

# 病床自動割当システムの作成

鶴飼 孝盛, 吉瀬 章子

筑波大学附属病院では現在、入院患者の決定をベッドコントロール会議で行っている。週に一度、金曜日に開催されるこの会議では、医師、看護師が協議して、いつ、どの病棟へ、どの患者を入院（そして退院）させるかという翌週 1 週間分の病床割当を決定する。しかし、その決定には患者の性別や受診する診療科、大部屋・個室といった部屋種の希望などさまざまに考慮すべきことがあり、多大な手間と時間が費やされている。ここでは、筑波大学サービスイノベーションプロジェクトと筑波大学附属病院とが協同して開発中の、病床自動割当システムを紹介する。

キーワード：病床管理、自動割当て、病棟管理、スケジューリング

## 1. はじめに

筑波大学附属病院は、茨城県内唯一の大学附属病院・特定機能病院である。茨城県の南部に位置し、茨城県南地域の中核的病院として機能しているのみならず、つくばエクスプレスの開業により県外からも多数の患者が来院している。開院 35 周年を迎えた平成 24 年 12 月には、さらなる機能を永続的に発揮し、高度先進医療や幅広い地域医療支援を可能にするための拠点として、新棟「けやき棟」をオープンさせている。また、急性期医療部門を「けやき棟」に集約し、既存棟と合わせて 800 床の病床稼働および運営の統括、調整を行うために平成 25 年 2 月、「病床管理センター」を設置した。

患者は手術、検査などさまざまな目的をもって入院し、その期間や必要な看護なども異なるが、どのような患者であっても、入院するにあたっては、病床が必要となる。病床数 800 を数える筑波大学附属病院ではあるが、常に多くの入院待ちの患者を抱えている。多くの場合、入院は疾病をもつ患者に対する治療の 1 プロセスであり、検査や手術といったほかのプロセスとの間で連携が求められる。患者を無秩序に入院させてしまえば、必要なときに病床が確保できずに治療のプロセスに影響が生じてしまううえに、治療・看護にあたる医師・看護師、検査室や手術室などで多大な混乱を引き起こす。ゆえに、800 ある病床を計画的に運用していかなければならない。

筑波大学附属病院では現在、この病床の運用計画を「ベッドコントロール会議」（以下 BC 会議）にて決定

している。この会議は、週に一度、金曜日に開催される。各診療科の医師と病棟を差配する看護師とが一堂に会し、いつ、どの病棟へ、どの患者を入院（そして退院）させるかという翌週 1 週間分の、病床運用計画を協議しながら決定していく。その決定にあたっては、患者の性別や受診する診療科、大部屋・個室といった部屋種の希望などさまざまに考慮すべきことがあり、多大な手間と時間、そして人的資源が費やされている。

会議の参加者である医師や看護師は、それぞれ本来の業務である診療や看護の時間を割いてこの会議に参加している。その割に、これらの参加者にとって、その結果や過程は満足感のあるものではないようである。例えば、医師は事前の要望どおりに患者を入院させることができなかつたり、看護師は医師の要望に応えるために少々の無理を甘受するといった具合である。また、決定の過程においても、当初の想定とは異なる状況に遭遇した際に、ほかの医師や看護師へ連絡を取り、調整をしていくといった次第で、情報の共有化や透明性が確保されているとはいいがたい。

筑波大学附属病院では、このような状況に鑑み、病床管理の透明性を確保し、無駄を低減することによって患者、職員の期待によりよく応えるべく、病床管理 IT 化検討委員会を立ち上げた。委員会には附属病院の医師、看護師といったこれまで直接的に BC 会議に携わっていた職種の者に加え、医療情報部や医事課の職員も参加している。さらに、筑波大学システム情報系の研究者も加わって、病床管理プロセスの自動化、IT 化について議論している。

これまで、医療サービスに関わる研究として、手術室や看護師、理学療法士のスケジューリングなどがなされてきた [1, 2, 3]。しかし病床の自動割当に関する研

うかい たかもり、よしせ あきこ  
筑波大学 システム情報系  
〒305-0024 茨城県つくば市天王台 1-1-1

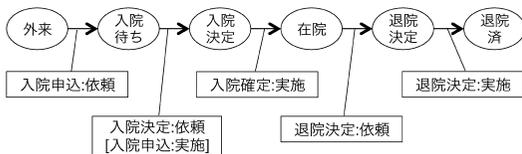


図1 入力オーダーと患者状態の推移

究としては、[4]が挙げられるものの、ORの研究が十分に受け入れられているとは言えない現状である。ここでは、筑波大学サービスイノベーションプロジェクトと筑波大学附属病院とが協同して開発中の、病床自動割当システムを中心として、入退院管理プロセスの一部始終を紹介する。

## 2. 入院フローの現状

本節では、入院申込から実際に入院するまでの、現行の流れについて説明する。患者が入院に至るまでには以下の4通りのフローが存在する。

**予定入院** 最も基本的な入院フロー。入院申込をしてから、BC会議を経て入院決定へと至る。

**緊急入院** 外来として来院、診察をした結果、当日そのまま入院となるフロー。BC会議を経由しない。

**時間外入院** 夜間や休日といった業務時間外の入院。BC会議を経由しない。

**準緊急入院** 外来へ診察へ来て、翌日や数日中に入院となるフロー。BC会議による病床管理を経由しない。

予定入院以外の入院フローはすべてBC会議を経由せずに入院へと至る。患者の入院以外にも、入院申込や手術申込など病院におけるさまざまな医師などの指示は、オーダーとして病院情報システム(Hospital Information System, HIS)に入力される(例えば[5]などを参照)。以下では、予定入院のフローについて、情報の入力/伝達の経路などについて詳述する(図1, 2)。

### 2.1 入院申込

外来患者として来院した患者は、外来担当の医師が診察を行う。診察の結果、入院が必要であると判断されると入院申込を行うことになる。外来担当医師は、診察室に設置された端末よりHISへ「入院申込オーダー」を入力する。入院申込オーダーには、患者の氏名、性別などの基本的な情報のほかに、希望部屋種(大部屋、個室といった希望)や推定入院期間といった項目が存在する。「入院申込オーダー」の入力に前後して、手術や検査といった処置が必要な場合には、「手術申込オーダー」や「検査申込オーダー」を入力する。これらの

HISへのオーダーの入力とは別に、患者は入退院管理センターで入院申込書へ必要事項を記入する。

なお以下では、入院申込をしたが入院日が未決定である患者を「入院待ち患者」と呼ぶことにする。

### 2.2 入院決定

予定入院の患者の入院はBC会議で決定される。患者の入院は、手術や検査といったほかのものと密接に関連する。例えば手術予定のある患者は、準備のために、手術予定日の数日前より入院する必要がある。ただし、術前に十分な期間を確保することは当然のことながら、不必要に早く入院すれば、その分だけ入院期間は長くなり、ひいてはほかの病床を必要とする患者の入院を阻害することになる。

入院待ち患者の入院日の決定は、BC会議に先立つ「手術室会議」、「重症病棟会議」から始まる。これら2つの会議は、それぞれ手術予定の決定、ICUなどの重症病棟の利用予定の決定を行うものであり、現在は木曜日に翌週1週間分の計画を決定している。手術室会議では、手術日と開始予定時刻そして手術を行う手術室の計画が、重症病棟会議では、患者の入棟日と退棟日の計画が決定される。

手術後、患者の容態は一時的に悪化する。状況が回復し、安定するまでは通常以上の観察、看護が必要となるため、一般の病棟よりも看護師の数などが充実した重症病棟に滞在する。患者の状態や手術の種類などにより、重症病棟の利用有無や滞在期間は異なり、また病床数にも限りがあることから、これら2つの会議で調整を行う。

次いで、患者の入院予定を決定する「BC会議」が行われる。BC会議は毎週金曜日の午後に行われ、各診療科を代表する医師たちと、病棟を取り仕切る看護師たちとによって、翌週1週間分の予定を決める。会議の詳しい流れは後述するが、病棟の利用状況や患者の性別、手術や検査の予定などを勘案して、患者の入院日、入院病棟、在院患者を含む退院予定日が決定される。

BC会議の決定は、入院予定者のリストとして医事課へ渡され、対象となる入院待ち患者へ電話による連絡が行われる。その際には、入院日と入院する部屋の種類、当日の入院の流れなどが伝えられ、患者の了承を得る。承諾が得られた患者については、HISより該当患者の入院申込オーダーを検索し、入院日や入院病棟といった情報とともに「入院決定オーダー」を入力する。この入力により、入院申込オーダーは実施されたものとなり、以降その患者を「入院決定患者」と呼

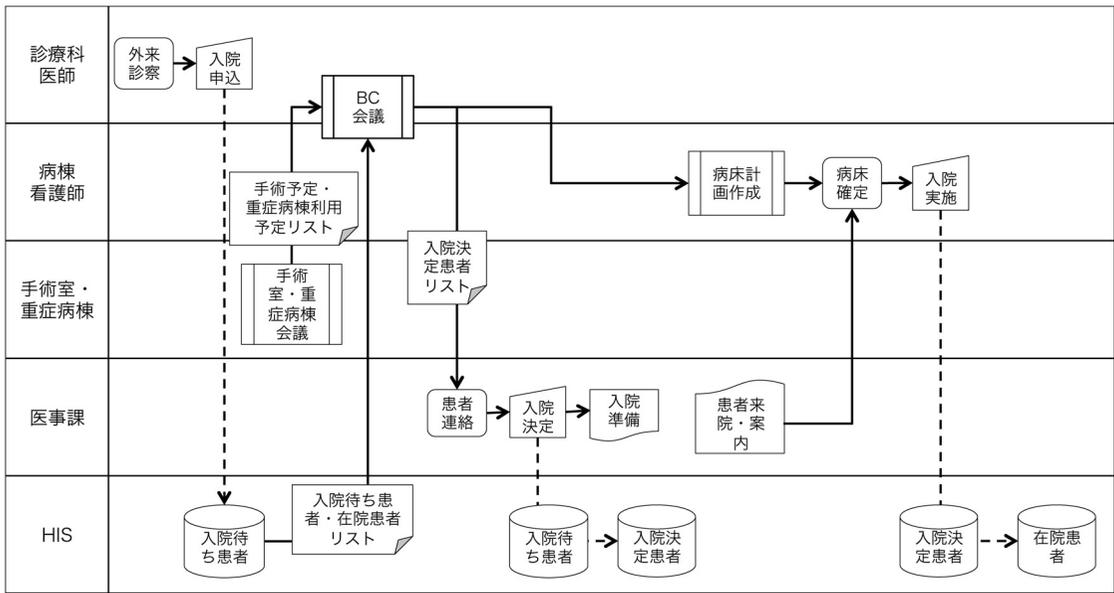


図2 現行の予定入院フロー

ぶことにする。BC会議で決定したすべての入院予定患者への連絡、決定オーダーの入力の終了後、入院決定患者の入院準備が医事課により行われる。これらの準備には、ベッドに掲げるネームプレートや患者に身につけてもらうリストバンドの出力などがある。

### 2.3 入院実施

患者が入院する病棟では、毎日病床の計画が作成される。これは、患者をどの病室、病床へと入院するかを決めるもので、患者の症度やADL（Activities of Daily Living、日常生活動作）などによる患者の要看護の度合いと、病床・病室とナースステーションとの距離などを勘案して、看護師によって定められる。病棟の在院患者は、入院や退院、転棟により毎日変化する。また、時間外入院や緊急入院などによっても変化するため、高い頻度での再検討が必要となる。

入院決定患者は、指定された入院日に入退院管理センターを訪れる。そこでの入院手続きの後、入院病棟へと案内される。入院病棟へ移動した該当患者は、病棟の病床計画に従って病室・病床へと看護師によって誘導され、入院を完了する。患者の誘導、入院にあたっての説明などが終わったところで、病棟の看護師などのスタッフが該当患者の入院をHISへ入力する。入院が完了した患者は以降「在院患者」と呼ぶ。

### 2.4 その他の入院フロー

前項で詳述したのは、通常の前定入院にフローであるが、診察の結果早期の入院が必要であると判断される場合には、緊急入院、準緊急入院といったフローを

たどる。これらのフローでは、BC会議を経由しないため、外来の医師が直接病棟へ空き状況を問い合わせ、入院の決定を行う。また、時間外入院の際に、一部の作業が翌朝になるといった点などが異なる。

## 3. BC会議

この節では、入院患者の決定を行うBC会議について、その準備も含めて詳述する。会議には診療科より1~2名程度の医師と、病棟より1~2名の看護師の合計50名程度が参加する。会議室内でフロアごとに、その病棟の看護師とそこをホーム病棟とする医師が集まって、病床の運用予定を決定していく。その決定は、「患者移動・病床管理表」という紙に病棟ごとに書き込まれる。ここへ各日付に転入、転出、入院、退院する患者を男女別に書き込むことで、その病棟への患者の出入りを把握するのである。この管理表には、上記に加えて大部屋・個室の空床数、総患者数、手術などを記入するスペースがあり、病棟の状況を確認ことができる。看護師は管理表を日々の患者の移動を把握するために利用し、予定外の入退院が生じた場合などには逐次変更を加えていく。

### 3.1 事前準備

BC会議に先立ち、手術室会議・重症病棟会議で決定した手術予定患者・重症病棟利用予定患者リストが用意される。

各診療科の医師は、おのおのの診療科内のほかの医師から寄せられた入院待ち患者を調整し、その週の入

院を希望する患者のリストを準備する。同時に、現在在院中の患者について、退院予定日についての情報を収集する。入院待ち患者のうち、どの患者を優先して入院させるかといった決定や、入院待ち患者の情報整理などは、各診療科によってまちまちである。

看護師は、前週の会議で作成した患者移動・病床管理表に、その週の変更を加筆し、病棟の最新情報として参照する。

### 3.2 会議の進行

各病棟の看護師が、持参した前週の管理表を元に、転入・転出欄へ患者の移動予定を書き込む。次いで、医師たちが既存の在院患者のうち退院予定の確定している患者の退院日を看護師へ伝え、退院欄へ患者名を記入する。

一通りの記入が済むと、医師が入院させたい患者の入院希望日と希望する部屋種、性別などを看護師へ伝え、看護師はその可否を空床数やその日の予想される業務量などから判断する。可能であると判断すれば、看護師はその患者の氏名を管理表の該当する日付へ記入していく。こうして、医師が事前に準備していた入院待ち患者の入院がすべて承諾されれば終了となる。病棟の看護師は、作成した管理表の写しを提出し、順次会議室より退出していく。

容易に想像できるように、入院患者の決定は序盤においては何事もなく進んでいくが、後半になるにつれて、空床数や業務量との兼ね合いから調整が必要な局面が生じてくる。そのような場面では、入院患者を入れ換えたり、退院を促進することによって空床を確保することで、患者の入院を可能にしている。特に手術や検査といった予定のある患者が入院できなくなると、それらの予定に変更を強いることとなる。参加者はこれらの患者を最優先して入院させるよう調整を行う。次いで、症度が重く、入院の緊急性が高い患者を入院させようとする。

上記のような調整を行っても、その病棟に入院させることが適わない場合には、ほかの病棟への入院を依頼することになる。この依頼は看護師が行うこともあるが、医師が行うこともある。受け入れを打診された病棟は、普段看護している診療科とは異なる診療科の患者を看護することになる。不慣れな看護を行うことにより、受け入れ病棟の負担は増すため、依頼側は症度が軽いなどの必要な看護度の低い患者を他病棟へ依頼するよう調整し、可能な限り早い段階で自病棟へと転棟させようとする。

### 3.3 問題点

医師、看護師が協力して病棟の運用計画を作り上げていくため、相互の理解が期待できる反面、多くの弊害も生じている。以下に、BC 会議の問題点を箇条書きにする。

- 何人入院させられるかがわからない  
複数の診療科が一つの病棟をホーム病棟とするため、ほかの診療科の如何によって入院患者の数が変化してしまう。
- 会議中の退院の追加  
会議中に空床を確保するために、医師たちがほかの医師へ連絡し、退院ができそうな患者を探すといった行動がとられる。
- オーバーブッキング  
1 週間先の予定を決めるため、週の後半は予測の精度が悪くなる。そのため、どの患者とは言えないが、何人かの候補のうち 1~2 名の患者が退院すると予測して計画を行っている。
- 情報が共有されていない  
各診療科で入院させる患者の候補や、他病棟の状況などは共有されず、問い合わせをしなければわからない。
- 個人に依存した決定  
入院の可否については統一的な指標はなく、看護師に依存する。個人々の勘と経験によって判断がなされており、不透明な部分が存在する。
- 手書きによるコスト  
患者移動・病床管理表へ手書きで記入していくため、会議中に患者や日付を変更するたびに修正が必要となる。加えて、空床数や総患者数といった情報も逐一書き直しており、無駄な時間を費やしている。
- 医事課の作業への影響  
上記に関連するが、BC 会議で決定された管理表に基づいて、医事課は患者への連絡を行う。その際、関連する資料を検索するのだが、患者の ID ではなく氏名を記入するため、同名同名や読み間違いが生じることもある。

## 4. 検討中の入院フローと病床割当プロセス

前節までに説明した人的・時間的資源を費やす BC 会議を廃し、IT 技術を導入して病床管理を効率的に行うことを目的として、病院内に病床管理 IT 化検討委員会が設置された。以下では、現在委員会が提案して

いる入院フローについて記述する。

#### 4.1 病床区分の新設

これまで、各診療科の医師は BC 会議の場になって初めてどれだけの病床が利用できるかを把握することができた。より厳密に言えば、BC 会議の結果がその診療科が利用できる病床となったのである。それまでの経験上、大凡の推定はできるものの、確実に利用できるかどうかはその場にならなければ判明しない。

そこであらかじめ各診療科に利用可能な病床を割り当て、各診療科には各自の責任をもって、その範囲で患者の入退院をコントロールするように定めた。ただし、病床数のすべてを診療科に配分してしまうと、退院の延期や緊急入院があった場合に対応しきれない。また、明らかに複数の診療科が共通して利用する種類の病床も存在する。このような点より、以下のように病床を区分することとした。

**責任病床** 各診療科に配分される（一般）病床。診療科は、この数の範囲内であれば、自由に患者を入院させることができる。

**重症病棟床** ICU、重症病棟の病床。どの診療科も利用できる。

**重症病棟後方床** 重症病棟を出たが、比較的看護度の高い患者のための病床。患者の状態に応じて、どの診療科も利用できる。

**時間外入院対応床** 時間外入院時に患者を優先的に入院させるための（一般）病床。特定の位置にある訳ではなく、日々空いている病床の中から指定を行う。

**バッファ床** 各診療科が、配分された責任病床が満床となった際に利用する（一般）病床。利用には一定の制限が加わる。

なお、責任病床とバッファ床は共に一般病棟の病床であり、数字上の区分である。すなわち、一般病床のうち具体的にどの病床が（どの診療科の）責任病床であるか、あるいはバッファ床であるかを固定するものではない。責任病床数を超えて患者が入院している診療科がある場合に、その超過分がバッファ床を利用していると見なすのである。

#### 4.2 入院フロー

本項では特に入院決定に焦点を当てて説明する。これまで、週に一度の BC 会議で翌週 1 週間分の入院患者の決定を行っていたため、週の後半になると不確実性が増していた。そこで、検討中のフローでは、毎日、2 業務日後までを対象として入院患者の決定を行うことにしている。すなわち、月曜日に水曜日を、... 木

曜日に土曜日から月曜日を、金曜日に翌火曜日を対象として決定する。

新しい入院決定のプロセスでは、入院日・患者の決定と、入院病棟の決定とは分離される。まず、入院日・患者の決定について説明する。前述の責任病床の範囲内であれば、診療科は自由に患者を入院させることができる。各診療科の医師が在院患者の退院予定日を HIS へ入力することで、責任病床数と退院予定とから入院可能な上限が自動的に定まる。次に医師が入院待ち患者に対し優先順位と入院希望日の設定を行う。すると、優先順位が上位の患者より順に、各患者の入院希望日以降のできるだけ早い日付が入院候補日として割り当てられる。医師は、その結果を見て、優先順位の変更や、追加の退院予定日の登録を行うことで、入院予定を調整し、定められた時刻までに優先順位を付けたりリストを医事課へ提出する。

すべての診療科のリストが提出されると、入院病棟・部屋種の割当てが行われる。この割当ては患者の希望部屋種や性別といった多くの条件を考慮しなければならず、後述する自動割当システムを新たに構築する。その後、医事課は患者への連絡を行い、入院決定へと至る。

### 5. 病床割当の定式化

前節までで説明してきた、病床割当問題の定式化について述べる。問題の定式化は数理最適化の知識がある方にとってはなじみのあるものである。患者への病床割当は、医事課による「病棟・部屋種の決定」と看護師による「病室・病床の決定」の 2 つの段階に分かれている。

#### 5.1 第 1 段階：病棟割当

第 1 段階では、割り当てられる病棟・部屋種に対する満足度の最大化を目指す。

満足度といったとき、誰にとつての満足度であるかが重要となる。本来ならば、割当ての対象となる患者の満足度を最大化することが望ましいだろう。一方で、サービスを提供する医師や看護師にも配慮した割当てを求める必要がある。本稿では、満足度とは、医師や看護師といった病院側、患者側双方にとって具合の良い割当てを点数化したものといった程度の意味で用いる。

#### 記号の定義

##### 集合

$P$  : 入院患者全体の集合。

$P'$  : 割当ての対象とならない患者の集合。  $P' \subset P$ 。

$W$  : 病棟-部屋種（例えば「B301 病棟の大部屋」）の

集合.

$G$ : 診療科の集合.

$H$ : 希望部屋種の集合.

$S$ : 性別の集合.  $S = \{ \text{男性, 女性, どちらでもない} \}$

集合  $P'$ ,  $W$  については説明が必要である.

$P'$  は, 割当てを行う対象を制限することで計算量を少なくするためのものである. 前日までに入院しており, 非ホーム病棟からホーム病棟への転棟や, 希望部屋種への転室が不要な患者は割当ての対象とする必要がなく, また, 状況によっては無駄な転棟/転室を生じることになる.  $P'$  は上記のような, 割当ての対象としない患者の集合を表す.

次に  $W$  について説明する. 「正確な意味での一つの病棟」には, 大部屋, 個室が入り交じっている. これに対し, 数式内では同じ病棟内であっても, 異なる部屋種を別のものとして取り扱う. つまり, 上の集合  $W$  の要素  $w$  は, 「正確な意味での病棟の特定の部屋種」を表しており, 例えば, 「B301 病棟の大部屋」, 「B630 病棟の個室」といった具合となる. 以下では, 「病棟-部屋種」の組をただ単に病棟と呼ぶことにする.

#### 定数

$m_{gw}$ : 受診診療科  $g$  の患者を病棟  $w$  に割り当てたときの満足度.

$n_{tw}$ : 希望部屋種  $t$  の患者を病棟  $w$  に割り当てたときの満足度.

$b_w$ : 病棟  $w$  の病室あたりの病床数. 病棟  $w$  が個室なら 1, 大部屋なら 4.

$k_w$ : 病棟  $w$  の病室数.

$g_p$ : 患者  $p$  の受診診療科.  $g_p \in G$

$h_p$ : 患者  $p$  の希望する部屋種.  $h_p \in H$

$$a_{ps} = \begin{cases} 1: \text{患者 } p \text{ が性別 } s \text{ である} \\ 0: \text{その他の場合} \end{cases}$$

$$\xi_{pw} = \begin{cases} 1: \text{患者 } p \text{ を病棟 } w \text{ に固定する} \\ 0: \text{その他の場合} \end{cases}$$

#### 決定変数

$$x_{pw} = \begin{cases} 1: \text{患者 } p \text{ に病棟 } w \text{ を割り当てる} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

$y_{ws}$ : 病棟  $w$  の病室のうち性別  $s$  の患者に割り当てる部屋の数.

#### 目的関数

$$\max \sum_{p \in P} \sum_{w \in W} x_{pw} (m_{g_p w} + n_{h_p w})$$

目的関数の第 1 項は, 患者の受診診療科と割り当てられた病棟の間の満足度を, 第 2 項は希望する部屋種と割り当てられた部屋種との間の満足度を表している.

#### 制約条件

$$\sum_{w \in W} x_{pw} = 1, \quad \forall p \in P \quad (1)$$

$$\sum_{p \in P} x_{pw} a_{ps} \leq b_w y_{ws}, \quad \forall w \in W, \forall s \in S \quad (2)$$

$$\sum_{s \in S} y_{ws} = k_w, \quad \forall w \in W \quad (3)$$

$$x_{pw} = \xi_{pw}, \quad \forall p \in P', \forall w \in W \quad (4)$$

$$x_{pw} \in \{0, 1\}, \quad \forall p \in P, \forall w \in W \quad (5)$$

$$y_{ws}: \text{整数}, \quad \forall w \in W, \forall s \in S \quad (6)$$

(1) は, 患者を必ずいずれかの病棟に割り当てることを表している. (2) は各病棟における性別ごとの患者数が, その性別に割り当てられる病床数以下という制約である. 各病棟で, 性別ごとに割り当てられる病室数の合計はその病棟の病室数に等しいことを表すのが (3) である. (4) はすでに入院しているなど, 割当ての対象とならない患者を固定するためのものである.

#### 5.2 第 2 段階: 病床割当

第 2 段階では, 第 1 段階の結果を基に, 病棟ごとで病室・病床の割当てを行う.

#### 追加の記号の定義

##### 集合

$P_w$ : 病棟  $w$  に入院する患者の集合.

$P'_w$ : 対象病棟に入院する患者のうち, 割当ての対象とならない患者の集合.

$R_w$ : 病棟  $w$  の病室の集合.

$B_r$ : 病室  $r \in R$  の病床の集合.

##### 定数

$c_{pb}$ : 患者  $p$  を病床  $b$  に割り当てたときの満足度.

$$\zeta_{pb} = \begin{cases} 1: \text{患者 } p \text{ を病床 } b \text{ に固定する} \\ 0: \text{その他の場合} \end{cases}$$

##### 決定変数

$$z_{pb} = \begin{cases} 1: \text{患者 } p \text{ に病床 } b \text{ を割り当てる} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

$$g_{rs} = \begin{cases} 1: \text{病室 } r \text{ に性別 } s \text{ を割り当てる} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

## 目的関数

$$\max \sum_{p \in P} \sum_{b \in B} z_{pb} c_{pb}$$

## 制約条件

$$\sum_{b \in B} z_{pb} = 1, \quad \forall p \in P_w \quad (7)$$

$$\sum_{p \in P_w} \sum_{b \in B_r} z_{pb} \leq b_w, \quad \forall r \in R_w \quad (8)$$

$$\sum_{b \in B_r} z_{pb} a_{ps} \leq g_{rs} b_w, \quad \forall r \in R_w, \forall p \in P_w, \forall s \in S \quad (9)$$

$$z_{pb} = \zeta_{pb}, \quad \forall p \in P'_w, \forall b \in B_r, \forall r \in R_w \quad (10)$$

$$z_{pb} \in \{0, 1\}, \quad \forall p \in P_w, \forall b \in B_r, \forall r \in R_w \quad (11)$$

(7) は、患者を必ずいずれかの病床に割り当てることを、(8) は病室  $r$  に割り当てられる患者の合計数が、その病室の病床数を超えないことを表している。(9) は性別に関する制約で、病室  $r$  に割り当てられた性別と同じ患者のみが、その病室  $r$  に割り当てられることを示している。(10) は既に入院しているなど、割当ての対象とならない患者を固定するためのものである。

## 6. おわりに

本稿では、筑波大学附属病院での病床管理の自動化の取組について紹介した。現在は、入院フローの改訂とともに、タブレット上のソフトウェアとして実装し、対象となる病棟を限って試用を行うフェーズとなっている。4 節で説明したフローのとおり、医師による入院待ち患者のリストの提出から、病棟割当までに長い時間を割くことはできない。また、実際に利用する医事課や看護師らにしてみれば、最適でなくとも許容で

きる程度の解こそが必要であろう。そこで5 節の定式化に基づいた、2-opt 近傍を利用した局所探索法による自動割当を実装中である。

ご覧いただいたとおり、病床割当の定式化では、現在手作業で行われている割当て時に考慮されている項目の多くを取り入れていない。これは、HIS より取り出せる情報の限界に起因している。例えば、患者の症度などというものは、時々刻々と変化していき、これをその都度 HIS へ入力するという事は現実的には不可能である。このような制限の中で、より職員の希望に沿った形の割当てを出力するようにするのが今後の課題である。その結果として、有用性を示すことができれば、現在 HIS になような情報を収集することに対する動機付けとなり、さらに改善をしていくことができるものと思われる。

## 参考文献

- [1] 今泉隆徳, 伊東美奈, 鈴木敦夫, 藤原祥裕, 小林千尋, 手術室のスケジューリング支援システムの試作, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2013 年春季研究発表会アブストラクト集, 70–71, 2013.
- [2] J. D. Griffiths, J. E. Williams and R. M. Wood, Scheduling Physiotherapy Treatment an Inpatient Setting. *Operations Research for Health Care*, **1**, 65–72, 2012.
- [3] 池上敦子, 丹羽 明, 大倉元宏, 我が国におけるナーススケジューリング問題, オペレーションズ・リサーチ, **41**, 436–442, 1996.
- [4] 渡辺宏樹, 大西 真, 大江和彦, 各科共通病床の導入にともなう入院患者の病床自動決定システム, 医療情報学, **22**, 499–500, 2002.
- [5] 日本医療情報学会医療情報技師育成部会編, 「新版 医療情報 医療情報システム編」, 篠原出版社, 2009.