

# 小規模地方港コンテナ・ターミナルにおける 生産性向上のための自動化・機械化 適正技術に関する調査研究

---

岡山大学大学院社会文化科学研究科 津守 貴之  
中電技術コンサルタント(株) 森山 弘將, 塚野 真美

# 2022年度本研究開発の目的と意義および背景

---

## (1)2022年度本研究開発の目的

- ①小規模地方港のコンテナ・ターミナルにとって生産性向上に有効な適正技術の詳細設計を検討するための情報システム導入・改良のパターンの整理とその実現可能性の模索
- ②港湾物流の各現場作業それぞれに必要なとされる手順・技能の特定
- ③港湾物流の現場作業の生産性向上および技能継承の容易化を目的とした機器の詳細設計の検討

# 2022年度本研究開発の目的と意義および背景

---

(2)2022年度本研究開発の意義＝**持続的な港湾物流の実現**

## 1)港湾物流への情報システム導入とその後のデジタル化の推進

:小規模地方港コンテナ・ターミナルにおける情報システム導入の遅れへの対応

## 2)情報システム導入・改良のパターンの整理

①小規模地方港コンテナ・ターミナルへの遠隔操作RTG導入の可能性調査

②その他の情報システム導入の前提条件の検討

## 3)港湾物流の現場作業の労働負担の軽減・安全確保と生産性向上のためのハード、ソフト両面での具体的な対応方法の提示

:作業および作業体制の標準化による生産性向上と情報システム導入推進

# 2022年度本研究開発の目的 と意義および背景

---

## 1)港湾労働者不足問題の深刻化

- ①日本の生産年齢人口の減少
- ②働き方改革の影響
- ③外国人労働者流入の鈍化と今後の減少の影響
- ④若年労働者の海外出稼ぎの本格化

## 2)DXの進展

- ①港湾労働者の労務負担の軽減＋現場作業の安全確保→港湾労働の魅力向上
- ②船社、荷主のDX展開への対応

# 2022年度の本研究開発の実施状況

---

## (1)ヒヤリング調査(主に津守が担当)

### 1)ヒヤリング実施港湾:港運事業者、港湾管理者、港湾運営会社

伊万里港、北九州港、博多港、徳山下松港、水島港、広島港、境港、四日市港、名古屋港、東京港、横浜港、神戸港、大阪港

### 2)その他のヒヤリング先

国土交通省港湾局、全国港湾労働組合連合会、各地方港運協会(東京港運協会、横浜港運協会、名古屋港運協会、四日市港運協会、大阪港運協会、兵庫県港運協会、中国地方港運協会、博多港運協会等)等

## (2)重回帰分析および多変量解析(森山研究員、塚野研究員が担当)

# 2022年度本研究開発の定性的分析の成果

---

## (1)情報システム導入・改良のパターンの整理とその実現可能性の検討

### 1)遠隔操作RTG導入の可能性調査

#### ◆現時点では困難

a)採算性の問題:投資規模の大きさと貨物量の少なさ

→単一港湾での導入は困難:遠隔操作RTGは最低20基必要

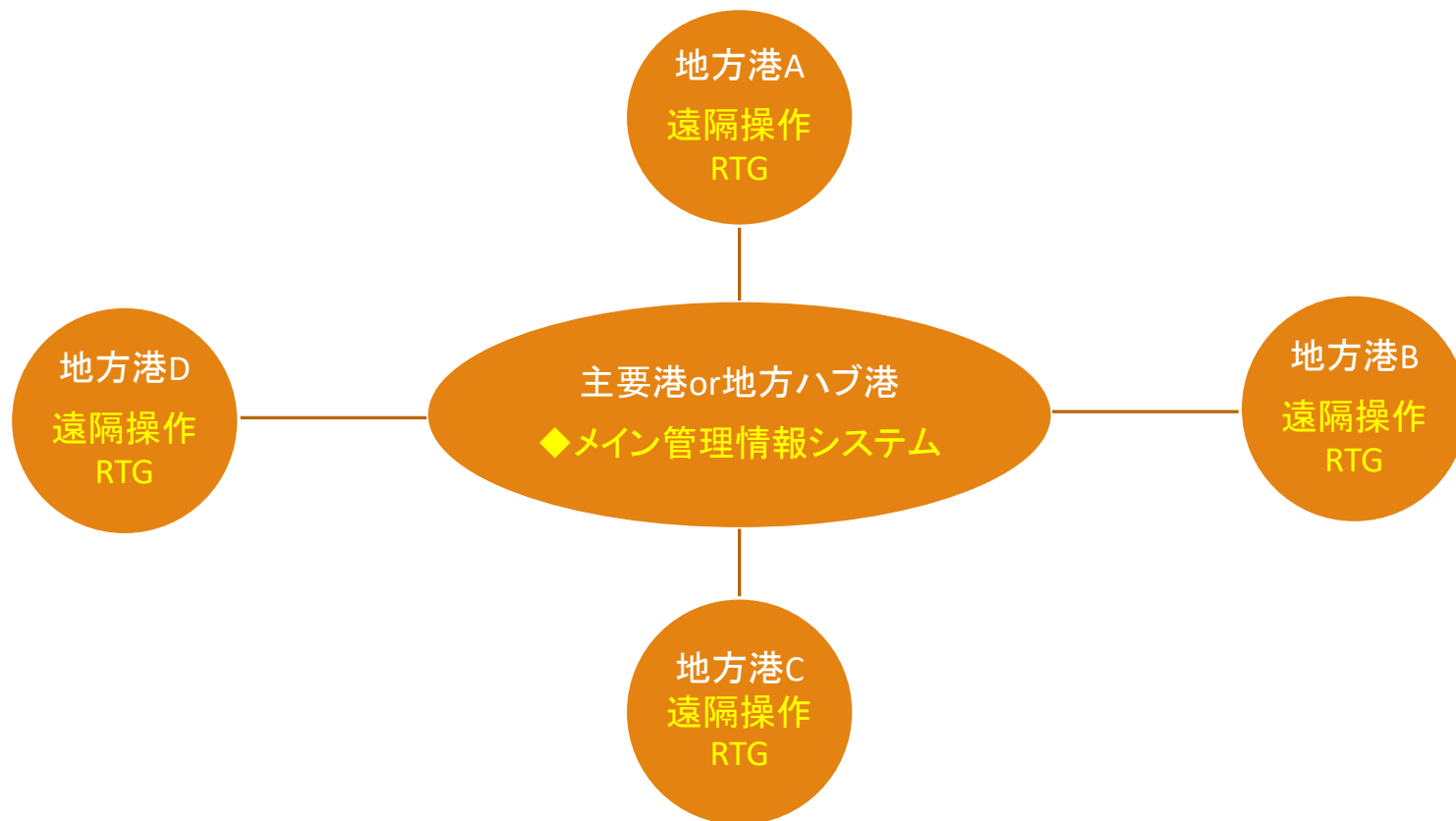
→複数港湾での共有は可能か

b)システム上の問題:システム導入時に地方港コンテナターミナル情報をプログラムに書き込む必要あり=あとから追加は難しい(?)

c)メーカーの要因:情報システム会社と機器メーカーの連携の必要

# 2022年度本研究開発の定性的分析の成果

---



# 2022年度本研究開発の定性的分析の成果

---

## b)その他の情報システム導入の可能性調査－伊万里港の事例

### ◆伊万里港の概要

- ①取り扱い貨物量＝4万TEU程度
- ②ガントリー2基、トランスファクレーン＝3基、ストラドルキャリア1基
- ③港運事業者は実質1社

### ◇導入システム

- ①ターミナル・オペレーション・システム：ヤード内コンテナ蔵置管理
- ②船社の情報システムとの連携システム：コンテナ船の入出港情報、コンテナ積み下ろし情報の管理
- ③ゲート管理システム：無人化ゲートのトライアル

# 2022年度本研究開発の定性的分析の成果

---

c)小規模地方港コンテナターミナルで情報システムの導入が遅れている理由

- ① 現場作業を行う港運事業者が複数存在し、コスト配分等の合意形成に時間がかかる。
- ② 同じく複数の港運事業者が存在する場合、使用している荷役機械の種類が異なったり、更新時期が大きく異なる、利用している倉庫が違うため、動線も異なる等の状況があり、導入が難しい。
- ③ ターミナルのレイアウトが歪であり、情報システムを導入する際に追加的なコストがかかる、あるいは効果が低下する。

# 2022年度本研究開発の定性的分析の成果

---

## (2)港湾物流の各現場作業それぞれに必要とされる手順・技能の特定

### 1)2つのタイプの「能力」、「技能」の存在

- ①個々の作業・業務に関する知識・熟練
- ②作業チーム(ギャング)の統率能力

### 2)2つのタイプの「能力」、「技能」育成の仕組みの不安定性

- ①個々の作業・業務に関する知識・熟練の習得は個別事業者ごとに異なる。
- ②作業チームの統率能力は各事業者の現場任せになっている。

# 地方港コンテナターミナルDBの作成

## 港湾荷役に関するデータベースの作成

◇DBは公表統計値、アンケート・ヒアリング等により収集整理

◇内容は、背後市情報、ターミナル情報、荷役体制情報

◇データの欠損値や外れ値の除去(全国地方CT 58港⇒20港に絞り込み)

港湾No	港湾名	背後市基本情報				ターミナル情報											
		背後市人口 (人)	事業所 数	従業者 数 (人)	製造品出 荷額 (百万円)	輸出入合 計 (TEU)	ターミナル 面積 (ha)	マー シャリ ング ヤード までの 奥行幅 (m)	岸壁延 長(m)	蔵置個 数 (TEU)	岸壁水 深 (m)	GC基数 (基)	TC基数 (基)	ストラ ドル キャリ ア (台)	リーチ スタッ カー (台)	ゲート レーン 数	航路便数 (便/ 週)
3	石狩湾新港	121,924	3,255	6,256	86,004	47,889	10.1	173	370	2,760	10.0	2	1	0	4	1	3.0
5	釧路港	174,742	3,255	6,256	86,004	30,486	3.0	100	240	2,400	12.0	1	0	6	3	1	3.0
6	八戸港	231,257	1,064	1,878	23,817	36,176	8.4	180	260	2,830	13.0	2	1	6	0	4	4.0
7	仙台塩釜港	1,082,159	1,499	2,787	25,675	183,343	27.6	421	640	3,088	14.0	4	1	6	2	2	7.5
10	小名浜港	350,237	2,450	4,711	34,707	30,811	5.9	142	370	1,128	10.0	1	0	3	2	2	3.0
17	直江津港	196,987	4,563	8,450	53,735	141,175	6.0	240	170	2,200	10.0	1	0	0	2	2	2.0
20	敦賀港	66,165	2,300	4,481	32,717	32,484	6.1	210	280	1,354	14.0	1	0	2	1	4	3.0
22	御前崎港	45,547	6,643	12,981	124,473	18,243	6.2	180	310	1,680	14.0	2	4	0	0	1	3.0
23	三河港	374,765	12,238	24,622	260,828	29,529	12.9	110	780	4,868	12.0	2	0	5	0	1	4.0
24	四日市港	311,031	2,665	5,203	51,755	204,116	13.8	270	360	9,964	14.0	3	0	11	0	2	17.0
29	境港	206,230	392	737	5,769	35,129	7.6	145	280	1,968	14.0	1	0	1	1	1	6.0
31	水島港	477,118	2,267	4,445	36,413	143,080	16.3	215	580	3,514	12.0	4	0	10	1	6	19.0
32	広島港	1,194,034	3,112	6,162	65,594	172,742	11.5	260	480	8,000	14.0	2	0	0	4	2	18.0
39	三田尻中関	115,942	986	1,851	20,181	16,617	11.7	115	520	2,011	7.5	2	0	2	2	1	5.0
40	宇部港	169,429	986	1,851	20,181	3,193	3.0	130	510	553	13.0	1	0	2	1	1	1.0
45	今治港	158,114	1,576	3,105	22,099	30,480	5.5	100	425	1,030	12.0	1	0	1	1	2	4.0
47	北九州港	961,286	3,661	7,173	64,018	476,902	14.4	280	960	6,424	12.0	4	7	15	0	3	45.0
49	伊万里港	55,238	1,039	2,054	15,501	56,839	7.7	300	450	3,000	13.0	1	3	0	0	1	6.0
51	八代港	127,472	1,315	2,553	18,671	22,678	5.6	175	200	1,436	12.0	2	0	3	0	4	3.0
57	川内港	96,076	1,974	3,754	31,097	18,938	2.9	80	370	540	12.0	1	0	1	2	2	3.0

# 地方港コンテナターミナルDBの作成

## 港湾荷役に関するデータベースの作成

◇荷役体制情報では、現状のギャング体制と不足する人数から理想人数を整理

港湾No	港湾名	荷役情報															総合生産性 (TEU/人*h)
		船内・沿岸 荷役作業人 数_合計	船内 ラッシング作 業	ガント リーク レーン 操作人 数	ガント リー下作 業人数	沿岸荷役 クレーン 操作人数	港内 シャー シドラ イバー 人数	CFS・倉 庫・上 屋など 作業人 数	船内・ 沿岸荷 役作業 理想人 数_合計	船内 ラッシ ング作 業理想 人数	ガント リーク レーン 操作理 想人数	ガント リー下 作業理 想人数	沿岸荷 役ク レーン 操作理 想人数	港内 シャー シドラ イバー 理想人 数	CFS・ 倉庫・ 上屋な ど作業 人数	1時間 あたりの積卸 コンテナ個数	
3	石狩湾新港	22.0	6.0	1.0	5.0	6.0	4.0	1.0	22.0	6.0	1.0	5.0	6.0	4.0	1.0	37	0.5
5	釧路港	20.5	4.0	3.0	2.0	9.0	2.5	1.0	25.5	7.0	3.0	4.0	9.0	2.5	1.0	23	0.1
6	八戸港	10.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	10.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	26	0.7
7	仙台塩釜港	17.0	9.0	2.0	2.0	4.0	0.0	0.0	21.5	10.0	3.0	3.0	5.5	0.0	0.0	40	2.4
10	小名浜港	13.0	5.0	1.5	1.5	5.0	0.0	0.0	13.0	5.0	1.5	1.5	5.0	0.0	0.0	25	0.5
17	直江津港	12.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	24.5	6.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.5	30	6.0
20	敦賀港	18.0	5.0	2.0	7.0	2.0	2.0	10.0	28.0	5.0	7.0	7.0	2.0	7.0	10.0	30	0.9
22	御前崎港	15.0	7.0	1.0	3.0	1.0	3.0	0.0	22.0	10.0	2.0	4.0	3.0	3.0	0.0	30	0.4
23	三河港	11.0	6.0	1.0	2.0	2.0	0.0	0.0	15.5	7.5	2.0	2.5	3.5	0.0	0.0	33	1.0
24	四日市港	15.0	4.0	2.0	3.0	2.0	4.0	0.0	15.0	4.0	2.0	3.0	2.0	4.0	0.0	30	2.0
29	境港	8.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	0.0	15.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	1.5	23	1.5
31	水島港	16.0	6.0	1.0	2.0	4.0	3.0	0.0	16.0	6.0	1.0	2.0	4.0	3.0	0.0	35	1.3
32	広島港	14.0	6.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	17.5	7.0	2.0	2.5	2.5	3.5	4.0	28	3.6
39	三田尻中関	13.0	4.0	1.0	2.0	3.0	3.0	0.5	15.0	4.0	1.5	3.5	3.0	3.0	0.5	30	0.3
40	宇部港	11.0	3.0	1.0	2.0	3.0	2.0	4.0	11.0	3.0	1.0	2.0	3.0	2.0	4.0	25	0.1
45	今治港	12.0	5.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	12.0	5.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	25	1.2
47	北九州港	12.0	4.0	2.0	2.0	4.0	0.0	0.0	12.0	4.0	2.0	2.0	4.0	0.0	0.0	33	2.6
49	伊万里港	14.0	6.0	1.0	1.0	3.0	3.0	9.0	14.0	6.0	1.0	1.0	3.0	3.0	9.0	30	1.5
51	八代港	11.0	4.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	16.0	6.0	2.5	2.0	3.5	2.0	0.0	26	0.6
57	川内港	14.5	6.0	1.0	2.5	3.0	2.0	0.0	14.5	6.0	1.0	2.5	3.0	2.0	0.0	25	0.5

# 地方港コンテナターミナルDBの作成

## 各データの基本統計量の算定(ターミナル情報)

ゲートレーン数		ターミナル面積 (ha)		蔵置個数 (TEU)		コンテナターミナルの幅(m)	
平均	2.2	平均	9.3	平均	3037.4	平均	191.3
標準誤差	0.3	標準誤差	1.3	標準誤差	558.2	標準誤差	19.0
中央値 (メジアン)	2.0	中央値 (メジアン)	7.7	中央値 (メジアン)	2300.0	中央値 (メジアン)	177.5
最頻値 (モード)	1.0	最頻値 (モード)		最頻値 (モード)		最頻値 (モード)	100.0
標準偏差	1.4	標準偏差	5.9	標準偏差	2496.4	標準偏差	85.0
分散	1.9	分散	34.3	分散	6231926.9	分散	7227.4
尖度	1.7	尖度	3.9	尖度	2.4	尖度	1.2
歪度	1.4	歪度	1.7	歪度	1.7	歪度	1.0
範囲	5	範囲	24.7	範囲	9424	範囲	341
最小	1	最小	2.9	最小	540	最小	80
最大	6	最大	27.6	最大	9964	最大	421
合計	43	合計	186.274067	合計	60748	合計	3826
データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20

輸出入合計 (TEU)		GC基数 (基)		TC基数 (基)		ストラドルキャリア (台)	
平均	86542.5	平均	1.9	平均	0.9	平均	3.7
標準誤差	24997.8	標準誤差	0.2	標準誤差	0.4	標準誤差	0.9
中央値 (メジアン)	33806.5	中央値 (メジアン)	2.0	中央値 (メジアン)	0.0	中央値 (メジアン)	2.0
最頻値 (モード)	#N/A	最頻値 (モード)	1.0	最頻値 (モード)	0.0	最頻値 (モード)	0.0
標準偏差	111793.3	標準偏差	1.1	標準偏差	1.8	標準偏差	4.2
分散	12497750261.1	分散	1.1	分散	3.3	分散	17.8
尖度	7.5	尖度	0.1	尖度	6.8	尖度	1.5
歪度	2.5	歪度	1.1	歪度	2.6	歪度	1.4
範囲	473709	範囲	3	範囲	7	範囲	15
最小	3193	最小	1	最小	0	最小	0
最大	476902	最大	4	最大	7	最大	15
合計	1730850	合計	38	合計	17	合計	74
データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20

# 地方港コンテナターミナルDBの作成

## 各データの基本統計量の算定(荷役体制情報)

船内・沿岸荷役作業人数_合計		船内ラッシング作業		ガントリークレーン操作人数		ガントリー下作業人数	
平均	14.0	平均	5.0	平均	1.4	平均	2.5
標準誤差	0.8	標準誤差	0.4	標準誤差	0.1	標準誤差	0.3
中央値 (メジアン)	13.5	中央値 (メジアン)	5.0	中央値 (メジアン)	1.0	中央値 (メジアン)	2.0
最頻値 (モード)	12.0	最頻値 (モード)	6.0	最頻値 (モード)	1.0	最頻値 (モード)	2.0
標準偏差	3.5	標準偏差	1.6	標準偏差	0.6	標準偏差	1.3
分散	12.1	分散	2.6	分散	0.3	分散	1.8
尖度	0.5	尖度	0.9	尖度	1.5	尖度	7.6
歪度	0.7	歪度	0.5	歪度	1.4	歪度	2.7
範囲	14	範囲	7	範囲	2	範囲	6
最小	8	最小	2	最小	1	最小	1
最大	22	最大	9	最大	3	最大	7
合計	279	合計	99	合計	27.5	合計	49
データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20
沿岸荷役クレーン操作人数		港内シャーシドライバー人数		船内・沿岸荷役作業理想人数_合計		1時間あたりの積卸コンテナ個数	
平均	3.1	平均	2.1	平均	17.0	平均	29.2
標準誤差	0.4	標準誤差	0.3	標準誤差	1.1	標準誤差	1.1
中央値 (メジアン)	2.5	中央値 (メジアン)	2.0	中央値 (メジアン)	15.5	中央値 (メジアン)	30.0
最頻値 (モード)	2.0	最頻値 (モード)	2.0	最頻値 (モード)	22.0	最頻値 (モード)	30.0
標準偏差	1.9	標準偏差	1.2	標準偏差	5.1	標準偏差	4.7
分散	3.6	分散	1.5	分散	26.4	分散	22.1
尖度	4.1	尖度	-0.3	尖度	-0.4	尖度	0.0
歪度	1.8	歪度	-0.5	歪度	0.7	歪度	0.7
範囲	8	範囲	4	範囲	18	範囲	17.5
最小	1	最小	0	最小	10	最小	22.5
最大	9	最大	4	最大	28	最大	40
合計	62	合計	41.5	合計	340.5	合計	583.5
データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20	データの個数	20

# 地方港コンテナターミナルの類型化

## 生産性を示す指数の設定

### ◇コンテナターミナルの生産性を示す指数

①1GCの1時間当りのコンテナ積卸個数(個／h)

②総合生産性(作業処理効率)

総合生産性＝人の生産性×設備の生産性  
人の生産性＝処理量(TEU/年)÷(人×時間)  
設備の生産性＝処理量(TEU/年)÷(設備台数×時間)

### ◇相関分析結果

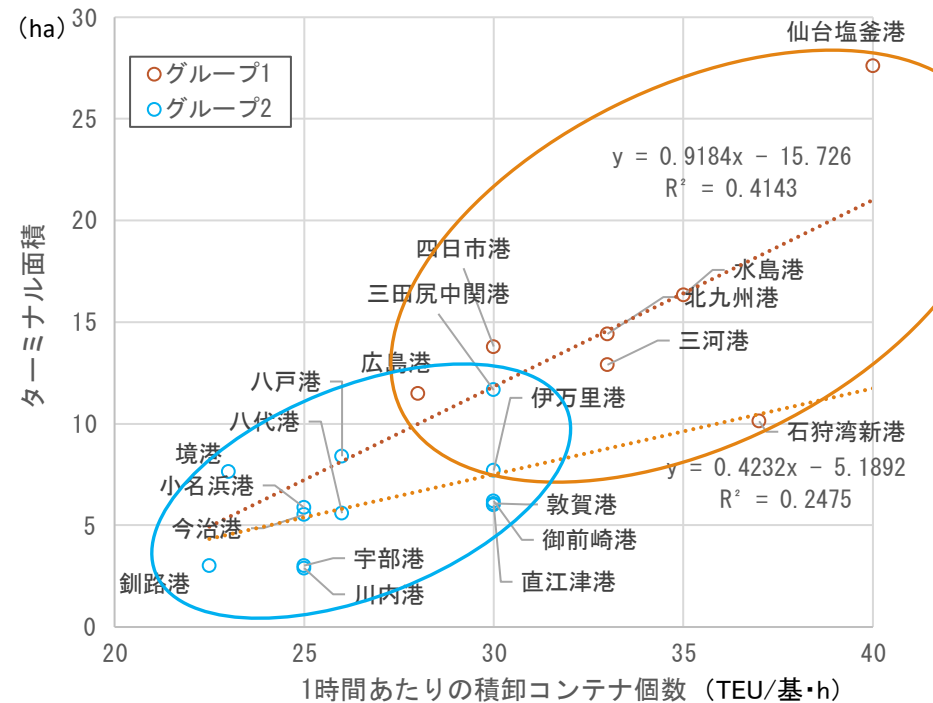
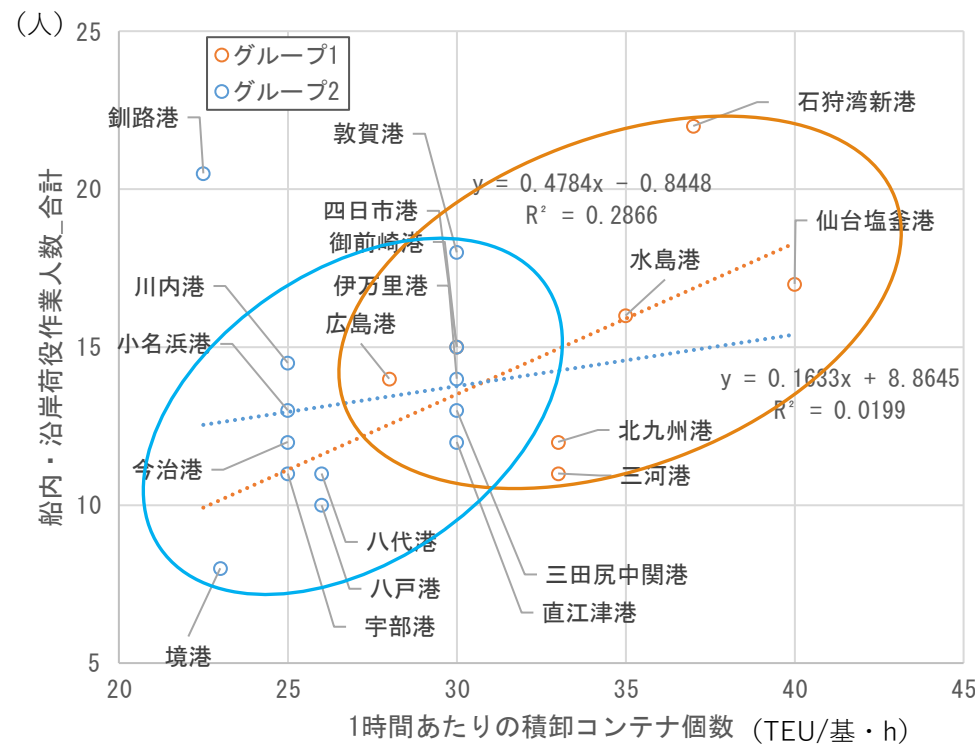
	船内・沿岸 荷役作業人 数_合計	ターミナル面積 (ha)	岸壁延長 (m)	蔵置個数 (TEU)	GC基数 (基)	背後市人口 (人)	輸出入合計 (TEU)	コンテナター ミナルの幅 (m)
1時間あたりの積 卸コンテナ個数	0.41	0.81	0.52	0.32	0.72	0.42	0.44	0.64
総合生産性 (TEU/人*h)	-0.16	0.29	0.05	0.41	0.18	0.47	0.55	0.55

# 地方港コンテナターミナルの類型化

## データの可視化による類型化

### ◇生産性指数との関係性をグラフ化

- ・荷役作業人数、ターミナル面積、コンテナターミナル奥行幅、貨物量などで共通する2グループが確認



# 地方港コンテナターミナルの類型化

## ◇港湾類型グループ所属港湾

グループ	所属港湾
グループ1 (国際拠点港湾クラス)	仙台塩釜港、四日市港、水島港、広島港、北九州港、三河港、石狩湾新港
グループ2 (重要港湾クラス)	釧路港、八戸港、小名浜港、直江津港、敦賀港、御前崎港、境港、三田尻中関港、宇部港、今治港、伊万里港、八代港、川内港

## ◇グループ別基本統計量(荷役関連データ)の概要

変数名	グループ1	グループ2
荷役作業理想人数	平均17人	平均17人
1時間当りの積卸コンテナ個数	平均34TEU	平均27TEU
GC基数	平均3基	平均2基
TC基数	平均2基	平均1基
ストラドルキャリア台数	平均7台	平均2台

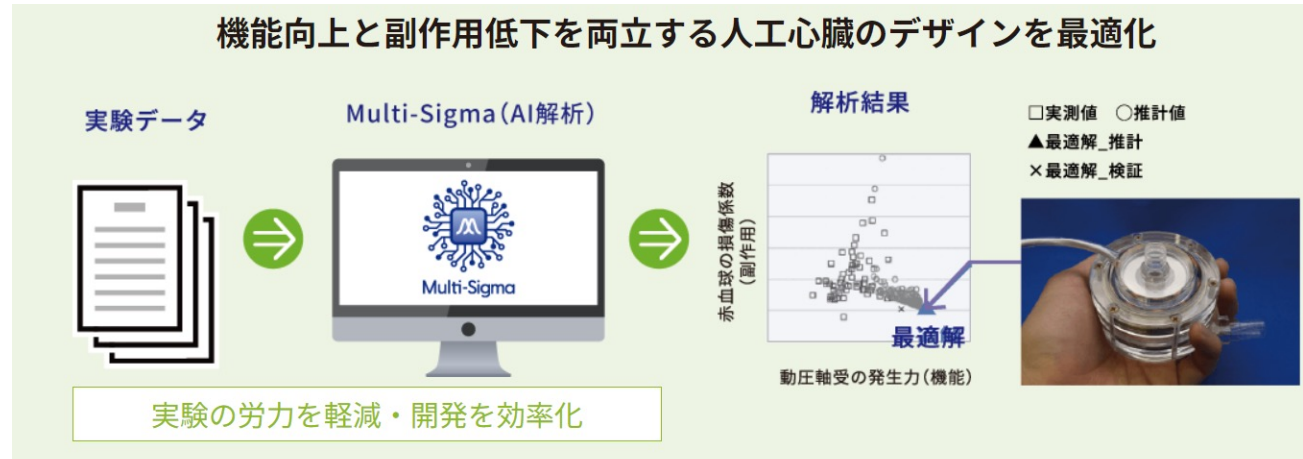


グループ別に生産性指数に対する港湾荷役体制が異なる

# 荷役機械・作業人数の最適化分析

## AI解析による最適化分析

### ◇AI解析プラットフォーム『Multi-Sigma』 (解析イメージ: 他事例)



(出典: (株)エイゾスHP)

### ◇作成モデルの内容・評価

- ・アウトプットは生産性指数、インプットは生産性指数以外の全データ
- ・グループ1, 2別のモデル構築はサンプル数が確保できず不成立
- ・20港のデータ(教師データ15、学習データ5)でモデルが成立
- ・モデルの誤差(RMSE)が0.1以下となるモデルが複数個得られ有意

## モデルの誤差 (RMSE)

モデル名	誤差 (RMSE)
model11. h5	0.165
model12. h5	0.145
model13. h5	0.27
model14. h5	0.222
model15. h5	0.402
<b>model16. h5</b>	<b>0.063</b>
model17. h5	0.197
model18. h5	0.306
model19. h5	0.109
model110. h5	0.296
model111. h5	0.226
model112. h5	0.185
model113. h5	0.187
model114. h5	0.149
model115. h5	0.197
model116. h5	0.291
model117. h5	0.159
model118. h5	0.167
model119. h5	0.317
model120. h5	0.229
model121. h5	0.242
model122. h5	0.158
model123. h5	0.229
model124. h5	0.207
model125. h5	0.267
model126. h5	0.277
model127. h5	0.236
model128. h5	0.288
<b>model129. h5</b>	<b>0.037</b>
model130. h5	0.225
model131. h5	0.266
model132. h5	0.185
model133. h5	0.206
model134. h5	0.24
model135. h5	0.327
model136. h5	0.236
model137. h5	0.266
model138. h5	0.138
model139. h5	0.19
model140. h5	0.205
model141. h5	0.211
model142. h5	0.165
model143. h5	0.143
model144. h5	0.313
model145. h5	0.313
<b>model146. h5</b>	<b>0.075</b>
model147. h5	0.193
model148. h5	0.155
model149. h5	0.208
model150. h5	0.183

# 荷役機械・作業人数の最適化分析

## 要因分析結果(影響度分析)

1時間あたりの積卸コンテナ個数	影響度 [%]	負の影響度 [%]	正の影響度 [%]
GC基数(基)	8.34	0	8.34
リーチスタッカー(台)	3.29	0.25	3.03
ストラドルキャリア(台)	2.36	1.8	0.56
TC基数(基)	2.87	0.69	2.18
事業所数	3.38	0.18	3.2
背後市人口(人)	3.44	3.07	0.37
ゲートレーン数	2.31	0.93	1.38
岸壁延長(m)	6	0.02	5.98
従業者数(人)	2.43	1.41	1.02
ターミナル面積 (ha)	10.76	0	10.76
ガントリークレーン操作理想人数	2.9	0.45	2.44
沿岸荷役クレーン操作理想人数	2.51	1.37	1.14
コンテナ1個あたりのラッシング平均必要時間	2.63	1.97	0.66
CFS・倉庫・上屋など作業人数	2.43	1.58	0.85
航路便数(便/週)※北米・欧州除く	3.76	3.49	0.27
岸壁水深(m)	4.27	4.2	0.07
製造品出荷額(百万円)	6.42	0.04	6.38
輸出入合計 (TEU)	2.4	1.96	0.45
船内・沿岸荷役作業理想人数_合計	4.12	0.14	3.98
蔵置個数(TEU)	2.46	1.97	0.48
船内ラッシング作業理想人数	2.7	1	1.7
ガントリー下作業理想人数	8.18	0.01	8.18
港内シャーシドライバー理想人数	2.17	0.63	1.54
コンテナターミナルの幅(m)	7.88	0.01	7.87
合計	100	27.17	72.83
	割合の平均値	1.13	3.03
	平均値の2倍	2.26	6.07

# 荷役機械・作業人数の最適化分析

## 最適化分析

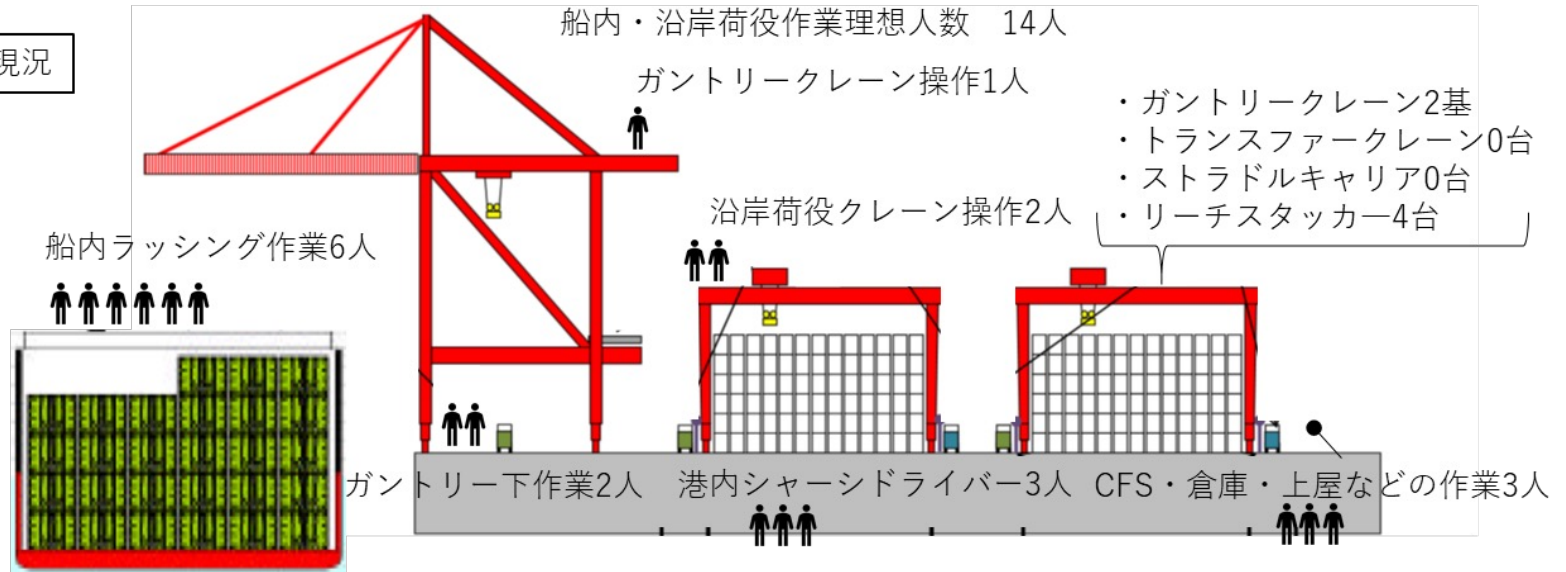
◇目的変数の目標値をグループ別に設定 (group1 : 40TEU/h、group2 : 30TEU/h)

港湾名	目的変数の目標値	荷役体制(平均値)							荷役機械(平均値)			
		船内・沿岸荷役作業理想人数	船内ラッシング作業理想人数	ガントリークレーン操作理想人数	ガントリー下作業理想人数	沿岸荷役クレーン操作理想人数	港内シャードライバー理想人数	CFS・倉庫・上屋など作業	GC基数(基)	TC基数(基)	ストラドルキャリア(台)	リーチスタッカー(台)
石狩湾新港	40TEU/h	28.3	7.0	2.6	6.8	6.4	5.5	2.8	3.7	3.5	3.2	3.5
仙台塩釜港		33.2	6.9	5.6	6.7	8.3	5.8	3.9	3.6	3.2	10.9	3.5
三河港		25.5	5.0	5.2	6.7	3.6	4.9	4.8	3.8	4.3	3.7	2.9
四日市港		29.7	6.9	2.7	6.9	8.1	5.1	3.8	3.9	5.5	6.7	3.1
水島港		34.1	6.4	6.1	7.0	8.9	5.8	3.8	4.0	5.2	6.3	3.5
広島港		32.6	9.3	6.5	7.0	5.9	3.9	7.3	3.8	4.7	13.5	3.3
北九州港		24.0	6.8	2.1	6.4	3.8	5.0	3.4	3.8	5.7	10.0	3.4
釧路港	30TEU/h	29.4	8.5	4.3	5.6	6.4	4.5	5.0	2.5	3.8	6.6	2.7
八戸港		18.2	10.3	3.1	1.3	1.2	2.3	0.8	3.7	3.0	4.0	0.6
小名浜港		18.4	5.2	3.4	2.8	4.4	2.6	6.6	3.5	4.3	8.5	2.0
直江津港		26.1	8.0	4.5	5.5	6.0	2.1	4.6	1.9	2.4	9.7	1.0
敦賀港		36.6	9.4	6.3	6.5	8.7	5.5	6.8	2.1	2.4	6.1	1.8
御前崎港		27.3	8.8	3.3	4.0	7.1	4.2	7.1	2.7	3.4	7.8	1.4
境港		17.7	5.2	2.5	4.0	4.1	1.9	5.4	3.6	4.3	9.0	2.8
三田尻中関港		17.0	6.1	2.6	1.9	4.1	2.2	5.9	2.4	4.0	4.6	1.9
宇部港		14.4	4.4	2.6	3.1	2.8	1.5	7.8	2.9	5.2	5.0	2.7
今治港		17.8	5.3	3.3	2.8	3.4	3.1	6.4	3.6	4.8	7.9	2.1
伊万里港		16.2	4.7	2.9	3.0	3.4	2.2	6.0	2.6	2.1	7.9	1.7
八代港		23.1	6.2	3.7	3.0	5.8	4.4	6.2	3.2	3.2	7.1	2.1
川内港		20.2	5.9	2.9	4.9	3.3	3.2	5.7	3.0	4.8	7.2	2.4

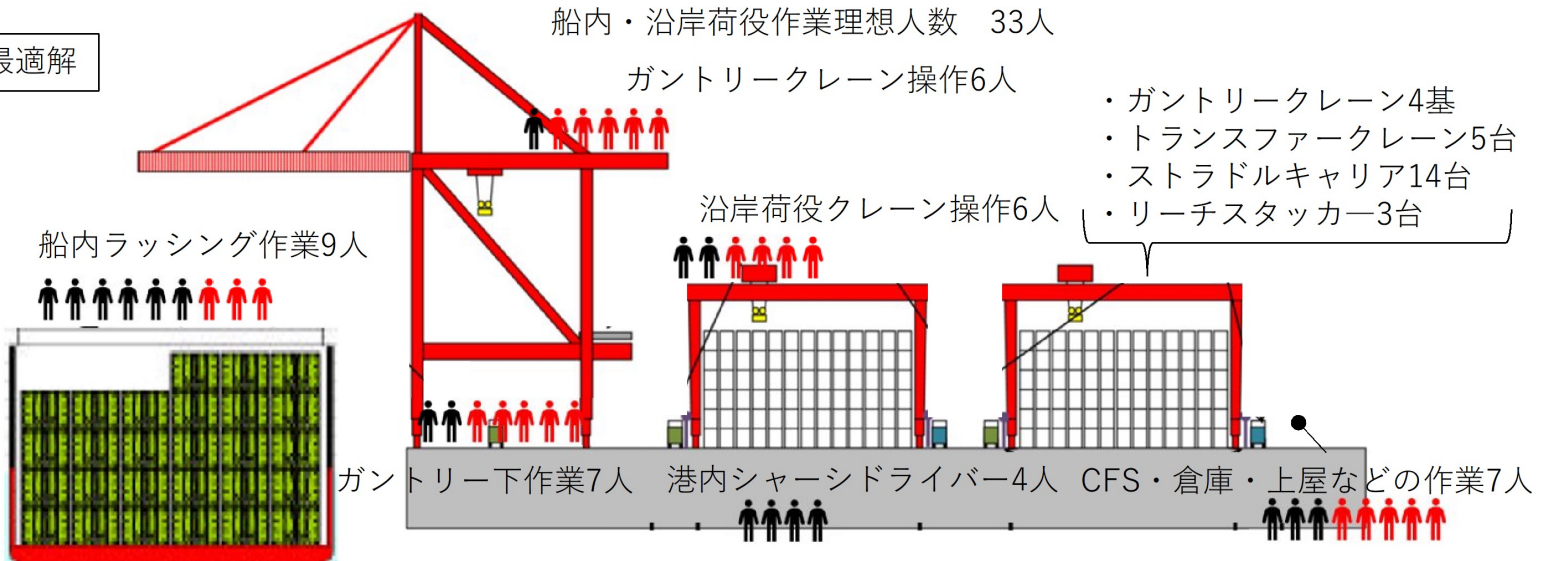
# 荷役機械・作業人数の最適化分析

## 【グループ1: 広島港】現況と目標値(理想)の荷役体制

広島港現況



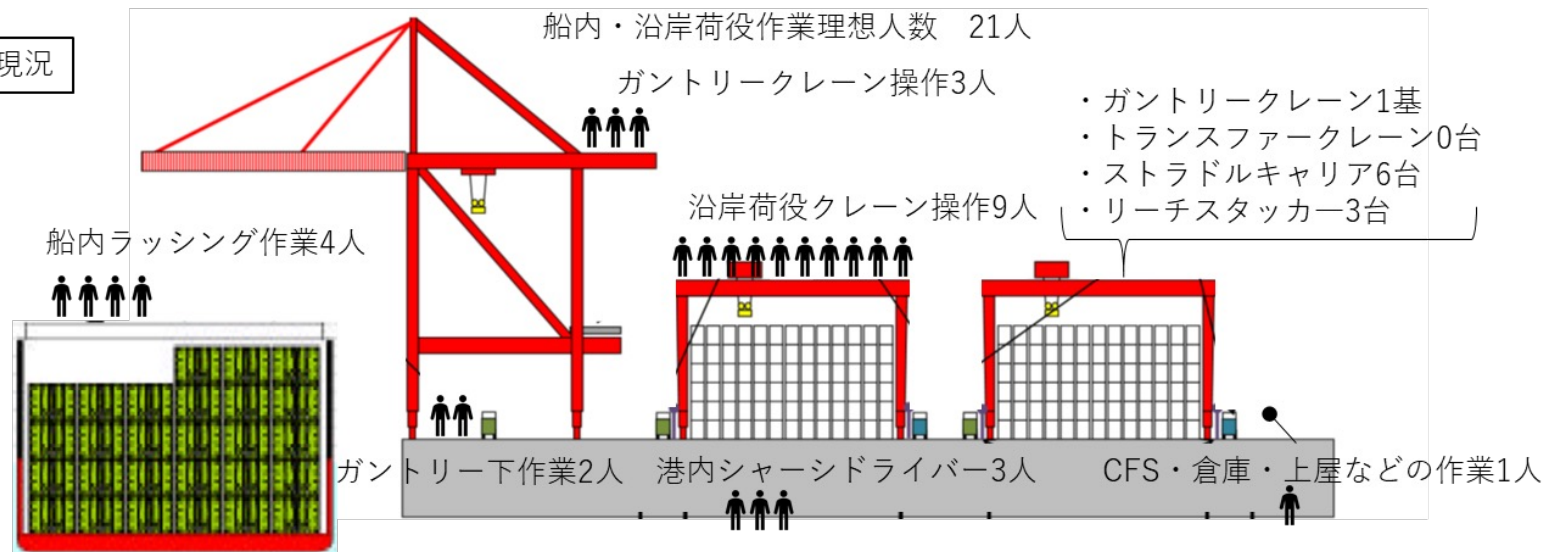
広島港最適解



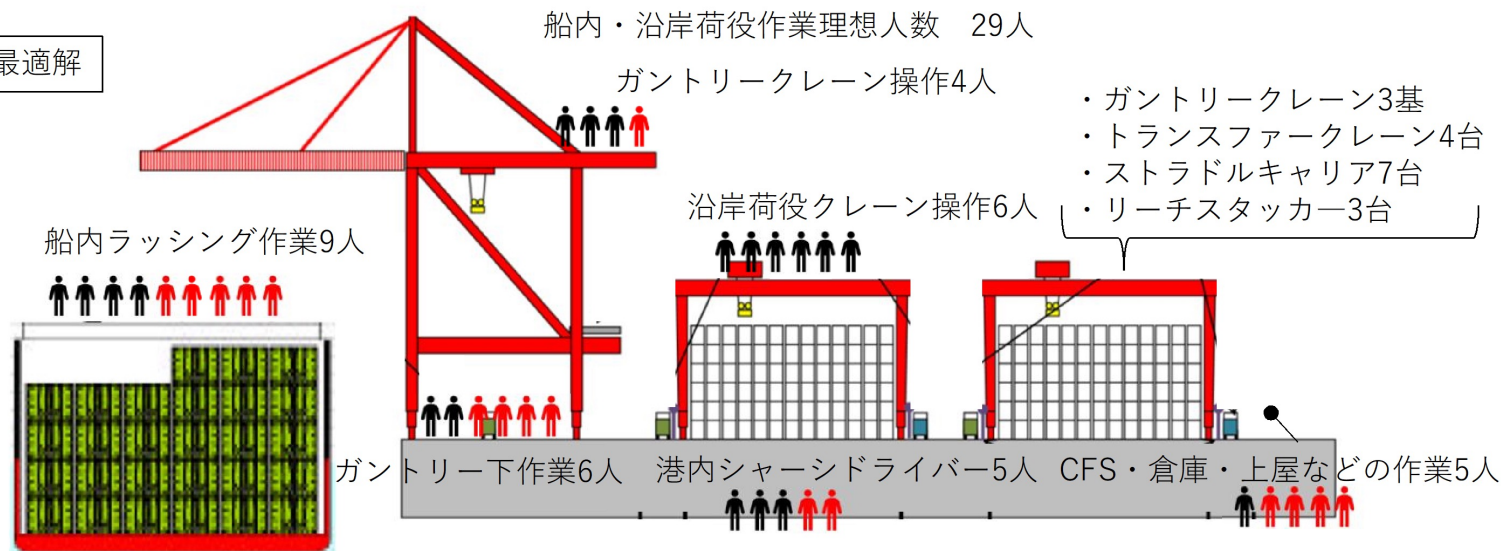
# 荷役機械・作業人数の最適化分析

## 【グループ2: 釧路港】現況と目標値(理想)の荷役体制

釧路港現況



釧路港最適解



# データベース化に係る今後の課題

---

## ①不足データの捕捉調査

- ・実務者等ヒアリングによる今回使用データの過不足や妥当性確認
- ・グループ別モデルの構築(20港以上のデータ追加)
- ・「総合生産性」に必要な作業時間に係るデータの収集に努める

## ②最適化分析の見直し

- ・AI解析結果に関する実務者ヒアリングを踏まえたフィードバック  
(荷役機械台数や人数制約を所与条件とした分析の実施)
- ・目的変数「2総合生産性」と組合せた多目的最適化分析による精度向上

## ③港湾荷役SIMの試行

- ・公表資料やアンケートのみで得られたデータだけでは最適化分析を行う限界
- ・より詳細なデータを入手し、生産性向上や労働安全性なども考慮できる港湾荷役シミュレーション(AutoMod)を用いた分析の試行
- ・作業実態の再現・検証による港湾荷役作業のボトルネックを分析する予定

# 次年度の研究開発の課題

---

## (1) データ収集の徹底

- ① アンケート調査によって収集したデータの精密度の向上
- ② 追加的なデータ収集: 現場で作業している労働者数の正確な把握等

## (2) 変数の適正化

- ① 選択する変数の適正化
- ② 選択する変数の数値化の適正化
- ③ 変数相互の組み合わせの適正化

# 次年度の研究開発の課題

---

## (3)モデル港の設定と各作業・全体動線の正確な情報収集および分析

### ◆特定ターミナルを選択し集中的に調査分析→モデル構築

・現場の各作業の労働者の動作・目線等の確認とそれにもとづく作業効率の格差、事故発生率格差の検討

## (4)開発技術導入を円滑にする制度的枠組みのあり方の整理

### ①港運業界・港湾労働組合との連携体制の整備

### ②地方港における港湾運送事業法の弾力的運用等、制度的対応の検討

### ③調査分析およびシミュレーションにもとづいた訓練体制の検討

※追加の課題＝情報システムの脆弱性への対応：名古屋港のシステム障害