

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23241047

研究課題名(和文) 患者の満足とスタッフの適正労働を実現する地域基幹病院の医療サービス科学

研究課題名(英文) Medical Service Science in Regional Key Hospitals for Patients and Staff Satisfaction

研究代表者

高木 英明 (Takagi, Hideaki)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：30260467

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 37,800,000円

研究成果の概要(和文)：筑波大学附属病院において、病床管理を担当する看護師・医師に聞き取りを行って、入院患者を決定する優先順位付けと病床割当の方法を調査し、そのアルゴリズムをプログラム化し、タブレット型端末に実装したが、病院全体の新棟への移行等があり、新病棟での実用化には至らなかった。また、医療情報部から2年間にわたる全ての入院患者について、入院から退院までの病棟間移動のログデータの提供を受け、その中から、産科患者の流れを抽出して、待ち行列ネットワークでモデル化し、各病棟への入院患者数と各患者の在院日数の統計から各病棟の在院患者数の度数分布が予測できることを示した。

研究成果の概要(英文)：We studied the algorithm for determining the admission and bed allocation for patients by hearing from doctors and nurses in charge of bed control in the University of Tsukuba Hospital. We then implemented the algorithm and user interface on the tablet terminal. However, our system has not been used in real operation, because all the wards moved to a new building at the final stage of this research period. We also received a complete log of orders for the movement of patients from room to room during hospitalization over two years. We have succeeded in modeling the flow of obstetric patients by a queueing network, which can predict the number of patients in the obstetric wards from the statistics of admission rates and length-of-stay.

研究分野：サービス科学

キーワード：医療・福祉 サービス科学 患者満足 最適化アルゴリズム ライフ・イノベーション

### 1. 研究開始当初の背景

筑波大学附属病院は茨城県の地域基幹病院として、通常の診療活動のみならず、地域の医療機関では扱えない病気の患者を引き受ける地域貢献の使命が課せられているが、医師と看護師は慢性的に不足しており、スタッフの適正労働を維持しつつ患者の満足度を向上させて、地域医療に貢献することが経営者の大きな課題となっている。

本研究により、連携する病院間の患者の流れも明確になり、筑波大学附属病院、パートナー医療機関、及び患者の期待度を可視化できる。これら成果物の全ては地域連携パスの機能を補完し、当該病院のみならず地域医療に関与する病院スタッフの誰もが複雑な病院間連携システムを俯瞰できるようになるので、極めて有益なライフ・イノベーションの先駆的事例となることを目指した。

### 2. 研究の目的

ライフ・イノベーションの根幹である医療サービスの質の向上に焦点を当て、地域基幹病院である筑波大学附属病院との連携により、患者の満足度尺度の理論的・実証的研究を踏まえて、入院待ち患者に手術室と空き病床を割当てるシステムを、経営学の視点と数理的手法の融合により研究開発することを目的とした。本システムは、手術室・病床割当て計画作成に要する病院スタッフの仕事を削減し、計画の最適性・公明性を確保することによって、スタッフと患者の満足度向上をもたらす。本システムの研究開発は、ヒトと設備が関わるサービス業務の最適運用に関して、数理科学・経営学・業務知識の統合によるイノベーションの設計とその実装の先進事例として、サービス産業への科学的アプローチを目指すサービス科学全体の研究基盤構築に貢献することを目指した。

### 3. 研究の方法

本研究では、筑波大学附属病院との協業により、研究期間内に、最も喫緊の課題であり導入効果が大いに見込まれる「病床の最適割当て」に焦点を絞り、数理科学による最適化アルゴリズムの研究と、実際に使用可能なシステムの開発を行う計画を立てた。それと並行して、同病院医療情報部から入院患者の病棟内移動の実データの提供を受け、オペレーションズ・リサーチの手法でモデル化する研究を開始することにした。本研究の成果として、病床の最適運用システムにより、患者の待ち時間を減らすと同時に、病院スタッフの負荷軽減・平準化が時間的余裕と仕事への満足感を育み、患者へのサービスを向上させる効果をもたらすことを目指した。

研究組織を、(1)最適化の目的関数と制約条件を新しく開発し、患者満足と病院スタッフの負荷軽減の効果を研究・実証する「効果性のサイエンス」グループと、(2)手術室・

病床の最適割当てを数理科学の手法により研究・実証する「効果性のサイエンス」グループの2つで構成し、双方のグループに附属病院スタッフ(研究協力者)と数理科学の研究者(研究分担者)を配置した。(1)と(2)は別々に動くのではなく、(1)が(2)に問題設定を伝え、(2)が開発したシステムの効果を(1)で検証し、そのフィードバックを(2)でのモデルと解法の改良につなげることとした。全体を、研究代表者と連携研究者の山下慶三(附属病院 ISO 医療業務支援部)が統括した。

### 4. 研究成果

(1)筑波大学附属病院において、病床管理を行っている毎週開催のベッドコントロール会議に陪席するとともに、医師・看護師に聞き取りを行って、入院患者を決定する優先順位付けと病床割り当ての方法を調査した。そのアルゴリズムをプログラム化し、タブレット型端末に実装した。病院医療情報部からデータウェアハウスが入院オーダーを出すフォーマットを得て、プログラムのインターフェイスを作成し、病棟看護師がタブレット型端末上で操作できるようにした。しかし、病院全体の新棟への移行等があり、新病棟での実用化には至らなかった。この研究の成果は、海外ではサービス・マネジメント分野の国際学会 Frontiers in Service Conference と、「患者サービス第一」で有名な Mayo Clinic での研究会で発表した。

(2)筑波大学附属病院医療情報部から平成 22-23 年度における全ての入院患者について入院から退院までの病棟間移動のログの提供を受け(患者名は暗号化)、まず、産科患者だけを抽出して、患者の流れを待ち行列ネットワークでモデル化した。その結果、毎日の平均入院数と各患者の在院日数の度数分布が与えられると、各病棟に每晚滞在する患者数の確率分布が計算でき、それが実際に観察されたデータとよく一致することが確認された。この研究の成果は、サービス科学の国際学会 SRII Global Conference 2014 で発表し、IT Innovation for Health Care Service 部門で Best Paper Award を受賞した。

(3)地域医療に関する住民意識調査として、茨城県南部・西部に居住する 20 歳以上の男女を対象として、地域の医療体制・医療機関に対するイメージ、病気になった時の医療機関の選択方法等に関するアンケート調査を実施した。アンケート用紙は 1,500 人に郵送で配布され、回答者は 680 名(うち男性 315 人、女性 365 人)であり、回収率は約 46% であった。調査結果は、Asian Association of Management Science and Application の会議で発表した。

(4)平成 24 年 9 月 1 日と平成 25 年 9 月 20 ~ 21 日に筑波大学健康医療イノベーション棟

にて、内外の医療サービス管理ワークショップを開催し、内外の研究者の講演と本研究の成果の報告を行って、それぞれ45名、69名の参加者を得た。

(5)日本オペレーションズ・リサーチ学会の2014年度確率モデルシンポジウム(2015年1月22~24日、東北大学片平キャンパス)において、企画セッション「医療サービスサイエンス」を開催し、病院情報システムによる病院の計測、周術期医療におけるオペレーションズ・リサーチの可能性等について、講演・討論を行った。

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計3件)

高木 英明、吉瀬 章子、サービスサイエンスの動向、電子情報通信学会誌、査読無、94巻、2011、756-759

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110008711927/>

池上 敦子、繁野 麻衣子、質の高いサービスを提供するためのスタッフスケジューリング、電子情報通信学会誌、査読有、94巻、2011、760-766

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110008711928/>

菱沼 千明、高木 英明、コールセンターのキャパシティマネジメント、電子情報通信学会誌、査読有、94巻、2011、767-772  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110008711929/>

### 〔学会発表〕(計16件)

H. Takagi and Y. Kanai, Little's law applied to the obstetric patients in a hospital, 日本OR学会2014年度 確率モデルシンポジウム、2015年1月22-24日、東北大学片平キャンパス、宮城県仙台市  
H. Takagi, Y. Kanai, and K. Misue, Queuing network model and visualization for the patient flow in the obstetric unit of the University of Tsukuba Hospital, SR11 Global Conference 2014, April 23-25, 2014, San Jose, California, U. S. A.

K. Misue, Y. Kanai, and H. Takagi, Visualizing the overview of temporal patterns of patients' activities, 2013 Workshop on Visual Analytics in Healthcare (VAHC 2013), November 16, 2013, Washington, D. C., U. S. A.

H. Takagi, Y. Kanai, Y. Zhang, and K. Misue, Analysis and visualization of inpatient flow at the University of Tsukuba Hospital, 2013 Frontiers in Service Conference, July 4-7, 2013, Taipei, Taiwan

武林 佑弥、鵜飼 孝盛、繁野 麻衣子、吉

瀬 章子、筑波大学附属病院における病床割当てのモデル化、日本オペレーションズ・リサーチ学会2013年春季研究発表会、2013年3月5日、東京大学本郷キャンパス、東京都文京区

川合 洋輔、高木 英明、アフター・コール・ワークがあるコールセンターの流体近似解析、待ち行列シンポジウム「確率モデルとその応用」、2013年1月23-25日、長崎ワシントンホテル、長崎県長崎市

倉田 久、Knowledge Trading: 筑波大学サービスカイゼン研修コースを事例とした新たな研修スタイルの提案、日本オペレーションズ・リサーチ学会サービスサイエンス研究部会、2012年12月21日、筑波大学東京キャンパス文京校舎、東京都文京区

倉田 久、生稲 史彦、岡田 幸彦、高木 英明、張 勇兵、繁野 麻衣子、吉瀬 章子、経営工学研修の新たな方向性: 筑波大学公開講座の事例より、日本経営工学会平成24年度秋季研究大会、2012年11月17日、大阪工業大学大宮キャンパス、大阪府大阪市旭区

H. Takagi, H. Kurata, Y. Okada, M. Shigeno, K. Yamashita, A. Yoshise, and Y. Zhang, Progress in the Healthcare Service Innovation Project at the Tsukuba University Hospital, The Conference of Asian Association of Management Science and Application (AAMSA 2012), September 7, 2012, Sichuan, China

M. Hori, T. Ukai, Y. Okada, H. Kurata, and K. Yamashita, Modeling outpatient flow in a regional medical network system, The Conference of Asian Association of Management Science and Application (AAMSA 2012), September 7, 2012, Sichuan, China

H. Takagi, H. Kurata, Y. Okada, M. Shigeno, K. Yamashita, A. Yoshise, and Y. Zhang, Modeling outpatient flow in a regional medical network system, Annual Service Research & Innovation Institute Global Conference (SR11 2012), July 27, 2012, San Jose, California, U. S. A.

H. Takagi, H. Kurata, Y. Okada, K. Yamashita, and A. Yoshise, OR/MS-based innovation in patient management at the Tsukuba University Hospital, 21<sup>st</sup> Annual Frontiers in Service Conference, June 14-17, 2012, College Park, Maryland, U. S. A.

高木 英明、根本 達哉、Littleの定理の大きな応用、日本オペレーションズ・リサーチ学会2012年春季研究発表会、2012年3月27日、防衛大学校、神奈川県横浜

賀市

鶴飼 孝盛、高木 英明、吉瀬 章子、岡田 幸彦、山下 慶三、筑波大学附属病院における病床管理の効率化、日本オペレーションズ・リサーチ学会 2012 年春季研究発表会、2012 年 3 月 27 日、防衛大学校、神奈川県横須賀市

倉田 久、生稲 史彦、岡田 幸彦、高木 英明、張 勇兵、繁野 麻衣子、吉瀬 章子、サービスカイゼン研修のカイゼン：筑波大学公開講座の事例より、日本経営工学会平成 23 年度秋季研究大会、2011 年 11 月 12 日、いわて県民情報交流センター、岩手県盛岡市

H. Takagi, H. Kurata, Y. Okada, M. Shigeno, K. Yamashita, and A. Yoshise, Development plan of the optimal bed control system for patients and staff satisfaction in the Tsukuba University Hospital, Mayo Clinic Conference on Systems Engineering and Operations Research in Health Care, August 10-11, 2011, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota, U. S. A.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高木 英明 (TAKAGI, Hideaki)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号：3 0 2 6 0 4 6 7

### (2) 研究分担者

生稲 史彦 (Ikuine, Fumihiko)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号：1 0 3 7 7 0 4 6

上市 秀雄 (Ueichi, Hideo)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号：2 0 3 3 4 5 3 4

倉田 久 (Kurata, Hisashi)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号：2 0 5 0 8 4 2 8

繁野 麻衣子 (Shigeno, Maiko)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号：4 0 2 7 2 6 8 7

吉瀬 章子 (Yoshise, Akiko)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号：5 0 2 3 4 4 7 2

三末 和男 (Misue, Kazuo)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号：5 0 3 7 5 4 2 4

イリチュ (佐藤) 美佳 (ILIC-SATO, Mika)  
筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：6 0 2 6 9 2 1 4

竹原 浩太 (TAKEHARA, Kota)  
筑波大学・システム情報系・助教  
研究者番号：7 0 6 1 1 7 4 7

張 勇兵 (Zhang, Yongbing)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号：8 0 2 4 2 3 5 3

岡田 幸彦 (OKADA, Yukihiko)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号：8 0 4 3 2 0 5 3

### (3) 連携研究者

山下 慶三 (YAMASHITA, Keizo)  
筑波大学・学内共同利用施設等・病院講師  
研究者番号：0 0 2 3 9 9 6 4

河野 了 (KAWANO, Satoru)  
筑波大学・人間総合科学研究科・講師  
研究者番号：9 0 3 2 3 2 9 5

### (4) 研究協力者

白川洋子 (SHIRAKAWA, Yoko)  
筑波大学・附属病院・看護部長 (副病院長)

倉持亨子 (KURAMOCHI, Ryoko)  
筑波大学・附属病院・副看護部長

野竹典子 (NOTAKE, Noriko)  
筑波大学・附属病院・副看護部長