

東日本大震災復興まちづくりにおける 市街地構造分析

鈴木 優里¹・平野 勝也²

¹学生会員 東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 都市・環境学コース
(〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1, E-mail: suzuki.y.dv@m.titech.ac.jp)

²正会員 博士(工学) 東北大学 災害科学国際研究所 准教授
(〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468-1, E-mail:hirano@tohoku.ac.jp)

東日本大震災から9年以上が経過した現在、多くの自治体では復興事業が大詰めを迎えている。本研究は東日本大震災における復興まちづくりの教訓が、今後起こりうる大規模災害からの復興まちづくりに活かされるための第一歩となることを目指す。そこで、街路網と集客施設の立地という二つの観点からまちの中心性を見出し、復興まちづくりによって新たに形成された中心市街地の都市構造を分析した。

キーワード: 東日本大震災, 復興まちづくり, *Space Syntax*, 街路網, 集客施設

1. はじめに

(1) 背景

2011年3月11日に起こった東日本大震災から9年以上が経ち、被災地では嵩上げ地や高台での住宅再建や商業施設の建設などによる復興まちづくりが進められている。今回の復興まちづくりでは中心市街地を新たに形成した地域が多いことが特徴であるが、まちづくりの方針が自治体ごとに方針が定められているため、街路網の構成や施設の配置計画などは地区ごとに違いが見受けられる。この違いを地区ごと個別に参照しているだけでは、地区の固有性から逃れられず、今後起こるとされている南海トラフ地震などの大規模災害からの復興に今回の経験を活かそうとした時、地域の状況が異なる他地区に転用することが難しく、教訓とすべき点が不明確である。そこで、今回の復興まちづくりを教訓とし、今後の復興まちづくりに活かすために、今回の復興まちづくりによって新たに形成された各地区の市街地構造の特徴を抽象化し、分析することで復興まちづくりを体系的に捉える必要がある。

(2) 観点

では、復興まちづくりの市街地構造を分析するためにどのような視点を導入すべきであろうか。

少子高齢化・人口減少が進む日本の地方都市のまちづくりにおいて、国土交通省が掲げている「国土のグランドデザイン2050」¹⁾では、「コンパクト・プラス・ネッ

トワーク」を方針の一つとしており、サービスを効率よく提供するために拠点エリアに医療や福祉などの都市機能を集約化し、拠点エリア内や拠点エリアとその周囲のエリアをネットワークでつなげ、人やモノの交流を促すことが持続可能なまちづくりを行う上で重要であるとしている。これは復興まちづくりにおいても重要視されており、復興まちづくりの方針として公共施設などの都市機能を集約する復興計画が打ち出されている。

これらを踏まえると復興まちづくりにおいて公共施設や商業施設などの集客施設を集約することで施設立地によるまちの中心性を高め、かつ街路網においても中心性を生み出し、その中心性の高い街路周辺に集客施設を立地させネットワークとしてつなげることで、コンパクト化された市街地構造をつくることが重要である。つまり、この二つの中心性が創出されており、かつ一致している市街地構造は持続可能なまちという点において将来性が高く、今後の復興まちづくりにおいても参考になる都市構造と言えるだろう。

以上から、本研究では復興まちづくりにおける市街地構造を分析するにあたり、持続可能なまちを形成するための指標となる集客施設の中心性と街路網の中心性に着目する。

(3) 既存研究

東日本大震災における復興まちづくりに関する研究としては、福島ら²⁾は岩手県大槌町町方地区での公共空間のデザインにおいて歩行者ネットワークの形成や、近隣

コミュニティに配慮した生活空間の実現のために用いた手法の報告と分析から、公共空間の実現に向けた実施体制の課題などを示した。また、小林ら³⁾は宮城県石巻市にある河北団地の設計時にコミュニティに配慮した街路網の計画と街区計画を行ったとしている。

このように東日本大震災における復興まちづくりに関して、個々の地域では街路網の検討などの報告は行われているが、包括的に復興まちづくりを捉え、街路網や集客施設配置によるまちの中心性に着目して市街地構造を分析した研究はまだ行われていない。

(4) 研究の目的と枠組み

前述の背景及び観点、既存研究を踏まえ、本研究の目的は、今回の復興まちづくりによって新たに形成された市街地において街路網と集客施設の立地の中心性から市街地構造を分析し、その特徴からパターン分類することとする。

研究の枠組みとしては、まず対象地区内の街路網に関して、ある評価指標を用いて街路網の中心性のばらつきを求め、続いて各自治体の集客施設の立地から、対象地区内における集客施設の中心性を求める。そして、最後に対象地区内に立地する集客施設が面している街路の中心性指標の合計値から復興まちづくりにおける市街地構造の特徴を見出し、分析対象地区をパターン分類する。

(5) 研究対象地区

本研究では、今回の復興まちづくりで新たに形成された市街地構造を対象にしているため、対象地区は、震災前の地域の状況が影響しておらず、震災後改めて街路網や施設配置計画を行なった中心市街地とする。そこで、様々な復興事業の中で街路網や施設配置計画に関わる事業として、被災市街地復興土地区画整理事業が挙げられることから、この事業の対象地区全58地区⁴⁾をベースに分析対象地区を絞り込んでいく。まず、震災前の地域の状況が影響していない地区を抽出するため、対象地区内に津波被害を受けていない地域が含まれている地区を除く。次に中心市街地の要件としては国土交通省が「中心市街地活性化のまちづくり」⁵⁾において「相当数の小売商業者が集積し、及び都市機能が相当程度集積しており、その存在している市町村の中心としての役割を果たしていること」としていることから、用途地域に商業地域および近隣商業地域が含まれる地区を抽出する。その結果、表-1に示す17地区を分析対象地区とする。

ここで、山田地区と山田国道45号周辺地区は近接しているため1つの地区として扱い、閑上東地区は用途地域が工業地域となっているが、閑上地区と近接しているため、同一地区として扱うこととする。

表-1 対象地区一覧

自治体名	対象地区名	用途地域	
岩手県	野田村	城内地区	近隣商業地域
	宮古市	田老地区	近隣商業地域
		鎌ヶ崎・光岸地区	商業地域
	山田町	山田地区・山田国道45号周辺地区	商業地域
		大沢地区	近隣商業地域
	大槌町	町方地区	商業地域
		吉里吉里地区	近隣商業地域
	釜石市	鶴住居地区	近隣商業地域
	大船渡市	大船渡駅周辺地区	商業地域
陸前高田市	高田地区	商業地域	
宮城県	気仙沼市	鹿折地区	近隣商業地域
		南気仙沼地区	商業地域
		魚町・南町地区	商業地域
	南三陸町	志津川地区	商業地域
	女川町	女川町中心部	商業地域
名取市	閑上地区・閑上東地区	近隣商業地域・工業地域	
福島県	新地町	新地駅周辺地区	近隣商業地域

2. 分析1:街路網の中心性

(1) 中心性の評価指標

街路網の中心性を測るための指標としてグラフ理論に基づいた媒介中心性とSpace Syntax理論⁶⁾（以下、SS理論）を用いたIntegration Value（以下、Int.V）がある。

媒介中心性は街路をリンク、その交点をノードとしたグラフから導けるもので、あるノードがネットワーク内の地点間の最短経路上に位置する度合いを示す。福山ら⁷⁾はこの手法で街路と広場立地の構成を分析し、都市の歴史的発展との関係を示している。しかし、この手法は街路の距離を考慮した分析はできるという利点がある一方で、一本の長く続く街路では交差点で分断して考えられてしまうことから、空間体験に基づく街路空間の連続性が考慮されなくなるという欠点がある。

一方、Int.Vは、街路をノード、その接続関係をリンクとし、幾何学的な相互関係から導かれるものである。これはある地点から別の地点までたどり着く上でのステップ数の大小で比較されるため、距離の概念が排除されてしまうという欠点があるが、街路空間の連続性を考慮した評価が出来るという利点がある。さらにInt.Vは見通し距離（Axial Line）を空間単位としていることから空間体験に基づく評価をすることが出来る指標である。さらに荒野ら⁸⁾の研究によるとLocal Integration Value⁹⁾（以下、Int.VL）と歩行者量に高い相関があり、この

指標が歩行者量分布の予測に有効であることを示している。

これらの特徴を踏まえて、今回の復興まちづくりを行っている多くの地域では空間計画の方針の一つとして“歩いて楽しい”“回遊性のある”街路空間づくりが掲げられていることから、街路空間における歩行者の空間体験を考慮することが重要であると考えられるため、街路空間の連続性を考慮することができ、歩行者の空間体験に基づく Int. V_L を街路の中心性の評価指標として用いることとする。

(2) 使用データと分析手法

街路網の Int. V_L を求めるにあたり、GIS のベースマップとして国土地理院基盤地図情報の道路縁データ (2019) を用いた。ただし、対象地区内の道路縁データは事業実施後の街路網と一致していないものが多いため、対象地区内の街路網は岩手県、宮城県、新地町の都市計画課から入手した被災市街地復興土地区画整理事業の設計図と都市計画図を用いて補完した。本研究の Axial Map はこのベースマップを用いて対象地区から Depth=3 までの Axial Line を手書きで引き、作成した。また、Int. V の算出は Space Syntax Toolkit というプラグインを用いて QGIS 上で行った。

(3) 分析結果

a) Int. V_L の大きさの比較

まず、街路一本一本の Int. V_L の値から地区ごとに中心性の高い街路と低い街路を見出し、他地区と比較するために、対象地区の Int. V_L の最大値、最小値、平均値を求め、図-1 に示す。Int. V の性質として Int. V が大きい値の場合、他の空間とのつながりが強く、移動効率上優位であることがわかり、反対に Int. V が小さい場合、他の空間からのアクセスが悪く分離された空間とみなすことができる。すなわち、各地区において最大値を示す街路がその地区内で最も中心性の高い街路であり、最小値を示す街路は地区内で最も中心性が低い街路であることが分かる。

b) Int. V_L の標準偏差の比較

Int. V_L の値では、街路ごとの中心性は求まるが、地区全体としての街路網における中心性を把握することができない。また、中心性の高い街路とそうでない街路が明確である方が集客施設をどこに立地させれば良いか分かりやすく、市街地のコンパクト化を促すことができる。これらの理由から、各対象地区が中心性の明確な街路網を有する地区であるかを評価するため、Int. V_L のばらつきを示す Int. V_L の標準偏差を求め、その結果を図-2 に示す。

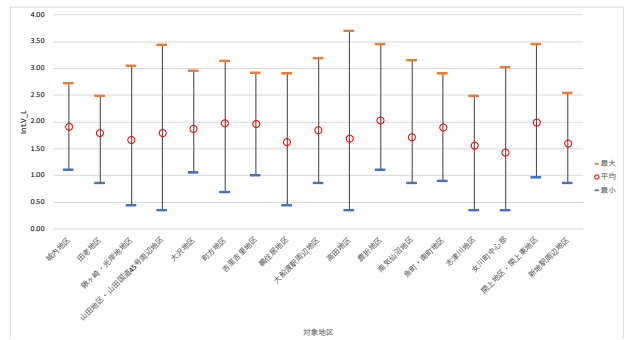


図-1 Int. V_L の最大値, 最小値, 平均値

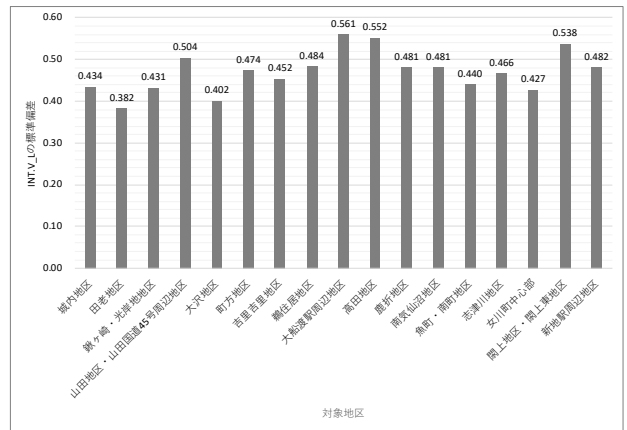


図-2 Int. V_L の標準偏差

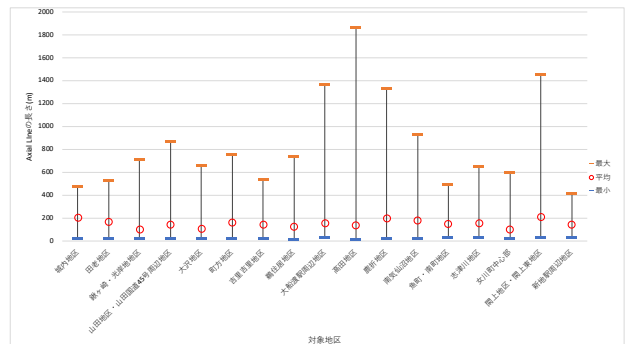


図-3 Axial Line の最大値, 最小値, 平均値

この図より大船渡駅周辺地区が0.561で最も標準偏差が高く、ばらつきが大きいことがわかり、田老地区が0.382で最も標準偏差が低く、ばらつきが小さいことが分かった。また、17地区中12地区は標準偏差が0.400～0.500の間にあることが分かる。

c) Axial Line の長さの比較

最後に、Int. V_L は距離の概念が排除されて評価されるので、距離の概念を含む見通し距離から街路ごとの特色を見出す。そのために各地区の Axial Line の長さの最大値、最小値、平均値を図-3 に示す。Axial Line は見通し距離であることから直線的で長い街路であるほど、遠くまで見通せるため大きい値となり、短く折れ曲がっている街路やカーブしている街路ほど見通しが悪く、小さ

い値となる。すなわち、最大値を示す街路はその地区の中で最も見通しが利く街路であることがわかり、最小値を示す街路は最も見通しが利かない街路であることが分かる。Axial Lineの最小値は地区間で差はあまり見られなかったが、最大値は地区ごとに大きな差が見られた。特に高田地区、大船渡駅周辺地区、鹿折地区、女川町中心部の最大値が他地区と比べて大きな値となった。

(4) 考察

a) Int. V_Lの標準偏差と街路網の質

Int. Vの標準偏差が大きい街路は、中心性が高い街路と低い街路の差が大きいため、メリハリのある街路網が構成されている可能性がある。一方で、標準偏差が小さいほど街路の中心性が均一で、均質な街路網が形成されていると考えられる。よって、今回の対象地区の中では大船渡駅周辺地区、高田地区、閑上地区・閑上東地区はメリハリのある街路網、田老地区や大沢地区、女川町中心部は均質な街路網が形成されている可能性がある。

b) Int. V_LとAxial Lineの関係

SS理論ではInt. V_Lの値はステップ数の大小で決まるため、Axial Lineの長さには直接関係していないが、一般的に直線的で長い街路ほどより多くの街路と接続している場合が多く、Axial Lineが長い街路ほどInt. V_Lが高くなる可能性がある。そのためAxial Lineの最大値が大きい高田地区や閑上地区・閑上東地区はInt. V_Lの最大値も大きくなっており、これらの地域は直線的で長い街路を有する地区であると考えられる。一方で、女川町はAxial Lineの長さの平均値が98.4mと最も小さく、Int. V_Lの平均値も最小となっていることから見通し距離が短い街路を多く有する地区であることが考えられる。

3. 分析2：集客施設立地の中心性

(1) 使用データ

続いて、各自治体の集客施設の立地から、対象地区内における集客施設の集中・分散を求める。本研究で対象とする集客施設は都市機能を有し、中心市街地に人口を誘導できる来街目的となる施設とする。そこで公共施設としては、各自治体が作成している公共施設等総合管理計画で定義されている公共建築物のうち文化施設（ホールなど）、社会教育施設、スポーツ・レクリエーション施設、産業施設、学校教育施設、子育て支援施設、児童福祉施設、保健福祉施設、行政施設、公園を対象とする。ただし、集会所や公民館、街区公園、倉庫、消防施設などは来街目的の施設ではないことから、今回の対象施設からは除いた。また、民間施設としては老若男女問わず

利用し都市機能の役割を担っている銀行、郵便局と多くの人が訪れることが予想される大型商業施設を対象施設とした。これらの集客施設の詳細は各自治体のWebサイトや公共施設等総合管理計画などから明らかにし、その位置をGoogle Mapおよびゼンリン住宅地図が提供しているWebサイト「いつもNAVI」で確認した。その際に、小中学校の統廃合や庁舎の建て替えなどが想定されている箇所は可能な限り情報を書き換えた。

(2) 分析手法

日本のまちづくりにおいてコンパクト・プラス・ネットワークの方針を踏まえて「歩いて暮らせるまちづくり」が目標として設定されており、コンパクト化された市街地構造を作るためには徒歩圏内でより多くの施設に足を運べる施設配置を計画することが重要である。これは、復興まちづくりにおいても同様であり、集客施設の中心性を求めるためには徒歩圏でどの程度の施設に足を運ぶことができるかを測る必要がある。

そこで、集客施設の中心性の指標として、集客施設から歩行距離を半径にとった円の重なり度合いを用いる。具体的には、得られた各自治体の集客施設のデータをQGIS上でプロットし、各施設から歩行可能距離を半径にとり固定距離バッファを作成する。今回、歩行可能距離は国土交通省が作成した健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン¹⁰⁾において「歩行の継続距離は概ね500~700mである」としていることから、500mとした。このバッファの透過率を60%として作成した図をグレースケールに変換し、画像処理ソフトウェアImageJを用いて対象地区部分の輝度を測定した。集客施設が集中していると円の重なりが多くなり、色が濃くなるため、平均輝度が低くなる。逆に集客施設が分散していると円の重なりが少なくなり、色が薄くなるため、平均輝度が高くなる。このことを利用して集客施設の集中・分散を測ることとする。

(3) 分析結果と考察

以上の方法から算出した対象地区ごとの平均輝度を図-4に示す。平均輝度が220以上の地区は、鉾ヶ崎・光岸地地区、大沢地区、南気仙沼地区、鹿折地区、志津川地区、閑上地区・閑上東地区、新地駅周辺地区の7地区である。これらの地区の集約施設の分散が大きくなった要因は以下のように考えられる。

宮古市では宮古駅周辺が中心市街地となっており、鉾ヶ崎・光岸地地区は外れに位置しているため、施設が地区周辺にあまり立地しておらず、輝度が高くなっていると考えられる。

一方で、同じ宮古市でも田老地区は施設が集中してい

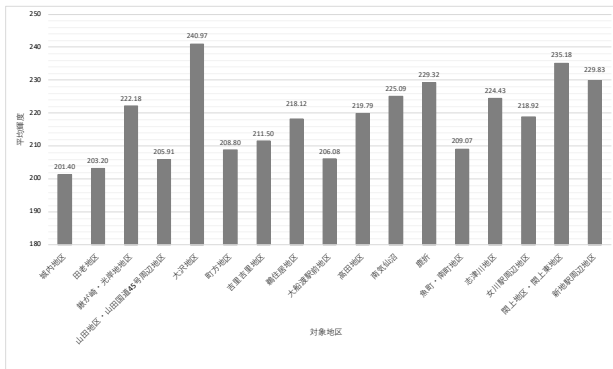


図4 集客施設立地の中心性の指標

理由としては、田老地区が宮古市の中心部から山を隔てているため、ある程度の施設を立地させないと生活に支障をきたすからであると思われる。

また、山田町では大沢地区よりも山田地区・山田国道45号周辺地区、気仙沼市では南気仙沼地区や鹿折地区よりも魚町・南町地区に集中していることから、これらの自治体の中心市街地として発展しているのは後者の地区であることが分かった。

志津川地区は同地区で津波復興拠点整備事業として高台に都市機能を有する施設を配置させる計画を行なったため、土地区画整理事業区域の周辺には集客施設が立地しておらず、平均輝度が高くなったと考えられる。

関上地区・関上東地区も名取市における中心市街地は名取駅周辺であることから、平均輝度が高くなっており、新地駅周辺地区も同様に、区画整理事業区域外に集客施設の立地が集中していることからこのような結果につながったと思われる。

4. 市街地構造のパターン分類と考察

(1) パターン分類の指標

これまで街路網の中心性と集客施設の立地の中心性の集中・分散を個別に見てきた。しかし、市街地構造がコンパクト化されているか否かを判断するためには、これら二つの中心性が一致していることが重要で、実際に対象地区内の施設が中心性の高い街路に立地しているかを把握する必要がある。

そこで、対象地区内にある個々の集客施設が面する街路のInt.V_Lの合計値をパターン分類の指標として用いることとする。この指標は、集客施設が高いInt.V_Lに立地している場合に値が大きくなり、対象地区内の2つの中心性の一致度合いを測ることができる。ここで、集客施設が面している街路の定義は、歩行者が施設に入る動線を考慮して集客施設の入り口が面する街路とする。

(2) パターン分類結果と考察

対象地区内にある個々の集客施設が面する街路のInt.V_Lの合計値を円の大きさに反映させ、横軸を街路の中心性指標であるInt.V_Lの分散、縦軸を集客施設の中心性指標である平均輝度の大きさとして、表したものを図-5に示す。図中の赤い線はInt.V_Lの標準偏差と平均輝度の平均値を示している。対象地区を2つの中心性の一致度合いに応じて、市街地構造をパターン分類した結果、次の4つのタイプに分類した。

i) 無集客施設タイプ (水色)

これらの地区は、表-2を見るとそもそも対象地区内に集客施設が立地していないタイプである。平均輝度も大きい値を示していることから、施設立地という点において、これらの地区は中心性が低いことが分かる。

ii) 均質街路立地タイプ (黄緑)

これらの地区はどこもInt.V_Lの標準偏差が概ね平均以下で、比較的均質な街路網が形成されている地区であることが分かる。そして、平均輝度の大きさに傾向がないことから地区全体の施設の集中度合いは傾向がないことが分かる。また、地区内に立地している集客施設が1つしかない地区が多く該当している。

iii) 高Int.V_L街路立地タイプ (オレンジ)

これらの地区はInt.V_Lの標準偏差が平均以上であることから、比較的メリハリのある街路網が形成されている地域であることがわかる。そして、地区内に集客施設が2~4と比較的多く立地していることと、それらの施設がInt.V_Lの高い街路に面していることから、集客施設が面する街路のInt.V_Lの合計が大きくなっていると考えられる。関上地区・関上東地区以外の3地区は平均輝度が小さいことから、地区全体の集客施設も集中していることがわかる。関上地区・関上東地区は地区全体の集客施設の中心性は低い、高Int.V_Lの街路沿いに地区内の施設が立地しているためこのような結果になったと考えられる。

iv) 集客施設集中タイプ (ピンク)

高田地区と女川町中心部の2地区は集客施設が面する街路のInt.V_Lの合計の大きさが他地区に比べて群を抜いて大きいことが分かる。この二つの地区は集客施設が面する街路のInt.V_Lの合計の大きさは同程度であるが、Int.V_Lの標準偏差は異なっている一方で、地区全体の集客施設の分散は同程度である。このことから、2つの地区内の集客施設が面している街路の性質は大きく異なると思われる。女川町中心部は2章で述べたとおり、短く折れ曲がっている街路が多い地区であると考えられるため、地区内の施設が面してい

