

情報通信審議会 情報通信技術分科会 電波利用環境委員会
高速電力線搬送通信設備作業班(第11回) 議事要旨

1 日時

平成30年2月2日(金) 14:00~16:40

2 場所

中央合同庁舎第2号館 総務省8階 第1特別会議室

3 出席者(敬称略)

構 成 員：上主任、雨宮主任代理、荒巻構成員(代理)、長部構成員、小瀬木構成員、片山構成員、河野構成員、坂本構成員、篠塚構成員、下口構成員、杉浦構成員、高井構成員、高草木構成員、高橋構成員、塚原構成員、土屋構成員、中村構成員、藤原構成員、松井構成員(代理)、森構成員(代理)、山口構成員

説 明 者：井形説明者(PLC-J)、齋藤説明者(PLC-J)

オ ブ ザ ー バ：多氣オブザーバ

事務局(総務省)：近藤電波環境課長、谷口電波監視官、柴田電磁障害係長

4 配付資料 (【】内は提出者)

- 資料 11-1 高速電力線搬送通信設備作業班(第10回)議事要旨(案)
- 資料 11-2 第10回作業班において示された検討課題【事務局】
- 資料 11-3-1 前回作業班における説明に対する意見【坂本構成員】
- 資料 11-3-2 前回作業班における説明に対する意見【高井構成員】
- 資料 11-3-3-1 前回作業班における説明に対する意見【土屋構成員】
- 資料 11-3-3-2 高速電力線搬送波通信の実験における電力線のコモンモード電流と漏洩電磁界測定【土屋構成員】
- 資料 11-4 高速電力線搬送通信設備作業班(第11回)の開催に向けた資料準備のお願いについて【事務局】
- 資料 11-5-1 課題整理(作業班第10回時)に対する対応方針【PLC-J】
- 資料 11-5-2 高速PLC三相線上での利用実験局申請予定案件【PLC-J】
- 資料 11- 計算機シミュレーションによる高速PLC漏洩解析に関する方針の検討【PLC-J】
- 資料 11-7-1 佐賀工場三相線での高速PLC漏洩測定(第一回)報告【PLC-J】
- 資料 11-7-2 資料三相1「佐賀工場 三相漏洩電界測定」に対する指摘事項【事務局】
- 資料 11-8-1 高速PLCの漏洩電波測定試験(案)【PLC-J】
- 資料 11-8-2 資料屋外2「高速PLCの漏洩電波測定試験(案)」に対する指摘事項【事務局】

5 議事

(1) 前回議事要旨の確認

事務局から資料 11-1 について、既にメールにて構成員に確認済みの前回議事要旨案であるが、追加の修正意見があれば、2月8日（木）までに事務局に連絡するよう説明があった。修正意見等が提出された場合の対応について、主任に一任することが了承された。

(2) 第 10 回作業班で示された検討課題・提出された意見等について

事務局より、資料 11-2 は、第 10 回作業班で示された検討課題について、前回作業班において構成員から示された検討課題を、主任及び主任代理にご確認いただき、まとめた資料であり、既に PLC-J に送付している旨、説明があった。

坂本構成員、高井構成員及び土屋構成員より、それぞれ、資料 11-3-1、資料 11-3-2 及び資料 11-3-3-2 に基づき、下記のとおり説明が行われた。

坂本構成員：送配電線から漏えい電波が放射されると短波放送への影響が懸念されることから意見を出した。今までは、PLC の利用範囲が敷地内に限定されていたが、住宅地等における送配電線から漏えいする場合は、屋根の上などの高い位置になるので、広範囲に漏えい電波が広がることを懸念している。送信源が電線である場合、点波源ではなく線波源となり、思わぬ地点での影響があるのではないかと。PLC の信号経路がどのような範囲か確認できていないが、実際の市街地での送配電だと非常に複雑なので、単純なモデル等では把握しきれないのではないかと。複数の障害源から漏えいした場合、特定の場所に漏えい電波が集中して、実験で想定したよりも高いものとなるかもしれない。自らが障害調査に関わった経験から、一旦、送配電線から電気雑音が発生すれば、原因の場所を特定するのが難しく、時間がかかり、改善がなかなかできなかった。このような観点から、放送事業者としては、これまでの議論において前提とされてきた漏えい電波が周囲雑音以下となるという考え方でご検討いただきたい。2点目としては、前回作業班において環境雑音について説明があったが、現状の環境雑音は重要であり、大事な基礎データになると思う。前回作業班で構成員から多くの意見が出されたが、これを踏まえ、昼夜での測定を行うことや測定法や客観的なデータが取ればよいと思う。雑音は都市部では増加していると思うが、住宅が密集していない山間部等では雑音は多くないと考えており、データを分類して地域に応じたデータになるようお願いしたい。

高井構成員 : アマチュア無線連盟としては、当初から PLC にはセンシティブになっている。そもそも、PLC は有用なのか疑問を呈したい。Zigbee や無線 LAN もある。PLC は 2～30 MHz という高周波信号を電力線に重畳するが、伝送特性が定まっていない伝送線路に流すことは、伝送特性が定まった伝送線路に流すのと違って、高周波的に不整合な状態で電波を放出することになるのではないか。また、環境雑音の言及があったが、近年悪化している環境をますます悪化させるのではないか。仮に、PLC による漏えい電波が現状の環境雑音レベルだったとしても、そのレベルでの PLC 信号を認めるとすると 3 dB は増加することになる。PLC に必然性があればやむを得ないが、アマチュア無線連盟としては必要と考えていない。環境雑音を増加しなければ、他の無線にも妨害を与えないことになる。

前回作業班での説明は、かなり大ざっぱだったり、例え話程度であり、大きさや規模、工場等の定義等がなく、使用範囲をなんら限定しないものと認識している。配線周り等は千差万別なので、その千差万別なものをどのように検討するのか非常に疑問視している。前回作業班での提案は、三相でも単相でも、なんの制限もなく PLC を自由に使えることを求めているものと認識している。今回の提案は、基本的には配電盤まで、受電盤までといった制限は全くないと思われる。前回作業班において、送電線は非常に大きなアンテナになり得るという指摘があったが、同意する。山間部においても 6,600V などの配線があり、そこから放射し全国に雑音をばらまくことになるのではと懸念する。近年、無線に関するスプリアスの規定が改正されたが、PLC のスプリアスをどのように考えるかはあまり議論されていないと認識している。受電盤の内側の電線も、外側の送配電線でも変わらないとして、なし崩しのどこでも PLC が使えるようになることに懸念する。また、障害が発生した場合にどのように停止するのかについても議論が必要と考える。現状の検討状況では提案に賛同することはできない。

土屋構成員 : 漏えい電界強度の他に、コモンモード電流を測定することが、漏えい磁界の原因を定量的に分析する上で重要と考える。資料 11-3-3-2 の実験結果より、漏えい電波の原因がコモンモード電流にあることが分かるので、コモンモード測定が有効であると考えている。屋内ではコモンモード測定は難しいが、工場内の露出している電力線ではコモンモード測定が可能ではないか。電波天文の観点からは、PLC が影響を及ぼしていることを懸念。漏洩電界強度に加えてコモンモードも測定をお願いしたい。

上主任 : お三方のご意見として、こういう懸念を持っているということと思う。何かあれば、PLC-J には応えていただけるような、資料作成

や実験実施をお願いする。

説明に対して以下の質疑応答があった。

杉浦構成員 : 坂本構成員に質問であるが、懸念しているのはNHKのラジオジャンの周波数か。

坂本構成員 : NHKは国外向けの放送もあるが、放送一般の受信についての懸念である。

杉浦構成員 : 海外の短波も考えているということか。

坂本構成員 : そのとおり。

杉浦構成員 : それが我が国の法律上やった方が良いと考えるのか。

坂本構成員 : NHKに対して利用者から問い合わせを受けることがあるので、そのような観点からの意見である。

杉浦構成員 : 私見としては、電波法上監理されていない無線の受信を保護するというのは、それは義務的なものではなく、一種の環境が整ったらできるというものではないかと思っている。

また、高井構成員に対してであるが、アマチュア無線連盟は、昔から、ZigBeeやWi-Fi等があるので、PLCは不要という意見であったが、私が本作業班の主任を務めていた際に申し上げたのは、要望があるものについては、閉ざすのではなく、許容できるルールを作業班で作るのであって、商業にならないものは自然と淘汰される。2005年頃の検討では、屋内PLCの製品が5社より出ていたが、現在、あまり使われていない、売れていない。自然淘汰に従っている。この作業班でニーズを予想することは難しい。メーカーでも予想できないことだ。ここでは、許容できるものは許容するとして、検討するのがいいというのが、私の意見。

次に、土屋構成員に対してであるが、コモンモードを測定すべきとのご意見はごもっともだと思う。しかし、単純な配線であれば測定は比較的容易であるが、同じ家屋でも配線が複雑であれば、大変であって、状況がいろいろ変わる。そういったものを実際に測定して電界強度を予測するのでは、検討が遠回りになるのではないか。建物の遮蔽や屋内配線の状況も分からない。特定の敷力所でコモンモード電流を測り、それにより電界強度を予測することには疑問を持っている。

上主任 : この後のそれぞれの議題において、今の議論に関係する観点が出てくると思われるので、そこで議論を深めていきたい。PLC-Jにおいては、検討事項について指摘があったことを心に留めておいていただきたい。

事務局より、資料 11-4「高速電力線搬送通信設備作業班（第 11 回）の開催に向けた資料準備のお願い」は、PLC-Jにおける今後の作業を円滑に進めるために、測定やシミュレーションの方針について、主任及び主任代理にご相談して当面のお願いとしてまとめたもので、既に PLC-J に送付しているものである旨、説明があった。

主任から、前回の作業班で配布した留意事項に「倫理規範に則る」旨を記載したがこれと同様に、作業班の検討を公的なものとするため、皆様から寄せられた意見や、事務局を通じて PLC-J 等へ要望したものは、作業班で公開することにした旨、発言があった。

(3) 第 10 回作業班で示された検討課題への回答

高草木構成員より、資料 11-5-1 及び資料 11-5-2 に基づき、時間の関係で一部割愛しつつ説明が行われ、以下の質疑応答があった。

高井構成員： 質問であるが、「1 検討課題」(1)アに対する回答の屋外について、「アクセス回線」とあるが、これはどういう意味か。

高草木構成員： 配電網から柱状トランスを通じて一般家庭のメータに電力線がつながっているところ、配電網での PLC 利用を述べている。この後の議論において資料 11-9 で説明したい。

杉浦構成員： この後の議論での資料に出てこないの、質問したい。「1 検討課題」(1)アに対する回答の屋外について、ノッチと離隔距離での対応とあるが、いろいろな無線局があるが、無線局からの要望に対応してノッチや離隔距離を考えるとということか。

高草木構成員： そのとおり。

杉浦構成員： 要望は大変な数になると思われる。例えば、無線局から 1 km 離れてくれといった要望を受けた場合にどのように対応するのか。PLC-J の考えを詳しく聞きたい。

上主任： この資料は、前回作業班に対する回答を一覧として示しているものなので、細かい議論はこの後の議題で行いたい、ノッチや離隔距離の提案は、これまでの考え方に比べて全く新しいものとしてご提案いただかないと議論が進まないと思われるので、この後で資料 11-9 のときに議論することとしたい。

長部構成員： 「1 検討課題」(1)アに対する回答の三相三線について、ケーブルの種類①～④までを全て実験等で確認するとあるが、前回作業班では屋内で①のみで、現在までに答申されている PLC 機器の電力線ケーブルと同等のものを使用するということから、現在認可されている PLC 機器による比較実験を行えば、検討がすすんでしまうということだったと認識しているが、②～④については、現在の PLC 機器が接続されるケーブルと異なるので、一から検討する必要がある

り、実験による比較だけでよいのか心配している。②～④のケーブルを使用した実験はどこでどのように進めるかはもう決まっているのか確認したい。

高草木構成員： 電力線ケーブルに複数の種類があるという事実は、調査を進めるうちに、どんどん分かってきて、まだ調査を続けている段階である。御見解のとおり、これら異なるケーブルに PLC 信号を流した場合、様々な現象が生じることは理解している。しらみつぶしとなるが、全て検討しなければ、万が一の事故にも対応できないので、リストアップして検討していく予定である。

(4) モデルを用いた計算等シミュレーションと無線への影響について

冒頭、高草木構成員から「井形説明者から説明させたい」旨の発言があり、上主任から許可された。井形説明者より、資料 11-6 に基づき、工場内三相三線利用のシミュレーションの説明が行われ、以下の質疑応答があった。

上主任： これではいけないのではないかと心配な点があるので確認したい。資料 3 ページ図 1 の緑の電線はショートしているのか。

井形説明者： そうである。本当は、何らかのインピーダンスを持たせるのが適切だとは考えているが。

上主任： そのショートしている理由は何か。

井形説明者： 三相なので機器が必ず接続され、物理的に地面との間が離れているので、何らかのインピーダンスがあり高周波的な電流は出ると思われるが、具体的にどのようなインピーダンスを定義したらよいか分からないため、ここではまずショートで考えているもの。間違っているとは思っている。

上主任： 次に 20m の線路の赤と黒の電力線にモデムを付けているということだが、出力インピーダンスは 25Ω であり、終端を 19Ω と 56Ω で 75Ω としているが、これは LCL16 として入れたものか。

井形説明者： そのとおり。屋内の PLC の検討の時と同じく LCL16dB となるように、実際の PLC が 75Ω なので、抵抗分割して平衡度を崩すモデルとしたもの。説明文の「LCL が 16Ω となるよう」は「16dB」の誤りである。

上主任： 電力線の構造として、ここでは長さ 20m として、次の 4 ページで、シミュレーションを行うとあるが、電磁界シミュレーションを行うのか。電磁界シミュレーションを行う場合、線の構造と電源と終端条件を与えればよいはずだが、3 ページの図は等価回路を書いているのは、何か特別な意味があるのか。

井形構成員： 1 つは計算を早くする観点から、ステップ 1 として、まずコモンモード電流を出すために等価回路で電流を算出することとしてい

る。

上主任 : ステップ1を行うために、グラウンド線を含む3本の線路構造を与えた場合、直列型の理想的な状態だとしたら被覆の条件も含めて、自己キャパシタンス、相互キャパシタンスも含めて、キャパシタンスマトリックスまず求めなければならない。また、そのCマトリックス、Lマトリックスから、素子間でどんなインピーダンスを持っているかという、特性インピーダンスマトリックスを求めないといけない。それで図4の素子の値が決まるはず。そのような手順なのか。それとも、電磁界シミュレーションを行うのか。電磁界シミュレーションの場合は、そういう値は不要のほうである。

井形構成員 : 電磁界シミュレーションをやるのはステップ2になる。

上主任 : 電磁界シミュレーションをやるならば、ステップ1は不要で、直接ステップ2をやればよい。

杉浦構成員 : 主任と同じコメントだが、まず、3ページの緑の電力線がグラウンド線であるかは疑問である。単相三線でも三相三線でも、グラウンドにショートした電力線はまずない。また、屋内利用のPLCを想定してPLCの出力は20 dB μ Aとあり、これは法令上の許容値と思うが、これはLCL16dBのときのISNの負荷のときの電流許容値である。実際には、シミュレーションにおいても数値計算でも、起電力か、信号源の電圧を加えるのが通常で、電流であるdB μ Aを与えるのは、負荷によって変わるので難しい。この点疑問がある。

また、STEP1とSTEP2がなぜつながるのか不明である。STEP2の電磁界シミュレーションでは、必然的にマクスウェル方程式を満たすように解くので、線間結合や線間容量は知らないうちに計算されている。3ページの三線モデルを電磁界シミュレータでやるのであれば、ステップ1の図4の作業は不要である。一方で、電磁界シミュレーションをやらずに数値計算を行う場合は、図4で線路定数を求めて、電力線の教科書に記載のある線路間インピーダンスや結合容量等を使用してやることになる。電磁界シミュレーションを行う場合は、図4は全く不要である。ステップ1とステップ2に分けているが、電磁界シミュレータを使用するなら、図が正しいかどうかは別として、それなりのシミュレーションでやれば一発で出てくる。それが望ましくないのであれば、大学の教科書にあるような三線の線間容量や対地間容量を使用すればよい。マトリックスの数値解析をする。どちらかの考え方でやらないと、これらを混同させてやっても手間がかかるだけである。

上主任 : 電源の方は電源の内部インピーダンスと電源の電圧がいくらなのかがないと計算はできない。

井形構成員 : シミュレーションが得意な部署に依頼しており、ノウハウがあ

り、ハイブリッドシミュレーションという手法を用いていると聞いている。

杉浦構成員 : 市販のソフトウェアか。

井形構成員 : そうではない。自ら制作している。

上主任 : シミュレーションがよければよいが、端子条件の設定や考え方が少々あやふやであるという指摘である。

杉浦構成員 : 電中研が企業向けにソフトを公開していたはず。シミュレーションのソフトウェアには、回路パラメータを出すソフトウェア等、いろいろあるので、理解しながら使用しないと、何のために何をやっているか分からなくなる。市販されている、又は公開されているソフトウェアは無数にあるが、原理がどうなっているか考えて使用しないと訳がわからない計算になる。

また、3ページのモデルがこれでいいのかも疑問である。

上主任 : 気になる点として、資料 11-4 でお示した図は、終端の3ポートに負荷が入っているが、これは長い線の途中でモデムが入っているシステムで PLC の信号は電力線に入っていって左右に分かれるのでそのように書いている。今目標にしているモデルは、PLC を接続したところで電力線が終わるのか終わらないのか。

井形構成員 : 資料 11-4 の図では PLC 装置から下の2線に信号が通るようにしている。このときに2線の上の線の四角を定義するのは、線として密接した定義はできるが、PLC はそこに入らない。モータなどがついてくることになるため、そこに何を入れたらいいのかが、現段階では決めきれなかった。

上主任 : 図3の左の図は、モデムの左にこういう条件で負荷を入れ、右の図は終端した状態であり、こういう状態でモデムが入るということを表しているが、それでいいのか。モデムは電力線の途中に入れるのではないか。

井形構成員 : モデムは途中に入れる。

上主任 : 途中に入れるのであれば、そこにも負荷が入るのではないか。

多氣ワザザ : 先ほどの杉浦先生のコメントで電磁界シミュレーションの話があったが、ここでは単線としてモデル化とあるのでほとんどの部分は等価回路でやってしまっ、コモンモード電流だけを単線に流すという簡単な電磁解析モデルしか考えていないということかと思ったがどうか。

杉浦構成員 : 電磁界解析で三線をやると必然的に各線の電流が一発で出てくる。従って、その放射波を測れば、あるいは三相電流の双方をとれば、コモンモード電流はすぐでてくる。それで、放射波もそのまま出てくる。わざわざ単線に直すという変なことをすることは全くない。計算間違えするだけである。

- 上主任 : 電源の条件と負荷の条件を入れてシミュレーションすれば、途中の配線間の結合は求めない状態である程度の電磁界が求まるはず。
- 杉浦構成員 : 電磁界シミュレータはマクスウェル方程式を解いているだけなので、こういった回路定数を使うやり方は必要ない。回路定数を使用するのは近似解である。ステップ1の図4をやるのは不便。電磁界シミュレーションは、コモンモードも電磁界もインピーダンスも一発ででる。
- 上主任 : 4ページ図6では、ノイズ源はコモンモードの電圧源になっているはず。こういうやり方では、そのコモンモードの電圧がいくらなのかも簡単には出てこないだろう。また、コモンモードの終端側の線が開放になっているのはおかしいのではないか。そういった点があるので、電磁界シミュレーションでマクスウェル方程式を解くやり方がいいだろうと思うのでご検討いただければと思う。

井形説明者より、資料11-6に基づき、屋外利用のシミュレーションの説明が行われ、以下の質疑応答があった。

- 上主任 : この図だと、合計9本の電力線が結合していることになるので、その中でモデムをどこの線につけるかで特性が違わず。9本が結合した状態で、図では、上の架空地線からグラウンドに落ちているような、リフェレンスのところに落ちているようなかたちなので、一様ではない。電柱は周期的にあるので、あるところの周波数があるところの方向に対して大きな電磁界成分を出してくる可能性がある。ただ単に、緑の線があるかないかで、大きく違ってくるはずだろう。最初から大事なところを落とさないようにして、電磁界解析、マクスウェルの方程式を解くようにしないと正しくでてこないのではないか。

さらに、伝送線路理論が応用できるのは、線路高が波長に対してある程度低くなければ適用できないので、この架空線の場合、電磁界ソフトを使ってやらない限り、出てこないだろう。その点も考慮されたい。

これはおそらく電力中研の実験線のモデルを使用しているのだろうが、線それぞれに関して、例えば、赤い線は6,600Vだろうが、線の両端で、開放になって切れている状態と、ずっと線がつながっている状態では違うと思われ、そういった設定をどうするのか、それを落とさないようにしてほしい。

現時点では4本の電柱間を考えているが、電磁界の測定の観測点がどこにあるか考える必要がある。実際には無限の長さの電線に流れている電流のうち、どの範囲の電流をとるのかを考えないといけ

ない。

おそらく電力中研で実施した実験は、このモデルのシミュレーションと合っているかのためのものと思う。これからの実験は、これから行うシミュレーションと合わせることで、いろんなところでやっても大丈夫という検証をするための実験にして、やってほしい。

杉浦構成員 : 7ページのシミュレーションは非常に複雑。上に地線があって、6600Vの三線があって、その下の200Vがあって、これはもうすこし単純にしないと数値計算はできないのではないかと。

井形構成員 : 実測で線を外していったことがあるが、2線に入れたときの漏洩は、他の線を外しても変わらなかった。

杉浦構成員 : それはあなたの知見でしかないもので、実測結果を示されたらよいのではないかと。屋外の三相三線は、この作業班で初めてでてくる資料であり、例えば、電柱の影響があるとか、そういったデータを出す必要があるだろう。また、実測結果をシミュレーションで補足したらよいだろう。こうやったからこうでただけだとよく分からないので、作業班の報告書に載せられるようにしてほしい。言葉として正しいかはわからないが、参照可能なハンドブックとして残るような、後になって、後世の人がわかるようにまとまるようになればよいのではないかと。

(5) 実験結果データ等について

冒頭、高草木構成員から「井形説明者から説明させたい」旨の発言があり、上主任から許可された。井形説明者より、資料11-7-1に基づき、「佐賀工場三相三線上での高速PLC漏洩測定（第一回測定）報告」の説明が行われ、以下の質疑応答があった。

杉浦構成員 : 11ページ目の測定条件について、アンテナ地上高1mはよいが、ループアンテナでは磁界強度が測定されるので、磁界強度に空間インピーダンス 370Ω をかけた等価電界強度に変換しているというように記載を入れるべき。グラフは全部電界強度で結果が示されているので、そのような記載を入れる必要がある。

また、スペクトルアナライザ内部雑音レベルについて、これはアクティブループアンテナを使用しているのか。

井形説明者 : そのとおり。

杉浦構成員 : 内部雑音レベルの図については、14ページ以降の測定結果のグラフにいれてほしい。いちいちページを繰って重なっている部分を比較するのは不便。通常は、ノイズ測定データに重ねてノイズフロアを記載する。全てのグラフに入れる必要はないが、少なくともXYZ合成の図にいれてほしい。何のためにノイズフロアを測定したかが

分からない。

井形説明者 : 承知した。

事務局より、資料 11-7-2 について、作業班での審議を円滑に進めるために PLC-J から事前送付された資料に対する指摘事項を主任及び主任代理に相談し、それを PLC-J に送付した資料である旨説明が行われ、以下の質疑応答があった。

多氣ワザバ : どのように PLC データを送ったかについて教えていただきたいのだが、これは最悪値に相当するのか、あるいは典型的な値に相当するのか。こういった情報を送っている条件なのか教えてほしい。

井形説明者 : テストツールで UDP で連続送信ができるツールになっている。ハードウェア的な能力としては、ブロードキャストというか通信ではなくて吹きまくることもできるが、それは通常使用の状態ではないため、通常の通信で最大送信というのが UDP の連続送信であり、今回はそれを採用している。

杉浦構成員 : いろんな距離で測っているが、10m は屋外コンセントに置いた PLC から 10m ということか。

井形説明者 : 壁から 10m。

杉浦構成員 : PLC は屋外コンセントではないのか。

井形説明者 : 一箇所だけ屋外コンセント、あとは全て屋内のコンセントである。

杉浦構成員 : 選んだ場所について、建物をぐるっと回って測定を行うのかと思ったが、一箇所ずつ測定しているとのことで、PLC のモデムのあるところだけ測定しているとのことだが、何故そうしたのか教えていただきたい。

井形説明者 : もちろん最初に周囲の雑音をサンプリングしており、漏えいが観測されなかったため、漏えいがあるとすれば、線のある近傍の壁であろうと考えたもの。

杉浦構成員 : PLC のモデムの近くで測定した理由はあるのか。全部モデムから 10m と記載されているが。

井形氏 : モデムの近傍の壁から 10m ということ。

杉浦構成員 : そこが一番漏えいが強かったのか。

井形氏 : 強いであろうと考えたもの。サンプリングの際に漏えいが観測されないので、あるとすれば線から輻射しているであろうと考えたもの。

杉浦構成員 : その考え方を証明するデータが欲しい。

上主任 : ただいま杉浦構成員が述べたとおり、特定の測定箇所だけということで、少し測定データが偏っているのではないか。今の説明だと、モデムがある線の反対側、そこだけしか測っていないような状

況となっている。漏洩が小さかったとしても、それを示すデータを提出することは意味がある。

井形構成員 : 承知した。

杉浦構成員 : 例えば 14 ページの図について、周囲をぐるっと測ってみる。2m か 3m おきで測ってみて、やはり PLC3 のところが強いので、今後は PLC3 のところで測った、という説明が妥当ではないか。恣意的に PLC3 を選んだのでは、PLC1 でも良かったのではないかと、といった指摘を受けることになる。このため、一通り周囲 10m を 2、3m 間隔で測り、それでやはり強いのは PLC3 のところだとか、PLC1 のところとかを示した上で、PLC3 を重点的に置く、といったやり方がよいだろう。

井形説明者 : PLC3 の装置も PLC2 の装置も PLC1 の装置も動作させて 3 箇所から送信した状態で測定している。

杉浦構成員 : そういうものを、周囲を測ってみて、それで一点だけ代表値として測ったという説明をする必要がある。

井形説明者 : そのようにする。

雨宮主任代理 : 10 年以上前の屋内 PLC の検討の時に、つくばフィールドセンタのモデル住宅で試験を行った。そのときは、電力線は 6,600V はないが、三相三線はあった。その住宅モデルの 1 階と 2 階の様々なところに PLC のモデムをつけて通信した状態で、家から一定距離離れた周囲の電磁界強度を細かく測定した結果としては、家の中の電力線なので色々な電源配線があるため想定されたことではあるが、周波数によって放射される方向が全然違った。周囲から距離をとって、その周囲を細かい間隔で測らないと、思いもよらないところでスポット的に共振等により壁より遠いところに大きな漏えいが出ることがある。また、壁から近いところで最大の漏えいが出ると思われるが、壁よりもっと離れたところで共振により漏えいが出る現象も把握している。そういった点を加味して屋内 PLC の検討時には、建物からどの位の距離で、例えば 10m で、どのくらいの漏えい強度になるだろうと目途を立てて、実験を行った。さらに、戸建てだったため、半日もかければ、1m ステップで測定できたので、念のためアンテナの高さも変えて測定したが、アンテナの高さを変えても漏えいは変わった。工場は、一般の家と配線形態が違うが、過去にはそういったことを考えて測定を行っているため、この作業班でモデムのそばの漏洩が一番大きいと考え、そこだけ測定したということでは議論がまとまらないことになると思う。

井形説明者 : 承知した。

小瀬木構成員 : 当方が指摘しようとした点がただいま指摘されたので、当方の発言は取り下げる。

冒頭、高草木構成員から「齋藤説明者から説明させたい」旨の発言があり、上主任から許可された。齋藤説明者より、資料 11-8-1 に基づく説明が行われた。また事務局より、資料 11-8-2 に基づき、作業班での審議を円滑に進めるために PLC-J から事前送付された資料に対する指摘事項を主任及び主任代理に相談し、それを PLC-J に送付した資料である旨説明が行われ、以下の質疑応答があった。

上主任 : ここに書いてある配線の形体の寸法は、3 ページのところに、三相三線の垂直配置の形の寸法だけが書いてあり、その他の寸法が全然入っていないが、これはおそらく先程のシミュレーションのところでもそうであるが、こういう寸法がわからないことには何もできないので、それを明確にしていきたい、というのがお願いしている事項でもあった。また、線路単体の寸法だけではなく、配線がどういう間隔で配置されているか、例えば、M1、M2、M3 とあるが、その線の間隔、それから M1、M2、M3 と L1、L2、L3 の上下の間隔、それから 200V と書いてある電力線の上下の間隔等が全然記載されていない。その点はこれから気をつけていただきたい。

齋藤説明者 : 承知した。

上主任 : もう 1 点、例えば、8 ページの図だと、一番最初に出てくる 4 ページの配線と異なり、真ん中の線がないが、これはどういうことか。4 本の電柱を立てて新しく作るのか、それとも真ん中の線を外すということか。4 ページの配線の図と 8 ページの配線の図が違う点について教えてほしい。

齋藤説明者 : 4 ページの図は既設の実験設備がこの状態のものであり、8 ページの図については、この 4 本の電柱から 50~60m 離れた位置に 4 本電柱があり、そこに 22,000V 用の配電線とグラウンドワイヤだけがついているので、そこに赤い低圧用の 3 本線を新設したものの。

上主任 : 全く別の測定設備ということか。

齋藤説明者 : そのとおり。両者は近傍にはあるが、4 ページとは違う電柱を使っている新設になる。

杉浦構成員 : これは全部電圧をかけているのか、それともかけていないのか。6600V とか 22000V とか書いてあるが。

齋藤説明者 : 基本的には電圧かけないでやるが、一部 6000V の電圧をかけてやるケースも想定している。

杉浦構成員 : そうすると 22,000 のところで、PLC の例えば 8 ページ目、22,000 がかかってないとして、他の低圧線は電力を加えているのか。

齋藤説明者 : 22000 は実際には電源線に繋ぐ予定はなく、この低圧三線についても、電源を加える予定はない。

杉浦構成員 : そうすると PLC はどうやって動くのか。

齋藤説明者 : 電池駆動になる。

杉浦構成員 : 実験は全て電池駆動なのか。

齋藤説明者 : 今のところその予定。

杉浦構成員 : 活線でやるわけではないということだな。

齋藤説明者 : 線路を活線の状態にはする予定だが、PLC モデムの電源そのものは電池駆動とする予定。

上主任 : 線の両端の高圧線は全てオープンにしているのか。

齋藤説明者 : そのとおり。

高井構成員 : 9 ページについて、この中に通信している状態で、と書かれているが、図の中で一つは PLC があるが、対向するものが見当たらないが。

齋藤説明者 : 現在のところ、記載されている PLC 装置から連続送信する予定であり、対向装置からの信号を返す予定はないため、一つしか書いていない。対向装置を設置すべきかどうか、ご意見いただきたい。

杉浦構成員 : 最大送信状態にしていれば1つの装置でもよいだろう。

雨宮主任代理 : PLC 通信では必ず対向装置があるので、対向通信状態にした上で、片方の装置が送信しっぱなし、または片方の装置が受信しっぱなしというのでかまわないと思う。その状態で最大妨害波が出る状態を作っていただきたい。

齋藤説明者 : PLC モデムは必ず対向にして2個置いた上で、ソフト上の操作として、1つのモデムから一方向に連続送信する形でよいということか。

雨宮主任代理 : それでもよいだろう。交互に送信する場合、送信のタイミングによっては、受信側で最大妨害波が出る状態を監視しながらなど色々やり方はあり、対向装置がないと問題になることがあるのではないかと。ソフトでいくらかでも制御できるはずなのでお願いしたい。

齋藤説明者 : そのように検討を進める。

杉浦構成員 : 地上高1mでの測定となっているが、電線高が10mまであるので、必ずシミュレーションではここまでやってもらいたい。測定の次の段階として、最近ビルが高圧送配電の近くにあることから、例えば10mの高さで磁界強度がどうなるかをシミュレーションしてほしい。もう1点、送配電にはトランスが付いているはずなので、トランスの入カインピーダンスや三線のインピーダンス等を測っていただきたい。電圧をかけると測定器が壊れるので、活線ではなくゼロ電圧のときの値で測ってほしい。屋外三線のデータとしては初めてのデータなので。また、自動開閉器のインピーダンスも測って、将来シミュレーションするときに使えるようにしてほしい。本当は6600Vであると、非常に大きな磁束による鉄のヒステリシスがあり、実際は2秒おき等でインピーダンス特性が変わるのだろう

が、0電圧の時の値で結構なので、可能であれば三線のディファレンシャルモードインピーダンス、それからコモンモードインピーダンスを、例えば6600V 同士、6600V・200V 間、200V 同士で測っていただく。そうすれば報告書を取りまとめる際に、よい資料になるだろう。2005年の屋内PLCの検討の際はPLC-Jに測っていただいたが、屋外三相三線のデータは全くないので、高圧配電に使う装置や施設の電気的特性を測っていただきたい。電圧はかけないで結構なので。

- 上主任 : 図5の一番上の緑色のGW線は、下に降りてきて電柱の中に入り、途中で腕金、これは金属だろうか、そのグラウンドになっているということか。
- 齋藤説明者 : そのとおり。この緑色のグラウンドワイヤから接地線を下げて、接地させているという状況。
- 小瀬木構成員 : このようなアンテナの実験する時に重要である電線の端の終端条件はどうなっているのか。実際には、電柱を渡り最後に腕金のところまで、長い電線が繋がっているものと理解しているが、この実験においては、この部分を切った状態なのか、それとも長い電線に相当するような特性インピーダンスや抵抗など、分からないがそのように終端するのか。
- 齋藤説明者 : 今回の実験に関しましては、全て開放状態。昨年、一度L1、L2、Nの低圧の部分を100Ωで終端した場合も、測定データに変化がなかったことから、今回開放状態で実施したいと考えている。
- 小瀬木構成員 : 100Ωを選んだ理由はなにか。それがここの特性インピーダンスに相当するのか。
- 井形説明者 : 100Ωが特性インピーダンスと合っているかどうかは把握できていない。しかし、一般の電線が100Ωであること、その電線がそのまま家に繋がった時の分電盤において往々にして100Ω程度であることから、とりあえず前回の測定では100Ωで終端してみたもの。その時、開放の状態と100Ωで終端した状態とで漏洩が変わらなかったため、終端するのは大変ということもあり、今回の実験では開放で行うことを考えている。
- 小瀬木構成員 : 普通の電線が100Ωであるとのことだが、電線の直径や電線の距離によりかなり変わるので、その値が妥当かどうか疑問に思う。もう1つ質問があるが、私の目から見ると、上とか下とか電線側の電流が流れて挟んでいるので、八木アンテナに見えてしまう。寸法関係として、一番上の架空接地線の高さや下の低圧線の電源を実際に流すところは変えられるみたいだが、途中の中間の電圧線の高さや使われる短波の信号の波長に関してコンパラブルしたものなのか、それともかなり違うものなのか。

- 井形説明者 : PLCに許可されているのは2MHzから30MHzまでであり、波長が大変異なっているので、今回は実験できる一番低いところの波長になる。周波数が高くなると全然違うので、波長という意味では線に対してどういうのという状況になる。
- 小瀬木構成員 : おそらく非常に強力に電波が放射される方向は周波数によってかなり変わることもありえるだろうし、また、場合によっては、空に向けて真上に放射することもあるだろう。さらに、昼間は良いが夜になると、電離層に当たって返ってくるといった色々なことが考えられるかもしれない。こういった点について、どの程度実験することを考えているか。ここに図で示されているのは電柱からの距離が100mなどとあるが、これ以外で何か考えているか。
- 齋藤説明者 : 今のところ9ページが現在実験を検討しているもので、最大距離は180mとしている。しかし、バケット車で上方からサンプル的に測定をすることは可能と考えるので、検討させていただきたい。
- 小瀬木構成員 : まず9ページの条件が、実際によく使われる架空接地線付電柱の条件と異なっており、また、架空接地線の有無によって放射する方向が変わるかどうかについても疑問があるが、どのようにお考えか。
- 齋藤説明者 : 今のところは、そういった条件の実験を行う予定はないので、実施可能性について今後検討させていただきたい。
- 小瀬木構成員 : 架空接地線の有無で電波が飛ぶ方向がかなり変わる可能性があるため、是非ともご配慮いただきたい。
- 杉浦構成員 : 様々な測定を全て行うのは大変であり、自分で測定すると考えると無理だろうと思うので、例えば、上空でどれくらい出てくるか、また、構成員から指摘のあった遠方でどうなった、というのはシミュレーションでやったらよいだろう。測定では何日あっても足りないだろう。地上で測定した上で、後はシミュレーションがよかろう。それがどれほど妥当かは不明であるが、延々と測定をしても、2、3年やっても終わらないだろう。
- 上主任 : 先程終端の話があったが、もう一つ、構造の寸法が分かれば、どのような現象が起きるか、懸念点等の類推ができるだろうから、構造の寸法を記載すること。終端の条件については、普通はその辺にある架空線を見ると非常に長く、ところどころ開放になっているところもあるが、基本的にそのような条件だとすると、一番極端な例としては、オープン（開放）とショート（短絡）とやる。それでオープンになったらどう、ショートになったらどうというのを見せていただき、だからこうなるというのを示してもらおう。また、先程の話で終端100Ωとあったが、違うと思われるので検討してほしい。
- 杉浦構成員 : 先程述べた電力線に付ける自動開閉器とかトランスなどに関し

て、例えば、左側から短波帯の信号を入れて、右側にどれくらい挿入損失があるか測る。そのようなデータがあれば、開閉器を 200m、300m 間隔に置いた場合に、どれくらい挿入損失があるといったことが分かる。そのようなデータとして、インピーダンスと挿入損失のデータを出していただきたい。

高草木構成員(PLC-J)から、資料 11-9 に基づく高速 PLC の屋外利用高度化に向けた方策提案の概要説明の後、詳細説明を齋藤説明者に行わせたい旨の発言があり、上主任から許可された。齋藤説明者より、資料 11-9 に基づく説明が行われ、以下の質疑応答があった。

- 上主任 : 議題(1)において高井構成員から質問があった点は、1 ページにある、図 1 の形態を考えているというのがご質問に対する回答だと思うがよいか。
- 高井構成員 : 結構である。
- 上主任 : その他疑問に思うようなことがあるが、時間が大分過ぎていることもあり、この提案については、今までの PLC に関する測定法などの規制の考え方をガラッと変えることなので、非常に多くの問題が出てくると思われる。構成員の皆様にもじっくり考えてきていただき、次回作業班で集中的にどうするか検討したい。また、今までの測定データも出てくると思う。本日は、これはちょっとおきたい、あるいはこういうことを回避してほしいということがあればお願いしたい。電波天文の関係で土屋構成員、何か一言あれば。
- 土屋構成員 : 議題(1)で説明したコモン電流と観点は異なるが、電波天文の観測所は国内に何カ所があるが、山間部にあることが多い。電柱からの放射は真横や上方に向かったものが多いので、シミュレーションを行うとともに、シミュレーションが妥当であることが分かる測定をしていただきたい。
- 小瀬木構成員 : 航空無線の観点からもコメントしたい。理論的に、電力は出さない、距離で電力は下がるとあるが、測定したデータやシミュレーションしたモデルケースで全ての網羅的な状況が片づくか疑問である。どこかの航空無線の近くでは、検討したものとは全然違う配線だったとなると問題である。航空無線への妨害はまずいので、モーメント法でも FDTD 法でも良いが、電流と漏えい電波をやって欲しい。
- 杉浦構成員 : 苦情があったら対応します、という話は大変だろう。漁業無線からこれはやめてくれ、といった話があった場合、監理局が対応するのか、PLC 側が対応するのか、等、電波監理上問題がある。米国においては、軍などの一部の局だけを示して規制して、あとは既存

の無線局はPLCの供給者が自分で考えてちゃんと対策をとれ、監理局はしらない、という考え方。米国では、「既存局を保護しろ」と規則に記載がある。一方、日本で同じ考え方を適用した場合、PLC-Jにかなりの負担がかかる。東電や電気事業連合会等にも負担がかかるだろう。放送受信障害の場合のように、聞こえない、という苦情を全部対応しなければいけなくなろう。それくらいの見通しをもって提案されているのか。

作業班で議論する前に、PLC-Jの中でどう対応するか、フィロソフィーを決めないと、PLC-Jも監理局も困ることになるだろう。そこまで考えてもらって、それでもこれで提案としてよければ、出してもらってかまわない。

上主任 : 日本の電波監理をどうするか、という大きい問題。これまでの議論でどのような測定をして、というのは小さい議論。それよりもさらに大変なことであり、どうすればよいのか腹案をもって出してもらいたい。

杉浦構成員 : 電波法には、どこにも既存の無線局を妨害するなどは書いていない。101条で問題があれば総務大臣が止めることができるとしているだけである。技術基準を満たせば、あとは全て当然であるとして、日本の電波法はできあがっている。これが、いちいち既存の無線局の保護を検討し始めると、あれもやるこれもやると大変なことになる。微弱無線局も、一定以下の電波しか出さないのが既存の無線局に妨害を与えないのは当然のこととして記載されていない。電波法では、法101条に訴える事例がなるだけ多くならないように、PLCからの漏えい電波が一定以下となるよう制限をかけている。いちいち無線局の障害に対応していたら、監理局もPLC-Jも大変。ご提案いただくのは良いのだが、よほど考えないと大変だろう。また、ノッチを全部いれらなったら、通信なんてできなくなる。海外からの放送まで入れてくれと言われたら、ますます大変。

そこで、ある程度の許容範囲を持たせて対応しているのが現行の電波法と考えている。つまり、いざとなったら101条を使って無線障害を止めることとして、基準値等の規則はミニマムでというのが今のやり方である。

上主任 : 本日の意見も参考にしながら、PLC-Jと構成員の皆様にもご検討いただきたい。

(6) その他

主任から次回の作業班については、課題の検討状況等を踏まえて別途日程が通知される旨連絡があった。