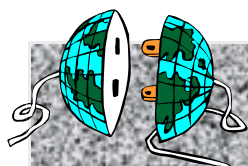


電波航法研究会 平成18年度第3回研究会



高速 P L C の概要と当社の取り組み



2006年11月
三菱電機株式会社

*PLC:Power Line Communication

目 次

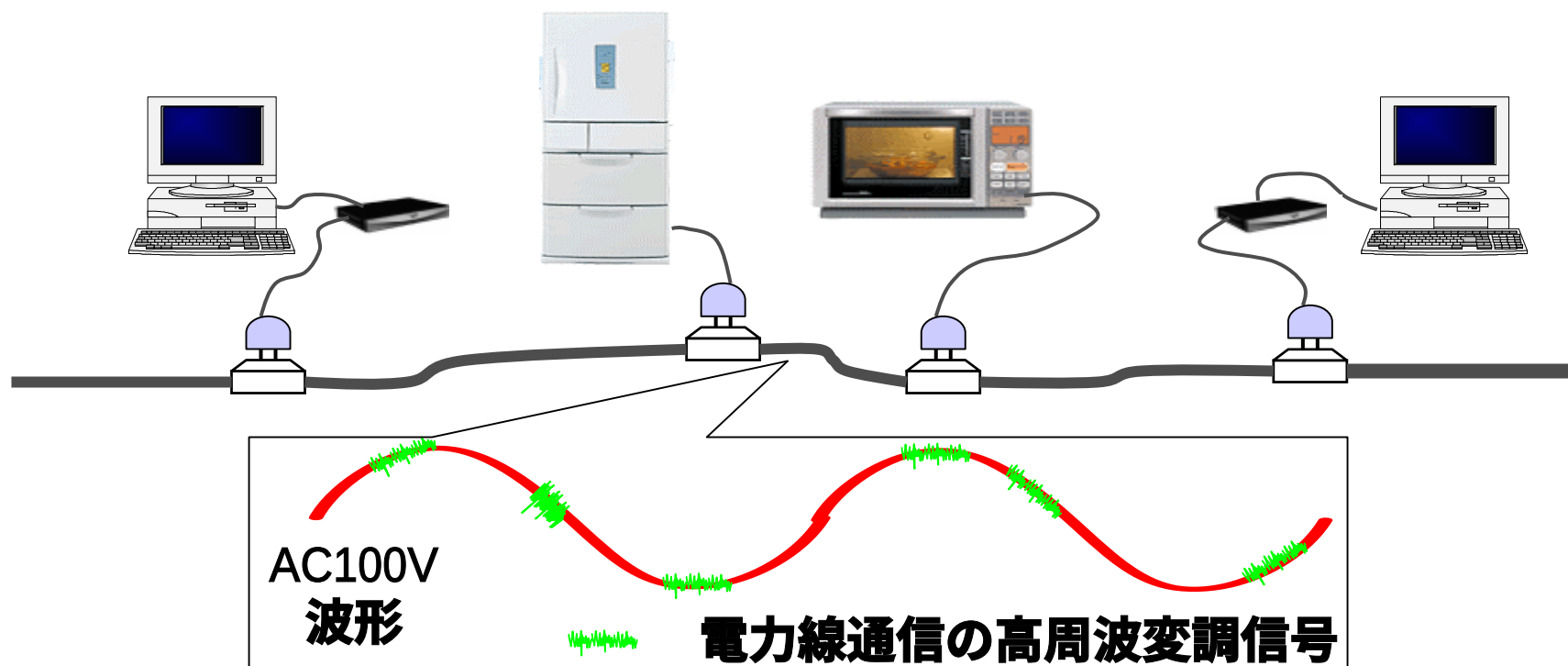
- **PLCとは**
- **国内規制緩和の状況**
- **三菱電機の取り組み**
- **船舶への適用について**

1. PLCとは

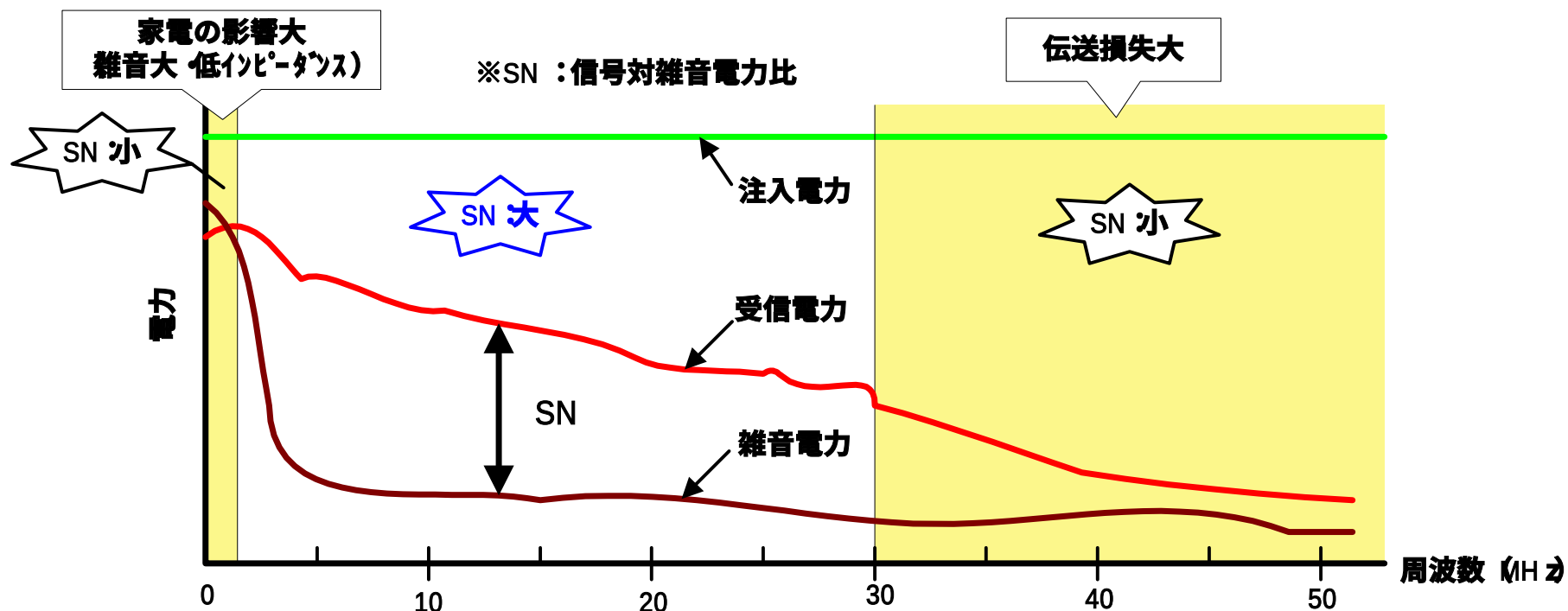
◆ PLCの概要

**AC100/200Vに微弱な高周波変調信号※を重畳し、
電力線 低圧配電線や電灯線）を媒体とした有線通信**

※電波法は、PLC利用周波数帯を10kHz～450kHzと定められていました。2006年10月4日に法改正され、2M～30MHzの高い周波数帯を国内で利用できるようになりました。



◆ 注入信号とSNR



◆2MHz以下

帯域狭、高雑音 低インピーダンス傾向 → 高速化難

◆2M～30MHz帯

伝送損失あるが機器雑音／低インピーダンス影響少 → 高速化可

◆30MHz以上

伝送損失増大傾向 → 高速化難

◆ PLCの特長

② ケーブル敷設工事不要 (legacy 遺産)の活用

屋外 電柱～建物/道路/公園など); **現在使用不可**
施設内 住宅/ビル/工場など)

新規配線
不要

② 最大200Mbpsの高速通信が可能

←先端通信技術 無線 LAN^{*1}、有線ADSL^{*2}など)の応用
高度な多重化 (OFDM^{*3}等)など

←電力線上で2MHz～30MHz帯を利用

② 安価なネットワーク機器

←超LSI化、DSP^{*4}制御による低コスト化

*1 : Local Area Network

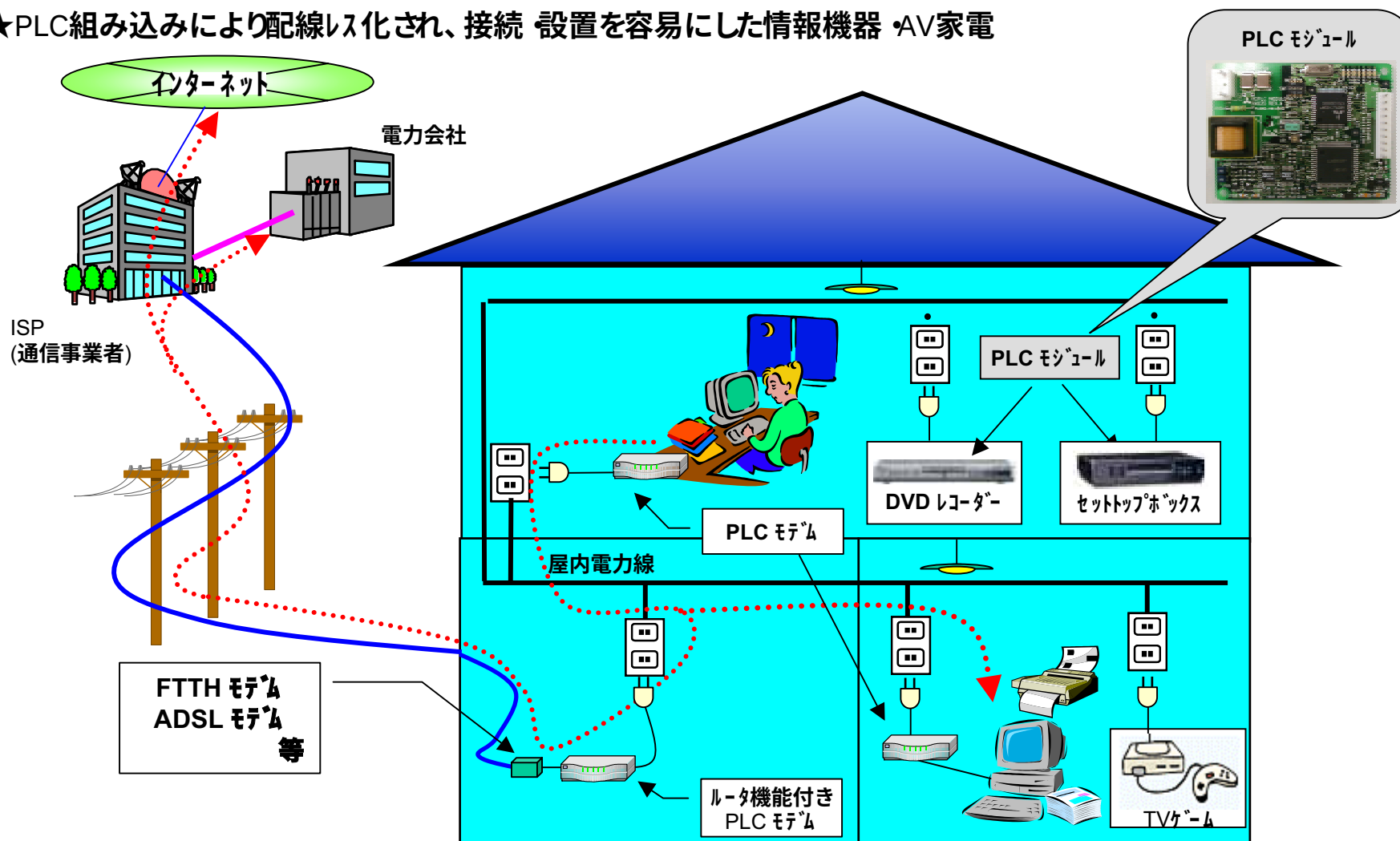
*3 : Orthogonal Frequency Division Multiplexing

*2 : Asymmetric Digital Subscriber Line

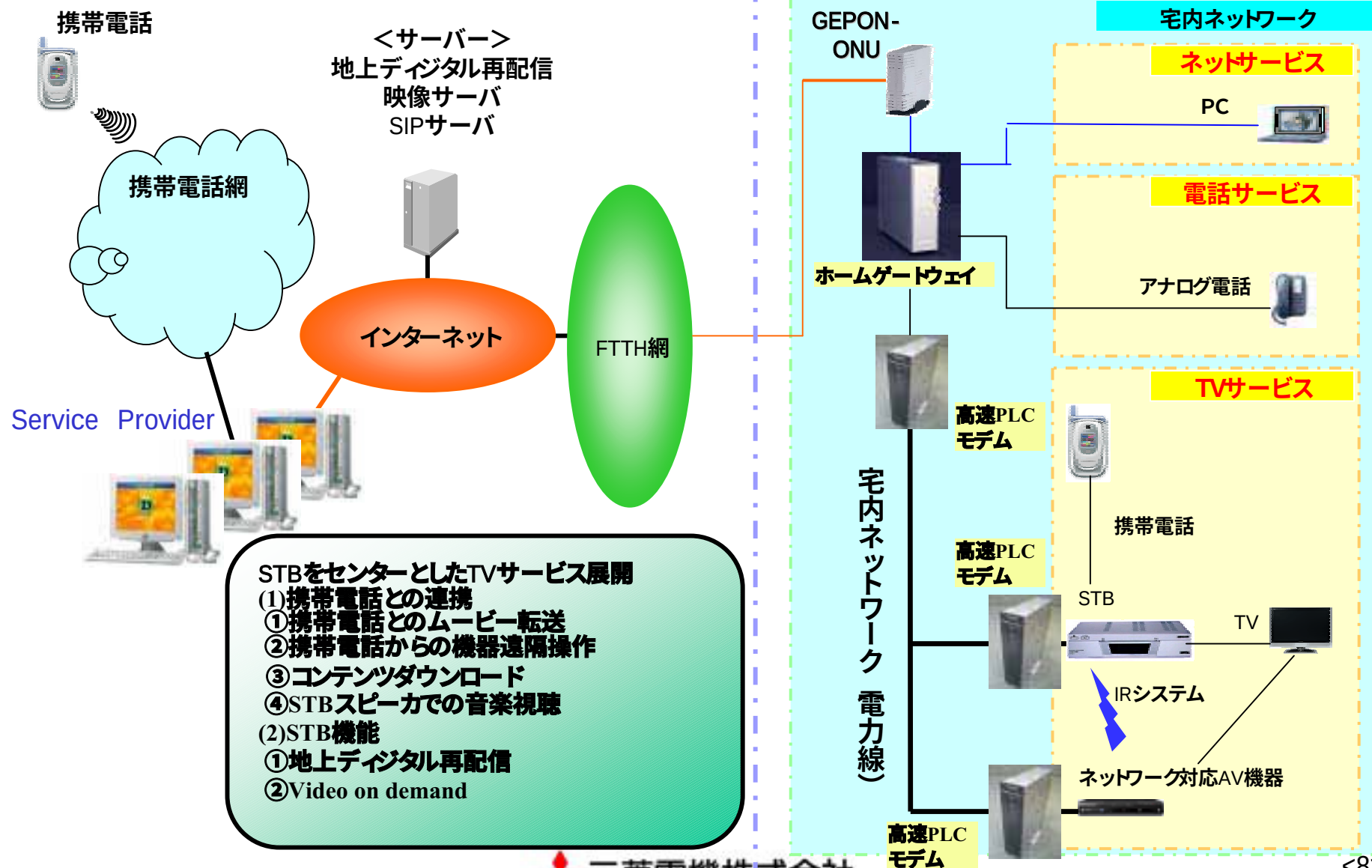
*4 : Digital Signal Processor

◆宅内LAN/ビジュアルホームネットワークモデル

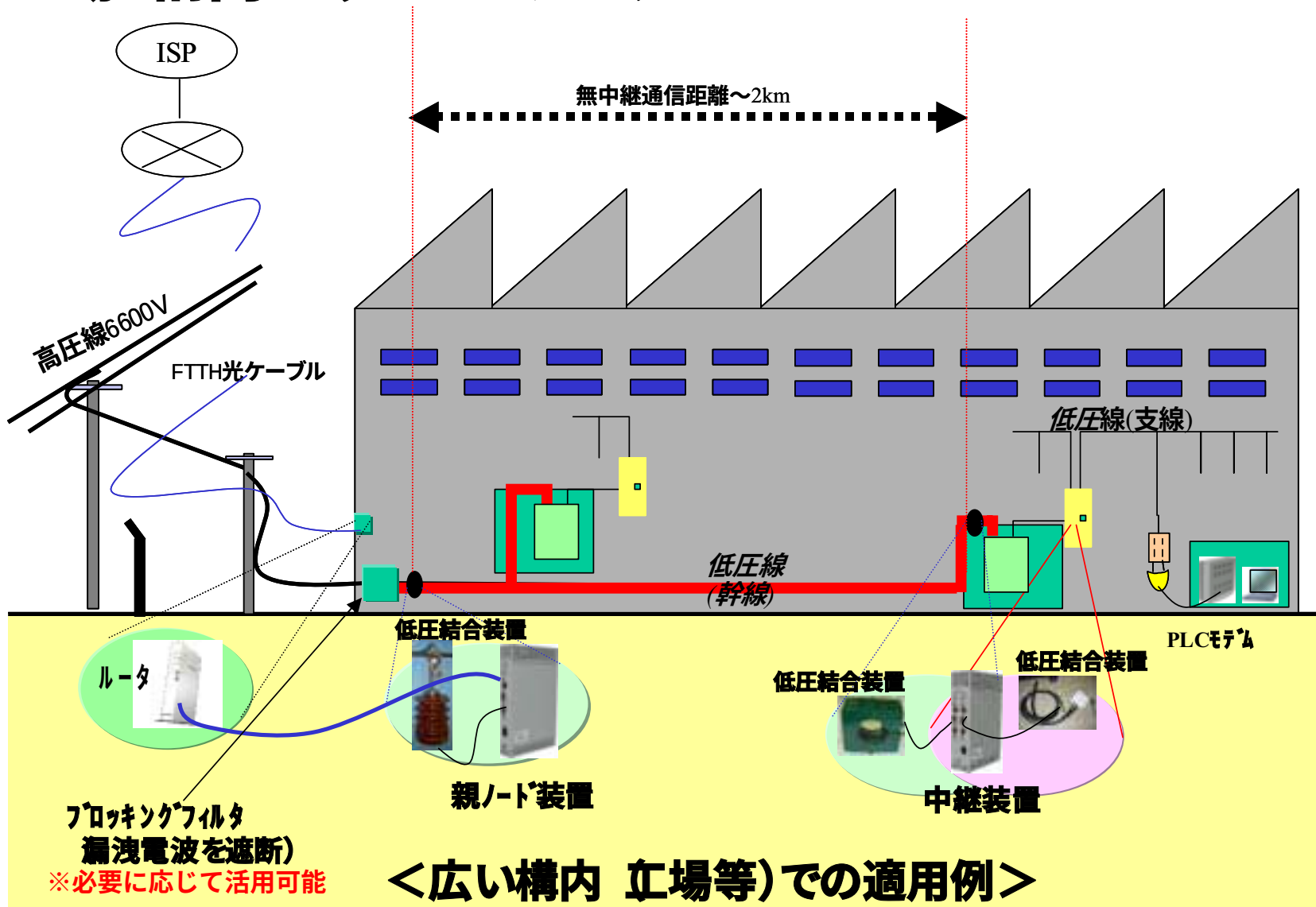
★PLC組み込みにより配線レス化され、接続 設置を容易にした情報機器・AV家電



◆宅内LAN/ホームゲートウェイネットワークモデル



◆工場 構内ネットワークモデル



2. 国内規制緩和の状況

◆2MHz～30MHz帯のPLCへの適用

日本国内では、**電波法**および**電波法施工規則 省令**、**無線設備規則**などにより、**10KHz～450KHz**の周波数帯を使用する装置のみ利用が認められていた。(～06/9)
(但し、利用時は型式指定の申請などが必要)

現行法で許可されている周波数帯域



<10KHz～450KHz> これまで電波法で許可されていた周波数帯域

- ①帯域が狭く、**通信速度が遅い**。
- ②通信路である電灯線に家電機器によるノイズが多く、**通信が不安定**。

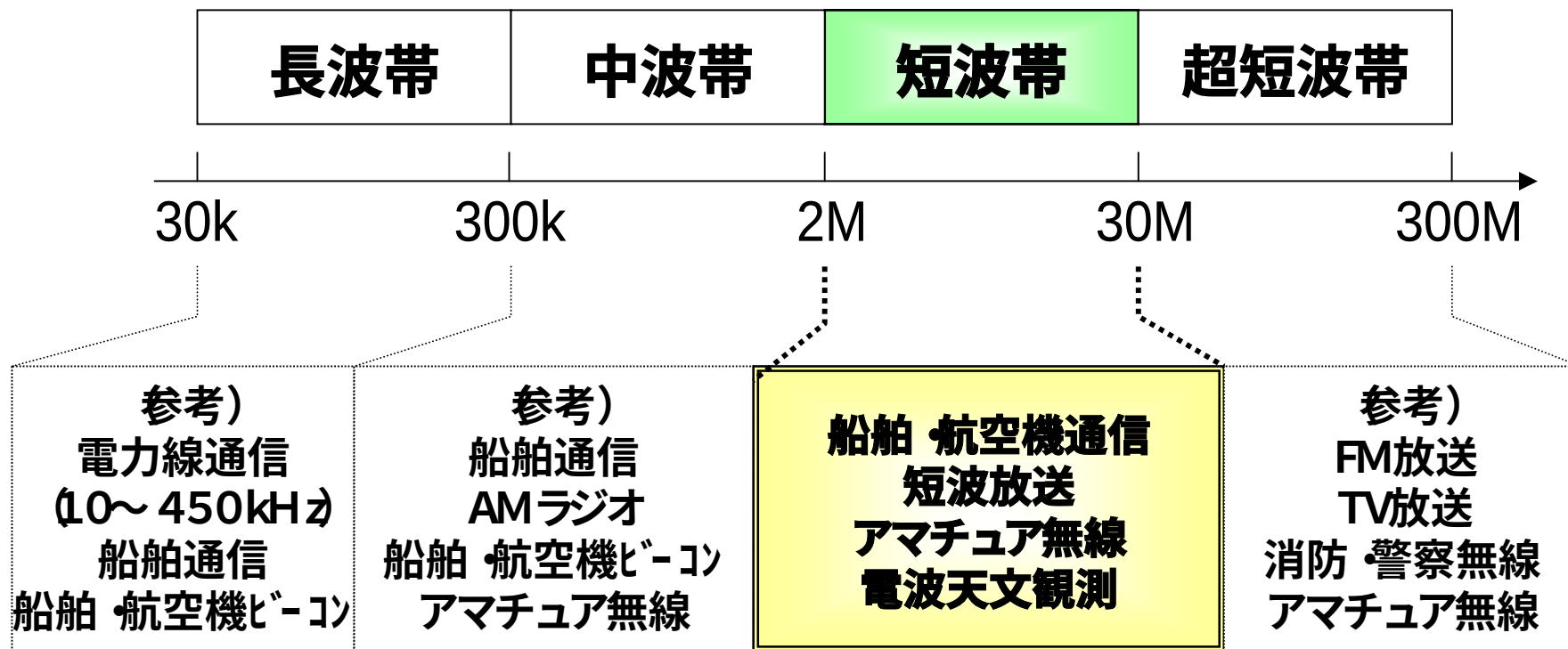
<2MHz～30MHz> **今回規制緩和された周波数帯域**

- ①帯域が広く、**高速通信が実現**できる。
- ②通信路にノイズが少なく、**安定的な通信が可能**。
- ③海外でも積極的に取り組まれ、**デジタルチップが開発済み**



◆PLCが利用する周波数帯

★PLCの信号波長は、10m～数100m (ほぼ屋外の低圧配電線の長さと同等)



既存無線設備と高速PLCの共存条件の検証が必要

◆国内規制緩和の歴史

2001年 政府 「e-Japan2001」 PLCの使用周波数帯域拡大を検討

2002年 総務省 電力線搬送通信設備に関する研究会」
①時期尚早 ②実証実験制度を導入 ③国際基準の策定に貢献

2003年 高速電力線通信推進協議会 (PLC-J) 設立

2004年 政府 「e-Japan2004」 実用上の問題がなければ活用を推進

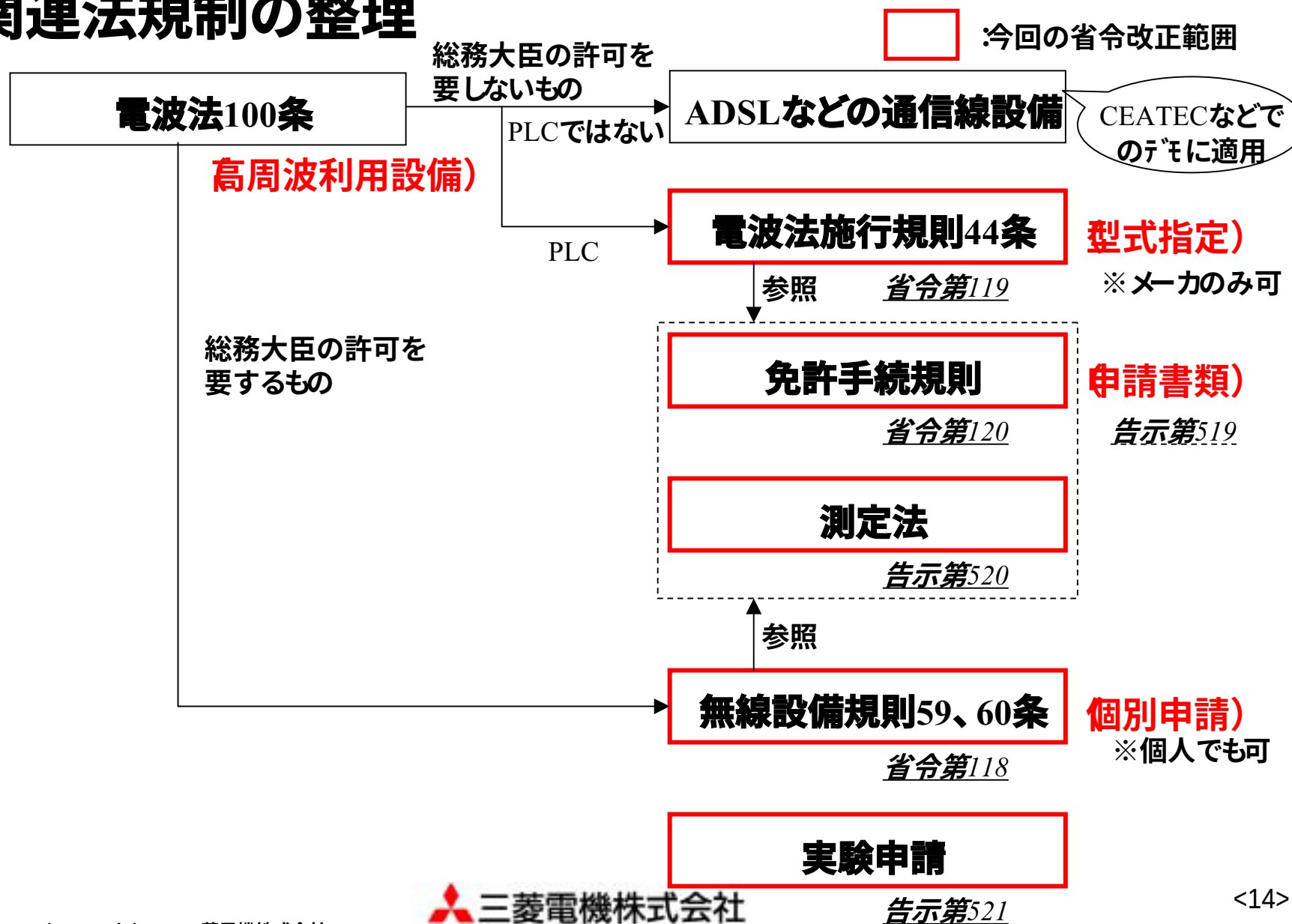
2004年 総務省 高速電力線搬送通信設備に関する実験制度の導入」

2005年 総務省 高速電力線搬送通信設備に関する研究会」

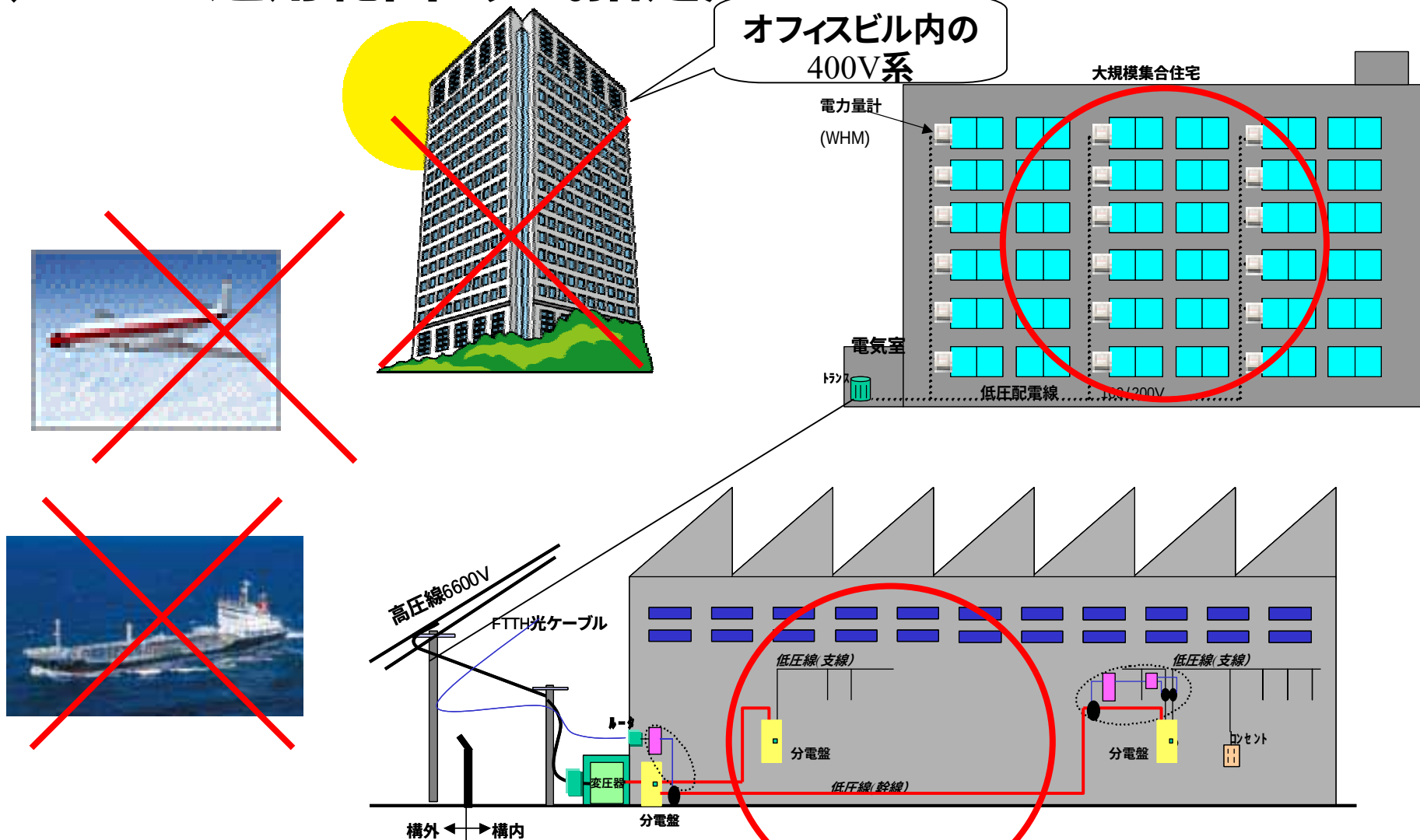
2006年 総務省 情報通信審議会情報通信技術分科会」にて技術的条件を検討

2006年 9月 総務省 電波管理審議会」で答申(省令改正は適当)→**省令改正 10/4**

◆関連法規制の整理

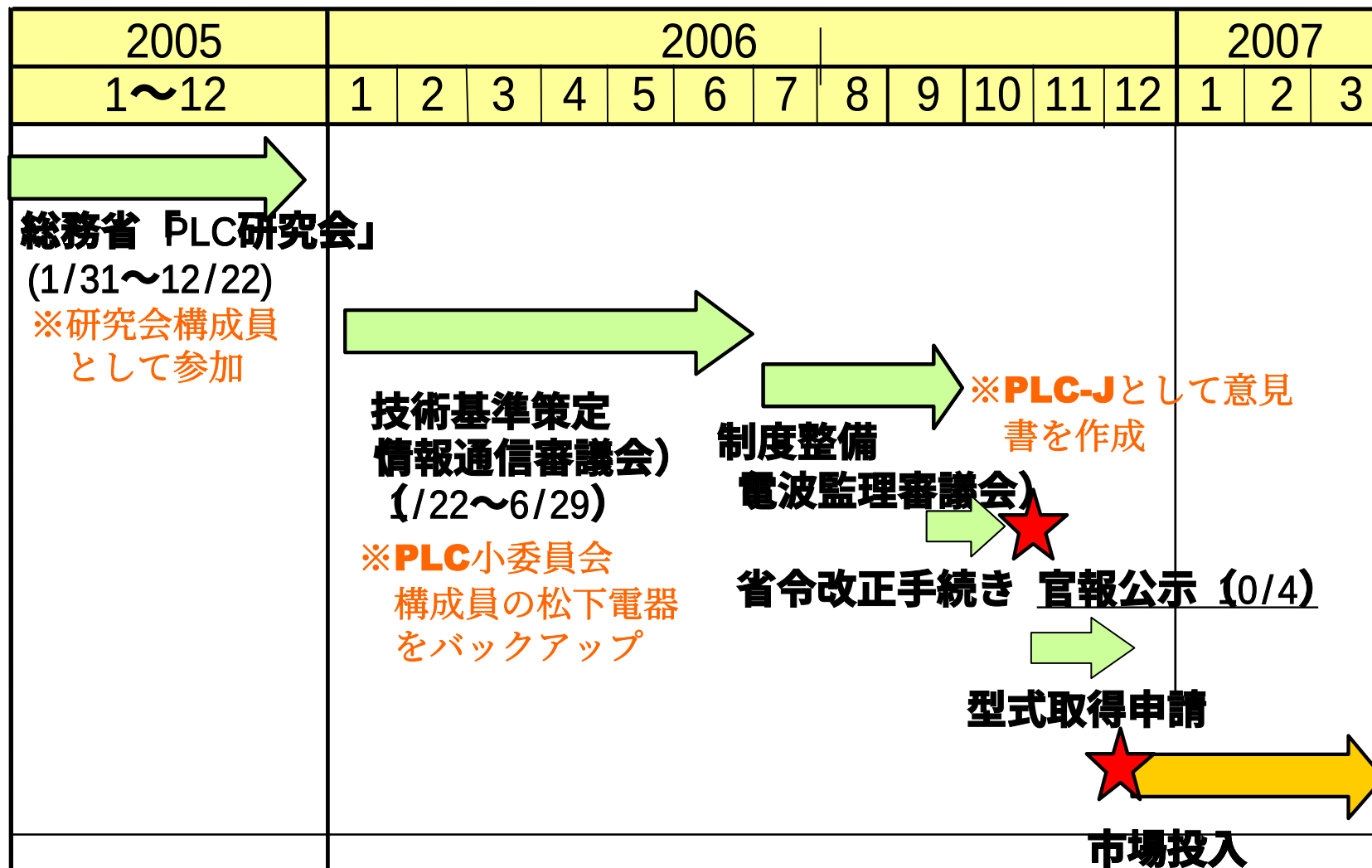


◆PLCの適用範囲 型式指定)



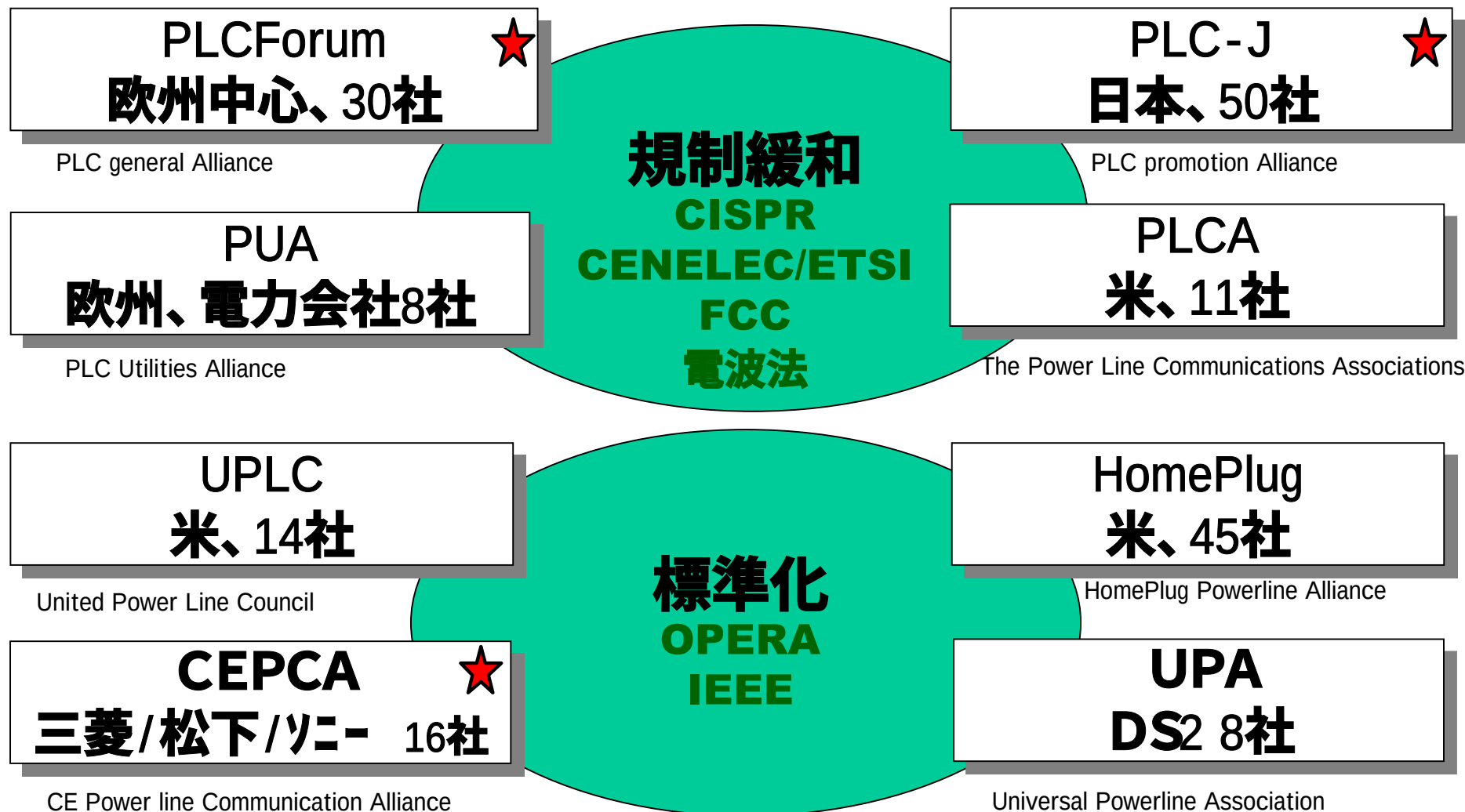
◆検討の経緯

2006年11月15日現在



◆PLC-Jのご紹介

★：当社参加団体



◆PLC-Jのご紹介

<組織概要>

1. 正式名称

高速電力線通信推進協議会

<http://www.plc-j.org> (2003.9.17~)

2. 設立目的

電力線通信の高速化技術、既存システムとの共存技術の検証を行い、
日本国内での高速電力線通信の早期実用化を目指す

3. 設立日

平成15年3月1日

4. 会員会社数 (2006年11月1日現在)

50社 (A会員 13社、B会員 37社)

特別会員：武蔵工業大学 徳田正満教授

5. 事務局

電波産業会 (ARB)

6. 活動内容 設立時)

- 電力線通信を利用するための技術基準 (漏洩電磁界レベル等)に関する検討
- 高速電力線通信を実現するための技術および実用化手段の検討
- 電力線通信の普及啓蒙活動
- その他、本協議会の目的を達成するために必要な活動



◆PLC-Jのご紹介

<ミッション>

06年度以降のPLC-Jのミッションは以下のとおり

◆普及広報関連

PLCを広く普及させることを目的とする

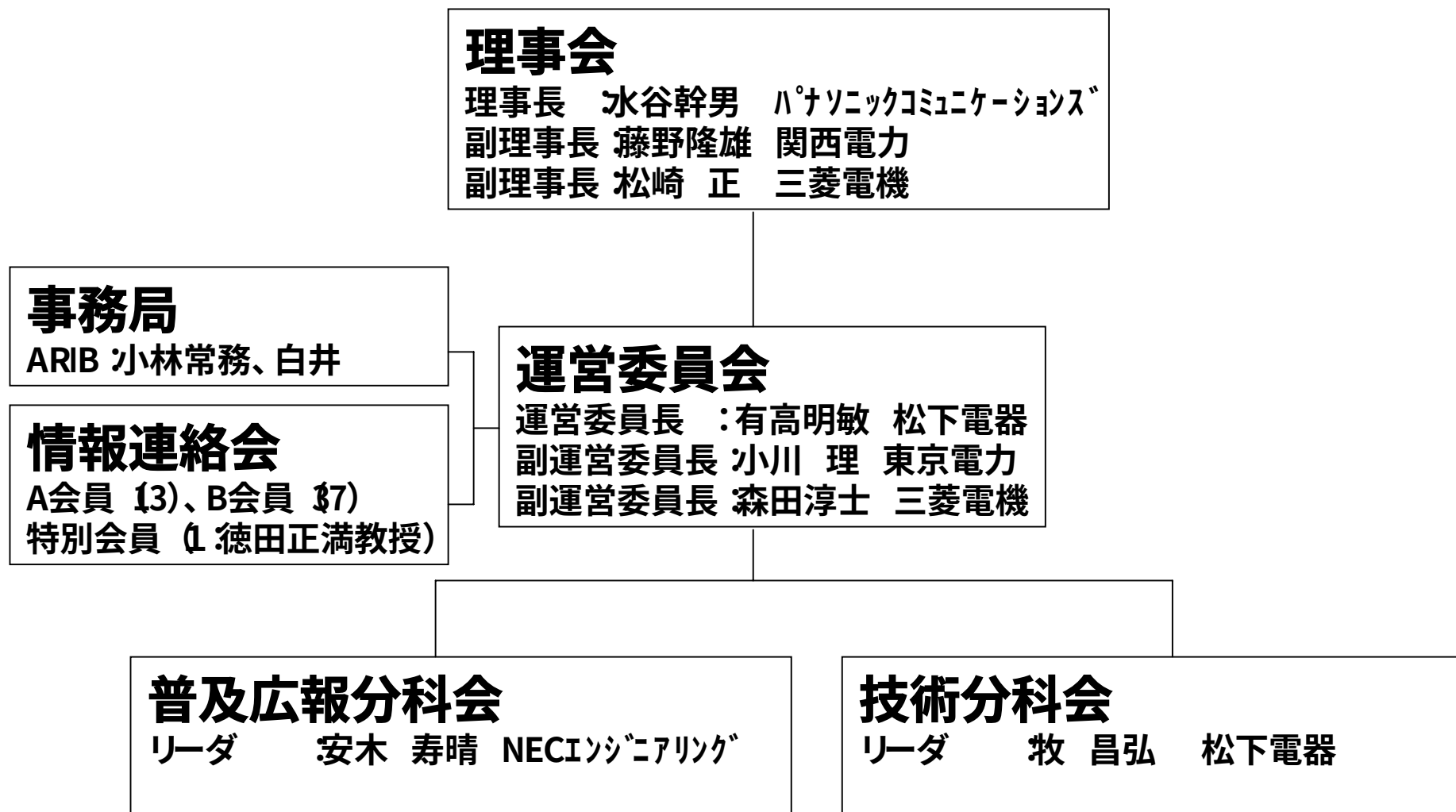
- ・展示会への参加 :CEATEC (WPCから変更) など
- ・講演会でのプレゼン :EMCフォーラム、SSKセミナーなど
- ・新聞、雑誌への対応 :PLC特集記事など

◆技術関連

規制緩和の実現とPLCの共存に関する技術的貢献を目的とする

- ・規制緩和対応 :情報通信審議会、電波監理審議会への貢献
- ・対外的な実験への対応 :JARL、CISPR委員会など
- ・PLCの共存技術の確立 :CEPCA、IEEEなどの情報収集と検討

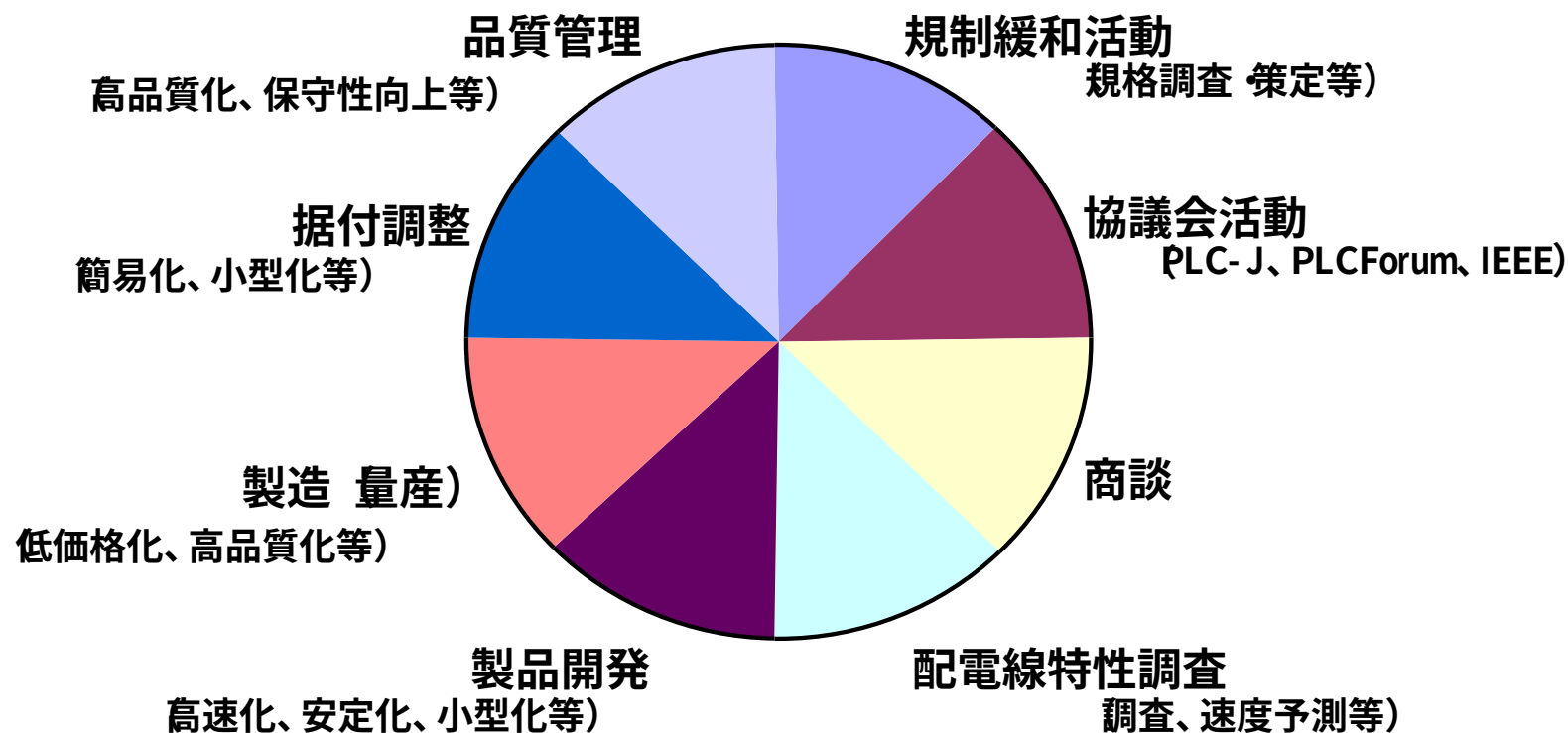
◆PLC-Jのご紹介 ＜組織図＞



3．三菱電機の取り組み

◆取り組み範囲のご紹介

PLC事業はソリューションビジネスであり、全方位的な対応が必要



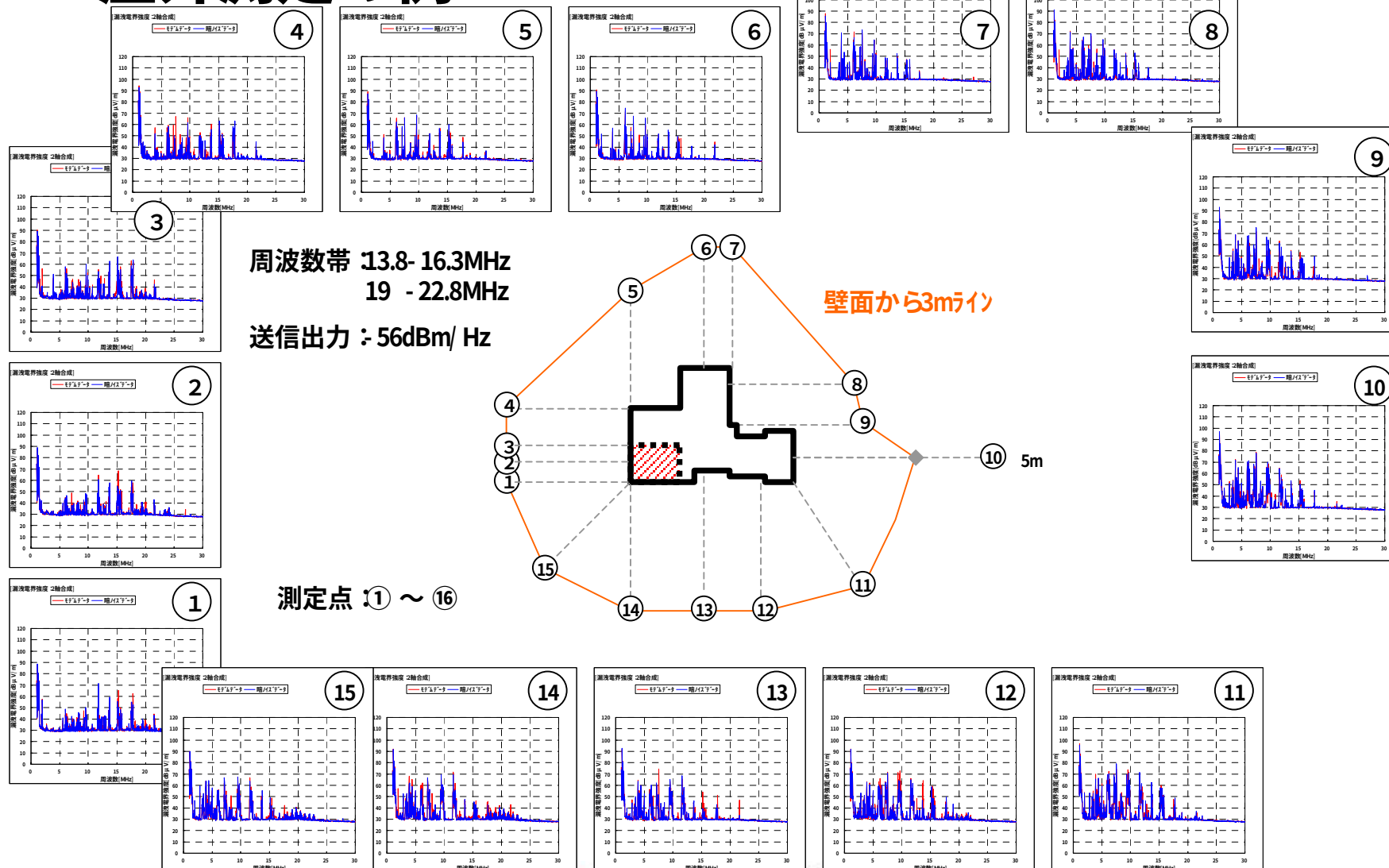
◆PLC取り組みの歴史 ＜PLC開発及び製品の変遷＞

		使用周波数帯
～1997	・PLC技術基礎研究	10KHz ↕ 450 KHz
2000	・32kbpsモデム開発 （AMR、ホームオートメーション、ビル用途向け）	
2000	・2Mbpsモデム開発 （インターネットアクセス用）	
2002	・2Mbpsモデム開発 宅内用）	2MHz ↕ 30MHz
2003～	・45Mbpsモデム開発、商用機リリース （インターネットアクセス用）	
2004～	・200Mbpsモデム開発	
2005～	・200Mbpsモデム 商用機リリース （インターネットアクセス用）	
2005～	・190Mbpsモデム開発 宅内用） ・200Mbpsモデム開発 屋内用）	



◆漏えい電界低減技術のご紹介

<屋外測定の実例>



◆展示会出展事例のご紹介

CEATEC2005	: 2006年10月3日～10月7日 @ 幕張メッセ
PLCの展示	: 三菱電機、松下電器、PLC-J、他
来場者数	: 当社PLCコーナーの来場者は〇〇人以上
展示例	: 以下参照 (その他、PLC-Jブースにも出展)



◆PLCモデムのご紹介 屋内200Mbps BWシリーズ)



低圧ノード装置



中継装置



宅内モデム

仕様の概要

使用周波数	2～30MHz
キャリア数	約1500キャリア
変調方式	OFDM
物理最大速度	200Mbps
外形寸法 (DxWxH)	低圧ノード装置:234x265x295 中継装置:176x70x300,176x43x290 宅内モデム:195x45x155

◆PLCモデムのご紹介 (屋内用試作機)



仕様の概要

使用周波数	4~28MHz
変調方式	Wavelet OFDM
物理最大速度	最大190Mbps
優先制御	TDMAによる帯域確保
コンテンツ保護	DTCP/ IP
外形寸法	25mm(W)×100mm(D)×120mm(H)

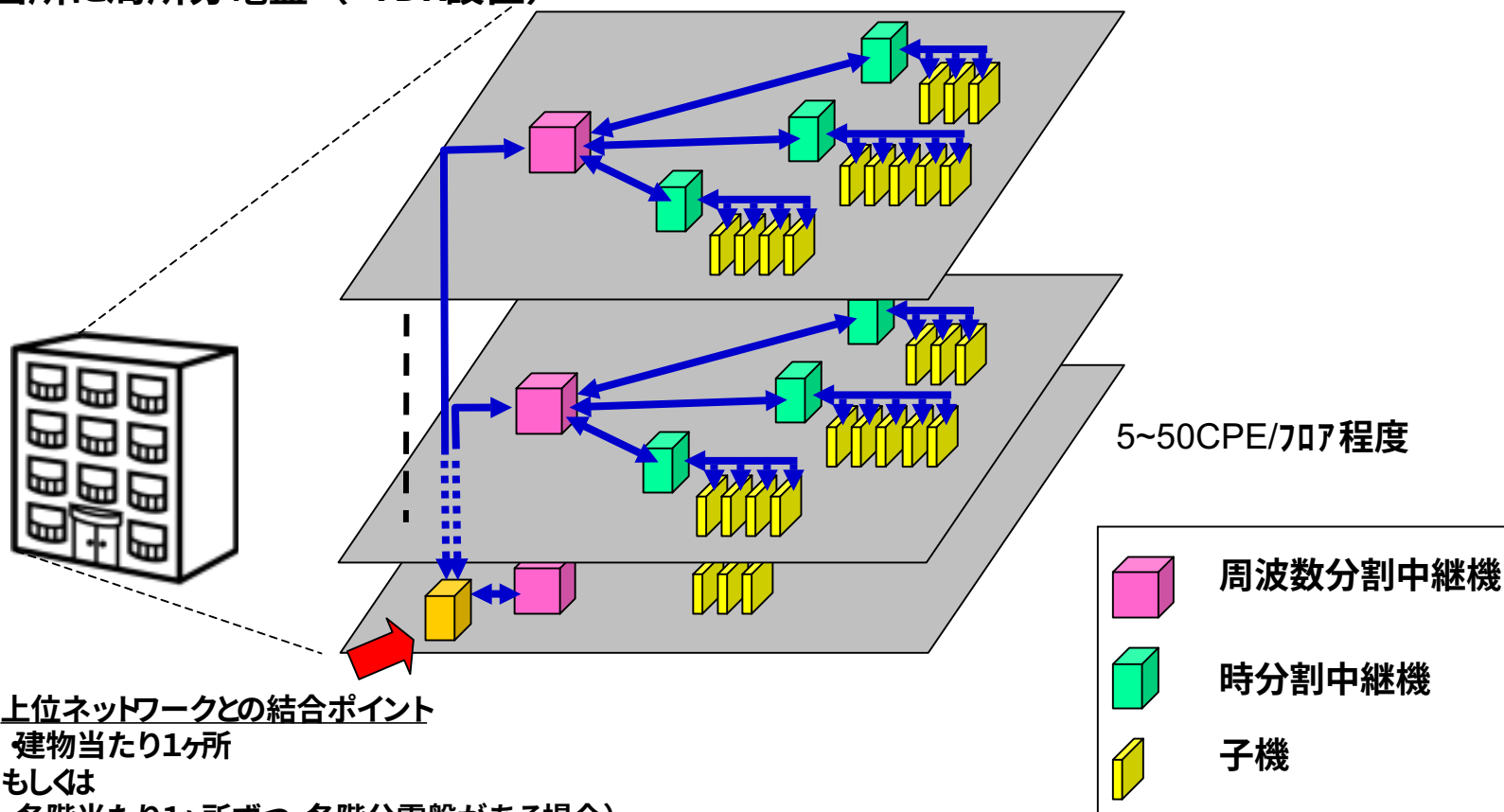
◆適用事例のご紹介

ビル型ネットワーク

事務所型モデル

各フロアに主分電盤 本例ではFDR設置)

フロア数箇所に局所分電盤 (TDR設置)



上位ネットワークとの結合ポイント

建物当たり1ヶ所

もしくは

各階当たり1ヶ所ずつ 各階分電盤がある場合)

・メータバンク当たり1ヶ所ずつ

等



三菱電機株式会社

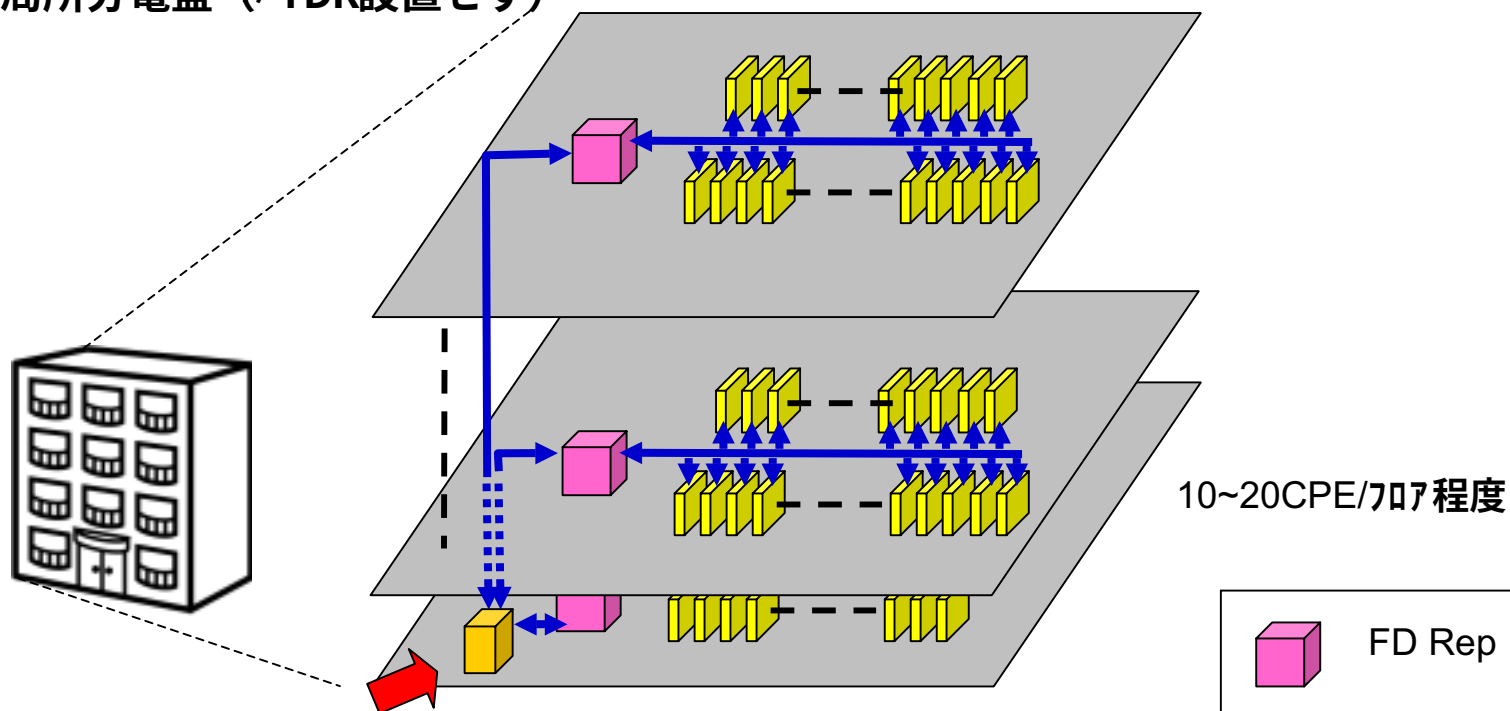
◆適用事例のご紹介

ビル型ネットワーク

ホテル型モデル

各フロアに主分電盤 本例ではFDR設置)

各部屋に局所分電盤 (TDR設置せず)



上位ネットワークとの結合ポイント

建物当たり1ヶ所

もしくは

各階当たり1ヶ所ずつ (各階分電盤がある場合)

・メーカバンク当たり1ヶ所ずつ

等



三菱電機株式会社

◆適用事例のご紹介

【海外での事例 学生寮への適用】



2階から8階までの居住エリアの部屋数96。



建屋内での低圧電灯線
への信号注入工事例

4．船舶への適用について

◆PLC信号の船舶通信への影響

実施日	2005年7月
場所	茨城県 EMCサイト（オープンサイト）
実験目的	PLCモデムを接続した電力線から発生する漏洩により、その強度が海上無線システムの運用に与える影響を評価することを目的とする
参加者	海上保安庁、日本船主協会、PLC-J

◆船舶内でPLCを利用した場合の影響

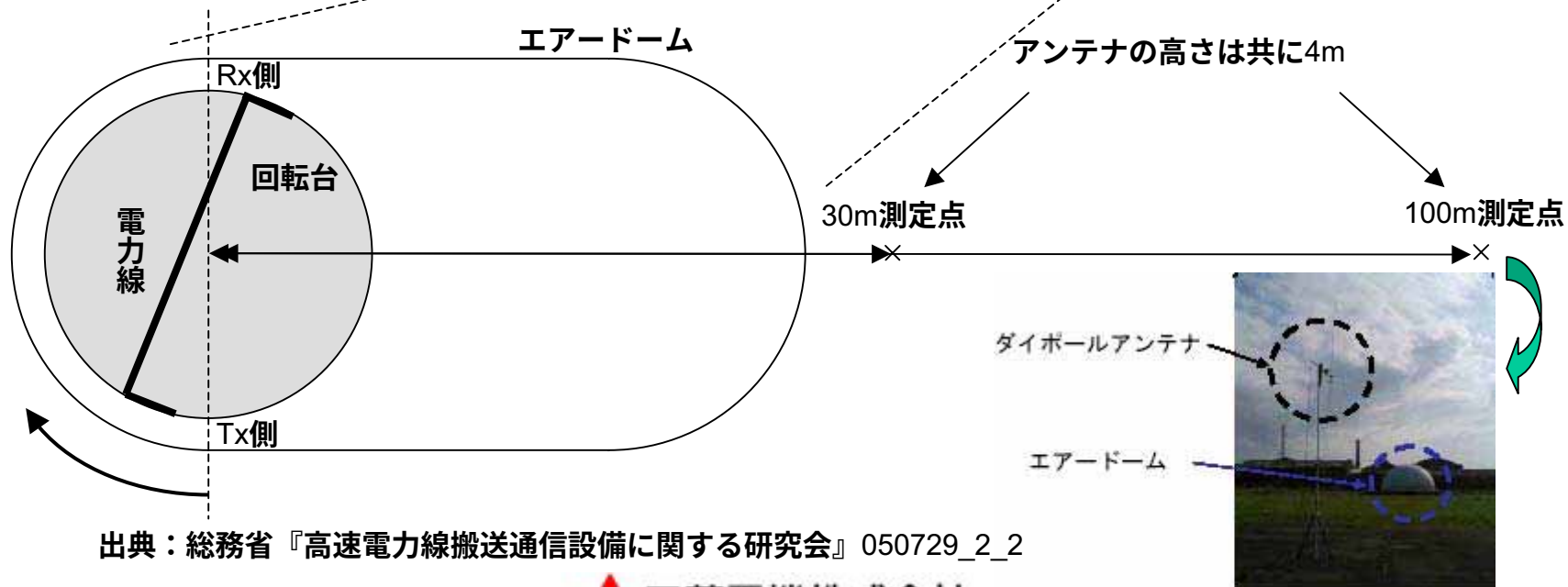
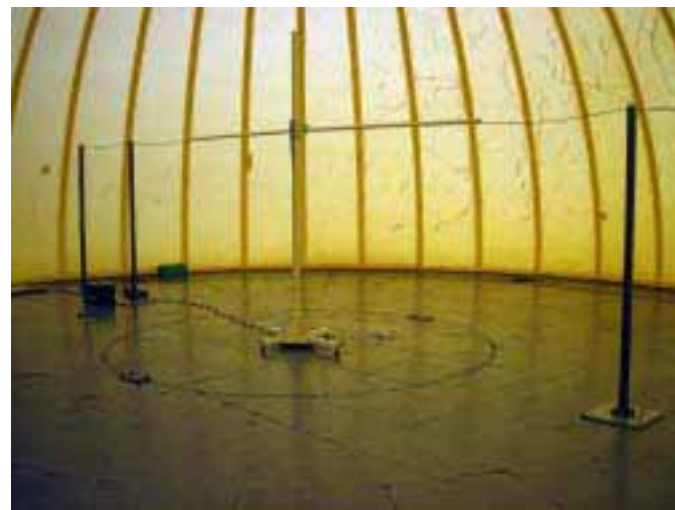
実施日	2006年2月
適用船	汐路丸（東京海洋大所有）
実験目的	総トン数：425t 全長：49.9m 航海速力：14.1ノット 信号発生器（SG）を使って、PLCが使用する帯域の信号と同様の信号を流して、船内の電源線からの漏えい電界、電源線の減衰特性、伝導雑音などの基本特性を調査し、船舶への適用の可能性を調査する。
参加者	東京海洋大、武蔵工大、O.K.E.S 三菱電機



◆PLC信号の船舶通信への影響

PLCを接続した電力線から発生する漏えいにより、その強度が海上無線システムの運用に与える影響を評価することを目的とする。

測定周波数：2.182、4.2165、6.3205、8.4195、
12.29、12.59、16.812MHz



出典：総務省『高速電力線搬送通信設備に関する研究会』050729_2_2

◆PLC信号の船舶通信への影響

出典：総務省『高速電力線搬送通信設備に関する研究会』050729 2 2

■測定方法（パラメータ：P.4参照、実験系詳細：P.5～P.6参照）

モデム動作時ならびに非動作時に以下の測定を実施した

測定①：評価者による音声評価※（ターンテーブルの回転数：4分／回転）

測定②：電界強度をスペクトルアナライザを用いて測定（ターンテーブルの回転数：1分／回転）

測定③：ターンテーブルを0度に固定して、40秒間（動作：20秒、非動作20秒）DATに録音

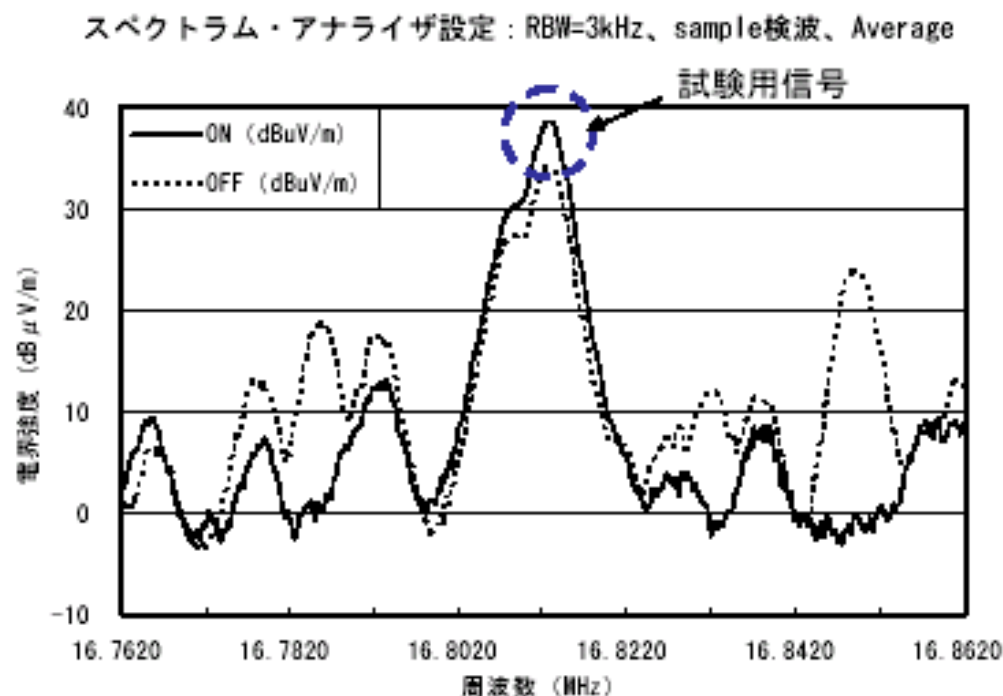
※運用周波数では、試験電波を発射できないため音声評価の実施は、試験用周波数を用いて実施した。
16.812MHzにおいては他電波との混信がひどかったため音声評価は実施せず。

種別	周波数	測定①		測定②		測定③
		30m	100m	30m	100m	30m
運用周波数	2.182MHz			○		
	12.290MHz			○		○
試験用周波数	4.2165MHz	○	○	○	○	
	6.3205MHz	○	○	○	○	
	8.4195MHz	○	○	○	○	
	12.590MHz	○	○	○	○	
	16.812MHz			○	○	



◆PLC信号の船舶通信への影響

出典：総務省『高速電力線搬送通信設備に関する研究会』050729_2_2



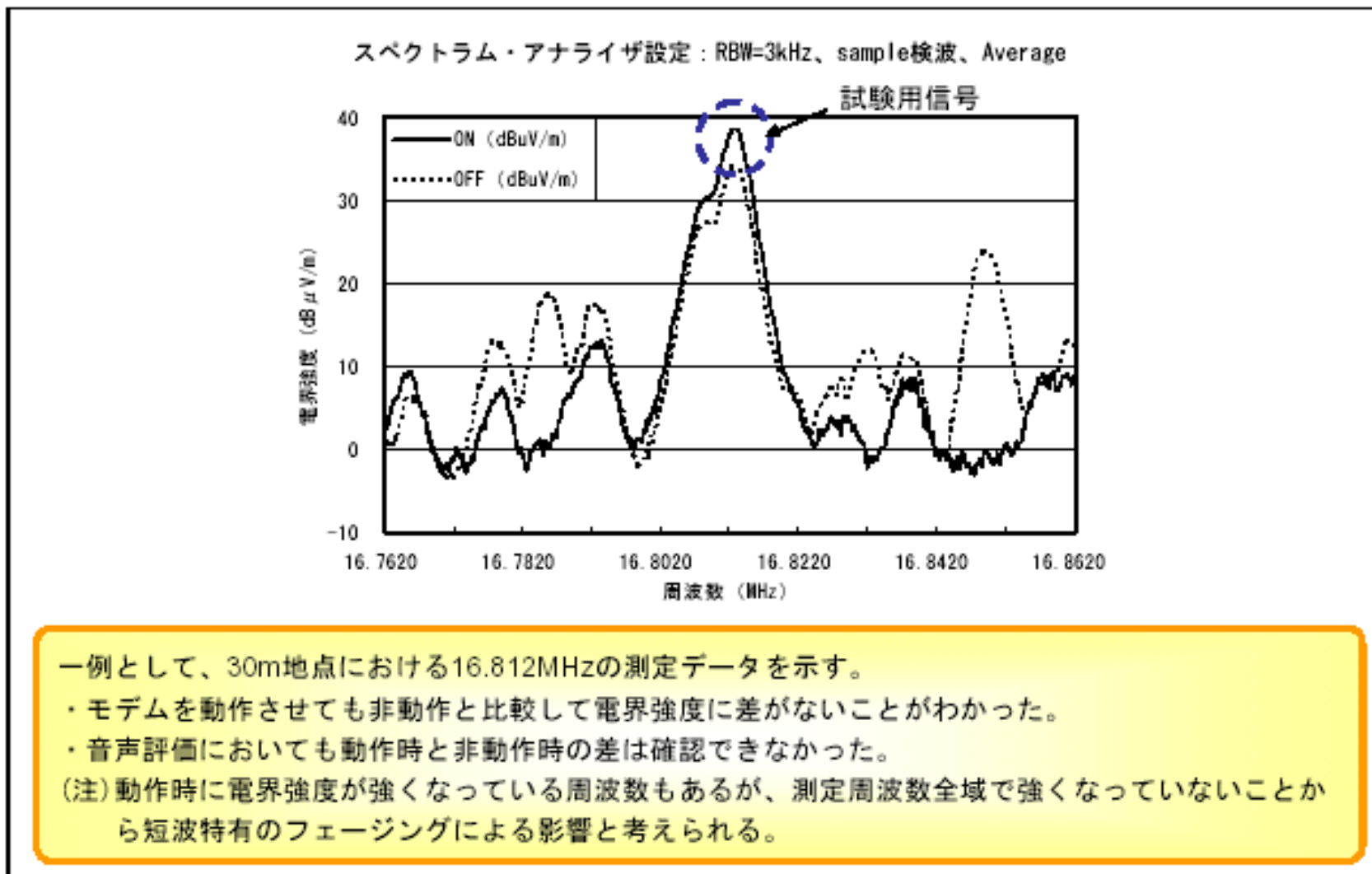
一例として、30m地点における16.812MHzの測定データを示す。

- ・ モデムを動作させても非動作と比較して電界強度に差がないことがわかった。
- ・ 音声評価においても動作時と非動作時の差は確認できなかった。

(注) 動作時に電界強度が強くなっている周波数もあるが、測定周波数全域で強くなっていないことから短波特有のフェージングによる影響と考えられる。

◆PLC信号の船舶通信への影響

出典：総務省『高速電力線搬送通信設備に関する研究会』050729_2_2

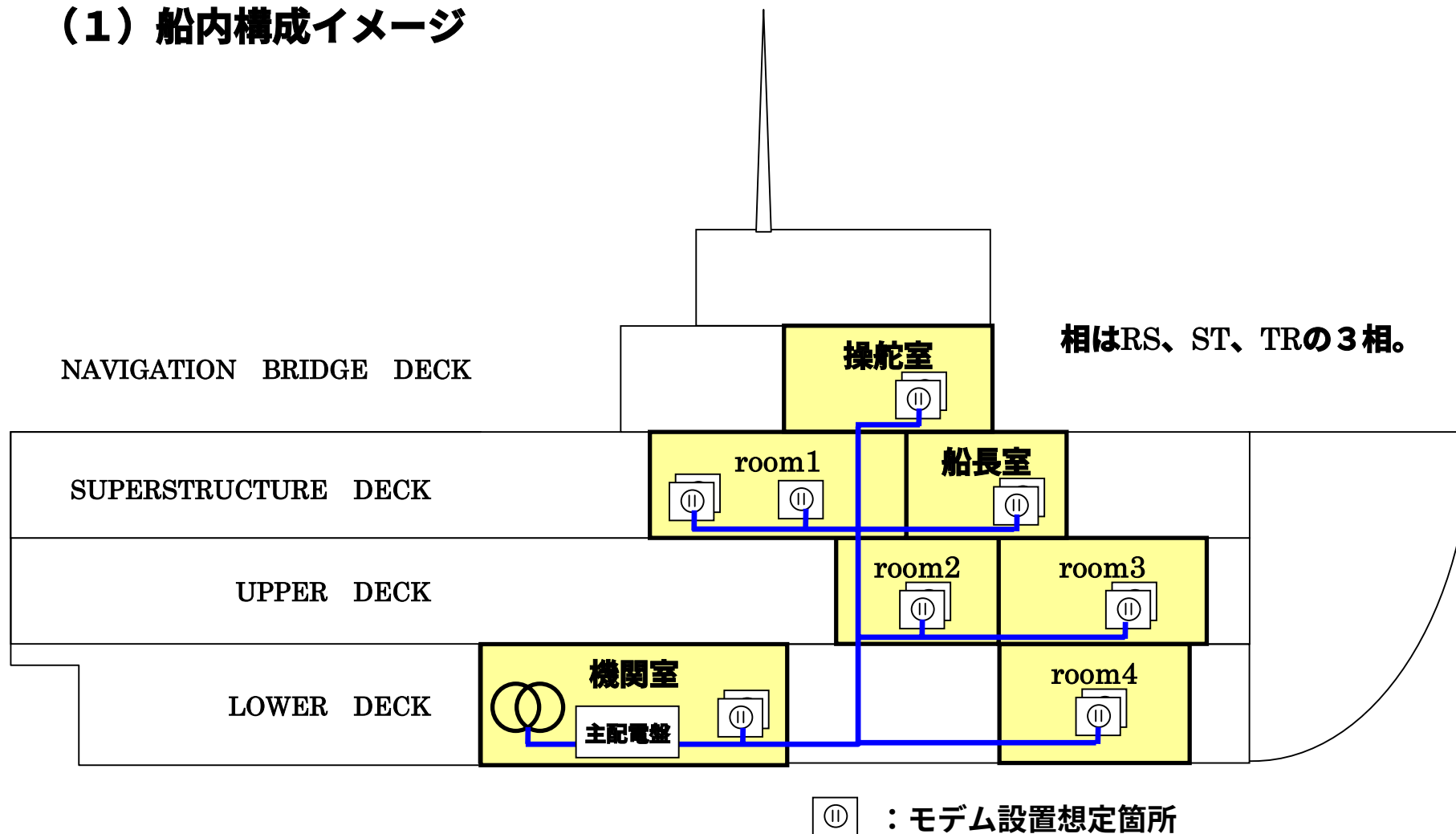


◆PLC信号の船舶通信への影響

出典：総務省『高速電力線搬送通信設備に関する研究会』050729_2_2

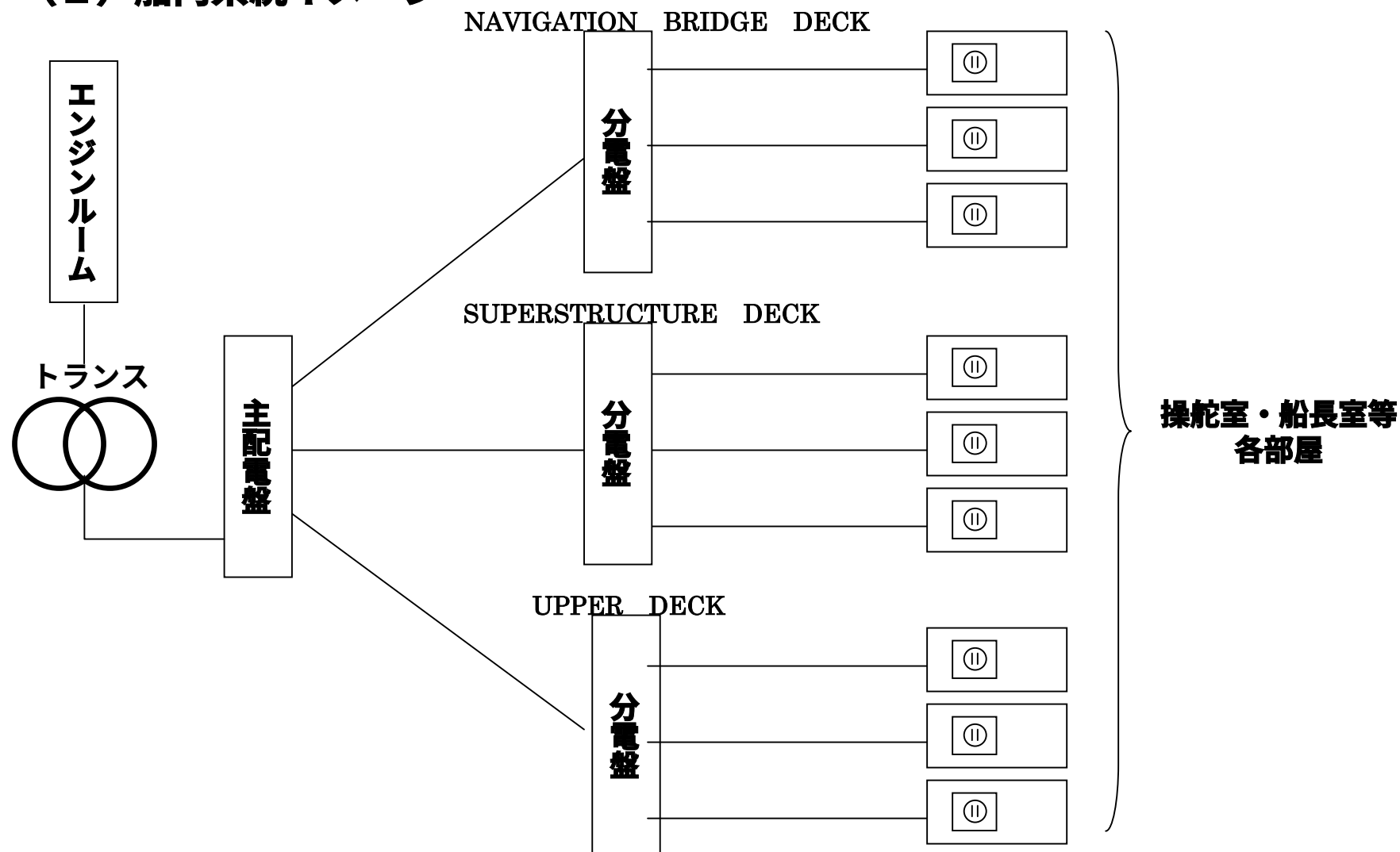
- 代表的なサンプル周波数に関し、モデム動作時と非動作時の電界強度を比較した結果、当該モデムからの影響は本実験場所における環境雑音レベル以下であることを確認した。
- このことから本実験場所より環境雑音レベルが高い海上保安庁サイトにおいては、同様の結果が得られるものと推測できる。
- 代表的なサンプル周波数で音声評価を実施したが、モデム動作時と非動作時での明確な差は確認できなかった。
- 以上のことから、今回のサンプル周波数に関しては、懸念する影響は認められなかった。

◆ 船舶内でPLCを利用した場合の影響 (1) 船内構成イメージ



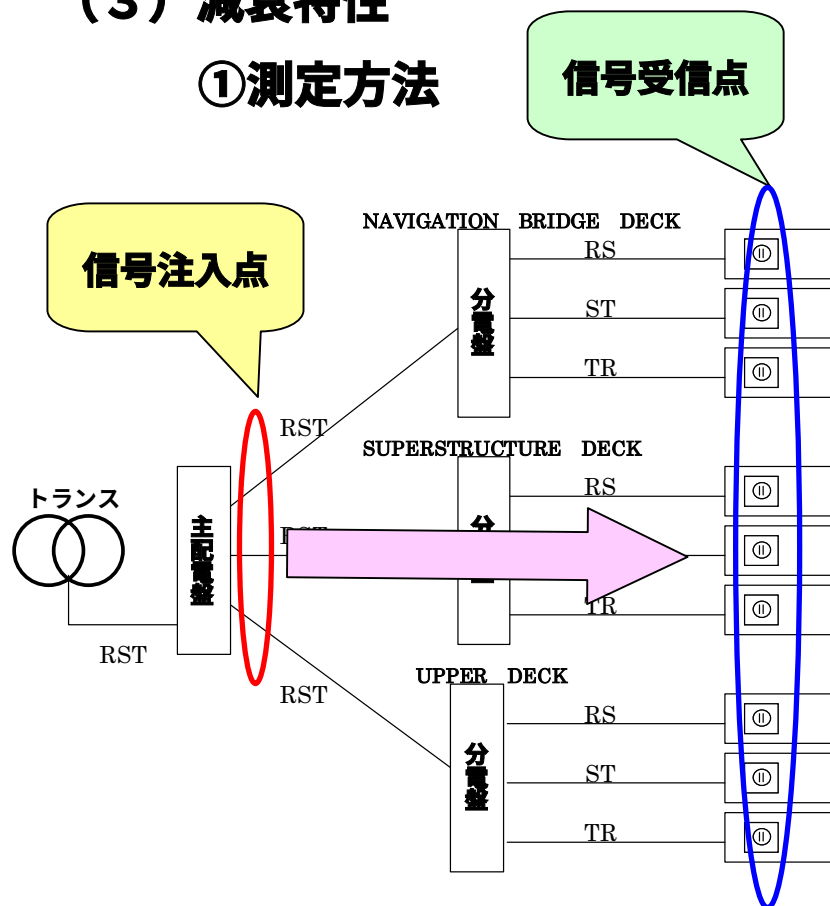
◆ 船舶内でPLCを利用した場合の影響

(2) 船内系統イメージ

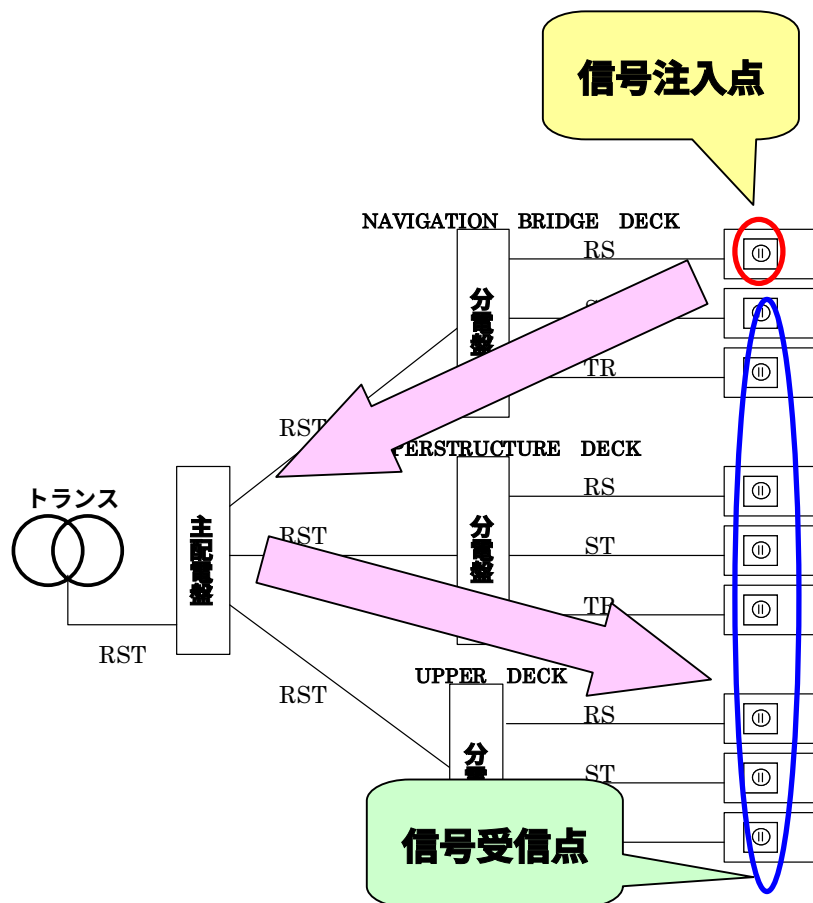


◆ 船舶内でPLCを利用した場合の影響 (3) 減衰特性

①測定方法



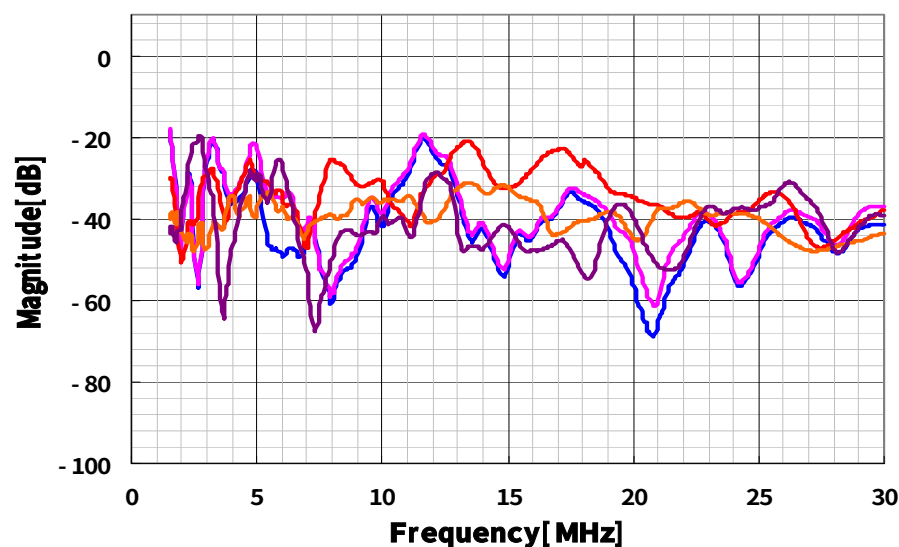
主配電盤 2 次より信号注入



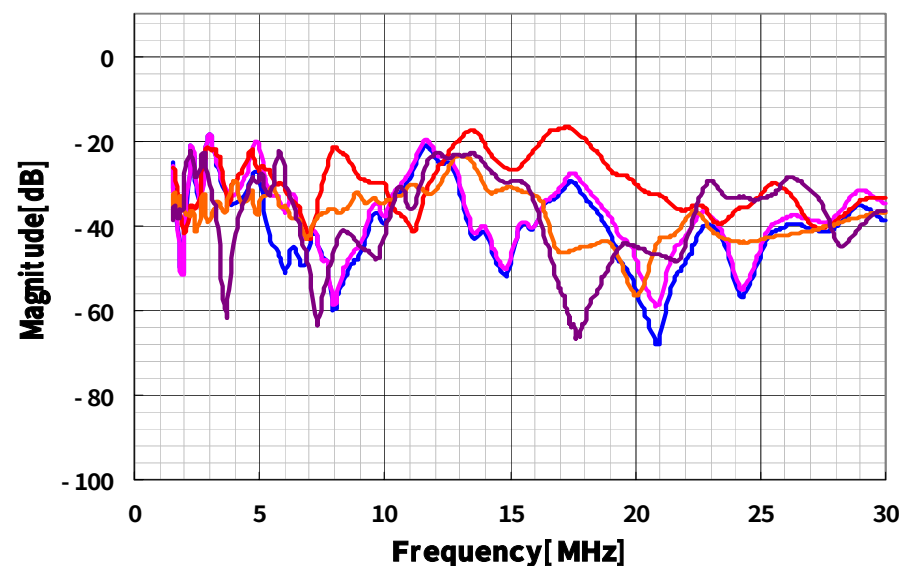
部屋のコネクトより信号注入
(分電盤、主配電盤経由)

◆ 船舶内でPLCを利用した場合の影響 ②測定結果：陸上電源と船内電源の比較

陸上電源と船内電源とでは、減衰特性に大きな差がない



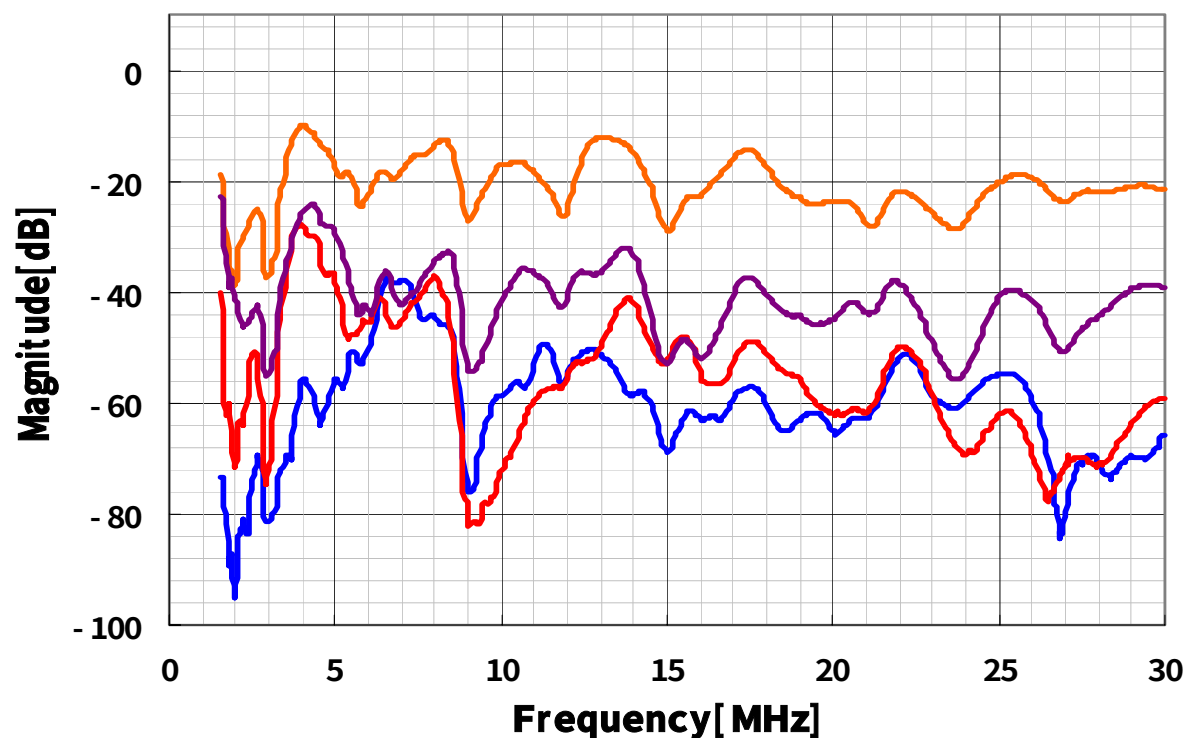
陸上電源減衰特性例



船内電源減衰特性例

◆ 船舶内でPLCを利用した場合の影響

③測定結果：受信コンセントと主配電盤との間の減衰特性

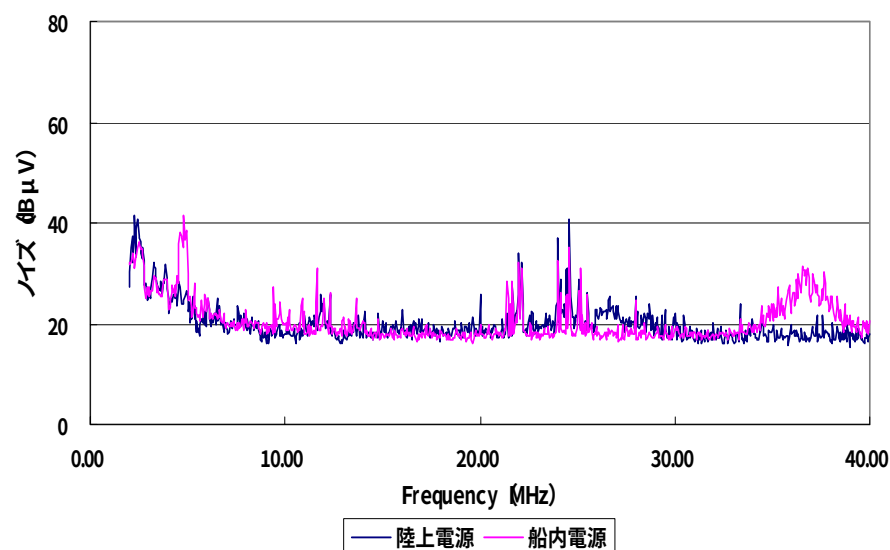


減衰特性例

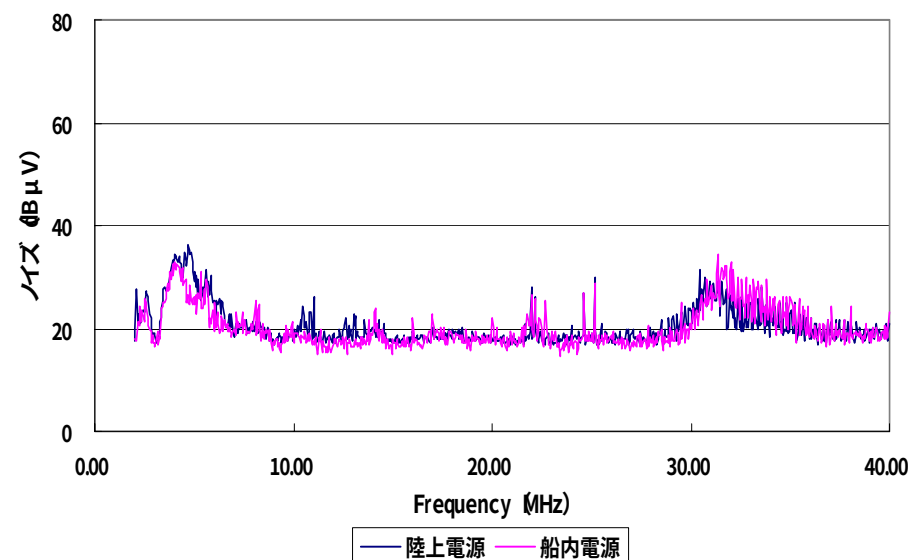
◆ 船舶内でPLCを利用した場合の影響 (4) 雑音特性

① 測定結果

陸上電源、船内電源共、大きなノイズは見受けられない



主配電盤雑音特性例



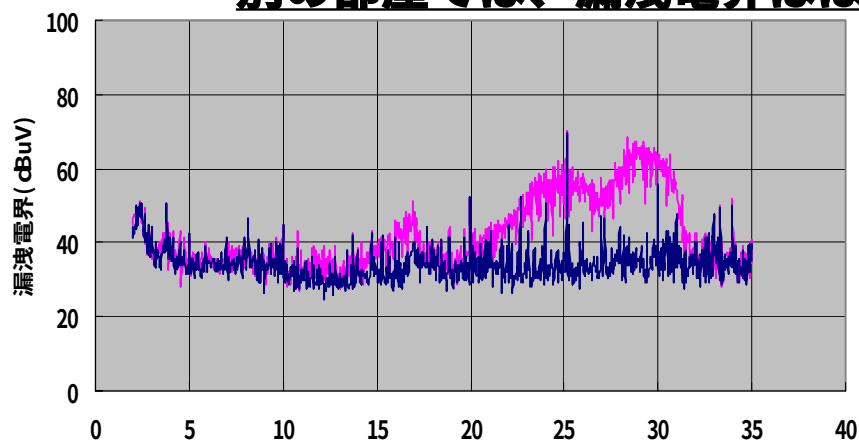
room1雑音特性例

◆ 船舶内でPLCを利用した場合の影響

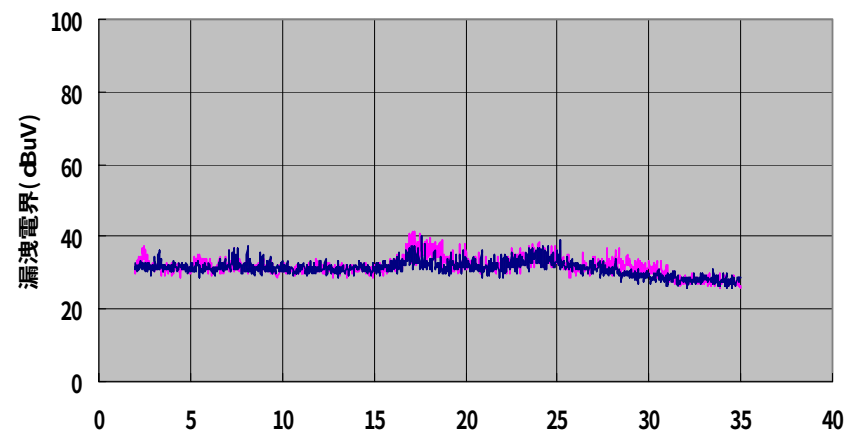
(5) 漏洩電界強度

①測定結果（凡例：赤；信号注入時、青；信号注入なし）

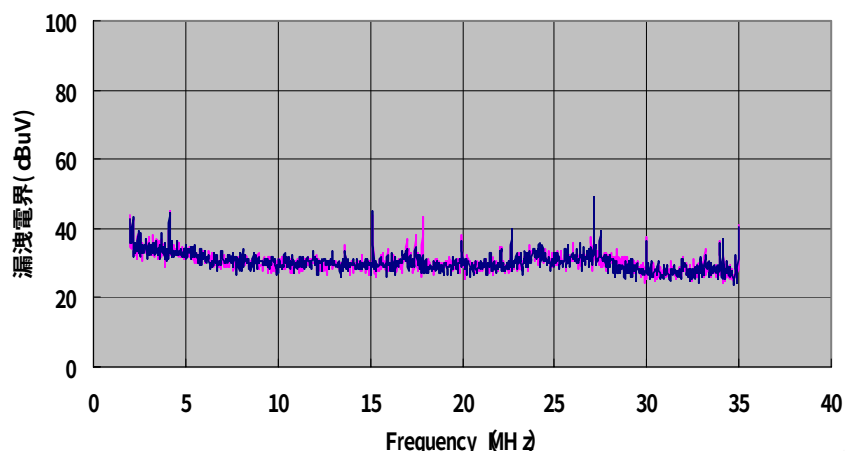
別の部屋では、漏洩電界はほとんど観測されない



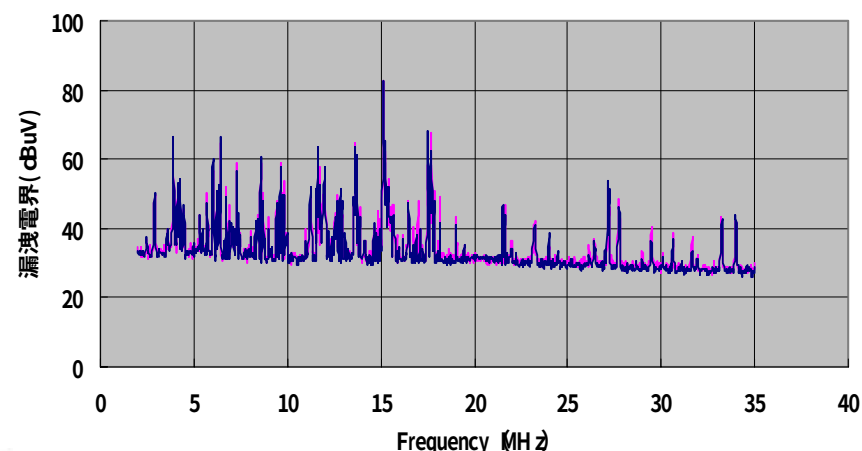
Room1（信号注入箇所）での漏洩電界強度



船長室での漏洩電界強度



操舵室での漏洩電界強度



屋外での漏洩電界強度

5. まとめ

- ◆高速PLCは、国内では、
2006年10月4日～
型式指定を受けたモデムは屋内のみ、単相100V/200V
個別許可を受けたモデムは屋内のみ
という条件で商用利用可能（実証実験制度を利用した実験も可能）
- ◆三菱電機の取り組み
構内ネットワーク構築の1つのインフラとして機器およびシステムを提供（BtoBを指向）
- ◆高速PLCを船舶に適用した実験では
 - 1 船舶無線への影響
実験に使用した周波数では、船舶無線への影響はなかった
 - 2 船舶内でPLCを利用した場合の特性評価
実験に使用した実習船では、漏えいは観測されず、通信性能が一定以上確保できる見込みが得られた。今後は
PLCを適用する船舶の定義、適用範囲（船内通信？）の検討
船舶無線へのPLCの影響評価
外国船籍への船に適用した場合の各国法規への適用可否検討
が必要。



ご清聴、ありがとうございました