

AH11205 石倉 浩一
指導教員 岩倉 成志

1.背景と目的

東日本大震災により甚大な被害を受けた三陸地域では、図1に示すように短期間で土地利用が急激に変化していく。このため、住民の移動パターンや人口分布も大きく変化することが予想される。住民の生活利便性の向上や、復興のさらなる促進のためにも、このような移動ニーズの変化に対応した公共交通ネットワークの迅速な再編は極めて重要である。

しかし、これまでのバス路線などのネットワーク計画は経験に依存したものであった。加えて、被災地では公共交通ネットワークの再編を検討するために必要な交通流動に関する統計データが存在しないという問題もある。

そこで本研究では、岩手県大船渡市を研究対象地域とし、公共交通、特にルートやダイヤの変更が容易な路線バスに着目し、刻々と変化する移動需要に応えられ、利用者と事業者の双方にとって最適な路線バスネットワークの構築のために、携帯電話の位置情報データと整数計画法を用いて簡易な道路ネットワーク上でバス路線を決定する手法を検討することを目的とする。

2.現地調査

利用状況やダイヤ、経路等の路線バスサービスの確認、現状の路線バスサービスの改善点の整理等を目的として、事業者インタビュー、乗車調査を中心とする現地調査を行った。

利用状況について、朝夕は通学利用、日中は自家用車を保有しない層の通院や、買い物等の需要が多いことが判明した。また、利用者からは乗換回数が多いと負担となるので、各地から市街地までの直通を求める声があった。

サービスの改正について、鉄軌道であれば需要予測や、利用状況の把握による交通サービスの改正等が行われるのに対し、大船渡市内の路線バスでは、

事業者が利用状況の把握自体を行っておらず、利用者からの要望のみでサービスの改正が行われていることが事業者インタビューよりわかった。

また、GPS ロガーにより走行経路、およびバス停留位置データを収集した。図1から、住宅等が密集しているにも関わらずバス路線の設定がない地区、あるいは現在バス路線が通っていない地区に今後建設される住宅が多いことがわかる。

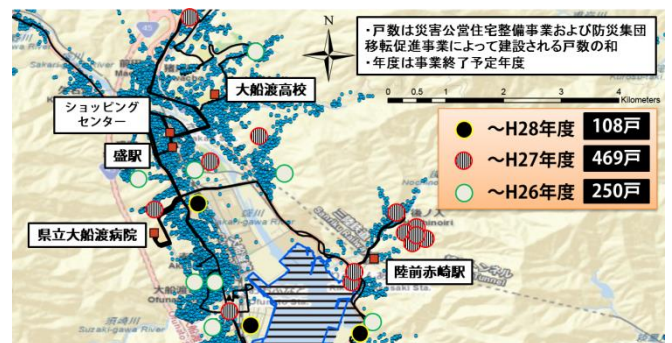


図1 大船渡市路線バス現況ネットワーク

3.分析対象地域

本研究では研究対象地域を岩手県大船渡市の市街地である盛駅周辺に設定した。盛駅周辺には起終点の異なる計11の系統が乗り入れている。しかし、図2現況1の通り、盛駅に乗り入れない経路や、図2現況2のような明らかに不適当と思われる経路も存在する。そこで本研究では図2に示す5停留所とその間の経路について分析の対象とする。

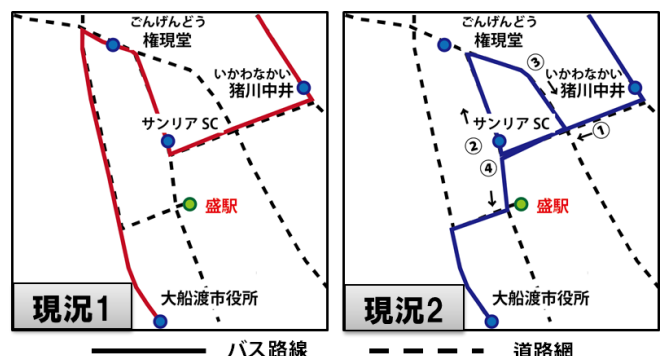


図2 盛駅周辺現況経路

4.分析手法

前述した5停留所について、利用者にとって最適な経路を導出する。本研究では、「多くの輸送人員をなるべく短い距離で輸送できる経路」を最適な経路と定義する。

目的関数は式(1)であり、各バス停間のODの輸送人員にOD間の輸送距離を乗じたものが最小になる経路が最適な経路である。また、式(2)(3)のような制約条件を入れている。

$$\min. \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 X_{OD(i,j)} C_{OD(i,j)} \quad (1)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_i l_{(i,j)} = 1, \sum_j l_{(i,j)} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_j X_{OD(i,j)} - \sum_j X_{OD(j,i)} = b_i \quad (3)$$

$X_{OD(i,j)}$: i, j 間の輸送人員
$C_{OD(i,j)}$: i, j 間の輸送距離
$l_{(i,j)}$: i, j 間の隣接行列 (0 or 1)
b_i	: 各点 <i>i</i> の発生量($b_i > 0$) 各点 <i>i</i> の集中量($b_i < 0$)

輸送人員の設定は、震災後の交通流動に関する統計データとしてNTTドコモのモバイル空間統計データを用いた。モバイル空間統計とはNTTドコモの基地局ごとの位置情報データをもとに推計された区域(メッシュ)内の時間帯別滞在人口のことであり、居住地情報が付与されている。移動手段や移動経路は把握できないが、ODパターンの精度はある程度確保されているという知見を得ている。また、国の統計データとは異なり、毎日1時間毎のデータの入手が可能のため、時々刻々と変化する交通流動を把握できる。本研究では平日朝7時台の5停留所が属する1kmメッシュの解像度のモバイル空間統計データを基に、前述した5つの停留所間で1時間あたりどのくらいの交通流動があるかという想定擬似OD表を表3の通り作成した。表中の1~5は図4の

表3 擬似OD表

$X_{od(i,j)}$	1	2	3	4	5	$\Sigma X_{od(i)}$
1	-	45	40	0	60	145
2	0	-	0	0	20	20
3	0	0	-	0	20	20
4	0	10	15	-	30	55
5	0	0	0	0	-	0
$\Sigma X_{od(j)}$	0	55	55	0	130	単位:人

バス停の番号に対応する。

輸送距離の設定は、まず起点と終点を設定し、残りの停留所を結ぶ経路の探索後、OD間の輸送距離を設定する。例えば1→5間のようにどの点も経由せず直接結ぶ経路が存在しない場合、1→2→3→4→5や1→3→2→4→5等、複数の経路が存在する。

5.分析結果

起点を1、終点を5に固定し、走行可能な経路を探索したところ、3経路を抽出できた。この3経路について C_{OD} を導出し、 X_{OD} を乗じたところ、1→3→2→4→5という経路、すなわち図5のような経路が最適であるという結果を得ることができた。

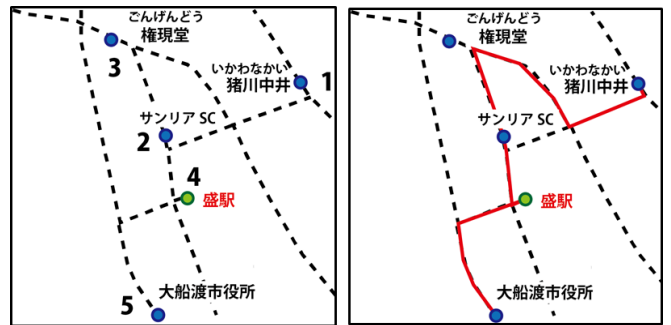


図4 設定道路網図 図5 バス経路推計結果

6.考察

本研究により得られた結果について以下に記す。

(a)モバイル空間統計から擬似OD表を作成し、それを基にバス経路推計を行ったが、モバイル空間統計の精度については今後現地で交通調査を行って確認する必要がある。

(b)路線バスネットワークの構築にあたっては、事業者コスト、収支、車両・乗務員運用、ダイヤ等の要素を考慮する必要があるが、それらの要素についての分析は今後の検討課題といえる。

(c)今後、バス停や経路が増えた場合に前述した目的関数や制約条件では最適解が出力されない可能性が高くなるため、GA(遺伝的アルゴリズム)等の最適化手法を用い、近傍解を求める手順が必要となると考える。

7.まとめ

現地調査、モバイル空間統計によるODデータ作成、バスネットワーク最適化を行い、本格的な公共交通ネットワーク構築に向けた予備的な分析ができた。