



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ネットワークDEAによる都市の集約化に向けた都市構造評価手法に関する研究
Author(s)	高田, 寛
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12028号
Issue Date	2015-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k12028
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59946
Type	doctoral thesis
File Information	Hiroshi_Takada.pdf



ネットワーク DEA による都市の集約化に向けた
都市構造評価手法に関する研究

高田 寛

目 次

第 1 章 序論

1.1 本論文の背景と目的	1
1.2 本論文の構成	2

第 2 章 既存研究と本研究の位置づけ

2.1 集約型都市構造に向けた課題	4
2.2 既存研究のレビュー と本研究の位置づけ	6
2.3 参考文献	9

第 3 章 都市の集約化に向けた都市構造評価手法の構築

3.1 概説	12
3.2 集約型都市構造と拡散型都市構造	13
3.3 都市の集約化に向けた都市構造評価手法の構築	14
3.4 DEA の概要	17
3.5 DEA の基本構造	20
3.6 ネットワーク DEA の概要	24
3.7 ネットワーク DEA の基本構造	27
3.8 DEA の適用における入出力項目の検討	31
3.9 参考文献	34

第 4 章 札幌市の都市の変遷

4.1 概説	35
4.2 札幌市の都市構造	36
4.3 都市交通の変遷	45
4.4 まとめ	55
4.5 参考文献	56

第 5 章 ネットワーク DEA による地域の居住環境利便性評価

5.1 概説	57
5.2 ネットワーク DEA による居住環境利便性評価	57
5.3 ネットワーク DEA による札幌市の居住環境利便性評価手法の構築	59
5.4 ネットワーク DEA による分析結果の考察	71
5.5 改善案の考察	74
5.6 まとめ	78
5.7 参考文献	79

第6章 ネットワーク DEA による道路空間サービスレベル評価	
6.1 概説	80
6.2 道路空間サービスレベル評価手法の構築	81
6.3 道路空間サービスレベル評価結果	84
6.4 従来の DEA とネットワーク DEA の比較結果による検証	91
6.5 まとめ	93
6.6 参考文献	94
第7章 DEA による歩行空間サービスレベル評価	
7.1 概説	95
7.2 歩行空間サービスレベル評価手法の構築	97
7.3 歩行空間サービスレベル評価結果	106
7.4 まとめ	110
7.5 参考文献	111
第8章 都市の集約化に向けた都市構造評価分析	
8.1 概説	112
8.2 都市構造評価分析評価フロー	112
8.3 都市構造評価分析	113
8.4 札幌市の都市構造分析結果	114
8.5 まとめ	122
8.6 参考文献	123
第9章 結論	
9.1 本論文の成果	124
9.2 今後の課題	126
謝辞	

第1章 序論

1.1 本論文の背景と目的

現在、我が国の総人口は2004年をピークに減少に転じ、2020年代後半には全ての都道府県で人口が減少すると予測されており、また、出生数の減少により、生産年齢人口も2013年には8,000万人を割り、急速に減少すると推計されている。さらに、我が国の財政状況は、1990年代以降、国・地方とも公債発行残高が急増し、財政収支の赤字が拡大するなど急速に悪化しており、今後、地域住民が新たな負担をせずに、十分な公共投資や行政サービスを楽しむことは、全国的に困難になることが見込まれる。特に、人口減少・高齢化社会において、分散して居住している場合、限られた財政下では効率的な公共投資が難しく、日常生活に必要なサービスが十分に享受できなくなる。そのため、これまでの高度経済成長期の急速な人口増加、都市の拡大の状況においては、都市基盤は着実に整備されたが、今後は、既存の都市基盤を活用した都市再生への政策転換が必要である。

つまり、既存の都市基盤を活用し、居住地の近くに医療・福祉施設、商業施設等が集積し、過度に自動車依存せず公共交通によりアクセスできるなど、日常生活に必要なサービスや行政サービスが存在する集約型都市構造に向けた政策が重要である。

こうした背景を受け、全国の都市では集約型都市構造へ向けた取り組みが進み、札幌市においても、2013（平成25）年に「札幌市まちづくり戦略ビジョン」を策定し、目指すべき都市像として公共交通を中心とした集約型のまちとしている。しかし、交通機能や都市施設などの郊外化が定着した都市において、コンパクトな都市構造の実現に向けては、都市政策や交通政策、財政政策など多様な側面から人口流動を促す効果的な政策立案が重要となる。特に、郊外部において居住環境や交通利便性が高い場合、都市の集約化は容易ではなく、今後は都心部の居住環境や交通利便性がより高い都市構造に転換し、低密度で交通の利便性も低い地域の人口を増やさないことを目指す都市政策が有効と考える。また、集約化を進める上では、多角的な視点から、実態を踏まえ都市構造を評価し、課題を把握する必要がある。

しかし、これまで都市構造に関する評価は、集約型都市が交通や環境に与える影響を対象とし、集約型都市構造が実現した場合の効果検証に主眼がおかれ、現状の都市構造を多角的な視点から評価する手法は確立されていなかった。

そこで本論文では、ネットワーク DEA(包絡分析法:Data Envelopment Analysis)を用いて、効率性の観点から都市の集約化に向けた都市構造評価手法を構築することを目的とする。即ち、「居住利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」の3つの観点から、都市構造を評価し、都市の集約化の方向性を論ずるものである。

1.2 本論文の構成

第1章では、本論文の目的と構成を示す。

第2章では、集約型都市構造を取りまく環境や課題、これまでの集約型都市構造に関する既存研究を整理し、本論文の位置づけを明らかにする。

第3章では、本論文における都市構造評価手法を構築し、手法として用いた DEA 及びネットワーク DEA の概要、理論、利点と問題点等を論説する。

第4章では、本論文の分析対象地域である札幌市の都市変遷として、人口構造、市街化区域面積の推移、都市交通の変遷について整理する。

第5章では、札幌市の各地域の「住民生活利便性」、「公共交通利便性」、「自動車利便性」の3つの利便性に着目し、ネットワーク DEA を用いて効率性の観点から評価を行い、都心回帰を促進するための方策を提案する。

第6章では、道路整備における「円滑性」と「安全性」の双方の観点から、ネットワーク DEA を用いて、総合的に各地域の道路空間サービスレベルを評価し、都心回帰を促進するために優先的に整備すべき道路空間について提起する。

第7章では、自動車を主体とした整備が進められてきた歩道部に着目し、DEA の CCR モデルを用いて現状の歩行者数や自転車数などの容量的な指標のみならず、沿道の施設整備状況や、地域の将来高齢者人口を勘案して各地域の歩行空間サービスレベルの評価を行う。

第8章では、5章から7章で評価した各地域の「居住環境利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」の3つの観点から都市構造を分類し、札幌市の集約化に向けた改善すべき課題について明確にする。

第9章では、本論文で得られた成果をまとめ、今後の課題を整理する。

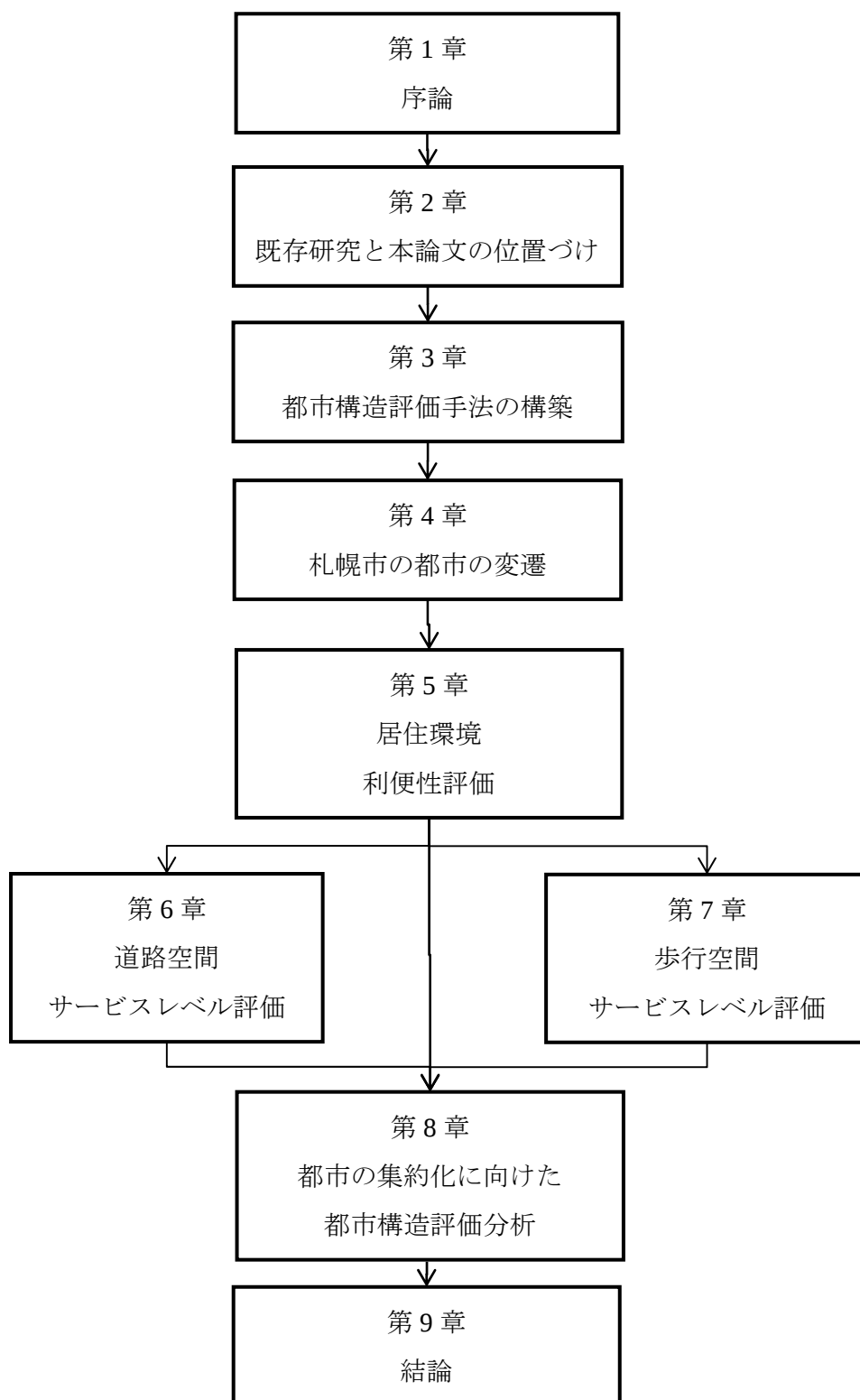


図 1.2.1 本論文の構成

第2章 既存研究と本研究の位置づけ

2.1 集約型都市構造に向けた課題

これまで地方都市においては、人口増加や車社会の進行、都心部と比較して安価な地価などを背景とし、住宅の郊外立地により、市街地が拡大するとともに低密度化が進行してきた。郊外部では、本来利便性が都市部と比較して低いにもかかわらず、地価の安さを背景とした住宅立地や自動車による郊外型大型商業施設へのアクセス利便性等により、自動車中心の都市が形成されてきた。

しかし、今後は急速な人口減少と高齢化社会が進展する中、従来の人口増加を背景として実施してきた郊外部への市街地整備を主とした「拡散型都市構造」から、合理的な都市構造を目指し計画的に都市空間の再編成を誘導していく「集約型都市構造」の転換が必要である。

初期の都市形成は生産・消費の機能が都心部に集積し、密度の高い都市空間が形成されていたが、地価の安さを背景として、郊外における道路網整備やモータリゼーションの進展、自家用車依存型の生活スタイルの変化、さらには公共交通サービスの充実等により、市街地の拡大は加速した。

また、都市施設や商業施設の郊外立地によって、都心部に集積していた機能は郊外に分散し、都心部の求心力が低下した。特に地方都市においては、顕著な中心商業地の衰退や都心のスプロール化といった都市問題が発生した。このような市街地の拡大は、公共交通の利用低下を招き、それが運賃の値上げや利便性の低下を引き起こすといった悪循環を引き起こした。一方で、自動車交通は移動性や快適性に優れているため、さらに自動車需要を加速させ、道路混雑や環境問題の進行を引き起こし、混雑緩和のためさらなる道路整備を必要としている。

このような背景から、現在都市が抱えている多様な課題を解決するために、既存の都市施設を活用し、環境への負荷が少ないコンパクトにまとめた都市を形成することが必要であるという集約型都市構造の概念が生じてきた。

2006年の社会資本整備審議会答申「新しい時代の都市計画はいかにあるべきか」の具体的な検討課題として、中心市街地は対策を講じながらも、なお空洞化が止まらないことが示された。これは都市全体に進行している「都市機能の無秩序な拡散」ということが、構造的な原因の一つである。この解決には、多くの人にとって暮らしやすい都市づくりを行う観点に立って、広域的サービスを担う商業、行政、医療、文化等の諸機能の立地を集約し、自動車に依存しないアクセシビリティを確保するような「集約型都市構造」に転換するための「都市構造改革」を必要としている。特に、都市全体から多数の来訪者を招く「広

域的都市機能」の立地は、都市計画手続を通じて公正・透明に、地域で「よく判断」する仕組みとすべき¹⁾としている。

つまり、現状の拡散型都市構造を放置した場合、各都市機能が拡散していくことで、結果として、都市全体を高い水準で維持することが困難であると考えられる。

また、「人口減少等社会における市街地の再編に対応した建築物整備のあり方について」においては、人口減少社会の到来など経済社会の変化や都市の成熟化に対応して、都市構造を転換し、一定の都市機能が集積した都市構造を目指すことが示されている。その場合、都市機能の配置は、生活する多くの人にとって利便性が高く、暮らしやすいような都市をつくるという視点が重要である。このため、インフラや周辺環境に大きな影響を与える広域的都市機能を有する施設の無秩序な立地を規制し、立地可能な用途地域の見直しや、白地地域における用途制限の導入により、これらの施設の立地の際には都市計画手続を必要とする仕組みにすべきであり、まちなか居住の推進をはじめ、多様な都市機能の集積する市街地整備方策が重要である²⁾としている。

しかし、現時点の都市に着目すると、集約型都市構造へ転換政策をあげながら、その効果が表れていないのが実情でもある。つまり現状では、集約型都市構造の必要性を認識しながらも、郊外部の住宅開発や郊外型大型商業施設の立地が進展しており、この要因は経済的な要素としての利潤最大化と環境負荷低減を考えた土地利用施策の一体化が図られていないことが要因である。さらに、税収増加のための開発誘導と長期的な費用増加を判断できず、結果的に集約化の利点が正しく判断されていない。

従って個々の開発事業が経済、社会、環境といった要素に重視され、かつ影響があることは概念としては理解されていても、都市全体に及ぼす影響については把握できず、またその評価についても不明瞭である。

集約型都市構造は、「環境負荷削減」、「都市経営費用の削減」の2つの利点があげられるが、「環境負荷削減」は集約化型都市構造になると、搬送エネルギーの削減、都市施設の新設や更新の削減、集合住宅増加によるエネルギー効率の向上、移動交通量の減少の結果、都市から排出される二酸化炭素排出量は減少する。一方で、集約型都市構造に移行する過程で排出される二酸化炭素排出量により、削減効果が相殺される可能性があると考えられており、同様に「都市経営費用の削減」についても移行する過程で相殺される可能性があることは課題である。

2.2 既存研究のレビュー と本研究の位置づけ

集約型都市構造についての既存研究をみると、最も多い研究分野の一つは、環境負荷の削減効果に関する研究である。黒田ら³⁾は神戸市、堀ら⁴⁾は宇都宮都市圏、小島ら⁵⁾は仙台都市圏を対象に集約化による環境負荷削減効果について分析を行い、都心居住や高密度開発の有効性を示している。また、谷口ら⁶⁾や中井ら⁷⁾は、都市構造と交通部門のCO₂排出量の関係を明らかにしている。この他に中道ら⁸⁾は、自動車依存した生活をしてきた居住者が都心へ転居後の自動車利用について、意識調査を継続的に行い、CO₂排出量削減が望めることを明らかにしている。

一方で、集約化が都市経営に与える影響の研究として、小瀬木ら⁹⁾は市町村道、上下水道を対象として維持管理費用を推計している。また、土屋ら¹⁰⁾は全国の将来人口を考慮し、道路維持管理費を算出し、集約化の進行度により維持管理費が異なることを定量的に示している。この他に、特定の指標の利点を定量的に評価する研究は多く見られるが、森本ら¹¹⁾は多角的な視点から、財政と環境の総合的な評価を行い、財政面の効果は大きい環境負荷低減については、都市の集約化だけでは困難であるとしている。

このように集約型都市構造が形成された場合の有効性に関する研究は多く見られる一方で、安立ら¹²⁾は集約型都市構造を形成する過程についてシナリオを設定し、各シナリオにおいて、都市サービスの撤退における居住者への影響を考慮した分析を行っている。

都市構造分析についての既存研究では、中西ら¹³⁾や小坂ら¹⁴⁾は地方自治体が効率的に都市構造の検討ができるように地域メッシュ統計から、都市構造の実態を示す指標を検討し、都市間比較を行っている。また、赤星ら¹⁵⁾は公共交通のダイヤの時空間ネットワークを構築し、低頻度の公共交通網の地域の移動利便性を評価している。大庭ら¹⁶⁾は中心商業地と郊外店舗の競合関係から、交通と住居・商業立地に関する都市モデルを構築し、仮想都市を対象とした数値シミュレーションにより、交通運行頻度によるコンパクト化と中心市街地活性化の関係性を明らかにしている。また、奥村ら¹⁷⁾は、都市構造の人口密度に着目し、一定以上の人口を有する全国163都市を対象とし、DID人口密度と乗用車保有率の経年的な変化を把握し、それらがどのように関連しているのかを分析している。その結果、近年はDID人口密度及びその変化が乗用車保有率の増加量に関連していることを明らかにした。

集約型都市実現に向けた施策論として、古澤ら¹⁸⁾は郊外部から中心部の住み替えに有効と思われる施策として、居住費補助や高齢者向け住宅整備などに着目し、その実現性について検討している。また、海外においても立地誘導策は多様な目的で実施され、自動車依存が極めて高い米国において、深刻な問題である交通渋滞の解決策としてDeakin¹⁹⁾は道路混雑緩和のため土地利用と交通計画の政策評価をしている。一方でCervero²⁰⁾はサンフランシスコを対象に、鉄道駅周辺の住宅開発の実態を調査し、公共交通を中心とした住宅開発

の有効性を明らかにしている。近年では、立地誘導策はより多様な目的の中で実施されるようになり、土井ら²¹⁾は立地効率性(Location Efficiency)を公共交通指向型開発(TOD)の最も重要な概念とし、立地効率貸付制度(LEM)を紹介している。最後に鈴木ら²²⁾は各自治体の多様な立地誘導策を整理し体系化を行った結果、3 つに大別できることを明らかにしている。

以上のように既存研究は、集約型都市構造の形成もしくは形成過程において、集約型都市構造の利点を定量的に研究したものが多い。つまり、集約化された後の利点に着目した効果検証が行われている。また都市構造分析については、統計データによる指標の検討や可視化、時空間ネットワークや都市モデル構築により交通運行頻度による都市のコンパクト性を評価したものとなっている。さらに、集約型都市構造の実現に向けた施策論の既存研究では、多様な施策案を導入する場合の手法論やその有効性を示したものが多く、各地域の課題を把握し、それに対しどのように集約させるべきか、もしくは集約化が可能であるかを論じているものではない。つまり、現状として集約型都市構造を目指せる都市構造か否かの評価がされていない。

また本研究で用いた DEA (Data Envelopment Analysis: 包絡分析法) の既存研究としては、主に経営学分野における研究が多いが、近年は土木工学分野においても研究が進んでいる。交通分野において、荒谷ら²³⁾²⁴⁾は DEA を用いて都市間交通のモビリティを表す指標を提案し、その指標を用いて地域格差の分析を行っている。また、岸ら²⁵⁾は、DEA における時系列分析法のウィンドー分析法により、経営と都市機能の観点から地下鉄事業を評価し、事業体の改善のための数値目標を提示している。東本ら²⁶⁾²⁷⁾は DEA を用いて、バス事業者と利用者の視点から総合的な効率性評価方法を構築し、札幌市内の各バス路線の効率性を評価している。また、改良型ウィンドー分析法による帰宅時間のバス運行サービスについての評価²⁸⁾や札幌市の各バスターミナルの乗継機能の評価²⁹⁾を行っている。

DEA による環境評価手法としては、谷口ら³⁰⁾は環境総合評価が評価の高い評価項目よりも評価の低い評価項目にひきずられる傾向があることに着目し、効率的な政策順位決定のために DEA の導入を提案している。また、行政評価手法として、中島ら³¹⁾は全行政活動を対象とし、課題を有する行政分野に対して定量的な改善案の提示を可能とする自治体の行政活動の総合的評価手法を提案している。

DEA による優先順位決定手法として、福田ら³²⁾は災害発生後に重要な機能を果たす施設の数や緊急輸送ネットワークの道路延長を要因とし、各箇所の危険性・重要性にみられる「事情」を反映した公平性の高い順位評価をしている。佐藤ら³³⁾は災害防除施設施工の優先度の判定を行うため、収集したデータから一元化された指標を抽出し、より妥当性のある評価から施工優先順位決定手法を構築している。海原ら³⁴⁾は急傾斜地崩壊対策施設整備

に対して、設定者の意思に左右されない客観的で公平な施設整備優先順位設定法を提案している。三上ら³⁵⁾や小幡ら³⁶⁾³⁷⁾は、北海道内国道橋の補修実績データを用いて、補修優先順位を決定し、評価項目の妥当性を検証している。

また、尹ら³⁸⁾は下水道管渠施設の定量的でかつ客観的な老朽度および損傷度合いの評価法を提案し、実際のデータを用いて有効性を検証している。

このように、本研究で用いる DEA の既存研究では、事業効率化に向けた研究や災害施設整備などの災害対策を進める上での優先順位決定手法として用いられた研究が多く、都市構造を評価するために用いられた研究はない。

本論文は、都市の集約化による効果や、集約型都市構造を目指す中での公共交通への転換の必要性を述べるものではなく、都市の集約化に向けた都市構造評価手法の構築を主目的としていること、さらにその評価手法として、効率性の観点から DEA を適用しているところに特徴がある。

2.3 参考文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局都市計画課：社会資本整備審議会答申「新しい時代に対応した都市計画はいかにあるべきか」第一次答申、2006
- 2) 国土交通省都市・地域整備局都市計画課：社会資本整備審議会答申「人口減少等社会における市街地の再編に対応した建築物整備のあり方について」答申、2006
- 3) 黒田勝彦・竹内幹雄・藤本秀男・田中洋史：「CO2 排出量を考慮した土地利用モデル」、土木計画学研究・講演集、No.22(2)、pp.547-550、1999
- 4) 堀裕人・細見昭・黒川洸：「自動車エネルギー消費量から見たコンパクトシティに関する研究—宇都宮都市圏の2時点におけるPTデータを用いて—」、都市計画論文集、Vol.34、pp.241-246、1999
- 5) 小島浩・吉田朗・森田哲夫：「環境負荷を小さくするための都市構造及び交通施策に関する研究—仙台都市圏を対象として—」、都市計画論文集、Vol.39-3、pp.541-546、2004
- 6) 谷口守・松中亮治・平野全宏「都市構造からみた自動車 CO2 排出量の時系列分析」、都市計画論文集、Vol.43、pp.121-126、2008
- 7) 中井秀信・森本章倫：「コンパクトシティ政策が民生・交通部門のエネルギー消費量に与える影響に関する研究」、土木学会論文集 D、Vol.64. No1、pp.1-10、2008
- 8) 中道久美子・谷口守・松中亮治：「転居を通じた都市コンパクト化による自動車依存低減の可能性—大都市圏における転居前後の交通行動変化分析」、都市計画論文集、Vol.43-3、pp.889-894、2008
- 9) 小瀬木祐二・石坂公一・近江隆：「都市域におけるインフラの維持管理・更新費用の将来予測手法」、土木計画学研究発表会講演集、Vol. 40、CD、2009
- 10) 土屋貴佳・室町泰徳：「都市のコンパクト化による道路維持管理費用削減に関する研究」、都市計画論文集、Vol.41-3、pp.845-850、2006
- 11) 森本章倫：「都市のコンパクト化が財政及び環境に与える影響に関する研究」、都市計画論文集、Vol.46-3、pp.739-744、2011
- 12) 安立光陽・鈴木勉・谷口守：「コンパクトシティ形成過程における都市構造リスクに関する予見」、土木学会論文集 D、Vol.68、No.2、pp.70-83、2012
- 13) 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」、都市計画論文集、Vol.46-3、pp.445-450、2011
- 14) 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—」、都市計画論文集、Vol.47-3、pp.841-846、2012

- 15) 赤星健太郎・高松瑞代・田口東・石井儀光・小坂知義：「低頻度な公共交通網を有する地域の移動利便性の評価手法に関する研究 - 時空間ネットワークを用いた公共交通網と都市構造の関連分析 -」、都市計画論文集、Vol47-3、pp.847-852、2012
- 16) 大庭哲治・松中亮治・中川大・尹鍾進・牧野夏樹：「中心市街地の空間配分を考慮した公共交通利便性が都市構造に及ぼす影響に関する研究」、都市計画論文集、Vol47-1、pp.9-16、2012
- 17) 奥村拓也・中川大・松中亮治・大庭哲治：「人口密度に着目した都市構造と乗用車保有率との経年的な関連分析」、土木学会論文集 D、Vol.67、No.5、pp.70-83、2011
- 18) 古澤浩司・杉木直・青島縮次郎：「地方都市におけるコンパクトシティ実現のための居住誘導施策とその効果に関する分析」、土木計画学研究発表会講演集、Vol. 25、CD、2002
- 19) Deakin, E.: Land Use and Transportation Planning in Response to Congestion: The California Experience, The University of California Working Paper, No.54, 1991.
- 20) Cervero, R.: Transit-Based Housing in the San Francisco Bay Area: Market Profiles and Rent Premiums Transportation Quarterly, Vol 50, No.3, 1996.
- 21) 土井健司・中西仁美・紀伊雅敦・杉山郁夫：「米国の TOD に見る新たなアクセシビリティ概念 Location Efficiency に関する考察」、土木学会論文集 D、Vol.62、No.2、pp.107-121、2012
- 22) 鈴木一将・森本章倫：「集約型都市実現に向けた立地誘導策の体系化の検討」、土木学会論文集 D、Vol.67、No.5、pp.315-320、2012
- 23) 荒谷太郎・轟朝幸：「マルムキスト指数を用いた都市間公共交通モビリティの時系列変化の要因分析」、土木学会論文集 D3、Vol.67、No.5、pp.I939-945、2011
- 24) 荒谷太郎・轟朝幸：「わが国における都市間公共交通モビリティの時系列分析」、土木計画学研究・論文集、Vol.27、No.4、pp.643-652、2010
- 25) 岸邦宏・山平秀典・佐藤馨一：「ウィンドー分析法による地下鉄事業の経営および利用効率評価」、土木計画学研究・論文集、Vol.18、No.1、pp.115-121、2001
- 26) 東本靖史・岸邦宏・佐藤馨一：「包絡分析法を用いたバス路線の総合効率性評価に関する研究 -札幌市のバス路線を事例として-」、都市計画論文集、Vol.40-3、pp.379-384、2005
- 27) 東本靖史・岸邦宏・佐藤馨一：DEA による札幌市路線バスの総合的効率性評価、都市学研究 43、北海道都市地域学会、pp.17-22、2006
- 28) 東本靖史・岸邦宏・劉志鋼・佐藤馨一：改良型ウィンドー法による帰宅時間帯のバス運行サービスの評価に関する研究、地域学研究 Vol36、No.3、pp.575-587、2005
- 29) 東本靖史・岸邦宏・佐藤馨一：DEA による札幌市の地下鉄乗継バスターミナルの再編に関する研究、交通学研究 2005、日本交通学会、pp.129-138、2007

- 30) 谷口守・秋永淳一郎・阿部宏史：「地方中心都市の環境評価構造とその都市間比較及び DEA 分析への展開」、土木計画学研究・論文集、Vol.17、pp.423-430、2000
- 31) 中島卓也・青山吉隆・松中亮治：「地方自治体の行政活動の総合的評価手法に関する研究」、土木計画学研究・論文集、Vol.17、pp.145-154、2000
- 32) 福田友久・大石博之・井上亘・西尾陽介・古川浩平：「包絡分析法による土砂災害危険箇所評価に基づく砂防施設整備事業の優先順位検討」、砂防学会誌、Vol.61、No.1、pp.11-20、2008
- 33) 佐藤丈晴・海原荘一・荒川雅生・足立心也・古川浩平：「災害防除施設施工優先度の設定手法に関する研究、土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol.58、pp.IV-414、2003
- 34) 海原荘一・荒川雅生・佐藤丈晴・中山弘隆・古川浩平：「包絡分析法を用いた客観的な急傾斜地崩壊対策施設整備優先順位設定法」、砂防学会誌、Vol.57、No.2、pp.39-47、2004
- 35) 三上修一・高田直幸・高橋清・大島俊之・向井隆行：「サービス効果を考慮した橋梁の補修順位決定法に関する研究」、構造工学論文集 A、Vol.54A、pp.472-483、2008
- 36) 小幡卓司・佐藤圭太：「各種パラメータを考慮した BMS における超包絡分析法の適用性」土木学会北海道支部論文報告集、Vol.63、A-2、2006.
- 37) 小幡卓司・井田俊輔・宮森保紀・林川俊郎・佐藤浩一：橋梁点検データと意識調査に基づいた劣化順位決定手法に関する一考察、構造工学論文集、Vol.50A、pp.675-684、2004.
- 38) 尹禮分・中山弘隆・尹敏：「社会基盤施設の評価におけるデータ包絡分析法の活用」、ファジィシステムシンポジウム講演論文集、Vol.29、pp. 929-932、2013

第3章 都市の集約化に向けた都市構造評価手法の構築

3.1 概説

本章では、本論文における3つの観点である「居住環境利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」から都市構造評価手法を構築する。

都市の集約化を進める上で、郊外部と比較して都心部の利便性をより高めることが重要であるが、特に地価に見合った居住環境の利便性、道路空間や歩行空間などの交通利便性の3つの観点から都市構造を評価することで、都市の集約化を進める上での現状の都市構造の問題点が把握可能である。

また、手法として用いたDEA及びネットワークDEAの概要、理論、利点と問題点等を論説する。

3.2 集約型都市構造と拡散型都市構造

拡散型都市構造とは、人口増加による郊外部への宅地開発により、都心部に集積していた機能が郊外に分散し、都心部の求心性が低下した都市構造である。拡散型都市構造は、市街地の拡大による公共交通機関の利便性の低下を引き起こす一方で、自動車交通は移動性や快適性に優れているため、さらに自動車需要を加速させ、道路混雑や環境問題の進行を引き起こしている。今後、拡散型都市構造を放置した場合、自動車利用できない高齢者などが公共施設や商業施設などの利用が困難になる生活利便性の低下、人との交流や賑わい、文化などの機能がなくなる生活空間の魅力喪失、自動車利用の増大や郊外開発による環境負荷の増大があげられる。

このような背景から、現在都市が抱えている多様な課題を解決するために、既存の都市施設を活用し、環境への負荷が少ないコンパクトにまとまった都市を形成することが必要であるという「コンパクトシティ」の概念が生じてきた。国土交通省の社会資本整備審議会都市計画部会における「都市政策の基本的な課題と方向検討小委員会」¹⁾の報告（2009年6月）の中で、コンパクトシティの概念を示している。この中では、「一定程度集まって住み、そこに必要な都市機能と公共サービスを集中させ、良好な住環境や交流空間を効率的に実現する「集約型都市構造」を持つコンパクトシティを目指すべき」となっている。

集約型都市構造とは、限定された集約拠点に対して、都市施設を高密度に配置し、域内での都市機能を高め、市街地整備と交通施策が連動し、複数の集約拠点とその他の地域とが公共交通を基本に連携されている都市構造と定義される。

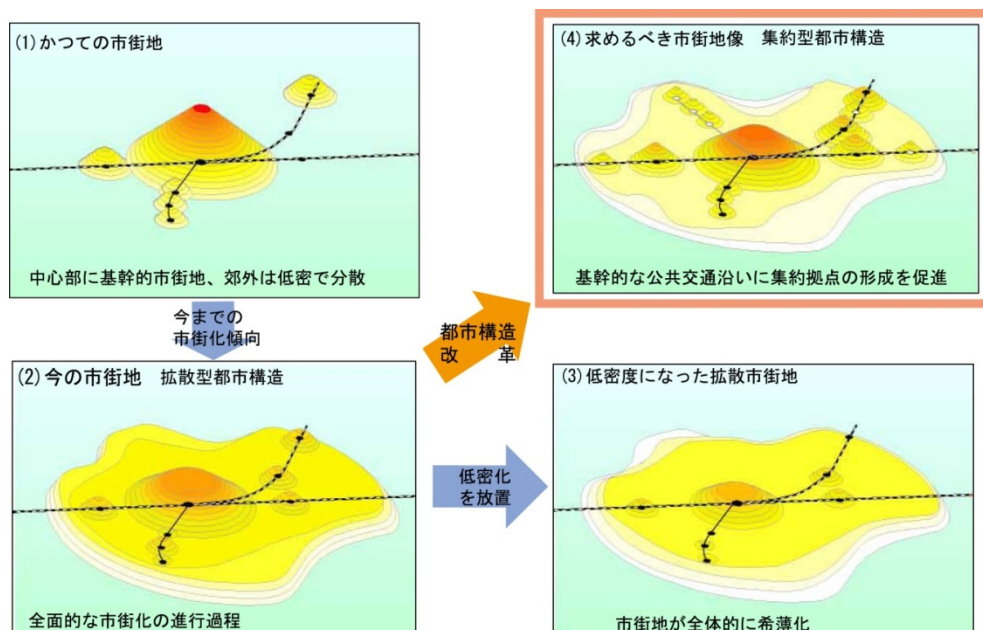


図 3.2.1 拡散型都市構造と集約型都市構造のイメージ図¹⁾

3.3 都市の集約化に向けた都市構造評価手法の構築

現在、多くの地方都市では、中心部の魅力を高めるために市街地再開発事業等を実施しているが、中心部の地価は高く、住宅や公共施設の立地による中心部の活性化は進まず、集約型都市に向けた課題は多い。また、バイパスや高速道路網の整備を背景としたモータリゼーションの進展により、自動車移動を前提とした都市の形成が進んでおり、郊外型商業施設等の沿道型施設の立地が進展している。さらに、中心部と郊外部を結ぶ公共交通機関利便性が低い場合、自動車の中心部への乗り入れにより、交通渋滞や歩行者の利便性や快適性が低くなる。

人口が郊外へ流出した要因として、行政主導による郊外部の計画的な整備は勿論であるが、中心部では住宅が狭小であり、居住費が高く、自動車の利便性が低いことなども要因となっており、人口減少する中では、これらを改善しなければ集約型都市構造を目指すのは難しい。しかし、どこまで中心部を改善すべきかという点では、各地方都市において目標を定めることも困難である。つまり、中心部の何を改善すれば、集約型都市構造が促されるのかを明確にする必要がある。

ここで、今後の集約型都市構造を考える上で、急激な人口増加への対応として行政主導の施策により、計画的に拡散型都市構造を形成したと考えると、今後の人口減少においては、それとは対照的な施策が必要である。つまり、現在の拡散型都市構造が、郊外部への区画整理事業による宅地整備やそれに対する道路交通網、公共交通網の整備・拡充が大きく寄与し、集約型都市構造が進まないと考えるのであれば、郊外部は中心部よりも、住環境の利便性や交通サービスは同等以上に高いと考えることができる。

そこで、本章では拡散型都市構造へ寄与した要因である住環境の利便性や交通サービスの観点から、集約化に向けた都市構造評価手法を構築する。つまり、拡散型都市構造を促した観点から現状の都市構造を評価し、各地域の評価結果の分布状況を分析することで、各地域の課題を明確にすることができる。本研究では、拡散型都市構造に寄与した要因として、宅地開発の観点から居住費に対して住環境の利便性を評価する「居住環境利便性」、宅地開発に対して整備・拡充された道路空間を評価する「道路空間サービスレベル」、同様に整備された歩行空間を評価する「歩行空間サービスレベル」の3つの観点から各地域を評価する。

本来、都心部は居住費が高い分だけ、居住環境利便性や交通利便性は高次の水準を有するべきである。しかし、近年は郊外部の方が居住費が安いにもかかわらず、高い利便性を有していることが多く、このことが都心部への集約化を阻む要因となっている。つまり、郊外部の方がかかる居住費に対して、高い利便性を享受できている。そこで、本研究では効率性を評価する包絡分析法（Data Envelopment Analysis; DEA）を適用する。効率性の観点

から各地域を相対評価することで、最も効率的に高い利便性を産み出している地域に対して、その他の地域がどの程度利便性が低いかを把握する。さらに、DEA を用いることで、利便性が低い地域は、利便性が高い地域を目指す改善案を提示できる。つまり、集約型都市構造に向けて、効率的であるべき都心部の改善案を示す。

まず、ネットワーク DEA を適用し、各地域の「居住環境利便性」として、効率性の観点から相対評価を行う。つまり、都心部への集約化を停滞させている要因として、高い居住費に見合った利便性を享受できていないと仮定し、「住民生活利便性」、「公共交通利便性」、「自動車利便性」の観点から各地域の効率性を定量的に分析することにより、「居住環境利便性」を総合的に評価する。ここで、各地域居住者のトリップを評価要因に設定することで、居住者の行動を考慮した評価が可能である。(第 5 章)

次に、ネットワーク DEA を用いて、効率性の観点から道路空間サービスレベルについて相対評価を行う。評価要因として、都市の集約化を進める上では、各地域の道路空間サービスレベルとして、混雑や渋滞を表す円滑性の評価が重要であり、それに伴い事故の危険性も懸念されることから、安全性についても評価する。ここでは、居住者だけではなく、他地域から流入あるいは通過する自動車交通の観点から、各地域の道路空間サービスレベルを評価する。具体的には、道路空間における円滑性のサービス水準を表す指標である混雑度と旅行速度に関連性が高い要因に着目し、円滑性を評価する。同時に安全性についても、事故件数と関連性が高い要因に着目し、安全性を評価する。(第 6 章)

さらに、道路空間と同様に、歩行空間についても容量的観点から通行機能と都市計画的観点から都市施設へのアクセス機能に着目し、DEA を用いて歩行空間サービスレベルを相対評価する。(第 7 章)

以上の 3 つの観点から、札幌市の各地域を総合的に評価することで、集約型都市構造に向けて、改善すべき要因について明確にする。(第 8 章)

図 3.3.1 に本論文の評価フローを示す。

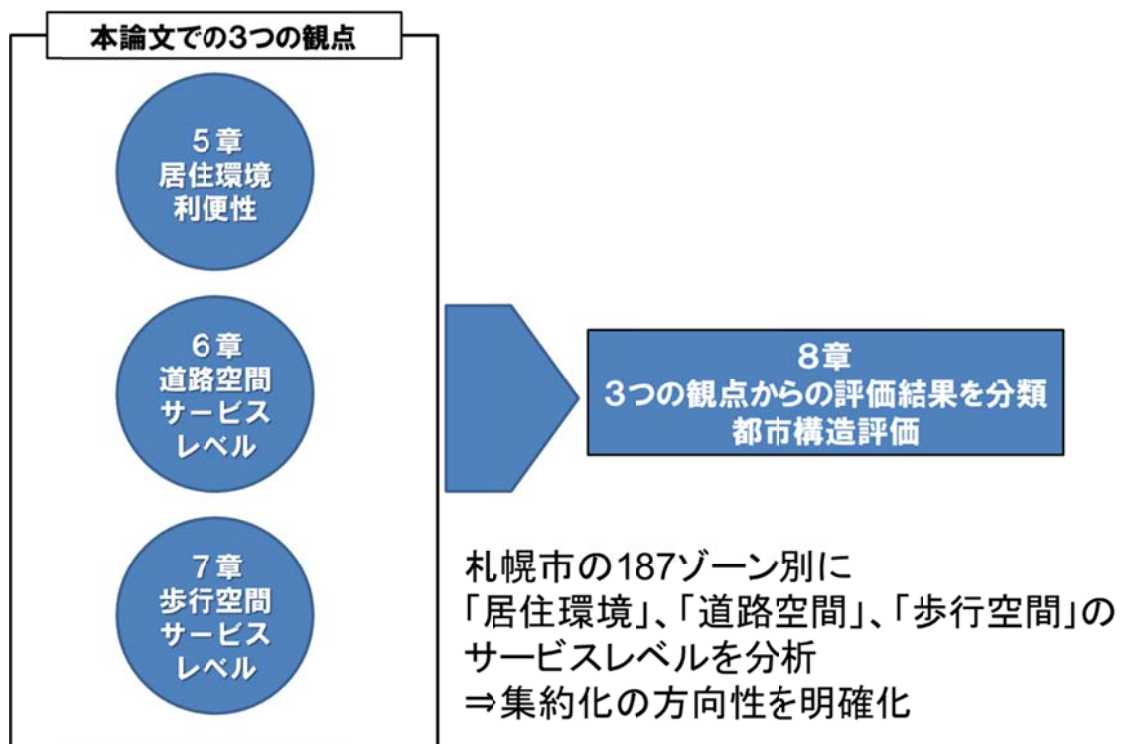


図 3.3.1 評価フロー

3.4 DEA の概要²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾

包絡分析法 (Data Envelopment Analysis; DEA) は、1978 年に European Journal of Operation Research の中で、テキサス大学の A.チャーンズと W.W.クーパー両教授によって開発された⁴⁾。DEA は経営効率分析法とも訳され、経営効率や計画したことが効果的に行われたかどうかを評価するときに用いられる。

経営活動などでは、原材料・設備・労働力・資金・サービス・宣伝など多くの種類のものを投入し、生産物・利潤・信用・顧客などの多くの種類のものを産出する。このように、複数の投入と、複数の産出を比較し、投入に対する産出の比は効率性を測定する相対尺度となる。このとき、少ない投入物で大きい産出物を得ることを効率的にとらえる。事業体の活動を資源の投入から、便益を出力する変換過程として見た場合、効率性を測定するためには（出力/入力）という比を用いて、その変換過程の効率性を測定するのが比率尺度である。とりわけ、経営効率の評価は、支出と収入の比を用いて効率性を評価するのが一般的であるが、多入力・多出力データにおいては、比率尺度による効率性評価は容易ではなく、多基準型の評価問題の解法を得意とするのが DEA である。

DEA ではこのような効率性を、同じような投入と産出を行って活動している複数の対象を比較し評価する。したがって、DEA では分析対象となる組織を意志決定者 (Decision Making Unit; DMU) とよび、この DMU は事業体と訳されることもある。

DEA は、図 3.4.1 に示されるような、観測値の集合から情報を引き出すための新しい原理を含んでいる。

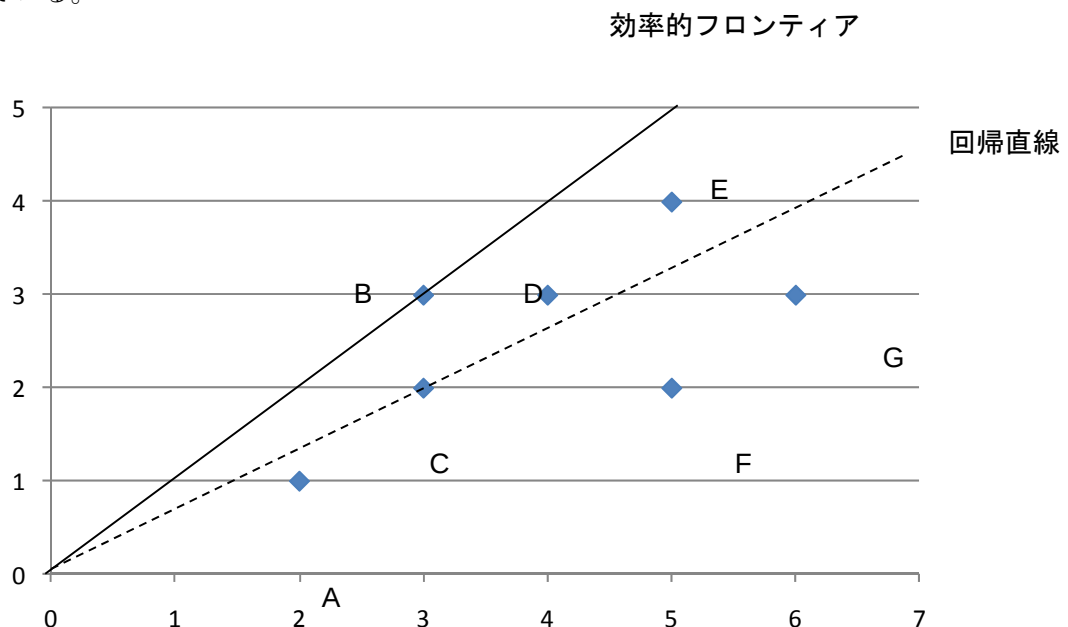


図 3.4.1 DEA と回帰の比較

データ全体に対する単一の回帰平面を最適化することを目的とするパラメトリックな方法とは対照的に、DEA は個々の観測点ごとに最適化を行う。その際にはパレート効率的な DMU の集合によって決定され、離散的な部分線形フロンティアを計算するという目的に関して、最適化を行うことになる。パラメトリックな方法もノンパラメトリックな方法も、どちらもデータに含まれているすべての情報を使っている。パラメトリックな分析では、単一の最適な回帰式が全 DMU に対して当てはまると「仮定」されている。逆に、DEA は個々の DMU の性能尺度を最適化する。このことは、架空の「平均的」な DMU を示す代わりに、個々の DMU についての解釈を明確化することになる。つまり、単一の最適化を行う統計的手法では、「平均」やパラメーター推定を行うのに焦点を合わせているのに対して、DEA ではその分析に n 回の最適化が必要なことで表されるように、「個々」の観測対象に焦点を当てている。

パラメトリックな方法では、独立変数を従属変数に関連づける特定の関数形を決める必要がある。選ばれた関数形については、その誤差項についての特別な設定等の多くの制約が必要であるが、DEA では関数形に関する仮定は一切必要としない。DEA では、効率的フロンティア上にある DMU を効率的、それ以外は非効率的と評価し、非効率的な DMU は効率的フロンティアを基準として、相対的に効率性が計算される。

効率的フロンティアは、DMU の集合に関して得られる様々な量の単一出力を生産するのに使われる様々な単一入力量のデータを使って、DEA から導出されたフロンティアを表している。DEA の計算では、各 DMU の相対的な効率性尺度が得られるが、これは各 DMU の出力と入力に対する実際に観測された値を使って、他の全ての DMU との関連の中で計算される。つまり、各 DMU に対して DEA で得られるウェイトの集合は、他の全ての DMU に対しても実行可能でなければならないという条件のもとで、その DMU の相対的効率性得点を最大化するようになっている。

また、DEA ではそれぞれの非効率的な DMU に対して、入力と出力の各々に対する非効率性の源とその水準を明らかにすることができる。非効率性の水準は、効率的フロンティアとの比較によって決定されるが、これは不等式制約を満たした上で、他の入出力を悪化させることなく、いくつかの出力を増加させうる解、あるいは入力を減少させうる解を求めることにより達成される。なお、非効率的な DMU に対する潜在的な改善量は、射影が効率的フロンティア上にある比較可能な DMU の最良の実践フロンティアに基づいているので、実現可能な潜在的改善量を示唆するものである。

DEA の主な特徴は以下のように整理できる。

- (1) 母集団平均ではなく、個々の観測に的を当てる。
- (2) 望んでいる出力量を生産するための入力因子の利用量に関して、各 DMU について単一の総合的尺度をつくる。
- (3) それぞれが異なる測定単位で記述されている複数の出力と、複数の入力を同時に利用できる。
- (4) 外生変数に対して調整できる。
- (5) カテゴリー・ダミー変数を含むことができる。
- (6) 値は自由であり、入力や出力に対する事前のウェイトや価格に関する知識を必要としない。
- (7) 生産関数を表す関数形に関する制約はおかない。
- (8) 必要なときには判断を取り込める。
- (9) 効率的フロンティアよりも下にある非効率的な DMU を、効率的フロンティア上に射影するための、望ましい入力や出力での変化量を推定することができる。
- (10) パレート最適である。
- (11) 平均的傾向としてのフロンティアの特徴よりは、むしろ顕現された最良の実践を示すフロンティアに的を当てている。
- (12) 各 DMU の相対評価において、厳密な公正基準を満足する。

3.5 DEA の基本構造 ²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾

3.5.1 データの条件

DEA の分析対象となる事業体は会社、学校、病院、都道府県、市町村などのように多種多様であるが、これらの事業体はそれぞれのカテゴリー毎に似たような機能を持って活動している。なお、事業体が n 個存在するとした場合、それらを DMU_1 、 DMU_2 、 $\dots$ 、 DMU_n と表すこととする。

DEA を適用する際には、それぞれの生産活動に共通した投入（入力）と産出（出力）項目を選ぶが、一般的な選び方は次のような方針をとる。

- (1) n 個の事業体はある程度、独立して経営を行っていると考える。
- (2) 投入項目、産出項目とも数値データを準備する。一般に、入出力値は原則としてすべて正とする。
- (3) 全ての事業体は同数の入出力を持っていると考える。入出力数が各事業体によって異なる場合は、相対比較できないので DEA では通常は取り扱わない。
- (4) 原則として、ある出力を得るための入力に関して言えば、値の小さいものほど好ましく、ある入力による出力に関しては大きいものほど好ましい状態にあるとする。
- (5) 投入項目、産出項目の数値の単位は任意にとってよい。

今、 m 個の投入項目と s 個の産出項目が選定され、 DMU_j の投入（入力）データを $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}$ 、産出（出力）データを $y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj}$ とする。各事業体の生産活動に関するデータを縦に並べて行列を作り、入力データ行列 $\mathbf{X}$ と出力データ行列 $\mathbf{Y}$ とする。 $\mathbf{X}$ は $(m \times n)$ 型、 $\mathbf{Y}$ は $(s \times n)$ 型の行列で表される。

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{s1} & y_{s2} & \dots & y_{sn} \end{bmatrix}$$

3.5.2 CCR モデル

複数の事業体それぞれについて比率尺度で効率性を測定するのが DEA であるが、対象となっている k 番目の事業体を DMU_k とした場合、DEA では DMU_k の効率値 θ を最大化するように入力値と出力値の重みを決める。

入力につける重みを $v_i (i = 1, 2, 6, m)$ 、出力につける重みを $u_r (r = 1, 2, 6, s)$ とした場合、各々の重みは次の分数計画問題を解くことで定めることができる。

$$\text{目的関数} \quad \max \theta = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + 6 + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + 6 + v_m x_{mk}} \quad (3.5.1)$$

$$\text{制約式} \quad \frac{u_1 y_{1j} + 6 + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + 6 + v_m x_{mj}} \leq 1 (j = 1, 6, n) \quad (3.5.2)$$

$$\text{入力値へのウェイト} \quad v_1, v_2, 6, v_m \geq 0 \quad (3.5.3)$$

$$\text{出力値へのウェイト} \quad u_1, u_2, 6, u_s \geq 0 \quad (3.5.4)$$

式 (3.5.2) は、その制約式で、仮想的に考えられた総入力と総出力の比を全ての事業体の生産活動において、1 以下に抑えるようにモデル化されている。その上で、 k 番目の事業体の効率性 θ を最大化するように重み v_i 、 u_r を決めている。したがって、最適な θ の値 θ^* は 1 である。

なお、DEA の実用的な解法としては、上の分数問題計画により、次の線形計画問題を一般的な線形計画法のアルゴリズムによって解く方がよい。

$$\text{目的関数} \quad \max \theta = u_1 y_{1k} + 6 + u_s y_{sk} \quad (3.5.5)$$

$$\text{制約式} \quad v_1 x_{1j} + 6 + v_m x_{mj} = 1 \quad (3.5.6)$$

$$u_1 y_{1j} + 6 + u_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + 6 + v_m x_{mj} (j = 1, 2, 6, n) \quad (3.5.7)$$

$$\text{入力値へのウェイト} \quad v_1, v_2, 6, v_m \geq 0 \quad (3.5.8)$$

$$\text{出力値へのウェイト} \quad u_1, u_2, 6, u_s \geq 0 \quad (3.5.9)$$

最適解を (v^*, u^*) とし、目的関数値を θ^* とする。そのとき、DEA では以下のように定義する。

1. $\theta^* = 1$ ならば、 DMU_k は D 効率的である。
2. $\theta^* < 1$ ならば、 DMU_k は D 非効率的である。

また、 DMU_k が $\theta^* < 1$ (非効率的) のとき、次のような等式が成立する j が存在する。

$$R_k = \left\{ j : \sum_{r=1}^s u_r^* y_{rj} = \sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij}, j = 1, 6, \dots, n \right\} \quad (3.5.10)$$

この集合 (R_k) は DMU_k を非効率と判定させるもとになっている事業体群である。その意味で、 DMU_k に対する参照集合という。この参照集合 (R_k) は効率的フロンティアの一部を形成している。容易にわかるように、この集合に属する事業体はそれ自体が効率的である。式 (3.5.5) から (3.5.9) をより短く書くと、

$$\text{目的関数} \quad \max \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (3.5.11)$$

$$\text{制約式} \quad - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad (j = 1, 2, 6, \dots, n) \quad (3.5.12)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (3.5.13)$$

$$v_i \geq 0 \quad (j = 1, 2, 6, \dots, m), \quad u_r \geq 0 \quad (r = 1, 2, 6, \dots, s) \quad (3.5.14)$$

となる。その双対性は、

$$\text{目的関数} \quad \min \quad \theta \quad (3.5.15)$$

$$\text{制約式} \quad - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0 \quad (i = 1, 2, 6, \dots, m) \quad (3.5.16)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad (r = 1, 2, 6, \dots, s) \quad (3.5.17)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 6, \dots, n), \quad \theta : \text{制約なし} \quad (3.5.18)$$

となる。

式 (3.5.11) ～ (3.5.14)、式 (3.5.15) ～ (3.5.18) が CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) モデルと呼ばれる DEA の基本モデルである。式 (3.5.11) と式 (3.5.15) の目的関数は双対定理により一致し、DEA 効率値を示している。

3.5.3 参照集合と効率化への改善案

DEA は事業体の効率性を示すだけではなく、同時に非効率な事業体の改善案についても示すことができる。DMU_k が非効率であるとき、DMU_k を非効率と判定させるもとになっている参照集合は、

$$R_k = \{j | \lambda_j^* > 0, j = 1, 2, 6, \dots, n\} \quad (3.5.19)$$

として表される。この式は、式 (3.5.10) と同等である。

参照集合 R_k に属する事業体は効率的であり、 R_k に属する事業体の存在が、DMU_k を非効率とさせる原因であり、この集合を非負結合させたものが、DMU_k の効率値を決定させる効率的フロンティアを形成する。

式 (3.5.15) ～ (3.5.18) において、DMU_k の効率値は、DEA 最適解を $(\theta^*, \lambda_1^*, 6, \lambda_n^*, d_1^{x*}, 6, d_m^*, d_1^{y*}, 6, d_s^{y*})$ とすると、この効率的フロンティア上のダミー事業体 $(\theta^* x_{1k}, 6, \theta^* x_{mk}, y_{1k}, 6, y_{sk})$ と相対比較することで決定される。ここで、 $\theta^* x_{1k}$ と y_{rk} は次のように表される。

$$\theta^* x_{ik} = \sum_{j \in R_k} \lambda_j^* x_{ij} + d_i^{x*} \quad (i = 1, 2, 6, \dots, m) \quad (3.5.20)$$

$$y_{rk} = \sum_{j \in R_k} \lambda_j^* y_{rj} - d_r^{y*} \quad (r = 1, 2, 6, \dots, s) \quad (3.5.21)$$

すなわち、DMU_k は入力を θ^* 倍に縮小し、さらに余剰を除去する。出力は不足を補うことで、効率的な事業体となる。DMU_k の入力 of 過剰量 (Δx_{ik})、出力の不足量 (Δy_{rk}) は次のように表される。

$$\Delta x_{ik} = x_{ik} - (\theta^* x_{ik} - d_i^{x*}) = (1 - \theta^*) x_{ik} + d_i^{x*} \quad (i = 1, 2, 6, \dots, m) \quad (3.5.22)$$

$$\Delta y_{rk} = d_r^{y*} \quad (r = 1, 2, 6, \dots, s) \quad (3.5.23)$$

よって、

$$x_{ik} \Rightarrow x_{ik} - \Delta x_{ik} = \theta^* x_{ik} - d_i^{x*} \quad (i = 1, 2, 6, \dots, m) \quad (3.5.24)$$

$$y_{rk} \Rightarrow y_{rk} + \Delta y_{rk} = y_{rk} + d_r^{y*} \quad (r = 1, 2, 6, \dots, s) \quad (3.5.25)$$

とすれば、DMU_k は効率的な事業体となる。

3.6 ネットワーク DEA の概要 ⁶⁾⁷⁾⁸⁾

従来の DEA モデルは、多入力、多出力に関する DMU の相対的な効率の測定を扱う。このモデルのひとつの欠点は相互に影響する生産物、もしくはリンクする活動が無視している点である。そこで、相互に影響する生産物を扱うことができる Network DEA というモデルがある。Network DEA を適用することで、DMU の全体的効率に沿った部門ごとの効率性を評価することができる。

図 3.6.1 は相互に影響する生産物の例である。多くの事業体は、図 3.6.1 のようにリンクしているいくつかの部門で構成されている。各部門はそれぞれその生産物の生産のために、その投入資源を利用する。しかし、リンク 1→2、リンク 1→3 およびリンク 2→3 によって示されるリンクする活動がある。

リンク 1→2 は、部門 1 からの出力の一部が部門 2 への入力として利用されることを示す。従来の DEA モデルでは、すべての活動は入力か出力のどちらか一方だけに分類されていた。したがって、従来のモデルでは中間生成物を形式的に扱うことができない。

この過程には多くの変形型があるが、リンクする活動の存在は Network DEA モデルの必要不可欠な部分である。

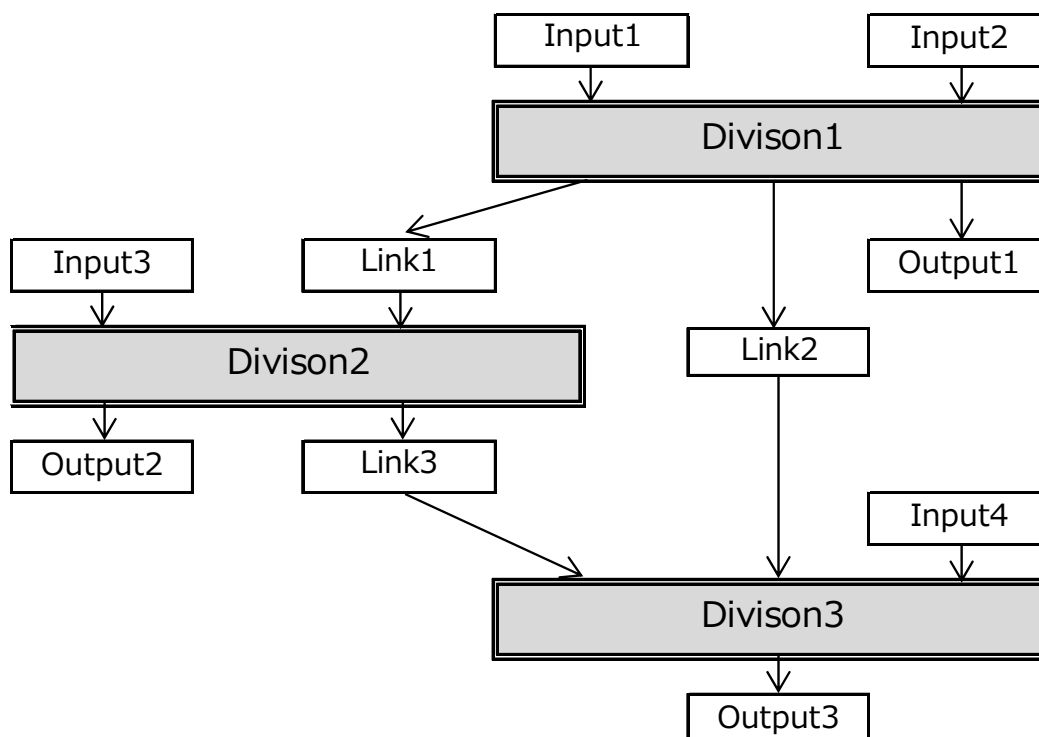


図 3.6.1 ネットワーク DEA のモデル構造

3.6.1 従来型 DEA と Network DEA のモデルの比較

従来の DEA モデルでは、多くの部門で組織された事業体の効率を評価するためには、2つのアプローチがある。

1) 集合(Black Box)

図 3.6.2 に示すアプローチは、入力 1、2 および 3 を利用し、出力 1、2 および 3 を生産する単一の会社へこれらの部門を集めることである。しかし、このアプローチでは内部にあるリンク活動が無視しているので、個々の部門の非効率性が全体の効率性にどのように影響しているかを評価することができず、必要な潜在的価値を完全に評価することはできない。

2) 分離(Separate)

図 3.6.3 に示すアプローチは、部門の効率を個々に評価することである。この場合、Division1 の効率性は、各 DMU の Input1 を入力項目、Output1 を出力項目、また、Link1→2 と Link1→3 も出力項目とする。同様に、Division2 の効率性は、Input2 と Link1→2 を入力項目、Output2 と Link2→3 を出力項目とする。この方法で、DMU の各部門の効率性を評価することができる。しかし、このアプローチでは、部門間のリンクの連続性を説明できず、また、同項目で改善案が 2 つ算出される。

3) ネットワーク DEA

このようなことから、全体の効率性を考慮しつつ、部門ごとの効率性を評価することができる「Network DEA」と呼ばれるモデルが登場し、Network DEA モデルは多重構造を持っており、それぞれの独立したノードからなる DEA の問題を解決するものである。

出力指向のモデルについては、従来の DEA では第 1 段階で、出力の最適解を得るために上流のノードを解決し、次の段階で、上流のノードによって得られた最適出力は、中間入力項目として次のノードに適用される。順に全ノードの DEA を解き、最適出力は最後のノードで得られる。効率スコアは個々の出力で分割された最終的な最適出力として測定される。

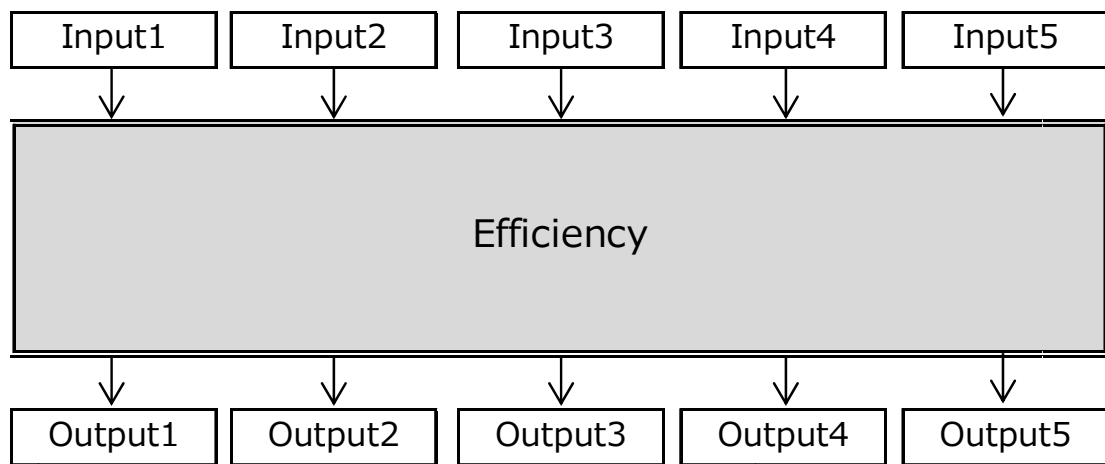


図 3.6.2 従来型 DEA のモデル構造 (Black Box)

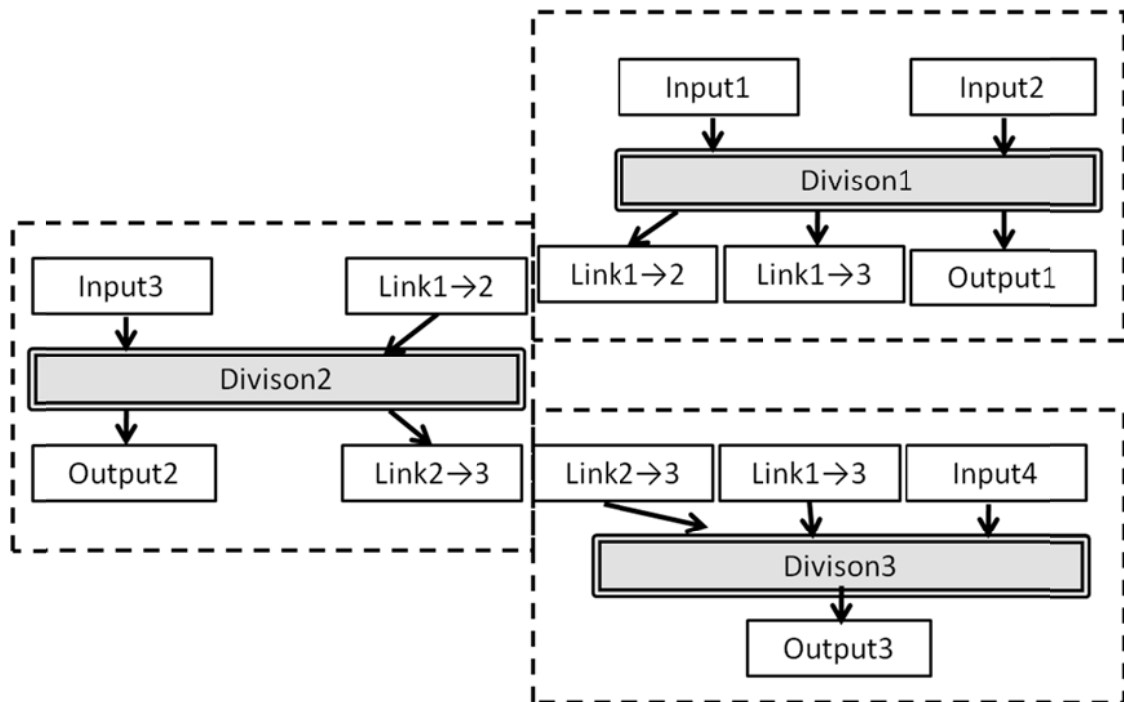


図 3.6.3 従来型 DEA のモデル構造 (Separate)

3.7 ネットワーク DEA の基本構造

3.7.1 各変数の定義と生産可能性集合

Network DEA による生産可能性集合について述べるため、次のように設定する。

n : DMU 集合

K : Division 集合

m_k : Division k への入力項目

r_k : Division k からの出力項目

D : Division $(1, \dots, K)$

S : 入力するリンクがない Division

T : 出力するリンクがない Division

(k, h) : Division k から Division h へ

$t_{(k, h)}$: Division k から Division h へのリンク項目

L : リンク集合

$P_k = \{p \mid (p, k) \in L\}$:DMU の Division k における入力項目

$F_k = \{q \mid (k, q) \in L\}$:DMU の Division k における出力項目

$Z_j^{(k, h)} \in R_+^{t(k, h)}$:DMU の Division k からへのリンク項目

DMU $(j, \dots, K, \dots, n)$ において以下のように仮定する。

$Z_j^{(k, h)} = 0 (\forall j, h \in S)$: 入力するリンク項目がない、スタートの Division

$Z_j^{(k, h)} = 0 (\forall j, k \in T)$: 出力するリンク項目がない、終わりの Division

生産可能性集合 $\{(x^k, y^k, z^{(p,h)}, z^{(k,q)})\}$ は

$$x^k \geq \sum_{j=1}^n x_j^k \lambda_j^k (k=1, K, K) \quad (3.7.1)$$

$$y^k \leq \sum_{j=1}^n y_j^k \lambda_j^k (k=1, K, K) \quad (3.7.2)$$

$$z^{(p,k)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(p,k)} \lambda_j^k (\forall (p, k)) \quad (3.7.3)$$

$$z^{(p,k)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(p,k)} \lambda_j^p (\forall (p, k)) \quad (3.7.4)$$

$$z^{(k,q)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(k,q)} \lambda_j^k (\forall (k, q)) \quad (3.7.5)$$

$$z^{(k,q)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(k,q)} \lambda_j^q (\forall (k, q)) \quad (3.7.6)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1 (\forall k), \lambda_j^k \geq 0 (\forall j, k) \quad (3.7.7)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1 (\forall k) \quad (3.7.8)$$

となる。

上記のモデルは規模のリターンが一定でない場合を想定している。しかし、式 (3.7.8) を除外すると規模のリターンが一定のモデルとして扱うことができる。

DMU_o は

$$X^k = (x_l^k, K, x_n^k) \in R^{m_i \times n}$$

$$Y^k = (y_l^k, K, y_n^k) \in R^{r_k \times n} \quad \text{の場合、}$$

$$x_o^k = X^k \lambda^k + s_o^{k-} (k=1, K, K) \quad (3.7.9)$$

$$y_o^k = Y^k \lambda^k - s_o^{k+} (k=1, K, K) \quad (3.7.10)$$

$$e \lambda^k = 1 (k=1, K, K) \quad (3.7.11)$$

$$\lambda^k \geq 0, s_o^{k+} \geq 0, s_o^{k-} \geq 0, (\forall k)$$

と表される。

ここで、リンク項目についていうと、2つのケースが考えられる。

(a) リンク固定

リンク項目を変えることが出来ない場合。

$$z_o^{(k,h)} = Z^{(k,h)} \lambda^h (\forall(k,h)) \quad (3.7.12)$$

$$z_o^{(k,h)} = Z^{(k,h)} \lambda^k (\forall(k,h)) \quad (3.7.13)$$

(b) リンクを固定しない。

リンク項目を自由に決定できる場合。

$$Z^{(k,h)} \lambda^h = Z^{(k,h)} \lambda^k (\forall(k,h)) \quad (3.6.14)$$

ただし、

$$Z^{(k,h)} = (z_l^{(k,h)}, K, z_n^{(k,h)}) \in R^{t_{(k,h)} \times n} \quad (3.7.15)$$

基本的に各式はデータがプラスの値であることが前提である。データが負の場合もしくは 0 の場合はプラスの値に置き換えることによって算出が可能である。

3.7.2 参照集合と効率化への改善案

DMU_o に対して効率性を定義する。ここでは入力指向型の場合の効率値とする。

$$\theta_o^* = \min \sum_{k=1}^K w^k \left[1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_{io}^{k-}}{x_{io}^k} \right) \right] \quad (3.7.16)$$

ここで、 w^k は相対的に重み付けられた Division k のウェイトである。

定義 1 Division ごとの効率値

入力スラック変数 s_o^{k-} を使うと、効率値は次のように定義される。

$$\theta_k = 1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_{io}^{k-}}{x_{io}^k} \right) (k=1, K, K) \quad (3.7.17)$$

$\theta_k^*=1$ ならば、DMU_o は Division k に関して効率的である。

定義 2 総合効率値

θ_o^* を総合効率値と呼ぶ。仮に $\theta_o^*=1$ ならば、DMU_o は総合的に効率的である。

上記から Division ごとの効率値は必ずしもただ一つに決定されるわけではない。総合効率値は各 Division のスコアにウェイトを掛けて平均したものである。

$$\theta_o^* = \sum_{k=1}^K w^k \theta_k \quad (3.7.18)$$

以上より効率的フロンティアに近づける改善案は以下のようになる。

$$x_o^{k*} \leftarrow x_o^k - s_o^{k-*} \quad (k=1, K, K) \quad (3.7.19)$$

$$y_o^{k*} \leftarrow y_o^k - s_o^{k+*} \quad (k=1, K, K) \quad (3.7.20)$$

λ^{*k} ベクトルを使用すると、生産可能性集合は以下のように定義される。DMU_o における Division k の生産可能性集合は

$$R_o^k = \{j \mid \lambda_j^{k*} > 0\} (j \in \{1, \dots, n\}) \quad (3.7.21)$$

変数 x_o^k 、 y_o^k を使って表すと、

$$x_o^k = \sum_{j \in R_o^k} x_j^k \lambda_j^{k*} + s^{k-*}, y_o^k = \sum_{j \in R_o^k} y_j^k \lambda_j^{k*} - s^{k+*} \quad (3.7.22)$$

となる。

3.8 DEA の適用における入出力項目の検討

「居住環境利便性」評価として、札幌市の各地域の「住民生活利便性」、「公共交通利便性」、「自動車利便性」の3つの利便性に着目し、ネットワーク DEA を用いて効率性の観点から評価を行う。

「住民生活利便性」は、人口が多く地価が高い地域ほど、施設数も多く都心部からの距離も近い地域であると仮定し、入力項目に「人口」と「地価」、出力項目は「同ゾーン内の施設数（商業施設、医療施設）」と「都心部までの距離」とする。

「公共交通の利便性」は、都心部への公共交通トリップ数が多く、かつ都心への距離が近い地域ほど、都心部への公共交通アクセス時間が短く、都心部への運行便数が多いと仮定し、入力項目に「都心部への公共交通トリップ数」と「都心部への距離」、出力項目は「都心部への公共交通アクセス時間」と「都心部への運行便数」とする。

「自動車利便性評価」は、都心部への自動車トリップ数が多く、都心への距離が近い地域ほど、都心部へ自動車でのアクセス時間が短いと仮定し、入力項目に「都心部への自動車トリップ数」と「都心部への距離」、出力項目は「自動車による都心部アクセス時間」とする。

なお、「都心部までの距離」は、各部門に影響を与える要因としてリンク項目に設定することで、居住環境利便性の内部構造を考慮した評価が可能である。

各部門の効率値の定義、入出力項目の考え方については、第5章で詳細に説明する。

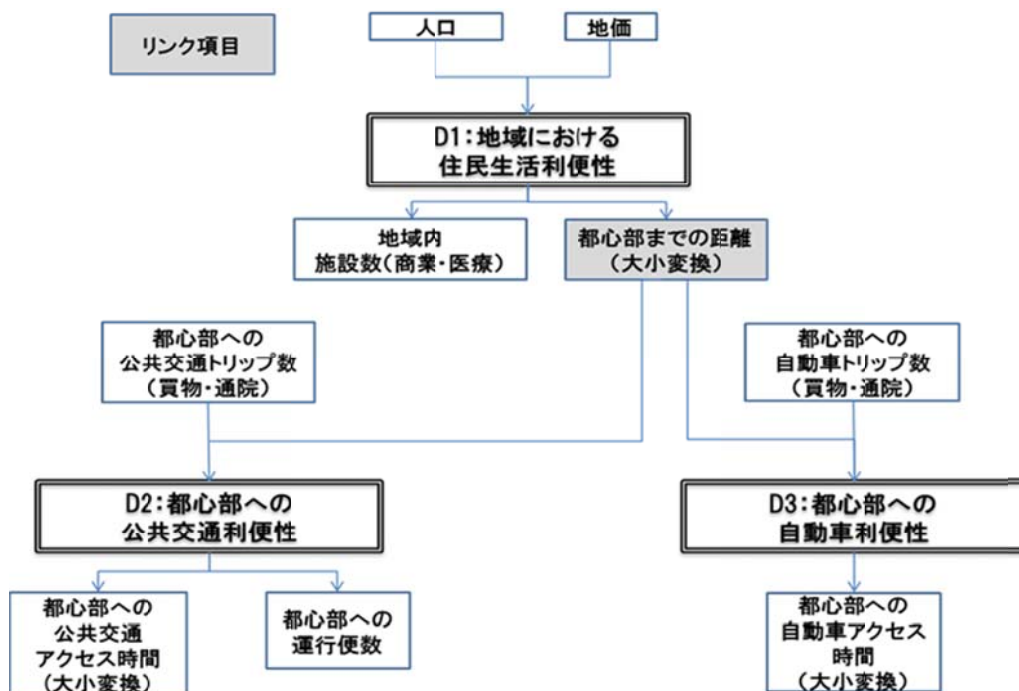


図 3.8.1 居住環境利便性評価要因

「道路空間サービスレベル」の評価は、札幌市のセンサス区間を対象とし、道路の基本的機能である「円滑性」、「安全性」の2つに着目し、ネットワーク DEA を用いて効率性の観点から評価を行う。

「円滑性」を評価する入出力項目は、道路区間のサービスレベルを表す指標である混雑度と旅行速度に関連性が高い要因に着目して、入力項目は、「ピーク時間交通量」、「信号交差点密度」、「大型車混入率」を設定する。出力項目は「混雑度」、「旅行速度」と設定する。

「安全性」を評価する入出力項目は、「混雑度」、「交差点密度」、「日交通量」とし、出力項目は、「事故件数」とした。

なお、「混雑度」は、両部門に影響を与える要因としてリンク項目に設定することで、道路空間の内部構造を考慮した評価が可能である。

各部門の効率値の定義、入出力項目の考え方については、第6章で詳細に説明する。

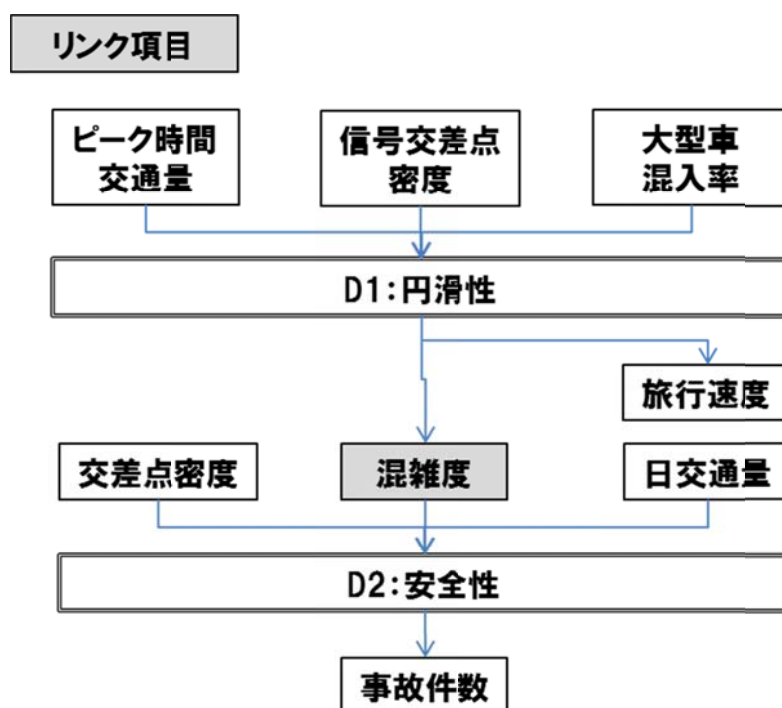


図 3.8.2 道路空間サービスレベル評価要因

「歩行空間サービスレベル」の評価は、札幌市のセンサス区間を対象とし、現状の歩行者数や自転車数などの容量的な指標のみならず、沿道の整備状況や、地域の将来動向を勘案し、沿道の都市施設数と対象となる区間を有する地域の将来高齢者数を評価指標に取り入れ、DEA を用いて効率性の観点から評価を行う。

入力項目は「歩道幅員」、出力項目には「歩行者数」、「自転車数」、「都市施設数」「将来高齢者数」の1入力4出力と設定する。

効率値の定義、入出力項目の考え方については、第7章で詳細に説明する。

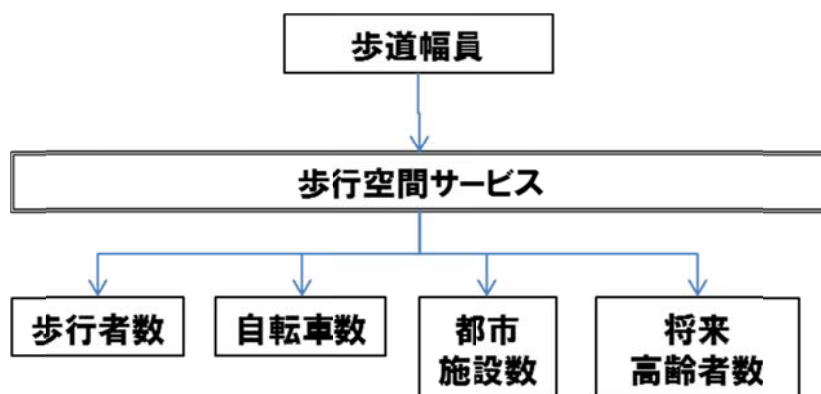


図 3.8.3 歩行空間サービスレベル評価要因

3.9 参考文献

- 1) 国土交通省：第 10 回「都市政策の基本的な課題と方向検討小委員会」資料
http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/city01_sg_000065.html、2009
- 2) 末吉俊幸：DEA-経営効率分析法-、朝倉書店、2001
- 3) 刀根薫：経営効率性の測定と改善、日科技連、1993
- 4) 刀根薫・上田徹：経営効率評価ハンドブック、朝倉書店、2000
- 5) Charnes,A.,W.W.Cooper and E.Rhodes, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”,European journal of Operational Research ,2,429-444,1978
- 6) Färe, R. and Grosskopf, S. “Network DEA”,Socio-Economic Planning Science, Vol.34, 35-49,2000
- 7) Prieto, A. M. and Zofio, J. L. “Network DEA efficiency in input-output models: With an application to OECD countries ” European Journal of Operational Research, Vol.178, 292-304.,2007
- 8) 木下善皓、刀根薫、筒井美樹ら：「Network DEA と Separate DEA の比較 -自治体病院を例に-」、日本 OR 学会 2008 年秋季研究発表会アブストラクト集、pp212-213、2008

第4章 札幌市の都市の変遷

4.1 概説

これまでの都市づくりは、都市への人口や産業の急速な集中に対応し、これを支える都市基盤を計画的かつ効率的に整備することが主要な課題であった。しかし、今後の人口減少と高齢化社会に突入する中で、都市を取り巻く環境は大きく変化することが予想され、これまでの人口増加を基調とした都市の拡大期における課題とは対照的な課題が発生する。そこで、本章では札幌市の人口構造、土地利用、都市交通等の都市の変遷を整理し、今後の集約型都市構造に向けた課題について整理する。

4.2 札幌市の都市構造

4.2.1 人口構造

将来人口推計¹⁾によると、札幌市の人口は2015（平成27）年をピークに減少に転じ、年少人口の減少が続く一方で、65歳以上の高齢者人口が増加し、2025（平成47）年では約65万と予測されており約35%が高齢者となる。

図4.2.2に示す統計区別人口²⁾の増減をみると、都心周辺部の人口が増加し都心回帰は進行しているが、郊外部である北区屯田、あいの里、手稲区星置などJR沿線の人口増加がみられることも特筆すべき現象である。なお南区は人口減少傾向が顕著であり、人口が増加した地区は数地区である。

つまり、都心部での再開発事業や地区整備計画などが積極的に進められ、都心回帰が進みつつあるが、一方で依然として郊外化の進行は留まっていない現状もあることがわかる。

図4.2.3に示す統計区別の65歳以上人口の増減率では、全体の高齢者割合が増加する中で、特に厚別区新札幌や南区石山地区の65歳以上の人口増加が顕著である。

今後の都市構造を検討する上では、都心回帰に伴う都心部の市街地環境の形成が重要となる一方で、郊外部の高齢人口増加に対応した福祉・医療、商業施設などの日常利用する施設への移動手段の確保も考慮する必要があるが、過度に利便性を高めることなく、更なる郊外化を抑制する施策が重要である。

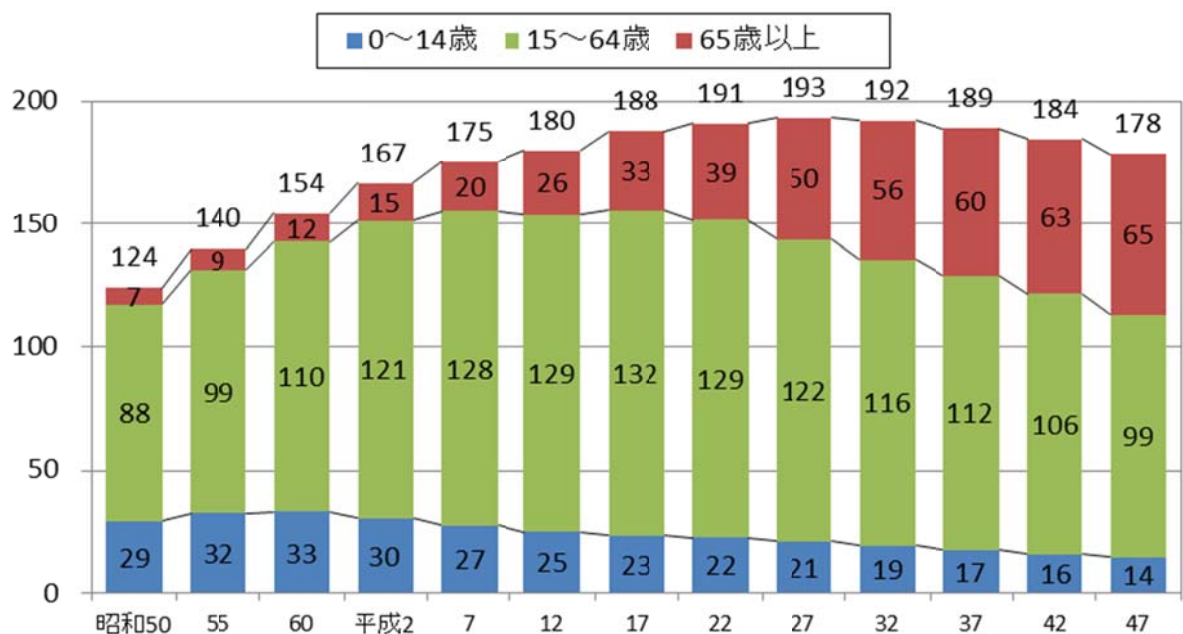


図 4.2.1 札幌市の将来人口推移

統計区別総人口増減の割合（平成12～22年）

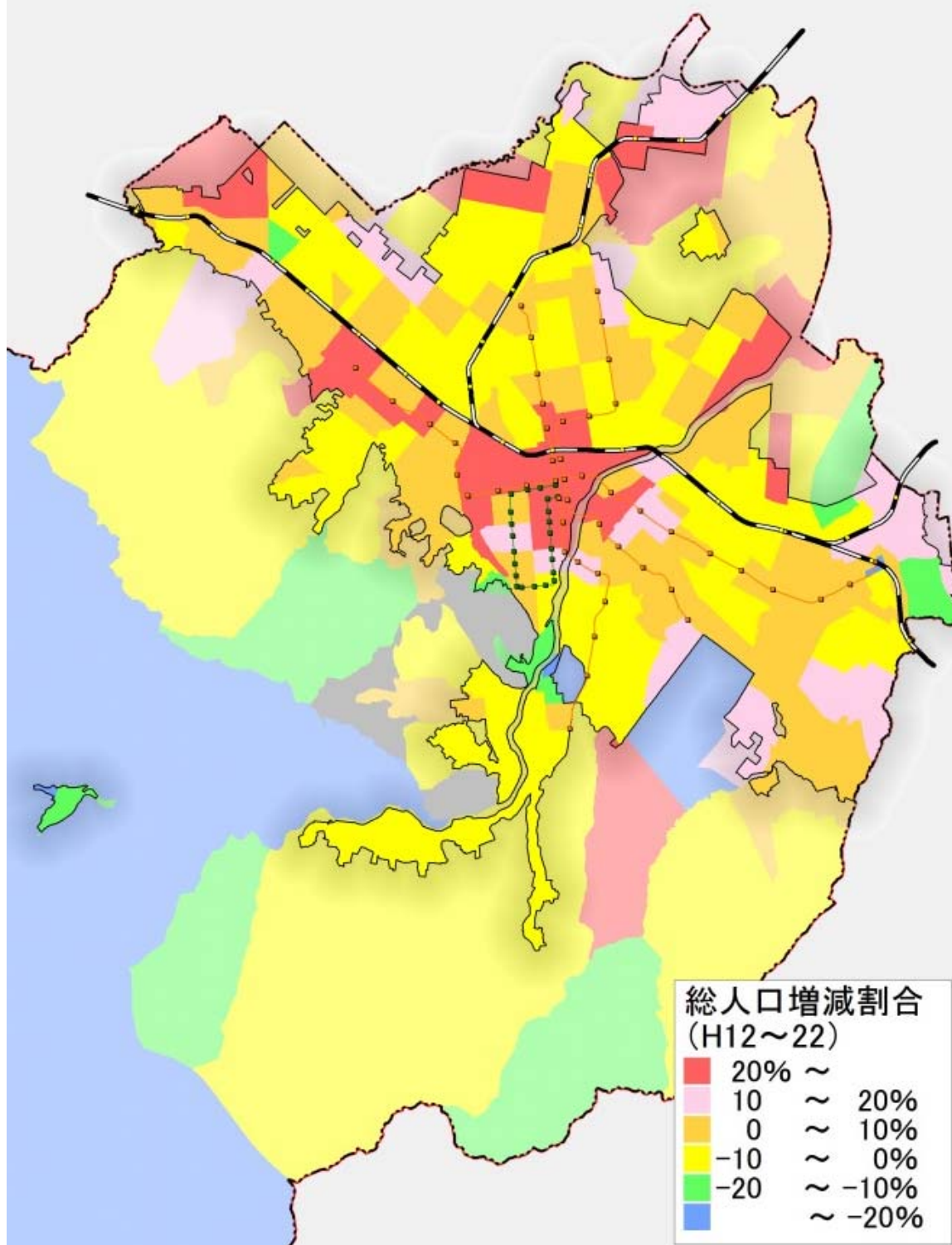


図 4.2.2 統計区別人口増減（H12-H22）

統計区別65歳人口割合の増減（平成12～22年）

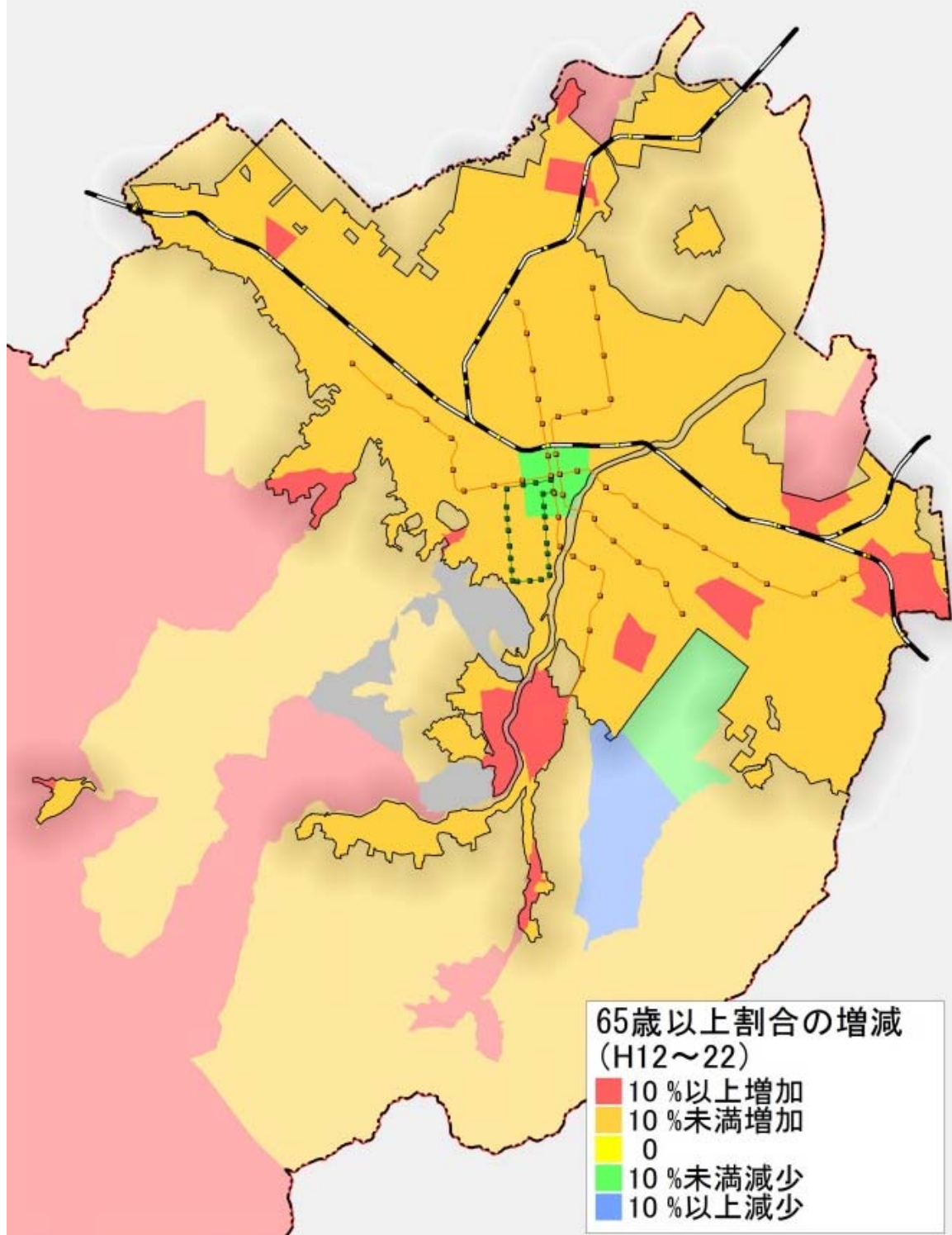


図 4.2.3 統計区別 65 歳以上人口増減（H12-H22）

4.2.2 市街化区域面積の推移²⁾

札幌市の市街化区域は、1968（昭和 43）年の新都市計画法により創設され、1970（昭和 45）年に、都市計画区域のうち約 22,000ha を市街化区域とした。その後、概ね 5 年ごとに見直しを行い、1970（昭和 45）年以来、平成 22 年までに 6 回の見直しが行われ、2010（平成 22）年には約 25,000ha まで拡大された。図 4.2.5 に示す札幌市の市街化区域拡大の変遷を見ると、北区の屯田や篠路駅周辺、東区の東雁来、清田区の美しが丘、手稲区の星置駅周辺や前田周辺などが平成以降の大きな編入区域となっており、人口や産業規模の拡大による郊外部への市街化区域の拡大がみられる。現在の札幌市都市計画マスタープラン²⁾では、都市づくりの基本目標として、外延的拡大の抑制を基調とした市街地に、札幌の魅力と活力を高めることを先導するさまざまな拠点を効果的に配置し、それぞれの機能の向上を図るとしている。さらにこの中で、市街地範囲の基本方針は、今後増加する人口は市街化区域内に誘導し、市街地の居住密度を維持、または高めることとし、日常生活との関連の強い基礎的な都市構造は、市街化区域内において、身近な範囲で提供されることを基本としている。

このような背景から、市街化区域の拡大は必要最小限にとどめ、図 4.2.4 に示す市街区域面積では、2014（平成 26）年現在では 25,017ha となっており、平成 16 年以降市街化区域拡大に関わる新たな決定はなく、2004（平成 16）～2010（平成 22）年に若干増加しているのは、2002（平成 6）年以前の既決定の案件が編入されたことによるものである。

一方で 図 4.2.6 に示す人口集中地区の変遷では、1960（昭和 35 年）以降、市街化区域の拡大にあわせ人口集中地区（D I D）面積は増加しており、1960（昭和 35）年 4,750ha から 2010（平成 22）年 23,025ha となっており、50 年間で約 4.8 倍となっている。

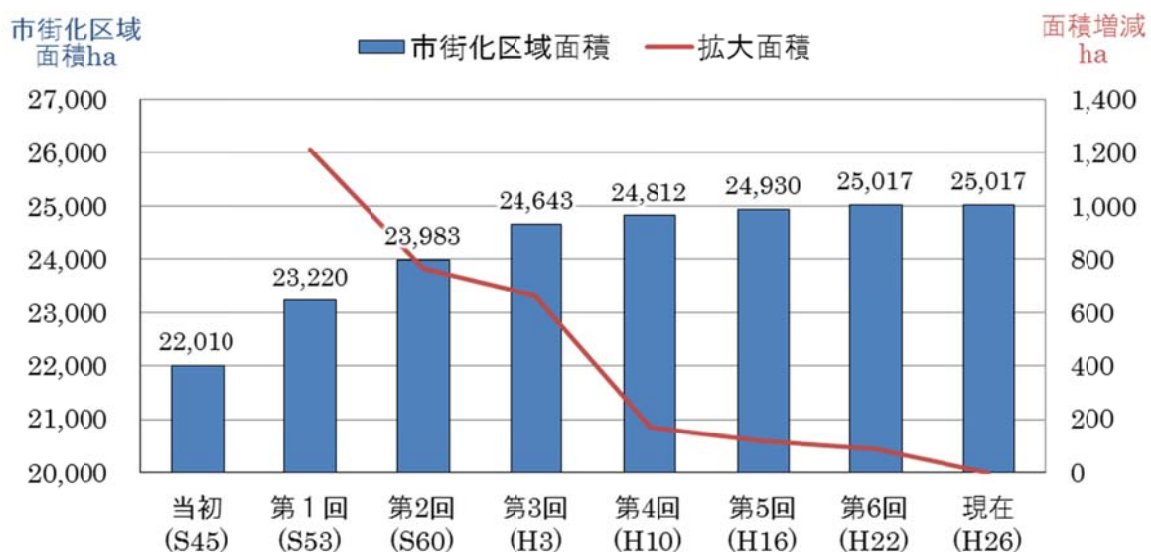


図 4.2.4 市街化区域面積の変遷

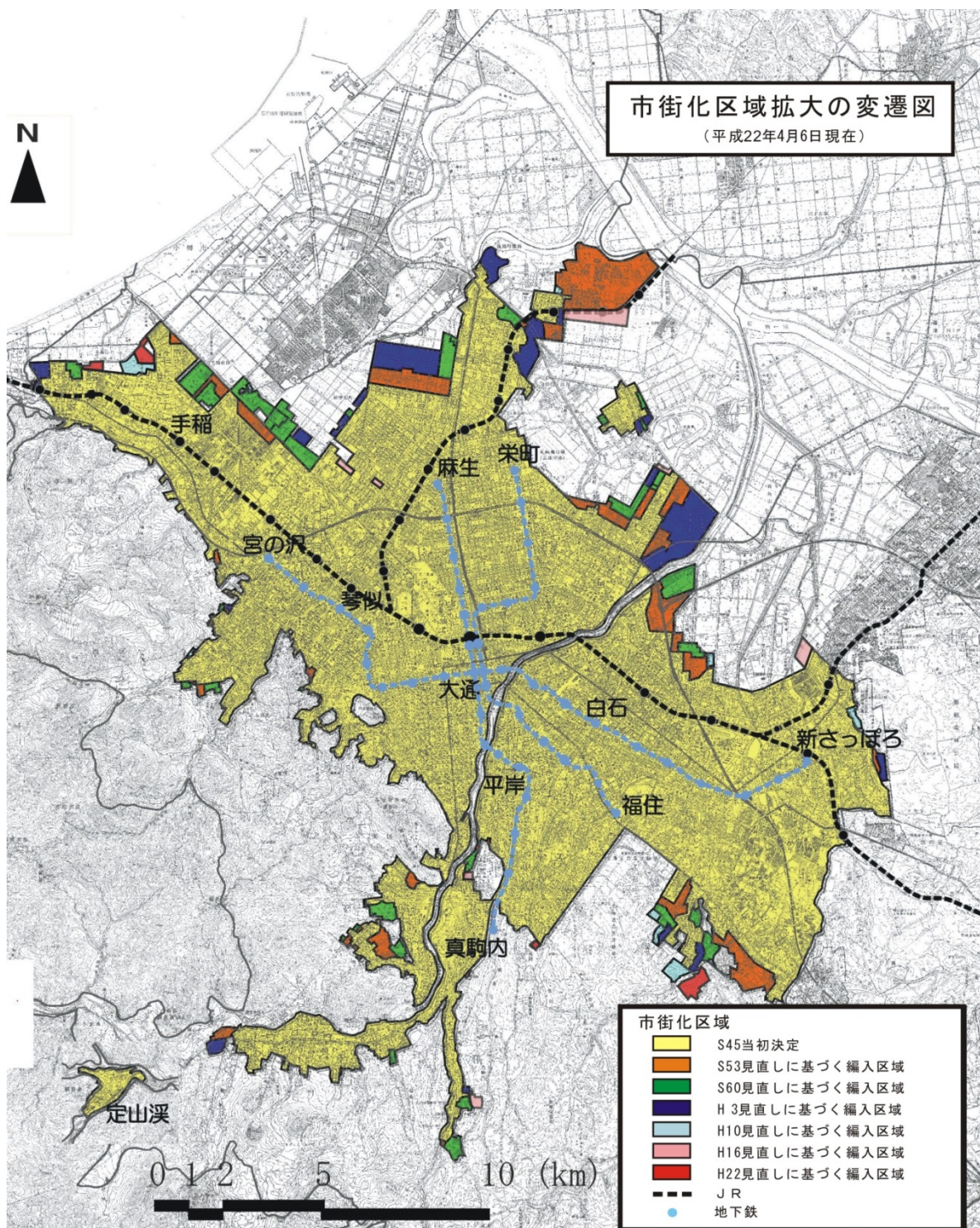


図 4.2.5 市街化区域拡大の変遷図 ²⁾

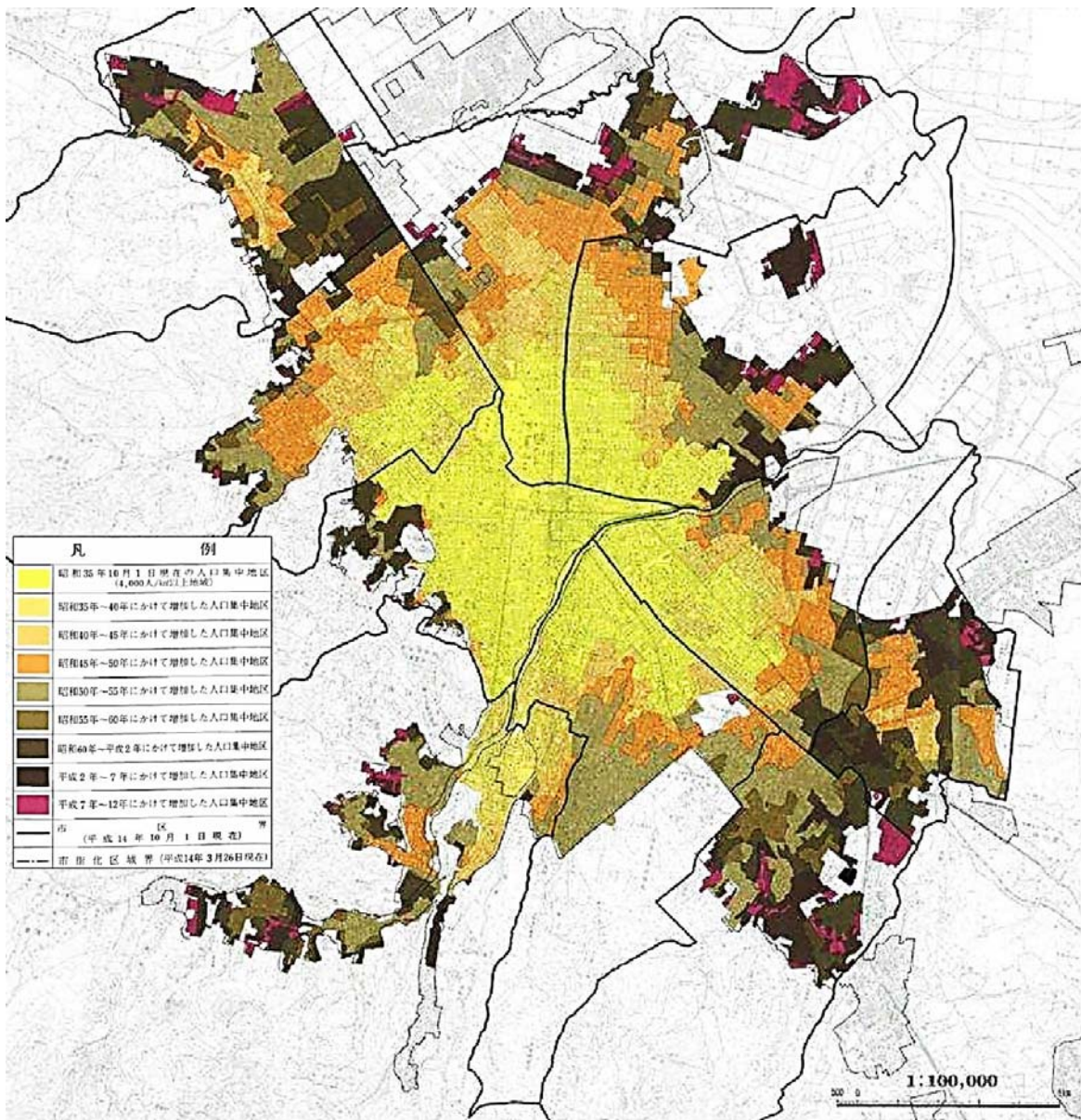


図 4.2.6 人口集中地区面積拡大の変遷図 ²⁾

4.2.3 札幌市の土地区画整理状況

市街化区域は、既に市街地を形成している区域と、今後おおむね 10 年以内に市街化を図るべき区域であるが、札幌市では市街地開発事業として、土地区画整理事業、新住宅市街地開発事業、市街地再開発事業の 3 つの事業を指定されている。

この中で札幌市は、街づくりを総合的かつ計画的に進めることのできる土地区画整理事業を積極的に推進し、市民の生活環境の改善を図ってきた。札幌市の土地区画整理事業は、1948（昭和 23）年の東札幌地区を皮切りに、2013（平成 25）年度までに 118 地区、延べ面積約 62.02km²の施行が完了し、2018（平成 30）年までの施行中を含めると 120 地区、延面積 64.15km²となっている。

施行年度が新しい土地区画整理事業は、これまでは長年の事業実績の積み重ねの中で、既成概念に基づく画一的な運用がなされていたのに対し、近年は環境、景観、高齢化社会への対応等の新たな考え方を取り入れ、柔軟な運用が行われている。しかし郊外部に対し、このような運用を行った場合、郊外部の利便性が高まることが予想され、さらに郊外化が進展されることも懸念される。

表 4.2.1 土地区画整理事業施行地区一覧

土地区画整理事業施行地区一覧										平成25年7月 現在			
区分	施行者	番号	地区名	施行期間		施行面積 ha	認可 (公告) 年月日	換地処分 (公告) 年月日	解散認可 (公告) 年月日	総事業費 千円	減歩率		
				認可	換地 処分 (解散)						公共	保留地	合算
北海道		1	東 札 幌	S23	～ S37	305.4	S24.03.15	S38.02.15		62,956	17.3	6.2	23.5
		4	西 八 軒	S31	～ S37	11.9	S31.11.19	S37.05.24		4,760	20.8	2.4	23.2
		5	美 園	S31	～ S39	109.4	S31.11.27	S40.03.31		63,280	22.1	2.1	24.2
		9	中 の 島	S32	～ S44	89.1	S33.02.24	S44.08.28		90,030	19.9	3.8	23.7
		12	東 八 軒	S33	～ S38	17.1	S33.06.20	S38.08.03		8,800	20.0	3.1	23.1
		13	中 央 通	S34	～ S41	6.3	S34.06.16	S42.01.31		2,860	17.2	0.5	17.7
		計 【 6 地区】					539.2			232,686			
	札幌市	2	伏 見	S29	～ S34	144.8	S30.01.13	S35.03.31		76,000	19.2	7.2	26.4
		3	月 寒 高 台	S31	～ S38	8.5	S31.11.07	S38.10.03		3,580	22.6	0.4	23.0
		6	月 寒 中 央	S31	～ S37	9.7	S31.12.07	S37.07.05		3,420	24.8	2.9	27.7
		8	月 寒 大 東	S32	～ S38	28.8	S33.02.05	S39.01.08		12,650	26.8	2.0	28.8
		10	北 光	S33	～ S36	110.7	S33.05.16	S37.01.18		45,000	24.9	3.2	28.1
		11	白 石 本 郷	S33	～ S37	127.9	S33.05.16	S37.05.29		80,000	26.8	3.2	30.0
		15	平 塚 東	S35	～ S42	117.9	S36.01.27	S43.02.08		326,738	21.7	3.3	25.0
		16	北 東	S36	～ S39	123.5	S36.04.10	S39.11.30		139,700	28.5	4.2	32.7
		17	白石南南郷	S36	～ S38	39.5	S36.09.26	S38.10.24		34,300	25.0	4.4	29.4
		18	白石神社西	S36	～ S38	31.8	S36.09.26	S38.10.24		31,500	25.2	3.6	28.8
		19	鉄 道	S36	～ S42	158.6	S37.03.16	S43.01.09		721,000	20.6	1.5	22.1
		20	北 円 山	S37	～ S39	43.2	S37.04.11	S40.01.27		100,200	13.6	2.4	16.0
		21	白 石 駅 前	S37	～ S42	69.7	S37.07.19	S42.12.06		193,600	21.5	3.3	24.8
		22	白 石 中 央	S38	～ S43	131.9	S39.02.06	S44.03.19		430,000	23.5	4.3	27.8
		23	白石本通北	S38	～ S41	56.4	S39.03.07	S42.03.24		118,800	23.5	4.0	27.5
		27	平 塚	S39	～ S47	145.4	S40.03.17	S48.01.31		800,000	24.0	2.3	26.3
		32	日 の 丸	S41	～ S43	68.6	S41.04.07	S44.02.05		151,100	27.8	5.4	33.2
		33	二 十 四 野 南	S41	～ S45	33.8	S41.07.12	S45.09.30		502,500	19.2	0.3	19.5
		34	二 十 四 野 北	S41	～ S46	95.1	S41.09.14	S46.11.19		974,000	20.7	1.3	22.0
		35	望 月 寒	S41	～ S48	113.6	S42.03.29	S48.09.13		970,000	26.6	3.2	29.8
		37	南 東	S42	～ S45	18.8	S43.03.28	S45.11.30		317,000	21.8	—	21.8
		38	定 山 洞	S43	～ S47	37.1	S43.05.28	S47.04.10		220,000	11.8	4.1	15.9
		39	平 塚 南	S43	～ S48	115.4	S43.12.25	S49.03.01		1,121,000	25.4	1.4	26.8
		40	平 塚 駅 前	S43	～ S49	19.1	S43.12.25	S50.02.21		989,000	16.3	—	16.3
		41	宮の森山の手北	S43	～ S53	169.4	S43.12.25	S53.12.28		4,802,000	18.9	0.5	19.4
		42	菊 水	S43	～ S48	32.8	S44.02.15	S48.04.11		375,000	21.2	4.0	25.2
		45	光 臺	S44	～ S57	68.7	S44.06.12	S57.07.31		6,756,456	11.7	—	11.7
		46	宮の森山の手南	S44	～ S52	116.8	S44.06.19	S53.01.16		3,780,000	21.2	—	21.2
		47	真 駒 内 本 町	S44	～ S48	12.5	S44.07.26	S48.04.16		456,000	16.7	12.9	29.6
		48	平 塚 高 台	S44	～ S49	37.2	S44.11.27	S50.01.27		505,000	25.6	3.8	29.4
		50	平 塚 本 町	S45	～ S49	15.6	S45.09.29	S50.02.21		347,000	14.3	—	14.3
		54	菊 水 元 町	S46	～ S54	53.0	S46.06.12	S55.01.10		1,840,000	22.7	6.9	29.6
		56	元 町 南	S47	～ S53	62.5	S47.07.06	S53.05.31		1,947,000	31.0	7.9	38.9
		57	元 町 中 央	S47	～ S54	77.1	S47.07.06	S54.07.31		2,613,000	27.4	8.5	35.9
		61	厚 別 駅 前	S47	～ S57	126.2	S47.11.14	S58.02.20		9,635,000	23.2	5.4	28.6
		63	元 町 本 町	S48	～ S54	16.8	S48.03.11	S54.08.31		2,525,000	27.2	—	27.2
		67	元 町 北	S49	～ S54	69.6	S50.02.27	S55.01.31		2,800,000	28.1	10.1	38.2
		71	厚 別 旭 町 南	S53	～ S60	40.5	S54.01.26	S60.08.18		3,819,000	27.1	4.7	31.8
		73	米 里 中 央	S55	～ S61	36.6	S55.09.02	S62.02.01		4,697,552	24.5	20.9	45.4
		74	富 丘 南	S56	～ S61	29.9	S56.07.20	S61.11.03		2,982,654	17.5	0.4	17.9
		77	丘 珠 第 1	S56	～ H1	45.2	S57.03.23	H01.10.01		5,814,295	24.2	12.3	36.5
		79	屯 田	S58	～ H3	122.4	S59.02.16	H03.09.27		11,440,000	31.3	12.3	43.6
		82	富 丘 北	S61	～ H12	54.8	S62.01.22	H13.02.16		13,727,362	19.7	0.6	20.3
		83	米 里 北	S61	～ H10	86.7	S62.01.22	H11.02.12		15,894,497	22.7	19.0	41.7
		89	星 置	S62	～ H7	20.6	S63.02.01	H08.02.16		4,085,878	25.8	1.0	26.8
		98	百 合 が 原	H2	～ H10	41.6	H02.07.27	H11.02.12		10,761,455	32.0	4.5	36.5
		99	太 平	H2	～ H10	35.8	H02.07.27	H11.03.05		3,797,051	22.0	2.7	24.7
		107	西 宮 の 沢	H4	～ H20	85.9	H04.10.02	H21.01.05		23,422,438	21.6	4.8	26.4
		109	富 丘 西	H5	～ H20	45.9	H05.11.15	H21.02.13		11,365,529	16.3	2.4	18.7
		113	新 琴 似 駅 前	H9	～ H21	9.8	H09.11.26	H22.01.25		7,484,000	3.0	—	3.0
		115	東 さ っ ぽ ろ	H12	～ H15	20.7	H12.08.23	H16.02.06		5,292,175	43.7	8.5	52.2
		計 【 51 地区】					3,384.4			171,326,430			
個人		7	羊 ケ 丘	S32	～ S38	43.8	S32.07.11	S39.02.21		354,423	22.2	45.0	67.2
		14	真 駒 内 団 地	S34	～ S41	165.3	S34.12.14	S41.08.28		1,810,488	34.6	47.0	81.6
		60	真 駒 内 北	S47	～ S48	2.0	S47.09.18	S49.03.14		18,000	36.0	—	36.0
		108	札幌駅南口	H4	～ H11	6.3	H05.03.30	H12.01.28		9,250,598	6.6	2.5	9.1
		計 【 4 地区】					217.4			11,433,509			

区分	施行者	番号	地区名	施行期間		施行面積 ha	認可 (公告) 年月日	換地率分 (公告) 年月日	解散認可 (公告) 年月日	総事業費 千円	減歩率				
				認可 ～ 換地率分 (解散)	換地率分 (解散)						公共 %	保留地 %	合算 %		
施行 済	公団 公社	72	篠路拓北	S55 ～ H2		378.2	S55.08.05	H02.06.18		72,879,667	30.6	9.4	40.0		
		110	屯田中部	H5 ～ H16		145.4	H06.02.25	H16.10.15		20,457,000	33.5	21.4	54.9		
		24	北郷	S39 ～ S41 (S46)		77.2	S39.04.10	S42.01.16	S46.09.04	216,817	21.8	8.5	30.3		
		25	東大東	S39 ～ S44 (S48)		54.1	S39.11.20	S44.08.21	S48.10.30	132,002	25.5	3.8	29.3		
		26	北郷西	S39 ～ S41 (S44)		35.6	S40.02.01	S42.03.24	S45.03.06	103,949	31.4	6.4	37.8		
		28	吉田山	S39 ～ S41 (S45)		13.5	S40.03.29	S42.03.31	S45.09.29	40,334	33.2	4.4	37.6		
		29	厚別西	S39 ～ S45 (S50)		93.6	S40.03.31	S45.11.30	S50.06.16	265,883	27.0	6.2	33.2		
		30	白菊	S40 ～ S49 (S52)		47.1	S41.03.09	S49.04.19	S52.04.13	408,314	30.9	11.6	42.5		
		31	米里南	S40 ～ S48 (S52)		64.6	S41.03.09	S48.11.15	S52.10.03	363,855	27.7	9.5	37.2		
		36	吉田山第三	S41 ～ S46 (S49)		44.7	S42.03.30	S46.06.30	S50.01.27	316,440	28.7	6.8	35.5		
		43	白石神社東	S44 ～ S46 (S48)		25.7	S44.04.25	S47.01.13	S49.03.14	205,273	23.1	10.1	33.2		
		44	吉田山第一	S44 ～ S48 (S55)		38.2	S44.04.25	S48.09.13	S55.11.01	414,469	25.1	5.6	30.7		
		49	緑ヶ丘	S45 ～ S48 (S49)		37.0	S45.07.28	S48.08.01	S50.03.26	1,805,660	29.0	43.0	72.0		
		51	平和通南	S45 ～ S47 (S48)		16.2	S45.11.21	S47.12.19	S49.03.07	146,746	21.7	9.3	31.0		
		52	東苗穂	S45 ～ S51 (S55)		95.5	S45.11.28	S51.05.31	S56.03.26	2,400,593	27.6	9.5	37.1		
		53	桂台	S45 ～ S49 (S52)		25.4	S46.03.04	S49.11.27	S52.06.08	944,210	21.0	37.6	58.6		
		55	前田	S46 ～ S48 (S48)		12.7	S47.01.19	S48.11.20	S49.03.29	205,281	29.8	11.4	41.2		
		58	東川下	S47 ～ S55 (S59)		79.8	S47.08.24	S55.04.19	S59.12.06	3,531,145	26.0	15.9	41.9		
		59	北郷中央	S47 ～ S51 (S56)		36.6	S47.08.28	S52.02.15	S56.11.21	1,096,863	30.9	11.4	42.3		
		62	東苗穂共栄	S47 ～ S50 (S51)		18.1	S47.12.04	S50.10.20	S52.01.10	509,636	25.3	11.0	36.3		
		64	かしわ	S49 ～ S49 (S50)		3.9	S49.05.16	S50.02.09	S51.03.30	202,443	24.5	19.5	44.0		
		65	手稲あけぼの	S49 ～ S51 (S55)		23.5	S49.07.05	S52.03.22	S55.12.12	1,036,894	26.6	17.7	44.3		
		66	ていね稲穂	S49 ～ S59 (S62)		105.0	S49.08.20	S59.08.27	S63.03.25	7,057,185	28.3	21.9	50.2		
		68	西野台	S51 ～ S53 (S55)		3.6	S51.12.14	S53.07.06	S56.03.30	254,021	34.8	21.0	55.8		
		69	栄ヶ丘第二	S52 ～ S56 (S56)		5.5	S52.12.26	S56.08.29	S56.12.28	276,294	24.9	13.6	38.5		
		70	栄ヶ丘第一	S52 ～ S57 (S58)		16.4	S53.01.05	S57.08.14	S58.11.22	732,141	29.0	13.9	42.9		
		75	東苗穂中央	S56 ～ S59 (S60)		15.8	S56.08.11	S59.08.24	S61.01.09	722,706	20.1	11.6	31.7		
		76	西野台第二	S56 ～ S58 (S58)		2.1	S57.01.06	S58.05.01	S58.11.22	187,652	30.8	19.5	50.3		
		78	東藤栄	S58 ～ H1 (H2)		16.4	S58.08.10	H01.09.29	H03.02.16	1,548,640	23.8	22.1	45.9		
		80	伏古北栄	S61 ～ S62 (S62)		2.7	S61.07.24	S62.11.21	S63.02.26	160,776	29.7	13.9	43.6		
		81	手稲金山	S61 ～ H1 (H3)		13.4	S61.08.04	H02.01.13	H03.08.30	1,085,402	29.5	21.0	50.5		
		84	篠路	S61 ～ H5 (H8)		17.5	S62.03.25	H05.09.17	H09.01.06	1,837,879	34.3	20.8	55.1		
		85	南が丘	S62 ～ H2 (H5)		13.2	S62.05.19	H03.01.11	H06.01.31	1,431,404	23.0	30.1	53.1		
		86	清田中央	S62 ～ H1 (H3)		9.9	S62.08.24	H01.09.03	H03.04.10	1,210,287	33.8	31.7	65.5		
		87	清田	S62 ～ H1 (H2)		10.5	S62.11.25	H02.02.04	H02.11.28	1,154,558	29.8	28.8	58.6		
		88	手稲前田西	S62 ～ H5 (H7)		32.9	S62.11.25	H05.06.25	H08.03.14	3,243,461	36.8	14.4	51.2		
		90	清田南	S62 ～ H2 (H2)		8.1	S63.02.22	H02.04.22	H02.09.19	850,188	30.1	27.6	57.7		
		91	中ノ沢	S63 ～ H5 (H8)		36.7	S63.08.01	H05.10.29	H08.05.17	6,557,000	30.5	28.3	58.8		
		92	東苗穂南	S63 ～ H1 (H1)		3.5	S63.09.13	H01.11.04	H02.02.20	180,625	22.8	9.3	32.1		
		93	手稲星の里	S63 ～ H5 (H10)		11.7	S63.11.16	H05.04.23	H10.12.07	1,338,747	28.5	16.9	45.4		
		94	東区東部	S63 ～ H8 (H14)		69.0	H01.03.31	H08.05.10	H14.09.25	12,148,840	29.3	22.0	51.3		
		95	平和	H1 ～ H3 (H3)		5.3	H01.04.04	H03.08.03	H03.12.12	1,063,443	27.6	36.0	63.6		
		96	丘鉄工団地南	H2 ～ H4 (H5)		5.0	H02.04.09	H04.09.07	H06.02.28	532,950	28.9	20.1	49.0		
		97	モエレ	H2 ～ H5 (H8)		6.2	H02.05.25	H06.01.28	H09.01.06	727,711	27.6	23.1	50.7		
		100	清田元町	H2 ～ H7 (H10)		10.9	H02.07.27	H07.11.10	H10.12.14	1,439,858	32.7	17.2	49.9		
		101	伏古東	H2 ～ H4 (H4)		6.4	H02.10.05	H04.10.22	H05.03.31	782,639	27.1	16.3	43.4		
		102	新川西	H2 ～ H6 (H7)		21.7	H02.11.08	H07.02.10	H07.10.18	2,716,187	30.4	19.7	50.1		
		103	新川	H2 ～ H9 (H12)		35.6	H02.11.14	H10.01.16	H12.06.27	4,659,662	35.1	12.9	48.0		
		104	屯田東	H2 ～ H8 (H11)		46.0	H02.11.30	H08.08.30	H11.09.13	4,587,082	30.7	10.7	41.4		
		105	米里東	H3 ～ H16 (H17)		7.5	H03.12.17	H16.06.11	H18.01.31	949,933	17.9	19.5	37.4		
		106	篠路	H3 ～ H14 (H20)		18.0	H04.03.05	H14.12.06	H21.01.15	2,804,296	32.2	28.8	61.0		
		111	拓北	H6 ～ H13 (H16)		8.5	H06.11.18	H13.07.13	H16.09.22	1,167,616	27.3	27.9	55.2		
		114	厚別東	H12 ～ H13 (H14)		6.3	H12.05.23	H14.02.08	H14.11.28	841,742	40.7	23.0	63.6		
		116	川北	H12 ～ H15 (H17)		8.9	H12.11.06	H16.01.09	H17.12.12	1,165,012	30.8	26.2	57.0		
		117	南あいの里	H14 ～ H23 (H28)		49.3	H15.03.18	H23.09.22	H28年度予定	6,702,963	39.2	23.3	62.5		
		118	手稲山口	H14 ～ H20 (H24)		36.3	H15.03.25	H20.12.05	H24.08.22	3,582,000	41.1	22.7	63.8		
		119	手稲曙西	H17 ～ H22 (H24)		28.5	H17.04.14	H22.05.14	H24.08.22	3,730,000	26.0	37.0	63.0		
		計				(55 地区)		1,537.3				93,777,707			
		施行済計				(118 地区)		6,201.9				370,106,999			
九 段 市 個 人		112	東藤栄第2	H8 ～ H29		210.8	H08.10.09	H29年度予定		48,000,000	31.1	20.2	51.3		
		計			(1 地区)	210.8				48,000,000					
		120	清田通沿道	H25 ～ H30		1.8	H25.07.01	H30年度予定		43,728	1.3	6.6	7.9		
		計			(1 地区)	1.8				43,728					
施行中計				(2 地区)	212.6				48,043,728						
合計				(120 地区)	6,414.5				418,150,727						
				施行面積計(東さっぽろ除き)					6,392.0						

4.3. 都市交通の変遷

4.3.1 公共交通の変遷^{3) 4)}

札幌市の公共交通は昭和 40 年代後半において、冬期オリンピックの開催や政令指定都市への移行、区制の施行などの都市人口の急増を背景に、骨格的交通基盤として JR や地下鉄等の軌道系の整備が急速に進められた。1971（昭和 46 年）から 1978（昭和 53）年にかけて、地下鉄南北線麻生～真駒内間、地下鉄東西線琴似～白石間を開通し、昭和 52 年には JR 函館本線鉄道高架化事業を着手した。

1975（昭和 50）年代から平成元年にかけては、市街化区域の拡大により郊外化が進み、通勤や通学時などにおいて移動距離や移動時間が増加した。また 1982（昭和 57）年には地下鉄東西線白石～新さっぽろ間、1988（昭和 63）年には地下鉄東豊線栄町～豊水すすきの間が開通し、さらには JR 函館本線の琴似駅～札幌駅間の鉄道高架化も行われ軌道系交通の拡充が図られた。

1990（平成 2）年から 1999（平成 11）年にかけては、バブル経済の崩壊と少子高齢化などの社会構造の変化や環境保全などの持続可能な社会への関心が高まり、札幌市では、1994（平成 6）年に地下鉄東豊線豊水すすきの～福住間、1999（平成 11）年には地下鉄東西線琴似～宮の沢間が開通され、同年 JR 札沼線高架化が行われた。

しかし平成 12 年以降人口増加は鈍化し少子高齢化の進展が始まり、さらには札幌市の財政状況の逼迫などにより軌道系交通の拡充は一区切りとなった。その後は、公共交通の維持に向けた取り組みとして、2003（平成 15）年から 2004（平成 16）年には市営バス事業の民間移譲、2009（平成 21）年に札幌市バス路線維持基本方針、2010（平成 22）年に札幌市路面電車活用方針を策定し、公共交通の拡大から維持に向けた取り組みに変更していった。

図 4.3.1 に示すように、地下鉄については、南北線、東西線、東豊線合わせて 48km の整備を完了し、積雪寒冷の気象条件に左右されず、一度に多くの人を運ぶことができ、かつ、エネルギー効率にも優れた輸送機関として、札幌の公共交通機関の主役を担っている。

また、地下鉄駅を中心とする地域中心核には、都市機能が集積しており、歩いて暮せる街の中心となることが求められている。鉄道については、JR 函館線（27.5km）、JR 千歳線（8.0km）、JR 札沼線（15.1km）の 3 線計 50.6km、26 駅となっており、踏切での渋滞解消や事故の防止、市街地分断の解消などを目指し、札幌高架、新川高架、札沼線高架などの鉄道高架の取り組みを進めた結果、市内の平均駅間距離は約 2km で、地下鉄の 2 倍となっており、長距離移動の速達性に優れており、需要が多い地域へ快速列車の導入によりさらなる速達性が確保されている。

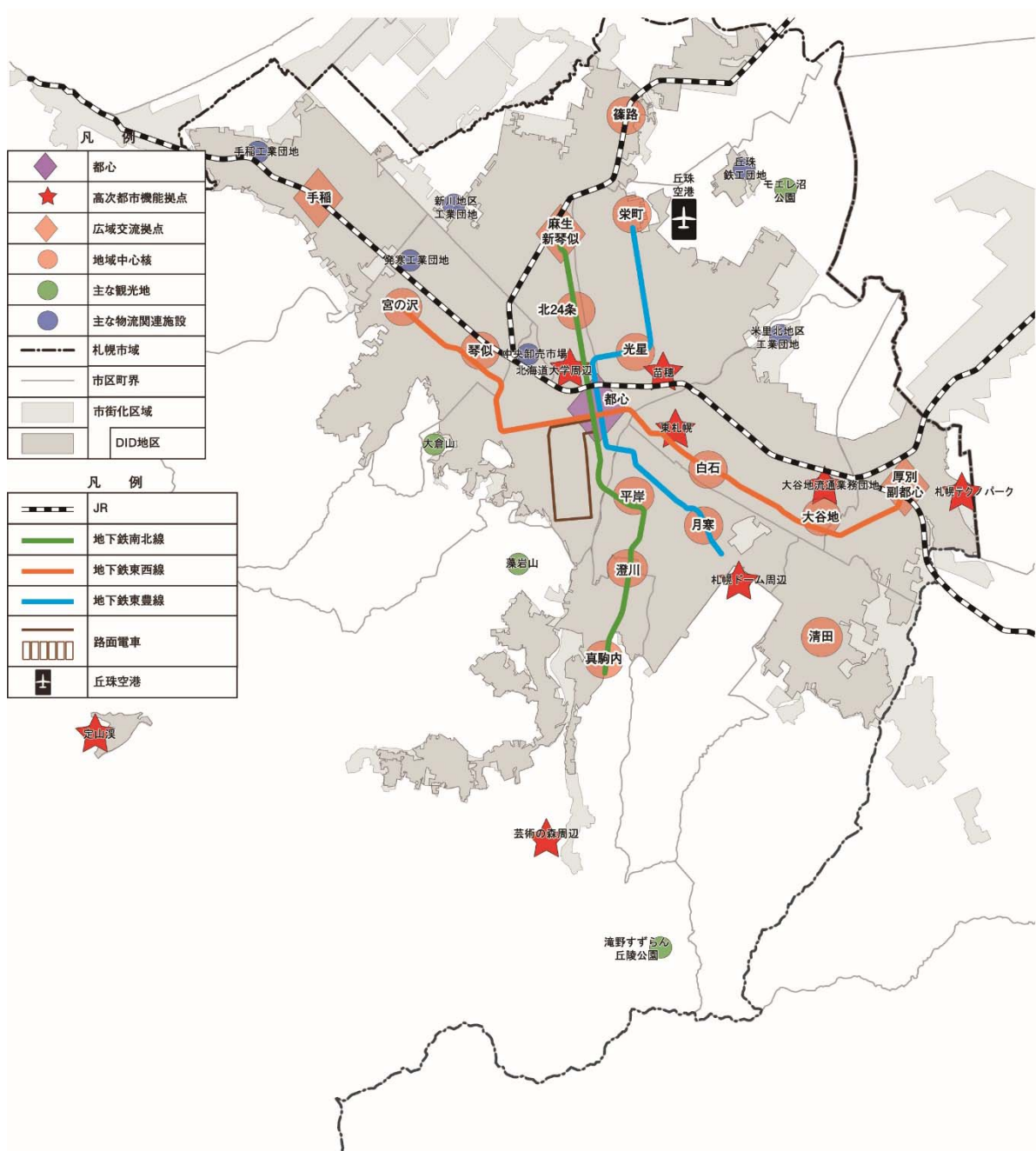


図 4.3.1 札幌市の骨格公共交通網

4.3.2 公共交通の現状^{3) 4)}

図 4.3.2 に示す地下鉄の乗降者数の推移をみると、南北線は減少傾向を示し、東西線においてもほぼ横ばいである。東豊線では「豊水すすきの一福住」開通により若干増加しているが、その後は横ばいである。全体としても 1995（平成 7）年をピークとして減少傾向である。

図 4.3.3 に示す JR 利用者数の推移をみると、高架化・中間駅の設置・複線化に伴い利用者が増加しており、近年においても増加傾向を示している。

バスについては乗車人員の減少が著しく、2003・2004（平成 15・16）年には市営バス事業の民間委譲が行われ市内路線バスは全て民営バスとなった。図 4.3.4 に示すバス走行キロは、ほぼ横ばいであるが乗車人員は減少の一途であり、バス事業の経営状況は依然として厳しい状況である。また都心直行型から地下鉄乗継型へバス路線網を再編したことにより、バスの運行便数が地下鉄に比較して少なく、さらにはバスと地下鉄の乗継を強いられることによる利便性低下や運賃が高い、さらには冬期の乗継時の快適性が低いなどの課題も多くなっている。

以上を踏まえると、人口増加に伴い郊外化が進み、札幌市は郊外部へ地下鉄延伸し、バスについても都心直行便から乗継型へ再編したために、両交通機関とも利用者数は減少傾向である。この要因としては主として、都市の郊外化による自動車依存型生活の定着が大きい。

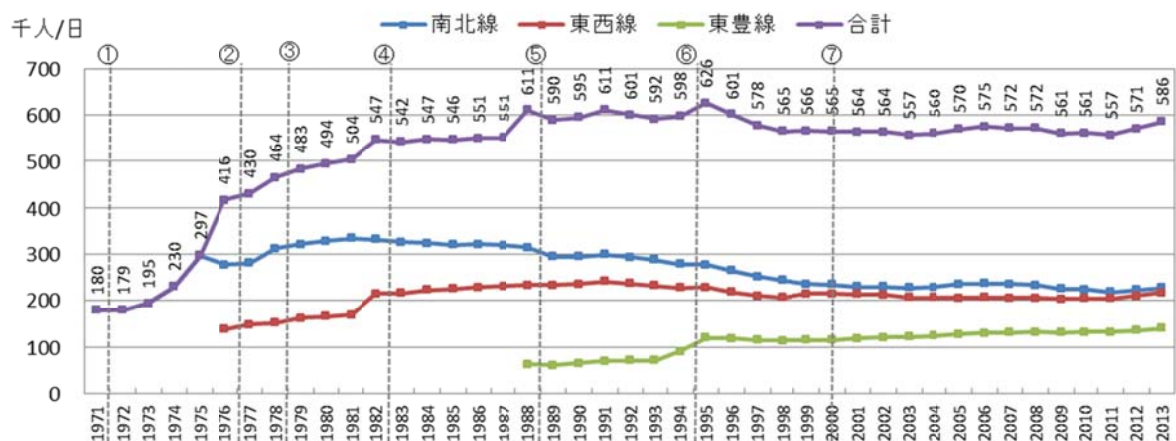


図 4.3.2 札幌市地下鉄の乗降客数の推移

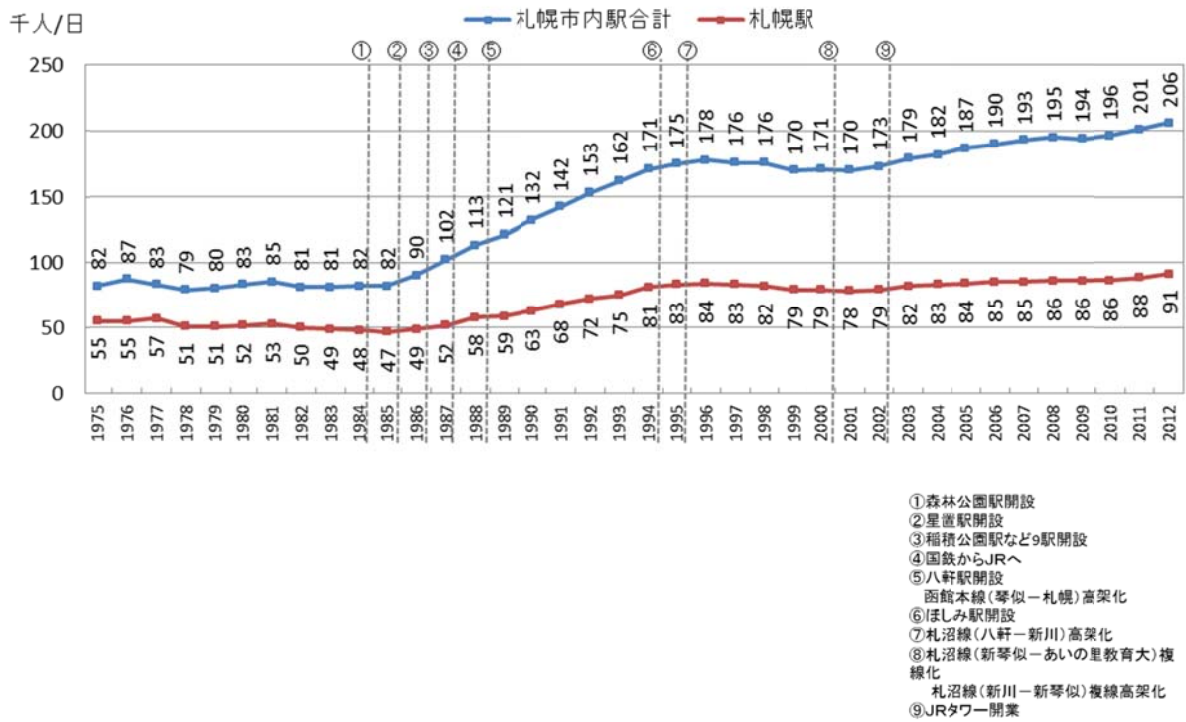


図 4.3.3 JR 利用者数の推移

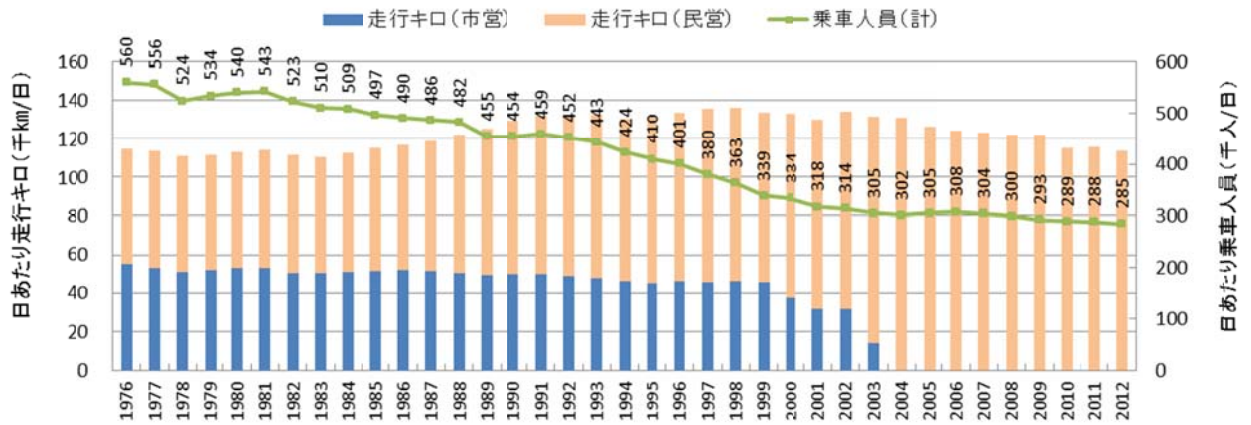


図 4.3.4 バス利用者数の推移

4.3.3 道路交通網の変遷³⁾⁴⁾

札幌市の骨格道路交通網として、人口増加と自動車普及に対応するため、1965（昭和 40）年に骨格的交通基盤として 1 バイパス 1 環状 5 放射道路の整備計画が策定された（図 4.3.5）。1988（昭和 63）年には第 3 次札幌市長期総合計画において、居住の郊外化や都心に集中する交通量増加への対応として、2 バイパス 2 環状 13 放射道路の整備計画が策定された（図 4.3.6）。さらに、2000（平成 12）年には第 4 次札幌市長期総合計画において、2 連携 1 環状 1 バイパス 11 放射道路の整備計画を策定し、整備を進めてきた（図 4.3.7）。

しかし道路交通網を整備、拡充する一方で居住の郊外化が進み、自動車利用の増加が止まらず、交通混雑が顕著となった。2012（平成 24）年には札幌市総合交通計画が策定されたが、この中の交通課題として、物流・観光交通と日常の交通が輻輳し、市内幹線道路の交通混雑に拍車をかけており、特に冬期の遅れは社会経済活動を麻痺させる大きな課題であり、これらの主要拠点間の円滑性低下は、国際競争力低下の一因になることを懸念している。

また、骨格道路網については、道内拠点間を結ぶ高速自動車道路網、札幌圏の都市相互を結ぶ連携道路、都心への流入を抑制しながら地域間の交通の円滑化を図る環状道路、都心部と地域拠点や周辺都市と結ぶ放射道路で構成し、図 4.3.8 に示す 2 高速・3 連携・2 環状・13 放射道路としている。また 13 放射道路のうち、創成川通（国道 5 号）・豊平川通については、自動車の円滑性向上を重点的に図る道路軸（都心アクセス強化道路軸）に位置づけ、既存の骨格道路網や公共空間の状況を勘案しながら、空港・港湾施設や圏域内における拠点間の連携強化を図ることが必要としている。

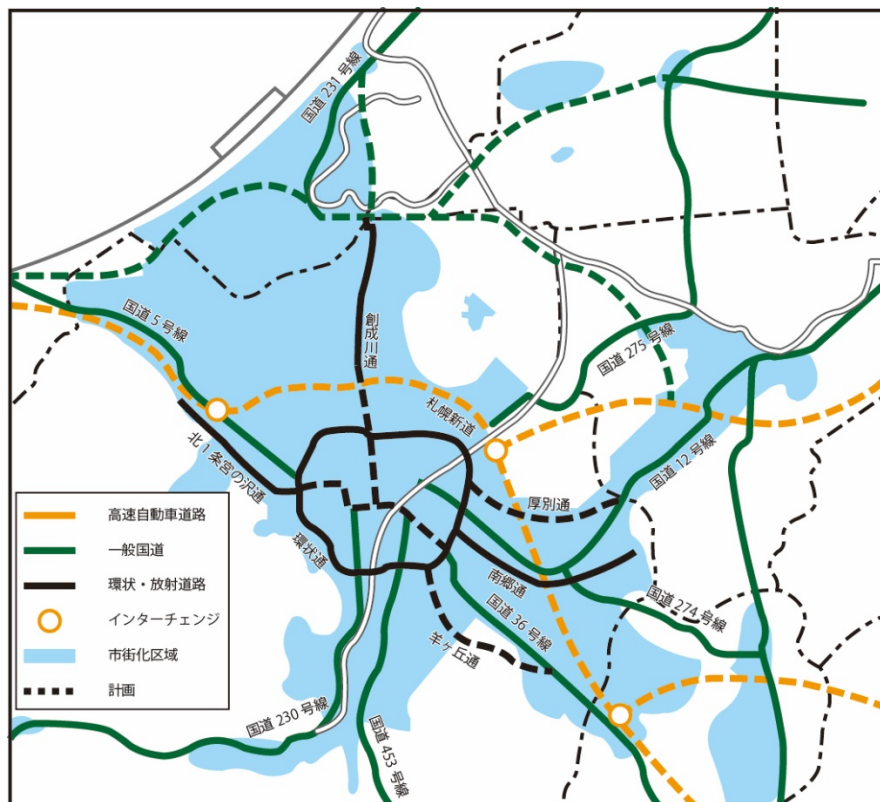


図 4.3.5 骨格交通網図 1 バイパス 1 環状 5 放射道路 昭和 40 年

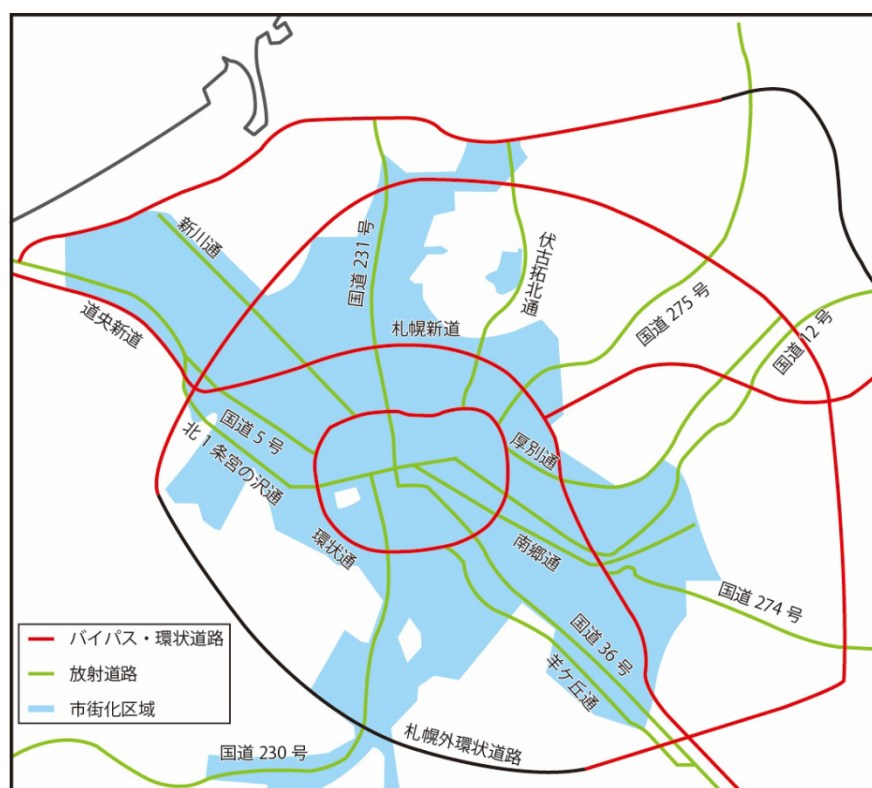


図 4.3.6 骨格交通網図 2 バイパス 2 環状 13 放射道路 昭和 63 年



図 4.3.7 骨格交通網図 2 連携 1 環状 1 バイパス 11 放射道路 平成 12 年

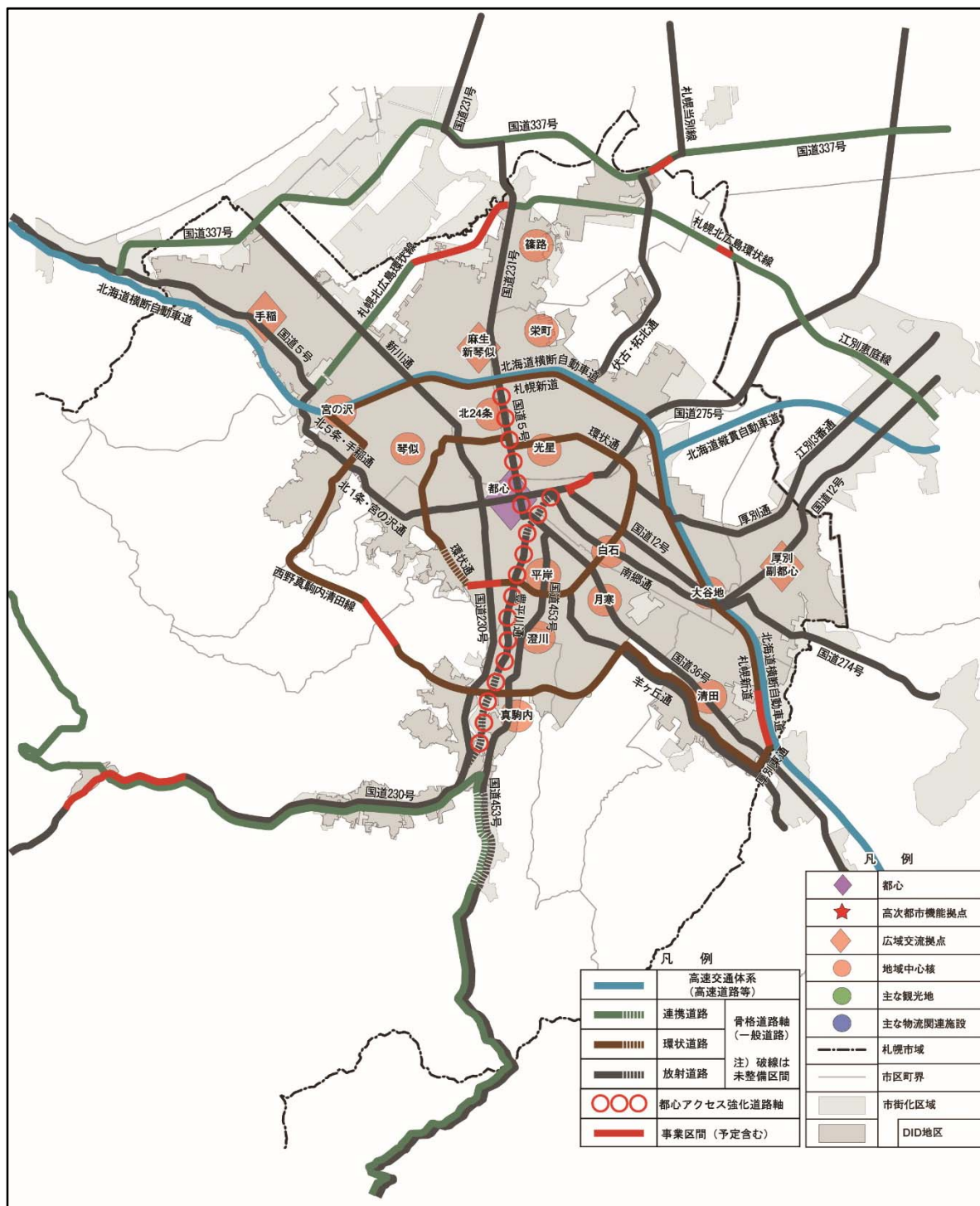


図 4.3.8 骨格交通網図 2 高速 3 連携 2 環状 13 放射道路 平成 24 年

4.3.4 歩行空間の変遷³⁾⁴⁾⁵⁾

これまでの道路空間の形成においては、自動車を主体とした整備が進められてきたことから、歩道部は狭い幅員やすりつけ勾配など、歩行環境としては多くの問題を抱えている。今後、高齢社会が急速に進む中、移動時においては徒歩や自転車による交通手段が増加することが予想され、移動制約者等の安全で安心な歩行空間を確保することは急務である。そのため、ユニバーサルデザインの考え方にに基づき、身体的状況、年齢などを問わず、可能な限り人格と個性を尊重され、安全で豊かに暮らせるよう、生活環境や連続した移動環境を継続して整備・改善していくことが必要となっている。

こうした中、2006（平成 18）年に「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」（バリアフリー新法）が施行され、2009（平成 21）年 3 月に「新・札幌市バリアフリー基本構想」⁵⁾を策定し、図 4.3.9 に示す 53 地区が重点整備地区として設定されている。

この基本構想では、駅などの旅客施設、建築物、道路、車両、信号機等のバリアフリー化を重点的、一体的、継続的に進めるための取り組みが記されており、そのうち、歩道については、対象となる地区の中で、連続してバリアフリー化された歩行者ネットワークを形成し、その地区を利用する人が安全で快適に目的地まで到達できるようにすることを基本方針としている。

4.4. まとめ

本章では、札幌市の都市の変遷として、人口構造、市街化区域及び都市交通の変遷を整理した。その結果、人口構造においては、都心回帰がある一方で、特に郊外部 JR 沿線の人口増加が顕著であることが明らかとなった。さらに、全体の高齢者割合が増加する中で、特に厚別区新札幌や南区石山地区の 65 歳以上の人口増加も顕著であった。市街化区域の変遷についてはこれまでは人口増加を背景とした拡大が行われてきたが、今後は人口減少下においては低密度な市街化区域の発生が深刻な課題となる。

また公共交通の変遷については、人口増加に伴い郊外化が進んだため、郊外部への地下鉄の延伸、バスについては都心直行便から地下鉄駅乗継型へ再編が行われた。しかし、結果として地下鉄の利用者数は横ばいであり、これは自動車利用による交通手段の変化が大きく影響している。

道路交通網については、整備・拡充する一方で居住の郊外化が進み、自動車利用の増加が止まらず、交通混雑が顕著となっている。さらには観光や物流の交通も輻輳しており、交通混雑に拍車をかけている。

歩行空間については、自動車を主体とした整備が進められてきたことから、今後、高齢社会が急速に進む中、移動制約者等についても安全で安心な歩行空間を確保することは急務であった。札幌市では、「新・札幌市バリアフリー基本構想」を策定し、地域交流拠点を優先的に整備することとしている。

このように、人口増加に伴う郊外化に対して、公共交通網や道路交通網についても居住者のサービスレベルの維持を目的として整備を進めてきたことから、結果的に郊外部においても、都心部と同等かそれ以上の居住環境の利便性が確保されていると考えられる。

そこで、今後集約化都市構造を進める上では、各地域の利便性、即ち都心部の利便性と郊外部の利便性について比較、評価することで、札幌市の都市構造の問題が明確にする必要がある。

4.5 参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：<http://www.ipss.go.jp/>
- 2) 札幌市：札幌市都市計画マスタープラン、2004
- 3) 札幌市：札幌市総合交通計画、2013
- 4) 札幌市：札幌の都市交通データ、2015
- 5) 札幌市：新・札幌市バリアフリー基本構想、2009

第5章 ネットワーク DEA による地域の居住環境利便性評価

5.1 概説

本章では、3つの観点の1つである「居住環境利便性」として、札幌市の各地域の「住民生活利便性」、「公共交通利便性」、「自動車利便性」の利便性に着目し、ネットワーク DEA を用いて効率性の観点から評価を行い、都心回帰を促進するための方策を提案する。

5.2 ネットワーク DEA による居住環境利便性評価

札幌市では人口増加に伴い、郊外部で宅地開発が進み、結果として都市の郊外化が進んだ。今後は人口減少社会への転換に伴い、都市構造の集約化が重要となるが、郊外化が定着した都市において都心部への人口集約は容易ではない。集約型都市構造の実現のためには、人口流動を促す効果的な施策立案が重要となる。

とりわけ札幌市においては、都心部での再開発事業や地区整備計画などが積極的に進められ、都心回帰が進みつつあるが、一方で依然として郊外化の進行は留まっていない現状もある。

本来、都心部は居住費が高い分だけ、生活利便性や交通利便性も高次のサービス水準を有するのが一般的であるが、都心部の高い居住費に見合った利便性を享受できていない場合や、郊外部の利便性が高い場合は、都心部への集約化は容易ではないと考えられる。

そこで本章では、札幌市の各地域の利便性について、効率性の観点から相対評価を行い、都心回帰を促進するための方策を提案することを目的とする。つまり、都心部への集約化を停滞させている要因として、高い居住費に見合った利便性を享受できていないと仮定し、「住民生活利便性」、「公共交通利便性」、「自動車利便性」の3つの観点から各地域の効率性を定量的に分析することにより、札幌市の都心回帰を促進させるための具体的な改善案を提案するものである。

なお分析方法は、地域の利便性については多種の要因が影響を及ぼしていることから、多入力多出力のデータ分析が可能である包絡分析法（Data Envelopment Analysis; DEA）を適用する。DEA を用いることで、効率性の観点から地域の利便性を総合的に評価することが可能となり、都心部と郊外部の各種利便性を比較検証することにより、都市の集約化を促進させる改善方策について提起するものである。

ここで、各地域の生活利便性や交通利便性は、相互に影響していると考えられ、従来の一般的な DEA ではその点を考慮して評価できない。そこで本研究は、相互作用を有する各地域の利便性を「部門」と位置づけて、お互いの影響を考慮して評価が可能であるネットワーク DEA を適用した。

本章では、都市の集約化による効果や、集約型都市構造を目指す中での公共交通への転換の必要性を述べるものではなく、都市の集約化、とりわけ札幌市の都心回帰を目指す上で、居住環境や交通サービスを効率性の観点から、郊外部が都心部に比べて利便性が高いことを明らかにする。

地域によって、公共交通の利便性が高い地域もあれば、公共交通が不便なため、自動車利用の利便性が高い地域もあると考える。加えて、このような交通行動は、居住地域の地理的条件に影響されるはずであり、これらの項目は複雑に相互に影響し合っていると考える。

したがって、本研究では交通行動の様々な要因を考慮するため、ネットワーク DEA による分析を行う。また、従来の DEA では、入出力項目数が多い場合、各項目の極端な値から影響を受けやすく、D 効率的な DMU が多くなるのに対し、ネットワーク DEA では多種の要因を考慮して効率値が算出されるため、本研究の各地域の利便性評価に適していると考ええる。

5.3 ネットワーク DEA による札幌市の居住環境利便性評価手法の構築

5.3.1 本研究におけるネットワーク DEA のモデル構造

本章では、ネットワーク DEA を用いて各地域の生活利便性や交通利便性を評価する。東本ら¹⁾は「運行便数」や「バス停系統数」を用いて DEA を適用することでバスの利便性を評価しており、本研究においても同様に DEA による出力項目/入力項目の比率尺度により、3つの部門にて各利便性を設定する。

つまり、Division1 を「地域の住民生活利便性」、Division2 を「都心部への公共交通利便性」、Division3 を「都心部への自動車利便性」とし、これら3つの部門を効率性という観点から評価する。本研究で用いるネットワーク DEA のモデル構造を図 5.2.1 に示す。各部門の効率値の定義、入出力構造の考え方については、次節で詳細に説明する。

なお、「D2:都心部への公共交通利便性」と「D3:都心部への自動車利便性」については、都心部へのトリップ数と運行便数やアクセス時間などの交通サービス水準により利便性を評価するが、通勤や業務トリップを対象とした場合、属性が限定されることになる。そこで本研究では、私用トリップに着目し「買物」と「通院」を対象として、各利便性の評価を試みた。

また、DEA により地域の利便性を相対評価する際には、人口規模や地域の規模について均一化を図り対象ゾーンを設定することが望ましい。本研究では、地域の規模に大きな違いが生じないように考慮して設定されている平成 18 年度道央都市圏パーソントリップ調査²⁾の小ゾーンを活用することで、各項目の均一化が図られていると考える。

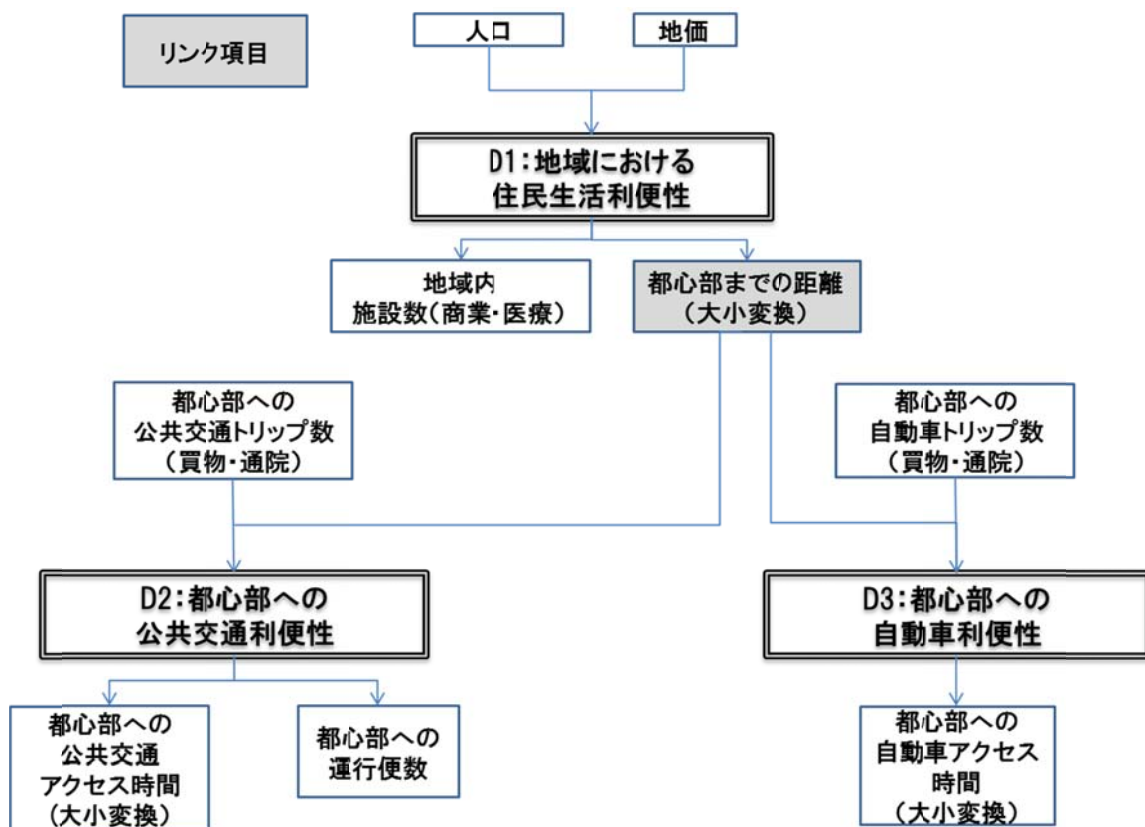


図 5.3.1 本研究におけるネットワーク DEA のモデル構造

5.3.2 評価対象と都心部の定義

本研究は、平成 18 年道央都市圏パーソントリップ調査による札幌市の小ゾーン 206 ゾーンのうち、目的地と設定する都心部、山間部などの市街化調整区域を除いた 187 ゾーンを評価対象とした。図 5.3.2 以降に本研究での評価対象地域を示す。

なお、各ゾーンと都心部へのアクセス時間等については、自動車利用においては、各ゾーンから地下鉄大通駅、もしくは JR 札幌駅への距離が近い方の駅とした。また、公共交通利用においては、各ゾーンから地下鉄さっぽろ駅、地下鉄大通駅、JR 札幌駅の 3 駅のいずれかでアクセス時間が最小の駅とした。

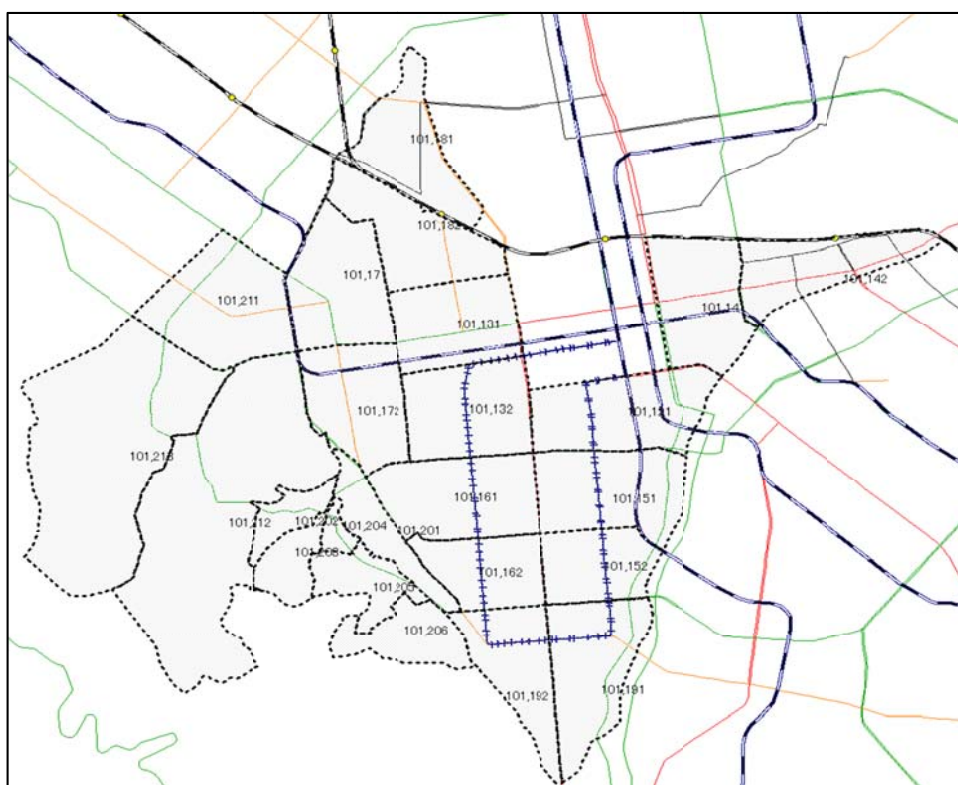


図 5.3.2 分析対象地域のゾーン番号（中央区）

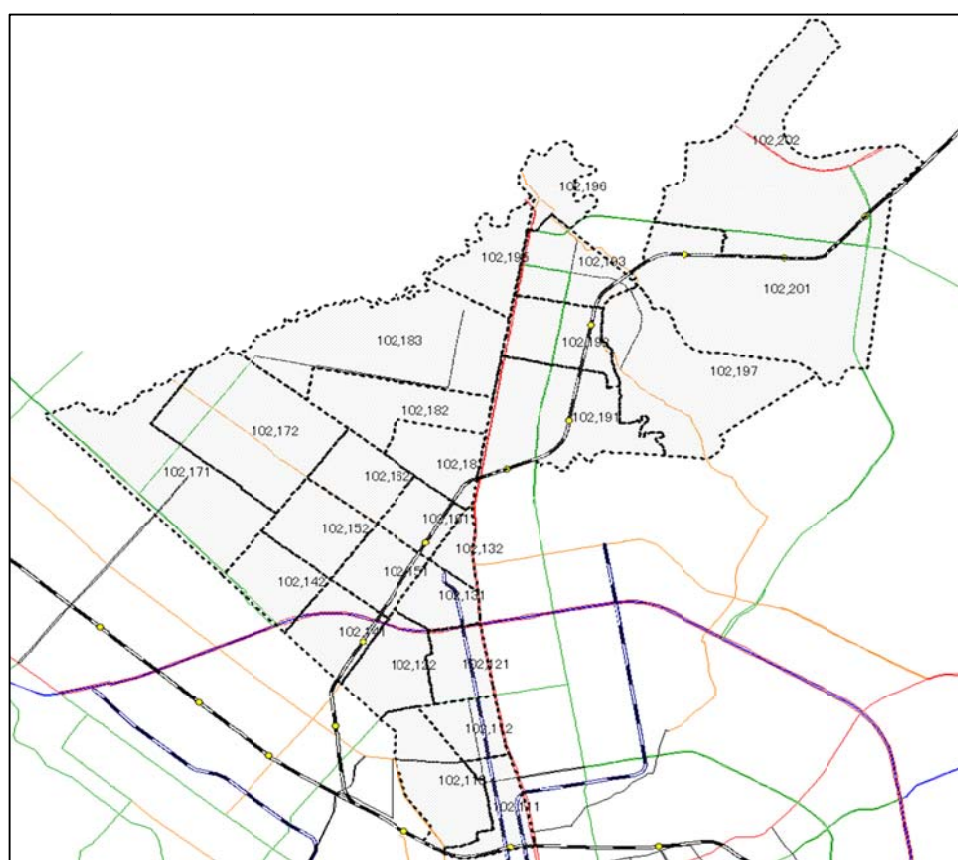


図 5.3.3 分析対象地域のゾーン番号（北区）

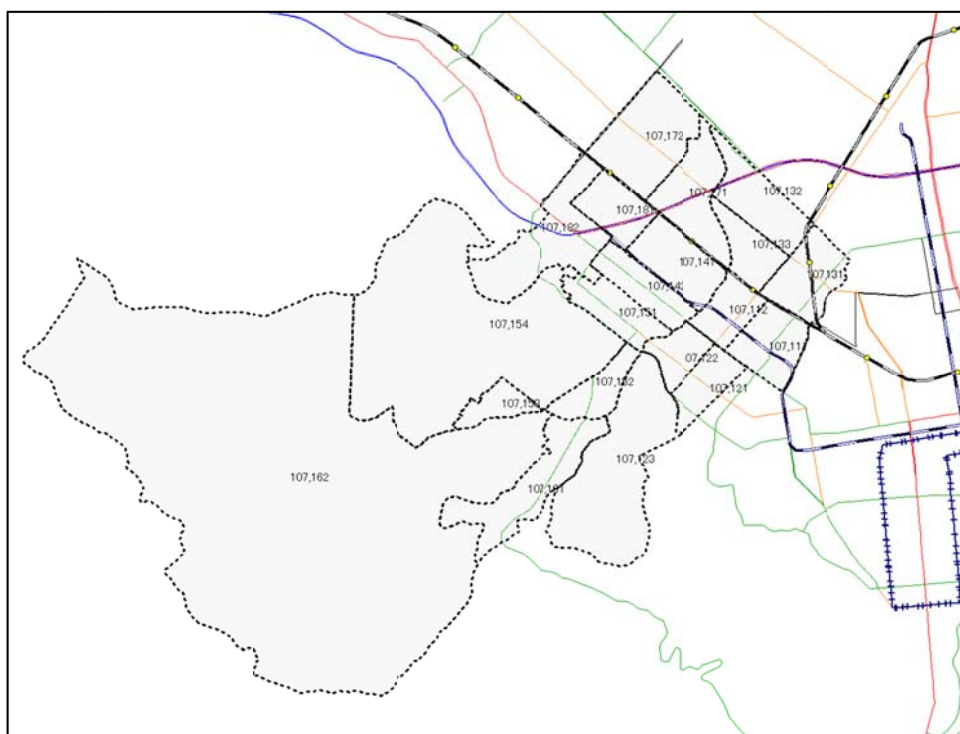


図 5.3.8 分析対象地域のゾーン番号（西区）



図 5.3.9 分析対象地域のゾーン番号（厚別区）

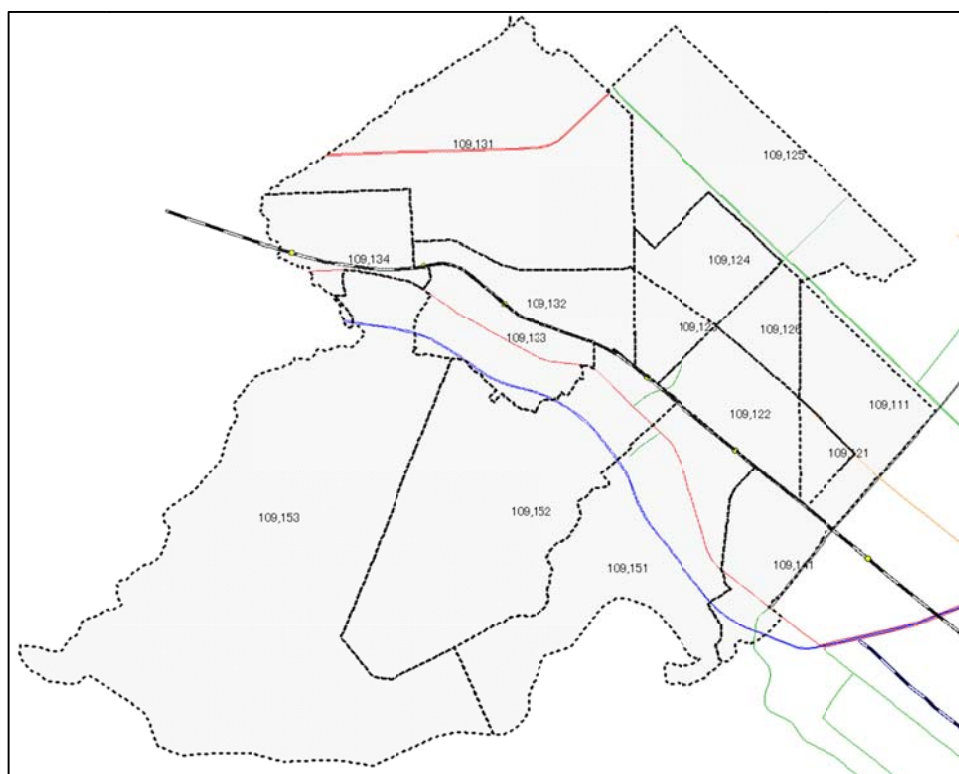


図 5.3.10 分析対象地域のゾーン番号（手稲区）

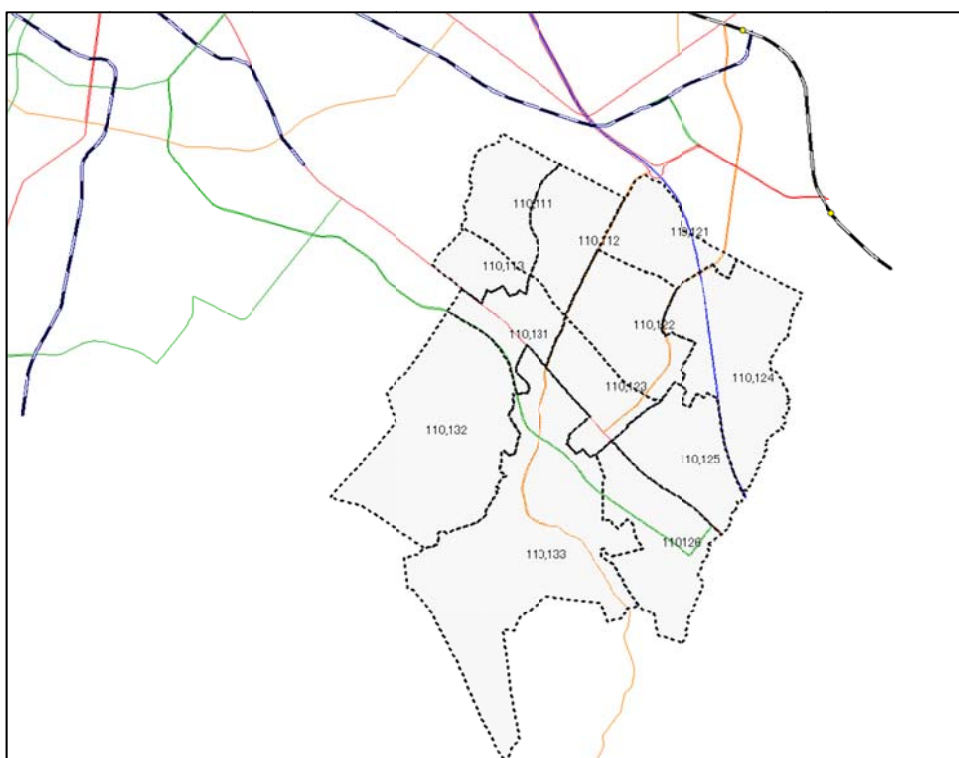


図 5.3.11 分析対象地域のゾーン番号（清田区）

5.3.3 入出力項目の設定と効率値の定義

(1) 地域における住民生活利便性評価

本研究では、人口が多く地価が高い地域ほど、施設数も多く都心部からの距離も近い地域であると仮定し、入力項目に「人口」と「地価」、出力項目は「同ゾーン内の施設数（商業施設、医療施設）」と「都心部までの距離」とする。

つまり、都市サービスが地価に帰着することを踏まえると、入力に地価と人口、出力に商業・医療施設数を設定することにより、地価が安く人口が少ない割に、商業・医療施設数が多くて都心に近ければ、買物や通院の利便性において、効率的な地域であることが評価できる。

なお、出力の変数として設定した「都心部までの距離」は、距離が短いほど利便性が高いことを踏まえると、数値を変換させる必要がある。変換方法については、1 つは逆数にするという考え方があるが、極端に大きい値は極小になり非線形な変換となる。そのため、本研究では、都心部までの距離の最大値と最小値の平均を μ として、「 $2\mu - (\text{便数})$ 」とし、大小を逆転させて線形変換をした。なお入力項目である「人口」については「国勢調査結果（平成 22 年）」を使用し、「地価」については「国土交通省地価公示（平成 23 年）」³⁾から、各ゾーンの中心となる住所に最も近い地価を設定した。その際に、本研究では居住環境の利便性を評価することを目的としているため、住居用途の地価として位置づけている。しかし、地価は商業用途も反映されている。商業施設のあるゾーンについては、夜間人口が極端に少ない都心部は分析の対象外としたが、郊外部においては商業施設を取り巻く形で居住環境の整備が進められている。各ゾーンにおいて適用した地価に商業用途が反映されている場合も想定されるが、居住環境として見ると利便性の高さが地価に表れていると考えた。出力項目である「施設数」には、各ゾーン内の商業施設数、医療施設数の合計値とした。住民生活利便性の効率性が高い地域は、人口が少なく、地価が安いわりに、商業・医療施設数が多く、かつ都心に近い地域と定義する。

(2) 都心部までの公共交通利便性評価

都心部への公共交通トリップ数が多く、かつ都心への距離が近い地域ほど、都心部への公共交通アクセス時間が短く、都心部への運行便数が多いと仮定し、入力項目に「都心部への公共交通トリップ数」と「都心部への距離」、出力項目は「都心部への公共交通アクセス時間」と「都心部への運行便数」と設定した。「都心部への公共交通アクセス時間」については、「都心部までの距離」と同様に大小を線形変換している。

なお「都心部までの公共交通トリップ数」は、「平成 18 年度道央都市圏パーソントリップ調査」により算定し、「公共交通による都心部アクセス時間」における都心部は、都心部

内にある地下鉄の「さっぽろ駅・大通駅」、JRの「JR札幌駅」、市電の「西4丁目駅」と設定し、各地域から各駅までのアクセス時間を算定し、最短時間を採用した。

つまり、公共交通利便性の効率性が高い地域は、公共交通トリップ数が少なく、都心部への距離が遠いにもかかわらず、アクセス時間が短く、かつ運行便数が多い地域と定義する。

(3) 自動車移動の利便性評価

都心部への自動車トリップ数が多く、都心への距離が近い地域ほど、都心部へ自動車でのアクセス時間が短いと仮定し、入力項目に「都心部への自動車トリップ数」と「都心部への距離」、出力項目は「自動車による都心部アクセス時間」とする。「都心部への自動車アクセス時間」については、「都心部までの距離」と同様に大小を線形変換している。

つまり、自動車利便性の効率値が高い地域は、自動車トリップ数が少なく、都心部への距離が遠いにもかかわらず、アクセス時間が短い地域と定義する。

5.3.4 入出力項目データ

分析に用いたデータの概要を表5.3.1に示す。各小ゾーン別の平均人口では、東区が最も多く、次いで厚別区の順となっている。札幌市全体で約10,000人程度となっているが、南区は札幌市平均に対して8割に満たない状況である。地価では、中央区が最も高く、次いで西区の順となっている。札幌市全体では約65,000円程度に対して、中央区は約1.5倍の地価となっている。施設数は、札幌市平均の21施設数に対して、南区が低くなっているものが、他の区については平均的な施設数であった。都心部までの公共交通トリップ数では、都心部を含む中央区が最も高くなっている一方で、運行本数では豊平区が最も多くなっている。自動車トリップ数では、厚別区が極端に低いことが特徴である。

表 5.3.1 入出力項目の区別平均値

区	人口	地価	施設数 (商業+病院)	公共交通 トリップ数	公共交通 運行本数	自動車 トリップ数
中央区	8,695	93,565	25	454	127	656
北区	10,708	59,254	20	283	86	199
東区	11,643	62,718	25	296	114	418
白石区	9,745	56,619	21	256	106	208
豊平区	11,717	72,029	24	331	146	175
南区	7,779	51,889	15	192	98	140
西区	10,555	75,925	21	242	97	286
厚別区	10,716	68,808	23	210	91	52
手稲区	9,307	38,640	17	192	71	160
清田区	9,701	48,458	18	133	89	112
札幌市平均	10,085	64,156	21	272	104	265

表 5.3.2 入出力項目データ

DMU	(D)Division1			(D)Division2			(D)Division3		(Division1)(Division2)(Division3)
ゾーンNo	(I)人口(人)	(I)地価(円)	(O)近接ゾーン内の施設数(商業+医療)	(I)トリップ数(都心部への買物、通院トリップ公共交通)	(O)公共交通 都心までの所要時間(分) 大小変換	(O)運行本数(本/日)	(I)トリップ数(都心部への買物、通院トリップ自動車)	(O)自動車 都心までの所要時間(分) 大小変換	(L)都心までの走行距離(km) 大小変換
101131	9,780	155,000	49	929	86	169	1003	44	27.6
101132	16,461	103,000	45	690	80	158	877	42	26.7
101141	12,023	220,000	69	327	89	168	569	49	29
101142	5,215	104,000	25	97	87	120	374	42	27.1
101151	14,844	100,000	33	721	87	173	1345	41	26.8
101152	8,436	55,000	34	430	85	173	315	41	25.4
101161	16,791	47,000	31	1060	76	158	1437	41	26
101162	9,810	101,000	24	612	73	159	1020	39	25.1
101171	17,044	96,000	25	781	81	169	746	38	25.9
101172	17,469	28,500	23	760	84	169	998	38	26.4
101181	4,319	77,000	29	213	87	140	278	42	26.8
101182	10,957	96,000	46	484	87	140	731	43	27.1
101191	8,905	97,000	25	257	72	136	164	39	24.3
101192	9,473	69,500	16	1012	68	150	690	38	24.2
101201	6,731	99,000	23	662	76	158	260	39	24.8
101202	1,051	54,000	5	52	75	61	348	37	24.5
101203	763	81,000	4	21	74	18	153	35	23.9
101204	758	81,000	5	0	74	43	267	37	24.3
101205	1,535	61,500	3	59	72	43	174	35	23.9
101206	493	96,500	8	0	69	150	0	37	24.1
101211	15,701	210,000	26	504	83	169	1787	37	25.4
101212	5,094	54,000	16	355	71	29	88	31	22.9
101213	6,332	66,000	8	422	76	73	1462	32	24.2
102111	14,099	166,000	39	861	88	173	376	49	28.95
102112	14,809	104,000	28	460	85	173	270	44	27.6
102113	1,271	153,000	43	188	86	173	538	45	27.8
102121	12,737	30,000	24	827	85	173	56	39	26.5
102122	17,298	75,500	27	553	80	49	481	37	25.9
102131	13,429	108,000	30	724	81	173	361	38	24.8
102132	5,361	98,100	20	631	81	173	0	37	24.4
102141	12,152	64,000	24	337	80	49	203	34	24.5
102142	9,663	43,800	18	48	69	100	58	34	22.3
102151	11,313	52,200	28	313	76	52	646	33	22.9
102152	10,536	52,200	23	294	71	52	182	29	22.2
102161	8,711	69,500	15	337	76	49	122	32	23.3
102162	10,571	46,400	16	76	72	48	0	30	22.2
102171	9,787	43,800	21	25	67	84	423	29	21.4
102172	10,948	41,900	17	363	72	173	155	28	21.6
102181	7,828	44,900	15	132	74	95	0	34	23
102182	13,438	43,000	14	120	65	34	120	29	21.2
102183	14,751	42,300	14	27	63	40	184	27	19.8
102191	17,224	40,000	24	456	70	49	68	34	21.7
102192	9,464	36,300	16	24	67	49	419	30	20.4
102193	10,241	33,900	11	275	67	49	55	29	19.2
102195	2,586	28,900	12	0	65	57	0	29	19.5
102196	1,527	22,100	4	21	63	49	0	27	18.1
102197	7,526	35,300	18	106	68	33	307	25	17.7
102201	11,020	29,000	12	45	64	49	52	21	16.9
102202	20,116	36,500	7	105	61	49	94	17	14.5
103111	14,079	106,000	38	726	87	159	627	47	28.6
103112	15,352	100,000	31	816	86	159	747	43	27.7
103121	10,485	100,000	36	422	84	159	577	41	27
103131	15,591	71,000	37	556	86	173	653	42	27.2
103132	15,246	71,000	22	430	84	159	447	39	26.6
103141	12,048	70,000	26	332	82	37	752	40	25.7
103142	13,185	78,500	28	342	82	159	968	37	24.9
103151	11,950	71,000	25	160	84	159	0	38	26
103152	16,377	74,500	33	664	82	159	636	35	25.1
103161	10,931	61,000	22	460	71	165	176	37	23.6
103162	9,881	76,500	20	226	80	159	44	38	23.8
103163	13,814	32,000	23	173	79	159	300	34	22.6
103171	12,507	84,000	15	166	79	159	1083	34	23.1
103172	10,095	50,000	15	17	73	49	242	34	23.1
103181	13,820	58,500	31	266	76	96	340	35	25.2
103182	5,826	49,500	20	22	69	16	44	28	23.7
103183	11,892	32,500	9	257	62	100	578	25	18.7
103184	10,512	40,000	24	116	67	100	261	29	19.8
103185	11,193	71,000	26	81	73	96	427	36	22.5
103186	4,604	54,500	26	0	74	16	0	37	23.1
103191	12,462	14,000	35	166	65	30	304	24	19.1
103192	4,296	14,300	9	120	58	41	0	17	16.1

DMU	(D)Division1			(D)Division2			(D)Division3		(Division1)(Division2)(Division3)
ゾーンNo	(I)人口(人)	(I)地価(円)	(O)近接ゾーン内の施設数(商業+医療)	(I)トリップ数(都心部への買物、通院トリップ公共交通)	(O)公共交通 都心までの所要時間(分) 大小変換	(O)運行本数(本/日)	(I)トリップ数(都心部への買物、通院トリップ自動車)	(O)自動車 都心までの所要時間(分) 大小変換	(L)都心までの走行距離(km) 大小変換
104111	9,937	100,000	17	508	86	168	130	45	27.2
104112	8,815	31,000	22	282	86	168	207	42	26.5
104113	4,763	68,300	30	0	78	38	43	41	25.1
104121	21,079	34,000	26	620	84	168	323	41	24.7
104122	3,332	52,000	17	104	74	86	0	41	25
104123	4,209	52,000	26	41	74	86	0	43	25.5
104131	13,627	82,500	22	841	80	168	527	36	24.4
104132	10,190	80,500	27	219	83	152	294	37	22.9
104133	11,891	67,500	19	483	83	152	273	36	22.9
104141	7,805	27,000	18	148	80	168	0	33	22.2
104142	8,232	90,000	22	204	78	168	280	36	22.6
104143	8,580	47,000	21	235	63	86	299	35	22.3
104151	20,350	84,000	22	681	76	168	439	34	21.1
104161	15,512	50,200	16	403	83	152	397	35	22.8
104171	13,008	70,800	20	159	72	32	304	38	24
104172	6,187	38,500	21	58	59	41	0	32	21.7
104181	13,521	35,000	19	104	74	35	107	29	19.9
104182	6,635	42,800	11	128	78	58	386	27	20
104183	6,800	36,300	11	62	72	64	57	28	20
104191	3,139	43,800	27	104	67	11	168	29	20.1
104201	7,041	55,800	17	0	78	58	142	26	19.4
105111	13,567	59,500	37	287	85	159	70	46	27.9
105112	8,259	78,000	19	450	85	159	73	41	27
105121	5,337	108,000	16	186	84	159	0	43	26.8
105122	11,780	94,000	24	207	82	159	246	41	25.8
105131	12,695	33,029	25	812	84	173	31	39	26.4
105132	16,806	100,000	27	283	82	159	715	39	24.9
105141	16,879	58,000	29	222	81	173	55	34	25
105142	11,139	79,000	26	386	81	173	41	37	24.1
105143	9,583	79,000	25	191	81	173	167	37	23.9
105151	14,945	36,000	26	490	82	159	39	39	24.9
105152	13,563	80,000	29	358	82	168	330	40	25.4
105153	8,710	74,500	20	174	80	159	243	36	23.6
105161	10,824	96,000	22	401	78	159	348	35	22.5
105162	10,288	61,500	21	283	71	24	0	30	21.3
105171	9,060	67,500	20	245	73	94	36	33	22.5
105172	8,289	72,000	19	228	70	94	31	32	22.2
105173	13,303	56,500	15	256	70	124	189	28	20.9
105174	15,882	64,000	26	499	78	159	544	32	22.2
106111	9,481	80,000	18	519	79	173	90	36	22.9
106112	14,698	61,500	25	715	77	173	84	32	22.4
106113	1,514	78,000	19	31	71	111	0	35	21.9
106114	9,374	44,000	22	111	67	11	290	26	18.7
106121	4,536	78,000	2	147	70	111	148	34	21.8
106122	7,324	88,000	5	323	74	173	350	32	20.4
106123	6,838	90,000	10	394	74	173	36	29	19.4
106124	4,856	72,800	25	21	66	36	250	30	20.1
106131	5,028	78,000	17	55	63	136	143	36	22.7
106133	6,920	52,500	17	125	63	110	57	34	20.7
106134	4,336	22,000	16	0	60	75	138	28	19.4
106141	10,660	25,000	16	218	49	90	145	24	17.7
106142	15,238	60,000	21	325	61	135	136	31	19.5
106152	3,841	23,500	7	0	59	81	0	23	14.3
106153	14,624	25,000	30	263	58	10	117	24	15.5
106164	6,730	14,000	11	18	54	73	166	21	13.2
106165	12,435	18,200	10	198	55	73	264	23	14.1
106173	1,583	23,500	2	0	32	24	103	9	3.5

DMU	(D)Division1			(D)Division2			(D)Division3		(Division1)(Division2)(Division3)
ゾーンNo	(I)人口(人)	(I)地価(円)	(O)近接ゾーン内の施設数(商業+医療)	(I)トリップ数(都心部への買物、通院トリップ公共交通)	(O)公共交通都心までの所要時間(分)大小変換	(O)運行本数(本/日)	(I)トリップ数(都心部への買物、通院トリップ自動車)	(O)自動車都心までの所要時間(分)大小変換	(L)都心までの走行距離(km)大小変換
107111	14,850	102,000	35	740	81	169	1120	35	24.3
107112	16,589	198,000	37	864	79	169	296	32	23.5
107121	10,354	99,000	29	144	78	131	1194	34	24.2
107122	7,949	80,300	25	92	72	131	25	30	23
107123	1,545	101,000	12	21	70	73	0	31	23.4
107131	15,194	69,300	45	249	83	49	118	40	26
107132	9,116	58,800	19	143	76	41	23	35	24.4
107133	10,346	85,300	16	334	84	132	518	35	24.7
107141	17,029	80,300	22	290	77	169	199	25	21.6
107142	11,416	85,700	27	125	77	169	620	29	22.4
107151	10,954	74,500	21	323	68	58	288	28	22.1
107152	5,717	61,000	18	46	65	45	146	26	21.2
107153	4,080	37,500	7	142	59	41	0	19	19.2
107154	17,610	42,400	14	362	62	28	175	23	20.2
107161	6,570	38,000	8	197	58	45	392	23	19.7
107162	7,549	34,700	7	0	56	51	103	19	18.4
107171	14,526	73,400	17	185	81	91	100	33	23.5
107172	3,463	27,000	22	54	78	91	170	29	22.2
107181	11,150	80,000	15	259	78	91	231	28	21.7
107182	15,097	90,300	31	277	74	169	0	24	20.8
108111	11,897	77,000	28	120	74	168	0	30	19.9
108121	14,483	57,800	26	156	65	50	0	24	16.9
108122	5,785	81,400	16	199	78	116	170	22	15.5
108123	1,003	86,800	16	104	78	116	0	25	16.2
108124	9,356	86,800	32	420	78	116	0	25	16.1
108131	18,592	86,000	25	599	72	168	111	31	19.2
108132	10,605	74,500	33	148	78	116	0	25	16.6
108141	7,183	63,500	22	17	78	62	197	25	18
108142	4,913	49,500	14	0	65	11	0	23	17.9
108151	17,180	42,300	18	169	71	58	0	18	14.2
108152	10,639	55,900	17	428	75	62	57	23	17
108153	16,950	64,200	23	154	75	48	87	23	15.5
109111	12,992	40,000	20	322	66	82	432	24	18.3
109121	3,342	40,000	14	72	74	15	0	23	20.5
109122	12,287	53,600	26	209	75	91	398	22	19.8
109123	4,590	60,300	23	72	75	136	288	19	16.1
109124	9,128	30,800	19	103	61	40	39	19	16.5
109125	6,856	30,800	20	74	51	18	0	16	15.7
109126	6,224	41,200	20	119	67	26	0	17	18.8
109131	14,458	28,300	17	284	66	78	199	15	14.4
109132	9,531	41,500	21	269	69	92	0	18	15.7
109133	12,522	31,400	10	164	73	75	288	19	15.7
109134	9,839	37,500	13	122	68	75	43	16	12.8
109141	11,217	45,300	16	406	70	30	316	26	17
109151	14,460	32,300	17	302	75	91	179	24	18.8
109152	7,560	48,800	14	208	75	136	218	23	15.3
109153	4,603	17,800	8	151	70	75	0	18	11.8
110111	9,289	51,000	28	310	76	168	341	29	19.8
110112	9,192	51,000	28	125	69	86	86	25	19
110113	4,283	47,500	19	235	71	159	0	31	20.7
110121	9,046	54,000	14	115	62	59	0	22	16.3
110122	11,171	48,500	17	349	58	59	243	25	17.4
110123	5,069	54,500	22	85	61	90	182	27	17.8
110124	10,457	49,000	10	86	55	59	135	25	16.5
110125	11,200	38,500	17	26	58	90	0	23	16.7
110126	8,619	38,000	15	25	61	52	132	26	16.39
110131	4,089	75,000	21	60	68	159	108	32	19.9
110132	18,992	35,500	10	156	62	53	0	27	18.8
110133	15,000	39,000	18	19	58	36	115	24	16.7

5.4 ネットワーク DEA による分析結果の考察

5.4.1 小ゾーン別総合効率性評価結果

対象とする 187 のゾーンのネットワーク DEA による分析結果を図 5.4.1 に示す。

地域別に見ると札幌市東部の東区や白石区、厚別区において総合効率値が高い結果と示され生活利便性が高いことが明らかとなった。当該地域は札幌市内の中で低層の住居地域であり、市内の中では比較的人口密度が低い地域である。しかし、郊外型の大型商業施設が整備され、またサービス水準の高いバス路線網も網羅されている、また、札幌市東部には、放射系道路が整備されており、このような地域は、アクセス時間も短く、自動車利用の利便性も高い地域であり、地価についても都心部より安価で、住民にとっては効率的で住みやすい地域であると考えられる。

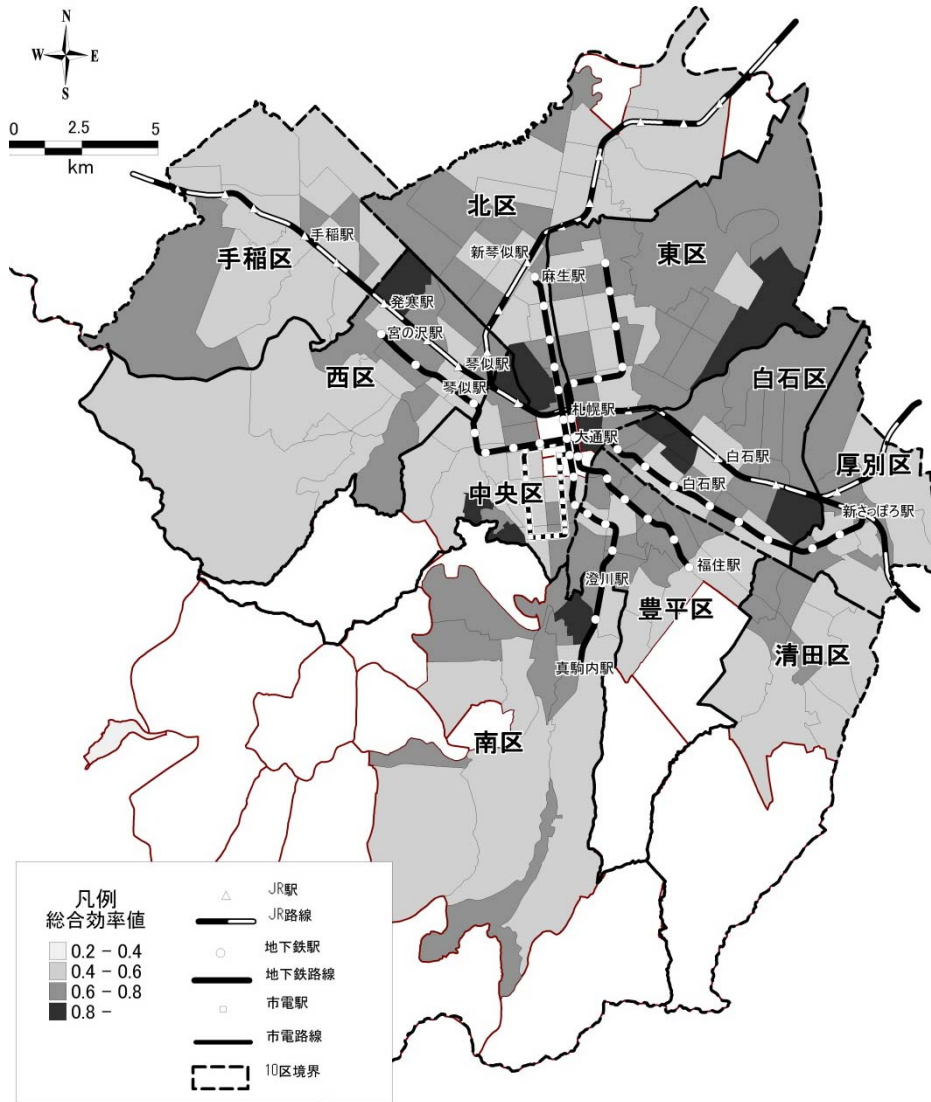


図 5.4.1 小ゾーン別総合効率性評価結果

5.4.2 区別効率性評価結果

現在、札幌市は 10 区の行政区により構成されている。対象とする 187 のゾーンのネットワーク DEA による分析結果について、区別に効率値の平均値を算出したものを表 5.3.1 に示す。

分析結果を見ると、まず住民生活利便性については中央区が最も高いが、一方で札幌市の外縁部に位置する南区と手稲区の効率値が高いことがわかる。つまり札幌市では、買物・通院の生活利便性については、郊外部は居住費に対して、相対的に生活の利便性が高い傾向にあると評価できる。

また公共交通利便性についても、郊外部である厚別区の平均効率値が最も高く、この区は新札幌副都心を有し、JR・地下鉄の軌道系駅やバスターミナルも整備されている交通拠点であるため、都心への行きやすさとしての高い利便性が高い効率値に寄与していると考えられる。一方、都心部を有している中央区が最も効率値が低いのも特徴である。つまり、公共交通利便性が高いと考えられていた都心部は公共交通の利便性は低い評価を得た一方で、郊外部については、都心部からの距離の割に、相対的に都心部以上の公共交通利便性を享受していることが明らかとなった。

さらに自動車利便性については、豊平区や白石区、北区の効率値が高く、反面、郊外部である手稲区、清田区、南区が低い傾向を示していることから、都心部が優位であることが明らかとなった。

表 5.4.1 区別平均効率値

区	総合効率値	住民生活利便性	公共交通利便性	自動車利便性
中央区	0.650	0.552	0.759	0.638
北区	0.624	0.451	0.766	0.655
東区	0.634	0.459	0.813	0.628
白石区	0.672	0.453	0.841	0.724
豊平区	0.648	0.357	0.832	0.754
南区	0.607	0.485	0.736	0.599
西区	0.603	0.412	0.807	0.591
厚別区	0.637	0.431	0.851	0.630
手稲区	0.590	0.461	0.829	0.481
清田区	0.592	0.445	0.764	0.567
札幌市平均	0.628	0.454	0.797	0.634

5.4.3 距離別部門別効率値評価

区別評価から、各効率値の概要は把握できたが、さらに詳細に分析するため、都心部からの距離別にゾーンを分類し、各部門の効率性評価の考察を行った。

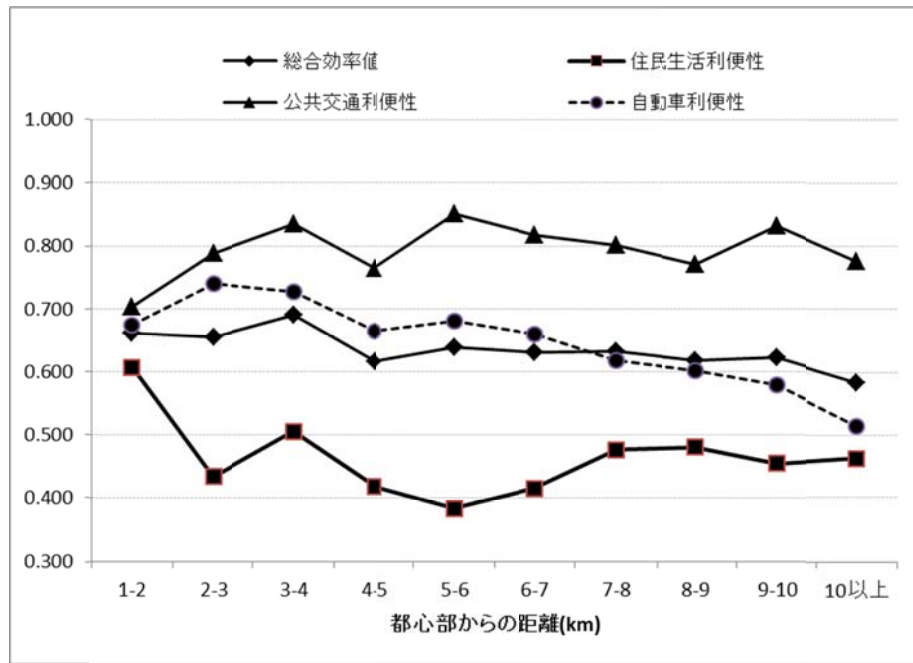


図 5.4.2 距離別部門別平均効率値

図 5.4.2 に示す距離別部門別平均効率値では、都心部からの距離が 2km 未満の地域について、住民生活利便性は最も高くなっているが、2km 以上の場合は、ほぼ横ばいで推移しており、都心部からの距離に影響を受けず、住民生活の利便性は、都心部と同等の利便性が享受されている。さらに、公共交通利便性については、都心部からの距離が大きくなるにつれ、各効率値も増加傾向を示している。

つまり、現状の札幌市の都市構造は、効率性評価の観点からすると、都心部に近い方が郊外部に比べて、その利便性において、地価、つまり居住にかかる費用や都心から近い距離の割に優位ではないことが示されており、都心回帰を促進できない都市構造となっているといえる。本研究での都心回帰は、都心部とその周辺地域での居住を促すものと位置づけるが、さらなる都心回帰を促進させるためには、都心部周辺地域の改善が必要であると考える。

5.5 改善案の考察

さらなる都心回帰を促進するためには、都心部周辺地域の改善が必要であると考え、その改善案を提示する。ネットワーク DEA では、各 DMU の優位集合を示し、効率化に向けた改善案を算出することができる。優位集合は、非効率的な DMU にとって効率的な活動に改善するために目標とする DMU のことであり、さらにその DMU と同様に効率的な活動をするための改善量が算出される。

特に、都心部に隣接する地域の評価値が低い傾向を示した住民生活利便性評価の指標である「地価」、公共交通利便性評価の指標である都心部までの「公共交通運行便数」に着目し、改善案を考察する。

表 5.5.1 地価改善案

都心部からの 距離(km)	住民生活 利便性効率値	現状の 平均地価 (円)	改善案 平均地価(円)	改善率(%)
1以上2未満	0.607	135,143	90,248	-33.2
2以上3未満	0.434	107,529	43,765	-59.3
3以上4未満	0.506	97,663	44,331	-54.6
4以上5未満	0.419	80,257	33,340	-58.5
5以上6未満	0.384	75,635	31,048	-58.9
6以上7未満	0.415	67,684	26,913	-60.2
7以上8未満	0.477	52,040	24,241	-53.4
8以上9未満	0.481	48,246	22,933	-52.5
9以上10未満	0.455	52,629	21,155	-59.8
10以上	0.462	40,884	19,550	-52.2

表 5.5.1 に示す距離別の住民生活利便性効率値では、都心部までの距離が最も近い 1km 以上 2km 未満の地域が高く、次に 3km 以上 4km 未満の地域が高い値を示しているが、その間の 2km 以上 3km 未満の地域は、前後地域と比して低い値を示しているのが特徴的である。

そこで、さらなる都心回帰を促進する目的において、都心部からの距離が近く、住民生活利便性が低い地域として、網掛けで示す 2km 以上 3km 未満の地域に着目した。

ネットワーク DEA による効率化に向けた改善案の算出結果では、この地域の地価の改善率は約 60%低下と、大幅に地価を下げる改善案となっている。しかも、その外側の都心部から 3km 以上 4km 未満の地域よりも改善案の地価が低くなっている。このことは、都心から近いにもかかわらず、現状の商業・医療施設数等の利便性が相対的に低く、現状に見合った地価としては高すぎることを示している。

この都心からの距離が 2km 以上 3km 未満の地域について、分析に用いた入出力項目の値を札幌市全体の平均と比較すると、居住人口が市平均よりも約 1.2 倍多いにもかかわらず、商業・医療施設数は市平均値と同程度であることから、人口の割に施設数は多くはない。しかも、この地域は市電・地下鉄沿線が多く占めており、地価については市平均よりも約 1.5 倍高い水準の地域である。

以上をまとめると、この地域は相対的に都心部からの距離や地域内の施設数に対し、居住人口が多く地価が高い、生活利便性が低い地域であり、都心回帰を促進させるために、特に改善が必要な地域といえる。

表 5.5.2 と表 5.5.3 は、公共交通利便性が効率的と評価されるための運行便数と公共交通トリップ数の改善案を示したものである。

表 5.5.2 に示すネットワーク DEA による効率化に向けた運行便数の改善案の算出結果では、網掛けで示した都心部からの距離が 3km 以上 4km 未満の地域について、効率値は高い値を示しているものの、運行便数が 117 便から 134 便へと、最も増便が必要な地域となった。この地域は地下鉄・JR 等の軌道系交通機関の沿線ではなく、路線バスが主流である地域を多く含んでいるため、軌道系交通を含む地域よりも、運行便数が少ないことが改善案の増加につながっていると考えられる。

表 5.5.2 運行便数の改善案

都心部からの 距離(km)	公共交通 利便性 効率値	現状の 平均運行便数	改善案 平均運行便数	改善率(%)
1以上2未満	0.703	163	163	0.0
2以上3未満	0.789	161	161	0.0
3以上4未満	0.835	117	134	14.3
4以上5未満	0.765	121	128	5.8
5以上6未満	0.851	130	133	2.1
6以上7未満	0.817	99	104	5.7
7以上8未満	0.800	81	87	7.2
8以上9未満	0.771	87	93	6.7
9以上10未満	0.831	87	92	5.8
10以上	0.775	64	68	5.8

表 5.5.3 に示すトリップ数の改善案は、最も効率値が低い 2km 未満の地域の改善率が最も高くなっている。この地域は、ネットワーク DEA の計算上は、都心部への公共交通でのトリップ数を減少させることになってしまいが、本研究の趣旨にはそぐわない。運行便数が少ないことにより、公共交通トリップ数を減少させることになっているが、言い換えれば公共交通トリップ数に見合うように、運行便数を増やす必要があると解釈出来る。表 5.4.3 の運行便数の改善案では、増便の必要が無いとされた都心部に近い地域においても、結果的に政策上は公共交通の運行便数を増便することで、利便性を高める必要があると考える。

表 5.5.3 公共交通トリップ数の改善案

都心部からの 距離 (km)	公共交通 利便性 効率値	現状 都心部までの 平均トリップ数	改善案 都心部までの 平均トリップ数	改善率(%)
1以上2未満	0.703	677	376	-44.4
2以上3未満	0.789	491	338	-31.1
3以上4未満	0.835	314	242	-23.1
4以上5未満	0.765	420	274	-34.8
5以上6未満	0.851	258	209	-18.7
6以上7未満	0.817	197	150	-23.7
7以上8未満	0.800	196	143	-26.6
8以上9未満	0.771	238	165	-30.7
9以上10未満	0.831	151	118	-21.5
10以上	0.775	137	96	-29.4

以上をまとめると、「地価」では 2km 以上 3km 未満の地域、「運行便数」では、改善案の考察結果から、都心部から 3km 以上 4km 未満の地域について、改善が必要であることが明らかとなった。2 つ合わせて、都心からの距離が 4km までの地域を改善することで都心回帰を促進することとなるが、おおよそ札幌市の環状通で囲まれる地域が都心から 4km までの距離となる。これらの地域が、都心回帰としての集約化を目指すターゲットであることが示唆できるとも言えよう。居住費に影響する地価公示価格について、行政は直接コントロールすることはできないが、集約化を図りたい地域において、家賃補助や新築補助などの立地誘導施策は可能であると考え。また、運行便数については、公共交通トリップ数に見合った便数に増便することで、利便性を高めることができると考える。

5.6 まとめ

集約型都市構造の実現に向けては、札幌市に限らず全国の都市で検討を進められているが、これまでは都心部の再開発や地区整備計画により人口集約を図ることに主眼が置かれてきた。しかし、自動車依存型生活による郊外化が定着した都市においては、都心部の利便性を総合的に向上させなければ人口流動は誘発できないことは周知のとおりである。

本研究ではネットワーク DEA を適用し、「住民生活利便性」、「都心部への公共交通利便性」、「都心部への自動車利便性」の3つの観点から、地域の利便性を総合的に評価する方法を構築するとともに、札幌市をモデルケースとして各地域の効率性を評価した。その結果、札幌市においては、都心部の利便性は高いことが明らかとなったが、郊外部についても利便性が都心からの距離の割に効率的であり、特に生活利便性と公共交通利便性はその結果が顕著となった。

札幌市では、総合病院や大型商業施設の郊外立地が進み、公共交通ネットワークが全域的に網羅されており、利用者が少ない郊外部においても、赤字路線への補助により比較的高い運行サービス水準を維持していることが大きな要因と考えられる。今後札幌市で都心回帰を目指すためには、本研究で分析した地域別の各種利便性を踏まえ、都心部において郊外部と同等もしくはそれ以上の利便性にまで、地価に見合った都市サービス水準を改善することが必要である。

5.7 参考文献

- 1) 東本靖史・高田寛・岸邦宏：「バスサービス水準が地価に及ぼす影響の実証分析」、都市計画論文集、No.45、pp433-438、2010
- 2) 第4回道央都市圏パーソントリップ調査報告書、2006
- 3) 国土交通省地価公示、<http://www.land.mlit.go.jp/landPrice/>、2011

第6章 ネットワーク DEA による道路空間サービスレベル評価

6.1 概説

本章では、3つの観点の1つである「道路空間サービスレベル」について、札幌市のセンサス区間を対象とし、道路の基本的機能である「安全性」、「円滑性」の2つに着目し、ネットワーク DEA を用いて効率性の観点から評価を行う。

6.1.1 ネットワーク DEA モデルの適用

従来、道路区間のサービスレベルは、円滑性、安全性、快適性、利便性、環境保全等の各指標により評価されている。特に道路交通状況の評価は、個々の道路区間をマクロ的な見地から客観的に捉える必要があるが、その中で、道路の基本的機能である円滑性、安全性については、道路管理者及び道路利用者において最も関心がある指標である。また都市の集約を考える上では、混雑や渋滞を表す円滑性の評価のみならず、道路空間が混雑することにより事故の危険性が高まることから、安全性についても評価することが重要と考える。

これまでの円滑性の評価は、主に交通量や旅行速度、混雑度といった交通指標により評価されるのが一般的であり、とりわけ所定時間内における道路交通量とその時間内の評価基準交通量に対する比による混雑度は、道路の基本的機能を相対的に評価する指標として、道路区間のサービスレベルを検討する上で重要な指標の一つである¹⁾。一方、安全性の評価については、死傷事故率や死亡事故率により評価されてきたが、各指標で異なる区間や箇所が抽出され、総合的に道路区間のサービスレベルを決定することが困難であった。

また、各道路区間の円滑性や安全性は多種の要因から構成され、その要因が複雑に関連し円滑性や安全性に影響を与えていることを踏まえると、各道路区間の効率性を評価する場合、入力変数と出力変数のみで個別に評価するのではなく、内部構造を考慮した評価手法が必要である。

そこで本章では、道路の基本的機能である円滑性と安全性の構造に着目し、ネットワーク DEA を適用し、円滑性と安全性の個々の評価ではなく、両観点から総合的に道路区間サービスレベル評価手法の構築を目的とする。これまで交通工学分野における DEA を適用した研究としては、小林²⁾によるものがあるが、これは高速道路の合流部の効率性のみに着目した視点であり、道路区間のサービスレベルを検討したものではない。本章では、円滑性と安全性の観点から双方に影響する要因に着目し、道路区間のモデル構造を構築した。本研究ではそのモデル構造をネットワーク DEA を用いることで個々の評価ではなく、総合的に道路区間のサービスレベルを評価したことが特徴である。

6.2 道路空間サービスレベル評価手法の構築

6.2.1 円滑性の観点による入出力項目の設定

円滑性を評価する入出力項目については、道路区間のサービスレベルを表す指標である混雑度と旅行速度に関連性が高い要因に着目して、入力項目は、ピーク時間交通量、信号交差点密度、大型車混入率を設定する。また出力項目は混雑度、旅行速度と設定するが、少ない入力で大きい出力が効率的となるため、旅行速度については逆数としている。つまり円滑性評価において、各道路区間を混雑や渋滞を生産する DMU として捉えることで、ネットワーク DEA により算出される D 効率値は、ピーク時間交通量（台/時）、信号交差点密度（箇所数/km）、大型車混入率（%）が低いにもかかわらず、混雑度が高く、旅行速度が低い区間を相対的に評価する指標となり、D 効率値が高い区間は、サービスレベルが低い区間と定義する。また円滑性に関して、混雑度は高く、旅行速度が低い区間が効率的という表現は、解釈しづらいため、混雑率という概念に置き換える。

6.2.2 安全性の観点による入出力項目の設定

安全性を評価する入出力項目については、事故件数と関連性が高い要因を設定するが、その要因として、混雑度、交差点密度、交通量があげられる。混雑度については混雑度が高くなるに従い、事故率が上昇する傾向が認められ、特に追突事故構成比率の増大傾向が見られることが報告されている。また交差点密度について、信号交差点の場合は歩行者・自転車の横断中の巻き込み事故や右折車と対向直進車の事故の危険性も高くなり、無信号交差点の場合は、信号交差点と同様の事故以外にも、出合頭の事故が発生する危険性があり交差点密度と事故の発生には、関連性が高いと考える。更に、区間の交通量自体が多ければ事故の危険性は高くなることは予測できるため、本章では入力項目については、混雑度、交差点密度（箇所数/km）、日交通量（台/日）とし、出力項目については、事故件数（件/km）とした。つまり安全性に関して、各道路空間を交通事故を生産する DMU として捉えることで、ネットワーク DEA により算出される D 効率値は、混雑度、交差点密度、日交通量が少ないにもかかわらず、事故件数が多く、効率的に事故を発生させている区間を相対的に評価する指標となり、D 効率値が高い区間は道路空間サービスレベルが低いと定義する。また安全性に関して、効率的という表現は解釈しづらいため、危険率という概念に置き換える。

6.2.3 ネットワーク DEA のモデル構造

従来の DEA モデルは各評価指標に対し、DMU の内部構造を考慮していないため、D 効率値は独立して算出される。そのため各部門において同一の変数を用いた場合、同じ変数にもかかわらず部門毎でその最適値が異なり、連続性を保たない結果となる。一方、ネットワーク DEA は、各部門を結ぶ変数をリンク変数とすることで、部門間の繋がりの中で、最適値を一つだけ算出する。

そこで本章では円滑性と安全性を 2 部門として捉え、共通の変数であるリンク変数に混雑度を設定することで、道路区間の内部構造を考慮した評価を行う。

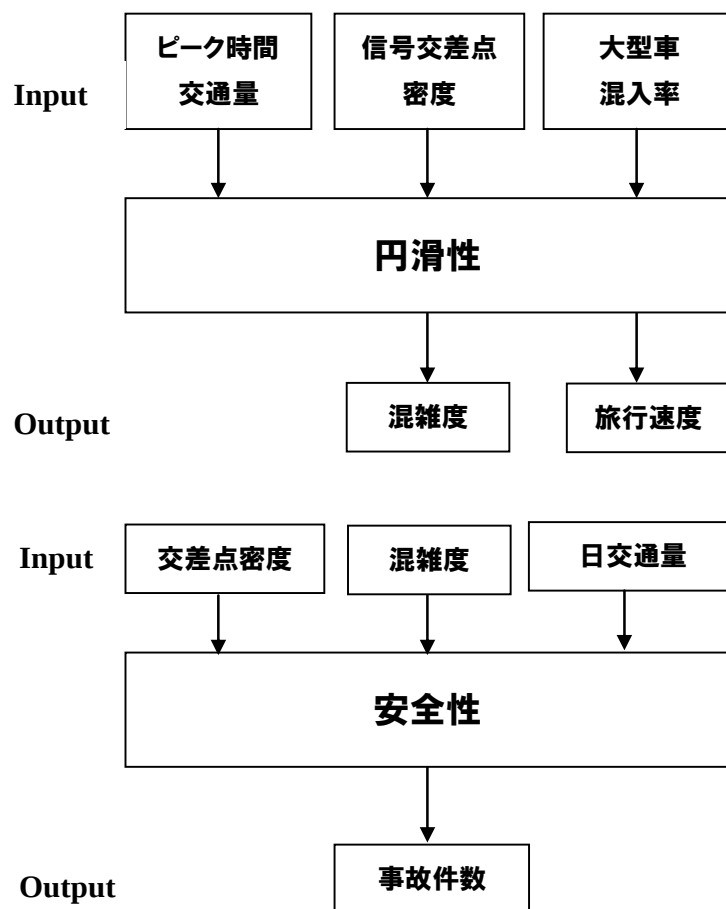


図 6.2.1 従来の DEA のモデル構造

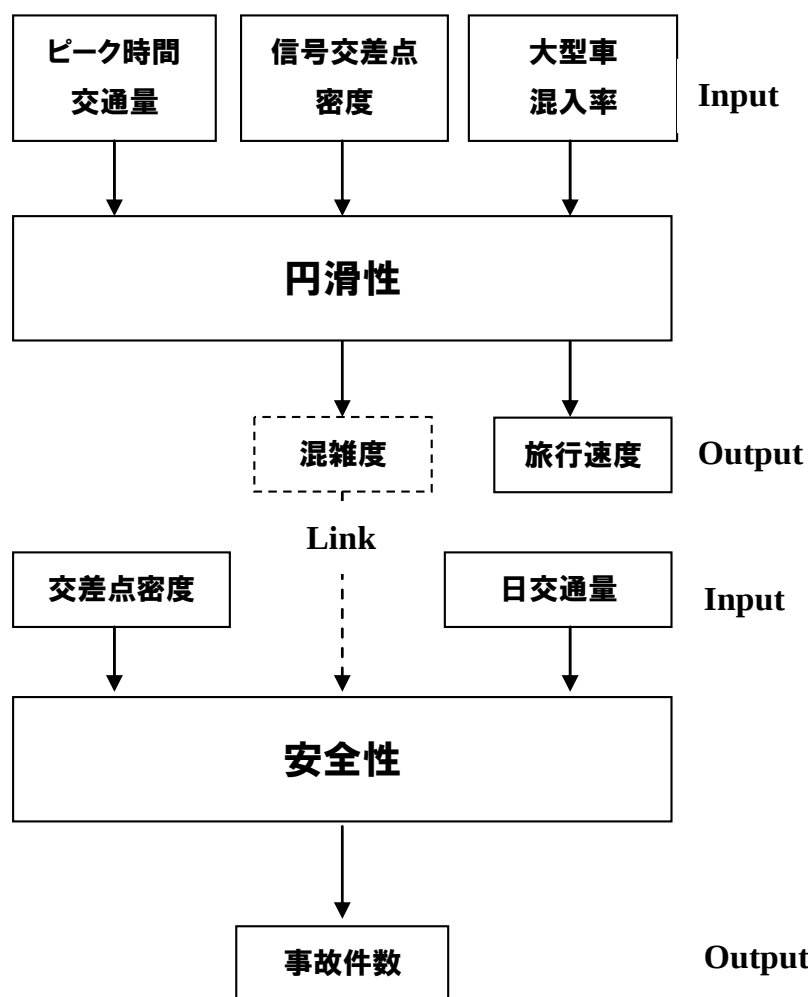


図 6.2.2 ネットワーク DEA のモデル構造

6.3 道路空間サービスレベル評価結果

6.3.1 札幌市の混雑状況と事故発生状況

現在、札幌市内には国道が9路線整備されており、各路線においては渋滞が著しく、また事故が多い区間がみられ、これまでも混雑緩和に向け様々な道路改良が進められてきた。札幌市の混雑度と交通事故状況は図2に示すように、混雑度1.0以上の区間が全83区間の内、約8割を占めており、1.75以上の慢性的な混雑区間についても約1割を占めている。また死傷事故率については、100件/億台キロ以上の区間は全体の9割以上を占め、300件/億台キロ以上についても約2割を占めており、札幌市は事故多発区間を多く抱えている都市である。

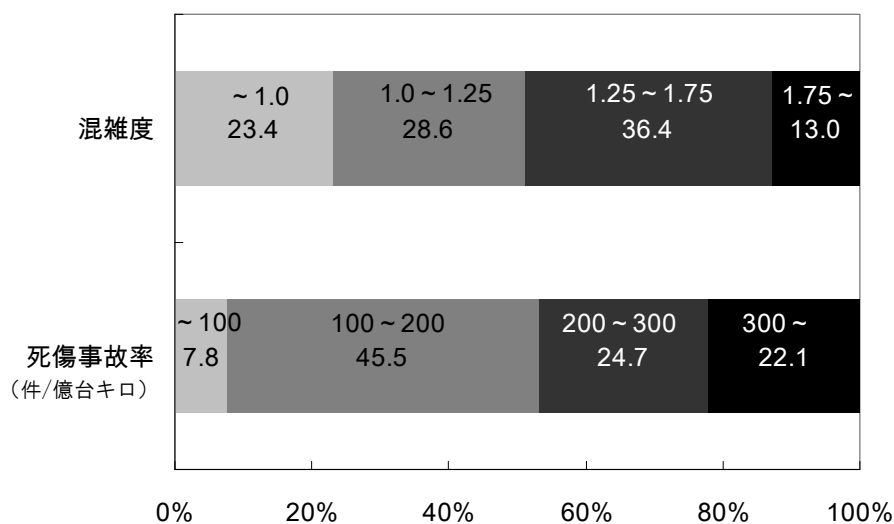


図 6.3.1 札幌市におけるセンサス区間の混雑度と死傷事故率割合

表 6.3.1 札幌市におけるセンサス区間の混雑度と死傷事故率

センサスNo	平日混雑度	死傷事故率 (件/億台キロ)		センサスNo	平日混雑度	死傷事故率 (件/億台キロ)
5_1001	1.07	87.6		230_1039	0.88	200.7
5_1002	1.13	107.6		230_1040	1.69	95.9
5_1003	1.07	178.1		230_1041	0.60	104.8
5_1004	1.55	140.9		230_1042	1.65	82.0
5_1005	1.45	205.5		230_1043	2.03	204.5
5_1006	1.35	131.0		230_1044	2.56	199.8
5_1007	1.23	131.5		230_1045	1.02	50.9
5_1008	1.36	132.3		231_1046	1.07	252.4
5_1010	1.71	282.6		231_1047	1.07	375.6
5_71009	1.36	517.9		231_1049	0.66	170.1
12_1011	1.40	188.1		231_1050	0.80	368.3
12_1012	1.32	161.6		231_71048	0.71	202.7
12_1013	2.03	109.0		274_1051	1.52	254.3
12_1014	1.59	165.6		274_1052	1.10	253.5
12_1015	1.52	112.6		274_1054	1.32	173.2
12_1016	1.24	156.9		274_1055	1.80	144.6
12_1017	1.11	107.7		274_1056	1.59	231.8
12_1019	1.31	175.8		274_1057	1.93	96.0
12_71018	1.26	226.1		274_1059	1.77	114.7
36_1020	0.77	789.6		274_1060	1.66	177.6
36_1021	0.83	611.1		274_1062	0.70	392.6
36_1022	1.27	386.2		274_1063	1.26	179.7
36_1023	2.36	472.6		274_71053	1.11	236.8
36_1024	1.68	583.5		274_71058	1.76	194.9
36_1025	1.79	174.1		275_1064	0.89	457.6
36_1026	1.25	265.5		275_1065	1.71	141.5
36_1027	1.22	244.6		275_1066	1.71	197.6
36_1028	1.07	145.0		275_1067	1.36	227.4
36_1029	0.76	196.1		275_1068	1.17	154.6
230_1030	2.09	239.3		337_1070	1.02	76.3
230_1031	0.95	419.9		453_1071	0.85	356.7
230_1032	1.08	551.4		453_1072	0.81	674.1
230_1033	1.02	219.1		453_1073	0.98	137.3
230_1035	0.85	227.4		453_1074	1.18	378.3
230_1036	1.40	320.7		453_1075	0.95	164.3
230_1037	1.10	201.2		453_1076	1.09	107.0
230_1038	1.30	152.1		453_1077	0.77	142.1

6.3.2 分析対象区間の設定

分析対象区間については、本章では円滑性や安全性を道路区間別に評価するため、平成17年道路交通センサス結果から、モデルケースとして札幌市内のDID（人口集中地区）内の国道8路線64区間を分析対象区間として設定した。なお各入出力項目値についても、平成17年道路交通センサス結果を用いた。

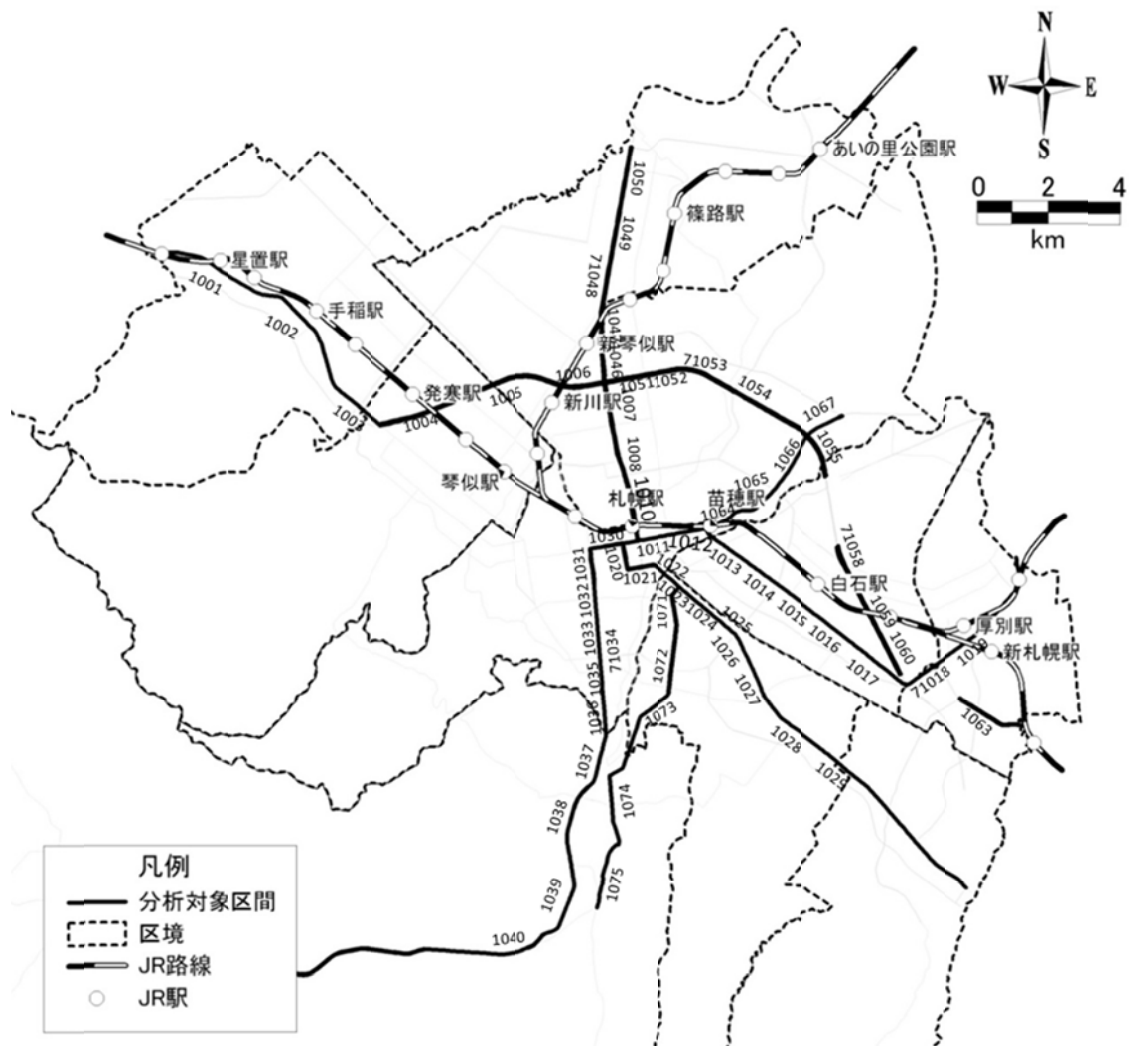


図 6.3.2 分析対象区間

表 6.3.2 分析に用いた入出力項目データ

DMU	(D)Division1				(D)Division2			(Division1) (Division2)
	(0) 平均旅行速度 逆数	(1) ピーク時 交通量(台/時)	(1) 信号交差点密度 (箇所/km)	(1) 大型車 混入率(%)	(0) 事故件数 (件/km)	(1) 交差点密度 (箇所/km)	(1) 日交通量 (台/日)	(L) 平日混雑度
5_1001	0.034	1,773	4.42	7.9	8	10.70	24,728	1.07
5_1002	0.037	2,724	4.84	11.2	15	12.58	36,950	1.13
5_1003	0.053	1,983	6.25	11.4	20	6.25	28,850	1.07
5_1004	0.044	2,151	2.92	13.9	14	11.25	26,738	1.55
5_1005	0.040	2,214	2.00	15.7	23	11.00	30,657	1.45
5_1006	0.051	3,076	3.00	11.3	21	7.67	44,610	1.35
5_1007	0.058	3,446	3.33	6.6	23	15.00	46,883	1.23
5_1008	0.053	3,365	5.00	7.4	23	13.00	47,613	1.36
5_1010	0.072	3,843	7.22	5.8	62	11.67	53,328	1.71
5_71009	0.078	3,365	7.50	7.4	55	12.50	47,613	1.36
12_1011	0.084	2,701	7.50	9.7	25	10.00	36,416	1.40
12_1012	0.059	3,013	7.50	10.7	23	16.25	38,140	1.32
12_1013	0.046	2,680	4.55	12.3	15	13.64	36,550	2.03
12_1014	0.093	2,328	5.71	9.4	19	14.29	30,726	1.59
12_1015	0.051	2,411	3.89	10.4	15	13.89	35,155	1.52
12_1016	0.066	2,756	4.78	10.5	23	16.09	39,479	1.24
12_1017	0.051	2,968	2.86	9.9	16	12.38	39,984	1.11
12_1019	0.041	2,897	3.08	7.6	25	6.92	39,155	1.31
12_71018	0.041	2,968	4.00	9.9	18	7.00	39,984	1.26
36_1020	0.108	1,306	11.43	4.6	39	15.71	19,332	0.77
36_1021	0.103	2,992	7.50	7.0	75	12.50	45,957	0.83
36_1022	0.056	3,910	5.00	6.6	68	16.67	60,307	1.27
36_1023	0.068	3,648	5.00	7.2	48	15.00	47,828	2.36
36_1024	0.083	2,936	6.67	7.6	43	13.33	45,388	1.68
36_1025	0.055	3,034	6.19	7.3	28	11.43	46,453	1.79
36_1026	0.063	3,243	5.88	8.7	39	17.06	43,700	1.25
36_1027	0.054	3,016	4.17	9.1	29	11.67	41,069	1.22
36_1028	0.054	2,736	3.48	9.9	17	6.52	40,245	1.07
36_1029	0.044	2,053	3.33	11.8	23	6.19	31,273	0.76
230_1030	0.056	2,798	7.78	9.5	21	8.89	41,977	2.09
230_1031	0.087	2,739	8.00	6.2	49	13.00	37,843	0.95
230_1032	0.052	2,916	10.00	6.3	40	40.00	38,507	1.08
230_1033	0.050	2,790	6.25	6.5	23	20.00	36,739	1.02
230_1035	0.036	2,046	4.62	8.7	13	13.08	29,651	0.85
230_1036	0.049	3,013	4.00	9.4	35	19.00	41,008	1.40
230_1037	0.036	3,256	3.08	11.9	22	4.62	45,040	1.10
230_1038	0.028	3,250	2.11	12.2	18	2.63	45,492	1.30
230_1039	0.034	1,973	4.23	9.9	15	10.38	26,780	0.88
230_1040	0.030	3,460	4.23	10.9	15	10.38	46,142	1.69
230_71034	0.052	2,790	6.67	6.5	23	33.33	36,739	1.09
231_1046	0.047	2,877	3.33	6.2	27	16.67	38,360	1.07
231_1047	0.077	3,513	2.50	7.0	20	10.00	45,591	1.07
231_1049	0.035	2,572	4.09	11.7	12	13.64	29,290	0.66
231_1050	0.056	2,475	5.00	12.8	10	15.00	28,516	0.80
231_71048	0.042	2,572	2.78	11.7	14	5.00	29,290	0.71
274_1051	0.060	3,178	6.36	11.1	32	14.55	46,035	1.52
274_1052	0.050	2,997	3.33	15.4	22	18.89	40,834	1.10
274_1054	0.091	2,915	3.33	16.5	22	13.75	40,203	1.32
274_1055	0.089	4,108	1.00	19.1	13	3.00	53,059	1.80
274_1057	0.034	3,407	1.74	25.3	10	11.74	45,928	1.93
274_1059	0.063	3,177	1.33	25.0	9	6.00	46,186	1.77
274_1060	0.080	2,446	0.71	22.2	12	5.71	35,270	1.66
274_1063	0.041	2,684	3.68	15.1	15	9.47	33,699	1.26
274_71053	0.043	2,997	1.76	15.4	28	8.24	40,834	1.11
274_71058	0.040	3,177	1.43	25.0	10	17.14	46,186	1.76
275_1064	0.106	1,679	2.00	14.2	6	4.00	22,750	0.89
275_1065	0.045	2,001	2.22	17.1	7	5.56	29,041	1.71
275_1066	0.056	2,132	3.53	21.7	12	5.88	26,918	1.71
275_1067	0.096	2,279	3.64	22.8	10	9.09	29,570	1.36
453_1071	0.054	1,336	6.52	6.7	20	15.22	18,700	0.85
453_1072	0.068	1,612	6.00	6.0	28	12.00	23,572	0.81
453_1073	0.046	1,575	3.55	6.6	7	7.74	22,536	0.98
453_1074	0.060	2,046	5.00	7.9	20	8.75	27,160	1.18
453_1075	0.037	1,722	2.07	12.9	9	4.48	23,005	0.95

6.3.3 ネットワーク DEA によるセンサス区間の分析結果

ネットワーク DEA によるセンサス区間の分析結果を表 6.3.1、図 6.3.3 に示す。

円滑性の混雑率において 1.0 である区間は、国道 36 号の都心部 2 区間、国道 231 号郊外部 2 区間、国道 274 号郊外部 2 区間、国道 275 号都心部 1 区間、国道 453 号郊外部 4 区間の計 11 区間であった。国道 36 号の都心部 2 区間については、ピーク時間交通量が少ないにもかかわらず、旅行速度が 10km/h 以下で最も低い区間であった。また、国道 274 号の郊外部 2 区間については、信号交差点密度が全区間中で最小区間であるが、混雑度は高く、旅行速度についても 10km/h 程度と低くなっている。

路線別の平均混雑率から、国道 453 号が最も高い混雑率を示しているが、いずれもピーク時間交通量や大型車混入率が低いにもかかわらず、旅行速度が相対的に低い区間であった。

安全性の危険率において、1.0 である区間は、国道 36 号都心部 3 区間、国道 230 号郊外部 2 区間、国道 274 号郊外部 1 区間、国道 275 号郊外部 1 区間、国道 453 号郊外部 1 区間の合計 8 区間であった。とりわけ国道 36 号 1021 については、日交通量が少なく混雑度も低いにもかかわらず事故件数が最も多い区間であった。

路線別の平均危険率から国道 36 号が最も高い危険率を示しているが、いずれも日交通量が少ないにもかかわらず事故件数が多い区間であった。これらの区間は都心部内に位置し、かつ沿道の土地利用が商業のため、歩行者や自転車に関する事故が発生していると考えられる。

混雑率・危険率の総合評価において 1.0 である区間は、国道 36 号都心部 2 区間、国道 274 号郊外部 1 区間、国道 275 号都心部 1 区間、国道 453 号郊外部 1 区間の合計 5 区間あり、これら 5 区間については、混雑率、危険率の双方の観点から評価した場合、道路空間サービスレベルが最も低い区間となっている。

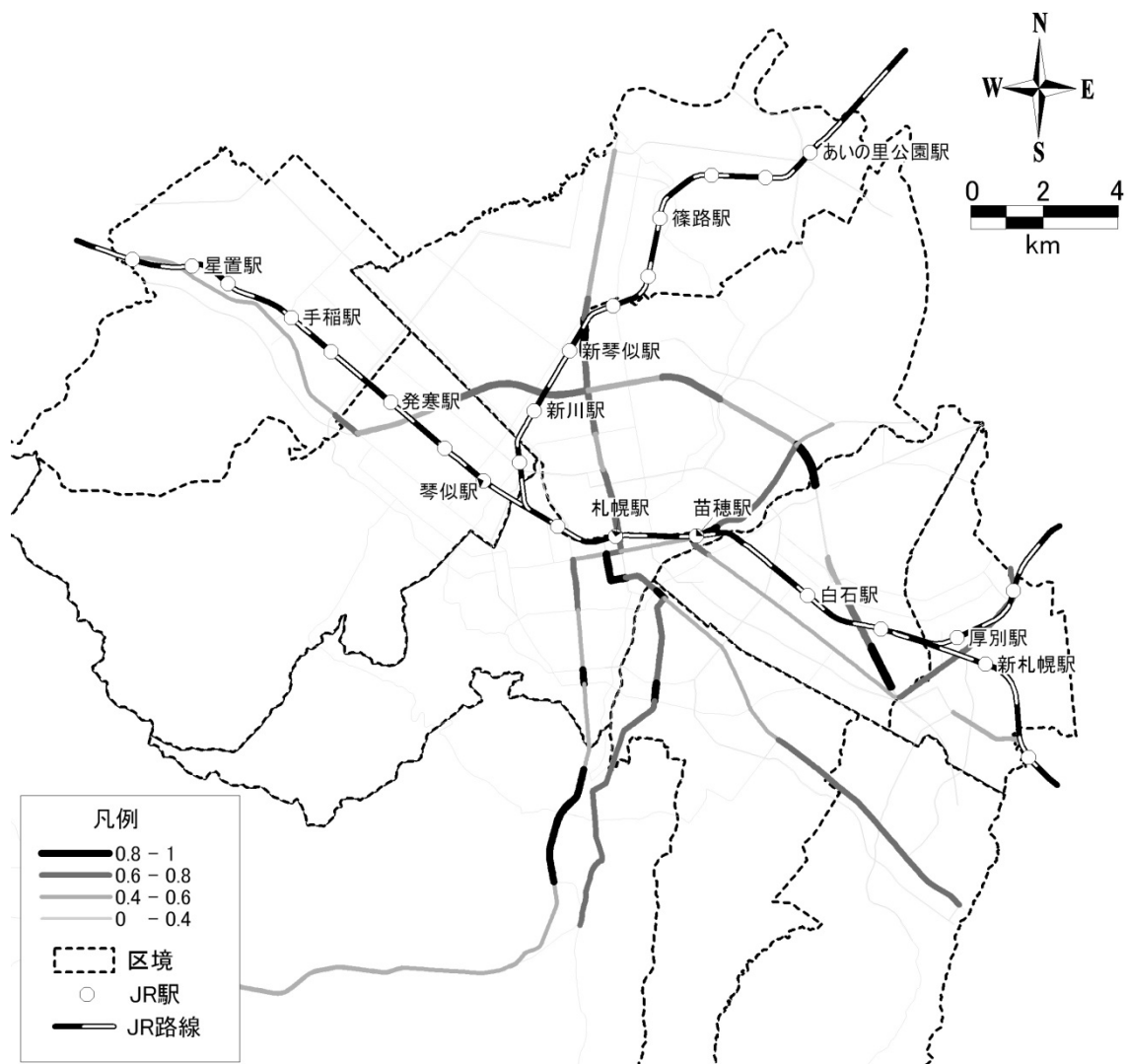


図 6.3.3 分析結果

表 6.3.3 ネットワーク DEA 分析結果

区間番号	総合		混雑率		危険率	
	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
5_1001	0.553	47	0.842	21	0.263	64
5_1002	0.449	64	0.634	60	0.265	62
5_1003	0.717	18	0.665	55	0.769	12
5_1004	0.572	40	0.814	25	0.329	54
5_1005	0.691	23	0.888	16	0.494	31
5_1006	0.606	36	0.776	30	0.435	36
5_1007	0.624	35	0.909	14	0.339	53
5_1008	0.556	46	0.724	41	0.387	44
5_1010	0.667	29	0.777	29	0.557	23
5_71009	0.781	13	0.731	40	0.831	10
R5 average	0.621		0.776		0.467	
12_1011	0.745	15	0.716	44	0.774	11
12_1012	0.494	57	0.577	64	0.412	38
12_1013	0.495	56	0.636	59	0.354	48
12_1014	0.677	26	0.866	18	0.488	33
12_1015	0.520	52	0.745	38	0.295	56
12_1016	0.484	60	0.697	47	0.272	59
12_1017	0.570	42	0.843	20	0.297	55
12_1019	0.704	20	0.906	15	0.503	30
12_71018	0.637	32	0.695	48	0.580	21
R12 average	0.592		0.742		0.442	
36_1020	1.000	1	1.000	1	1.000	1
36_1021	1.000	1	1.000	1	1.000	1
36_1022	0.682	25	0.750	37	0.615	18
36_1023	0.756	14	0.775	31	0.736	14
36_1024	0.971	7	0.941	13	1.000	1
36_1025	0.539	49	0.711	46	0.366	46
36_1026	0.511	54	0.675	51	0.347	51
36_1027	0.588	39	0.723	42	0.452	35
36_1028	0.630	33	0.770	32	0.490	32
36_1029	0.672	27	0.805	26	0.539	25
R36 average	0.735		0.794		0.616	
	総合		混雑率		危険率	
	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
平均	0.663	32.3	0.792	31.6	0.534	32.1
最大値	1.000	64	1.000	64	1.000	64
最小値	0.449	1	0.577	1	0.263	1
標準偏差	0.157	18.9	0.127	19.9	0.232	19.3

区間番号	総合		混雑率		危険率	
	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
230_1030	0.559	45	0.611	62	0.507	28
230_1031	0.701	22	0.835	23	0.566	22
230_1032	0.626	34	0.666	54	0.585	20
230_1033	0.503	55	0.735	39	0.271	60
230_1035	0.563	43	0.766	34	0.361	47
230_1036	0.550	48	0.711	45	0.388	43
230_1037	0.839	11	0.764	35	0.914	9
230_1038	0.979	6	0.958	12	1.000	1
230_1039	0.560	44	0.768	33	0.352	49
230_1040	0.452	63	0.633	61	0.270	61
230_71034	0.878	8	0.756	36	1.000	1
R230 average	0.665		0.759		0.571	
231_1046	0.670	28	1.000	1	0.341	52
231_1047	0.841	10	1.000	1	0.683	15
231_1049	0.481	62	0.681	49	0.281	58
231_1050	0.572	41	0.638	57	0.505	29
231_71048	0.730	17	0.829	24	0.631	17
R231 average	0.659		0.830		0.488	
274_1051	0.493	58	0.587	63	0.399	40
274_1052	0.511	53	0.675	52	0.348	50
274_1054	0.481	61	0.676	50	0.287	57
274_1055	1.000	1	1.000	1	1.000	1
274_1057	0.493	59	0.721	43	0.265	63
274_1059	0.655	31	0.790	27	0.519	27
274_1060	0.876	9	1.000	1	0.751	13
274_1063	0.526	51	0.662	56	0.390	42
274_71053	0.709	19	0.872	17	0.545	24
274_71058	0.589	38	0.782	28	0.395	41
R274 average	0.633		0.777		0.490	
275_1064	1.000	1	1.000	1	1.000	1
275_1065	0.667	30	0.857	19	0.477	34
275_1066	0.601	37	0.670	53	0.533	26
275_1067	0.533	50	0.637	58	0.429	37
R275 average	0.700		0.791		0.610	
453_1071	0.704	21	1.000	1	0.408	39
453_1072	1.000	1	1.000	1	1.000	1
453_1073	0.685	24	1.000	1	0.369	45
453_1074	0.737	16	0.836	22	0.638	16
453_1075	0.793	12	1.000	1	0.586	19
R453 average	0.784		0.967		0.600	

6.4 従来の DEA とネットワーク DEA の比較結果による検証

本章ではネットワーク DEA モデルを適用し、円滑性と安全性を垂直構造として捉え分析を試みたが、ネットワーク DEA の有効性を検証するため、従来の DEA モデルとの比較を行う。検証方法としては円滑性と安全性の 2 部門にそれぞれ従来型の DEA モデルとなる CCR モデルを適用した。またその際には、ネットワーク DEA モデルで設定した円滑性と安全性を繋ぐリンク変数である混雑度を従来のモデルでは円滑性の出力変数、安全性の入力変数として設定し、ネットワーク DEA と従来型の DEA での算出結果について比較検証を行った。

その結果、混雑率については、従来の DEA モデルでは、混雑率 1.0 を示す区間は、19 区間となっており、ネットワーク DEA モデルの 11 区間に比して多い結果となった。これは入出力変数が増えると、D 効率的と評価される DMU も増加する従来の DEA モデルの課題が反映されている。また順位差を比較した場合、ネットワーク DEA では混雑率 1.0 を示した区間については、従来モデルにおいても同様の結果を示しているが、国道 12 号 1013 区間や国道 230 号 1030 区間は、ネットワーク DEA モデルの結果では、64 区間中それぞれ 59 位、62 位の低い順位となっており、従来モデルと大きく異なっている。これは従来モデルが内部構造を考慮できないため、単独での評価となることから、混雑度の大きさに影響を受けた結果となっている。同様に危険率の評価についても、危険率 1.0 を示した区間は、従来モデルが 10 区間と多くなっている。国道 231 号 1049 区間については、順位に大きな差が出ており、混雑度が 64 区間中最も小さいことから、影響を受けた評価となっている。このように、従来のモデルでは一変数の極端な値からの影響を受けやすいことから、道路区間のような多種の要因を考慮して評価を行う場合には、従来型の DEA モデルよりも内部構造を考慮できるネットワーク DEA モデルが適していることが明らかとなった。

表 6.4.1 従来モデルとネットワーク DEA 分析結果の順位比較（混雑率）

センサス区間	順位			出力項目	リンク項目 (Network DEA) 出力項目 (従来DEA)	入力項目		
	従来DEA 混雑率	Network DEA 混雑率	順位差	平均 旅行速度	平日 混雑度	信号 交差点密度	大型車 混入率	ピーク時 交通量
36_1020	1	1	0	9.3	0.77	11.4	4.6	1,306
36_1021	1	1	0	9.7	0.83	7.5	7.0	2,992
274_1055	1	1	0	11.2	1.80	1.0	19.1	4,108
275_1064	1	1	0	9.4	0.89	2.0	14.2	1,679
453_1072	1	1	0	14.6	0.81	6.0	6.0	1,612
274_1060	1	1	0	12.5	1.66	0.7	22.2	2,446
231_1047	1	1	0	13.0	1.07	2.5	7.0	3,513
453_1075	1	1	0	26.9	0.95	2.1	12.9	1,722
453_1071	1	1	0	18.4	0.85	6.5	6.7	1,336
453_1073	1	1	0	21.9	0.98	3.5	6.6	1,575
231_1046	1	1	0	21.4	1.07	3.3	6.2	2,877
12_1019	1	15	-14	24.2	1.31	3.1	7.6	2,897
12_1014	1	18	-17	10.8	1.59	5.7	9.4	2,328
275_1065	1	19	-18	22.0	1.71	2.2	17.1	2,001
5_1010	1	29	-28	13.8	1.71	7.2	5.8	3,843
36_1023	1	31	-30	14.8	2.36	5.0	7.2	3,648
274_1057	1	43	-42	29.8	1.93	1.7	25.3	3,407
12_1013	1	59	-58	21.6	2.03	4.5	12.3	2,680
230_1030	1	62	-61	17.9	2.09	7.8	9.5	2,798

表 6.4.2 従来モデルとネットワーク DEA 分析結果の順位比較（危険率）

センサス区間	順位			出力項目	リンク項目 (Network DEA) 入力項目 (従来DEA)	入力項目	
	従来DEA 危険率	Network DEA 危険率	順位差	事故件数	平日混雑度	交差点 密度	日交通量 (台キロ)
36_1020	1	1	0	38.6	0.77	15.7	13,532
36_1021	1	1	0	75.0	0.83	12.5	18,383
274_1055	1	1	0	13.0	1.80	3.0	53,059
275_1064	1	1	0	6.0	0.89	4.0	11,375
453_1072	1	1	0	28.0	0.81	12.0	11,786
230_1038	1	1	0	18.4	1.30	2.6	86,435
36_1024	1	1	0	43.3	1.68	13.3	13,616
230_71034	1	1	0	23.3	1.09	33.3	11,022
231_71048	1	17	-16	13.9	0.71	5.0	52,722
231_1049	1	58	-57	11.8	0.66	13.6	64,438

6.5. まとめ

道路整備事業においては予算制約が厳しくなる中、地域の特性を踏まえた効率的・効果的な事業の実施が求められており、精度の高い道路区間のサービスレベル評価手法の構築が必要となっている。しかし、これまでは道路区間のサービスレベルを評価する際、複数の評価指標を一元的に取り扱える手法の開発はされていない。

このような背景を踏まえ、本章では道路区間の円滑性と安全性の観点から相対的に評価するため、従来の DEA では考慮できなかった、円滑性や安全性に影響を与える多種の要因のモデル構造を構築し、ネットワーク DEA を適用して、双方の視点による道路区間サービスレベル評価手法を構築した。

加えて、札幌市内の 64 箇所のセンサス区間をモデルケースとして、道路区間のサービスレベル評価を試みた。その結果、多種の要因を考慮した場合、札幌都心部や郊外部の計 5 区間のサービスレベルが低いことが明確になった。加えて従来の DEA との分析結果と比較を行い、道路区間のような多種の要因の観点から評価すべき事業体に対しては、ネットワーク DEA が有効であることを検証した。

6.6 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路の交通容量，丸善，1984.
- 2) 小林雅彦：DEA を用いた交通流の効率性評価，第 26 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.21-24，2006.

第7章 DEAによる歩行空間サービスレベル評価

7.1 概説

本章では、3つの観点の1つである「歩行空間サービスレベル」について、札幌市のセンサス区間を対象とし、現状の歩行者数や自転車数などの容量的な指標のみならず、沿道の整備状況や、地域の将来動向を勘案し、沿道の都市施設数と対象となる区間を有する地域の将来高齢者数を評価指標に取り入れ、DEAを用いて効率性の観点から評価を行う。

7.1.1 DEAモデルの適用

これまで、我が国における道路空間形成については、自動車を主体とした整備が進められてきたことから、歩道部においては狭い幅員や、すりつけ勾配など、歩行環境としては多くの問題を抱えている。とりわけ、今後、高齢社会が急速に進む中、移動時においては、徒歩や自転車による交通手段が増加することが予想され、移動制約者等の安全で安心な歩行空間を確保することは急務である。

また、各都市においては、環境対応や高齢化対応等、都市の拡大からコンパクトなまちづくりへの転換が図られており、安心して快適に歩いて暮らせる地域の形成が進められている。このような背景の中、「あんしん歩行エリア」や「歩行者・自転車ネットワーク」などの歩行者・自転車に対応した計画づくりが地域の重要な課題となっている。

札幌市においても、平成18年の「バリアフリー新法」の施行をうけ、平成21年3月には「新・札幌市バリアフリー基本構想」¹⁾が策定され、全市的に歩行空間の整備が進められているところである。

これまでの歩行空間のサービスレベルは、「通行量」と「歩道幅員」を主要因として、量的にサービスレベルを向上する視点から歩道幅員の拡幅に関する整備事業が進められてきた。また、対象地域については、交通結節点や都市施設周辺など、局所的に重点整備地区が決定されてきた。今後は通行量のみならず、沿道の土地利用状況を含めたネットワークにおいて現状のサービスレベルを評価することも必要である。つまり、通行量のみによる量的に対応したサービスレベル評価ではなく、病院や商業施設、学校などの都市施設へのアクセス性や、さらには地域の高齢者人口など多種の指標を踏まえ、歩行空間サービスレベルを評価することが必要である。

歩行空間サービスレベル評価の既存研究としては、石田ら²⁾による都心部を対象地区としたバリアフリーのサービスレベルを評価し整備優先順位を決定する研究があるが、これは、広域なネットワークとして、歩行空間のサービスレベルを評価した研究ではない。また、塚口ら³⁾による既存の道路空間内で、歩行者交通に割当て空間を拡大するという視

点から、オキュパンシー指標を用いた評価があるが、これは歩道と車道の空間配分のバランスの適否を判断するもので、多種の指標を踏まえた歩行空間サービスレベルを評価したものではない。

そこで、本章では、包絡分析法（Data Envelopment Analysis；以降 DEA）を適用し、歩行空間サービスレベル評価手法の構築を試みる。本章では、都市計画的観点から、今後の高齢社会に着目し、現状の歩行者数や自転車数などの容量的な指標のみならず、沿道の整備状況や、地域の将来動向を勘案した評価を行うため、沿道の都市施設数と対象となる区間を有する地域の将来高齢者数を評価指標に取り入れたことが特徴である。

7.2 歩行空間サービスレベル評価手法の構築

7.2.1 DEAの入出力項目の設定

効率性の評価においては、少ない入力で多くの出力を得ることが効率的と判断され、歩行空間サービスレベルを評価するにあたっては、各歩行空間が有する現状のサービス水準や都市施設へのアクセス状況など多種の要因を踏まえ、評価することが望ましい。更に、今後の急速な高齢社会の進展を踏まえると、現状の社会情勢のみならず、将来動向を勘案した評価を行うことが重要である。高齢者人口の増加により、自動車交通から歩行や自転車利用等の移動手段に転換し、歩行者や自転車数が増加するとともに、それに伴い都市施設へのアクセスについても、移動手段の変化が考えられる。今後、歩行空間サービスレベルを評価する上では、対象路線の通行量のみならず、その歩道が都市施設へのアクセスをどの程度担っているのかも踏まえることが必要である。

全国的に高齢社会が進む中、札幌市においてもその傾向は顕著であり、2005（平成 17）年の高齢者数は 32.6 万人、高齢割合は 17.3%に対して、2015（平成 27）年には高齢者数は 50 万人まで増加し、高齢割合は 25%を越えている。この傾向は、将来的にも続き、国立社会保障・人口問題研究所の中位推計⁴⁾によると、2035（平成 47）年には、高齢者割合は約 35.0%まで達することが見込まれている。

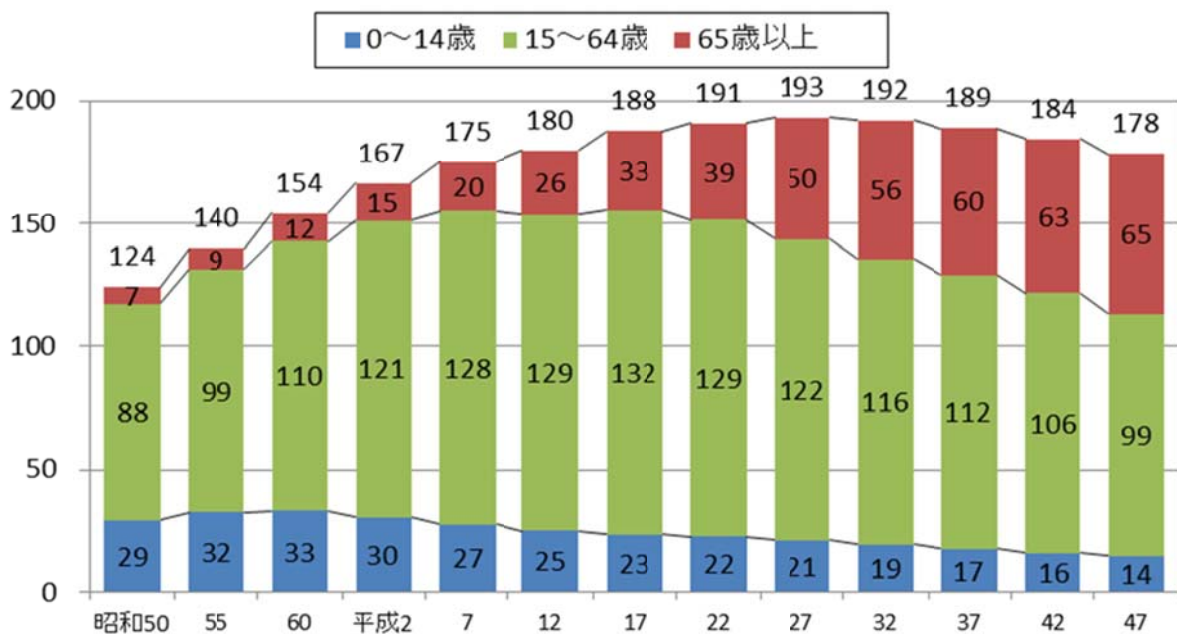


図 7.2.1 札幌市の高齢者数の推移（再掲）

現在、各地域においては、高齢社会に対応した都市施設や交通施設の整備が急務となっており、特に近年は環境対応などの観点から、歩いて暮らせるまちづくりが進められ、歩行空間の整備はますます高まっている。

歩行空間の基本的機能として、歩行者が安全・円滑・快適に目的地まで移動できる通行機能、歩行者が歩道から沿道施設に容易に接近できるアクセス機能があげられる。加えて、歩行者の信号・バス待ちや休憩をするなどの滞留機能や良好な市街地形成をするための空間となるほか、緑地帯などによる地域環境の形成、さらには電柱や公共的占用物件等を設置するための収容機能がある。

本章では、このような多様な機能を有する歩行空間のサービスレベル評価において、基本的機能である通行機能とアクセス機能に着目し、加えて将来動向として将来高齢者人口を鑑みて、入力項目に「歩道幅員」、出力項目には「歩行者数(人/12h)」、「自転車数(台/12h)」、「都市施設数」「将来高齢者数(人)」の1入力4出力と設定した。

つまり、DEAにより算出されるD効率値は、歩道幅員が狭い区間にも関わらず、多くの歩行者・自転車数を捌き、都市施設数をより多く有し、かつ将来の高齢者数が多い区間を相対的に評価する指標となる。本章では、広域的な歩行者ネットワークにおけるサービスレベルを評価するため、モデルケースとして札幌市内の歩道があるセンサス区間を対象とした。

その結果、対象とする区間は、国道9路線73区間、道道11路線48区間、市道32路線72区間の合計193区間を分析対象とした。対象区間については図7.2.2に示す。

歩行空間サービスレベルを評価する上では、幹線道路であるセンサス区間のみならず、生活道路についても評価することも重要である。しかし、本章では、従来の交通結節点を中心とした局所的な整備ではなく、広域的な観点から、区間のサービスレベルの差を明確にし、評価することを目的としているため、評価対象はセンサス区間に設定した。また、道路ネットワーク評価としては、網密度、接続性等の各区間の直接的な情報以外も含めて評価する事も必要であるが、歩行空間利用については、歩行者・自転車のトリップ長自体が自動車に比べて短いものであり、対象としたセンサス区間の平均長は約2.2kmと比較的長く、センサス区間単位で歩道機能を十分に評価できることから、直接的な区間情報による評価が有効であると判断した。

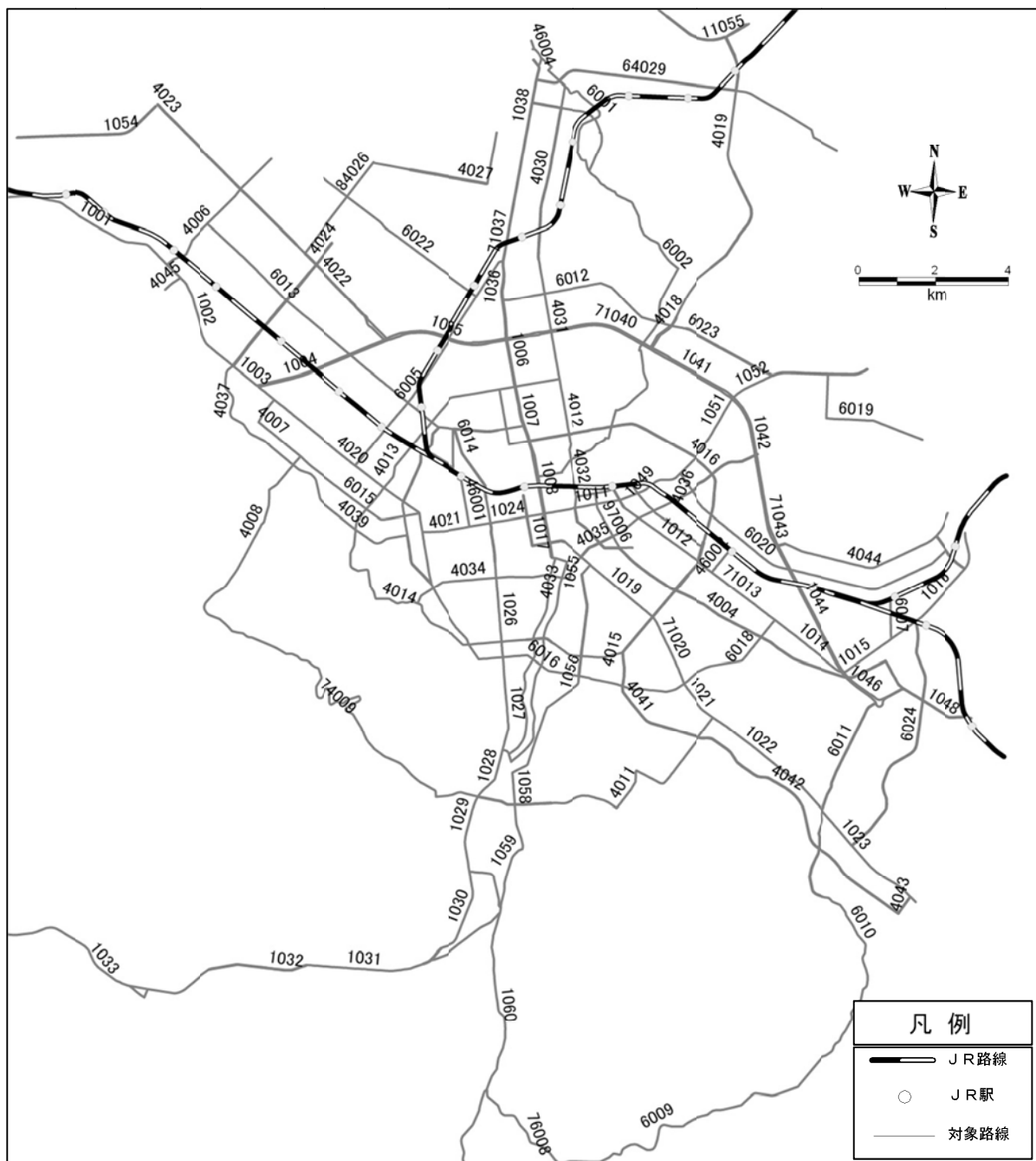


図 7.2.2 対象区間

(1) 歩行者数と自転車数

歩行者と自転車数については、平成 17 年度道路交通センサス一般交通量調査結果⁶⁾より、センサス区間毎の平日 12 時間の合計値を用いた。

(2) 都市施設数

都市施設数については、各センサス区間の路線を取り囲む半径 300m の歩行圏エリアを設け、そのエリア内にある都市施設を抽出した。

なお、対象とした都市施設は「商業施設」、「医療施設」、「官公署施設」、「教育施設」、「銀行施設」、「交通施設」、「大規模施設」、「福祉施設」、「文化施設」の 9 施設として、対象年次は平成 19 年現在とした。

(3) 将来高齢者数

将来高齢者については、まず国勢調査データの平成 12 年と平成 17 年の 5 歳階級の年齢階層別人口より、札幌市内 206 の統計区毎にコーホート要因法により、平成 27 年の将来高齢者数を求めた。

次に、統計区により分割された対象路線の路線長に、各地域の将来高齢者数を乗じて、下式による加重平均から路線毎の将来高齢者数を求めた。

$$P = \frac{\sum l_i \cdot P_i}{\sum l_i} \quad (7.2.1)$$

l : 路線長

P : H27 高齢者人口

i : 任意の統計区

本研究で用いた分析データを表 7.2.1 に示す。

表 7.2.1 分析データ

センサス区間	路線名	(I)歩道 代表幅員 (m)	(O)歩行者 自転車数 (人/12h)	(O)公共 施設数	(O)H27 高齢者人 口(人)
5_1001	一般国道5号	4.5	543	15	2,731
5_1002	一般国道5号	4.5	985	15	3,131
5_1003	一般国道5号	4.5	1,172	2	3,813
5_1004	一般国道5号	3.5	478	11	3,138
5_1005	一般国道5号	3.5	527	2	2,448
5_1006	一般国道5号	3.5	2,474	17	3,404
5_1007	一般国道5号	3.5	1,222	13	2,973
5_1008	一般国道5号	3.5	1,105	15	2,559
5_71009	一般国道5号	3.5	1,105	8	2,593
12_1013	一般国道12号	4.5	222	6	867
12_1014	一般国道12号	4.5	1,389	3	1,604
12_1015	一般国道12号	4.5	1,353	10	973
12_1016	一般国道12号	4.5	1,473	21	2,172
12_1017	一般国道12号	4.5	1,103	10	1,402
12_1019	一般国道12号	4.5	1,380	31	3,836
12_71018	一般国道12号	4.5	1,103	5	3,619
36_1023	一般国道36号	4.3	3,910	5	2,618
36_1024	一般国道36号	4.3	2,658	7	2,618
36_1025	一般国道36号	4.5	2,672	20	1,932
36_1026	一般国道36号	4.5	2,906	21	3,027
36_1027	一般国道36号	4.5	3,282	11	2,704
36_1028	一般国道36号	4.5	814	12	587
36_1029	一般国道36号	4.5	647	18	2,259
36_31029	一般国道36号	4.5	612	0	2,373
230_1031	一般国道230号	7.3	3,230	31	2,372
230_1032	一般国道230号	4.5	3,170	5	2,888
230_1033	一般国道230号	3.8	1,865	16	2,989
230_1035	一般国道230号	3.8	3,459	12	2,362
230_1036	一般国道230号	4.5	1,408	4	1,647
230_1037	一般国道230号	4.5	1,486	1	1,467
230_1038	一般国道230号	3.0	3,398	28	4,241
230_1039	一般国道230号	4.5	223	16	4,773
230_1040	一般国道230号	4.5	643	15	2,438
230_1041	一般国道230号	3.5	385	1	771
230_1042	一般国道230号	1.5	54	2	64
230_1043	一般国道230号	3.5	242	2	245
230_1044	一般国道230号	3.5	272	3	238
230_21037	一般国道230号	3.0	1,486	12	3,664
230_71034	一般国道230号	3.8	1,865	12	1,935
231_1046	一般国道231号	3.5	960	11	2,116
231_1047	一般国道231号	3.5	586	4	2,937
231_1049	一般国道231号	4.5	501	3	3,566
231_1050	一般国道231号	5.0	858	2	2,745
231_31050	一般国道231号	5.0	47	1	488
231_71048	一般国道231号	3.5	501	4	4,543
274_1051	一般国道274号	3.5	1,850	4	2,644
274_1052	一般国道274号	3.5	2,774	7	2,567
274_1054	一般国道274号	3.5	151	8	2,691
274_1055	一般国道274号	2.0	176	0	1,249
274_1056	一般国道274号	2.0	92	0	1,613

センサス区間	路線名	(I)歩道 代表幅員(m)	(O)歩行者 自転車数 (人/12h)	(O)公共 施設数	(O)H27 高齢者人 口(人)
274_1057	一般国道274号	3.5	95	4	2,478
274_1059	一般国道274号	3.5	210	2	1,710
274_1060	一般国道274号	3.5	179	0	674
274_1062	一般国道274号	3.5	293	3	3,539
274_1063	一般国道274号	3.5	814	3	3,521
274_21056	一般国道274号	3.5	92	0	1,613
274_71053	一般国道274号	3.5	2,774	5	3,218
274_71058	一般国道274号	3.5	210	1	3,437
275_1064	一般国道275号	4.5	241	1	867
275_1065	一般国道275号	4.5	168	2	2,149
275_1066	一般国道275号	4.5	424	4	2,078
275_1067	一般国道275号	4.5	252	0	1,030
275_1068	一般国道275号	3.0	35	1	1,158
275_31068	一般国道275号	3.0	17	0	1,113
337_1070	一般国道337号	3.5	37	5	4,097
337_31069	一般国道337号	3.5	15	2	4,670
453_1071	一般国道453号	4.0	936	35	2,609
453_1072	一般国道453号	4.0	1,837	11	3,075
453_1073	一般国道453号	3.5	3,480	14	2,292
453_1074	一般国道453号	3.5	372	3	1,563
453_1075	一般国道453号	3.5	294	11	1,571
453_1076	一般国道453号	3.0	550	7	3,163
453_21075	一般国道453号	3.0	294	0	2,982
572_14008	新琴似第7横線	3.5	20	1	0
1001_4002	小樽定山溪線	3.5	113	2	377
1001_64001	小樽定山溪線	2.5	0	0	46
1003_4003	札幌夕張線	4.0	1,946	5	1,457
1003_4004	札幌夕張線	4.0	3,537	33	2,690
1003_4005	札幌夕張線	4.3	5,542	24	2,327
1003_4006	札幌夕張線	4.0	3,043	23	4,116
1044_4008	石狩手稲線	4.7	3,583	19	2,234
1082_4009	西野真駒内清田線	3.5	1,991	17	3,296
1082_4010	西野真駒内清田線	3.0	3,265	5	3,229
1082_4011	西野真駒内清田線	3.5	3,384	12	2,583
1082_4013	西野真駒内清田線	3.5	2,243	13	1,914
1082_4014	西野真駒内清田線	3.5	1,245	5	2,583
1082_4015	西野真駒内清田線	3.5	185	13	3,319
1082_4016	西野真駒内清田線	3.5	266	6	4,192
1082_74012	西野真駒内清田線	2.5	3,384	14	1,544
1089_4017	札幌環状線	4.0	3,183	22	3,341
1089_4018	札幌環状線	3.5	3,380	28	3,146
1089_4019	札幌環状線	3.5	2,199	25	2,379
1089_4020	札幌環状線	3.5	2,347	21	3,768
1089_4021	札幌環状線	3.0	488	10	1,311
1089_4022	札幌環状線	3.0	147	11	900
1089_4023	札幌環状線	3.5	676	8	2,523
1089_4024	札幌環状線	3.5	631	6	2,102
1089_4025	札幌環状線	3.3	333	11	3,228
1089_4026	札幌環状線	3.3	1,879	14	2,570
1089_4027	札幌環状線	3.3	1,538	14	2,669

センサス区間	路線名	(I)歩道 代表幅員(m)	(O)歩行者 自転車数 (人/12h)	(O)公共 施設数	(O)H27 高齢者人 口(人)
1089_4028	札幌環状線	4.0	1,050	12	3,038
1089_4029	札幌環状線	4.0	1,358	17	2,491
1089_4030	札幌環状線	4.0	805	6	1,773
1089_4031	札幌環状線	4.0	514	6	3,160
1089_4032	札幌環状線	4.0	871	3	2,789
1089_4033	札幌環状線	4.0	987	2	2,607
1089_4034	札幌環状線	4.0	714	9	2,853
1095_64035	京極定山溪線	1.5	1	0	50
1112_4036	札幌当別線	8.0	856	4	3,625
1112_4037	札幌当別線	8.5	47	3	1,804
1112_4038	札幌当別線	10.0	24	1	3,916
1124_4039	宮の沢北1条線	4.5	3,787	42	2,652
1124_4040	宮の沢北1条線	4.0	4,099	49	2,747
1125_4041	前田新川線	3.0	382	3	2,481
1125_4042	前田新川線	2.5	340	0	2,087
1128_4044	札幌北広島環状線	4.5	426	5	2,366
1128_4045	札幌北広島環状線	4.5	298	1	2,128
1128_4046	札幌北広島環状線	5.1	578	6	3,148
1128_4047	札幌北広島環状線	3.1	169	7	3,148
1128_4048	札幌北広島環状線	3.0	58	12	3,136
1128_4049	札幌北広島環状線	6.5	36	0	718
9900_4050	真駒内篠路線	3.5	339	11	3,671
9900_4051	真駒内篠路線	3.5	1,205	9	2,581
9900_4052	真駒内篠路線	3.5	1,091	9	2,901
9900_4053	真駒内篠路線	4.5	5,631	32	2,764
9900_4054	真駒内篠路線	4.0	2,055	33	1,442
9900_4055	真駒内篠路線	4.0	1,934	19	2,206
9900_4056	真駒内篠路線	2.7	544	23	2,725
9900_4057	真駒内篠路線	2.7	651	5	2,879
9900_4058	真駒内篠路線	2.7	841	11	2,142
9901_4059	旭山公園米里線	2.5	669	8	1,214
9901_4060	旭山公園米里線	4.5	2,364	12	3,742
9901_4061	旭山公園米里線	4.7	2,216	12	3,140
9901_4062	旭山公園米里線	3.5	1,385	10	2,409
9901_4063	旭山公園米里線	3.5	968	17	1,862
9901_4064	旭山公園米里線	3.5	1,324	11	2,188
9901_4065	旭山公園米里線	3.7	41	3	2,327
9902_4066	南19条宮の沢線	3.3	654	2	3,959
9902_4067	南19条宮の沢線	5.8	2,156	7	3,649
9902_4068	南19条宮の沢線	3.3	1,268	11	1,336
9902_4069	南19条宮の沢線	3.5	2,155	7	1,943
9902_4070	南19条宮の沢線	5.3	2,230	11	2,638
9902_4071	南19条宮の沢線	3.5	2,053	13	2,924
9903_4072	羊ヶ丘線	4.0	1,976	12	2,717
9903_4073	羊ヶ丘線	4.0	241	14	3,174
9903_4074	羊ヶ丘線	4.0	154	10	1,523
9903_4075	羊ヶ丘線	4.0	334	6	2,394
9904_4076	厚別東北郷線	3.3	1,518	20	2,421
9905_4077	手稲インター線	4.5	162	2	3,498
3273_6001	花畔札幌線	1.5	798	12	1,797

センサス区間	路線名	(I)歩道 代表幅員(m)	(O)歩行者 自転車数 (人/12h)	(O)公共 施設数	(O)H27 高齢者人 口(人)
3273_6002	花畔札幌線	1.5	524	16	3,093
3273_6003	花畔札幌線	3.2	2,920	28	3,160
3276_6004	琴似停車場線	5.0	6,133	31	4,223
3277_6005	琴似停車場新琴似線	3.5	3,309	22	2,878
3277_6006	琴似停車場新琴似線	2.6	524	16	2,605
3325_6007	厚別停車場線	2.7	1,935	8	2,844
3326_46001	桑園停車場線	3.5	1,935	18	2,415
3341_6009	真駒内御料札幌線	4.0	3	8	1,226
3341_6010	真駒内御料札幌線	4.5	1,530	9	3,775
3341_6011	真駒内御料札幌線	3.5	1,442	21	2,317
3341_76008	真駒内御料札幌線	3.0	3	0	1,355
3368_46002	白石停車場線	2.5	1,935	12	2,536
3431_6012	丘珠空港線	3.5	2,022	25	2,712
3452_6013	下手稲札幌線	3.5	1,391	15	2,072
3452_6014	下手稲札幌線	3.5	1,322	11	2,500
3452_6015	下手稲札幌線	3.5	2,729	31	998
3453_6016	西野白石線	3.5	1,641	29	2,652
3453_6017	西野白石線	3.5	3,360	27	3,440
3453_6018	西野白石線	3.5	3,173	14	2,903
3453_6019	西野白石線	2.5	2,268	9	1,932
3453_6020	西野白石線	3.5	2,952	12	3,453
3453_6021	西野白石線	3.5	3,676	12	2,579
3453_6022	西野白石線	3.5	1,805	10	2,487
3453_6023	西野白石線	3.5	3,946	14	2,616
3453_6024	西野白石線	3.5	3,029	7	1,974
3508_46004	矢臼場札幌線	2.0	798	4	432
3526_46003	東札幌停車場線	2.5	1,935	5	1,282
3626_6025	東雁来江別線	3.5	49	1	1,547
3864_6026	大麻東雁来線	3.5	526	10	3,655
3864_6027	大麻東雁来線	3.5	650	17	2,095
3865_6028	樽川篠路線	4.5	2,647	20	2,999
4137_6029	丘珠空港東線	4.5	1,596	11	2,537
4138_6030	厚別平岡線	3.8	1,429	36	2,674
45_7001	競馬場線	6.0	2,409	4	1,037
128_7005	西28丁目線	3.2	2,258	8	3,405
826_7002	川沿石山連絡線	3.5	119	14	4,754
977_7003	菊水元町6条中通1	3.3	710	3	3,489
1023_7004	伏古川通線	4.5	468	5	3,497
1214_7006	二十四軒1条線	5.0	1,525	19	3,427
3190_7007	新川支線	3.0	2,260	10	3,226
9517_7008	北大横断線	5.0	7,590	10	1,869
9533_7009	北15条線	4.0	6,180	19	1,823
9533_7010	北15条線	3.5	2,676	24	3,063

7.2.2 歩行空間サービスレベル評価の定義

歩行空間のサービスレベルを決める上では、「歩行者数」や「自転車数」のみならず、対象区間の沿道状況进行评估する都市施設や、地域の将来動向を見据えた将来高齢者数などと、現状の歩道幅員の関連性を DEA により相対的に評価する。

そこで、D 効率値は 1.0 に近い区間ほど、与えられた歩道幅員に対して、限界まで歩行者・自転車数を捌き、都市施設を有し、かつ将来高齢者が多い区間であると判断できることから、歩行空間サービスレベルが低い区間と定義する。一方で、D 効率値が低い区間は、現状の歩行者数や自転車数、都市施設等などにおいては、歩道幅員はまだ余力があると判断できるため、サービスレベルが高い区間と定義する。

7.3 歩行空間サービスレベル評価結果

DEA による 193 区間の評価結果の内、D 効率値が高い上位 20 区間、つまり歩行空間サービスレベルが低い区間と、サービスレベルが高い 20 区間を抽出し、表 7.4.1 と表 7.4.2 に示す。

D 効率値が 1.0 と評価され、歩行空間のサービスレベルが低い区間は 6 区間が抽出され、歩行者数や自転車数が高い区間となっているが、一般国道 230 号については、歩行者数・自転車数は、20 区間の平均以下であるが、他の路線に比して将来高齢者数が多い区間であるため、サービスレベルが低く評価されたのが特徴である。また、花畔札幌線のように、歩道幅員が極端に狭い区間や、北大横断線のように、現状においても歩道幅員がある程度確保されているが、自転車数が他区間と比して極端に高い区間についても、サービスレベルが低いと評価されている。

D 効率値が高い区間、つまりサービスレベルが低い区間の地理的特性をみると、都心部を中心に花畔札幌線、宮の沢北 1 条線、真駒内篠路線、札幌夕張線など、都心部から放射系に延びる路線において、高い値を示しサービスレベルが低いと評価されているのが特徴である。また、郊外部については、新札幌副都心部へのアクセス機能を有している厚別平岡線や、JR 新川駅へのアクセス機能を有している琴似停車場新琴似線の値が高くなっている。これらの区間は、交通結節点へのアクセス機能が高く、歩行者や自転車の通行量や路線沿線に都市施設が多いにも関わらず、他区間に比して歩行空間サービスレベルが低いと評価できる。一方で、D 効率値が低く、歩行空間のサービスレベルが高い区間を概観すると、大部分の区間において歩道幅員が 3.5m 以上にも関わらず、歩行者数、自転車数共に、数十人・台程度であり、かつ公共施設数についても、3 施設程度となっており、容量的にも歩行空間に余裕があり、サービスレベルが高い路線となっている。

D 効率値が低い区間、つまりサービスレベルが高い区間の地理的特性をみると、京極定山溪線、小樽定山溪線などの山間部路線が低い値を示している。また、札幌当別線の 2 区間については、それぞれ歩道幅員が 10.0m、8.5m と広幅員であるにも関わらず、各指標値が低く、サービスレベルが高い路線となっている。

各 20 区間における各項目の平均値を比較すると、入力項目である「歩道幅員」の平均値において、サービスレベルが低い 20 区間では 3.6m であるのに対し、サービスレベルが高い 20 区間では 4.2m となっており、他項目が極端に低い値にも関わらず、歩道幅員は広い結果となっている。つまり、構築した歩行空間のサービスレベル評価手法を適用することで、都心部や地下鉄・JR などの交通結節点へのアクセス機能が低い路線については、サービスレベルが低く、反面、山間部路線など車両の走行空間としての機能が低い路線については、サービスレベルが高く、各路線が有する多様な機能を踏まえた評価が可能となった。

表 7.3.1 DEA の分析結果（サービスレベルが低い 20 区間）

路線名	入力項目	出力項目				D 効率値	順位
	歩道幅員 (m)	歩行者数 (人/12h)	自転車数 (台/12h)	都市 施設数	H27 高齢者 人口		
一般国道230号	3.0	1,930	1,468	28	4,241	1.00	1
札幌夕張線	4.3	4,378	1,164	24	2,327	1.00	1
宮の沢北1条線	4.0	2,698	1,401	49	2,747	1.00	1
花畔札幌線	1.5	91	433	16	3,093	1.00	1
北大横断線	5.0	2,652	4,938	10	1,869	1.00	1
北15条線	4.0	2,453	3,727	19	1,823	1.00	1
西野真駒内清田線	2.5	1,877	1,507	14	1,544	0.98	7
真駒内篠路線	4.5	3,350	2,281	32	2,764	0.97	8
琴似停車場線	5.0	3,473	2,660	31	4,223	0.95	9
西野白石線	3.5	3,008	938	14	2,616	0.94	10
琴似停車場新琴似線	3.5	964	2,345	22	2,878	0.92	11
西野真駒内清田線	3.0	1,672	1,593	5	3,229	0.90	12
西野白石線	3.5	2,309	1,051	27	3,440	0.89	13
花畔札幌線	3.2	1,573	1,347	28	3,160	0.88	14
札幌環状線	3.5	1,832	1,548	28	3,146	0.85	15
西野白石線	3.5	2,468	1,208	12	2,579	0.84	16
札幌夕張線	4.0	1,819	1,718	33	2,690	0.84	17
新川支線	3.0	823	1,437	10	3,226	0.82	18
厚別平岡線	3.8	288	1,141	36	2,674	0.81	19
宮の沢北1条線	4.5	2,456	1,331	42	2,652	0.80	20
上位20区間平均	3.6	2,106	1,762	24	2,846	—	

表 7.3.2 DEA 分析結果（サービスレベルが高い区間）

路線名	入力項目	出力項目				D 効率値	順位
	歩道幅員 (m)	歩行者数 (人/12h)	自転車数 (台/12h)	都市 施設数	H27 高齢者 人口		
東雁来江別線	3.5	7	42	1	1,547	0.21	174
札幌当別線	10.0	8	16	1	3,916	0.19	175
一般国道275号	3.0	8	27	1	1,158	0.19	176
真駒内御料札幌線	4.0	1	2	8	1,226	0.18	177
一般国道275号	3.0	2	15	0	1,113	0.18	178
一般国道230号	3.5	331	54	1	771	0.15	179
一般国道12号	4.5	112	110	6	867	0.12	180
一般国道275号	4.5	68	184	0	1,030	0.12	181
一般国道230号	1.5	34	20	2	64	0.11	182
一般国道274号	3.5	43	136	0	674	0.10	183
札幌当別線	8.5	2	45	3	1,804	0.10	184
一般国道275号	4.5	81	160	1	867	0.10	185
一般国道230号	3.5	257	15	3	238	0.09	186
一般国道230号	3.5	226	16	2	245	0.08	187
小樽定山溪線	3.5	109	4	2	377	0.07	188
札幌北広島環状線	6.5	17	19	0	718	0.05	189
一般国道231号	5.0	14	33	1	488	0.05	190
新琴似第7横線	3.5	5	15	1	0	0.02	191
京極定山溪線	1.5	0	1	0	50	0.02	192
小樽定山溪線	2.5	0	0	0	46	0.01	193
下位20区間平均	4.2	66	46	2	860	—	

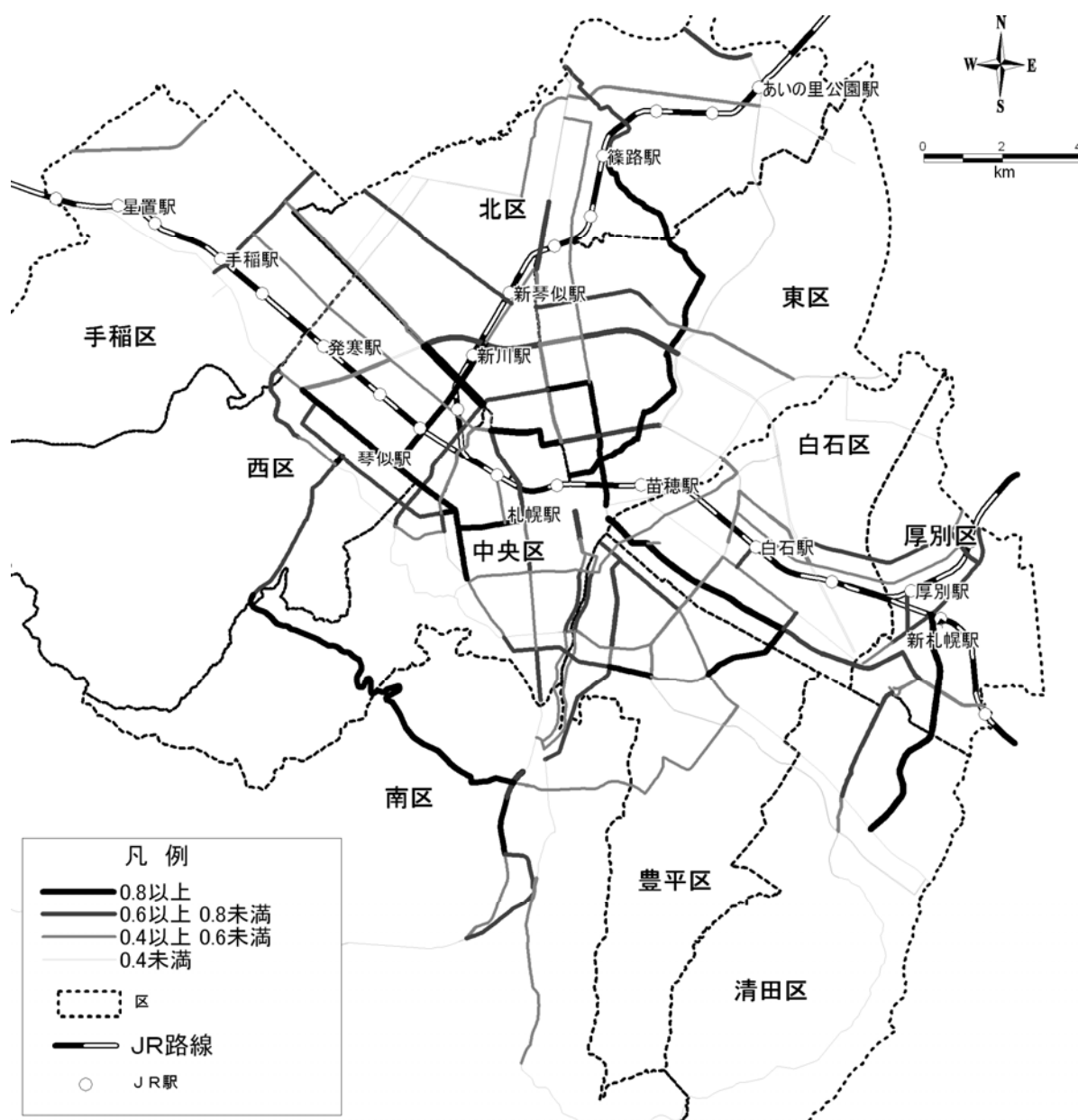


図 7.3.1 路線別 D 効率値の結果

7.4 まとめ

本章では、自動車を中心とした道路空間形成により、多くの問題を抱えている歩行空間について、「歩行者数」や「自転車数」の通行量と「歩道幅員」の関係だけではなく、沿道の土地利用状況として、「都市施設数」や「将来高齢者数」を考慮し、DEA の CCR モデルにより、歩行空間サービスレベル評価手法の構築を行った。

特に、サービスレベルを評価する指標として、沿道の整備状況や、地域の将来動向を勘案した評価を行うため、沿道の都市施設数と対象となる整備区間を有する地域の将来高齢者数をコーホート分析により予測し、現状のみならず、将来動向を評価指標に取り入れたことが特徴である。

更に、札幌市内の 193 センサス区間をモデルケースとして、歩行空間のサービスレベル評価を試みた。

その結果、歩行者・自転車通行量、都市施設、将来高齢者数に対して、現状の歩行サービスレベルが低い区間を広域的な観点から、具体的に明らかにすることができた。サービスレベルが高い区間においても、歩行者・自転車数が少ないにも関わらず、将来高齢者や都市施設が多い区間も抽出されており、歩道幅員と歩行者・自転車数による通行量のみによる評価ではなく、地域の特性を踏まえ都市計画的な観点から評価できることも示唆された。

7.5 参考文献

- 1) 札幌市：新・札幌市バリアフリー基本構想、2009
- 2) 石田眞二・亀山秀一・久保勝裕・鹿島茂：歩道のバリアフリー評価支援システムを活用した段階的整備プログラムの提案、土木学会論文集D、Vol.65 No1、53-63、2009.
- 3) 塚口博司・毛利正光：歩車のオキュパンスー指標の提案と住区内街路計画への適用，土木学会論文集、Vol383、141-144、1987.
- 4) 国立社会保障・人口問題研究所：<http://www.ipss.go.jp/>
- 5) 札幌市：さっぽろ都心交通計画、2004.
- 6) (社) 交通工学研究会：平成 17 年度道路交通センサス一般交通量調査、CD-ROM、2007.

第8章 都市の集約化に向けた都市構造評価分析

8.1 概説

本章では、5章から7章で評価した各地域の「居住環境利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」の3つの観点の各評価から、都市構造を分類し、札幌市の都市構造について総合的に評価する。

8.2 都市構造評価分析評価フロー

5章では、ネットワーク DEA を適用し、札幌市の各地域の居住環境の利便性について、効率性の観点から相対評価を行った。つまり、都心部への集約化を停滞させている要因として、高い居住費に見合った利便性を享受できていないと仮定し、「住民生活利便性」、「公共交通利便性」、「自動車利便性」の3つの観点から各地域の効率性を定量的に分析することにより、居住環境の利便性を総合的に評価した。

6章では、ネットワーク DEA を用いて、札幌市の道路空間サービスレベルについて、自動車交通のサービス水準を表す指標である混雑度と旅行速度に関連性が高い要因に着目して、入力項目はピーク時間交通量、信号交差点密度、大型車混入率、出力項目は混雑度、旅行速度と設定し、道路空間サービスレベル評価を行っている。同時に安全性についても、事故件数と関連性が高い要因に着目し、入力項目は、混雑度、交差点密度、日交通量、出力項目は、事故件数として安全性を評価した。

7章では、歩行空間の基本的機能である通行機能とアクセス機能に着目し、さらに将来動向を考慮し、現状の歩行者数や自転車数などの容量的な指標のみならず、歩行空間サービスレベルを評価した。

本章では、以上の3つの観点から、札幌市の都市構造を分類し、評価する。

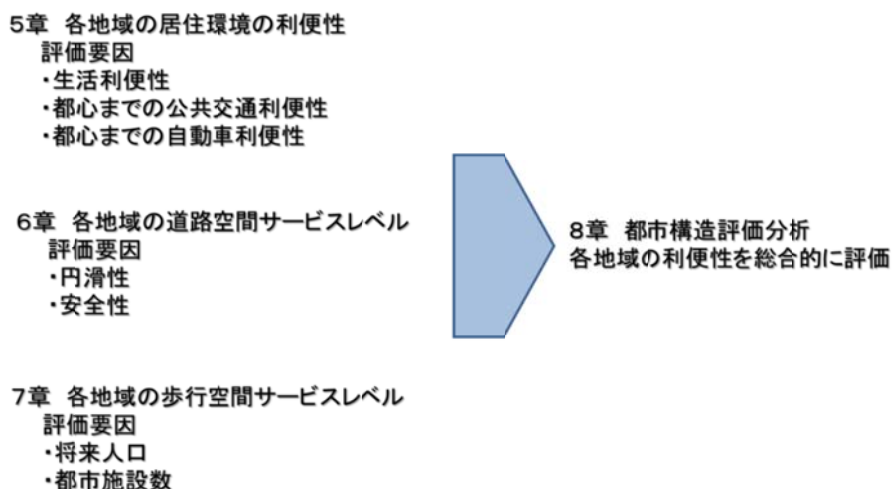


図 8.2.1 都市構造評価分析フロー

8.3 都市構造評価分析

本章では、第5章で評価を行った図5.3.2から図5.3.11に示した札幌市の187ゾーンを対象に都市構造評価分析を行う。道路空間、歩行空間のサービスレベルは交通センサス区間別の評価のため、各センサス区間評価を隣接するゾーンに振り分けて評価を行う。

ここで、集約型都市構造を目指す中で集約する地域は、都心部近郊地域であるが、本章における各地域について定義する。都心及び都心部近郊(以下、都心部近郊)とは、札幌市都市計画マスタープランにおける「複合型高度利用市街地」とし、概ね環状通内側の地域で、集約化都市構造を促進させる上では、重要な地域と位置づけられている。そこで、環状通以内を都心部近郊とし、それ以外の地域については、郊外部と定義する。

次に、各ゾーンの3つの観点の効率値を札幌市全体の各平均効率値と比較し、整理すると、表8.3.1に示す8通りであり、この分類表から、各ゾーン进行分类し評価を行う。

表8.3.1に示すように、全ての利便性やサービスレベルが高い分類1の地域が、都心部近郊の地域に集中する場合は、都市の集約化は進んでいると考えられるが、一方、郊外部に分類1が多い場合や、全ての項目が低い分類8の地域が都心部近郊に多い場合は、郊外部においても都心部と比して利便性やサービスレベルが高い都市構造であることから、集約化が進まない都市構造であると考ええる。

表 8.3.1 評価結果分類表（札幌市全体の各平均効率値と比較）

指標	分類1	分類2	分類3	分類4	分類5	分類6	分類7	分類8
道路空間	高	低	高	低	高	低	高	低
歩行空間	高	高	低	低	高	高	低	低
居住環境	高	高	高	高	低	低	低	低

8.4. 札幌市の都市構造分析結果

8.4.1 ゾーン別分析結果

対象とする 187 のゾーンの分析結果を表 8.4.1 及び図 8.4.1 に示す。地域別に見ると、郊外部である札幌市東部の東区東雁来、北区屯田、手稲区星置・前田などで各効率値が高い地域となっている。当該地域は札幌市内の中で低層の住居地域であるが、新興住宅地であり、郊外型の大型商業施設が整備されている。手稲区については、JR 沿線であり、東区、北区はサービス水準の高いバス路線網も網羅されている、また、東雁来は骨格道路である国道 274 号、国道 275 号、手稲星置・前田には国道 5 号、国道 337 号が整備されており、このような地域は、自動車利用の利便性も高い地域であり、住民にとっては総合的に住みやすい地域であると考えられる。

次に、都心部近郊である環状通以内において効率値が高い地域を見ると、白石区菊水・東札幌周辺があげられる。この地域は、地下鉄沿線地域であることに加えて、幹線道路である国道 12 号、平和通、環状通を有しており、これら幹線道路はバス路線にもなっていることから公共交通の利便性は高い地域である。加えて幹線道路である環状通、南郷通については、6 車線化されており自動車の利便性も高い地域である。

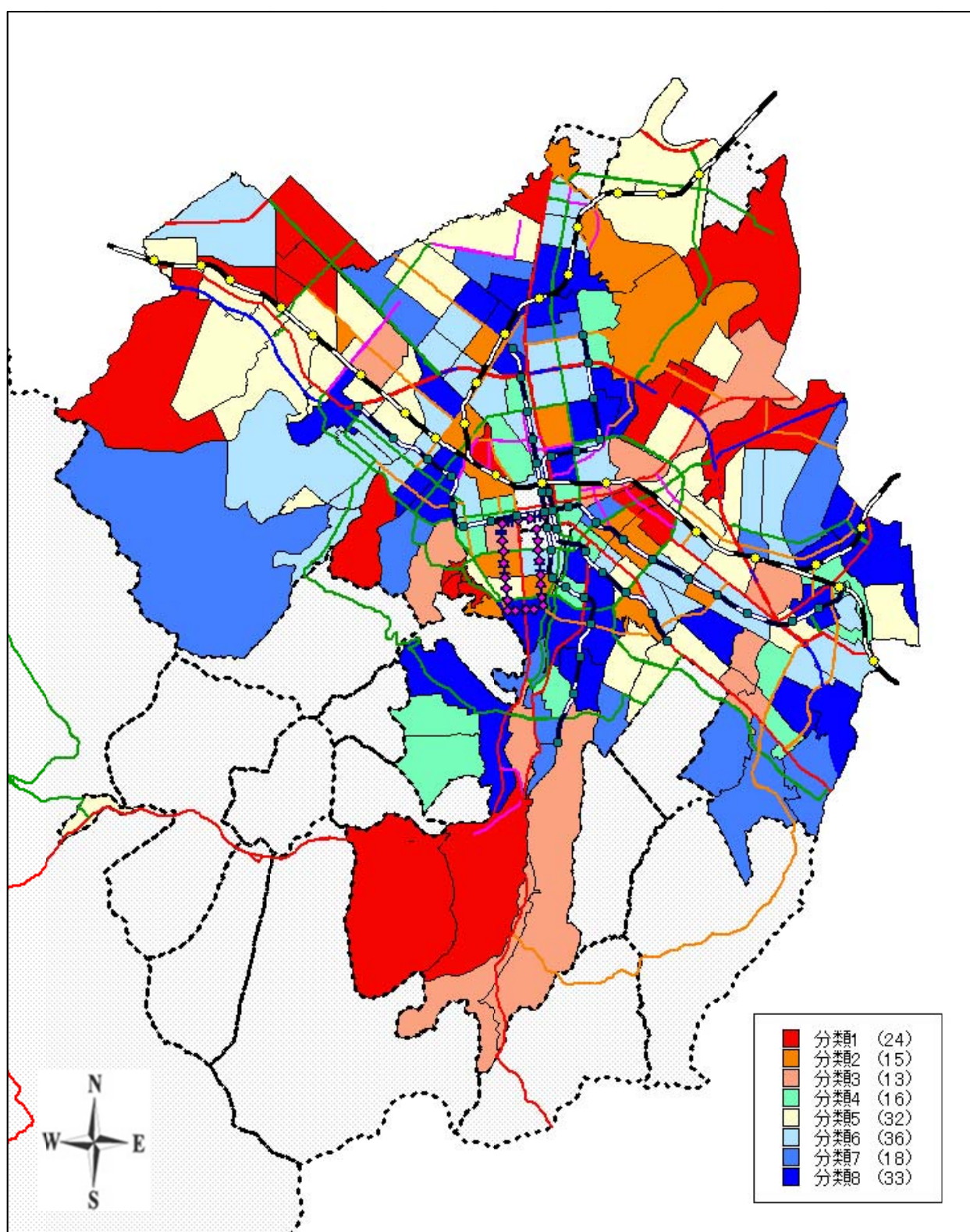


図 8.4.1 ゾーン別分析結果

表 8.4.1 ゾーン別分析結果

No	ゾーンNo	道路空間	歩行空間	居住環境
1	101131	0.527	0.316	0.711
2	101132	0.552	0.557	0.568
3	101141	0.613	0.432	0.981
4	101142	0.503	0.607	0.547
5	101151	0.725	0.460	0.396
6	101152	0.725	0.515	0.734
7	101161	0.725	0.484	0.506
8	101162	0.725	0.545	0.338
9	101171	0.668	0.294	0.282
10	101172	0.527	0.351	0.596
11	101181	0.668	0.554	0.728
12	101182	0.668	0.399	0.794
13	101191	0.507	0.496	0.378
14	101192	0.507	0.524	0.358
15	101201	0.725	0.654	0.416
16	101202	0.725	0.729	0.908
17	101203	0.725	0.746	0.796
18	101204	0.725	0.748	0.853
19	101205	0.725	0.748	0.662
20	101206	0.664	0.336	1.000
21	101211	0.527	0.392	0.201
22	101212	0.602	0.656	0.476
23	101213	0.527	0.665	0.336
24	102111	0.616	0.347	0.352
25	102112	0.672	0.370	0.317
26	102113	0.447	0.292	1.000
27	102121	0.613	0.382	0.627
28	102122	0.622	0.255	0.345
29	102131	0.589	0.503	0.354
30	102132	0.472	0.604	0.446
31	102141	0.622	0.300	0.399
32	102142	0.622	0.386	0.441
33	102151	0.622	0.465	0.539
34	102152	0.622	0.435	0.460
35	102161	0.386	0.465	0.321
36	102162	0.498	0.435	0.364
37	102171	0.537	0.709	0.469
38	102172	0.622	0.833	0.430
39	102181	0.498	0.495	0.453
40	102182	0.498	0.736	0.339
41	102183	0.746	0.777	0.315
42	102191	0.580	0.515	0.442
43	102192	0.746	0.384	0.445
44	102193	0.701	0.509	0.421
45	102195	0.701	0.711	0.790
46	102196	0.656	0.421	0.899
47	102197	0.746	0.201	0.509
48	102201	0.746	0.789	0.363
49	102202	0.656	0.730	0.238
50	103111	0.560	0.270	0.447
51	103112	0.732	0.207	0.362
52	103121	0.394	0.713	0.492
53	103131	0.672	0.345	0.521
54	103132	0.447	0.284	0.319
55	103141	0.669	0.438	0.406
56	103142	0.716	0.476	0.407
57	103151	0.519	0.197	0.384
58	103152	0.519	0.353	0.444
59	103161	0.646	0.516	0.383
60	103162	0.716	0.436	0.352
61	103163	0.519	0.342	0.539
62	103171	0.557	0.532	0.258
63	103172	0.460	0.516	0.385
64	103181	0.746	0.597	0.504
65	103182	0.746	0.629	0.524
66	103183	0.695	0.668	0.360
67	103184	0.746	0.629	0.535
68	103185	0.686	0.722	0.423
69	103186	0.516	0.770	0.725
70	103191	0.632	0.469	1.000
71	103192	0.695	0.977	0.613
72	104111	0.550	0.542	0.334
73	104112	0.707	0.447	0.708
74	104113	0.629	0.733	0.736
75	104121	0.707	0.490	0.545
76	104122	0.707	0.695	0.755
77	104123	0.707	0.740	0.790
78	104131	0.716	0.436	0.292
79	104132	0.743	0.607	0.422
80	104133	0.743	0.525	0.330
81	104141	0.743	0.083	0.698
82	104142	0.743	0.372	0.360
83	104143	0.658	0.734	0.469
84	104151	0.658	0.367	0.246
85	104161	0.735	0.371	0.349
86	104171	0.626	0.644	0.320
87	104172	0.735	0.767	0.617
88	104181	0.735	0.545	0.428
89	104182	0.573	0.620	0.398
90	104183	0.735	0.412	0.440
91	104191	0.527	0.779	1.000
92	104201	0.735	0.521	0.412
93	105111	0.485	0.466	0.604
94	105112	0.523	0.463	0.397
95	105121	0.689	0.446	0.443
96	105122	0.689	0.535	0.323
97	105131	0.523	0.401	0.604
98	105132	0.523	0.425	0.302
99	105141	0.385	0.451	0.419
100	105142	0.227	0.477	0.395
101	105143	0.543	0.429	0.403
102	105151	0.678	0.520	0.556
103	105152	0.678	0.424	0.409
104	105153	0.716	0.111	0.365
105	105161	0.619	0.633	0.301
106	105162	0.598	0.111	0.384
107	105171	0.640	0.617	0.356
108	105172	0.640	0.633	0.345
109	105173	0.543	0.595	0.276
110	105174	0.640	0.580	0.375
111	106111	0.543	0.270	0.328
112	106112	0.543	0.270	0.384
113	106113	0.543	0.477	0.855
114	106114	0.434	0.664	0.508
115	106121	0.516	0.559	0.353
116	106122	0.434	0.688	0.263
117	106123	0.434	0.775	0.302
118	106124	0.438	0.625	0.578
119	106131	0.533	0.685	0.466
120	106133	0.248	0.226	0.448
121	106134	0.248	0.055	0.766
122	106141	0.248	0.055	0.486
123	106142	0.458	0.323	0.321
124	106152	0.434	0.641	0.563
125	106153	0.722	0.554	0.605
126	106164	0.776	0.827	0.676
127	106165	0.776	0.827	0.510
128	106173	0.776	0.969	0.311
129	107111	0.537	0.390	0.460
130	107112	0.856	0.183	0.414
131	107121	0.527	0.422	0.400
132	107122	0.656	0.422	0.435
133	107123	0.656	0.713	0.571
134	107131	0.822	0.430	0.660
135	107132	0.537	0.449	0.391
136	107133	0.656	0.331	0.289
137	107141	0.656	0.608	0.273
138	107142	0.656	0.349	0.389
139	107151	0.656	0.448	0.336
140	107152	0.656	0.506	0.426
141	107153	0.656	0.608	0.365
142	107154	0.656	0.459	0.268
143	107161	0.656	0.189	0.348
144	107162	0.511	0.593	0.301
145	107171	0.856	0.566	0.264
146	107172	0.537	0.656	1.000
147	107181	0.656	0.608	0.241
148	107182	0.583	0.519	0.416
149	108111	0.624	0.540	0.442
150	108121	0.702	0.413	0.410
151	108122	0.702	0.245	0.339
152	108123	0.523	0.245	0.725
153	108124	0.523	0.319	0.539
154	108131	0.557	0.367	0.290
155	108132	0.523	0.349	0.628
156	108141	0.523	0.521	0.458
157	108142	0.523	0.627	0.402
158	108151	0.702	0.541	0.314
159	108152	0.523	0.521	0.312
160	108153	0.523	0.403	0.319
161	109111	0.778	0.656	0.395
162	109121	0.778	0.524	0.566
163	109122	0.778	0.778	0.472
164	109123	0.675	1.032	0.601
165	109124	0.675	1.032	0.514
166	109125	0.675	0.745	0.647
167	109126	0.778	0.778	0.577
168	109131	0.675	0.488	0.372
169	109132	0.675	0.732	0.490
170	109133	0.675	0.732	0.320
171	109134	0.675	0.732	0.317
172	109141	0.644	0.622	0.329
173	109151	0.778	0.677	0.387
174	109152	0.726	0.814	0.355
175	109153	0.675	0.732	0.566
176	110111	0.598	0.792	0.621
177	110112	0.556	0.443	0.649
178	110113	0.598	0.792	0.594
179	110121	0.702	0.344	0.282
180	110122	0.556	0.344	0.336
181	110123	0.556	0.464	0.580
182	110124	0.556	0.245	0.279
183	110125	0.556	0.704	0.377
184	110126	0.556	0.729	0.392
185	110131	0.577	0.692	0.564
186	110132	0.556	0.830	0.323
187	110133	0.556	0.707	0.347

8.4.2 区別分析結果

現在、札幌市は 10 区の行政区により構成されている。対象とする 187 のゾーンの分析結果について、区別に平均効率値を算出したものを表 8.4.2 に示す。

分析結果を見ると、道路空間については、札幌市の外縁部に位置する手稲区の評価が最も高いことがわかる。一方、都心部を含む中央区、都心部に隣接する白石区についても高い値を示している。一方、最も低いのは郊外部である南区であり、骨格道路である国道 230 号は、行楽シーズンには渋滞が顕著であり、道路交通ネットワークが脆弱な地域のため、低い評価になったと考えられる。

歩行空間についても、郊外部の手稲区が最も高く、次いで清田区となっており、両区とも郊外部である。道路空間形成については、自動車を主体とした整備が進められてきたが、両区は比較的新しく区制が引かれ、歩行空間については、今後の高齢社会に適応した整備が進められたために、サービスレベルが高い地域であると考えられる。

さらに居住環境については、都心部を含む中央区が突出して高く、次いで白石区となっている。一方、豊平区、西区が低い傾向を示していることから、都心部が優位であることが明らかとなった。

都心部を含む中央区は、居住環境が突出して高い一方で、道路空間、歩行空間については、郊外部の地域が優位となっており、相対的に都心部と同等の利便性を享受している。

表 8.4.2 区別分析結果

区	道路空間	歩行空間	居住環境	各区平均
中央区	0.634	0.531	0.590	0.585
北区	0.609	0.502	0.465	0.525
東区	0.618	0.513	0.472	0.534
白石区	0.686	0.554	0.507	0.582
豊平区	0.574	0.462	0.403	0.480
南区	0.506	0.527	0.485	0.506
西区	0.619	0.473	0.412	0.501
厚別区	0.579	0.424	0.431	0.478
手稲区	0.711	0.738	0.461	0.637
清田区	0.577	0.591	0.445	0.538
札幌市平均	0.614	0.528	0.472	0.538

8.4.3 距離別分析結果

都心部からの距離別にゾーンを分類し、各効率値評価の考察を行った。図 8.4.2 に示す距離別結果では、都心部からの距離が 2km 以下の地域について、居住環境は最も高くなっているが、道路空間、歩行空間については最も低い。2km 以上の場合は、ほぼ横ばいで推移しており、都心部からの距離に影響を受けず、居住環境は、都心部と同等の利便性が享受されている。さらに、歩行空間については、都心部からの距離が大きくなるにつれ、各効率値も増加傾向を示している。

つまり、現状の札幌市の都市構造は、各利便性評価の観点からすると、都心部に近い方が郊外部に比べて、その利便性において、都心から近い距離の割に優位ではないことが示されており、都心回帰を促進できない都市構造となっているといえる。本研究での都心回帰は、都心部とその周辺地域での居住を促すものと位置づけるが、さらなる都心回帰を促進させるためには、都心部周辺地域の改善が必要であると考ええる。また、環状通以内である概ね 4km の地域については、道路空間、居住環境の利便性は郊外部と同程度であり、歩行空間については郊外部より低い値を示している。

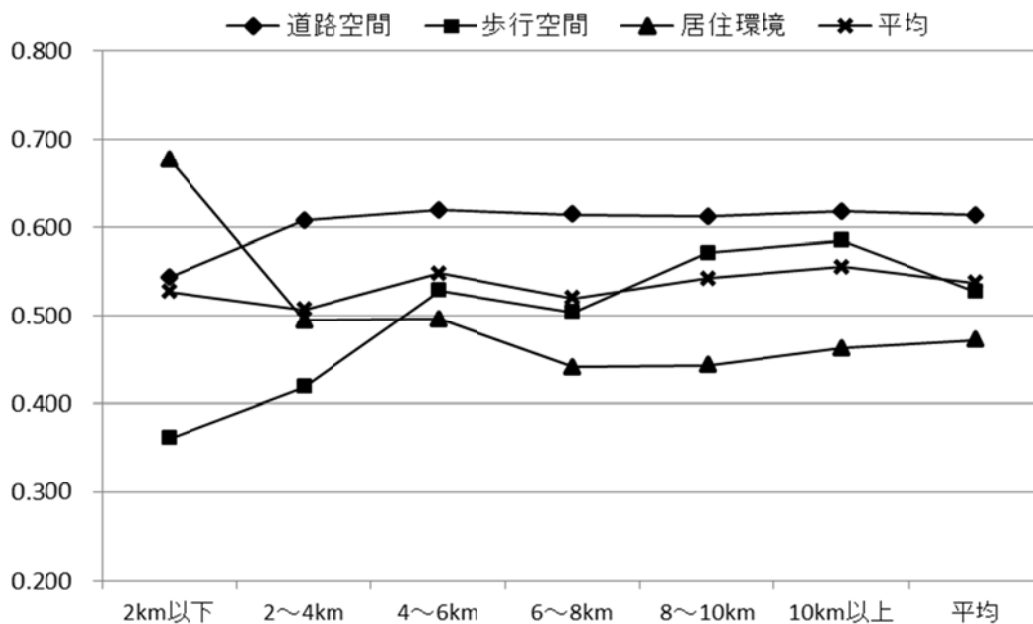


図 8.4.2 距離別分析結果

8.4.4 都心部近郊地域の考察

特に、図 8.4.3 に網掛けで示すゾーンについては、居住環境利便性が高く、道路空間、歩行空間サービスレベルが低い分類 4 のゾーンで、都心部近郊にみられる。これは、地下鉄、JR の沿線のゾーンであり、買物や通院など居住環境の利便性は高い地域であるが、歩行者や自転車通行量も多く、また自動車による交通混雑もみられることから、道路空間、歩行空間サービスレベルが相対的に低い地域であることがわかる。都市の集約化を目指す中では、このようなゾーンの道路空間、歩行空間のサービスレベルをあげるような施策が重要となる。

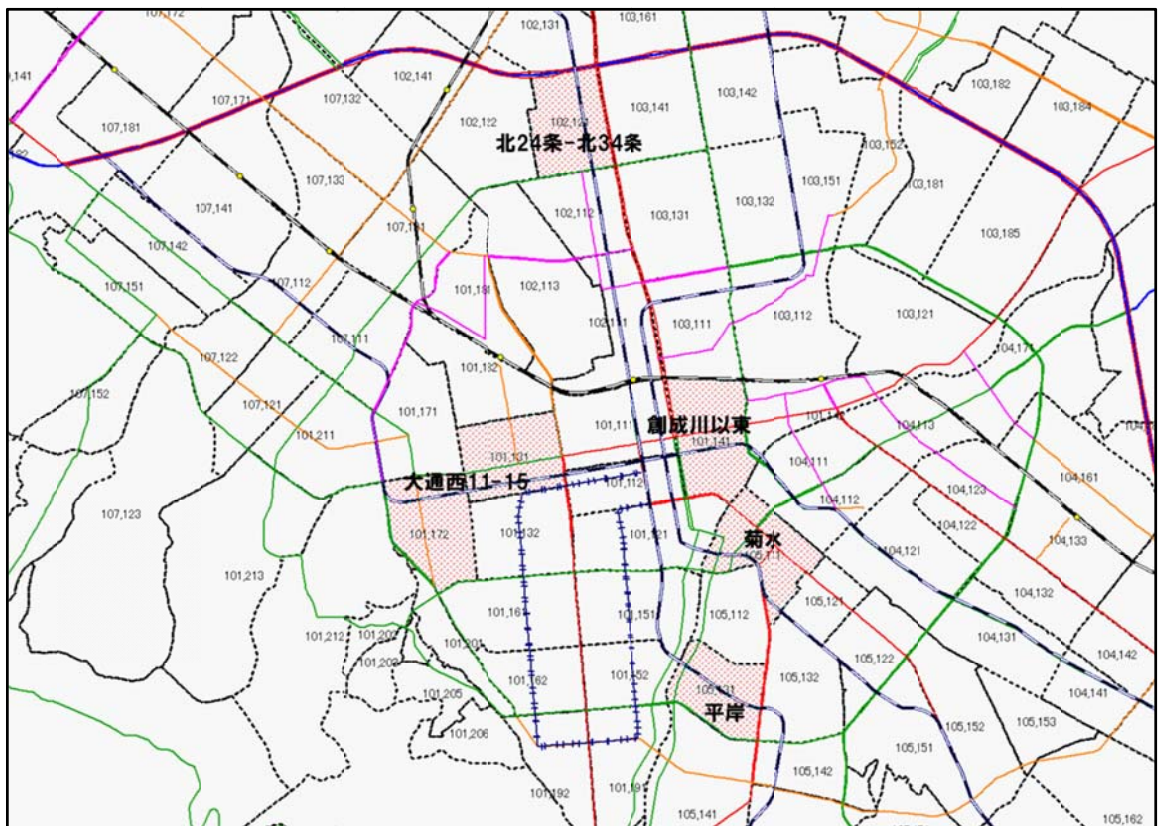


図 8.4.3 都心部近郊地域の評価

8.4.5 広域交流拠点及び地域中心核の考察

札幌市では、平成 24 年 1 月に札幌市総合交通計画を策定し、図 8.4.4 に示す各区に生活拠点を設置し、「多中心核構造」による集約型都市構造を目指している。これは、都心を最も中心的な拠点としながら、さまざまな拠点を適切に分散配置する都市構造を目指しており、特に JR 駅、地下鉄駅を地域中心核として、地域の日常を支える多様な商業、業務機能、行政機能など各都市サービス機能の集積を図る拠点として、位置づけている。また、各拠点を公共交通ネットワークで結ぶことで、利便性が高く多様な都市サービス機能を享受できることを目指している。さらに、市内のみならず、石狩市、江別市、北広島市などの隣接都市も後背圏に持ち、多くの人々の日常生活を支える機能が集積する麻生、新琴似、厚別副都心（新さっぽろ）、手稲を広域交流拠点として位置づけている。

そこで、各広域交流拠点や地域中心核について、居住環境、道路空間、歩行空間の各サービスレベルを分析した。その結果、広域交流拠点である手稲は、全てのサービスレベルが高い分類 1 となっているが、北区篠路、東区栄町、光星、南区澄川については全てのサービスレベルが低い分類 8 となっている。また、新さっぽろ、清田、平岸、北 24 条については分類 4 となっており、道路、歩行空間は相対的に高いサービスレベルであるが、居住環境のサービスレベルが低い地域となっている。このように札幌市の都市構造は、各拠点についても相対的にサービスレベルは高くない現状であることがわかる。

表 8.4.3 広域交流拠点・地域中心核の分類

地域中心核・ 広域交流拠点	居住環境	道路空間	歩行空間	分類
栄町	0.655	0.630	0.619	8
宮の沢	0.610	0.608	0.492	5
琴似	0.558	0.572	0.799	7
月寒	0.694	0.549	0.583	3
光星	0.615	0.667	0.786	8
篠路	0.569	0.841	0.590	8
手稲	0.706	0.553	0.023	1
新さっぽろ	0.776	0.704	0.810	4
真駒内	0.599	0.793	0.324	6
澄川	0.603	0.685	0.786	8
清田	0.623	0.672	0.591	4
大谷地	0.728	0.604	0.515	5
白石	0.584	0.516	0.592	7
平岸	0.707	0.704	0.654	4
北24条	0.710	0.615	0.673	4
麻生	0.667	0.756	0.451	6

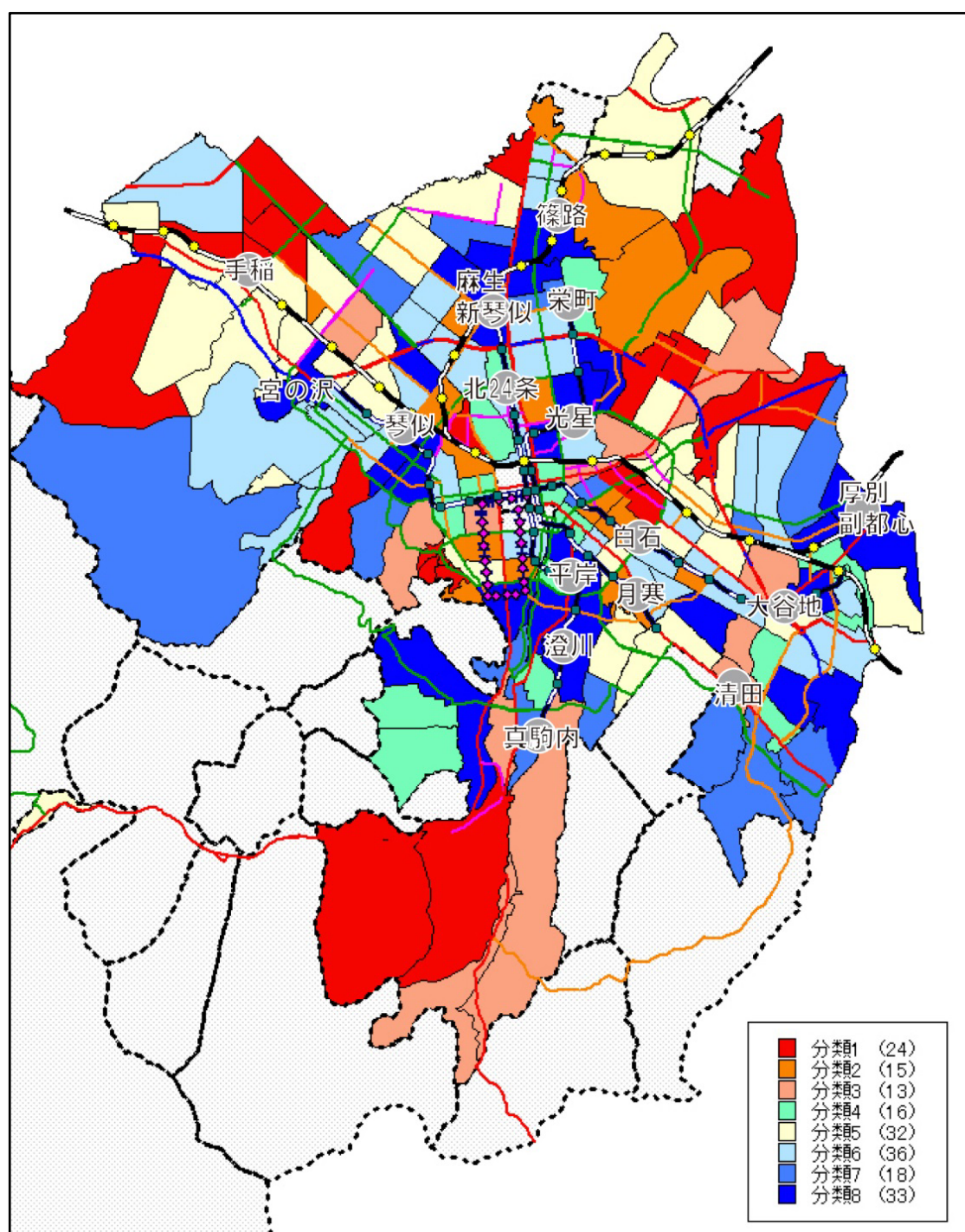


図 8.4.4 広域交流拠点及び地域中心核

8.5 まとめ

集約型都市構造の実現に向けては、札幌市に限らず全国の都市で検討を進められているが、これまでは都心部の再開発や地区整備計画により人口集約を図ることに主眼が置かれてきた。しかし、自動車依存型生活による郊外化が定着した都市においては、都心部や都心部近郊の利便性を総合的に向上させなければ人口流動は誘発できないことは周知のとおりである。

本章では「居住環境利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」、の3つの観点から、都市構造を分類し、総合的に評価した。その結果、都心部においても総合的に利便性が高い地域はあることが明らかとなったが、一方で、郊外部の利便性も高いことが顕著となった。特に、都心部から大きく離れた地域においても、利便性が高い地域があり、このような地域の利便性を過度に高めない一方で、集約させたい都心部近郊地域には、郊外部と比較して、各サービス水準を高める都市政策が必要である。また、広域交流拠点と地域中心核拠点の考察から、北区篠路、栄町、光星、南区澄川については利便性が特に低い地域となっている。

特に、札幌市では、公共交通ネットワークが全市的に網羅されており、利用者が少ない郊外部においても、赤字路線への補助によりバスサービスが維持され、また、特殊運賃区間制度の導入により運賃面でも利便性が確保されていることなどが、郊外部の居住環境の利便性を高めている大きな要因の一つと考えられる。つまり、今後集約化を目指す中で、人口の高密度化を図る地域においては、郊外部と比較して、より高い水準のサービスを提供する都市政策が必要である。

8.6 参考文献

- 1) 中井秀信・森本章倫：「コンパクトシティ政策が民生・交通部門のエネルギー消費量に与える影響に関する研究」、土木学会論文集 D、Vol.64. No1、pp.1-10、2008
- 2) 堀裕人・細見昭・黒川洸：「自動車エネルギー消費量から見たコンパクトシティに関する研究—宇都宮都市圏の 2 時点における PT データを用いて—」、都市計画論文集、No.34、pp.241-246、1999
- 3) 佐保肇：「中小都市における都市構造コンパクト性に関する研究」、都市計画論文集、No.33、pp.73-78、1998
- 4) 国立社会保障・人口問題研究所：<http://www.ipss.go.jp/>

第9章 結論

9.1 本論文の成果

人口減少・高齢化社会における都市のあり方を考えると、これからは集約型都市構造に向けた都市政策が重要である。しかし、全国の都市では集約型都市構造へ向けた取り組みが進んでいるが、交通機能や都市施設などの郊外化が定着した都市において、都市の集約化は容易ではない。今後は都心部の居住環境や交通利便性がより高い都市構造に転換し、低密度で交通の利便性も低い地域の人口を増やさないことを目指すことが重要となる。また、都市の集約化を進める上では、多角的な視点から現状の都市構造を評価し、方策を考える必要がある。

ところで、これまで都市構造に関する評価は、集約型都市が交通や環境に与える影響を対象とし、集約型都市構造が実現した場合の効果検証に主眼がおかれ、現状の都市構造が集約型都市構造に転換が可能かを評価する手法は確立されていなかった。

本論文は、ネットワーク DEA(包絡分析法:Data Envelopment Analysis) を用いて、効率性の観点から都市の集約化に向けた都市構造評価手法を構築することを目的とした。さらにその手法を用いて札幌市を対象に都市構造を評価し、都市の集約化に向けて改善すべき要因について明らかにした。

各章の成果を以下にまとめる。

第1章においては、研究の背景、目的、論文の構成について述べた。すなわち、集約型都市構造に向けた都市構造評価手法の構築が重要であることを指摘し、本論文に関わる研究の必要性を明らかにした。

第2章では、第2章は集約型都市構造を取りまく環境や課題、既存研究を整理し、現状の都市構造を評価する手法が確立されていないことを述べるとともに、本論文の位置づけを明確にした。

第3章では、本論文の中心となる集約型都市構造に向けた都市構造評価手法についての理論的説明を行った。すなわち、「居住環境利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」について、ネットワーク DEA を用いて効率性の観点から都市内の各地域を相対評価することにより、集約型都市構造の可能性とそれにむけた各地域の改善策を提案する手法を提案した。

第4章では、本論文の分析対象地域である札幌市の変遷をまとめた。すなわち、人口構造、市街化区域面積の推移、都市交通の変遷について整理した。

第5章では、札幌市を対象として、ネットワーク DEA による居住環境利便性評価手法を適用し、札幌市の都市構造を評価した。ここでは、「住民生活利便性」、「公共交通利便性」、

「自動車利便性」に着目し、ネットワーク DEA を用いて各地域の効率性評価を行うことで、郊外部の方が都心よりも少ない居住費で効率的に高い利便性を享受できる都市構造であることを明らかにし、都心回帰を促進するための方策を提示した。

第 6 章は、札幌市を対象として、ネットワーク DEA による道路空間サービスレベル評価手法を適用し、「円滑性」と「安全性」について各地域の道路空間サービスレベルを評価した。その結果、多種の要因を考慮した場合、札幌都心部や郊外部の計 5 区間のサービスレベルが高いことが、明確になった。

第 7 章は、同じく札幌市を対象として DEA による歩行空間サービスレベル評価手法を適用し、各地域の歩行空間サービスレベルの評価を行った。その結果、歩行者・自転車通行量、都市施設、将来高齢者数に対して、現状の歩行サービスレベルが低い区間を広域的な観点から、具体的に明らかにした。

第 8 章では、第 5 章から第 7 章で評価した各地域の「居住環境利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」の 3 つの観点から、札幌市の各地域を総合的に評価した。すなわち、3 つの評価項目がすべて高い評価となっているか、あるいはどの項目の評価が低いかを地域ごとに明らかにし、集約型都市構造に向けて各地域の改善すべき方向性を提案した。その結果、札幌市は、都心部の居住環境利便性は高いが、集約化に伴って道路空間、歩行空間は改善の必要があることを明らかにした。また、集約型都市構造を進める上で重要となる札幌市の地域中心核については、利便性を効率性の観点から評価すると相対的に低く、集約型都市構造実現のために改善する必要があることを示した。

9.2 今後の課題

今後の課題を以下に示す。

- (1) 本論文では、ネットワーク DEA を用いて、居住環境の利便性を評価し、改善案について考察を行った。しかし、提案した改善案について、特に地価について行政は直接コントロールすることはできない。そこで、都心部と都心部近郊地域において都市計画税の減税、家賃補助、新築補助など間接的な対応としての施策案が考えられるが、施策案を導入した際の都市構造への影響等について、検証することが必要である。
- (2) 本論文では、道路空間サービスレベルについて、円滑性と安全性の観点から、ネットワーク DEA を用いた総合的な評価手法を構築し、定量的に札幌市内の道路空間サービスレベルを評価した。しかし、安全性の出力変数である事故件数については総数としていることから、事故類型のデータを収集し、人対車両事故などの類型別に評価することで、安全性を高める対策立案が可能となり、特に集約させたい地域を重点的に考えることで安全性を高め、集約型都市構造に寄与できると考える。
- (3) 本論文では、自動車を主体とした道路空間形成により、多くの問題を抱えている歩行空間について、DEA の CCR モデルにより、サービスレベル評価手法を構築し、評価を行った。入出力項目に都市施設数や将来人口などを含めて評価を行っているが、近年、歩道において歩行者と自転車の錯綜による交通事故が多発しており、このような背景から、「歩行者と自転車の事故件数」を含めた評価を行うことも重要である。特に都心部においては、自転車利用者数も増加傾向にあり、歩行空間と自転車空間整備の必要性も高まっている。このような背景から、集約型都市を進める上では、都心部や都心部近郊において、安全な歩行・自転車空間整備を考えることが重要である。
- (4) 本論文では、「居住環境の利便性」、「道路空間サービスレベル」、「歩行空間サービスレベル」の3つの観点から、ネットワーク DEA を用いて都市構造評価手法を構築し、総合的に評価した。本論文で構築した評価手法は、DEA の相対評価である特徴を活かし、札幌市内における現状の都市構造評価として、集約化の可能性や各地域の問題点について論じることができた。しかし、提案される改善案については、あくまでも目標値に過ぎず、今後の集約化に向けた施策提案や実現性については、更なる考究が必要である。

謝辞

本研究を進めるに際して、数多くの方々から貴重なご指導、ご助言、ご鞭撻を賜わり、ここに記し、深く感謝の意を表す次第であります。

北海道大学大学院工学研究院岸邦宏准教授には、研究を始めた当初より懇切丁寧なご指導、ご鞭撻を頂きました。さらに視野を広げるために、様々な学会等へ参加する機会を数多く頂きました。また、研究に幾度も挫折しそうな著者に対し、親身なるご指導、ご助言は精神的な支えであり、研究に対する姿勢、厳しさ等、多大なる愛情をもってご教示頂きました。この感謝と敬愛の念は、言葉では到底言い尽くせぬものでありますが、ここに深甚なる謝意を申し上げる次第です。

北海道大学大学院工学研究院田村亨教授には、本論文の問題点や展開について、有益なご指導、ご助言を頂きました。北海道大学大学院工学研究院萩原亨教授には、豊富なお経験に基づき、本論文の完成度をさらに高めるご指導を頂きました。両先生には深謝申し上げます。

北海道大学名誉教授中辻隆先生には、大学院入学当時から多くの激励の言葉を頂き、ここに特記して深謝の意を表する次第です。

北海商科大学大学院教授、北海道大学名誉教授佐藤馨一先生には、研究活動を広げる機会を頂き、研究に対する多くのご指導を賜りましたことを記して、深謝の意を表する次第です。

日本データサービス(株) 東本靖史氏には、研究と業務を両立する上で、心の拠りどころとなり、何度も挫折しそうな中で、いつも励まされました。また、研究内容に関するご指導を賜ることはもとより、共に研究に携われたことは、最大の喜びであり、言葉では到底言い尽くせぬものではありませんが、ここに深甚なる謝意を表する次第です。

北海商科大学大学院商学研究科相浦宣徳教授には、研究を進める上で、数多くのご指導、ご助言を賜りました。北海学園大学工学部生命工学科鈴木聡士教授には、本研究の問題点についてご指導、ご助言を賜るとともに、暖かい励ましを頂きました。両先生にはここに深謝の意を表する次第です。

北海道大学大学院工学研究院佐藤美音事務補助員には、研究を進めるにあたり多くのご協力、ご助力を頂きました。また、北海道大学大学院工学院交通インテリジェンス研究室の皆様には、常に陰で支えて頂きました。皆様の若さと温かさに支えられ、共に経験したゼミや学会、研究活動等は貴重な財産となりました。厚く御礼申し上げます。

(株)日本都市交通研究所の吉田龍王さん、吉田隆亮さん、三上祐理加さん、川崎学さん、同僚の青塚大輔さんには、論文執筆に対するご理解を頂くとともに、研究と業務を両立する上で、多くのご支援を頂きました。ここに深謝の意を表する次第です。

そして最後に父、母、妻、長男、次男には、永きに渡り多くのご理解、ご支援を頂きました。家族の支援がなければ、到達することはできませんでした。ここに特記して、深謝の意を表する次第です。

平成 27 年 9 月

高田 寛