

VR コンテンツのつくりかた

youten 著

2017-04-10 版 発行

目次

第 1 章	はじめに	3
1.1	賞味期限とリポジトリ公開について	3
第 2 章	2016 年の VR について	5
2.1	VR と視覚のリアリティ	5
2.2	2016 年の VR	7
第 3 章	VR コンテンツとは	9
3.1	VR コンテンツの分類	9
3.2	プリレンダリングのフォーマットについて	10
3.3	PSVR での VR 動画再生と Littlstar	13
3.4	プリレンダとリアルタイムのハイブリッド	14
第 4 章	VR デバイスの紹介	16
4.1	代表的な VR デバイス	16
4.2	購入費用について	20
第 5 章	VR コンテンツの作り方	22
5.1	全天球写真の撮影と閲覧	22
5.2	VR 動画のレンダリング	25
5.3	VRTK で HTC Vive と Oculus Rift 向け	30
5.4	Unity で Cardboard/Daydream 向け	30
あとがき		36

第 1 章

はじめに

(n 度目の) VR 元年である 2016 年が過ぎ去って 2 年目、どちらかというと xR 元年という 2017 年をお過ごしのみなさま、いかがおすごしでしょうか。筆者の youten と申します。本書は、以下のような方をターゲットにしています。

- 最新の VR 状況についてざっと抑えたい
- VR コンテンツがどのように作られているか知りたい
- VR コンテンツを実際に作ってみたい

前半は VR そのものや VR デバイスや VR コンテンツの分類について、後半は具体的な VR コンテンツの作り方を掲載しています。

1.1 賞味期限とリポジトリ公開について

なお、本書は記載内容の賞味期限が切れてしまうことへのアップデート対応、あまり紙メディアが向いていないスクリーンショットが多くなりがちな開発環境の構築手順の追加を含め、初版以降の PDF と関連ファイル一式を全て以下のリポジトリで公開しております。あらかじめご了承ください。

- <https://github.com/youten/howto-create-vr-contents>
 - Re:VIEW の素材一式、出力 PDF、関連プロジェクトのソースコードを全て含む想定です。
 - Android, Unity 等の開発環境の構築手順についても、順次作成の上同リポジトリで公開したいと考えています。

本書のうち、私 youten が著作権を有する範囲のライセンスについては、文章は CC-BY 4.0^{*1}、ソースコードについては Apache License v2^{*2}を適用します。

本書籍は Re:VIEW で作成されており、その設定ファイル等について、MIT ライセンス^{*3}に基づき「C89 初めての Re:VIEW v2」リポジトリ^{*4}で公開されているものを利用させていただいております。

表紙他、ImagineVR の Iris モデルを Iris ImagineGirls ユーザーライセンス (IGUL) に基づき利用させていただいております。



▲図 1.1 ImagineGirls ユーザーライセンス (IGUL)

*1 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.ja>

*2 <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

*3 <https://opensource.org/licenses/MIT>

*4 <https://github.com/TechBooster/C89-FirstStepReVIEW-v2>

第 2 章

2016 年の VR について

2.1 VR と視覚のリアリティ

学術的にも、文化的にも、昨今のムーブメントのみを切り取っても、いろいろな考え方ができる VR (Virtual Reality の略、ヴァーチャルリアリティ) というものについて、最初に「ぼくの考える昨今の VR について」述べておくことにより、本書で扱う VR について定義しておきたいと思います。

Virtual Reality とは、直訳では「仮想の、事実上の現実感」です。広義には実際に実物がそこにあるかのように人間に感じさせる技術全般を意味します。その技術体系は人間の五感に即して分類することができます。

例えば、聴覚で言えばそもそも蓄音機に始まった「録音し、再生する」ことそのものは、あたかもその人がそこで喋っているように、ある演奏が目の前で行われているかのように感じさせる VR 技術そのものです。日常として普及している「イヤホンやヘッドホン、スピーカーセットなどでステレオの音楽を聞く」という行為は、モノラルの音声と比較してより現実感、リアリティを再現した VR と言えます。

例として聴覚を挙げましたが、テレビやビデオ、化学調味料とインスタント食品、ゲームのバイブルーションなど、他の視覚・嗅覚・味覚・触覚についても、それぞれ Reality を記録・再生・伝達する基礎技術があって、組み合わせると高い現実感を生み出せることを、みなさんはすでに日常生活で体験していると思います。

8 割や 9 割などと言われていますが、人間は外界の情報を主に視覚から得ており、昨今の VR ムーブメントは、この視覚の現実感の再現が以下のように、技術的にとても高いレベルで、しかもそれなりの低コストでできるようになったことをきっかけとして始まりました。

- 3D CG 技術の進歩によって発達した、適切な立体感を生み出す、左右の目への別の映像の表示

- スマートフォンの普及によって安価になったジャイロ、高い応答性能を持つ高解像度・高ピクセル密度ディスプレイと、それを扱う姿勢予測プログラムなどが深く連携した高いリフレッシュレートと応答速度によって実現される、頭の振りに追従した映像の切り替え
- 高度なレンズ工作技術による広い視野角の確保と、Oculus Rift DK1 によって確立された、ディスプレイに表示する映像を予めレンズにあわせて樽型に歪めておくことによる自然な見え方の実現

少しまわりくどい書き方になってしましましたが、囁み碎くと以下の通りです。

- 遠くのものが遠くに、近くのものが近くに見える
- 顔を向けたら向いた方向のものが見える
- 広い範囲が自然に見える

これらの視覚のリアリティについて、まだ現実世界とはいからかのギャップが残っていますが、それを埋めるいくつかの技術検討は進められており、さらに20年を待つことなく、5年程度でもう一段階上のレベルに到達することが期待できる話を少ししておきます。

レンズで拡大してしまっていることもあり、StarVR^{*1}の5Kでもまだ十分ではないと言われる解像度については、その網目感についてはPSVRの開口率の高い液晶で解像度にたよらず解決されています。スマートフォン向けにもWQHDから4Kの世界が見え始めており、高解像度化・低コスト化が期待できます。ジャパンディスプレイはVR向けに高解像度・高リフレッシュレート・高応答速度を兼ね備えた液晶を開発、サンプル出荷したと発表しました^{*2}。

VR HMD（ヘッドマウントディスプレイ）内での視線検出は、先駆けとしてFOVE^{*3}が先日出荷されましたが、Viveの開発元であるHTCがSMIと提携して取り組んでおり^{*4}、先日のGDC2017ではViveに組み込んだプロトタイプのデモが展示され^{*5}、その技術はSteamが公開しているOpenVRにも対応予定であることが発表されています。光学的機構の制限もあり、現行のVR HMDでいわゆる「横目」をした際に見えづらい問題が完全に解決するわけではないのですが、人間が視線を向けた中央部分と比べて、周辺部の解像認識はぼけていることを利用して、視線の向いた部分のみ高解像度にするフォービエイ

^{*1} <http://www.starvr.com/>

^{*2} VR専用の超高精細・高速応答 液晶ディスプレイの開発 <http://www.j-display.com/news/2016/20161121.html>

^{*3} <https://www.getfove.com/>

^{*4} SMI Launches HTC Vive with High Performance Eye Tracking <https://www.smivision.com/news/smi-launches-htc-vive-with-high-performance-eye-tracking/>

^{*5} GDC 2017: SMI Eye Tracking in an HTC Vive <https://www.youtube.com/watch?v=HtU-Y9g6Trw>

ティッド・レンダリングは、今後の 4K 超え解像度・リフレッシュレート 120Hz 時代のうなぎのぼりに要求されるグラフィックパフォーマンスを下支えしてくれることでしょう。

2.2 2016 年の VR

ここまでで、視覚に関するここ 2,3 年の VR 技術特徴について大雑把に紹介しました。続けて、直近 1 年間、2016 年の話を少し振り返っておきます。

さきほど、「頭の振りに追従した映像の切り替え」と記載しましたが、この頭の向きだけの追従をヘッドトラッキングといいます。現実世界では左右や前後に移動した分だけ映像も左右にずれたり、近づいたり遠ざかったりしますが、この「頭の平行移動に追従した映像の切り替え」をポジショントラッキングといい、これに高度に対応したデバイスが 2016 年、市販が開始されました。

その代表と言える 3 つのデバイスと、ポジショントラッキングの方式と特徴について、以下におおまかに説明します。

- 2016 年 3 月 28 日 Oculus Rift 発売
 - ヘッドマウントユニット・コントローラに赤外線 LED を搭載、周囲にカメラセンサを配置し読み取る Outside-In 方式。
 - 複数のカメラに対応し、3 つの配置で概ねルームスケールを実現。センサが前方 2 つのみの際にはヘッドマウントユニット上の LED 配置上、少し後ろ振り向きに弱い。
- 2016 年 4 月 5 日 HTC Vive 発売
 - ヘッドマウントユニット・コントローラに赤外線センサを搭載、周囲に配置したユニットから赤外線レーザーを照射し読み取らせる。"LightHouse" という名前がついている。
 - 対角線上に配置した 2 機のレーザー照射ユニットで最大 4.5m x 4.5m と広くルームスケール^{*6}を実現。原理上、他の Vive セットの隣接配備によるレーザーの混線に弱い。対策としてはレーザーを吸収する黒い布の壁などでがんばる必要がある。
- 2016 年 10 月 13 日 PlayStation VR 発売
 - ヘッドマウントユニット・コントローラにカラー LED を搭載、RGB ステレオカメラによる読み取りにより位置を測定する。PS Move + PS Camera とその技術を流用しており、他 2 つに比べ機構上トラッキング範囲は狭く、光源

^{*6} 部屋内を自由に歩き回れる、の意。Vive の "LightHouse" による実現された機能としての表現が初出、今では Vive に限定せず VR 用語として定着。

サイズの大きさにひきずられた低い精度をジャイロで補正しており、それなりに発生するドリフトに対しては必死に手元でのカメラリセット操作により人力補正が必要。また、外界の照明環境の影響がかなり大きい。

設置環境やコンテンツに依存しますし、主観ではあるのですがポジショントラッキングについてまとめると、以下の通りです。

- Oculus Rift は立ったりステップしたりできる
- HTC Vive は歩き回れる
- PSVR は座って首や上半身が自由に振れる

また、個人的には2016年の大事な出来事として、Oculus Rift の Asynchronous Space-warp^{*7}対応を挙げたいと思います。これは90FPSでの描画が間に合わなかった際に、半分の45FPSの描画結果から間のフレームを補完する技術で、1フレームを描画するのにかけられる時間に大きく効いてきます。

- 90FPS を維持しなくてはいけない
 - $1/90 = 0.011\dots$
 - 1枚 11ms 以下で描かないといけない
- 45FPS も許容される
 - $1/45 = 0.022\dots$
 - たまに遅れても 1枚 22ms 以下で描ければいい

1ms を1日と考えると、「11日後の納期必達」だったのが突然「22日以内に納品すればいい」になったような話です。これにより、Oculus Rift は動作スペック要件を引き下げるに成功しました。前述のフォービエイティッドレンダリングや、GTX 1080 Ti が GTX 1080 より 35% 速い^{*8}話などを考えると、世界はもう一段階上のVR体験にいい感じに向かっている、と期待できませんか。

^{*7} <https://developer.oculus.com/blog/asynchronous-spacewarp/>

^{*8} NVIDIA、圧倒的な GeForce GTX 1080 Ti を発表、これまで最速のゲーミング GPU <http://www.nvidia.co.jp/object/geforce-gtx-1080-ti-fastest-gaming-gpu-20170303-jp.html>

第3章

VRコンテンツとは

3.1 VRコンテンツの分類

さて、駆け足で視覚の Reality と現時点でのその再現技術について撫でてきましたが、VR コンテンツの話に入りていきましょう。

VR コンテンツは、姿勢に応じた視界の変化を予め描いておく「プリレンダリング」と、その都度描画する「リアルタイムレンダリング」の大きく 2 つに分けることができます。前者は「実写や CG の映像コンテンツ」後者は「ゲーム」に代表されますが、ハイブリッドも可能です。

- プリレンダリング
 - 実写
 - CG
- リアルタイムレンダリング
 - ゲーム^{*1}
 - プリレンダリングメディアとのハイブリッド

これらそれぞれに左右の目に同じ絵を見せるモノラルと、左右の目に視差を考慮した違う絵を見せるステレオのものがあります。モノラルを 2D、ステレオを 3D と表現することもあります。ただし、"3D"はともかく "2D"は直感的とは言ひがたく、聴覚に対する音声のモノラル/ステレオにあわせて視覚に対する画像の"モノラル"/"ステレオ"という表現が良いのでは、と考えています。リアルタイムに左右の目に別の映像を用意することができるリアルタイムレンダリングのコンテンツでモノラルのものはあまりありませんが、プリレンダリングのコンテンツで、実写映像など、モノラルのコンテンツも数多く存在し

^{*1} ゲームについては、「インタラクティブ性があり、ユーザの入力により結果が変化しうるコンテンツ」ぐらいの広い定義をイメージしてください。

ます。

圧倒的な PlayStation VR の知名度を考慮するに、ゲームが VR 技術を代表するコンテンツとは言えそうですが、YouTube、Google フォトや Facebook など、既存のサービスが 360 度メディアに対応していく流れを見るに、VR という特別な枠の中で分類ではなく、ゲーム・写真・映像などの既存メディア^{*2}に VR 技術を用いた要素が追加され、それだけで Reality が増していく流れがある、と捉えるほうが良さそうな気がしています。

3.2 プリレンダリングのフォーマットについて

プリレンダリングのコンテンツは作り方の違いにより、実写と CG に分けられることは前述しましたが、静止画・動画メディアファイルとしての格納フォーマットは多岐に渡ります。主には、世界地図でお馴染みの「球をどのように平面に投影するか」という投影(projection)の話と、あとはステレオのために左目用・右目用それぞれ別々のデータをどのように格納するかという話でフォーマットが決まります。

Samsung の Galaxy Gear VR 向け動画再生アプリ、Samsung VR の FAQ^{*3}に掲載されたフォーマット一覧の説明が、アニメーション GIF による図解がわかりやすく、バリエーションも多く直感的にどんなものがあるか理解しやすいため、ここで紹介しておきます。

The screenshot shows a table titled "What Is Samsung VR?" with a "→" icon next to it. The table lists various video types and their corresponding codes:

Video Type	Code
2D video	"_2dp"
3D top bottom video	"_3dpv"
3D left right video	"_3dph"
Monoscopic 180	"180x180"
Monoscopic 180 16:9	"180x101"
Left right stereoscopic 180 16:9	"180x101_3dh"
Monoscopic 360 equirectangular projection	"_mono360"
Top bottom stereoscopic 360 equirectangular projection	"3dv" or "_tb"
Left right stereoscopic 360 equirectangular projection	"3dn" or "_lr"
Monoscopic 360 cube projection	"_cubemap"

▲図 3.1 Samsung VR FAQ

^{*2} 本書では前述の通り、視覚を中心に取り上げていますが、バイノーラル技術を用いた音声コンテンツが大好きな筆者としては Spatial Audio 側の進化も楽しみにしており、ヘッドホンにスマートフォンを装着するとか、ジャイロ搭載ヘッドホンのメジャー化にも期待しています。

^{*3} Samsung VR FAQ https://samsungvr.com/portal/content/faq_tech_gear_vr

Equirectangular (360 度全天球)



▲図 3.2 モノラル Equirectangular 画像例

投影方法としては正距円筒図法とも言われ、球の天頂と底の頂点を表面に沿って縦に割き、ぐいっと長方形になるように伸ばした開いたものです。筆者の初遭遇は Android 4.2 の Photo Sphere^{*4}で、RICOH THETA が定着させていつのまにやら VR 向けのフォーマットとしてもデファクトとなった印象です。

DomeMaster (円周魚眼 180 度半球)



▲図 3.3 サイドバイサイドのステレオ Domemaster 画像例

^{*4} Photo Sphere, the new camera experience on Nexus 4 <https://www.youtube.com/watch?v=0poff-mHQ4Q>

円周魚眼の円形領域を四角に収めたもので、魚眼レンズによる撮影画像として、名称の通りプラネタリウムのようなドーム状に投影するためのフォーマットとして著名なものです。半球ですので理論上はどの方向でも良いのですが、VR コンテンツとしては真正面を球の頂点とし、水平方向と鉛直方向の比が 1:1 の正方形のものがメジャーです。これは、180 度をカバーする魚眼レンズを、左右の目の幅だけ離して 2 つ並べたカメラで撮影すると、正面方向については完全に人間の視覚を再現するだけのステレオ映像として記録・再生することができるからです。

Cubemap

球を立方体に投影したもので、ファイルフォーマットとしては展開図の正面・後ろ・上・下・左・右の 6 面を横に直列した形式になっているものが多いです。3DCG の環境マップやスカイマップではメジャーな方式ですが、自然界の極座標の変化に対して情報量の波ができるため、VR コンテンツのフォーマットとしては少しマイナーなものです。

フォーマットの向き不向き

YouTube が 360 度動画としてブラウザでのドラッグによる 2D 上での操作、VR 環境での天球描画にモノラル・ステレオ含め対応したことにより、Equirectangular がデファクトスタンダードのフォーマットとして定着した感があります。しかし、Equirectangular 例えば正面がコンテンツの中心であり、後方部分に情報の無いフォーマットでは残りの領域が無駄になってしまいます。変化のない（例えば黒く塗りつぶされた）領域は動画のファイルサイズとしては影響がほぼありませんが、再生側でデコードして VRAM へ転送して…といった際には解像度はしっかり限界に影響してしまいます。

このあたり、現時点ではフラグシップのスマートフォンであっても 4K の 3840x2160 の 60FPS がハードウェア側の限界であり（ディスプレイが 4K に満たないのでそれ以上のデコード能力が不要なのは当然です）、たとえば 4K の Equirectangular（縦横比 2:1）のステレオでは 3840x1920x2、Top-Bottom の上下配置とすると、動画の解像度は 3840x3840 となります。このサイズを 60FPS 再生は厳しく、30FPS で再生できればかなり出来の良い（柔軟に処理をがんばっている）モバイルデバイスだと考えてください。

そこで、この解像度の限界をどうにか避けるべく、前方にのみ情報が集中するコンテンツは Equirectangular での 360 度ではなく、前方 180 度の半球を左右に並べた 180 度サイドバイサイドの [○][○] のようなフォーマットが現在一時的に主流になりつつあります。

これらのいわゆる「VR 動画」についても 2016 年は元年と言える花開いた年でした。まだまだ IPD（瞳孔間距離）を考慮した適切な視差の追求や、十分な解像度の確保ができ

ていない^{*5} ものが多い印象ですが、徐々に世間のニーズが高解像度のステレオ動画に収束しつつある印象です。Insta360 Pro^{*6}が非常に楽しみです。

3.3 PSVR での VR 動画再生と Littlstar

さて、先ほど 2016 年 VR 元年の 3 大 VR デバイスとして紹介した PlayStation VR ですが、いわゆる「VR 動画」の再生プラットフォームとしてはかなり厳しいものでした。そこに Littlstar という素晴らしいアプリが登場して 2017 年 3 月、全てを解決した話をご紹介します。

- 2016.10 PSVR 発売 : PS4 のもともとの動画再生能力である Profile 4.2 (2048x1080) にひきずられ、モノラルフル HD の Equirectangular まで再生に対応、ステレオ再生非対応。
- 2016.11 PS4Pro 発売 : 変化なし。
- 2017.01 YouTube アプリがバージョンアップ^{*7} : 「バーチャルリアリティ動画 (3D の 360 度動画)」の視聴に対応。
- 2017.03 360 度動画コンテンツ配信プラットフォーム Littlstar のアプリがローカルコンテンツのサイドロード再生に対応^{*8} : 3K クラスの 180 度/360 度ステレオ動画の再生が可能に。
- 2017.03 PS4Pro のメディアプレイヤーで 4K 動画の再生に対応 : ただしステレオに非対応、Littlstar に届かず。

360 度パノラマ映像などの VR コンテンツを体験できるプラットフォーム Littlstar (リトルスター) が Littlstar VR Cinema という PSVR 向けアプリ^{*9}を提供^{*10}しており、これがアップデートでサイドロードという、USB メモリ等経由でのローカルコンテンツ再生に対応しました。

^{*5} 近距離でまったく像を結べなくなる広すぎる IPD や、THETA ソースから劣化ありで加工しているような低解像度の動画をビジネス目的で YouTube にアップロードしている方々は、高品質の 4K ステレオをガンガン放り込んでくるお隣の国を早く見習ってほしいものです…

^{*6} Insta360 Pro <https://www.insta360.com/product/insta360-pro>。ちなみに筆者は Insta360 Pro は高価すぎて躊躇したため、TwoEyes VR <https://www.kickstarter.com/projects/244975696/twoeyes-vr-360-camera> に期待しています。

^{*7} PS VR で YouTube の 360 度動画視聴が可能に！ PS4 ®『YouTube』バージョン 1.10 アップデート、配信開始！ <https://www.jp.playstation.com/blog/detail/4406/20170120-psvr.html>

^{*8} Side Loading Now Available on the PS VR App [https://medium.com/@littlstarmedia\(side-loading-now-available-on-the-ps-vr-app-fe362f6c3e94](https://medium.com/@littlstarmedia(side-loading-now-available-on-the-ps-vr-app-fe362f6c3e94)

^{*9} LITTLSTAR.COM - PSVR <http://littlstar.info/psvr/#psvr-content>

^{*10} PlayStation - Store Littlstar VR Cinema https://store.playstation.com/#!/cid=UP8821-CUSA06120_00-JPPS400000000001

主にはアダルト界隈が盛り上がっておりますが、自前でのコンテンツ生成組にもかなり嬉しい話で、2017年には前述の通り種々のハードウェアリリースなどに押されて、全天球ステレオ動画のCGM化が進むと考えており、良いタイミングで出てくれてありがたい話です。

動画フォーマットやファイルパス・ファイル命名規則がそれなりに細かい^{*11}ので注意してください。また、GPUを利用したソフトウェアデコードと思われますが、PS4無印とPS4 Proで快適に再生できる解像度が大きく違うことに注意してください。筆者がPS4Pro+PSVR環境で試した限りでは、以下の通りの印象です。

- H.264 エンコーダ : x264 で目標ビットレートに 14-16Mbpsあたりを設定
- ビットレート : 15Mbps程度が上限、カタログスペックの 20Mbpsは相当オプションに気を使う必要がありそう
- 360 度ステレオ Equirectangular : Top-Bottom で 2560x1280x2 の 2560x2560あたりが上限
- 180 度ステレオ前方天球 Side-by-Side : 1600x1600x2 の 3200x1600あたりが上限
- 動画を投影した球の中でカメラの位置が移動する擬似ポジトラが実現されており、動画との相性がよければ没入感に貢献する

3.4 プリレンダとリアルタイムのハイブリッド

プリレンダリングメディア同士をインタラクティブなネイティブのUIで繋いだハイブリッドと呼べるもののが最近、定着してきました。複数のメディアを有機的に繋ぐことができるバーチャルツアーカメラ・タグ機能を追加したハコスコ^{*12}やインフィニットループのGrooon^{*13}、静止画・動画素材を元にブラウザ向けWebVRや個別のネイティブアプリなど、複数のプラットフォーム向けにブラウザ上からコンテンツを作成できるInstaVR^{*14}などで提供されるものがこれに該当します。

このようなハイブリッドは、現行先行しているプラットフォームが基本的な部分は概ね完成させており、方式としてはすぐに習熟を迎えると思っています。そして、この流れのもう少し先を見ると、2017年はWebVRにてネイティブ部分を排除した、「ブラウザ内完結」が始まるのではないかでしょうか。

^{*11} PlayStation VR Video Sideload <http://docs.littlstar.com/display/CG/PlayStation+VR+Video+Sideload>

^{*12} ハコスコアプリにバーチャルツアーカメラ・タグ機能を追加 <https://hacosco.com/2016/09/virtualtour/>

^{*13} Grooon <https://www.infiniteloop.co.jp/blog/2017/04/grooon-release/>

^{*14} InstaVR <http://jp.instavr.co/>

2016 年末から、Gear VR 専用ブラウザ Samsung Internet^{*15}の WebVR の対応、Oculus 開発の Carmel ブラウザ^{*16}の発表と Gear VR 向け開発者版レビューのリリース、Chrome for Android が Daydream 向けに WebVR 対応と、(Cardboard より一つ上の) 高品質なスマートフォンモバイル VR 環境に次々と WebVR の正式対応の波がやってきています。スタンドアロンのヘッドマウントユニットを装着したまま、追加でアプリをインストールすることなく、さまざまな VR コンテンツを渡り歩いて体験することができる世界が今年はやってきます（やっていきましょう）。

そして「ヘッドマウントユニットを装着したまま」という観点ではつい先日、Gear VR の体験を Facebook にライブストリーミングできるようになりました^{*17}が、個人的にはニーズを満たすにはこれでは不十分で「ゲーム画面をせいぜい一時停止するぐらいで Facebook のタイムラインを確認する」とか、「斜め下を向いたら Twitter のタイムラインのビューが合成されており、シームレスに閲覧することができる」とか、今楽しんでいる VR 体験とは直接関係のないソーシャルタスクの並列実行環境が必要だと思っています。

VR ゲームとブラウジングと Twitter をヘッドマウントユニットを外すことなく同時にやりたいのです。

^{*15} Samsung Internet <https://www.oculus.com/experiences/gear-vr/849609821813454/>

^{*16} Carmel Developer Preview Launches Today <https://developer.oculus.com/blog/carmel-developer-preview-launches-today/>

^{*17} Introducing Rooms 1.2 and Oculus Events for Gear VR <https://t.co/WVjKJmS7xr>

第4章

VR デバイスの紹介

4.1 代表的な VR デバイス

ここでは、代表的な^{*1}VR デバイスを紹介します。いわゆるハイエンドに該当する 3 デバイスについてはその最大の特徴であるポジショントラッキングの特徴について前述済みのため、かんたんに済ませています。



▲図 4.1 VR デバイスのヘッドマウントユニット

^{*1} ここに載っていないデバイスは素人は避けたほうが無難です。もっと言うと、玄人が積極的に避けています。

Google Cardboard

Google Cardboard^{*2}は、ダンボールにアクリル製レンズをはめ込んだ Google 製の VR デバイスです。初出は Google I/O 2014 です。開発元の Google が設計図を無償で公開したため、クローンが多数存在します。

Google Cardboard は Android や iPhone のスマートフォンを母艦とします。レンズがはめ込まれた箱を Viewer といいますが、この Viewer で様々なサイズのスマートフォンをサポートすべく、レンズからスマートフォンのスクリーンまでの長さ、左右のレンズ間の長さ、レンズの歪み係数などの様々なパラメータを表現した Profile という概念をもっており、Profile を示す QR コードを生成できるサイト^{*3}も公開されています。Google VR SDK はこの Profile の QR コードを読み込んで Viewer を設定できる UI・機能を持ち、設定された Profile に応じた適切な左右の画面描画を行います。Google Cardboard 互換と思われる VR ゴーグルにて QR コードが見当たらない場合は、自分で測定の上 QR コードを生成して読み込みましょう。

全ての Android・iPhone スマートフォンに対応していると思われがちですが、いわゆるローエンドのデバイスはジャイロセンサ非搭載のため非対応であったり、高解像度の動画のデコードやゲームアプリにて CG をリアルタイムレンダリングする GPU パワーが不足することとなり、2,3 年以内に発売したミドルレンジ以上のデバイスでお楽しみください。

ハコスコ 一眼

ハコスコ 一眼^{*4}はハコスコ社製のダンボールとフレネルレンズで構成された、一眼の覗き込み箱です。ハコスコ社は一眼のものその他、Cardboard v2 クローンを含む二眼の製品も販売しており^{*5}、アプリ・プラットフォームは一眼・二眼両方をサポートしています。

ハコスコ 一眼の特徴はなんといっても立体視に関する脳の成長への影響や、顔そのものの大きさに起因する IPD 調節機構の制限などから 7 歳や 13 歳といった視差あり二眼の VR デバイスのような年齢制限の必要がなく、全年齢に対応していることです。ただし、ステレオではなくとも十分な没入感を得ることができるために、お子様の利用時にはまわりの方がよく気をつけてあげる必要があります。

^{*2} <https://vr.google.com/cardboard/>

^{*3} Viewer Profile Generator <https://vr.google.com/cardboard/viewerprofilegenerator/>

^{*4} <http://hacosco.com/>

^{*5} <http://hacosco.com/product/>

Galaxy Gear VR

Galaxy Gear VR^{*6}は、Samsung 製の VR デバイスです。Oculus と共同開発で Android プラットフォームの制限を避けるべくヘッドマウントユニット側に専用のセンサを搭載し、高度な姿勢予測による、ハイエンドデバイスと同等の快適なヘッドトラッキングを実現します。Samsung の Galaxy シリーズスマートフォンのみが母艦となる制限がありますが、2017 年 4 月現時点では日本国内で発売されているモバイル向け VR プラットフォームとしては最も性能が良いものであり、Galaxy シリーズのスマートフォンをお持ちの方であれば買って損はない一品です。

また、Daydream の登場で一つメリットが先行されていたコントローラについては、新型の Gear VR で同等と思われるコントローラが同梱されること、そのコントローラに対応する 70 の新しいアプリが予定されていることが発表されました^{*7}。

Daydream

Daydream^{*8}は、Google の新しい VR プラットフォームです。Cardboard で全ての Android デバイスに高度な VR 体験を提供することは難しいと考えた Google が、専用ビューワとコントローラ、スマートフォン母艦に高いチップ・センサ性能を要件とし、Android プラットフォームに VR のための専用の仕組みを搭載することを組み合わせ、Daydream プラットフォームを作り上げました。

ビューワ部分はレンズさえ互換性があれば Cardboard と同等なこと、コントローラはハードウェアとしてはそれなりにシンプルな BLE HID デバイスで、唯一強い縛りになると思われたチップ・センサ性能もどうやら 2017 年以降の Android 7.0 Nougat 搭載フラッグシップ機であれば満たしており、世界一のスマートフォンシェアを誇る Android と Google パワーにより順調に広まっていきそうです。

ただし、残念ながら 2017 年 4 月現在日本国内で対応スマートフォンの発売は予定されておらず、ヘッドマウントユニット + コントローラのセットである Daydream View も輸入する必要があります。それでも、2017 年 3 月頭から日本でも Daydream ストアアプリが正常に利用できるようになったことや、グローバルモデルでは Daydream 対応であろう新しい Android デバイスの国内発売の情報が出てきており、夏までには日本でも正式に Daydream が楽しめるようになると期待しています。

^{*6} <http://www.samsung.com/jp/product/gearvr/>

^{*7} Mobile VR Is Better than Ever <https://www.oculus.com/blog/mobile-vr-is-better-than-ever/>

^{*8} <https://vr.google.com/daydream/>

ちなみにその性能ですが、ヘッドトラッキング性能については Gear VR と概ね同等で、初めからコントローラありきのホーム・ストアアプリの融合の完成度が高い印象です。Google フォト、Google StreetView、YouTube とおなじみのアプリの VR バージョン、SKYBOX VR Player^{*9}による快適なローカル動画の再生と、ゲームを含めずとも Cardboard とは一線を画した VR 体験を楽しむことができます。

Gear VRとの大きな違いはストアアプリがGoogle Playであること、Android アプリの apk のインストールに Gear VR のように特別な署名が必要などの制限がないため、ストア外サードパーティ apk 配布の夢が（通常の Android アプリと同様に）あることです。



▲図 4.2 VR デバイスのコントローラ

Oculus Rift

Oculus Rift^{*10}は、Oculus 社製の VR デバイスです。手のさまざまな状態を入力することができる Oculus Touch というコントローラがサポートされています。Rift と Touch のセットで 76,600 円と値下げも行われて、Vive と PSVR の間にいろいろな意味ですっぽり定着した感があります。

*9 SKYBOX VR Player <https://play.google.com/store/apps/details?id=xyz.skybox.player&hl=ja>

*10 <https://www.oculus.com/rift/>

HTC Vive

HTC Vive^{*11}は、HTC 社製の VR デバイスです。棒状のコントローラが付属する他、Vive Tracker というトラッキングしたいものに取り付けるオプショナルデバイスが先日購入できるようになりました。単純にオリジナルデバイスを VR 空間上に登場させる使い方の他、IK と組み合わせて安価なモーショントラッキングに使えることなどが期待されています。

PlayStation VR

PlayStation VR^{*12}は、SIE 社製の VR デバイスです。コンシューマゲームハードである PlayStation 4 の付属品で、単体では動作しません。これまであげてきたデバイスの中では唯一、開発機としては使えません。メガネユーザでも抜群に装着しやすい構造とディスプレイの品質の高さが特徴です。前述の Littlestar の他、スマーレッスンや Rez Infinite など、PS4 と PS4 Pro でグラフィック品質の変わるタイトルもあり、ぜひ母艦としては PS4 Pro を用意したいところです。

4.2 購入費用について

これまで上げてきた VR デバイス環境の購入費用について、母艦となる PC やスマートフォンもあわせてまとめると、以下のようになります。

- Cardboard・ハコスコ : Android (5~10 万円) または iPhone (8~12 万円) + Cardboard 互換品/ハコスコ (1,000 円~5,000 円)
- Daydream : Android (6~12 万円) + Daydream View (10,000 円)
 - Pixel XL は高級品ですが、他の Daydream ready 機が増えつつあります。Daydream View は\$79 ですが輸入する必要があります。
- Gear VR : Galaxy (5 万~10 万円) + Gear VR (10,000~15,000 円)
 - 母艦として国内で型落ちの Galaxy を狙うとコスパがよくなります。
- Oculus Rift : PC (GTX1050Ti, 8 万円) + Rift と Touch セット (77,000 円)
- HTC Vive : PC (GTX1060, 10 万円) + Vive (10 万円)
- PSVR : PS4 Pro (5 万円) + PSVR Camera 同梱版 (5 万円) + PSMove 2 本 (14,000 円)

*11 <https://www.vive.com/jp/>

*12 <http://www.jp.playstation.com/psvr/>

こう並べてみると分かりますが、トータルコストとして 10~20 万円の枠できれいに並んでおり、肝心のコストパフォーマンスについては母艦となる PC やスマートフォン、PS4 を別の目的でも利用するかどうかがポイントとなります。

第 5 章

VR コンテンツの作り方

5.1 全天球写真の撮影と閲覧

THETA とその仲間について

THETA^{*1}は RICOH 社のカメラで、コンパクトな棒状のユニットの表裏に魚眼レンズを搭載し、ワンショットで 360 度全天球の動画・静止画が撮れるものです。スマートフォンとの連携アプリも出来が良く、USB や HDMI ストリーミング、WiFi 経由での API など関連したシステムを開発するための IF も揃っており、なおかつコストパフォーマンスに優れた、この分野を楽しむ際にはマストバイの一品です。母艦としてのスマートフォンの必要有無などの差がありますが、Samsung 社の Gear 360^{*2}や Insta360^{*3}の Insta Nano/Air、マスプロ電工社の Kodak PIXPRO SP360 シリーズ^{*4}や GoPro も含めて全天球写真の撮れるカメラはラインナップが充実しつつあり、また、自分自身がぐるぐる回る必要がありますが Cardboard カメラ^{*5}など、スマートフォン単体でもアプリにて撮影が可能です。

Google フォトとメタデータ

さて、全天球写真・映像が徐々に身近なものになりつつありますが、これを楽しむメディア管理方法として、Google フォトをオススメしておきます。

- スマートデバイスからの自動バックアップ・アップロードに対応

^{*1} <https://theta360.com/ja/>

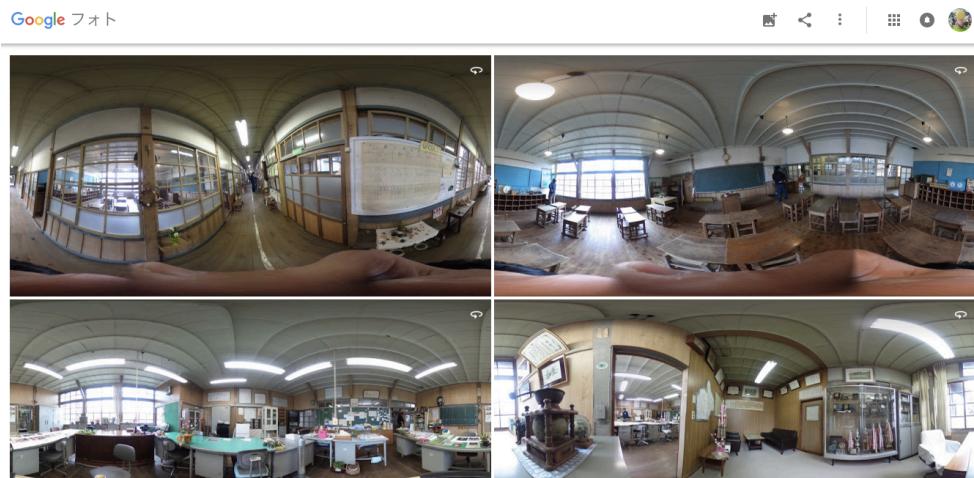
^{*2} <http://www.samsung.com/jp/consumer/mobilephone/gear/gear/SM-C200NZWAXJP>

^{*3} <https://www.insta360.com/>

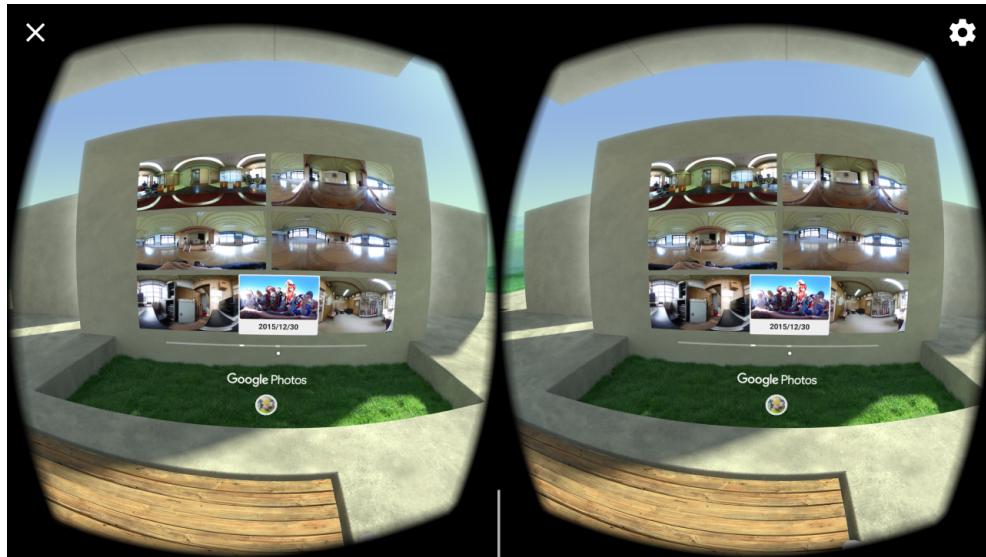
^{*4} <http://www.maspro.co.jp/products/pixpro/about-sp360/>

^{*5} <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.vr.cyclops&hl=ja>

- アルバム・個別のきめ細かな単位での共有公開が可能
- PC・モバイルブラウザには専用のビューが提供され、さらに Daydream では全天球コンテンツのみを快適に閲覧が可能



▲図 5.1 Google フォトでの THETA 画像閲覧



▲図 5.2 Daydream での Google フォト画像閲覧

具体的にどのような表示となるかについて、Google フォトで旧上岡小学校の写真を共有公開しています^{*6}のでよければそちらを確認願います。

さて、THETA 等で撮影した写真を直接 Google フォトにアップロードする際には問題がないのですが、ぼかし加工や写真ではなく CG での生成後に Google フォトにアップロードする際には、全天球画像であることを表すメタデータを付与する必要がありますので、これについても述べておきます。

正式には Google ストリートビューガイドの Photo Sphere XMP メタデータ^{*7}を参照ください。PanoTwins で紹介されている^{*8}通り、メタデータを付与する手段はいくつかありますが、ツールのバージョン相性などがあり、ExifTool^{*9}のバイナリをダウンロードし、コマンドラインバッチとして起動する方法で筆者は成功しました。以下、exe を動作させる bat ファイルリスト 5.1 を掲載していますが、コマンドラインオプションには互換があるため、同様のオプションで macOS でもメタデータを付与させることができるとと思われます。

^{*6} <https://goo.gl/photos/yzNVv6GGz7xUMWgn9>

^{*7} Photo Sphere XMP メタデータ <https://developers.google.com/streetview/spherical-metadata?hl=ja>

^{*8} PanoTwins How to add mandatory Photo Sphere meta data to an equirectangular image <https://t.co/KbSq7QpT7J>

^{*9} <http://owl.phy.queensu.ca/~phil/exiftool/>

▼リスト 5.1 photosphere.bat - Google フォト向けにメタデータを付与する bat ファイル

```

FOR %%A IN (*.*) DO (
"C:\YOUR_EXE_EXTRACT_PATH\exiftool.exe" ^
-ProjectionType="equirectangular" ^
-UsePanoramaViewer="True" ^
-PoseHeadingDegrees<$exif:GPSImgDirection" ^
-CroppedAreaImageWidthPixels<$ImageWidth" ^
-CroppedAreaImageHeightPixels<$ImageHeight" ^
-FullPanoWidthPixels<$ImageWidth" ^
-FullPanoHeightPixels<$ImageHeight" ^
-CroppedAreaLeftPixels="0" ^
-CroppedAreaTopPixels="0" %%A
)
PAUSE

```

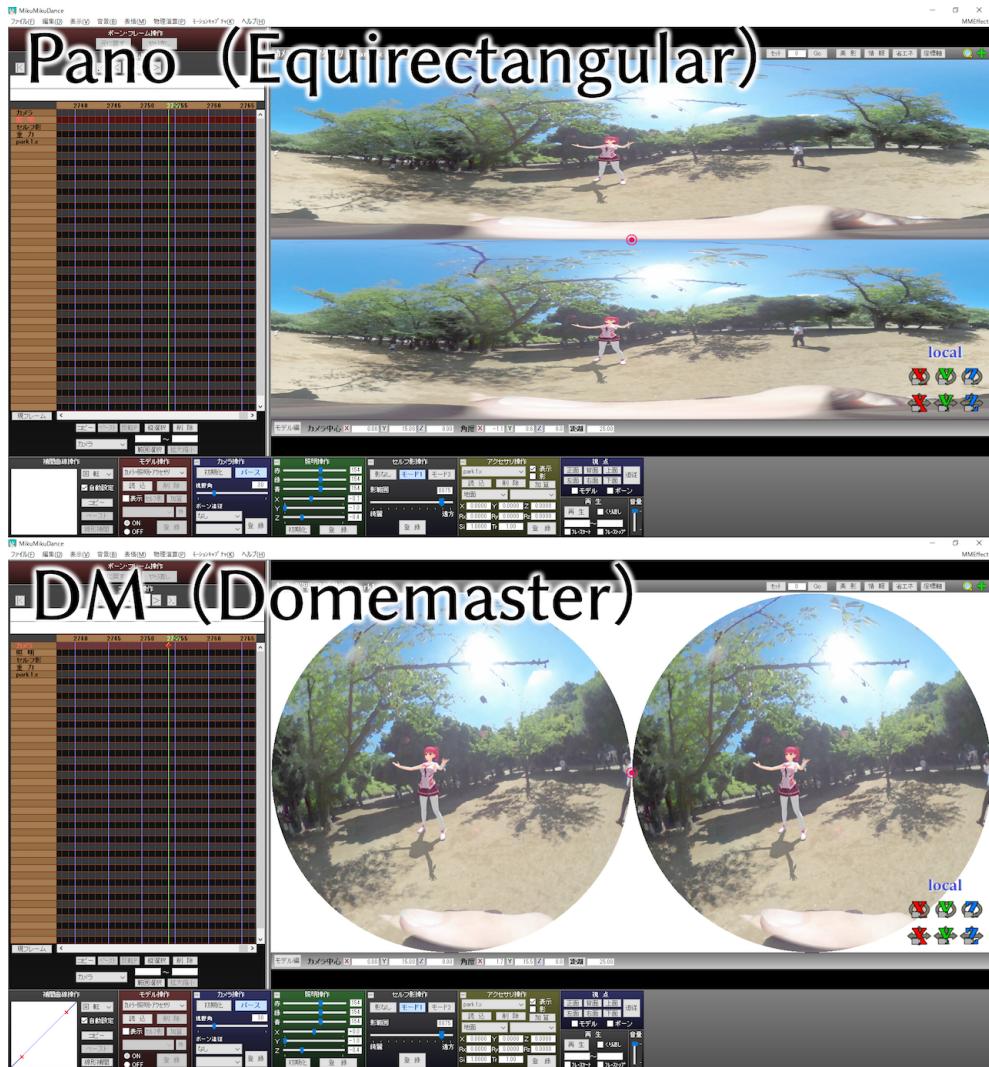
以上のような bat ファイルを用意して、対象の jpg ファイルをドラッグアンドドロップすると必要なメタデータが付与されますので、Google フォトにアップロードして確認してください。360 度モードになってぐりぐり回すことができれば成功しています。

5.2 VR 動画のレンダリング

前述したいわゆる VR 動画の作成について、魚眼レンズのカメラを 2 台並べて撮影したものをステッチングしたり、Blender^{*10}などの 3D モデリングソフトから出力したり、あるいは Unity や Unreal Engine などのゲームエンジンからの出力などがありますが、「利用ユーザ層の特性により、PC や 3D モデリングについて専門的な知識を有しない初心者向けのドキュメントが数多くインターネット上で公開されている」という観点で随一である、MikuMikuDance を用いた VR 動画の生成方法についてここではとりあげます。

^{*10} Blender Manual - Stereo Camera https://docs.blender.org/manual/en/dev/game_engine/camera/stereo.html

MikuMikuDance と MikuMikuDomeMaster



▲図 5.3 MikuMikuDomeMaster 利用例

MMD こと MikuMikuDance^{*11}は 3DCG ムービー作成ツールですが、その MMD 向けに Caeru 氏が公開している MikuMikuDomeMaster^{*12}ツールを使うと、図 5.3 のような VR 動画向けのエフェクトを実現することができます。

では、MikuMikuDomeMaster でのステレオ VR 動画の作成方法について、ざっとご紹介します。

MikuMikuDomeMaster のステレオは視差設定にあわせカメラを左右に並べた方式となっているため、正面のみ正しく立体視が可能となります。よって、「適度に離れた正面にモデルをソロで配置し、あまり左右に動かないモーション」を適用し、正面に注視ポイントが集中する動画を作ることが肝となります。例えば、中央に人が入らない鏡映しデュオモーションなどは残念ながらこの方式のステレオに向いていません。

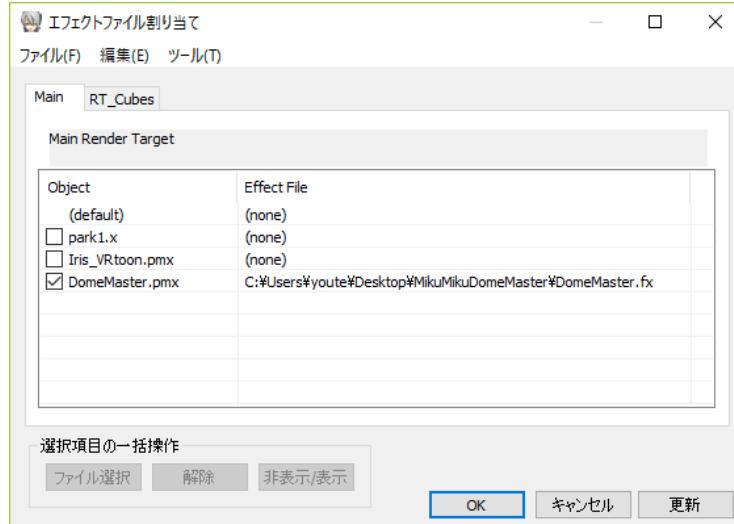
そこを踏まえた素材を用意した上で、空の新規 MMD プロジェクトにモデル・背景・モーションを読み込みます。AVI の出力サイズは、以下のように設定してください。いずれもステレオ設定で、モノラルの際には縦横いずれかのピクセル数が半分となります。

- FreeVRPlayer (Cardboard) , Samsung VR (Gear VR) , SKYBOX VR Player (Daydream) , Littlestar (PSVR) など、ローカル再生向け
 - Equirectangular360 度 Top-Bottom はアスペクト比 1:1 で設定
 - * ハイスペックスマホ・PS4 Pro 向け : 2560x2560
 - * ミドルレンジスマホ・Pro でない PS4 向け : 1440x1440
 - DomeMaster-SBS (サイドバイサイド) 180 度はアスペクト比 2:1 で設定
 - * ハイスペックスマホ・PS4 Pro 向け : 3200x1600
 - * ミドルレンジスマホ・Pro でない PS4 向け : 1920x960
- YouTube アップロード向けステレオはアスペクト比 16:18 で設定
 - Equirectangular360 度 Top-Bottom
 - * 可能であれば 4K、2160P ステレオで : 3840x4320
 - * 制作環境上、4K が困難な際には : 1920x2160

次に、MikuMikuDomeMaster 内、DomeMaster.pmx を読み込み、MMEffect → エフェクトファイル割り当てより Main タブは DomeMaster.pmx 以外のチェックを外します（図 5.4）。

^{*11} <http://www.geocities.jp/higuchuu4/>

^{*12} MikuMikuDomeMaster 作業中 20160417 https://twitter.com/Caeru_Odin/status/721653643036897280



▲図 5.4 DomeMaster.pmx のみ Main に残す

続けて、Equirectangular であれば読み込んだ pmx のモデル名「パノラマ」から、DM-Pano モーフを Pano 側に設定します。DomeMaster の際には DM-Pano モーフを DM 側に設定した後、天頂に向いているのを角度に X=90.0 を設定することで正面に回すことができます（図 5.5）。



▲図 5.5 DM-Pano モーフをいずれかの端に設定

パノラマモデルの視差ボーンを選択し、ボーン位置の X=0.3~0.4 程度にすると、左右の視差が設定できます（図 5.6）。カメラからモデルの距離によって適切な視差は変わってきますので、0.3 の弱めからチューニングすると良いと思います。視差とのバランスが難しいですが、モデルそのものの倍率を調整してやることで、リアルのサイズに近づけるとリアリティを高めることができます。



▲図 5.6 視差ボーンへの視差設定

MikuMikuDomeMaster の初期設定では高解像度の出力時にキューブマップの解像度が不足しますので、AVI 出力の直前に変更します。具体的には Sub/MakeCubeUtils.inc を開き、RT_SIZE を 2048 に、AA_Loops を 2 に書き換え、MME の再読み込み(MMEffect メニュー→すべて更新で実行)を行います。SSAO-Cubes.xなどを併用しているとかなり重くなりますが、気合で乗り越えて AVI 出力を実施しましょう。出力終了後に MakeCubeUtils.inc を書き戻すのをお忘れなく。

AviUtl + x264guiEx などで mp4 にエンコードした後は、お手持ちの環境でお楽しみください。YouTube 等、動画プラットフォームへの投稿公開はモデル・モーション・背景等素材のライセンスに十分にお気をつけて！

YouTube の VR 対応について

YouTube は順番に、「360 度動画」「ステレオ 360 度の VR 動画」「360 度動画・VR 動画における 360 度空間音声 (Spatial Audio)」に対応するようになりました。空間音声 (Spatial Audio) は 3D 音声や立体音響などとも言われ、顔の位置・向きにあわせた音が聞こえることを示します。Google は YouTube 向けに、前後左右 4ch の音声トラックを格納する仕様を採用・提案しています^{*13}。

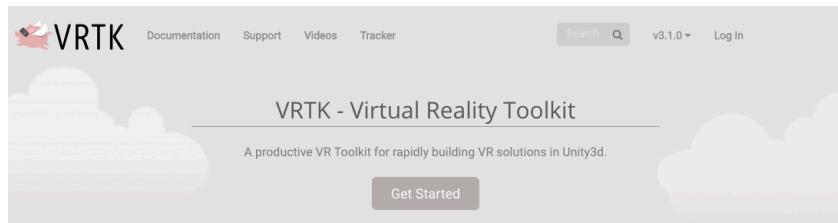
この、YouTube の仕様に基づいた VR 動画の作成方法については、原則サイトで公開されている手順に沿えば良いのですが、「ソースはアスペクト比 1:1 にしてください」と書いてある割にどうやら今現在でも「16:9 の左右映像を Top-Bottom で結合した 16:18 の動画」をアップロードする必要があることに留意願います^{*14}。

^{*13} 360 度動画や VR 動画で空間音声を使用する <https://support.google.com/youtube/answer/6395969?hl=ja>

^{*14} 申し訳ありません、最近追試できていないので確認します…

5.3 VRTK で HTC Vive と Oculus Rift 向け

VRTK とは



▲図 5.7 VRTK - Virtual Reality Toolkit

VRTK^{*15}は Virtual Reality Toolkit の略で、VR アプリ開発に必要な便利な機能を提供する Unity 向けライブラリです。VR 空間での移動、ポインタによるオブジェクト選択、触る・掴むといった操作や 2D・3D のボタン・レバー・ドア・引き出しなどを簡単に実現します。

他プラットフォームへの対応も準備はされているようですが、現状 HTC Vive と Oculus Rift 両方にに対応しており、VRTK に任せられる範囲は任せてしまうのが良いと考えられます。

※「Unity ネイティブ対応の OpenVR + SteamVR + VRTK」と「Unity ネイティブ対応の Oculus + Oculus Utilities + VRTK」のサンプルを動かすまでの話を追記予定です。

5.4 Unity で Cardboard/Daydream 向け

Google VR SDK と Unity の VR Native 対応について

Daydream の発表直後に、それまで Cardboard SDK という名前だったものは Google VR SDK へと名称が変更となりました。また、それと同時に Unity が Daydream/Cardboard 両 VR プラットフォームに Native 対応することが発表されました。ちなみに、Unity での「Native 対応」というのは「特別なパッケージを追加で import することなく、その機能を利用することができるようになる」ことを表します。

*15 <https://vrtoolkit.readme.io/>

2016 年 9 月に Daydream Technical Preview という Daydream 向けに特別の対応がなされた Unity が公開され、Unity5.4.2f2-GVR13 までバージョンアップされました。その後、2016 年 12 月から始まった Unity 5.6 beta に引き継がれ、先日 2016 年 4 月頭、Unity 5.6 が正式にリリースされました。

それでは、その Cardboard/Daydream に Native 対応した現時点最新の Unity 5.6.0f3 にて、THETA で撮影した Equirectangular 写真を閲覧するシンプルなアプリを作つてみましょう。Unity と Android SDK のセットアップ手順は割愛しますが、Daydream 向けのアプリを作るには target API 24 (Android 7.0 Nougat) の Android SDK コンポーネントが必要なため、ダウンロードしておきます。

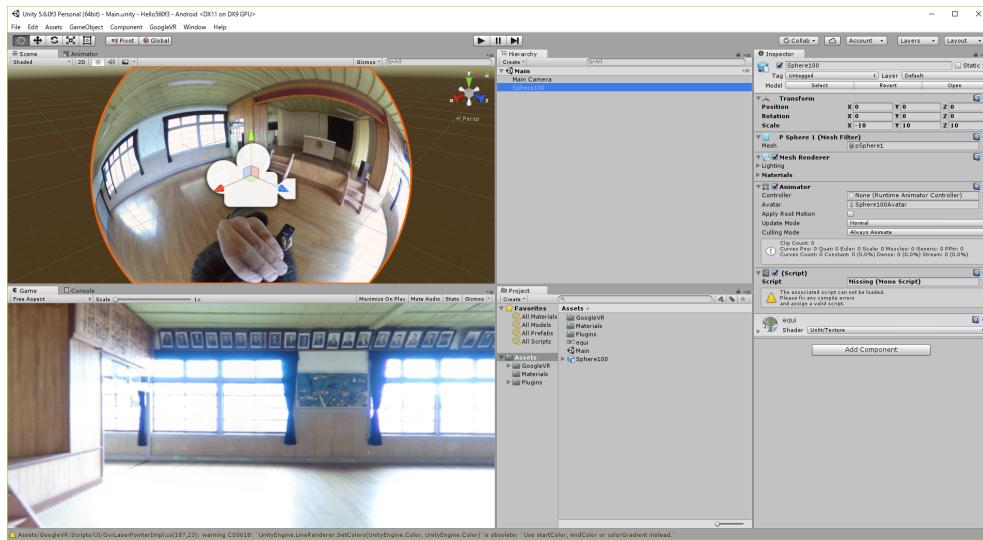
Unity の Google VR Native 対応で含まれる機能と、Google VR SDK for Unity が別パッケージとして提供する機能について、Google VR SDK^{*16}公式サイトに Features として明確に区別して記載されていますが、Daydream Controller や、Unity エディタ上で首振りなどの VR 操作のエミュレートなど、実質 Google VR SDK for Unity パッケージの import は必須と思われます。(Google VR SDK を import していない状態でプレビュー再生を行うと、Unity エディタがフリーズしました。)

Equirectangular メディアの Unity での扱い方については、warapuri 氏の Unity と Oculus で 360 度パノラマ全天周動画を見る方法【無料編】^{*17}を参照ください。メディアの投影先である天球モデル「Sphere100.fbx」をダウンロードしておきます。

アプリ作成手順はざつと以下の通りです。

^{*16} Google VR SDK for Unity <https://developers.google.com/vr/unity/>

^{*17} <https://t.co/gk7avi4Hqj>



▲図 5.8 Unity エディタプロジェクト全体図

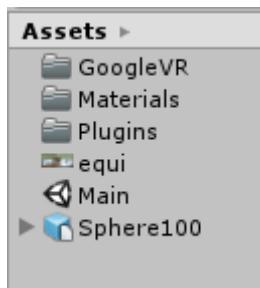
- 新規 3D プロジェクトを "Hello560f3" で作成、Scene を "Main" として保存。
- Build Settings から "Main" を Scenes In Build に追加、Android に Switch Platform。
- PlayerSettings から、Company Name を適当なものに変更。
- Resolution and Presentation 中の Orientation を Landscape Left に変更。
- Other Settings 中の Virtual Reality Supported のチェックを ON、Daydream または Cardboard を追加。
 - Daydream と Cardboard の 2 つをセットすると Daydream でクラッシュするようになります。VR モードの enabled 切り替えまわりに起因する模様^{*18}ですが、解決方法はわかりませんでした。
 - VR Entry Flow という「デバイスをヘッドセットに挿入してください」画面フローと Cardboard 互換に関する説明ページ^{*19}を見る限り、両対応のアプリは考慮されているようですが…
- Package Name を "youten.redo.vr.Hello560f3" に変更。
- Minimum API Level は Cardboard 向けには Android 4.4 KitKat (API level 19)あたりを設定、Daydream 向けには Android 7.0 Nougat (API level 24) を設定し

*18 OPENGL NATIVE PLUG-IN ERROR: GL_INVALID_VALUE: Numeric argument out of range #492 <https://github.com/googlevr/gvr-unity-sdk/issues/492>

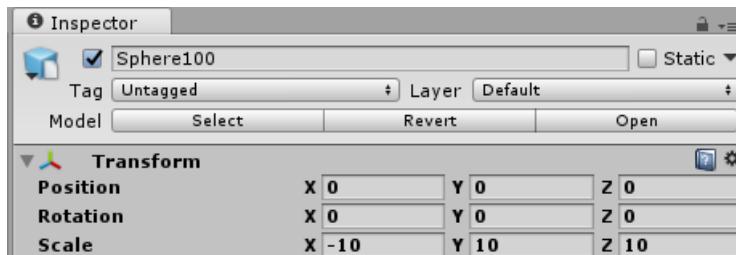
*19 VR Entry Flow <https://developers.google.com/vr/daydream/guides/vr-entry>

ます。

- 試した機種が ARM 機のみのため、Device Filter を FAT(ARMv7 + x86) から ARMv7 に変更。
- 前述の天球モデル "Sphere100.fbx" をドラッグアンドドロップで Assets に追加。
 - Hierarchy に追加し、Scale を X=-10 Y=10 Z=10 で法線を反転させるために X だけマイナスにして配置。
- THETA で撮影した Equirectangular 写真を "equi.jpg" にリネームし、Assets にドラッグアンドドロップで追加。
 - 先ほど Hierarchy に追加した Sphere100 にドラッグして Texture に設定、GI や Light の影響を受けないように Shader を standard から Unlit/Texture に変更しておきます。
- Camera の Transform は X=0 Y=0 Z=0 に変更し、Directional Light は削除します。



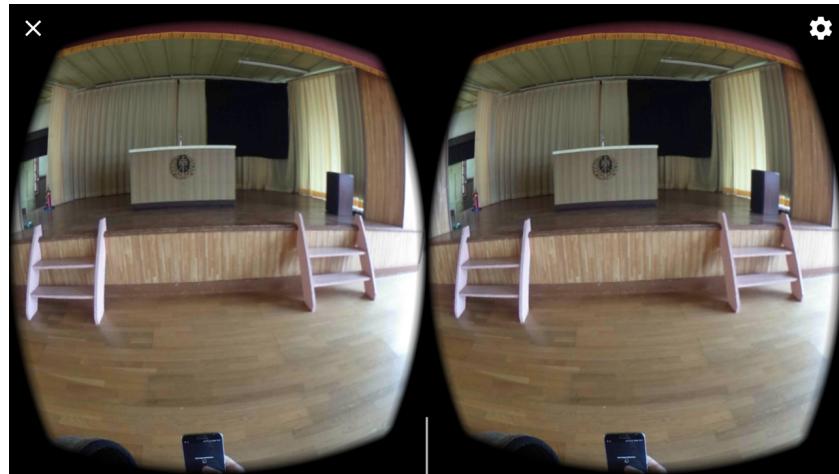
▲図 5.9 天球モデル・THETA 写真・Google VR SDK を取り込み



▲図 5.10 Sphere100 の Scale 設定

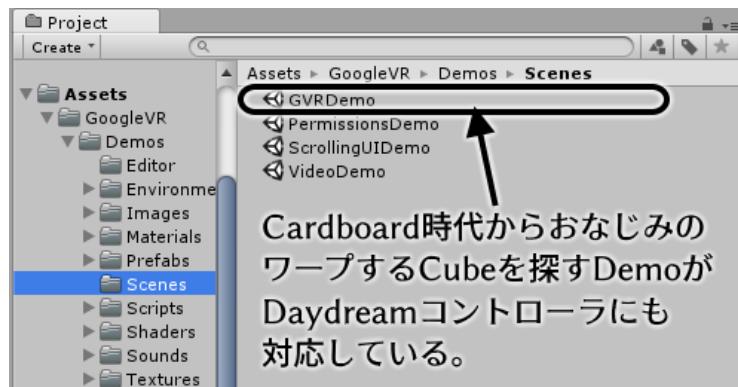
Cardboard 向けビルドは Galaxy S6 (SC-05G, Android 6.0.1) で、Daydream 向けビ

ルドは Pixel XL (Android 7.1.1) で動作確認、とくに問題はなさそうです^{*20}。



▲図 5.11 Equirectangular 写真閲覧アプリ画面

Daydream の素敵なヘッドトラッキングを確認できたところで、続けてコントローラも動かしてみましょう。

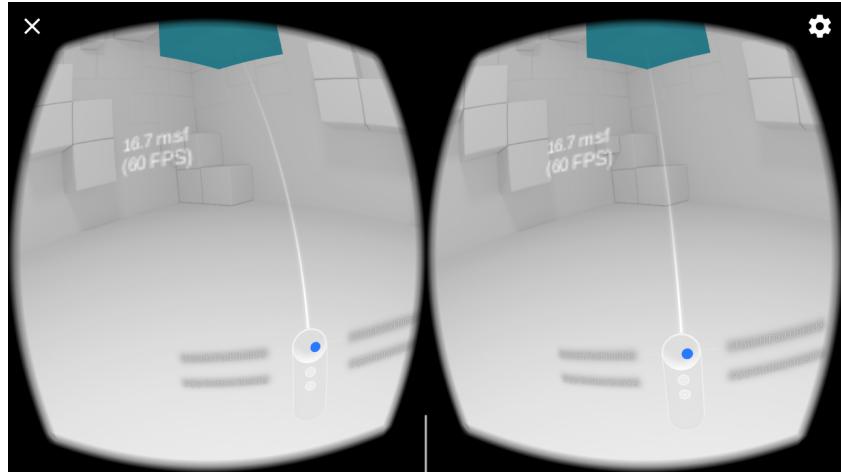


▲図 5.12 GVRDemo Scene

古いバージョンの Google VR SDK では Daydream コントローラのデモ Scene が独立

^{*20} Google VR SDK v1.10 で発生していた Cardboard 向けの残念なパフォーマンス低下もなさそうでした。

していたのですが、最新バージョン v1.30 では Cardboard 時代からおなじみのワープする Cube を探す Demo Scene が Daydream コントローラにも対応しています。



▲図 5.13 いつもの Cube 探しゲームも Daydream コントローラで快適に

あとがき

youten です。12.1 話は最高でしたね^{*21}。

いきなり言い訳ですが、3 月に予想外の事件が立て続けに発生しまして、以下の点、まことに申し訳ありません。

- PC 側 VR デバイス（Oculus Rift+Touch/HTC Vive）が技術書典 2 向け書籍としての初版では完全にカットになってしまっていること
 - サークルカット詐欺
- 「VR コンテンツのつくりかた」となっているが、「ぼくがしゃべりたい VR 話」が大半のこと
 - タイトル詐欺
- ほとんど見直しができておらず、乱筆乱文
- 「続きは Web で」ならぬ「そのうち GitHub で」なこと

それでも TechBooster+Re:VIEW で開拓された日光企画様の Web 入稿高速道路により、本としての体は成せそうなことについては、他人事のように「世の中はいろいろなことができるのだなあ」と感じています。

VRTK、Vive Tracker、Daydream の Controller と Google Play 公開、Unreal Engine…やりたいことは山積みです。VR 関連だけでなく、積み ESP-32 板とか、積みゼロから作る Deep Learning 本とか、そうやって戯れていると NOLO や TwoEyes や uArm Swift が届き始めるはずです。スナネコのようにがんばりたいと思います。それではまた、どこかでお会いできましたら。

Twitter: @youten_redo

Web: ReDo -Refrigerator Door- れいぞうこのドア <http://greety.sakura.ne.jp/redo/>

^{*21} このあとがきは 2017.04.09 開催、技術書典 2 の直前に書かれたものです

VRコンテンツのつくりかた

2017年4月9日 技術書典2版 v0.9.0

2017年4月9日 v0.9.1

2017年4月10日 v0.9.2

著者 youten

(C) 2017 ReDo れいぞうこのドア