ロードレース中継技術の概要

神田 洋介[†], 宮内 聡[†]

キーワード ロードレース中継, 移動中継, TS, リアルタイムCG

1 ま え が き

箱根駅伝(東京箱根間往復大学駅伝競走)は、日本テレビを代表するロードレース中継番組である。日本テレビが中継を始めて25回になる箱根駅伝は、毎年、新春の1月2日(往路)と3日(復路)の2日間にわたり行われ、東京・大手町から箱根・芦ノ湖まで、往復217.9kmの距離を生中継するという壮大なロードレースである。ここでは、この箱根駅伝を例にとり、ロードレース中継において最も困難なシ

ームレスな移動中継を実現する技術と、番組演出上欠かすことができないリアルタイムCGに的を絞って紹介する。

2 中継プラン概要

箱根駅伝の中継では、6ヵ所の中継所と21ヵ所の定点カメラを設置している(図1)。さらに、移動中継車4台(2台の移動中継車と2台の映像用バイク)が選手と並走し、懸命に走るランナーの様子を撮影している。移動中継車からは、800MHz帯FPUを使用して映像・音声信号を送信し、地上

図1 箱根駅伝中継ポイント

[†] 日本テレビ放送網株式会社 技術統括局

"Technical Outline of Road Race Production" by Yohsuke Kanda and Satoshi Miyauchi (Engineering&Technology Division, Nippon Television Network Corporation, Tokyo)

21ヵ所の地上ポイントと3機のヘリコプタを使って受信し、これらの信号をすべて放送センターに集めている。

通常のロードレース中継において、放送センターは一つであり、すべての信号が放送センターに集められる。

しかし、箱根駅伝のコースは片道100km以上もある長いコースであるため、一つの放送センターではすべての信号を収容しきれないことや、各所からの信号伝送プランが複雑になってしまうなどの問題が生じてしまう。そこで、全コースを三つのエリアに分け、エリアごとに一つの放送センターを設けることによって上記の問題を解決している。

ランナー（移動中継車）が各エリアにいる際、移動中継車からの映像・定点映像・空撮映像を各センターでスイッチングし、東京センター（OAサブ）に1本化して伝送している。

まさにランナーが襷を渡すように、放送センターも襷リレーをして番組制作を行っていることが、箱根駅伝中継における技術的な大きな特徴の一つである。

3 移動中継車からの伝送

移動中継車からの映像・音声は、次の選手に襷をつなぐべく懸命に激走するランナーの表情や息づかいを、お茶の間に伝えるためには欠かすことができない。箱根駅伝では、4台の車両で移動中継を行っている。

移動中継車からの伝送には、800MHz帯デジタルFPU（D800MFPU）を使用している。この周波数帯には、チャンネルが四つあるが、1チャンネル当たりのデジタル伝送容量は16.2Mbps以下であるため、映像信号および音声信号を圧縮してから伝送する必要がある（図2）。

圧縮方式としてH.264方式を採用する場合もあるが、箱根駅伝においては、一度に三つのロードレース中継に匹敵する機材量となるため、DFPU（デジタルFPU）内蔵のENC/DECを使用しなければならず、MPEG-2方式を採用している。しかしながら、背景が常に動画となる移動中継車のHD映像を、MPEG-2方式で約16Mbps程度に圧縮するのは非常に厳しいため、日本テレビでは独自に映像フォーマットに、空間周波数が低く、より圧縮効率に優れる720p方式を使用する方法を採用している。4台の移動中継車には、出力TS信号にそれぞれ異なるプログラム番号を設定する。各放送センター側にあるデコーダでは、このプログラム番号を指定することによって、希望する移動中継車の映像・音声をデコードする。

ENCから出力されたMPEG-2 TSは、最終的にはD800MFPUでデジタル変調（OFDM・16QAM2/3）されて伝送される。

4 移動中継車受信ポイントの概要

4.1 地上受信ポイント

移動中継においては、受信ポイントの設置場所がとても重要である。

図2 移動中継車伝送系統図

図3 理想的な受信ポイント配置による受信エリアマップ

図4 実際の受信エリアマップ

受信ポイントは、可能な限りコースを見渡せることが重要であり、なるべく高所の方が受信可能エリアを広くすることができるため、上記の条件に合った商業ビルやマンションの屋上などを受信ポイントとして借用している。

当然のことながら、一つの受信ポイントだけでは受信可能なエリアが限られるため、複数の受信ポイントを設置する必要がある。受信ポイントの配置は、隣り合った受信ポイントと、ある程度は受信可能エリアの「のりしろ」部分をもっていることが望ましい（図3）。

しかし、実際のコースは複雑であり、移動中継車がコース上にある高い建物の影に入ってしまうことや、箱根の山陰に入ってしまう場合もあり、移動中継車と受信ポイント間の距離だけでなく、地形を含む周囲の環境によって受信電界は大きく変動してしまう。また、受信を希望する場所の使用許可が必ずしも得られるとは限らず、実際の受信マップは図4のようになる。

日本テレビでは受信アンテナを振るのは、すべて人力で行っている。受信する移動中継車の変更に伴って瞬時にア

図5 駒ヶ岳山頂受信基地

ンテナの向きを大きく変える必要があることや、鉄塔屋上や山岳地区に受信装置を設置する必要があるからである。

真冬の駒ヶ岳山頂は環境的に非常に厳しい(図5)。山麓は快晴でも山頂は厚い雲に覆われ、氷柱が横向きにできるほど極寒かつ強風であることが多く、技術スタッフの間では肉体的に過酷な受信ポイントとして知られている。

複数台のD800MDFPU受信機で受信した移動中継車からのTSは、各受信ポイントで多重化(MUX)を行い、DFPUや光伝送装置を用いて各エリアの放送センターへ伝送している。

4.2 ヘリコプタによる受信

図4のように、実際は地上受信だけではコース全域をカバーすることは困難である。そこでヘリコプタによる受信も併用し、全コースの移動中継を実現している。ヘリコプタにはD800MDFPU受信機2台を搭載し、センターからの指示で受信チャンネルを切替えることによって、必要な移動中

継車からの電波を受信している。

ヘリコプタには、移動中継車からの電波の受信以外にも、上空からの情景やランナー間の距離を視聴者に伝えるため、空撮を行うという大切な役割がある。そこで、ヘリコプタでは空撮映像をMPEG-2方式で圧縮、TS化し、計3多重した後のTS(空撮映像TS+移動中継車2台からのTS)を伝送している。また、ヘリコプタからの電波は、各放送センターで自動追尾受信をしている。

5 放送センターにおける移動中継車の復元

移動中継における全体の系統を図6に示す。

各受信点から送られてくる多重化されたTS信号は、それぞれの放送センターで、TS(Transport Stream)ダイバーシティ(スイッチ)装置"に入力される。

TSダイバーシティ装置は、多重化されたTSの"プログラム番号ごと"のエラーフラグを監視し、そのTSにエラーが存在する場合は、別の正常な回線のTSにシームレスに切替える装置である。これを繰り返すことで、4台の移動中継車の映像を、途切れなく切替え中継することが可能になっている。

ちなみに「8×4ダイバーシティ」命名の由来は、「4台の移動中継車の多重化TSを最大8回線まで入力可能で、それぞれの移動中継車ごとに各回線間のシームレス自動切替が可能装置」というところにある。

2011年の箱根駅伝も、この装置を使うことで往復217.9km全エリアでのHD中継を、ほぼノンフリーズ(エラーなし)にて放送することができた。

6 リアルタイムCG

6.1 リアルタイムCGの概要

箱根駅伝におけるCGの大きな役割は、さまざまな情報を

図6 8×4ダイバーシティ装置を使った移動中継概要図

図7 リアルタイムCGシステムの概要

図9 リアルタイムCGの例

図8 箱根駅伝CG制御専用ソフト

図10 チーム距離差

視聴者にわかりやすく伝えることである。特にレースの状況や選手の記録などのCGは、レース展開に合わせてリアルタイムに送出できるようにシステムを構築している。システムの概要を図7に示す。

CG送出までの流れは次の通りである

(1) 情報の登録・収集

大学や選手の情報などは事前に登録している。各定点での通過タイムなどの記録は、日本テレビの駅伝情報システムからデータ受信をしている。リアルタイムなレース順位などは、専用のスタッフが中継映像を見ながら手でデータを入力する。

(2) 送出するCGの選択

箱根駅伝CG制御専用ソフト(図8)を使用して、CG送出オペレータの出したいCGの情報をデータベースサーバから抽出し、データを加工してCG作画装置に制御をかける

(3) CGの描画

描画するCGの例を図9に示す。

CG作画機がFill/Key信号を生成し、ディレクターがスーパーをする。箱根駅伝ではリアルタイムCGソフトを用いた作画装置を5台使用している。

6.2 距離計連動CG

移動中継車4台からリアルタイムに送られてくるGPS位置情報を使うことで、次のようなCGを送出している。

図11 ライブ映像現在地

(1) 1km LAP：移動中継車が同じチームについている間は、移動中継車の位置＝チームの位置(若干の距離補正をかけます)が成り立つため、1kmあたりのLAPタイムが計測可能。

(2) チーム距離差：大きく追い上げているチームと先頭チームとの間の距離などをリアルタイムに表示する(図10)。

(3) ライブ映像現在地：地図上に各移動車の位置・その映像を合成することで、レースを俯瞰した表現が可能(図11)。

6.3 駅伝リアルタイムデータのクロスメディア活用

中継所でのタイムや移動車の位置情報などのリアルタイム

図12 副調整室内のCGブース

ムデータは、CG描画に用いるだけではなく、データ放送やホームページでも活用されており、箱根駅伝のクロスメディア展開に役立っている。

6.4 CG制作現場にいる人々

箱根駅伝は生放送番組であるため、間違ったCGを出してしまっても、「今のCGは取り消して！」ということができない。そのため、事前にシステムテストを充分行ったり、登録している選手名・大学名・プロフィールなどに誤字・間違いがないかなどのチェックも行ったりと、見えない所でいろいろと手間をかけて準備をしたうえで、OAを迎えている(図12)。

7 む す び

ロードレース中継の技術プランにおいて最も困難なことは、コース全域にわたる移動中継をどのように成功させるかということであり、毎回プランやテストを繰り返し行い、最も労力を費やす部分である。今後は、今回紹介した技術をベースにして、さらに高画質な移動中継技術の開発を目指していく必要がある。また、CG制作においては、より視聴者が知りたい情報を、魅力的に、かつ、わかりやすく伝えられるように毎回試行錯誤していきたい。

(2011年9月21日受付)

神田 洋介 かんだ ようすけ 1992年、日本テレビ放送網(株)入社。主に、スポーツ中継番組のテクニカルディレクター(TD)を担当。現在、同社技術統括局制作技術センター制作技術統括部に勤務。2011年、「箱根駅伝」中継総合TD。

宮内 聡 みやうち さとし 2006年、日本テレビ放送網(株)入社。技術開発部を経て、2009年より、CG技術を担当。現在、同社技術統括局制作技術センターコンテンツ技術運用部に勤務。2011年、「箱根駅伝」CG TD。

2012年2月号予定目次

【ふぉーかす】

----- 東工大 長橋 宏

【特集】「最新のデジタルコンテンツ制作技術」

1. Google Earthを応用した多角的デジタルアーカイブスのデザイン手法 ----- 首都大 渡邊英徳
2. ちずぶらりーさまざまな文脈の地図イメージを起点とする情報メディアのデザイン ----- ATR-Promotions 高橋 徹
3. 女性視点のデジタルコンテンツデザイン-CHORDxxCODEの発想と実践-
----- 東 大 橋田朋子・上岡玲子・大谷智子・金ジョンヒョン・久保友香・ソン ヨンア、秋田大 中島佐和子
4. 日本のアニメーションにおける誇張表現を模したレンダリング手法「E-IMPACT」----- 日 立 宇都木契、東 大 苗村 健
5. e-Sportsで日本が立ち遅れている現状 ----- ソリッドレイ研究所 神部勝之

【技術解説】

IPサイマルラジオradiko.jp ----- 朝日放送 香取啓志

【講座】「拡張現実感技術の最前線」

(第2回) 視覚・聴覚フィードバックを通じて視覚障害者の感覚を拡張するコンピュータ操作支援システム

----- 東工大 小泉 亮・V-ris Jaijongrak・熊澤逸夫

【知っておきたいキーワード】

(第73回) 錯視 ----- 日本女子大 吉本早苗・竹内龍人

【メディアアート紀行】

(第22回) 世界をのぞく「窓」としてのモバイルアプリケーション「Qosmoの取組み」 ----- Qosmo 徳井直生

【私の研究開発ツール】

(第56回) MATLAB Tool Box (4) ; MATLAによる音響信号処理 ----- 早 大 宮澤幸希

【メディアウォッチ】

(第2回) OLMデジタルのアニメ制作と技術 ----- 東工大 周東正高・村石辰徳・肥後明豪・福島 明