



サーマルカメラを用いて教室全体の状況をAIが「見える化」 ～大阪教育大学と中小企業が連携してAI技術で教育の質向上をめざす！～ <概要>

【問合せ先】

(実証&成果内容に関する問い合わせ)

・大阪教育大学 教育イノベーションデザインセンター(仲矢)
TEL:06-6775-6693

(AI活用による支援内容に関する問い合わせ)

・大阪商工会議所 産業部産業・技術振興担当(倉骨・西田)
TEL:06-6944-6300

国立大学法人 大阪教育大学 (以下、大阪教育大学) は、大阪商工会議所 (以下、大商) と国立研究開発法人 産業技術総合研究所人工知能技術コンソーシアム (以下、AITEC) の支援により、2020年8月から、サーマルカメラ(対象の温度を色分けして示す特殊なカメラ)を活用し、授業中の学習者の行動を分析する実証実験を実施しサーマルカメラと画像認識技術を活用した姿勢分析システムを開発した。

本実証実験は大阪教育大学や関西電機工業株式会社を中心となり、授業中の学習者の行動を、人工知能技術(AI)を活用して検討を進めてきたもので、授業中の学習者の行動を、人工知能技術を活用して客観的記録し、学習者の授業参加の様子をプライバシーを保ちながら「見える化」することをめざして実施したもので、9割近い精度で姿勢データを検出できた。今後、常時データを収集できる特長を生かし、教育の質の向上に役立てることをめざす。

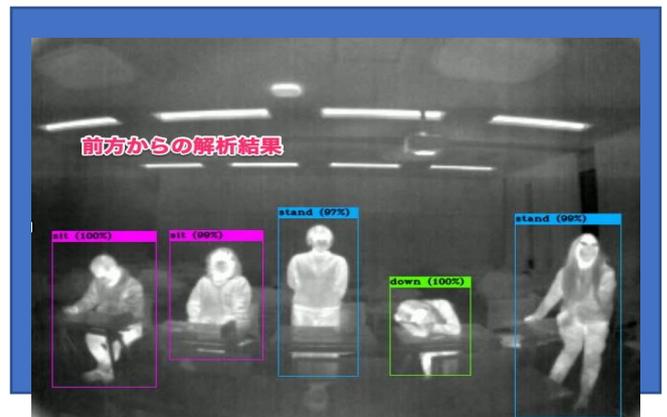
【実証実験&研究の実施概要】

実施期間：2020年8月～2023年3月

場 所：大阪教育大学(柏原市)、関西電機工業株式会社(代表者=釋 浩光、所在地：東大阪市)

実施内容：サーマルカメラと画像認識技術を活用した姿勢分析システムの実証実験

- 大商とAITECの支援により、2020年8月よりAI技術を活用したサーマルカメラの画像認識技術を有する関西電機工業株式会社と連携し、大阪教育大学の教員・学生らと関西電機工業(株)が共同で、対象が立っているか座っているかや、机の上で伏せた姿勢などを検出できる仕組みの開発に取り組んできた。



- 今回の実証実験は、一般的なカメラの画像に比べ個人の特定が難しいサーマルカメラを用い、プライバシーに配慮しつつ、学習者の授業参加の様子をAIが「見える化」したもので、大阪教育大学での実験では、9割近い精度で姿勢データを検出できた。

【AI 画像解析のメリット】

- ・客観的データが収集可能
- ・大規模データの詳細分析が可能
- ・教員がリアルタイムに、効率的に、教室把握することが可能

【サーマルカメラ使用のメリット】

- ・プライバシーを保つことが可能
- ・スライド上映中などの暗室でも、解析が可能
- ・ポスターや投影画像上の人物像との識別可能(可視光に無い利点)
- ・人物間の境界認識に優れる

- **今後は**、常時データを収集できる特長を生かし、授業中の学習者の姿勢データから**指導や授業の内容を分析し、教育効果をより高める**。具体的には、**学習者の行動改善の研究などにおいて、人力で担っていた部分について本技術を活用し、教員支援および必要な支援を学習者にフィードバックする(※)ことを想定**している。また、**本技術を活用した新たなサービス開発に向け、産学連携を強化**していく。
- なお、関西電機工業(株)は大商とAITeCが主催する、AI技術を活用したビジネスアイデアコンテストで2020年2月に、「人工知能技術コンソーシアム会長賞」を受賞。**今回の実証実験でも、同コンテストで受賞した技術(サーモグラフィー画像認識システム)を応用**した。
- 大商は2016年からAITeC関西支部の事務局を担い、AI技術を活用した実証実験や、ビジネスアイデアのコンテストなどを実施。AITeCと連携し、大阪・関西におけるAI技術を活用したビジネス創出に取り組む。

以 上

※日本教育心理学会で城戸激励賞を受賞した論文「中学校における教師の言語賞賛の増加が生徒指導上の問題発生率に及ぼす効果—学年規模のポジティブ行動支援による問題行動予防—」(著者：庭山 和貴・大阪教育大学総合教育系 准教授、収録刊行物：教育心理学研究 68 (1), 79-93, 2020-03-30)において、教員が学習者の授業中の適切な行動を積極的に言語賞賛することにより、学習者の授業への集中力が増し、問題行動が減少することが実証されている。このアプローチを実際の授業でより実施しやすいものとするため、手作業で行っていた部分を今回実証する技術を活用し、AIで代替する。



センサーを活用した教室内の状況把握

教育イノベーションデザインセンター 仲矢 史雄

AI by DIY

2023/08/03 大阪商工会議所・大阪教育大学
産業技術総合研究所人工知能技術コンソーシアム

なぜ、自動行動分析が必要？

- 庭山先生の研究

- 行動観察研究から、庭山・松見（2016）によれば教師による言語賞賛の増加が児童の授業参加行動に良い効果をもたらすことが明らかになった。
- 一方、同論文内で『授業中に教師の行動と学級全体の行動観察を同時に行っていたため、教師が言語賞賛した対象を学級・集団・個人に分けて記録できなかった。』

- 人力での行動観察分析には限界

- 労力の限界
- 目視の限界

- 目立つ児童生徒は気がつきやすいが、目立たない生徒の問題行動は目視されにくい。

行動分析：観察

- 『応用行動分析(ABA)』は、問題行動の改善支援のベースになっている理論。
- 『行動』の背後にある原因を『分析』
→社会生活上の問題を解決する学問と実践



PBS

問題行動が起きる前から

積極的に (Positive)

子どもたちの望ましい行動 (Behavior) を

支援する (Support) 教育方法

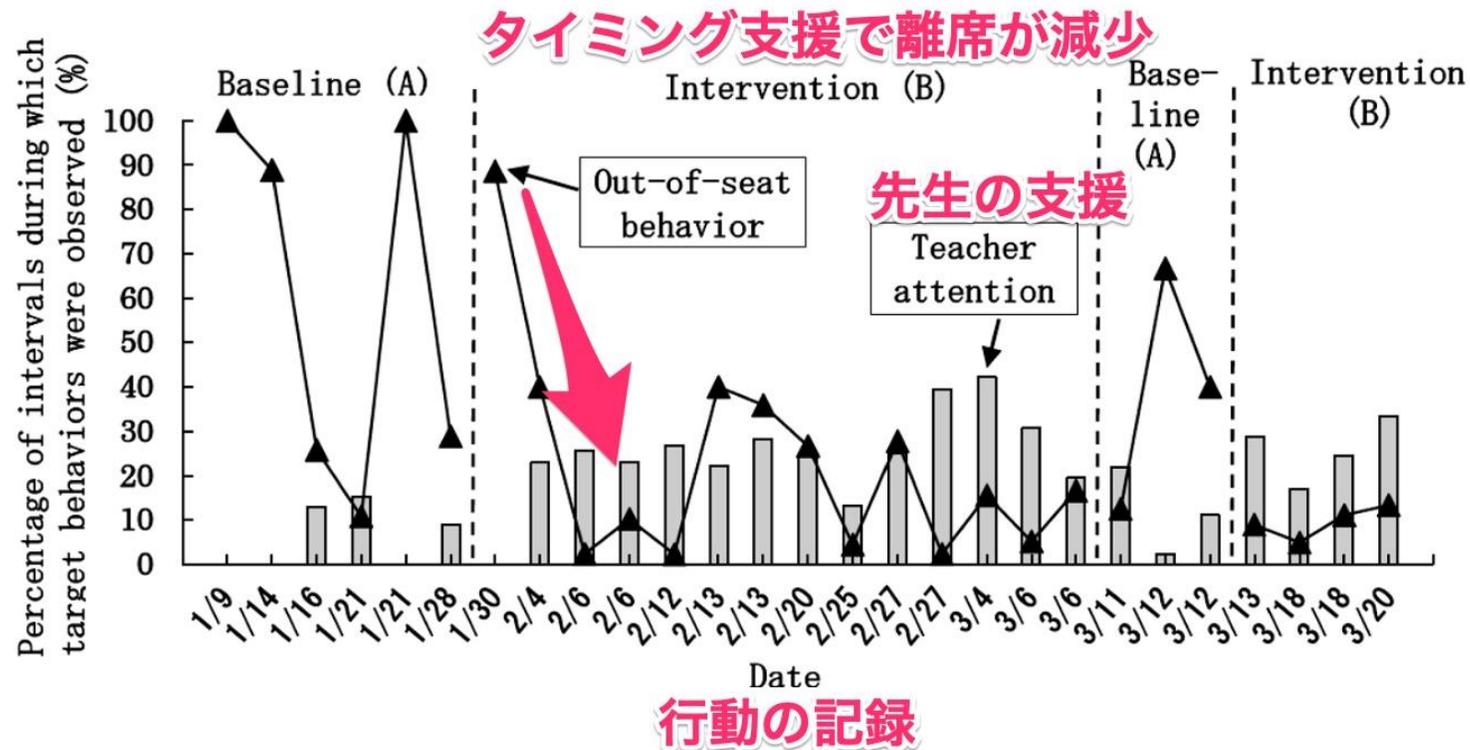
良い行動に対して、
適時に支援 (賞賛)

タイミングが重要！
事前・行動観察記録が重要！

行動支援の効果

“庭山・松見 (2016)：プロンプトによる教師の注目の増加が通常学級に在籍する自閉症スペクトラム障害のある児童の授業参加に及ぼす効果”より

行動分析学研究 第31巻 第1号

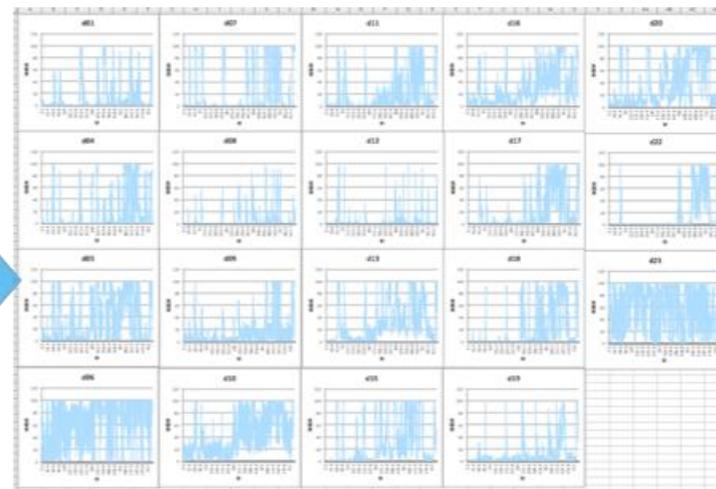
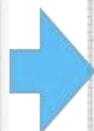


タイミング機器で、問題行動前に支援実施→問題行動減少→授業参加向上

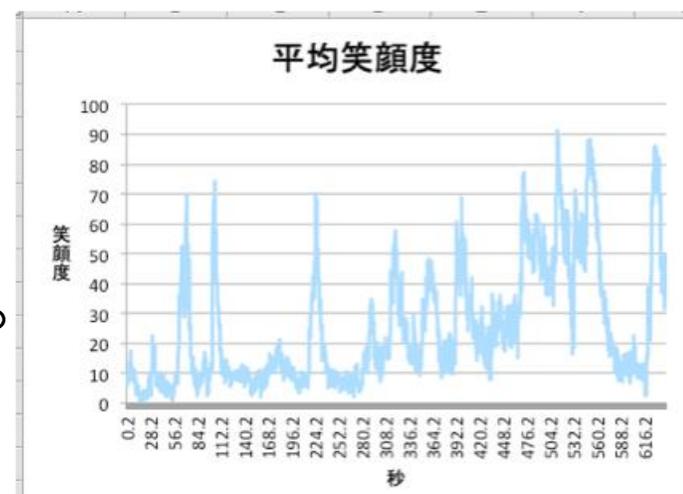
表情分析応用：これまでの取組



演者と観客の非言語コミュニケーションの定量分析

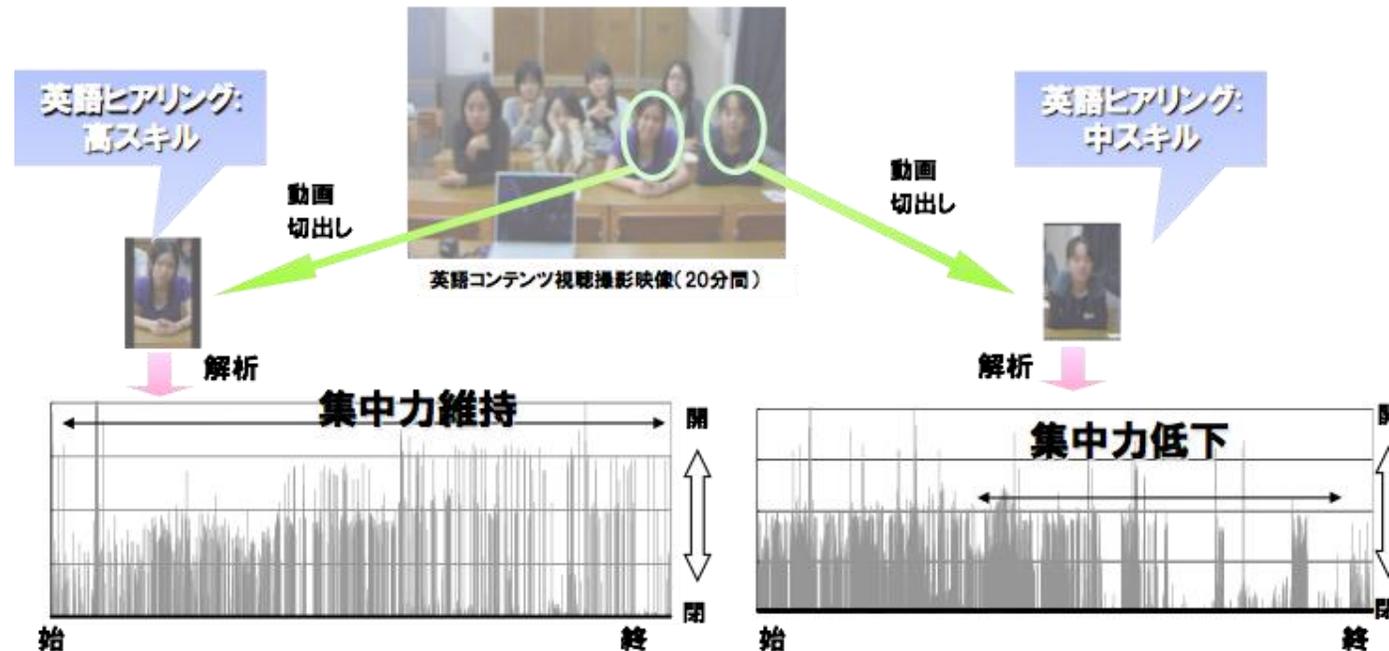


- プロの演者は全体の笑顔の波を後半にピークがくるようにコントロールしていた。



瞬目検出

解析結果例:まばたき頻度

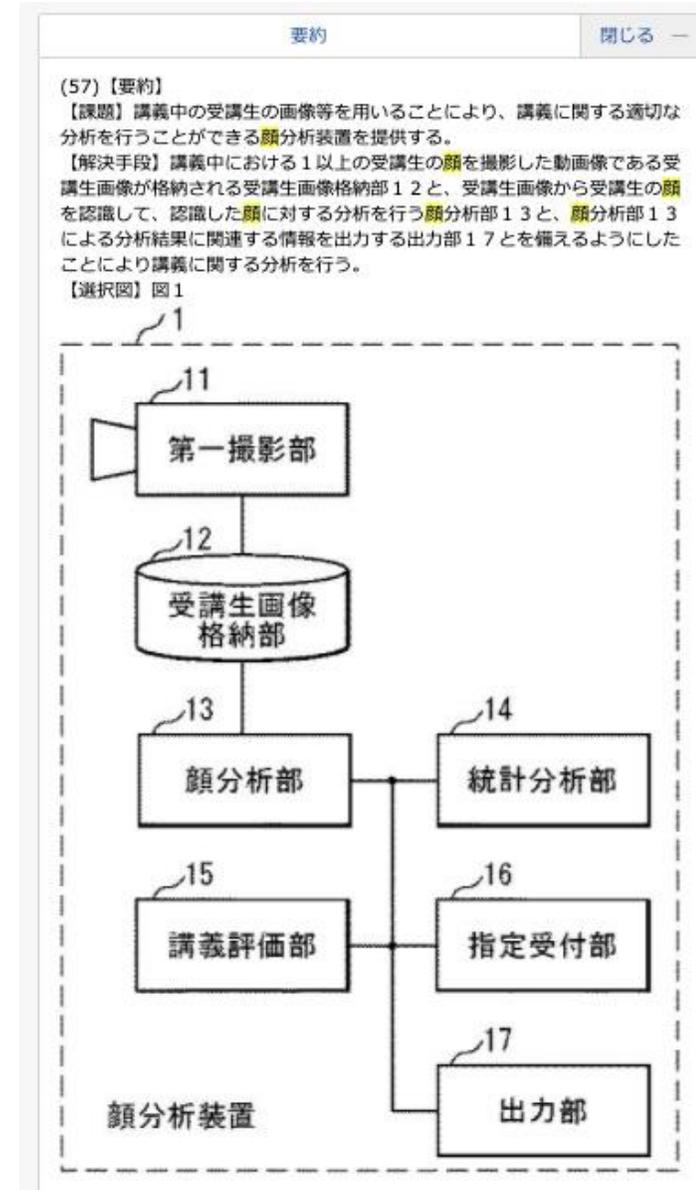


・ 解析:視線、顔向き、顔パーツ相対位置

- ・ 瞬目から注意・注目の度合いを抽出

特許：講義分析・顔

- 発明名称
 - 顔分析装置、顔分析方法、及びプログラム
- 出願人・権利者
 - 国立大学法人 大阪教育大学
- 概要
 - 【0015】
また、本発明の顔分析装置は、前記顔分析装置において、変化検出部が変化を検出した時点直後に取得された受講生画像に対する分析結果を用いて、予め指定された統計分析を行う関連統計分析部と、関連統計分析部の統計分析の結果を用いて、講義の評価を行う関連講義評価部を更に備え、出力部は、関連講義評価部の評価結果を出力する顔分析装置である。





AI by DIY

大教大AIづくり

物体認証

Person 68%

person
D. 68

handbag
D. 41

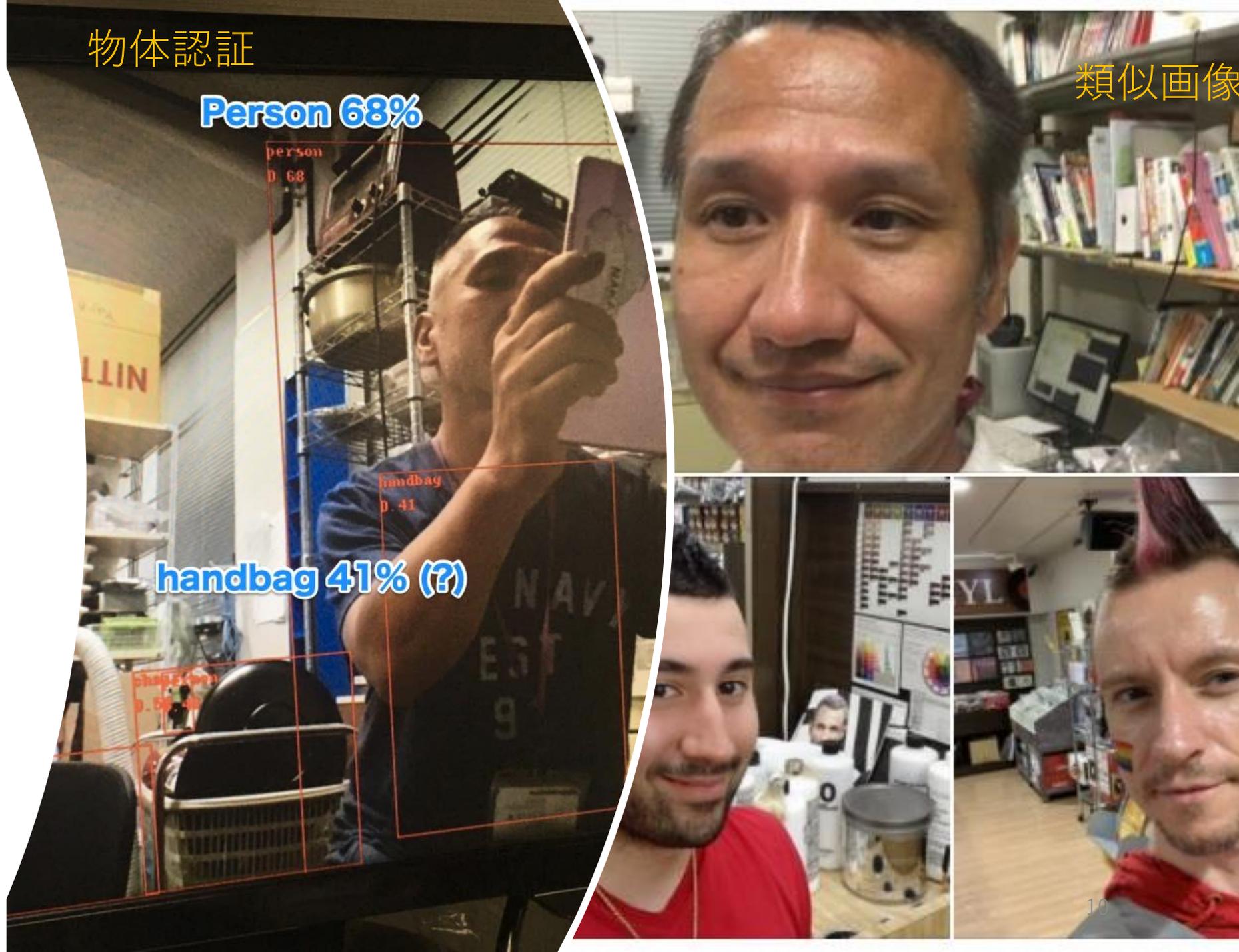
handbag 41% (?)

類似画像

AI・DIY

既存の表情分析エンジンの使用料『高価』。

- AIによって、ハードルさがりました！
- しかも、好きなラベルが作れる！！
- 物体認証(Google機械学習のライブラリTensorflow)
- 類似画像(Google webAPI)



課題：参加状況把握

社会的ハードル

技術的ハードル

可視光カメラ 比較 サーモカメラ

カメラが安い
ノウハウ先行
ライブラリー多

私は、どっちでしょう？
マネキン？ or 人間？

競合多い

人間と人形の見分け×
解像度データ量：大きい



人間検出の能力が高い(36℃近傍)
人と人の境目を検出容易

前後判断の情報多い
☆表情読取・可能
☆データ量：小さい

センサーコスト5倍
(5万～)
ほぼゼロから要開発

可視光カメラ + 動作検出

- 課題

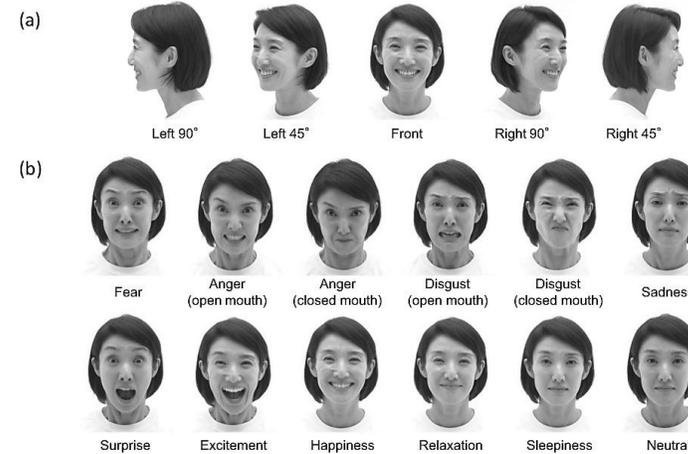
- 可視光画像を分析するため、照明が必要
- 暗い空間では分析ができなかった
- 可視光の記録画像は、人間が容易に人物を特定可能
- 記録画像の漏洩によるプライバシーの侵害リスク
- 観客以外に表示された人間の映像も人体と検出されるため、誤認識が発生

不可視光（サーモ画像） + 動作検出

- 従来の動作の分析可視光画像の情報が基盤
- 不可視光画像に対しては
人間の目視で動作を正確に判断することは困難
- 画像のラベル（人力） + 機械学習（AI）
= 『精度』 + 『再現性』 + 『自動化』
- 不注意の検出（男女差）

撮影データのフレームワーク方針

- 産総研の公開表情データベース
 - https://unit.aist.go.jp/harc/kaoc/CECRI/kaohyoujoDB_HP.html
 - 森先生情報提供
 - Facial Action Coding system (Ekman, Friesen, & Hager, 2002)によるAction Unitに準拠
 - 感情を表出するような場面（例：恐怖「車に轢かれそうになったとき」）を想像して自由に表情を表出
- 基準・データ形式は、データベースを参考に実施
- 可視光とサーモ画像の両方を同時に撮影
- 学習は別々の分析器(AI)を構築



AIST顔表情データベース2017

データベースの概要

本データベースは、国立研究開発法人産業技術総合研究所人間情報研究部門にて取得した8名の日本人の顔表情データと、39名から取得した顔表情の心理評定データで構成されています。本データベースの特色は、1) 正面顔を含む左右5方向からの撮影、2) 中性顔を含む12種類の感情表出、3) 動画とその最大表出を示した静止画、4) 全員日本人モデル、となっています。

AIST顔表情データベース

- 男女4名ずつ、動画と静止画を含む、国内最大の表情刺激データベース（無償公開）
- 国内外・大学・企業にて幅広く活用



女性1/4, 中立, 右90度

Fujimura, T & Umemura, H. (2018). Cognition & Emotion.

他のサンプル画像は [こちら](#) をご覧ください。

撮影表情の設定

既存の撮影研究対象

- 喜、怒、哀、驚、嫌、恐、無表情

教育研究：授業分析を目的

- プロジェクトの対象：授業分析に必要→思考
- 優先&トライアル：無表情、喜、驚き、嫌悪、**思考**



検証第一号

サーモ画像解析：アノテーションに含まれない対象者

検証 2

評価：笑顔



設定：笑顔



検証 2

評価：
笑顔・思考



設定：思考



多姿勢分析

課題

- 座っているのか？
- うつ伏せになのか？

対応

- 再撮影⇒再学習
- 姿勢ラベル
 - Stand・Sit・Down
- 予備実験

撮影ルーチン

動作

立ち姿勢（イス前後、360度
回転、左右両手挙手 X5）

座り姿勢（左右180度回転、
左右両手挙手 X5）

うつ伏せ姿勢（左右両腕前
伸ばし、腕枕 X5）



短時間がアノテーション効率良
い＝結構ハードな運動・・・

実験の紹介

目隠し任意姿勢テスト



- 姿勢を指定せず、参加者に任意の姿勢を取ってもらい、姿勢を自己申告
- 自己申告姿勢と認識姿勢の一致を評価

変わった姿勢では？



sit(78%) "down" : 認識されました。



途中の姿勢は？ sit



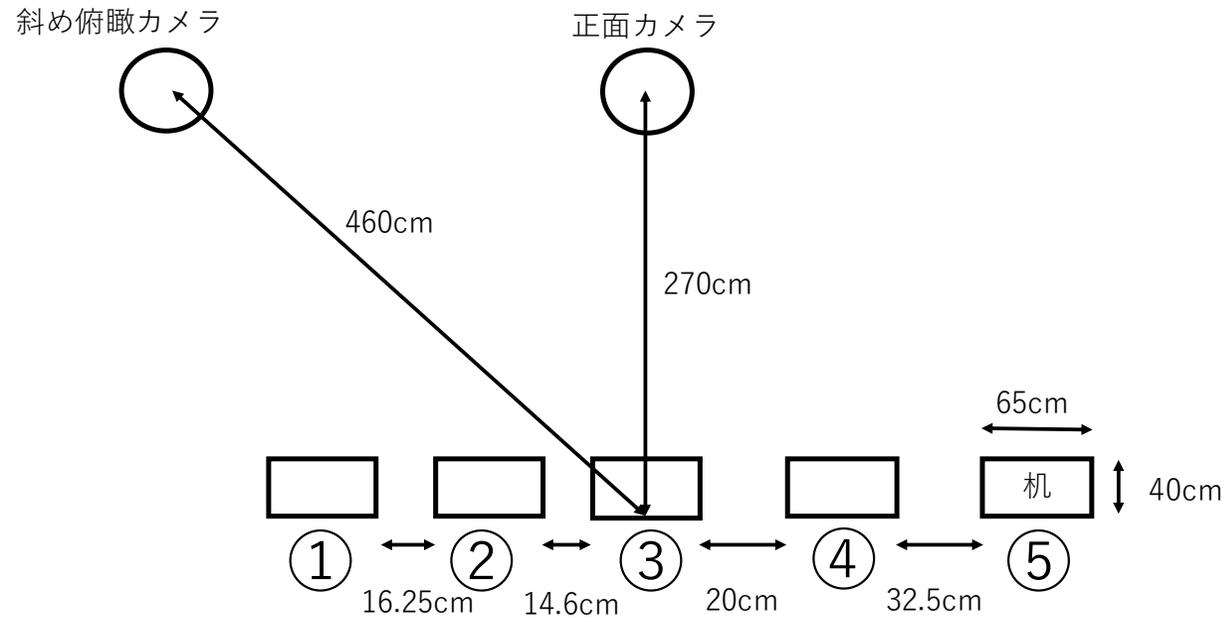
精度・再現性

表：検証用動画における被写体の自己認識とモデルによる判定結果全体（正面）

全員		被写体の自己認識					
		sit		stand		down	
		BB数	割合	BB数	割合	BB数	割合
判定結果	sit	44158	92.3%	1717	4.5%	353	1.3%
	stand	515	1.1%	34729	90.1%	0	0.0%
	down	894	1.9%	0	0.0%	25507	97.4%
	sit&stand	1177	2.5%	2077	5.4%	0	0.0%
	sit&down	1058	2.2%	0	0.0%	340	1.3%
	stand&down	5	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	sit&stand&down	53	0.1%	0	0.0%	0	0.0%
	未検出	0	0.0%	10	0.0%	0	0.0%
合計		47860		38533		26200	

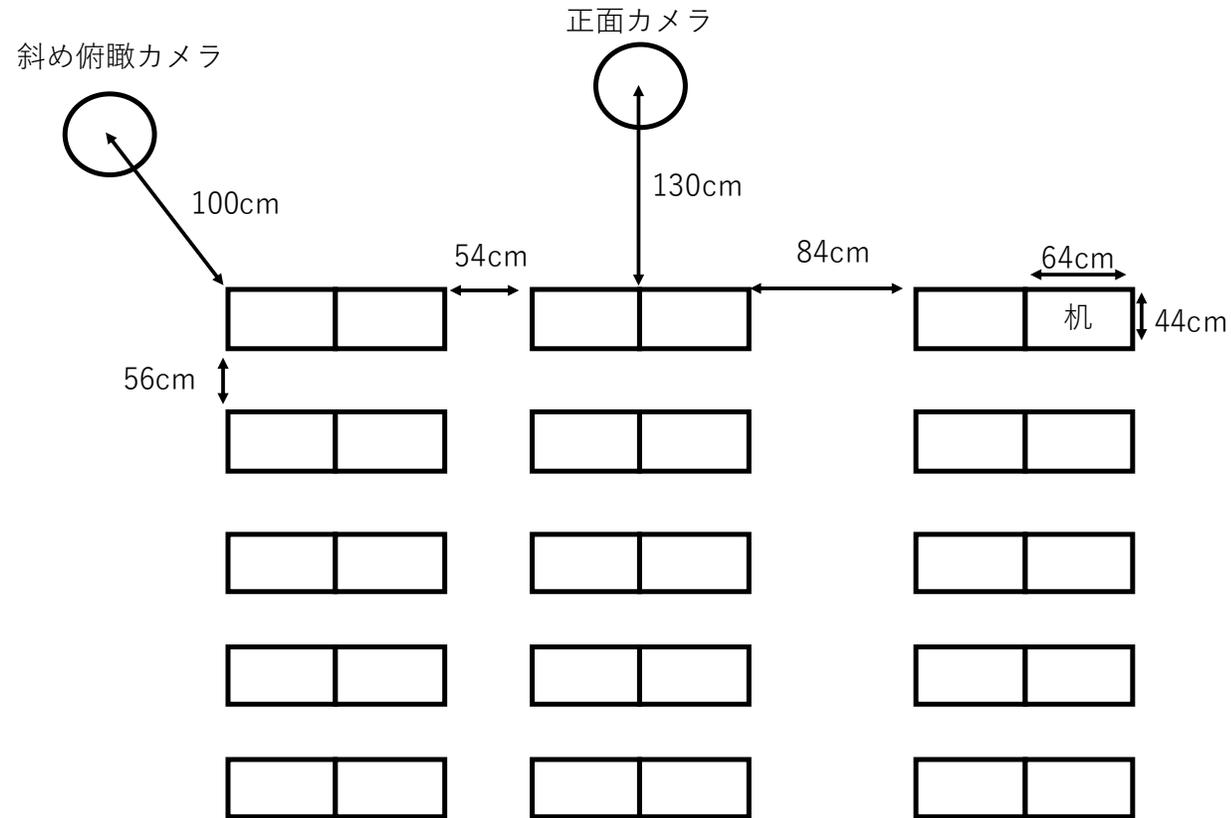
判定規格化基準（指田他（2015-1）「3次元人物姿勢情報を用いた睡眠時行動認識への取り組み」 「Konica Minolta technology report」 12 pp.88-92）

解析能の検証



評価用動画撮影時の教室におけるカメラと被写体が座る学習机の位置関係の図

学習用データの撮影時のカメラと学習机の位置関係



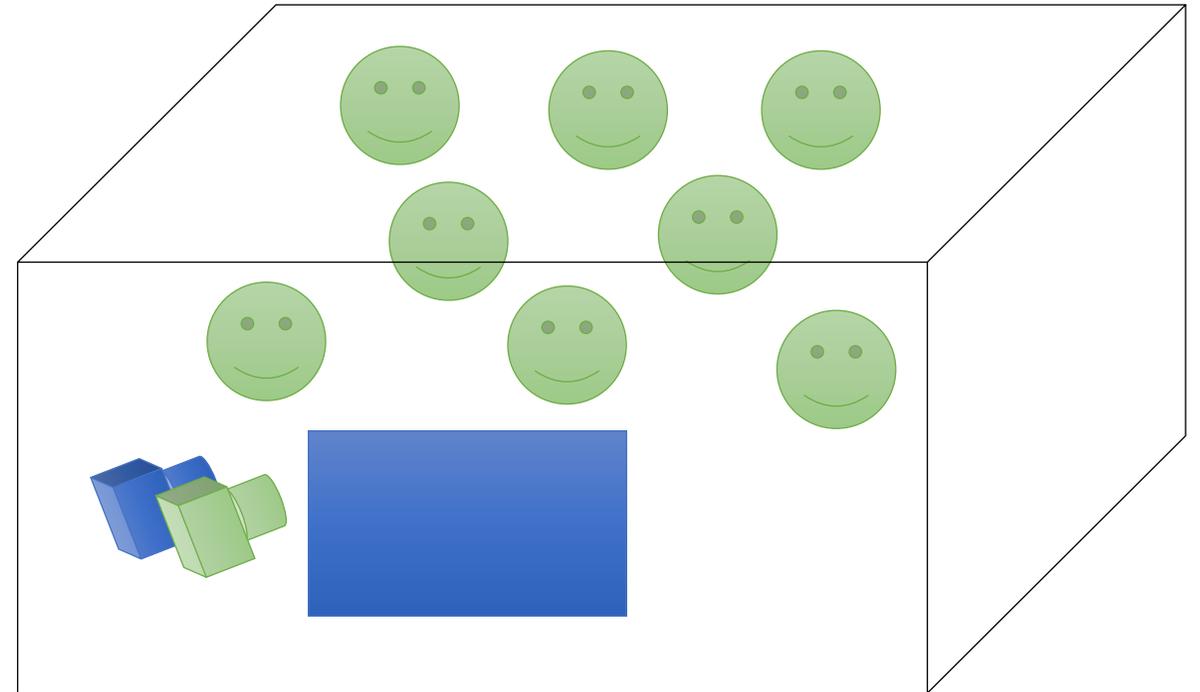
背面攝影



モデル授業・サーモカメラ

- 規模：スモールスタート、予備実験行い、本実験の2段階
- 実験対象人数：3列（3，2，3の8名）
- 時期：予備実験は2月中旬実施、2段階目は3月中旬。
- 内容案：以下の意見を踏まえ、次回また内容と講師は検討
 - *生の講義と動画の講義を両方体験させて、対比
 - *大統領英語演説の視聴の反応（仲矢）
 - *計算課題の授業とワーク（庭山先生）
 - *考えるカラスの動画は？（鈴木剛先生）
 - NHKに了解のアプローチ（仲矢）
 - *内容については、ぶっつけ本番ではなくて、事前に共有が良さそう（鈴木剛先生）
 - *一回の長さ：15分単位
- サーモカメラ納品：2月末（コーンズテクノロジー）、それまで関西電機工業様から、貸与いただく。

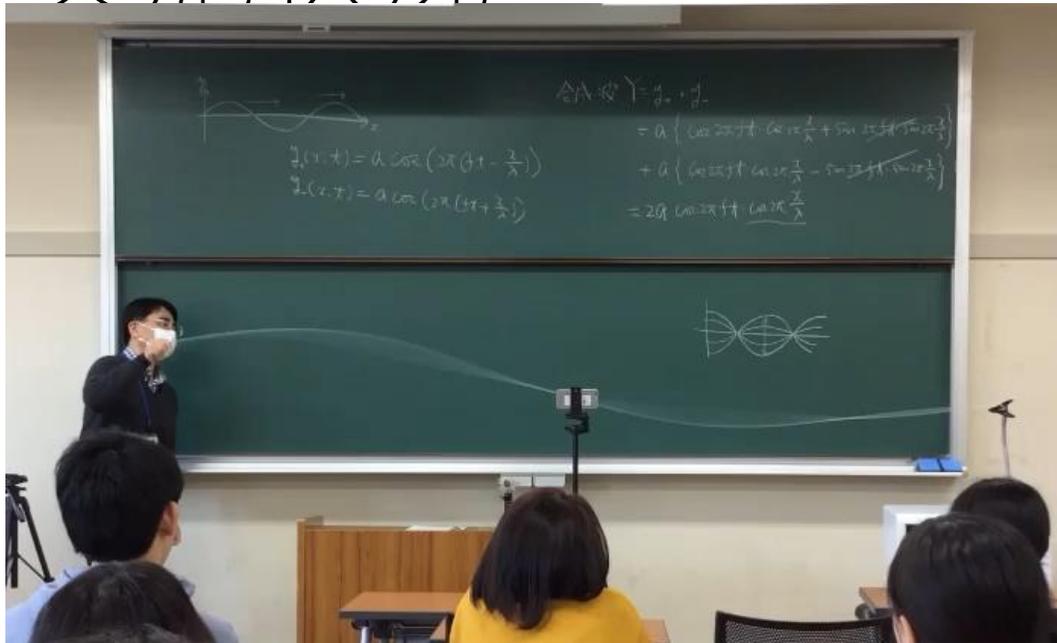
被験者3列：8人(3/2/3)



実際の講義室で実証



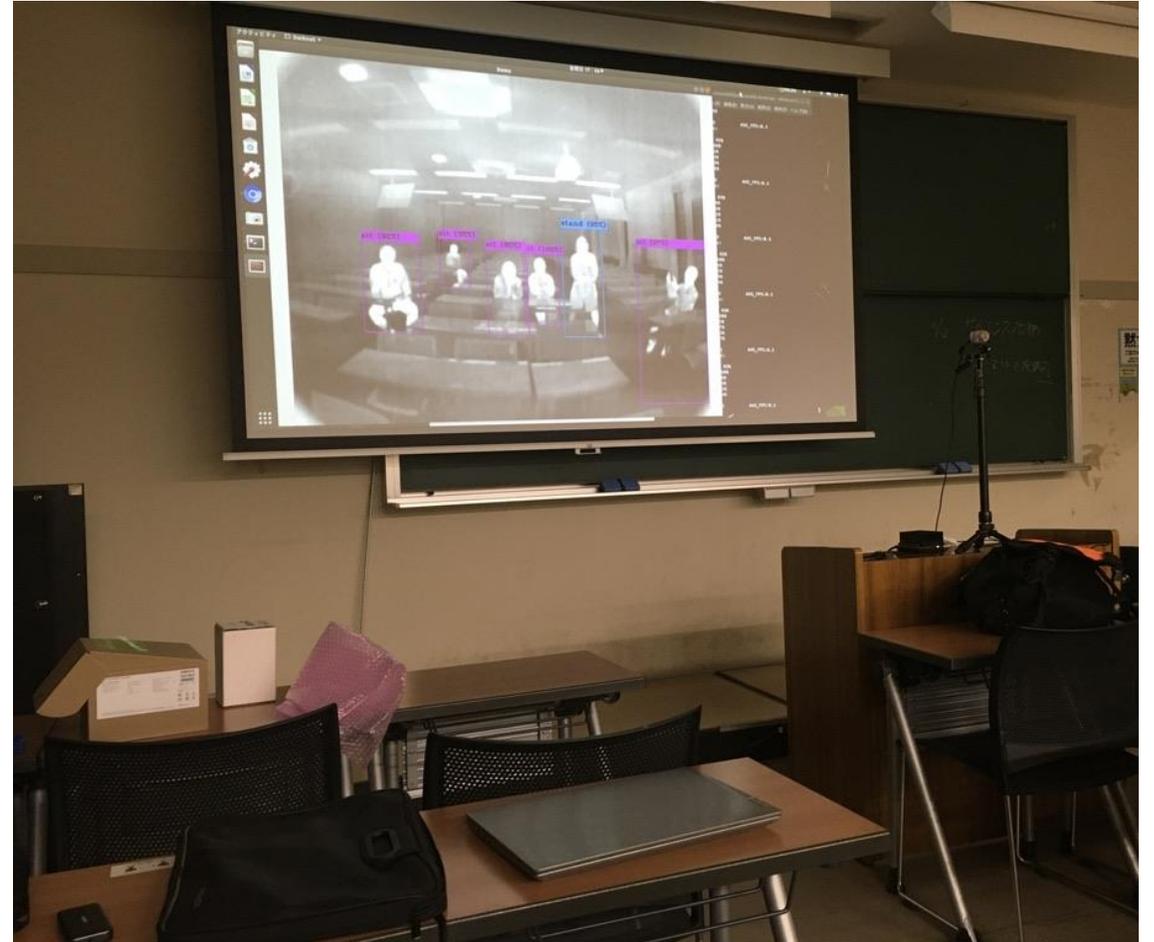
実施状況



- 講義の様子

まとめ

- 『立っている、座っている、伏せている』抽出できました。
- 前向き、横向き、後ろ向きでも抽出されます。
- リアルタイム分析もなんとかできました。(Jetson AGX 10fps)
- 複数人でも認識できました。7-8人であれば。
- 現在の取組：認識データ（姿勢レベル、場所、時間）の書き出し処理



追記

- 斜め俯瞰画像の学習はあまり上手くいかない。
 - 元画像の姿勢差が小さいからか？
- 可視光カメラ画像よりも、上手く学習？
 - 白黒+人体（白）と背景（黒）の差がはっきりしているからか？
 - 可視光画像で認識実験すると、白い服の人は抽出されました。
- ちなみにより高速なGPUでは、認識の時間分解能が良いようです。
 - （Sくん談）