

地震後の災害対応業務の効率化に向けた基礎的研究

東京大学大学院 学生会員 石原 祐紀
 東京大学生産技術研究所 正会員 目黒 公郎

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、自治体に対して地震発生直後から膨大な量の仕事が発生し、さらにそれらに対応する職員は、自身の被災や交通事情の問題などから参集が遅れ、著しい人手不足の状態に陥った。しかし、自治体には突発的な災害に対応可能な人材運用計画がなかったために、参集できた職員は非常に過酷な状況での活動が強いられた。それは、結果として災害対応を長引かせ、職員の負担を増すばかりでなく、被災地域の住民の生活に大きな支障をきたした。職員の懸命な不眠不休の活動に対して、我々は敬意を表す必要があるが、上記のような追加状況は、組織の活動としては、各時点で入手可能な情報や人材などの資源を効果的に活用したのとは言い難い。

そこで本研究では、災害時の業務処理モデルを構築し、事前情報として、発生業務の種類と各業務の単位処理エネルギーを把握し、災害下における業務処理量をリアルタイムでモニタリングすることを条件とした場合の、効率的かつロバストな人材運用戦略の提案を試みる。そして、各人材の能率と耐力、および休憩の効果を考慮に入れた、様々な条件下でのシミュレーションを行うことによって、その有用性を考察する。

2. 解析理論

2.1 業務内容の階層化¹⁾

災害時には様々な業務が発生するが、業務の流れを考えると、各業務には適切な処理の順番が存在する。そこで、作業工程の流れを明確にするために各業務について業務内容の構造化を行う。

2.2 業務処理の表現¹⁾

業務処理の表現は、業務を水の流りに例え、図1に示すようなタンクモデルを応用した。また、その際に以下の条件を設定した。

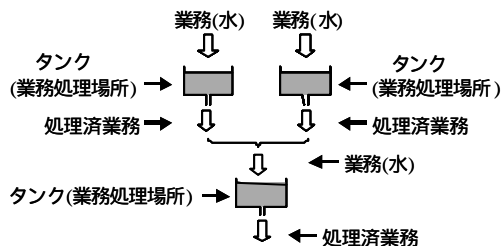


図1 タンクモデルの応用のイメージ

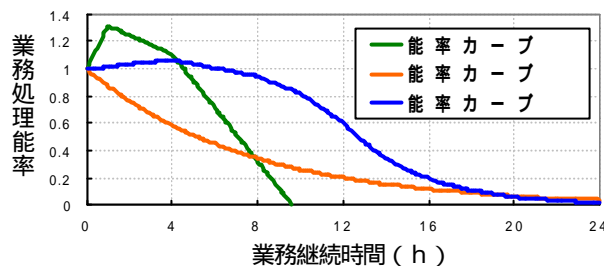
- 1) 1つのタンクを1業務処理場所に対応させる。
- 2) 水を業務に例える。
- 3) 各タンクの底に出口を設け、出口から排出される水の量をそのタンクの業務処理能率に対応させる。
- 4) タンクの業務処理能率は、そこに従事している人材の業務処理能率の総和とする。
- 5) 各タンクでの単位業務数が下のタンクにおいていくつの業務になるかを知るために、「業務数換算率」を設定する。

6) 並列の関係にあるタンクでは、まず処理された業務数を下のタンクにおける業務数に換算し、換算した業務数を比べ、双方のタンクで共通して処理が終了している分(換算した業務数の少ない分)だけ、下のタンクに流れていくものとする。

2.3 人材のモデル化

各人材の特徴は、業務処理の能率および耐力の二つの指標を用いて表し、またそのばらつきも考慮に入れる。

業務処理能率：業務処理継続時間に伴い低下していく業務処理量を、過去の作業能率に関する文献から、業務の重度に応じて図2のように仮定した。ばらつきについては正規分布を仮定し、初期状態を平均1.00とし、これに分散0.33を与えて表現した。



能率カーブ：主に筋力を必要とする作業
 能率カーブ：全力を集中させて行う精神作業
 能率カーブ：比較的緩和作業

図2 業務処理能率

業務処理耐力：図2において、業務継続時間が連続業務処理限界時間に達した時点で、その人材は致命的な疲労により業務続行不能と定義した。ばらつきについては、連続業務処理時間を平均を20時間とし、これに分散2を与えることで表現した。

休憩の効果：図2において、横軸を逆にシフトさせることで表現した。ただし、睡眠期間のような長時間休憩と、10分あるいは30分等の小休憩の効果を分けて考えた。

小休憩の効果：最短5分の休憩を考慮した。休憩時間が長くなればなるほど、その単位時間当たりの効果は小さくなると考え、文献調査から次式によって表現できると仮定した。

$$RT = a + b \cdot t + c \cdot t^2 + \dots + t^n \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

ここで、 $a(=4.0)$ は5分休憩の場合のシフト量、 $b(=0.95)$ は定数

睡眠の効果：図2において、休憩時間分だけ横軸を左にシフトさせることで表現した。

2.4 「効率的な状態」の表現¹⁾

実際に被災者が受け取ることができる直接のサービスを考えた場合、それは階層化された業務において、最下位のタンクで処理された業務を指す。図3は、最下位のタンクにおける累積業務処理率を表すグラフであり、図中のtは被災者がサービスを受けられない時間を表している。

キーワード：災害応急対策、災害業務、地震災害、防災計画、災害対策マニュアル

連絡先：〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所B棟 目黒研究室 Tel:03-5452-6437, Fax:03-5452-6438

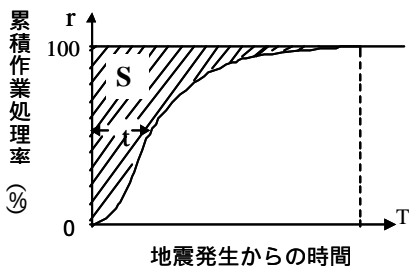


図3 最下位のタンクにおける累積業務処理率

そこで、 $S = \int_0^{100} t dr$ として、面積Sが小さいほど「効率的である」と定義した。

3. 効率的かつロバストな人材運用方法確立に向けて¹⁾

本研究では、効率的かつロバストな人材運用方法を、人材の配置法及び休憩方法の2つの視点から探ることとし、そのために、それぞれ以下に示す仮定を設けた。

人材配置法：各タンクで処理された業務量を、リアルタイムにモニタリングすることで、以下の原則に近づくように投入人数を修正していく。

- 原則1. 並列関係にあるタンクの業務はなるべく同時に終了。
- 原則2. 直列関係にあるタンクについては、上のタンクと下のタンクにおける業務の処理時間の差をなるべく小さくする。

人材休憩方法：災対業務が約1週間以上長引くことが予想される場合は、初追加時から適度な休憩を取らせることで、持続的な労働条件に置く。

4. 簡単なモデルへの適用

図4に示すような、直列及び並列の関係にある最も単純な業務に関して、効率的な業務処理を目指した人材運用方法を採用した場合と、その他の場合を比較した。そして結果がどの様に変化するかを、シミュレーションによって調べた(図5)。なお、横軸は地震発生からの時間(h)、縦軸は累積業務処理率(%)を表す。

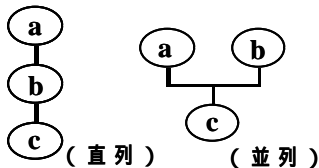


図4 最も簡単な業務の流れ

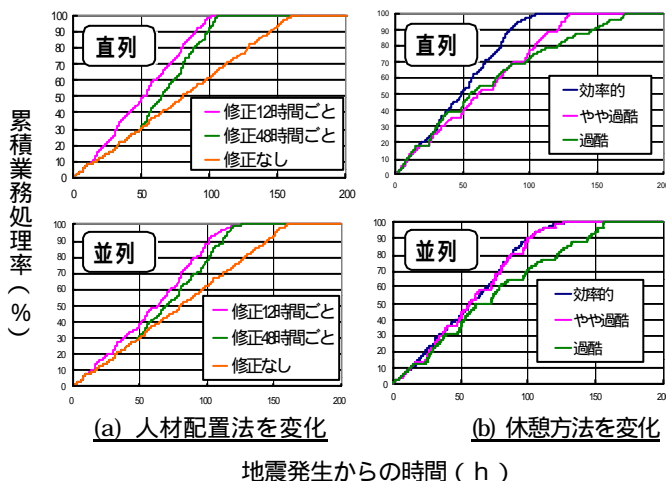


図5 簡単なモデルへの適用結果

効率的に人材を配置し、持続的な労働条件を設定することによって、直列、並列の如何を問わず、被災者がサービスを受けない時間が大幅に短縮されることが分かった。

5. 実際の事例に対する適用

簡単なモデルへの適用結果を踏まえ、3で仮定した効率的な人材運用方法の妥当性を実際の業務において検討する。ここでは例として、図6に示す救援物資配布の業務を取り上げた。

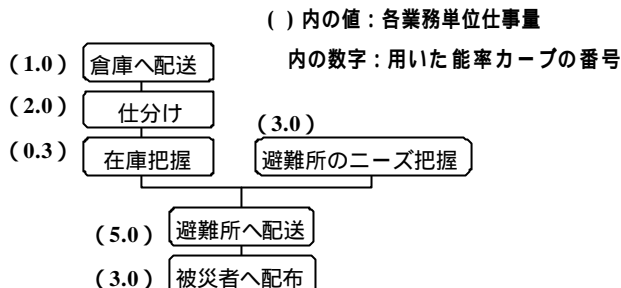


図6 救援物資配布業務の階層化

能率カーブについては、業務をその性質によって分類し、図6に示す様に性質の似ている業務には同じ能率カーブを適用させた。

このモデルに、本研究で得られた効率的な人材運用方法を採用した場合と、阪神・淡路大震災で行われていた人材運用に近いと考えられる状況を適用させ、両者を比較した結果が図7である。

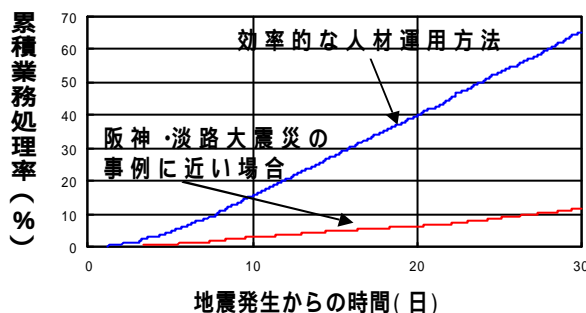


図7 救援物資配布業務への適用結果

6. 結論

シミュレーション分析の結果、持続的な労働条件とリアルタイムの業務処理量のモニタリングに基づく適切な人材配置が、業務処理の大幅な効率化につながることが分かった。また、適用させる能率カーブを色々に変化させてシミュレーションを行った結果、効率的な人材運用方法を採用することが可能であることが確認された。

今後は、他の災対業務についても階層分けを進めること、また発生業務をより現実に近づけることを検討していく予定である。

参考文献

- 1) 江村元行 目黒公郎：地震災害時における最適人材運用法に関する基礎的研究，第55回年次学術講演会論文集，I - B289, 2000.
- 2) 斎藤一：労働時間・休憩交代制，pp.79-104, pp.135-146, 1954.
- 3) 桐原保見：休憩時間の長さとの配置に関する研究，労働科学研究 Vol.9, No.4, pp.427-449, 1932.
- 4) 芦屋市：阪神・淡路大震災 芦屋市の記録 95～96, pp.75-89, 1997.
- 5) 神戸市：阪神・淡路大震災 - 神戸市の記録 1995 - 1996.