

旬

のマテリアルフロー

〔28〕病院内搬送物資



◆病院を巡るロジスティクス、即ちホスピタル・ロジスティクスのあり方を研究しようとの取組みが、数年前から国内で始まっている。

とくに1日の外来患者・入院患者数が数千人にも及ぶ大病院ともなれば、その物流量はもはや1つの「街」に近い。薬剤や医療機器・材料はもちろん、日用品、リネン類、食品、そして廃棄物まで、治療と関係者の日常を支える多様で大量の物資が日々、その内外を行き交っているのだ。

◆東京大学医学部附属病院22世紀医療センター内に、佐川急便の寄付講座として平成16年度に開設された「ホスピタル・ロジスティクス講座」（同大学院医学系研究科・苦瀬博仁客員教授らが担当）は、このような病院における効率的なロジスティクスシステムの構築を目的に5年計画で活動を続けている。

その一環としてこの3月、病院内ロジスティクス効率化の観点で新たな可能性を探るため、「RFIDを用いた院内の患者・スタッフの行動調査」を実施した。本号特集記事でその内容と結果を詳しくレポートするのに先立ち、カラーグラビアでハイライトをお送りする。

◆①は医療材料の保管倉庫（東大病院入院棟・地下2階）でのピッキングの様子。これを搬送する担当者（SPD）が、②のように胸ポケットに付けているのはアクティブRFIDのタグバッジだ。

取材協力

東京大学大学院医学系研究科ホスピタル・ロジスティクス講座、東大病院

◆ピッキングした医療材料はトレーにまとめ、カートに収納(③)。これをエレベータで調査エリアに運び上げ、所定の部屋へと届けるのだ。

◆本調査で採用したRFタグは、マトリックス社(本社・大阪市北区)のPOWERTAG。電池を内蔵し、トリガーアンテナの発する90KHz帯の磁界に反応して自

ら300MHz帯の電波を発信するアクティブRFIDシステムだ。

今回は約3cm四方、厚さ6.4mmの四角いタグを採用。②のように直接クリップバッジタイプにしたもののほか、職員のIDカードの裏に貼り付けるタイプや、名札ホルダに入れて首から下げるタイプ、といった各種形態で約100個を用意した(④)。





◆調査エリアには、⑤のように同軸ケーブルのトリガーアンテナを12か所に設置。その直下の位置で患者・スタッフが身に付けたアクティブタグはトリガーの磁界を検知し、自ら電波を発信する。

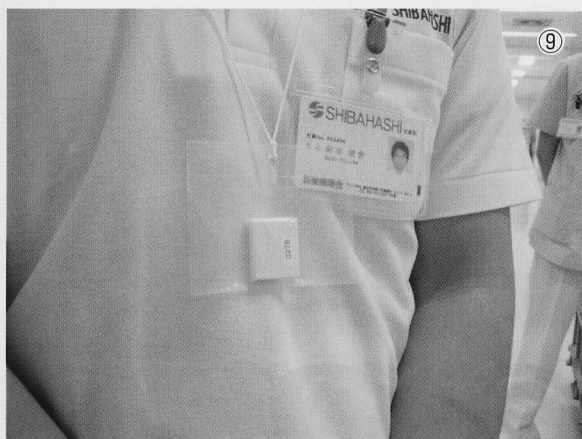
読み漏らしはほぼゼロといい精度。患者・スタッフがタグさえ身に付けていれば、こうした動態調査で一番人手を要する面倒なデータ収集・登録の付加作業が全く不要、全て自動で行えるところが最大の導入ポイントだ。

◆⑥の受信機がこの情報を受け取り、いつ、どのトリガーをどのタグが通過したか、ログデータをサーバに蓄積して行く。調査は3月7日～19日のうち7日間、



24時間継続して実施した。

登録したタグの持ち主によって、薬剤、食事、リネンなど何を運び、何の仕事で通過したのかが分かる。これによって、人による院内ロジスティクスの詳細な実働データが捕捉できるというわけだ。



◆⑦⑧は医療材料倉庫と同じく地下2階のリネン室。病室から使用済みシート、枕、パジャマ類を回収する際、そして洗浄後再び各部屋に届ける際、搬送担当者は胸にアクティブタグ⑨を下げて出入りした。



◆⑩は食事を用意する栄養管理室。冷・熱の温度管理機能の付いた専用カートで食事を運び、空容器を下げる担当者もやはりタグホルダを掛けて(⑪)、調査に参加した。

ど、わが国の医療のメッカ・東大病院ともなれば、1病棟(約45床)だけでも実に高頻度の物資搬送、院内ロジスティクスの流れが日々、静かに渦巻いていることが想像できる。

◆測定の結果、一日の平均のトリガーアンテナを通過したログ総数は深夜も含め15,000に及んだ。なるほ

本調査の具体的な内容・体制、結果はどうだったのか。詳しくは特集コーナーでレポートするので、50ページをご覧ください。

ATD

院内ホスピタル・ロジ高度化へ、東大病院がRFIDで動態調査

～東大大学院“ホスピタル・ロジスティクス講座”の取組み～

本号「旬のマテリアルフロー」でハイライトを紹介した東大大学院ホスピタル・ロジスティクス講座/東大病院の取組み。以下にはその本編として、詳細レポートをお送りする。

初めに同講座の研究目的と過去3年にわたる活動内容を述べた上で、今回実施されたアクティブRFIDシステムによる人と物資の院内動態調査について、結果とその意義を報告したい。 (編集部)

病院を巡る物流サービス向上を目指して

前稿でも触れたが、このホスピタル・ロジスティクス講座は、佐川急便の寄付講座として東京大学医学部附属病院22世紀医療センター内（東京都文京区本郷）に2004年度に開設された。寄付講座のトップの客員教授は、東京海洋大学教授でもある苦瀬博仁氏、研究目的は「病院における効率的なロジスティクスシステムの構築」である。

ホスピタル・ロジスティクス講座では「ホスピタル・ロジスティクス（病院におけるロジスティクス）」を、
 ・医療・看護活動を支える医薬品や医療材料の供給
 ・患者や院内スタッフの利便性向上のための物流サービスの提供
 と定義している。

通常のロジスティクス概念は、拠点・施設間、企業間、国と国など大きな物の流れの最適化を指すことが多いが、ここでは病院という1施設

を軸に、①外部から病院へ、②病院から外部へ、③病院内、という3つの視点で物資の最適供給を追求しようとしていることに注意したい。

一般的な施設と病院を比較したとき、そこに求められるロジスティクスには図表-1のような違いがある。

ホスピタル・ロジスティクス講座では人やモノが頻繁に動き回っている病院の中で、病院スタッフがこうした物流サービス高度化へのニーズを把握するとともに、物流分野の学術研究者・物流業者という3者が協

力。それぞれの立場から問題に向き合って知識・経験を活かし、産学連携の共同研究でより実情に沿った物流サービスへの向上、そのためのシステム構築について検討・研究しようという試みだ。

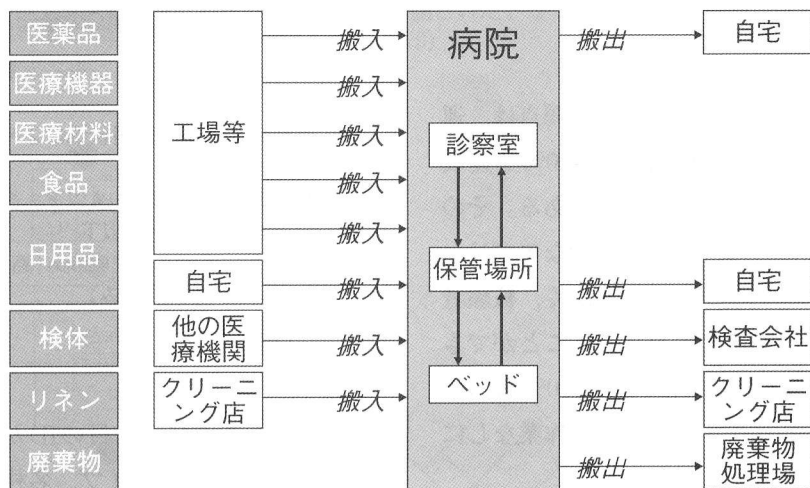
研究の舞台となる東京大学医学部附属病院（以下、東大病院）は言うまでもなく本邦有数の大病院で、1日の平均来院者数は3,000人以上、入院患者数も1日あたり1,000人以上に及ぶ。薬剤・医療材料はもちろん日用品、寝具・衣類などリネン類、食品、さらに廃棄物まで、治療と関係者の日常を支える大量の物資供給・排出の物流規模は、前言の通り1つの「街」レベルと考えてよい（図表-2）。

そのうちホスピタル・ロジスティクス講座が取り上げている具体的な研究テーマは、以下のようなものだ。
 (1) 入退院患者や通院患者のための「手荷物配送・物品調達・医薬品配送」サービス

図表-1 一般的な施設と病院で求められるロジスティクスの特徴比較

	一般的な施設 (商業施設・オフィス等)	病院 (医薬品について)
輸送	定時性重視	安全・品質管理重視
保管	コスト重視	未欠品重視
流通加工	顧客のニーズに合せ加工	患者の症状に合せ加工
包装	マーケティング主体	医療・看護主体
荷役	主に納品業者が実施	主に納品業者が実施

図表-2 ホスピタル・ロジスティクス講座が対象とする病院におけるロジスティクス



- (2)在宅患者のための「医薬品配
送・療養食配送」サービス
 - (3)検体検査の精度向上のための
「輸送条件が検体に与える影響」
に関する研究
 - (4)院内スタッフや患者に必要な物
品を必要ときに届けるサービ
スの研究
- 06年度までの研究成果から、主要なものを挙げておこう。

◆患者サービスの向上

〈手ぶら入退院パック／お薬宅配
パック〉

入退院時に発生する患者の日用品の運搬は患者自身や家族の大きな負担になっている。これを支援するため、手荷物配送サービス〈手ぶら入退院パック〉の実施に向け研究を行った。

医療・看護活動や患者の移動・歩行を妨げない配送動線、スタッフの繁忙時間帯を避けるルール、配送担当者のセキュリティ管理、安全・衛生に配慮した台車選定などを経て仕組みを構築。

05年2月～4月に東大病院で実証実験を実施した後、アンケート調査で好評を得たことから宅配便レベルの料金を設定し、試行サービスに入って現在も継続中。すぐ再入院する

患者や外来患者の荷物の一時預かりにも対応している。

続いて通院患者向けに、受け取った薬を患者の自宅まで届ける〈お薬宅配パック〉のサービスも研究・開発。やはり宅配便並み料金で06年11月から試行サービスを開始している。いずれも寄付者である佐川急便のノウハウが活かした事例だ。

◆病院の車両・荷物の出入実態の解明

(1)車両出入調査

病院には医薬品や食品などの搬入のため多数の関連業者の車両が出入りするが、その実態は把握されていなかった。

そこで05年9月28日(水)8時から18時まで、東大病院駐車場ゲート2か所で車種・温度帯・到着時刻・乗員数などの目視観測調査を実施。

①到着時間には9時台、14時台と2回のピークがあるのに対し、出発

はほぼ平準化しており、荷捌きのため長時間の駐車が発生している可能性が高い、②バイク・原付自転車などの動線が患者の動線と錯綜している可能性があり、動線分離対策検討の余地がある、などの結果が明らかにされた。

(2)荷物の搬出入調査

前調査と同時日に病棟の主要搬出入口8か所で目視とヒアリングを合わせ荷物内容・荷姿・個数、運搬手段等の調査を実施。

その結果、①搬入件数は食品が3割強と最多、搬出件数は廃棄物が6割弱と最多、②食品・医薬品は午前、医療材料は午後搬入ピークがある、などの実態が判明した。

◆検体検査の精度向上〈検体輸
送実験〉

検体検査の精度は近年向上しているが、輸送面での研究は遅れていたため、血液への輸送時の振動の影響を明らかにしさらなる精度向上に資することを目的に実施。

実際に採血した血液検体で加振実験を行った結果、「時間」の経過によって多くの検査項目で血液成分の測定結果に微細な変化が見られた一方、「振動」の大きさによる変化ではカリウムやナトリウムなど一部項目に変化が見られ、輸送条件によっては注意が必要な可能性がある、などの結果が報告された。

RFIDを用いた患者・スタッフの動態調査

◆調査とRFID採用の狙い

以上のように「ホスピタル・ロジスティクス講座」はこの分野で従来研究の不足していたテーマを選定し、活動を続けてきた。その上で今

回、改めて院内物流に着目、新サービス検討の足場として東大病院入院棟の一部で人の流れの実態調査を行うことにした。

本調査を担当する長田哲平客員助



◀長田哲平
客員助教授

教は、「院内で新たな物流サービスを行うには、医療・看護や患者さんの動きのピークに重ならず、患者さんが休憩していない時間帯に提供する必要があります」と話す。

「しかし、これまで病院内の人の動きを時系列的かつ定量的に把握する試みはなされていませんでした。そこで、患者さんと病院スタッフの行動調査を行うことにしたのです」

通常の動態調査では、前項の車両や荷物の出入り調査のように調査員が目視観測を行うか、バーコードなどでそのつど本人が登録するなどの方法が考えられる。

しかし今回は病棟内の詳細な動きを追うため多数の観測ポイントが必要、屋外と違い狭い室内、しかも24時間、となれば観測者を置くこと自体難しい。

同時に多数のスタッフや患者の協力を得るには、可能な限り参加者に負担を掛けずにデータを捕捉できる仕組みが必要になる。

そこで選定された手段が、RFIDである。

人や物の動き、在・不在の管理に使用するRFIDとして、一般には自らバッテリーを持たず、アンテナの発する電波に反応して答えを返すパッシブタイプのRFタグの方が知られているかも知れない。

特に低価格の物品・単位に多数のタグを使用する用途にはコストダウンが死命を制するので、消費財流通分野などでもっぱらパッシブタグの

研究が進んでいる。

しかしパッシブタグの弱点は、運用にもよるがなかなか100%を達成できない読み取り精度にある。そのつど読み取り確認の可能なアプリケーションであればともかく、被験者にそうした負担を求めることができない今回の用途では、100%信頼できる動態データが、付加作業なしに得られなくてはならない。

◆採用したアクティブタグシステムの特長

この観点から今回使用することにしたのが、自ら電波を発信しはるかに高精度の読み取りが可能なアクティブRFIDシステム。マトリックス社（類似名の米国ベンダーではない、本社は大阪市北区）のPOWER TAGを選定した。

同タグはマラソン、自転車、モータースポーツなどのレース競技におけるゴールタイムの自動計測システム等として実績があり、最高で時速300kmの移動体でも同時複数検知可能という高い機能に特長がある。

そのうち今回は図表-3のタイプを使用、電池内蔵でトリガーアンテナからの90KHz帯の磁界を受けて反応し、自ら300MHz帯の電波を発信するもの。

約3cm四方の四角いタグは、クリ

図表-3 マトリックス社
POWER TAGの諸元

- 電 源：DC3V コイン形一次電池
- 電池寿命：6年（使用状況により変動）
- 消費電流：休止時0.8μA以下、発信時4mA以下
- 外 寸：32.8mm（幅）×28mm（高）×6.4mm（厚み）
- 重 量：約7.4g

ップバッジタイプ、職員のIDカード裏への貼り付けるタイプ、名札ケースに入れて首から吊り下げタイプなどの形態に加工した（写真-1）。

通常のアクティブタグは常時一定間隔でIDを発信することが多いのに対し、トリガーの磁界エリア内のみでIDを発信するトリガー方式では比較的電池寿命が長く、厳密な位置検知、動線判断が可能という。

トリガー方式であっても複数のトリガーを順次切り替える方式では、止まっているトリガーエリアを通過したタグは検知できないが、本システムでは対象エリア各部屋出入口の廊下天井部12か所にトリガーアンテナを設置し、常時稼働させた（図表-4、写真-2 = アンテナ外周がトリガー発信用、根本が受信用アンテナ）。

編集部が長田氏のデモで受信機の反応状況を確認したところ、トリガーの直下でアクティブタグは反応し、ログが取れた（写真-3）。12



写真-1
用意されたアクティブタグのバッジとホルダ（再掲）

図表-4
調査エリアに設置されたトリガーアンテナの位置(●印)

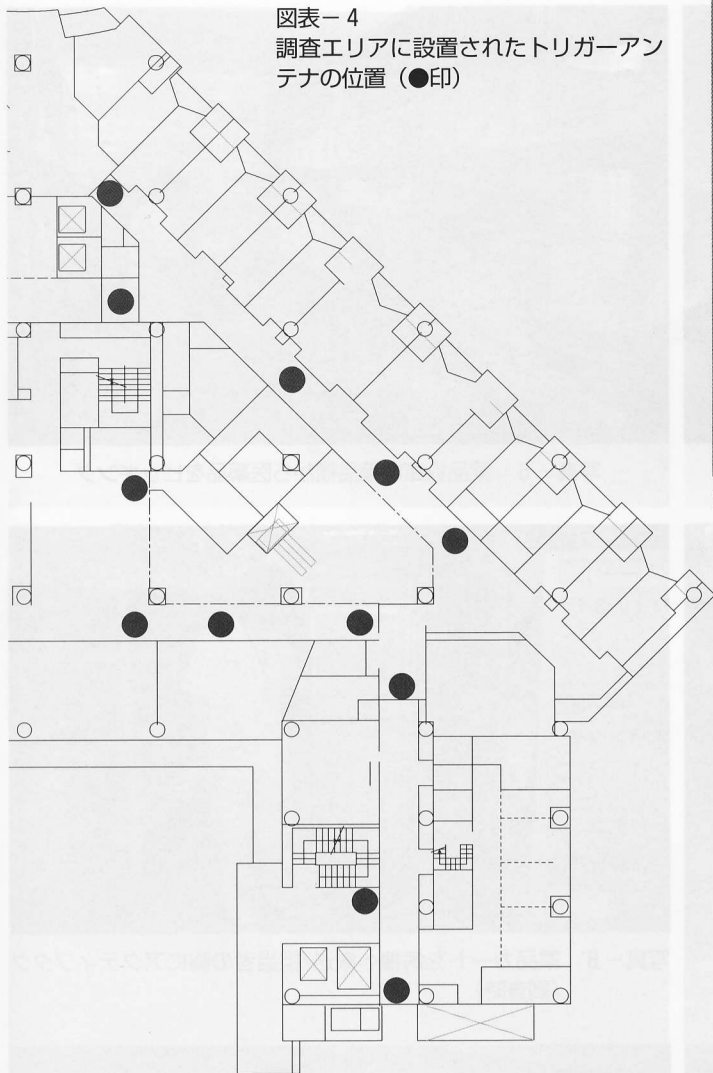


写真-2 病棟通路の天井に設置されたトリガーアンテナ(同軸ケーブル製)



写真-3
ここでトリガーにアクティブタグが反応した(再掲)

台のアンテナを1台の受信機とデータ蓄積用パソコン(写真-4)に有線接続し、データを24時間一括受信可能とした。

タグを胸に留め・首にかけた人は、タグをかざす動作も気遣いも不要。普段通りそこを通過するだけで自動的に・確実にアンテナからデータを捕捉できるのが本システムの真骨頂と言える。データ分析結果からも読み取りミスの形跡はほぼなく、100%に近いレベルだったという。

POWERTAGは計104個(標準価格3,600円)を使用した。マトリックス社の協力を得てタグ、トリガーアンテナ、受信機のRFIDシステム一式は貸与を受けて使用、調査費用はトリガーアンテナ12か所の設置工事費、約100万円で済んでいる。

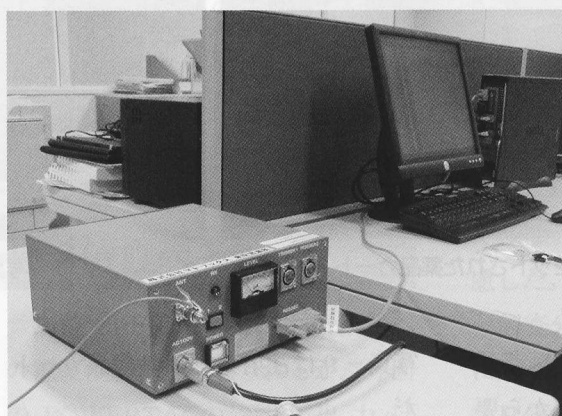


写真-4
受信機(手前)とパソコン(再掲)

多様な病院内ロジスティクスの実際

アクティブRFIDシステムでとらえようとした病院内ロジスティクスの中身を、ここでもう1度見ておかなければならない。

◆薬剤部

写真-5~9はグラビアページで紹介した医療材料と一見似ているが、医薬品を扱う薬剤部の模様だ

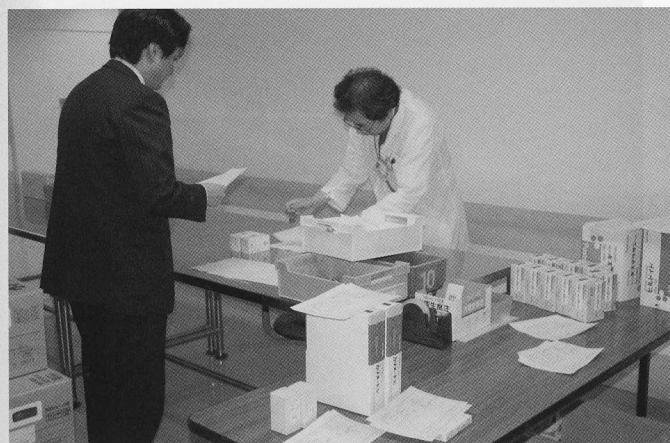


写真-5 業者から納品された薬剤の検品



写真-6 薬品倉庫の薬品棚から医薬品をピックアップ



写真-7 病棟への搬送用薬品カートにセット



写真-8 薬品カートを病棟へ搬送/担当者の胸にアクティブタグ(調査時)



写真-9 注射薬がセットされた薬品カート



写真-10 食食用カートの搬送

(地下2階)。業者が納品した医薬品を検品後、収納した薬品倉庫から要求のかかった医薬品をピックアップリスト(通路を一筆書きで回れる棚ロケーション順にして出力される)で探し、トレーにピックアップ。

患者ごとの処置セットや手術用セットを作り、これを薬品カートへ病棟毎に収納、各病棟へと搬送する。

写真-9は注射薬剤用の薬品カートだ。

ここでアクティブタグを帯同したのは上の業務を担当するSPD(Supply Processing & Distribution: 物品管理・供給センター)のスタッフ(写真-7)で、病棟に出入している薬剤師もタグを持った。

SPDは医薬品のほか医療材料、医

療機器、事務用品などの供給・回収も担当。365日24時間、病院内ロジスティクスの主役を務めている。

◆食事、リネン、清掃

一部グラビアと重複するが、このほか地下1階の栄養管理室から供給される食食用カート(写真-10)、地下2階のリネン室からの寝具・パ



写真-11 使用済みリネン品を洗浄する洗濯機



写真-12 リネンを供給・回収するカート（再掲）



写真-13,14 清掃作業員の動きもタグを胸に付け計測した



ジャマ類供給と回収（写真-11, 12）など、それぞれ調査エリアへの搬送担当者はいずれもアクティブRFタグホルダを首にかけ、調査に参加した。

もう1つ、物資を搬送するわけではないが病棟の人の流れを正しく捕捉するため、今回はフロア担当の清掃作業員にもタグを付けてもらった（写真-13,14）。

約15種類を選択し、密着させ実験、医療機器に影響のないことを確かめた上で実施した。

タグを付けた患者、スタッフがトリガーアンテナを1度通過するたびに、1つのログを記録。個人別でなく職種別にログを重ね、匿名性に配慮した。

調査結果活かし新たなサービス確立へ

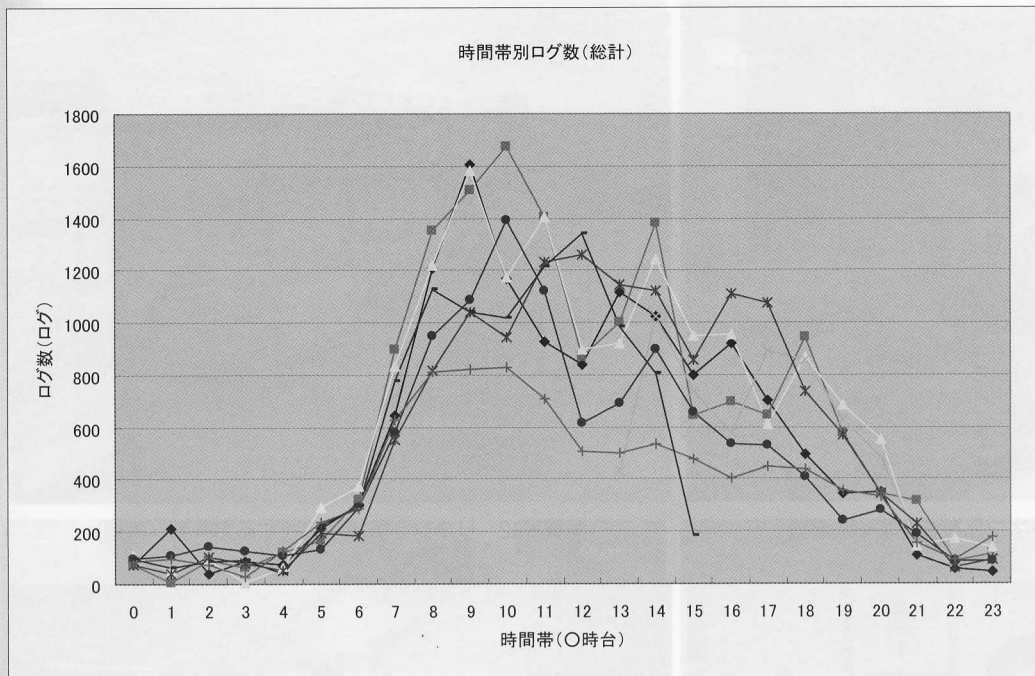
さて実際の動態調査は、去る3月7日～19日のうちの7日間、1日24時間継続して実施された。104個のタグは患者14名、病院スタッフ90名が装着。参加スタッフの内訳は、医師24名、看護師25名、管理栄養士5名、SPDが20名（一部交代で使用）、清掃5名、リネン室8名、薬剤師2名、佐川急便1名（入退院パック担当）。

病院でRFIDと言えば医療機器への電波の影響が懸念されるが、今回のPOWER TAGの電波出力は0.01mW程度で、携帯電話（院内使用禁止）の800mW程度、院内で使えるPHS電話の80mW程度に比べても桁違いに低い。

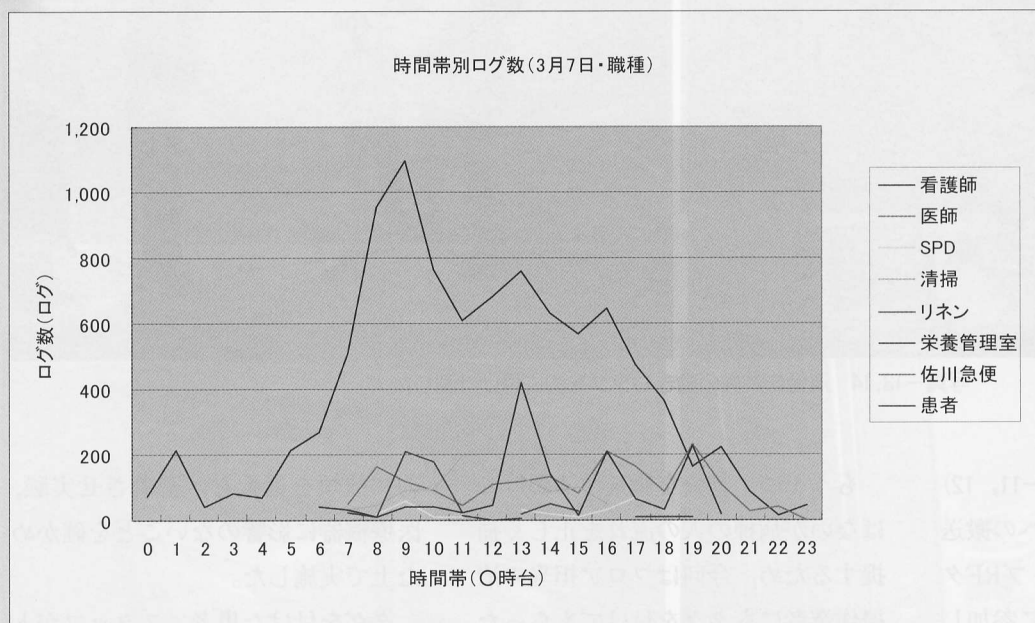
それでも動態調査の前に、東大病院で採用されているペースメーカー、輸液ポンプなどの医療機器から

調査分析結果の例を図表-5, 6に示す。前者は24時間の総ログ数を数日分重ね、全体としての人の動きのピークを捉えたもの。9時～10時を1日のピークとして、14時～16時にもう1つの山が伺える。

後者は職種別に、ある1日のログ数推移を見たもの。看護師（看護助手、病棟クラークを含む）の動きが圧倒的に多いことが分かる。



図表-5
調査結果(1) 調査日別の総ログ数の推移



図表-6
調査結果(2) ある調査日における職種別のログ数推移

その他、患者の動きが多いのは午後のリハビリ時間や見舞客の多い土日であることも明らかになった。

長田氏は「医師・看護師・患者さんだけでなくSPD、食事などほとんどの部署のスタッフが参加する横断的な研究は、これまでほとんどありませんでした。それだけに、大きな病院の各部門の責任者に了解を得て、多くの現場スタッフと患者さんの理解・協力を得る必要がありましたが、皆様のご理解とご協力によって、スムーズに調査が行えました。

また、調査中には、多くの方から要望を頂くなど、期待が大きいことも痛感しました」と振り返る。

12か所のトリガーアンテナの設置工事は通常丸1日かかるところを、病院という特殊性から4時間で済ませたのも苦心点の1つ。

一日の平均ログ数は約15,000に及んだ。見舞客などタグを付けられない不定期な人の流れは含まないものの、これだけ綿密に院内の人の動きの実態を数値で把握できた意義は大きい。

付帯する物の動きも職種から推測できるので、新たな院内物流サービスの可能性を探るため、頼れる基礎データとなるに違いない。たとえば移動量の多い看護師の業務量の定量化や、患者の移動実態と合わせ病棟のレイアウトや動線計画に活かすことが可能になる。

今回の調査で、ホスピタル・ロジスティクス高度化に向けた新たなサービスとシステム確立へのベースは整ったようだ。