

計画都市つくば市と隣接都市土浦市の生活環境要因評価の比較に関する研究

北海道大学大学院 工学院 北方圏環境政策工学専攻 社会基盤計画学研究室
 北海道大学大学院 工学院
 筑波都市整備 (株)

藤井 直哉*
 加賀屋誠一
 早坂 昭博

1. 本研究の背景と目的

1.1 研究の背景

都市には、計画都市というものがある。計画都市とは都市化されていない地域に計画的に建設される都市のことをいう。計画都市は建設に費用が多くかけられており、インフラが先に作られて街が発展してきたという最大の特徴をもつので、上下水道の普及率や道路の整備状況、利便性・柔軟性などが非常に充実している。それに伴い、住民の生活環境が他都市のものと比較すると異なると考えられる。

加賀屋 氏は住民の生活環境に影響を与えている都市が持つすべてのサービスのことを生活環境要因と定義した。生活環境要因の一覧を表1に示す。現在、都市評価の方法の一つとして生活環境要因についての評価も行われている。しかし、それらは独立に評価されているものが多い。都市は中に複雑な未知の問題を含む非常に大規模・複雑な社会システムであることを考慮すると、数々の生活環境要因を統合しそのつながりをみていくという評価が必要である。

また、その評価の対象を計画都市とその隣接都市とし、それらを対比する例はなかった。

1.2 研究の目的

本研究では、問題複合体である社会システムである計画都市とその隣接都市として、その代表であるつくば市、土浦市を取り上げ、生活環境要因評価についての比較を行う。具体的方法として、アンケートに基づいて複数の生活環境要因の構造化を行う。得られた結果により、二都市が持つ特徴・問題を取り扱い、その解釈・有用性について

表1 生活環境要因の一覧

種類	サービス名	説明	種類	サービス名	説明
安全・健康	保健サービス	・どんな病気をしても、すぐに病院で治療ができる	快適性・文化性	文化サービス	・町内でいろいろな文化的行事を楽しんだり、文化的施設を充実すること
		・伝染病の発生しない町である		福祉サービス	・お年寄りが苦もなく生活でき、またすべての子供たちが、希望を持って成長できるような町である。また施設が十分である。
	非公害サービス	・大気、水、騒音、振動、悪臭などの問題のない町である		教育サービス	・すべての希望者が、高校、大学などの高等教育を受けられるようにする
	防災サービス	・地震、風水害、雪害などの災害に対して被害を出さない町である		・小学校、中学校の通学が容易である	
効率性・利便性	交通、情報サービス	・町内、あるいは周辺地域との交通の便あるいは、連絡がよい	・生涯学習を受けることができる		
	消費サービス	・日用品あるいは、生活必需品、さらには高級品も容易に手に入る	居住サービス	・自分たちの希望する大きさ、価格などの住宅が、容易に手に入る	
	雇用、収入サービス	・働く職場があり、かつ十分な収入が得られる	娯楽性サービス	・レジャー、レクリエーションなどが十分にでき、楽しみを受けやすい	
人間社会性	共同、連帯サービス	・町内、近所の人々が助け合い協力し合うことができる	自然・保全性	森林、緑地保全サービス	・森林、あるいは、緑地を保全すること
	風紀性サービス	・町内の風紀をよくし、犯罪がないような町である		動物保護サービス	・野生動物生息の保護や、開発防止をすること
				景観サービス	・風景、町並みが美しく、潤いのある豊かな生活環境の創造に役立つものである

て検証する。具体的に、複雑な都市問題や都市の特徴を示すためには、グラフ理論的な構造モデルである FSM 法を用いる。そのモデルについて、より客観的に解釈をする必要もあるため、新たな指標を用いて評価していく。

2. つくば市と土浦市について

2.1 つくば市と土浦市

つくば市は、茨城県の南部に位置し、つくば市全域につくば学術研究都市が存在している。東京一極集中が問題となった 1960 年代に試験研究教育機関の移転分散のために誕生した。費用は約三兆円かけられた。人口は約 215000 人であり、300 ほどの研究機関・企業に約 1 万 3000 人の研究者がいる。

一方、土浦市は、つくば市に隣接しており、1980 年代までは茨城県の要衝として栄えていた旧市街地である。歴史を有しており、自然発生的都市と考えることができる。古き良き町並みが広がる一方で、道路幅の狭さなど一度訪れただけでもインフラ状況に不満を感じてしまう町である。人口は約 144000 人である。

2.2 茨城県におけるインフラの格差の現状

つくば市と土浦市を評価するにあたって、事前に計画都市つくば市がどれほど茨城県のインフラ格差に影響しているのかを確認する。ここではインフラ格差が大きいであろう下水道普及率についてジニ係数を用いて、図 1 に示す。ジニ係数では、茨城県内 34 地域を対象とし、普及率が低い順に累積比で並べ評価する。その面積が大きいほどジニ係数は大きな値をとり、0.3 を超えると格差があるといわれている。また、上位層がジニ係数に大きな影響を与える。結果は 0.313 であり、茨城県において下水道格差が存在している。その要因として、下水道普及率が一位であるつくば市の影響が大きいといえよう。

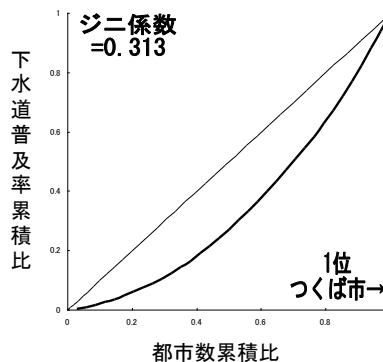


図 1 茨城県・下水道普及率のジニ係数 (H19)

3. アンケート

以上のような目的とつくば市・土浦市の特徴を考慮して、現地にてアンケート調査を行った。つくば市の研究都市内に 800 部、土浦市に 500 部配布し、それぞれ 252 部、96 部の有効回答が得られた。アンケートでは、前述表 1 に示すような都市全体に関わるサービスについて、住民が現実に居住して感じる「満足度」(5 段階)と至急改善が必要か否かの「緊急性」(3 段階)についての項目を設けた。

サービスの満足度・緊急性の集計結果を図 2 に示す。アンケート集計結果の特徴として、つくば市は研究職からの回答率が全体の 30 パーセントにも及んでいたこと、土浦市では 40 代以上の回答者が全体の半分を占めていたことがあげられる。

つくば市は、土浦市に比べ、全体的に満足度が高いことがわかる。特に保健、森林・緑地保全、消費は高い値を示している。居住、交通・情報、共同・連帯に関しては低い満足度を示しており、土浦市と比較して

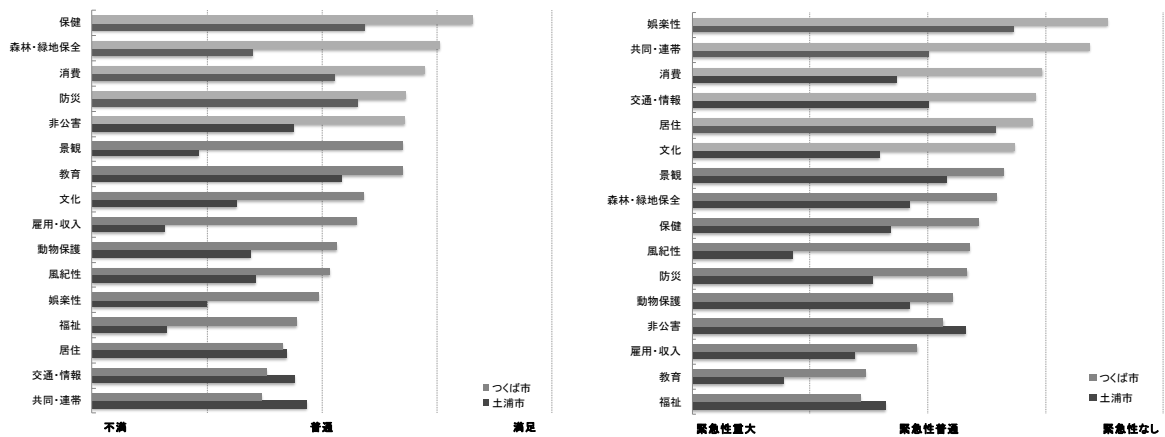


図 2 都市サービスの満足度・緊急性の集計結果

も劣っていることがわかる。土浦市は全体的に満足度が高いとはいえ、住民が標準以上のものだと考えているものとしては、保健、防災、教育、消費があげられる。その次に満足している共同・連帯については、つくば市では最も満足度の低いものとなっており、計画都市と旧市街地(自然発生的都市)との大きな違いとして考えることができる。

満足度と同様に、つくば市は全体的に土浦市と比べ緊急性を要する項目は少ない。満足度においては不満よりの結果であった娯楽性、共同・連帯であるが、緊急性は感じていない様子である。特に緊急を要すると考えられる項目は、教育、福祉である。土浦市では、満足度が比較的高い教育の項目がもっとも緊急性が高いということになった。教育水準の高いつくば市と比較して、より改善が必要と考える人が多いとも考えられる。また、風紀性の項目もかなりの緊急性を要しているといえる。娯楽性、居住、非公害、景観に関してはあまり緊急性を要していないが、娯楽性と景観の満足度は低く、土浦市住民があまり関心をもっていない項目といえるかもしれない。

4. FSMについて

4.1 FSM モデルとは

FSM(Fuzzy Structural Modeling)はISMと同様に構造モデルの手法のひとつであり、ある複数の要素の従属関係や全体構造を把握するための手法である。ISMが構造化の出発点となる従属行列によって断定的に構造モデルが決定するのに対し、FSMはファジィ集合論の概念をもつあいまい2項関係・あいまい構造パラメータ λ 、しきい値 p を導入することで従属行列の構成における制約が緩和されるという特徴を持っている。本研究での満足度や緊急性の調査・多元的価値が錯綜する社会システムの構造同定においては、FSMが優れている。構造パラメータ λ としきい値 p の値により、大きな構造は変えずに自由度のある構造同定が行われるが、ファジィというあいまいな理論がこの手法に利用されているため、いくつかの構造について検証し、対象システムに最も適した構造を決定することができる。FSMは他に、『洪水による精神的被害に対する分析』、『生物学における細胞のモデル』など多様な研究に用いられている。

4.2 各係数の値について

$p(0 < p < 1)$ はしきい値を示す。値を小さくするほど多くのレベルを有する構造化が期待できる。この値により最上層レベル集合、中間レベル集合、最下位レベル集合、独立レベル集合が決定される。 $\lambda(-1 < \lambda < \infty)$ はあいまい

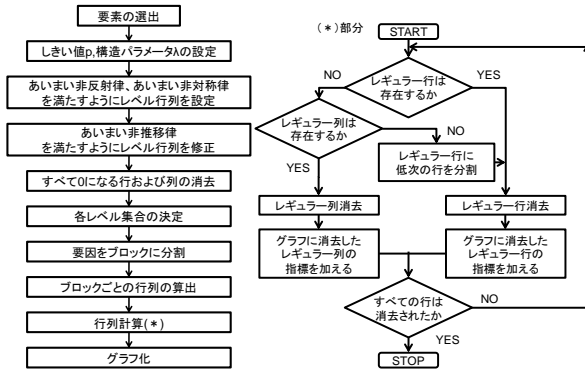


図3 FSMのアルゴリズム

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	0.29	0.29	0.04	0.31	0.2	0.05	0.15	0.21	0.09	0.27	0.07	0.13	0.3	0.16	0.25
2	0.55	0	0.41	0.14	0.44	0.31	0.15	0.26	0.32	0.2	0.39	0.17	0.24	0.42	0.27	0.37
3	0.55	0.41	0	0.14	0.44	0.31	0.15	0.26	0.32	0.2	0.39	0.17	0.24	0.42	0.26	0.37
4	0.92	0.75	0.75	0	0.78	0.62	0.42	0.56	0.64	0.48	0.73	0.45	0.53	0.76	0.57	0.7
5	0.52	0.38	0.38	0.12	0	0.28	0.12	0.23	0.29	0.17	0.37	0.15	0.21	0.39	0.24	0.34
6	0.66	0.52	0.52	0.22	0.55	0	0.23	0.35	0.42	0.29	0.5	0.26	0.33	0.53	0.36	0.47
7	0.91	0.74	0.74	0.4	0.77	0.61	0	0.55	0.63	0.47	0.72	0.44	0.52	0.75	0.56	0.68
8	0.74	0.58	0.58	0.28	0.62	0.47	0.29	0	0.48	0.34	0.56	0.31	0.39	0.6	0.42	0.54
9	0.65	0.5	0.51	0.21	0.54	0.4	0.22	0.34	0	0.28	0.49	0.25	0.32	0.52	0.35	0.46
10	0.82	0.66	0.66	0.34	0.69	0.54	0.35	0.48	0.56	0	0.64	0.38	0.46	0.67	0.49	0.61
11	0.56	0.43	0.43	0.15	0.46	0.33	0.16	0.27	0.34	0.21	0	0.19	0.25	0.44	0.28	0.38
12	0.86	0.7	0.7	0.37	0.73	0.58	0.38	0.51	0.59	0.44	0.68	0	0.49	0.71	0.52	0.65
13	0.76	0.61	0.61	0.3	0.64	0.49	0.31	0.43	0.51	0.36	0.59	0.33	0	0.62	0.44	0.56
14	0.54	0.4	0.4	0.13	0.43	0.3	0.14	0.25	0.31	0.19	0.38	0.16	0.23	0	0.26	0.36
15	0.72	0.57	0.57	0.27	0.6	0.46	0.28	0.4	0.47	0.33	0.55	0.3	0.38	0.58	0	0.52
16	0.6	0.45	0.46	0.17	0.48	0.35	0.18	0.3	0.36	0.23	0.44	0.21	0.28	0.47	0.3	0

図4 作成されたレベル行列 (つくば市・満足度)

構造パラメータを示す。構造化における要素の結合程度について示す。

4.3 具体的な構造化方法の概要

図3のアルゴリズムに従って構造化を行う。従属行列は、ファジィ集合論に基づいて、AHP法でよく用いられている線形スケールを用いて作成した。図4に一例を示す。従属行列の*i*行、*j*列の値は、要素*i*は要素*j*にどれだけ従属しているかを示すものであり、値が大きいほどその従属性が高いといえる。

5. 構造による分析

5.1 満足度による分析

つくば市、土浦市において最も特徴を示している構造について図5に示す。これは矢印の始点の要素が、終点の要素に対し住民の満足度という点で従属しているという関係を示している。つまり、上位にある要素(上位レベルの要素)が、より満足度の高い項目となっており、それにつながっている矢印がその満足度に影響を与えているといえる。つくば市の最下層レベルには交通情報、共同連帯があり、住民は不満に思っている要素だとわかるだけでなく、それらの要素は矢印でつながっているすべての項目に直接的な影響があると考えられる。具体的には、共同連帯の満足度を何らかの政策などで高めた場合には、風紀性、さらに上位レベルの非公害、その上位レベルの保健の満足度も少なからず向上するという関係が存在している。これは、ひとつのサービスの満足度の要素が、直接的・間接的に全体に影響を与えるということを意味している。一方で土浦市の、満足度の構造は、二つの構造に分かれている。これは片方のある要素の満足度を向上させたところで、他方の要素の満足度には影響が少ないことを示している。たとえば左の構造の最下層に位置する雇用収入の項目を、何らかの政策などで満足度を上昇させた場合にも、娯楽性をはじめとする右側の構造への影響は左の構造内での影響に比べて少ないと考えられる。

また、個別の要素の特徴を捉えると、つくば市は共同連帯が最下層レベルに、森林保全が最上層レベルに存在する。土浦市では、つくば市とは異なり、最上層レベルには共同連帯は、最下層レベルには雇用収入が位置している。人とのつながりという点で、つくば市は土浦市に劣っているといえるのではないだろうか。逆に土浦市のいい点として、昔からある街として人とのつながりを大切にしているということもできる。

5.2 緊急性による評価

つくば市・土浦市の緊急性の構造について、図6に示す。下層レベルは改善が早急に必要だという緊急性を要し、

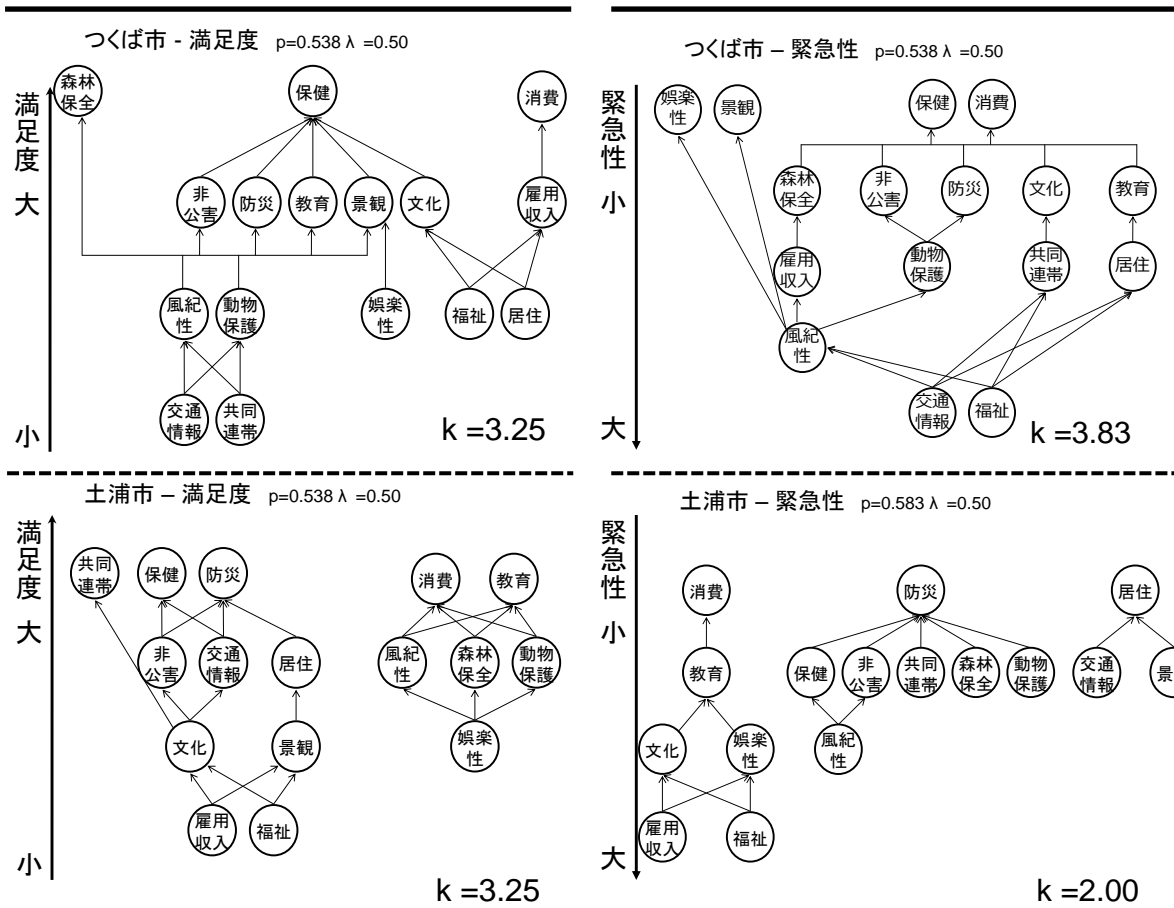


図 5 つくば市・土浦市における満足度の構造 図 6 つくば市・土浦市における緊急性の構造

上層レベルはその必要が無いことを表している。つくば市は満足度と同様、一つの構造できているが、大きな違いとして、交通情報・福祉がすべての項目に直接的に影響を及ぼしており、何よりもこの二つの改善を希望していることを示している。一方で、土浦市は構造が3つに分かれている。緊急性での個人のとらえ方が多種多様であること、解決が多岐にわたって困難なことを示しているといえるが、逆にピンポイントで何かを改善したい場合には因果関係が明瞭で対処がしやすいともいえる。特に、つくば市は福祉と交通・情報サービスが全体に直接影響を与える項目で、至急改善が必要な項目である。

個別の要素の特徴を捉えると、つくば市、土浦市ともに福祉と交通・情報サービスが早急に対処が必要であるという結果となった。土浦市はそれに加えて対処が必要な項目が多岐にわたることがわかる。

5.3 構造のまとめ

表2に満足度と緊急性をまとめる。満足度が低く、緊急性が高いものに下線をひいている。つくば市は、交通・情報、福祉のサービスの改善が求められ、土浦市は、雇用収入、福祉の改善が求められる。

土浦市の雇用収入、福祉は、満足度の構造においてはすべて左の構造にのみ含まれる要素であり、緊急性の構造においても一番左の構造にのみ含まれる要素である。改善させた場合には他の項目への影響が少ないということに注意が必要である。

表 2 満足度と緊急性(つくば市・土浦市)

	つくば市	土浦市
満足	森林保全 保健、消費	共同連帯 防災、教育 保険、消費
不満足	共同連帯 交通、居住 娯楽性、福祉	<u>雇用収入</u> 娯楽性、福祉
対処不要	保健 消費	居住、防災 消費
早急な 対処必要	<u>福祉、交通</u>	<u>雇用、共同</u> 風紀性、景観 <u>福祉、交通</u>

6. FSMの評価について

FSMは前述の通りその解釈が重要である。人間が問題提起・解決策・特徴を導出することが必要で、また少なからずそのために作られた指標であるのだが、その構造モデルの評価方法について、より客観的な評価手法が求められることも少なくない。今回は複雑ネットワークの考え方からモデルの評価を行う。複雑ネットワークとは、人間関係のつながりなど、日常生活を含む多くの事象で確認できるネットワークのことを呼ぶ。FSMと違って、方向性やレベルの概念は基本的には持たないが、要素間の距離を考慮に入れている。その特徴を解析した結果のひとつに、一部の要素だけがたくさんの要素とつながり他は少ないという特徴の「スケールフリー性」という性質が考えられており、その解析方法が存在する。具体的には、要素数と、その要素からの矢印の数でスケールフリー性を示す値 k が算出される。 k は要素同士のつながりの多さを表した指標である。前例の4つのモデルで解析を行い、得られた結果を図5・図6の右下にそれぞれ示している。つくば市と土浦市は満足度に関しては同じ値が得られたが、緊急性に関してはつくば市の k の値が大きく、より一体化・複雑化し相互により影響しあっている構造となっているということがわかる。これは前述したとおりのことを客観的に表すことができたといえる。

7. まとめ

本研究では、住民による都市サービスに対する評価や都市が大規模で複雑な社会システムであることを考慮して都市が持つ特徴・問題について、計画都市つくば市とその近隣都市土浦市を対象として比較を行った。FSMモデルにおいて、つくば市は満足度・緊急性の構造が共にひとつにまとまったものとして表された。これはひとつのサービスの影響が全体に作用することを示している。原因として、計画都市の特徴である、都市レベルのスケールで考えるとまだ建設されてから年月がたっていない点、新しい考え方により今後を見据えて作られた点で都市が柔軟性を持っていることがあげられる。一方で土浦市はどのモデルも構造が分裂して表された。個々の満足度・緊急性を改善しようとした場合、全体に対して有効な手段は考えにくい、逆にそれに見合った政策が明瞭であると言える。これは古くからの町である土浦市はすでにインフラ・サービスともに成熟し、余地があまり残されていないことが原因として考えられる。

また、ネットワークモデルにおけるスケールフリー性についての指標を今回のモデルに用いて客観的にもその意味に裏付けを加えた。

今後の課題として、ほかの計画都市を含めたより多くの地域での検証や、さらに客観性の期待できるFSMモデルに対する指標の導出があげられる。

参考文献

- 1) 加賀屋誠一：地方都市における計画整備目標の構造化プロセスとその適用
- 2) 田崎栄一郎，天笠美知夫ほか：あいまい理論によるシステム構造モデル，日本オペレーションズ・リサーチ学会論文誌 vol.20, No.4, p.285～310
- 3) 三田村保ほか：ファジィ構造モデリングにおける下位層湖グラフを用いた構造化法，日本ファジィ学会誌 vol.12, No.2, p.321～328, 2000年
- 4) 古田均，秋山孝正ほか：ファジィ理論の土木工学への応用，p.43～48, 1992年