

# 人と機器の共創で高い安全性を実現する バイタルデータ自動入力システム

Automatic Vital Data Recording System to Support Clinical Safety  
under Harmonic Collaboration between Human and Machine

2021011



研究代表者

京都大学 医学研究科

准教授

黒田 知 宏

## 〔研究の目的〕

一般に「電子カルテ」と呼ばれる病院情報システム（Hospital Information System : HIS）は、病院業務全体を支える業務支援システムとして発達し、診療録を電子的に保存する機能を備えた情報システムである。近年の HIS の急速な発達と導入によって、いまや HIS なしでの診療業務遂行はほとんど考えられない。

HIS は会計・物流管理等の診療補助業務を効率化し、医療現場の安全性を向上させたが、管理に必要な情報入力業務を診療の前線に転嫁し、却って臨床現場の効率を悪化させたとの批判もある。加えて、臨床現場での HIS への依存度が高くなるにつれて、情報入力のエラーの重大性も高くなりつつある。例えば、体重の誤入力には抗がん剤の過量・過少投与を招き、場合によっては死すらもたらしかねない。

本研究では、病棟でのバイタル情報記録という、看護師の標準業務時間の約 20% を占める最も基本的な臨床情報収集業務を対象に、情報システムと現実世界の界面における情報授受のあり方を整理し、情報の信頼性を人間と機械に共有させて、両社の関係を「もたれ合いの関係」から「助け合いの関係」へと変えることで、IT による臨床業務のさらなる効率化と安全性の向上を目指した。

## 〔研究の内容、成果〕

### 1. システム設計

近年の医療機器のほとんどは電子機器である。現在の臨床現場では、電子機器によって生み出されたデジタル情報を人手というアナログチャネルを介して HIS というデジタル情報環境に取り込んでいる。AD/DA 変換による作業負担と情報劣化を排除し、効率と安全性を向上するためには、発生源「で」情報を入力するのではなく、発生源「が」直接情報を入力する環境を実現する必要がある。HIS の導入された病院は一台の巨大な計算機のようなものである。したがって、医療機器を丁度計算機の USB デバイスのように直接接続すれば、情報を直接導入することが出来る。

HIS への情報取得では、取得情報を患者へ紐づける方法の確立が重要である。患者 ID を取得するためのバーコードリーダを備えた医療機器も近年上市されているが、全ての医療機器に ID 取得機構を持たせることは容易ではない。本研究では、有るベッドサイドで行われるのはそのベッドに入院している患者への診療行為に他ならないことに注目し、デバイスの位置情報を用いて紐づけるべき患者等の付加的な情報を得られるシステムを構築することとした。

図 1 にシステム構成を示す。データ計測には、オムロンヘルスケア製 HBP-1600 を利用した。

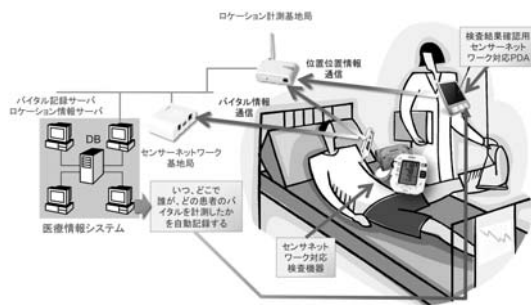


図1 システム構成

本システムは、血圧、脈拍、体温、血中酸素飽和度を、サーバを通じて電子カルテに自動送信する。一方、位置計測には、申請者らが開発した、屋内用位置計測システム (Real-Time Location System: RTLS) BTID を用いた。BTID は、Bluetooth の inquiry フェーズの通信を利用し、収集信号受信強度 (Received Signal Strength Indication: RSSI) を利用して、最も近傍にある基地局を確率的に推定する。全ベッドに基地局を設置することで、計測情報を紐づけるべき患者を推定する。最後に、ユーザは推定結果を PDA 装置等で確認し、電子カルテへの保存を確定する。この際、位置推定の尤度に応じて情報提示を行うことで、システムの「自信」をユーザと共有し、ユーザの確認行動を促すことを目指す。

## 2. 基礎実験

## 2.1. 模擬病棟環境での評価試験

京大病院透析室のベッドを利用し、図2のような模擬病棟環境を構築し、京大病院看護師を被験者として、提案システムの評価実験を行った。模擬病棟環境は、通常病棟の総室よりベッド間隔が狭いため、より位置推定エラーの起こる可能性が高くなる。

評価の結果、位置計測推定誤りが12.6%発生し、被験者はその内の半数程度を見逃した。テスト後のインタビューでは「システムの出力を信じ切っていた」との発言があり、システム出力を適切に調整しなければ安全性の担保は困難であることが明らかになった。

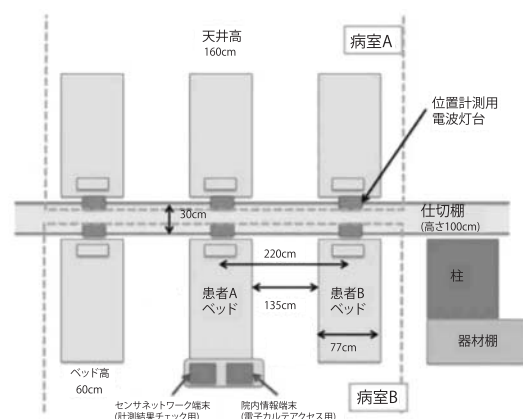


図2 模擬病棟環境の見取り図

## 2.2. 臨床現場での評価試験

病院情報環境に、バイタルデータ自動入力システムを導入し、導入効果について検証を行った。実際の診療現場への導入であることから、安全を考慮し、実験的要素の強い位置計測システムを用いた患者紐付け機能は用いず、患者紐付けについてはバーコードリーダ装置を利用することとした。図3に導入システムの構成を示す。

看護師は、既に京大病院に導入されている Bluetooth バーコードリーダーを用いて患者リストバンドのバーコードと生体信号計測装置に貼り付けたバーコードを読み取り、患者と計測装置の紐付けを行う。生体計測装置で計測された情報は、紐付け情報に基づいて自動的に電子カルテに記録される。なお、バーコードリーダーは京大病院に導入されている BTID 環境を用いて位置計測可能なことから、生体信号計測時の

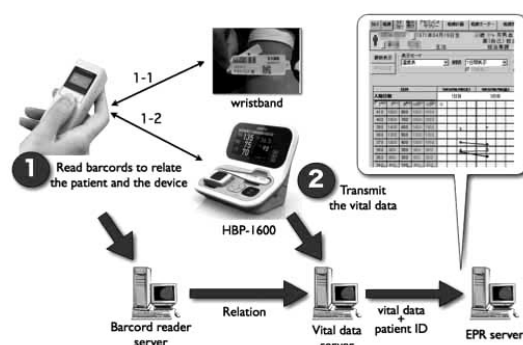


図3 導入システム構成

位置情報を取得する。

本研究では、機器導入の前後で他計式タイムスタディを実施し、看護師の業務時間がどれだけ変化したかを計測するとともに、位置計測情報とタイムスタディ結果の比較を行い、位置計測精度について実用に耐えるレベルであるかどうかを評価した。

評価の結果、半自動バイタル転送環境の導入によって、バイタルデータの計測・記録に要する時間は、一計測当たり、最頻値で12秒から7秒へと半分程度に減少した。なお、システム導入後にバイタルデータの計測・記録に要した時間の7秒の内、6秒がバーコード読み取りに要した時間で有った。位置計測誤りは、3.3%であった。

### 3. 結果と考察

基礎実験の結果より、バイタルデータ自動入力環境の実現と、人と機器の共創環境の実現によって、効率性の向上と安全性の向上が図れることが明らかになった。また、推定誤り率は5%を下回っており、位置計測情報を用いて患者推定を行ってもほぼ差し支えないことが明らかになった。

### 4. 共創を導くインタフェース

基礎実験より、バイタルデータ自動転送と患者推定を適用すれば大幅に業務効率の向上が図れることが明らかになった。また、推定誤りについても5%を下回る低い水準に有り、実用上の問題は無いことが明らかになった。

しかし、推定の誤りは完全になくすことは原理的に不可能で有り、患者安全確保のためにはスタッフによる確認作業は必須である。基礎実験より、誤り率が低いときにこそ見落としが発生する確率が高く、認識誤りが発生する際には第一位候補の推定尤度が高くない事が明らかである。したがって、推定尤度の高さを直接表現するインタフェースの実現が肝要となる。

本研究では、推定尤度に応じて表示面積を与

えるような確認インタフェースを提案した。確認画面は計測対象機器に最も近いモバイル端末や、計測対象機器が置かれたベッドに設置されたベッドサイド端末など、対象情報環境に応じた端末装置に提示されることとなる。この提示により、第一候補と第二候補の尤度の差が有意で無いときには、インタフェース上にほぼ同じ面積で二つの候補が大きく提示されることとなり、スタッフの確認行動の際に注意喚起を図れるものとする。

### 【今後の研究の方向性、課題】

本研究では、病院業務運営上の必要性などから、病院環境への自動バイタルデータ転送システムの導入と、導入状況の評価を通じた実現性評価を中心に実施した。報告書執筆時点では、実現性評価実験の成果に基づき、関係スタッフとのディスカッションを行い、確認インタフェースの設計を行い、実装を進めている段階にある。

本実験の成果を受けて、京大病院では、2013年中に当該システムの導入を予定している。導入が完了して安定運用された段階で、提案インタフェースを追加導入し、提案手法の正否について慎重に評価を行う予定である。

情報システムによる文脈の推定は、業務の効率化に貢献するものであるが、完全な自動化は新たな危険を生み出しうる。今後情報収集だけでなく、情報提供においても文脈の導入とシステム状態の提供を行うことで、情報システムがパートナーとして働く状況を現出することで、臨床環境だけでなく、様々な業務環境の効率と安全性の向上を図れるものと考えられる。様々な事例を積み重ね、人と機械の共創を生み出す情報システムの有り様の一般原則を見いだすことが、今後の課題である。

[成果発表, 論文等]

- [1] K Sato, T Kuroda, T Takemura, A Seiyama : Feasibility Assessment of Bluetooth Based Location System for Workflow Analysis of Nursing Staff. IEEE EMBC Short Papers, no.3316 (2013)
- [2] T Kuroda, H Noma, C Naito, M Tada, H Yamanaka, T Takemura, K Nin, H Yoshihara : Prototyping Sensor Network System for Automatic Vital Signs Collection. Method Inform Med 52(3) : 239-249 (2013)
- [3] 黒田, 竹村, 野間 : ユビキタスセンサネットワークの病院環境への導入. 信学大会, SS-49-SS-50 (2013)
- [4] T Kuroda, H Sasaki, T Suenaga, Y Masuda, Y Yasumuro, K Hori, N Ohboshi, T Takemura, K Chihara, H Yoshihara : Embedded Ubiquitous Services on Hospital Information Systems. IEEE Trans Inform Technol Biomed 16(6) : 1216-1223 (2012)
- [5] T Kuroda, T Takemura, H Noma, K Okamoto, N Kume, H Yoshihara : Impact of Position Tracking on the Outpatient Navigation System. Proc IEEE EMBC, pp.6104-6106 (2012)
- [6] 野間, 多田, 黒田, 竹村 : Bluetooth による屋内位置計測装置の開発. 信学技報 111 (446) : 29-34 (2012)