

電子タグを活用した 医療安全管理システムの実証実験

高玉 広和・石塚 英一・原 曜央
小野田 勇司・渡邊 清・近藤 克幸

要旨

医療現場では、緊急時であっても、安全の確認やヒヤリ・ハット事例（インシデント）の収集を確実に実施しなければなりません。筆者らは、電子タグやセンサーを活用することでこの問題を解決する情報システムを開発しました。実験により医療従事者の作業効率を低下させることなく、安全確認やインシデント収集ができるなどを実証しました。

キーワード

●電子タグ ●RFID ●ICタグ ●センサーチタグ ●医療 ●安全確認 ●インシデント ●トレーサビリティ

1.はじめに

病院での医療事故防止は生命にも関わる重要な社会的課題であり、その効果的な対策が求められています。

医療事故を予防するためには、インシデントの収集・分析を通じて事故の「予兆」を発見し、改善を施すことが必要です。インシデントとは、重大な事故につながりかねない、けれども実際には事故に至らなかった事例を指します。事故の「予兆」を発見するためには、医療現場で発生しうるインシデントを幅広く収集しなければなりません。しかし、医療現場では過重労働が問題となっており、情報収集のために追加の負担を強いることはできません。

筆者らはこれまでに開発してきた電子タグの利活用技術を応用し、今までにない使いやすさを備え、かつ、薬剤と患者といった組合せに関するインシデントだけでなく、薬剤の管理温度といった状態に関するインシデントも収集できる医療安全システムを開発しました。さらに実証実験により、本システムが実際の医療現場に導入可能などを検証しました。

2.電子タグ利活用のための要素技術

NECは2004年度から4年間、総務省から受託した「電子タグの高度利活用に関する研究開発」の中で、ID情報だけを持つ従来の電子タグと、センシング機能・蓄積機能・通知機能を持つ高機能電子タグを連携させて利用するためのコンテキスト合成技術、および、高機能電子タグに搭載可能なIPv6プロ

トコルスタック技術について研究開発を行い、2006年度までは主に食品トレーサビリティシステムの高度化に寄与してきました¹⁾。2007年度にはこれらの技術を汎用化し、医療フィールドへ適用しました。

(1)コンテキスト合成技術

電子タグや高機能電子タグといった情報源が混在した環境で、管理対象の周辺にある情報源が収集したデータから、その管理対象の状態（コンテキスト）を合成する技術です。管理対象と情報源との近傍関係を関連グラフとして表し、これを用いて、管理対象・情報源の離合や、管理対象のコンテキスト変化をトリガーとして動作するサービスを開発できます。

(2)超小型ノード向けIPv6プロトコルスタック技術

電子タグのような超小型コンピュータ上でのIPv6通信を可能にする、メモリ使用量、電池消費量を最適化したプロトコルスタックです。Proxy Mobile IP方式²⁾を実装しており、電子タグが広域に移動しても通信することができます。

3.ユビキタス医療安全システム

開発したシステムは、従来の電子タグ（パッシブタグ）、管理対象の位置を自動的に検知する高機能電子タグ（位置タグ）、および、センサー付き高機能電子タグ（センサーチタグ）から収集した情報を、コンテキスト合成技術によりリアルタイムに統合することで、「いつ、どこで、何がどのような状態になっているのか」を抽出します。抽出した情報に判

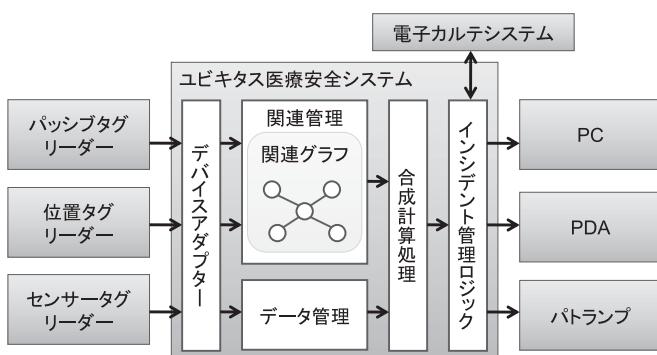


図1 コンテキスト合成技術を活用したユビキタス医療安全システム

断ロジックを加えることで「誰に、どんな状態の何が、どのように実施されようとしているのか」の妥当性を担保します。

開発したシステムの構成を図1に示します。パッシブタグ、位置タグから収集した情報は関連管理部で管理され、関連グラフの更新に使われます。センサーティグから収集した情報はデータ管理部で管理され、管理対象にまつわるコンテキストの合成に使われます。それぞれ更新履歴が管理されており、インシデントの分析に生かすことができます。

3.1 業務遂行動作への安全確認プロセスの組込み

システムの開発に当たっては、秋田大学医学部附属病院（秋大病院）が蓄積してきた知見を反映し、業務の遂行動作の中に安全確認やインシデント収集のプロセスを組み込みました。

秋大病院が全国に先駆けて導入した電子タグによるベッドサイド注射認証システム³⁾は、医療スタッフが電子タグリーダー内蔵型PDAを持ち歩き、点滴に貼付した電子タグと患者の腕に取り付けた電子タグとを順次読み取って、注射と患者の組合せが正しいことを確認します。もし組合せが間違っているれば、PDA画面上に警告が出て、患者の取り違えを防止します。

しかし、PDAの操作を忘れてても注射の実施は可能なため、急いでいるときなどに、安全確認なしで注射が実施されるリスクがあります。もしインシデントが発生しても自動的には記録されません。

この課題を解決するため、開発したシステムでは、複数の

入力手段から収集した情報を統合して医療スタッフの動作を把握し、電子カルテシステムと連携して安全確認を実施し、その結果を適切に選択された出力手段に配信することで、安全性向上と同時に、医療スタッフにかかる負担を軽減しました。結果的に従来業務よりも作業効率が向上していることが、実証実験により確認できました。

3.2 管理対象の状態に関するインシデントの収集と活用

従来の医療安全システムでは、パッシブタグや位置タグを用いて、人と物の「組合せの正しさ」を担保してきました。

開発したシステムでは、さらにセンサーティグを利用することで、管理対象の「状態の正しさ」まで担保します。

また、管理対象の位置や状態の変化履歴を活用すれば、管理対象の動線上に、状態の推移をマッピングすることができます。複数の管理対象の動線を重ね合わせれば、ある事象が発生しやすい場所（たとえば、患者が転倒しやすい場所、医療機器が衝突・落下しやすい場所、温度管理が不適切なトラックなど）を抽出でき、環境に潜在する問題の発見に役立ちます。

3.3 ユースケース

実験に当たり、発生頻度や重要度を考慮して、現在の業務フローに適合した5つのユースケースを選定しました。なお、システムにサービスアプリケーションを追加することにより、ここに示した以外のユースケースに対応することも可能です（図2、図3）。

(1)組合せ（実施場所と実施行為）の妥当性を保証するユースケース

1) ケース1：点滴実施時の患者取り違え防止

「処方・与薬」にまつわるインシデントが最も多く報告されています⁴⁾。本ケースでは、患者が使用する点滴台に、医療スタッフ、および、点滴が集まった時に、患者と点滴の組合せの正しさを提示します。点滴を点滴台にかけるという自然な動作だけで安全確認ができるよう、医療スタッフは位置タグを持ち、点滴台に電子タグリーダーとPDAを取り付けます。医療スタッフが点滴台に近づき、点滴台に点滴をかける動作だけで、患者と点滴との照合結果がPDAに表示されます。

研究開発

電子タグを活用した医療安全管理システムの実証実験

情報源	管理対象				
	人		モノ		
	患者	スタッフ	点滴	医療機器	血液製剤
パッシブタグ	✓	✓	✓		
位置タグ	✓	✓	✓		✓
加速度センサータグ	✓			✓	
衝撃センサータグ					✓
温度センサータグ					✓

図2 実証実験で使用したデバイスと管理対象

2) ケース2：手術室移送時の患者取り違え防止

手術室の取り違えによる死亡事故がきっかけで、医療過誤への社会的関心が高まったという経緯があります。本ケースでは、患者が、手術室に入室した時に、手術予定との組合せの正しさを評価し、結果を手術室に取り付けたバトランプに表示します。

(2) 管理対象の状態の妥当性を保証するユースケース

1) ケース3：患者の転倒可能性通知

転倒・転落は「療養上の世話」におけるインシデントの5割以上を占めています⁴⁾。医療スタッフの目の届かない場所で容体が急変した場合、迅速に通知されなければなりません。本ケースでは、患者の腰に取り付けた加速度センサー

センタグで患者が一定時間傾倒し続けていることを検知すると、転倒の可能性を、その位置とともに医療スタッフに通知します。

2) ケース4：医療機器の貸出・返却・運搬

医療機器の貸出・返却を貸出簿で運用する場合、緊急時に記載忘れが発生し、所在が分からなくなる問題が起こります。また、運搬中に衝撃を受けた機器があっても気づかず、点検が遅れる可能性があります。本ケースでは、医療スタッフと医療機器が機器管理室に入室（退室）すると、誰が返却（貸出）したかを記録します。また医療機器に取り付けた衝撃センサータグで運搬中の衝撃を記録します。

3) ケース5：輸送中の血液製剤の温度管理

血液センターで製造・保管された血液製剤は、医療機関からの要請に応じて輸送されます。保管中だけでなく、輸送中まで含めて厳密に温度管理することが重要です。本ケースでは、血液製剤に超小型ノード向けIPv6プロトコルスタックを搭載した温度センサータグを取り付け、輸送中に適正に保管されていたかを検知します。

4. 評価

5つのユースケースに対応するサービスアプリケーションを開発し、実験フィールドで期待通りに動作することを確認し

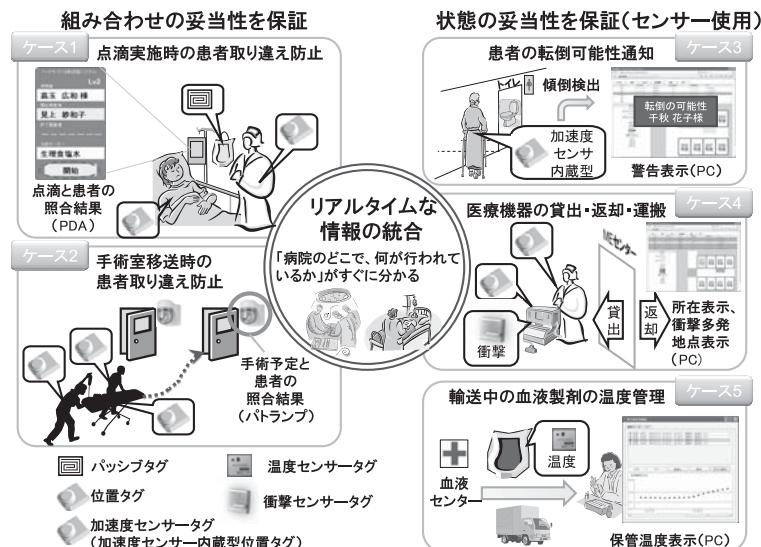


図3 実証実験で動作させたユースケース

表 試行回数10回中の最短作業時間

		実験システム	既存電子タグ	既存バーコード	紙運用
ケース1	点滴認証	21.2秒 (23.3秒)	31.2秒 (38.3秒)	42.8秒 (54.2秒)	28.7秒 (36.8秒)
ケース4	機器貸出	17.3秒 (18.4秒)	N/A	22.6秒 (23.7秒)	26.6秒 (29.7秒)
	機器返却	14.5秒 (15.1秒)	N/A	20.4秒 (21.3秒)	21.7秒 (22.7秒)

※カッコ内は平均作業時間

ました。なお、実験フィールドに設置されている医療機器3機種（人工呼吸器、輸液ポンプ、シリジポンプ）に対して、電波を発するデバイスによる影響がないことも確認済みです。

既存業務システムとの作業時間の比較

ケース1、4の業務については既存の情報システムが存在します。開発したシステムが、それを利用する医療スタッフの負担を軽減していることを定量的に評価するために、既存システム、および紙による運用との作業時間を比較しました。その結果、どちらのケースでも開発したシステムの作業時間が最短であることが確認できました（表）。

作業時間は、両ケースともに作業場所から3m離れた起点から計測を開始し、作業終了後、起点に戻るまでの時間として、それぞれ10回ずつ計測しました。

表中、ケース1の「既存電子タグ」「既存バーコード」は、秋大病院で運用中のベッドサイド注射認証システム、ケース4の「既存バーコード」は医療機器管理システムを使った場合を示します。ケース1の「紙運用」は患者に自分の名前を言ってもらった上で医療スタッフが注射を確認し、ケース4では医療スタッフが貸出簿を記入します。

5. おわりに

電子タグの利活用技術を応用したユビキタス医療安全システムを開発し、実証実験により、実際の医療現場に導入可能なことを検証しました。

さらなる研究開発により、電子カルテシステムなどとの融合を進め、院内外において電子タグやセンサーを活用するた

めのインフラとして発展させていく予定です。NECは今後も継続的に医療分野のソリューションを開発し提供していきます。

なお本研究は、総務省からの委託研究「電子タグ高度利活用技術の研究開発」の成果です。ご支援に感謝いたします。

参考文献

- 1) NTTコミュニケーションズ他、「電子タグの高度利活用に関するガイドブック・インターフェース仕様書Draft ver1.0」、2007年7月
http://www.ubiquitous-forum.jp/documents/tag_guidebook/guidebook_if_draft1.0.pdf
- 2) S.Gundavelli, et al., "Proxy Mobile IPv6", Internet-Draft, draft-ietf-netmimm-proxymip6-01.txt, 2007年6月
- 3) 近藤克幸、「医療情報システムとICタグの活用(<特集>ICタグと医療環境)」、情報処理、Vol.48、No.4(20070415)、pp. 338-343、2007年4月
- 4) (財)日本医療機能評価機構医療事故防止センター、「医療事故収集等事業10回報告書」、2007年9月
http://jcqhc.or.jp/html/documents/pdf/med-safe/report_10.pdf

執筆者プロフィール

高玉 広和
サービスプラットフォーム研究所
主任

石塚 英一
システムプラットフォーム研究所

原 晴央
官公ソリューション事業本部
新IT戦略推進本部
マネージャー

小野田 勇司
官公ソリューション事業本部
官公営業本部
営業課長

渡邊 清
NECネットエスアイ
営業支援本部
事業推進課長

近藤 克幸
秋田大学医学部附属病院
医療情報部
教授