

アイデアソンによるアニメーション中間生成物の活用可能性の検討

松下 光範(関西大学総合情報部 教授)

E-mail m_mat@kansai-u.ac.jp

山西 良典(関西大学総合情報部 准教授)

要旨

アニメーションは主要なエンタテインメントコンテンツの一つとして認知されているが、その制作過程で生成される中間生成物は作品が完成した直後に廃棄されることが多い。我々はこれを文化的損失と捉え、中間生成物を蓄積・保存するインセンティブ創出のために、アイデアソンを通じてそれらの活用可能性を検討した。その結果、(1) 中間生成物の横断的検索の必要性、(2) 機械学習用リソースとしての活用、(3) 新たな表現メディア創出の手がかり、という3つの観点を得た。

abstract

Although anime is recognized as one of the primary entertainment content in Japan, the intermediate products generated during the production process are often discarded immediately after completing the work. We considered the discarding as a cultural loss and examined the possibility of their utilization. We conducted an ideathon to explore incentives to accumulate and preserve the intermediate products. As a result, we obtained three viewpoints: the need for a cross-sectional search of intermediate products, their use as training data for generative deep learning technologies, and clues for creating new expressive media.

1. 序論

日本において、アニメーションは主要なエンタテインメントコンテンツの一つである。テレビアニメに限っても年間 300 件近い作品が制作されており(例えば、2020年のテレビアニメ制作本数は 278 本¹⁾)、一大産業となっている。アニメーション作品は、多くのクリエイターが様々なかたちで携わり、共同で一つの作品として作り上げるものであるが、限られた人員で大量の作品を作っていることから伺えるように、その制作過程の情報整理は十分に洗練されているとは言い難い。デジタル化が進んでいるものの未だに紙にペンで描く形式も根強く残っており、それらをデジタル処理の工程で活用する場合(例えば彩色の工程はデジタル化が進んでいる)は、人手でスキャンすることにより計算機で扱えるようにしている。

この制作過程において、完成した動画は当然保存されるが、その動画を完成させる過程で作られた中間生成物の大半は、作品が完成すると廃棄されてしまう²⁾。アニメーションを作ることが制作スタッフの共通目的であるため、中間生成物の利用方法が確立していない現状において、大量の保管スペースを必要とする中間生成物の廃棄は仕方がないことであるかもしれないが、

一方でこれは生成過程の情報が失われてしまうことにほかならない。アニメーションを文化資本と捉えるのであれば、これは文化的損失と言っても過言ではないだろう。制作過程の電子化が進む現状にあっても、その廃棄問題は本質的な解決を見るときは考えにくく、それらに明確な価値や利用用途が設定されない限り、問題が継続することは想像に難くない。

我々はこれを文化的損失の問題と捉えて検討し、その根本原因が「コストをかけて構造化・記録するに足る中間生成物の利用用途の不明瞭さ」にあるという仮説に至った。この問題を解決し、多様な中間生成物の保存を行うインセンティブを与えるには、ターゲットユーザを設定し、そのユーザ要求に基づく中間生成物の利用方法を考案することが必要になる。そこで、この利用方法をボトムアップに考えることを狙ったアイデアソンを企画した。アイデアソンとは「アイデア」と「マラソン」を組み合わせた造語であり、限られた時間の中で複数人が協力し、新しいアイデアを創出することを企図したワークショップ型イベントである³⁾。同様のイベントとしてハッカソンやデータソンが挙げられるが、アイデアソンはアイデア創出に重きを置いており、プログラミングなどの技術力が十分でない参加者でも参加できるという利点がある。本稿では、このアイデアソンを情報系学

部・大学院に在籍する学生を対象に実施し、創出されたアイデアからアニメーションの中間生成物の利用可能性について検討を行う。

2. 素材:トリガーデータセット

今回のアイデアソンでは、アニメの中間生成物データとして、国立情報学研究所が情報学研究データリポジトリ (Informatics Research Data Repository: IDR) で公開しているトリガーデータセット⁴⁾を用いた。トリガーデータセットは、文化庁若手アニメーター育成プロジェクト『アニメミライ 2013』の参加作品として劇場公開されたアニメーション作品『リトルウィッチアカデミア』の制作で使用した素材一式をデジタル化したデータである。その内容物は、

- シナリオ
- 絵コンテ (197 ファイル)
- 美術 (392 ファイル)
- 設定 (89 ファイル)
- 色彩 (67 ファイル)
- カット袋・タイムシート・レイアウト・原画 (383 カット分)
- 仕上げ (397 カット分)

から構成されている。図1にこれらの一例を示す。これらのデータは、アニメ制作者と研究者の boundary object⁵⁾であり、デザイン実践の観点からは、その可能性を探るためのパイロットデータという位置付けとなる。

3. 実施方法

2022年8月3日-6日に、関西大学総合情報学部及び大学院総合情報学研究科に所属する学生27名(学部3年生19名、4年生5名、修士1年生3名)を対象に、アイデアソンを実施した。

参加者は、情報アクセス用に各自のモバイル端末(ノートPC及びタブレット)を持参することが指示された。学生は7チームに分けられ、各チームにトリガーデータセットが格納されたポータブルハードディスク、模造紙、付箋紙、カラーマーカーが配布された。チーム分けは、各人の技術レベルや友人関係を考慮し、実施者側で決定した。実施にあたっては、中山英樹氏(ワーク社代表取締役)と舛本和也氏(株式会社トリガー取締役)にメンターとしての参加を要請した。

アイデアソンは、以下に示すスケジュールで行った。議論の段階では、各チームは必要に応じてメンターの中山氏、舛本氏にアドバイスを求めることが許された。

[スケジュール]

2022/8/3

- 13:00-13:10 趣旨説明(山西)
- 13:20-14:00 中山英樹氏ご講演
- 14:00-14:30 「アイデアの作り方」レクチャー(松下)

- 14:50-16:00 チームビルディング・データ配布
- 16:00-16:30 舛本和也氏ご講演

2022/8/4

- 10:00-16:00 アイデアソン(適宜、メンターレビュー)
- 16:00-17:00 中間発表

2022/8/5

- 10:00-16:00 アイデアソン(適宜、メンターレビュー)

2022/8/6

- 13:00-17:00 アイデア発表会

アイデアソンの実施に先立ち、「アイデアの作り方」のレクチャーを第一著者の松下が行った。このレクチャーではインタラクティブデザインの観点から、Stakeholderの抽出に基づくターゲットユーザーの設定方法や、「思考の補助線」⁶⁾の設計事例を教授した。また、中山氏から「アイデアソン前に聞いていただきたいアニメ業界の事情」、舛本氏から「TRIGGER データについて」のご講演を頂いた。これは、参加者である学生がアニメーション制作の工程やそこで生じる中間生成物の関係構造を知らないために、データの理解やStakeholdersの抽出を正しく行えない懸念があったためである。

4. 得られたアイデア

各チームが設定したターゲットユーザは

- チーム1:シナリオライター
- チーム2:アニメーター
- チーム3:アニメーター
- チーム4:原画担当を目指す研修中アニメーター、作業中の原画担当者
- チーム5:配給会社広報担当、視聴者
- チーム6:聴覚障がい者、電車等で音を出さずに視聴する必要がある人
- チーム7:アニメーター

であった。

以下に、報告されたアイデアをチームごとに示す。

4-1. チーム1: COSMIC

このチームは、「話数ごとのキャラクターのセリフ変化の可視化」を提案した。アニメーションの制作にあたっては、多数のクリエイターが参加するため、一貫性のある作品作りを行うには、作品の共通理解が重要になる。その鍵となるのはシナリオであるが、限られた時間の制作では、必ずしもすべてのメンバーがシナリオ(台本、ストーリーボード)を読み込み、共通理解を醸成することは簡単ではない。そこで、シナリオのキャラクターのセリフデータを入力し、キャラクターのセリフに頻出する語彙(名詞、形容詞)を出力することで、キャラクターの一話ごとのセリフの傾向をワードクラウドでわかりやすく提示し(図2)、イメージの伝達を直観的にすることを狙っている。これは、「心情が大きく変化する話は重

要シーンである」という考えに基づくものであり、ワードクラウド形式で端的に可視化することで、キャラクターの心情の変化の理解支援を狙っている。シナリオにおけるキャラクターの心情やその帰結による行動は、アニメーションの制作現場ではシナリオドクターと呼ばれる役割があり、その補完的役割を企図した提案といえる。

4-2. チーム2:モブ

このチームは「モブキャラの顔・服装の自動生成」を提案した。学園モノのアニメ作品では、モブキャラが大量に必要となり、同クラス、他クラス、他学校など、場面に応じて何十人も作品の背景に登場する。全モブが同じ見た目であると、シーンが単調になる懸念があるため、モブキャラ一人ひとりの重要性は主要キャラクターに比べて低いものの、おろそかにできないという事情がある。特にセリフが一切ないモブキャラの場合、どういった顔・服にするべきか判断が難しく、その重要性の割に作画コストが高くなるという問題がある。しかし、

- 作品の世界観を壊さない
- メインキャラよりも個性が目立ちすぎない
- 単調な外見ではない

といった条件を満たすモブキャラを大量に設定することは簡単ではない。提案されたアイデアは、作品に登場するモブキャラの顔を自動生成してバリエーションを増やすこと(図 3)、ならびにモブキャラの服装のアレンジ案を提示することで、作画コストの低下を狙っている。

4-3. チーム3:DELTA

このチームは「架空の生物の設定画の生成」を提案した。ここでいう「架空の生物」とは、ファンタジー系の作品に登場するドラゴンやペガサスなど実在しない生物である。これは、アニメーション業界に「動物を描くことができる人材が少ない」という示唆を受けて提案されたもので、想像上の生物は実際には存在しないために参考元がない、という点に着目して、システム自体が設定画の決定稿を出力する、というよりは、アニメーターの「想像を助ける」ことを企図している。入力としては、予め既存の架空生物設定画に画風や任意の特徴などのタグを付与して画像生成系 AI の学習データとし、利用者が指定した要求に基づいて画像を生成させる。これによって出力された架空生物の設定画をきっかけに、その生物の動き方を想像したり調べたりする、という利用方法を想定しており、トータルの制作時間の短縮を狙っている。

4-4. チーム4:HOT LIMIT 40.0

このチームは「キャラクターと場所に着目した予告動画制作支援システム」を提案した。このシステムの目的は特定のキャラクターや場면을ピックアップすることで、作品に含まれる特徴や見どころを含んだ予告動画作成を支援することである。サブスクリプションサービスの

隆盛により過去の作品も手軽に視聴できる現在、新作アニメーションの予告動画は視聴者を獲得するために重要な要素の1つである。一つの作品に対して様々な切り口で予告動画を複数用意することで、様々な趣味嗜好の視聴者(例:アクションが好き、友情ものが好き)各々の関心を惹きやすくし、作品視聴へと誘導することが期待される。提案されたシステムはこの予告動画制作を容易にするために、絵コンテ、原画データ、キャラクターデザインデータ、背景データを事前に整理してデータベースに登録しておき、利用者の操作に応じて、「キャラクターAの出現するシーン」「教会のシーン」などのユーザ要求を満たす原画データ・背景データに効率よくアクセスできるようにしている。

このチームは Python で動作する Web アプリケーションフレームワークである Streamlit を用いて Working mockup を作成した(図 4)。

4-5. チーム5:REVOCS 関西支部

このチームは「レイアウトの制作及び新人の自主練習による習熟を支援するシステム」を提案した。原画を描く際、特に難しい部分がレイアウトの作成である。レイアウトを作成するにあたっては、絵コンテを理解する能力や空間を表現する能力など、複数の能力が求められるため、新人はその作業に時間がかかってしまう傾向にある。新人アニメーターが学習するにしても、答えがない作業のため練習しづらいものであり、会社毎に新人育成のノウハウはあるものの、自主練習のサポートが課題として指摘されている。現在は監督が新人を指導するという属人的な解決が図られているが、この方法では教育コストが高くなるという問題があり、常に締め切りを抱える現場では十分な指導が保証されない。提案されたシステムは対象ユーザを「原画担当を目指す研修中のアニメーター」ないし「作業中の原画担当者」とし、既存の中間生成物からシナリオ、絵コンテ、それに対応するレイアウトを整理して格納することにより、研修中のアニメーターの自主練習用のツールを構築している。絵コンテとそれに対応するレイアウトにアノテーションを付与しておき、過去の絵コンテを問題、レイアウトを解答として表示することで、属性や場面の特徴で検索を行うと、「過去に出された類似した指示とその際のレイアウト」という事例を表示できるようにしている(図 5)。これにより、過去の絵コンテから問題作成し、練習可能にするといった習熟支援や、似た指示を過去の絵コンテから検索し、過去に採用されたものを参考にすることで制作のヒントとして活用することが期待される。

4-6. チーム6:ダーリン・イン・ザ MATLAB

このチームは、「音」がなくても最大限に作品を楽しめる新しいコンテンツ表現方式」を提案した。アニメーション DVD などでは、ユーザの選択により、セリフや状

況説明などがテロップの形式で付加的に提示される。この提案ではテロップに着目し、現状では主としてアニメーション映像の下部などに統一されたフォントで提示されているテロップを、そのセリフを発している話者の位置に表示したり(図 6)、フォントの種類や大きさを内容や音響特徴に応じて変化させたり段階的に表示させたりすることで、音を流さない状況でも楽しめるようにしている。電車での移動の際のアニメーション視聴や聴覚障害者の視聴を想定し、テロップ表現を工夫することで、漫画とアニメーションの中間的な表現の創出を狙っている。

4-7. チーム7:LMA

このチームは「原画データベースシステム」を提案した。このシステムは、原画制作の際に、制作者が描きたい動きの参考資料を収集するための支援として、蓄積された過去の原画から過去の同じような動作のアニメーションを検索・閲覧できるようにするものである。動きの表現はアニメーション作品の躍動感や爽快感に直結するものであり、どのようにコマ割りをして描くかを学ぶことは容易ではない。このシステムでは、アニメデータセットに対してシーンごとに「描かれている動作の種類」「画角」「被写体の向き」「被写体の特徴」などのパラメータをアノテーションとして付与し、予めデータベースに格納しておくことで、付与されたアノテーションを手がかりにユーザ要求に合致したシーンを提供する。検索されたシーンをコマ送りで再生したり速度を変えて再生したりできるようにすることで、アニメーション専門学校などで学ぶ非熟達者の学習支援につながるようデザインされている。Processing 言語を用いてこの機能の Working mockup を作成し(図 7)、その活用可能性を示した。

以上、7 つのチームから提出されたアイデアの概要を示した。2022年8月6日に行われた発表会では、中山氏、舛本氏が講評・審査を行い、チーム 2 およびチーム 7 が優秀作品として表彰された。

5. アニメーション中間生成物の活用可能性の検討

各チームから提出されたアイデアから、3つの観点でアニメーション中間生成物の活用可能性について検討する。今回は中山氏、舛本氏といった、アニメーション制作に携わる方々のメンタリングがあったこともあり、7チーム中5チームでアニメーターや原画担当など「アニメーション制作に携わる人」をターゲットユーザとして想定し、その支援を提案するシステムやサービスが考案された。これらの共通項から、中間生成物の活用可能性について検討する。

5-1. 中間生成物の横断的検索の必要性

チーム 4、5、7 はサービスの主眼は各々異なるものの、いずれもその基盤として「ユーザ要求に基づく中間生成物の横断的検索」の必要性を示唆している。今回のアイデアソンでリファレンスに用いたトリガーデータセットは、アニメーション制作の段階的な記録であり、例えば、シナリオのどの部分に絵コンテの1カットが対応するか、美術がどのカットで利用されているか、といった、データの種類間の対応が本来存在する。上記のチームにより提案されたサービスは、これらを整理して対応付け、横断的に検索可能にすることで、異なる目的のサービスに活用できることを示唆しており、まず取り組むべき課題と言える。

こうした検索システムを活用するターゲットユーザとして筆頭に挙げられるのは、アニメーション制作の初学者であろう。これまでにキャラクターの歩き方やリップシンクロのコツなど、個々の描き方などについては経験則としてまとめられているものの(例えば文献^{7,8)}、「アニメーション制作時にどのような参考情報が必要となるのか」といった、学びの土台となるようなより包括的な視点の知識は未だ暗黙的な経験にとどまっておらず言語化されていない。今回提案されたサービスが端的に示すように、こうした学びを可能にするには、セル画の検索やシナリオのテキスト検索といった単一の検索ではなく、ユーザ要求を同定した上で、複数の工程を渡る横断的かつ探索的な検索を提供する必要があり、それゆえに目的に応じた検索 UI 設計と、それを可能にする階層的なスキーマ設計が必要になる。今回の取り組みでは、いずれのチームにおいてもどのようなスキーマを設計すべきかまでの考察には至っておらず、今後実装を通じて明らかにしていく必要があろう。

5-2. 学習リソースとしての中間生成物の可能性

チーム 2、3 はアニメーションの中間生成物を機械学習のための学習リソースとして活用することで、制作者の創発支援を試みている。

一般的な画像生成・識別タスクを想定した場合、量が限定的(例えば設定画など)かつ非均質な描画特性(セル画では身体パーツが分割されているなど特定の制作意図による分割・重畳がありえる)を持ち、かつ物理媒体からのスキャンを必要とする中間生成物は、その学習リソースとしては必ずしも魅力的とはいえず、むしろ最終制作物の利用や、市井の画像サイトをクロウリングの方が合理的であった。そのため、中間生成物を学習リソースとして活用するには、それと密接に関わるサービスが認識されたうえで、「少ない」データからでもそれを実現する枠組みが示されてこそになる。

近年、オープンソースで利用可能な画像生成モデルである Stable Diffusion (<https://github.com/CompVis/stable-diffusion>) の出現をきっかけに、画像生成系 AI やそれを活用したサ

ービスが次々に発表され注目を集めている。Stable Diffusion のモデルをアニメ系のイラスト生成に特化させた trinArt キャラクターズモデル (<https://ai-novel.com/art.php>)や、少数の入力画像から画風を模倣したキャラクターの顔画像を生成できる mimic (<https://illustmimic.com/>)、LINE 経由でメッセージを送ることで画像を生成できるお絵かきぱりぐっくん (<https://page.line.me/877ieiqs>)などが代表例として挙げられる。これらの画像生成系 AI の動向を鑑みると、アニメーションの中間生成物を転移学習などでそれらに組み合わせる補完的な学習データとして活用することで、チーム 2、3 が提案したサービスを実現できる可能性は高い。

成果発表会の講評では、舛本氏が「計算機が出力した結果を、アニメーションで利用できるレベルの設定画にブラッシュアップすることはアニメーターなら可能である。その元になるような出力が得られるだけでも現場の助けになる。モブの設定画が自動的に生成されれば、限られた稼働をより主要なキャラクターなど作品に大きく関わる部分に注力できるため有用なサービスと言える」「TV 業界の動物プロダクションのようなイメージで、モブキャラの雛形を保持し、要求に応じて必要な数や特徴のモブキャラ設定を生成して届けるようなプロダクションサービスができるかもしれない」という旨の指摘を行っていた。この指摘からも伺えるように、生成系 AI への活用は、アニメ制作者の負担軽減とより重要なタスクへの集中に貢献し、中間生成物の保持のインセンティブとなり得るだろう。

また、現行の画像生成系 AI は、入力されたテキストを手がかりとして生成する手法の他に、画像そのものを入力として類似の画像を出力したり、その入力された画像をアレンジしたりする手法がある。AI が生成した画像を手でブラッシュアップして再度学習データとして利用することで、そのアニメスタジオの画風が色濃く反映された学習モデルを作ることが可能である。安定した絵柄がアニメにもたらす重要性を考慮すると、「特定の絵柄を高精度で生成できる AI」はそれ自身がアニメスタジオの資産となりうる。

5-3. 新たなメディアの創出にむけて

チーム 6 は、従来のアニメーションにとどまらない新たな表現による新しいメディア創出の可能性を示している。今回の提案は、中間生成物でなければ実現できない、という類のアイデアではないものの、中間生成物の利用が容易になることで、そうしたユーザ視点のサービス考案に資することは十分期待できる。

振り返ってみればアニメーションも「てれび漫画」と呼ばれていた歴史を持ち、漫画から生まれた新たなメディアであったと言える。現在、漫画はアニメーションだけでなく、モーショコミックなどの異なるメディアへと進化してきている。これらの進化は、動きや音声とい

た要素を加算することでの進化である。一方で、アニメはそれ自身が動きや音声といったマルチメディアであるため、メディアの進化の方向性としては新たに要素を追加して加算的に進化するのではなく、適切に要素を“減算”することでの進化が適している可能性がある。

6. 結論

本稿では、アニメーションの中間生成物の活用について、アイデアソンによる探索的な利用検討を行った。その結果、(1) 中間生成物の横断的検索の必要性、(2) 機械学習用リソースとしての活用、(3) 新たな表現メディア創出の手がかり、という中間生成物活用に関する 3 つの観点を得た。

今回提出されたアイデアが全ての解ではなく、特にユーザ視点での活用についてはまだまだ不足していると言える。しかし、オープンデータ活用の現状(例えば文献⁹⁾)を鑑みると、関係性が整理されて容易に利用可能になれば、ボトムアップでの活用案の創出が期待できる。現状、手書きのアニメーションでは仕上げ彩色以降の工程でのデジタル化は進んでいるものの、原画作成や中割りの工程では未だに紙などの物理的媒体を利用することが多く¹⁰⁾、そこで生まれる中間生成物をどのように蓄積・管理するかが活用の前段階の大きな問題として残っている。中間生成物に価値があることが共通認識となり、さらにはそのマネタイズが可能になれば、こうした現状の改善に大きく貢献するだろう。

また、アニメーション制作の初学者教育という観点から見ると、一般社団法人日本動画協会が「アニメーターの課題集 一動きの法則を理解するための第一歩―」という教材¹¹⁾を公開しているように、自発的な学びの素材に対するニーズは高い。アニメーションの中間生成物の蓄積と再利用がより柔軟に行えるようになれば、多様で「生きた」教材としてその用途に活用でき、より制作現場に沿った実践的な学びが可能になると期待される。

アイデアソンの実施の観点からすると、5 つのチーム(チーム 1、2、3、4、7)でアニメーターやシナリオライターなどアニメ制作に携わる人がターゲットユーザとして選ばれていることはメンターの影響によるものと考えられる。アイデアソンの企画段階ではより多様なターゲットユーザが設定されるものと考えていたため、アニメ制作に携わる人が多数を占めたことは今回の実施方式の limitation といえ、今後の改善点とする。

[謝辞]

本研究では、国立情報学研究所の IDR データセット提供サービスにより株式会社トリガーから提供を受けた「トリガーデータセット」を利用した。本研究の実施にあたり、JSPS 科研費 JP22K12338、ならびに立命館大学アートリサーチセンター補助金の助成を受けた。アイデア

ソンの実施にあたっては関西大学総合情報学部ならびに同大総合情報学研究科に在籍する学生の協力を得た。中山英樹氏、舛本和也氏にはアイデアソンの企画段階から実施まで様々な助言を頂いた。安尾萌氏には原稿執筆にあたり助言を頂いた。記して謝意を表す。



図1 トリガーデータセットサンプル

(<https://www.nii.ac.jp/news/release/2022/0315.html>より図引用)



図2 ワードクラウドによるセリフの傾向の可視化



図3 モブキャラ生成システムのインタフェースイメージ



図4 予告動画作成支援システムの working mockup

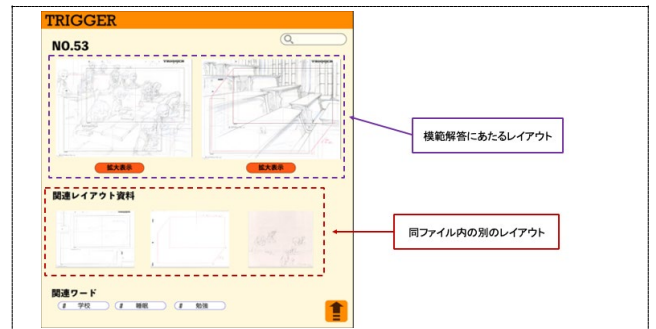


図5 習熟支援システムのインタフェースイメージ



図6 キャラクターに合わせたセリフ表示の例

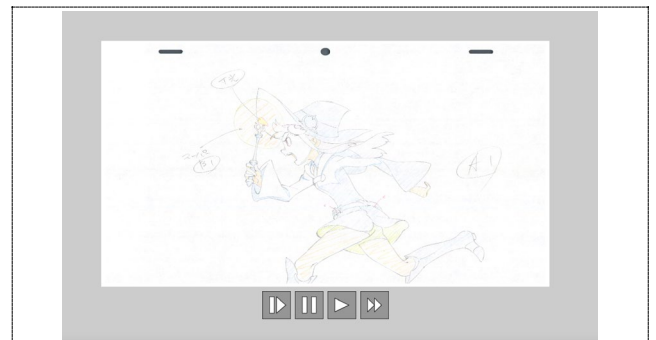


図7 動画再生機構の working mockup

アイデアソンによるアニメーション中間生成物の活用可能性の検討

[参考文献]

- 1) 一般社団法人日本動画協会 (2021): アニメ産業レポート2021.
- 2) メディア芸術コンソーシアムJV (2020): アニメ特撮の中間制作物保存方法構築のための実践及び調査実施報告書, 2019年度メディア芸術連携促進事業.
- 3) 藤井信忠, 貝原俊也, 国領大介, 藤澤卓馬 (2016): アイデアソンにおける集合知創出支援に関する研究 ～対応分析によるアイデア創出過程の分析～, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.287, pp. 29-32.
- 4) 株式会社トリガー (2022): トリガーデータセット. 国立情報学研究所情報学研究データリポジトリ. (データセット).
<https://doi.org/10.32130/idr.15.1>
- 5) Mikhail Fominykh, Ekaterina Prasolova-Førland, Monica Divitini, and Sobah Abbas Petersen (2016): Boundary objects in collaborative work and learning, Information Systems Frontiers, Vol.18, No.1, pp. 85-102.
- 6) ハナムラチカヒロ(2017):まなごしのデザイン:〈世界の見方)を変える方法, NTT 出版.
- 7) 岡部望, 吉村浩一 (2007): アニメーション制作現場での「動き」に関する経験則, 基礎心理学研究, Vol. 26, No. 1, pp. 83-88.
- 8) 今間俊博 (2013): アニメーションの動きの分析と制作に関する教育手法, 図学研究, Vol.140, pp. 13-23.
- 9) 牧田泰一, 藤原匡晃 (2018): 官民一体のオープンデータ利活用の取り組み:先進県・福井, データシティ鯖江, 情報管理, Vol.60, No.11, pp. 798-808.
- 10) 渡部秀雄 (2013): 日本の商業アニメーション制作に於けるデジタル化に関する研究, 湘南工科大学紀要, Vol.47, No.1, pp. 91-104.
- 11) 一般社団法人日本動画協会人材育成委員会 (2021): アニメータの課題集 -動きの法則を理解するための第一歩-,
<https://aja.gr.jp/jigyuu/ikusei/workbook>