

## 夜間急病センターにおける医師数と患者待ち時間の分析

02502341 北海道大学大学院工学研究科  
1004631 北海道大学大学院工学研究科

\*古久保 真実 FURUKUBO Mami  
大内 東 OHUCHI Azuma

### はじめに

地域包括医療システムは、地域住民に対し保険、医療、福祉が有機的に一体となって、総合的かつ計画的にサービスを提供することを目的としている。特に日本がこれから向かう少子高齢化社会にとって重要な役割を果たすものとして注目されており、各地域の社会特性および固有の地域状況を考慮したシステムの構築とその円滑で効果的な運営が求められてきている。

現在、地域包括医療システムの重要な課題として、救急医療システムの再整備、少子高齢化社会を背景とする国民医療費の問題、在宅医療サービスのあり方、などがあげられる。

中でも救急医療システムは、早急に適切な治療を必要とする地域住民の生命と身体を守るための重要な社会的役割を担っている。さらに、夜間急病センターは夜間における医療サービスの隙間を埋める存在として救急医療システムにおいて必要不可欠な施設である。

本研究では、札幌市の夜間急病センターを例に取り混雑度の分析と効率化の評価を行う。

### 目的

札幌市では、人口 170 万人に対して夜間急病センターは一施設である。つまり、市民にとって唯一の夜間医療施設であり、その重要性が伺える。また、札幌市は深夜間急病センターの開設を決定しており、新センターは市民のニーズを可能な限り満たす施設であることが望まれる。

本研究では、札幌市の夜間急病センターの混雑度、具体的には患者の待ち時間と医師数の関係を分析する。さらに患者数と医師数と患者の待ち時間から効率性の比較を行う。そのことによって、新センターにおける職員体制等の指標を示す事ができる。

### センターの現状とニーズ

本研究ではまず、夜間急病センターの現状の問題点と市民のニーズを把握する目的で利用者に対してアンケート調査を行った。その結果、70%以上が待ち時間を長いと感じていることが分かった。そのため、実際にセンターの混雑度がどの程度であるのかを把握し、患者の待ち時間と医師数の関係を分析する必要がでてきた。分析結果から医師数とを増やした場合の待ち時間の減少具合の予測と、患者数と医師数の関係からセンターの効率性の比較を行い、職員体制の指標を示す。

本研究では、具体的に待ち行列理論を用いて、実際のセンターの混雑度の分析を行う。

### 仕様モデル

実際のセンターの混雑度を把握するためと、待ち行列の理論を用いて実際の患者の待ち時間をモデル化するためにセンターにおいて実態調査を行った。

この際に、使用した待ち行列モデルは、M/G/1、M/G/2 である。到着をランダム、診察時間を一般分布に従う平均サービス時間、窓口を1つとしたものだが、診察時間分布による待ち時間の比較のためにMM/1モデル、M/D/1モデルにも適用している。さらに医師数を増やした場合の待ち時間の減少具合を示すために同様にM/G/s、MM/s、M/D/sモデルに適用させている。

この際に上記の待ち行列の基本となるモデルを用いた。これは、今回の目的は医師数を増やした場合にどの程度、患者の待ち時間減少するかを示すことが目的であるためと、計測できる実データが秒単位で正確に測れるものではなく、さらにそのアウトプットにおいても秒単位の正確さを求めているためである。また今後さらに正確なモデルが必要となった場合でも待ち行列理論を適用する上で必ず必要となるデータである平均到着率と平均サービス時間を含んでい

るため今回の調査において不適切ではないと判断した。以下に使用したM/G/sモデルを紹介する。

M/G/sモデルによる平均待ち時間 [5]

$$EW(M/G/s) \cong \frac{1+C_s^2}{\frac{2C_s^2}{EW(M/M/s)} + \frac{1-C_s^2}{EW(M/D/s)}}$$

$C_s^2$ : サービス時間の変動係数の平方

### 実態調査

待ち行列理論を用いて夜間急病センターの混雑度を分析するためには、

- ・患者到着率
- ・平均診察時間

を調べる必要がある。そのために、本研究では夜間急病センターの患者の到着時刻と診察開始時刻と診察終了時刻から上記の二つのデータを得ることとした。これらのデータを収集するには現在のところ人手による観測以外に存在しない。さらに一回の実態調査において、診察時間12時間にて対して45人の調査員によって測定が行われるため、時間的コスト的に調査回数を重ねることが困難である。

### 分析結果

実態調査の調査対象は以下の5科である。

- ・内科準夜 (19:00~24:00)
- ・小児科準夜 (19:00~24:00)
- ・内科・小児科深夜 (19:00~23:00)
- ・耳鼻科準夜 (19:00~23:00)
- ・眼科準夜 (0:00~7:00)

実際のデータを待ち行列モデルに適用する際に、問題となってくるのは医師の休憩時間や回診、救急患者の診察といった時間の処理である。本研究では、患者にサービスを行わない時間帯

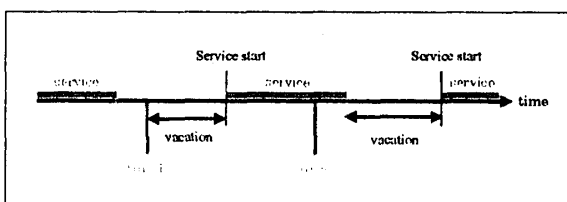


Figure 1 Vacation time

Table1 待ち時間の比較

| 待ち時間  | 1回目   |      | 2回目   |      |
|-------|-------|------|-------|------|
|       | M/G/1 | 実測   | M/G/1 | 実測   |
| 内科準夜  | 20.1  | 20.5 | 12.7  | 12.1 |
| 小児科準夜 | 9.5   | 11.2 | 10.2  | 9.8  |
| 耳鼻科準夜 | 14.7  | 17.4 | 4.2   | 5.6  |
| 眼科準夜  | 7.9   | 8.8  | 7.9   | 7.0  |
| 深夜    | 11.2  | 13.7 | 8.3   | 10.2 |

としてこれらの時間帯を Vacation time とした。(Figure 1)

これまでのアプローチとして、これらの時間帯に閾値を設定し、Vacation time が閾値以下であれば患者のサービス時間とし、閾値を超えたものはサービス停止時間帯とし、全サービス稼働時間から削除するという処理を行った。Table1 が計算結果である。

### 今後の課題

これまでのアプローチでは、実データに対して待ち行列理論を適用して待ち時間を算出する際に閾値の設定が重要なポイントとなっている。実態調査の困難さを考慮すると閾値に依存しない待ち時間の算出が望ましい。現在、新たなアプローチを実験中であり、その結果も合わせ発表する予定である。

### 参考文献

- [1] 大内 東、黒河徹也:「夜間急病センター最適配置に対する分析方法の提案と札幌市における適用例」医療学会誌 25(4)
- [2] 札幌市医師会:「札幌市医師会夜間急病センターの実態調査と分析」1998
- [3] 北海道大学・札幌市共同研究グループ:「札幌市における都市型夜間急病センターの整備と地域包括医療サービスの提供に関する調査研究」1998
- [4] 国友 義久:「オンラインネットワークの構造的設計」、近代科学社,1987
- [5] Toshikazu Kimura: Approximations for multi-server queues: system interpolations, Queueing Systems 17 (1994) 347-382