

【テーマ 1】

「安全・安心を実現するための社会資本整備とは？」

災害時緊急支援物資拠点としての コンビニエンスストアの利活用方法

千葉大学大学院 工学研究科
建築・都市科学専攻
向後 陽平

1. 背景と目的

1970年代の高度経済成長の終焉と共に、国民は公共投資によるインフラ整備の意義を軽視する傾向にあった¹⁾。さらに度重なる建設業界の不祥事やメディアによる公共事業不要論の影響を受け、政府の公共事業予算額は減少傾向を続けてきた。しかし、2011年に起きた東北地方太平洋沖地震により、水道・電気・ガス等のライフラインに対する不安を経験した国民は、再び社会資本であるインフラの重要性を認識し、特に防災関連のインフラのニーズが高まっているのが現状である。これらのニーズを踏まえ、地域の自治会や町内会などのさまざまな団体、都道府県市町村、企業等が防災に関する取り組みを始めている。

少子高齢化に伴う人口減少社会が予想される我が国では、地方自治体の財政逼迫問題が生じるとされている²⁾。震災の多い日本では、防災関連のサービスの低下につながる予算の削減はできない。しかし、高齢者に対する社会保障費が増大することから、限られた予算額内でのパイを振り分けなければならない。そこで本論文では、地方自治体が防災関連に投資する公共投資をできるだけ抑える方法を提案する。「PPP/PFIの抜本改革に向けたアクションプラン」³⁾で述べられている通り、財政状況が厳しい中で、必要な社会資本の整備と財政健全化を可能とするには、民間の資金やノウハウを取り入れることが重要であると考え、したがって、防災におけるコンビニエンスストアの利活用を検討していく。

2. インフラであるコンビニエンスストア

まず社会資本すなわちインフラの定義を「人々に、便利な暮らし、安全、良い環境、活力を提供する施設（ハード）とその建設・運用・維持システム（ソフト）」⁴⁾と定める。コンビニエンスストアが持つ機能は以下の五つが考えられる。

- ① 普段の生活用品がほとんどそろう。
- ② いつでもお金の出し入れができる ATM が設置されている。
- ③ トイレが解放されている。
- ④ あらゆる処理の窓口になっている（公共料金、郵便、充電スタンド等）
- ⑤ これら①～④が全国的にどこでも存在している。

これらより、コンビニエンスストアは社会資本として定義することができるといえる。実際、東北地方太平洋沖地震の際には、交通機関が停止した影響で生じた帰宅困難者に、水道水やトイレ、休憩場所の提供、また道路案内等の支援を行った事例や独自のネットワークを駆使した緊急時支援物資を提供した事例が確認でき（図-1）、震災時においてもインフラとして機能したことが伺える⁵⁾。

日本フランチャイズチェーン協会（JFA）⁶⁾は「社会インフラとしてのコンビニエンスストア宣言」⁵⁾において、Ⅰ「環境にやさしいコンビニエンスストア」Ⅱ「まちの安全・安心」Ⅲ「地域経済の活性化」Ⅳ「消費者の利便性向上」を目標としており、39自治体（30都道府県・9政令指定都市）と災害時帰宅困難者支援協定を締結している。今後とも、災害時にて被災地の自治体を援助するものとされる。

3. コンビニエンスストアの利活用方法

二章で述べたとおり、災害時のコンビニエンスストアは被災者にとって有用であると考えられる。つまり、本来行政体が行うべき災害時のサービスを一部コンビニエンスストア



図-1 東京都内の帰宅困難者状況（日本フランチャイズチェーン協会ホームページより引用）

に委託することで、行政体の負担を減らすことが可能である。災害時に行政体が行うべきサービスは様々あるが、本論文では災害時に行政体が行うべき緊急支援物資の提供サービスに注目する。緊急支援物資の一部をコンビニエンスストアに委託し、利活用していくための方法を提案する。これにより、各行政体が災害時の緊急支援物資の一部をコンビニエンスストアに補完してもらう関係性を築くことで、備蓄配備に関わる予算を抑えることが可能となる。しかし、すべての行政体においてコンビニエンスストアが適した位置に存在しているとは限らない。本論文で提案する方法を用いて、各行政体がコンビニエンスストアの適正位置の評価を行い、改善につなげるための一助となれば幸いである。

3.1 評価対象地

評価対象地は千葉県千葉市稲毛区とする。稲毛区について平成 26 年の人口統計から将来の人口推計を行った結果を図-2 に示す。稲毛区全体の総人口は平成 26 年で微増するが、その後減少傾向である。平成 26 年の生産年齢人口の割合が全体のおよそ 63%であり、老年人口の割合が全体のおよそ 24%である。これに対し、平成 36 年の人口推定では、生産年齢人口の割合が全体のおよそ 61%であり、老年人口の割合が全体のおよそ 28%という結果になり、緩やかではあるが生産年齢人口の減少と老年人口の増加により、ますます財政状況が厳しくなることが予想される。そのため、本論文で提案するコンビニエンスストアの利活用方法を用いる対象地として選定した。今回行った人口推計方法は、

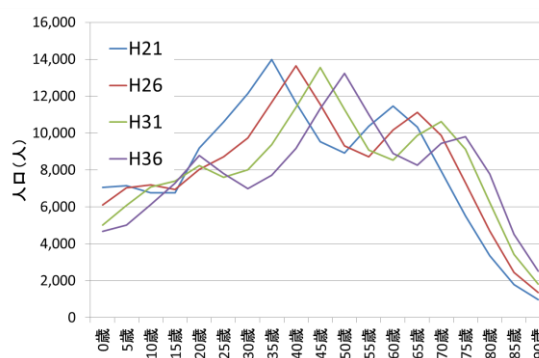


図-2 コーホート変化率法を用いた稲毛区の推計人口

コーホート法を用いた⁷⁾。本論文では比較的近い将来を想定しておくため、コーホート変化率法での推計が望ましいと考える。以下に具体的な手順を記述する。まず基準年となる平成 26 年の実績人口と基準年から 5 年前となる平成 21 年の実績人口において、5 歳区分の年齢層を総計する。次に、二期間における実績人口の 5 歳区分の年齢層別人口増減率を計算する。これを各 5 歳区分の年齢層別の人口変化率と定義する。そして基準年から 5 年ごとの時間推移につき、新たな年齢層となった集団に対して、年齢層に一致する人口変化率を乗ずることで推計人口を算出した。これを各年齢層で繰り返し行う。人口データは、千葉市稲毛区役所の地域振興課選挙統計班が整理している人口データを使用した。

3.2 避難場所への緊急支援物資の提供

千葉市稲毛区は災害時に逃げ込む場所として、避難場所 50 箇所、避難所 42 箇所、広域避難場所 3 箇所を有している^{8) -9)}。避難場所のうち、42 箇所が避難所として指定されている。コンビニエンスストアを緊急支援物資の提供場所としてしまうと災害時にコンビニエンスストアに被災者が集中することが予想される。そのため、コンビニエンスストアは緊急支援物資拠点とし、店内に存在する在庫は避難場所に輸送し、被災者に提供することが望ましい。コンビニエンスストアはあくまで行政体の補完を行うため、数の少ない広域避難場所に輸送するのではなく、稲毛区全域に点在している避難場所に輸送し、各地域で補完的な役割を担うものとする。

3.3 コンビニエンスストア・避難場所のマッピング

稲毛区内のコンビニエンスストアの住所データは、店舗検索サイト「コンビニ店舗情報【コンビニ生活】」¹⁰⁾から得た。稲毛区内で 58 箇所のコンビニエンスストアが検出された。このうち、現在も店舗を開業しているか否かの判断は加えていないため、すべてをマッピングした。避難場所の住所データは千葉市のホームページから得た⁸⁾。それぞれの住所データを GIS 上に表示するために、Google map を使用し、世界測地系の緯度経度データに変換した。今回使用したジオコーディング方法はひとつひとつを手作業で行う必要があり、プログラムを使い、簡略化に向けて改善する必要がある。

バスルートはある程度地域に密着したルートを選定しており、かつバスが通れるほどの道幅を有しているため、災害時に緊急支援物資を全域に点在している避難場所に輸送できると予想できる。したがって、コンビニエンスストアから避難場所までの輸送ルートはバスルートを使用するものとした。バスルートのデータは国土交通省の国土数値情報ダウンロードサービス¹¹⁾を使用し、取得した。以上のデータをマッピングしたものを図-3 に示す。

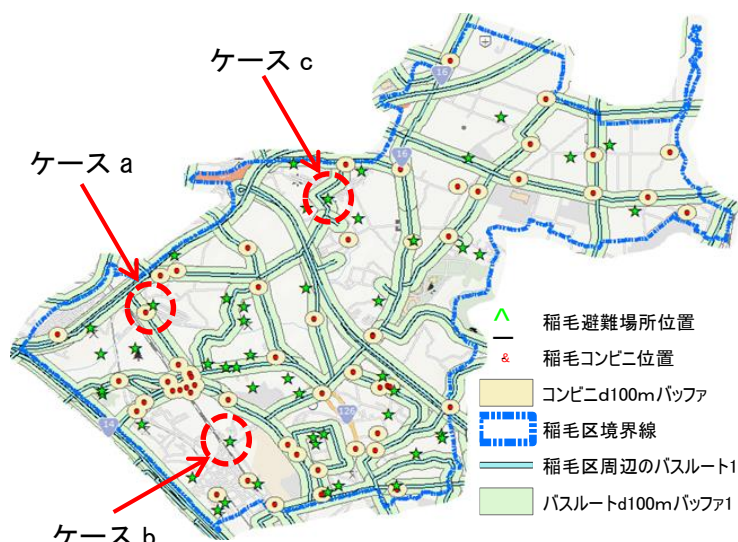


図-3 稲毛区全域のコンビニエンスストアと避難場所の位置

コンビニエンスストアと避難場所の関係を以下の三つのケースに分類する。ケース (a)：避難場所がコンビニエンスストアから半径 100m 以内に存在する。ケース (b)：避難場所がコンビニエンスストアから半径 100m 外に存在し、かつバスルートから直角方向 100m 外に存在する。ケース (c)：避難場所がバスルートから直角方向 100m 以内に存在する。各ケースの例を図-3 に示した。

ケース (a) はコンビニエンスストアと避難場所がほぼ直結しているため、災害時でも迅速な緊急支援物資の提供が可能である。ケース (b) は災害時にバスルートを使用した緊急支援物資の提供が困難だと考えられるため、避難場所までの新たな輸送ルートを検討する必要がある。ケース (c) はコンビニエンスストアから半径 100m 以内にバスルートがある場合、災害時にバスルートを使用した緊急支援物資の提供が可能だと考えられるため、バスルートを使用した輸送ルートの評価を行う。ケース (b) の輸送ルートの検討は、各行政体の指針や現地の様子によるため、本論文では扱わない。またここでは、災害時に街路の被害が出たとしても、自力で緊急支援物資の運搬が可能な距離として、100m を仮定した。今回、ケース (b) の含まれる避難場所は 32 箇所あった。これは避難場所全体のおよそ 4 割であり、運送ルートをバスルートにし、かつ上述の 100m を仮定した場合、避難場所の脆弱性が伺える。

4. 輸送ルートの評価

3.3 節で分類したケース (c) の輸送ルートの評価について記述する。バスルートを使用した際の移動効率を評価することで、緊急支援物資拠点として有効なコンビニエンスストアの検出や緊急支援物資の届けにくい避難場所を特定し、対策を講じることが可能となる。

4.1 スペースシンタックス理論

スペースシンタックス理論は、1970年代に提案されたグラフ理論による空間解析の手法である¹²⁾。一連の手法は室内空間や都市空間の解析および数量化に適用でき、ロンドンでの都市計画などに応用されている。とくに軸線図を利用した解析手法は、空間の接続性をグラフ化し、接続性を数値化する手法である。都市空間の解析においては、初めに建物以外の空間全体に対して「軸線」と呼ばれる直線ができるだけ長く、かつ空間全体で最小の本数になるように設定し、軸線図を作成する。その後、軸線を頂点として扱う隣接グラフに軸線図を変更する。隣接グラフをもとに任意の軸線から他の軸線への最短の位相的な距離（奥行）を求め、RA 値（Relative Asymmetry Value）と呼ばれる各軸線の位相的な中心性を求める。実際の解析においては、RA 値がグラフ内の頂点数に依存しないよう相対化した RRA 値（Real Relative Asymmetry Value）およびその逆数である統合値（Integration Value）が指標に使われる。統合値が大きいほど、ネットワーク内で位相的な中心であると言える、その軸線の移動効率が高いと言える。

具体的な例を述べる。図-4 に軸線図の例を示す。図中の青線が軸線であり、白丸が軸線の交点である。ここで、軸線 3 と 8 の間は立体交差のように接続が無いものと仮定し、このような場合は交点を設けない。このネットワークをもとに、RA 値を計算する。図-5 に図-4 の軸線図をもとに作成した隣接グラフを示す。図-4 の軸線の番号が図-5 の頂点の番号に対応する。図-4 において軸線 0 は軸線 1~4 に接続しているため、図-5 においても、頂点 0 から頂点 1~4 に接続していることを表す線が引かれる。

次に頂点 0（図-4 の軸線 0 と等価）からの奥行を求める。図-6 には頂点 0 からの奥行を示す。図-6 では頂点 0 と各頂点とを最短で結ぶ線のみ表示し、それ以外の線は奥行の計算に関係しないため省略した。頂点 0 はどの頂点に対しても 2 回以内の移動で到着でき、奥行 2 の頂点が 6 個（頂点 5, 6, 7, 8, 9, 10）、奥行 1 の頂点が 4 個（頂点 1, 2, 3, 4）ある。この結果から、頂点 0 の平均奥行 MD_0 は、式(1)のように得られる。

$$MD_0 = \frac{2 \times 6 + 1 \times 4}{10} = 1.6 \quad (1)$$

これを式(2)より RA 値に変換する。 MD_i は頂点 i （つまり、軸線 i ）の平均奥行を意味する。さらに、式(3)より頂点 i （軸線 i ）の統合値 I_i を求める。なお、 k は隣接グラフの頂点数（軸線数）である。

$$RA_i = \frac{2(MD_i - 1)}{(k - 2)} \quad (2)$$

$$I_i = \frac{2 \left[k \left\{ \log_2 \left(\frac{k+2}{3} \right) - 1 \right\} + 1 \right]}{RA_i (k-1)(k-2)} \quad (3)$$

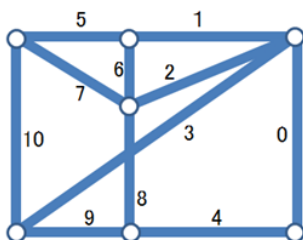


図-4 軸線図の例（数字は各軸線の番号）

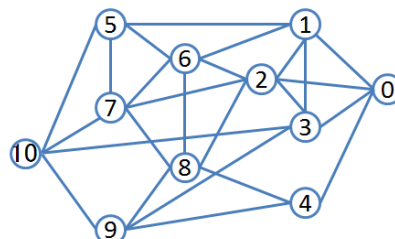


図-5 隣接グラフの例

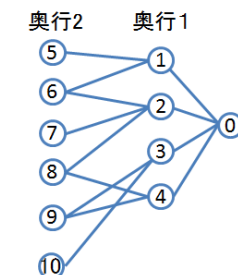


図-6 頂点 0 からの奥行

4.2 輸送ルートのグラフ化

千葉市稲毛区内のバスルートを対象とし、スペースシンタックス理論による統合値の算出に必要な軸線のグラフ化を行う。グラフ化にあたり交点と軸線を設定する。交点はバスルートの交差点とし、軸線はバスルートとした。コンビニエンスストアの連絡に直接関係のない行き止まり道路は解析対象から除外した。

4.3 避難場所への移動効率の評価

輸送ルートの軸線図化を行い、統合値を算出した結果を図-7に示す。軸線上に示した数字は、各ルートから直角方向100m以内に存在するコンビニエンスストアの店舗数を表している。また、丸で囲った数字は各ルートから直角方向100m以内に存在する避難場所の数を表している。基本的には各軸線上の数字が丸で囲った数字以上であることが望ましい。

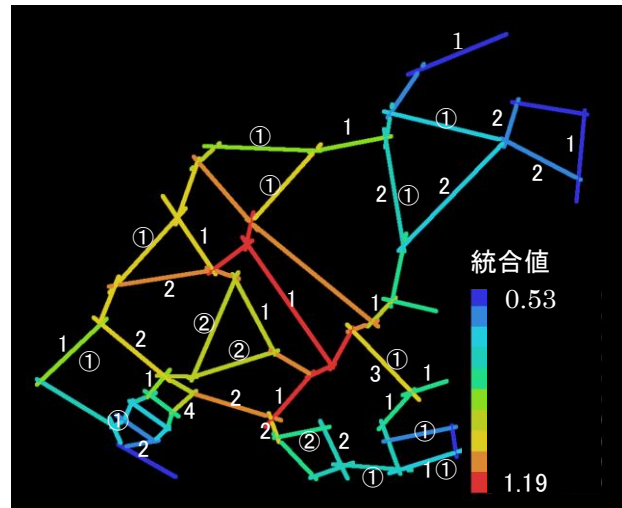


図-7 稲毛区全域のバスルートの統合値

図-7より、稲毛区の端に位置するバスルートは移動効率が低いことがわかる（青線）。このような移動効率の悪いルート付近に避難場所が存在した場合、近くにコンビニエンスストアがないと緊急支援物資の提供が困難になると考えられる。対策として、避難場所付近でのコンビニエンスストアの誘致や、移動効率の悪い避難場所に限り、備蓄の備えを拡充するなどが考えられる。稲毛区中心部に位置するバスルートは移動効率が高いことがわかる（赤線）。このような移動効率の高いルート付近に存在するコンビニエンスストアは、緊急支援物資拠点として有効な場所であると言える。したがって、該当するコンビニエンスストアは災害時にリーダーシップをとることが求められる。災害時にコンビニエンスストア同士でコミュニケーションをとり、緊急支援物資が足りないところへの援助を行うことが望ましい。

5. まとめ

本論文では安全・安心を実現するための社会資本整備の一つとして、コンビニエンスストアを社会資本（インフラ）と捉え、コンビニエンスストアの利活用方法のアイデアを提案した。今後、各行政体の財政状況は厳しくなることが予想されるなか、東北地方太平洋沖地震の際にも社会インフラとして機能したコンビニエンスストアが、災害時に行政体の補助的役割をこなすことは有効であるといえる。そこでコンビニエンスストアを緊急支援物資拠点として利活用する方法を提案した。本論文では利活用方法を使い、各行政体が管轄内のコンビニエンスストアの整備に役立ててもらうことを意図している。

課題として、コンビニエンスストア一店舗あたりが提供できる緊急支援物資の量と、避難場所に来る被災者の関係性を地域の人口分布から考慮する必要がある。また、輸送ルートとして選定したバスルートは行政区域外の考慮はしていないため、行政体同士のコミュニケーションによって移動効率が変化する。したがって行政区域外の輸送ルートも考慮する必要がある。また、今回の輸送ルートはバスルートを採用したが、地域特性を考慮した輸送ルートの選択は今後の課題であるといえる。（6112字）

[参考文献]

- 1) 参議院 公共事業をめぐる最近の動向と今後の課題～社会資本整備はどうあるべきか～
(2010)
- 2) 赤井伸郎：人口減少と少子高齢化が地方財政収支に与える影響の分析
- 3) 内閣府「PPP/PFI の抜本改革に向けたアクションプラン」(2013)
- 4) 「インフラ国勢調査部会」報告書「わが国におけるインフラの現状と評価」(2007)
- 5) 一般社団法人日本フランチャイズチェーン協会「社会インフラとしてのコンビニエンスストア宣言」進捗状況 (2011)
- 6) JFA とは
<http://www.jfa-fc.or.jp/particle/34.html>
- 7) 厚生労働省 行動政策の手引き
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/seisaku/syousika/030819/2.html#mokuji>
- 8) 避難場所・避難所一覧 (稲毛区)
<http://www.city.chiba.jp/somu/kikikanri/hinanbasyoinage.html>
- 9) 広域避難場所一覧
<http://www.city.chiba.jp/somu/kikikanri/hinanbasyokouiki.html>
- 10) 「コンビニ店舗情報【コンビニ生活】」
<http://www.cvsmap.com/>
- 11) 国土交通省 国土数値情報 ダウンロードサービス
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 12) 日本建築学会：都市・建築の感性デザイン工学，朝倉書店，2009.