

日本における高速電力線通信普及状況および 欧米における高速電力線通信規制について

2017年10月20日
高速電力線通信推進協議会(PLC-J)

- 【1】 高速電力線通信の市場規模 [p.3]
- 【2】 日本国内における高速電力線通信活用事例 [p.4～]
- 【3】 欧州の状況 [p.8]
 - (1) 欧州における高速電力線通信規制
 - (2) 欧州における高速電力線通信の活用事例
- 【4】 米国の状況
 - (1) 米国における高速電力線通信規制
 - (2) 米国における高速電力線通信の活用事例

高速電力線通信のグローバル市場規模



- 高速電力線通信のEMS（電子機器製造受託）メーカー情報では、2013年で1000万～2000万台/年の出荷で、その過半数が欧州市場と推測される。

- 電力線通信のグローバル市場は、2020年に、4363億ドル※と予想される。
(※低速PLC+高速PLCの合計)

← 出展:

http://www.strategyr.com/MarketResearch/Power_Line_Communications_PLC_Systems_Market_Trends.asp

高速電力線通信の日本国内市場規模

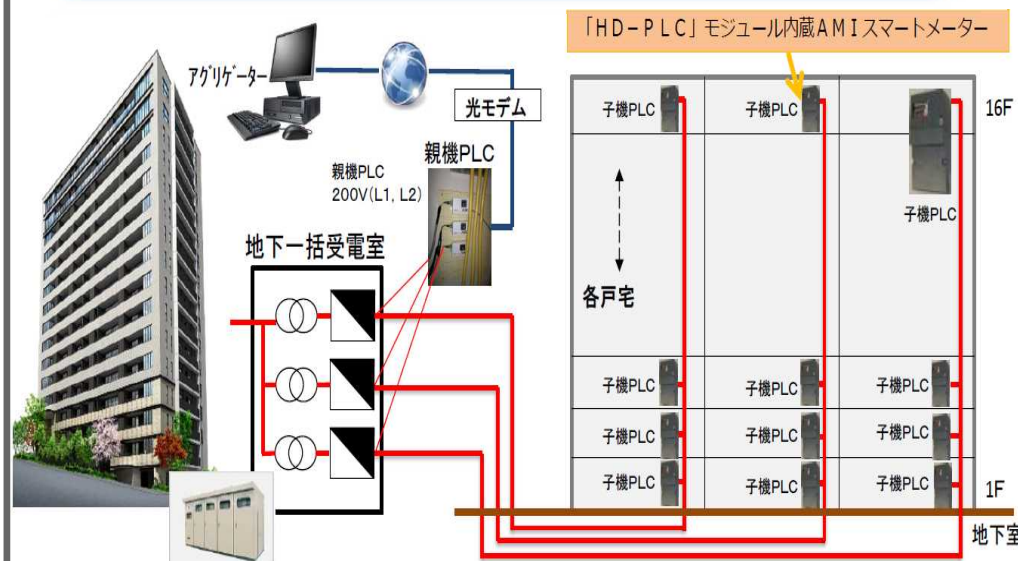
- 2013年以降は、業務用市場が増加してきたが、機器のIoT化に向けては、一般家電機器への組み込み要望が出てきており、再び民生市場でも注目されてきている

【2】 日本国内における高速電力線通信活用事例

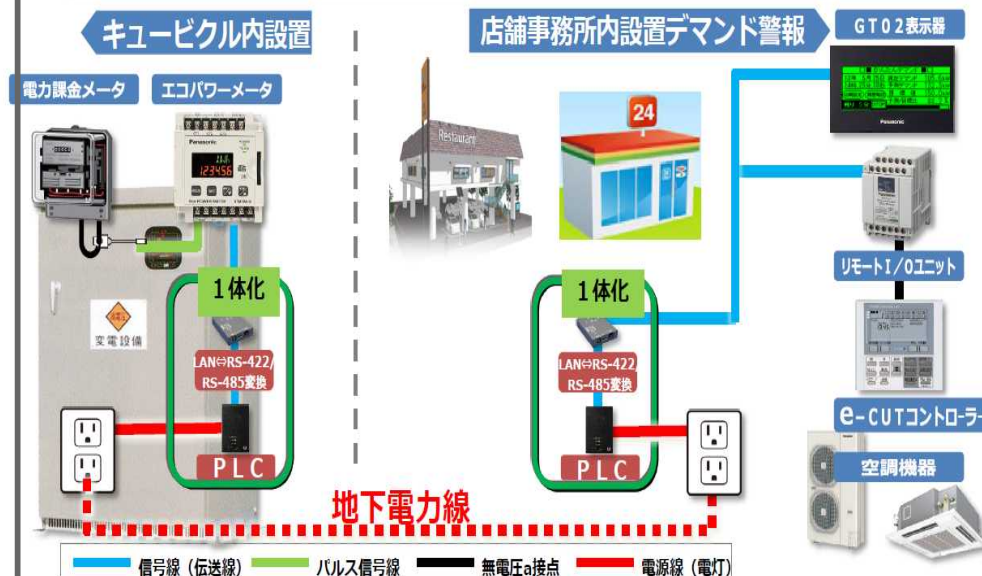
- ①スマートメーター、BEMS (Building Energy Management System) [p.5]
 - ・一括受電新築分譲マンション用の電力AMI (Advanced Metering Infrastructure)
 - ・外食レストラン、コンビニに向け電力デマンド空調制御
- ②IP監視カメラ [p.6]
 - ・エレベータ籠内
- ③工事現場、FA (ファクトリー・オートメーション) のM2M・IoT化 [p.6]
 - ・FAメカ設備の遠隔リモート制御
- ④ビル・店舗・マンションのIoT化 [p.7]
 - ・スマートガイド (LED照明誘導手すり)
 - ・FAメカ設備の遠隔リモート制御

スマートメータ、BEMS

一括受電新築分譲マンション用に
電力AMI稼動開始
地上16階130戸に高速PLC内蔵AMI
スマートメータに活用
MEMSアグリゲーションサービスを開始



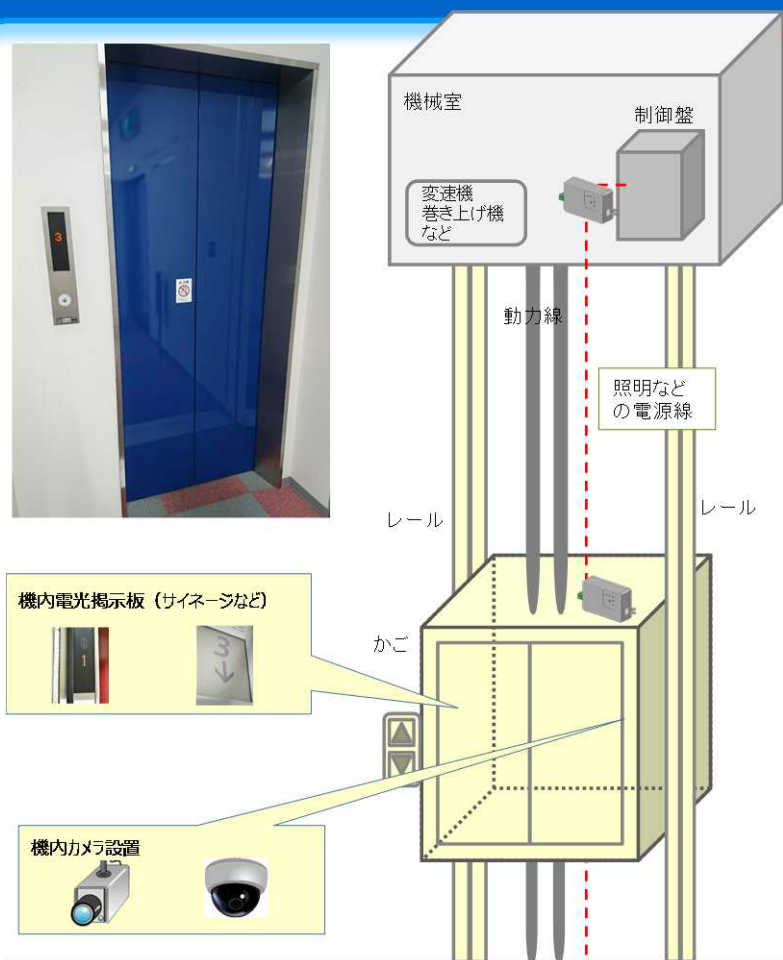
外食レストラン、コンビニに向け
電力デマンド空調制御に活用
地下配線工事費の大幅削減により
設備導入費償却の短縮化に貢献！



BEMS (Building Energy Management System)
AMI (Advanced Metering Infrastructure)

IP監視カメラ

エレベータ籠内監視カメラへ活用
トラベリングケーブル内電力線を活用
軽量化による高速運転、画質改善に貢献

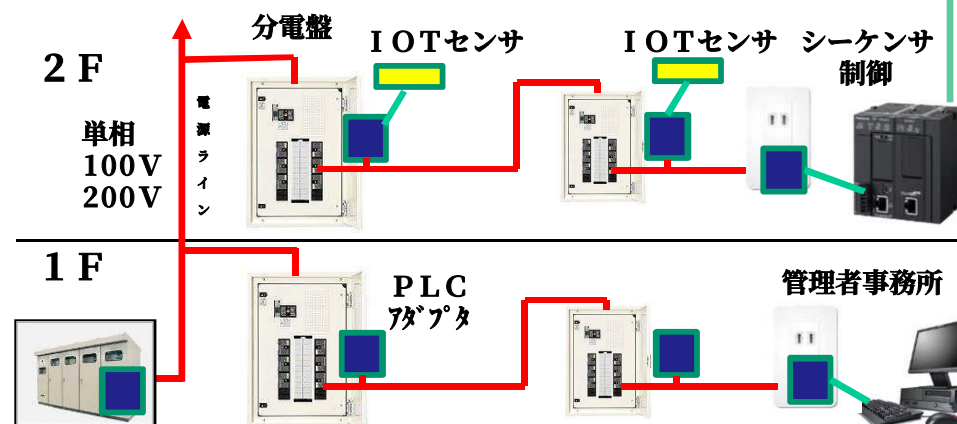


工事現場、FA※のM2M・IoT化

(※ファクトリー・オートメーション)

FAメカ設備の遠隔リモート制御、
設備配置換え時の通信再配線容易化に活用

工場現場



ビル、店舗、マンションのIT化

「スマートガイド：LED照明誘導手すり」と 炎センサー間のM2Mに活用



スマートガイド
(LED照明点滅制御
→光の流れで避難誘導)

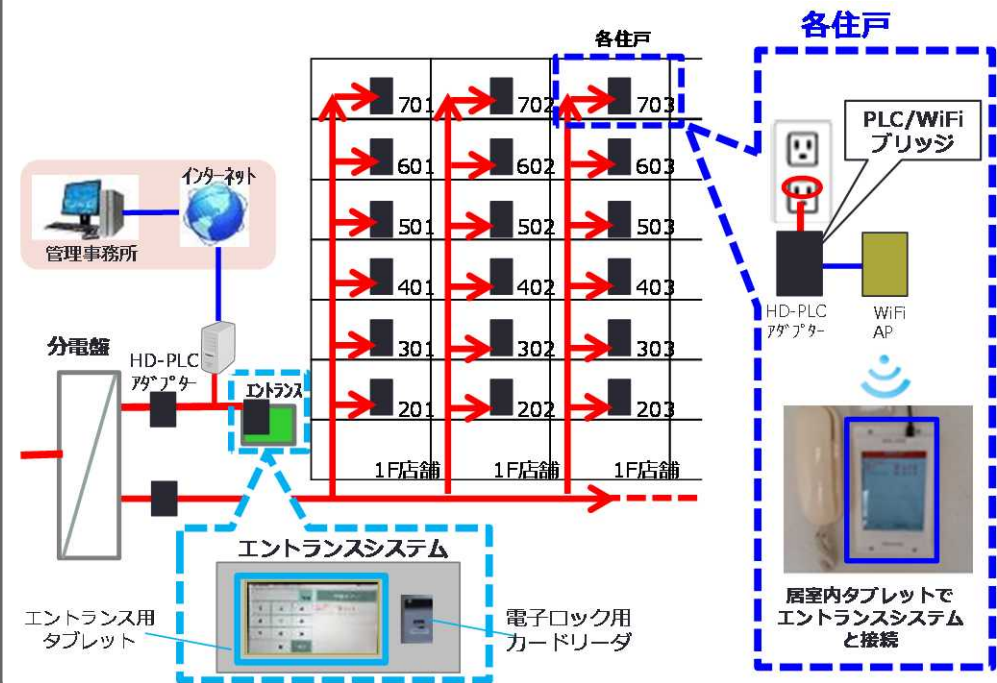
PLC内蔵コントローラー



PLC内蔵
炎センサー
火災発生
Fire
outbreak

既設の集合住宅・賃貸マンション向け セキュリティシステム(ビデオインターホン)

集合玄関にオートドアロックが設置されていない既設集合住宅向け
◎通信工事費のコスト低減 ◎工期短縮



【3】 欧州の状況

(1) 欧州における高速電力線通信規制

① In House 系レギュレーション CENELEC EN50561-1 [p.9~]

- ・恒久的周波数除外機能の必須要件化 (アマ無線帯域、航空無線帯域) [p.10]
- ・動的周波数除外機能(ダイナミックノッチ)の必須要件化 (短波放送帯域) [p.9]
- ・動的パワーマネージメント機能の必須要件化

② アクセス系レギュレーション [p.11]

- ・2017年現在、規制は無い。
- ・Committee Recommendation: 「干渉無きよう」「当事者で協議しつつ」使用。

(2) 欧州における高速電力線通信の活用事例

① ドイツの高速PLC施工会社PPC社による施工事例 [p.12~]

- ・BPL(Broadband Power Line)で街中のスマートメータを結び、エナジーマネージメント。

- ・ 恒久除外周波数範囲では表1.の制限値に従う
- ・ 動的除外周波数範囲では表1.の制限値に従うか、動的周波数除外機能要件に従う
- ・ 動的パワーマネージメント機能によりPLCの最大送信レベルは表2.の制限値に従う

- ・ 動的除外周波数範囲内に**放送サービスを
検出したら**、15秒以内に検出した周波数帯への
PLC信号出力を禁止し、
隣接するチャンネルへの干渉を避けるため
図1に示す規定に従う**ノッチを挿入**する
- ・ 放送サービス停止後も上記状態は最低3分間は維持する。
- ・ 信号検知レベルは以下の条件を満足すること
 - 95dBm/9kHz以上
 - ノイズフロアレベルから14dB以上

- ・ AC電源ポートにおける伝導妨害の要件
- ・ ネットワークポートにおける伝導妨害の要件
- ・ 放射妨害の要件

⇒全てEN 55032測定条件によるClass B制限値に従う

周波数レンジ MHz	制限値 dB(uV)	
	準尖頭値	平均
0.15 - 0.50	66 - 56	56 - 46
0.50 - 5	56	46
5 - 30	60	50

EUTからAEの対称モードの挿入損失[dB]	10	20	≤40
最大送信信号 dBuV(AV)	65	75	95
最大送信信号 dBuV(PK)	75	85	105

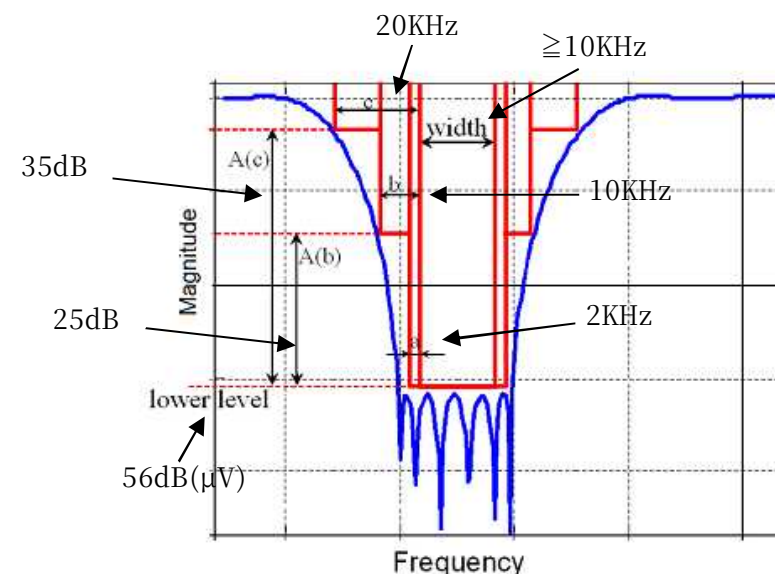


図1. 動的に除外された周波数帯における条件

表3 恒久除外周波数帯域

出展: CENELEC EN50561-1

除外周波数帯域 (MHz)	サービス
1.80-2.00	アマチュア無線
2.85-3.025	航空無線
3.4-4.0	航空無線、アマチュア無線
4.65-4.7	航空無線
5.25-5.45	アマチュア無線
5.48-5.88	航空無線
6.525-6.685	航空無線
7.00-7.30	アマチュア無線
8.815-8.965	航空無線
10.005-10.15	航空無線、アマチュア無線
11.275-11.4	航空無線
13.26-13.36	航空無線
14.00-14.35	アマチュア無線
17.9-17.97	航空無線
18.068-18.168	アマチュア無線
21.00-21.45	アマチュア無線
21.924-22.00	航空無線
24.89-24.99	アマチュア無線
26.96-27.41	市民バンド
28.00-29.7	アマチュア無線

表4 恒久または動的除外周波数帯域

除外周波数帯域 (MHz)	サービス
2.30-2.498	放送
3.20-3.40	放送
3.90-4.05	放送
4.75-5.11	放送
5.75-6.20	放送
7.20-7.7	放送
9.30-9.95	放送
11.55-12.10	放送
13.55-13.90	放送
15.05-15.85	放送
17.40-17.90	放送
18.90-19.02	放送
21.45-21.85	放送
25.65-26.10	放送

2017年現在、アクセス系高速電力線通信の規制はない。

2005年に、Committee Recommendationが出されており、
実際には、現地の短波利用者との話し合いのもと、
設置がなされているようである。

Committee Recommendationの概要

この勧告は、インターネットアクセスサービス、スマートメーターリングサービス、エネルギー管理サービスなどの通信サービスをユーザーに配信するために使用されるアクセスBPLに適用される。

- ・ サービスオペレータが干渉がないことを現地で確認すること。これはex-post model と呼ばれている。
- ・ 各国の当局は、通信の自由競争の促進のため、電力会社に不適切な規制があれば取り除く必要がある。
- ・ 干渉問題が当事者同士で解決できない場合は、各国の当局は公平・公正に処理を行う。

詳細は、以下を参照

COMMISSION RECOMMENDATION of 6 April 2005 on broadband electronic communications through powerlines
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005H0292&from=EN>

ドイツの高速PLC施工会社PPC社による施工事例(1/2):ハイデルベルグ市バーンシュタットの再開発



Fakten Bahnstadt Heidelberg

Gesamtfläche:	116 ha; 200 Fußballfelder
Investitionsvolumen:	2 Mrd. €
Geplante Einwohner:	rund 5.000
Arbeitsplätze:	bis 7.000
Entwicklungszeitraum:	bis 2020

総面積	116ha
投資額	20億ユーロ
住民	約5000人

Geplante Smart Meter bis 2017:	3.000
Verbaut (Ende 2015):	1.300
Smart Meter Kunden (Ende 2014):	840



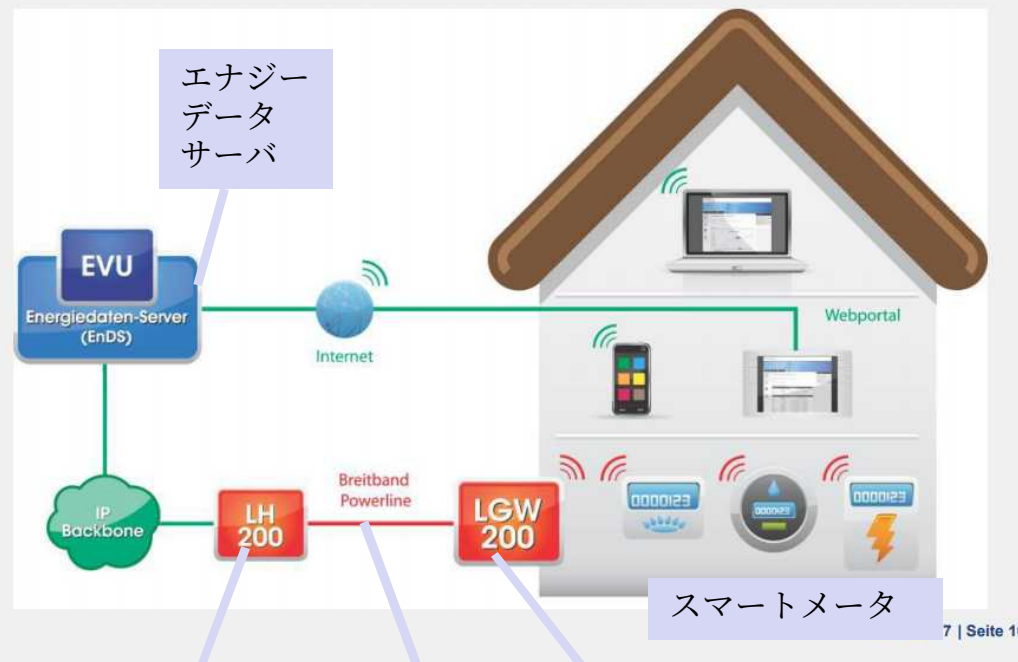
スマートメータ設置計画(～2017)	3000台
設置(2015年末)	1300台
スマートメータ契約(2014年末)	840件

出展: https://www.efzn.de/fileadmin/Veranstaltungen/Goettinger-Energietagung/2017/19_Teigeler.pdf

ドイツの高速PLC施工会社PPC社による施工事例(2/2):ハイデルベルグ市バーンシュタットの再開発

バーンシュタットにおける電力線を使用したデータ伝送

Datenübertragung mit Powerline in der Bahnstadt



BPLとIP 基幹網
のブリッジ

Broadband
Power Line
(BPL)

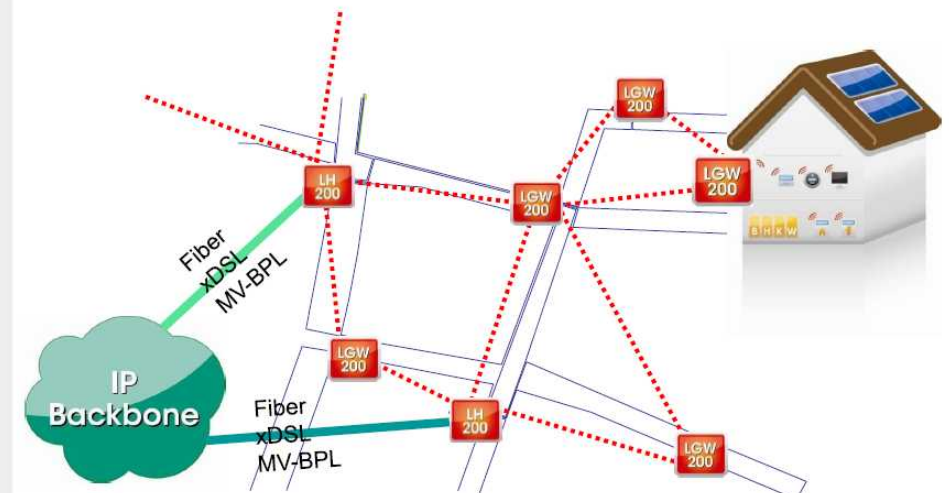
スマートメータリング
ゲートウェイ

BPL (Broadband Power Line) の
メッシュ状ネットワーク

Meshed BPL network

POWER PLUS
COMMUNICATIONS

<http://www.ppc-ag.de>



SMARTGRIDS
MIDDLE EAST

5 - 7 December 2010
Dubai, UAE

Claus U. Damm

出展:

https://www.efzn.de/fileadmin/Veranstaltungen/Goettinger-Energietagung/2017/19_Teigeler.pdf

出展:

https://www.metering.com/wp-content/uploads/Claus_Damm.pdf

【4】 米国の状況

(1) 米国における高速電力線通信規制 FCC 04-245

① アクセス系レギュレーション [p.15~]

- ・伝導妨害波/放射妨害波の許容値規定 [p.15]
- ・恒久的除外帯域での送信禁止 (航空無線帯域) [p.16]
- ・除外ゾーン内での使用禁止 (電波天文、海岸局設備の周辺) [p.17~]
- ・現場測定は、3種の代表的な電力線取付環境で実施

② In House 系レギュレーション

- ・アクセス系レギュレーションと同様
- ・現場測定は、3軒の代表的な住宅環境で実施

(2) 米国における高速電力線通信の活用事例

① アクセス系利用者の登録データベース

- ・現状登録約180件あり <http://web.archive.org/web/20160404084800/http://bpldatabase.org/listing>

高速電力線搬送通信に関する研究会報告書 (平成17年12月) (FCC 04-245 の日本語訳版) 抜粋

FCC 04-245 原典 (表紙)

6.1.1 米国

米国では、FCC が平成 16 年 10 月にレポート&オーダー (FCC 04-245) を発表し、高速電力線搬送通信に係る FCC 規則第 15 部の規定を改正した。アクセス系の高速電力線搬送通信 (Access BPL) に関しては、漏えい電波の許容値として他の機器に対する既存の許容値を準用 (周波数範囲が 1.705~30MHz で中圧電線を使用するものには § 15.209 の許容値、周波数範囲が 30MHz 以上で中圧電線を使用するものには § 15.109 (b) の許容値、低圧電線を使用するものには § 15.109 (a) 及び (e) の許容値を準用。) するとともに、次のような事前・事後の規制を課している。

- ・ 干渉を緩和・回避するためのモデム機能の追加
- ・ 使用禁止周波数帯の設定
- ・ 特定周波数についての使用禁止地域の設定
- ・ 特定の施設についての協議エリアの設定
- ・ データベースへの登録・公開 (使用周波数、設置場所、干渉申し立てのための連絡先等)
- ・ 公共安全関係ユーザとの事前協議
- ・ 干渉申し立てへの対応

また、屋内で利用する高速電力線搬送通信 (In-House BPL) については、表 6-1 に示す許容値等が適用される。

表 6-1 FCC 規則第 15 部の関連規定 (搬送波電流システム)

適合性 評価方法	§ 15.101	検証 (Verification)																								
伝導妨害波	§ 15.107 (c) (2)	許容値 : 535~1705kHz : 1000 μ V 測定方法 : 50 μ H/50 Ω の LISN で測定																								
放射妨害波	§ 15.109 (e) § 15.209	許容値 : <table border="1"> <thead> <tr> <th>周波数 (MHz)</th><th>電界強度 (μ V/m)</th><th>測定距離 (m)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.009 — 0.490</td><td>2400 / F (kHz)</td><td>300</td></tr> <tr> <td>0.490 — 1.705</td><td>24000 / F (kHz)</td><td>30</td></tr> <tr> <td>1.705 — 30</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr> <td>30 — 88</td><td>100</td><td>3</td></tr> <tr> <td>88 — 216</td><td>150</td><td>3</td></tr> <tr> <td>216 — 960</td><td>200</td><td>3</td></tr> <tr> <td>960 を超えるもの</td><td>500</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	周波数 (MHz)	電界強度 (μ V/m)	測定距離 (m)	0.009 — 0.490	2400 / F (kHz)	300	0.490 — 1.705	24000 / F (kHz)	30	1.705 — 30	30	30	30 — 88	100	3	88 — 216	150	3	216 — 960	200	3	960 を超えるもの	500	3
周波数 (MHz)	電界強度 (μ V/m)	測定距離 (m)																								
0.009 — 0.490	2400 / F (kHz)	300																								
0.490 — 1.705	24000 / F (kHz)	30																								
1.705 — 30	30	30																								
30 — 88	100	3																								
88 — 216	150	3																								
216 — 960	200	3																								
960 を超えるもの	500	3																								
	§ 15.35 (a) § 15.31 (d)	測定方法 : CISPR16 準拠 測定方法 : 測定にあたっては、典型的な設置場所を代表するものであると実証することが可能な最低 3 ヶ所の設置場所で測定を行う必要がある																								

伝導妨害波の許容値規定
放射妨害波の許容値規定

Federal Communications Commission		FCC 04-245
Before the Federal Communications Commission Washington, D.C. 20554		
In the Matter of	)	
Amendment of Part 15 regarding new requirements and measurement guidelines for Access Broadband over Power Line Systems	)	ET Docket No. 04-37
Carrier Current Systems, including Broadband over Power Line Systems	)	ET Docket No. 03-104

REPORT AND ORDER

Adopted: October 14, 2004

Released: October 28, 2004

By the Commission: Chairman Powell and Commissioner Abernathy issuing a joint statement;
Commissioners Martin and Adelstein issuing separate statements;
Commissioner Copps approving in part, dissenting in part and issuing
a statement.

TABLE OF CONTENTS

	Paragraph
I. INTRODUCTION.....	1
II. BACKGROUND.....	3
III. DISCUSSION.....	12
A. Definition of Access BPL.....	26
B. Emission Limits.....	33
C. Interference Mitigation.....	54
D. Access BPL Notification and Database Requirements.....	74
E. Measurement Guidelines.....	88
1. Access BPL Systems.....	89
2. In-House Carrier Current Systems.....	117
F. Equipment Authorization.....	120
G. Miscellaneous.....	127
IV. PROCEDURAL MATTERS.....	138
APPENDIX A: Final Regulatory Flexibility Analysis	
APPENDIX B: Changes To The Regulations	
APPENDIX C: Measurement and Certification Guidelines	

最新情報は下記参照

<https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/part-15/subpart-G>

航空(陸上)局及び航空受信機を保護するために、空中中電圧電力線を使用する BPL アクセスオペレーションは table1 の周波数帯域では禁止される。
特にそのようなBPL システムはこれら帯域において搬送周波数をセットしないこと。

Table 1. Excluded Frequency Bands

FREQUENCY BAND
2,850 – 3,025 kHz
3,400 – 3,500 kHz
4,650 – 4,700 kHz
5,450 – 5,680 kHz
6,525 – 6,685 kHz
8,815 – 8,965 kHz
10,005 – 10,100 kHz
11,275 – 11,400 kHz
13,260 – 13,360 kHz
17,900 – 17,970 kHz
21,924 – 22,000 kHz
74.8 – 75.2 MHz

除外ゾーンは Table2 及び2.1に記載された座標における海岸局設備の境界の1km以内のBPLアクセスシステムのオペレーションを含む。

海岸局の除外ゾーン内においては、BPLアクセスシステムは2173.5-2190.5kHzの帯域内の搬送周波数を使用しないこと。

Table 2. Exclusion zones for U.S. Coast Guard Coast Stations

Point of Contact
Commandant (CG 622)
U.S. Coast Guard
2100 2nd Street, S.W.
Washington, DC 20593 – 0001
Telephone: (202) 267 – 2860
E-Mail: cgcomms@comdt.uscg.mil

Locale	Latitude	Longitude
Group Guam	13° 35' 23" N	144° 50' 24" E
GANTSEC	18° 18' 00" N	65° 46' 59" W
Puerto Rico	18° 28' 11" N	66° 07' 47" W
Honolulu	21° 18' 21" N	157° 53' 23" W
Group Key West	24° 33' 35" N	81° 47' 59" W
Trumbo Point CG Base	24° 33' 58" N	81° 47' 57" W
Miami	25° 37' 28" N	80° 23' 07" W
Everglades Park	25° 50' 10" N	81° 23' 13" W
Group Saint Petersburg (Everglades)	25° 51' 00" N	81° 23' 24" W
Station Ft. Lauderdale	26° 05' 21" N	80° 06' 40" W
Station Ft. Myers Beach	26° 27' 34" N	81° 57' 15" W
Group Miami (Ft. Pierce)	27° 27' 36" N	80° 18' 36" W
Station Ft. Pierce	27° 27' 50" N	80° 18' 27" W
Group Corpus Christi	27° 42' 01" N	97° 16' 11" W
Group Corpus Christi	27° 42' 06" N	97° 16' 45" W
ESD Saint Petersburg	27° 45' 21" N	82° 37' 32" W
Group Saint Petersburg	27° 46' 11" N	82° 37' 47" W
Station Port O'Connor	28° 26' 03" N	96° 25' 39" W
S. Padre Island	28° 26' 22" N	97° 09' 56" W
Freeport	28° 55' 59" N	95° 16' 59" W
Group Galveston (Freeport)	28° 56' 24" N	95° 17' 59" W
Station YANKEETOWN	29° 01' 51" N	82° 43' 39" W

Locale	Latitude	Longitude
Station Ponce De Leon Inlet	29° 03' 50" N	81° 55' 01" W
Group New Orleans (Grand Isle)	29° 15' 53" N	89° 57' 26" W
Galveston	29° 19' 59" N	94° 46' 18" W
Kapalan	29° 20' 04" N	94° 47' 17" W
Sabine	29° 43' 42" N	93° 52' 14" W
New Orleans	30° 01' 17" N	90° 07' 24" W
Panama City	30° 10' 01" N	85° 45' 04" W
Group Mobile (Panama City)	30° 10' 12" N	85° 45' 36" W
ANT Jacksonville Beach	30° 17' 16" N	81° 24' 10" W
Pensacola	30° 20' 24" N	87° 18' 17" W
Group Mayport	30° 23' 10" N	81° 26' 01" W
Group Mayport	30° 23' 24" N	81° 25' 48" W
Ft. Morgan	30° 39' 07" N	88° 03' 12" W
Tybee Lighthouse	32° 01' 15" N	80° 50' 39" W
Point Loma Lighthouse	32° 39' 56" N	117° 14' 34" W
Point Loma	32° 40' 07" N	117° 14' 14" W
Activities San Diego	32° 43' 59" N	117° 11' 13" W
Group Charleston (Sullivan's Island)	32° 45' 00" N	79° 49' 47" W
Sullivan's Island Lights	32° 45' 02" N	79° 50' 03" W
Group Charleston	32° 46' 25" N	79° 56' 37" W
Group San Diego	32° 52' 48" N	118° 26' 23" W
San Pedro	33° 45' 00" N	118° 15' 58" W
Group Fort Macon	33° 53' 24" N	78° 01' 48" W
Point Mugu	33° 59' 32" N	119° 07' 18" W
Group LA / Long Beach	34° 07' 11" N	119° 06' 35" W
Channel Island	34° 09' 17" N	119° 13' 11" W
Station Oxnard Channel Island	34° 09' 43" N	119° 13' 19" W
Group Ft. Macon	34° 41' 48" N	76° 40' 59" W
Group Cape Hatteras	35° 13' 59" N	75° 31' 59" W
Group Cape Hatteras	35° 15' 35" N	75° 31' 48" W
Morro Bay (Cambria)	35° 31' 21" N	121° 03' 21" W
San Clemente Island	32° 50' 24" N	118° 23' 15" W
Point Pinos	36° 38' 12" N	121° 56' 06" W
CAMSLANT	36° 43' 47" N	76° 01' 11" W
Group Hampton Roads	36° 53' 01" N	76° 21' 10" W
Point Montara	37° 31' 23" N	122° 30' 47" W
Point Montara Lighthouse	37° 32' 09" N	122° 31' 08" W
Group San Francisco	37° 32' 23" N	122° 31' 11" W
Group San Francisco	37° 48' 34" N	122° 21' 55" W
Point Bonita	37° 49' 00" N	122° 31' 41" W
Group Eastern Shores	37° 55' 47" N	75° 22' 47" W
Group Eastern Shore	37° 55' 50" N	75° 22' 58" W
CAMSPAC	38° 06' 00" N	122° 55' 48" W
Point Arena Lighthouse	38° 57' 18" N	124° 44' 28" W
Point Arena	38° 57' 36" N	123° 44' 23" W
Group Atlantic City	39° 20' 59" N	74° 27' 42" W
Activities New York	40° 36' 06" N	74° 03' 36" W

Locale	Latitude	Longitude
Activities New York	40° 37' 11" N	74° 04' 11" W
ESD Moriches Hut	40° 47' 19" N	72° 44' 53" W
Group Moriches	40° 47' 23" N	72° 45' 00" W
Group Humboldt Bay	40° 58' 41" N	124° 06' 31" W
Group Humboldt Bay	40° 58' 47" N	124° 06' 35" W
Trinidad Head	41° 03' 15" N	124° 09' 02" W
Group Long Island Sound	41° 16' 12" N	72° 54' 00" W
Station New Haven	41° 16' 12" N	72° 54' 06" W
Station Brant Point	41° 17' 21" N	70° 05' 31" W
Group Woods Hole	41° 17' 23" N	70° 04' 47" W
Station Castle Hill	41° 27' 46" N	71° 21' 42" W
Group Woods Hole	41° 17' 29" N	70° 40' 07" W
Boston Area	41° 40' 12" N	70° 31' 48" W
Station Provincetown	42° 01' 48" N	70° 12' 42" W
Eastern Point	42° 36' 24" N	70° 39' 26" W
Cape Blanco	42° 50' 16" N	124° 33' 52" W
Group North Bend	43° 24' 16" N	124° 13' 22" W
Group North Bend	43° 24' 35" N	124° 14' 23" W
Cape Elizabeth	43° 33' 28" N	70° 12' 00" W
Group South Portland	43° 38' 24" N	70° 15' 00" W
Group South Portland	43° 38' 45" N	70° 14' 51" W
Group SW Harbor	44° 16' 19" N	68° 18' 27" W
Group Southwest Harbor	44° 16' 48" N	68° 18' 36" W
Fort Stevens, Oregon	46° 09' 14" N	123° 53' 07" W
Group Astoria	46° 09' 29" N	123° 31' 48" W
Group Astoria	46° 09' 35" N	123° 53' 24" W
La Push	47° 49' 00" N	124° 37' 59" W
Station Quillayute River	47° 54' 49" N	124° 38' 01" W
Port Angeles	48° 07' 59" N	123° 25' 59" W
Group Port Angeles	48° 08' 24" N	123° 24' 35" W
Juneau (Sitka)	57° 05' 24" N	135° 15' 35" W
Kodiak	57° 40' 47" N	152° 28' 47" W
Valdez (Cape Hinchinbrook)	60° 26' 23" N	146° 25' 48" W

Note: Systems of coordinates conform to NAD 83

出展:FCC 04-245

除外ゾーンは、Allocation US311に記載された10個の超長基線電波干渉計 (Very Long Baseline Array) 設備の座標の29km以内の空中中電圧電力線を使用するBPLアクセスシステムのオペレーションを含む。

さらに、除外ゾーンはAllocation US311に記載された10個の超長基線電波干渉計設備の座標の11km以内の空中低電圧電力線あるいは地下電力線を使用するBPLアクセスシステムのオペレーションを含む。

超長基線電波干渉計電波天文観測所の除外ゾーン内においては、BPLアクセスシステムは73.0-74.6MHzの帯域内の搬送周波数を使用しないこと。

・ VLBI:超長基線電波干渉計設備(US311) 出展:47C.F.R § 2.106, Note US311

Allen Telescope Array, Hat Creek, CA	Rectangle between latitudes 40°00' N and 42°00' N and between longitudes 120°15' W and 122°15' W.
NASA Goldstone Deep Space Communications Complex, Goldstone, CA.	80 kilometers (50 mile) radius centered on 35°20' N, 116°53' W.
National Astronomy and Ionosphere Center, Arecibo, PR.	Rectangle between latitudes 17°30' N and 19°00' N and between longitudes 65°10' W and 68°00' W.
National Radio Astronomy Observatory, Socorro, NM.	Rectangle between latitudes 32°30' N and 35°30' N and between longitudes 106°00' W and 109°00' W.

National Radio Astronomy Observatory, Green Bank, WV.	Rectangle between latitudes 37°30' N and 39°15' N and between longitudes 78°30' W and 80°30' W. 80 kilometer radius centered on:	
National Radio Astronomy Observatory, Very Long Baseline Array Stations.		
	North latitude	West longitude
Brewster, WA	48°08'	119°41'
Fort Davis, TX	30°38'	103°57'
Hancock, NH	42°56'	71°59'
Kitt Peak, AZ	31°57'	111°37'
Los Alamos, NM	35°47'	106°15'
Mauna Kea, HI	19°48'	155°27'
North Liberty, IA	41°46'	91°34'
Owens Valley, CA	37°14'	118°17'
Pie Town, NM	34°18'	108°07'
Saint Croix, VI	17°45'	64°35'
Owens Valley Radio Observatory, Big Pine, CA.	Two contiguous rectangles, one between latitudes 36°00' N and 37°00' N and between longitudes 117°40' W and 118°30' W and the second between latitudes 37°00' N and 38°00' N and between longitudes 118°00' W and 118°50' W.	