

令和3年度

課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

ローカル5Gを活用した操船支援情報の提供
および映像監視による港湾内安全管理の取組み

成果報告書概要版

令和4年3月25日

株式会社ZTV

実証概要

背景・目的

世界の主要港ではAIやIoT、自動化技術に積極的な投資が進められ、それらを活用した情報共有や最適化が進められています。一方、日本の港湾では、十分に新技術を活用しきれていません。今後、国際集荷等で港湾間競争の更なる激化や労働力不足が懸念される中で、新技術を活用し港湾の生産性を向上させていく必要があります。

昨今では、船舶のデジタル化対応、船員(熟練者)の高齢化、人材不足と他業種同様の問題が深刻化しており、業務量の軽減や安全な運航への取組みが求められています。港湾における喫緊の課題として、着岸時の港湾での事故防止、停泊している船の安全監視が不十分、労働力不足といったことがあげられます。

本実証では、港湾・船舶関係事業者もコンソーシアムに加わり、ローカル5GとAI技術を活用したダッシュボードシステムの構築を行いました。そして、国土交通省による港湾の中長期政策である「PORT2030」でも掲げられる港湾のスマート化、強靱化も見据えながら喫緊課題の解決に向けて取り組みました。

実証の概要

項目	目標
(1)課題解決システムの実証 (課題実証)	港湾現場の作業の効率化、安全性の向上を目的とし、ダッシュボードシステム、ローカル5G及びAIを活用した「港湾作業の効率化」及び「遠隔操船支援」と「港湾監視」を実現し、港湾環境におけるダッシュボードシステムの活用方策を確立することを目標とした。
(2)ローカル5Gの性能評価等の技術実証 (技術実証)	港湾内における課題解決システムを稼働させるため、通信インフラに求められる伝送スループットや伝送遅延といったローカル5Gの性能を評価するため、4.6GHzから4.9GHzまでの周波数帯のローカル5G設備を構築し、測定データを取りまとめた。 また、測定データから海上での電波伝搬損失特性を明らかにし、ローカル5Gによる港湾管理システムの実現におけるローカル5Gの技術基準などの整備に資する知見を得ることを目標とした。
(3)実装及び横展開に関する検討	ローカル5Gによる港湾監視の枠内において、コンソーシアムメンバー内における利用者と提供者の定義を明確にすることにより、実装及び実証モデルの横展開に資する具体的な方策を明らかにすることを目標とした。 実証フィールド(鳥羽)において、本実証で構築した課題解決システムについて、実証終了後も継続的に利用するとともに、課題解決等を図っていくための事業モデルの構築と実証計画の策定(持続可能な事業モデル等の構築・計画策定)、ローカル5G等を活用した課題解決システムについて、同様の課題を抱える他地域における実装や検討に資するような標準的な普及モデルについて検討(横展開に資する普及モデルに関する検討)した。

実証環境の構築

実施環境

周波数帯 4.8-4.9GHz (SA構成)

実施環境 三重県鳥羽市池ノ浦湾内 及び 鳥羽商船高等専門学校の練習船「鳥羽丸」、艇庫、棧橋

基地局設置場所 鳥羽商船高等専門学校艇庫、ホテル屋上



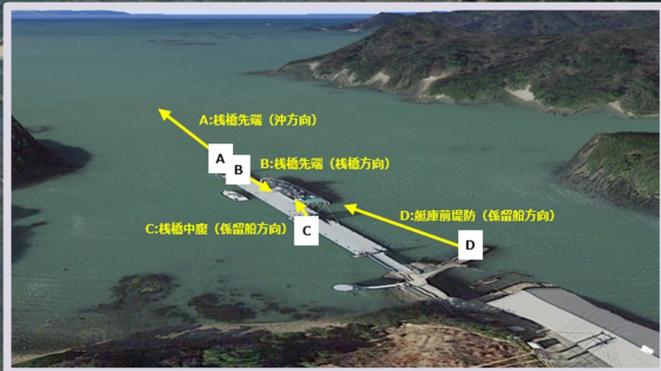
L5G受信端末・4Kカメラ・サーマルカメラ

L5G基地局 (ホテル)

L5G基地局 (鳥羽丸・艇庫)

L5G基地局

L5G受信端末・
フライングビューカメラ



L5G受信端末 × 3・4Kカメラ × 4・サーマルカメラ

主要目	
造船材料	鋼
資格	第4種船
航行区域	近海区域 (非国際航海)
長さ (全長)	40.00 m
長さ (垂線間)	35.00 m
幅 (型)	8.00 m
深さ (型)	3.30 m
満載喫水 (型)	2.80 m
総トン数	244 t
試運転最大速度 (試運転状態、100%負荷)	13.80 ノット
航続距離	約2,300浬
定員	乗組員9名、教官3名 学生44名、計 56名
造船所	三井造船株式会社 玉野造船所
竣工	1994年8月19日



システム機能・性能・要件

ローカル5G無線機器 (Sub6)システム構成

項目	装置名	数量	設置形態	調達先	役割	機能
5Gシステム	5GC	1	クラウド	日本電気株式会社	5Gコアネットワーク (C-Plane機能)	端末のモビリティ管理など
	UPF	1	固定	日本電気株式会社	5Gコアネットワーク (U-Plane機能)	データパケットの転送
	CU/DU	1	固定	日本電気株式会社	5G基地局(集約部/デジタル部)	基地局制御とベースバンド処理
	RU	2	固定	日本電気株式会社	5G基地局(無線部)	5G基地局の無線機能
ネットワーク機器	L3SW	2	固定	日本電気株式会社	ネットワーク中継装置	5Gシステムとサーバの中継
	L2SW	1	固定	日本電気株式会社	ネットワーク中継装置	5Gシステム装置間の中継
	GPSアンテナ	1	固定	日本電気株式会社	GPS受信アンテナ	同期
5G対応端末	DTU	5	固定	日本電気株式会社	5G対応モバイルルータ	デバイス接続

ローカル5G基地局のエリアガバレッジの算出要素

地上高	アンテナタイプ、利得	その他
5m(艇庫基地局) 30m(ホテル屋上基地局)	セクタアンテナ(半値角55度) 17.5dBi	・TX: 33.6dBm ・RF Cable Loss: 2dB ・地形による電波の遮蔽、およびフェージングによる受信電力、スループットの変動と受信側のアンテナの状況により到達範囲が変わります。

ローカル5Gシステムのコアネットワーク性能

性能項目	性能値	備考
接続数	RU: 64 端末/RU 5GC: 10,000 端末/5GC	設計値
最大スループット	RU: アップリンク(UL) 64 Mbps/RU ダウンリンク(DL) 689 Mbps/RU UPF: 4 Gbps/UPF	RU: 設計に基づく物理レイヤ理論値 UPF: 設計値

ダッシュボードシステム構成

項目	装置名	数量	設置形態	調達先	役割	機能
ダッシュボードシステム	ダッシュボードサーバー	1	固定	TVSnext	ダッシュボード画面の生成	IPカメラ、気象情報、AI情報、AIS情報を取得し、画面を生成する。
	表示用PC	2	固定	TVSnext	ダッシュボード画面の表示	ダッシュボード画面の表示
	ENC	1	固定	TVSnext	エンコーダー	HDMI信号をRTSPへ変換
	SC	1	固定	TVSnext	スキャンコンバーター	PC表示画面をトリミング

AIシステム構成

項目	装置名	数量	設置形態	調達先	役割	機能
AI解析サーバ	DeepLearningBox	1	固定	ジーデップアドバンス	AI解析	AI解析を行う

フライングビュー構成

項目	装置名	数量	設置形態	調達先	役割	機能
フライングビューカメラ		4	固定	OKI	周囲映像撮影用	HD(1280x800)
フライングビュー合成機	YS6010X	1	固定	OKI	俯瞰映像の生成	ライブ映像表示
フライングビュー受信PC	PC(win10)	1	固定	Panasonic	俯瞰映像表示	遠隔視点操作

4Kカメラ

項目	装置名	数量	設置形態	調達先	役割	機能
ネットワークカメラ	PNO-9080	5	固定	Hanwha	港湾内監視	4K/10メガピクセル解像度
サーマルカメラ(追加提案)	M364	2	固定	FLIR	船舶位置情報	

無線局免許

本実証事業においては、港湾内のローカル5Gによるエリア構築の実現及び遠隔作業支援実現に向けた電波伝搬特性などの検証のため、4.6GHzから4.9GHz帯の実験試験局免許を取得。

無線局免許状

免許人の氏名又は名称	株式会社ZTV		
免許人の住所	三重県津市あかつ台4-7-1		
無線局の種別	実験試験局	免許の番号	海実第4172号
免許の年月日	令 4. 1. 7	免許の有効期間	令 4. 3. 31 まで
無線局の目的	実験試験用	運用許容時間	常時
通信事項	実験、試験又は調査に関する事項（アルゴシステムデータ伝送に関する事項、教育に関する事項を除く。）		
通信の相手方	免許人所属の実験試験局		
識別信号	ゼットティヴィとぼしかたかみちょうろーかるふあいぶじーじっけん		
無線設備の設置場所又は移動範囲	三重県鳥羽市堅神町崎山61-1		
電波の型式、周波数及び空中線電力	99M9X7W 4849.98 MHz (注1、2、3) 4.58 W		
備考 別紙のとおり			

令和 4 年 1 月 7 日

総務大臣



無線局免許状(実験試験局)

免許人の氏名又は名称	株式会社 ZTV
免許人の住所	三重県津市あかつ台4-7-1
無線局の種別	実験試験局
免許の番号	海実第 4172 号
免許の年月日	令 4 年 1 月 7 日
免許の有効期限	令 4 年 3 月 31 日まで
識別信号	ゼットティヴィとぼしかたかみちょうろーかるふあいぶじーじっけん
無線設備の設置場所又は移動範囲	三重県鳥羽市堅神町崎山 61-1
電波の型式	99M9X7W
周波数及び空中線電力	4849.98MHz 4.58W

無線局免許申請概要

22ヶ月	2021年7月				8月				9月				10月				11月				12月				2021年1月			
	1W	2W	3W	4W	1W	2W	3W	4W	1W	2W	3W	4W	1W	2W	3W	4W	1W	2W	3W	4W	1W	2W	3W	4W	1W	2W	3W	4W
LSG干渉調整要否確認	★東海経済圏へ事業計画提出し、干渉調整の要否確認																											
LSGシステム設計	現地調査、設置位置・指向方向協議等																											
実験計画書作成	実験計画書作成、総務・本省チェック、内容修正																											
実験試験局免許申請	申請書作成、総務・本省チェック、内容修正																											
電波発射、実験開始	結合テスト・技術実証・課題実証																											

実験試験局申請スケジュール

ローカル5Gの電波伝搬特性等に関する技術的検討 (技術実証)

ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定

課題解決システム利活用環境における技術的課題

遮蔽物が少なく遠くまで電波が届きやすい海上において、エリア算出法を用いてカバーエリア及び調整対象区域の図を作成し、エリア端の閾値が実測される基地局からの距離を把握すると共に、受信電力及び伝送性能(伝送スループット、伝送遅延)を把握することを技術的課題としました。

実証目標

所要性能を以下の通りとしました。

- ULの伝送スループット: 50Mbps(艇庫基地局)、20Mbps(ホテル屋上基地局)
- DLの伝送スループット: 40Mbps(艇庫基地局)、30Mbps(ホテル屋上基地局)
- 伝送遅延: 0.1秒

実証内容

以下の実証を行いました。

- エリア算出法に基づき、基地局ごとにカバーエリア及び調整対象区域の図を作成
- 基地局ごとのカバーエリア及び調整対象区域のエリア端における受信電力を測定データより算出
- カバーエリア及び調整対象区域の閾値が実測される地点の基地局からの距離の確認
- 受信電力及び伝送性能(UL/DL別の伝送スループット、伝送遅延)の測定

電波伝搬特性等の測定は、艇庫基地局及びホテル屋上基地局の各々から見通し内となる鳥羽丸の運航ルート上で、鳥羽丸を航行させて実施し、以下のように統計処理しました。

- 受信電力は、40msecの周期で取得し、100サンプル(4秒)ごとに統計処理を行い、中央値等を算出
- 伝送スループットは、40秒毎に平均値を算出
- 伝送遅延は、200msec周期でデータ取得し、40秒毎に平均値を算出

ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定

実証結果

エリア算出法に基づく基地局ごとにカバーエリア及び調整対象区域の作図



艇庫基地局



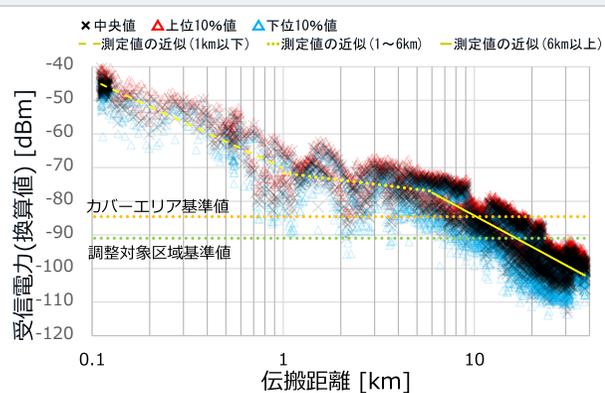
ホテル屋上基地局

カバーエリア及び調整対象区域のエリア端における受信電力、及び閾値実測地点の基地局からの距離

	潮位 [cm]	波高 [m]	エリア算出法に基づくエリア端		実測によるエリア端
			基地局からの距離 [km]	受信電力測定値 [dBm]	基地局からの距離 (近似直線より算出) [km]
艇庫測定1	22	1.0	2.6	-79.2	16.5
艇庫測定2	34	1.0	2.6	-68.4	14.8
艇庫測定3	40	0.7	2.6	-75.2	13.1
艇庫測定4	31	0.7	2.6	-74.0	14.3
ホテル屋上測定1	-26	1.0	9.8	-83.8	14.2
ホテル屋上測定2	8	1.7	9.9	-87.5	16.2
ホテル屋上測定3	-76	1.3	9.8	-89.8	10.9

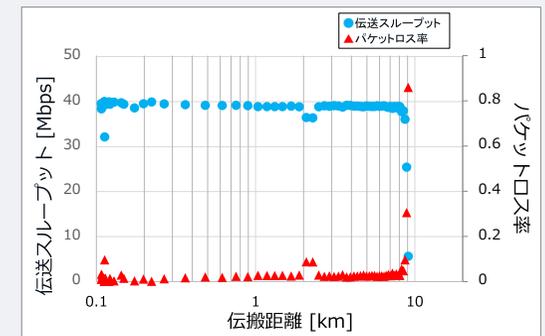
受信電力の測定

- 瞬時値変動の標準偏差は、艇庫基地局で1.8dB、ホテル屋上基地局で3.0dBとなりました。



伝送スループットの測定

- 伝送スループット、伝送遅延ともに所要性能を達成しました。
- 所要性能確保に必要な受信電力を明確化しました。



電波伝搬モデルの精緻化

課題解決システム利活用環境における技術的課題

海上では、遮蔽物が少ないために、遠くまで電波が届きやすいため、現行の電波伝搬モデルでは、本来必要な干渉調整が行われず、良好な電波環境が確保できない恐れがあります。

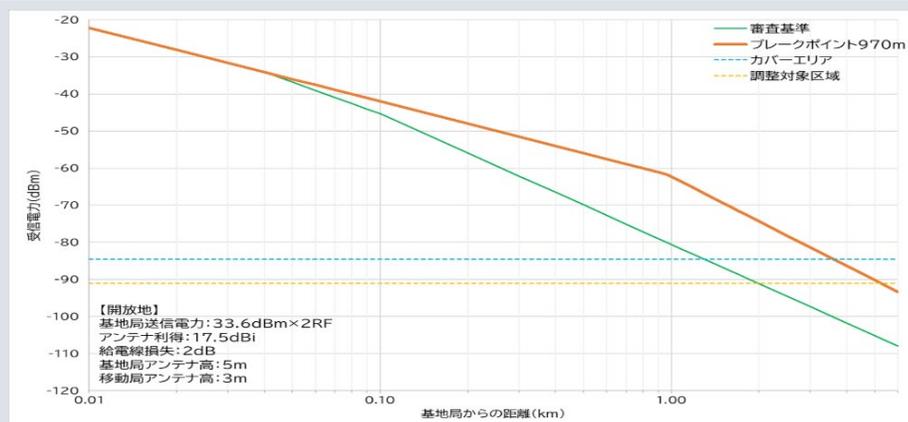
遮蔽物が少ない海上で自由空間伝搬により電波が到達する範囲や海面における電波の反射の影響を定量的に把握し、電波伝搬モデルの精緻化の対象となるパラメータとその条件に応じた適正な値を明らかにすることが技術的課題です。

実証目標

遮蔽物が少なく、遠くまで電波が届きやすい海上において、電波伝搬モデルのパラメータKを精緻化することを実証目標としました。

実証前の仮説

- 実証前は、審査基準と大地反射2波モデルの伝搬損失の値の差をパラメータKに反映させることを想定しました。
- 審査基準(開放地)と大地反射2波モデルに基づく伝搬損失の距離特性の計算例を示します。



審査基準と大地反射の2波モデルに基づく伝搬損失距離特性(艇庫基地局)

電波伝搬モデルの精緻化

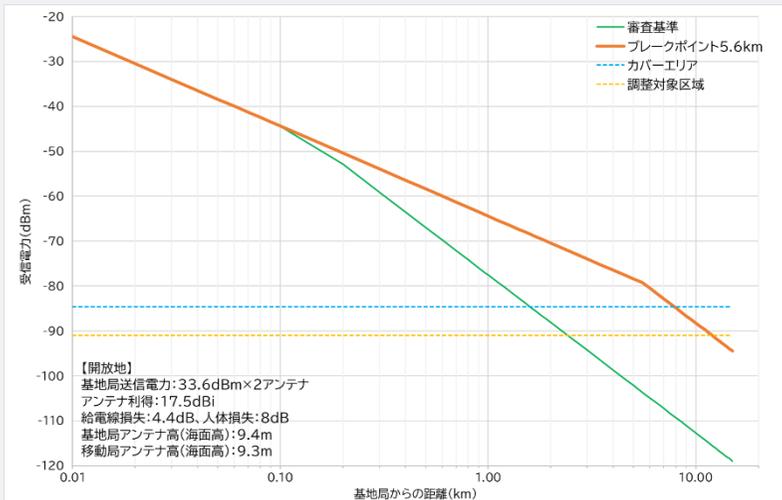
実証結果

精緻化仮説(見直し結果)

- 海面における電波伝搬では、遮蔽物が殆どなく、基地局から移動局に直接波と海面における反射波が到達するため、大地反射の2波モデルに近い伝搬損失の距離特性となると想定しました。
- 大地反射の2波モデルでは、ブレイクポイントまでの距離 D_b を、基地局アンテナ高 h_t 、移動局高 h_r 、及び波長 λ より、 $D_b = 4 h_t \cdot h_r / \lambda$ として計算しました。
- パラメータ K は、ブレイクポイントの距離における審査基準と大地反射の2波モデルの伝搬損失の値の差として計算しました。

精緻化仮説に基づく受信電力距離特性

- 海面を基準とした基地局アンテナ高で受信電力距離特性を再計算しました。



審査基準と精緻化仮説の受信電力距離特性(艇庫基地局)

精緻化仮説と実測に基づくエリア端の距離の比較

- エリア端までの距離は、実測によるエリア端を測定値の近似直線で求めると、艇庫基地局では、ほぼ一致しましたが、ホテル屋上基地局は差異が残りました。

	潮位 [cm]	波高 [m]	精緻化仮説に基づく エリア設計によるエリア端		実測による エリア端
			基地局からの距離 [km]	受信電力 測定値 [dBm]	基地局からの距離 (近似直線より算出) [km]
艇庫測定1	22	1.0	13.1	-88.0	16.5
艇庫測定2	34	1.0	13.1	-91.2	14.8
艇庫測定3	40	0.7	13.1	-92.3	13.1
艇庫測定4	31	0.7	13.1	-94.8	14.3
ホテル屋上測定1	-26	1.0	33.6	-93.6	14.2
ホテル屋上測定2	8	1.7	35.1	-88.8	16.2
ホテル屋上測定3	-76	1.3	34.2	-95.0	10.9

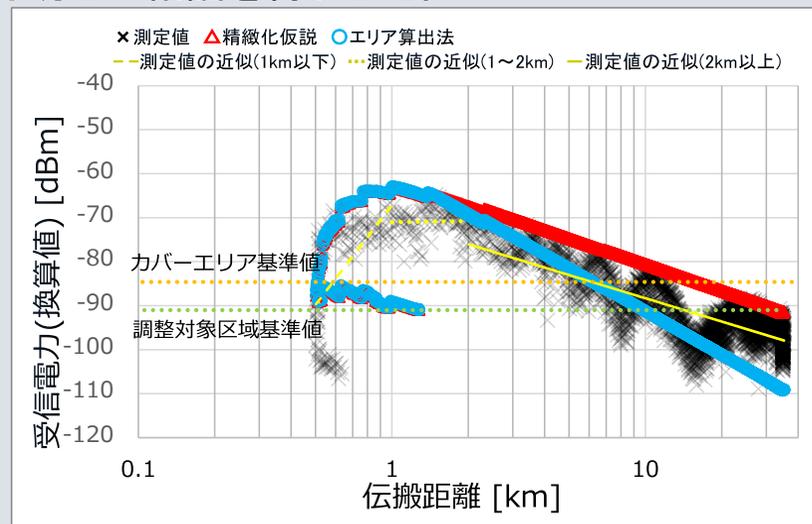
電波伝搬モデルの精緻化

実証結果

- カバーエリアと調整対象区域のエリア端の付近で、受信電力の測定値が、エリア算出法よりも精緻化仮説による計算値に近いことから、精緻化仮説は有効との結論を得ました。



測定値と精緻化仮説に基づくエリアとの比較(艇庫基地局)



測定値、精緻化仮説、エリア算出法の比較(ホテル屋上基地局)

測定値に対する精緻化仮説及びエリア算出法のRMSE

	潮位 [cm]	波高 [m]	精緻化仮説			エリア算出法(審査基準)		
			1km 未満	1km~ 6km	6km 以上	1km 未満	1km~ 6km	6km 以上
艇庫測定1	22	1.0	5.6	5.9	5.7	4.9	19.5	31.1
艇庫測定2	34	1.0	4.6	5.9	3.9	5.6	20.7	26.4
艇庫測定3	40	0.7	3.9	5.9	3.5	6.0	19.4	24.9
艇庫測定4	31	0.7	4.5	5.5	4.0	6.7	19.8	26.4
ホテル屋上測定1	-26	1.0	9.7	8.5	8.4	9.7	8.5	12.0
ホテル屋上測定2	8	1.7	10.5	7.1	8.3	10.5	7.1	5.0
ホテル屋上測定3	-76	1.3	10.7	9.7	10.5	10.7	9.7	5.3

ローカル5G活用モデルの創出・実装に関する調査検討 (課題実証)

背景となる課題を踏まえた実装シナリオ・実証目標

課題を総合的に解決するため、情報の一元管理が可能なダッシュボードシステムと高精細映像を伝送可能なローカル5Gを組み合わせた検証を実施。

	課題	解決策	実装シナリオ	実装目標
操船の課題	港湾内における安全な交通や着岸に必要なとなる十分な情報を得る手段がない	港湾内航行中の船舶に対する「港湾内映像およびAIによる船舶位置情報(操船支援ダッシュボード)」と「船舶俯瞰映像(フライングビュー)」による解決	<ul style="list-style-type: none"> ・設計/構築 当該システムを設計し、港湾内の映像、気象情報を一元的に表示可能なシステムを構築する ・導入試験 当該システムを利用開始に際して、機能試験および運用試験を行う 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 操船側(船上)からダッシュボードの閲覧ができる。 2. 安全な操船のための情報の収集および共有化が図れる。
港湾の課題	港湾内の停泊中の船舶やその周辺の安全監視ができていない	港湾内に停泊中の船舶およびその周辺の異常検知を高精細映像+AI映像解析により自動化	<ul style="list-style-type: none"> ・教育/訓練 当該システムを利用する作業担当者に対して必要となる教育/訓練を行う 	AI映像解析による異常検知が正しく行われ、その情報をダッシュボードで閲覧ができる。
港湾の課題	港湾内の着岸管理業務の労働環境改善対策	船舶の着岸確認、記録を高精細映像+AI映像解析により自動化		<ol style="list-style-type: none"> 1. AI映像解析による着岸確認が正しく行われる。 2. 労働負荷が軽減され安全監視の確実性向上につながる。

実証結果および考察

	①. 港湾内航行中船舶に対する「港湾内映像およびAIによる船舶位置情報(操船支援ダッシュボード)」と「船舶俯瞰映像(フライングビュー)」の提供	②. 港湾内に停泊中の船舶およびその周辺の異常検知を高精細映像+AI映像解析により自動化	③. 船舶の着岸確認、記録を高精細映像+AI映像解析により自動化
L5Gの必要性	船上(湾内)や棧橋は有線による通信回線の整備が困難であり、複数の4Kカメラ映像やダッシュボードシステム閲覧などにおいて安定した高速通信回線が必要となること、また、セキュリティの観点からもライセンスバンドであるローカル5Gが最適。		
実証目標	航行中船舶の安全安心に資する高精細映像や気象情報等の収集と共有。	港湾内の安全監視のためのAI解析による人物、船舶位置情報等の検知とダッシュボードの活用。	AI解析による船舶離着岸の自動検知と業務負担の軽減。
実証結果	船内でのダッシュボード閲覧によって港の様子や気象状況を必要なタイミングで収集ができ、陸上の港湾管理者とも情報共有が図れた。	ダッシュボードの現地映像とAI通知によって、確認のために監視室から現場に向かう頻度が削減。	ダッシュボードの着岸時間と映像表示により見落としや記録誤りの改善。
考察	本システムを習熟し、操船作業に組み込むことにより、業務効率化と安全性が向上する。	業務負荷の軽減により、港湾の安全管理と監視の確実性向上につながる。 監視室を持たない小規模の港湾を一括で遠隔地から管理する運用も期待できる。	

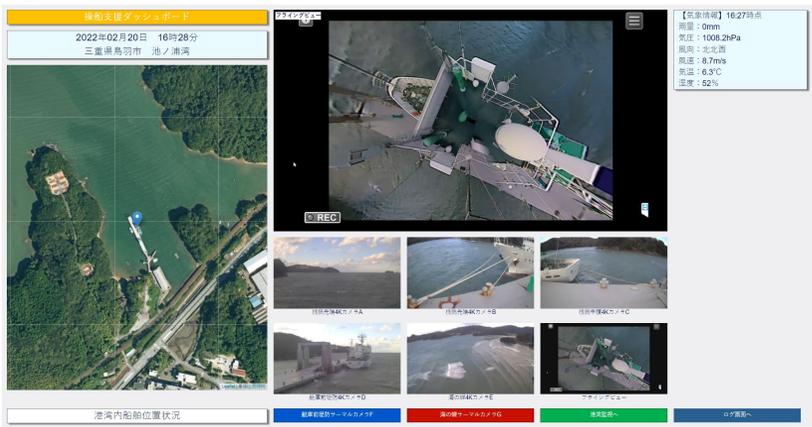
システム構成イメージ

港湾内に4K高精細カメラを5台、船上にフライングビューカメラカメラを1台設置し、ローカル5Gネットワークを利用して艇庫内に設置するダッシュボードシステム及びAI解析サーバーへ伝送し処理。ダッシュボードシステムの情報を船上および監視室で閲覧。

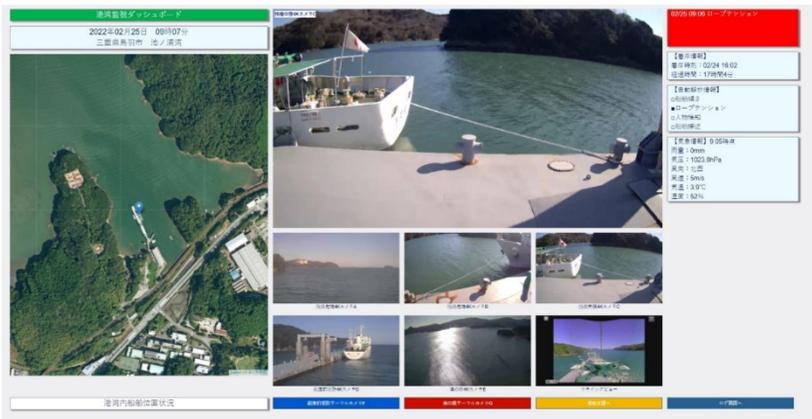


ダッシュボードシステム

①操船支援



②港湾監視



項目	機能説明
湾内高精細映像	①②港に複数設置した4Kカメラ映像から、港全体や停泊予定場所の状況(波の高さ、他船の状況、港湾の様子)が一元的に把握できる。
船舶周辺映像 (フライングビュー)	①②船舶上部に設置する4方向のカメラを合成処理することで、俯瞰での映像がリアルタイムに確認できる。 離着岸時の全方位の状況把握が容易となり、操船作業の業務軽減が図れる。
船舶位置情報	①②複数の映像からAIが船舶の位置解析を行い緯度経度を算出し、地図上に船舶の場所を表示する。
気象情報	①②港に設置した気象観測装置の情報をリアルタイムに表示。 港の映像と同時に確認できることで、判断に要する時間の短縮、精度の向上が図れる。
人物の立ち入り検知	②港湾内に人が立ち入ったことを検知し通知する。
船舶の傾き検知	②停泊中船舶の傾きを検知して通知することで、重量バランスの調整を促し、岸への接触事故や積載物の落下を事前に防ぐ。
ロープテンション状況 の計測	②係留ロープの状態を監視。ロープが係留索から外れたりなどでロープの本数に変化があると通知する。
船舶の離着岸検知	②船舶の着岸および離岸を判断し、停泊時間の計測漏れを回避する。

ローカル5Gを用いたソリューションの有効性等に関する検証

ダッシュボードシステムを用いた業務改善結果

操船支援 検証項目	チェック項目			
	a. 業務量の見直し	b. 最適化された業務内容	c. 1日あたりの見直し時間	d. 事故回避貢献度
湾内高精細映像	変わらない	無	無	有
船舶周辺映像 (FLV)	変わらない	無	無	有
船舶位置情報	変わらない	無	無	有
気象情報	変わらない	無	無	有

e. その他 (自由意見)
必要な情報を得られる
目視でしか確認出来ない場所(屋外など)が遠隔確認出来るのは、安全上有効
誤りが無くなる
知りたいときに確認出来る

港湾監視 検証項目	チェック項目			d. その他(自由意見)
	a. 業務量の見直し	b. 1日あたりの見直し時間	c. 事故回避貢献度	
人物の立入検知	変わらない	無	○	不審物監視が画面上で確認出来る
船舶の傾き検知	—	—	—	—
ロープテンション	変わらない	無	○	当直時の負担が減る。
船舶の着岸確認	変わらない	無	○	時間管理に有効。

ダッシュボード上に一元的に情報を収集、閲覧、船上と監視室で情報の共有できることでこれまでに発生していた業務負荷の軽減、および、事故の回避に貢献できるものであるとの評価を得られた。今回の検証では業務量削減や省人化までの定量的な効果は確認できなかった。

AI性能の評価

離着岸検知

船舶位置

ロープテンション

人物検知

【船舶検知】
検出時刻：02:24 16:02
検出時刻：21時02分

【船舶検知】
船舶検知
●ロープテンション
●人物検知
●船舶検知

【気象情報】 13:29時点
雨量：0mm
風速：1021 1hPa
湿度：55.1%
気温：7.1℃
曇り：58%

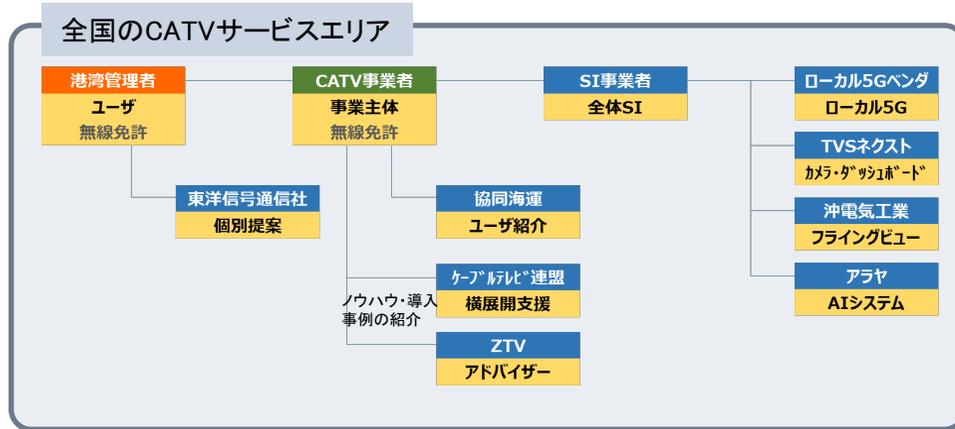
テーマ名	検出率	絶対誤差
船舶位置推定	95.9%	7.4m

テーマ名	正解率 (Accuracy)	適合率 (Precision)	再現率 (Recall)	調和平均 (F1)
人立ち入り検知	99.2%	100.0%	98.3%	99.2%
ロープテンションの異常検知	94.2%	98.2%	90.0%	93.9%
船舶の着岸判定	97.5%	95.2%	100.0%	97.6%

AI検証項目の定量的評価結果

CGと実データにより、精度の高いアルゴリズムを構築。ダッシュボード上でも、リアルタイムに解析結果を確認できた。

継続利用・実装計画



【ターゲット】操船の安全安心および港湾管理業務負荷についての課題を持つ全国の港湾・操船事業者。

【体制】CATV事業者が主体となり無線整備や免許取得の支援。東洋信号通信社、協同海運が関わる事業者をCATV事業者で紹介、共に提案。日本ケーブルテレビ連盟が全国のCATV事業者向け説明会や無線利活用委員会において本事業の取り組みやノウハウを展開、交付金等予算施策情報の周知。

【ロードマップ】鳥羽商船高専は次年度はローカル5Gに代わる通信設備で実証環境を継続する。運用に係るコストの洗い出しや機能の改善を検討。ZTVおよび地域のCATV事業者は東洋信号通信社、協同海運と共にターゲットに対して本システムの紹介と需要調査、提案を行う。東洋信号通信社が港湾管理業務を受託する全国の主要港湾(約20港)の管理設備更新や増強のタイミングに合わせて、本システムの組み込みを提案。



ローカル5Gの実装に向けた課題の抽出及び解決策の検討

必須要件

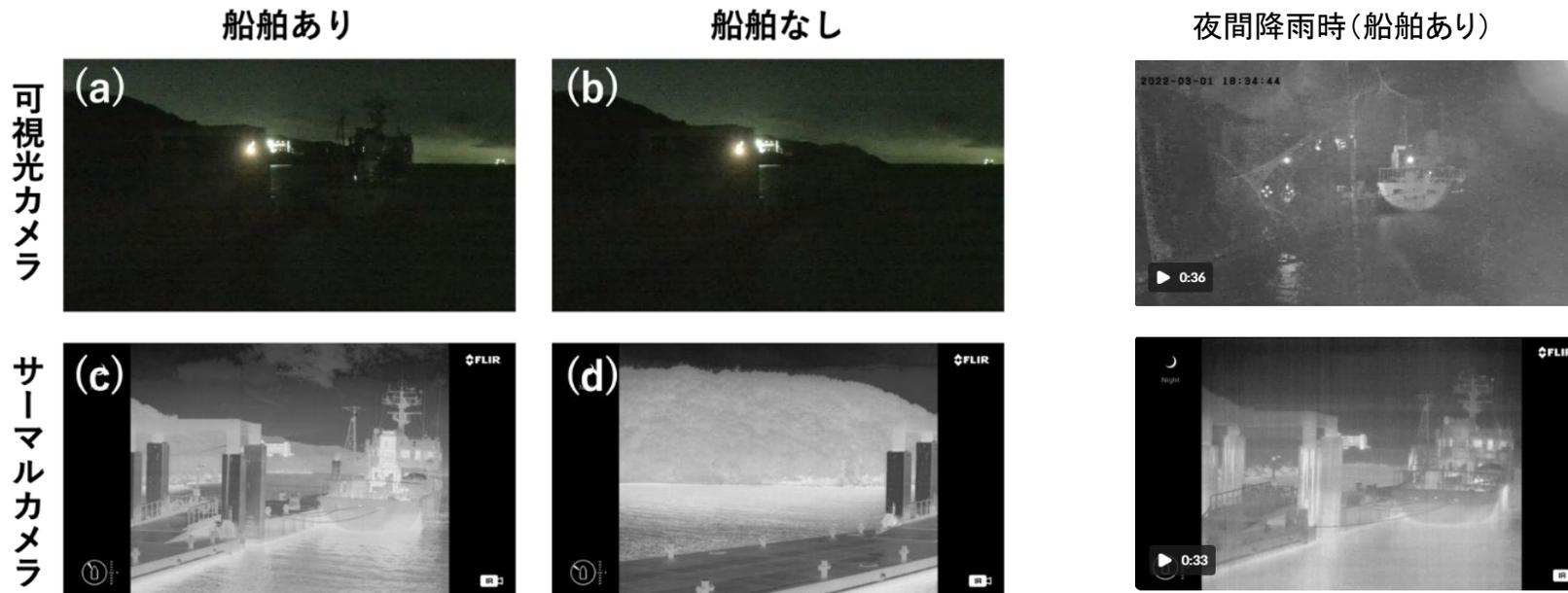
課題	解決に向けた方策
船上でのローカル5G端末の商用利用	本実証および次年度以降の実証において取得した、ローカル5Gの制度見直しに活用できるデータの提供

その他要件

課題	解決に向けた方策
システム全般(ローカル5G、ダッシュボードシステム、AIシステム)の導入および運用に係るコスト削減	共同購入によるボリュームディスカウント コアシステム等複数の事業者で共有が可能な設備の採用 既存FTTHシステム等自社所有リソースの活用 運用保守業務の自営化 サブスクリプションタイプの導入
需要・業界動向の把握	自動操船等先進的な取り組みを行う会合等への参加 船舶・港湾のDX化やリプレースに合わせた導入提案
AI性能、ダッシュボードシステム性能の維持向上	高性能サーバによる処理遅延の改善や解析精度の向上 クラウド活用による陳腐化対応
船舶へのシステム実装	船舶の更新時、または、既設船の場合にはIT対応などのタイミングに合わせて実装
船上でのローカル5Gの安定性向上	継続的な検証による問題点の洗い出し 遠隔での保守運用や自動復旧のための仕組み構築

課題実証における追加提案(サーマルカメラ)

夜間、降雨などの視認性の悪い条件における可視光カメラとサーマルカメラの性能およびコストの比較を実施。



	可視光カメラ	サーマルカメラ
正解率 (Accuracy)	50.0%	90.0%
適合率 (Precision)	計測不可	100.0%
再現率 (Recall)	0.0%	80.0%
調和平均 (F1)	計測不可	88.9%

AI検証項目の定量的評価結果

【性能】照明の少ない環境において、可視光カメラでは周辺の状態を確認することは非常に困難なことが確認できた。
 降雨によりカメラレンズに水滴がつくことで映像が劣化することもあった。
 AIによる画像解析においてもサーマルカメラによる正解率は安定している。
【コスト】カメラ単体の金額を比較すると次の通りとなる。
 ・可視光カメラ10万円程度 ・サーマルカメラ300万円
 荒天ではない夜間であれば照明設備の整備により視認性を改善することも期待できるが、夜間荒天時の船舶利用や港湾監視の利用頻度が高い港湾であればサーマルカメラによる設備投資効果は高いものと判断できる。

まとめ

まとめ

【技術実証】

- 電波伝搬モデル(パラメータK)の大地反射2波モデルに基づく精緻化仮説は、カバーエリアと調整対象区域のエリア端の付近で、受信電力の測定値が、エリア算出法よりも精緻化仮説による計算値に近いことから、有効との結論を得ました。
- 伝搬距離による測定値の変動を考慮し、受信電力(干渉電力)を計算する際に6dB程度のマージン補正が必要となる可能性を示しました。その値の妥当性について更なる実証が必要と考えます。
- 大地反射2波モデルによる計算では、±0.5mの潮位変化で受信電力が落ち込む位置が変わりましたが、同一地点での測定値はほぼ一定との結果が得られ、潮位変化による調整対象区域等のエリア端の最大距離の計算方法が今後の課題となりました。

【課題実証】

- 3つの課題について取り組みました。
 - ①操船の安全安心のための情報収集: ローカル5G経由で船内でのダッシュボード閲覧によって港の様子や気象状況を必要なタイミングで収集ができました。また、陸上の港湾管理者とも情報共有が図ることができました。
 - ②港湾における監視: ダッシュボードの現地映像とAI通知によって、確認のために監視室から現場に向かう頻度が削減できます。
 - ③港湾管理における業務負荷軽減: ダッシュボードの着岸時間と映像表示により見落としや記録誤りの改善につながりました。
- 実証完了後も構築環境を継続し、機能改善やコストの洗い出しを行います。
- 普及展開にむけての課題としては、ローカル5Gの海上での固定通信利用に向けた制度の見直し、機能強化・ニーズ把握のための最新情報収集、安定した運用のための継続した検証による条件抽出となります。