

トラック予約受付システムにおける 適切な時間枠と受付台数の設定 に関する研究

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 博士前期課程一年
小島寛輝

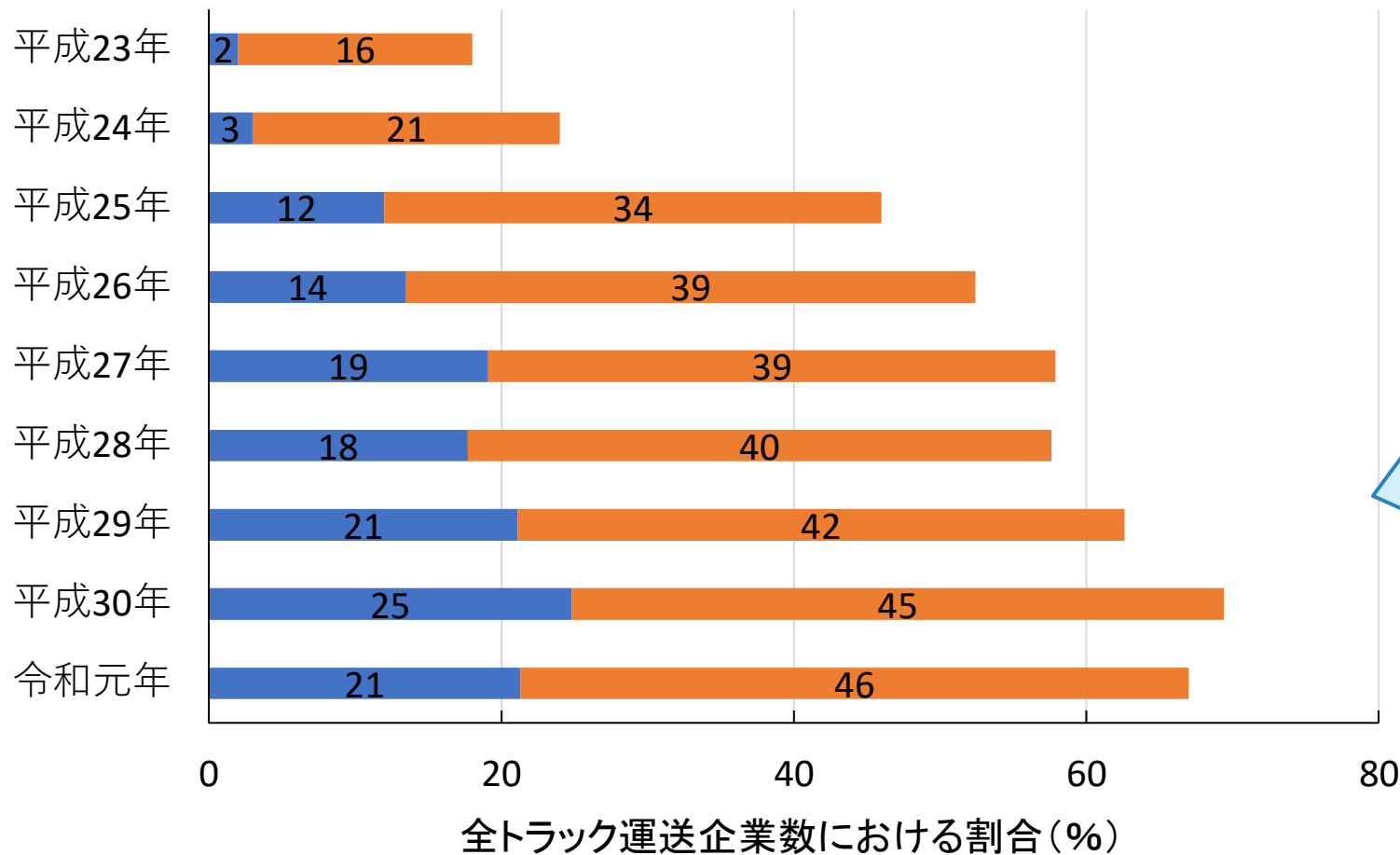
目次

- 研究背景と目的
- 荷役待ちモデルについて
- 荷役待ちモデルを用いた検討
- 本研究のまとめ

目次

- 研究背景と目的
- 荷役待ちモデルについて
- 荷役待ちモデルを用いた検討
- 本研究のまとめ

トラック運送業の現状 -ドライバー不足-



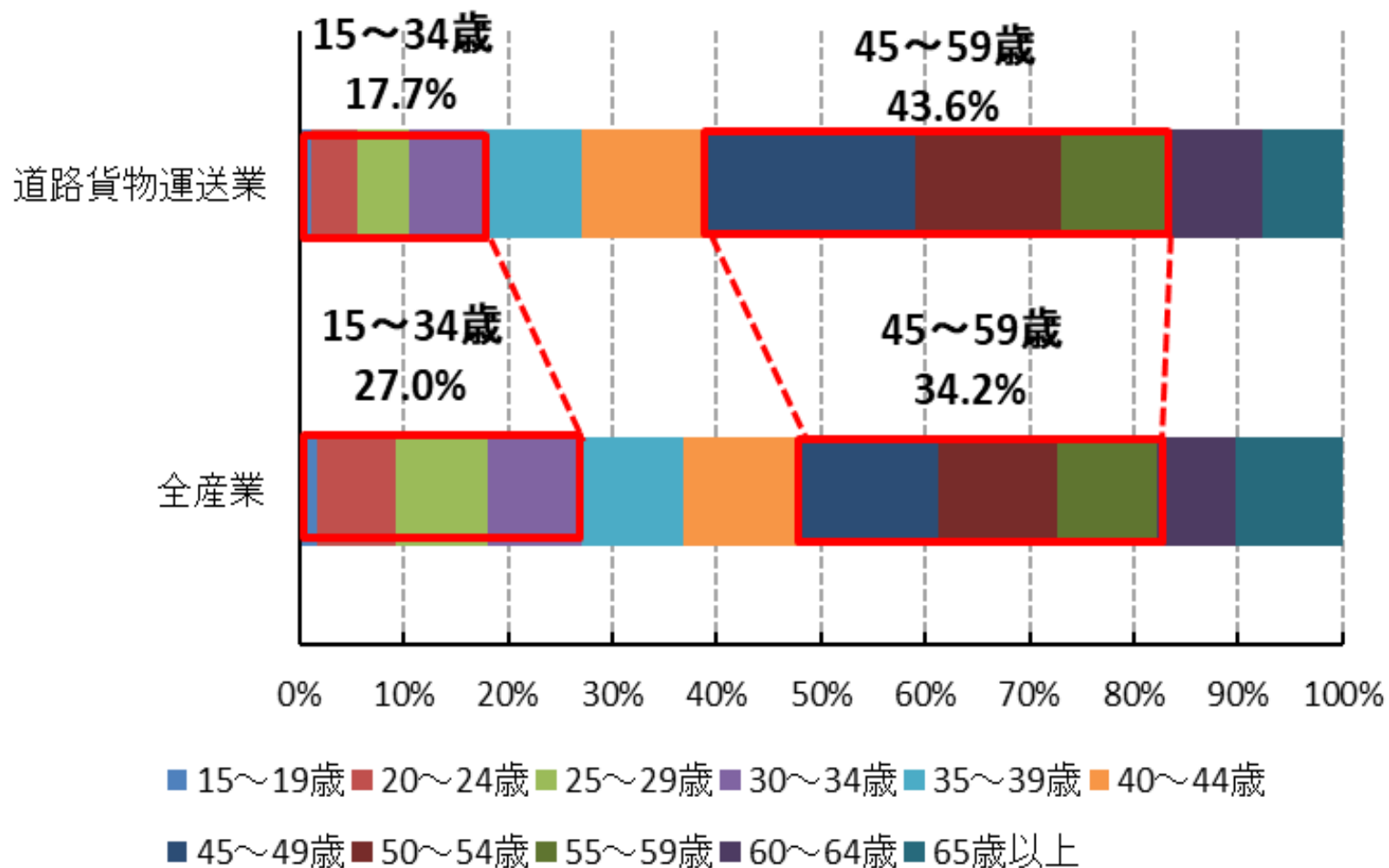
■ 不足 ■ やや不足

図 ドライバー不足を感じている企業の割合

出所: 全日本トラック協会「トラック運送業界の景況感」より作成
※各年の第2四半期(7月~9月)の数値を掲載

- ドライバー不足の顕在化
- 令和元年には、67%もの企業がドライバー不足を感じている

トラック運送業の現状 -ドライバーの高齢化-

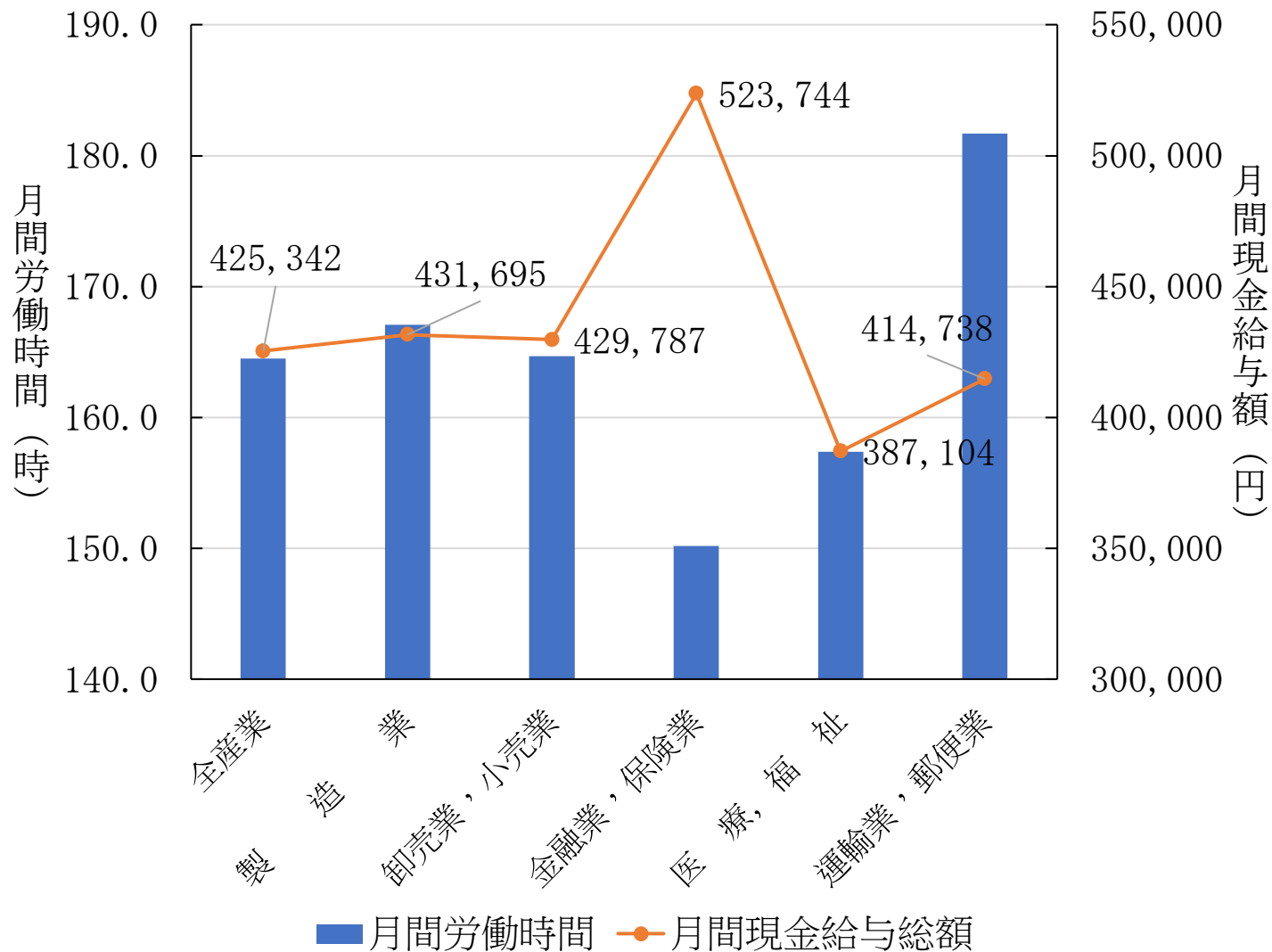


- 15～34歳の割合が低く、45～59歳の割合が高い
- 今後定年等により、多くのドライバーが離職する見込み

図. 道路貨物運送業と全産業の年齢階層別就業者数構成比比較

出所: 総務省統計局「労働力調査(令和2年4月)」より作成

トラック運送業の現状 - 長時間労働・低賃金 -



• 労働時間に見合わない低賃金の実態がある

図. 令和元年度における産業別月間労働時間と現金給与額の関係

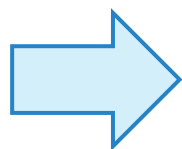
出所: 厚生労働省「毎月勤労統計調査(令和元年度)」より作成

労働時間の削減による労働環境の整備

法律・内容		2018年度 (平成30年度)	2019年度 (平成31年度)	2020年度 (平成32年度)	2021年度 (平成33年度)	2022年度 (平成34年度)	2023年度 (平成35年度)	2024年度 (平成36年度)
労働基準法	時間外労働の上限規制 (年720時間)の適用 【一般則】		4月1日から 大企業に 適用	4月1日から 中小企業に 適用				
	時間外労働の上限規制 (年960時間)の適用 【自動車運転業務】							4月1日から 適用

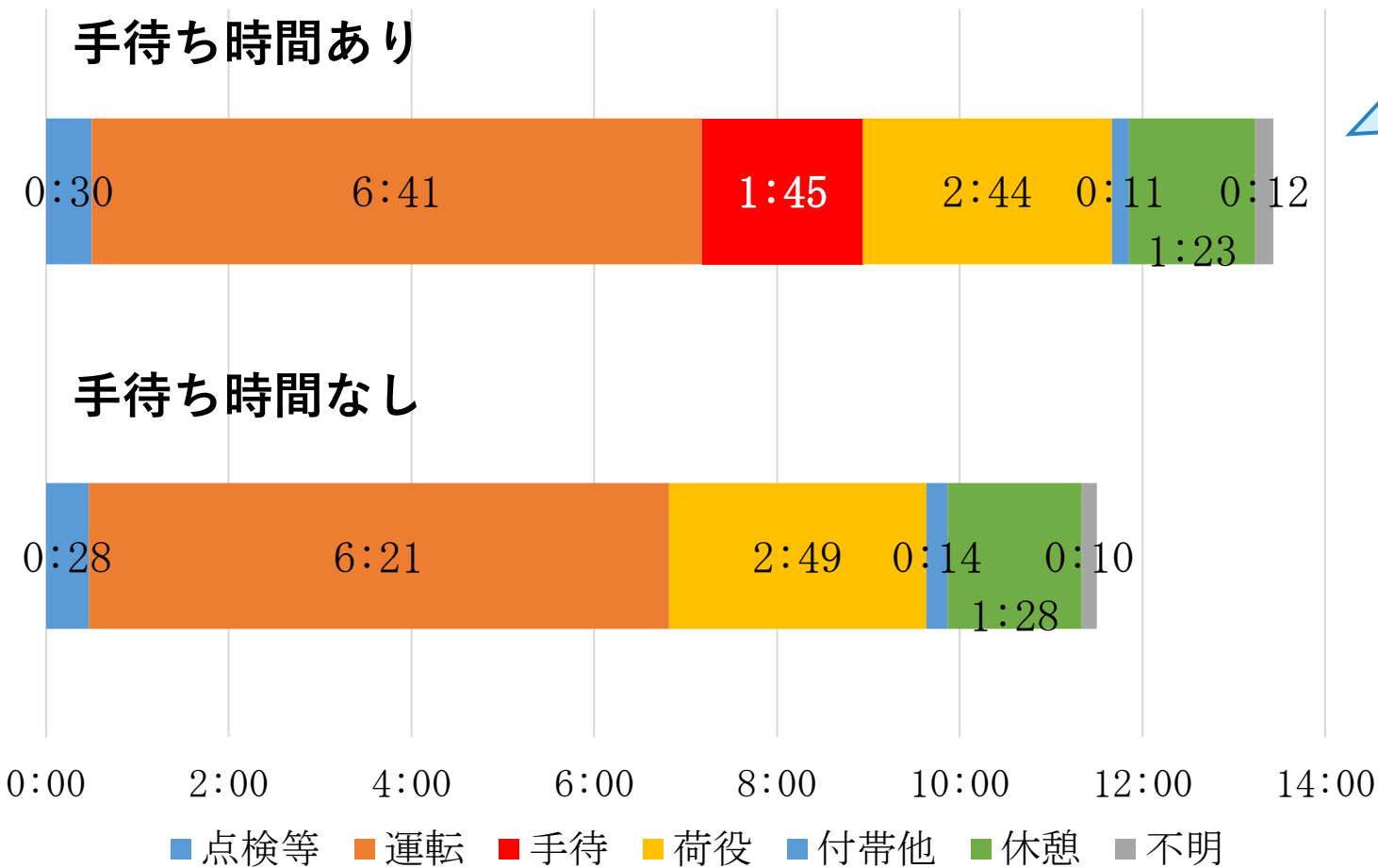
図. 時間外労働の上限規制施行期日

出所: 全日本トラック協会「働き方改革関連各法律の施行期日等について」より作成



2024年に向け、ドライバーの労働時間を削減し、
労働環境を整えなければならない！

労働時間の削減手法 - 手待ち時間の削減 -



労働時間を削減するためには、**手待ち時間を削減**することが有効！

【手待ち時間の発生要因】

- ① 物流拠点にトラックが集中的に到着
- ② 物流拠点での荷役準備不足

①、②により荷役待ちが発生し、手待ち時間となる

図. 1運行の平均拘束時間内訳

出所：国土交通省「トラック輸送状況の実態調査(平成27年度)」より作成

トラック予約受付システムについて

トラックの到着時間をあらかじめ予約することにより
荷役待ちの発生を防ぐ

運用手順

1. 物流施設： 予約可能な複数の時間枠を作成

時刻	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
バス1						
バス2						


2. ドライバー： 作成された時間枠を選択し、到着時刻を予約

時刻	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
バス1						
バス2						





























トラック予約受付システムについて

時間枠の間隔を広くとりすぎる

時刻	10:00	12:00	14:00
バス1			
バス2			

➡ 荷役台数が低下し、バスでの生産性が低下

時間枠の間隔を狭くとりすぎる

時刻	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	
バス1													
バス2													

➡ トラックの到着間隔が短くなり、荷役待ちが発生しやすくなる

本研究の目的

研究目的

トラックドライバーの荷待ち時間が削減され、なおかつ多くのトラックの荷役を行えるような、トラック予約受付システムにおける適切な時間枠と受付台数の設定方法について検討する

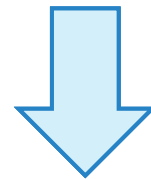
検討項目

- ①各時間枠における望ましい受付台数
- ②望ましい時間枠の構成
- ③目標とする荷待ち時間を考慮した際の、時間枠と受付台数の設定方法

荷待ち時間の記録義務付け

国土交通省

車両総重量8トンまたは最大積載量5トンのトラックを対象に、荷主の都合で30分以上待機した場合に「集荷地点等、集荷地点等への到着・出発日時、荷積み・荷卸しの開始・終了日時」などの記録を義務づける



バスでの平均荷待ち時間や最大荷待ち時間が30分を超えないような時間枠や受付台数の設定方法を検討する

目次

- 研究背景と目的
- 荷役待ちモデルについて
- 荷役待ちモデルを用いた検討
- 本研究のまとめ

荷役待ちモデル

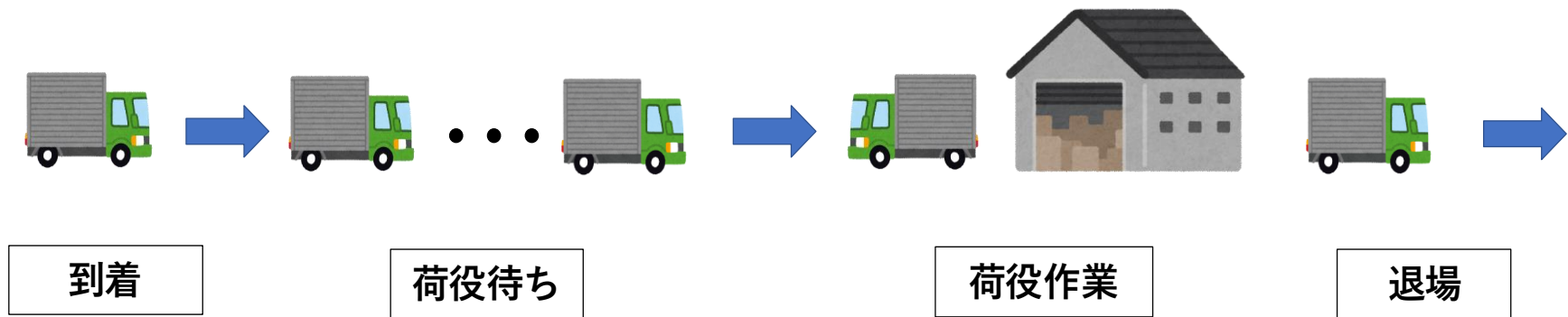


図. 荷役待ちモデルの流れ

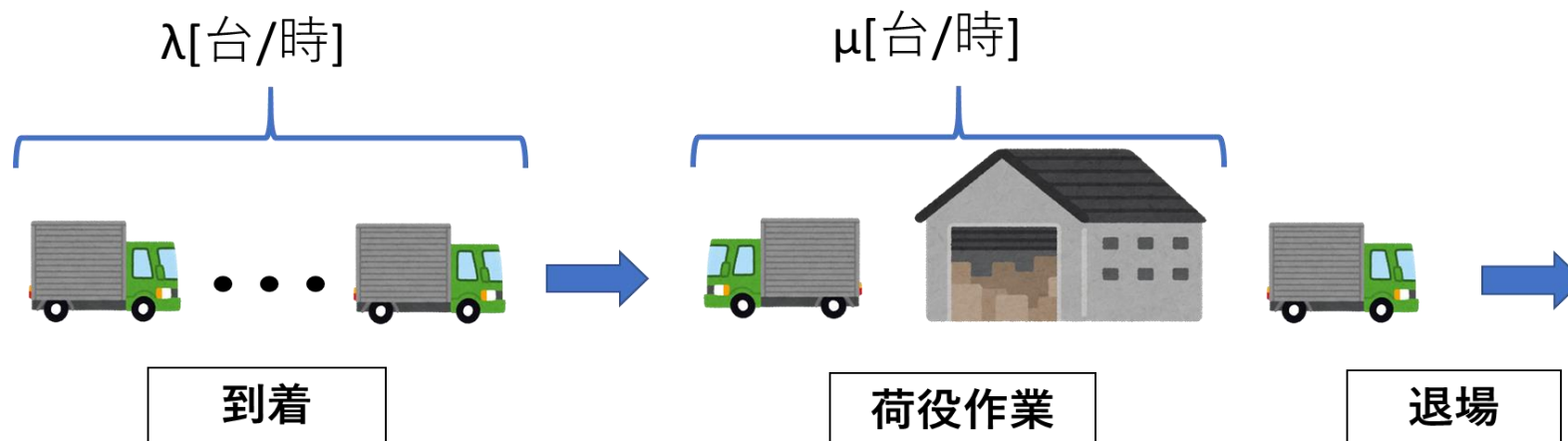
1. 予約した時刻に物流センターへ到着
2. バースで荷役作業
3. バースが使用中の場合は待ち行列で待機
4. 荷役終了後、物流センターを退場

トラックは予約した時刻ちょうどに到着すると仮定する
例. 10時から11時の時間枠を予約 → 10時ちょうどに到着

荷役待ちモデルにおける指標

- トラフィック密度(ρ):
単位時間あたりのトラック到着台数(λ)と、
単位時間あたりのトラック荷役台数(μ)の比率

$$(式) \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (0 \leq \rho \leq 1)$$



荷役待ちモデルの設定

- ◆ 調査期間:1日(1440分)
- ◆ バース数:1つ
- ◆ トラック毎の荷役時間:
 - 平均20分、標準偏差3分の正規分布に従う
 - トラックの大きさや積載量は一定であり、トラック毎の平均荷役時間が一定であると仮定する。
- ◆ 最大荷役台数:72台

目次

- 研究背景と目的
- 荷役待ちモデルについて
- 荷役待ちモデルを用いた検討
- 本研究のまとめ

各時間枠における望ましい受付台数

検討項目と検討方法

項目













各時間枠におけるトラック受付台数と
荷待ち時間の関係を検討する

方法

時間間隔が4時間の時間枠を6つ設定し、
各時間枠にトラックの予約を1台から12台まで受け付ける

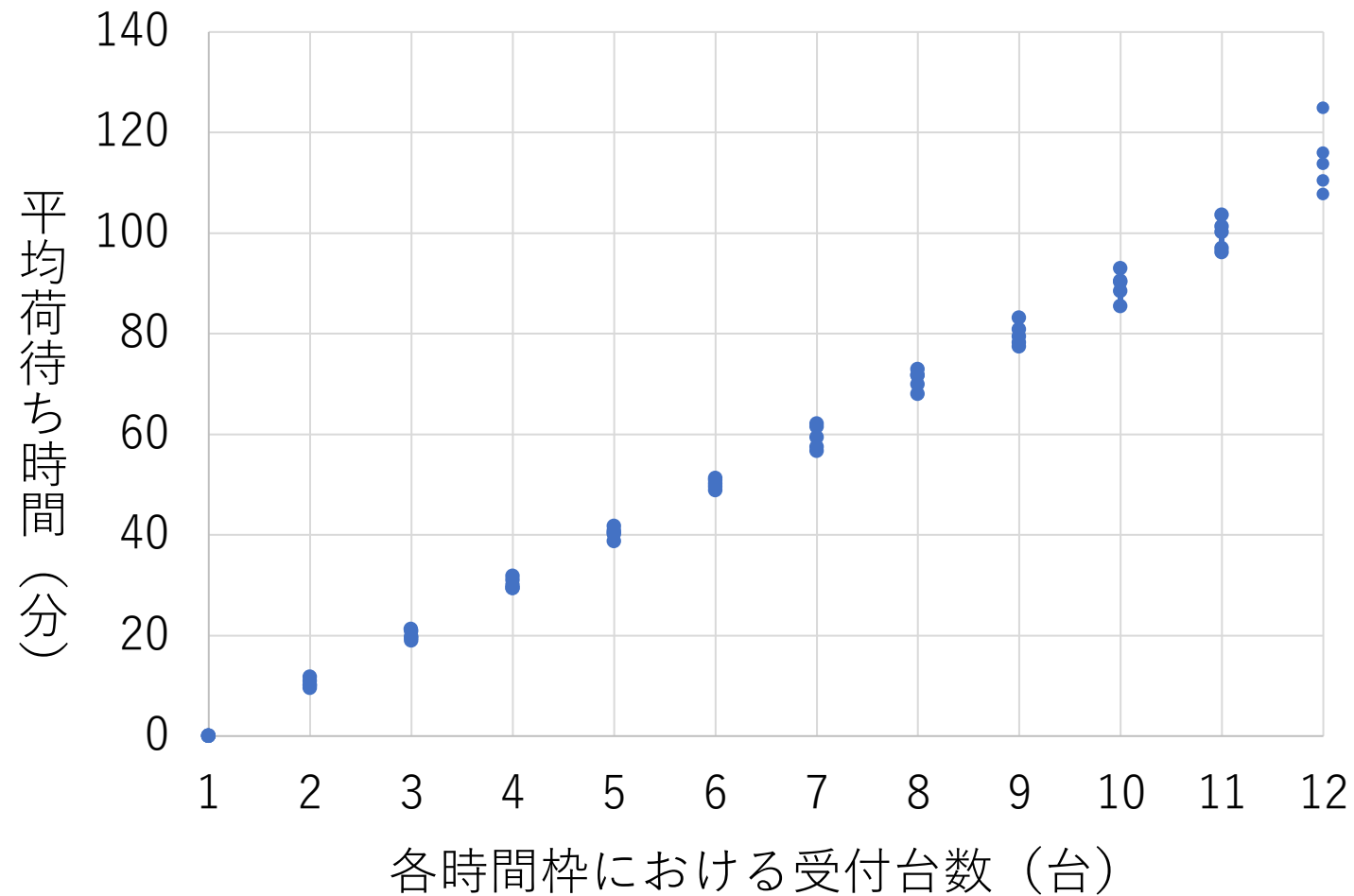
検討方法のイメージ

4時間の時間枠

時刻	0:00	4:00	8:00	12:00	16:00	20:00
バス1	 ⋮ 	 ⋮ 	 ⋮ 	 ⋮ 	 ⋮ 	 ⋮ 

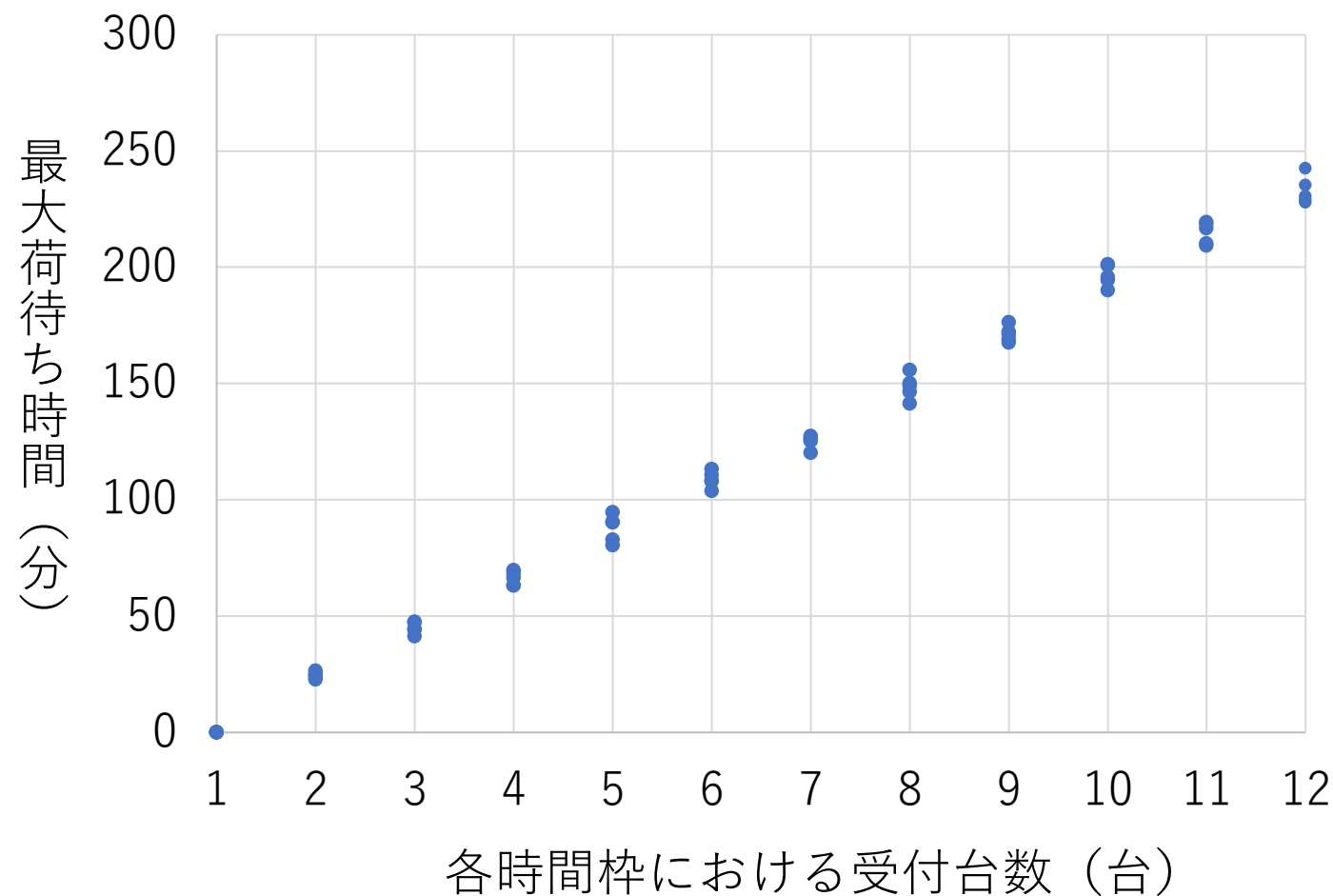
各時間枠にトラックの予約を1台から12台まで受け付ける

各時間枠における受付台数と平均荷待ち時間



- 各時間枠に1台ずつ受け付けた場合、平均荷待ち時間は最小となる
- 各時間枠に受付するトラックの台数が多いほど、平均荷待ち時間は長くなる

各時間枠における受付台数と最大荷待ち時間



- 各時間枠に1台ずつ受け付けた場合、最大荷待ち時間は最小となる
- 各時間枠に受付するトラックの台数が多いほど、最大荷待ち時間は長くなる

検討結果のまとめ

結果

- 各時間枠に1台ずつのトラックを受け付けた場合、荷待ち時間は最小となる
- 各時間枠における受付台数が増加するに従い、荷待ち時間も増加する

考察

- 各時間枠に受け付ける台数が増加することにより、同じ時刻に到着するトラックが増加し、荷役待ちが発生する

結論

各時間枠に1台ずつの受付とし、
トラック毎の到着間隔を空けることが望ましい

望ましい時間枠の構成

検討項目と検討方法

項目

時間枠の間隔をランダムに設定した場合と等間隔に設定した場合のどちらが望ましいのかを比較する

方法

同じトラフィック密度のもとで、

- トラックの予約をランダムな時刻に受け付ける
- トラックの予約を等間隔な時刻に受け付ける





比較項目 {

- 平均荷待ち時間
- 最大荷待ち時間
- 時間当たり荷役台数
- バースでの稼働率






検討方法のイメージ

例:トラフィック密度が0.5となる、36台のトラックを受け付ける場合

時間枠ランダム

時刻	0:00	0:10	1:00	...	23:10	23:35
バス1				...		

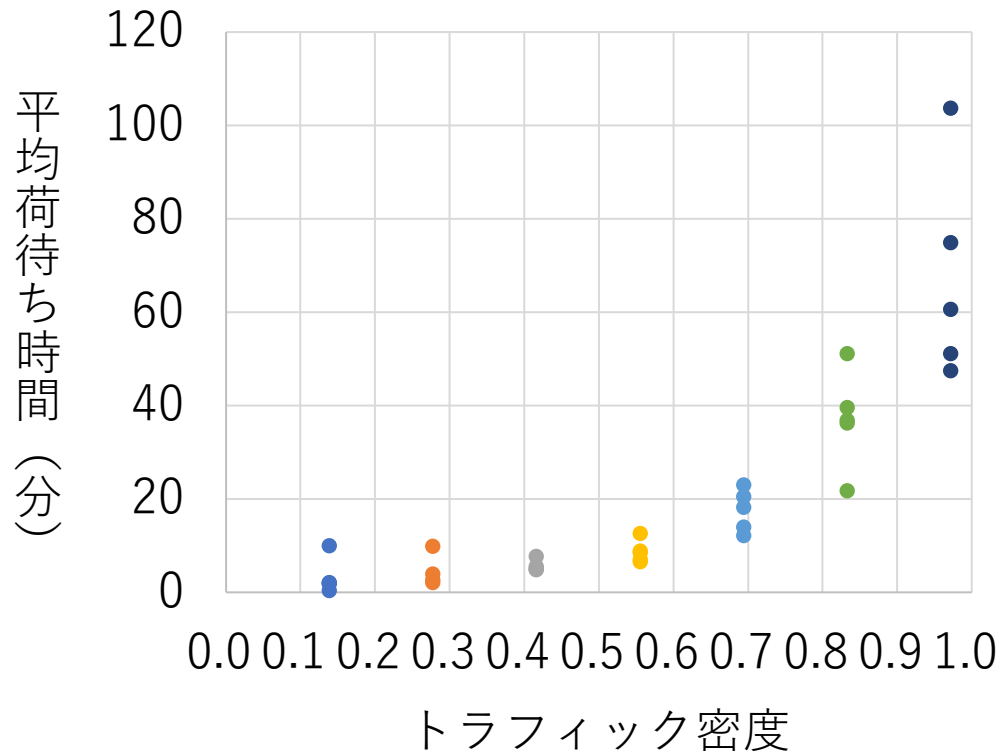
時間枠等間隔

時刻	0:00	0:40	1:20	...	22:40	23:20
バス1				...		

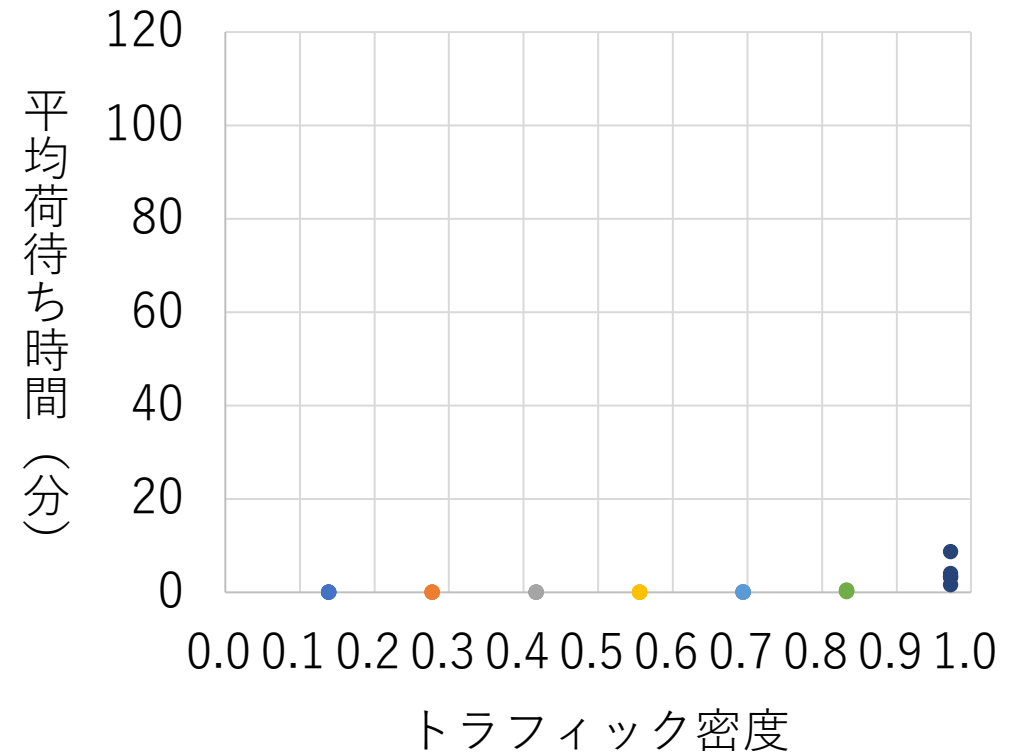
(式) 時間枠の間隔 = 調査期間(1440分) / トラック受付台数

時間枠の設定と平均荷待ち時間

時間枠ランダム



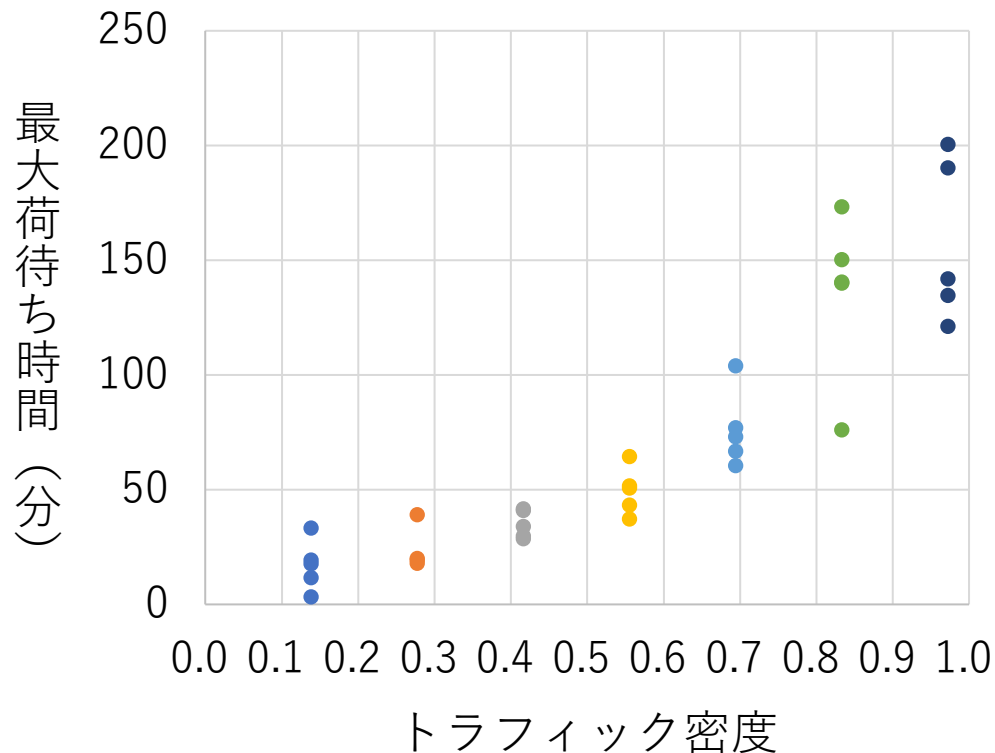
時間枠等間隔



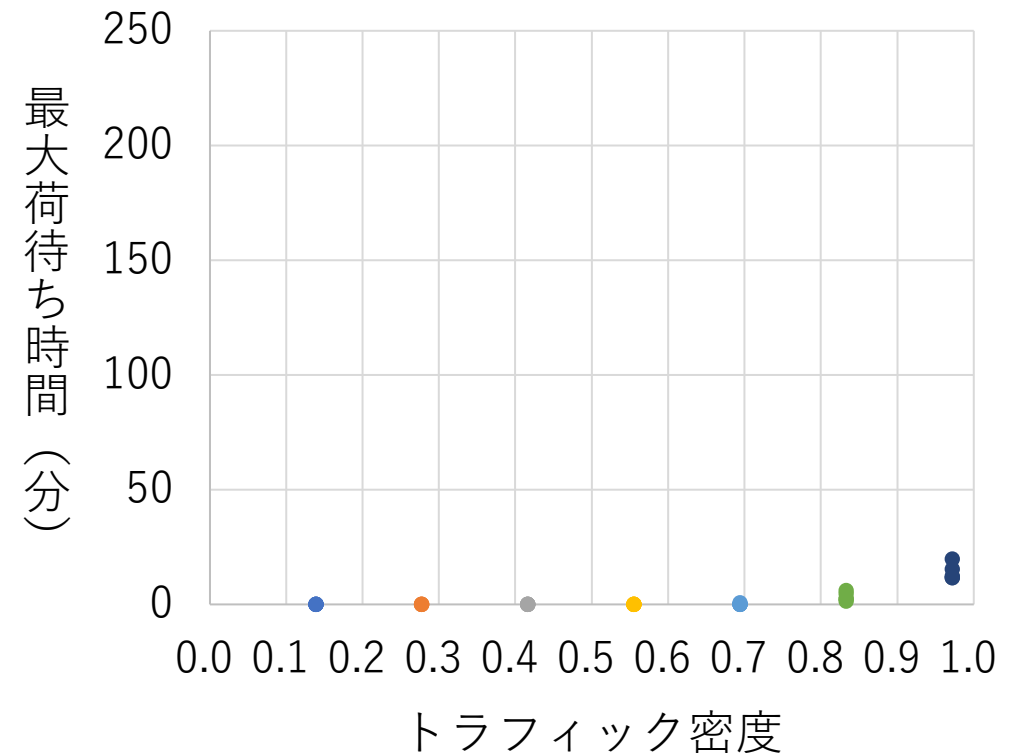
- 同じトラフィック密度における平均荷待ち時間:
時間枠を等間隔に設定したほうが、ランダムに設定した場合に比べ短い

時間枠の設定と最大荷待ち時間

時間枠ランダム



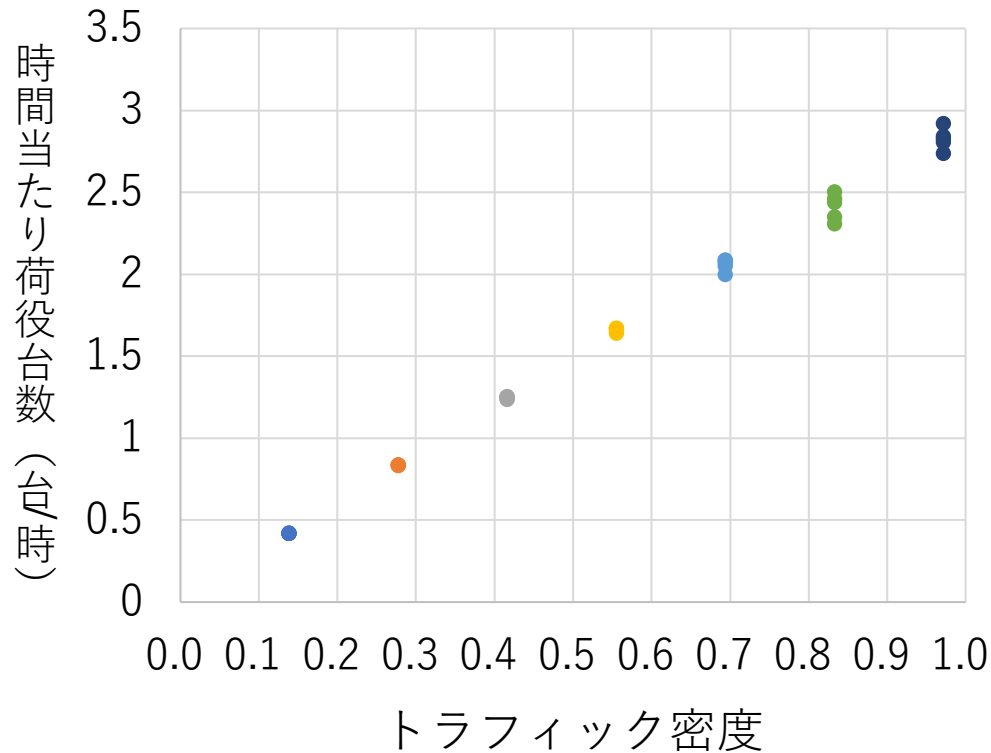
時間枠等間隔



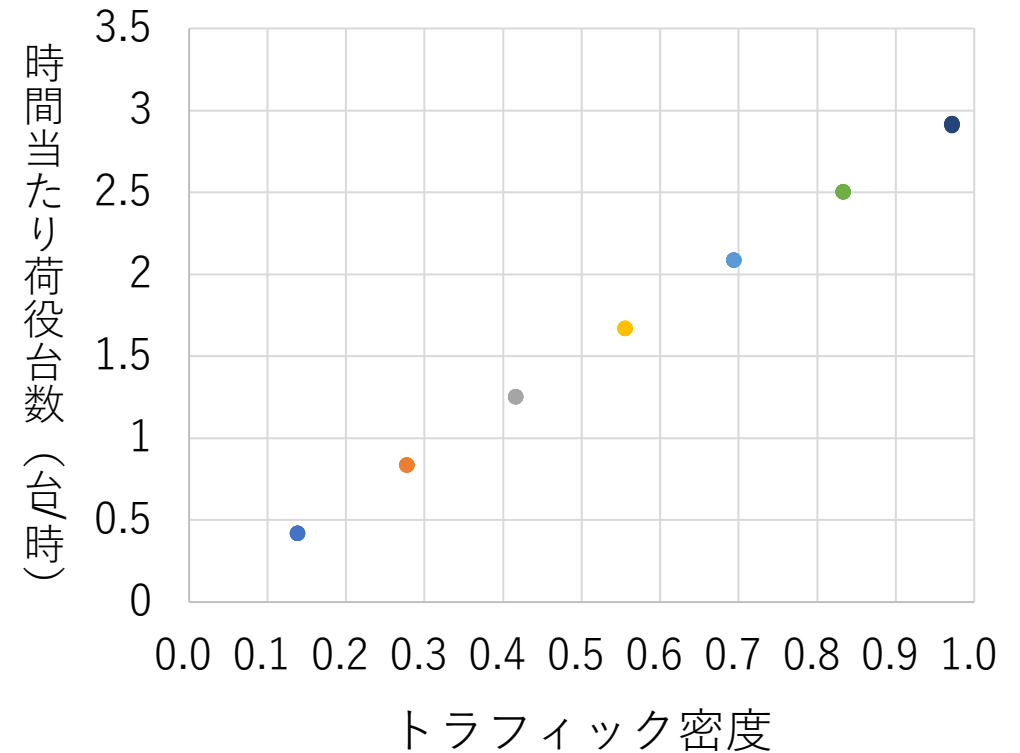
- 同じトラフィック密度における最大荷待ち時間:
時間枠を等間隔に設定したほうが、ランダムに設定した場合に比べ短い

時間枠の設定と時間あたり荷役台数

時間枠ランダム



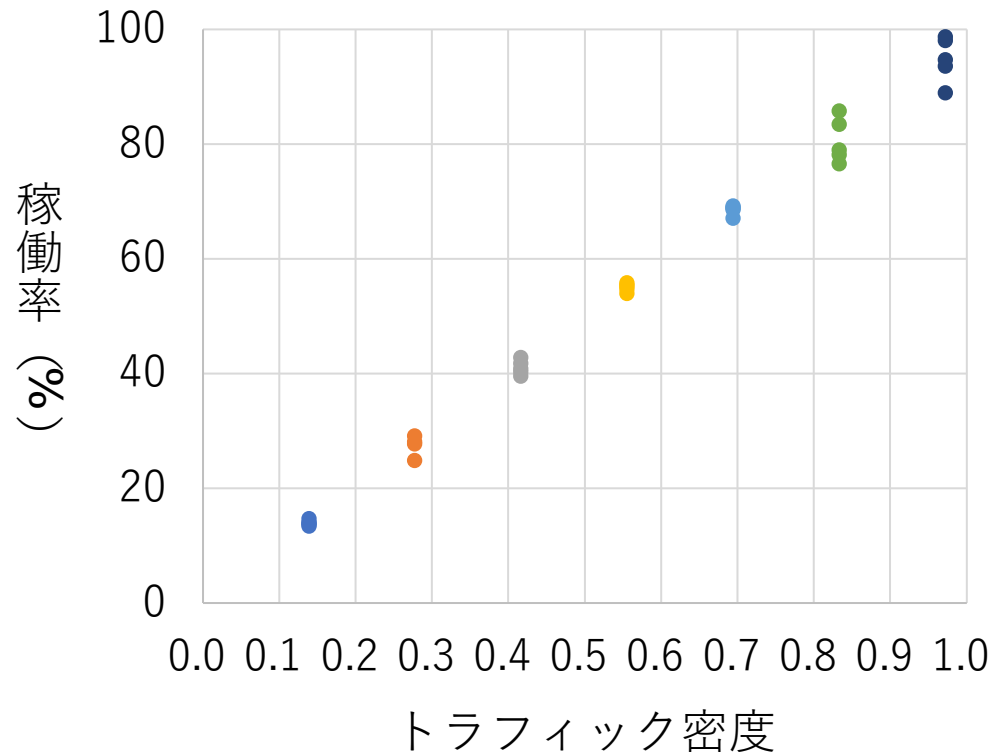
時間枠等間隔



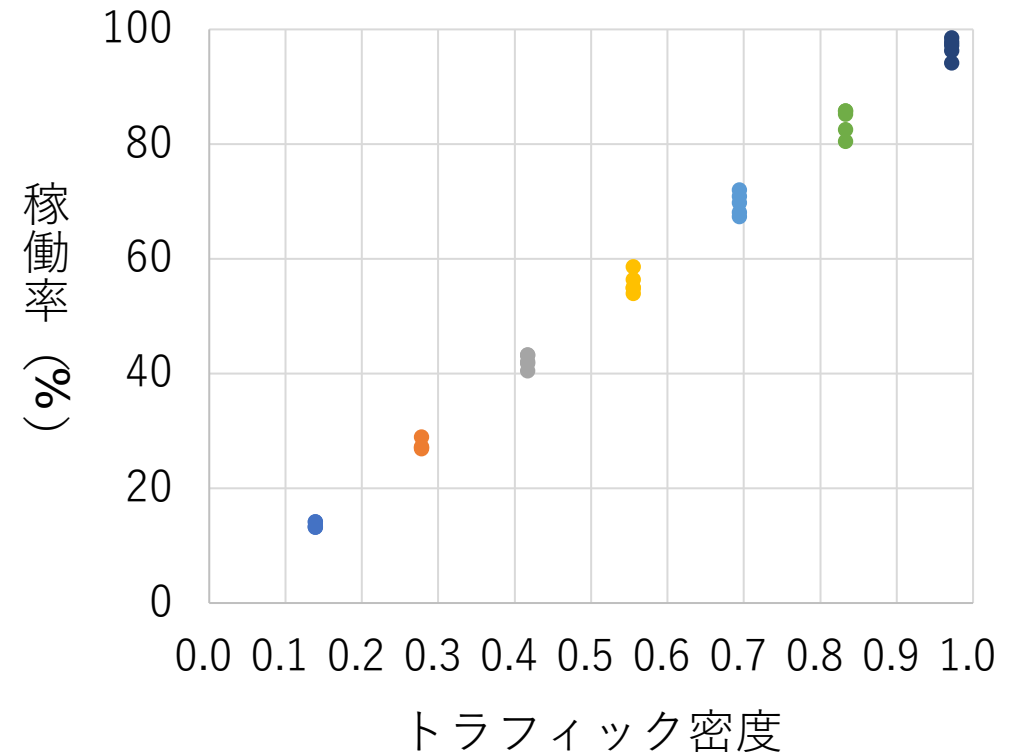
- 同じトラフィック密度における時間あたり荷役台数：
時間枠の設定方法によって大きな違いはない

時間枠の設定とバースでの稼働率

時間枠ランダム



時間枠等間隔



- 同じトラフィック密度における稼働率：
時間枠の設定方法によって大きな違いはない

検討結果のまとめ

結果

- 時間枠の設定方法によって、時間当たり荷役台数や、稼働率に大きな違いは生じない
- 時間枠を等間隔に設定した方が、荷待ち時間が短くなる

考察

- 同じ期間、荷役時間のもと、同じ台数のトラックを受け付けたため
- 時間枠の間隔をランダムに設定した場合、トラックの到着間隔にばらつきが生じ、荷役待ちが発生しやすい

結論

トラック毎の平均荷役時間が一定の下では、
時間枠の構成は**等間隔に設定**するのが望ましい

目標とする荷待ち時間を考慮した際の 時間枠と受付台数の設定方法

検討項目と検討方法

項目

荷待ち時間を30分未満に抑えられるような
時間枠と受付台数の設定方法を検討する

方法

時間枠の間隔を狭め、トラックの受付台数を増やした際の
トラフィック密度と荷待ち時間の関係を検討する

トラック毎の荷役時間






- 平均20分、標準偏差3分の正規分布に従う
- 平均40分、標準偏差3分の正規分布に従う

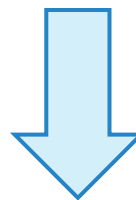
トラック毎の平均荷役時間が20分一定の場合

検討方法のイメージ

期間内最大受付台数:72台











$\rho : 0.5$ 受付台数:36台 時間枠の間隔:40分

時刻	0:00	0:40	1:20	...	22:40	23:20
バス1				...		

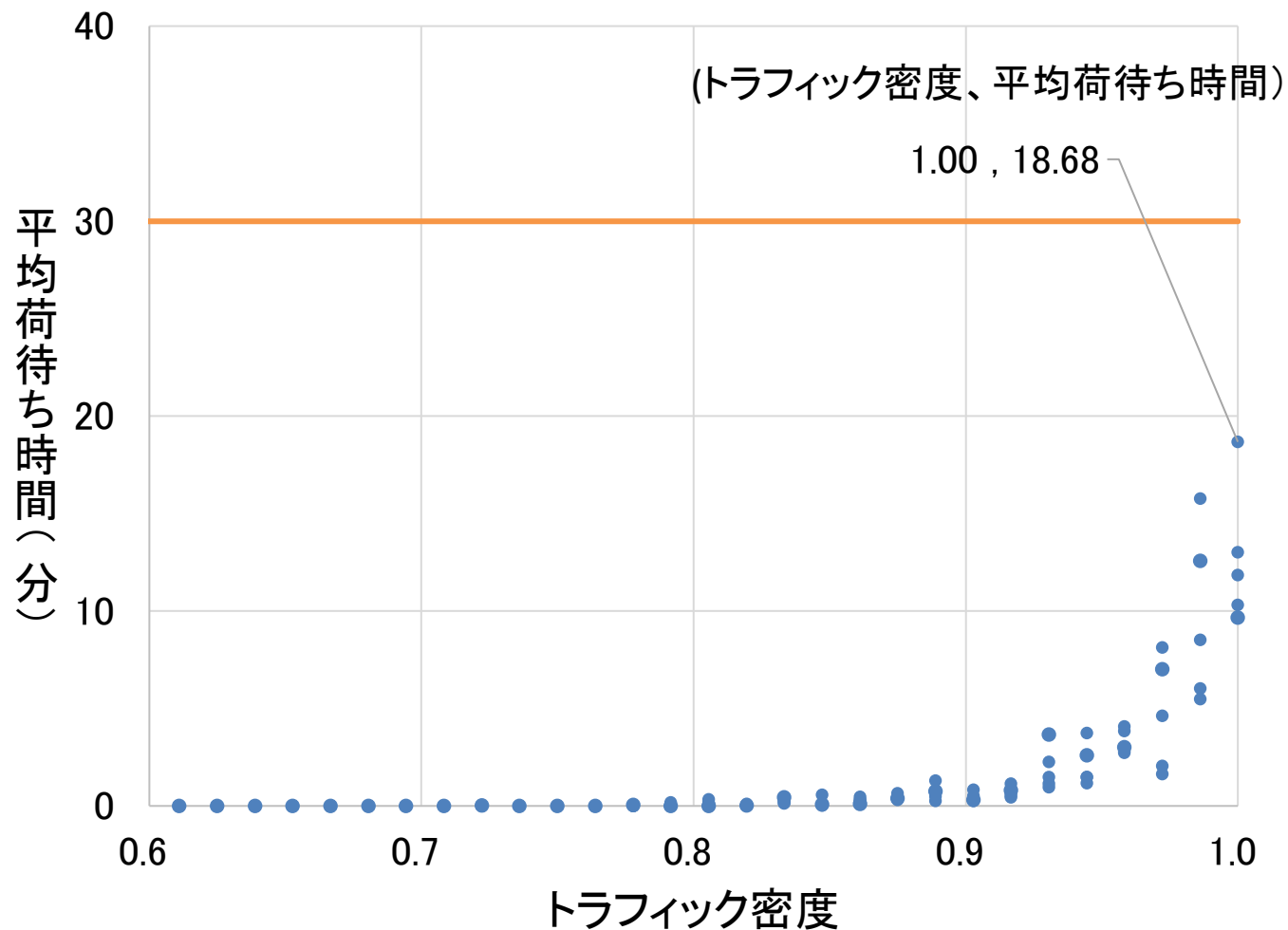


時間枠の間隔を狭め
受付台数を増加

$\rho : 1.0$ 受付台数:72台 時間枠の間隔:20分

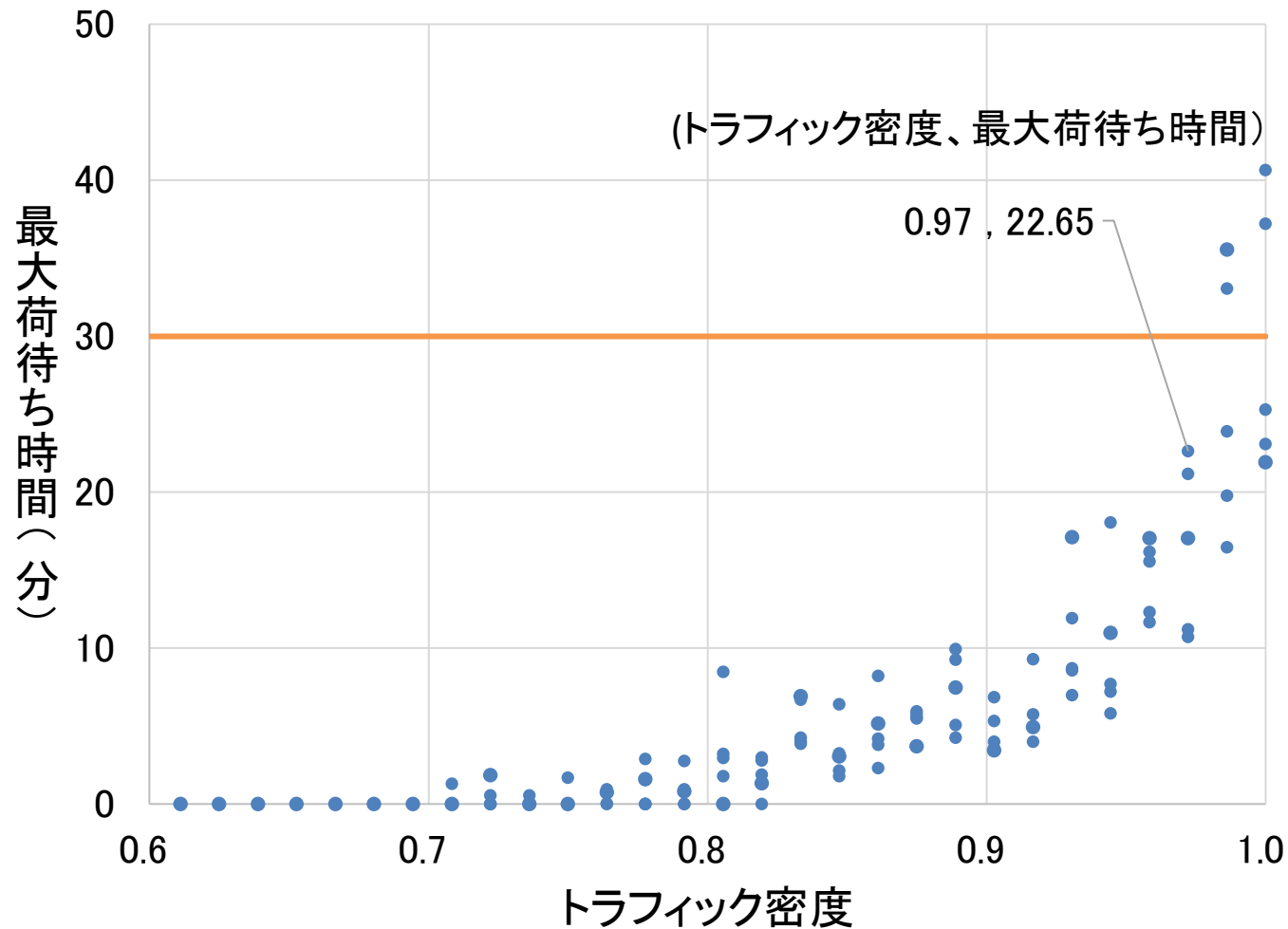
時刻	0:00	0:20	0:40	1:00	1:20	1:40	...	22:40	23:00	23:20	23:40
バス1							...				

トラフィック密度と平均荷待ち時間の関係



- トラフィック密度の上昇に伴い平均荷待ち時間は増加する
- 平均荷待ち時間30分未満 $\rho : 1.00$ トラック受付台数:72台 時間枠の間隔:20.0分

トラフィック密度と最大荷待ち時間の関係




- トラフィック密度の上昇に伴い最大荷待ち時間は増加する
- 最大荷待ち時間30分未満 $\rho : 0.97$ トラック受付台数: 70台 時間枠の間隔: 20.6分

トラック毎の平均荷役時間が40分一定の場合

検討方法のイメージ

期間内最大受付台数:36台











$\rho : 0.5$ 受付台数:18台 時間枠の間隔:80分

時刻	0:00	1:20	2:40	...	21:20	22:40
バス1				...		

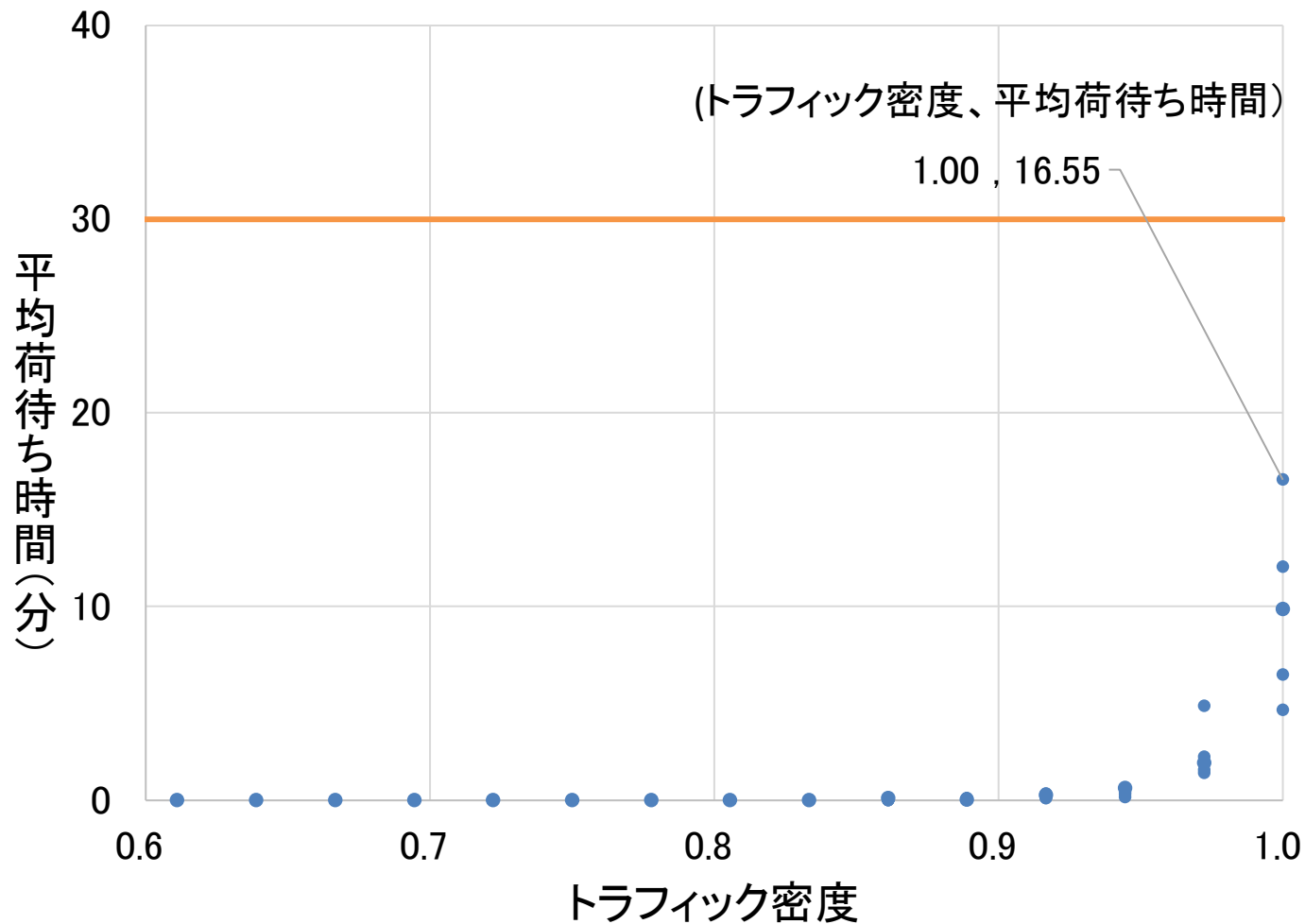


時間枠の間隔を狭め
受付台数を増加

$\rho : 1.0$ 受付台数:36台 時間枠の間隔:40分

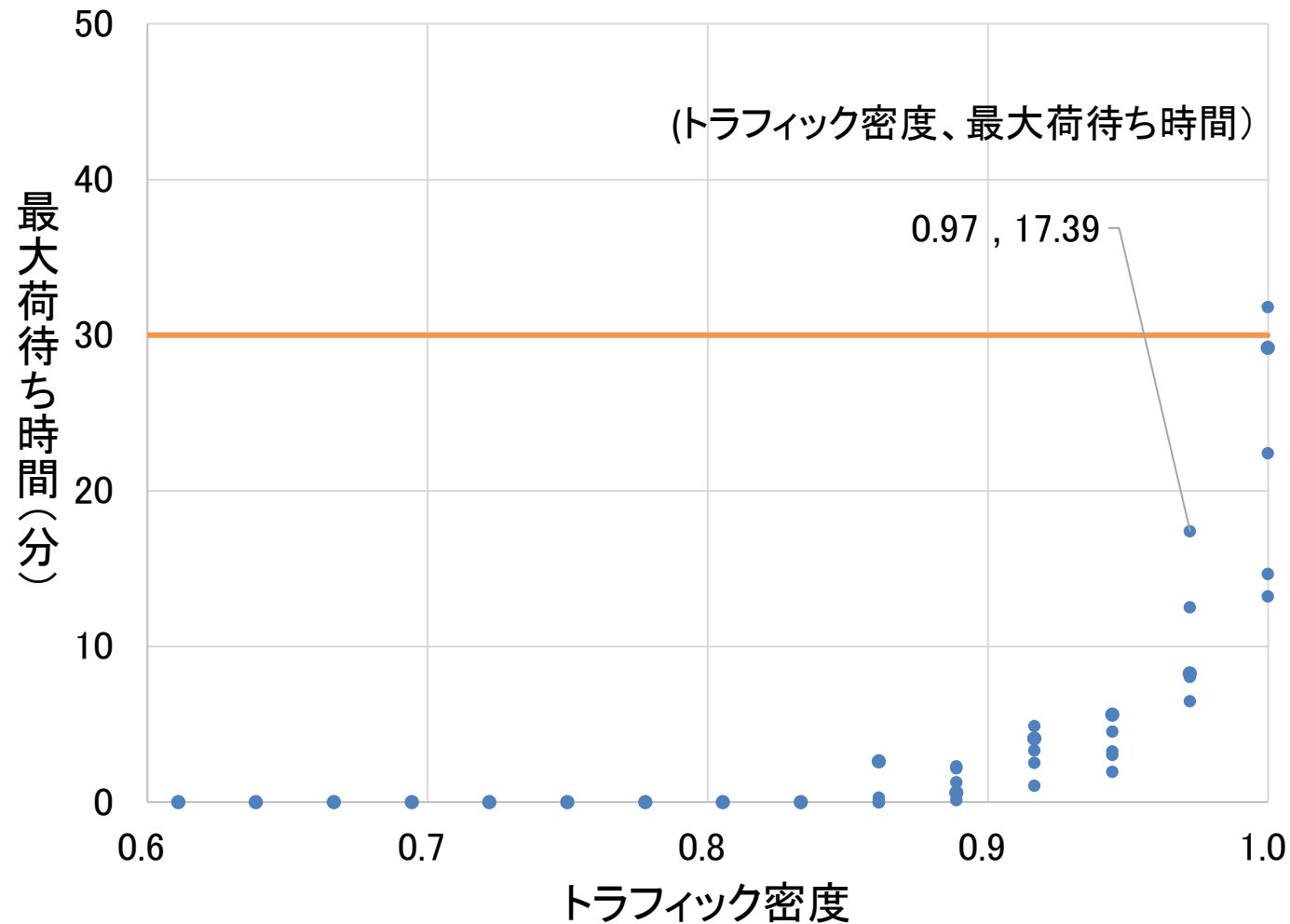
時刻	0:00	0:40	1:20	2:00	2:40	3:20	...	21:20	22:00	22:40	23:20
バス1							...				

トラフィック密度と平均荷待ち時間の関係



- トラフィック密度の上昇に伴い平均荷待ち時間は増加する
- 平均荷待ち時間30分未満 $\rho : 1.00$ トラック受付台数:36台 時間枠の間隔:40.0分

トラフィック密度と最大荷待ち時間の関係



- トラフィック密度の上昇に伴い最大荷待ち時間は増加する
- 最大荷待ち時間30分未満 $\rho : 0.97$ トラック受付台数: 35台 時間枠の間隔: 41.1分

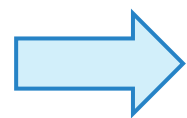
検討結果の比較

平均荷役時間: 20分一定

	平均荷待ち時間30分未満	最大荷待ち時間30分未満
トラフィック密度	1.00	0.97
トラック受付台数	72台	70台
時間枠の間隔	20.0分	20.6分

平均荷役時間: 40分一定

	平均荷待ち時間30分未満	最大荷待ち時間30分未満
トラフィック密度	1.00	0.97
トラック受付台数	36台	35台
時間枠の間隔	40.0分	41.1分



平均荷役時間が変わると
荷待ち時間を抑えられるような時間枠の間隔や受付台数も変化

検討結果のまとめ

結果

- トラフィック密度の上昇に従い、荷待ち時間が増加する
- 平均荷役時間が変わると、荷待ち時間を抑えられるような時間枠の間隔や、受付台数も変化する

考察

- 時間枠の間隔を狭め、トラフィック密度を上昇させるに従い、荷役待ちが発生しやすくなる

結論

トラック毎の平均荷役時間を考慮し、
**所定の荷待ち時間となるトラフィック密度となるよう
時間枠の間隔を適切に設定する必要がある**

目次

- 研究背景と目的
- 荷役待ちモデルについて
- 荷役待ちモデルを用いた検討
- **本研究のまとめ**

本研究のまとめ

研究目的

トラック毎の平均荷役時間が一定であるという仮定の下で、ドライバーの荷待ち時間が削減され、なおかつ多くのトラックの荷役を行えるような適切な時間枠と受付台数の設定方法について検討を行う

研究結果

- **各時間枠には1台ずつ**のトラックの予約を受け付ける
- 平均荷役時間が一定の下では、**時間枠は等間隔**に設定する
- 平均荷役時間を考慮し、**所定の荷待ち時間となるトラフィック密度となるよう、時間枠の間隔を適切に設定する**必要がある

参考文献

全日本トラック協会「トラック運送業界の景況感」(2020年6月25日現在)

<http://www.jta.or.jp/chosa/keikyo/keikyo.html>

総務省統計局「労働力調査(令和2年4月)」(2020年6月25日現在)

<https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&query=%E5%8A%B4%E5%83%8D%E5%8A%9B%E8%AA%BF%E6%9F%BB%20and%20%E5%B9%B4%E9%BD%A2%E9%9A%8E%E7%B4%9A%20and%20%E7%94%A3%E6%A5%AD&layout=dataset&metadata=1&data=1>

厚生労働省「毎月勤労統計調査(令和元年度)」(2020年6月25日現在)

<https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/monthly/r01/01-19fr/mk01fr.html>

全日本トラック協会「働き方改革関連各法律の施行期日等について」(2020年6月25日現在)

<http://www.jta.or.jp/rodotaisaku/hatarakikata/schedule.pdf>

国土交通省「トラック輸送状況の実態調査結果(平成27年度)」(2020年6月25日現在)

<http://www.mlit.go.jp/common/001128767.pdf>

国土交通省 荷待ち時間の記録義務について(2020年10月29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。