

多視点映像を用いたアーカイブビューワーアプリケーション 〈Workshop Archive Viewer〉の開発

An archive for multiple perspective interactive video application 〈Workshop Archive Viewer〉

池田泰教 八嶋有司 イトウユウヤ 小川圭祐 赤羽亨

IKEDA Yasunori, YASHIMA Yushi, ITO Yuya, OGAWA Keisuke, AKABANE Kyo

1. はじめに

1.1 概要

メディア芸術に特化したアーカイブの考察と、メディア芸術に関するワークショップの方法を伝える教材への応用を目的としたアーカイブビューワーアプリケーションの制作及び、実証実験のため、Generative Idea Flow (IAMAS 赤羽亨准教授、他) が主催するメディア芸術表現基礎ワークショップ全 6 回 (ex-Workshop) の映像アーカイブと、アーカイブビューワーアプリケーション〈Workshop Archive Viewer〉(以下ビューワーアプリケーション) のデモ版の制作を行なった。撮影では、1 回のワークショップにつき 6 台のビデオカメラと参加者 8 名の PC (8 台) で QuickTime Player による画面収録を行ない、合計 14 個の視点から会場を記録した。会場全体の撮影に 1 台、講師の撮影に 1 台、その他ワークショップの作業机の上に設置されてある 4 台のカメラによって、参加者全員の作業を開始から終了までを記録し、その映像記録を閲覧するためのビューワーアプリケーションを制作した。この作業机上进行した 4 台の映像素材を使用することで、参加者全員の全作業が実時間と同じ時間軸を持った映像として収められ、ビューワーアプリケーションのアノテーション機能により、思いもよらない発見や、講師が振り返りたいポイントにタグ付けすることができる。ビューワーアプリケーションは、全参加者の作業をすべて見ることができ、拡大表示などの機能を使用しながら、より詳細にワークショップで起こる出来事を追うことで、教材としてその内容すべてを振り返ることができる。その他、各回の講師へのインタビュー映像を制作し、それをまとめることで、それぞれのワークショップのテーマや、概要、狙いを分かりやすく総括することができた。

本研究及びビューワーアプリケーションの制作は、大きく分けて 2 つの方向性を持つ。第 1 に、アーカイブは記録された膨大な保存資料としてではなく、その活用方法まで含めた記録のデザインと位置づける。一方的なアクセスによって参照される保存資料としての有用性だけではなく、その活用方法も視野に入れた設計が必要だと考える。第 2 に、アーカイブによる実体験を再現することの不可能性から、アーカイブされる対象の表層的なイメージを編集的操作で抜き取るのではなく、アーカイブされる対象とその周りに点在する情報すべてを記録として抽出することで、より本質的な対象のイメージを掴み取る。テクノロジーや技術の革新にともない、作品の様相の変化も著しいメディア芸術にとって、今後さらに必要不可欠なアーカイブのあり方を実践する。具体的な多視点での撮影方法や、ビューワーアプリケ

ーションの実装については、第2節、第3節で論じる。

2. 撮影

2.1 撮影目的

今回のワークショップ撮影の目的は、構想しているビューワーアプリケーションを前提とした、多視点同期再生のための撮影方法を開発することである。基本となるワークショップ会場（403 Forbidden）のセットアップを図1に示す。参加者は4人掛けテーブル2つに座った状態で作業する。（図1）ワークショップはテーブルトップでの作業（スケッチ、電子工作、動作機構の組み立てなど）と、PCでのプログラミングという2つの作業を行き来しながら進行していくため、テーブルトップの撮影とPC画面の収録をそれぞれに行なう必要があった。

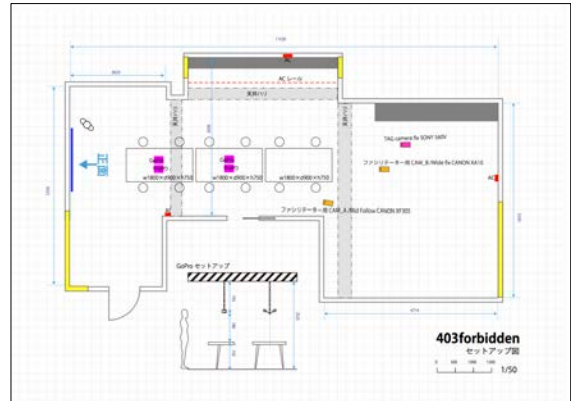


図1 403 Forbidden のセットアップ

2.2 撮影方法

2.2.1 テーブルトップ撮影

テーブルトップでの作業を撮影するにあたって、最も死角の少ない両腕のアクションエリアの真上にカメラを設置する方法をとった。また、1cm程度の部品を扱う場合があるため、ビューワーでの拡大表示に耐えうる解像度を確保する必要があった。拡大表示時の解像感を検証した結果、1820mm×900mmサイズのテーブルを2台の小型カメラ（1280×720 24P）で分割して記録する方法をとった。（図2）各回8人の参加者を撮影対象としているため、撮影するテーブルは2つになり、計4台のカメラで撮影を行ない、ビューワーアプリケーション上で空間を再構成する。（図3）

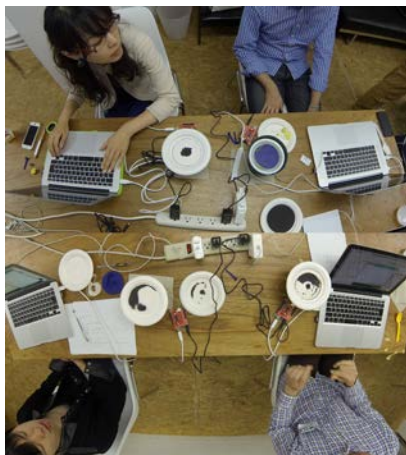


図2 分割して記録された映像

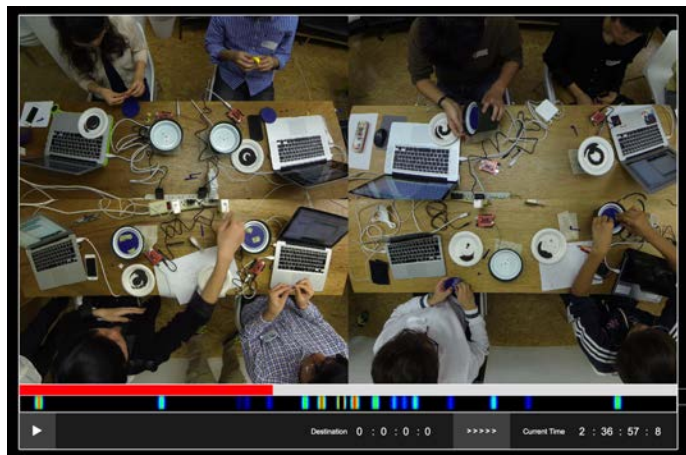


図3 ビューワーアプリケーション上で空間を再構成

また、カメラの設置に関しては、参加者の自由な発想の妨げにならないよう、機材の圧迫感を考慮する必要があった。テーブルに座った状態で撮影機材が視野に入らない固定方法を模索した結果、天井を支持体とする固定方法をとった。

基本型である 403 Forbidden 会場では、天井にアンカーを打ち、制作した専用ジグをネジで固定する方法をとっている。(図 4) また、同様の理由からカメラは小型の GoPro Hero3 (以下、GoPro) を使用した。GoPro は単焦点レンズのため、フレームサイズを統一するためにカメラポジションに基準を設け(図 5)、天井への加工が困難な IAMAS イノベーション工房会場向けに、可搬性のある専用の設置器具を合わせて制作した(図 6)。このような一連の設置方法によって、会場空間の違いや固定方法の違いに左右されることなく、すべての回のカメラ位置とフレームサイズを統一している。



図 4 専用ジグ

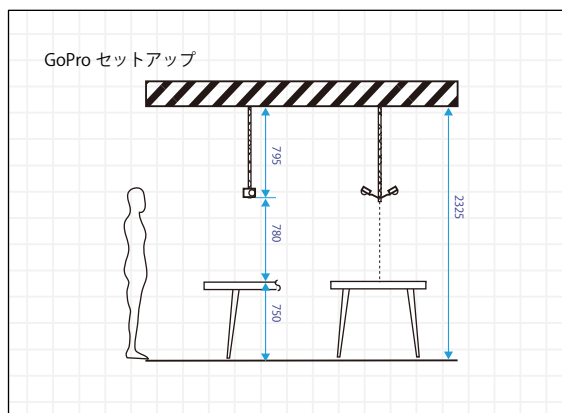


図 5 カメラポジションの基準



図 6 IAMAS イノベーション工房での様子

2.2.2 PC 画面記録

プログラミングとテーブルトップでの作業の関係を明確にし、参加者のトライアンドエラーの過程を記録することを目的として、参加者のデスクトップを QuickTime Player の画面収録によってキャプチャーした。PC 画面はビューワー上では拡大表示しないため、960×540 程度を目安としていたが、参加者の持ち込む PC の解像度にはばらつきがあるため、解像度の統一は収録時には行わず、データ回収後のデータ整理のタイミングで行なうこととした。

2.3 撮影素材

素材は複数の解像度、ファイルフォーマットに跨がっているため、統一のファイルフォーマットにエンコードする必要があった。その場合の圧縮コーデックの選定については、複数画面を同時に表示し、自由にタイムラインを行き来するというビューワーの開発コンセプト上、全体のデータ容量軽減だけではなく、表示処理の負荷の軽減という視点が必要となる。Cycling'74 社の Max6（以下、Max6）での処理を見据えて、イントラフレーム圧縮コーデックの中から拡大表示時の画質検証を行なった結果、Apple ProRes 422 LT を採用している。

3. アプリケーションの実装

3.1 概要

今回制作したビューワーアプリケーションは長時間に及ぶワークショップのアーカイブ映像を効率的に閲覧し、「どこでなにがいつ起きてどういった影響を周囲に及ぼしたか」を確認し記録するものである。開発は Max6 で行なった。本ビューワーアプリケーションの機能と実装過程を以下に示す。

3.1.1 基本的な映像コントロール

QuickTime Player などの動画再生アプリケーションや、YouTube に代表される動画共有サイトを利用しているユーザーが直感的に使用できることを想定したアイデアスケッチを元に、それらに近しい再生ボタンや任意の時間にジャンプできるインターフェースを設けた。（図 7）

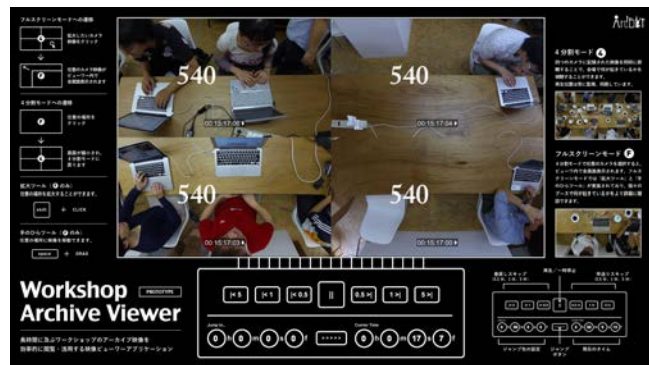


図 7 ビューワーアプリケーション(ver0.1)の画面

3.1.2 再生と同期について

同時刻に撮影した複数の映像を同時に閲覧でき、かつタイムコードが同期する撮影エリアをあらかじめ 4 つに区分し、1 エリア 1 台のカメラで記録した 4 つの映像を同時に再生するため、4 分割された再生領域を設けた。複数の映像を同時に視聴することは、他の動画再生アプリケーションでも可能だが、タイムコードを揃えての視聴は困難だった。本アプリケーションにおいては、再生される映像のうち、1 つを「マスター」とし、10 秒間隔で全映像のタイムコードを調査し、すべての映像を「マスター」のタイムコードに同期するようプログラムした。映像の音声については、「マスター」の音声のみを再生している。これは、カメラ内蔵マイクで録音した音声をすべて同時に再生してしまうと、定位感が乱れ、音声と視覚から得られる空間情報に違和感が発生するためである。1 音声のみの再生だが、各カメラが比較的近くに設置されていたことや、天井から俯瞰で撮影した映像は参加者の口唇の動きが確認しにくいこともあり、違和感なく視聴することができる。

3.1.3 任意の動画を拡大し、かつ移動が可能

映像の 1 部分を拡大しかつ移動できる機能を実装した。これによく似た機能として、Adobe 社製「Photoshop」の虫眼鏡ツールと手のひらツールがある。本ビューワーアプリケーション

は起動時に4分割された映像が再生される(4分割モード)。そこで任意の映像をクリックすると、拡大され再生領域全面に表示される(1画面モード)。1画面モードで、shiftキーを押下しながら映像をクリックするとさらに映像を拡大することができる。マシンの負荷を考慮し、4分割モードでは解像度540pにダウンサンプルした映像を、1画面モードに遷移する際に解像度1080pの映像を再生するようにした。なお、1画面モード時に表示される映像は「マスター」となり、その後、別の映像が1画面モードで表示されるまでその設定は引き継がれる仕様にした。

3.2 アプリの再実装

3.2.1 デモ版の展示、フィードバック

本ビューワーアプリケーションのデモ版は2013年1月に行なわれた「メディア芸術表現基礎ワークショップ ex-Workshop 展」(3331 Arts Chiyoda)にて公開された。会場にはデスクトップ型のPCを用意し、ビューワーアプリケーションを来場者が直接UIを操作しながらアーカイブ映像を閲覧する体験コーナーが設けられた。筆者らは本アプリの説明員として体験者とコミュニケーションをとりながら、フィードバックを得るため体験者にヒアリングを行った。その中で技術的な改善点についての指摘、要望が多かった2点を以下に示す。

3.2.2 シークバーの設置

7時間を超える長い記録映像を閲覧するためのビューワーは、何よりもザッピングの機能が不可欠である。早送りや巻き戻しなどは直感的で正確なインターフェースでなくてはならない。本デモ版には巻き戻しや早送りの機能はついていたが、インターフェースは再生ポイントの時分秒を数値で入力するものであり、ユーザー体験として改善の要望が強く挙げられた。

3.2.3 膨大な記録に対して要所へのアクセシビリティの向上

膨大なアーカイブ映像からアイデアや価値を見いだすためには、そのアーカイブにいかなる情報が含まれているかを知ることであり、また、いかにしてそれらにシンプルにアクセスできるかが要点となる。分厚い百科事典の気になるページにタグを付けるように、気になった再生位置や再生画面にタグを付け、いつでもそこにアクセスできるようになれば、本アプリケーションは真価を発揮することとなるだろう。

3.3 提案

以上のレスポンスを受けて、本アプリケーションのアップデートを提案し、実装した。要件の定義と構築方針を以下に示す。

3.3.1 シークバーの実装

再生位置を自在に変更できるユーザーインターフェースは、ビューワーアプリケーションのアップデートにおける最優先課題となった。従来の映像ビューワーでもシークバーと呼ばれる、再生位置がバーの上を行き交うカーソルとして表現され、それを動かすことで直感的に再生位置を変更することのできるものが多く実装されている。ビューワーアプリケーションでは前節での説明でもある通り、それぞれの再生エリアの映像同期などのプログラミング上の問題によりデモ版では見送られていた実装であったが、この度大々的なリファクタリン

グと設計の見直しを行ないつつ、実装する計画を立案した。

3.3.2 データビジュアライゼーションの適用

一方で、タギングは開発環境の技術的制約により、実装が困難なことが検証により明らかになった。これは Max6 が UI のイベントリスナを設けていないため、画面上にタグを用意しイベントを定義できたとしても、それらの実行を一意に感知することが困難なためである。

タギングのアイデアと平行し、膨大な記録に対するアクセスのしづらさを解消するため、データビジュアライゼーションのアイデアを応用する設計を考案した。情報の羅列も可視化により一定の解釈を促すことができる。データビジュアライゼーションの性質はビューワーアプリケーションの課題と合致する可能性があり、タギングとは異なるがアーカイブ映像から情報を得るための助けとなるのではという予測から、本提案が採用され設計が行なわれた。

3.4 実装について

3.4.1 Max におけるシークバーの実装と映像の同期処理

シークバーの実装自体は、Max6 がデフォルトに提供している UI のオブジェクトと、いくつかの処理群を組み合わせることにより比較的容易に実装ができる。問題となったのは、シークバーの操作から再生位置を各描画エリアに設けられている再生部へとトリガーする際の、処理手順の再設定である。前節でも取り上げられた通り、ビューワーアプリケーション（図 8）の複数の描画エリアの同期を計る際の誤動作に対する対応と



図 8 ビューワーアプリケーション(ver0.2)の画面

して、再生位置修正のプロセスが並走している。これらのプロセスに副作用を生じさせることなく、シークバーのトリガーをバイパスする作業は、Max6 のようなプロセスの順序が捉えづらい環境において困難なメンテナンスを要する。

デモ版の実装に対し、プロセスを分離し結合度を荒くする I/O 設計を重視したリファクタリングを行なうことで、これらの課題をクリアしシークバーを実装した。これにより再生位置を自在に変更できる UI を実現した。

3.4.2 Max における SQLite データベースを用いたヒートマップの実装

データビジュアライゼーションの手法の 1 つにヒートマップがある。これは対象となる情報の座標を 2 次元の色分けヒストグラムにて表現するものである。最近では生体の分布表現や、ウェブのページクリック箇所の分析など多様な分野にて用いられている可視化法である。

ビューワーアプリケーションにおける実装は、アーカイブ映像で注目すべき再生位置に対し、用意されたボタンをクリックすることで「注目度」を投票することができるというものである。同じ箇所をクリックすればその再生位置はより注目度の点数は上がり、別の箇所をクリックすればその箇所に注目度の点数が追加される。それらの注目度の得票数はリアル

タイムに集計され、結果はシークバーの上部にヒートマップとして表現されるものである。得票数は Max6 の JavaScript オブジェクトにて構築された自作オブジェクトの中の SQLite アダプターを通し、別プロセスである SQLite に蓄積される。SQLite のようなデータベースアプリケーション（以下 DB）を採用した理由として、データ登録とヒートマップ描画という2つの動作に対し、データを Max のパッチコードで渡すよりはそれぞれが独立した動作を定義し、データが必要な際のみ DB に問い合わせる方式がよりシンプルに設計できることと、DB で用意されている sort などの SQL メソッドの利用が、本実装においては不可欠であったことが挙げられる。

Max の描画ライブラリ群である Jitter には、jit.lcd と呼ばれるグラフィック描画のためのオブジェクトが存在するが、単純な円形や矩形しか描画できず、ヒートマップのようなグラデーションの色分けを行ってくれるメソッドは用意されていない。よって、方針としては「細かな円形を多量に描画し、それぞれ色のプロパティを段階的に設定し、淡い色から順次重ねて描画する」という手順が必要となる。得票データを正確にストアし、それらの得票数をカウントしソートするプロセスを DB 側で先に実行しておき、描画の際はこれらの整頓された値を順次 jit.lcd に渡していくことで、Max6 では本来想定されてないはずの、情報可視化のための描画表現が可能となった。

4. 今後の展望

デモ版を改良したビューワーアプリケーションのアップデート版は、2014年11月23日に行なわれた Maker Faire Tokyo 2014 にて展示された。当日はラップトップ型の PC での展示となり、来場者は改良版の UI などを直接触って体験した。来場者からは、UI や新機能がより優れたユースケースを想定できるものとして一定の評価が得られた。反面で、アプリケーションの動作問題や更なるアップグレードの要望など、多くの指摘、意見をいただいた。

4.1 アプリの最適化、環境の最適化

上記のイベントでの稼働中、何度かアプリケーションの動作が不安定になった。これは長大な録画データを捌くためビューワーアプリケーションが行なうメモリ確保の限界であると考えられる。これについてはより分割されたストリームとしてデータを取得するなど改善案が考えられるが、詳細なデータ操作は Max6 という環境では困難になることが想定される。また、要件であったタグ付けの実装についても、Max6 以外のプラットフォームでの再開発の提案が考えられる。それ以外にもウェブアプリケーションとしてインターネット上の映像ソースと連携案などの要望も上がり、今後は Max6 環境に縛られない実装計画を検討している。

5. おわりに

本稿で提案したビューワーアプリケーションは、メディア芸術のアーカイブ方法について考察することから出発している。多くのメディア芸術作品では、様々なコンテキストが織り込まれ、複数のメディアを跨ぎながら時間や空間が変化し、その関係性が作品の要素となる場合が多い。そこでこのアーカイブは、対象と周囲に点在する様々な情報との関係の変化を捉

えることが重要となる。既存のアーカイブ手法では、アーカイブ制作者が鑑賞時に読み取ったコンテキストの一部や、その場で知覚できた範囲のメディアの時間的変化を元に編集的操作を行ない、個々の情報を関連付ける場合が多い。このような編集的アーカイブ手法は、個人の知覚体験が基本となっているといえるだろう。しかし、ビューワーアプリケーションは、個人の体験の再構築を目指すものではない。個人の知覚体験から距離を置き、複眼的な視点から記録することで、時間的にも空間的にも、アーカイブする対象に広がりを持たせ、個々の事象と周囲に点在する情報（空間や環境の変化、出来事の連鎖など）との関連を新たに結びつける方法を試みている。それは、解説としてのアーカイブの方法ではなく、関係性を発見し続けるためのアーカイブのプラットフォームを、独自のアプリケーションとして提案することだといえる。

デジタル・アーカイブという言葉の浸透と様々なインターネット技術の発展にともない、記録する作業から一般へ向けた公開へのプロセスは、私達にとってより身近なものとなった。特に記録映像の制作と公開は、もはやプロフェッショナルな技術を有する必要がなく、誰もが扱える技術としてその敷居は下げられている。このような記録から公開へのプロセスの変化によって、これまでの記録機器やサービスの制約がむしろ顕在化し、アーカイブは美術館や博物館などの作品を所蔵する機関や企業、個人で創作活動を行なうアーティストにおいても、考察と実験が必要な課題となったといえるだろう。USTREAM¹のような動画共有プラットフォームは、リアルタイムに同じ時間、同じ内容を共有できたとしても、それは会場で実際に経験するものとは、別の体験だといえる。同様に ICC ONLINE ARCHIVE²のような、過去の展示や講演の記録をまとめたアーカイブにおいても、会場での鑑賞体験とは違う、鑑賞者の能動的な態度によって選択することができる編集的な鑑賞体験を提供している。それらは、アーカイブによって別の価値を付与することはできたとしても、アーカイブから現場で起こる出来事や作品そのものの再現の不可能性を意味する。時間や場所などの環境的情報の変化を有するメディア芸術のアーカイブにおいては、その再現の不可能性から、アーカイブされる対象（作品や展示物など）を編集的な操作によって切り取るのではなく、アーカイブされる対象の周りに点在する情報（時間、場所、空間、環境、動き）も含め、複眼的な視点から記録することで、より本質的にその精度を高めることができる。編集的な記録ではなく、編集という概念を捨てたその場で起こる出来事のすべてを（偶発性も含め）記録する試みが必要である。アーカイブとは、アーカイブされる対象を無数に記録し、誰かのアクセスを一方的にただ待つことなく、その使われ方や活用方法のデザインまで含めて取り組むことが今後の課題である。

¹ USTREAM <http://www.ustream.tv/>

² ICC ONLINE ARCHIVE http://www.ntticc.or.jp/Archive/index_j.html