

ジェスチャ認識を利用した祇園祭・粽投げのバーチャル体験

岸本 征将 (立命館大学院 情報理工学研究科)

北 直人・李 亮・長谷川 恭子・田中 覚 (立命館大学 情報理工学部)

本研究では最先端のバーチャルリアリティ技術やジェスチャ認識技術を用いる事で、有形文化財である「モノ」だけではなく、無形文化財といった「コト」を対象とした文化や伝統そのものもデジタルアーカイブ化が目標である。研究内容は祇園祭の粽(ちまき)投げを対象として、デジタルアーカイブ化された有形文化財を活用した仮想空間内でVRヘッドマウントディスプレイ(VRHMD)とジェスチャ認識技術を駆使する事で現在では行われていない粽投げの体験が可能なコンテンツを開発した。この様なシステムをデジタルミュージアムと捉え、従来のミュージアムでは体験出来なかった疑似体験によってもたらされる道具の使われ方や当時の様子、習慣等の推察やモノの本質的な理解が可能となった。

Virtual Experience of Chimaki-nage in the Gion Festival using VR and Gesture Recognition

Kishimoto Yukimasa (Graduate school of information science and Engineering, Ritsumeikan University)
Kita Naoto/ Li Liang /Hasegawa Kyoko/Tanaka Satosi (College of information science and Engineering, Ritsumeikan University)

The purpose of this research is to create digital archives not only for tangible cultural properties but also for intangible cultures by using the most advanced virtual reality technology and gesture recognition technology. The subject this research is a traditional Japanese cultural event called Chimaki-nage (throwing chimaki) in the Gion Festival. We have developed a content that allows users to experience Chimaki-nage using VR head-mounted display and gesture recognition technology. This kind of system is regarded as a digital museum. This system has made it possible to let us understand how the equipment was used, as well as the atmosphere and custom during the event.

1. はじめに

日本には様々な伝統文化が存在しており、歌舞伎や天守閣等の文化遺産は独特な文化を持つ日本の象徴として親しまれている。その文化遺産は出現から時間が経過している事から、劣化や後継者の不足による文化遺産の喪失の危機に立たされている。この様な問題の解決策としてデジタルアーカイブと呼ばれる手法が存在している[1]。劣化が進む文化資源に最新技術を用いてデジタル化を行い、そのデータを保存・公開するこの手法は文化遺産を永久的に保存出来るとして博物館や自治体から注目を集めている。しかし現在のデジタルアーカイブは有形文化財の様な形ある「モノ」を保存する事が主である為に、無形文化財の様な文化そのものである「コト」を保存するには文献や映像資料等のアーカイブ化と間接的な保存となってしまう[2]。

そこで本研究では京都の祇園祭・粽投げを対象に無形文化財「コト」の保存・公開に強い「デジタルミュージアム」の作成を行う[3]。デジタルミュージアムとはデジタルアーカイブの技術とマルチメディア技術を用いた新たな展示手法であり、新たな歴史資料としての可能性が期待される。

2. 祇園祭・粽投げについて

祇園祭とは京都で行われる天神祭や神田祭に並ぶ日本三大祭りの一つである。毎年7月1日の吉符入から行事が始まり、31日の疫神社夏越祭を最後に祭りが終える日本で最も長いとも言われる祭りでもある。祇園祭の始まりは853年から相次ぐ牛頭天王の祟りを祓う為に869年に国の数に従って作成した66本の鉾を用いて悪疫を封じ込めた祇園御霊会とされている。保元・平治の乱や応仁の乱等で一時絶えたが970年から毎年行われるようになり、安土桃山時代から江戸時代にかけての貿易を境に西陣織等、今の様な豪華な飾りが施されるようになった[4]。

粽投げは祇園祭の行事の一つである山鉾巡行中に行われる厄除け行事である(図1)。鉾と呼ばれる山車の上から観客に向かって粽を投げる。この粽は一夜の宿を求めた牛頭天王に対して蘇民将来が手厚くもてなした事に感激を受け、子孫繁栄の約束として腰に着ける様に言い残した茅を束ねて巻いた護符「茅巻(ちまき)」が元とされている[5]。中近世の京都では祭り事の際に食用のちまきを贈る慣例が存在し、贈答した後の余りを観客に向かって撒いたとされている[6]。

この粽投げだが過去に怪我を起こす出来事が幾度か発生した為、粽投げは中止された。現在の祇園祭での粽投げは映像や文献等の文化資源のみで存在しており、粽はササの葉で藁を包み、イグサで巻いた非可食な粽が販売している。(図2)



図1 昭和49年の粽投げ[7]



図2 現在配られている粽

3. 「コト」のデジタルアーカイブの必要性

近年ではITの進歩によってフォトグラメトリやレーザ計測等のデジタルアーカイブの手法が増え、「モノ」の保存は進んでいる。しかし、「モノ」主体なデジタルアーカイブではその「モノ」がどのように使われていたか、当時行事の際に行われていた習慣、人々がどのように「コト」を行っていたかというノウハウ等、文化に対しての人の関わり方である「コト」の保存は困難であった。そこで有形文化財で保存される「モノ」だけではなく、形のない「コト」の保存が可能なデジタルアーカイブ化の手法を模索する。

本研究では「コト」の保存を行うために、現在行われていない粽投げにデジタルミュージアムを用いる事で粽投げという文化を疑似体験・学習する事が可能な歴史的資料としての粽投げ体験システムを構築する。

3. 1 デジタルミュージアムの有効性

デジタルミュージアムとはガラスケースの中に実物を展示するという従来の展示方法ではなく、美術館や博物館等の文化施設に蓄積された文化資源のデジタルデータにネットワークと最先端技術を駆使する事で新たな文化資源の活用・保存・公開を行う展示方法である [8]。

立命館大学ではこのデジタルミュージアムを活用する事で、歴史・文化等の文化資源の様々なデジタルアーカイブ化を行っている。例えば多段階レーザ強度による計測や力覚呈示装置を組み合わせた鉾の織物を立体的に観察、触れる事で貴重な織物の感触を疑似体験出来るシステムがある[2]。この様にデジタルミュージアムは文化資源のデジタルデータを活用する事で「モノ」の保存を行う事が可能である。

他にもデジタルミュージアムは「モノ」以外にも「コト」の保存にも強い点がある。音響信号処理技術とVR技術を組み合わせる事で祇園祭の囃子方の演奏を疑似体験出来るシステムが存在している[2]。この様に当時の行事の様子を再現出来る仮想空間等の最新技術を駆使する事で、演技や祭事の様子といった文化そのものを再現、デジタルアーカイブ化という「コト」の保存が可能となった。従来の展示方法では文献や映像資料等の行事の知識は学習出来ても実際どのように行われていたのかを肌で体験する事は出来なかった。しかし、デジタルミュージアムを駆使した体験型コンテンツの登場によって、行事の知識と体験両方を手にする事が可能となった。

3. 2 歴史的資料としての体験システム

デジタルミュージアムとして体験型コンテンツを作成する事で書籍や映像資料という間接的な情報による理解ではなく、疑似的体験という直接的な経験による理解が可能となった。そこでデジタルアーカイブにより特化した体験システムを作成する為に「歴史的資料としての体験システム」を提案する。

文化とはその時代の人間が生きていく様々な環境から生まれた知恵の結晶である。その文化を理解するには当事者である知識と経験が必要になる。歴史的資料としての体験システムとは体験する事で当時の様子や風習以外にも、その行事が何故行われる様になったのか、当時どの様な工夫が施されていたのかといった「コト」の背景が学習出来る体験システムである。これによって文化が発生した環境を再現した仮想空間で文化の体験を行う事で当時の行事の関係者と被験者に同じ経験と知識を与える事で「コト」の本質理解をする事を目標としている。この手法は「コト」の本質理解の他にも、文化の調査で得た情報を吟味する事が可能なデジタルアーカイブとしての役割を期待している。

4. 粽投げのデジタルアーカイブ化

コトの保存を行うには行事に関わる場所(ば), モノ(もの), 音響(おと)の再現が必要不可欠である。そこで粽投げのデジタルアーカイブ化として仮想空間で再現した新町通りを舞台に巡行を行う船鉾の上から粽を投げる一連の動作を体験出来るシステムを構築した。

4. 1 システム構成

この体験システムではゲームエンジンであるUnity2018.1.0f2で仮想空間を構築する。場所は山鉾巡行の際に通過する新町通り、モノは巡行の際に使用される鉾、音響は囃子方の演奏と観客の声を収録した物を使用した(図3)。粽や綱と言った小物の3DCGモデルは3DCGモデリングソフトBlender2.76bで作成、新町通りと船鉾、祇園祭の関係者の3DCGモデルは立命館大学アトリーサーチセンターで作成された物を利用した[9]。アバターにはプログラミング生放送の「暮井 慧(くれいけい)」を使用した[10]。粽を投げる等のジェスチャをモーションセンサーで取得する。そしてスケルトン構造(IK)を用いてキャラクター等の3DCGモデルを動かすUnityアセット FinalIKにより、手の位置と指の動きを仮想空間内に存在しているアバターと同期させる事で粽投げを行う事を可能にしている[11]。コンテンツ実行用PCで仮想空間の映像や音声出力し、VRHMDを介して被験者に提供する(図4)



図3 粽投げ体験システムの様子

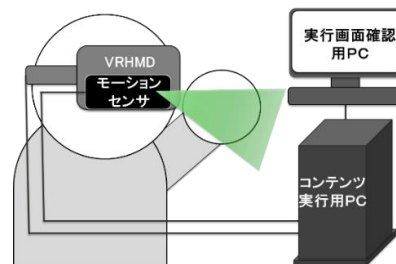


図4 粽投げ体験システムの構成図

4. 1 ジェスチャ認識と没入型VRHMD

粽投げの雰囲気をもっとリアルに体験する為に、仮想空間の投影にはVRHMDであるOculus Rift Sを使用した。Oculus Rift SはOculus社が開発した頭に装着して中の画面から投影する没入型VR用HMDである。リフレッシュレート80Hz、2560×1440解像度の液晶パネルを左右のレンズで分割する事でVR体験が可能となっている。7箇所以内蔵されたカメラセンサーを用いる事でトラッキングを行う「Oculus Insight」を採用している為に、外部設置型のトラッキングセンサーを必要せず、しゃがみや見渡すといったその場での動きであればセンサー範囲を気にせずに動き回る事が可能となっている。このデバイスを用いる事で祇園祭の風景や環境音を一般的なPCで使われているモニター画面より没入的に体験出来ると共に、身体を動かす事で自分が見たい風景を自由自在に観察する事が可能となる(図5)。

粽投げを行う際には粽を掴んで投げるというジェスチャを読み取る必要がある。Oculus Rift Sには専用のOculus Touch Controllerが付属している。しかし粽を掴んで投げるという特性上、現実の周囲の確認が取りにくいVRHMDでコントローラーを手に持って振り回すのは危険である。そこで粽を掴む為にジェスチャ認識デバイスであるLeap Motion Controllerを使用した。Leap Motion ControllerはLeap Motion社が開発した直感的にコンピュータを操作可能にするジェスチャ認識デバイスである。2箇所の赤外線カメラと赤外線照射LEDを用いる事で1/100mmという高精度なトラッキングを可能である。Leap Motion Controllerで粽投げを行う手の動きを検知する事で粽投げのジェスチャ認識を可能としている。



図5 Oculus Rift S と Leap Motion Controller

5. 粽投げの観客を再現した群衆シミュレーション

粽投げは粽を求めて集まってくる観客に向かって粽を投げる。粽を貰おうと試行錯誤している姿もまた「コト」の保存と言える。そこで粽を求めてやってくる観客の流れを群衆シミュレーションで再現した。

5. 1 粽投げ観客群衆シミュレーションの仕組み

粽投げの観客の行動に再現する為にそれらの行動に対して決定性有限オートマトンを用いる事で再現した(図6)。決定性有限オートマトンとは各プロセスの状態を表す複数の「状態」と次の状態へシフトする「遷移」のふるまいモデルである。何らかの条件やイベントが発生した際に状態遷移を行い、「0」と入力された場合は遷移なし、「1」と入力されると次の状態に遷移する。

観客には粽が飛んでくる事をその場で待っている人と自ら粽を求めてやってくる2種類存在している。そこで移動しない「Stand」と移動する「Move」の観客を用意した。「Stand」は「Idle」「Active」「UActive」「Final」の4種類、「Stand」には「Idle」「Active」「Final」の3種類を用意した。「Idle」は待機状態で、船鉾が来るまで待機している。基本その場で動かない状態の為、棒立ちや周辺を見渡し等の行動を取る。「Active」は活動状態で、粽を求めて船鉾へ移動する。「Stand」では手を振るのみだが、「Move」では粽を求めに行っている状態の為、船鉾に向かって手を振りながら歩行する行動を取る。「UActive」では同じく活動状態で、落ちてきた粽に向かって急接近する。粽を誰よりも早く手に入れようと動く状態の為、「Active」より早い速度で歩く行動を取る。「Final」は終了状態で粽を手に入れる事が状態である。粽を初期配置に戻すと共に粽を拾う行動を取る。これらの状態を使い分ける事でその場に合わせた観客の行動パターンが行える。

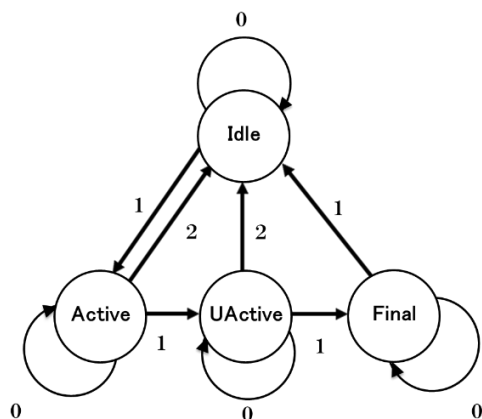


図6 観客「Move」のオートマトン

5. 2 群衆シミュレーションの状態遷移条件

粽投げ観客群衆オートマトンが遷移する条件は主に船鉾と粽、観客との位置関係を利用した(図7)。初期状態を「Idle」として船鉾が観客の検知範囲に入ると「Active」、範囲外だと「Idle」になる。観客が船鉾に向かって集合する際には観客同士が接触する。そこで観客はUnityで使用可能な当たり判定の範囲を表したColliderを用いる事でお互いが重ならない程度の距離を保つ(図8)。粽が投げられた際は粽が観客の検知範囲に入っている場合「UActive」に遷移する。そして粽が観客の取得範囲に入った際、取得者は「Final」に移行した後に「Idle」に遷移、それ以外の観客は次の粽を貰う為に初期状態「Idle」に遷移する。この条件を利用する事で粽投げの観客のシミュレーションが可能となる(図9)。

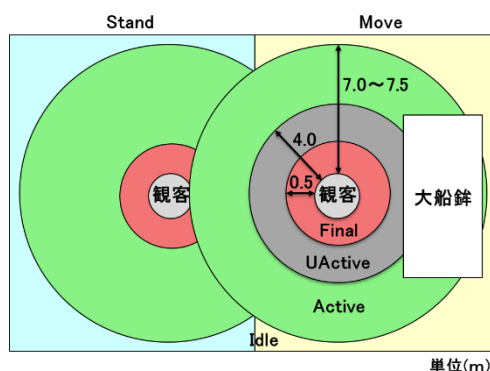


図7 実世界に換算した「Stand」Move」検知範囲



図8 粽を求める観客と Collider

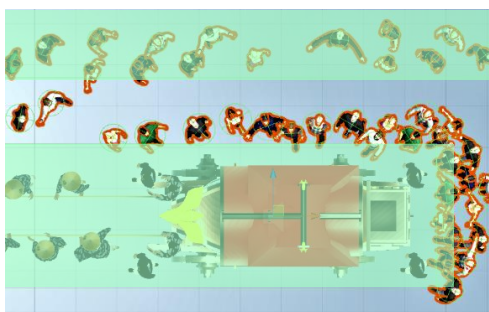


図9 観客の群衆シミュレーション

6. 粽を掴むジェスチャ認識と仕組み

FinalIK と Leap Motion Controller を用いる事で粽投げを行う手の動きを所得し、仮想空間のアバターの手と連動して動かす事が出来る。しかしこのままでは仮想空間のオブジェクトはお互い干渉する事が出来ない。そこでオートマトンの原理とコリジョンを用いる事で粽というオブジェクトに干渉を行える様になり、粽を掴む事が可能になる。

6. 1 粽投げオートマトン

粽投げを行うジェスチャは粽を「掴む」、「振りかぶる」、「離す」という3種類で成り立っている。この一連のジェスチャを決定性有限オートマトンの原理を用いる事で再現した(図10)。

粽投げオートマトンは3種類の「DropObject」「GrabObject」「GrabbingObject」を順番に遷移する。「GrabObject」では粽を掴んだ瞬間の状態となり、粽を「掴む」ジェスチャを表現している。この状態では手が触れたオブジェクトの情報を取得し、触れたオブジェクトが粽の場合には遷移する。「GrabbingObject」では粽を掴んでいる間の状態となり、粽を「振りかぶる」ジェスチャを表現している。この状態ではUnityのJoint機能を用いる事で粽とアバターの手の座標を連動させている。「DropObject」は粽を手から離している状態となり、粽を「離す」ジェスチャを表現している。この状態では粽と手との連動を解除すると同時に各値の初期化を行っている。この状態遷移によって粽のスムーズな掴み上げが可能となっている。

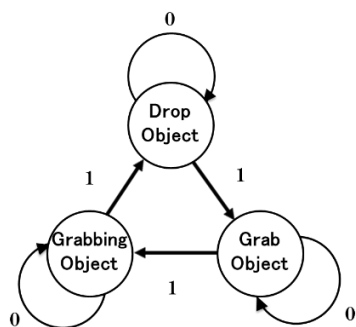


図10 粽投げオートマトン

6. 2 掴むジェスチャ判定

粽投げオートマトンを利用するにはアバターの手がどのタイミングで粽を掴んだか「掴む」「離す」の判定を行う必要がある。また指と物が触れた際にはオブジェクトを押し出す力が働く。この様な「物に触れる」という行動を忠実に再現する為にアバターの指先にUnityで使用可能なオブジェクトの当たり範囲である2つのCollider判定を使い分ける事で再現している(図11)。

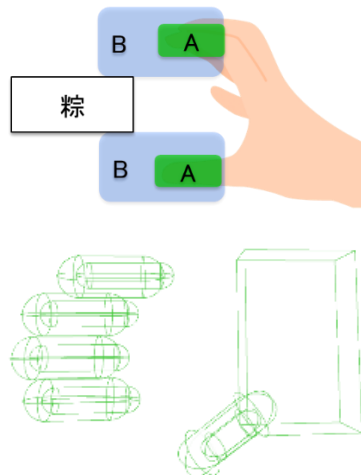


図11 当たり判定 Collider[A]Collider[B] [12]

アバターの指先には指先と同程度のサイズの物理判定を持つ Collider[A]と指より一回り大きいサイズの接触判定を持つ Collider[B]の二つのCollider判定が設定されている。Collider[A]は物理判定を持っている為にオブジェクトと指が重なる際、オブジェクトを押しつける効果がある。これによって物を突いた場合、Unityの物理演算が働き、オブジェクトを弾き飛ばす事が可能となる。Collider[B]は接触判定を持っている為にオブジェクトと指が接触した際に指が当たったか当たっていないかの当たり判定を行う事が出来る。これによってオブジェクトを掴んだ際に指とオブジェクトが掴んでいるかの状態を確認する事が出来る。

物理判定では物を動かす事が出来るがUnityでは3つ以上のオブジェクトが物理判定を行うとオブジェクトに膨大な力が加わり弾け飛んでしまう「オブジェクトの爆発」という問題がある。この問題を掴む際にはアバターの指先にある2つのCollider判定を使い分ける事で解決している。「掴む」「離す」の判定には親指と他指がオブジェクトに触れているかによって判断している。親指と他指が1本以上触れている場合は「掴む」、それ以外の場合は「離す」状態となっている。この判定によって自分が掴んだか離れたのかの判定と実際の指と物が触れ合った際の挙動を再現している(図12)。

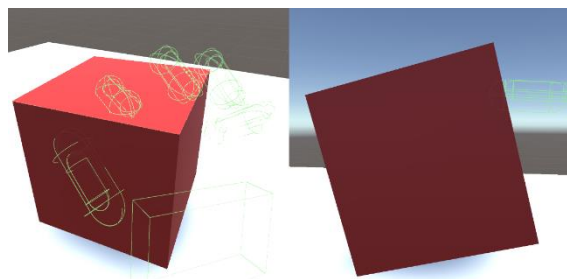


図12 物を「突く」「掴む」

7. 結果

VR 粽投げ体験システムでは新町通で船鉾に置いてある粽を掴み、粽を求めに来る観客に対して粽を放り投げるという粽投げの流れを体験出来るシステムを開発出来た。Oculus Rift S から流れる観客やお囃子、船鉾が軋む音声と仮想空間に広がる新町通と祇園関係者、観客の映像から祇園祭に参加したかの様な体験と祇園祭の様子を自由に観察するが可能となった。そして Leap Motion Controller を用いたジェスチャ認識によって粽投げを安全に体験出来る様になった。

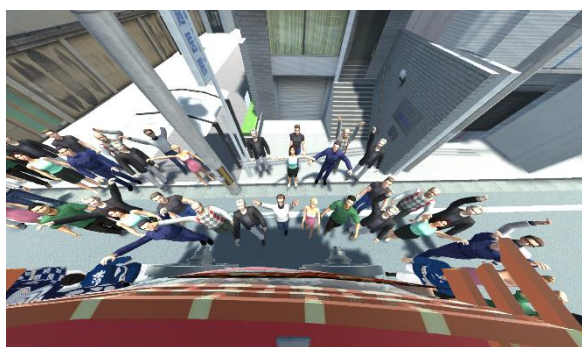


図 12 観客を眺める被験者

8. 考察

本研究では仮想空間で船鉾に置いてある粽を被験者が掴み、投げ入れる事が出来るデジタルミュージアムの開発により、粽投げという文化の再現と体験という形で発信する事が可能となった。その他にもこのデジタルミュージアムの体験から当時の祭りの疑似体験以外にも粽投げの中止の要因の確認といった粽投げの行う工夫や苦難を体験から感じ取る事が出来た。しかし Leap Motion Controller のセンサー範囲が前面のみ限られている為に投げる事に夢中になるとセンサー範囲外に手が行ってしまう事が頻発した。

9. おわりに

デジタルミュージアムに VRHMD との Leap Motion Controller を導入する事で体験者とシステムが双方向的に対話する事が可能となり、エンターテインメント性を生み出す事が出来た。

今後はより実際に粽投げを行っていた囃子方の人々に体験と改善やジェスチャ認識の範囲拡大等、粽投げの再現性を高める。そして体験を通じて粽投げ中止の理由や粽が何故配られるかと言った背景を考察出来る歴史資料としての粽投げ体験システムの構築と再現にあたり何が必要なかを模索していきたい。

参考文献

- [1] 八村広三郎, 無形文化財のデジタル・アーカイブ, バイオメカニズム学会, No.22, pp.1-12 (オンライン), 入手先<https://www.jstage.jst.go.jp/article/biomechanisms/22/0/22_1/_article/-char/ja/>(2014).
- [2] 八村広三郎, 田中覚, 西浦敬信, 田中弘美, 文化遺産の記録と再現---「コト」のデジタルアーカイブの実現に向けて---, 電気情報通信学会誌, vol99, No.4p, pp.287-294(2016) .
- [3] 八村広三郎, 田中弘美 (編著) : デジタル・アーカイブの新展開, pp.i-v, ナカニシヤ(2012).
- [4] 佐藤弘隆, 矢野桂司, 船鉾 : 財団法人設立五十周年記念誌(2018)
- [5] 祇園祭 2019~京都の町中がミュージアム~<<http://www.kyotodeasobo.com/gion/about/>>(参照 2019-08-20)
- [6] 京都新聞 祇園祭厄よけちまき、昔は食用? 明治以降、贈答品から縁起物に<<https://www.kyoto-np.co.jp/top/article/20190723000035>>(参照 2019-08-20)
- [7] 朝日新聞 古写真で振り返る京都・祇園祭<<https://www.asahi.com/special/timeline/old-gionmatsuri/>>(参照 2019-08-20)
- [8] 文部科学省 デジタルミュージアムに関する研究会 (第7回) 議事概要<http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sonota/002/giji/07051506.htm>(参照 2019-10-15)
- [9] Liang Li, WoongChoi, Kozaburo Hachimura, Keiji Yano, Takanobu Nishiura, Hiromi T. Tanaka: Virtual Yamahoko Parade Experience System with Vibration Simulation, ITE Trans. on MTA Vol. 2, No. 3, pp. 248-255 (2014)
- [10] プログラミング生放送ダウンロード<<https://kei.pronama.jp/download/>>(参照 2019-10-15)
- [11] Unity Asset Store Final-IK<<https://materializer.co/lab/blog/56>>(参照 2019-10-15)
- [12] ILLUSTR BOX 手のイラスト<<https://www.illustr-box.jp/sozai/67409/>>(参照 2019-10-15)