

卒業論文

異文化コラボレーションのための 多言語ホワイトボード

指導教官 村上 陽平 准教授

立命館大学 情報理工学部
先端社会デザインコース 4 回生
2600170507-4

YE Feng

2020 年度(秋学期)卒業研究 3(CH)

令和 3 年 2 月 1 日

異文化コラボレーションのための多言語ホワイトボード

YE Feng

内容梗概

現在、新型コロナウイルスの影響により、様々な活動がオンラインで行われている。Web 会議システムを用いたコミュニケーションだけでなく、ワークショップのようなコラボレーションも例外ではない。このようなオンラインワークショップを支援するために、多様なオンラインホワイトボードツールが Web 上で提供されている。利用者はオンラインホワイトボードの付箋や図形描画などの機能を利用して、他の参加者と作成したオブジェクトを共有しながら、マインドマップの作成やブレインストーミングなどを協働で行うことができる。

しかしながら、これらのホワイトボードは共通の言語を利用することが想定されているため、言語の異なる人が参加する国際的なワークショップでは、ホワイトボード上に書き込まれたテキストを利用者自身もしくはファシリテータが外部の機械翻訳サービスなどを用いて翻訳し、ひとつの付箋に参加者の言語分を書き込むなどの対処が必要である。これにより、人手の負担が増えるだけでなく、ひとつの付箋に多言語テキストが表示されることで、書き込まれたテキストの視認性が悪化し、コラボレーション効率を低下させている。

そこで、本研究ではオンライン異文化コラボレーションのための多言語ホワイトボードを提案する。具体的には、各参加者によってオンラインホワイトボードに母語で入力されたテキストを機械翻訳を用いて多言語に翻訳し、各参加者は自身の母語でそれらのテキストを閲覧可能とする。本手法の実現にあたり、取り組むべき課題は以下の2点である。

オブジェクトの多言語化

従来のホワイトボードツールと異なり、オブジェクトの種類や位置情報だけでなくテキスト情報を多言語化する必要がある。また、機械翻訳により、正確な翻訳ができない場合にユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握することを支援する対処も必要である。

多言語ホワイトボードの有効性の検証

実際のコラボレーションタスクに対して、多言語ホワイトボードと多言語チャットツールを用いて母語でコミュニケーションする環境を作り、多言語ホワイトボードの有効性を検証する必要がある。

前者の課題に対しては、提案手法を組み込んだ多言語ホワイトボードを実現するため、テキスト情報を伴うオブジェクトが利用者によって作成されると、テキスト情報のみを抽出し、多言語ツール用配信サーバを介して、機械翻訳サービスを利用し、取得された多言語の翻訳結果を配信する。並行して、オブジェクトの情報を多言語ホワイトボード用配信サーバを介して、他の利用者に同時に配信する。他の利用者は、非同期で受信した翻訳結果取得後に受信したオブジェクトのテキスト情報を上書きして表示する。また、ユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握するため、クエスチョンマーク機能を提案した。

後者の課題に対して、提案手法を組み込んだ多言語ホワイトボードを実装し、多言語ホワイトボードと多言語チャットツールで実験を行った。具体的には、日本語、インドネシア語、英語で実施したブレインストーミングを対象として、アイデアの数、図形オブジェクト数などで評価した。また、実験終了後に、被験者に多言語ホワイトボードの主観評価を質問紙調査とインタビュー調査により実施した。

本研究の貢献は以下の通りである。

オブジェクトの多言語化

テキスト情報を機械翻訳を用いて翻訳し、その結果を多言語オブジェクトとして、ユーザに共有することができた。また、機械翻訳により、正確な翻訳ができない場合にユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握するため、クエスチョンマーク機能を提案した。

多言語ホワイトボードの有効性の検証

本研究では、多言語ホワイトボードと多言語チャットツールで実験を行った。その結果、多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard はオンライン環境での異文化コラボレーションを支援するツールとして、異文化コラボレーションのタスクを完了し、被験者のアンケートで多言語機能は有用性があるという評価から、有効性があることがわかる。また、多言語ホワイトボードを通して、オンライン異文化コラボレーションのコミュニケーション問題を発見した。具体的には、言語が異なる参加者は自発的に発話する傾向がないため、意見交換やお互いにコミュニケーションがうまくいかない問題が生じた。これらの問題に対処するために、ユーザ間に自発的にインタラクション機能が今後必要となる。

Multilingual whiteboard for cross-cultural collaboration

Feng Ye

Abstract

Currently, various activities are being carried out online due to the COVID-19. Not only communication in a meeting, but also collaboration such as workshops are not exceptional. A variety of online whiteboard tools are available to support such online workshops. They provide sticky notes and drawing functions to allow users to collaboratively create mind maps and carry out brainstorming.

However, since these whiteboards are supposed to support collaboration in a common language, users or facilitators have to translate messages by using machine translation service and put multilingual texts on one sticky note in the international workshops where people from different languages participate. The multilingual translation not only increases the burden on humans, but also decreases the visibility of the text, which reduces collaboration efficiency.

Therefore, we propose a multilingual whiteboard for online intercultural collaboration. Specifically, the online whiteboard provides translation function to allow users to communicate with each other in their native languages.

To this end, we address the following two issues.

Multilingual objects

Unlike conventional whiteboard tools, we need to make text information multilingual as well as object type and position information. In addition, it is necessary to take measures to support understanding of the contents and situation by multilingual whiteboard.

Verification of the effectiveness of multilingual whiteboard

It is necessary to verify the effectiveness of multilingual whiteboard. And we created an environment where people can communicate in their native language by using multilingual whiteboard and chat tool.

For the former problem, in order to realize a multilingual whiteboard that incorporates the proposed method. When an object with text information is created by the user, only the text information is extracted. And the obtained multilingual translation results are delivered via the multilingual tools server. At the same time, the object information is distributed to other users via the

multilingual whiteboard distribution server. Other users overwrite the text information of the object received after acquiring the translation result received asynchronously and display it. We also proposed a question mark function to understand the contents and situation between users.

For the latter problem, we implemented a multilingual whiteboard incorporating the proposed method and conducted experiments using the multilingual whiteboard and chat tool. Specifically, we evaluated brainstorming conducted in Japanese, Indonesian, English. In addition, the subjective evaluation of the multilingual whiteboard was carried out by the questionnaire survey and interview investigation after the experiment.

The contributions of this paper are as follows:

Multilingual objects

We were able to translate text information using machine translation and share the result as a multilingual object with users. In addition, we proposed a question mark function to help users understand each other's situation and content when machine translation cannot provide accurate translation.

Verification of the effectiveness of multilingual whiteboard

In this study, we conducted an experiment with multilingual whiteboard and chat tool. The results show that the multilingual whiteboard Langrid Whiteboard is effective as a tool to support intercultural collaboration in the online environment. In addition, we found communication problems in online intercultural collaboration through the multilingual whiteboard. Specifically, participants with different languages did not tend to speak spontaneously, which caused problems in exchanging opinions and communicating with each other. To cope with these problems, a spontaneous interaction function between users is needed in the future.

異文化コラボレーションのための多言語ホワイトボード

目次

第1章 はじめに	1
第2章 関連研究	3
第3章 多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard	5
3.1 システム概要	5
3.1.1 機能	6
3.2 システム構成	7
3.2.1 システムアーキテクチャ	9
3.2.2 データモデル	12
3.2.3 通信方式	14
3.3 ユーザインタフェース	14
第4章 実験	15
4.1 実験目的	15
4.2 実験概要	15
4.3 評価方法	16
4.3.1 定量分析	16
4.3.2 アンケート調査	16
4.3.3 インタビュー調査	17
4.4 実験結果	17
4.4.1 定量分析結果	17
4.4.2 アンケート・インタビュー結果	18
第5章 考察	21
5.1 有効性の検証	21
5.2 仮説の検証	21
5.3 問題点	22
第6章 終わりに	23
謝辞	24

参考文献	25
付録：実験結果図	26
A.1 実験結果図.....	26
A.2 アンケート.....	31

第1章 はじめに

現在新型コロナウイルスの流行に伴い、人と対面するコミュニケーション機会が大きく減少している。そして、感染症対策として在宅勤務・リモートワークなどの様々な活動がオンラインで行われている。その中 Web 会議システムを用いたコミュニケーションだけでなく、ワークショップのようなコラボレーションも例外ではない。このようなオンラインワークショップを支援するために、多様なオンラインホワイトボードツールが Web 上で提供されている。利用者はオンラインホワイトボードの付箋や図形描画などの機能を利用して、他の参加者と作成したオブジェクトを共有しながら、マインドマップの作成やブレインストーミングなどを協働で行うことができる。

しかしながら、これらのホワイトボードは参加者の過半数が理解できる言語（共通言語）を利用することが想定されている。言語の異なる人が参加する国際的なワークショップでは、非母語でのコミュニケーションを介して、内容を十分に理解することは難しい。母語を用いたコミュニケーションを実現するため、ホワイトボード上に書き込まれたテキストを利用者自身もしくはファシリテータが外部の機械翻訳サービスなどを用いて翻訳し、ひとつの付箋に参加者の言語分を書き込むなどの対処が必要である。これにより、人手の負担が増加するだけでなく、ひとつの付箋に多言語テキストが表示されることで、書き込まれたテキストの視認性が悪化し、コラボレーション効率を低下させているとの問題がある。

そこで、本研究ではオンライン異文化コラボレーションのための多言語ホワイトボードを提案する。具体的には、各参加者によってオンラインホワイトボードに母語で入力されたテキストを機械翻訳を用いて多言語に翻訳し、各参加者は自身の母語でそれらのテキストを閲覧可能とする。本手法の実現にあたり、取り組むべき課題は以下の2点である。

オブジェクトの多言語化

従来のホワイトボードツールと異なり、オブジェクトの種類や位置情報だけでなくテキスト情報を多言語化する必要がある。また、機械翻訳により、正確な翻訳ができない場合にユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握することを支援する対処も必要である。

多言語ホワイトボードの有効性の検証

実際のコラボレーションタスクに対して、多言語ホワイトボードと多言語チャットツールを用いて母語でコミュニケーションする環境を作り、多言語ホワイトボードの有効性を検証する必要がある。

以下本論文では、2章において異文化コラボレーションの支援を行う関連研究について述べる。次に3章では、提案手法多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard について記述する。システム概要、システム構成、ユーザインタフェースを説明する。続いて4章では提案手法を組み込んだ多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard を用いて行った実験の概要と結果について述べる。そして5章では4章で行った実験結果についての考察を示し、多言語ホワイトボードの有効性と問題点を述べる。最後に本稿をまとめて結論する。

第2章 関連研究

本章では、まず従来の関連研究の概要と目的について説明する。その後、本研究との違いについて述べる。

これまで異文化間コラボレーションにおける、多言語コミュニケーションツールの研究が行なわれている。異文化間対面協調作業における多言語共有黒板ツール Langrid Blackboard 開発されている[1]。このシステムは多言語のユーザ間で議論の内容を整理する目的として、入力したテキストデータを各ユーザの利用言語に応じて翻訳され、共有ウィンドウにラベルの作成やグループ化を行う支援を行なっている。対面討論における非母語話者支援の研究として、対面型会議支援システム PaneLive がある[2]。このシステムでは、討論内容を図解化することにより、多言語対面環境でリアルタイムに行なわれる討論の支援を行なっている。また、All for one 型多言語会議支援システム SAKIN が開発されている[3]。このシステムでは、外国人が参加する会議において参加者である多くの日本人が支援者として、母語が異なる人の内容理解を支援する研究を行なっている。しかし、これらの従来研究では、複数人で遠距離オンライン環境でのワークショップについて考慮されていない。

また、現在利用可能なオンラインホワイトボードツールに関して、Miro という複数人と共同作業ができるホワイトボードツールがある¹。このシステムでは、基本機能としてテキスト、付箋、オブジェクトを配置してテキスト入力することで情報を入力、配置することができる。そして、矢印オブジェクトにより関連する内容を関連付けすることもできるし、手書き機能で自由に描画することも可能になる。さらに、マインドマップやプロジェクトのロードマップなど 60 個以上のテンプレートが用意され、Slack や Google Drive などアプリに連携することができる。しかし、これらのホワイトボードは利用者の過半数が理解できる言語（共通言語）を利用することが想定され、言語の異なる人が利用することについて考慮されていない。また、人手で機械翻訳を通じて多言語テキストが表示することで、書き込まれたテキストの視認性が悪化し、コラボレーション効率を低下させる問題が生じている。

¹ Miro. <https://miro.com/index/>

本研究では、リアルタイムオンライン環境で異文化間コラボレーションを支援する多言語ホワイトボードの構築と評価を行い、支援の質を高めることを目的とする。

なお、異文化間コラボレーションに支援するツールとして、リアルタイムオンライン環境で多言語対応、機械翻訳機能付き、テキスト、付箋、手書き、オブジェクト作成機能が融合された多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard を提案する。さらに、テキスト情報を多言語化したオブジェクトに対して、ユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握するため、クエスチョンマーク機能を提案した。

第3章 多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard

本章では、提案した多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard の詳細について説明する。

3.1 システム概要

Langrid Whiteboard は複数人と共同作業ができる多言語ホワイトボードとして、図1にシステムの機能とユーザの動作を示す。具体的には、ユーザの母国語で入力したテキスト情報を Langrid Whiteboard の機械翻訳機能を通じて、他ユーザに応じた言語で表示する。また、ユーザが作成した図形オブジェクトや手書き情報をリアルタイムで他ユーザに共有することで実現する。

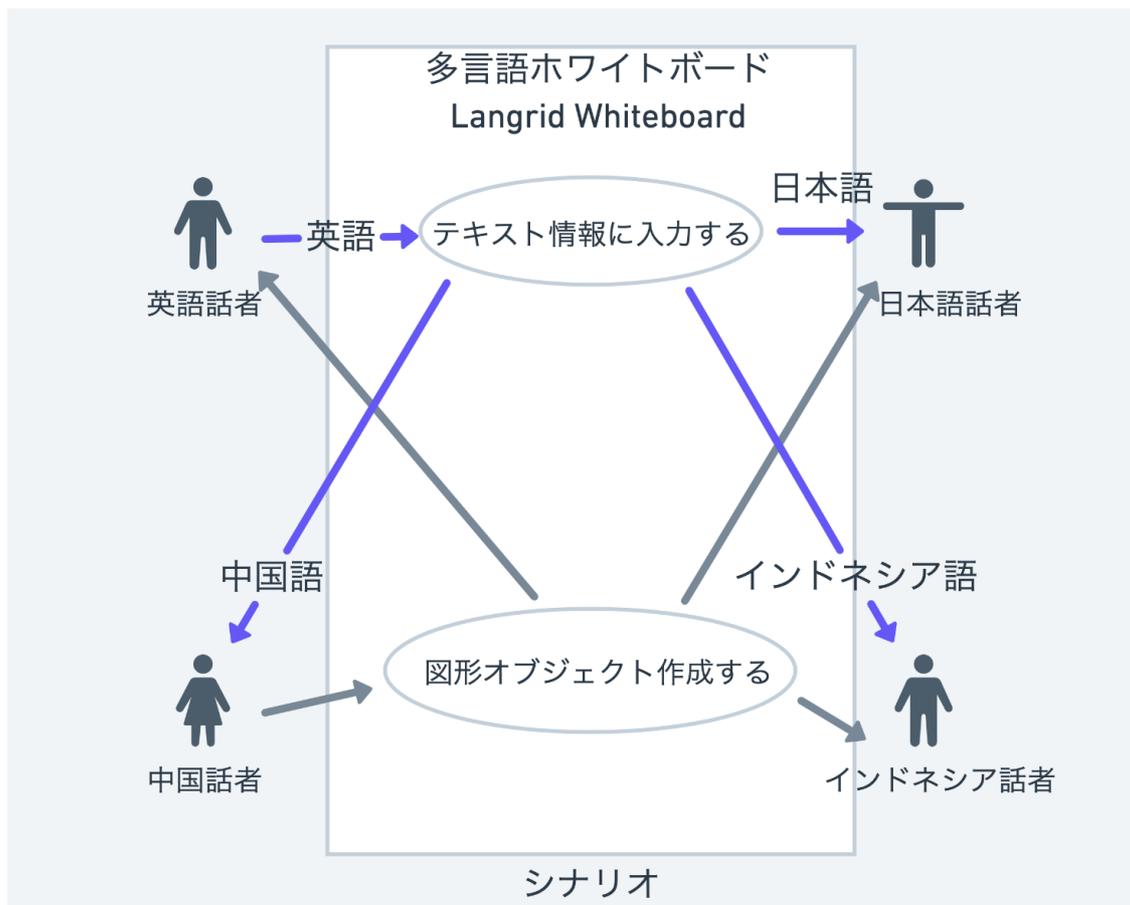


図1 Langrid Whiteboard のシナリオ

3.1.1 機能

テキスト作成機能

テキストボックスを生成され、その中に任意なテキストを入力することができる。

付箋作成機能

入力された文字と四角形図形と合わせることによって、付箋を生成する。

機械翻訳機能

テキストと付箋に対して、格納された文字情報は機械翻訳を通じて翻訳する。翻訳可能言語は英語、日本語、タイ語、ベトナム語、インドネシア語、ネパール語、中国語（簡体字）、中国語（繁体字）合計8カ国語である。そして、翻訳結果はユーザの言語に応じて表示する。

オブジェクト作成機能

円形、四角形の図形オブジェクトを生成する。

編集機能

全てのオブジェクトに対して、大きさ調整、移動、削除することができる。また、多言語オブジェクトに対して、入力した文字を修正することも可能である。

手書き機能

ホワイトボード上に自由に描画することができる。また、ユーザの好みによって、手書きのペンの太さも調整できる。

消しゴム機能

ホワイトボード上に指定した書き込んだ線を削除することができる。

クリアー機能

ホワイトボード上全ての書き込んだ線を削除することができる。

クエスチョンマーク機能

他ユーザから送信した多言語オブジェクトに対して、翻訳結果を理解できない時、その多言語オブジェクトを選択し、クエスチョンマーク機能を使うことにより、他のユーザに理解できない多言語オブジェクトと困っているユーザ名をポップアップで知らせる。それにより、他ユーザは事情を把握して、原文を修正することあるいは別の方法で説明することができる。

多言語対応機能

ホワイトボードのユーザインタフェースはユーザの利用言語に応じて表示することができる。対応言語は英語、日本語、タイ語、ベトナム語、インドネシア語、ネパール語、中国語（簡体字）、中国語（繁体字）合計8カ国語である。

色選択機能

手書き、付箋、図形オブジェクトに対して、ユーザは自由に色を選択することができる。

リアルタイム通信機能

ユーザはリアルタイムで他ユーザと多言語オブジェクト、図形オブジェクト、手書きなど情報を共有することができる。

3.2 システム構成

図2にシステムの構造を示す。本システムは、Langrid Whiteboard クライアント端末、各クライアントのデータ同期を行う多言語ツール用配信サーバ（以降、Langrid Tool サーバ）、多言語対応のための言語グリッドからなる。

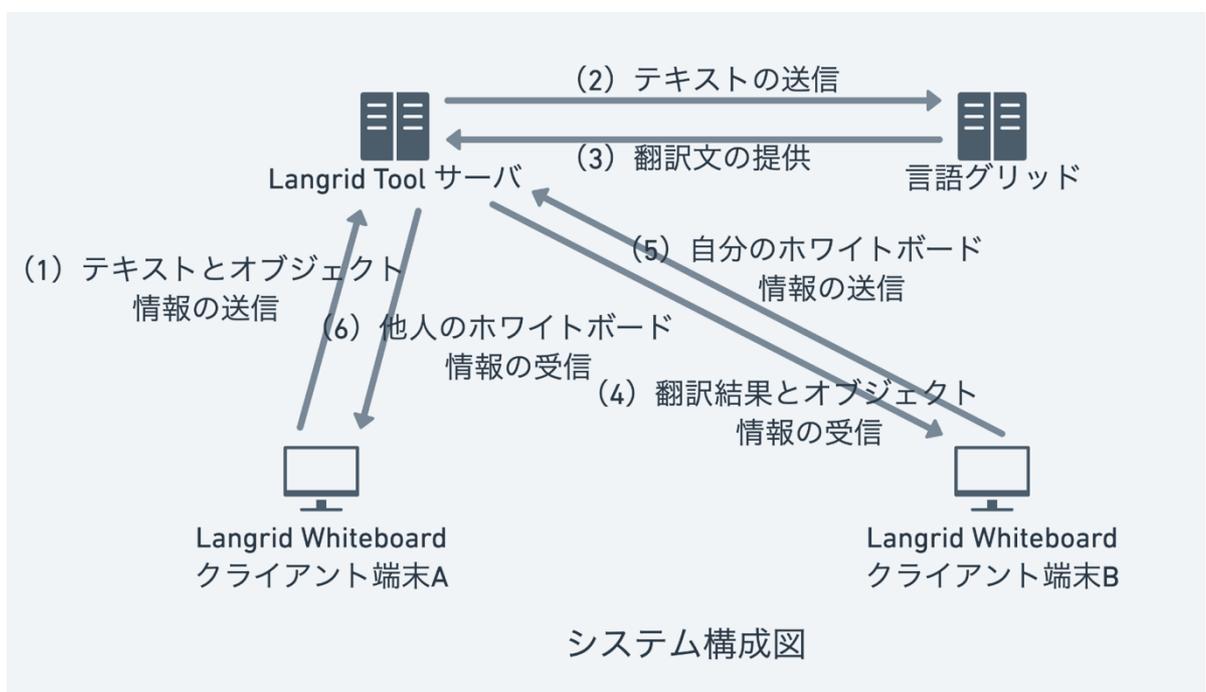


図2 Langrid Whiteboard のシステム構成図

以下は本研究のシステム構成するため、利用した技術を紹介する。

React

React(リアクト)は、Facebook とコミュニティによって開発されているユーザインタフェース構築のための JavaScript ライブラリである¹。React の公式サイトに挙げられている特徴は3つある。第一は宣言的な View を用いてアプリケーションを構築することで、コードはより見通しが立ちやすく、デバッグのしやすいものになることである。第二はコンポーネントのロジックは、Template ではなく JavaScript そのもので書くことができるので、様々なデータをアプリケーション内で簡単に取り回すことができ、かつ DOM に状態を持たせないようにすることができることである。第三は React と組み合わせて使用する技術に制限はないので、新しい機能を追加する際に、既存のソースコードを書き換える必要はないことである。本研究は React を用いてユーザインタフェース構築することができた。

Konva

Konva は、HTML5 Canvas 上で 2D を描くための JavaScript フレームワークである²。Konva を用いて高性能のアニメーション、トランジション、ノードのネスト、レイヤリング、フィルタリング、キャッシング、デスクトップおよびモバイルアプリケーションのイベント処理などことができる。また、Konva は React に対応する複雑なキャンバスグラフィックを描画するための JavaScript ライブラリ react-konva も提供している。本研究は react-konva を用いて図形生成、手書きの線生成、付箋生成、テキスト生成することができた。

機械翻訳サーバ

機械翻訳サーバは、言語グリッドを介して利用した[4]。言語グリッドは、機械翻訳や形態素解析、用例対訳などの言語資源を Web サービスとして登録し、自由に組み合わせて利用することができる仕組みである。

Langrid Tool サーバ

Langrid Tool サーバは、多言語テキスト配信 API とオブジェクト配信 API を提供している API サーバである。多言語テキスト配信 API で、現ユーザが入力

¹ React. <https://ja.reactjs.org/>

² Konva. <https://konvajs.org/docs/index.html>

したテキストを翻訳処理要求することができる。具体的には、クライアントから送信したテキスト情報を言語グリッドを用いて翻訳し、その翻訳結果は全てのクライアントに送信する機能を持っている。現在多言語テキスト API は英語、日本語、タイ語、ベトナム語、インドネシア語、ネパール語、中国語（簡体字）、中国語（繁体字）合計 8 カ国語が対応している。また、オブジェクト配信 API で、現ユーザが操作したオブジェクト情報を共有処理要求することができる。具体的には、クライアントから送信したオブジェクト情報を全てのクライアントに送信する機能である。本研究では Langrid Tool サーバの多言語テキスト配信 API とオブジェクト配信 API を用いて、テキスト情報を多言語化することができ、ホワイトボードの情報共有することができた。

3.2.1 システムアーキテクチャ

図 3 に Langrid Whiteboard のシステムアーキテクチャを示す。本システムは、クライアント側のユーザインタフェースを構築ため、React という JavaScript ライブラリを利用した。そこで、Web ブラウザで実行されたイベント処理、オブジェクト生成、API の呼び出し、データ同期処理など処理を行なわれる。そして、ホワイトボードの機能を実現するため、react-konva という HTML5 Canvas 上で 2D を描くための JavaScript フレームワークを利用した。また、Langrid Tool サーバの多言語テキスト配信 API とオブジェクト配信 API を用いて、テキスト情報を多言語化やホワイトボードの情報共有することができた。具体的には、クライアント側でユーザインタフェースに入力した各オブジェクトの情報はオブジェクト配信 API を叩くことにより、Langrid Tool サーバに送信する。そして、サーバは得られた情報を全てのクライアントに送信することで情報共有することができる。テキスト情報に関して、多言語テキスト配信 API を叩くことによって、テキスト情報を Langrid Tool サーバに送信する。そして、Langrid Tool サーバは処理した翻訳結果を全てのクライアントに送信し、各ユーザのインタフェースで設定された言語に表示することができる。

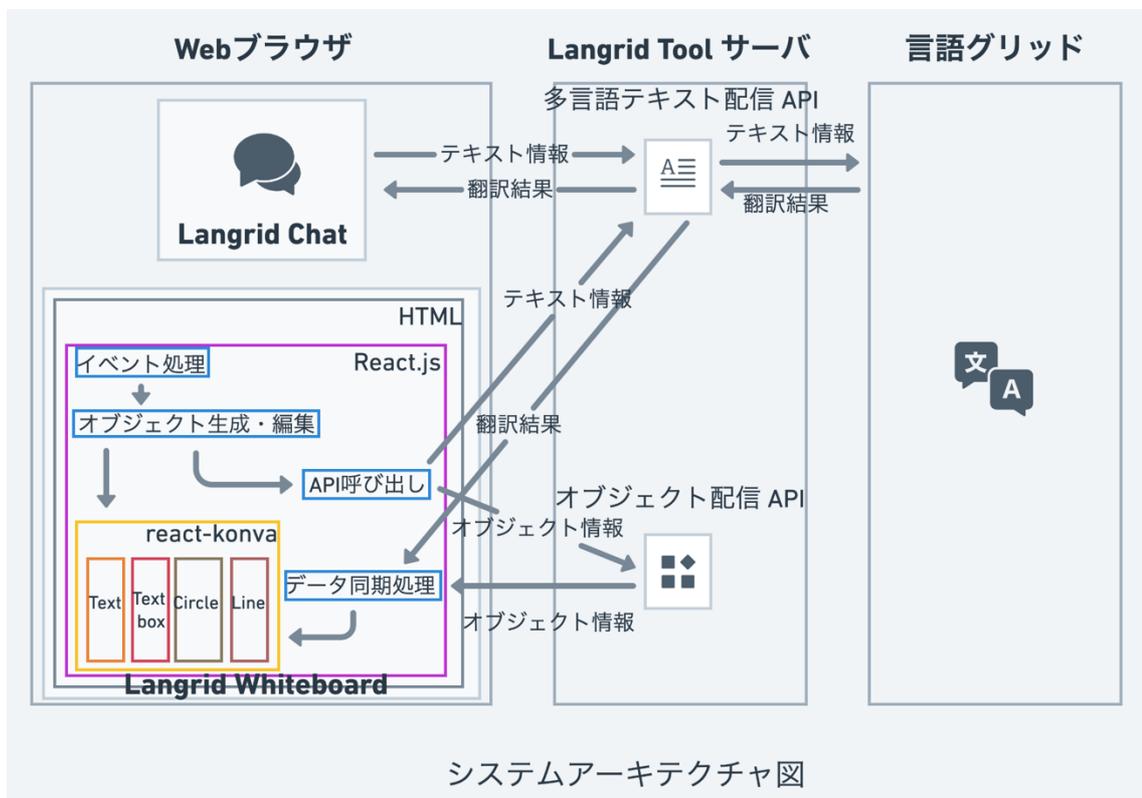


図3 Langrid Whiteboard のシステムアーキテクチャ図

図4に付箋を作成するとき送信側でのプログラム処理過程を示している。具体的には、英語話者 user1 は付箋を作成したとき、新たな四角形とテキスト情報を合わせたものは新規付箋になる。また、付箋情報を図形クラスに登録する。そして、ローカルの状態に登録し、更新するにより、付箋はホワイトボードに表示する。なお、状態更新する時点で最新の text box, shapes, user, language などローカル情報をオブジェクト配信 API で Langrid Tool サーバに送信する。テキスト情報に関しては多言語テキスト配信 API で Langrid Tool サーバに送信する。

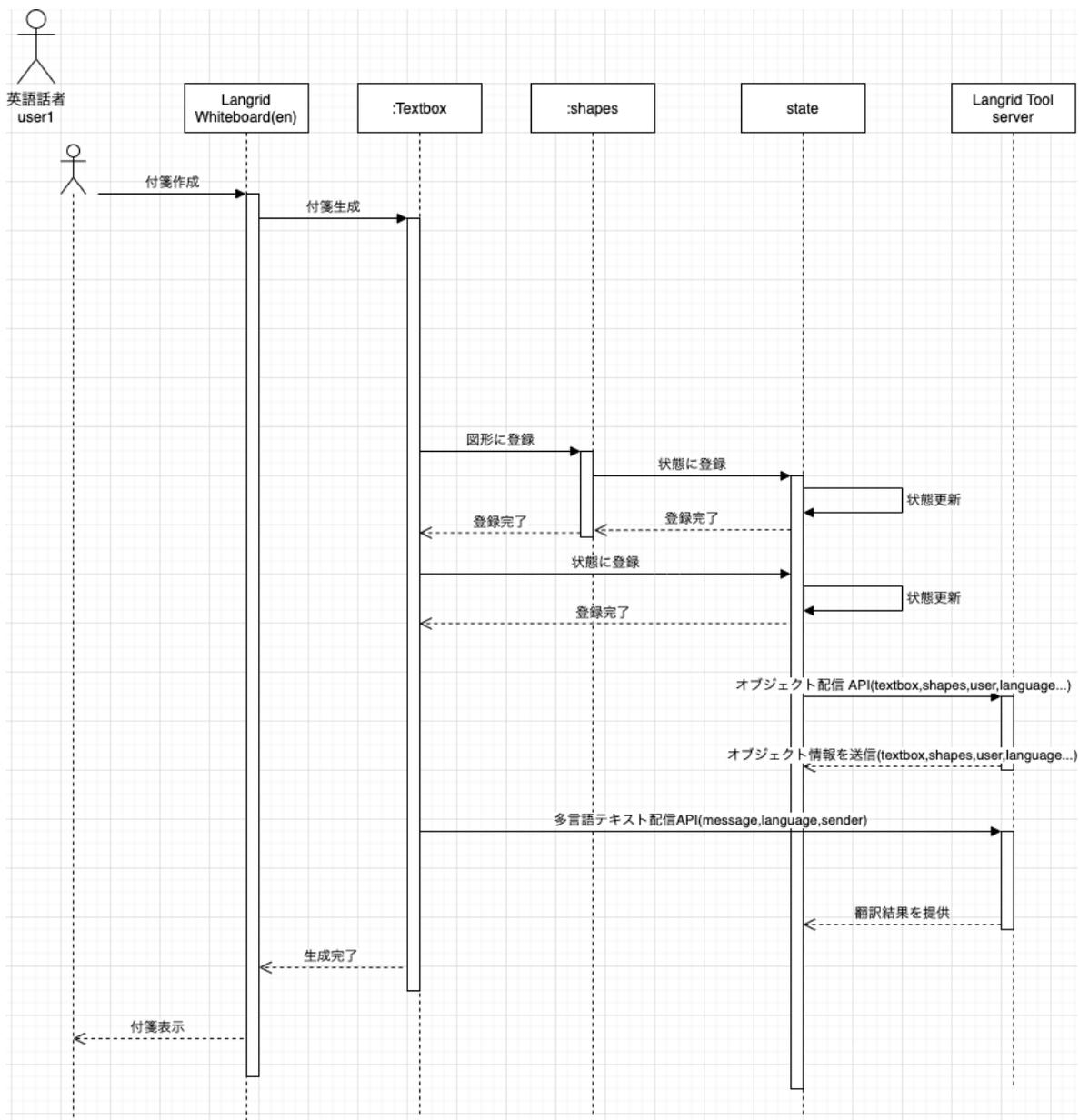


図4 付箋を作成するとき送信側のシーケンス図

図5に付箋を作成されたときに受信側でのプログラムの処理過程を示している。具体的には、Langrid Tool サーバはuser1から受け取ったオブジェクト情報を日本語話者user2に送信することで、user2のローカル状態を更新する。それに伴い、shapes, textboxクラスも更新される。なお、Langrid Toolサ

一バから提供した翻訳結果に対して、user2 の言語に応じて日本語に翻訳されたテキストに修正する。最終的に母国語の付箋として user2 に表示する。

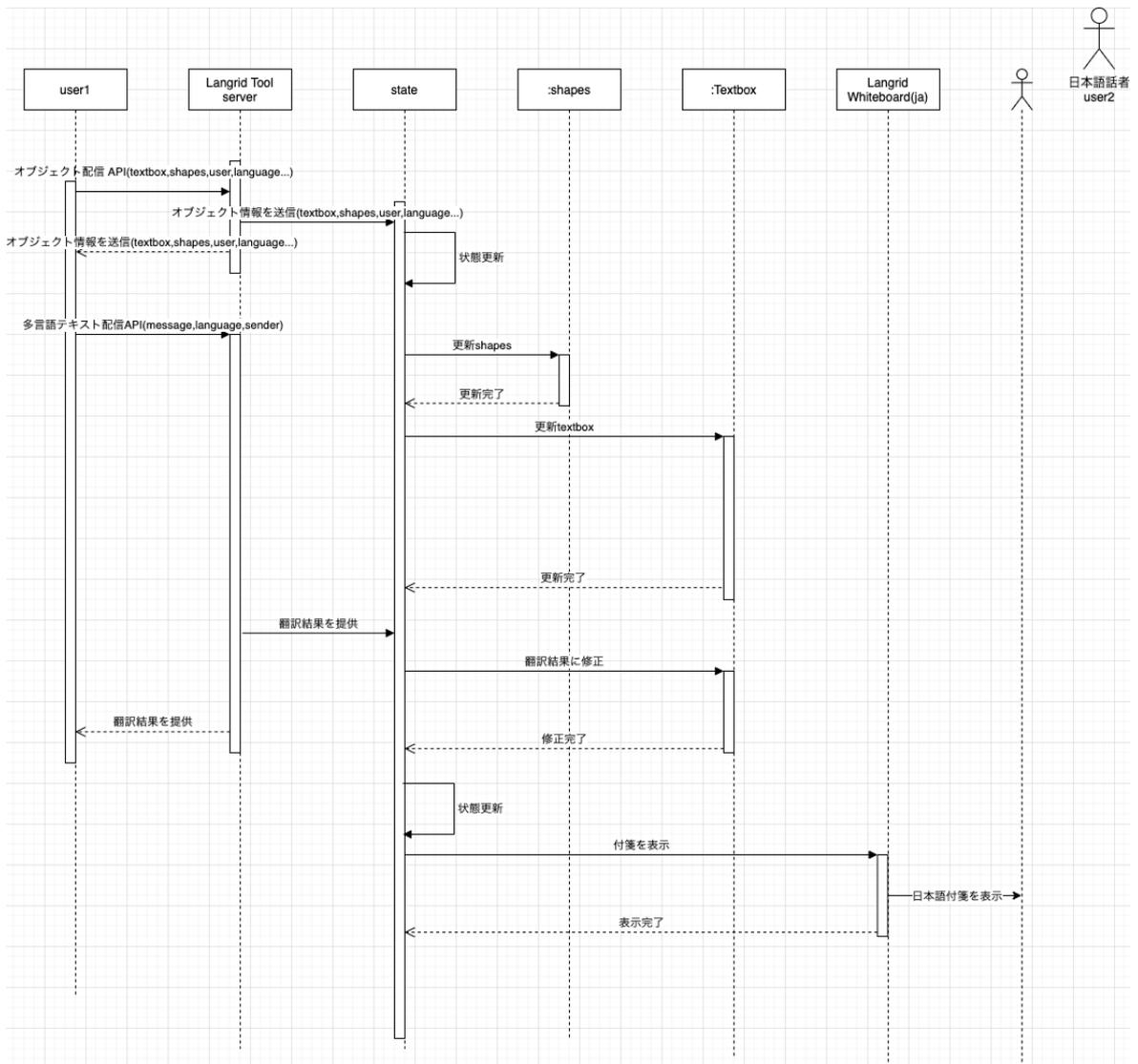


図5 付箋を作成されたときに受信側のシーケンス図

3.2.2 データモデル

図6にLangrid Whiteboardの各クラスのデータ関係を示している。本システムは、ユーザとLangrid Whiteboardとの関係は1対1である。また、

circles クラス, rectangles クラス, text クラス, textbox クラス, response クラス, lines クラスと Langrid Whiteboard は全部 1 対 0 以上の関係である。

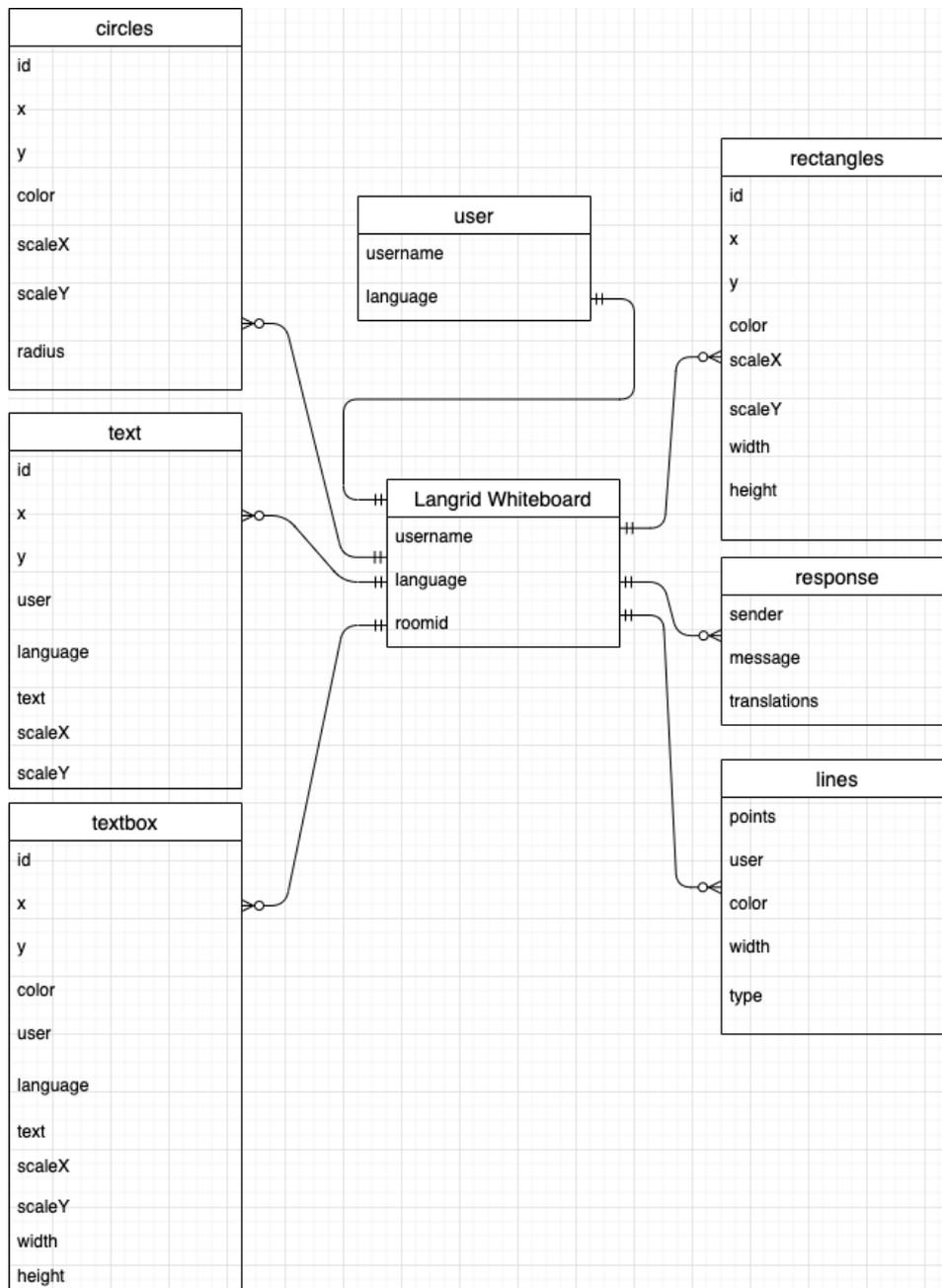


図 6 Langrid Whiteboard の ER 図

3.2.3 通信方式

本システムは、サーバとクライアント間に低コスト双方向通信を実現するため、Web Socket というプロトコルを利用した。Web Socket プロトコルは、サーバとクライアントが一度コネクションを確立すると、サーバとクライアントのどちらからも通信を行うことが可能になる。また、サーバとクライアント間で流れているデータフォーマットに関して、JSON フォーマットを利用した。クライアントからサーバに送信する際に、オブジェクト情報を JSON の形式に変換して送信する。また、サーバから受信する際に、JSON の形式をオブジェクト情報に変換して処理する。

3.3 ユーザインタフェース

図 10 は Langrid Whiteboard のユーザインタフェースの画面を示す。図 10 (1) は手書きに関して、色選択、太さ調整、ペンモードボタン、消しゴムモードボタンと全てのマークを取り消すクリアーボタンとなる。図 10 (2) は付箋の初期値を入力するテキスト入力欄、付箋を生成するボタン、テキストを生成するボタンと図形オブジェクトを生成するボタンとなる。図 10 (3) は他人から受信した多言語オブジェクトに対して、自分が理解できない場合、自分の状況をポップアップで他のユーザに知らせるクエスチョンマークボタンである。図 10 (4) はオブジェクトの色を選択するためのセレクトボックスと自由に選択できるボタンである。

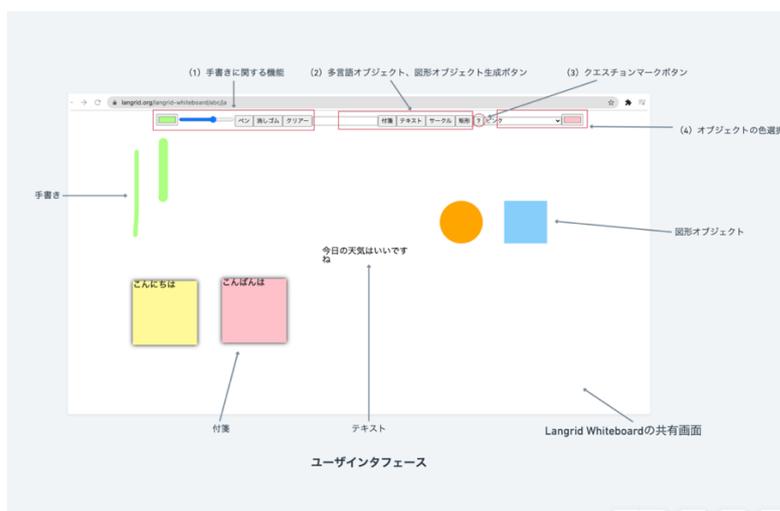


図 10 Langrid Whiteboard のユーザインタフェース

第4章 実験

本章では，提案手法を組み込んだ多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard を用いて行った実験について説明する．

4.1 実験目的

本実験の目的では，多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard の有効性を検証する．また，異文化コラボレーションにおいて，クエスチョンマーク機能の有効性を検証する．本実験では以下の1つの仮説を立てる．

[仮説] 2次元平面の Whiteboard 上では，チャットのように発言の時系列が分かりにくいため，文脈から翻訳内容を推測することが難しい．したがって，クエスチョンマーク機能により，ユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握することに有効性がある．

4.2 実験概要

本実験では，ブレインストーミングというアイデアを考え出すコラボレーションタスクを実験内容として行った．以下は実験の詳細について述べる．

本実験の被験者は母国語が全員異なる大学生と大学院学生である．その中，ファシリテーターは1名，被験者は3名であり，ファシリテーターの母国語は中国語であり，被験者の母国語はそれぞれ日本語，インドネシア語，マレーシア語である．なお，現在多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard はマレーシア語に対応していないため，その被験者は英語でコミュニケーションすることになった．本実験は母国語でコミュニケーションするオンライン環境を構築するため，多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard と多言語チャットツール Langrid Chat を同時に利用した．実験回数は3回で行う．各実験の内容に関しては，ブレインストーミングのテーマは「どうすればお金持ちになる」，「どうすれば長生きになる」，「どうすれば美人・イケメンになる」である．そして，各回の実験を評価するため，被験者にアンケート調査とインタビュー調査を行った．本実験の手順について，毎回の実験時間は30分で，前半の20分はアイデアを考えだし時間であり，被験者は各回のテーマに関して自由に考え出す型

で行う。そして、残り 10 分はまとめする時間であり、被験者は考え出したアイデアをグルーピングして、各グループにタイトルをつける必要がある。毎回の実験が終了する後に各回についてのアンケートをとる。さらに、3 回の実験が全部終わったら、各被験者にインタビューをする。なお、ファシリテーターは実験中に時間管理と指示を提示する役割をした。

4.3 評価方法

本実験の評価方法について、客観的評価と主観的評価に分かれる。客観的評価は数値データから定量分析を行う。主観的評価はアンケート調査とインタビュー調査を行う。

4.3.1 定量分析

多言語ホワイトボードの有効性を定量分析により評価するため、説明変数としてそれぞれは、個人が作成したアイデアの数、クエスチョンマークを利用した回数、図形オブジェクトを生成した回数、手書きを利用した回数、チャットツールで発話回数、全体が作成したアイデアの数、クエスチョンマークを利用した回数、図形オブジェクトを生成した回数、手書きを利用した回数、チャットツールで発話回数を設定している。

4.3.2 アンケート調査

多言語ホワイトボードを用いた実験に対する主観評価を得るため、アンケート調査を行い、アンケート調査用紙は英語および日本語で書かれたものを準備した。アンケートの自由記述欄に関しては、回答者の母国語もしくは英語で記入してもらった。アンケート内容について、多言語ホワイトボードを通して、コミュニケーションの効果を検証するために、「相手と円滑にコミュニケーションが取れた」との問いで確かめている。そして、異なる言語を使用する相手のメッセージの翻訳効果を知るために、「機械翻訳を介した相手のメッセージを母国語のように理解できた」との問いで確かめている。また、提案したクエスチョンマーク機能の有効性を知るために、「クエスチョンマーク機能はお互いのメッセージの理解に役に立った」との問いで確かめている。最後に、合意形成の

満足度を知るために、「合意形成した結果に対して満足している」との問いで確かめている。

4.3.3 インタビュー調査

アンケート調査の後に今回の実験状況を踏まえ、多言語ホワイトボードの使用上に存在している問題、およびユーザにとって必要な機能を知るため、インタビュー調査を行う。インタビュー内容について、多言語ホワイトボードの情報共有する機能が効果的に果しているかどうかを検証するために、「アイデアを考え出す時間に、他の方のアイデアを参考したか」との問いで確かめている。そして、グルーピングの動機を知るために、「どの基準にアイデアをグルーピングして、まとめましたか」との問いで確かめている。また、今回提案したクエスチョンマーク機能の有効性を検証するために、「クエスチョンマーク機能はどのように使いませんでしたか」との問いで確かめている。最後に、今後の多言語ホワイトボードに必要な機能を知るために、「どのような機能があれば、多言語ホワイトボードに役に立つ」との問いで確かめている。

4.4 実験結果

4.4.1 定量分析結果

表 1 全体の定量分析結果

定量分析	実験1	実験2	実験3
アイデア総数	18	22	18
アイデアグループ数	6	5	6
クエスチョンマークを利用回数	0	0	0
図形オブジェクトを生成回数	0	0	0
手書きを利用回数	0	0	0
チャットツールで発話回数	2	0	0

表 2 個人の定量分析結果

被験者	定量分析	実験1	実験2	実験3
1	作成したアイデアの数	7	10	3
1	クエスチョンマークを利用した回数	0	0	0
1	図形オブジェクトを生成した回数	0	0	0
1	手書きを利用した回数	0	0	0
1	チャットツールで発話回数	0	0	0
2	作成したアイデアの数	5	6	7
2	クエスチョンマークを利用した回数	0	0	0
2	図形オブジェクトを生成した回数	0	0	0
2	手書きを利用した回数	0	0	0
2	チャットツールで発話回数	2	0	0
3	作成したアイデアの数	6	6	8
3	クエスチョンマークを利用した回数	0	0	0
3	図形オブジェクトを生成した回数	0	0	0
3	手書きを利用した回数	0	0	0
3	チャットツールで発話回数	0	0	0

表 1 は、各実験の全体に対する評価方法に基づいた定量分析の結果を示す。表 2 は、各実験の被験者個人に対する評価方法に基づいた定量分析の結果を示す。表 1, 2 から、各実験が行った際に、クエスチョンマーク機能、図形オブジェクト、手書き、チャットツールはほぼ利用されていなかったことがわかる。また、実験中にはコラボレーションのタスクに対して、被験者間のコミュニケーションがうまくいっていなかったことがわかる。

4.4.2 アンケート・インタビュー結果

アンケートにおける 5 段階評価の結果は表 3 に示す。表は、各実験回数別に集計したもので、数値データは評価の平均点数を表す。

アンケートの評価の点数は、数値が大きいほど質問項目に同意していることを示せるように、次のように段階分けした。

- (1) 全くそうは思わない (Strongly disagree)
- (2) そうは思わない (Disagree)
- (3) どちらとも言えない (Neutral)
- (4) そう思う (Agree)
- (5) 非常にそう思う (Strongly Agree)

表 3 アンケートの結果

質問項目	実験 1	実験 2	実験 3
1. 相手と円滑にコミュニケーションが取れた.	3.0/5.0	3.3/5.0	2.7/5.0
2. 機械翻訳を介した相手のメッセージを母国語のように理解できた.	4.3/5.0	4.0/5.0	4.0/5.0
3. クエスチョンマーク機能はお互いのメッセージの理解に役に立った.	3.0/5.0	3.0/5.0	3.0/5.0
4. 合意形成した結果に対して満足している.	4.0/5.0	3.7/5.0	4.0/5.0

表 3 から、各実験の中で、実験 2 は相手と円滑にコミュニケーションが取れた評価が最も高いことがわかる。また、機械翻訳の結果に対して理解度に関しては、ユーザは大体に母国語のように理解ができたことが明らかである。さらに、クエスチョンマーク機能に対する評価は「どちらとも言えない」ということがわかる。最後に、合意形成の結果に対する満足度に対して、実験 2 は最も低いことがわかる。

- sticky notes
- Discussion with people who speak different languages
- 他の人のマウスカーソルが見える機能
- 多数決の機能
- スタンプみたいなもの
- 参加者名簿

図 12 多言語ホワイトボードに役に立つ機能, 意見(アンケート記述)

図 12 に多言語ホワイトボードに役に立つ機能, 意見に対する自由記述アンケートの結果を示す。結果から、付箋, 多言語機能は被験者に役に立ったということがわかった。また、今後多言語ホワイトボードに役に立つ機能について、参加者のマウスカーソルを表示する機能, 多数決機能, スタンプ機能, 参加者名簿が期待されている。

- very good for exchanging ideas and communication with multiple languages, and machine translation works as well
- Function wise is good and effective, perhaps the user interface could be improved
- チャットを確認しながら、ホワイトボードを使うのは難しいと思う。チャットとホワイトボードを同時に見られるようにした方がいいと思う。

図 13 多言語ホワイトボードの意見, 感想(アンケート記述)

- アイデアを考え出す時間に、他の方のアイデアを参考したか.
- どの基準にアイデアをグルーピングして、まとめましたか.
- クエスチョンマーク機能はどうして使いませんでしたか.
- どのような機能があれば、多言語ホワイトボードに役に立つ.

図 14 インタビューの内容

図 13 に多言語ホワイトボードの意見, 感想に対する自由記述アンケートの結果を示す. 結果から, 多言語ホワイトボードの多言語オブジェクトに対して, 高い評価を得られることがわかった. また, 改善点として, 今後のユーザインタフェースに工夫した方がいいという意見があった. さらに, 多言語チャットツールと多言語ホワイトボードツールは同時に同一画面に表示できようにした方が使いやすいことがわかった.

図 14 に被験者にインタビューした質問項目の内容を示す. 以下, 各質問項目の回答をまとめて述べる. 1つ目質問に対して, 被験者中の2人が自分で考え出す, 残り1人が他人のアイデアを参考しながら考えることがわかった. 2つ目の質問に対して, 被験者全員は言葉が類似しているものあるいは範囲が近いという基準にグルーピングしたことがわかった. 3つ目の質問に対して, 被験者全員は「クエスチョンマーク機能は確かに有用であるが, 機械翻訳の精度が高いおかげで, 言語が異なるユーザから送信した付箋は大体の意味が分かり, 今回の実験にクエスチョンマーク機能を使う必要がなかった. もし翻訳結果に意味不明なところがあれば, 使う予定がある.」と答えた. 4つ目の質問に対して, クエスチョンマーク機能と違って, 常に困っていたユーザの状態を他のユーザに表示する機能が必要であることがわかった. また, オンライン環境でより良いコミュニケーションができるため, 常にユーザ間インタラクションを行う必要ということが明らかになった.

第5章 考察

本章では、4章の実験結果から多言語ホワイトボードの有効性について考察を行う。次は、仮説の検証に関して考察を述べる。最後に、今回の実験から発見した問題点について考察を行う。

5.1 有効性の検証

多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard はオンライン環境での異文化コラボレーションを支援するツールとして、異文化コラボレーションのタスクを完了し、被験者のアンケートから多言語機能は有用性があるという評価から、有効性があると考えられた。また、以前のオンラインホワイトボードツールに比べ、以下の3つの課題が解決された。

- 1) 多言語テキストの視認性の改善
- 2) 人手の翻訳作業負担が軽減される。
- 3) コラボレーションの効率化

5.2 仮説の検証

「仮説『クエスチョンマーク機能はユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握する』に有効性がある」の検証

「仮説『クエスチョンマーク機能はユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握する』に有効性がある」ことを明らかにするために、クエスチョンマーク機能をシステムに実装し、3回の実験に使われた。

その結果、クエスチョンマーク機能が3回の実験内に使われた回数は0回である。また、アンケート結果から、「クエスチョンマーク機能はお互いのメッセージの理解に役に立った」の評価に対して、3回とも「どちらとも言えない」という結果である。さらに、インタビュー調査から、「機械翻訳の結果は理解できるため、クエスチョンマーク機能を使う必要がない」という答えがあった。

今回の実験は、機械翻訳の精度は高いため、翻訳結果により誤訳や内容理解ができないことは生じなかった結果から、仮説「クエスチョンマーク機能はユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握する」に有効性があると言えない。

5.3 問題点

今回のブレインストーミングは参加者に自由に考え出すスタイルで実験を行った。しかし、コラボレーションのタスクに対して、被験者間に自発的に発話する傾向はないため、お互いに意見交換やコミュニケーションがうまくしていなかったことがわかる。今後の機能に対して、ユーザから自発的にインタラクションする機能が必要と考えられる。

第6章 終わりに

異文化コラボレーションを支援するために、本研究は多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard を提案した。多言語ホワイトボードの有効性を検証するため、多言語ホワイトボードと多言語チャットツールでブレインストーミング実験を行なった。その結果は多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard はオンライン環境での異文化コラボレーションを支援するツールとして、有効性があることがわかった。

本研究の貢献は以下の2点である。

オブジェクトの多言語化

テキスト情報を機械翻訳を用いて翻訳し、その結果を多言語オブジェクトとして、ユーザに共有することができた。また、機械翻訳により、正確な翻訳ができない場合にユーザ間の内容理解やお互いの状況を把握するため、クエスチョンマーク機能を提案した。

多言語ホワイトボードの有効性の検証

本研究では、多言語ホワイトボードと多言語チャットツールで実験を行った。その結果、多言語ホワイトボード Langrid Whiteboard はオンライン環境での異文化コラボレーションを支援するツールとして、異文化コラボレーションのタスクを完了し、被験者のアンケートから多言語機能は有用性があるという評価から、有効性があることがわかる。また、多言語対応ホワイトボードを通して、オンライン異文化コラボレーションのコミュニケーション問題を発見した。具体的には、言語が異なる参加者は自発的に発話する傾向がないため、意見交換やお互いにコミュニケーションがうまくいかない問題が生じた。これらの問題に対処するために、ユーザ間に自発的にインタラクション機能が今後必要となる。

謝辞

本研究を行うにあたり，熱心なご指導，ご助言を賜りました村上陽平准教授に深謝を申し上げます。また，ご協力いただいた被験者の皆様に感謝を申し上げます。最後に，ご助力を賜りました張禹王様，普段からお世話になっている社会知能研究室の皆様に心より感謝を申し上げます。

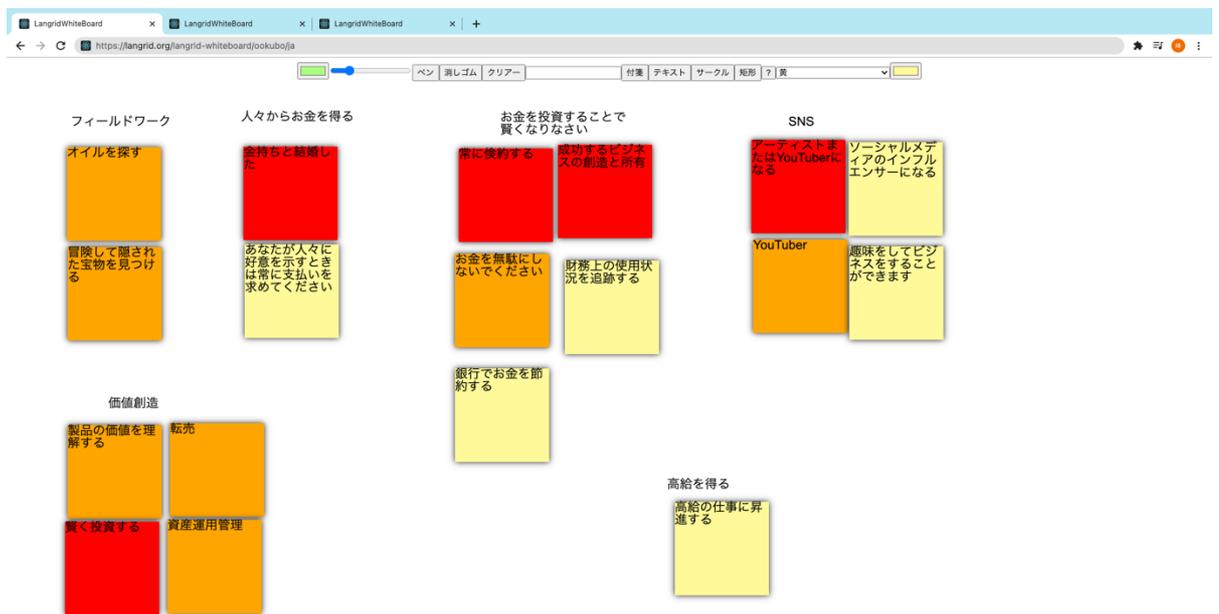
参考文献

- [1] 井出美奈, 重信智宏, 吉野孝: 言語グリッドを用いた多言語会議支援システムの要件, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, Vol. 6, pp. 483-484 (2007).
- [2] 福島拓, 吉野孝, 喜多千草: 対面討論における非母語話者支援システム PaneLiveの開発, ワークショップ2008 (GN Workshop 2008), Vol. 2008, pp. 37-42 (2008).
- [3] 吉野孝, 井出美奈: All for one型多言語会議支援システムの構築と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, pp. 36-44 (2010).
- [4] Ishida, T.: Language Grid: An infrastructure for Intercultural Collaboration, IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet (SAINT-06), pp. 96-100 (2006).
- [5] 吉野孝, 松原繁夫, 喜多千草, 石田亨: 多言語コミュニケーションツールの異文化間対面協調作業への適用, 人工知能学会全国大会論文集 (2006).

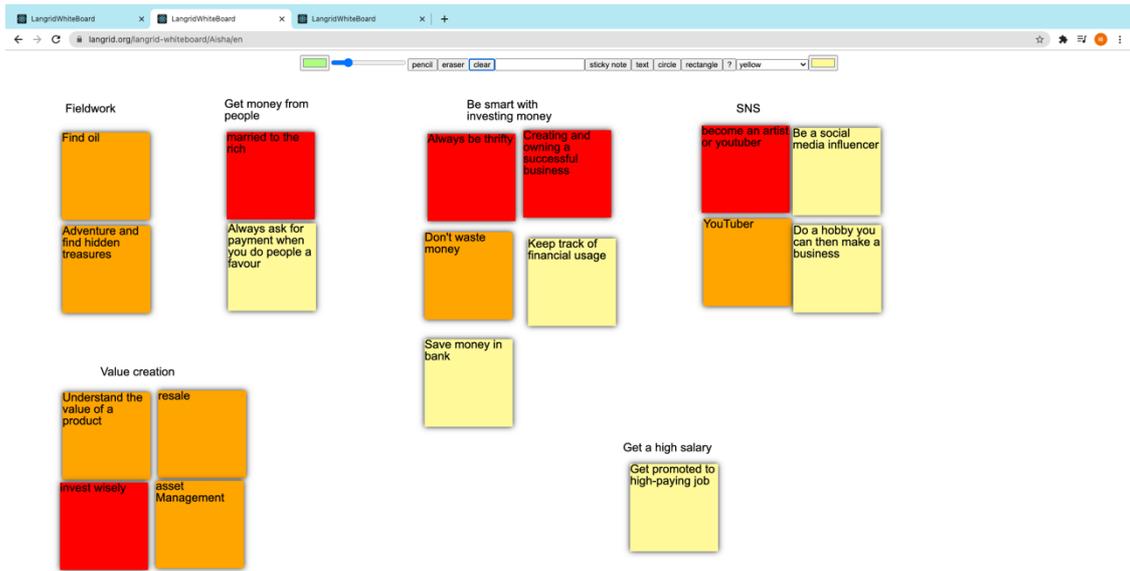
付録：実験結果図

3回実験でブレインストーミングした結果を示す。付箋の色について、日本語の話者はオレンジ色を利用した。英語の話者は黄色を利用した。インドネシア語の話者は赤色を利用した。

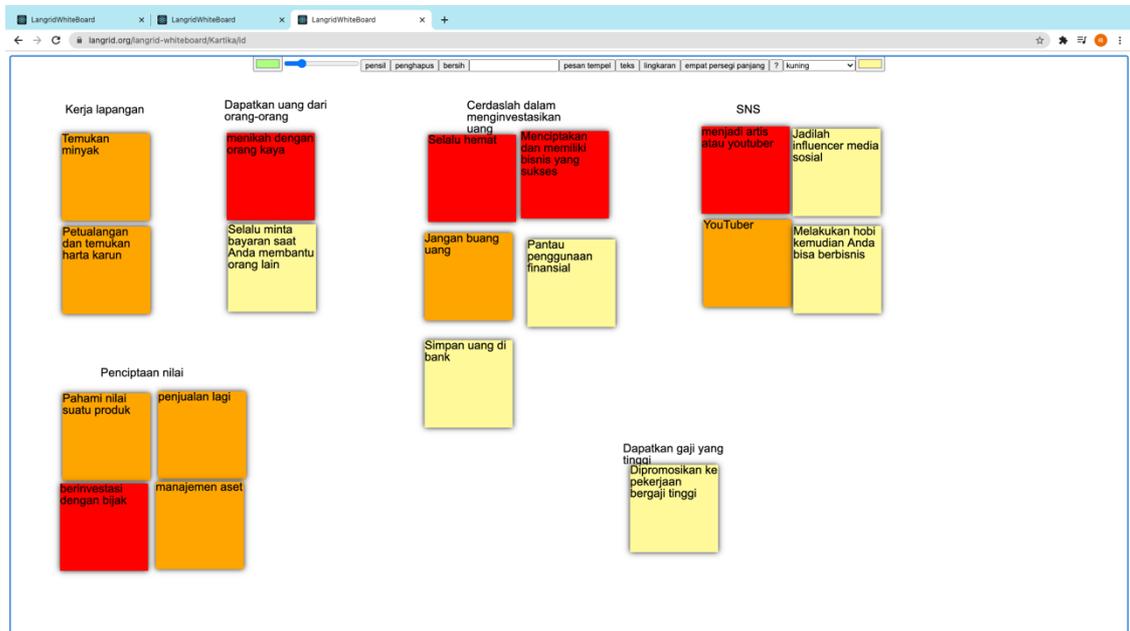
A.1 実験結果図



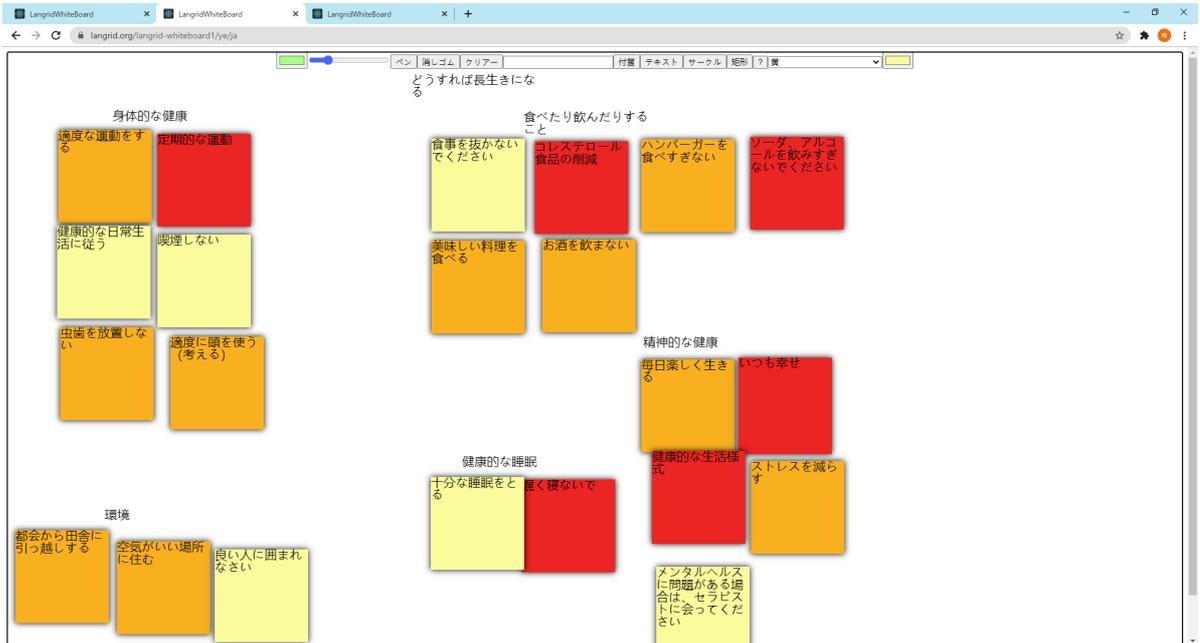
図：1回目実験の結果(日本語)



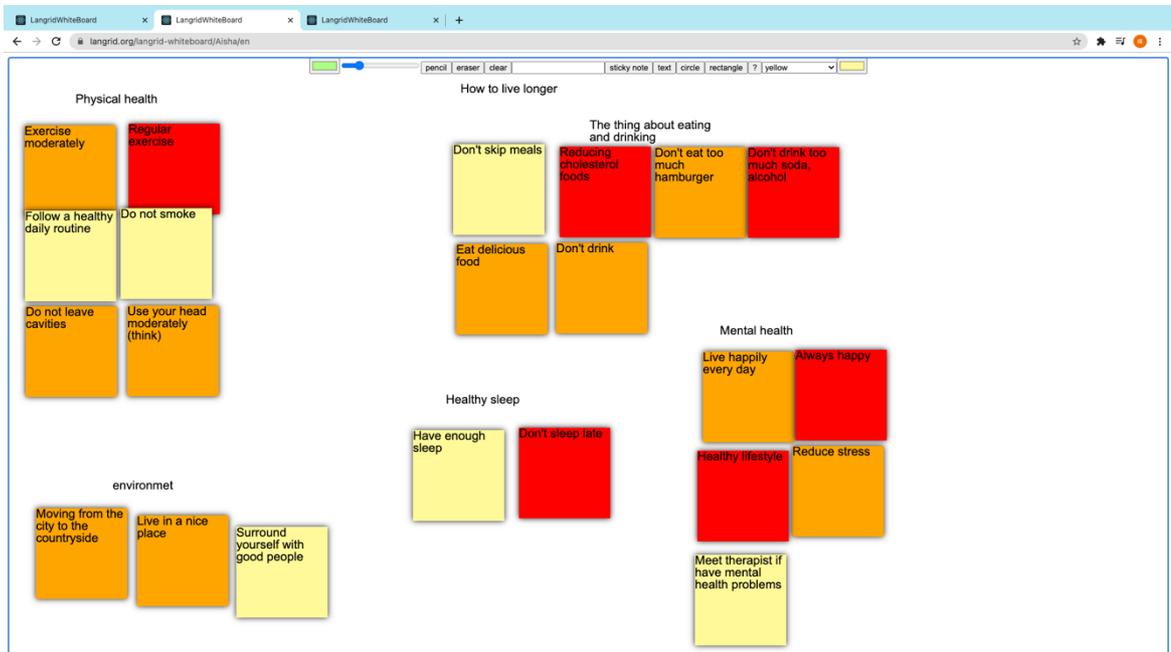
図：1回目実験の結果(英語)



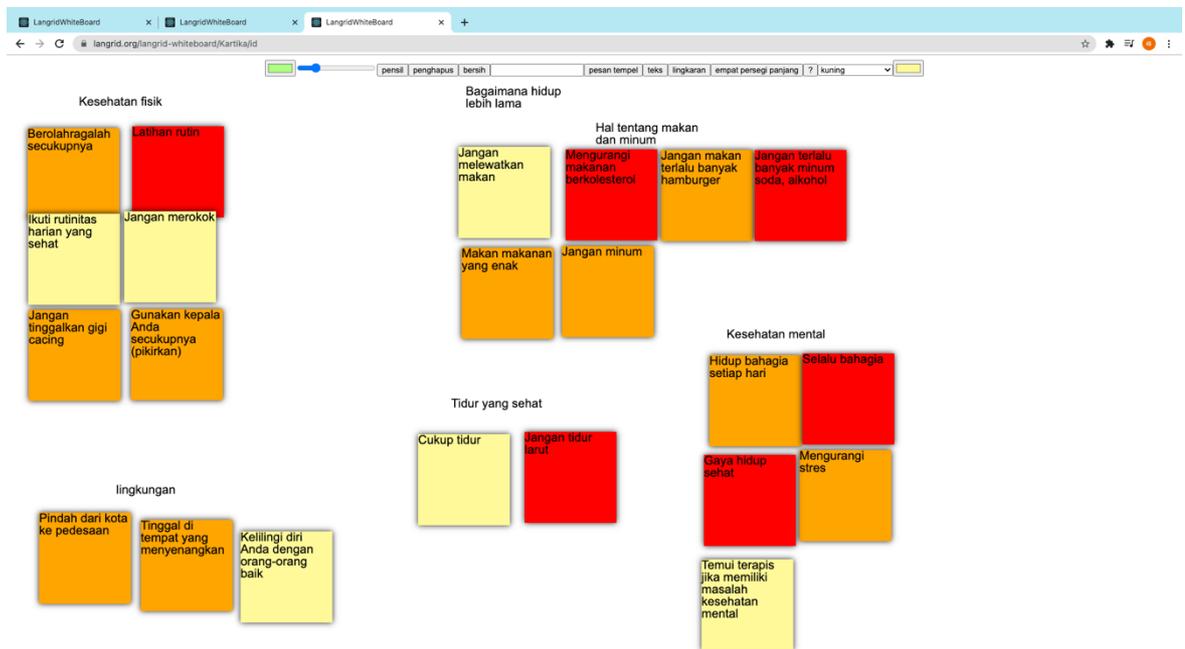
図：1回目実験の結果(インドネシア語)



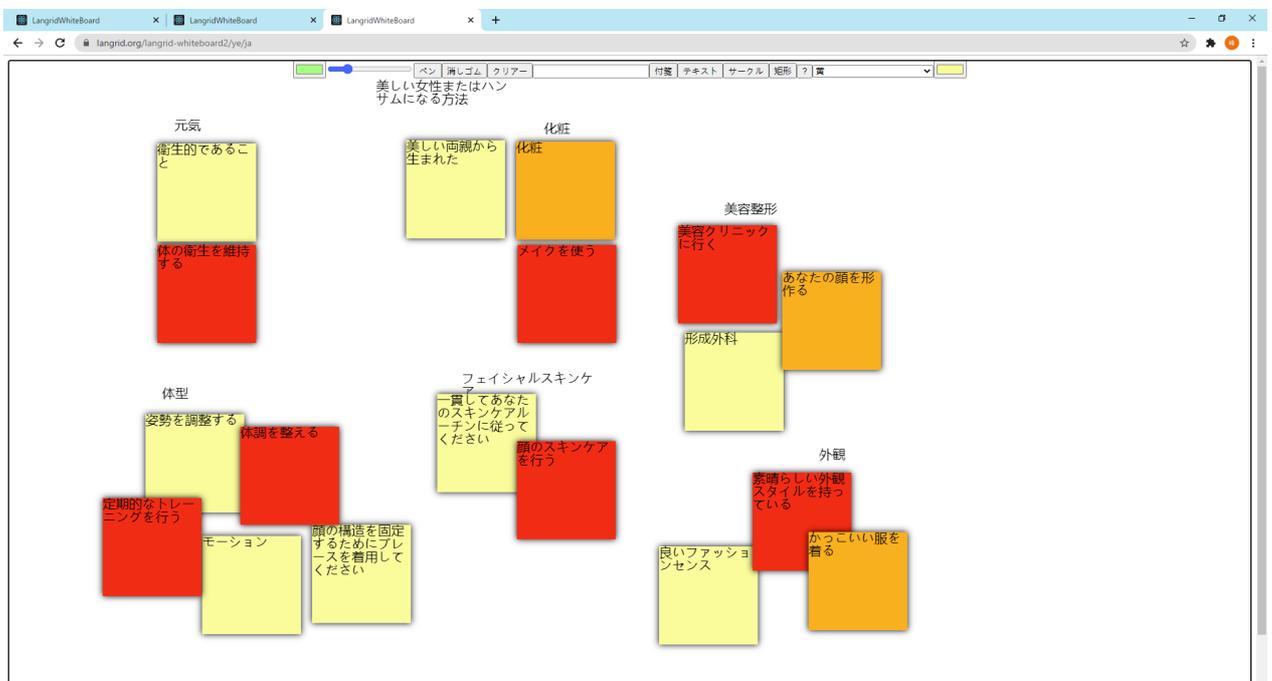
図：2回目実験の結果(日本語)



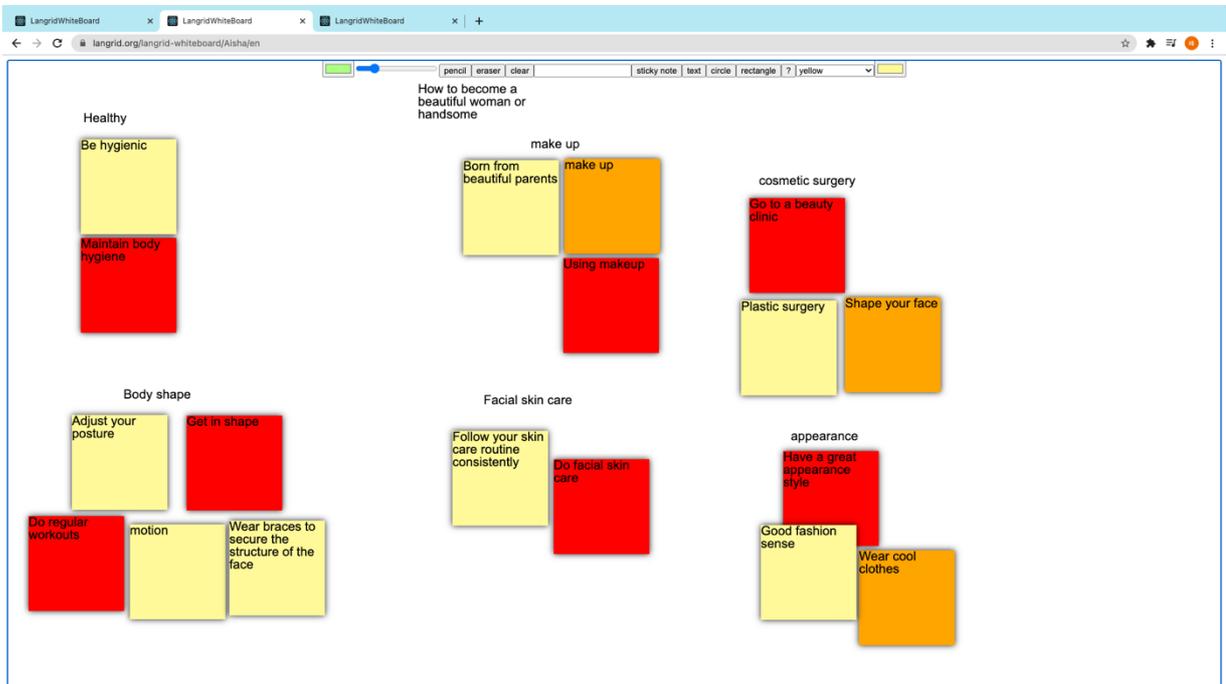
図：2回目実験の結果(英語)



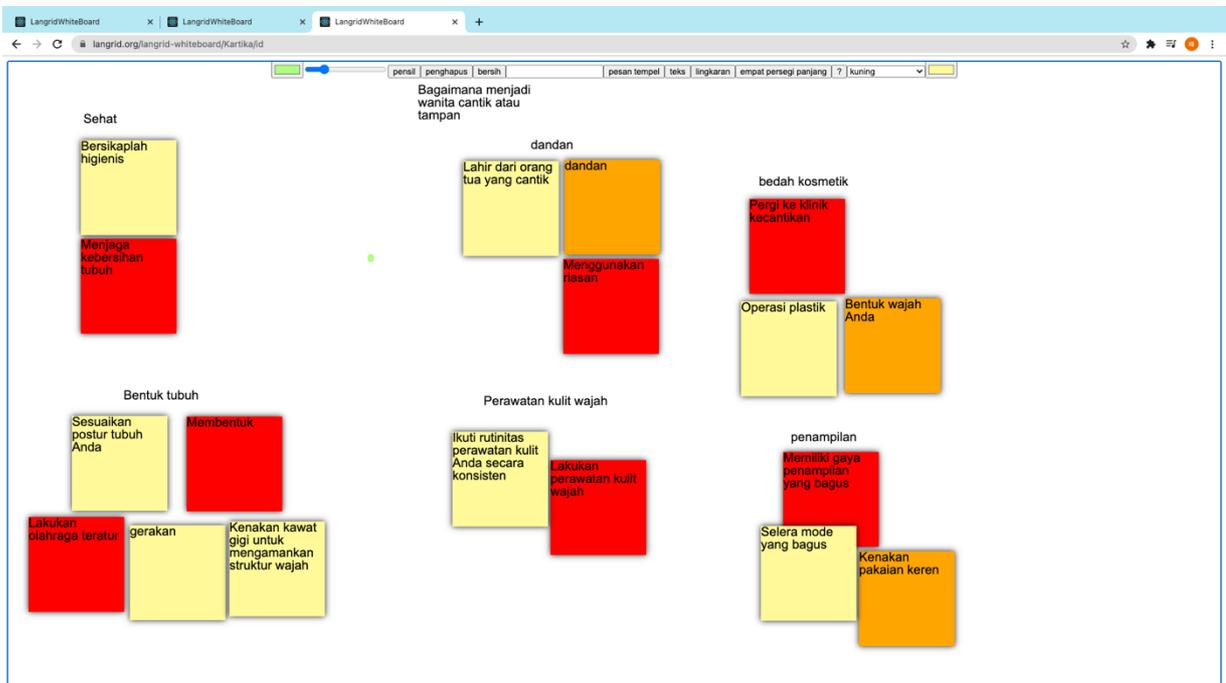
図：2回目実験の結果(インドネシア語)



図：3回目実験の結果(日本語)



図：3 回目実験の結果(英語)



図：3 回目実験の結果(インドネシア語)

A.2 アンケート調査内容

- 1) 相手と円滑にコミュニケーションが取れた。 / I was able to communicate smoothly with the other party.
 1. 全くそうは思わない (Strongly disagree)
 2. そうは思わない (Disagree)
 3. どちらとも言えない (Neutral)
 4. そう思う (Agree)
 5. 非常にそう思う (Strongly Agree)

- 2) 機械翻訳を介した相手のメッセージを母国語のように理解できた。 / The opponent of the message through the machine translation could be understood as mother tongue.
 1. 全くそうは思わない (Strongly disagree)
 2. そうは思わない (Disagree)
 3. どちらとも言えない (Neutral)
 4. そう思う (Agree)
 5. 非常にそう思う (Strongly Agree)

- 3) クエスチョンマーク機能はお互いのメッセージの理解に役に立った。 / The question mark function is useful for understanding each other's messages.
 1. 全くそうは思わない (Strongly disagree)
 2. そうは思わない (Disagree)
 3. どちらとも言えない (Neutral)
 4. そう思う (Agree)
 5. 非常にそう思う (Strongly Agree)

- 4) 合意形成した結果に対して満足できる。 / I am satisfied with the result of consensus building.
 1. 全くそうは思わない (Strongly disagree)
 2. そうは思わない (Disagree)
 3. どちらとも言えない (Neutral)
 4. そう思う (Agree)

5. 非常にそう思う (Strongly Agree)

- 5) 多言語ホワイトボードについて、どのような機能があれば役に立つと思いますか / What functions are useful for multilingual whiteboards? (記述問題)
- 6) 多言語ホワイトボードに対してご意見、ご感想を聞かせてください。 / Please let us know your opinions and impressions on the multilingual whiteboard. (記述問題)