

運送会社のロジスティクスを改善する配置問題の検討

○高橋朋康 山本学 寺野隆雄 (東京工業大学)

Investigation of allocation problem to improve the logistics of Transportation Company

* T. Takahashi, G. Yamamoto and T. Terano (Tokyo Institute of technology)

Abstract— Planning of logistics networks linking logistics facilities across multiple types of supply chain management, is one of the decision-making that takes into account the cost of transport. In this paper, we consider about the logistics network of multiple logistics between facilities in the transportation industry. In particular, we propose a logistics network obtained by moving the facilities to manage the upstream collection and delivery facility. It is a proposal aimed at improving the operation in the work by satisfying the amount and conditions given path, to accommodate the minimum cost flow problem.

Key Words: Logistics network, minimum cost flow problem.

1 研究背景

1.1 宅配業界について

宅配便事業が創造されたのは、1920年代である。そこから、1980年代にはゴルフバックやスキー板といった特殊商品の配送も扱われ、顧客の潜在ニーズを掴みながら宅配便の市場も拡大していった。

そして、昨今ではインターネットなどを利用した通信販売に係る商品開発による需要拡大や各社の営業努力による新規需要開拓などにより前年度を上回った事業者もいたことから、全体の実績として増加となっている。平成24年度の宅配便取扱量は、35億2600万個となっており、これは前年比3.7%の増加となっており3年連続で対前年度増加の傾向にある¹⁾。

一方、90年以降はほぼ一貫して一口当たりの平均重量は低下している。小口化の進展はサービス需要拡大の景気となる反面、輸送回数の増加や積載率の低下などを生じさせており、物流事業者は効率改善に向けた様々な対応を余儀なくされている²⁾。

1.2 物流形態に関して

宅配業において、十分なサービスを提供するために必要不可欠なのは配送ネットワークである。それらを機能的に展開するために、2種類の拠点施設がある。輸送拠点は、全国に70ほど展開されており、荷物の仕分けに特化した大型物流施設である (Fig. 1)。



Fig.1: Transportation bases in country.

ステーションを複数管轄し、管轄エリアを越える長距離におよぶ荷物の輸送の際は、この施設を介して行われる。あて先の地域性が同じであれば、まとめて大型トラックで運ぶ“組み換え方式”の性質上 (Fig. 2), この施設を通して直接顧客と取引を行うことは無い。

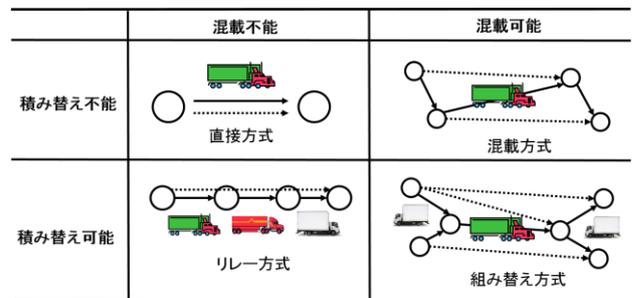


Fig.2: Type of transportation

ステーション施設は全国に約6000構えており、顧客に近い距離に展開する事で荷物を集配送する。

輸送拠点から、荷物が届いた後、さらにあて先ごとに細分化して、小型トラックへ積み込む。そして、1日3回の顧客への配送作業が行われることで、顧客の下へ商品が届く。

これらの施設を活用する事で、長距離におよぶ輸送でも時間指定便や当日配送といったサービスが提供されている。2種類の施設における荷物の流れはFig3に示す通りである。

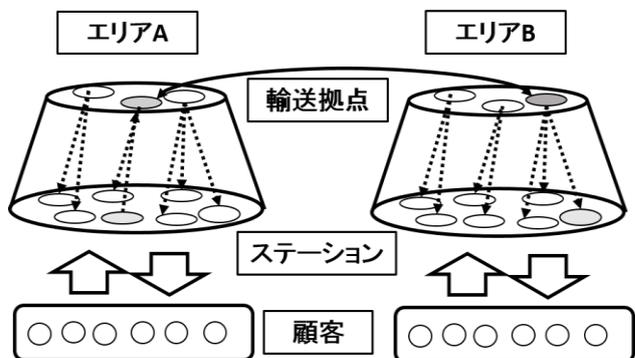


Fig.3: Overview of the logistics.

1.3 産学連携での課題

配送コストの削減を実現するために、配送効率の向上が考えられている。

輸送拠点とステーション間の物流ネットワークに関しては、管轄拠点として輸送拠点が適切な位置に展開していることが重要となってくる。ステーションは、数多く展開する事で、全国における決め細やかなサービスを提供可能としたのに対し、輸送拠点は長距離の移動を効率よく行うことを目的に作られる施設のため、最適な配置を考えなくてはならない。また、輸送拠点間の物流ネットワークに関しては、配車計画によって作業の効率性に影響が出てくるものと考えられている。特に東京エリアでは、荷物を受け入れるトラックの本数に対して、発送するトラックの台数は少ない。荷物の発着便のバランスを取れるような配車計画を考えなくてはならない。

こういったロジスティクスの問題に対して企業は、勘と経験に基づいた意思決定を行うことが少なくない。

そのため、本研究では施設間の輸送に関するロジスティクスを改善する配置問題を検討し、現状と比較した上で効率的な改善案を提案することを目的とする。

2 先行研究

2.1 重心位置

任意の点から、物流量を加味した上での重心位置を決定する手順を以下に示す。

- (a) 重心位置を求めるに当たり、住所から任意の施設の緯度、経度をGISから取り出す。
- (b) 任意の施設 A_k の位置情報を (X_k, Y_k) とする。
- (c) 任意の施設 A_k における物流取扱量を Q_k とする。そして、全体の中での物流量の重みを Z_k とする。

$$Z_k = \frac{Q_k}{\sum_{k=1}^n Z_k} \quad (1)$$

- (d) 重心位置 (x_g, y_g) を以下の式で求める。

$$X_g = \{(X_1 \times Z_1) + (X_2 \times Z_2) + \dots + (X_n \times Z_n)\} \quad (2)$$

$$Y_g = \{(Y_1 \times Z_1) + (Y_2 \times Z_2) + \dots + (Y_n \times Z_n)\} \quad (3)$$

- (e) 得られた (x_g, y_g) 緯度、経度を地図情報へ入力し、重み付き重心の住所を得る。

2.2 輸送計画問題

最小費用流問題とは、「有向グラフ $G(V, E)$ と各辺 $(i, j) \in E$ に対する単位フローあたりの非負整数コスト $c(i, j)$ 、各辺に流すフロー上限値の非負整数容量 $u(i, j)$ 及び始点から終点に流す最大フロー k が与えられたとき、流量が k でありかつ、各辺に流れるフロー $f(i, j)$ とコスト $c(i, j)$ の積の総和で求められる $z(f)$ が最小であるフロー f を求めよ」と定義される問題で、輸送計画問題などに広く応用されている³⁾。

数多くの制約条件を伴う多目的ネットワークモデルとして定式化されているが、NP困難な組み合わせ最適化問題となる。そのため、メタヒューリスティクスを用いた計算により近似算法で、精度の高い解を得る必要性がある。

本研究では、メタヒューリスティクス解法を用いた数理ソルバーを用いることで輸送計画問題を解いている。

3 分析

東京地域と千葉地域の配送ネットワークを例にとり、輸送拠点とステーション間の配送ネットワークの分析を行う。

東京地域の分析では、1つの輸送拠点施設に関する最適配置問題を考える。ステーション施設の位置、数は固定し、輸送拠点の移動によって得られる効果と配車計画を組み直す事による全体を通してのコストや効率の変化を観察する。

千葉地域の分析では、1つの輸送拠点施設で管轄しているが、輸送拠点施設数を2つに増やしたケースを考える。1つは成田に展開する事を仮定するが、もう一方の拠点に関しては未定である。そのため、管轄するエリアの選定を行い、新たな候補地を決定する事を目的とする。

3.1 東京輸送拠点の分析

東京地域の1輸送拠点とその管理下にある69ステーションの位置関係は以下の通りとなっている。(Fig.4)

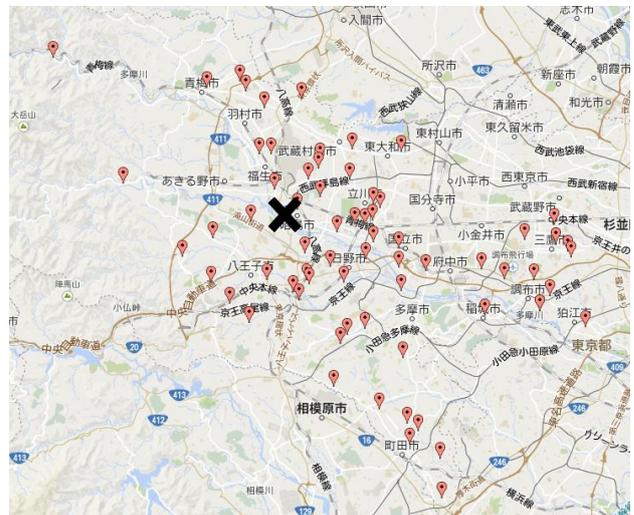


Fig.4: The facility location in the Tokyo area before

これらステーションの業務は大きく分けて、①朝積み込み②午前中配送③午後配送④集荷⑤夜間配送と分かれており、輸送拠点から決まったスケジュールで荷物が運ばれてくることから業務が始まる。①の朝積み込みの作業が遅れると、1日の業務全体に影響を及ぼすため、拠点間輸送をスケジュール通り行うことが、重要な課題である。

Fig.4 の現状位置に対し、式(1)~(3)を用いて、重みを加味した重心位置へ輸送施設を移動させたものを Fig.5 に示す。

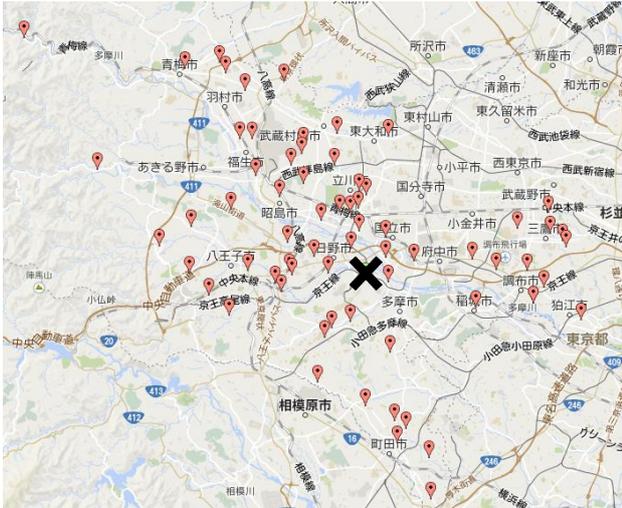


Fig.5 : The facility location in the Tokyo area after moving

輸送施設の移動後、最小費用流問題を用いて配車計画を解いた。トラック輸送における制約は table.1 に示す。

Table.1: Constraints of transportation vehicles.

最大積載量(t)	10
最大積載荷物量(個)	500
輸送拠点積み込み時間(分)	60
ステーション積み込み時間(分)	30

また、このトラックの輸送する時間帯は、6:00~22:00 と仮定している。コストは、(荷物の個数)×(移動距離)で求めており、輸送拠点の移動によって、12.8%改善される事が明らかになった。荷物1つあたりの移動距離は、輸送拠点変更前だと 16.75km に対し、変更後では 14.60km となっており、改善の効果が観測された(table.2)。

Table.2: Comparison of the result after optimization and the current state of transport distance and cost.

	世界測地系ベース	
	経度	緯度
東京輸送施設	139. 3392	35. 69829
移動後の輸送施設	139. 4199	35. 65705

また、現状位置と移動後の施設の移動距離は 7km となっており、位置情報は以下のようになった(Fig.7)。拠点 A は現状の位置に対して、拠点 B は移動させた場合の位置となっている。地図上、右下の東京寄りの地域で、取り扱い物流量が相対的に多い事から、このような結果になったと考えるの

が自然である。



Fig.7: The figure before and behind movement of the facilities position of the Tokyo area.

3.2 千葉輸送拠点の分析

千葉地域の 1 輸送拠点とその管理下にある 70 ステーションは以下の通りとなっている(Fig.8)。

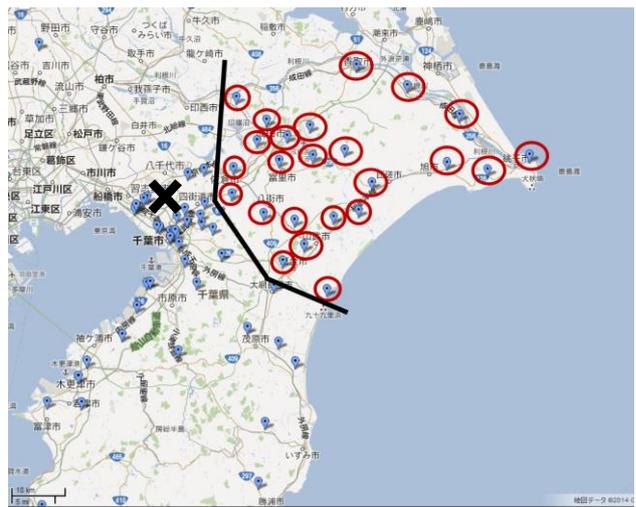


Fig.8: The stations facility location in the Chiba area.

物流量の増加や、ステーションへの距離が大きい性質から、1 輸送拠点では管轄が難しくなっている。そのため、成田に輸送拠点を設けることを仮定する。実際の業務から、成田の輸送拠点は千葉拠点のそれと比べ半分程度の機能を持つものとする。それに比例して、千葉と成田の管轄するステーション施設も 2:1 に割り振る。成田に割り振るステーションは 24 施設で、千葉輸送拠点から遠く成田輸送拠点に近い施設を選んだ。Fig.8 地図上の黒線を境に管轄するステーションを別けている。

新しく移動した千葉輸送拠点とステーションに関する位置関係を Fig.9 に示す。房総半島における物流量に引っ張られる形で、以前に比べ直線距離にして 18.3km 移動した。道のり距離に換算すると、28.9km となっている(Fig.10)。



Fig.9: The figure before and behind movement of the facilities position of the Chiba area.

4 まとめと今後の課題

東京の物流施設の最適施設配置に関して性能評価を行った。物流施設の重心位置を求めた後、最小費用流問題を用いて配車計画を解くことにより、輸送効率上がる事が確認できた。

今後は、最小費用流問題を用いた配車計画を通して各ステーション間の輸送量変化や物流需要の密度に着目した輸送量の変化を考えたい。また、輸送施設と各ステーション間の輸送トラックの動きを分析することで、組み換え方式のネットワークの特徴を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省, “平成 24 年度宅配便等取扱個数の調査及び集計方法” 2013. [Online]. Available: <http://www.mlit.go.jp/common/001007227.pdf>
- 2) 日本政策投資銀行：物流の新しい動きと今後の課題 — 3 P L (サードパーティ・ロジスティクス) からの示唆 —, 調査 25 号, (2001)
- 3) 慶祐, 高藤, 田岡, 渡邊：最小費用流問題アルゴリズムに対する実験的性能評価(セッション 4), 情報処理学会研究報告, アルゴリズム研究会報告 2006(7), 67-74 (2006)