

新規保育所設立の事前評価のための エージェントベースシミュレーション

○財津駿平[†] 高橋聡^{††} 吉川厚[†] 寺野隆雄[†]

(東京工業大学[†] 東京理科大学^{††})

A study on A Multi-Agent Simulation for Evacuation of New Child Care Centers

* S. Zaitzu[†], S. Takahashi^{††}, A. Yoshikawa[†], T. Terano[†]

(Tokyo Institute of Technology[†], Tokyo University of Science^{††})

概要— 本研究では新規保育所の設設計画において、事前評価のためのシミュレーションモデルを構築し、新規保育所の設立数と設立時期が異なる保育政策が待機児童状況に与える影響を比較分析することを目的とする。本稿では3つの都市を想定し、保育環境の差異により人口移動が発生することを前提として、新規保育所設立の時期および設立数が待機児童数と都市内人口へ及ぼす影響についての評価及び検討を行う。その結果、過去の待機児童数を指標にして、新規保育所の設立または現状維持を選択することが都市内の待機児童状況の改善に有効であるという知見が得られた。

キーワード: 待機児童問題, 保育所, エージェントベースシミュレーション

1 はじめに

近年、保育所に入所申請しているにも関わらず、落選して待機している状態にある児童、いわゆる待機児童が増加している。保育所に児童を預けられないばかりに就業を断念したり、やむを得ず育児休暇を延長したりする女性は少なくない。このような待機児童の増加が引き起こす諸問題を統括して待機児童問題と呼ぶ。近年の少子高齢化による労働力人口減少への懸念から、これらの問題に対して早急な対策が必要であることが示されている¹⁾。

政府は2013年4月に「待機児童解消加速化プラン」を策定し、2019年度末までの5年間で新たに50万人分の保育供給量を確保し、待機児童解消を図っている²⁾。しかし、全体としての保育供給量は増加しているが、依然として待機児童数は増加傾向にある。これらの傾向を説明するものとして、保育所の整備による入所希望者の増加といった内的要因と、保育所への入所を目的とした他地域からの人口流入といった外的要因が挙げられる³⁾⁴⁾。前者に関しては、今まで保育所を利用していなかったが、入所を希望するようになった世帯が増加することを指している。後者に関しては、整備を行った地域へ、保育所の入所を目的として転居する世帯が増加することを指す。

前述したとおり、労働力人口減少という背景から保育所への入所希望者数を削減するといった内的要因への対策は有効ではない。一方、外的要因については、新規保育所の設立には限りがあり、人口流入によって保育所に対する需要が供給を上回るのは明らかである。また、人口の流出が起こった際、既存の保育所に定員

割れが生じる恐れもある。現在、保育政策として保育所の量的拡大が待機児童問題への主な対策となっているが、先ほど述べた保育所の整備による人口流出入について考慮した設設計画が必要である。そのためには新規保育所の設立について事前評価し、直面した状況に対して適切な計画を検討することが求められる。

以上のことを踏まえて、本研究では新規保育所の設設計画において、事前評価のためのシミュレーションモデルを構築し、新規保育所の設立数と設立時期が異なる保育政策が待機児童状況に与える影響を比較分析することを目的とする。

2 関連研究

2.1 保育所整備に関する研究

過去を遡っても待機児童問題を取り扱った研究は多くはない。ここでは、保育所の整備による影響に焦点を当てた研究について述べる。

保育所の整備が及ぼす影響についてアプローチするため、女性の出生率や就業率に着目し、統計データを用いて実証分析を行っている。保育所の整備が女性の就業率や出生力の上昇に対して有効であるとし、保育サービスが量的に拡充していない地域には量的拡充が必要と述べられている⁵⁾⁶⁾⁷⁾。

また、保育所の整備状況は自治体の人口規模により、差異が存在し、必要であっても財源不足から保育所が整備できない自治体も存在する⁸⁾。

以上より、自治体にとって保育所の整備は出生率や労働力の上昇に欠かせないことであるが、財政状況に

よってその規模は異なることが示されている。

2.2 地域間人口移動に関する研究

地域間人口移動に関する研究は過去へ遡ると、多数存在する。過去の研究では所得水準や雇用水準により地域間の人口移動が発生するとされ、それらを説明変数としたモデルが多い^{9) 10) 11)}。また、地価の変動や道路整備による交通コストの変化に注目し、地域間人口移動モデルを作成した研究もある^{12) 13)}。Fontaine は ABS を用いて、居住用住宅の潜在需要による人口の流入流出を表現している¹⁴⁾。

コーホート(同一出生集団)の動きに注目しながら、人口移動の要因となり得る出生・死亡・進学・就職それぞれについて確率的に取り扱い、将来人口を推計する研究も存在する。また、エージェントベースシミュレーションを用いて都市住民の属性や世帯構成のミクロな変化を再現し、マクロな人口動態を推計するモデルの構築に着目した研究も存在する^{15) 16)}。

2.3 本研究の位置付け

1 章で述べた通り現在は保育所の整備状況により、子育て世帯の流入が発生している。こうした状況を前提に、保育政策が待機児童数に与える影響を分析するためには保育所の整備状況と子育て世帯数のみに焦点を当てたシミュレーションモデルが必要である。2.1 節で示した研究は統計データを用いた実証分析に留まっており、事象のメカニズムにアプローチする事が出来ない。2.2 節で示した研究の中には保育所の需要のみに注目した人口移動モデルはない。

よって、本研究では保育政策が待機児童数に与える影響をそのメカニズムを含めて分析する。しかし、実験の規模や比較実験を行うための難しさから、保育政策に対して実証的な研究を行うことは容易ではない。このような実証的な検証が難しい事象にアプローチするため、本研究ではエージェントベースシミュレーション(ABS:Agent-Based Simulation)を用いて、就学前児童を家庭に持つ子育て世帯の保育所入所までの行動を再現し、保育所の整備によって人口の移動が発生するモデルを構築する。本研究で ABS を使用する理由は以下の通り。先ほども述べたとおり、保育政策に対して実証的な研究を行うことは容易ではなく、保育政策の違いによる影響を確認することは難しい。しかし、ABS によって保育の需要供給をある程度再現することが出来れば、そのモデル上で様々な政策を試すことが可能となるからである。

3 モデル

3.1 モデル

本研究で取り扱うモデルは意思決定主体としてのエ

ージェントとそのエージェントが保育所を選択、入所を行う場としての都市内空間で構成されている。本モデルでは保育所を選択、保育所に入所する児童エージェント、入所選考を行い、希望者から入所者を決定する保育所エージェントの2種類のエージェントを定義した。

3.2 エージェント

3.2.1 児童エージェント

児童エージェントは属性として以下の内部パラメータを持つ。

- ・誕生年
- ・誕生月
- ・入所希望順位

児童エージェントは入所志望順位に従い、第1志望から第3志望までの保育所エージェントへ入所申請を行う。児童エージェントの行動フローチャートを Fig.1 に示す。児童エージェントの転居行動について説明する。Fig.1 より、児童エージェントは待機児童として認定された際、確率的に他の都市へ転居する。児童エージェントが転居する都市は都市の効用値によって決定される。都市 D の効用値 U_D は以下の(1)式で表される。

$$U_D = \sum_j \frac{N_j^D}{A_j^D} \quad (1)$$

N_j^D は都市 D に存在する保育所エージェント j の定員数、 A_j^D は都市 D に存在する保育所エージェント j への入所申込者数を表す。つまり、都市の効用は存在する保育所の入所倍率の総和によって決定され、保育所定員数が多く、入所申込者が少ないほど高くなる。これは、児童エージェントが保育所へ入所することを目的とし、保育所へ入所しやすい都市が児童エージェントにとって効用の高い都市であることを表現している。児童エージェント i が都市 D を選択する確率は

$$P(D|i) = \frac{e^{U_D}}{\sum e^U} \quad (2)$$

に従う。転居行動は一度しか行わず、(2)式によって自らが存在している都市が選択された場合、その児童エージェントは現在の都市に残留するものとする。また、それは転居行動と見なし、以降転居行動は行わないものとする。

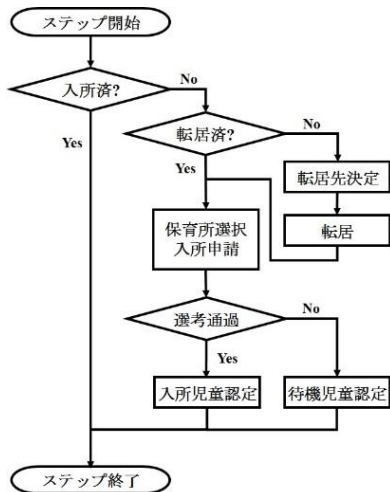


Fig.1: 児童エージェント行動フローチャート

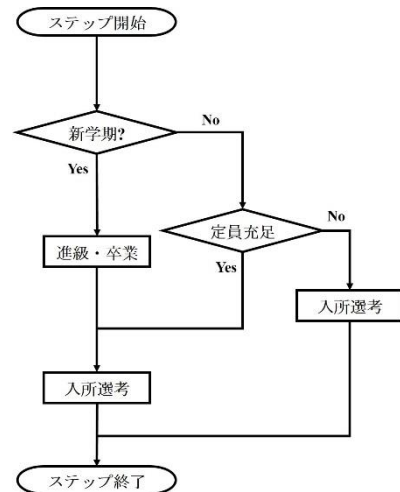


Fig.2: 保育所エージェント行動フローチャート

3.2.2 保育所エージェント

保育所エージェントは以下の内部パラメータを持つ。

- ・0歳児クラス定員数
- ・1歳児クラス定員数
- ・2歳児クラス定員数
- ・3歳児クラス定員数
- ・4歳児クラス定員数

保育所エージェントは毎ステップ、入所選考を行い、応募者リストの中から入所者を決定する。入所選考手順は以下の通り。

- 1) 当該保育所を第1志望で希望する応募者を、クラス定員に達するか第1志望の応募者がいなくなるまで受け入れる。(選抜はランダムで行われる)
- 2) まだクラス定員に空きがある場合、第2志望で希望する応募者から選抜する。1)と同様にクラス定員に達するか第2志望の応募者がいなくなるまで受け入れる。
- 3) 同様のプロセスを第3志望まで行う。

また、保育所エージェントは新学期(翌年の4月)になると進級と卒業を行う。進級では0歳児クラスに所属していた児童を1歳児クラスに繰り上げて所属させる。1, 2, 3歳児も同様に上の年齢のクラスへと繰り上げる。卒業では4歳児クラスに所属していた児童を保育所から除外し、卒業させる。保育所エージェントの行動フローチャートを Fig.2 に示す。

3.3 本モデルにおける保育需給の表現

この節では、本モデルにおいて実社会での保育の需要と供給をどのように表現しているかを述べる。まず、保育所とは、保護者からの申請により、親が労働者である、病気の状態にある等の理由により家庭において十分に児童を保育できない場合に、家庭に替わって児童(0~5歳の乳児および幼児)を保育するため、児童福祉法に基づき位置づけられた「児童福祉施設」である。つまり、義務教育のように、子供の成育過程で必ずしも入所しなければならない施設ではないことがわかる。よって、全ての世帯が保育所への入所を必要としているわけではなく、特定地域の就学前児童人口と入所希望者数は一致しない。児童が何歳になるまで保育所を必要とするかも世帯によって異なる。また、保育所に入所する際、入所選考が行われ、家族構成や世帯年収等により、入所しやすさが異なる。

本研究において以上のようなことは考慮せず、モデルをシンプルなものにするため以下のような仮定を置いた。

- ・世帯年収、家族構成はみな同様とする。
- ・すべての世帯には子供が1人のみ存在し、1世帯を1児童エージェントとおく。
- ・すべての児童は5歳になるまで保育所への入所を必要とする。

4 シミュレーション

4.1 新規保育所設立政策の検討のための実験

本節では保育環境の差異による人口移動を考慮した場合、新規保育所設立の時期及び設立数が待機児童数と都市内人口へ及ぼす影響についての評価及び検討を行う。そのため、モデルの都市内空間に3つの都市を設定し、シミュレーション実験を行った。児童エー

エージェントは3つのうち1つの都市に所属し、所属している都市内の保育所を選択、入所する。待機児童として認定された児童エージェントは所属する都市と他の都市から得られる効用を比較し、確率的に転居(都市間を移動)する。このシミュレーションモデルを3都市モデルとして定義し、シミュレーション実験を行う。

本稿では2種類のシミュレーション実験を行う。1つ目は3章で定義したモデルにおける信頼性を検証するために実データを用いて3都市モデルにおけるシミュレーション実験を行う。インプットデータとして10年間の保育所定員数と人口数を与え、アウトプットとして各都市の人口の推移を出力し、実データと比較検討する。2つ目は3都市モデルを用いて異なる保育政策が待機児童状況に与える影響をシミュレーション結果から比較分析する。3種類の保育政策を定義し、各政策を行った際の都市の待機児童数及び人口数の推移を出力し比較検討を行う。本シミュレーションでは3種類の保育政策を独立させて実験を行い、他の2都市は標準的政策をとるものとする。

4.1.1 実験設定

本実験では、児童エージェントは毎ステップ一定数発生し、一定ステップ経過すると消滅するよう設定する。1ステップを1ヵ月とし、12ステップを1年とする。本モデルでは1年毎に一定数の児童エージェントが、それぞれの都市内に生成されるものとする。児童エージェントは転居時、自らが属している都市も含めて3都市から転居先を決定する。

4.1.2 モデルの信頼性検討

本実験ではインプットデータとして、初期児童エージェント数、初期保育所数、初期保育所定員数、新規保育所設立数を与える。今回は神奈川県横浜市、横須賀市、川崎市のオープンデータより、国勢調査及び住民基本台帳に基づく平成18~27年度の利用申請者数、保育所定員数を用いてシミュレーションを行った。

4.1.2.1 実験結果

4.1.1項で定義した3都市モデルより、得られたシミュレーション結果を示す。まずは各都市の待機児童数、総児童エージェント数、保育所充足率と都市の効用値の推移をFig.3~6に示す。保育所充足率とは都市内に存在する保育所に対して、どれだけの児童が入所しているかの割合であり、入所した児童数を保育所定員数で除した値である。この値が1に近ければ、保育所の需要過多を表し、0に近ければ供給過多を表している。Fig.7~9には総児童エージェント数の推移結果を用いた利用申請者数のシミュレーション結果と統計値の比較を示す。

Fig.3の待機児童数の推移に着目すると、H18からH21にかけて横須賀市には待機児童が200名前後存在し、横浜市と川崎市は150名前後で推移している。

H23以降、横須賀市の待機児童数は急激に減少し50名程度となり、横浜市と川崎市はゆるやかに減少し、100名程度となっている。次にFig.4の総児童エージェント数の推移を見ると、全体的な傾向として、横浜市の人口数は毎年、ゆるやかに増加し、横須賀市は横浜市と反対にゆるやかに減少していることがわかる。川崎市は10年間増減がなく一定に推移していることが見てとれる。また、Fig.5の保育所充足率の推移に注目すると、横浜市は一定値に推移し、川崎市はごくゆるやかに減少していることが確認できる。横須賀市はH18~H23にかけては減少し続けているが、H24以降は緩やかに増加していることが分かる。Fig.6の都市の効用値の推移を見ると、H24までは3都市の効用値は差異なく増加しているが、H25~H27からは横須賀の効用値が横浜、川崎に比べ低く推移していることがわかる。Fig.7~9より就学前児童人口が全体的に横浜市は増加傾向、横須賀市は減少傾向、川崎市は一定に推移している統計値に対して、シミュレーション結果が対応していることが読み取れる。

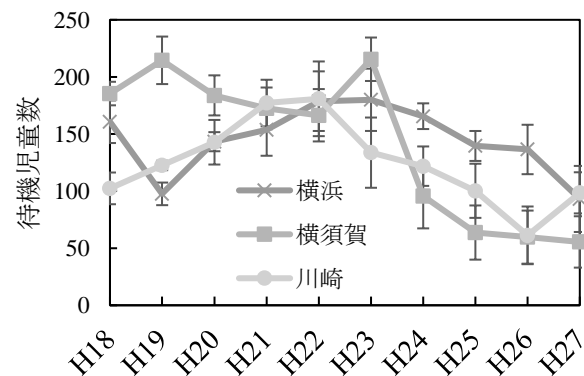


Fig.3: 3都市の待機児童数の推移

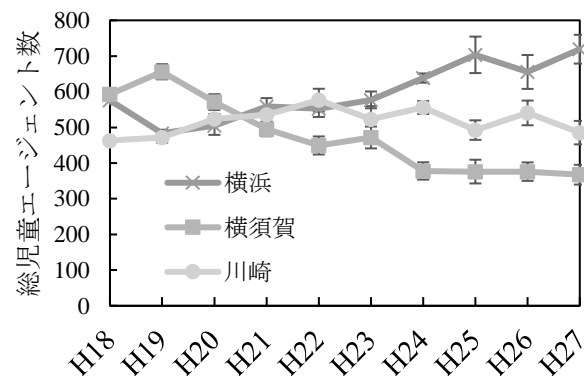


Fig.4: 3都市の総児童エージェント数の推移

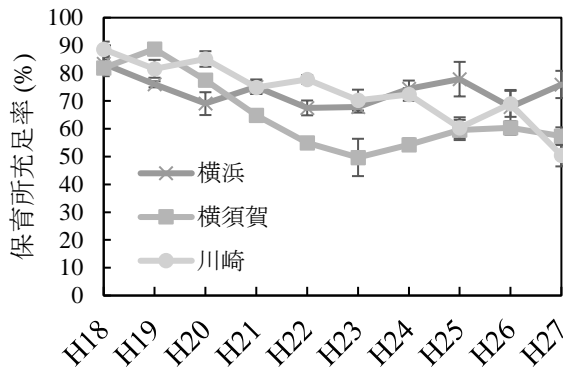


Fig.5: 3都市の保育所充足率の推移

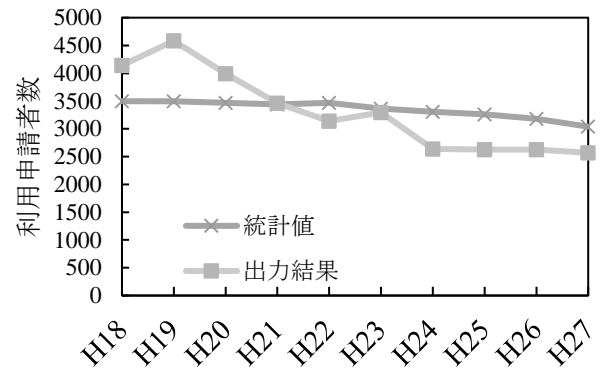


Fig.8: 横須賀市利用申請者数のシミュレーション結果と統計値の比較

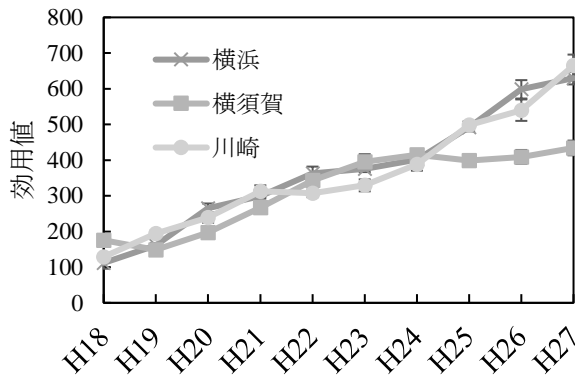


Fig.6: 3都市の効用値の推移

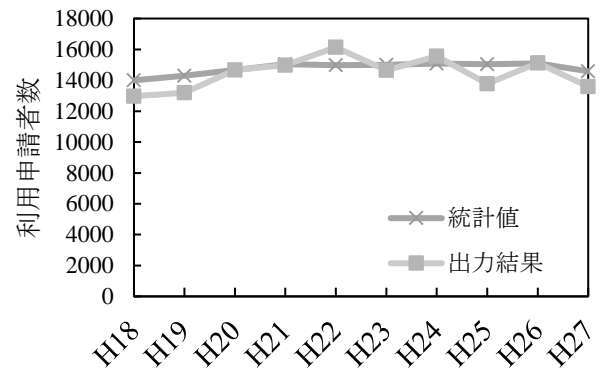


Fig.9: 川崎市利用申請者数のシミュレーション結果と統計値の比較

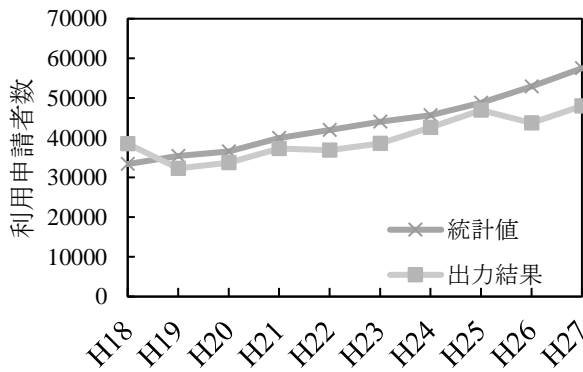


Fig.7: 横浜市利用申請者数のシミュレーション結果と統計値の比較

4.1.2.2 考察

Fig.3 の待機児童数の推移を軸に考察を述べる。H18~H20は横須賀の待機児童数が横浜、川崎と比べ多く存在しているが、これはシミュレーション開始時、3都市の中で効用が一番高かったため、人口が流出してきたことによるものと考えられる。その後、横浜、川崎の待機児童数は増加し、H21,21は3都市とも同程度の待機児童数が存在している。H23以降は3都市の待機児童数は減少し、横浜、川崎、横須賀の順で推移している。Fig.4, Fig.6より、横須賀は効用値の減少によって、人口流出が発生し、待機児童数の減少につながったと考えられる。

4.1.3 新規保育所設立政策の検討

本項では、都市内の保育所定員数と入所倍率によって、人口の流入流出が誘発されると仮定する。その時に保育政策が待機児童数、人口数及びその差分である労働力人口に与える影響について比較分析する。ここで定義する政策とは、都市内の待機児童が閾値を超過したとき、新規保育所の設立もしくは現状維持のどちらの選択に重きを置くかの選好を指す。都市は都市内の待機児童状況 s と現在ステップの自身の行動 a の組ごとにそれぞれ評価値 $V(s, a)$ を持つ。 $V(s, a)$ の更新式は

$$V(s, a) \leftarrow V(s, a) + \gamma_t \quad (3)$$

$$s \in \{(待機児童発生), (問題なし)\} \quad (4)$$

$$a \in \{(新規保育所設立), (現状維持)\} \quad (5)$$

$$\gamma_t = W_{t-1} - W_t \quad (6)$$

で与えられる。\$W_t\$は\$t\$ステップ時の待機児童数を表し、都市は\$(t-1)\$ステップ時との差分、つまり、前ステップからの待機児童数の増減によって評価値を更新していく。都市内の待機児童数が都市内の総児童エージェント数の10%を上回ると待機児童発生、それ以下の場合、問題なしと見なされる。都市は最大の\$V(s,a)\$となる行動\$a\$を選択し、決定された行動が新規保育所設立の場合、都市内に保育所エージェントを1生成する。維持の場合は何も行わずに次のステップに移行する。また、本実験では保育所の経営リスクを考慮し、保育所エージェントは入所している児童数が、12step連続で定員数の60%を下回ると消滅するように設定する。

本実験では3種類の政策を用意した。待機児童発生の際、初期の段階で新規保育所設立を行う積極的政策、現状維持を行う消極的政策と待機児童数によって行動を選択する標準的政策の3種類である。3種類の政策は評価値\$V(s,a)\$の初期値の組み合わせによって表現される。Table.1へ示すように待機児童数発生時、新規保育所設立に対して正の評価値を持つ政策が積極的政策、現状維持に対して正の評価値を持つ政策が消極的政策となる。本節では3種類の政策をそれぞれ独立してシミュレーション実験を行い、その結果を比較検討する。具体的には、2都市に標準的政策を実施させ、残りの都市に3種類の政策を実施させ実験する。得られた結果から都市内の労働力人口に着目し、3種類の政策を比較検討する。Table.2に本実験の実験パラメータを示す。

Table.1: 各政策の定義

	標準	積極	消極
\$V((待機児童発生), (新規保育所設立))\$	0	50	0
\$V((待機児童発生), (現状維持))\$	0	0	50
\$V((問題なし), (新規保育所設立))\$	0	0	0
\$V((問題なし), (現状維持))\$	0	0	0

Table.2: 実験パラメータ

児童エージェント数	500
保育所エージェント数	10
0歳児定員数	10
1歳児定員数	10
2歳児定員数	10
3歳児定員数	10
4歳児定員数	10
step数	120
新規保育所設立数	1

4.1.3.1 実験結果

本実験で得られた政策毎の待機児童数、総児童エージェント数、保育所定員充足率と効用値の推移をFig.10~13に示す。また、政策毎の労働力人口の総和(120ステップ)をFig.14に示す。

Fig.10の待機児童数の推移に着目すると、1年目から5年目にかけて標準的政策都市では100名前後から140名前後まで増加し、積極的政策都市では待機児童が150名前後から50名程度まで減少し、消極的政策都市では100名前後から80名程度まで減少している。5年目以降、標準的政策都市の待機児童数は減少し80名程度となり、積極的政策都市は120名程度まで待機児童数が急激に増加し、消極的政策都市では100名程度までゆるやかに増加している。次にFig.11の総児童エージェント数の推移を見ると、標準的政策都市では7年目までにかけて増加しているが、それ以降減少し、1年目と同様の値に収まっていることが確認できる。積極的政策都市では、1,2年目には600名程度存在したが、それ以降減少し、7年目には400名程度となっていることが確認できる。消極的政策都市では6年目までは450名前後で推移し、その後、500名程度まで増加していることが確認できる。また、Fig.12の保育所充足率の推移に注目すると、標準的政策都市は6年目までは65%前後で推移していたが、その後85%程度まで増加していることが確認でき、消極的政策都市でも同様の傾向が確認できる。積極的政策都市では、1年目から4年目にかけて80%まで増加しているが、7年目には50%まで減少し、それ以降再び70%まで増加していることが確認できる。Fig.13の3都市の効用値の推移を見ると、標準的政策都市と消極的政策都市は6年目までは増加し、その後ゆるやかに減少するという同様の傾向を示していると判断できる。積極的政策都市は、5年目までは横ばいに推移し、それ以降増加していることが分かる。Fig.14の労働力人口の総和を見ると、標準的政策都市、積極的政策都市、消極的政策都市の順に高い値と

なっていることが確認できる。

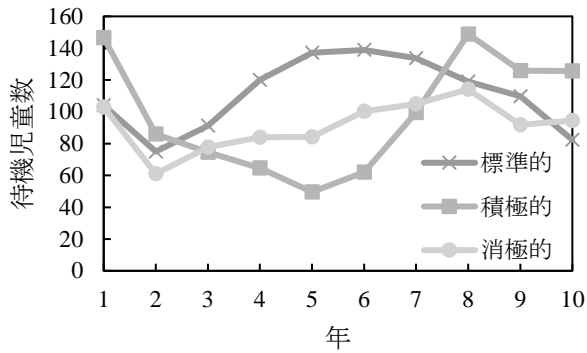


Fig.10: 政策毎の待機児童数の推移

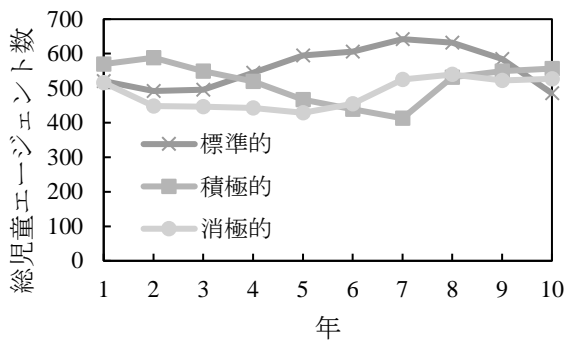


Fig.11: 政策毎の総児童エージェント数の推移

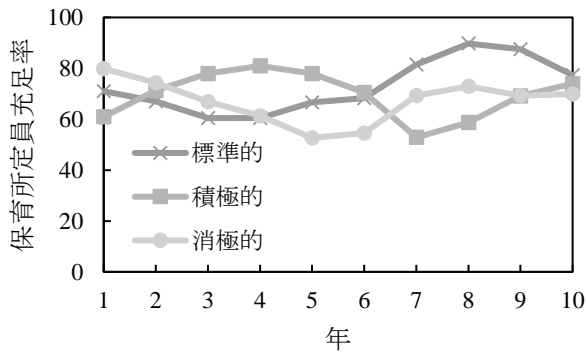


Fig.12: 政策毎の保育所定員充足率の推移

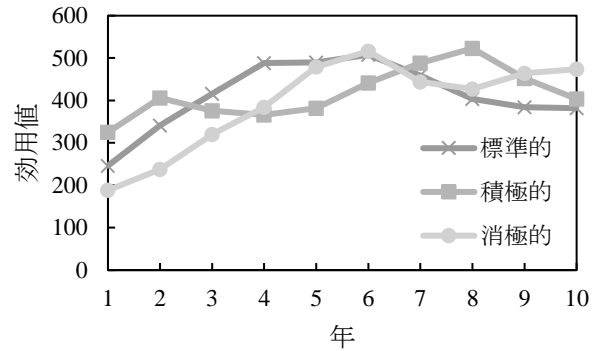


Fig.13: 政策毎の効用値の推移

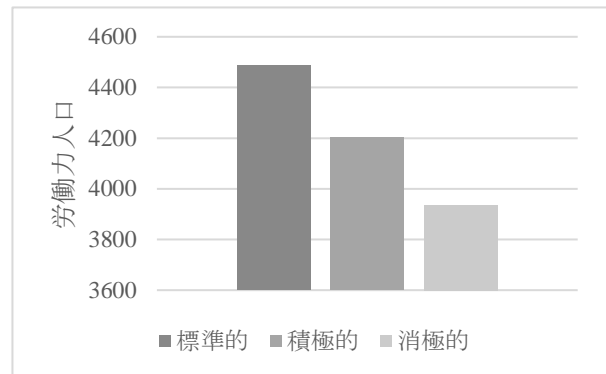


Fig.14: 政策毎の労働力人口の総和

4.1.3.2 考察

Fig.14 の政策毎の労働力人口の総和を軸に考察を述べる。標準的政策が他の都市に比べ、労働力人口を確保できた理由として、以下のように考えられる。まず、積極的政策において、新規保育所の設立を活発に行うことで、1)人口流入が発生、2)入所倍率が増加、3)待機児童が発生、4)人口流出が発生、という一連の流れの中で、児童エージェント数の変動が激しくなることが Fig.11 と Fig.13 から読み取れる。これは、他の都市に先んじて新規保育所の設立を行ったことで人口の流入が発生し、数年後には保育所の整備が人口の増加分に対して追いつかなくなり、他の都市と比べて入所倍率が高くなってしまったものだと考えられる。対して消極的政策では現状維持を行うことで、最初の数年間人口流出してしまうが、人口の減少によって待機児童数も同様に減少すると考えられる。

以上より、1~5 年という期間で見ると、積極的政策は労働力人口の増加に有効であるが、5~10 年という期間で見ると、標準的政策の方が有効であると見なすことができる。消極的政策では、人口流出により、待機児童数を低く抑えることができるが、同時に総児童エージェント数も少なくなってしまうので、労働力人口は3種類の政策の中で最も低くなると考えられる。

5 おわりに

本研究では新規保育所の設立数と設立時期が異なる保育政策が待機児童状況に与える影響の比較分析を

ABS を用いて行った。

3 都市モデルを用いた実験結果より、標準的政策が他の政策と比較して、都市内の労働力人口を確保するために有効であるという知見を示した。つまり、過去の待機児童数を指標にして行動を選択することが保育政策において有用であることが示された。

しかし、転居の際の移動コストや都市内の保育所整備状況による出生率の増減など、現実問題として取り込めていない要素が多々存在する。つまり、本稿で取り扱ったシミュレーションモデルはいくつもの仮定に基づいて構築されたものであり、現実的な接地を図る必要がある。具体的には1世帯を単位としたエージェントを取り扱い、内部状態として家族構成、家計や勤務地を持たせる。そうすることで、保育所整備による転居や出生の意思決定などの行動を経済学的な視点からアプローチすることが可能になり、説得性に富むモデルとなることが考えられる。

最後に、今後の展望として新規保育所の立地、設立数、設立時期の3つの要素をパラメータとして持つシミュレーションモデルへの拡張が考えられる。都市内での局所的な待機児童発生に対応することが可能となり、より広範囲の問題にアプローチすることができる。そのために、実験対象都市のセル型仮想都市化と人口流入流出モデルの見直しなどが必要であると考えられる。また、都市の税収と保育所の建設コストやランニングコストを考慮して、新規保育所の設立と既存保育所の維持に制約がある状況で、労働力人口及び税収を確保するための保育政策の検討が挙げられる。都市の財政状況と都市内の労働力人口は密接な関係にあり、保育政策には労働者が保育活動に時間を削られず、社会的付加価値を生み出しやすいよう促す目的もある。つまり、待機児童問題を論じるうえでは待機児童数の削減だけでなく、金銭にまつわる事情も考慮しなくてはならない。

謝辞

本研究の一部は公益財団法人科学技術融合振興財団の助成を受けた。記して、謝意を表したい

参考文献

- 1) 厚生労働省：平成24年度版厚生労働白書，厚生労働省，(2012)
- 2) 厚生労働省：雇用均等・児童家庭局 保育課：待機児童解消加速化プラン，厚生労働省 (2016)
- 3) 葛西リサ，塩崎賢明，堀田裕三子：母子世帯の住宅確保の実態と問題に関する研究，日本建築学会計画系論文集，588，147/152 (2008)
- 4) 泉真樹子：我が国の保育の現状 - 規制緩和，待機児童，学童保育を中心に - ，国立国会図書館 ISSUES BRIEF，490 (2005)
- 5) 坂爪聡子：少子化対策として効果的なのは保育サービスの充実か労働時間の短縮か？，季刊・社会保障研究，44-1，110/120 (2008)

- 6) 滋野由紀子，大日康史：保育政策が出産の意思決定と就業に与える影響，季刊・社会保障研究，35-2，192/207 (1999)
- 7) Del Boca D：The effect of child care and part time opportunities on participation and fertility decisions in Italy，*Journal of Population Economics*，15，549/573 (2002)
- 8) 塚田由佳里，小伊藤亜希子：学童保育所の整備状況と地方自治体の対応からみた施設整備課題-国の大規模保育解消策とガイドラインへの対応を中心に-，日本建築学会技術報告集，19-42，683/688 (2013)
- 9) Michael P. Todaro：A Model of Labor Migration and Urban Unemployment in Less Developed Countries，*The American Economic Review*，59-1，138/148 (1969)
- 10) John R. Harris，Michael P. Todaro：Migration, Unemployment and Development: A Two-Sector Analysis，*The American Economic Review*，60-1，126/142 (1970)
- 11) 阿部宏史：就業機会の地域間格差と地域間人口移動，*地域学研究*，28-1 (1997)
- 12) 青山吉隆，近藤光男：地域間効用差に基づく人口の社会移動モデルに関する研究，*土木計画学研究・論文集*，10，151/158 (1992)
- 13) 近藤光男，青山吉隆，高田礼栄：地方圏内における人口の社会移動分析，*土木計画学研究・論文集*，12，171/178 (1995)
- 14) Corentin M. Fontaine，Mark D. A. Rounsevell：An agent-based approach to model future residential pressure on a regional landscape，*Landscape Ecol*，24，1237/1254 (2009)
- 15) 福田純也，喜多一：エージェントベースの人口推計モデルにおける属性決定手法の評価：システム制御情報学会論文集，27-7，279/289 (2014)
- 16) 山田訓平，出口弘：自律的な転居を考慮した大都市郊外の人口動態シミュレーション，*計測自動制御学会論文集*，52-10，555/565 (2016)