

レーザ光を利用した悪環境下での 長距離・高分解能監視システム技術の開発

Development of the Laser Radar Surveillance System Technology at Long-distances with High-resolution Under Inclement Weather

落合 勝敏*1
Katsutoshi Ochiai

西村 潔俊*2
Kiyotoshi Nishimura

山田 利幸*2
Toshiyuki Yamada

馬場 智義*3
Tomoyoshi Baba

夜間・雨天時等の悪環境下において、長距離・高分解能を同時に実現する監視システム技術を実用化した。本技術は、不可視レーザ光を利用したアクティブなイメージングシステム技術であり、安全性及び高秘匿性を確保しつつ、夜間における文字認識をはじめとする高い撮像性能や測距機能を有し、高い監視能力を持つ監視システムを実現した。

1. はじめに

9.11.米国テロ、日本海沖不審船事案等の発生により、国内外における監視・セキュリティシステムに対する需要は、近年非常に高まっている。

特に、夜間・雨天時等の悪環境下における監視システムについては、従来型的手法（高感度カメラや赤外線カメラ等のパッシブセンサ）では監視能力は大幅に低下するため、その必要性について以前より強く求められていた。

当社では、上記ニーズに対応し、これらの条件下においても長距離・高分解能を同時に実現する監視システム技術を実用化した。

本報では、本技術の動作原理と特徴、システム構成、実環境における画像例を紹介する。

2. 動作原理と特徴

2.1 動作原理

本技術は、不可視レーザ光によるレンジゲート方式を適用したアクティブなイメージングシステム技術である。動作原理図を図1に示す。このレンジゲート方式は、極短パルスのレーザ光を監視対象に向け、面状に拡げて照射し、対象からの反射信号光が到達する瞬間のみ画像として撮像を行う方式である。

さらに、上記レーザ光照射及び撮像を30 Hzにて繰り返し動作させることにより、通常のカメラ映像と同

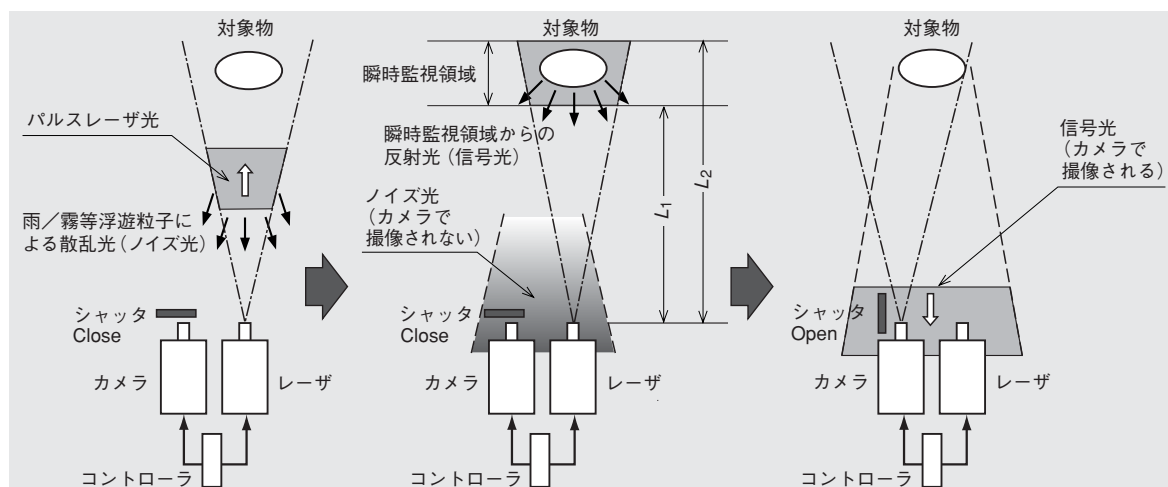


図1 動作原理図 極短パルスのレーザ光を照射し、反射信号光がカメラに到達する瞬間のみ撮像。

*1 長崎造船所特殊機械部

*2 長崎造船所特殊機械部システム機器設計課電子制御チーム

*3 技術本部長崎研究所応用物理研究室

様のリアルタイム動画での出力が可能である。

また、本原理の適用により、従来の高感度カメラ、赤外線カメラ等とは異なり、監視対象領域以外の領域からの散乱光、反射光等のノイズ光の影響を排除でき撮像時のノイズ光（監視対象までの空間中に存在する浮遊水粒子等からの散乱光）の影響を大幅に削減できるとともに、反射信号光の到達時間より距離出力も可能である。

2.2 システム構成, 機能

システムのブロックダイアグラムを図2に示す。

本システムは大別すると、①撮像部、②制御・レーザ部より構成され、各部の機能は以下の通りである。

(1) 撮像部

レーザ照射用レンズ、受光用レンズ、ICCDカメラ及びカラー可視カメラ等から構成される。受光用レンズで受けた反射光は、ICCDカメラで増幅されるとともに画像データに変換され、制御部に送られる。また、昼間運用のため、カラー可視カメラが併設している。さらにレーザ照射用レンズ系、受光用レンズ系の制御により、レーザ照射領域と撮像領域との同一性を確保している。また、JIS規格に基づいた領域制御運用により、人体に与える影響、危険性を排除することが可能である。

(2) 制御・レーザ部

各種制御装置、PC及び操作盤等から構成され、撮像部から送られる画像データを画像処理し、その結果を表示装置にて表示する。また、制御ユーザインターフェースにて監視方位、領域等を任意に設定可能である。

船舶搭載型システムの外観を図3に示す。本船舶搭載型システムにおいては、波浪による船体動揺を補正する機能を持つ動揺安定装置上に撮像部が構成

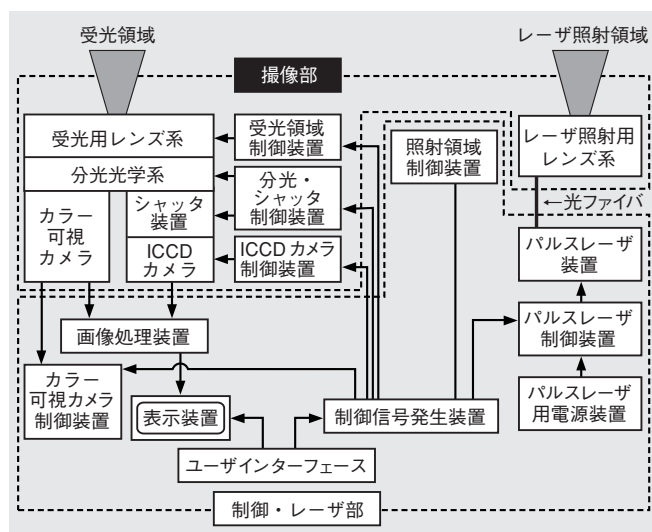


図2 システムブロックダイアグラム

されており、高波浪中及び船舶航行中においても、視点揺れのない安定的な画像が提供可能である。

2.3 特徴

本システムは以下の特徴を有する。

- ① 昼間はカラー可視カメラによるカラーモード、夜間はレーザ照射 + ICCDカメラによるレーザモードでの撮像ができ、全時間帯における監視が可能である。
- ② 従来の赤外線カメラでは不可能であった文字認識やガラス越しの撮像も可能である (図4⁽¹⁾)。

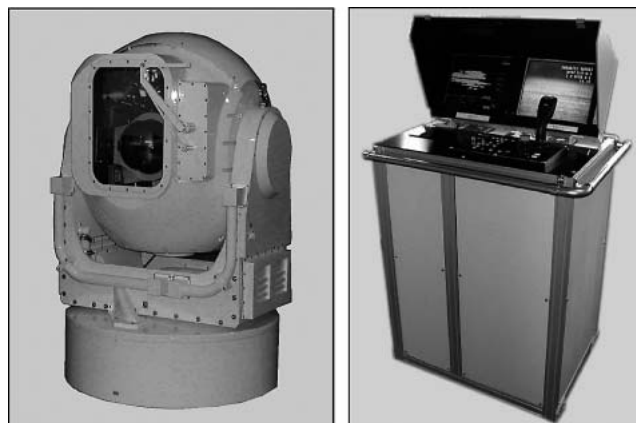


図3 システム外観 船舶搭載型システムの外観であり、撮像部と制御部から構成され、撮像部は船体動揺補正機能付き。

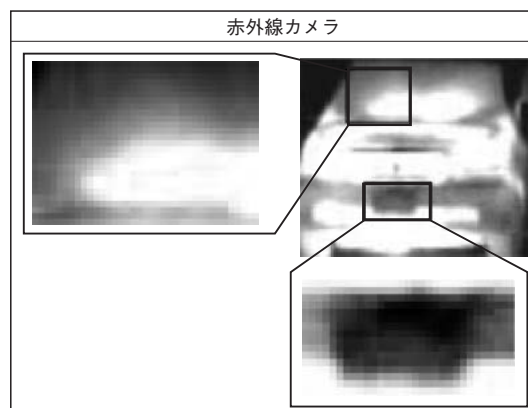
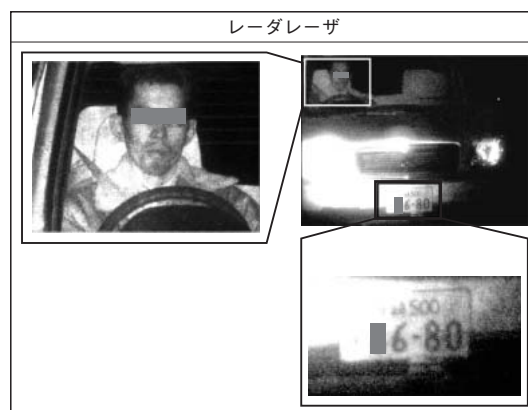


図4 文字認識, ガラス越し画像例 従来の赤外線カメラでは撮像ができなかったナンバープレート, ドライバーが撮像可能。

- ③ レーザモードにより，悪天候時の監視が可能である。
- ④ 不可視レーザー光適用により，レーザモード時にも秘匿性を確保した監視が可能である。
- ⑤ レーザモードにおけるシャッター開閉制御により，距離分解画像の撮像が可能（図5）である。
- ⑥ ストロボ写真撮影と同じような，面状でのレーザ照射+画像での撮像により，画像ぶれの少ない映像出力が可能である。

3. 画像例

3.1 悪環境下での画像例

(1) 模擬環境下での画像例

模擬環境条件下における画像例を図6に示す。雨天時として10 mm/h相当，霧中時として視程400 m相当を模擬した条件において，約1 000 m先配置に相当する対象（白黒格子模様平板）を撮像した。その結果，一般的な可視カメラ，赤外線カメラ

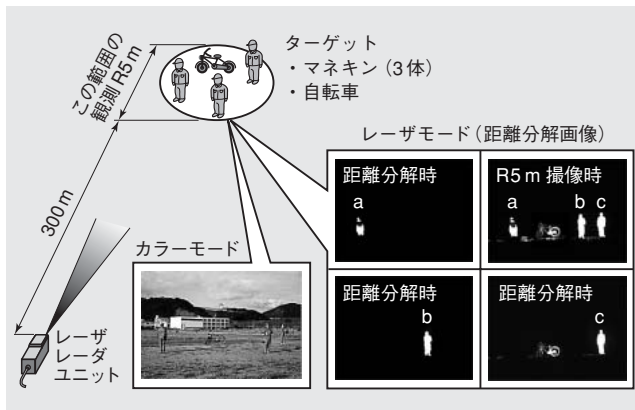


図5 距離分解画像例 距離の異なる対象に対して，任意に領域を切り出して個別に撮像可能。

	模擬環境試験（1000m先に相当）		
	晴天	雨天 (降雨量約10 mm/h)	霧中 (視程約400 m)
レーザーレーダ			
赤外線カメラ			
可視カメラ			

図6 模擬環境条件下における画像例 本システムにおいては，雨や霧の影響を大幅に削減でき，撮像可能。

では困難であった条件であっても，本システムにおいては，その影響を大幅に削減でき，撮像可能であった。

(2) 実環境下での画像例

晴天時，及び雨天時（雨量：5 mm/h程度）における，距離約1 000 m先に設置されている展望台を対象とした画像例を図7に示す⁽²⁾。

図7において，最上段の画像は，本システムに併設されている可視カメラからの出力（レーザ照射なし）であり，中段のものはレーザモードによる出力である。

最下段の画像が性能比較のため，同一位置に設置した赤外線カメラの映像である。

赤外線カメラにおいて困難であった夜間の雨天時においても，本システムにおいては撮像が可能であった。

3.2 洋上対象に対する画像例

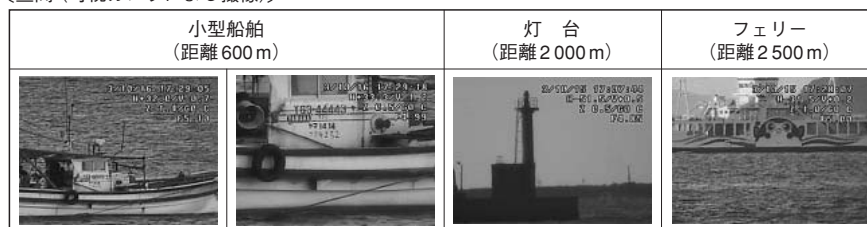
各種洋上対象（小型船舶，灯台，大型船舶フェリー）に対する画像例を図8に示す⁽²⁾。上段の画像は昼間の可視カメラによる画像，下段は夜間のレーザモードによる画像である。

次に，小型船舶（上段）及び大型船舶（下段）を対象とした夜間における長距離での検証結果画像例を図9に示す。上段の小型船舶には，25 cm角の文字（白地に黒色文字）を記載したボードを設置しており，併せて文字認識性能の検証を実施した。さらに，人物の動静把握性能の検証についても実施した（図9右）。その結果，夜間探知距離として小型船舶は5 000 m以上，大型船舶は7 000 m以上，また，25cm角文字に対する識別性能としては1 000 m以上，人物動静把握

		晴天時	雨天時（5mm/h程度）
		展望台（920m先）	展望台（920m先）
昼間	レーザーレーダ監視システム（可視カメラ）		
夜間	レーザーレーダ監視システム（レーザーレーダ）		
夜間	赤外線カメラ		

図7 実環境下雨天時における画像例 赤外線カメラでは困難な条件下においても，本システムでは撮像可能。

〔昼間（可視カメラによる撮像）〕



〔夜間（レーザレーダによる撮像）〕

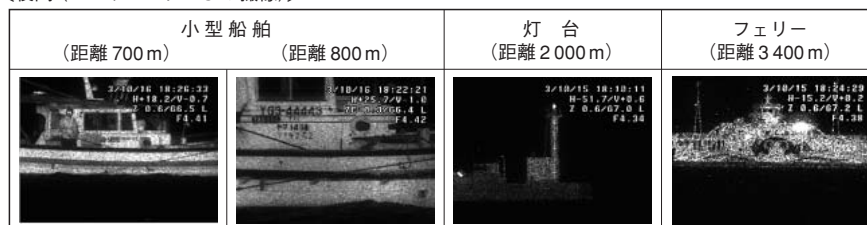
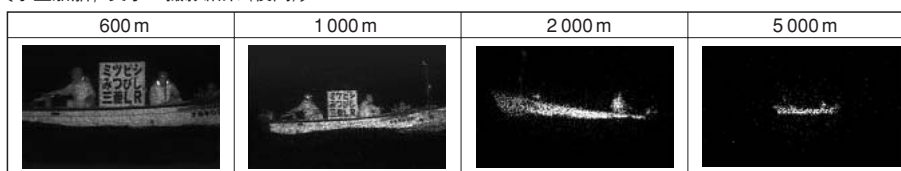


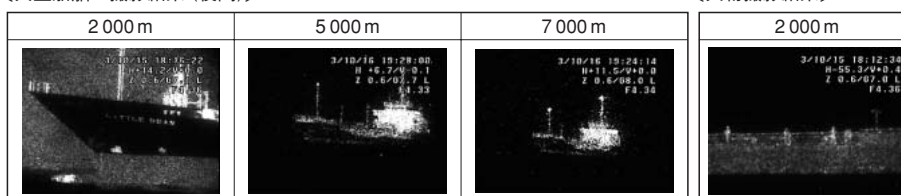
図 8 各種洋上対象における画像例

〔小型船舶，文字の撮影結果（夜間）〕



(撮影条件：画角 0.3° 小型船舶：長さ 6 m, FRP 船)

〔大型船舶の撮影結果（夜間）〕



(撮影条件：画角 0.6°)

(撮影条件：画角 0.6°)

図 9 長距離での画像例 小型船舶 5 000 m 以上，大型船舶 7 000 m 以上，25 cm 角文字識別性能 1 000 m 以上，人物動静把握 2 000 m 以上の性能を確認。

としては 2 000 m 以上の性能が確認できた。

4. ま と め

夜間・雨天時等の悪環境下において，長距離・高分解能を同時に実現する監視システム技術を実用化した。本技術は安全性及び高秘匿性を確保した，不可視レーザ光を利用したアクティブなイメージングシステム技術であり，本技術の適用により，夜間における文字認識をはじめとする高い撮像性能，測距機能や高い監視能力を持つなどの特徴を有する監視システムを実現した。

本技術を適用した船舶搭載型システムについては本年より顧客での実運用が開始され，その能力を十分に発揮しているものと確信している。今後は，陸上設置型等の開発を進め，安全な社会の構築・維持に貢献していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 馬場智義，レーザレーダ監視システムの開発，(社)日本深海技術協会会報 通巻 41 号 (2004) p.15
- (2) Baba, T, et al, Development of a sea obstacle detection system using laser radar technology, Proc. Undersea defence technology Korea (2002)



落合勝敏



西村潔俊



山田利幸



馬場智義