

論文

動物園市場における需要関数の推定

西川 浩平

Estimating the demand function in the zoo sector

Kohei Nishikawa

【要 旨】

本稿の目的は、動物園市場の需要における立地と飼育している動物の役割を明らかにすることにある。本稿の分析結果より、次の 2 点が明らかとなった。まず動物園市場においても、来園者における周辺人口の重要性を示唆する結果が得られた。ただし、動物園が所在する市町村の人口の影響は限定的であり、より広範囲な都道府県レベルでの人口が重要なことが示された。次に動物園で最も人気の高い動物と言えるパンダの飼育に関して、来園・誕生といったイベントは 1 年目で入園者数を 12.4%、2 年目で 16.1%押し上げる効果を有することが明らかとなった。さらに他の条件が同じであれば、多様な哺乳類の飼育は需要者の評価を高めるが、哺乳類以外の動物の飼育については、需要者の評価を下げることも判明した。

キーワード：動物園、立地、サービス、離散選択モデル

JEL classification：C25、L32、L69

1. はじめに

自治体の収支状況の悪化に伴い、近年は公的施設においても収支のバランスが求められている（林，2016）。このような状況を受け、自治体が提供するサービスの効率性に焦点を当てた研究が数多く行われている¹。これら効率性に関する分析は、供給側の要因に着目したものであるが、収支バランスという観点からすると、収入の改善、つまりは需要の増大に向けた分析も重要である。

ただし、公的施設に限らず、施設で提供されるサービスの需要を分析するに当たっては、立地が重要な役割を果たす。Hotelling（1929）の指摘以降、立地は財・サービスの差別化を実現する一つ的手段として認識されており²、そこでは需要における周辺人口の影響が指摘されている（Davis，2006）。その一方で、公的施設は民間と異なり、そもそも立地に関して戦略的な選択がなされていない可能性が高い。加えて既に建設されている以上、別の場所への移転も困難なため、需要の拡大を実現するには、提供するサービスの品質向上が求められる。

財・サービスの需要と品質の関係を定量的に明らかにするには、需要関数の推定が不可欠である。価格を含む各属性と需要の関係を分析することで、需要量への影響や需要者の支払い意思額といった、各種属性に関する多様な情報が得られる。ただし、公的施設を含む、施設が提供するサービスについては、データの制約に加え、そもそも品質を定量的に捉えることが困難な側面がある³。

本稿の目的は、動物園市場に焦点を当て、需要における立地、サービスの品質の役割を明らかにすることにある。動物園市場に注目した理由は次の通りである。詳細は第2節で述べるが、我が国で運営されている動物園の7割が公的部門によるものであり、市場において公的施設が中心的な役割を担っている。次に、動物園は提供するサービスの品質を比較的捉えやすいというメリットがある。需要者が動物園を訪問する主な目的は、多様な動物の観察にあると言える。この場合、飼育する動物の種の多様性が重要なサービスであると言え、どのような動物を飼育しているかを把握することが、品質に関する情報を得ることにつながる。本稿では飼育している動物のなかでも、特に人気の高いパンダの飼育に焦点を当てた分析も行う。さらに動物園の運営は広大な敷地を要するため、立地可能な場所も限定されるという、上記の問題意識とも整合

¹ DEA（Data Envelopment Analysis）を用いた分析として、自治体が提供するサービスに着目した林（2016）、空港経営に着目した林・林田（2015）、自治体病院に着目した中山（2004）、瀬口（2012）、水道事業に着目した中山（2015）などを挙げられる。SFA（Stochastic Frontier Analysis）を用いた分析についても、公立DPC病院に着目した小林（2015）、公営バス事業に着目した小熊（2019）、国立大学に着目した北坂（2011）などが挙げられる。

² 例えば、Huff（1964）、Neidercorn and Bechdolt（1972）など。

³ 需要における立地の役割に着目した研究は、小売店を対象としたものが比較的多い。例えば、Nakanishi and Cooper（1974）、Fotheringham（1983）、Sheppard, Haining, and Plummer（1992）、Plummer, Haining, and Sheppard（1998）など。

する⁴。

本稿の分析結果より、次の2点が明らかとなった。まず立地については、動物園市場においても周辺人口の重要性を示唆する結果が得られた。ただし周辺人口については、動物園が所在する市町村の人口以上に、都道府県レベルでみた、より広範囲な人口の影響が強いことが明らかとなった。次に動物園の重要なサービスと言える、飼育している動物に関しては、人気動物であるパンダの来園・誕生といったイベントは入園者数を押し上げる結果が得られた。パンダ誕生の効果については、1年目で12.4%、2年目で16.1%、入園者数を増大させる結果が得られた。さらに他の条件が同じであれば、多様な哺乳類を飼育している動物園ほど需要者からの評価が高い一方、哺乳類以外の動物を充実させている動物園への評価は低い結果も得られた。

本稿の以降の構成は次の通りである。第2節で我が国の動物園市場を概観し、その上で入園者数と動物園の属性の関係を確認する。第3節は離散選択モデルに基づく需要関数を定式化し、推定結果を示す。第4節はまとめである。

2. 動物園市場

本節では、日本動物園水族館協会が毎年発行している「日本動物園水族館年報」に基づき、まず我が国の動物園市場を概観し、記述統計から入園者と各種属性との関係を確認する。その上で、動物園における人気動物と言えるパンダの飼育に焦点を当て、入園者数とパンダの飼育に関する予備的な分析を行う。

2.1 来園者と各種属性の関係

2018年度時点において、我が国では87の動物園が運営されている。表1は動物園の立地状況を都道府県・運営主体別にまとめたものである。都道府県レベルで見ると、47都道府県のうち36の都道府県で動物園が運営されている。さらに全国を11地域⁵に区分した場合、全ての地域で動物園が運営されており、その運営が全国的であることが分かる。

運営主体については、自治体や財団法人が運営する動物園を公営動物園、民間企業が運営する動物園を民営動物園とすると、公営動物園が67、民営動物園が20と、公営動物園が全体の7割程度を占めることになる。さらに上記の11地域全てで公営動物園は運営されている。他方、民営動物園については、20園のうち14園(70%)が関東、東海、近畿の3大都市圏に集中しており、全国的な広がりを持つわけではない。

⁴ 以降、本稿では公的部門が運営する動物園を公営動物園、民間部門が運営する動物園を民営動物園と表記する。

⁵ 地域の区分けは衆議院比例代表制選挙区に基づき作成した。ただし、同選挙区で東京都は単独で地域を形成していたが、本稿では南関東に含めた。さらに、沖縄県は九州に含まれていたが、立地を踏まえ単独の地域とした。

表1 都道府県・運営主体別にみた動物園数

	施設数			施設数	
	公営	民営		公営	民営
北海道	4	0	近畿	7	4
			滋賀県	0	0
東北	4	0	京都府	1	0
青森県	1	0	大阪府	2	1
岩手県	1	0	兵庫県	3	2
宮城県	1	0	奈良県	0	0
秋田県	1	0	和歌山県	1	1
山形県	0	0			
福島県	0	0	中国	4	2
北関東	5	4	鳥取県	0	0
茨城県	1	0	島根県	0	0
栃木県	0	2	岡山県	0	1
群馬県	1	1	広島県	2	0
埼玉県	3	1	山口県	2	1
南関東	14	1	四国	4	0
千葉県	2	1	徳島県	1	0
東京都	7	0	香川県	0	0
神奈川県	4	0	愛媛県	1	0
山梨県	1	0	高知県	2	0
北陸・甲信越	9	0	九州	7	4
新潟県	0	0	福岡県	3	2
富山県	2	0	佐賀県	0	0
石川県	1	0	長崎県	1	1
福井県	1	0	熊本県	1	0
長野県	5	0	大分県	0	1
東海	7	5	宮崎県	1	0
岐阜県	0	0	鹿児島県	1	0
静岡県	3	4	沖縄	2	0
愛知県	4	1			
三重県	0	0	全国	67	20

※民間企業が運営する動物園を民営、それ以外の自治体、財団法人等が運営する動物園を公営とした。

次に、2013年度から2018年度にかけての入園者数の推移を、公営動物園・民営動物園別にまとめた表2を見ていく。公営動物園、民営動物園ともに、明確な傾向を確認できるわけではないが、年度を問わず公営動物園の入園者数が平均的に多い状況が窺える。ただし、同表にある標準偏差、変動係数⁶からも明らかのように、公営動物園において入園者のバラつきが大きい

⁶ 変動係数は、その値が大きいほど平均と比して標準偏差が大きい状況を示す。

い状況にある。例えば、2018年度の公営動物園において、最も入園者が多かった上野動物園（東京都）が496.5万人に対し、最も少ない大町動物園（長野県）は1.9万人と、上野動物園の0.38%に止まる⁷。

表2 運営主体別入園者数の推移

	公営動物園			民営動物園		
	入園者数	標準偏差	変動係数	入園者数	標準偏差	変動係数
2013年度	497935.7	545678.9	1.10	408396.4	316738.0	0.78
2014年度	512000.2	568662.9	1.11	393685.6	309325.0	0.79
2015年度	547468.0	617856.8	1.13	435979.8	339643.5	0.78
2016年度	503173.1	581989.5	1.16	404693.0	314563.3	0.78
2017年度	526328.9	654929.9	1.24	419595.0	332937.6	0.79
2018年度	518009.6	690507.2	1.33	434899.7	355690.1	0.82
平均	517463.9	608280.3	1.18	416465.3	322096.6	0.77

このように入園者数は動物園によって大きく異なるが、これは価格である入園料に加えて、他の多様な要因が複合的に影響して決定していると考えるのが自然である。例えば、多様なコンテンツ、つまり飼育している種が多い動物園ほど需要者からの評価は高いと考えられる。また前述の通り、動物園を運営するには広大な敷地が必要となる以上、立地できる場所は限られる。そのため、立地条件そのものが入園者数に大きく影響すると考えられる。

これらを踏まえ、図1に2018年度における入園者数と入園料、飼育している種の数、最寄り駅から要する時間、周辺人口（市町村レベル）との関係をまとめた。なお、同図にプロットされている○印は民営動物園、×印は公営動物園を示す。

最初に入園料との関係を見ていくと、民営動物園と比較して、公営動物園の料金の方が低く設定されていることが分かる。ただし、低い入園料を設定している動物園において入園者数が多いとは言えず、15の公営動物園は入園料を無料にしているにもかかわらず、平均入園者数は28.9万人と、表2で見た平均値を大きく下回る。他方、南紀アドベンチャーワールドは入園料が4,500円と最も高いが、入園者数は120.9万人と全体で6番目の水準にある。入園者数と入園料の相関係数については、公営動物園・民営動物園ともに正の値を示している。

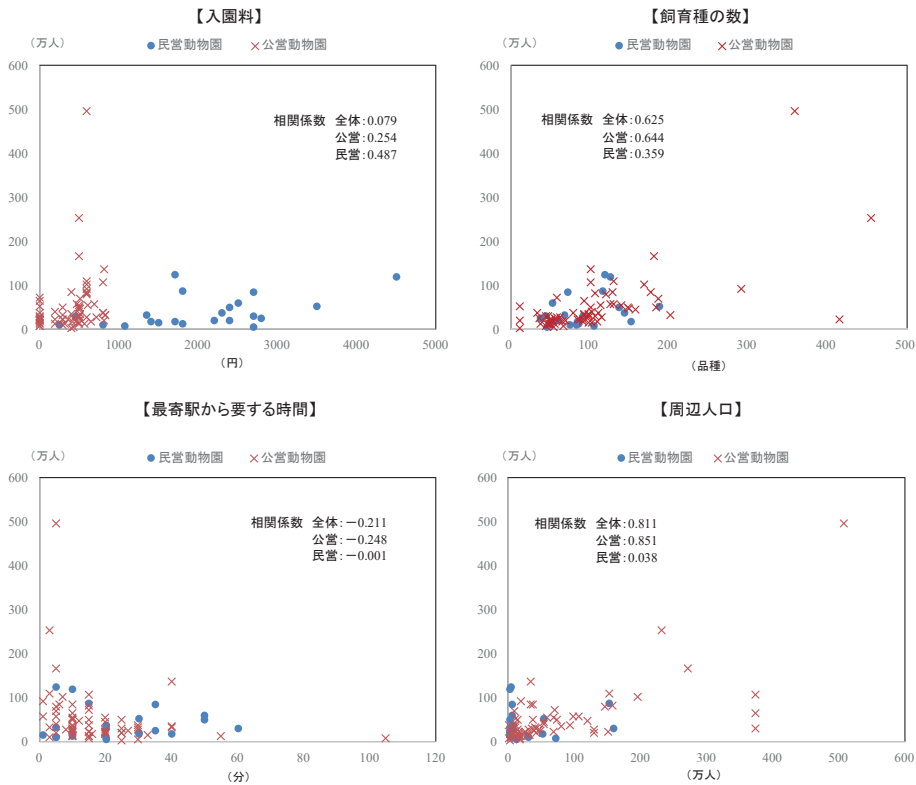
一般的に多様な動物を飼育している、立地の良い動物園ほど入園者数は多いと考えられる。この点を確認するため、入園者数と飼育している種の数、動物園の立地との関係を見ていく。飼育している種の数については、全体的にみて入園者数と正の関係にあり、相関係数も0.625と比較的大きな数値を示している。なお民営動物園における種数は、概ね100種前後にデータが集中しているが、公営動物園はバラつきが大きい状況にある⁸。

⁷ 民営動物園の最大値は東部動物園（栃木県）の124.5万人に対し、最小値は岩手動物園（岩手県）の6.1万人である。

⁸ 最も多くの種を飼育しているのは東山動物園（愛知県）の455種に対し、最小は大町動物園の11種となって

動物園の立地を示す変数には、最寄り駅から要する時間と周辺人口（動物園が立地する市町村）を用いた。前者と入園者数の相関係数は全体で -0.211 と、大きいとは言えないものの、負の相関関係が確認できる。後者と入園者数については、全体で 0.811 と強い正の関係にあることが分かる。ただし、この相関関係については公営動物園よりも民営動物園において弱い傾向にあり、民営動物園の相関係数は、最寄り駅から要する時間で -0.001 、周辺人口で 0.038 となっている。

図1 入園者数と各種属性との関係



※縦軸は全て入園者数を示す。

2.2 パンダ飼育と来園者

表3に我が国におけるパンダ来園・誕生の歴史をまとめた。我が国で最初にパンダを飼育し始めたのは上野動物園で、その歴史は1972年まで遡る。続いて、1994年に南紀アドベンチャーワールド、2000年より王子動物園でもパンダの飼育が開始された。上野動物園、南紀アドベンチャーワールドについては、定期的にパンダの来園・誕生といったイベントが発生している

おり、ともに公営動物園である。

動物園市場における需要関数の推定

のに対し、王子動物園は2002年のコウコウ（2代目）が来園して以来、パンダの来園・誕生といったイベントが起きていない。

表3 パンダの来園・誕生の歴史

	上野動物園			アドベンチャーワールド			王子動物園				
	来園・誕生	経過年数	飼育頭数	来園・誕生	経過年数	飼育頭数	来園・誕生	経過年数	飼育頭数		
1972	カンカン、ランラン来園	1	2								
1973		2	2								
1974		3	2								
1975		4	2								
1976		5	2								
1977		6	2								
1978		7	2								
1979		8	1								
1980	ホアンホアン来園	1	1								
1981		2	1								
1982	フェイフェイ来園	1	2								
1983		2	2								
1984		3	2								
1985		4	2								
1986	トントン誕生	1	3								
1987		2	3								
1988	ユウユウ誕生	1	4								
1989		2	4								
1990	リンリン来園	3	4								
1991		4	4								
1992		1	4								
1993		2	4								
1994		3	3	エイメイ、ヨウヒン来園	1	2					
1995		4	3		2	2					
1996		5	3		3	2					
1997		6	2		4	1					
1998		7	2		5	1					
1999		8	2		6	1					
2000		9	1		7	1	コウコウ(初代)、タンタン来園	1	2		
2001		10	1		8	1		2	2		
2002		11	1		9	1	コウコウ(2代目)来園	1	2		
2003	シュアン・シュアン来園	1	3		リュウヒン、シュウヒン来園	1		3	2	2	
2004		2	3		2	3		3	2		
2005		3	1	コウヒン来園	1	4		4	2		
2006		4	1	アイヒン、メイヒン誕生	1	6		5	2		
2007		5	1		2	4		6	2		
2008		6	1	メイヒン、エイヒン誕生	1	6		7	2		
2009		7	0		2	6		8	2		
2010			8	0	カイヒン、ヨウヒン誕生	1		7	9	1	
2011		リーリー、シンシン来園	1	2		2		7	10	1	
2012			2	2	ユウヒン誕生	1	6	11	1		
2013	3		2		2	4	12	1			
2014	4		2	オウヒン、トウヒン誕生	1	6	13	1			
2015	5		2		2	6	14	1			
2016	6		2	ユウヒン誕生	1	7	15	1			
2017	シャンシャン誕生		1	3		2	4	16	1		
2018			2	3	サイヒン誕生	1	5	17	1		
2019			3	3		2	5	18	1		
2020			4	3		3	5	19	1		

※各動物園HPより筆者作成。

表4はパンダを飼育している動物園を中心に入園者数の推移をまとめたものである。同表より、パンダを飼育している動物園の平均入園者数は常に100万人を超えており、パンダを飼育

していない動物園の平均である43.7万人を大きく上回る。特に立地の良い上野動物園の入園者数が突出して大きく、平均で400万人を超えている。さらに、同表の網掛部分は新たなパンダの飼育が開始された年を示しているが、2017年の上野動物園における入園者数において顕著な変化が確認できる。

2017年度はシャンシャンの誕生もあり、入園者数を前年度よりも17.1%増大させている。同じパンダを飼育していながら、長らく新たなパンダが導入されていない王子動物園、パンダを飼育していない動物園の変化率が、それぞれ6.0%、2.6%であるため、新たなパンダが導入されることの影響の大きさが窺える。なお南紀アドベンチャーワールドについては、2003年度以降定期的にパンダが来園・誕生している。そのため、2013～2018年度の期間において顕著な傾向を見て取ることは難しいが、パンダの誕生時よりも、その翌年において入園者数を拡大させているよう見受けられる。

表4 パンダ飼育動物園の入園者数の推移

(単位:人,%)

	パンダ飼育あり						パンダ飼育なし	
	上野		南紀		王子		入園者数	変化率
	入園者数	変化率	入園者数	変化率	入園者数	変化率		
2013年度	3490034	-	996500	-	1103318	-	428089	-
2014年度	3693757	5.8	1013400	1.7	1167439	5.8	432644	1.1
2015年度	3969536	7.5	1173600	15.8	1249220	7.0	464376	7.3
2016年度	3843200	-3.2	1021100	-13.0	1044226	-16.4	427356	-8.0
2017年度	4500414	17.1	1117800	9.5	1107212	6.0	438605	2.6
2018年度	4964547	10.3	1209000	8.2	1087572	-1.8	430280	-1.9
平均	4076915	7.5	1088567	4.4	1126498	0.1	436892	0.2

※網掛したセルはパンダの来園・誕生といったイベントがあった年を示す。

本項の最後に、離散選択モデルに基づく需要関数の推定に向けた予備的な分析として、パンダ来園・誕生といったイベントの入園者数への影響を、2013～2018年度を対象に、単純なDID法を用いて検証する。推定モデルは下式の通りである。

$$Visitor_{j,t} = \alpha_0 + \alpha_1(Treat_j) + \alpha_2(Treat_j \times Post_{j,t}) + Year_t + Zoo_j + \varepsilon_{j,t}$$

$Visitor_{j,t}$ は動物園jにおけるt年度の入園者数を示す。 $Treat$ はパンダを飼育している動物園(上野動物園、南紀アドベンチャーワールド、王子動物園)は1、それ以外の動物園は0とするダミー変数である。 $Post_{j,t}$ はパンダが来園・誕生した年および翌年は1、それ以外は0とするダミー変数で、 $Treat$ との交差項である $Treat_j \times Post_{j,t}$ がパンダ来園・誕生の入園者への影響を捉える。なお $Year$ は年別、 Zoo は動物園別に作成したダミー変数、 α は推定するパラメータ、 ε は誤差項を示す。

推定結果は表5にまとめた。同表の(1)は動物園ダミーを含まないケース、(2)、(3)は動物園

ダミーを含むケースを示す。(2)と(3)では $Post_{j,t}$ の扱いが異なり、(2)は上述の式の定義に従うケース、(3)は $Post_{i,t}$ をパンダ来園・誕生の効果を1年目と2年目に分割したケースである。(1)、(2)の推定結果を比較すると、(1)ではパンダ誕生ダミーは負の値、(2)では正の値となっている。ただし、(1)の推定値は統計的に有意ではないのに対し、(2)は有意である。さらに自由度修正済み決定係数を比較すると、(2)において大幅に改善されていることが分かる。

これらを踏まえ、(2)のパンダ誕生ダミーに注目すると、推定値は989355.3となっており、パンダ来園・誕生といったイベントによって、入園者数は平均98.9万人増加することになる。さらに、パンダの来園・誕生の効果を1年目と2年目に分割した(3)に注目すると、推定値はそれぞれ929643.2、1049067.0と正の値で、かつ統計的にも1%水準で有意である。この結果は、パンダ導入の影響については、1年目よりも2年目の方が大きいことを示唆している⁹。

ただし、DID推定の射程はあくまでも当該動物園における需要の変化のみである。そのため、パンダの新規導入による他の動物園への影響、つまりはパンダが来園・誕生したことで創出される新たな需要量と共喰いされる需要量を識別することができない。この市場全体の創出効果と共喰い効果を含む、パンダ来園・誕生のインパクトをより精緻に測定することを可能とする、離散選択に基づく需要関数を用いた推定を次節で行う。ただし、おわりにでも記すように、本稿では推定結果に基づくシミュレーションは実施しない。

表5 予備分析の推定結果

	(1)		(2)		(3)	
	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差
パンダ飼育動物園ダミー	1740099.0 ***	411752.0	-880317.2 ***	220582.2	-880317.2 ***	186397.8
パンダ来園・誕生ダミー	-179210.4	694165.5	989355.3 ***	203163.1		
パンダ来園・誕生1年目ダミー					929643.2 ***	169394.4
パンダ来園・誕生2年目ダミー					1049067.0 ***	170234.2
定数項	419536.5 ***	45738.6	969665.0 ***	78067.8	968970.7 ***	78101.4
年ダミー		Yes		Yes		Yes
動物園ダミー		No		Yes		Yes
自由度修正済み決定係数		0.299		0.980		0.980
標本数		519		519		519

※全てのモデルで頑健な標準誤差を用いた。***、**、*は、それぞれ1%、5%、10%水準で統計的に有意であることを示す。

3. 需要関数の推定

本節では離散選択モデルに基づく需要関数を推定し、動物園市場における、立地やパンダを中心とした提供するサービスの入園者数への影響を明らかにする。第1項で需要関数を定式化し、第2項で推定結果を示す。

⁹ 本稿では年度別のデータセットを用いたため、パンダ誕生初年度の影響については過少に評価されている可能性を否定できない。例えば、シャンシャンの誕生は2017年6月、一般公開は2017年12月だが、本分析では2017年4月～2017年5月についてもパンダ誕生の影響を受けた状況となる。

3.1 推定モデル

動物園の各種属性と入園者数の関係を定量的に評価することを目的に、本稿では(a)式で示される離散選択型の需要関数を推定する¹⁰。

$$\ln(\text{Share}_{j,t}) - \ln(\text{Share}_{0,t}) = \alpha + \beta \ln(\text{Price}_{j,t}) + \gamma \ln(\text{Share}_{j/g,t}) + \sigma(\text{Panda}_{j,t}) + x'_{j,t}\zeta + d(\text{Zoo}_j) + \text{Treat}_j + \text{Time}_t + \xi_{j,t} \quad (\text{a})$$

本分析では、需要者は1年に1回動物園を訪問するか否かの意思決定を行い、訪問する場合は数ある動物園の中から最初に都道府県を決定し、次に選択した都道府県に含まれる動物園の1つに来園すると仮定する。したがって、(a)式の $\text{Share}_{j,t}$ は t 年度に動物園 j を訪れた需要者のシェアを示し、 t 年度における我が国の人口に占める動物園 j の入園者数で計算する。 $\text{Share}_{0,t}$ はアウトサイドグッズのシェアを示し、全人口に占める動物園に行かなかった需要者のシェアを示す。

Price は動物園の価格である入園料を、 $\text{Share}_{j/g,t}$ はグループ内シェアを示す。グループ内シェアは、都道府県別に作成したグループ g 内における動物園 j のシェアである。 Panda はパンダ来園・誕生を示すダミー変数である。前節の予備分析より、パンダ来園・誕生による入園者への影響は時間とともに変化することが予想される。この点を踏まえ、本節でも新規パンダ導入の有無を示すダミー変数を1年目、2年目に分解し、パンダ来園・誕生1年目ダミー、パンダ新規導入2年目ダミーとした。さらにパンダ来園・誕生のインパクトは動物園の立地によって異なる可能性があるため、新規パンダ導入に関するダミー変数と都道府県人口で作成した交差項を用いた分析も併せて行う。

x は入園料、パンダの飼育以外の動物園の属性を示し、開園後の経過年数、飼育している哺乳類の種の数、飼育している哺乳類以外の種の数¹¹、最寄り駅から要する時間、敷地面積を用いた。さらに、本稿では動物園の周辺人口を示す変数も属性としてモデルに加えた。周辺人口は純粋な動物園の属性とは言い難い点もあるが、Davis (2006) が指摘するように、立地が重要となる財・サービスの需要関数を推定する際には、その周辺に居住している人口が需要量に強い影響を及ぼす。加えて前節の記述統計より、本稿の分析対象である動物園についても、立地の重要性を示唆する結果が得られた。これらを踏まえ、動物園が立地する市町村の人口、動物園が立地する都道府県の人口から当該市町村の人口を除いた変数をモデルに含めた。 ξ は誤差項、 α 、 β 、 γ 、 σ 、 ζ 、 d はパラメータである。

¹⁰ 本稿のような集計データを用いた離散選択モデルに基づく需要関数の推定は、Berry (1994) によって提唱された手法である。現在は産業組織論、国際経済学、環境経済学といった様々な分野で用いられており、Nevo and Whinston(2011)、Weinberg and Hosken (2013)において、応用事例がまとめられている。

¹¹ 日本動物園水族館年報では、哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、魚類、無脊椎類について、それぞれ飼育している種数を調査している。したがって、鳥類、爬虫類、両生類、魚類、無脊椎類の種の合計が、飼育している哺乳類以外の種の数に該当する。

なお需要関数の推定において、Nevo (2001) は製品レベルで作成したダミー変数の利用を推奨しており、本稿でも動物園別に作成したダミー変数である *Zoo* を用いた。結果として 86 の動物園ダミーがモデルに加えられることになる。ただし、飼育している哺乳類の種の数、飼育している哺乳類以外の種の数、最寄り駅から要する時間、敷地面積といった属性は、動物園レベルでほぼ値が決まっており、特に最寄り駅から要する時間、敷地面積は時間とともに変化することがなかった。そのため、動物園ダミーをモデルに加えることで、これら変数の入園者数への影響が動物園ダミーに吸収される。この点を考慮し、Nevo (2001) に従い、本稿でも (b) 式を用いた 2 段階推定を行った。

$$\hat{d}_j = x_j' \gamma + \xi_j \quad (b)$$

\hat{d} は第 1 段階である (a) 式の推定で得られた動物園レベルのダミー変数の推定値である。 x は動物園固有の属性を示し、上で記した飼育している哺乳類の種の数、飼育している哺乳類以外の種の数、最寄り駅から要する時間、敷地面積を用いた¹²。パラメータの推定には GLS 法を用いた。

最後に、(a) 式にある入園料を示す *Price* は内生性を持つ可能性がある。動物園の需要に関する動向について、分析者は把握できないが、動物園側が把握している要因が誤差項に含まれ、結果として入園料と誤差項が相関する可能性を否定できない。この点を考慮し、本稿では (a) 式にある入園料を示す *Price* を内生変数とするモデルも推定する。

操作変数の候補は、入園料とは相関するが、入園者数とは相関しない変数であり、これら条件を満たす変数の一つに動物園の運営主体を挙げられる。図 1 で確認したように、民営動物園と比較して公営動物園の方が低い価格を設定する傾向にあり、これは入園料と相関するという条件を満たす¹³。さらに需要者が動物園を選択する際に、公営動物園か民営動物園かを考慮する状況は現実ではない。あくまでも入園料、飼育している動物といった動物園の属性を通じて、需要者は動物園を選択しているはずである。この仮定が満たされるならば、後者の条件も満たすことになる。

さらに本分析では、Berry, Levinsohn and Pakes (1995)、Björnerstedt and Verboven (2016)、Iizuka (2007) といった先行研究で広く用いられている、(1)、(2) に示す方法で作成した操作変数も併せて用いる。

¹² 哺乳類の種の数、飼育している哺乳類以外の種の数については年ごとに若干の変動がある。この点を考慮し、哺乳類の種の数、飼育している哺乳類以外の種数は分析期間の平均値を用いた。

¹³ 入園料（対数値）を被説明変数、運営主体を説明変数（公営動物園は 1、それ以外は 0 とするダミー変数）として単回帰分析を行ったところ、推定値は -3.417、標準誤差は 0.382 と統計的に有意な結果が得られた。

- (1) 動物園 j が立地する都道府県内の競合する動物園の数および都道府県内の競合する動物園の各属性の和
- (2) 動物園 j が立地する地域内¹⁴（所在地の都道府県は除く）の競合する動物園の数および立地する地域内（所在地の都道府県は除く）の競合する動物園の各属性の和

推定に用いた主な変数の記述統計量を表6にまとめた。本稿の観測値では6～7割の需要者がアウトサイドグッズ（動物園に行かない）に含まれるため、各動物園のシェアは平均で0.004となっている。入園料については、南紀アドベンチャーワールドの4500円が最も高いのに対し、最小値は無料の公営動物園の存在により0円となっている。これら入園料が0円の動物園については対数が取れないため、入園料の対数値を計算する際には0に0.0001を加えた値を用いた。

表6 記述統計量

	平均	標準偏差	最小値	最大値
被説明変数				
動物園のシェア	0.004	0.004	9.550E-05	0.039
アウトサイドグッズのシェア	0.663	0.012	0.643	0.677
説明変数				
入園料	736.628	805.196	0	4500
グループ内シェア	0.416	0.341	0.0041396	1
パンダ誕生・来園ダミー	0.015	0.123	0	1
立地する市町村の人口	623508.600	930221.800	4569	5.08E+06
立地する都道府県の人口	4055996.000	3421174.000	376000	1.38E+07
開園後経過年数	50.728	22.418	2	137
飼育している哺乳類の種の数	39.865	23.014	2	165
飼育している哺乳類以外の種の数	67.268	65.945	0	426
最寄駅から要する時間	18.306	15.878	1	105
敷地面積	211359.100	294130.600	2681	1907927

※立地する都道府県の人口は当該市町村分を除く。

3.2 推定結果

前項で紹介した需要関数の推定結果を表7にまとめた。同表にある(1)はロジットモデル、(2)～(6)はネスティッドロジットモデルで推定した結果を示しており、(3)～(6)は操作変数を用いたケースである。さらに(5)、(6)は、Nevo (2001) が提唱した2段階推定法による結果である。

¹⁴ (2)の立地する地域に関する操作変数に関しては、表1に示した地域区分に基づき作成した。

動物園市場における需要関数の推定

表 7 推定結果

	(1)		(2)		(3)	
	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差
入園料	-0.026	0.018	-0.012	0.008	-0.104 *	0.056
グループ内シェア			0.977 ***	0.064	0.674 ***	0.129
バンダ飼育動物園ダミー	1.719	1.893	1.841 **	0.779	0.153	0.153
バンダ来園・誕生1年目ダミー	0.205 ***	0.060	0.142 **	0.057	0.127 ***	0.039
バンダ来園・誕生2年目ダミー	0.222 ***	0.062	0.116 **	0.058	0.167 ***	0.042
バンダ来園・誕生1年目ダミー×地域人口						
バンダ来園・誕生2年目ダミー×地域人口の2乗						
立地する市町村の人口	0.127 **	0.057	0.003	0.022	0.042	0.026
立地する都道府県の人口	1.293	1.319	2.254 ***	0.541	1.823 ***	0.534
開園後経過年数	0.304 **	0.130	0.032	0.113	0.044	0.082
飼育している哺乳類の種の数	4.83E-04	0.001	0.049	0.039	4.95E-04	0.001
飼育している哺乳類以外の種の数	2.57E-04	0.001	-0.023 *	0.012	-2.03E-04	2.83E-04
最寄駅から要する時間	-0.043 **	0.019	-0.024 ***	0.008	0.020	0.039
敷地面積	0.512 **	0.232	0.145	0.094	0.211 **	0.102
定数項	-32.987 *	19.834	-39.210 ***	8.384	-34.121 ***	8.653
年ダミー	Yes		Yes		Yes	
動物園ダミー	Yes		Yes		Yes	
操作変数	No		No		Yes	
2段階推定	No		No		No	
決定係数	0.961		0.985		0.973	
標本数	519		519		519	

	(4)		(5)		(6)	
	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差
入園料	-0.099 *	0.055	-0.088 *	0.049	-0.090 *	0.050
グループ内シェア	0.672 ***	0.129	0.744 ***	0.125	0.746 ***	0.126
バンダ飼育動物園ダミー	0.174	0.156	-0.188 *	0.105	-0.171 *	0.102
バンダ来園・誕生1年目ダミー			0.124 ***	0.040		
バンダ来園・誕生2年目ダミー			0.161 ***	0.042		
バンダ来園・誕生1年目ダミー×地域人口	8.20E-09 ***	1.38E-09			8.35E-09 ***	1.33E-09
バンダ来園・誕生2年目ダミー×地域人口の2乗	1.29E-08 ***	1.87E-09			1.25E-08 ***	1.70E-09
立地する市町村の人口	0.042 *	0.026	0.032	0.024	0.032	0.024
立地する都道府県の人口	1.975 ***	0.568	2.196 ***	0.539	2.091 ***	0.515
開園後経過年数	0.050	0.082	0.044	0.081	0.042	0.081
飼育している哺乳類の種の数	4.67E-04	0.001	0.016 *	0.009	0.018 **	0.008
飼育している哺乳類以外の種の数	-1.99E-04	2.79E-04	-0.005 ***	0.002	-0.004 **	0.002
最寄駅から要する時間	0.031	0.042	-0.002	0.013	0.004	0.011
敷地面積	0.212 **	0.103	0.142	0.147	0.077	0.139
定数項	-36.564 ***	9.214	-36.885 ***	8.354	-35.271 ***	7.978
年ダミー	Yes		Yes		Yes	
動物園ダミー	Yes		Yes		Yes	
操作変数	Yes		Yes		Yes	
2段階推定	No		Yes		Yes	
決定係数	0.973		0.974		0.974	
標本数	519		519		519	

※全てのモデルで頑健な標準誤差を用いた。***、**、*は、それぞれ1%、5%、10%水準で統計的に有意であることを示す。説明変数のうち入園料、グループ内シェア、立地する市町村、都道府県の人口、開園後経過年数、敷地面積は対数をとった値を用いた。なお、立地する都道府県の人口は当該市町村分を除く。

最初に、入園料、グループ内シェアの推定結果を見ていく。入園料の推定値に注目すると、全てのモデルにおいて負の値で、操作変数を用いた(3)~(6)では10%水準ではあるが、統計的に

も有意である。さらに(1)、(2)と比較して、(3)～(6)の推定値は絶対値でみて大幅に値が改善されているため、操作変数の有効性を示唆する結果と言える。(3)～(6)の入園料の推定値については $-0.104 \sim -0.088$ であるため、入園料が1%変化することで、入園者数は0.1%程度増減することになる。

グループ内シェアの推定値は全てのモデルで統計的に有意である。同変数は理論的に0から1の値をとり、1に近いほどグループ間よりもグループ内での代替が強い状況を示す(Train, 2009)。操作変数を用いたケースでの推定値は $0.672 \sim 0.746$ と比較的1に近いため、グループ内である都道府県内での代替の程度が強いことになる。したがって、特定の動物園において値上げといった変化があった場合、他の都道府県の動物園よりも、同一都道府県内の動物園へ行き先を変える需要者が多い状況を示す。

次に動物園で提供されるサービスに関して、パンダ来園・誕生といったイベントの需要量への影響を確認する。パンダ来園・誕生の推定値について、パンダ来園・誕生後1年目ダミー、パンダ来園・誕生後2年目ダミーを用いた(3)、(5)に注目すると、1年目、2年目ともに1%水準で統計的に有意である。両ダミー変数の推定値を比較すると、(3)、(5)ともに2年目が1年目を上回っており、パンダ新規導入のインパクトは2年目の方が大きいことが分かる。(5)に基づく、パンダの新規導入については、1年目で入園者数を12.4%、2年目で16.1%押し上げる効果を有することになる。パンダ来園・誕生に関するダミー変数と都道府県内の人口の交差項についても、同様に1年目、2年目ともに1%水準で統計的に有意である。したがって、パンダ来園・誕生といったイベントの効果は周辺の人口規模の大きな動物園ほど大きいことになる。

(3)～(6)のその他の変数に注目すると、動物園の立地に関して興味深い結果が得られた。立地する市町村の人口については、(4)を除いて統計的に有意な結果が得られなかったが、立地する都道府県の人口では全てのモデルで統計的に有意となった。この結果は、動物園の立地については、特に人口が集中する市街地に位置させる必要はなく、周辺において十分な人口を確保できるかが重要であることを示唆する。

また、2段階推定を行った(5)、(6)では、飼育している哺乳類の種の数、飼育している哺乳類以外の種の数ともに統計的に有意な結果が得られた。前者の推定値の符号は正、後者は負となっているので、他の条件が同じであれば、需要者は哺乳類が充実した動物園を高く評価する一方、哺乳類以外の動物を充実させている動物園に関しては評価を下げる傾向にあることを示す。

4. おわりに

本稿は、公的施設が中心的な役割を果たしている動物園市場を対象に、離散選択モデルに基づく需要関数を用いて、入園者数における立地や提供されるサービスの役割について分析した。本稿の分析結果より、次の2点が明らかとなった。

まず動物園市場においても、立地における周辺人口の重要性を示唆する結果が得られた。た

だし、動物園が所在する市町村の人口の影響は限定的であり、より広範囲な都道府県レベルでの周辺人口が重要なことが明らかとなった。次に動物園の人気コンテンツと言えるパンダについては、来園・誕生といった新規導入によって、1年目は入園者数を12.4%、2年目は16.1%だけ押し上げる結果が得られた。さらに他の条件が同じであれば、多様な哺乳類を飼育している動物園が評価される傾向にある。その一方で、哺乳類以外の動物を充実させている動物園への評価が低い結果も得られており、飼育する動物を闇雲に拡大することが需要増大につながるわけではないことも判明した。

最後に、本稿の課題を2点述べる。第1はシミュレーションを用いた分析への拡張である。通常、離散選択モデルに基づく需要関数の推定は、推定自体が目的となるわけではなく、その結果を用いて仮想現実的な市場状況を現出させるために行われる。本稿においても、動物園市場における特定のイベントに着目し、そのイベントがなったとする仮想現実的な状況における、各動物園のシェア等を検証することが可能である。

第2は需要者の動物園の選択行動における強すぎる仮定である。本稿における動物園の需要者は、最初に都道府県を選択し、次に選択した都道府県内の動物園に行くことと仮定した。しかし、実際の需要者の行動はより複雑なため、本稿の仮定が現実を反映していない可能性は十分に考えられる。この課題については、ネストの構造を多層化する、もしくはBerry, Levinsohn and Pakes (1995)によるランダム係数モデルへの拡張といった、より柔軟なパラメータの推定を可能とする手法の採用が求められる。

参考文献

- Berry, S. (1994), Estimating discrete-choice models of product differentiation, *RAND Journal of Economics*, 25, 242-262.
- Berry, S., Levinsohn, J., and Pakes, A. (1995), Automobile prices in market equilibrium, *Econometrica*, 63, 841-890.
- Björnerstedt, J. and Verboven, F. (2016), Does Merger Simulation Work? Evidence from the Swedish Analgesics Market, *American Economic Journal: Applied Economics*, 8, 125-64.
- Davis, P. (2006), Spatial competition in retail markets: movie theaters, *Rand Journal of Economics*, 37, 964-982.
- Fotheringham, A.S. (1983), A New Set of Spatial Interaction Models: The Theory of Competing Destinations, *Environment and Planning A*, 15, 15-36.
- Hotelling, H. (1929), Stability in Competition, *Economic Journal*, 39, 41-57.
- Huff, D.L. (1964), Defining and Estimating a Trade Area, *Journal of Marketing*, 28, 34-38.
- Izuka, T. (2007), Experts' Agency Problems: Evidence from the Prescription Drug Market in Japan, *The Rand Journal of Economics*, 38, 844-862.
- Nakanishi, M. and Cooper, L.G. (1974), Parameter Estimate for Multiplicative Interactive Choice Model: Least Squares Approach, *Journal of Marketing Research*, 11, 303-311.
- Neidercorn, J.H. and Bechdolt, V.B. (1972), An Economic Derivation of the 'Gravity Law' of Spatial Interaction: A Further Reply and a Reformulation, *Journal of Regional Science*, 12, pp. 127-136.
- Nevo, A. (2001), Measuring Market Power in the Ready-to-Eat Cereal Industry, *Econometrica*, 69, 307-342.
- Nevo, A. and M. Whinston. (2011), Taking the Dogma out of Econometrics: Structural Modeling and Credible Inference, *Journal of Economic Perspectives*, 24, 69-82.
- Plummer, P., Haining, R., and Sheppard, E. (1998), Spatial Pricing in Interdependent Markets: Testing Assumptions and Modelling Price Variation. A Case Study of Gasoline Retailing in St. Cloud, Minnesota, *Environment and Planning A*, 30, 67-84.
- Train, K. (2009), *Discrete Choice Methods with Simulation (Second Edition)*, Cambridge University Press.
- Sheppard, E., Haining, R., and Plummer, P. (1992), Spatial Pricing in Interdependent Markets. *Journal of Regional Science*, 32, 55-75.
- Weinberg, C. M. and Hosken, D. (2013), Evidence on the Accuracy of Merger Simulations, *Review of Economics and Statistics*, 95, 1584-1600.
- 瀬口浩一 (2012) 「自治体病院の経営効率性分析」『琉球大学研究』, 83, 51-82.
- 北坂真一 (2011) 「国立大学の効率性：確率的フロントティアモデルによる計測」, 同志社大学経済学部ワーキングペーパーNo.42.

- ・小林秀行（2015）「公立 DPC 病院の生産効率性の推定とその評価」『京都産業大学経済学レビュー』, 2, 19-46.
- ・中山徳良（2004）「自治体病院の技術効率性と補助金」『医療と社会』, 14, 69-79.
- ・中山徳良（2015）「日本の水道事業の技術効率性に影響を与える要因の分析」『オイコノミカ』, 52, 101-112.
- ・林亮輔（2016）「自治体経営の効率性と決定要因－多段階モデルアプローチを用いた都市自治体の検証－」『九州地区国立大学教育系・文系研究論文集』, 4, 1-16.
- ・林亮輔・林田吉恵（2015）「日本の空港の効率性評価－非裁量要因を考慮した DEA 効率値の計測－」『日本経済研究』, 72, 1－20.
- ・小熊仁（2019）「公営バス事業の効率性分析と事業改革の方向性」『地域政策研究』, 21, 29-47.