

# 集積所における救援物資の必要床 面積と配置方法に関する研究

蔣 国慶1255013

指導教員：黒川 久幸 教授

# 目次

はじめに

集積所における作業と検討事項

救援物資の量と必要床面積との関係

救援物資の配置方法の検討

おわりに

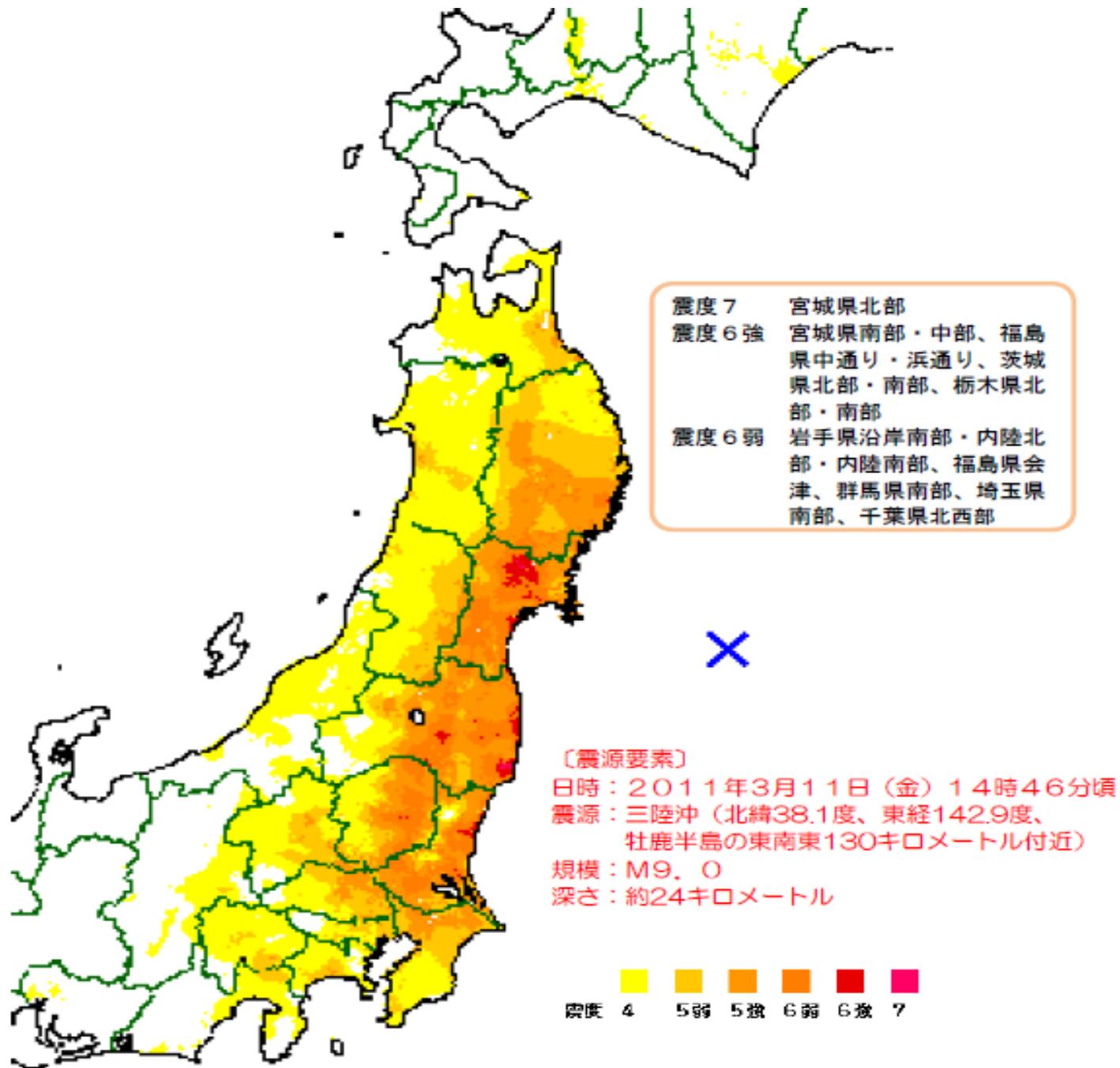
はじめに

集積所における作業と検討事項

救援物資の量と必要床面積との関係

救援物資の配置方法の検討

おわりに

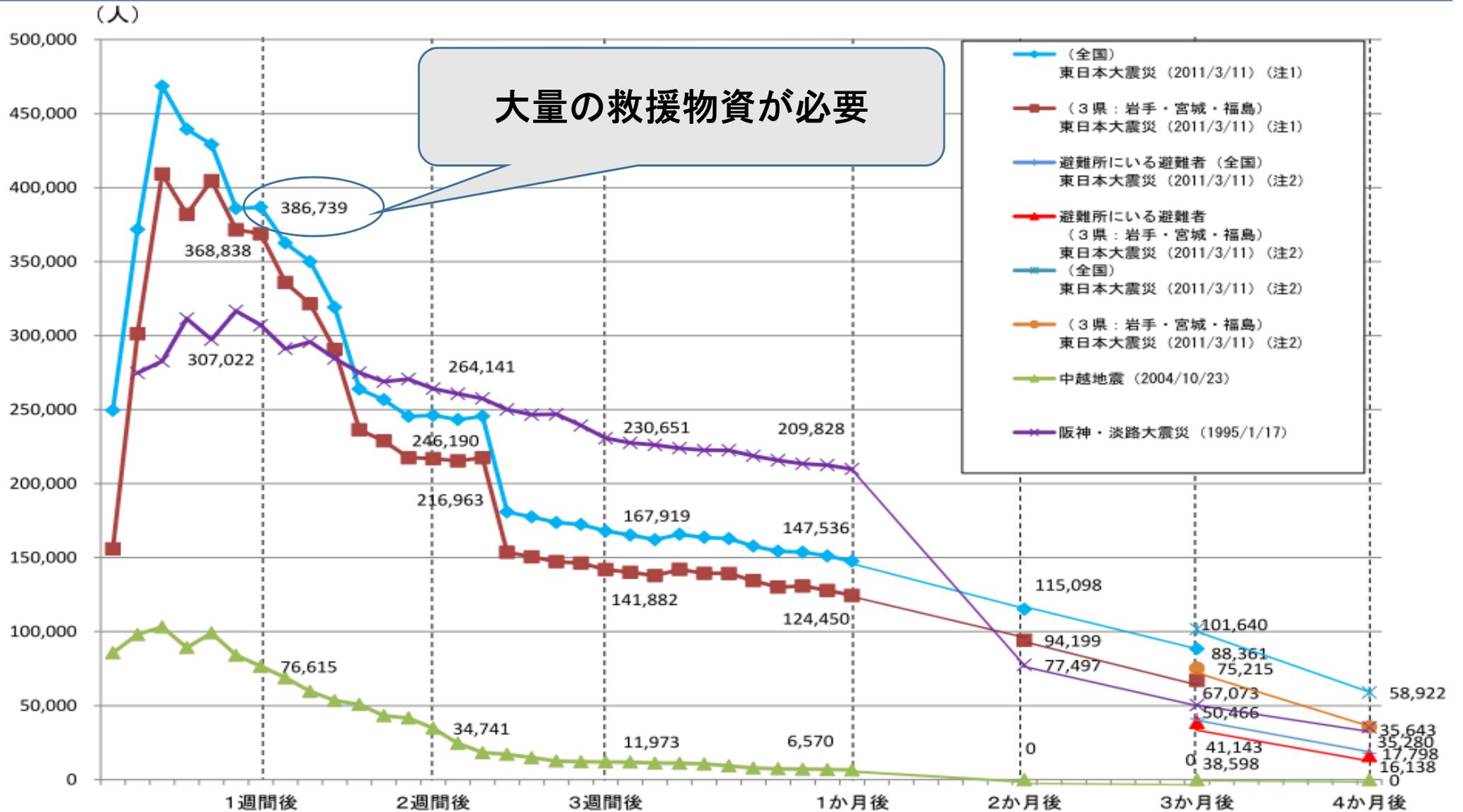


資料：「気象庁ホームページ」より

農林水産省ホームページ資料より

# 震災における避難者数

【避難所生活者の推移】 東日本大震災、阪神・淡路大震災及び中越地震の比較について

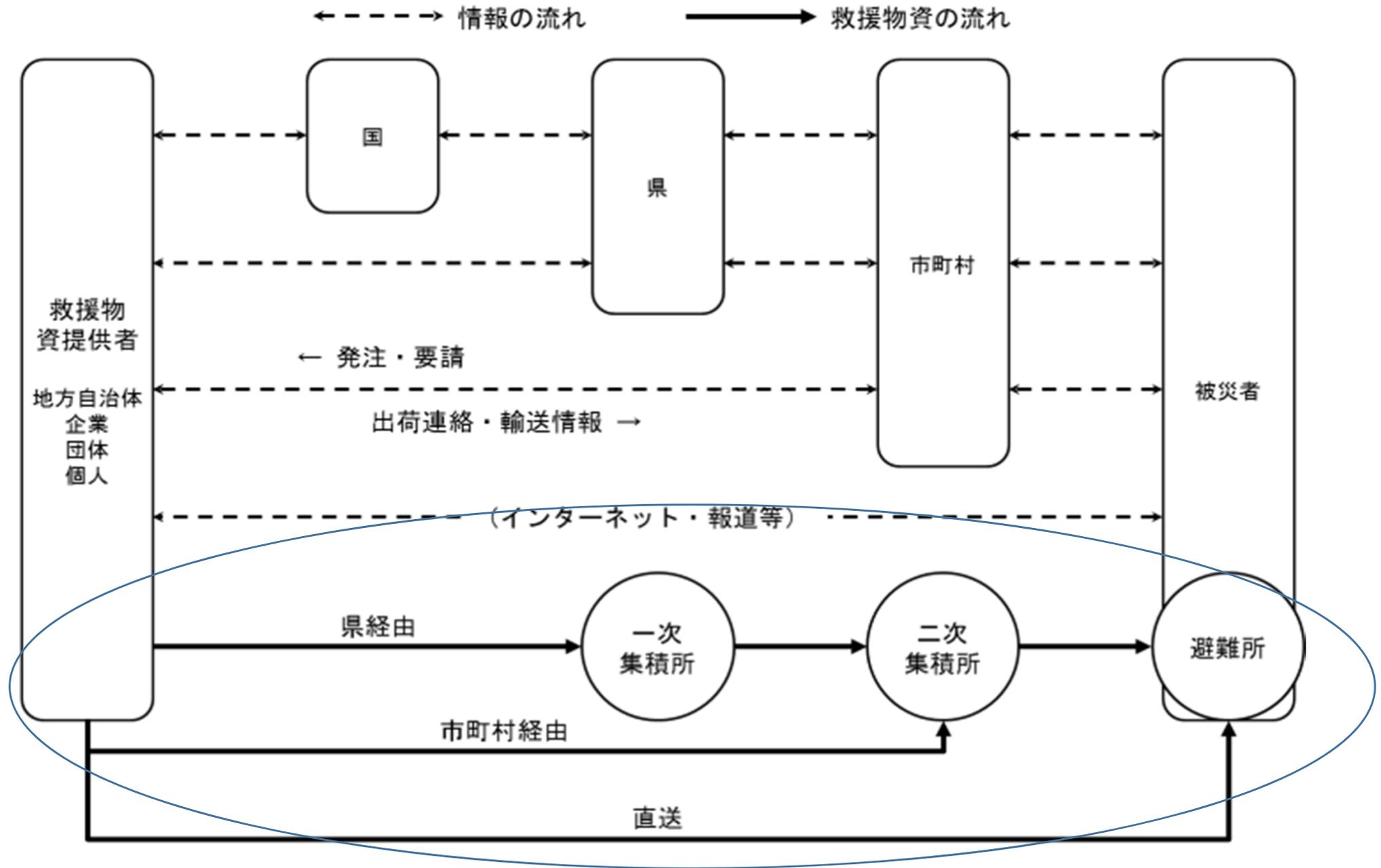


注1 警察庁は「公民館・学校等の公共施設」及び「旅館・ホテル」への避難者を中心に集計。

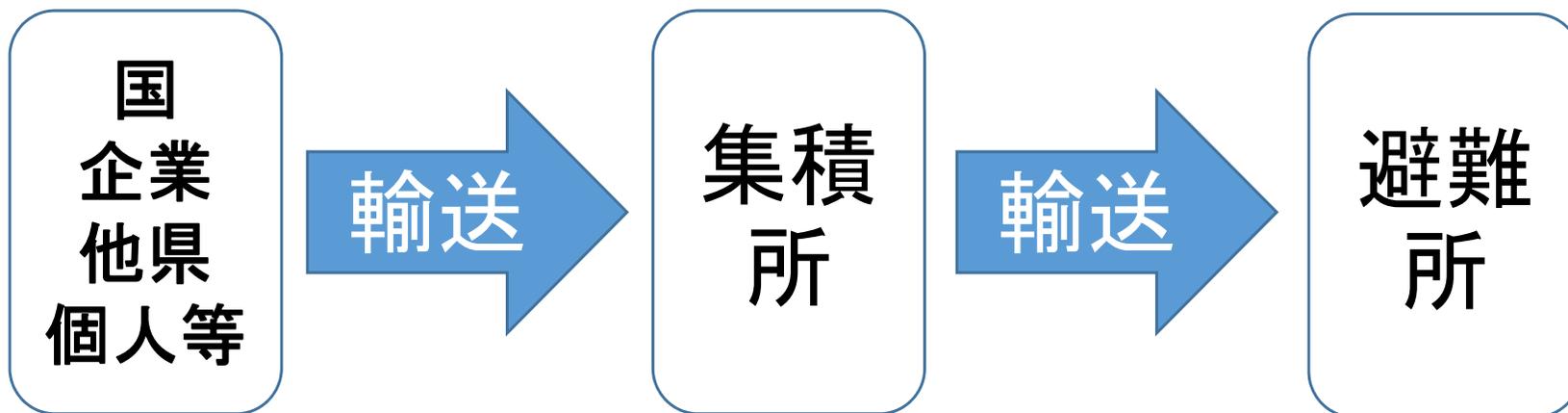
注2 当チームは①避難所(公民館・学校等)、②旅館・ホテル及び③その他(親族・知人宅等)を集計。

(出典) 東日本大震災に関しては警察庁の発表資料等(注1)及び当チームで行った調査結果(注2)を、中越地震に関しては新潟県HPを、阪神・淡路大震災に関しては「阪神・淡路大震災一兵庫県の1年の記録」を参照。

# 救援物資の供給フロー



# 災害発生時物流システムにおける問題



**救援物資が届かない**

救援物資の提供者からの物資調達問題

輸送の問題

集積所における問題

避難所の被災者への物資配布問題

情報の問題

# 救援物資が供給フローにおける全体問題

## 調達

- 情報の途絶
- 自治体機能低下
- 避難所等の状況把握の混乱
- 想定を上回る規模の被災

## 輸送

- 燃料油の不足
- 道路の崩壊
- 運転手の確保の困難

## 集積所における問題

- 大量不要物資
- 混載された救援物資
- 場所配置が不明
- 同じ救援物資の多場所配置
- 集積所容量不足
- ニーズの変化による物資の混乱
- 作業する人員の不足
- 作業員の手不慣れ
- フォークリフトなしの手作業

## 被災者への配布

- 最低限の食料・飲料水の配布に要した期間の長さ
- 燃料油の不足による被災地での輸送力不足
- ニーズ変化への対応の困難

## 情報の問題

- 輸送情報：情報の不備
- 在庫の情報：入出荷情報なく、行き先不明
- 到着情報：到着するトラック降ろせない

以上の表は資料をまとめた結果による作成

# 集積所における作業工程で分けた問題整理

## 入荷

- 輸送状況や到着状況に関する情報不足
- 物流インフラ(など)の崩壊
- ガソリンなどの燃料不足
- 不要物資の流入
- 大量の救援物資

## 検品

- 大量の不要物資
- 受け取った物資の確認不足

## 保管

- 場所配置が不明
- 同じ救援物資の多場所配置
- 集積所容量不足
- ニーズの変化による物資の混乱

## ピッキング

- 必要な救援物資が見つからない
- 混載された物資でピッキングの際に救援物資を探しまわる無駄

## 出荷

- 情報途絶による出荷困難
- 輸送力の低下

## 運搬

- 作業する人員の不足や作業の不慣れで運搬作業時間が長い
- フォークリフトないため手作業になり作業者にたいする作業負荷が高い



興村徹:ロジスティクスプロバイダーから見たレジリエントな震災ロジスティクス、日本通運株式会社、2011年9月13日

以上、問題の原因として、以下の二つにまとめた。

①集積所に入り切れない救援物資が送られたこと。

②集積所における救援物資の保管場所が決まっていないこと。

# 研究目的

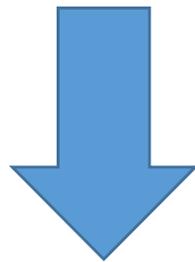
①集積所において救援物資を荷捌きし、保管するために必要な床面積の推計方法を検討する。

②少人数で、かつ不慣れな作業者が出来るだけ効率よく作業を行えるように、救援物資の配置方法について検討する。

# 既存研究(必要床面積について)

『災害用救援物資の必要量算出基準及び保管面積  
原単位の検討』矢野裕児、第30回日本物流学会全国  
大会、2013

『マンション内での防災備蓄物資の必要量とスペース  
に関する研究』大和愛実、東京海洋大学海洋工学部  
流通情報工学科平成23年度卒業論文、2012



- ・既存研究では、救援物資を保管するためだけの面積が検討されている。
- ・しかし荷捌き作業や運搬作業に必要な面積は検討されていない。

集積所における必要床面積の検討

# 既存研究(救援物資の場所配置について)

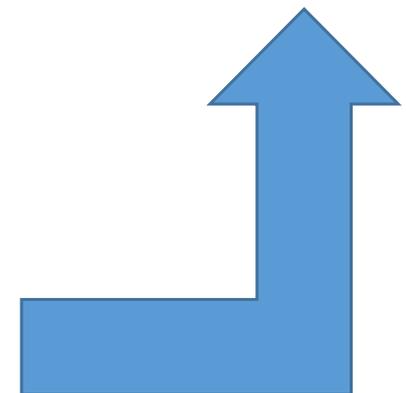
『ピッキング作業の改善のための注文データから見た商品ロケーションの決定方法』黒川久幸、邢斐斐、葛剣橋、鶴田三郎日本物流学会誌、No.19、pp.49-56、2011

『レイアウトシミュレーションによるピッキング場設計支援』歸山翔平東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科海運ロジスティクス専攻平成18年修士論文、2007

『注文データに基づくピッキング方式の選定に関する研究』柯晟劫、趙潔、黒川久幸、麻生敏正日本物流学会誌、No.21、pp.151-158、2013

集積所における作業時間を短くするためのロケーションの検討を行いたい。ただし、作業時間には入荷作業と出荷作業の時間も含まれている。

- ・配送センターでは、ピッキング作業などの作業すべての時間を短くするためのロケーションが検討されている
- ・しかし、集積所の中では作業時間を短くするためのロケーションの検討がされていない
- ・また、ピッキング作業のみを対象にしており、配送センターで行われる運搬などの作業は対象になっていない



はじめに

集積所における作業と検討事項

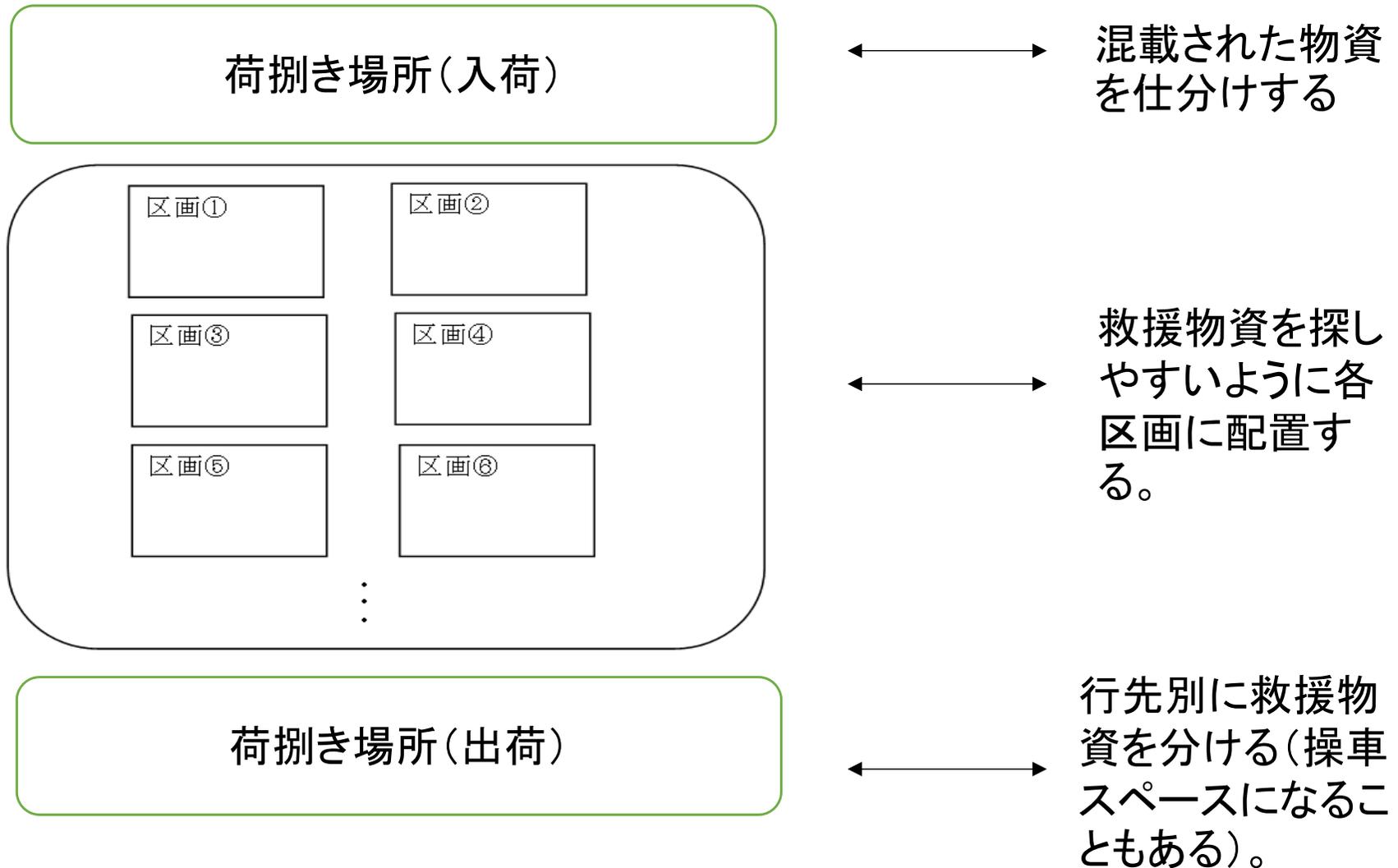
救援物資の量と必要床面積との関係

救援物資の配置方法の検討

おわりに

# 集積所における作業

入荷→入荷検品→運搬→保管→ピッキング→運搬→出荷検品→出荷



# 検討事項

必要な床面積について

避難者の人数

救援物資の量

集積所における必要な床面積

救援物資の配置について

救援物資を予めいくつかの 카테고リーに分類

もっとも労力のかかる運搬作業の軽減を図るように、配置を決定する方法を検討する

保管区画のどこにどの物資を保管すれば良いか検討する。

はじめに

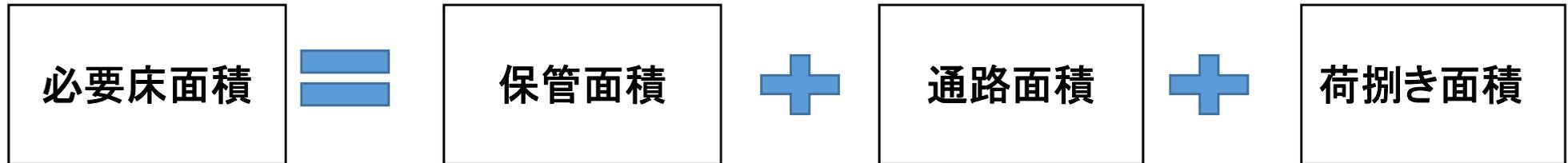
集積所における作業と検討事項

救援物資の量と必要床面積との関係

救援物資の配置方法の検討

おわりに

# 必要床面積の定式化

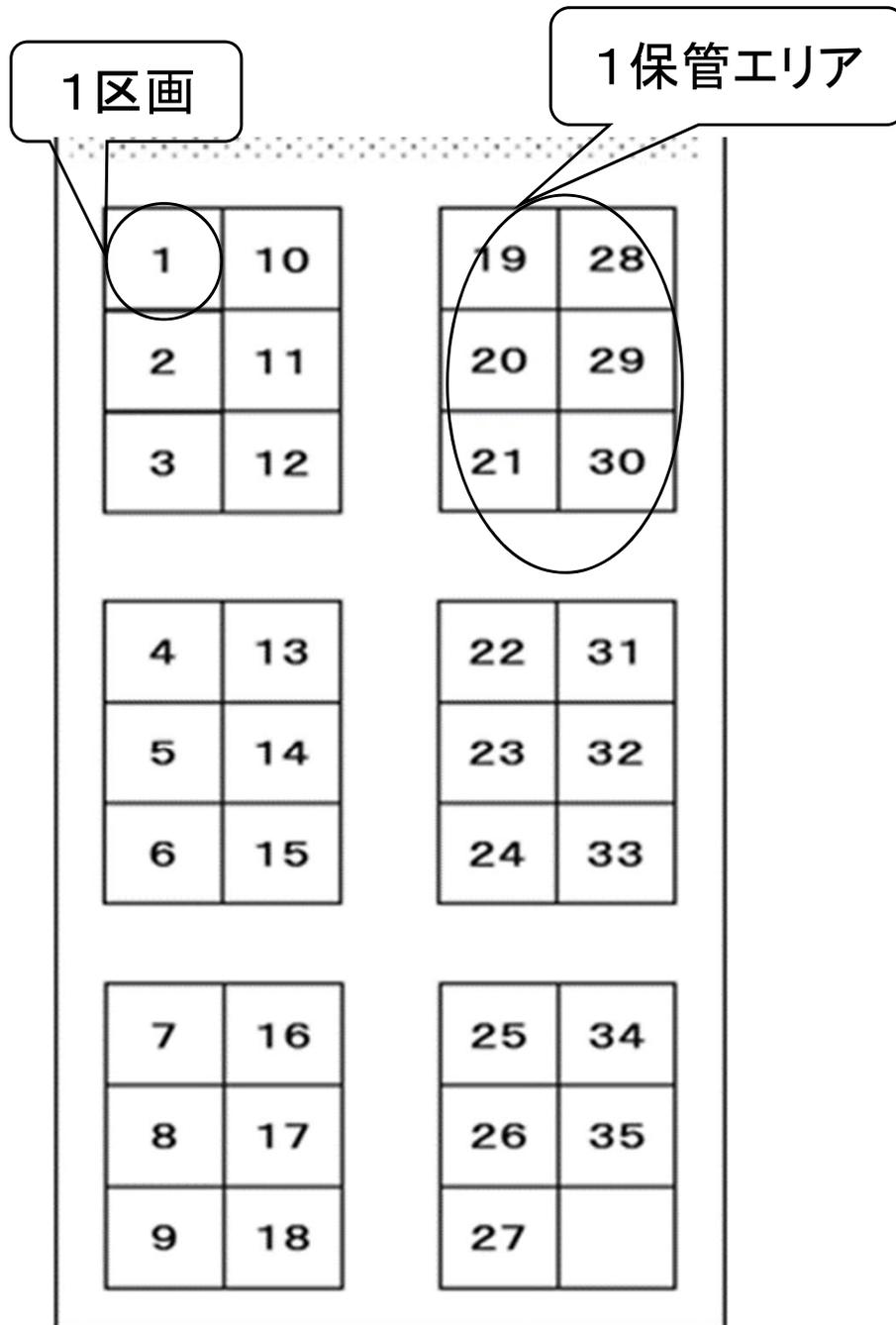


$$S_a = S_b + S_t + S_n$$

$$S_a = (1 + t + n) \cdot S_b$$

$$t = \frac{S_t}{S_b}, n = \frac{S_n}{S_b}$$

# 保管場所の区画について



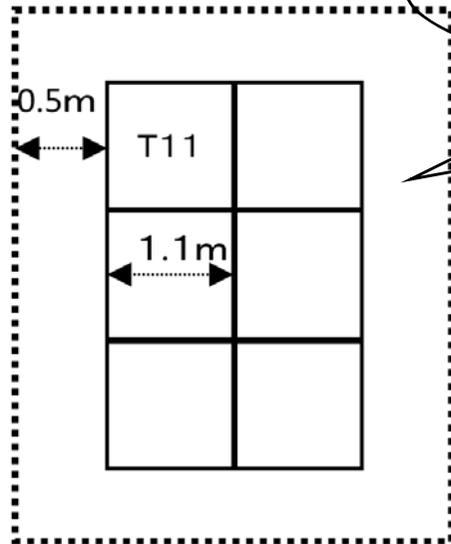
救援物資の配置場所  
がわかるように区画を  
設定する。

標準パレット(T11型:  
1.1m\*1.1m)

保管効率を考慮し、6  
区画を1つの保管エ  
リアとする。

# 通路面積、荷捌き面積と保管面積との関係

集積所によって、手作業やハンドリフトやフォークリフトなどでの作業がある。それに対応する通路の幅が必要である。本研究では、保管面積と比例するということを説明する。



通路面積が保管面積に比例する。

$$t = \frac{St}{Sb}$$

荷捌き面積は荷捌きの量に比例する

荷捌き量は保管する量に比例する。

保管面積は保管量に比例する。

荷捌き面積は保管面積に比例する。

$$n = \frac{Sn}{Sb}$$

# 保管面積について

救援物資*i*を保管する  
のに必要な床面積

$$S_i = \frac{Q_i}{SPE_i}$$

救援物資*i*の必要な保管量

救援物資*i*の単位面積あ  
たり保管量

$$Q_i = RQO_i \cdot NVM p_i \cdot LTM_i$$

救援物資*i*の被災者が  
1日に必要な量

集積所が対象とす  
る被災者数

救援物資*i*の調達期  
間

$p_i$  : 救援物資*i*を利用する人数が集積場の対象する人数に占めるパーセンテージ  
救援物資*i*が年齢、性別と関係ない場合  $p=1$   
救援物資*i*が年齢、性別と関係ある場合  $p \in [0, 1]$

# 保管面積について

$$NK_i = \text{ceiling}\left(\frac{S_i}{DVS}\right)$$

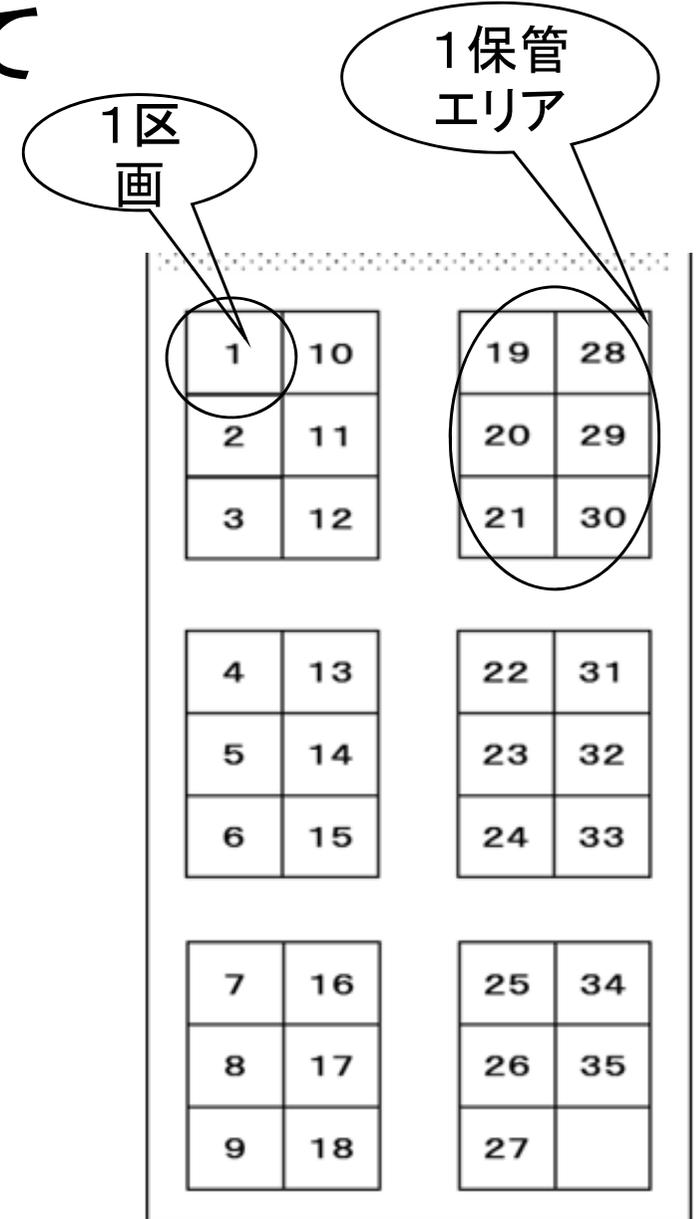
救援物資*i*を保管  
するのに必要な  
床面積

1区画の面積

$$NA = \text{ceiling}\left(\frac{\sum_{i \in SI} NK_i}{6}\right)$$

救援物資*i*の  
保管区画数

保管エリア数



したがって

$$\text{物資を保管する面積} : S_b = DVS \cdot 6 \cdot NA$$

# 救援物資の前提条件の一例

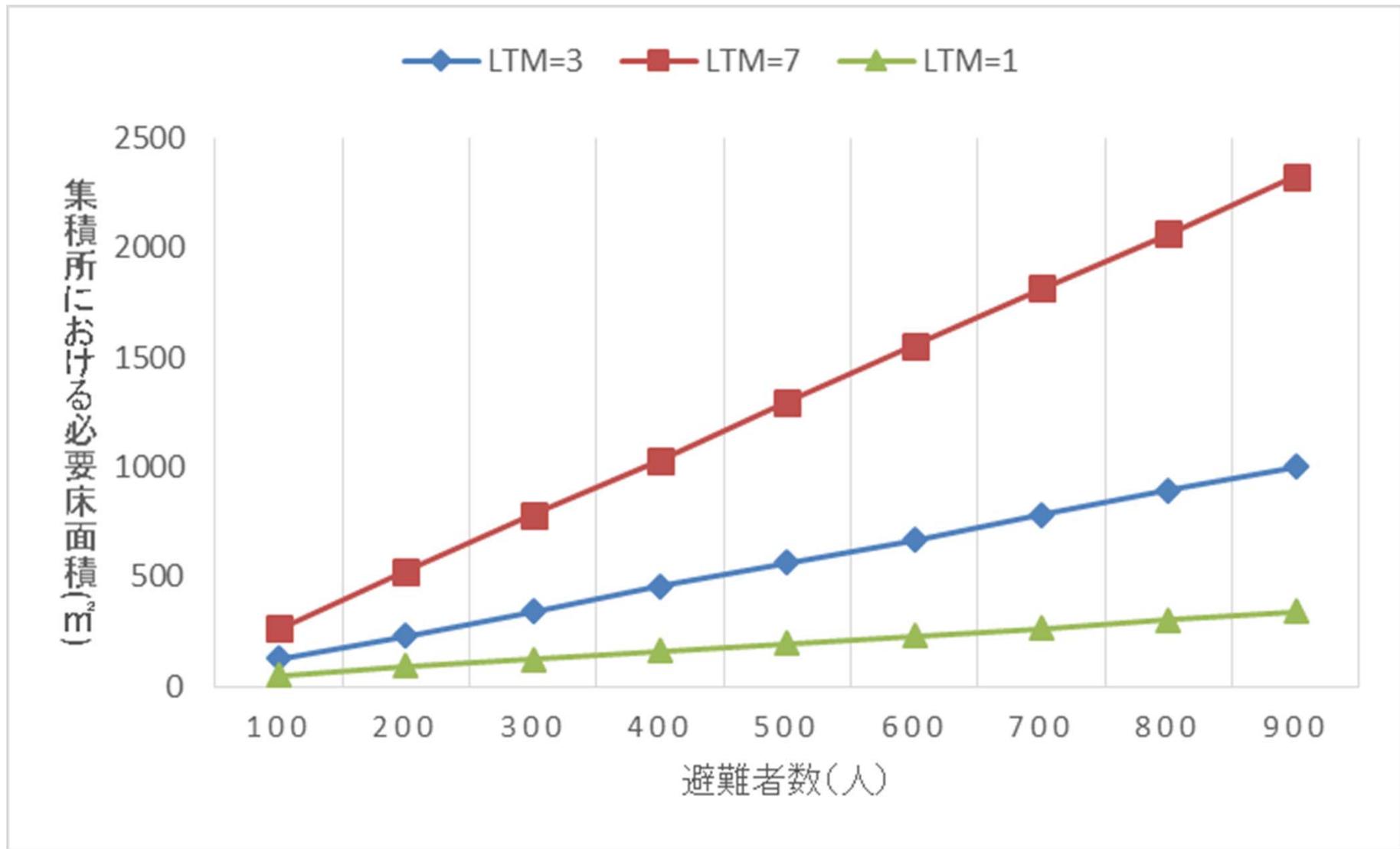
救援物資		RQO	LTM	SPE	
被災者一人一日当たり 費量		2.0	食	3	54.
		1.5		3	95
					2,020
					9
衛生用品	トイ ペーパー				
衣料	下着	1.0	枚		
燃料	カセットガ ス	0.7	本		

調達期間を3日間に設定

救援物資iの単位面積あたり  
保管量: 救援物資の寸法に  
よって計算されたもの

出典: 大和愛実『マンション内での防災備蓄物資の必要量とスペースに関する研究』東京海洋大学海洋工学部流通情報工学科平成23年度卒業論文、2012 より作成

## 集積所と避難者人数の関係図



## 結果の応用

- 避難者数がわかれば、集積所が必要とされる広さが求められる。
- 通路の広さや作業地域の区分。
- 集積所が溢れないようにするために調達期間を変化させることで、適切な量の救援物資を入庫させる。
- 集積所の立地計画を行うための参考資料にする。

はじめに

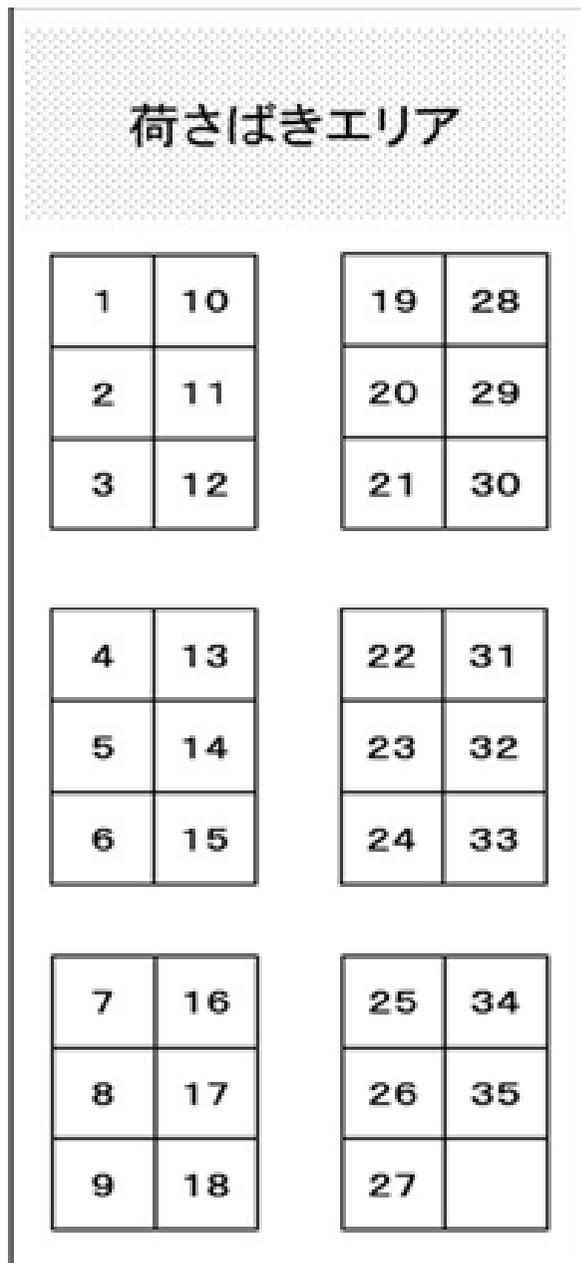
集積所における作業と検討事項

救援物資の量と必要床面積との関係

救援物資の配置方法の検討

おわりに

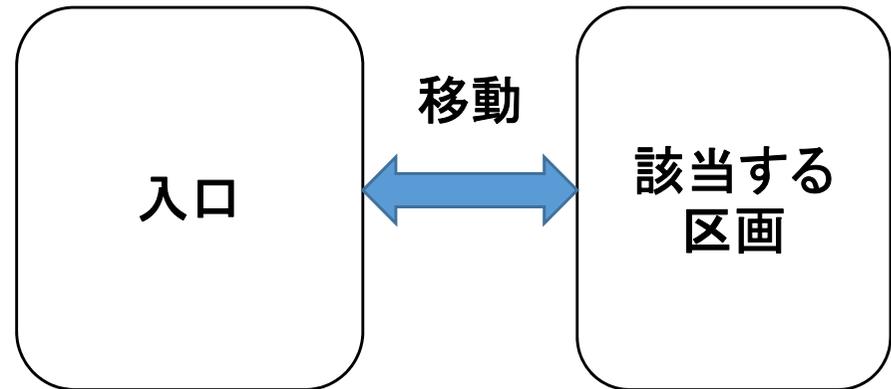
# 救援物資を探しまくるなど発生しないよう、区画を分けておく



# 運搬作業入荷作業と出荷作業の動作について

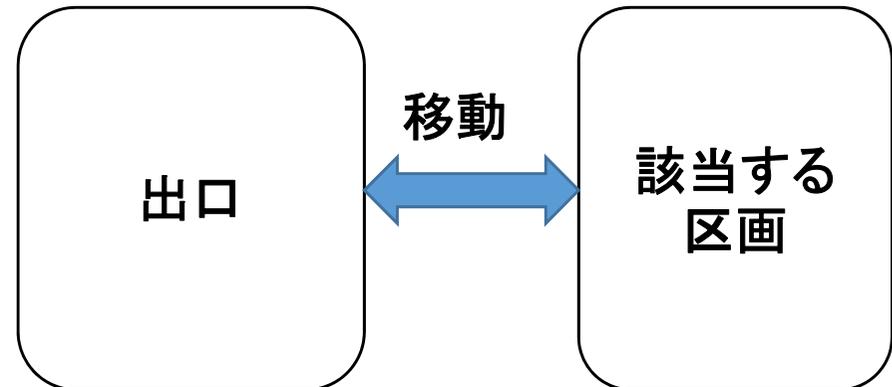
入荷:

- ・ 救援物資を該当する区画まで移動
- ・ 救援物資を置く
- ・ 入り口まで戻る



出荷:

- ・ 出口から救援物資まで移動
- ・ 救援物資の検索と取り出し
- ・ 救援物資を出口まで移動する



# 救援物資配置方法を決める方針

多くの二次集積所では人力で行っていたことを考慮し、  
もっとも労力のかかる運搬作業の軽減を図るように、運搬作業の効率を上げるためには

**運搬距離の短縮**

**出庫と入庫の頻度の高い救援物資が出入口付近に置く**

**作業負荷が高い救援物資を出入口付近に置く**

# 物資配置の定式化

入荷か出荷に優先するパラメーター

$$\text{Min. TDS} = \alpha \sum_{i \in SI} \sum_{j \in SJ} L_{i,j} \cdot DSI_i \cdot F_i \cdot W_i + \underbrace{(1 - \alpha) \sum_{i \in SI} \sum_{j \in SJ} L_{i,j} \cdot DSO_i \cdot F_i \cdot W_i}_{\text{入荷過程における運搬負担総量}}$$

入荷過程における運搬負担総量

$\alpha$ : 入荷か出荷に偏る比率  
 $\alpha \in [0, 1]$

$$\sum_{j \in SJ} L_{i,j} = N_i \quad \forall i \in SI$$

$$\sum_{i \in SI} L_{i,j} \leq 1 \quad \forall j \in SJ$$

$$L_{i,j} \in \{0,1\} \quad \forall i \in SI, \forall j \in SJ$$

出荷過程における運搬負担総量

# 物資配置の定式化

TDS: 作業総負荷

$L_{i,j}$ : 救援物資*i*の区画*j*における保管の有無

$DSI_j$ : 入口から区画*j*までの距離

$$\text{Min. } TDS = \alpha \sum_{i \in SI} \sum_{j \in SJ} L_{i,j} \cdot DSI_i \cdot F_i \cdot W_i + (1 - \alpha) \sum_{i \in SI} \sum_{j \in SJ} L_{i,j} \cdot DSO_i \cdot F_i \cdot W_i$$

$DSO_j$ : 区画*j*から出口までの距離

$F_i$ : 救援物資*i*の1区画あたり作業頻度

$W_i$ : 救援物資*i*の作業負荷係数

$$\sum_{j \in SJ} L_{i,j} = N_i \quad \forall i \in SI$$

$$\sum_{i \in SI} L_{i,j} \leq 1 \quad \forall j \in SJ$$

$$L_{i,j} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in SI, \forall j \in SJ$$

SI: 救援物資の集合

SJ: 区画の集合

# 物資配置が災害時における応用に関する検討

避難者数を100人と設定した救援物資の前提条件の一例

救援物資		記号	Q	$S_i$	NK	F
食料	米	米	600	11.0	12	50
飲料	飲料水	水	450	4.7	5	90
日用品	携帯カイロ	携	600	0.3	1	60
衛生用品	タオル	タ	300	3.3	4	15
	トイレト ペーパー	ト	300	2.3	3	50
衣料	下着	下	300	4.8	5	15
燃料	カセットガス	カ	210	5.0	5	21

救援物資 $i$ の必要な保管量

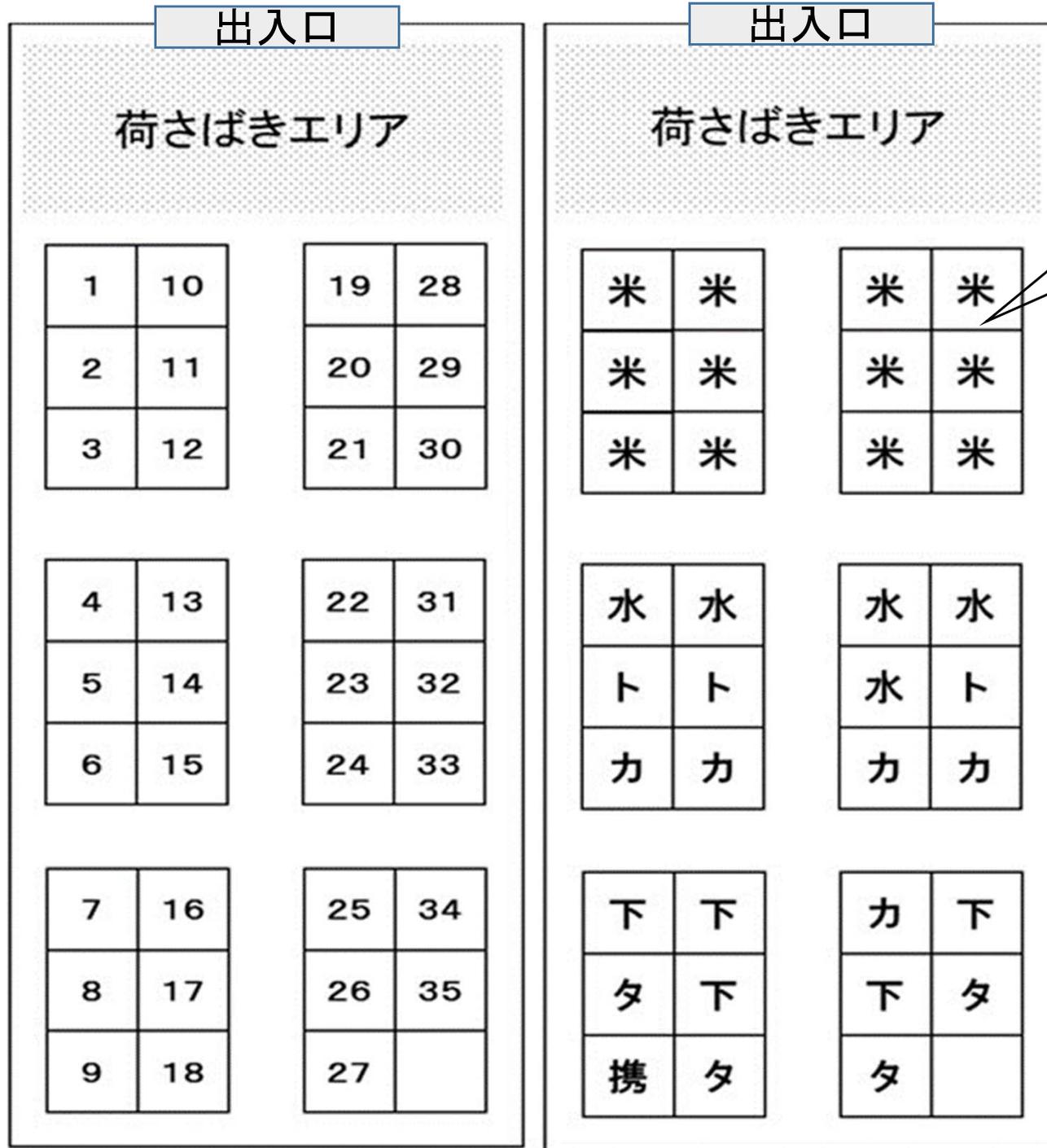
$F_i$ : 救援物資 $i$ の1区画あたり作業頻度

救援物資 $i$ の保管区画数

救援物資 $i$ を保管するのに必要な床面積

出入口が区画までの距離や作業負荷係数や救援物資 $i$ を作業者が一度に運べる量が設定した値

# 算出した結果で作成したレイアウト図



## 結果の応用

- 指示図に作成して在庫管理する作業員が指示図に従って救援物資の配置をすることが出来る。
- 害発生直後の品目の選択について、避難者の基本的な生活レベルを維持するうえで単位当たり保存量が多い品目に決定することができる。それによって、保管スペースの節約になる。

はじめに

集積所における作業と検討事項

救援物資の量と必要床面積との関係

救援物資の配置方法の検討

おわりに

## おわりに

- ・入りきれない救援物資が集積所に流入した問題に対応して、集積所の必要床面積の算出をした。

- ・集積所における入荷と出荷過程を対象に、非効率の原因の一つである集積所における救援物資の配置に関して、その決定方法を検討し、その結果を利用して実際の応用方法を提案した。

## 今後の課題

- ・入荷場所と出荷場所が分けられる場合の検討、入荷時間と出荷時間のパラメーターの設定。
- ・震災発生3日間以降、必要とされる救援物資が変化することを考慮に入れた配置方法に関して検討を行っていきたい。

ご清聴、ありがとうございました。