

地域間交流に関する多様度の計測と 地域構造への影響に関する研究

波床 正敏¹

¹正会員 大阪産業大学教授 工学部都市創造工学科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1)
E-mail: hatoko@ce.osaka-sandai.ac.jp

国土計画ではしばしば「多様」が重要概念として取り上げられるが、多様に関する十分な分析は行われていない。本研究では全国的な交流パターンの多様性が地域の長期的発展に与えた影響を分析することを一連の研究の最終目標としつつ、1898年以降の8年次について交流パターンの多様性の長期的変化を計測し、関連する分析を行った。

分析の結果、戦後の高速交通出現初期では都道府県別の交通量と交流先の多様度に明確な関係はなかったが、高速交通の整備が進行するに伴い、交通量が多くて多様度の高い大都市圏、交通量は中程度で多様度の低い地域、交通量が少なく多様度の大きい地域に分かれることがわかった。また、交流の多様度と就業者の多様度に正の相関があること、交通量と高次産業就業者の多様度にも正の相関があることがわかった。

Key Words : diversity, accessibility, inter-regional transportation, long-term

1. はじめに

(1) 研究の背景

国土計画をはじめ、近年しばしば「多様」が重要な概念として取り上げられるようになった。例えば、最近の国土計画である国土形成計画の全国計画（平成27年8月閣議決定）では、「多様」のキーワードが様々な使われ方をしながら215箇所（除く目次）で登場する。しかし、「多様」の概念は重要であるとの前提で語られていることは明確ではあるものの、具体的に多様であることがどのような結果をもたらすかについては、生物多様性関連を除いて定性的に語られるだけであり、定量的な影響についてはほとんど明らかにされてこなかった。

例えば、本研究で取り上げようとしている交流の多様性についても「多様な対流」という表現で同計画に登場しているが、定量的にはどのような状態なのかについて明確ではないばかりか、多様性を定量的に計測することすら行われていない状況にある。

(2) 本研究の目的

本研究の基本的な問題意識としては、都市間交通の改善を介しての地域間交流が変化してきたことに着目し、その全国的な交通量や交流パターンの多様性の変遷が長期的に地域発展に与えてきた影響を明らかにすることが最終的な目標である。都市間交通の交流パターンの多様

性が地域に与える影響については、詳細は後述するが、短期的な生産性の向上に寄与するという観点と長期的な環境変化に対する強靱性に寄与するという観点が存在すると思われるが、都市間交通整備の影響が極めて長期的であると言うことを考慮すると、後者の視点に基づく研究が重要ではないかと思われる。

ただし、このような多様であることが地域に及ぼす影響を明らかにするという最終目的を達成するためには、多様の概念に基づいて生物学分野において生態学が構築されたことを考えると、まだまだ数々の計測や分析が必要である。このため、本研究では明治期以降の都市間交通の改善に伴う全国的な交流パターンの多様性の長期的変化について計測するとともに、計測結果を用いて地域就業者の面から見た地域構造に与える影響について分析することを目的とする。

2. 既存の多様に関する研究と本研究の視点

(1) 幹線交通に関する研究

幹線交通整備に関する評価やプロジェクト評価を行った扱った研究はしばしば行われており¹⁾³⁾、鉄道網を中心とする都市間交通ネットワーク全体に関する時系列評価⁴⁾⁵⁾も行われている。しかし、基本的には「量」に関する分析であり、多様性をはじめとした分布に関する観点を基軸に分析されたものにはなっていない。

(2) 都市地域計画学分野における多様に関する研究

「多様」そのものを取り扱った研究は1990年代以降見られるようになっており、原科らの研究⁶⁾では、対数線型モデルにおいて、被説明変数である地価を利用可能な地域機能の量によって説明する方法がとられている。また、宮田の研究⁷⁾では、家計の都市サービスに対する需要関数を定式化する際にサービスの代替性というパラメタを組み込んでおり、このパラメタが都市サービスの多様性と関係しているものとして分析を試みている。これら文献は経済学の枠組みからとらえようとした研究になっている。

都市計画分野では生物多様性そのものを扱った幾つかの研究⁸⁾⁻¹⁰⁾はあるが、都市地域計画そのものの研究ではない。電子電話帳データを都市分析に応用しようとした谷口らの研究¹¹⁾では、エントロピー指標を用いて都市活動の多様性を計測した例が示されており、多様性が都市活動に与える影響の分析の可能性を挙げている。また、文献¹²⁾では、商店街の店舗構成から見た多様性について、ショッピングセンターと一般の商店との比較分析を試みている。しかし、都市や地域の発展と多様性の関係について本格的に分析した研究はほとんど見当たらず、現状では多様性の定量的計測すら不十分な状況である。

(3) 生態学分野における多様性の考え方

多様性は生態学分野で重視されてきた概念であるが、その考え方¹³⁾⁻¹⁶⁾を簡単にまとめると次のようになる。

まず、現在は発見されていなくとも、多様な生態系を維持していれば将来において高効率なものが見つかるかもしれないという視点から多様性を重視する考え方（直接的利用価値）がある。次に、多様な生物から構成される生態系の方が少数の種で構成される場合よりも生産力が高いという考え方（高い生産性）がある。これらの考え方は、基本的には効率の概念になっている。

一方、生物が様々な環境に適応して何万年にもわたって生き延びてきたのは、生態系の多様性が大きな役割を果たしてきたとの視点もある。静的には高効率な種で占有される方が生産性が高くなるのは当然だが、高効率を発揮できる環境が限られていると環境変化に弱く、多様性が確保されている方が生態系自体が変化することで環境変化に対して強くなるという考え方（長期的な環境変化への対応）がある。さらに、人間文化は生物多様性に依存しており、地域固有の生物がその土地の文化を生み出してきたという面があるとの考え方（多様な文化への貢献）もある。

(4) 長期的に検討対象とすべき多様性の考え方

前節では生態学分野における多様性の考え方を示したが、このような考え方を国土構造に当てはめた場合、次のような各項目が今後長期的な検討対象となるのではないかと考えられる（以下はまだ十分な検討がされていない仮説である）。

まず、直接的利用価値の面では、滅多に必要なとしない機能であっても国土にとって重要なものもあるので地域の機能が多様であったり、他地域と交流できることで多様な機能が使えるということは、重要かもしれない。また、高い生産性という観点では、地域に多様な機能が備わっていたり、備わっていなくともアクセスが容易であれば、社会の様々なニーズにマッチしやすく、活性化しやすいかもしれない。

長期的な環境変化への対応という観点では、社会のニーズの変化に対して、地域の機能が多様であったり、多様な機能にアクセスできたりすると、全体として不確実性に対して強い国土になるのかもしれない。さらに、多様な機能が備わっていたり多様な機能と交流できることは、地域文化に影響を与えているのかもしれない。

(5) 本研究の位置づけ

前述の国土構造における多様性の各種役割については、今後、本研究を含めて調査・分析される対象となるものであると考える。本研究では次のような観点に基づき、都道府県間流動の長期推移を計測するとともに、都道府県間流動が地域構造に与える影響について分析する。

- a) 都道府県間流動が特定のOD間で顕著に多く、全国的な流動量が拡大してもそれが偏在していると長期的には地域発展の差異を生じる可能性がある。
- b) 多様性は地域全体の変化への対応力に対して影響があると考えられる。

現状では国土構造に関する多様性の定量的計測すら不十分な状況であるため、本研究では主として地域間交流の多様性を計測する。また、その多様性が就業者の面から見た地域構造に与えた影響について分析する。

3. 本研究の分析方法

(1) 長期的影響を分析するための指標選定

交流パターンを計測方法としては、交流量そのものを計測して多様性について定量化することが考えられるが、過去の交流量そのものについては長期的に統計が実施されているわけではないので、直接的な定量的把握が困難である。そこで、過去に遡って計測可能な地域間の空間的抵抗等の指標から交流可能性指標を計算し、これを代替指標とすることで、そのパターンについて多様性を計算することとした。

交流可能性指標については、これまでに様々な計算方法が考案されているが、指標に求められる特徴としては、以下の各点が考えられる。

- a) 地域間の空間的抵抗が小さいほど指標値が大きい (交流の発生可能性)
- b) 交流した際の訪問地における接触可能時間が長いほど指標値が大きい (交流の質的側面)
- c) 交流元や交流先の規模が大きいほど指標値が大きい (交流の量的側面)

上記a)c)を満たす指標としては重力モデルなどを使った地域間の流動量の推定式が使用できると考えられ、本研究ではこれを主体に分析を行う。また、上記b)については一定時間内で往復する際の訪問地で有効に活動に利用できる時間の大きさをいう方法が考えられ、例えば一定時間として日帰り交通を想定するような方法が考えられるが、わが国の国内の都市間交通で日帰り交通が広範囲に可能になったのは比較的近年⁴⁾である。このように共通の基準で長期的分析をした場合には想定する行動が統一しにくい可能性があるため、本研究では上記b)を考慮した分析については補足的に分析を行うこととする。

(2) 地域間流動量による指標

本研究での交流可能性の計算式としては重力モデルを使用することとするが、具体的には以下の式(1)を用い、パラメタ推定には両辺の対数をとった式(2)を用いた。

$$F_{ij} = \alpha P_i^\alpha P_j^\beta \exp(\gamma EVTT_{ij}) \quad (1)$$

$$\ln(F_{ij}) = \alpha \ln(P_i) + \beta \ln(P_j) + \gamma EVTT_{ij} + \delta \quad (2)$$

- F_{ij} : ij間の旅客流動量(千人/年)
- P_i, P_j : 都道府県人口(千人)
- $EVTT_{ij}$: ij間のEVTT(分)
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: パラメタ

EVTT(Expected Value of Traveling Time)^{4),17)}は期待所要時間とも呼ばれ、都市間交通で運行されている便ごとの所要時間や乗り継ぎ等を考慮でき、各便の所要時間が小さく、運行頻度が高いほど指標値が小さくなり、また各便の所要時間や運行本数が同じ場合でも、団子運転のような実質的な利便性が低い場合、あるいは便によって費用が大きく異なっていて実質的に利用できる便に限られる場合などには指標値が大きくなる。実際のダイヤに沿って算出することで、乗継ぎの良否についても考慮できる。EVTTは利用者(需要側)の実際の移動抵抗のうち、都市間交通における移動時間の特徴を考慮した指標となっている。また、同様の特徴を持つEVGC(Expected Value

of General Cost)³⁾は移動費用も考慮できるが、長期間を対象とした分析の場合には計算の根拠となる費用や時間価値関係のデータの入手が難しい面もあるため、本研究では時間的な観点のみで分析できるEVTTを用いて分析する。

(3) パラメタの設定

式(1)のパラメタ推定に用いるデータとしては、旅客流動量については2010年の幹線旅客純流動調査(秋期平日、鉄道および航空の合計値)、都道府県人口は2010年の国勢調査人口を用いた。EVTTは2010年の沖縄を除く都道府県(北海道は幹線旅客純流動調査に合わせて4分割)を結ぶ幹線鉄道網(JR・第3セクター)および航空路(1日5往復以上の路線)を分析対象とした。バスや航路などについては、空港アクセス交通や一部区間の県間交通は考慮したが、長距離高速バス等は原則として考慮していない。これは、EVTTは所要時間指標であるため、長距離バスは時間的な面では選択されにくいからである。

これら条件で最小自乗法によりパラメタを推定した結果が表-1である。以後、式(1)および表-1の値を用いて $F_{ij}^{(estimate)}$ を計算する。なお、本研究では採用しなかったが、EVGCを使って式(1)と同様の式を用いてパラメタ推定した場合、若干説明力が高くなることが確認されたが、指標算出のための手間が大幅に増加する割には、その差は小さかった(自由度調整済み決定係数が0.8061へとわずかに上昇し、各項のt値等も若干改善)。

(4) 日帰り交通を想定した交流可能性指標

式(1)では地域間の空間的抵抗と交流元や交流先の規模は考慮できるが、交流した際の訪問地における接触可能時間の大きさが考慮できない。そこで、以下の式(3)を使って日帰り交通を想定した指標についても計算して分析することとした。

$$ACS_{ij} = F_{ij}^{(estimate)}(W - EVTT_{ij} - EVTT_{ji}) \quad (3)$$

ACS_{ij} : ij間の交流可能性値

$F_{ij}^{(estimate)}$: ij間の流動量推定値 (式(1)で計算)

表-1 重力モデルの係数推定

決定係数		0.7965	
自由度調整済み決定係数		0.7963	
観測数		2292	
項	推定値	t値	p値
P_i	$\alpha = 1.0779$	44.84	<.0001
P_j	$\beta = 1.0752$	44.80	<.0001
EVTT	$\gamma = -0.005676$	-32.01	<.0001
定数項	$\delta = -11.0828$	-34.96	<.0001

W: 往復の時間帯の長さ (ここでは1080分⁴⁾)

$EVTI_{ij}$: ij 間のEVTT (期待所要時間¹⁷⁾)

(5) 多様性の計算方法

本研究では式(1)で計算した地域間流動量による指標と式(3)で計算した交流可能性指標について、それぞれ分布の偏在状況を指標化する。分布の多様性 (偏在状況) を定量的に表現する方法としては、都市地域計画分野ではまだ適用事例は多くはないが^{11),12)}、生態学分野では多様性が重要な視点であるため、情報量相当の値を計算することで定量化する手法が確立されており、計算方法については教科書レベルの入門書^{16),18)}で説明されている。

生態学の論文の中で一番良く使われるのはマッカーサーの多様度指数であるが、本研究では情報理論で用いられるシャノン・ウィナー (Shannon-Wiener) 関数を用いて計算することとする。

$$H = -\sum_i (p_i) \log_2(p_i) \quad (4)$$

H : 平均情報量 (bit)

p_i : i の生起確率

この式で計算される値 H はシャノンのエントロピーとも呼ばれ、単位は物理量としては無次元であるが、通常はビット (bit) が用いられる。この指標は事象数が多くなればなるほど大きな値となり、ある事象が集中して生起する場合に小さな値をとるため、多様性を表現する指標として利用することができる。なお、式(4)では対数の底が2となっているが、他の値 (例えば、 e や 10) を底として計算した場合についても結果は式(4)による結果の定数

倍になるだけで基本的な表現内容は同じである。

本研究では式(1)や式(3)で計算した各指標の分布パターンについて、上述の方法で情報量相当の値として多様度を計算する。具体的には、各指標について個々のODを総合計値で除して生起確率に変換し、式(4)により情報量に換算した。ただし、式(3)で計算した日帰り交通を想定した交流可能性指標については遠距離間の組合せでは交流可能性値が負になるODがあり (日帰り不能)、その場合は計算対象から除外した ($p_i=0$ の場合、対数値が計算できないため)。

4. 分析対象年次やネットワークなど

(1) 分析対象年次と対象地域区分

本研究では国土全体の長期的な交流パターンの変化を分析することとするため、明治期以降近年までの計8年次 (表-2) について都道府県間 (沖縄を除く) のEVTTを計測することで交流パターンの変化を分析することとした。この8年次のうち、1934年以前および1961年、1990年については文献4)の調査時のEVTTデータを、1975年については文献19)の調査時のEVTTデータをそれぞれ再利用したものであり、1950年および2010年については本研究で追加したものである。多様度に関する指標計算や分析については、いずれの年次も本研究が初めてである。

各都道府県の人口については、各年次に最も近い国勢調査人口の値を用いたが、国勢調査は1920年が初回調査であるため、それ以前については乙種現住人口の値を用いた。

(2) 分析対象ネットワーク

表2 分析対象年次と使用資料および概要

年次	資料	概要
1898年	汽車汽船旅行案内 (明治31年8月1日発行)	鉄道網の骨格が形成されつつあるが、鉄道が未整備、或いは整備されていても東海道線などを中心とするネットワークに接続していない県が17 (秋田、山形、新潟、山梨、富山、和歌山、鳥取、島根、徳島、香川、高知、愛媛、山口、大分、宮崎、長崎、鹿児島) である。
1915年	公認汽車汽船案内 (大正4年2月1日発行)	奥羽線、北陸線、信越線、中央線、鹿児島線などが全通し、山陰線、日豊線なども一部開通したため、ほとんどの都市が鉄道でつながった。しかし、四国4県と宮崎は未整備である。
1934年	鉄道省編纂汽車時間表 (昭和9年12月1日発行)	羽越線、日豊線、山陰線などが全通するとともに、高山線、伯備線、豊肥線などの横断線路も整備され、土讃線を除き幹線はほぼ完成している。また、一部に航空路線が開設されているが、運賃や運送力の面で交通ネットワークとしてはまだ一般的ではない。
1950年	日本国有鉄道編集時刻表 (昭和25年10月1日発行)	交通ネットワーク自体は1934年時点と大差ないが、GHQの軍用輸送が行われるなど、第二次世界大戦の影響が残っている。経済的に疲弊しているため、交通網に対する大規模な投資はほとんど行われていない。戦争の影響でこの時点においては、航空路線は存在していない。
1961年	日本国有鉄道編集時刻表 (昭和36年10月1日発行)	新幹線開業3年前で、在来線については現在とほぼ同じネットワークが完成し、複線化、電化等の輸送力増強が進められている。東海道線などでは優等列車が多数運行され、スピード、フリークエンシーの面で地方との差が生じている。また、航空路線が増しつつある。
1975年	国鉄監修時刻表 (昭和50年10月1日発行)	東海道、山陽新幹線が全通し、航空路線もかなり普及している。特に新幹線の延伸の影響として、西日本方面の交通利便性が比較的高くなった時期でもある。
1990年	JR時刻表 (平成2年3月1日発行)	東海道、山陽、東北、上越の各新幹線が開業し、青函トンネル、瀬戸大橋の開通によって、北海道、本州、四国、九州の全都道府県が鉄道でつながっている。航空路線も増加し、沖縄を含めたネットワークができていく。
2010年	JTB時刻表 (平成22年10月1日発行)	九州新幹線、北陸新幹線、東北新幹線の各整備新幹線が部分開業している。また、秋田、山形の各ミニ新幹線も運転されている。

各都道府県の代表地点としては、都道府県庁所在都市の代表駅とした。また、EVT T計測時の対象ネットワークとしては、代表地点間を結ぶ幹線鉄道、航路、航空路とし、バスについては空港アクセスや一部区間の県間交通は考慮したが、長距離夜行高速バス等は原則として考慮していない。これは、EVT Tは所要時間指標であるため、長距離バスは時間的な面では（データ入力しても計算上は）選択されにくいからである。

5. 交流パターンの多様性の全国推移について

(1) 地域間流動量総数と多様性の推移

表-2に示した各年次について、式(1)により地域間流動量に基づく交流可能性指標を計算した。また、各ODが全流動量に占める割合を計算した上で、式(4)を用いて多様性指標を計算した。図-1は横軸に F_{ij} の総数を対数表記で、縦軸に多様度 H をbit単位でそれぞれ示したものである。情報量については組合せの数を対数化したものであると考えれば、縦軸、横軸ともに対数表記であると見なすこともできる。なお、都道府県間の組み合わせが有限である関係上、本分析における多様度の上限は約11 bitである。

図からわかるように、 F_{ij} の総数が年次が進むにつれて増加するとともに、多様度も増加している。これは、古い年代では都市間の時間距離(EVT T)が非常に大きく、比較的近距离ばかりで都道府県間交流が行われていたと推計されたのに対し、近年は交通網が発達した結果、全国的な交流が行われるようになった結果を反映しているものと考えられる。

各年次間の変化について考察すると、太平洋岸などの部分的な幹線鉄道網整備状態であった1898年から、全国的に整備が概ね行き渡った1915年にかけて交流量も多様

度も大きく伸びており、交流できる地域が拡大したこと（および人口そのものが増加したこと）を反映している。機関車の大型化などにより全国的な幹線鉄道の高速化が進んだ1915年から1934年にかけても交流量は伸びているが、多様度の伸びはやや鈍化している。戦時をはさむ1934年から1950年にかけては、両指標ともほとんど変化がなかった。

戦後については、一部の航空路が開設されたり幹線鉄道における近代化などが進んだ1950年から1961年にかけての時期に再び交流量も多様度も大きく伸びている。これは1915年から1934年への変化と比べると多様度の伸びがやや大きい。その後も東海道山陽新幹線の開業や多数の航空路線の充実などを反映して1975年までは多様度の伸びはやや鈍化しながらも交流量は伸びており、交流パターンの均質化は進行している。東北新幹線開業後の新幹線建設の鈍化などを反映し、2010年までの推移は比較的变化の少ないものとなった。

文献4)では、太平洋側と日本海側とで幹線交通の整備時期が異なっており、利便性の格差が拡大する時期と縮小する時期があることが示されているが、図-1を見ると、流動の総数の向上時期と多様度の向上時期に若干の差が生じているものの、全般的には幹線交通網の整備は一貫して日本全体の交流の量と多様性の双方の向上に役立ってきたと言える。

(2) 日帰交通想定下の交流可能性総数と多様性の推移

前節での F_{ij} の推計値をもとに、式(3)を用いて交流可能性指標 ACS_{ij} を計算し、さらにその分布に関して式(4)を用いて多様度 H を計算した。図-2は横軸に ACS_{ij} の総数を対数表記で、縦軸に多様度 H をbit単位でそれぞれ示したものである。ここでも都道府県間の組み合わせが有限である関係で、多様度の上限は約11 bitである。

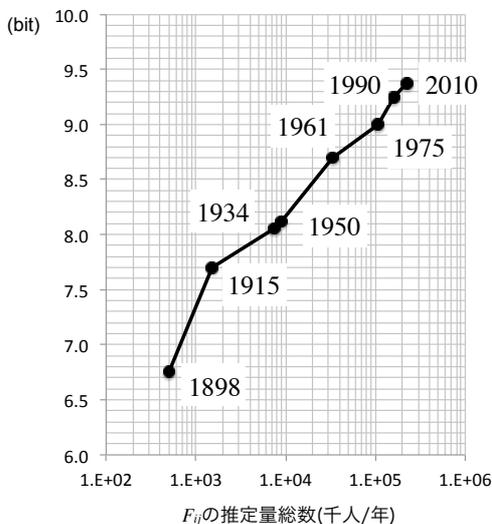


図-1 交流量総数とその多様性の推移

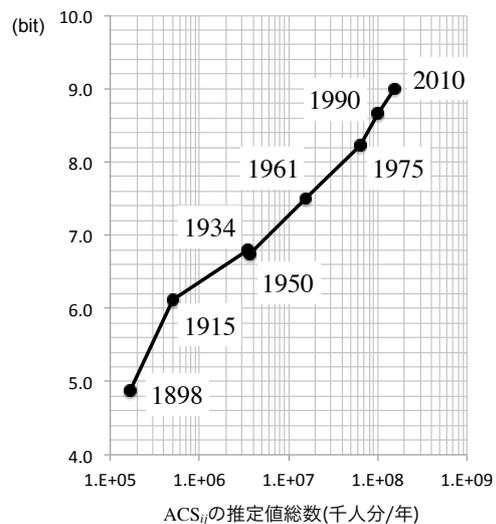


図-2 交流可能性総数とその多様性の推移

図からわかるように、基本的な傾向は図-1と同じであるが、式(3)が日帰り交通を想定した計算式になっているため、古い年代では日帰りが可能なODそのものが少なく、式(3)による値が負となった場合には式(4)による多様度計算の対象外としたため、多様度の数値が図-1の場合よりも小さくなったと考えられる。また、日帰り可能であっても現地での滞在可能な時間が短いために式(3)を用いて ACS_{ij} を計算するとさらに値が小さくなってしまいうため、多様度が小さくなる傾向が強まった。

この図-2においても、戦前の1898年から1934年にかけての時期や戦後の1950年から1975年にかけての時期において交流可能性量も多様度も大きく伸びていることが確認できるが、1975年以降2010年までの両指標の伸びは小

さいことがわかる。

6. 交流の多様性に関する特徴と影響について

(1) 本章での分析

本章では、他地域との交流の特徴がどのように変化してきたかについて、各都道府県の交流量総数と多様度の2軸による分析を行う。分析対象期間としては、戦後の高速交通出現期以降の1961年、1975年、1990年、2010年とした。

また、交流の多様性が地域活動に与えた影響を分析するため、交流の多様度と都道府県の就業者の多様度を比較した。この分析については2010年を対象とした。

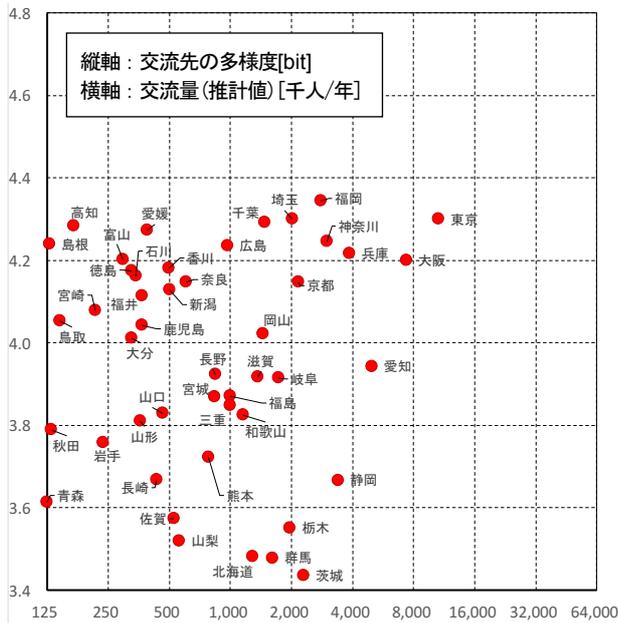


図-3 交流量と交流先の多様度 (1961年)

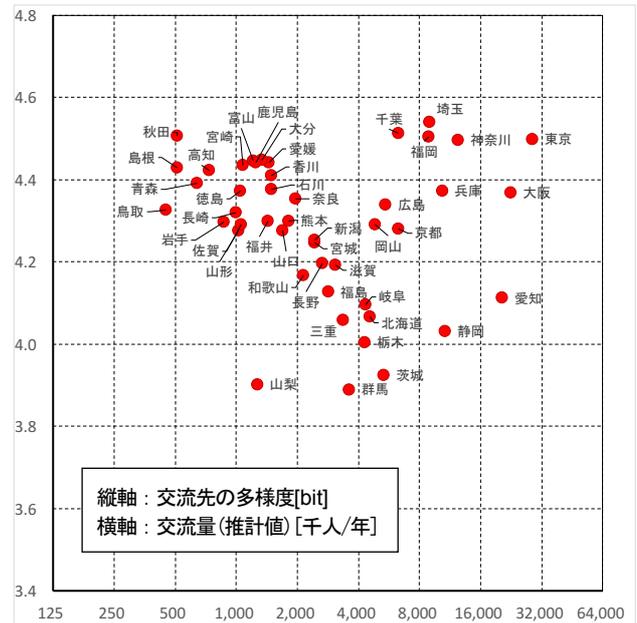


図-4 交流量と交流先の多様度 (1975年)

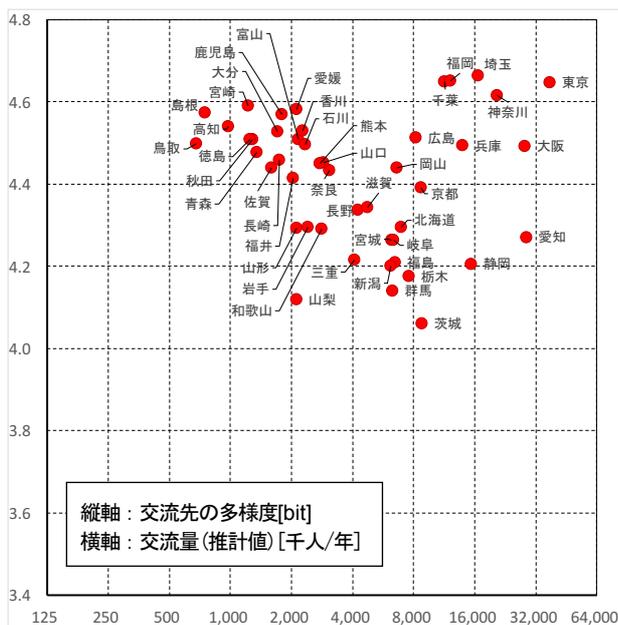


図-5 交流量と交流先の多様度 (1990年)

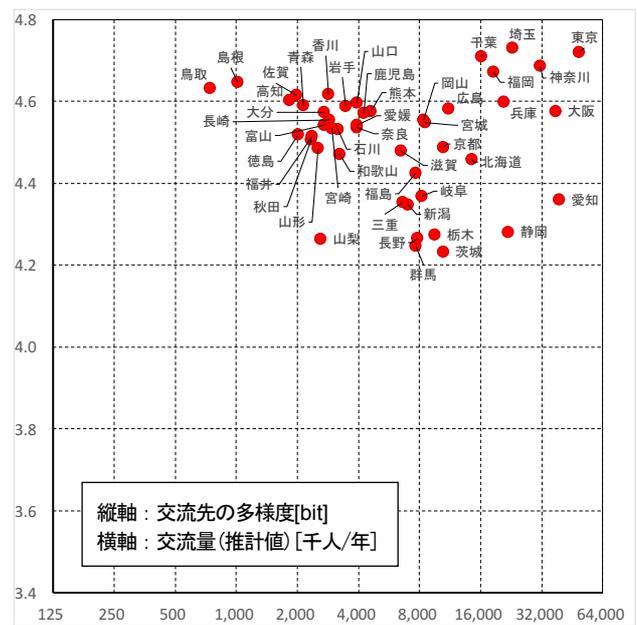


図-6 交流量と交流先の多様度 (2010年)

(2) 交流の量と多様度に関する分析

図-3は高速交通出現初期（一部の都市間に民間航空路開設）の1961年に関するもので、横軸は各都道府県を発着する都道府県間交通量の推計値を式(1)によって計算して県別に集計したものである。また、縦軸は各都道府県発着の交通量推計値に関する式(4)による多様度の計算値である。

図-3では、交流の量と多様度に関する明確な傾向は見られないが、図の右上（交流の量と多様度ともに大きい）領域に首都圏や近畿圏などの大都市圏の都府県が位置し、中央下側（交流の多様度が小さい）領域に大都市圏の外縁部に位置する県が位置している。左上には都市間交通そのものがあまり便利ではない県が位置する傾向にある。だが、全般的な傾向は明確でない。

図-4は東海道・山陽新幹線が完成し、地方空港のジェットかが進行した1975年に関するものである。この時期になると、全般的な位置がグラフの右上にシフトしている。左上に都市間交通が便利ではない県が位置する傾向が強まるとともに、比較的利便が高い県は右下に位置するような関係が見られるようになる。この傾向とは別に、全国的な広域アクセスの利便の高い大都市のある都府県が右上に位置するようになる。

図-5は東北・上越新幹線が完成している1990年に関するものである。全般的な位置がグラフの右上にさらにシフトしているが、位置関係については1975年と大きな変化がない。新たに新幹線の沿線となった新潟、福島、宮城、岩手などは左上から右下方向へと移動し（交流の量が増えて多様度が下がる）ている。

図-6は近年のものであるが、九州新幹線は新八代以南のみ、北陸新幹線は長野以南のみであり、東北新幹線は八戸以南のみである。全般的な位置がさらに右上にシフトしているが、基本的な位置関係については1990年と大差は無い。新たに新幹線の沿線となった交流の量が増えて多様度が下がることで、長野が右下方向へと大きく移動した。

(3) 交流の多様度と就業者の多様度に関する分析

図-7は2010年に関するもので、横軸に交流の多様度（図-6の縦軸と同じ）をとり、縦軸は平成22年(2010年)国勢調査に基づく産業大分類の項目ごとの就業者数（ただし、農林水産業は農業とそれ以外に分離）を使い、式(4)の方法で多様度を計算したものである。

交流の多様度で就業者の多様度を完全に説明するものではないが、基本的な傾向として、これらには正の相関があった（図-7、表-3）。このことから、交流の多様性は就業構造（地域の産業構造）に影響を与えている可能

性がある。

(4) 交流量と就業者の多様度に関する分析

図-8は2010年に関するもので、横軸は交流の量（図-6の横軸と同じ）をとり、縦軸は就業者に関する多様度（図-7の縦軸と同じ）である。これら2つの量には線形の関係は見だしにくい、都道府県の分布そのものは図-6の配置とよく似ている。

また、図-9は図-8と同様であるが、縦軸の就業者に関する多様度については、第一次産業と第二次産業の就業者を除いた高次産業の就業者だけで分析したものである。これら2つの量には線形の関係が見られる。交流の量だけで高次産業の就業者の多様度を完全に説明するものではないが、基本的な傾向として、これらには正の相関があった（図-9、表-4）。このことから、交流の量についても就業構造（高次産業の構造）に影響を与えている可能性がある。

6. おわりに

(1) 本研究のまとめ

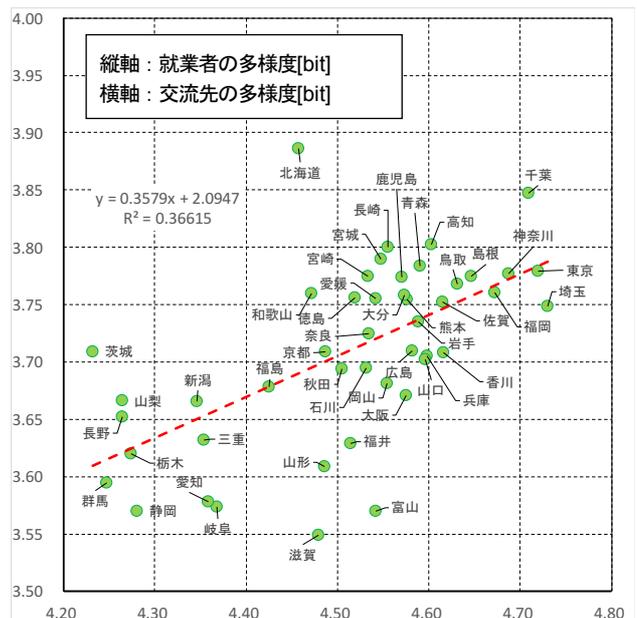


図-7 交流先の多様度と就業者の多様度（2010年）

表-3 交流の多様度と就業者の多様度について

相関係数	0.6051		
決定係数	0.3661		
自由度調整済み決定係数	0.3517		
観測数	46		
項	推定値	t値	p値
x係数	0.3579	5.04	<.0001
定数項	2.0947	6.54	<.0001

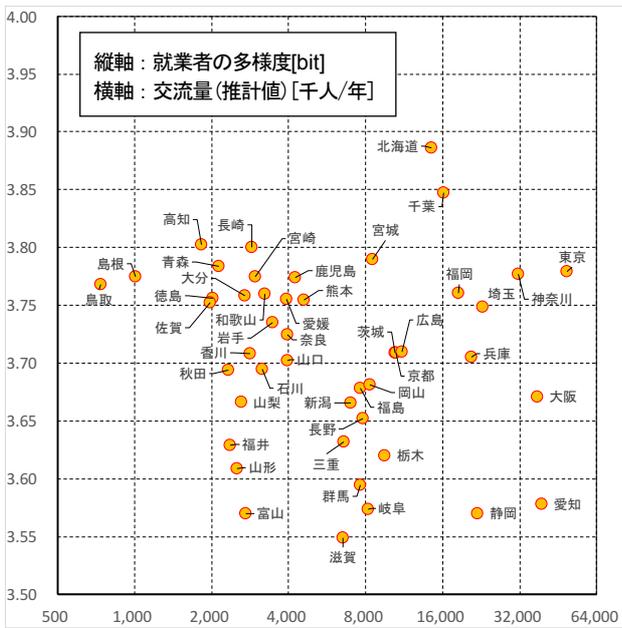


図-8 交通量と就業者の多様度 (2010年)

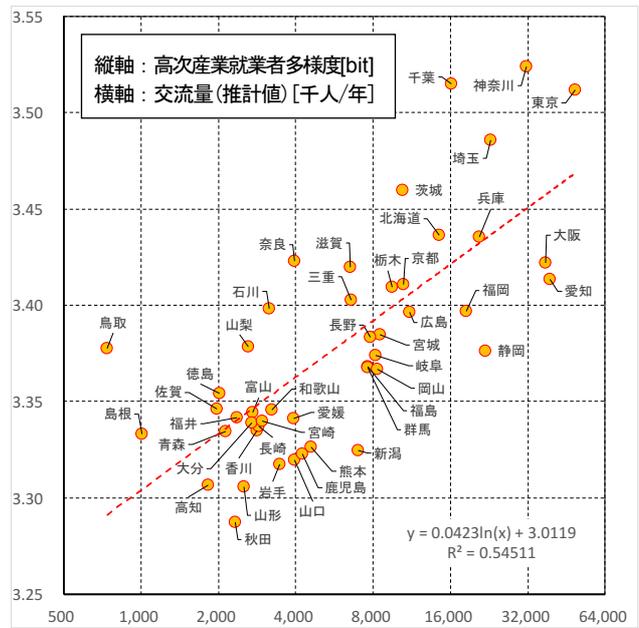


図-9 交通量と高次産業就業者の多様度 (2010年)

本研究では、1898年以降の全国の都市間交通網についてEVTTを計測するとともに、それを元に地域間流動量や日帰交通想定を想定した交流可能性を推計し、これらの分布についての多様度を計測した。

その結果、全国的指標としての両者の推移の傾向はほとんど同じであり、地域間流動量や日帰交通想定を想定した交流可能性とともに年次を経るにつれて量が拡大するとともに、多様度についても上昇していることがわかった。1898年から1915年を経て1934年にかけて、多様度の上昇が大きい時期、総量の上昇が大きい時期などの特徴が見られた。近年は地域間流動量や日帰交通想定を想定した交流可能性とともに量も多様度も伸びが鈍化していることが確認できた。

また、高速交通出現期以降に関して都道府県別に交通の量と交流先の多様度について分析した結果、高速交通の整備が進行するに伴い、交通量が多くて多様度の高い大都市圏の中心部、その外縁部で交通量は中程度で多様度の低い地域、交通量が少なくても多様度の大きい地域に分かれることがわかった。

さらに、近年について都道府県別に交通の多様度と就業者の多様度について比較した結果、正の相関があることがわかった。また、都道府県別に交通の量と就業者の多様度について比較した結果、交通の量と高次産業の就業者の多様度には正の相関があることがわかった。

(2) 今後の課題

本研究では明治期以降の都市間交通に関する全般の傾向について計測を行うとともに、都道府県ごとにこの交流相手先の多様度の傾向とその影響などについても分析した。

表-4 交通の量と高次産業就業者の多様度について

相関係数	0.7383		
決定係数	0.5451		
自由度調整済み決定係数	0.5347		
観測数	46		
項	推定値	t値	p値
ln(x) 係数	0.0423	7.26	<.0001
定数項	3.0119	59.16	<.0001

本研究では交流の多様性の分析において各都道府県そのものが内在する多様性については考慮できていないが、今後の研究課題としては地域そのものの持つ情報としての機能の多様性と、その情報を伝える伝送経路としての交通ネットワークという視点もあるのではないかと感じる。現時点ではそのような関係が成立しうるのか否か不明であるが、本研究で多様度の指標の単位として、あえて情報の単位であるbitを用いたのは、そのような背景を想定してのものである。

また、本研究は旅客流動の面で地域間交流を捉えたが、第一次産業や第二次産業においては物流面での分析も必要と思われる。

さらには、地域産業の構造を過去に遡って長期的影響の分析を深めることも必要である。また、交通ネットワークと地域(人口)の配置の形態によって、どのように交通の量と多様度に変化するかについての分析といった視点も存在するのではないかとと思われる。

本研究は公益財団法人大林財団の平成28年度研究助成を受けて実施されている。ここに感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 根津佳樹, 藤井聡, 波床正敏: 東西経済の不均衡解消を企図した新幹線国土軸整備による経済不均衡改善に関する分析—マクロ経済シミュレーションモデル MasRACを用いて—, 実践政策学, Vol.2, No.2, pp.175-185, 2016.
- 2) 根津佳樹, 神田佑亮, 小池淳司, 白水靖郎, 藤井聡: 西日本における国土強靱化インフラ整備による総合的マクロ効果予測研究, 土木学会論文集F4, Vol.69, No.4, pp.157-168, 2013.
- 3) 野村友哉, 青山吉隆, 中川大, 松中亮治, 白柳博章: EVGCを用いた都市間高速鉄道プロジェクトの便益評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, No.4, pp.627-635, 2001.
- 4) 中川大, 波床正敏, 加藤義彦: 交通網整備による都市間の交流可能性の変遷に関する研究, 土木学会論文集, No.482/IV-2, pp.47-56, 1994.
- 5) 荒谷太郎, 轟朝幸: わが国の都市間公共交通モビリティに関する時系列分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.4, pp.643-652, 2010.
- 6) 原科幸彦, 村山武彦, 中村聡: 多様なアクセシビリティを考慮した住宅地の地価推定, 都市計画論文集, No.26, pp.781-786, 1991.
- 7) 宮田譲: 都市機能の多様性と都市人口の動学的分析, 都市計画論文集, No.30, pp.535-540, 1995.
- 8) 内田貴裕, 横内憲久, 岡田智秀: 環境からのまちづくりに関する研究—大都市における生物多様性を促す都市計画手法の研究—, 都市計画論文集, No.37, pp.787-792, 2002.
- 9) 水上象吾: 都市における生物の利用空間としての雨水調整池—鳥類多様性を指標として—, 都市計画論文集, No.38-3, pp.631-636, 2003.
- 10) 谷口守, 松中亮治, 山本悠二: 今後の生物多様性保全策の検討材料としての特定生物種保全の実態分析—人間の「好き嫌い」と地域特性に着目して—, 都市計画論文集, No.43-1, pp.60-65, 2008.
- 11) 谷口守, 阿部宏史, 松原学: 都市分析における電子電話帳データの活用可能性, 土木計画学研究論文集, Vol.21, No.1, pp.191-196, 2004.
- 12) 波床正敏, 山本功: 樹多様性指標を用いた商店街群の比較分析—ショッピングセンター・がんばる商店街・一般商店街の比較—, 実践政策学, Vol.2, No.1, pp.115-123, 2016.
- 13) 日高敏隆: 生物多様性はなぜ大切か, 昭和堂, 2005.
- 14) 井上民二, 和田英太郎: 生物多様性とその保全, 岩波書店, 1998.
- 15) 川那部浩哉: 生物界における共生と多様性, 人文書院, 1996.
- 16) 鷺谷いづみ, 矢原徹一: 保全生態学入門—遺伝子から景観まで—, 文一総合出版, 1996.
- 17) 天野光三, 中川大, 加藤義彦, 波床正敏: 都市間交通における所要時間の概念に関する基礎的研究, 土木計画学研究論文集, Vol.9集, pp.69-76, 1991.
- 18) 伊藤嘉昭: 生態学と社会—経済・社会系学生のための生態学入門—, pp.24-28, 東海大学出版会, 1994.
- 19) 波床正敏, 塚本直幸, 山内健司: 都市間交通における所要時間指標の人口移動分析への適用可能性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.21, pp.157-160, 1998.

(2017. 7. 31 受付)

A STUDY ON MEASUREMENTS OF DIVERSITY ON INTER REGIONAL
ACCESS AND ITS INFLUENCES ON REGIONAL STRUCTURE

Masatoshi HATOKO