

ポスター | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | ポスター発表

## ポスター3

### EHR・PHR・医療安全

2020年11月20日(金) 11:20～12:20 C会場(コンgresセンター4階・41会議室)

#### [3-C-2-07] Bluetoothによる位置情報とウェアラブルデバイスを利用した医療安全と Patient Experienceの向上

\*半田 裕<sup>1</sup>、安形 司<sup>1</sup>、夏目 賢治<sup>1</sup>、平田 仁<sup>2</sup>、大山 慎太郎<sup>2</sup>、小倉 環<sup>3</sup>、藤溪 一毅<sup>4</sup>、増間 智昭<sup>4</sup>（1. 新城市民病院, 2. 名古屋大学医学部附属病院, 3. 大成建設株式会社, 4. シスコシステムズ合同会社）

\*Yutaka Handa<sup>1</sup>, Tsukasa Agata<sup>1</sup>, Kenji Natsume<sup>1</sup>, Hitoshi Hirata<sup>2</sup>, Oyama Shintaro<sup>2</sup>, Tamaki Ogura<sup>3</sup>, Kazuki Fujitani<sup>4</sup>, Tomoaki Masuma<sup>4</sup>（1. 新城市民病院, 2. 名古屋大学医学部附属病院, 3. 大成建設株式会社, 4. シスコシステムズ合同会社）

キーワード：Bluetooth, Wearable device, Medical safety

#### 背景

高齢化社会の進展に伴い、患者の高齢化、認知症患者の割合が増加し、転倒・離院に対する見守りの負担が増加の一途を辿っている。

我々はウェアラブルデバイスと無線技術を組み合わせ、位置情報・バイタルデータを取得し、医療安全・Patient Experienceの向上を目指したので報告する。

#### 方法

対象者に腕時計型のウェアラブルデバイスを装着し、病院内にWiFiアクセスポイントやBluetoothゲートウェイを設置し、位置情報の可視化・バイタルデータ(脈拍・歩数・活動量)の取得を行う。データはクラウド上に蓄積され、位置情報はマップ上に可視化、バイタルデータはグラフ表示される形でブラウザにて閲覧可能とした。また、転倒や離院をトリガとして、PCまたはスマートデバイス上で動作するチャット機能アプリケーションにより通知を行うように設定した。

#### 結果

令和1年12月23日から令和2年3月18日の期間に76名の対象者にウェアラブルデバイスを装着した。期間中に無断離院は1例、転倒事例は0件であった。

得られた情報は、徘徊などによる無断離院の防止、トイレなどの閉鎖空間での異常を早期に発見する医療安全的観点と、看護師が患者の在室タイミングを逃さず訪問したり、バイタルデータをリハビリ効果判定に利用してフィードバックを行うことで Patient Experienceの向上を図る観点で利用した。

#### 考察

離院事例では、患者が院内に不在であることをシステムで確認し対応することができ、事故等なく帰院することが可能であったが、今後は無断離院を未然に防ぐシステム構築、レスポンスの改善、データ表示・閲覧方法の工夫が必要と考えられる。

バイタルデータの数値・グラフ化はリハビリ効果の指標として患者とも視覚的に共有しリハビリへのモチベーションの維持・向上として有用であり、Patient Experience向上に寄与することが実証を通じ判明した。

# Bluetooth による位置情報とウェアラブルデバイスを利用した 医療安全と Patient Experience の向上

半田裕<sup>\*1</sup>、安形司<sup>\*1</sup>、夏目賢治<sup>\*2</sup>、大山慎太郎<sup>\*3</sup>  
小倉環<sup>\*4</sup>、藤溪一毅<sup>\*5</sup>、増間智昭<sup>\*5</sup>、平田仁<sup>\*3</sup>

\*1 新城市民病院 産学官連携推進室、\*2 新城市民病院 医療情報室

\*3 名古屋大学医学部附属病院、\*4 大成建設株式会社、\*5 シスコシステムズ合同会社

## Improving medical safety and patient experience using location information and wearable devices via Bluetooth

Yutaka Handa<sup>\*1</sup>, Tsukasa Agata<sup>\*1</sup>, Kenji Natsume<sup>\*2</sup>, Shintaro Oyama<sup>\*3</sup>

Tamaki Ogura<sup>\*4</sup>, Kazuki Fujitani<sup>\*5</sup>, Tomoaki Masuma<sup>\*5</sup>, Hitoshi Hirata<sup>\*3</sup>

\*1 Shinshiro Municipal Hospital Industry-Academia-Government Collaboration Promotion Office,

\*2 Shinshiro Municipal Hospital Medical Information Office,

\*3 Nagoya University Hospital,\*4 TAISEI Corporation,\*5 Cisco Systems G.K.

Recent trends in the aging of inpatients have focused on new medical needs, such as improvement on safety in physical support and care, prevent falling and unauthorized discharge as well as reduce burden on medical workers. However, the medical industry is facing a serious shortage of human resources. Therefore, both operational efficiency and safety must be improved.

By combining wearable devices and wireless technology, we have built an automatic acquisition of vital data, danger notification system, and position information visualization system. The purpose was to improve the work of the hospital staff and improve medical safety. 76 inpatients participated in the field trial. By displaying the wearable device management number on the hospital map, it became possible to infer the whereabouts of the target person. It was possible to reduce the passing of the patient, which led to the improvement of work efficiency. The vital data display application graphically displays the heart rate, steps, and activity of the subject. This application was also effective for use in determining the effectiveness of rehabilitation.

It was suggested that this system would help improve medical safety and patient experience.

**Keywords:** Medical safety, Wearable devices, Bluetooth

### 1. 緒論

超高齢社会の進展、AI・IoT等の最先端テクノロジーの発展、人生100年時代を見据えたウェルネス指向の高まりにより、医療は大きな転換期を迎えている。その中心に据えられる病院は、医療費増加の抑制、医療従事者の働き方改革、医療技術の革新への適応、予防・健康増進の視点からの地域との関わり等、あらゆる課題に取り組みなければならず、常に業務効率化、患者サービスの質・医療安全の向上が求められている。

新城市民病院は東三河北部医療圏の基幹病院であり、へき地医療拠点病院である。当医療圏での高齢化は著しく、入院患者においても高齢・認知症患者の割合は増加の一途を辿っている。高齢・認知症患者の増加により、従来の医療ニーズに加えて身体介助、ケアなどの新たな医療ニーズの増加を招き、現場では深刻な人手不足に悩まされている。転倒、無断離院といったアクシデントに対する見守り業務の負担増加もある。アクシデントが一度発生すると、転倒事例では処置、治療、その後の厳重な観察を要し、無断離院では患者の捜索等で更に業務が増える。業務の効率化が行える部分は極力効率化、負担軽減を行い、対患者サービスをより充実させていきたいという現場のニーズがある。

我々はウェアラブルデバイスと無線技術を組み合わせ、バイタルデータの自動取得・危険通知システム・位置情報可視化システムの構築を行った。これらのシステムを

活用することで、患者見守りの負担を軽減し、医療安全・Patient Experienceの向上の取組を行ったので報告する。

### 2. 目的

入院患者の位置情報可視化システム、バイタルデータ(脈拍数・歩数・活動量)の自動取得システムの構築を行い、無断離院防止や転倒等の患者の見守り業務の効率化を計り、医療安全とPatient Experienceの向上を目的とする。

### 3. 方法

#### 3.1 システム概要

対象者が装着した腕時計型ウェアラブルデバイスから発信されるBLE(Bluetooth Low Energy)信号をBluetoothセンサー機能付きWi-Fiアクセスポイント(Cisco Meraki MR33)が受信し、三点測位により位置情報を推測する。またBluetoothゲートウェイは、ウェアラブルデバイスから心拍数・歩数・活動量データを取得し、集められたデータは、NTTドコモ回線網上の暗号化された仮想ネットワークを経由して、クラウドサーバ上のデータプラットフォームサーバに蓄積される。蓄積されたデータはWebサイト上で確認可能である。本実証実験では病棟、リハビリ室に設置した閲覧専用PCにてデータを常時表示した。

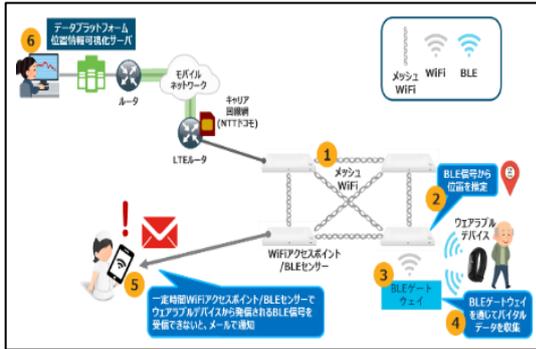


図1 システム概要

## 3.2 アプリケーション

### 3.2.1 危険通知アプリケーション

危険検知では転倒や離院リスク場所への接近をトリガとして、PC またはスマートデバイス上で動作するビジネスチャットアプリケーション(Cisco Webex Teams)により通知を行うように設定した。

転倒検知では、転倒を検知したウェアラブルデバイスの管理番号と転倒場所をビジネスチャットツールで通知するシステムの構築を行った(図2)。



図2 転倒通知システム

### 3.2.2 位置情報可視化アプリケーション

病院マップ上にウェアラブルデバイスの管理番号が表示される(図3)。位置情報可視化アプリケーションの機能として過去に遡っての位置情報表示、日時指定し患者動線軌跡・ヒートマップを作製が可能である(図4)。

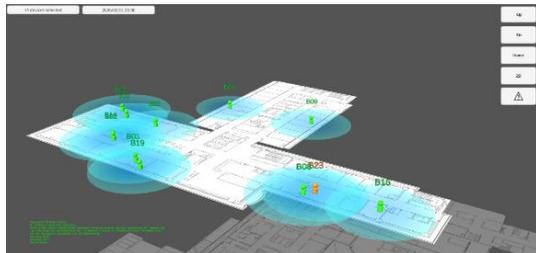


図3 位置情報可視化

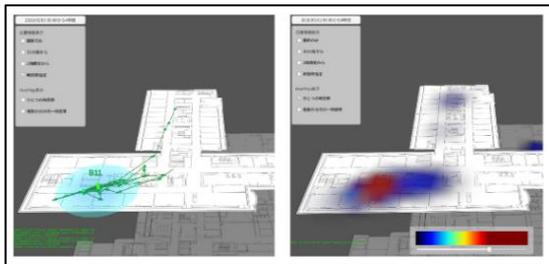


図4 動線軌跡・ヒートマップ

### 3.2.3 バイタルデータ表示アプリケーション

バイタルデータ表示アプリケーションでは対象者の心拍数、歩数、活動量をグラフ化し表示した(図5・図6)。

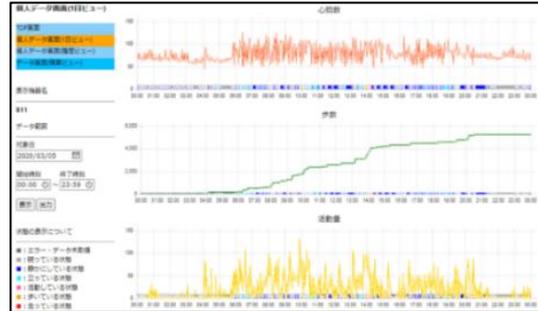


図5 バイタルデータ(一日ビュー)

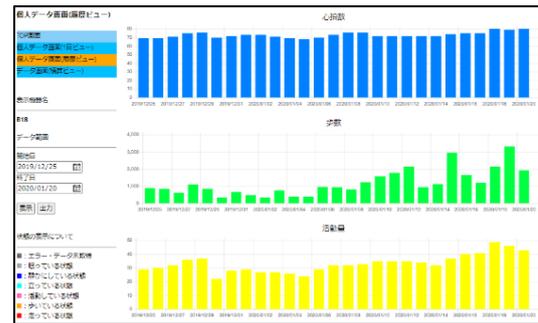


図6 バイタルデータ(履歴ビュー)

本実証実験システムでは、ネットワークに接続できない外出、外泊等においてもウェアラブルデバイスにバイタルデータを蓄積し、帰院時に蓄積されたバイタルデータをクラウド上に自動アップロードが可能である。

## 3.3 ネットワーク環境

新城市民病院 1階フロア、5階病棟(地域包括ケア病棟:59床)の33箇所にBluetoothセンサー機能付きWi-Fiアクセスポイントを設置し、メッシュWi-Fiネットワークの構築を行った。1階フロアは離院リスクを検知するため、病院出入口である2箇所(正面玄関出入口・時間外出入口)、また患者滞在時間が長いと予測されるリハビリ室を中心にアクセスポイントの配置を行った。5階病棟は病棟全域をカバーできるよう機器を配置した(図7)。

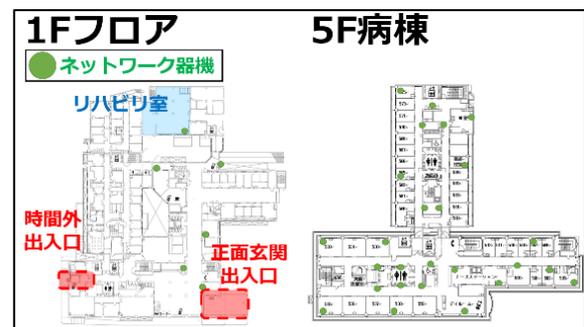


図7 ネットワーク機器設置箇所

機器は患者、病院スタッフの接触による転倒事故が発生しない箇所、落下による事故が発生しない固定方法にて、病院業務の妨げにならぬよう配慮した場所に設置した(図8)。



図 8 ネットワーク機器設置イメージ

### 3.4 ウェアラブルデバイス

#### 3.4.1 ウェアラブルデバイスの選択

本実証実験は 2 種類の腕時計型ウェアラブルデバイスを使用した。選定にあたっては患者の安全、装着環境を問わない、管理し易さの観点から、小型で軽量かつ防水機能付きでバッテリー寿命の長いものを選択した。1 つはバッテリーが約 2 週間持続するタイプの脈拍数、歩数、活動量の測定できるものを使用し、可能な限り夜間も含め患者に装着をお願いした。もう 1 つは転倒リスクのある患者を対象に転倒検知機能付きのウェアラブルデバイスを使用した。転倒検知機能付きのウェアラブルデバイスはバッテリー持続が約 12 時間のものであり日中に装着し、夜間充電を行った。

#### 3.4.2 ウェアラブルデバイスの管理

ウェアラブルデバイスの破損、汚れ、バッテリーの確認を毎日行った。またウェアラブルデバイス装着による皮膚トラブル有無の確認についても毎日、看護師、リハビリスタッフにて行った。充電作業に関してはスタッフにて実施した。ウェアラブルデバイスの回収後、分解し流水・石鹸での洗浄を行い、アルコール除菌を実施し、充電、再配布を行った(図 9)。

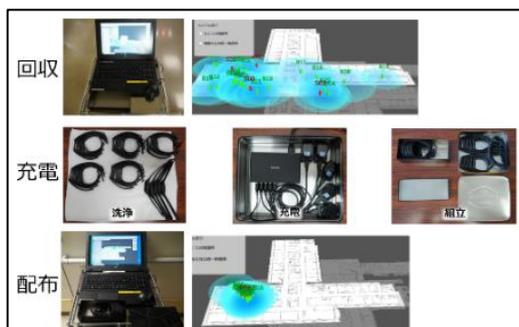


図 9 ウェアラブルデバイス管理

### 3.5 対象者への配慮

本実証実験は新城市民病院の倫理審査委員会の承認の元に実施した。対象者へは①参加の自由②同意撤回する権利があること③不参加の場合でも不利益を受けないこと④目的、意義、実施方法について⑤個人情報の保護について⑥情報の開示について、口頭と文章にて説明を行った。同意書への署名により参加同意を得た。

### 3.6 個人情報の管理

ウェアラブルデバイスからの位置情報、バイタルデータはインターネット上のクラウドサーバに蓄積される。アプリケーション上ではウェアラブルデバイスに割り振った管理番号のみが表示され、実患者情報と装着したウ

ウェアラブルデバイスの管理番号の括り付けは、Microsoft Office Access にて病院ネットワーク内にて管理を行った(図 10)。



図 10 ウェアラブルデバイス管理システム

データ閲覧・活用のためのクラウドサーバへのアクセスは専用端末のみのアクセスが可能となる設定とし、ユーザーID、パスワードにて認証を行った。

## 4. 結果

### 4.1 対象患者

令和 1 年 12 月 23 日から令和 2 年 3 月 18 日の期間に 76 名(女性 41 名、男性 35 名)の患者より参加の同意が得られ、ウェアラブルデバイスの装着を行った。

平均年齢は 81.43 歳であり、疾患分類では整形外科疾患が 39%と最も多い結果であった(図 11)。

対象患者の 68 名が退院時までウェアラブルデバイスの装着を行った。一方で 8 名の対象者は、痒み、就寝時装着による不快感、ウェアラブルデバイス紛失への心配を理由に装着を終了した。痒みが生じたケースでは装着終了により痒みは消失したため、治療・処置行為等は行わなかった。

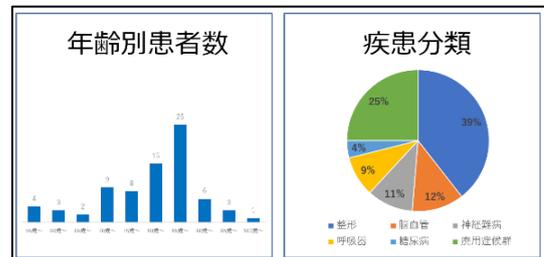


図 11 患者属性

### 4.2 安全性向上のための検証結果

#### 4.2.1 離院事例

実証実験期間中に無断離院が 1 件発生した。看護師が病室を訪室した際に患者が不在であることが発覚した。看護師複数名で病棟内を探索したが患者は見つからず、同時に位置情報可視化アプリケーションを活用し院内不在が推測されたため、家人の携帯電話に連絡し所在が判明し、無事に帰院された。

この事例は時間外出入口からの離院であったが、ビジネスチャットアプリケーションでの離院通知がされなかった。その後の調査で時間外出入口のネットワーク機器でウェアラブルデバイスの接近は検知したが、通知までのシステムに仕組み上の課題が判明したため、システムの修正を行った。システム修正後、幸いにも離院事例は生じなかった。

#### 4.2.2 転倒事例

実証実験期間中、転倒検知機能付きウェアラブルデバイスの装着者においての転倒事例は生じなかった。

### 4.3 位置情報可視化

病院マップ上にウェアラブルデバイスの管理番号が表示されることで対象者の所在を推測することが可能となった。

無断離院要注意患者に対しては、従来の頻回に訪室し所在確認を行う事、赤外線離床センサーの設置に加えて、位置情報表示を対象患者のみに絞り、離院通知と併用しモニタリングを実施した。

また、医師より年末年始に院内売店での無断飲食がなかったかシステムでの確認依頼を受けた。システム上では売店付近に接近していないことを確認し、報告した。

### 4.4 Patient experience の向上に繋がったバイタルデータの活用例

#### 4.4.1 歩行能力の随時的・定量的評価

歩数の経時変化をみると日ごとの歩数の増加が確認でき、このデータを利用することで、リハビリテーションを施行する前に、日常の歩行能力を客観的に示し、更に一日ビューにより何時ごろ歩行を行ったのか、位置情報可視化アプリケーションの動線表示機能により、どのコースを歩いたのか、日々の患者の自主トレーニングの努力の様子を把握することができ、日々の患者の自主トレーニングの努力を評価しながら、患者と共有することで Patient experience を向上させ、歩行能力向上に対するモチベーションを上げることができた。(図 12)

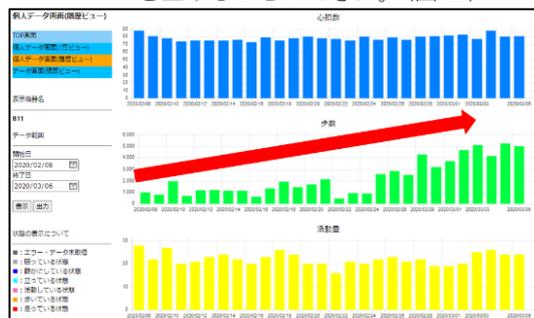


図 12 歩行能力の見える化

#### 4.4.2 糖尿病教育入院患者

糖尿病の教育入院患者に対し、特に食後の運動・歩行の状況にフォーカスを当てて運動療法の量や効率、適正な心拍数で実施できているかというフィードバックを行うことができた。結果、これまで画一的だった教育に具体性が出て、Patient Experience を向上させることができた。

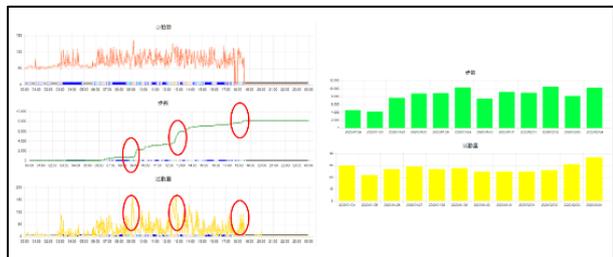


図 13 糖尿病運動療法

#### 4.4.3 試験外泊中のデータ反映

本実証実験のシステムでは試験外泊中ではウェアラブルデバイスにバイタルデータを蓄積し、帰院後にバイタルデータを自動アップロードすることが可能である。自宅での一日の歩行量を病院にいる時と比較することや、何時にどのくらい歩いたのか、起床時間、就寝時間等を

推測することも可能である。図 13 の事例では、客観的に退院可能ということをも本人だけでなく主治医や家族も判断することができ、早期退院につなげることができた。

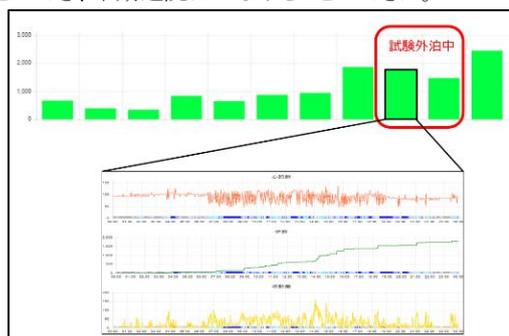


図 13 試験外泊中データの反映

#### 4.4.4 がんの緩和ケア

図 14 は緩和ケア目的での入院患者の歩数の経時変化である。疼痛、下肢の浮腫、倦怠感により日毎の歩数に変動がみられた。日毎の歩数は患者の状態把握の指標として活用した。徐々に身体が弱っていき、グラフの終盤時期での歩行は必要最小限のトイレの移動等のみとなっていた。

患者本人の意向と得られた歩数データを元に、本人の状態、活動度に合わせた緩和リハビリテーション計画の立案を行うことができた。

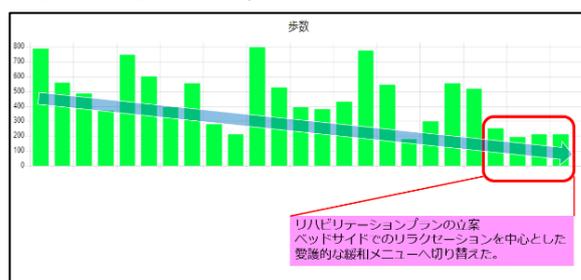


図 14 がん緩和ケア患者の歩数推移

### 5. 考察

本実証実験では 76 名の患者が参加した。当院入院患者は高齢者が多く、対象者は高齢者が中心であったが、多くの患者から参加の同意が得られた。参加同意の得られた患者からは、以前からウェアラブルデバイスは使用してみたかったという意見が多く聞かれ、高齢者においても IoT デバイスへの関心の高さが伺えた。患者からウェアラブルデバイスの価格について聞かれることや、退院後の継続使用や購入希望の意見も聞かれた。

ウェアラブルデバイスが比較的安価であることは患者にとって装着する精神的負担が少なく、気軽に使ってもらえるメリットがあった。同時に管理するスタッフにおいても安価であることは精神的負担が少なくメリットであった。また、本実証実験で主に使用したウェアラブルデバイスのバッテリー寿命は 2 週間と比較的長く、管理が容易である点は、業務負担にしないためにも重要な点である。高齢者が中心となる当院入院患者は、歩行器、歩行車の使用の割合が高かった。歩行の際に歩行器、歩行車を使用した場合、使用したウェアラブルデバイスの特性上歩数をカウントできないことが分かった。今後は対象者に合わせたウェアラブルデバイスの選定についても検討を行っていく必要がある。

位置情報可視化アプリケーションでは、患者の所在を

確認し訪室を行った。また、過去の履歴を遡り、患者の行動を振り返ることができた。既存の電子カルテシステムでは診察、検査、リハビリテーション等の予約時間の確認を行うことは可能であるが、実際に患者の在室の有無を把握することはできない。またトイレ、入浴等により訪室時に患者が不在の事もあり、再訪室や患者を探す場面は日常的にみられている。位置情報可視化アプリケーションを活用することで、患者の病室を訪室する際には、事前にて患者在室の有無を確認することで、患者とのすれ違いを少なくすることが可能であり、位置情報可視化による業務の効率化に繋がった。

離院事例では、未然に無断離院を防ぐことはできなかったが、患者が院内に不在であることを位置情報可視化システムで確認し対応することができ、事故等なく帰院することが可能であった。今後は無断離院を未然に防ぐシステム構築、レスポンスの改善を行う必要がある。またデータユーザである病院スタッフへのデータ表示方法、実業務の中での通知の伝達方法、データ閲覧方法、運用、閲覧デバイスの工夫が必要と考えられる。位置情報の可視化システムについてはナースステーションに大型モニターを設置して常に位置情報を表示しいつでも確認できるよう工夫したり、危険通知に関しては PHS やナースコールと連動を行うことでいつでも通知の受けることが可能になると考えられる。

バイタルデータ表示アプリケーションのデータ取得・数値・グラフ化では、患者の状態把握、リハビリテーション評価、治療計画情報として一助を果たした。

従来、患者の活動量を把握するには、直接患者を観察するか患者本人への聞き取り、または他の医療スタッフからの情報収集しか手段がなかった。患者の活動量を把握するために24時間患者を観察することは不可能であるし、患者からの聞き取りでは主観的な訴えとなり、活動量の把握は困難であった。リハビリテーション目的での入院患者は退院後に自宅でも自立生活を送れるよう入院中に試験外泊を行うケースがあるが、その際の活動量の把握は特に困難をきたしていた。

本システムから収集されるデータは客観的データであるため、患者の経過を患者本人、家族、医療スタッフ間での情報共有することが可能であり、治療計画を立案する際においても有用なものであると考えられる。

客観的データを用いての図12での歩行量増加の患者への提示は、リハビリテーション効果を視覚的にポジティブフィードバックすることで、更にリハビリテーションの意欲向上につながり、Patient Experience の向上に寄与したと考えられる。

糖尿病教育入院では薬物療法、食事療法そして運動療法の学習、定着が目標である。運動療法を定着させ、行動変容していくには望ましい行動を褒めることが有効で、褒めることで行動が強化されていくといわれている。本システムを活用することで、集積されたバイタルデータをもって運動療法の実施状況を客観的に褒めることが可能となり、行動変容へと繋がった。

運動療法の実行度は薬物療法の90%と比較して運動療法は40-60%と低く、退院後の運動療法の継続が大きな課題である。本実証実験システムではネットワーク外でのデータ取得も可能である。この特性を応用し対象を退院後へと拡大し、在宅での退院後の状態を把握することで新しい知見も生まれる可能性がある。

## 6.結論

本実証実験では、ウェアラブルデバイスと無線技術を用いて入院患者の位置情報可視化システム、バイタルデータの自動取得システムの構築を行い、無断離院防止や転倒等の医療安全の向上に貢献することができた。また、Patient Experience 向上という観点からは、以下の4点において高い効果を見出すことが可能であった。

- i リハビリテーション効果
- ii 糖尿病運動療法
- iii 試験外泊評価
- iv がん患者の活動量把握

バイタルデータの数値・グラフ化は患者とも視覚的に共有しやすく Patient Experience 向上に寄与しやすいと考えた。