

クラウド環境下での健康情報の利用

Using healthcare information on cloud computer system

八幡 勝也

住田病院、産業医科大学産業生態科学研究所作業病態学

Katsuya YAHATA

Sumida hospital, Univ. of Occupational and Environmental Health, Japan

要約

近年、医療情報の利用形態が、医療機関内から、地域連携へさらに個人健康管理 (PHR:Personal Health Record)へとシフトしつつある。

その方法の一つに、個人の管理するシステムに対して健康情報を送り、個人が管理・利用する事が考えられる。

近年情報ネットワーク技術の進歩により、クラウドと呼ばれる情報利用環境が提案されている。この中では、データの利用はサービス提供側が環境を提供する。よって、ユーザは、データのフォーマットに関係なくクラウドサーバ上の情報を検索し、利用することができる。この環境を健康情報に利用して、個人の健康情報利活用にどのような要素が重要か検討した。

キーワード：クラウド、個人の健康情報、医療連携

I. はじめに

近年、医療情報の利用形態が、医療機関内から、地域連携へさらに個人健康管理 (PHR:Personal Health Record)へとシフトしつつある。しかし、それに対してネットワークを中心にビジネス化が試みられているが、一般的なモデル概念は模索中である。それを解決する方法の一つに、個人の管理するシステムに対して健康情報を利用しやすい形で送り、利用する事が考えられる。

近年情報ネットワーク技術の進歩により、クラウドと呼ばれる情報利用環境が提案されている。この中では、データの利用はサービス提供側が環境を提供する。よって、ユーザは、データのフォーマットに関係なくクラウドサーバ上の情報を検索し、利用することができる。この環境を健康情報に利用して、個人の健康情報利活用にどのよ

うな要素が重要か検討した。

II. システム概要

本研究では、サーバはGoogle. apps上のGmailのメール環境を用いて、メールボックスを個人の健康情報口座として設定した。個人の情報が利用可能か検討した。

医療機関などの情報提供側が、自分たちが利用しているフォーマットで情報を口座に電子メールおよび貼付ファイルで送信してデータを登録する。受信側（個人）は携帯電話を含む複数の手法によりアクセスし参照して、利用可能にする。この方法により、情報送信側はフォーマットに制限されずに情報提供が可能となり、受信側も利用形態の選択の幅が広がる。

1. 保健情報用のGmailのアドレスを設定する。

2. 健康診断のスキャン情報や診断書などの情報をメールで送付する。

3. 以下の環境で、どのように参照できるか確認した。

PC

Apple PowerBook G4; OS9:

Netscape Navigator 7.0.2

Apple Power Mac G4; Mac OS X 10.4.11:

Firefox 3.5.3

Kohjinsha SX; Windows XP SP3:

Google Chrome 3.0

PDA

Willcom WS004SH; Windows mobile 5.0:

Internet Explorer Mobile

Apple; iPhone 3GS

Safari

携帯電話

NTT Docomo; P906i

Au; W42H

システム概要

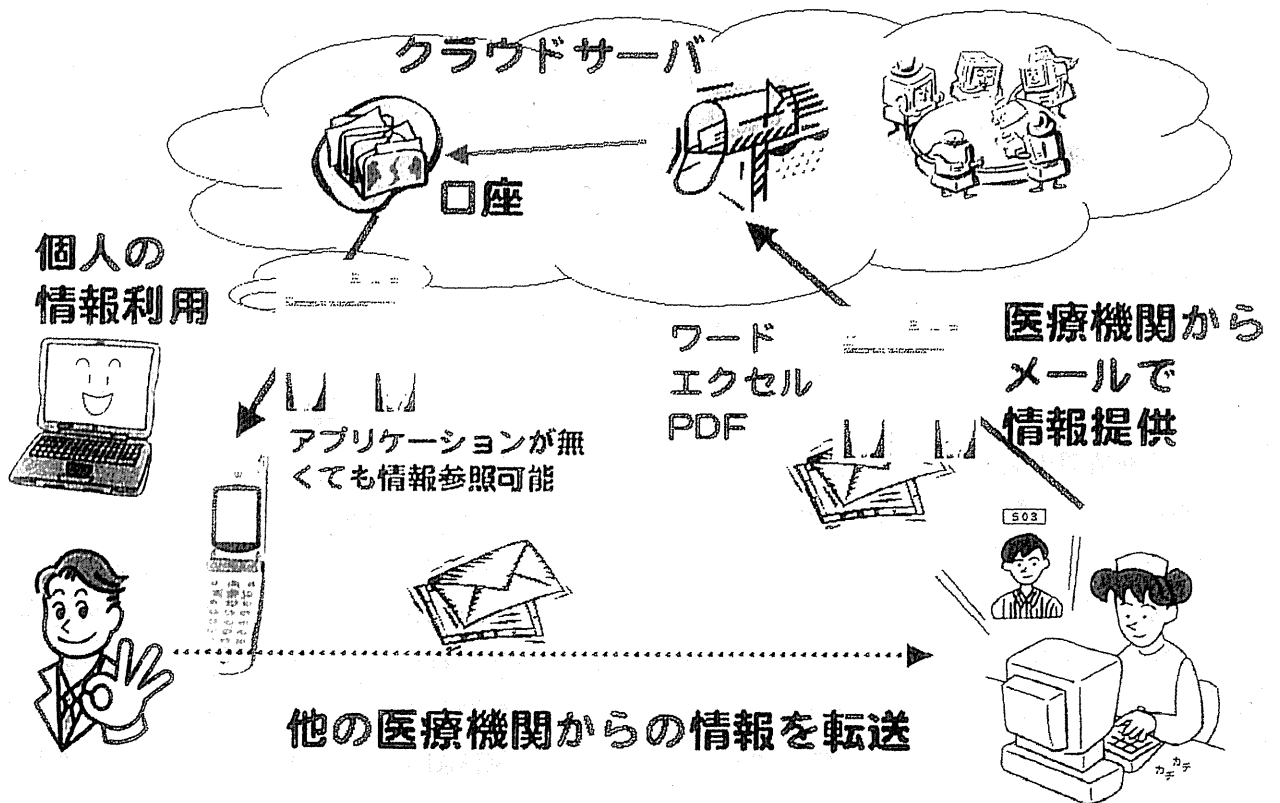


図1 システム概要

III. 結果

PCでは、すべての情報をWebで参照することが可能であった。しかし、添付ファイルの内容での検索はできなかった。よって、メールのタイトルおよび本文にある程度の基本的なキーワードを

記載しておく必要がある。また、添付ファイルの参照もWeb上で可能で、アプリケーションの起動も要しなかった。

PDAでは、タイトルおよび本文のみ参照可能であった。しかし、添付ファイルのWeb上での表示

は画像の表示ができなかった。ただし、ファイルをダウンロードすれば、対応したアプリケーションで表示可能であった。

携帯電話でも、Webブラウザ対応のものを用いたが、タイトル及び本文の利用参照しかできなかった。

表1 試用環境と利用可能な情報

見読性の検証

	iPhone 3GS	WS004SH	docomo906i	auW42H	Wii Opera	Mac OS9
メールのみ						
本文テキスト	○	○	○	○	○	○
添付Jpeg	○	○	○	○	○	○
Word添付						
本文テキスト	○	○	○	○	○	○
書類内テキスト	○	○	○	○	○	○
書類内画像	○	○	×	×	×	△
PDF添付						
本文テキスト	○	○	○	○	○	○
書類内テキスト	○	○	○	○	○	○
書類内画像	○	○	×	×	×	○

IV. 考察

長期にわたる情報管理の課題

今までも多くのシステムによる健康情報管理が行われてきたが、その多くは継続性や利用頻度に難点があった。その時点でのハードウェアおよびOSを中心とするソフトウェア環境を基本として設計され、運用してきた。しかし、人間の寿命は技術の変化と比較すると極めて長く、継続性の保証に問題がある。

その原因として、システムを提供する側がビジネスでの利用および現状利用できるデータベース技術での管理・利用を前提としているために、以下のような状況が推察される。

1. ビジネスに繋がりがやすい食品や運動などの分野と関連がしやすい指標(体重、歩数、血圧など)を主に用いる
2. ユーザや情報提供側が、サーバ側で設定した形式でデータ入力しなければならない
3. データを自分が利用しようとしても提供サーバだけでしか利用できない
4. 病歴や生活歴などは実際には、最初に入力・参照するだけで、その後は利用頻度が低いので、あまり考慮されていない
5. 医療関係からの情報提供が少ない(認証などが面倒)
6. その時点での情報処理技術を前提とし、技術の進歩に左右されやすい

また、データのフォーマットもアプリケーション毎に異なり、多くは長期にわたる継続性を保証できない。これらの課題を克服するためには、ハードウェアおよびソフトウェアに依存せず、且つ可用性を確保する方法を検討しなければならない。

その解決策として先に述べたGmailなどのクラウド環境での情報利用を検討した。

解決の方法としてのクラウド環境

現在、一般的に利用されているフォーマットとしては、pdf, ワード(.doc, .docx), エクセル(.xls, .xlsx), パワーポイント(.ppt, .pptx), JPEG などがある。また、過去の形式として一太郎(.jsw), gif, PICTなどが有る。個人ユーザが色々な機関から提供されるこれらの多様なデータフォーマットに対応するには、読みとれるアプリケーションの準備が求められる。Gmailによるクラウド環境下であれば、情報のコンバートや提供・検索などの利用技術はサーバサービス側が提供するので、送信側、受信側共に負担は劇的に軽減される。

では、クラウド環境での情報利用が従来とどのように異なるのか検討する。

1. ネットワーク環境とwebアプリケーションがあれば、ハードウェア、ソフトウェアの環境を選ばない。
2. PDFやマイクロソフトオフィスなどの一般的なアプリケーションのファイルであれば、そのソフトウェアを所有していなくても、サーバ側の機能で内容を参照して利用が可能である。
3. データベースがなくても、検索により適切な情報にアクセスすることが可能である。
4. 取り扱うデータは、情報提供側にとって容易な方法が選べ、データベースへの入力作業がない。
5. 保管管理が利用者個人となり、医療機関側の負担が少ない。
6. 医療機関へ個人が保管しているデータを提供する場合、他の医療機関から送られたメールを転

送するだけでよい。

7. 保管している機関の事業継続性が問題となった場合でも、電子メールとその添付ファイルであれば、メールを転送するだけで他の事業者への情報の移動が可能である。

クラウドコンピューティングでの課題

逆にクラウドコンピューティングに関しては以下のような課題もある。

1. 毎回のデータは参照できるが、同じ項目の時系列比較が困難である。
2. ネットワークがないと使えない
3. 情報漏洩対策が不明確である
4. 現在の日本では、個人に診療状況などをデジタルで報告する習慣がないため、利用に値する情報がほとんど無い。

V. まとめ

以上、実験的にクラウドコンピューティング環境での健康情報の利用を試み、その利点と課題について検討した。今後、同様の試みが出現することが予想されるので、課題について関係者での整理と解決方法の明確化が必要となる。

健康情報活用基盤構築のための標準化及び実証事業

八幡勝也¹⁾ 山本隆一²⁾ 竹内倫太郎³⁾ 吉富広三⁴⁾ 馬瀬真司⁵⁾
横田貴文⁶⁾ 吉岡正⁷⁾

住田病院¹⁾ 東京大学大学院情報学環²⁾ アクセンチュア株式会社³⁾
株式会社 健康サポートネットワーク⁴⁾ 株式会社 ベストライフ・プロモーション⁵⁾
株式会社STNet⁶⁾ 日本システムサイエンス株式会社⁷⁾

Standardization and demonstration project for Personal Health Record (PHR) infrastructure building

YAHATA Katsuya¹⁾ Yamamoto Ryuichi²⁾ Takeuchi Rintarou³⁾
Yoshitomi Hirozo⁴⁾ Mase Shinji⁵⁾ Yokota Takafumi⁶⁾ Yoshioka Tadashi⁷⁾
Sumida Hospital¹⁾

Interfaculty Initiative in Information Studies, Graduate School of the University of Tokyo²⁾
Accenture Japan Ltd³⁾ Health Support Network Incorporation⁴⁾ Best Life Promotion Co.,Ltd.⁵⁾
STNet. Incorporated⁶⁾ Nippon System Science Inc.⁷⁾

The Internet environment to enhance individual and personalized health care in recent years, as a concept with a focus on personal health, PHR (Personal Health Record) has spread internationally.

In Japan, the METI (Ministry of Economy, Trade and Industry) planned " Standardization and demonstration project for Personal Health Record (PHR) infrastructure building " project, cooperation with the MHLW (Ministry of Health, Labour and Welfare) and MIAC (Ministry of Internal Affairs and Communications), in order to promote the creation of new health service industry. We have studied technical and institutional requirements necessary for its operation and use of health information infrastructure of the three-year plan from 2008. We defined the scope of health information for institutional review and standardized of data exchange agreement. Also we made model contract for health service by PHR organization for use of health information arrangements.

We report the result of the experience and open operational guidelines and draft technical report.

Keywords: PHR (Personal Health Record)

1. はじめに

現在、国民の健康情報は、医療機関や保険者等、機関毎に個別管理されており、本人が必要に応じて自由にアクセスし、利活用できる状態ではない。国民が自らの疾病予防・健康増進・疾病管理を積極的に行うためには、医療機関や保険者等に散在する健康情報を、生涯を通じて、個人自らが簡単に入手・管理するとともに、個人の子承のもとで必要に応じて医療機関や適切な健康サービスを提供する民間事業者等と共用し、健康情報を活用し、より効果的な健康サービスを受ける事が可能となるような情報基盤(以下、「健康情報活用基盤」。)を整備する必要がある。また、健康情報活用基盤が整備されることで、従来にない新しい健康サービスが誕生し、健康サービス産業が発展することが期待される。

本事業では、上記の目的を実現すべく、平成20年度に4地域を実証実験として採択し、事業を開始した。

2. 事業の全体像と経過

経済産業省商務情報政策局サービス産業課医療・福祉機器産業室が「健康情報活用基盤構築のための標準化及び実証事業」を企画し、総務省・厚生労働省との3省連携のもと、新たな健康サービス産業の創出を図るために、平成20年度から3ヶ年計画で健康情報活用基盤の構築及びその運用に必要な技術的・制度

的な要件の検討を行っている。従来明確な定義が存在しなかった健康情報の範囲を定義し、データ交換規約の標準化に向けた検討や制度的要件としては、健康情報活用基盤を用いてサービスを提供する事業者が準拠すべき事項の整理を行っている。

平成22年度は、3カ年の事業の最終年度として、将来に繋がる成果を残すべく、以下の点について主に検討を行った。まず、今回の事業にて構築した基盤が具体的にどのような形でビジネスとして成立するか、また、ビジネスとして有望であると考えられる健康情報の二次利用に向けてどのような課題が存在するか、そしてこれらの将来に向けた課題に対して、本事業内の各コンソーシアムにてどのような成果が挙げられているかを中心に整理を行った。今回は、年度末に向けた途中経過を報告する。

3. 柏健康サポートネットワーク・コンソーシアム

3年間の事案を通じた成果

1. 技術面

個人情報の守秘性に配慮し、ログイン認証は『チャレンジ・レスポンス方式』を採用した。また、秘匿性の高い医療データ(特定健診結果など)の参照については、電話発呼によるリアルタイムの本人同意時のみ参照できるしくみ(CTI認証)を構築し、利用者に意識さ

せない高度なセキュリティ対策を実現した。さらに、医師が発行した栄養指導指示箋や栄養指導士が記録した指導結果をリアルタイムに交換できる機能を構築し、栄養指導実施時のスムーズな情報連携を支援した。

2. PHRの仕組みとして

医療機関受診の補足を目的として、PHRに蓄積されている健康情報を問診票(健康見える化計画)として出力し、受診時に持参することで診療時間の短縮等に貢献できる仕組み構築した。

また、これまでの医師と栄養指導士のオフラインによる連携とは異なり、PHRシステムを用いることにより、情報の安全性や即時性の高いオンラインでの情報連携を可能とした栄養指導サービスが提供できるようになった。

さらに、コミュニティ(SNS)を形成し、地元のイベントや食材情報等の地域密着型の意見交換の場を設けたり、柏に縁のある医師や大学教授らが健康アドバイザーとしてコラムを掲載するなどの健康増進サービスを提供した。

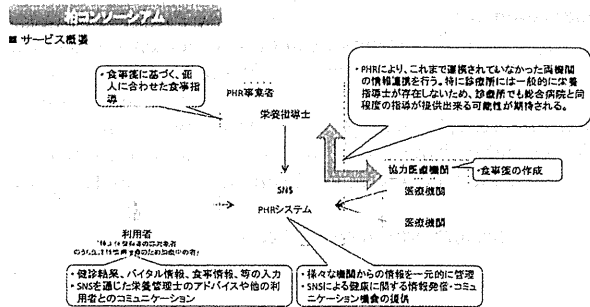


図1 柏コンソーシアム サービス概要

4. ホームヘルスケア創造コンソーシアム

PHRサービスを利用した保健指導の成果

1. 特定保健指導を含む効果的・効率的な保健指導サービスにおける健診結果や体重などの健康データの改善

《特定保健指導における効果》

保健指導開始時から最終自己評価までの期間(約8カ月)において、特定保健指導対象者群(n=23)のうち、約63.6%が減量。(最終データの無い1名を除き、n=22で評価)

サービス別では、機器有群(n=12)のうち、約66.7%が減量。機器無群(n=10)のうち、約60.0%が減量。

2. 健康に対する意識の改善度について

メタボ以外の対象者については、意識改善の評価を実施する。

3. ストレスの予防的介入について

一般的な従業員へのストレス軽減プログラムの提供を実施。部署単位で参加することで共通話題を提供し、部署内コミュニケーションの活発化を目指す。また、誰かに聞いてもらいたいという潜在的な要望をメール支援により実現し、ストレス軽減を目指すとともに、ストレスに関する正しい情報の提供により、ストレスコーピングやセルフケアの強化を図る。

4. ポイント制度開始にかかる健康維持増進活動の活性化について

頑張り度を可視化したり、楽しみを与えることによって、健康維持増進活動の活性化を評価する。

5. 医療費合計金額に対する評価について

健康維持増進活動の継続率からみた医療費推移などを評価する。

6. 健康保険組合側からみた個人健康情報の活用可能性について

企業健保へのサービス提供におけるメリットについて明らかにする。

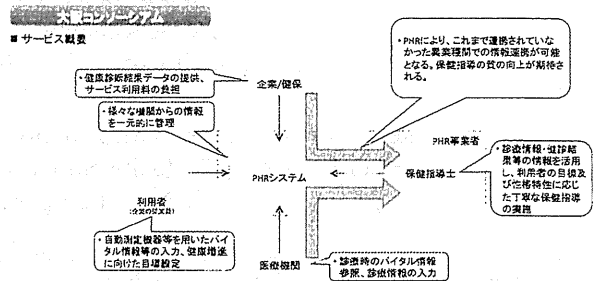


図2 大阪コンソーシアム サービス概要

5. かがわeヘルスケアコンソーシアム

1) 技術面

個人が生涯を通じて医療・健康情報を蓄積できる情報基盤の構築では、HL7、J-MIX、JLAC10等、既に定義済みの標準規格に準拠した健康情報を漏れなく蓄積できる情報基盤としてPHRデータベースを構築した。これにより個人の健康情報を生涯通じて管理することが可能となった。

また、PHRデータベースへアクセスするための認証には、なりすましの防止のために交通系ICカード「IruCa」を利用した所有物認証を実施することで、個人の健康情報を安全に取り扱う仕組みの構築ができた。さらに、利用者の健康情報へのアクセスを利用者自ら監視できる機能を設け、不正アクセスを早期に発見する仕組みを構築した。

2) 仕組み面

個人が蓄積・管理する健康情報を医師や保健師などに公開することにより、より優位なサービスを受けたり、従来では難しかった医師からの診療情報の提供などをPHRを用いることで容易に実現できる仕組みの構築ができた。

また、法人向け機能として公開された従業員の健診情報や生活習慣を参照することで、保健指導対象者の抽出際にかかる作業負荷の軽減や、生活習慣のヒアリングの軽減、さらには受診勧奨した際の診療情報を参照することによる適正な保健指導の実施など、PHRの事業性を視野に入れた仕組みを構築した。

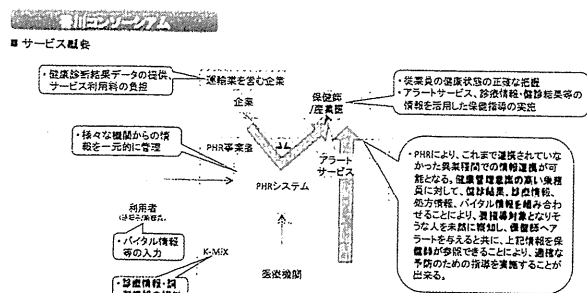


図3 香川コンソーシアム サービス概要

6. 浦添地域健康情報活用基盤構築実証事業プロジェクト

a. 技術面

沖縄県浦添市において、経済産業省、厚生労働省、総務省の3省で連携して健康情報活用基盤の実証事業を行っている。ソフトウェア基盤はSAML2.0、ID-WSF2.0を実装しており、シングルサインオンと属性情報の安全な交換を実現している。このソフトウェア基盤の上に疾病管理、健診履歴・個人向診療情報提供書の蓄積と参照、調剤・服薬履歴、体重や健康状態を管理する健康チャレンジ日記などのシステムがあり、個人の意思のもとに生涯の健康履歴を蓄積する仕組みを構築している。健康情報活用基盤ではID/PW、ICカード、マトリックス認証、携帯のSIM認証などの認証と、この情報をもとにしたAPとしての開示制御を行っている。疾病管理ではICカードによる認証を行っており、患者の意思により医師や健康運動指導士に対する開示制御を行うことができる。

b. PHR(疾病管理)の仕組み

疾病管理では、医師・患者・フィットネスクラブによる糖尿病を中心とした医療と健康の連携を実現している。

医師の作成する運動処方せんをもとにフィットネスクラブの健康運動指導士が運動プログラムを作成する。運動プログラムは施設および日常生活での運動の内容を1週間単位で作成する。患者は運動プログラムに基づいて日々の実施結果を記録する。実施結果は例えばランニングを実施したかどうかの日々のチェックと、歩数・体重および歩数計で測定されるエクササイズ数を記録する。

フィットネスクラブでは1週間に1回の指導を行うが、この時に健康情報活用基盤に記録された実施結果を

参考にする。医師は月に1回の診察を行うが、この時に1ヶ月間の患者の運動実施結果を参考にして指導を行い、必要に応じて運動処方せんを見直す。システムとしての運動プログラムにはエクササイズガイド2006をもとにした運動の種類に加え、生活習慣改善のためのアンチエイジングモデルの項目も含まれている。医師は食事の取り方や呼吸法などを含むアンチエイジングモデルに基づいた患者の指導を行い、フィットネスクラブでは運動プログラムを使ってアンチエイジングモデルの実践を指導する。

患者は運動プログラムの実施結果や身体状況を記録し、その変化を具体的な数値の変化として把握することにより意識が変わることが期待される。

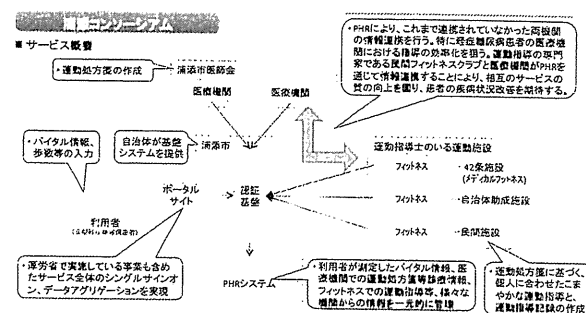


図4 浦添コンソーシアム サービス概要

7. 各種の標準的契約事項の整理

本事業に於いては、民間のPHR事業者が健康情報を取り扱うこととなるため、よって、医療機関とは異なり、サービス提携企業、顧客企業および個人会員を対象とした契約が必要となる。そのために必要となる契約事項についても整理した。また、健康情報が生涯に亘って、複数のPHR事業者によって管理される事を考慮し、PHRデータベースのポータビリティの検証も行った。

8. まとめ

本事業をとらえて、PHR事業を推進するうえで必要となる技術的、運用的な事項をとりまとめ整理して報告する。

参考文献

- [1] 八幡勝也、山本隆一、井形繁雄、椎名一博、馬瀬真司、原卓宏、吉岡正. 健康情報活用基盤構築のための標準化及び実証事業. 医療情報学 2009,29巻 第29回医療情報連合大会 論文集: 274-278.

Analysis on data captured by the barcode medication administration system with PDA for reducing medical error at point of care in Japanese Red Cross Kochi Hospital.

Masanori Akiyama^{1,2}, Atsushi Koshio^{1,2}, Nobuyuki Kaihotsu³

¹ Todai Policy Alternatives Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, JAPAN

² Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, MA, USA

³ Japanese Red Cross Kochi Hospital
{makiyama, koshio}@pp.u-tokyo.ac.jp

Abstract. Our study aim to understand complete picture and issues on medical safety and investigate preventive measures for medical errors by analyzing data captured by bar code system and entered by Personal Digital Assistance. Barcode administration system named Point-of-Act-System was designed to capture every activity at the bed sides. Complete activity data including injection, treatment and other nurses' activity and warning data showing mistakes on injections were used for our analyses. We described the data and analyze statistically by accumulating data by hour to find potentially risky time and understand relationship between business and errors. The warning rate as a whole was 6.1% in average. The result showed there was a negative correlation between number of injections and injection warning rate (-0.48, $p < 0.05$). Warning rate was relatively low in the hours that numbers of administrating injections are high. Bar code administration system is quite effective way not only to prevent medical error at point of care but also improve patient safety with analyses of data captured by them.

Keywords: Barcode administration system, Point-of-Act-System, Point of Care, Patient Safety, Warning data

1 Introduction

It is widely believed that patient safety is an important issue for health care systems. Many organizations and hospitals have been trying to gather information and evidences on patient safety for the purpose to improve patient safety based on the data collected. These data is accumulated to provide information on threats for patient safety including bottle neck of administration and high risk areas. Such data are quite useful in understanding the threats and actual situations related to medication errors in hospitals. However, most of evidence is basically information on medical accidents and incidents, compiled from voluntary reports submitted by medical workers and the workers need to write reports to inform the situation to them. This information is not

detailed enough to enable the discovery of underlying general principles, because accidents and errors are part of the reality in a hospital setting. A complete picture of the situations in hospitals, including details of medical accidents and incidents, is essential to identifying general causes and frequency of medical errors. However, it is extremely costly to obtain by observational research sufficient data to enable an understanding of all the activities conducted in a hospital, and furthermore, the accuracy of data collected by observation is sometimes defective.

Information technology such as electrical medical record and barcode administration system at point-of-care have the potential to provide new opportunities for us to understand the overall picture of medical activities by digital capturing data on patient care through daily medications in hospital settings. By using information systems for all patients in all wards, data captured by the systems become useful resources to understanding various phenomena in medical situations and investigating research questions. In terms of medication accidents, the point of care is potentially risky area in medical activities [1-3]. Barcode medication administration systems prevent medication errors by authenticating the "5 rights" of medication: right patient, right drug, right dose, right time, right route. Performed at the bedside, the system offers an excellent opportunity to gather data on medications. In addition to their contribution to the authentication of the 5 Rights, data captured by barcode administration systems have the potential to provide sources of research to improve patient safety in terms of actual injections and medication data.

Our study aims to use and analyze complete data on medical activities captured at the point of care by the system to understand complete picture and issues related to medical safety, and to investigate preventive measures for medication accidents. We focused on injections, which are one of the major causes of medical accidents and, investigated the relation between errors and the contexts of medication activities including how busy staffs were, and shift works.

2 Methods

2-1. Settings and items to be addressed

Japanese Red Cross Kochi Hospital located on southern part of Japan has 482 registered beds and approximately 290,000 out-patients and 9,355 in-patients per year. The hospital implemented a hospital information system called "Point of Act System" or POAS, in 2004. POAS is a real time bar-code capturing health information system designed to prevent medication errors by capturing the barcodes of patients, workers and drugs, and then authenticating the 5 Rights of each medical action with real time information [4-6]. At the same time, POAS captures complete data of each medical action including 6W1H information (When, Where What, Why, for what, to whom and How) and stores the data to access in an instance. The system was designed to use data secondly for improve quality and productivity of health care. The basic requirement for successful measurement and data capturing, they must be integrated with the routine provision of care and whenever possible should be done using IS and this system satisfied this requirement The principal characteristics of data captured by

this system are (1) complete data including every action in real time and accurately and (2) process management that enables POAS to ensure right process of medication and assure capturing complete data. Complete data capture through routinely use of hospital information system including 6W1H information is an innovative source to understand real situations directly without estimations and investigate solutions to prevent errors.

2-2. Data

Data captured at the sites of injection process was used for our analyses of medication administration, especially nursing care. Data on injections means both injections and IVs. 6W1H information was captured at each point of the injection process; Order to give injection, Drug picking, Drug audit, Drug mixing and Injection. Although the first objective of a bar code administration system is to ensure patient safety by verifying medication rightness including the 5 Rights of medication, another objective is to capture activities of nurses enforcing medications for patients. At the point of care or activity, nurses uses PDAs to scan the barcode of amples or vials containing the medication to be injected or other activities including treatment, care, observation, counseling and emergency to enter information on their actions. This information is primary used for the documentation of nursing activities. However, this information can also be used not only for hospital management through understanding the workloads of nurses and the actual costs of administering medications but also for patient safety by understanding the prevailing situations when warnings are made. In addition to these data entered by nurses, we also used warning data demonstrating mistakes that can be made in scanning the barcodes on bottles of drugs. Warning data do not directly mean data on errors. However, warning data is useful sources to analyze causes of medical errors, because warned activities have potential possibility of medical errors without barcode administration system. Therefore, high warning rates in some specific times, places, situations and workers mean risky times, places, situations and workers for patient safety. Types of warning are basically wrong bottle, wrong patient and mixing error meaning incorrect mixing of drugs. All data from January 2005 to June 2008 was used for the analyses. Total numbers of activities are 14,824,046 and number of injections are 604,847. That covered almost 100 % injections and 99% of activities by nurses.

2-3. Data Analysis

We accumulated the data by each hour (24 hours) to find high risk times to understand big picture of medical activities and medical error in hospital wards. Warning rates were computed by each hour. These rates were treated as indicators to show risky times and situations.

We described these data and analyzed statistically to investigate correlations between situations and warning rates. Total number of injections per hour, total number of activities, total number of injection per PDA by hour and total number of activities per PDA by hour were used as indicators for workload at the time. Fraction of injections among total activities and fraction of treatments among total activities

were used as indicators for variation of hours. We employed Pearson Correlation Analysis to investigate relationships and significant level was 5%.

3 Results

3-1. Description

Total number of activities data was 14,824,046 including 69,276 injections (0.4%), 535,571 IV starts (3.6%), 483,770 IV finishes (3.3%), 1,979,804 cares (13.3%), 10,437,250 observations (70.4%), 14,713 counseling (0.1%), 824,743 treatments (5.6%) and 478,919 emergency (3.2%). Total injections combining injections and IV drops were 604,847 and total warning on injections is 37,046 (6.1%). Figure 1 shows trend of injection warning rate at point of care. After a half year of implantation, the warning rates were relatively higher. The injection warning rate has been gradually decreasing.

Figure 1. Trend of Injection warning rate from March 2003 to June 2008

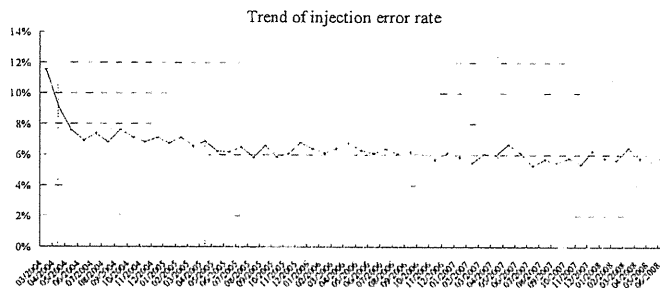


Figure 2 shows number of total entered data by nurse hour by hour. This data imply the workload at the time, though every activities were treated as same workload and actually the workloads are depend on the activities. Number of activities are higher on around 6AM and 10 AM.

Figure 2. Number of Total Entered Data by hour

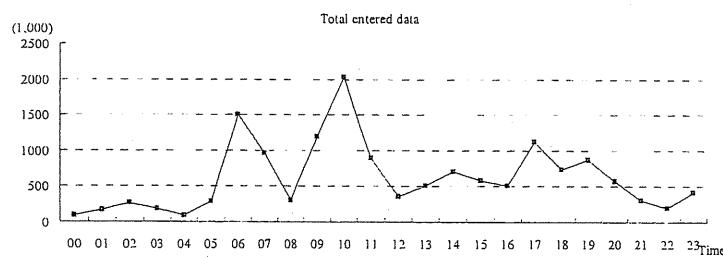
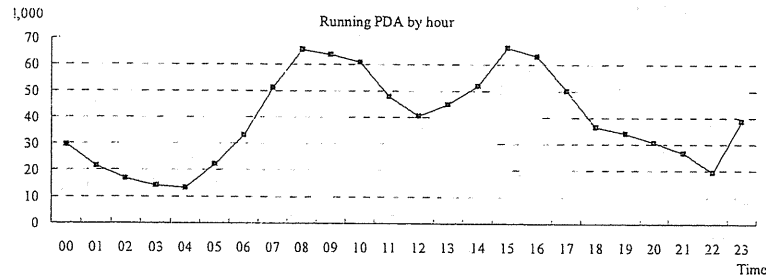


Figure 3 shows number of running PDA by hour. In Japanese Red Cross Hospital, Patients to nurse ratio during day time twice as high as during night time. The data implies actual working people at the time.

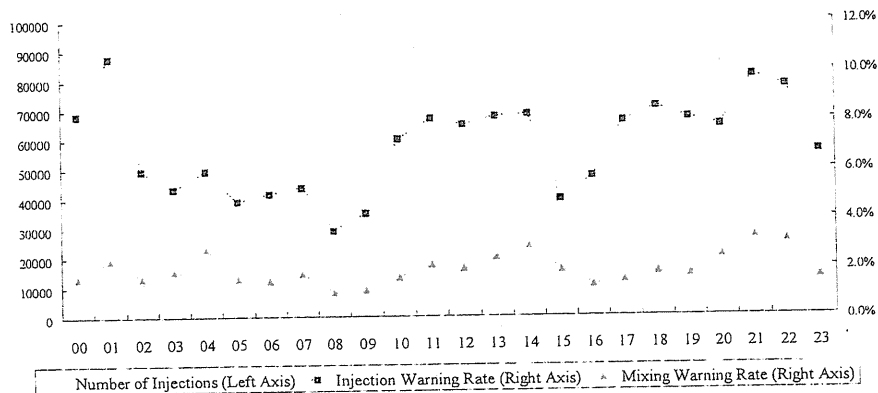
Figure 3. Number of running PDA by hour



3-2. Data Analysis

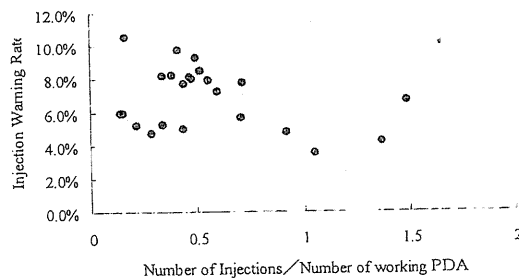
Figure 4 shows trend of warning rate and activities by hour. Bar graph shows number of injection by hour. There was variability in number of injections by hour. There are three points that nurses administrate injections in volume. Those were 9AM, 3PM and 11PM. Two line graphs show injection warning rates and mixing warning rates by hour. Mixing warning means drugs for injection are not mixed correctly. Minimum and maximum of the injection warning rates were 4.2% and 10.5%. Minimum and maximum of mixing warning rates were 1.0% and 3.2%. This graph shows the warning rate was relatively lower when nurses administrated many injections. In this hospital, there are three working shifts for nurses. These are Day shift (8:00-16:40), Evening Shift (16:00-0:40) and Night shift (0:00-8:40). The warning rates for each shift were 5.5% (Day shift), 7.3% (Evening shift) and 6.0% (Night shift). The tendency of injection warnings and mixing warnings have somewhere same tendency. Especially during day shift, this tendency was demonstrated quite clearly.

Figure 4. Number of Injections and Warning rate by hour



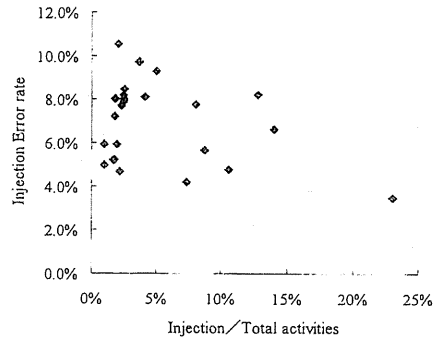
According to the results of correlation analysis, there was a negative correlation between number of injections and injection warning rates. The correlation coefficients between number of injections and injection warning rates was -0.48 ($p < 0.05$) and between number of injections per PDA and injection warning rates was -0.34 ($p < 0.05$) (Figure. 5). Both results are significant and implied negative relationships between error rate and business.

Figure 5. Scatter plot on Number of Injections and Warning rate by hour



Variation of activities had negative effects to warning rate. Figure 6 is scatter plot to show relationship between fraction of injections among total activities and injection warning rates. We chose proportion of injections among total number of activities at the time as an indicator for variation activities. In our assumption, nurse concentrating on administering injections tend to operate more safely. This figure implies negative correlation between the two indicators. The correlation coefficient between fraction of treatments among total activities and injection warning rates was 0.35 ($p < 0.05$). High fraction of treatment means nurses should administrate injections with other kinds of treatments for patients and discourage nurses against concentrating on injections.

Figure 6. Scatter plot on proportion of injections among total number of activities and Injection error rate



4 Discussion

In the literatures on patient safety, many studies had mentioned workloads and busyness are the principal cause of medical errors [7,8]. It was acceptable for workers that rushing and fatigue would cause lack of attentions to medications. However, this study demonstrated opposite tendency of medical errors. This study implied that people would make mistakes because of not doing too many things but too many kinds of things. Literatures on human factor engineering indicated same kinds of conclusions to ensure quality of activities [9,10].

Warning rates in this study was relatively high compare to other literatures on administration errors of injections [1-3, 7, 8]. This difference came from accuracy of data and detections of mixing errors. In this study, data was collected through routinely work by hospital information system. People tend to be careful when they are observed by other. Therefore, we indicate that the data captured by PDA is more bias free data compared to conservative data. And other study also could not detect wrong bottle errors caused by mixing error, because forgetting mixing drugs sometimes difficult to be found by human eyes. Single item management of drugs with serialized ID is essential for preventing and finding mixing errors [5]. Distinction of bottles and other drugs with single item level is an only method to distinguish mixed and unmixed bottle systematically.

It is possible to accumulate the data by wards and nurses to realize risky place and working style. In this study, we tried to investigate relationship between number of injections and injection warning rate by each ward. This analysis doesn't show clear relationship between two indicators, because each ward provides health care service to different patients. When we focus on the difference of error rate by ward, we need to consider some risk adjustment method to compare fairly. This policy can be applied in comparing results among multi hospitals. Accumulating by nurses submitted new issues on privacy of workers. The system anonymized data of each

nurse and their attribution, but researchers could sometimes identify nurse through patterns of work and other aspects. Researcher should be cautious to publish results.

Beside, the other issue is weighting of each activity. We treated injections and other activities as same workload activities, though actually there are quantitative and qualitative differences among activities. It is necessary to decide weights of each activity to analyze more deeply and accurately with time study or other research methods.

5 Conclusion

This study showed general tendency of possible medical errors in practice with data captured in real time and accurately. The result suggested that high variation of activities might have negative effects for patient safety, though busyness is not one of the main causes of errors. Our study also demonstrated the effectiveness of bar code administration system. According to the result, injection warning rate was about 6% and these warning had been prevented nurses against errors and accidents with the system. In conclusion, bar code administration system is quite effective way not only to prevent medical error at point of care but also improve patient safety with analyses of data captured by them.

References

1. Carol A. Keohane, Anne D. Bane, Erica Featherstone, Judy Hayes, Seth Woolf, Ann Hurley, David W. Bates, Tejal K. Gandhi, Eric G. Poon, Quantifying Nursing Workflow in Medication Administration. *The Journal of Nursing Administration*. 38 (2008), 19-26
2. Rita Shane, Current status of administration of medicines, *Am J Health-Syst Pharm*. 65 (2009), 62-8
3. Julie Sakowski, Thomas Leonard, Susan Colburn, Beverly Michaelson, Timothy Schiro, James Schneider, Jeffrey M. Newman, Using a Bar-Coded Medication Administration System to Prevent Medication Errors. *Am J Health-Syst Pharm* 62 (2005), 2619-2625
4. Masanori Akiyama, Migration of Japanese Health care enterprise from a financial to integrated management: strategy and architecture, *Stud Health Technol Inform*, 10 (2001), 715-718
5. Masanori Akiyama, Risk Management and Measuring Productivity with POAS-Point of Act System. A medical information system as ERP (Enterprise Resource Planning) for Hospital Management, *Methods Inf Med* 46 (2007), 686-93.
6. Masanori Akiyama, Tatsuya Kondo, Risk Management and Measuring Productivity with POAS - Point of Act System, *Stud Health Technol Inform*, 129 (2007), 208-212
7. Joyce J. Fitzpatrick, Patricia W. Stone, Patricia Hinton Walker. *Annual Review of Nursing Research Vol 24: Focus on Patient Safety*

8. Tissot E, Cornette C, Demoly P, Jaquet M, Barale F, Capalleier G. Medication errors at the administration stage in an intensive care unit, *Intensive Care Med*, 25 (1999), 353- 359.
9. Dean BS, Allan EL, Barber ND, Barker KN. Comparison of medication errors in an American and a British hospital., *Am J Health Syst Pharm* , 52 (1995), 2543- 2549.
10. Larrabee S, Brown M. Recognizing the institutional benefits of barcode point-of-care technology, *Joint Comm J Qual Saf*, 29 (2003),:345-353.00) 295—301.
11. David W. Bates, Elizabeth Pappius, Gilad J. Kuperman, Dean Sittig, Helen Burstin, David Fairchild, Troyen A. Brennan, Jonathan M. Teich. Using information systems to measure and improve quality. *International Journal of Medical Informatics* 1999; 53: 115- 124.

Capturing and Analyzing Injection Processes with Point of Act System for improving quality and productivity of health service administration

Atsushi Koshio^{1,2}, Masanori Akiyama^{1,2}

¹ Todai Policy Alternatives Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, JAPAN
² Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, MA, USA
{koshio, makiyama}@pp.u-tokyo.ac.jp

Abstract. The objective of this paper is to show process data captured with barcode administration system and the results of data analyses and visualizations for improving quality of care and productivity. Hospital Information System named Point-of-Act System that was designed to capture every process of all medical acts was employed to capture data of medical processes. Data of injection process was analyzed based on operative timeliness. The result shows nursing workload didn't be allocated equally through the day and some parts of injections hadn't been administrated at the right time. Improving operative timeliness can contribute to improve quality of care and productivity. This kind of process information has a possibility to provide new research opportunity to analyze outcome with context information including process information.

Keywords: Hospital Information System, Process Management, Electrical Data Capturing, Data Analysis, Visualization

1 Introduction

Utilizing data captured and stored by hospital information systems is quite important issue to make hospital IT systems more effective for improving health care quality and productivity. After the report of medication errors and health care quality by Institute of Medicine, these data have been regarded as significant sources for managing hospital environments [1-2]. The data can be constructed as indicators evaluating health care process and outcome. The movements such as "e-indicators" have been trying to analyze and publish these data for the purpose of health outcome management with bench marking and public disclosure [3-11]. Outcome information has a possibility to affect patient's decision and make health care system more patients centered. In addition to this outcome information, process information is also important to understand reality of health care service provision. Process indicators provide context of outcome indicators and show practices to improve quality and productivity [12-15].

Data captured through daily use of hospital information systems are containing data of medication processes. Utilizing process data for understanding daily

medication process is an useful way to plan resource allocation in hospitals to improve operation and management of service delivery. Process information has an ability to provide why differences of outcome are coming from. And this activities capturing process information and managing medical process also have a possibility to make health care industry more transparent and accountable through publishing the information. Transparency is one of the prioritized areas to be solved to construct better health care systems [16-18].

The objective of this paper is to show process data captured with barcode administration system and the results of analyses and visualizations for achieving the targets described above. This study will emphasize benefits of hospital information system named Point of Act System based on process management and real time data capturing and capturing every activity in the hospitals. In this study, we focus injections and utilize injection process data to analyze medical activities and visualize process in the hospital.

2 Methods

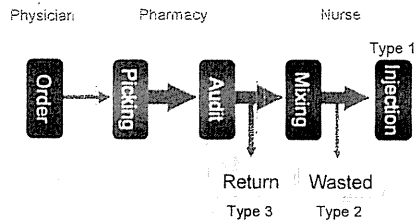
2-1. Things that need to be addressed

Point of Act System (POAS) is a real time bar-code capturing health information system in International Medical Center of Japan (IMCJ) in Tokyo, Japan [19-22]. POAS has a function to prevent medical errors by certifying correctness of medical activities with capturing bar cords on patients, worker and drugs. It ensure not only the correctness of patients, drug, dose but also route and time based on real time information. At the same time, POAS captures implementation records at each process of medical activities including 6W1H information (When, Where What, Why, for what, to whom and How) of the activities. The basic requirement for successful measurement and data capturing, they must be integrated with the routine provision of care and whenever possible should be done using IS and this system satisfied this requirement [6].

There are basic characteristics of POAS captured data. The data is including every activity in the hospital that means it concludes complete data of the administration. This implies the research based on not sampling data but all data of the medications. The second characteristic is process management of administration. The first target of process management is restraining skipping processes that would sometimes be causes of medication errors. The system record the data at each point of action of processes described by figure 1 showing injection process as an example.

By capturing the data routinely at each process of activities, the data provides information on returned and wasted injections as well as normal injections without entering additional information at end points.

Figure 1. Data capturing points of Injection processes



2-2. Data and Analysis Methods

Injection process was chose as a target of this study to analyze process data and visualize processes of medical activities. As a standard injection process physicians order for patients and pharmacists pick up and audit the order. These drugs deliver to nurse stations and nurses mix and inject them to patients. 6WIH information have been captured at each point of action; Order, Picking, Audit, Mixing and Injection. In addition to these data, data on order is including “scheduled order time” that shows the scheduled time to inject to patients. These data were liked by serialized ID on each drug and order. Data from July to September 2007 that is including 306768 drugs taken in all injections during the term at every ward in IMCJ was used to analyze. The data was merged from different partial information system such as physician order entry system, pharmacy system and risk management system. Data from other term was also referred if necessary. Basic descriptive analyses and some visualization techniques are applied for analyzing injection process. Especially we described frequency of injection processes minutes by minutes to analyze business of the hospital and time differences including scheduled time and actual administration time to assess time precision of the administration processes to scheduled plan.

3 Results

Figure 2 shows the distribution of scheduled injection order time by physicians. Enormous portion of orders were scheduled on 6AM, 10AM and 6PM. Figure 3 shows actual number of activities including mixing of drugs for injections and injections of drugs by minutes. As the peak of order by physicians was 6AM, the time of peak of actual injections is around 6AM. The orders scheduled 6AM were injected from around 4AM to 7AM, because the number of orders surpassed capacity of nurses at the time. Nurses adjusted to variation of number of orders by time by injecting earlier than scheduled time.

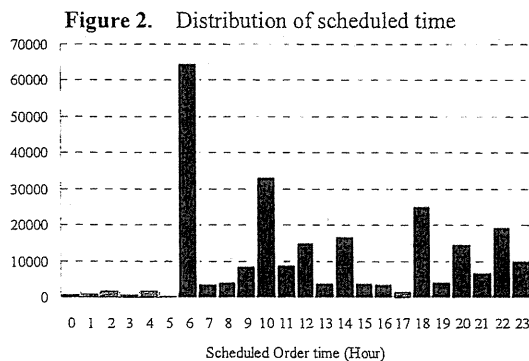


Figure 3. Distribution of scheduled time of injections

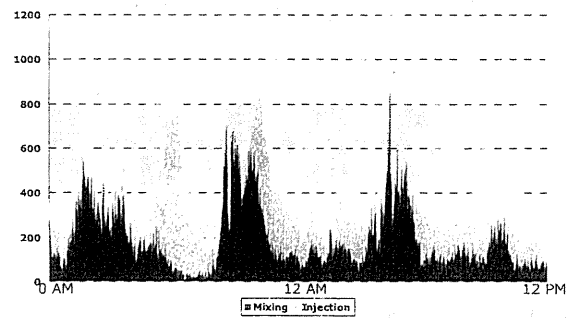
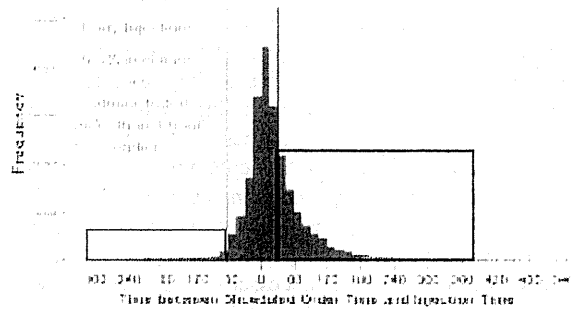


Figure 4. Distribution of difference between scheduled time and actual time of injections



As described above, nurses adjusted to high frequency of scheduled order by injecting earlier or later. Figure 4 shows Distribution of time difference between scheduled order time and injection time. Time between scheduled order time and injection were calculated by the formula and a minute unit.

$$(\text{Time between scheduled order time and injection}) = (\text{Scheduled Order Time}) - (\text{Injection Time})$$

Positive numbers shows early administration of injections, negative number shows lately administration of injections and 0 means right on time. It might be regarded as positive to close to 0 from the point of view of right time administration. Mean of the time is 10.63 minutes. The most frequent category is from 0 to -15 and the second most frequent category is from 15 to 0. Most of injections are around 0. 6.8 % of injections were regarded as early administration that was defined by one hour early administration[33].

Figure 5 shows time between mixing and scheduled order time. Time between mixing and scheduled order time was calculated by the formula and a minute unit.

$$(\text{Time between mixing and scheduled order time}) = (\text{Mixing time}) - (\text{Scheduled Order time})$$