

社会シミュレーションを用いたマッチング理論に基づく 新興感染症患者隔離先決定手法の一提案

○川本恭平 貝原俊也 藤井信忠 國領大介 (神戸大学)

A Proposal of Isolated Patient Allocation Method for Emerging Infectious Diseases based on Matching Theory using Social Simulation

*K. Kawamoto, T. Kaihara, N. Fujii and D. Kokuryo (Kobe University)

概要— 新型コロナウイルスをはじめとした新興感染症で講じられる隔離措置に関し、医療体制のひっ迫を避けるため無症状や軽症の患者の宿泊療養並びに自宅療養の活用が進められているが、その隔離先の決定方法には明確な基準がない。我々は、患者の意見を優先しつつ、医療機関・行政の意思決定を反映可能な隔離先決定メカニズムの提案を目指している。本稿では、新型コロナウイルスが蔓延した仮想都市を対象に、DA メカニズムに基づく患者隔離先決定手法を提案し、エージェントベースシミュレーションによりその有効性について評価する。

キーワード: マッチング理論, 受入保留メカニズム, 新興感染症, 社会シミュレーション

1 はじめに

感染症のまん延は医学や衛生水準が向上した現在においても人類に脅威を与えている。中でも、性質が未知である新興感染症は、ワクチンおよび抗ウイルス薬による感染抑制が難しく、患者の隔離措置が主な対策として実施される。しかし、その隔離先は担当者が状況に応じて決定しているため、有効な決定方法は確立されていない。そこで我々は患者の希望を優先しつつ、医療機関・行政の意思決定を反映可能な患者隔離先決定メカニズムに関する研究に取り組んでいる。本稿では、マッチング理論の一つである受入保留メカニズム(以下、DA メカニズム)を用いた患者隔離先決定手法を提案し、エージェントベースシミュレーションによりその有効性を検証する。

2 対象モデル

本研究で対象とする仮想都市は、隔離先となる病院、宿泊施設や学校といった施設を持つエリアの集合体とし、ヒトエージェントが生活しているものとする。またヒトエージェントは、SEIR モデルをベースに新型コロナウイルスに感染し、自覚症状が出る者とそうではない者が存在するものとする¹⁾。患者となったエージェントの隔離先は、病院、宿泊施設、自宅の3種類とする。宿泊療養または自宅療養の実施基準は厚生労働省の運用を基に決定する²⁾。

3 マッチング理論を用いた隔離先決定手法

本稿における患者隔離先決定は、各患者が複数の隔離施設とのうち必ず1つとマッチする多対一マッチング問題とみなせる。そこで本稿では多対一マッチング問題において、出力が必ず安定マッチングとなるDAメカニズムを用いた患者隔離先決定手法を提案し、患者の選好を加味した隔離先割当の実現を目指す。以下にDAメカニズムの提案手法の流れを示す。

Step1: 初期設定として、各患者は隔離施設の希望順位、隔離施設は定員枠、マッチング回数 k を1に設定する。

Step2: 隔離施設と仮マッチしていない患者は第 k 希望の隔離施設に希望を出す。

Step3: 隔離を希望した患者がいる隔離施設において、定員枠を超えていなければ希望した患者の隔離施設として仮マッチする。定員枠を超えている場合には各隔離施設の優先順位の高い方から定員枠まで仮マッチし、仮マッチしなかった患者はリジェクトする。

Step4: すべての患者が仮マッチを終えた場合、マッチングを終了して正式な隔離先とする。そうでなければ $k := k + 1$ として **Step2** に戻る。

4 計算機実験・結論

シミュレーションソフトウェアである AnyLogic を用いて、提案手法の有効性について検討する。提案手法を用いて隔離した場合(DA)、および比較として全患者を病院へ隔離し、病床が足りなくなった場合のみ自宅療養した場合(control)の結果を表1に示す。

Table 1: シミュレーション結果

		control	DA
総患者数 (人)	AVG	7656.5	7639.1
	SD	24.4	21.4
ピークタイム (日)	AVG	34.8	34.6
	SD	2.4	0.9
ピーク時の病床使用率 (%)	AVG	100.0	85.3
	SD	0.0	1.0
患者一人当たりの実現効用	AVG	0.24	0.46
	SD	0.0047	0.0039

提案手法を用いた場合、 $[0, 1]$ の一様乱数により生成された割当に対する患者の効用について、患者一人当たりの実現した効用が増加し、ピーク時の病床使用率が緩和されることが分かった。このことから提案手法は患者の希望をより優先できるとともに、医療体制のひっ迫緩和に対しても有効であることが示唆された。

参考文献

- 1) Jayrold P. Arcede et al. Accounting for Symptomatic and Asymptomatic in a SEIR-type model of COVID-19. *Math. Model. Nat. Phenom.* 15 (2020)
- 2) 厚生労働省:新型コロナウイルス感染症の感染症法の運用の見直しについて, <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000675228.pdf>, 2021/2/16 アクセス