

都市の自律分散性から見た医療福祉サービスの利用と満足についての予測

1997年4月から地域保健法が施行され、市町村が保健医療福祉をそれぞれの能力と責任においてやるという、一種のサバイバルのような状況になっています。それに対して、都道府県や政令市の保健所が、傘下あるいは自分が所属する自治体の保健医療福祉サービスをどのように考えて、何をすべきかが大きな問題になっています。

そのための一つのアプローチとして、自律分散都市という概念を使い、それが福祉を充実させて都市の機能と人々の生活をうまく維持していけるのだろうかという将来予測を試みました。実例を使ったシミュレーション結果をお話します。

スライド1はキーワードの説明です。(1)市町村を何故問題とするかといいますと、統計データを市町村単位で集めて分析することが大事だからです。それから統計以外でも、地域の情報というものがどういう形で存在し、必要になるかということも課題です。(2)都市の自律分散性は、ドイツの小都市をイメージするとわかるのですが、町中と郊外があって、分散しながら自律している姿が豊かに見える。それに対して日本の姿は、我々が望んでいないにも拘らず、集中して大都市を作り、他方では過疎を作っていて、豊かさとはどうも縁が遠い。福祉をうまくやろうとするときに、町の大きさや分布がどういうふうに関わってくるかということは、重要な問題です。(3)医療と福祉では人の動き、お金の動き(払う方と貰う方



佐々木 昭彦 先生
国立公衆衛生院生理衛生学部
体力生理室長

スライド1

ファイザー・ヘルスリサーチフォーラム 1996.11.20

都市の自律分散性からみた医療福祉サービスの利用と満足についての予測

(1) 自律分散型福祉モデルの構築

国立公衆衛生院

生理衛生学部 佐々木 昭彦
衛生行政学部 望月 友美子、武村 真治
衛生看護学部 石井 享子

東京工業大学

工学部社会工学科 松本 安生

キーワード:

市町村 (統計データ、地域情報)
都市 (自律分散性)
医療・福祉 (人、お金、時間)
シミュレーション (System Dynamics、関係、予測)
満足 (不満、ストレス)

スライド2

研究の背景

- 1 医療・福祉の社会的側面は主として、技術水準、負担能力、期待される成果について議論されている。
- 2 医療を利用し、支えている地域社会は行政単位と人々の生活圏に基づく。都市化と高齢化は、行政単位に由来する障害にうまく対処するのを妨げる可能性がある。
- 3 豊かな将来像として提案された自律分散都市は、ドイツに実例と歴史を認められるが、地域社会の歴史的、文化的しくみとは無関係にその発想を日本に導入することはできない。
- 4 福祉サービスは都市生活のリスクに対する保障と人生の安心をもたらす。福祉の、単独の自治体だけによる実現、生産・消費機能からの独立、医療補完機能への限定、はいずれも困難である。

目的

- 1 都市の自律分散性は、資源の共用とサービスの交換を伴う都市間連携を前提とする。生産・消費と福祉との連携、医療と福祉との高次連携を伴う。
- 2 自律分散システムの記述は、都市の人口、構造、活力を維持し、人々が満足して定住できる「持続可能な豊かさ」を示すことができる。
- 3 豊かさの諸条件を、医療と福祉に関するシミュレーションから予測する。

スライド3

対象と方法

宮城県ほかの8県、約600自治体を選び、市町村の中心位置と県庁所在地との距離、人口、労働、生産、消費、経済、行政、医療、福祉などの統計情報を収集し、自治体ごとに約70個の変数を結合した。

システムダイナミクスソフトであるステラ(Stella II、パーシティブエーヴ)を用いたシミュレーションを行い、今後25年間の経過を予測した。

都市モデルとして、人口100万人前後の大都市と、周辺の10万人前後の小都市との間の連携を想定した(人口移動および連携の有無)。

現在および将来発生する要介護高齢者を収容できる施設(病院、老人ホーム)と在宅介護を支援するサービスをモデル化した。また、種々の統計情報や自治体の医療福祉計画から、現在の状況と将来の動向を仮定した。

今後25年間の需要と供給を算出し、異なる自律分散都市モデルについて両者のギャップ(需要/供給の比)を予測した。

スライド4

モデルの前提条件

重要なものは次のとおりである。

- 1) 生産年齢人口のみが、他の地域からの転入あるいは転出によっても変動する。
- 2) 年少あるいは生産年齢での事故や病気などによる死亡は、考慮していない。
- 3) 転出レート・転入レートの比例定数をどちらも0.1として、とりあえず他の地域との関連については考慮しないものとした。
- 4) 労働者数は生産年齢人口に比例するものとし、この比例定数である労働力率を仙台市の実績から0.7とした。
- 5) 労働者一人当たりの平均所得をここでは仙台市の1991年の実績から150万円とした。
- 6) 地方税収入は同じく仙台市の1991年の実績から総所得額の12%とし、総予算額は地方税収入の2倍になるものと仮定した。
- 7) 一人当たり生産額を、それぞれの産業の就業者数に掛け合わせることで、1次産業生産額、2次産業生産額、3次産業生産額を求めた。
- 8) 福祉施設の整備は、主として福祉予算額の増減と、在宅介護で満たされない福祉ニーズとによって決まるものとした。
- 9) 福祉予算額は予算額に比例して決まるものとし、この比例係数である福祉予算比率は仙台市における社会福祉費、老人福祉費、生活保護費の合計額が歳出額全体に占める割合をもとに10%と仮定した。
- 10) 病院病床数は全病床数の4割が老人福祉のために活用される。

の両方)が問題になります。お金と交換性があるのが時間です。特に主婦の自由時間がどのように作り出されて使われるかが、在宅福祉で問題になると思います。(4)シミュレーションはステラというマッキントッシュ用のソフトを使用し、システムダイナミクスの手法で分析しています。医療福祉の様々な関係を、どのように記述して判断できるだろうかと考えて分析します。総体としてはわかるけども、内訳がわからないので、具体的な対策がなかなかとれないからです。予測は世代という単位で見ないと、教育とか設備投資とか時間のかかる問題がありますので、うまくいかないと思われれます。

タイトルにある満足をどう計るか、現在考えているのは、「不満」の量や質を計ることです。在宅介護に伴うストレスを計ることは可能ですので、今後考えたいと思います。

スライド2は、研究の背景です。医療福祉で何が問題になっているかが1番目です。2番目は地域とか自治体という単位が、行政の縦割りや、補助金の配分の仕方によって制約になっている。3番目に豊かな都市のイメージが歴史的に存在し、それなりの存在理由がある。4番目に従来福祉サービスは、都市生活の中の生産や消費とは別の次元で考えられている。医療と福祉との関係もすっきりしなくて、医療が投げ出したものが福祉の対象にされている。

[対象と方法]

スライド3は、対象と方法です。データは全国の8つの県、約600の自治体からそれぞれ70個ほどの変数(社会統計資料等)を持ってきて、先ほど申し上げたステラで分析する。ここで採り上げるのは人口100万人の都市と、周辺に10万人の町がある場合です。都市間の連携をどう設定するか自体が大問題ですが、今回は人口移動だけにとどめ、行政は特に連携しないと仮定します。1990年を起点として25年間の予測を、在宅介護の需要と供給のギャップ(比率)について行ないます。

スライド4は、モデルの前提条件です。例えば4番を見ますと、生産年齢人口の70%が実際に働いて、年収

スライド 5

11) 3次産業就業者数の2%が福祉産業就業者数であり、ここから施設で働く施設福祉従業者数をひいたものが、在宅介護を行うもの数になると考えた。

12) 施設福祉従業者数は、施設で介護される老人数に、介護老人一人当たりが必要となる施設従業者数によって決まるものとした。

13) 在宅介護に必要とされる介護者必要数は、65歳以上人口の一定割合で決まる要介護老人数から施設介護を受けられる数を引いた在宅老人数に、老人一人当たりの介護者数を掛けて求められる。

14) 在宅介護者数と、在宅介護者必要数との比を在宅介護ギャップと定義した。

15) 施設での老人一人当たりの従業者数を1人、在宅での老人一人当たりの介護者を0.5人とした。

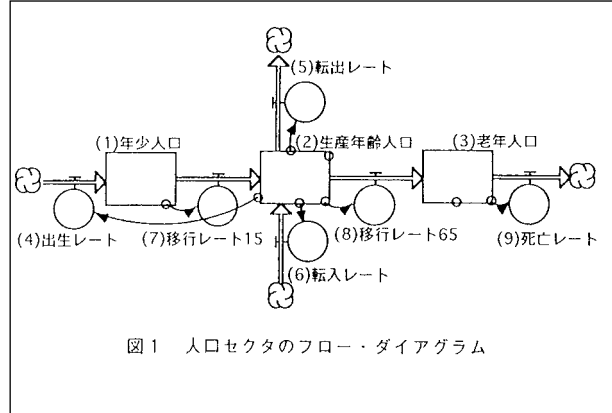
16) 老年人口のうち介護を必要とする老人の割合は要介護率として、これを1割とした。

17) 将来的なシミュレーションを行う場合には、福祉産業への就業率は福祉への関心の高まりから、時間とともに上昇し、25年後には3%まで増大するものと仮定している。

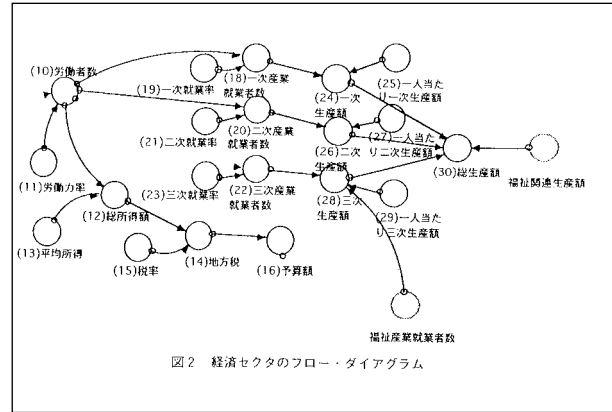
モデルの基本構造

モデルは、人口セクタ、地域経済セクタ、福祉セクタの3つのセクタからなるものとした。

スライド 6



スライド 7



が年間150万くらいある。次にスライド5の11番に行って、3次産業の2%が福祉に従事する。15番の施設での従業員数が1人と書いてあります。これは直接介護ですと0.2くらいだと思のですが、施設をメンテナンスする人員も考えると、もう少し大きくなる。在宅の場合は0.5としています。17番目に、将来福祉産業への就業者が増える（25年後に現在の2%の仮定から3%くらいまで上がる）というモデルを作っています。

モデルは人口セクター、地域経済セクター、福祉セクターの3つから成ります。

スライド6は人口セクターのフロー・ダイアグラムで、年少人口、生産年齢人口、老年人口の3つがあります（年齢群を3つに分けて、その流れを表現する）。右左にファンのようなものがありますが、これは出入り口を示します。それからの群間相互の移行があります（年単位の動き。上下の移行は転出入）

スライド7は経済セクターのフロー・ダイアグラムで、労働者数（10番）が左上にあり、それが1次、2次、3次産業に分かれていく。そして右のほうで総生産額（30番）が出てくる。3次産業の一部分が（右下）福祉産業従事者になる。14番に税金が出てきます。

スライド8はレベル方程式と言われるもので、先ほどのダイアグラムで示したものを実際に計算する式の変数および係数の条件です。スライド9に、同じく経済セクターの個々の条件が出てきます（例えば23番に3次産業の就業率が0.77）。27番のように、2次産業では1人100万円くらいの収入です。

スライド10は福祉セクターの部分のフロー・ダイアグラムです。病院と老人ホームがあり、2つの中に要介護の高齢者がいる。36番の老人ホーム変動率と39番の病床の変動率が、在宅介護ギャップの程度と関係している。

スライド11は在宅福祉の人的資源です。50番に在宅介護者必要数があります。左上52番の在宅介護者ギャップは必要量に対して、実際の供給量が不足する割合である。そのもとをたどれば41番の福祉産業就業数になっていく。施設で働く人もいますので、44番の施設就業者数がある。

スライド 8

これらの関係をレベル方程式で表すと、次のようになる。

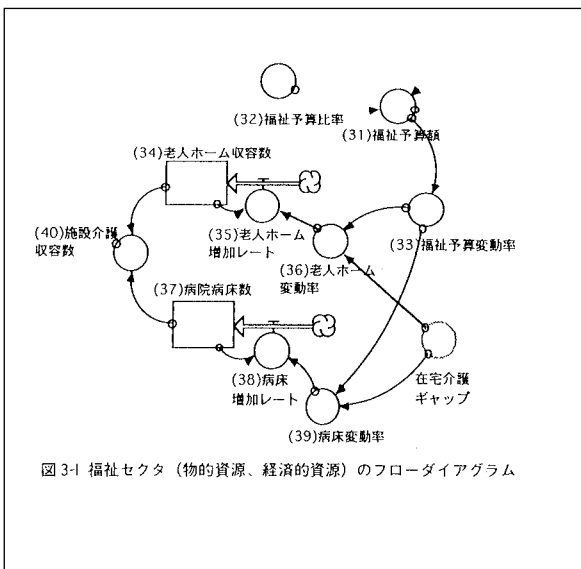
- (1) 今期の年少人口 = 前期の年少人口
+ DT × (出生レート - 移行レート15)
- (2) 今期の生産年齢人口 = 前期の生産年齢人口
+ DT × (移行レート15 - 移行レート65 + 転入レート - 転出レート)
- (3) 今期の老年人口 = 前期の老年人口
+ DT × (高齢化レート - 死亡レート)
- (4) 出生レート = 生産年齢人口 × 0.015
- (5) 転出レート = 生産年齢人口 × 0.1
- (6) 転入レート = 生産年齢人口 × 0.1
- (7) 移行レート15 = 年少人口 / 15
- (8) 移行レート65 = 生産年齢人口 / 50
- (9) 死亡レート = 老年人口 / 25

スライド 9

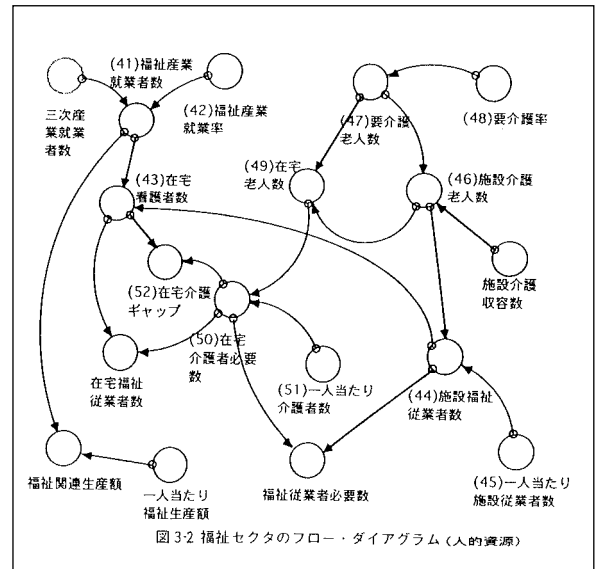
経済セクタ

- (10) 労働者数 = 生産年齢人口 × 労働力率
- (11) 労働力率 = 0.7
- (12) 総所得額 = 労働者数 × 平均所得
- (13) 平均所得 = 150 (万円)
- (14) 地方税 = 総所得額 × 税率
- (15) 税率 = 0.12
- (16) 予算額 = 地方税 × 地方税比率
- (17) 地方税比率 = 2
- (18) 1次産業就業者数 = 労働者数 × 1次就業率
- (19) 1次就業率 = 0.02
- (20) 2次産業就業者数 = 労働者数 × 2次就業率
- (21) 2次就業率 = 0.21
- (22) 3次産業就業者数 = 労働者数 × 3次就業率
- (23) 3次就業率 = 0.77
- (24) 1次産業生産額 = 1次産業就業者数 × 一人当たり1次生産額
- (25) 一人当たり1次生産額 = 15000
- (26) 2次産業生産額 = 2次産業就業者数 × 一人当たり2次生産額
- (27) 一人当たり2次生産額 = 10000
- (28) 3次産業生産額 = (3次産業就業者数 - 福祉産業就業者数)
× 一人当たり3次生産額
- (29) 一人当たり3次生産額 = 30000
- (30) 総生産額 = 1次産業生産額 + 2次産業生産額
+ 3次産業生産額 + 福祉関連生産額

スライド 10



スライド 11



スライド 12

福祉セクタ

物的資源、経済的資源

(31) 福祉予算額 = 予算額 × 福祉予算比率

(32) 福祉予算比率 = 0.1

(33) 福祉予算変動率 = (今期の福祉予算額 - 前期の福祉予算額) / 前期の福祉予算額

(34) 今期の老人ホーム収容数 = 前期の老人ホーム収容数 + DT × 老人ホーム増加レート

(35) 老人ホーム増加レート = 老人ホーム収容数 × 老人ホーム変動率

(36) 老人ホーム変動率 = 定数 1 × 福祉予算変動率 + 定数 2 × (在宅看護ギャップ - 1) + 定数 3

定数 1 = 0.1

定数 2 = 0

定数 3 = 0

(37) 今期の病院病床数 = 前期の病院病床数 + DT × 病床増加レート

(38) 病床増加レート = 病院病床数 × 病床変動率

(39) 病床変動率 = 定数 4 × 福祉予算変動率 + 定数 5 × (在宅介護ギャップ - 1) + 定数 6

定数 4 = 0.01

定数 5 = 0

定数 6 = 0

(40) 施設介護収容数 = 老人ホーム収容数 + 病床数

スライド 13

人的資源

(41) 福祉産業就業者数 = 3 次産業就業者数 × 福祉産業就業率

(42) 福祉産業就業率 = 0.02

(43) 在宅介護者数 = 福祉産業就業者数 - 福祉施設従業者数

(44) 福祉施設従業者数 = 施設介護老人数 × 一人当たり施設従業者数

(45) 一人当たり施設従業者数 = 1

(46) 施設介護老人数 = MIN (要介護老人数 , 施設介護収容数)

(47) 要介護老人数 = 老年人口 × 要介護率

(48) 要介護率 = 0.1

(49) 在宅老人数 = 要介護老人数 - 施設介護老人数

(50) 在宅介護者必要数 = 在宅老人数 × 一人当たり介護者数

(51) 一人当たり介護者数 = 0.5

(52) 在宅介護ギャップ = 在宅介護必要数 / 在宅介護者数

スライド 12 がその計算式です。例えば、36 番の老人ホーム変動率の式は、定数 1、定数 2、定数 3 を含み、それぞれ 0.1 , 0 , 0 と書いてあります。こういう式自体は論理的に作れるのですが、定数 1 がどれくらいの値をとるか、不明のためにゼロとした定数 2 と 3 が実際にどのくらいかは、色々な情報を集めないといけません。人的資源に関して、スライド 13 のような仮定がされます。52 番の在宅介護ギャップが、必要な数に対して実際に提供される介護者数の比です。

[結 果]

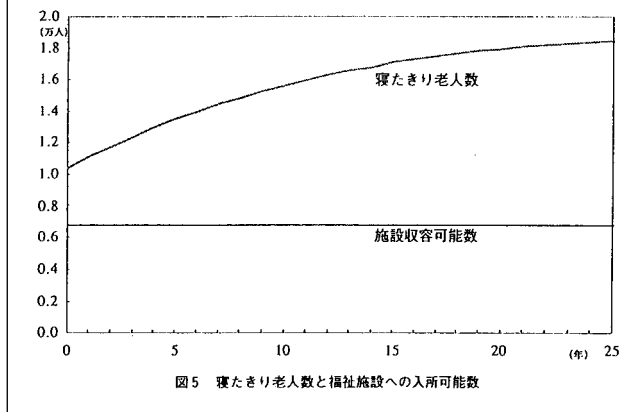
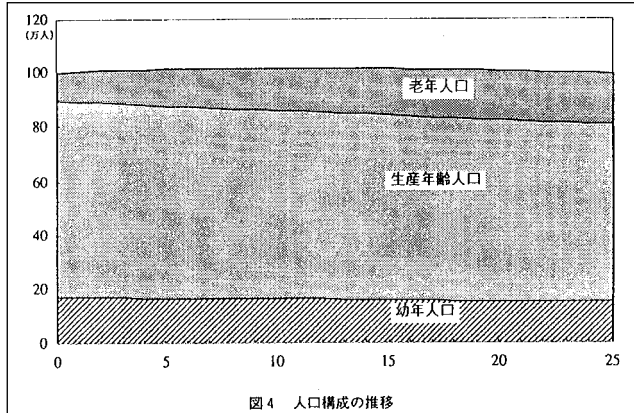
スライド 14 はモデルの計算結果です (図 4)。老年人口が 25 年経つと少し増えていって、生産年齢人口が減る。図 5 は病院と老人ホームの収容可能数です。現在のままあまり変わらないとすれば、フラットな状態になりますから、寝たきり老人数の増加に対して、施設の収容能力は相対的に落ちる。

スライド 15 のケース 1 は現状のままの場合。ケース 2 は福祉予算を増やして施設を増やした場合。ケース 3 は更に福祉産業で働く人を増やすようなことをやった場合です。

スライド 16 のケース 1 では、1 番下にある在宅介護就業者数がだらだらと落ちていきます。それに対して図 7 のケース 2 では施設の方をやや増やしていくと (0.7 から上) 在宅で働く人が下がってゼロになってしまう。更に、福祉で働く人を増やすようなことをしますと、上の 2 つは変わらないのですが、一番下の在宅介護就業者数は増えていきます (教育すれば、それに伴って在宅介護ができる人が出てくる)

このケース 1、2、3 の分布をわかりやすく示したのが、需給ギャップという比で、スライド 17 の図 9 です。出発点が 2 倍程度ですが、例えば 10 年後ではケース 1 (現状のまま特に何もしない) の場合は、この比率が 5 倍くらいになる。逆にケース 2 のように施設投資をすると 10 倍近くになっていく。更にケース 3 のような人的投資をする場合だと、この比率は上がらないで 12 年後をピークに下がっていく。投資の仕方によっては需給

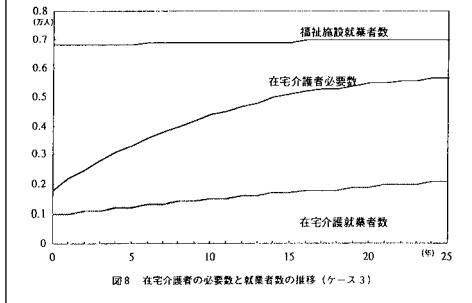
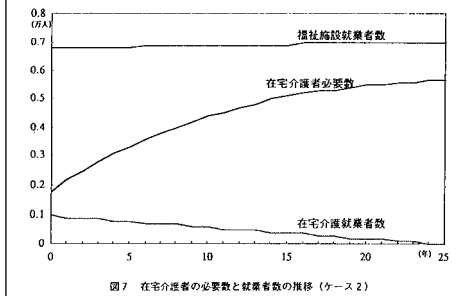
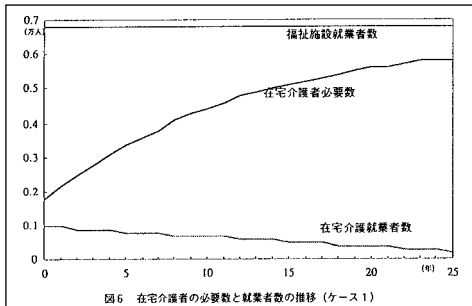
スライド 14



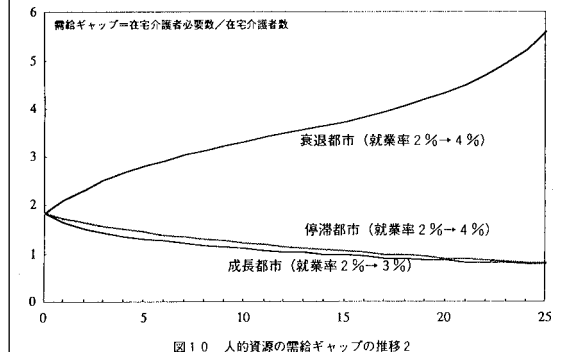
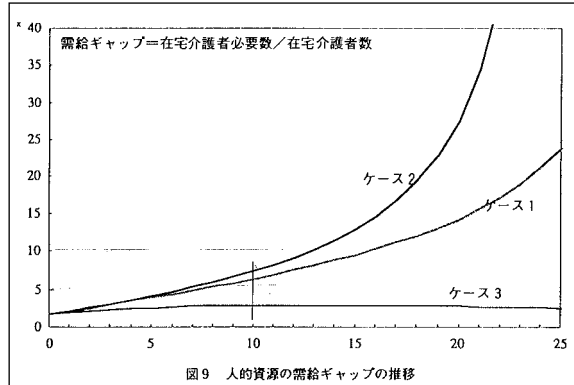
スライド 15

- 経済セクタ
- (10) 労働者数 = 生産年齢人口 × 労働力率
 - (11) 労働力率 = 0.7
 - (12) 総所得額 = 労働者数 × 平均所得
 - (13) 平均所得 = 150 (万円)
 - (14) 地方税 = 総所得額 × 税率
 - (15) 税率 = 0.12
 - (16) 予算額 = 地方税 × 地方税比率
 - (17) 地方税比率 = 2
 - (18) 1次産業就業者数 = 労働者数 × 1次就業率
 - (19) 1次就業率 = 0.02
 - (20) 2次産業就業者数 = 労働者数 × 2次就業率
 - (21) 2次就業率 = 0.21
 - (22) 3次産業就業者数 = 労働者数 × 3次就業率
 - (23) 3次就業率 = 0.77
 - (24) 1次産業生産額 = 1次産業就業者数 × 一人当たり1次生産額
 - (25) 一人当たり1次生産額 = 15000
 - (26) 2次産業生産額 = 2次産業就業者数 × 一人当たり2次生産額
 - (27) 一人当たり2次生産額 = 10000
 - (28) 3次産業生産額 = (3次産業就業者数 - 福祉産業就業者数) × 一人当たり3次生産額
 - (29) 一人当たり3次生産額 = 30000
 - (30) 総生産額 = 1次産業生産額 + 2次産業生産額 + 3次産業生産額 + 福祉関連生産額

スライド 16



スライド 17



都市のタイプ別のシミュレーション

1 安定（停滞）型都市の場合（上述の結果）
他の都市との間の人口の移動がない（差引きゼロの場合、ケース1と2では著しい在宅介護問題が生じると予想される。図9 人的資源の需給ギャップの推移1

2 成長型都市や衰退型都市の場合
他の都市との間に人口の移動があり、人口が変動する場合をシミュレーションした。

1) 成長型都市の場合
他の都市からの人口流入が生産年齢人口の13%で、人口流出が同10%と仮定した。
福祉予算額比率が同様に増大するならば、福祉産業への就業率は3%まで増大させるだけで、25年後には必要なニーズを満たされ、人的資源は確保される。

2) 衰退型都市の場合
1)とは逆に、他の都市からの人口流入が生産年齢人口の10%で、人口流出が同13%と仮定した。
福祉予算額比率が同様に増大し、福祉産業への就業率も4%まで増大させても、在宅介護者の人的資源の需給ギャップは増大する。とくに、この期間の後半になって需給ギャップがより大きくなる。図10 同需給ギャップの推移2

ギャップがものすごく大きくなってしまって、首を絞める結果になるということです。

今のモデルは閉鎖型の都市構造（人口の増減がない安定した都市）で考えた場合ですが、図10は人口の増減を認めるモデルを考えた場合です。そういう場合に福祉の就業率が現在の2%から25年後に4%まで上がったとすると、このギャップは2から1くらいまで下がります。

それに対して成長都市で、人口が多くなる場合には（人口の増加率＝転出転入の割合が10%から13%と変わった場合）福祉の就業率が3%程度の増加であっても停滞都市と同じ効果が得られる。逆に衰退都市、人口が目減りする場合（転出入の割合が10%と13%という場合）では、福祉の就業率を2%から4%まで上げたとしても、このギャップは大きくなり5倍を超える。人口が減っている町の場合には福祉問題がはるかに厳しくなってくるようになります（スライド18）

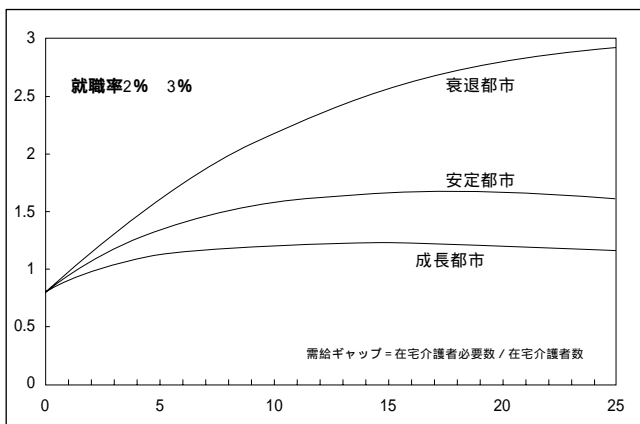
[まとめ]

研究の途中ですので、考察するだけの蓄積はありませんが、テーマと手法の重要性と有用性は御理解いただけたと存じます。モデル化そのものが調査や分析を必要としますし、条件の設定は予測や政策の面を多々含んでいます。また後述の（注）に記したようにどの程度の仮定が可能で、誤差が許容されるか、という課題もあります。理論と実務の面からのコミュニケーションが必要であろうと思います。

（了）

（注） モデルの前提条件のひとつとして、福祉従業者数の原単位を施設での従業者数は老人1人につき1人、在宅介護の場合が老人1人につき0.5人としたが、施設の方が少ないのではないかと意見や、福祉施設従業者数に関するデータが入手できたため、原単位をそれぞれ施設の場合には0.5人、在宅介護の場合には1人としたシミュレーションも行った。（スライド19）

この結果は、福祉従業者数のギャップが時間とともに大きくなるなどの傾向は変わらないが、ギャップの大きさ自体は半分程度になる。また、人口移動のない停滞都市で福祉産業への就業者が2%から3%まで増加したとしても、福祉従業者数のギャップは1.5倍程度まで増加するが、社会増減により人



口が増大する成長都市の場合にはほぼギャップは1倍程度におさまる。一方、社会増減により人口が減少する衰退都市の場合にはギャップは3倍近くまで増大する。これより、人口減少都市で福祉に関する問題がはるかに厳しくなっていくことに変わりはない。

<松本 安生(東工大社会工学)>

質疑応答

Q: 私は経済学が専門でして、先生にちょっとお伺いしたいんですが、人口規模によってだいぶ将来予測が違ふというのは当然予想できるのですが、人口以外のデモグラフィックな要因、例えば産業構造であるとか、公共施設、あるいは地理的条件というのでしょうか、農山村の場合に在宅介護サービスというのは本当に可能なかどうか、そうしたときに都市といっても、その類形というのでしょうか、都市の形が違うと思うのですが、そのへんのところを先生はどういうふうに関心を持って今後ご研究を進めていかれるのか、お伺いしたいと思います。

A: 先生のご質問自体が我々の研究課題になります。研究計画としては、人口規模でいいますと5万、10万、20万くらいの生活圏(例えば20kmくらいのところまで)で、どのように福祉に関する設備投資やマンパワーの養成ができるかを、これからモデルとして作り上げようという段階でございます。

特に地理的条件に関しては、かなり地球環境研究等の手法を用いまして、効率的に分析することができます。都市間(自治体間)の連携をどのように設定するかというのは、現在存在しない場合がかなりございますので、色々なレベルの条件を設定したシミュレーションが必要だろうと思います。行政的な問題ですので、共同研究者の望月の方から補足させたいと思います。

望月 友美子先生(国立公衆衛生院):

ディスカッションではアクセシビリティに関して色々議論をしています。交通の条件とか、地形がいくら険しくても、その道路が一本あるだけで、人口の移動とかサービスの移動というのは行なわれるので、どう指標化していくかというところに今一番頭を悩ましているところです。モデルに是非組み入れたいと思っています。アクセシビリティで、もう一つ、情報というものも指標として入れていきたいと思っています。今後ともよろしくお願いたします。