

## 劇場・音楽堂のITV設備の比較と課題検討

2月6日(水)15:00~17:30 カルチャー棟 小ホール

[講師] 坂下 仁 (ヤマハサウンドシステム(株) 計画設計室 課長代理)  
浅原康二 (ヤマハサウンドシステム(株) マーケティング部 部長)  
[モデレーター] 草加叙也 ((公社)全国公立文化施設協会 アドバイザー)

○草加氏 これから、劇場・音楽堂のITV設備の比較と課題検討のセミナーをはじめさせていただきます。

このセミナーでは、実際にカメラからモニターを通した映像を見ていただきながら、皆さんの劇場と比較していただきITV設備について考えていただこうと思います。最初に、なぜこのようなセミナーを企画したかという、ITV設備が意外に改修の時に取り残されていることが少なくないという事があります。また、映像がアナログからデジタルに変わって、その遅延への対策が求められるようになってきているということもあります。映像の遅延については、アナログの時点でも遅れないわけではありましたが、許容されてきました。しかし、その時間がデジタルではアナログ以上に大きくなっているということです。この映像の遅延について、音楽関係者、特に映像の遅れに敏感な指揮者の方に「映像が遅れていますか」と聞くと、実際に遅れているので当然「遅れている」という回答が返ってきます。ただ、「これでも使えますか」あるいは「これで行けますか」と聞くとまあ行けるか行けないかと答えてくれるようです。

加えて、暗視性能ということも近年では大変に重要視されるようになってきています。もちろん、そもそも暗視カメラを使う方法もありますし、今は、暗視性能の高いカメラも出てきているので、そういうものも見ていただいて、比較をして、その組み合わせを含めて考えていただこうと思います。特にこのITV設備というのは映像設備と十把一絡げにされることがありますが、実際には舞台進行監視のための設備で、映像が「綺麗に映っているか」以上に、監視するための対象の映像が「きちんと確認できるか」というところにポイントがあります。本日は、そういう視点で見ていただきたいと思います。舞台の設えについてはあんまり色気がないんですけども、セミナー中には客電を落としたり、暗転にしてみても映像も見比べていただこうと思います。もし、途中でこういう映像を見てみたいということがあれば声をかけていただいて、対応できる場所は対応したいと思います。セミナーの最後には、質問を受けようと思っているので、まとめてこういう映像も見たいかということがあれば、リクエストをしてください。

セミナー中、映像を見比べたりしてもらうために、歩き回っていただいて結構です。機材の近く来ていただいても結構ですので、手荷物はまとめていただき、貴重品については、ご自身で管理してください。

では、今日の講師を紹介したいと思います。

皆さんの劇場や音楽堂でも工事やメンテナンスなどでお世話になっているところが多いかもしれません。お一人目がヤマハサウンドシステムの浅原さんです。同じく坂下さんです。よろしくお願いします。お二人に加え、二人のスタッフの方にお手伝いをさせていただいて、進めたいと思います。

この後は、浅原さん、坂下さんにマイクを預けて進めたいと思いますので、よろしくお願いします。

では、まず浅原さんからお話をさせていただければと思います。よろしくお願いします。

○浅原氏 ヤマハサウンドシステムの浅原と申します。よろしくお願いします。

今日はこのような機会をいただきまして、ありがとうございます。思ったよりちょっと人数が多くて緊張していますが、よろしくお願いします。

今回は2時間の時間をいただきまして、「劇場・音楽堂のITV設備の比較と課題検討」という形でやらせていただきますが、実験を使ってできるだけ皆さんに見ていただく形で進めたいと思います。カメラを何台かとモニターを3枚お持ちしました。実験は何回か同じことを繰り返しますので、今、客席の両端に座られている方も交代で中央部分に入って頂けますでしょうか。

私はいま、マーケティング部という部門におりますが、以前は提案設計、いわゆる劇場等の音響設備や舞台連絡設備の提案をさせていただいておりました。このあと説明をする坂下は、提案設計部門ですので、具体的なところが何かあれば相談頂ければと思います。

ITVなのに「何でヤマハ？」と思われたかもしれませんが、我々ヤマハサウンドシステムが工事を担当させて頂いている「舞台音響設備」には、スピーカーから音を出す「音響設備」と、ITVを含めた「連絡設備」が含まれています。今回、舞台連絡設備の一部であるITVについてお話ししますが、設備概要に関しては「劇場等演出空間電気設備指針」という2014年に改訂された本が出ており、こちらに詳しく載っています。実機による検証と合わせて見ていただき、今後の設備改修の参考にしていただければと思います。

我々ヤマハサウンドシステムはエンジニアリング会社で映像設備のメーカーではございません。ですので機材の中身については若干疎いかもしれませんが、劇場における設備の使い勝手の面から、こういうふうに使おうといいですよとか、お客様からこんなご意見をいただいていますとか、と言ったお話はさせて頂けるとと思います。今回は皆さんに実験を見ていただくと同時に、今運用されているITV設備で困っている事や、こんな便利な所が有るんだ、といった事を教えて頂けるとありがたいなと思っております。

本日は沢山のメーカーに機材をお借りしていますのでご紹介させていただきます。スイッチャーと変換器関係を株式会社 アイ・ディ・ケイ様、カメラを株式会社 日立国際電気様、PTZカメラとモ

ニターを三友 株式会社様、ビューワーを株式会社アルテックス様にご協力をいただいております。  
この場を借りてお礼を申し上げます。

ここからの説明は坂下が担当します。4つの比較を順に追ってやらせていただきますが、はじめに概要を説明した上で順次見ていただきます。では、お願いします。

○坂下氏 ヤマハサウンドシステムの坂下と申します。よろしくお願いいたします。

冒頭に草加さんからもお話がありましたが、I T Vシステムについてはまだアナログのままというケースは珍しくありません。本日の会場もアナログのシステムをお使い頂いておまして、舞台袖や楽屋はブラウン管のテレビでした。我々も保守や改修のご提案などで全国各地のホールに伺うのですが、調整卓はデジタルでもI T Vシステムはアナログのまま、というのは決して珍しくありません。

I T Vシステムが連絡設備として舞台設備の一部として扱われていれば、保守メンテナンスの流れから改修計画へ組み込まれてゆくのですが、一般電気設備や防犯カメラの一部として施工されたシステムの場合、改修計画から取り残されている事が多い様に感じています。

世の中の流れとしてアナログ機器は終息に向かっており、いつまで現状のシステムを修理出来るのかは不透明な状況です。遠くないどこかの段階でI T Vシステムの見直しが必要になります。

という事でまずはアナログとデジタルの映像を比較する所から始めさせて頂き、システムによる見え方の違いを体感頂くと共に今後のシステム構築の参考にして頂ければと思います。

## ◆比較1 アナログとデジタルの違い

ひとつ目の実験は1台のハイビジョンカメラから出力されているアナログとデジタルの出力を、それぞれ同じ機種モニターテレビに接続し、アナログ伝送とデジタル伝送における見え方の違いをご確認ください。

カメラは監視・防犯用途向けの比較的リーズナブルなフルHD対応カメラで、電源供給ユニットからアナログ（NTSC）とデジタル（HD-SDI）の映像が出力されています。これを映す2台のモニターは同一メーカーの同一機種家庭用のテレビです。アナログ信号はそのままテレビのアナログ入力へ、デジタル信号は変換器（HD-SDI→HDMI）を経由してテレビのHDMI入りに接続しています。

画面が43インチですので会場の後方だと違いが分かりづらいかもしれません。前に来て頂いて細かい所まで見て頂ければと思います。

（客席から）「これは遅れていますか？」との質問あり。

この比較ではデジタルとアナログの違いですが、両方共遅延は感じられると思います。

改修の際に「デジタルにすると遅れるけど、アナログにしたら遅れないでしょ？」と聞かれることがあるのですが、一般的なアナログカメラは本体の内部でデジタル処理されているため、伝送方法だけをアナログにしてもデジタル処理による遅延は回避できません。

この実験で使用しているHD-SDI方式は、放送局で使用されている伝送フォーマットで、これを民生用で使われるHDMI規格に変換しています。数年前まで日本国内では放送局から家庭用、防犯カメラに至るまでNTSCというひとつの規格で統一されていました。互換性もあったため、ホール内でも防犯カメラと家庭用テレビを組み合わせたシステムが多数導入されていたのですが、デジタルになると映像を受け渡す以外の機能も追加されたため、防犯カメラはネットワーク伝送、放送局はHD-SDI、家庭用はHDMIとそれぞれ違う方向に進化しています。

見ていただくとよく解ると思いますが、デジタルと比べるとアナログはぼやけているように感じます。今見て頂いているカメラも画質を追求したカメラではないのですが、それでもやはりアナログからデジタルになるだけでこれだけの差が出てしまいます。

○草加氏 明るく見えるのとそうでないものの差はどういうことでしょうか。

○坂下氏 明るく見えるというのは設定の問題もあります。

(注:確認したところ、テレビの明るさ設定が若干違っていました)

あとは画素的な問題で、デジタルはフルハイビジョンの映像、いわゆる1920×1080という細かい解像度の映像です。アナログはNTSCでドット換算はできないんですけれども、大体640×480くらいですので、アナログになるとよくも悪くも映像がつぶれて見えます。つぶれて見えることによって全体的にぼけた感じにはなるのですが、その分ぱっと見明るく見える事もあります。実は画面の解像度が下がると、細かい部分がぼやけるものですから、遅延に対しての判断も緩くなるんです。

単純に面積で比較するとアナログの一画素を10センチ角（100ミリ角）とした場合、フルHDのハイビジョンは大体2.5センチ角、4Kになると1.25センチ角、8Kになると0.625センチ角と、なります。これだけ違うと当然クッキリ見えると同時にアラも目立ちやすくなります。そういった意味ではアナログのぼんやり見える感じが、実は良い様にも悪い様にも働いているのかもしれない。

では、ここで暗転・明転時の見え方を見て頂きます。

#### 【舞台上及び客電を全て落とし、デモンストレーション】

画面の明るさがふらつく様な動きが有りますが、このカメラはオートゲインコントロールというのが機能しているので、急激に明るさが変化すると自動調整でふらつく様な挙動が出ますね。

#### 【舞台のみフル明転】

○草加氏 モニター画面が真っ赤になりましたね。

○坂下氏 自動調整の場合、色のバランスが追従しないことが有ります。時間が経つと安定するのですが。

基本的にカメラは暗いと映像になりませんので、入ってくる光が少なくなると電氣的に感度を上げようという処理が働きます（増感処理）。そうすると画面はどんどんざらついた感じになって、デジタルでも高解像度な印象は少し無くなります。カメラの設定によってはシャッタースピードを遅くすることで出来る限り見えるようにする機能もありますが、それをやると動きがあると残像が出て、動画になるとモヤモヤとした映像になってしまいます。

○草加氏 明らかに画像はデジタルの方がきれいに映っています。情報量についてはこのデジタル画像の方がすごく多いですね。

○坂下氏 そうですね。その辺りはスペック通りの差になります。

こういうデモをやっていたまに誤解を受けてしまうのですが、「アナログでも実用上充分じゃないか」という話になったりします。私達としては単に高機能だから、という理由でデジタル化をお勧めしている訳ではありません。

現在アナログの機器は年々少なくなっています。主要な大手メーカーでは純粋なアナログ専用のカメラを、私の記憶でざっと5年ぐらい出していないです。アナログのインフラを維持するのは年々難しくなっていると感じています。かといって、デジタルのシステムになると構成が全く異なりますので、一部分壊れたからそこだけデジタルにという事も出来ません。我々としては、長期的な視点でITVシステムを維持する、という意味でデジタル化をお勧めしています。

## ◆比較2 HDとUHDの違い

では、次の比較2に移ります。比較1は過去（アナログ）から今（デジタル）なんですけれども、比較2はこれからの先の話になります。最近、テレビ放送でも4K放送が始まりますなどと盛んに宣伝をされていますが、HD（ハイビジョン）と4Kってどれだけ違うのか？という比較をさせていただこうと思います。

今回お持ちしているカメラは、同じメーカーの同じシリーズのカメラになります。見た目はほぼ一緒なのですが片方が4K対応のカメラで、もう片方がHD対応のカメラです。カメラの中の撮像素子という映像を取り込む部分は違いますが、それ以外の部分はほぼ同じです。モニターは比較1と同じです。

4Kの映像をSDIで撮り出すと少々大変で12G-SDIという規格を使用するのですが、現状でまだ周辺機器が出揃っていません。今回はカメラとテレビの距離が近いので、民生のHDMI 2.2という規格で接続しています。HDについては比較1と同様に変換器（HD-SDI>HDMI

I) を経由してテレビのHDMI入力に接続しています。

同じシリーズのカメラ、同じモデルのモニターテレビという、ほぼ同じ条件で4KとHDでどれくらい映像の見え方が変わるのかというのが注目ポイントです。

○草加氏 舞台監督になったつもりで、モニターを見る距離で見ないと分からないかもしれませんが、明らかに違うようですね。

○坂下氏 そうですね、HDの方は見慣れてしまっているかもしれません。

○草加氏 デジタルではハイビジョンが最高峰に位置付けられると思われていますが、伝送のシステムさえうまくいけばこうなるということですね。

○坂下氏 そうですね、見た目上明らかに違います。ただ、正直なところを言ってしまうと、この今回見ていただいている4Kというのは、4Kの30pというフレームレートのもので、世の中で「4K放送が始まります」と言っているのは4Kの60pという、実はこれよりもっと高規格なものになります。何が違うのかと申しますと、4Kとかハイビジョンというのは映像の画素数で、画の細かさ、静止した時の1画面を構成するドットの細かさのことを言っているだけです。「30p」というのは、その4Kなりハイビジョンなりの細かさの画が秒間30コマ動きますよという意味です。4Kのフル規格は「60p」ですので、4K解像度の静止画が秒間60コマ送られる事で動画を映し出します。ちなみにNHKさんが規格化を進めている8Kになると、秒間120コマが最大スペックになるそうです。

ひとくちに「4K対応」と言っても、単純に画面のサイズが4倍になるだけではなく、それが毎秒流れるコマ数も増える。つまり伝送するデータの量は4倍では済まないのです。例えば、地デジでお馴染みの映像(1080/59.94i)は、毎秒約1.5ギガビットの通信量ですが、それが4K(2160/60p)になると毎秒12ギガビット必要となります。

先ほど草加さんもおっしゃっていたように、4Kについては「伝送のシステム」に当たる部分がネックになっており、これだけの情報量を高速に安定していかに伝送するかが課題になっています。皆様が家庭やオフィスで使用しているパソコン用のイーサネット(有線接続)は毎秒1ギガビットの接続が一般的で、大規模な施設の幹線に当たる部分でも毎秒10ギガビットの設備になります。そう考えると4K映像の毎秒12ギガビットというデータを各所に送るといった事がどれだけ技術的にハードルが高いかおわかりいただけるかと思います。

一方でオリンピックに向け8Kの話も盛り上がりつつありますが、我々がITVシステム構築する上では、まだ決まっていない事も多いため現実的ではありません。

○草加氏 映像としてはもう既に4K、8Kとできているんですけども、それが情報量が多すぎて実際には送れないということです。だからまだ普及していません。また、カメラは4KとHD

の値段を比較するとそれほど変わらないようですが、ここから先のスイッチャーとかの値段がそれ以上に価格差があるというのが現状です。映像を表示できる状態にはあるんだけど、映像を送る側と受け取る側の間はまだ安価につなげにくいのです。今のインフラの状態ですら8Kの画像を送られても見るのができにくい状態です。情報を送れる幹線がそれに対応できていない。つまり、実質HDが現状でのハイエンドだということになるでしょう。ただ、これも技術ですので、舞台照明がこれだけムービングライトとかLED化してきてコントロールに多大なメモリーの量が必要になってきていることに対して、徐々に対応を行えるようになってきている。そういうことから考えると、そう遠くない時期にその間をつなぐ技術がいずれはできてくるだろうと思えます。もちろん、今すぐそれが解決するという話ではありません。今は5mぐらいが限界だったでしょうか。

○坂下氏 そうですね、今の金属のケーブルを使って非圧縮で送るという場合は「部屋の中で収まる長さ」というイメージです。12G-SDI専用のケーブルであれば「部屋間の配線」も可能ではありますが、分配器やスイッチャーなど機器の値段もまだまだ高価です。

○草加氏 では、同じように舞台も調光してもらったらどういう状態になるか見ていただきましょう。見ていただくと映像のクオリティとしては確実に4Kの方が高いことがよく分かります。アナログと比較すると雲泥の差になります。

○坂下氏 冒頭に草加さんがおっしゃいましたが、ITV設備に求める機能は何か？という点は極めて重要です。場内を美しく見せたいのか、運用の様子が見えれば良いのか、用途に合わせた選択が必要です。画面を見て「これから4Kだ」とフル4Kで全部組むとなると、色々な場所に光ファイバーを引く様な話になってしまいます。そうするとシステム的には大掛かりになりますし、コスト的にもかなり高額になってしまいます。

○草加氏 4Kの画像を再生するビデオプロジェクターを見ると、HD（ハイビジョンデジタル）より明らかに4Kの方が画像の質が上です。それは投影される画面を大きくすればするほどよく分かります。ただ、今回はITV設備なのでどう監視できるかということ、必要な情報がしっかりと伝えられているかどうかということが重要です。つまり、舞台袖や調整室でモニターを見なければならぬのであれば、カメラからモニターまで映像を送る距離は、30mあるいは40mにもなるというのが現実です。

○坂下氏 最近の新築や改修の計画において、4Kの話というのは必ず出てきます。費用対効果ではプロジェクターの4Kのほうがハードルはぐっと低いです。要は、再生機からプロジェクターの本体まで送るところだけ考えればいいので、単純に「伝送」の部分が少ないためです。

ITVの場合はカメラとモニターが1対1ではなく、場内の各所に映像を送ることになりますので、その分のインフラに対するコストが膨らんでしまいます。

正直なところ、プロジェクターの4Kというのは、我々も比較的気軽にご提案できるのですが、I T Vを4Kでと言われると、ちょっと躊躇してしまいます。

### ◆比較3 カメラの色々な機能

3番目の比較はデイナイト機能の比較になります。機材の都合で比較2と同じカメラを使用しますが、カメラの出力は両方ハイビジョンです。HDと4Kのカメラですので全く同じではありませんが、片側のカメラはデイナイト機能をオンに、もう一方はデイナイト機能をオフにしています。この状態で場内を明るい状態から暗転、暗転から明転として、見え方がどの様に変ってくるのか、ご確認ください。

デイナイトモードをご説明しますと、赤外線に対してカメラが反応するかしないかの切り替えになります。明るい所でカメラの撮像素子が赤外線を受けてしまうと真っ白になってしまうので、通常は赤外線をカットするフィルターが入っています。いわば赤外線を通さないサングラスをかけて世の中を見ている状態で、暗くなった時にこのフィルターを物理的に外す、という機能がデイナイトモードというものになります。フィルターが外れると赤外線にまで撮像素子が反応するようになりますので、可視光が無い状態でも見えやすくなるという仕組みになります。よく聞いていただくと解るのですが、暗くなったり明るくなったりするとカメラのところでカチンと音が聞こえます。

今回、赤外線投光器をお持ちしていますので、暗転しても舞台の様子がよく見えるというのが確認いただけるかなと思います。

人間もサングラスをかけたまま暗い部屋に入ると何も見えなかったり、暗い所から明るい所に出ると目が眩んだりします。カメラも同じで明るさが急激に変化すると調整が追いつかず真っ黒になったり白飛びしたりします。これに「サングラスを外すか外さないか」で振る舞いが随分変わります。お配りした資料の「比較のポイント」にも書かせて頂いておりますが、暗くなった時の挙動が異なりますので、そのあたりにご注目ください。

#### 【舞台上及び客電を全て落とし、デモンストレーション】

これで暗転になりました。皆さんから向かって左側のディスプレイはデイナイトモードがオンになっていますので、赤外線に反応しています。これだけ暗くても人の表情までわかります。

○草加氏 赤外線を出しているということですか。

○坂下氏 はい、出ています。ちょっと赤外線投光の向きを変えてみましょう。これは赤外線の中でも可視光に近い波長の機種ですので前面に赤い点々が見えますが、この点々が見えない機種もあります。どうしても舞台から見たときに投光器の点々が気になるという場合には、見えないものを選びます。

ではこれで明るくしていただいて。画面が切り替わるのがおわかりになるかなと思います。赤外

線に反応するモードでは画面はモノクロですが、フィルターが入ると通常モードに切り替わってカラーの画面になります。

### 【舞台上及び客電を全て点灯し、デモンストレーション】

○草加氏 これはデイナイトモードではないということですね。

○坂下氏 はい、画面が切り替わらない方はデイナイト機能をオフですので、赤外線フィルターをかけたままモード切り替えがない状態です。今から何回か明転、暗転を繰り返しますので、その移り変わりにご注目ください。

### 【明暗を繰り返す】

演劇などでシーンが変わってバンと明るくするという時、演出的な効果を狙っての明暗差をあえて大きく取る事があります。そうするとカメラは目くらましをくらったようになって、画面が真っ白になってしまいます。こうなると一時的に監視のモニターとして機能しない時間が発生するので、この画面を頼りにしているスタッフの方は困ってしまいます。

とある商業劇場さんではデイナイトモードをオフで使っています。あえてデイナイト機能を使用せず、明転・暗転時のブランク時間を短くする使い方をされています。暗い時はデイナイトモードをオンにしたほうが細部まで見えるのですが、演者が立ち位置に立ったかどうかというのを確認するだけだったら、デイナイトモードがオフでもぼんやり見えるので問題無いとの事でした。

○草加氏 デイナイトモードの機能があれば、暗くても対応ができるというのはよくわかりました。

○坂下氏 そうですね、このカメラはリモコンで操作できる機種ですので、ホールの中で言えば舞台袖とか、調整室にリモコンを置いていただいて、用途に応じて切り替えていただく運用も可能です。

○草加氏 これ、カメラと舞台の距離が今の3倍とかになったら、距離の影響はありますか。

○坂下氏 そうですね、大きければ大きいほど、少しだけ明るく見えます。

○草加氏 解像度が落ちるということですか。

○坂下氏 どちらかと言えば誘導灯など周囲のかすかな光です。現状は被写体との距離が近いということもあって、差が出にくいかもしれません。（注:実験はカメラを舞台から5m程の中通路に設置）

○草加氏 実際の劇場や音楽堂では、カメラとモニターをこんなに近い位置に配置するということはありません。

○坂下氏 そうですね、実際はこのホールに設備されているカメラも客席の後壁にあります。センターカメラの位置としては一般的です。

○草加氏 それでもある程度は使えるということですね。

○坂下氏 ぼんやりと人が舞台に出ているか出ていないか、位は見えます。

○草加氏 暗視カメラ程ではないにしろ、それに極めて近い程度の認識はできるかもしれないということ

ですね。

○坂下氏 カメラはかすかな光にも反応しますので、実際には内装の色とか客席の非常灯といったものにも左右されます。

そのため実際に I T V のカメラ更新をご検討頂く際に、現地にデモ機を持ち込んで実験させて頂く事もあります。実際の現場環境でやってみないとわからないこともあります。

このカメラは電動雲台を一体化したもので、操作するリモコンがこちらに有ります。我々もよく無意識に使ってしまうのですが、電動雲台で遠隔操作出来るカメラの事を「P T Z 付き」と呼んだりします。P T Z というのは「P a n T i l t Z o o m」の略で、リモコンで「左右、上下、ズームの操作が出来る」カメラの事です。アナログの時代からある機能ですので、お使いの会館さんもあると思いますが、例えばホールの間口が公演によって変わるとか、ステージの位置が変わる平土間ホールなどで、用途に応じて向きや画角を変えられるので便利です。

これも実際に触っていただいて構いませんので、ご体感頂ければと思います。

最近の機器は制御信号もイーサネットの制御が主流になっていきますので、回線さえ引いておけば、普段は舞台袖で使っていたけれど、今日は調整室から操作したいという場合でもリモコンを移動して繋ぎかえるだけで使えます。この辺りもアナログのシステムより柔軟に運用出来ます。

近年はホールの運営・制御用にネットワークを構築する機会が増えています。色々な機材がネットワークで繋がる様になったというのは大変便利ですが、システム全体として安定動作するネットワークを構築するには、「何をどこでやりたいのか」を理解する必要があります。

ホール・劇場におけるネットワークインフラは今後重要性を増してゆくと考えています。

#### ◆比較4 伝送方式の違い

4番目の比較では伝送の方式の違いを見て頂きます。この比較で最初にご紹介するのが防犯カメラの分野で普及が進んでいるネットワークカメラです。大変コンパクトなカメラですが、画質はフルハイビジョンで、ビューワーを経由してHDMI信号として取り出した画面をご覧頂いています。

○浅原氏 このカメラにはネットワークの出力端子しかないんですね。

○坂下氏 はい。電源の供給もネットワークのポートから行います。今回はP o E 給電可能なLANスイッチから電源を供給しています。

隣の2画面は同じカメラで比較2でもご覧頂いたハイビジョンカメラの映像になりますが、途中の伝送方式が異なります。片側は比較2と同じHD-SDIの信号をHDMIに変換してモニターテレビに出力したもの。もう片方は同様に変換したHDMIの信号を更にIP伝送機を通してネットワーク経由で伝送したものです。

大きな違いとしてはカメラから直接繋がっている映像は非圧縮ですが、ネットワーク経由で送られた映像は動画データを圧縮して伝送しています。ネットワークカメラはカメラ本体の中で圧縮処理されて直接ネットワークに繋がっていますが、IP伝送機は入力された信号を送信機の中で圧縮してネットワークに送り出し、受信器の方で元に戻して映像として出力しています。そのため、同じカメラの映像でもよく見て頂くと画質も違いますし、遅延も違います。

近くで見て頂くと解るのですが、同じ画面でもネットワーク経由の方が細かい部分の表現が粗かったり潰れたりしています。

今回お借りしたネットワークカメラは上位のモデルですので、画質的にもかなり綺麗で、遅延も少ない方だと思います。ただレンズが広角ですので画面の両端がひずんでいますし、画質も多少不自然なくらいにクッキリとしています。この辺りも監視用途として割り切った作りだと感じますね。公演の記録用としては高品質とは言えませんが、ちゃんと見えて確認出来るという意味ではとても見やすいのではないのでしょうか。

○浅原氏 ネットワークカメラも製品によって違いますね、この遅延はかなり短い感じがします。

○坂下氏 ネットワークカメラが便利なのは、接続するネットワークインフラの通信速度に応じて出力する画像の品質を細かく変える事が出来る点です。防犯カメラは同じネットワークに何台も繋がりますので、画質やフレームレートを下げる事でネットワークの品質に合わせた設定が可能です。

現在ご覧頂いている設定はフルハイビジョンですが、このネットワークに同じ設定のカメラを10台繋げて同じ様に見るのは難しいと思います。

○草加氏 防犯カメラということは暗視性能も高いんですね。

○坂下氏 実はこのカメラは赤外線投射器を内蔵していますので、暗視機能があります。

○草加氏 暗視カメラにもなるということですか。

○坂下氏 はい、暗闇でも見えるようにできています。

ならば全て防犯用のネットワークカメラで良いかということ、なかなかそうは行きません。

昔は防犯カメラも常時警備員さんが見ているリアルタイム監視が基本でした。近年はニュースなのでもよく見かけますが、ほぼ全ての防犯カメラの映像は録画されています。ネットワークカメラも基本的には録画が目的で、何か有った時に後で見返すというのが基本で、リアルタイムで画面を見るという事は使い勝手上あまり考えられていません。

また、カメラとモニターの関係性というのもあります。防犯カメラのシステムはカメラの数は数十台の規模でも画面が見れる場所は数箇所に限られています。それに対してホール・劇場のITVは、カメラは数台でも見る人は数十箇所というのも珍しくありません。防犯カメラのシステムはそもそも「数十箇所で見ると」という事を想定していないシステムですので、そのまま使うのはコスト

面でも使い勝手の面でもかなり難しいのです。

弊社でも防犯カメラを一部使用したシステムを導入した例がいくつか有るのですが、ホワイエや搬入口といった、遅延に対する要求が少なく、画面の美しさを求めない場所に限られています。

冒頭に草加さんも話されましたが、映像の遅延をどう捉え、どの様に扱うか、というのはITVのシステムを考える上で重要なポイントのひとつです。

先程から映像のいくつかのパターンでご覧頂いていますが、アナログからHD、4Kと画質が良くなると、見る人は「遅れ」を感知しやすくなります。つまり、画質が良くなればなる程、アナログの時には気にならなかった所に「気が付く」ようになる、という面も有るのです。

遅延の話は突き詰めると脳科学の話になってしまうのですが、研究によると人間は0.0何秒単位の遅れを「知覚」できるのですが、それに反応して何らかのアクションを起こす事ができる速度は、0.1秒を切ることはほぼ無いそうです。まあ、生き物ですので個人差は有るとは思いますが。

国際的な陸上のルールでもスタートの号砲が鳴ってから0.1秒以内に動くと言われているように、スタートがかかって0.1秒以内に動いた人は「音を聞かずにスタートした」と判断されるわけです。

舞台や音楽の世界では「呼吸の間合い」で進行しますので、遅延はより少ない方がタイミングを合わせやすいのは間違いありません。注意が必要なのは「この画面は遅れていますか？」と聞くという事は「遅れを感覚で捉えられるか？」という質問になるので、かなり厳しい審査をする事になります。遅延を短縮するのは突き詰める程にコストもかかりますので、実用上どの程度までが許容出来るのか？という点については、少し冷静に考える必要が有ると思います。「遅れが有る設備」は必ずしも「使えない設備」では無いという事です。

弊社もこれまで様々なメーカーから実機をお借りして遅延測定を行ってきました。検証した中で解ってきた事としては映像を加工する処理が入ると遅延が増大する傾向がある、という事です。特にシステム全体の中で「カメラ」と「モニター」における遅れが大きな差に繋がります。

カメラは我々が目で見えている光を電気信号に変える部分ですが、ここの処理の違いが遅延の差として出ます。検証した中では比較的高価なカメラの方が遅延が少ない傾向に有りました。

興味深いのはモニターディスプレイで、こちらは必ずしも高価な機種が遅れが少ないわけではありません。モニターディスプレイに求められる機能として一番重要なのは、やはり「美しい画像を表示する」という事で、各社が工夫を重ねた「高画質化回路」というのが搭載されています。「遅延」という点ではこの部分が曲者で、高度な処理をすると概ねその分遅延は増大する傾向にあります。

す。

面白かったのは家庭用のテレビで、画面モードを切り替えられる機種が有るのですが、その中に「ゲームモード」というのがあります。画面を見て操作するゲーム用のモードですが、これは画質よりもゲーム機から入ってきた映像を最短で表示させる設定になっているため、弊社で試した機種では業務用モニターと比べても遜色の無いパフォーマンスでした。

この他、映像の変換処理でも遅延が発生します。今回の検証でも使用しているHD-SDIとHDMIの変換でも「映像の加工」をしない伝送フォーマットの変換だけを行う場合、遅延は極めて小さく（某社の資料では1～3ライン）並べて見ても知覚出来ません。

一方、解像度やフレームレートを変換する、4分割画面を合成する、など画像処理が必要な機能が間に入ると、明確に遅れが発生します。

そもそも電氣的に処理している以上、遅延をゼロにするのは不可能です。とは言え機器単体では少しの遅れもシステム全体で累積すると無視出来ない遅れになる事もありますので、我々も日々検証を行いながらお客様のニーズに合わせてご提案させて頂いています。

お配りした資料に「ITV設備星取表（例）」というのを挟ませて頂いたのですが、これは我々がITV設備の改修をご提案する際、用途を整理するために使用しています。

アナログITVシステムを更新する場合、既存配線を流用して機器だけ更新で済ませるのは不可能です。本日もいくつかご紹介しましたが、デジタルになると様々な選択肢がありますので、私共のようなシステム技術者は、機能だけでなくコストや工期も含めて最良のシステムを組み立てるのですが「こうすればOK」という定形のパターンが有りません。

まず必要な機能に立ち返って「映したい場所」と「映像を見たい場所」を書き出し、遅延に対する要望も含め「どこ」から「どこ」を見たいのかを整理します。この表を元に施設内の位置関係なども考慮しつつ最適な組み合わせを考えて、システムをご提案させて頂いています。

我々は仕事柄音響スタッフとお話する事が多いのですが、ITVの場合は照明・機構といった舞台技術のスタッフだけでなく、会館運営に関わる事務スタッフや警備まで、多くの方にインタビューしないとこの表は完成しません。改めてITV設備というのはそれだけ多くの方から頼りにされている重要な設備なのだと思います。

今回ご紹介していないのですが、OFDM変調方式というものもあります。一般的には「地デジ変調」といった方が馴染み深いかもしれませんが、カメラの映像をテレビの放送波に変換して、家庭

用テレビでチャンネルのひとつとして見る事が出来るシステムです。この変調方式は極めて高い圧縮率で映像を送る事が出来るため電波の利用効率がとても良いのですが、仕組み上2秒弱の遅延が発生します。

これも適材適所で、楽屋など遅延が許容される場所については既存インフラが活用出来るOFDM変調は有効なのですが、舞台進行に関わる場所で2秒の遅れは問題外と言わざるおえません。

アナログの時代にも変調してUHFのチャンネルに割り込むシステムがあり、シンプルな配線で多チャンネルを送れて遅延も少なかった事から広く普及していました。現在もなおアナログ変調の設備をお使いの施設も有りますが、アナログ受信器を搭載したテレビも生産完了から10年程経過し、テレビが壊れたら修理が難しく、今後も年々維持が難しくなってゆきます。

○草加氏 本日、ご紹介していただくデモンストレーションは大体以上ですね。ありがとうございました。

○坂下氏 我々もこれだけの機材が揃う機会はなかなかありません。せっかくの機会ですので、あれやってみたい、これやってみたい、といった事があれば実際にこの場で試したいと思います。

○草加氏 では、早速質問をしていただいても結構ですし、さっきのデモンストレーションをもう1回見たいということがあれば、対応していただきたいと思います。いかかでしょうか。

○質問者1 お疲れさまです。ありがとうございました。

今まさにITV改修の準備期間で、2020年ぐらいに予定をしているN施設です。この配線種、LANとありますけれども、現実的にはその館内配線ということになると、これは光と考えていたほうがよろしいんですかね。

○坂下氏 そこのお答えは難しいところです。本日もLAN回線で映像を伝送する機器をご覧頂きましたが、この画面はハイビジョンの映像を圧縮して伝送しています。この機器の場合、汎用のLANケーブルでは3チャンネルまでしか伝送出来ません。システム上はもっと沢山のチャンネルを組む事は出来ますが、その場合幹線は光ファイバーを通す必要が出てきます。

○質問者1 わかりました。

実はちょっと他社様から、光を使うことで要するにこのITVに限らないネットワーク構築ができるからというご説明をいただいて、こういう話をすると、ちょっとどこの会社さんなのかという雰囲気が出てしまうかもしれないんですけれども、これは多分その各社思惑がというか、安全性の担保といえますか、そういったところでの見解の相違という様な解釈でよろしいでしょうか。

○坂下氏 もう少し具体的なイメージがあればお答え出来るのですが、ちょっと一概には言えないですね。

我々ヤマハサウンドシステムとして、という事で言いますと基本的には機器のスペックぎりぎりのご提案はしていません。お客様からのご要望が有れば別ですが。

会館さんのシステムは毎年使い方が変化してゆきますので、特定の条件でしか上手く動かない、というのは良くないと私たちは考えています。もちろん映像伝送とインターネットや制御を同一の回線で使う事は、物理的には可能ですが、条件が少し変わると上手く動作しなくなる可能性があります。便利な点だけでなく、制約についても丁寧に説明する事が大切だと考えています。

○質問者1 わかりました。ありがとうございます。

○坂下氏 映像や制御に光ファイバーのネットワークを使用する事は最近増えています。

○質問者1 正直、ここまでの回線だと、こちらとしては、特に僻地におりますと、オンライン保守をやっぱり望んでしまうので、この回線は何かあったらすぐにY S Sさんがこちらにメールで教えてくれる、というのを勝手に妄想してしまっていたんですが、それは余りお勧めされていないということでしょうか。

○坂下氏 オンライン保守に関しては、我々も検討課題にしているところです。基本的には機器にトラブルが起きた時に状態を遠隔で確認して、必要な補修部品を持って駆けつけるという様なイメージでしょうか。既に技術的にはネットワークで繋いで遠隔地から確認する、という事は可能なのですが、それで実際にどこまで感知可能で、どこまで有効なサービスを提供出来るのか、検討を進めている所です。

○質問者1 わかりました。ありがとうございます。

○質問者2 T施設のAと申します。よろしくお願ひします。まさしく改修中です。

もちろんI T Vも改修項目に入っているんですが、現行では先ほど言われていたテレビが地デジに変わったときに、テレビが見られなくなるのは困るということで、幾つかテレビを入れ替えて、アナログとデジタルと複数チャンネルを持っているテレビを入れています。主要なところは受信料も払わなくちゃいけなくなってしまうので、テレビを見られるところは台数は少なくしているんですけども、あとの分はそのまま使っていたアナログのテレビで12月まで営業していました。

それまではアナログのテレビをいろんな電気屋さんから引っ張ってきたり、Amazonで買ったりしながらホールの映像は見ていたんですけども、改修に当たってはその方式で行けるのかなと思っていました。LANをまた引くとなったらとてつもなくお金がかかりますので、今までの同軸と、あとブースターを使いながら、地デジのところのチャンネルを使って各ホールに分配しようという形で考えていたんですよ。先ほど言われた2秒遅れるというお話なんですけど、やはりそういうことなんですか。

○坂下氏 そうですね。これはもう本当に地デジの変調方式の宿命と言って良いかもしれません。我々も最

初めは技術が進歩したら劇的に縮むんじゃないかと期待をしていたのですが、どうもこれは縮まらないようです。

受信料の問題というのも有りますが、東日本大震災以降、楽屋やロビーでテレビが見られるという要望が急に増えた様になっています。公共施設は大規模災害が発生した際の避難場所になる可能性があります。そうなったときに、NHKが見られないというのはまずいのかな、と思います。

○質問者3 すみません、ちょっと2点あります。

この検証環境についてリモートカメラのゲインの設定とか、そちらは揃っている状態で検証されているかどうかという確認をしたいというのが1点です。

あともう1点は、最近、DanteAVが出てきていると思います。まだ勉強不足で、どれぐらいの遅延があるかというのはわからないんですけども、あれはITVとして使えそうかというご意見をちょっと伺えたらなと思います。

○坂下氏 まず、一つ目の環境の点についてですね。

カメラについては同じメーカーの同じシリーズではありますが、設定画面は同じでも撮像素子の違いで思った以上に見え方が違いますね。厳密にもう少し追い込めると良かったのですが、時間の都合でそこまで準備出来ませんでした。申し訳ございません。

よろしければ後程機器の設定も色々試していただければと思います。

もう1点がDanteAVが使えますかというご質問ですが、使える可能性は大いに有ると思います。先程ご質問いただいたLANで映像を送る話と似ているのですが、DanteAVも映像伝送の選択肢のひとつになると思います。しかしながらDanteAVで映像が送れるようになったからといって、ホールのこのメインスピーカーから音を出すネットワークと同じ回線にITVのネットワークが入る、というのは我々のイメージには有りません。

近年、劇場の設備としてDanteだけでなく用途別に複数のネットワークを用意するというケースが増えています。今後、DanteAVをITVで使うというケースが出てきた場合も、ITV用のDanteネットワークというのを別に構築するようなイメージになってゆくのではないかと考えています。

○質問者3 自分も回線は別にしたほうがいいかなと思うんですけども、その遅延というのはどれぐらいあるかというのは情報としてありますでしょうか。

○坂下氏 まだ情報として公開されたばかりで数値的のところは出てはいません。我々もその点は注目して情報を集めている所です。

私が個人的に注目しているのは変換の部分です。DanteAVの「入口」と「出口」での遅延が

どの程度有るかという所で用途が見えて来ると思います。その辺りは実際の製品が出て来ないとなんとも言えませんが。

○質問者3 ありがとうございます。

○質問者4 M施設のBです。

今、変換の部分の話が出ていたと思うんですけども、先ほどちょっと話が出た光ファイバー伝送というところでSDIと光ファイバーの変換が入ると思うんですが、ヤマハさんとしては、どれぐらい遅れると認識されていますでしょうか。

○坂下氏 HD-SDIから光の変換というのも、フォーマット変換だけであれば、遅延時間は無視できる領域にあるようです。厳密にはメーカーによっても変わりますが、そこでなんらかの映像処理が介在するとぐっと遅延が大きくなってしまうと思います。

○質問者4 わかりました。

あともう一つ、今日のモニターというのは民生用のモニターになっていますけれども、これを例えば業務用のモニターで、放送局などがモニターで使うようなものであればかなり遅延は少なくなるかと考えてもよろしいのでしょうか。

○坂下氏 我々も最初、高いものはいいだろうと思っていました。某国内有名メーカーさんの業務用モニターをお借りして社内で検証したのですが、有機EL以外に液晶も数種類揃えて試した中で、一番早いのは放送局のマスターモニターに使われる200万円ぐらいする有機ELでした。驚いたのは一番遅かった方で、同じメーカーのワンランク下、編集用の有機ELでした。だから、業務用の有機ELだから早いのかというと、必ずしもそうではない様です。

実は我々のほうで遅延が比較的少なくて安価なモニターというのでご提案させていただいているのは、防犯カメラ市場向けの製品です。画質としては決して美しくはありませんが、遅延は少なかったですね。ですので、必ずしも放送業務用のものが全て低遅延かということ、物によって違うので一概にそうとは言えない、という事になります。

○質問者4 わかりました。ありがとうございました。

○草加氏 遅れているというのは、ちょっと見えにくい方もいらっしゃるかもしれませんが、今ここのパソコン画面にくるくる回る映像を映しています。隣の画面はパソコンの画面をカメラで映したもので、見比べると遅れが確認できます。この程度なんですけれども遅れています。カメラからモニターに映像を送る過程でそれだけ遅れるわけですね。さっき人が歩くのを映している程度ではわからなかったかもしれませんが、こうやって比較してみると遅れているのが良くわかります。

この程度でもオペラの副指揮が袖でコーラスの指揮をする際に、指揮者の映像を見ながらタクトを振ろうとするとどうしても遅れてしまう。そこで、副指揮はそのことを踏まえたタイミングでタクトを振るという話もあるようです。

○坂下氏 実際にオーケストラピットと舞台袖のバックコーラスは結構距離が離れているので、オーケストラの演奏とコーラスの声が客席で混ざると、実はそこにもズレが生じます。これはとある副指揮の方がブログに書かれていたのですが、客席で聞いたときに自然になるように先読みして合わせるのが副指揮の仕事なんだそうです。ですから、どれだけ低遅延でも映像モニターを見て振っていたら既に手遅れなんですね。

○草加氏 つまり、間違っても指揮者に「この映像遅れてますか」と聞かないことですね。今皆さんにも見ていただいたように、確実に遅れているので、指揮者の答えは「遅れています」以外にはありません。そのことも含めて、指揮者にはただ、「これで大丈夫ですか」と聞くようにしてください。これが今のSDIの限界という理解でよいでしょうか。

○浅原氏 そうですね。ここから先お金をかければ、良いカメラと良いモニターに変えてゼロに近づける努力はできるんですけども、ゼロにはなりません。

このハイビジョンカメラも何世代目かなんですけれども、4、5年前のモデルだと後ろにアナログの出力がついていたんですが、最近のモデルはアナログ出力も無くなってきています。

○草加氏 一台だけアナログにしてみても、アナログとデジタルでどれだけ違うかというのを見ていただければと思います。

○浅原氏 先程の話にも出ましたが、今のカメラは中にDSPを積んでいます。すなわちアナログカメラも内部処理はデジタルです。数年前の監視カメラでも横にDSPって書いてあったりする機種は、内部でADDA変換をしています。我々が社内で測定した中には、現行のアナログカメラより早いデジタルカメラも有ります。

○草加氏 だからSDIでこれだけ短距離であれば、昔のアナログと同程度には映像が送れているんだと思います。ただし、この距離が変わると全然変わってくるかもしれません。また、少なからず遅れているという感覚を劇場管理者として是非持っていただきたいと思います。それは、劇場で仕事をされる職能の中には、例えば指揮者の方々のように、これでは全然だめだと考える方もいらっしゃるのです。そこはできる限りの対応を考えなければならないんです。現在できる技術的限界は、荒っぽいんですけどこれくらいまでは解消できています。ただし、これ以上になるともっと特殊なことを考えなければいけないということですね。

本日は、始めの一步ぐらいのことしかお見せできていませんけれども、選択するときにSDIやネットワークがあるものを是非選択肢の中で考えていただきたいのと、映像だけではなくて暗視性

能についても比較検討をしてください。何が映らなければいけないのかということと暗視性能、そして値段の比較等を含めて検討をしていただきたいと思います。必ずしも、値段が高ければクオリティが高いという話でもないようですので、しっかりとその辺のことも検討いただく参考になれば幸いです。

それでは、これで本日の検証を終わりたいと思います。今日お手伝いいただきました。浅原さん、それから坂下さん、ありがとうございました。（拍手）あと 30 分ぐらいで交流会が始まりますが、まだお二人は会場にいらっしゃいますので、詳しい技術的なことなど伺いたいことがあれば、個人的に質問をしてください。よろしくお願いします。では、これで本セミナーを終わらせていただきたいと思います。ありがとうございました。（拍手）