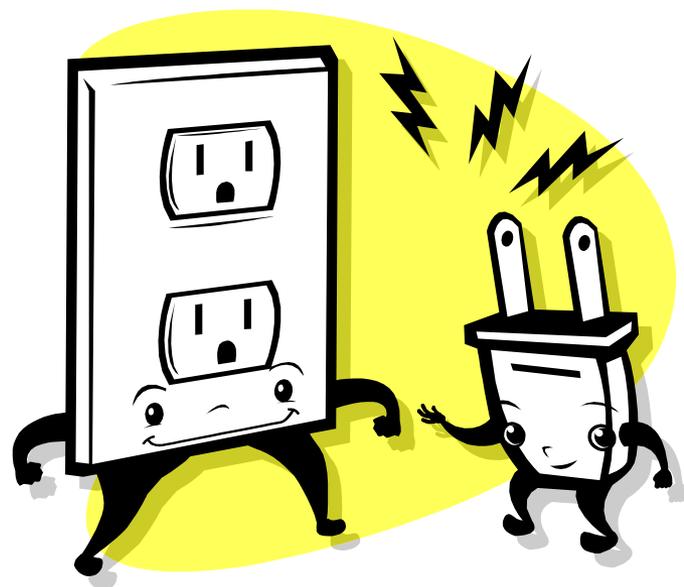


高速電力線搬送通信設備作業班(第16回)資料 船舶(鋼船)内利用の検討状況



2018年12月26日

高速電力線通信推進協議会(PLC-J)

実験用船体

複数の船舶での実験のため、

実験用船体の要件： <1>大型の船舶 <2>ガラス窓船室を持つ船舶

を満たす船体を、日本船用工業会(以下日船工)様および各船主様のご協力により、借用することができました。2018年11月中に、以下表のように実験を実施し、船外への不要輻射、船内機器への影響などの評価を完了しました。

橘丸



汐路丸



船名	橘丸	汐路丸
船主様	東海汽船(株)様	東京海洋大学様
総トン数/全長	5,681トン/118m	425トン/49.9m
旅客定員	596名 (+コンテナ34個)	62名
実験実施日	2018年11月2日~3日	2018年11月10日~11日
実験地	竹芝棧橋停泊中	東京湾航行中 および 勝どき棧橋停泊中
本資料掲載頁	p.9~	p.26~

測定機材/測定条件 (共通)

■ 使用機器一覧

機器名	品番	メーカー	備考
PLCモデム	TH-PLC-ACIM	東朋テクノロジー	屋内用パワー
スペクトラムアナライザ	N9340B	Keysight Technologies	校正実施日 : 2018年1月15日 校正機関 : パナソニックSNIバリュエーションテクノロジー株式会社
ループアンテナ	6502	ETS・LINDGREN	周波数レンジ : 10k~30MHz 校正実施日 : 2017年12月9日 校正機関 : パナソニックSNIバリュエーションテクノロジー株式会社
ハイパスフィルタ	HPF2050	ApexRadio	カットオフ周波数 : 1850kHz
ローパスフィルタ	CF-30MR	COMET	カットオフ周波数 : 32MHz
PC	CF-NX3	Panasonic	データ通信用 (2台)

資料中、「PLCモデム①、PLCモデム②、」等の省略表記として、「PLC①、PLC②、」を使用する。

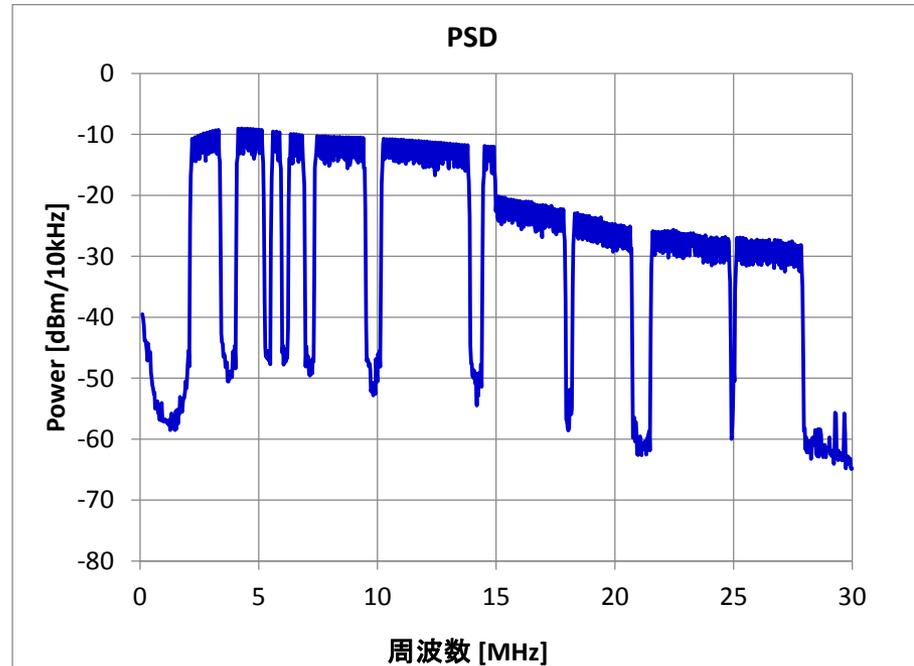
■ データ通信の設定

- 通信プロトコル : UDP
- 送信モード : バースト送信
- 通信速度 : ベストエフォート
- 使用ツール : Nettest



PLCモデムは三相線のRS相に接続

屋内パワー



東朋テクノロジー TH-PLC-ACIM

■ 帯域外外来信号除去のためのフィルタとその特性



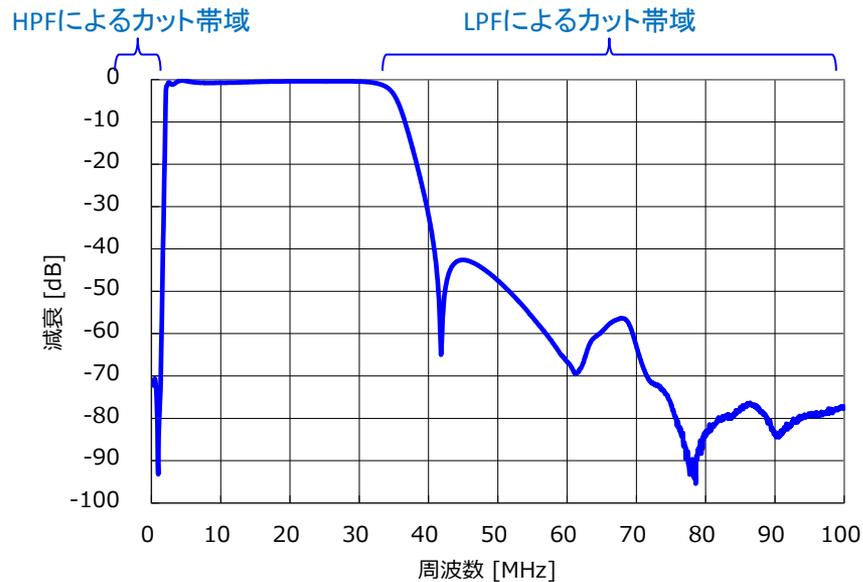
使用するHPF

(ApexRadio社製 HPF2050 : Cut Off Freq = 1850kHz)



使用するLPF

(COMET社製 CF-30MR : Cut Off Freq = 32MHz)

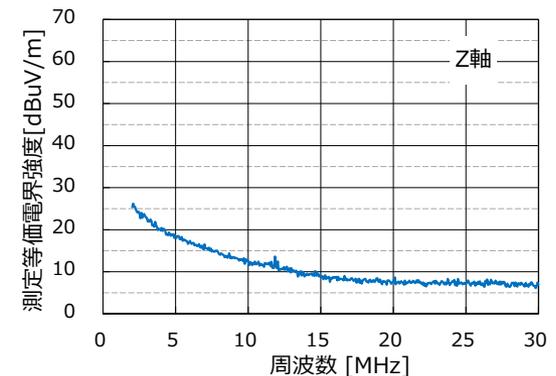
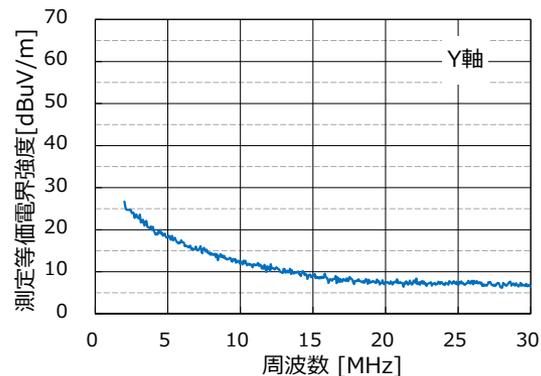
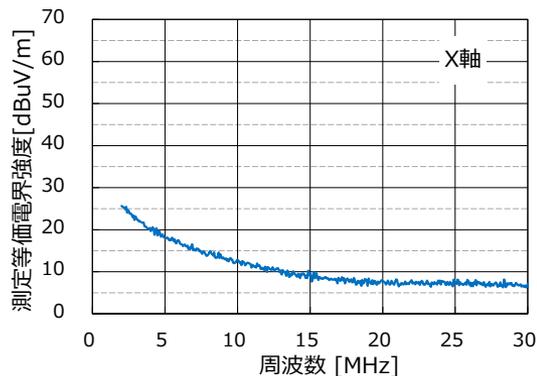
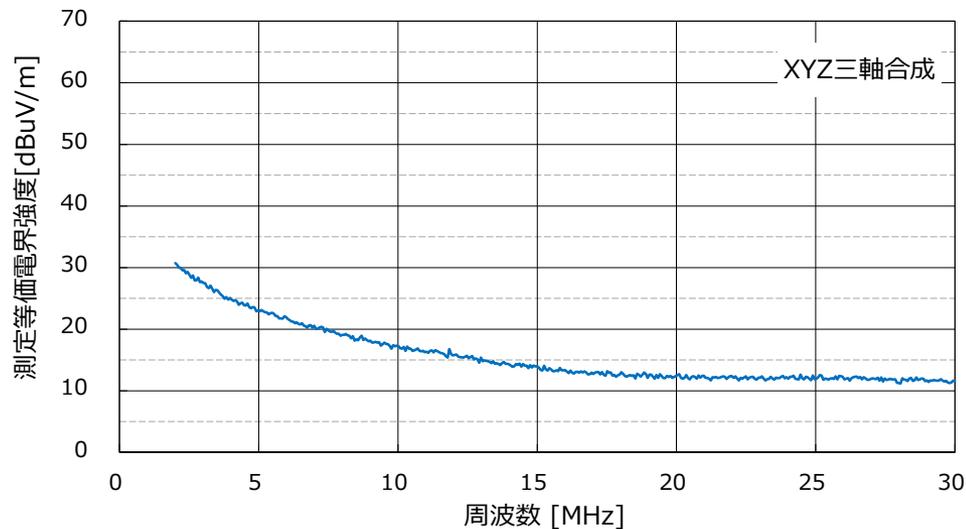


HPF+LPF合成特性確認結果

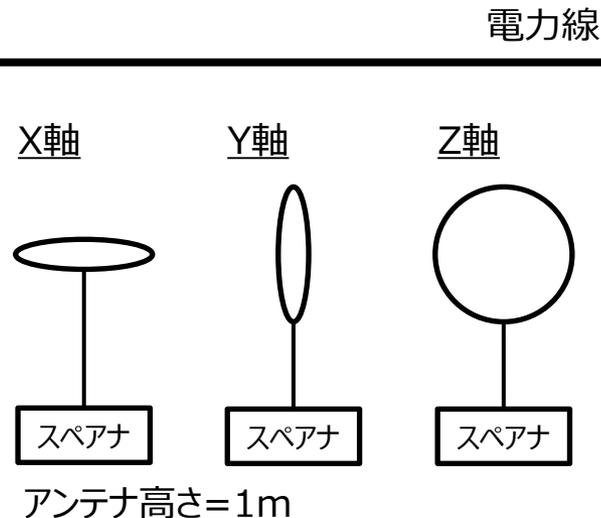
■ 測定系のノイズフロア

測定条件

- ・測定系全体を、電波暗室に收容する。
- ・通常の輻射測定と同様の機材接続をする。(ループアンテナ→LPF→HPF→スペアナの接続)
- ・通常の輻射測定と同様のスペアナ設定をする(プリアンプ=0n)
- ・電波暗室内では照明など他機器の電源は切る。 ・ループアンテナの電源もONにする。



■ ループアンテナ配置（上面図）



■ 具体測定方法

- 1) PLCモデムOFF状態において、環境電界強度の測定を実施し、環境雑音のレベルを把握しておく。
- 2) PLCモデムON状態においてPLCの漏洩電界強度の測定を実施し、PLCモデムOFF時との比較を行う。

測定値は、磁界強度に空間の特性インピーダンスを乗じた等価電界強度で表示する。

- ・アンテナ地上高（ループアンテナの下端）は、1mとする。
- ・アンテナは、図2のようにX軸、Y軸、Z軸の3方向とし、それぞれの値および合成電界強度 $\sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$ を記録する。
- ・測定周波数1～30 MHz
- ・スペクトルアナライザ設定
 - RBW=10 kHz,
 - VBW=100kHz,
 - PreAMP=On
 - Span=29MHz,
 - Center Freq.=15.5MHz、
 - Point=461ポイント、
 - Sweep=Auto
 - RMSモードで20回アベレージング

橘丸(東海汽船) 高速PLC実験

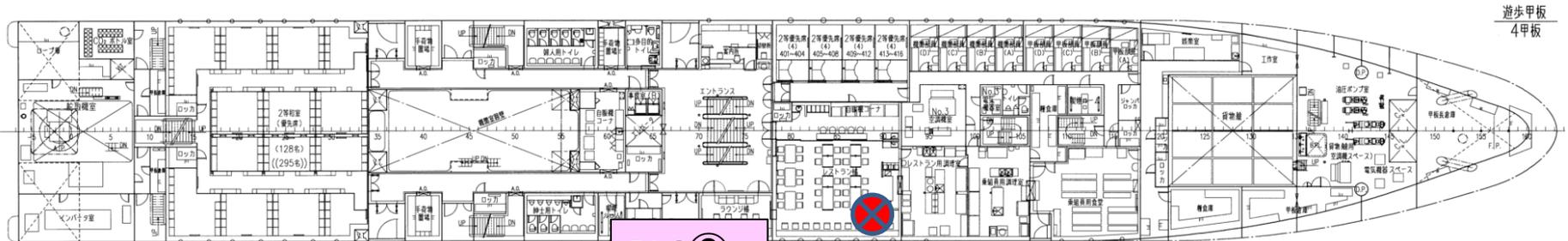
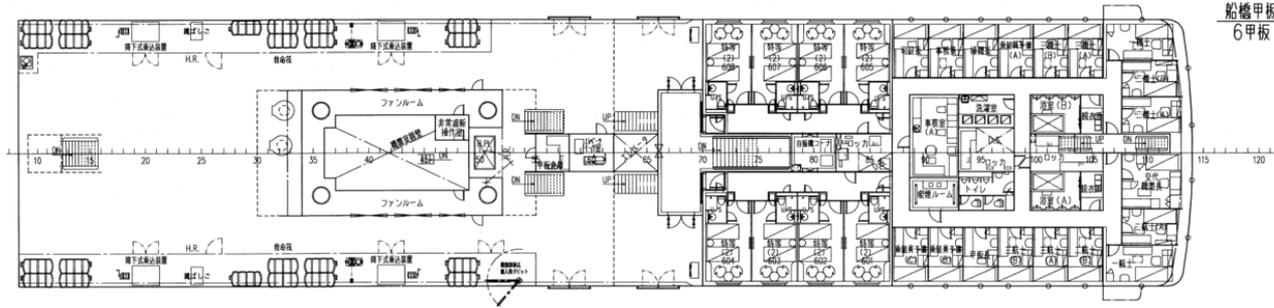
2018年10月2日～3日(東京竹芝棧橋停泊中)



PLCモデム設置点



 : モデム(送信点)



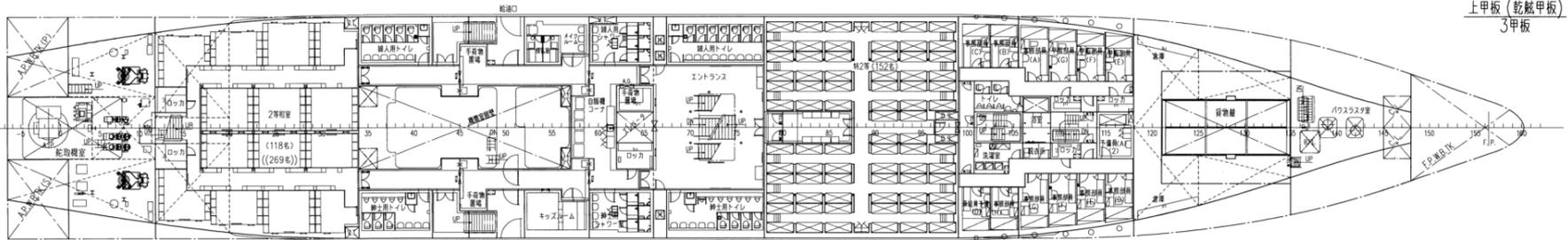
PLC②

PLCモデム設置点

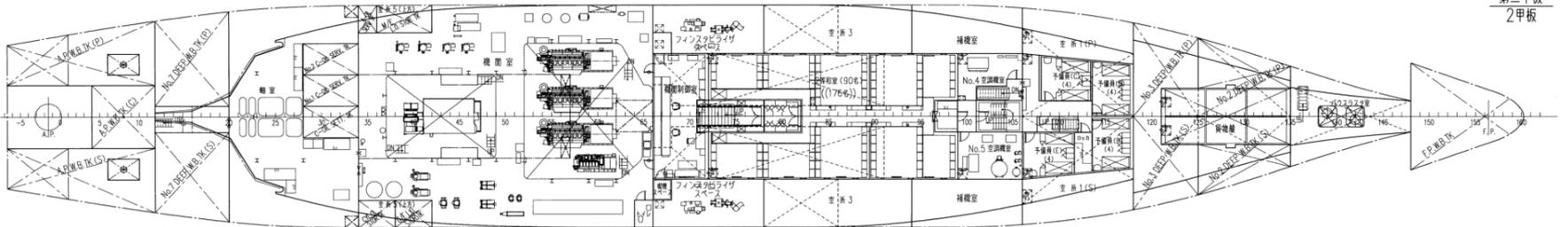


: モデム(送信点)

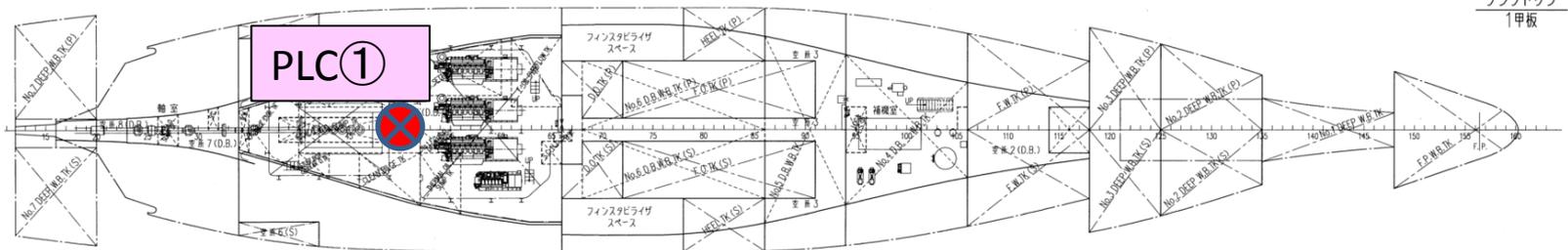
上甲板(乾舷甲板)
3甲板



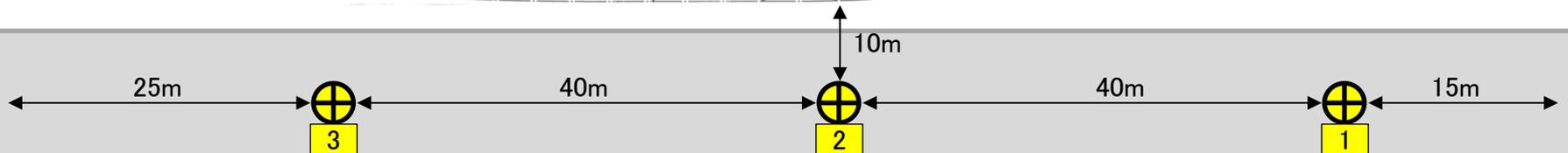
第二甲板
2甲板



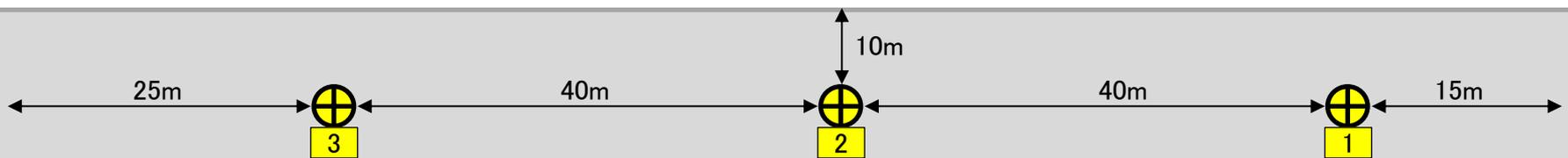
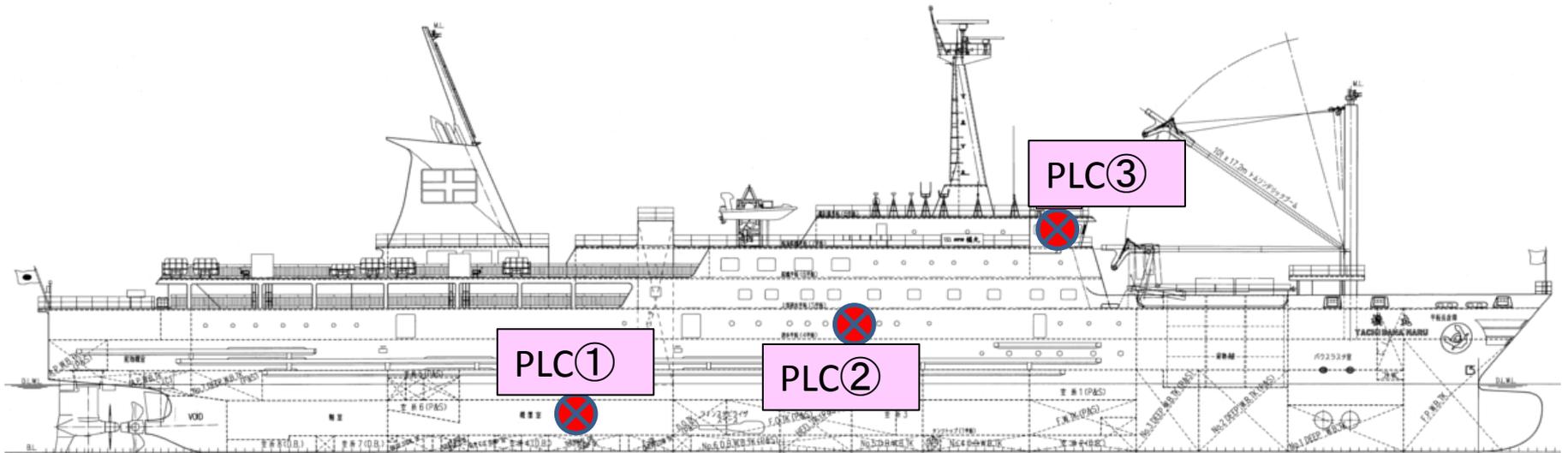
タンクトップ
1甲板



: 放射計測点



竹芝フェリー埠頭

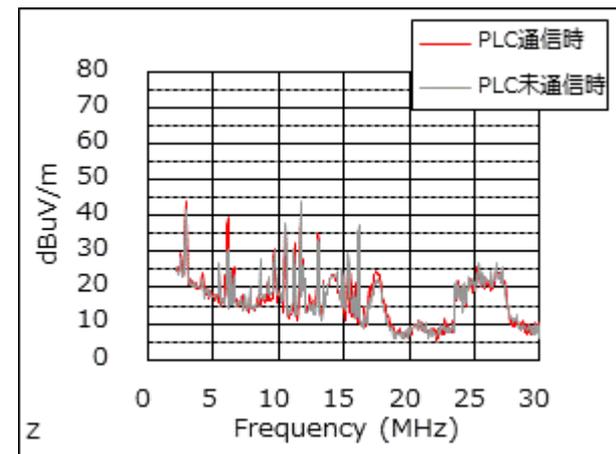
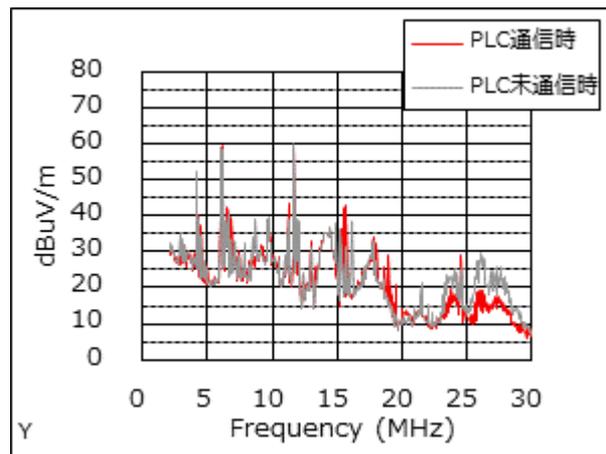
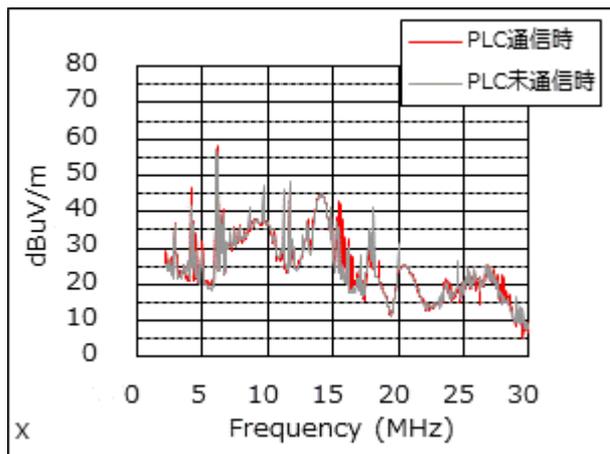
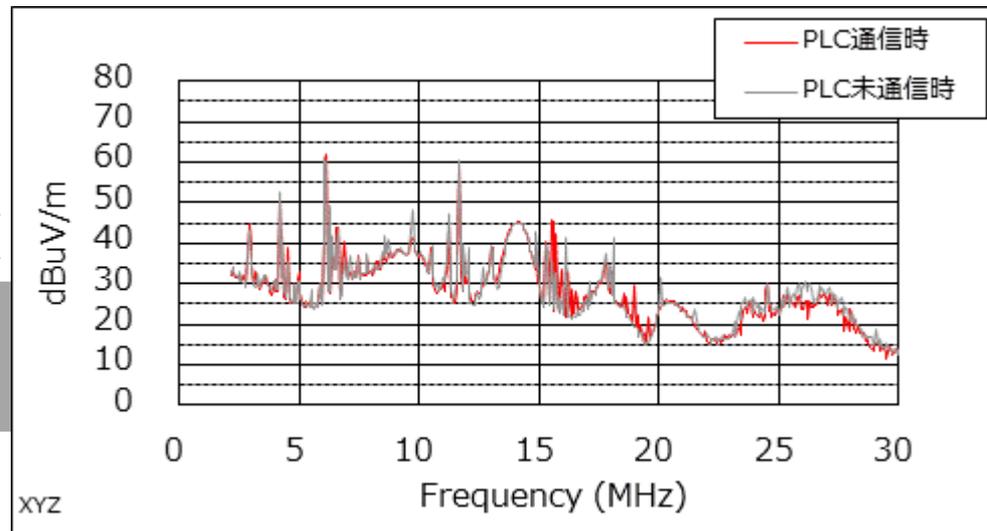
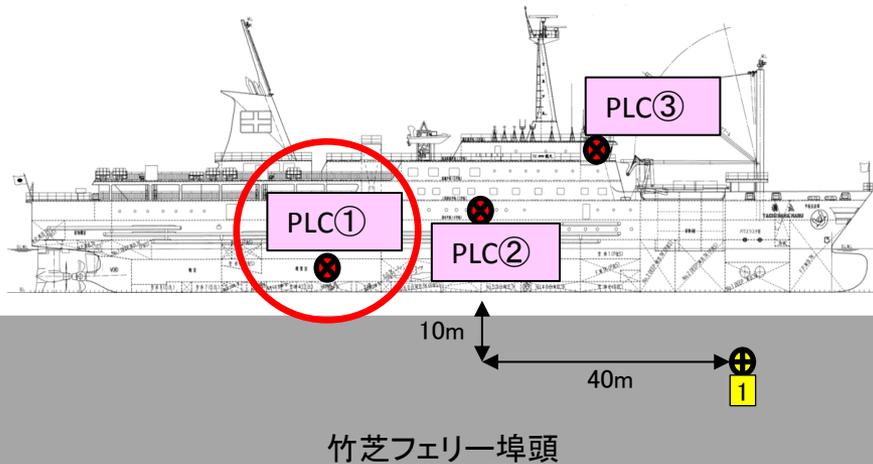


竹芝フェリー埠頭

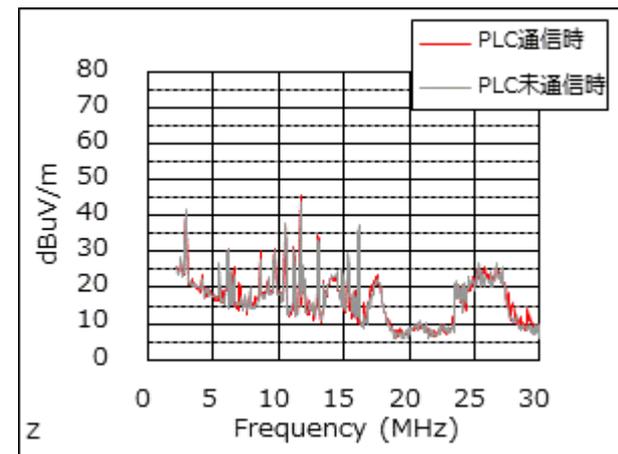
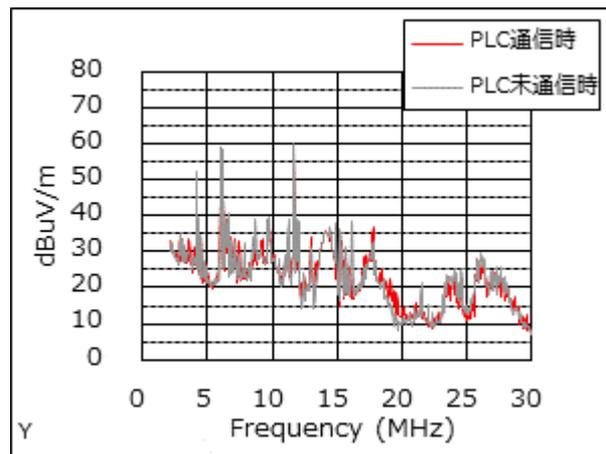
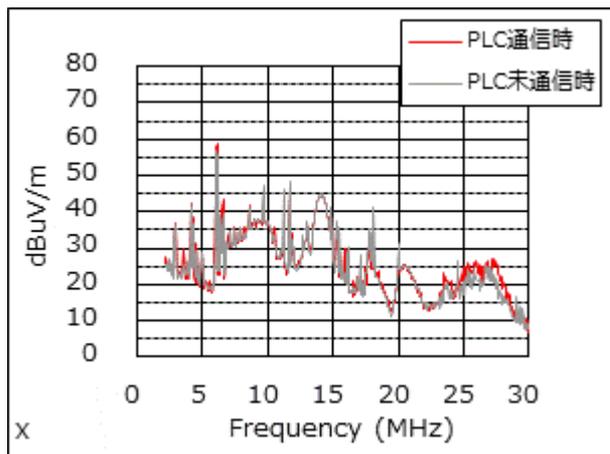
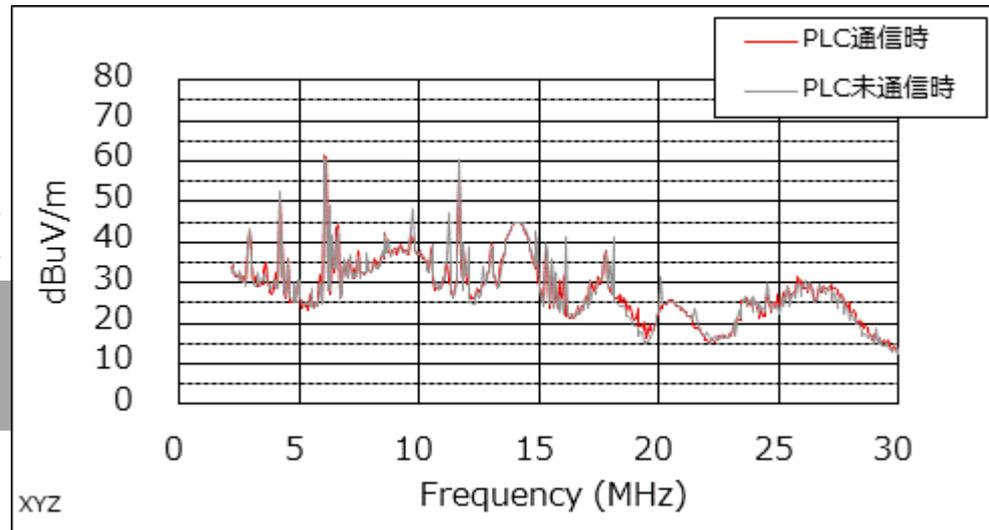
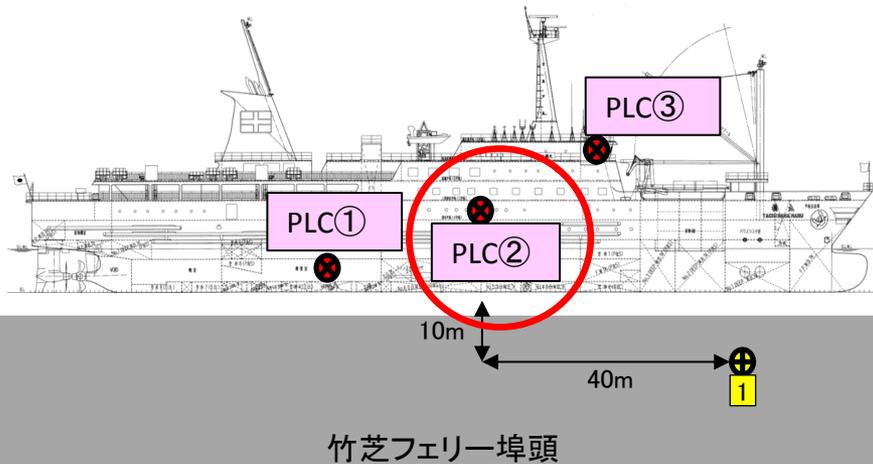
: モデム(送信点)

: 放射計測点

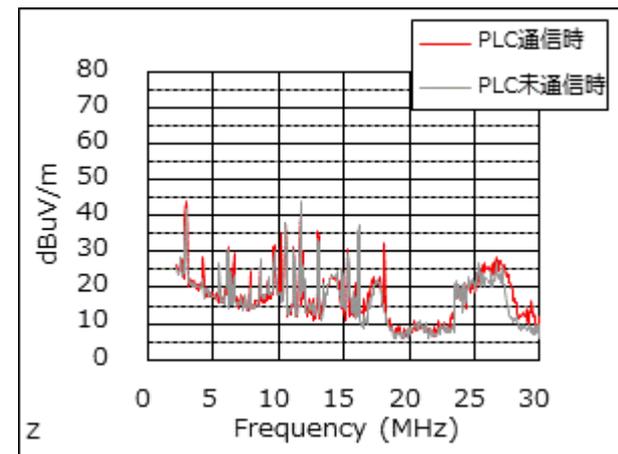
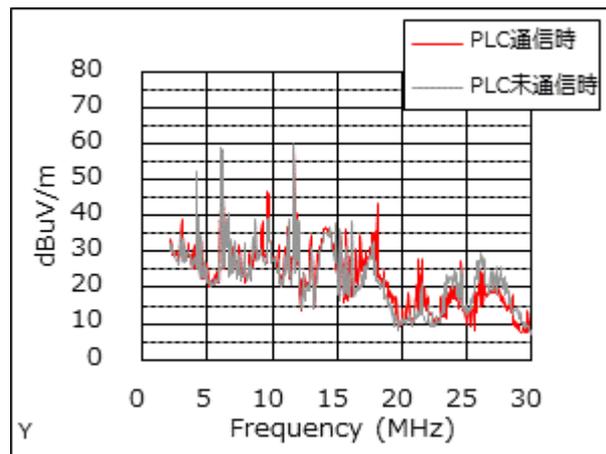
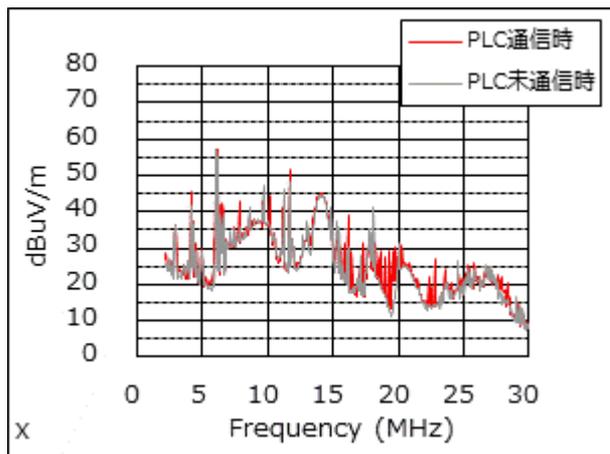
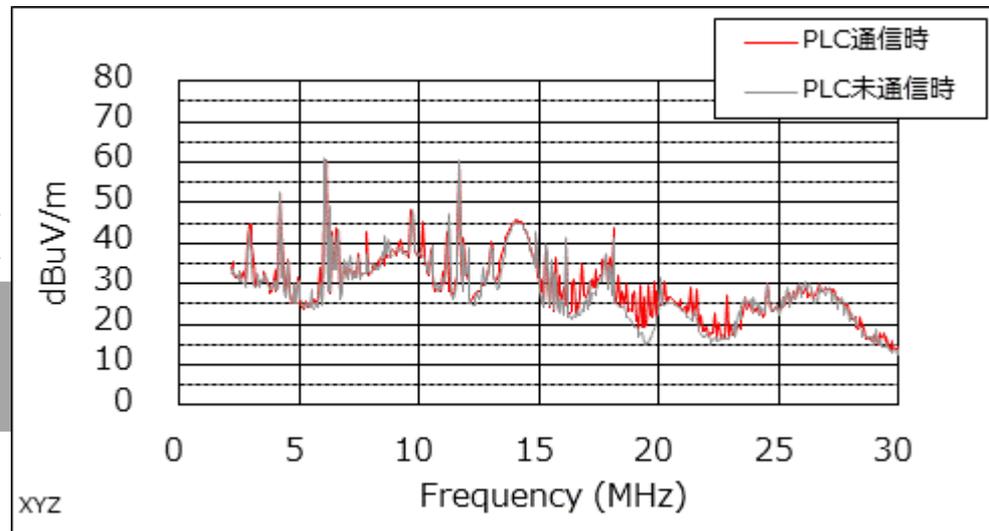
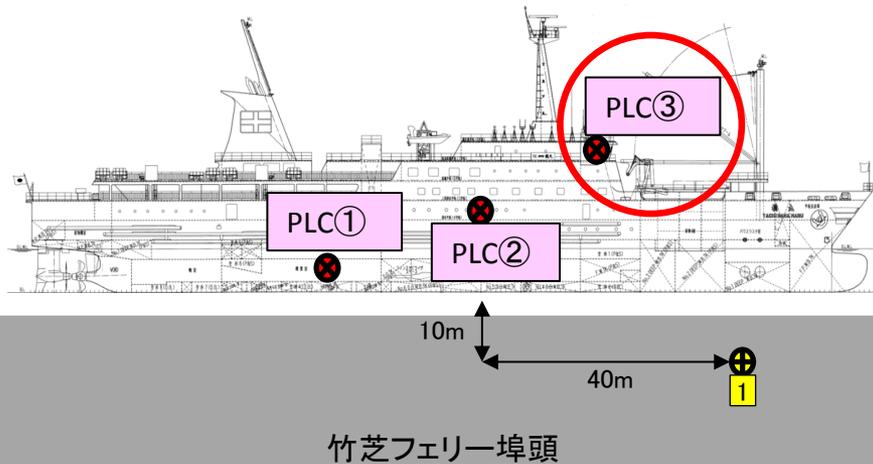
等価放射電界強度 (測定点1 PLC①送信)



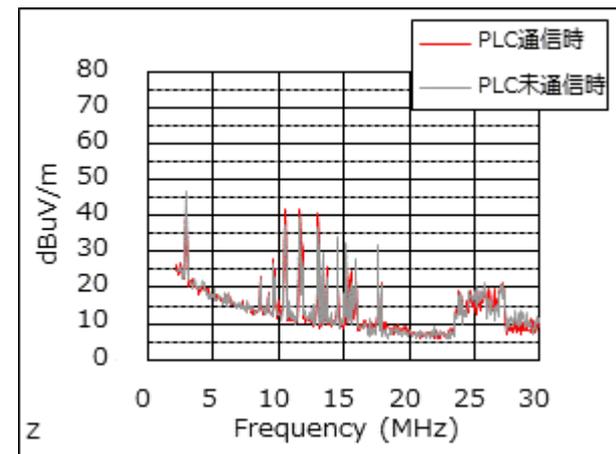
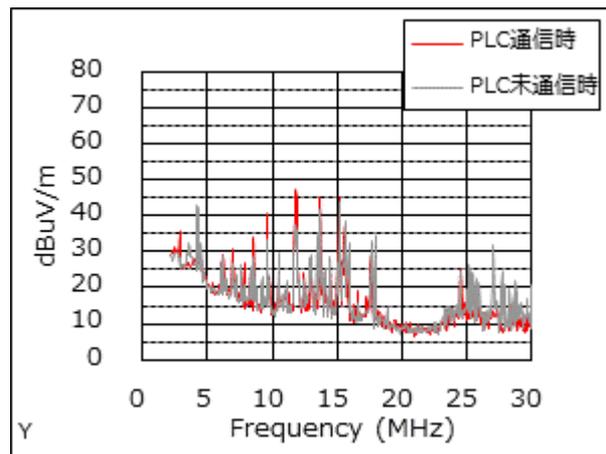
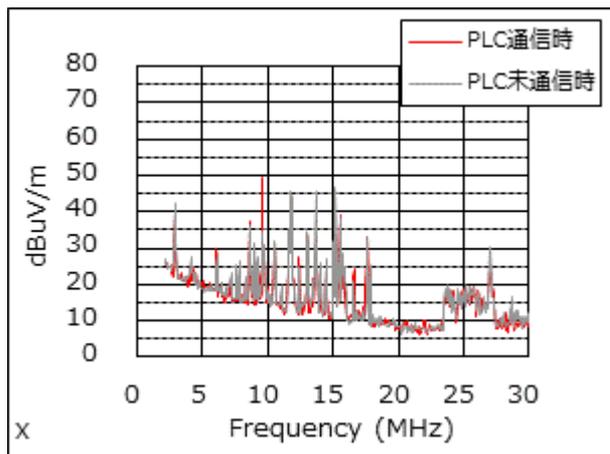
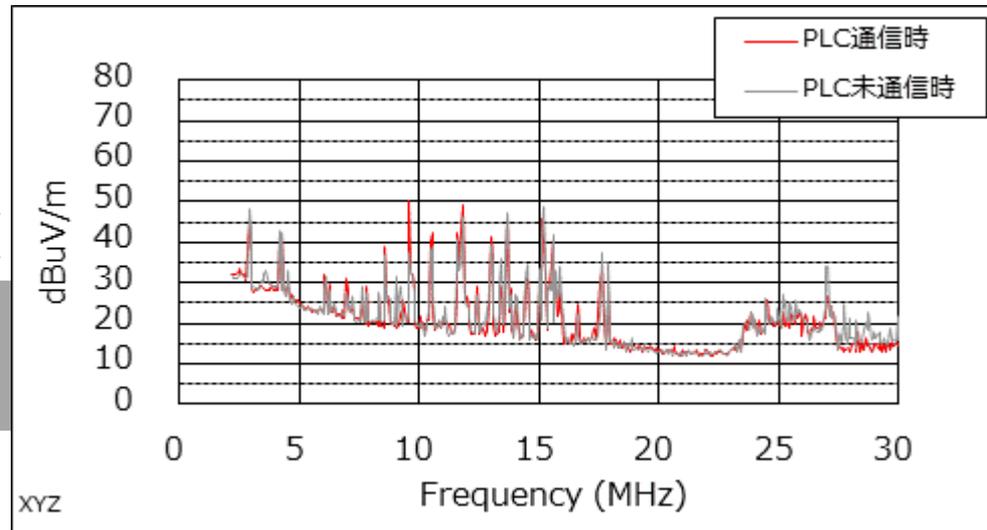
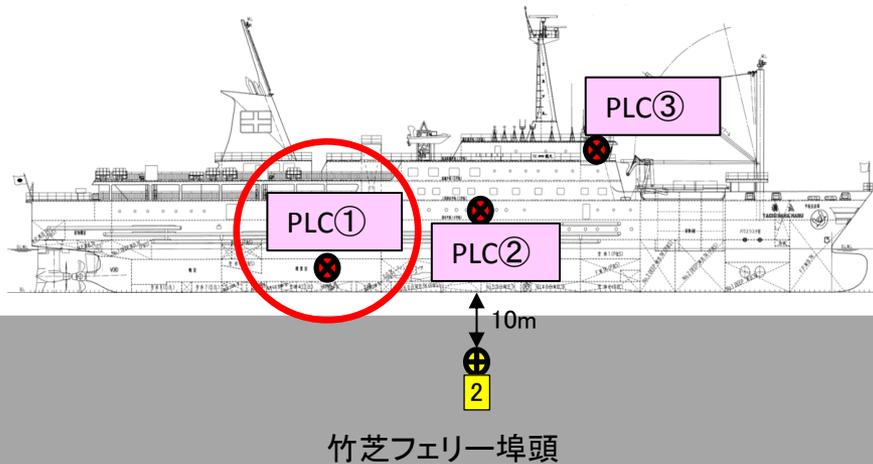
等価放射電界強度 (測定点1 PLC②送信)



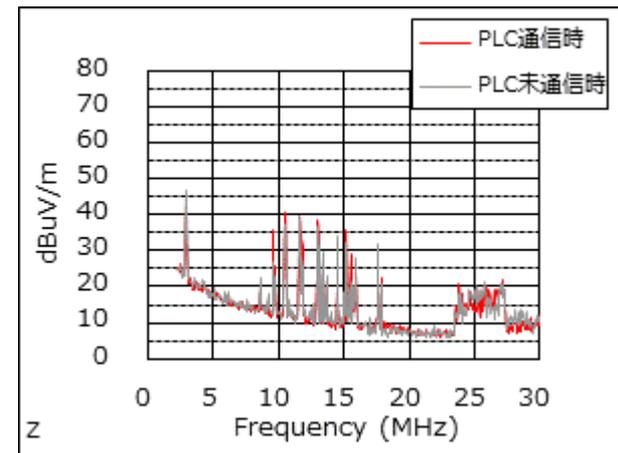
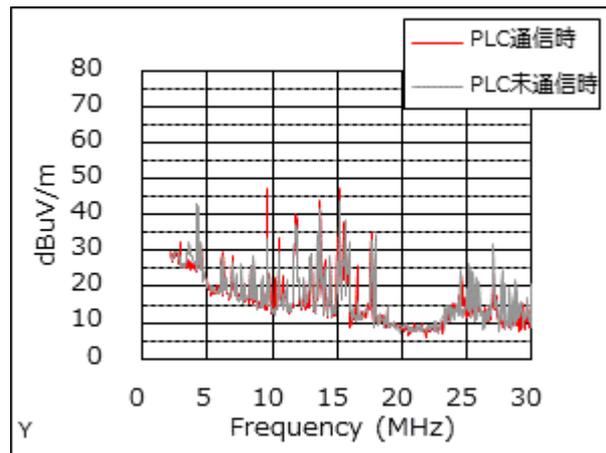
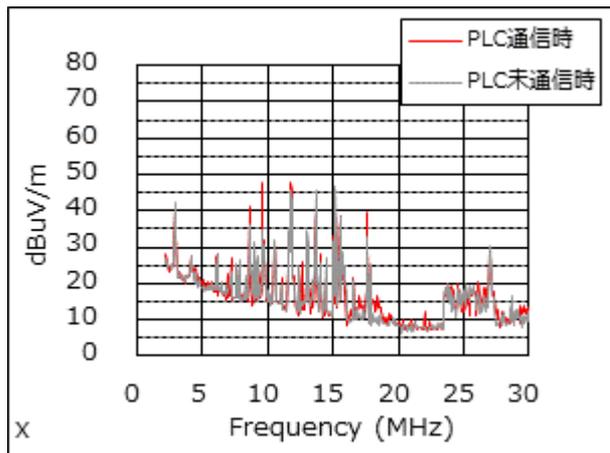
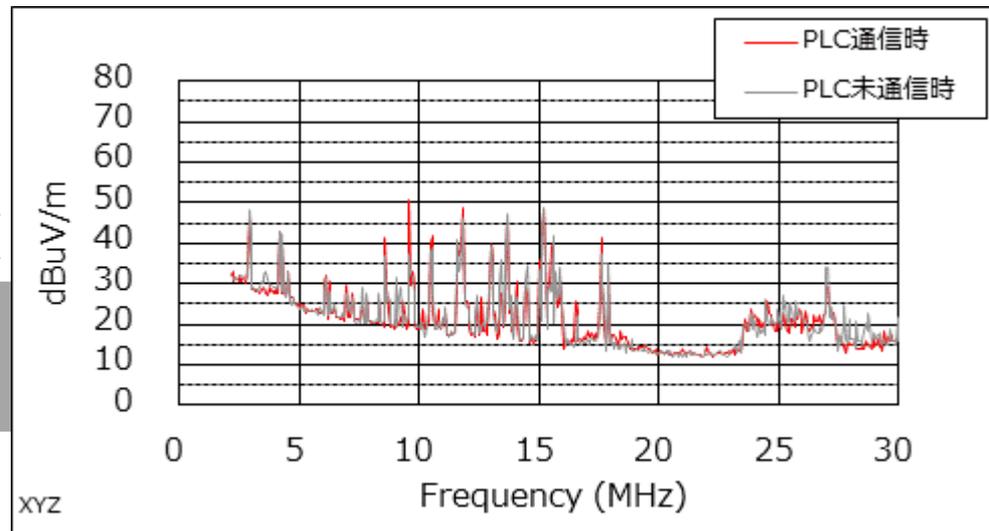
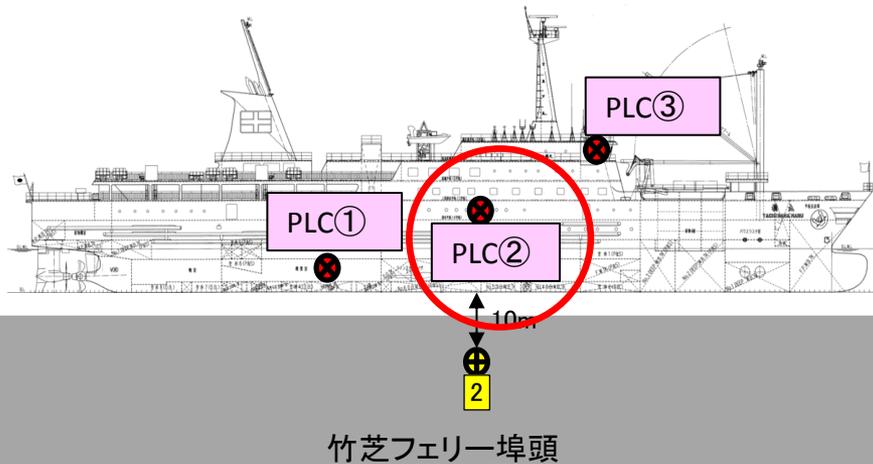
等価放射電界強度 (測定点1 PLC③送信)



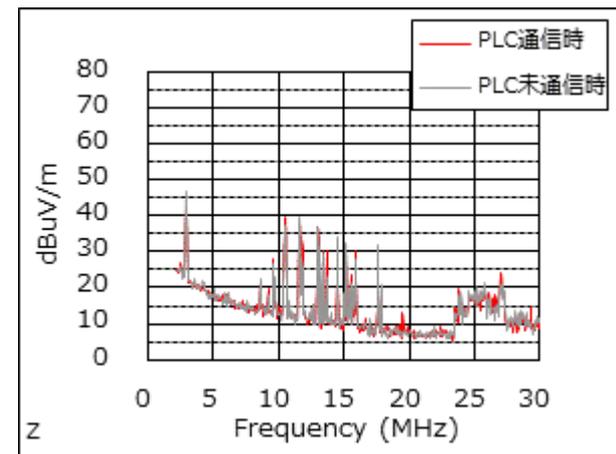
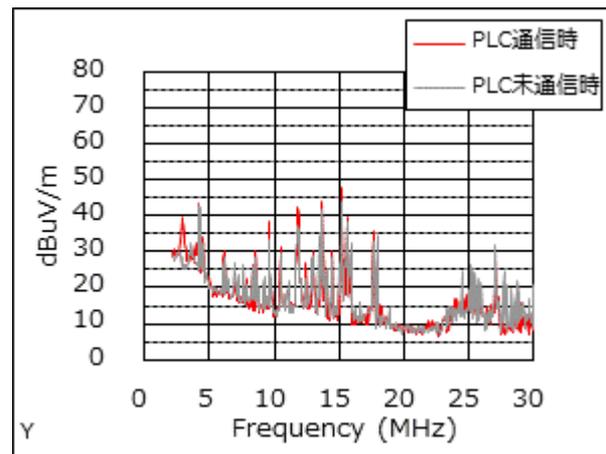
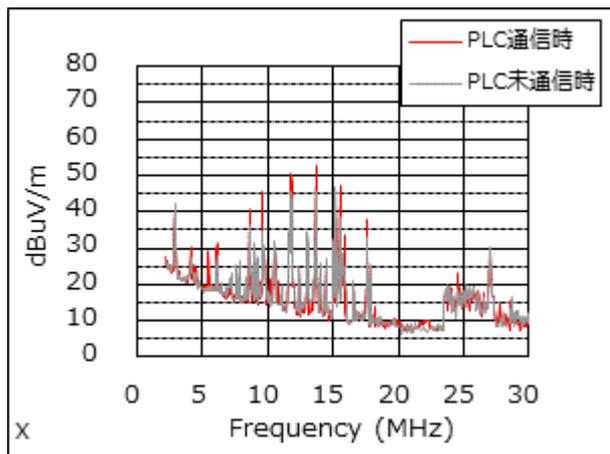
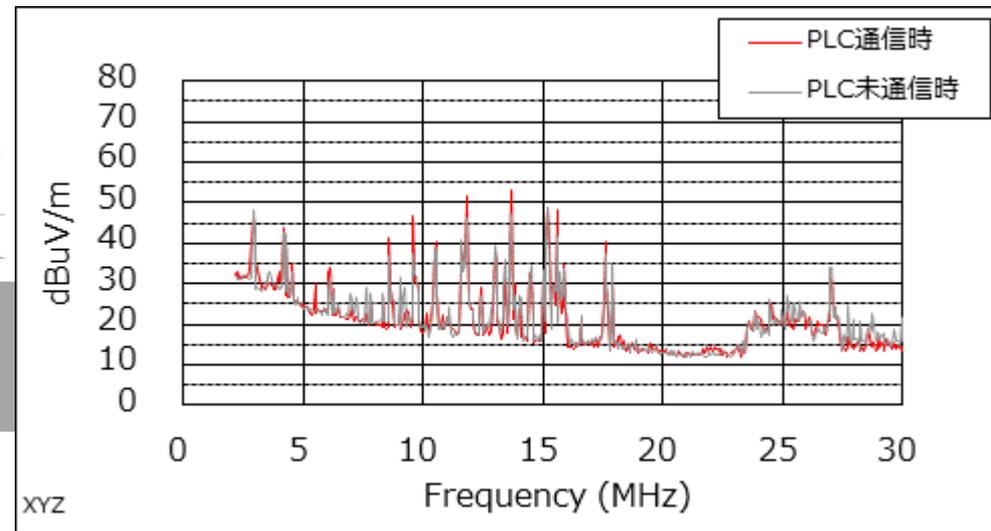
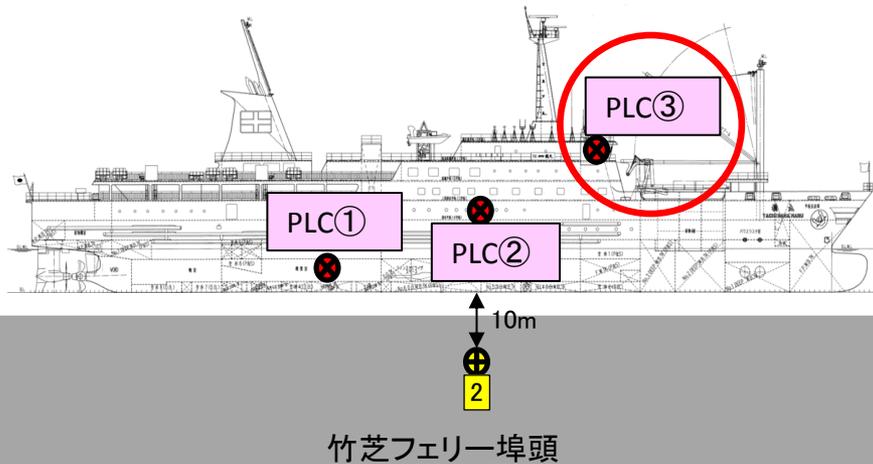
等価放射電界強度 (測定点2 PLC①送信)



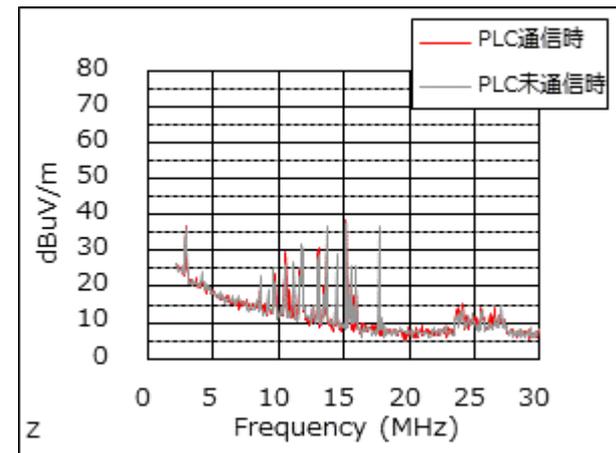
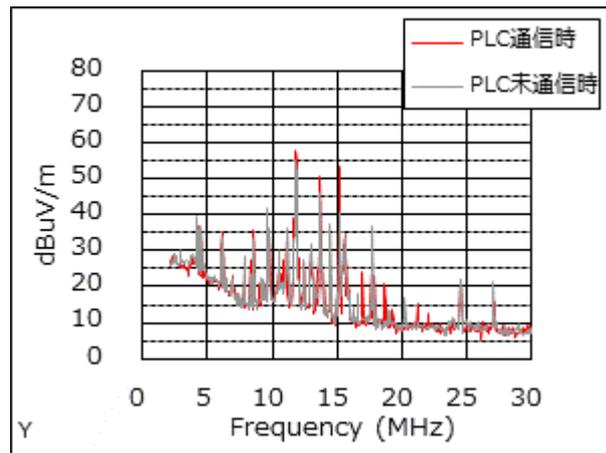
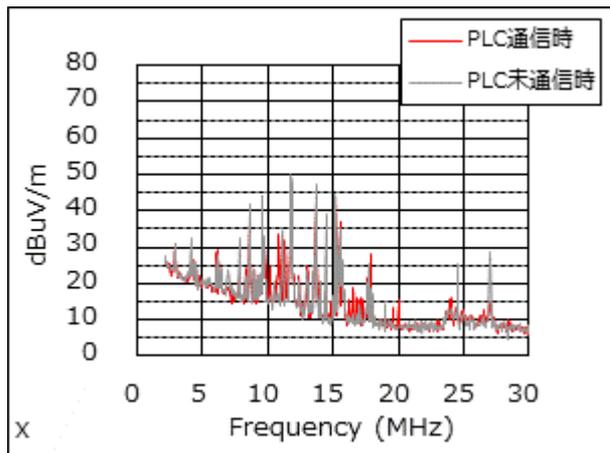
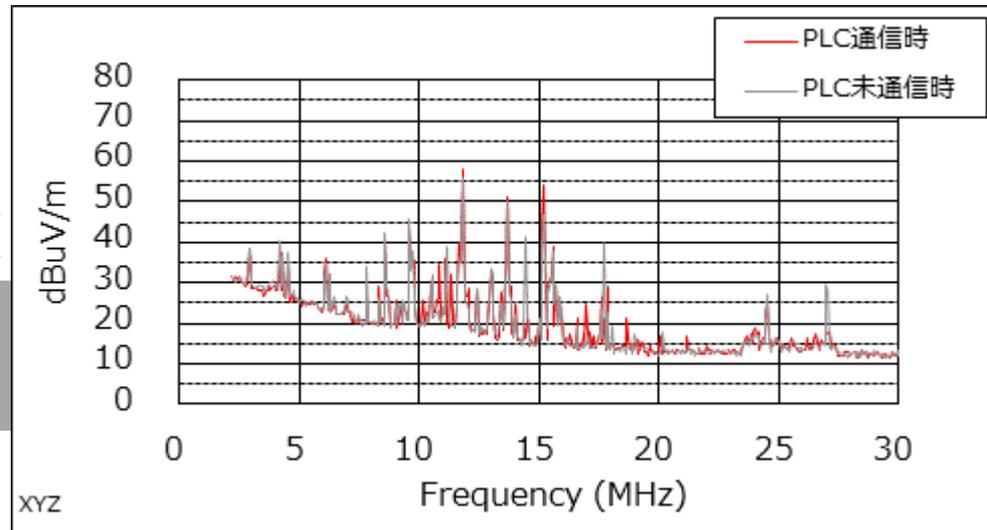
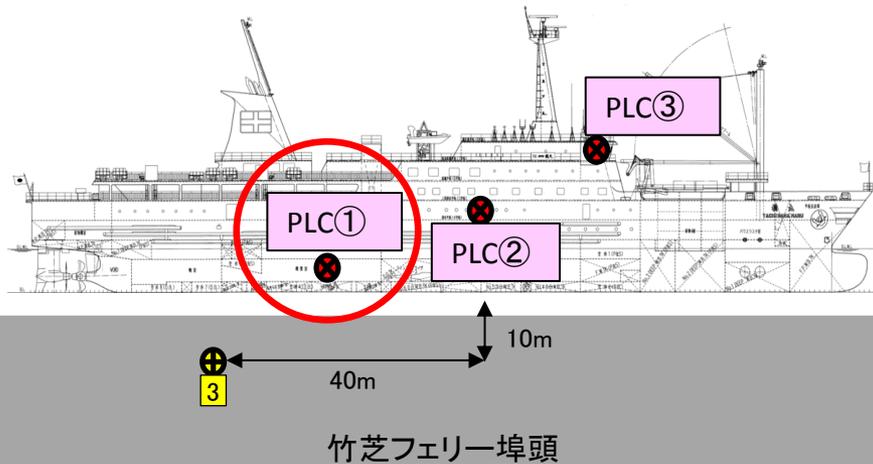
等価放射電界強度 (測定点2 PLC②送信)



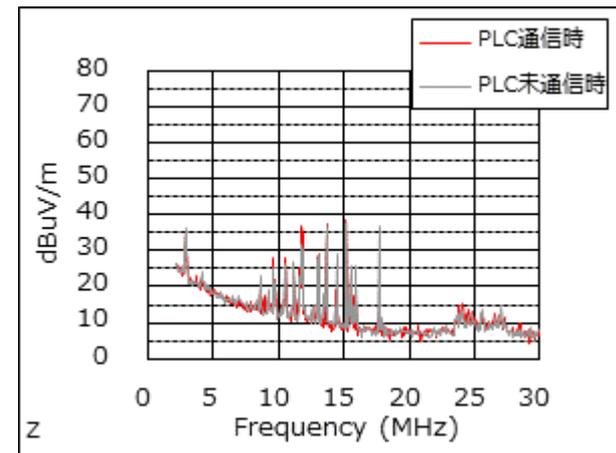
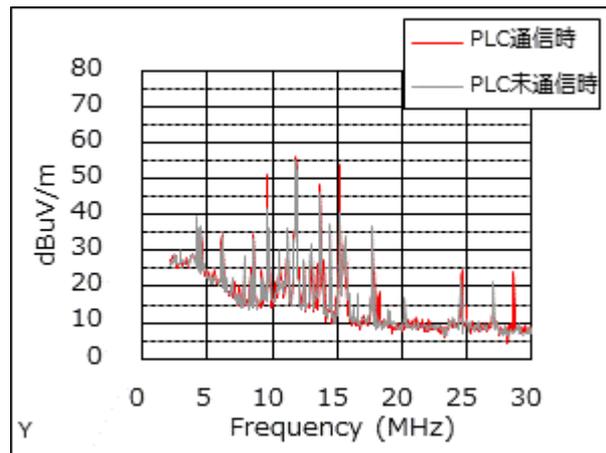
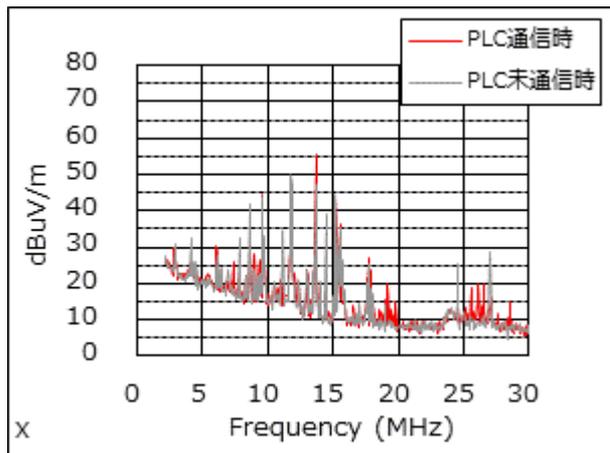
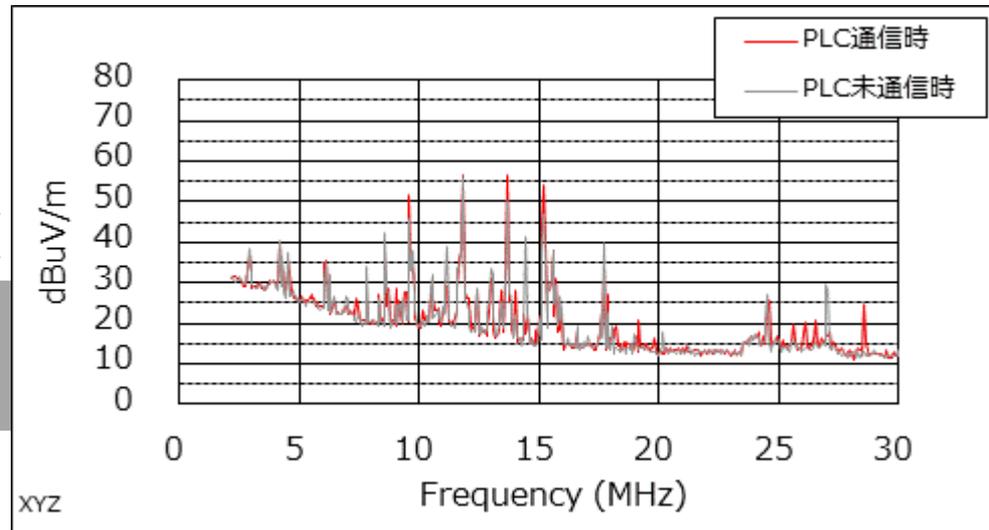
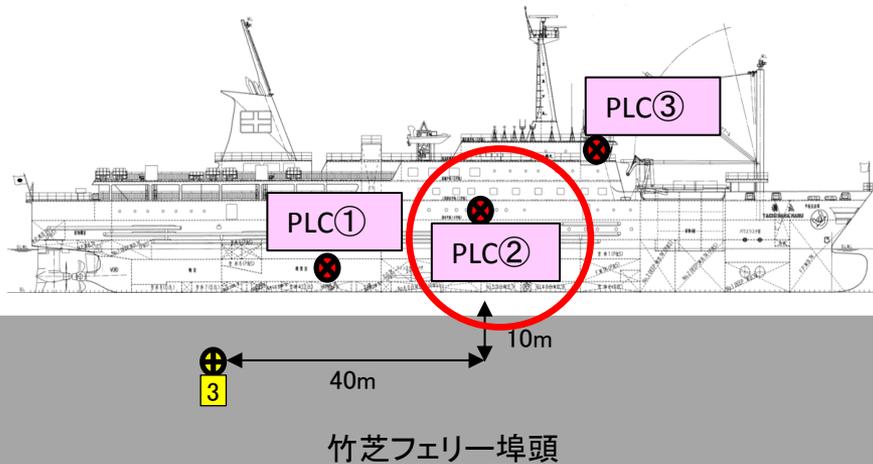
等価放射電界強度 (測定点2 PLC③送信)



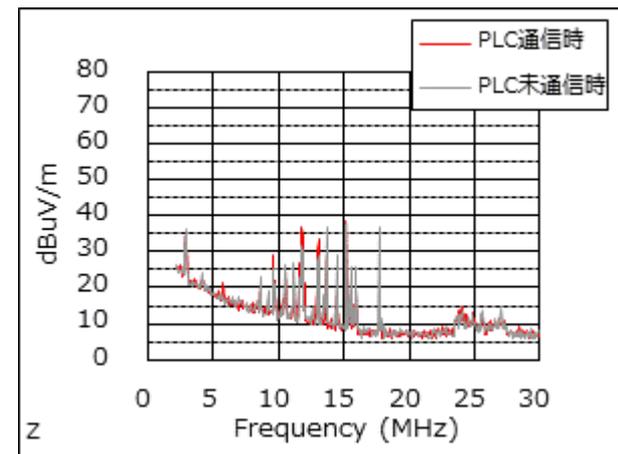
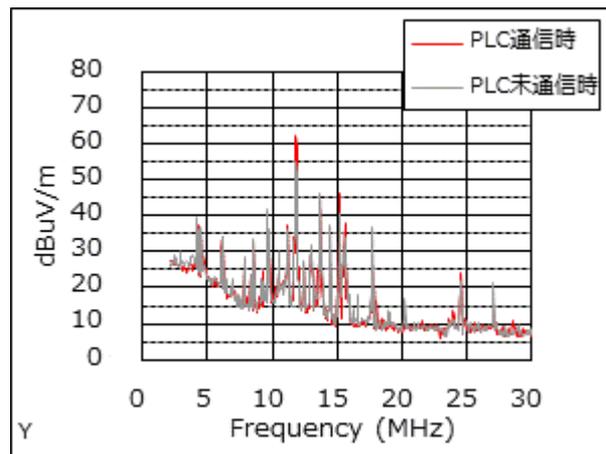
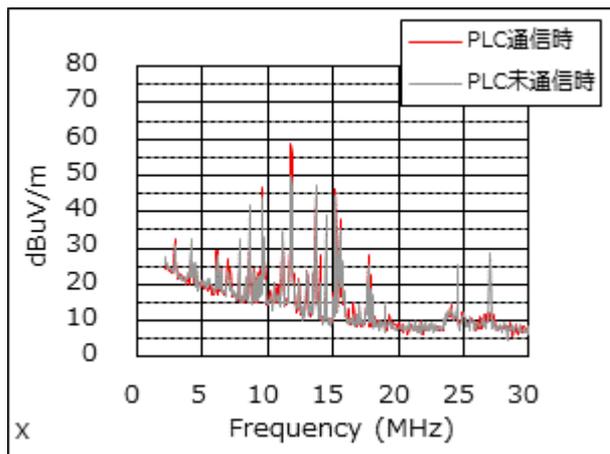
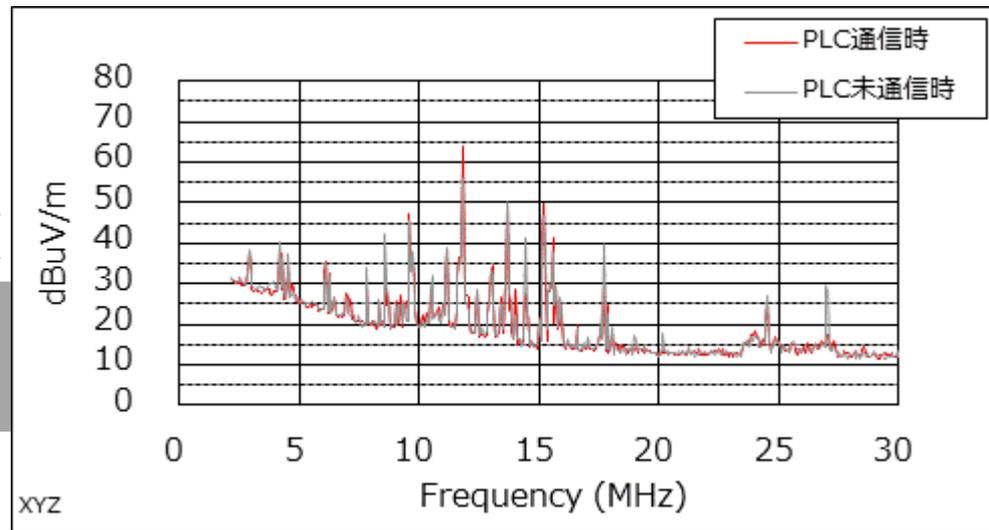
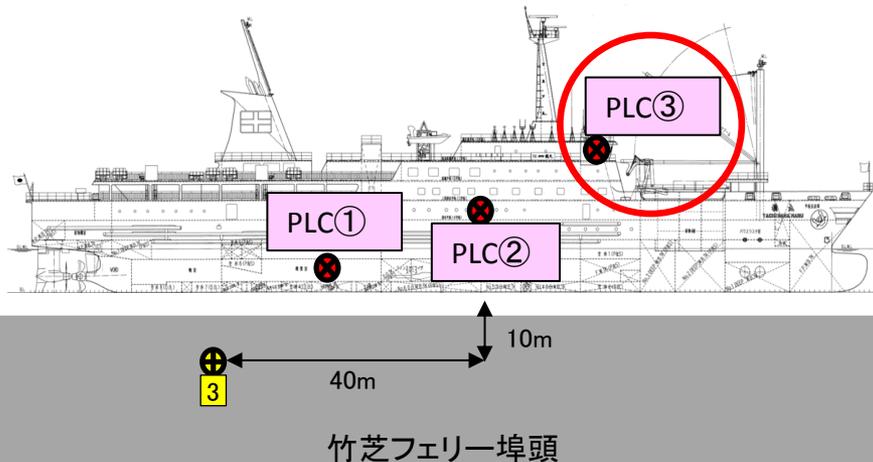
等価放射電界強度 (測定点3 PLC①送信)



等価放射電界強度 (測定点3 PLC②送信)



等価放射電界強度 (測定点3 PLC③送信)



GMDSS受信機への影響の確認

GMDSSのDSC周波数で、受信機への影響の確認を行った。

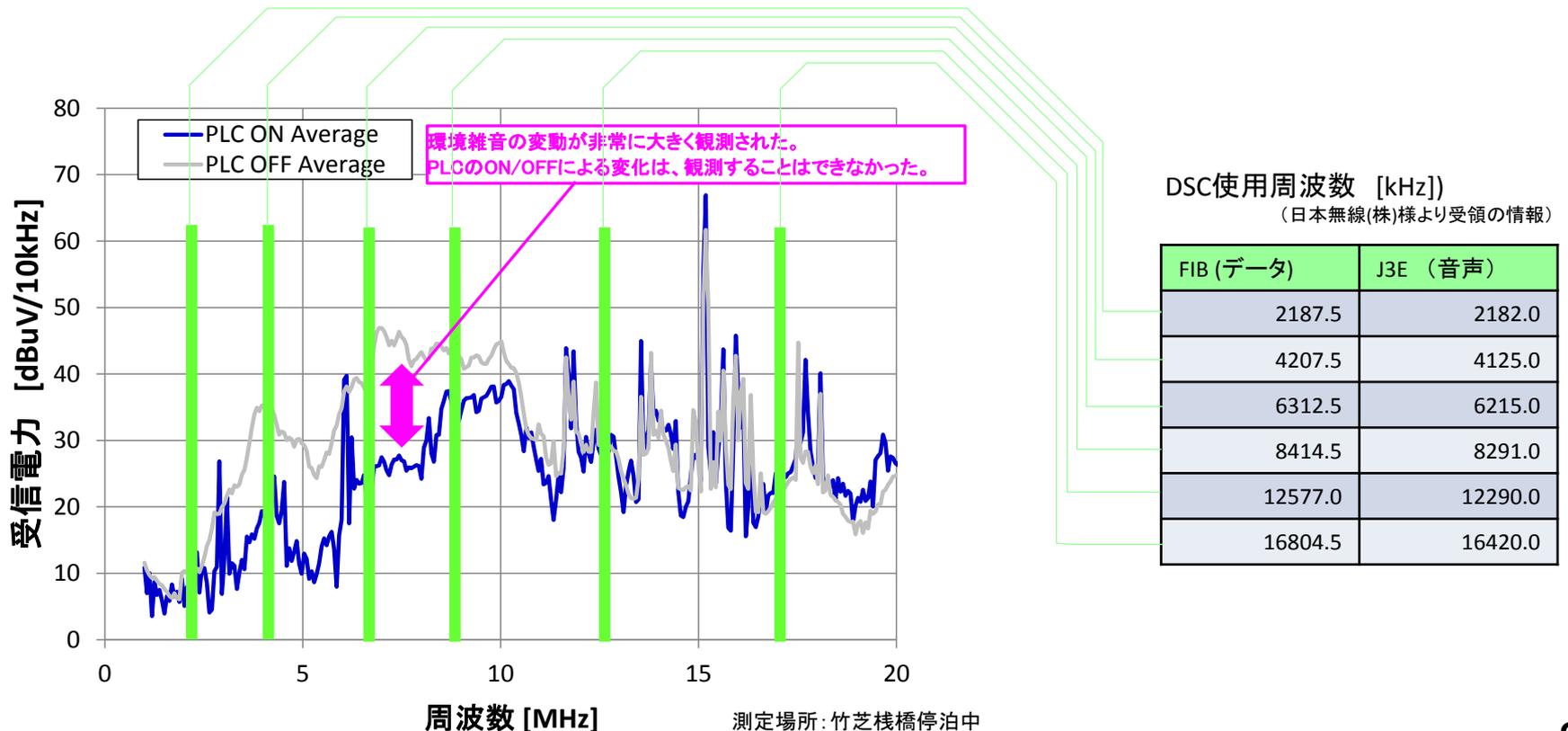
【1】通常受信動作時にPLC-onしての現象確認

- ・データ受信における影響は認められなかった。
- ・アナログ受信においては、ノイズの聴感上の変化はなかった。

【2】受信アンテナケーブルの受信機端子をとりはずし、スペクトルアナライザに接続して観測

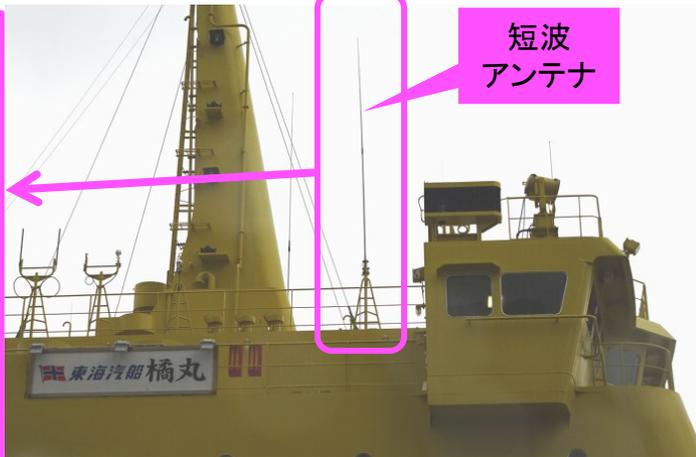
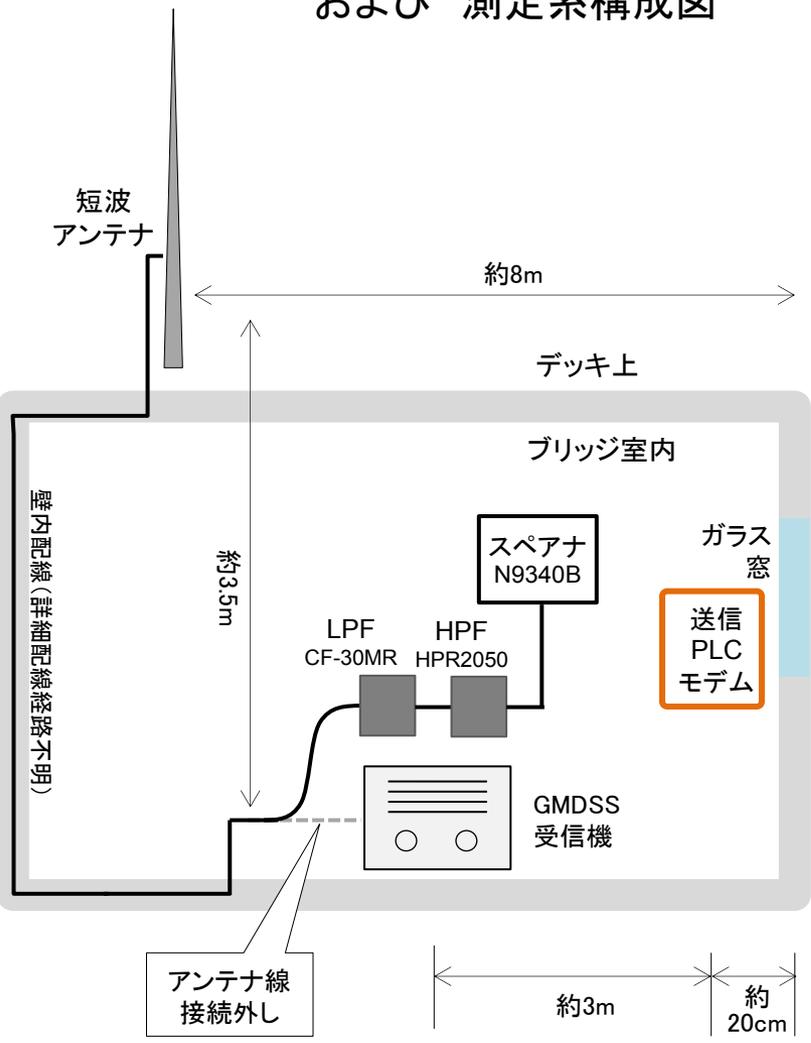
(帯域外外来信号除去のためのフィルタも挿入)

- ・PLCのON/OFFによる受信スペクトルの変化は観測できなかった。



GMDSS受信機への影響 試験環境

試験環境概略見取り図
および 測定系構成図



船内機器への影響評価(無線機器)

	機器名称	使用周波数帯	設置場所	確認方法	AC100V PLC影響評価
無線通信機器					
1	船内通信用 電信送受信装置	1.6~3.9MHz	船橋	音	影響なし
2	双方向無線電話(トランシーバ)	4~22MHz	〃	音	〃
3	マリンVHF	156~162MHz	〃	音	〃
4	インマルサット(海洋BB:JSAT)	3599MHz、6425MHz	〃	モニター	〃
5	ナブテックス	424kHz、490kHz、 518kHz、4209kHz	〃	モニター	〃
6	AIS(船舶識別装置)	156~162MHz	〃	モニター	〃
7	短波ラジオ	4~22MHz	レストラン	音	〃

船内機器への影響評価

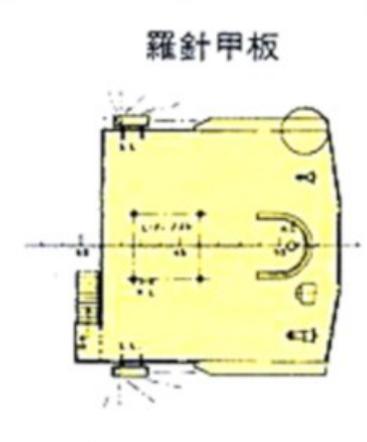
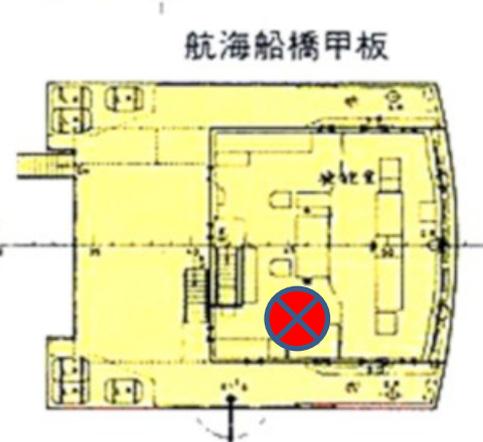
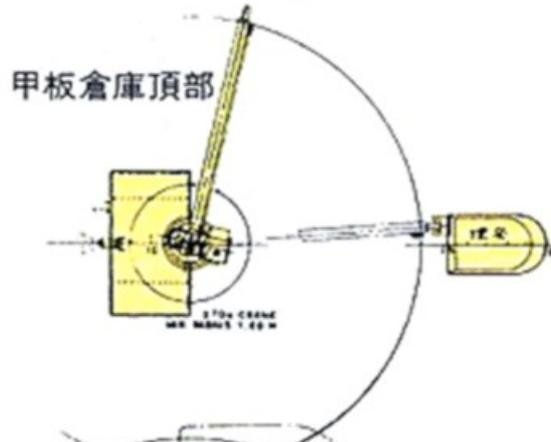
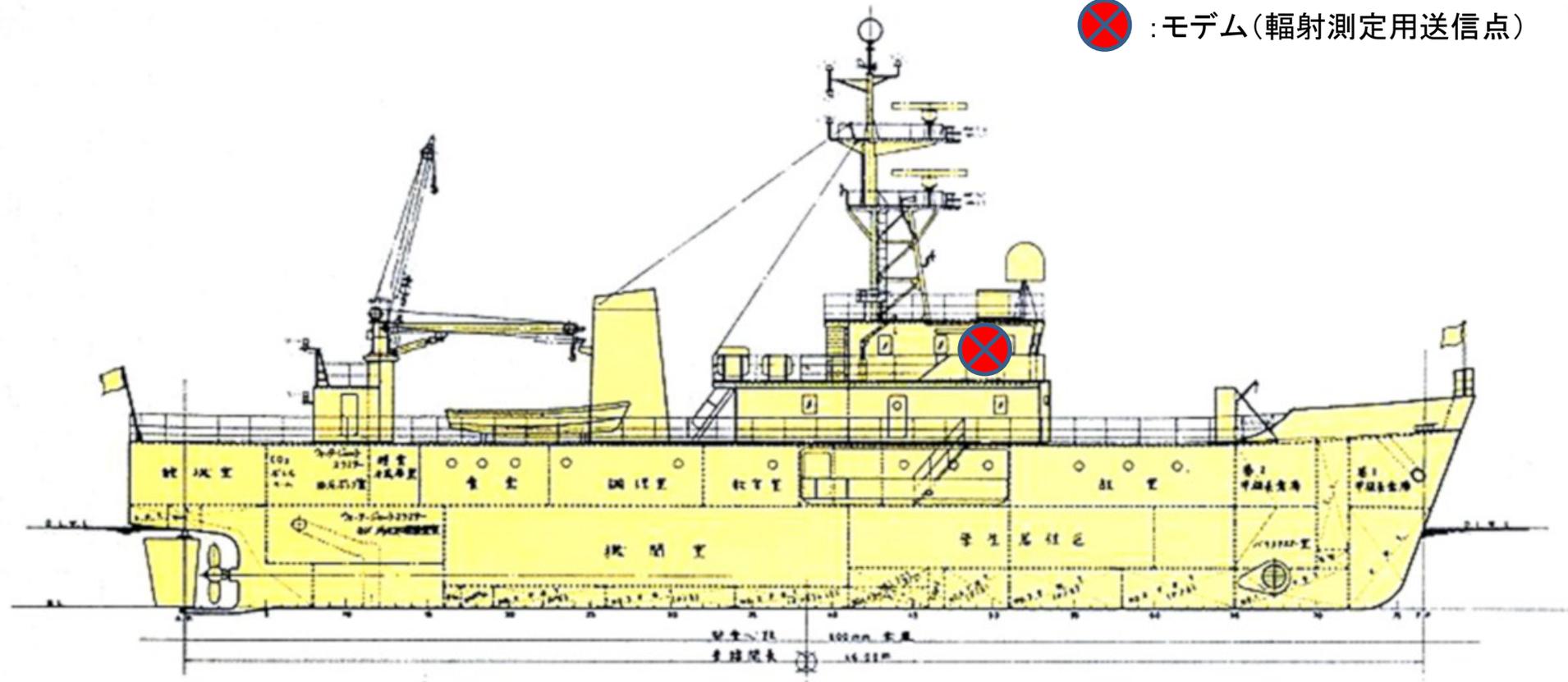
	機器名称	設置場所	確認方法	PLC影響評価
電気機器				
1	配電盤	エンジンルーム	表示灯の点滅、メーター	影響なし
2	機関監視装置(データロガー)	コントロールルーム	モニター	〃
甲板機械等				
3	係船機械(クレーン)	甲板	電源ランプ	影響なし
4	ムアリングウインチ	〃	電源ランプ	〃
5	ウインチ	〃	電源ランプ	〃
航海用機器				
6	衛星航法装置	船橋	表示モニター	影響なし
7	方位測定機	〃	音、アンテナ表示	〃
8	レーダ	〃	モニター	〃
9	衝突予防装置	〃	モニター	〃
10	ジャイロコンパス	〃	方位表示、モータ回転音	〃
11	磁気コンパス	〃	方位表示	〃
12	音響測深機	〃	モニター	〃
13	ログ	〃	オンオフ表示	〃
14	気象測器	〃	デジタル表示	〃
15	音響信号器具	〃	ランプ	〃
16	オートパイロット	〃	アラーム確認	〃
17	電子海図(ECDIS)	〃	表示	〃
ぎ装品				
18	生活用電気器具	レストラン	モニター	影響なし
19	火災警報装置	船橋	アラーム確認	〃
20	熱媒油ヒーター制御盤	機関室	ランプ	〃
21	厨房設備	ギャレー(給湯器、冷蔵庫)	運転音	〃

汐路丸(東京海洋大学) 高速PLC実験

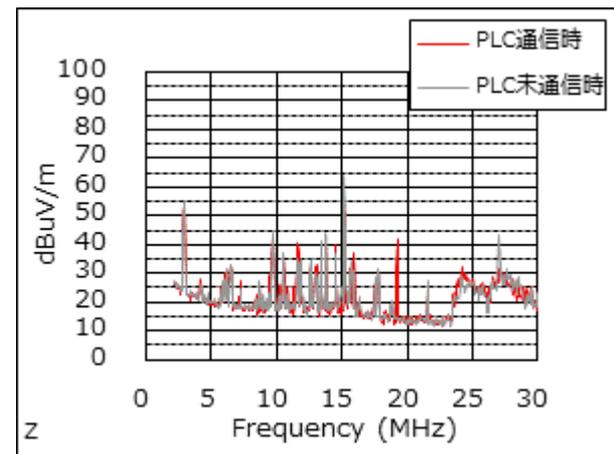
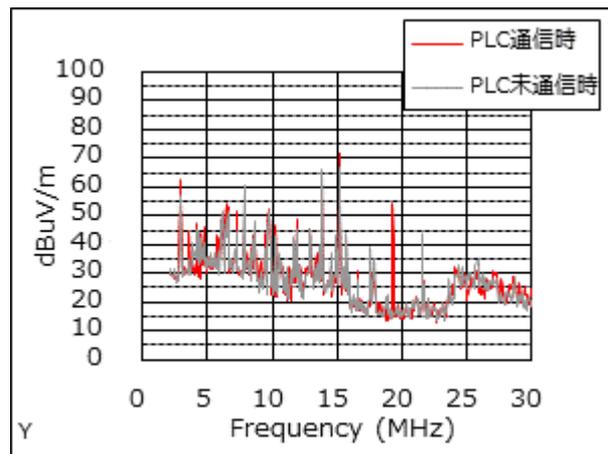
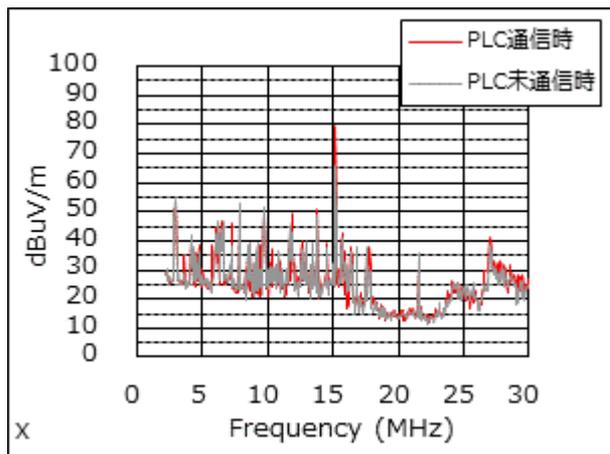
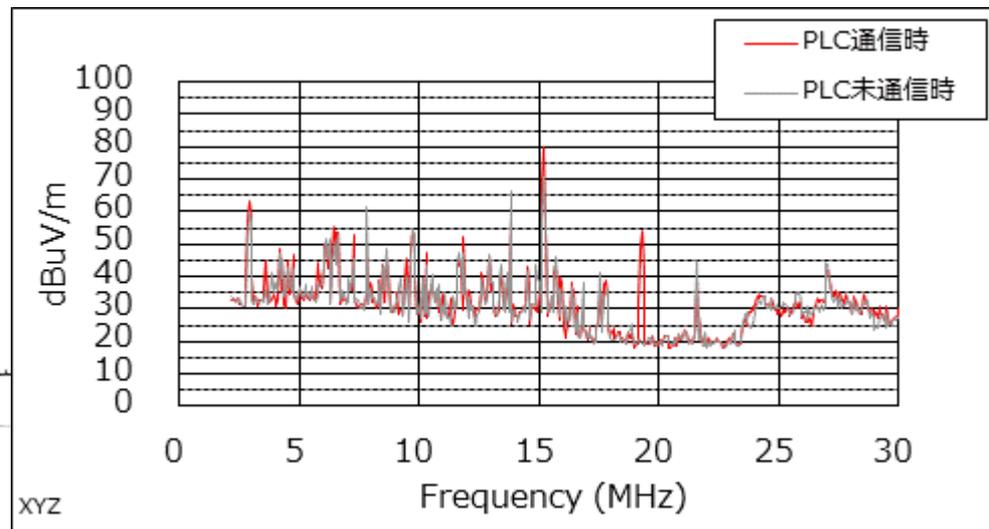
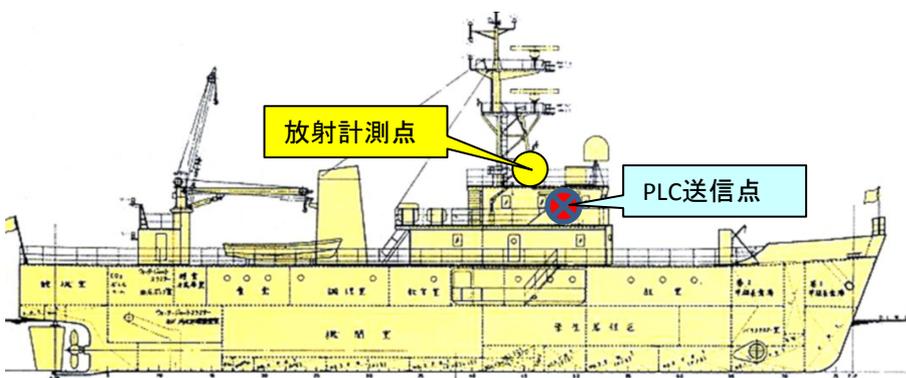
2018年10月10日～11日(東京湾・館山沖航海中)



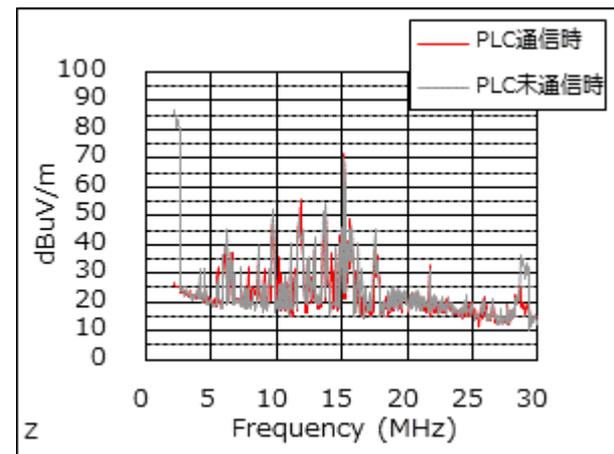
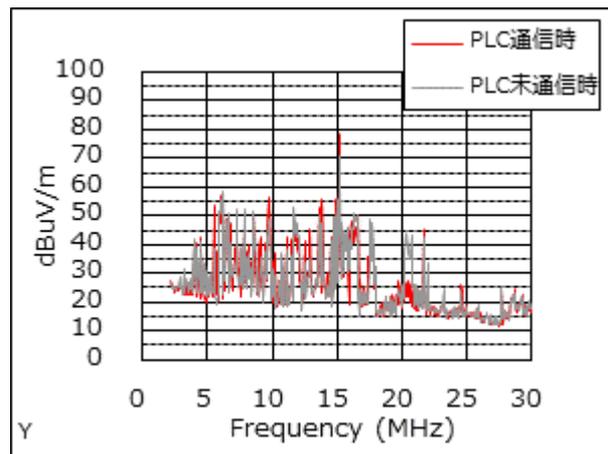
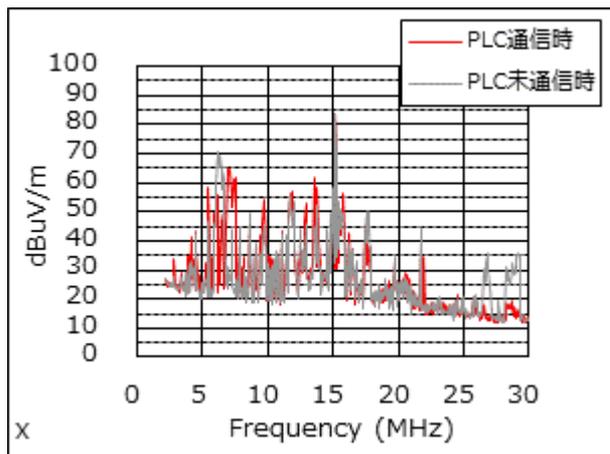
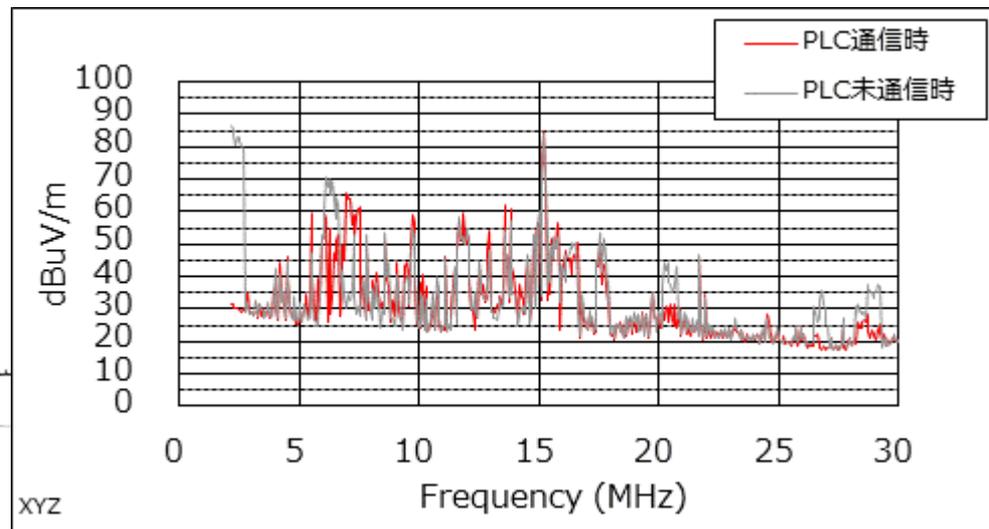
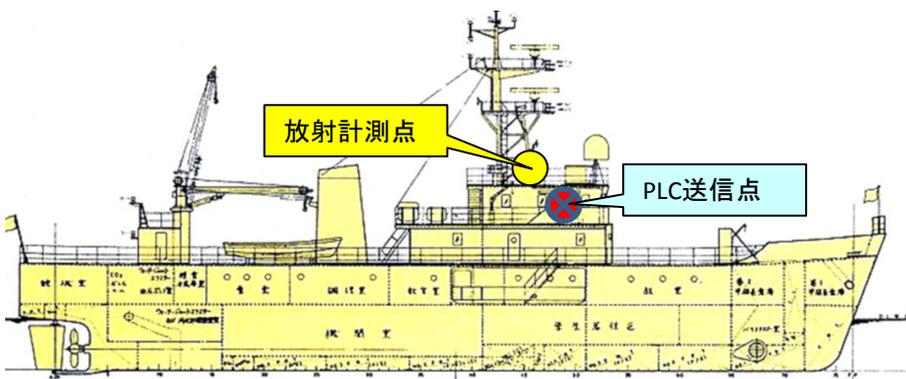
 : モデム (輻射測定用送信点)



等価放射電界強度 測定結果 (棧橋停泊中)



等価放射電界強度 測定結果 (外洋航行中)



GMDSS受信機への影響の確認

GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System)のDSC(Digital Selective Call)周波数で、受信機への影響の確認を行った。

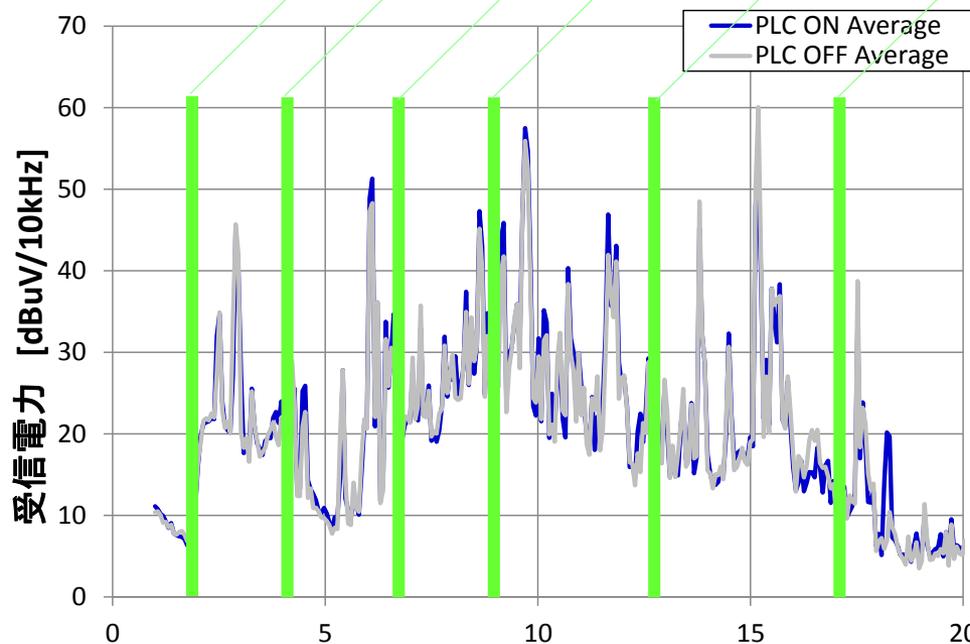
【1】通常受信動作時にPLC-onしての現象確認

- ・データ受信における影響は認められなかった。
- ・アナログ受信においては、ノイズの聴感上の変化はなかった。

【2】受信アンテナケーブルの受信機端子をとりはずしスペクトルアナライザに接続して観測

(帯域外外来信号除去のためのフィルタも挿入)

- ・環境雑音が非常に大きかった。
- ・PLCのON/OFFによる受信スペクトルの変化は観測できなかった。



DSC使用周波数 [kHz]

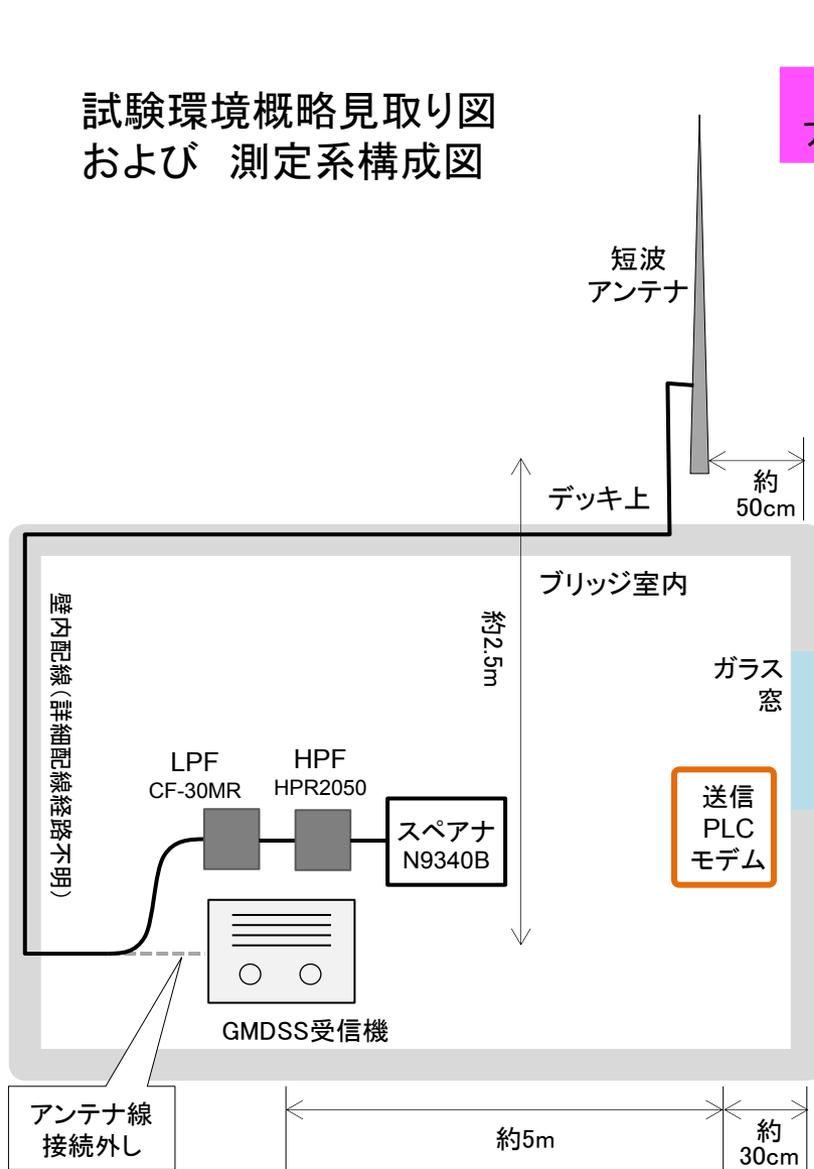
(日本無線(株)様より受領の情報)

FIB (データ)	J3E (音声)
2187.5	2182.0
4207.5	4125.0
6312.5	6215.0
8414.5	8291.0
12577.0	12290.0
16804.5	16420.0

測定場所: 勝どき棧橋停泊中

GMDSS受信機への影響 試験環境

試験環境概略見取り図
および 測定系構成図



短波
アンテナ

PLC送信点
(ブリッジ室内
窓際)



航海中の船内機器への影響評価(無線機器)

	機器名称	使用周波数帯	設置場所	確認方法	AC100V PLC影響評価
無線通信機器					
1	船内通信用 電信送受信装置	1.6～3.9MHz	船橋	音	影響なし
2	双方向無線電話(トランシーバ)	4～22MHz	ラボ	音	〃
3	マリンVHF	156～162MHz	船橋	音	〃
4	インマルサット(海洋BB:JSAT)	3599MHz、6425MHz	ラボ	モニター	〃
5	ナブテックス	424kHz、490kHz、 518kHz、4209kHz	船橋	モニター	〃
6	AIS(船舶識別装置)	156～162MHz	船橋	モニター	〃
7	気象用FAX	4～22MHz	コントロールルーム	印刷紙	〃
8	短波ラジオ	4～22MHz	コントロールルーム	音	〃

航海中の船内機器への影響評価

	機器名称	設置場所	確認方法	PLC影響評価
電気機器				
1	配電盤	エンジンルーム	表示灯の点滅、メーター	影響なし
2	機関監視装置(データロガー)	コントロールルーム	モニター	〃
甲板機械等				
3	係船機械(サンパン用クレーン)	甲板	電源ランプ	影響なし
4	ムアリングウインチ	〃	電源ランプ	—
5	ウインチ	〃	電源ランプ	—
航海用機器				
6	衛星航法装置	〃	表示モニター	影響なし
7	方位測定機	〃	音、アンテナ表示	〃
8	レーダ	〃	モニター	〃
9	衝突予防装置	〃	モニター	〃
10	ジャイロコンパス	〃	方位表示、モータ回転音	〃
11	磁気コンパス	〃	方位表示	〃
12	音響測深機	〃	モニター	〃
13	ログ	〃	オンオフ表示	〃
14	気象測器	〃	デジタル表示	〃
15	音響信号器具	〃	ランプ	〃
16	オートパイロット	〃	アラーム確認	〃
17	電子海図(ECDIS)	レーダーと同期	表示	〃
ぎ装品				
18	生活用電気器具	教室 TV	モニター	影響なし
19	火災警報装置	船橋	アラーム確認	〃
20	油水分離器	機関室	ランプ	〃
21	厨房設備	ギャレー(給湯器、冷蔵庫)	運転音	〃

【1】船舶搭載機器関連法令について

船舶搭載機器に関係する法令には、船舶安全法があり、また船級協会には鋼船規則があります。

その詳細・解釈について国土交通省 海事局 様、日本海事協会様(船級の認証団体)と協議をいたしました。

PLCの船舶内利用に関しては、以下のご見解を頂戴しております。

- 1) 船舶の運航に関わる機能としてPLCを使用する場合は、法令等の規定を満たすことが必要で、検査対象となる。
- 2) それ以外(乗客のエンタメ向け等)の用途にPLCを使用する場合は、**法令等の適用は必要ない。**

【2】船舶搭載機器への影響について

様々な船内搭載機器に対する影響の有無を確認するため、様々なジャンルの船用機器製造メーカー様(40社)にヒアリングを実施いたしました。

結果、**大多数のメーカー様より「船内でのPLC利用は大きな問題は無い」旨の情報を**頂戴しております。

影響が最も懸念される短波帯救難無線システム(GMDSS)につきましては、実装置を用いての検証を実施した結果、影響が認められませんでした。さらなる追加安全対策として、救難信号の周波数のみノッチを挿入する方針なども検討対象とします。