

建築設計のフロントローディングの為の XR システムの開発

その 2 機能拡張およびVR用HMDの互換性と無線の検証

石沢 治*¹

Keywords : XR, VR, HMD, BIM, consensus building, design verification

エクステンデッドリアリティー, パーチャルリアリティー, ヘッドマウントディスプレイ, BIM, 合意形成, デザイン検証

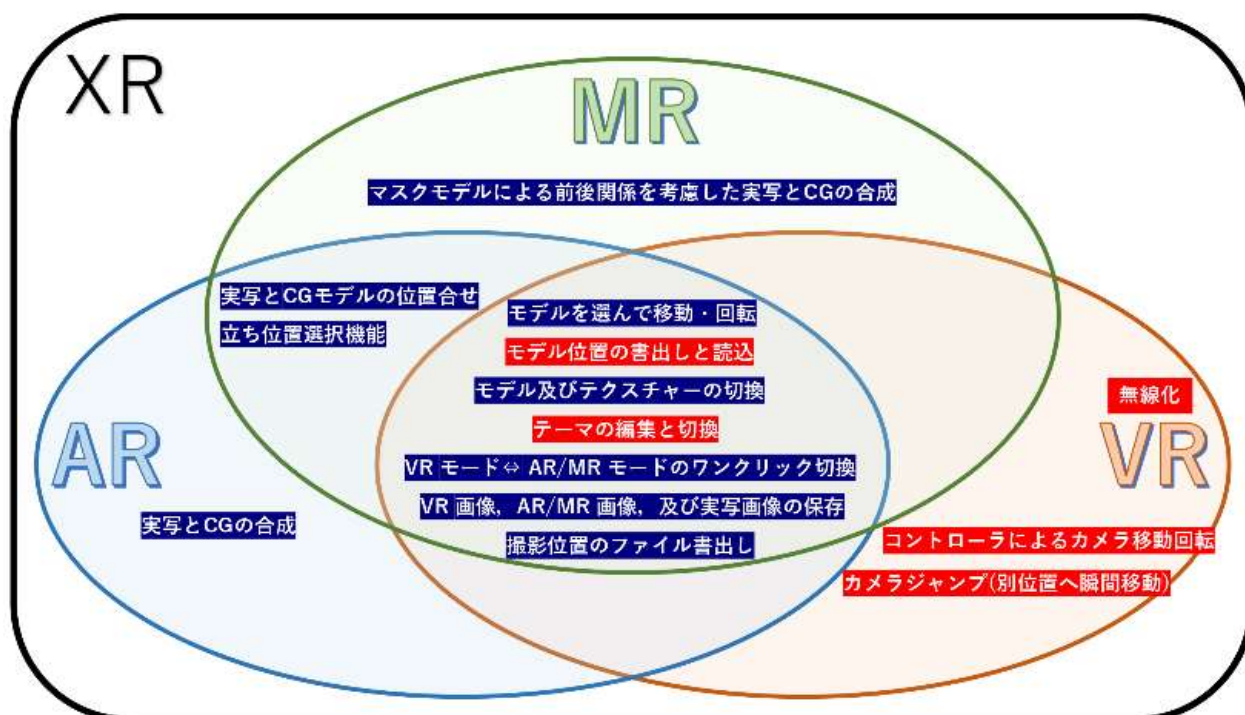


図-1 ■ 2020 年度実施と ■ 2021 年度実施の機能開発の相関図

Fig.1 Correlation diagram of functional development implemented in ■ 2020 and ■ 2021

1. はじめに

ヘッドマウントディスプレイ(以下 HMD)による VR と実写の合成技術 XR (VR/AR/MR) の活用が建築の設計分野で要求される機会が増加しており, それに伴い XR コンテンツ制作のスピードアップ, オンデマンド化及びカスタマイズ等が必要になるケースも増えている。その様な状況に対応する為には, XR コンテンツ制作プロセスを簡易化, 標準化, 定型化したルールを作りそれによって動作する XR ツールが必要である。また VR/AR/MR 等の異なるプレイモードや HMD, iPad,

Android, PC 等の異なるデバイスであっても XR コンテンツ制作プロセスが複雑にならない様に一元化・標準化することが必要である。

2020 年度^{1),2)}は XR システムのルールを設計しそれに従ったコンテンツとツールを製作・開発し実物件へ実施適用を行った。リニューアル物件を実施適用物件として採用した為 AR/MR 機能が必須であり HMD はビデオ合成方式の VIVE Cosmos を選定した。

2021 年度³⁾は実施適用で抽出した課題を改善すると共に多機種 HMD への対応と VR モードを対象とした無線化の検証を行った。以下結果を報告する。

* 1 技術センター 先進技術開発部 新領域技術開発室

表-1 2021 年度計画表
Table 1 2021 plan table

		プロトタイプ	機能拡張	操作性向上	将来のAR/MRのケーブルレス化につなげる標準化		
					多機種化	ケーブルレス	CloudXR
2020年度	VR/AR/MR	●	—	—	—	—	—
2021年度	VR	●	●	●	●	●	●
	AR/MR	●	●	●	▲	▲	▲

●2020 年度実施済み ●2021 年度実施済み ▲将来の新機種 HMD 及び OpenXR の普及状況による将来実施項目

表-2 多機種互換性と無線化の計画
Table 2 Multi-model compatibility and wireless planning

			2020年度	2021年度
標準規格	VR	SteamVR	AR/MR対応を先行。	OpenVRへ準拠。
		OpenVR	非準拠が一部有る。	標準規格対応でVR用HMD機種を増やす。
	AR/MR	OpenXR	特定機種へ依存性有り。	▲ AR/MRのOpenXRは将来の新HMDで対応
対応HMD	XR	VR	VIVE Cosmos (有線)	Oculus Quest2とVIVE Focus3を追加 (無線)
		AR/MR	VR/AR/MRを1台で実現	※AR/MRは現行のVIVE Cosmos使用 (有線)
接続方法			有線	上記VR用HMD2機種は無線。CloudXRも実施
非標準機能	VR/AR/MR	機種依存 SRWorks	VRモジュール内に数箇所 でSRWORKSが混在	特定機種専用であるSRWorksをVRモジュールから取り除きAR/MR用として部品化し分離

※VR モードの業界標準である OpenVR に準拠し将来の OpenXR へのベースとする

2. システムの特長

本研究で開発された XR プロトタイプの3つのモード (VR/AR/MR) に求められる機能の関連性について示す (図-1)。

2.1 3モード (VR/AR/MR) の統合化

2020 年度のシステムは1台のHMD (VIVE Cosmos) 上で且つ1コンテンツだけでXRの3つのモード (VR/AR/MR) の全てが体験できるプロトタイプとして開発した。3つのモードは1コンテンツ内で同じプロトタイプ仕様・ルールで統合化されワンクリックで各モード間を直接切り替え可能でありモード毎の立上げやHMDの交換・着脱等が不要である。

2.2 無線化ニーズ

実施適用物件 (リニューアル物件) で使用したXR用HMD (VIVE Cosmos) は有線専用の機種であった。実施適用結果からHMDとXRの必要性・有効性が確認できたがユーザーからの要望としてHMDの無線化が求められた。

3. 業界動向

3.1 HMD デバイスの無線対応の動向

現在のHMDの製品化に於いて3モード (VR/AR/MR) を1台のHMDに統合可能なものは有線のみであり無線で動作するのはVRモードに限られる。無線で1台のHMDへ3モードを統合可能な製品は市販されていない。

3.2 XR コンテンツとXR 標準規格の動向

HMDのXRの3モード (VR/AR/MR) の中でVRコンテンツ開発の規格はOpenVR, SteamVRで業界は標準整備済みであるが、AR/MRに関しては標準規格となるべきOpenXR (図-2) は整備途上である。

3.3 業界動向を考慮した開発スケジュール

以上の業界動向よりVRとAR/MRはHMDデバイスの製品化に於いてもコンテンツ開発規格の普及に於いても動向が異なる。AR/MRモードは有線だが当面はVIVE Cosmos (機種依存) で対応する。VRモードはOpenVR, SteamVRに対応し機種依存性を排除すると共に無線対応を先行する方針とした (表-1, 表-2)。

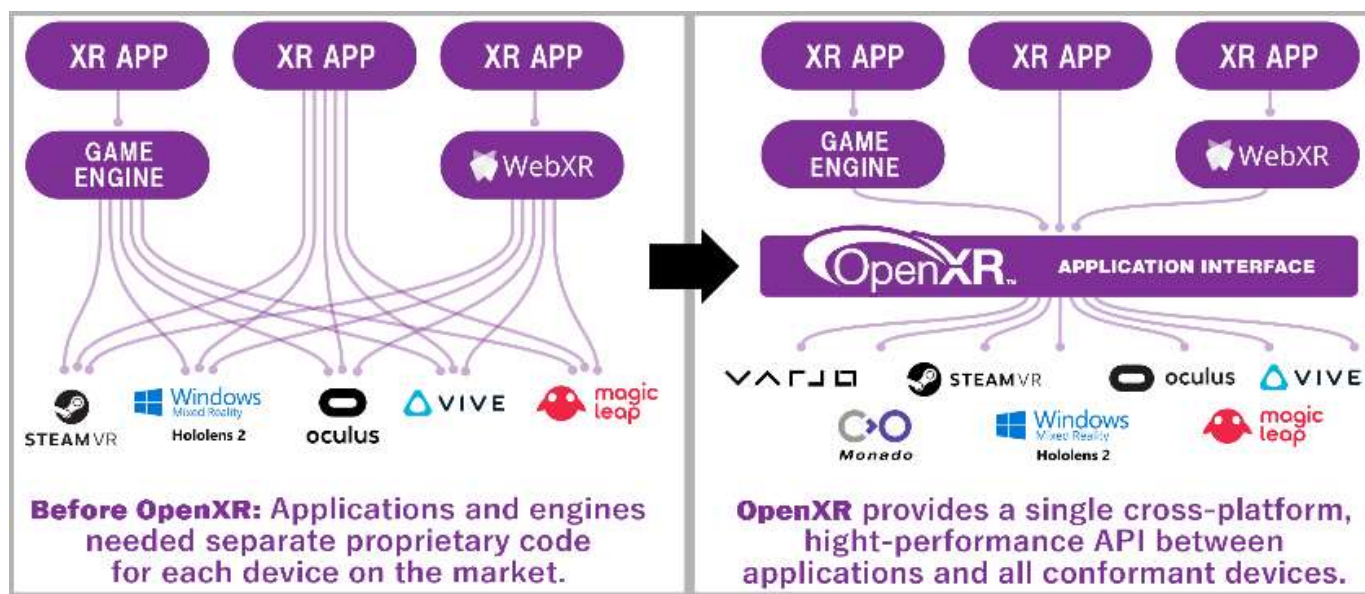


図-2 OpenXR の概念 (Khronos group より))

Fig.2 OpenXR concept (from Khronos group)

4. 機能の追加・改善

2021 年度の開発では VR モードの機能拡張および XR 全体の機能拡張を以下のように行った (図-1)。

4.1 VR モードの視点コントロール

VR モードと AR/MR モードでは視点制御の扱いが異なる。AR/MR モードでは現地との位置一致を姿勢や歩きで判定し一致を保つ為コントローラーによる自由移動はオフであるべきである。一方 VR モードに於いては実際の歩きとコントローラーによる制御との両方が必要である。コントローラーによる視点制御は AR/MR モードでは不要とし VR モードのみに機能を追加した。

4.2 VR モードと AR/MR モード間の遷移

プレイモードをチェンジした際つまり VR モードと AR/MR モードを画面切り替えで行ったり来たりを繰り返す場合に於いて追加した VR モードでのコントローラーによる視点制御の影響により AR/MR モードで HMD の実写カメラとソフト上のカメラの位置合せが狂わないようにカメラコントロールモジュールを改良した。

4.3 オブジェクト座標の保存

オブジェクトの移動・回転・スケールは実装済み¹⁾²⁾であり、今回³⁾は移動後のオブジェクト座標を書き出し保存すること及び呼び出して復元する機能を追加した (表-3)。

4.4 テーマの編集の簡易化

設計案の一括切り替えの際の機能拡張である。設計案の組み合わせを外部テキストファイルにより作成・編集可能とした (表-4)。

5. システムの標準化と VR の無線化

5.1 SteamVR と OpenVR 対応による無線化

PC で生成された VR 映像を有線で HMD に転送して XR 体験するのが従来方式であったが、Oculus-Quest2 及び VIVE-Focus3 とも VR 専用であるが WiFi ルーターを介して無線接続することでケーブルレスで快適な VR 体験ができる。また有線/無線の違いによる VR コンテンツの修正変更は不要である。なお WiFi ルーターと PC 間は有線 (イーサネット) で接続した (図-3)。

5.2 機種専用ソフトの検証

Oculus-Quest2 の WiFi 接続は Oculus ソフトの設定から OculusAirLink をオンにすることで行える。VIVE-Focus3 の WiFi 接続は VIVE Business Streaming で行える。両機種ともメーカー専用アプリが提供されており比較的簡単に WiFi 接続可能であるが特定のメーカーに限られた機種ごとに異なる独自手法である。

5.3 Nvidia CloudXR の検証

接続アプリを Nvidia-CloudXRSDK を用いて開発し Nvidia-CloudXR の WiFi 接続を検証した。WiFi 接続はレスポンスに特に問題無く体験できた。よりオープンで機種依存性が低く HMD 及び iPad や PC や Android など異なるデバイスにも同時対応可能な汎用性で期待される。この方式に於いてはコンテンツ側も業界標準規格へ対応し機種依存性を排除する事が必要である。よって OpenXR (図-2) と XR 用 HMD の更なる性能向上が必要であるが 5G に対応すれば建設計画地などの屋外で HMD での AR/MR 体験も期待できる。

表-3 オブジェクト座標保存の例

Table 3 Example of saving object coordinates

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	ソファ	『座』	ソファ	オブジェクト	2835	23.4955	0.7969	1.5768	270	120	0
2	ソファ	『座』	ソファ	シェイプ	310	28.9013	1.0957	0.8115	270	304.5385	0
3	ソファ	『座』	ソファ	シェイプ	316	24.2183	0	-2.9471	270	329.1176	0
4			デジタルサイネージ	Display	001	29.7813	1.8518	-2.4538	0	272.8728	0

表-4 テーマ編集・保存の例

Table 4 Example of theme editing / saving

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	AnyOne/テーマ	『前回保存』	『座』	『島』	『Seed』	『Pixel』	『メビウス1』	『メビウス2』	『テスト』	
2	オブジェ	『座』	『座』	『島』	『Seed』	『Pixel』	『なし』	『なし』	『なし』	
3	ソファ	『座』	『座』	『glass』	『plant』	『Box』	『メビウス1』	『メビウス2』	『メビウス1』	
4	通路展示	『テーブル』	『テーブル』	『島』	『Plant』	『丸机』	『なし』	『なし』	『なし』	
5	天井照明	『なし』	『なし』	『なし』	『軸』	『なし』	『なし』	『なし』	『なし』	
6	ガーデン	『座』	『座』	『島』	『Seed』	『Pixel』	『メビウス1』	『メビウス2』	『メビウス2』	
7	床	『座』	『座』	『ヒッコリー』	『check』	『メビウス1』	『メビウス2』	『Pixel』		
8	柱	『glass』	『glass』	『島』	『Seed』	『Pixel』	『なし』	『なし』	『なし』	
9	_Mask	『座』	『座』	『島』	『Seed』	『Pixel』	『メビウス1』	『メビウス2』	『メビウス2』	



図-3 VR 用 HMD の無線化
Fig.3 Wireless HMD for VR



図-4 将来予想図：先進センサーの集約と「クラウド+GPU+5G」で「大規模 XR」をモバイル化
Fig.4 Future forecast: Consolidate advanced sensors and make "large-scale XR" mobile with "cloud + GPU + 5G"

6 まとめと展望

本年度は前年度の実物件への実施適用から得た改善項目の開発を行った。VR モードは標準規格の OpenVR, SteamVR を採用し HMD 機種を選択肢を広げる事で VR モードの無線化を可能とした。無線化によりケーブルレスで自由に歩き回れ身軽で快適な VR 体験が得られた。今後は無線化は必須機能と思われる。本研究の XR システムは、大規模かつ高負荷な VR シーンをハイエンド GPU と大容量メモリー搭載の PC で演算し、生成した VR 映像を HMD に送信して HMD 上で VR 映像と実写をビデオ合成して AR/MR 体験する方式である。この方式の利点は HMD 単体のスタンドアロン方式では実現できない大規模高精細な XR シーンを体験可能なことである。本報告の執筆時点の 2022 年 10 月に本課題で要求される AR/MR 対応で無線化された新 HMD (WiFi)

が Meta 社から製品化された。新 HMD の導入及び WiFi 対応を行い無線化を実現し、更には高速通信 5G での運用も図ることで AR/MR の屋外化を実現したい。更に数名でのマルチユーザーコラボ対応及び会話通信機能などの機能を獲得し、またより多人数で会議が行えるメタバース的な XR システムへ進展することを目指して行きたい (図-4)。

参考文献

- 1) 石沢ら：XR コンテンツ製作方法及び HMD 制御の簡易化の検討 その1 プロトタイプ製作と XR 合成方式の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2021
- 2) 石沢ら：建築設計のフロントローディングの為の XR システムの開発 その1 プロトタイプ開発と HMD による検証, 大成建設技術センター報 第 54 号, 2021
- 3) 石沢：XR コンテンツ製作方法及び HMD 制御の簡易化の検討 その2 機能拡張および VR 用 HMD の互換性と無線の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2022