

# “海上保安試験研究センター 可視光通信への取組み”

平成25年2月15日

海上保安試験研究センター

# 可視光通信とは

○文字どおり目に見える「光」を使って通信を行う技術。  
→ 可視光帯域(概ね380~780nm)の電磁波を用いる無線通信の一種

## ○特徴

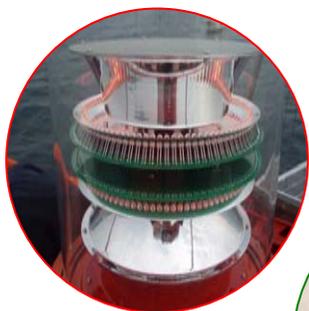
- ・人体や精密機器に影響を与えない。
- ・情報の発信元(発光部)や通信経路が分かりやすい。
- ・電波のような周波数帯域や法律的な制限がない。
- ・盗聴されにくく、セキュリティ対策上、安全・安心である。
- ・照明等、既存の(LED化された)インフラが利用できる。  
→ 照明そのものが通信インフラになる=ユビキタス通信

## ○2つの方式(受信に用いるデバイス)

- ・フォトダイオード
- ・イメージセンサ

# 可視光通信実用化のイメージ（例1）

～ 航路標識の高度化等に可視光通信技術を導入するための研究 ～  
固定点～動揺点間、動揺点～動揺点間の可視光通信の可能性を探る



LED灯器に  
情報信号を載  
せて送信する



距離：1海里以上が理想

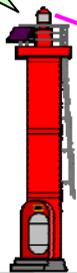
※



受信機で信号を受信し、パソコン画面上に情報を表示させる。デジカメやスマホでは直接画面に表示させる。

陸上(固定点)で受信

〇〇港灯台



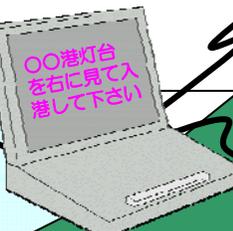
灯台(固定)  
から送信

△△港灯浮標

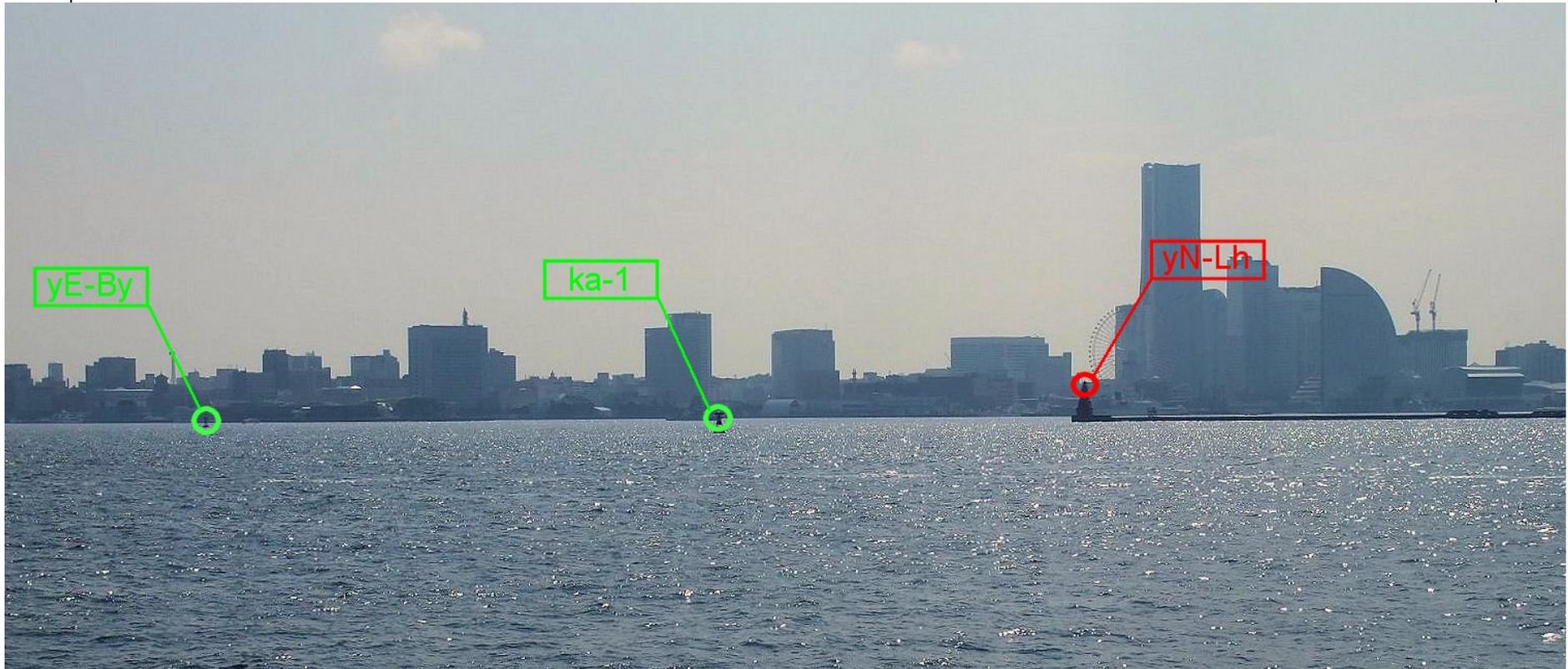


動揺する灯浮標から送信

動揺する船上で受信



## 可視光通信実用化のイメージ（例2）



※ 複数目標の同時受信と表示

# 試験センターのこれまでの取り組み

- H05:「光による情報提供に関する基礎的研究」
- H18:「光波標識への可視光通信技術に関する調査」
- H21:「航路標識状態監視等への可視光通信技術導入に関する調査」
- H23:「灯火を活用した新たな情報提供に関する調査研究(可視光通信技術の活用)」
- H24: 同上継続～

※ 研究テーマとして認められたもの (H23、24以外は単年度)

# 可視光通信コンソーシアム (VLCC)

- Visible Light Communication Consortium の略。  
= VLCC
- 可視光素子を照明、信号機、電光掲示、表示などに利用しつつ、可視光の波動性(光の明るさの強弱)を利用することで、高速、安全でユビキタスな通信システムを研究、開発、企画、標準化、普及させることを目的として、産・学・官の賛同者により平成15年11月に発足した。
- 折りしも、灯台・灯浮標のLED化が加速度的に進む航路標識の現状を鑑み、平成19年9月に灯台サブプロジェクト(以下灯台サブPJ)が立ち上がり、これらを応用した遠距離可視光通信の実現へ向けて活動が開始された。

# 可視光通信コンソーシアムとの関わり(1)

- ・H18年度研究での調査時にVLCCを知る
- ・H19年9月VLCCに参画、灯台サブPJ発足
- ・H20年:「灯台への可視光通信導入に関する予備実験」で長距離受信に挑戦

5月・陸自立川基地内で受信実験(予備実験)  
10月・九十九里浜での総合評価実験で受信実験(本実験)

## 【結果】

1,022bpsで2km、1,200bpsで1kmの距離で受信に成功

# 九十九里浜での実験(平成20年10月)



「イメージセンサ通信技術」を使った可視光通信では当時  
**世界最長距離の遠距離通信  
実験に成功。**  
(通信速度1,022bpsで2km、  
同1,200bpsで1kmを記録)

## 可視光通信コンソーシアムとの関わり(2)

- H21年：回流水槽と模型船を使った模擬実験  
(固定光源→動揺する模型船での受信)

### 【結果】

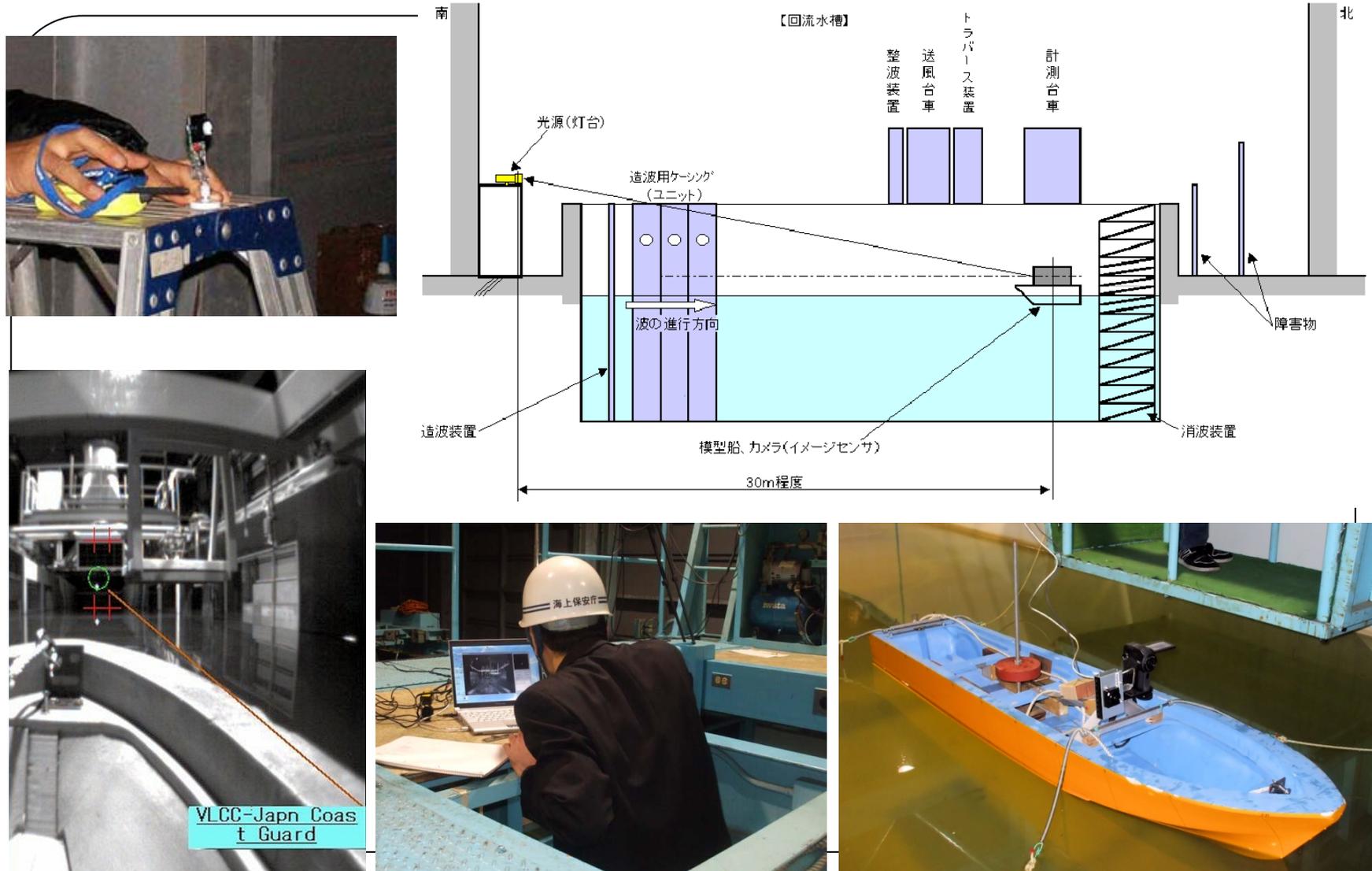
波に対して船の正面、横、斜めの各姿勢において、波高10～50cm相当(正面では100cm)、周期3.6～7.2秒相当の状況下で受信成功

- H22年：回流水槽と模型ブイを使った模擬実験  
(動揺するブイの光源→地上で受信)

### 【結果】

波高20～100cm相当、周期3.6～7.2秒相当の状況下で受信成功

# 回流水槽での模擬実験(平成21年12月)



# H23年度実海域実験(1)

## ・予備実験

日時：平成23年10月25日 17:00～22:00

場所：横浜港内(光源＝LED灯器：大黒信号所)

船舶：12m、4tのチャーター船

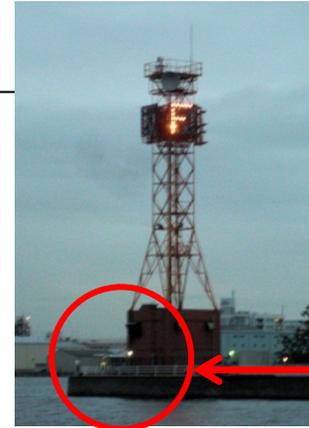
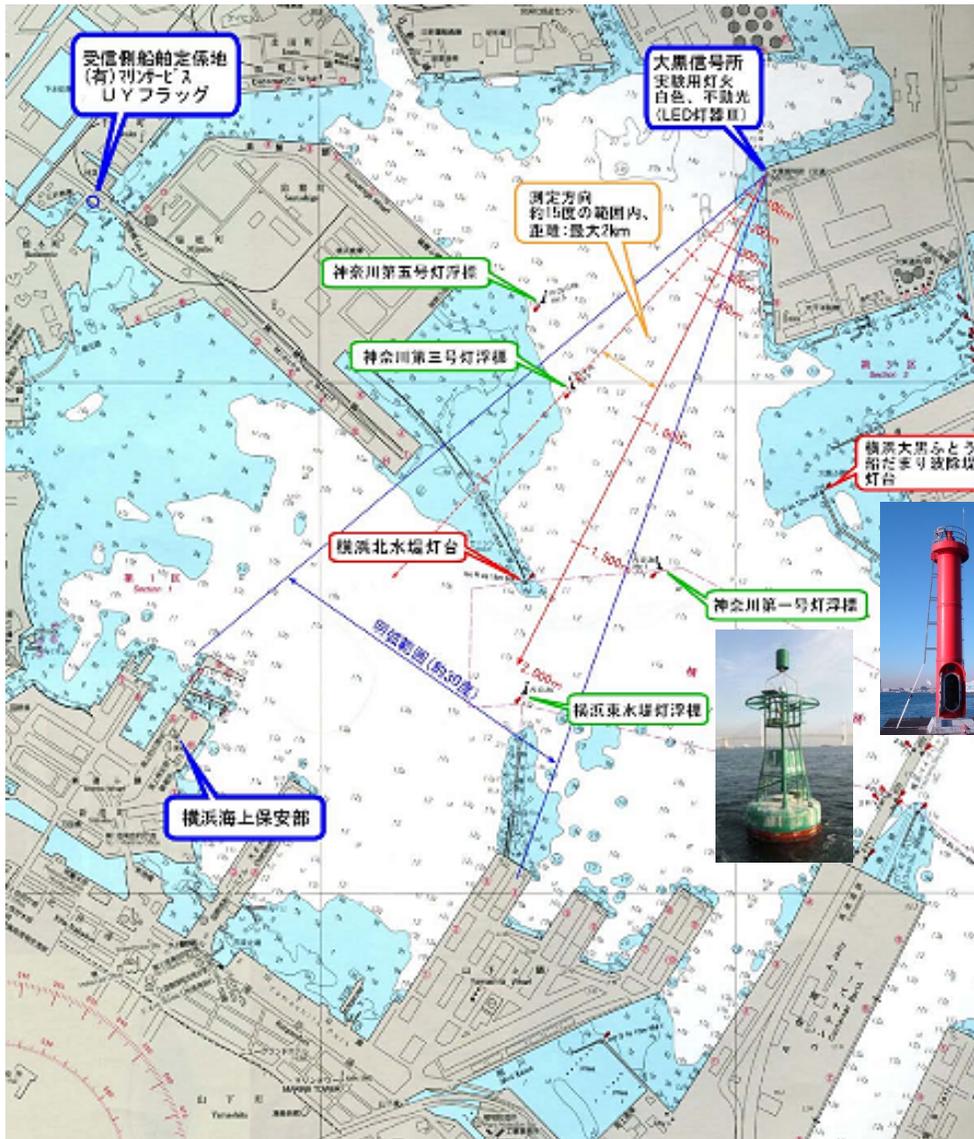
風況：南西→北、数～10m/s

動揺：周期2.5秒、ピッチ角2～3°、ロール角5～6°

## 【結果】

- ・カシオ計算機：1,022bpsで2,000mでの受信に成功
- ・東芝：300bpsで2,000mでの受信に成功。  
(600bpsでは1,500mまで受信に成功)

# 実験海域(横浜港)と灯器・標識



## H23年度実海域実験(2)

### ▪ 本実験

日時：平成23年12月7日 17:00～20:30

場所：横浜港内（横浜大黒ふ頭船だまり波除堤灯台、神奈川第一号灯浮標＝LED灯器）

船舶：灯台見回り船「そううん」：23.5m、50t

風況：南→北、数m/s

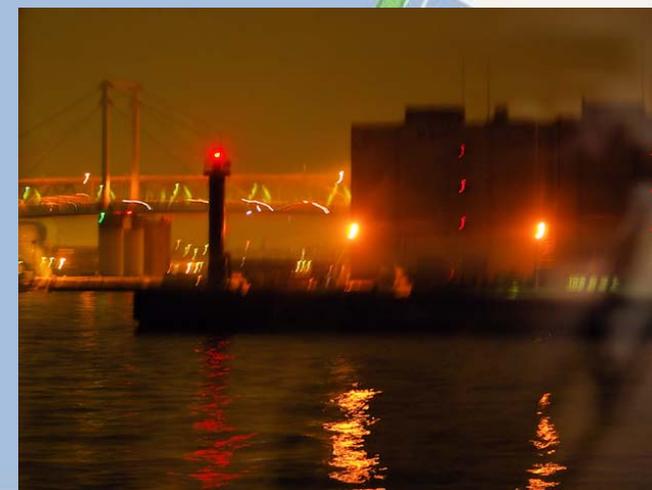
動揺：船・最大4.5°、灯浮標・最大21°

### 【結果】

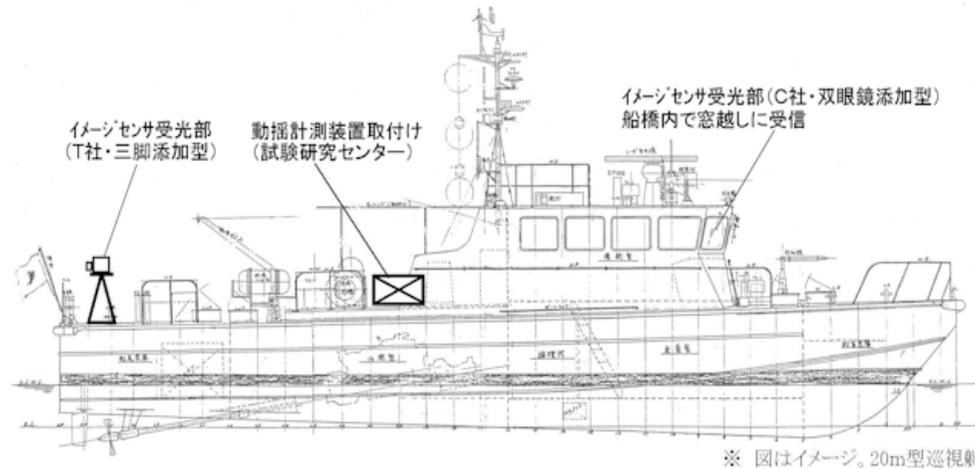
▪ カシオ計算機：灯台・2,000m、灯浮標・1,000mでの受信に成功

▪ 東芝：灯台・2,000m、灯浮標・1,500mでの受信に成功

# 実海域本実験 (H23.12.7) ①



# 実海域本実験 (H23.12.7) ②



灯台見回り船「そうん」(横須賀(保))

# 受信状況(本実験)

The screenshot displays the OITBKF\_App interface. The main window shows a night view of a lighthouse with a red box highlighting a light source. A zoomed-in view of the light source is shown in the top right, and a zoomed-in view of the '読み取り結果' (Read Results) window is shown in the bottom right.

**読み取り結果**

2011-12-07 19:41:13	Error Code = -200
2011-12-07 19:41:17	JAPAN
2011-12-07 19:41:18	Error Code = -100
2011-12-07 19:41:21	JAPAN

カシオ計算機 : 灯台から 2,030m

東芝 : 灯台から 2,034m

# 実海域実験から



- ・カシオ計算機の受信部とモニタ(HMD)を擬似的に一体化した試みは、将来の受信機器として携帯型端末を意識したものの。また、人が手持ちすることで船の動揺を吸収できることも示した。
- ・東芝は、通信速度を300bpsに抑えることでPC画面上での受信域を広めに取り、三脚上に固定した状態でも受信できることを示した。これは望遠を利用したときに手振れが無く有利といえる。また、閃光灯火では300bpsの通信速度が灯火の見え方にほとんど影響を与えないことが確認できた。

# 海保フェアin立川(2010~12)で紹介

- 日 時 毎年10月の第1または第2土曜日
- 場 所 海上保安試験研究センター
- 展示内容等
  - 海上保安庁の業務紹介
  - 試験研究センターの研究成果等紹介
  - 各種体験コーナー(実験等)
  - 音楽隊コンサート、特救隊&ヘリの訓練展示、職員採用相談ほか
- 来場者数
  - H22:約2,500名
  - H23:約1,700名
  - H24:約2,000名

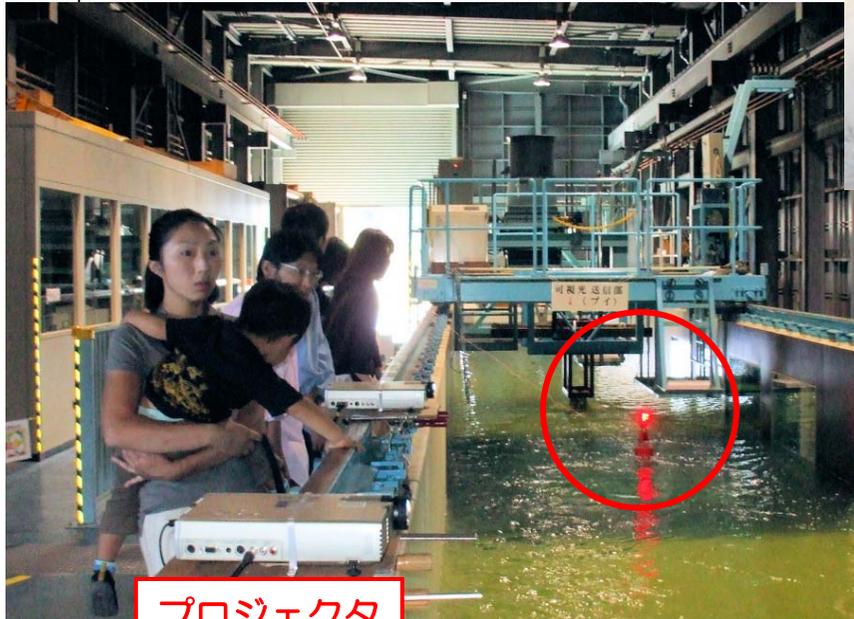
# 海保フェア・可視光通信デモ ～ 加工室



# 海保フェア・可視光通信デモ ～ 回流水槽

情報表示 →  
(プロジェクタ + スクリーン)

模型ブイ (○印) ↓



プロジェクタ



スクリーン左が受信した文章を、  
同右はブイの動揺状況を写す  
カメラ映像

## H24年度の研究(実験)

- 複数目標の受信と同時表示の有効性を確認
- 表示方法の検討(ARの利用)
  - 標識名、ボタン操作による個別の詳細情報等、受信情報を実像画面上に分かりやすく重畳させる
  - 標識間を線で結ぶ
    - 2点なら航路法線の表示、3点以上なら工事区域等の面表示等＝プログラム作成
- LED灯器(複数)に送信装置(IDタグ)を組み込み、陸上に配置して遠距離受信(1,000m程度)を試みる(陸自立川基地内使用予定)＝IDタグとLED制御装置を接続するインターフェース回路の製作

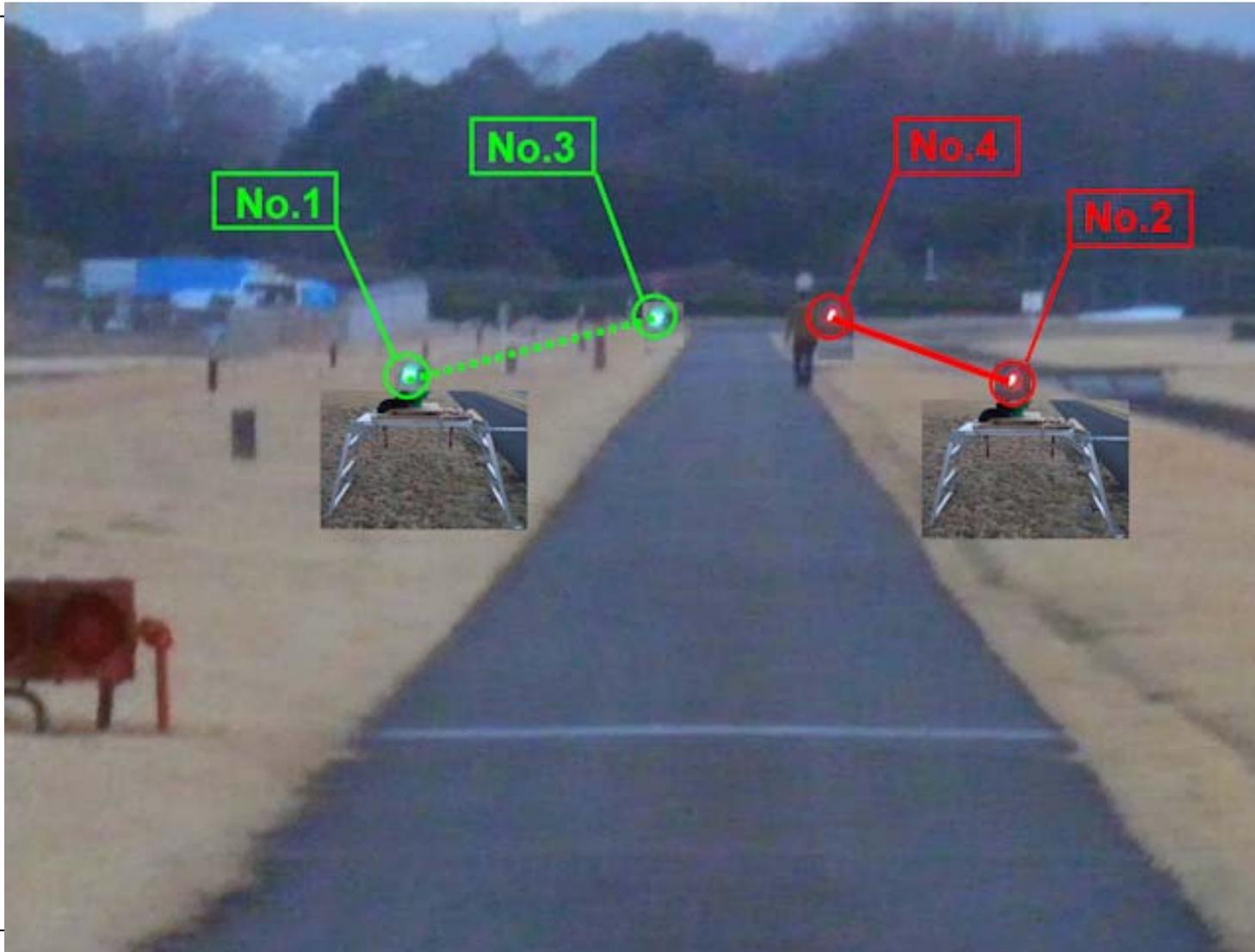
# 実験イメージ(1)



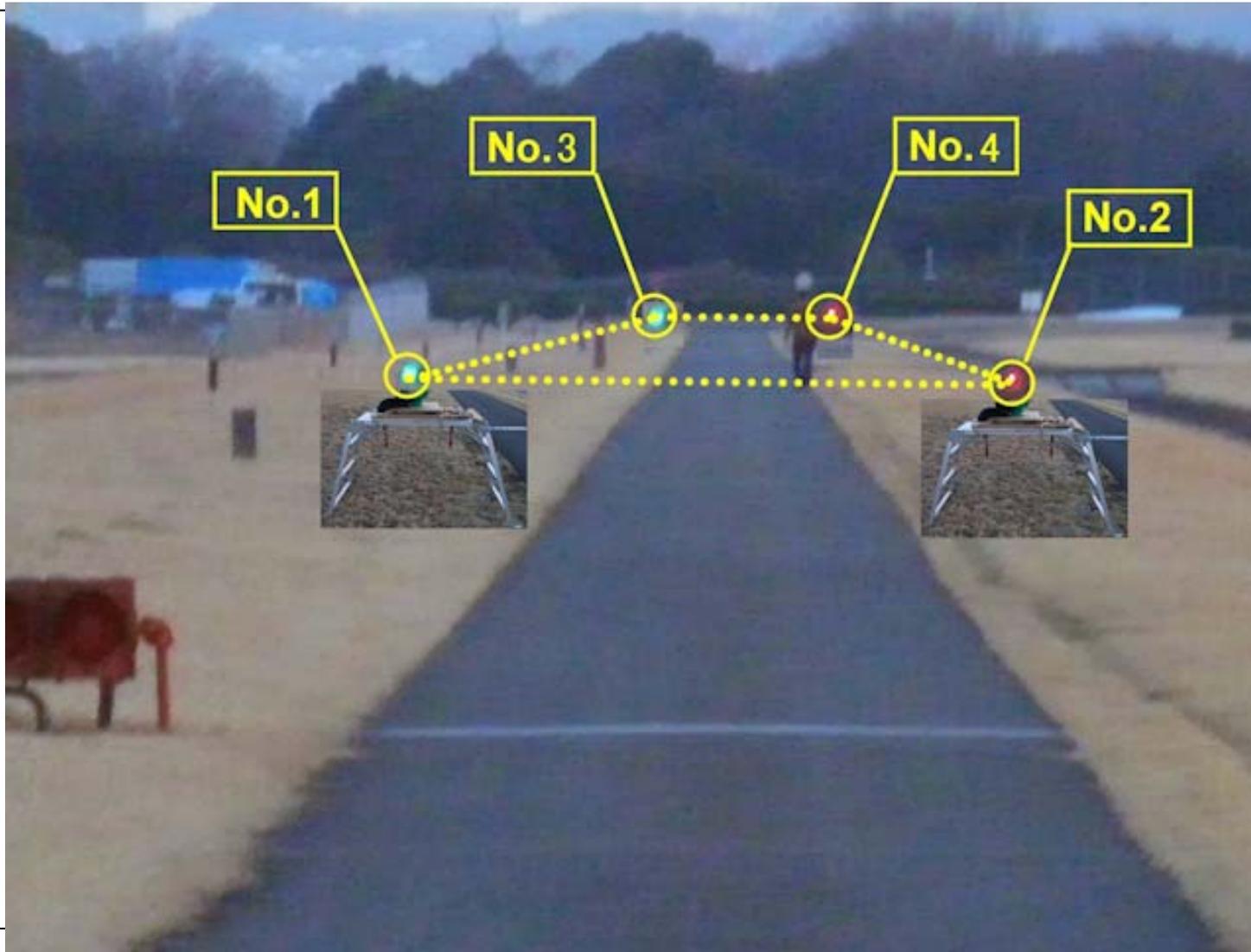
LED浮標灯器の配置



# 実験イメージ(2)



# 実験イメージ(3)



## その他の検討事項

○受信機としての携帯型端末(スマホ、デジカメ等)

- ・撮影フレームレートの向上が必要

現状で120~1200fps程度＝通信速度は30~300bpsとなる

→灯火の閃光(0.4~0.5秒)で送信できるIDの検討

○灯台、灯浮標以外での活用方法

- ・船舶通航信号所の表示灯もLED化すれば提供情報は灯台よりも多い上に遠距離通信が可能
- ・船の舷灯がLED化すれば船一船間通信が可能
- ・サーチライトを使えばより遠距離通信が可能
- ・灯浮標等への異常接近を音声等で知らせる