

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 15 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350428

研究課題名(和文)大規模災害発生時における人道支援サプライ・チェーン・ネットワーク設計方法の開発

研究課題名(英文)Development of Humanitarian Supply Chain Network Design Method at the Time of Large Scale Disaster Outbreak

研究代表者

開沼 泰隆(Kainuma, Yasutaka)

首都大学東京・システムデザイン学部・教授

研究者番号：90204312

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、近年日本で発生している震災において問題となっていた、災害救援物資を被災者のいる避難所まで配送する、ラストマイルの部分に着目した。そして、発災後の時間の経過と複数の評価指標を考慮することによって、発災後の状況に応じたより効果的な配送を行うための、救援物資配送の多目的決定方法を提案した。

人道支援ロジスティクスで必要とされる効率性、平等性、有効性の三つの評価指標について考察した。特に、発災後の救援物資配送の決定方法としては、ある一つの指標のみを考慮するのではなく発災後の時間の経過とともに必要とされる考え方は変化し、さまざまな視点から考慮する必要があると考えた。

研究成果の概要(英文)：In humanitarian supply chains, there is a need to consider how to distribute the limited relief supplies that have not been prepared sufficiently to each shelter. It is important to consider not only reducing the distribution cost but also how to deliver goods quickly to satisfy the demands of shelters. Therefore, three metrics have been proposed for humanitarian supply chains; efficiency, equity, and efficacy. The objective of this paper is to define the metric of efficacy to minimize distribution time to each shelter considering the relief goods arrival. Next, we investigate not only optimization by one of each metric but also multi-objective optimization by the three metrics. We formulate multi-objective mathematical model by the multiple metrics and carry out the optimization by using the model. It suggests that the proposed multi-objective model is very promising in dealing with complicated humanitarian supply chains.

研究分野：オペレーションズ・マネジメント

キーワード：災害救援 人道支援 サプライ・チェーン ネットワーク設計

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日14時46分18秒、未曾有の震災と言われる東日本大震災が日本を襲った。東北地方太平洋沖地震は、1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災と比較しても、日本における観測史上最大規模の大震災となった。被害は壊滅的なものであったが、特に震災によって引き起こされた問題の一つとして、被災地へ必要な救援物資(日本政府は「緊急支援物資」を使用している)が届いていないということが挙げられる。これは大規模な災害が発生した時に救援活動を全体的にマネジメントする組織が無く、救援物資の配給に手間取ったり、地域ごとの支援の厚さに濃淡があったことに起因している。つまり、救援物資が適切に配給されなかったことで、人々の苦しみが大きくなったのではないかと考えられる。したがって、被災者の苦しみを軽減させるためのサプライ・チェーンの適切な設計(物資の受け取り、仕分け、保管、状況把握、需要予測、調達など)を行うことが重要になってくる。災害時のサプライ・チェーンを設計する上でのゴールは、情報が不確実な状態の中で、物資の需要と供給に素早く反応して、“必要なとき”に“必要なもの”を“必要な量”だけ素早く届け、被災者の満足度を向上させることである。総務省や国土交通省等では、当時の救援物資の輸配送に関するロジスティクスの面からの検討が多くなされているそれらの東日本大震災における救援物資の輸送についての検討の結果、以下の課題が明らかになった。

(1) 救援物資の輸送方法

災害時における救援物資の輸送方法は、①被災地外から都道府県レベルの1次集積所、市町村レベルの2次集積所、避難所レベルの3段階に分類することができる。今回の災害の各レベルでの状況は、以下の通りであった。

①政府の緊急災害対策本部または都道府県が物流業者に救援物資の輸送を要請したために、1次集積所までの輸送については震災発生翌日の未明から相当数の救援物資が被災地に届けられた。

被災地の各県の1次集積所では、全国各地から届けられた救援物資が滞留してしまうという事態が発生してしまった。この理由は、県の職員が救援物資の仕分けや配分を行なったことによる遅延や各市の被災地で必要な物資と救援物資の間で品目や量の面での不一致が発生したことに起因する。

避難所への救援物資配送では、避難所が非常に多かったために、避難所ごとの必要物資の情報(品目、量)の情報が正確に伝わらなかったことや情報の不確実さに起因する不公平性が起こってしまい、きめ細かな対応ができなかった。

(2) 救援物資供給の過不足

東日本大震災の被災範囲は広範囲にわたり、「必要なとき」に、「必要なもの」を、「必

要な量」だけ届けるという救援物資供給がうまく機能せず、物資の過不足が生じ被災者に大きな心労を負わせることになってしまった。救援物資過不足の原因は以下のように考えられる。

①一般に災害時の救援物資供給計画では、「72時間内は可能な限り被災地内での備蓄物資や店舗の在庫物資でまかなうこと」が原則である。今回の災害では、倉庫内在庫、店舗内在庫も被災してしまったために備蓄・在庫が全くない状況であった。

1次集積所、2次集積所に集まった救援物資を円滑に下位レベルの避難所に届けるためには、品目別、市町村別、避難所別に仕分けしておく必要がある。今回は物流のプロではなく地方自治体の職員がその任に当たったために、仕分け作業の非効率化、搬出に時間を要するなどの問題が発生してしまった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、大規模災害の混乱状態の中で被災者の満足度の最大化、すなわち、満たされない需要の最小化を目的として、救援物資を平等に届けるためのサプライ・チェーン・ネットワーク設計方法を提案することである。ここで、大規模災害には地震・津波による災害、台風・ハリケーンによる災害、山火事による災害等があるが、本研究では被害の規模の大きい地震・津波による災害に焦点を当てる。先に述べたような東日本大震災等の大規模災害における救援物資輸送の課題を克服する、迅速な人道支援サプライ・チェーン・ネットワーク設計方法を開発することである。そのためには、(1)被災地での需要の変化に対して俊敏に対応すること、(2)救援物資を提供者から調達し、必要とする被災者のもとに届くまでの物資の流れに関して、プッシュとプル境界をどこにするかというプッシュ・プル境界設定問題、つまり調達した救援物資をどこまで見込み量で送り、どこから被災者の需要に基づいて必要なものを必要な分だけ配るようになるかという在庫拠点を決定し、(3)救援物資を公平に被災地に届ける多品種ネットワークフロー・モデルを提案することにより、各避難所に平等に救援物資を配給し、かつ各避難所における被災者の満たされない重要を最小化することを検討する。

3. 研究の方法

本研究の目的は、「大規模災害発生時における人道支援サプライ・チェーン・ネットワーク設計方法の開発」であり、世界各地で発生している大規模災害発生時における人道支援サプライ・チェーンをいかに有効に機能させて「必要なもの」を、「必要なとき」に、「必要な量」を迅速に届けるネットワーク設計方法を提案しようとするものである。

本研究では、まず東日本大震災、スマトラ

島地震の被害，トルコ東部地震の被害等の調査を行い，それぞれの地域に適した人道支援サプライ・チェーン・ネットワークの設計方法を提案し，その有効性を検討する．この設計方法の提案によって，同様の災害が発生した際には俊敏なオペレーションを実行することができると考えられる．さらに，地域特有の要因もあると考えられるが，大規模な災害におけるオペレーションに共通する一般化が可能な部分を抽出し，それを基本的なモジュールとして捉え，地域的要素を加えることによって，人道支援サプライ・チェーン・ネットワーク設計が可能となると考えられる．このテーマに関する研究は緒に就いたばかりであり，事例も含めた研究は非常に少ない．東日本大震災を経験した我々が，人道支援サプライ・チェーン・ネットワーク設計方法を提案し，東日本大震災時のデータを用いてその有効性を検討し，その結果を世界に向けて発信することは非常に大きな意義がある．すなわち東南アジア，中近東，中米の世界各地で発生している大規模災害発生時に効果的な運用方法を提供することができると考えられる．

4. 研究成果

3年間の研究期間における成果は以下の通りである．

(1) ロジスティクス・モデル設計

① 東日本大震災におけるロジスティクス

日本におけるこれまでの災害では，被災地において必要とされる物資は原則として地方公共団体（各都道府県，市町村及びその関係する団体）が物資を調達する方式となっていた．しかし，今回の震災は前例のない大規模災害となり，国が中心となって物資の調達や輸送を実施することとなった．また，物資の提供も地方公共団体のみならず，民間企業や個人，NPO法人，各種団体から多く受ける形になった．物資の多くは関東や西日本から調達され，東北各県の集積所（1次集積所）へ輸送，その後各市町村の集積所（2次集積所）に送付され，避難所の要求に応じて避難所へ配送される構造（PULL方式）となっていた．しかしながら，防衛省の「東日本大震災への対応に関する教訓事項について（中間取りまとめ）」によると，救援物資の受け取りや仕分け，配送に関して組織的なマネジメントが行われなかったとされている．

多品種ネットワーク・フロー・モデル

東日本大震災に関する様々な報道でもあったように，老若男女の被災者のニーズは多岐に渡っていた．Özdamarらの研究においても，被災者の様々な需要に応えるべく，多品種ネットワーク・フローの考えを用い，ノード間のネットワーク容量を超えないようにする等の制約条件が組み込まれていた．本研究も多岐に渡るニーズに応えられる多品種ネットワーク・フローに関するモデルを検討した．

添え字

i : 必需品の品数の添え字． $i=1,2,\dots,I$

m : 市町村レベル集積所のノード数の添え字． $m=1,2,\dots,M$

n : 避難所ノード数の添え字． $n=1,2,\dots,N$

t : 対象期間の添え字． $t=1,2,\dots,T$

パラメーター

t_n : 県レベル集積所から市町村レベル集積所へ向かう時のリードタイム

t_m : 市町村レベル集積所から避難所へ向かう時のリードタイム

Cap_C : 県レベル集積所から市町村レベル集積所へ向かう輸送車両の容量

Cap_S : 市町村レベル集積所から避難所へ向かう輸送車両の容量

Y_t^C : t 期の県レベル集積所から市町村レベル集積所へ向かう車両台数の上限

Y_t^S : t 期の市町村レベル集積所から避難所へ向かう車両台数の上限

w_i : 必需品 i の単位重量

D_{nt}^i : 避難所 s_n における必需品 i の t 期の需要量

S_{nt}^i : 県レベル集積所における必需品 i の t 期の供給可能量

決定変数

y_{mt}^C : 県レベル集積所から市町村レベル集積所 C_m へ向かう t 期の車両台数

y_{mt}^S : 市町村レベル集積所から避難所 s_n へ向かう t 期の車両台数

C_{mt}^i : 県レベル集積所から市町村レベル集積所 C_m に運ばれる必需品 i の t 期の物資量

s_{nt}^i : 市町村レベル集積所から避難所 s_n に運ばれる必需品 i の t 期の物資量

ς_{nt}^i : 市町村レベル集積所から避難所 s_n に運ばれる必需品 i の t 期のバックオーダー量

C_{nt}^i : 県レベル集積所から市町村レベル集積所 C_n に運ばれる必需品 i の t 期のバックオーダー量

X_{nt}^i : 市町村レベル集積所から避難所 s_n における必需品 i の t 期の充足率

X : 最低充足率

目的関数

$$\text{maximize } X \quad (1)$$

制約条件

$$s_{nt}^i + \varsigma_{n,t-t_n}^i = D_{nt}^i + \varsigma_{nt}^i \quad \forall i,n,t \quad (2)$$

ただし， $\varsigma_{n0}^i = 0$ とする．

$$c_{mt}^i + i_{m,t-t_m}^i = D_{mt}^i + i_{mt}^i \quad \forall i,m,t \quad (3)$$

ただし， $i_{m0}^i = 0$ とする．

$$X_{nt}^i = \frac{s_{n,t+t_m+t_n}^i}{D_{nt}^i} \quad \forall i,n,t \quad (4)$$

$$1 \geq X_{nt}^i \geq X \quad \forall i,n,t \quad (5)$$

$$Cap_C y_{m,t+t_m}^C \geq \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T W_i c_{m,t+t_m}^i \quad \forall_{m,t} \quad (6)$$

$$Cap_S y_{n,t+t_2}^S \geq \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T W_i s_{n,t+t_2}^i \quad \forall_{n,t} \quad (7)$$

$$Y_{t+t_m+t_n}^C \geq \sum_{m=1}^M y_{m,t+t_m+t_n}^C \quad \forall_m \quad (8)$$

$$Y_{t+t_m+t_n}^S \geq \sum_{n=1}^N y_{n,t+t_m+t_n}^S \quad \forall_n \quad (9)$$

$$c_{m,t+t_m+t_n}^i \geq \sum_{n \in N} s_{n,t+t_m+t_n}^i \quad \forall_{i,n,t} \quad (10)$$

$$s_t^i \geq \sum_{m,t} c_{m,t}^i \quad \forall_{i,t} \quad (11)$$

$$y_{m,t}^S \geq 0, y_{m,t}^C \geq 0 \text{ かつ } \text{整数} \quad (12)$$

$$c_{m,t}^i \geq 0, s_{m,t}^i \geq 0 \quad (13)$$

式(1)は目的関数であり、各避難所の各物資の最低充足率の最大化を目指した目的関数である。式(2)及び式(3)は、バックオーダー分の物資供給に関する流量保存式、式(4)は各充足率を求めるための式であり、式(5)はその各充足率の範囲を表している。そして、その時の最低充足率を X とし、その X を最大化するモデルが目的関数の式(1)となっている。

様々なメディアで報告されたように、各避難所において被災者の満足度に大きな格差があった。例えば、『河北新報特別縮刷版 3.11 東日本大震災 1ヶ月の記録』によれば、宮城野区他2市では、食糧がほとんどない状況であるが、おむつや毛布等が多く在庫となっていたとされている。これらの要因は緊急事態における「マネジメント不足」と「情報把握不足」が挙げられると考えられる。そこで、このような物資の供給が十分に行えない状況への対策として、充足率に着目した検討が必要だということが考えられる。

東日本大震災を事例とした数値実験

岩手県野田村は、岩手県のリアス式海岸に面する人口4,632人の村であり、今回の震災で大きな被害を受けた村の一つで、ピーク時に避難所は村内に8か所、避難者も680人上った。これらの値を用いて数値実験を行った。

(2) 物救援資配送の多目的評価方法

① 評価指標と発災後の期間の関係性

ものを届けるという点ではコストをできる限り抑えた配送は、物資を供給する側にとって重要な視点である。しかし、発災直後の救援物資の配送では、コスト重視の配送が人道支援として常に必ずしも適切であるとは限らない。そこで、コストを考慮する効率性の評価指標は発災直後の状況よりも、発災後からある程度期間が経った後で有効とされるものであると考える。

また、限られた物資の各避難所への公平な

配送は、被災者の視点から災害救援として発災直後から一貫して目指されるべきである。よって、平等性の評価指標は発災後の期間にかかわらずに重要である。

そして、有効性の評価指標に関して、発災直後はとにかく物資を避難所へ届けることが必要で、特に迅速な配送は被災者にとって重要である。しかし、逆に発災後から時間が経てば、迅速な対応と変わって供給側のコスト面の考慮の必要性が増してくると考えられる。

モデルの概要

東日本大震災や平成28年(2016年)熊本地震では、救援物資の配送は基本的には発送拠点から県レベルの一次集積所、市町村レベルの二次集積所を経て避難所へと運ばれていたが、二次集積所から避難所までの配送が思うように進まなかったという問題があった。そこで、本研究で検討するモデルは図1に示すようにラストマイルの配送に着目した。一か所の二次集積所から N か所の避難所への配送で、配送の手段はトラックの使用を想定する。また、一台の車両は一か所の避難所へ配送するものとし、単期間、多品種の供給を考慮することとした。

各評価指標の定義と定式化

各評価指標の定式化に用いる添え字、パラメータ、決定変数のそれぞれの記号は以下のとおりである。

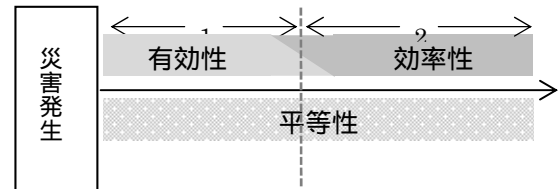


図1 評価指標と発災後の期間の関係性

効率性の評価指標は、コスト最小化を目指したもので、総配送時間の最小化として式(14)のように目的関数を設定した。

添え字

i 避難所の添え字 $i = 1, 2, \dots, N$

p 品種の添え字 $p = 1, 2, \dots, P$

パラメータ

d_{ip} 避難所 i における品種 p の需要量

t_i 二次集積所から避難所 i までの車両による所要時間

S_p 品種 p の二次集積所からの供給可能量

w_p 品種 p の単位当たりの重量

Q 車両1台当たりの容量

K 利用可能な車両台数

決定変数

x_{ip} 避難所 i への品種 p の配送量

k_i 避難所 i へ向かう車両台数

mf_p 品種 p の最低充足率

u_p 品種 p の満足度

効率性の評価指標

$$\text{minimize} \quad \sum_i k_i t_i \quad (14)$$

$$u_p = -0.9375mf_p^2 + 1.9375mf_p \quad \forall p \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (15)$$

平等性の評価指標

$$\text{minimize} \quad \sum_p (1 - u_p) \quad (16)$$

有効性の評価指標

$$\text{minimize} \quad \sum_i \sum_p (d_{ip} - x_{ip}) \frac{1}{t_i} \quad (17)$$

また、三つの評価指標における制約条件を以下に示す。

制約条件

$$x_{ip} \leq d_{ip} \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, N\}, \forall p \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (18)$$

$$\sum_i x_{ip} = S_p \quad \forall p \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (19)$$

$$\sum_p x_{ip} w_p \leq Qk_i \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, N\} \quad (20)$$

$$\sum_i k_i \leq K \quad (21)$$

$$\frac{x_{ip}}{d_{ip}} \geq mf_p \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, N\}, \forall p \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (22)$$

$$u_p = -0.9375mf_p^2 + 1.9375mf_p \quad \forall p \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (23)$$

$$x_{ip} \geq 0 \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, N\}, \forall p \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (24)$$

$$k_i \geq 0 \text{ かつ 整数} \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, N\} \quad (25)$$

多目的評価方法

本研究では、発災後の時間経過により考慮すべき指標は変化すると考え、図1において評価指標の考える期間を、有効性と平等性の評価指標の場合の期間1と、効率性と平等性の評価指標の場合の期間2に分けることで、それぞれの期間での物資配送の決定方法について検討した。なお、数値実験は、配送方法の違いを比較できるように、各評価指標の検証と同様の条件で行った。

i) 期間1 (有効性と平等性の評価指標の場合)
期間1の定式化で新たに用いる記号を以下に示す。

添え字

n 評価指標に関する添え字 $n = 1, 2$

パラメータ

f_n^+ 各評価指標における最良値

f_n^- 各評価指標における最悪値

α 有効性の評価指標に対する重要度 ($\alpha = 0.1, 0.2, \dots, 0.9$)

また、ここで有効性と平等性の評価指標をそれぞれ式(13)、式(14)のように f_1, f_2 とした。

$$\text{有効性} \quad f_1 = \sum_i \sum_p (d_{ip} - x_{ip}) \frac{1}{t_i} \quad (13)$$

$$\text{平等性} \quad f_2 = \sum_p (1 - u_p) \quad (14)$$

これらにより、期間1の目的関数を式(15)のように設定した。なお、制約条件は式(5)から式(12)と同様とする。

目的関数-1

$$\text{minimize} \quad \alpha \frac{f_1 - f_1^+}{f_1^- - f_1^+} + (1 - \alpha) \frac{f_2 - f_2^+}{f_2^- - f_2^+} \quad (15)$$

目的関数では、第1項、第2項とも各評価指標の最良値と最悪値を用いることで評価指標のとり値を正規化している。さらに、重要度の値 α を考慮し、 α の値を0.1から0.9まで変化させて各評価指標に対し重み付けを行った。各評価指標がどの程度考慮されているかをみるため、 α の値ごとの結果から得られる各評価指標の目的関数値を正規化した値を、図2に示す。

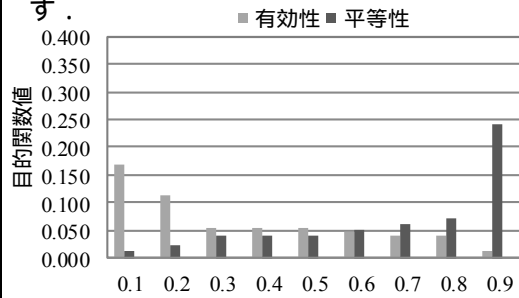


図2 αごとの目的関数値

ii) 期間2 (効率性と平等性の評価指標の場合)
期間2の定式化で新たに用いる記号を以下に示す。

パラメータ

β すべての品種の最低満足度 ($\beta = 0.1, 0.2, \dots, 0.9$)

そして、期間2の目的関数を式(16)のように設定した。なお、制約条件は式(5)から式(12)に、式(17)を加えた。

目的関数-2

$$\text{minimize} \quad \sum_i k_i t_i \quad (16)$$

制約条件

$$u_p \geq \beta \quad \forall p \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (17)$$

コストを考慮始める期間2では、どれだけ効率的な配送を行えるかが重要になると考える。そこで、期間2の目的関数はあくまでコスト最小化とし、平等性の評価指標の考え方はどの程度平等性の水準を確保したいかを最低満足度に関する制約式(17)で設定して考慮することとした。数値実験は、 β の値を0.1から0.9まで変化させて行った結果を図3に示す。

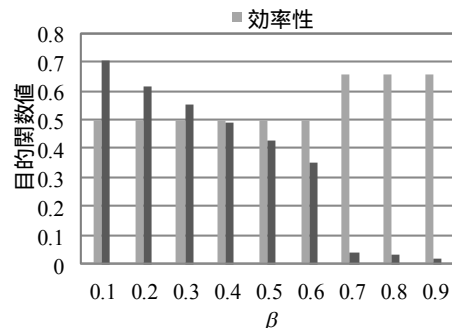


図3 βごとの目的関数値

(3) まとめ

3年間の研究により、「大規模災害発生時における人道支援サプライ・チェーン・ネットワーク設計方法の開発」であり、世界各地で発生している大規模災害発生時における人道支援サプライ・チェーンをいかに有効に機能させて「必要なもの」を、「必要なとき」に、「必要な量」を迅速に届けるネットワーク設計方法を提案することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

Kei Kokaji, Yasutaka Kainuma, Development of a Disaster Relief Logistics Model Minimizing the Range of Delivery Time, Operations and Supply Chain Management: An International Journal, 査読有, Vol.10, (2017) (to appear)

Yasutaka Kainuma, Supply Chain Performance and Resilience of Japanese Firms, Operations and Supply Chain Management: An International Journal, 査読有, Vol.9, pp. 143-153 (2016)

添田大智, 加幡美音, 開沼泰隆, 災害救援活動のためのロジスティクス・モデルに関する研究, 日本経営工学会論文誌, 査読有, 第 66 巻, 第 1 号, pp. 23-29 (2015)

[学会発表](計 14 件)

Kobayashi, T., Khojasteh, Y., Kainuma, Y., An Optimization Model for Disaster Relief Logistics, POMS 2016 Annual Meeting, 2016

Kokaji, K., Kainuma, Y., Development of a Disaster Relief Logistics Model for Minimizing the Range of Delivery Time, 7th International Conference on Operations and Supply Chain Management 2016, 2016

Kobayashi, T., Khojasteh, Y., Kainuma, Y., An Analysis of Multi-objective Decision Problem in Humanitarian Supply Chains, APIEMS2016, 2016

小林毅央, 開沼泰隆, 多目的評価による災害救援物資の配送方法に関する研究, 平成 28 年度日本経営工学会秋季大会, 2016

小鍛治啓, 開沼泰隆, 災害救援ロジスティクスにおける配送時間の公平性, 平成 28 年度日本経営工学会春季大会, 2016

小林毅央, 開沼泰隆, 人道支援ロジスティクスの多目的評価に関する研究, 平成 28 年度日本経営工学会春季大会, 2016

Kobayashi, T., Khojasteh, Y., Kainuma, Y., Metrics of Efficacy for Humanitarian Logistics, POMS 2015 Annual Meeting, 2015

Kobayashi, T., Kainuma, Y.: Developing Metrics for Humanitarian Supply Chain, 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2015

Kobayashi, T., Kainuma, Y., Evaluation of the Efficacy of Humanitarian Logistics, International Scheduling Symposium, 2015

小林, 開沼: 人道支援ロジスティクスの評価方法に関する研究, 平成 27 年度日本経営工学会春季大会, 2015

Khojasteh, Y., Kainuma, Y.: A Model for Equity in Humanitarian Relief Supply Chain, POMS 2015 Annual Meeting, 2015

Khojasteh, Y., Kainuma, Y.: A Model for Equity in Humanitarian Relief Supply Chain, POMS 2015 Annual Meeting, 2015

Yasutaka Kainuma, Kamrul Ahsan, A Model for Equity in Humanitarian Relief Supply Chain, Proceedings of the 6th International Conference on Operations and Supply Chain Management, December 2014

Soeta, T., Kainuma, Y., Development of Logistics Model for Disaster Relief Operations, Proceedings of the 19th Asia-Pacific Decision Science Institute Conference, July 2014

Yasutaka Kainuma, Yacob Khojasteh, Kamrul Ahsan, Development of the Humanitarian Supply Chain: From Agile and Push-Pull Boundary Perspective, Abstracts of the POMS 2014 Annual Meeting, May 2014

[その他]

ホームページ等

<http://www.sd.tmu.ac.jp/RDstaff/data/ka/641.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

開沼泰隆 (KAINUMA, Yasutaka)

首都大学東京・システムデザイン学部・教授

研究者番号: 90204312

(2) 研究分担者

Khojasteh Yacob

(ヤコブ ホジャステ)

上智大学・国際教養学部・准教授

研究者番号: 10726269