



国立大学法人

東京農工大学

Tokyo University of Agriculture and Technology

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings

少ないデータで 安全なIoTを実現する技術

大学院工学研究院

先端情報科学部門

准教授 中山 悠

従来技術と課題

背景

- IoTデバイスの増大, ネットワークの高速化
- 大量のデータを収集し解析するアプローチが主流に

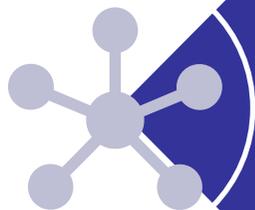
課題

- 消費電力やコストの増大
- セキュリティへの懸念

方向性

- 少ないデータで安全なIoTを実現し, 上記課題を解決
- 社会的には, SDGsへの貢献

新技術のポイント



深層学習による誤りに強い
データ圧縮転送



モニタ精度を保証する
データ間引き技術



LEDとカメラを用いた
セキュアな可視光通信

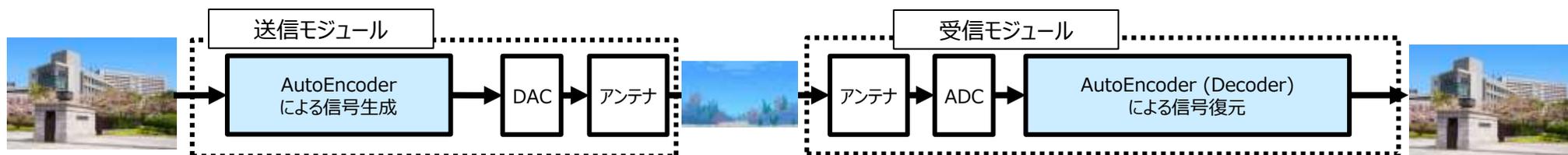
1. データ圧縮転送

- 情報源符号化, 通信路符号化, 変調を一括で行う Deep Joint Source-Channel Coding (JSCC) を検討中
- 深層学習を用いて信号送受を一元化し, RGBの偏りや伝送路変動に上手く適応し, エラー耐性を向上させ上手くデータ送信&復元

従来技術 (step-by-step処理)

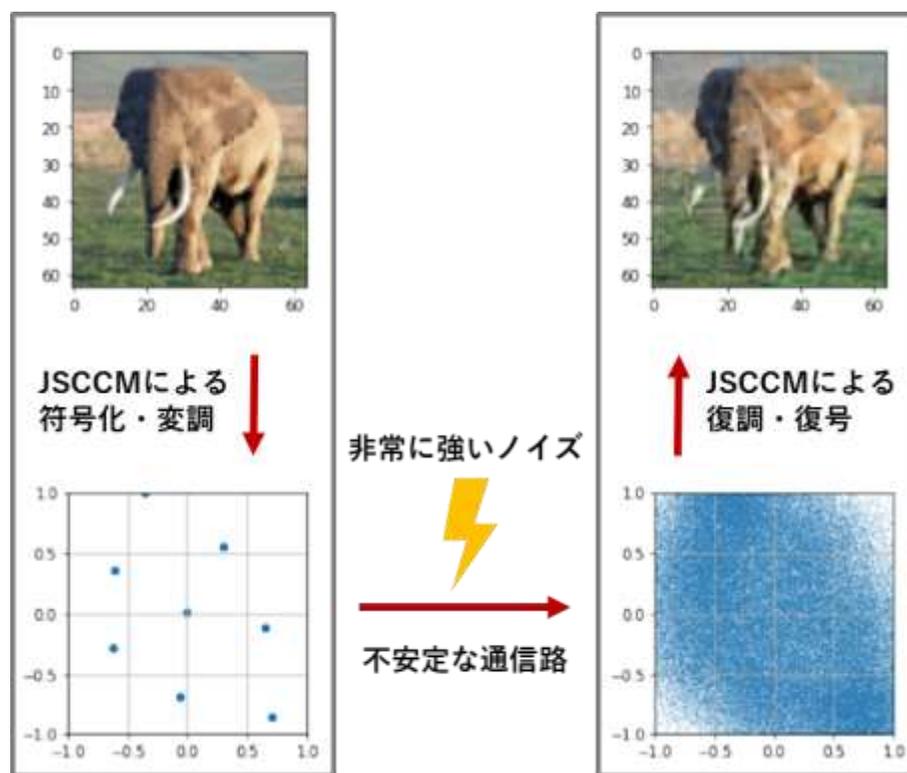


提案技術 (一括処理)



データ伝送のイメージ

- 画像データから伝送シンボルにまで一括で変換し、たとえば水中などで不安定なチャネルにより受信信号が揺れても耐えられる
- シミュレーションでは厳しい環境での特性向上が示唆されており、詳細検討/実験中



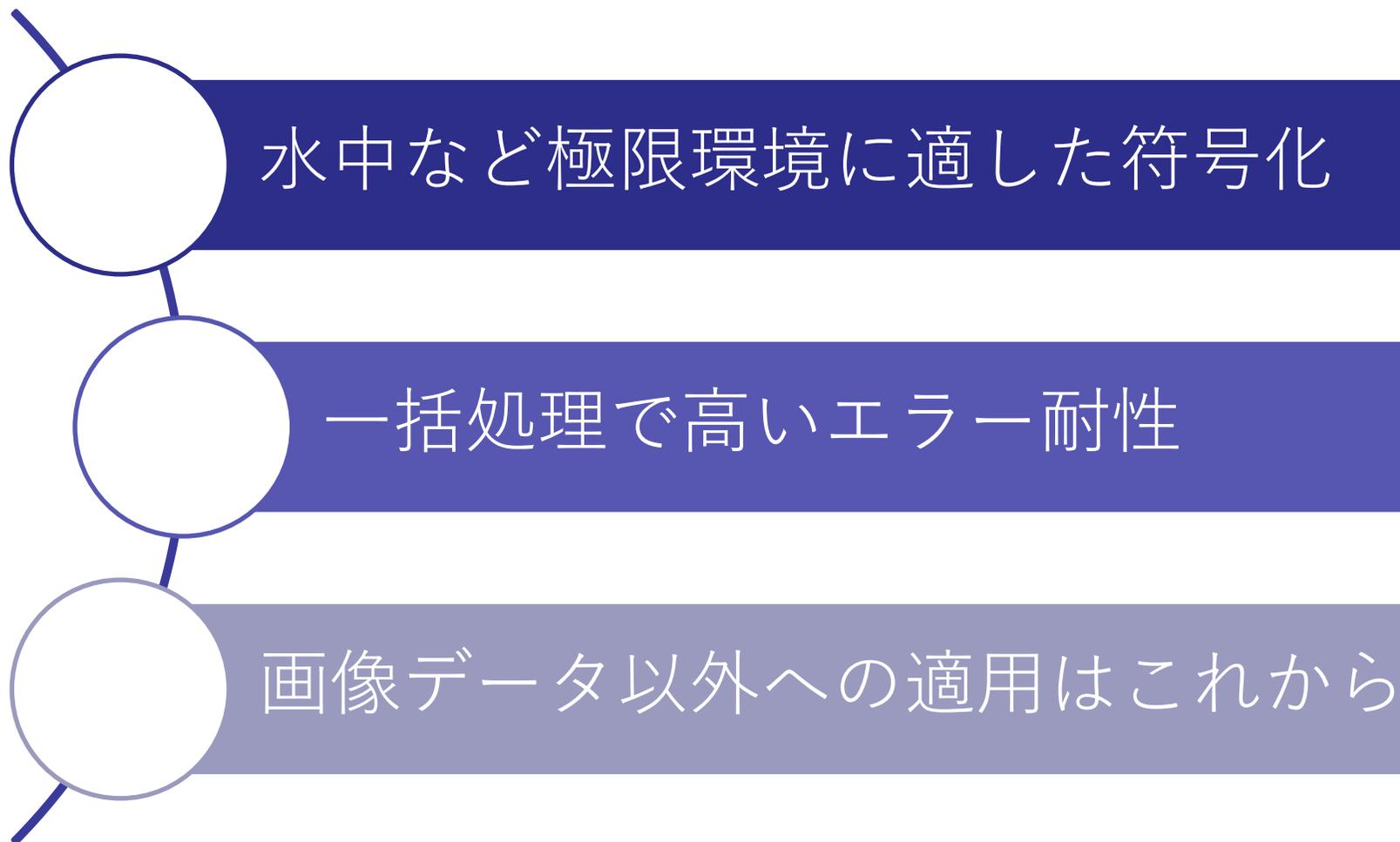
既存技術との比較

- (Deepじゃない) JSCCは古くから取り組まれてきた
 - データに偏りがある場合に，Joint化すると効率UPが期待される
 - ただし，少しの誤りでデータが壊れ復元不可能になってしまう

- Deep JSCCは2018年頃から提案されている
 - ただし，従来は理想的チャネルを仮定したシミュレーションのみで評価

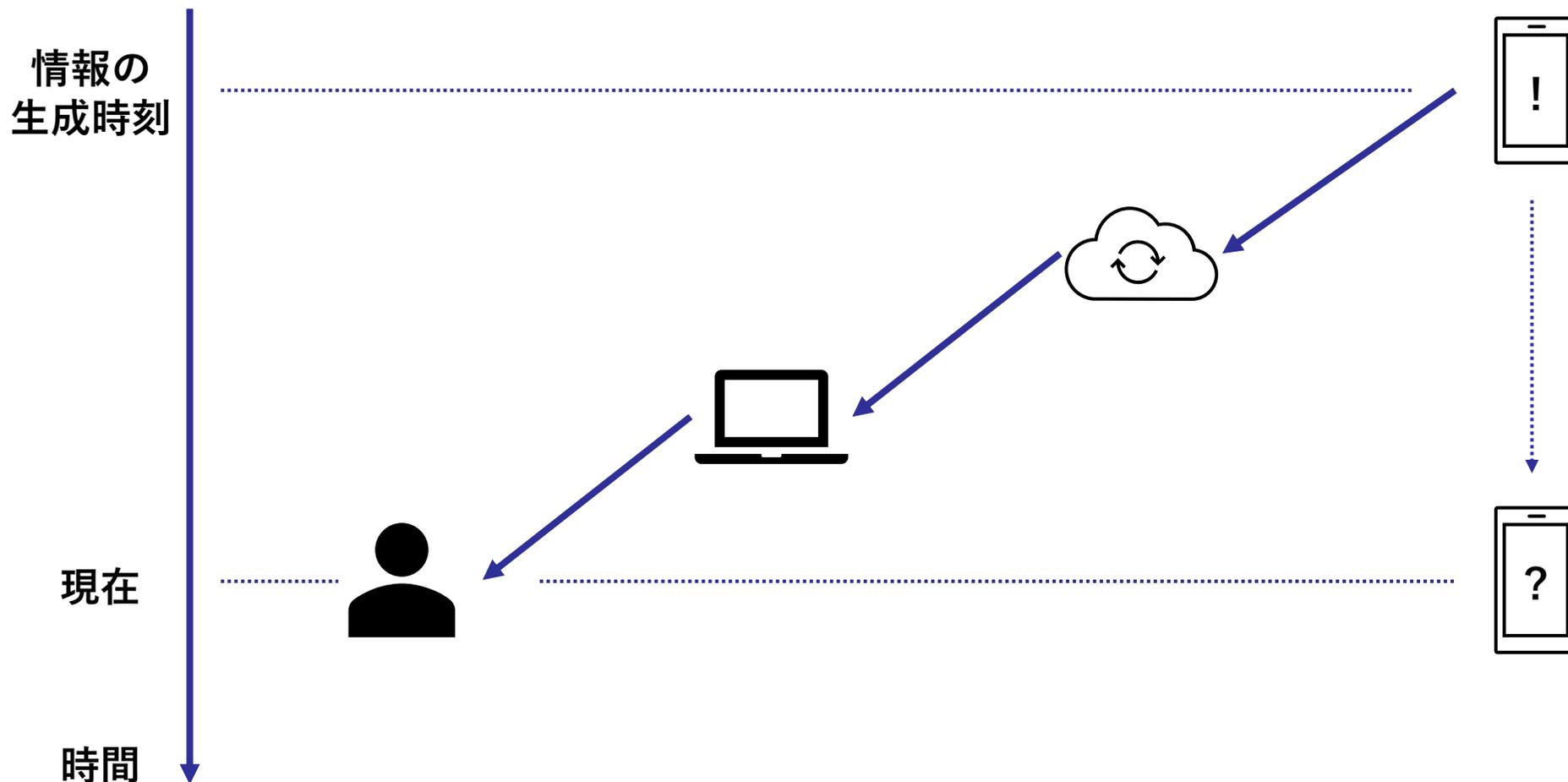
- 変調・等化まで一括化し，伝送媒体などに特化させる検討を実施中

ポイントと活用イメージ



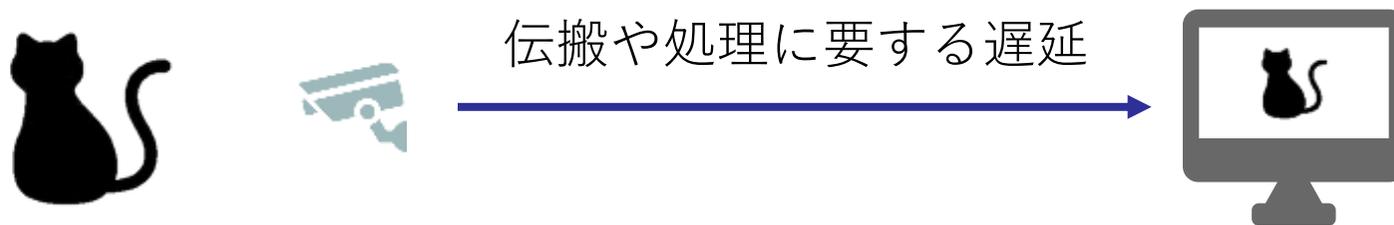
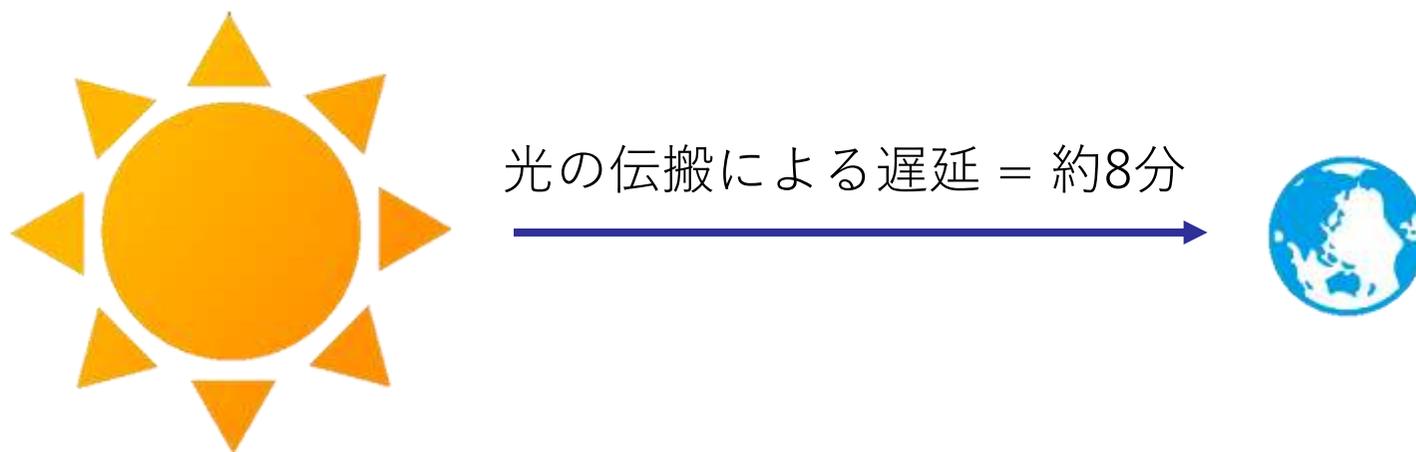
2. モニタ精度保証

- ある対象の状態をモニタするとき、「その状態が本当に今も継続しているか？」を理論的に保証するデータ更新頻度を導出する技術



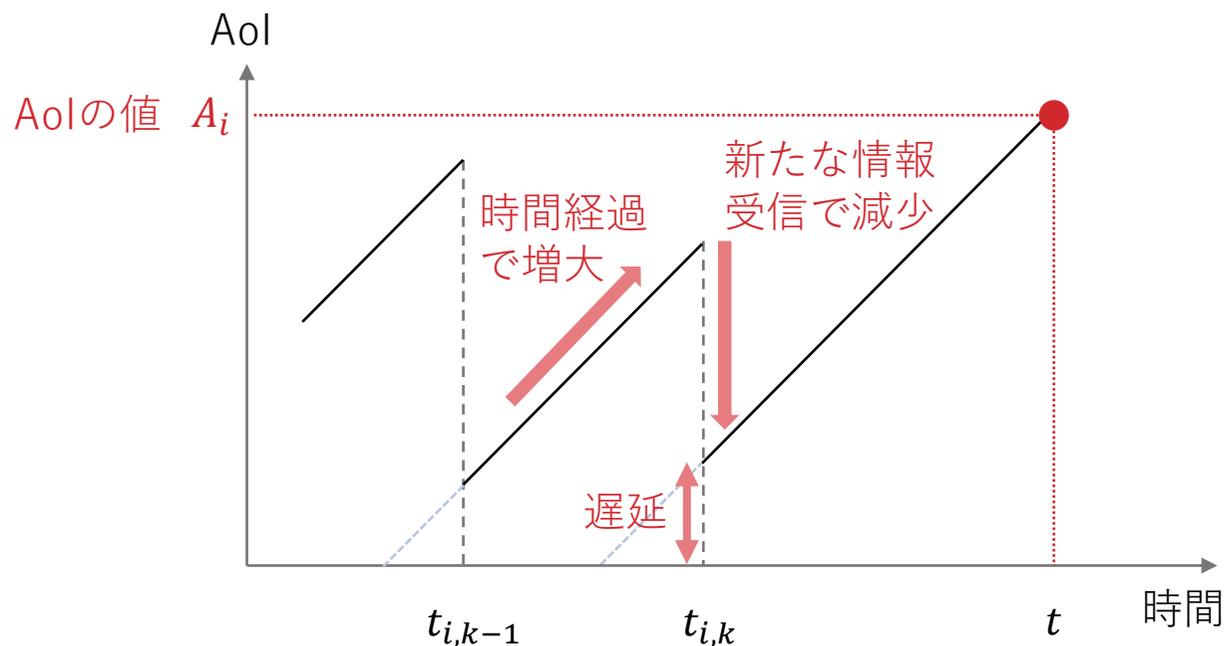
モニタ情報と実際の情報のズレ

- 地球で見ている太陽の光は約8分前の光である，ということと同様に，「今目にしているデータ」は，実は「少し前に生成されたデータ」である
- データの伝搬や処理などに時間がかかる場合，対象の状態が変化する可能性がある



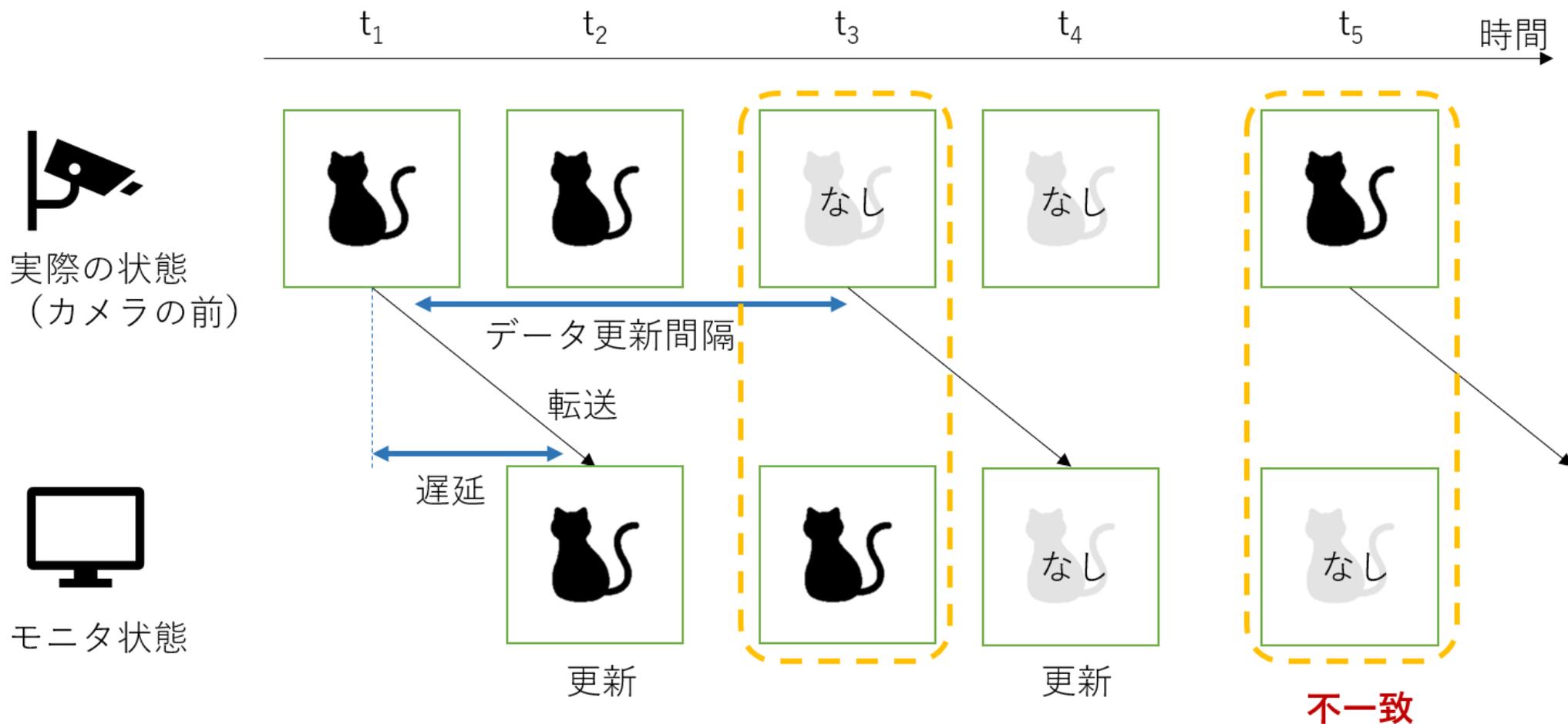
AoI = 情報の「鮮度」

- 情報の発生時刻からの経過時間を表す値であり，近年研究が進む
- 情報を「得た時」と「使う時」で，情報源の状態が変化してしまうかも
(例えば高速移動する自動車の位置情報は，AoI増大により正確性が急激に低下)

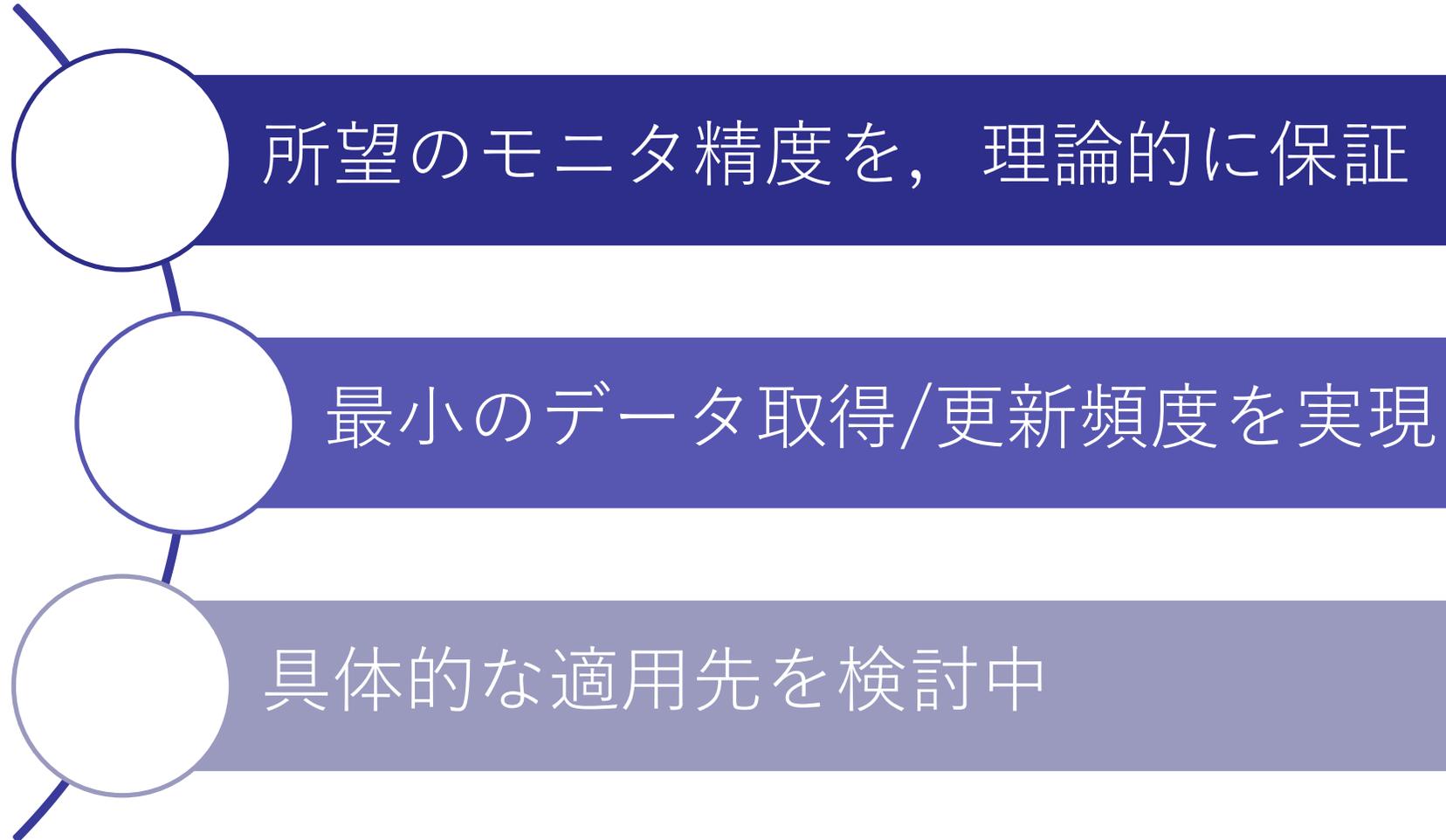


AoIを指標としたモニタ精度保証

- 「対象の状態継続時間の平均値」と「遅延の平均値」から、所望の精度を担保する情報アップデート間隔を理論的に導出
- 下図は、ネットワークカメラを用いた動物モニタリングの例



ポイントと活用イメージ

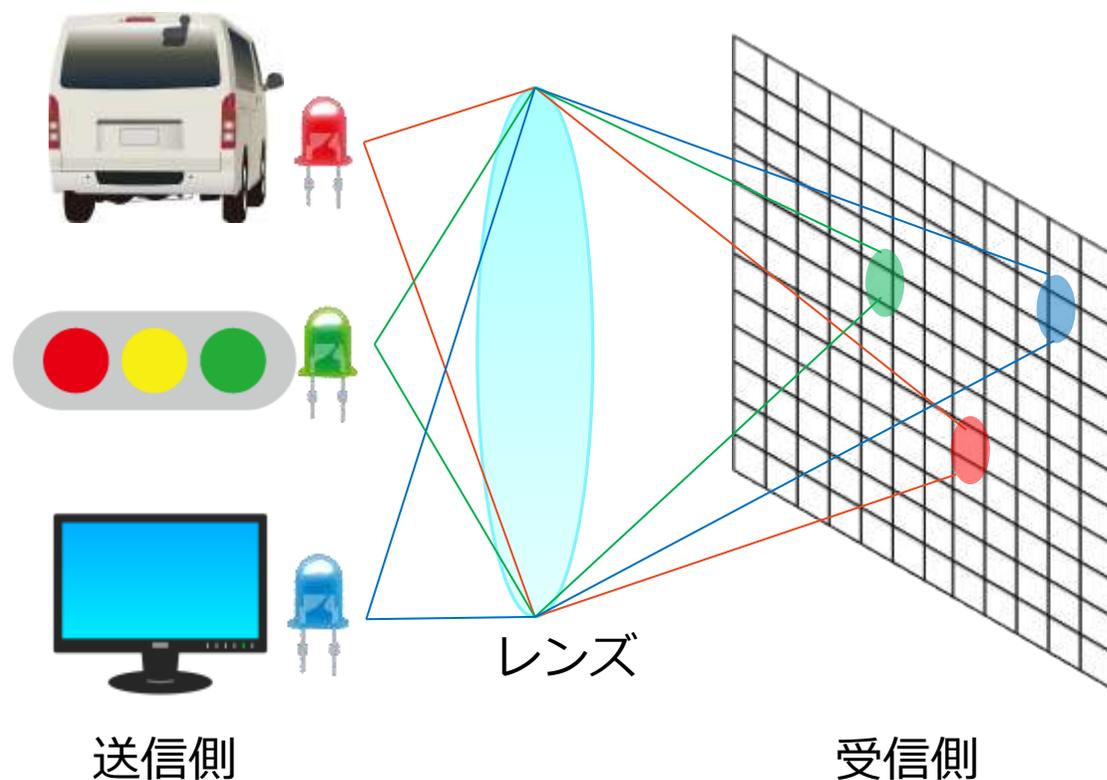


3. 可視光通信 OCC

■ 日常生活の身近にあるLEDなどの照明を通信に使う手法

送信側：LED, ディスプレイ, 赤外線

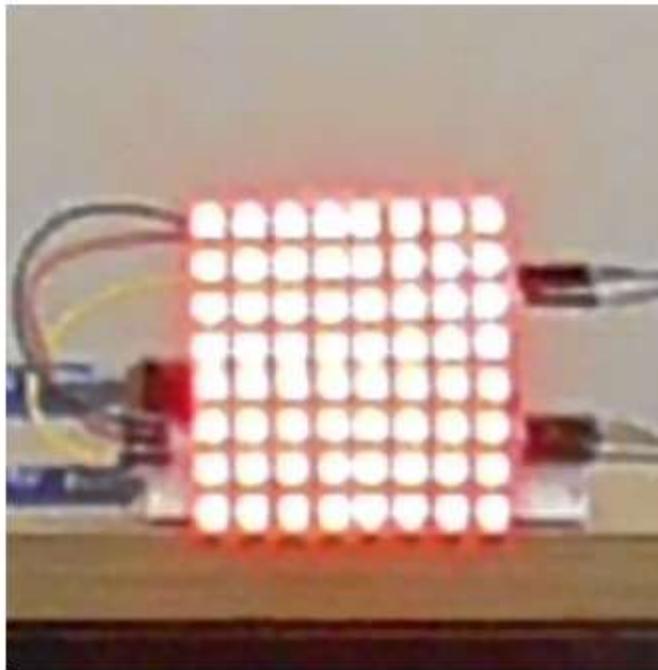
受信側：カメラ, イメージセンサ



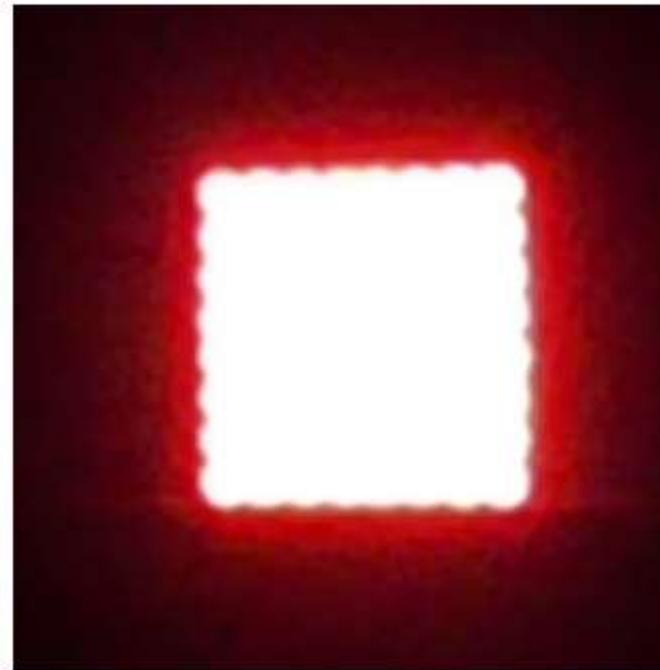
様々な技術に利用

- ▶ V2X通信
- ▶ デジタルサイネージに通信を付与

- 干渉抑制などの基礎理論や高レート化など先駆的に検討しており, Blooming effect と呼ばれる光の拡散による光源間干渉のモデル化にも成功



(a) Cond. 1 (bright)



(b) Cond. 2 (dark)

デバイス認証

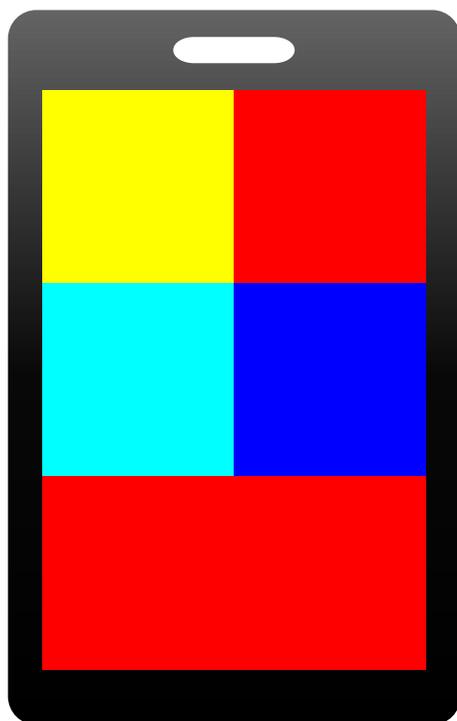
- 鍵交換を光チャネルで行う
- 限られた到達性 → なりすまし，中間者攻撃を防ぐ



デバイス認証

- ディスプレイやライトのRGB値を変化させてデータを送信
- 受信側はカメラで撮影して受信

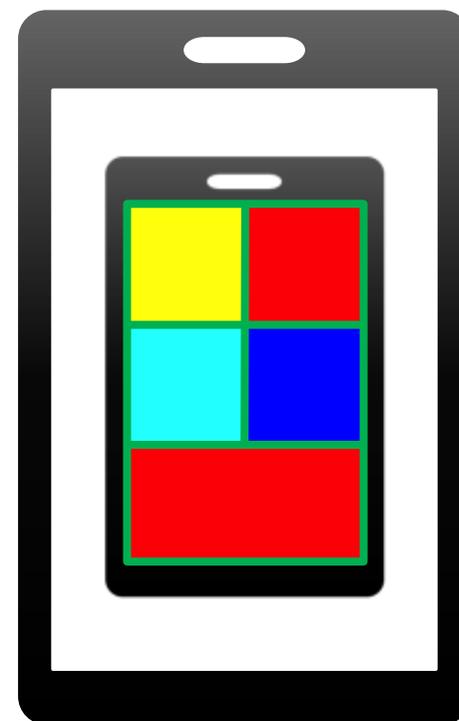
送信側



RGBを用いてbit列を送信



受信側



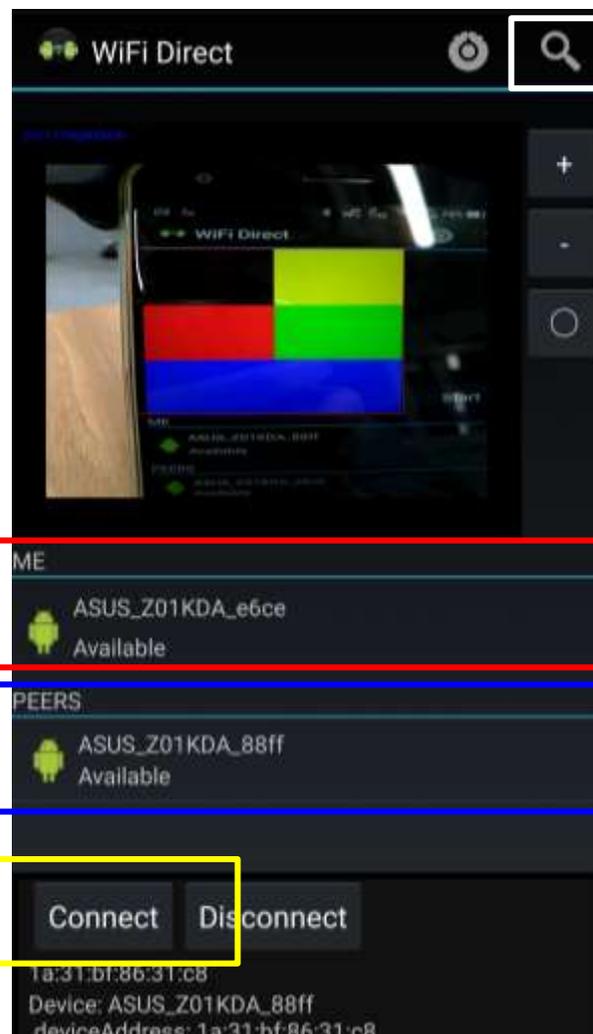
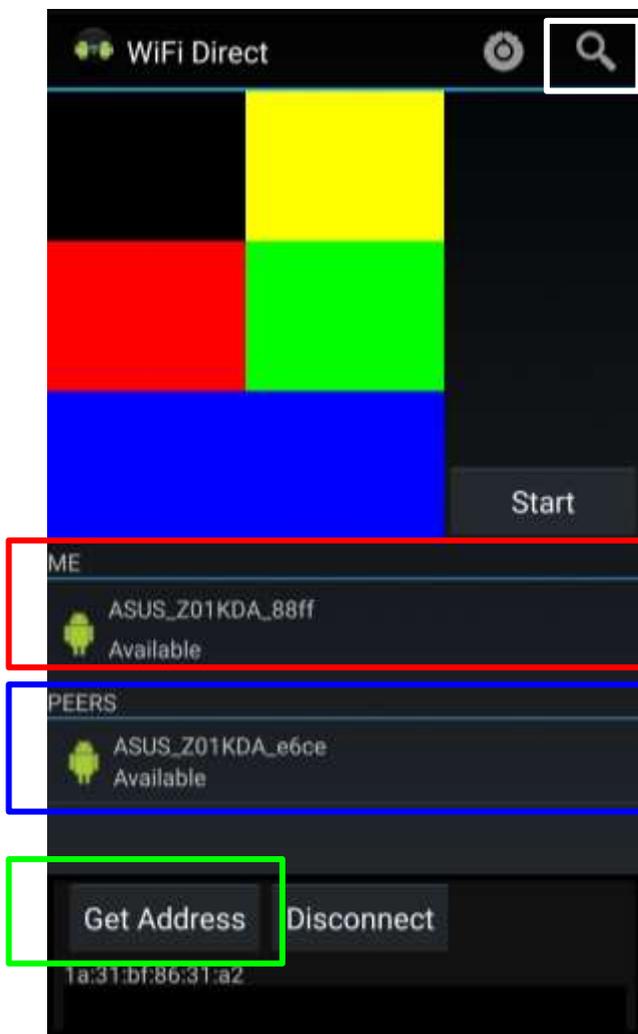
読み取って復調

デバイス認証

- Androidアプリとしての実装例

送信側

受信側



デバイス発見

自分のデバイス

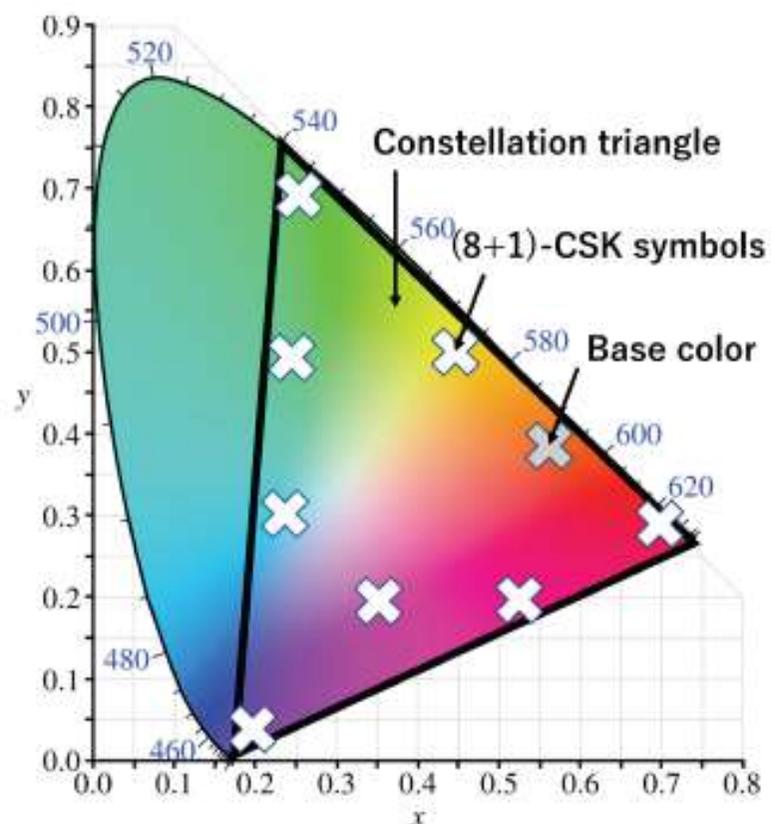
相手のデバイス

秘密鍵
取得

接続

適応Color Shift Keying (CSK)

- 使用する色を増やすと効率的だが、環境によっては読み取りにくい色が生じる
- 適応的に色を変化させる技術を検討中
- LEDパネルやディスプレイなど目に見える光源を利用するため、美観向上にも・・・？



ドローン搭載型OCC

- 遠距離，多端末への適用，制御チャンネルなどに活用可能

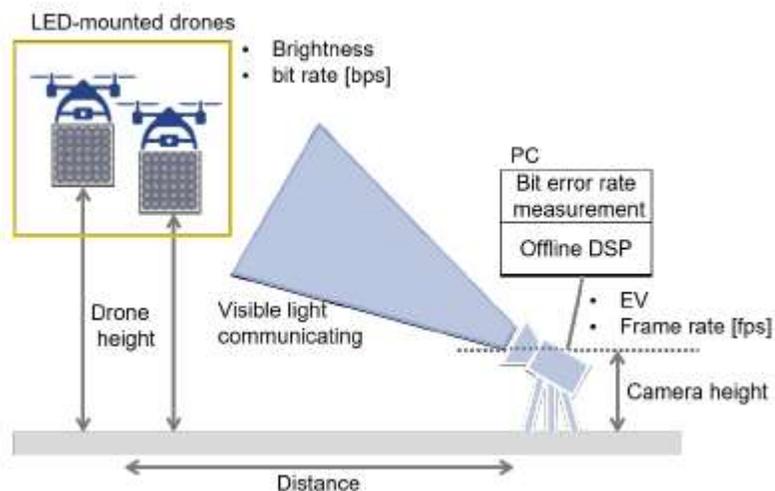


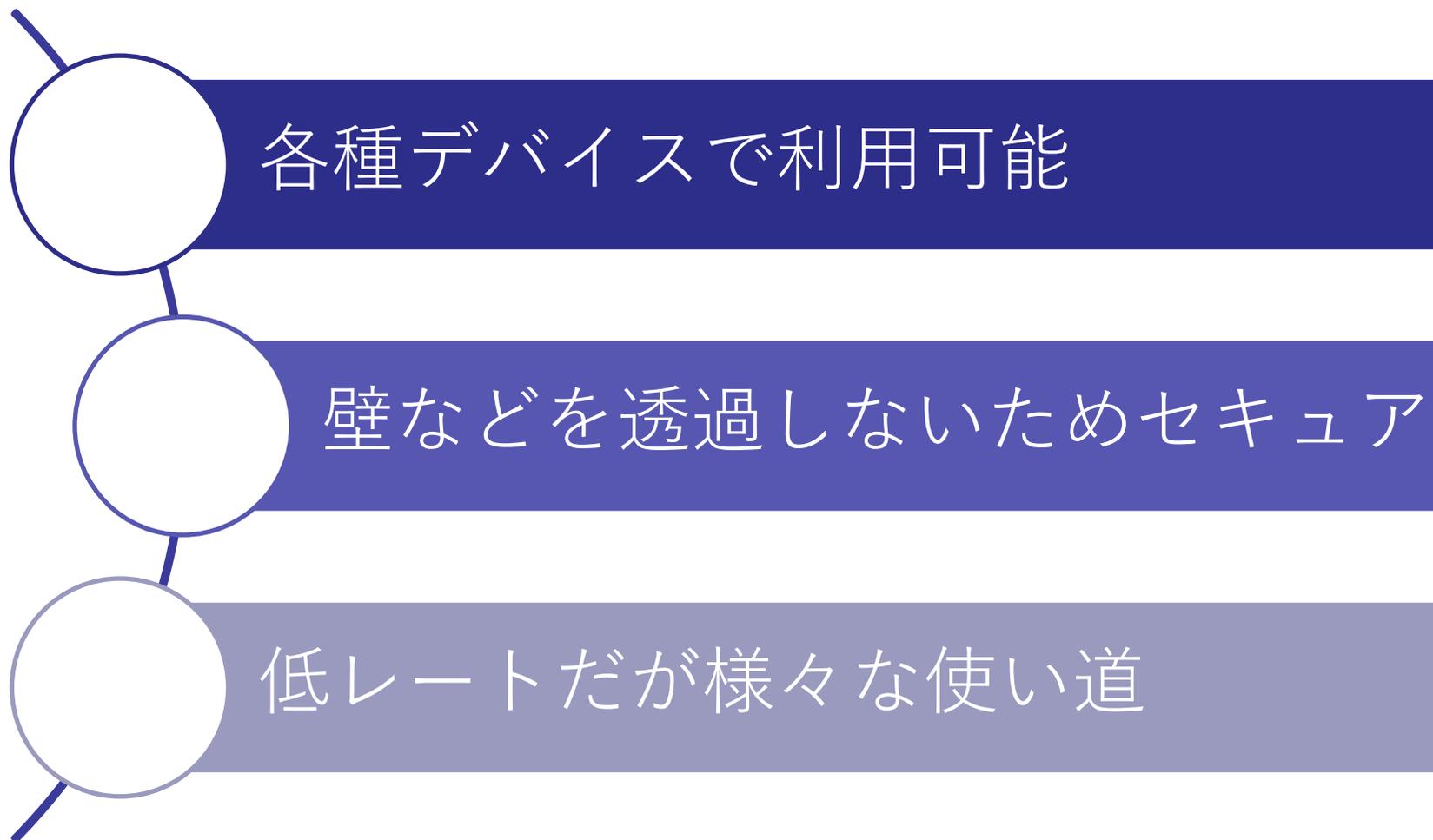
Fig. 3: Experimental setup.



Fig. 4: LED-mounted drone.



ポイントと活用イメージ



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : プログラム及びサーバ
- 出願番号 : 特願2019-135067
- 出願人 : 国立大学法人東京農工大学
- 発明者 : 中山 悠

- 発明の名称 : モニタリングシステム及びモニタリング方法
- 出願番号 : 特願2019-195940
- 出願人 : 国立大学法人東京農工大学、
国立大学法人大阪大学、学校法人同志社
- 発明者 : 中山 悠、井上 文彰、桂井 麻里衣

東京農工大学 先端産学連携研究推進センター

T E L 042-388-7550

F A X 042-388-7553

e-mail suishin@ml.tuat.ac.jp



SHRINKS
MORE
SENSE

Tokyo University of
Agriculture and Technology

