

幼稚園在籍児童数の増減に関する定性的従属要因モデル分析

白 岩 拓 哉

1. まえがき

全国的に進行している少子化現象の結果として、幼稚園在籍児童数が減少し、幼稚園入園の際の競争状態は緩和されつつあると言われている。

その一方で、首都圏などへの人口流入の増加に伴って、幼稚園入園の年齢に達する児童が増加し、幼稚園数が不足するという減少が同時に起きている。

児童関連施設に関しては、2006年に、幼稚園・保育園双方の機能を有する施設が創設される。このような施設の出現によって、幼稚園と保育園との区分が明確ではなくなることになる。そのため、幼稚園や保育園への入園を希望する児童の動向は、従来よりも複雑になることが予想される。

本稿では、幼稚園在籍児童数（幼稚園児数）の増減を、園児数という定量的な観点ではなく、「園児数の増加」「園児数の減少」という定性的な観点から分析することを試みる。この定性的な要因を分析対象とすることによって、数年間の期間中における園児数の変動が、増加局面または減少局面のうちの、どちらの局面にあるのかという点を把握できる可能性が出てくる。

本稿の主な目的は、定性的従属要因モデルの1つである probit モデルを用いて、幼稚園児数の増減に影響を及ぼすと考えられる、幼児人口・幼稚園児数・保育所入所児数などの要因の効果を分析すること、並びに、分析対象地域において幼稚園児数が増加または減少する確率の推定を行うことである。

最初に、分析に用いる probit モデルについて概観する。次に、「幼稚園児数増減確率モデル」の作成とモデルの構造推定を行う。最後に、分析対象地域の幼稚園児数が増減する確率を地域単位で推定し、当該地域における幼稚園児数の増減の状況を検証する。

2. Probit モデルの概要

従属要因が2つの値のどちらかを取る「2値データ」の分析には、定性的従属要因モデルがよく用いられる。2値データを扱うモデルには、線形確率モデル・probit モデル・logit モデルなどが存在する。ここでは、本稿で用いる probit モデルの概要を考察する。

分析を行う際に観測される n 個の個体は、それぞれ固有のベルヌーイ母集団に属するものと仮定する。この際に生じる事象は、 A （ある事象 A が生じる）、 \bar{A} （ある事象 A が生じない）の2種類で

ある。

分析対象となる個々の個体 ω_t において、事象 A が生じる確率を p_t 、事象 \bar{A} が生じる確率を q_t とすると、それぞれの確率は、

$$\begin{aligned} p_t &= P(\omega_t \in A) \\ q_t &= P(\omega_t \in \bar{A}) = 1 - p_t \end{aligned}$$

と表現できる。ここで、次のような観測可能な確率変数 y_t を定義する。

$$\begin{aligned} y_t &= 1 && (\omega_t \in A) \\ y_t &= 0 && (\omega_t \in \bar{A}) \end{aligned}$$

したがって、確率変数 y_t の期待値 $E(y_t)$ 、及び分散 $\text{Var}(y_t)$ は、

$$\begin{aligned} E(y_t) &= p_t \\ \text{Var}(y_t) &= p_t(1 - p_t) = p_t q_t \end{aligned}$$

となる。

次に、個体 ω_t に関して、 y_t とは別に観測される変数ベクトルを $x_t = x(\omega_t)$ 、これに対応する係数ベクトルを β とする。 x_t 、 $t=1, \dots, n$ は fixed である。

更に、確率変数 y_t^* を、

$$y_t^* = x_t \beta + u_t, \quad t=1, \dots, n$$

と表す。 y_t^* 、 u_t は、観測不可能である。

y_t^* と y_t とは、次のような対応関係にある。

$$p_t = P(\omega_t \in A) = P(y_t = 1) = P(y_t^* > 0)$$

正規分布の分布関数（累積確率密度関数）を $F(\cdot)$ 、標準正規分布の分布関数を $\Phi(\cdot)$ とすると、

$$\begin{aligned} p_t &= P(\omega_t \in A) \\ &= P(y_t^* > 0) \\ &= P(u_t > -x_t \beta) \\ &= 1 - P(u_t \leq -x_t \beta) \\ &= 1 - F(-x_t \beta) \\ &= 1 - \Phi(-x_t \beta^*) \\ &= \Phi(x_t \beta^*) \\ q_t &= P(\omega_t \in \bar{A}) \\ &= 1 - P(\omega_t \in A) \\ &= 1 - p_t \\ &= 1 - \Phi(x_t \beta^*) \end{aligned}$$

となる。ただし、正規分布の標準偏差を σ とすると、 $\beta^* = (1/\sigma) \beta$ である。

ここで、 u_t に対して定義される尤度関数 L は、

$$\begin{aligned}
 L &= \prod_{t=1}^n P(y_t) \\
 &= \prod_{t=1}^n p_t^{y_t} q_t^{1-y_t} \\
 &= \prod_{t=1}^n [\Phi(x_t, \beta^*)]^{y_t} [1 - \Phi(x_t, \beta^*)]^{1-y_t}
 \end{aligned}$$

である。よって、対数尤度関数 $\log_e L$ は、

$$\log_e L = \sum_{t=1}^n y_t \log_e \Phi(x_t, \beta^*) + \sum_{t=1}^n (1-y_t) \log_e [1 - \Phi(x_t, \beta^*)]$$

となる。

β^* の最尤推定値 $\hat{\beta}^*$ は、尤度方程式

$$\frac{\partial \log_e L}{\partial \beta^*} = 0$$

の解として、収束計算によって求められる。

この $\hat{\beta}^*$ から、 p_t 、 q_t の最尤推定値 \hat{p}_t 、 \hat{q}_t が、次の通り求められる。

$$\hat{p}_t = \Phi(x_t, \hat{\beta}^*)$$

$$\hat{q}_t = 1 - \hat{p}_t$$

3. 幼稚園児数増減確率モデル

神奈川県横浜市は、2000年代初頭における全国的な少子化の状況下で、幼稚園児数が増加傾向を示しつつある代表的な都市の1つである。

本稿では、横浜市の18行政区を分析対象として、幼稚園在籍児童数（幼稚園児数）の増減を、幼児人口・幼稚園児数・保育所入所児数などの指標によって説明する「幼稚園児数増減確率モデル」を作成する。上記の18区の各区における幼稚園児数の合計を、前年の幼稚園児数と比較して、増加または減少の状況を分析する。

ある行政区において、幼稚園児数が前年比で増加している時に事象Aが、幼稚園児数が前年比で減少している時に事象B（ $= \bar{A}$ ）が、それぞれ起きたとする。

幼児人口・幼稚園児数・保育所入所児数などの指標には、幼稚園数・保育所数などと共に、互いに強い関連性が存在している。本稿では、モデル分析の都合上、考えられる関連指標の中から、次

の7つの指標（「幼稚園数」「幼稚園児数」「保育所児数」「3歳児数」「5歳児数」「隣接区内幼稚園数」「隣接区内幼稚園児数」）を「幼稚園児関連指標」として選択し、モデルの説明変数に採り入れることとした。説明要因とする指標名とモデルにおける変数名との対応が、表1に示されている。また、指標の相関係数行列は、表2に示す通りである。

表1 幼稚園児数増減確率モデルの説明要因

説明要因 (定数項)	単 位	変数名
幼稚園数	10カ所	x 1
幼稚園児数	1000人	x 2
保育所児数	1000人	x 3
3歳児数	1000人	x 4
5歳児数	1000人	x 5
隣接区幼稚園数	10カ所	x 6
隣接区幼稚園児数	1000人	x 7

(注)「4歳児数」は、多重共線性を回避するために、説明変数から除外されている。

表2 説明変数の相関係数行列

	幼稚園数	幼稚園児数	保育所児数	3歳児数	5歳児数	隣接区幼稚園数	隣接区幼稚園児数
幼稚園数	1	0.811	0.733	0.753	0.787	0.071	0.054
幼稚園児数		1	0.640	0.899	0.913	-0.052	-0.044
保育所児数			1	0.752	0.775	0.168	0.170
3歳児数				1	0.983	-0.076	-0.055
5歳児数					1	-0.074	-0.056
隣接区幼稚園数						1	0.980
隣接区幼稚園児数							1

モデルの推定には、上記18区に関して観測されたパネル・データを使用した。これらは、各区におけるクロス・セクションデータを、1994年から2001年までの8年間の時系列データとしてプールしたものである。

モデルの推定に用いられた観測データが、表3-1～3-4に掲載されている。

表3-1 幼稚園児数関連指標データ(1)

基準年	行政区	幼稚園児数増減	幼稚園数(10ヵ所)	幼稚園児数(1000人)	保育所児数(1000人)	3歳児数(1000人)	5歳児数(1000人)	隣接区内幼稚園数(10ヵ所)	隣接区内幼稚園児数(10000人)
1994	鶴見区	0	2.3	3.612	1.34	2.465	2.342	5	0.8074
1994	神奈川区	0	1.9	2.315	1.484	1.722	1.673	9.3	1.697
1994	西区	1	0.7	0.95	0.476	0.622	0.535	6.6	1.0435
1994	中区	0	1.3	1.514	0.586	0.926	0.836	3.9	0.5909
1994	南区	0	1.8	2.785	1.093	1.54	1.483	9.6	1.7362
1994	港南区	0	2.4	4.916	1.103	2.193	2.165	6.7	1.0986
1994	保土ヶ谷区	0	1.6	3.821	1.245	1.877	1.796	11	1.8221
1994	旭区	0	2.8	5.356	1.355	2.304	2.324	8.3	1.6206
1994	磯子区	0	1.4	2.174	1.116	1.497	1.568	8.4	1.4594
1994	金沢区	0	1.6	3.339	1.006	1.893	1.934	2.7	0.4214
1994	港北区	0	3.1	5.759	1.435	2.521	2.284	6.4	1.0646
1994	緑区	1	1.6	2.828	1.09	1.527	1.485	13.3	2.7408
1994	青葉区	1	1.9	5.034	1.095	2.764	2.575	2.2	0.4719
1994	都筑区	1	0.6	1.891	0.551	1.806	1.513	6.6	1.3621
1994	戸塚区	0	2.2	3.987	1.123	2.347	2.383	11.4	2.1256
1994	栄区	0	1.3	2.04	0.673	1.058	1.075	7.6	1.4416
1994	泉区	1	1.5	2.338	0.977	1.411	1.374	6.4	1.2575
1994	瀬谷区	0	1.4	3.232	0.58	1.304	1.232	5.9	1.0522
1995	鶴見区	1	2.3	3.484	1.37	2.31	2.25	4.5	0.8074
1995	神奈川区	0	1.9	2.183	1.531	1.618	1.619	8.9	1.697
1995	西区	0	0.7	0.966	0.468	0.56	0.57	6.6	1.0435
1995	中区	1	1.3	1.471	0.587	0.827	0.865	3.9	0.5909
1995	南区	0	1.8	2.72	1.072	1.444	1.497	9.5	1.7362
1995	港南区	0	2.4	4.6	1.125	2.115	2.083	6.6	1.0986
1995	保土ヶ谷区	0	1.6	3.645	1.25	1.853	1.736	11	1.8221
1995	旭区	0	2.8	5.139	1.371	2.242	2.345	8.3	1.6206
1995	磯子区	0	1.4	2.027	1.155	1.529	1.534	8.4	1.4594
1995	金沢区	0	1.6	3.25	1.002	1.798	1.89	2.7	0.4214
1995	港北区	1	2.6	4.329	1.443	2.501	2.341	6.8	1.0646
1995	緑区	0	1.7	3.054	1.097	1.534	1.533	13.3	2.7408
1995	青葉区	1	2.1	5.306	1.147	2.725	2.678	2.6	0.4719
1995	都筑区	1	0.9	2.409	0.556	1.57	1.581	6.4	1.3621
1995	戸塚区	0	2.1	3.899	1.138	2.375	2.284	11.4	2.1256
1995	栄区	0	1.3	1.869	0.685	0.99	1.07	7.5	1.4416
1995	泉区	1	1.5	2.366	1.028	1.476	1.398	6.3	1.2575
1995	瀬谷区	0	1.4	2.993	0.582	1.227	1.17	6	1.0522

(注)「幼稚園児数増減」の値は、「1」が増加・「0」が減少を表す。

「幼稚園数」のうち、1994年の「緑区」「青葉区」「都筑区」の値は、1995年から2002年までの各区の観測値と3区の観測値の合計値に基づいて、外挿によって推定した値。

(2002年の値は、本稿の表には記載されていない。)

「3歳児数」「5歳児数」「隣接区内幼稚園数」「隣接区内幼稚園児数」のうち、1994年の「港北区」「緑区」「青葉区」「都筑区」の値は、1995年から2001年までの各区の観測値と4区の観測値の合計値に基づいて、外挿によって推定した値。

表3-2 幼稚園児数関連指標データ(2)

基準年	行政区	幼稚園児数 増減	幼稚園数 (10カ所)	幼稚園児数 (1000人)	保育所 児数 (1000人)	3歳児数 (1000人)	5歳児数 (1000人)	隣接区内 幼稚園数 (10カ所)	隣接区内 幼稚園児数 (10000人)
1996	鶴見区	0	2.3	3.513	1.491	2.263	2.231	4.5	0.8074
1996	神奈川区	0	1.9	2.105	1.536	1.619	1.638	8.8	1.697
1996	西区	0	0.7	0.947	0.477	0.538	0.567	6.6	1.0435
1996	中区	0	1.3	1.549	0.592	0.838	0.876	3.9	0.5909
1996	南区	0	1.8	2.667	1.126	1.419	1.485	9.5	1.7362
1996	港南区	0	2.4	4.477	1.167	2.064	2.063	6.6	1.0986
1996	保土ヶ谷区	1	1.6	3.643	1.311	1.823	1.756	10.9	1.8221
1996	旭区	1	2.8	5.039	1.425	2.24	2.279	8.2	1.6206
1996	磯子区	1	1.4	1.865	1.185	1.528	1.498	8.4	1.4594
1996	金沢区	0	1.6	3.217	1.051	1.794	1.94	2.7	0.4214
1996	港北区	1	2.6	4.386	1.518	2.52	2.334	6.7	1.0646
1996	緑区	0	1.6	3.019	1.102	1.553	1.517	13.2	2.7408
1996	青葉区	1	2	5.441	1.259	2.776	2.674	2.5	0.4719
1996	都筑区	1	0.9	2.582	0.624	2.577	1.622	6.2	1.3621
1996	戸塚区	0	2.1	3.887	1.175	2.337	2.217	11.4	2.1256
1996	栄区	0	1.3	1.777	0.741	1.007	1.04	7.5	1.4416
1996	泉区	0	1.5	2.418	1.058	1.426	1.433	6.3	1.2575
1996	瀬谷区	0	1.4	2.851	0.663	1.209	1.159	5.9	1.0522
1997	鶴見区	1	2.3	3.43	1.551	2.23	2.237	4.5	0.8074
1997	神奈川区	1	1.9	2.085	1.549	1.677	1.575	8.8	1.697
1997	西区	0	0.7	0.92	0.488	0.557	0.595	6.5	1.0435
1997	中区	0	1.3	1.514	0.598	0.873	0.898	3.8	0.5909
1997	南区	0	1.7	2.624	1.174	1.473	1.46	9.5	1.7362
1997	港南区	0	2.4	4.464	1.183	2.099	2.12	6.5	1.0986
1997	保土ヶ谷区	1	1.6	3.75	1.327	1.744	1.765	10.8	1.8221
1997	旭区	1	2.8	5.087	1.441	2.27	2.194	8.2	1.6206
1997	磯子区	1	1.4	1.903	1.201	1.507	1.392	8.3	1.4594
1997	金沢区	0	1.6	3.045	1.126	1.716	1.882	2.7	0.4214
1997	港北区	0	2.6	4.522	1.523	2.462	2.396	6.8	1.0646
1997	緑区	0	1.6	2.978	1.141	1.516	1.484	13.3	2.7408
1997	青葉区	1	2	5.503	1.246	2.691	2.692	2.6	0.4719
1997	都筑区	1	1	2.898	0.778	1.816	1.678	6.2	1.3621
1997	戸塚区	1	2.1	3.84	1.243	2.27	2.257	11.3	2.1256
1997	栄区	0	1.3	1.713	0.756	0.961	1.002	7.5	1.4416
1997	泉区	1	1.5	2.399	1.113	1.455	1.46	6.3	1.2575
1997	瀬谷区	0	1.4	2.792	0.685	1.241	1.242	5.9	1.0522

(注)「幼稚園児数増減」の値は、「1」が増加・「0」が減少を表す。

表 3 - 3 幼稚園児数関連指標データ (3)

基準年	行政区	幼稚園 児数 増減	幼稚園数 (10ヵ所)	幼稚園 児数 (1000人)	保育所 児数 (1000人)	3歳児数 (1000人)	5歳児数 (1000人)	隣接区内 幼稚園数 (10ヵ所)	隣接区内 幼稚園児数 (10000人)
1998	鶴見区	1	2	3.504	1.519	2.392	2.146	4.5	0.8074
1998	神奈川区	1	1.9	2.089	1.572	1.647	1.573	8.5	1.697
1998	西区	1	0.7	0.899	0.495	0.516	0.523	6.4	1.0435
1998	中区	1	1.3	1.466	0.604	0.918	0.909	3.7	0.5909
1998	南区	0	1.6	2.514	1.19	1.54	1.443	9.5	1.7362
1998	港南区	1	2.4	4.371	1.21	2.156	1.993	6.4	1.0986
1998	保土ヶ谷区	1	1.6	3.785	1.342	1.791	1.794	10.7	1.8221
1998	旭区	1	2.8	5.2	1.474	2.189	2.194	8.1	1.6206
1998	磯子区	0	1.4	2.067	1.232	1.526	1.452	8.1	1.4594
1998	金沢区	1	1.5	3.004	1.121	1.874	1.777	2.7	0.4214
1998	港北区	1	2.6	4.485	1.615	2.631	2.386	6.6	1.0646
1998	緑区	1	1.6	2.97	1.157	1.606	1.503	13.4	2.7408
1998	青葉区	1	2	5.648	1.412	3.006	2.748	2.7	0.4719
1998	都筑区	1	1.1	3.255	0.974	1.96	1.769	6.2	1.3621
1998	戸塚区	1	2.1	3.872	1.257	2.414	2.301	11.1	2.1256
1998	栄区	0	1.3	1.643	0.758	0.99	0.972	7.4	1.4416
1998	泉区	1	1.4	2.44	1.194	1.499	1.427	6.3	1.2575
1998	瀬谷区	1	1.4	2.769	0.665	1.34	1.172	5.8	1.0522
1999	鶴見区	0	2	3.62	1.548	2.166	2.146	4.4	0.8074
1999	神奈川区	0	1.9	2.196	1.581	1.701	1.627	8.4	1.697
1999	西区	1	0.7	0.941	0.49	0.549	0.544	6.3	1.0435
1999	中区	1	1.3	1.49	0.63	0.905	0.867	3.6	0.5909
1999	南区	0	1.5	2.479	1.216	1.467	1.461	9.5	1.7362
1999	港南区	0	2.4	4.567	1.19	1.995	2.006	6.3	1.0986
1999	保土ヶ谷区	0	1.6	3.798	1.378	1.762	1.78	10.6	1.8221
1999	旭区	1	2.8	5.294	1.549	2.176	2.221	8.1	1.6206
1999	磯子区	0	1.4	2.059	1.282	1.445	1.432	8	1.4594
1999	金沢区	0	1.5	3.097	1.154	1.851	1.766	2.7	0.4214
1999	港北区	1	2.5	4.718	1.689	2.704	2.32	6.6	1.0646
1999	緑区	1	1.6	3.118	1.169	1.497	1.454	13.3	2.7408
1999	青葉区	1	2	5.84	1.58	2.976	2.658	2.7	0.4719
1999	都筑区	1	1.1	3.581	1.007	2.022	1.982	6.1	1.3621
1999	戸塚区	1	2.1	3.974	1.314	2.375	2.231	11	2.1256
1999	栄区	0	1.3	1.643	0.787	0.949	0.929	7.4	1.4416
1999	泉区	1	1.4	2.469	1.32	1.415	1.46	6.3	1.2575
1999	瀬谷区	1	1.4	2.822	0.66	1.213	1.173	5.8	1.0522

(注)「幼稚園児数増減」の値は、「1」が増加・「0」が減少を表す。

表 3 - 4 幼稚園児数関連指標データ (4)

基準年	行政区	幼稚園児数増減	幼稚園数(10カ所)	幼稚園児数(1000人)	保育所児数(1000人)	3歳児数(1000人)	5歳児数(1000人)	隣接区内幼稚園数(10カ所)	隣接区内幼稚園児数(10000人)
2000	鶴見区	1	2	3.519	1.551	2.346	2.293	4.2	0.8074
2000	神奈川区	1	1.7	2.142	1.682	1.702	1.585	8.4	1.697
2000	西区	0	0.7	0.962	0.489	0.51	0.49	6.1	1.0435
2000	中区	1	1.3	1.537	0.639	0.961	0.925	3.6	0.5909
2000	南区	0	1.5	2.46	1.302	1.563	1.532	9.5	1.7362
2000	港南区	0	2.4	4.471	1.307	2.128	2.08	6.3	1.0986
2000	保土ヶ谷区	0	1.6	3.707	1.422	1.912	1.768	10.4	1.8221
2000	旭区	1	2.8	5.399	1.601	2.353	2.223	8.1	1.6206
2000	磯子区	0	1.4	1.97	1.295	1.469	1.47	8	1.4594
2000	金沢区	0	1.5	3.079	1.266	1.74	1.834	2.7	0.4214
2000	港北区	0	2.5	4.766	1.734	2.72	2.552	6.6	1.0646
2000	緑区	1	1.6	3.268	1.201	1.554	1.573	13.4	2.7408
2000	青葉区	1	2.1	6.114	1.653	3.271	2.964	2.9	0.4719
2000	都筑区	1	1.3	4.069	1.172	2.225	2.17	6.2	1.3621
2000	戸塚区	0	2.1	4.103	1.355	2.435	2.421	11	2.1256
2000	栄区	1	1.3	1.636	0.782	0.981	0.989	7.4	1.4416
2000	泉区	1	1.4	2.493	1.355	1.466	1.525	6.3	1.2575
2000	瀬谷区	1	1.4	2.84	0.673	1.234	1.275	5.8	1.0522
2001	鶴見区	1	2	3.529	1.635	2.296	2.161	4.1	0.8074
2001	神奈川区	1	1.6	2.171	1.67	1.685	1.65	8.4	1.697
2001	西区	1	0.7	0.95	0.483	0.558	0.542	6	1.0435
2001	中区	1	1.3	1.564	0.646	0.957	0.944	3.6	0.5909
2001	南区	1	1.5	2.425	1.33	1.56	1.435	9.4	1.7362
2001	港南区	1	2.3	4.414	1.356	2.031	1.997	6.3	1.0986
2001	保土ヶ谷区	1	1.6	3.636	1.425	1.821	1.784	10.2	1.8221
2001	旭区	1	2.7	5.424	1.604	2.298	2.191	8.1	1.6206
2001	磯子区	0	1.4	1.899	1.303	1.414	1.368	7.9	1.4594
2001	金沢区	1	1.5	2.998	1.373	1.771	1.892	2.7	0.4214
2001	港北区	1	2.5	4.763	1.801	2.749	2.544	6.5	1.0646
2001	緑区	1	1.6	3.288	1.241	1.702	1.529	13.2	2.7408
2001	青葉区	1	2.1	6.279	1.771	3.164	3.023	2.9	0.4719
2001	都筑区	1	1.3	4.343	1.416	2.267	2.252	6.2	1.3621
2001	戸塚区	1	2.1	4.045	1.441	2.429	2.344	10.8	2.1256
2001	栄区	1	1.3	1.658	0.838	1.012	0.918	7.3	1.4416
2001	泉区	1	1.4	2.514	1.363	1.476	1.427	6.2	1.2575
2001	瀬谷区	1	1.4	2.901	0.678	1.255	1.206	5.7	1.0522

(注)「幼稚園児数増減」の値は、「1」が増加・「0」が減少を表す。

作成されたモデルは、以下の通りである。

$$y_t^* = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \beta_4 x_{t4} + \beta_5 x_{t5} + \beta_6 x_{t6} + \beta_7 x_{t7} + u_t, \quad t=1, \dots, n$$

観測される説明変数ベクトル x_t は、

$$x_t = [1, x_{t1}, x_{t2}, x_{t3}, x_{t4}, x_{t5}, x_{t6}, x_{t7}]$$

これに対応する係数ベクトル β は、

(表記の都合上、列ベクトル β を、行ベクトル β' で表すと、)

$$\beta' = [\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7]$$

である。なお、誤差項 u_t は、中心極限定理によって、互いに独立に、平均0、分散 σ^2 の正規分布に従う、すなわち、

$$u_t \sim IN(0, \sigma^2)$$

と仮定される。

以上により、次のようなモデルの構造が推定された。

表4 幼稚園児数増減確率モデルの構造推定結果

説明要因	係数	係数の推定値	係数の標準偏差の推定値	t-値
(定数項)	β_0	1.41038	0.57941	2.43418
幼稚園数	β_1	-1.36845	0.54660	-2.50359
幼稚園児数	β_2	0.61942	0.29695	2.08595
保育所児数	β_3	1.37213	0.73200	1.87450
3歳児数	β_4	7.06042	1.79310	3.93756
5歳児数	β_5	-7.88646	1.91398	-4.12045
隣接区内幼稚園数	β_6	-1.00533	0.24555	-4.09420
隣接区内幼稚園児数	β_7	4.45384	1.16467	3.82411

(注) 係数の標準偏差の推定値は、「標準誤差」と呼ばれることがある。

「4歳児数」は、多重共線性を回避するために、説明変数から除外されている。

$$y_t^* = 1.41038 - 1.36845 x_{t1} + 0.61942 x_{t2} + 1.37213 x_{t3} + 7.06042 x_{t4} \\ (2.50359) \quad (2.08595) \quad (1.87450) \quad (3.93756) \\ - 7.88646 x_{t5} - 1.00533 x_{t6} + 4.45384 x_{t7} + u_t \\ (4.12045) \quad (4.09420) \quad (3.82411)$$

(() 中の数値は t-値 の絶対値)

推定結果から、“幼稚園児数の増加”という定性的現象に対して、プラスの効果を及ぼす要因と

しては「幼稚園児数」「保育所児数」「3歳児数」「隣接区内幼稚園児数」が、マイナスの効果을及ぼす要因としては「幼稚園数」「5歳児数」「隣接区内幼稚園数」があることがわかる。プラス要因としての「幼稚園児数」「保育所児数」「3歳児数」「隣接区内幼稚園児数」の増加は“幼稚園児数の増加”を持たらすことを、逆に、マイナス要因としての「幼稚園数」「5歳児数」「隣接区内幼稚園数」の増加は“幼稚園児数の減少”を持たらすことを意味している。

「幼稚園児数」の増加という量的な現象が、“幼稚園児数の増加”という質的な現象と表裏一体であることは言うまでもない。ただし、「幼稚園児数」は連続的な指標であるのに対して、“幼稚園児数の増加”は離散的な指標であり、増加の有無（増加または減少）を表すものである。

「保育所児数」の増加は、幼稚園児数の増加と共に、児童数の増加傾向を表す直接的な指標である。両者は、その増減においても同様の傾向を示すものであろう。

「3歳児数」は、幼稚園への入園が可能になる年齢であることから、その人数の増加は“幼稚園児数の増加”に大きな影響を及ぼす結果となっている。

「隣接区内幼稚園児数」は、当該区域に隣接する行政区における幼稚園児数である。隣接区域に住む幼稚園児が、当該区域内の幼稚園に通園する場合は少なくないであろう。隣接区内幼稚園児数の増加が、当該区域の“幼稚園児数の増加”に直結することは当然のことと思われる。

「幼稚園数」が多い場合、通園可能な区域内の幼稚園が多数存在することになる。その結果、各幼稚園に通園する幼稚園児数は、それぞれの園に分散することになる。そのため、幼稚園児数の増加の傾向は緩和されることになる。

「5歳児数」の増加は、幼稚園児の大半を占める3歳入園児数や4歳入園児数の増加と比較すると、幼稚園児の増加に対する影響力が小さいものと思われる。そのため、相対的に、幼稚園児数の増加を抑制する傾向が顕われる可能性がある。

「隣接区内幼稚園数」の増加は、当該区域内の幼稚園数の増加と同様に、通園する幼稚園の選択の幅を広げる結果をもたらす。この場合も、園児は通園可能な幼稚園に分散するため、幼稚園児数は相対的に減少する傾向が生じる。

4. 幼稚園児数増減確率の推定

構造を推定した「幼稚園児数増減確率モデル」を用いて、横浜市の18行政区における、2000年及び2001年の幼稚園児数が増減する確率を推定した。その結果は、表5の通りである。

幼稚園児数の増減は、表中の「観測値」及び「推定値」の欄（1：増加，0：減少）に示されている。「観測値」が実際の状況、「推定値」がモデルから推定される状況を表している。

y_i^* は、その符号によって、幼稚園児数の増減が推定される変数である。この変数は、潜在的な変数であるため、その値を観測することはできない。しかし、モデルによってその推定値 \hat{y}_i^* を得ることができる。その推定値の符号が、プラスの場合には幼稚園児数の増加が、マイナスの場合には幼稚園児数の減少が、それぞれ推定される。

表5 幼稚園児数増減確率の推定結果

基準年	行政区	観測値	推定値	判定	\hat{y}_i	幼稚園児数増減確率の推定値
2000	鶴見区	1	1		0.83512	0.79817
2000	神奈川区	1	1		1.34891	0.91132
2000	西区	0	0		-0.02917	0.48836
2000	中区	1	0	B	-0.03710	0.48520
2000	南区	0	0		-0.19652	0.42210
2000	港南区	0	0		-0.13097	0.44790
2000	保土ヶ谷区	0	1	A	0.68438	0.75313
2000	旭区	1	1		1.27602	0.89903
2000	磯子区	0	0		-0.27234	0.39268
2000	金沢区	0	0		-0.01417	0.49435
2000	港北区	0	1	A	0.50515	0.69327
2000	緑区	1	1		0.19519	0.57738
2000	青葉区	1	1		3.49736	0.99977
2000	都筑区	1	1		2.18929	0.98571
2000	戸塚区	0	0		-0.55521	0.28938
2000	栄区	1	0	B	-0.17446	0.43075
2000	泉区	1	1		0.48884	0.68752
2000	瀬谷区	1	0	B	-0.31013	0.37823
2001	鶴見区	1	1		1.74510	0.95952
2001	神奈川区	1	1		0.85461	0.80362
2001	西区	1	0	B	-0.01550	0.49382
2001	中区	1	0	B	-0.18886	0.42510
2001	南区	1	1		0.66456	0.74683
2001	港南区	1	1		0.00752	0.50300
2001	保土ヶ谷区	1	1		0.07690	0.53065
2001	旭区	1	1		1.29651	0.90260
2001	磯子区	0	1	A	0.21129	0.58367
2001	金沢区	1	0	B	-0.15607	0.43799
2001	港北区	1	1		0.96360	0.83238
2001	緑区	1	1		1.85548	0.96824
2001	青葉区	1	1		2.54071	0.99447
2001	都筑区	1	1		2.34365	0.99045
2001	戸塚区	1	1		0.29283	0.61517
2001	栄区	1	1		0.79535	0.78679
2001	泉区	1	1		1.45683	0.92742
2001	瀬谷区	1	1		0.52749	0.70107

判定A：潜在的園児数増加の傾向あり

判定B：潜在的園児数減少の傾向あり

各行政区における2000年及び2001年の幼稚園児数増減の現状は、モデルを用いて推定された結果と、概ね適合しているものと思われる。

幼稚園児数が増加している様子が、モデルによる推定結果からも認められる行政区としては、2000年の「鶴見区」「神奈川区」「旭区」「緑区」「青葉区」「都筑区」「泉区」、及び、2001年の「鶴見区」「神奈川区」「南区」「港南区」「保土ヶ谷区」「旭区」「港北区」「緑区」がある。逆に、幼稚園児数が減少したことがモデルから推定された2000年の「西区」「南区」「港南区」「磯子区」「金沢区」「戸塚区」では、現状においても幼稚園児数が減少している。

一方、実際の幼稚園児数の増減の状況（観測値）と、モデルから推定される状況（推定値）との間に不一致が生じている行政区が、毎年いくつか存在している。（表5の「判定」項目の「A」及び「B」）

観測値と推定値との不一致の内容は、①幼稚園児数の増加が推定されるが、現状では幼稚園児数が減少している場合（「潜在的園児数増加」：表5の「判定」項目の「A」）、及び、②幼稚園児数が減少する傾向にあると考えられるにもかかわらず、現状では幼稚園児数が増加している場合（「潜在的園児数減少」：表5の「判定」項目の「B」）、である。「潜在的園児数増加」に当てはまる行政区としては、2000年の「保土ヶ谷区」「港北区」、及び、2001年の「磯子区」が、「潜在的園児数減少」に当てはまる行政区としては、2000年の「中区」「栄区」「瀬谷区」、及び、2001年の「西区」「中区」「金沢区」が挙げられる。観測値と推定値との不一致現象が見られる行政区では、その現象が一時的なものであるか否かを見極める必要がある。幼稚園のクラス人数の設定や、幼稚園教諭の雇用などの面でも、想定される幼稚園児数の増減に対処すべきであろう。

5. むすび

本稿では、probit モデルを用いて「幼稚園児数増減確率モデル」を作成し、横浜市の各行政区を対象として、幼稚園児数の増減に対する「幼稚園児関連指標」の効果の分析、及び、各行政区単位での幼稚園児数増減確率の推定と分析を行った。

今後の研究課題としては、幼稚園児数の増減に関する短期予測モデルの開発などを試みたい。また、資料収集がなされていない時点のデータの推定などについても検討中である。

注

- (1) 定性的従属要因モデルでは、モデルの従属要因（従属変数・被説明変数）として、指示変数が用いられる。指示変数は、その値として0または1を取る離散的な変数である。
- (2) 非線形方程式では、解を解析的に解くことが困難であるため、Newton-Raphson法、Scoring法などの繰り返し計算を行う必要がある。（Chow(1983)p.172参照）
- (3) ここでは、推定するモデルの定数項及び係数が、モデルの推定期間を通して一定であるものと仮定している。

参考文献

Chow, G. C. (1983) : *Econometrics*, McGraw-Hill.

Cox, D. R. (後藤昌司・畠中駿逸・田崎武信 訳) (1980) : 2値データの解析 —医学・生物学への応用—, 朝倉書店.

Maddala, G. S. (和合肇 訳) (1996) : 計量経済分析の方法 [第2版], シーピーエー出版.

Pindyck, R. S. ; Rubinfeld, D. L. (1981) : *Econometric Models and Economic Forecasts*, 2nd ed., McGraw-Hill.

浅野哲・中村二郎 (2000) : 計量経済学, 有斐閣.

縄田和満 (2001) : Excel 統計解析ボックスによるデータ解析, 朝倉書店.

福原文雄 (1985) : 中古貨物車市場の地域特性 —probit モデルによる分析—, 青山経済論集, 第37巻, 第1号.

福原文雄 (1986) : 新先行景気指数, 青山経済論集, 第38巻, 第3号.

横浜市総務局 編 (2003) : 横浜市統計書, 第81回 (平成15年版), 横浜市総務局行政部統計解析課.

参考Webサイト

横浜市総務局行政部統計解析課 : 統計でみる横浜 横浜市統計書, 横浜市統計書 (平成13年度).

<http://www.city.yokohama.jp/me/stat/toukeisho/new/index.html>

横浜市総務局行政部統計解析課 : 統計横浜web版.

<http://www.city.yokohama.jp/me/stat/toukei-y/new/index.html>