

資 料

競泳映像フィードバック手法の変遷

林 勇樹
追手門学院大学

松 井 健
追手門学院大学

Advances in Swimming Feedback Methods

Yuki HAYASHI
Otemon Gakuin University

Takeshi MATSUI
Otemon Gakuin University

公益財団法人日本水泳連盟（以下日水連）科学委員会（以下科学）は、競泳競技の科学サポートの一環として、レース分析プロジェクトを過去30年に渡り実施している。もっとも、データが扱える状態として現存しているのは2014年頃からはあるものの、5万件近い分析データを保有し、競技力向上に寄与するためのサポートを実施している。

筆者らは、このレース分析プロジェクトをより選手・指導者にとって身近なものをするため、パンニングによる映像撮影によって得られたデータを即時にフィードバックするための手法を開発し、現場での実用化を進めてきた。本稿では2016年から2020年までのフィードバック方法の変遷と現場での捉えられ方について時系列に沿って説明する。

キーワード：即時的フィードバック、競泳、データベース、競技サポート

Keywords：Fast Feedback, Swimming, Databases, Performance Support

1. 時空間依存型フィードバック

1-1 2015年10月 ワールドカップ東京大会

ーはじめての映像提供の取り組みー

リオオリンピックを目前に控えた2015年には東京辰巳国際水泳場で長水路の大会であるワールドカップ東京大会が開催された。この大会には外国人選手等も参加し、日本におけるレース分析プロジェクトとしては最大規模でのサポートにあたった。レース分析についての説明の英文記載や、関連研究などを壁面に掲示し、国内だけでなく、水泳界全体への普及を狙った活動を展開した。この際、レース分析データを紙面で公表することに加え、当初ストロークカウントの測定目的で撮影していた各泳者にフォーカスしたパンニング映像を外国人選手に提供することを決め

た。東芝より発売されていたTransferJet(*1)と呼ばれる近接無線通信技術を用いたデータ転送デバイス(図1)を用いて、映像提供ブース(データステーションと呼ぶ)において各選手と指導者へのデータ提供を実施した。利用者からは出場種目と組み例に関する情報を紙面によって聞き取りデータ転送の準備ができた段階でデータステーションのパソコンからTransferJetアダプターを通じて選手・指導者のスマートフォンに映像データを転送した。映像は1280x720(30p)で撮影されたデータで、1ファイルあたりおよそ100MBから200MB程度のファイルサイズであった。映像を撮影している観客席最上段から映像データを提供するデータステーションまでは直線距離で70Mほどあり、その区間を100mのLANケーブルを敷設して撮影エリアに設置したNASに格納された映像をデータステー

※林 勇樹（追手門学院大学社会学部非常勤講師）

ション側で読み出すことができる構成をとった。利用者の反応から、データ提供までの時間に改善の余地があるものの、映像提供に関するニーズは非常に大きいことがわかった。特に、チームからレースに複数選手が出場しているような場合（強豪チームになるほど多いが）選手一人に

フォーカスした映像を撮影することは所属チーム単位では難しく、今回のようなプロジェクトが今後も実施されることに対する期待感を強く述べていた選手がいたことが印象的であり、今後のモチベーションとなった。



図1 株式会社東芝 TransferJet 端末（発売終了）

1-2 2016年4月 日本選手権（リオ五輪代表選考会）

—映像提供トータルシステムの開発—

ワールドカップ東京大会終了後、映像提供に対する需要を大きく感じたため一般提供されているアプリケーションよりもさらに現場のニーズに合わせたソフトウェアを開発するため筆者が当時在籍していた株式会社さざはしと株

式会社東芝の間で SDK（ソフトウェア開発キット）提供に関する秘密保持契約を締結し、TransferJetの通信システムを組み込んだiOS/Android アプリであるスイミングデータパスポート (datapass) (図2) を2016年4月にリリースした。

スマートフォン側のアプリケーションの開発だけでな



図2 スイミングデータパスポート (datapass) 左 iOS 右 Android

く、撮影エリアからデータステーションへの映像伝送、データステーション側の PC でのユーザー登録およびユーザー情報 (図3) の読み取りまで含めたシステムを開発した。アプリケーションインストール時にスマートフォンがに表示される一意の QR コードをデータステーションのパソコンで読み取ることで初回のユーザー登録が簡便に完了する。ユーザー登録の元になるデータは競技会に出場する選手データをあらかじめ大会実行委員会から取得しておくことで、AD カードと照合して本人確認をした上で出場種目から選手を絞り込み登録ができるようになっている。一度登録すると次回以降はデータステーションに訪れた際、QR コードリーダーに QR コードをかざすことで本人確認が完了し、その選手が出場したレースの映像データの候補が表示され、必要なデータをスマートフォンに転送できる。この際提供する映像データはワールドカップ東京大会の時と同様 1280x720(30p) で、TransferJet の高速通信技術により非常にスムーズにデータの提供が行えた。また、ワールドカップ東京大会の時は、選手の本人確認を手動でおこなっていたため、該当する選手が出場した映像を逐一検索して

提供する必要があったが、本システムによって映像の候補は自動で選出され、スマートフォンに提供されるまでを「選手本人が自分自身で」実施 (図4) できるように改善された。これによって、提供速度が劇的に改善し、利用者からは「ダウンタイムが終わった後、更衣室を出るとすぐに映像が見られる、これは未来だ」との声を受けた。利用者数も大会参加者の 1/3 の選手とその指導者らに登り、映像提供に対する需要を更に強く感じた。皮肉なことだが、データステーションにスタッフが常駐していなくても、選手・指導者が無言で訪れ、無言でデータを取得して、無言で去っていく、さながら自動販売機のようなスタイルでの提供となり、担当スタッフからはややコミュニケーションが減ったといったフィードバックも寄せられた。ただ、これまでのコミュニケーションはどちらかと言うと機械の利用方法や、データの取得方法に関するサポートであったため、それそのものが競技力向上につながっていると考えられなかった。このようなシステムの導入によって生まれた余剰時間を使って、本来の目的であるレース分析データの普及につながる新たな活動ができるのではと期待された。

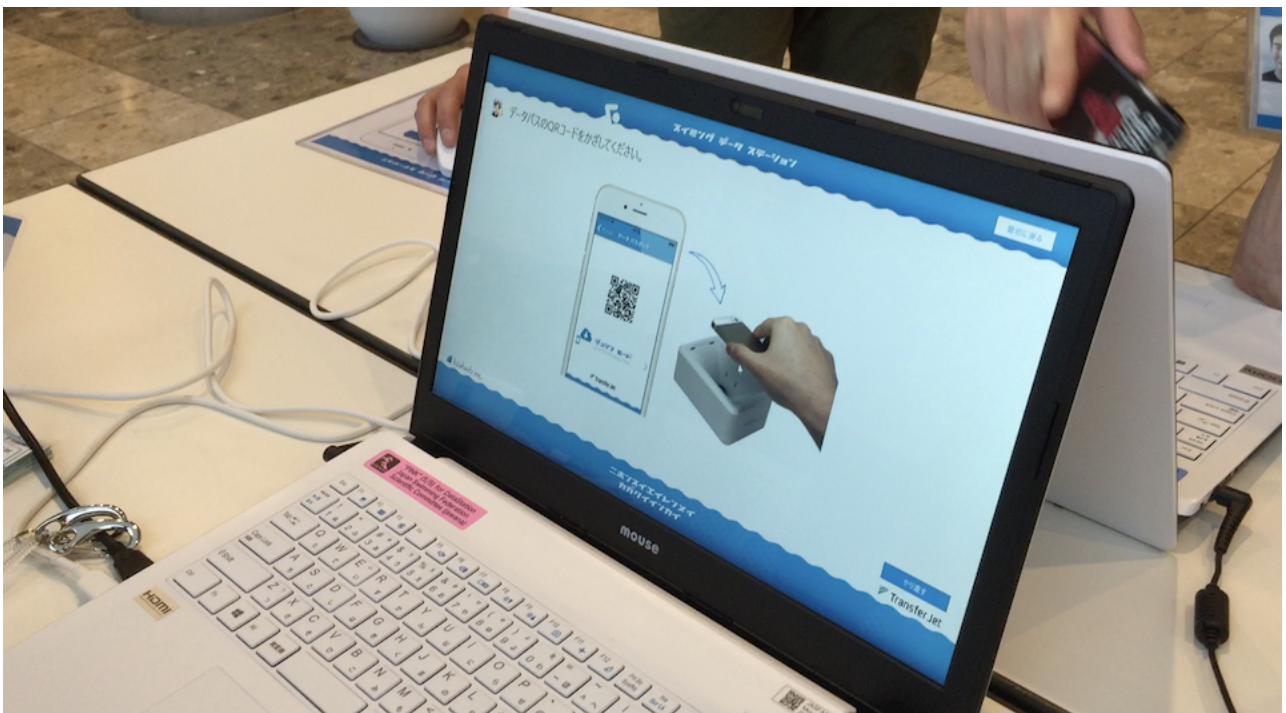


図3 データステーションでのユーザー登録・認証システム



図4 データ転送の様子 (写真は iOS 端末)

1-3 2016年5月 ジャパンオープン 2016

—技術的な制約(ボトルネック)の改善—

4月の日本選手権で初めて実施した新しいシステムでの映像提供は概ね期待通りの成果を残せたと考えられるが、一方で技術的な制約によりシステムそのものを生かしてきていない部分が散見された。第1にNASのデータ読み書きの速度に関するボトルネックが上げられる。会場内に設置していたNASはHDDを搭載したモデルで、冗長性も考えた構成であったため、読み書きの速度に制限があり、TransferJetの通信速度を活かしきれないという問題があった。本大会においては、HDDの代わりにSSDを使ったモデルに置き換えることで、このボトルネックを解決した。第2に50mを超えるネットワークケーブルの敷設に関する設計に問題があった。当初は、撮影後映像の格納が最も優先されるという思想のもとで、NASは撮影エリアの映像格納デスクに設置していたが、この構成ではデータステーションから映像を提供しようとした時、毎回100M先まで映像を伝送する必要があり、これも同じくボトルネックになると考えられた。そこで、最初の格納には若干の時間がかかったとしても、データ提供時の通信速度を優先するという思想の元で、改めて会場内のネットワーク設計を見直し、データステーションにNASを設置するこ

とで、提供時のデータ転送の物理的な距離を短くするように改善した。これらの取り組みにより見かけ上の大きな変化はないもののシステムの最適化が実施され、前回よりもスムーズなデータ提供が可能となった。

1-4 2017年4月 日本選手権

—新会場にともなく、システムのスリム化—

2017年の日本選手権は通常の東京辰巳国際水泳場ではなく、愛知県の日本ガイシアリーナで実施された。このプールにおいて映像提供を実施するのは初めてであったため新しい環境におけるネットワーク設計やブース位置の確保などを実施する必要があり、結果としてコンパクトながら最低限のサポートをするためにどのような設備が必要かに関する知見が得られた。最も大切なことは、撮影エリアと映像提供エリアをどのようにしてネットワーク上で接続するかであった。当時はまだクラウドサービスなどが一般化しておらず、会場内のインターネット環境も劣悪であったため、ローカルネットワーク環境を整えることが至上命題(図5)であった。事前の会場視察において、映像撮影エリアと映像提供エリアを結ぶLANケーブルが100Mでは足りないことが判明し、リピーターハブと言われる増幅装置を用いてさらに50M延伸することで問題を解決した。

1-5 2017年5月 ジャパンオープン 2017

本大会は東京辰巳国際水泳場で行われ、これまでの知見を十分に生かしたセッティングが行えた。ここまでの3大会におけるサポートにより、当初1/3程度であった利用者も全体の半数ほどに増加し、利用者が利用者と呼んでくるといった正のスパイラルが生じ、さらに利用者自身が利用方法を初心者に伝達するような流れが自然と生まれ、常

駐スタッフがほとんど不要でフィードバックを進められるようになった。特に今大会からは、今どのレースまで提供されているかをリアルタイムにNASの映像格納状況に応じて表示するディスプレイを設置したことで、「このレースはまだか?」といったやりとりも抑えられ、ディスプレイが提供中になっているのを確認して利用者が訪れるようになったことも、省人化の一翼を担ったと考えられる。



図7 システムが認知され、常駐スタッフ不要でフィードバックが進む（中央は進捗モニタ）

1-6 2018年4月 日本選手権

—省人化によるサポートパッケージの完成と TransferJet 開発終了による終焉—

図7の右上を見てもらうとわかるように、レース分析データは映像提供物の壁面に掲示する形を例年とってきたが、本年から Web 上での公開に一本化することとした。理由の一つに運営側の人員の不足があり、最小限のスタッフで

これまでと同様のクオリティのサポートを実施するため、技術的にカバーできる部分を積極的に取り入れ、省人化をすすめる流れとなったことが上げられる。特に、本年から筆者の勤務先が日本スポーツ振興センターに移り、科学としての活動だけでなく、日本代表の科学サポートが主業務となったため、できる限りシステムでその影響をクッションできるように準備を進めたという経緯があった。



図9 データステーションにレース分析データの提供QRコードを表示した

レース分析データの Web 公開は概ね好評で、手元ですぐにデータが見られて助かる、会場にいなくても宿泊先のホテルやウォーミングアッププールでデータを閲覧することができ便利であるとのフィードバックが多く、当初想定していたネガティブな意見はほとんどなかったことが驚きだった。時代の後押しもあり、今後もこのようなサポート形式を続け、分析にあたるスタッフがより本業に近い部分で業務ができるように（余計な技術サポートをしなくて済むように）サポートのパッケージを作っていくことが求められた。翌月のジャパンオープン 2018 でも同様のサポートを実施し、特段の問題もなくひとつのパッケージとして完成された。ところが、同 4 月 27 日、東芝社より「TransferJet™（近接無線通信）対応アダプタ店頭販売終了について（*3）」の告知がなされ、2020 年 4 月をもって、現行機器に関するサポートも含めたすべてを終了することとなった。映像提供の根幹を TransferJet にゆだねてきたこの提供プロジェクトとしては、まさに軌道に乗ったところであったものの、ふりだしに戻り、改めてフィードバック方法について検討を進める必要が生まれた。

2. 時空間非依存型フィードバック

2-1 2019 年 4 月 日本選手権

－ LINE を利用した全く新しいフィードバックシステムへ

2018 年 4 月に東芝から告知された TransferJet 開発終了の知らせにより、フィードバックシステムの立て直しが至上命題となった。しかしながら、TransferJet のもつ高速近接無線通信技術は唯一無二の存在で、国内海外を見渡しても同様の技術が民生化されている例は見当たらなかった。そこで、ローカルネットワークの構築を前提に考えていたフィードバックシステムを、クラウドストレージを用いたものに頭を切り替え、「撮影した映像をある程度圧縮した状態でクラウドストレージにアップロードし、利用者は該当する映像を自らの端末でダウンロードして利用する」というフィードバック方法の検討に至った。そこで問題となるのが、利用者の本人確認と、利用者が必要な映像だけを提供するための仕組みづくり、及びこれまでデータステーションがになってきた映像提供部分をどのような形で利用者の端末内で完結させるか、といった点であった。そこで、著者が目をつけたのは、LINE Messaging API(*4)と呼ばれる、LINE 社が提供する API を用いた Bot システムである。Bot システムとは、特定のフレーズやメッセー

ジに対して自動で応答する仕組みで、クロネコヤマトの不在時再配達(*5)の仕組みなど、予め応答内容が限られるような状況におけるビジネス的な課題解決方法として採用されつつある。

著者は、日本国内において LINE のユーザー数が群を抜いている点、iOS/Android といったネイティブアプリを開発する必要がない点などから、LINE を利用することとした。フィードバックの流れとして想定したのは、① AD カードを写真撮影することによる本人確認 ② データの問い合わせ ③ データの提供（LINE Messaging API の利用）である。まず、利用者は大会実行委員会から提供されている AD カードを撮影し、科学委員会の LINE アカウント（図 10）のトークに写真を送付する。AD カードが送付されると、管理者側に通知が届き、AD カードに対応する選手または指導者のチーム名をシステム上で紐つける作業を行う。（この作業は手動）利用規約に同意（図 11）した利用者から、「データある？」もしくは「選手名」の問い合わせが来ると、LINE のアカウントに紐づく選手に関するデータで配信できる状況にあるもののリストを返信する。（図 12）返信された URL にアクセスすると、利用者は映像を閲覧できるという仕組みである。このシステムによるメリットは大きく分けて 3 つある。1 つ目はこれまで用意してきたデータステーションのような決まったスペースでのフィードバックにとどまらず選手がどこにいてもオンライン上でアクセスできる環境があればいつでもどこでもフィードバックを実施することができる点であり、時空間における制限を無くせたことは非常に大きいと考えられる。2 つ目に、フィードバックへの可能性という点がある。本大会においては、映像の URL の送信に止まっているが、当然フィードバックをより効果的に行うために、例えばレース分析データを一緒に送信するなどが考えられる。3 つ目に、選手指導者に対するコミュニケーションの方法が大きく変わる点が上げられる。これまでは提供ブースに来た利用者のみ、そして、提供ブースにいる時間帯でのみ利用に関するアンケートなどを実施する形であったが、日常に深く紐ついている個人の LINE アカウントと連携することにより、例えば競技会終了後にアンケートを実施したり事前に競技会に関する LINE を通じて伝達できるようになった。

サービス開始時の映像変換後の画質は 640x360(60p) とかなり低く、10MB ～ 20MB と、これまでの半分以下のデータサイズでの提供とした。理由は、これまで TransferJet

を利用することで、利用者端末のストレージの空き容量のみに依っていた制約が、通信キャリアの通信制限も考慮する必要が生まれたためである。特に、東京辰巳国際水泳場ですら、フリーのWi-Fi環境が整備されておらず、画質の劣化よりも利用者の日常に与える影響を考慮しての妥協案であった。この画質に関してはユーザーから通信量を気にしないで良いので元の画質に戻してほしいとの声が相次い

だため、同年5月に実施されたジャパンオープン2019においては、1280x720(30p)の従来提供してきた画質に戻し、フィードバックを実施することとした。幸い、執筆時点まで、通信料に関する苦情は受けておらず、利用者が各々通信環境の整っている場所で閲覧したり、大容量プランなどを選択することでサービスを享受していることが想定される。

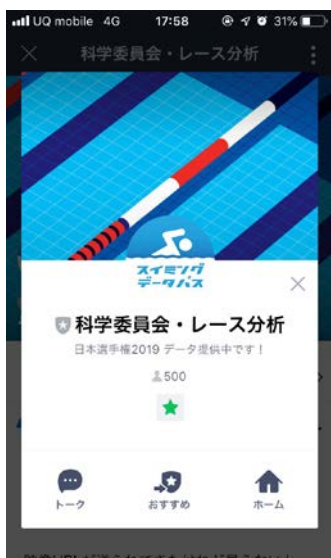


図 10 科学委員会の LINE アカウント (現在の友だち数は 800 名程度)

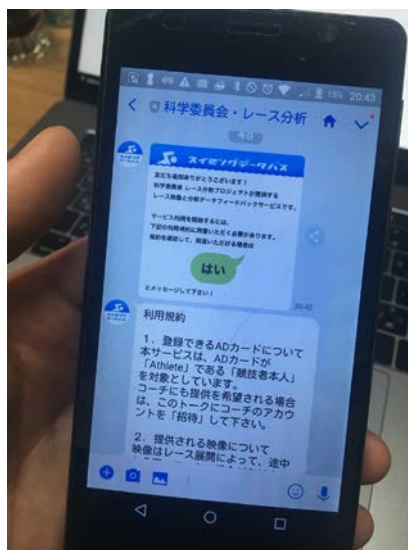


図 11 最初に利用規約への同意が求められる



図 12 問い合わせると該当映像が送られてくる

2-2 2020年12月日本選手権

—映像と分析のドッキングによるフィードバックの完成形へ—

2019年5月のジャパンオープンの後、新型コロナウイルス感染症の拡大により、2020年の日本選手権・ジャパンオープンともに冬場に延期された。その期間を用いて、当初より目的としていたレース分析データの同時提供を実施するための開発に着手した。また、当初利用したGoogleDriveによる映像提供には、クラウド側のエンコードにより、一時的にデータ閲覧ができない時間が生まれるなど使い勝手に支障があったため、Amazonの提供するAWS環境下でのフィードバックに移行した。サーバー側の設定ミスにより選手へのフィードバックが遅延する事象が起こったが、最終的には、映像とレース分析データをひとつの画面で見られる(図13)映像提供開始当時から描いてきた仕組みを初めて稼働させられたのが本大会であった。2021年2月に実施されたジャパンオープン2020でも、本システム

の2回目の実施を予定していたが、緊急事態宣言の発出に伴う移動制限から、サポート実施に必要なスタッフ人員をみつめることができず、サポートを見送ることとなった。この際、LINEを通じて利用者に直接(図14)メッセージを配信することができた点は、本システムに切り替えたことによるメリットと考えられる。



図 13 レース分析とレース映像を同時に閲覧できる新システム

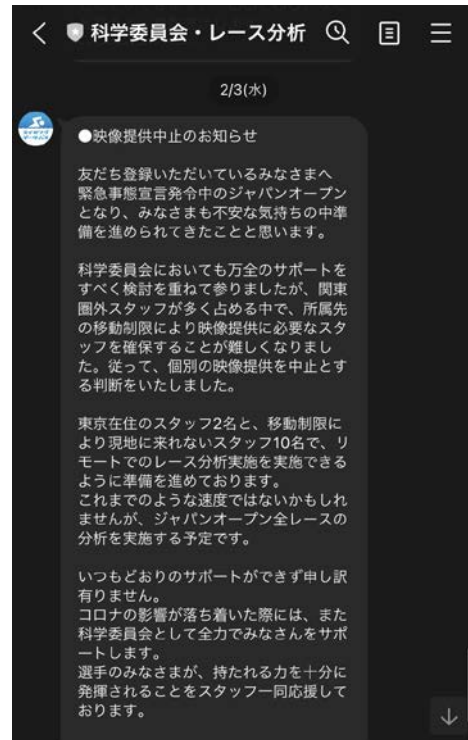


図 14 映像提供中止のお知らせ

3. 謝辞

2015年から2021年までの足掛け5年超のプロジェクトを暖かく見守っていただいた公益財団法人日本水泳連盟科学委員長 松井健先生（追手門学院大学 副学長）に心より御礼申し上げます。また、TransferJetの利用アイデアから、映像処理に関わる根幹部分を含めたアイデアだとして、機会提供をいただきました、慶應義塾大学の仰木裕嗣先生にこの場をお借りして感謝申し上げます。また、日本水泳連盟科学委員会副委員長で朝日大学助教の高橋篤史先生には、この5年間の激変といっても過言ではないシステム変更の連続の中で、プロジェクト全体をまとめ上げ、フィードバックシステム構築になくしてはならない重要な役割を果たしていただきました。この場で改めて深く御礼申し上げます。またTransferJet開発時から、現在進んでいる新しい5Gプロジェクトにかけて、東芝デバイス&ストレージ株式会社の司さま、利光清さま、関係各所の皆様には、公私ともに親身になって相談に乗っていただき、言葉では表しきれないほどの支えをいただきました。この場で深く御

礼申し上げます。最後に、2013年から今日まで、このプロジェクトのために時間を割くことを許してくれ、心身ともにサポートしてくれた妻と、家族にお礼申し上げます。ありがとうございました。

- *1 東芝 TransferJet（近接無線通信）アダプタ | <https://toshiba.semicon-storage.com/jp/transferjet/>
- *2 スイミングデータパス (datapass) 概要映像 | <https://www.youtube.com/watch?v=YGyuMuz55VE>
- *3 TransferJet 対応アダプタ店頭販売終了について | <https://toshiba.semicon-storage.com/jp/transferjet/news/20180427.html>
- *4 LINE Messaging API | <https://developers.line.biz/ja/services/messaging-api/>
- *5 LINE で宅急便（クロネコヤマト） | <https://www.kuronekoyamato.co.jp/ytc/campaign/renkei/LINE/>