

【情報・通信新技術説明会】

## 既設照明による屋内高性能定位技術 CEPHEID(セファイド)

大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部 システムデザイン工学科  
教授 小林 裕之



2022年3月1日(火) 11:00-11:25



## 本発表の構成

前半: CEPHEID の概要

後半: 実装例としてのアプリ  
の紹介

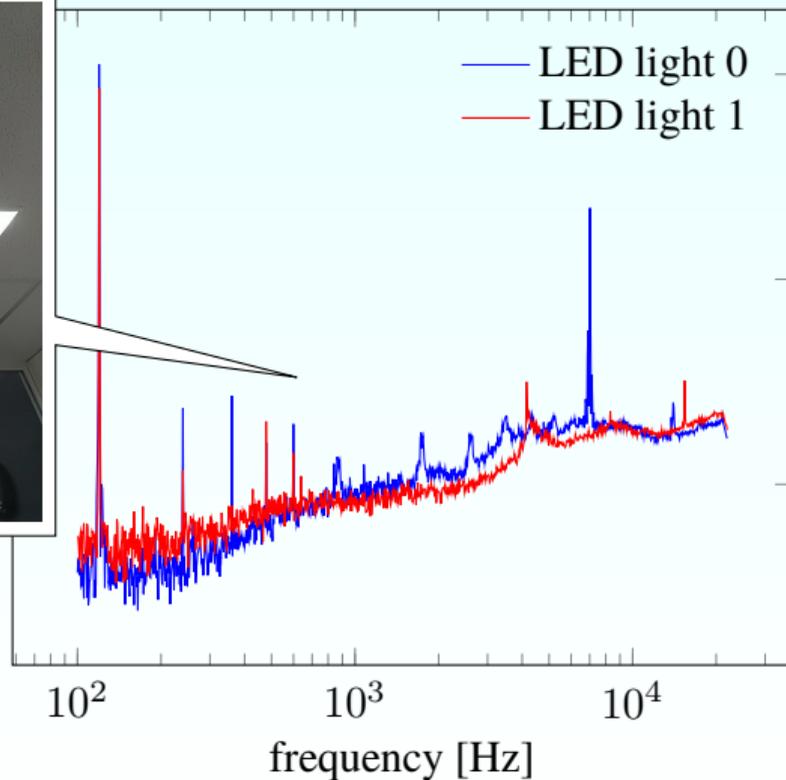
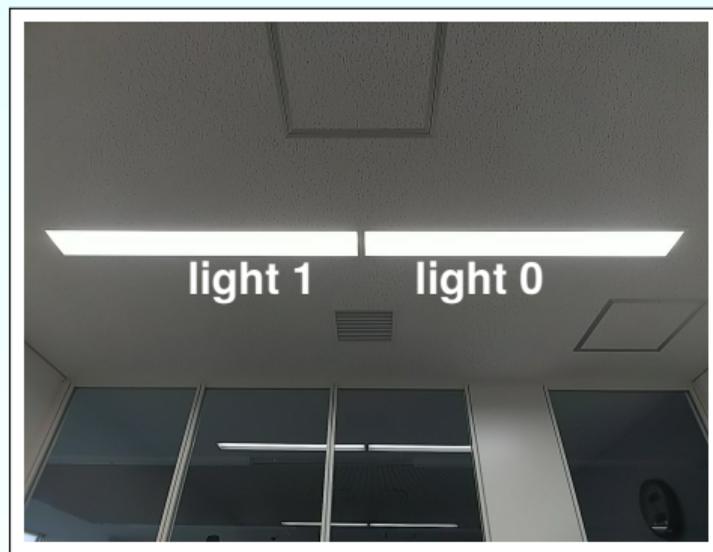
# Introduction to CEPHEID



事実

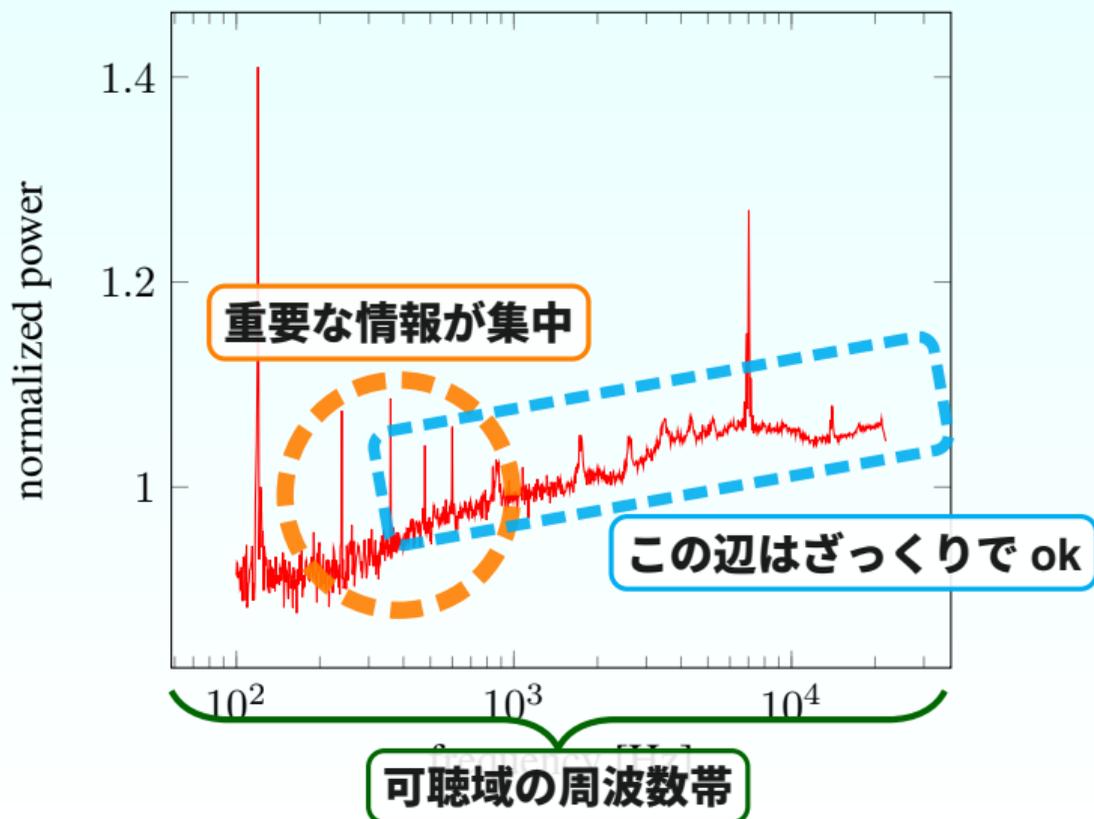
照明光には、  
**個体差**がある。

# 照明光には個体差が《内在》する。



天井  
**Ceiling**  
埋め込み型  
**Embedded**  
光  
**PHoto-**  
音響  
**Echo**  
識別子  
**IDentifier**





- ① Sample, normalize, and DFT flickering of light.

$$P_{\text{raw}} = [(f_0, p_0), (f_1, p_1), \dots]$$

- ② Reduce dimension.

$$P_o = [(f'_0, p'_0), (f'_1, p'_1), \dots, (f'_{N_f-1}, p'_{N_f-1})]$$

where

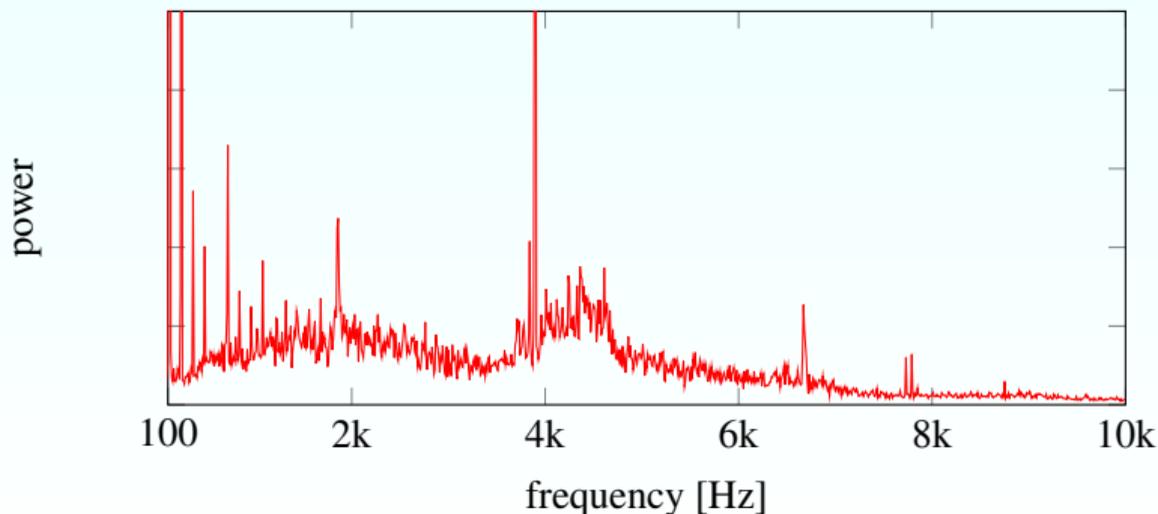
$$f'_i = f_0 \alpha^i, \alpha = \left( \frac{f_{\max}}{f_{\min}} \right)^{\frac{1}{N_f}}, p'_i = \log \left( \sum_j^{i-1 \leq \log_\alpha \frac{f_j}{f_0} < i+1} \left( 1 - \left| \log_\alpha \frac{f_j}{f_0} - i \right| \right) p_j \right)$$

- ③ Form the characteristic vector  $v_o$ .

$$v_o = [p'_0, p'_1, \dots, p'_{N_f-1}].$$

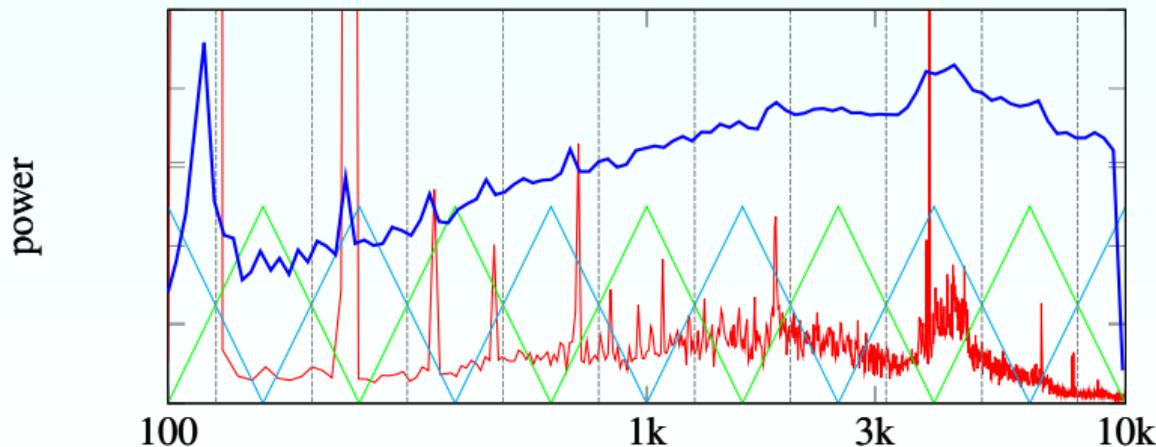
- ① Sample, normalize, and DFT flickering of light.

$$P_{\text{raw}} = [(f_0, p_0), (f_1, p_1), \dots]$$

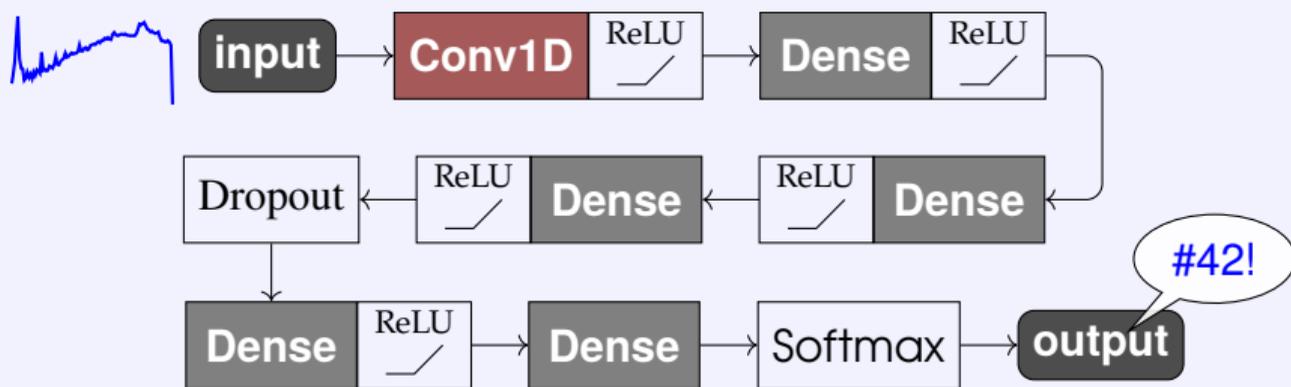


② Reduce dimension.  $P_o = [(f'_0, p'_0), (f'_1, p'_1), \dots, (f'_{N_f-1}, p'_{N_f-1})]$  where

$$f'_i = f_0 \alpha^i, \alpha = \left( \frac{f_{\max}}{f_{\min}} \right)^{\frac{1}{N_f}}, p'_i = \log \left( \sum_{j: i-1 \leq \log_{\alpha} \frac{f_j}{f_0} < i+1} \left( 1 - \left| \log_{\alpha} \frac{f_j}{f_0} - i \right| \right) p_j \right)$$



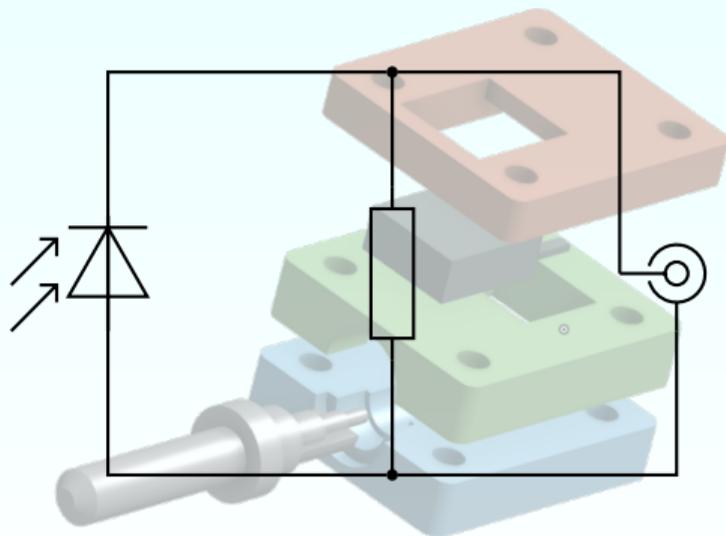
## structure of the “new” classifier



- Ordinary 6 layers deep 1D CNN
- Implementation with Keras (Tensorflow backend)
- input=1024 and output=48 for instance

# ハードウェア

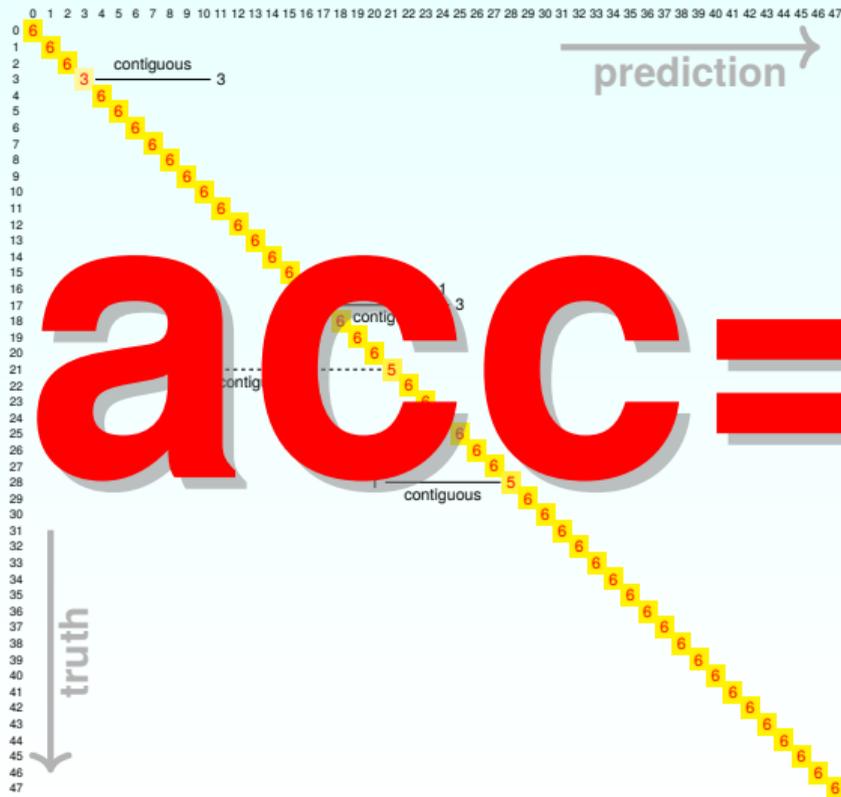
CEPHEID ドングルはあり得ないほど単純。



48 個の照明の  
識別に挑戦!



# Results of experiment 1 (confusion matrix)



**97%**

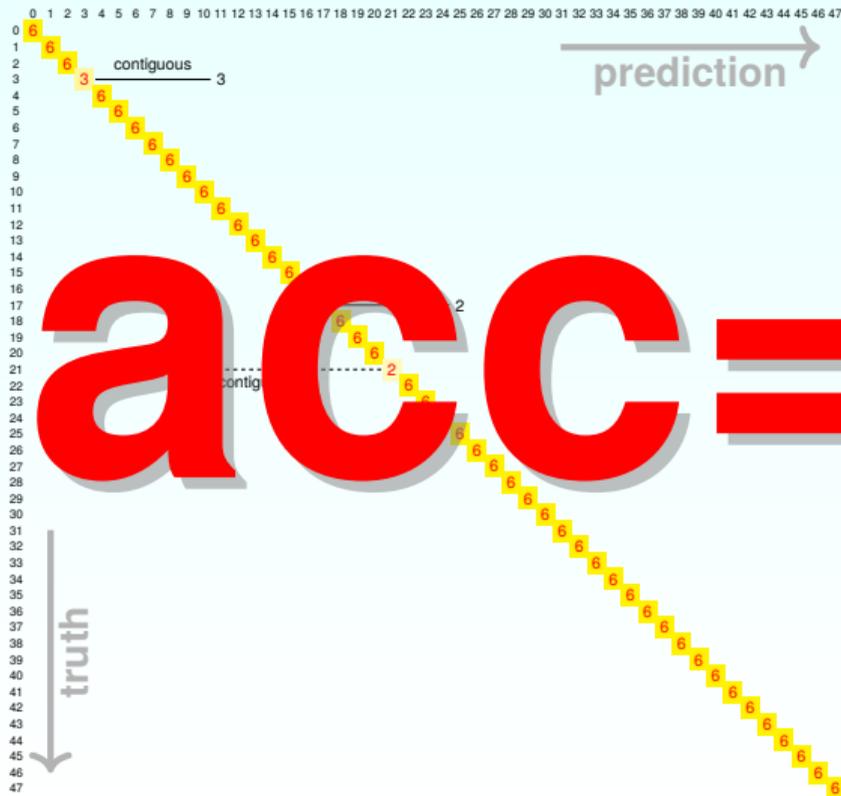
- 47 × 6 = 282 語彙中
- 27 個が正解!

note: 9 個のエラー中 8 個は隣に “かすった” 惜しいミス。

# 三週間後、再実験

**再学習なし**でチャレンジ！

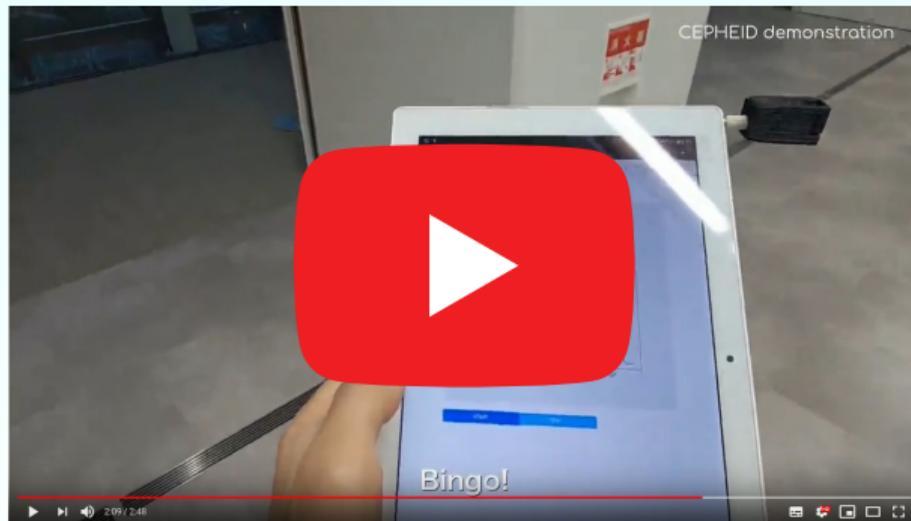
# Results of experiment 2 (confusion matrix)



**acc = 97%**

- 48 × 6 = 288 語彙中
- 27 個が正解!

note: 9 個のエラー中 5 個は隣に “かすった” 惜しいミス。



[https://youtu.be/Ih\\_vuh6v3hs](https://youtu.be/Ih_vuh6v3hs)

天井高 9.0m

自然光アリ

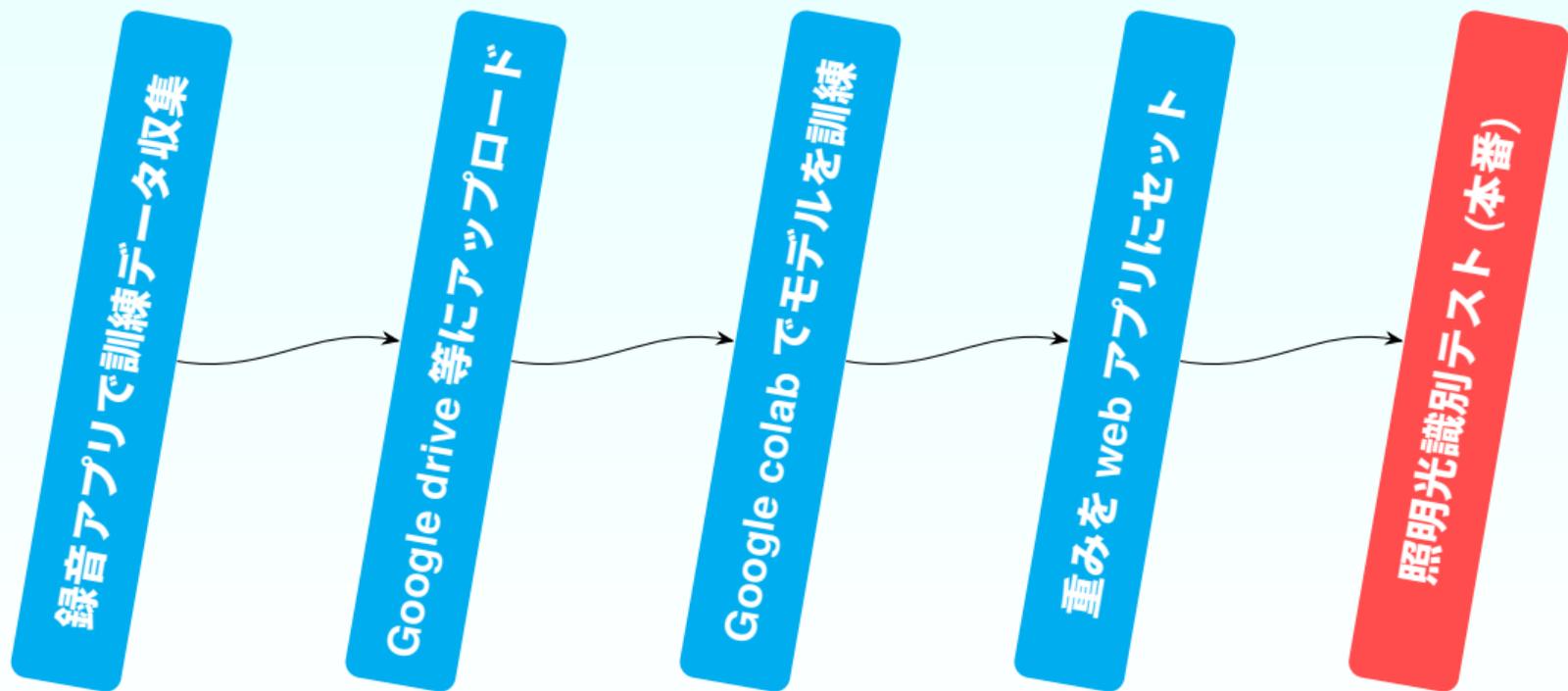
@大阪工業大学梅田キャンパス 6F ラーニングcommons

- インフラ側に手を加えなくて、“**as-is**” でいい。
- デバイス側がとても**単純**。
- 推論は (DNN にしては)**軽め**。どこにでもある PC で十分。

総じて、**安い**。

**問題はワークフローに……**

# 《これまでの》 CEPHEID 利用までのワークフロー

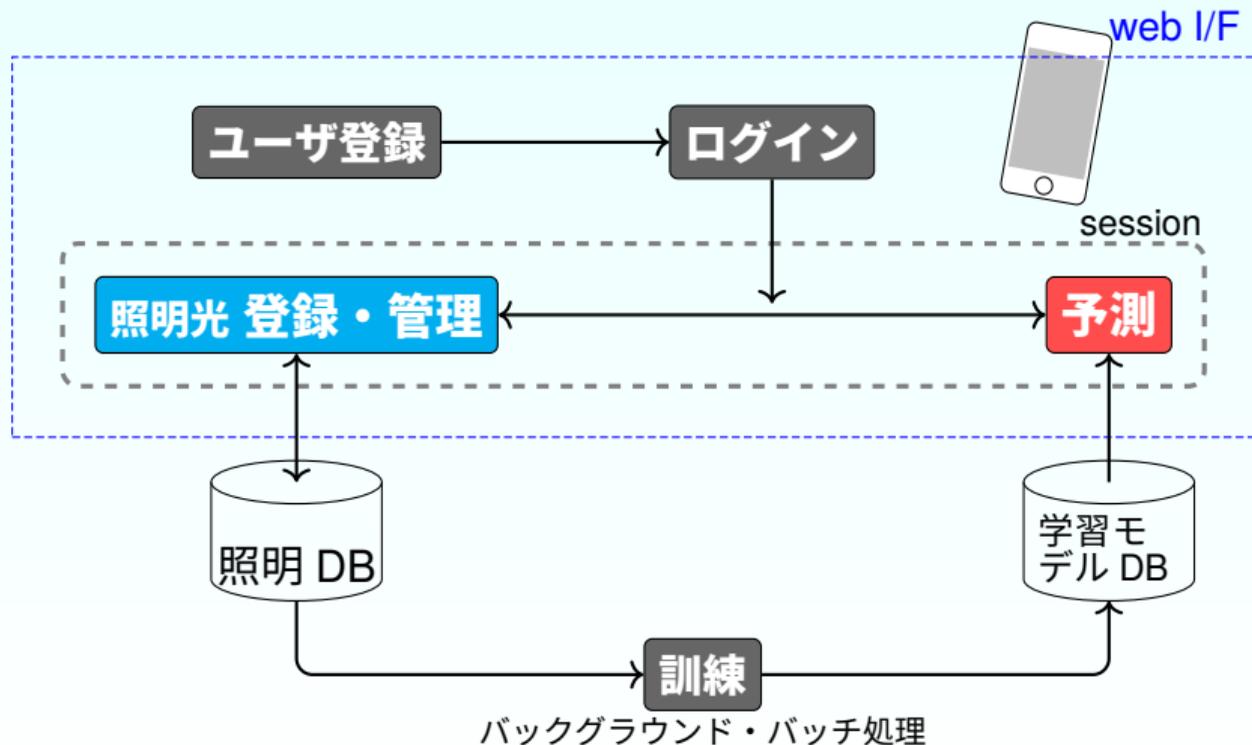


## 目的: ワークフローを一気通貫で簡略化

開発目標:

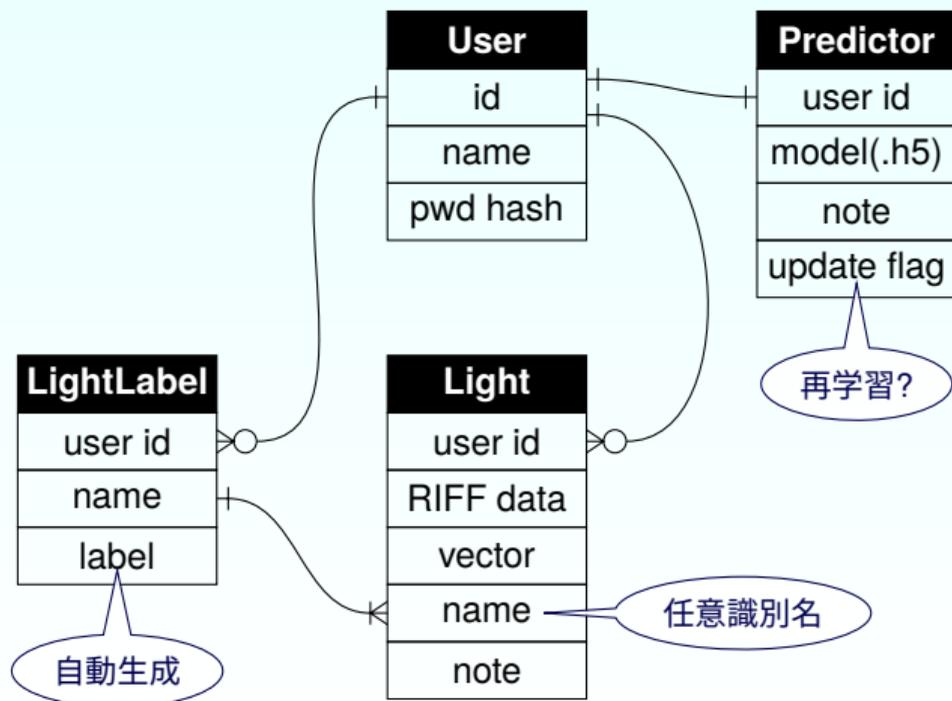
- エンドユーザが全部できる。
- ノーコードで使える。
- 難しいことを考えなくていい。

**単一の web アプリで完結させる。**



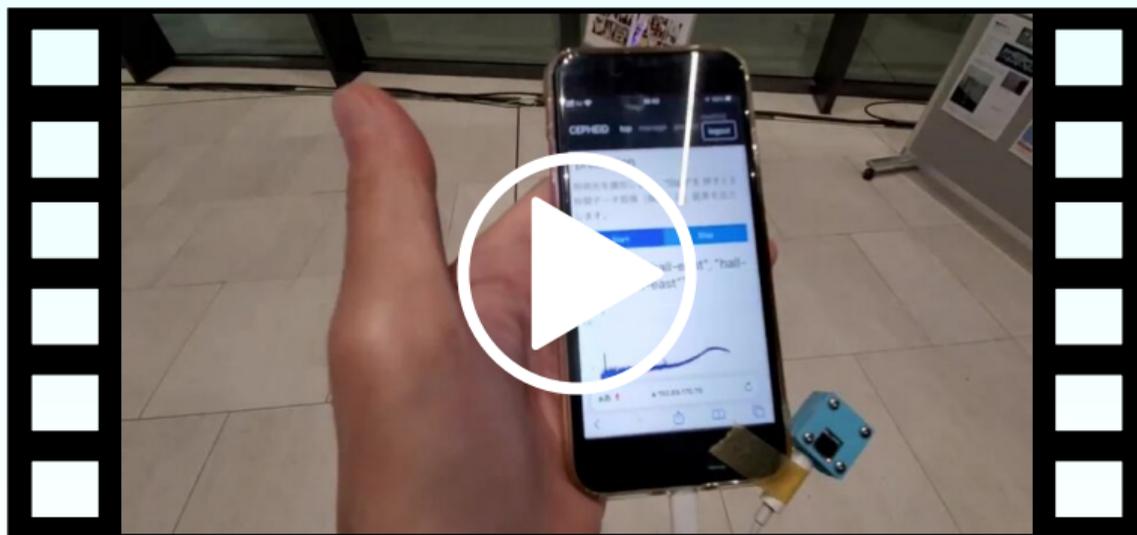
# (参考) DB 設計

ノーコードでさえあればそれでいい…とはいかない。



## ポイント

- 照明光を識別する **固有名は自由な文字列**
- ラベル (整数値) は学習時に **動的に自動生成**
- **自動・手動再学習**のための再学習フラグ



## 本技術の今

- 本学内での評価試験
- (私以外の) 第三者が独力で使えるノーコード web アプリによる試用が可能
- 論文「屋内定位のための環境照明光の特徴分類手法 CEPHEID」計測自動制御学会論文集 Vol.57(1) (DOI:10.9746/sicetr.57.2)

## 考えられる応用例・利用シーン

- (ヒト向け) 地図アプリと連携させた道案内
- (機械向け) 自動搬送車やドローンの自己位置推定

## 知的財産権 1 (本発表そのもの)

- 発明の名称: 位置推定装置、照明装置特定装置、学習器、及びプログラム
- 公開番号: 特開 2020-009093
- 出願人: 学校法人常翔学園
- 発明者: 小林裕之

## 知的財産権 2 (本発表の関連技術)

- 発明の名称: 移動ロボット、移動ロボット制御システム、及びプログラム
- 登録番号: 特許第 6259233 号
- 出願人: 学校法人常翔学園
- 発明者: 小林裕之

## お問い合わせ先

大阪工業大学研究支援・社会連携センター

tel: 06-6954-4140, fax: 06-6954-4066, e-mail: [OIT.Kenkyu@josho.ac.jp](mailto:OIT.Kenkyu@josho.ac.jp)