



行列バスターズ

プロアクティブ・リサーチcommons演習
グループ2 最終報告

プロジェクトマネージャ

伊東

副プロジェクトマネージャ

和田

構造物担当

五十嵐, 伊東, 小野塚, 下山田

センシング担当

永渕, 和田

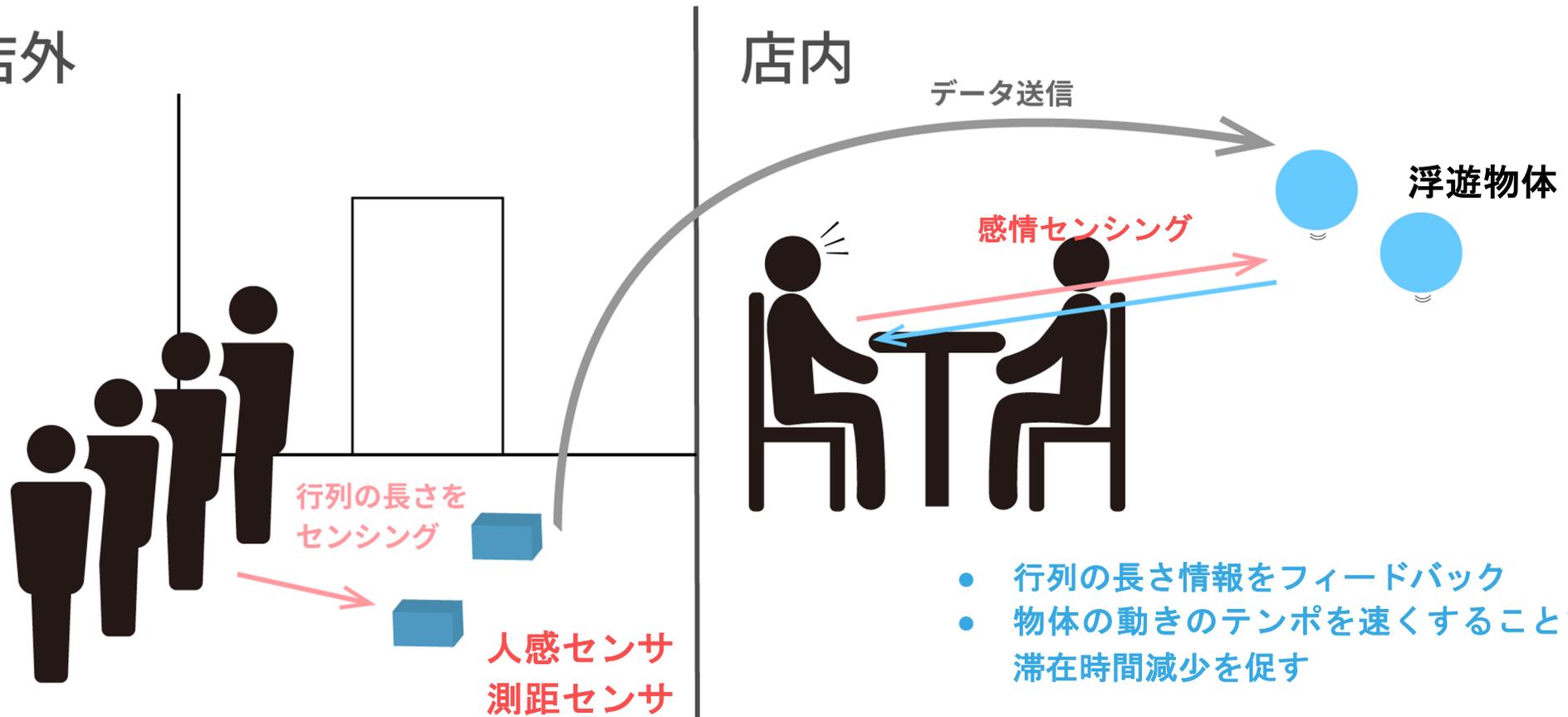
全体コンセプト

混雑を可視化し、混雑時には施設内の回転率上昇を促す混雑解消システム

適用例：行列のできる飲食店

店外

店内



概要

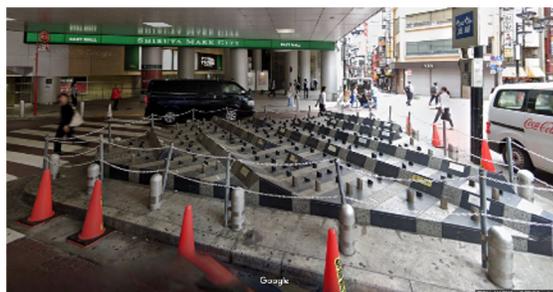
構造物

センシング

滞留防止手法の背景

環境管理型権力 [1]

- 直接指示するのではなく、対象が自ら望ましい行動を取るよう環境を設計する
- 「排除アート」のように、全体の利便性を阻害するものが批判されることもある



渋谷マークシティ ウェーブの広場 [2]



滞在しにくいベンチ [3]

ナッジ (Nudge)

- 望ましい行動を無意識に誘発する行動経済学的手法
- 「強制された」という感覚なしに特定の行動を取らせることが可能



男性用小便器にハエの絵を描くと無意識に狙いが定まる [4]

40件の宿泊プランがありま

3人がこの宿を見ている

〇人がこの商品を見ている [5][6]

無意識に訴えるナッジによって、店舗の回転率を改善できないか？

[1] 東浩紀, 大澤真幸. 『自由を考える : 9・11以降の現代思想』. 日本放送出版協会, 2003.

[2] Google. Google ストリートビュー. 2019. [3] @taniyananz. <https://twitter.com/taniyananz/status/857807229713473538>

[4] René de Ruijter. "Nudging; how to trick people into doing the right thing", HatRabbits. 2016. <https://hatrabbits.com/en/nudging/>

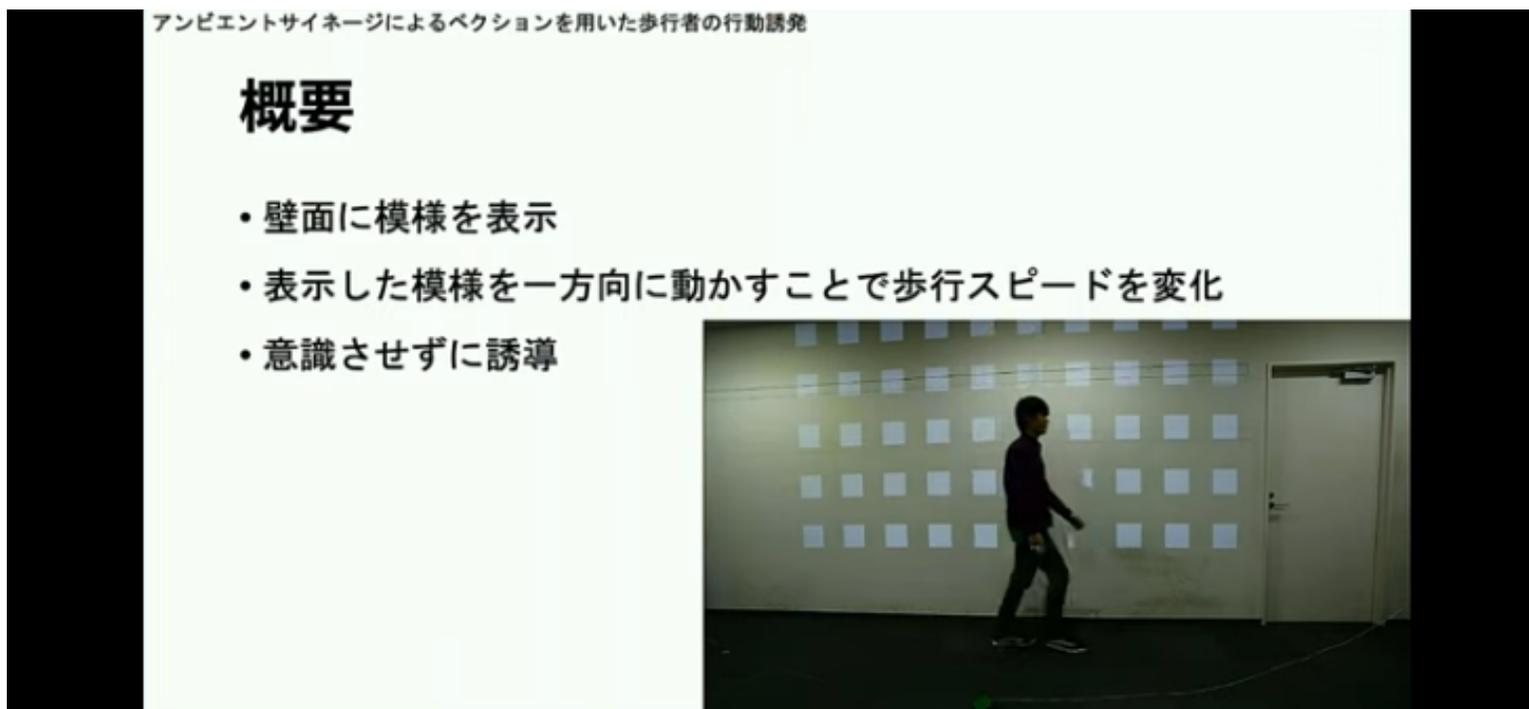
[5] Simon Shaw. "Consumers Are Becoming Wise to Your Nudge", Behavioral Scientist, June 2019. <https://behavioralscientist.org/consumers-are-becoming-wise-to-your-nudge/>

[6] Recruit Lifestyle Co., Ltd. じゃらんnet. <https://www.jalan.net/>

行動誘発を用いた滞留防止の試み

アンビエントサイネージによるベクションを用いた歩行者の行動誘発^[7]

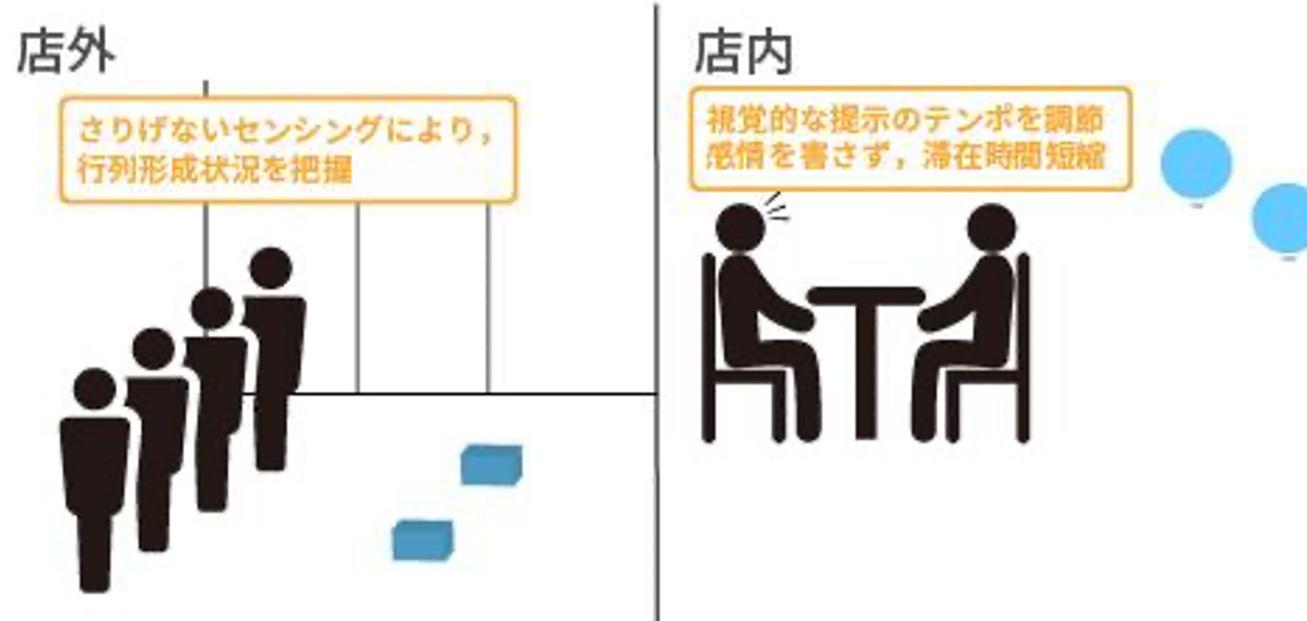
- 移動するパターンを壁面に投影し，自己移動感覚（vection）を生起させる
 - 聞き取りにより，逆方向の移動パターンでは歩きにくさが感じられた



[7] 沼田 俊之, 鳴海 拓志, 谷川 智洋, 葛岡 英明, 廣瀬 通孝. アンビエントサイネージによるベクションを用いた歩行者の行動誘発. 第 24 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集. September 2019, 4B-08.

提案する混雑解消システム

混雑を可視化し、混雑時には施設内の回転率上昇を促す



1. 動く速度を速めることで、**滞在時間が短くなる効果**を狙う
 - 先行研究：遅いテンポの店内BGMによって、レストラン・スーパーマーケットの滞在時間が伸びる [8]
2. 滞在時間短縮を促す刺激であっても、**ポジティブな感情をもたらすよう動作を最適化**する
 - 感情をセンシングし、強化学習によって最適な動作を獲得

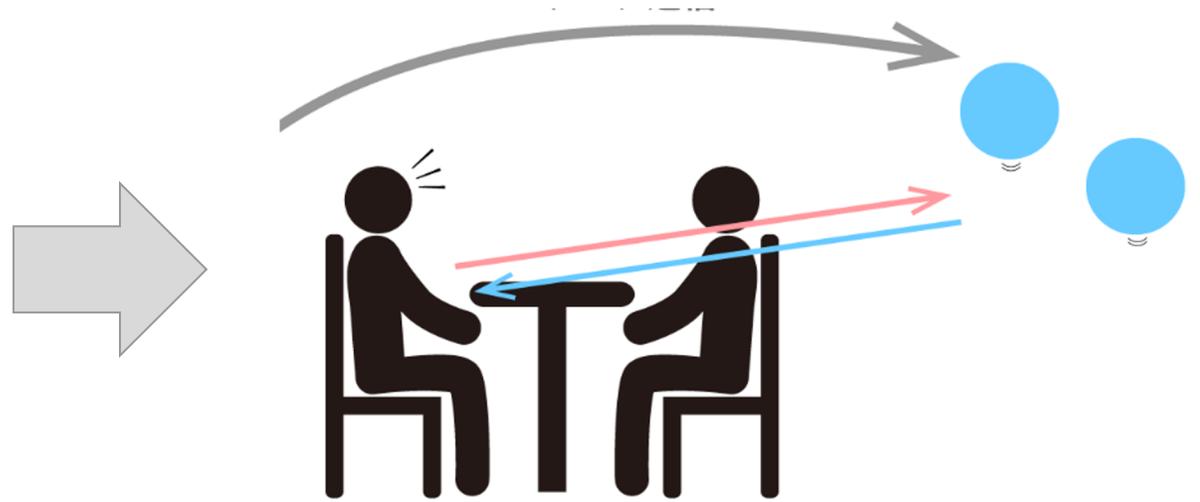
[8] Soh, Keng-Lin, et al. "The impact of background music on the duration of consumer stay at stores: An empirical study in Malaysia." International Journal of Business and Society. vol. 16, no. 2, pp. 247-260, 2015.

構造物の役割とアイデア

- センシングで得た**行列の長さ**情報を視覚的にフィードバック
- 店内の人の**滞在時間に介入**し，**混雑時は短縮**させる



「漂うクラゲ」をイメージ
心地よさや涼しげな印象を提示する



空中でダイナミックな動きを見せる
浮遊体を製作した

浮遊体 | アイデア及び基礎的検討

マイクロブローによる自力飛行

- 振動により気流を発生させる**マイクロブロー**を取り付け、任意方向への移動を実現する
- マイクロブローによって移動可能な風船はNTTドコモ "ZeRONE^[5]" にて提案されている



直径75 cm程度の風船

ヘリウム

構造の重量の最適化

浮力 = 空気の密度 - ヘリウムの密度 である。

- 環境温度が20°Cの場合、空気の密度は1.205[kg/m³]で、ヘリウムは0.166[kg/m³]となる。
- 浮かせられる質量 = 密度差 × 風船の体積
= **229.5[g]**
- 搭載重量 = 風船 + マイクロブロー + 基板
+ 電池 + 配線
= **225.3[g]**

[9] Wataru Yamada, Hiroyuki Manabe, and Daizo Ikeda. "ZeRONE: Safety Drone with Blade-Free Propulsion". In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '19). ACM, New York, NY, USA, Paper 365, 8 pages. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1145/3290605.3300595>

浮遊体 | 試作

- 試作品にドライヤーやファンの風を当て、浮くかどうか検証した
- 球体形状のものに風を当てると、コアンダ効果により一定の場所で留まることを確認した
- 球体の素材としてTPUでは重量と耐久性の問題があり、ラテックスを採用した

球体形状



球体素材

TPU（透明）



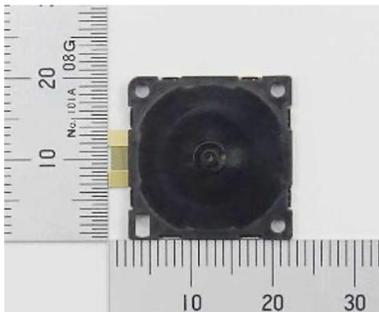
ラテックス（ライトホワイト）



浮遊体 | 移動制御

マイクロブローによる自力飛行

- 振動により気流を発生させる**マイクロブロー**を取り付け、任意方向への移動を実現する
- マイクロブローによって移動可能な風船はNTTドコモ "**ZeRONE**^[5]" にて提案されている
- マイクロブローの仕様：20 V程度で26 kHz程度の振動で駆動する
 - **昇圧基板**を用いて、3Vの電源を24Vに昇圧した
 - オペアンプを用いた**発振回路**で26 kHz程度の波形が出るよう調節し、駆動回路を構築した



圧電マイクロブロー



カメラ用リチウム電池
CR123



昇圧基板

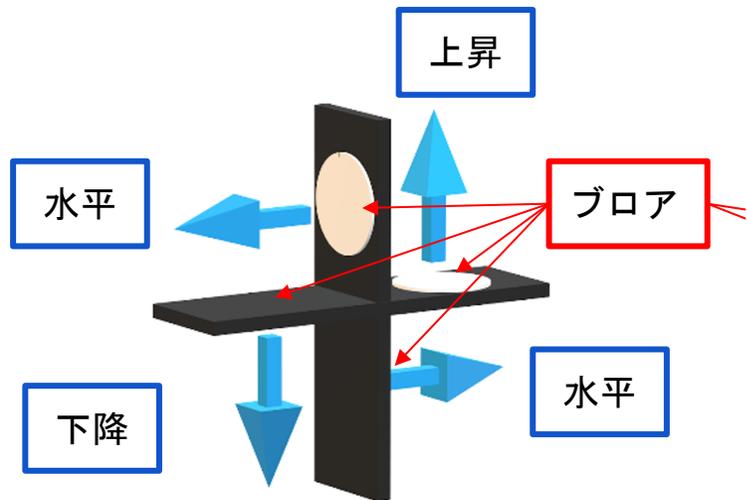


浮遊体 | マイクロブローアの配置

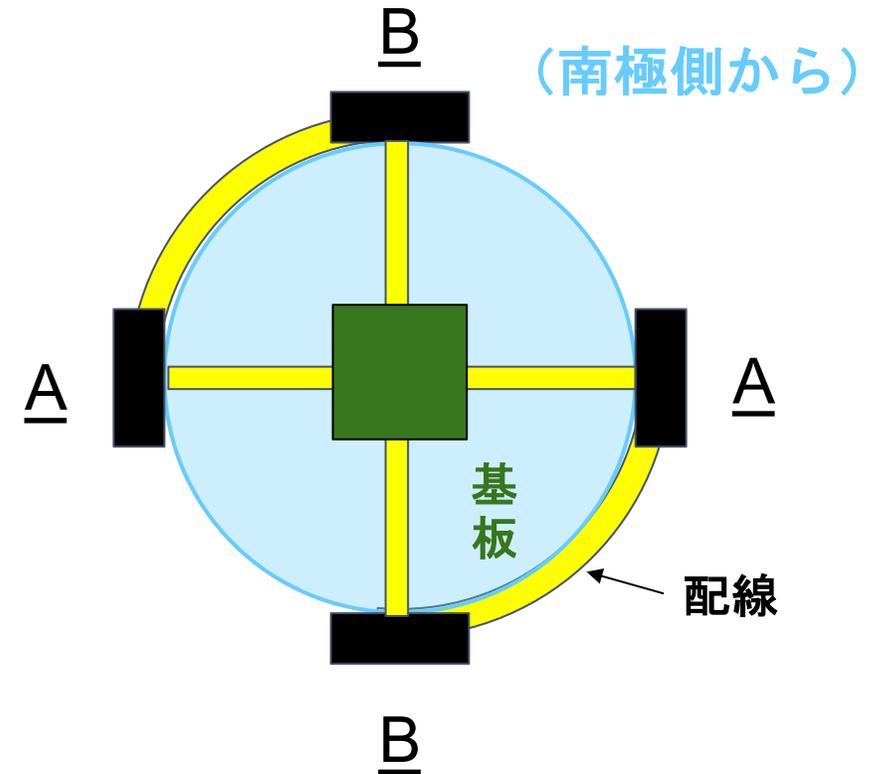
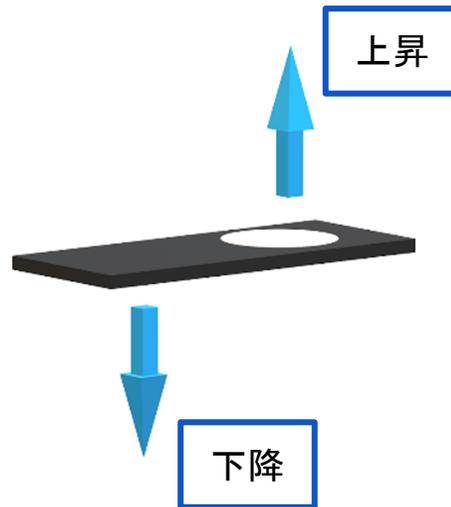
1カ所につきマイクロブローアを
2つまたは4つ設置し1ユニットとする。
(上昇・下降・水平方向)

1ユニットを1つの浮遊体につき4ユニット設
置する。

A: ブローア 4つ

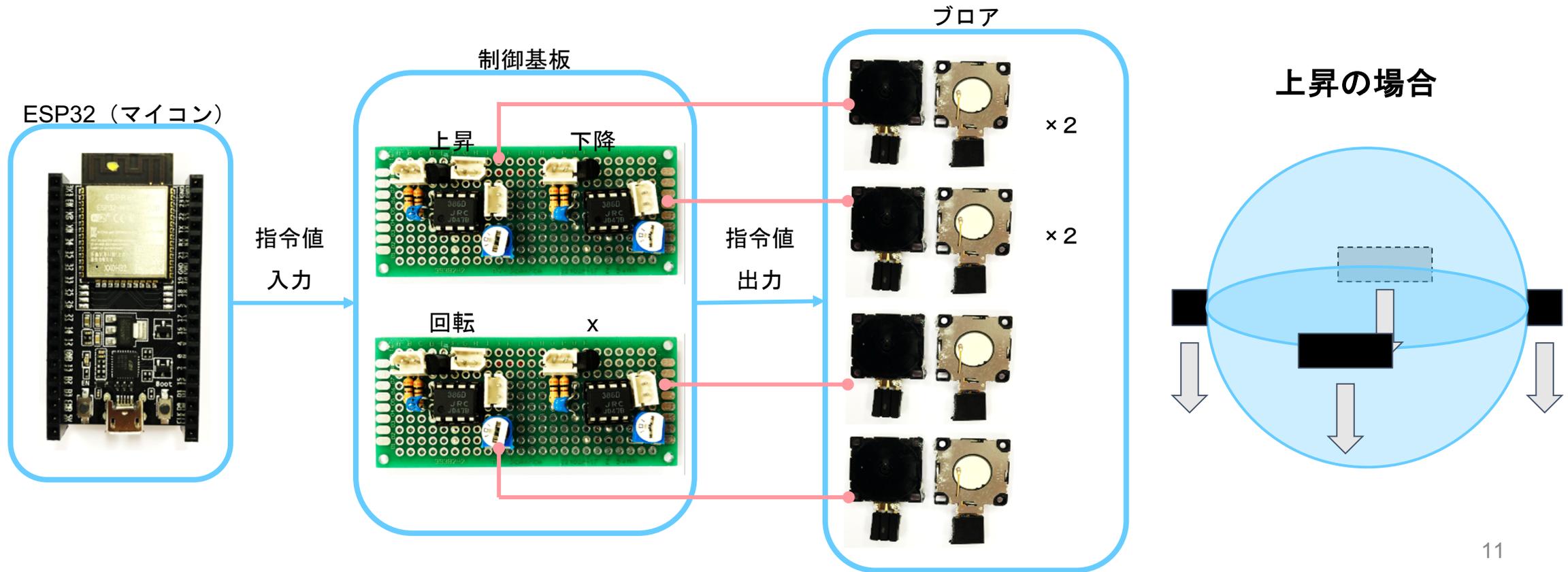


B: ブローア 2つ



浮遊体 | 移動制御

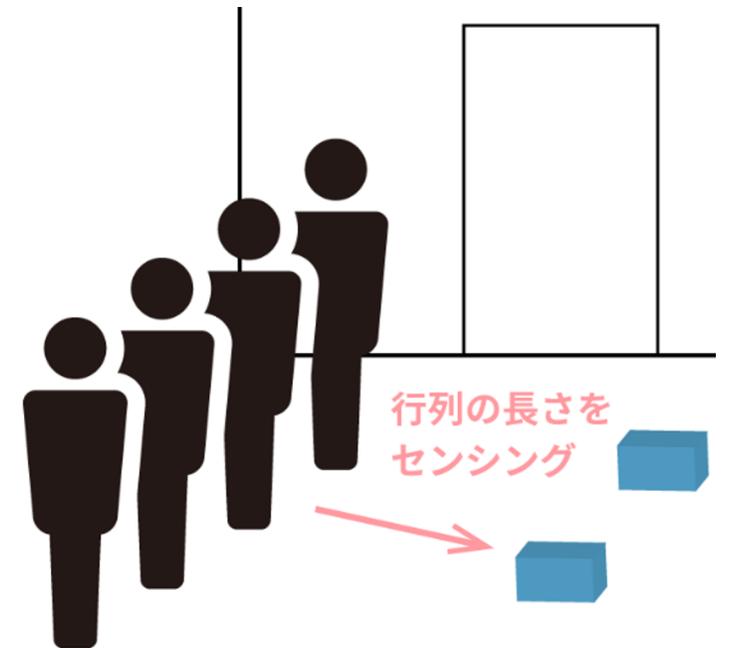
- 上昇、下降、回転を担うそれぞれのマイクロブローを同時に制御
⇒ それぞれの方向を独立に制御するため、同様の駆動回路を4つ作成
- 回路は、オペアンプ(NJM386BD)、半固定抵抗100 Ω、0.1 μF積層セラミックコンデンサ



センシングの役割及び手法

店外の行列センシング

- 店外に発生する**行列の有無や長さ**を計測し，店内の構築物に伝える
- 店に入るまでのルート上にセンサを設置して人の滞留を検出する



センシング法の検討

考えられる手法

対象	方法
赤外線	赤外線方式の人感センサを配置し、行列の長さを検出する
Wi-Fi電波	Wi-Fi電波から並んでいる人の情報を得る
二酸化炭素	二酸化炭素センサを設置し、人数や活動量を推定する
画像	カメラを用いて人数を推定
熱画像	サーモカメラを用いて人数を推定

店外の**行列の長さ**

センシングの要求

ある地点における行列の有無

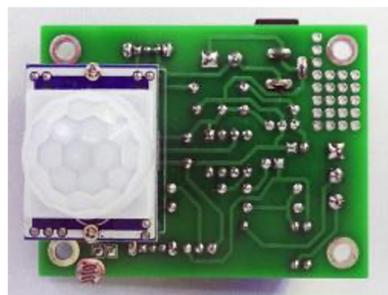
= **人の滞留の有無**を検出する

- 正確な人数把握は不要
- 行列がある状態と行列がない (=人はいるが流れている) 状態を区別したい

行列の長さセンシング | センサの選定

人感センサ (Passive Infrared Ray; PIR センサ)

- 人感ライトなどに使用される
- **赤外線放射の変化**を検出する
 - 視野内での人の動きを検出可能
 - ただし**動きがない**場合は、人がいても反応しない



人感センサーキット MK-302C

頂点角110度までの範囲の動きを検出

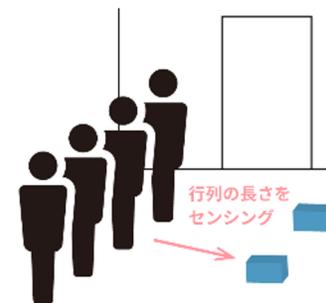


超音波距離センサ HC-SR04

検出距離 0.02~4 m ・ 視野角15度

行列センシングユニット

- 人感センサでは静止した人を検出できないため、**距離センサと組み合わせて**運用することを検討
 - 人感センサの反応が消失しても、一定距離に物体があれば人が滞留しているとみなす
 - 両センサによるユニットを製作し、行列が形成されるエリアに設置



行列の長さセンシング | 製作したセンサユニット

概要

構造物

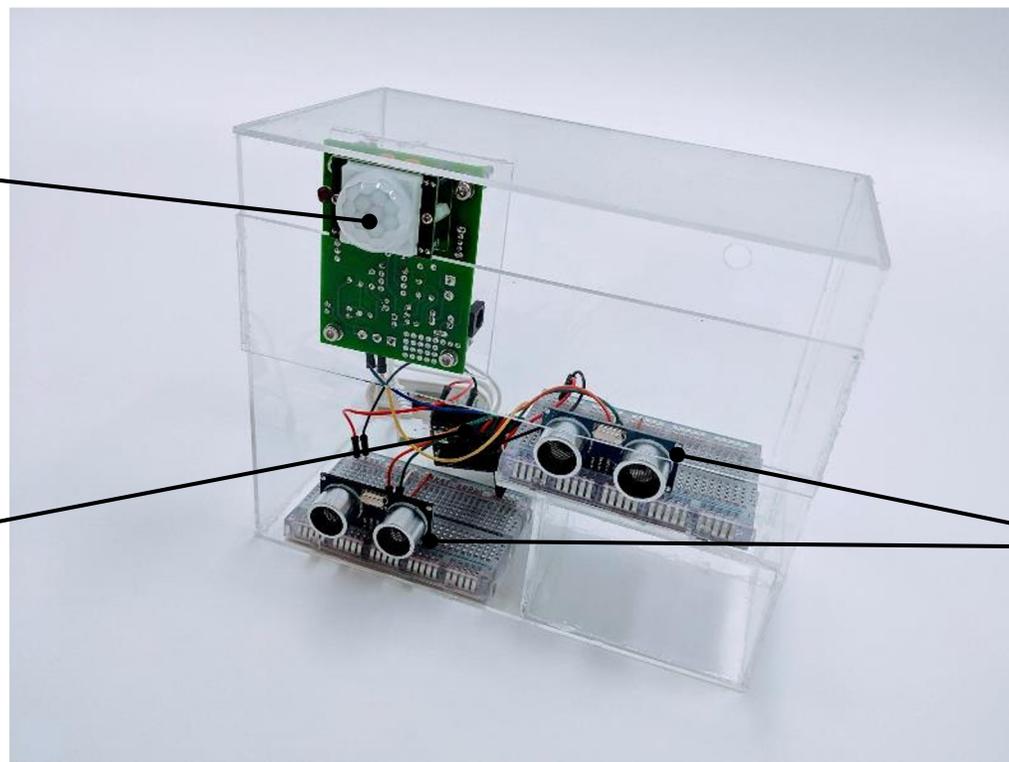
センシング

人感センサー

人の動きに
反応

ESP32

無線で
データ送信



列の最後尾ま
での距離を測
定

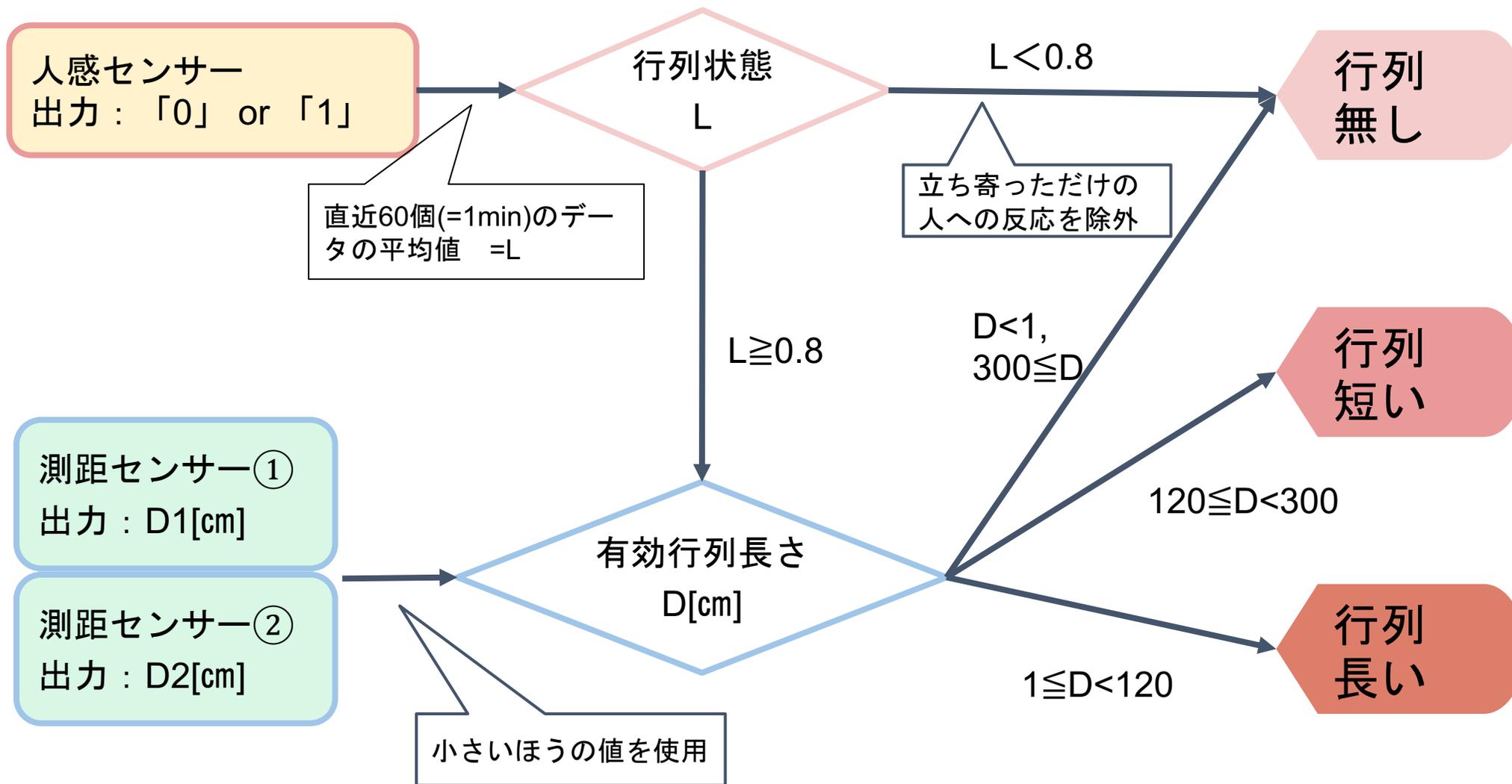
測距センサー

行列の長さセンシング | 製作したセンサユニット

概要

構造物

センシング



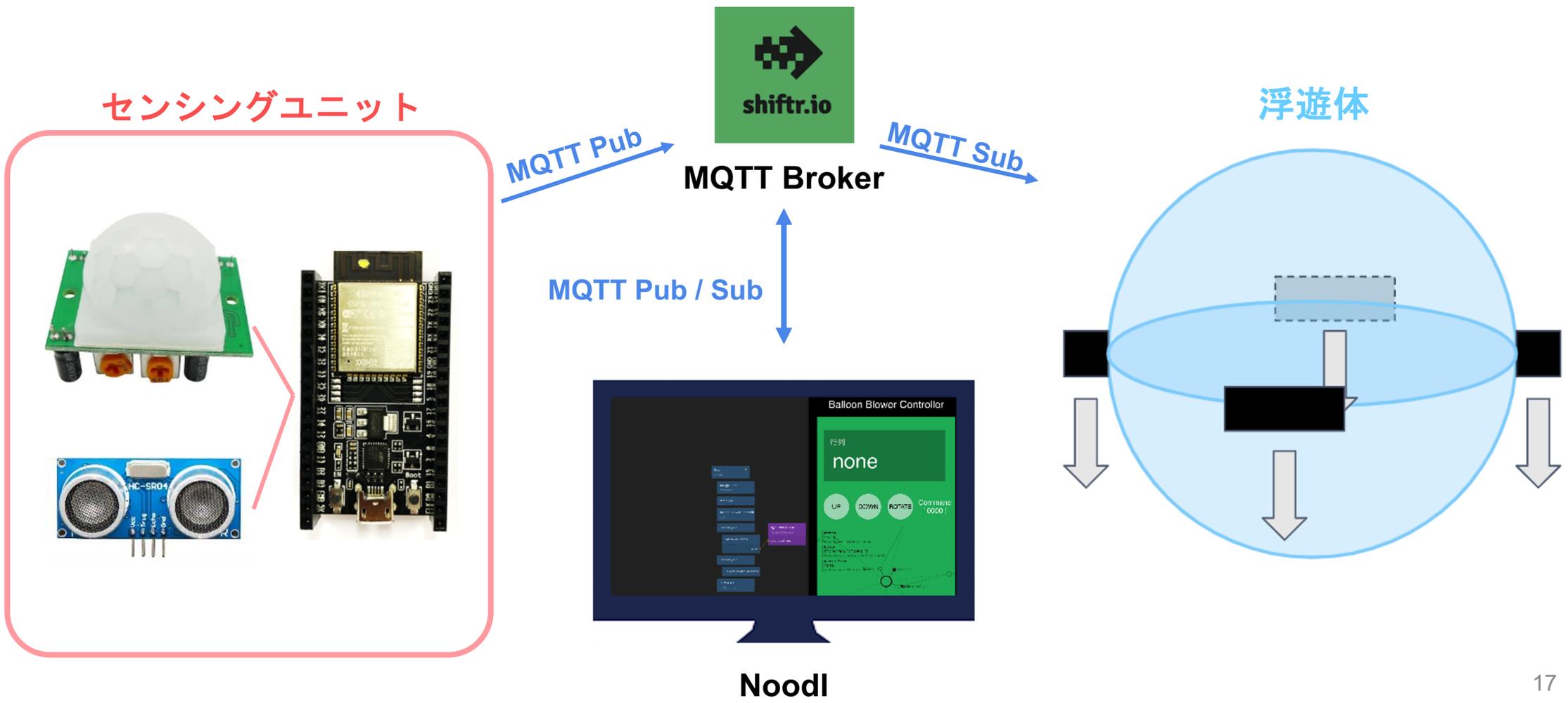
システム全体構成

Wi-Fi 通信可能なマイコンボード ESP32 でデータの送受信を行った

概要

構造物

センシング

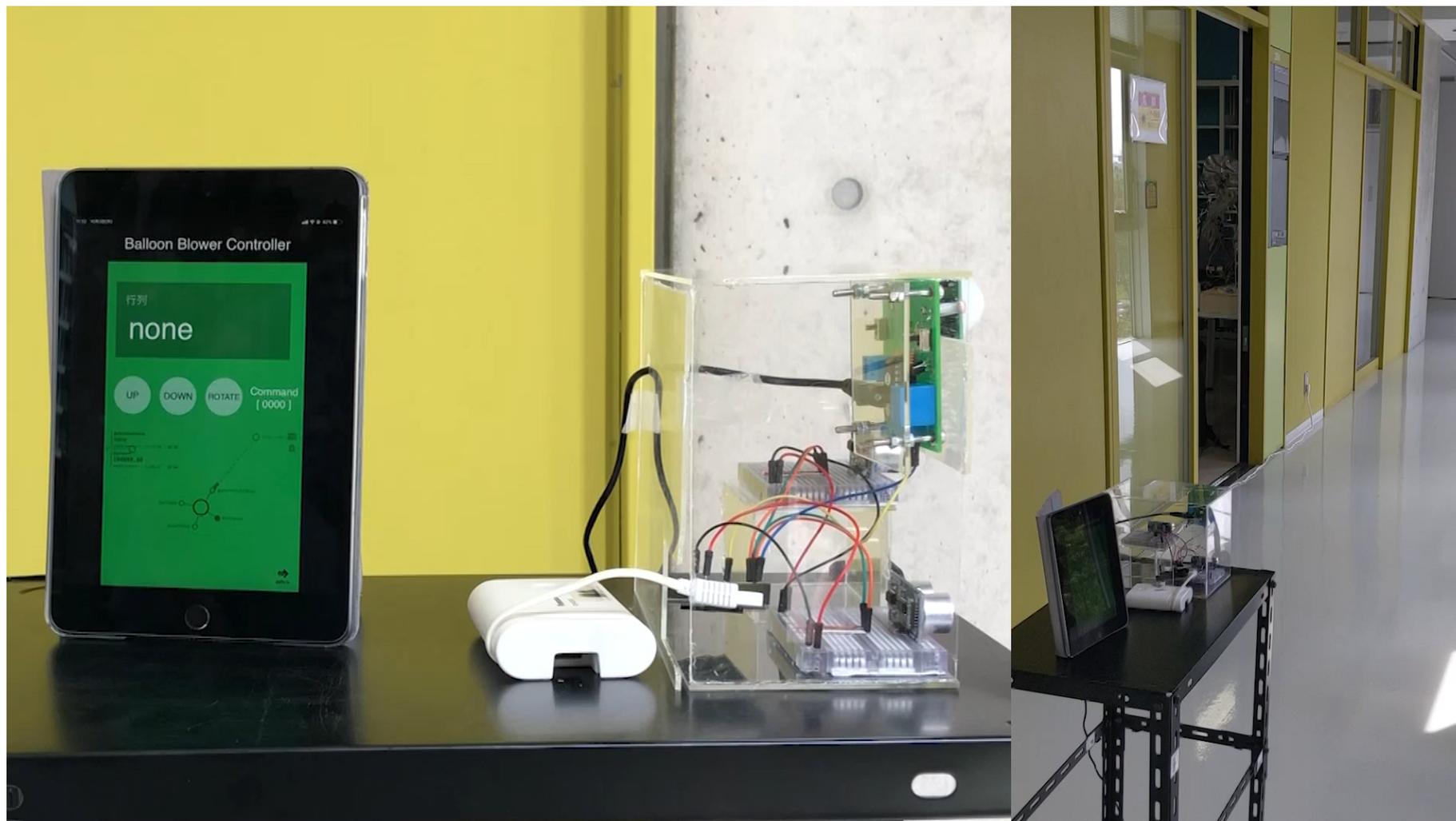


デモ（行列センシング）

概要

構造物

センシング

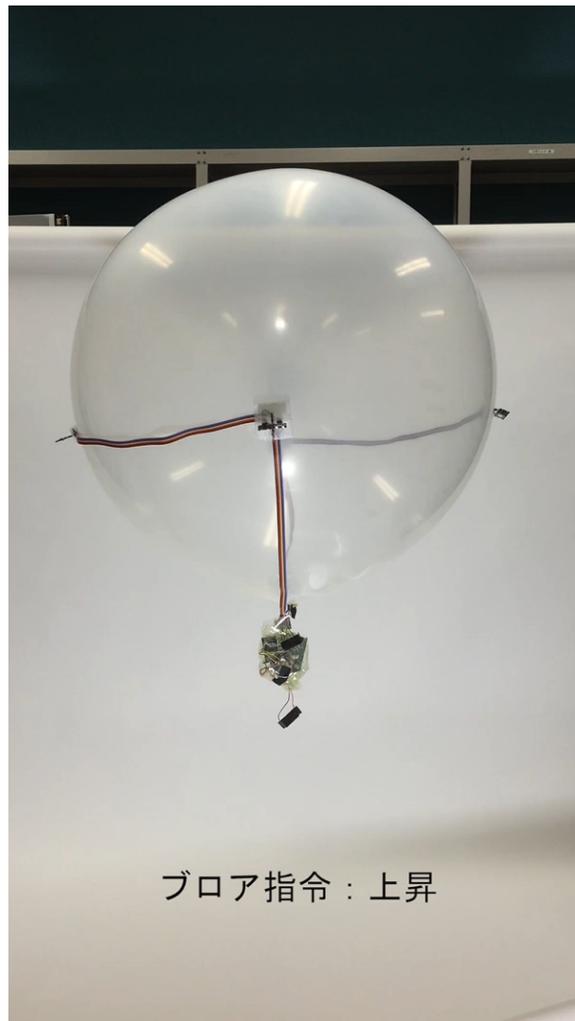


デモ（浮遊体）

概要

構造物

センシング



将来展望

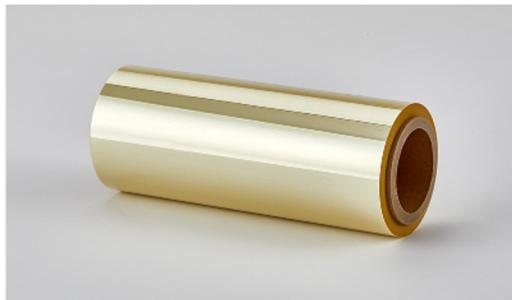
● 極薄のフィルムでの表面加工（軽量化）

要求

- 内部のヘリウムの流出を防ぐ
- 加工性（球体にするため）
- 非常に軽量

東レ株式会社アラミドフィルム“ミクトロン”

- 薄膜高剛性（4 μm , 12 μm ）
- ガスバリア性（ヘリウムについて知見なし）
- ただし熱融着不可



● 浮遊体の動きと店の回転率の連動

- 店の回転率をセンシングし、回転率が高まる提示となるよう、浮遊体の動きを設計
- e.g.
 - 上下・回転動作のテンポを速くする
 - 動作に区切りをつけて店を出るタイミングを提示

● 複数の浮遊体

浮遊体の数を増やし同時に制御する。