

## 緊急支援物資輸送 (ERL) のシミュレーション Numerical Simulation of Emergency Relief Logistics

○熊谷兼太郎・小野 憲司

○Kentaro KUMAGAI and Ono Kenji

Emergency relief logistics (ERL) through port is important for areas affected by earthquake, especially for coastal areas isolated because of suspension of intercity land logistics. Integrated transport simulation of maritime, cargo handling in port, and land transport is effective for ERL planning. In this paper, authors conducted a trial experiment of tracking for road traffic by using mobile GPS equipment. In the result, it was confirmed that 30 second was sufficient as a measurement interval to track traffics on streets. The authors also conducted simulation of ERL from port to stockyard, and verified the model by case studies in view of traffic congestion.

### 1. 序論

大規模地震等の発生後、被災地域と地域外との間で物資・人を運ぶ緊急支援物資輸送 (Emergency Relief Logistics, 以後 ERL と記す.) は経済活動・人命維持のため重要である。特に、陸上ルートが途絶した場合には、海上ルートを経由し港湾を利用した物資輸送 (港湾利用の ERL) が重要である。

港湾利用の ERL の計画を適切に立案するため、シミュレーションによる評価・検討が必要である。

### 2. 既往の研究

久保ら (2015) は、東日本大震災について地域外から被災地域への 1 次集積所への輸送 (1 次輸送) は概ね順調であったが、1 次集積所から市町村への 2 次輸送及び市町村から避難所への 3 次輸送で物資が滞ったと指摘している。また、物資充足率を需要地間で均等に満たすような ERL のシミュレーション手法を提案し、具体例として東京都における 2 次輸送及び 3 次輸送に適用している。その結果、区市町村の荷受能力の不足を指摘するとともに区市町村に物資が滞留することを表現しており、参考となる。ただし、1 次輸送を考慮していない点、トラックが市街地を一定速度で移動するとしている点等の改良が必要と考えられる。

著者らは、港湾利用の ERL のシミュレーションに取り組んでいる。本稿は、それについて現時点で得られた知見をまとめる。

### 3. ERL のシミュレーション

#### (1) ERL データの収集

シミュレーションにあたり、実際の物資輸送の状況を記録した ERL データが不足していることから、GPS トラッキング機器 (GISupply 社製 TR-313J) を利用して ERL データを収集する。同機器は、バッテリー駆動の小型屋外無線通信機であり、一定の時間間隔 ( $\Delta t$ ) で現在地の GPS 測位情報を携帯電話網経由でウェブ上にリアルタイム発信できる。

市街地における車両の走行状態を把握する適切な  $\Delta t$  の値について検証するため、試行的データ収集を行った。時間帯は 2016 年 1 月平日の朝、場所は京都市と宇治市との間の約 4.7 km の区間で、同機器を車両に搭載して行った。

$\Delta t$  は約 30 秒とした。図-1 に、GPS 測位情報の取得地点を黄色ピン印で示す (本図は Google Earth で作成した)。また、図-2 に、走行速度の時間変化を示す。その結果、走行速度、交差点の信号で停車した場所等を把握するためには  $\Delta t$  を 30 秒とすれば十分であることが確認できた。

なお、データを間引いて仮想的に  $\Delta t$  を約 1 分、約 3 分としたケースを図-2 のなかにそれぞれ示した。  $\Delta t$  が大きくなるほど、交差点の信号で停車した場所等の詳細な把握は困難になる。また、GPS 測位情報の取得地点間の間隔が大きくなるため、その間に複数の経路があった場合はどの経路を走行したのか推定することが困難になる。

2016 年 2 月に神奈川県において首都直下型地震を想定した港湾利用の ERL 訓練が行われる。著者らは、同機器、船舶 AIS データ等を利用し、被災地域への入港船舶、港湾荷役機械及び陸上トラックの詳細な挙動データを取得予定である。

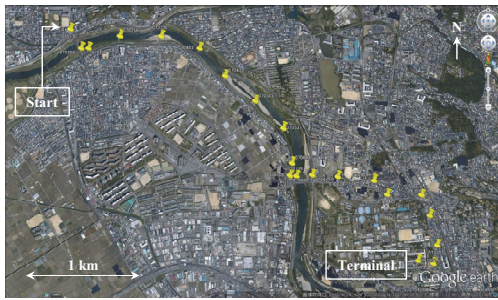


図-1 GPS 測位情報の取得地点 ( $\Delta t =$ 約 30 秒)

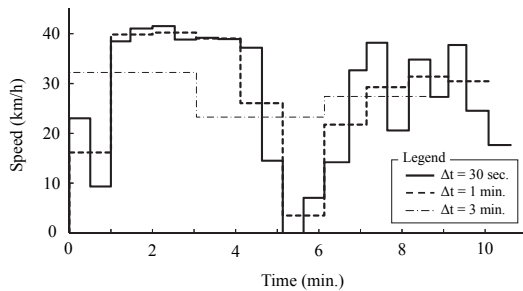


図-2 走行速度

## (2) 数値シミュレーション

港湾利用の ERL のうち、まず、1 次輸送のシミュレーションを構築する。

対象地域は、南海トラフ地震の発生が懸念される高知市沿岸部である。船舶によって地域外から輸送されてきた物資は、耐震強化岸壁がある高知新港を経て、1 次集積所である県立春野総合運動公園へと輸送される。そこでシミュレーションは 3 つの活動を含むとする。すなわち船舶が港湾に着岸するまでの海上物資輸送、港湾における荷役、及び港湾から 1 次集積所までの陸上物資輸送である (図-3)。本稿では、そのうち陸上物資輸送の部分について交通シミュレーションソフトウェア (TSS 社製 Aimsun Professional Micro Ver. 8.0.9) を利用した交通シミュレーションを行った。

道路ネットワークは、詳細な地図 (ESRI Japan 社製 Arc GIS Data Collection 詳細地図) をもとに作成した。車線数、交差点の直進・右左折等は、航空写真 (Google Earth) をもとに設定した。

シミュレーションの動作を検証するため、ERL 輸送車両と混在して走行する一般車両の発生量を変化 (1 発生源あたり 1~20 台/分) させて試算した。その結果、ERL 輸送車両の平均走行速度が約 27~34 km/h の範囲、港湾から 1 次集積所への所要時間が約 25~32 分の範囲で変化することを確認した。なお、所要時間の値は ERL 輸送車両の必要台数の算定等に影響するため重要な指標の一つである。ただし、本稿では道路ネットワークとし

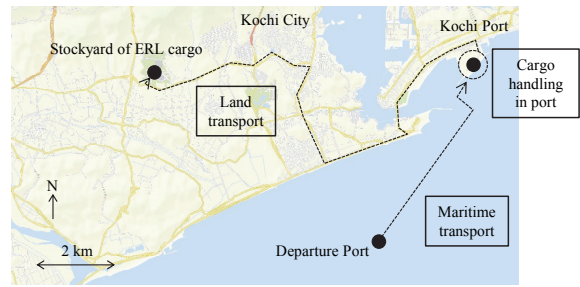


図-3 シミュレーションの対象地域

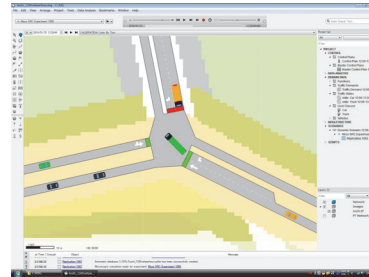


図-4 シミュレーション画面 (一部) キャプチャ

て国道及び県道以外の細街路は考慮していないこと、信号制御、一般車両の交差点での分岐率及び災害時の交通発生量は単純な仮定を与えていること等の課題があるので、今後改良する必要がある。

## 4. 結論

- GPS トラッキング機器を車両に搭載した試行的データ収集により、走行速度、交差点の信号で停車した場所等を把握するためには  $\Delta t$  を 30 秒とすれば十分であることが確認できた。
- ERL の陸上物資輸送シミュレーションの動作を検証するため、ERL 輸送車両と混在する一般車両の走行量を変化させた試算を行い、混雑にともない港湾から 1 次集積所への所要時間が変化することを確認した。

## 参考文献:

久保ら (2015): サプライチェーンリスク管理と人道支援ロジスティクス, 近代科学社, pp. 201-234.

謝辞: 本研究は、本研究は JSPS 科研費 15H02970 (2015~2017 年度) の助成を受けたものです。国土交通省大臣官房参事官 (運輸安全防災), 株式会社日通総合研究所の各位に、ERL データの収集に関しご協力を頂いています。また、高知県土木部港湾・海岸課, 国土交通省四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所, 株式会社ピーアイ物流企画の各位に、高知市のシミュレーションに関しご協力を頂いています。ここに記して謝意を表します。