過疎対策の政策 の評価
～香北地区をモデルケースとして～

1070551　山岡央誉，1070560　吉本達紀
指導教員：坂本安祥助教授
高知工科大学　工学部　社会システム工学科

１.はじめに

近年，日本では少子高齢化による人口減少が問題となっている．厚生労働省平成 18 年度「婚姻に関する統計」の概要[1]によると，日本の合計特殊出生率は下降の一途を辿り，平成 17 年には 1.26 と過去最低記録を更新した．また，厚生労働省平成 17 年人口動態統計の年間推計[2]によれば，死亡者数は 107 万 7000 人で，出生者総数を上回る結果となった.

このことは，高知県においても例外ではない．総務省統計局による平成 17 年国勢調査第１次基本集計結果（39 高知県）統計表[3]によると，県内の人口比率は 65 歳以上が約 4 分の 1 を占める等，少子高齢化による過疎化は深刻なものとなっている.

このような背景を受け，過疎化対策の必要性が増大している．総務省自治行政局過疎対策室によれば，過疎地域自立促進特別措置法[4]を制定し，福祉の向上，雇用の増大，地域格差の是正等の対策を講じている．その際，対象となる問題が深刻であればある程，その効果の事前評価は，非常に重要となる.

そこで本研究では，過疎対策の政策の人口動態の観点からの，事前評価を目指し，そのためにまずは，過疎化が進行している状況をモデル化し，人口動態を再現するシミュレータを開発する．そしてそれを用い，過疎対策の政策を評価することを目的とする．その際，シミュレータの開発においては，総務省自治行政局過疎対策室[5]により，過疎地域市町村に選定されている香北地区をモデルケースとする．尚，システムの開発にあたり，先行研究である山本の研究[6]を一部参考とした.

２.システム設計

本研究で香北地区をモデル化する際，過疎化現象とは，個々の住民の意思決定から起こる行動の積み重ねと言ったボトムアップ的なものと考えられる.

ボトムアップ的なシミュレーション手法には，代表的なものとして，セル・オートマトン[7]と MAS(Multi Agent Simulation)[8][9]の二つがある.

前者は，規則的なグリッド上に，意思決定の主体としてのセルを多数配置し，主体間で同質的なルールを用い，近傍といった非常に局所的な範囲で主体が相互作用することで，ボトムアップ的な現象をシミュレートする手法である．そして，その意思決定も，近傍から強く影響を受ける受動的なモデルとなっている．一方，後者は仮想空間上にエージェントと呼ばれる意思決定の主体者を生成し，それらの主体が，主体個々のルールにより意思決定を行い，自立的に行動し，相互作用することでボトムアップ的な現象を再現するものである．つまり，前者との大きな相異は，主体間の相互作用に於いて，近傍という概念を用いていない点と，主体が自立的に意思決定を行うという点であると考えられる.

そこで本研究では，上述の相異点に着目し，過疎化現象の再現には，MAS がより適していると判断し，MAS を用いてシミュレータの構築を行った.

３.モデルの概要

3-1：人口動態 の捉え方

人口動態は，死亡，出生といった自然動態と転入，転出といった社会動態から構成される．社会動態もその原因を見ると，就職，進学といったことから引き起こされていると考えられる．よって，人口動態は，上述した死亡，進学等をイベントという概念で整理すると，このイベントに対する人間の行動によって起こっていると捉えられる．そこで，本研究では，シミュレーションモデル上での時間経過に伴って，各イベントに相当する行動をモデル内の住民，つまりエージェントに起こさせることにより，人口動態を再現する．またさらに，その行動を以下のような発生率で捉え，その発生率の範囲で行動

発生率 = その行動をとった人数 / そのイベントの対象となる年齢人口

をボトムアップ的に連鎖させることで，将来の香北地区の人口動態の傾向を再現出来ると考える.

3-2：イベント説明

(1)死亡イベント

国勢調査の死亡者のデータに基づき，死亡率を算出した．算出式は次の通りである．

年代別死亡率 = H.12・17 年，年代別死亡者総数 / H.12・17 年，年代別総人口

これによって求められた各年代の死亡率をエージェントに与え，発生率からランダムにエージェントが死亡するよう設定した．

尚，人口構成データには 110 歳以上の年代人口が存在しなかったため、エージェントが仮に 109 歳まで死亡しなかった場合，110 歳を迎えると 100%死亡するものとしている．また，当然のことだが，死亡イベントはエージェントが死亡するまで毎年発生する．

(2)婚姻イベント

未婚者エージェントは年代別婚姻率により，婚姻イベントを発生させ，意思決定を行う．このイベントには年齢制限が存在し，現実世界と同じように，男性であれば 18 歳，女性であれば 16 歳から婚姻イベントが発生する．上限年齢は設けていないが，男女共に 40 代を超えて婚姻したという国勢調査データが存在しなかったため，実質，49 歳が婚姻出来る上限年齢となっている．婚姻イベントは，エージェントが未婚である限り毎年発生するイベントである．婚姻イベントを行うことで，後述する離婚イベント，或いは出生イベントを生起させることが出来る．また，婚姻イベント発生率は次式によって算出した．

年代別婚姻率 = H.12・17 年，年代別婚姻総数 / H.12・17 年，年代別未婚者総人口

(3)離婚イベント

エージェントが婚姻イベントを経験し，発生率により婚姻をすれば，このイベントが発生する．離婚イベントはエージェントに既婚者フラグが立っている限り毎年発生する．離婚イベントによって，既婚者フラグの消えたエージェントは，再び未婚者となり，婚姻イベントが発生する．この離婚イベントの発生率となる年代別離婚率は以下の式より算出した．

年代別離婚率 = H.12,17 年，年代別離婚総数 / H.12・17 年，年代別既婚者総人口

(4)出生イベント

出生イベントは，女性エージェントが婚姻率により結婚すると，毎年発生する．出生率により出産が確定した女性エージェントは一人の 0 歳エージェントを生成する．生成された 0 歳エージェントは区内空間に在住し，実際の人口構成データに従い，性別等のプロパティを与えられ，年数の経過と共に年齢を重ねる．よって，後に生成されたエージェントも，初期配置のエージェント同様に，年齢と共に個々のルールを実行していく．尚，香美市役所香北支所提供の実データに基づき，香北地区の出生率を算出した．算出式は以下の通りである．

年代別出生率 = H.12・17年，年代別出生総数 / H.12・17年，年代別女性既婚者総人口

尚，40歳以上で出生したという実データが存在しなかったため，39歳がこのイベントを経験出来る上限年齢となっている．

(5)進学イベント

現実世界と同様に，エージェントも発生率によって進学をしていくよう設定した．幼年時代を経て，小学校へ進学出来る年齢は6歳からとし，義務教育であることから，対象年齢の全エージェントが進学する．中学校進学も同様に設定してある．そして，中学校を卒業した生徒は発生率により，高等学校へと進学するようにした．ここで用いた高等学校進学率は，香美市香北支所にデータが存在せず，且つ，香北地区の立地条件として，山間部であるが市内等の環境と大差がないという理由から，高知県平均の進学率[10]を使用した．

H.12・17年，高知県平均高等学校進学率 = 97.3%

そして，進学に伴い，区内への転入，区外への転出が発生する．

また，高等学校を卒業したエージェントは大学進学イベントへと進む．大学への進学率も，香北支所にはデータが存在しなかった．その為，市内・県外への進学が多くなると予測し，文部科学省実施の学校基本調査[10]より，平成12・17年度の全国平均大学進学率を調べ，それらを平均し，用いた．

H.12・17年，全国平均大学進学率 = 46.2%

ここでも，進学に伴う転出，転入が発生する．

(6)就職イベント

進学イベントと同じく，当該年齢に達したエージェントは，就職の意思決定を行う．尚，就職率は各年齢により異なる．ここでの就職率も，香美市香北支所に実データが存在しなかったため，文部科学省[10]が公開している平成12・17年度の全国平均の就職率を用いることとした．その就職率を以下に示す．

Ⅰ)中卒就職率 = 0.9%
Ⅱ)高卒就職率 = 18.0%
Ⅲ)大卒就職率 = 84.8%

これらの就職率から外れたエージェントについては未就職者となる．未就職エージェントは翌年，前年度に当該となった就職率にかけられる．就職が決まるまで毎年，就職の意思決定を行うこととしている．

就職イベントには上限年齢を設けている．全国平均の企業の定年退職年齢が60歳となっていたため，60歳を迎えると，エージェントは退職をする．また，未就職のまま60歳を迎えたエージェントも，例外なく就職イベントを終了するようにした．よって，60歳を越えての就職，再就職は発生しないものとしている．

(7)不確定転入

本研究では，転入は就職や進学イベントにより発生するものと捉え，システム開発を行った．しかし，香美市香北支所提供の転入者に関するデータによると，転入者の内訳の中には，新卒者の就職や進学イベントに関与しない年齢データが多数あった．転入をした理由が不明であるため，イベントに振り分けることが困難であったが，これを考慮しなくては，人口動態を分析するにあたり，大きく支障をきたすと考えた．よって，それらを婚姻や転職，転勤，やむ得ない事情等による転入と仮定をし，不確定転入と称することにした．そして，不確定転入発生率により，現実世界に近い人数のエージェントを，区内空間に転入させている．

(8)不確定転出

不確定転入と同じように，香美市香北地区提供の転出に関するデータに関しても，原因の特定が困難な転出が発生していた．よって，これらの転出も，上述の不確定転入と同じように捉え，不確定転出率により転出をさせている．

3-3：エージェントプロパティ説明

上述したように，エージェントはイベントによって意思決定を行い，行動をしていく．それらのイベントで意思決定を行うため，エージェントは様々なプロパティを所持している．その中でも特に，イベントを実行していくにあたり，重要となるプロパティは以下の通りである．

(a)　年齢
(b)　性別
(c)　職業
(d)　既婚者フラグ

(a)の年齢は，全てのイベントに関与している．そもそも年齢が無くては，エージェントが年をとることが出来ず，過疎シミュレータにならない．

次に(b)の性別だが，これも非常に重要なものである．性別が無くては，女性エージェントの出生イベントが再現出来なくなる．

(c)の職業は，進学・就職イベントに関係している．このプロパティを変化させることにより，エージェントの社会的役割を，年齢と共に変化させている．

最後に，(d)の既婚者フラグであるが，これは主に，婚姻イベント，離婚イベントに用いられる．また，既婚者フラグがたっていることにより，女性既婚者エージェントを判断し，出生イベントにも関与していく．

これら以外にも，プロパティをエージェントは多数所持しているが，それらのプロパティは，特定の条件式の中で，エージェントの選別に用いられるものである．イベントに関しては，上記に述べたように，4つのプロパティがメインとなり，イベントを実行していく．

４.政策評価

4-1：香北地区の実行時の状況

実際の香北地区をコンピューター上に再現するために以下の図 1,2,3,4,5,6,7,8,の発生率を使っている.これらの発生率は,香北地区から提供していただいた資料が平成 12 年度と 17 年度のものしかなかったため両年度の平均を用いて算出した.さらに実行初年度の人口構成については図 9 で示す平成 12 年度の香北地区の国勢調査データにもとづいて構成している.

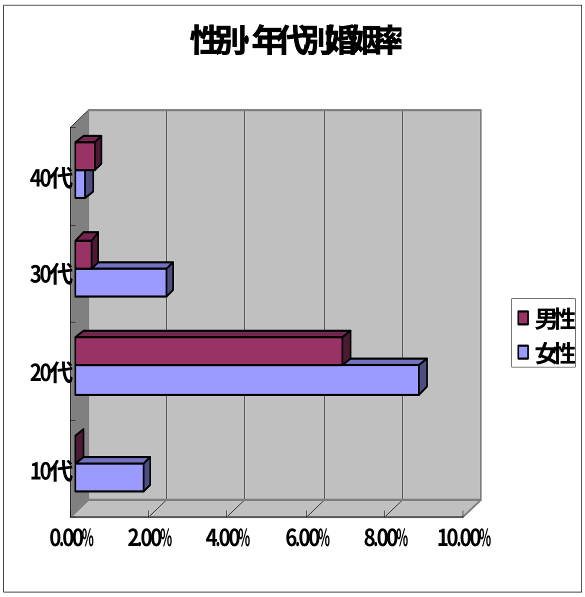

図１：性別,年代別に分けた婚姻率

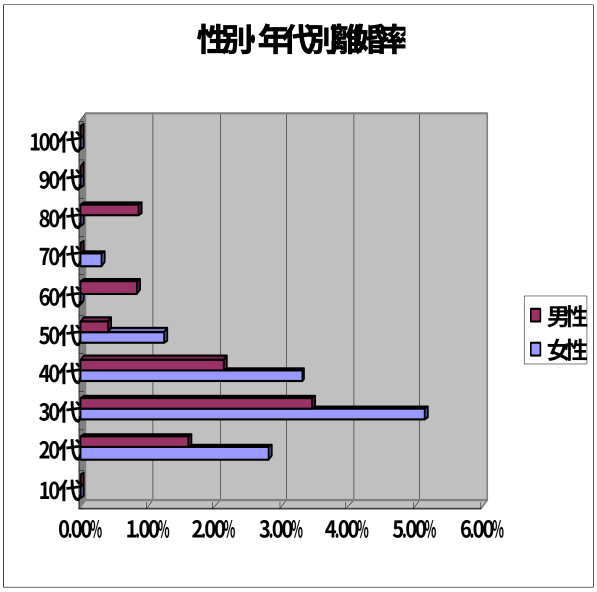

図2：性別，年代別に分けた離婚率

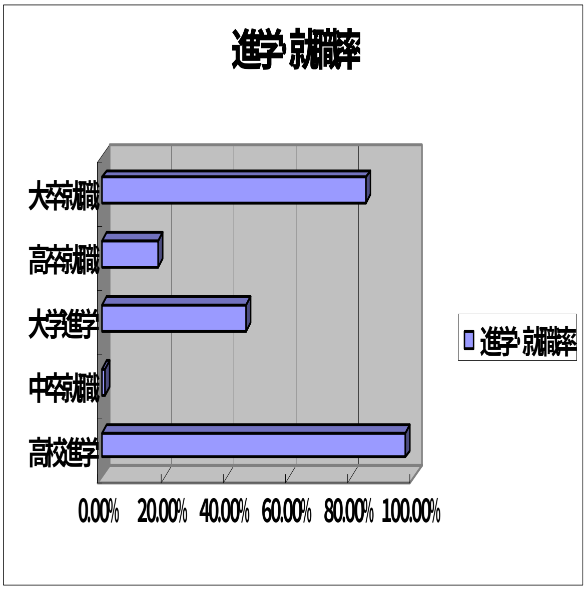

図5：進学率，就職率

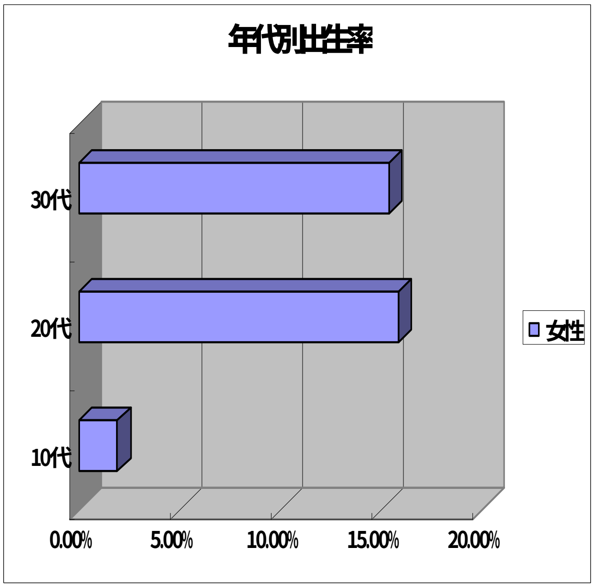

図3：年代別に分けた出生率

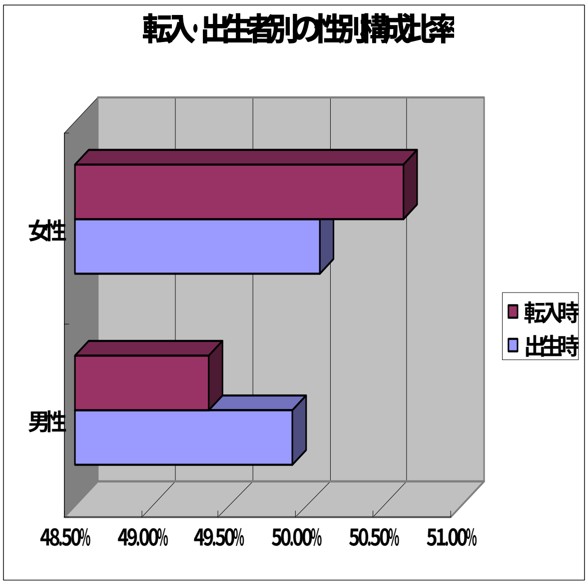

図6：転入，出生イベント時の性別構成比率

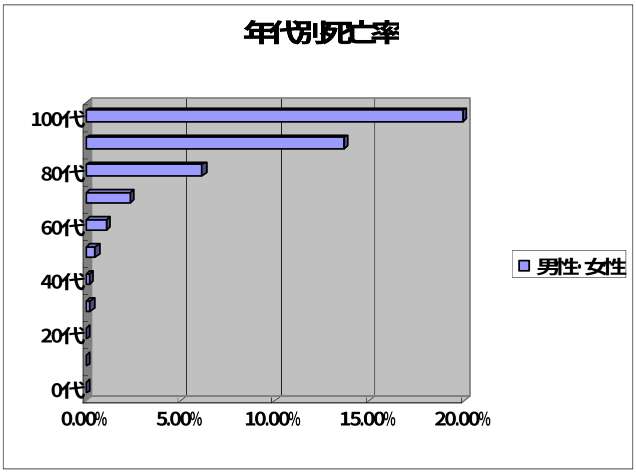

図4：年代別に分けた死亡率

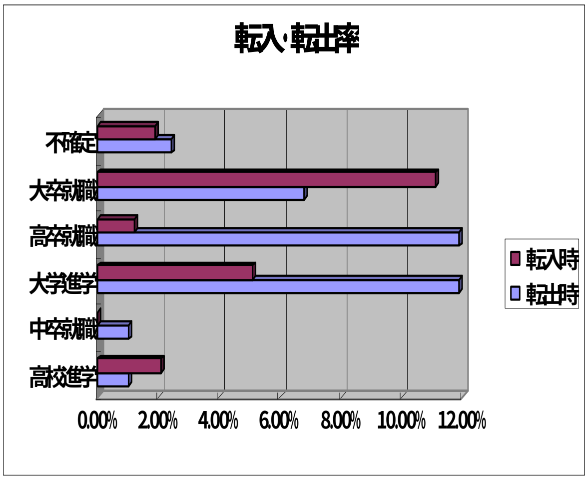

図7：転入率，転出率

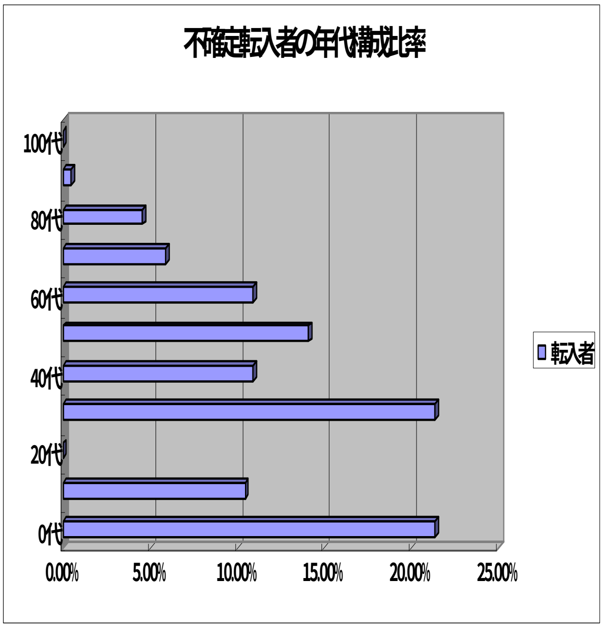

図8：不確定転入者の年代構成比率

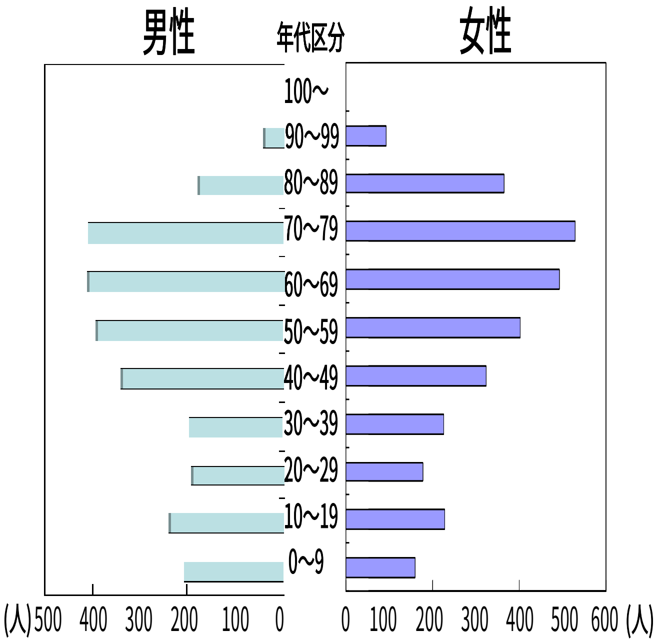

図9：平成12年度香北地区の人口構成図

4−2：精度テスト

本研究で用いたモデルが実際の香北地区を再現できているかをテストするため，平成12年度から17年度までシミュレーションを実行させた(図10)．そして実際の平成17年度の国勢調査データと比較してみた所，9人の誤差が生じた(表1)．しかし，これは発生率を平均で求めた際の，四捨五入によって生じた誤差と，不確定転入，転出者の相互作用によってもたらされた誤差であることと，本研究の目的が人口数の予測ではなく，人口動態から政策評価を行うといった観点から9人の誤差は許容範囲内の誤差とした．

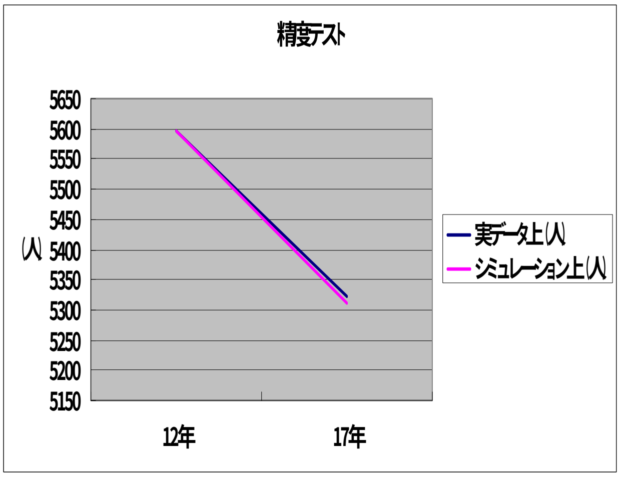

図10：平成12年度から17年度までの精度テスト

表1：精度テストの結果

	平成12年	平成17年
実データ上	5596人	5321人
シミュレーション上	5596人	5312人

4-3：政策概要

本研究では以下の3つの政策を香北地区に実施したと仮定して評価することにした．

政策1：雇用の増大：区内における雇用の増大を促進させることにより，転入してくると考えられる区内への大卒就職率を向上させ，区内住民の就職率も向上させる．それに伴い，転出率を下げることで，区内への就職者数の向上を目的とした政策．

政策2：婚姻者・出産者への援助：婚姻者・出産者に対し，金銭面での援助を行うことで婚姻率・出生率を向上させ，自然動態の向上を目的とした政策．

政策3：地域格差の是正：地域格差を無くすことで，区外からの転入者の増加や，区内住民の区内定着が多くなると考えられる．そのため，転入して来る大卒就職率の向上，区内者の就職率の向上，転出率の低下，更には暮らしやすい環境となることから，結婚・出生にも影響を与える政策とした．

4-4：実行例

上述の政策を平成12年から20年間香北地区に実施したと仮定し，人口動態の推移を開発したシミュレータにて再現した．実行結果は図11,12,13,14の通りである．

政策の実行を仮想空間で実行する際に，政策による各発生率の変化を，独自に仮定して行った．その発生率をどれだけ変化させたのかを，次の表2に示す．また，それらを実行し，分析をしていく際に，人口動態の評価を「効果的」なものに関しては，香北地区の人口動態において，シミュレーション時の人口推移が，最終的に上昇していっているものを定義とした．次に「効果なし」のものは，人口が上昇することなく，下降をしていき，無政策よりも総人口は高くなっていても，過疎化を食い止めることが出来ていないものを定義とした．

表2：政策による発生率変化

政策1	大卒就職率	区内者就職率	転出率
20%向上時	20%UP	10%UP	10%Down
10%向上時	10%UP	5%UP	5%Down

政策2	婚姻率	出生率
20%向上時	20%UP	20%UP
10%向上時	10%UP	10%UP

政策3	大卒就職率	区内者就職率	転出率	婚姻率	出生率
20%向上時	10%UP	10%UP	20%Down	10%UP	10%UP
10%向上時	5%UP	5%UP	10%Down	5%UP	5%UP

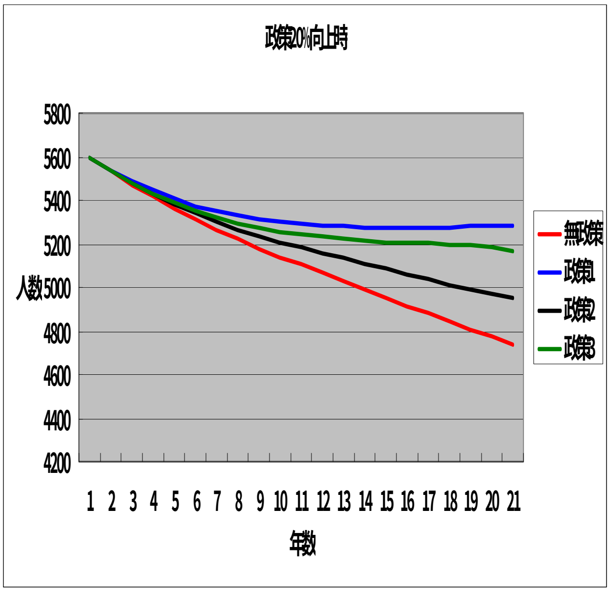

図11：全ての政策を20%向上させた時の総人口の推移

表3：20%向上時の政策評価

20%向上	評価
政策１	効果的
政策２	効果なし
政策３	効果なし

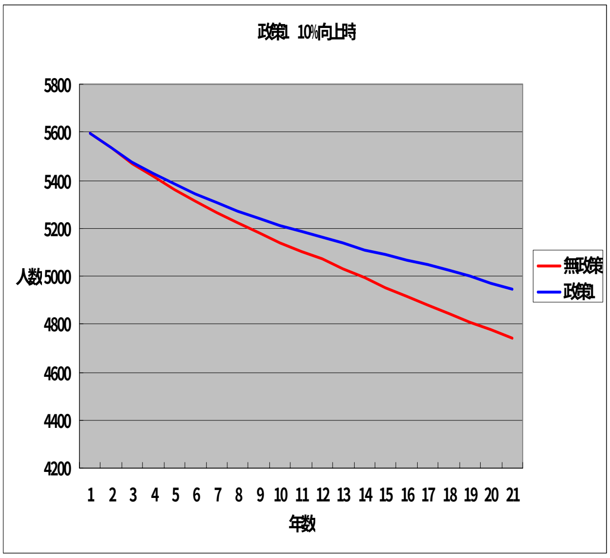

図12：政策1を10%向上させた時の総人口の推移

表4：政策1　10%向上時の政策評価

10%向上	評価
政策１	効果なし

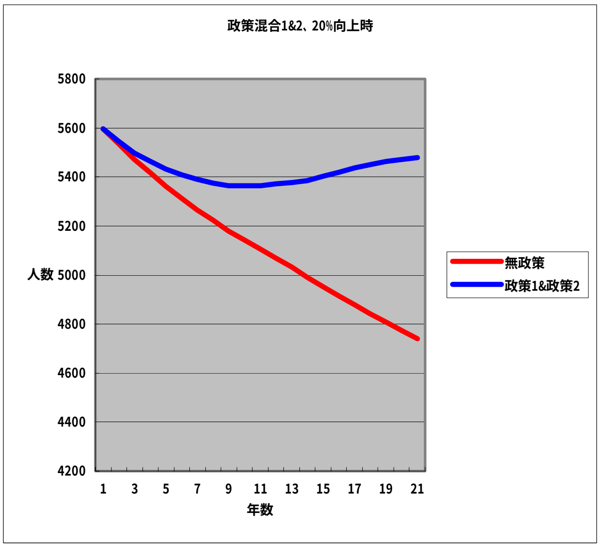

図13：政策１＆２を
20%向上させた時の人口の推移

表5：20%,10%向上させた時の政策評価

20%向上	評価
政策1&政策2	効果的
10%向上	評価
政策1&政策2	効果なし

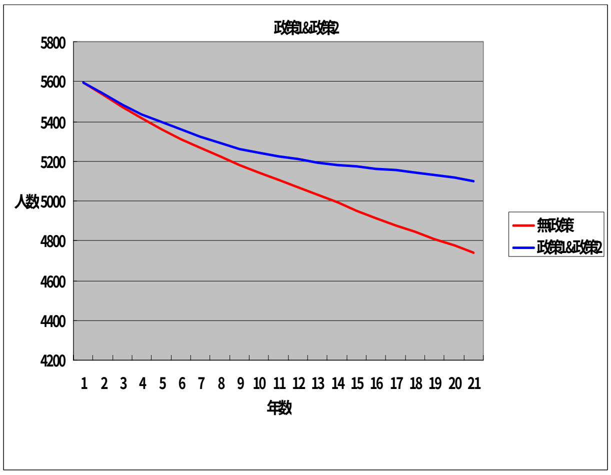

図14：政策1&2を10%向上させた時の人口の推移

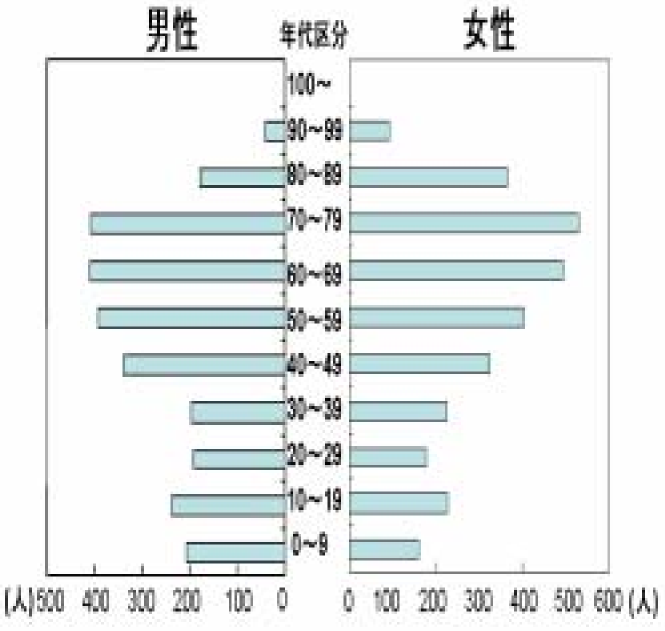

図15：人口構造ピラミッド(平成12年)

5.考察

図11の人口の推移を見ると，政策1の人口動態は減少から増加に変わろうとし，その他の政策は，政策3，政策2といった順で緩やかに減少を続けている．以上の結果となった背景には転入者の増加が大きな効果となっていることが分かる．まず表2を見ると，政策1と政策3の政策の相違点は，転入率,転出率,婚姻率,出生率であるが，結果を見ると,転入者の就職率の向上が大きく関係しているのが考えられる．なぜなら，政策3の向上する発生率の種類は政策1と比べると，転出率に関しても政策1よりも大きく低下することができ，婚姻率,出生率も向上させている.一見すると全体的な人口の向上が望めると思えるが，実際には政策1以外は人口が減少し続けている結果となった．また，政策2についても，婚姻率，出生率を向上させても人口動態に大きな変化を与えることができないことが分かった．よって一般的に行われている婚姻，出生の政策は人口動態に大きな変化を与えることができず，政策1のように転入者の就職率を向上させた方が良い効果が望めると考えられる．そこで図2では実際には政策によって発生率を20%向上させることは難しいのではと考え,政策による向上率を10%としても効果があるか実行してみたが，人口の減少を止めることができなかった.

そこで次は事前の策として政策を組み合わせることで過疎化現象を食い止めることができるかを検証することとした.高い政策効果があった政策1と政策の内容が重ならないように自然動態の向上を含んだ政策2を組み合わせた政策1&2を再び20%の向上率の元，実行して見ると，政策1&2の人口動態が上昇へと転じたが，図14によって向上率を10%とすると，やはり人口動態の減少を抑えることができなかった.

以上の実行例から，香北地区においては政策1と政策2の組み合わせが有効な政策ではあるが，高い向上率に依存してしまう結果となった．そのため，香北地区では過疎化現象をくいとめることは難しいと考えられる.

そこで，図15の，平成12年度の男女別年代別に振り分けた人口のグラフを見てみると，50代以上の人口が，男女とも総人口の約6割を占めていることから，現状の香北地区では婚姻，出生，就職，進学といった政策の効果が無いのではないかと考えられる.

よって，現状に至るまでに政策を行うことで過疎化現象を食い止める事ができるのではないかと考え，政策のタイミングも重視する必要があるという結論となった.

６.おわりに

本研究では，香北地区をモデルケースとし，MASに基づいてシミュレーションモデルを構築して，過疎対策の政策の人口動態評価を行った．その結果，成果として以下のようなことが言えると考えられる．

1)従来研究を参考にしてはいるが，過疎対策の政策を人口動態的に評価するための，一つのプロトタイプシステムを開発できたと考えられる．
2)より深刻さが増す過疎問題に対して，モデルケースの範囲ではあるが，過疎対策の立案に，人口動態の観点から一つの方向性を示したと考えられる．

一方，今後の課題としては，以下のものが考えられる．
1)評価制度の向上に向けては，サンプルデータのより一層の拡充．
2)政策のコストパフォーマンス評価に向けては，政策の経済的な評価の実現．
3)人口数の予測といった機能の拡大に向けては，意思決定モデルの精緻化．

参考文献

[1]厚生労働省，平成18年度「婚姻に関する統計」の概要，統計表5　都道府県別にみた合計特殊出生率（年齢階級別内訳）　ー平成17年ー
[2]厚生労働省，平成17年　人口動態統計の年間推計，人口動態総覧の年次推移
[3]総務省統計局，第１次基本集計結果（39高知県）統計表，第3表　年齢（各歳）男女別人口，年齢別割合，平均年齢，及び年齢中位数（総数及び日本人）
[4]総務省自治行政局過疎対策室，過疎地域自立促進特別措置法の制定
[5]総務省自治行政局過疎対策室，過疎地域市町村一覧
[6]山本一徳，SOARSを用いた村落の人口減少についてのデモグラフィックシミュレーション，東京工業大学論文集，2004年
[7]ナイジェル・ギルバート，クラウス・G・トロイチュ著，井庭崇,岩村拓哉,高部陽平　訳，社会シミュレーションの技法〜政治・経済・社会をめぐる思考技術のフロンティア〜，日本評論社，2003年
[8]北中英明，複雑系マーケティング入門ーマルチエージェント・シミュレーションによるマーケティングー，共立出版，2005年
[9]山影進，服部正太，コンピュータのなかの人工社会ーマルチエージェント・シミュレーションモデルと複雑系ー，共立出版，2002年
[10]文部科学省，学校基本調査