

積雪寒冷地域のヴァルネラビリティからみた都市空間の高齢者福祉

～地理空間情報を援用した歩行空間の分析～

北海道大学大学院文学研究科准教授	橋本 雄一
北海道大学大学院文学研究科博士課程	川村 真也
北海道大学文学部 4 年	寺山 ふみ

I はじめに

1 目的

都市に関する研究課題の 1 つとして、その内部における人口や諸機能の分布変化を解明することが挙げられる。この課題に対して、これまでは都心空洞化や郊外化といった動向についての研究が数多く蓄積されてきた（橋本，2001）。特に郊外化は、市街地が郊外に拡大し、人口や都市機能に関する都心と郊外との格差縮小をあらわす現象であり、高度経済成長期以降における日本の都市の発展を特徴付けるものである。

しかし、これらの動向とは異なり、1990 年代後半から日本の主要都市内部では、都心部の人口が増加するという「人口の都心回帰」現象が起きていることが報告されている。この現象は、バブル経済崩壊後に都心部や周辺部をはじめとする既成市街地の地価が大幅に下落したこと、不況下で負債を抱え経営改善をはかる企業が社宅や収益性の低い自己所有地を処分したこと、オフィスや商業施設の利用転換により都心部にマンション開発用地が供給されたことなどの理由により、都心部への近接性を重視したマンションが多数供給されるようになり生起したと考えられる。また、このマンション供給に対して、低金利、優遇税制、銀行の融資先における個人向け住宅ローンの重視など住宅取得に有利な条件が近年になって整備されたことで、都心の分譲マンション需要が増大したことも、当該現象の原因となっている（宮澤・阿部，2005）。なお、都心再開発により土地利用が高度化する中で、マンションなどの居住空間が増加することにより生起した「人口の都心回帰」のメカニズムに関しては、由井（1999）、八田（2006）、香川（2007）、橋本（2009）らの研究で考察が行われている。

このような市街地拡大や都心再開発といった都市の発展に伴う空間的な変化が、災害に対するヴァルネラビリティ（社会的脆弱性）を拡大させることは、1995 年の阪神・淡路大震災以降、多くの研究で論じられており（釜井・守随，2002）、それらの中では、自然条件に対して不適切な開発を行ったことが原因として指摘されてきた。しかし、都市発展とヴァルネラビリティ拡大との関係を論じたものの中で、積雪寒冷地の都市を事例としたものは多くない。積雪寒冷地における自然条件が災害に対する脆弱性を増大させることは、経験的に知られていても、降雪や寒冷といった自然現象そのものは、地震や津波などと異なり災害ではないため、ヴァルネラビリティ研究の中に含まれることは稀であった。

とはいえ、阪神・淡路大震災と同規模の地震が、冬季に積雪寒冷地の都市で生じた場合、夜間もしくは早朝の冷え込みが体力を低下させたり、降り積もった雪が避難の障害となったりするため、人的な被害はさらに大きくなると予想される。このような積雪寒冷地特有の自然条件下において、郊外への市街地拡大や人口の都心回帰などの都市の空間的变化は、ヴァルネラビリティを拡大させ、特に被災時には幼児や高齢者が危機に陥る可能性が高まると考えられる。

そこで、本研究は、積雪寒冷地の都市を対象に、都市の発展とヴァルネラビリティの拡大との関係を論じる。その中で、高齢者に焦点を当て、災害に対する危機を回避するための福祉のあり方について考察を行う。

2 研究方法

前述の目的のために、本研究では都市における郊外への市街地拡大と、都心への人口再集中の2つの変化を取り上げ、その中で、どのような災害に対する脆弱性が生じ拡大したかを解明する。

まず、Ⅱ章では、都心への人口再集中について検討し、この現象が顕著にみられる北海道札幌市の都心部を事例地域とする。人口密度が高まりつつある都心部で、災害時に危惧されるのは避難場所の不足である。特に、積雪のある冬季においては公園や学校の校庭などオープンスペースの避難場所は使用できなくなるため、避難場所は屋内施設のある収容避難場所に限られる。そのため、冬季に震災などが起きた場合には、避難場所に収容できない者が多数生じる可能性がある。そのときには、寒冷な屋外での待機を強いられる場合もあるため、体力の劣る幼児や高齢者には、きわめて過酷な状況になりうる。

そこで、都心部に関する分析では、まず、札幌市における人口の変化に関して空間的視点を持って把握する。次に、避難場所の理論的避難圏を、GIS（地理情報システム）を援用して画定し、その中に含まれる人口を算出する。そのとき、季節差をみるため、夏季はすべての避難場所を、冬季は収容避難場所のみを使用するものと仮定し、それぞれに理論的避難圏を画定する。なお、理論的避難圏の設定では、避難場所のポイントデータと、道路のラインデータを用いたネットワークボロノイ領域分割を手法として用いる。これは株式会社マブコンがGISソフト「PC-Mapping」用に開発したプログラムによるものである。さらに、個々の避難場所の収容定員と、その理論的避難圏内の人口との差分から、避難場所の非収容人口を算出する。最後に、その結果から、都心部に居住する高齢者のための福祉のあり方について考察を行う。

次にⅢ章では、郊外への市街地拡大について検討し、そのための事例地域を北海道室蘭市の旧市街地周辺とする。半島部にある室蘭市の旧市街地は、製鉄所を中心に戦前から発展した地域である。多くの人口が居住することにより市街地は工場を中心に同心円状に拡大したが、もともと平地が狭い場所であったため、急な傾斜地上に市街地が形成されることになった。現在、この傾斜地の住宅地には多くの高齢者が居住しており、冬季に路面凍結が起こった場合、きわめて歩行しにくい状況となる。このような状況で災害時に危惧されるのは、避難行動時の歩行の困難さである。特に、冬季には、堆積した雪により道路幅が狭くなり歩きにくくなることや、凍結路面上で自動車が止まりにくくなる事への恐怖などから、住民は最短ルート以外のルート選択を行う可能性があり、避難場所への効率的な

移動を行わないことが想定される。そのため、冬季に震災などが起きた場合には、避難場所への迅速な到達ができず、寒冷な状況下での移動を続けることになるため、体力の劣る幼児や高齢者には過酷な状況になりうる。

そこで、郊外に関する分析では、まず、室蘭市の旧市街地に関する気候や地形などの自然特性を把握し、居住環境についての考察を行う。次に、旧市街地郊外に居住する高齢者への聞き取りにより、冬季と夏季の歩行行動についての調査を行う。なお、日常生活において避難場所への移動は行わないため、病院やスーパーといった施設への歩行行動についての調査を行い、その結果から歩行行動および、それに関する意思決定の季節差についての分析を行う。その際には、聞き取り調査により作成したデータに対し、ファジーAHPを用いて分析を行う。さらに、歩行行動の季節差に関する結果から、郊外に居住する高齢者の徒歩移動に関して、特に冬季における福祉のあり方について考察を行う。

以上のように、都心部と郊外とで生活環境を明らかにしたうえで、被災時の課題を明らかにする。特に、いずれの対象地域においても夏季と冬季の差に注目し、冬季における災害へのヴァルネラビリティを解明する。さらに、都市の発展と、ヴァルネラビリティの増大についての関係を検討し、その結果から高齢者への福祉政策のあり方について考察を行う。

Ⅱ 都心部の施設分布と避難行動からみたヴァルネラビリティ

1 札幌市における人口の都心回帰

札幌市は日本海型気候に属し、冬季における寒冷と多量の積雪が特徴である。1971年から2000年までの平年値でみると、平均気温は1月が -4.1°C 、2月が -3.5°C となっている(図1)。また、日最低气温は1月が -7.7°C 、2月が -7.2°C 、降雪日数は年間124.5日となっている(図2)。

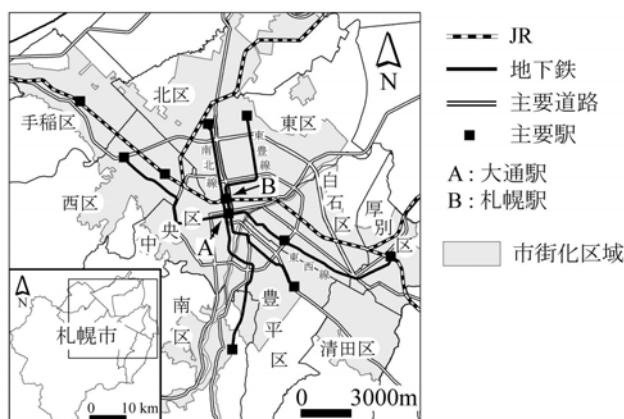


図1 札幌市の概観

図中の市街化区域は2000年現在。

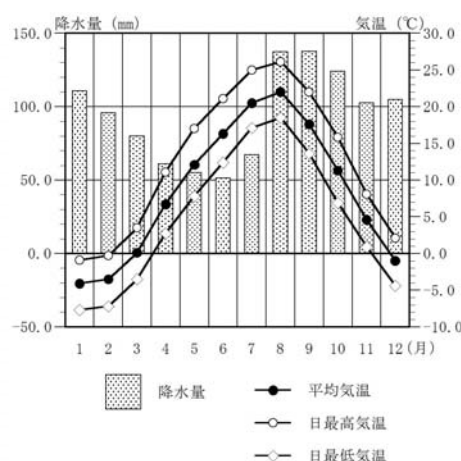


図2 札幌市における気温と降水量の変化

札幌管区气象台資料による。データは1971～2000年の月別平年値。第2図も同様。

札幌市では（図3）、高度経済成長期以降に人口増加が続き、1970（昭和45）年の国勢調査では人口1,010,123人となった。その後、1973年と1979年に起こったオイルショックによる経済不況の影響や、周辺市町村への転出増加などから1970年代には人口増加は鈍ったものの、1985（昭和60）年には人口が1,542,979人となった。その後、バブル経済の崩壊などで不況期にあっても、札幌市の人口は増加傾向を維持し、2000（平成12）年には人口1,867,289人、2005（平成17）年には1,880,875人となった。この人口増加により、札幌市の人口は北海道全体に占める割合を高め、1970年には19.5%であったのが、1980年には25.1%、2000年には32.1%となった（図3）。

この札幌市の人口を年齢別にみると、札幌市全体で高齢者の割合が高まっており、それは都心部にある中央区でも、それを取り囲む他の区でも同様の傾向にある（図4）。この高齢者の動向を世帯でみると、2000年の国勢調査によれば65歳以上の親族世帯のいる一般世帯は178,655世帯で（図5）、全世帯の23.5%を占めており、1995年の139,810世帯から27.8%増加している。その内訳をみると、2000年の65歳以上の1人世帯である高齢単身世帯は、46,564世帯で一般世帯の6.1%を、夫が65歳以上で妻が60歳以上の夫婦のみで構成される高齢夫婦世帯は、57,562世帯で7.6%を占めている。1995～2000年までの増減率は、高齢単身世帯が51.3%、高齢夫婦世帯が33.6%と大幅な増加を示しており、高齢者のみの世帯は、1995年の時点で9.7世帯に1世帯であったのが、2000年の時点では7.3世帯に1世帯となっている。

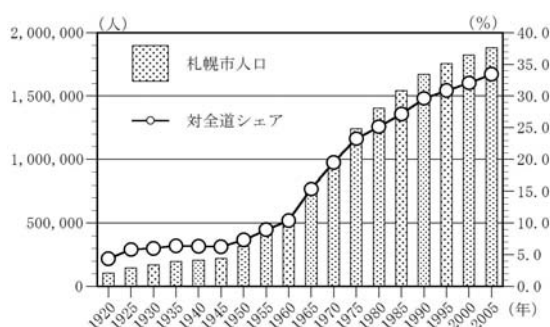


図3 札幌市の人口と対道内シェアの変化
国勢調査報告各年版による。

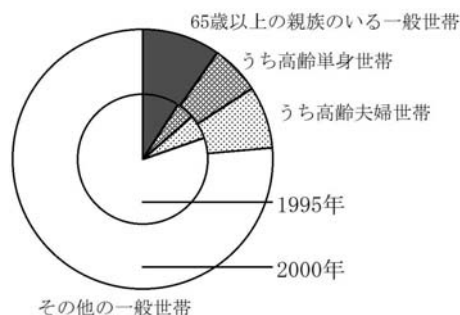


図5 札幌市における高齢者世帯の構成比率
国勢調査報告各年版による。

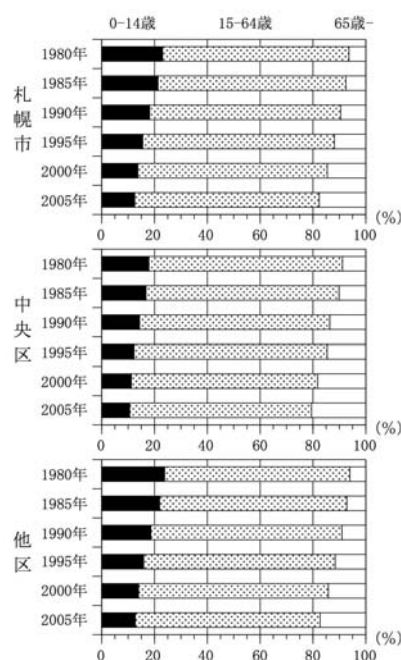


図4 札幌市における年齢階級別
人口構成比の変化
国勢調査報告各年版による。

2 札幌市内部における人口変化

札幌市内部の人口動態をより詳細にみるため、まず、区別の人口ピラミッドをみると(図6)、すべての区でベビーブーム世代をピークとしながらも、少子高齢化の進んでいることがわかる。これらの区を中央区とそれ以外とに分け、5年ごとに人口コーホートの変化をみることにより、同年齢集団が転出入および死亡によって、どのように増減したかを明らかにする(図7)。中央区をみると、1985年に25歳以上の年齢階級に属する人口が1980年以降の5年間で減少している。同様の傾向は1995年までのいずれの期間でもみられるものの、1995年からの期間では、49歳以下の年齢階級に属する人口が増加に転じている。その他の区をみると、1980年以降の5年間で減少するのは、1985年に60歳以上の年齢階級に属する人口のみであり、他の年齢層は増加していたが、1985～1990年には20歳代後半の人口がほとんど変化しなくなり、1990年以降は減少を続けている。なお、2000～2005年には25歳以上の年齢階級すべてで人口が減少している。

以上のように札幌市では、1980年代には20歳代後半から40歳代を主体とする人口が都心部で減少し、周辺部で増加していたが、その傾向は1990年代になると弱まり、1995年以降には、逆に同年齢層が都心部で増加し、周辺部で減少するという都心回帰の段階に転じたことがわかる。

ここで札幌市内部の人口変化を、空間的視点を持って詳細にみるため、国勢調査の結果を基にした札幌市発行『札幌市の地域構造』(各年版)をデータとして使用し、札幌市の統計区による分析を行う。1975～2005年までの札幌市における人口密度をみると、都心部周辺の人口密度が高く、縁辺部に近いほど密度が低くなる傾向は共通である。しかし、年平均人口増減率をみると(図8, 図9)、新長期総合計画(1976年策定)や第3次札幌市長期総合計画(1988年策定)が策定された1970年代および80年代には市街地の拡大に伴う周辺部の開発や整備が進んだため、都心とその周辺で人口が減少し、市縁辺部での増加が著しい。なお、この時期に札幌市では急速に市縁辺部で人口密度が上昇し、1970年代は地下鉄南北線の沿線で、1980年代からは東西線の沿線で地下鉄の開通や延伸に伴う人口増加がみられる。

その後、第4次札幌市長期総合計画(2000年策定)が策定された2000年代には、都心再開発が総合計画の中で高い位置を占めるようになり、現実の人口分布も、都心での増加に転じている。2000～2005年の5年間には、札幌市の都心および都心周辺地域の人口増減率が、多くの統計区で増加に転じ、人口の都心回帰が進んでいることがわかる。

なお、これらの期間において札幌では、ほとんどすべての統計区で高齢者率が上昇している(図10)。1970年代から1980年代にかけて高齢者率が高かったのは、都心および縁辺部の地区である。これらの地区のうち、都心部は、もっとも早くに市街地が開発されたことで長く居住している者が多く、さらに様々な施設への歩行による近接性に優れていることから高齢者の積極的に滞留する傾向がある。このような理由により都心部は、すべての地区で高齢者率が上昇した2005年時点でも、他の地区より高い比率を示している。

以上のように、近年の札幌市都心部では、生産年齢人口の増加で人口密度が上昇しつつある中で、従来から居住している者の高齢化が進み、高齢者率も高くなっていることがわかる。

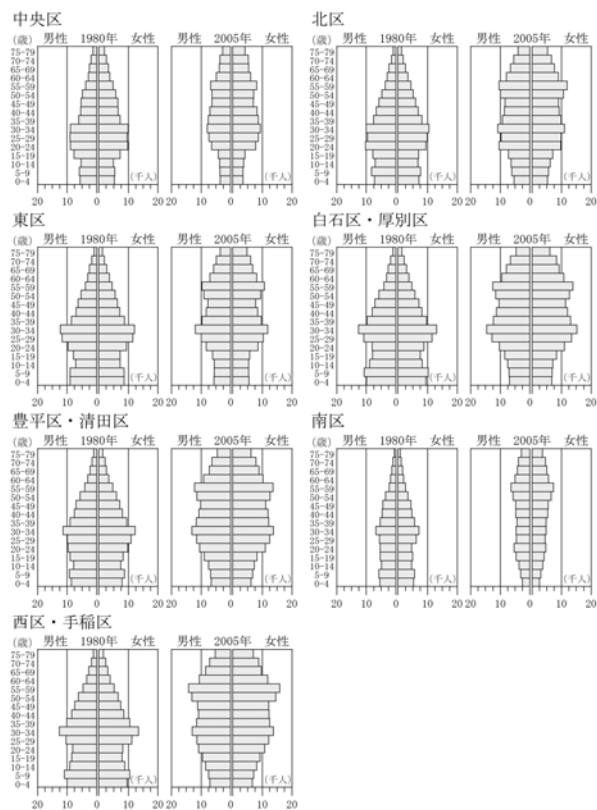


図6 札幌市における区別年齢階級別人口の変化

国勢調査報告各年版による。

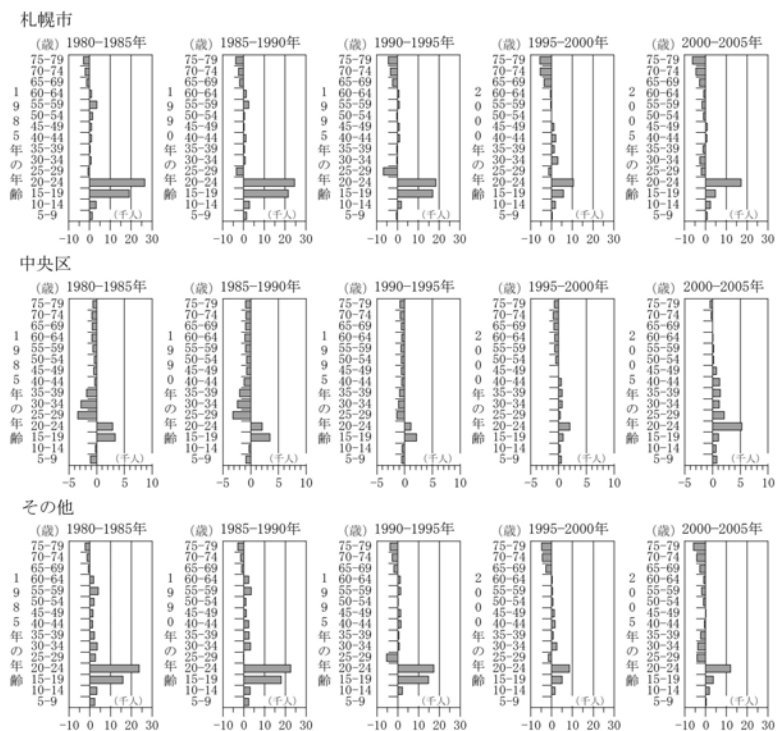


図7 札幌市における同年齢人口の変化

国勢調査報告各年版による。

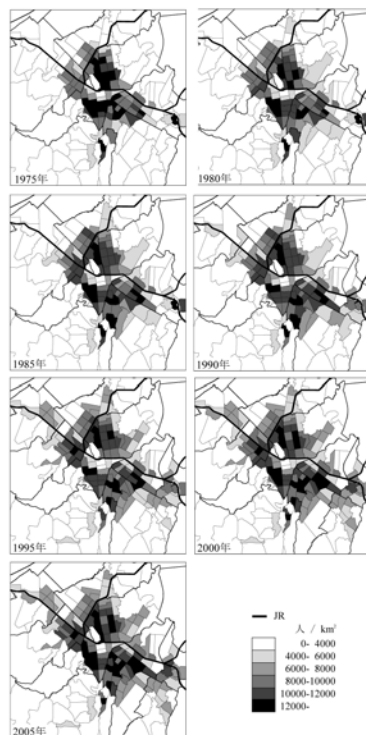


図8 札幌市の統計区別人口密度

図作成：沼田尚也.



図9 札幌市の統計区別年平均人口増減率

図作成：沼田尚也.

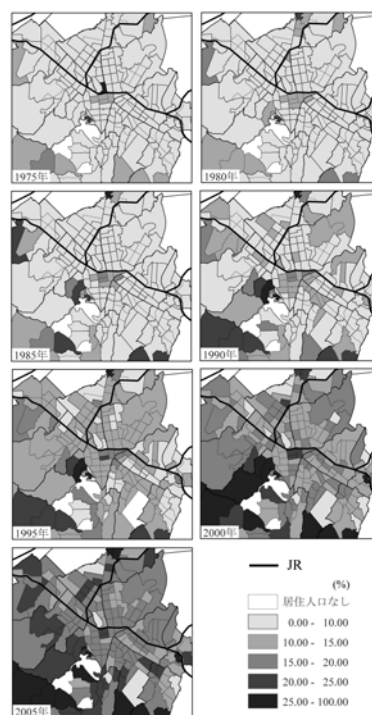


図10 札幌市における統計区別高齢者率の変化

図作成：沼田尚也.

3 札幌市の避難施設と避難行動に関する空間分析

(1) 分析方法

冬季に地震災害が発生した場合、避難場所として利用可能なのは屋内スペースを有する避難場所のみであり、公園など屋外スペースの避難場所は使用できなくなる。このとき都心部を中心として避難場所の収容可能人員に対する過剰人口が発生することから、災害に対する脆弱性が高い地区が見られることが明らかになっている（川村・相馬，2002）。

さらに都心部では、前節で説明したように急激な人口増加が起こっており、高齢者率も上昇している。札幌市における避難場所の整備は、1970年代からこれまで市街地の外延化、人口のドーナツ化が進展する中で進められてきたが、都心周辺で人口が回復してきた近年の人口動態に対し、人口の流動性よりも固定的な性質を持つと考えられる避難場所（特に、屋内施設を有する学校などの公共施設、寺社ほか）について、その不足による災害脆弱性の増大が懸念される。人口流動性の高さは、地方中枢大都市としての重要な地域特性と言うことができ、地域防災や避難計画に反映させることが必要と考えられる。

以上のことから、本研究では冬季地震災害時の避難行動と避難場所の配置に関して、避難行動の移動労力と、屋内避難施設の収容能力に注目する。冬季には使用可能な避難場所が減少すること、そして時間の経過とともに人口分布が大きく変化する可能性がある、という2つの視点をもとに、冬季を前提とした避難場所の配置と、人口分布をもとにした充足関係について、地理情報システム（GIS）を用いた時空間分析を行って状況を把握し、その問題点と、地域特性を踏まえた冬季避難計画について考察を行う。

本分析では、人口の都心回帰現象が発生した札幌市の都心とその周辺部を分析対象地域とする。分析対象年次は、1975年と2007年である。1975年は、札幌市で初めて現在と同じ区分での避難場所整備が行われた年であり、この時点における人口分布と避難場所の配置状況・充足関係を比較対照の基準と捉える。

札幌市における避難場所は、札幌市地域防災計画において、広域避難場所、一般一時避難場所（以下、一時避難場所）、一般収容避難場所（以下、収容避難場所）と、二次的な避難施設として二次避難場所が指定されている。この広域避難場所は、二次被害として大規模火災やガスの漏出が発生した場合、大規模施設で安全を確保するために指定されている。一時避難場所は、家族や近所の人の安全を確保する身近な場所として指定される。また、収容避難場所は、冬季や夜間に避難する場合、あるいは避難が長時間にわたる場合に、屋根のある建物で身体・生命を守るために指定される。二次避難場所は、高齢者や障害者が収容避難場所で十分な介護を受けられない場合、健康を守るために二次的に移送する施設である。

ここでの分析では、指定された避難場所の配置と避難経路としての道路ネットワークをもとに各避難場所に対する避難圏域を求め、人口の分布状況からその充足関係を把握し、

冬季と夏季の比較，また人口分布の変化に伴う充足関係状況の変化を明らかにする．そして，この充足関係の状況から，積雪寒冷大都市としての札幌市の冬季避難計画について，その課題の検討と考察を行う（図 11）．なお，本分析では，人口データとして住民基本台帳人口の町名・条丁目別人口（1975 年 4 月，2007 年 4 月），避難場所の種類・収容可能人員データとして札幌市防災会議事務局編（1975 年，2005 年）を用いる．

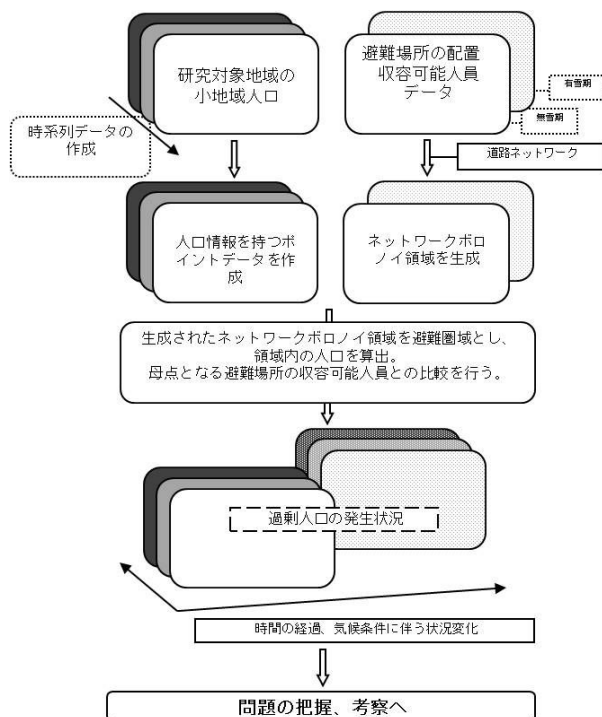


図 11 避難圏域に関する分析フロー

（２） ネットワークボロノイ領域による避難圏域分析

札幌市における指定避難場所の充足関係について時空間分析を行うにあたり，この冬季の避難行動に注目し，本研究における避難行動を，「災害直後に，建物の倒壊もしくはライフラインの障害に伴う生命維持上の危険に基づき，また避難行動時の労力を最低限に抑えるため，住民は各自の居住地から最も近い指定避難場所へ徒歩で移動する」と規定する．これに従い，本研究の避難場所の充足関係分析では，避難場所に対する避難圏域の設定を，ネットワークボロノイ領域を用いて行う．このネットワークボロノイ領域を用いて設定した領域を，その領域の中心にある避難場所の避難圏域として分析を進めることとする．避難圏域は，収容避難場所のみ使用可能とする冬季と，一時避難場所・収容避難場所ともに使用できる夏季とに分けて，年次ごとに分析を行う．相馬・橋本（2006）を参考に避難圏域を生成する．この各ポリゴンは，中心となる避難場所の属性データを有している．更に，1975 年と 2007 年の条丁目別人口を，それぞれ人口情報を有するポイントデータとする．

各ポイントはその地区の中心に位置しており、避難圏域をこれにオーバーレイすることで、各避難圏域に含まれる人口ポイントデータの集約を行う。これによって算出された圏域内の人口総数を、各避難場所に対する避難人口とする。この避難人口と避難場所の収容可能人員数との差を求めることで、各避難圏域内の過剰避難人口を求め、その規模と地域差を表現する。さらに、2つの年次間の比較を行うことで、時間経過に伴い避難場所の充足関係にどのような課題が生じてきたのかを明らかにする。

（３）避難圏域内人口からみた避難場所充足関係

図12は、1975年と2007年の避難場所の配置である。一時避難場所は、東区や豊平区に集中して分布している。多くは、日常生活圏に基づいて設置された住区基幹公園がその役割を担っている。収容避難場所も東区や豊平区にやや集中が見られ、多く分布する寺社の存在が大きく関わっていると考えられる。しかし、収容避難場所に指定された寺社の中には老朽化が進んでいるものが多く、近年指定を解除したものも見られる。

1975年の避難場所指定施設数は、全市で一時避難場所が598か所、収容避難場所は429か所である。避難場所の平均収容可能人員は、一時避難場所が7,029人、収容避難場所が320人となっている。夏季収容可能人員は4,872,049人で、全市人口の収容率は400%を超える。それに対して冬季の収容可能人員は216,209人で夏季の約4.4%となり、人口収容率は11.6%である。分析対象領域内をみると、一時避難場所・収容避難場所ともに103か所が指定されている。平均収容可能人員は一時避難場所が4,405人、収容避難場所が190人と、市全体の平均値よりも規模が小さくなっている。夏季の人口収容率は278%と大きく低下するが、冬季の人口収容率は11.5%で、全市とほぼ同じ割合となる。

2005年には、全市における一時避難場所は1,036か所、収容避難場所は601か所となった。避難場所の平均収容可能人員は一時避難場所が360人、収容避難場所が360人とそれぞれ1975年の値を上回った。夏季の収容可能人員は1975年の収容能力に比べて約83%増加しており、人口収容率も474%に上昇したが、冬季の人口収容率は11.5%と、ほとんど変化は見られない。それに対して分析対象領域内をみると、一時避難場所は111か所に増加、収容避難場所は103か所で、平均収容可能人員は一時避難場所が4,037人、収容避難場所が182人と、いずれも1975年より低下しており、都心周辺部における避難場所規模は縮小していることがわかる。しかし、比較的大規模な施設の追加整備が行われた影響から冬季の収容可能人員、人口収容率はともに1975年より高い結果となっている。

分析対象地域内の避難場所は、一時避難場所・収容避難場所合わせて、146施設から177施設に増加している。収容避難場所は88施設から103施設まで、15施設が増加した。これらのうち、ほとんどは収容可能人員が150人から500人程度と、比較的小規模な施設が多い。そのため、収容能力の向上には一時避難場所の増設がより大きな役割を果たしていると考えられる。

それぞれの避難場所に対する避難圏域を見てみると、夏季と比べ冬季の避難圏域拡大が著しいことがわかる（図 13，図 14）。また、各避難場所の収容可能人員規模では、夏季に比較的大規模な避難場所が密集している。特に住区基幹公園が多く分布する地域では、避難圏域の大きさに対して収容可能人員規模も大きくなっている。それに対して、冬季をみると、避難場所が減少するため全体的に避難圏域が拡大している。また、寺社や児童会館、コミュニティーセンターなどが多く分布する都心周辺部では、避難場所の収容可能人員が 100 人以下の施設も多くみられ、比較的多くの避難人口を収容できるのは、ほとんどが小中学校などの学校施設に限られてしまう。また、夏季・冬季共に、都心周辺部に比べて都心地区の避難圏域は広がっている。それに対して避難場所の収容可能人員規模は冬季に大きく減少する。1975 年に比べて 2007 年に人口が増加している桑園地区と東西線沿線では、避難場所の減少により、夏季・冬季とも 2007 年で避難圏域が拡大している。

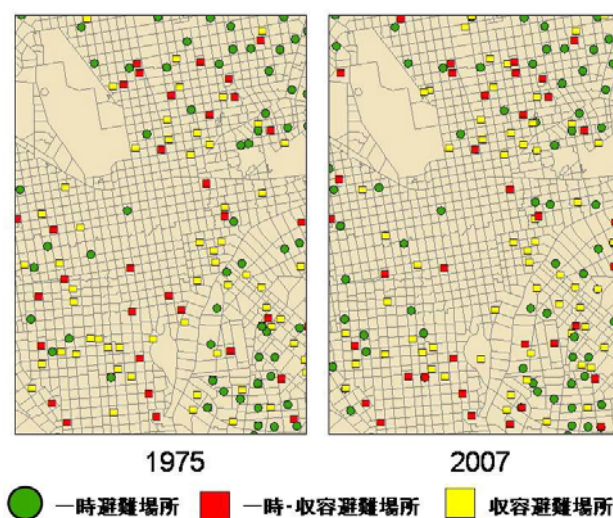


図 12 札幌市都心部における避難場所の分布

札幌市資料により作成。

各避難場所に対する圏域内の避難人口は、避難圏域が大きくなる地域や人口集中地区で大きくなる。1975 年の夏季では、都心部や北海道大学周辺、市電の沿線などで、避難人口 2,000 人から 5,000 人の避難場所が多くなる。冬季になると、避難圏域の拡大とともに、多くの地区で避難人口が 2,000 人を超える。2007 年では、1975 年に比べて桑園地区の避難人口が増加している。冬季になると、各避難場所当たりの避難人口が 5,000 人以上となる地区が増加する。桑園地区や北海道大学の西側の地区では、避難圏域が著しく拡大するとともに、避難人口は 5,000 人から 9,000 人近くにのぼる。

ここで、充足関係の季節間変化をみるために、まず 1975 年夏季の過剰避難人口発生状

況に注目すると、都心を取り囲むように1,000人から5,000人の過剰避難人口が発生する地区が連続している。北海道大学の北側では、144人を収容する収容避難場所や610人を収容する一時避難場所に対して、それぞれ5,000人以上の過剰避難人口が発生する。2007年の夏季には、5,000人以上の過剰避難人口が発生する避難場所はほとんどないものの、都心を取り囲むように収容能力を超過する避難場所が分布する傾向が強まる。東区では、一時避難場所の増加などから過剰避難人口の規模が縮小している。一時避難場所は収容避難場所と比べると収容能力が高いため収容能力に余裕のある避難場所が多く分布しており、人口集積地区とそれ以外との間で、過剰避難人口の差が大きくなっている。

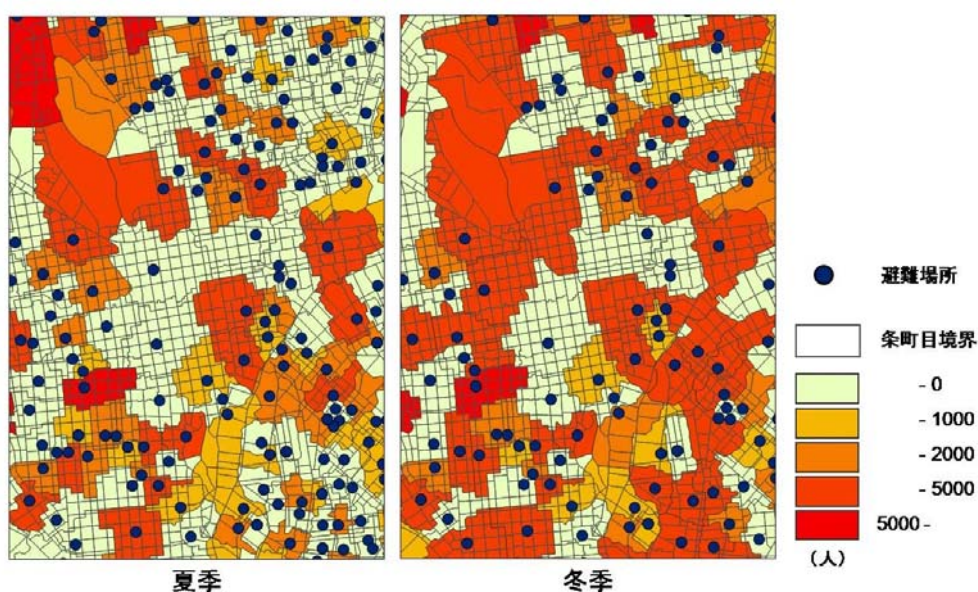


図13 ネットワークボロノイ領域分割による避難圏域と過剰避難人口発生状況（1975年）

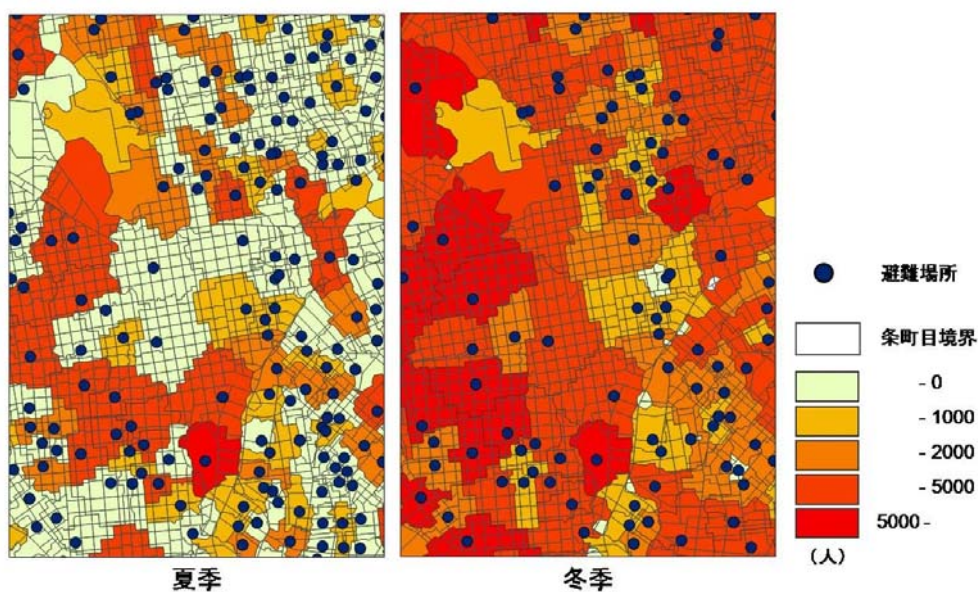


図14 ネットワークボロノイ領域分割による避難圏域と過剰避難人口発生状況（2007年）

冬季になると、ほとんど全ての避難場所に対して過剰避難人口が発生する。1975 年では、南北線大通駅と、すすきの駅の西側などで、過剰避難人口が 5,000 人を超える。この避難場所では、屋外に一時避難場所が併設され収容能力が高いために夏季には過剰避難人口が発生しておらず、冬季に屋外スペースが使用できないことによる影響が大きい。2007 年になると、過剰避難人口の大規模な発生は、桑園地区と東西線西 18 丁目駅周辺に移る。ここでは、冬季の大幅な収容能力低下により、10,000 人以上の過剰避難人口が発生する。北海道大学西側の地区では、夏季に収容能力に余裕のある避難場所が、冬季には 8,000 人以上の過剰避難人口を生じる。避難場所としての公共施設は、常に流動する人口に対して比較的固定的な性格を有する。そのため、近年人口増加に転じた都心周辺部で、本稿で指摘したような人口分布と避難場所配置との間の不一致が生じることとなった。こうした問題が取り残されてしまうと、その地区の災害脆弱性が高い状態のまま、災害発生時には危険や混乱を招くことになりかねない。しかしながら、建築物の集積が進む都心やその周辺では、新たに大規模な避難場所を確保することは難しい状況にある。そのため、通常は解放されない既存の民間施設を避難場所として利用可能にすることで、地域全体の持つ収容能力を引き上げていくことなどの対策が必要であるといえる。また、既存の避難施設においても、幼児や高齢者を優先的に収容するスペースを確保するなどを行うべきであり、被災時の避難場所に関する管理・運営を、町内会など地域の防災組織と、学校の関係者との間で打ち合わせておくことなどが望まれる。

Ⅲ 郊外の歩行行動からみたヴァルネラビリティ

1 室蘭市の高齢者居住地域における地形的特徴

対象地域である室蘭市の冬季の積雪量と年間の気温変化は図 15、および図 16 の通りである。室蘭市は積雪量が比較的少ない方であるが、1～3 月にかけて 20cm 前後の積雪がある日が多く、50cm 近くの積雪を記録する日もある。

室蘭市の人口は約 10 万人で、高齢者率は 25.7%と、道内の主要都市では小樽市に次いで高齢化の著しい都市である。人口は 1950～1970 年頃まで増加しており、それ以降は一貫して減少している（図 17）。それに対し、世帯数は 1970 年頃まで人口増加とともに増加しているが、それ以降は人口が減少しているにも関わらず、ほぼ横ばいとなっており核家族化の傾向がみられる。また自然増減・社会増減をみると（図 18）、1970 年から人口の社会減が進んでおり、人口流出が人口減少の大きな要因となっている。

室蘭市における高齢者数と高齢者率の推移をみると（図 19）、高齢者数は年々増加しており、1985 年では 13,448 人、高齢者率 9.9%だったのが、2005 年では 25,556 人、25.7%と 20 年で高齢人口は 2 倍近くにもなり、高齢者率も 15.8%増加している。この高齢化の進展は、若年層が流出し、残った住民が高齢化したと考えられる。なお、人口密度が高い

のは現在の中心市街地である東室蘭駅周辺であるが、それに対し高齢者率は旧市街地である室蘭駅周辺で高く（図 20，図 21），旧市街地周辺に居住した人々の多くが高齢者となっている。この高齢者率の高い旧市街地周辺は丘陵地であり，居住地するには傾斜が急な地域である（山田，2007）。

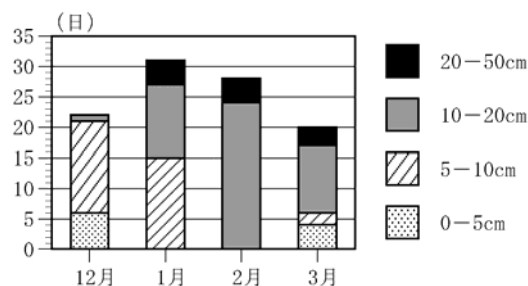


図 15 室蘭市の積雪量（2002～2003 年）
気象庁資料による。

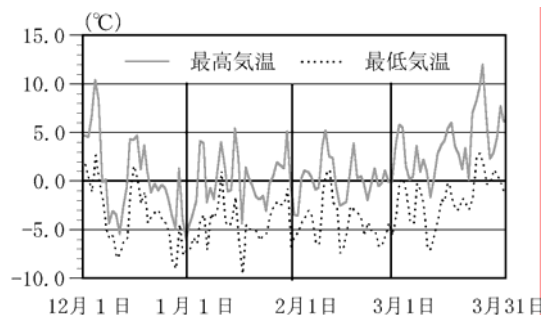


図 16 室蘭市の気温変化（2002～2003 年）
気象庁資料による。

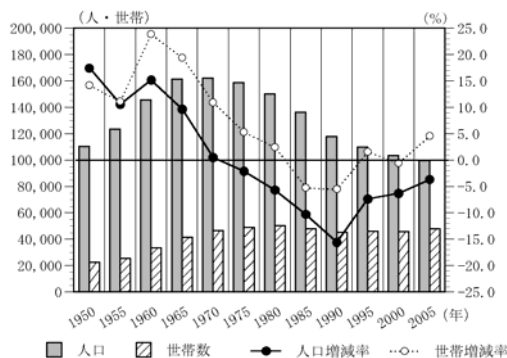


図 17 室蘭市の人口・世帯数変化
国勢調査各年版による。

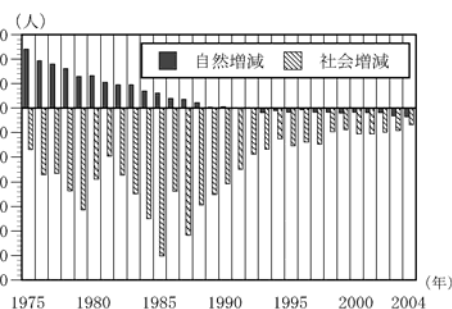


図 18 室蘭市人口の自然・社会増減
住民基本台帳による人口・世帯数表による。

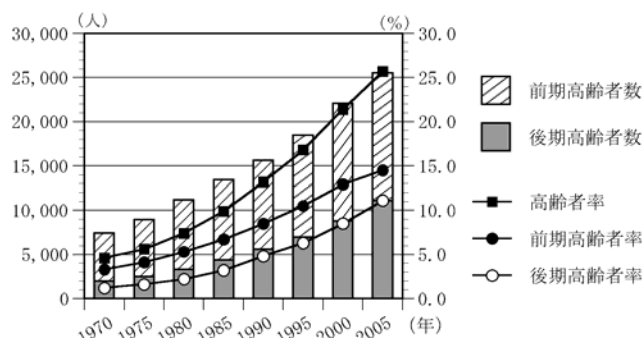


図 19 室蘭市の高齢者数と高齢者率の変化
国勢調査各年版による。

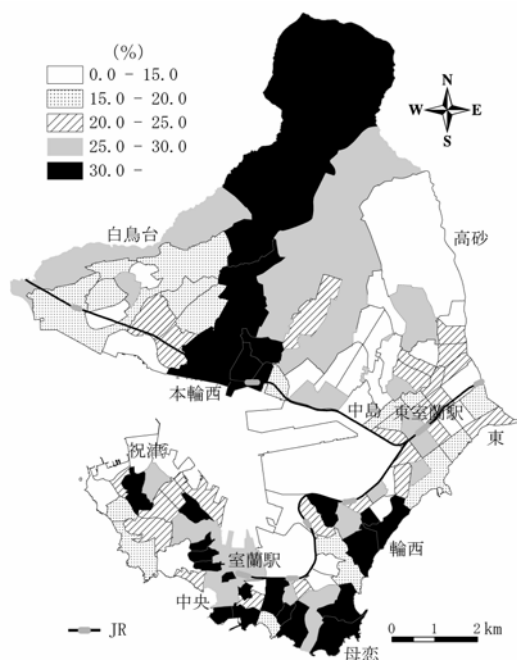


図 20 室蘭市の人口密度（2000 年）

国勢調査による．図作成：山田佳奈子．

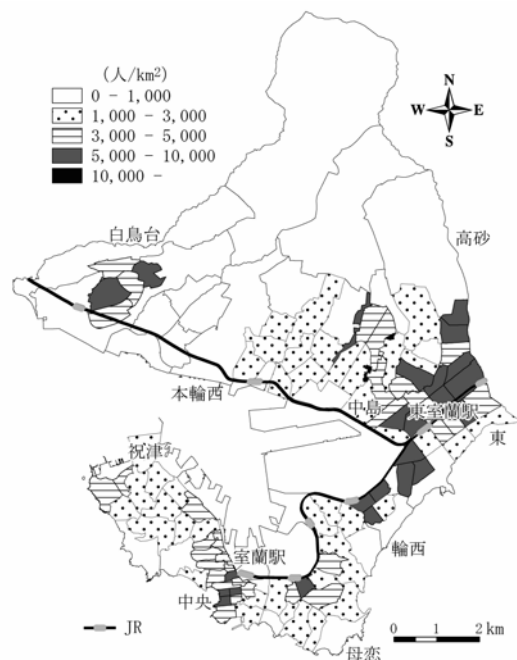


図 21 室蘭市の高齢者率（2000 年）

国勢調査による．図作成：山田佳奈子．

室蘭市は傾斜の多い地形であり，特に徒歩行動が主となる高齢者にとっては，坂道の上り下りを日常生活において行っていると考えられる．ここで，この地形的特性を明らかにする．そのため，国土数値情報の標高データから TIN を作成し，傾斜角と傾斜方向を求めたものが図 22 である．これによると傾斜角は，旧市街地で大きく，現在の中心市街地である東室蘭駅周辺は比較的傾斜角が小さく平坦な地形となっている．一方，傾斜方向は旧市街地で北向き斜面が多くなっており，冬季の路面凍結の危険性が高くなっている．

以上のように旧市街地周辺を中心に急傾斜地が広く分布しているが，これだけでは実際に人が居住している場所が反映されない．そこで住宅地図を資料として，実際の居住地域を画定したものが図 22 であり，比較的平坦な傾斜角 5 度未満の地域と，傾斜が負担になると思われる 5 度以上の地域とを区分して示した．これによると，輪西地区から母恋地区等，旧市街地周辺で傾斜の大きい場所に居住地域があるのが目立つ．特に，母恋地区の南側では傾斜が 10 度以上あるにも関わらず居住している人が多い．また，図 23 からこれらの地域の高齢者率をみると，いずれも高齢者率の高い地区に位置しており，傾斜の大きい地域ほど高齢者率が高くなっている．さらに図 24 は，統計調査区別の高齢者のいる世帯について，世帯数及び世帯構成を示したものであるが，ほとんどの地区で高齢者のみの世帯の割合の方が高くなっている．

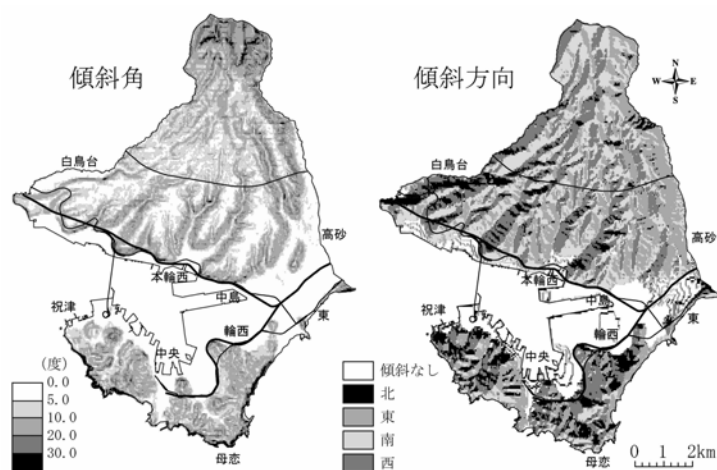


図 22 室蘭市の地形特性

図作成：山田佳奈子.

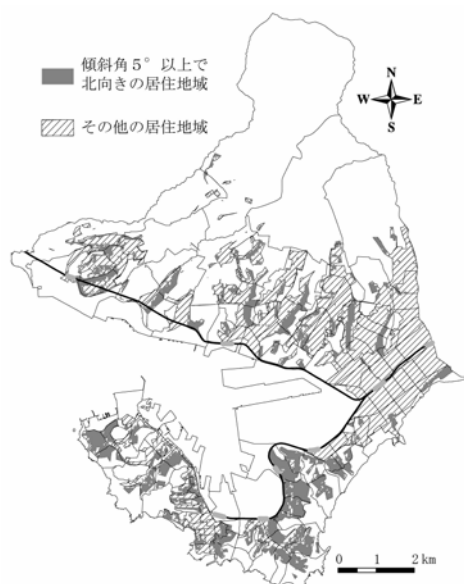


図 23 室蘭市の居住地区における傾斜分布

図作成：山田佳奈子.

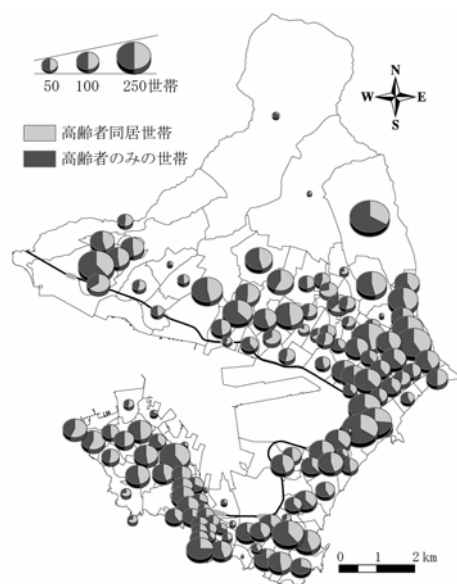


図 24 室蘭市の高齢者居住世帯（2000 年）

国勢調査による．図作成：山田佳奈子.

2 歩行行動に関する意思決定の季節差

前節では自然条件が厳しいところに定住する高齢者の分布を明らかにした．そのような場所で災害が発生した場合，高齢者はどのような行動をとるのであろうか．災害時の 1 次避難行動は迅速な対応が必要なため，地域の最短経路を移動することが望ましいが，地形条件や気候等による環境障壁や，近隣環境の空間的認知の不足等により，高齢者が最短経路で避難を行うことが困難であると考えられる．

そのため，高齢者の避難行動を管理するうえで，歩行ルート選択の際にどのような意思決定がなされているのかを捉えることが重要であると考えられる（川村，2007）．そこで本節では，高齢者の歩行ルートを見る．日常生活における高齢者の歩行行動において，どの

ような意思決定がなされているのかを解析することで、一時避難行動時の脆弱性を考察することを目的とする。なお、本節では夏季と冬季の2時点をみることで、その歩行ルートに関する意思決定の違いを明らかにする。

そこで、室蘭市の絵鞆地区と増市地区を対象とし（図 25）、非集計レベルの生活環境データを整備して分析する。それにより、高齢者の歩行行動を空間的に把握し、歩行空間をベースとした生活空間を解明することで、避難行動時にいち早く最短のルートへ誘導するための考察を行う。その際に生活環境データの分析手法としてファジィ AHP を用いて分析をする。

図 25 で示された2つの地区に居住する高齢者に聞き取り調査を実施し（2007 年 12 月～2008 年 1 月）、2つの地区で合計 56 名の高齢者の調査結果を基に解析をする。前節でも示したように、上述の2地区は、傾斜地が急で、行動の地理的制約が大きい

調査項目は、①日常生活における行動パターン、②歩行空間に関する評価、③家族構成・居住年数・年齢の3つである。なお、②の歩行空間に関する評価に関し、a) ルートの自動車交通量、b) 街灯などのルートの雰囲気、c) 坂や階段等の物理的な障害という3つの評価項目を設定し、その上で項目間の一対比較行列をつくって、AHP（階層分析法）による解析を行う（図 26、図 27）。歩行路に関しては社会調査の結果に基づき、歩行路の性質の違いから、A) 国道ルート、B) 近隣ルート、C) 繁華街ルートの3つを設定し（図 26、図 28）、それらのルートの評価を検討する。

AHP は意思決定を、問題、評価基準、代替案という階層構造として捉え、階層ごとの一対比較を行った上で、代替案のどれが好ましいかを決定する手法であり（木下、2000）、人の主観的判断を取り扱う問題に適している。この AHP を用いた空間的な意思決定の研究として、星田（2006）による廃棄物処分施設の立地に関する意思決定の分析などの研究があり、このように、近年は空間分析にも適用事例が増えてきている。

さらに、上述した AHP に関して、西澤、高野（2000）を参考にして、ファジィ理論を AHP に適応させ、各評価基準間の相互作用を考慮したファジィ AHP により、高齢者の生活環境を総合的に検討する。当該地域における高齢者の生活環境に関して、バスや自家用車等に頼らなければ、医療施設や商業施設へ到達することができず（図 28）、したがって、居住地付近の歩行は最寄りのバス停までの歩行が日常生活における行動の大半を占めている。そのため、高齢者にとって、バス停からその先の医療施設や商業施設等の方向については認知が高いが、避難場所へ認知は低い傾向があり、そうした日常の行動特性から、最短ルートで避難行動をすることができるような地域社会における誘導が必要と考えられる。さらに日常生活で自動車に乗っている人は、最短ルートを見誤る可能性があり、避難場所までのメンタルマップができてない可能性もあり、高齢者が最短ルートで行動可能なハザードマップの整備や、歩行路を光で照らすなど、最短で行動できるような誘導の検討が必要であり、地域コミュニティでのそうした役割が重要である。

通常の AHP とファジィ AHP による歩行路評価（図 29～図 33）では、まず、夏季と冬季で評価項目の値に違いがみられ、冬季には街灯の設置の有無などが歩行路評価に影響を与える「ルートの雰囲気」と坂や階段といった「物理的障害」が歩行路で重要視される。冬季に「ルートの雰囲気」の項目の値が高まるのは、冬季の夕暮れの早さが影響していると考えられ、高齢者は坂や階段とともに薄暗い歩行路を避けて歩行する傾向がある。

ファジィ AHP で解析をすると、「国道ルート」の評価得点がどの分析結果でも高いことがわかる、高齢者にとって国道は、車道と歩道が分離されており、歩きやすいことが評価されていると考えられる。逆に「近隣ルート」は冬季において評価得点がより低くなっており、歩行路の特性を重視し、良い評価項目に高い得点をつける MM 評価では、冬季の「近隣ルート」の評価得点の小ささが顕著にみられる。冬季において、評価項目の「物理的な障害」が重視されていることから、これは冬季に歩行路を覆う雪や氷が影響し、それが評価得点に反映されているものと考えられる。そのような「物理的な障害」は高齢者に最短ルートを選択させない要因となり、最短ルートでの迅速な一時避難を阻害させる要因でもある。冬季においても避難所のみならず、避難経路の認知と確保の重要性がこうした分析結果から指摘できる。

上述の MM 評価（特性重視タイプ）を MN 評価（バランス重視タイプ）と比較すると、MM 評価で顕著であった「国道ルート」の評価得点が、MN 評価では高くないことがわかる。これは「物理的な障害」の項目で評価の高い「国道ルート」が、「交通量」や「雰囲気」の項目では高い評価が得られなかったためである。さらに MN 評価の夏季と冬季の違いにおいてそれほど大きな違いはみられなかった。それは、「物理的な障害」は冬季の積雪等によって評価に差が生じるが、「交通量」や「雰囲気」において季節による顕著な差がなく、それらの評価項目の得点が反映された結果であると考えられる。「物理的な障害」の項目で評価の高い「国道ルート」であるが、「雰囲気」や「交通量」といった欠点を克服することが、道路整備の課題であり、高齢者にとって避難路を確保するうえでも重要であると考えられる。

以上のように、室蘭市の都心から離れた郊外において、市街地の外延的な拡大・発展が、急な傾斜地にまで宅地化を進展させたが、冬季の居住環境は高齢者の歩行による避難行動に影響を与えている。ファジィ AHP の MM 評価の結果は、特に冬季における「近隣ルート」の歩行時に高齢者の不安が大きいことがわかり、それに対しては高齢者の避難ルートを想定した日常での除雪が重要と考えられる。また、MN 評価の結果では、「国道ルート」の評価得点が低く、国道を走行する自動車交通量の多さ、横断の困難さなどの「雰囲気」の項目がマイナス要因として示されていることから、自動車交通を円滑に管理して、歩行者が安全に避難所まで移動できるようにする必要があると考えられる。

IV おわりに

本研究は、積雪寒冷地の都市を対象に、都市の発展と、ヴァルネラビリティの拡大との関係を論じ、その中で高齢者が災害時に危機を回避するための福祉のあり方について考察を行った。その際、都市における郊外への市街地拡大と、都心への人口再集中という2つの変化を取り上げ、どのようなヴァルネラビリティが生じ拡大したかを解明した。

まず、都心への人口再集中については、「人口の都心回帰」現象が顕著にみられる北海道札幌市の都心部を事例地域として分析を行った。札幌市の都心部では、近年、人口が増加しつつあるだけでなく、高齢者率も上昇しているため、被災時には多くの高齢者を避難所へ収容する必要がある。しかし、分析の結果、積雪のためオープンスペースを利用

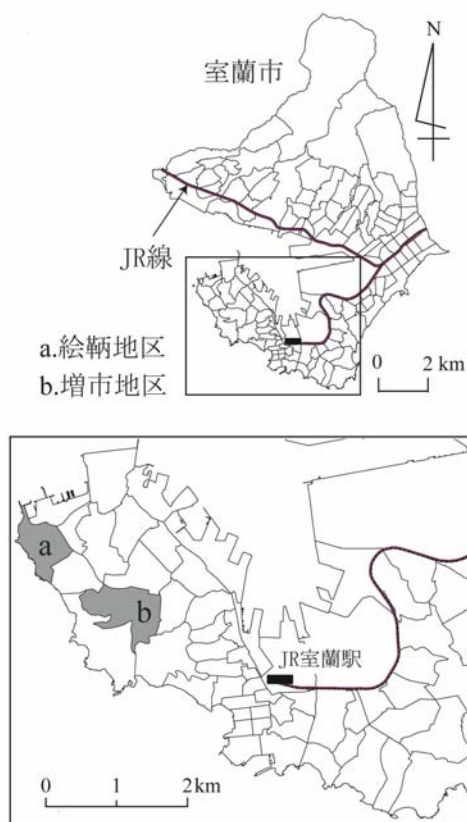


図 25 地域外観図

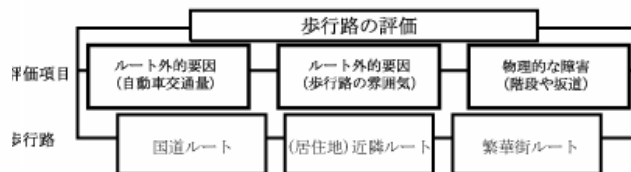


図 26 AHP による歩行路の評価

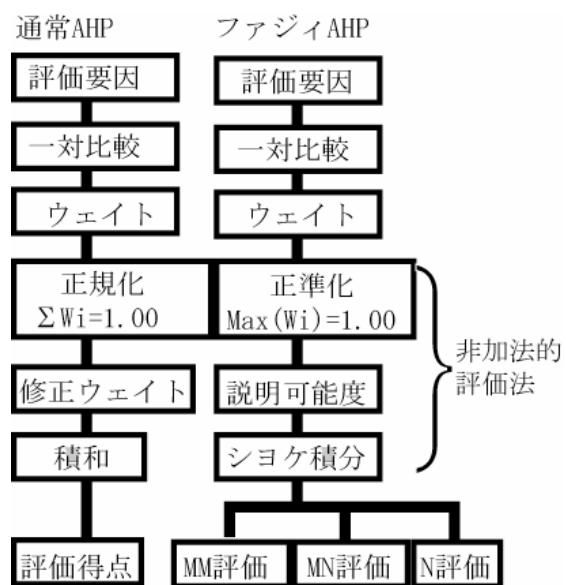


図 27 AHP 解析のフロー

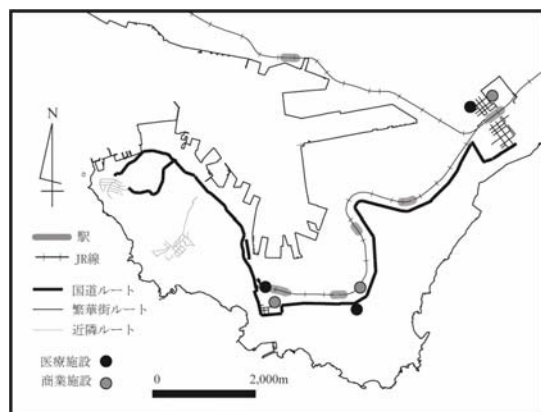


図 28 歩行路の分類

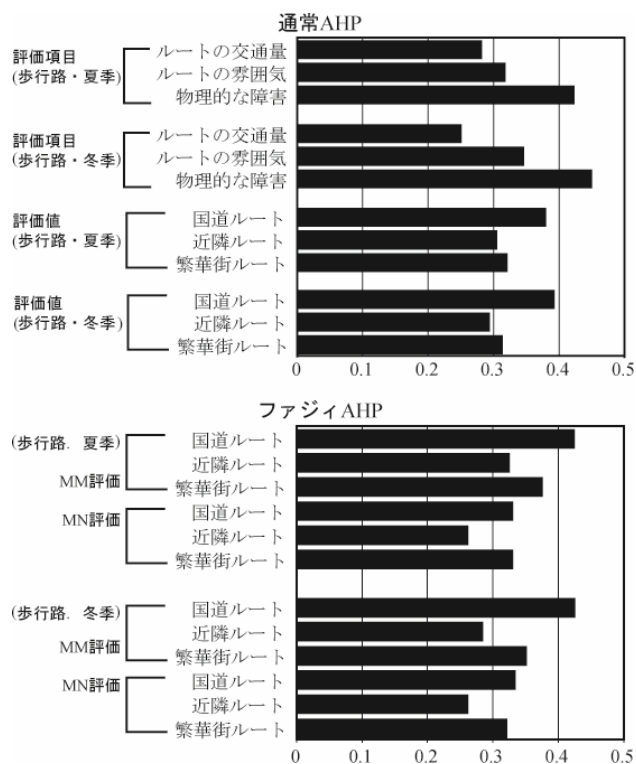


図 29 AHP による歩行路の解析結果

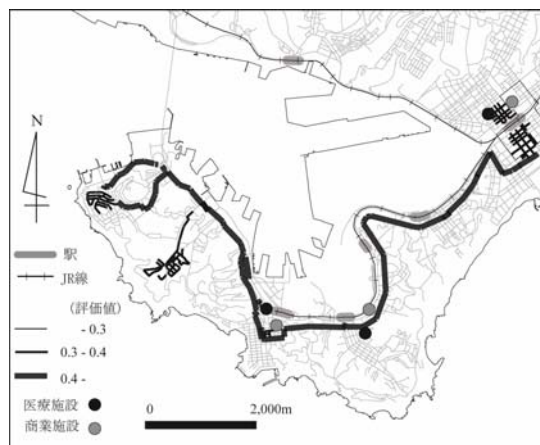


図 30 夏季の歩行路評価 (MM 評価)

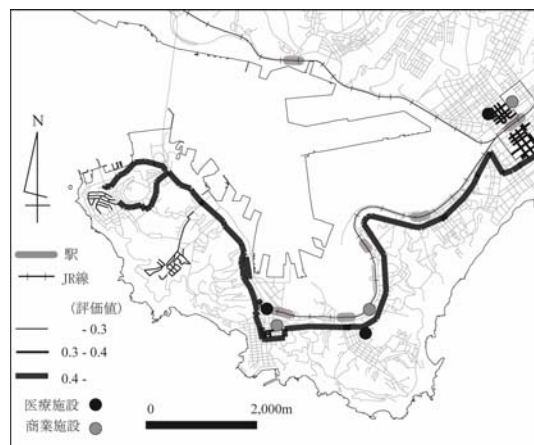


図 31 冬季の歩行路評価 (MM 評価)

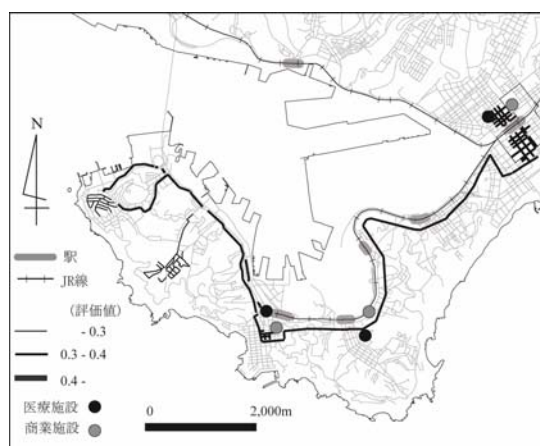


図 32 夏季の歩行路評価 (MN 評価)

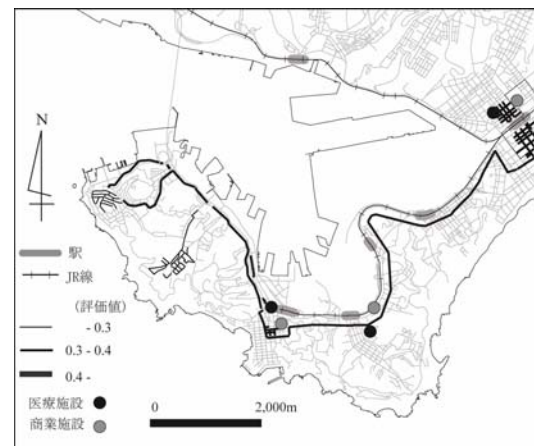


図 33 冬季の歩行路評価 (MN 評価)

できない冬季には、各避難場所の理論的避難圏に居住する人口が、避難場所の定員を大幅に上回っており、被災時には多くの者を避難施設に収容できない状況にあることがわかった。そのため、避難者は被災時には寒冷な屋外での待機を強いられる場合があり、体力の劣る幼児や高齢者には、きわめて過酷な状況になると考えられる。そこで、既存の避難施設では、幼児や高齢者を優先的に収容するスペースを確保するなどを行うべきであり、そのために被災時の避難場所に関する管理・運営を、町内会など地域の防災組織と、学校の関係者との間で打ち合わせておくことなどが望まれる。

次に、郊外への市街地拡大については、北海道室蘭市の旧市街地周辺を事例地域として分析を行った。当該地域において市街地周辺の住宅地は急な傾斜地上に位置し、多くの高齢者が居住している。ここは、冬季に被災した場合、路面凍結できわめて歩行しにくい状況となるため、避難場所への歩行が困難になることが問題となる。また冬季には、堆積した雪により道路幅が狭くなるため、当該地域に居住している高齢者は歩きにくい道路を避

ける傾向のあることが、歩行行動に関する意思決定の分析から明らかになった。これにより、冬季に住民は、積雪などで道幅が狭くなる近隣ルートに強い不安を感じていることがわかった。また、国道ルートは道幅が広いことは良い評価となっているものの自動車交通が激しさなどが住民への不安となっていることも判明した。これらが被災時のルート選択に関する意思決定に影響すると、最短ルート以外の道を選択して、避難場所への効率的な移動を行わなかったり、避難行動そのものを行わなかったりする可能性があると考えられる。これらへの対応として、日常的に近隣ルートにおける主要避難ルートの除雪を行うことや、被災時に国道を通行する自動車を歩行避難者に合わせてコントロールすることが有効であると考えられる。特に、被災時に電気の供給が断たれて街灯や信号機が消えた状況では、夜間の国道沿いの歩行はきわめて危険なものとなる。そのため、手信号での自動車の誘導など、地域住民による自動車交通管理などが、高齢者の安心で安全な避難所への歩行移動につながると考えられる。

以上のように、本研究は都心部と郊外とで生活環境を明らかにしたうえで、被災時に避難場所へ向けて徒歩行動を行う場合の課題を明らかにした。特に、いずれの対象地域においても夏季と冬季の差に注目し、冬季における災害へのヴァルネラビリティを解明した。さらに、このヴァルネラビリティの増大が、都市の発展と深い関係のあることも論じた。今後は、都市発展の理論の中でヴァルネラビリティを位置づけ、さらに多様な状況におけるヴァルネラビリティと高齢者福祉に関する議論を行うことを課題としたい。

参考文献

- 香川貴志 (2007) 札幌市中央区における分譲マンション供給の特徴—バブル期前後の比較考察を中心として—。人文地理, 59, 57-72.
- 釜井俊孝・守随治雄 (2002) 「斜面防災都市—都市における斜面災害の予測と対策」, 理工図書.
- 川村真也 (2007) 小樽市における高齢者の生活環境に関する地理学的研究。地理学論集, 82 号, 23-36.
- 川村真也, 相馬絵美 (2002) 地域防災計画の策定における GIS の活用に関する研究 —札幌市中心部を事例として—。北海道地理, 76, 9-23.
- 木下栄蔵 (2000) 「入門 AHP 決断と合意形成のテクニック」, 日科技連.
- 相馬絵美, 橋本雄一 (2006) 空間データにおけるネットワークボロノイ領域の分析方法。北海道地理, 81, 19-37.
- 西澤一友・高野伸栄 (2000) 整合性とファジィ性。「AHP の理論と実際 (木下栄蔵編)」, 日科技連, 105-130.
- 沼田尚也 (2006) 札幌市における人口分布の変化。北海道地理, 81, 45-50.
- 橋本雄一 (2001) 「東京大都市圏の地域システム」, 大明堂.
- 橋本雄一 (2008) 空間モデリング。「GIS の理論 (村山祐司・柴崎亮介編)」, 朝倉書店.
- 八田達夫 (2006) 都市回帰の経済学。「都心回帰の経済学 集積の利益の実証分析 (八田達夫編)」, 日本経済新聞社, 1-23.
- 星田侑久 (2006) 階層分析法の新しい適用方法 多数の観点の定量化と評価得点行列の吟味に焦点をあてて GIS 理論と応用, 14, 135-144.
- 宮澤仁・阿部隆 (2005) 1990 年代後半の東京都心部における人口回復と住民構成の変化—国勢調査小地域集計結果の分析から— 地理学評論, 78, 893-912.
- 由井義通 (1999) 「地理学におけるハウジング研究」, 大明堂.

山田佳奈子（2007）積雪寒冷地における高齢者の生活環境と居住地移動－北海道室蘭市を事例として－地理学論集，82，9-22.