

多核性に関する指標を用いた都市圏中心核の形態分析

- 人口減少時代を迎えるわが国の都市圏の形態変化に関する研究(その1) -

CONFIGURATION ANALYSIS OF URBAN CENTERS USING POLYCENTRISM INDICATORS

- Urban form changes of Japanese cities in an era of shrinking population part 1 -

川邊 晃大*, 渡辺 俊**

Akihiro KAWABE and Shun WATANABE

In Japan, it becomes important to research the aspects of City Shrinkage and other urban form changes that caused by shrinking population. Under this condition some new conception and metrics of urban form were discussed and the new configuration analysis named "Metropolitan Form Analysis (MFA)" was proposed in Amindarbari et al. (2013). MFA is composed of six newly proposed metrics - Coverage, Compactness, Discontinuity, Expandability, Polycentricity and Land-Use Mix - but there is no study on their concrete usage in city planning or possibility of applying them to shrinking cities. In this paper the trends of urban form changes of Japanese cities were analyzed with Polycentrism Indicators which were acquired through using a metric "Polycentricity" form MFA. As the result, the some relationship between city size and Polycentrism Indicators and the some trends of configuration change in shrinking city Centers were revealed and several suggestions about possibility of applying MFA were acquired.

Keywords : *Metropolitan Form Analysis, Polycentricity, City Shrinkage, Centers, DID, GIS*

都市圏形態分析, 多核性分析, 都市縮小, 中心核, 人口集中地区, 地理情報システム

1. はじめに

1.1 背景・目的

人口減少時代を迎えたわが国では、持続可能な都市構造や存続可能な地域社会の在り方、また住民負荷の少ない都市縮小への対応策が模索されている¹⁾。これに関連して現状の都市・社会構造の実態把握手法等の重要性が高まっており、「都市構造可視化計画」²⁾や「RESAS」³⁾等の都市・社会構造把握分析ツールの公開・供用が活発化している。

こうした中、海外に目を向けると、シンガポール工科大学(SUTD)のAmindarbariら(2013)⁴⁾は世界銀行との共同研究⁵⁾の中で、都市の形態的性状の評価概念や評価手法についての議論を行い、その成果としてMetropolitan Form Analysis(以下MFA)と題した6種類の都市の形態的性状の計量手法 - Coverage, Compactness, Discontiguity, Expandability, Polycentricity, Land-Use Mix - を提案している^{注1)}。

MFAにおける都市圏形態定量化は、発展途上国における急速な人口増加や経済発展に伴う都市の形態や構造の変化パターン把握分析に数値的評価軸を与えることを本来の目的としている。しかしながら、提案された都市形態の定量化概念や手法は単純に都市圏の形態的性状を数値的に評価するものがほとんどであり、都市圏の経年的拡大を必須の前提としているものではない。そのため、発展途上

国とは反対に人口減少が見込まれるわが国の都市圏においても同様に、都市圏規模の変化や都市縮小・市街地縮小に伴う都市形態・都市構造の変化パターンの把握分析に新しい定量的な評価軸をもたらすことで寄与できるものと考えられる。

上記のことから、都市・社会構造の実態把握の重要性が高まっているわが国の都市圏の性状把握手法として、新規の手法であるMFAを用いた都市圏形態定量化の応用可能性を考察することには意義が見出せる。しかしAmindarbariら(2013)の研究は手法や指標の提案に主眼が置かれており、MFAの適用を通じて得られる形態的性状の概念の指標値等に関して、その都市計画上の具体的な活用法等を考察するような応用的研究は未だない。そこで本研究は、MFAによる都市圏形態の概念の定量化に関して、わが国の都市構造把握手法としての都市計画上の活用法や応用可能性に関する知見を得ることを目的とする。

1.2 既往研究

人口減少時代を迎えるわが国の都市・社会構造の実態や課題点の把握、あるいはその手法開発を目的とした研究は数多く行われてきた。中でも標準地域メッシュ等に注目して地方都市圏の産業・人口分布形態やその変化を対象とした研究の例は多く、都市構造実態把握への主要なアプローチと言える。例えば、魚路ら(2004)⁶⁾は地

* 筑波大学大学院システム情報工学研究科 博士前期課程

** 筑波大学システム情報系 教授・博士(工学)

Graduate School of Systems and Information Engineering, Univ. of Tsukuba

Prof., Faculty of Engineering, Information and Systems, Univ. of Tsukuba, Ph.D. in Eng.

方都市の産業・人口分布の拡大及び低密化傾向を、メッシュ統計データを用いた分析により明らかにした。また、赤星ら（2010）⁷⁾、中西ら（2011）⁸⁾、小坂ら（2012）⁹⁾ は各メッシュ内地域の人口等の諸データを3次元の高さを棒グラフ状に表現し、視覚的にわかりやすい都市構造把握の手法・ツール開発とその有用性考察を行っている。さらに、清水（2015）¹⁰⁾ はわが国の国土を覆う標準3次元メッシュ全体に対して人口及び内部の都市的土地利用の変化を分析し、メッシュ単位での都市構造変化傾向を類型化している。メッシュデータは各メッシュ区域内部における人口や産業に関する諸要素の数量情報を即物的に表現し、メッシュ単位での各要素の地理空間的分布やその変容といった側面から我々の都市構造に対する理解を助ける。しかし、単純なメッシュ単位での数量データの表現のみを通じて対象都市圏域全体における都市空間の広がりや明確に規定し、その形態の性状や変化傾向を定量的に把握することは難しい。

一方、メッシュデータではなく DID（人口集中地区）を分析対象として都市構造実態やその変容を分析する試みも存在する。例えば、浅野ら（2014）¹¹⁾ は DID の縮小を都市縮小の指標として捉え、DID 縮小様相の類型に基づく都市縮小の発生実態を考察している。DID は全国一律の人口及び人口密度の基準に基づく都市的地域の領域規定として、都市圏の人口増加期における都市的市街地空間の拡大状況の把握にしばしば用いられてきた。しかし、人口減少に伴う都市縮小等の都市構造変容分析においては、その進行が著しいと考えられる地方部の小規模な市町村にて DID として規定される領域が限定的である場合が多いため、人口増加期と同様に DID の変容に基づき都市縮小の様相や実態把握を行うには限界があると言える。

1.3 本研究で着目する MFA 計量手法

MFA として新たに提案されている都市形態の定量化概念・計量手法の中で、前節で述べた既往研究のように人口や産業の分布構造を参照して都市の形態の性状を評価するものに Polycentricity がある。

Polycentricity は都市圏の中心的地域がどの程度多核的に分布しているかを定量的に評価する手法である。詳細については後述するが、Polycentricity では標準地域メッシュ等の単位区^{注2)}の従業者人口等^{注3)}に基づいて対象都市圏における「中心核」を相対的基準で抽出し、その多核的分布の度合い（多核性）についての複数の指標を用いて定量化を行う。

Polycentricity は規模を問わず様々な都市圏域において中心核を規定し、「多核性」という新しい定量化概念による都市圏中心地の多核形態の定量的評価・記述を可能にする。この特長から、Polycentricity においては規模の異なる複数の都市圏域への適用を通じた、都市圏規模の差異に伴う中心地分布の変化傾向の把握分析等に応用可能性が見出せる。こうした傾向把握分析は人口減少に伴い圏域内従業者人口等の都市圏規模の縮小化が見込まれるわが国の都市圏において、将来の都市圏規模縮小に応じた都市圏の業務中心地整備計画や具体的整備方針決定に寄与すると考えられる。

また常住人口を用いた Polycentricity 中心核は DID と同様に都市における人口の中心的地域を表現する一方で、定義基準が全国一律である DID と異なり、圏域の人口規模に伴う相対的基準で領域定義が行われる。これは常住人口を用いた Polycentricity の中心核定義により対象圏域についての「その圏域なり相対的な人口集中地域」

を規定できることを意味する。この応用の形に関して、前述の浅野ら（2014）の研究のような DID の縮小を都市縮小の指標として捉える方法と同様に、Polycentricity によって得られる常住人口中心核縮小を都市縮小の指標とすることで、DID を持たないような比較的小規模な圏域においても「相対的な人口集中地域」の縮小を基準とした都市縮小様相の把握が可能となる。さらに、常住人口中心核抽出の際に得られる多核性に関する指標値について、中心核の縮小前と縮小後での各指標値の変化に着目することにより、対象圏域における複数の人口集中地域の数や均質性等の変質に基づいた人口集中地域の構造変化を定量的に考察することが可能だと考えられる。

以上のことを踏まえ、本研究では MFA の応用可能性考察の初段階として、6種の計量手法のうち都市構造把握分析及び都市縮小様相把握分析に特に有用であると考えられる Polycentricity に着目し、主に以下の2点を明らかにしたうえで Polycentricity の持つわが国の都市計画上の応用可能性を考察する。

- わが国の雇用圏域間における従業者人口規模及び雇用圏面積規模の変化に伴う従業者中心地の多核性変化傾向。
- わが国の市町村圏域における常住人口中心核縮小時の多核性変化に基づく相対的な人口集中地域形態の変化傾向。

2. 研究の構成

本稿の構成としては、まず3章にて Polycentricity による多核性の詳細な分析過程を説明し、その後の4章にてわが国の従業者人口等の都市圏規模を表す指標と多核性に関する諸指標値の関係性について定量的分析（相関分析、パス解析）を行い、都市圏規模と多核性間の関係性を考察する。5章では、第1節にて先に述べた常住人口を入力値として得られる Polycentricity 中心核が、対象圏域の「相対的な人口集中地域」を表現しようという考えについて DID との比較を通じて詳細に説明する。そして続く第2節では、平成17年から平成22年にかけて常住人口中心核の縮小が認められた市町村を対象に、その間の多核性の変化差分に基づいた類型化（階層的クラスター分析）を行い、比較的小規模な市町村における都市縮小発生時における多核性の観点からの都市構造の変化傾向を考察する。最後に6章にて4、5章での分析から得られた知見に基づき Polycentricity の応用可能性を考察する。

Table1 Definitions of specific terms in this paper

用語 Terms	説明 Description
Polycentricity	Metropolitan Form Analysis を成す 6種の都市圏形態の計量手法の中の1つ。任意の入力値に基づく都市圏の中心的地域（中心核）を規定し、対象都市圏について中心核の分布がどの程度多核的であるか（多核性）を指標化する。 One of the six metrics that compose "Metropolitan Form Analysis", which detects the major area about a certain input value (Centers) in the target city and quantify how the city are polycentric (Total polycentrism).
多核性 Total Polycentrism	都市圏についてその中心的地域がどの程度多核的であるかを表す概念。Polycentricity において「総合的な多核性の指標：PC」によって評価される。A conception quantifying how the target city are polycentric, which is indicated by the total polycentrism indicator "PC".
多核性に関する個別の指標 Single Polycentrism Indicators	Polycentricity において「総合的な多核性の指標：PC」を定義する際に用いられる「N, Re, HI」という3種の個別の指標。 The three indicators "N", "Re" and "HI" which are used for defining the total polycentrism indicator "PC".
中心核 (Polycentricity 中心核) Centers (Polycentricity Centers)	Polycentricity において規定される対象都市圏の任意の入力値に関する中心的地域。基本的に、入力値には従業者人口や昼間人口といった単位区域の雇用の数量を表すものを用いることが想定されている。 The major area about a certain input value in the target city detected by Polycentricity. It is assumed that the amount of employment (the number of employees, day population, etc.) in a unit area is used for the input value.
常住人口中心核 Permanent Population Centers	Polycentricity の入力値として常住人口を用いて抽出した中心核で、圏域における「相対的な人口集中地区 (RDID)」を規定する。本来 Polycentricity が想定している雇用に関する入力値の代替として、常住人口を用いて中心核を抽出するという方法は本研究に独特である。 The Polycentricity Centers which are detected with permanent population as the input value, which represent Relative Densely Inhabited District (RDID). It is a unique point of this paper that permanent population is used as the input value instead of the amount of employment.

3. Polycentricity について

前述の通り Polycentricity は都市圏の中心地の分布形態に基づき対象都市圏がどの程度多核的であるか（多核性）を評価する。具体的には対象都市圏における標準地域メッシュ等の任意の単位区^{注2)}における人口等^{注3)}の密度に基づく中心核を抽出し、その分布形態についての複数の個別の指標を用いた定量化を経て、最終的に総合的な多核性の指標を算出する。手法の初段は対象圏域の中心核を定義することであり、Fig.1 の①～④に示す手順を経て中心核を抽出する。

対象都市圏の中心核が定まると、その形態に基づいた多核性の概念に関する個々の指標を算出し、その後、総合的な多核性の指標を算出する。Amindarbari ら（2012）の研究では、(a)中心核の数がより多く、(b)中心核が都市圏の内の雇用をより多く格納し、(c)異なる中心核の規模がより均質であるような都市圏がより多核的であるとされ、(a), (b), (c) の3つの軸をそれぞれ評価する3つの多核性に関する個別の指標 N, Rc, HI と、その積として総合的な多核性指標 PC を定義している。各種指標値の詳細については Table2 に示す。

Polycentricity は対象圏域の多核性を評価することが目的の手法ではあるが、抽出された中心核の広がりに着目することで対象圏域における中心地の分布の経年的変化等を可視化できる。また PC 算出に用いられる多核性に関する個別の指標 N, Rc, HI に着目することで、より詳細な対象都市圏の中心地の分布特性の定量的分析が可能である。

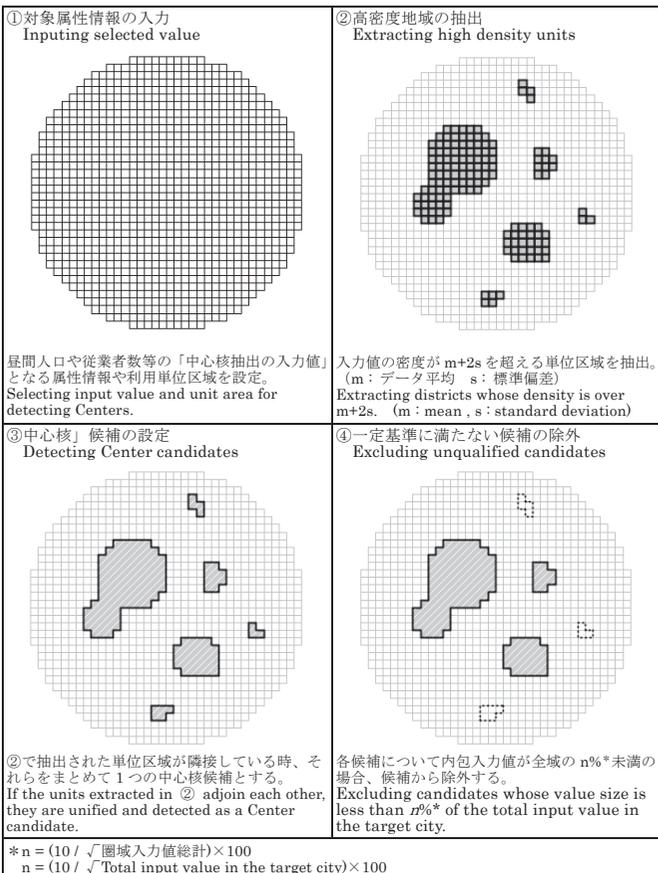


Fig.1 The process of detecting Centers in Polycentricity

Table2 Definitions of polycentrism indicators

指標名	説明	算出式
N	対象圏域内で抽出された中心核の個数。 Number of Centers extracted in the target city.	
Rc	対象圏域内の全中心核の入力値の総計が対象圏域全域の入力値の総数に占める割合。 Ratio of the total amount of input value in all Centers to total input value in the whole target area.	$Rc = \frac{\text{全「中心核」の入力値の総計}}{\text{対象圏域全域の入力値の総計}}$ $Rc = \frac{\text{Total input value of all Centers}}{\text{Total input value of whole target area}}$
HI	対象圏域内の複数の中心核についてのそれぞれの格納する入力値の規模の均質性の指標。0から1の値をとり、各中心核が同程度の入力値を持ち、均質的である程、値が1に近づく。中心核が単一の場合、値は定義されない。 An index of homogeneity among some Centers in the target area, which takes a value from 0 to 1. The more Centers are homogeneous, the nearer the index becomes to 1. If there is a single Center in the target city, the index can't be defined.	$HI = \frac{\sum_{i=1}^N (z_i) \ln(z_i)}{\ln(N)}$ N: 抽出された中心核の個数 Number of extracted Centers z _i : ある中心核 i (1...N) の入力値が全中心核の総計に占める割合 Ratio of input value in a certain Center i (1...N) to the total amount of input value in all Centers
PC	N, Rc, HI の積、総合的な多核性の指標 The product of N, Rc and HI. Total polycentrism indicator	$PC = N \times Rc \times HI$

4. 多核性の指標と都市圏規模の関係性の定量的分析

本章では、わが国の都市圏の多核構造に関する基礎的傾向把握の一例として、圏域面積や総従業者人口といった都市圏規模と圏域の多核性の指標値間の相関分析及びパス解析を行う。分析に用いる従業者人口の分布としては平成21年度従業者数500mメッシュデータ^{注4)}を用い、都市圏範囲として雇用圏域の実質的広がりを表す金本ら（2002）¹²⁾の「大都市雇用圏2010年度版（Metropolitan Employment Area: MEA 2010）」を用いた^{注5) 注6)}。

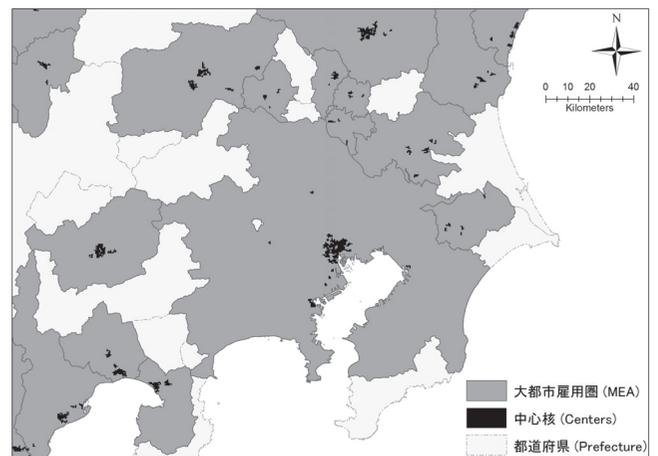


Fig.2 Centers of Metropolitan Employment Area in Kanto region

分析の結果、108の大都市雇用圏のうち、14の圏域において中心核が単一であるためにPC及びHIが定義されなかった。残りの94圏域についての各指標値と大都市雇用圏の対数面積及び対数従業者人口の相関行列をTable3に示す。大都市雇用圏の対数面積および対数従業者人口とPCの間には関係性が見られない一方、個別の指標N, HI, Rcに着目すると、各々の指標値と対数面積および対数従業者人口との間の関係性が示唆されている。続いて対数面積及び対数従業者人口を外生変数、多核性に関する各指標値を内生変数とした因果モデルについてパス解析を行い、変数間の交絡を考慮した大都市雇用圏の面積及び従業者人口と各指標値との関係性を分析する。ただしPCに関してはN, Rc, HIの影響で完全に説明されるためモデルに含めない。

Table3 Correlation matrix of the indicators

対数面積 Area (natural logarithm)	0.637**	1			
中心核の個数: N Number of Centers : N	0.469**	0.264*	1		
中心核の占める重み: Rc Ratio of Centers in total input value : Rc	-0.260*	0.349**	-0.126	1	
中心核の均質性: HI Homogeneity Index : HI	-0.417**	-0.578**	0.226*	-0.388**	1
多核性指標: PC Total polycentrism indicator : PC	-0.119	0.026	0.707**	0.260*	0.485**
	対数総従業員人口 Total number of employees (natural logarithm)	対数面積 Area (natural logarithm)	中心核の個数: N Number of Centers : N	中心核の占める重み: Rc Ratio of Centers in total input value : Rc	中心核の均質性: HI Homogeneity Index : HI

Number of samples = 94
** : Significant at 1% level (two-sided) * : Significant at 5% level (two-sided)

因果モデルは都市圏の面積や従業員人口が多核性の各指標に対して相関行列に見られるような影響を及ぼすことを仮定し構築する。まず対数面積及び対数従業員人口から各指標に向かって単方向の影響を仮定する。続いて対数面積と対数従業員人口間に生じている相関関係を仮定する。続いてNが大きいとHIも大きくなる傾向を考慮して、NからHIへの単方向の影響を仮定する。最後に面積及び従業員人口との関係からのみでは説明できないHIとRcの関係性の存在を想定し、誤差相関を設定する。想定した因果モデルと解析の結果得られたパス係数の標準化推定値等を Fig.3 中に示す。

上記の分析を経て、わが国の大都市雇用圏の規模と圏域の多核性の関係性に関して以下の示唆が得られた。

- 雇用圏域の従業員人口規模が大きい程、中心核の個数が多く、均質性は低い。また、その全域に占める重みは小さい。
- 雇用圏域の面積規模が大きい程、中心核の均質性は低く、その全域に占める重みは大きい。

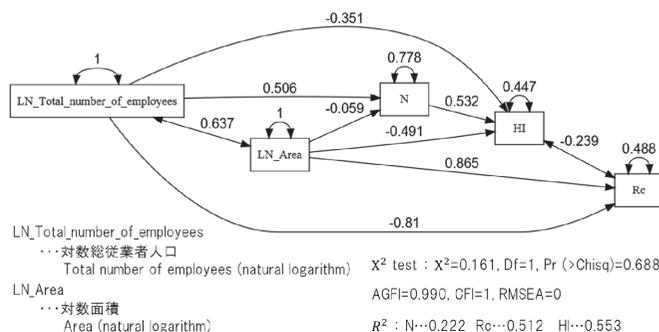


Fig.3 Causal model and path coefficients

5. 常住人口中心核を用いた都市縮小様相の分析

5.1 Polycentricity 中心核と DID との比較

本節では、Polycentricity 適用によって抽出される都市圏の中心核と DID の定義方法や性質比較を通じ、Polycentricity を応用して得られる常住人口中心核の特長について論じる。Table4 に DID と常住人口を入力値とした場合の Polycentricity 中心核の定義方法等について比較した表を載せる。それぞれの領域定義は単位区域に関して、「密度基準による抽出」と「人口基準による除外」という共通した過程を辿っており、また両者とも都市圏における中心的地域の広がり表現しているという点で類似している。

一方で Polycentricity 中心核と DID の違いは、それぞれの密度要件、人口要件の設定方法にある。DID は全国一律の基準で人口集中

地域を規定するが、Polycentricity 中心核は都市圏規模に応じて変化する相対的基準によって人口の集中地域を規定する。このことから、「常住人口」に基づき Polycentricity 中心核を抽出することで、小規模市町村のような DID の規定領域が限定的、あるいは存在しない圏域でも「相対的な人口集中地域」を規定することが可能となり、その圏域の人口集中核の形態的性質の現況あるいは経年変化を分析することが可能となると考えられる。

Table4 Comparison between DID and Polycentricity Centers¹³⁾

	人口集中地区 (DID) Densely Inhabited District	Polycentricity 中心核 (常住人口) Polycentricity Centers (permanent population)
密度要件 Density restriction	4000(人/km)以上を抽出 Extracting districts whose person density is over 4000 persons/km.	単位区密度の平均:m と標準偏差:s について、m+2s 以上を抽出 (*1) Extracting districts whose density is over m+2s. (m : mean of density, s : standard deviation)
人口要件 Size restriction	連続して 5000(人)未満は除外 Excluding continuous districts whose population size is less than 5000.	連続して圏域における常住人口総計の n%未満は除外 (*2) Excluding continuous districts whose size is less than n% of the total permanent population.

*1 入力値の種類によっては s の係数は変更可能。 *2 n = (10 / √常住人口総計) × 100
Depending on the kind of input value, coefficient of s can be changed. n = (10 / √total permanent population) × 100

5.2 市町村圏域の中心核縮小に伴う構造変化の類型化

本節では、Polycentricity を応用して市町村の常住人口中心核を抽出とその縮小時における多核性に関する指標値の変化に基づく類型化を通じて、比較的小規模な市町村における都市縮小時の人口集中地域構造の変化の実態について考察する。

方法としては、初めにわが国の平成 22 年度全国 1719 の市町村圏域を対象に平成 17 年度及び平成 22 年度における常住人口^{注7)}を入力値として Polycentricity を実行し、各圏域における 2 か年分の「相対的な人口集中地域」としての Polycentricity 中心核を抽出する。その後、抽出された中心核が両年度において DID 基準を満たさず、かつ年度間での縮小が認められるような 78 の市町村圏域^{注6) 注8)}を対象とし、多核性に関する個々の指標値(「中心核の個数: N」、「中心核の圏域全体に占める人口の重み: Rc」、「中心核の均質性: HI」)の変化差分を変数とした階層的クラスター分析を行った^{注9)}。結果としては Fig.4 のデンドログラムが得られ、点線で示す段階で類型を規定したところ、市町村における都市縮小時の相対的な人口集中地域の構造変化について Table5 に示す 7 類型に分類することができた。

類型 1 「最大中心核縮小型」には基本的に対象圏域内で最も規模の大きい常住人口中心核における面積縮小が著しい市町村が分類されている。一方で類型 2 のサブセンター縮小型は、類型 1 とは反対に最大規模の常住人口中心核以外の中心核(サブセンター)において面積縮小が著しいものが分類されている。類型 3 「最小中心核消失型(均質性保持)」および類型 4 「最小中心核消失型(均質性保持)」は両者とも基本的には対象圏域内で最も規模の小さい常住人口中心核が消失している市町村が分類されているが、前者は最小中心核消失後の各中心核間の均質性の変化が比較的少ないことに対し、後者では最小中心核消失後の各中心核間の均質性の変化の大幅な減少が目立つ。類型 5 「最大中心核分裂型」には対象圏域内の最大規模の常住人口中心核の一端が途切れ、独立した別の中心核として存続するという様相を呈する市町村が分類された。類型 6 「小市町村における大規模縮小型」では常住人口中心核面積に対する縮小地域面積の比率が比較的大きいものが分類されている。類型 7 「小規模面積縮小型」においては、縮小地域面積が比較的小さく、各指標値の変化がほとんど変化していないような市町村が分類されている。

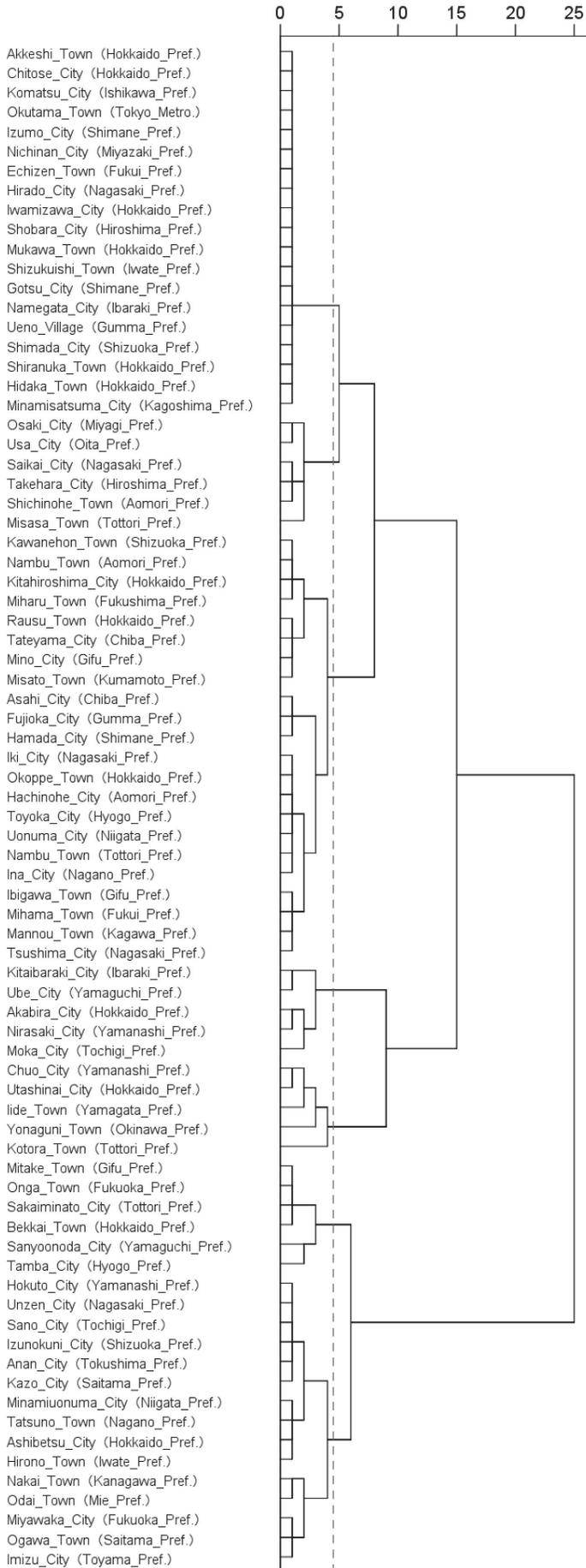


Fig.4 Dendrogram of the 78 cities

7つの類型の内、最も多くの圏域が分類されたのは「類型1：最大中心核縮小型」であり対象となった78市町村圏域の内、22市町村（約28.2%）が含まれている。このことから、対象圏域の比較的多くで従前から圏域の中心を担ってきたような市街地における都市縮小と市町村圏域内の人口集中核の常住人口規模の均質化といった構造変化の現況が読み取れる。また一方で、「類型3：最小中心核消失型1（均質性保持）」及び「類型4：最小中心核消失型2（均質性大幅低下）」に分類された市町村圏域の合計は21圏域（約26.9%）であり、それまで一定の常住人口規模を保持していた人口集中核がその人口規模を保持することが困難になりつつある状況が明らかとなった。また、少数ではあるが「類型5：最大中心核分裂型」のように中心核の一端が都市縮小の中で分裂し、連続性のない別の人口集中核として存続する場合があることも示唆された。

Table5 Images and descriptions of the 7 clusters

	Name	Number of Cities (Percentage)	Image of each cluster	Description
類型1 Cluster1	最大中心核縮小型 Largest Center Shrinkage	22 (28.2%)		主に圏域の最大中心核における面積縮小が顕著な類型。ほぼすべての圏域で「均質性：HI」の上昇がみられ、「個数：N」は変化がない。 The cluster of the cities in which the largest Center mainly shrank. An increase in HI and unchanging N were seen in almost all of cities in this cluster.
類型2 Cluster2	サブセンター縮小型 Sub-Center Shrinkage	6 (7.7%)		主に圏域のサブセンターにおける面積縮小が顕著な類型。「均質性：HI」の大幅な低下がみられ、「個数：N」には変化が見られない。 The cluster of the cities in which the Sub-Centers mainly shrank. A significant decrease in HI and unchanging N were seen in all of cities in this cluster.
類型3 Cluster3	最小中心核消失型1 (均質性保持) Smallest Center Dissipation I (Retention of Homogeneity)	15 (19.2%)		圏域の中で最も常住人口規模の小さいセンターが消失しているものの、均質性に大きな変化が見られない類型。消失中心核が非消失中心核と比べて極端に小さい、もしくは非消失中心核間の規模が非常に均質的であるような場合が多い。 The cluster of the cities in which the smallest Center vanished without a remarkable decrease in HI. The vanished Center was often considerably smaller than others or the other Centers were so homogeneous.
類型4 Cluster4	最小中心核消失型2 (均質性大幅低下) Smallest Center Dissipation II (Drastic Decrease in Homogeneity)	6 (7.7%)		圏域の中で最も常住人口規模の小さいセンターが消失し、それに伴い均質性が大幅に低下している類型。ほとんどの圏域がH17年度時点で「1つの最大中心核と2つのサブセンター」という構造で存在。 The cluster of the cities in which the smallest Center vanished and a significant decrease in HI occurred. Almost all of cities in this clusters had the composition of one primal Center and two smaller Sub-Centers in 2005.
類型5 Cluster5	最大中心核分裂型 Largest Center Division	5 (6.4%)		最大中心核の端部が分裂し、サブセンター化した類型。「個数：N」が上昇し、また「均質性：HI」の上昇幅が非常に大きい。 The cluster of the cities in which the largest Center split into smaller Centers. An increase in N and remarkable increase in HI were often seen in this cluster.
類型6 Cluster6	小市町村における大規模縮小型 Extensive Shrinkage in Small Cities	5 (6.4%)		小規模な市町村において、中心核面積に対する縮小面積の大きさが非常に大きい類型。「中心核の占める重み：Rc」の減少幅が他の類型と比較して非常に大きい。 The cluster of the small cities in which too extensive area was shrank. As compared with other cluster, decreasing in Rc was extreme.
類型7 Cluster7	小規模面積縮小型 Small Area Shrinkage	19 (24.4%)		もとの中心核面積に対する縮小面積が他の類型と比較して非常に小さく、各種指標値に大幅な変化は見られない類型。 The cluster of the cities in which Center's area shrinkage was much smaller than other cluster and there were less changes in the three indicators.

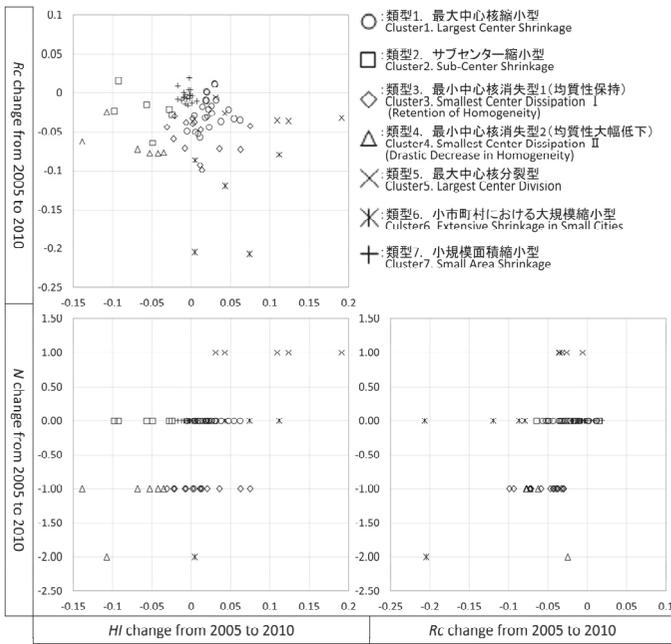


Fig. 5 Scatter plots of the variables

6. 結論

MFA の計量手法—Polycentricity を用いたわが国の都市圏の多核性分析を通じて得られた知見を以下に示す。

- イ) わが国の大都市雇用圏に関して、圏域の従業者人口規模が大きいほど中心核の個数が多く、その均質性と重みは小さくなる傾向にあることが示唆された。また同様にわが国の大都市雇用圏について圏域の面積規模が大きいほど多核性の概念に基づく中心核の均質性は低く、その重みは大きい傾向にあることが示唆された。
- ロ) Polycentricity の応用することで常住人口中心核を抽出し、対象圏域における「相対的な人口集中地域」を規定することが可能であることが示された。また縮小時における多核性の個々の指標の変化に着目することで、市町村の都市縮小に伴う人口集中地域構造の変化について 7 つの類型に定量的に分類できることが明らかとなった。

- ハ) 市町村圏域の都市縮小に伴う人口集中地域構造の変化の類型化を通じて、圏域の中心的な市街地の縮小と市街地間の均質性の上昇という構造変化を呈する市町村が分析対象圏域全体の中で比較的多いこと、そしてそれに準じて人口規模の維持が困難な小規模な中心核の消失が発生した圏域も多く存在していることが明らかとなった。また、少数ではあるものの都市縮小の中で人口の集中地域が分断され、連続性のない別の人口集中核として存続する例も確認された。

上記の本研究を通じて得られた知見等から、Polycentricity を用いたわが国の都市圏中心核の形態分析について、都市計画上の応用可能性を考察する。まず、イ) に関して、わが国の雇用圏について Polycentricity の適用を通じた多核性に関する諸指標と都市圏規模との関係性等の把握を行うことで、各圏域の将来的規模変化に伴う拠点構造の変化等を考慮した雇用中心拠点の整備計画立案に寄与できることを示唆している分析結果であると考えられる。

- ロ) ハ) に関しては Polycentricity を応用することで得られる常住人口中心核を「相対的な人口集中地区」(RDID: Relative Densely Inhabited District) として規定することで、DID を持たないような小規模圏域においても RDID 縮小を指標とした都市縮小の把握分析が可能であることの実例が示されたと考えられる。また、得られた多核性の変化に基づく RDID 構造変化の類型化は、同類型市町村圏域間における人口集中拠点の再編の方向性・ノウハウ等の共有の一助となると考えられる。

7. 研究の課題・展望

本研究における MFA 計量手法 Polycentricity の応用に関する課題点としては以下のようなことが挙げられる。

- 本研究における Polycentricity を用いた中心核に関する分析は対象都市圏域の形態的变化を俯瞰的に可視・定量化しているものの、縮小地域における空き家の発生状況等、即物的に発生している市街地変化の実態を照らし合わせた考察が不足している。
- RDID の縮小が確認できない圏域においても、実質的には都市縮小が進行しつつあるという場合も生じ得るため、RDID の縮小のみを指標とした都市縮小様相の分析には限界がある。

今後の研究の展望としては DID 縮小地域と RDID 縮小地域間の

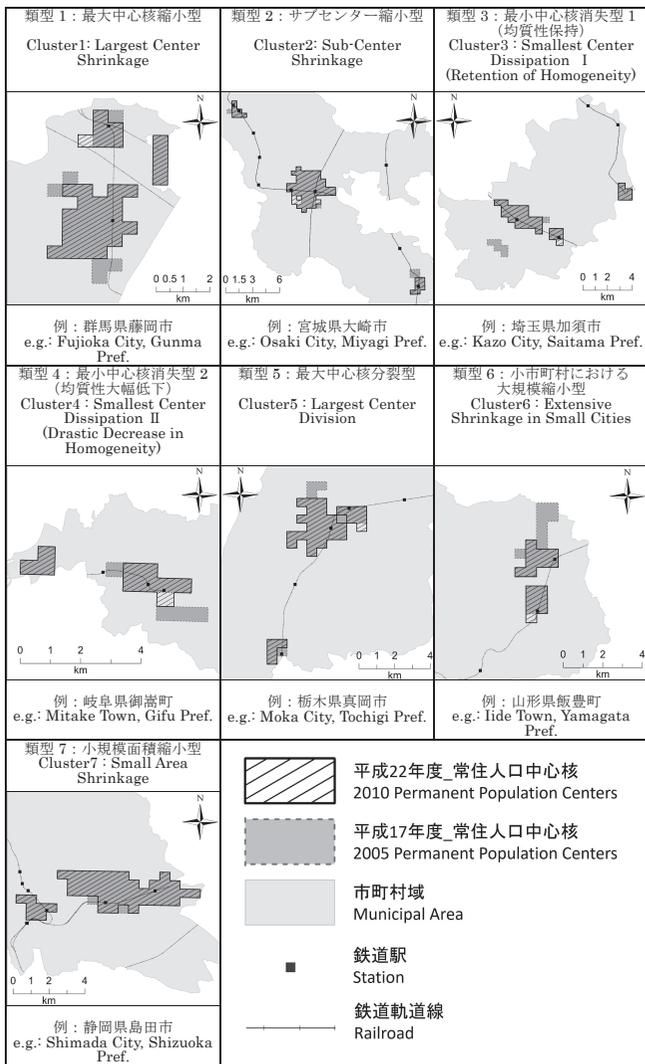


Fig. 6 Examples of shrinking Centers in each cluster

地域特性の比較等を通じた RDID を用いた都市縮小分析の具体的な利点あるいは欠点等の考察、また RDID 縮小特性に基づく実地的な都市縮小発生状況の分析等が挙げられる。

参考文献

- 1) Aiba, S. and Kawahara, S. and Sawada, M. and Maki, N. and Kuwata, H. and Sato, E. Yanagisawa, K.: Study on a Method of Urban Design in an Era of City Shrinkage, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2007 National Land Policy Research Support Project Research Report, 2007 (in Japanese)
<http://www.mlit.go.jp/common/000999484.pdf>, (accessed 2017-05-02)
饗庭伸, 川原晋, 澤田雅浩, 牧紀男, 桑田仁, 佐藤栄治, 柳澤一希: 都市縮退時代の都市デザイン手法に関する研究, 国土交通省 平成 19 年度国土政策関係研究支援事業研究成果報告書, 2007
<http://www.mlit.go.jp/common/000999484.pdf>, (accessed 2017-05-02)
- 2) Fukuoka Pref., the National Research and Development Institute of Building Research Institute, Japan Urban Planning Society of urban structure evaluation Special Committee. "Urban structure visualization plan". <https://mieruka.city/>, (accessed 2017-08-26)
福岡県, 国立研究開発法人建築研究所, 日本都市計画学会都市構造評価特別委員会. "都市構造可視化計画". <https://mieruka.city/>, (accessed 2017-08-26)
- 3) Headquarter for Overcoming Population Decline and Vitalizing Local Economy in Japan. "Regional Economy & Society Analyzing System (RESAS)". 2015-04-21. <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/resas/>, (accessed 2017-04-26)
内閣官房 まち・ひと・しごと創生本部. "地域経済分析システム (RESAS (リーサス))". 2015-04-21.
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/resas/>, (accessed 2017-04-26)
- 4) Amindarbari, R. and Sevtsuk, A.: Measuring Growth and Change in Metropolitan Form, City Form Lab at the Singapore University of Technology and Design UAA2013 in San Francisco, 2013
http://media.voog.com/0000/0036/2451/files/20130320_final.pdf, (accessed 2017-05-02)
- 5) "Measuring growth and change in east-asian cities. Progress report on urban form and land use measures". Metropolitan Form Analysis toolbox for ArcGIS — City Form Lab.
http://media.voog.com/0000/0036/2451/files/Measuring_Growth_and_Change_in_Metropolitan_Form.pdf, (accessed 2017-01-23)
- 6) Uoji, M. and Murahashi, M.: A Study on the Urban Structure for Revitalization of Local City, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.39, No.3, pp.895-900, 2004.10 (in Japanese)
魚路学, 村橋正武: 地方都市活性化のための都市構造のあり方に関する研究, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.39, No.3, pp.895-900, 2004.10
- 7) Akahoshi, K. and Ishii, N. and Kishii, T.: Study on Propulsive Movement of Visualization of Urban Structure of Kanto Region - Case Study on the Commission for the Future of Urban Structure of Kanto Region -, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.45, No.3, pp.169-174, 2010.10 (in Japanese)
赤星健太郎, 石井儀光, 岸井隆幸: 関東地方における都市構造の可視化推進に関する研究 -関東地方における都市構造のあり方に関する検討会の取り組み事例の報告-, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.45, No.3, pp.169-174, 2010.10
- 8) Nakanishi, K. and Kosaka, T. and Akahoshi, K. and Ishii, N. and Kishii, T.: Study on Visualization of Urban Structure that reflects estimation of future population based on Grid Systems Data, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.46, No.3, pp.445-450, 2011.10 (in Japanese)
中西賢也, 小坂知義, 赤星健太郎, 石井儀光, 岸井隆幸: メッシュ単位の将来人口推計手法を用いた都市構造の可視化に関する研究, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.46, No.3, pp.445-450, 2011.10
- 9) Kosaka, T. and Nakanishi, K. and Akahoshi, K. and Ishii, N. and Kishii, T.: Study on a simple analytical method of Urban Structure that used Mesh Statistics - Report of the study of urban structure in the Kanto

Region -, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.47, No.3, pp.841-846, 2012.10 (in Japanese)

小坂知義, 中西賢也, 赤星健太郎, 石井儀光, 岸井隆幸: メッシュ統計を用いた都市構造の簡易な分析方法に関する研究 -関東地方における都市構造検討の取り組み事例の紹介-, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.47, No.3, pp.841-846, 2012.10

- 10) Shimizu, H.: Observation and categorization of land use and population/household change in whole Japanese land by using third standard grid cell data -Focusing on urban land use-, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.50, No.1, pp.107-117, 2015.4 (in Japanese)
清水裕之: 標準地域 3 次メッシュを用いた日本の国土の土地利用の変化と人口・世帯変化の観察と類型化 -都市的土地利用に着目して-, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.50, No.1, pp.107-117, 2015.4
- 11) Asano, J. and Hara, N.: A Study on Characteristics of Shrinkage of Densely Inhabited Districts in Local Cities, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.49, No.3, pp.651-656, 2014.10 (in Japanese)
浅野純一郎, 原なつみ: 地方都市における DID 縮小区域の発生状況とその特性に関する研究, 公益財団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.49, No.3, pp.651-656, 2014.10
- 12) Kanemoto, Y. and Tokuoka, K.: PROPOSAL FOR THE STANDARDS OF METROPOLITAN AREAS OF JAPAN, Journal of Applied Regional Science, No.7, pp.1-15, 2002 (in Japanese)
金本良嗣, 徳岡一幸: 日本の都市圏設定基準, 応用地域学研究, No.7, pp.1-15, 2002
- 13) "Metropolitan Form Analysis Toolbox for ArcGIS v10.2 and v10.3.1 20150913". Metropolitan Form Analysis toolbox for ArcGIS — City Form Lab.
http://media.voog.com/0000/0036/2451/files/20150913_MFA_Help.pdf, (accessed 2017-01-23)

注

- 注 1) 各計量手法については ArcGIS 上で実行できる Toolbox として公開されており、City Form Lab のウェブページよりダウンロード可能。
(view-source:<http://cityform.mit.edu/projects/metropolitan-form-analysis-toolbox-for-arcgis>) 本研究における Metropolitan Form Analysis に関連する諸分析はこの Toolbox を ArcGIS 上で実行することで行われる。
- 注 2) 単位区はメッシュに限らず小地域等の詳細な地割を表しているものも利用可能である。
- 注 3) 手法の入力情報としては、基本的には従業者人口や昼間人口等の「雇用」の数を表現しているものが想定される。本稿 5 章における常住人口を入力とした中心核の定義は手法の応用可能性を考察するための本研究に独特な応用的試みと言える。
- 注 4) 総務省統計局「H21 年度経済センサス - 基礎調査」の 500m メッシュ毎の従業者数データを利用。
- 注 5) 大都市雇用圏の圏域範囲および圏域面積は ArcGIS Online にて公開されている「2010 年大都市雇用圏: 2010 Metropolitan Employment Area」(<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=792c9d459bcd41bca4c4bcacf8a20fda34>) のものを利用。
- 注 6) 本研究では分析対象圏域範囲と交差するメッシュまでを対象圏域範囲のデータとして用いている。
- 注 7) 各年度 (H17 年度、H22 年度) における総務省統計局「国勢調査」の 500m メッシュごとの常住人口データを利用。
- 注 8) 北方領土等を除いた H25 年度における 1719 の市町村圏域のうち RDID 抽出水準が DID の水準を超過していない小規模な圏域の中で、次の 2 つの条件を満たすものを中心核縮小が認められた圏域として分析の対象とした。
 - 年度間で中心核面積が 45ha 以上減少しているもの。
 - 年度間で中心核抽出の密度水準の上昇がないもの。
- 注 9) 変数は Z 得点で標準化し、クラスター化の方法としてウォード法を採用した。距離にはユークリッド距離を用いた。

CONFIGURATION ANALYSIS OF URBAN CENTERS USING POLYCENTRISM INDICATORS

– Urban form changes of Japanese cities in an era of shrinking population part 1 –

*Akihiro KAWABE** and *Shun WATANABE***

* Graduate School of Systems and Information Engineering, Univ. of Tsukuba

** Prof., Faculty of Engineering, Information and Systems, Univ. of Tsukuba, Ph.D. in Eng.

In Japan, it becomes important to research the aspects of City Shrinkage and other urban form changes that caused by shrinking population. In this paper, the trends of urban form changes of Japanese cities were analyzed with Polycentrism Indicators which were acquired using “Polycentricity” which is one of the new configuration analysis named “Metropolitan Form Analysis (MFA)” proposed in Amindarbari et al. (2013). As the result, some suggestions about trends of Polycentricity and shrinking Centers in Japanese cities were acquired as follows.

1. As the population size of employees in the whole Metropolitan Employment Area comes large, urban Centers defined by the number of employees tend to be numerous, have low homogeneity, and have less dominance in a rate of employee population. And as the area size of Metropolitan Employment Area comes large, urban Centers defined by the number of employees tend to have high homogeneity and have more dominance in a rate of employee population.

2. Applying Polycentricity from MFA with permanent population, “Relative Densely Inhabited District” (RDID) is able to be defined and it can be carried out to analyze trends of urban Centers changes in situations of City Shrinkage in small cities that have less DID. Additionally, using the changes of Polycentrism Indicators (N, Rc, HD) between 2005 and 2010, the shape changes of RDID with its shrinkage in relatively smaller cities are can be classified into 7 clusters in table 5.

3. Classifying the shrinking cities into the 7 clusters, it became revealed that the percentage of cities that most large Center shrank and became homogeneous was relatively high in analyzed 78 cities. In the same way, the cities whose most small Centers disappeared had high percentage. On the other hand, it was detected that several cities were shrinking with these most large Centers split.

(2017年5月7日原稿受理, 2017年10月12日採用決定)