

# 大学活動におけるストリーミング配信プラットフォームの活用

玉造 潤史<sup>1),2)</sup>, 本城 剛毅<sup>1)</sup>, 下見 淳一郎<sup>1)</sup>

1) 東京大学大学院理学系研究科

2) 東京大学情報システム本部

tamatsukuri.junji@mail.u-tokyo.ac.jp

## Practical use of streaming platform for University activity

Junji Tamatsukuri<sup>1),2)</sup>, Goki Honjo<sup>1)</sup>, Junichiro Shitami<sup>1)</sup>

1) Graduate school of science, the University of Tokyo.

2) Division for Information and Communication systems, the University of Tokyo.

### 概要

東京大学理学系研究科が主として研究活動とその成果を社会に広めるため行なっている動画配信やライブ中継でストリーミング配信プラットフォームを活用している状況について報告する。ストリーミングサービスや SNS の活用は社会に対しての広報手段として有効であり、動画の作成が容易となった今、ストリーミング配信は一般的にも大きく利用されている状況にある。大学活動においても同様に有効であるが、非営利活動であることの制約やコンテンツ作成、連携する情報などが異なり、周知だけでなく配信後の利用を考慮して発信する必要がある。本論文では、実際の配信状況を示すとともに、これまでの利用状況分析から得られたメディア発信の活用方法とさらなる活用の可能性について示す。

## 1 はじめに

インターネットを用いて研究成果などを情報発信することはインターネット普及初期からの利用目的の一つである。既に大学の活動は、ほとんどがウェブサイトによる研究成果の共有や公開が行われ、ニュースなどにもメディアコンテンツとして活用されている状況にある。

我々も東京大学の科学研究などの大学活動をウェブサイトおよびメディアコンテンツとして発信してきた。大学におけるネットワーク環境は一般的な社会環境と比較して初期から帯域や外部接続などメディア配信に利用出来る資源が豊富にあり、その環境を活用して先進的な情報発信を行ってきた。

現在は映像コンテンツの作成も容易となり、利用者数も膨大となっている。そして、ストリーミングメディア発信を専門として行う YouTuber などが自らの発信映像の価値を広めるための工夫 (SEO) を行なっている状況にある。大学活動においても、同様に効率的なメディア発信を多くのメディアと連携させて活用しているが、研究や教育活動の公共性のため一般的なものとは異なる対

応を求められ、特に非営利の活動として、利用するコンテンツなどが他機関から目的や利用方法を限定して提供されるためコンテンツ作成および配信においても制限が加わる。そのため同じような SEO 対策を行うためにも工夫が必要である。

我々がノーベル賞受賞記者会見のライブ中継や科学研究の成果に関するビデオコンテンツの提供により社会への公共知を広げるために行っているストリーミング配信プラットフォームの利用における状況とその利用で得られた利用情報の分析結果を示し、今後の研究教育機関等での利用と連携によるさらなる活用の可能性について述べる。

## 2 ストリーミングサービスによる情報発信

ウェブサイトによる発信と合わせて、リアルタイムストリーミング技術が普及してきて、その技術を活用し、我々は主に公開講演会などの一般向け講演会や通常はメディア向けに行われる成果発表の記者会見のリアルタイム中継を行ってきた。

リアルタイム中継技術は、配信機器のエンコーディング性能、配信性能、ユーザ端末の再生性能

の進化に合わせて変わってきており、我々も初期（2000年代中頃）は Real Media を利用して開始した。講演会などでの配信では話者の音声および映像と提示資料（プレゼンテーション）の両方の提示が必要であると考えられ、当初は配信ブラウザ上で話者映像と提示資料、その後、FLASH が利用出来るようになって FLASH アプリケーション内で複数画面の配信を行うシステムを開発し利用してきた。[1]

しかし、2014年以降 FLASH 技術のセキュリティ対応の難さや多数のクライアントが接続する場合への負荷分散などを考慮して継続性を検討し、2015年に配信プラットフォームを YouTube へと移行した。

我々のストリーミング配信プラットフォームの利用は 2011年の東日本大震災後に大学卒業式の中継を実施することとなり、急遽 ustream を利用したことが見直しの契機となった。大学卒業式では学年 3000名が間接的に参加することを想定しなくてはならなかった。オンプレミスのサーバによる配信では、サーバ資源の不足からサーバサイドの通信性能が制約となると想定された。多数の視聴者向けの配信では ustream などのストリーミング技術を用いたコミュニケーションサービスが始まったことでスケーラビリティ確保における優位性が重視されるようになっていた。ユーザレベルでも徐々に動画などの利用も広がり、イベント等でのリアルタイム視聴もクライアント数が数 100 台規模となったことで全面的に配信プラットフォームを活用することとなった。

ストリーミング配信プラットフォームの YouTube では YouTuber と言われるメディアコンテンツを作成し、視聴数などから広告収入などの収益を得る利用者がおり、その影響力を活用するような SEO も多数行われている。我々は非営利サイトとして運営を行っており、広告を入れる営利目的のコンテンツ利用を行わないようにすすめてきた。そのため、正攻法ではあるが、アクセス状況の分析を行い効果的な運営となるようなコンテンツ発信をすることで大学での研究活動、教育活動の成果を社会に伝えるため、単なる視聴数を増大させることよりも、科学研究全般の普及となるような対策を実施した。

さらに、社会的な影響が大きい重大な研究成果の公表にあたっては、ライブ中継して迅速に成果を伝えるとともに、科学の新たな知見を共有する

場として提供し、将来のさらなる研究につながる学生や社会の人々との経験の共有を目指している。しかし、これらの活動はその機密性のため、ライブ中継を周知するための時間がなく、予め、我々の活動を広めておく必要がある。そのため、これまでの研究教育活動などを収めたビデオ（オンデマンドコンテンツの作成）を提供することで、サイトアクティビティを高めておき、ライブ中継の効果を高めることを目的として配信している。

### 3 理学系研究科情報システムチームでの AV 業務

我々がメディア配信のために利用しているサイトが <https://www.youtube.com/UTokyoScience/> である。コンテンツ数約 150 本、チャンネル登録者数 2500 人強、累計アクセス数 26 万回強（2018年 8 月現在）のサイトである。（図 1）



図 1: UTokyo Science チャンネル

従前は、FLASH Server で作成した映像コンテンツのオンデマンド配信およびライブのストリーミング配信を行っており、その両方を引き継ぐ形で 2015年 3 月に利用を開始した。YouTube サイトでは当初から既存コンテンツとして約 100 本のオリジナルコンテンツの配信を開始し、平均して月 1 本程度のコンテンツ追加を行ってきた。配信するコンテンツは先進的な研究成果に関するものであるが、社会的に浸透することを目的として作成しているため、視聴者に科学研究の専門性を求めるものではない。ジャンルは理学系研究科・理学部のフィールドである「科学研究」であり、数学、情報科学、物理学、天文学、地球惑星科学、化学、生物学をメインのフィールドとして研究科構成員の研究対象がカバーしている領域と同じく幅広いものとなっている。主要なコンテンツとしては、

- (1) 研究活動の成果発表であるプレスリリースを

元にしたビデオ（「研究者の扉」シリーズ、平成 28 年から）、(2) 研究教育活動を研究者個人のテーマから作成したビデオ（研究者ビデオ、平成 15 年から）、(3) 学科・専攻の研究教育内容を学生に紹介するガイダンスビデオ（平成 16 年から）、(4) 理学系研究科の施設・設備を紹介するビデオ、(5) イベントに関するビデオ（退職教員の最終講義や公開講演会や一般向けの学術講演会、成果発表の記者会見など）、および配信活動の周知のためのビデオである。作成するコンテンツは視聴者に幅広い視聴につながるよう基本的には 5 分程度で編集したビデオ（約 100 本）と講義・講演会などの長時間（30 分以上のビデオ）（約 50 本）で構成され、大部分を Full HD のコンテンツで作成している。

我々が非営利でサイト運営をしているのはビデオ内で利用するコンテンツの権利処理などを行いやすくし、社会における知の蓄積として活用しやすくするためである。コンテンツ内部に他の著作権所有物があると現在の YouTube では自動的に検知されるがそのようなコンテンツは除外し、他機関が提供している写真やデータ、講演内のコンテンツなどは基本的に非営利目的での利用許諾を取り利用している。

新規コンテンツの配信は、図 2 のようにコンテンツとウェブサイト、SNS などのメディアを連携させている。特に速報性が求められる情報（例えば受賞や重大な研究成果）に関するコンテンツは、従来のようにウェブサイトへ掲載するだけではメディアによる認知・拡散までに時間がかかるため速報性を実現できない。我々はそれを実現するためには SNS が有効だと考えている。そのため、全学の Twitter、Facebook アカウントや YouTube の通知機能を活用し、速報性をもって新規コンテンツ配信の周知を行っている。

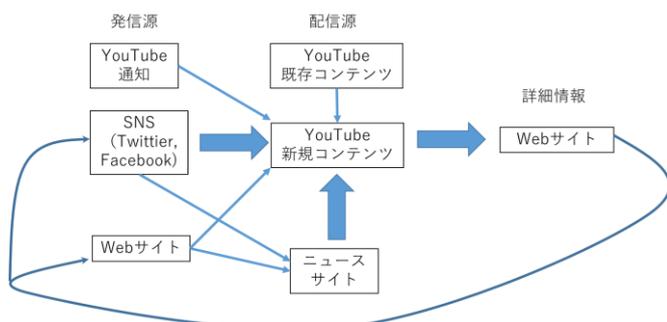


図 2：新規コンテンツの配信と他のメディアとの連携

ライブ中継は主に科学研究における大発見や受賞などの成果を発表する記者会見、公開講演会など一般向け講演会、退職教員の最終講義の際に行われている。記者会見などは通常記者などの参加者以外にはクローズな状況で行われている。記者会見で示される内容が社会において重大であればあるほど、ライブ中継を求められることが多い。また、イベントについては公開講演会など一般視聴者向けの場合、来場者確保のため事前に大々的に周知を行わないこともある。我々がライブ中継をする場合は大きく大構成と小構成の 2 通りあり、大構成（図 3）は複数台のカメラとマルチスイッチャーを利用したもので PinP を利用したスクリーンおよび話者を一つのストリームに構成して中継する。小構成では、1 台のカメラでスクリーンと話者の撮影と記録を行いカメラ映像のみを送出している。中継に際して提示されるコンテンツの著作権チェックは予め必要であり、話者が著作権を有しない資料等を用いている場合は配信映像に含めない対応をしている。

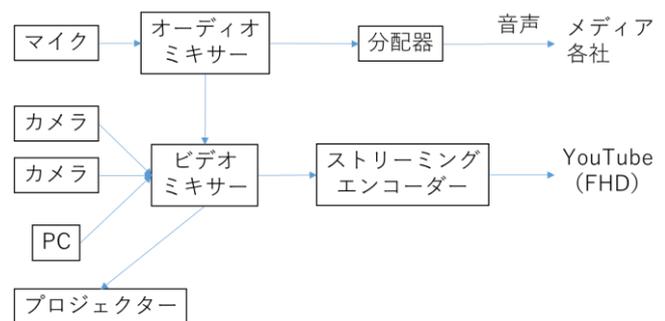


図 3：ライブ中継の構成図例

ライブストリーミングエンコーディングには一般的な機器（LiveShell X）を利用している。現状ではネットワークや映像帯域などの性能確保よりも機器の安定性が重要となっており、PC でのエンコーディングよりも専用機器の方が適切である。

記者会見の配信時にはメディアが多数集まることもあり、多数のマイクがあつて会場が散らかり集音できないことが生じる。そのため、我々は会場設営時に音声の分配を用意し提供している。

## 4 アクセス分析

ここでは、我々のサイトでのコンテンツのアクセスデータを示す。YouTube にはユーザツールとしてアナリティクスという非常に高性能な分析機

能が提供されている。その機能を用いてアクセスについて分析を行った。

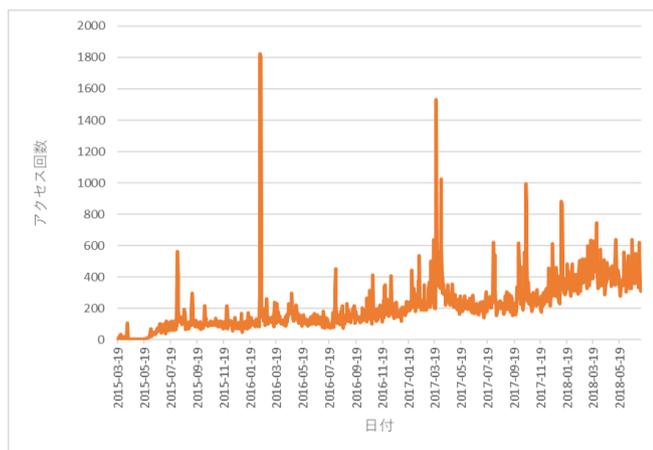


図 4 : YouTube チャンネルへのアクセス数

グラフ（図 4）はサイト開設以来の日ごとのアクセス回数の推移である。我々のアクティビティは先に示したとおり、オンデマンドと呼ばれるサイトに登録されたコンテンツのストリーミング配信アクセスと、ライブストリーミングというリアルタイムの配信アクセスである。オンデマンド配信はなだらかに増加傾向にあり、突出したアクセスはリアルタイム配信の実施によるものである。本サイトでの突出日は 2016 年 2 月の LIGO での初めての重力波検出に関するアクセス、2017 年 3 月の著名教員の最終講義、2017 年 10 月は重力波天体の検出に関する合同記者会見など科学研究と教育活動に関しての中継の成果である。また、2017 年 12 月からの取り組みとしてオンデマンドコンテンツの配信回数の頻度を 2 倍程度に増加させている。この結果、サイトの平均アクセス数は概ね 2 倍程度増加している。平均的なアクセス数はコ

アクセス数

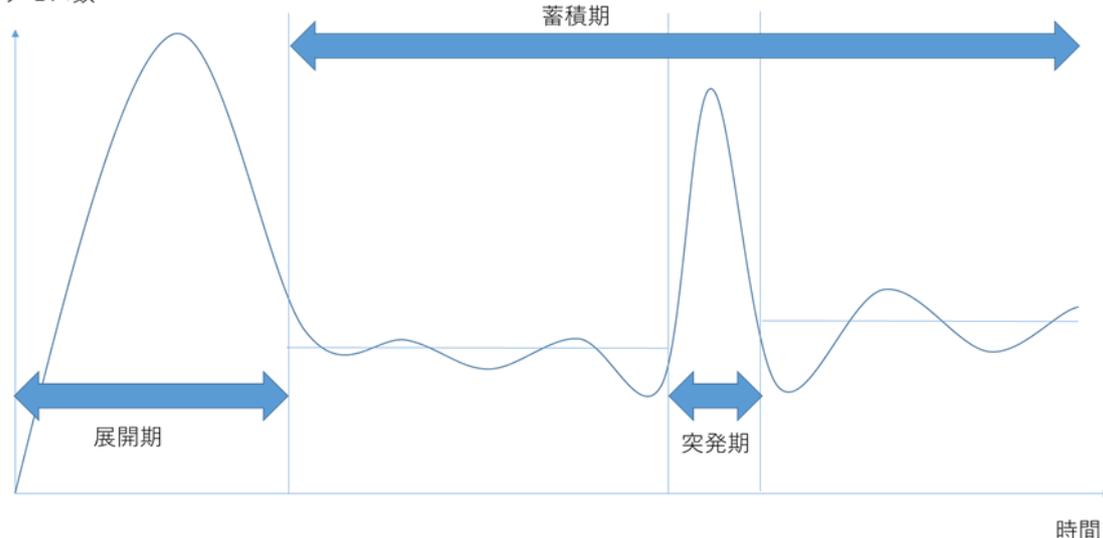


図 5 : コンテンツへのアクセスモデル

ンテンツの更新頻度に比例していると認識して良い。サイトの視聴数を確保するためには定常的なコンテンツ追加が重要であることが分かる。

#### 4.1 一般的なコンテンツのアクセス分析

我々がオンデマンド配信するために配信プラットフォームに登録しているコンテンツの典型的なアクセス数を時間経緯に合わせてモデル化したのが図 5 である。

コンテンツへのアクセス傾向を見ると定型的なアクセス傾向があることが分かる。サイトにコンテンツを掲載すると YouTube 自身のチャンネル登録者への通知が行われ迅速に展開が始まる。公開とほぼ同時に我々は即達性のある SNS サービスに公開を提示している。この情報がユーザに最新状態である期間がアクセス密度としては最も大きくこの時期を展開期と呼ぶこととする。展開期は数日でピークとなり 2 週間程度で安定的なアクセスが行われる蓄積期に移行する。ここでは主にコンテンツに設定したメタデータとして検索され関連づけられた構造からのアクセスである。蓄積期において少数のアクセスが続くこととなるが、それは設定されている概要やキーワードなどでのアクセス、関連する動画から連続してアクセスされるコンテンツである。しかし社会的な必要性が認識されると突発的にアクセス数が上昇し参照される突発期が現れることがある。このように配信するコンテンツは時期に応じて特性をもってアクセスされるためこれらを束ねたサイト運営上ではこれらの特性を考慮してコンテンツ配置をする必要がある。

ここで一般的なコンテンツのアクセスデータを示す。(本研究科安東正樹物理学専攻准教授「時空のさざなみを捉えるー重力波天文学ー」2017年1月26日公開開始、総再生回数約3600回) (図6)

このビデオのアクセス数が先のモデルの典型的なアクセスを示している。掲載直後はサイトトップのコンテンツとしてのアクセス数も多くなる2ヶ月程度の展開期があり、その後蓄積期として主に検索によりアクセスされるようになった。コンテンツテーマである、重力波に関連して2017年10月には重力波天体の観測が起りアクセス頻度が上昇した。以降は当初よりもややアクセス頻度が上がるという結果になっている。

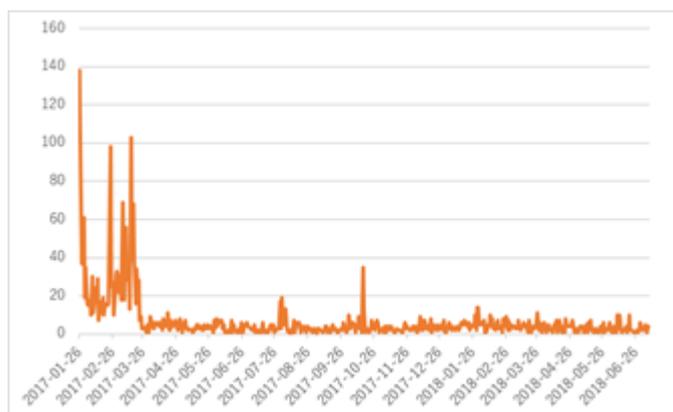


図6：一般的なコンテンツのアクセス

その他にも、現在のコンテンツへのアクセスが展開期に主にアクセス元となっている発信源の分析 (Facebook/Twitter どちらが優位であるか) を行ったが現時点では明確な結果とはならなかった。しかし、これらには違いがあるということが判明している。

我々のサイト全体ではアクセス元としては外部 (ウェブサイトや SNS、検索エンジンからのアクセス) が最も多く、続いて関連する他の動画、サービス内検索となっている。(図7)

特に、蓄積期に入っても持続的にアクセスが行われるコンテンツは検索などでアクセスされるのではなくアクセス元が関連性のあるコンテンツからであるという特性がある。

本サイトで最大アクセス数のあるビデオ (「数学科ガイダンスビデオ」2015年のサイト公開時から約2万5千回) では半数以上の約53%が他の関連するビデオからのアクセスである。検索からのアクセスが17%であることからすると他のビデオ

との関連性を意識したメタデータ付与が重要である。科学分野においては数学のコンテンツが特にこの傾向を強く示す。

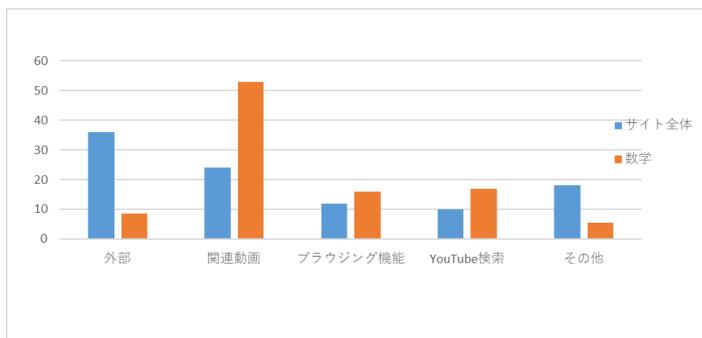


図7：コンテンツのアクセス元

また、検索されるキーワードは専門的なものではないという傾向があり、詳細なものよりも他のビデオとの関係性を持ち、一般的な用語を用いることが重要である。このように蓄積期にアクセスされるようなメタデータの付与が重要である。

#### 4.2 突発期のアクセス

蓄積期には社会的な現象 (自然災害や新発見、受賞など) とそのニュースにより生じる突発的なアクセスが現れることがある。これまでも示してきたが、我々のサイトでは、重力波の検出とその成果である重力波天体の観測、国内での大規模地震の観測、シヨクダイオオコンニャクなど稀少植物の開花、社会事件をうけて SNS における有力発言者の意見などを受けての突発的なアクセスが記録されることがある。このようなアクセスは我々が配信するコンテンツが社会に蓄積された知として利用されている場合である。

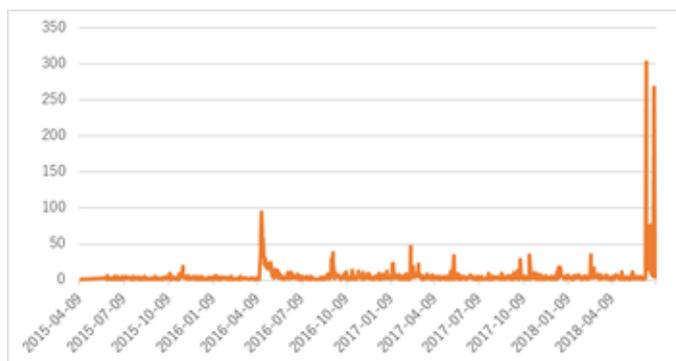


図8：突発期のアクセス



図 9 : アクセスモデルでの傾向まとめ

図 8 のグラフはロバート・ゲラー名誉教授の研究者ビデオ「地震波でみる地球の内部」(公開は前システムにおける 2012 年 5 月 18 日) のアクセス数を示す。東日本大震災を受けて作成したビデオで、以前からも継続的なアクセスがあったが、2016 年 4 月は熊本地震、2018 年 6 月は大阪地震である。このように地震に関連した動画については、社会的な影響を受ける現象が起こるとその影響からアクセスが突発的に増大する。そして、コンテンツとしての影響度を増加させるために、突発的なアクセスが起こるごとに平均的なアクセスが増加していく傾向にある。これらをまとめたものが図 9 であり、SNS などから社会的な変化を受け、アクセスされていることが分かる。

### 4.3 ライブ中継の分析

近年、研究成果の公表や共有の速度は速くなっており、特に、重大な成果はその目的はその成果を社会に広めるということはもちろんのこと、日常の継続的な研究活動が時として重大な成果をもたらすという興味深い経験を次世代に認識してもらい将来の研究につなげたいということである。研究上の重大な成果は一般に成果として認められるまでは秘密として扱われ、成果として認定されて初めて公開されることとなる。そのため、ライブ中継を実施することは非常に短期間に決定され実施される。

たとえば、実際にライブ中継した「重力波を発生する天体の発見」に関する記者会見は 2017 年 10 月 17 日 (火) 10:00 からであった。当初から記者会見に合わせライブ中継を実施することを想定して準備していたが、東京大学、国立天文台を中心とした複数の研究機関が連携しての成果であったため、調整の結果、会見内容が決定され周知を開始できたのは会見前日であった。(図 11)

### SNS の発出時刻

投稿 2017 年 10 月 16 日 (月) 午後

<twitter> コメント 4 件, リツイート 711 件, いいね 820 件

<Facebook> いいね 160 件 ,シェア 19 件



図 11 : Twitter での周知

この中継は 1 日ではあるが事前に周知をすることができたことで、SNS などの即時性のあるメディアから社会的な反応を得ることができた。

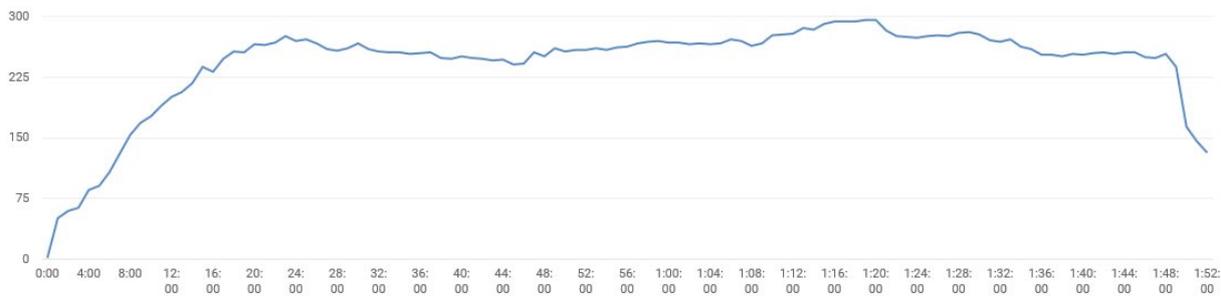


図 12: ライブ中継でのアクセス

ライブ中継は 2480 回（ピーク時 298 回）総時間として 41,547 分視聴された。平日午前の中継であったが開始から持続的にアクセスされた。重力波というノーベル賞受賞に関連した発見での会見であったため、会場には主要なマスコミメディアや科学系メディアが勢ぞろいするという状況で、当日の夕刊で大々的に報道された。しかし、このような重大な成果であるにも関わらず、現状では千人単位での視聴に留まるということは、さらに科学への認知を高めるための活動が必要であると思われる。会見終了後も継続的（2018 年 8 月末までに 2963 回）にアクセスされている。このようにアーカイブしたコンテンツの配信も求められていることが分かる。

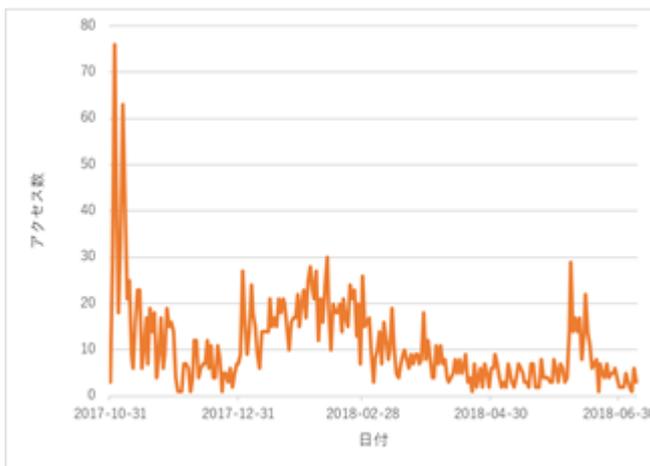


図 10: 録画した会見のアクセス

## 5 まとめ

本稿ではこれまで行ってきた多くの取り組みを基にサービスの分析機能を利用して、研究教育活動での成果などを効果的に配信する方法についてまとめた。我々の結果は、配信サービスの詳細な分析機能から認識できたものではあるが、SEO としては一般的なウェブサイトでの情報提示での

効果と同じである。社会への情報提供では、幅広い活用を考慮したコンテンツの作成と即時性をもった展開および蓄積が必要である。さらにその後の活用を分析的に認識して情報発信されるようになることを期待する。

科学研究の成果は現在、主にマスメディアなどを通じて社会に拡散されている。現在においてもプレスリリースなどで同様に ICT を活用し、研究者が直接発信することができるようになってきており、その伝達手段としても確立しつつある。

多くの大学などでも積極的に発信を行っている状況であるが、発信することは、その後のアクセスを獲得し、視聴数によって社会への認知を示すことができるようにするために行っていると考えられる。

今回の分析においては、視聴時間や視聴維持率などの各コンテンツにおける詳細な特性を用いず、一律にアクセスされた回数で評価した。視聴に関する情報はコンテンツの質確保のためには必要であるため、今後はそのような情報についての分析を進めたい。

大学などの研究教育機関はコンテンツの特性上、一般公開する場合には非営利的なコンテンツとせねばならないことから生じる制限を考慮して、コンテンツは他機関が発信している他のコンテンツとの関連性を考慮して発信し、効果的にアクセス数を獲得する必要がある。

しかし、例に示したように現状では社会的な影響のある重大な成果であってもライブ中継などの直接的な情報発信が普及し、社会に浸透しているとは言えない状況である。また、定常的なコンテンツ作成やサイト運営を研究教育機関それぞれで行い続けることは困難である。そのため、これらの知見を活かして、研究教育機関が連携していくことが、ストリーミング配信を直接科学研究に触

れられる手段としていくためには必要であると考ええる。

## 謝辞

本論文の作成にあたっては、日々の業務でもビデオ作成、SNS 配信からライブ中継での現場対応など精力的に担ってくれている東京大学理学系研究科情報システムチームの皆さんに多大なる協力を頂きました。また、コンテンツ作成などに協力頂いている研究科の教職員の皆さん、コンテンツ提供やライブ中継などで協力頂いた関係機関の皆様感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 玉造潤史・中村 誠・柴田 有・稲葉真理・平木 敬（東大）, ”Flash を用いたリアルタイム講演中継システムとその特性”, 信学技報, vol. 108, no. 120, IA2008-13, pp. 1-6, 2008 年 7 月.