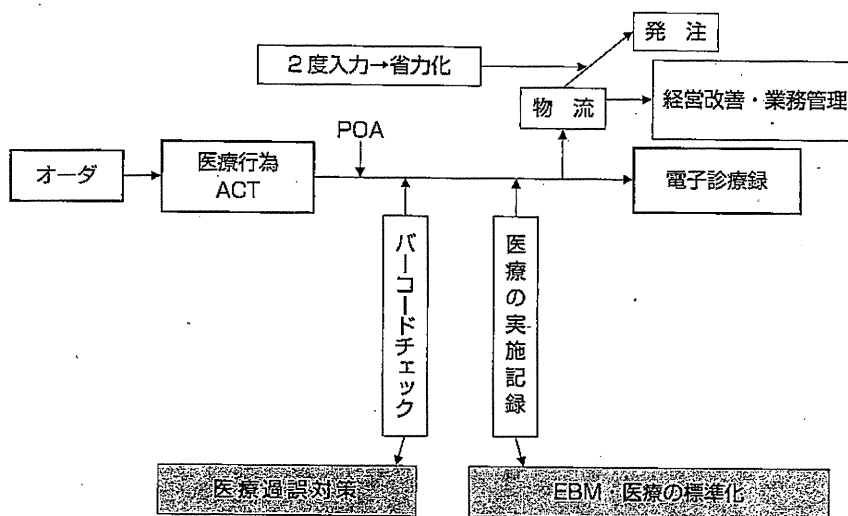


注射器・点滴ラインや輸液ポンプなどの多種のハードウェア，指示の情報伝達というソフトウェア，注射準備環境の諸要素が絡み，最も複雑なサブシステムを形成している。したがって，1つの注射業務において，対象患者，薬剤の内容，薬剤の量，投与方法，投与日時，投与速度，刺入部の安全性，投与後の漏れの有無といった確認内容が多いので，事故が生じやすい原因となっている⁹⁾。また，抗がん剤など薬剤によっては重大な結果を引き起こすので，注射エラーの防止は，医療事故防止上最優先で取り組むべき対象であると考えられる。

そこで，情報システムによりエラーの防止を行うのである。具体的には，注射業務プロセスの中で，徹底した発生源入力を実現し，医療版 POS (Point of Sales) といえる医療行為の発生時点管理システム (Point of Act System : POAS) に対応することで，事故対策に対応できるシステム*を開発した¹²⁾。POAS とは，従来の伝票管理を目的としたオーダリングシステムではなく，実施入力を基本に考えられたシステムである (図3-9)。

* 国立国際医療センターが考案・開発した。

事故は予定された業務以外に，突発的に発生した業務によって起こることもある。したがって，オーダリングシステムに入力されていない医療行為を実施後入力する必要がある。従来のオーダリングシステムでは，予定された医療行為の情報入力が不十分であり，実施入力は困難であったが，POAS ではこれを可能にした。



●図3-9 POAS (Point of Act System)

(5) POAS とは

a) 従来のシステムとの相違点

実際に POAS とは何を実現するのであろうか。まず、診療にかかわる指示だけではなく、指示受け、実施を含む医療行為の経過や実績が記録されるシステムである。具体的には、オーダリングシステムや電子カルテシステムなどにおいて、医師による指示の発行、内容の変更、指示の中止の記録以外に、看護師による医師の指示の確認、診療や医療行為の実施記録、薬局、検査部門などの診療部門における指示の確認、指示に基づく行為の実施記録は必須である。もちろん、診療行為の実施者によって作成された実施記録やレポートについて指示・実施内容と更新履歴、またそれぞれの時刻、操作者が一元的に記録できるシステムであることも必要である。

従来のオーダリングシステムは、いわば大型印刷機であり、病院内で迅速に伝票が印刷できることを可能としてきた。したがって、伝票を運んだり、再利用したり、コピーしたりする手間は大幅に省くことができた。しかし、このデータの単位は、伝票単位であったために、「いつ(when)、どこで(where)、誰が(who)、誰に(to whom)、どういうふう(how)、どういう理由で(why)、何をしたか(what was done)」といった情報を正確に記録することができない。

たとえば、IVH カテーテルを中心静脈に留置する作業は、カテーテルや医療材料を発注し、病棟に運んできて、一時的に保管し、他の消毒器具などと一緒に直前に準備し、医師の穿刺を介助し、後片づけを行うというように、多くのスタッフの共同作業になっている。つまり、医師を含めて少なくとも5~6人、場合によっては10人以上がかかわっている。しかし、伝票に記載されている実施者は、指示を出した医師のみであることが多く、その行為にかかわったすべての人間の5W1H情報は記録されていない。もちろん、紙でも同様である。チーム医療が重要であることは当然であるが、記録まではチーム医療になっていない部分がある。そこで、入力自動化を図り、すべての医療従事者の実施記録まで正確に記録できることが望まれる。

その場合、もちろん、技術的要件は担保されなければならない。電子カルテは1999(平成11)年4月の診療録の電子保存に関する旧厚生省3局長通知*にある、「真正性」「見読性」「保存性」を十分に担保できるシステムであり、電子カルテシステムにおいては従来医療機関内でさまざまな媒体により伝達・蓄積・保管されてきた各種情報を、電子的な手段により一体的に管理・運用できるシステムであることが求められている。

* 厚生省健康政策局長・医薬安全局長・保険局長通知：診療録等の電子媒体による保存について、1999(平成11)年4月22日付、http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1104/h0423-1_10.html 参照。

b) POAS の考え方

POAS を使ったシステムの理念は、①業務改善・経営改善、②医療過誤対策、③医療行為のデータマイニングによる EBM *や DRG/PPS **への応用である。まず、業務改善・経営改善に関し、この医療行為の発生時点管理で、今まで表に出てこなかった物流・業務を把握し、無駄を省き、効率的な業務体系を確立することが可能になった。

国立国際医療センターでは POAS の導入によって、レセプトに上がらない医療行為の把握が可能となり、2度入力をなくし、臨床業務の省力化に対応したうえで、物流や患者の動態をリアルタイムに確認できるので、職員の適正配置を可能とした。さらに、注射や点滴、血液製剤、輸血などあらゆる医療行為の実施時点で入力させることにより、医療過誤対策を可能にした。具体的には、たとえば投薬や注射を行う場合、医師や看護師などの医療スタッフの個人識別を行い、処方内容のバーコード、薬剤や注射液の識別のためのバーコードを、バーコード対応携帯端末 PDA*** (図3-10)で次々と読み取り、誰がいつの時点で何を処方し、誰がいつの時点で実際に患者に投与したか、あるいは投与できなかったという場合なども含め、すべての診療行為のデータ化を図ることとした。実施入力された時点でのエラーチェックにより事故を防止でき、血液製剤、輸血などのロット管理が電子的に行え、輸血記録などの管理が容易になる。

ここで、医療従事者にプロセス管理や物流を意識させないという点を注射業務を例に説明する。

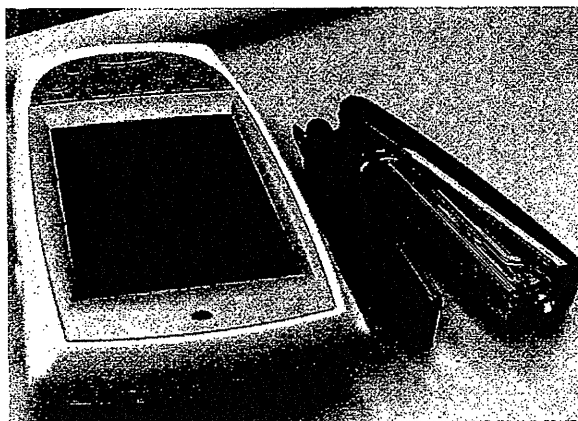
注射業務の POAS は、図3-11 のように、指示から伝票発行、調剤、処方監

* Evidence Based Medicine

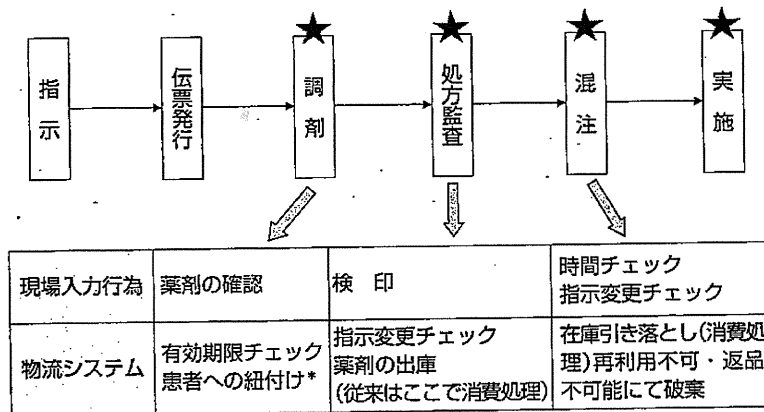
** Diagnosis Related Group/Prospective Payment System

*** personal digital assistant : 個人の情報処理に用いられる携帯端末のこと。一般には腕時計型、携帯電話、一体型など、さまざまな形態のものを総称して使われることも多い。

- 記録や事務業務の完全自動化
- PDA
 - ・70%エタノールで消毒可能
 - ・防水
 - ・CPU : 300MHz
 - ・Web
 - ・JAVA
 - ・落下耐性
 - ・軽量
 - ・無線 LAN でリアルタイム処理



●図3-10 バーコード対応携帯端末(PDA)



*患者と薬剤の対応に誤りが出ないように行う患者 ID と薬剤ロット番号の紐付け
 図の星印は、POAS によりリアルタイムの確認ができる工程を示している。

●図3-11 注射業務の流れ

査、混注、実施へと向かう業務の流れを分析し、それぞれのポイントで発生源入力によって情報を登録する設計とした。そこで発生する情報は調剤・処方監査・混注情報であり、これを利用して薬剤の状態をリアルタイムに変移させる。

たとえば、「調剤」時には、薬剤師は指示された薬剤と調剤する薬剤に相違がないかのチェックを行っているという意識で発生源入力を行っているが、連動する物流システムでは、当該薬剤の有効期限のチェックと患者 ID、薬剤ロット番号との紐付けを行っている。

「処方監査」時、いわゆる後監査時には、薬剤師は検印の代わりとしてバーコード入力を行うが、物流システムはこの時点で薬剤部より薬剤を出庫するという記録をしている。また、「指示」から「処方監査」までに指示変更があった場合には、出庫取りやめのメッセージを表示し、無駄な物流を排除する。

医薬品を点滴ボトルなどに「混注」する場合にも、バーコードを使用して情報を記録する。看護師など医療従事者側は実施予定時間との時間差チェックと、オーダしてから混注までに指示変更がないかの確認のためにバーコードを読み取るが、物流システムでは薬剤が消費(使用)されたと認識する。言い換えれば、混注後の薬剤は再利用ができないので、これ以降指示変更があっても、薬剤が薬剤部に返品されることはない。

すなわち、POAS は薬剤の返品について正確な情報を獲得しているので、返品に関するの入力は不要で業務の省力化を実現している。

(6) POAS によるリアルタイムの記録

POAS では、従来のシステムで把握できなかったリアルタイムの指示変更が、調剤時、処方監査時、混注時、実施(投与)時それぞれに最新データと照合する(図3-11)。したがって、オーダ後の指示変更や破損・破棄などの情報も正確かつリアルタイムに扱えるので、在庫管理も正確になる。

a) 薬事法改正の影響

2003(平成15)年度施行の改正薬事法には、生物由来製品というカテゴリーが新たに設けられ、それが医薬品であれ医療機器であれ共通の規制に基づく枠組みが提供される。生物由来特性をふまえた安全対策の充実に関しては、製造開始段階および製造中において、生物由来の特性をふまえたドナーの選択や原材料の安全性確保という点が普通の化学薬品以上に必要とされる。また、製造中の汚染防止やトラッキング(tracking; 追跡調査)時のための記録保管も整備する必要がある。

それ以上に、市販後段階での適切な表示、情報提供、適正使用のほか、ドナーや使用者の追跡、感染症定期報告の必要があり、それらの記録を管理することが重要になった。すでに血漿分画製剤ではロット番号を伝票記載することでトレーサビリティ(traceability; 製造・流通履歴)を担保していたが、今回の薬事法改正により血漿分画製剤以外の生物由来製品に関しても、トレーサビリティが必要となった。

b) 生物由来製品を管理する物流システム

薬事法改正の流れを受け、国立国際医療センターでは徹底した発生源入力である POAS を用いて、特定生物由来製品に対する管理可能な物流システムも開発した。この物流システムは入荷時に GS1-128(旧 UCC/EAN-128)規格*のバーコードを用いて JAN コード**でチェックし、梱包単位でバーコードに含まれるロット番号を納品書に記載しているものである。なお、本システムはウェブブラウザと CORBA***による分散オブジェクト技術により構築されており、病棟部門の電子カルテ端末や消毒可能な無線対応 PDA においても利用可能である。

このような医療機関内のトラッキングを円滑に行うためには、製造段階でのソースマーキング****が必須であるが、現状では流通レベルでも半数程度であり、消費レベルでの対応はわずかである。しかし、アメリカ食品医薬品局

* ロット番号・有効期限・数量情報などの正確性を要求される生情報が入力されており、印刷から読み取りまで一貫して保証できる体制が要求されている規格。

** JAN (Japanese Article Number) コード。日本の共通商品コードで、バーコードとして商品などに表示、物流システムの基盤となっている。

*** Common Object Request Broker Architecture: 異なる機種分散環境上のオブジェクト(プログラム製品)間でメッセージを交換するためのソフトウェア仕様を定めたもの。

**** source marking: 製品の製造段階でバーコードを印刷すること。物流システムの普及には不可欠である。

* Food and Drug Administration

(FDA*)の制度変更を受け、欧米の企業の中には Unit Dose (実施単位) レベルまで、バーコードをつけようとしているところもある。現在わが国では、病院内で実施単位までバーコード貼付作業を行っているが、迅速な業界側の対応に期待したい。

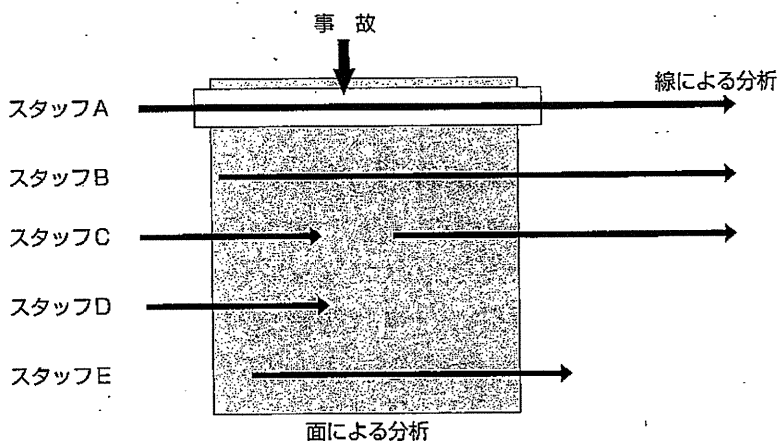
(7) 線から面の医療事故解析へ

医療事故が生じた際、従来は、カルテなどの記録からだけでは原因の特定すら困難な場合が多かったため、効果的な予防策を講じられるとは限らなかった。しかし、POAS では、すべての医療行為が正確に記録されているので、医療事故が発生しても、事故分析の際に当事者のみならず、発生前後の関係者の行動も並行して調べることが可能になる。さらに、他の病棟や外来などの直接事故現場ではない周辺の状況も正確にたどることができる。つまり、発生時の当事者の解析のみでは点から時系列にたどる線の解析しかできないが、このシステムでは当事者以外の時系列ワークフローも明らかになるので、組織的な解析、いわば面の解析が可能になるのである。

医療事故の多面的な分析により、発生現場の直接的な原因だけでなく、周辺の間接的な原因も見つけることができるため、最も効果的な再発防止策を導き出せるのである(図3-12)。

a) データの解析事例

国立国際医療センターでは、同センターにおける注射作業だけを抜き出し、投与時点でのアラームデータ1年分を解析した¹³⁾。解析したアラームは、ポ



1人の時間軸による線分析のみでなく、周囲のスタッフまで合わせて、面分析が可能

●図3-12 医療事故の多面的な分析

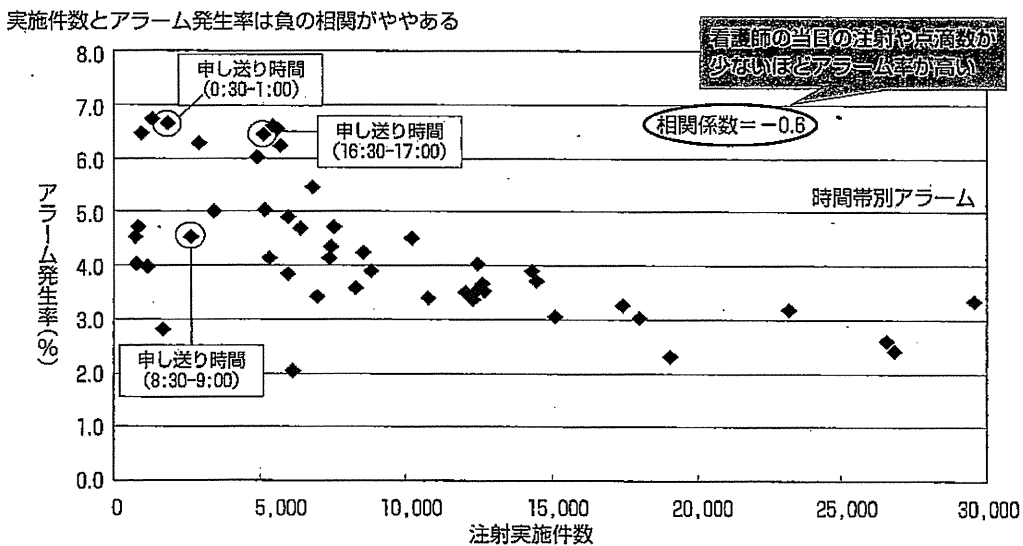
トルの間違いや患者間違いはもとより、主に速度やルートの変更という従来のシステムでは気づかなかったアラームである。解析結果に示された1日の時間帯別エラー発生率からは、勤務交代の時間帯に3回のピークがあることがわかる。一方で、注射の本数は、6時、10時などにピークがあり、エラー発生率が高い時間と注射の本数が多い時間帯とは一致しないことが明らかになった。

申し送り時間前後にアラームを発生させている看護師は、すべての勤務帯において6時間以上勤務した後にアラーム発生率が高かったが、さらに日勤の勤務開始直後にも高い結果を示した¹⁴⁾。これは、別の解析で、9時から10時に医師の指示変更が多いことが判明しており、変更指示の伝達ミスによる可能性が示唆された。

注射実施件数とエラー発生率の関連性を見ると、両者には負の相関があり、注射の本数が多いことがエラー発生率の原因とは限らないという結果であった(図3-13)^{15), 16)}。

b) POAS による医療の環境づくり

このように、同センターが考案した POAS は、投薬や注射を行う場合、医師などの個人識別を行ったうえで、処方内容のバーコード、薬剤や注射液の識



(Akiyama, M., Kondo T. : Risk Management and Measuring Productivity with POAS—point of act system, Medinfo, 2007, 12(Pt1), p.211.)

●図3-13 注射実施件数とエラー発生率

* data warehouse
: 大量に蓄積されたデータから各項目間の関連性を分析するシステム。

** data mining
: 大量に蓄積されたデータを解析し、その中に潜在する項目間の相関性やパターンなどを探索する技術。

*** Diagnosis Procedure Combination
: 診断群分類。患者ごとに傷病名や年齢、意識障害レベル(JCS)、手術、処置の有無などの治療行為を組み合わせたもの。診断群分類に基づき医療行為を分類し、それをもとに定額の入院費を支払うというわが国が採用している診療報酬の支払い手法を、診断群分類別包括評価といい、これも一般にDPCと呼ばれる。従来、入院医療費は行われた医療行為に基づいた出来高払いであったが、DPC包括支払いにおいては、同じDPC分類に当てはまる入院への支払いは一律である。

**** trade-off point
: 互いに相容れない競合関係における境界。

別のためのバーコードをバーコード対応携帯端末で次々と読み取り、すべての診療行為のデータ化を図るものである。実施入力される時点でのエラーチェックにより事故を防止できる観点から、医療過誤対策の切り札になることが期待される。同時に、この医療行為の実施記録が残ることで、医療行為のデータウェアハウス*によるデータマイニング**が可能になる。これは、EBMやDPC***への応用へとつながるシステムであり、実施入力されたデータが看護記録やカルテに自動記載されるように設計している。その結果、経営改善や物流管理、医療過誤対策を可能とした。

POASは、すべての診療行為のデータ化を図るものであるが、実施入力される時点でのエラーチェックにより事故を防止できる観点から、医療過誤対策の切り札になることが期待される。しかし、現場では情報システムではなく、人による判断が第1であることはいうまでもない。それを支えるために、本システムでは、病院医療スタッフの専門能力発揮を妨げる作業と要因を可能な限り排除し、本来の使命である患者の診療に専念できる環境づくりを実現した。

(8) 患者本位の医療改革へ

21世紀になり、医療改革の波が押し寄せている。これまで閉鎖的であった医療情報も情報公開が進み、患者サイドに医療情報を理解してもらう努力もなされなければならない。その努力の中で情報公開は重要であるが、情報をただ単に見せるだけでは不十分である。情報を標準化することで、初めて医療情報の評価が可能になり、患者から見て医療の善し悪しの判断がつくようになる。

また、効率的医療が叫ばれる中で、費用圧縮のあまり、患者と直接接することが減ってはならない。直接の処置や看護が増えるように省力化を図る中で、直接向き合う時間を増やす視点が重要であろう。一見矛盾するこの改革のトレードオフポイント****を決めるためには電子化が重要であり、実際に行われた医療行為のデータを解析することが重要である。事故発生前のチェックも重要であるが、起こった事象を個々の視点だけでなく、組織・システムとしての視点から分析することが再発を防ぐことにつながる。

このような有害事象からの経験を現場にフィードバックすることによって、事故対策のみならず患者本位の医療改革へとつながっていくと考えている。

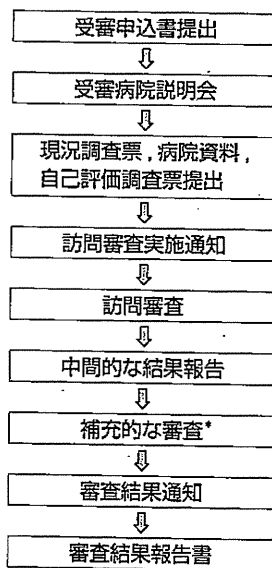
B 日本医療機能評価機構の認定活動と情報活用

ここでは日本医療機能評価機構の認定活動に焦点を当て、質のマネジメントをどのように進めていくか、そのためにどのように情報を活用するかについて述べる。

わが国における第三者医療評価事業は、医療機関の活動を評価してその問題点と改善の方向を明らかにし、さらに認定証を発行することで、地域住民に対して医療を保証する目的で1995年に試用が始まり、97年から事業として本格的にスタートした。

日本医療機能評価機構は、スタンダードの開発、機能評価サーベイ、認定の意思決定、審査結果報告書の提出、教育とコンサルテーションなどの役割がある。評価の受審から認定証を発行するまでの流れを図3-14に示すが、受審する施設は、状況調査票、病院資料、自己評価調査票提出の際にまず自施設のデータを整理する必要がある。調査票の記入をはじめとする受審の準備は各部門が独立してできるものではなく、共同して取り組まなければならない。その結果、部門間の意思疎通と共同による達成感が職員の中にもたらされるよい機会となる。

提出されたデータは、日本医療機能評価機構によって集計され、一部のデー



* 2点以下の評点がある場合に実施

● 図3-14 病院機能評価の実施手順—受審申請から結果報告まで

MODERN APPROACHES TO QUALITY CONTROL

Edited by **Ahmed Badr Eldin**

INTECHWEB.ORG

Modern Approaches To Quality Control

Edited by Ahmed Badr Eldin

Published by InTech

Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia

Copyright © 2011 InTech

All chapters are Open Access distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 license, which permits to copy, distribute, transmit, and adapt the work in any medium, so long as the original work is properly cited. After this work has been published by InTech, authors have the right to republish it, in whole or part, in any publication of which they are the author, and to make other personal use of the work. Any republication, referencing or personal use of the work must explicitly identify the original source.

As for readers, this license allows users to download, copy and build upon published chapters even for commercial purposes, as long as the author and publisher are properly credited, which ensures maximum dissemination and a wider impact of our publications.

Notice

Statements and opinions expressed in the chapters are these of the individual contributors and not necessarily those of the editors or publisher. No responsibility is accepted for the accuracy of information contained in the published chapters. The publisher assumes no responsibility for any damage or injury to persons or property arising out of the use of any materials, instructions, methods or ideas contained in the book.

Publishing Process Manager Niksa Mandic

Technical Editor Teodora Smiljanic

Cover Designer Jan Hyrat

Image Copyright Alhovik, 2010. Used under license from Shutterstock.com

First published October, 2011

Printed in Croatia

A free online edition of this book is available at www.intechopen.com

Additional hard copies can be obtained from orders@intechweb.org

Modern Approaches To Quality Control, Edited by Ahmed Badr Eldin

p. cm.

ISBN 978-953-307-971-4

INTECH OPEN ACCESS
PUBLISHER

INTECH open

free online editions of InTech
Books and Journals can be found at
www.intechopen.com

Nursing Business Modeling with UML: From Time and Motion Study to Business Modeling

Sachiko Shimizu et al.¹
Osaka University
Japan

1. Introduction

A nurse is an autonomous, decentralized worker who recognizes goals, his or her environment, the conditions and actions of patients and other staff members, and determines his or her own actions. Put another way, the nurse makes decisions flexibly in the midst of uncertainty. Because of this, nursing work differs from individual nurse to nurse, and understanding this process theoretically is considered to be difficult.

Concerning nursing work analysis, research has been done on task load (time required for tasks). However, there has been scant academic research on work processes in nursing compared with research that has accumulated in other industrial fields, including research on structuralizing work, i.e., defining and visualizing work processes. To improve work processes, it is necessary to understand and clarify work as a chain of theoretically related activities.

Thus in this study, using time and motion study techniques, a method used to measure jobs, we clarify the structure of the work of transporting patients by nurses. We also attempt to visualize it. We use objected-oriented modeling to express the operation visually.

2. From time and motion study to business modeling

Time and motion study is a method that actually measures the movements of a particular person. Its results can be applied not only to measuring the work load of nurses (Van de Werf et al., 2009; Were et al., 2008; Hendrich et al., 2008) and analyzing the workflow (Tang et al., 2007), they can also be used as basic data for task scheduling (Yokouchi et al., 2005) and efficient arrangement of personnel. In addition, the results are being used as indicators to evaluate changes in a hospital brought about by systems deployed (Yen et al., 2009), such as an electronic medical record (EMR) system. Thus many time and motion studies of hospitals have been conducted both within Japan and without.

Specifically, a time and motion study is defined as a study that records the time of occurrences of tasks through continuous observation. A type of measuring technique similar

¹Rie Tomizawa, Maya Iwasa, Satoko Kasahara, Tamami Suzuki, Fumiko Wako, Ichiroh Kanaya, Kazuo Kawasaki, Atsue Ishii, Kenji Yamada and Yuko Ohno
Osaka University, Japan

to the time study is work sampling, which seeks to comprehend a job by sampling its conditions at predetermined time intervals. Work sampling cannot comprehend a job in its entirety, but it lessens the burden on the measurer. It also makes it possible for the worker himself or herself to record time. In contrast, a time and motion study comprehends the job in its entirety, but the burden on the measurer is great. The differences in results between the two methods have been observed to be large for jobs in which there were few events (Finkler et al., 1993). Currently, the results that come from measuring a job through continuous time and motion observation are said to be the gold standard.

While the breadth of research that utilize measurement results from time and motion studies encompasses all nursing work, individual studies have been limited to examining the amount of work for individual caring assignments, such as cleaning a patient, feeding a patient, and taking care of a patient's toilet needs. There have been especially few studies that evaluate the work amount of a job by focusing on the job and clarifying its work process. While not concerned with nursing work, the only such study conducted so far in the medical field was visualizing and understanding the amount of work involved in the process of registering cancer patients by Shiki et al. (Shiki et al., 2009). They proposed the method of "time-process study," a method to visualize tasks by adding time information to the process. However, because both the process and amount of work were estimated through interviews, the results can be said to be lacking in objectivity. Thus our study uses the time and motion study method, which actually measures a task. We focus on the job of transporting patients and clarifying its process. We also study the possibility of a method to visualize the work process using the clarified process and time information.

Transporting patients is an operation that is often performed outside hospital wards. It is both physically and mentally demanding of nurses. This job should also be scrutinized because it reduces the number of nursing staff inside the wards, as nurses go outside the wards in order to safely transport patients.

3. Methods

3.1 Study setting

We carried out a time and motion study of nursing work related to transporting patients in four hospital wards of a cardiovascular treatment facility. We tracked our subjects, who were nurses, nursing assistants, and medical clerks, from the time of the start of a task until its end, and recorded the task actions. The record of a task action included the content of the action, the time of its start and end, the person who was the target of the action, and the location of the action. The four wards of the treatment facility consisted of the cardiac failure ward, arrhythmia ward, cardiomyopathy/pulmonary hypertension ward, and cerebral vascular and metabolism ward. The destinations of patient transport included exam rooms for CT, X-ray, MRI, echocardiography, respiratory function testing, cardiac rehabilitation, neurological rehabilitation, cardiac catheterization investigation, and dialysis.

3.2 Business modeling with UML

From the time and motion study records we obtained, we created a use case diagram and activity diagram. Use case diagrams and activity diagrams are types of diagrams created using Unified Modeling Language (UML). UML is the de facto standard object-oriented modeling language, and was developed for software development. In recent years,

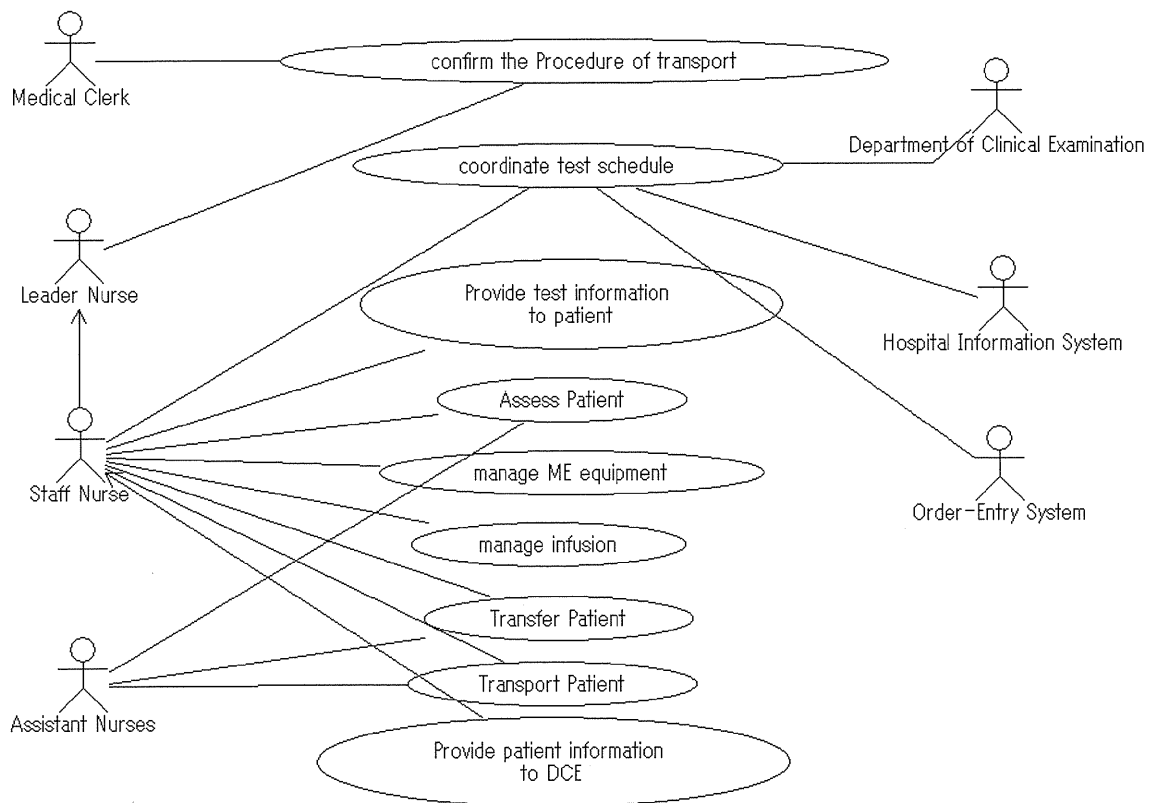


Fig. 1. Functional diagram-patient transports system.

however, its use for business modeling has been suggested (Eriksson and Penker, 2000). The reason is that the structure of a job can be considered oriented-oriented in nature. The content of a job can be treated as exchanges of messages between objects, such as materials and users. Thus UML as a descriptive method can allow one to intuitively understand the job. In this study, we elucidated the functional aspect of the operation of transporting patients. We also used an activity diagram to visualize the work process of transporting patients. Finally, we discussed the work load and its time efficiency by adding time information to the activity diagram. This study was approved by the ethics committee of the hospital we studied.

4. Results

From the time and motion study, we observed and recorded 213 jobs of transferring patients. Overall, the number patient transfer assignments recorded was 3,775. Of these records, 387 records were not jobs related to transporting patients, so they were removed from our analysis.

A use case diagram extracted from the results of the time and motion study is shown in Figure 1. There were seven types of actors involving in transporting patients: nurses, head nurses, medical clerks, nursing assistants, the central medical examination department, the order entry system, and the hospital information system. The nurses were divided into two groups: head nurses, who had the responsibility of being in charge of nursing duties, and staff nurses, who received patients and provided care for them. The head nurse and the

medical clerk received communication about the transport of a patient, and confirmed the predetermined method of transport care. In addition, the head nurse made adjustments such as changing the transport personnel and finding appropriate personnel. Of the tasks related to transport care, the nurse and nursing assistant handled tasks that had direct bearing on the patient. In the hospital of this study, patients undergoing oxygen therapy, patients being monitored by EKG, and patients undergoing transfusion were the responsibility of nurses, not nursing assistants.

Task	TOT	Frequency	Median	Range
T01 Coordinate time for examination	0:33:27	28	58	(5-273)
T02 Confirm schedule of examination	0:05:24	10	29	(4-100)
T03 Accept call for examination	0:31:30	45	34	(1-324)
T04 Look for patient record	0:04:32	11	18	(2-64)
T05 Check bed rest level	0:09:11	10	36	(6-186)
T06 Identify care-giver	0:00:58	3	21	(4-32)
T07 Prepare map	0:08:27	20	23	(3-70)
T08 Prepare patient consultation card	0:14:37	31	18	(1-108)
T09 Prepare patient record	0:28:41	42	31	(5-187)
T10 Find care-giver	0:01:59	3	42	(16-60)
T11 Find patient	0:07:33	11	17	(4-116)
T12 Wait for care-giver	0:00:21	1	21	(21-21)
T13 Relay examination information to patient	0:29:55	43	34	(1-144)
T14 Hand necessary materials to patient	0:00:21	3	6	(2-13)
T15 Change care-giver assignment	0:00:37	1	37	(36-36)
T16 Relay exam information to nurse	0:26:48	38	21	(1-384)
T17 Prepare film	0:00:44	2	22	(15-29)
T18 Prepare materials to be brought	0:04:02	3	38	(6-198)
T19 Prepare transport care equipment	0:22:38	46	20	(1-139)
T20 Carry transport care equipment	0:21:27	40	26	(1-88)
T21 Assess situation	0:24:48	17	26	(2-382)
T22 Confirm patient name	0:02:45	10	16	(6-30)
T23 Prepare to move ME devices	0:13:50	19	31	(7-237)
T24 Prepare to move medical supplies	0:16:43	23	42	(2-117)
T25 Assist in excretion	0:05:16	5	52	(10-152)
T26 Assist in changing of clothes	0:12:35	19	25	(10-127)
T27 Prepare for transfer	0:10:22	13	29	(5-199)
T28 Carry patient	1:46:59	83	43	(3-707)
T29 Transport patient	9:15:49	109	292	(1-866)
T30 Go through reception procedures	0:08:56	34	9	(1-90)
T31 Hand-over patient	0:01:55	8	13	(2-34)
T32 Hand-over necessary supplies	0:10:31	30	15	(1-89)
T33 Relay information	0:33:09	31	63	(3-156)
T34 Prepare for examination	0:27:16	26	32	(1-370)
T35 Assist in examination	0:42:01	41	28	(6-255)
T36 Standby at destination	1:57:19	35	92	(1-1612)
T37 Receive patient	0:06:37	7	20	(6-208)

Task	TOT	Frequency	Median	Range
T38 Reattach ME devices	0:41:25	18	82	(6-766)
T39 Reattach medical supplies	0:21:23	14	69	(2-396)
T40 Secure consultation card	0:04:35	23	9	(1-44)
T41 Secure patient record	0:23:02	30	19	(1-560)
T42 Clear away film	0:00:28	4	5	(3-16)
T43 Clear away transport care equipment	0:25:52	40	34	(2-115)
T44 Clear away map	0:01:54	5	11	(1-78)
T45 Finish clean up	0:13:24	15	33	(1-159)
T46 Record the transfer	0:11:10	11	32	(3-247)
M Move	4:36:03	119	95	(2-1068)

TOT: time on task.

Table 1. Identified tasks and their descriptive statistics.

The dynamic aspect of transporting patients is shown as an activity diagram (see Figure 2). The head nurse, who is in charge of communication in the hospital ward, and the medical clerk receive a call for a patient from the central medical examination department. They confirm the bed rest level of the patient from his or her chart. If the patient can walk outside the ward by himself or herself (self-reliant), the person in charge of communication prepares the chart, the patient's exam ticket, and the map to the exam room. He or she searches for the patient, relays the call for examination to the patient, and hands over necessary items. If the bed rest level is escort (transport in a wheelchair) or litter care (transport on a stretcher), the person in charge of communication searches for the transport personnel and hands over the exam call. The transport personnel prepare the patient's chart, the exam ticket, and the instrument for transport care such as a wheelchair or stretcher, and move to the patient's location. They relay the exam call to the patient, and assess the patient's conditions to determine if transport is possible. If the transport personnel determine that the patient can be transported, he/she/they prepare oxygen or transfusion devices for transport, and perform excrement care and assist the patient in changing clothes. Next, the transport personnel move the patient from the bed to the transport instrument, and transport the patient to the exam room. After the patient arrives in the examination room, the transport personnel notify the exam receptionist of the patient's arrival, hand over the patient, and hand over items brought along, such as the patient chart and the exam ticket. If the exam takes only a short time, e.g. in the case of an x-ray exam, the transport personnel wait in the exam room, assist with preparing the patient for examination, and assists in the examination. If the exam takes a longer period of time, the transport personnel return to the hospital ward and perform other tasks. When communication comes from the examination room, the transport personnel receive the message and move to the exam room. After the exam has completed, the transport personnel receive the call from the patient, transfer the patient to the transport instrument, transport him or her back to the ward, and again move him or her to the hospital bed. The transport personnel prepare medical electronic equipment and medical devices attached to the patient so that subsistence in bed is possible. After assessing the patient's conditions, the transport personnel puts away the items brought along, such as the exam ticket and the patient chart, and record the transport. As shown in the activity diagram, we clarified that the process of transporting a patient was composed of 47 tasks.

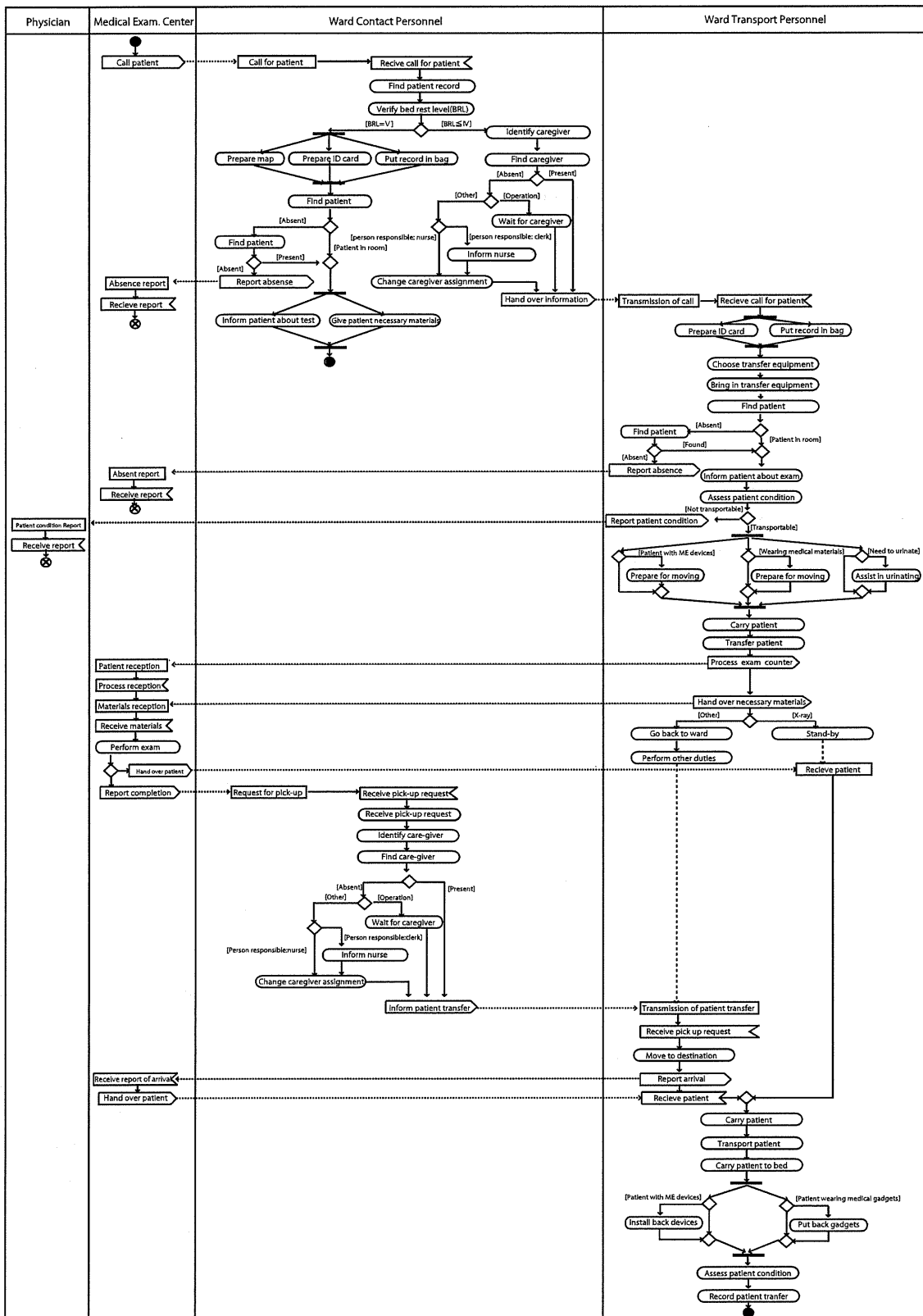


Fig. 2. Dynamic diagram-patient transports.

Table 1 shows the total time on task during a day in the four wards for each of the 47 tasks shown in the activity diagram. Also shown are the number of occurrences of each task, the median value, and the range. The task that took up the most total time was "T29 Transporting patient" (9:15:49). It took about 5 minutes on average for the nurse(s) to transport a patient. Of the 213 patient transport jobs observed, 109 actually involved transporting the patient. Patient transport jobs that did not involve transport were only those to support self-reliant patients and to adjust the scheduled time of exams. After T29, the task that took the most time was "T36 Standing by at the destination" (1:57:19), followed by "T28 Transferring the patient" (1:46:59). On the other hand, there were few occurrences of tasks related to searching for or changing transport personnel, such as "T06 Identifying care provider," "T12 Waiting for care provider," and "T15 Changing care provider." Comparing the coefficient of variance, we found that the coefficient of variance for "T41 Putting patient chart away," "T16 Conveying exam information to nurse," "T36 Standing by at destination," and "T21 Assessing conditions" was high. On the other hand, the coefficient of variance of "T29 Transporting patient" and "T43 Putting instruments for transport care" was relatively low.

The time on task for each type of task is shown in Table 2. Direct tasks are those that deal directly with the patient. Indirect tasks are tasks carried out without direct contact with the patient, including preparatory tasks for direct tasks and cleaning tasks. Direct tasks, which involve transporting the patient, made up about 60 percent of all tasks, and indirect tasks made up 14 percent of all tasks.

Task category	No. of task	Time on Task	(%)
Indirect care	21	3:56:23	(14.1)
Direct care	21	16:08:27	(58.0)
Communication	2	0:59:57	(3.5)
Waiting	1	1:57:19	(7.0)
Record	1	0:11:10	(0.6)
Move	1	4:36:03	(16.5)
Total	47	27:49:19	(100.0)

Table 2. Time on task by each task category.

5. Discussion

First, we clarified the location and roles of persons in charge of tasks by making use of time and motion study data to visualize the object-oriented work process. From a functional point of view, the main persons in charge of the job of transporting patients were nurses. However, we understood that medical clerks participated in coordinating communication and that nursing assistants participated in transporting patients who did not need custody

or attachment of medical electronic or transfusion devices. We understood that while medical clerks received communication about exams and confirmed the method of transport care on the patient chart, they did not have privilege to change the transport personnel or delegate the task, so they turned the task over to lead nurses. Furthermore, in the case of self-reliant patients, the person in charge of communication in a ward had the responsibility of transmitting the exam information to the patient regardless of whether he or she was a medical clerk or nurse. Furthermore, in the case of patients who needed wheelchair or stretcher transport, the person in charge of communication had the responsibility of sending information about the exam call to the transport personnel after receiving the communication about the exam. Our study showed that if the person in charge of communication was a medical clerk, he or she turned the task over the head nurse, because he or she did not have the privilege to change the care provider. The task that took the most time in this process was "Conveying exam information to the patient," followed by "Preparing patient chart" and "Preparing exam ticket." Use of the exam ticket was limited to outpatient exams of hospitalized patients and during the medical exam, so the repositories of the tickets were fixed. In contrast, because patient charts were used for a variety of purposes by physicians, nurses, medical clerks, and many other hospital employees, search for the charts took place, and the time required to prepare the charts grew longer. After information was conveyed to the transport personnel by the person in charge of communication, the transport personnel handled all responsibilities, including the final task of recording the transport.

Second, we understood the divergence between the work process specified in the hospital procedures manual and the actual work process. The manual used in the hospital of our study did not specify tasks such as "Searching for the patient," "Searching for the transport personnel," "Changing the transport personnel," "Preparing the exam (in the exam room)," and "Assisting in the exam." This reason is that the work procedures manual contains standard procedures. Irregular events and redundant tasks that should be kept in mind were not included. Also, the procedures manual was written to describe work procedures for individual nurses, so the location and role of workers described above were not clarified.

Third, from the work process diagram based on actual work records collected by this study and by adding time information to the process, we understood the efficiency with which tasks were carried out. By understanding the time used for each task and the variability of time, we clarified the time element that makes up the care of transporting patients. In the future, we seek to understand in detail how time on task changes depending on constraints.

Fourth, our study suggests that the data can be used for risk analysis. Our study extracted 47 tasks that made up the transport of patients, and listed their sequential order from time study records. Through our study, we clarified the input and output of each task, as well as the frequency of irregular events. Irregular events such as "Searching for the patient" and "Searching for the nurse" can be considered risks recorded by this study that prevent the work goal from being achieved. Although not carried out in this study, each task can be scrutinized to clarify factors that hinder each of their output. Doing this can draw out the risks associated with the work of transporting the patient, and produce discussions about concentrating risks and avoiding risks.