令和３年度

専修学校における先端技術利活用実証研究

先端技術利活用プロジェクト

AR 等の技術を利用した
人材育成の効率化のための実証研究事業
令和３年度 報告

学校法人国際総合学園
新潟農業・バイオ専門学校

はじめに

本書は専修学校における先端技術利活用実証研究 、先端技術利活用プロジェクトである「AR 等の技術を利用した人材育成の効率化のための実証研究事業 」の令和 3 年度の成果報告書です。

この取り組みは農業分野の抱えている課題である労働力確保の問題について先端技術を利用し、解決する足掛かりとするための取り組みです。現在、日本の農業分野が抱えている慢性的な作業者不足の問題は主力となる後継者の不足はもちろんのこと、それらの連鎖による生産地域の限界、季節労働のマッチング、外国人労働者問題などと様々な要因があげられます。

これらの問題を解決するための一つにあげられるのが人材育成の効率化です。匠の技や敷居が高いと思われがちな農作業を手軽に、ある一定程度まで押し上げることが出来れば問題の解決につながるのではといった考え方です。難しい判断や思考、先々の見通しを迫られる作業ではなく、比較的簡単なオペレートではあるがちょっとしたコツや知識を必要とされるような作業を、どのようにすれば効率的に作業の習熟を進めることが出来るかに焦点を集め、先端技術である AR や VR の技術がどのようにそこに作用し、親和性を発揮するのかを 検討していくものです。

新しい技術が農業とどのように結びついていくのか、またその新しい技術はどのように発展していけばより良いものとなっていくのか。各部会、委員会を通して様々なご意見を頂きました。参加されている皆様は当然各分野のプロの方々ですが、新しい技術である AR 等には触れたことが無い方がほとんどです。その中でも資料や報告を考熟頂き、新たな観点でのご提案、ご意見を頂けましたことに感謝申し上げます。

多くの皆様のお力をお借りして進めております本実証実験が今後の技術発展の一助になる事を期待してやみません。多くの皆様と共に事業を進め、技術や社会の発展に携わらせて頂けることに感謝の意をここに表します。

目次

Ⅰ、実証実験の目的と計画……1
１、目的について……1
２、各部会、委員会……2
３、各部会委員会の実施状況……5
４、計画(令和３年度４月提出時)……7

Ⅱ、実証実験の実施状況……10
・AR グラス(AceReal)実証実験……10
１、ＡＲグラス実証実験手法……10
２、作業者アンケート調査……11
３、AR グラス投影用範例集……17
４、学生グループ分け用アンケート調査……28
５、事前学習授業(座学)……31
６、Pull 型実験　ＡＲグラス使用マニュアル(初稿暫定版)……39
７、Push 型実験　ＡＲグラス使用マニュアル(初稿暫定版)……50
８、作業終了後アンケート……61

・３D 動画(AGURIS)……64
１、３D 動画を利用した実証実験計画……64
２、動画作成……65

Ⅲ、結果報告……66
１、AR グラス(AceReal)実証実験結果と考察……66
２、３D 動画(AGURIS)作成報告……69

Ⅳ、次年度取り組みについて……70
令和３年度まとめと令和４年度方策について……70

Ⅰ、実証実験の目的と計画

1、目的について

AR 等を活用した農業技術の見える化と人材育成の効率化

- 新規就農後の生産者の指導をする指導員は県（普及組織)、JA 共に慢性的な人不足であり、指導方法の改善が求められるところ。
- 当該実証は未来志向の指導方法の確立に向けた実証事業である。なおコロナ禍、ニューノーマル時代を見据えた取り組みでもある。
- 農作業の多くは経験や知識によっては安易に踏み込めない印象を受けることが多く、必要とされるパートやアルバイトも募集しても充足できないことがしばしばある。
- 作業の習熟には栽培の一連を経験することが必要で、作付期間を考慮すると、短期間での教育は困難である。
- 外国人の労働者、パートは短期・時限的な対応で指導コストが高い。かつ、日本語に不慣れな外国人実習生に関して、動画学習は有効な手法と認識。
- 作業熟練者や篤農家からの指導を遠隔地から受けることにより時間的、地理的な制約を解消し、人材育成の効率化を図る。
- 3D 動画などを利活用し、実際の作業を立体的に捉えることでより理解が深まり、習熟の精度を上げる。
- これらのデータの蓄積をマニュアルの一部や教材としていく。

2、各部会、委員会

会議名 ①	実施委員会		
目的・役割	本事業の実証実験の実施と助言、意見交換を基に実験の手法や結果からの考察をまとめ調整と成果物の啓蒙を行う。参画企業、団体等全体。		
検討の具体的内容	・各実験の詳細についての意見交換、助言 ・各実験の実施とデータのとりまとめ ・報告書の作成 ・実験結果データを提示し各分野の様々な角度からの考察をまとめる ・まとめられた報告についての検証と評価を行う ・部会内で候補をあげ代表グループを対象に再現性の確認		
委員数	15 人	開催頻度	3回/年(次年度以降)

実施委員会の構成員（委員）

	氏名	所属・職名	役割等	内諾	都道府県名
1	大田　英則	新潟農業・バイオ専門学校	事業実施校	／	新潟県
2	秋山　正之	新潟農業・バイオ専門学校	事業実施校	／	新潟県
3	阿部　直樹	新潟農業・バイオ専門学校	事業実施校	／	新潟県
4	槇坂　寛幸	新潟農業・バイオ専門学校	事業実施校	／	新潟県
5	斎藤　順	新潟食料農業大学	研究協力・助言	○	新潟県
6	江口　将史	開志専門職大学	研究協力・助言	○	新潟県
7	木村　剛	中央農業大学校	研究協力・助言	○	群馬県
8	蛭子　拓夫	株式会社サーティファイ	研究協力・助言	○	新潟県
9	後藤　竜佑	株式会社アグリライフ	研究協力・助言	○	新潟県
10	田村 雄太郎	農事組合法人濁川生産者組合	研究協力・助言	○	新潟県
11	近藤　史章	エンカレッジファーミング株式会社	研究協力・助言	○	新潟県
12	三島　幹広	メビオール株式会社	研究協力・助言	○	神奈川県
13	佐藤　寛	新潟市農林水産部農林政策課	研究協力・助言	○	新潟県
14	高橋　正弘	新潟県農林水産部経営普及課	研究協力・助言	○	新潟県
15	円山　広克	にいがた共創株式会社	研究協力・助言	○	新潟県

会議名 ②	開発部会会議		
目的・ 役割	本事業の実証実験の実施と助言、意見交換を基に実験の手法や結果からの考察をまとめ調整を行う。		
検討の 具体的 内容	・各実験の詳細についての意見交換、助言 ・各実験の実施とデータのとりまとめ ・報告書の作成 ・実験結果データを提示し各分野の様々な角度からの考察をまとめる ・		
委員数	3 人	開催頻度	5 回/年(次年度以降)

開発部会の構成員（委員）

氏名		所属・職名	役割等	内諾	都道府県名
1	槇坂　寛幸	新潟農業・バイオ専門学校	事業実施校	/	新潟県
2	斎藤　順	新潟食料農業大学	研究協力・助言	○	新潟県
3	蛭子　拓夫	株式会社サーティファイ	研究協力・助言	○	新潟県

会議名 ③	実証部会会議		
目的・ 役割	実施部会を経てまとめられた結果についての検証と評価を行う		
検討の 具体的 内容	・まとめられた報告についての検証と評価を行う ・部会内で候補をあげ代表グループを対象に再現性の確認		
委員数	10 人	開催頻度	2 回/年(次年度以降)

実証部会の構成員（委員）

氏名		所属・職名	役割等	内諾	都道府県名
1	槇坂　寛幸	新潟農業・バイオ専門学校	事業実施校	/	新潟県
2	趙　鉄軍	新潟食料農業大学	研究協力・助言	○	新潟県
3	江口　将史	開志専門職大学	研究協力・助言	○	新潟県
4	蛭子　拓夫	株式会社サーティファイ	研究協力・助言	○	新潟県
5	後藤　竜佑	株式会社アグリライフ	研究協力・助言	○	新潟県
6	田村雄太郎	農事組合法人濁川生産者組合	研究協力・助言	○	新潟県
7	近藤　史章	エンカレッジファーミング 株式会社	研究協力・助言	○	新潟県
8	三島　幹広	メビオール株式会社	研究協力・助言	○	神奈川県
9	坂田　益郎	新潟市農林水産部農林政策課	研究協力・助言	○	新潟県
10	高岡　裕樹	新潟県農林水産部経営普及課 園芸研究センター兼務	研究協力・助言	○	新潟県

3、各部会委員会の実施状況

第一回　開発部会

日時　　7 月 30 日　11:30～
場所　新潟農業・バイオ専門学校　校内
内容　実験の進め方について

第一回　実証部会

日時　　8 月 25 日　15:30～
場所　新潟農業・バイオ専門学校　校内
内容　実証実験の進め方と意見交換

第一回　実施委員会

日時　　9 月 3 日　14:00～
場所　新潟農業・バイオ専門学校
内容　実証実験の進め方と意見交換

第二回　実施委員会

日時　　11 月 5 日　15:00～
場所　新潟農業・バイオ専門学校　校内
内容　実証実験中間報告

第二回　開発部会

日時　　12 月 8 日　9:30～
場所　新潟農業・バイオ専門学校　校内
内容　秋作実験報告まとめと３D 動画について

第二回　実証部会

日時　　12 月 17 日　15:00～
場所　新潟農業・バイオ専門学校　校内
内容　実証実験報告と意見交換

第三回　実施委員会

日時　　1 月 18 日　15:00～
場所　新潟農業・バイオ専門学校　校内
内容　年度総括と次年度について

4、計画(2021 年度 4 月提出時)

AR グラス(AceReal)

・様々なセンサーやマイク、カメラなどを搭載したウェアラブルなコンピューターデバイスで OS も搭載していてハンズフリーでアプリケーションを動かすことが可能。
・無線 LAN でインターネットに接続もできる。

期待される効果

・ハンズフリーでのテキスト表示により教科書や範例を見ながら作業を行えることで座学の資料を確認しながら、手を動かし作業を行う事で理解が深まる。
・テキストや範例を確認してもわからない点や判断がつかないことをその場で支援者と現物を確認しながら指示を仰ぐことでわからないことをわからないままにしておく状況を防ぐ効果が期待される。
・作業指示や指示の変更、情報共有など支援者と作業者がオンラインのリアルタイムで繋がっているためその場で一斉に共有ができる。

実験の手法

① 事前にアンケートを行い、トマトの栽培経験や作業への意欲、ＰＣ、IoT 機器などのリテラシーについて大まかに把握し実験のグループ分けを行う。また、３D 動画見て AR グラスをつけるなどの重複は避けるとする。

<table>
<tr><th>班/人数</th><th>AR グラスあり</th><th>なし</th><th>３D 動画見た</th><th>見てない</th></tr>
<tr><td>A</td><td>3</td><td rowspan="2">3</td><td>4</td><td rowspan="2">3</td></tr>
<tr><td>B</td><td>3</td><td>4</td></tr>
</table>

※上記のように 1 クラス 20 名をこのようにグループ分けをする。基本的には初心者、未経験者を対象とした実験ではあるが農業高校出身者などの若干の経験者は均等に振り分ける事を検討。

② 全体で同様の事前学習を行う。
③ 実験の対象になる作業はベジ・アビオ社でのトマトの圃場管理作業とする。
④ 主に焦点となる作業項目は「芽かき」。実験の進捗などによっては他の項目も検討。
⑤ 同一の作業条件となる区画や列を各グループに割り当て作業に入り担当区画の作業の速さや量、正確性を測定する。
・作業終了までの時間
・作業量の計測
・質問の回数と内容
・取りこぼしやミスの確認等

⑥ 作業が終わったあとに作業終了アンケートを記入。数回この実験を繰り返してどれくらい習熟が進んでいるかを確認する。
⑦ 各グループの違いや傾向などを観察、解析し評価していく。

3D 動画(AGRIS)
・専用の動画視聴アプリケーションより提供。
・スマートフォンに VR グラスを装着し 3D カメラで収録した動画に作業のポイントのテロップがついた動画を視聴するもの。

期待される効果
・今まで動画では伝わりにくかった奥行や前後の関係などが明確となり、作業のイメージをより明確化できる。
・広い画拡により全体像も掴みやすい。
・作業の言語化、文章化しにくかった事柄も伝わりやすく具現化することで作業指示や人材育成の効率化が期待される。
・テロップに外国語を表記する事で海外の人材にも応用が見込まれる。

実験の手法
実験 1　施設栽培
① アンケートを行い AR グラスの時同様グループ分けを行う。
② 実験の対象になる作業はベジ・アビオ社でのトマトの圃場管理作業とする。
③ 対象となる作業項目は主要作業の約 15 項目。1 項目につき約 3 分程度の動画を作製し、個々のアカウントにより VR ゴーグルを使い視聴を行う。
④ 既存の手法での事前学習をしたグループと 3D 動画を用いて事前学習を行ったグループとでは作業の覚え方や迷うポイント、作業中の疑問点に変化が起こるかをアンケートとヒアリングで集計する。迷うポイントが少なくなることはその分手が早くなることにも直結する。AR グラスの実験と同様に各項目の定量化をして比較を行う。
・作業終了までの時間
・量の計測
・質問の回数と内容
・取りこぼしやミスの確認等
⑤ 作業が終わった後、作業終了アンケートを記入。数回この作業を繰り返してどれくらい習熟が進んでいるかを確認する。
⑥ 各グループの違いや傾向などを観察、解析し評価していく。

実験２　露地栽培

・実習時間と内容のやりくり、人員の工面、天候、農作物の生育など様々要因が重なる検証実験なだけに工程管理の見込みがつきにくい。授業の妨げにならない程度のバッファーを持たせつつフレキシブルな対応を心がける。

① 農作業における熟練者の予察と巡回に焦点をあて、上手く農作物を育てるための思考と判断はどのように行われているのかを視覚的に捉えられるものを目指す。

② 同様な土性、日照条件となる１a 程度の２つの区画を対象地として管理する。

③ 熟練者に入念な巡回をしてもらい病害などの弊害の予察を行う。この巡回で発見された予兆を３D カメラで撮影。予察には様々な経験や思考、栽培の方針など多くの判断材料が必要になるが何かしらの変化を発見した時に熟練者は何を感じているのか、どんなことを考えているのを映像と共にテロップを起こし、予兆と思考を結び付けたものを映像化し予察の能力の向上につなげる。

④ 農作物の栽培は減点方式といわれることが多い。これは農作物に不具合無く成長させることができれば成長も早く、高い品質と収量が期待できるからである。予察から防除など何かしらの対応を行った区画と不具合が顕著になってから対応した区画とでは農作物にどのような違いが表れたかも比較の材料とする。

⑤ この成果物となる３D 動画の効果検証には筆記のテストによって効果を測定する。１つの予兆や事案に対してどれだけの項目の推測や危惧する点の思考が行えるか、熟練者との整合性からどこまで理解が深まったかを評価するもの。

Ⅱ、実証実験の実施状況

●AR グラス(AceReal)実証実験

１、ＡＲグラス実証実験手法

AR グラス(Ace Real one)

・アンケートによるグループ分けを行い実験実施。
・各グループの事前学習、当日の指示は同様のものを受ける。
・被験者全体が同様の授業を行いほぼ同一の知識量であると仮定し実験を行う。
・本実験はトマトの管理作業の「芽かき」について焦点をあてる。
・1つのレーン(畝)に対し両面から芽かきの作業を行う。
・実験では摘除しようとする脇芽に白い洗濯ばさみをつけてマークし、摘除を迷ったものや不明な物には赤い洗濯ばさみをつけていく。そのまま脇芽を欠いてしまう作業を行うと実験の再現性が損なわれるため印をつけて後から確認を行うという手法で実験を実施。
・担当するレーンに入り同時に作業をスタートする。
・装着者は AR グラスを使い不明点があればまずは範例から確認を行い、それでも分からなければ支援者からの確認と指示を受け作業を進める。
・非装着者は今まで通り不明点があればわかる者か現場でのリーダーに確認を行う。(今まで通りの現場でのやり方)作業時間、除去した脇芽の量、テキストの呼び出し回数、支援者の呼び出し回数、不明事案、回答などについてカウント、記録を行う。
・現場管理者により担当レーンの残った脇芽の確認を行う。
・作業終了後に作業の不明点などのアンケートを記入
・この工程を 2〜4 回程度行う。未着用者についても同様に作業を繰り返すものとする。
・作業時間、量の変化や呼び出しの回数、疑問点の変化を通して栽培に関する理解や興味につながったかどうかなど比較していく。

2、作業者アンケート調査

芽かきの作業についてベジアビオ社にて勤務する社員、パート、アルバイトを対象にアンケートを実施。これにより特に芽かき作業での作業の仕方や「迷い」のポイントはどこにあるかを検討していく材料とする。勤続年数によって「迷い」のポイントや作業の進め方が違ってくるなどの傾向を掴むことが出来た。このアンケートをもとにARグラス投影用の範例集の作成を進めて行くこととした。

作業アンケート

１、あてはまるものに〇をつけ、その理由を説明してください。また、その他の場合は記述してください。

(1)業務従事期間はどれくらいですか？

1年未満　　1～2年　　3年以上

(2)得意な作業はなんですか？また、その理由を説明してください。

収穫　芽かき　葉かき　誘引つる下し　詰め作業　撤去　摘果　防除　測定

その他(　　)

理由：

(　　)

(3)苦手な作業はなんですか？また、その理由を説明してください。

収穫　芽かき　葉かき　誘引つる下し　詰め作業　撤去　摘果　防除　測定

その他(　　)

理由：

(　　)

２、**芽かきの作業**について各問いに対しての説明を記述してください。

(1)芽かき作業の時に最初に確認する場所はどこですか？

(　　)

(2)両手で作業しますか？片手で作業しますか？

(　　)

(3)芽かき作業を行う中で視点は作業中の脇芽にありますか？次の脇芽を探していますか？

一連の手の動きと視点の動きの流れを説明してください。

(　　)

(4)どれくらいの長さの脇芽を取っていますか？

(　　)

(5)圃場作業の業務に就いた当初、芽かき作業において判断を迷うポイントや場所、シチュエーションについて説明してください。

(　　)

(6)現在、芽かき作業において判断を迷うポイントや場所、シチュエーションについて説明してください。

(　　)

(7)あえて脇芽を残す理由とはなんですか？

(　　)

(8)過去に失敗したことについて例をあげて説明してください。

(　　)

(9)上記の失敗に対しどのように対応しましたか？または克服しましたか？説明してください。

(　　)

(10)芽かき作業に対して疑問に思う事はありませんか？または改善した方が良いと思い事はありますか？

(　　)

作業アンケート結果

１、あてはまるものに○をつけ、その理由を説明してください。また、その他の場合は記述してください。

(1)業務従事期間はどれくらいですか？

●1 年未満　1 名　▲1～2 年　6 名　　■3 年　2 名

(2)得意な作業はなんですか？また、その理由を説明してください。

●詰め作業

▲葉かき 4、芽かき、誘引つる下し 2

■防除・収穫、芽かき、葉かき、誘引つる下し、撤去、摘果

理由：●忙しい時に大変だから

▲状態がすっきりして気分が良い

▲他の作業よりできる

▲他の作業に比べ迷いが少ない

▲芽を折る時の「パキッ」という音が好き

▲取れるだけ取りきってキレイにしたいと思って作業し、次に入った時もまだ短いと嬉しい

▲適切な状態に整える作業にやりがいを感じる、達成感もあるため

■それ以外にも花房からの脇芽の摘除、マルチの上の掃除をすることで苗が元気なり病害を防ぎ美味しいトマトができるから

■担当の作業だから

(3)苦手な作業はなんですか？また、その理由を説明してください。

誘引、つる下し、撤去、収穫、葉かき、誘引つる下し、詰め作業、撤去、摘果、

その他:定植前の作業と定植、詰め作業、つる下し

理由：●やったことがない

▲苦手という訳ではないが、他の作業と比べ大変だから

▲自分の作業スピードが遅いから

▲作業時期の気温、暑さ。自分の植えた苗がつかなかったとき気まずいから

▲暑い、汚れる

▲ハウスを何も無い状態にするという、あらゆるものを片付けていくのが大変

▲ハウスの温度が高くなる季節に重労働のため

■カビや傷、小さな穴など見落としていないか確認に時間がかかるから。

■つる下した株の高さが合わない

２、**芽かきの作業**について各問いに対しての説明を記述してください。

(1)芽かき作業の時に最初に確認する場所はどこですか？

●成長点

▲脇芽の大きさ

▲芽かきする部分

▲脇芽

▲芽

▲上から脇芽を確認していく

▲成長点、有無、状態

■株の真ん中から上

■脇芽がついている葉の付け根

(2)両手で作業しますか？片手で作業しますか？

●片手

▲大きい脇芽は両手、小さい時(2～3 ㎝位)片手

▲両手 5

■両手：脇芽が大きく固い時、片手：小～中くらいの 3 から 5 ㎝くらいは片手で作業する

(3)芽かき作業を行う中で視点は作業中の脇芽にありますか？次の脇芽を探していますか？一連の手の動きと視点の動きの流れを説明してください。

●成長点から下に辿って脇芽を探す。取りながら次の脇芽を探す。1 つの株の脇芽を取りきって次の株へ

▲脇芽を欠いている時に次の脇芽を探している

▲つるを傷つけないように取る。脇芽を探して芽かきをする

▲脇芽を取りながら、視点は次の脇芽

▲芽を欠く時に次を探す

▲作業中の脇芽に視点はあるが、向い側の列の脇芽や根元の脇芽も取れる範囲であれば探し取る

▲作業中の脇芽を取り終える少し前に次の脇芽を探している

■脇芽を折りながら次の脇芽を探し、折りながら更に次の脇芽を探す。探しながら脇芽をゴミ袋へ

■上から下まで見て脇芽をとる

(4)どれくらいの長さの脇芽を取っていますか？

●4 ㎝以上

▲5～6 ㎝以上

▲ある程度育っているもの

▲1 ㎝弱～　目についたもの全て

▲1 ㎝以上②

▲極々小さな芽まで取るが成長点付近は脇芽と花との距離が近く成長点を傷つける恐れがあるので例外

■1 ㎝以上

■2～5 ㎝以上の脇芽

(5)圃場作業の業務に就いた当初、芽かき作業において判断を迷うポイントや場所、シチュエーションについて説明してください。

●ツルが重なりあったり交差している部分は脇芽を見つけ辛い

▲脇芽なのか主軸なのか？取っていい大きさなのか？葉が混雑していると見つけにくい

▲取っていいものと、取ってはいけない脇芽の判断を迷った

▲主枝より脇芽の方が太くてキレイだった時

▲芽が伸びすぎてどちらが主枝かわからない事があった

▲脇芽が大きく伸びると、どちらが主枝かわからなくなった

▲成長点がない場合、生かせる芽も数本あり、どれが一番良い芽か少し迷った

■同じ大きさの成長点が 2 つあった時、折れた成長点の代わりの脇芽を探す時

■大きくなり過ぎた脇芽と主枝の茎の見分け

(6) 現在、芽かき作業において判断を迷うポイントや場所、シチュエーションについて説明してください。

●特に無し

▲特に無いが混雑していると見つけにくい

▲主枝がキレイに 2 つに分かれている時②

■成長点付近の脇芽。折れやすいので迷う

■葉と脇芽が伸びすぎる

(7)あえて脇芽を残す理由とはなんですか？

●生長点が折れたり枯れたりして、脇芽を生かす場合。脇芽をメインで育てるため。

▲主軸が折れていたり灰カビなど初期状態で今後取り除かなければならない時の保険として

▲完全に折れた主枝の代わりにするため②

▲成長点を折ってしまった時のため③

■トマトにより多く光合成させる

■なるべき残さない

(8)過去に失敗したことについて例をあげて説明してください。

●脇芽の成長したものを取ろうとして強く引っ張って株を傷つけてしまった。折り目をつけてしまった。

▲つる下し作業でかなり遅れている時、かなり伸びた主軸を下す際に折ってしまった。

▲収穫の時に熟度が浅いものまで取ってしまった。

▲脇芽を完全に撤去してしまった後に成長点を折って時

▲つる下しの際に引っ張り過ぎて根本から折ってしまった

▲つる下しの時に成長点を折ってしまった

▲成長が著しい脇芽を取る際に固く取りにくくて、そばの葉や茎まで折ってしまった

■脇芽が大きすぎる場合、両手で折れないように茎を支えながら作業してもキレイに折れなかったり、茎を折ってしまった

■脇芽の代わりに主枝を折った時

(9)上記の失敗に対しどのように対応しましたか？または克服しましたか？説明してください。

●なるべく株に負担がかからないよう、太い脇芽は根元を片手で抑えて折る。

▲作業の遅れを無くすにはもちろん、やむを得ない際には最新の注意をはらった

▲とにかく濃い色の物を収穫する

▲新しい脇芽が出てくるのを持つ③

▲あまり強く引っ張らないようにした

▲まだまだ克服できていない

▲無理せず固いものは途中で折る

■すごく太いものは２㎝位残して折る

■他の脇芽を伸ばす

(10)芽かき作業に対して疑問に思う事はありませんか？または改善した方が良いと思い事はありますか？

●右利きと左利きでどちらの方向から進んだ方が効率的か

▲特に無し

▲極力小さいものを取ることで作業が円滑に進む気がする

▲きちんと定期的に芽かき作業をおこなう。

▲株間をもう少し広げ作業をしやすくする

■芽かきを集中して行う事でその後の作業の効率につながっていく

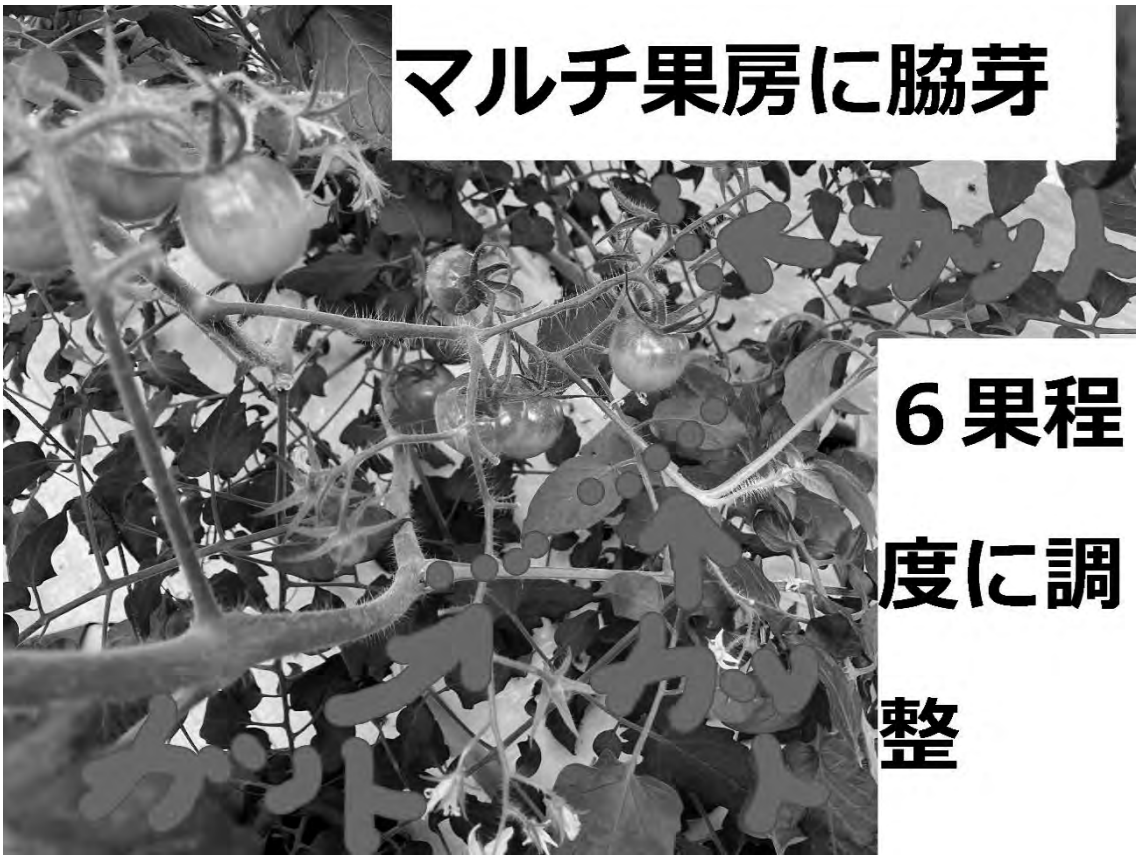
■特に無し

3、AR グラス投影用範例集

以下の画像に表したものを AR グラス投影用範例とした。傾向としては主に主枝以外からの脇芽、成長点が無いもしくは芯止まりの状態の脇芽、二本立ち状態の時の脇芽などのイレギュラーな状態を範例としている。また、映し出される画像があまり細かすぎるとわかりにくいのでなるべくテロップを短く目立つ工夫を心がけた。現在はまだ未調査であるが、分かりにくい画像などは今後アップデートの必要があると考えられる。画像だけでなく簡略化された図形などで表すなど検討の余地は多くありそうである。

これらの画像の呼び出しについても現在のコントローラーからの操作でいいのか、ハンズフリーの機能の応用など今後の技術進歩に期待が寄せられる。

1，マルチ果房に脇芽　6 果程度に調整



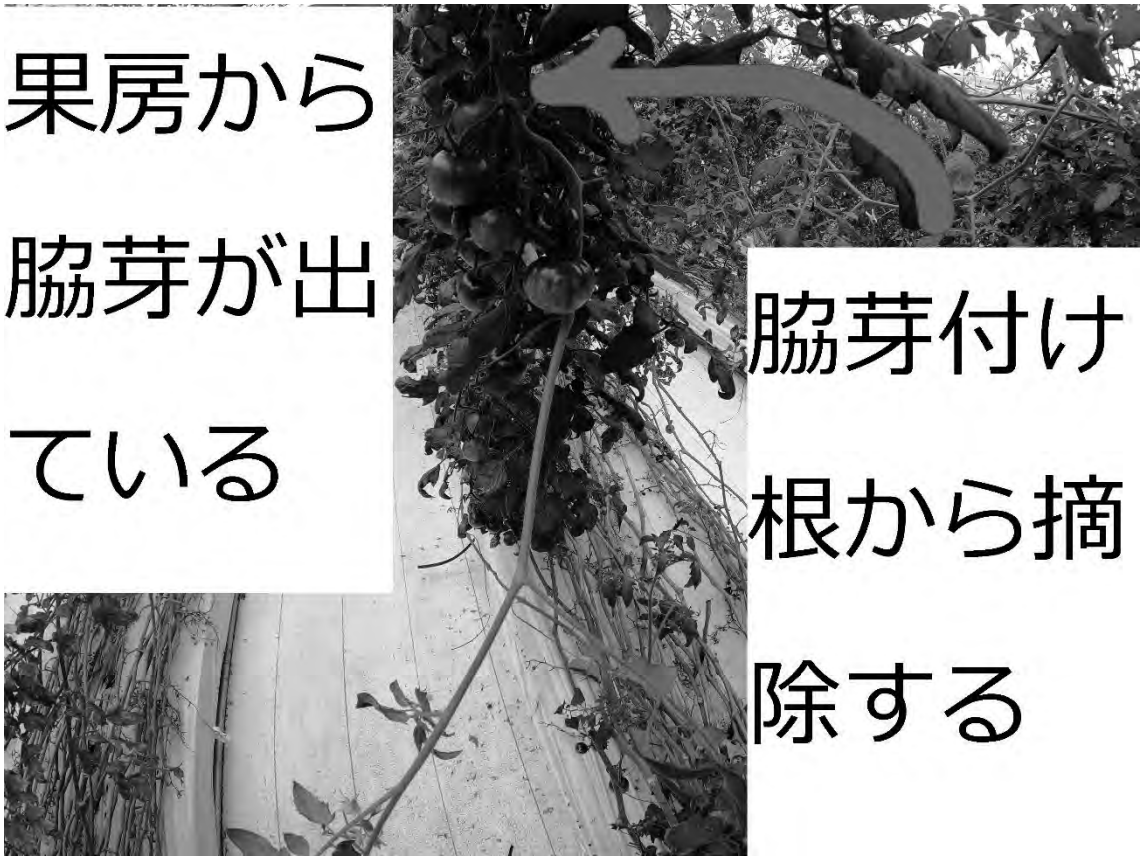
2，果房から脇芽①

3，果房から脇芽②　果数に応じて脇芽を摘除

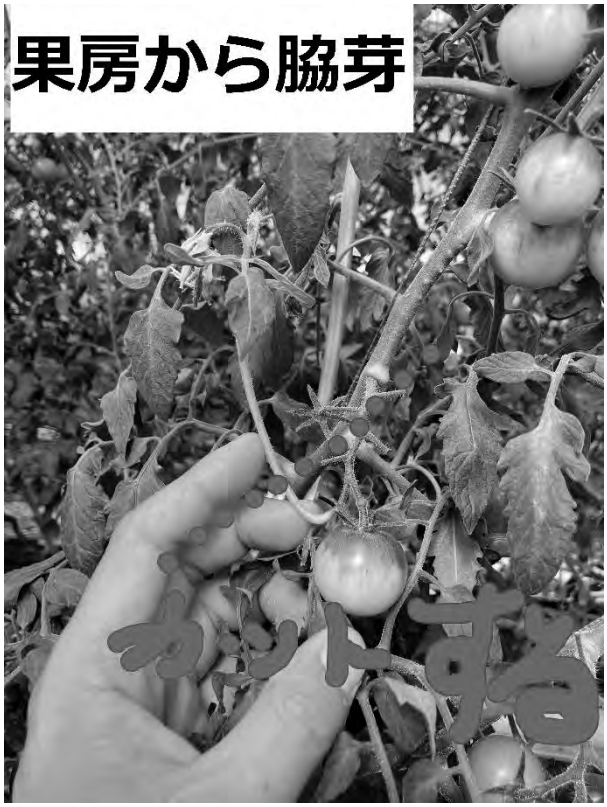
4，果房から脇芽③　着果不良脇芽全摘除

5，果房から脇芽④　脇芽と併せて花房を一つ摘除

6，果房から脇芽⑤　脇芽付け根から摘除



7，果房から脇芽⑥　脇芽全摘除



8，果房から脇芽⑦　脇芽全摘除

9，果房から脇芽⑧　果房先端脇芽のみ摘除

１０，花房から脇芽⑨　果房成長　葉の付け根の脇芽摘除

果房から脇芽が成長

葉の付け根の脇芽摘除

１１，花房から脇芽⑩　　ダブル果房脇芽併せえて摘除

１２，花房から脇芽⑪　葉の付け根の脇芽のみを摘除

１３，花房から脇芽⑫　付け根未着果　脇芽のみ摘除

１４，花房から脇芽⑬　花房に十分な着果がある２番目果房脇芽摘除

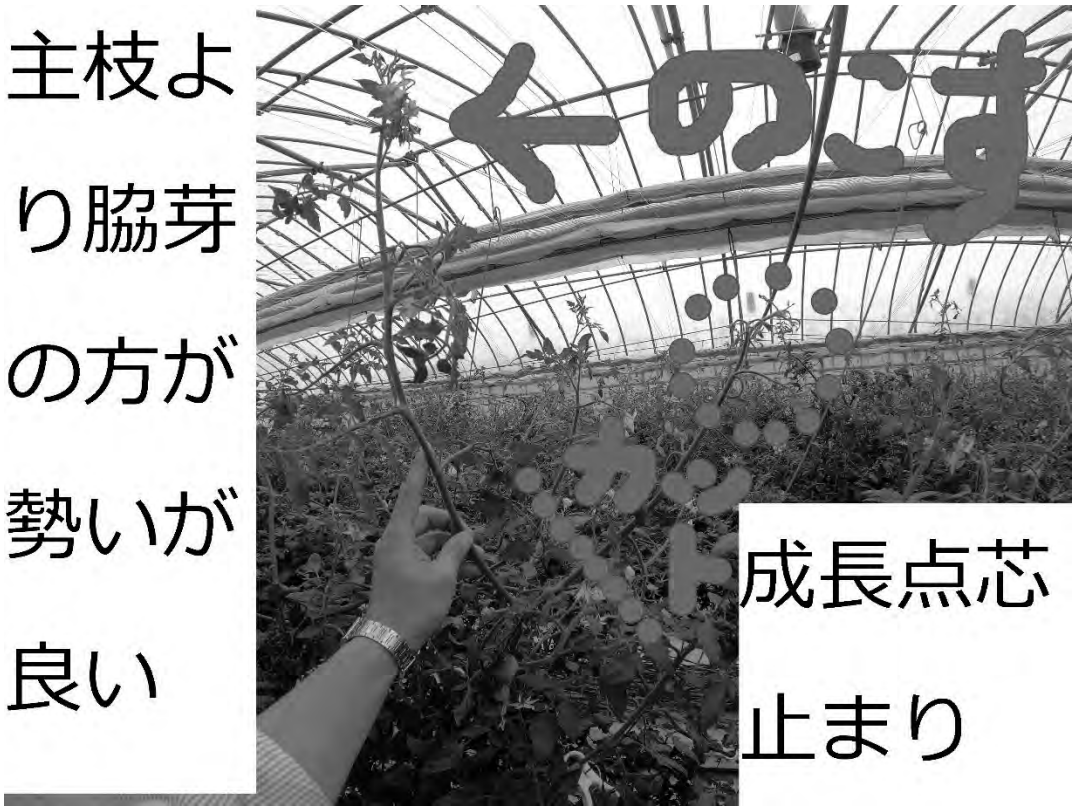
１５，花房が葉に変化し成長　摘除しない

１６，主枝の葉が無く脇芽だけが残っている

１７，伸びすぎた脇芽

１８，成長点と脇芽が同じ成長度合い

１９，成長点芯止まり　主枝を脇芽に切り替え



２０，成長点無し①

２１，成長点無し②

２２，成長点無し③　勢いの良いもの以外摘除

4、学生グループ分け用アンケート調査

学生の傾向を掴むためにトマトの栽培経験や IoT 機器などのガジェットに対する興味関心についてのアンケートを行った。ポジティブな回答については 4 点、ネガティブな回答については 1 点として得点を計算し、得点の高いグループをポジティブグループ、低いグループをネガティブグループ、中間をアベレージグループの３つのグループとした。

学生アンケート

氏名

次の質問から当てはまるものを〇で囲みなさい。

・トマトを栽培したことがある
　ある　　少しある　　どちらとも言えない　　ない

・実家でトマトを栽培しているのを手伝った事がある
　ある　　少しある　　どちらとも言えない　　ない

・ABio 入学前までに農業に触れる機会が多かった
　多かった　　少しあった　　どちらとも言えない　　ない

・植物を育てるのが好きだ
　好きだ　　少し好きだ　　どちらとも言えない　　ない

・植物の生態に興味がある
　ある　　少しある　　どちらとも言えない　　ない

・農作物の管理作業に興味がある
　ある　　少しある　　どちらとも言えない　　ない

・パソコンを使う事に抵抗がある
　全くない　　どちらとも言えない　　少しある　　ある

・スマホやタブレットの設定やアプリの設定の操作に抵抗がある
　全くない　　どちらとも言えない　　少しある　　ある

・IoT、ICT 家電、ガジェット(デジタル小物：アクションカメラ、ドローン、AI スピーカーなど)が好きだ
　好きだ　　少し好きだ　　どちらとも言えない　　嫌い

・新しい技術やツール、ガジェット、アプリに興味がある
　ある　　少しある　　どちらとも言えない　　ない

・何事にも体験してから自分で評価してみたい
　そうだ　　少し当てはまる　　どちらとも言えない　　そうではない

学生グループ分け用アンケート調査結果

農業系　1年　20名			担任	槇坂　寛幸
No	氏名	農業	Iot	合計
食料農業経営科　栽培コース　1年				
1	a	11	19	30
2	b	23	13	36
3	c	17	16	33
4	d	19	15	34
5	e	18	14	32
6	f	14	17	31
7	g	20	7	27
8	h	17	18	35
9	i	12	18	30
10	j	19	13	32
11	k	18	10	28
12	l	16	16	32
13	m	23	15	38
14	n	19	20	39
15	o	24	20	44
16	p	18	9	27
大学併修農業総合科　1年				
1	q	18	16	34
2	r	21	15	36
スマート農業テクノロジー科　1年				
1	s	13	11	24
2	t	20	19	39

アベレージグループ　7名

3	c	17	16	33
4	d	19	15	34
5	e	18	14	32
12	l	16	16	32
1	q	18	16	34
1	a	11	19	30
9	i	12	18	30

ポジティブグループ　7名

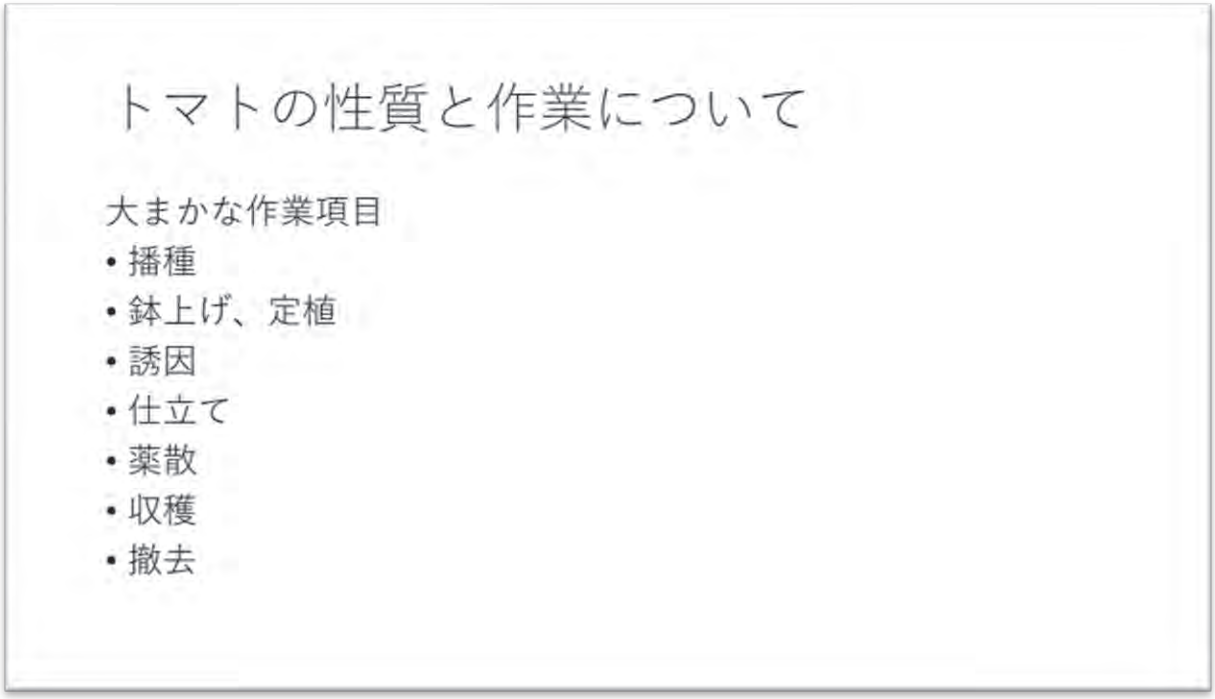
13	m	23	15	38
15	o	24	20	44
14	n	19	20	39
8	h	17	18	35
2	r	21	15	36
2	t	20	19	39
2	b	23	13	36

ネガティブグループ　6名

6	f	14	17	31
7	g	20	7	27
10	j	19	13	32
11	k	18	10	28
16	p	18	9	27
1	s	13	11	24

5、事前学習授業(座学)

学生達の知識量をある一定とするためトマトの管理作業の事前授業を行った。いかに示すスライドを使い芽かき作業に特に焦点を当てて授業を行った。



基本はトマトは主枝採りをする

- 主枝に実を着ける(⇔キュウリ、ナスなどは側枝が[illegible])
- 脇芽を取り除く事で成長点と実に養分を集中させる
  ↳シンク＆ソース(養分を作り出す場所と貯めこむ場所)
- 栄養成長と生殖成長を繰り返す
  ↳葉3枚だして果房1つの成長を繰り返す！
- 1果房あたりにどれくらいの花・実をつけるのか？
  ↳ミニ、中玉、大玉でつけられる実の数や大きさに違い
  ↳ダブル、トリプル、マルチ果房(花房)

放任(仕立てをしない)で起こること

- 主枝以外の成長点に栄養分が引っ張られるため、成長の勢いが分散され2本、3本仕立てになる。
- 脇芽が多く残されると葉が密集状態となり環境が悪くなる。
- ↳真夏の強日射条件では例外的に一部脇芽の葉を残す場合もある。
- 栄養分が分散されるためトマトの果実が肥大しにくい
- 環境も悪くなり病害虫の影響を受けやすい

仕立ての方向性について

• 栽培をする場所や栽培方法、環境、出荷によっても様々。。。

例

・雨よけハウス・5月定植・6段目標
・露地　　・5月定植・6段目標
・鉄鋼ハウス　・8月定植・冬越し

作業性を考える

• 1株から脇芽をたくさん取る状況とは？
• 1株から1～2本の芽かきをする状況とは？
• 株間、成長の具合、他の作業との組み合わせについて
• 暖かい時期、寒い時期の生長スピードついて
• 病害の影響について

生長が旺盛なトマトの脇芽

- 成長点・・・2本仕立てと同じように脇芽が成長することも
- 葉・・・・・大玉トマトでは葉からも脇芽が出ることもある
- 主枝・・・・基本的には葉の付け根から脇芽が出てくる
- 花房・・・・ダブルやマルチ花房の反応以外にも花房の途中から脇芽が出てそこから花房が新たに出てくることもある
- 果房・・・・花房と同じように果房→脇芽→果房のパターンも。段当たりのトマトの個数を参考に摘除する

6、Pull 型実験　ＡＲグラス使用マニュアル(初稿暫定版)

運用(実験)の流れについて

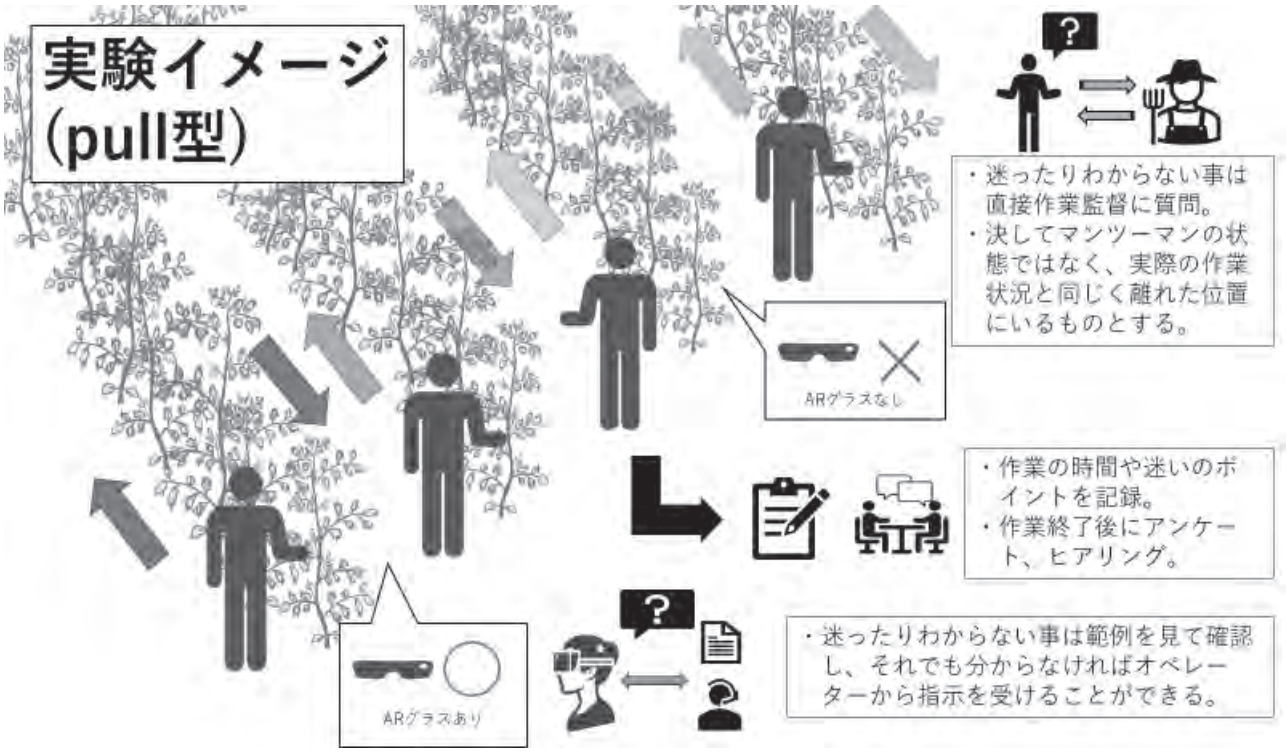
・アンケートによるグループ分けを行い、実験を実施。
・被験者全体が同様の授業を行いほぼ同一の知識量であると仮定し実験を行う。
・1 つのレーン(畝)に対し両面から芽かきの作業を行う。
・実験では摘除しようとする脇芽に白い洗濯ばさみをつけてマークし、摘除を迷ったものや不明な物には赤い洗濯ばさみをつけていく。そのまま脇芽を欠いてしまう作業を行うと実験の再現性が損なわれるため印をつけて後から確認を行うという手法で実験を実施。
・担当するレーンに入り同時に作業をスタートし時間を計測。
・装着者は AR グラスを使い不明点があればまずは範例から確認を行い、それでも分からなければ支援者からの確認と指示を受け作業を進める。
・オペレーターは離れた場所から AR グラスを介して指示や状況の確認、情報の共有を行う。
・オペレーターやオペレーター補助者により担当レーンの残った脇芽、作業した脇芽の数、ピッチ数などをカウントしていく。
・作業終了後に作業の不明点などのアンケートを記入。
・この工程を 2〜4 回程度行う。その後 AR グラス着用せずに芽欠き作業を行い、作業した時間、ピッチ、芽欠きした脇芽の数、脇芽の全量の計測を行う。
・作業時間、量の変化や呼び出しの回数、疑問点の変化を通して栽培に関する理解や興味につながったかどうかなど比較していく。

人の配置について

・オペレーター1 名、作業者(被験者)3 名、オペレーター補助 2 名

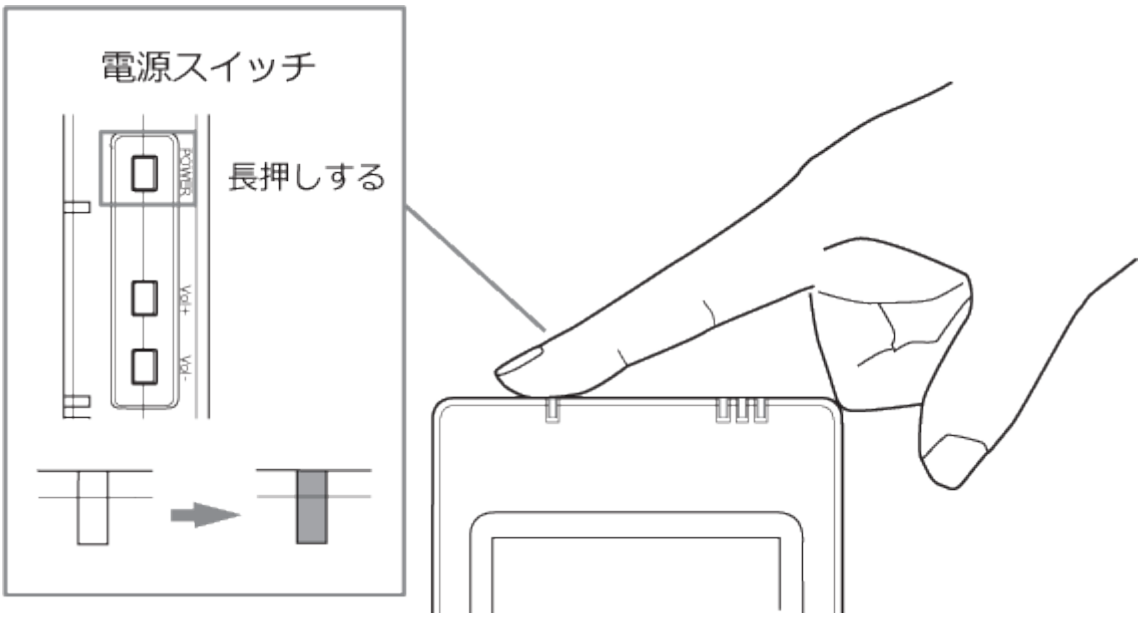
運用(実験)の準備について

・オペレーターによる作業状況や生育状況に合わせた圃場の選定を行う。
・圃場の選定後、作業者(被験者)の配置とマークの準備(今回は洗濯ばさみを収穫かごに入れ使用)、オペレーター補助により機器類のセッティングを行う。
・アクションカメラ、スマートフォンによる撮影の準備。

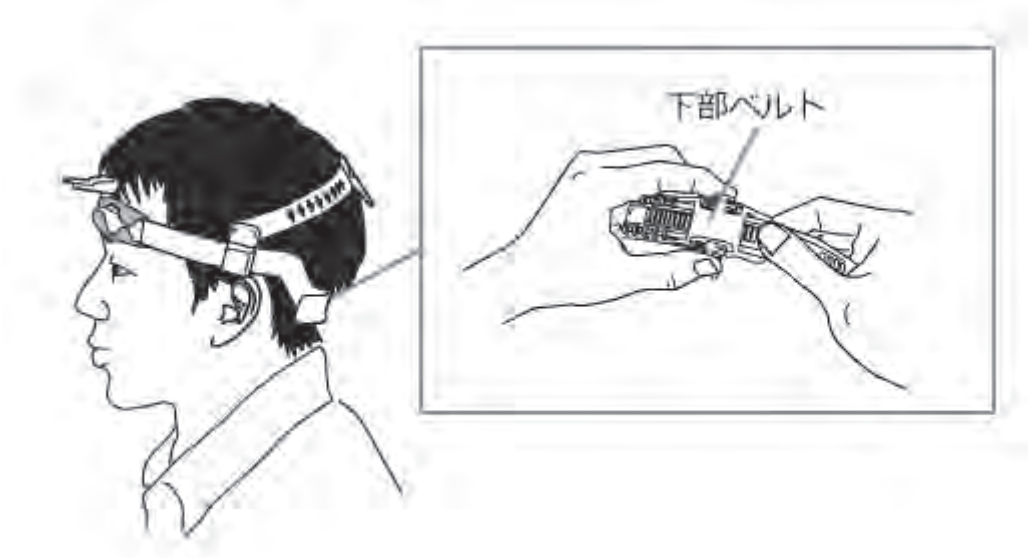

実験イメージ
(pull型)
・迷ったりわからない事は直接作業監督に質問。
・決してマンツーマンの状態ではなく、実際の作業状況と同じく離れた位置にいるものとする。
ARグラスなし
・作業の時間や迷いのポイントを記録。
・作業終了後にアンケート、ヒアリング。
ARグラスあり
・迷ったりわからない事は範例を見て確認し、それでも分からなければオペレーターから指示を受けることができる。

作業者側 AR グラス操作

① 本体を起動し、イヤホンマイクを接続しバンドを調整する。

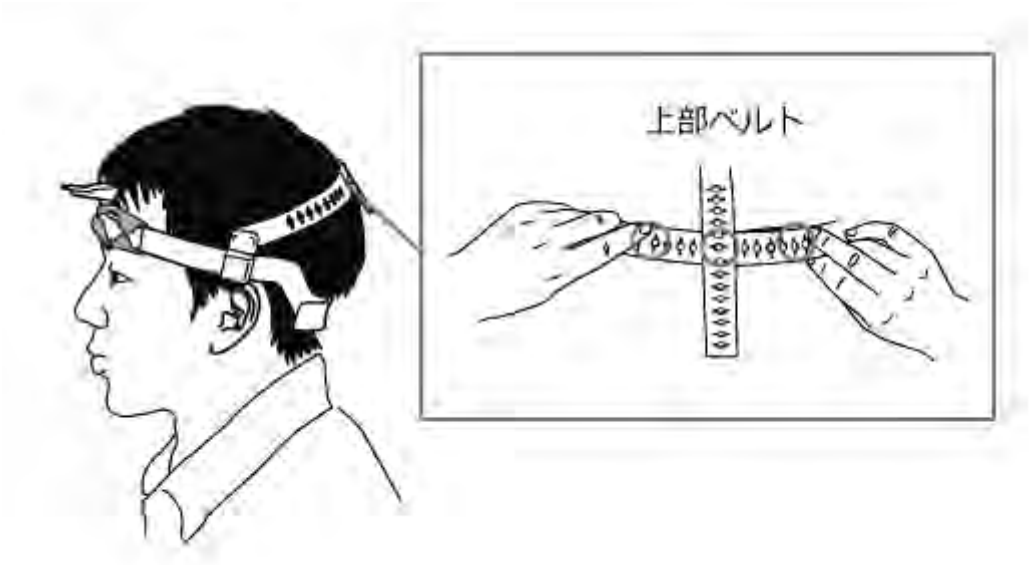


パッド類（ヘッドボード、ヘッドパッド、汗取りパッド）を取り付けたヘッドアタッチメントを頭に着け、下部ベルトを固定します。



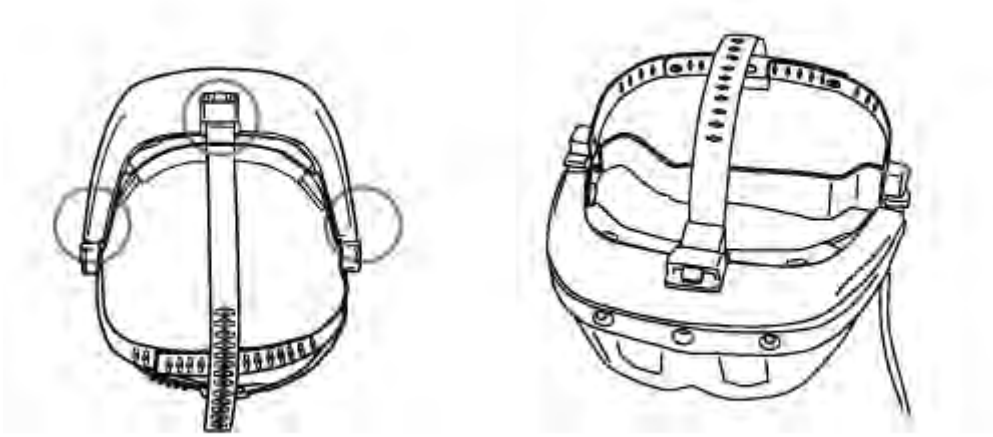
下部ベルトは、左手で留め具を上下で押し、右手でベルト部分を左右に移動して頭の周囲に合う位置で固定します。

上部ベルトを固定します。



上部ベルトは、フック３箇所で留めて固定します。

箇所の留め具を取り付け具の奥まで差し込み、完全に固定します。



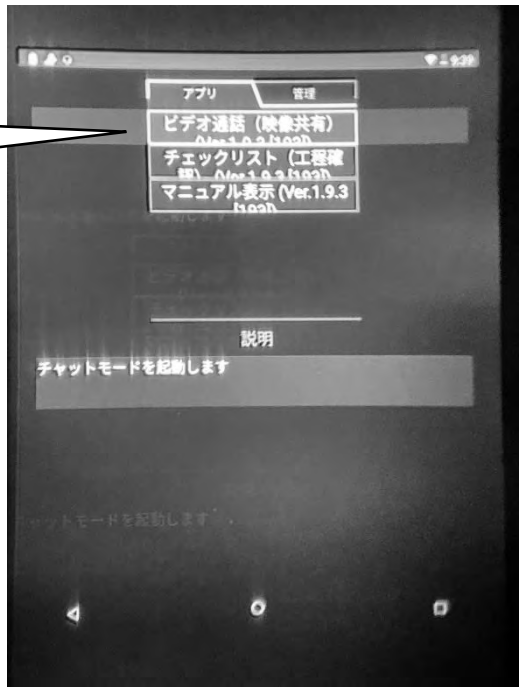
その後、頭に装着します。

（イラストはサン電子株式会社製品マニュアルより引用）

② 「業務支援ホーム」を選択し、「ビデオ通話」選択し通話を開始する。

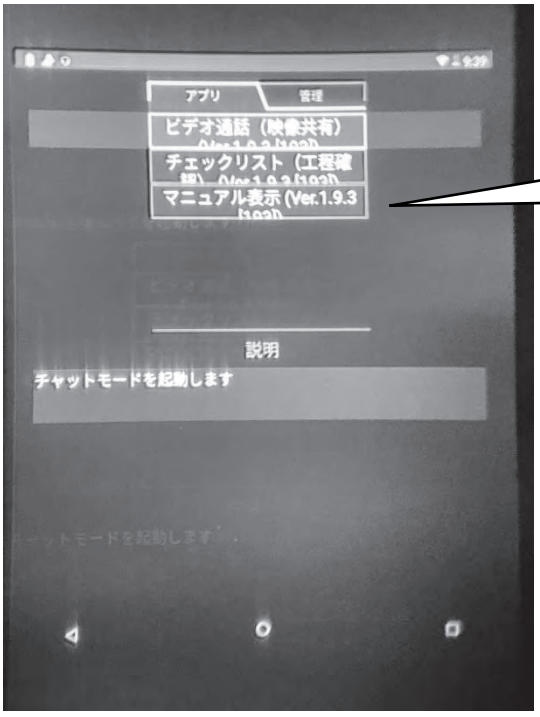
業務支援ホームにカーソルを合わせ「ENT」を押す。

ビデオ通話を選択する。



③ 範例を呼び出す場合は「ESC」ボタンを押して「マニュアル表示」を選択する

チャットモード画面から「ESC」キーで１つ前の画面に戻る。



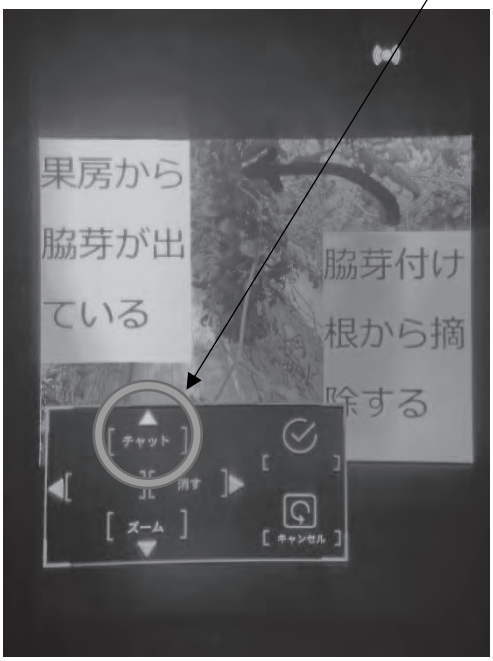
マニュアル表示を選択する。

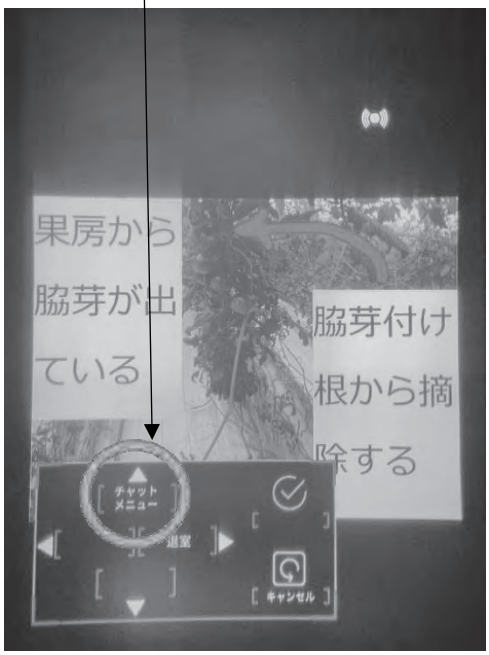
④ カテゴリ選択から範例を選択し、ファイル選択の中から適する事象を選択する。

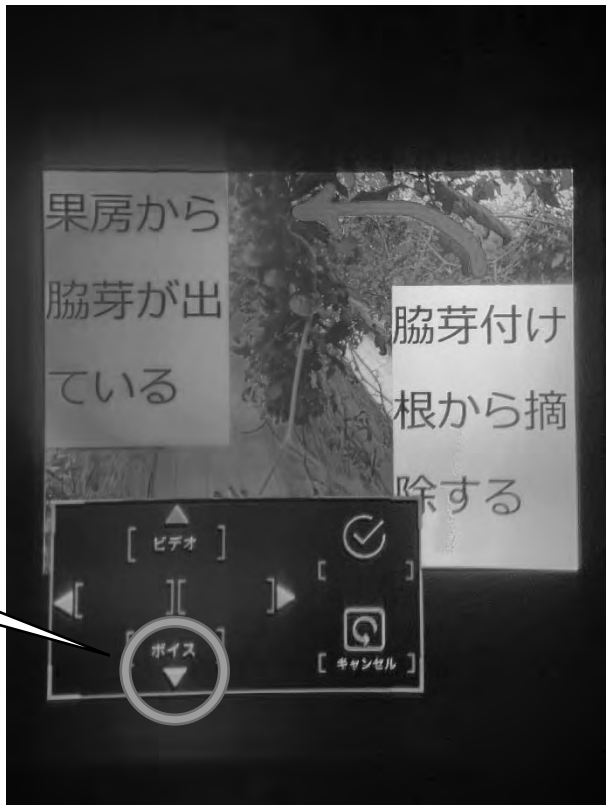
「範例」を選択するとカーソルが下の「ファイル選択」に移る。

ファイルの中から事象を選択する。

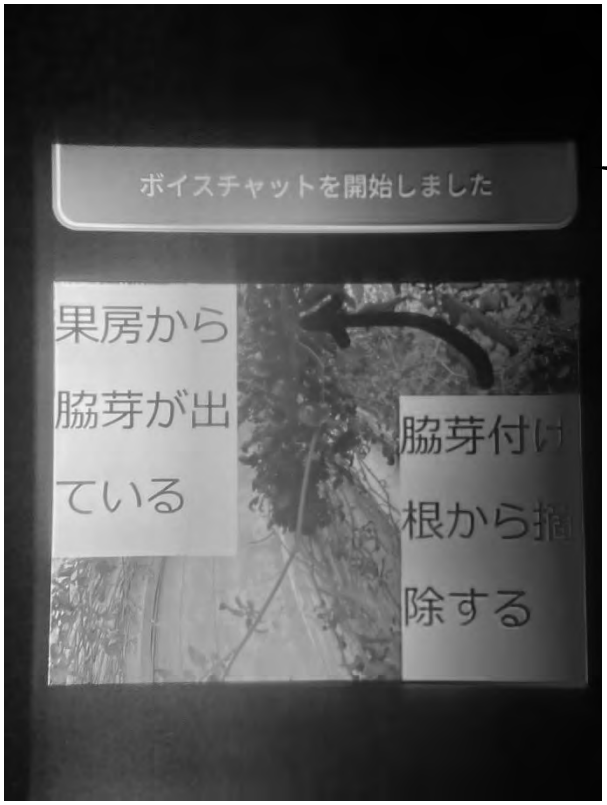
⑤ 範例を表示したままオペレーターを呼び出す場合は表示された画面のままコントローラーの「ENT」を押して、「チャット」→「チャットメニュー」→「ボイス」へと進み、通信を開始する。







「ボイス」を選択すれば範例を表示しながら通信が可能。

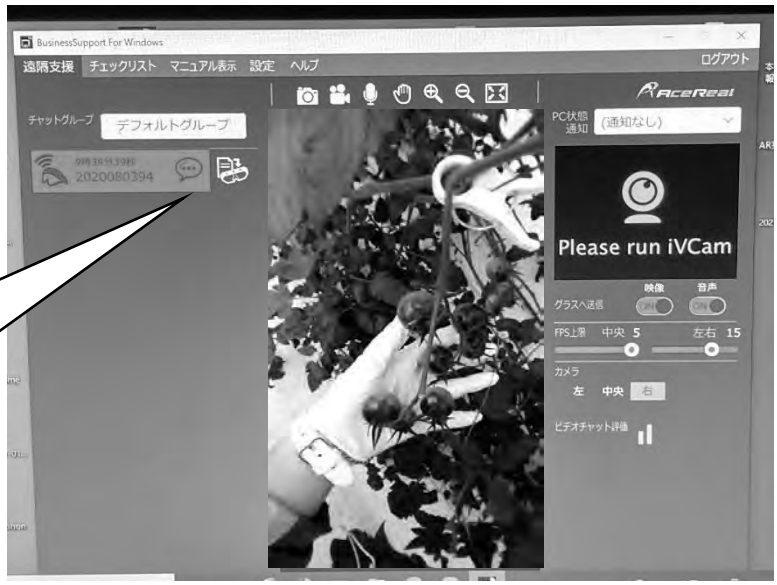


通信が開始された事が表示される。

オペレーター側 PC 操作

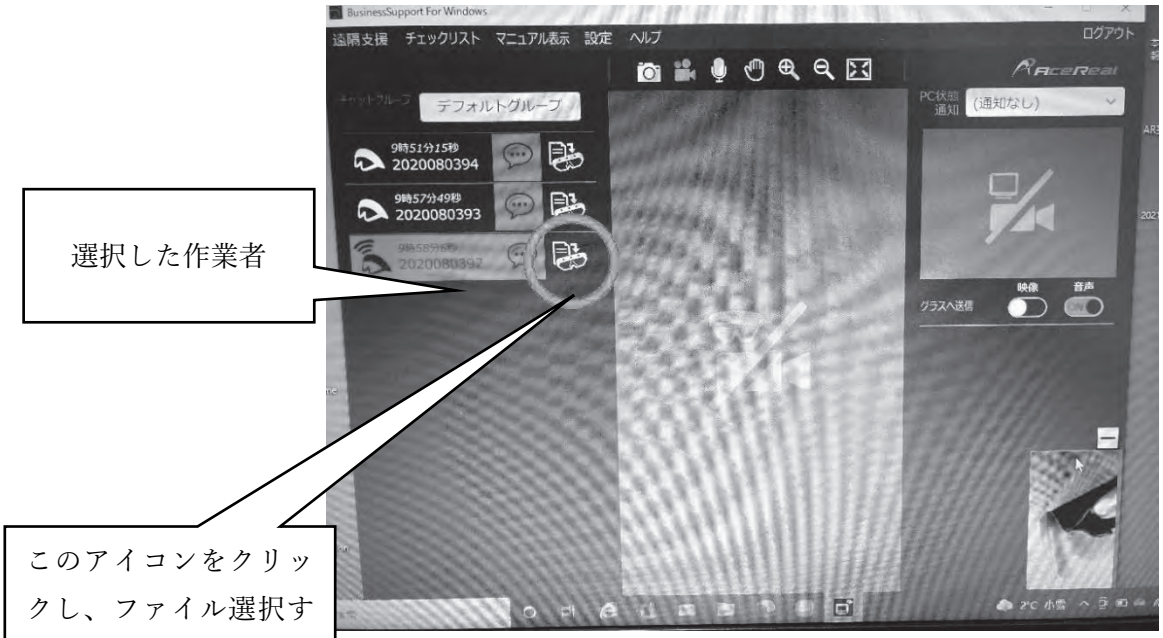
① 業務支援アプリにログインする。

② 作業者のログインを確認しボイスチャットを開始する。



クリックし青くアクティブになっていることを確認する。

③ 対象者にオペレーターが選択した画像を送る場合。



選択したファイルが AR グラスの画面上に反映される。

④ 作業者の視点を撮影し指示を送る場合。

7、Push 型実験　ＡＲグラス使用マニュアル(初稿暫定版)

運用(実験)の流れについて

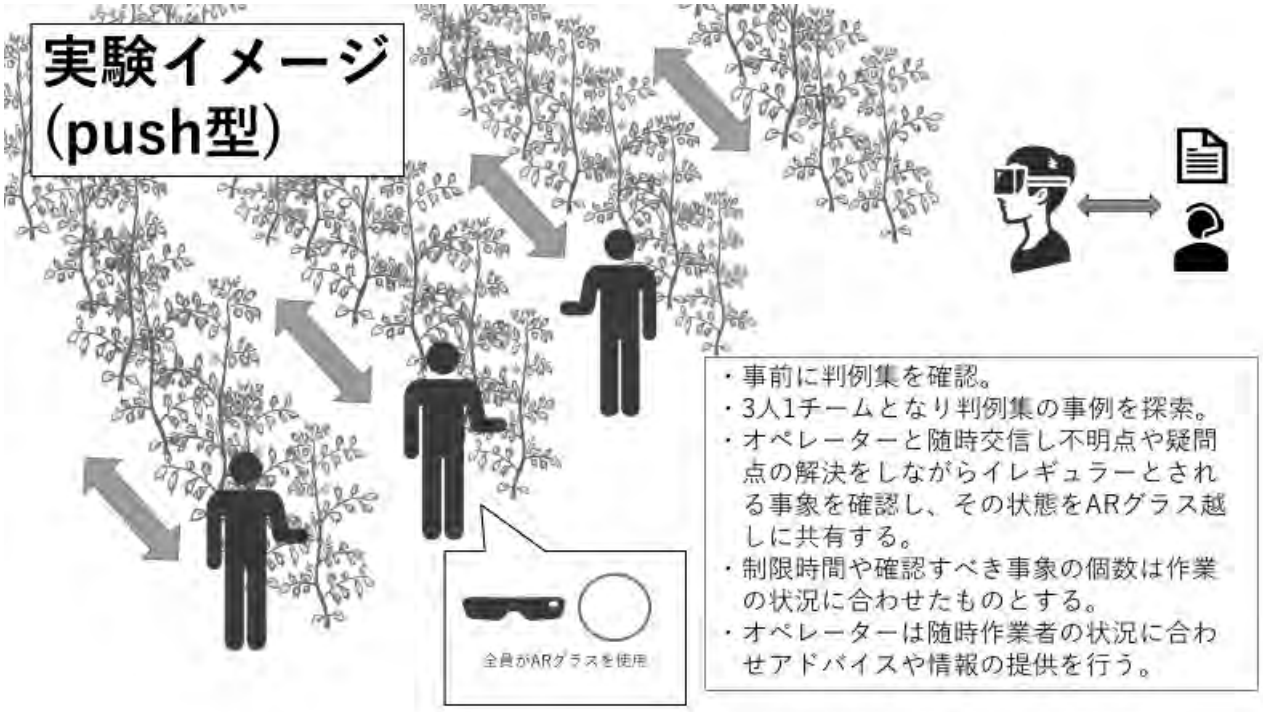
・アンケートによるグループ分けを行い、実験を実施。
・被験者全体が同様の授業を行いほぼ同一の知識量であると仮定し実験を行う。
・各自範例を確認後、3 人 1 チームとして判例集の中の範例と同じ状況の事象を探し出す。
・対象となる作業者が事象を探している最中は常にオペレーターは画面越しに確認を行い、作業者の質問や疑問について対応を行う。AR グラスは常時ボイスチャットの状態とする。
・作業者のうち誰かが対象事例を発見したら、その状況の画像を撮影し他の作業者へ画像と情報の共有を行う。
・質問や対象事例を発見した時間や状況のメモをひかえる。
・この工程を何度か行い、その後 AR グラス着用せずに芽欠き作業を行う。作業した時間、ピッチ、芽欠きした脇芽の数、脇芽の全量の計測を行う。

人の配置について

・オペレーター1 名、作業者(被験者)3 名、オペレーター補助 2 名

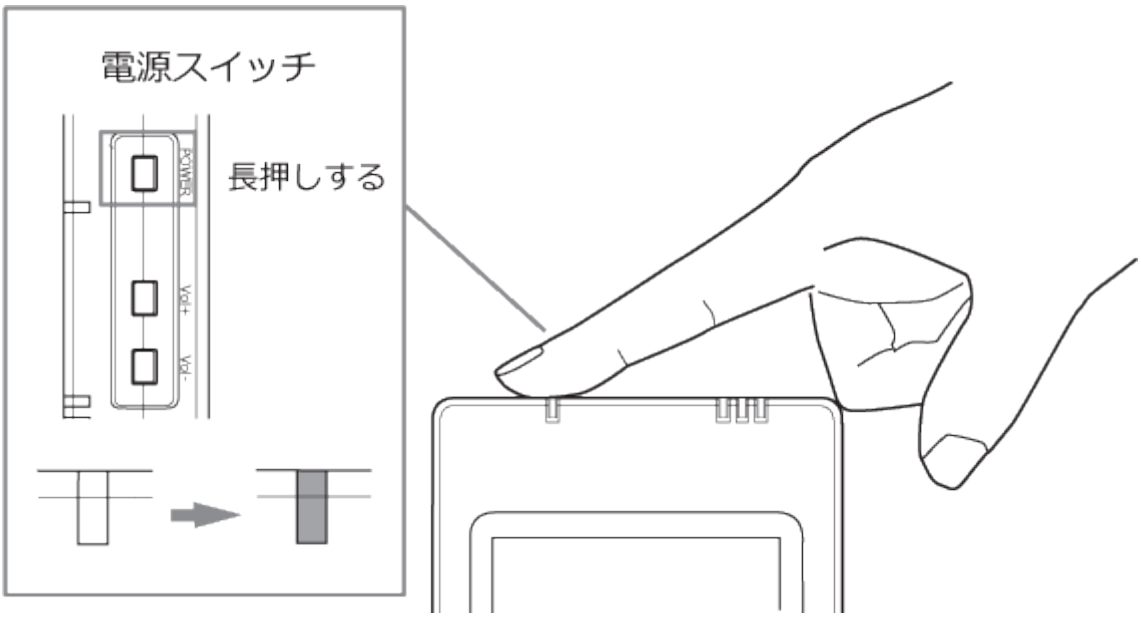
運用(実験)の準備について

・オペレーターによる作業状況や生育状況に合わせた圃場の選定を行う。
・圃場の選定後、作業者(被験者)の配置とオペレーター補助により機器類のセッティングを行う。
・作業者(被験者)は範例の確認と機器の操作の確認を同時に行う。

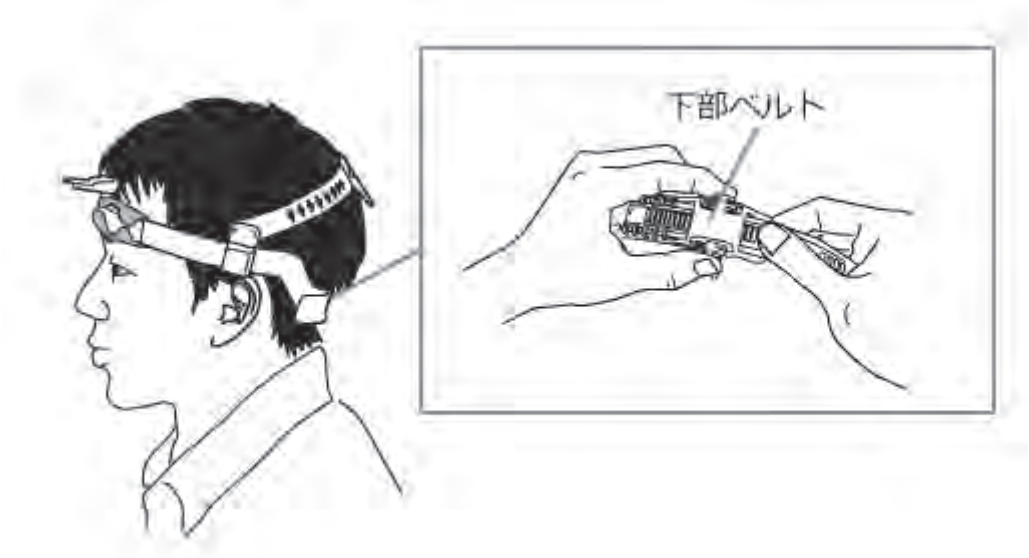

実験イメージ
(push型)
全員がARグラスを使用
・事前に判例集を確認。
・3人1チームとなり判例集の事例を探索。
・オペレーターと随時交信し不明点や疑問点の解決をしながらイレギュラーとされる事象を確認し、その状態をARグラス越しに共有する。
・制限時間や確認すべき事象の個数は作業の状況に合わせたものとする。
・オペレーターは随時作業者の状況に合わせアドバイスや情報の提供を行う。

作業者側 AR グラス操作

① 本体を起動し、イヤホンマイクを接続しバンドを調整する。

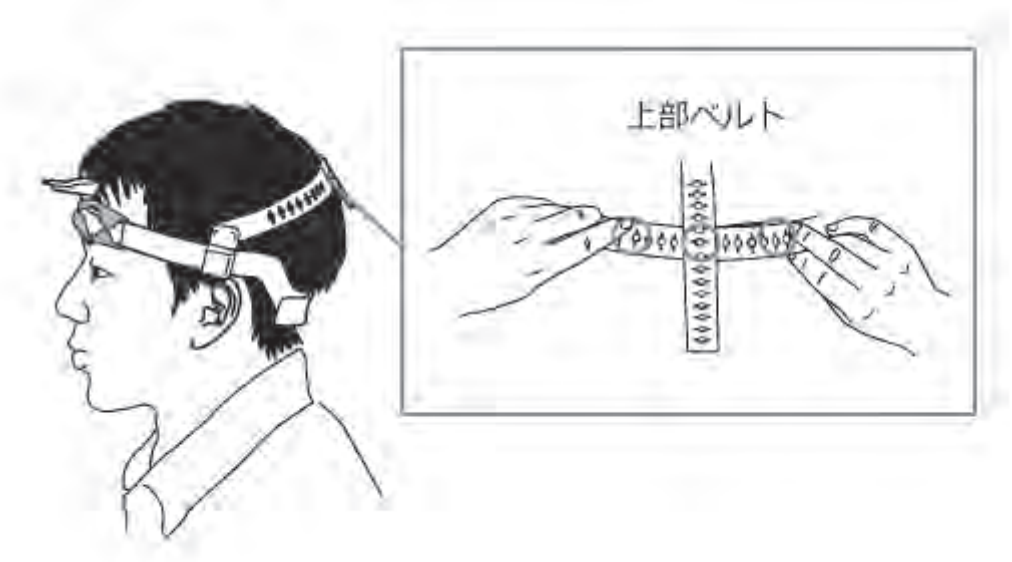


パッド類（ヘッドボード、ヘッドパッド、汗取りパッド）を取り付けたヘッドアタッチメントを頭に着け、下部ベルトを固定します。



下部ベルトは、左手で留め具を上下で押し、右手でベルト部分を左右に移動して頭の周囲に合う位置で固定します。

上部ベルトを固定します。



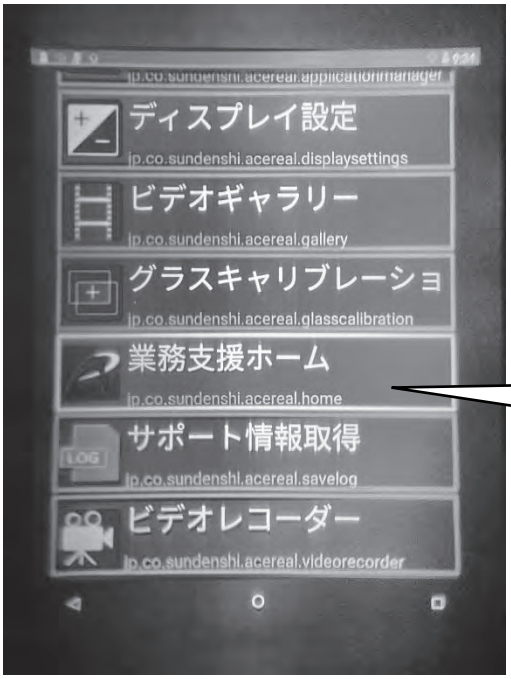
上部ベルトは、フック３箇所で留めて固定します。

箇所の留め具を取り付け具の奥まで差し込み、完全に固定します。

その後、頭に装着します。

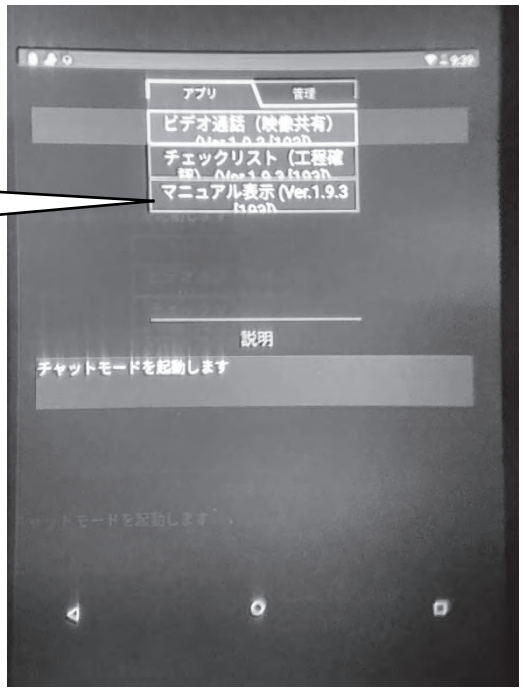
（イラストはサン電子株式会社製品マニュアルより引用）

② 「業務支援ホーム」を選択し、「マニュアル表示」選択する。



業務支援ホームにカーソルを合わせ「ENT」を押す。

「マニュアル表示」を選択する。

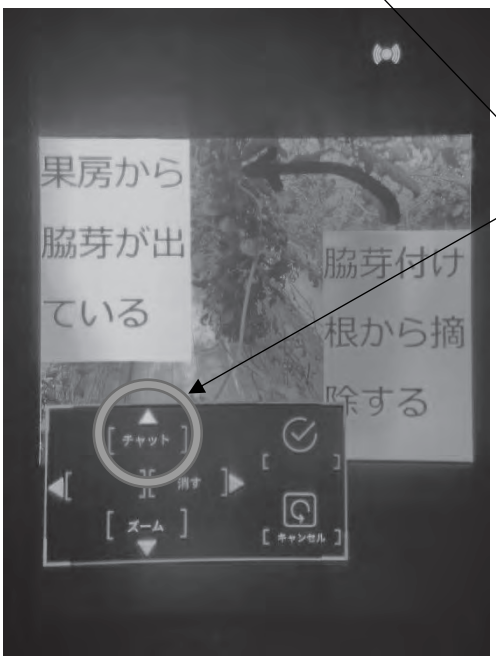


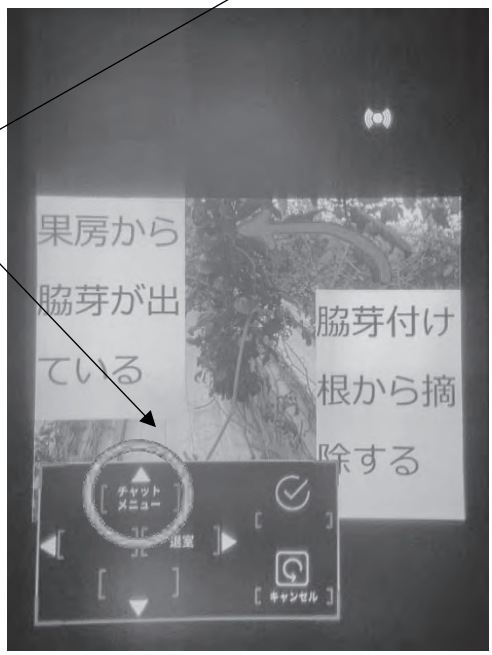
③ カテゴリ選択から範例を選択し、ファイル選択の中から適する事象を選択する。

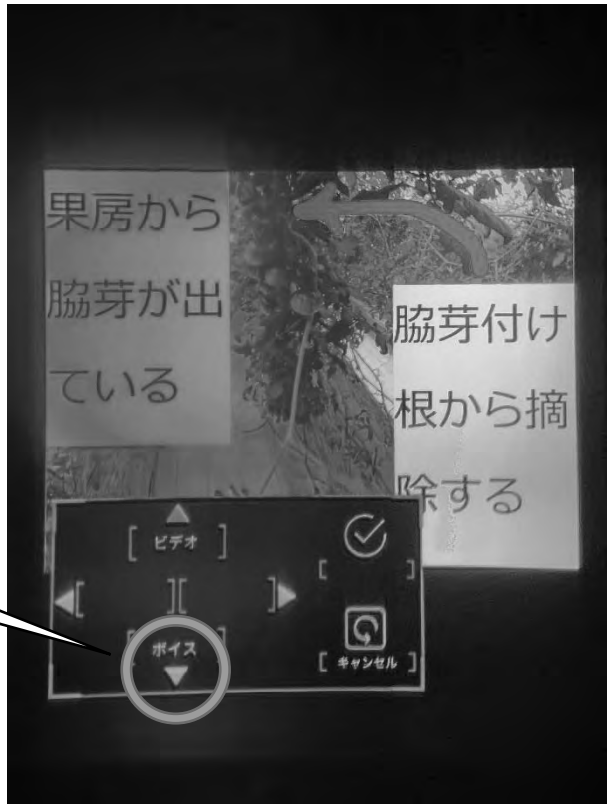
「範例」を選択するとカーソルが下の「ファイル選択」に移る。

ファイルの中から事象を選択する。

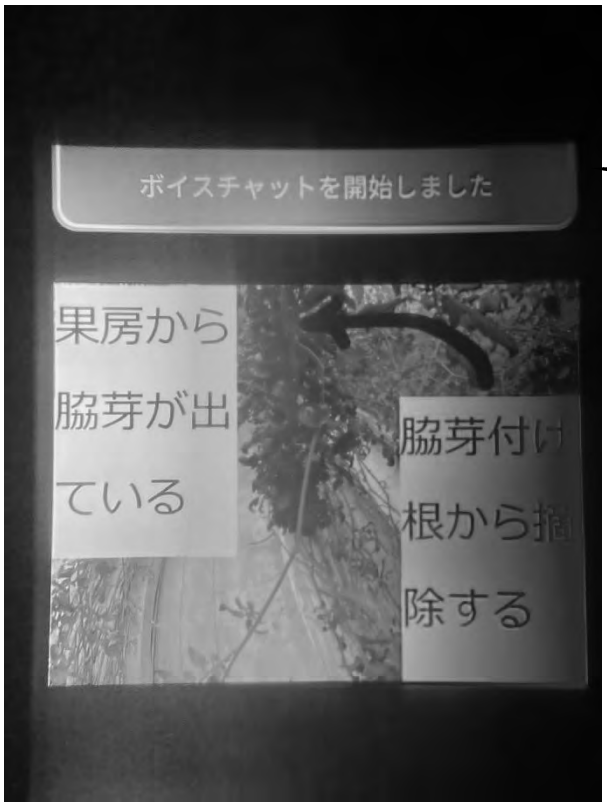
④ 画像が映し出されたらコントローラーの「ENT」を押して、 「チャット」→「チャットメニュー」→「ボイス」へと進み、通信を開始する。







「ボイス」を選択しボイスチャットを開始する。

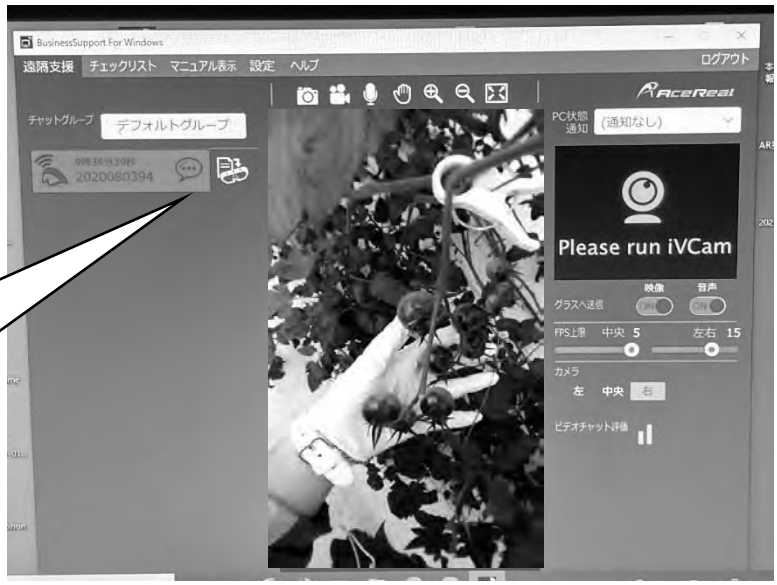


通信が開始された事が表示される。

オペレーター側 PC 操作

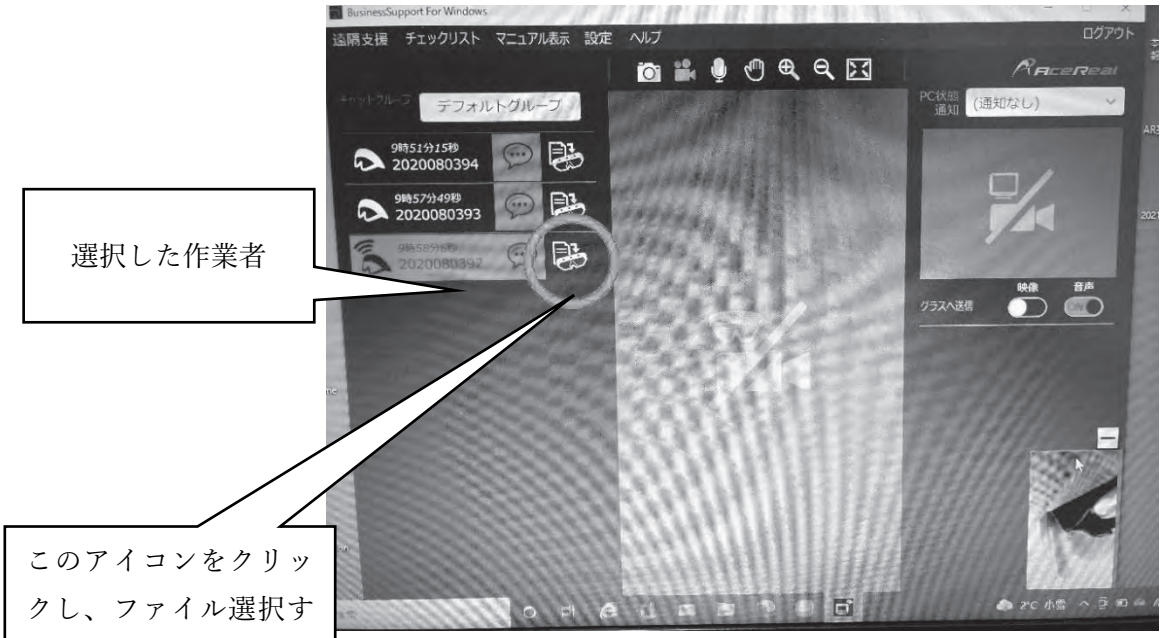
① 業務支援アプリにログインする。

② 作業者のログインを確認しボイスチャットを開始する。



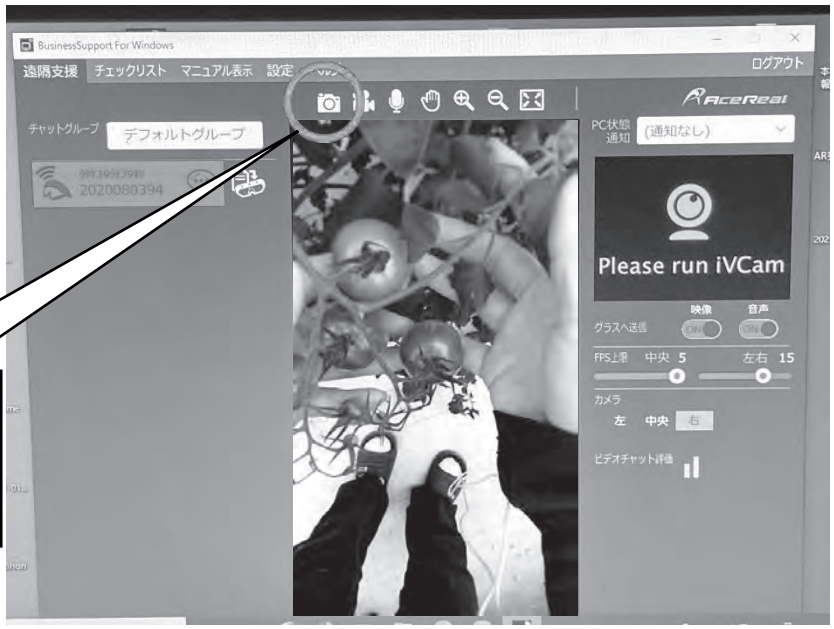
クリックし青くアクティブになっていることを確認する。

③　オペレーターから画像を送る場合。



選択したファイルが AR グラスの画面上に反映される。

④　作業者の視点を撮影し指示を送る場合。

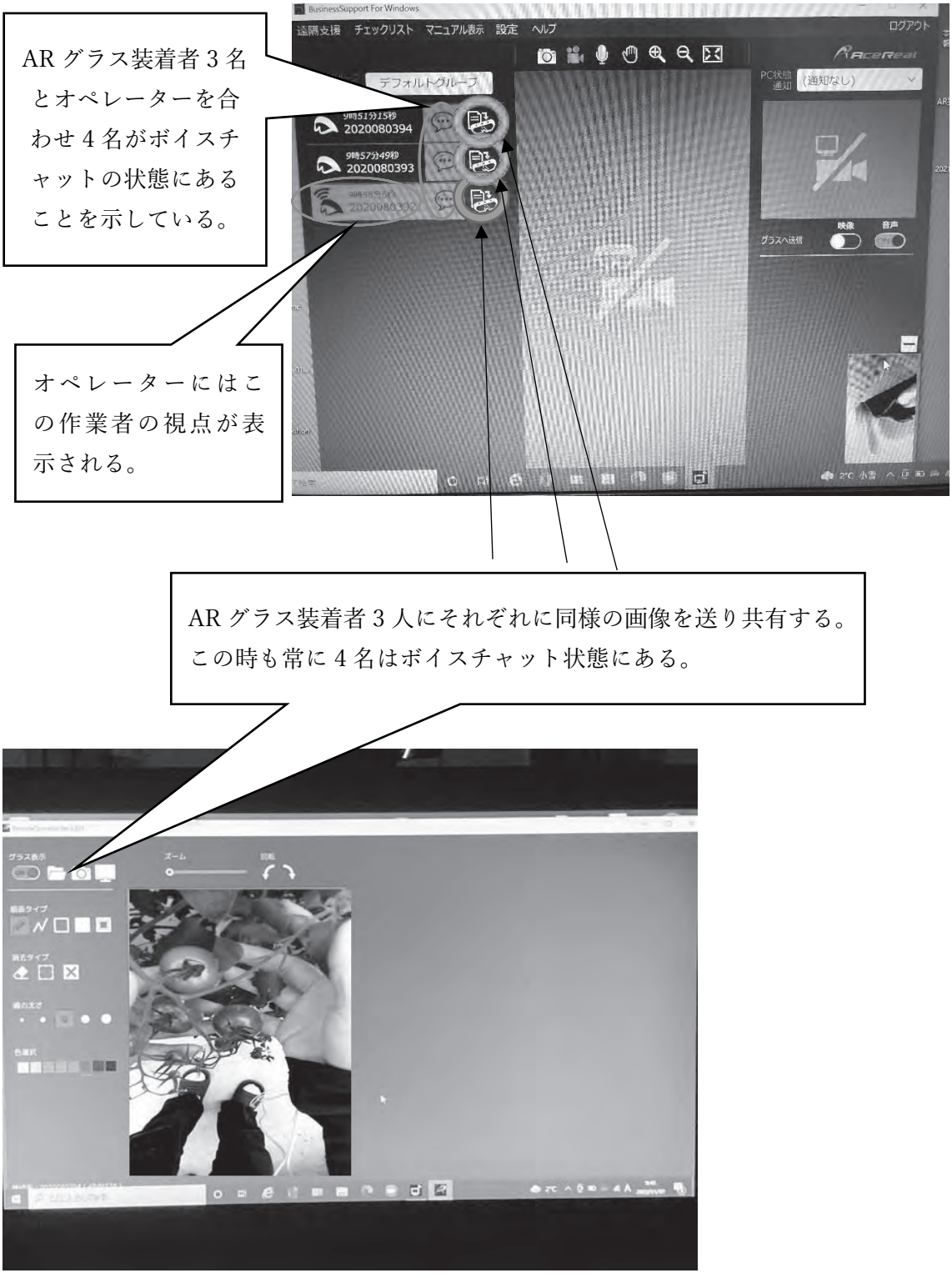


カメラのアイコンをクリックし静止画を撮影する。

印をつけ、コメントを入れるなどしたら、このアンコンをクリックして転送する。

⑤　画像を作業者全員と共有する

push 型の場合は作業行っている全ての人と画像の共有をする。カメラのアイコンをクリックし撮られた静止画はデスクトップ上に保存されているので各作業者にコメントを書き込んだりしたものをそれぞれに送信する。



8、作業終了後アンケート

Forms を使いスマートフォンからアンケートを実施

作業後アンケート

アンケートの完了までに約 6 分かかります。

セクション 1

今回行った作業についてお答えください。

1.氏名

2.日時

3.今回の作業の AR グラス(AceReal)の有無について

- ＡＲグラスを装着しての作業であった
- ＡＲグラス未装着のままの作業であった

4.作業後アンケート回答数について(何回目か)

5.作業区間について

ビニールハウス入り、栽培レーンを正面に右から A、B、C、D、E

答えの選択

6.作業スパン(ピッチ)について

7.作業時間について

何分間作業をしましたか？

8.ミスの総数(白い洗濯ばさみをつけられなかった、もしくは間違ってつけた)

9.ミス(見落とし、付け忘れ、取りこぼし)

10.見落とし、付け忘れ、取りこぼし以外のミスについて

11.見落とし、付け忘れ、取りこぼし以外のミスの内容と数量について

12.迷った数(赤洗濯ばさみ)

13.作業を行った脇芽全体の総数

14.迷った箇所や状態について

15.前回の作業と今回の作業を比べた出来について

答えの選択

16.その理由について

17.前回の作業と今回の作業スピードの違いについて

- 早く出来た
- まあまあ早く出来た
- あまり早く出来なかった
- 全然早く出来なかった

18.その理由について

19.前回の作業と今回の作業の出来具合について

- 良く出来た
- まあまあ良く出来た
- あまり良く出来なかった
- 全然良く出来なかった

20.その理由について

●３Ｄ動画(AGURIS)

1、３Ｄ動画を利用した実証実験計画

実験１　施設栽培

① アンケートを行いARグラスの時同様グループ分けを行う。

② 実験の対象になる作業はベジ・アビオ社、エンカレッジファーミング社でのトマトの圃場管理作業とする。

③ 対象となる作業項目は主要作業の動画を作製し、個々のアカウントによりVRゴーグルを使い視聴を行う。

④ 既存の手法での事前学習をしたグループと3D動画を用いて事前学習を行ったグループとでは作業の覚え方や迷うポイント、作業中の疑問点に変化が起こるかをアンケートとヒアリングで集計する。迷うポイントが少なくなることはその分手が早くなることにも直結する。ARグラスの実験と同様に各項目の定量化をして比較を行う。

・作業終了までの時間
・量の計測
・質問の回数と内容
・取りこぼしやミスの確認
・主観的感想等

⑤ 作業が終わった後、作業終了アンケートを記入。数回この作業を繰り返してどれくらい習熟が進んでいるかを確認する。作業前には必ず動画を視聴するものとする。

⑥ 各グループの違いや傾向などを観察、解析し評価していく。

実験２　露地栽培

⑥ つる性作物(かぼちゃ)の剪定に焦点を当て実験を実施。

⑦ 施設栽培での実験同様にグループ分けを行う。

⑧ 剪定作業の動画を作製し、個々のアカウントによりVRゴーグルを使い視聴を行う。

⑨ 既存の手法での事前学習をしたグループと3D動画を用いて事前学習を行ったグループとでは作業の覚え方や迷うポイント、作業中の疑問点に変化が起こるかをアンケートとヒアリングで集計する。迷うポイントが少なくなることはその分手が早くなることにも直結する。施設栽培と違い作業量などでの定量が難しい場面が多いため、ここでは主観的感想での「大変良くできた」「良くできた」などの4段階評価に重点を置くものとする。

・作業終了までの時間

・取りこぼしやミスの確認
・主観的感想等

⑩　作業が終わったら、作業終了後アンケートを記入。

⑪　各グループの違いや傾向などを観察、解析し評価していく。

2、動画作成

・11 月 29 日、30 日に施設栽培でのトマトの管理作業についての 3 D 動画撮影をベジアビオ社、エンカレッジファーミング社にて実施。
・作業の詳細を、解説を交えて撮影。同時に作業のスピード感についての表現を目指す。
・動画の素材を収録後、アグリスマイル社により編集を実施。

KanDao 社　Qoo cam を使用し撮影

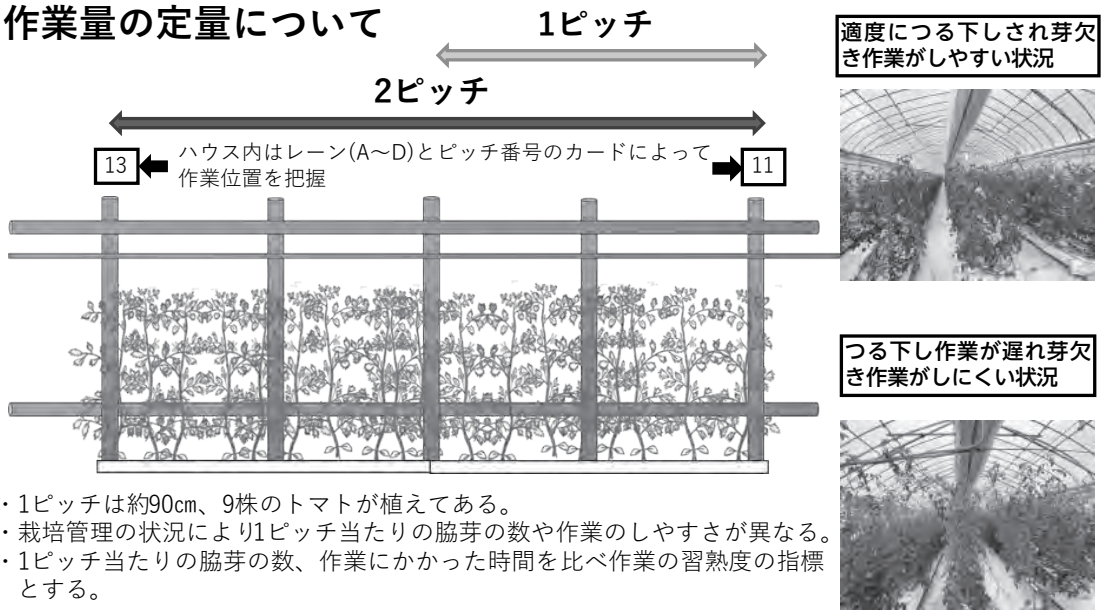
KanDao 社 HP より引用

Ⅲ、結果報告

1、AR グラス(AceReal)実証実験結果と考察

施設栽培での AR グラスを用いた芽欠き作業の実験結果

カテゴリー	班	氏名	実施日	作業ピッチ	取った芽の数(本)	ミス(本)	脇芽全体(本)	ミスの割合	1ピッチあたりの脇芽数(本)	1ピッチあたりの作業時間(分)	ARグラス有無
ポジティブ	A	o	10月14日	※不具合							あり
			11月11日	※push型							あり
			12月2日	15	140	13	153	9%	10.20	2.00	なし
		h	10月14日	18	93	46	139	49%	7.72	1.7	あり
			11月11日	※push型							あり
			12月2日	31	250	35	285	14%	9.19	0.97	なし
		r	10月14日	18	102	77	179	75%	9.94	1.7	あり
			11月11日	※push型							あり
			12月2日	17	110	43	153	39%	9.00	1.76	なし
アベレージ	B	i	10月28日	8	50	19	69	38%	8.63	2.5	あり
			12月2日	※push型							あり
			12月2日	7	194	3	197	2%	28.14	1.8	なし
		d	10月28日	10	103	91	194	88%	19.40	2.0	あり
			12月2日	※push型							あり
			12月2日	12	198	16	214	8%	17.83	1.4	なし
		e	10月28日	30	98	60	158	61%	5.27	0.7	なし
			12月2日	※push型							あり
			12月2日	13	146	19	165	13%	12.69	1.1	なし
ネガティブ	C	p	10月28日	50	220	150	370	68%	7.40	0.6	なし
		j	10月28日	19	157	75	232	48%	12.21	1.6	あり
		k	10月28日	29	129	63	192	49%	6.62	1.0	あり
ミックス	D	f	10月21日	15	36	16	52	44%	3.47	2.9	あり
			10月21日	20	36	18	54	50%	2.70	2.0	あり
			11月25日	11	140	6	146	4%	13.27	2.73	あり
			11月25日	※push型							あり
			11月25日	8	151	0	151	0%	18.88	3.75	なし
		n	10月21日	28	215	32	247	15%	8.82	1.4	なし
			11月25日	33	203	31	234	15%	7.09	0.91	なし
			11月25日	40	412	53	465	13%	11.63	0.75	なし
		q	10月21日	17	135	48	183	36%	10.76	2.5	あり
			11月25日	11	189	39	228	21%	20.73	2.73	あり
			11月25日	※push型							あり
			11月25日	9	151	5	156	3%	17.33	3.33	なし
ミックス	E	g	9月30日	高温機器類不調							あり
		i									
		c									
ミックス	F	b	9月30日	※高温機器類不調							あり
			11月25日	14	50	18	68	36%	4.86	2.14	あり
			11月25日	※push型							
			11月25日	8	151	0	151	0%	18.88	3.75	なし
		m	9月30日	※高温機器類不調							あり
			11月25日	33	300	68	368	23%	11.15	0.91	あり
			11月25日	※push型							あり
			11月25日	40	560	45	605	8%	15.13	0.75	なし
		a	9月30日	※高温機器類不調							あり
			11月25日	18	83	29	112	35%	6.22	1.67	あり
			11月25日	※push型							あり
			11月25日	12	193	11	204	6%	17.00	2.50	なし
	熟練作業者	A	12月16日	17	240	26	266	10%	15.65	0.70	なし
		B	12月16日	20	251	44	295	18%	14.75	0.55	なし
		A	12月16日	20	376	21	398	6%	19.90	0.55	なし
	ポジティブグループ平均	初回						61%		1.60	
		最終						14%		1.85	
	アベレージグループ平均	初回						54%		2.38	
		最終						5%		2.27	
	ネガティブグループ平均	初回						47%		1.8	
		最終	(被験者1名　参考数値)					0%		3.75	
	AR無し参考数値	初回						15%		1.4	
		最終						13%		0.75	



結果と考察について

9 月 30 日から 12 月 2 日まで合計 7 回の実験を行った。前段階で全員の知識量を一定にするということでトマトの管理作業の事前授業を実施。その後 a～r の学生を実験の対象とした。s と t の学生にはオペレーター補助にまわってもらうこととした。

実験の圃場となるベジアビオ社の作付けが 7～8 月より開始のため 10 月 14 日より本格的実験をスタートとし、データの収集を開始した。本格的な実験を前に何度かプレ実験を行っており、その際に問題になったのが高温による AR グラスの不調である。今回使用している AR グラスの AceReal one の対応温度は 0～40℃とされていて本体には冷却用のファンが搭載されている。しかし、グラス自体には冷却装置は無く、40℃近い気温に達するビニールハウスでは機能停止や音声の不通などの事案が発生した。気温が低下する秋での実験であるため特段対応は講じなかったが 9 月 30 日にも直射日光の影響からか不具合が生じてしまった。それ以降は高温による影響は無かった。

実験を進めるにつれ、以前より部会や委員会で懸案事項とされていた「範例の確認や呼び出しがどの程度行われるのか。」といった問題が浮き彫りとなった。作業をあてがわれた学生は作業を終わらせることを目標とするパターンが多く、範例を確認することやオペレートの解説を聞くというパターンは少なかった。これについては部会や委員会では「作業者のモチベーションによるのでは。」といった意見があげられた。モチベーションの違いにより、作業のスピードや質によって評価されるパートタイマーなどの作業者の場合は AR グラスを用いた作業をすることは経験を積むためのチュートリアルとしての役割が想定される。本実験では計画に記載された手法である作業中の迷いや疑問点を解決するために AR グラスを使用する手法を pull 型と呼称することとした。

10 月 28 日以降からの実験では範例の使い方を変え、範例に記載された特殊な脇芽の状態を AR グラス装着者らに見つけ出してもらうといった手法に切り替える事とした。

従来の実習では現場で教員が 1 株のトマトの事象について解説する場合、1 クラスが 20 名だったとすると、付近にいる学生は現物と教員の解説を同時に体験することができていたが、離れたところの学生は現物と解説のどちらか、もしくは両方が欠落している場合があるといった状況が考えられている。AR グラスを用いて現物と解説の両方を複数で共体験することでこの問題を解決されることが期待される。先の pull 型に対してこの手法を push 型と呼称することとした。

本年度の実験の結果を読み解くと、部会や委員会でもあがっていた意見通り、やはりサンプル数の少なさから推察の域を脱しえないといった状況であった。次年度以降の各企業や他の学校からのサンプルにも期待がかかる。

まず、作業の定量についての資料から 1 ピッチ当たりの作業量について解説していく。実験の現場となったベジアビオ社では 45 ㎝間隔のパイプが並んだパイプハウスが圃場となっている。ここに 90 ㎝の栽培パネルに 9 株のトマトの苗が植えてあり、このパネルが 50 枚並んでいる。ハウス側面には 1〜49 までの奇数の数字が記されたカードが並び、一目でどこまで作業をしたかがわかるようになっている。作業(実験)を始めた時間と脇芽の全量を計測することで 1 ピッチ当たりの作業時間、作業量を割り出し、作業後の確認により脇芽の取りこぼし等からミス率を測定し、比べるものとした。熟練者の 1 ピッチ当たりの作業時間は 0.55 分、ミス率も 1 割程度となるのが今回 1 つの指標となった。また、1 ピッチ当たりの脇芽の数が 3 本程度場合は管理作業の行き届いた状態、20 本程度の場合は管理作業が遅れている状況を表している。作業が遅れ過繁茂状態になると脇芽の確認がしにくく、ミス率の増加、作業時間の増加につながることが、今までは肌感覚で理解していたが、数値上でも明らかとなった。

ポジティブ、アベレージ、ネガティブのそれぞれのグループ平均からやはり作業を重ねるごとにミス率の低下、作業時間の短縮の傾向が見られるのは明らかである。a〜r の数値の変化だけ見れば AR グラスの効果がある一定以上あったといえるかもしれないが、AR グラスを最初から最後まで使用しないブランク・コントロール対象となる被験者が n のみであることからも、明確な AR グラス効果を推し量るには憶測域を脱しえない状況である。しかし、n の数値を見る限りこの手法であれば作業の「慣れ」を数値化することが可能であるといえるではないだろうか。

pull 型では AR グラス装着によるストレスを感じる声が多くきかれたが push 型の手法では範例の事象をチームで探し当てるというゲーム感覚の部分もあることから「もう一回やりたい。」といった感想もきかれた。学生と楽しくコミュニケーションをはかりながら行える点など様々なメリットを感じ取ることができたのは事実である。オペレーター側の負担は大きいものの、なんとなく遠くで受けていた実習の授業の解説の距離が縮まった印象を受けるものであった。オペレーターとしても伝えたいことを画面越しの状況内で伝えき

れている手ごたえを感じた。学生からきかれた「楽しかった。」との感想の真意はオペレーターの解説が理解へとつながったものと確信している。また、これをきっかけに作業だけでなく作物の生理生態にも興味がつながって行くことに更なる期待がかかる。

今後、スマートフォン以上にARグラスをはじめとするXR技術の発展が予想されるが、現在、先行している機種に対して改善の余地が浮き彫りになる実験でもあった。特に農作業においては対応環境の充実、音声認証によるハンズフリー化、ノイズキャンセリング、軽量化、色彩の鮮明化、通信の安定化などなどあげられるがこれらの課題がクリアされた時、人が学び伝えるといった行為に大きな影響を与えるのではと考えられる。次年度も引き続きこの基礎となる実験的取り組みに注力していくものする。

2、３Ｄ動画(AGURIS)作成報告

トマトの施設栽培での管理作業の３Ｄ 動画をベジアビオ社、エンカレッジファーミング社で撮影を実施。

露地栽培についての撮影に関しては春作での撮影ができなかったこと、つる性作物のかぼちゃの秋作が新潟農業・バイオ専門学校の圃場や新潟の気候に合わないことなどから断念し、本年度未達となった。

３Ｄ動画の2Dによる表現

Ⅳ、次年度取り組みについて

令和３年度まとめと令和４年度方策

令和３年度は実質的にスタートの年となり、予期せぬトラブルの連続であった。当初の計画では農業特有の季節的な変動に重点を置いた計画であったが今後は見直しの必要も考えられる。本事業の契約のスタート、作型のリズム、学生の実習の調整、教員の連動など、計画当初はフレキシブルな対応を心掛けていたものの予定にバッファーを設けるだけでは対応しきれない点も多かった。各部会や委員会での懸案事項に対応しきれなかったのもこの点が理由の一つにあげられる。

本実験を進めるにあたり顕在化してきたのが新しいツール、ガジェットに対する「慣れ」の問題である。ポケベルしかない時代に現在のタブレットのようなもので仕事することを想像してみて欲しい。これは極端な例えではあるが今回これに近しいことが起こっていたのは事実である。次年度はこの「慣れ」に対応するための時間や、それをサポートするための人員の配置なども検討していく必要があると感じられた。

実質的な作業の定量についての方向性は今年度の手法を次年度も継続していく方針であるが、push 型や３D 動画の効果については個々の学生(作業者)の主観的な効果を推し量るために中央値の無い「大変良かった」「良かった」「悪かった」「大変悪かった」などのマグニチュード法での数値化による定量化の検討を進めなければならない。様々な状況を想定し、網羅したアンケートの作成が必須である。

次年度では各法人や他の学校での検証を予定しているが、本実験の特性上「未経験者」や「初心者」の作業のレベルアップ、作業習熟度の初期段階からの高位平準化に焦点を当てており、検証においては「未経験者」や「初心者」の被験者の存在が必須となる。各法人や他の学校でのマッチングが大きな懸案事項の一つである。学校の場合は新入生が対象としてあげられるが、企業の場合では対応の仕方を要検討しなければならない。

全体を通して人の配置や工程について各部会や委員会からの意見を求め再度、調整しなければならない。また、令和２年度にはまだ発売されていなかったような AR グラスのツールも続々と令和３年度に発売されている。協力者の方々と全体の見直しはもちろんであるが、市場や他の文科省委託事業の案件の動きなども参考にしつつ、次年度に向けた計画を構築しなければならないと強く感じるものであった。