



HOKKAIDO
UNIVERSITY

円筒型360° VRシアター導入 によるフィールド科学教育改革

北海道大学大学院 工学研究院 環境循環システム 川村洋平

はじめに

VR (Virtual Reality)

安全性



教育・トレーニング



容易に立ち入ることのできない場所
(鉱山、宇宙、海中、森林等)を
仮想空間において**可視化**する

生産性



フィジカル空間 (現実空間)
(東京都デジタルサービス局より引用)

デジタルツイン

既往の研究

2001年

単一ディスプレイ型



CyberMine

トラックの運転シミュレーション



(THOROUGHTECより抜粋[1])

2006年

曲面ディスプレイ型



2007年

AVIE



ヘッドマウントディスプレイ



2014年

バーチャル鉱山実習システム
(秋田大学)



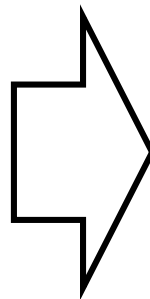
2022年



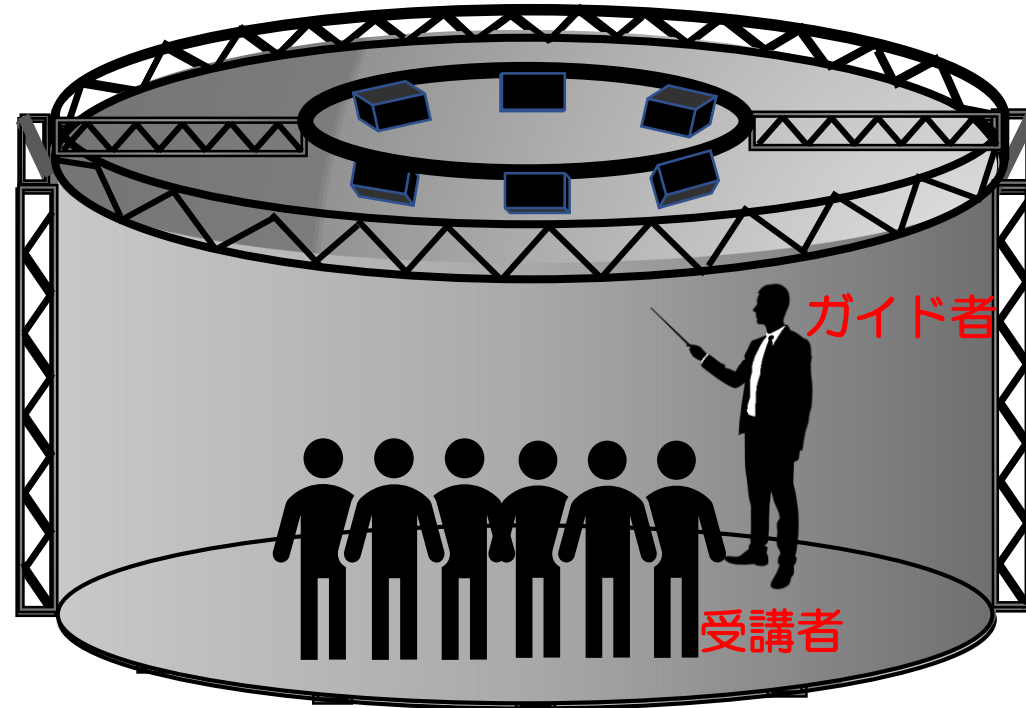
[1] <https://www.thoroughtec.com/cybermine-full-mission-mining-simulators/>

研究目的

ヘッドマウントディスプレイ (VRゴーグル)



円筒型VRシアター



長所：安価、高い没入感、持ち運びのしやすさ

短所：体験は個人のみ、脱着の煩雑さ
コミュニケーションの難しさ

VR体験を個人から多人数に拡張

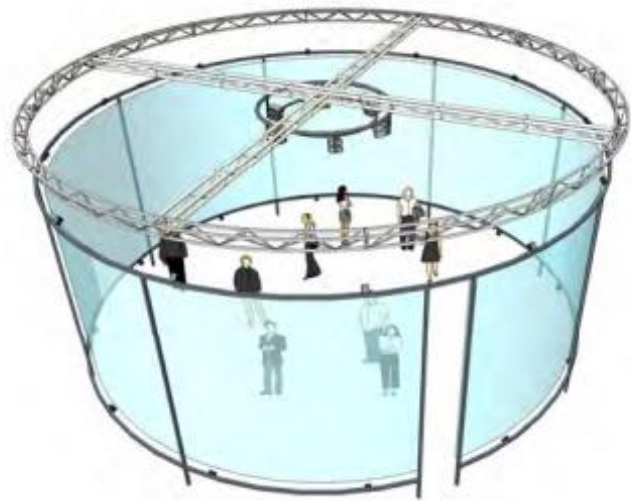
➡ ガイド者と多人数の受講者のVR体験の共有 (高い教育効果)

長所：多人数で同時に体験可能
より現実に近い体験可能

短所：高価、特定の場所のみで体験可能

VRシアター×フィールド科学

フィールド科学における
“デジタル・ツイン”
インターフェース



360度・3D VRシアター

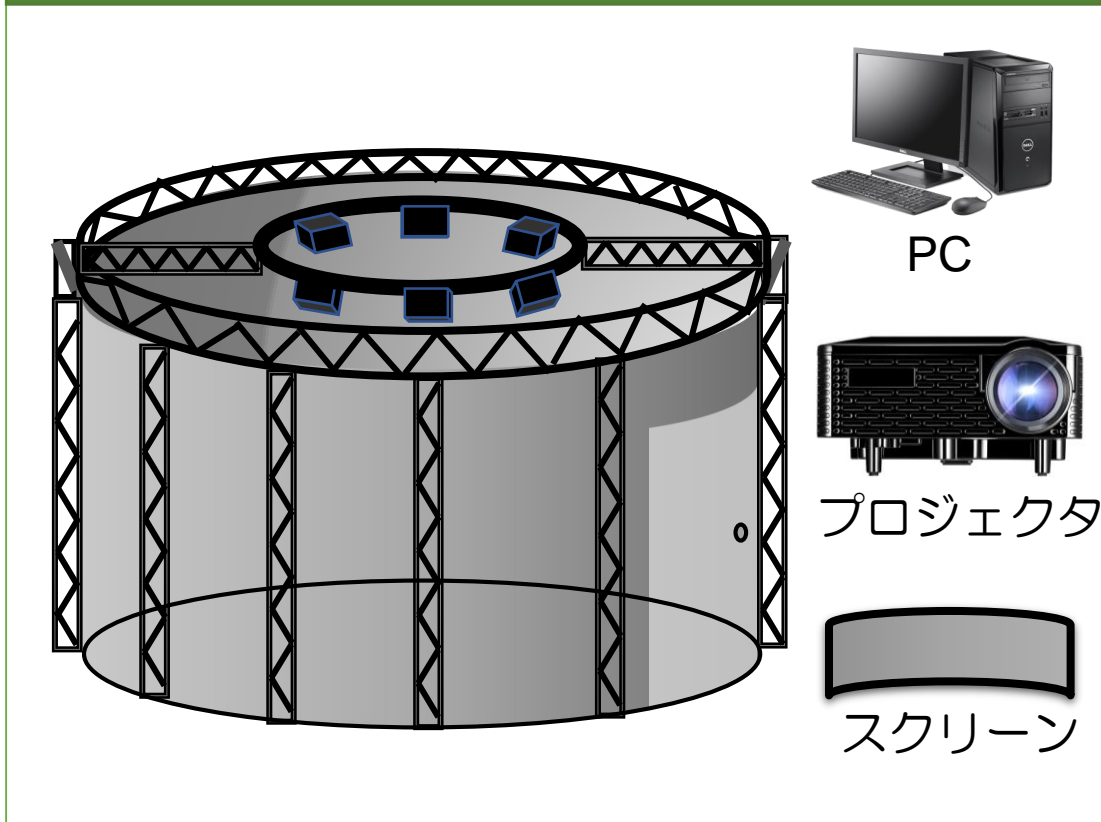
⇒ 分析・シミュレーションを
行う場として利用



研究内容

円筒型VRシアターの設計・構築とコンテンツ開発(ハードとソフト)

円筒型VRシアターの設計・構築 (ハード)



コンテンツ開発 (ソフト)

2D映像



3D映像



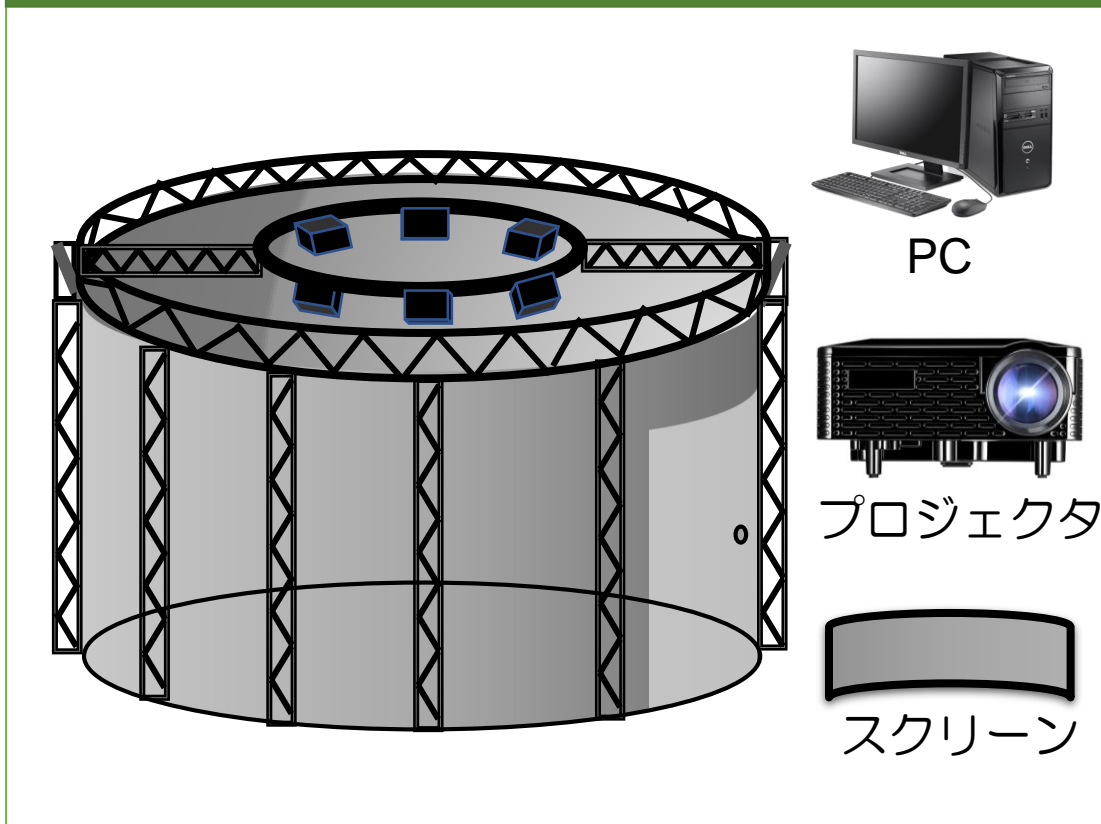
3Dモデル



研究内容

円筒型VRシアターの設計・構築とコンテンツ開発

円筒型VRシアターの設計・構築（ハード）



コンテンツ開発（ソフト）

2D映像



3D映像



3Dモデル



円筒型VRシアターの設計・構築（1）



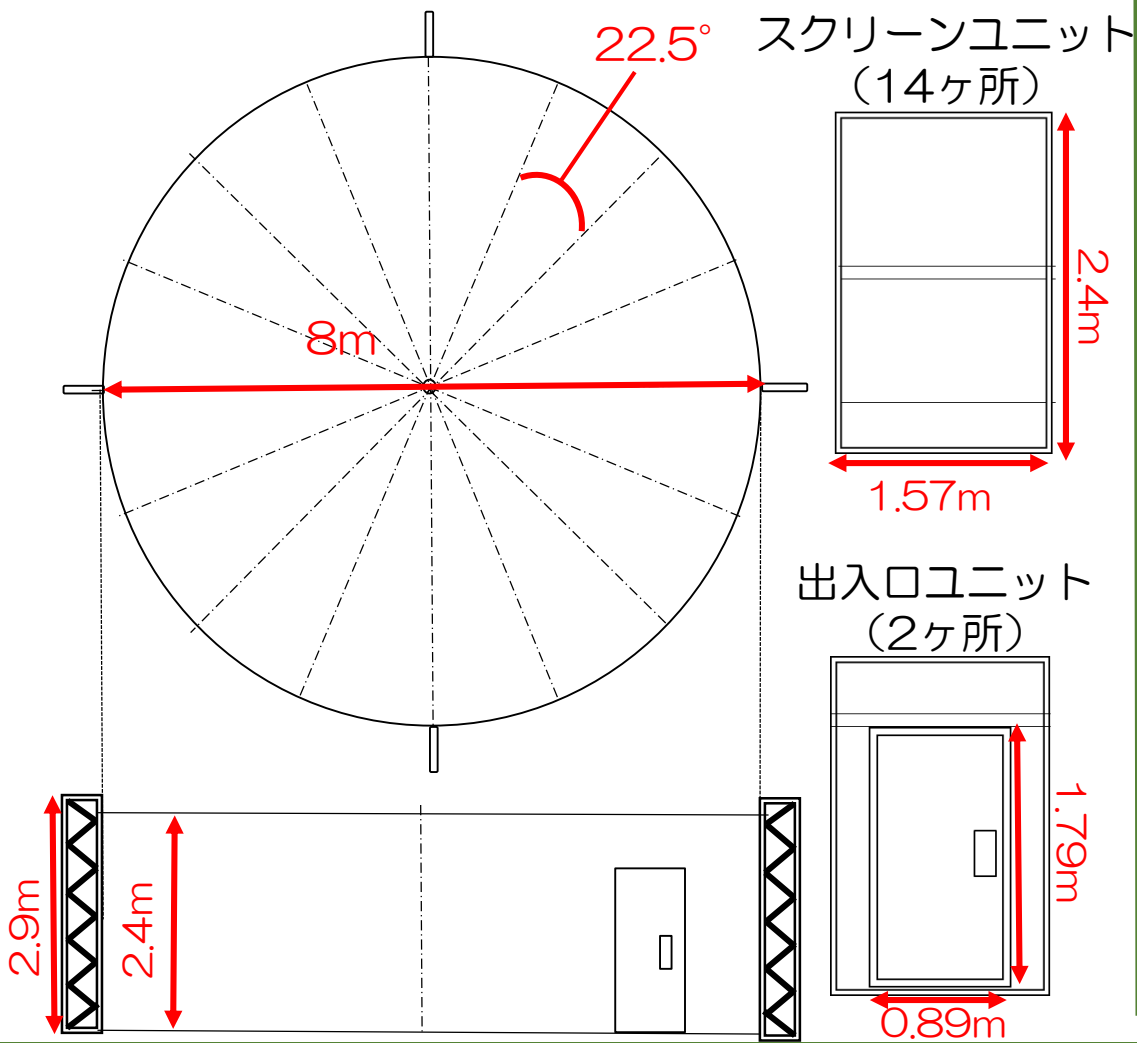
共用実験棟2F 平面図

設置スペース・取器高3.0m 15.3m×9.72m
最大10人収容することを想定

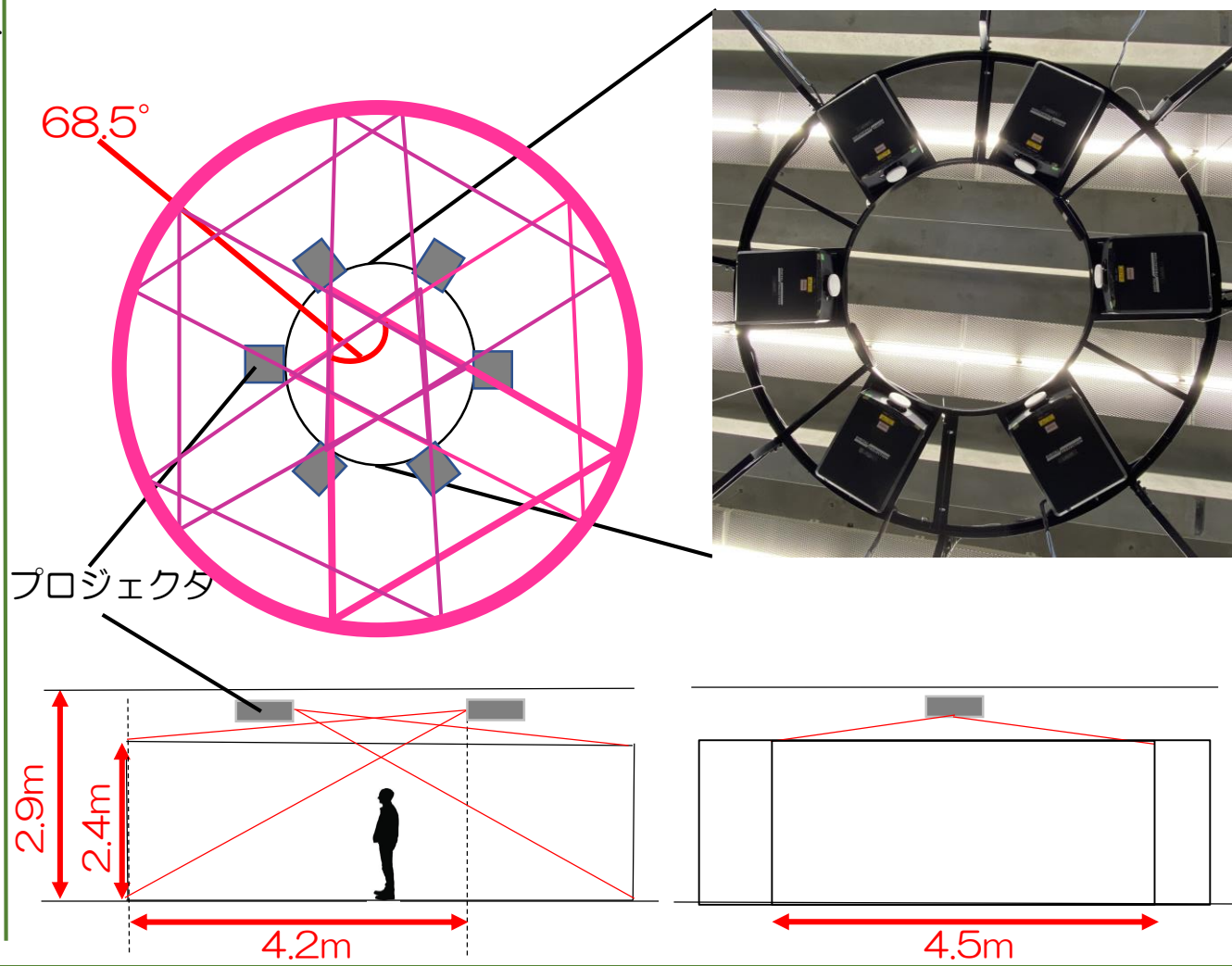
⇒ 円筒型VRシアターの高さ2.9m、内径8mに決定

円筒型VRシアターの設計・構築 (2)

スクリーンの設計



プロジェクタ位置と投影範囲



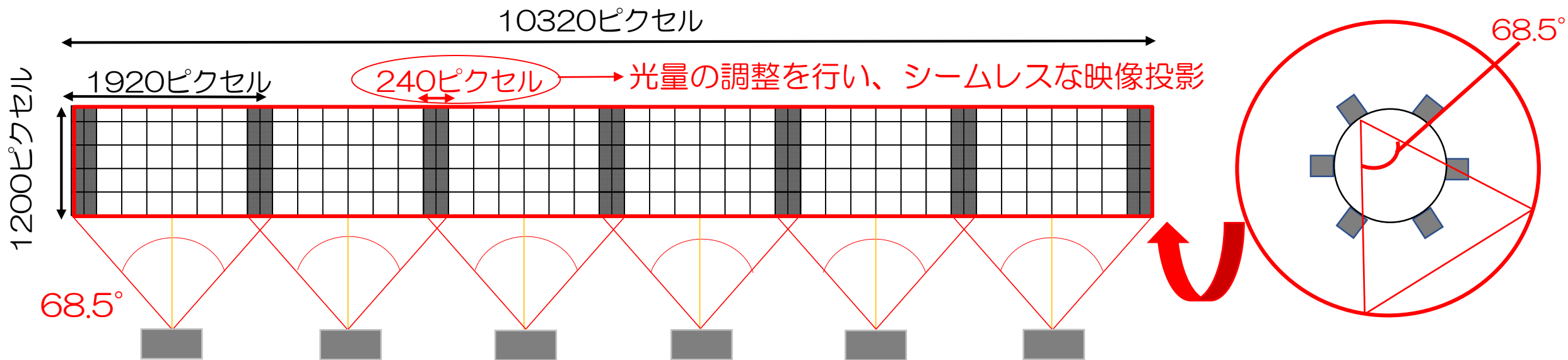
円筒型VRシアターの設計・構築 (3)

プロジェクタの仕様とオーバーラップの処理

	仕様
解像度	1920×1200ピクセル
輝度	8500ルーメン
その他	立体映像投影 短焦点型レンズ搭載 エッジブレンディング機能

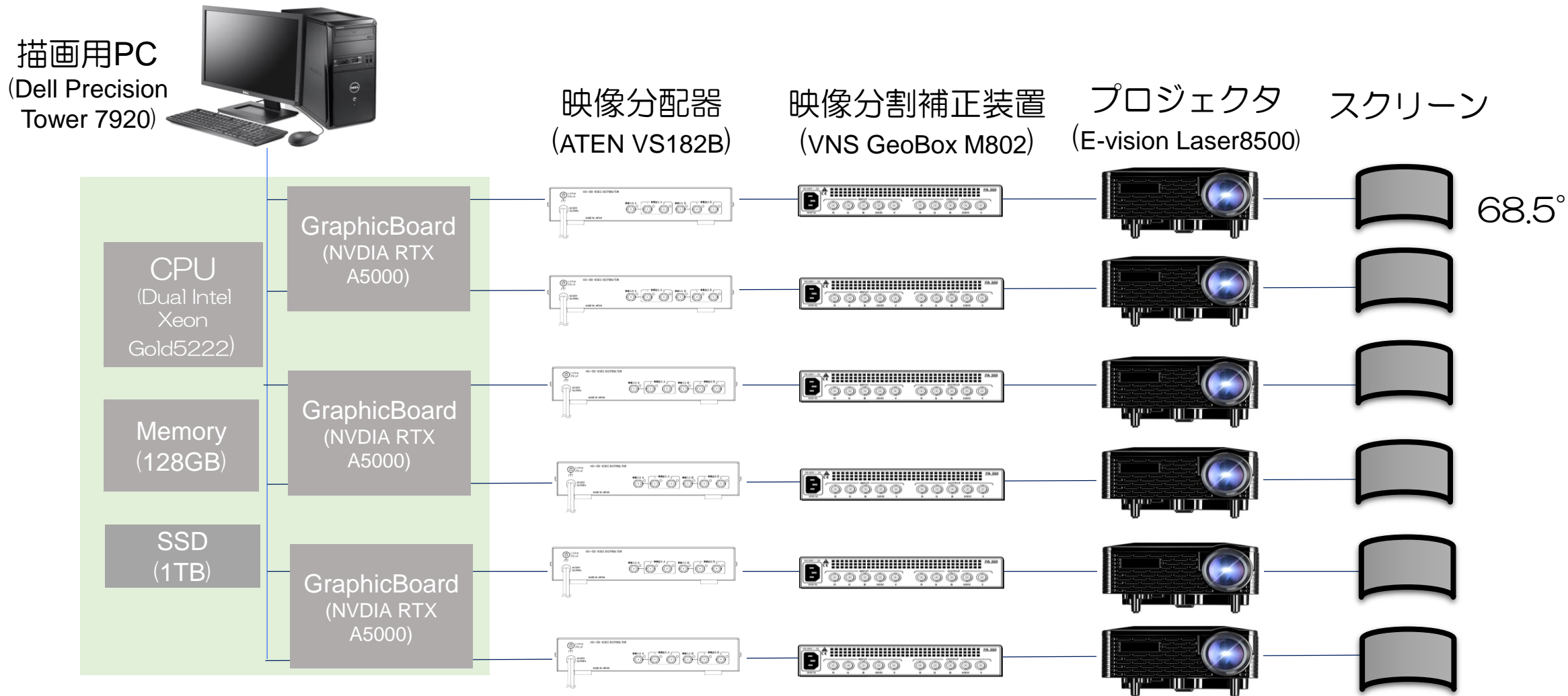


Digital Projection製
E-Vision Laser8500

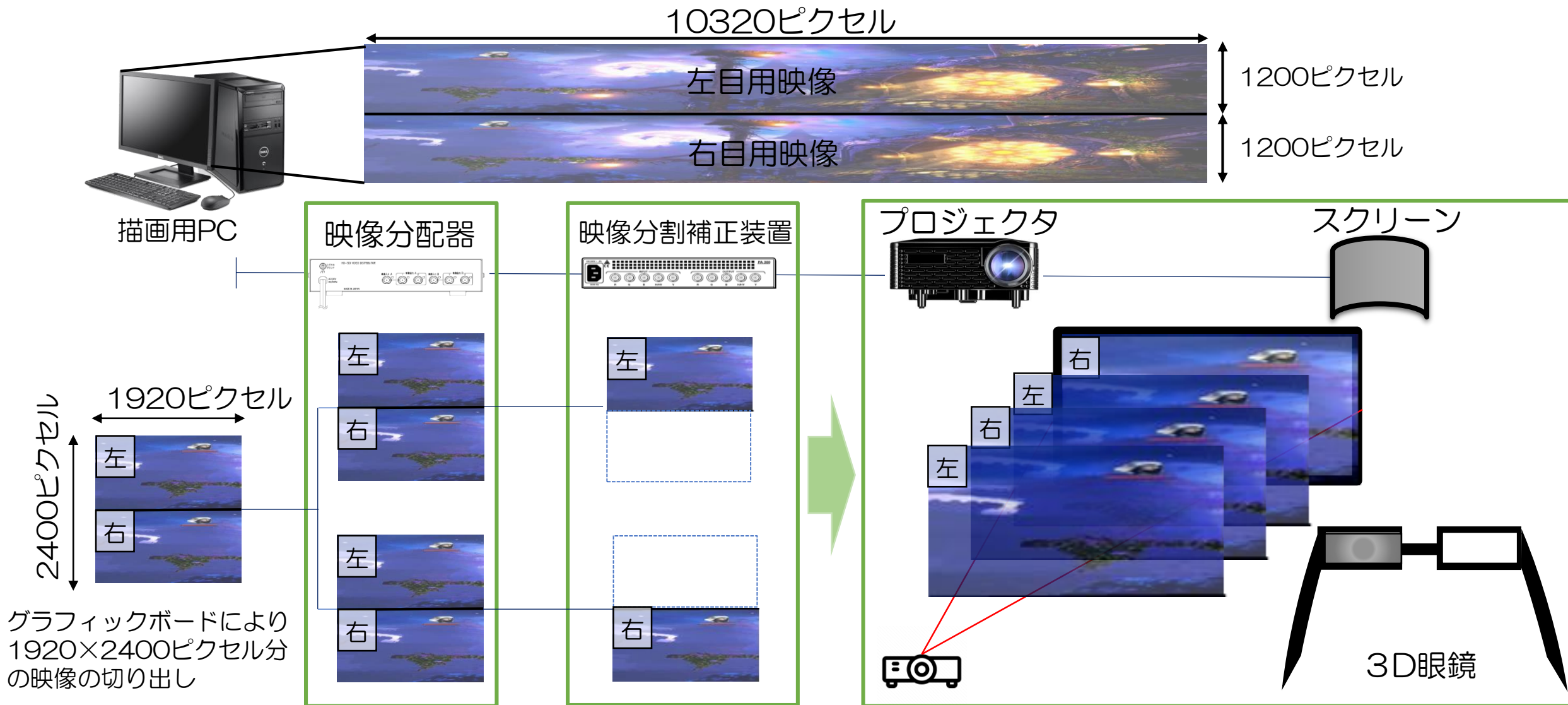


円筒型VRシアターの設計・構築（4）

360度かつ立体映像投影の実現



円筒型VRシアターの設計・構築 (5)

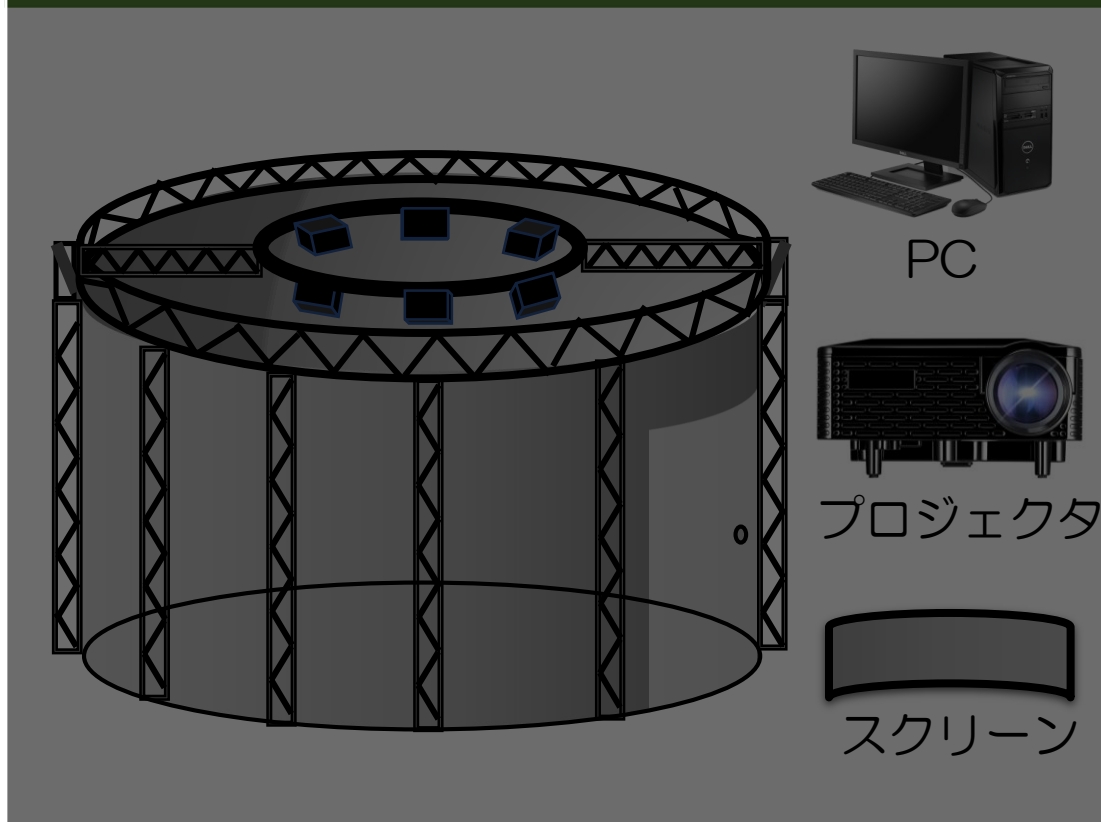




研究内容

円筒型VRシアターの設計・構築とコンテンツ開発

円筒型VRシアターの設計・構築（ハード）



コンテンツ開発（ソフト）

2D映像



3D映像



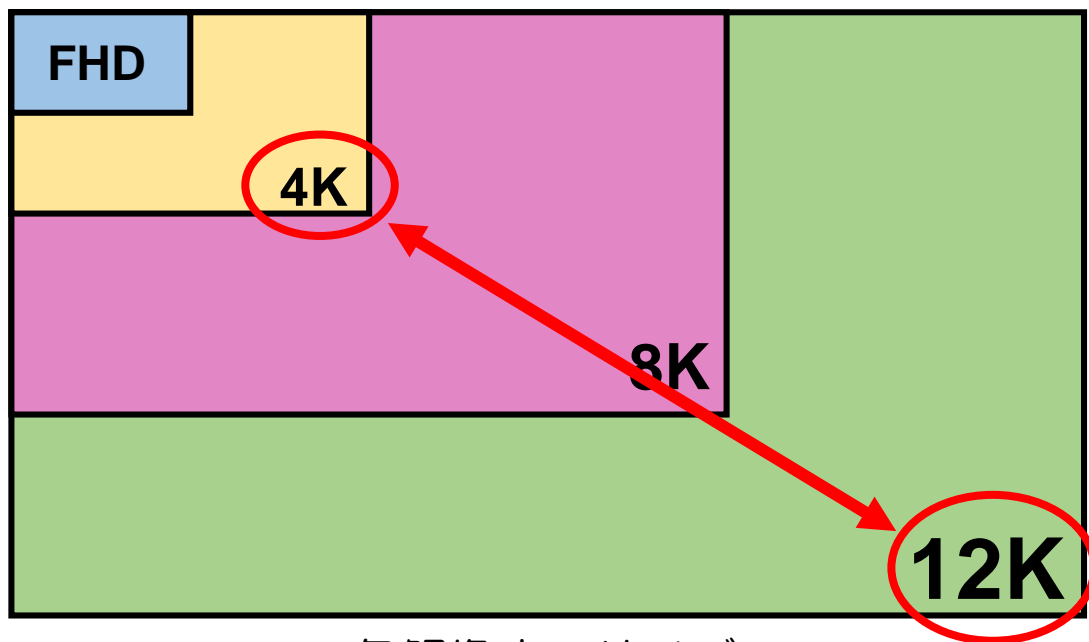
3Dモデル



映像と3Dモデル（ポリゴン）

映像

画面に映っているもの
写真、動画

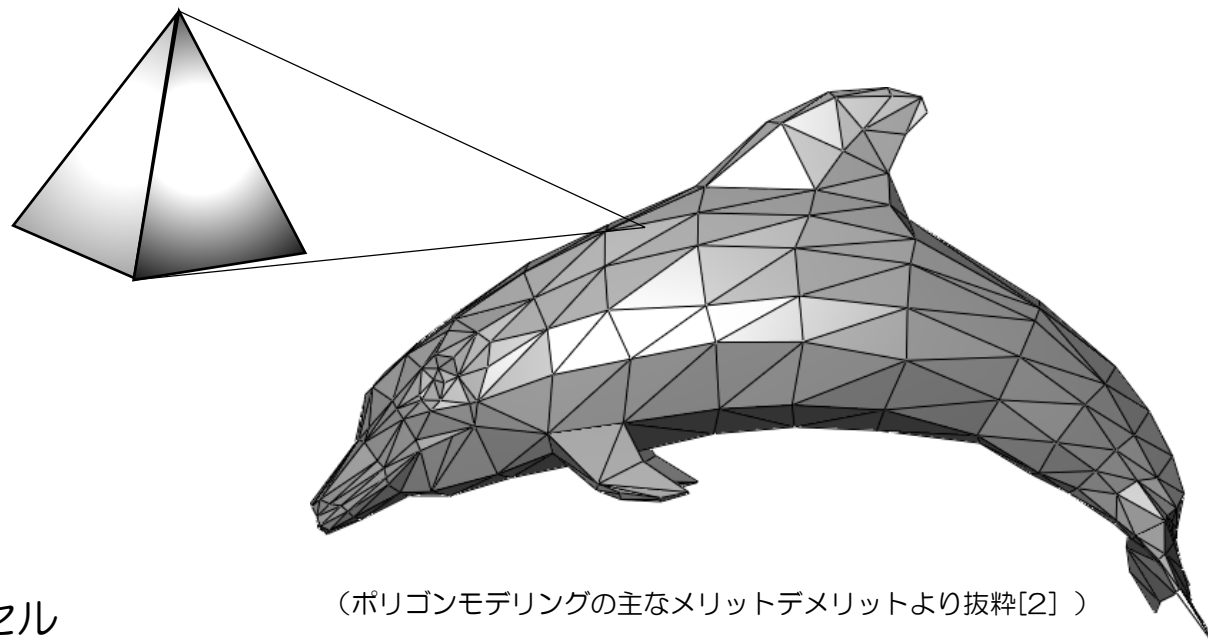


各解像度のサイズ

FHD: 1920×1080ピクセル 4K: 3840×2160ピクセル
8K: 7680×3840ピクセル 12K: 11520×5760ピクセル

3Dモデル(ポリゴン)

仮想空間上に座標をもっているもの
モデルは三角形や多角形（polys）の集合体
主にCG上で作成

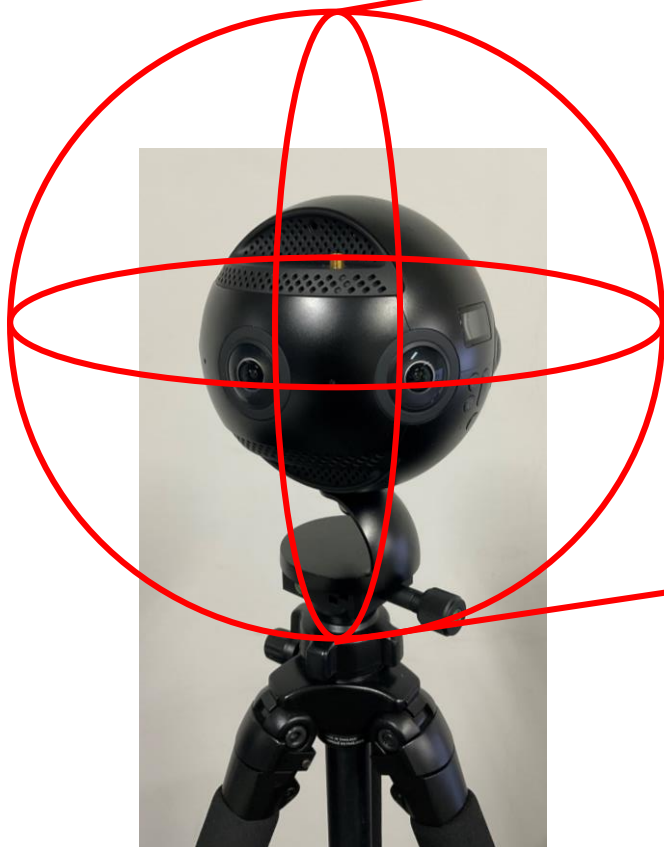


（ポリゴンモデリングの主なメリットデメリットより抜粋[2]）

[2] <https://blog.spatial.com/ja/>

コンテンツ開発（映像）

6つの魚眼レンズによる
360度球状の映像撮影



Insta360 Pro2

7680ピクセル



3840ピクセル

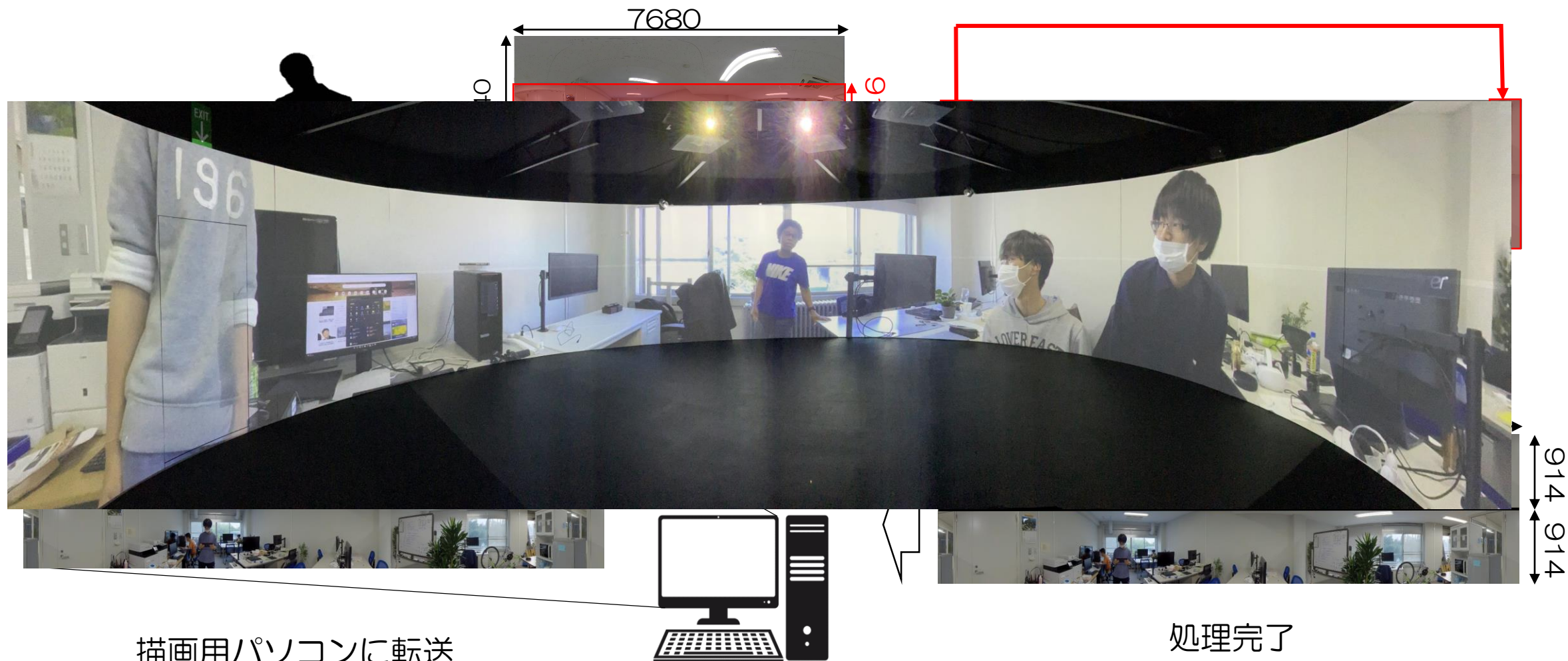
全天球映像

3840ピクセル

視差有り

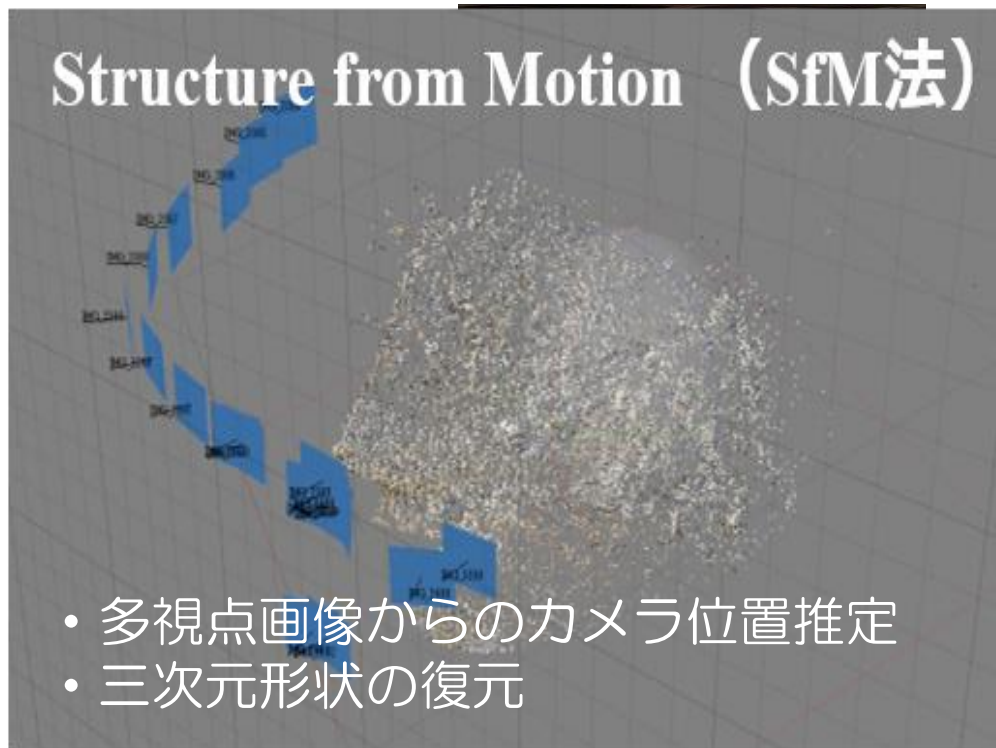
コンテンツ開発（映像）（2）

撮影からVRシアターへの投影までの流れ（単位:ピクセル）



コンテンツ開発（3Dモデル）

全方位撮影カメラを用いた地下坑道3Dモデルの構築

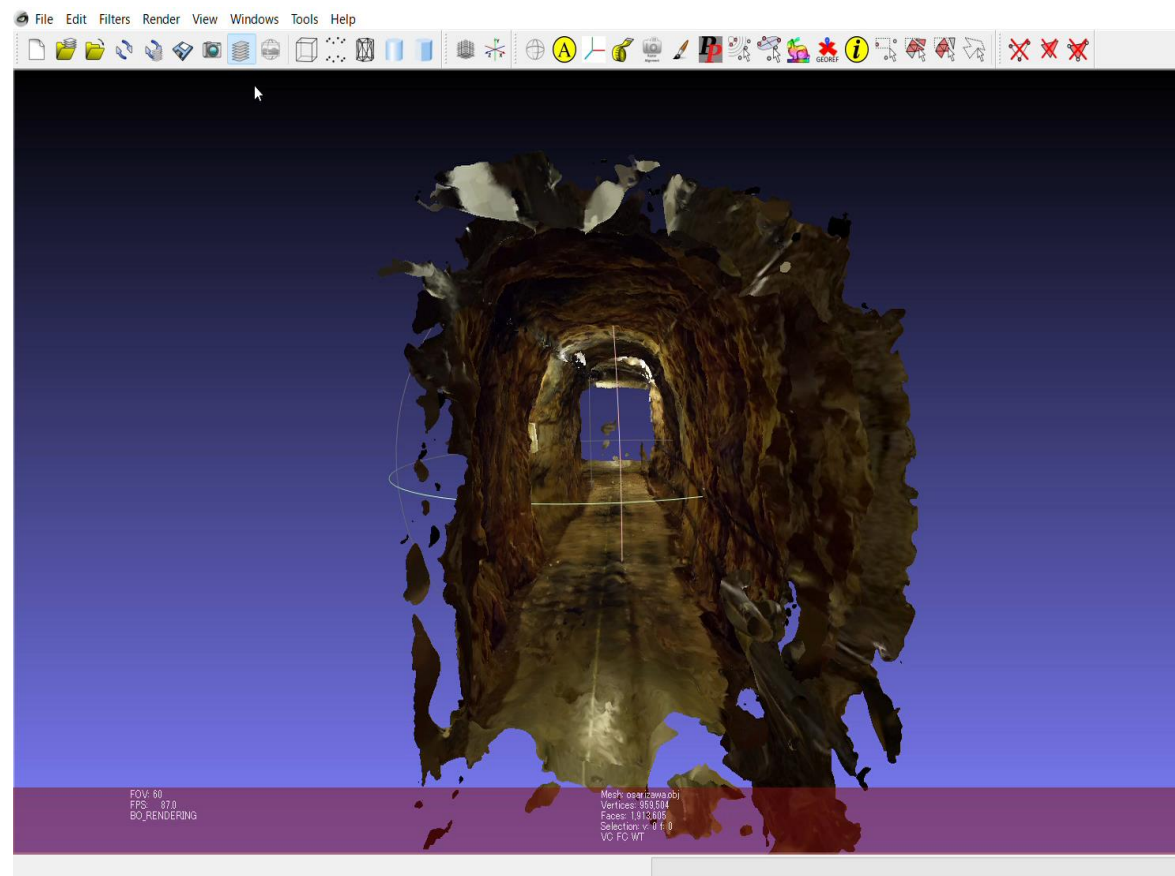


写真測量法



0.5m
10m

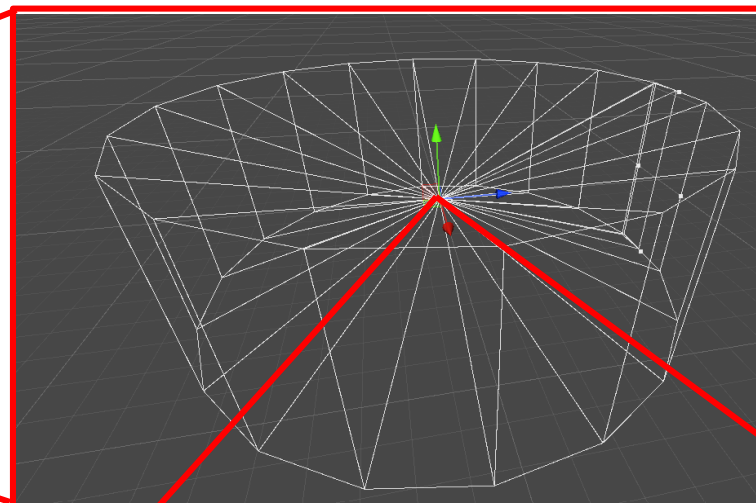
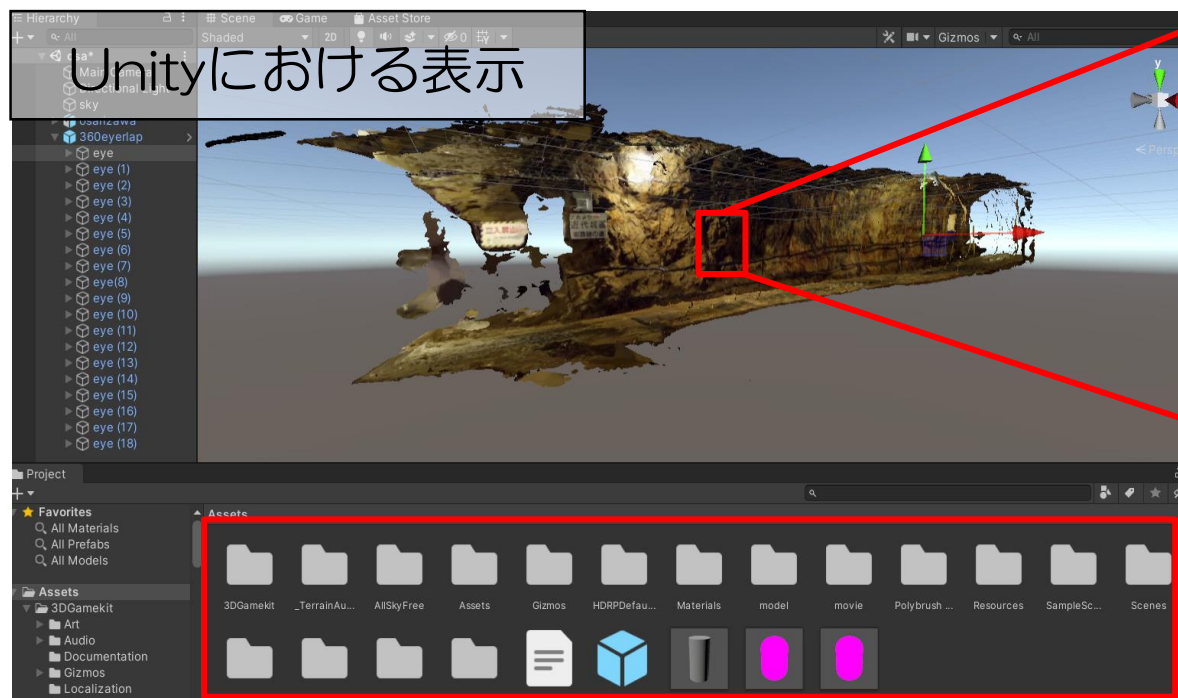
尾去沢鉱山坑道（秋田県）



コンテンツ開発（3Dモデル）（2）

VRシアターの仕様に適した表示形式の設定

バーチャルカメラの設定



上下各18個のカメラを
20度ずつローテーション
ンさせて配置

視点移動、傾き等の調整

➡ モデル内のウォークスルーの実現



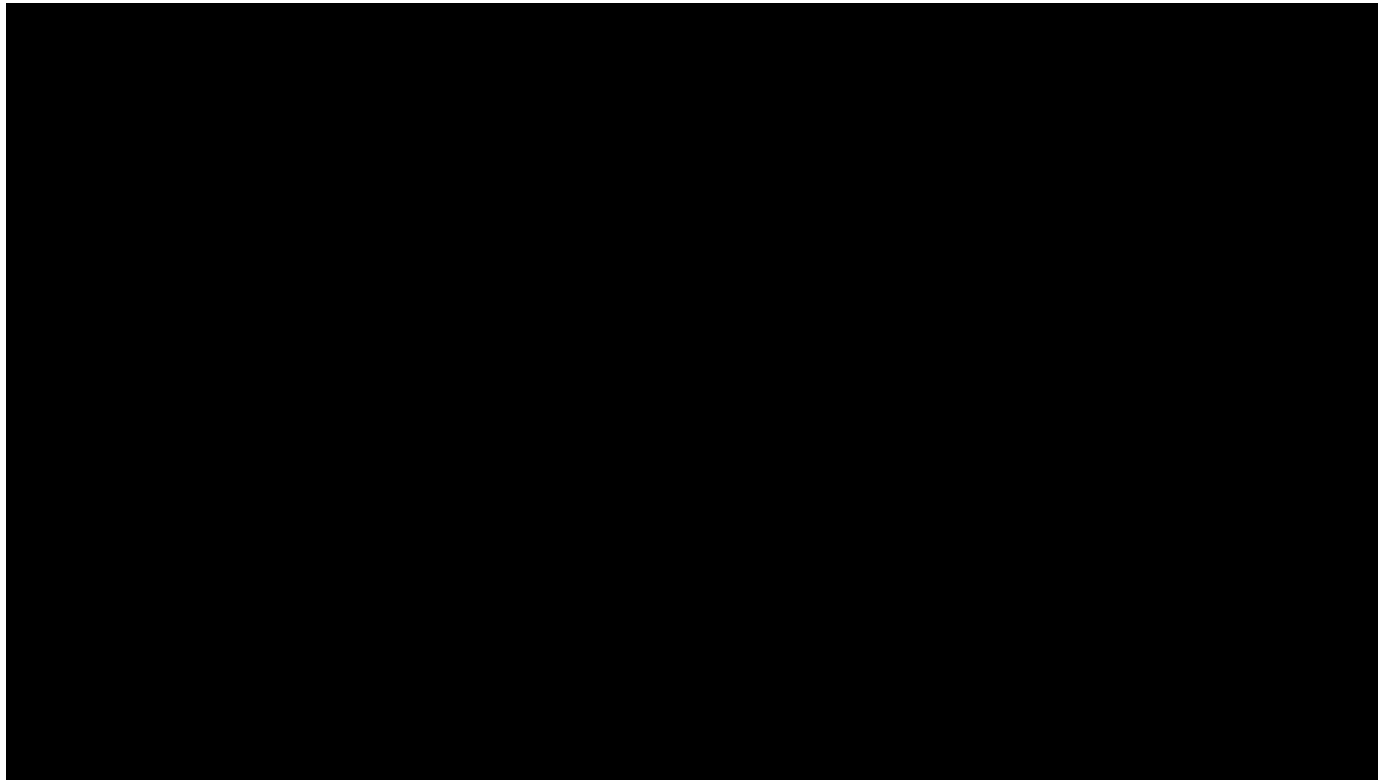
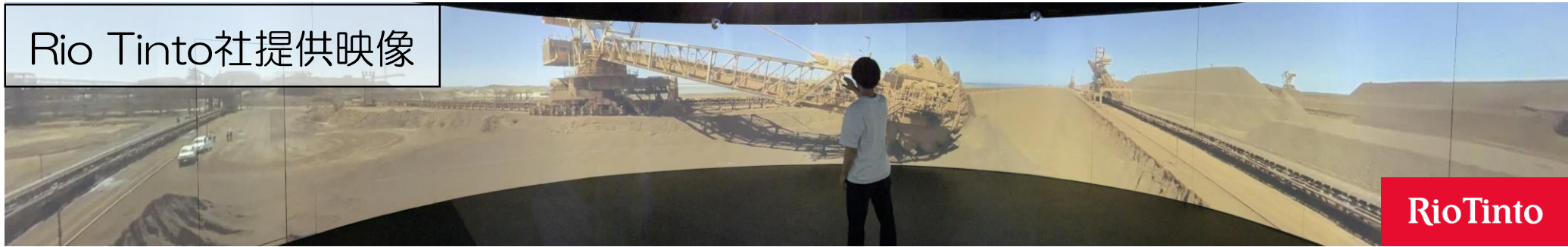
➡ 360度かつ立体視の実現

坑道3DモデルをVRシアターに投影した様子



現状のVRシアターで体験可能な鉱山工学教育用コンテンツ

Rio Tinto社提供映像

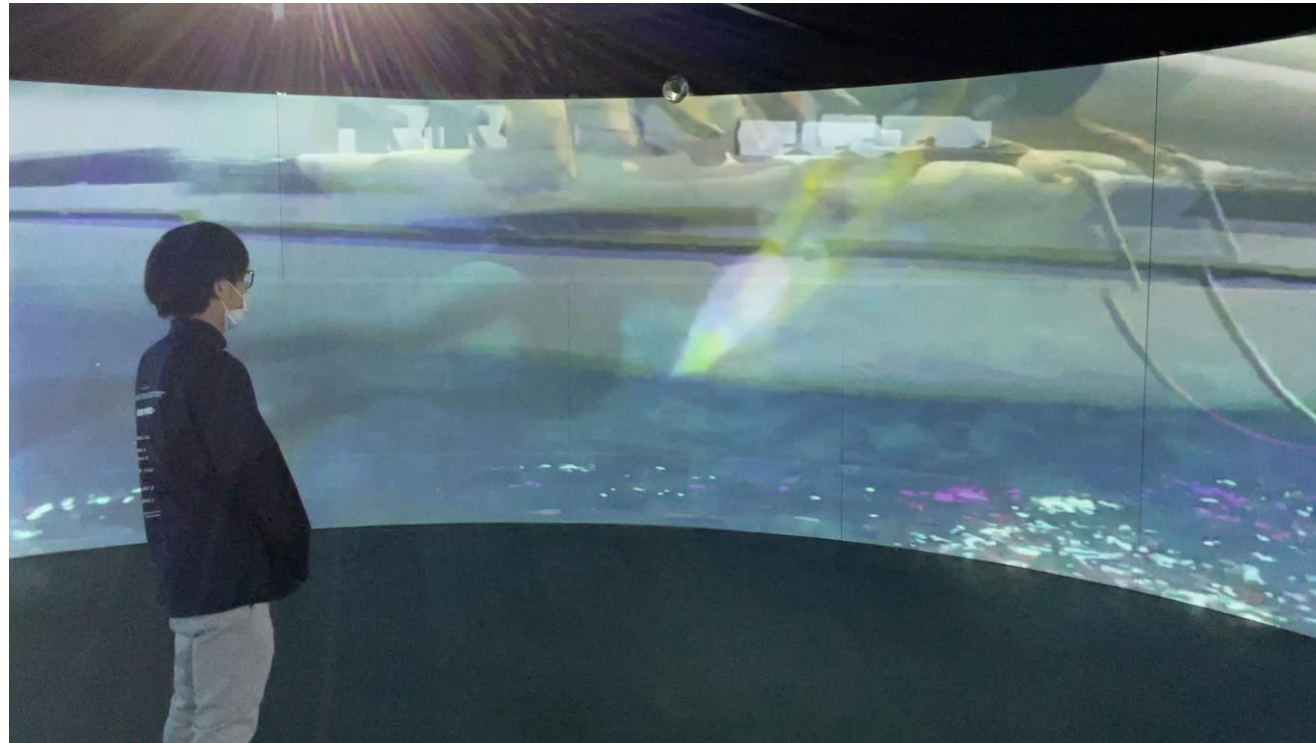
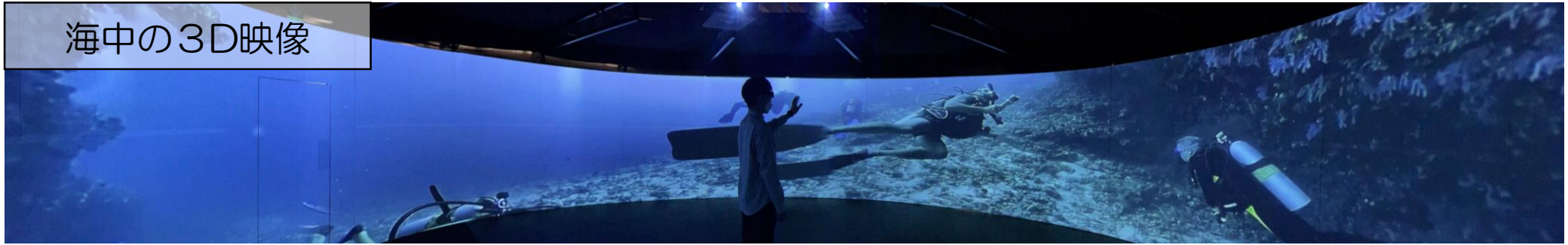


現状のVRシアターで体験可能な鉱山工学教育用コンテンツ



フィールド科学に関連するコンテンツ

海中の3D映像



フィールド科学に関連するコンテンツ

宇宙の3D映像



教育現場への活用と評価

• 既往の研究

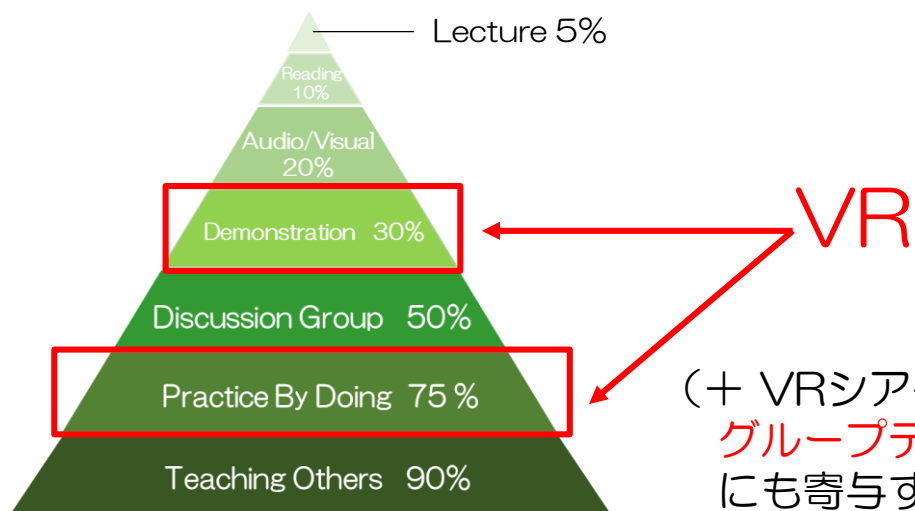
VRはラーニング・ピラミッド※の中でも

実演を見る (Demonstration)

実践による経験 (Practice by doing)

の項目に寄与すると考えられている

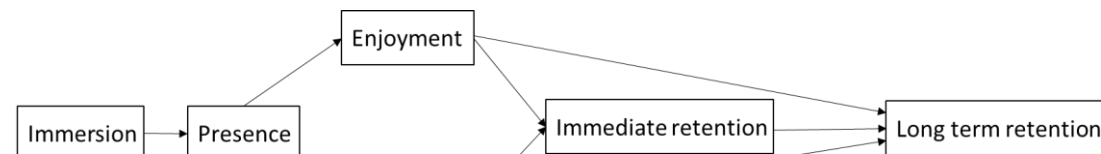
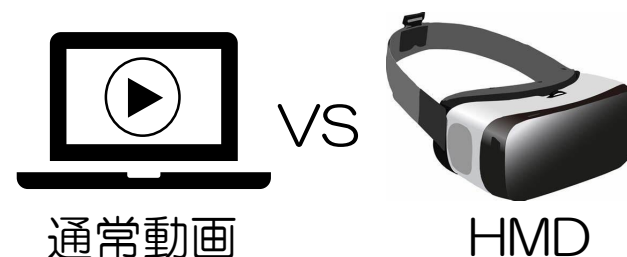
※ アメリカ国立訓練所によって開発された異なる種類の学習法から誘導される学習内容保持に関するモデル



Learning Pyramid (National Training Laboratories Institute)

Guido Makransky によると、学習において動画（低没入型媒体）とHMD（高没入型媒体）を比較したとき、

HMD群は「臨場感」、「楽しさ」、「関心」において高いスコアを獲得し、没入型学習は肯定的な効果を持つ

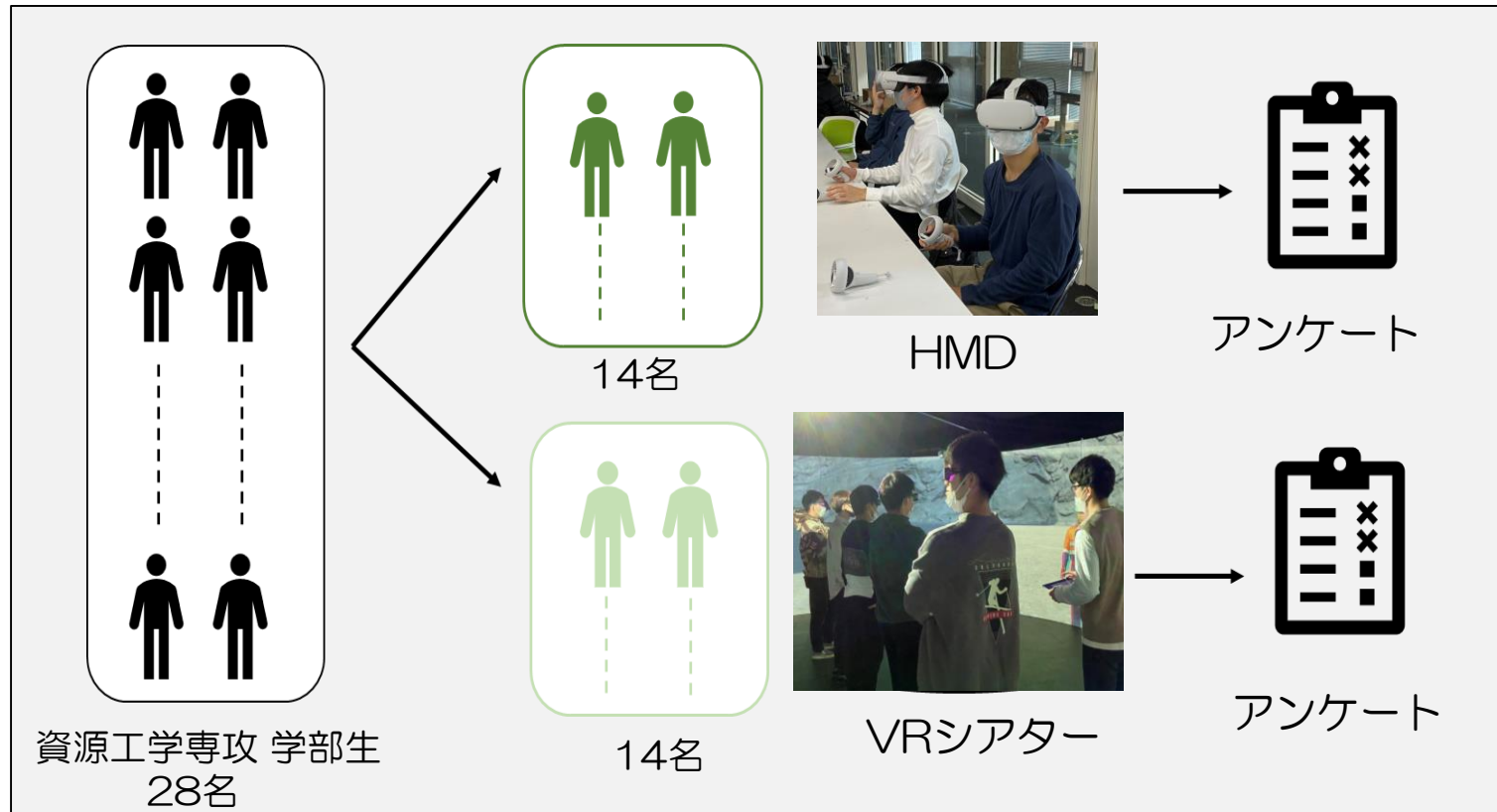


没入型学習の認定効果モデル

教育現場への活用と評価

・ 鉱山工学教育における活用と評価

異なる2種の没入型媒体（HMDとVRシアター）において差があるか？



評価スキーム

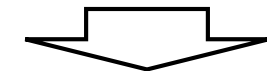
アンケートは「臨場感」「楽しさ」「関心」について、リッカート尺度に基づき、4件法で評価を行う

当てはまる：4点

やや当てはまる：3点

やや当てはまらない：2点

当てはまらない：1点



HMD群とVRシアター群において各項目で有意な差がみられるか分析（t検定）

教育現場への活用と評価

・リッカート尺度

アンケートなどで広く使われる心理検査における回答尺度の1つ

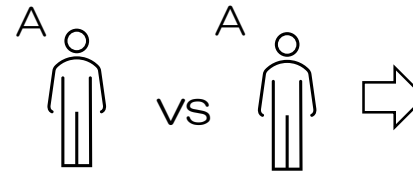
例) 鉱山工学が好きだ

1. 当てはまる
2. やや当てはまらない
3. どちらともいえない
4. やや当てはまる
5. 当てはまる

(必ず肯定・否定を選ばせる場合 3. は省く)

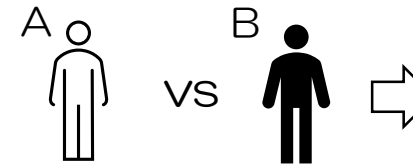
結果を順序尺度 (値の順序に差がある) として扱えるため、様々な解析に用いることができる

・t検定



対応のある2標本t検定

例) Aクラスにおける同一人物の1回目と2回目のテストの点数の比較

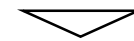


対応のない2標本t検定

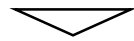
例) AクラスとBクラスの別人物のテストの点数の比較

本研究はこちら

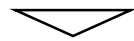
帰無仮説の設定



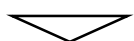
対立仮説の設定



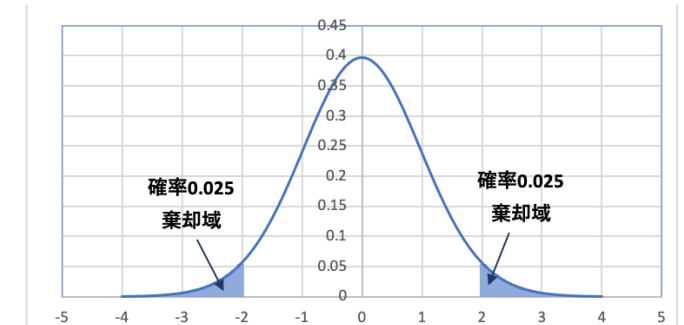
検定統計量を算出



有意差の判定



帰無仮説の棄却



5%よりも小さい確率である場合、帰無仮説は棄却される

→有意な差があるといえる

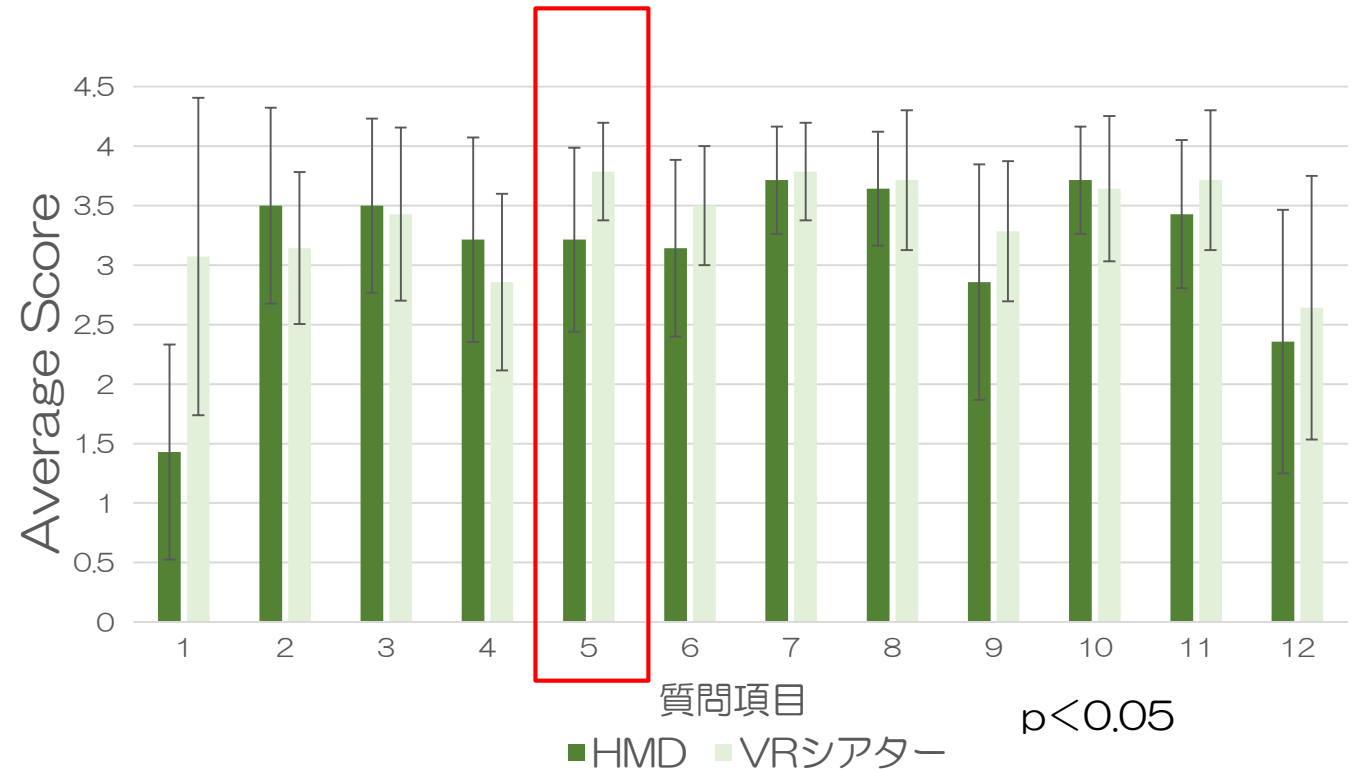
教育現場への活用と評価

・実験結果

質問	
1	過去にVRを体験したことがある
2	鉱山VRはリアルに感じた
3	鉱山VRに魅了された
4	実際に鉱山に行った感覚を持った
5	VRを通して鉱山工学に対する関心が深まった
6	VRを通して鉱山工学を更に勉強したいと思った
7	VRを通して鉱山に行ってみたいと思った
8	鉱山VRは楽しかった
9	VRを通して鉱山工学が好きになった
10	またこのようなVRを体験したいと思った
11	鉱山VRは授業内容の理解に役立った
12	VRを体験し一度でも気分が悪くなった

質問項目

「VRを通して鉱山工学に対する関心が深まった」項目において
有意な差がみられた（有意水準5%）



- ・ VRシアターがHMDに比べ、有意に関心が高まりやすかった
- ・ HMDは臨場感が高くなる傾向がみられた
- ・ VRシアターは関心、楽しさが高くなる傾向がみられた

VRシアターの活用例



おわりに

- 円筒型VRシアターシステムに関し、設計・構築（ハード面）、コンテンツ（ソフト面）の開発を行った
 - VRシアターの設計理念を確立し、構築に成功した
 - コンテンツ開発の手法を確立し、汎用的な可視化システムを開発した
- VRシアターを教育現場に活用し、評価を行った
 - VRシアターとHMD群を比較し、関心において有意な差があることが示された

ご清聴ありがとうございました