

送信機が回転!?

-回転式LED送信機による高速可視光通信-

岡山理科大学 工学部 電気電子システム学科

講師 **荒井伸太郎**

2019年11月14日

荒井 伸太郎 (Shintaro ARAI)

岡山理科大学 工学部

電気電子システム学科・講師

Mail: arai@ee.ous.ac.jp

Web: <http://vlc.sakura.ne.jp/>

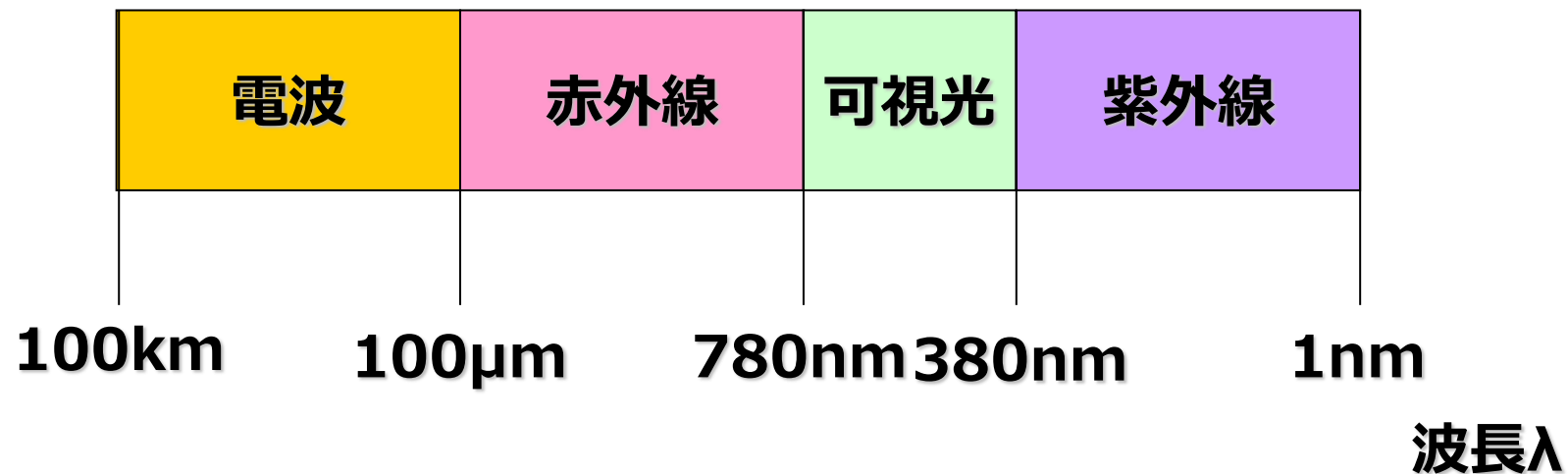
【主な研究テーマ】

1. **可視光通信**
2. 非線形応用 (カオス、確率共鳴)



可視光通信とは？

- **人の目に見える光**を使った無線通信技術
- 380nm（ナノメートル）～780nmの波長を利用した無線通信技術（**電波を用いない**）
- 照明器具の役割 + **通信機器**として使用



中川正雄, "ユビキタス可視光通信" 電子情報通信学会論文誌,
vol.J88-B, no.2, pp.351-359, Feb., 2005.

可視光通信とは？：送信機と受信機

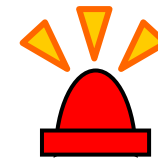
- 送信デバイス：**LED**

- 従来の白熱灯よりも低消費電力/長寿命/低発熱
- 半導体デバイスであるので、

高速に輝度を独立に制御可能



例：OOK



ON : 1



OFF : 0

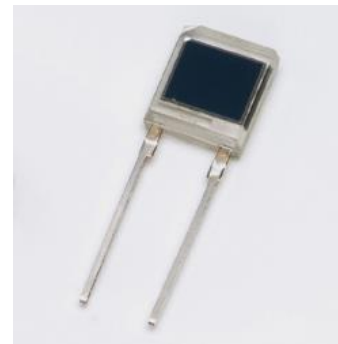
- 受信デバイス

- a. フォトダイオード(PD)

○高速応答 ×雑音・干渉

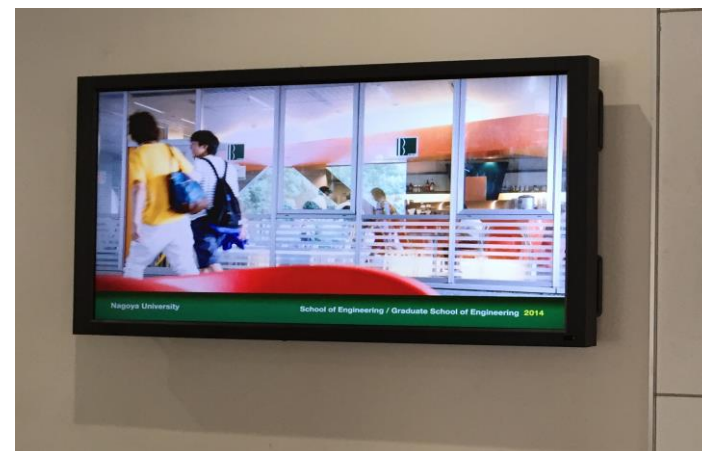
- b. **イメージセンサ** (カメラ)

○雑音・干渉 ×高速化が困難





水中での利用



宣伝広告へ情報付加



屋内無線LANに利用
(Li-Fi)



運転支援情報の配信
(ITS)

カメラを用いることによる問題点

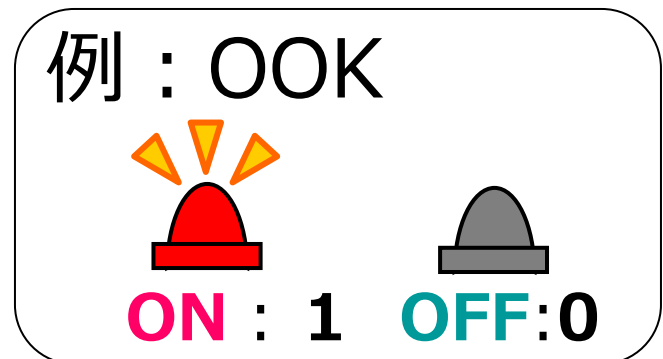
通信速度が1秒あたりの撮影枚数に依存

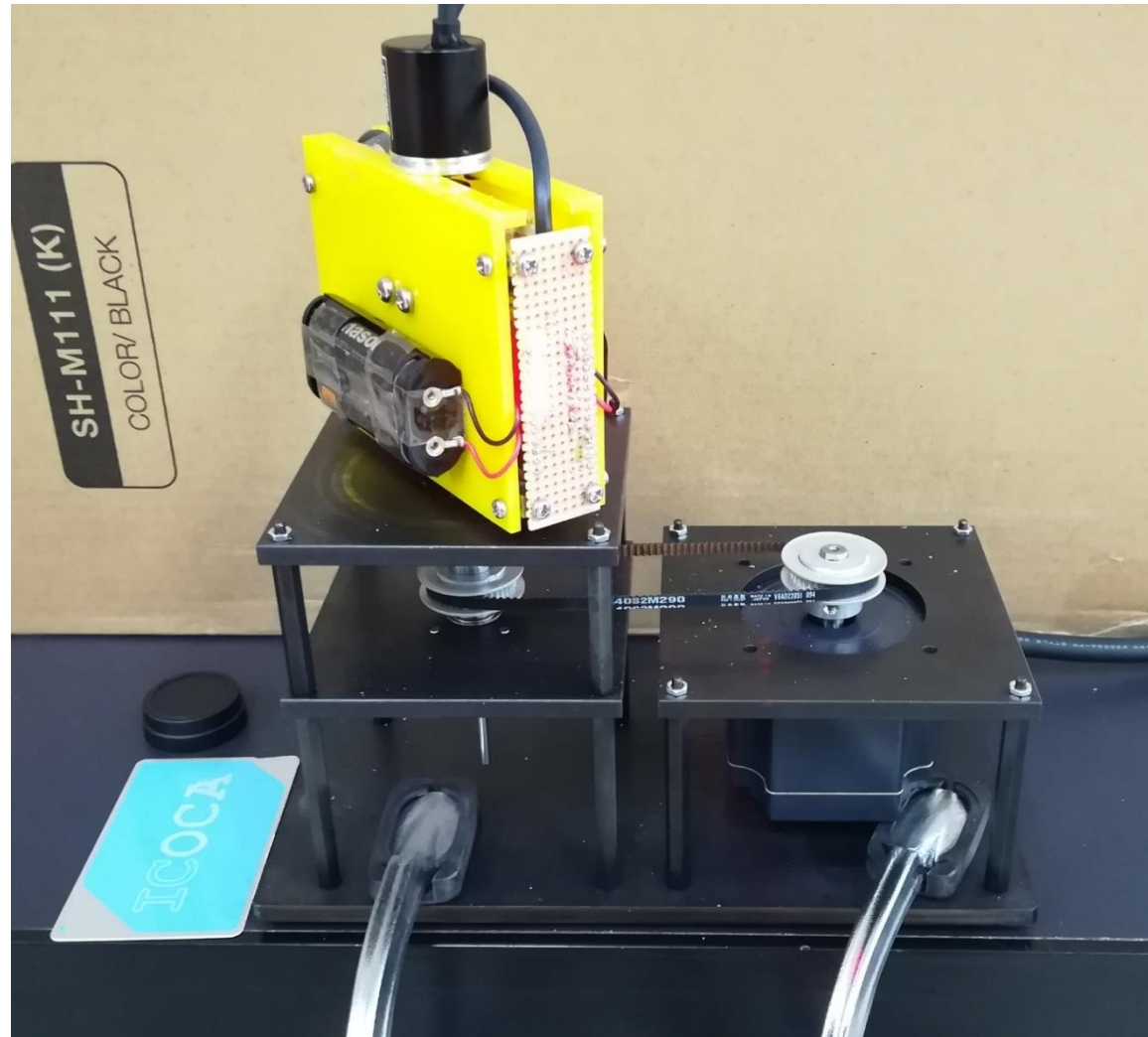
- LEDの点滅を画像で捉えることでデータ復調
 - **商用カメラ**の撮影速度：**30 ~ 60 fps** (frame/sec)
 - LED1個が**OOK**する場合：**15~60 bps** (bit/sec)
(On-Off-Keying)

【解決方法】

✓ **回転式LED送信機**の開発

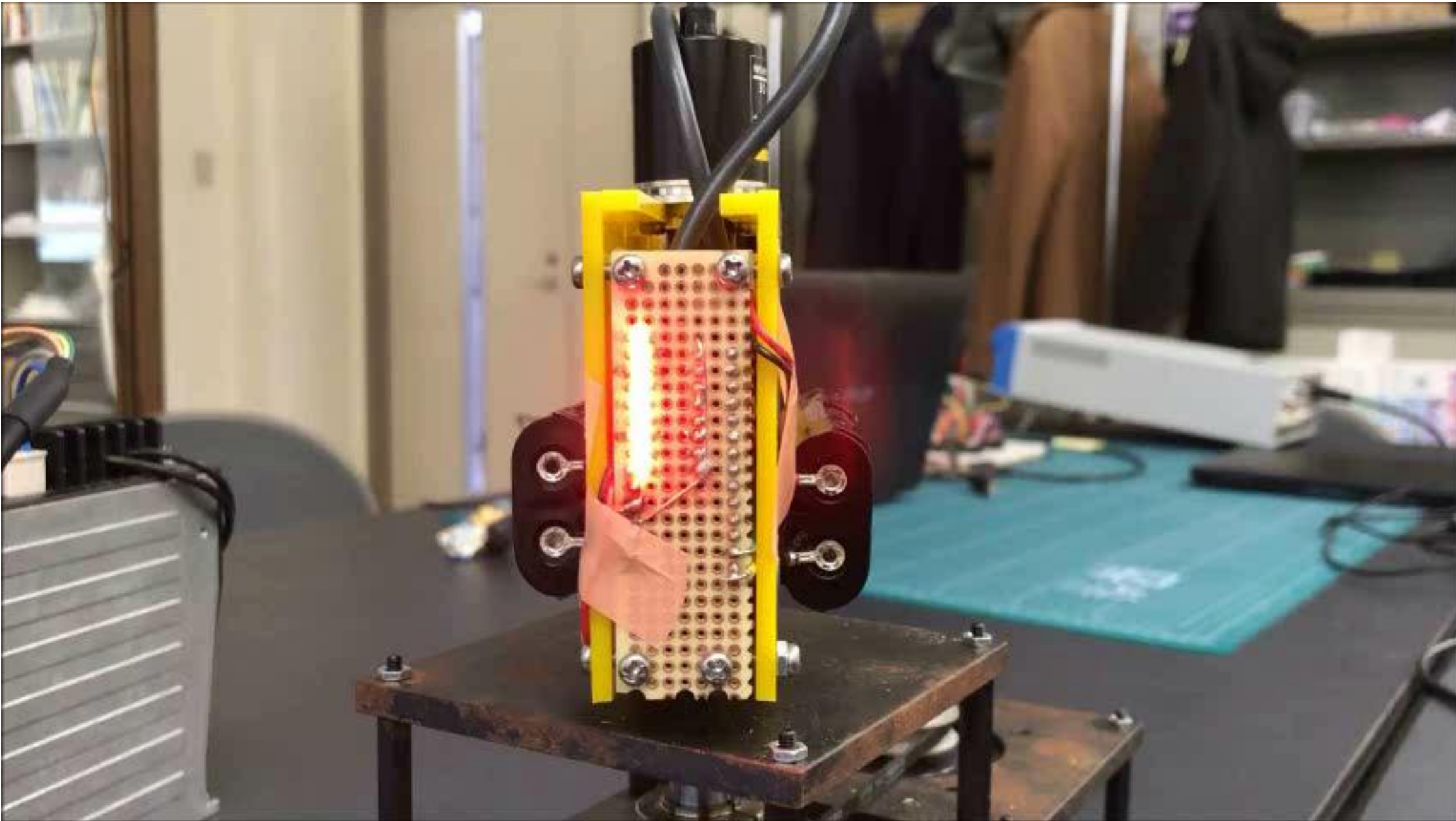
(特許出願済：特願2019-075266)





イノベーション・ジャパン2019（8月29日、30日、東京ビッグサイト 青梅展示棟）で展示

動画：送信機の回転とLEDの点滅



- 回転速度 : 300 rpm、LED数 : 縦に9個

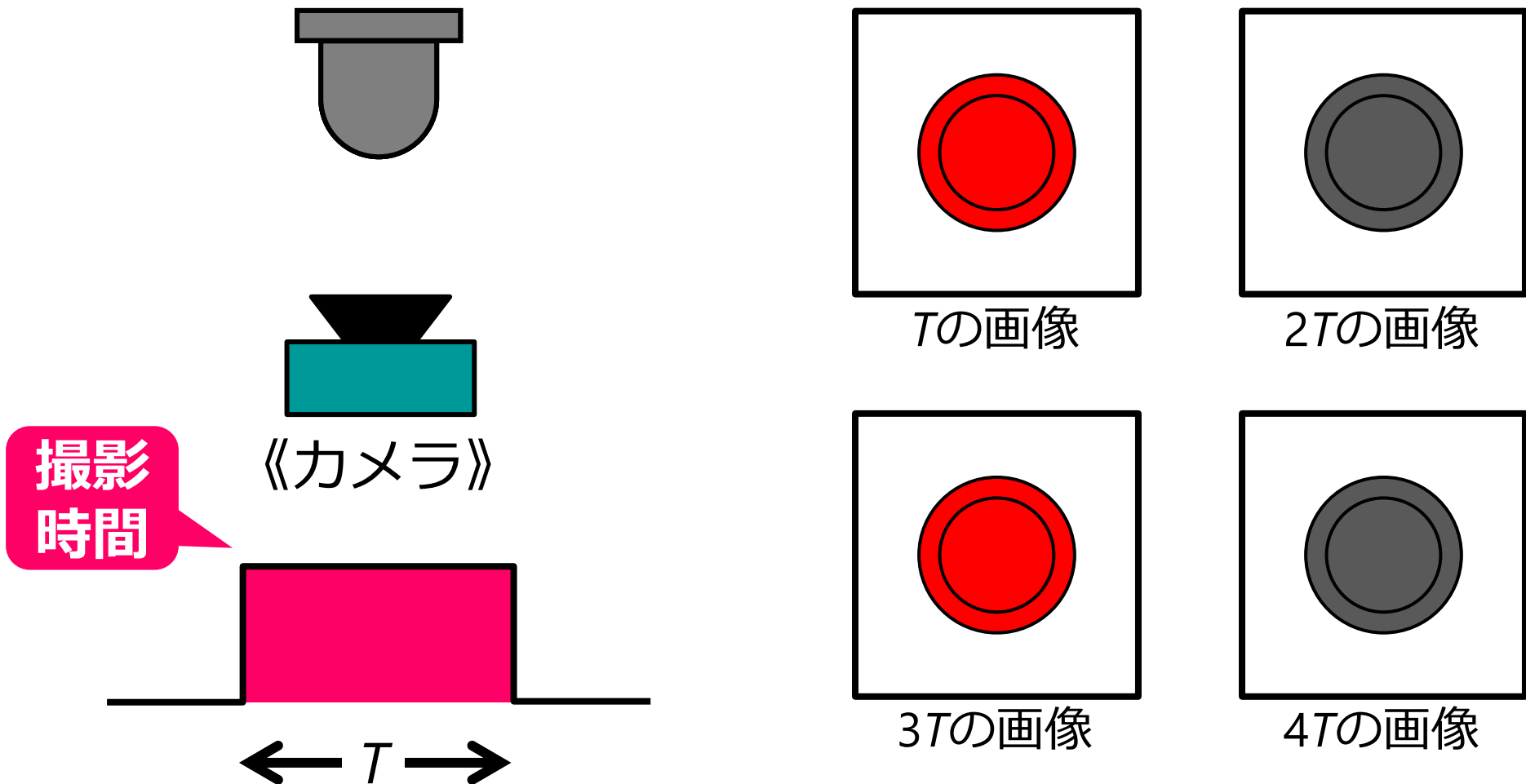
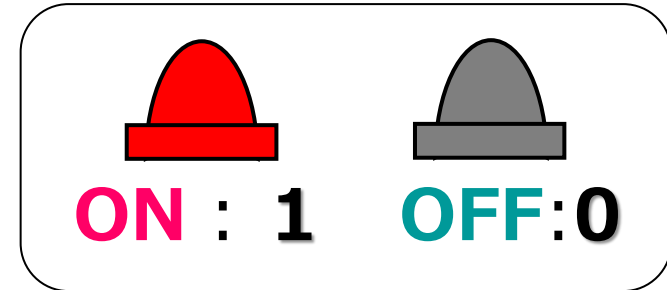


$$9\text{個} \times 60\text{度} = \mathbf{540}\text{個/画像}$$

原理 (回転式LED送信機による通信速度向上)

- 従来手法 (LEDの位置を**固定**)

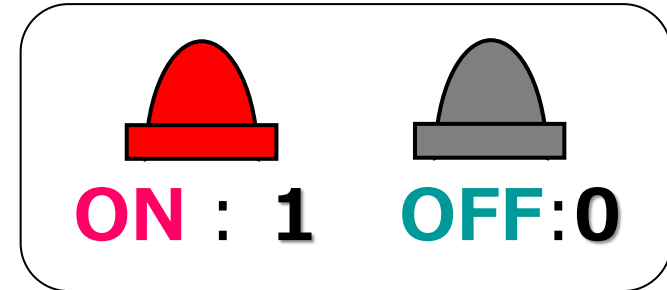
《1 LEDが時間 T [sec]毎に4回点滅》



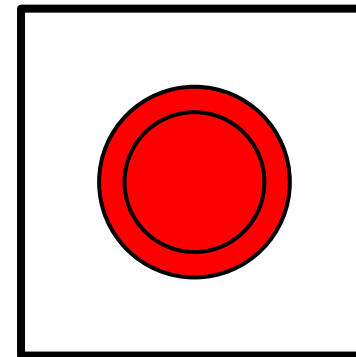
原理 (回転式LED送信機による通信速度向上)

- 従来手法 (LEDの位置を**固定**)

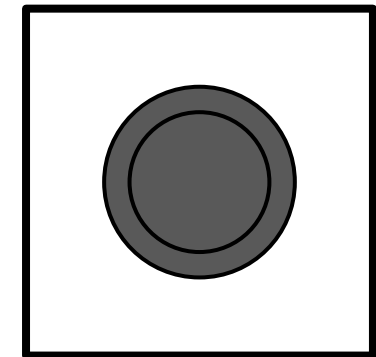
《1 LEDが時間 T [sec]毎に4回点滅》



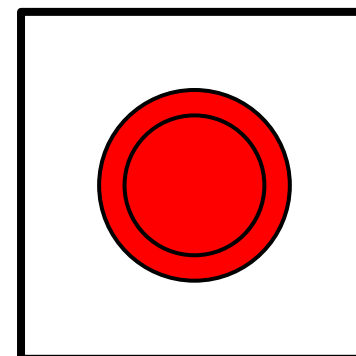
1個のLEDの点滅を
時間方向のみで捉える



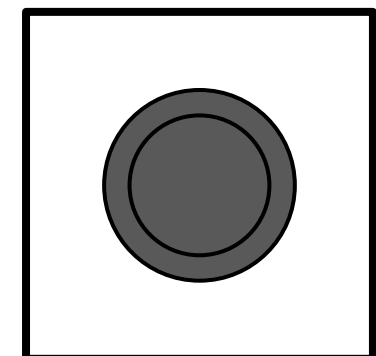
T の画像



$2T$ の画像



$3T$ の画像

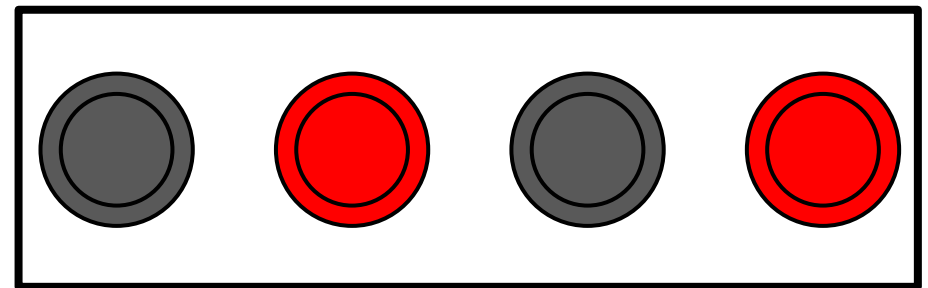
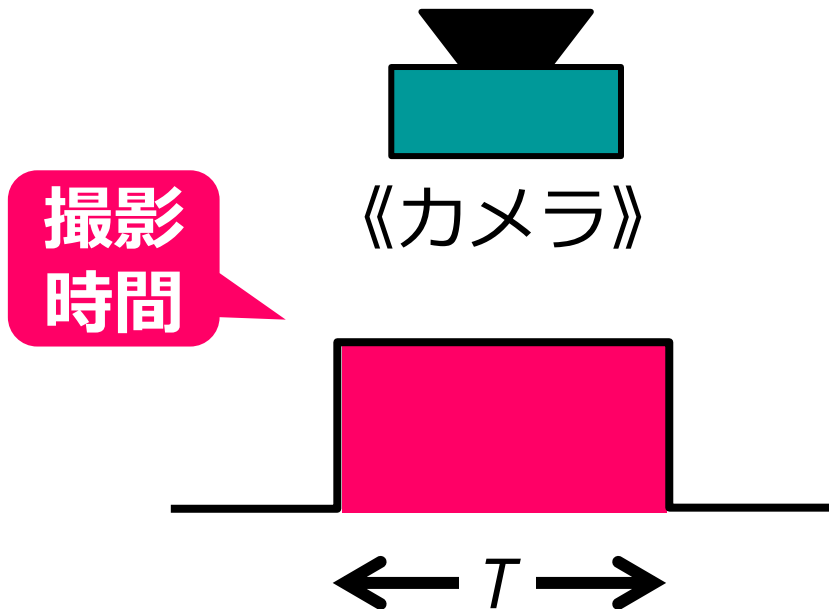
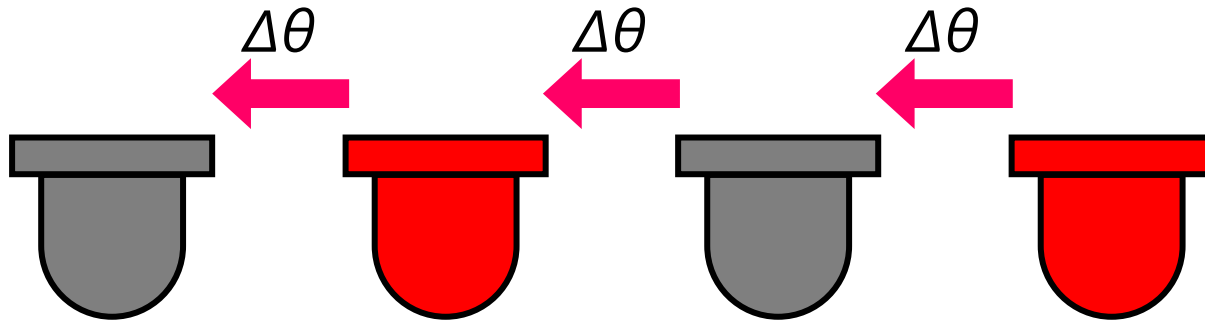
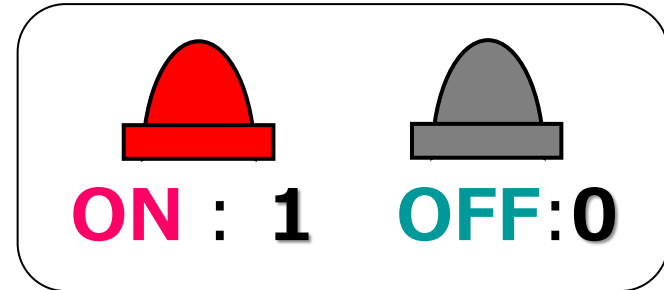


$4T$ の画像

原理 (回転式LED送信機による通信速度向上)

- 提案手法 (LEDの位置が**移動**)

《1 LEDが時間 T [sec] の間に4回点滅》

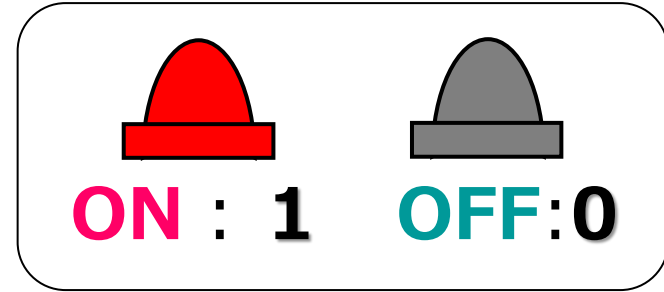


T の画像

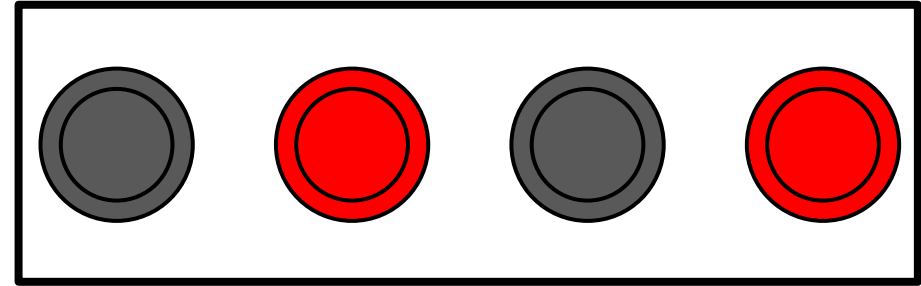
原理 (回転式LED送信機による通信速度向上)

- 提案手法 (LEDの位置が**移動**)

《1 LEDが時間 T [sec] の間に4回点滅》



1個のLEDの
時間方向の点滅を
空間方向で捉える



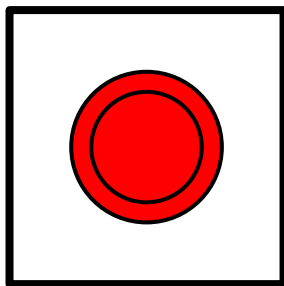
T の画像

原理 (回転式LED送信機による通信速度向上)

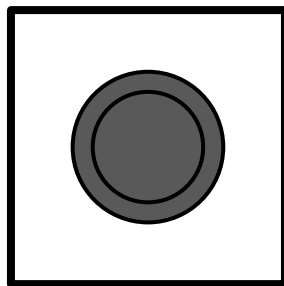
従来手法

(LEDの位置を**固定**)

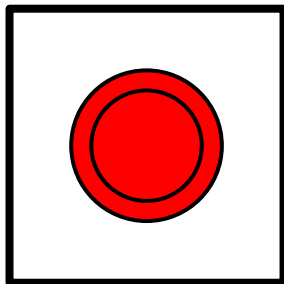
- 4回の点滅を捉えるのに、**4**枚の画像が必要
- 画像1枚あたりのデータ数：
1bit



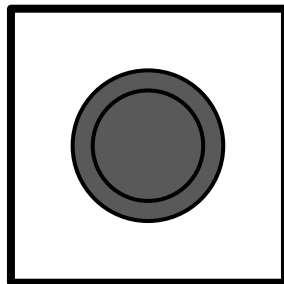
Tの画像



2Tの画像



3Tの画像

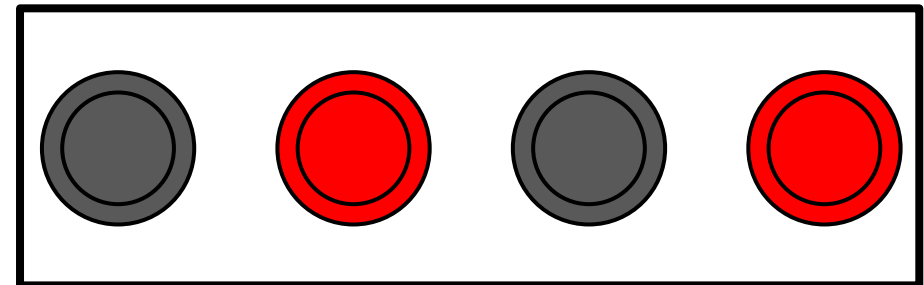


4Tの画像

提案手法

(LEDの位置が**移動**)

- 4回の点滅を**1**枚の画像で捉えられる
- 画像1枚あたりのデータ数：
4bit
(従来手法の4倍)



Tの画像

通信速度の比較

- 送信機回転数：300 rpm
LED数：縦に9個
LED点滅切り替わり角度：1度
通信可能角度：60度の時

撮影速度	従来手法	提案手法	増加率
5 fps	45 bps	2,700 bps	60 倍

(2.7 kbps)

1. カメラがLEDを認識できる範囲で

復調に誤りなしを確認済み

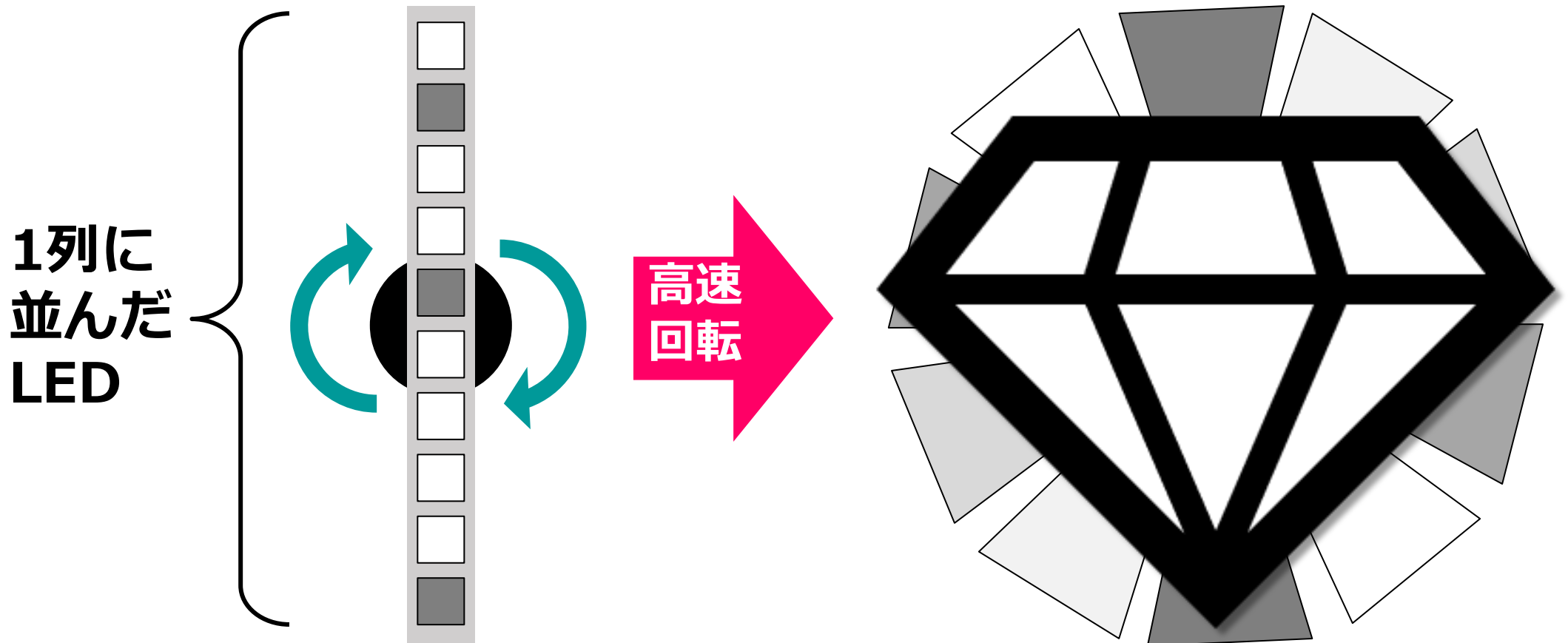
2. (試作機で) 従来の約**60**倍の通信速度向上を確認

— 回転数等を増やすことで更に向上可能！

3. 受信機は**どの方角からも**データ受信可能

1. 回転式3D立体ディスプレイとの併用

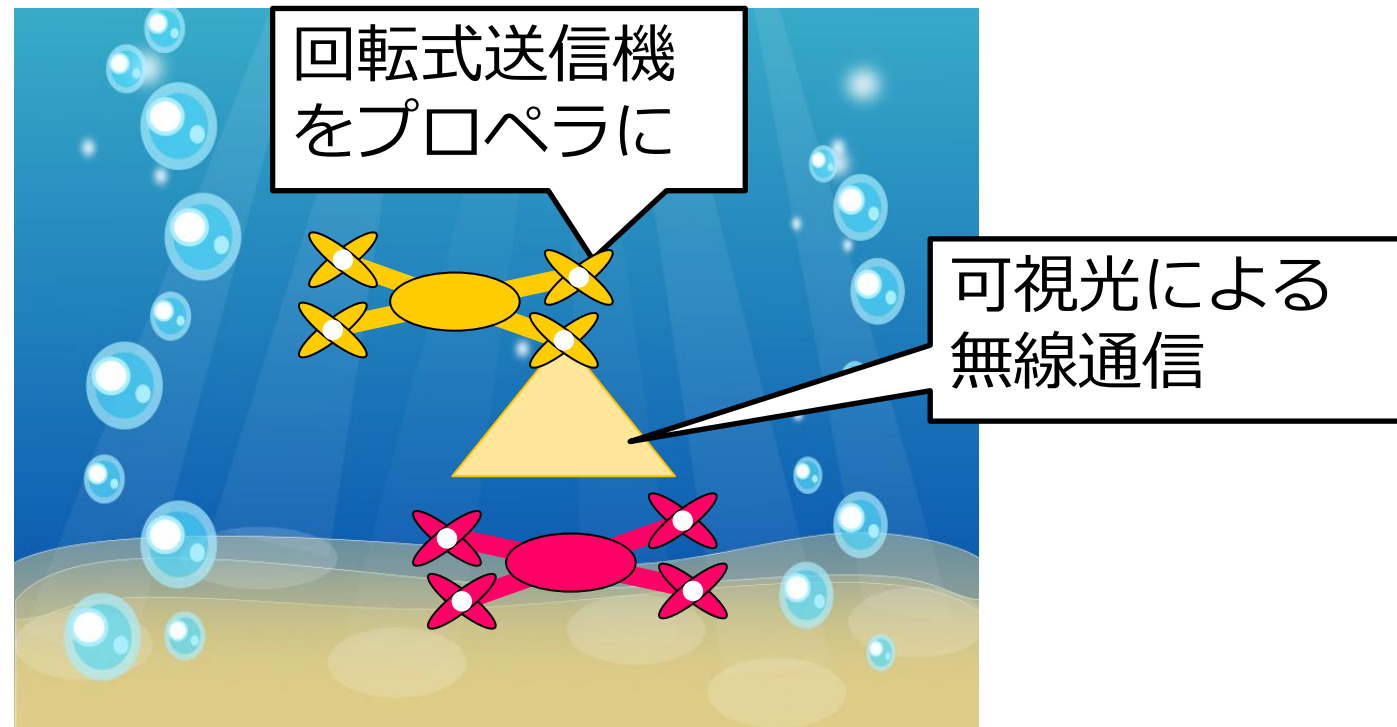
視覚情報に加え、可視光通信によるデータ送信が可能



立体ディスプレイとなる

2. 水中ドローン

プロペラ等の回転・移動機構を有する物を用いた
電波が使えない環境での無線通信



- カメラを用いた可視光通信の通信速度向上のための
回転式LED送信機を開発
- 回転により、LEDの高速点滅をバーコードのような
明暗パターンとして捉えられることで高速化を実現
- 今回の試作では従来手法の約**60倍の通信速度向上**に成功
- 送信機上のLED数等のパラメータを変化させることでさらに向上可能

- 水中等、**電波による無線通信が困難な場面**で利用可能
- 少ないLEDと配線で構成できるため、
設置面積に制限がある場面でも利用可能
- 受信機はどの方角からも同じ明るさの画像を撮影可能
= **どの方角からもデータ受信可能**

1. **回転数の増加**（通信速度の更なる高速化）と
それに伴う装置の**振動の低減**
2. 送信機の**小型化**
3. 水中のための対策（**防水**、水の濁りへの対応した）

照明・ディスプレイを開発している企業、水中ドローン
を開発している企業等との共同研究を希望
（共同研究によってこれらを解決できると期待）

- 発明の名称：**可視光通信装置及び可視光通信方法**
- 出願番号：**特願2019-075266**
- 出願人：**学校法人 加計学園**
- 発明者：**荒井伸太郎**

岡山理科大学 研究・社会連携部

- メールアドレス : renkei@office.ous.ac.jp
- 電話 : 086-256-9730 FAX : 086-256-9732
- URL : <http://renkei.office.ous.ac.jp/>

