

被害程度に応じた災害対応業務量および 対応期間の評価モデルの構築

沼田 宗純¹・稲葉 丈²・目黒 公郎³

¹正会員 東京大学大学院情報学環／生産技術研究所講師 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: numa@iis.u-tokyo.ac.jp

²学生会員 東京大学大学院工学研究科

E-mail: j-inaba@iis.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学大学院情報学環／生産技術研究所教授 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

東日本大震災では多くの自治体が、時間の経過とともに目まぐるしく変化する災害対応業務の全体像を把握できず、十分な対応がとれなかった。その理由の一つとして、大規模災害発生時の被害規模を評価し、これに応じた災害対応業務量を定量的に評価するモデルが存在していないことが挙げられる。

そこで本研究では、東日本大震災における各自治体の被害規模と災害対応の実績をもとに、災害時に発生する災害対応業務量を評価する「災害対応業務量の評価式」を提案した。また、各業務フローの前後関係を明らかにすることで、災害対応の時系列的变化の把握を可能とする「災害対応業務量の評価モデル」も構築した。これにより、人材配置のアルゴリズムを検討しモデルに反映することで、効率的な人材配置を具体的にシミュレーションする環境を構築した。

Key Words : *Disaster response, estimation of workloads, estimation of duration,
2011 Great East Japan earthquake disaster*

1. 研究の背景・目的

地方自治体は発災後の被災者支援から復旧・復興業務の中心的な役割を担うことが期待されている。しかし、東日本大震災では多くの自治体が、時間の経過とともに目まぐるしく変化する業務の全体像を把握できず、不適切な人材配置による一部の職員への負担の集中や通常業務への支障等の問題が生じた。

これまで内閣府や地方自治体によって大規模災害に関する被害想定が行われ、人的被害や物的被害などが定量的に評価されている。しかし、災害に伴い発生する膨大な災害対応業務に関する定量的な評価はほとんど行われておらず、結果として被害量に応じて必要となる災害対応の業務量の評価ができていない。

本研究では、被害量に応じた「災害対応業務量(人・日)」を評価する手法を提案する。次に、各業務に従事する職員情報を入力することにより、各業務の期間・発生時期を定量的に評価する「災害対応業務モデル」の構築を試みる。これにより、発災後に求められる防災プロセスを明確にし、各対応業

務への適切な人材配置を促す。具体的には、アンケート調査を通して、各自治体における東日本大震災の被害規模と災害対応の実績を調査し、次に実績から得られた各業務量と被害規模の相関関係を分析し、業務量の評価式を構築した。

2. 研究の流れ

本研究は、次の四つから構成される。①災害対応業務の分類、②災害対応業務想定モデルの構築、③災害対応業務量の評価式の分析、④モデルの検証とシミュレーションの実施である。

第一に、①を行うために、災害対応業務の明確化を行う。災害対応業務に関する研究としては、防災プロセスによる工程の明確化¹⁾や災害対策標準化検討会議による検討結果²⁾がある。ここでは、地域防災計画をもとに、320の発災後の災害対応工程を規定した。第二に、災害対応業務モデルの構築のために、アンケート調査および文献調査により実績値を収集し、統計的に処理することで業務量の評価式を構築した。第三に、得られた業務量の評価式の分析

を行い、精度向上に必要な情報を整理した。最後に、東日本大震災における実績値とモデルによる出力結果を比較し、モデルの検証を行い、人員配置の違いによるシミュレーションを行う。

3. 災害対応モデルの構築

(1) 災害対応工程の分類

災害対応モデルの構築手順を図-1に示す。まず、自治体に求められる災害対応について、地域防災計画をもとに発災後に地方自治体に求められる標準的な320の対応工程の一覧を作成し、これを38の業務へと大別した。次に、各工程の前後関係を決定し、災害対応工程全体の工程期間を決定するクリティカルパスを定義した。そして、大工程別に最大期間を要する工程を抽出した。

(2) 業務期間 t と被害量 d のデータ収集

業務期間 t と被害量 d についての関係を明らかにするために実績調査を行った。調査手法は、被災自治体へのアンケート調査である。東日本大震災の特定被災区域 222 市町村を対象とし、平成 26 年 12 月 22 日～平成 27 年 1 月 15 日の間に、電子メールおよび FAX によりアンケート調査表を配布し、45 の市町村から回答（回収率は約 20%）を得た。

(3) 職員データの整理

業務量 q を求めるために、各種災害対応に従事した人数の実績値を調査する。各種災害対応に従事した期間および対応した職員の情報を収集する目的で、宮城県石巻市役所にて市役所職員インタビューを行った（2014年12月24日、2015年1月26日実施）。

本来は各業務に従事した人数について市町村毎のデータが必要となる。しかし、未曾有の大災害を受けた自治体の対応は混乱を極め、対応した人数について記録することはおろか、どこの課が何人対応したかといった情報でさえ正確に把握している自治体は少ない。

そこで、すべての市町村において各業務への職員の配分割合が同じであったと仮定し、石巻市の職員の各業務への配分割合をもとに、各業務の従事人数を算出した。

(4) 業務量 q の評価式

各業務の負担度を表す業務量を q とすると、これは東日本大震災における実績値調査から得た業務期間 t と対応人数 n より、 q は次式で求められる。

$$q = t \times n \quad (1)$$

業務量 q を従属変数として、独立変数となる被害量 d を定義し、単回帰分析を行うと、以下の関係式を得る。ここで業務係数 A は、単位被害量あたりに発生する業務量を指す。

$$q = A \times d \quad (2)$$

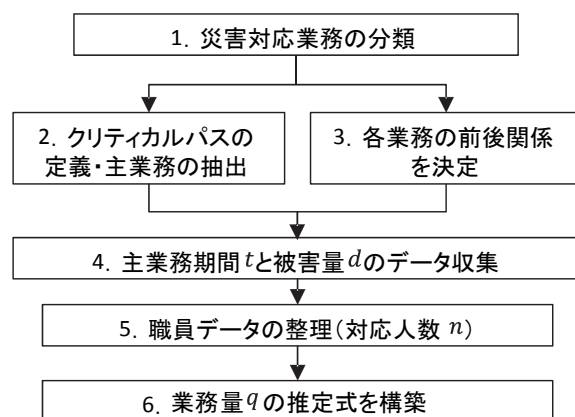


図-1 災害対応モデル構築手順

4. 業務量の評価式の分析

各工程の業務量 q を従属変数、被害量 d （最大避難者数、建物被害棟数等）を独立変数として業務量評価式を構築した。本章では得られた評価式について単回帰分析を行う。得られた評価式について、実績調査より得られた被害量および業務工数の関係について、今後評価式の精度向上に必要な点を整理した。アンケート調査によって算出された、各業務の被害量 d と業務工数 q の関係を表-1に示す。

5. モデルの検証・シミュレーションの実施

(1) モデルの検証

ここでは作成した災害対応モデルの出力結果の検証を行う。検証方法として、まず東日本大震災における石巻市の被害量を入力し、出力結果と自治体職員インタビューにより得られた実績値との比較を行う。

累積の処理業務量を比較したものを図-2に示す。図より、発災後 500 日程度まで高い精度で一致していると言える。次に、大工程別の工数を比較したものを図-3に示す。モデルによる算出結果と実績値が概ね一致していると言える。

石巻市における被害量と対応人数の実績値を入力することで発災後の時系列的变化をガントチャート表示し、実施期間と開始時期の比較を行う。業務別の期間と開始日の比較を行ったものを図-4に示す。横軸が開始日のずれを、縦軸が期間のずれを示しており、原点に近いほどモデルが実績と精度良く一致していると言える。

表-1 被害量 d と業務工数 q の関係

i	業務工数 q_i	被害量 d_i	標本数	A_i	R	P 値
1a	避難所運営（津波被災有り）	最大避難者数	13	0.7739	0.9345	$P < .01$
1b	避難所運営（津波被災無し）	最大避難者数	32	0.6105	0.8539	$P < .01$
2	救急・救助活動	死者数	19	2.559	0.9150	$P < .01$
3	医療・救護活動	死者数	17	2.403	0.5418	$P < .05$
4	食料の調達・確保	最大避難者数	8	0.05178	0.9762	$P < .01$
5	行方不明者の捜索・遺体の処理	建物被害棟数	8	1.165	0.7270	$P < .05$
6	応急危険度判定の実施	被害建物棟数	22	0.0403	0.9682	$P < .01$
7	り災調査の実施	被害建物棟数	24	1.808	0.3230	$P < .05$
8	応急仮設住宅の建設	被害建物棟数	10	0.03941	0.7708	$P < .01$
9	借り上げ住宅等の提供	建物被害棟数	7	0.7194	0.6305	0.0937
10	福祉避難所の設置・運営	災害時要援護者	7	0.04391	0.6902	0.0582
11	学校の復旧・再開	被災学校数	28	18.12	0.5713	$P < .01$
12	災害用相談窓口の設置・運営	建物被害棟数	16	0.09235	0.5088	$P < .05$
13	道路復旧工事	道路被害箇所数	20	29.39	0.7765	$P < .01$
14	緊急輸送活動の実施	道路被害箇所数	5	0.1028	0.4307	0.3939
15	警備活動・交通規制措置	道路被害箇所数	11	2.804	0.4515	$P < .05$
16	農地農業用施設の復旧工事	農地・農業用施設被害箇所数	11	10.30	0.9133	$P < .01$
17	上水道復旧工事	上水道被害箇所数	18	1.026	0.7777	$P < .01$
18	下水道復旧工事	下水道被害箇所数	12	3.776	0.162	0.5975
19	河川・海岸施設の復旧	河川・海岸施設被害箇所数	4	522.8	0.3464	0.5679
20	公共建物の応急復旧	公共建物被害棟数	19	28.38	0.5378	$P < .05$
21	危険物施設応急対応	危険物施設被害数	3	0.4131	0.8590	0.1410
22	災害廃棄物処理	災害廃棄物処理量	7	0.004950	0.1590	0.7069
23	障害物の除去	災害廃棄物量	13	0.01890	0.7951	$P < .01$
24	災害救助基金の運用・取り崩し	建物被害棟数	3	0.1204	0.8082	0.1918
25	出納業務・伝票の処理	建物被害棟数	7	0.01742	0.1949	0.6437
26	義援金の受け入れ	建物被害棟数	18	0.6599	0.5328	$P < .05$
27	災害広報誌の発行	建物被害棟数	17	0.05712	0.5920	$P < .01$
28	災害対策本部の運営	最大避難者数	36	0.2242	0.6126	$P < .01$
29	職員動員配備・労働管理	最大避難者数	25	0.6908	0.5292	$P < .01$
30	ボランティア受入手続き	ボランティア受入人数	32	0.0418	0.6373	$P < .01$
31	自主防災組織との連携	自主防災組織数	12	5.171	0.8320	$P < .01$
32	相互応援窓口開設・受入手続き	受入応援職員数	12	0.3050	0.8610	$P < .01$
33	自衛隊災害派遣窓口の設置	自衛隊員受入数	5	0.6207	0.9690	$P < .01$
34	災害救助法の確認・適用手続き	建物被害棟数	15	0.1733	0.7621	$P < .01$

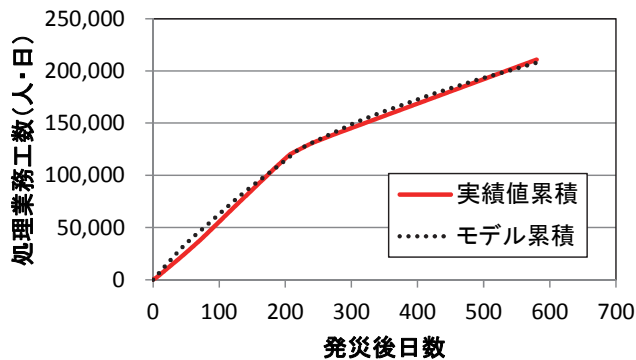


図-2 累積処理業務工数の比較

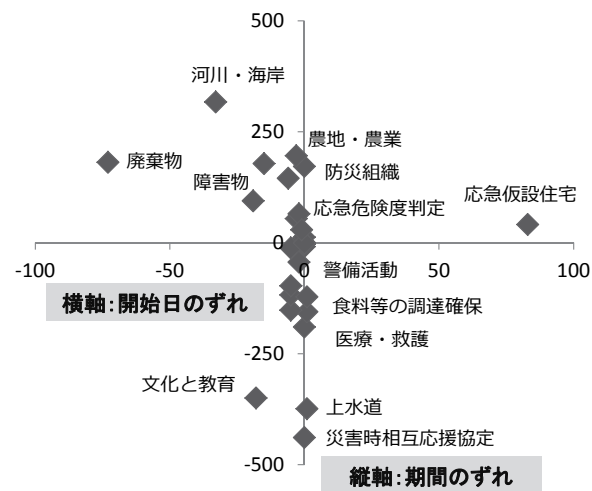


図-4 開始日および期間のモデルと実績の比較

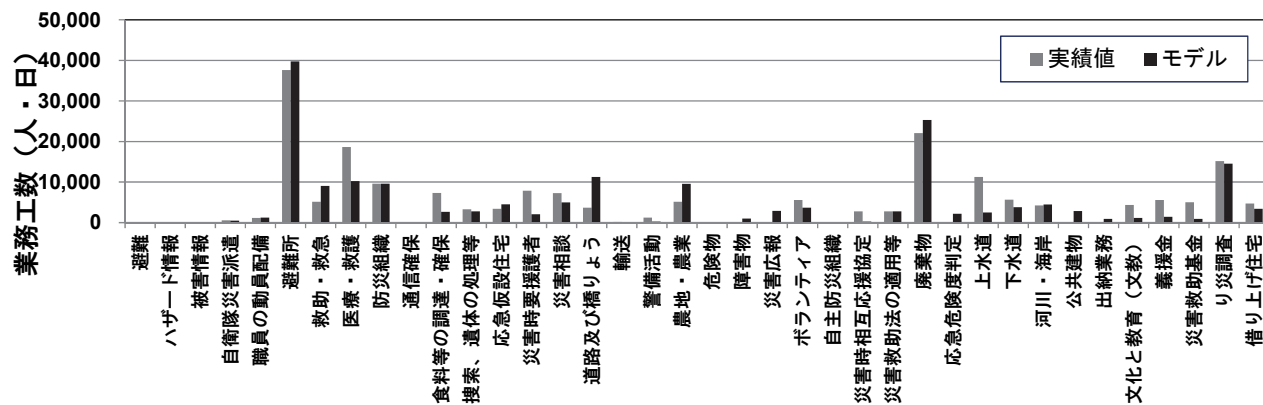


図-3 38の業務ごとの業務工数の比較

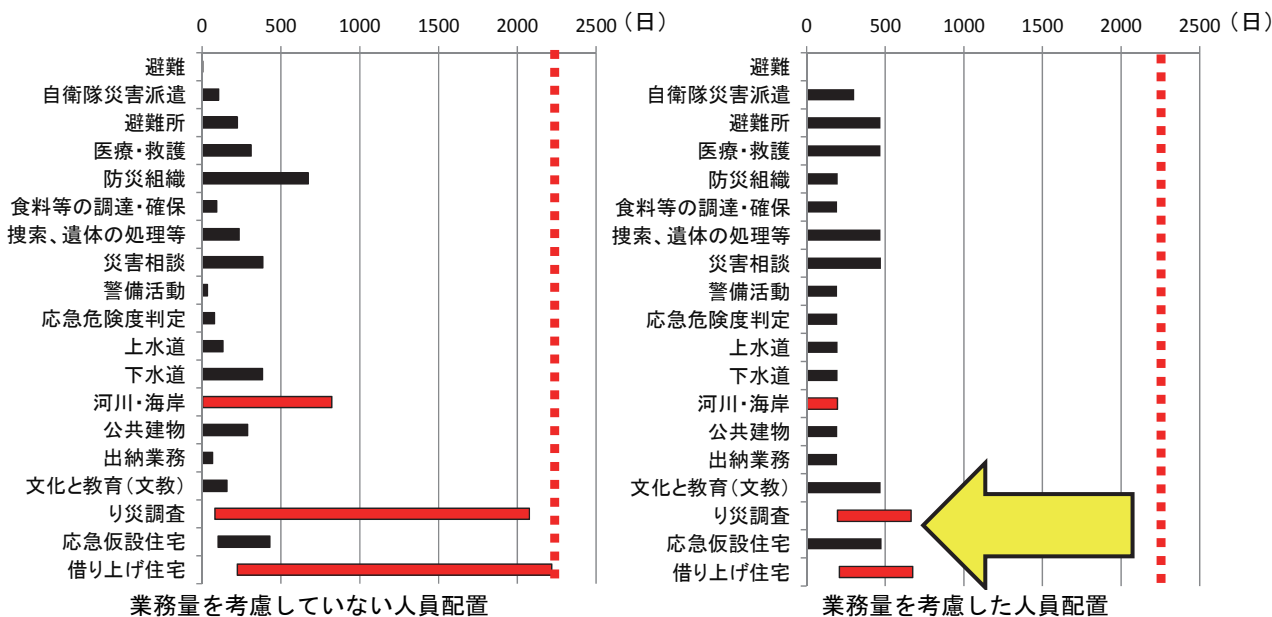


図-5 業務工数の値に応じて人員を配置した場合の災害対応期間短縮効果

(2) シミュレーションの実施

最後に、本モデルを用いて、業務量を考慮した人員配置によるシミュレーションを行った。前節と同様に、石巻市における実績値をもとに業務量を考慮していない人員配置によるモデルの算出結果と、業務量を考慮した人員配置による算出結果の比較を図-5に示す。これによると、河川・海岸、り災調査及び借り上げ住宅について、大幅に期間が短縮される結果となった。このように、本モデルを用いて、効率的な人材配置について検討することが可能である。なお、り災調査や借り上げ住宅については、対応期間としては、2,000日程度となっているが、これは少数の被災者がり災調査の判定結果に満足せず、再調査など繰り返したためである。実際に業務として負荷が大きくなる初期の場合であるため、少数の被災者への対応期間を省いたシミュレーションが現実的には必要である。

6. まとめ

(1) 成果

本研究では、アンケート調査を通して、被害規模と各種災害対応業務期間の実績値を収集し、これを統計的に処理することで、業務量の評価式を提案した。これにより、従来は評価が難しかった発災後の災害対応について定量的な評価を可能とした。また、各業務フローの前後関係を明らかにすることで、災害対応の時系列的変化の把握を可能とする「災害対応業務量の評価モデル」も構築した。今後、人材配置のアルゴリズムを検討し、モデルに反映することで、効率的な人材配置について具体的にシミュレーションする環境を整えた。

また、本モデルの活用方法として、発災前の被害想定と災害対応想定の連動、発災後の対応業務の進捗モニタリングができる。公表されている被害想定から、発災後に求められる業務の種類・業務工数が求まり、各業務へ

の人員配置を事前に吟味することができる。また、結果を地域防災計画に反映することで、より実効的な計画に改善することも可能である。さらに、発災後には、業務の進捗状況をモニタリングするツールとして利用し、適切な人員配置の決定を支援することが可能である。

(2) 今後の課題

今後の課題としては、モデルの精度向上、地震以外のハザードを対象としたモデルの構築、時刻、季節等の諸条件を想定した情報の追加などが挙げられる。

特にモデルの精度向上について、本モデルではアンケート調査結果をもとに統計的手法を用いて導き出した業務工数評価式を利用したが、現時点では、市町村ごとの発災状況の違いや、個々の業務間の依存関係について正確に数値化できていない部分が多い。また、収集したデータについては、精度を検証するにあたって十分な数を確保できなかったため、今後の詳細な調査を通してデータ数を確保することが求められる。さらに、各業務の実態把握や効率化に関する個別研究は数多く存在するため、それらの研究成果を各業務量評価式に反映させることで、精度を上げていく予定である。

謝辞：本研究を進める上で、多くの自治体の関係者の方々にアンケート調査や資料提供などの面でお世話になりました。特に、石巻市役所の職員の方々には再三にわたるインタビューにご協力頂き、研究を形にすることができました。ご支援を賜りました関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 沼田 宗純, 目黒 公郎：防災プロセスシステム開発に向けた基礎的検討, 生産研究, Vol. 67, No. 2, pp. 227-231, 2015.
- 2) 内閣府：災害対策標準化検討会議報告書

BASIC STUDY ON ESTIMATION OF WORKLOADS AND DURATION OF DISASTER RESPONSE ACTIVITIES BY MUNICIPALITIES

Muneyoshi NUMADA, Joe INABA and Kimiro MEGURO

In case of the 2011 Great East Japan Earthquake disaster, many municipalities could not grasp the necessary disaster response activities that vary rapidly after the disaster occurred, so that most of them were overloaded and did not assigned correctly. Although many attempts to estimate the damage by large-scale disaster have been done, the attempt of quantitative assessment of the disaster response activities after the occurrence of disaster remain in a limited range.

In this study, the authors have proposed “disaster response activities estimation equation” for estimating the workloads of disaster response activities. In addition, the authors have constructed “disaster response activities assumed model” that enables to grasp the change of disaster response activities. As a re-

sult, it has become possible to specifically simulate efficient human deployment by reflecting the algorithm to the model.