

トラック予約受付システムの運用設定に関する研究 ～トラックバースの稼働率向上と 荷役待ち時間削減の両立を目指して～

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
小島 寛輝
指導教員 黒川久幸 教授

目次

1. 研究背景と目的
2. 荷役待ちモデルについて
3. 基本的な荷役待ち時間の傾向の確認
4. トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した運用設定の検討
5. まとめ

目次

1. 研究背景と目的
2. 荷役待ちモデルについて
3. 基本的な荷役待ち時間の傾向の確認
4. トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した運用設定の検討
5. まとめ

ドライバーの労働時間内訳と荷役待ち時間

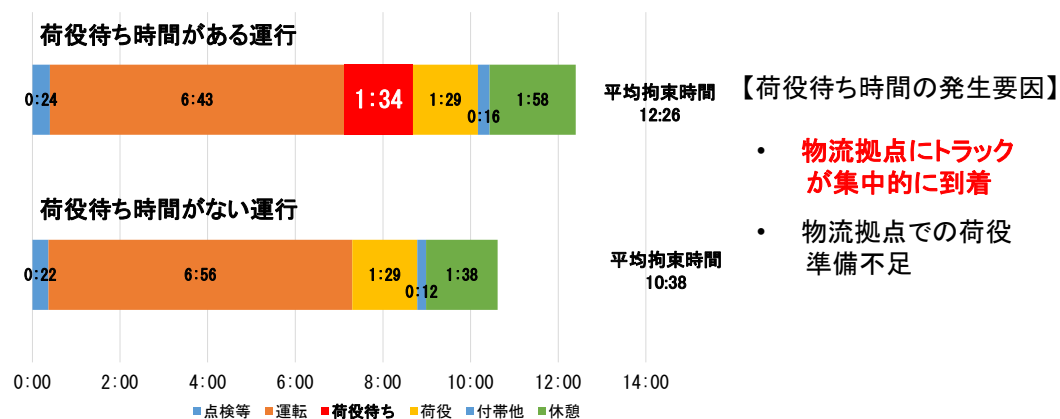


図. 1運行あたりの平均拘束時間とその内訳

出典: 国土交通省「トラック輸送状況の実態調査結果(概要版)(令和3年)」より作成

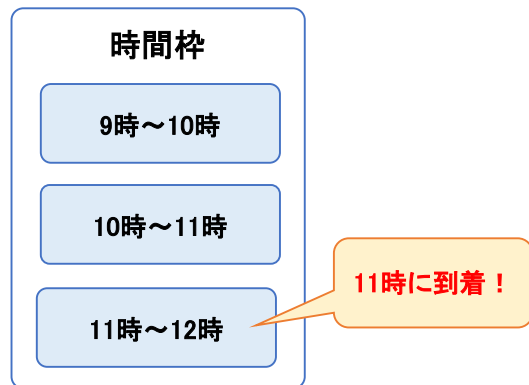
荷役待ち時間は長時間労働の要因となる無駄な時間であり、削減する必要がある

トラック予約受付システム

トラックドライバー等が倉庫への到着時刻をスマートフォン等の携帯端末から事前に予約することができるシステム

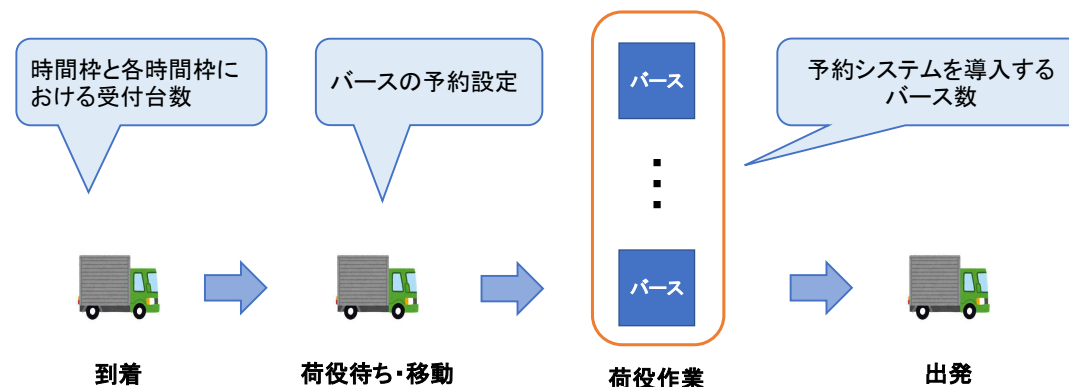
運用手順

1. 物流施設が、**複数の予約可能な時間枠**を設定
2. ドライバー等が、作成された時間枠を選択し、到着時刻を予約



トラック予約受付システムの運用において検討すべきこと

稼働率の向上と荷役待ち時間の削減を両立するためには・・・



5

研究目的と検討項目

6

目的	トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した、トラック予約受付システムの運用設定を検討する。
検討項目	① 基本的な荷役待ち時間の傾向の確認 ・ 荷役時間の平均値を変化させた場合 ・ 荷役時間のばらつきを変化させた場合 ・ トラックバース数を変化させた場合 ・ バースの予約設定 ・ 予約システムを導入するバース数 ② トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した運用設定 ・ 荷役待ち時間を削減できるような受付台数の設定 ・ 所定の荷役待ち時間に抑えつつ稼働率を向上できるような受付台数の設定

荷役待ち時間の記録義務付け

貨物自動車運送事業輸送安全規則の一部を改正する省令

トラックドライバーが車両総重量8トン以上または最大積載量5トン以上のトラックに乗務した場合、荷主の都合により、**30分以上待機したときは**「集貨地点等、集貨地点等への到着・出発日時、荷積み・荷卸しの開始・終了日時」などを**乗務記録の記載対象**として追加する。

出典：国土交通省「荷待ち時間等の記録義務付けに関するリーフレット」



所定の荷役待ち時間を30分とする

7

8

目次

1. 研究背景と目的
2. 荷役待ちモデルについて
3. 基本的な荷役待ち時間の傾向の確認
4. トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した運用設定の検討
5. まとめ

荷役待ちモデル

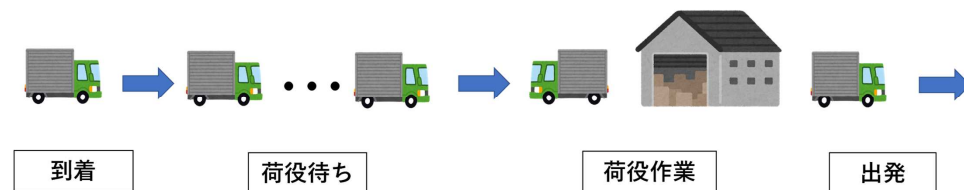


図. 荷役待ちモデルの流れ

1. 予約した時刻に物流センターへ到着
2. バースが使用中の場合は荷役待ち行列で待機
3. バースへ移動し、荷役作業
4. 荷役完了後、物流センターを出発

9

トラフィック密度(ρ)

単位時間あたり平均到着台数(λ)と、
単位時間あたり平均荷役台数(μ)の比率

$$(式) \quad \rho = \frac{\lambda}{s\mu} \quad s: \text{バース数} \quad (0 < \rho \leq 1)$$

- $\rho \geq 1$ の時、荷役待ち行列は発散
- 稼働率の観点からは、 ρ を高める必要がある

11

荷役待ちモデルの設定

調査期間	100日間(144,000分)
試行回数	20回
バース数	1個
荷役時間	平均60分、標準偏差8分の正規分布に従う
時間枠	60分一定間隔
各時間枠における受付台数	1台一定
トラックの到着	予約時刻ちょうど
バースへの移動	空いたバースへ到着順で移動(複数バース)

12

目次

1. 研究背景と目的
2. 荷役待ちモデルについて
3. 基本的な荷役待ち時間の傾向の確認
4. トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した運用設定の検討
5. まとめ

検討項目

① 荷役時間の平均値を変化させた場合

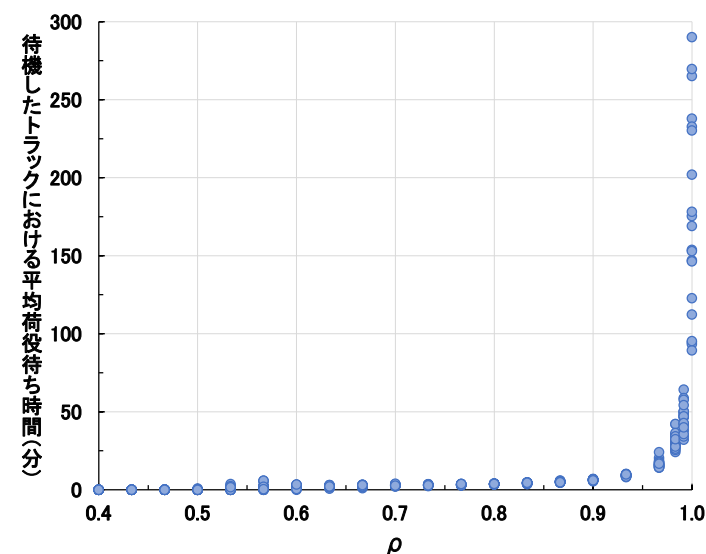
② 荷役時間のばらつきを変化させた場合

③ バース数を変化させた場合

荷役時間の平均値を変化させた場合

荷役時間の平均値を24分～60分まで変化させた場合の、トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の関係を確認する。

トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- ・トラフィック密度が1.0に近づくに従い、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間が急激に増加する。

分析結果

結果

- ・トラフィック密度が1.0に近づくに従い、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間が急激に増加する。

原因

- ・荷役時間にばらつきがある場合、荷役時間の平均値が上昇するに従い、荷役時間が時間枠の間隔を超える確率が高まり、待つ確率が急激に高まるため。

考察

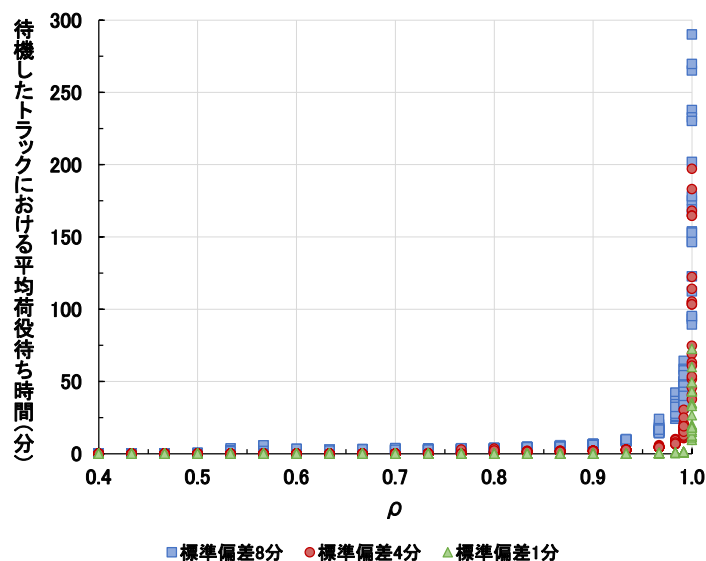
- ・トラックの到着台数と荷役台数がほぼ等しく、長い荷役待ち時間が発生している物流施設において、荷役時間を少しでも削減する。
- ・パレット化の推進や繁忙時間帯における増員などを行う。

荷役時間のばらつきを変化させた場合

標準偏差を1分から8分まで変化させた場合の、
トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の関係を確認する。

17

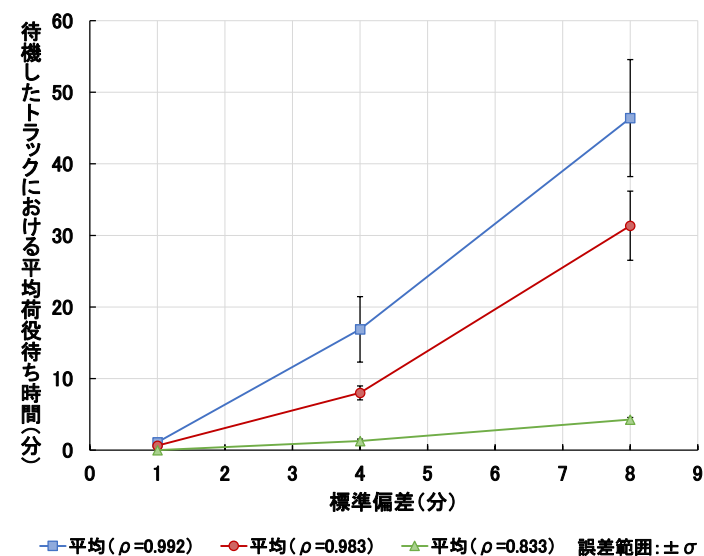
トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- ・荷役時間のばらつきを抑えるに従い、トラフィック密度がより1.0に近づくまで、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の急激な上昇を抑えられる。

19

荷役時間のばらつきと待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- ・荷役時間のばらつきを抑えるに従い、トラフィック密度が1.0付近においても、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間を大幅に削減できる。

18

20

分析結果

結果

- 荷役時間のばらつきを抑えるに従い、トラフィック密度がより1.0に近づくまで、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の急激な上昇を抑えられる。
- 荷役時間のばらつきを抑えるに従い、トラフィック密度が1.0付近においても、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間を大幅に削減できる。

原因

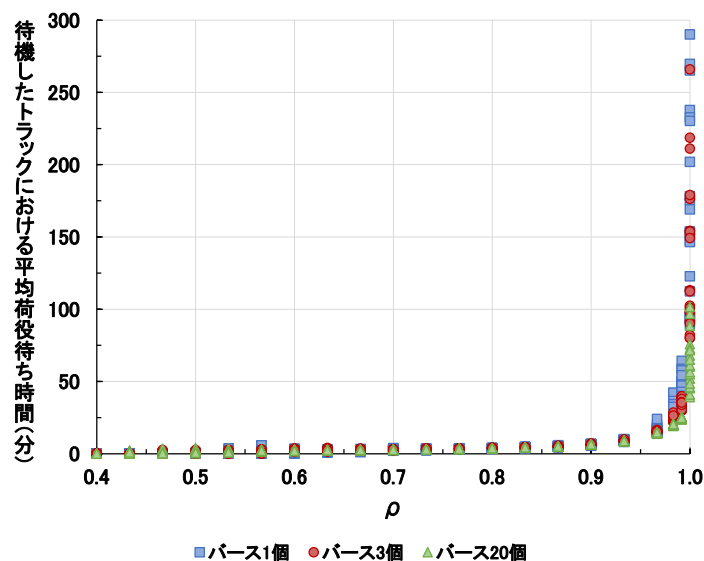
- 荷役時間のばらつきを抑えるに従い、荷役時間が時間枠の間隔を超える確率が下がり、待つ確率が下がるため。

考察

- バースの予約設定は、到着するトラックを車格や荷量、荷姿などによって分類し、分類ごとに行う。

21

トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- バース数が増加するに従い、トラフィック密度がより1.0に近づくまで、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の急激な上昇を抑えられる。

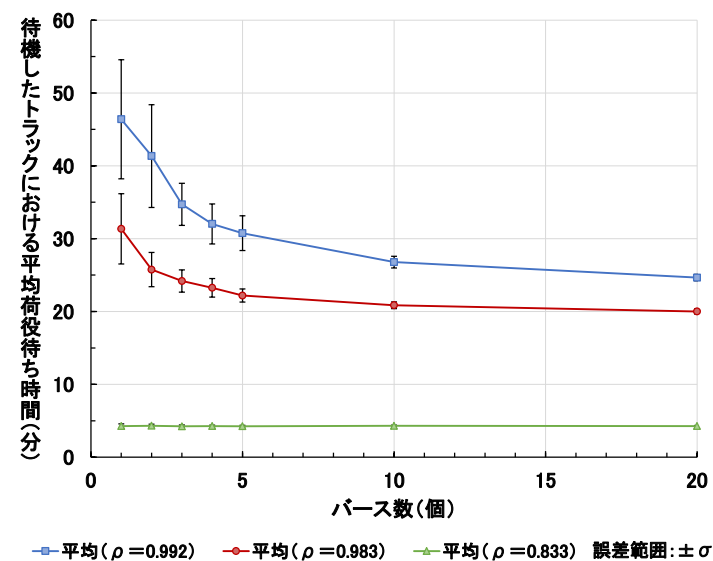
23

バース数を変化させた場合

バース数を1個から20個まで変化させた場合の、
トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち
時間の関係を確認する。

22

バース数と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- バース数が増加するに従い、トラフィック密度が1.0付近においても、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の削減を期待できる。

24

結果

- バース数が増加するに従い、トラフィック密度がより1.0に近づくまで、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の急激な上昇を抑えられる。
- バース数が増加するに従い、トラフィック密度が1.0付近においても、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の削減を期待できる。

原因

- バース数が増加するに従い、全てのバースが埋まっている確率が低下し、トラックがすぐに荷役作業を行える確率が高まるため。

考察

- 予約システムを導入するバース数は、荷役待ち時間を十分に削減できるよう、可能な限り増加させる。

1. 研究背景と目的
2. 荷役待ちモデルについて
3. 基本的な荷役待ち時間の傾向の確認
4. **トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した運用設定の検討**
5. まとめ

荷役待ち時間を削減できるような
受付台数の設定

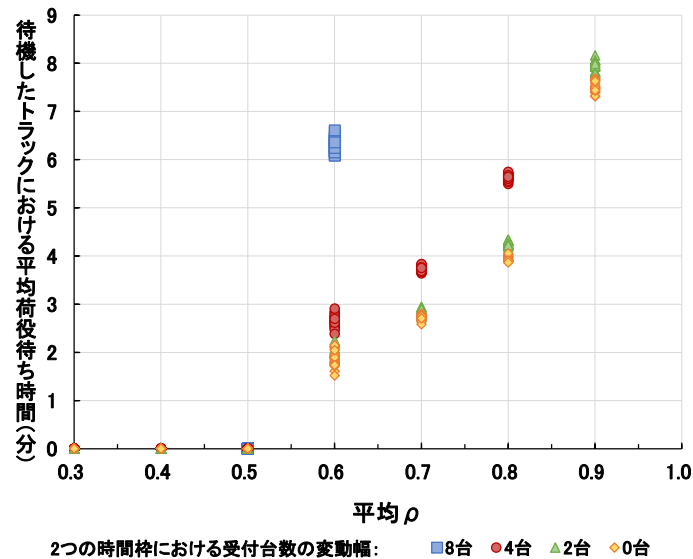
2つの時間枠における受付台数の変動幅を変化させる

2つの時間枠における受付台数の変動幅を0台から8台まで変化させた場合の、平均トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の関係を確認する。

※バース数を10個とする。

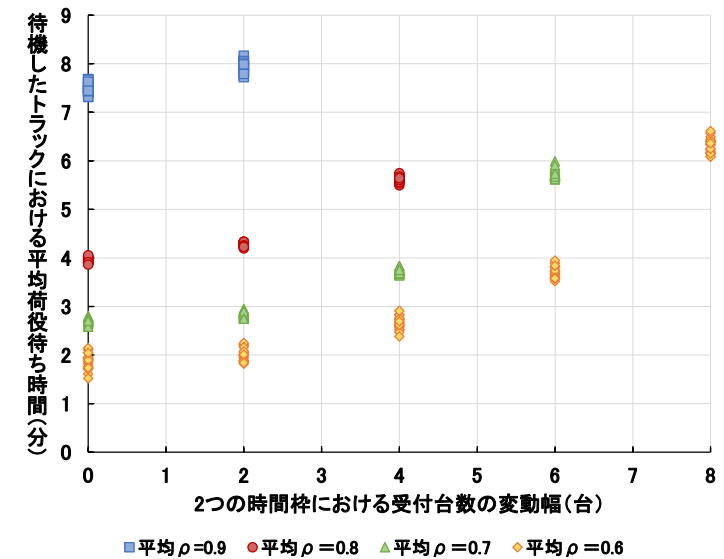
2つの時間枠における 受付台数(台)	平均トラフィック密度	2つの時間枠における受付台数の変動幅				
		0台	2台	4台	6台	8台
6	0.3	3台・3台	2台・4台	1台・5台		
8	0.4	4台・4台	3台・5台	2台・6台	1台・7台	
10	0.5	5台・5台	4台・6台	3台・7台	2台・8台	1台・9台
12	0.6	6台・6台	5台・7台	4台・8台	3台・9台	2台・10台
14	0.7	7台・7台	6台・8台	5台・9台	4台・10台	
16	0.8	8台・8台	7台・9台	6台・10台		
18	0.9	9台・9台	8台・10台			
20	1.0	10台・10台				

平均トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- 2つの時間枠における受付台数の変動幅が小さくなるに従い、平均トラフィック密度がより1.0に近づくまで、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の急激な上昇を抑えられる。

2つの時間枠における受付台数の変動幅と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- 平均トラフィック密度が等しい場合、2つの時間枠における受付台数の変動幅が0台の時、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間が最少となる。

29

30

分析結果

結果

- 2つの時間枠における受付台数の変動幅が小さくなるに従い、平均トラフィック密度がより1.0に近づくまで、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の急激な上昇を抑えられる。
- 平均トラフィック密度が等しい場合、2つの時間枠における受付台数の変動幅が0台の時、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間が最少となる。

原因

- 2つの時間枠における受付台数の変動幅が大きくなり、トラックの到着台数が一時的に増加するに従い、到着台数以上のバースが空いている確率が下がり、待つ確率が高まるため。

考察

- 到着するトラックの荷役時間の平均値が一定の場合、荷役待ち時間を削減するためには、各時間における受付台数を一定にする。

所定の荷役待ち時間に抑えつつ稼働率を向上できるような受付台数の設定

31

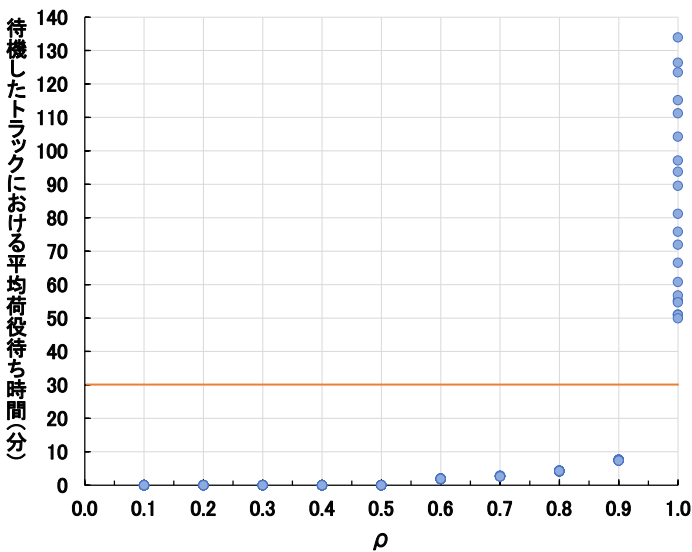
32

各時間枠における受付台数を一定に設定

各時間枠における受付台数を1台から10台まで一定に変化させた場合の、以下の2つを確認する。

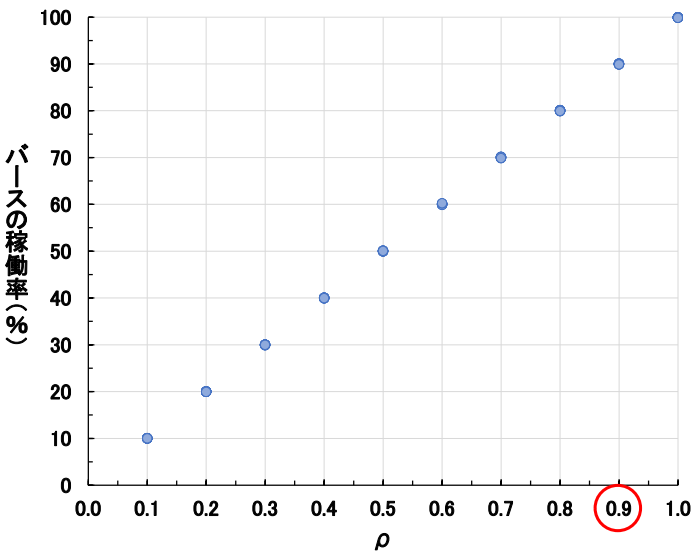
- 1. トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の関係
- 2. トラフィック密度とバースの稼働率の関係

トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- 待機したトラックにおける平均荷役待ち時間がより30分に近づくまでトラフィック密度を上昇させる余地がある。

トラフィック密度とバースの稼働率



- 待機したトラックにおける平均荷役待ち時間がより30分に近づくまでトラフィック密度を上昇させた場合、バースの稼働率向上も期待できる。

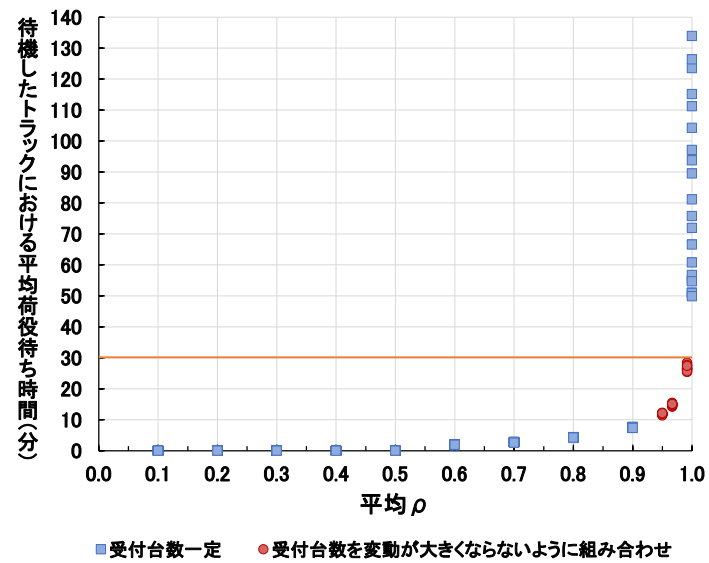
受付台数を変動が大きくならないように組み合わせ

受付台数を変動が大きくならないように組み合わせ、一部の時間枠の受付台数を増加させた場合の、以下の2つを確認する。

- 1. 平均トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の関係
- 2. 平均トラフィック密度と稼働率の関係

平均トラフィック密度	各時間枠における受付台数の組み合わせ
0.950	9台の枠を1個・10台の枠を1個
0.967	9台の枠を1個・10台の枠を2個
0.992	9台の枠を1個・10台の枠を11個

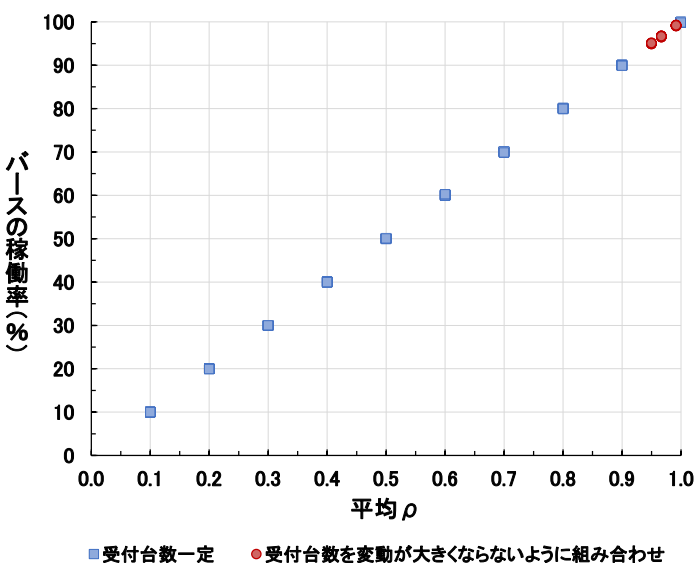
平均トラフィック密度と待機したトラックにおける平均荷役待ち時間



- 待機したトラックにおける平均荷役待ち時間がより30分に近づくまで平均トラフィック密度を上昇させられる。

37

平均トラフィック密度とバースの稼働率



- 待機したトラックにおける平均荷役待ち時間がより30分に近づくまで平均トラフィック密度を上昇させることにより、バースの稼働率を向上させられる。

38

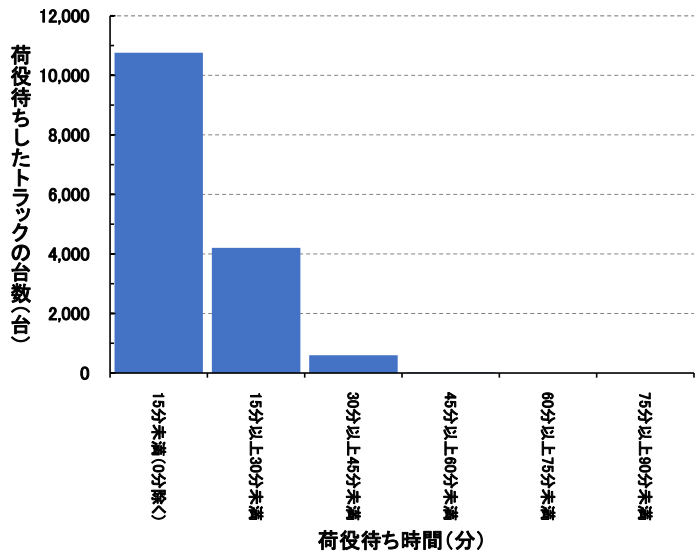
待機したトラックにおける荷役待ち時間の分布の確認

待機したトラックにおける平均荷役待ち時間が30分未満に抑えられる組み合わせにおいて、待機したトラックにおける荷役待ち時間の分布を確認する。

平均トラフィック密度	各時間枠における受付台数の組み合わせ
0.950	9台の枠を1個・10台の枠を1個
0.967	9台の枠を1個・10台の枠を2個
0.992	9台の枠を1個・10台の枠を11個

39

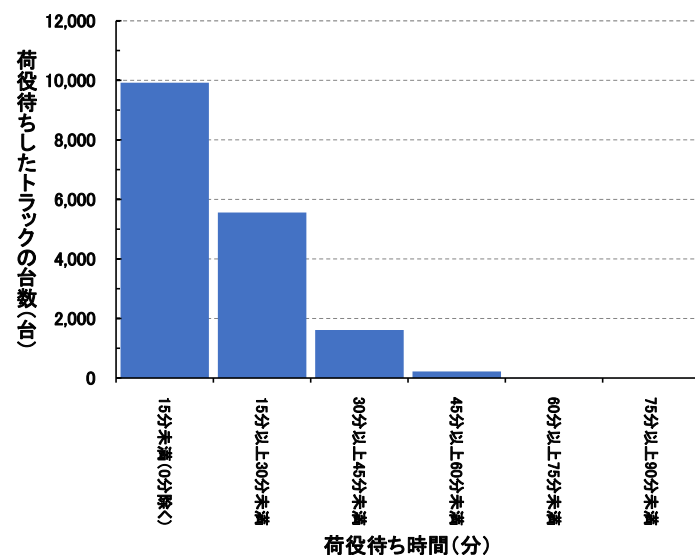
「9台の枠を1個・10台の枠を1個」と組み合わせせた場合



- 30分未満の待機時間のトラックが大半を占めている。

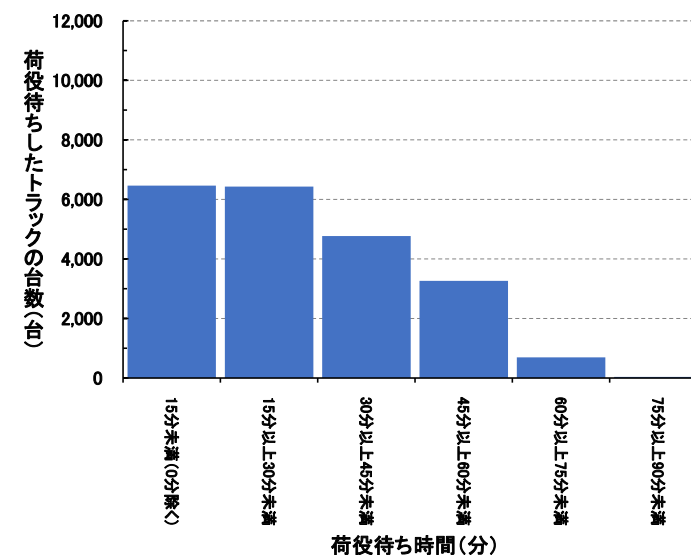
40

「9台の枠を1個・10台の枠を2個」と組み合わせた場合



- 荷役待ちしたトラック台数の推移が緩やかになり、荷役待ち時間のばらつきが大きくなっている。

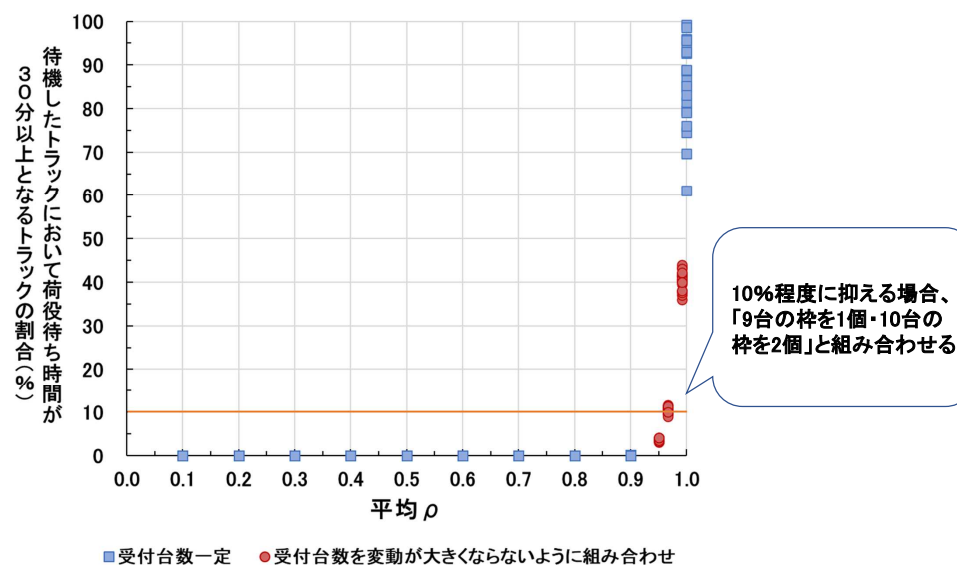
「9台の枠を1個・10台の枠を11個」と組み合わせた場合



- 荷役待ちしたトラック台数の推移がさらに緩やかになり、荷役待ち時間のばらつきがさらに大きくなっている。

41

平均トラフィック密度と待機したトラックにおいて荷役待ち時間が30分以上となるトラックの割合



- 平均荷役待ち時間だけでなく、荷役待ち時間が30分以上となるトラックの割合も考慮に入れたうえで、バースの稼働率を向上できる組み合わせが定まる。

43

分析結果

結果

- 受付台数を変動が大きくならないように組み合わせ、一部の時間枠の受付台数を増加させることにより、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間がより30分に近づくまで平均トラフィック密度を上昇させ、バースの稼働率を向上させられる。
- 荷役待ち時間のばらつきを考慮に入れることで、平均荷役待ち時間だけでなく、荷役待ち時間が30分以上となるトラックの割合も考慮に入れたうえで、バースの稼働率を向上できる組み合わせが定まる。

考察

- 荷役待ち時間の平均値とばらつきを考慮に入れ、受付台数の変動が大きくならないよう、一部の時間枠における受付台数を増加させる。

42

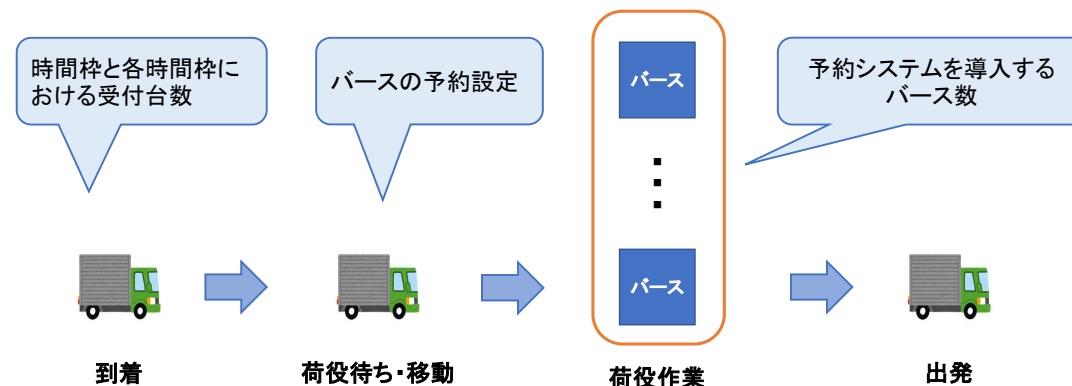
44

目次

1. 研究背景と目的
2. 荷役待ちモデルについて
3. 基本的な荷役待ち時間の傾向の確認
4. トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した運用設定の検討
5. まとめ

研究目的

目的 トラックバースの稼働率向上と荷役待ち時間削減の両立を目指した、トラック予約受付システムの運用設定を検討する。



結論(1)

分析結果

- 荷役時間のばらつきを抑えるに従い、トラフィック密度が1.0付近においても、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間を大幅に削減できる。
- バース数が増加するに従い、トラフィック密度が1.0付近においても、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間の削減を期待できる。
- トラフィック密度が1.0に近づくに従い、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間が急激に増加する。

結論

- バースの予約設定:**
車格や荷量、荷姿などによって到着するトラックを分類し、分類ごとに行う。
- 予約システムを導入するバース数:**
荷役待ち時間を十分に削減できるよう、可能な限り増加させる。
- その他:**
トラックの到着台数と荷役台数がほぼ等しく、長い荷役待ち時間が発生している物流施設において、パレット化の推進や繁忙時間帯における増員などによって荷役時間を少しでも削減する。

結論(2)

分析結果

- 平均トラフィック密度が等しい場合、2つの時間枠における受付台数の変動幅が0台の時、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間が最少となる。
- 受付台数を変動が大きくならないように組み合わせ、一部の時間枠の受付台数を増加させることにより、待機したトラックにおける平均荷役待ち時間がより30分に近づくまで平均トラフィック密度を上昇させ、バースの稼働率を向上させられる。
- 荷役待ち時間のばらつきを考慮に入れることで、平均荷役待ち時間だけでなく、荷役待ち時間が30分以上となるトラックの割合も考慮に入れたうえで、バースの稼働率を向上できる組み合わせが定まる。

結論

- 荷役待ち時間を削減できるような受付台数の設定:**
到着するトラックの荷役時間の平均値が一定の場合、荷役待ち時間を削減するためには、各時間における受付台数を一定にする。
- 所定の荷役待ち時間に抑えつつ稼働率を向上できるような受付台数の設定:**
荷役待ち時間の平均値とばらつきを考慮に入れ、受付台数の変動が大きくならないよう、一部の時間枠における受付台数を増加させる。

参考文献

国土交通省「トラック輸送状況の実態調査結果(概要版)(令和3年)」(2022年1月22日現在)

<https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001409523.pdf>

国土交通省「第6回トラック輸送適正取引推進パートナーシップ会議 説明資料 ～トラック産業における取引実態調査(概要)～」(2022年1月28日現在)

<https://www.mlit.go.jp/common/000220102.pdf>

国土交通省「荷待ち時間等の記録義務付けに関するリーフレット」(2022年1月22日現在)

<https://www.mlit.go.jp/common/001292625.pdf>

ご清聴ありがとうございました。