポンプとシリンジポンプのアラーム音をスペクトル測定し、音の中心周波数と音量を求めたところ、輸液ポンプの中心周波数は4kHz、廊下での音圧は-37dB、

シリンジポンプの周波数は3.75kHz、音圧は-22dBであった。(図5)

同じ周波数帯の音が、アラーム音を最も攪乱しマスキングするため、環境音の2.5kHzから4.5kHzまでの音圧を測定し、平均を求めたところ、付近のノイズ音圧(椅子が動いたり、紙などの音)が高い状態を示した。(図6)

患者使用機器動作状況

受持看護師: 江守 直美

患者情報				機器情報		機器状態				カルテ指示				
患者氏名	性別	年齢	病室	機器名称	機器番号	状態	警報	予定量	流量	積算量	予定量	流量	終了予定	
福大 62郎	M	57	550	シリンジポンプ	SP00010	運転		112	7.3	56	112	7.5	変更確認	12:41
福大 75郎	M	78	553	輸液ポンプ	LP02001	運転		100	1.5	50	100	1.7	変更確認	13:06
福大 62郎	M	57	550	シリンジポンプ	SP00010	運転		670	3.5	490	670	3.7	変更確認	13:24
福大 62郎	M	57	550	シリンジポンプ	SP00010	運転		258.5	4.1	129	258.5	3	変更確認	13:05

投与歴参照

変更確認

「投与歴参照」のボタン

「変更確認」ボタン

図4 注射オーダを変更せずに「流量変更」した場合の対応

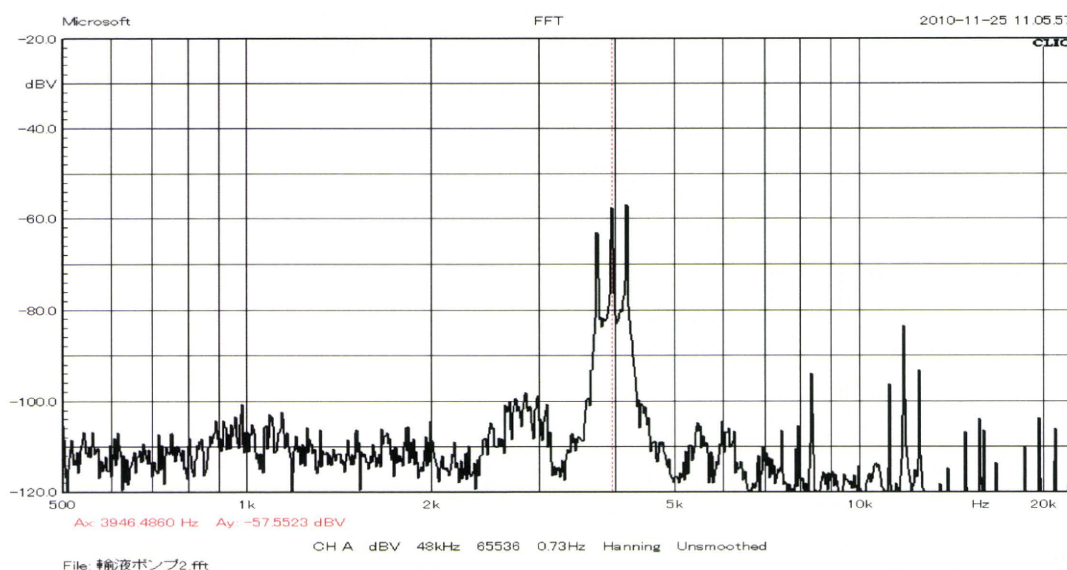


図5 輸液ポンプ (TE-161S) アラームの音響スペクトル

昼間の暗騒音内のアラームと同じ周波数の音量は、実験室環境では-72dBで、周囲と同音圧までアラームが識別可能であったのに比べ、ナースステーション内のノイズは、-54dBから-60dBと大きかった。また、ナースコールの音圧は、-46dBであった。

2) 看護師が実際のアラームを聞いて対応した時の距離の調査結果

輸液ポンプとシリンジポンプの2週間の使用数は、輸液ポンプ 87 台、1日平均 6.2 台、シリンジポンプ 24 台、1日平均 1.7 台であった。輸液ポンプとシリンジポンプのアラーム数は、機器からの抽出データ 466 件(76.7%)、調査票に記載 141

件(23.3%)であった。(表1)

看護師にアラームが聞こえなかったものは、表示システム「無し」は 21 件(34%)、

	表示システム	輸液ポンプの警報				シリンジポンプの警報			小計	合計
		完了	閉塞	気泡	バッテリー	残量	閉塞	バッテリー		
機器の抽出データ	無し	54	57	16	5	11	10	0	153	466
	有り	60	##	65	0	21	11	1	313	
調査票	無し	23	16	16	0	5	2	0	62	141
	有り	18	45	12	0	3	1	0	79	

表1 輸液・シリンジポンプのアラーム数

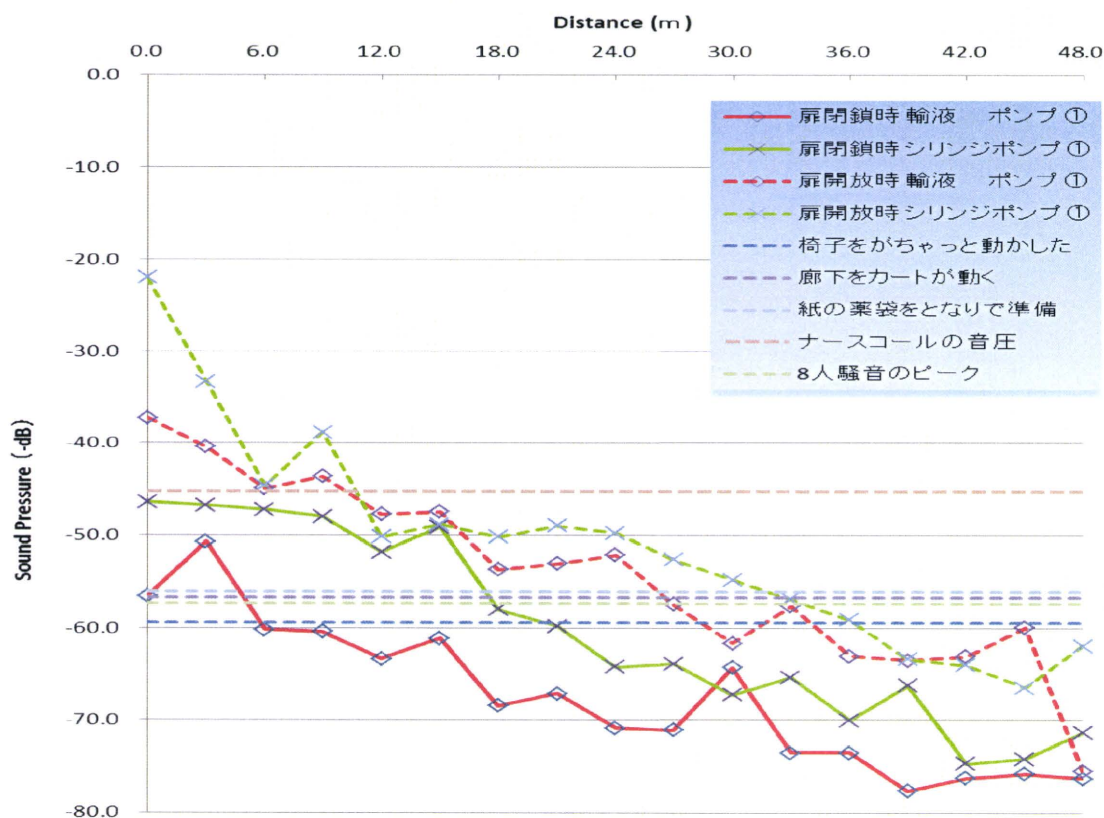


図6 ポンプとドア開閉状態の距離による警報音圧の低下とナースステーション内の騒音レベル (横破線)

「有り」は39件(49%)であった。(図7)

A病棟の構造は東西に長く、病室は廊下の南側に12室、北側に11室、中央部分にナースステーションやトイレ等がある。(図8) 看護師がナースステーションでアラームが聞こえたのは4部屋隣までであった。早朝の静かな時間帯には、7部屋離れたところでも1件聞こえていた。

また、看護師が廊下に居た場合は、2部屋隣より遠くなると聞こえる件数は減少し、病室内に居た場合、同室外のアラームは殆ど聞こえなかった。(図9)

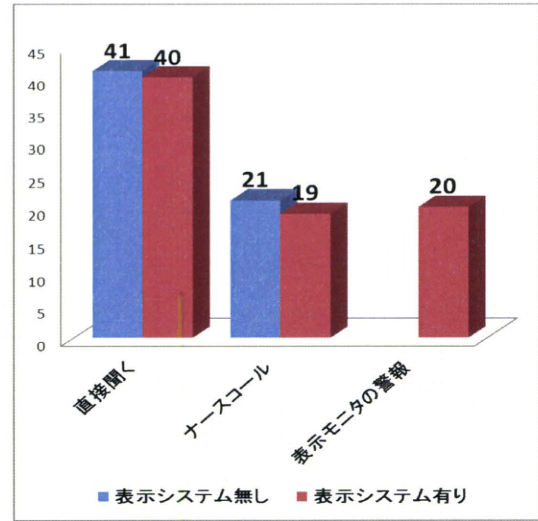


図7 アラーム情報の入手方法



図8 A病棟の構造

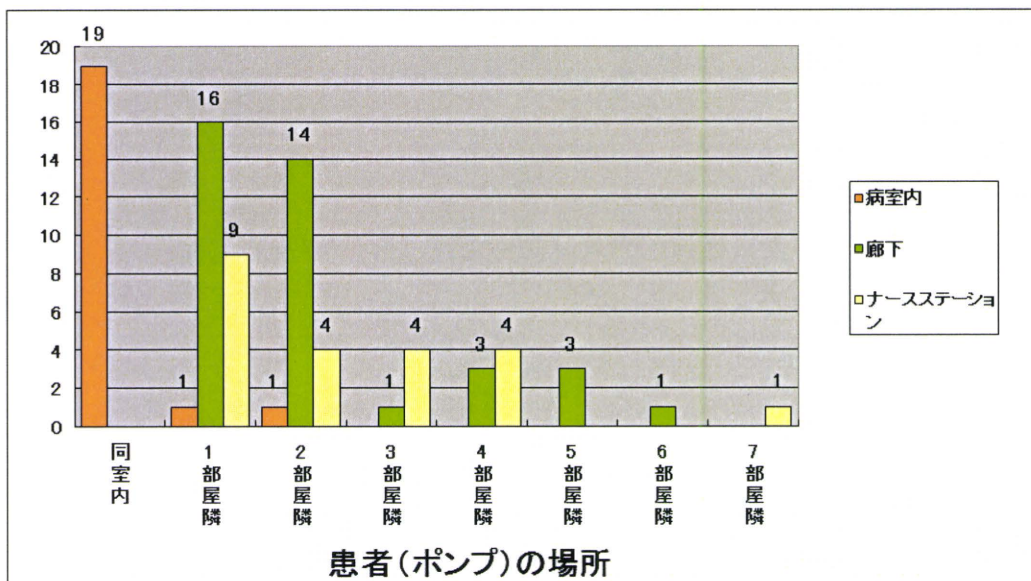


図9 ポンプの警報音を直接聞いた時の看護師と患者の位置関係

以上の結果より、日中、扉が閉まった病室のアラームに看護師が気付く距離は、輸液ポンプで7~13m (1~2 部屋)、シリンジポンプで16~25m(2~4 部屋)であった。

D. 考察

今回、病院情報システムのオーダ情報と関連付けたことで、リストバンドと注射ラベル、医療機器 ID のバーコードを読み込むだけで「医療機器モニタリングシステム」に患者情報と注射オーダ、ポンプを簡単に表示できるようになった。その結果、臨床現場で使用する上での利便性が高まり、入力間違いも防止することが可能になり、より安全性の高いシステムになったと考える。また、いつでも、どの病室にいても PC やモバイル端末を持っていればアラーム発生時はもちろん、アラーム設定忘れや医師の設定変更の伝達忘れも即座に発見可能になった。

医療機器のアラームは動作していたが、適切な対応がとられず医療事故につながった事例分析から、従来のアラーム機能を持つ医療機器が抱える問題として、「アラームが鳴っているが聞こえなかった(第1のアラーム)」、「アラームが鳴っているが対応できなかった(第2のアラーム)」、「アラームが鳴らなかった(第3のアラーム)」という、アラームの3つの問題が指摘されている。しかし、医療機器モニタリングシステムの使用により、これまで検知不可能であった医療機器の「設定違い」という第3のアラームを検知可能となり、今後の医療安全に寄与することが示唆された。

現在病院で使用されている多くの病院情報システムでは、アラーム機能を持つ医療

機器の設定条件をテキストで指示する方法が一般的である。そのため、他の医療機器の「設定間違い」を検知可能にするためには、病院情報システムの機能拡張が必須である。このように、他の医療機器へも「医療機器モニタリングシステム」を拡大することにより、さらなる医療機器の安全使用が可能となると考える。

次に、アラームを認識できる距離は、アラームと同じ周波数のノイズの音圧が影響する。病室の大きさは6m角で、周囲のノイズは-60dB であった。そのため、ドアを閉めるとノイズとポンプの音圧が等しくなり、カクテルパーティー効果(周りの音の中から特定の音を聞き分ける能力)により、アラームが聞き取りにくくなったと考える。

看護師が病室に居た場合、同室のアラームしか聞こえていない原因は、患者と関わっている看護師の意識が患者に集中し、他の病室のアラームを認知しにくいためと考える。

一方、廊下を移動中の看護師は、比較的アラームに注意が払えるにも関わらず、2部屋隣程度(約12m)までしか聞こえておらず、音量の測定結果と実際に聞こえた距離はほぼ一致していた。A 病棟のような長い病棟の場合、アラームに確実に対応するためには、看護師を4部屋毎の廊下に合計3名配置し、常時アラームに注意を払う必要がある。

今回、直接聞こえないポンプのアラームをナースセンターの表示モニタの警報で知った件数が20件(25%)あった。ナースコールを押せない患者が一般病棟に増加していることから、看護師配置の見直しや、今回使用した医療機器モニタリングシステムの

ような、アラームを伝達できる機器の開発が医療安全上重要と考える。

E. 結論

本研究で開発したシステムを、自習環境用の病院情報システムを使用した実証実験の結果、これまで検知不可能であった医療機器の「設定違い」という第3のアラームが検知可能となり、本システムの有用性が示唆された。

また、日中、病棟看護師が輸液ポンプ・シリンジポンプのアラーム音に気付く範囲はおよそ1～3部屋隣であり、音量の測定結果と実際に対応できた距離はほぼ一致していた。ドアを閉めた場合、2部屋離れるとほぼ聞こえなくなった。アラームに確実に対応するためには、看護師を4部屋毎の廊下に合計3名配置し、常時アラームに注意を払う必要があった。今後、アラーム機能を持つ医療機器の安全使用のためには、看護師配置の適正化や、アラームを伝達できる機器やシステムの導入を、早急に行うことが不可欠と考える。

F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記入した。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 江守直美、吉野孝博、笠松眞吾、大北美恵子、伊藤幸子、山下芳範、井隼彰夫. ユビキタスと病院情報システムの連携による人工呼吸器のアラーム発見の試み. 医療の質・安全学会誌. 2010; 5(Suppl.):189.
- 2) 伊藤幸子、江守直美、井隼彰夫: 輸液ポ

ンプ・シリンジポンプの「流量設定間違い」オカレンスの分析, 医療の質・安全学会誌. 2010; 5(Suppl.):169.

- 3) 江守直美、笠松眞吾、伊藤幸子、大北美恵子、吉野孝博、山下芳範、井隼彰夫、病棟看護師が輸液・シリンジポンプのアラーム音を察知できる範囲の検討, 医療の質・安全学会誌. 2010; 5(Suppl.):179.
- 4) 大北美恵子、江守直美、笠松眞吾、吉野孝博、山下芳範、井隼彰夫. ユビキタスネットワークによる輸液ポンプ・シリンジポンプの警報情報表示による効果. 医療情報学. 2010; 30(Suppl.):1195-98.
- 5) 笠松眞吾、吉野孝博、大北美恵子、江守直美. ユビキタスネットワークを応用した医療ポンプ設定間違い防止システムに関する研究. 医療情報学. 2010; 30(Suppl.):236-41.
- 6) 江守直美、吉野孝博、笠松眞吾、大北美恵子、山下芳範、井隼彰夫. ユビキタスと電子カルテの連携による輸液・シリンジポンプ設定間違い発見の試み. 医療情報学. 2010; 30(Suppl.):232-35.
- 7) 笠松眞吾、大垣内多徳、大北美恵子、江守直美、山下芳範. A Practical Study of Hospital RTLS Using Ubiquitous Sensor Networks. 生体医工学. 2010; 48:252.
- 8) 江守直美、伊藤幸子、大北美恵子、笠松眞吾、吉野孝博、山下芳範、井隼彰夫: ユビキタスを利用した、心電図のアラームが鳴った患者の位置情報把握の試み、日本予防医学リスクマネジメント学会学術総会プログラム・抄録集 8回. 2010.03;110.

- 9) 江守直美: ユビキタスを利用した、輸液ポンプとシリンジポンプの警報情報利用の試み, 医療の質・安全学, 2009; 4(Suppl.):178.
- 10) 江守直美, 笠松眞吾, 大北美恵子, 井隼彰夫: 病棟看護師が人工呼吸器のアラームを察知できる範囲の検討, 第9回日本予防医学リスクマネジメント学会学術総会抄録集, p90, 2011. 3
- 11) 大北美恵子, 笠松眞吾, 江守直美, 中野顕, 山下芳範, 井隼彰夫: ユビキタス ECG システムを利用した何処からでも心電図波形情報を見る試み, 第 75 回循環器学会, 2011. 8 (発表予定)
- 6) 笠松 眞吾, 吉野孝博, 大北美恵子, 江守直美. ユビキタスネットワークを応用した医療ポンプ設定間違い防止システムに関する研究. 医療情報学連合大会, 2010. 11
- 7) 笠松眞吾, 江守直美, 大北美恵子, 山下芳範, 井隼彰夫: ユビキタス医療機器見守りシステムを用いた輸液ポンプ、人工呼吸器のインシデント対策, 近畿厚生局平成 22 年度近畿管内特定機能病院連絡会議, 2010. 7.

2. 学会発表

- 1) 江守直美, 吉野孝博, 笠松眞吾, 大北美恵子, 山下芳範, 井隼彰夫: ユビキタスと電子カルテの連携による輸液・シリンジポンプ設定間違い発見の試み, 医療情報学連合大会, 2010. 11
- 2) 伊藤幸子, 江守直美, 井隼彰夫: 輸液ポンプ・シリンジポンプの「流量設定間違い」オカレンスの分析, 医療の質・安全学会, 2010. 11
- 3) 江守直美, 笠松眞吾, 伊藤幸子, 大北美恵子, 吉野孝博, 山下芳範, 井隼彰夫: 病棟看護師が輸液・シリンジポンプのアラーム音を察知できる範囲の検討, 医療の質・安全学会, 2010. 11
- 4) 江守直美, 吉野孝博, 笠松眞吾, 大北美恵子, 伊藤幸子, 山下芳範, 井隼彰夫: ユビキタスと病院情報システムの連携による人工呼吸器のアラーム発見の試み, 医療の質・安全学会, 2010. 11
- 5) 江守直美, 笠松眞吾, 大北美恵子, 井隼

H. 知的財産の出願・登録状況(予定を含む)
なし

研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
江守直美, 伊藤幸子, 大北美恵子, 笠松眞吾, 吉野孝博, 山下芳範, 井隼彰夫	ユビキタスを利用した、心電図のアラームが鳴った患者の位置情報把握の試み	日本予防医学リスクマネジメント学会学術総会プログラム・抄録集	8	110	2010
江守直美, 伊藤幸子, 大北美恵子, 笠松眞吾, 吉野孝博, 山下芳範, 井隼彰夫	ユビキタスを利用した、輸液ポンプとシリンジポンプの警報情報利用の試み	医療の質・安全学会誌	5(1)	58-63	2010
笠松眞吾, 江守直美, 大垣内多徳, 大北美恵子, 山下芳範	A Practical Study of Hospital RTLS Using Ubiquitous Sensor Networks	生体医工学	48	252	2010
大北美恵子, 江守直美, 笠松眞吾, 吉野孝博, 山下芳範, 井隼彰夫	ユビキタスネットワークによる輸液ポンプ・シリンジポンプの警報情報表示による効果	医療情報学	30 (Suppl.)	1195-98	2010
笠松眞吾, 江守直美, 吉野孝博, 大北美恵子	ユビキタスネットワークを応用した医療ポンプ設定間違い防止システムに関する研究	医療情報学	30 (Suppl.)	236-41	2010
江守直美, 吉野孝博, 笠松眞吾, 大北美恵子, 山下芳範, 井隼彰夫	ユビキタスと電子カルテの連携による輸液・シリンジポンプ設定間違い発見の試み	医療情報学	30 (Suppl.)	232-35	2010
伊藤幸子, 江守直美, 井隼彰夫	輸液ポンプ・シリンジポンプの「流量設定間違い」オカレンスの分析	医療の質・安全学会誌	5 (Suppl.)	179	2010
江守直美, 笠松眞吾, 伊藤幸子, 大北美恵子, 吉野孝博, 山下芳範, 井隼彰夫	病棟看護師が輸液・シリンジポンプのアラーム音を察知できる範囲の検討	医療の質・安全学会誌	5 (Suppl.)	179	2010
江守直美, 吉野孝博, 笠松眞吾, 大北美恵子, 伊藤幸子, 山下芳範, 井隼彰夫	ユビキタスと病院情報システムの連携による人工呼吸器のアラーム発見の試み	医療の質・安全学会誌	5 (Suppl.)	189	2010
江守直美, 笠松眞吾, 大北美恵子, 井隼彰夫	病棟看護師が人工呼吸器のアラームを察知できる範囲の検討	第9回日本予防医学リスクマネジメント学会学術総会抄録集	9	90	2011

笠松眞吾, 大垣内多 徳, 吉野孝博, 山下芳 範	コピキタスに向けた医療機 器モニタリングの試み	医療情報学	29 (Suppl.)	1209-10	2009
---------------------------------	----------------------------	-------	----------------	---------	------

研究成果の刊行物・別刷

一般演題 3

O3-4 ユビキタスを利用した、心電図のアラームが鳴った患者の位置情報把握の試み

○江守 直美¹⁾ 伊藤 幸子¹⁾ 大北 美恵子¹⁾ 笠松 眞吾²⁾ 吉野 孝博³⁾

山下 芳範²⁾ 井集 彰夫⁴⁾

福井大学医学部附属病院 看護部¹⁾ 医療サービス課³⁾

福井大学医学部 医療情報部²⁾ 医療倫理・医療安全学⁴⁾

【はじめに】医療の高度化に伴い、一般病棟に心電図モニターなどアラーム機能をもつ高度医療機器が導入されている。患者が移動している場合、心電図モニターのアラームを、医療者は「散歩かな」等と考え、重篤な不整脈への対応が遅れる医療事故も発生している。

【目的】現在、心電図のアラームはナースステーションのセントラルモニタに表示される。しかし、患者の位置を正確に把握していない場合、名前がわかっても、所在がわからないため、速やかにCPRが開始できなかった事例も報告されている。そこで我々が構築した人または医療機器の位置情報をリアルタイムに収集し、所在位置を把握できるシステムを用いて、心電図のアラーム時、速やかな対応が可能か否かを明らかにすることを目的とする。

【方法】福井大学医学部附属病院において開発した、ユビキタスを利用し位置情報を把握できるシステムのセンサネットワークを病院玄関ホールに構築し、位置情報送信機器の基本的な作動を確認した。A病棟では、まず約4部屋に1台の割合で、次に1部屋に1台ずつ基準位置設定用 ZigBee 固定局（以下、固定局）を設置した。位置検出用 ZigBee 移動局（位置情報送信機器）を装着した患者の位置は、ナースステーションのPCに表示し、心電図のアラームが鳴った場合、看護師は患者の位置を知り対応できるようにした。

【結果】固定局設置が約4部屋に1台の場合は、位置情報の把握は可能であった。1部屋1台の場合は、患者の位置が部屋単位で把握でき、約1分程度で確認に行くことができた。

【考察】部屋単位で患者の位置がわかることで、アラームの認知から患者対応までの時間短縮が可能となり、患者の救命率向上につながる事が示唆された。病院全体に拡大した評価や財源確保が今後の課題である。また、心電図のアラーム情報と位置情報の合致により、更なる心電図のアラーム見落とし対策や災害時等への応用が可能と考える。

「ベストプラクティス賞」受賞報告
ユビキタスを利用した、輸液ポンプと
シリンジポンプの警報情報利用の試み

A trial of Infusion monitoring System Using
Ubiquitous Sensor Network

江守 直美¹⁾ EMORI Naomi 伊藤 幸子¹⁾ ITO, Sachiko
大北 美恵子¹⁾ OHKITA, Mieko 笠松 眞吾²⁾ KASAMATSU, Shingo
吉野 孝博³⁾ YOSHINO, Takahiro 山下 芳範²⁾ YAMASHITA, Yoshinori
井俣 彰夫⁴⁾ IHAYA, Akio

- 1) 福井大学医学部附属病院 看護部
Department of Nursing, University of Fukui Hospital
- 2) 福井大学医学部 医療情報部
Division of Medical Informatics, University of Fukui
- 3) 福井大学医学部附属病院 医療サービス課
Department of Health Information Management, University of Fukui Hospital
- 4) 福井大学医学部 医療倫理・医療安全学
Medical Ethics and Patient Safety, University of Fukui

要約

医療の高度化に伴い、一般病棟に多くのアラーム機能を持つ医療機器が導入されているが、アラームの察知が遅れた場合、事故に繋がるなど課題が多い。今回、ユビキタスのネットワーク技術を利用し、輸液ポンプ・シリンジポンプのアラームデータを取り出し送信する、ZigBee無線通信機能を有する超小型無線端末(医療機器モニタリング装置)を開発した。収集したデータを、看護師のノートPCとナースステーションの集中表示装置に表示した。看護師はアラーム内容を画面表示と音で知り対応した。その結果、アラーム発生から対応までの時間が減少し、看護師の余裕を持った対応や患者・家族の安心・信頼に繋がることが示唆された。今後は、医療事故時の医療機器の作動状況の分析、地域介護や災害時への応用も可能である。

現在は、他のアラーム機能を持つ医療機器に拡大し、病院情報システムから取り出したオーダや位置情報と組み合わせた機器の開発と実証に取り組んでいる。

キーワード：アラーム機能を持つ医療機器、輸液ポンプ・シリンジポンプ、ユビキタスネットワーク

Abstract

With the advancement of nursing care, an increasing number of Medical equipment with alarm is used in the modern general ward. However in cases of failure to respond to an alarm, the situation could lead to medication error. Our purpose in this study was to develop ZigBee-compliant pods and to identify alarm signals from medical equipments (i.e.: Infusion pump, Ventilator, etc.) using Ubiquitous sensor networks. The status of medical equipment in the patient's room provide a notification to nursing staff via the hospital's wireless network, then the nursing staff could locate and handle the situation. A result of the trial ensures faster responses from alarm activation; the ability to quickly respond was associated

with increased patient satisfaction. Events logs record significant events including time-stamped information, which act like flight recorders. Ubiquitous Monitoring System will reinforce the need for local health care facilities and improves the quality and safety in Healthcare.

Key words : medical equipment with alarm, Ubiquitous sensor network, ZigBee

I 緒言

医療の高度化に伴い、急性期病院の一般病棟では、輸液ポンプ・シリンジポンプや心電図モニター等の警報機能を持つ医療機器が、多くの病室に導入されている。ナースステーションから遠い病室で発生したアラームの察知が遅れた事例が報告されている。また、看護師は、まずアラームの内容を確認し、ナースステーションに必要物品を取りに戻り、対応のため再度病室に行くなど、長い動線を往復することも多い。その結果、より正確で安全な輸液管理のための、輸液ポンプ・シリンジポンプが、看護師の多忙に拍車をかけている。これらは、看護師のヒューマンエラーを誘発する危険性があり、医療安全管理上の課題が多い。

先行研究に、輸液ポンプの動作状態のデータを収集した報告¹⁾はあるが、病棟で運用し輸液ポンプのアラームに適切に対応可能であることを確認した報告はない。

今回、福井大学医学部附属病院(600床、28診療科の特定機能病院)において、ユビキタスネットワーク技術を利用し、輸液ポンプ・シリンジポンプの警報情報を読み出した。この警報情報(以下、アラーム)を看護師が察知し対応できるようにする、医療機器モニタリング装置を開発し試行を行ったので、その経過を報告する。

II 方法

1. 医療機器モニタリング装置とシステムの開発

このような問題の解決のために、医療機器モニタリング装置とシステムの開発、導入は医療情報部、診療情報管理部が、どの医療機器からどのようなアラームを取り出すかは医療安全管理部が決定した。

アラーム機能を持つ医療機器からデータを収集するために、① ZigBee 無線通信機能を有する超小型無線端末(医療機器モニタリング装置)と、② 収集したアラーム等のデータを看護師のノート PC とナースステーションの集中表示装置に表示するシステムを自主開発²⁾した。医療機器モニタリング装置は、医療機器の適合性認証基準(JIS T 6001)に準じて作成した。

輸液ポンプから取り出すデータは、流量設定値、現在流量、積算量設定値、現在積算量に加えて、「停止」「気泡」「閉塞」「ドア開放」「流量異常」「フリーフロー」「バッテリー電圧低下」「完了」「開始忘れ」アラームとした。

また、シリンジポンプから取り出すデータは、流量設定値、現在流量、現在積算量に加えて、「停止」「残量」「シリンジ外れ」「押し」「閉塞」「バッテリー電圧低下」「開始忘れ」アラームとした。

輸液ポンプ・シリンジポンプに医療機器モニタリング装置を装着し、看護師のノート PC とナースステーションの集中表示装置に稼動状況を表示した。これによって、看護師があらかじめアラームの内容を知り、対応できるようにした。

2. 通信テスト

医療機器モニタリング装置の有線、無線 LAN の通信テストを行った後、医療機器安全管理委員会の許可を得て臨床で通信テストを行った。

3. 臨床での試行

第1回の試行:2009年7月、A病棟のナースステーションから遠い多床室の患者1名の輸液ポンプ・シリンジポンプに、医療機器モニタリング装置して動作の検証を行った。家族付き添いのいる患者・家族に同意を得て、1日間行った。

第2回の試行:2009年11月、A病棟で輸液ポンプ・シリンジポンプ各5台ずつに、医療機器モニタリング装置を装着し8日間試行を行った。このうち、1日目～5日目の5日間は、ナースステーションの集中表示装置に収集データを表示した(図1、図2①～②、図3、図4①～⑤、図5①～②)。6日目～8日目の3日間は、画面表示は行わずデータの収集のみ行った。

医療機器モニタリング装置を装着し、画面表示「有」と画面表示「無」の期間を通して、同じ患者に使用していた輸液ポンプ・シリンジポンプからデータを収集した。このデータを、画面表示の有無により、看護師のアラーム発生から対応までの時間に差があるか否かを分析した。

図1 機器の接続方法

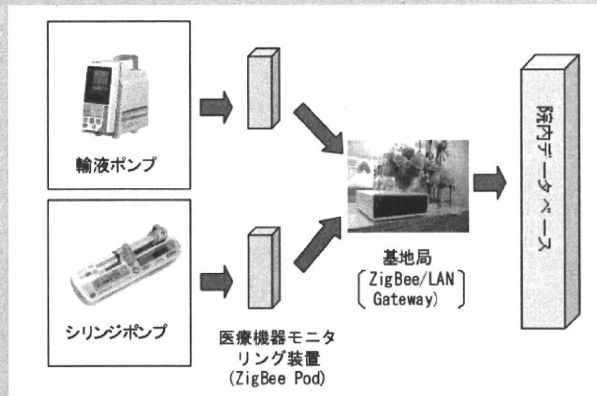


図2 医療機器モニタリング装置の装着状況

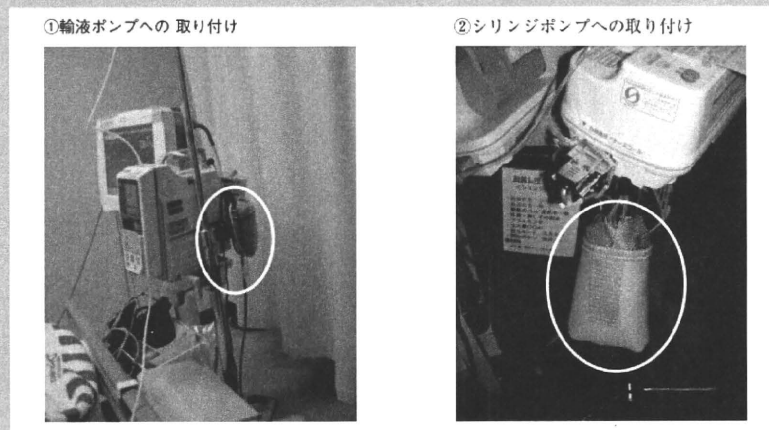
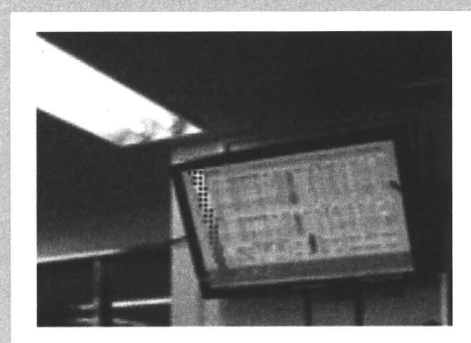


図3 ナースステーションの集中表示装置の設置状況



Ⅲ 結果

1. 第1回試行の結果

輸液ポンプは、医療機器モニタリング装置によるアラームの画面表示がある場合に発生したアラームは「完了」2件、「閉塞」4件の合計6件であった(図6)。アラーム発生から看護師の対応までは、平均1分10秒かかった。

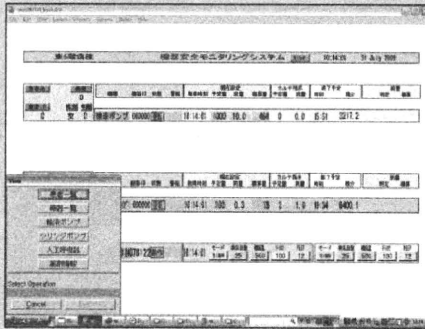
次に、アラームの画面表示がない場合に発生したアラームは「完了」1件、「閉塞」2件、「気泡」4件の合計7件であった(図6)。アラーム発生から看護師の対応までは平均1分34秒かかった。

医療機器モニタリング装置によるアラームの画面表示がある場合は、ない場合に比べて、看護師のアラーム対応までの時間が平均24秒短縮した。

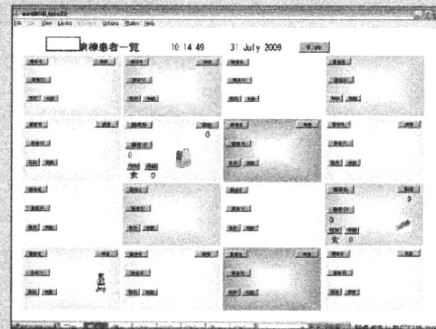
シリンジポンプは、医療機器モニタリング装置によるア

図4 ノートPCと集中表示装置の表示画面

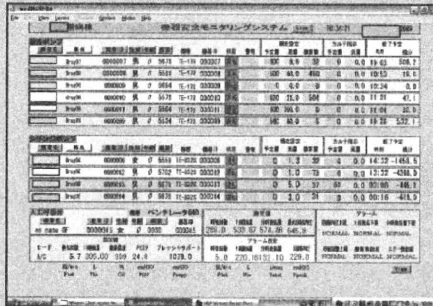
①「機種一覧選択」画面



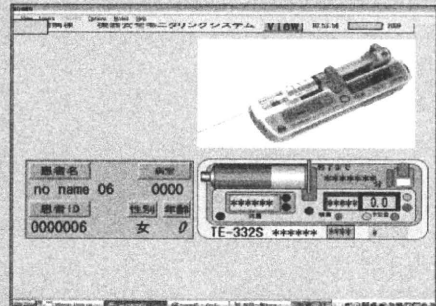
②「患者一覧」画面



③「機器一覧」画面



④「シリンジポンプ」画面



⑤シリンジポンプの「残量」アラーム表示画面



第4回 学術集会報告

ラームの画面表示がある場合に発生したアラームは「完了」1件、「閉塞」2件、「残量」1件の合計4件であった（図7）。アラーム発生から看護師の対応までは、平均2分26秒かかった。

次に、画面表示がない場合に発生したアラームは「閉塞」4件「残量」1件であった（図7）。アラーム発生から看護師の対応までは平均3分24秒かかった。

医療機器モニタリング装置によるアラームの画面表示がある場合は、ない場合に比べて、看護師のアラーム対応までの時間が平均1分2秒短縮した。

看護師からは、「余裕を持って対応できた。」という意見があった。また、自分でナースコールを押せない患者の家族からは、「いつもと違い、ポンプの警報音が鳴りナースコールを押す前に看護師が来てくれた。自分がいなくても

図5 通信テストの様子

①基地局 (ZigBee/LAN Gateway)



②医療機器モニタリング装置 (ZigBee Pod)

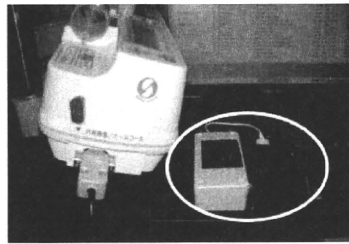


図6 第1回試行時の輸液ポンプのアラーム発生から対応までの時間

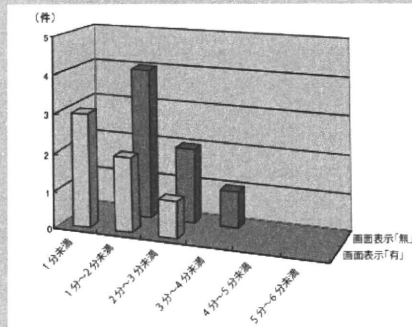


図7 第1回試行時のシリンジポンプのアラーム発生から対応までの時間

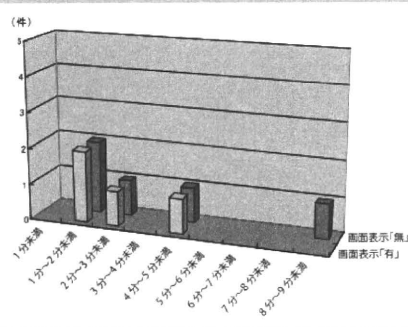


図8 第2回試行時の輸液ポンプのアラーム発生から対応までの時間

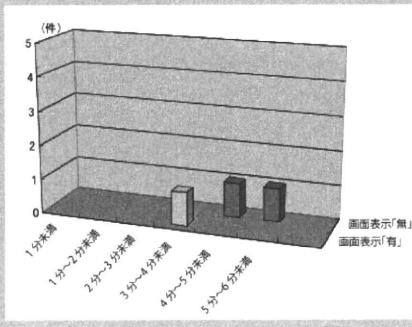
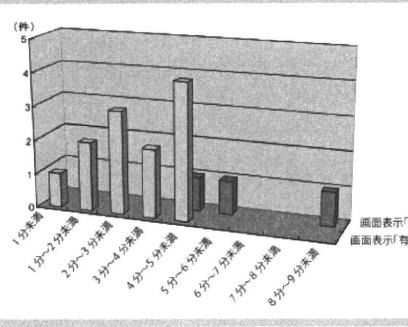


図9 第2回試行時のシリンジポンプのアラーム発生から対応までの時間



看護師がすぐ来てくれると思いき安心した。」という声があった。

2. 第2回試行の結果

輸液ポンプは1名の患者に1台、4日間使用していた。医療機器モニタリング装置によるアラームの画面表示がある2日間に発生したアラームは「気泡」が1件であった(図8)。アラーム発生から看護師の対応まで3分2秒かかった。この2日間は、点滴を交換しているにもかかわらず、輸液「完了」のアラームはなく「停止」「開始」のみであった。これは、アラームが鳴る前に、看護師が点滴を交換しているためであった。実際、看護師は「アラームの種類がわかり、アラームが鳴る前に点滴が交換できた」と話していた。

次に、アラームの画面表示がない2日間に発生したアラームは「完了」1件、「開始忘れ」1件であった(図8)。アラーム発生から看護師の対応まで平均4分44秒かかった。この「開始忘れ」は、突然「停止」となり、その後「開始忘れ」のアラームが発生していた。患者は「点滴が終わりそうなので自分で止めた」と話していた。

医療機器モニタリング装置によるアラームの画面表示がある場合は、ない場合に比べて、看護師のアラーム対応までの時間が平均1分42秒短縮した。

シリンジポンプは、7日間1名の患者に2台使用していた。医療機器モニタリング装置によるアラームの画面表示がある5日間に発生したアラームは「残量」が12件であった(図9)。アラーム発生から看護師の対応まで平均2分52秒かかった。次に、アラームの画面表示がない2日間に発生したアラームは「残量」3件であった(図9)アラーム発生から看護師の対応まで平均6分38秒かかった。

医療機器モニタリング装置によるアラームの画面表示がある場合は、ない場合に比べて、看護師のアラーム対応までの時間が平均3分46秒短縮した。

IV 考察

輸液ポンプは、アラームの画面表示がある場合、初めての試行では「完了」アラームが2件あった。しかし、2回目の試行では、輸液「完了」のアラームはなく、アラームが鳴る前に看護師が点滴を交換していた。このことは看護師が、輸液ポンプの予定量と流量設定のデータより表示された輸液の残量表示の警告画面を参考に輸液終了前に対応できた事を示している。すなわち、看護師が、アラームの画面表示の見方に習熟すると、アラームが画面表示される前に行動することが可能となっている。これらが、アラーム発生から看護師の対応までの時間短縮と、患者、家族の大きな安心や信頼に繋がると考える。

今回は1病棟、少人数での試行の段階であり、多人数の患者で長期間使用した場合の評価を行うことが重要である。また、他の医療機器に応用する上でのシステム開発、病院全体に拡大する上での財源確保が今後の課題である。

現在は、人工呼吸器や心電図など他のアラーム機能を持つ医療機器に拡大し、病院情報システムから取り出したデータや位置情報と組み合わせた機器の開発と実証に取り組んでいる。

文献

- 1) 田中勝弥：医療安全を目的とした輸液ポンプ動作監視システムの開発。医療情報学連合大会論文集、p925-926、2006。
- 2) 笠松 眞吾：ユビキタスに向けた医療機器モニタリングの試み。医療情報学 29(Suppl.)、1209-10、2009。

A Practical Study of Hospital RTLS Using Ubiquitous Sensor Networks

Shingo Kasamatsu¹⁾, Tatoku Ogaio¹⁾, Mieko Okita²⁾, Naomi Emori²⁾, Yoshinori Yamashita¹⁾

¹⁾ Division of Medical Informatics University of Fukui, ²⁾ Department of Nursing, University of Fukui Hospital

1. はじめに

近年、生体情報のリアルタイム収集にユビキタスネットワーク技術を用いる動きが急速に広がっている。看護医療の現場や医療機器を管理運営する部門では、人および機器の位置情報がリアルタイムに収集され、所在位置が簡単に把握することができれば効率的で安全な運用が可能になる。しかし、実際の導入状況では、無線機器類のコストと要求される位置精度とのトレードオフが必要になる。

2. 目的

本研究では、リアルタイムロケーションシステム (RTLS) を一般病棟に設置し、人および機器に取り付けた位置検出用 ZigBee 移動局 (BN) の位置精度を指標として基準位置設定用 ZigBee 固定局 (RN) の設置方法の最適化を目的とする。

3. 方法

BN の推定位置は、RN から得られた無線電波の受信信号強度 (RSSI) を用いて 3 点測量により算出され、解析用ソフトウェアにより位置座標データとして制御用 PC に収集される。BN の座標データは、ディスプレイ上に準備した建築図面や実測した地図画像上に独立したアイコンで表示される。(Fig. 1)

BN の推定座標と最大受信強度を計測した RN の ID と RSSI は、ロケーションアナライザーにより記録用 PC に保存される。¹⁾

シリジポンプ、輸液ポンプおよび被験者に BN を取り付けた。(Fig. 2) (Fig. 3)

RN の設置位置や遮蔽物の違いにより既知の座標上に設置した BN の推定座標の誤差がどのように変化するかを RSSI と各種アナライザーにて評価した。

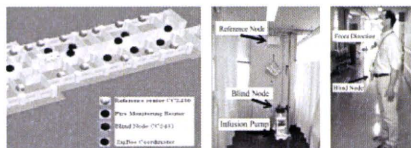


Fig. 1 無線局配置

Fig. 2 病室設置

Fig. 3 被験者

3. 手順

実験に用いる RN を長辺 18 m の間隔で使用し、周辺からの障害が少ない野外において BN の位置を長辺上に沿って移動させ位置精度を測定した。(Fig. 4)

病棟内に 9 台の RN を 6 m の間隔で設置し、実験 1 と同様の条件で 3 台のみ使用した場合と 9 台の場合を BN の位置を変化させて比較した。14 m の位置で被験者に取り付けた BN を体軸に沿って回転させ、推定位置の変化を測定した。次に、BN の高さを 1 m および床直置きの 0 m にて位置精度を比較した。

4. 結果と考察

野外のオープンな場所では、10 m までの誤差は、約 1 m 以内であった。(Fig. 5) 同条件で病棟内の廊下に RN を設置して測定を行い SD=1.4 が得られた。RN の稼働数を 9 点とし間隔を 6 m とした場合、約 2.4 m の誤差が観測された。推定に必要な RN が安定して受信できる病室内では、オープン環境と同等の位置精度と SD を得た。(Fig. 6)

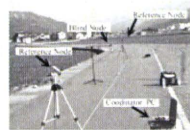


Fig. 4 オープン測定

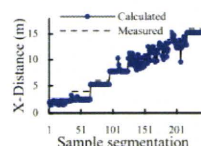


Fig. 5 推定位置と実位置

体軸の方向による推定位置の誤差は、最大強度を計測したアンテナ方向に人体が入り BN が影になることによる影響が大きい。高さによる影響は、床面と 1 m の高さとも誤差が 1 m 以内であった。(Fig. 7)

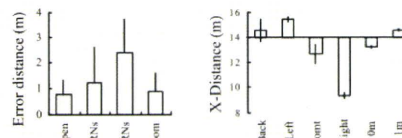


Fig. 6 設置方法と精度

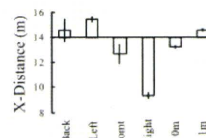


Fig. 7 体軸方向と高さ

データの分析結果より 9 台設置時に大きな誤差が計測されたのは、使用したアンテナの垂直指向性により Z 軸方向 45 度以内では感度が低下し最短距離の RN を見逃した事が原因であることが分かった。

4. 結論

部屋単位で人の位置を特定するためには、各部屋に RN を設置することで遮蔽物や人体による誤差を少なくできることを明らかにした。また、廊下など見通しの場所では、15 m 間隔まで RN の設置数を減らせることが可能である。これらの結果から、実際の病棟など室内構造物が入り組んだ状況下で ZigBee を用いた RTLS の位置精度が明らかになり、効率的なシステム構成の可能性が示された。

5. 引用文献

[1] Texas Instruments, TI/Chipcon "Z-Stack Location Profile", 2006.

6. キーワード

ZigBee, RSSI, Ubiquitous, Hospital, Location

ユビキタスネットワークによる輸液ポンプ・シリンジポンプの警報情報表示による効果

大北 美恵子¹⁾ 江守 直美¹⁾ 笠松 真吾²⁾ 吉野 孝博³⁾ 山下 芳範²⁾
井隼 彰夫⁴⁾

福井大学医学部附属病院看護部¹⁾ 福井大学医学部医療情報部²⁾
福井大学病院部医療サービス課³⁾ 福井大学医学部医療倫理・医療安全学⁴⁾

Effect of warning notification system using ubiquitous network

Okita Mieko¹⁾ Emori Naomi¹⁾ Kasamatsu shingo²⁾ Yoshino Takahiro³⁾
Yamashita Yoshinori²⁾ Ihaya Akio⁴⁾

Department of nursing, University of Fukui Hospital¹⁾
Department of Medical Informatics, University of Fukui²⁾
Department of Health Information Management, University of Fukui Hospital³⁾
Department of Medical Ethics and Patient Safety, University of Fukui⁴⁾

The use of medical equipment is widely used also in a general ward as the medical treatment upgrades. The alarm of medical equipment is made from the sound and light. Therefore, it might be inconsiderate in warning because it is inconsiderate in the sound of this alarm. Then, we developed the system that managed warning by using the ZigBee wireless. As a result, it came to be able to manage these warning uniformly at the nurse station. This system has improved the certainty of the confirmation of the alarm of medical equipment.

Keywords: safety management, medical equipment, alarm, ubiquitous network

1. はじめに

医療の高度化に伴い、医療機器の活用もICUや急性期診療に留まらず、一般病棟に幅広く普及している。注射に対する輸液管理においても、輸液ポンプやシリンジポンプは、従来ナースステーションに近い病室の重症患者に使われることが多く、輸液ポンプ自体が発する警報音によって問題事象の対応に役立っていた。しかし近年、抗がん剤の治療など医療の高度化に伴いナースステーションから離れた病室での使用や、歩行している患者も輸液ポンプを使用している。そのため、輸液ポンプ自体の警報音が看護師に聞こえないという問題が起こっている。我々は昨年、ユビキタスのネットワーク技術を利用し、輸液ポンプとシリンジポンプの警報情報を取り出し送信する、ZigBee無線通信機能を有する超小型無線端末を開発した。¹⁾収集した情報をナースステーションの警報表示モニターに音と共に表示することで、看護師は遠く離れた警報内容を知ることが可能となった。さらにコンピュータを介することで輸液をポンプにセットする時の予定量と流量から終了時間を計算し、輸液終了5分前に警報情報を音と共にナースステーションの警報表示モニターに表示することが可能になり、看護師は終了を予測した行動が可能となった。昨年は、輸液ポンプ5台、シリンジポンプ5台にて試行し、警報発生から対応までの時間が短縮できたという結果を得ている。²⁾そこで今回、1看護単位51床において使われる輸液ポンプとシリンジポンプ全てを対象に試行し、実用性と安全管理に対する有効性を検証する。

2. 目的

輸液ポンプとシリンジポンプの警報音をナースステーションの警報表示モニターに表示することの効果

を評価する。

3. 方法

期間:2010年7月29日～8月12日

対象:A看護単位で、ZigBee無線通信機能を有する超小型無線端末を取り付けて使われる輸液ポンプとシリンジポンプの警報情報、及びその警報に対処する看護師

方法:

- 1)輸液ポンプとシリンジポンプにZigBee無線通信機能を有する超小型無線端末を取り付けてA看護単位で使用。(図1)
- 2)輸液ポンプとシリンジポンプに調査票を取り付け、看護師が警報に対処した時に記載する。
- 3)調査票の記載項目は、警報に対処した時間、警報の種類、警報が聞こえた時の患者と看護師の居場所、警報が聞こえなかった場合の警報情報入手方法、「残り5分になりました」という警報表示モニターの情報を元に行動したか。
- 4)輸液ポンプとシリンジポンプの警報発生データを機器から直接抽出し、警報の種類と件数を調査する。
- 5)ポンプの警報情報を表示しなかった1週間(7月29日～8月4日)と、図2の様にナースステーションの警報表示モニターに表示した場合の1週間(8月6日～8月12日)を比較する。(図2)

4. 結果

輸液ポンプとシリンジポンプの使用数は、表示システム無し1週間の輸液ポンプ使用が40台、1日平均5.7台、シリンジポンプは10台、1日平均1.4台であった。表示システム有り1週間の輸液ポンプ使用は47台、1