

ARマーカを用いた通過判定および 寸法計測手法の開発

Development of a Method for Determining Passage
and Measuring Dimensions Using AR Markers

升井 洋志

北見工業大学 工学部

地域未来デザイン工学科 情報デザイン・コミュニケーション工学コース

Table of contents

1. はじめに
2. 通過判定
3. 通過物体の大きさ判定
4. 測定結果（適用例）
5. まとめ

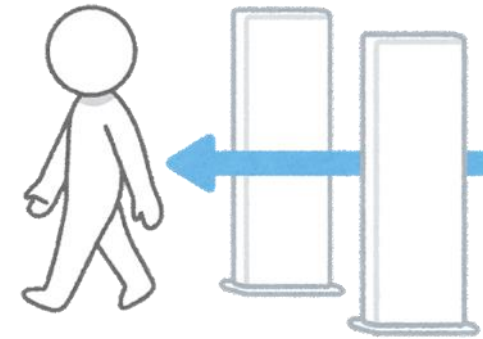
1. はじめに

通過判定と大きさ認識

- ・ 通過判定

店舗入口、公共交通機関の乗降口

人数・流量の把握



- ・ 大きさ認識

一定の速度で通過する物体の大きさ認識



2. 通過判定

通過判定の方式

- ・ 光学センサによる測定

光学センサからの測定情報をもとにした方法 [1][2]

センサが複数必要な場合も

- ・ 画像認識

カメラ映像を画像処理し、通過方向、個体数等を認識 [3]

処理にかかる計算機負荷およびネットワーク負荷

[1] 秦 淑彦, “焦電型赤外線センサを用いた1人用ゲートにおける 通行判定”, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol. 28, No. 6, pp.887- 898 (2016).

[2] 山田 優馬, 廣森 聡仁, 山口 弘純, 東野 輝夫, “測域センサを利用した高精度なバス乗降計測システム”, 第25回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp.24-31 (2017).

[3] 山田 優馬, 廣森 聡仁, 山口 弘純, 東野 輝夫, “路線バスにおけるカメラ映像を用いた OD 計測システムの提案”, 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ(ITS), 2019-ITS-79(18), pp.1-8 (2019).

2. 通過判定

通過判定の条件

本研究における通過判定の要件定義

- (1) 通過物体の検知
- (2) 通過方向の検知

さらに、実際の導入における追加要件

- (3) 導入および運用コスト削減
- (4) 導入機器の汎用性

2. 通過判定

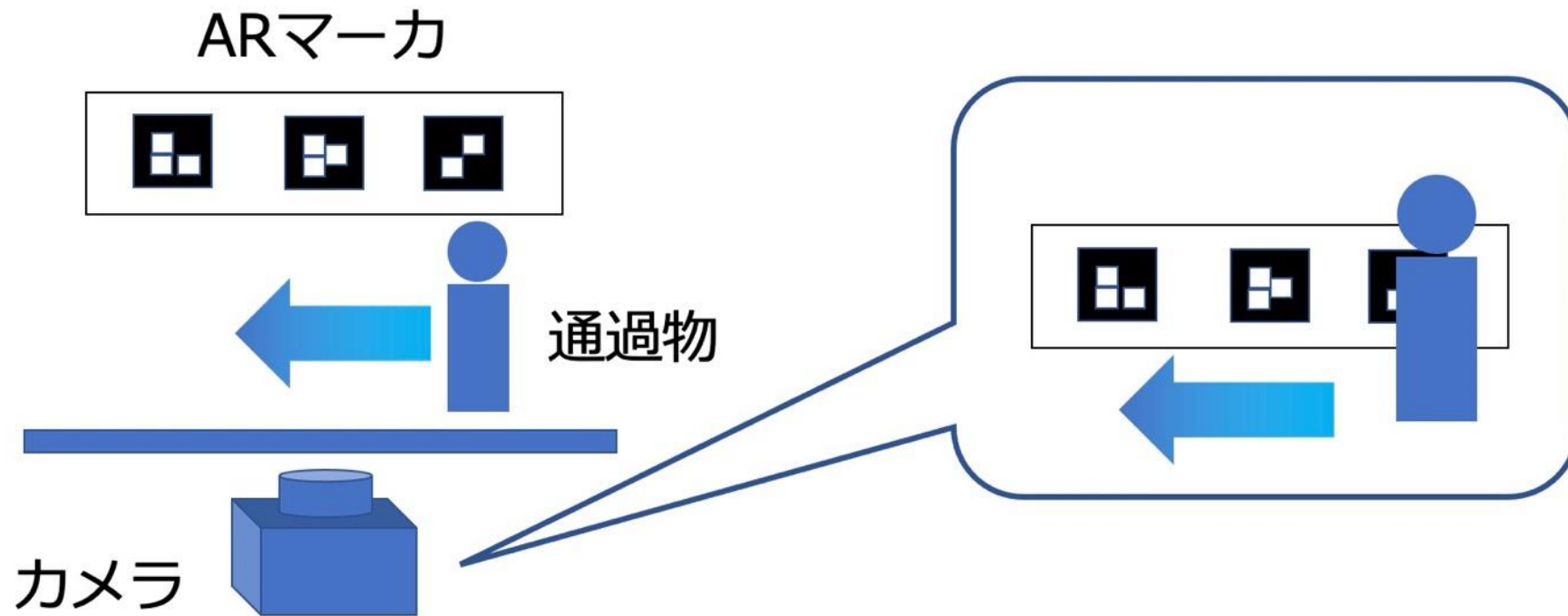
提案手法

本研究では、以下の方法による通過判定手法を提案する

- (1) 通過判定のトリガとしてARマーカを配置・使用
- (2) 検知手法はカメラによるARマーカ撮影
- (3) RaspberryPi等のシングルボードPCでも駆動可能なシステム

2. 通過判定

ARマーカによる通過判定



2. 通過判定

本提案手法の利点

(1) 通過判定のトリガとしてARマーカを配置・使用

自由度の高いARマーカの配置

(2) 検知手法はカメラによるARマーカ撮影

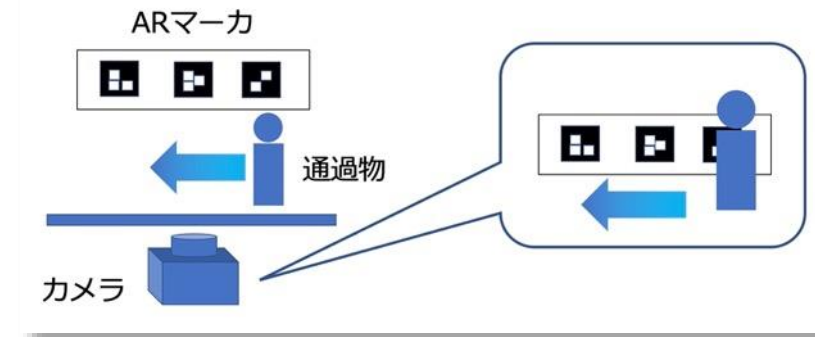
単一カメラによる画像処理・軽い処理

(3) RaspberryPi等のシングルボードPCでも駆動可能

安価なシステム導入が可能

(4) Open CV + Python

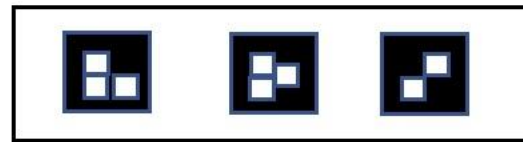
汎用性の高いシステム



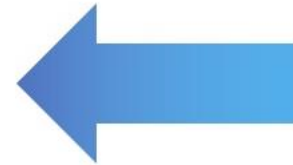
2. 通過判定

ARマーカによる通過判定

マーカID: 2 1 0

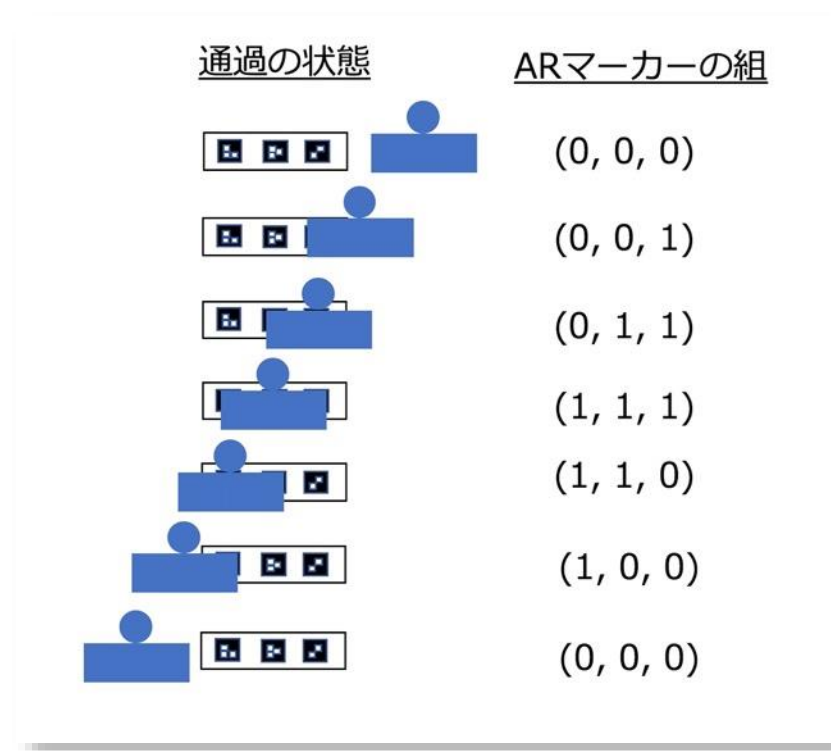
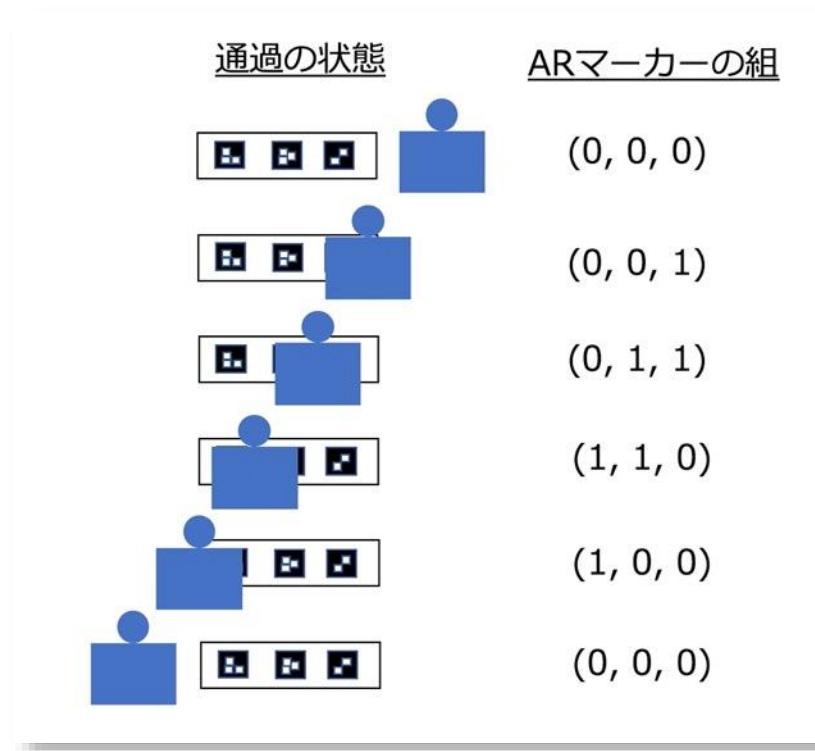
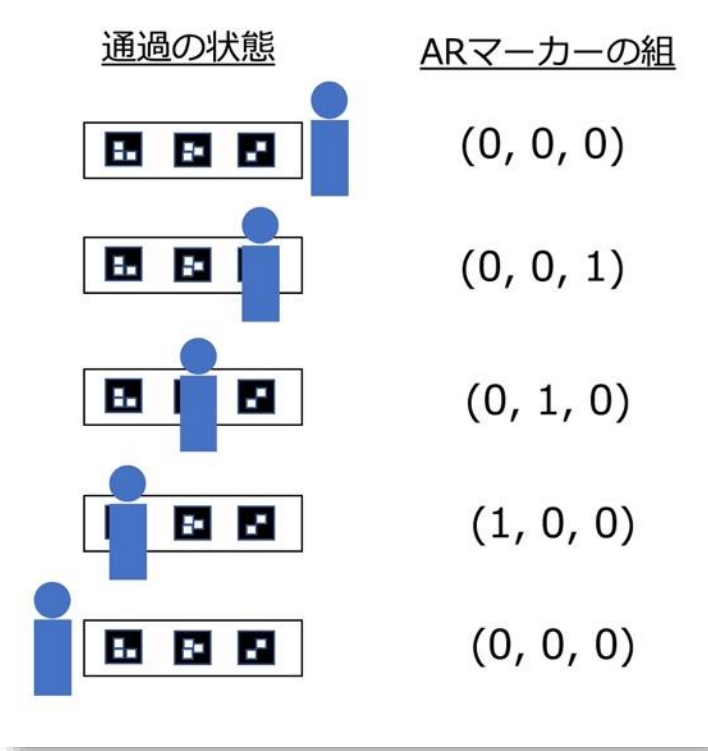


通過方向



物体が通過すると、IDの違うマーカが順に隠れる

2. 通過判定

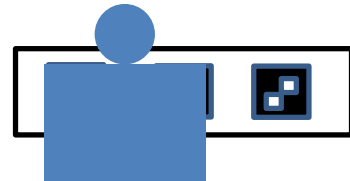


大きさの違う場合を想定して、いくつかの通過パターンを用意する

2. 通過判定

複数人数の場合

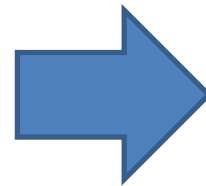
遷移前



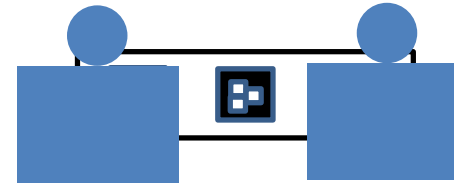
$[N_1] (1, 1, 0)$



通過方向



遷移後



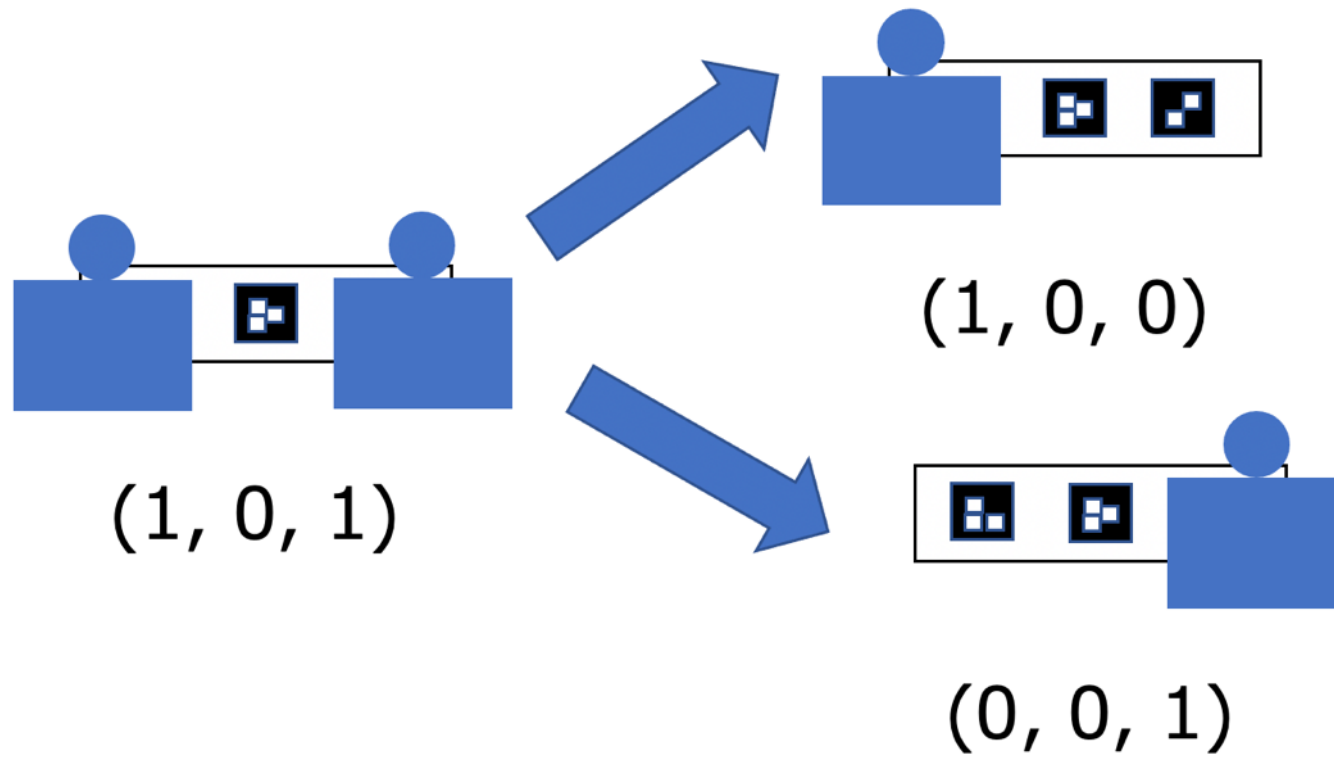
$(1, 0, 1)$

「2人目」の通過

2. 通過判定

複数人数の場合

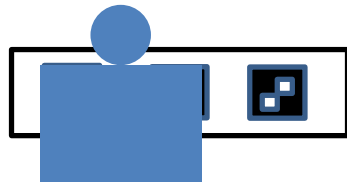
2つのスレッドに分解



2. 通過判定

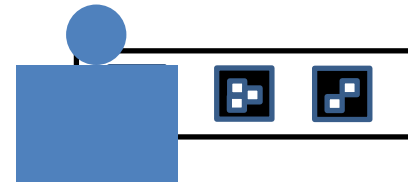
複数人数の場合

遷移前

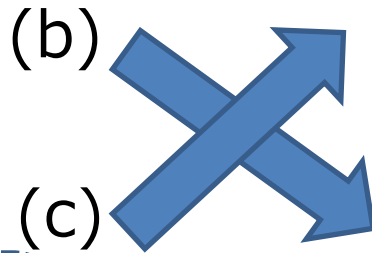


$[N_1] (1, 1, 0)$

遷移後



$[N'] (1, 0, 0)$

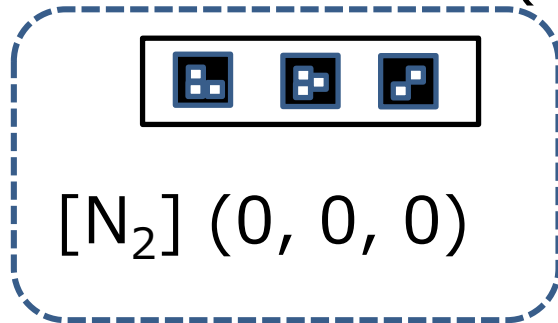
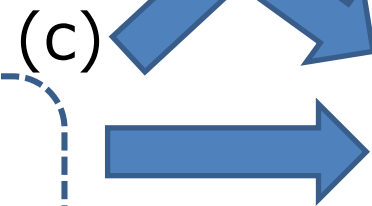


極端な遷移の禁止

(b)を禁止

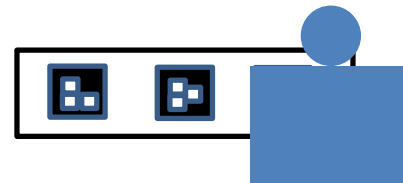
優先する遷移の指定

(a) と(c)では、(a)を優先



$[N_2] (0, 0, 0)$

スレッド追加

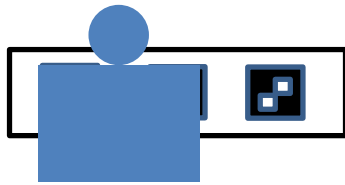


$[N'] (0, 0, 1)$

2. 通過判定

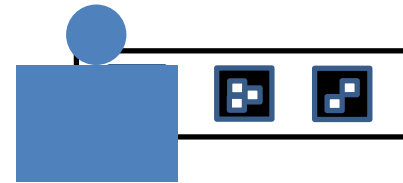
複数人数の場合

遷移前



$[N_1] (1, 1, 0)$

遷移後



$[N'] (1, 0, 0)$

極端な遷移の禁止

(b)を禁止

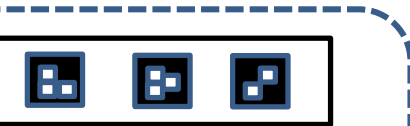
優先する遷移の指定

(a) と(c)では、(a)を優先

(a)

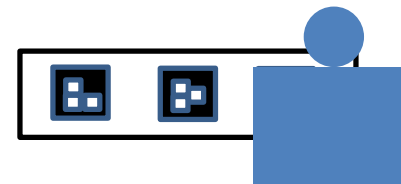


(d)



$[N_2] (0, 0, 0)$

スレッド追加

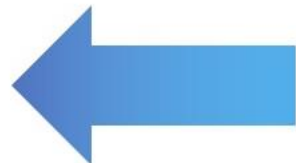
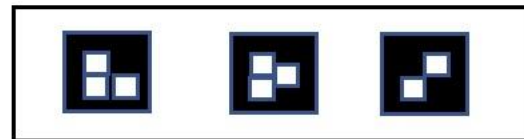


$[N'] (0, 0, 1)$

2. 通過判定

「引き返し」への対応

マーカID: 2 1 0



(0, 0, 0)

(0, 0, 1)

(0, 1, 0)

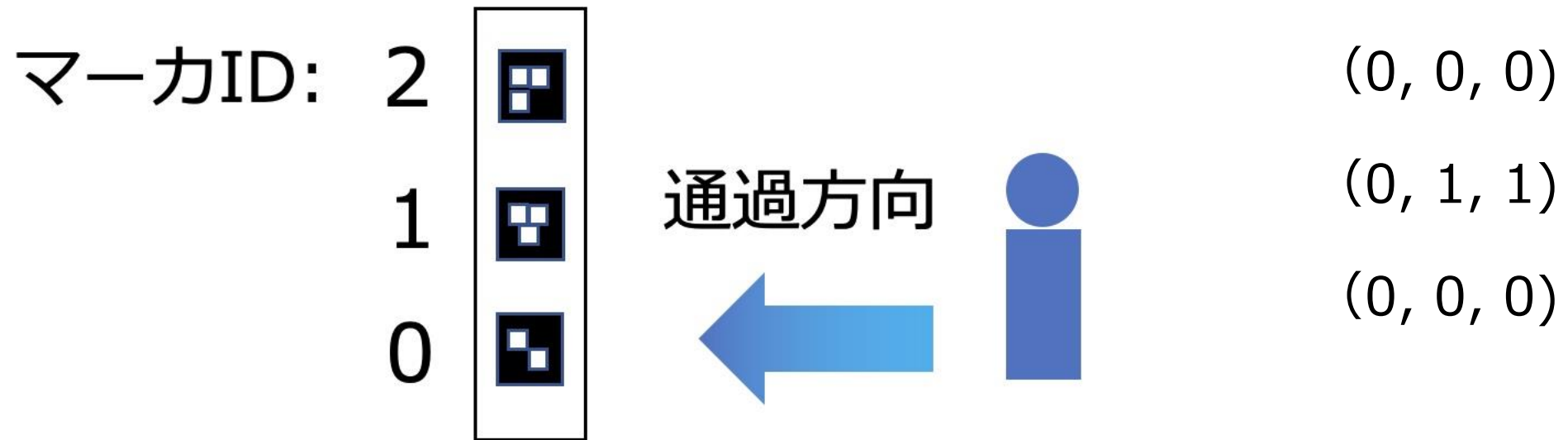
(0, 0, 1)

(0, 0, 0)

このような遷移をした場合は
カウントをキャンセル

3. 通過物体の大きさ判定

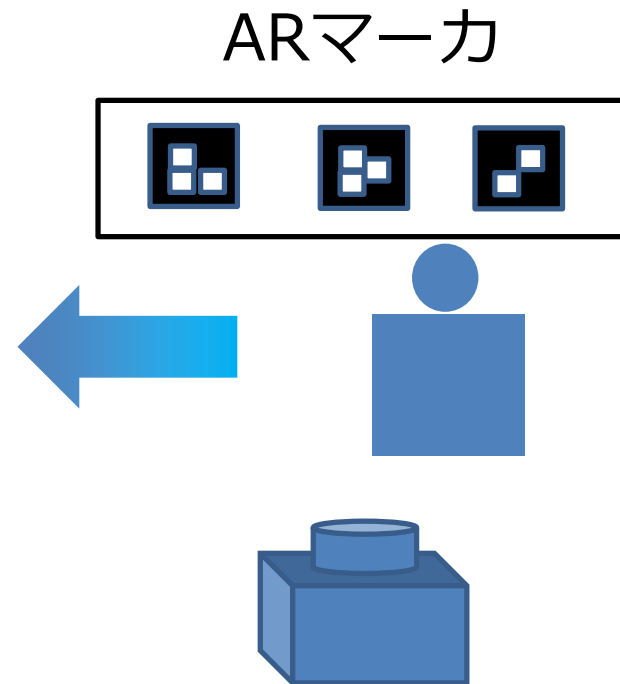
通過方向と垂直方向の大きさ判定



コンビニの入口等に設置することで防犯対策に

3. 通過物体の大きさ判定

通過方向に並行な方向の大きさ判定

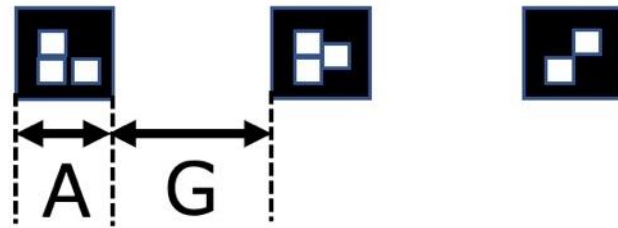


通過方向に並行な方向のARマーカが何個隠れるか

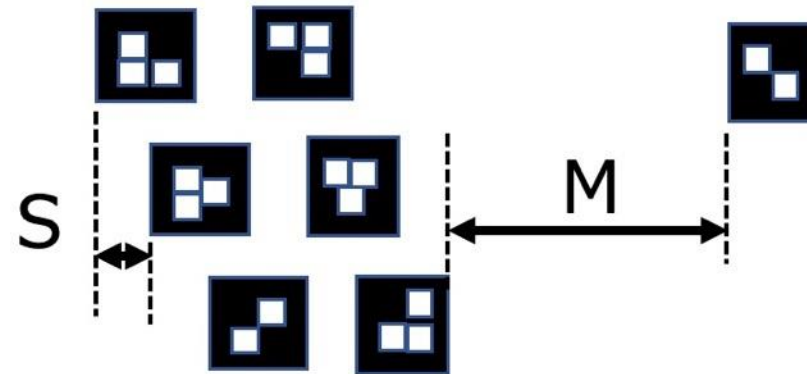
3. 通過物体の大きさ判定

ARマーカ配置の改良

a) 通常の配置



b) 提案手法



測定精度:

$A+G$

$>$

S

測定可能な最小寸法:

$A+G$

M

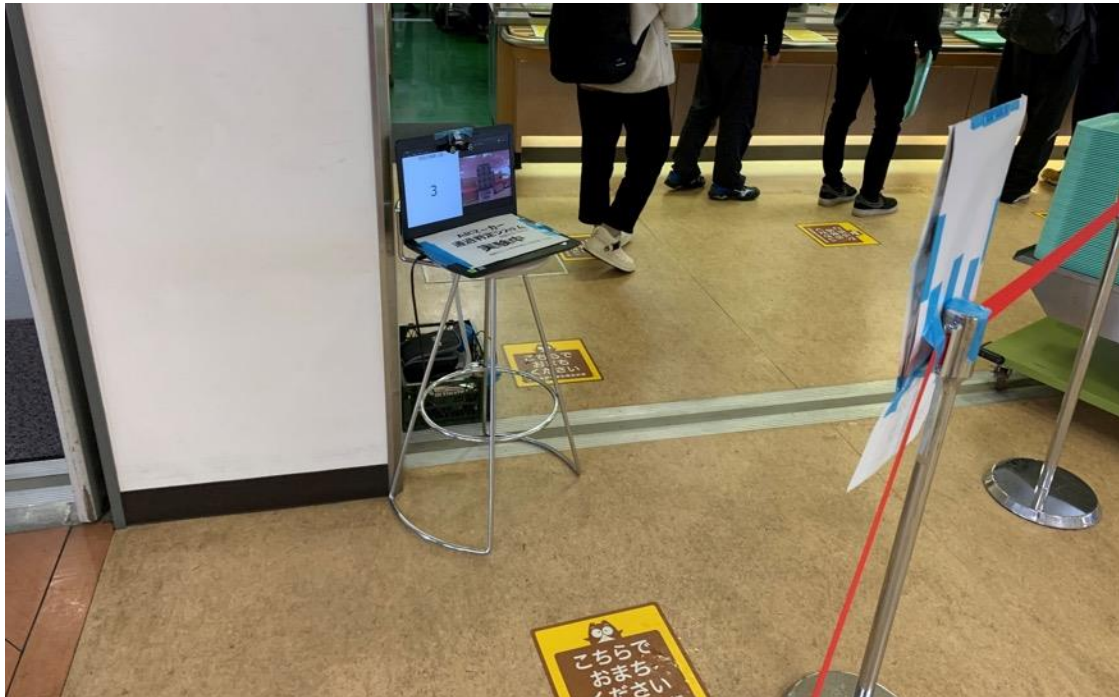
(全体を調整する必要あり)

(個別に調整可能)

4. 測定結果

複数物体の通過判定

場所：北見工業大学生生活協同組合 食堂入口



協力：令和元年度・令和2年度北見工業大学卒業研究

4. 測定結果

複数物体の通過判定

場所：北見工業大学生生活協同組合 食堂入口

測定期間：

多人数対応前：2020-12-15 11:45 ~ 2020-12-15 12:40

多人数対応後：2020-12-22 11:45 ~ 2020-12-22 12:40

測定結果：

	対応前	対応後
通過人数 (人) :	154	150
誤判定数 (回) :	36	14
誤判定率 (%) :	16.88	9.33

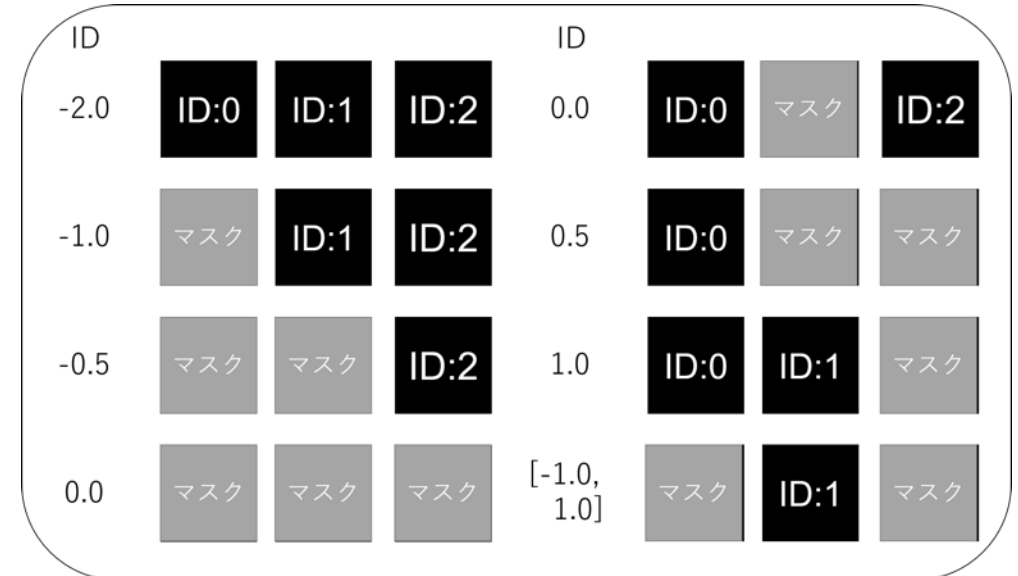
協力：令和元年度・令和2年度北見工業大学卒業研究

方向カウンタの処理の修正

- 初期状態が関わるパターンの変化の場合、 ± 1.0 の範囲では極一部のパターンでしか方向カウンタの値が変化していないため、正しく方向カウンタの処理が行えていない



- IDの変化量が
初期状態+1.5以下の場合、
方向カウンタを+1行う
初期状態の絶対値-1.5以上の場合、
方向カウンタを-1行う



4. 測定結果

複数物体の通過判定（修正後）

場所：生活協同組合 食堂

測定期間：

2021-01-19 11:45 ~ 2020-01-19 12:40

測定結果：

	対応前	対応後	修正後
通過人数（人）	: 154	150	160
誤判定数（回）	: 36	14	3
誤判定率（%）	: 16.88	9.33	1.88

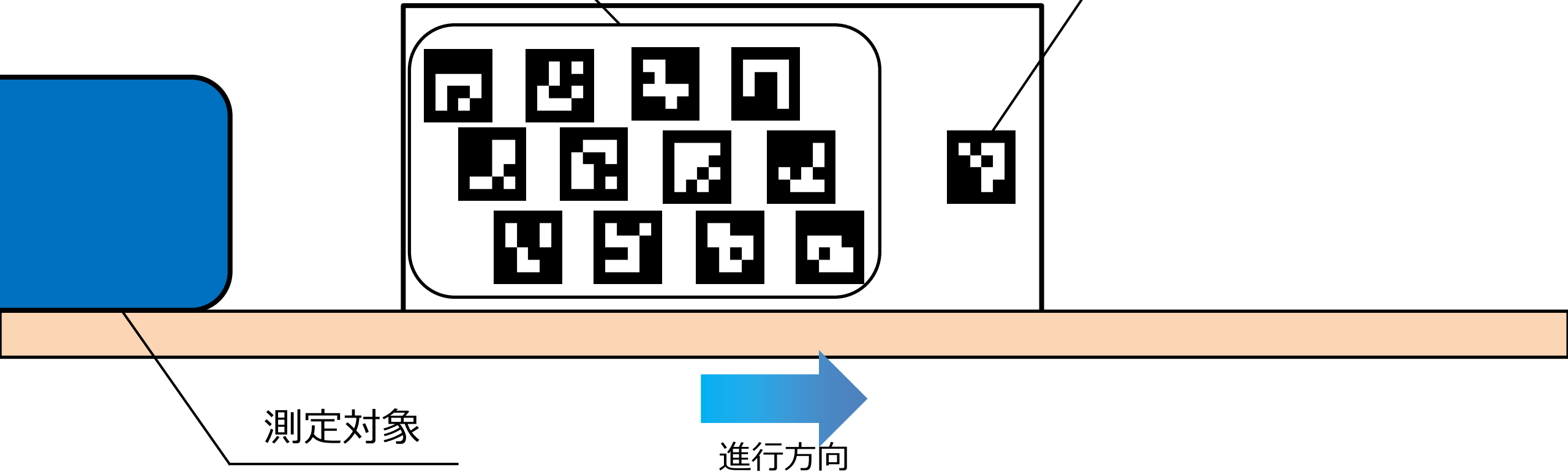
協力：令和元年度・令和2年度北見工業大学卒業研究

4. 測定結果

通過物体の大きさ判定に関する測定

サイズ計測用マーカ

通過認識用マーカ

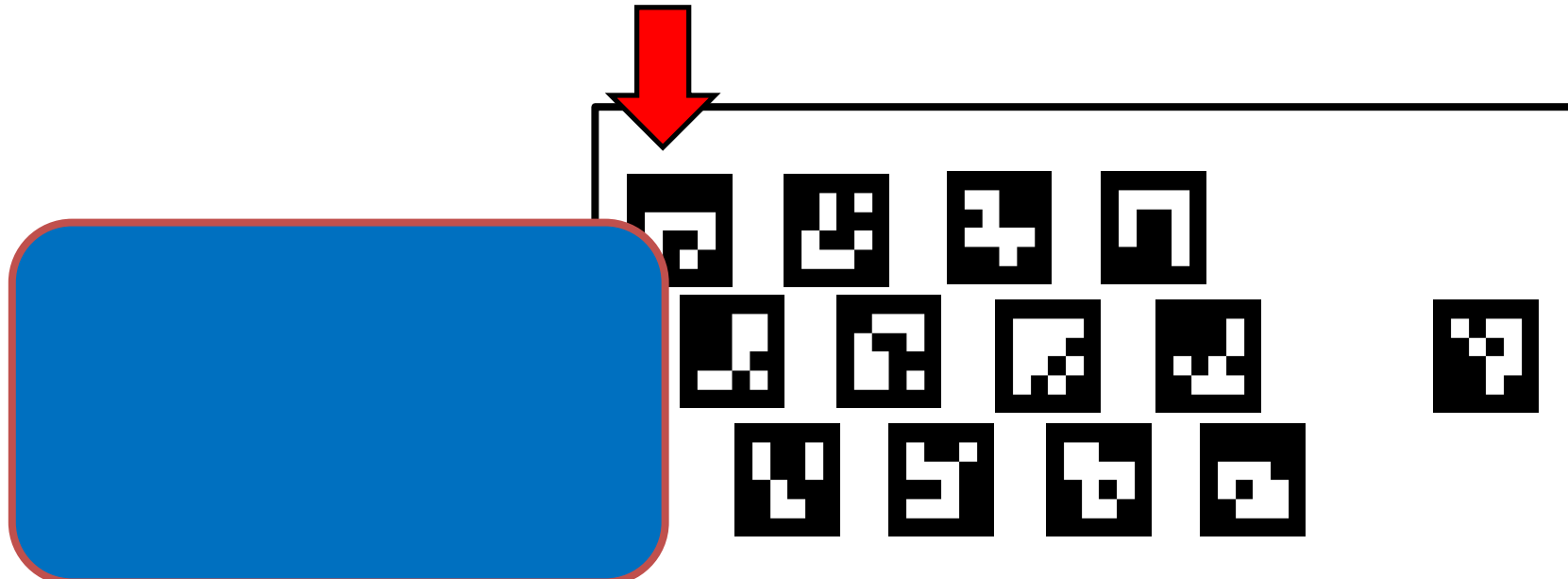


測定対象

進行方向

4. 測定結果

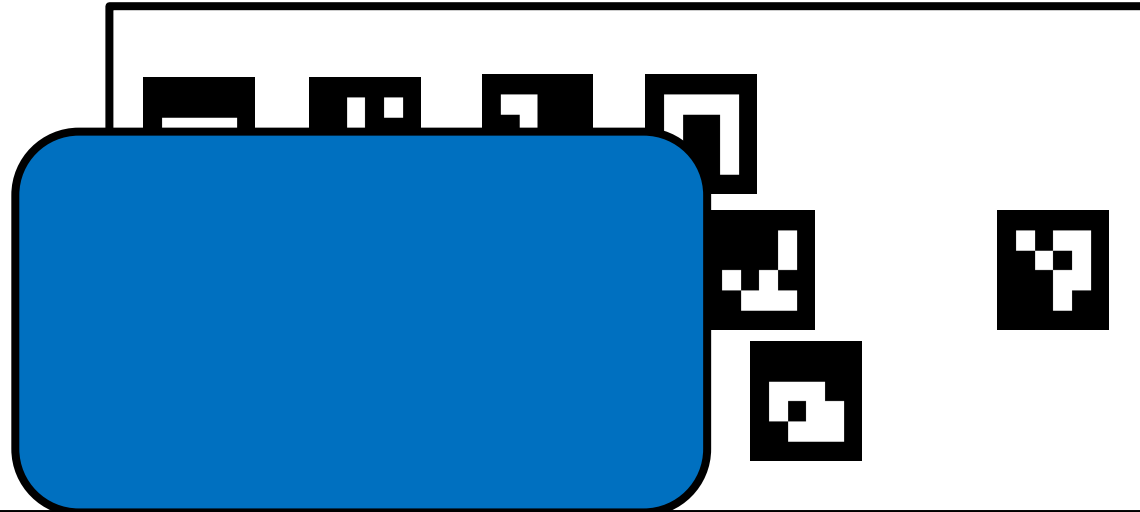
通過物体の大きさ判定に関する測定



測定対象がARマーカパターンの通過を開始すると
速度計測用のタイマーカウントが始まる

4. 測定結果

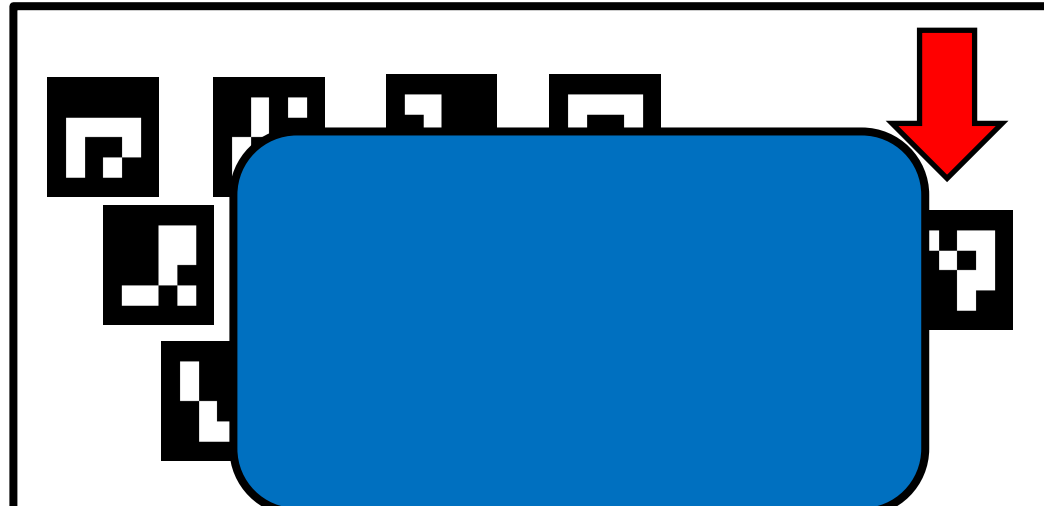
通過物体の大きさ判定に関する測定



測定対象がARマーカパターン通過中の様子
このとき行われる処理等はない

4. 測定結果

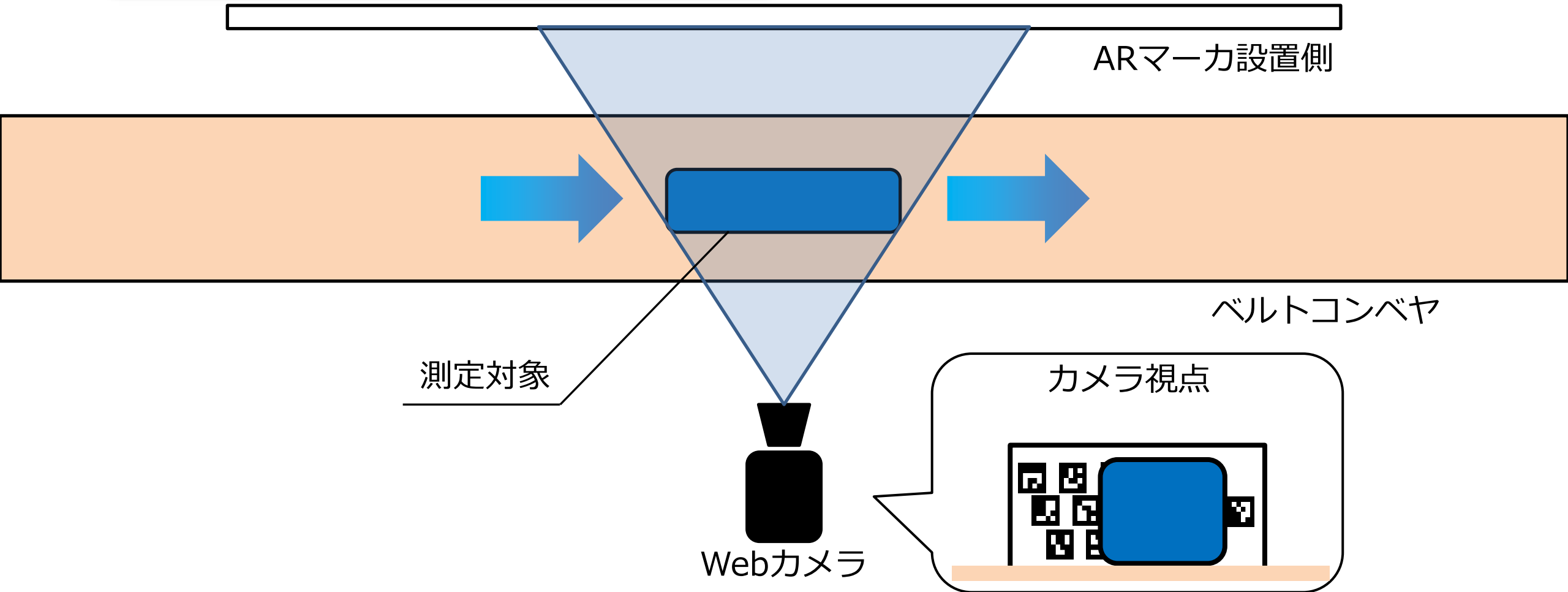
通過物体の大きさ判定に関する測定



測定対象が通過判定用マーカを通過したときの様子
速度計測用のタイマーはカウントを止め、システム
が寸法計測に必要な計算を開始する

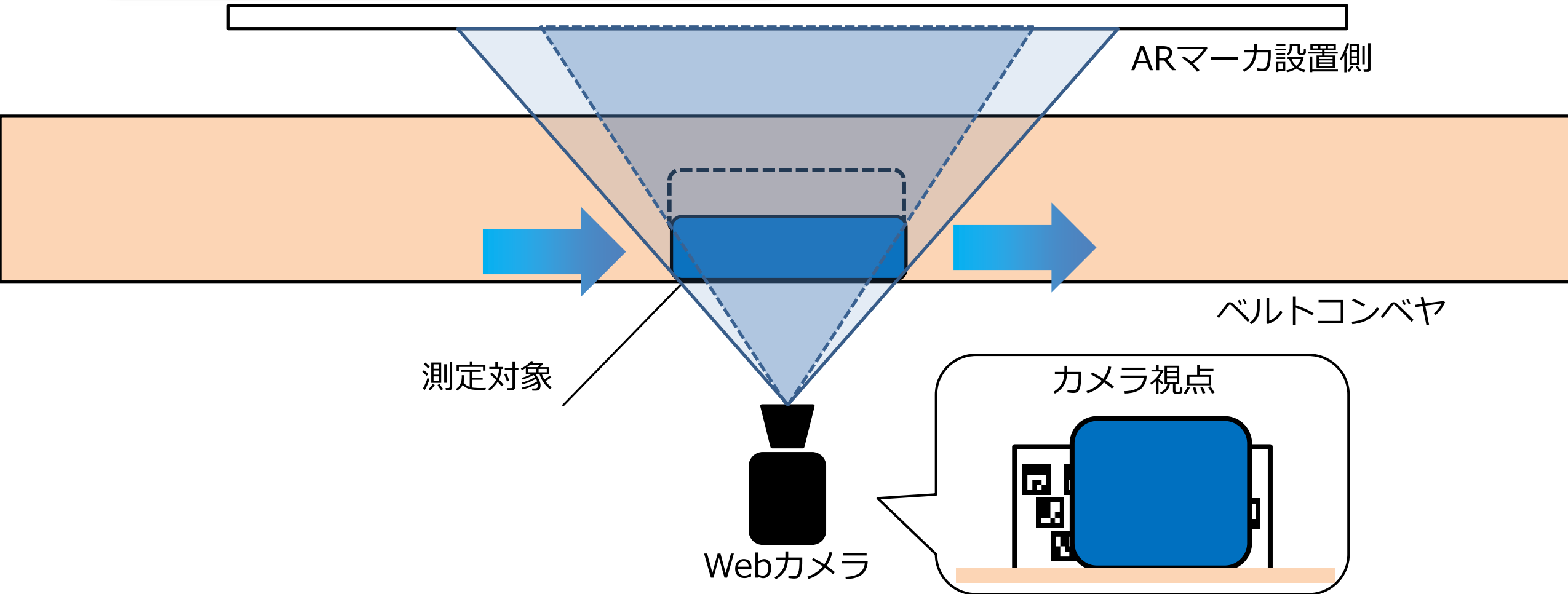
4. 測定結果

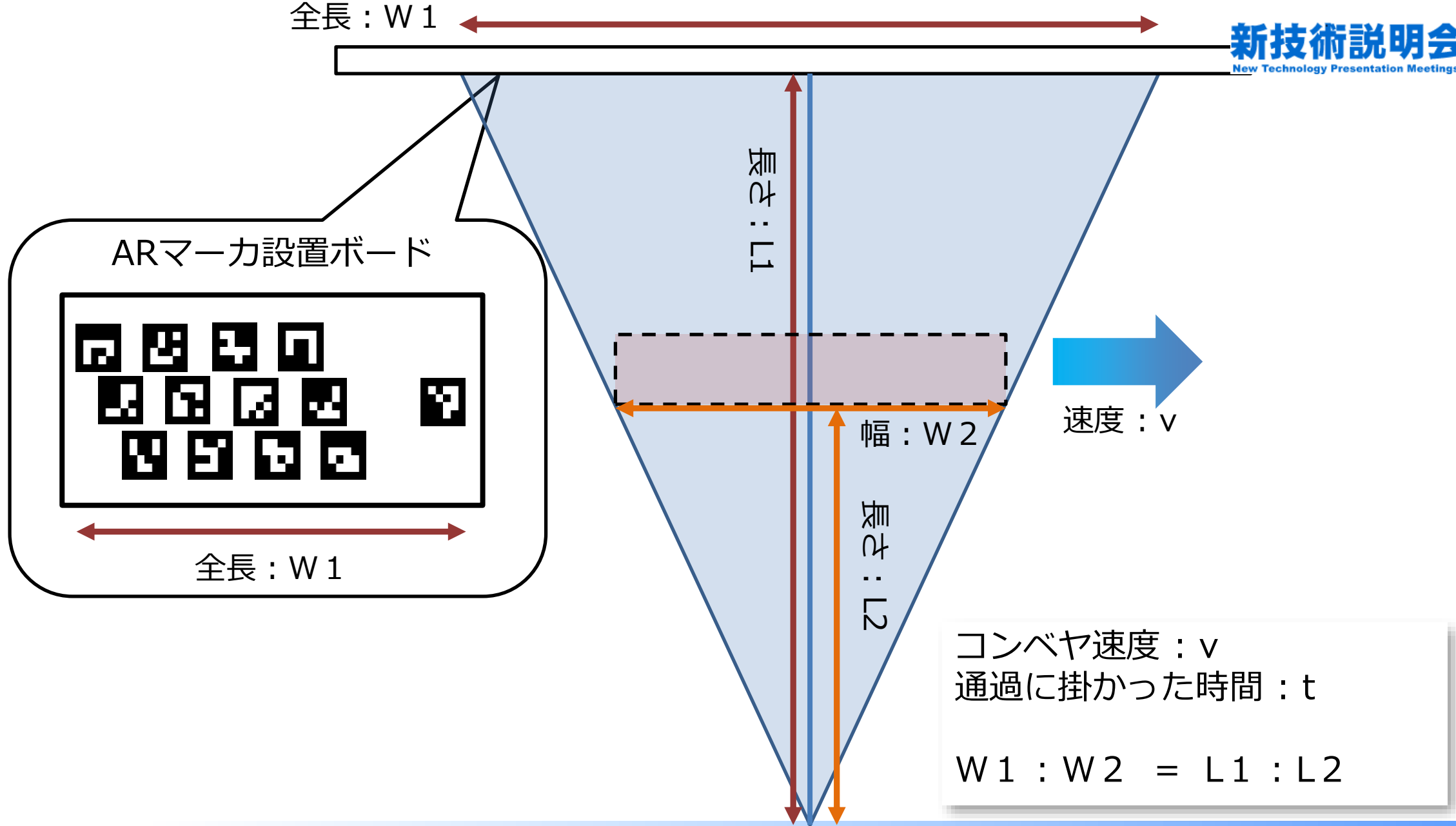
通過物体の大きさ判定に関する測定



4. 測定結果

通過物体の大きさ判定に関する測定

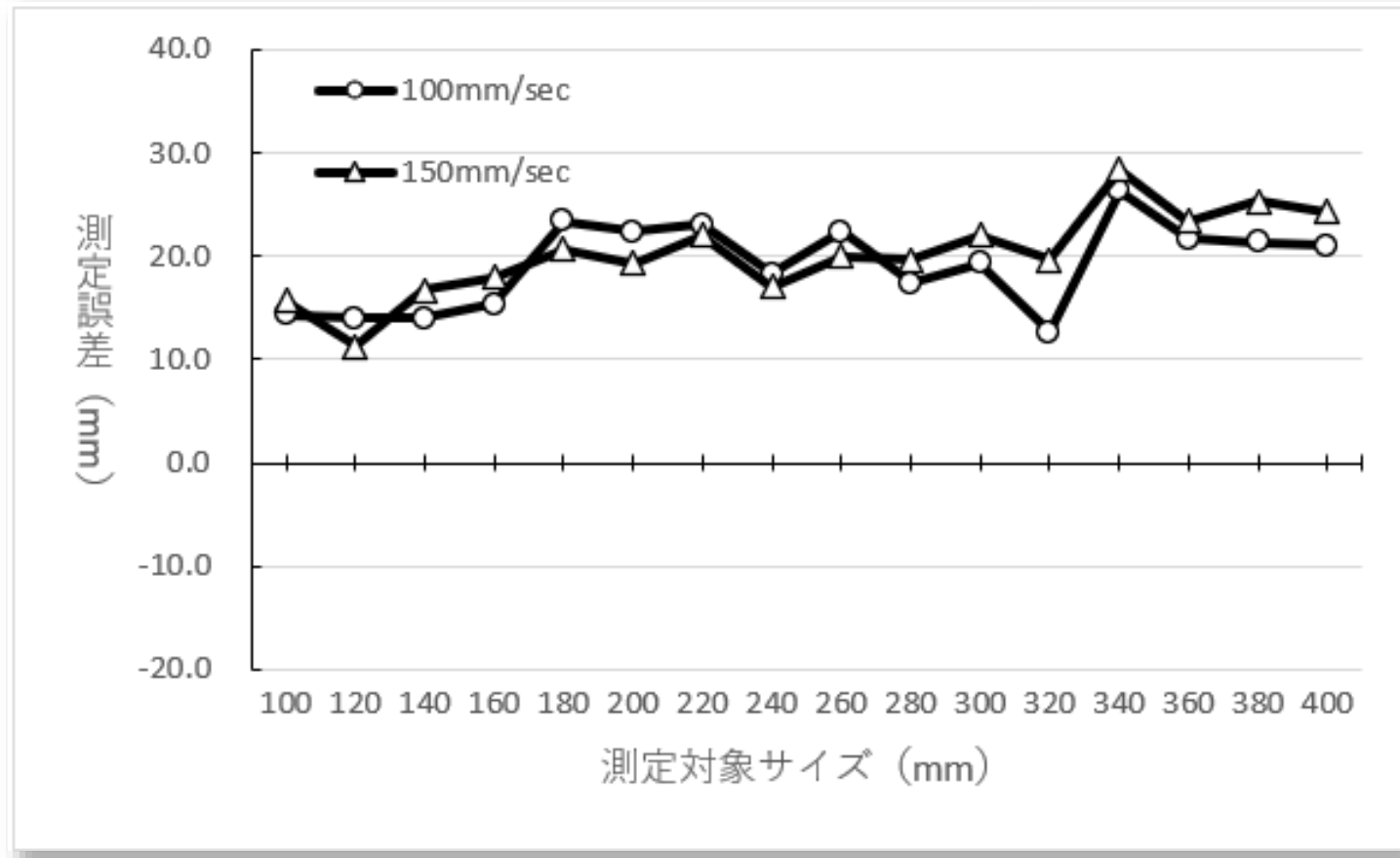




4. 測定結果

通過物体の大きさ判定に関する測定

通過物体のサイズと測定誤差



だいたい20mmくらい

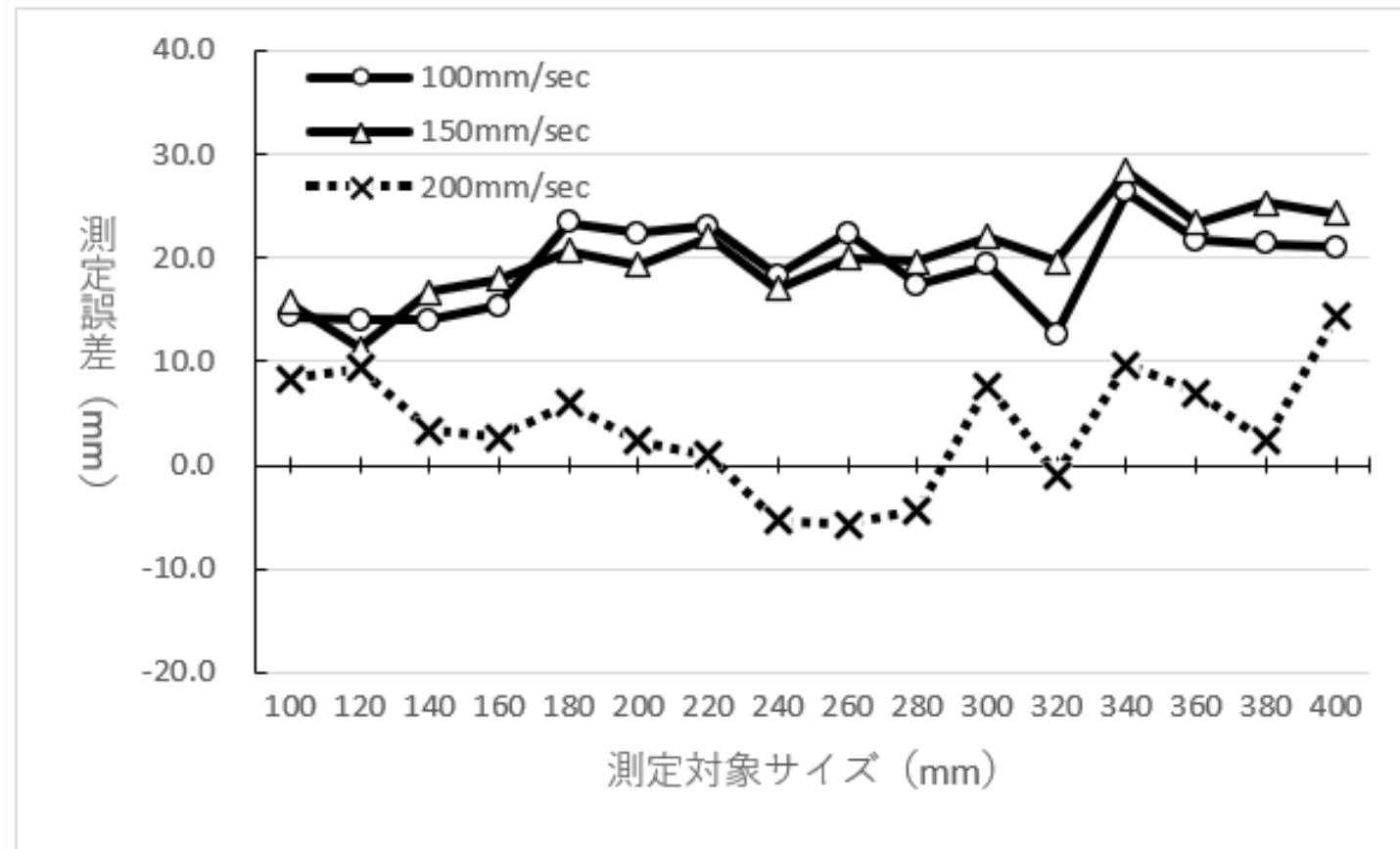
- ・実施環境
測定用マーカサイズ：42mm
撮影フレームレート：30FPS
使用カメラ：Logitech C980GR

協力：令和3年度 北見工業大学卒業研究

4. 測定結果

通過物体の大きさ判定に関する測定

通過物体の速度と測定誤差



速度が高すぎると
カメラのFPSが追いつかない

- ・実施環境
測定用マーカサイズ：42mm
撮影フレームレート：30FPS
使用カメラ：Logitech C980GR

協力：令和3年度 北見工業大学卒業研究

4. 測定結果

通過物体の大きさ判定に関する測定

カメラのFPSと測定誤差

コンベヤ速度	フレームレート(FPS)						
	5	10	15	20	24	30	60
100mm/sec	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
150mm/sec	33%	12%	0%	0%	0%	0%	0%
200mm/sec	96%	67%	50%	29%	21%	12%	0%

カメラのFPSが小さすぎると
測定が追いつかない

- ・実施環境
測定用マーカサイズ：42mm
撮影フレームレート：30FPS
使用カメラ：Logitech C980GR

協力：令和3年度 北見工業大学卒業研究

5. まとめ

本提案システム

- (1) 通過判定のトリガとしてARマーカを配置・使用
- (2) 検知手法はカメラによるARマーカ撮影
- (3) RaspberryPi等のシングルボードPCでも駆動可能なシステム

通過判定および大きさ判定

- ・ 通過判定に関しては十分な精度が得られた
- ・ 通過物体の大きさ判定は、カメラのFPSと通過速度に相関があるため、被写体の動作の性質によって調整が必要

本技術に関する知的財産権

発明の名称：移動体通過判定システム及び判定方法

出願番号：特願2021-091103 (2021-5-31 出願)

出願人：国立大学法人北海道国立大学機構

発明者：升井 洋志

お問い合わせ先

北見工業大学 知的財産センター（研究協力課）

TEL 0157-26-9152

FAX 0157-26-9155

E-mail chizai@desk.kitami-it.ac.jp