

構内情報配線施工に関するデジタル教材の制作

Production of Digital Teaching Materials Related to Premises Information Wiring Construction

若 林 革 *1

WAKABAYASHI Arata

要 約 DXの進展にともなうデジタル技術の活用、GIGAスクール構想の実現に向けた動き、さらには、感染症の影響による急速なオンライン化の普及など、社会全体の情報通信化がより一層進んでいる。

一方、通信インフラ整備に携わる技術者の不足や感染症禍における行動の制限等により、技能・技術を習得する機会が減少している状況であった。

そこで、現状及び今後の通信インフラの進展を踏まえ、通信施工に携わる技術者や人材開発担当者等の技能・技術の習得、育成など、人材開発を目的としたデジタル教材を制作したので報告する。

1 はじめに

通信施工に関する技能・技術の習得を目的としてデジタル教材を制作した。現状として、通信施工に関する部分的な技術要素の動画教材はあるものの、まとまった動画等の教材がない。そのため、教材の制作にあたっては、教材項目・内容を精査し体系立てるとともに、教材の活用のしやすさを考慮した。

2 教材の想定している活用方法

教材の構成は、動画、作業補足シート及びそれらを表示・選択するためのメニューで構成されている。本教材は、次のような活用方法を想定して制作している。

- 実習に際して、指導員が訓練生・受講生に対する解説・ポイントを説明するために活用する。
- オンライン訓練に際して、本教材の動画等を配信し、座学と合わせて活用する。
- 訓練生・受講生だけでなく指導員自らのスキルアップを図る目的として活用する。

3 教材の対象となる範囲

情報配線施工における性能要件を示す規格として、情報配線規格がある。国内の施工現場において参照される規格としては、次の規格がある。

- ① アメリカの TIA568-D
- ② 国際規格の ISO/IEC11801
- ③ 日本国内の JIS X5150

一般的に①の TIA568-D は、民間企業の施工を中心に採用されている。②の ISO/IEC11801 は公的機関や欧州系企業の施工に多くで採用されている。③の JIS X5150 は国内規格であることから官公庁関係などの施工で広く採用されている。

また、情報配線施工の現場では、構内情報配線規格に基づき設計・施工を行われており、規格の中で「構内幹線配線サブシステム」「ビル内幹線配線サブシステム」「水平配線サブシステム」の3つの配線サブシステムが規定されている。

教材の範囲としては、線規格である構内情報配線システム (JIS X 5150 : 2016) における水平配線サブシステムとしている (図1)。

水平配線サブシステムは、ビルなどの建物を想定し、各階にあるフロア配電盤 (FD) からパソコン (PC) などの端末が設置される通信アウトレット (TO) までと

*1 電気エネルギー制御科

Department of Electrical and Energy Control

なっている。つまり、ビルの1フロアに対する施工に関する技能・技術の習得を教材の対象範囲としている。その理由としては、通信施工に関して基本となる要素を多く含む施工範囲だからである。

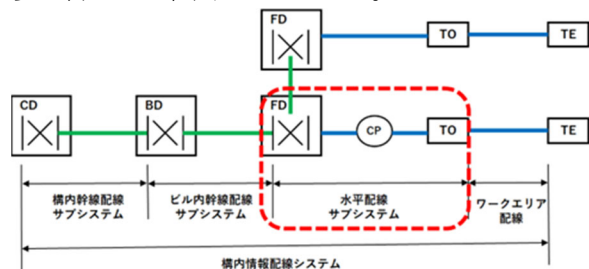


図1 構内情報配線システム (教材の範囲)

4 使用機工具・部材の選定

教材制作にあたって、通信施工現場で広く普及し、活用されている機器や工具、部材を使用している。そうすることで、訓練を受講後に即現場での対応が可能となるからである。

これまで、通信施工に関する在職者訓練(能力開発セミナー)では光伝送路構築技術、LAN構築施工・評価技術等を実施しており、受講生のほとんどが通信施工会社の社員の方である。在職者訓練の実施の際に、受講者の方々から会社で使用している機器や工具、部材などをヒアリングしてきており、その結果をもとに使用割合の高いものを在職者訓練及び本教材に反映している。

4.1 機器

融着接続機については、国内において、フジクラ、住友電工、古河電工が主に使用されている。これらの三社は、現場で広く活用されており、メーカーごとの特徴はあるものの、基本的な作業に違いがない。そこで、本教材では、施設に現有している古河電工社製の多芯光ファイバ融着接続機を使用している。

施工後の性能評価には、試験器が必要となる。特に、有線ケーブルの性能評価においては、事実上の業界標準とされているフルークネットワークス社製のケーブルアナライザーを測定対象に合わせてアダプタを差替えて使用した。この試験器は、あらかじめ試験規格を設定することで簡単に配線施工の結果を評価することができ、現場の支持を多く集めている。また、最新規格への対応もプログラムのアップデート等で対応可能となっている。

一方、測定原理の理解を助長する目的で、光ファイバケーブルの損失にアンリツ製の光ロステスタを使用し

ている。

4.2 部材

メタルケーブルの施工においては、部材の規格としてJIS規格(JIS X 5150:2016)で規定され、かつ現場で広く使用されているカテゴリ6以上の部材とした。部材のメーカーとしては、パンドウイト社及び日本製線のモジュラープラグ、モジュラージャック、UTP/STPケーブルなどを使用している。

光ファイバケーブルは、主に長距離で使用されるシングルモード(SM)ファイバと構内などの中距離系で使用されるマルチモード(MM)ファイバがある。ただし、どちらのファイバも施工方法は同じであり、違いは接続機や試験器の設定のみである。そこで、現有する機器や材料の関係で、SMファイバを使用し施工している。

4.3 工具

基本的には、使用する部材のメーカーに合わせて部材のメーカーの工具を使用している。また、長年に渡り現場の第一線で活躍されたベテランのエンジニアの方からのアドバイス等を参考に選定している。

5 教材の構成

教材は、在職者訓練(能力開発セミナー)のカリキュラムモデルをベースに、現場作業において最低限必要となる作業要素を選定し、類型作業ごとに分類している。分類としては、端末処理(単位作業)、配線施工、計測・評価の大きく3つに分類した。また、それぞれの分類において、通信ケーブルの種類により作業等が大きく異なることから、光ファイバケーブルと平衡(メタル)ケーブルに分けている。

| 施工分類 | ケーブルの種類 | 施工・評価項目 | 再生時間 | 補足資料 | | |
|----------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|------|
| 端末処理 (単位作業) | メタル | コネクタの加工 | Cat.6モジュラープラグの成端 | 5:47 | ○ | |
| | | | Cat.6Aモジュラープラグの成端 | 8:20 | ○ | |
| | | | Cat.6モジュラージャックの成端 | 3:33 | ○ | |
| | 光ファイバ | 接続 | 融着接続 | 0.9φ単心ファイバの融着接続 | 4:27 | ○ |
| | | | | 4心テープファイバの融着接続 | 4:15 | ○ |
| | | | | メカニカルスプライス | 単心メカニカルスプライス | 2:16 |
| | | コネクタ接続 | 光コネクタの接続 | 3:33 | ○ | |
| | | | SCコネクタの積み立て | 3:33 | ○ | |
| 配線施工 | メタル | フロア配線 | ケーブルの通線 | 3:59 | ○ | |
| | 光ファイバ | 光成端箱の処理 | パーマメントリンク施工 | 7:16 | ○ | |
| 評価 | メタル | プロジェクトの作成・リンクの設定 | シースケーブルの端末処理 | 8:28 | ○ | |
| | | | 接続・品質管理 | 11:28 | ○ | |
| | | | 基準値の設定 | 2:53 | ○ | |
| | | | 基準値の設定 | 1:40 | ○ | |
| | | | NVP, 50mの測定 | 2:07 | ○ | |
| | 光ファイバ | パッチコードの測定 | 2:31 | ○ | | |
| | | MPTL配線の測定 | 3:49 | ○ | | |
| | | パーマメントリンクの測定 | 2:26 | ○ | | |
| | | ファイバの測定 | 2:56 | ○ | | |
| | | LSPM フルークによる測定 | 4:49 | ○ | | |
| | LSPM フルーク(2心)による測定 | 8:27 | ○ | | | |
| | OTDRによる測定 | 6:13 | ○ | | | |

図2 教材メニュー画面

教材の構成は、各作業動画とその手順・ポイントとなる作業補足シート及びそれらの作業項目を表示・選択するためのメニューで構成されている(図2)。

作業補足シート

5. 1 動画教材

動画については、始めに使用する機器・工具の写真をタイトル画面として掲載している。次に、目次として作業工程を掲載し、作業の流れを把握できるようにしている。動画内では作業のポイントとなる部分に字幕と、文字だけでは伝わりにくい箇所に写真や図を挿入している。字幕については、画面の情報量が多いと視点が定まらず内容に集中しにくくなると考えて必要最小限としている。

撮影に際しては、作業者の視点や注意点を踏まえたカメラ位置や撮影のポイントを意識している(図3)。また、手軽に視聴できることを考慮して、一つの動画再生時間を長くても10分程度とし、内容が理解しにくくならない範囲で極力短くなるように編集している。

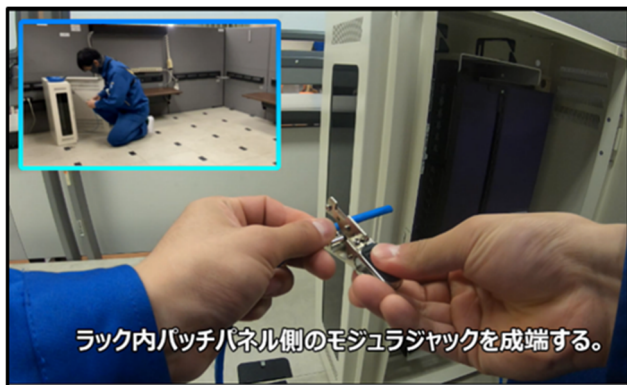


図3 撮影・編集した動画例

5. 2 作業補足シート

動画では、画面に表示する情報量を考慮し、字幕の量を制限している。そのため、動画だけでは伝わりにくい事項もあることから、動画と併せて参照するための作業補足シートを動画ごとに制作している。

作業補足シートについては、作業の目的、作業工程、作業工程ごとの詳細な作業に関する説明やポイントを記載している。また、作業工程に動画の再生位置(時間)を記載することで、確認したい作業工程を素早く視聴できるようにしている。さらに、使用する機工具と部材を記載することで、視聴・閲覧者が同じ環境・構成で実習をする際の選定等の手間を省くことができるようにしている。今後の更新を想定して、バージョンの管理の目的で最終更新日も記載している。

作業補足シートは、動画の補完的役割としての活用を想定していることや、今後の更新作業をしやすくするために写真や図などは掲載せず簡易的な構成にしている。

5 : 4 7

| 分野 | 端末処理 | 作業名 | Cat.6 モジュラープラグの成端 |
|--------------------|--|-----|-------------------|
| 目的 | Cat.6 モジュラープラグの成端を行う。 | | |
| 工程 | ポイント | | 時間 (再生位置) |
| 1. ブーツの挿入 | ・ あらかじめブーツとカラーをケーブルに挿入しておく。 | | 0 : 2 4 |
| 2. ケーブル外被をカット | <ul style="list-style-type: none"> ・ ケーブル外皮をカットする位置を軽くもんでおくと外皮と内側の心線が分離し、カットする際に心線に傷が入りにくくなる。 ・ ケーブルストリッパーでケーブル外被を先端から約40mmの位置に切れ込みを入れ除去する。 ・ リップコードを被覆剥ぎ取り際でカットする。 | | 0 : 4 1 |
| 6. プラグハウジングにブーツを挿入 | ・ プラグハウジングにブーツを挿入する。 | | 5 : 2 6 |
| 使用器具 | 圧着工具 (PANDUIT MPT5E)、ニッパー、ケーブルストリッパー (日本製線 NSWST-M)、成端補助工具 (PANDUIT CSPT) | | |
| 使用材料 | モジュラープラグ (PANDUIT SP688-C)、Cat.6 UTP ケーブル | | |
| 最終更新日 | 2022/03/07 | | |

図4 作業補足シートの例

5. 3 メニュー及び教材のファイル

教材は、通信施工に係る技能・技術要素を必要に応じて手軽に学習できるように、作業項目を選択することで動画の視聴や作業補足シートを閲覧できるようにしている(図4)。メニュー画面をHTMLファイルにすることで、教材を視聴・閲覧するパソコン等の端末にMicrosoft Officeなどの専用ソフトがインストールされていなくても、ブラウザの種類を問わずメニューを起動・表示することができる。

また、動画は多くの端末で視聴可能なファイル形式であるMP4、作業補足シートはPDFとした。

6 作業(学習)項目

先述の通り、作業(学習)項目の分類としては、①端末処理(単位作業)、②配線施工、③計測・評価の大きく3つに分類している。

6. 1 端末処理(単位作業)

メタルケーブルの作業としては、ケーブルの終端に使用される8P8C(8極8芯)のRJ45コネクタであるプラグとジャックの加工になる。配線とピン接続はTIA/EIA-568規格で定義されており、T568A(A結線)とT568B(B結線)がある。一方、国際規格のISO/IECや日本のJIS規格にはA結線、B結線の区別はなく、ただピンの対の割り当てだけが規定されており、どの対をどのように割り当ててもよいことになっている。そのため、本教材では現場で比較的良好に使用されているB結線を採用した。

また、部材のカテゴリとしては、現在の主流であるカテゴリ 6 及び 6A の部材を採用している。特に、カテゴリ 6A については、カテゴリ 6 に比べ伝送帯域が 2 倍の 500MHz と非常に広い。そのため、ケーブル同士で起きる漏話であるエイリアンクロストークの影響を考慮する必要があること。また、無線のアクセスポイントやネットワーク接続可能な防犯カメラなどの機器を設置する場所で、電源の確保が困難な場合に利用される PoE (Power over Ethernet) 給電では、ケーブルの放熱の問題が懸念される。そこで、MPTL (Modular Plug Terminated Link) 配線においては、シールドタイプの部材を採用している。

光ファイバケーブルの作業としては、主にケーブルの接続作業としている。光ファイバケーブルの接続作業には、主に融着接続、メカニカルスプライス、コネクタ接続がある。また、接続に使用するケーブルについては、ケーブルの種類により使用する工具が一部異なることがある。そこで、光ファイバケーブルについては、施工現場で接続作業に使用されている 0.25mm 心線、0.9mm 心線、4 心テープファイバとした。

6. 2 配線施工

メタルケーブルの作業としては、OA フロアの床下配線を想定した通線作業とパーマネントリンク (固定配線) としている。特に、パーマネントリンクについては、フロアに設置されたラック内のパッチパネルから端末が設置されるワークエリア内の通信アウトレット

(TO) 間を想定している。一方、規格上、施工後の測定・評価対象としているチャンネル (ラック内のパッチコードと TO と端末間を繋ぐワークエリアコード) の施工については掲載を省略している。その理由としては、施工段階でこれらのケーブル (コード) が確定されていないことが多いためである。

光ファイバケーブルの作業としては、幹線からフロアにケーブルを分岐する際に使用される光成端箱の処理となる。使用したケーブルは、テープ心線を溝型のスロットスペーサに集合したシースケーブルである。

作業工程が多いことから、作業項目としては幹線ケーブルのシース部の処理と光成端箱内部での接続作業に分けている。

6. 3 測定・評価

メタルケーブル及び光ファイバケーブルの配線施工後の性能評価となる。評価に際しては、フルークネットワークス社製のケーブルアナライザを使用してい

る。この製品の特長としては、各種配線規格のリミット値が測定器に記憶されてことである。そのため、測定に際しては、敷設した配線の規格を設定することで、敷設した配線の良否が自動で判定できる。

一方で、測定器に設定する配線規格の理解と設定が重要となる。誤った規格を設定して得た結果では、配線の性能を正しく評価することが出来ない。本教材においては、アメリカの TIA の配線規格を用いて測定をしている。理由としては、ISO/IEC や JIS 規格よりも新たな規格化等の更新頻度が高く、本教材において測定・評価対象としている MPTL 配線なども規格化 (2020 年時点) されているからである。

光ファイバの試験については、規格でも規定されている光源 (LS : Light Source) とパワーメータ (PM : Power Meter) を用いて光信号の減衰量を測定する LSPM 法及び、光ファイバの片端から光を入射し、光ファイバ内で生じる後方散乱光により、光ファイバの損失などを測定する OTDR 法を実施している。特に、LSPM 法については、先述の通り測定原理の理解を助長するために、異なるメーカーの 2 機種種の試験器を用いて同じ試験を行っている。

7 おわりに

この教材は、自分自身の記録、活用はもとより、利用していただくことを前提に作成した。

教材を制作することで、これまで私自身が暗黙知としてきた通信施工に関する技能・技術を明示的に映像や文字にすることができた。このことは、自分自身の再確認だけではなく、人材育成において有効であることを改めて再認識することができた。

技術やそれに付随する規格などは変化していくことを考えると、教材などの人材育成に係る内容・手法も随時アップデートが必要となる。

本教材は、基盤整備センターの Web サイトに掲載されている。訓練等の現場で活用していただくために制作しており、使用・改変にあたり著作権者に連絡や出典を明記することは不要としている。今後も、継続して新たな訓練手法や教材を模索し、制作していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 日本産業規格：構内情報配線システム規格「JIS X 5150 : 2016」
- 2) Flukenetworks : 「情報配線の試験要領書 (Rev D)」 (2019)