

# LLMによる文脈理解と視覚化機能を備えた メタバースコミュニケーション基盤の開発

Development of a Metaverse Communication Infrastructure  
with LLM-based Contextual Understanding and Visualization Support

---

長崎大学 情報データ科学部 インフォメーションサイエンスコース  
瀬戸崎研究室 38122012 上原拓也

# 背景 - メタバースの社会的注目と教育利用

## 社会的背景

文部科学省(2022)は**学校現場**における**先端技術**の利活用を推進

**Web会議**や**VR技術**を事例として挙げている

### 世界のメタバース市場規模

(Fortune Business Insights 2025)

2025年 約**1.27兆**ドル → 2034年 約**10.8兆**ドル

### 国内のメタバース市場規模

(三菱総合研究所 2022)

2025年 約**4兆**円 → 2030年 約**24兆**円

## メタバース教育利用の知見

VR型教材が「**対話的な学び**」の支援に有効である (加藤ら 2022)

アバター通信が**非言語コミュニケーション**を促し、緊張感の軽減にも寄与する (三枝ら 2022)

メタバース学習環境でアバターを介した**協働学習**の有用性 (瀬戸崎ら 2025)

高等教育におけるメタバース研究が**15年間**で増加傾向 (Villalonga-Gómez *et al.* 2023)

**メタバースは急成長市場、教育分野での有用性も示されている**

## コミュニケーションの普遍的課題

### 文脈理解・情報補完

- 参加者間の知識格差による**理解の齟齬**
- 途中参加や長時間の議論での**文脈喪失**

### イメージの壁

抽象的な概念やイメージを言語のみで伝達することの困難さ

(三枝ら 2022; Biocca *et al.* 2003)

## 関連研究の知見

ARコンテンツを用いた遠隔コミュニケーションにおいて、**視覚的な情報補完**が理解促進に寄与 (田代ら 2024)

LLMの教育応用について**個別最適化された学習支援**の可能性 (Kasneji *et al.* 2023)

**生成AIと仮想空間の融合**による新たな学習体験の可能性 (押野 2024)

### 💡 アイデア

AI技術との統合が解決策となり得るのではないか？

ただし

**対人のコミュニケーション支援**に着目しメタバース環境に**生成AI機能を実装した取り組みは十分とは言いがたい**

## 本研究の目的

### <> コンテンツ開発

ユーザー間のコミュニケーション

を支援する生成AIを活用した

メタバース基盤の開発

### ✓ニ コンテンツ評価

コンテンツ全体の  
ユーザビリティ

各機能（AI支援等）の  
有用性

## 提案アプローチ



パーソナル  
AIエージェント

会話の文脈を参照し、要約・質問  
応答・情報などを  
提供



コンテキスト  
連動型  
画像生成

会話文脈に基づいて画像を  
生成し、  
アイデアを視覚的に共有

# 開発 - コンテンツの概要

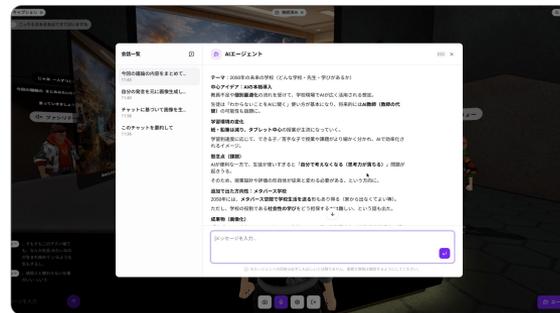


メタバース内での活動風景

### 生成AIを活用した円滑な 対人コミュニケーションの実現



メタバース内での活動風景



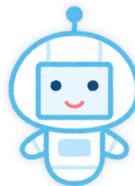
アイデアの整理

質問・相談

画像生成

会話の振り返り

サポート



AIエージェント  
(ユーザA専属)



ユーザA

生成画像の投影



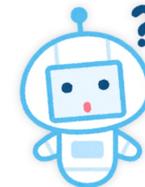
協働空間

閲覧

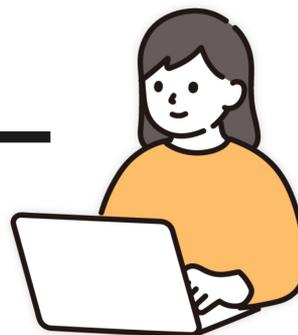
音声通話・文字起こし

メタバース空間に同時に接続

サポート



AIエージェント  
(ユーザB専属)



ユーザB

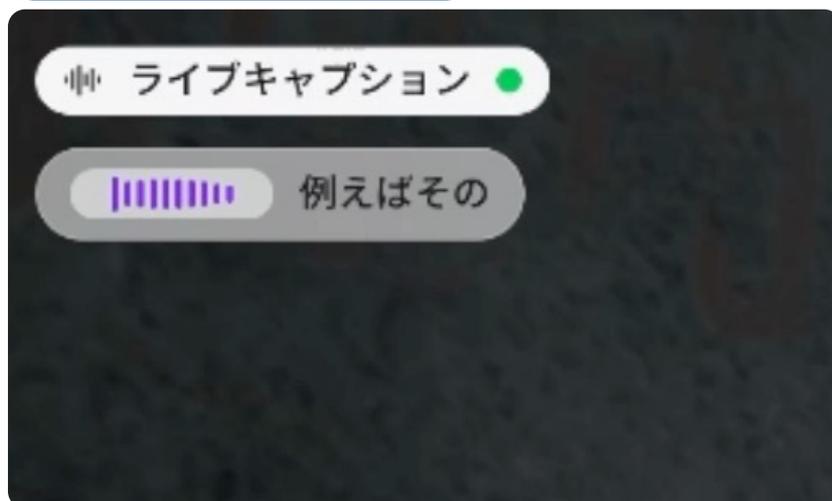
## AI統合を前提としてメタバース基盤から独自開発

# 開発 - 本コンテンツの紹介

## バーチャル3D環境



## リアルタイム文字起こし



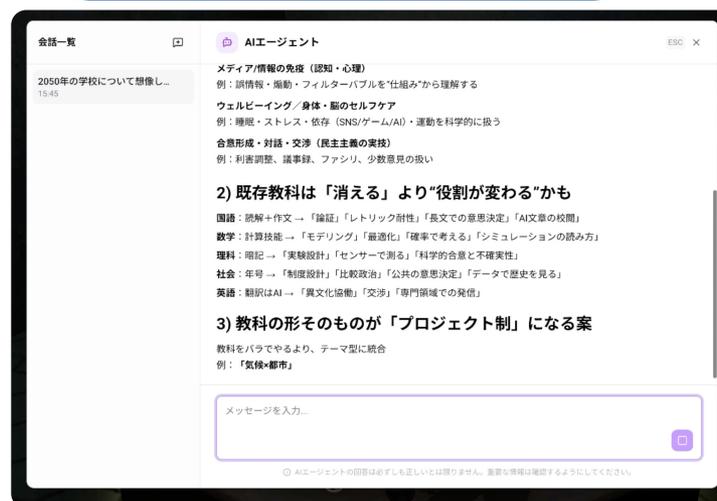
## 画像生成機能



Futuristic school in Japan in the year 2050, based on the chat discussion: a bright modern classroom that blends high-tech XR learning with intentional "De-AI / Human Mode" time. Wide-angle cinematic concept art, 16:9. Students at modular desks; some wear lightweight AR glasses with subtle holographic UI. A small pencil-case-sized helper robot sits on each desk, scanning a notebook/tablet and projecting gentle corrections. A human teacher facilitates discussion while an AI assistant avatar appears on a side wall display (supported by...).

## 組み込み

## AIエージェントチャット機能



## アプリケーション

フレームワーク・主要言語

**NEXT**.JS

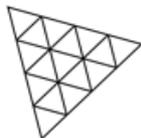
(Next.js App Router)



(TypeScript)

パッケージ・ライブラリ等

3D描画



Three.js

品質管理

フォーマット・リント  
**Biome**

ユニットテスト  
**Vitest**

AI機能統合

▲ / AI SDK  
(Vercel AI SDK)

国際化 (i18n)

next-intl



スタイリング



shadcn/ui



Tailwind  
CSS



Lucide  
Icon



Motion

## 外部クラウドサービス



認証  
データベース

**supabase**



状態同期  
音声通話

**LiveKit**



文章・画像生成

**OpenAI**



文字起こし

**Deepgram**



連携

CI/CD (自動化・デプロイ)



(GitHub Actions)



**Vercel**

## ☰ テキスト生成

## 🖼️ 画像生成

## 🗣️ 音声文字起こし

🌀 モデル

# GPT-5.2

プロバイダー

OpenAI

詳細

- 2025年12月リリース
- 出力最大128Kトークン
- コンテキスト最大400Kトークン

🌀 モデル

# GPT Image 1.5

プロバイダー

OpenAI

詳細

- 2025年12月リリース
- 最大2K解像度
- 前モデル比4倍高速
- 高品質なテキストレンダリング

🌀 モデル

# Nova-3

プロバイダー

Deepgram

詳細

- 2025年2月リリース
- Transformer系
- 日本語対応マルチリンガル
- ストリーミング対応
- 200ms以下のレイテンシ

# 評価活動 - 活動の流れ

## 評価形式

### 対象

大学生(院生含む)  
**20名**(2人1組)

### 場所

**NUTIC**  
(スタジアムシティ)

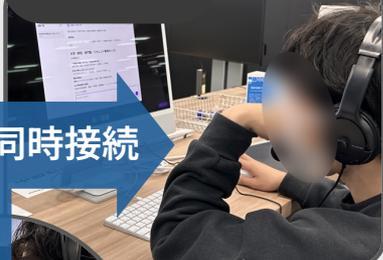
### 議論テーマ

**「2050年の未来の学校」**

### 参加者①



### 参加者②



🌐 **ルームに同時接続**



**ファシリテータ**

## 活動フェーズ

フェーズ1

**個人思考**

3分  
テーマについてAIチャット  
を用いて壁打ち



フェーズ2

**発散**

5分  
音声通話を用いて参加者間  
でアイデアを共有



フェーズ3

**視覚化**

5分  
画像生成機能を用いてアイ  
デアを可視化し共有



フェーズ4

**収束**

5分  
AIによる要約機能を用いて  
議論の振り返りを行う

## 活動前のアンケート

尺度

Felder-Silverman  
学習スタイルモデル  
(Felder *et al.* 1988)

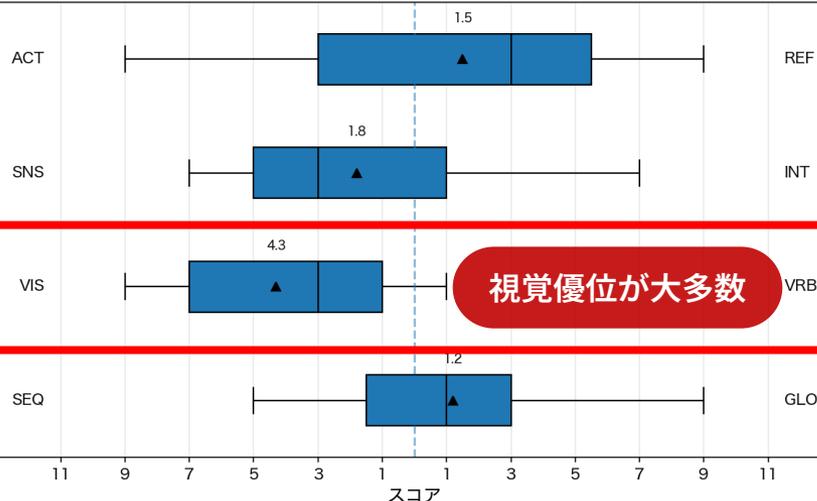
質問紙

(合田 2010)  
による**日本語版**を使用

本研究では

特に**Visual/Verbal優位傾向**に着目

## 参加者の学習スタイルの分布 (箱ひげ図)



## 活動後のアンケート

SUS (ユーザビリティ評価)

システム全体のユーザビリティ  
を評価する標準化尺度



(Brooke 1996; 山内 2016)

NASA-TLX (認知負荷評価)

タスク遂行時の認知負荷  
を多面的に測定



(Hart *et al.* 1988; 芳賀ら 1996)

機能評価 (5件法)

各AI機能の有用性を4カテゴリ(15項目)で個別に評価

中央値を母平均とする  
**t検定**で分析

自由記述

- 役に立った点
- 使いにくい点
- 気づきと感想

カテゴリ分類し  
集計

# 結果・考察 - SUS・NASA-TLX

## SUS (ユーザビリティ評価)

全体平均  
**81.0**点

優れた  
使いやすさ

目安

A: >80.3  
B: 68-80.3  
C: 68  
...

## NASA-TLX (認知負荷評価)

全体平均  
**37.4**点  
(Raw TLX)

知的要求  
**高い**

フラスト  
レーション  
**低い**

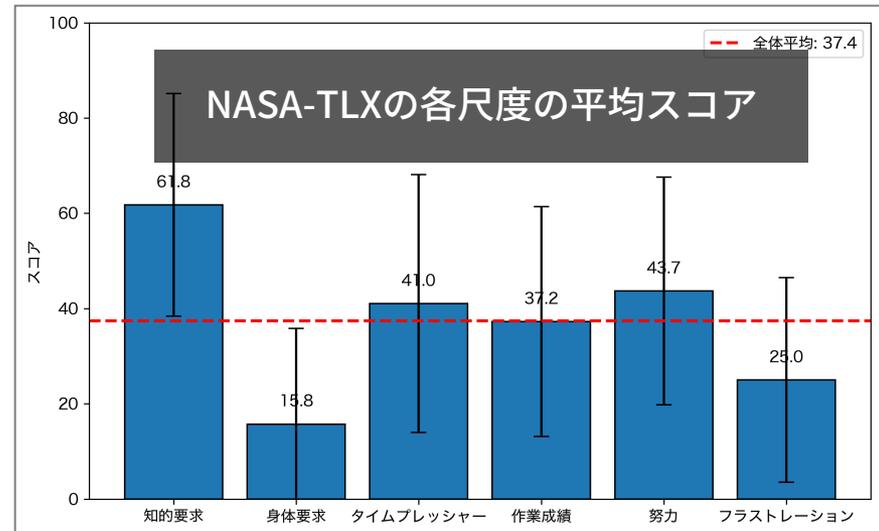
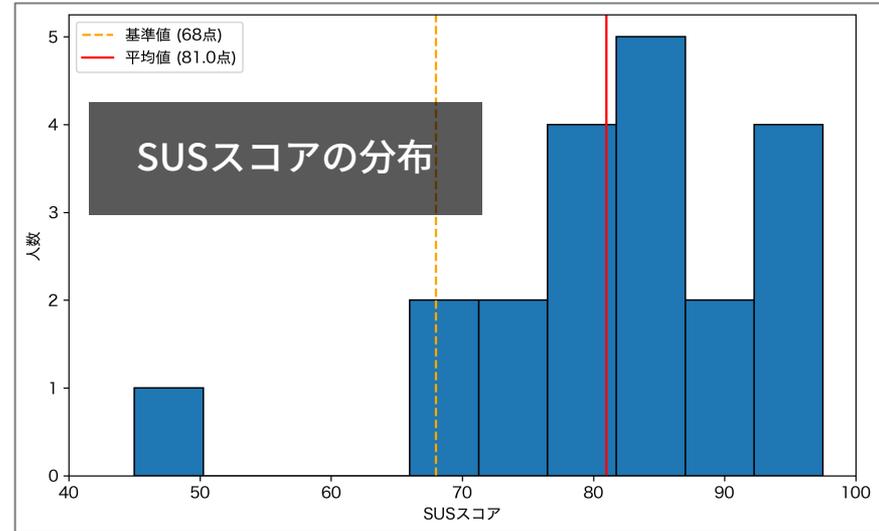
教育的文脈で適度な結果

高水準なユーザビリティ

適度な認知負荷

本コンテンツは

使いやすい・議論に集中できる



# 結果・考察 - 機能評価（主観評価①）

質問項目	とても そう 思う	やや そう 思う	どちら とも言 えない	あまり そう思 わない	まった くそう 思わな い	M (SD)	t値	結果
	肯定的 ←-----→ 否定的							
<b>自動文字起こし機能</b>								
自分や相手の発言が文字 で表示されることで、聞 き逃しを防げた	7	8	2	2	1	3.90 (1.17)	3.45	**
文字起こしがあること で、議論の内容を振り返 りやすかった	7	6	4	3	0	3.85 (1.09)	3.49	**
文字起こしの内容は正確 だった	5	8	2	4	1	3.60 (1.23)	2.18	*
<b>AI要約・チャット機能</b>								
AIによるテキスト出力 (要約やリスト)は、議 論の整理に役立った	16	4	0	0	0	4.80 (0.41)	19.62	**
画面上のテキスト情報は 読みやすく、議論の邪魔 にならなかった	13	6	1	0	0	4.60 (0.60)	11.69	**
AIに要約させることで、 見落としていた視点に気 づくことができた	13	5	2	0	0	4.55 (0.69)	10.10	**

3項目いずれも中央値3を有意に上回る



文字起こし機能  
聞き逃し防止と議論の振り返りに有用

3項目いずれも4.5以上と有意に突出



AIによるテキスト生成機能  
議論の整理と新たな視点の発見に有用

(\*\* :  $p < .01$ , \* :  $p < .05$ ; 1 標本 t 検定,  $\mu_0 = 3$ ,  $df = 19$ )

# 結果・考察 - 機能評価（主観評価②）

質問項目	とても そう 思う	やや そう 思う	どちら とも言 えない	あまり そう思 わない	まった くそう 思わな い	M (SD)	t値	結果
	肯定的 ←-----→ 否定的							
<b>画像生成機能</b>								
生成された画像を見ることで、パートナーのアイデアが直感的に理解できた	12	6	1	1	0	4.45 (0.83)	7.85	**
言葉で説明するよりも、画像を見せたほうがスムーズにイメージが伝わった	12	5	2	1	0	4.40 (0.88)	7.09	**
思い通りの画像を生成するのは簡単だった	4	8	4	4	0	3.60 (1.05)	2.56	*
画像生成を行う作業は、議論の流れを中断させたり、邪魔になったりした	2	4	3	5	6	2.55 (1.39)	-1.44	n.s.
<b>議論プロセス・メタバース</b>								
AI機能を「とりあえず試してみる」ことで、新しいアイデアが生まれた	9	10	1	0	0	4.40 (0.60)	10.5	**
パートナーとの「一体感」や「協力している感覚」を感じた	4	14	1	1	0	4.05 (0.69)	6.84	**
アバターとして同じ空間にいて、対面に近い感覚で話せた	4	8	4	4	0	3.60 (1.05)	2.56	*
議論の内容が固まる前にAIを使うことには抵抗があった	1	3	1	6	9	2.05 (1.28)	-3.33	**
3D空間を自由に動けることで、没入感を持って議論に参加できた	4	7	3	5	1	3.40 (1.23)	1.45	n.s.

4項目中3項目が中央値3を有意に上回る

画像生成機能

イメージの壁の低減に有用

5項目中4項目が有意な回答

本コンテンツは

アイデア創発や協働感の向上に有用

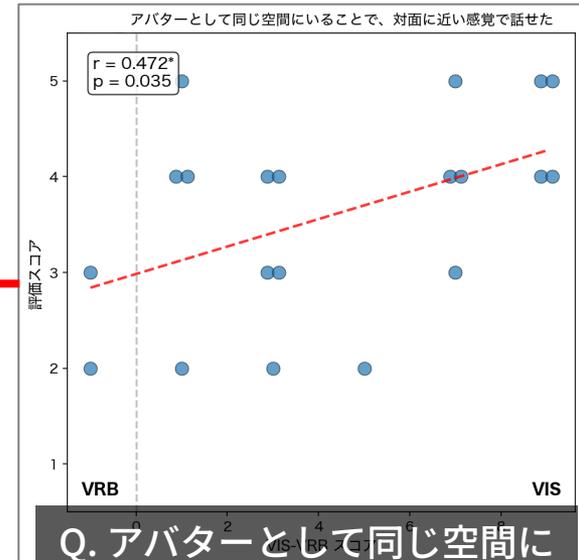
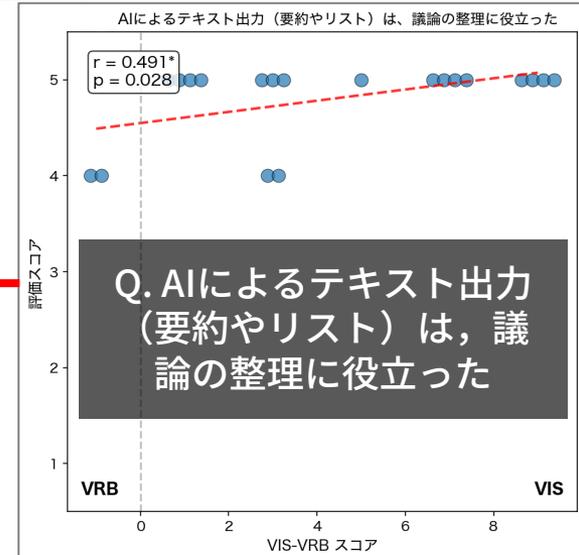
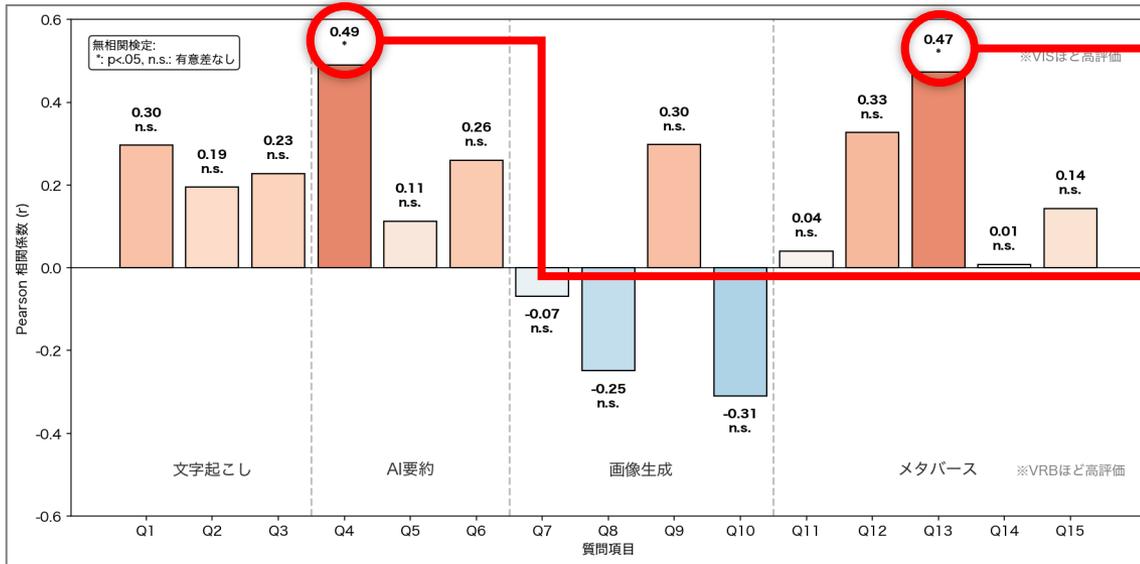
加えて

議論でAIを利用することに

抵抗を感じさせない

(\*\* :  $p < .01$ , \* :  $p < .05$ , n.s. : 有意差なし ; 1 標本 t 検定,  $\mu_0 = 3$ ,  $df = 19$ )

# 結果・考察 - 機能評価 (相関分析)



**考察**

視覚優位ほど → 高い評価

- AIによる議論整理
- 3Dバーチャル空間

画像生成機能は学習スタイルに依存せず有用

**ただし**

n=20の制約下の知見

**今後**

サンプル拡大による追加検証

# 結果・考察 - 自由記述

## 記述例

- 生成 AI を用いて壁打ちをし、自分の意見を明確にすることができた点
- AI とのチャットページが画面の中央を覆っていたので、AI とチャット中に前の画像を見ることができなかった
- イメージやアイデアを直接生成した画像を見せて議論するこのコンテンツこそが未来の学校に必要なシステムだと思いました

## 考察



AI対話機能  
要約



UI改善が主要  
課題



将来性への  
期待

カテゴリ	件数
役に立った点	
AI対話機能	9件
要約機能	8件
画像生成機能	5件
文字起こし機能	3件
使いにくい・邪魔だと感じた点	
UI・操作性	4件
円滑な活動	3件
機能の要否	3件
バーチャル環境設計	2件
システム安定性	2件
気づき・感想	
肯定的評価	9件
改善・要望	6件
運用・活用提案	3件

# まとめ

## 本研究の目的

- ユーザー間のコミュニケーションを支援する生成AIを活用したメタバース基盤の開発
- 大学生20名を対象にシステム全体のユーザビリティと各AI機能の有用性を検証

## 結果・考察

- 本コンテンツは高水準なユーザビリティを有する
- コミュニケーション支援機能がアイデア創発や協働感等の向上に寄与

## 今後の展望（修士課程に向け）

システム改善と継続的検証 ▶ 特定シーンへの応用 ▶ オープンソース化と普及展開

## 開発コンテンツ

