

JST未来社会創造事業 本格研究

2020年4月～2025年3月

「世界一の安全・安心社会の実現」領域 ひとりひとりに届く危機対応ナビゲーターの構築

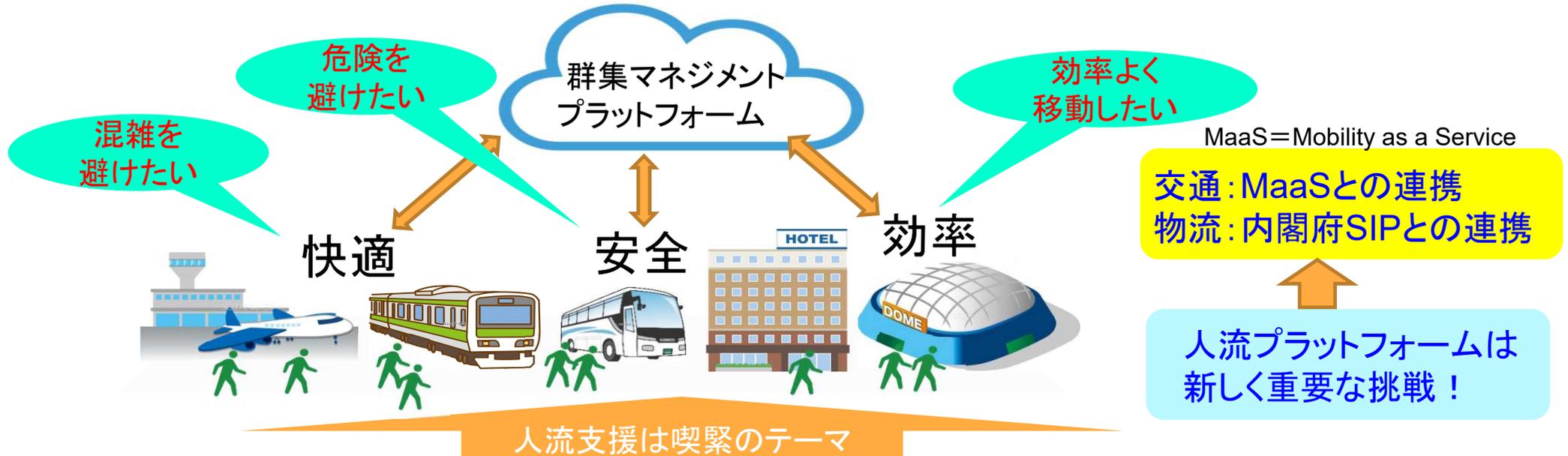
個人及びグループの属性に適応する群集制御

東京大学 先端科学技術研究センター
西成 活裕



群集制御で実現する未来社会

ひとりひとりが快適・安全・効率的に移動できる社会を目指す



人流支援は喫緊のテーマ

社会ニーズ ● 群集事故防止、感染症対策・水害等非常時の誘導

2010年7月 ドイツ:ラブパレード 死者21名

2018年10月 長野で千曲川氾濫 死者3名1000人避難

2020年～ コロナ感染症での人流制御、ソーシャルディスタンス

2022年10月 韓国イテウオン雑踏事故 死者158名

● 超高齢化社会、インバウンド、万博等での人流誘導

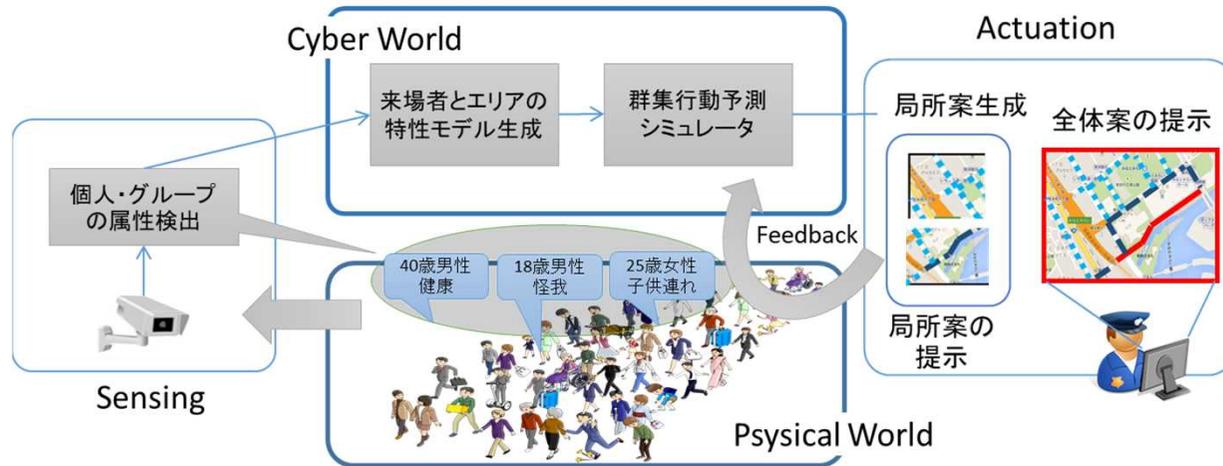
技術背景 ● ディープラーニング等の画像認識技術の進展

● 情報提供関連技術の進展 (サイネージ、スマホ)

● 人流シミュレーションの進展

研究内容：個人及びグループの属性に適応する群集制御

目指すもの 群集事故ゼロ、混雑ストレスと非効率な移動を無くす！
 全ての人々が安心快適に移動できる群集誘導技術を確立する



誰に向けたものか

- **個人・グループ向け**に属性に応じた行動指針を生成し、必要な情報をひとりひとりに届ける
- **警備員向け**に迅速な情報提供を行い、群集の流れの全体最適化のための介入を可能にする危機対応ナビゲータ

インパクト

- 社会的インパクト
 - ✓ **非常時の安全安心の確保** (災害時の大規模避難、イベント混雑時の迅速な避難誘導)
 - ✓ **平常時の安全安心の確保** (交通機関での安全かつ快適な移動、MICE事業の活性化)
- 経済的インパクト
 - ✓ **平常時のスペースの効率化・客満足度の向上による活性**
 - ✓ **MICEでの最適動線設計によるビジネスチャンス向上**
- 学術的インパクト
 - ✓ ナッジ理論を応用した「自然な」**群集制御**
 - ✓ **世界初**となる「混雑度」によるリスクの定量化

本格研究の全体像

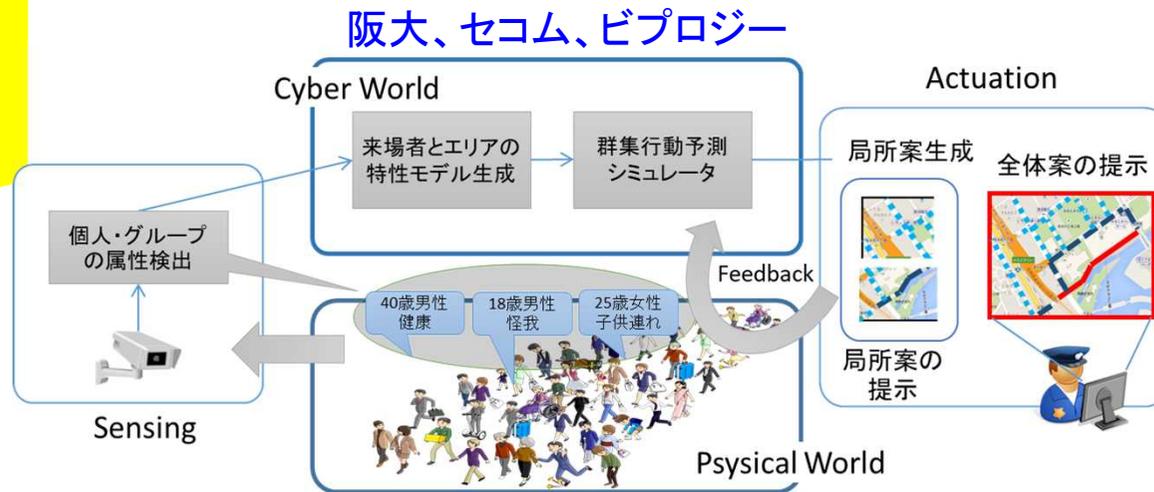
行動予測・ソリューション

- 属性を考慮した群集シミュレーション
- 時系列予測
- 危機回避ソリューション作成

群集センシング

- カメラ、Lidar
- スマホ
- チケット情報

三菱電機、ビプロジー
グッドフェローズ



情報提供制御

- 情報提供方法
サイネージ等
- スマホ活用技術
- ナッジ理論活用
- 警備補助方法

北大、阪大、三菱電機
セコム、ビプロジー

システム

- プラットフォーム作成
- データ整備

阪大、グッドフェローズ、ビプロジー

実証実験

- 群集制御実験への協力
- 群集関連データ協力

東京ドーム、全日本空輸
成田国際空港、鹿島建設
東日本旅客鉄道、東京地下鉄
日本オラクル、NTTドコモ、JTB

東京ドームでのセンシング

常設AIエッジカメラによる人流リアルタイム把握



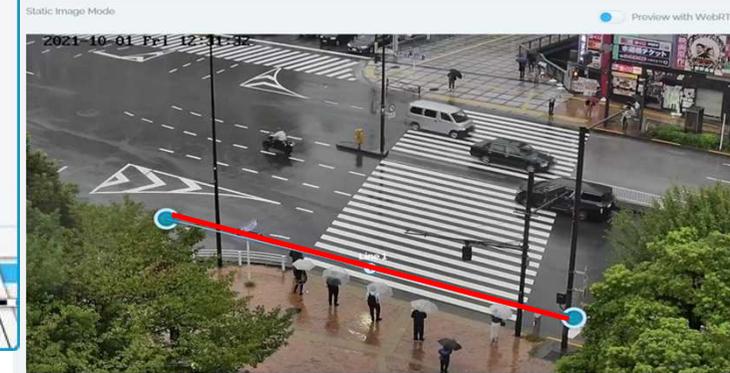
最寄りの3駅との人流を把握
(途中のルートにも複数の検知線)

AIエッジカメラ

広域エリアに12台設置
映像解析はカメラ側で行い、
数値のみをクラウドに送る
→プライバシーが守れる



後楽園駅



水道橋東口

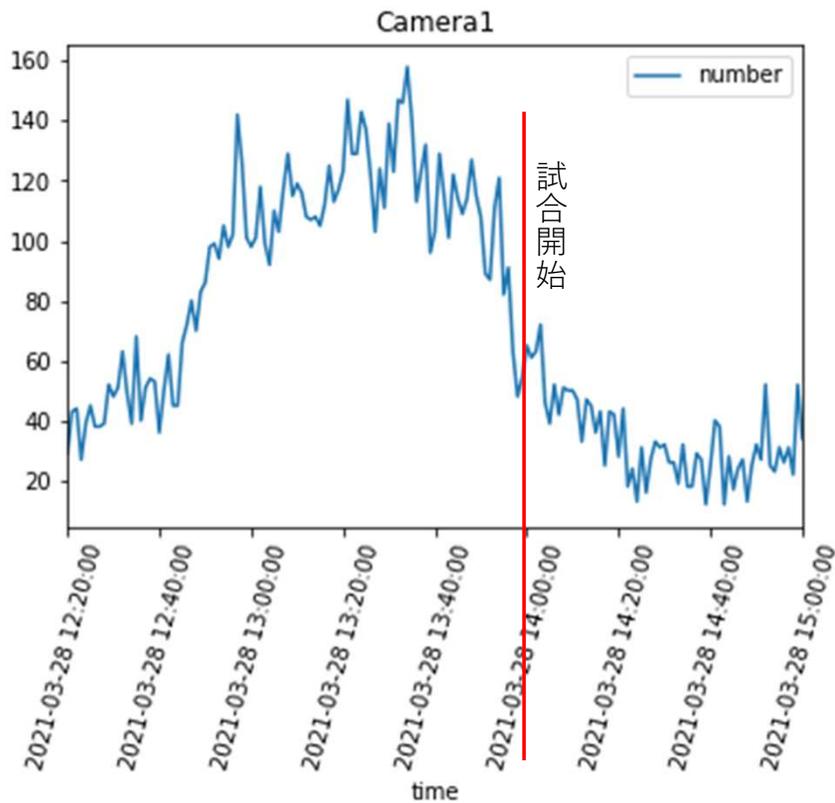


水道橋西口

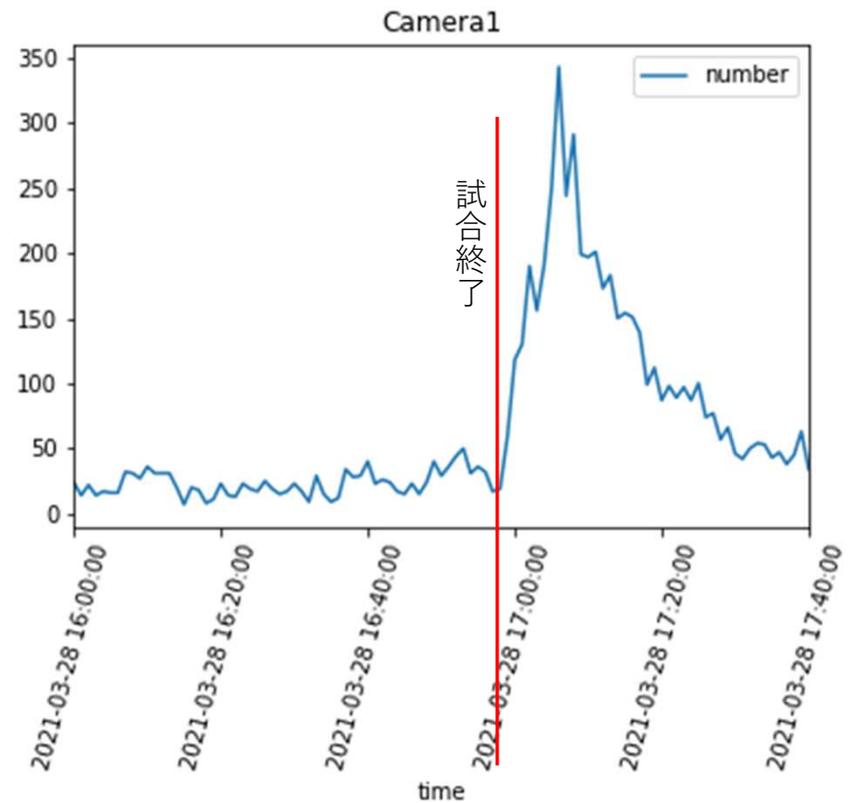
※オブジェクトの足元が検知線を通過するとカウントします。検知数は最大1本まで設定可能です。

データ例 東京ドームメインゲート前の通過人流変化

3月28日 ドーム**入場** 2 2 G前人数



3月28日 ドーム**退場** 2 2 G前人数



試合内容：1対1の接戦引き分け、総観客数1万人

リスク判定の新しい 「混雑度」の提案



高密度でも一方通行ならばよい。しかし低密度でも交差があれば問題

- 高密度でも交差がなければ危険度は少ない。交差度合いが本当の問題。
- 密度のみの従来判定法に代わる、交差の動きを正確に検知する新しい指標を構築

混雑度 = 回転量 ÷ 平均速度

人の動線の交差が多い → 回転量増える
 混んでいる → 平均速度が小さくなる



交差が多く、混んでいる場合に混雑度大
 交差が無ければ、混んでいても混雑度小

回転量

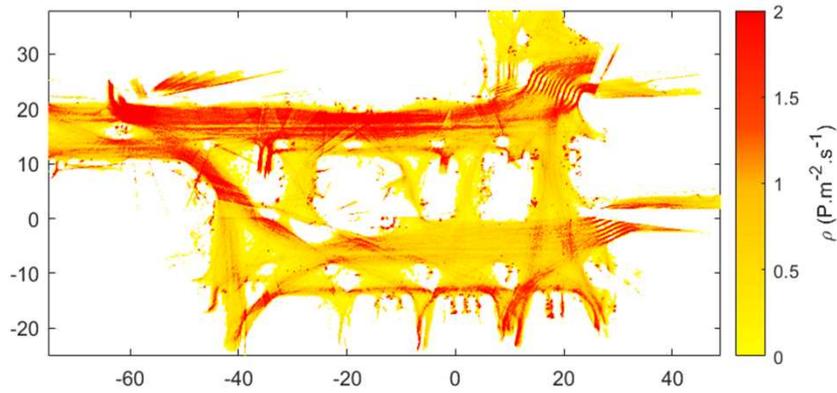
$$\vec{R} = \begin{pmatrix} r_x \\ r_y \\ r_z \end{pmatrix} = \nabla \times \vec{v}$$



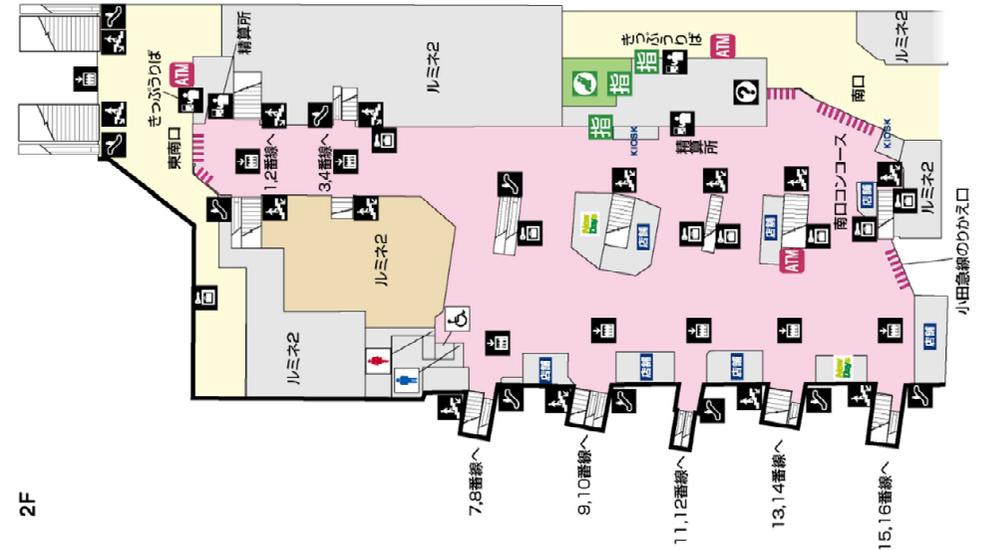
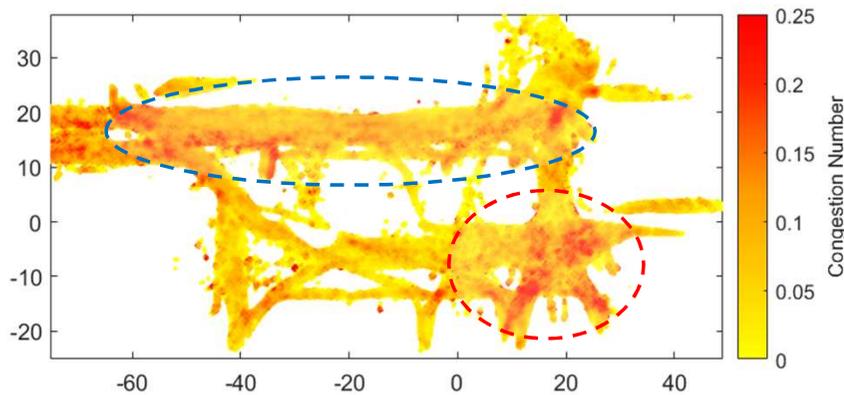
$$\text{混雑度} = \frac{\max(r_z) - \min(r_z)}{E[\vec{v}]}$$

JR新宿駅での混雑の様子を密度と混雑度で比較

密度



混雑度



2F

- 南通路の群集密度は高いが、速度も高いため、混雑度は高くない。(青い点線)
- 13,14番線北口周辺の混雑度は比較的に高い。(赤い点線)

2021年度 イグノーベル賞の対象になった研究論文



HOME > SCIENCE ADVANCES > VOL. 7, NO. 12 > MUTUAL ANTICIPATION CAN CONTRIBUTE TO SELF-ORGANIZATION IN HUMAN CROWDS

RESEARCH ARTICLE APPLIED PHYSICS



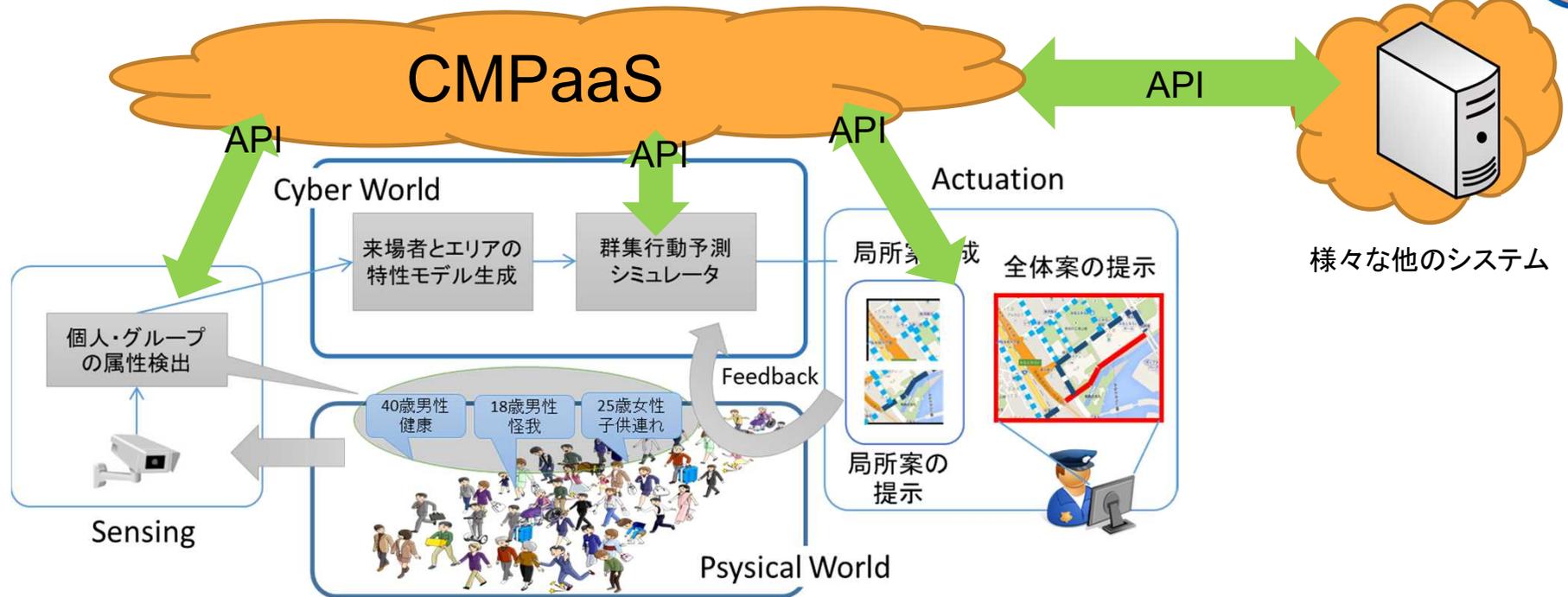
Mutual anticipation can contribute to self-organization in human crowds

HISASHI MURAKAMI , CLAUDIO FELICIANI, YUTA NISHIYAMA , AND, KATSUHIRO NISHINARI [Authors Info](#)

SCIENCE ADVANCES • 17 Mar 2021 • Vol 7, Issue 12 • DOI: 10.1126/sciadv.abe7758



社会実装に向けた構想



- 2024年度までにプラットフォームのプロトタイプを作成し、4つのAPI連携のしくみを完成する
センシングAPI、シミュレーションAPI、インフォメーションAPI、他のシステム連携用API
- 得意な技術で誰でも参入できるオープンアーキテクチャ
ただし機器やシミュレーションの品質保証は担保するしくみ(審査制と検証マニュアル作成)
- CMPaaSの運営団体の設立
ビジネスモデル: イベント・施設のプラットフォーム使用料、サイネージでの広告収入

さいごに 群集マネジメントの社会的インパクト

広大な市場と波及効果

- MICE経済市場効果 **1.1兆円** (観光庁調べ)
- スポーツ観戦市場 **1.1兆円** (三菱UFJR&C調べ)
- 平成30年特定サービス産業実態調査
 イベント入場料・興行収入 **3426億**
 スポーツ **1014億**
 音楽 **1229億**
- 博物館・美術館等の展示来場者 年間**約3億人**
- 参考 東京2020大会
 警察官数 **約60,000人**
 参画民間警備会社 **553社**
 大会警備延べ警備員数 **約535,000人**

