

東日本大震災における救援物資ニーズの時間的変化に関する研究

東北大学 非会員 ○ブンポン健人

東北大学 正会員 奥村 誠

東北大学 正会員 大窪 和明

1. はじめに

東日本大震災では、岩手・宮城・福島の前北 3 県を中心に多くの自治体・企業が被災したことで東日本の物流機能が弱まり、これらの地域を中心として物資不足が発生した。そのため被災地外から被災地に向けて多くの救援物資が送られたが、これらの物資が必ずしも被災地のニーズに合致していたとは限らず、不要な物資が被災地の倉庫を圧迫していた事態も報道されている。その大きな要因としては、日々刻々と変化する被災地のニーズを把握出来なかったため、被災地外の送り手が必要性の少ない物資を収集・発送してしまったことが挙げられる。

今後の発生が予測される首都直下型地震や東海・東南海・南海地震でこれらの事態を繰り返さないために、被災地のニーズが時間的にどのように変化したのかを把握し、社会の共通認識とする。

2. 研究方法

(1) 使用データ：仙台市要望書

2011/3/16～4/23 の期間に、仙台市内にある各避難所が、どのような物資の配送を希望したかを 1 日 1 度回答したデータである。

(2) 分析方法

各避難所が必要とする物資はその避難所が置かれる地域の被災状況により異なるため、ある避難所から「発災後何日目に」物資が要望されたかは重要ではなく、「どのような順番で」物資が要望さ

れたかを定性的に理解することが、物資ニーズの時間的変化を把握することにつながる。そこで物資 i のニーズが物資 j のニーズよりも先に発生する状態を iRj と呼ぶことにし、このニーズの前後関係を有向グラフとして表現することを考える。

STEP1：前後関係の（絶対的）強さを表す行列

a_{ij} ： i が j よりも先に要望され始めた避難所の数

$$A = \{a_{ij}\} \quad (1)$$

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^s a_{ij}^k \quad \forall i, j \in G \quad \forall k \in S \quad (2)$$

$$d_i^k < d_j^k \rightarrow a_{ij}^k = 1 \quad \forall i, j \in G \quad \forall k \in S \quad (3)$$

$G = \{1, 2, \dots, g\}$ ： g は物資の種類数

$S = \{1, 2, \dots, s\}$ ： s は対象避難所数

d_i^k ：避難所 k で物資 i の初要望時の発災後日数

(発災日 2011/3/11 を 0 日とする)

STEP2：前後関係の（相対的）強さを表す行列

$$B = \{b_{ij}\} \quad (4)$$

$$b_{ij} = \max\{a_{ij} - a_{ji}, 0\} \quad \forall i, j \in G \quad (5)$$

STEP3： iRj を決定するための行列

c_{ij} ： iRj が成立しているか否か

$$C = \{c_{ij}\} \quad (6)$$

$$c_{ij} = 1 \quad (b_{ij} \geq U)$$

$$c_{ij} = 0 \quad (b_{ij} < U) : U \text{ は閾値(任意)} \quad (7)$$

こうして得られたニーズの前後関係 iRj を表す関係行列 C を、有向グラフとして表現する。その際、以下のルールを設け紙面の上に向かうほど日数を経るようにする。

キーワード：災害ロジスティクス、救援物資

連絡先：〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1 通研 2 号館 TEL 022-217-6379

h_i, h_j は物資 i, j のグラフの底からの高さ

条件 {対象避難所、閾値 U } を変更して、閾値を変化させても変わらない関係（頑健な関係性）や、対象地域を変更して初めて現れる関係（地域性に依存する関係性）を抜き出す。まずは、各区を対象地域として抜き出された関係を b_{ij} の値が大きい順に並べたものを図 1 に示す。なお、区名と前後関係の右にある括弧内の数字はそれぞれ対象避難所数と b_{ij} の値を表している。

青葉区(46)	太白区(43)	泉区(37)
水一米(28)	菓子・菓子パン水(34)	水一米(28)
水一おむつ(26)	水一米(34)	水一寝具(28)
菓子・菓子パン米(25)	米一寝具(33)	菓子・菓子パン水(27)
パン・カップめん(24)	カンパン菓子・菓子パン(33)	カンパン寝具(26)
パン一果物(24)	水一生理用品(29)	水一カセットボンベ(25)
	生理用品一おむつ(29)	...
	マスク一おむつ(29)	水一消毒液・うがい薬(23)
	...	水一粉ミルク(20)
	水一消毒液・うがい薬(28)	
	水一粉ミルク(27)	

若林区(26)	宮城野区(41)
アルファ米一カセットボンベ(13)	パン一缶詰(18)
アルファ米一肌着(女)(12)	パン一肌着(女)(17)
果物一スープ(12)	パン一肌着(男)(17)
アルファ米一水(11)	パン一果物(16)
ゴム手袋一食器用洗剤(11)	...
アルファ米一食器(11)	アルファ米一インスタントカレー(15)

図 1 をみると内陸の青葉・太白・泉区は似た種類の物資が前後関係を持っているが、津波被害を受けた沿岸部を含む若林・宮城野区は上記 3 区とは異なり「アルファ米」などの調理器具が不要な食料や衣類が多く要望されていることがわかる。ここで青葉・太白・泉区と若林・宮城野区に分けて行列 C を作成した結果を図 2、図 3 に示す。なお赤いノードで繋がれた経路は最長な経路となっており、最長経路に属する物資は閾値を変えてもほぼ一定で、図 1 で見た物資の多くも最長経路に属している。一方、短い経路で止まっている物資はよりよい代替品が見つかった物資や、実際には被災地で不要だった物資を表していると考えられる。例えば、図 3 において加熱が必要な「パックご飯」や「米」は水だけで食べることができる「アルファ米」に代替されたと考えられる。

本研究では、2 物資間のニーズの前後関係を用いて救援物資ニーズの時系列変化を定性的に把握した。しかし、実際に震災が発生した際に被災地のニーズを正しく推測するためには、物資ニーズ

ノードの大きさと要望数

ノード	ノードの大きさ	要望数
日用品	10	10
衣類	50	50
文房具	100	100
その他	200	200
その他	300	300
食料品	10	10
飲料	50	50
調味料	100	100
加工食品	200	200
生鮮食品	300	300

ノードの大きさと要望数

ノード	ノードの大きさ	要望数
日用品	10	10
衣類	50	50
文房具	100	100
その他	200	200
その他	300	300
食料品	10	10
飲料	50	50
調味料	100	100
加工食品	200	200
生鮮食品	300	300

図 3. 若林・宮城野区 (閾値 15)