

外来患者の属性を組み込んだ座席選択行動モデルと座席レイアウトの評価

青山宙和・大佛俊泰・金子弘幸

Patients' Seat-choice Model Considering Attribute and Evaluation of Seat Layout

Hirokazu AOYAMA, Toshihiro OSARAGI and Hiroyuki KANEKO

Abstract: In order to consider more comfortable seat layout, it is important to grasp the seat-choice behavior of users. In this paper, we construct a model which describes patients' seat-choice behavior in the waiting room of a hospital. Using this model, we discuss the difference of the seat-choice behavior considering the personal attribute. Also, we demonstrate the effect of guiding the patients' choice, and evaluate several seat layouts in terms of the utility they obtain.

Keywords: シミュレーション (simulation), 座席選択行動 (seat-choice behavior), ネスティッドロジットモデル (nested logit model), 配置評価 (layout evaluation), 効用 (utility)

1. はじめに

最適な座席配置を検討する上で、利用者の座席選択性向を把握することは重要である。観察調査等により、座席選択性向について定性的に議論している研究は多いが、その要因を定量的に分析している研究は少ない。そこで筆者らは、外来待合エリアにおける患者の座席選択行動を記述するモデル（座席選択行動モデル）を構築し、座席特性が選択行動に及ぼす影響を明らかにした（青山ほか，2016）。

本稿では、患者の属性ごとに、モデルのパラメータを推定し、属性によって異なる座席選択性向を分析する。また、座席選択行動モデルを用いたシミュレーションを実行し、着座者の得る効用の観点から、着座する座席を誘導することの効果の検証や、複数の座席配置案の比較評価を試みる。

2. 座席選択行動モデル

2.1 座席選択行動モデルの概要

A病院の外来待合エリアには、4種類（3人掛け席・ソファ席・テーブル席・パイプ席）の座席が存在する（計144席，図-1）。患者は、これらの座席の中で最も効用の高い座席を選択するものと考え、効用関数は線形モデルで記述し、ロジットモデルを構成する。未知パラメータは最尤法により推定する。患者は、着座しようとする座席（C1およびC2）エリア内の先客がいない座席群（選択肢集合）の中から、座席を選択する。本稿では、患者はまず、着座したい座席種類を決定し、次に、その座席種類の中から1座席を選択するものとする。具体的には、

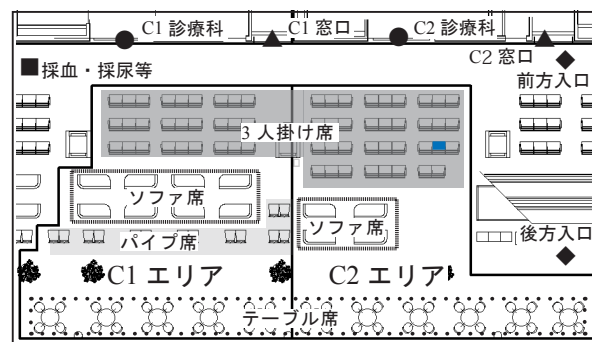


図-1 A病院の外来待合エリア

青山宙和 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

東京工業大学大学院 情報理工学研究科

情報環境学専攻 大佛研究室

Email: aoyama.h.ac@m.titech.ac.jp

「座席選択行動モデル」は、「座席種類選択モデル」と「座席選択モデル」で構成されるものとする (図-2)。

2.2 目視調査の概要

2種類の目視調査 (図-3, 患者の座席選択行動に関するサンプリング調査, および, 時間断面の座席利用状況に関する終日調査) の結果を用いて, 座席選択行動モデルのパラメータを推定する。「先客有無」は, 着座時点における座席の占有状況である。調査で得られた全 675 サンプルのうち, 性別・着座した座席・時刻が判明している 567 サンプルを対象とする。

2.3 パラメータの推定結果

表-1 に, 座席選択行動モデルのパラメータ推定結果を示してある。3人掛け席固有の効用は正であり, テーブル席固有の効用は負である。しかし, 行為 (食事・買い物・事務など) を行う患者については, 3人掛け席では負の効用となり, テーブル席では正の効用になることがわかる。3人掛け席では, 中間席の効用値が, 目的地までの距離が4倍の角席の効用値とほぼ等しくなっている。また, パイプ席やテーブル席では, 隣席の先客の影響が大きいことがわかる。

2.4 モデルの精度

座席種類選択モデルでは尤度比は 0.38 と良好な値を示しており, 患者が選好する座席種類はある程度の精度で推定可能であるといえる。一方, 座席選択モデルに関しては, 尤度比が低く, 座席種類選択後に, 着座する個々の座席を精度良く推定することは, 現時点では難しい。ここで, 着座回数の実測値と推定値 (患者・座席別に推定される選択確率の累積値) の差をみると (図-4), 幅員の狭い通路に囲まれた箇所で過大に推計している傾向がある。また, ソファ席では, 背もたれ側で過小に推計している。このことから, 本稿の座席選択行動モデルに, 通路幅員やソファ席の背もたれの影響を加味することで, 精度が改善する可能性がある。

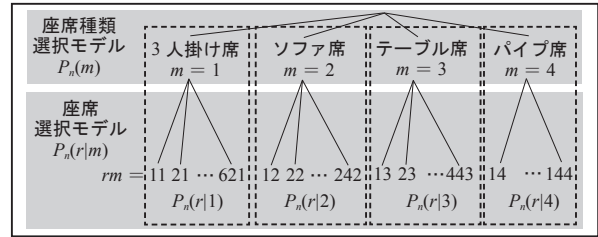


図-2 座席の選択構造のモデル化

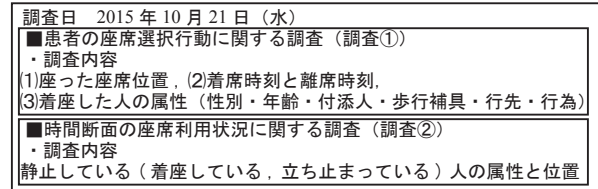


図-3 目視調査の概要

表-1 座席選択行動モデル

		座席選択モデル				座席種類選択モデル	
		$P_n(r 1)$	$P_n(r 2)$	$P_n(r 3)$	$P_n(r 4)$	$P_n(m)$	
パラメータ (カッコ内の数値は t 値)	3人掛け席	中間席 ダミー変数	-1.06** (-6.45)				
		目的地までの距離 [m]	-0.25** (-5.91)				
		隣席の先客有無 (有:1, 無:0)	-0.40* (-2.18)				
	ソファ席	目的地までの距離 [m]		-0.12 (-1.21)			
		隣席の先客有無 (有:1, 無:0)		-0.28 (-1.04)			
	テーブル席	目的地までの距離 [m]			-0.06 (-1.19)		
		同一テーブル内の先客有無 (有:1, 無:0)			-1.82** (-3.84)		
	パイプ席	目的地までの距離 [m]				-0.11 (-0.68)	
		隣席の先客有無 (有:1, 無:0)				-1.39** (-2.74)	
	固有の種類効用の	3人掛け席					1.68** (7.44)
		ソファ席					0.73** (3.27)
		テーブル席					-1.52** (-4.29)
行為の有無	3人掛け席					-2.19** (-2.61)	
	ソファ席					-0.24 (-0.34)	
	テーブル席					3.65** (5.49)	
λ						0.36** (4.32)	
自由度調整済み尤度比 ρ^2		0.057	0.0040	0.043	0.063	0.38	

$P_{n(r|m)}$: 患者 n (1-567) が座席種類 m (1-4) の座席 r を選択する確率
 $P_{n(m)}$: 患者 n (1-567) が座席種類 m (1-4) を選択する確率

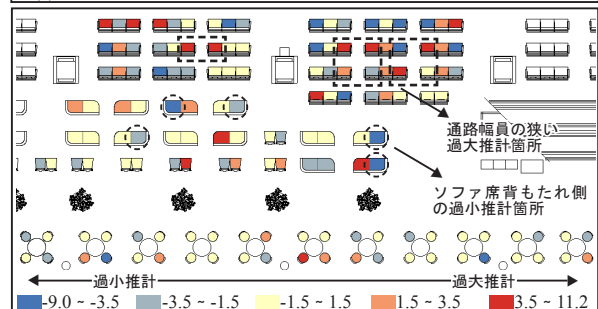


図-4 着座回数の実測値と推定値の比較

3. 患者属性別の推定パラメータ

3.1 属性別のパラメータ推定方法

座席選択モデルで患者属性を一度に考慮しようとすると、多くの未知パラメータを推定する必要があり、本稿で用いているサンプル数(567)では推定が困難である。そこで、患者属性(表-2)ごとにパラメータを推定することで、属性別の座席選択性向の差異を分析することを試みる。このとき、3人掛け席のみを分析対象とし、特性変数は平均0・分散1となるように標準化してある。

3.2 パラメータの推定結果

属性別のパラメータの推定値を図-5に示す。性別に見ると、男女ともに中間席・先客・距離の順で重視しているが(図-5(a))、重視する程度には男女差が見られる。例えば、中間席と距離の値の比を比較すると、男性は約6倍であるのに対し、女性は約3倍となっている。また、高齢者は、距離よりも、先客のいない座席を好む傾向にあり(図-5(b))、歩行補具(杖・車いすなど)を有する患者にも、同様の傾向が見られる(図-5(c))。これらの属性の患者は、他の属性の患者と比べて、退座や着座の際に広いスペースが必要であるためと推察される。また、複数人で着座する場合、隣合わせで着座できる中間席は正の効用となっている(図-5(d))。

4. 座席選択行動モデルの応用

4.1 座席選択シミュレーションの方法

座席選択行動モデルを用いて、シミュレーションを実行し、(1)着座する座席を誘導することの効果の検証と、(2)複数の座席配置案の評価を試みる(図-6(a))。本稿では、シミュレーション1000回の平均値に基づき議論する。各利用者は、着座時点における座席別の選択確率に基づき、確率的に座席を選択するものとし、着座した座席から効用を獲得する。その後、他の利用者が周辺に着座していくことにより、各利用

表-2 属性別サンプル数

男性	女性	一般	高齢以上	複数人	単独	歩行補具あり	歩行補具なし
165	168	152	181	40	293	13	320

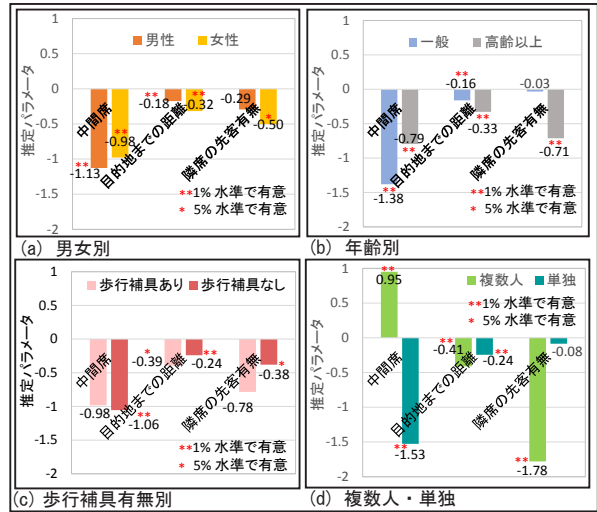


図-5 属性別推定パラメータ

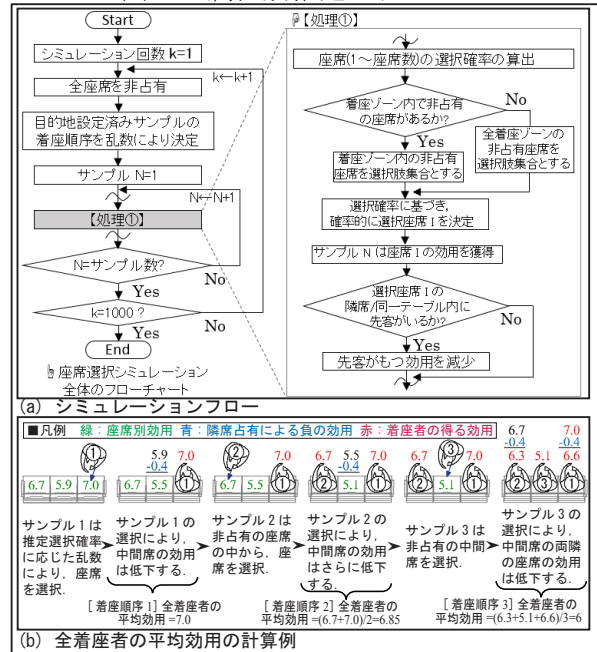


図-6 座席選択シミュレーションの方法

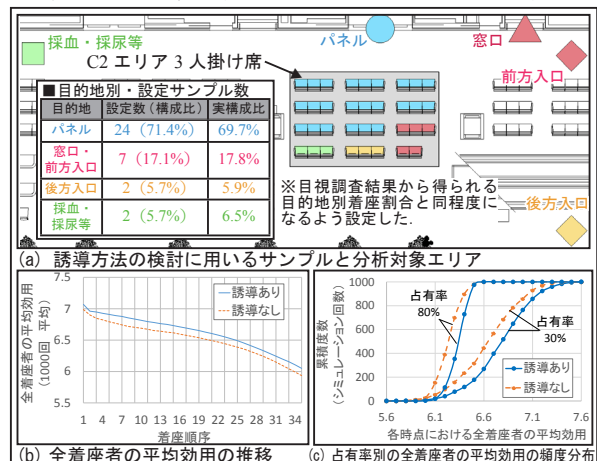


図-7 着座誘導の効果検証

者のもつ効用は次第に低下する (図 -6(b)). なお、効用の値は座席・状況 (図 -1 内の青色で示す座席に、両隣の座席が占有されている状態で着座する場合) における効用が 0 となるように基準化している。

4.2 着座誘導の効果検証

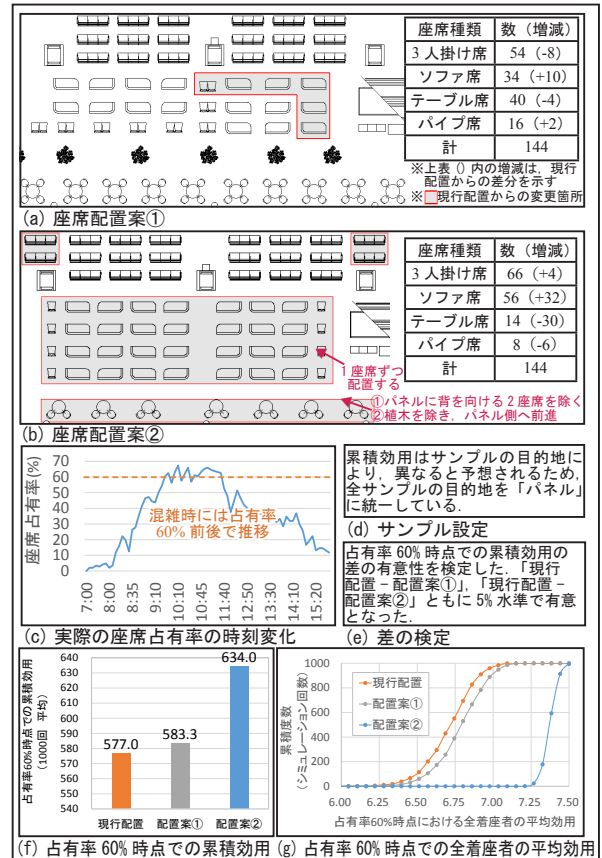
患者が、各個人にとって魅力のある座席を自由に選択する場合、全体最適化が図られているとは限らない。そこで、(1)患者の目的地に応じて、指定ゾーン (図 -7(a)) 内の座席に優先的に着座させる「誘導あり」と、(2)全座席から、選択確率に基づき自由に座席を選択させる「誘導なし」を比較する。利用者は目的地別に図 -7(a) のように設定した。シミュレーションは、C2 エリア内の 3 人掛け席が全て占有されるまで行う。

誘導を行った場合、1 人あたりの効用は高くなる (図 -7(b), (c)). 特に、着座順序が後半の患者であっても、着座ゾーン内の比較的効用の高い座席を選択できる可能性がある (図 -7(b)). さらに、占有率 80% 時点における平均効用の分散は小さくなっており (図 -7(c)), 着座誘導は各人が享受する効用の平等化の観点からも効果があると考えられる。

4.3 座席配置案の比較・評価

2 種類の座席配置案①・②と現行配置を、着座者の得る効用の観点から比較する。座席数は 144 席で統一しているが、座席種類の構成比を変更してある (図 -8(a), (b)). ここでは、目視調査 (図 -3) に基づく座席占有率の時刻変化 (図 -8(c)) を参考に、混雑時である座席占有率 60% 時点における着座者の累積効用を用いて、座席配置の評価を行う。

累積効用を比較すると、「座席配置案②」「座席配置案①」「現行配置」の順で高い (図 -8(f), (g)). 特に、座席配置案②では、現行配置や座席配置案①よりも平均効用の分散が小さく、座席別の効用の均等化を図ることが出来ている。



5. まとめ

病院の外来待合エリアにおける患者の座席選択行動を記述するモデルを構築し、患者属性別の座席選択性向を分析した。また、構築したモデルを用いて、座席選択シミュレーションを実行し、着座者の得る効用の観点から、着座ゾーンへ誘導することの効果の検証と、座席配置の評価を行った。

謝辞

今回の調査にあたって、東京都済生会中央病院の全面的な協力を深く謝意を表します。また本稿の作成にあたりご助言をいただきました、沖拓弥助教に感謝いたします。

参考文献

土木学会土木計画学研究委員会 (2007) : 土木計画学講習会テキスト-非集計行動モデルの理論と実際一, 土木学会
 青山宙和・大佛俊泰・金子弘幸 (2016) : 病院外来待合エリアにおける患者の座席選択行動モデル, 日本建築学会学術講演梗概集 2016 (CD-ROM), 5236, 471-472