



VR (仮想現実) 教室で行う授業の実践例

工学部電子情報工学科・電気電子工学科
入江 英嗣

2021/2/10

■ 本日のお話

- EEIC2年次デジタル回路(2020年度A1A2)
Zoom/VRハイブリッド授業実施報告

1. VR教室の授業はどのような感じになるか？
2. システム構成, 操作, 準備はどんな感じか？
3. 1コースを終えて受講生の反応は？

※How to に関してはVRセンター記事もご参照ください

<https://vr.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2020/11/デジタル回路VR-1.pdf>

VR/Zoomハイブリッド授業の様子



自己紹介/コース紹介

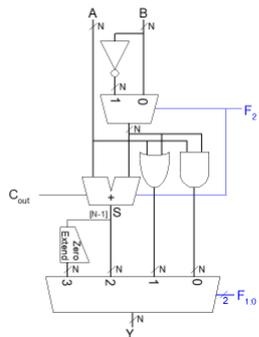


- 入江 英嗣 irie@mtl.t.u-tokyo.ac.jp
 - 工学部電子情報工学 / 大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻
 - 専門：コンピュータを作ったり使ったり

EEIC2年次「デジタル回路」

- デジタル設計の基礎を学ぶ
 - 論理ゲート，ブール代数，組み合わせ回路，順序回路，演算回路，メモリ回路…
- 例年百数十名ほどの受講
 - 今年度は**152名**の受講登録
- 2020年度は**全ての回をVR教室から配信**

ALU設計の例



$F_{2:0}$	Function
000	A & B
001	A B
010	A + B
011	not used
100	A & ~B
101	A ~B
110	A - B
111	SLT

■ 授業形態

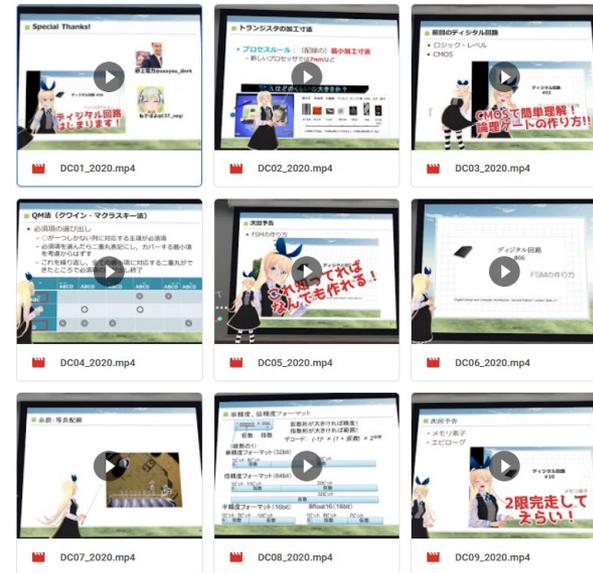
- 「VR/Zoomハイブリッド授業」
 - VR教室からZoom配信
 - 毎回どちらの形態でも受講可能
 - VR教室で直接受講
 - Zoomで接続して受講
- VRプラットフォームとしてVRChatを利用
 - 自由度, 安定性, マルチプラットフォーム
 - 同時接続は少人数という見込み(1インスタンス~64名)
 - 毎回, 授業インスタンスを“*invite only*”で生成, VR受講者を“*invite*”

■ VR教室の様子・機能

- スクリーン（スライド表示）
 - リモコンでページ送り/戻し操作
- ペン
 - 空間に描画可能
- 時計
- ミラー
 - スイッチで出し入れ
- ビデオプレーヤ

■ オンライン授業運用

- 授業ページ（個人ページ内）
 - Basic認証保護
 - 毎回のスライド資料を配布
 - 毎回の授業録画公開
- ITC-LMS/UTAS
 - Zoom URL告知，休講告知
 - オンライン試験実施
- 学科Slack授業チャンネル/DM
 - 授業時間外の受講者アナウンス
 - 授業時間内/外の質問受付
- 匿名の質問受付フォーム
 - 授業中に「おたよりコーナー」でピックアップ
- 発声/チャットによる質問随時受付
 - 「リアタイ視聴の特権」



1ビット加算器(adder)

半加算器 Half Adder 全加算器 Full Adder

$$C_{out} = A \cdot B$$

$$S = A \oplus B$$

A	B	C_{out}	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

$$S = \bar{A}B + A\bar{B} = A \oplus B$$

$$C_{out} = AB$$

C_{in}	A	B	C_{out}	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$S = A \oplus B \oplus C_{in}$$

$$C_{out} = AB + C_{in}B + AC_{in}$$

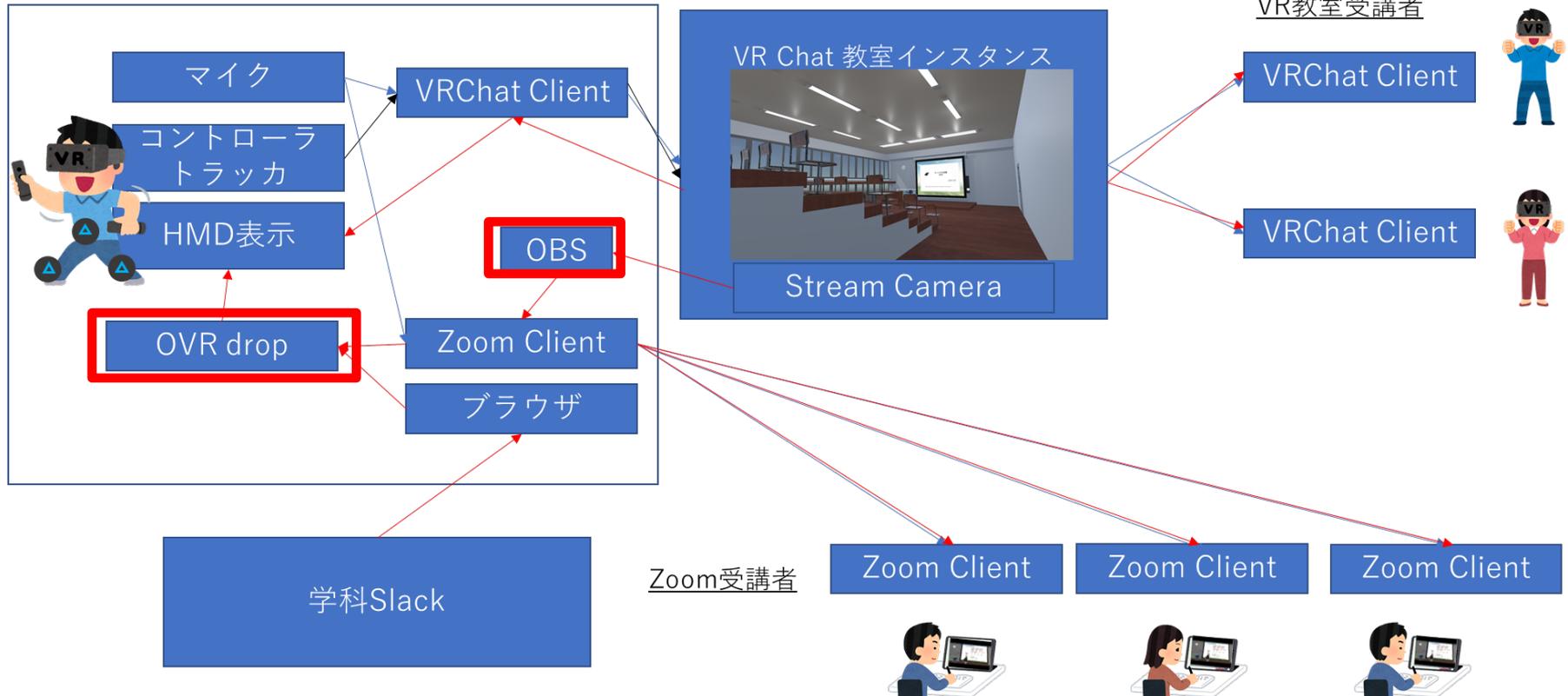
※ナチュラルに間違えていくスタイル

システム構成・操作・準備



システム構成

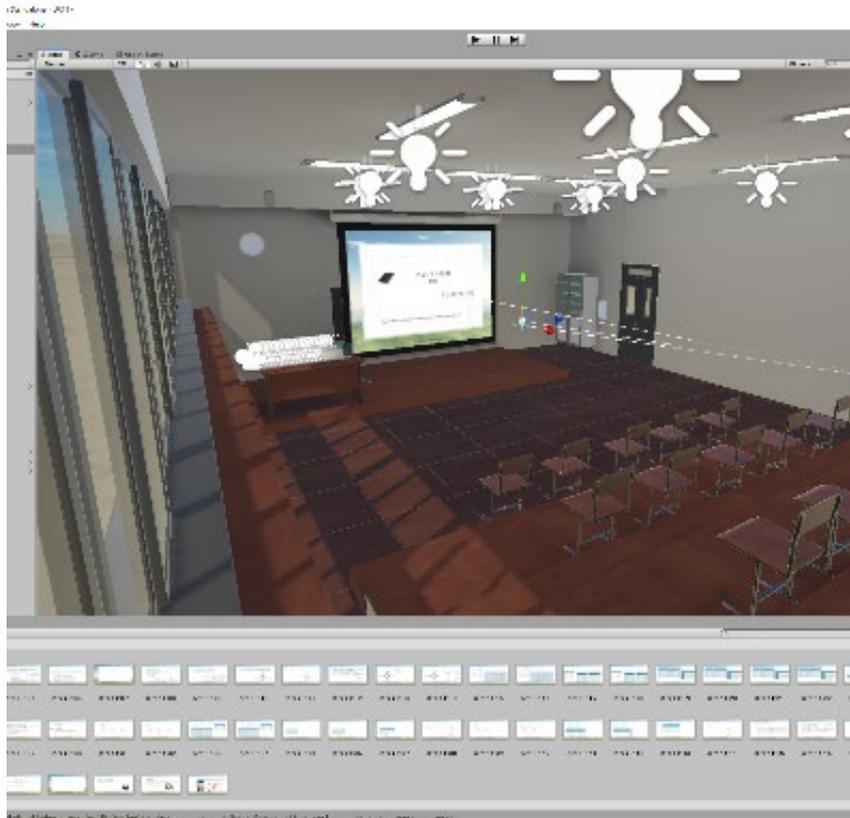
講師側環境



■ アバター操作

- VRChatの操作をそのまま利用
 - 6点トラッキング
 - VRChat標準のフルトラッキング方式
 - HMD（頭），両手コントローラ，腰，両足先の装着デバイスでモーションをキャプチャ
 - 残りの関節位置はInverse kinematicsにより推定
 - Valve Index コントローラによる手の操作
 - 指の動きを取得
 - オブジェクトの把持，解放
- 感覚としては対面授業とほぼ同じ
 - VR慣熟は必要…？

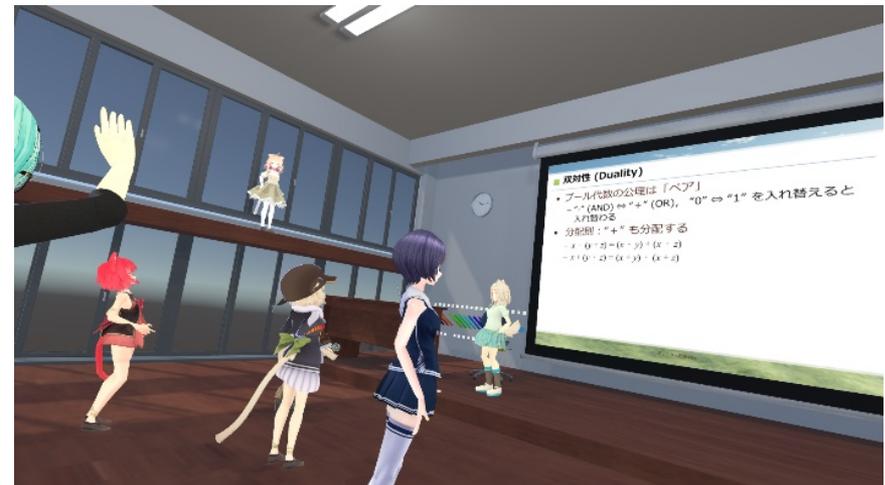
■ 教室の準備



- Unity + VRSDKで自作
 - 教室素材と「VRCプレゼンテーションルーム」を購入して組み込み
 - 自分の好みの形と機能にしてワールド作成
 - スライドをpng出力, スクリーンのマテリアルとして登録, 切り替え
 - 各回ごとに1ワールド作成
 - 非公開ワールドとしてVRChatへアップロード

■ 事前フイージビリティスタディ

- 初めてのオンラインアバター授業(2019.10)
 - Luppetを利用
- 2Dアバターによるオンライン授業(2020.4)
- VRワールドからのZoom打ち合わせ参加(2020.8)
- VRワールドからのZoom懇親会参加(2020.8)
- VR慣熟ユーザによる教室チェック(2020.8)
- コーススタート(2020.10)



■ 授業スタート時の手順

1. Steam VR起動
2. VRChat起動, OVRDrop起動, OBS起動
3. VRChat内でトラッキングキャリブレーション
4. 授業ワールドへ移動
5. リアルワールドとの位置合わせ
6. Slack起動
7. VR受講生invite
8. Stream cameraをワールド配置
9. Zoom起動
10. OBS録画開始
11. 講義開始



受講生の反応



■ 学生アンケート

- 全日程終了後（期末試験直後）
ITC-LMS上でVR教室に関して受講者アンケート
 - 無記名
 - 受講登録152名中108名から回答

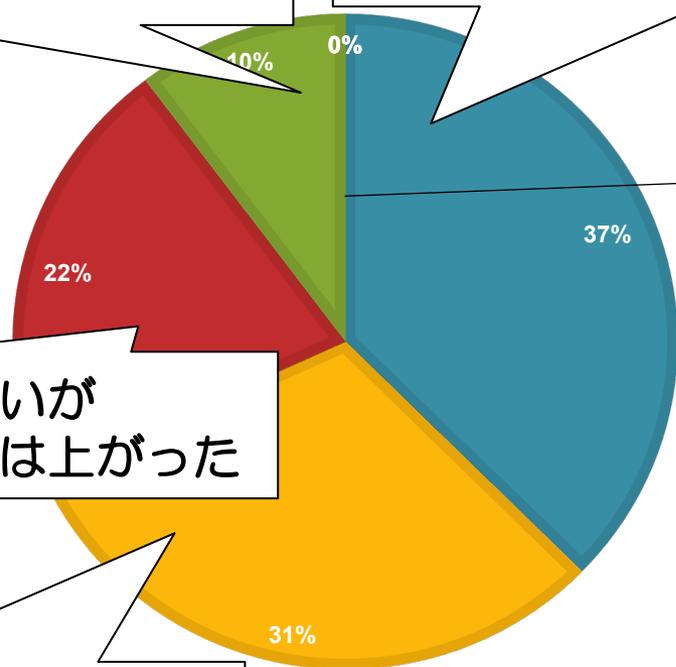
■ Q:「VR/Zoomハイブリッド形式について(自分の感想に一番近いものを選択)」

他の方式よりとりたてて良いとは思わなかったが、同等の学習効果が得られた

学習効果, モチベーション共にこの形式でよかった
他の科目でも是非取り入れてほしい

学習効果の点では分からないが少なくともモチベーションは上がった

学習効果, モチベーション共にこの形式でよかった, 来年も続けてほしい

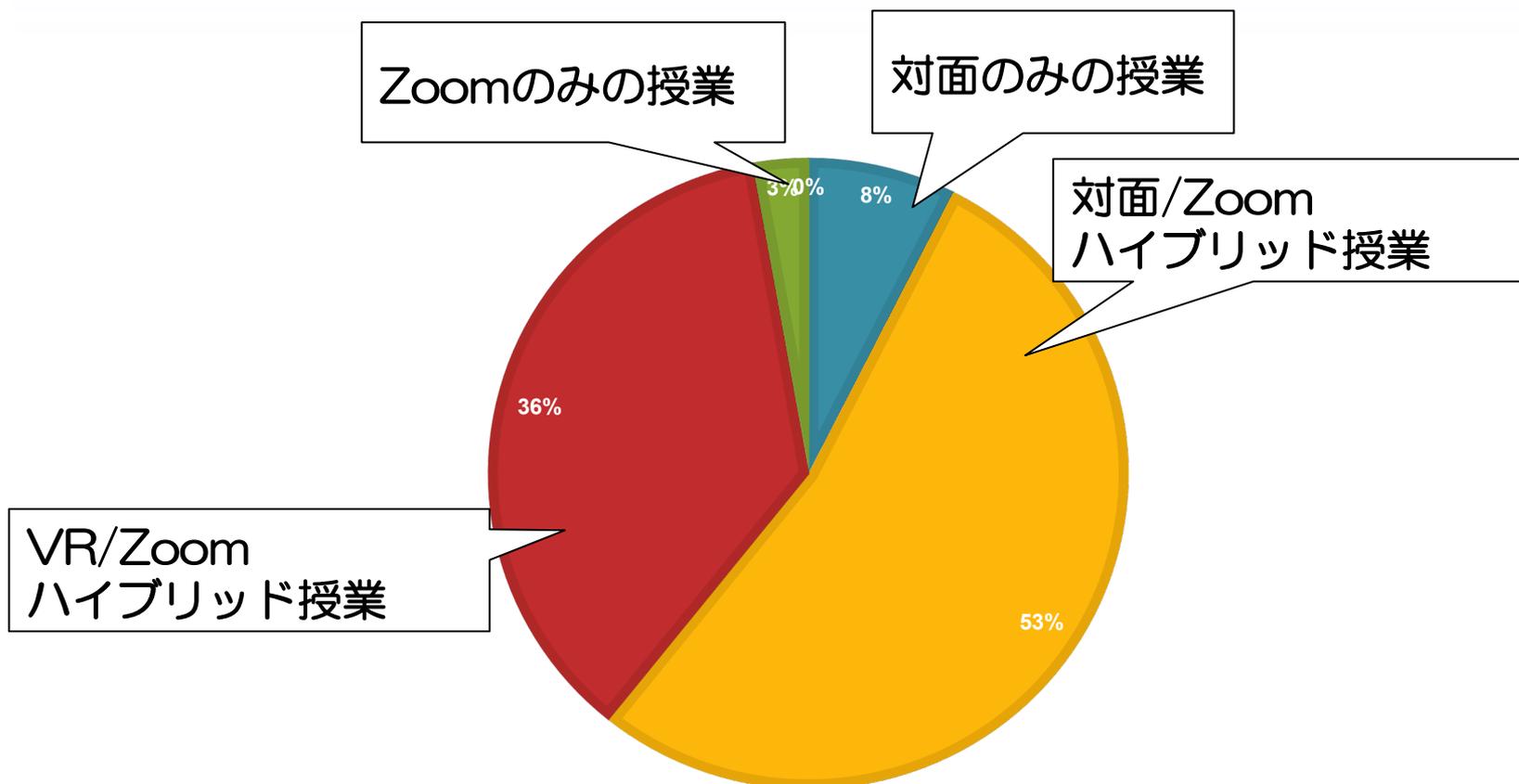


選択0名

- 通常のZoom授業のようなスライド共有形式の方が良かった
- リアル教室での授業をカメラで配信する形式の方が良かった

- 90%が肯定的評価
- 10%がニュートラル
- 補足記述含めて否定的意見なし

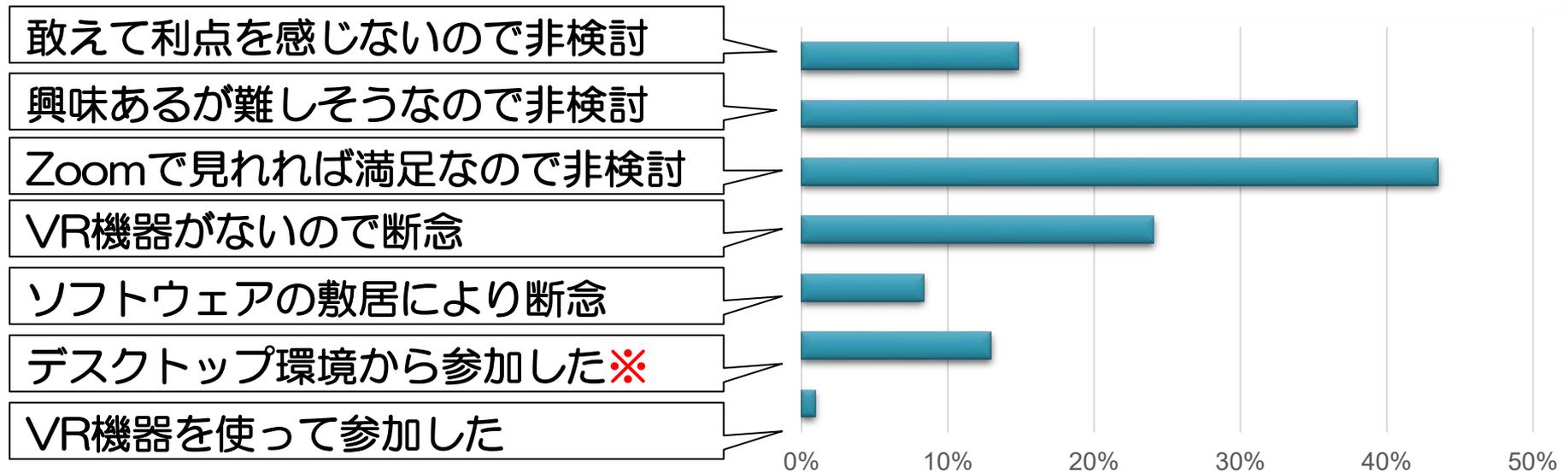
■ Q:「対面も可能な場合, どの授業形態を一番望みますか？」



- ・ オンラインオプションを9割強が希望
- ・ 4割弱が対面可能情勢でもVR/Zoomを希望
- ・ 対面のオプションがあることを6割が希望

※補足の記述回答を見ると授業理解よりも、友達作りのためにオンサイトが希望されている

■ Q:「VR教室への参加について」(複数選択)



- VR/Zoomの形態への支持に比して
受講生自らのVR参加の敷居はまだ高い
 - 興味・利点を感じてはいるがノウハウ・環境から踏み切れない
 - 一度VRから参加した学生はその後VR参加を継続
- 必ずしもVR参加でなくても、VRの恩恵を感じている
 - 次頁以降で理由

■ Q:「VR/Zoomについて他のリモート形式よりも良かった点」(自由記述)

・ ライブ感

- 通常の授業と同じ景色が見える
- 板書している様子が見える
- 先生の身振り手振り・視線が見える
- 生徒の回答している様子が見える
- 隣の人という概念がある
- 先生が目の前にいるので集中力が増す



(良く挙げられていた比較)
顔のみ, 画面共有だけ

・ 見易さ

- 書き込みが見やすい

・ モチベーション

- 楽しい, 斬新
- リモートがただの制限になってなくて嬉しかった
- 技術の先端に触れて専門に来たという気になった
- 話題にできた, 自慢できた
- 可愛い, 癒される, つい聞きたくなる, 眠くなりにくかった

■ コースを終えて

- システムトラブルなく全ての回を終了
 - 再起動必要ケースなど
事前準備時に得たトラブルノウハウが役立った
- **第二回にはVR受講者が出現**
 - 思っていたよりもはるかに早かった
 - 最終的にはコンスタントに2名
 - まだ敷居が高いが一人でもいると効果，経験者はVRを選ぶ傾向
- 受講生から非常に**好評**
 - 学習効果面，エンタテインメント面
 - 質問，出席，得点ともオンサイト時より増加
- 授業する側も以前の授業のやり方を忘れるほどの便利さ
 - やりやすさ，フィードバックのとりやすさ

■ VR/Zoomオンライン授業

- まだノウハウ蓄積段階
 - 適したプラットフォーム
 - 受講生へのチュートリアル，敷居下げ
 - 計算負荷と見栄えのバランス
 - VRならではの教育素材，ギミック，グループワーク

- 実施に興味あればご連絡ください
 - ノウハウ共有，出張授業など喜んでです