

Gaze and Coordination in Collision Avoidance between Personal Mobilities

Yuki Ninomiya¹, Shota Matsubayashi¹, Kazuhisa Miwa¹, Hitoshi Terai²
Naoki Akai¹, Daisuke Deguchi¹, Hiroshi Murase¹

¹Nagoya University, ²Kindai University

Email: ninomiya.yuki.t1@f.mail.nagoya-u.ac.jp



- The target of this study
 - To identify factors that influence collision avoidance between personal mobility vehicles (PMVs)



OpenAI. (2023). *ChatGPT* [Large language model]. <https://chat.openai.com>

- Collision avoidance between pedestrians is achieved by acquiring their roles and coordinating own behavior according to those roles (Knorr et al., 2016; Basili et al., 2013)
 - Role : whether the crossing point is passed first or second
 - **Leader** : The person who passes the crossing point first
 - **Follower** : The person who passes the crossing point after the **Leader**
 - Coordination behavior : Acceleration/deceleration or changing route to avoid a collision
 - Coordination behavior is mainly performed by the **Follower** (Knorr et al., 2016)

Follower

Coordinate
own behavior

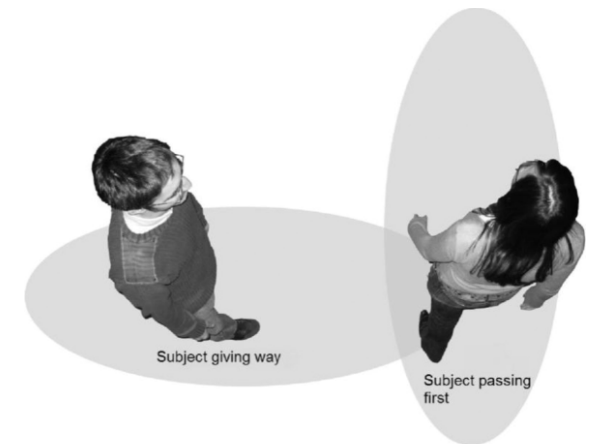
Leader

Not Coordinate
own behavior

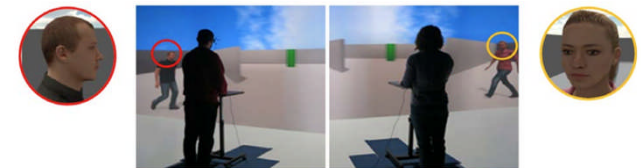


- Information used for collision avoidance
 - Pedestrians adjust walking speed and walking path according to **crossing angle and available space** (Basili et al., 2013)
 - Pedestrians determine roles based on situational information, such as **subtle differences in the distance to the estimated collision point**(Olivier et al., 2013)
 - Pedestrians determines the direction of avoidance based on **the orientation of the partner's feet and body** (Watanabe et al., 2011)

- Information **not** used for collision avoidance
 - **Personal characteristics** such as gender, height, and personality(Knorr et al., 2016)
 - **Gaze from the partner does not influence collision avoidance**(Lynch et al., 2018)

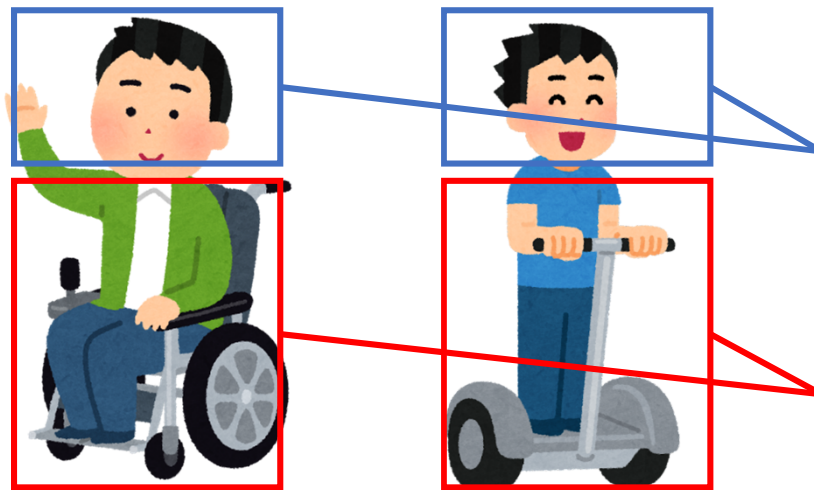


Olivier et al. (2013)



Lynch et al. (2018)

- When the partner is a PMVs, much of the information used in collision avoidance with pedestrians is restricted.



- **Gaze information can be available** in the same way.
 - **Body movements will not be available** in the same way.
- In the case of collision avoidance between PMVs, gaze may be a valuable source for coordination behavior.

Objective

- To investigate the relationship between gaze and coordination behavior in collision avoidance between PMVs.

Hypothesis

- If the partner's gaze is a source of information in collision avoidance between PMVs, then partner's gaze would be relevant with coordination behavior.
 1. The differences in gaze and coordination behavior between the **Leader** and the **Follower**
 2. The relationship between gaze and coordination behavior for each roles.

Task

- Avoiding collision by acceleration or deceleration.
- Designed the course to intersect at the center if they go straight

Measure & Apparatus

- Eye movements: Tobii Glasses 2 (Tobii Technology Co.)
- The pose and velocity: the 2D-LiDAR-based localization system(Akai, 2023)



Tobii Glasses 2



A) Whill model C



B) Position of 2D-LiDAR

Gaze: The overlap between the participant's line of sight and the partner's position.

● the participant's gazing area □ the location of the partner

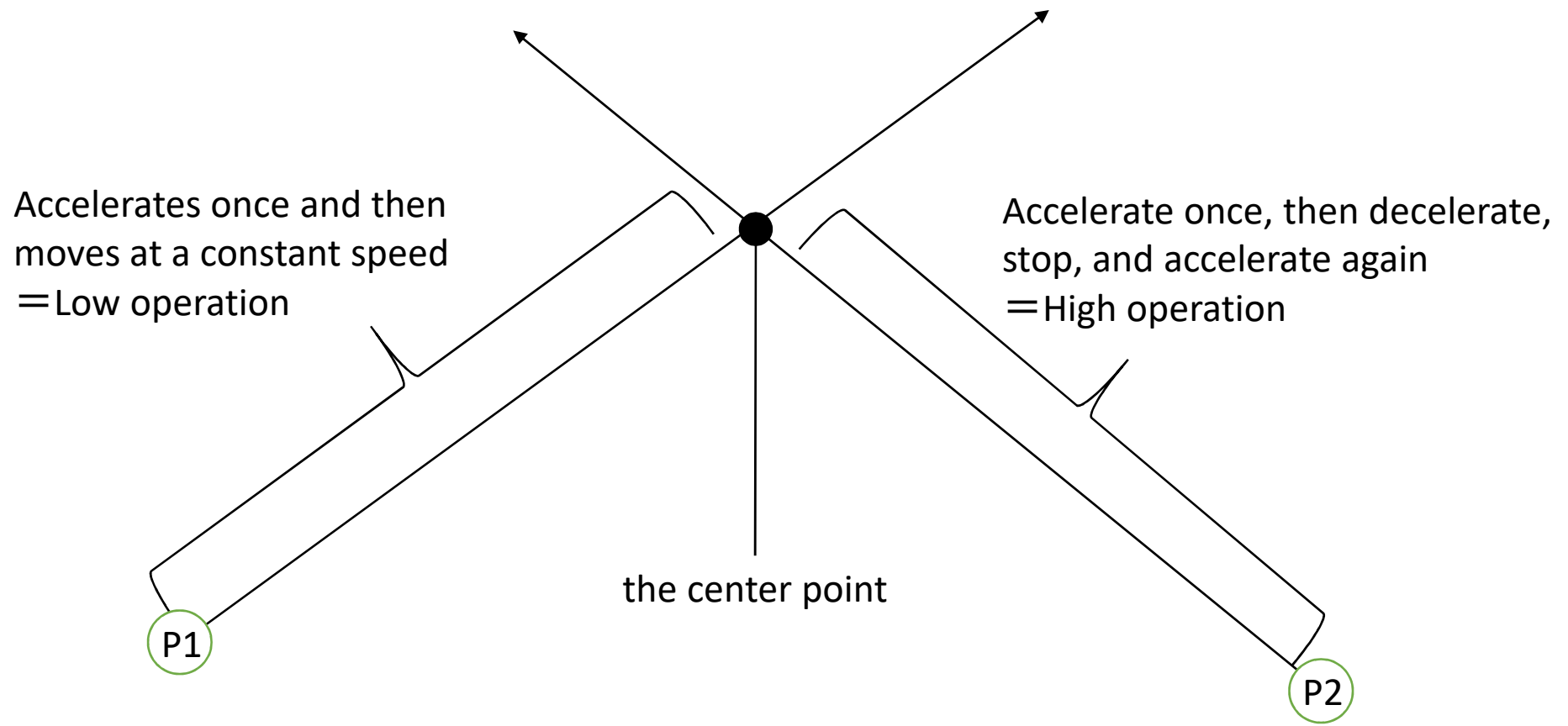


No gaze to partner



Gaze to partner

Coordination behavior: the amount of operation of acceleration and deceleration up to the center point.



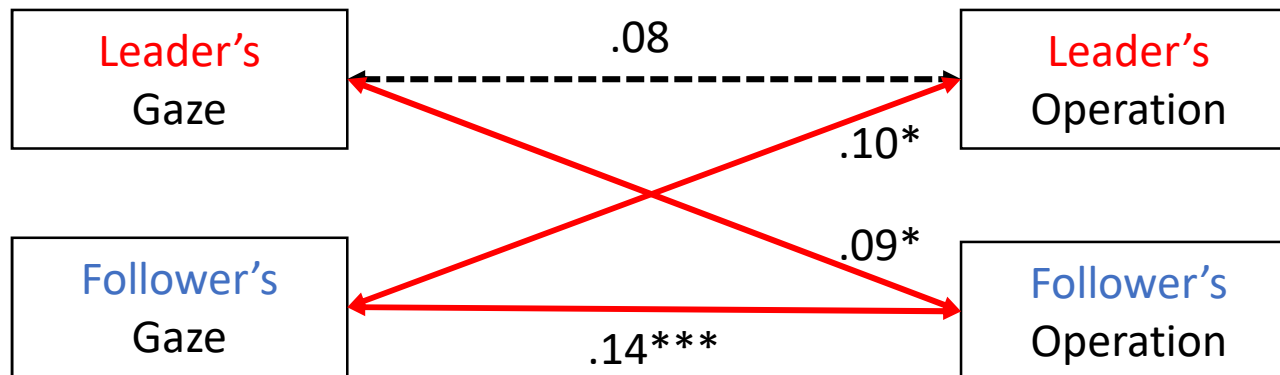
- The **Follower** have more gazes to the partner and more operation than the **Leader**
 - The **Follower** gazed at the partner about 5.9 times more than the **Leader**.
 - There are significant differences $t(535) = -28.55, p < .001$
 - In addition, the **Follower** coordinated own behavior about 1.1 times more than the **Leader**.
 - There are significant differences $t(535) = -3.81, p < .001$

TABLE I

MEAN (*SD*) OF AMOUNT OF GAZE AND OPERATION

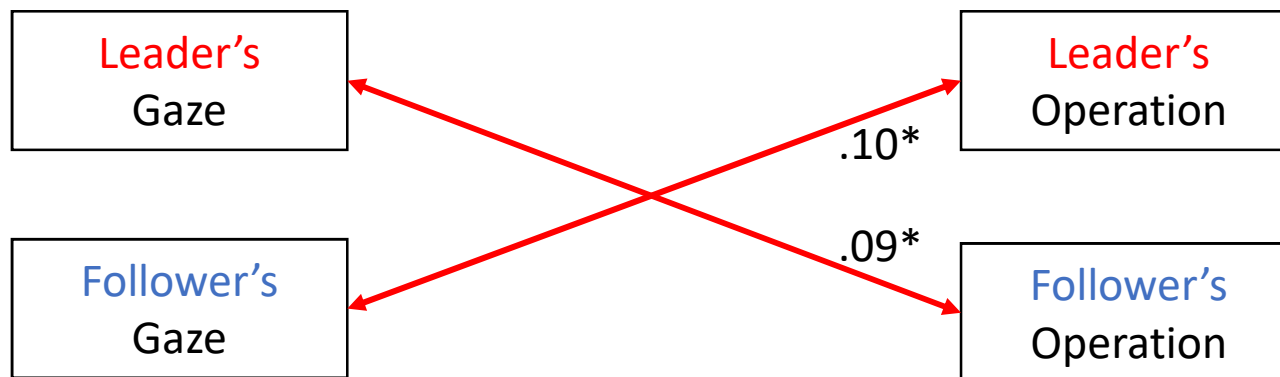
	Leader		Follower
Gaze	.014(.023)	<	.083(.053)
Operation	3.97(1.58)	<	4.30(1.54)

- The correlation between gaze and coordination behavior.
 - Red line is significant correlation
 - Black dotted line is not significant correlation



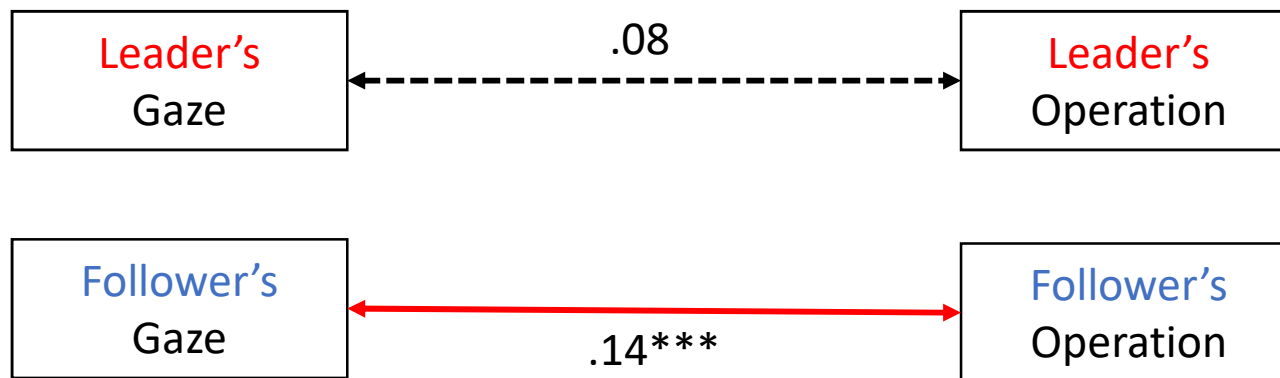
Correlation between Gaze and Operation for Each Role

- **Gaze to the partner is involved in partner's coordination behavior** in collision avoidance between PMVs
 - A positive correlation between gaze to the partner and the partner's operation.



Correlation between Gaze to the Partner and Partner's Operation for Each Role

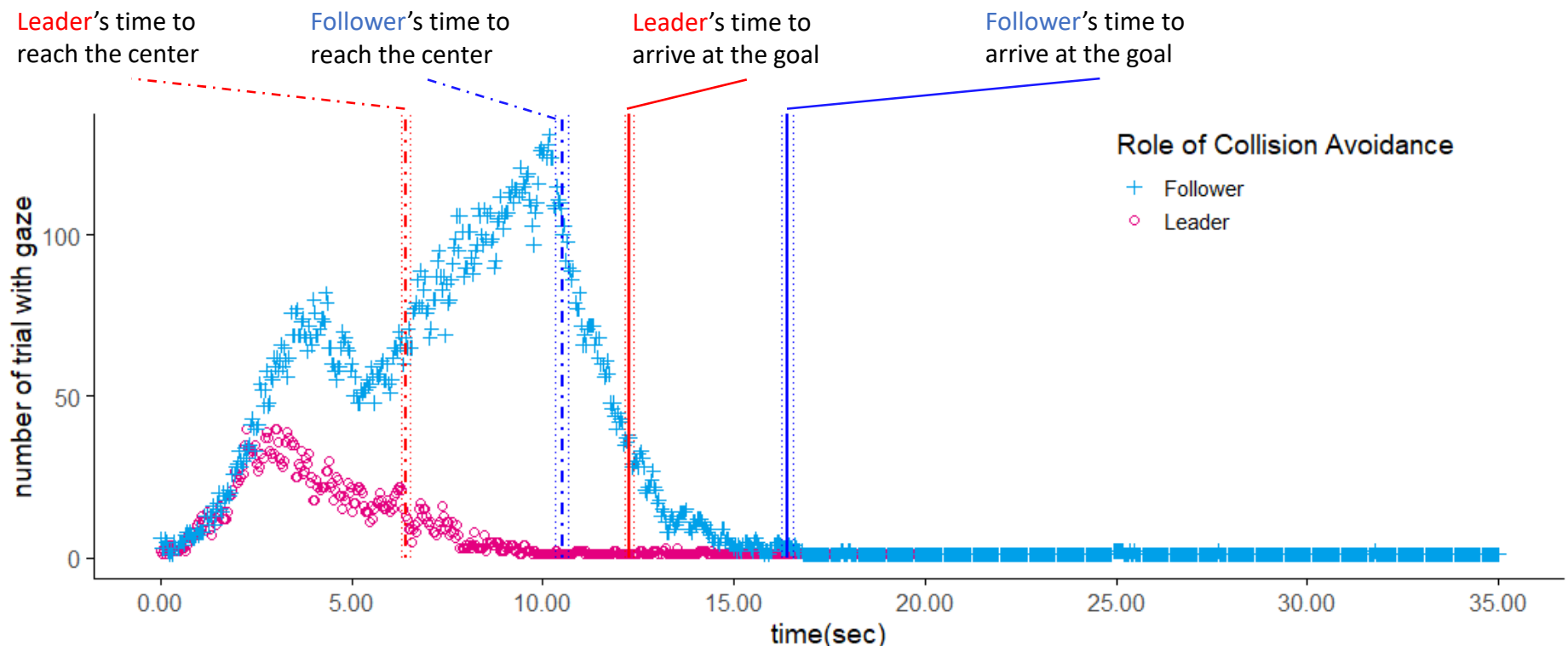
- In only the **Follower's** case, the gaze to the partner was correlated with own coordination behavior



Correlation between Gaze to Partner and own Operation for Each Role

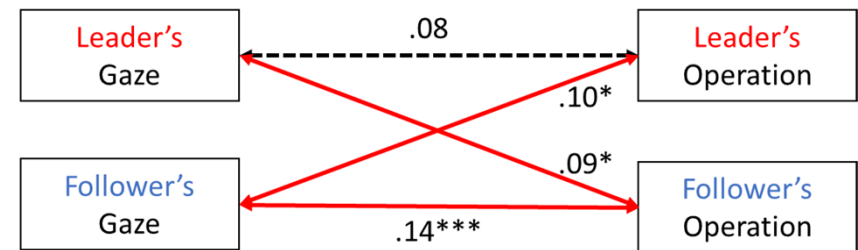
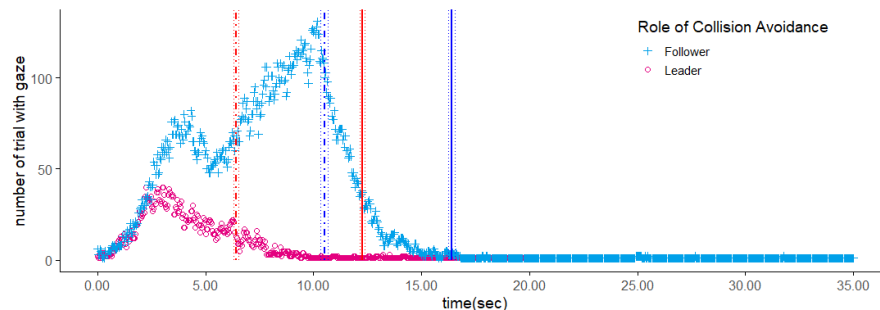
- Why are there differences in gaze and coordination behavior between roles?
→ examined the timing of gaze for each role

- **Leader**: gazes to the partner in the early stages of the trial, and then decreases
 - **Follower**: gazes to the partner not only at the early stage of the trial, but also in the middle stage of the trial
- Follower is gazing at the partner in the midpoint where coordination behavior is required



The x-axis is time(sec), the y-axis is the number of trials in which gaze was observed.

- Gaze to the partner is associated with partner's coordination behavior regardless of role
 - Gaze may be a signal to the partner to coordinate their behavior
 - Causality is an issue for further study.
- Practices of gaze differ between Leader and Follower
 - Leader gazes to the partner only in the early stages of the crossing
 - Follower gazes to the partner until the middle stage of the crossing to coordinate own behavior.



Correlation between Gaze and Operation for Each Role

- In situations where the available information is limited, **the gaze information is used as information sources to avoid collision**
 - In a human-like mobility, it is difficult to reproduce human-like body movements
 - **In collision avoidance situation, the mobility's gaze display may be useful for presenting information**

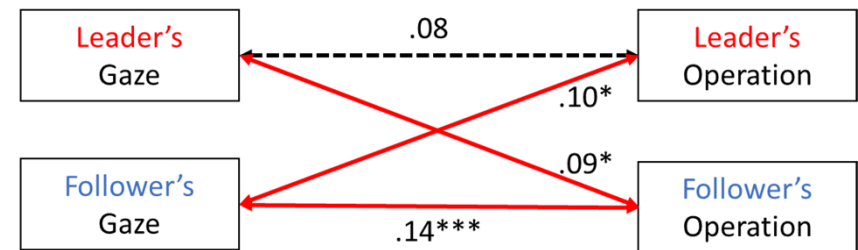
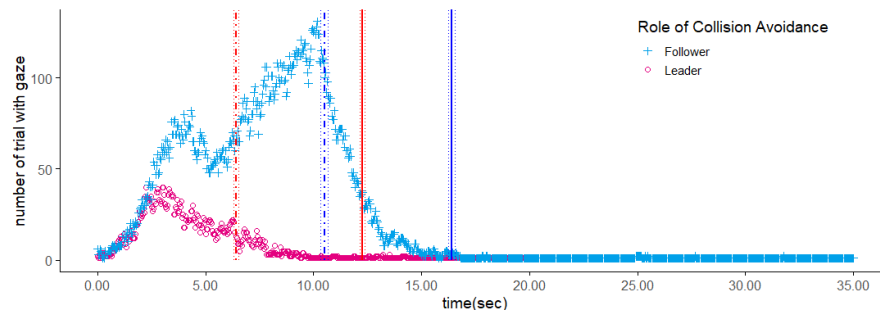


<https://www.elmo.co.jp/product/robot/bellabot/>



Chang et al., 2021

- **Gaze to the partner is associated with partner's coordination behavior regardless of role**
 - Gaze may be a signal to the partner to coordinate their behavior
 - Causality is an issue for further study.
- **Practices of gaze differ between Leader and Follower**
 - Leader gazes to the partner only in the early stages of the crossing
 - Follower gazes to the partner until the middle stage of the crossing to coordinate own behavior.



Correlation between Gaze and Operation for Each Role

- なぜ相関しか示さないのか？
 - Since the experimental conditions are not controlled, a causal relationship cannot be claimed.
 - Therefore, we did not perform any analysis related to causality.
- 答え方, カンペ
 - I understand your comment is about~~~
 - If I understood correctly, your question is '''.
 - Sorry, I didn't understand that. Could you say it again, more slowly or simply?

One trial in set

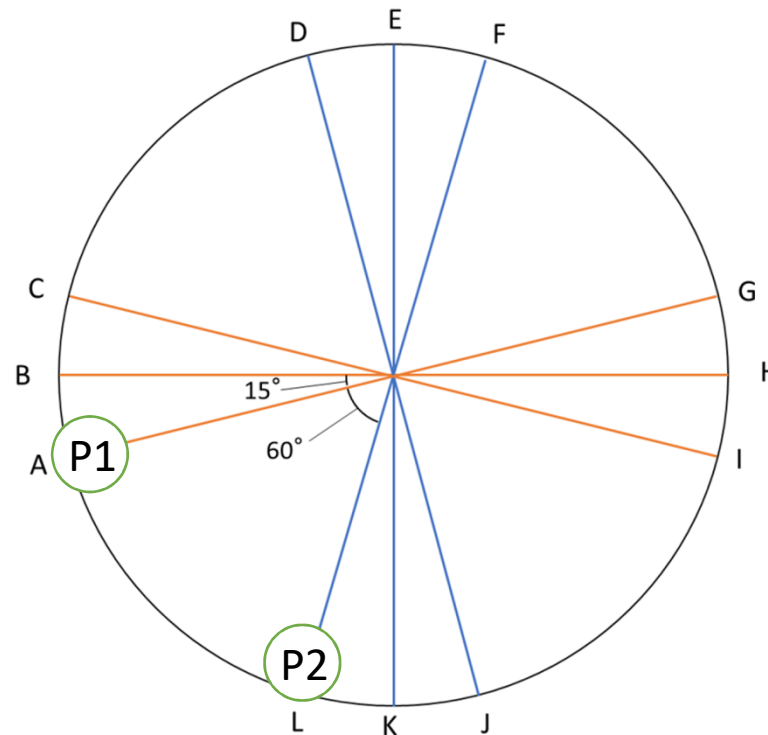
Participants 1 go straight from A to G

Participants 2 go straight from L to F

Switch sides in other trial

Participants 1 go straight from L to F

Participants 2 go straight from A to G



1. Differences in gaze and coordination behavior between roles
 - The **Follower** gazes to the partner and coordinates own behavior more often.
 - These findings are consistent with the findings for collision avoidance between pedestrians

2. Relationship between gaze and coordination behavior
 - Regardless of roles, gaze to the partner was involved in the amount of the partner's Coordination behavior
 - This suggests that information from partner's gaze may be a sources used for coordination behavior
 - There was no correlation between the **Leader's** gaze to the partner and the **Leader's** own coordination behavior.
 - There was a correlation between **Follower's** gaze to the partner and **Follower's** own coordination behaviors.
 - These suggests that only the **Follower** may have been looking at the partner to coordinate their own behavior.

1. This study provides evidence that gaze is an important source for coordination behavior in collision avoidance between PMVs
 - However, our results can only discuss correlations, so experiments are needed to verify the causal relationship.

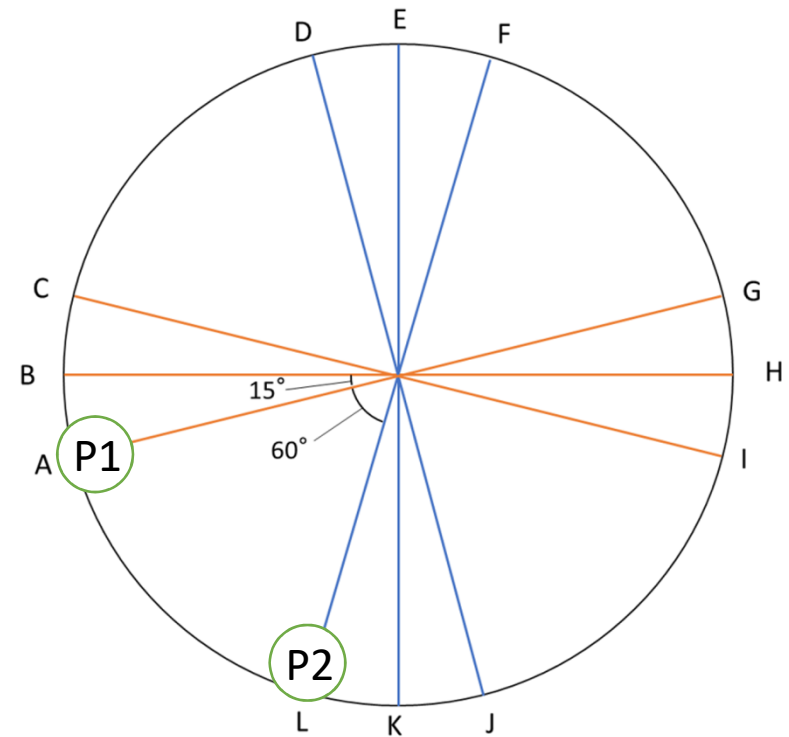
 2. We extended the finding that the **Follower** mainly coordinates its behavior to avoid collisions to the case of PMVs
 - The **Follower** gazes to the partner and coordinates own behavior more often.
 - Only the **Follower** may have been looking at the partner to coordinate his own behavior.
-
- Our result suggests that when information is limited, people may avoid collisions by using information that they would not normally use

1. Differences in gaze and coordination behavior between roles
 - The **Follower** gazes to the partner and coordinates own behavior more often.
 - These findings are consistent with the findings for collision avoidance between pedestrians

2. Relationship between gaze and coordination behavior
 - Regardless of roles, gaze to the partner was involved in the amount of the partner's Coordination behavior
 - This suggests that information from partner's gaze may be a sources used for coordination behavior
 - There was no correlation between the **Leader's** gaze to the partner and the **Leader's** own coordination behavior.
 - There was a correlation between **Follower's** gaze to the partner and **Follower's** own coordination behaviors.
 - These suggests that only the **Follower** may have been looking at the partner to coordinate their own behavior.

1. This study provides evidence that gaze is an important source for coordination behavior in collision avoidance between PMVs
 - However, our results can only discuss correlations, so experiments are needed to verify the causal relationship.
 2. We extended the finding that the **Follower** mainly coordinates its behavior to avoid collisions to the case of PMVs
 - The **Follower** gazes to the partner and coordinates own behavior more often.
 - Only the **Follower** may have been looking at the partner to coordinate his own behavior.
- Our result suggests that when information is limited, people may avoid collisions by using information that they would not normally use

- The experiment was conducted for a total of five days.
 - Four people per day
 - Six sets were conducted per day
 - One set constructed 24 trials
 - One trial is from start to goal for both participants
- Course length is 10m
- Three crossing angle conditions were prepared
 - 60, 90, and 120 degrees
 - Angle presentation order is randomized
- The two participants switched the left and right sides.
 - To avoid fixing the direction of the partner.



Example for a 60° trial

Participants 1 go straight from A to G

Participants 2 go straight from L to F

Switch sides in other trial

Participants 1 go straight from L to F

Participants 2 go straight from A to G

- **Yuki Ninomiya**

- field of study

- Cognitive Science, Cognitive Psychology
 - problem solving, insight, reasoning

- Affiliation

- Global Research Institute for Mobility in Society (GREMO),
Institutes of Innovation for Future Society (InFuS),
Nagoya University, Japan

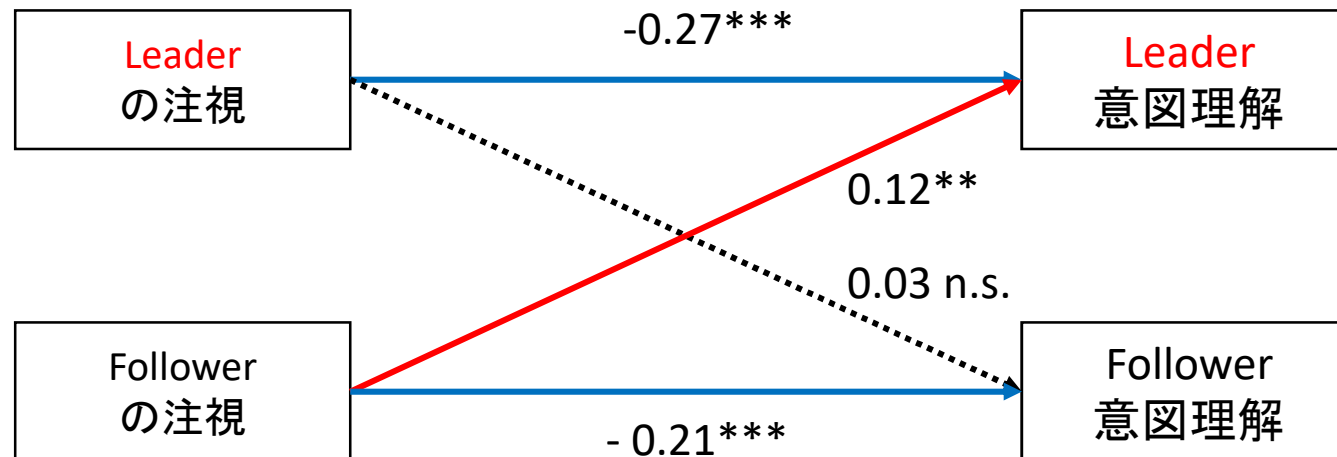
- Recent Work

- Ninomiya, Y., Iwata, T., Terai, H. & Miwa, K. (2024). Effect of cognitive load and working memory capacity on the efficiency of discovering better alternatives: A survival analysis. *Memory & Cognition*, 52(1), 115-131.



注視と意図理解・伝達についての行為者パートナーモデル

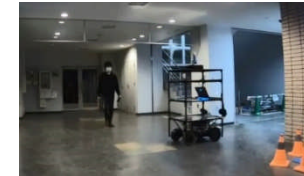
- 正の効果(注視増が意図理解伝達増)
- 負の効果(注視増が意図理解伝達減)
- 効果なし



- 役割に関わらず, 注視が多いときに, 相手の意図が理解できなかったと感じる
- Followerの注視が増えると, 相手(=Leader)は意図が理解できたと感じる

M3. 行動変容を促す動的ナッジの考案

- ナッジ：人間行動のくせを利用して行動変容を促すアプローチ
 - 肘で小突く、行動を後押しする
 - 自然とある行動をしてしまうような設計
- 従来の交通における“静的な”ナッジ
 - 相手や状況に応じた行動変容は出来ない

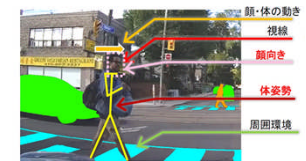
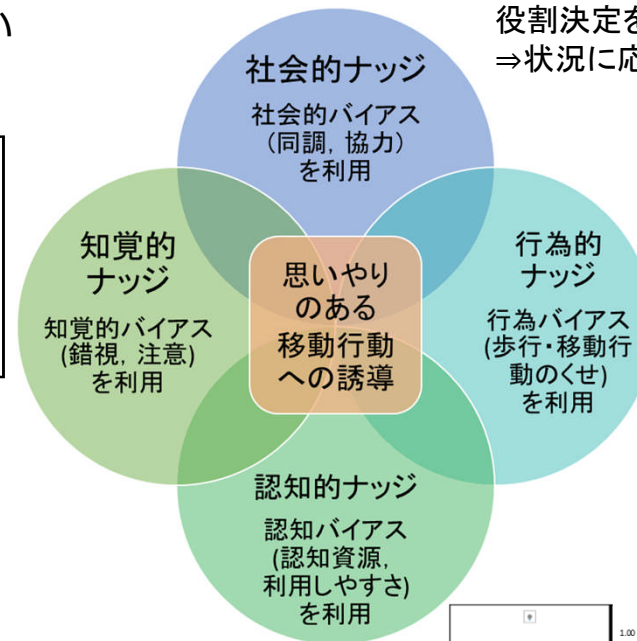


他者と関係性に応じて、役割決定を促す
⇒状況に応じた介入の実装

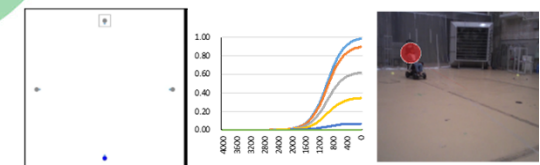


例：シカゴの錯視を利用して減速を促すナッジ

速度を出すことが重要な対象にも減速を誘導



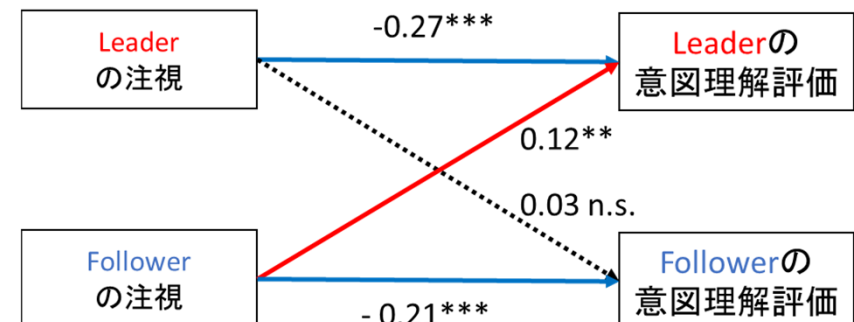
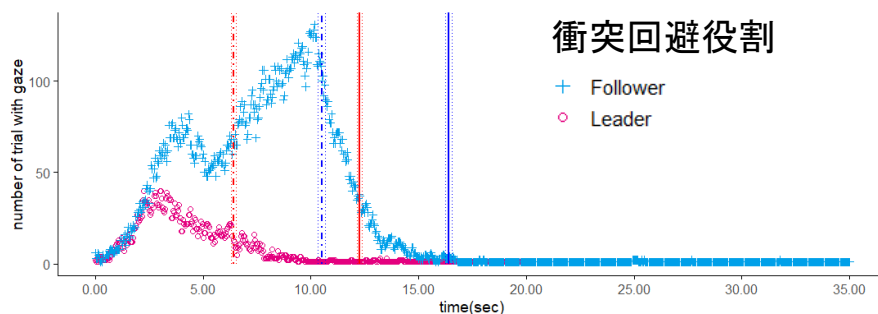
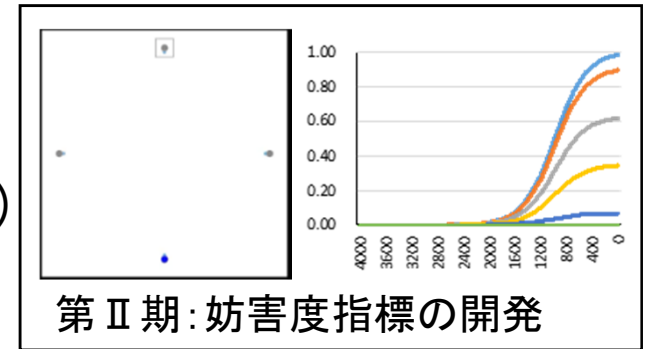
対象はコチラに気づいている？
⇒ナッジをするかの判断



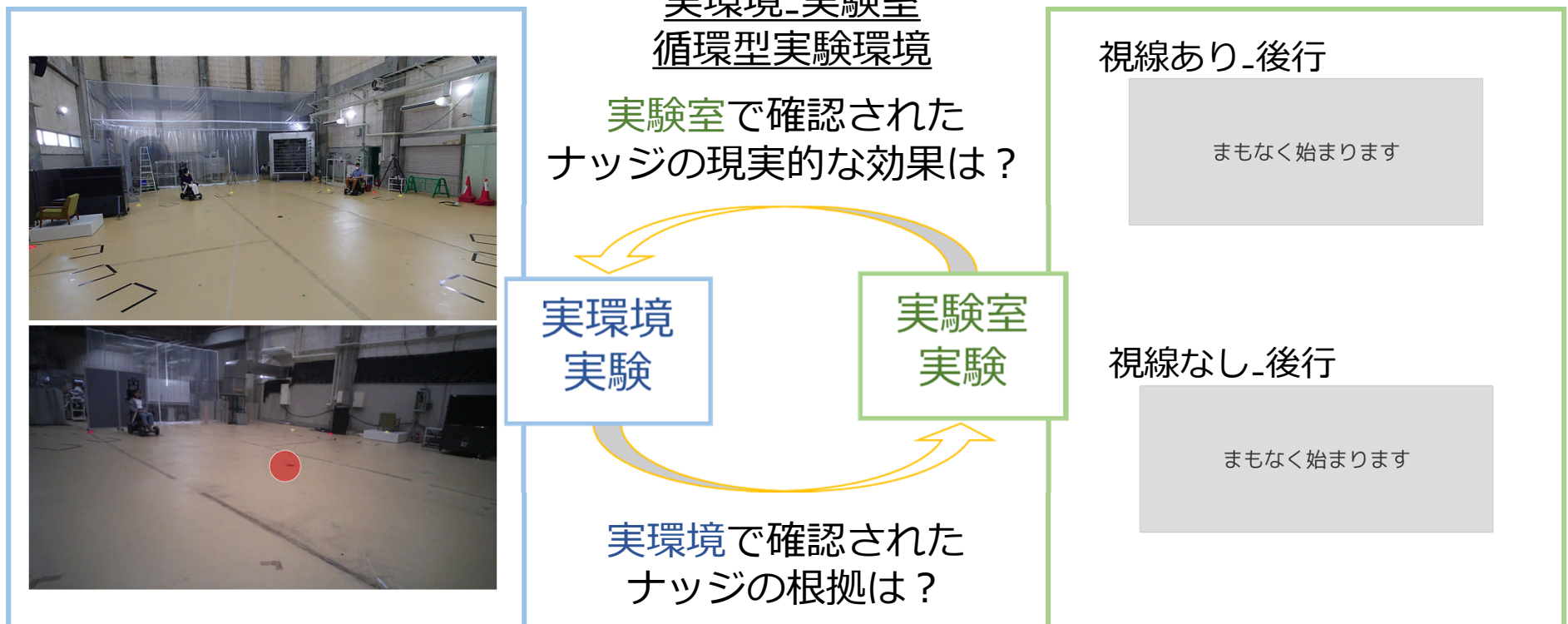
思いやり行動ってどんなもの？
⇒目指すべき行動の決定

- インタラクションの方法をデザインすることによる“動的な”ナッジの提案
 - 相手や状況に応じた行動変容をめざす
 - 他者の行動を変えることで、場全体としての思いやり移動空間の実現へ

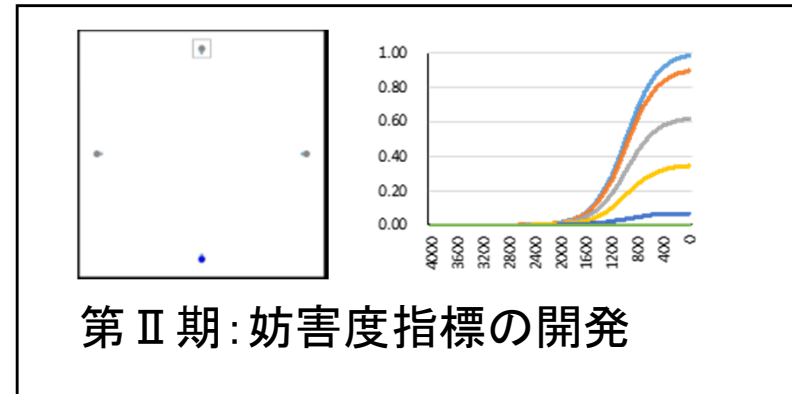
- 目指すべき行動は何か？
 - 思いやり移動行動
 - 思いやりブレーキ指標を開発(三輪G:第 I ・ II 期)
 - 第 III 期 M2 と関連
- どのような介入が有効か？
 - 思いやり制御における誘導(鈴木G)
 - アイコンタクトによる介入(三輪出口G:第 II 期)
 - アイコンタクトが衝突回避行動やその評価に影響を与えており, その影響が役割によって異なる
- 役割に応じた動的なアイコンタクトが有効なナッジになる可能性



- アイコンタクトが移動行動を変化させられるか？
 - 役割ごとのアイコンタクト量が移動行動に与える影響
 - 役割ごとのアイコンタクトのタイミングによる移動行動に与える影響の差異
 - 実験室：アイコンタクトの量やタイミングを変えた動画刺激で検証
 - 実車：実験室での仮説が実環境での行動を変えるか検証
 - アイコンタクトの役割やタイミングによる相手に与えるメッセージの差異



目指すべき行動は何か？

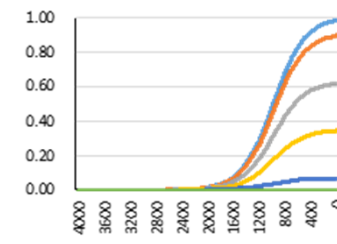
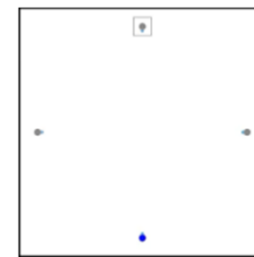


どのような介入が有効か？

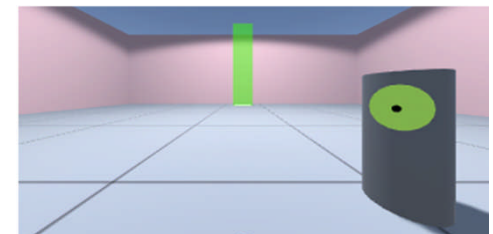
- どのような行動を変容させたいか？
 - 移動行動



- 目指すべき行動は何か？
 - 思いやりのある移動行動
 - 三輪Gではブレーキ指標(妨害指標)を開発(Matsubayashi et al., in press)
 - 独自の指標で目標の状態を定義
 - 完了時間, 操作量
 - 今後の検討課題でもある



- どのような介入が有効か？
 - アイコンタクトの利用
 - 思いやり制御による役割誘導



- 加減速のみで衝突回避を行う課題
 - アイコンタクト：眼球運動計測により相手への注視の有無を測定
 - 行動：自己位置推定によりで位置情報を取得
 - 心理量：衝突回避ごとに相手の意図の評価
 - すれちがう時 相手が先に行こうとしているか後に行こうとしているかがどのくらいわかりやすかったですか？

● 見ている範囲 □ 相手の位置



実験の様子



相手への注視あり

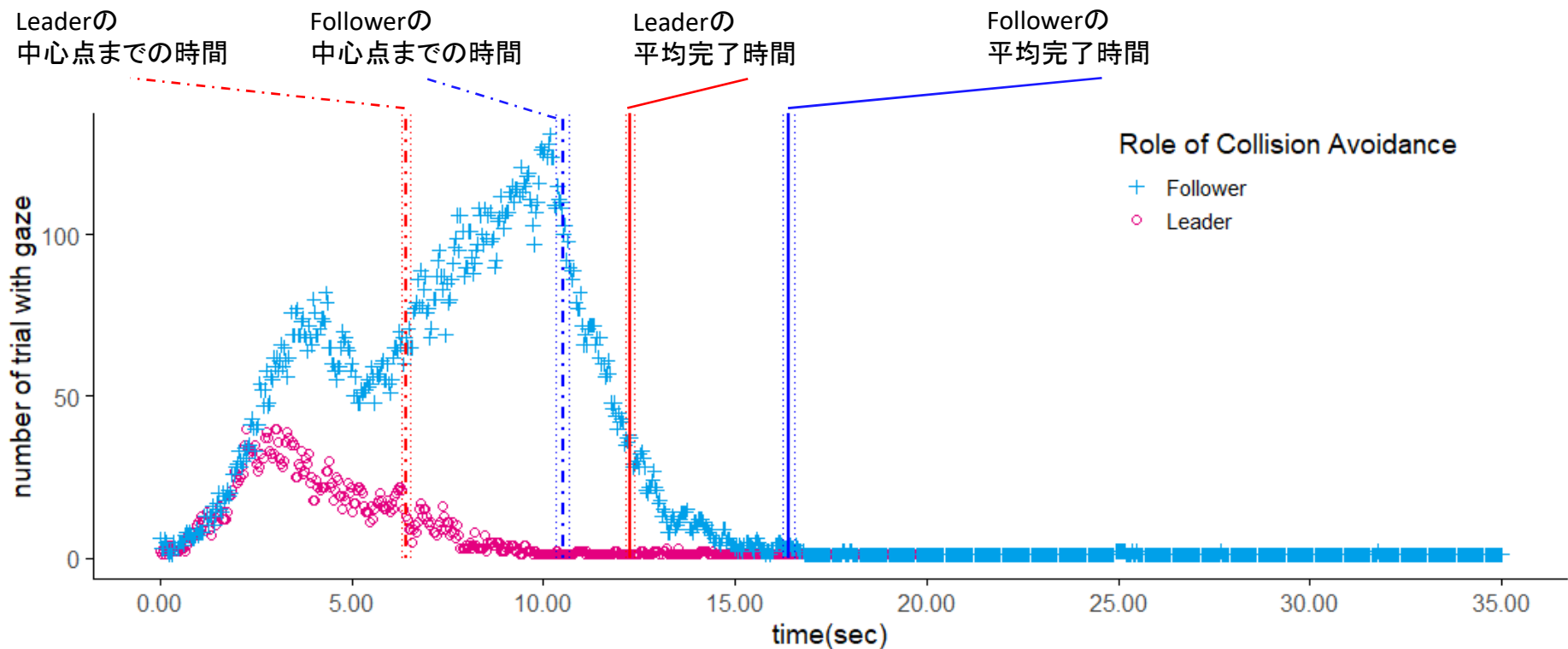
- 衝突回避の役割ごとに、アイコンタクト、行動、心理量
の関係を検討

役割

- 衝突点を先に通過する：Leader
- 衝突点を後に通過する：Follower



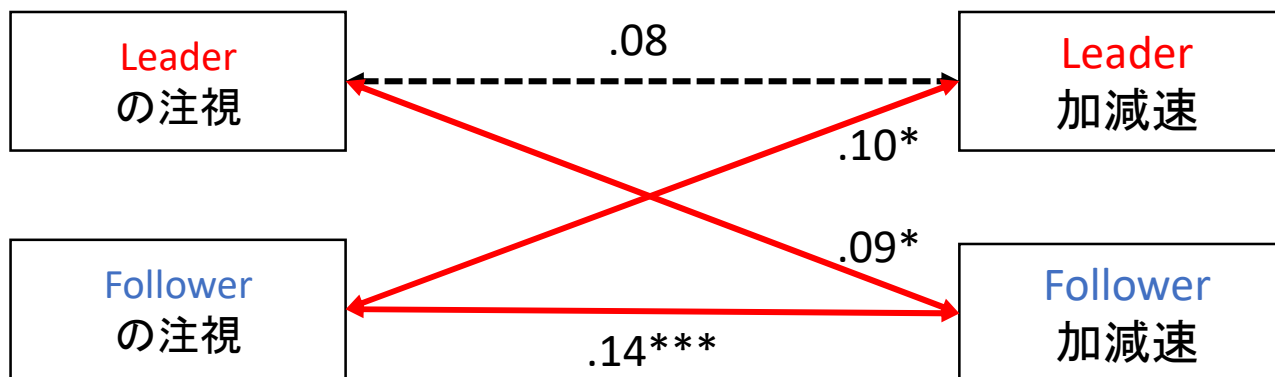
- **Leader**よりも**Follower**の方が、より相手への注視を多く行っていた
 - **Leader**は序盤に相手を注視するのとどまる
 - **Follower**は衝突回避中盤まで相手を見続ける



- **Follower**は、行動調整(加減速)が多い

	Leader		Follower
相手への注視	.014(.023)	<	.083(.053)
加減速	3.97(1.58)	<	4.30(1.54)

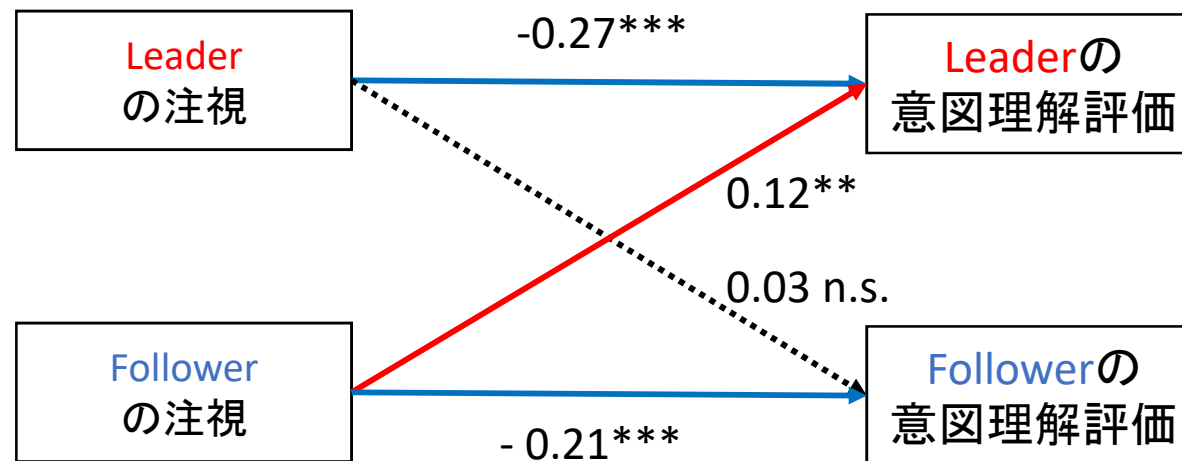
- 注視が増えると、相手の行動調整(加減速)が多くなる
- **Follower**のみ、自身の行動調整のために相手を多く見る



それぞれの注視と加減速量の相関

注視と役割の理解についての行為者パートナーモデル

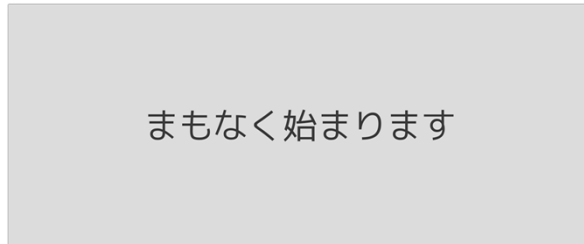
- 正の効果(注視増が意図理解増)
- 負の効果(注視増が意図理解減)
-→ 効果なし



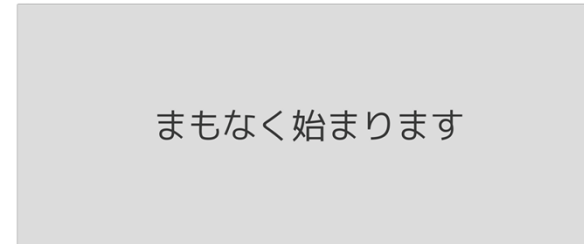
- 役割に関わらず, 注視が多いときに, 相手の意図が理解できなかったと感じる
- Followerの注視が増えると, 相手(=Leader)は意図が理解できたと感じる
 - ⇒注視が衝突回避行動やその評価に影響を与えており, その影響が役割によって異なることを示した

- LeaderとFollowerの注視の有無が主観的な評価に与える影響を検討

視線あり-後行



視線なし-後行



- Leaderに比べ, Followerからの注視は思いやり評価により良い影響を与える

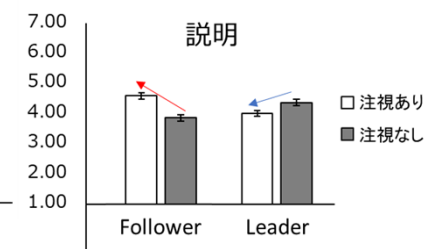
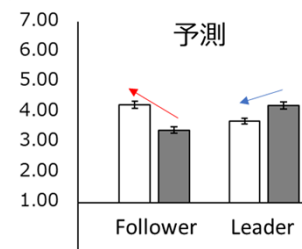
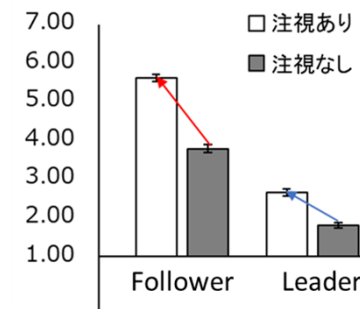
➤ リアルな環境の結果と一致

- 相手の行動の予測や説明といった 相手の理解に関する評価と注視の関係を検討

- Followerからの注視は評価を向上

- Leaderからの注視は評価を低下

➤ 現実的ではない注視は, 役割の理解を低下させる?



- PM同士の衝突回避中の視線の役割
 1. 注視は相手の行動調整を引き出す可能性
 2. 役割に応じた注視が、相手の衝突回避評価を高める
 - Followerの場合、注視は相手に役割の理解を促す
 - Leaderの場合、現実環境ではほとんど注視を行わないため、注視し続けられると、意図の理解が低下する
- 思いやり行動を促すナッジへのヒント
 - 相手への注視が相手に行動調整を促すシグナルになっているのではないか？
 - 衝突回避の役割によって、相手への注視が持つ意味が異なる
⇒“動的”な介入が相手の行動変容につながる可能性を示唆

- 既存のナッジにも注視を利用したものは多い



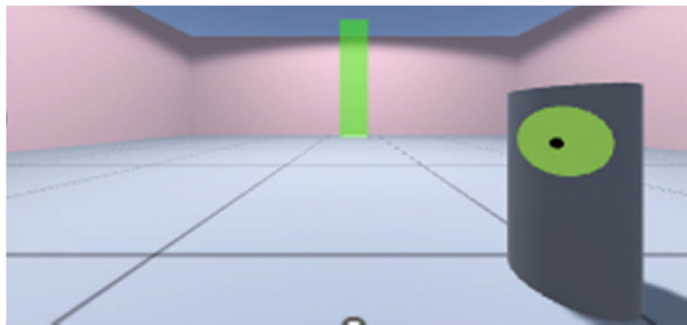
注視を利用した盗難防止ポスター



注視を利用した違法駐車抑制

- 注視は暗黙的なコミュニケーションツール
 - 乳児期から相手の視線方向の検出している
 - ヒトが“意識することなく利用できる”情報源
 - テキストや音声での情報呈示と組み合わせることにより有効な介入になる？

- 相手への注視が衝突回避行動を変容させる因果的なメカニズムを検証
 - 役割ごとの注視量が移動行動に与える影響
 - 役割ごとの注視のタイミングによる移動行動に与える影響の差異



実験室実験



実環境実験

- 明示的なコミュニケーションなしに衝突を回避する人の能力を理解し、それを利用したナッジの提案を目指す

- 衝突回避役割にごとに注視と役割の理解や行動調整の関係を調べる
 - 歩行者同士の衝突回避では役割によって、求められる行動調整が異なる(Knorr et al., 2016)
- 1. LeaderとFollowerの間の衝突回避中の注視や行動調整の差異
- 2. LeaderとFollowerそれぞれの注視と行動調整の関係
- 3. LeaderとFollowerそれぞれの注視が役割の理解に与える影響

	FY 2022 2Q	FY 2022 3,4Q	FY 2023 1,2Q	FY 2023 3,4Q
<p>実験</p> <p>マルチエージェント実験を通した思いやりの深堀</p> <p>思いやりとはどういうものか？ 単独から集団への拡張と、個人差を考慮することで、より現実場面に近い状況で検証</p>	<p>ペア実験： 参加者2名の インタラクション</p>	<p>群実験： 参加者4名の インタラクション</p>	<p>集団実験： 参加者4名+自律エージェントの インタラクション</p>	
	<p>パーソナリティの個人差： 意図・運転スタイル・運転経験</p>		<p>能力の個人差： 若年者/高齢者・高速/低速・車両性能</p>	
<p>実験</p> <p>アイコンタクトと 思いやり</p> <p>アイコンタクトが思いやりに与える影響とは？ 思いやり行動におけるアイコンタクトの機能と役割の解明</p>	<p>環境構築： アイコンタクト実験 の環境構築</p>	<p>PMvsPM実験： PM同士の アイコンタクトの役割</p>	<p>アイコンタクト実験室実験： アイコンタクトが思いやりに与える影響</p>	
		<p>アイコンタクトの役割： 意図の判断，安心感，安全</p>	<p>PM vs AV実験： 性質の異なる他者間の アイコンタクトの役割</p>	
			<p>思いやりのあるアイコンタクトとは： 2022に生成した仮説の検証</p>	
<p>シミュレーション</p> <p>シミュレーションを通した 人流/PM移動ルール作り</p> <p>思いやりによって、社会にとってどのような利益がもたらされるか？ 思いやりによる利益を皆が享受できるための仕組みを提案</p>	<p>環境構築： シミュレーション基盤の構築 “思いやりモジュール”の実装</p>	<p>個人による効果： 1エージェントの 思いやり行動による利益</p>	<p>集団による効果： 全エージェントの 思いやり行動による利益</p>	
<p>調査</p> <p>思いやりと安全の差別化 思いやりKPI指標作成</p> <p>従来の交通指標と、思いやりとの関係とは？ 調査を通して最終的な統合実装に向けて、記述可能な形式にまで整理</p>	<p>関連研究調査： 自動運転車に求められるSocial Norm 交通の主観指標（快適性・受容性など） 道徳観・倫理観・向社会的判断規範</p>		<p>大規模アンケート調査： 思いやり尺度の開発 思いやりの構成概念の検討 思いやりと安全・安心の差異</p>	

アイコンタクトPM実験

注視: 相手への注視の有無を測定

- メガネ型の眼球運動計測装置で測定

● 見ている範囲 □ 相手の位置



相手への注視なし



相手への注視あり

行動調整: 衝突回避までに加減速を行った量(操作量)

- 自己位置推定に基づき算出

PM同士の衝突回避についてわかったこと

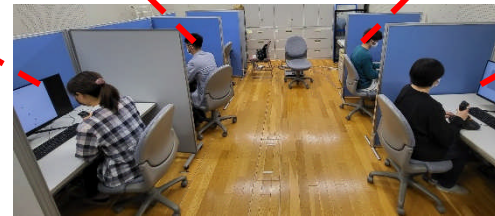
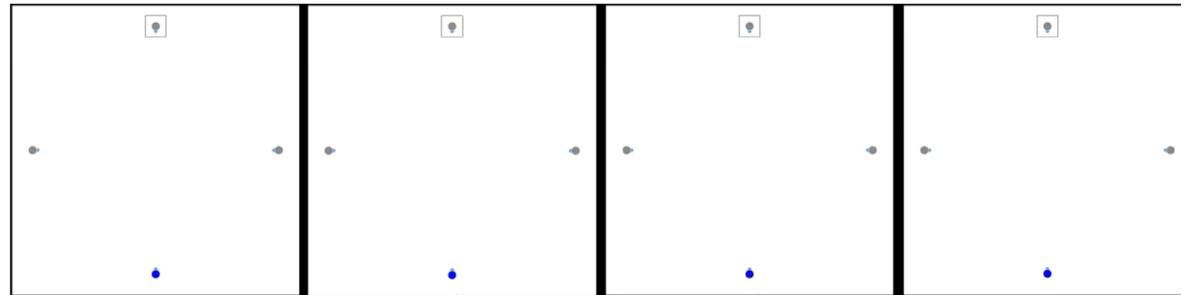
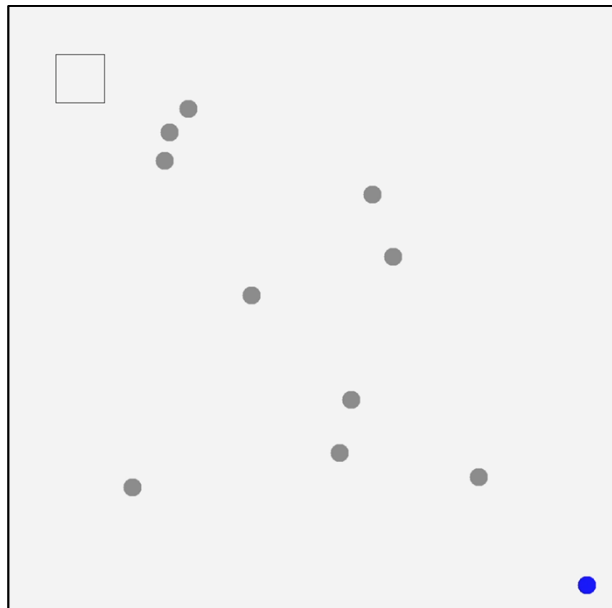
1. 衝突回避中の**注視**や**行動調整**の役割による差異
 - 行動調整や注視を送るといった行為は**Follower**の方が多い
2. 衝突回避中の**注視**と**行動調整**の関係
 - **Follower**が行動調整のために相手をたくさん注視していた
 - 役割に関わらず、注視が相手の行動調整を引き出す
3. 衝突回避中の**注視**が**役割の理解**に与える影響
 - 注視が必要な場合には、相手の役割が理解できないと感じる
 - **Follower**の注視は、**Leader**の役割の理解につながる

重要な点

- 役割に関わらず、注視は相手の行動調整を引き出す
- **Follower**は自身の行動調整のために注視しており、その注視は相手に役割の理解を促す

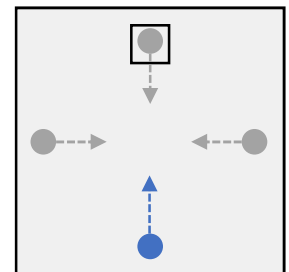
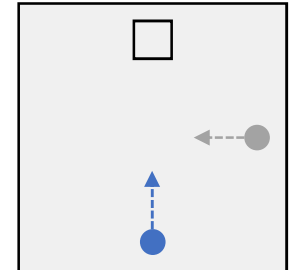
マルチエージェント実験

- 第 I 期で開発した環境を，最大4名が参加可能なマルチエージェント環境へ拡張
 - 自他間インタラクションの分析が可能に



- 実験デザイン

- ペア実験 (48名を24ペアに)
 - 自身3教示 (余裕なし・余裕あり・思いやり)
 - × 他者3教示 (余裕なし・余裕あり・思いやり)
- 群実験 (48名を12群に)
 - 少数派3教示 (余裕なし・余裕あり・思いやり)
 - × 多数派3教示 (余裕なし・余裕あり・思いやり)



- 測定指標 (第 I 期から同様)

- 完了時間 ゴールするまでの時間
- 操作量 加減速・旋回の量
- 妨害量 相手の進行方向の, 一定距離内に入った時間

モビリティが人々に受け入れられるためには、
どのように**思いやりのある**衝突回避をおこなうか



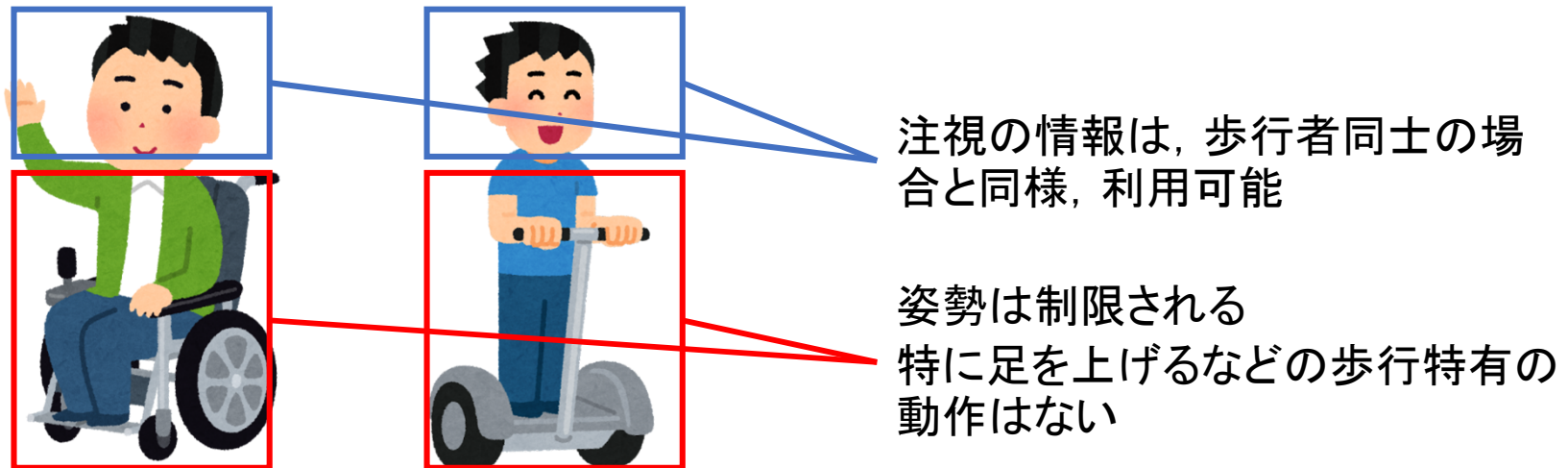
OpenAI. (2023). *ChatGPT* [Large language model]. <https://chat.openai.com>

- 歩行者同士の衝突回避は 互いの役割を取得して、その役割に応じた行動調整を行う (Knorr et al., 2016; Basili et al., 2013)
 - 役割：衝突点を先に通過する **Leader**
衝突点を後に通過する **Follower**
 - 行動調整：加減速、迂回 など…
 - 主に **Follower** が行動調整を行う (Knorr et al., 2016)
- スムーズな衝突回避に必要なもの
 - 相手の **意図の理解**
 - 役割に応じた適切な **行動調整**

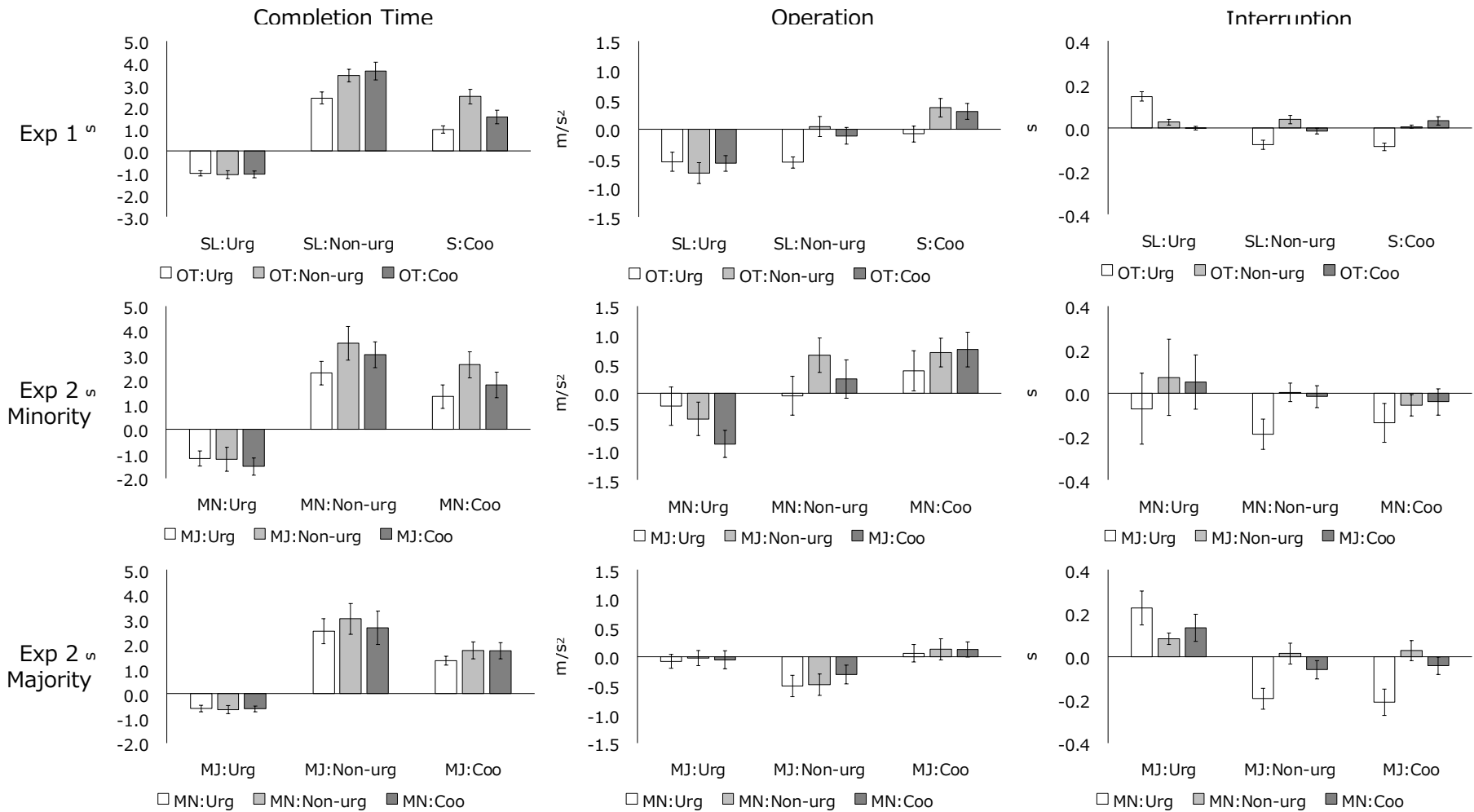
- 相手がPM搭乗者の場合、歩行者同士で利用可能な情報の多くが制限される

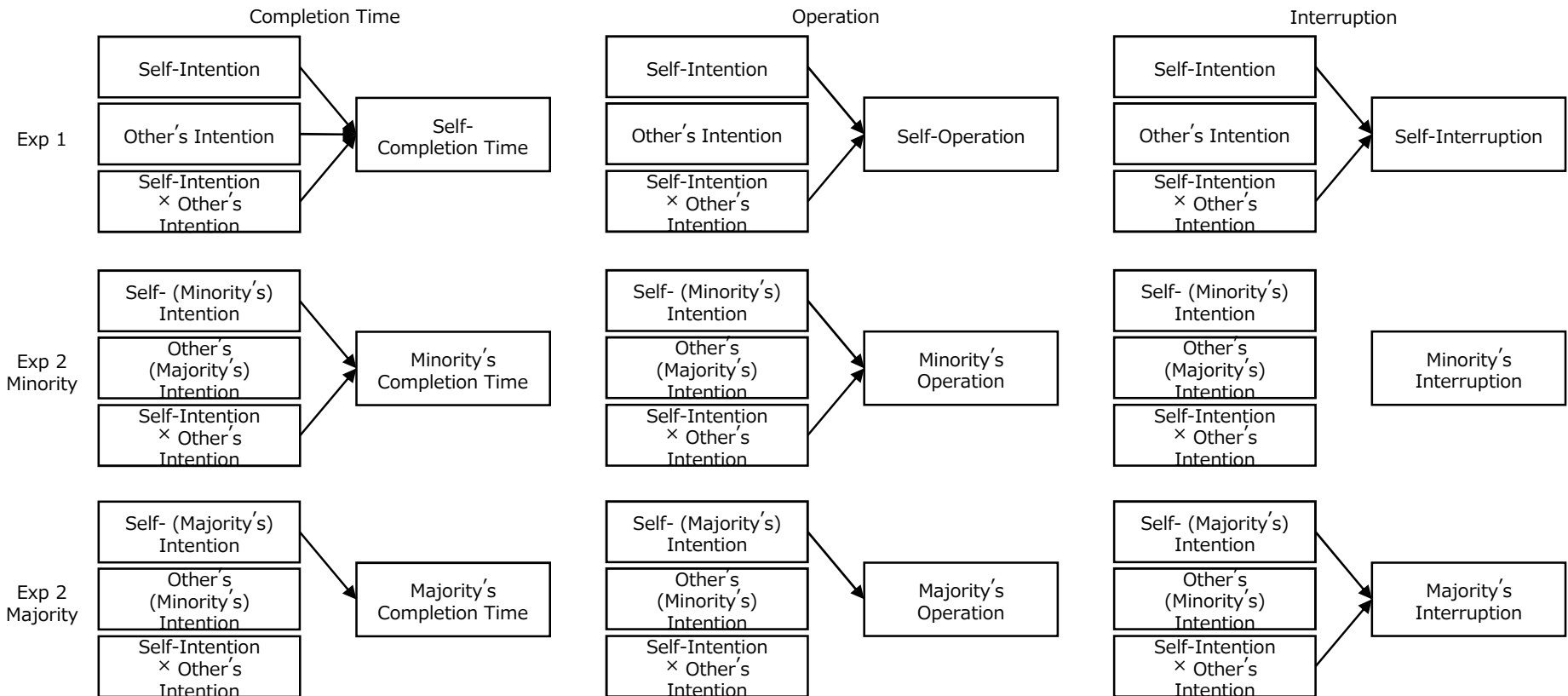
- 姿勢の情報

- 歩行者同士の衝突回避(180°)の際に、対向者の足の方向を最初に参照し、それが利用できない場合、体向、顔向の情報を利用する (Watanabe, Mikado & Omori, 2011; 渡邊ら, 2010)

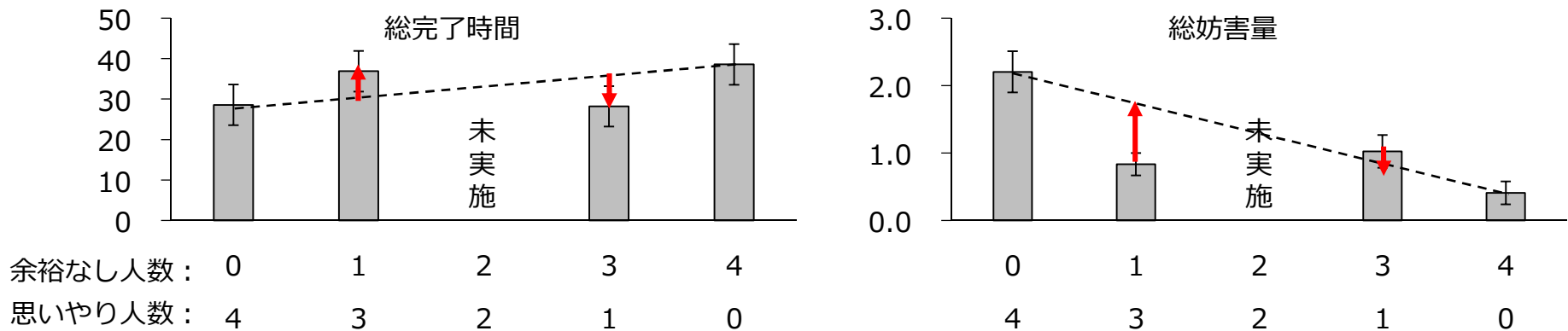


- PM搭乗者の衝突回避においては、視線が意図の理解や行動調整をするうえで貴重な情報源になると考えられる

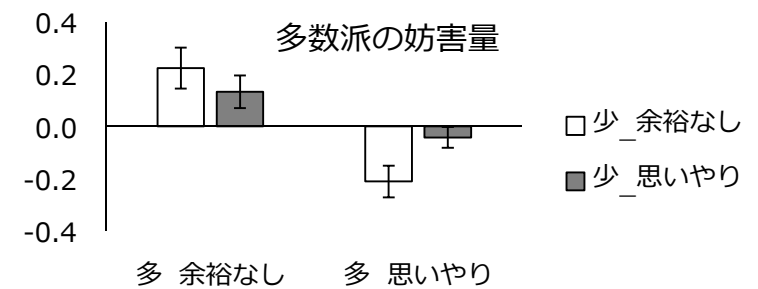




- 4名の総完了時間・妨害量は、思いやり・余裕なしの人数の線形パターンにならない



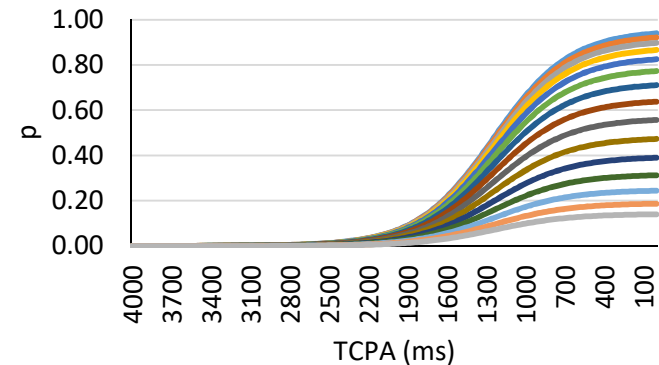
- 1名の余裕なし行動が思いやり3名の妨害量を減らした
 - 個々が空間全体の行動変容を促すことができる可能性を示唆



思いやり指標シミュレーション

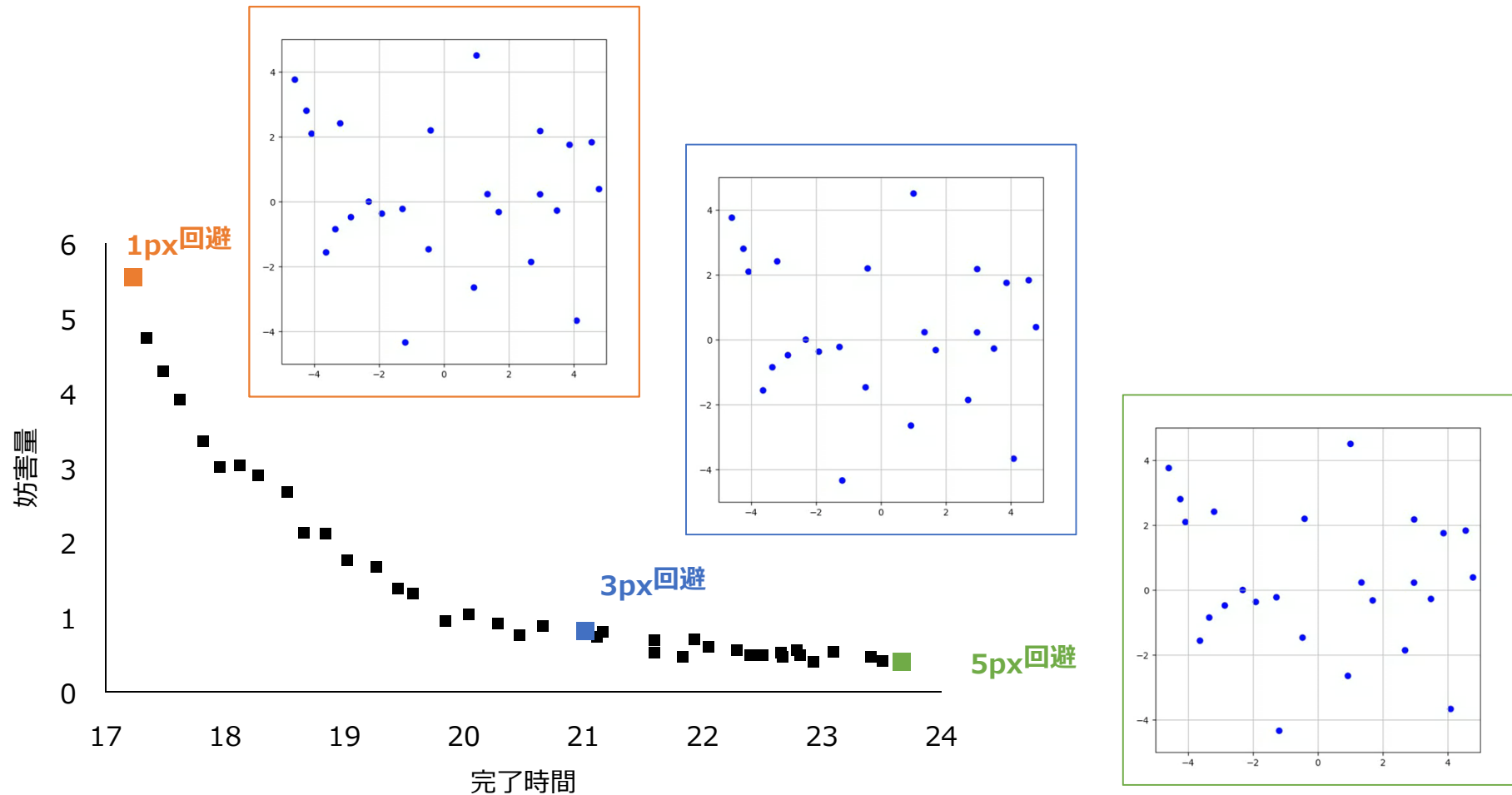
- 第 I 期に妨害量に基づく**思いやりブレーキ指標**を開発

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(a+b*DCPA)}} \times \frac{1}{1 + e^{-(c+d*TCPA)}}$$

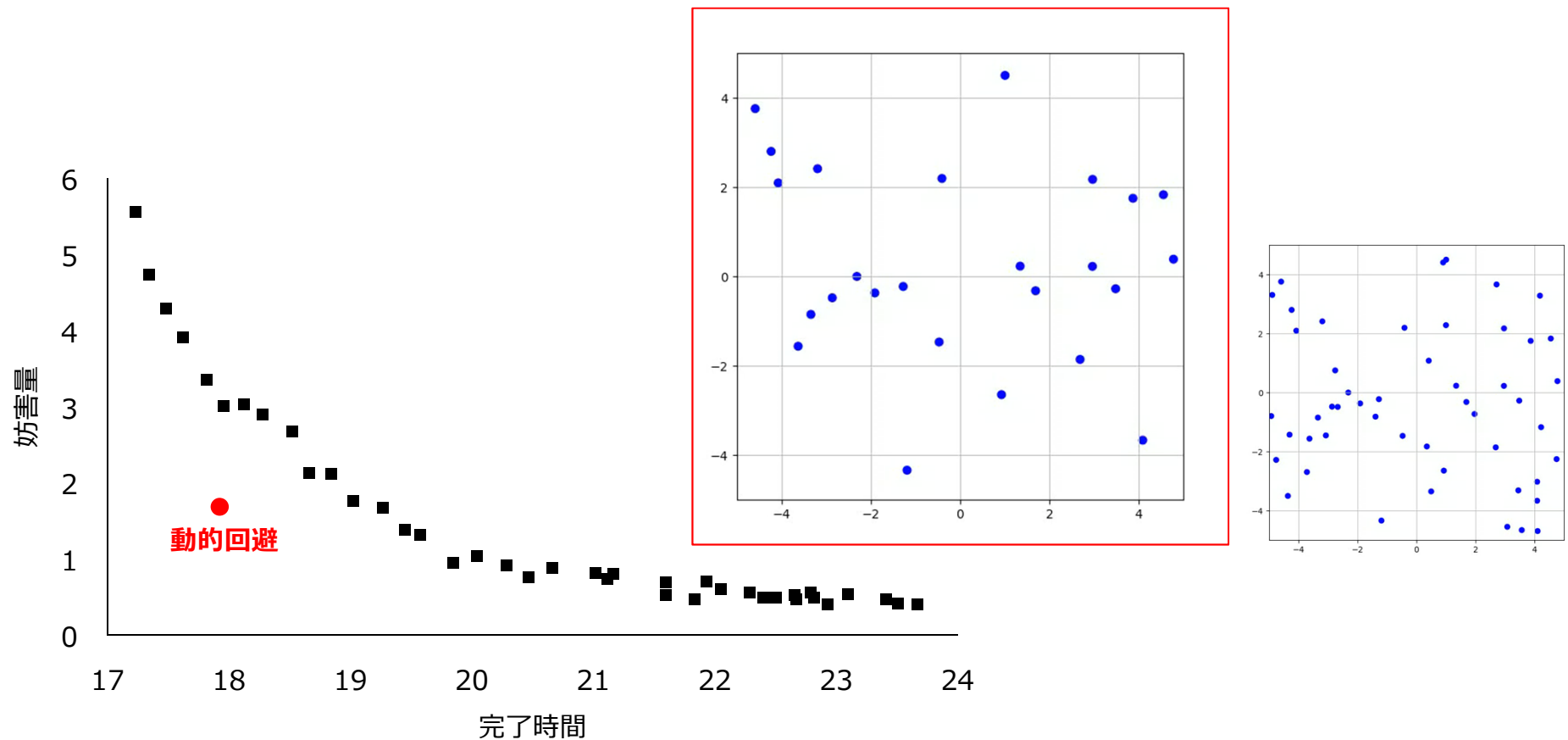


- 思いやり指標を実装することで、良いパフォーマンスを示すことができるか？
 - 相手とのDCPA (最接近時の二車間距離) ・ TCPA (最接近点までの猶予時間) で妨害量を0~1で算出
 - その妨害量に応じて**動的に回避の大きさ**を決定
 - 単純回避** (範囲内に入った時に**一定の大きさ**で回避する) と比較

- 単純回避：完了時間と妨害量のトレードオフ



- 動的回避：トレードオフを超えるパフォーマンス
 - 単純回避に比べ、完了時間・妨害量がともに少ない
 - 人数の増大，視野の狭小化に対して頑健

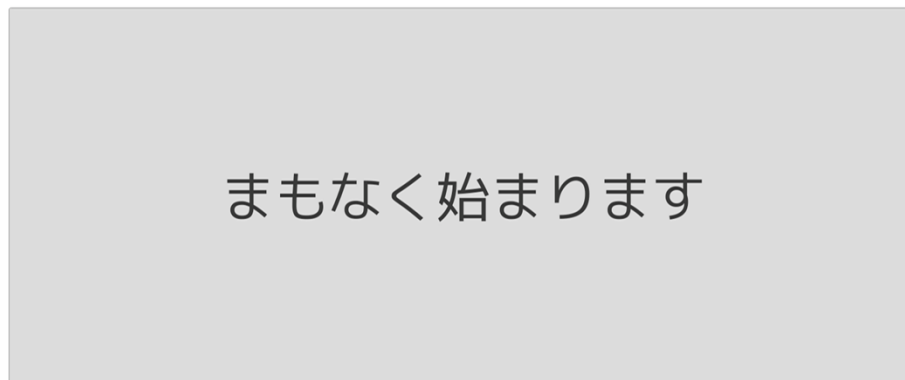


	FY 2022 2Q	FY 2022 3,4Q	FY 2023 1,2Q	FY 2023 3,4Q
<p>実験</p> <p>マルチエージェント実験を通した思いやりの深堀</p> <p>思いやりとはどういうものか？ 単独から集団への拡張と、個人差を考慮することで、より現実場面に近い状況で検証</p>	<p>ペア実験： 参加者2名の インタラクション</p>	<p>群実験： 参加者4名の インタラクション</p>	<p>集団実験： 参加者4名+自律エージェントの インタラクション</p>	
	<p>パーソナリティの個人差： 意図・運転スタイル・運転経験</p>		<p>能力の個人差： 若年者/高齢者・高速/低速・車両性能</p>	
<p>実験</p> <p>アイコンタクトと 思いやり</p> <p>アイコンタクトが思いやりに与える影響とは？ 思いやり行動におけるアイコンタクトの機能と役割の解明</p>	<p>環境構築： アイコンタクト実験 の環境構築</p>	<p>PMvsPM実験： PM同士の アイコンタクトの役割</p>	<p>アイコンタクト実験室実験： アイコンタクトが思いやりに与える影響</p>	
		<p>アイコンタクトの役割： 意図の判断，安心感，安全</p>	<p>PM vs AV実験： 性質の異なる他者間の アイコンタクトの役割</p>	
			<p>思いやりのあるアイコンタクトとは： 2022に生成した仮説の検証</p>	
<p>シミュレーション</p> <p>シミュレーションを通した 人流/PM移動ルール作り</p> <p>思いやりによって、社会にとってどのような利益がもたらされるか？ 思いやりによる利益を皆が享受できるための仕組みを提案</p>	<p>環境構築： シミュレーション基盤の構築 “思いやりモジュール”の実装</p>	<p>個人による効果： 1エージェントの 思いやり行動による利益</p>	<p>集団による効果： 全エージェントの 思いやり行動による利益</p>	
<p>調査</p> <p>思いやりと安全の差別化 思いやりKPI指標作成</p> <p>従来の交通指標と、思いやりとの関係とは？ 調査を通して最終的な統合実装に向けて、記述可能な形式にまで整理</p>		<p>関連研究調査： 自動運転車に求められるSocial Norm 交通の主観指標（快適性・受容性など） 道徳観・倫理観・向社会的判断規範</p>	<p>大規模アンケート調査： 思いやり尺度の開発 思いやりの構成概念の検討 思いやりと安全・安心の差異</p>	

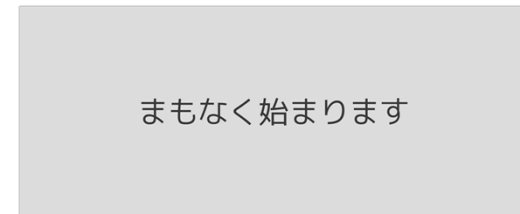
アイコンタクト実験室実験

- アイコンタクトの有無・衝突回避順序が思いやり評定に与える影響を検証
 - 動画視聴後に、他者に関するアンケートに回答
 - 「他の人があなたをどれくらい思いやってくれたと感じたか」

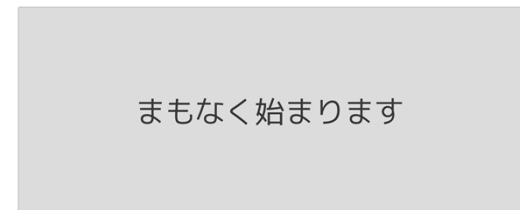
視線あり-後行



視線なし-後行



視線あり-先行



- 視線×順序の交互作用が有意 ($F = 44.5, p < .001$)
 - 他者後行時における視線の効果量 ($\eta_p^2 = .61$) > 他者先行時 ($\eta_p^2 = .17$)
 - **Follower**からの視線による思いやり評価上昇は、**Leader**からの視線の効果より大きい
 - Followerからのアイコンタクトがあると、思いやりを感じる
← **PM実験と一貫する結果**

