

# 都市交通計画からみた地域評価と土地利用規制・誘導の考え方

- 仙台都市圏を事例に -

東北芸術工科大学 吉田 朗<sup>\*1</sup>

東北事務所 林 一成<sup>\*2</sup>

## 1. はじめに

これまで、わが国の都市交通計画は、高い経済成長と急激な人口増加を背景に、増大する交通需要を効率的に処理するための交通施設整備に焦点を当ててきた。いわゆる需要追従型の交通施設整備計画である。この方法では、将来の交通需要量が土地利用計画に描かれた人口、産業の配置から外生的に与えられ、交通施設の計画は需給アンバランスの回避を目標に受動的に行われた。

しかし、このような将来土地利用計画に基づく予定調和的な交通計画も、次のような限界を露呈している。第一に、現実の交通施設整備は既成市街地での用地取得の困難さから進捗が遅れ、計画的な実現が難しい状況にある。さらに、昨今の財政状況の逼迫から、今後、飛躍的な進捗が望めない兆しも見えてきた。第二に、人口成長が鈍化したと言え、これまでの郊外の道路整備により、「都市の郊外化」、すなわち都心の空洞化と郊外化が着実に進行し、当初の土地利用計画の想定とは乖離しつつある。さらに、この郊外化がモータリゼーションに拍車をかけ、計画時点に想定した交通流動、とりわけ自動車交通流動が大きく変化しつつある。また、郊外化の過程では、個々の開発にともない幹線道路が断片的に整備され、地区内の物的環境が整えられるものの、開発地と主要地点(都心など)を繋ぐ途中が不十分であれば、思わぬところで混雑が発生してしまう。言わば「木を見て、森を見ず」の状況であり、個々の開発の計画に、巨視的な交通需給バランスの観点が欠けている。

結局、土地利用計画を与件とする、受動的

な交通計画では本来の目的を達成できるか否かに疑問が生じる。これは交通計画サイドからも、土地利用の規制・誘導を通じて交通需要をコントロールし、相互に調整することの必要性を示唆する。つまり、従来の交通計画の立場を180度転換し、交通施設のストックを活用した土地利用のあり方を考察することが重要になりつつある。事実、米国のTODやオランダのABCポリシーは、その先進的事例として多くの関心を集めている<sup>1)</sup>。

本稿は、このような交通計画サイドから見た土地利用方針を得るために、その端緒として交通ネットワークから見た地域評価の方法を提案し、あわせて仙台都市圏における分析事例を述べるものである。

## 2. 仙台都市圏における市街化と道路整備の動向

### (1) 仙台都市圏の概況

仙台都市圏は100万都市仙台市を中心として、5市14町1村から構成される。現在、都市圏の人口規模は約150万人であり、近年の人口増加は逡減傾向にある。この圏域は仙台市都心部を中心に半径30kmの円内に収まり、移動時間にしておよそ60分の広がりを持っている。

### (2) 市街化の動向

仙台都市圏の人口分布は郊外化の一途を辿っている。仙台市都心部における人口は減少に転じ、その一方で仙台市の縁辺部と隣接市町村での人口増加が著しい。郊外の人口増加を象徴的に表すのが、住宅地開発の動向である。図1に示すように、近年の大規模な住

<sup>\*1</sup> よしだ あきら(東北芸術工科大学環境デザイン学科 助教授) <sup>\*2</sup> はやし かずしげ(部長)

宅地開発のほとんどが郊外で行われてきた。また、現在、造成中・計画中の開発をみれば、この傾向がさらに継続することも明らかである。

### (3) 道路整備の進捗状況

都市計画道路の整備延長の推移は図2に示すとおりである。昭和50年以降、順調に整備が進められてきたが、近年はそのペースも落ちてきている。現状の整備延長は約424kmであり、現都市計画道路の約半分の整備が完了したにすぎない。特に、仙台都心から住宅地開発が著しい北部への放射道路や、既成市街地内の環状道路の整備が残されており、都市圏の骨格道路の形成が早急な課題となっている。

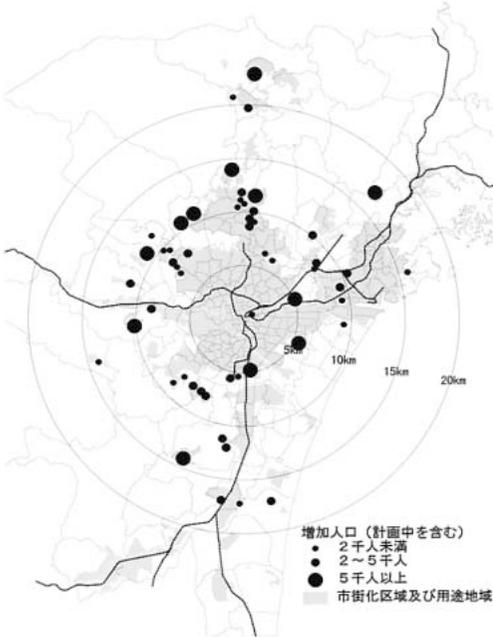


図1 大規模住宅開発の動向

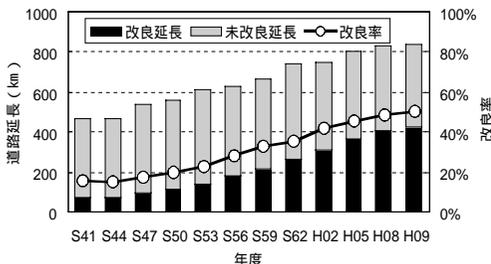


図2 都市計画(仙塩広域)道路延長と改良率

### (4) 今後の交通問題の見通し

前述の市街化動向が継続すれば、郊外から都心に向けて大量の自動車交通が流れ込むことは不可避である。一方、都市圏の骨格道路の整備が遅々として進まなければ、道路混雑がさらに悪化するであろうことは想像に難くない。これに伴い市民のモビリティは低下し、自動車による社会への悪影響、環境への負荷も増大するであろう。

約10年後を想定した我々の試算によれば、自動車のピーク時旅行時間が都心～北部間で現状の約1.5倍に悪化すること、都市圏全体の自動車による二酸化炭素排出量が現状の約1.6倍まで増加することなど、決して楽観できない将来が予測されている。

## 3. 地域交通の評価

### (1) 評価の視点

今後、ある地域は交通条件からみて、人口を増やすべきなのか、それとも抑制すべきなのか。これを合理的に判断するための評価視点を設定する。

一定の交通施設整備の下で、個人がある場所(地域)で生活することの望ましさの程度を、個人と社会・環境の2つの軸によって評価する。個人の利便性のみならず、「個人も混雑の一因である」という社会的な視点を強調することにより、集中や混雑の弊害、地球規模環境への負荷をも評価する。

ここでの仮説は、「個人の日常生活の利便性が高く、かつ個人の移動に伴う社会・環境への迷惑が少ないほど、交通面からは望ましい地域である」というものである。

### (2) 2つの評価指標

個人の利便性、社会・環境への負荷という2つの評価視点にそって、それぞれ評価指標を設定する。

#### ① アクセシビリティ

従来、地域の利便性を表す指標には、目的地までの単純な距離(または時間)、目的地の

魅力度を加味した重力ポテンシャルやHansenのアクセシビリティが使われてきた。これらの指標は分析者にとって単純明快であるが、個人の利便性を実態的に表すものではない。

ここでは、個人の生活の利便性を評価するために、つぎのようなアクセシビリティ指標を用いる。個人がある生活活動を行おうとするときに、その難易を左右するのは、アクセス可能な目的地（施設）の分布とそれぞれの魅力である。個人は日常の経験を通じて、活動にあった複数の目的地を評価し、最終的に最も満足できる目的地へ出かけていると考えられる。このとき、満足度の決定要因は、目的地までの行き易さ（交通サービス水準）と目的地の魅力などが挙げられよう。このような個人の満足度関数をつぎのように仮定する。

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} = x_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

ここに、 $U_{ij}$ ： $i$ 地域に住む個人が目的地 $j$ へ出かけたときに得られる満足度、 $V_{ij}$ ：満足度の確定的な部分、 $\varepsilon_{ij}$ ：満足度のうち確率的に変動する部分、 $x_{ij}$ ：満足度の決定要因（ベクトル）、 $\beta$ ：決定要因の重みを表す係数（ベクトル）である。また、線形関数を仮定するのは個人が補償型の評価構造を有していると考えられるからである。

アクセス可能なすべての目的地について、このような満足度が評価できれば、個人の総合的な満足度は、平均的な満足度ではなく、最も多く訪れる目的地の満足度、すなわち最大の満足度によって計測することができよう。結局、この目的地の最大満足度は、ある活動のやり易さの尺度（利便性）と考えられる。式（1）の満足度関数の確率項 $\varepsilon_{ij}$ に正規分布に近いガンベル分布を仮定すれば、満足度の最大値の理論的期待値がつぎのように導出できる。これをある活動のアクセシビリティと定義する。

$$acc_i = E \left[ \max_{j \in C_i} U_{ij} \right]$$

$$= \frac{1}{\mu} \ln \sum_{j \in C_i} \exp(\mu \cdot x_{ij}) \quad (2)$$

ただし、 $\mu$ ：満足度の確率項 $\varepsilon_{ij}$ の分散の大きさを表すパラメータ、 $C_i$ ：居住地 $i$ から出向可能な目的地の集合を表している。

また、ここで定義したアクセシビリティ指標は、ある活動の行い易さを表す指標として好ましい特性を有している。第一にアクセシビリティは目的地の数に対して単調増加である。これにより、アクセシビリティは活動機会の多様性を評価することになる。ここに、 $C_i'$ ：アクセス可能な目的地集合 $C_i$ の部分集合を表す。

$$E \left[ \max_{j \in C_i'} U_{ij} \right] \leq E \left[ \max_{j \in C_i} U_{ij} \right] \quad (3)$$

第二に、アクセシビリティは、アクセス可能な、いかなる目的地の満足度の上昇に対しても単調に増加する。これは、アクセス可能なすべての目的地が総合的に評価されることを意味する。

$$\frac{\partial}{\partial V_{ij'}} E \left[ \max_{j \in C_i} U_{ij} \right] \geq 0, \forall j' \in C_i \quad (4)$$

さらに、 $i$ 地域に住む代表的な個人について、複数の生活活動（ $k = 1, 2, \dots, m$ ）を総合的に評価するために、つぎのような加重線形和を用いる。

$$ACC_i = \sum_{k=1}^m w_k acc_i^k \quad (5)$$

仙台都市圏における事例分析では、通勤、買い物という2つの生活活動を対象に、アクセシビリティを計測した。その際、満足度関数の要因 $x_{ij}$ と係数は「仙台都市圏パーソントリップ調査」データから推定した実態的な値を用いた。この詳細は文献2）3）を参照されたいが、要因としてつぎのようなものを特定した。交通手段ごとのサービス水準は、旅行時間、目的地の駐車場容量（自動車利用の場合）、乗車待ち時間（バスや鉄道利用の場合）、バス停までの徒歩時間、鉄道駅のアクセス・イグレス交通サービス水準などで構成される。同様に目的地の魅力度は昼間人口

(従業者や非就業者)の集積規模、商業集積地の有無などで構成されている。また、通勤と買い物それぞれのアクセシビリティを、式(5)にしたがって合成するためには、評価の重み  $w_k$  を設定しなければならない。ここでは住宅地地価のヘドニック分析を行い、地価に顕在化した各アクセシビリティの価値を推計し、それぞれの重み  $w_k$  とした。結果的には、通勤よりも買い物のアクセシビリティが高く評価されている。

## ②自動車の社会的負荷

個人の移動に伴う社会・環境への悪影響を自動車利用に限定して評価する。一般に自動車の弊害として考えられるものは、渋滞による時間の損失、有害ガスの排出(窒素酸化物、硫酸酸化物、SPMなど)、温室効果ガスの排出(二酸化炭素など)、騒音、振動、交通事故などである。ここでは、質的に異なるこれらの影響を一元的に評価するために、貨幣価値に換算する。これを自動車の社会的費用と呼ぶ。また、分析の目的は自動車の社会的費用の地域間比較、すなわち、「どの地域の住民がより迷惑をかけているか」を示すことにあるから、地域間の基準化のため限界費用を用いる。これは、ある地域で人口が1単位増加することで発生する社会的費用を表す(以下、これを自動車の社会的負荷と呼ぶ)。

$i$  地域の居住者に起因する自動車の社会的費用  $C_i$  は、評価項目  $k$  の変数  $z_{ki}$  に貨幣価値換算係数  $\theta_k$  を乗じ、すべての項目 ( $n$  個) について積算したものである。

$$C_i = \sum_{k=1}^n \theta_k z_{ki} \quad (6)$$

これより、人口  $P$  が1単位増加したときの、 $i$  地域の限界的な社会費用  $MC_i$  は次式となる。

$$MC_i = \frac{\partial C_i}{\partial P_i} = \sum_{k=1}^n \theta_k \frac{\partial z_{ki}}{\partial P_i} \quad (7)$$

ここで微分係数は、数値計算により、次の平均変化率で近似する。ただし、 $S_k(P_i)$  は、人口  $P_i$  を入力したときの交通シミュレー

ション・システムによる評価値(項目  $k$ ) の出力結果である。

$$\frac{\partial z_{ki}}{\partial P_i} \approx \frac{\Delta z_{ki}}{\Delta P_i} = \frac{S_k(P_i + \Delta P_i) - S_k(P_i)}{\Delta P_i} \quad (8)$$

上式を式(7)に代入すれば、 $i$  地域の限界社会費用の平均値は次式となる。これを評価指標「自動車の社会的負荷」とする。

$$\overline{MC}_i = \frac{1}{\Delta P_i} \sum_{k=1}^n \theta_k \Delta z_{ki} \quad (9)$$

仙台都市圏の事例分析では、計測可能な評価項目として、旅行時間(機会費用)と二酸化炭素排出量の2つを取り上げた( $k=1, 2$ )。本来であれば、文献5)などにしたがって貨幣価値換算係数  $\theta_k$  を設定し、社会的費用を算定するところであるが、環境価値の計測については未だ研究途上にあると考えられる。そこで、この分析では旅行時間と二酸化炭素の評価値をそれぞれ標準化(平均0、分散1)によって無次元化し、その得点を同じ重みで合計した。また、仮想的な人口増分  $\Delta P$  は現状の住宅地開発規模を参考に5,000人と設定した。

## (3) 評価の基準

土地利用誘導に関する一つの目標水準は、今後の人口増加によって都市圏全体の平均的な評価値を現況よりも悪化させないことである。このためには、現状の平均値を基準に、評価が高い地域と低い地域を明らかにすればよい。なぜなら評価が高い地域への人口誘導、評価が低い地域での人口抑制によって都市圏全体の評価値を上昇させることができるからである。

現況の平均値を一つの目安に設定すれば、地域の評価は、それぞれの平均値を境として、図3のA~Dの4つに集約できる。A地域はアクセシビリティと自動車の社会的負荷の両面から相対的に優れた地域であり、その逆がD地域である。また、B地域、C地域はアクセシビリティか社会的負荷のいずれか一方が優れた地域である。

## (4) 地域評価の結果

この地域評価は、今後の人口の規制・誘導

を検討するための基礎的な分析であり、将来に実現可能な交通施設計画に対して、現況の人口分布を評価し、今後の人口分布のあり方を指摘する。前提となる交通施設は、実現可能な将来計画（平成 22 年）であり、新たな都市内鉄道の計画も 2 路線加えられている。人口分布は平成 9 年現況、分析の単位は約

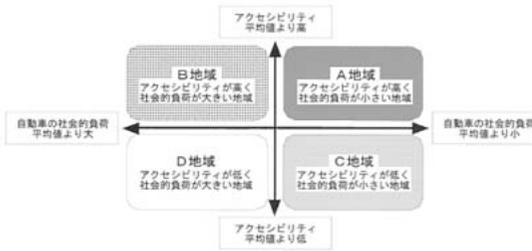


図3 地域評価の区分

300 ゾーンである。

評価の結果は図4のとおりであり、A～D地域の現状と特性はつぎのとおりである。

<A 地域> A 地域は、仙台都心を中心とする半径約 5 km の同心円内の地域と、サービス水準の高い鉄道に支えられた放射方向の地域である。この地域は仙台都心および主要鉄道駅周辺に集積した都市的サービスにアクセスしやすいため、「アクセシビリティ」の評価が高く、また交通手段も徒歩や公共交通機関が利用しやすいことから「自動車の社会的負担」が小さい。

この地域は、古くからの市街地が連担して形成されている。この中で、仙台都心周辺や昭和 30、40 年代に開発された住宅地では、近年、人口の減少が顕著であり、人口の空洞

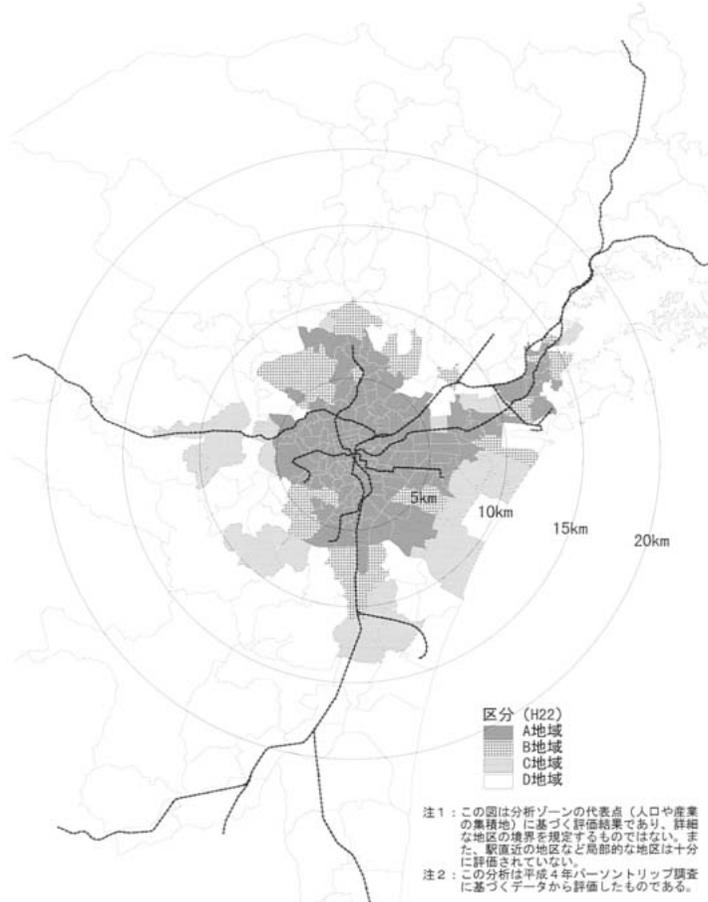


図4 地域評価の結果

化が進行している。一方、昭和62年に供用開始した地下鉄南北線の駅周辺などでは、市街地更新によりマンション建設も活発に行われている。居住空間の変容を伴いつつも、住宅の安定的供給が持続している。

**<D 地域>** D 地域は、仙台都心から10 km 以遠の郊外であり、都市圏内の小都市や図1に示したような大規模住宅開発地が点在している。この地域は、先のA 地域とは対照的に、仙台都心および主要鉄道駅周辺に集積した都市的サービスにアクセスし難く、「アクセシビリティ」の評価は低い。また交通手段は自動車を中心で、かつ都市的サービス集積地までの移動距離（自動車走行距離）が長いことから、混雑への影響が大きく、二酸化炭素の排出量も多い。よって「自動車の社会的負荷」は大きいと評価されている。

この地域は、現在、住宅開発が急速に進行中であり、今後も多くの開発が計画されている。これらの住宅地を支える放射状の道路は不十分であり、渋滞を余儀なくさせている。

**<B 地域>** B 地域は、鉄道沿線からやや外れ、A 地域に接する市街地であり、近年の住宅開発地が多い。都市的サービスへのアクセスのしやすさはA 地域と同水準であるが、代表的な交通手段が必ずしも鉄道というわけではなく、自動車も多く利用されている。よってD 地域と同様に「自動車の社会的負荷」は大きいと評価される。

**<C 地域>** C 地域は、B 地域のさらに外側で、仙台都心から10 km 前後の位置に広がっている。この地域は、D 地域と同様に都市的サービスにアクセスし難く、「アクセシビリティ」の評価は相対的に低いものの、広幅員道路に支えられ「自動車の社会的負荷」は小さい。

### (5) 土地利用の規制・誘導の考え方

地域交通の評価を踏まえた土地利用の方針は、A 地域での人口誘導とD 地域での人口抑制が基本となる。

ここで都市計画による線引きとの対応をみ

ると、評価の高いA 地域のほとんどが市街化区域内にあるものの、評価の低いD 地域の多くも市街化区域内にあり、現行の線引きの下ではD 地域での開発抑制が難しい情勢にある。これまで、市街化区域の設定は予想される市街地需要を前提に、自然・農業との調整、開発地区内の都市施設の整備見直し、既存市街地との連続性の観点から区域指定されており、交通面からの評価が軽んじられてきた結果でもある。

したがって、現行市街化区域内のD 地域の取り扱いは、開発規制を基本とするいわば逆線引き地域として都市計画を見直すことが要請されるが、当地域は住宅団地開発が進行しており、また計画中の団地も一定の手続きを経て市街化区域に編入されており、現実には交通面から逆線引きを行うことの合意が得られる可能性は少ない。

そこで、地域交通の評価と現行の線引きを踏まえた土地利用の規制・誘導を以下のように考える。

#### <A 地域での人口誘導>

A 地域は交通利便性の高い地域であり、既存市街地の高度利用を基本にこの地域での人口誘導を積極的に行う必要がある。近年、マンションの立地が都心周辺のみならず鉄道駅直近地区で多くみられ、低利用地を活用した都市型住宅や敷地共同化による都市型住宅の供給および住環境整備を一体的に推し進めることが重要となる。このため、交通利便性の高い鉄道沿線では都市型住宅地を誘導する用途・容積指定の弾力的な変更を推し進める必要がある。また人口空洞化の著しい中心市街地等では地区計画によるきめこまかな居住環境の保全、住み替えや建替えに関する助成策等、人口の回復・定住化に向けた施策を総合的に推進していくことが重要となる。

一方、市街化調整区域の地域は、市街地として積極的に活用する観点から市街化区域への編入に向けた調整と新規市街地整備を推し

進めることが重要となる。

#### <D 地域での開発抑制・交通制御策>

市街化区域内のD 地域は、市街化が認められている地域であることから、住宅開発の速度のコントロールや開発に対する交通制御策の導入が基本となる。

これから開発を行う新規住宅地では、交通アセスメントを義務付け、その結果に応じ、開発時期や規模の調整を行うとともに、地区外に向かう幹線道路や公共交通サービスの開発者負担を求める等の方策を導入する必要がある。

また、すでに分譲又は造成中の住宅開発地では開発許可があり、事業が実施されている地区であることから、開発速度の調整は難しく、開発者への公共交通サービス提供や住民

への自動車利用抑制を求める等、交通需要マネジメントによる交通制御策を積極的に働きかけることが必要となる。

市街化調整区域のD 地域については、交通の改善が図られない限り市街化区域編入を行わないことが基本となる。また、市街化調整区域内での開発許可については開発の実効性を低める意味から、交通アセスメントの義務化、自動車利用の抑制策と公共交通サービスの提供を開発者に求める等、ハードルの高い開発許可基準を適応することが必要となる。

#### <望まれる市街地の形態>

以上、地域交通の評価を基準に、広域的な観点から土地利用の規制・誘導の基本的な考え方を示したが、一方で、長期的には交通利便性が高く、自動車依存を低める市街地形態

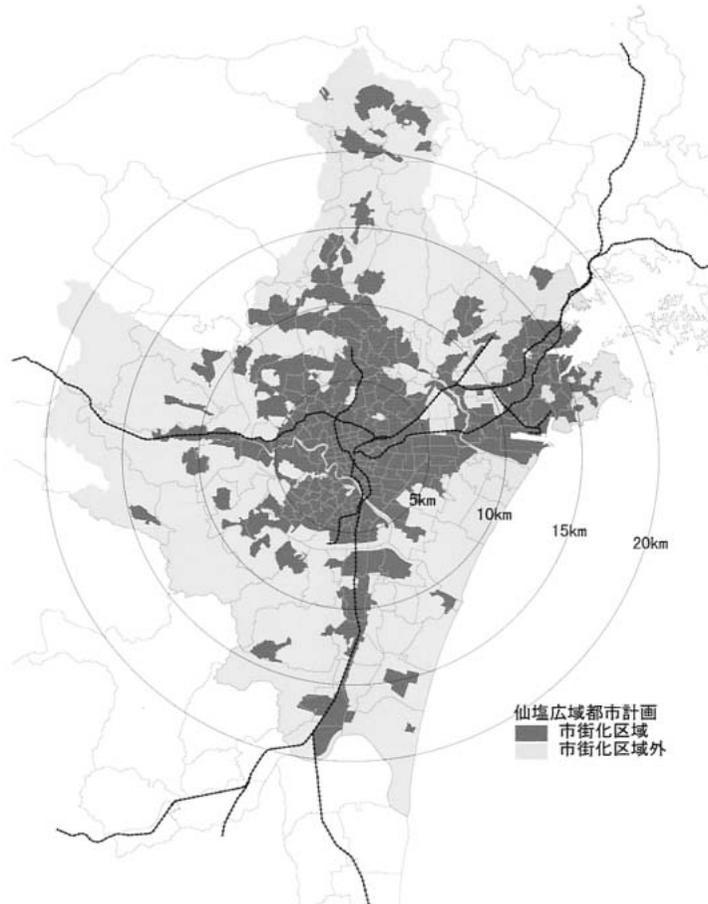


図5 現行の市街化区域

を誘導することが重要であろう。

この観点から、従来、鉄道と市街地とが連携した開発が行われてきたが、この開発整備は、鉄道の輸送力に匹敵するための交通需要を確保するため、市街地密度の低い郊外では広い範囲で住宅開発が行われてきた。この結果、地方都市圏では通勤・通学では鉄道を利用する傾向にあるが、私事交通では広い住宅市街地内等を移動するため、自動車交通に多くを依存し、このことが郊外のロードサイト型の商業施設、生活サービス施設の立地を加速させている。

自動車交通への依存を低め、鉄道を活用した市街地を形成するためには、生活行動が駅を中心に構成される必要があり、駅から徒歩圏・自転車圏を範囲とした市街地の広がりや駅周辺には生活をサポートする商業施設や交流空間・施設等を備え、地区内移動は徒歩・自転車、地区外へは鉄道を利用する環境を造り出していくことが重要である。いわば米国で進められている TOD (Transit Oriented Development) の推進である。

新規に鉄道が整備される沿線地域では、鉄道整備を契機とした駅中心の TOD 型の土地利用・まちづくりの誘導を積極的に行い、交通環境の整った市街地形成を誘導する必要がある。また、開発抑制を基本とする A 地域以外の鉄道駅周辺についても、TOD による市街地開発の誘導を行うことにより、鉄道を活かした市街地整備の可能性が見出せる。

#### 4. おわりに

本検討は、仙台都市圏を例に、10年後の交通施設整備を所与として、地域交通を評価し、土地利用の在り方を考察したものである。

地域交通の評価手法に関しては、今回は夜間人口の交通行動に限定したが、更に従業人口の交通行動を対象とした評価手法と夜間人口・従業人口とを統合した評価手法の開発が課題となる。

土地利用のあり方に関しては、地域評価に即した原則論を整理したものであり、今回の地域評価をベースとした線引きに向けた手法開発や自動車交通負荷を高めない開発誘導の方策、開発許可基準、更には交通条件の良い既存市街地での高度利用・人口定住環境の整備等の検討も大きな課題となる。今後、この地域評価データを活用した「都市マスタープラン」や「整備開発又は保全の方針」に反映させ、そのもとで規制・誘導の具体策の検討を行う必要がある。

いずれにせよ、地域評価に基づく土地利用の規制・誘導と現実社会との乖離が大きい。土地利用の規制・誘導は個人の財産権に抵触するものであり、個人の利益を超える公共の福祉や環境の確保への合意形成が不可欠となる。将来的に人口が確実に減少し高齢化する趨勢下において、これ以上の郊外化は交通面以外でも大きな問題を抱えており、今後の都市計画に向けた土地利用と交通との調整手法の検討にとどまらず、都市づくりに向けた合意形成の一環として住民に公開し、議論を高めるにたる地域評価データの作成も大きな課題となる。

#### 参考文献

- 1) 交通と環境を考える会編、「環境を考えたクルマ社会」、技報堂出版、1995年5月
- 2) 吉田朗，原田昇：鉄道の路線・駅・結節交通手段の選択を含む総合的な交通手段選択モデルの研究、土木学会論文集、第542号/IV - 32、pp.19 - 31、1996
- 3) 吉田朗，原田昇：選択肢集合の確率的形成を考慮した集計型目的地選択モデルの研究、土木学会論文集、第618号/IV - 43、pp.1 - 13、1999
- 4) 仙台都市圏交通計画協議会、「仙台都市圏物資流動調査報告書(計画編)」、平成12年3月
- 5) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編、「道路投資の評価に関する指針(案)」、平成10年12月