

## 道路交通センサスを用いた札幌市の都市構造の解析

### Analysis of Urban Structure in Sapporo City by Using the Road Traffic Census

三木祐太郎\*・木村 圭司\*\*・本間 利久\*\*  
Yutaro MIKI\*, Keiji KIMURA\*\* and Toshihisa HONMA\*\*

キーワード：道路センサス、札幌市、都市構造

Key words：the Road Traffic Census, Sapporo City, urban structure

#### I. はじめに

道路は、私たちの日常生活を支える重要な社会資本であるが、車利用の増加に伴い、渋滞や交通事故、地球環境への影響などの問題を引き起こしている。このような問題の解決に向けて、国土交通省では、関係省庁、都道府県、政令指定市、道路関係公社などと連携し、道路の交通量や自動車の使われ方などを全国規模で調査する「道路交通センサス」(正式名称は「全国道路・街路交通情勢調査」)を実施している。道路交通センサスは、道路に関する国勢調査ともいべきもので、全国の道路の交通量及び道路現況を調査し、道路交通の現状と問題点を把握し、将来にわたる道路の整備計画の策定・建設・維持修繕その他の管理などについての基礎資料を得る目的で実施されている。道路交通センサスの調査結果は、全体のデータを整理して過去の調査結果と比較するなどして、調査の目的にあるように将来にわたる道路の整備計画の策定・建設・維持修繕その他の管理や都市計画に活用されるほか、地域別車種別の自動車交通需要は、将来の交通需要推計を行う際の基礎資料として利用される。その他、近年行われているものとして、渋滞3Dマップの作成により渋滞状況の把握に活用されるほか、NO<sub>x</sub>(窒素酸化物)やSPM(浮遊粒子状物質)などの車種別排出原単位や排出量の算定の基礎資料としても活

用されているが、まだ実験段階のものも多い。こうした自動車交通を指標として都市空間構造を解析した例として、河端(2007)が挙げられる。河端(2007)は自動車と公共交通のアクセシビリティ格差から都市空間構造の自動車依存性の解析を行っている。

一方で、札幌の都市空間構造の解析として、山口(1976)は国政統計区に加えて独自の地域統計を整備した札幌市の地域構造を把握するため、社会地域分析に基づく因子生態学的手法を導入して、都市内部の地域分化の様相を、都心部をとりまく住宅地域の社会的特性を中心に分析した。その結果、第1成分は“Family Status”、第2成分は“Social Status”と解釈して、4個の住民の社会階層による分類を行った。これによれば、札幌市の都市化地域における社会地域の概念図式は、バージェスの同心円モデルとホイットの扇形モデルの折衷型であり、“Family Status”という社会空間が設定した同心円パターンに、“Social Status”という社会空間が楔状に喰い込んで、全体として最大の人口を有する社会地域Ⅲ(Low Status・Large Families)が都市化地域拡大の推進力となる市民層を含有すると述べている。また、橋本(2004)は建物用途別の延床面積に着目し、1980,1986,1991年の都市計画基礎調査データを用いて独自の準三相因子分析法を施した結果、建物

\*住友電工株式会社

\*Sumitomo Electric Co. Ltd.

\*\*北海道大学大学院情報科学研究科

\*\*Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

用途の分布の年次ごとの変化を明らかにした。この結果、中心部に店舗施設が、周辺部に住宅施設が卓越し、土地を多機能かつ高密度に利用しようとする傾向が進んでいて、かつ業務施設を含む専業商業施設が中心部に集中する傾向を強めていることから、都心部の核心地域では機能集中に伴って建物用途の純化が進んでいると橋本は述べている。また、JRおよび地下鉄沿線について、敷設年次の新しい路線のほうが駅周辺の建物用途の変化が激しく、地下鉄東西線や東豊線で、商業やサービス行が駅付近で近年急速な集中を示していることにも触れている。

道路交通センサスで取得されたデータは、物流や人の移動を示す総合的な指標であり、都市の構造を明らかにするためには有効であると考えられる。そこで、本研究では、道路交通をはじめとする人の流れと札幌の都市構造の関係を、道路交通センサスの調査を用いて検討することを目的とする。

## II. 使用したデータと解析方法

道路交通センサスは、昭和3年度に道路改良会が実施した「全国交通調査」に端を発し、昭和55年度以降は総合的調査として概ね5年に1回（昭和55年度、60年度、平成2年度、6年度、11年度、17年度）の割合で実施している。道路交通センサスでの調査内容は、交通量・旅行速度などの実測を行う「一般交通量調査」と、アンケート調査等により地域間の自動車の動きを把握する「自動車起終点調査」に大別される。調査は年間を通し最も平均的な交通状況であるといわれる秋に実施される。平成17年度調査では、北海道は平成17年10月16日（日）、19日（水）の2日間に調査が行われた。本研究では、このうち一般交通量調査のデータを用いている。一般交通量調査は、高速道路、一般国道、都道府県道、一部の指定市の一般市道を対象として、道路の幅員構成や交差点・バス停・歩道の整備状況を調査する「道路状況調査」と、自動車・二輪車・歩行者の交通量を観測する「交通量調査」、自動車で実走して速度を測定する「旅行速度調査」の3つの調査からなる。このうち交通量調査と旅行速度調査については、平日は全箇所を対象に1日ずつ調査を行う。

解析対象範囲地域は図1に示す札幌市内のう

ち、平成17年度の道路交通センサスの一般交通量調査が行われた地点である。なお、平成17年度は209地点で観測が行われた。

本研究では、まず札幌市における道路交通センサスのデータから、都市構造を示している調査項目を抽出し、それぞれの分布図を作成した。しかしながら、道路交通センサスのデータは、さまざまな要因が複雑に絡み合った結果を示していると考えられる。そこで、都市構造の構成要素を明らかにするために、本研究では主成分型因子分析を用い、さらに軸の回転を行って、個々の構成要素を明らかにしていく。

本研究では、道路交通センサスの各調査項目の相関係数を考慮した結果、札幌の都市構造を明らかにするために、①24時間交通量、②大型車率（24時間交通量のうち大型車が占める割合）、③歩行者交通量、④自転車交通量、⑤バス交通量、⑥昼夜率、⑦法定速度達成率（混雑時平均旅行速度÷法定速度）、⑧ピーク率（24時間交通量のうちピーク時間が占める割合）、という8つの調査結果に絞って解析を行うことにした。

道路交通センサスの調査結果は平日・休日の2種類があるが、本研究では通勤・通学などを考慮に入れたいため、平日の調査結果のみを用いる

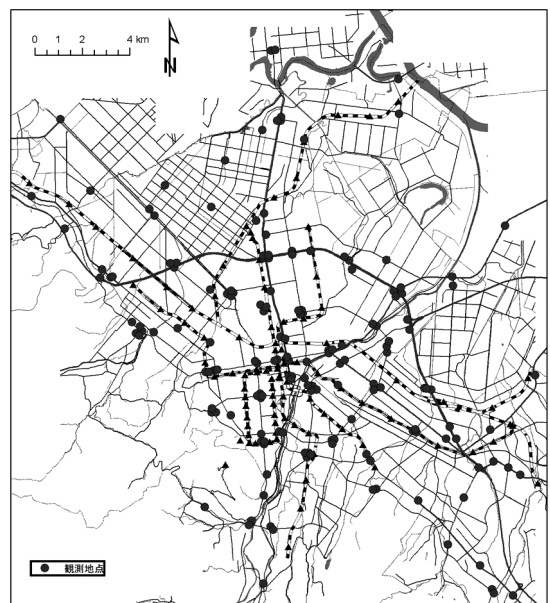


図1 解析対象地域（交通センサス一般交通量調査の観測地点）

こととした。なお、以上の項目のうち歩行者交通量・自転車交通量・バス交通量についてはそのままの数値を用いると、地点ごとの値のばらつきが大きすぎるため、それぞれの対数値を使用している。

### Ⅲ. 札幌市における交通センサス指標を用いた札幌市の地域概観

**24時間交通量**は、図2で示されるように、まず中心部の札幌駅付近で多く、次にそこから放射状に広がる国道(特に36号線・230号線)で多くなっている。逆に、国道から離れている地域(地下鉄東西線の西側など)は総じて自動車の交通量が少ない。

**大型車率**(24時間交通量のうち大型車が占める割合)は、自動車類交通量に対する大型車(バス、普通貨物車)交通量の割合を百分率で表したものである。

$$\text{大型車率} = \frac{\text{大型車交通量}}{\text{全車交通量}} \times 100$$

大型車率は図3で示されるように、国道274号線(札幌新道)や新川通など、バイパス的な役割を果たしている道路で最も大きい。市中心部に向

かう道路よりも、市周辺で割合が大きくなっている。

**歩行者交通量**は図4で示されるように、市中心部で最も多い。また、地下鉄の駅周辺でも多くなっている。大型車率とは逆相関になっている。

**自転車交通量**は、図5で示されるように、歩行者交通量とほぼ同じ分布である。ただし、歩行者交通量よりも中心部から離れた地域(特に北区・東区)で比較的交通量が多い。

**バス交通量**は図6で示されるように、市中心部や国道36号線・230号線・453号線で交通量が多い。逆に同じ国道でも12号線や5号線ではそれほど多くない。これは、前者には並行する鉄道がないので、そのぶん路線バスが多く走っているためだと考えられる。

**昼夜率**は図7で示されるように、自動車類24時間交通量の自動車類昼間12時間(7時~19時)交通量に対する割合であり、次の式で定義される。

$$\text{昼夜率} = \frac{\text{自動車類24時間交通量}}{\text{自動車類12時間交通量}}$$

昼夜率はほぼ同心円状に変化する構造をとっていることが図7よりわかる。昼夜率は24時間交通量を12時間交通量で割った値なので、昼夜率が高

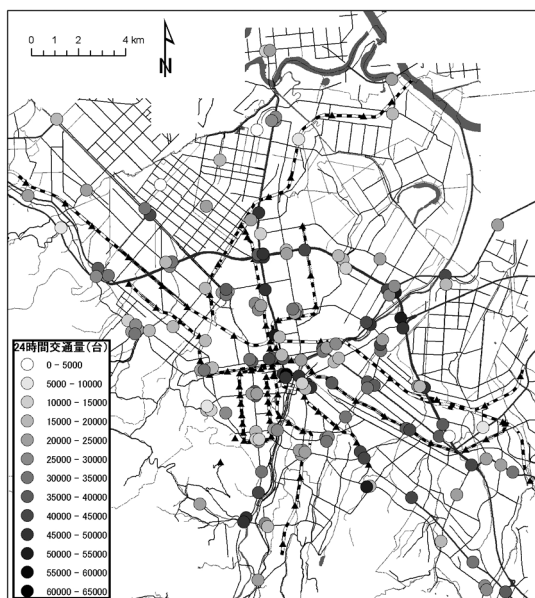


図2 24時間交通量の分布

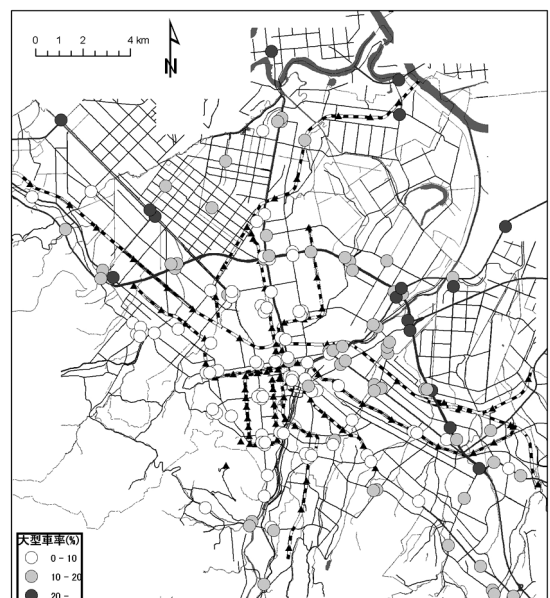


図3 大型車率の分布

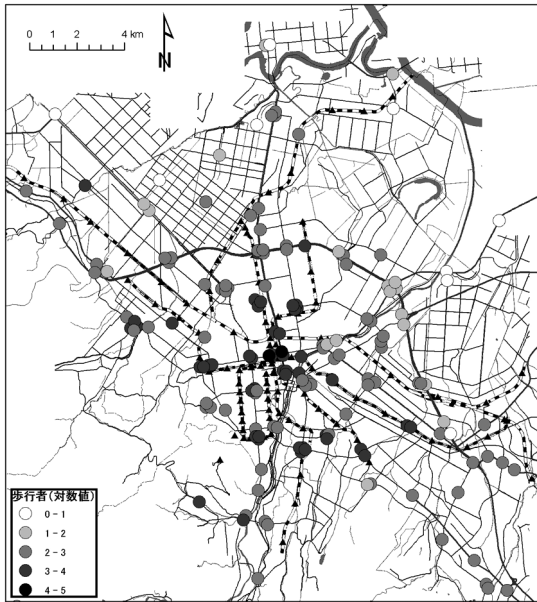


図4 歩行者交通量の分布 (対数値)

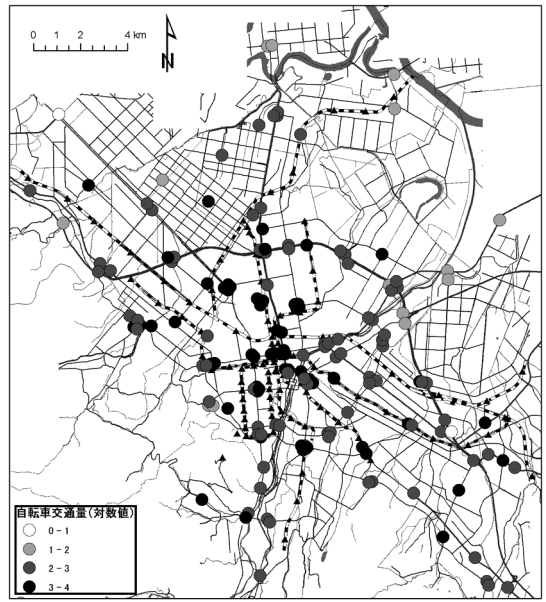


図5 自転車交通量の分布 (対数値)

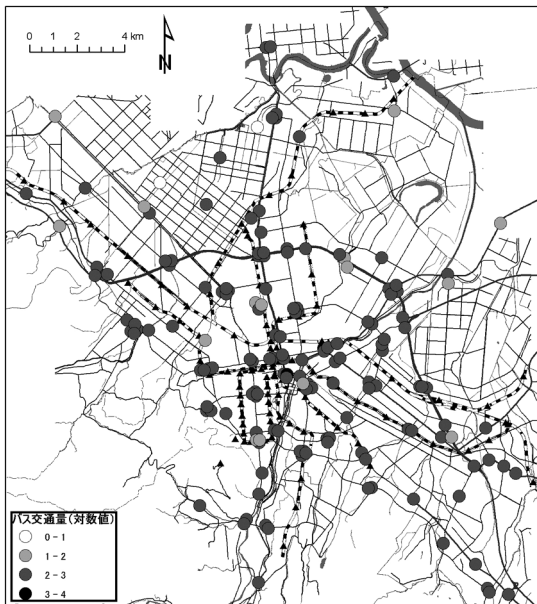


図6 バス交通量の分布 (対数値)

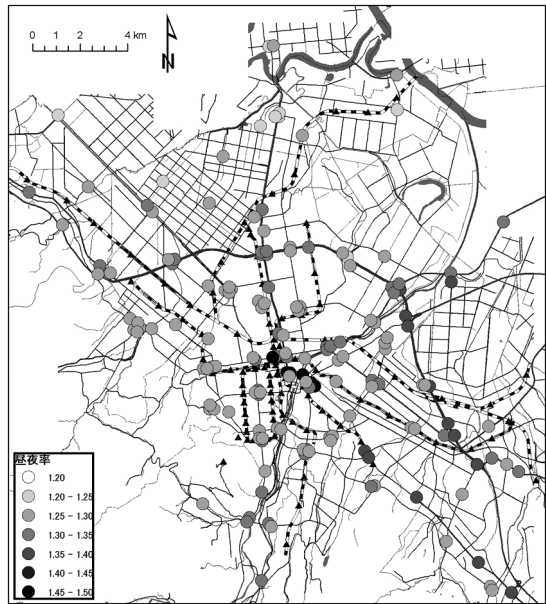


図7 昼夜率の分布

ということは夜間でも自動車の交通が多いと解釈できる。逆に、昼夜率が低いと自動車の交通は昼間に集中している。郊外の住宅地ほどこの傾向は顕著に現れている。ただし、他都市に向かう国道では郊外でも昼夜率は他地点と比較して高い。

**法定速度達成率**(混雑時平均旅行速度÷法定速度)は、混雑度の指標として扱う。混雑時旅行速

度は、調査区間の延長を信号や渋滞等による停止時間を含めた調査区間の所要時間で除したものである。また、法定速度は道路標識等により表示されている指定最高速度であるが、最高速度が指定されていない道路については、道路交通法施行令で定められた最高速度を使用した。なお、指定最高速度が車種別に異なる場合については、普通乗

用車の値を用いた。観測された旅行速度をその道路の法定速度で割った値なので、この値が低いほど、その道は「混雑している」といえる。図8を見ると、中心部では低く、逆に郊外では高くなっている。ただし、旅行速度は道路交通センサスでは混雑時のみの測定であるため、次項のピーク時間帯の占める割合と重ねて考える必要がある。

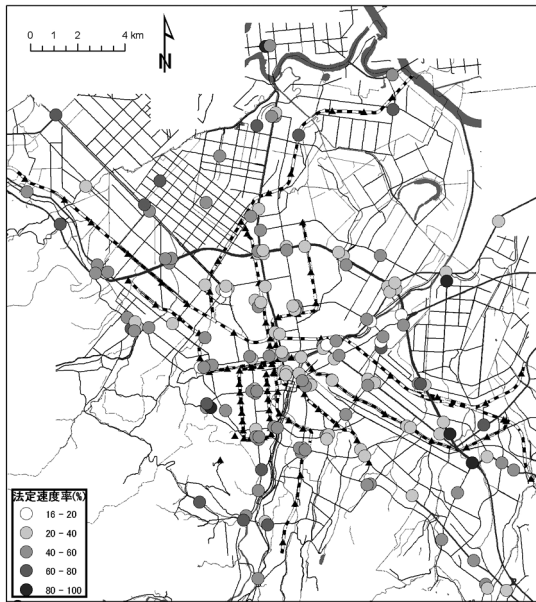


図8 法定速度達成率の分布

ピーク率(24時間交通量のうちピーク時間が占める割合)は、通勤時間帯の混雑度の指標であると考えられる。ピーク時間交通量とは、上り下り合計の交通量が最も多い時間帯(1時間)の自動車類交通量であり、ピーク時間帯の占める割合が高いということは、通勤時間帯に自動車の交通が集中しているということである。図9を見ると、中心部や郊外ではピーク率が高い。道路で考えると、国道5号線や36号線が郊外でもピーク率が低くなっている。これは、小樽市や千歳市方面に往来する自動車が通勤時間帯に限らず多いことを意味していると考えられる。

#### IV. 交通センサスによる札幌市の都市構造分析

交通センサスデータから、札幌市の都市構造を分析するには、特徴集約的な統計解析手法が必要である。ここでは、主成分型因子分析を行って、

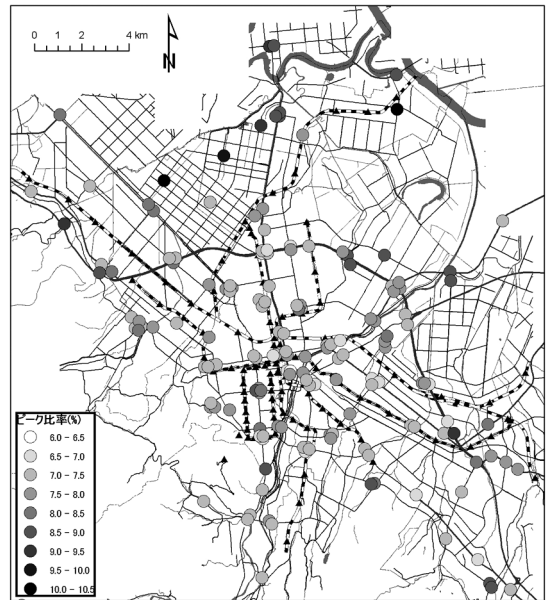


図9 ピーク率の分布

特徴量を抽出した。なお、因子分析の行には地点、列にはセンサスの8項目とし、行列要素にはセンサス値(一部の指標は対数を取って)相関行列を用いた。

因子分析を行った結果、表2より抽出後の負荷量平方和をみると、第2因子までが固有値1を超え、第2因子までの累積寄与率が64.7%となるが、第2因子と第3因子の因子寄与率がほぼ同じであるため、この因子分析では第3因子までを採択した。さらに、抽出された3つ因子軸に回転をかけ、方向性の似た変数群の説明の助けとした。

表1 因子分析の固有値と寄与率

	固有値	寄与率(%)	累積寄与率(%)
第1因子	4.008	50.1	50.1
第2因子	1.169	14.6	64.7
第3因子	0.980	12.2	77.0
第4因子	0.688	8.6	85.6
第5因子	0.398	5.0	90.5
第6因子	0.353	4.4	95.0
第7因子	0.278	3.5	98.4
第8因子	0.126	1.6	100.0

## 1. 第1因子

第1因子は表1より、寄与率は50.1%である。表2に示した各因子の項目ごとの重み付けをみると、第1因子の因子得点は、歩行者・自転車・バス交通量、24時間交通量が正に高い因子負荷を付与し、逆に大型車率、ピーク率、速度達成率が負に高い因子負荷を付与した。また、昼夜率は負の因子負荷であるが、この因子には大きな影響を与えていない。これらから、第1因子は「市街度」と命名した。

市街度について、解釈に関係しないと考えられる因子得点の絶対値が0.5以内のものを地図上から除去した上で、札幌駅を札幌市の中心として、札幌駅から1kmずつ10kmまでのバッファを描いた(図10)。図10から、正に高い成分得点を取る地域が都心部に集中していることが分かる。さらに詳細に分類を試みると、中心から半径1kmの範囲は札幌駅、大通など札幌市の行政や商業の中心地域で、いわば札幌市のCBDといえる。この範囲で除去されていない地点の因子得点は全て+1以上である。次に、半径3kmの範囲をみると、おおよそ環状通が囲む地域と一致する。そして、半径7kmの範囲をみると、東西線の東側の数駅や南北線の真駒内駅を除いて全ての地下鉄の駅がこの範囲

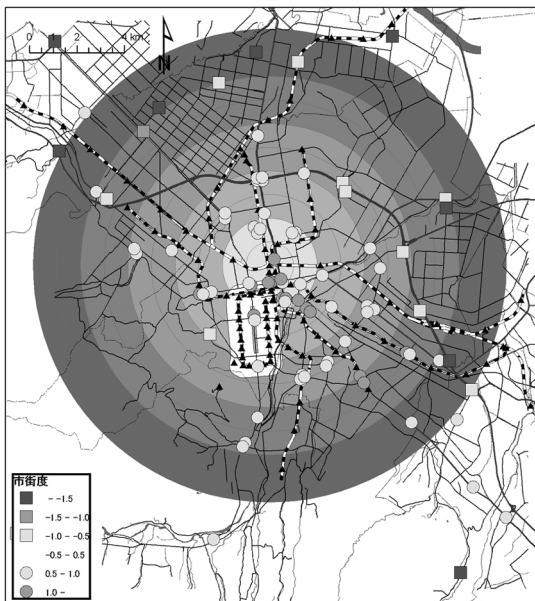


図10 第1因子(市街度)の因子負荷量分布と札幌駅を中心とした同心円、地下鉄・市電の路線

内である。

なおこの範囲以外でも、国道230号線上の地点や手稲駅近辺でも因子得点が高い地域があるが、市街度に関しては、都心からの距離によって分布に特徴がみられると言える。

## 2. 第2因子

次に第2因子は、寄与率が14.6%(累積寄与率64.7%)であり、表2によると、大型率の因子負荷が第1因子で負に高く付与しているのに対して、第2因子では正に高く付与し、歩行者と自転車の成分負荷が第1因子と逆に正に付与している。24時間交通量やバスの交通量は付与の度合いは第1因子と大きく変化はない。また、速度達成率とピーク率については係数が小さく、第2因子にはほぼ影響していない。これらから、第2因子は自動車による要因が大きく付与しているので「バス・自動車通勤依存度」と命名した。

表2 主成分型因子分析による軸回転後の因子行列と各要素との相関

(相関)	第1因子	第2因子	第3因子
24時間交通量	0.618	0.647	0.261
大型車率	-0.682	0.494	-0.093
歩行者交通量(対数)	0.840	-0.418	0.060
自転車交通量(対数)	0.859	-0.290	0.009
バス交通量(対数)	0.680	0.399	0.376
昼夜率	-0.383	-0.235	0.784
速度達成率	-0.694	-0.169	0.379
ピーク率	-0.791	-0.075	-0.032

第2因子の通勤自動車依存度については、解釈のために、札幌市電から500mのバッファを、地下鉄から500mと1kmのバッファを描き、第1因子と同様に成分得点の絶対値が0.5以下の地点を除去した(図11)。図11より、負で高い因子得点をもっている地域は、地下鉄から1km以内の範囲の地点がほとんどである。また、地下鉄から1km以内でなおかつ国道沿線でない地域はすべて負に高い因子得点をとる。地下鉄沿線に居住している人々は通勤においては自動車に依存していないと考えられる。逆に国道230号線の南区の地域や国道36号線、275号線は因子得点が正に高い地域が

多く、負に高い地域はみられない。これは郊外から市中心部へ自動車通勤する人々が多いことが影響していると考えられる。

以上より、バス・自動車通勤依存度に関しては、駅を中心とした小さな地域構造を示しているといえる。

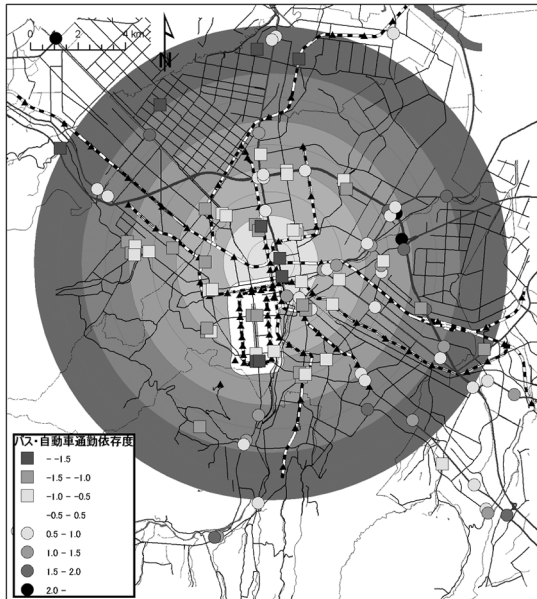


図11 第2因子(バス・自動車通勤依存度)の因子負荷量分布と札幌駅を中心とした同心円、地下鉄・市電の路線

### 3. 第3因子

最後に第3因子であるが、寄与率は12.2%(累積寄与率77.0%)であり、昼夜率が他の項目に比べ大きく因子負荷を付与している。他は速度達成率、バス交通量、24時間交通量が正に因子負荷を付与している。残る4項目は第3因子にはほぼ影響していない。これらから、第3因子は「道路の夜間使用度」と命名した。

第3因子の道路の夜間使用度については、因子行列から昼夜率が大きく因子得点に影響していることがわかる。因子得点の絶対値が0.5以下の地点はすべて除去し、札幌駅から1kmずつ10kmまでのバッファと地下鉄から0.5km・1kmのバッファを描画した(図12)ところ、国道230号線で因子得点が正に高く、札幌新道(国道5号・274号線)では負に高くなっている。それ以外ではJR函館本

線・千歳線で分けられる北側では負に高い因子得点、南側では正に高い因子得点をとる地点が多い。

更なる解釈のために、国道から250mと500mのバッファを描いた(図13)ところ、札幌新道や国道

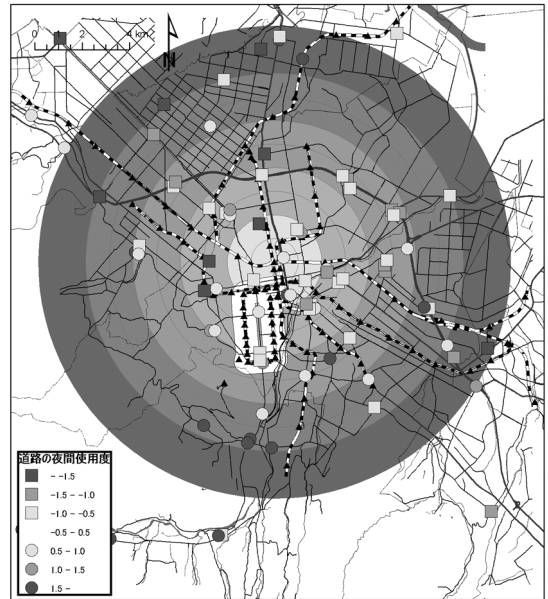


図12 第3因子(道路の夜間使用度)の因子負荷量分布と札幌駅を中心とした同心円、地下鉄・市電の路線

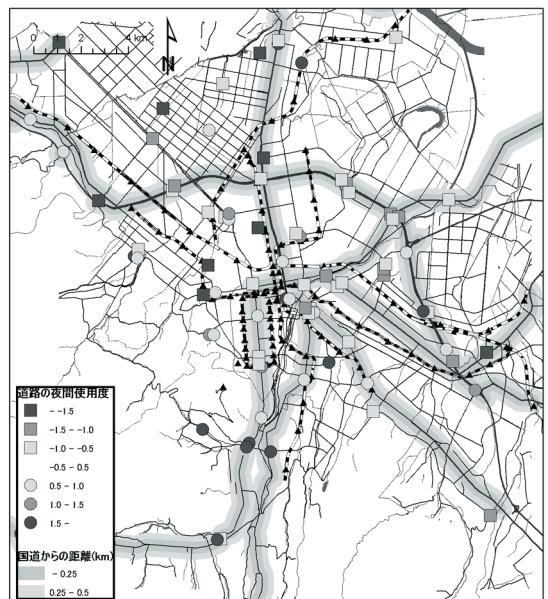


図13 第3因子(道路の夜間使用度)と一般国道

275号線では因子得点が負に高い地点が多くを占めていることが明らかになった。その理由としては、これらの路線は昼間ではバイパスの役割をしているが、夜間は市街地を通る幹線も混雑していないため、昼間に比べ夜間ではあまり利用されていないためと考えられる。逆に、国道230号線では正に高い因子得点となっているが、これは一本道で抜け道がなく、昼間も夜間も変わりなく利用されていることが影響していると考えられる。

道路の夜間使用度に関しては、このように路線ごとに特徴があり、分布図はその違いを示しているといえる。

## V. おわりに

本手法は従来の都市構造の解析として、道路交通を主要因とする人の流れから都市の内部構造を解析する点で今までにないものであり、意味のあるものだと考える。

主成分型因子分析により抽出された各因子を用いて分布図を作成したところ、道路交通から札幌市の都市構造を解釈する一例を示すことができた。実際の都市構造は、これらの因子が複合的に重なって成立したものである。札幌市の都市構造に関する先行研究と比較すると、山口(1976)の結果と近いものを示していると考えている。

また、道路交通センサスのデータは各都道府県・政令指定都市により公開されており、全国どの地域でも本研究と同様の手法にして解析が行えるほか、過去の調査結果も豊富に残されているため、都市構造の時間的変化をみることも容易に可能であると考えられる。この解析法は、交通量調査の観測地点が多い都市で有効であると考えられる。道路交通センサスでは交通量が多い地域ほど観測地点が多く設定されているので、地方中核都市などの大都市では有効な手法であると考えられる。

さらに、橋本(2004)の研究では駅周辺について詳述されているが、本研究では、国道を主とした幹線道路沿線地域の分布に特徴が表れている。

このように、これまで、都市構造の解析にはあまり使用されることがなかった交通センサスのデータを用いて、札幌を例に都市構造の解析を行った。今回は1時点だけのデータのみを用いたが、中心部と郊外という大きな構造、駅を中心と

する小エリアの地域性、路線ごとの特徴といった要素を抽出できた。特に、路線ごとの特徴は、交通センサスならではの結果である。

今後、さらに進んだ解析を行うためには、石狩市、江別市などを含んだより広域的な解析を行うことが必要である。また、札幌市以外の地域、すなわち首都圏のような大都市圏や、旭川市のような地方中核都市でも有効な手法かどうかを検討する必要がある。一方で、道路交通センサス調査においては、都市の構造解析に適した観測地点の配置を検討する必要がある。札幌のような積雪の多い都市では特に、季節的な交通量の変化を考慮に入れるため、冬季積雪期間における交通量調査の必要があろう。

## 参考文献

- 河端瑞貴(2007)：アクセシビリティ格差からみた都市空間構造の自動車依存性 日米の事例. 地理情報システム学会講演論文集, 16, 439-442.
- 橋本雄一(2004)：建物用途からみた大都市内部の構造変容—準三相因子分析法による札幌市の時空間分析—. 北海道地理, 78, 23-50.
- 山口岳志(1976)：札幌市の社会地域分析：因子生態学的研究. 東京大学人文科学科紀要, 5, 83-103.