

# 都市体系の理論と実証分析

——ドイツを事例として——

王 鉄 錚

都市は地域の経済活動一般を具現化する場であり地域経済の社会経済的実績を反映する。他方で、都市は地域経済に影響する重要な1要因である。経済活動が地球規模で拡大するにつれて、都市の機能やその活動内容は変化し、都市は地域内の他の都市と連携し、ある場合には世界規模で外国の都市ともネットワークを形成する。地域の都市は都市体系を形成して地域経済の骨格を形成して地域経済の重要な経済的要因でもある。本論文は都市体系の理論的な構築機構をはじめに検討し、次いで都市体系と地域の社会経済的実績の関係を分析するものである。後者の分析ではドイツを事例にし、ドイツにおける都市体系と地域の社会経済的実績がいかに関係しているかを明らかにする。

## 1. はじめに

都市は生産と消費活動とを結びつけ、経済活動一般を具現化する場である。より広く言えば都市は社会経済活動一般を表す所である。これまで都市が形成され、そこに経済活動のための施設が立地し発展してゆく過程は広く考察されてきている。空間経済学の視座からも都市研究が広くなされ、これまでの考察を振りかえると、企業活動が国内にほぼ限定され国際的な財の輸出入が完成品である状態では、研究対象として個別都市が取り上げられ、都市生成、産業構成、また最適な都市規模などが分析の中心となっていた。しかし経済活動の広域化により先進工業国の都市間に大きな競争が生じ、既存の工業地域に立地する大企業が研究開発と費用削減競争に晒され生産工程の細分化が行われる時代では都市の機能や役割も大きく変化する。この時代では、個別の都市のもつ役割と機能は、他の都市との連携関係に大きく依存する傾向をもつことになる。そのため個別都市のあり方は、地域の都市体系における都市間連携や外国の都市との関係を考慮する枠組みにおいて定まる傾向が強くなる。これに対応して都市の考察は、20世紀終盤から都市体系および都市間連携の視点からの分析に重点が移りつつある<sup>1)</sup>。

---

1) このような分析の重要性は Capello (2004) により明快に示されている。

以前から地域にある都市体系が複数の都市から形成され、都市間で個別の役割が担われていることは知られており精緻な研究も行われてきている<sup>2)</sup>。ここでの研究は国際的な都市間の連携を明示的に扱うものではないが、都市体系の重要性を示唆していた。20世紀終盤からは、企業の研究、生産、販売そして統括機能の活動の国際化により国際的な都市間連携の重要性が認識されてきている<sup>3)</sup>。21世紀においては、都市体系の改変を意図的に行い、地域経済の進む方向に大きく作用を与えられるという視点も生まれ、都市体系の形成と変化についての社会経済的分析の重要性も増していると考えられる。

経済活動の広域化により生じている都市体系の役割の重要性の増加を背景として、本論文は都市体系が地域の社会経済の実績といかに関わるかを考察することを目的としている。そこで本論文は、都市体系の構築に関する理論的な分析を小売経営の市場地域を基礎にして検討する。次いで都市体系が地域の社会経済の実績と深く関係することを、ドイツを事例にして考察する。

本論文の構成は以下のものである。つぎの第2章では個別都市の最適人口規模の分析を日本を研究対象として導出する。つぎに、個別都市から都市体系へ分析の視点を移動しなければならない理由を説明する。続いて第3章ではChristaller (1933)の中心地理論に基づいて、都市体系を理論的に検討する。ここでは、都市規模の分布と都市の空間的配置を考察する。第4章では、現実の都市体系のもつ特徴を数値化する。具体的にはドイツを取り上げ、その都市体系のもつ特徴を数値化する。そしてその数値と地域の経済的そして社会的実績を関係づける。これにより、都市体系の特徴と地域の経済、社会的実績は明確に関連性を有することを明らかにする。最後の第5章はこれまでの分析を要約し結論する。

## 2. 個別都市から都市体系の考察へ

### 2-1 個別都市の最適規模分析

現在まで個別の都市を取り上げ、その都市の最適な規模の分析をした数多くの研究が積み重ねられてきている。黒田・田淵・中村(2008)は人口規模と人口当たりの所得額および人口当たりの歳出関係から都市の最適規模について考察している。かれらの考えにそって、都市規模を検討してみよう。まず都市規模は企業の生産性に影響を与え、集積の経済が大きければ生産性は高く、集積の不経済が大きくなれば生産性は低下に向かう。都市の生産性を説明する変数を都市人口規模とすれば都市人口規模が大きくなるにつれ、集積の経済効果が発揮され、より効率的な生産が行われる。都市規模が一定水準を超えて大きくなると集積の不

2) Christaller (1933) および Lösch (1940) の中心地論は代表的な都市体系の分析である。

3) 代表的な文献の1つとして Sassen (2001) の考察がある。

図 2-1A 日本における市町村の人口 1 人当たりの所得額

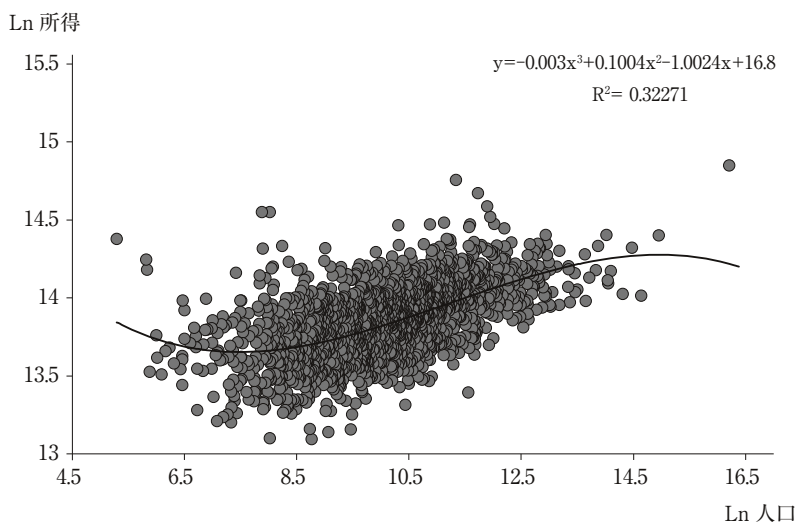
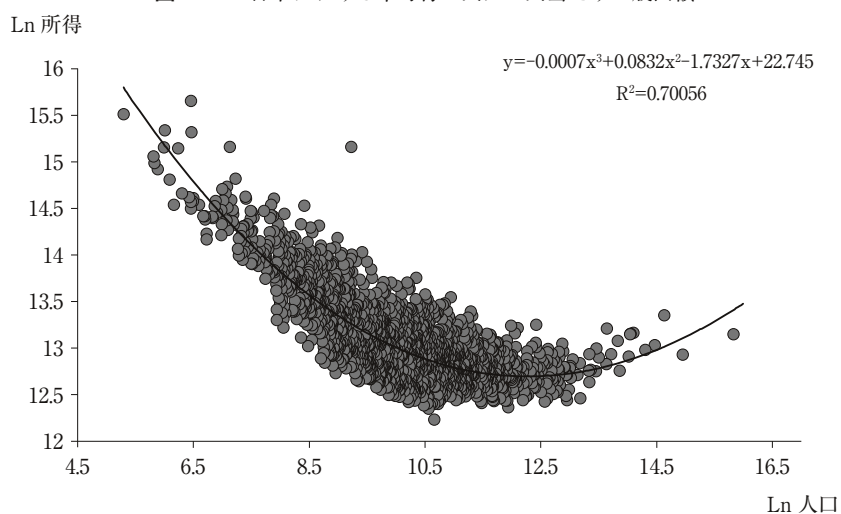


図 2-1B 日本における市町村の人口 1 人当たりの歳出額



経済の増加により生産性は逡減していく。いま2009年度における日本の全市町村の課税者対象所得額と都市人口の関係をみると、それは図 2-1A で示される。図 2-1A の縦軸は2009年度における日本の全市町村の課税者対象所得額であり、横軸は同年の都市人口の自然対数を示す。都市の人口と所得額の関係は逆 U 字型の関係で表される。都市人口の増大と共に所得は増加するが、その増加の割合は逡減してゆく。この関係は前述の論理を首尾よく表して

るように思われる。

次に都市での費用についてみてみよう。費用を都市の歳出額と考える。すなわち、企業の生産の固定費と同じように、都市は社会資本、企業の設備とインフラ整備、行政サービスの費用を負担する。1人当たりの負担額は都市規模が小さいうちは大きいですが、都市規模が大きくなるにつれて減少していくと想定される。すなわち都市規模がある水準を超えると交通問題、大気汚染など外部不経済性が増大し、平均費用を押し上げることになる。このような背景から都市人口とその費用の関係をみると図2-1Bで示されるような都市人口と都市の歳出関係が示される。すなわち図2-1Bの縦軸は2009年度の市町村の歳出額であり、横軸は同年の市町村人口の自然対数を示す。その関係はU字型の曲線として近似される。

上記の2つの図に示される人口(X)と1人当たりの所得額(Y)および歳出額(E)の関係を3次関数の近似式で表せば、それぞれ次の(2-1)と(2-2)式で表される。

$$Y = -0.003X^3 + 0.1004X^2 - 1.0024X + 16.8, \quad (2-1)$$

$$E = -0.0007 * X^3 + 0.0832X^2 - 1.7327X + 22.745 \quad (2-2)$$

上記の2式は図2-2Aで示される。これの2式から都市人口と都市の純便益Z(所得額-歳出額)の関係は図2-2Bのように示されることになる<sup>4)</sup>。その関係から都市の最適人口規模は(2-3)式で示される式を人口Xに関して解くことで導出することができる。

$$-0.0069x^2 + 0.0344x + 0.7303 = 0 \quad (2-3)$$

上式から日本における2009年度の都市の最適規模は478,460人と理論的には導出することができる。

次に上記と同じ考察を町村を除き、市のみを対象として行ってみよう。図2-3Aは日本の市の人口とその所得を対数LOG10に変換してその関係を示している。図の縦軸は2012年度の市町村の所得額であり、横軸は2010年の市町村人口を対数LOG10で変換した値を示す。その関係は逆U字型の曲線として近似できるものである。図2-3Bは人口と歳出を対数LOG10で変換して示す。その関係の式は次式で示される

$$Y = 0.0291X^3 - 0.5312X^2 + 3.2677X - 0.6094 \quad (2-4)$$

図2-3Bの縦軸は2011年度の市町村の歳出額であり、横軸は2010年の市町村人口を対数LOG10で変換した値を示す。その関係はU字型の曲線として近似でき、次式で表される。

4) 都市における所得額-歳出額の差を都市の純便益とした。

図 2-2A 市町村の歳入, 歳出額曲線

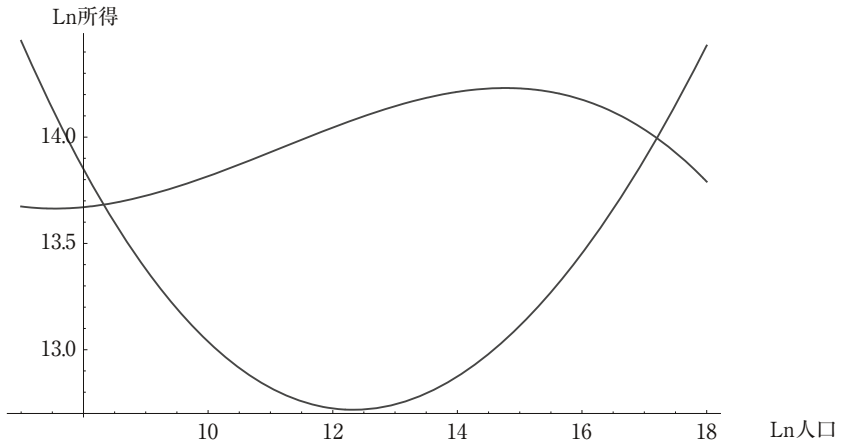


図 2-2B 最適人口規模の導出

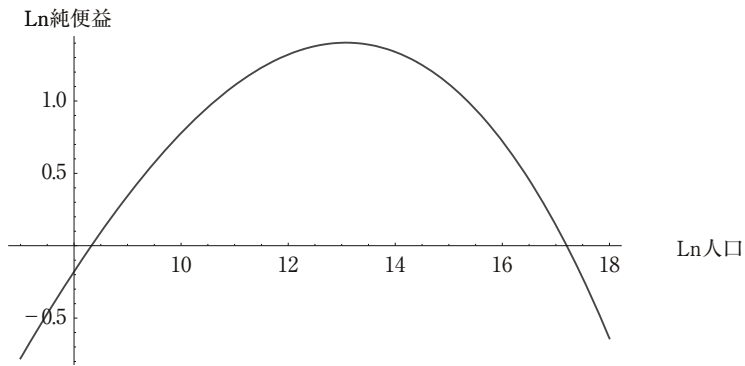


図 2-3A 都市人口と 1 人当たりの所得額

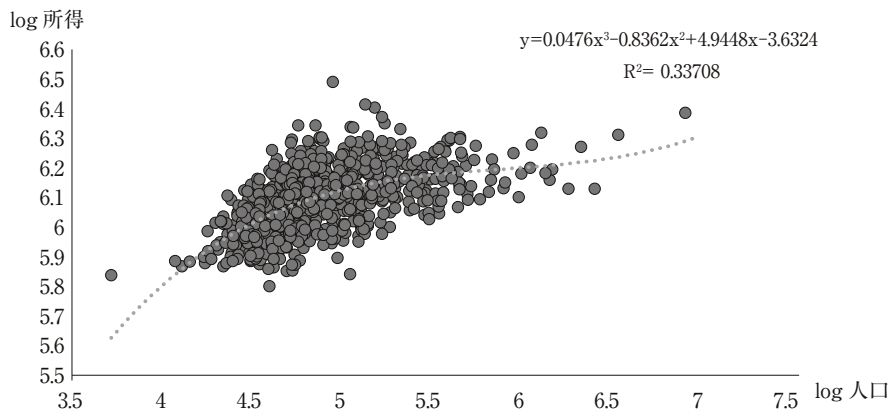
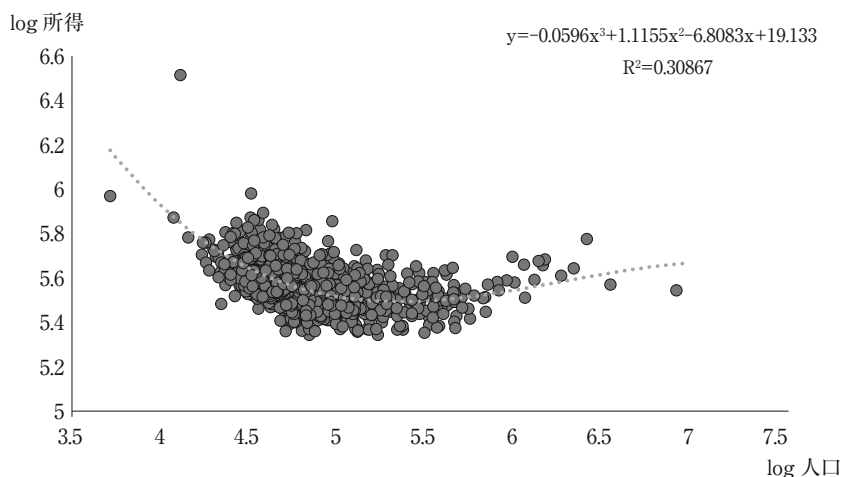


図 2-3B 都市人口と 1 人当たりの歳出額



$$E = -0.041X^3 + 0.8166X^2 - 5.2451X + 16.502 \quad (2-5)$$

人口と所得および歳出の関係の式は図 2-4A で示され、都市人口と純便益の関係は図 2-4B で示されている。

この場合における都市の最適規模は、都市の人口と純便益を示す式を人口で微分して、次の(2-6)式を人口  $X$  に関して解くことで導出することができる。

$$0.2103X^2 - 2.6955X + 8.5128 = 0 \quad (2-6)$$

町村を除いた市の場合における最適人口規模は 433,960 人となる。この最適人口規模は町村を含む場合よりやや少ない人口になる。

さて、ここまでは都市人口と都市住民の所得そして歳出額の間を通じた都市の最適規模を分析してきた。都市の最適規模に関して、別の資料を用いて分析することも可能である。図 2-5 は都市の第 2 次産業従業者数とその 1 人当たりの製造品出荷額の間を LOG10 で変換して示している。図中に示される近似曲線の式から 1 人当たりの製造品出荷額を最大にする第 2 次産業従業者数は 36,427 人と導出される。さらに、図 2-6 は都市の製造業従業者数とその 1 人当たりの製造品出荷額の間を LOG10 で変換して示している。図 2-6 に示されるように製造業従業者数が増えるほど、その 1 人当たりの製造品出荷額は増加することになる。この点からすると都市の最適な製造業従業者数は多いほど効率的ということになる。

図 2-4A 日本の都市における所得，歳出額の曲線

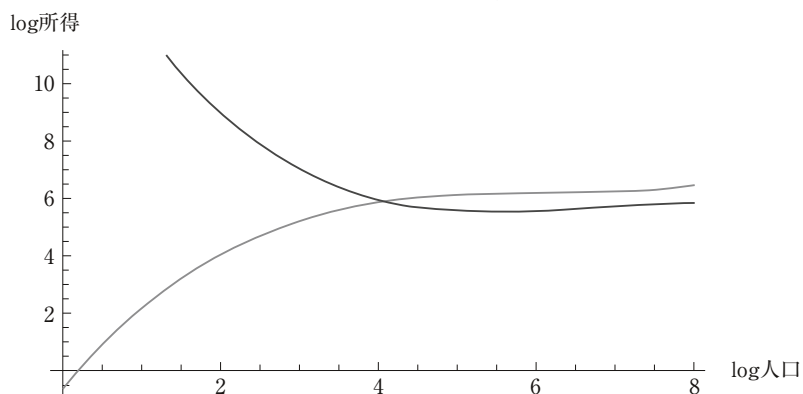


図 2-4B 日本の都市における所得，歳出額から最適都市規模の導出

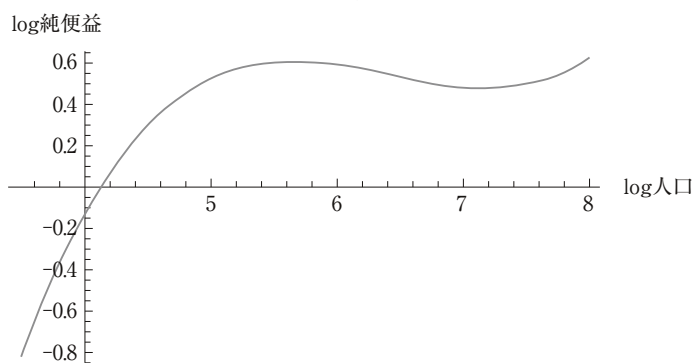


図 2-5 第2次産業従業者数とその1人当たりの製造品出荷額

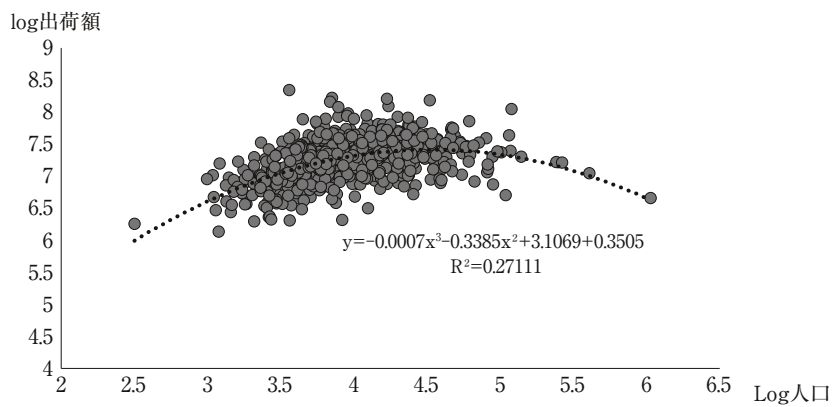
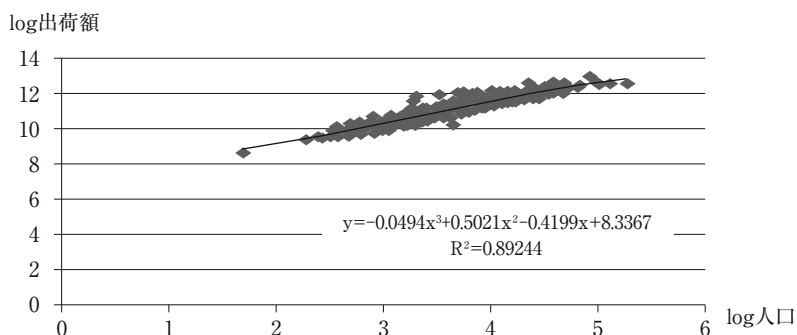


図 2-6 製造業従業者数とその1人当たり製造品出荷額



## 2-2 個別都市から都市体系の考察へ

上記のようにいくつかの観点から都市には最適規模があるように思われる。しかし、実際世界にある数多くの都市の規模が単一的規模に収束するとは考えられない<sup>5)</sup>。現実的には大、中、小規模など様々な都市が分布する。例えば日本における3つの異なる地域にある県の2010年における都市人口についてみてみよう。日本海に面する山形県、内陸部に位置する長野県そして西日本に位置する鹿児島県を取り上げ、それらの都市をみてみよう。図2-7A, B, Cは横軸に各県における都市規模を基準にした都市の順位、縦軸は都市人口を示している。

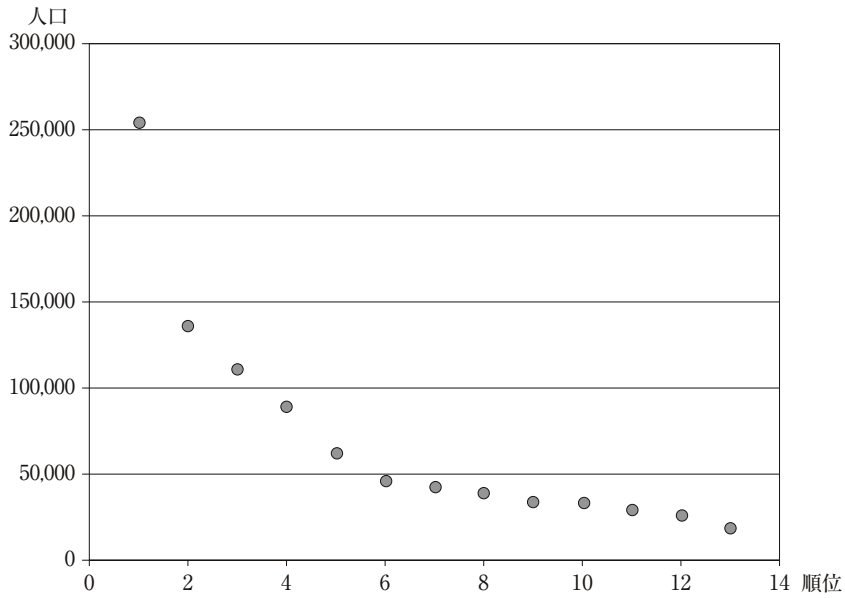
3つの県の都市体系を考察した結果から明らかなように、都市体系の構成にはそれぞれ特徴がある。山形県においては都市人口規模の分布において3つの階層があり、その都市数は1-3-9のようにきれいな規則性がある。長野県においては都市数に規則性はないが、都市階層が明確にみられる。鹿児島県においては、都市階層は二極化しており、中規模の都市がみられない。

都市規模分布そして都市の立地体系は多種多様な生産および消費の経済的活動の作用、またそれらの相互作用により生成、形成されてきていると考えられる。現在ある都市体系のあり方が地域において望まれる都市体系であるか、あるいはなんらかの政策により変化させられ、いくつかの階層を有する都市規模分布が形成されるべきかなど、都市体系の問題については当該地域における経済のみならず、自然環境にも配慮した広い視座から考察されねばならない。いずれにしても各地域における最適な都市規模分布や都市の立地体系に関する考察においては、上記の生産活動および消費活動が個別の都市や地域における都市体系一般に対し

5) この点に関して前述のCapello (2004) は詳細な考察を展開し、都市体系の考察の重要性を指摘している。

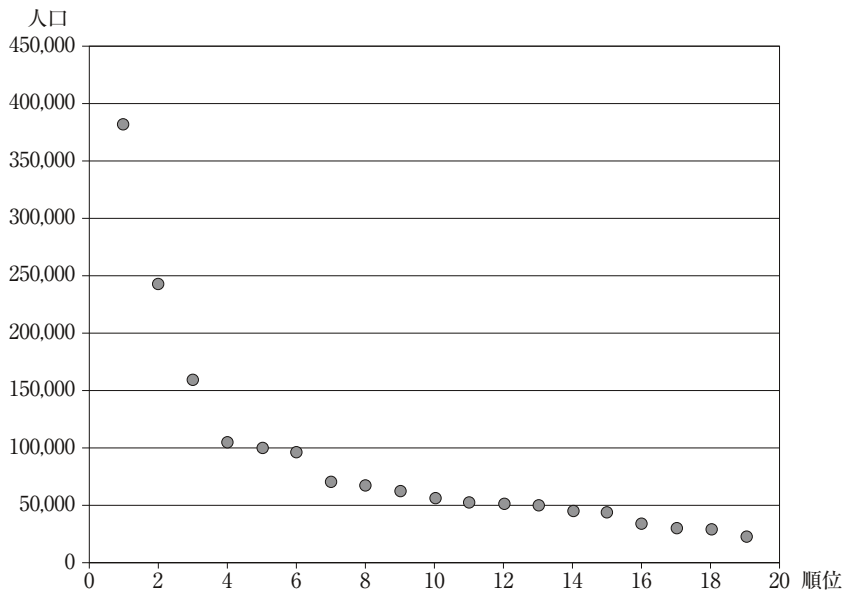


図 2-7A 山形県における都市人口規模分布 (2010)



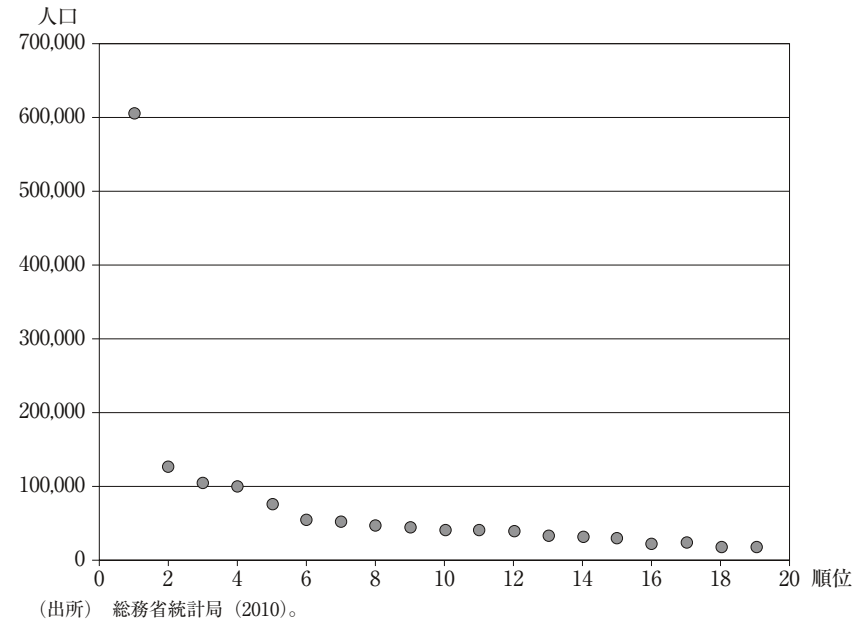
(出所) 総務省統計局 (2010)。

図 2-7B 長野県における都市人口規模分布 (2010)



(出所) 総務省統計局 (2010)。

図 2-7C 鹿児島県における都市人口規模分布 (2010)



て、いかなる機構によりどのような影響を及ぼしているのかの分析は大いに重要なものである。

このような背景から、以下では都市体系に関する分析に進む。都市体系の分析はいわゆる中心地理論が大いに有効であるので、この理論について検討しておく。

### 3. 都市体系の理論的構築

都市体系を小売経営の市場地域の視座から理論的に考察し、都市体系を理論的に構築した最初の研究として Christaller (1933) と Lösch (1940) の研究がある (石川 2013, 石川・王 2015)。両者の研究には小売経営の市場地域が基礎になるという共通点があるが、明確な差異がある。Lösch の理論は独占的競争均衡にある小売経営の市場地域分析に基づいて、都市の立地体系を考察する。この理論はミクロ経済学の基盤を有する。しかしながら、その中心地体系の構築はかなり技巧的で、その理解がやや困難でその理論的展開と応用は容易ではない。他方、Christaller 理論はミクロ経済学の視点からみれば、疑似独占理論を基盤としている。このため理論は簡明であり、容易に階層性を有する都市体系が構築でき、その理論は都市体系の分析に広く応用されるものである<sup>6)</sup>。

6) Christaller 理論の経済学的精緻性は Parr (1978, 1988) らの研究により向上している。

上記の背景から本章では Christaller 型の理論の視点から、簡潔に都市体系を理論的に構築する。初めに小売経営の市場地域形成の検討をする。

### 3-1 小売経営の市場地域形成の分析

#### (1) 市場地域の形成機構

小売経営の市場地域と立地体系を分析する。小売経営の立地は石川 (2003) でより詳しく考察されているので、それにそって小売経営の市場地域を考察する。

消費者は空間的な広がりをもつ平野に居住し、その平野に商品を販売する小売経営が立地すると、その店舗に商品を購入に出かける消費者の地理的範囲ができる。その範囲が小売経営の市場地域となる

初めに次のように仮定する。十分に広い平面に消費者が均等に居住する。消費者は次の需要関数を有する。

$$q = a - (p + tu) \quad (3-1)$$

$q$  は需要量,  $a$  は消費者の最高需要価格,  $b$  は正の定数である。  $p$  は財の店頭渡価格,  $t$  は運賃率,  $u$  は消費者から小売経営までの距離である。各消費者の財の購入量は引渡価格に依存するので、各消費者の購入量はその居住地点により変化する。

小売経営の費用は線形の費用関数で示され(3-2)式で表される。

$$C = kQ + F \quad (3-2)$$

$C$  は総費用,  $k$  は限界費用,  $F$  は固定費用,  $Q$  は商品の販売量である。

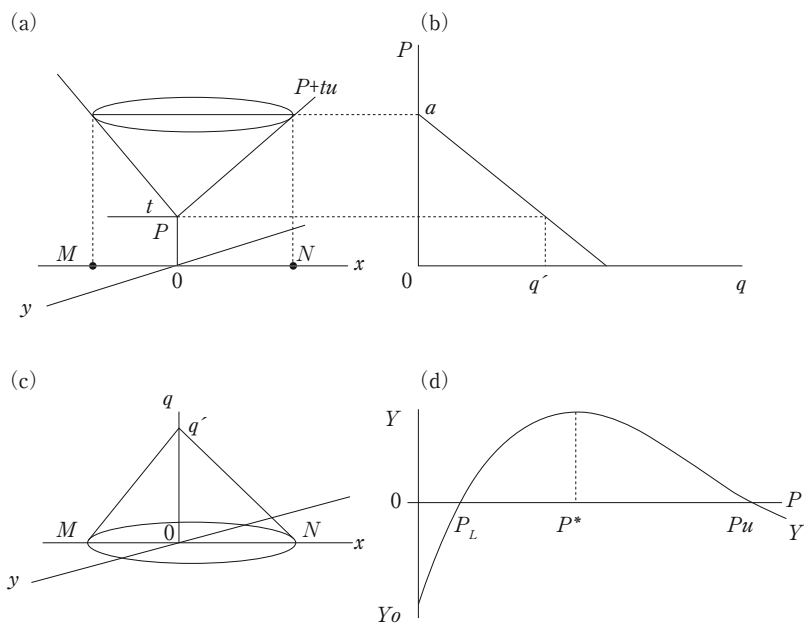
小売経営が店頭渡価格  $p$  で商品を販売する場合、上記のように需要関数にそってその財の購入量を決める。財の引渡価格が輸送費の上昇により丁度  $a$  になる地点の消費者の購入量はゼロになる地点が市場地域の端点であり、小売経営からそこまでの距離が  $U$  で示される。それらの点は図 3-1(c)の円周で示される。購入量を示す(3-1)式から下記の(3-3)式を経て市場地域の半径の長さ、すなわち小売経営から市場地域の端点までの距離  $U$  は(3-4)式で示される。

$$q = a - p - tU = 0 \quad (3-3)$$

$$U = (a - p)/t \quad (3-4)$$

小売経営の市場地域の半径は  $U$  であるのでその面積は  $3.14((a - p)/t)^2$  と表される。次に市場地域内の各地点における消費者の購入量、つまり、小売り経営の販売量  $Q$  は図 3-1(c)の体積で表される。したがって(3-5)式が導出される。

図 3-1 小売経営の市場地域の形成と利潤関数



(出所) 石川 (2013)。

$$Q = \int_0^{2\pi} \int_0^U (a - p - tu) u du d\theta \quad (3-5)$$

市場地域の半径は(3-4)式で示されるように価格  $p$  により示されるので(3-6)式のように販売量が求められる。

$$Q = 3.14(a - p)^3 / (3t^2) \quad (3-6)$$

小売経営の収入  $R$  は

$$R = p * Q \quad (3-7)$$

で導出される。したがって小売経営の利潤  $Y$  は(3-8)式のように表され、図 3-1(d) で示される。

$$Y = (p - k)3.14(a - p)^3 / (3t^2) - F \quad (3-8)$$

次に小売経営の付ける最適店頭渡価格は(3-8)式から(3-9)式で求められる。

$$p^* = (a + 3k) / 4 \quad (3-9)$$

したがって小売経営の最適市場地域の半径  $U^*$  は(3-10)式, 市場地域の面積  $A$  は(3-11)式で, それぞれ得られることになる。

$$U^* = 3(a - k)/(4t) \quad (3-10)$$

$$A = 3.14(9/16t^2)(a - k)^2 \quad (3-11)$$

## (2) 小売経営の市場地域の可能な形状

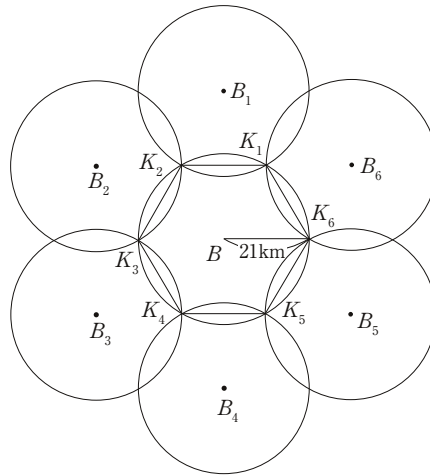
本小節で小売経営の市場地域の理論的な形状について説明をしておくことにする(宮坂1970)。同一の形状および広さの市場地域で平面市場を完全に覆うことのできる市場地域の形状は次のような論理により正3角形, 正4角形, 正6角形の3つに限定される。同一の正多角形で平面空間を完全に覆うものとする。その正多角形は正  $n$  角形であり1つの頂点にその  $m$  個が集まっているとする。正  $n$  角形の頂点は  $\pi(n-2)/n$  である。それゆえ頂角の  $m$  倍が2になる条件は  $m(1-1/n)=2$  となる。これから  $mn = 2m + 2n$  である。この両辺に4を加えて変形すれば,  $(m-2)(n-2)=4$  となる。この整数解は  $(m, n) = (4, 4), (3, 6), (6, 3)$  の3組のみである。小売経営の市場地域の形状は正3角形, 正4角形あるいは正6角形に限定されることになる。

## 3-2 Christaller の都市体系の構築

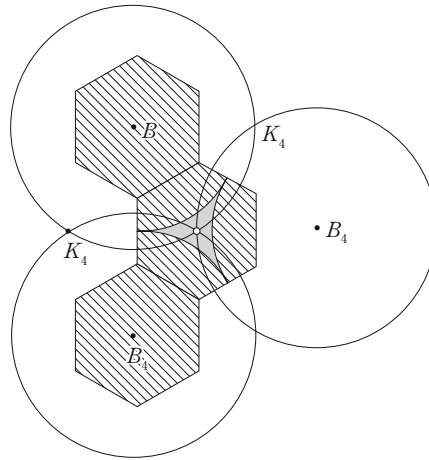
前小節の小売経営の市場地域形成の考察を基礎にして, Christaller の視座から都市体系を検討する。市場地域の最適販売半径は(3-10)式に示されるように  $U^* = 3(a - k)/(4t)$  である。その市場地域は図3-2(a)の7つの円で示されている。図の中心にある小売経営の立地は  $B$  で示され, その周囲にある6の小売経営の立地は  $B_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, 6$ ) で示される。この立地点が後で述べるように最大の中心地点  $B$  中心地を形成する。ここでの最適市場地域は円形であるので, 必ず未供給地域が出現する。それで図に示されるように, 7つの市場地域は互いに近づき, 3角形, 4角形, あるいは6角形の市場地域になるように各小売経営が立地する。ここでは図で示されるように6角形を想定する。図示される状態は最初の市場地域網と中心地体系となる。つぎに, 販売半径が  $3(a - k)/4$  よりわずかに小さい財が販売されるとしよう。その経営はまず, 既存の経営の地点に立地する。この場合, 既存の市場地域の頂点の周囲に財の未供給地域が出現する。したがって, 市場地域の6つの頂点である  $K$  点, にこの財の小売経営が立地することになる。この経営の市場地域は図3-2(b)の細かい斜線で示される6角形の市場地域となる。その経営から頂点までの距離は  $3(a - k)/3^{0.5}4t$  である。すなわち, この新たな経営はかなり小さい市場地域を強いられることになる。このようにして経営の立地が定められ, 1つの点  $B$  そして点  $K$  が中心地となっていくのである。

図 3-2 都市体系の理論的構築過程

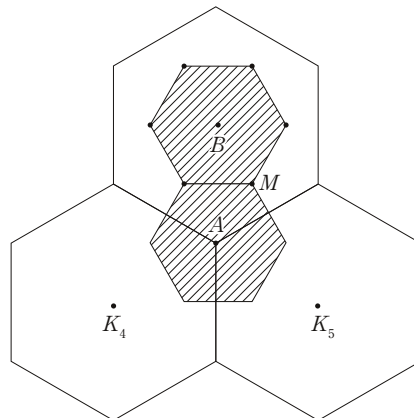
(a)



(b)



(c)



ここで用いられている販売半径とは経営の利潤を最大化する最適販売半径である。

続いて販売半径が $3(a-k)/3^{0.5}4t$ よりわずかに小さい財が販売されると検討しよう。

この経営も上記と同じ仕方で点B, Kに立地する。この場合, 図3-2(c)の点Mの周囲に財の未供給地域ができるので, 点Mにも立地することになる。この財の市場地域は頂点までの距離が $(a-k)/4t$ の六角形の市場地域である。そのような仕方で, 図3-3で示されるような都市規模の大きい順にB—K—A—M—Hの都市体系が構築されることになる。

なお小売経営の市場地域の形状が六角形である場合, 小売経営の商品の販売量は(3-12a)式で与えられ(3-12b)式で求められる。最適な店頭渡価格および利潤の導出は前述と同じ方式で求められることになる。

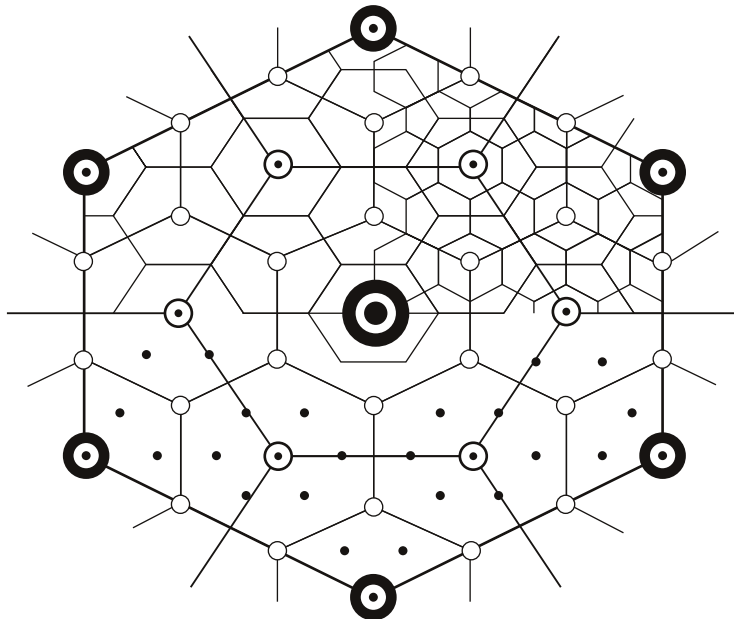
$$Q = 2s \int_0^M \int_0^{U/\cos q} (a-p-tu)ududq \quad (3-12a)$$

$$= 2s[U^2((\tan q/2)(a-p) - (tU/3)(\sin q/2\cos^2 q + 0.5\log |\tan(q/2 + 45^\circ)|))]_0^M \quad (3-12b)$$

ただし $\sigma$ は6, Mは30度である。

Christaller型の都市体系の特徴について図3-3を利用しながら各小売経営の市場地域を説

図3-3 Christallerによる理論的都市体系



◎ B中心地, ○ K中心地, ⊙ A中心地, ○ M中心地, ● H中心地

(出所) Christaller (1933), S. 71 (図は改変されている)。

表 3-1 Christaller の都市体系における都市の規模と供給される商品

都市	商品の最適な市場地域の半径				
	4-6km	7-11km	12-20km	21-35km	36-61km
B	○	○	○	○	○
K	○	○	○	○	
A	○	○	○		
M	○	○			
H	○				

(注) ○印が供給される商品を示す。

明する。B都市の地点からその6角形市場地域の頂点までの距離を36kmとする。いま最適市場地域が半径35kmの財が販売されるとする。この財の経営はB都市にまず立地する。この立地のみでは6角形の市場地域の頂点付近に財の未供給地域が出現するので、K都市に新規経営が立地する。したがって、この経営は内接円の半径が18kmの6角形の市場地域を強えられる。最適市場地域の半径が21-35kmの財の小売経営も同じく、BおよびK都市に立地し最適な広さより小さい6角形の市場地域を強えられる。同じ事態はA、M、Hの都市に立地する多くの小売経営にも適用される。Christaller型の都市体系の特徴の1つは、ほとんど全ての経営が最適より小さい市場地域で財を販売することである。各都市が供給する財について、整理すると表3-1のように示される。B都市は最適な広さが半径4kmから61kmまでのすべての種類の商品を販売する。他方、最も小規模なH中心地は半径4kmから6kmまでの財を販売する。Christallerの視点から構築される都市体系は、大、中、小の階層を有する都市により形成され各階層の都市数に規則性がみられ、都市数は1-2-6-18となる。

#### 4. 都市体系と地域の経済および社会的実績の関係

さて、各地域には大、中、小規模の都市が存在し、都市体系を形成している。それらの都市体系と地域における経済効率あるいは社会的実績などにはある関係があるように推測される。

石川（2013）は都市体系と経済効率性および健全性の関係を次のように論じている。すなわち、地域に組成される都市体系のあり方がその地域の経済効率性や健全性と関係があるとすれば、地域における各種の経済主体にとって都市体系は注目すべき要因である。どのような都市体系の組成を目指すかは重要な考察課題となるとする。さらに、かれは次のように指摘する。企業が海外に進出するとき、または他の地域が新規工場の立地を探索する際、地域にある都市体系のあり方は立地因子となり該当地域への工場立地の可否を左右する場合がある。都市体系が生産経営の立地決定にも影響するとすれば、都市体系の特徴の導出、都市体



系の特徴の数値化と経済効率性、社会的健全性は重要な考察課題であるとする。そこで本章ではドイツを事例にして、都市体系と地域における社会経済的実績の関係を分析することにする。

#### 4-1 都市体系指標による都市体系と地域の経済および社会的実績の分析

ドイツを事例にして都市体系と地域における社会経済的実績の関係を分析するために、最初に都市体系の特徴を数値化する手法について検討する。

##### (1) 都市体系指標の導出

石川 (2013) は Sheppard (1982) の考えを援用して、都市体系を形成する都市人口の規模分布がどの程度最大都市に偏っているかを数値化する方法を示す。それにそって都市体系指標を導出する。

都市が総都市人口に占める比率を  $p_r$  で示す。全都市数は  $N$  である。したがって各都市の人口比率を合計すれば(4-1)式が成立する。

$$\sum_{r=1}^N p_r = 1 \quad (4-1)$$

都市の先験的情報が無い場合、各都市の人口規模分布の合理的推測は、 $p_r = 1/N$  であり、全都市が同一人口数になる分布と考えられる。この推測は次式の不確実性量  $H$  を最大にすることにより導出できる。

$$H = -\sum_{r=1}^N p_r L_N(p_r) \quad (4-2)$$

(4-1)式の条件下で、(4-2)式を最大化すれば、その解は  $p_r = 1/N$  である。

しかし実際の都市の人口規模分布は前章でみてきたように階層性を有する。人口規模分布に階層をどの程度生じさせるかに関する先験情報が存在する。そこで都市人口規模による都市の順位を  $r$  で示し、それに重みとして人口比率を乗じ(4-3)式を人口規模分布の最大都市への偏りを表す1つの指標とし乖離係数とよぶ。

$$K_1 = (1/N) \sum_{r=1}^N p_r L_N(r) \quad (4-3)$$

全人口が1都市に集中すれば  $K_1 = 0$  となる。(4-3)式の  $K_1$  の値を都市体系での人口規模分布の性質を表す乖離係数  $CD$  とする。この乖離係数  $CD$  が小さいほど都市人口の規模分布は最大都市に偏っており、大きいほどその分布はより平準になる。乖離係数  $CD$  を都市体系の都市人口分布の状態を示す1つの指標とする。

## (2) 地域における都市分布を表す係数の導出

上記とは異なる都市体系の特徴を導出するために、地域内にある都市分布の密集の程度を取り上げ、最近隣距離法を用いてこの密集度を測る。面積  $A$  の地域に  $N_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ) 個の都市があるとする。その  $N_1$  都市から最も近い都市までの距離を  $r_1$  とする。この距離を  $N$  個求め、その平均距離  $AR$  を導出する。すなわち、(4-4)式の値を最初に求める。

$$AR = (1/N) \sum_{i=1}^N r_i \quad (4-4)$$

次いで(4-5)式で次の値を求める。

$$M = 1/(2(N/A)^{0.5}) \quad (4-5)$$

ある地域における都市の空間的分布の密集の程度は(4-6)式の  $ML$  で導出することができる<sup>7)</sup>。

$$ML = AR/M \quad (4-6)$$

$ML$  の値が小さいほど都市分布は地域でより密集していることになる。

## (3) 都市体系指標の導出

都市体系の特徴を都市人口の分布と地域における都市の密集程度から捉える手法を利用すれば、次のように言える。すなわち、これらの値が小さいほど都市の人口分布は最大都市へ偏り、また各都市は密集して存在する。逆に大きくなるほど、より平準化された都市人口分布でより均等的な配置の都市の立地分布となる。そこで、石川 (2013) に沿って、(4-7)式で示される値を都市体系指標 (Urban System Index, USI) とし、都市体系の特徴を示す指標とする。

$$USI = ((\alpha CD)^2 + (\beta ML)^2)^{0.5} \quad (4-7)$$

ただし  $\alpha$  と  $\beta$  は正のパラメータである。

## (4) ドイツにおける都市体系指標の導出

本小節では都市体系と地域における社会および経済的実績がいかに関係するかをドイツの事例において実証分析を行う<sup>8)</sup>。

はじめにドイツの州に関して紹介しておく。図 4-1 はドイツを示している。表 4-1 はドイツの州名と人口 (2006) と面積を示している。

7) 最近隣距離法の簡潔な説明は西岡 (1976) が行っているので、その文献を参照。

8) 日本においてのこの関係の分析はすでに石川 (2013) により行われている。

図 4-1 ドイツにおける州構成

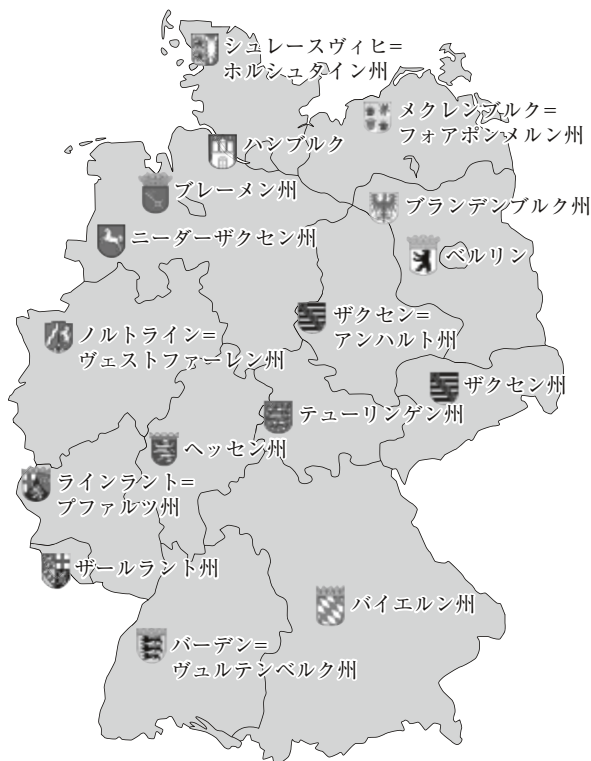


表 4-1 ドイツの各州における人口と面積 (2006)

州名	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (人)
バーデン=ヴュルテンベルク州	35,751.65	10,717,419
バイエルン州	70,549.19	12,443,893
ベルリン	891.75	3,387,828
ブランデンブルク州	29,478.63	2,567,704
ブレーメン	404.23	663,213
ハンブルク	755.16	1,734,830
ヘッセン州	21,114.72	6,097,765
メクレンブルク=フォアポンメルン州	23,174.17	1,719,653
ニーダーザクセン州	47,624.22	8,000,909
ノルトライン=ヴェストファーレン州	34,083.52	18,075,352
ラインラント=プファルツ州	19,847.39	4,061,105
ザールラント州	2,568.65	1,056,417
ザクセン州	18,414.82	4,296,284
ザクセン=アンハルト州	20,445.26	2,494,437
シュレースヴィヒ=ホルシュタイン州	15,763.18	2,828,760
テューリンゲン州	16,172.14	2,355,280

(出所) ドイツ統計局。

表 4-2 各州における都市体系指標 (2006)

	乖離係数	都市密集度	USI
baden-wuerttemberg	0.0998	1.3472	2.4086
bayern	0.0755	1.4146	2.0705
brandenburg	0.0543	1.8242	2.1233
hessen	0.0296	1.7706	1.8674
mecklenburg-vorpommern	0.04553	1.1996	1.5061
niedersachsen	0.1484	0.7747	3.0688
nordrhein-westfalen	0.04855	1.1336	1.4925
rheinland-pfalz	0.0639	1.4114	1.9050
saarland	0.1351907	1.5635	3.1233
sachsen	0.1160	0.9852	2.5211
sachsen-anhalt	0.132641	0.6881	2.7408
schleswig-holstein	0.1239	0.7107	2.5782
thuringen	0.0959	1.0371	2.1812

(出所) ドイツ統計局。

次にドイツにおける都市体系指標を求めよう。ドイツにおいては特別な都市（首都および政令都市）があるが、それらは経済的な意義を考察するために、一番近い近隣州に含める。また都市体系指標の値の導出においては(4-7)式のパラメータは  $\alpha = 20$ ,  $\beta = 1$  とそれぞれ仮定され、面積  $A$  として単純に州の面積を用いる。その結果導出される都市体系指標は表 4-2 のように導出できる。

#### 4-2 ドイツにおける都市体系指標と地域の経済的実績の関係

##### (1) 都市体系指標と州の地域総生産額の関係

初めに、ドイツにおける都市体系指標と州の地域総生産額の関係をみよう。2012年の資料を用いる。各州の地域総生産額は表 4-3 のように示される。都市体系指標との関係をみると図 4-2 のように示される。

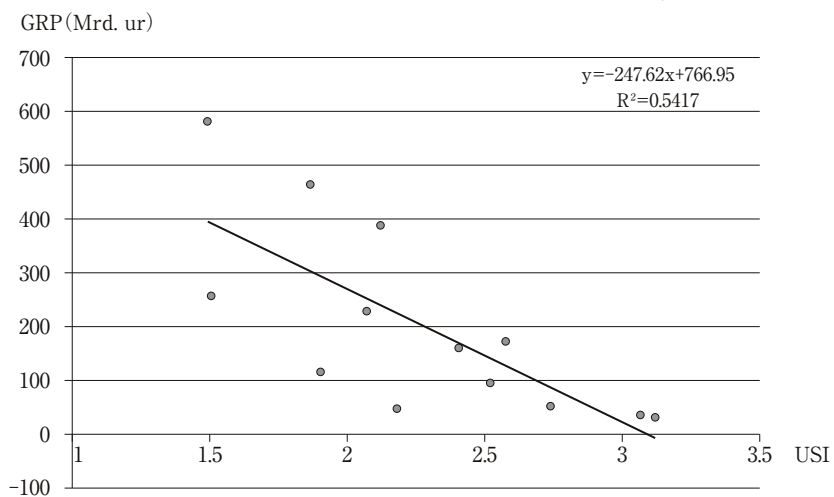
図 4-2 に示されるように都市体系指標とドイツの州における地域総生産額の間には明確な関係がある。都市体系が平準的になるほど地域総生産額は低下する。

表 4-3 各州の総生産額 (2006) (mrd. eur)

baden-wuerttemberg	389.5
bayern	465.5
brandenburg	161.4
hessen	229.7
mecklenburg-vorpommern	36.9
niedersachsen	257.7
nordrhein-westfalen	582.1
rheinland-pfalz	117.7
saarland	31.7
sachsen	96.6
sachsen-anhalt	52.8
schleswig-holstein	173.1
thuringen	49.3

(出所) ドイツ統計局 (2006)。

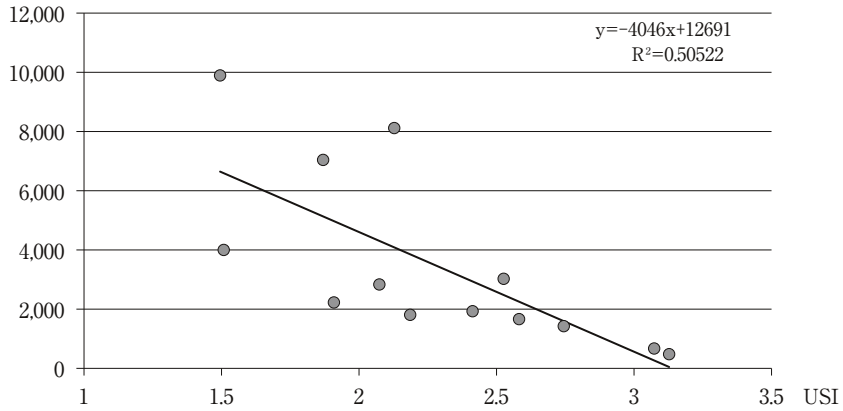
図 4-2 都市体系指標と地域総生産額の関係 (2006)



## (2) 都市体系指標と州の工場数の関係

つぎに工場数 (2006) との関係を見よう。これは図 4-3 で示される。工場数は、予想されるように都市体系が集中的であるほど多くなる、という関係がある。

図 4-3 都市体系指標と工場数の関係



## (3) 都市体系指標と各州の歳入および歳出の関係

次に各州の歳入，歳出額，そしてその差を求めると表 4-4 のようになる。都市体系指標とこれらの数値の関係を図で示すと，図 4-4A, B, C のようになる。図表から明らかになるように，州の都市体系が集中的であれば，歳入，歳出額とも多くなる。そして，それらの額の差は都市体系と関係がないとみられる。

表 4-4 各州の歳入，歳出額およびその差額（2006）（Mill Eur）

	歳入	歳出	歳入・歳出の差
baden-wuerttemberg	58,087	56,492	1,595
bayern	68,556	65,867	2,689
brandenburg	38,088	37,936	152
hessen	34,421	38,037	-3,616
mecklenburg-vorpommern	9,302	9,417	-115
niedersachsen	43,441	44,166	-725
nordrhein-westfalen	99,843	103,901	-4,058
rheinland-pfalz	19,731	20,977	-1,246
saarland	4,613	5,651	-1,038
sachsen	22,807	21,157	1,650
sachsen-anhalt	12,993	12,807	186
schleswig-holstein	26,486	27,830	-1,344
thuringen	11,619	11,297	322

図 4-4A 都市体系指標と各州の歳入額の関係 (2006)

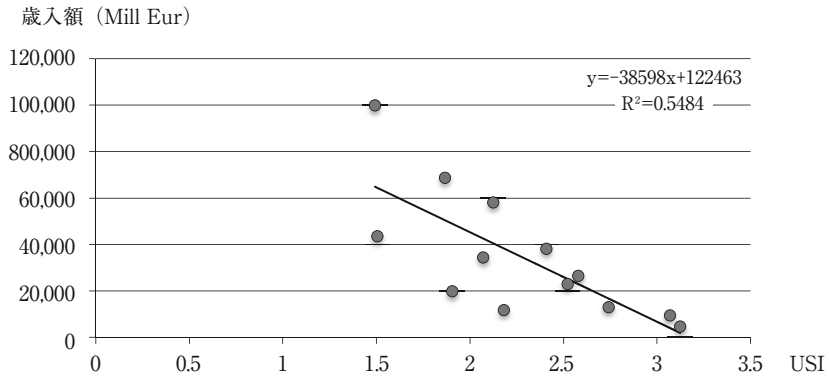


図 4-4B 都市体系指標と各州の歳出額の関係 (2006)

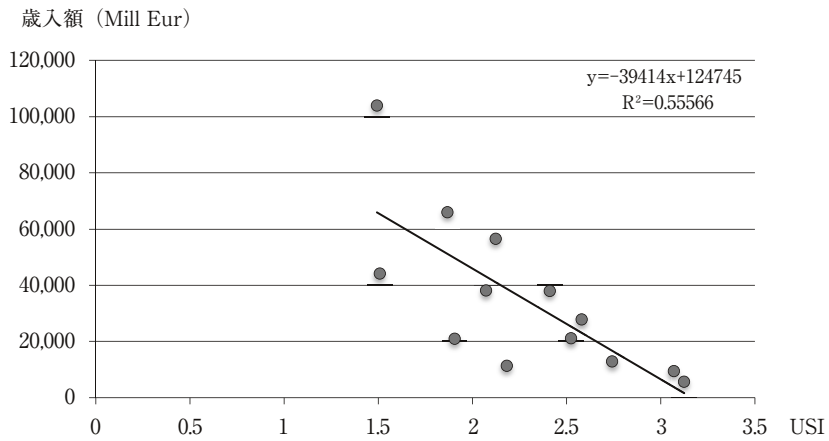
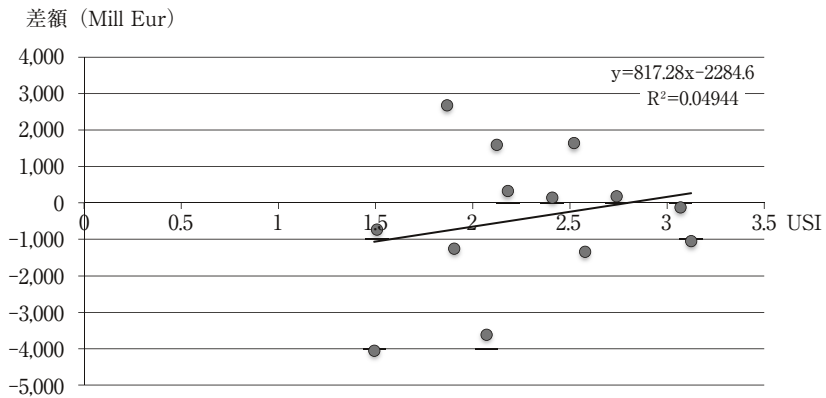
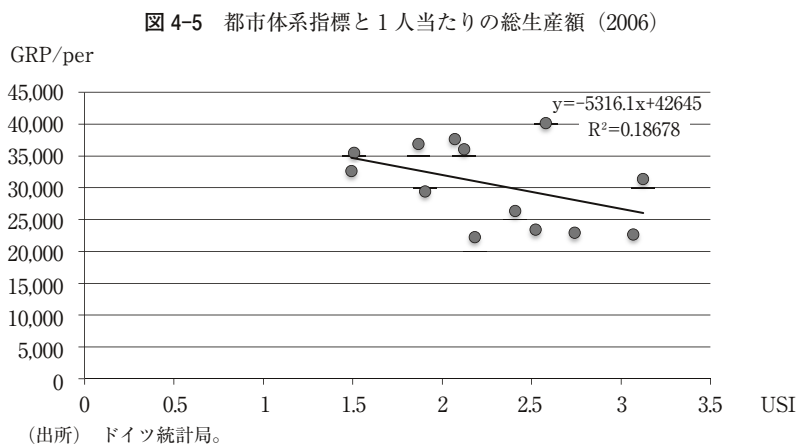


図 4-4C 都市体系指標と各州の歳入と歳出の差の関係 (2006)



#### (4) 都市体系指標と1人当たりの総生産額の関係

本小節では1人当たりの総生産額の関係(2006)をみよう。図4-5はドイツにおける都市体系指標と1人当たりの総生産額を示している。この関係は都市体系指標と各州の総生産額との関係より不明確である。



### 4-3 都市体系指標と社会的実績の関係の分析

#### (1) 都市体系指標と州フルタイムとパートタイムの教師数の関係

本節では都市体系指標と各地域における社会的実績との関係を考察しよう。

初めに、ドイツにおける都市体系指標と州の地域社会的実績の関係をみよう。2012年のフルタイムとパートタイムの教師数の関係をみよう。各州の教師数は表4-5のように示され

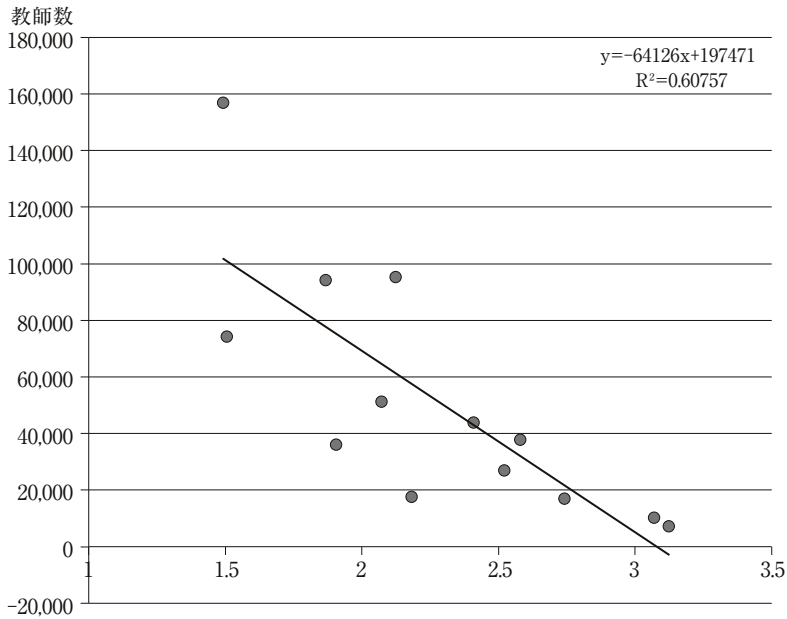
表4-5 ドイツの各州における教師数(2012)

baden-wuerttemberg	95,304
bayern	94,264
brandenburg	43,971
hessen	51,335
mecklenburg-vorpommern	10,419
niedersachsen	74,382
nordrhein-westfalen	156,992
rheinland-pfalz	36,174
saarland	7,172
sachsen	27,107
sachsen-anhalt	17,072
schleswig-holstein	37,910
thuringen	17,700

(出所) ドイツ統計局(2012)。



図 4-6 都市体系指標とフルタイムとパートタイム教師数 (2012)



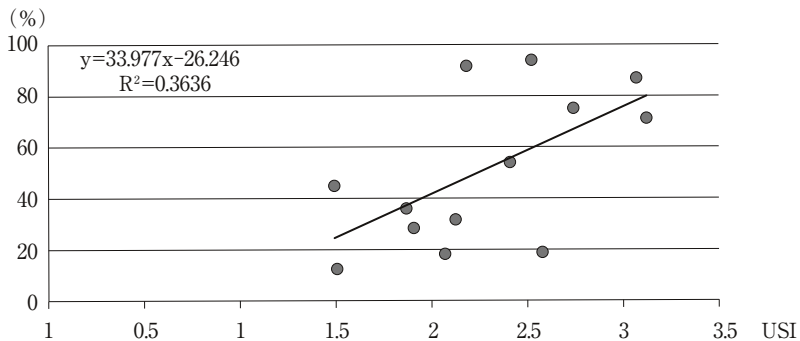
(出所) ドイツ統計局 (2012)。

る。都市体系指標とその数の関係は図 4-6 で示される。図に明らかなように教師数は都市体系が集中することにより増加することが判明する。

#### (2) 都市体系指標と廃水処理再利用率の関係

つぎに都市体系指標と廃水処理再利用率の関係をみよう。その関係は図 4-7 のようになる。都市体系が平準化するほどその再利用率は高くなる。

図 4-7 都市体系指標と廃水処理再利用率の関係 (2011)



(出所) ドイツ統計局。

#### 4-4 ドイツにおける都市体系と地域の経済社会的実績の関連性

ドイツにおける都市体系指標と地域経済および社会的実績の関係の考察は以下のように整理できよう。都市体系と地域総生産の関係は明確であり、都市体系が集中的であるほど、地域の総生産額は高い。また USI と歳入および歳出額の関係においては 1 人当たりの額で明確に右下がりの関係、すなわち、都市体系が平準化するほどそれらの額は減少する。都市体系が明確に関係しないものとしては、1 人当たりの地域総生産額、歳入と歳出の差額の関係である。社会的実績との関係についてみると教師数については都市体系が集中的であるほど多く、廃水処理再利用率は都市体系が平準的であるほど高くなる。このようにドイツにおける都市体系と地域の経済および社会的実績の間には一定の関連性がみられる。その関連性は様々であり、都市体系が集中的であるほど実績が高くなり、他方、都市体系が平準化するほど高くなる実績もある。またあるものは都市体系とは関係ない。

これらの関係は因果関係ではなく、相互に影響しあう関係にあることに注意しなければならないが、次のような知見が得られると思われる。すなわち、都市体系の構築に影響を与える国、あるいは地方自治体はその目指す方向に応じて都市体系を改変する試みが可能である。例えばある地域がその地域の経済効率をより高めようと指向するならば、その行政は都市体系をより集中的な正確をもつように政策を立案することになる。

### 5. おわりに

都市は常に財の生産と消費において基盤の役割を果たしてきている。現在、都市は経済活動のグローバル化により大きな変革期にある。これまで都市体系は変化しグローバル化経済が大きく進展する以前においては、比較的多くの都市体系は階層性を明確に有していた。しかし、現在では多くの都市体系がいわゆる二極化してきている。すなわち、大きな多様性をもつ少数の大都市と単一の特徴の多数の小都市の構成である。

このような都市体系は当該地域の経済活動一般のあり方を表していると考えられるが、そのあり方が地域の社会経済的な実績とどのように関わっているかは大いに興味深いものである。変化してきている状況にある都市体系を空間経済学の視点から考察を試みたものである。ここでの考察を整理し、要約すれば、つぎのようになる。

最初に、個別都市の最適規模を21世紀初頭での都市に関する資料から分析し、最適規模は42万人程度と導出した。しかし、その規模自体は現実的な意味をあまり有しないことを示した。次いで、日本海側にある山形県そして内陸にある長野県、そして西日本にある鹿児島県における都市人口分布を示し、自然および経済状況が異なる地域においてそれぞれ特有な都市体系を形成していることを示した。続いて、都市体系を理論的に説明するため、Christaller (1933) の中心地理論を取り上げ検討した。市場地域の形成の分析から考察を開

始し、かれの中心地体系の構築原理とその結果導出される中心地の配置を示した。次いで、このようにして構築される都市体系のもつ特徴を数値化した。ドイツを事例としてその都市体系のもつ特徴を数値化し、その数値と地域の経済的そして社会的実績を関係づけた。これにより、都市体系と地域の実績にはある一定の関連性を有することを明らかにした。都市体系と地域の実績の関係は、国や地域の行政政府による都市政策にも有意義な知見を提供するものであると期待される。

#### 参考文献

- 石川利治 (2006) 『空間経済学の基礎理論』 中央大学出版部。
- 石川利治 (2013) 『経済空間の組成理論』 中央大学出版部。
- 石川利治・王鉄錚 (2015) 「都市規模分布に関する理論の再検討と拡張」 (IERCU, Discussion paper, No. 251) 中央大学経済研究所。
- 黒田達朗・田淵隆俊・中村良平 (2008) 『都市と地域の経済学』 有斐閣。
- 総務省・統計局 (2014) ([http:// www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/toukei/index.html](http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/toukei/index.html))。
- 西岡久雄 (1976) 『経済地理分析』 大明堂。
- 宮坂正治 (1970) 『工業立地論』 古今書院。
- Capello, R. (2004), Beyond optimal city size: Theory and evidence reconsidered, Capello-Nijkamp *ed*, *Urban Dynamics and Growth*, Elsevier, Amsterdam.
- Christaller, W. (1933), *Die Zentralen Orte in Suddeutschland*, Jena.
- Lösch, A. (1940), *Die raumliche Ordnung der Wirtschaft*, Jean: Gustav Fischer.
- Parr, J. B. (1978), Models of the Central-place System: A more Generalized Approach, *Urban Studies*, 15, pp. 35-49.
- Parr, J. B. (1988), Income, Trade and the Balance of Payments within an Urban System, *Journal of Regional Science*, 28, pp. 1-14.
- Sassen, S. (2001), *The Gblal city*, Princeton University Press.
- Statistisches Jahrbuch (2012), (<https://www.destatis.de/DE/Startseite.html>).