

150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa通信システムの 技術的条件に関する調査検討

報告書 概要版

令和8年3月

150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa通信システムの技術的条件に関する調査検討会

調査検討の目的

令和5年度に中山間地域に有効な400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムの導入に係る調査検討を実施。

中山間地域において一山超えての通信が可能

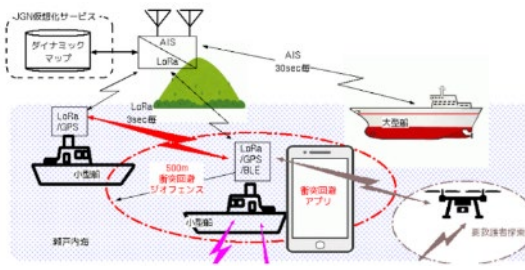
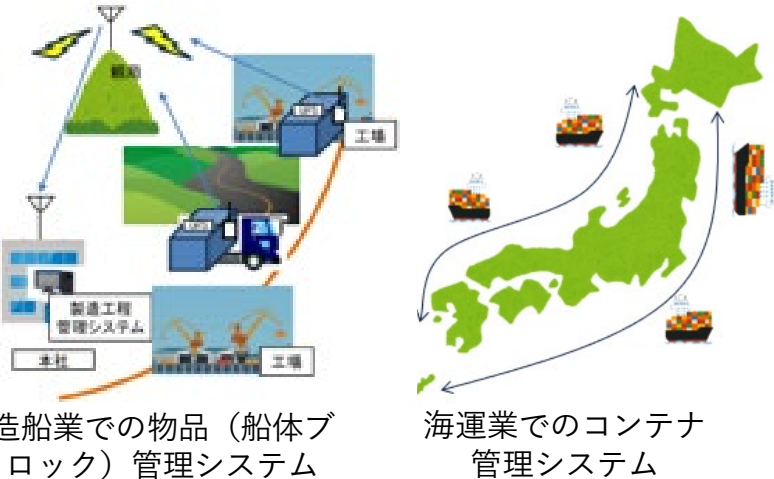


下記のように、海上や中山間地域で、400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムへの新たなニーズが顕在化している。



新たなニーズへ対応するため、150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムの技術的条件に関する調査検討を実施する。

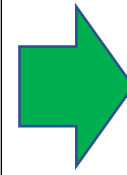
海上における、長距離通信のニーズ



小型船舶衝突防止

山間部に限らず、海上や平野部での長距離通信のニーズがある。
低容量 + 低頻度 + 長距離

衝突防止のように中頻度のニーズもある。
低容量 + 中頻度 + 長距離



150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムでの解決を目指す。



中山間地域における、さらなる長距離通信のニーズ

応用例



林業での緊急通報等



害獣対策
監視等

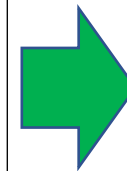


設備監視



見守り

携帯電話が届かない森林や限界集落等における長距離通信

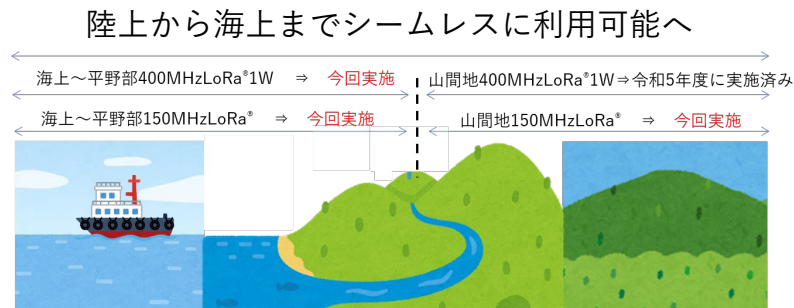


山間部で長距離通信のニーズがある。
低容量 + 低頻度 + 長距離

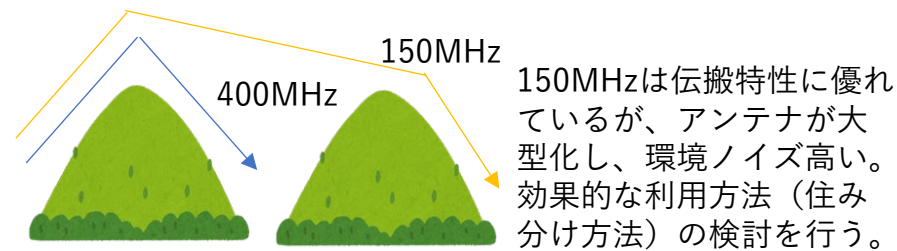
調査検討の検討項目

- 1) 利用範囲の拡大
陸上内での移動や沿岸部での活用を視野に、陸上から海上までシームレスに利用可能な技術的条件案を検討。
- 2) 150MHzと400MHzの効果的な利用手法の検討
400MHz帯に加えて150MHz帯（150MHz帯人・動物検知通報システム）を活用した効果的な利用方法を検討。
- 3) 収容局数を確保できる周波数共有手法の検討
900MHz帯特定小電力のLDC（Low Duty Cycle）方式のように、キャリアセンスを無くし、送信時間制限や送信時間総和制限など簡易な手法の周波数共有機能を検討。
- 4) 占有周波数帯幅の検討
収容効率向上のために最適な占有周波数帯幅を検討（16kHz程度までを想定）。
- 5) 隣接システムとの共用検討
- 6) 「LoRa[®]搭載ルーター」の検討
利用促進につながる「LoRa[®]搭載ルーター」の検討(150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa、LPWA、Wi-Fi等を搭載したルーター)。

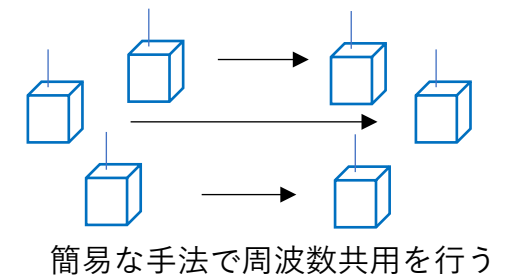
1)利用範囲の拡大



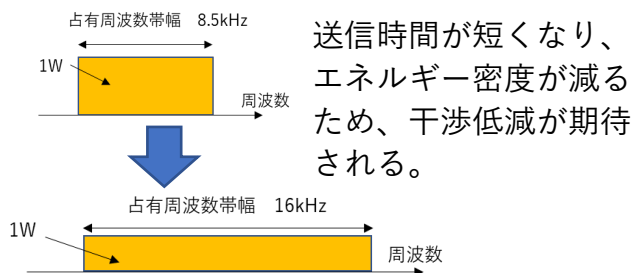
2)150MHzと400MHzの効果的な利用手法の検討



3)収容局数を確保できる周波数共有手法の検討

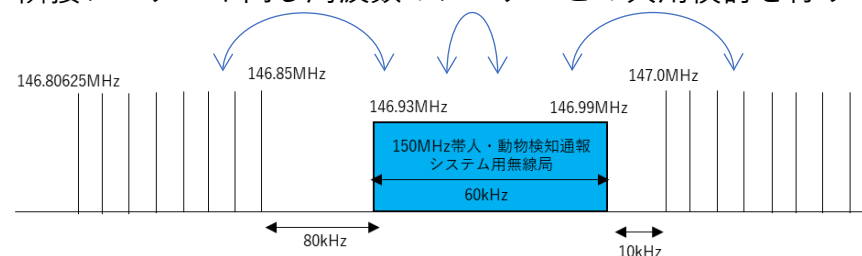


4)占有周波数帯幅の検討

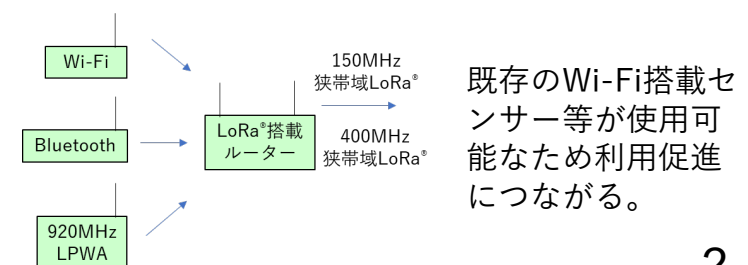


5)隣接システムとの共用検討

隣接システムや同じ周波数のシステムとの共用検討を行う

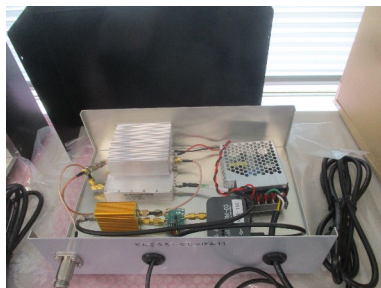


6)「LoRa[®]搭載ルーター」の検討



調査検討での実施内容

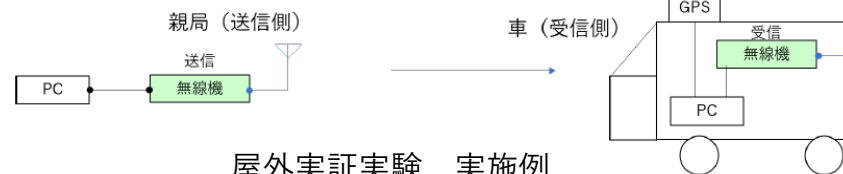
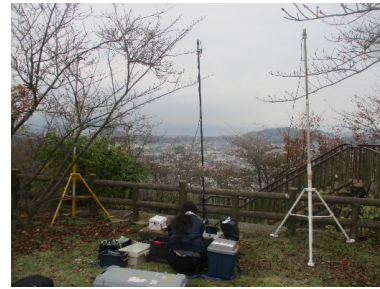
150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa[®]通信システムの試作 ⇒ 実験に使用する機器を製作。
屋内実証実験 ⇒ 実験室内にて、無線機の実験特性測定を行う（感度や干渉特性）。
屋外実証実験 ⇒ 3か所にて実際に電波を発射し、電波伝搬特性の測定を実施。雑音の測定も実施。
諸元・運用条件等の検討 ⇒ 利用範囲の拡大検討、150MHzと400MHzの効果的な利用手法の検討、
令和5年度調査検討の技術的条件案の見直し、収容局数を確保できる周波数共用手法の検討を実施。
他の無線システムとの共用検討 ⇒ 他の無線システムの諸元等調査、共用検討（机上検討）、
提案システムの周波数選定を実施。
調査検討会の運営 ⇒ 学識経験者、通信機器製造者等から13名を構成員とする調査検討会を設置。
技術的条件案・報告書案のとりまとめ



150MHz帯狭帯域LoRa[®]通信システム用無線機



屋内実証実験 実施例
(受信感度測定)



屋外実証実験 実施例
(ドライブテスト)



第一回調査検討会会合
令和7年7月25日（四国総合通信局会議室）



屋外実証実験公開
令和7年12月4日（今治造船株式会社） 3

調査検討会 構成員・オブザーバー

- 【主査】 福本 昌弘 高知工科大学 情報学群 教授
- 【副主査】 都築 伸二 愛媛大学 大学院理工学研究科 教授
- 【構成員】 岩尾 忠重 高知大学 総合科学系複合領域科学部門 教授
- 清水 鏡介 愛媛大学 工学部社会基盤工学コース 助教
- 中畑 和之 愛媛大学 大学院理工学研究科 教授
- 不破 泰 信州大学 DX推進センター特任教授
- 小池 幸永 株式会社サーキットデザイン 最高技術顧問
- 小宮山 真康 一般社団法人電波産業会規格会議小電力無線局作業班構成員 (株式会社サーキットデザイン)
- 高橋 完 株式会社アイエスイー 代表取締役
- 伴 憲之 一般社団法人電波産業会規格会議小電力無線局作業班構成員 (アイコム株式会社)
- 藤本 晶史 株式会社フォレストシー IoT通信事業部課長
- 和田 成登 一般社団法人全国陸上無線協会 四国支部支部長
- 渡川 洋人 株式会社JVCケンウッド 無線システム事業部国内無線システム開発部シニアマネジャー
- 【オブザーバー】 森山 徹 今治市産業部産業政策局 海事都市今治推進課長
- 山内 智博 今治造船株式会社 設計本部特殊船設計グループ兼経営企画本部DX推進室専任副部長
- 吉田 一志 国立研究開発法人情報通信研究機構
- 田野 正行 総務省総合通信基盤局電波部移動通信課 課長補佐
- 福川 優治 総務省総合通信基盤局電波部基幹・衛星移動通信課重要無線室課長補佐
- 佐々木 信行 総務省四国総合通信局 無線通信部長

会合開催状況

第一回会合	令和7年(2025年) 7月25日 オンラインと実地併用 四国総合通信局会議室
第二回会合	令和7年(2025年) 12月4日 オンラインと実地併用 今治造船株式会社
屋外実証 実験公開	令和7年(2025年) 12月4日 実地開催 今治造船株式会社
第三回会合	令和8年(2026年) 3月17日 オンラインと実地併用 四国総合通信局会議室

※敬称略、五十音順

150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムの試作

実証実験に必要な機器を試作

150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®無線機

実験試験局免許を取得

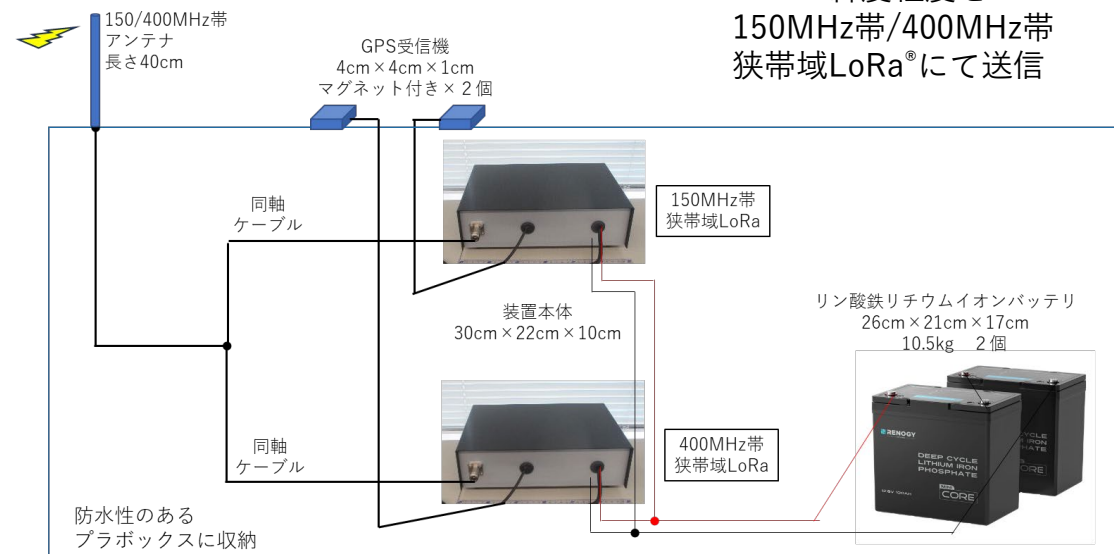
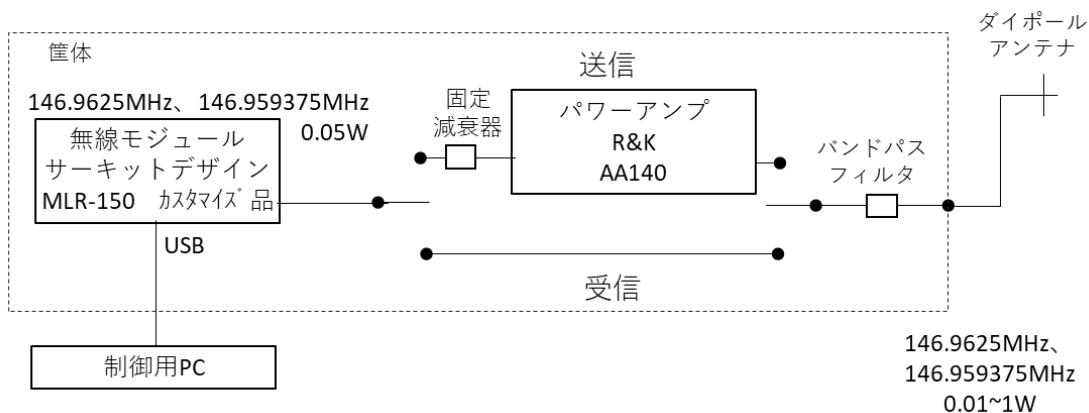
150MHz帯	
項目	諸元
周波数	146.9625MHz 146.959375MHz
空中線電力	1W
変調方式	LoRa® (電波の型式 F1D)
占有周波数帯幅	11.6kHz (実測値約7.8kHz) 17.4kHz (実測値約15.6kHz)

400MHz帯	
項目	諸元
周波数	429.2MHz
空中線電力	1W
変調方式	LoRa® (電波の型式 F1D)
占有周波数帯幅	8.5kHz (実測値約7.8kHz) 16kHz (実測値約15.6kHz)

船体ブロック位置管理システム 試作品



GPSの緯度経度を
150MHz帯/400MHz帯
狭帯域LoRa®にて送信



・室内にてケーブル接続、減衰器等を利用して接続を行い、以下の測定を実施。

- ①受信感度測定 ②通信速度測定
- ③同一チャネル干渉測定 ④隣接チャネル干渉測定

・電波の型式は、LoRa[®]、4-FSK、とし、実機の無線機を使用して測定を実施。

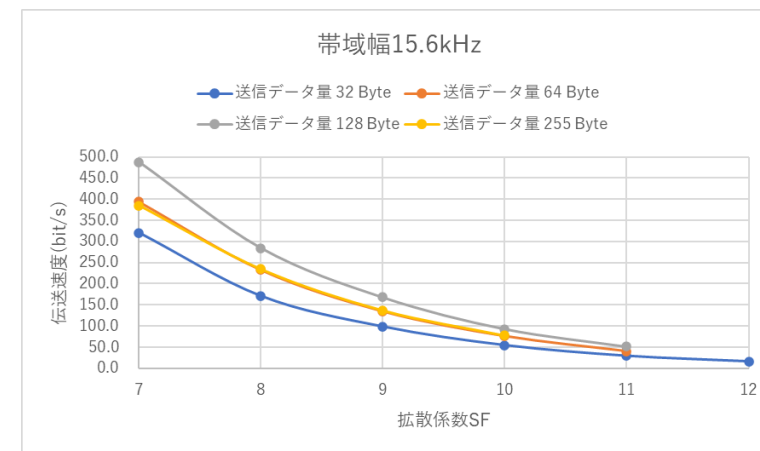
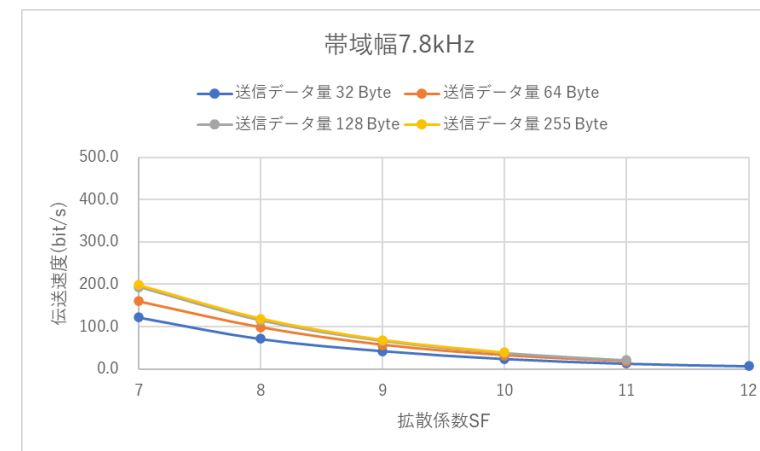
①基準感度測定結果

変調方式		基準感度
150MHz 帯 狭帯域 LoRa [®] 帯域幅 7.8kHz	拡散係数 SF=7	-137dBm
	拡散係数 SF=8	-139dBm
	拡散係数 SF=9	-143dBm
	拡散係数 SF=10	-146dBm
	拡散係数 SF=11	-147dBm
	拡散係数 SF=12	-149dBm
150MHz 帯 狭帯域 LoRa [®] 帯域幅 15.6kHz	拡散係数 SF=7	-133dBm
	拡散係数 SF=8	-137dBm
	拡散係数 SF=9	-139dBm
	拡散係数 SF=10	-142dBm
	拡散係数 SF=11	-144dBm
	拡散係数 SF=12	-147dBm
デジタル小電力コミュニティ無線システム (150MHz 帯 4-FSK)		-117dBm

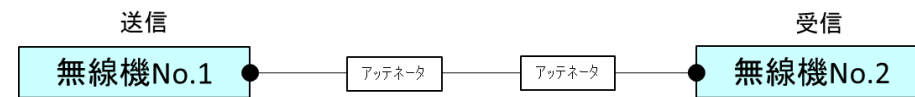
受信電力が小さい場合でも受信可能。

LoRa[®]の帯域幅が7.8kHzから15.6kHzにすると、感度は約3dB程度悪くなる。

②通信速度測定結果



LoRa[®]の帯域幅を7.8kHzから15.6kHzにすると、
伝送速度は約2倍となっている。



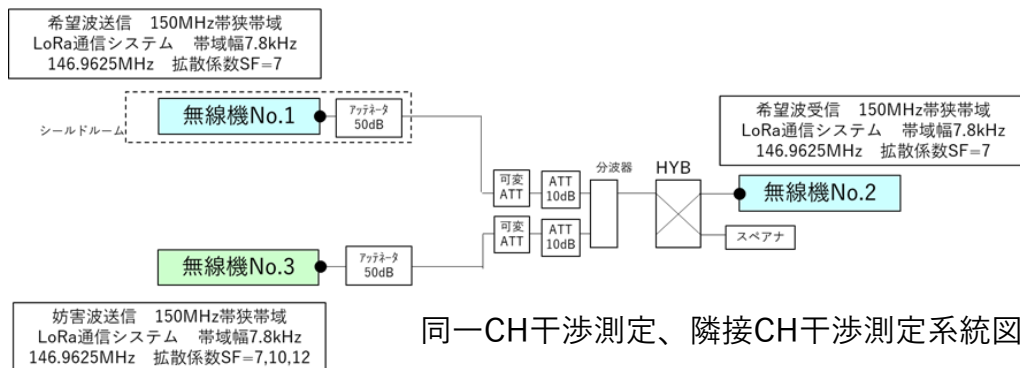
基準感度測定、通信速度測定系統図

③同一CH干渉測定

希望波 変調方式		妨害波 変調方式		同一チャンネル D/U
150MHz 帯 狭帯域 LoRa® 帯域幅 7.8kHz 146.9625MHz	拡散係数 SF=7	150MHz 帯 狭帯域 LoRa® 帯域幅 7.8kHz 146.9625MHz	拡散係数 SF=7	2dB
			拡散係数 SF=10	-9dB
			拡散係数 SF=12	-9dB

希望波 変調方式		妨害波 変調方式		同一チャンネル D/U
150MHz 帯 狭帯域 LoRa® 帯域幅 15.6kHz 146.959375MHz	拡散係数 SF=7	150MHz 帯 狭帯域 LoRa® 帯域幅 15.6kHz 146.959375MHz	拡散係数 SF=7	1dB
			拡散係数 SF=10	-11dB
			拡散係数 SF=12	-11dB

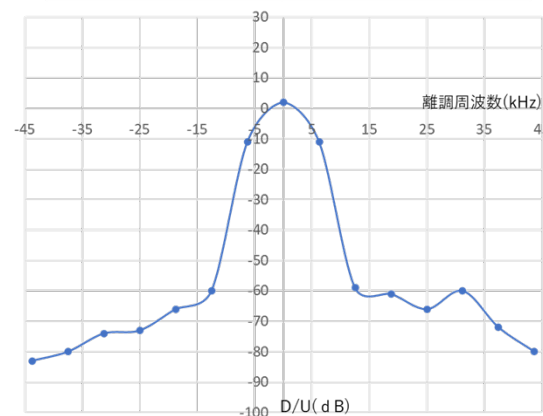
150MHz帯狭帯域LoRa®同士については、同一周波数で同じ拡散係数SFの場合でもD/Uは1~2dBであり、干渉に対する耐性が高い。異なる拡散係数SFの場合、さらに干渉に対する耐性が高くなる。



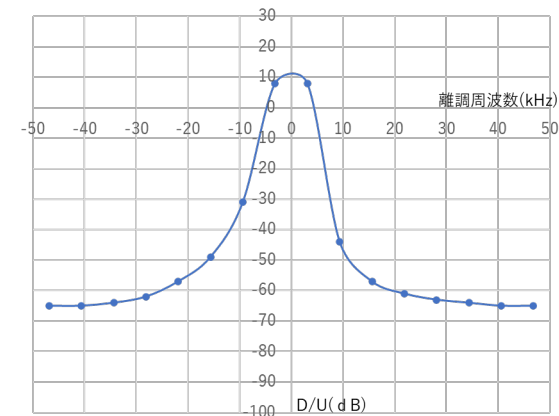
同一CH干渉測定、隣接CH干渉測定系統図

④隣接CH干渉測定

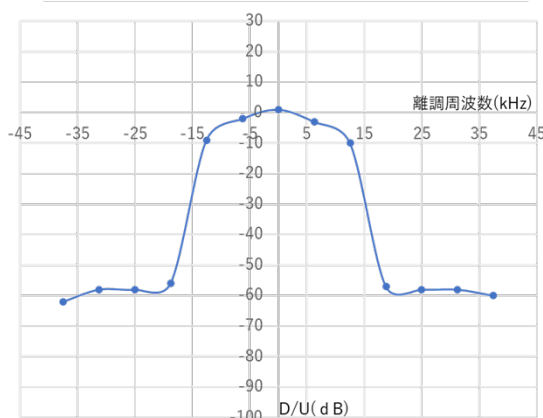
被干渉	与干渉
150MHz帯狭帯域 LoRa通信システム 帯域幅7.8kHz LoRa拡散係数SF=7	150MHz帯狭帯域 LoRa通信システム 帯域幅7.8kHz LoRa拡散係数SF=7



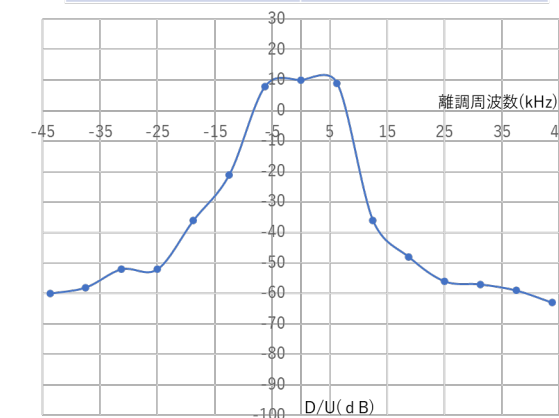
被干渉	与干渉
4値FSK	150MHz帯狭帯域 LoRa通信システム 帯域幅7.8kHz LoRa拡散係数SF=7



被干渉	与干渉
150MHz帯狭帯域 LoRa通信システム 帯域幅15.6kHz LoRa拡散係数SF=7	150MHz帯狭帯域 LoRa通信システム 帯域幅15.6kHz LoRa拡散係数SF=7



被干渉	与干渉
4値FSK	150MHz帯狭帯域 LoRa通信システム 帯域幅15.6kHz LoRa拡散係数SF=7



測定により、干渉を避けるために必要な離調周波数を求めた。

屋外実証実験

3か所にて実際に電波を発射し、電波伝搬特性の測定を実施。雑音の測定も実施。

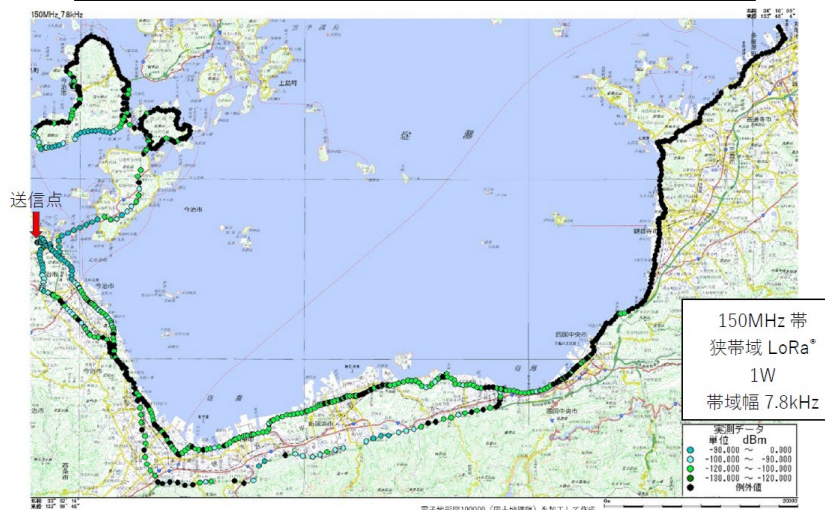
①ドライブテスト結果



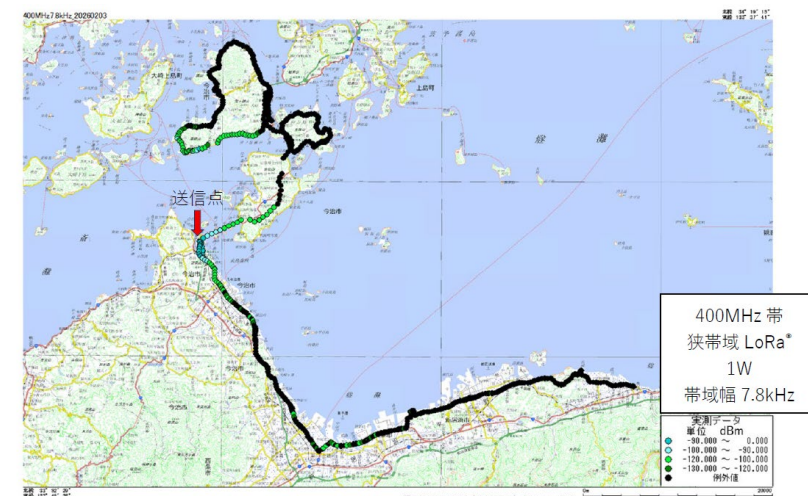
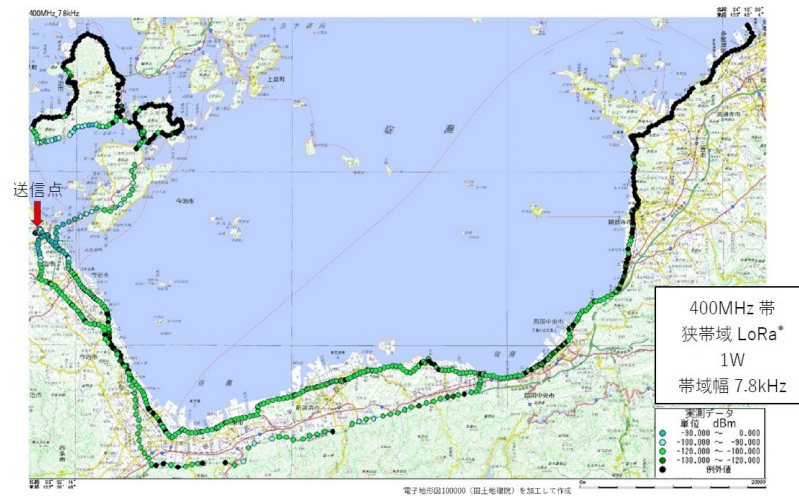
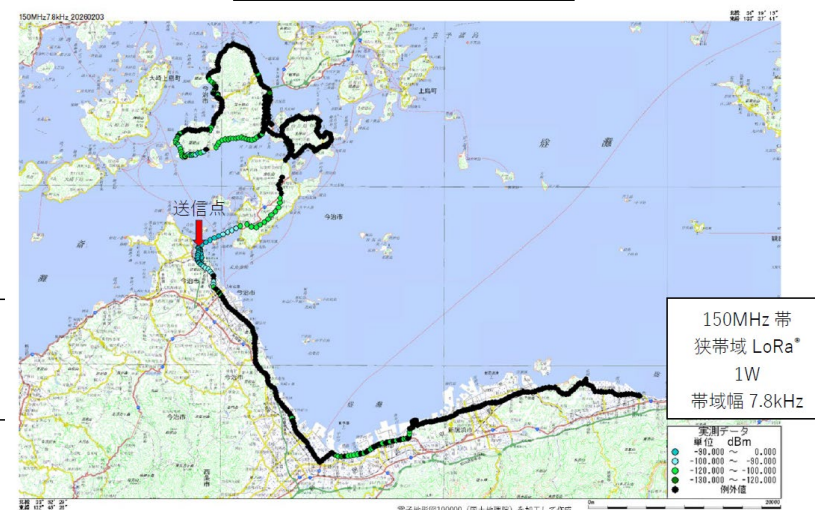
試作システムにて、実際に電波を発射し、広範囲の受信状態を把握するために、送信は固定、受信は車両で移動した状態にて測定（ドライブテスト）した。走行ルートは、以下の3ルートにて実施。

No.	走行ルート	目的
1	高所送信～平野、市街地、海上、山間地受信	理想に近い環境で、伝搬状況を把握する。
2	低所送信～海上受信	造船所での使用時に近い環境で、伝搬状況を把握する。
3	山間部低所送信～山間部低所受信	中山間地域での使用時に近い環境で伝搬状況を把握する。

高所送信～平野、市街地、海上、山間地受信 ドライブテスト結果

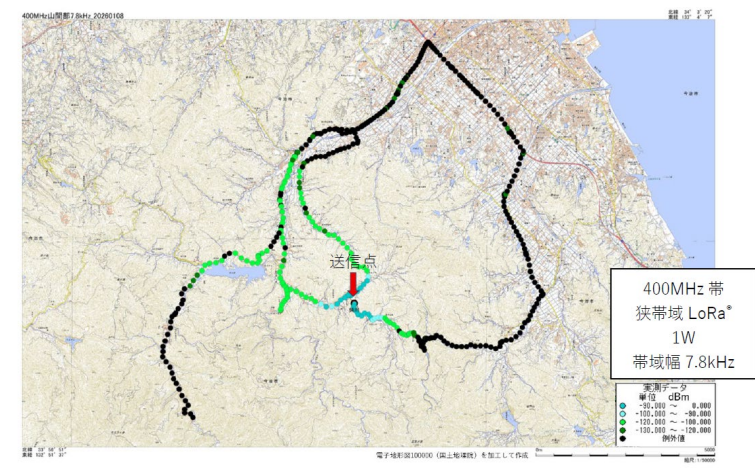
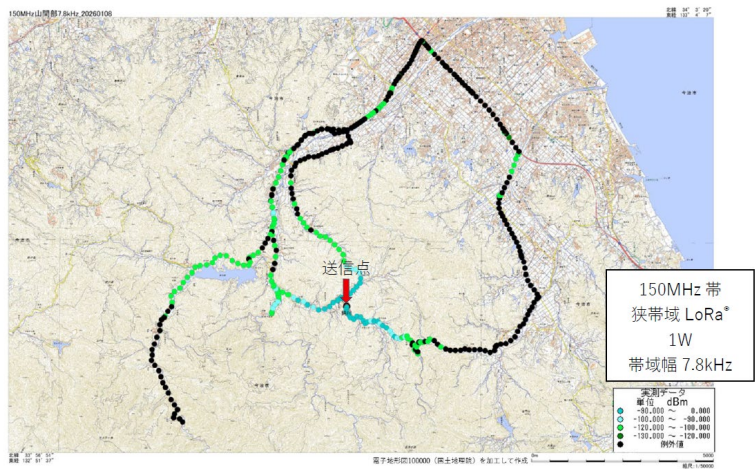


低所送信～海上受信 ドライブテスト結果

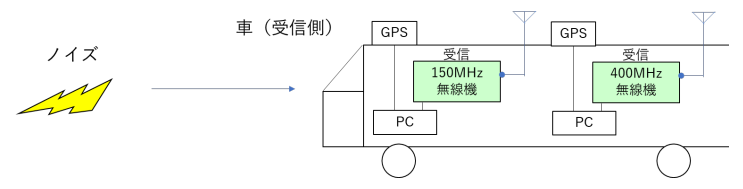


屋外実証実験

山間部低所送信～山間部低所受信
ドライブテスト結果



②雑音測定結果

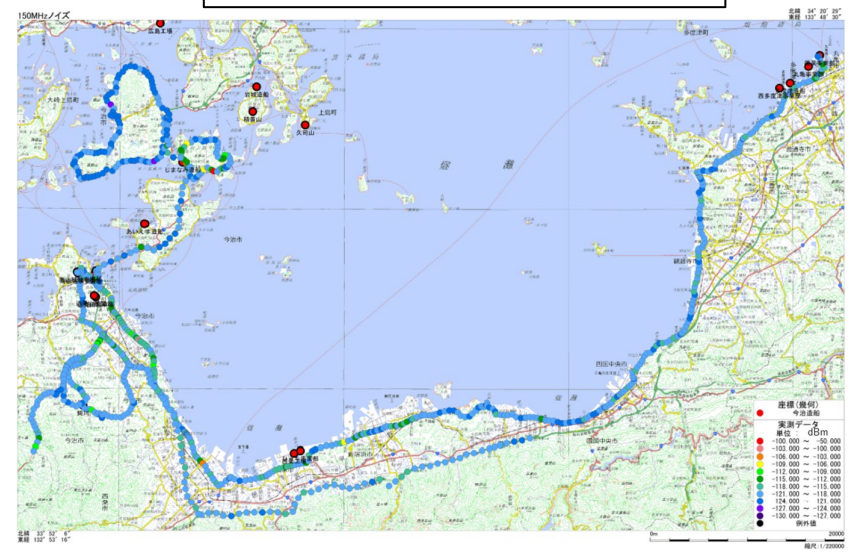


車両を走行しながら、搭載した無線機でノイズレベル測定を実施。ドライブテスト実施日とは別の日に実施。

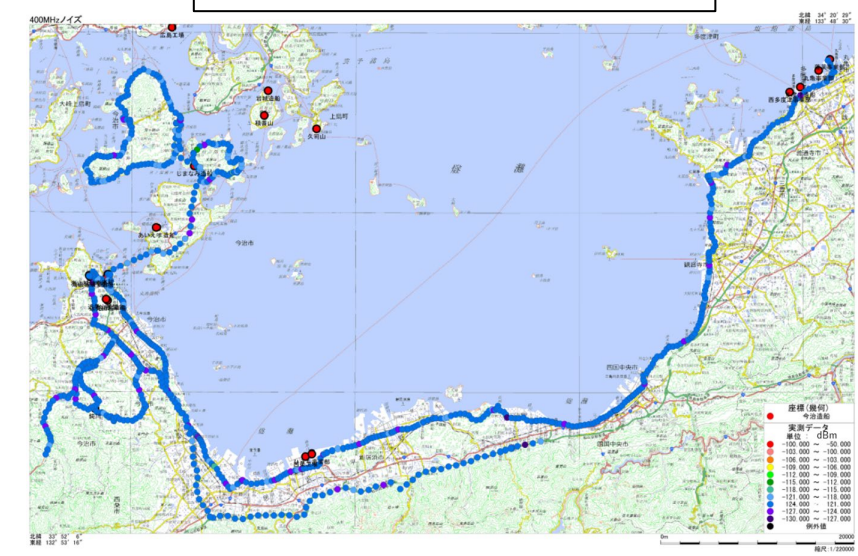
走行ルート 1 今治市⇒土居IC	150MHz帯	400MHz帯
ノイズ測定値平均	-118.8dBm	-123.0dBm
ノイズ測定値最大	-102.0dBm	-112.0dBm

150MHz帯は400MHz帯よりも平均値で3～4dB、最大値で10dB以上ノイズレベルが高い。

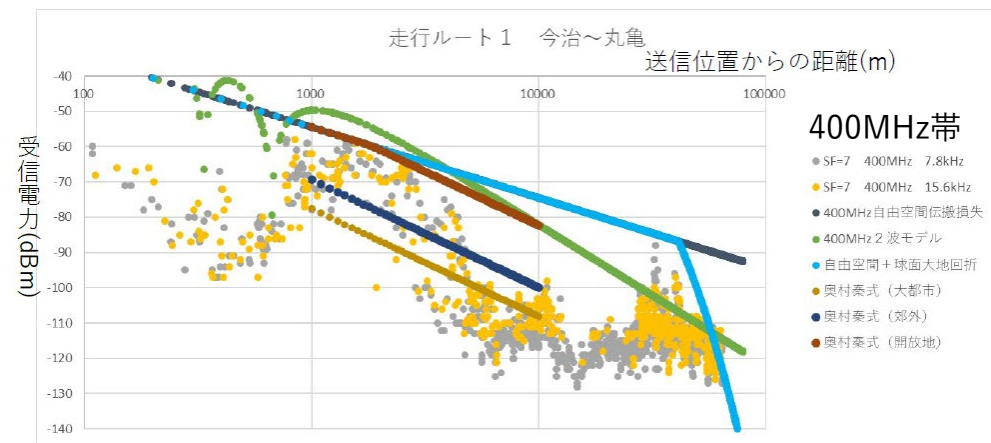
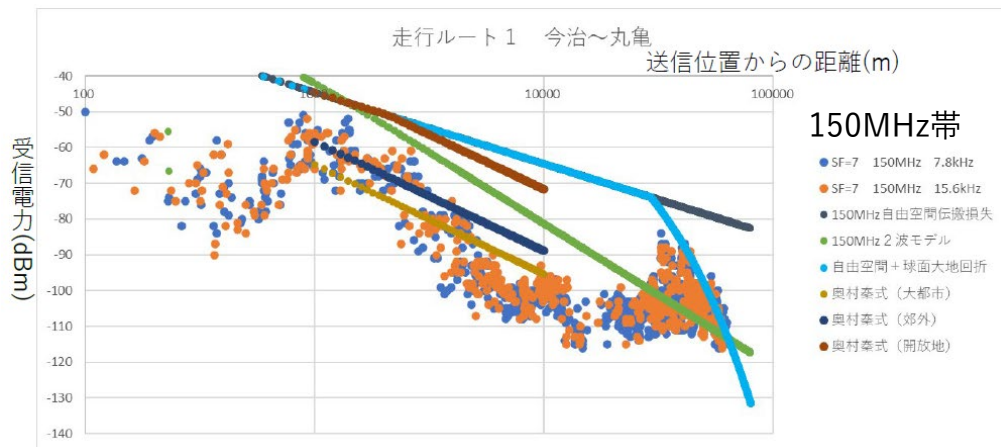
150MHz帯ノイズ測定結果



400MHz帯ノイズ測定結果

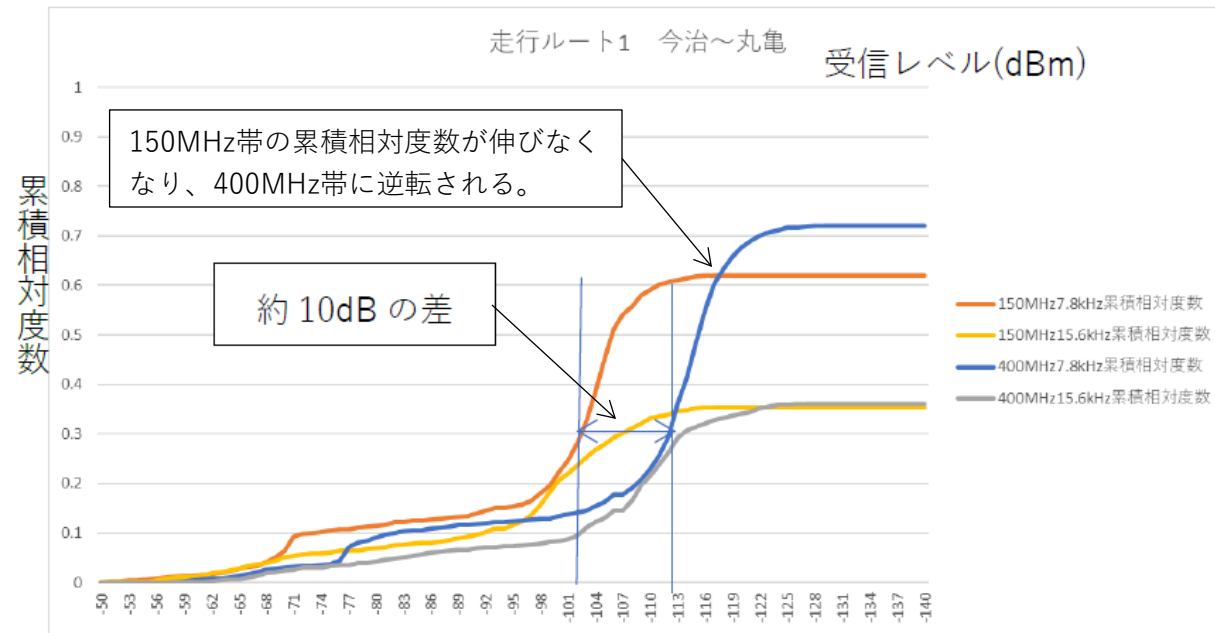


走行ルート1
距離と受信電力の関係



距離20km未満は、2波モデルから10～20dB程度低く、奥村秦式(大都市、郊外)に近い。
送信位置からの距離20km以上は、2波モデルに近い傾向。
球面大地回折による損失が生じ始める40～50km以上においては、球面大地回折の伝搬式の傾向に近い。

走行ルート1
受信レベルごとの累積相対度数



150MHz帯と400MHz帯の伝搬の差について、累積相対度数から10～13dB程度150MHz帯の方が受信レベルは高い傾向が見られた。このため基本的には150MHz帯の方が長距離通信に適すると考えられる。

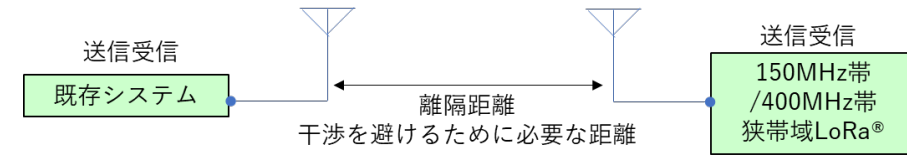
受信レベルが-110dBmよりも低くなると、150MHz帯の累積相対度数が伸びなくなり、400MHz帯に逆転される傾向が見られた。ノイズ測定結果から、最大値で10dB以上ノイズレベルが高い結果となっており、ノイズレベルが高いため、受信信号が復調できなかったと考えられる。(電波は届いているが、ノイズレベルが高いため、復調できない)

他の無線システムとの共用検討

・今回の実験結果をもとに計算を実施し、150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®の周波数共用条件（離隔距離）については、以下の通りと考えられる。

同一CH干渉

被干渉	適用地域	与干渉	
		同一システム (LoRa®)	既存システム (4-FSK)
150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅7.8kHz	中山間地域	10.8km	5.9km
	平野部	20km以上	20km以上
	海上	50.3km	39.2km
150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅15.6kHz	中山間地域	7.8km	4.4km
	平野部	20km以上	12.6km
	海上	45.9km	25.5km
400MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅7.8kHz	中山間地域	3.9km	2.9km
	平野部	16.4km	12.3km
	海上	41.3km	38.5km



被干渉	適用地域	与干渉	
		150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅7.8kHz	150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅15.6kHz
150MHz帯4-FSK	中山間地域	7.8km	5.0km
	平野部	20km以上	17.5km
	海上	45.9km	34.0km
		400MHz帯狭帯域LoRa®帯域幅7.8kHz	
400MHz帯4-FSK	中山間地域	4.8km	
	平野部	20.0km	
	海上	43.2km	

隣接CH干渉

被干渉	適用地域	与干渉	
		同一システム (LoRa®)	既存システム (4-FSK)
150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅7.8kHz	中山間地域	1km以下	1km以下
	平野部	1km以下	1km以下
	海上	2.1km以下	1.1km以下
150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅15.6kHz	中山間地域	1km以下	1km以下
	平野部	1km以下	1km以下
	海上	2.0km	1.3km
400MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅7.8kHz	中山間地域	1km以下	1km以下
	平野部	1km以下	1km以下
	海上	2.3km	1.6km

被干渉	適用地域	与干渉	
		150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅7.8kHz	150MHz帯狭帯域 LoRa®帯域幅15.6kHz
150MHz帯4-FSK	中山間地域	1km以下	1km以下
	平野部	1.2km	2.3km
	海上	3.3km	5.7km
		400MHz帯狭帯域LoRa®帯域幅7.8kHz	
400MHz帯4-FSK	中山間地域	1km以下	
	平野部	1km以下	
	海上	4.1km	

特に、平野部と海上においては、離隔距離を長く確保する必要がある。

諸元・運用条件等の検討

屋内・屋外実証実験結果などを受けて、150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムの諸元・運用条件案を以下の通りに制定。

- 諸元・運用条件案制定時に目指した方向性
- ・陸上から海上までシームレスに利用可能とする。
 - ・特定小電力無線局として導入可能な内容を目指す。
 - ・簡易な手法の周波数共用機能を使用する。
 - ・既設局と共存可能な内容とする。
 - ・寄せられたニーズへ適用可能な方式とする。



150MHz帯狭帯域LoRa®通信システム

船体ブロックの位置情報など「物の状態」に関する情報の通報にも使用可能なように、通信の内容を拡大する。

空中線電力は特定小電力無線局150MHz帯人・動物検知通報システム用無線局と同じ1W。

広い分野にて利用可能となって局数が増え、既存局に干渉の影響が発生することが考えられる。干渉を低減するため、送信時間総和の制限を行う。送信時間も短く制限する。

干渉を避けるための離隔距離を長く確保する必要があるため、干渉回避のためにキャリアセンスを搭載する(10mW以下を除く)。

占有周波数帯幅を広げた場合でも干渉影響は小さいと考えられるため、146.93~146.99MHzにおいても3ch同時使用を可能とする。

筐体について、空中線系を除く高周波部及び変調部は、容易に開けることができないこととする。

400MHz帯狭帯域LoRa®通信システム

空中線電力は1W。

400MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用特定小電力無線局の周波数のうち、連続送信は不可で間欠送信(40秒送信、2秒休止)とされている周波数のみとする。

増力に伴い、既存局に干渉の影響が発生することが考えられる。既存局への干渉を低減するため、送信時間総和の制限を行う。送信時間も短く制限する。

干渉を避けるための離隔距離を長く確保する必要があるため、干渉回避のためにキャリアセンスを搭載する。

占有周波数帯幅を広げた場合でも干渉影響は小さいと考えられるため、占有周波数帯幅16kHzを可能とする。

筐体について、空中線系を除く高周波部及び変調部は、容易に開けることができないこととする。

150MHz帯狭帯域LoRa®通信システム 諸元・運用条件案

システム名	150MHz帯狭帯域LoRa®通信システム		
	特定小電力無線局	登録局	免許局
通信の内容	国内において主として人又は動物の行動及び状態に関する情報の通報又はこれに付随する制御並びに物の状態に関する情報の通報又はこれに付随する制御をするための無線通信を行うものであること。		
周波数	特定小電力無線局150MHz帯人・動物検知通報システム用無線局の無線設備の周波数	150MHz帯 または 特定小電力無線局150MHz帯人・動物検知通報システム用無線局の無線設備の周波数	150MHz帯
	142.93～142.99MHz 146.93～146.99MHz	142.93～142.99MHz 146.93～146.99MHz	—
空中線電力	1W以下		
占有周波数帯幅	11.6kHz、17.4kHz		
キャリアセンス	あり	あり	なし
キャリアセンスレベル	-96dBm		
	LoRa®の電波を受信しているか否かで判断を行うキャリアセンス機能を合わせて搭載することが推奨される		
送信時間制限	占有周波数帯幅 11.6kHz時30秒以下 17.4kHz時15秒以下	占有周波数帯幅 11.6kHz時30秒以下 17.4kHz時15秒以下	制限なし
送信休止時間	2秒以上	2秒以上	制限なし
1時間当たりの送信時間総和	360秒以下	制限なし	制限なし
	キャリアセンスなし時は空中線電力10mW以下とし、上記制限に加えて5秒間当たりの送信時間の総和は1秒以下とする。	—	—

システム名	150MHz帯狭帯域LoRa®通信システム		
	特定小電力無線局	登録局	免許局
送信時間、休止時間、送信時間総和の制限方法	無線機内に制限を行う機能を内蔵する	無線機内に制限を行う機能を内蔵する	無線機内に制限を行う機能を内蔵するか、無線従事者が運用時に適切に設定して運用を行うかのいずれか
混信防止機能	通信する相手方を識別するための符号（識別符号）を自動的に送信し、又は受信する機能を備える		—
変調方式	LoRa®		
電波の型式	F1D		
通信方向	単方向、双方向		
筐体	空中線系を除く高周波部及び変調部は、容易に開けることができないこと。		
上空利用	上空での受信は可能、送信は不可		
使用範囲	中山間地域、平野部、海上		
無線局免許、無線従事者、電波利用料	無線局免許 不要、無線従事者 不要、電波利用料 不要	無線局登録 必要、無線従事者 不要、電波利用料200円/年	無線局免許 必要、無線従事者 必要、電波利用料200円/年
到達距離	中山間地域：ひと山をさらに超える距離2～4km程度を想定 平野部：20km程度 海上：50km程度		
無線局の目的	一般業務用小容量テレメータ、データ伝送用システム 中距離～長距離自営回線を想定 親局1局⇔子局数局～100局		

赤字：特定小電力無線局150MHz帯人・動物検知通報システム用無線局の無線設備との主な相違箇所

400MHz帯狭帯域LoRa®通信システム 諸元・運用条件案

システム名	400MHz帯狭帯域LoRa®通信システム		
	特定小電力無線局	登録局	免許局
通信の内容	テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用のための信号の伝送を行うものであること。		
周波数	400MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用特定小電力無線局の周波数	400MHz帯 または 400MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用特定小電力無線局の周波数	400MHz帯
	429MHz、449MHz、469MHz帯において40秒送信、2秒休止とされている周波数	429MHz、449MHz、469MHz帯において40秒送信、2秒休止とされている周波数	
空中線電力	1W以下		
占有周波数帯幅	8.5kHz、16kHz		
キャリアセンス	あり	あり	なし
キャリアセンスレベル	-96dBm		
	LoRa®の電波を受信しているか否かで判断を行うキャリアセンス機能を合わせて搭載することが推奨される		
送信時間制限	占有周波数帯幅 8.5kHz時30秒以下 16kHz時15秒以下	占有周波数帯幅 8.5kHz時30秒以下 16kHz時15秒以下	制限なし
送信休止時間	2秒以上	2秒以上	制限なし
1時間当たりの送信時間総和	36秒以下	制限なし	制限なし

システム名	400MHz帯狭帯域LoRa®通信システム		
	特定小電力無線局	登録局	免許局
送信時間、休止時間、送信時間総和の制限方法	無線機内に制限を行う機能を内蔵する	無線機内に制限を行う機能を内蔵する	無線機内に制限を行う機能を内蔵するか、無線従事者が運用時に適切に設定して運用を行うかのいずれか
混信防止機能	通信する相手方を識別するための符号（識別符号）を自動的に送信し、又は受信する機能を備える		-
変調方式	LoRa®		
電波の型式	F1D		
空中線利得	2.14dBi以下 ただし、等価等方輻射電力が32.93dBm以上となる場合はその超えた分を送信空中線の利得で減ずるものとし、32.93dBm以下となる場合はその低下分を送信空中線の利得で補うことができるものとする。		
通信方向	単方向、双方向		
筐体	空中線系を除く高周波部及び変調部は、容易に開けることができないこと。		
上空利用	上空での受信は可能、送信は不可		
使用範囲	中山間地域、平野部、海上		
無線局免許、無線従事者、電波利用料	無線局免許不要 無線従事者不要 電波利用料不要	無線局登録必要 無線従事者不要 電波利用料200円/年	無線局免許必要、 無線従事者必要、 電波利用料200円/年
到達距離	中山間地域：ひと山を超える距離1~2km程度を想定 平野部：10km程度、海上：30km程度		
無線局の目的	一般業務用小容量テレメータ、データ伝送用システム 中距離~長距離自営回線を想定 親局1局⇄子局数局~100局		

赤字：令和5年度調査検討での諸元・運用条件案からの主な見直し箇所

諸元・運用条件等の検討

1時間当たりの送信時間総和について

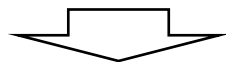
特定小電力無線局150MHz帯人・動物検知通報システム用無線局

送信時間総和の制限は規定されていないが、送信時間60秒以内、休止時間2秒以上と規定されている。60秒送信、2秒休止を繰り返した場合、1時間(3600秒)当たり3484秒送信が可能。



150MHz帯狭帯域LoRa®通信システムは、1時間当たりの送信時間総和 360秒以下とした。920MHz帯の特定小電力無線局と同じ制限 (Duty10%)

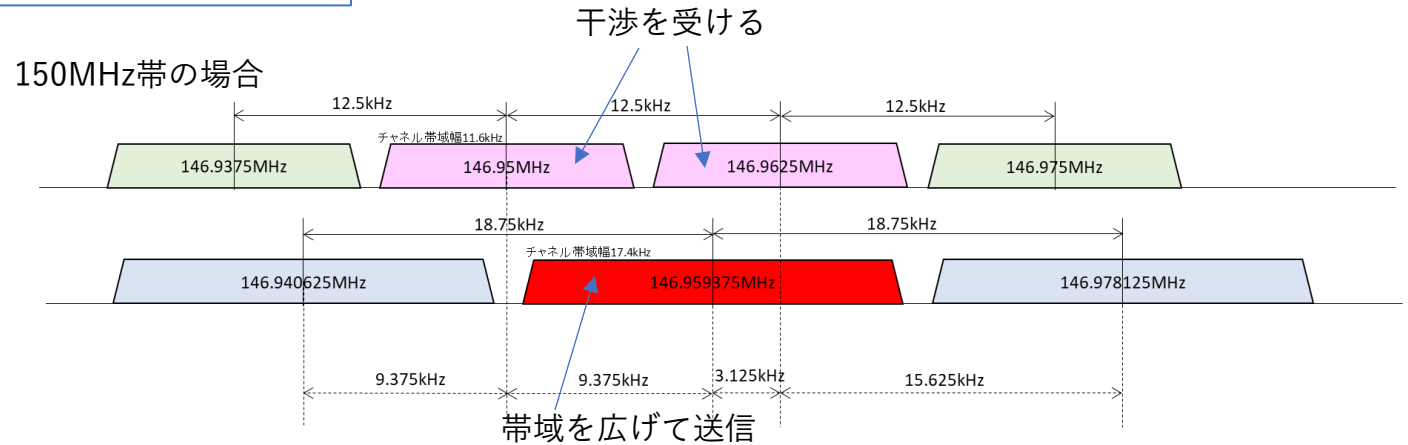
400MHz帯テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用特定小電力無線局(出力10mW) 送信時間総和の制限は規定されていないが、送信時間40秒以内、休止時間2秒以上と規定されている。60秒送信、2秒休止を繰り返した場合、1時間(3600秒)当たり3430秒送信が可能。



400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムは、出力が100倍(1W)のため、送信時間制限を1/10 1時間当たりの送信時間総和 36秒以下とした。

送信時間制限を行うことで干渉低減を図る。送信時間制限は簡易な手法の周波数共用機能に該当。

占有周波数帯幅について



帯域幅17.4kHzにて送信することによって、帯域幅11.6kHzのチャンネル2つが影響を受けるが、帯域幅11.6kHzチャンネルを使用して送信するよりも、送信時間(干渉を受ける時間)は短くなり、D/U(干渉を受ける度合い)も小さくなる。

占有周波数帯幅を広げても干渉影響は小さい。

筐体について

現在の規定
一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと。

筐体に収める必要があり、小型化や低価格化の障害となっている



920MHz帯特定小電力と同じ規定とする。

空中線系を除く高周波部及び変調部は、容易に開けることができないこと。



小型のモジュール型無線設備が安価に製作可能となる。

モジュール型無線設備の例

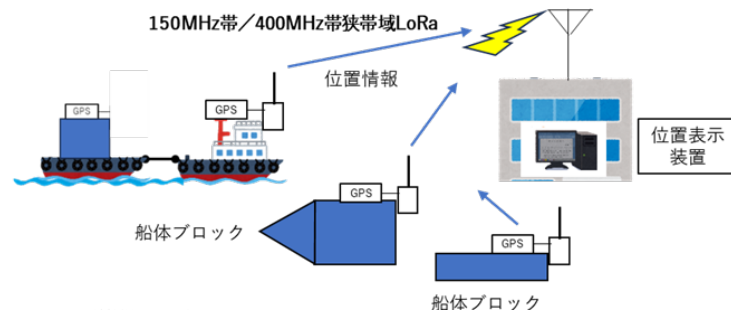
各ニーズへの適用方法案

実証実験結果から下表に示すような用途にそれぞれが適すると考えられる。

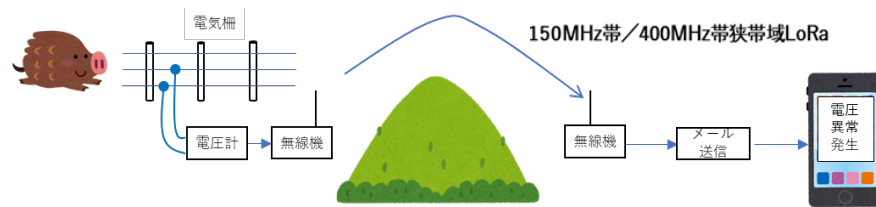
用途	150MHz帯狭帯域LoRa® 通信システム	400MHz帯狭帯域LoRa® 通信システム
長距離通信	適するが、ノイズへの注意、対策が必要	適する
	特に山間部は適する	平野部、海上に適する
	回折による伝搬が期待される。さらに、山間部はノイズが低い場所が多い。	見通しがよければ、150MHzと遜色ない通信距離を確保できる。
伝送するデータ容量が大きい場合	400MHz帯よりは適するが、制限あり	適さない
	1時間当たりの送信時間総和360秒以下	1時間当たりの送信時間総和36秒以下 緯度経度等のテキストデータ伝送程度に限られる
小型の装置	あまり適さない	適する
	波長が長いので、アンテナが大きくなる。ノイズ対策上、アンテナと筐体一体型ではなく、ケーブルで伸ばして設置することが望ましい。	アンテナは小型になる。アンテナと筐体一体型でも、受信感度は低下しづらい。

150MHz帯は伝搬特性に優れているが、ノイズ対策が必要。用途によっては400MHz帯が適する場合がある。

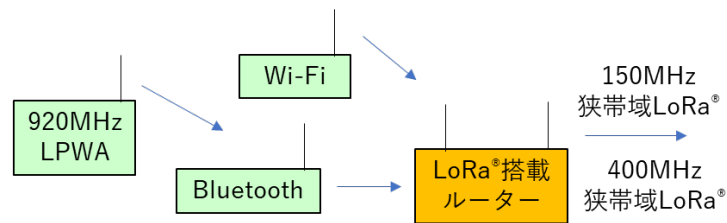
適用可能なニーズの例



船体ブロック位置管理システム
造船業において、船体ブロックがどこにあるのか一元管理を可能とするシステム。
位置情報を定期的に400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムにて送信を行う。

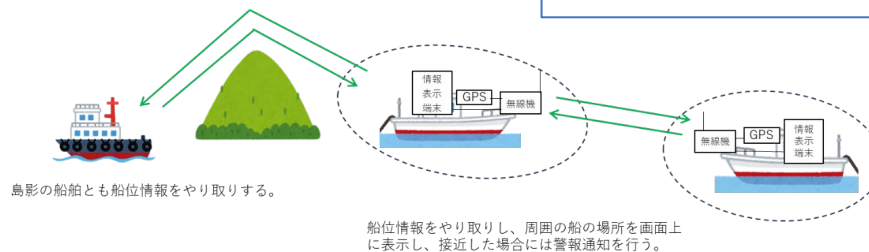


電気柵監視システム
電気柵の電圧を150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®通信システムにて監視し、断線や倒木で電圧低下時にはメール等で異常を知らせるシステム。



LoRa®搭載ルーター
Wi-FiやBluetooth、920MHz帯LPWAを受信し、150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa®等で送信する装置。利用促進に有効。

適用不可能なニーズ



小型船舶衝突防止システム
衝突回避のために3秒ごとの送信が必要となるが、キャリアセンスが動作して送信できない場合が起こりうる。送信時間総和制限を超える。

島影の船舶とも船位情報をやり取りする。

船位情報をやり取りし、周囲の船の場所を画面に表示し、接近した場合には警報通知を行う。

まとめ

150MHz帯/400MHz帯狭帯域LoRa[®]通信システムについて、各種実験、検討を行い、諸元・運用条件案や技術的条件案の取りまとめを実施した。

陸上から海上までシームレスに利用可能で、特定小電力無線局として導入可能な内容を目指して制定しており、今後の制度化を経て、使用分野を限定しない幅広い用途で使用され、電波の有効利用につながる事が期待される。

今後の課題

1. 周波数共用に関する検討

1時間当たりの送信時間総和の値について、普及台数予想を元に確率計算を実施して算出する方法での検討や、キャリアセンスの条件（あり、なし、時間、帯域幅、しきい値等）検討など周波数共用に関する検討を引き続き実施。特に400MHz帯については、既存よりも大きい電力（実効輻射電力）のため、幅広い範囲の既存利用者・関係者との合意形成を行う。

2. 使用チャネル

あまり使用されていないチャネルについて制限を緩和することで、電波の有効利用を図れないか検討の実施。

3. LoRa[®]以外での使用

LoRa[®]に限定せず、他の変調方式でも適用可能とできないか検討の実施。

4. S/Nの評価

S/N（信号対ノイズ比）を測定し、市街地などノイズの多い場所での通信状況評価の実施。

5. 車両速度と受信状態との関係

他の実験では、時速40km以上は受信状態が劣化した事例があり、走行時の受信状態について検討の実施。

6. 150MHz帯と400MHz帯が適する用途の明示

導入を考えているユーザーの参考になるよう、幅広い用途例について適不適を検討して明示する。

7. キャリアセンスについての検討

キャリアセンスを行う時間等の検討や、キャリアセンスなしの導入が可能とならないか、検討の実施。