テレビ東京の東京スカイツリー®送信所と 本社マスタ室、回線室、スタジオ訪問記

横田達也[†], 伏木秀樹^{††}

1. ま え が き

2012年5月、テレビ東京の施設見学のため、開業直前の東京スカイツリー®およびテレビ東京本社ビルに訪れた。スカイツリーそれ自体ではなく、テレビ東京の送信所を見学することが目的である。

東京スカイツリーは、2008年7月から2012年2月まで約3年8ヵ月の歳月をかけて建造され、世界一高い電波塔としてギネス世界記録™の認定を受けている。さらに、鉄筋コンクリート製の心柱を用いた制震構造や、建物の揺れに応じたエレベータの制御システムなど、徹底した安全対策が施されている。

現在、関東では東京タワーが主な電波塔として使われているが、設備の調整が終われば、普段私たちが視聴しているテレビやラジオなどの電波もスカイツリーから送られるようになる。

本稿では、スカイツリー送信所、所内で見学した各装置、およびテレビ東京本社ビルの見学内容についてまとめる。

2. スカイツリー送信所

送信所では、主に放送局から送られてきた番組の信号を増幅し、スカイツリー上部ゲイン塔のアンテナを通して各家庭や中継局へと送る役割を担っている。スカイツリーの最上部の長い筒

図1 送信機

の部分がゲイン塔で、ここには電波送信用のアンテナが設置されている。

また、スカイツリーは、撮影現場の中継車などから送られてくるマイクロ波をFPUアンテナで受信し、それを本社へ送る役割も果たしている。丸い地表を直線(地上波)で結ぶため、送受信の場所は高いほど良い。そのためスカイツリーから送受信するメリットは非常に大きい。このFPUアンテナは、スカイツリーの天望デッキと天空回廊に挟まれた屋外ステージに、東西南北4方向に計4個設置されている。FPUアンテナは、最大風速110m/sの風に耐えられるよう、ドーム型のフレームに囲われている。

スカイツリーの送信設備は、現在の東京タワーで用いられているものと基本的には同じである。そのため、スカイツリー稼働後に不具合が生じた場合は、東京タワーで代用することができる。スカイツリーの完成に伴い、各放送局は非常に高い冗長性を得たと言える。

システムに冗長性を持たせることは、放送技術において非常に重要視されており、送信機、STL/TSL/TTL、電源装置、FPUなどにおいても、やはり冗長性が考慮された設計が施されている。また、送信設備のほとんどは、本社からの遠隔操作、監視が可能になっている。

2.1 送信機

送信機(図1)は、送信出力10kWを得るために用いられる。送信機は3台あり、一つの送信機は、20個の電力増幅ユニットを組合せたものとなっている。電力増幅ユニット一つの出力が約300Wで、送信機一つで約5kWの出力が得られる。三つの送信機のうち二つを稼働することで10kWの出力を得ることができる。残りの一つは予備となっており、もし、二つのうちどちらか一方に異常が起きた場合、残りの一つに切替えることで、放送事故を回避することができる。

[†] 東京工業大学 国際開発工学専攻 山下研究室

^{††} 東京大学 大学院情報理工学系研究科

"Research of Visiting to TV Tokyo's Transmitting Station in Tokyo Skytree and Master Room, Control Room and Studio in Head-Office Building" by Tatsuya Yokota (Graduate School of Tokyo Institute of Technology, Tokyo) and Hideki Fushiki (Graduate School of University of Tokyo, Tokyo)

図2 水冷式冷却装置

図3 ダミーロード装置

2.2 冷却装置

送信機は稼働中に高熱を発するため、冷却装置を用いて発生した熱を逃がす必要がある。三つの冷却装置は、三つの送信機に対応しており、それぞれを個別に稼働することができる(図2)。テレビ東京送信所では、冷却水を熱媒体として用いる水冷式の装置を用いている。ラジエータで冷やした冷却水を、パイプを通し送信機に供給して、送信機の放熱を行う。高温になった水は、ラジエータで再び冷却して再利用している。冷却方式には他に空冷式がある。これは空気を熱媒体として用いる方法で、ファンやダクトを用いて空気を循環させて、放熱する。

一般的に、水冷式は比熱の高い水を用いるため、空冷式に比べて冷却効率が低いことが特徴である。最近では、家庭用コンピュータのCPUの冷却装置などに、水冷方式を用いる製品もある。ただし、構造が複雑になるため、空冷式に比べてコストが高い。ちなみに、2011年11月に開催されたHPCチャレンジで世界一位となった理化学研究所のスーパーコンピュータ「京」でも、水冷方式が採用されている。

2.3 ダミーロード装置

ダミーロード装置は、無誘導抵抗器からなり、主に送信機器を調整、または試験稼働させる際、アンテナの代わりに用いる。調整稼働の電波を外へ送信してはならないため、ダミーロード

装置を用いて、電波の送信電力をそのまま熱エネルギーへ変換する。一般的には、許容入力10W程度の小さなものもあるが、図3からわかるように、放送用のダミーロード装置は非常に大きい。このダミーロード装置は許容入力10kW水循環式空冷方式のもので、送信機の出力を合成した場合の全体試験用に用いる。その他、許容入力5kW空冷式のダミーロード装置もあり、これは、送信機の切替および出力合成時の電力吸収用に用いる。

2.4 電源装置

送信機、冷却装置、各種通信装置など、送信所全体を稼働させるためには大量の電力が必要になる。通常は電力会社から供給された電力を使うが、それだけに頼っていると、一時的な停電などが発生した場合、放送を継続することができなくなってしまう。そのため、スカイツリーには、非常用発電装置が備わっている。ただし、発電装置が起動し、安定した電力供給が得られるまでの間は非常用バッテリーから電力を供給する。

2.5 STL/TSL/TTL

STLとは、Studio to Transmitter Linkの略称で、放送番組を演奏所(テレビ東京本社ビル)から送信所へ送るための回線のことであり、TSLは逆で、Transmitter to Studio Linkであり、TTLはTransmitter to Transmitter Linkである。回線は無線、有線、マイクロ

波、アナログ、デジタルなどさまざまであり、有線と無線を両方用いるなど、通常2重の回線により冗長性を得ている。また、本社から送信機器への遠隔操作のための制御信号もこの回線で送ることができる。

スカイツリーでも同様、送信所へ有線・無線の両方で通信可能になっており、その中には東京タワー経由の回線もあり、合わせて三重のシステムになっている。また、平塚や青梅など計4つの中継所とTTLで繋がっており、それぞれ二重化された装置を用いることで、冗長性を得ている。

2.6 FPU

FPUとは、Field Pickup Unitの略称で、マイクロ波を用いた中継伝送装置のことである。例えば、生中継などで撮影している映像を中継車からマイクロ波で送信し、それをスカイツリーのFPUアンテナで受信して、本社へ映像素材として届けることができる。

FPUアンテナは可動式となっており、中継地点とその角度を制御用のコンピュータに登録しておくことで、中継地点に応じて最適な角度に自動調整することができる。マイクロ波は直進性が強いので、遮蔽物に弱い。そのため、送信機、受信機ともに高所に設置することが望まれる。FPUは主に山の頂上や、鉄塔などに設置され、それぞれが中継しあうことで、現場から本社へ映像素材を届けることができるよう

図4 回線室

図5 マスタ室

にしている。

3. テレビ東京本社ビル

続いてテレビ東京本社ビル（港区虎ノ門）に訪問した。テレビ東京は関東広域圏を放送対象地域とする放送局で、ニュースやエンタテインメント等の番組を制作・放送している。1964年に開局し、現在では関西や名古屋、海外に支社を持つ。ここでは、テレビ東京本社ビル内で見学した施設について紹介する。

3.1 回線室

回線室（図4）は、国内外の撮影現場、中継所、送信所などからFPU、SNG（通信衛星を用いた放送素材収集システム）、有線回線（光・NTT等の通信業者）などを用いて送られてくる映像素材が集まるところである。ここに集められた映像素材や番組をスタジオ、マスタ室などへ分配する。

3.2 マスタ室

マスタ室（図5）は、事前に作成した番組、回線室から分配されてくる番組、スタジオから送られる映像、CMなどを運行スケジュールにしたがって、最終的に切替え、監視するところである。ここでは24時間常人が監視している。

3.3 スタジオ

スタジオ（図6）は、番組の撮影に使用されるもので、大規模な照明装置や撮影装置および音声装置が備わっている。その他グリーンバックを用いた実

図6 スタジオ

写合成技術、カメラの前にハーフミラーを設置しアナウンサーがカメラ目線のままテキストを読むことができる技術など、放送を支える技術が多数使用されている。

4. むすび

テレビは、われわれの家庭に情報や娯楽、そして夢を届けてくれる、もはや生活に欠かすことのできない要素の一つである。しかし、それを実現させるためには、現場、撮影機材、出演者、編集者などもさることながら、それらを「繋ぐ役割」として、送信所、中継所、およびデータ送受信のための技術が必要不可欠である。今回の見学は、それらを「繋ぐ」ために用いるさまざまな装置を実際に見ることができ、大変良い

経験になった。見学に協力してくださった、テレビ東京技術者の方々に感謝の意を表したい。（2012年6月18日受付）

よこた たつや
横田 達也

2009年、東京工業大学工学部開発システム工学科卒業。2011年、東京工業大学国際開発工学専攻修士課程修了。現在、東京工業大学国際開発工学専攻山下研究室博士後期課程2年在学中。理化学研究所脳科学総合研究センター脳信号処理研究チーム大学院生リサーチアソシエイト（非常勤勤務）。

ふしき ひでき
伏木 秀樹

2011年、電気通信大学電気通信学部知能機械工学科卒業。現在、東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報専攻苗村研究室博士前期課程2年在学中。