

Title	異分野の内容理解のためのチャットツールにおける言い換え支援に関する研究
Author(s)	土屋, 諒太
Citation	
Issue Date	2023-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/18265
Rights	
Description	Supervisor: 金井 秀明, 先端科学技術研究科, 修士(知識科学)

修士論文

異分野の内容理解のためのチャットツールにおける

言い換え支援に関する研究

土屋諒太

主指導教員 金井秀明

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
(知識科学)

令和5年3月

Abstract

There are four problems in cross-disciplinary cooperation and fusion research: 'top-down fusion failure stories', such as only following a great teacher; 'fear of strangers', such as being too lazy because you don't know them; 'fear of uncertain different fields', such as differences in assumed knowledge and language and not knowing what is not understood; and 'fear of not seeing a way out', such as fear of new fields, detailed styles and speed, which may prevent research results from improving.

In addition, research on communication and collaboration in cross-disciplinary projects and analysis of process models in cross-disciplinary cooperation and fusion shows that it is important to incorporate the knowledge and methodologies of other disciplines into one's own research field and to be aware of the language between different disciplines.

In support of interdisciplinary collaboration and fusion, it was considered that eliminating differences in language and prerequisite knowledge between different disciplines is a challenge in interdisciplinary collaboration and fusion.

Therefore, the aim of this study was to support the elimination of differences in prerequisite knowledge and language about content understanding, such as the acquisition of knowledge and methodologies from other fields in interdisciplinary collaboration and fusion. In addition, we have also tried to support users' understanding of the content of other disciplines by converting technical terms into abstract terms when they are used in information sharing in cross-disciplinary collaboration and fusion, based on previous efforts to eliminate differences in assumed knowledge and language.

The results suggest that rephrasing technical terms into abstract language has a positive impact on understanding the content of different fields.

It was also suggested that the rephrasing of technical terms into abstract terms eliminated terms that were not understood enough to ask questions about, which led to more opportunities to ask questions about the content during the Q&A session, resulting in more meaningful communication.

目次

第1章 はじめに	1
1.1 研究背景と問題意識.....	1
1.1.1 異分野連携・融合の現状について	1
1.1.2 異分野連携・融合の問題と課題	2
1.1.3 異分野の人に理解してもらうための取り組み	5
1.2 本研究の目的	5
1.3 本論文の構成	5
第2章 関連研究	6
2.1 異分野連携・融合についての研究	6
2.2 専門用語のユーザに合わせた言い換え支援.....	7
2.3 異文化間コミュニケーションに関する研究.....	9
2.4 本研究の位置付け	10
2.5 本章のまとめ	11
第3章 予備調査	12
3.1 異分野連携・融合における課題について.....	12
3.2 専門用語の言い換えによる理解度調査.....	12
3.3 予備調査の分析	14
3.4 システムの設計・開発について	15
3.5 分析手法について	16
3.6 本章のまとめ	17
第4章 提案手法	18
4.1 システム概要	18
4.2 システムの導入について	24
4.2.1 Discord について	24
4.2.2 Discord の bot について	26
4.2.3 自作辞書について	27
4.3 本章のまとめ	27
第5章 本実験について.....	28
5.1 実験の概要	28
5.2 実験の手順	31
5.2.1 事前準備(参加者グループ分け).....	31

5.2.2 事前準備(研究要旨について).....	32
5.2.3 情報共有課題.....	33
5.2.4 会話課題.....	34
5.2.5 自由記述と主観的評価について.....	36
5.2.6 採点について.....	38
5.3 実験環境.....	39
5.4 本章のまとめ.....	39
第6章 結果と考察.....	40
6.1 実験結果.....	40
6.1.1 主観的評価による内容理解度の結果.....	40
6.1.2 自由記述による内容理解度の結果.....	41
6.1.3 会話課題の質問の結果.....	43
6.2 考察.....	47
6.2.1 異分野に対する内容理解度について.....	47
6.2.2 会話の変化について.....	48
6.2.3 実験で使用した研究要旨について.....	48
6.3 本章のまとめ.....	51
第7章 おわりに.....	53
7.1 全体のまとめ.....	53
7.2 今後の課題.....	55
謝辞.....	57
引用文献.....	58
付録A 実験で使用した研究要旨.....	60
付録B 実験終了後アンケート.....	63

目次

図 1-1 異分野連携と異分野融合について.....	1
図 1-2 プロセス的に整理した図.....	2
図 1-3 異分野融合に向けたハードル.....	3
図 1-4 異分野融合の研究プロセスモデル.....	4
図 2-1 用語テーブル.....	8
図 2-2 言い換えパターンテーブル.....	8
図 2-3 作成された言い換え.....	8
図 2-4 ANNOCHAT のチャット画面.....	10
図 3-1 専門用語を具体的ななままと抽象的な言葉に言い換えたときの文章のアンケート.....	13
図 3-2 専門用語と専門用語を抽象的に言い換えたときの単語のアンケート.....	13
図 3-3 主観的内容理解度の分布.....	15
図 4-1 提案手法の流れ.....	20
図 4-2 送信用チャンネルでメッセージの送信.....	21
図 4-3 送信内容.....	21
図 4-4 受信用チャンネルでメッセージの受信.....	22
図 4-5 受信内容.....	22
図 4-6 システムの実装.....	23
図 4-7 DISCORD のチャット画面.....	24
図 4-8 メッセージ送信機能.....	24
図 4-9 チャンネルの切り替え.....	25
図 4-10 権限の付与.....	25
図 4-11 具体的受信用チャンネルの権限.....	26
図 4-12 抽象的受信用チャンネルの権限.....	26
図 5-1 予備調査の図式化.....	28
図 5-2 本実験の図式化.....	29
図 5-3 本実験の流れ.....	30
図 5-4 情報共有課題.....	33
図 5-5 会話課題.....	35
図 5-6 情報共有課題終了後のアンケート.....	36
図 5-7 会話課題終了後のアンケート.....	37
図 5-8 採点方法.....	38
図 5-9 実験環境.....	39
図 6-1 情報共有課題終了後における内容理解度の分布.....	40

図 6-2	会話課題終了後における内容理解度の分布	41
図 6-3	情報共有課題終了後における内容理解度の分布	42
図 6-4	会話課題終了後における内容理解度の分布	42
図 6-5	各被験者に対する用語に関する質問の数	44
図 6-6	各被験者に対する内容に関する質問の数	45
図 6-7	各実験協力者による用語に関する質問の数	46
図 6-8	各実験協力者による内容に関する質問の数	46
図 6-9	システムありでの SUB1 の研究要旨	49
図 6-10	システムなしでの SUB1 の研究要旨	49
図 6-11	システムありでの SUB2 の研究要旨	50
図 6-12	システムなしでの SUB2 の研究要旨	50

表目次

表 1 予備実験で使用した専門用語と抽象的に言い換えた言葉の組	14
表 2 グループ分け	32
表 3 実験組み合わせ	32
表 4 実験組み合わせ	32

第1章 はじめに

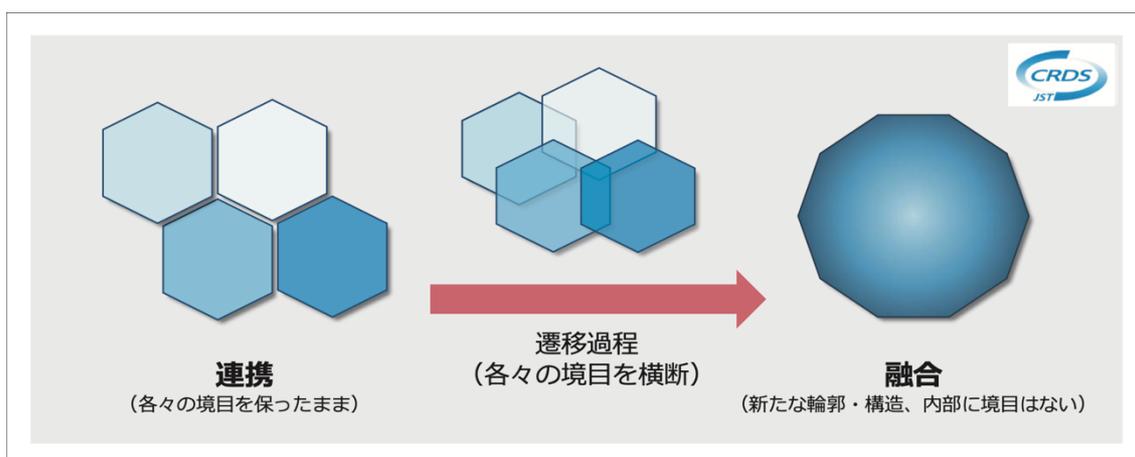
本章では，異分野連携・融合の現状と，その異分野（文理）連携・融合における課題について述べる．その後研究目的について述べる．

1.1 研究背景と問題意識

1.1.1 異分野連携・融合の現状について

異分野連携は，異なる分野や専門性がもともとの専門構造を保ち，その境目を有した状態で行われる活動である．一方，異分野融合は，異なる分野や専門性が混ざり合い，新たな輪郭や構造が形成された状態で行われる活動である [1] [2].

図 1-1 に異分野連携と異分野融合の関係性について図式化したものを示す．



(参照) 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター, Beyond Disciplines JST/CRDS が注目する 12 の異分野融合領域・横断テーマ, 2018.

図 1-1 異分野連携と異分野融合について

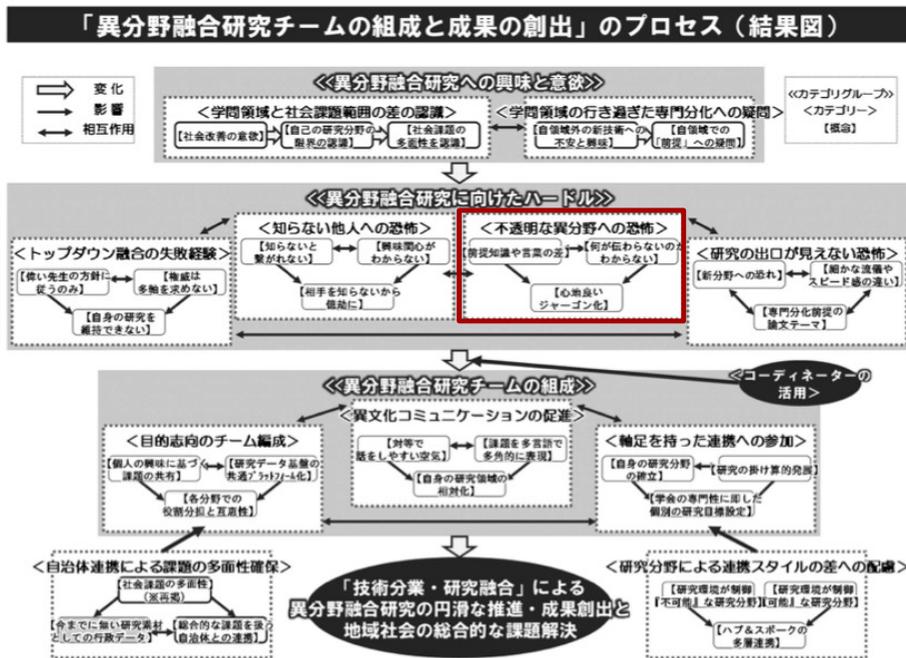
このような一つの分野を超えて複数の分野が連携・融合して取り組む動きが近年の複雑化した社会問題の解決のために注目されつつある。

文部科学省によると，現在の日本では，伝統的な学問分野の体系に即した研究が多く行われており，それらを組み合わせた学際領域の研究に臨機応変に取り組むといった仕組みが不十分であるとの見解が示されている [3]. また，高度化，複雑化する課題の発見，同定，解決のためには，分野間連携・融合や学際研究が必要であり，こうした取組みを促進することにより，課題解決のためのシステム

を定着させる必要がある [3]. しかし、各分野は独自の世界観、研究観などがあり「研究分野が異なると、地球人と火星人間ぐらいの違いがある。」と例えられるぐらいに異分野研究者同士のコミュニケーションは難しいと考えられている [4], そのため、現状として異分野連携・融合や学際研究に取り組むにあたり、研究チームの組成や研究成果の創出などの面で現状では様々な問題が存在する [5]. 現状の異分野連携・融合における問題と課題について 1.1.2 で述べる.

1.1.2 異分野連携・融合の問題と課題

平子紘平ら [5]により、異分野融合研究チームの組成と研究成果の創出に向けたプロセスを明らかにする研究が行われた. 金沢大学において異分野融合研究に取り組む研究者を対象にヒアリングを行い、その結果を基に生成した概念生成とカテゴリーを用いて、概念やカテゴリーの関連性をプロセス的に整理し、その説明としてのストーリーラインを作成した. 図 1-2 に概念やカテゴリーの関連性を整理した図を示す.

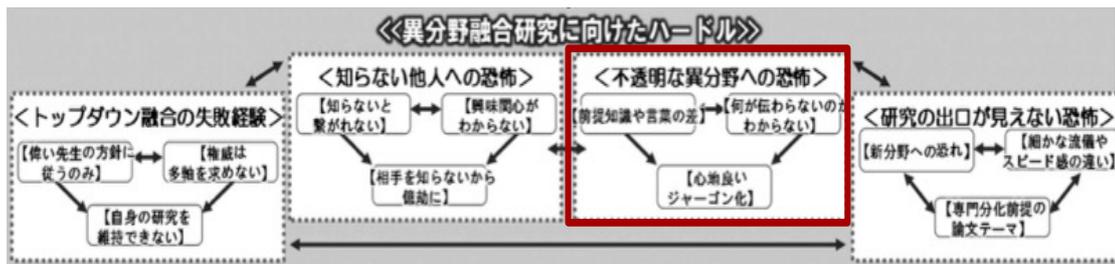


(出典) 平子紘平ら, 「総合的な社会課題解決に向けた異分野融合 研究チーム構築プロセス」産学連携学,2020

図 1-2 プロセス的に整理した図

図 1-2 より、「異分野融合研究に向けたハードル」の部分に着目したものが図

1-3 である。異分野融合研究の問題として、偉い先生に従うのみといった「トップダウン融合の失敗談」、相手を知らないから億劫になるといった「知らない人への恐怖」、前提知識や言葉の差や何が伝わらないのか分からないといった「不透明な異分野への恐怖」、新分野への恐れや細やかな流儀やスピード感の違いから研究成果が上がらないのではといった「研究の出口が見えない恐怖」の4つが挙げられている [5]。

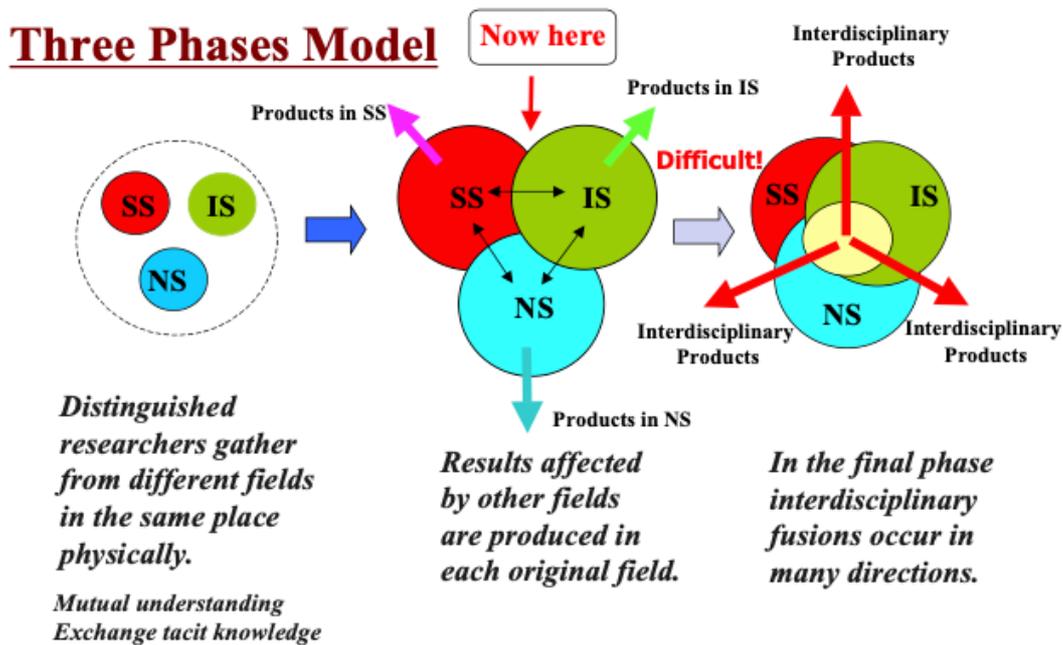


(出典) 平子紘平ら, 「総合的な社会課題解決に向けた異分野融合 研究チーム構築プロセス」産学連携学,2020

図 1-3 異分野融合に向けたハードル

濱崎雅弘ら [6]による異分野越境型プロジェクトにおけるコミュニケーションとコラボレーションに関する研究においても、異分野間連携・融合はイノベーションを起こすという点で大きな可能性がある反面、異分野に起因する言葉や価値観、目的の違いによってコラボレーションが難しいという点を問題として指摘している。

杉山公造による異分野融合の研究プロセスモデル [2]では、異分野融合研究は三段階のフェーズに分けられる (図 1-4)。第一段階は、研究者が同じ目的のもとに物理的に集まって接触を始める段階、第二段階は、それぞれの分野の研究者が他分野の知見や方法論を自身の研究分野に取り入れて、それぞれの分野にプロダクトとして発表する段階、第三段階は、これまでの段階により蓄積された研究プロダクトから新分野の境界が明確になり、新しいプロダクトが急速に生まれていく段階である。このプロセスモデルから、モデルの軸となる第二段階で他分野の知見や方法論を自身の研究分野に取り入れることが重要だといえる。また、それらを支援することが今後の異分野連携・融合における課題の一つであると考えられる。



(出典)杉山公造,「知識科学と知識創造ビルディングス」, 人工知能学会研究会資料,2020

図 1-4 異分野融合の研究プロセスモデル

ここで改めて異分野融合研究の問題と課題について整理する。まず、異分野連携・融合研究には偉い先生に従うのみといった「トップダウン融合の失敗談」、相手を知らないから億劫になるといった「知らない人への恐怖」、前提知識や言葉の差や何が伝わらないのか分からないといった「不透明な異分野への恐怖」、新分野への恐れや細やかな流儀やスピード感の違いから研究成果が上がらないのではといった「研究の出口が見えない恐怖」の4つの問題がある。また、異分野連携・融合の支援として、異分野間における言葉や前提知識の差を無くすことが異分野連携・融合における課題であると考えられる。

1.1.3 異分野の人に理解してもらうための取り組み

1.1.2 で取り上げた前提知識や言葉の差をなくすための取り組みとして、「未来世紀都市フェス 2018」という講演者が自身の専門知識や研究内容をもとに未来と夢を語り、その内容を参加者全員で共有して、各参加者が自分の思考の枠から出て意見を交換するイベントでは、どうすれば知の融合が起こるのかを考え抜いてイベント設計がなされている [7]. 異分野の参加者にでも専門知識や研究内容を理解できる抽象度にするため、研究者の研究内容や夢を語る内容について事前にチェックするといった活動を行っている [7].

1.2 本研究の目的

前節で述べた状況を解決する問題意識を持ち、本研究では、異分野連携・融合における他分野の知見や方法論の獲得といった内容理解について、前提知識や言葉の差を無くす支援を行う。異分野連携・融合における情報共有にて具体的な専門用語が使われた際に、その専門用語を抽象的な言葉に変換することで、ユーザの他の専門分野に対する内容理解を支援するシステムを開発し、その効果を検証する。

1.3 本論文の構成

本論文は本章を含めて 7 章により構成される。第 1 章では、研究の背景、問題意識及び目的について説明した。第 2 章では、研究と関連する先行研究を紹介し、本研究の位置づけについて述べる。第 3 章では、提案手法に至るまでの過程について説明をする。第 4 章では、提案手法である「チャットシステムにおける専門用語言い換えシステム」について説明する。第 5 章では提案手法の効果を検証する実験について述べる。第 6 章では、実験結果と考察をする。第 7 章では、本研究のまとめを整理して、今後の課題について述べる。

第2章 関連研究

本章では、本研究の関連研究と本研究の特徴について述べる。

2.1 異分野連携・融合についての研究

第1章でも、取り上げたように異分野連携・融合の重要性が指摘されている [3]。しかし、異分野連携・融合が成功するケースはそう多くはない。

平子紘平ら [5]により、異分野融合研究チームの組成と研究成果の創出に向けたプロセスを明らかにする研究が行われた。プロセス的に整理した図とストーリーラインより、異分野融合研究の問題として偉い先生に従うのみといった「トップダウン融合の失敗談」、相手を知らないから億劫になるといった「知らない人への恐怖」、前提知識や言葉の差や何が伝わらないのか分からないといった「不透明な異分野への恐怖」、新分野への恐れや細やかな流儀やスピード感の違いから研究成果が上がらないのではといった「研究の出口が見えない恐怖」の4つの問題が明確になった。

濱崎雅弘ら [6]による異分野越境型プロジェクトにおけるコミュニケーションとコラボレーションに関する研究において、異分野間連携・融合はイノベーションを起こすという点で大きな可能性がある反面、異分野に起因する言葉や価値観、目的の違いによってコラボレーションが難しいという点を問題として指摘している。

また、異分野連携の初動時におさえるべき当然のこととして、各自の専門領域情報である基本的な概念、方法論、専門用語の把握が求められる [8]。

以上に述べた研究と文献から、異分野連携・融合における最初に取り組むべき課題は前提知識や言葉（専門用語）といった基本的な知識の差をなくすことであると考えられる。

2.2 専門用語のユーザに合わせた言い換え支援

電子化された文書データの増加に伴い、利用者や利用形態に合わせた形で自動編集する技術の必要性が説かれており [9]、高齢者や子供、外国人といった利用者の言語能力にあわせて文章を変換する言い換え処理の研究が多くなされている。

藤沢仁子ら [10]は、子供の読解支援として、文化遺産分野の記述中の専門用語について、平易な別の表現にする代わりに、専門用語が含まれるカテゴリーや用途・目的などを補足して置き換える試みを行った。

読解支援のための言い換え自動化の第一段階として、言い換えデータベースを考案し、用語テーブル (図 2-1) と言い換えパターンテーブル (図 2-2) から機械的に作成された言い換え (図 2-3) について、文として適切かどうか調査した。

また、藤沢仁子ら [10]は今後の課題として、置き換えた文章が適切であるかだけでなく、実際に理解支援になっているのか判定する必要があると述べている。

用語	カテゴリ	用途/目的	位置	形状
步揺	飾り	飾りの		スパンコールのような
短甲	甲	体を保護する	胸部分の	丈の短い
美豆良	髪型		頭部の	肩まで下がった
脚結	束帯	正装の	膝のあたりの	
...	

(出典) 藤沢仁子ら,「専門用語のユーザに合わせた言い換え支援システムの構築 -言い換えデータベースの提案-」, じんもんこん 2006 論文集

図 2-1 用語テーブル

Ph_id	pattern
L-1	<用語>とよばれる<カテゴリ>
L-2	<用途/目的>ための<用語>
L-3	<形状><カテゴリ>
L-4	<位置><用語>

(出典) 藤沢仁子ら,「専門用語のユーザに合わせた言い換え支援システムの構築 -言い換えデータベースの提案-」, じんもんこん 2006 論文集

図 2-2 言い換えパターンテーブル

・<スパンコールのような><步揺> (L-3)
・<体を保護する>ための<短甲> (L-2)
・<美豆良>とよばれる<髪形> (L-1)
・<膝のあたりの><脚結> (L-4)

(出典) 藤沢仁子ら,「専門用語のユーザに合わせた言い換え支援システムの構築 -言い換えデータベースの提案-」, じんもんこん 2006 論文集

図 2-3 作成された言い換え

2.3 異文化間コミュニケーションに関する研究

藤井薫和ら [11]は、異文化という異なる環境における人たちとのコミュニケーションにおいて、相手の言語に依存しないコミュニケーションが可能なチャットシステム「AnnoChat」(図 2-4)を開発し、その評価を行った。本システムは相手の言語に依存しないコミュニケーションを実現するため、アノテーション機能と翻訳機能を搭載している。

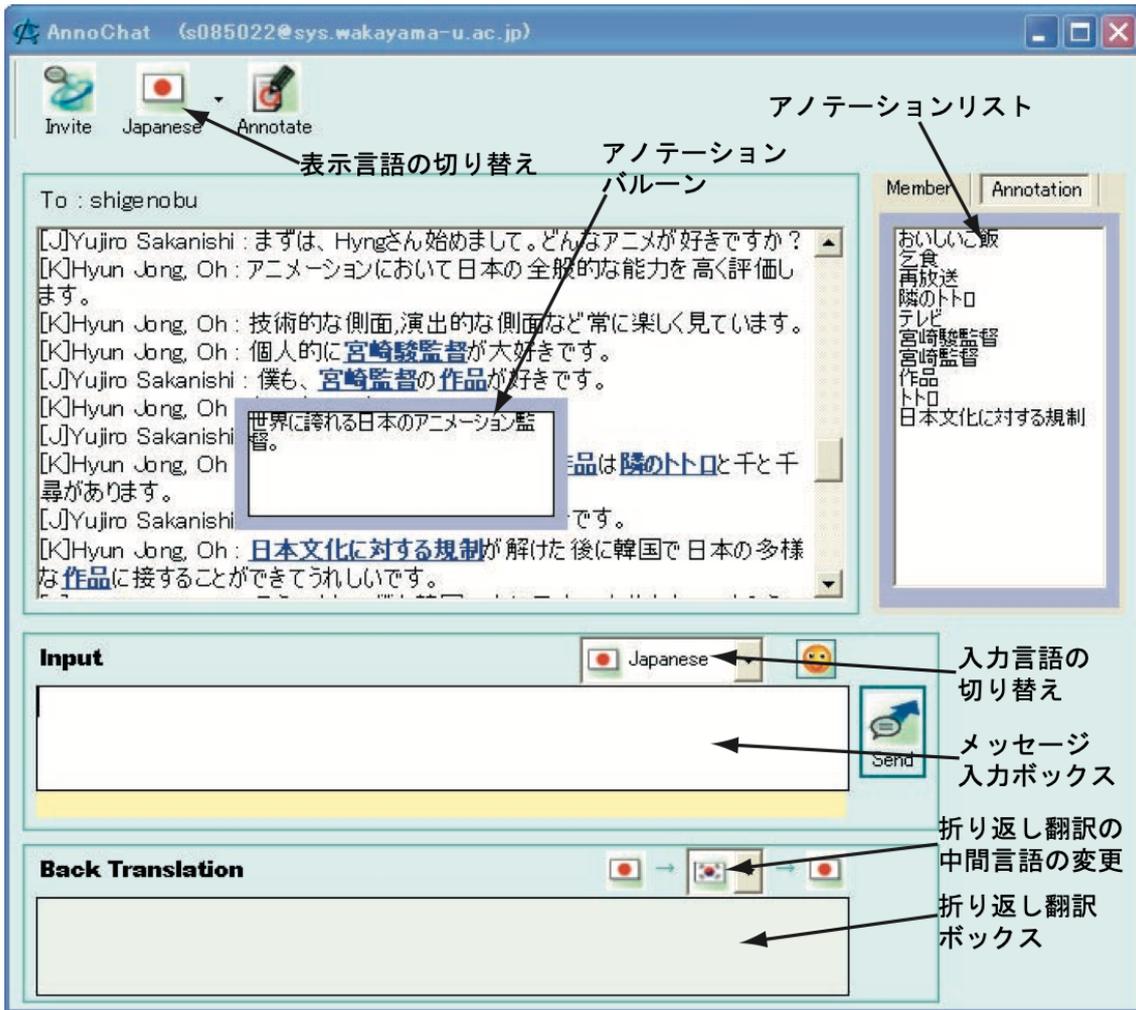
- ・アノテーションの付加

チャットログの任意の語句についてアノテーションを付与する。これにより文化の違いや機械翻訳によって生じる誤解・誤訳に対して補足説明が行われ、より深いコミュニケーションが可能となる。

- ・機械翻訳／自動折り返し翻訳

機械翻訳サービスを使って、ほかの全てのユーザの発言を自分と同じ言語に翻訳して表示する。また、翻訳された文章の確認のために自動折り返し翻訳機能も搭載されている。

藤井薫和らは本システムについて、日本語、中国語、韓国語をそれぞれ母語とする被験者の組を作成し、特定のテーマに沿った会話を 20 分間実施した。5 段階評価方式と記述式による主観的評価の結果、アノテーション機能は異文化間で発生する誤解や機械翻訳の誤訳を補助し、参加者相互の理解を支援する可能性が示唆された。



(出典)藤井薫和ら,「異文化間コミュニケーションのための機械翻訳を用いたチャットシステム AnnoChat の開発と適用」, 第4回情報科学技術フォーラム,2005

図 2-4 AnnoChat のチャット画面

2.4 本研究の位置付け

本研究では, チャットツールにおける専門用語の言い換えを異分野の内容理解の支援の手法として提案する. 2.2, 2.3 で紹介した関連研究と比べて, 異分野への内容理解支援に焦点を当てている点, 実際にゼミや研究発表といった異分野コミュニケーションの場の内容理解支援に言い換えが効果的かどうか調査する点の2点が本研究の特徴である.

また, AnnoChat [11]では翻訳機能を用いて, あたかも全てのユーザが自分と

同じ言語を用いているかのように表示していたことに習い、専門用語を抽象的な言葉に自動的に言い換えることで、全てのユーザが抽象度を意識することなく、他分野の人に研究内容を理解してもらえらる環境を実現するという点に留意したいと考える。

2.5 本章のまとめ

本章では、専門用語の言い換え支援に関する研究と異文化間コミュニケーションに関する研究について分析した。その結果として、本研究では「実践的な異分野コミュニケーションの場における、理解度の向上に対する言い換えの有効性の検証」と「異分野における内容理解支援」の二つに注目することとした。次章で予備調査について述べる。

第3章 予備調査

本章では、本研究の目的である課題について調査した結果を示し、考察する。

3.1 異分野連携・融合における課題について

第1章で述べたように異分野連携・融合における課題は複数あるが、異分野融合におけるプロセスに着目すると、他分野の知見や方法論を正確に取り入れる重要性の観点から、異分野の人が研究内容を理解しやすい環境づくりが必要である。このため本研究では、分野の違いに起因する前提知識や言語の差をなくすことを課題とする。

課題解決にあたり、本研究では異分野連携・融合における他分野の知見や方法論の獲得といった内容理解について、異分野連携・融合における情報共有にて具体的な専門用語が使われた際に、その専門用語を抽象的な言葉に変換することで、ユーザの専門外の分野に対する内容理解の支援を行う。

3.2 専門用語の言い換えによる理解度調査

専門用語を抽象的な言葉に言い換えた際の異分野の事柄に対する内容理解への影響について予備調査を行った。

被験者は、北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科に所属する博士前期課程5名を対象とした。

ある分野についての専門用語を具体的なまま使用した文章10問とその各々について専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章10問について、文章の理解のしやすさの観点で5段階(1.理解しにくい~5.理解しやすい)にて評価してもらった。

このように自身で文章に対する内容理解について評価を行う5段階評価は、本論文では主観的内容理解度として扱う。

また、専門用語と専門用語を抽象的に言い換えた言葉とを比較してどちらがより理解しやすいか5段階(1.専門用語~5.抽象的な言葉)にて評価してもらった。

図3-1に専門用語を具体的なまま使用した文章と抽象的な言葉に言い換えた文章のアンケートの一部を示す。また、図3-2に専門用語と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた言葉のアンケートの一部を示す。

調査

直感的に内容について、理解しやすいかどうか1.理解しにくい～5.理解しやすいの5段階で評価してください。

第三世代の行動療法」に共通する特徴は、マインドフルネスやアクセプタンスと
 という要素を重視している点である。

1 2 3 4 5

理解しにくい ○ ○ ○ ○ ○ 理解しやすい

「第三世代の行動療法」に共通する特徴は、認知行動療法や認知行動療法という
 要素を重視している点である。

1 2 3 4 5

理解しにくい ○ ○ ○ ○ ○ 理解しやすい

図 3-1 専門用語を具体的ななままと抽象的な言葉に言い換えたときの文章のアンケート

3 セクション中 3 個目のセクション

調査2

二つの単語を比較して、5段階で評価してください。
 1.左の単語が理解しやすい～5.右の単語の方が理解しやすい

1*

1 2 3 4 5

マインドフルネス ○ ○ ○ ○ ○ 認知行動療法

2*

1 2 3 4 5

アクセプタンス ○ ○ ○ ○ ○ 認知行動療法

図 3-2 専門用語と専門用語を抽象的に言い換えたときの単語のアンケート

表 1 に予備実験で使用した専門用語と抽象的に言い換えた言葉の組を示す。文章を作成する際に分野を偏らせないために、今回は情報工学と心理学、電子工学の 3 分野から文章を出題した。また、文章の主語に専門用語が使われている場合、専門用語について説明する文章が多く、専門用語の言い換えによらずに文章の内容を理解できることが懸念されたため、主語に専門用語が使われていない文章を参考書や web ページから抜粋した。抜粋した文章の中で、JST シソーラス map [12] に上位語が存在する専門用語を予備実験で使用した。

表 1 予備実験で使用した専門用語と抽象的に言い換えた言葉の組

専門用語	抽象的な言葉
マインドフルネス	認知行動療法
アクセプタンス	認知行動療法
EEPROM	記憶装置
集中内観	精神療法
アカウントビリティ	責任
ポンピング	励起
トライアック	半導体素子
次元の呪い	計算量
ノード	情報ネットワーク
サンプリング	信号処理
オペラント条件づけ	学習

3.3 予備調査の分析

予備調査にて、得られた結果について分析を行った。被験者 5 名に対し、専門用語を具体的なまま使用した文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章各 10 問分のデータ計 100 個を分析した。

専門用語を具体的なまま使用した文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章のそれぞれの主観的内容理解度とその度数を表すグラフを図 3-3 に示す。

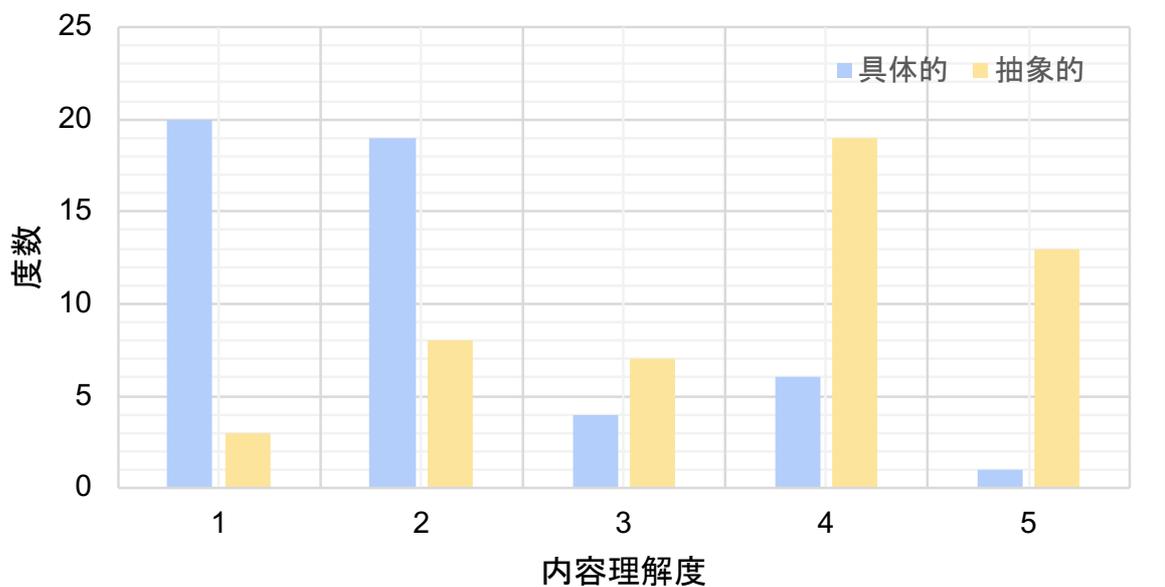


図 3-3 主観的内容理解度の分布

図 3-3 より、専門用語を具体的なまま使用した文章は主観的内容理解度が 1 と 2 に集中し、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章は主観的内容理解度が 4 と 5 に集中している分布であることが分かった。

また、専門用語を具体的なまま使用した文章における主観的内容理解度と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章における主観的内容理解度の 2 群において、ウィルコクソンの符号順位検定を行なった。 $Z = -5.16, p = 0.00 < 0.05$ より 2 群間の分布に有意な差があり、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章の方が専門用語を具体的なまま使用した文章よりも主観的内容理解度が有意に高くなることが分かった。

従って、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることが異分野への内容理解に良い影響を与えると考えられる。

3.4 システムの設計・開発について

3.3 の予備調査の分析結果より、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた方が異分野への内容理解に良い影響を与えることが分かった。

そこで、研究室や共同研究者との連絡手段として使われている Slack [13] や Discord [14] といったチャットツールを対象に、異分野の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステムを構築することとした。

Slack は企業向けに利用される機会が多いチャットツールであり、Discord は

ゲームプレイヤー向けに利用されることが多いチャットツールである [15]. Slack も Discord も研究室で導入されている事例があり, 進捗報告や研究の相談, 雑談に活用されている [16] [17].

ゼミや研究発表といった異分野コミュニケーションの場では, 音声で会話をしているケースが多いが本研究では専門用語の言い換えシステムの実装が容易であること, Slack や Discord といったチャットツールにおいても研究についてのコミュニケーションが行われていることから, チャットツール上でゼミや研究発表といった異分野コミュニケーションが行われると想定して行う.

3.5 分析手法について

システムの評価方法として, 異分野の内容理解にどのように影響を与えているのか調査するために, 専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章とで対応のない2群を比較することで分析を行う.

本研究では次の3つの観点から分析((1)主観的評価による分析,(2)客観的評価による分析および(3)会話内容による分析)を行うこととした.

(1) 主観的評価による分析

予備調査にて, 短い文章における主観的内容理解度の調査を行った. 同様にして, システムにより, 専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで, 異分野の事柄に対する内容理解にどのような影響を与えているのか主観的内容理解度により分析を行う. 予備実験と同様に主観的内容理解度は文章の理解のしやすさの観点で5段階(1.理解しにくい~5.理解しやすい)のリッカートスケールで評価してもらう.

(2) 客観的評価による分析

本実験では主観的な評価に加えて、理解度テストのような客観的な評価により内容理解について評価する。そこで、情報共有を行う 2 名のユーザを想定し情報共有を受けた被験者には、情報共有した内容について理解したことを自由記述してもらい、その記述内容について情報共有を行う被験者に 5 段階 (1.理解できていない～5.非常に理解できている) のリッカートスケールで評価してもらう。この評価を客観的内容理解度とする。

(3) 会話内容による分析

異分野の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステムが異分野融合のコミュニケーションにおいて、どのような影響を与えているのか調査する必要もある。そこで、会話課題における質疑応答についてどのような会話が行われているのか質疑応答の内容を用語に関する質問、内容に関する質問、質問に対する応答の 3 つで分類して、分析する。

3.6 本章のまとめ

本章では、異分野連携・融合の内容理解を支援する方法として専門用語の抽象化に着目し、アンケート調査により専門用語の抽象化が与える内容理解への影響について調査した。予備調査から、専門用語を抽象的にすることで内容理解に良い影響を及ぼすという結果が得られたため、本研究のアプローチとしてチャットツール上で専門用語を抽象的な言葉に言い換える手法を提案した。次章では、提案手法の詳細について述べる。

第4章 提案手法

本章では、第3章で述べた提案手法である「異分野の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステム」の詳細について述べる。

4.1 システム概要

提案手法である「異分野の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステム」とは Discord にて、ユーザが送信する文章に対して解析を行い、文章中の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステムである。なお、システムの実装には `python` を用いた。

以下に、提案手法の流れを順に説明する。

- ① Discord の送信用チャンネルにて文章を送信する。
- ② 送信された文章について、専門用語と抽象的に言い換えた言葉の組を格納した自作辞書を参照して、文章を解析する。
- ③ 文章の専門用語の有無を判別する。
- ④ 専門用語がある場合は、辞書から該当する専門用語を抽象的に言い換えた言葉を抽出し、専門用語を抽象的に言い換えた言葉に置換する。専門用語がない場合は、文章に対して何も処理を行わない。
- ⑤ 専門用語があった場合は、専門用語を抽象的に言い換えた言葉に置換した文章、専門用語がなかった場合は、送信されたままの文章を受信用チャンネルにて Discord Bot を用いて送信をする。

①では、非同期型の Discord bot を用いて、送信用チャンネルにて送信された内容を読み込んだ。Discord bot は `discord.py` によって実装した。なお、Discord bot については 4.2.2 で詳しく説明する。送信された内容が「特徴量と実際の利用者の関心情報からサポートベクターマシンによる推定器を構築した」とすると、「特徴量と実際の利用者の関心情報からサポートベクターマシンによる推定器を構築した」を文字列としてプログラム上で扱う。

②では自作辞書に載っている専門用語を一つずつ文字列として置き換えて、「特徴量と実際の利用者の関心情報からサポートベクターマシンによる推定器を構築した」の文字列に対して、一致する専門用語があるか検索する。用いた辞書には、専門用語の一つとして「サポートベクターマシン」があり、送信した内容の文字列における専門用語として該当する。なお、用いた自作辞書については、4.2.3 で詳しく説明する。辞書は、専門用語とその専門用語を抽象的に言い換えた言葉を 1 対 1 の関係で対応させた csv 形式のデータである。辞書はプログラム内で csv モジュールを利用して読み込み、専門用語を key、専門用語を抽象的に言い換えた言葉を value として dict 型に変換している。

④では、専門用語があった場合、該当する専門用語を list 型で保存する。それぞれの専門用語を key として、value として登録してある専門用語を抽象的に言い換えた言葉と呼び出して list 型で保存する。その後、専門用語と専門用語を抽象的に言い換えた言葉の配列を用いて、専門用語を抽象的に言い換えた言葉へとそれぞれ置換する。辞書には、「サポートベクターマシン」の抽象的な言葉として「パターン分類」が登録してあり、専門用語の配列には「サポートベクターマシン」、抽象的な言葉の配列には「パターン分類」だけが登録してあるという状態になる。ここで、「特徴量と実際の利用者の関心情報からサポートベクターマシンによる推定器を構築した」に対して、「サポートベクターマシン」の箇所を「パターン分類」に置き換えて「特徴量と実際の利用者の関心情報からパターン分類による推定器を構築した」とする。例として扱った文章は専門用語が一つしかないが、専門用語と抽象的に言い換えた言葉をそれぞれ配列で管理しているため、専門用語が複数あった場合も専門用語に対して、抽象的に言い換えた言葉が格納されている配列を指定して呼び出すことで動作する。

⑤では、非同期型の Discord bot を用いて、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章または送信されたままの文章を受信用チャンネルに送信する。各チャンネルにある ID を指定することで、送信するチャンネルを選択することができる。送信用チャンネルから送信された内容を読み込む際も送信用チャンネルの ID を指定して、送信用チャンネルを選択している。

提案手法の流れをフローチャートにすると図 4-1 のようになる。

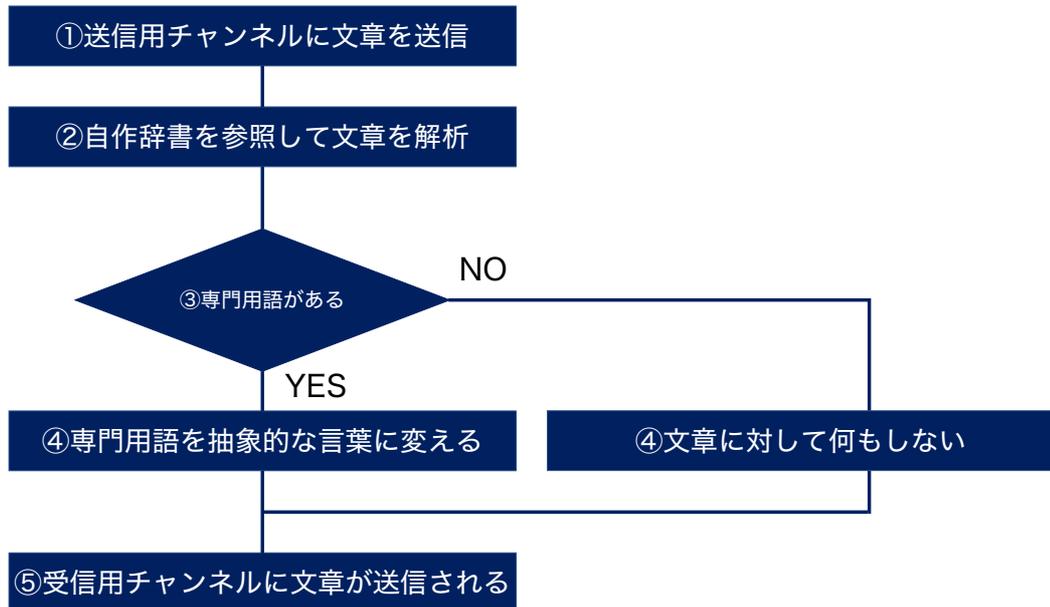


図 4-1 提案手法の流れ

情報が共有された時のユーザ視点から見た実際の動作を図 4-2, 図 4-3, 図 4-4, 図 4-5 に示す. 実験者視点では受信用チャンネルは 2 つ存在し, 専門用語が具体的なままの文章を受け取る受信用チャンネルと専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章を受け取る受信用チャンネルがある.

図 4-2 は送信用チャンネルに文章を送信するときの様子である. 図 4-3 に示すように送信内容は「特徴量と実際の利用者の関心情報からサポートベクターマシンによる推定器を構築した」である.

受信用チャンネル以外でメッセージを見ることが出来ないようにするために, 送信用チャンネルではメッセージ送信後 1 秒以内にメッセージが削除されてしまう. そこで図 4-2 では送信する直前の様子を示す. 本研究では, 言い換えの効果について検証するため, 情報共有を受けるユーザが元の送信内容を確認できないように, 受信用チャンネル以外でメッセージを見ることができないようにした. また, 同様の理由から受信用チャンネルに間違えて送信されたメッセージも 1 秒以内にメッセージが削除されるようになっている.



図 4-2 送信用チャンネルでメッセージの送信



図 4-3 送信内容

図 4-4 は受信用チャンネルに文章を受信したときの様子である。図 4-5 に示すように受信内容は「特徴量と実際の利用者の関心情報からパターン分類による推定器を構築した」である。



図 4-4 受信用チャンネルでメッセージの受信

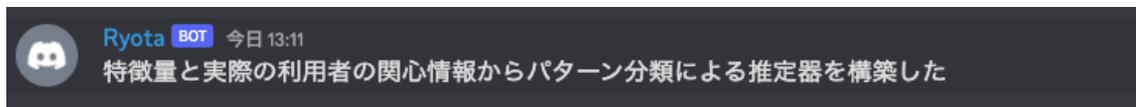


図 4-5 受信内容

ここまで、提案手法の動作について説明をした。次にシステムの Discord への実装を図式化した様子を図 4-6 に示す。図 4-6 に記されている番号は提案手法の流れに該当する箇所を示す。

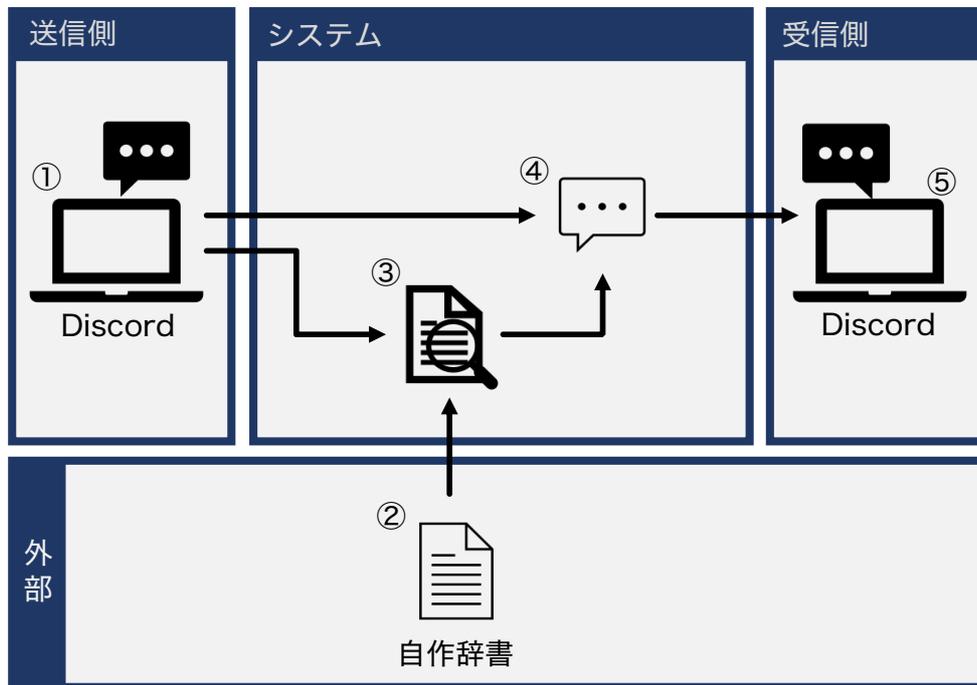


図 4-6 システムの実装

図 4-1 と図 4-6 の自作辞書にはユーザーが研究要旨で使用した専門用語のみを格納している。なお、用いた自作辞書については、4.2.3 で詳しく説明する。

4.2 システムの導入について

4.2.1 Discord について

弊研究室での研究報告では、普段は Slack [13] を利用しているが、本研究ではフリープランでもグループ通話可能な点やユーザの権限を細く設定できる点から実験環境として Slack よりも適している Discord [14] を用いた。図 4-7 のチャット画面を元に Discord の機能の説明をする。



図 4-7 Discord のチャット画面

チャット機能では、図 4-8 のボックスをクリックすることで、テキストを入力する。テキスト入力後、Enter キーを押すことでメッセージを送信する。提案手法では、入力したメッセージは別のチャンネルで表示されるが、本来であれば送信したチャンネルでメッセージを受信することになる。イメージ図として図 4-4 のような状態になる。

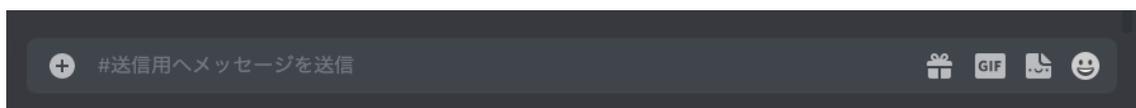


図 4-8 メッセージ送信機能

図 4-9 で使用したいチャンネルをクリックすることで、そのチャンネルに移動

する。提案手法では、メッセージの送信をするために送信用チャンネルへ、受信したメッセージを見るために受信用チャンネルに移動しなければならない。

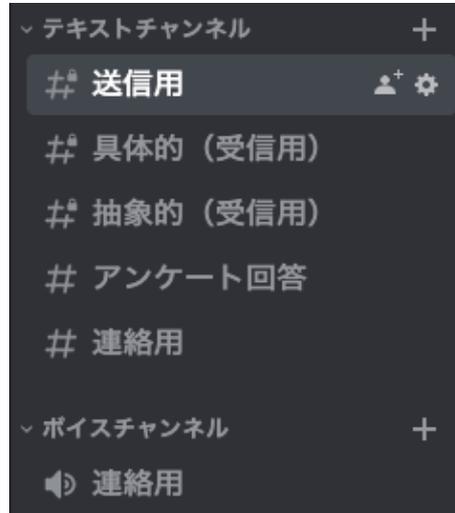


図 4-9 チャンネルの切り替え

図 4-10 のロールにて、権限の付与を行う。図 4-11 と図 4-12 に示すようにチャンネルごとにアクセスを許可するロールを設定でき、例えば、図 4-10 のようにロールを与えられている人だと具体的なままの文章を受け取る受信用チャンネルと抽象的な言葉に言い換えられた文章を受け取る受信用チャンネルの 2 つのチャンネルにアクセス可能である。このロールについては、実験において被験者が使用できる受信用チャンネルを指定するためのものであり、被験者は使用することはできない。



図 4-10 権限の付与



図 4-11 具体的受信用チャンネルの権限



図 4-12 抽象的受信用チャンネルの権限

4.2.2 Discord の bot について

Discord Bot を Discord Developer Portal で作成し、Discord のサーバーに導入した [18]. Discord Bot はアンケートを取る機能や音楽を流す機能など様々な機能を付与することできる [19]. 本システムでは、送信用チャンネルにて送信されたメッセージを読み込む、抽象的な言葉への言い換えの有無に関わらず受信用チャンネルにメッセージを送信するといったことを自動化するために bot を利用した.

また、提案手法でも説明したように受信用チャンネル以外でメッセージを見ることが出来ないようにするために、送信用チャンネルではメッセージ送信後 1 秒以内にメッセージを削除する機能、同様の理由から受信用チャンネルに間違えて送信したメッセージを 1 秒以内に削除する機能、提案手法とは関係ないが受信用チャンネルのメッセージを一括削除するために、送信用チャンネルにて「メッセージ削除」と入力すると受信用チャンネルのメッセージを一括削除してくれる機能を実装した.

これらの機能をもつ Bot を非同期処理にも対応した Discord 用の API ラッパー

の `discord.py` を用いて `python` で作成した [20].

4.2.3 自作辞書について

専門用語を抽出する際には自作辞書を使用した。当初，データ作成機関の国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)によって作成された，科学技術用語辞書を一つのつながりで表した JST シソーラス MAP [12]を使用して，専門用語とその専門用語を抽象的に言い換えた言葉を 1 対 1 の関係に対応させた辞書を作成しようとした。しかし，JST シソーラス MAP だけでは，全ての専門用語に対して適応できなかつたり，意味合いが異なる言葉へ変換されてしまつたりした。そこで，事前に被験者に提出してもらつた研究要旨をもとに専門用語と専門用語を抽象的に言い換えた言葉を JST シソーラス MAP で暫定的に定義し，JST シソーラス MAP が対応していなかつた専門用語や意図する意味とは異なる言葉へと変換されていると被験者が判断した専門用語については，被験者に抽象的に言い換えた言葉を定義してもらつた。

4.3 本章のまとめ

本章では，提案システムである「異分野の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステム」の詳細について述べた。次章では，提案手法の効果を検証する実験について説明する。なお，実験はシステムの評価ではなく，システムに用いられる手法「専門分野を抽象的な言葉に変換する」ことの効果の検証に重点を置く。

第5章 本実験について

第5章では、提案手法を評価する実験について述べる。

5.1 実験の概要

予備調査にて、専門用語を抽象的にすることで異分野に対する内容理解に良い影響を与えることが分かった。しかし、予備調査の環境はあくまで一方向的な情報共有であり、ゼミや研究発表などの現場では一般に双方向的なコミュニケーションが行われている。

したがって、異分野連携・融合における異分野の内容理解について、システムによる専門用語の言い換えによる前提知識や言葉の差を無くす支援が双方向的なコミュニケーション環境において効果的かどうか調査する必要がある。

図 5-1 に予備実験を図式化したものを示す。図 5-2 に本実験を図式化したものを示す。図 5-1 での矢印は情報共有を示し、図 5-2 に矢印は情報共有する側の情報共有と情報共有後のコミュニケーションを示したものである。本実験では、矢印で示した情報共有や情報共有後のコミュニケーションについて調査する。

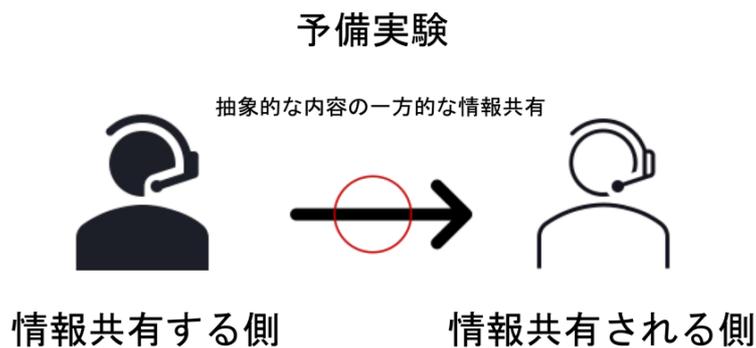


図 5-1 予備調査の図式化

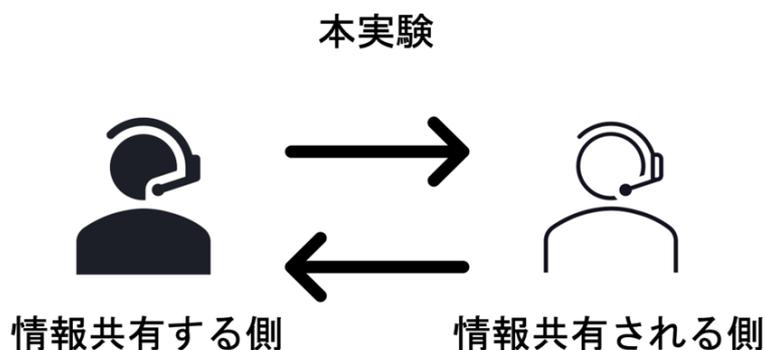


図 5-2 本実験の図式化

本実験の目的は、異分野の内容理解について、システムによる専門用語の言い換えによる前提知識や言葉の差を無くす支援が、ゼミや研究発表会といった双方向的なコミュニケーション環境においても効果的かどうか調査することである。

双方向的なコミュニケーション環境を、予備実験による一方向的な情報共有が同時に二つ存在している環境と仮定すると、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで、内容理解度が高くなると考えられる。

しかし、コミュニケーションを行う際、システムにより専門用語が質問やその回答においても抽象的な言葉に言い換えられるため、具体的な内容について会話することができなくなることで内容理解度が低くなることも考えられる。

異分野に対する主観的な評価と客観的な評価による内容理解度について、専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章とで対応のない 2 群を比較することでシステムの評価を行う。したがって、以下に示すように実験を二つに分けて行った。本実験の流れを図 5-3 に示す。実験の手順の詳細については 5.2 で説明する。

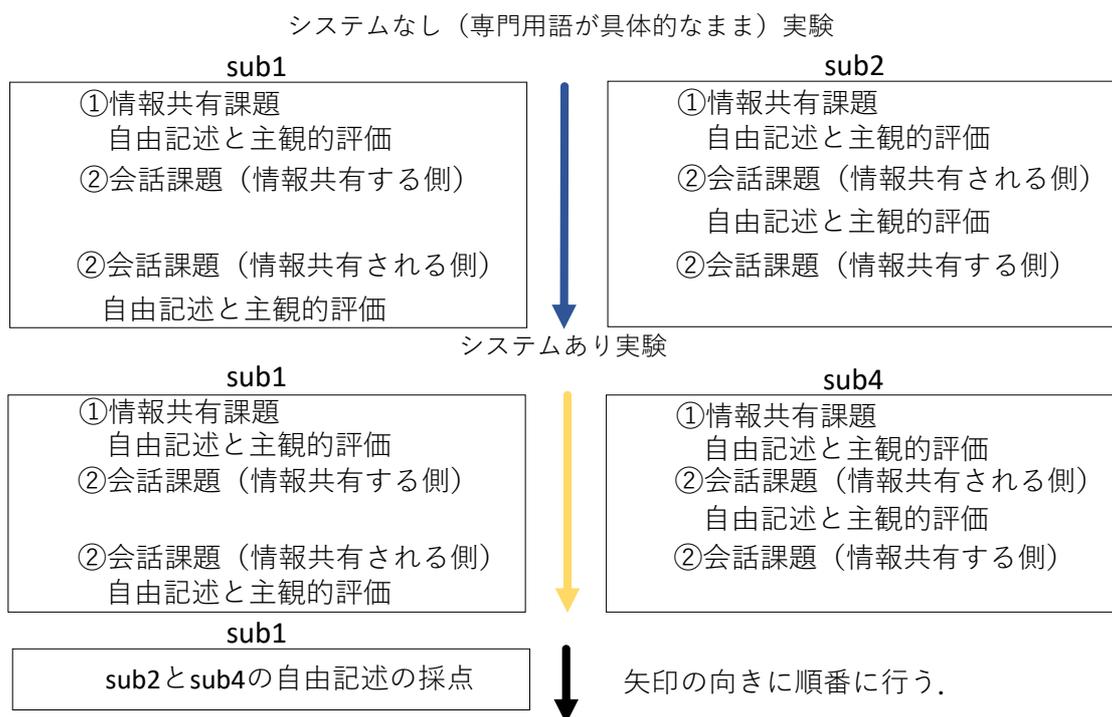


図 5-3 本実験の流れ

sub1 に焦点を当てて本実験の流れを説明する。実験を行う順番に偏りを作らないようにするために被験者によってはシステムあり実験から行ってもらう。システムあり、なしも基本的には実験の内容は変わらず、情報共有課題を行なってもらう。その後、情報共有課題で理解したことについて自由記述と主観的評価をしてもらう。また、会話課題として情報共有する側と情報共有される側に分かれて質疑応答をしてもらう。情報共有課題と会話課題により理解したことについて自由記述と主観的評価をしてもらう。これをシステムありとなしで行い、2 実験終了後に他の被験者が記入した自身の情報共有内容に対する 4 つの自由記述について採点してもらう。この一連の流れを本実験とする。

5.2 実験の手順

5.2.1 事前準備(参加者グループ分け)

実験は、北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科に所属する博士前期課程 8 名を対象に行った。

また、実験では専門用語をそのまま使用した時の会話と専門用語を抽象的に言い換えた時の会話を比較するため、表 2 に示すように被験者を 4 人 1 組で 2 グループ作った。実験のペアの組み合わせを 4 人 1 組で入れ替えて行うためグループを作っていないが、実験自体は 1 対 1 で行ってもらった。

その時に、情報共有の内容が現在の専門や過去の専門と被らないようにした。また、専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章について、同じ内容で実験を行うと 2 回目に行なった実験は必然的に内容理解度が高くなる。そこで、表 3 と表 4 のように、専門用語を具体的なままの文章での会話と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章での会話で、被験者の組み合わせを変えて実験を行った。表 3 と表 4 に実験の組み合わせを示す。例として、sub1 は sub2 と専門用語を具体的なままの文章、sub4 と専門用語を抽象的な言葉で言い換えた文章で実験を行った。

表 2 グループ分け

	被験者	学系	情報共有内容 <small>(※が付いているものは学部の研究であり、出身学部を記載)</small>
グループ1	sub1	知識	電気情報工学※
	sub2	知識	物理学※
	sub3	知識	知識
	sub4	知識	情報工学※
グループ2	sub5	マテリアル	マテリアル
	sub6	知識	情報工学※
	sub7	マテリアル	マテリアル
	sub8	情報	電子情報システム工学※

表 3 実験組み合わせ

	sub1	sub3
sub2	具体的	抽象的
sub4	抽象的	具体的

表 4 実験組み合わせ

	sub5	sub7
sub6	具体的	抽象的
sub8	抽象的	具体的

5.2.2 事前準備(研究要旨について)

実験で使用する研究要旨を被験者に作成してもらった。その際に精読を 5 分で終わられるように 400~600 文字で作成してもらった。

また、研究要旨作成終了後に被験者に研究要旨中にある用語について、研究している本人からの視点と異分野である実験者の視点から専門用語の判別をした。その後、専門用語の抽象的な言葉について、JST シソーラス MAP を用いて調査した。その結果を被験者に提示し、JST シソーラス MAP が対応していなかった専門用語と意図する意味とは異なる言葉へと変換されていると被験者が判断した専門用語について、被験者に抽象的な言葉を作成してもらった。

5.2.3 情報共有課題

情報共有課題では、それぞれの被験者により事前に作成してもらった研究要旨を実験者が Discord の図 4-7 の送信用チャンネルで送信し、図 4-7 の受信用チャンネルで他の被験者に提示する。

被験者には、実験者により提示された他の被験者が作成した研究要旨について 5 分以内で精読してもらおう。ここまでの一連の流れを情報共有課題とする。精読時間は、各自で精読時間を測定してもらった。

情報共有課題終了後、他の被験者の研究要旨について理解している内容を自由記述してもらった。

被験者に事前に研究要旨を作成してもらったり、実験者が被験者の代わりに他の被験者に研究要旨を提示したりする理由は、自身の研究要旨について実験中に簡潔にまとめたり、伝えたりするのが困難であることや、タイピング能力に個人差があることでそれらが実験に対する外的要因になると考えたからである。異分野の前提知識や言語の差以外による異分野の内容理解への影響といった外的要因を低減するために、実験者が代わりに他の被験者へと研究要旨を提示した。実際に、被験者が研究要旨の内容を他の被験者に送信しても同じように動作するため、他の被験者が研究要旨の内容を入力し、送信をした想定で実験を行ってもらった。図 5-4 に情報共有課題の流れを示す。

①情報共有課題

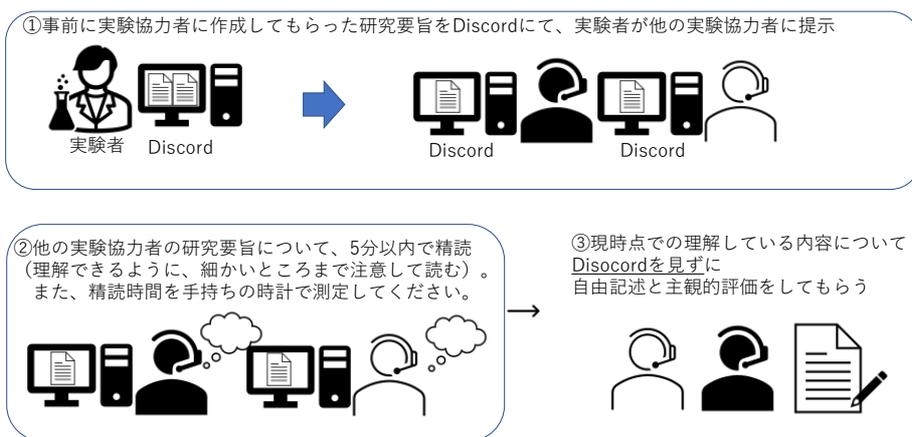


図 5-4 情報共有課題

5.2.4 会話課題

情報共有する（質問に答える）側とされる（質問をする）側に分かれて 5 分間、研究要旨の内容について Discord 上で会話（質疑応答）をしてもらった。会話課題では、図 4-7 のボイスチャンネルにて音声で質疑応答をするのではなく、図 4-7 のテキストチャンネルにてテキストメッセージにて質疑応答をしてもらった。図 4-7 より、テキストチャンネルは複数あるが会話課題では送信用チャンネルと受信用チャンネルを用いて質疑応答をしてもらった。

送信用チャンネルでメッセージを送信し、受信用チャンネルにてメッセージを受信する形でやりとりを行ってもらった。

質疑応答の時間を 5 分とした理由は、ゼミや研究発表会などの質疑応答で発表者に対して質問する回数は一人当たり 2~3 回であると想定しており、質疑応答のタイピング時間と質問に対して返答をする時間などを見積もって 5 分が適切な時間であると考えたからである。

会話課題終了後も情報共有課題終了後と同様に、情報共有される側の被験者は他の被験者の研究要旨について理解している内容を自由記述してもらう。

その後、情報共有する側とされる側の役割を交代して 5 分間、研究要旨の内容について会話してもらい、情報共有される側の被験者に他の被験者の研究概要について理解している内容を自由記述してもらう。図 5-5 に会話課題の流れを示す。

1 回の実験で、情報共有する側と情報共有される側の 2 回会話課題を行うが、相手の研究要旨について質問を行う情報共有される側の時のみ終了後に自由記述と主観的評価を行ってもらった。

② 会話課題

① Diiscordを介して情報共有する側とされる側に分かれて5分間、研究要旨の内容に関して会話（質問）をする



※初めはsub1の人が情報共有する側になってください。念の為、口頭や資料にて教えます。
※5分経過した際は、その時点で記入している内容を送信してください。

② 会話課題後、現時点(情報共有課題と会話課題を終えて)の理解している内容について自由記述してもらおう



→ ③ 役割を交代して、会話課題を始める

図 5-5 会話課題

5.2.5 自由記述と主観的評価について

図 4-7 のテキストチャンネルのアンケート回答チャンネルにて、Google Forms の URL を提示して、Google Forms のアンケートを用いて、情報共有課題終了後と会話課題終了後に他の被験者の情報共有（研究要旨の内容）について、理解したことを自由記述してもらった。また、自分がどれだけ理解できているかという観点で、主観的評価を 5 段階(1.理解できなかった～5.非常に理解できた)のリッカートスケールにて評価してもらった。

1 回の実験で、情報共有する側と情報共有される側の 2 回会話課題を行うが、相手の研究要旨について質疑応答を行う情報共有される側の時のみ終了後に自由記述と主観的評価を行なってもらった。

また、情報共有課題終了後の自由記述の前に、情報共有課題時の精読時間についても記入してもらった。図 5-6 と図 5-7 に実験で用いたアンケートを示す。

情報共有課題終了後アンケート

精読時間 *

回答を入力

(情報共有課題終了後) *
相手の研究要旨について、どのくらい理解できたと思いますか？

1 2 3 4 5

理解できなかった 非常に理解できた

(情報共有課題終了後) *
相手の研究要旨について、自分が理解できた範囲で自由記述してください。

回答を入力

戻る 次へ フォームをクリア

図 5-6 情報共有課題終了後のアンケート

会話課題終了後アンケート

(会話課題終了後) *
相手の研究要旨について、どのくらい理解できたと思いますか？

1 2 3 4 5

理解できなかった 非常に理解できた

(会話課題終了後) *
相手の研究要旨について、自分が理解できた範囲で自由記述してください。

回答を入力

 [フォームをクリア](#)

図 5-7 会話課題終了後のアンケート

5.2.6 採点について

専門用語を具体的なままで会話した時と抽象的な言葉に言い換えたときの会話の 2 実験終了後、情報共有課題終了後と会話課題終了後に他の被験者による自身の研究要旨の自由記述について採点をしてもらった。被験者への自由記述の提示は Google Forms を用いて行なった。

評価について、研究要旨に対する理解度を 5 段階（1.理解できていない～5.非常に理解できている）のリッカートスケールで評価してもらった。その際に、2(具体的・抽象的)×2(情報共有課題終了後・会話課題終了後)の計 4 つの自由記述をどの実験でどのタイミングで書かれたものか分からないようにするために、採点する順番をランダムにして被験者に提示した。採点する順番をランダムにした理由は、「専門用語が具体的・抽象的な方が良いに決まっている」という思い込みや実験者への協力的な姿勢または、反抗的な姿勢で回答するといった客観的な評価から乖離した被験者バイアスによる影響を無くすためである。

採点の方法について図式化したものを図 5-8 に示す。

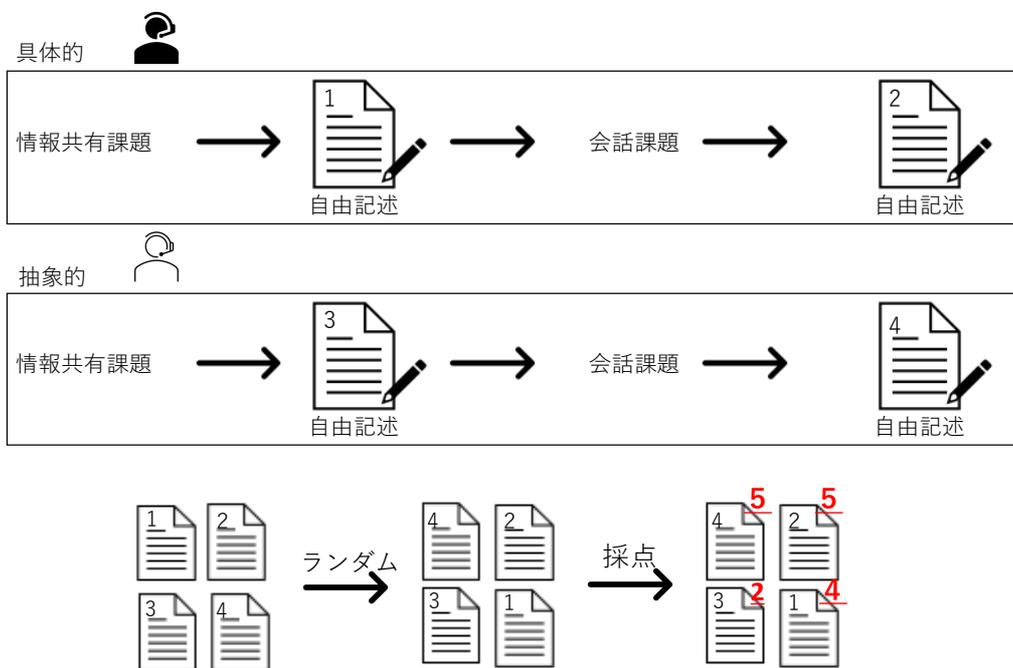


図 5-8 採点方法

5.3 実験環境

被験者には，図 5-9 のようなそれぞれ個室の環境で実験を行ってもらった。また，何かトラブルがあった時に備えて，図 4-7 のボイスチャンネルの連絡用チャンネルと図 4-7 のテキストチャンネルの連絡用チャンネルに接続してもらい，音声メッセージとテキストメッセージのどちらでも連絡が取れるようにした。



図 5-9 実験環境

5.4 本章のまとめ

本章では，本実験の実験概要，実験手順，仮説について述べた。次章に実験の結果と，結果に基づく分析及び考察について述べる。

第6章 結果と考察

第6章では、第5章で述べた本実験にて得られた結果を示し、その結果に基づいて分析と考察を行う。

6.1 実験結果

6.1.1 主観的評価による内容理解度の結果

予備調査にて、短い文章において主観的内容理解度の調査を行った。情報共有する内容を400~600字の研究要旨にした時に、内容理解度にどのような変化があるのか考察するために主観的評価による内容理解度の結果を示す。

内容理解度の評価と具体的、抽象的のそれぞれで情報共有課題終了後と会話課題終了後の度数を表すヒストグラムを図6-1と図6-2に示す。

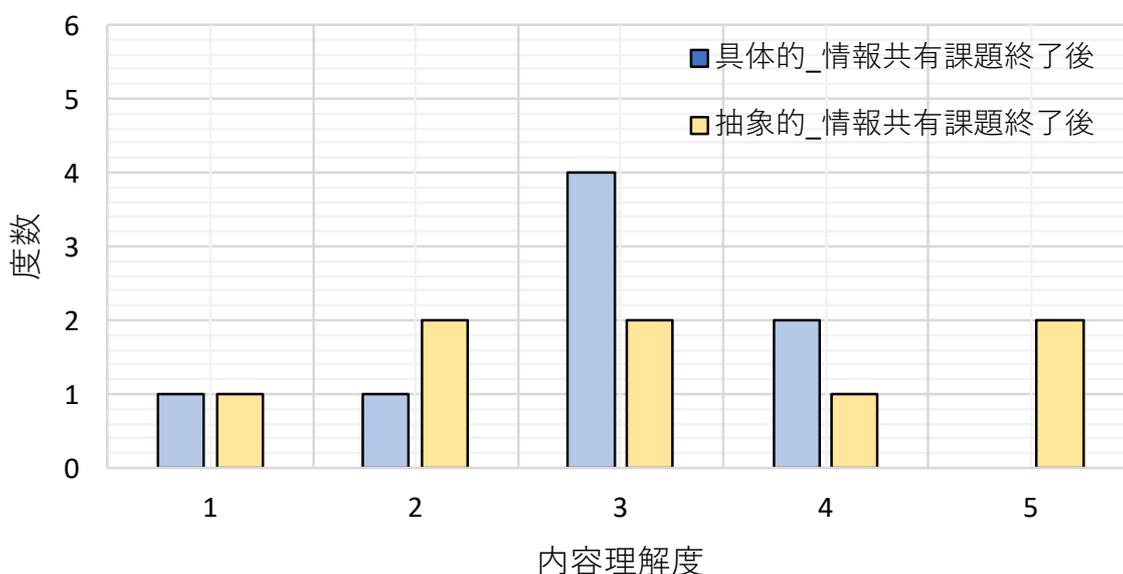


図 6-1 情報共有課題終了後における内容理解度の分布

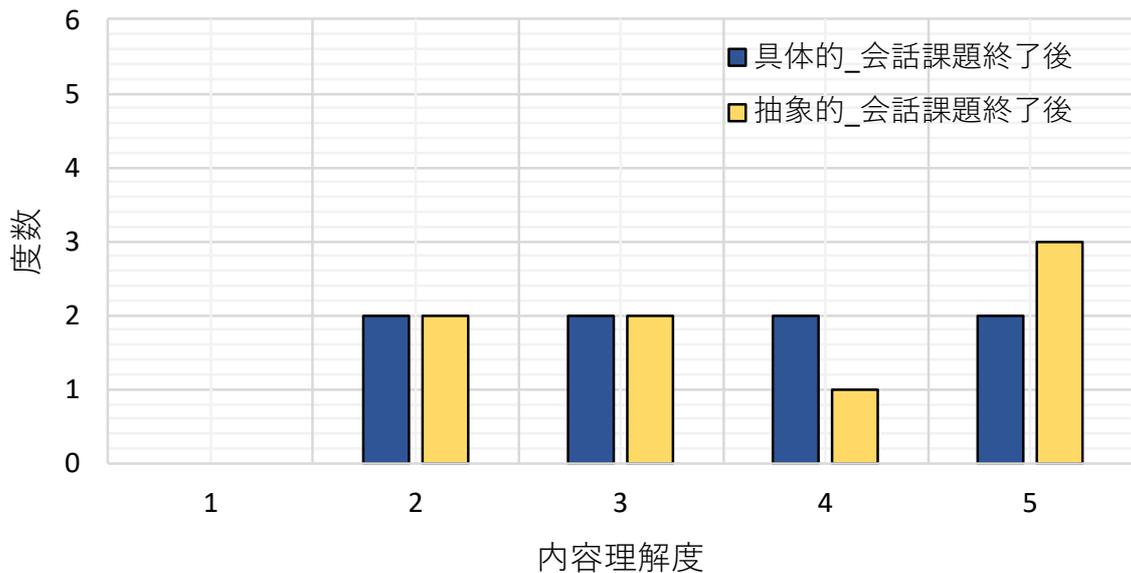


図 6-2 会話課題終了後における内容理解度の分布

予備調査の結果と本実験の主観的評価による内容理解度の分布について、比較する。予備調査では、専門用語を具体的なまま使用した文章は主観的内容理解度が 1 と 2 に集中し、専門用語を抽象的にした言葉に言い換えた文章は主観的内容理解度が 4 と 5 に集中している分布であったが、本実験では、一方的な情報共有である情報共有課題における内容理解度 (図 6-1) においても予備調査のような分布の傾向が見られず、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることが異分野への内容理解に良い影響を与えるとは言えない。

特定の専門用語についての理解が文章全体の内容理解にどの程度影響しているのかについて焦点を当てると、400~600 文字の文章を対象とするよりも予備調査のような一文を対象にした方が影響は大きくなる。このことから主観的内容理解度においては予備調査と同様な結果が得られなかったと考えられる。

6.1.2 自由記述による内容理解度の結果

予備調査にて、専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章において、被験者の内容理解度を定量化するために、主観的に内容理解度の評価を行った。しかし、主観的な評価だけでは正しく異分野の内容を理解できているか調査することは難しい。そこで、客観的な評価基準として被験者に自身の研究内容について、他の被験者がどれくらい理解できているのか定量化してもらった。その結果を 6.1.2 で示す。

内容理解度の評価と具体的、抽象的のそれぞれで情報共有課題終了後と会話

課題終了後の度数を表すヒストグラムを図 6-3 と図 6-4 に示す。

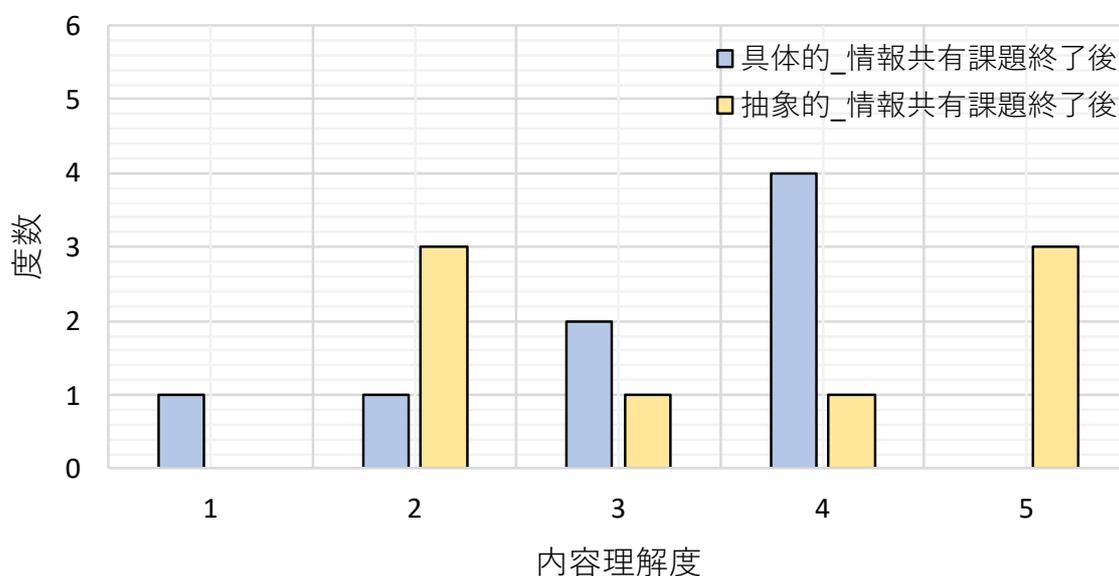


図 6-3 情報共有課題終了後における内容理解度の分布

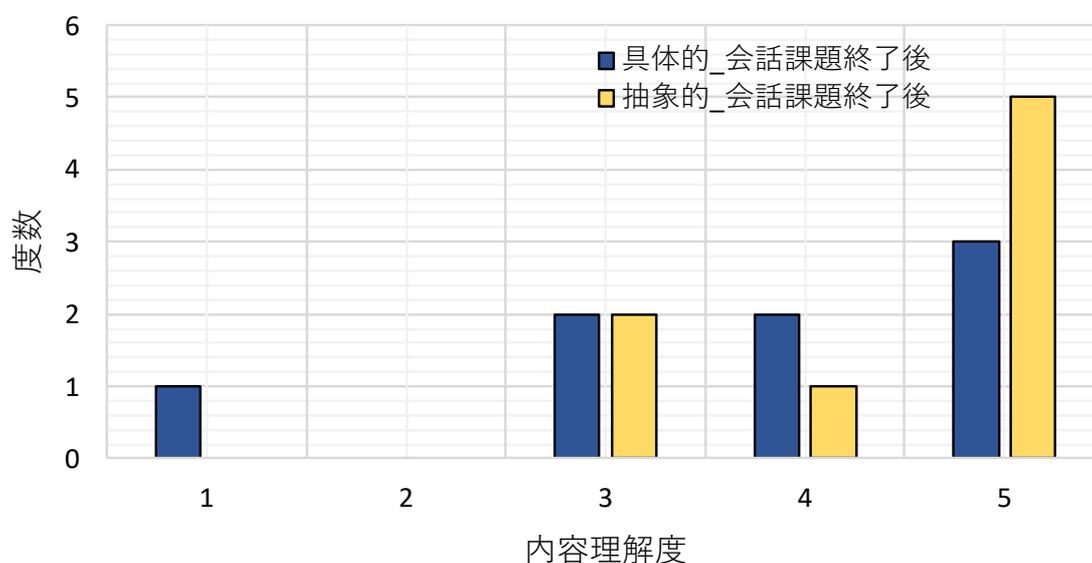


図 6-4 会話課題終了後における内容理解度の分布

図 6-3 と図 6-4 の専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉にした文章の内容理解度のヒストグラムから、専門用語を抽象的な言葉にした文章の方が専門用語を具体的なままの文章よりも客観的内容理解度が高く評価されていることがそれぞれの内容理解度の分布を比較すると分かる。これより専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで内容理解に良い影響を及ぼすこと

が示唆された。

情報共有課題終了時の図 6-1 の主観的内容理解度と図 6-3 の客観的内容理解度に示すように、専門用語を具体的なまま使用した文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章とでは、主観的内容理解度にはあまり変化はなく、客観的内容理解度は、専門用語を抽象的な言葉にした文章の方が専門用語を具体的なままの文章よりも全体的に内容理解度が高く評価がされているといった違いがあった。

このことから、専門用語を具体的なままの文章を使用するシステムなしと比べて、本システムは主観的に内容を理解することができたとユーザに認識させることは出来なくても、客観的な評価基準ではユーザの内容理解に良い影響を及ぼしていたということが考えられる。

6.1.3 会話課題の質問の結果

本実験は、ゼミや研究発表といった異分野融合の現場でのコミュニケーションを想定している。したがって、異分野の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステムが異分野融合のコミュニケーションにおいて、どのような影響を与えているのか調査する必要もある。そこで、会話課題における質疑応答についてどのような会話が行われているのか質問の内容を示し、分析する。

会話課題における質疑応答を用語に関する質問、内容に関する質問、質問に対する応答の 3 つで分類した。また、専門用語が具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章とで、質問の内容について分析するために、各被験者とそれぞれの質問における関係をヒストグラムに示す。

各被験者に対して、他の被験者がどれくらい質問したかについて分析する。図 6-5 に各被験者に対する用語に関する質問の度数、図 6-6 に各被験者に対する内容に関する質問の度数をヒストグラムで示す。

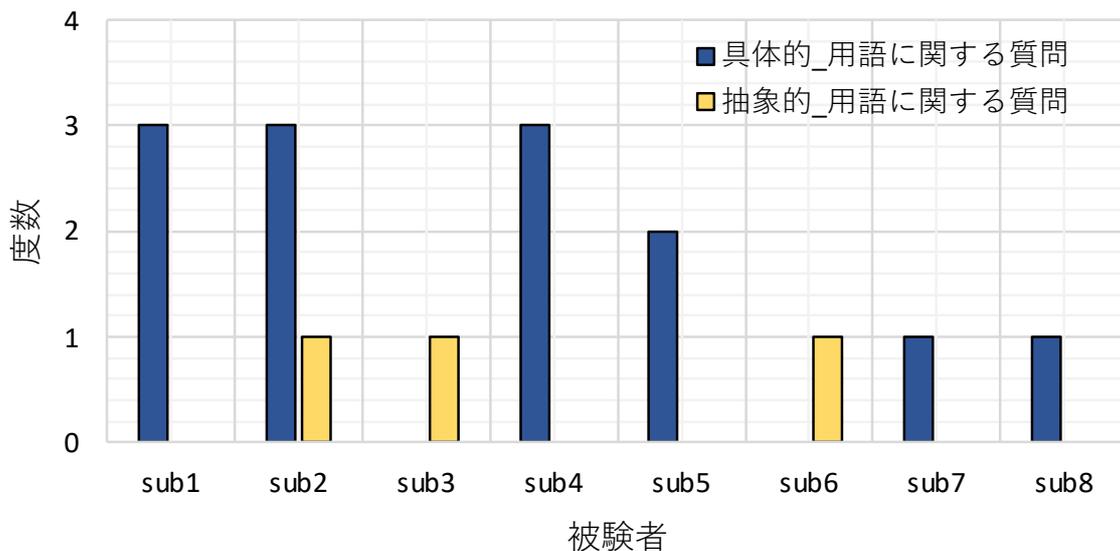


図 6-5 各被験者に対する用語に関する質問の数

図 6-5 のヒストグラムより、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで、被験者 8 人のうち 6 人に対して用語に関する質問の数が減少していることから、システムにより専門用語が抽象的な言葉に言い換えられたことで、前提知識や言葉の差をなくすために、用語に関して質問をする必要がなくなったということが考えられる。

図 6-5 の sub2,sub3,sub 6 に関して専門用語を抽象的な言葉に言い換えたにもかかわらず、用語に関する質問があった。sub3 と sub6 に対しての用語に関する質問の度数に注目すると、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた方が用語に関する質問の数が増えている。このような結果が得られた背景として、専門用語かどうかの基準が被験者ごとに異なり、情報共有される側にとっては専門用語ととれる用語について言い換えが行われなかった可能性があることと、言い換え後の抽象的な言葉についても専門用語と感じた可能性があることの 2 つの理由が考えられる。

本研究では、情報共有する側のユーザによる主観的視点と情報共有される側のユーザによる客観的視点から専門用語を判別したが、今後、専門用語についてより良い指標を作る必要があると分かった。また、本実験では専門用語に対して、その専門用語に対する抽象的な言い換えを 1 パターンしか用意していなかった。今後、言い換えのパターンを増やすことで、それぞれの人に対応した言い換えをする必要があると分かった。

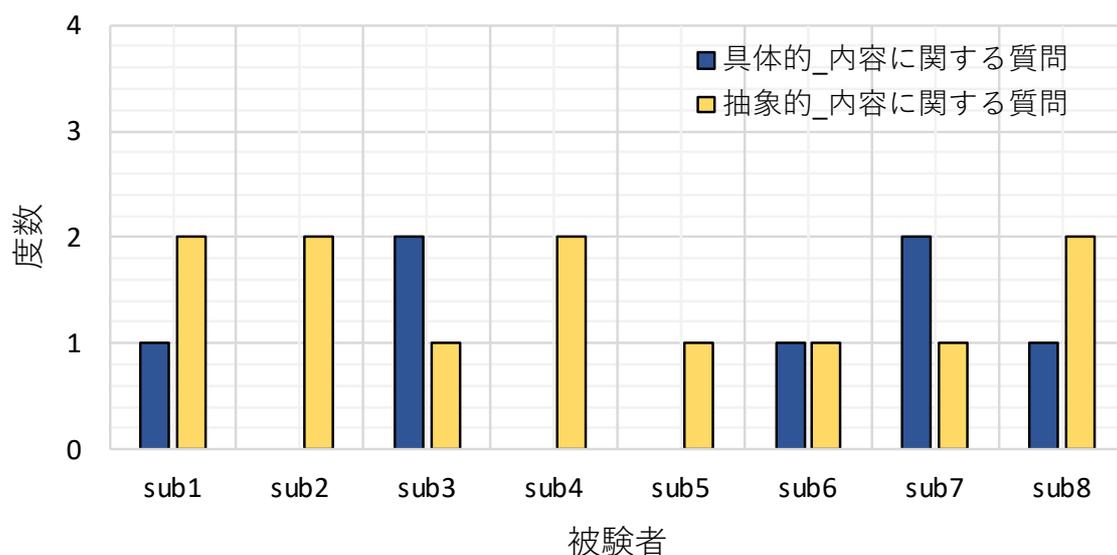


図 6-6 各被験者に対する内容に関する質問の数

図 6-6 のヒストグラムより、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで、被験者 8 人のうち、5 人に対して、内容に関する質問の数が増えていた。

図 6-5 に示すように専門用語についての質問をする必要がなくなったため、実験の内容についての質問を行う時間、考える時間が増えたことにあると考えられる。

図 6-6 の sub2,sub4,sub5 について、専門用語が具体的なままの文章では内容についての質問の数が 0 であることから専門用語が具体的なままの文章では会話課題において用語についての質問しかされなかったということが分かる。しかし、専門用語を抽象的にすることで図 6-6 で示したように sub2,sub4,sub5 は内容についての質問をされるようになっていることが分かる。

次に、各被験者が他の被験者にどれくらい質問したかについて分析する。各被験者は、専門用語を具体的なまま使用した文章と専門用語を抽象的な言葉にした文章とで 2 回の実験を行っており、それぞれ情報共有される内容が異なるため、各被験者による他の被験者への質問の結果は全体的なデータとしてのみ分析する。

図 6-7 に各被験者による用語に関する質問の度数、図 6-8 に各被験者による内容に関する質問の度数をヒストグラムで示す。

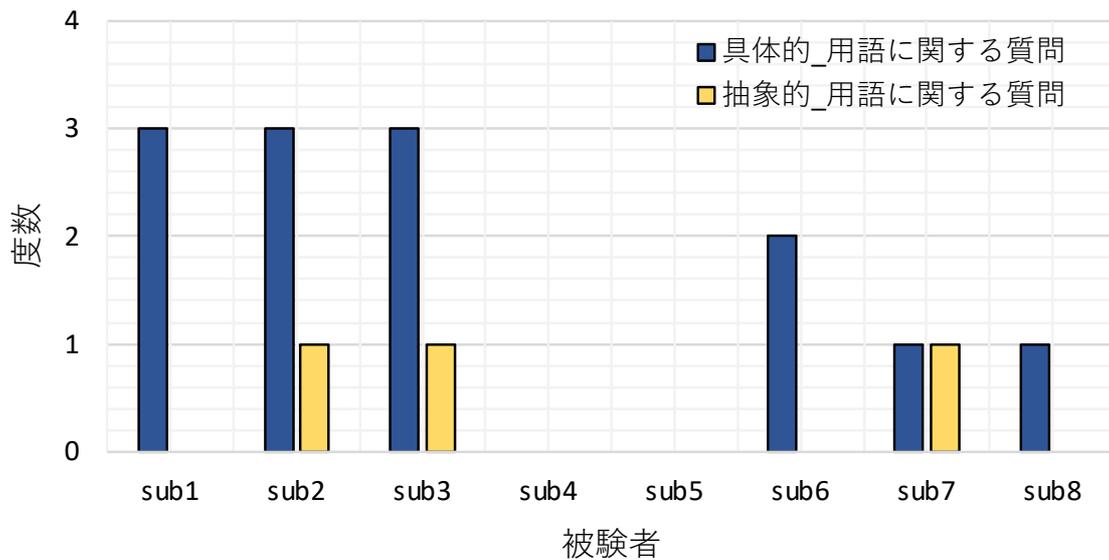


図 6-7 各実験協力者による用語に関する質問の数

図 6-7 のヒストグラムに示すように、実験にて用語に関する質問をした被験者 6 名のうち、5 名が用語に関する質問をしなくなる又は減っていることからシステムにより専門用語が抽象的な言葉に言い換えられたことで、用語に関して質問をする必要がなくなったということが考えられる。

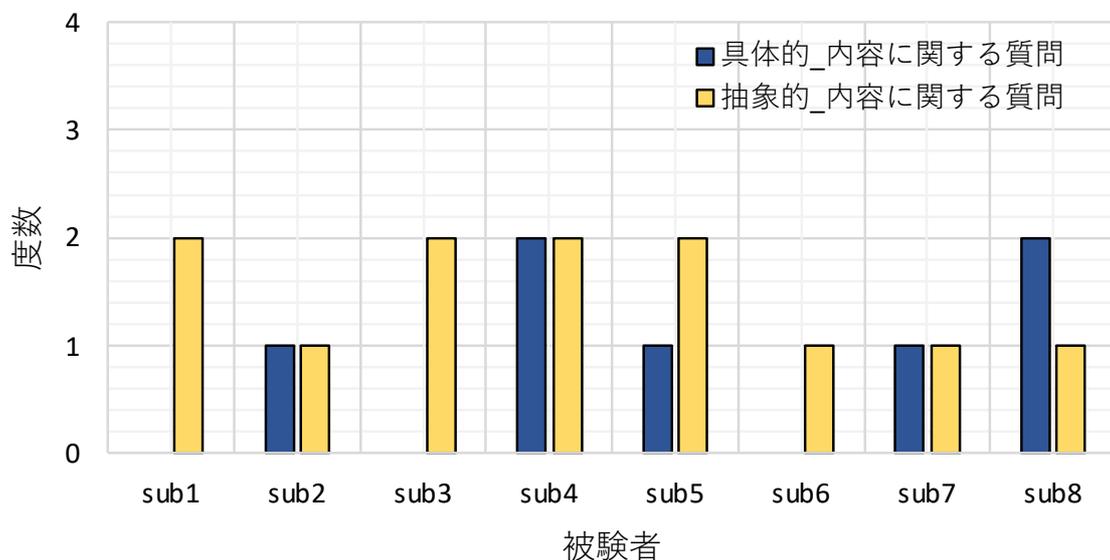


図 6-8 各実験協力者による内容に関する質問の数

図 6-8 のヒストグラムより、実験にて内容に関する質問をした実験協力者 8 名のうち、4 名が内容に関する質問が増えていた。図 6-7 で示したようにシス

テムにより専門用語が抽象的な言葉に言い換えられることで用語に関する質問をする必要がなくなったことから、内容に関する質問する回数が増えたと考えられる。

6.2 考察

実験では、異分野の内容理解に影響を与えているのか調査するために、専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章で、異分野に対する内容理解について主観的評価と自由記述の採点による客観的評価から調査し、会話課題おける会話の変化についても調査した。

6.2.1 異分野に対する内容理解度について

客観的な評価による内容理解において、図 6-3 と図 6-4 の専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章の内容理解度のヒストグラムから、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章の方が専門用語を具体的なままの文章よりも客観的内容理解度が高く評価されていることがそれぞれの内容理解度の分布から分かった。これより専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで内容理解に良い影響を及ぼすことが示唆された。

情報共有課題終了時の図 6-1 の主観的内容理解度と図 6-3 の客観的内容理解度が示すように、専門用語を具体的なまま使用した文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章とでは、主観的内容理解度にはあまり変化はなく、客観的内容理解度は、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章の方が専門用語を具体的なままの文章よりも全体的に内容理解度が高く評価がされているといった違いがあった。このことから、専門用語を具体的なままの文章を使用するシステムなしと比べて、本システムは主観的に内容を理解することができたとユーザに認識させることは出来なくても、客観的な評価基準ではユーザの内容理解に良い影響を及ぼしていたということが考えられる。

しかし、現状では実験準備、異分野同士のマッチング、実験協力者のスケジュールリングの難しさから被験者数が非常に少なく有意差を確認することができなかった。今後、被験者数を増やす必要がある。

6.2.2 会話の変化について

異分野の内容理解について、システムによる専門用語の言い換えによる前提知識や言葉の差を無くす支援が、ゼミや研究発表会といった双方向的なコミュニケーション環境においても効果的かどうか調査を調査した。双方向的なコミュニケーションを行う場面において、システムにより専門用語が質問やその回答においても抽象的な言葉に言い換えられるため、具体的な内容について会話することができなくなることで内容理解度が低くなる懸念があった。しかし、自由記述による客観的内容理解度の調査では、図 6-3 と図 6-4 に示すように、情報共有課題と会話課題終了後のどちらとも専門用語を抽象的な言葉に言い換えると内容理解度が高くなっていた。

この結果が得られた理由を考察する。図 6-5 に示すようにシステムを利用することで質問をするほど理解できない用語がなくなっていたことが分かる。また、図 6-3 に示すようにシステムを使用することで情報共有課題にて内容理解度が高くなっていることが分かる。したがって、システムを利用することで情報共有課題において、共有された情報についてより理解することができたと考えられる。また、情報共有課題でより内容理解できたことと質問を要するほど理解できなかった用語がなくなったことにより、会話課題において内容に関して質問することにつながり有意義なコミュニケーションが実現できたと言える。

6.2.3 実験で使用した研究要旨について

情報共有課題にて用いられた、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた研究要旨と専門用語が具体的なままの研究要旨について考察する。図 6-9、図 6-11 に専門用語を抽象的な言葉に言い換えた研究要旨を示す。図 6-10、図 6-12 に専門用語が具体的なままの研究要旨を示す。また、機密情報保持のために一部の情報は提示しないが sub1 と sub2 以外の研究要旨について付録 A に記載する。

図 6-5 の sub1 に対する用語に関する質問の数より、sub1 に対して用語に関する質問が減っていることと、図 6-6 にて sub1 に対する内容に関する質問が増えていることから、sub1 の研究要旨に対して、異分野の専門用語を抽象的な言葉に言い換えるシステムは有意義なコミュニケーションを実現するという点で効果的であったと言える。

また、図 6-9 と図 6-10 の内容を見比べると、「筋ジストロフィー」や「PID 制御」、「サポートベクターマシン」といったカタカナやアルファベットが含まれ

るような異分野の人には想像しづらい専門用語に対して、抽象的な言葉に言い換えを行うと文章が読みやすくなることが分かった。



Ryota BOT 今日 18:02

本研究では、神経筋疾患患者等の前腕に障害を持つ患者に対する物を投げることに特化した義手が存在しないことから、物を投げる際の義手の制御方法についての検討を行った。

実験手法は、事前に物を投げる動作を3軸加速度センサを用いて加速度と生体用電極を用いて生体信号を測定し、その測定値をシステムに組み込んでからロボットアームと被験者の前腕を連動させる。その際のロボットアームの遅延具合や測定値に対する動作速度等の測定結果と被験者の動作感に対する主観評価を行った。

その結果、ロボットアームの遅延が大きく、被験者の実験とは無関係な動きによる悪い影響も小さくなかったため、実際に運用させることは難しい結果となった。

今後の検討として、ロボットアームとの遅延を小さくするため、ロボットアーム等の最新化、被験者の生体信号のデータ縮小化が考えられる。さらに、悪い影響を小さくするために、生体信号を自動制御やフィードバック制御を用いることや、加速度情報にパターン分類を用いた機械学習を行うことも考えられる。

図 6-9 システムありでの sub1 の研究要旨



Ryota BOT 今日 18:02

本研究では、筋ジストロフィー患者等の前腕に障害を持つ患者に対する物を投げることに特化した筋電義手が存在しないことから、物を投げる際の筋電義手の制御方法についての検討を行った。

実験手法は、事前に物を投げる動作を3軸加速度センサを用いて加速度と表面電極を用いて筋電信号を測定し、その測定値をシステムに組み込んでからロボットアームと被験者の前腕を連動させる。その際のロボットアームの遅延具合や測定値に対する動作速度等の測定結果と被験者の動作感に対する主観評価を行った。

その結果、ロボットアームの遅延が大きく、被験者の実験とは無関係な動きによる外乱も小さくなかったため、実際に運用させることは難しい結果となった。

今後の検討として、ロボットアームとの遅延を小さくするため、ロボットアーム等の最新化、被験者の生体信号のデータ縮小化が考えられる。さらに、外乱を小さくするために、筋電信号を比例制御やPID制御を用いることや、加速度情報にサポートベクターマシンを用いた機械学習を行うことも考えられる。

図 6-10 システムなしでの sub1 の研究要旨

図 6-5 の sub2 に対する用語に関する質問の数より、sub2 に対して用語に関する質問が減っていることと、図 6-6 にて sub2 に対する内容に関する質問が増えていることから、sub2 の研究要旨に対して、異分野の専門用語を抽象的な言葉に言い換えるシステムは有意義なコミュニケーションを実現するという点で効果的であったと言える。

しかし、図 6-5 の sub2 に対する用語に関する質問の数に示すように、専門用

語を抽象的な言葉に言い換えたにもかかわらず、「磁氣的性質」という用語の意味を問う質問があった。図 6-11 と図 6-12 を見比べると分かるように、多くの専門用語の抽象的な言葉に「磁氣的性質」が含まれているため、図 6-11 の内容を共有された被験者は専門用語の一つとして認識して質問をしたと考えられる。



Ryota BOT 今日 18:04

磁性イオンである $\text{Cu}^{2+}(S=1/2)$ の四面体が頂点及び辺（稜）共有した不安定な磁性体のモデル物質として期待される $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{P O}_4)$ に着目し、磁氣的性質の実験的研究を行った。

資料合成においては、即報の合成資料を参考に粉末試料の合成を試み、X線反射を用いて同定を行い、良質な粉末資料の合成を確認した。磁氣的性質の帯びやすさの温度依存性では、 $T=12.7\text{K}$ において磁氣的性質の安定を示唆する異常を観測した。

また、逆磁氣的性質の帯びやすさの温度依存性から $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{P O}_4)$ の主要な磁氣的相互作用が磁氣的性質を帯びにくい様（ $\theta_{\text{high}}=-245\text{K}$ ）であり、高音領域(200-300K)と低音領域(20-35K)における各固有の物性値（ Chigh,Clow ）が大きく変化していることが判明した。

その各温度領域の固有の物性値の比 $\text{Chigh/Clow}=5.02$ であったことから低音領域では5個の Cu^{2+} が磁氣的性質を帯びにくい様に結合しクラスターを結合しクラスターを形成し、そのクラスター間の磁氣的相互作用があることがわかった。

温度一定の磁場の強さを変えるの測定では、約20Tにおいて期待される磁気の帯びやすさの限界

（ M_s ）の約1/5（ $=1/M_s$ ）が観測され、さらに磁場の強さが非常に高い時では磁氣的性質を帯びるに伴い緩やかな磁化の上昇が観測された。 $M_s/5$ に至る磁化過程の磁場微分から3つの異常が明らかとなった。

磁氣的性質の帯びやすさの温度依存性と磁化過程の磁氣的性質を帯びると測定温度を変化させることにより、異常を示す温度及び磁場を磁場-温度磁気相図にまとめた。

その結果、磁場の変化に伴って現れた領域を含む4つの相が存在することが明らかになった。

図 6-11 システムありでの sub2 の研究要旨



Ryota BOT 今日 18:04

磁性イオンである $\text{Cu}^{2+}(S=1/2)$ の四面体が頂点及び辺（稜）共有したフラストレート磁性体のモデル物質として期待される $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{P O}_4)$ に着目し、磁氣的性質の実験的研究を行った。

資料合成においては、即報の合成資料を参考に粉末試料の合成を試み、X線回折を用いて同定を行い、良質な粉末資料の合成を確認した。磁化率の温度依存性では、 $T=12.7\text{K}$ において長距離磁気秩序を示唆する異常を観測した。

また、逆磁化率の温度依存性から $\text{Cu}_5\text{O}_2(\text{P O}_4)$ の主要な磁氣的相互作用が反強磁性的（ $\theta_{\text{high}}=-245\text{K}$ ）であり、高音領域(200-300K)と低音領域(20-35K)における各キュリー定数（ Chigh,Clow ）が大きく変化していることが判明した。

その各温度領域のキュリー定数の比 $\text{Chigh/Clow}=5.02$ であったことから低音領域では5個の Cu^{2+} が反強磁性的に結合しクラスターを結合しクラスターを形成し、そのクラスター間の磁氣的相互作用があることがわかった。

強磁場磁化過程の測定では、約20Tにおいて期待される飽和磁化（ M_s ）の約1/5（ $=1/M_s$ ）が観測され、さらに高磁場領域では磁場印加に伴い緩やかな磁化の上昇が観測された。 $M_s/5$ に至る磁化過程の磁場微分から3つの異常が明らかとなった。

磁化率の温度依存性と磁化過程の印加磁場と測定温度を変化させることにより、異常を示す温度及び磁場を磁場-温度磁気相図にまとめた。

その結果、磁場誘起秩序相を含む4つの相が存在することが明らかになった。

図 6-12 システムなしでの sub2 の研究要旨

6.3 本章のまとめ

本章では、実験の結果について述べ、分析と考察を行った。

6.1.1 では、主観的内容理解度について結果を述べ、分析と考察を行った。結果より、本実験は 400 文字~600 文字の文章を対象としており、一文を対象としている予備調査よりも専門用語といった前提知識や言葉の差による内容理解度への影響が小さくなったと考えられる。

6.1.2 では、客観的内容理解度について結果を述べ、分析と考察を行った。結果より、客観的内容理解度の分布に、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章の方が専門用語を具体的なままの文章よりも全体的に内容理解度が高く評価がされているといった傾向がみられた。6.1.1 の主観的内容理解度の分布と比較すると客観的内容理解度に分布の違いが見られ、被験者は専門用語を具体的なままの文章にて情報共有された研究要旨について、理解しているつもりになっているが、自由記述で説明できるほど理解できていない又は、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで専門用語を具体的なままの文章より内容理解の支援をすることができるということが考えられる。

6.1.3 では、会話課題における質問について結果を述べ、分析と考察を行った。結果より、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで、被験者 8 人のうち 6 人に対して用語に関する質問の数が減少していることが分かった。また、被験者 8 人のうち、5 人に対して、内容に関する質問の数が増えていた。専門用語が抽象的な言葉に言い換えられたことで、前提知識や言葉の差が軽減され、用語に関して質問をする必要がなくなったことが背景にあると考えられる。

6.2 では、提案手法について効果を検証するために、異分野に対する内容理解と会話の変化について考察を行った。客観的な評価による内容理解において、情報共有課題と会話課題終了後における内容理解度の分布より、専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで内容理解に良い影響を及ぼすことが示唆された。また、情報共有課題終了後の主観的内容理解度と客観的内容理解度の分布と各実験協力者による用語に関する質問の数から、情報共有課題において、システム利用により質問を要するほど理解できない用語がなくなったことで、共有された情報についてより理解することができ、会話課題において内容に関する質問をすることにつながり有意義なコミュニケーションを実現できたと言える。

また、実験で使用した研究要旨についてシステムによる言い換えが正しく機能した例と正しく機能しなかった例を抜粋して、それぞれ専門用語が具体的なままの研究要旨と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた研究要旨で比較した。

また、実験で使用した研究要旨についてシステムによる言い換えが正しく機能した例と正しく機能しなかった例を抜粋して、それぞれ専門用語が具体的なままの研究要旨と専門用語が抽象的な言葉に言い換えられた研究要旨で比較した。正しく機能した例から、カタカナやアルファベットが含まれているような異分野の人には想像しづらい専門用語に対して、提案手法が効果的であるということが分かった。また、正しく機能しなかった例から、多くの専門用語の抽象的な言葉に同じ言葉が含まれると、その言葉が専門用語の一つとして認識されてしまうということが分かった。

第7章 おわりに

第7章では、本研究のまとめを行う。そして、今後の課題や展望について述べる。

7.1 全体のまとめ

本研究では、1章で述べたように、異分野連携・融合における他分野の知見や方法論の獲得といった内容理解について、前提知識や言葉の差を無くす支援を行うことを目的とした。異分野連携・融合における情報共有にて具体的な専門用語が使われた際に、その専門用語を抽象的な言葉に変換することで、ユーザの他の専門分野に対する内容理解を支援するシステムを開発し、その効果を検証した。また、これまでの前提知識や言葉の差を無くす取り組みから異分野連携・融合における情報共有にて具体的な専門用語が使われた際に、その専門用語を抽象的な言葉に変換することで、ユーザの他の専門分野に対する内容理解の支援をする。

2章では、本研究と関連研究の位置づけを述べた。異分野への内容理解支援に焦点を当てている点、実際にゼミや研究発表といった異分野コミュニケーションの場の内容理解支援に言い換えが効果的かどうか調査する点の2点がこれまでの研究と異なる。

3章では、予備調査について述べた。異分野連携・融合の内容理解を支援する方法として専門用語の抽象化に着目し、アンケート調査により専門用語の抽象化が与える内容理解への影響について調査した。予備調査から、専門用語を抽象的にすることで内容理解に良い影響を及ぼすという結果が得られたため、本研究のアプローチとしてチャットツール上で専門用語を抽象的な言葉に言い換える手法を提案した。4章では、提案システムである「異分野の専門用語を抽象的な言葉に変換するシステム」の詳細について述べた。提案システムは、ユーザが送信する文章に対して、解析を行い、専門用語を特定し、その専門用語を抽象的な言葉に変換するシステムである。専門用語をシステムが自動的に抽象的な言葉に言い換えることで、異分野の前提知識や言葉の差をなくし、異分野の内容理解を支援するものである。

5章では、本実験の方法について述べた。本実験の概要として、異分野に対する主観的な評価と客観的な評価による内容理解度について、専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章とで対応のない2群

を比較するため、実験を二つに分けて行ったことについて述べた。実験は他の被験者により作成された研究要旨について精読する情報共有課題と他の被験者の研究要旨と自分の研究要旨について質疑応答をする会話課題、情報共有課題と会話課題後に行う自由記述と主観的評価から成る。また、実験ではシステムありとシステムなしの 2 種類の環境について実験し、客観的評価として使用するため他の被験者による自由記述について、採点を行ってもらった。この一連の流れを本研究では本実験とした。

6 章では、本実験により得られたデータについて考察を行なった。他の被験者の研究要旨に対する理解度を主観的に評価して得られた主観的内容理解度、自由記述を採点することで得られた客観的内容理解度、会話課題で得られた質疑応答の内容について分析し、考察を行った。

客観的な評価による内容理解において、図 6-3 と図 6-4 の専門用語を具体的なままの文章と専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章の内容理解度のヒストグラムから、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章の方が専門用語が具体的なままの文章よりも客観的内容理解度が高く評価されていることがそれぞれの内容理解度の分布から分かった。これより専門用語を抽象的な言葉に言い換えることで内容理解に良い影響を及ぼすことが示唆された。

また、図 6-5 に示すようにシステムを利用することで、質問を要するほど理解できない用語がなくなっていたことが分かった。また、図 6-3 に示すようにシステムを使用することで情報共有課題にて内容理解度が高くなっていることが分かった。したがって、システムを利用することで情報共有課題において、共有された情報についてより理解が深まったと考えられる。また、情報共有課題でより内容理解できたことと質問を要するほど理解できなかった用語がなくなったことにより、会話課題において内容に関して質問することにつながり有意義なコミュニケーションが実現できたと言える。以上より、本研究では異分野連携・融合における他分野の知見や方法論の獲得といった内容理解について、前提知識や言葉の差を無くす支援を行い、その効果を明らかにした。

7.2 今後の課題

本研究では異分野連携・融合における他分野の知見や方法論の獲得といった内容理解について、前提知識や言葉の差を無くす支援を行い、その効果を明らかにした。しかし、現状では実験準備、異分野同士のマッチング、実験協力者のスケジューリングの難しさから被験者数が非常に少なく有意差を確認することができなかった。今後、被験者数を増やす必要がある。

本実験終了後に実験終了後のアンケートを回答してもらった。回答にあった内容から今後の課題について報告する。付録 B に実験終了後アンケートを記載する。

ユーザ目線で本システムの機能を説明すると、提案システムは Discord といったグループチャット上でのメッセージの送受信に対して、メッセージの削除やメッセージの送信を行う。4.2.2 で説明したようにメッセージの削除と送信の機能は全て Discord Bot が行うため、誰がどのメッセージを送信したのか識別しにくかったというような意見があり、専門用語を抽象的な言葉に言い換えるといった最低限の機能だけでなく、よりユーザが使いやすいように工夫する必要がある。

自作辞書について、現在は実験で使用した専門用語しか登録しておらず、システムを使用したとしても辞書以外の言葉がチャット上で使用されると専門用語の言い換えは行われず。今後、様々な分野の人や被験者を対象にするのであればより辞書を充実させる必要がある。

実験では、専門用語を抽象的な言葉に言い換えたにもかかわらず、その抽象的にした言葉について理解できず、その用語について質問をする被験者がいた。今回は、専門用語について言い換えを 1 回しか行わなかったが、より抽象的な言葉に言い換えるというように、人によって適切な抽象度で言い換える段階的な言い換えが必要であると考えられる。

本実験は、チャットツール上でゼミや研究発表といった異分野コミュニケーションが行われると想定して実験を行った。会話課題において、質疑応答をテキストメッセージで行うため、タイピングが難しかったという意見や会話課題の時間がもう少し欲しかったという意見があった。会話課題の時間については、5.2.4 で述べたように質問を 2~3 回行える程度として、時間設定を行っており、タイピングや本実験の会話課題の時間による実験結果への影響を無視できると考える。しかし、会話課題の質疑応答の 5 分において、専門用語が抽象的な言葉に言い換えられるといったデメリットを感じなかったということも考えられるため、会話課題の時間を増やして実験を行うことも必要であると考えられる。

採点方法について、実験後のアンケートにより各被験者で評価基準が違うことが分かった。各被験者によって、評価基準が違うといった主観的な採点方式を行なったため、正しく客観的評価ができていたのか考える必要がある。専門用語が具体的なままの文章で行なった実験の自由記述では、専門用語をそのまま記述で書けるが、専門用語を抽象的な言葉に言い換えた文章では、専門用語が言い換えられているため自由記述に専門用語をそのまま記述することができない。このような背景があり、本実験の採点方法に公平な評価をするための基準を設けることが出来なかった。これを踏まえて正しく評価できる評価基準を作るということも今後の課題であるとする。

謝辞

本研究を進めるにあたり、適切な助言を賜り、また多くのご指導を下さった
主指導教員である金井秀明准教授に深く感謝いたします。

副指導教員である、西本一志教授には研究についてご指導を賜り、深く感謝
いたします。

また、副テーマ指導教員である、由井蘭隆也教授には副テーマ研究のみならず、
本研究についてご指導を賜り、深く感謝いたします。

本研究にて、予備調査や実験、アンケート調査に快くご協力して下さった実
験協力者の皆様に深く感謝いたします。

日頃より、困った時に有益な助言をして下さった小野重遥氏に感謝の意を
表す。

また、研究の進捗が芳しくない時に心の支えとなってくれた金井研究室の皆
様、バスケットボールサークルの皆様、友人に深く感謝いたします。

最後になりましたが、学生生活を支えてくれた親と、大学院生活でお世話にな
った方々に感謝の意を表します。

引用文献

- [1] 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター, “Beyond Disciplines JST/CRDS か` 注目する 12 の異分野融合領域・横断テーマ,” 2018.
- [2] 杉山公造, 知識科学と知識創造ビルディングス, 人工知能学会研究会資料, 2000.
- [3] 文部科学省, 課題解決のための分野間連携・融合や学際研究, 閲覧日 2023-01-17, https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu0/shiryo/attach/1358852.htm.
- [4] 京都大学学際融合教育研究推進センター, 異分野融合、実戦と思想のあいだ。 , 京都大学学際融合教育研究推進センター, 2015, pp. 98-99.
- [5] 平子紘平, 藤生慎, 森崎裕磨, 総合的な社会課題解決に向けた異分野融合研究チーム構築プロセス, 産学連携学, 2020.
- [6] 濱崎雅弘, 沼晃介, 田中克明, 異分野越境型プロジェクトにおけるコミュニケーションとコラボレーションに関する一考察, 人工知能学会全国大会論文集, 2012.
- [7] 祇園景子, “未来フェスの設計：抽象度,” 2018-06-09, 閲覧日 2023-01-17, <https://readyfor.jp/projects/miraifes2018/announcements/79299>.
- [8] 京都大学学際融合教育研究推進センター, 異分野融合、実戦と思想のあいだ。 , 京都大学学際融合教育研究推進センター, 2015, pp. 90-91.
- [9] 乾健太郎, 藤田篤, 言い換え技術に関する研究動向, 自然言語処理, 2004.
- [10] 藤沢仁子, 神門典子, 相原健郎, 安達淳, 専門用語のユーザに合わせた言い換え支援システムの構築 -言い換えデータベースの提案-, じんもんこん 2006 論文集, 2006.
- [11] 藤井薫和, 重信智宏, 吉野孝, 異文化間コミュニケーションのための機械翻訳を用いたチャットシステム AnnoChat の開発と適用, 第 4 回情報科学技術フォーラム, 2005.
- [12] 國岡崇生, 田村友紀, 山崎文枝, 堀内美穂, 坂内悟, JST シソーラス map JST 辞書の可視化による効果的な検索語の発見, 情報管理, 2012.
- [13] Slack Technologies, Digital HQ で, チームワークの効果を加速, Slack

- Technologies, 閲覧日 2023-01-24 , <https://slack.com/intl/ja-jp>.
- [14] Discord, Discord | Your Place to Talk and Hang Out, Discord, 閲覧日 2023-1-20,<https://discord.com>.
- [15] A4studio, Slack よりも Discord のほうが議論活発化&業務効率向上? 重大な心配面? ,2022-10-24, 閲覧日 2023-01-24 , https://biz-journal.jp/2022/10/post_323464_2.html.
- [16] minon, LINE やメールの代わりに Slack(スラック)を研究室に導入すべき 11 の理由 , 2019-03-23 , 閲覧日 2023-01-24 , <https://ocoshite.me/how-to-use-slack-in-lab>.
- [17] 32px, 研究室に Discord を導入したら幸せになりました (自分が), 2020-06-18, 閲覧日 2023-01-24, <https://note.com/suyaa46/n/nf1fc247379a8>.
- [18] haoyayoi, “discord.py を使って Discord の Bot を作成して簡単な応答をさせてみた ,” 2022-01-24 , 閲覧日 2023-01-24. <https://dev.classmethod.jp/articles/discord-bot-by-discordpy/>.
- [19] PC ゲーム推奨スペックまとめ, “Discord に「bot」を導入する方法・人気 bot の探し方まとめ【画像付きで説明】 ,” 2022-07-23,閲覧日 2023-01-24 , <https://www.alteil.jp/discord-bot-howto/#howto>.
- [20] Rapptz, discord.py へようこそ., 2015.閲覧日 2023-01-17 , <https://discordpy.readthedocs.io/ja/latest/index.html>.

付録 A 実験で使用した研究要旨



Ryota BOT 今日 17:07

本研究では最適な式を見つける方法のうち最適な階層型データ構造を見つけるための手法の一種である複雑なデータの分類問題を対象にしたアルゴリズムの画像分類性能を改善するための手法を提案する。

複雑なデータの分類問題を対象にしたアルゴリズムは通常の最適な階層型データ構造を見つけるための手法とは異なり階層型データ構造を作るための手順を根でおこなう特徴がある。階層型データ構造を作成する際に母集団に対して関数セットからランダムに関数を抽出し、その関数を階層型データ構造の中心となる演算子として設定する。

抽出した関数に対して母集団内で引数を選択し階層型データ構造の部分的な構造を生成、その個体を母集団に加える。これらの操作を終了条件が満たすまで繰り返すことによって階層型データ構造を作成していく。

昨年度の研究では、その中の関数抽出の操作に着目し、ランダム抽出から適応度の高いものを抽出していく操作に変更することにした。ここでは関数選択を改良した複雑なデータの分類問題を対象にしたアルゴリズムとする。

提案手法を検証するために、手書き文字のデータセットと物体カラー写真のデータセットを用いて検証した。学習画像枚数60,000枚、検証画像枚数10,000枚で設定した。

結果としては、既存手法に比べて手書き文字のデータセットでは1.1%、物体カラー写真のデータセットでは2.3%と分類精度の向上があまり見込めなかった。

本研究では昨年度の結果からさらなる分類精度の向上を目指すために、ニューラルネットワークを用いてデータの前処理をおこないデータを簡単にするための層を複雑なデータの分類問題を対象にしたアルゴリズムの入力として用いることを検討した。昨年と同条件で検証したところ手書き文字のデータセットと物体カラー写真のデータセットどちらも約98%の高精度での分類が可能になった。

図 A-1 システムありでの sub4 の研究要旨



Ryota BOT 今日 17:07

本研究では進化計算手法のうち遺伝的プログラミングの一種であるEvoDAGの画像分類性能を改善するための手法を提案する。

EvoDAGは通常の遺伝的プログラミングとは異なり遺伝的操作を根でおこなう特徴がある。木構造を作成する際に母集団に対して関数セットからランダムに関数を抽出し、その関数を親ノードとして設定する。

抽出した関数に対して母集団内で引数を選択し部分枝を生成、その個体を母集団に加える。これらの操作を終了条件が満たすまで繰り返すことによって木構造を作成していく。

昨年度の研究では、その中の関数抽出の操作に着目し、ランダム抽出から適応度の高いものを抽出していく操作に変更することにした。ここでは交叉改良版EvoDAGとする。

提案手法を検証するために、MNISTとCifar-10を用いて検証した。学習画像枚数60,000枚、検証画像枚数10,000枚で設定した。

結果としては、既存手法に比べてMNISTでは1.1%、Cifar-10では2.3%と分類精度の向上があまり見込めなかった。

本研究では昨年度の結果からさらなる分類精度の向上を目指すために、CNNを用いてデータの前処理をおこないDense層をEvoDAGの入力として用いることを検討した。昨年と同条件で検証したところMNISTとCifar-10どちらも約98%の高精度での分類が可能になった。

図 A-2 システムなしでの sub4 の研究要旨



Ryota BOT 今日 17:12

本研究では、社会復帰を目指している脳疾患を持つ者を対象として、リハビリにおける動機付けアプリケーションの開発を行った。

脳疾患の方は日常生活を行うことが困難なレベルの人はかなり少なく、周りが障害と気づきづらい特徴を持っている。また、日常生活では問題なくとも社会生活においては支障が出ることもある。脳疾患を患っている方は障害を軽視しリハビリにあまり取り組まないといった問題がある。そこで本アプリケーションを用いてリハビリの動機付けを行い社会復帰につなげることが研究目的である。

開発したアプリケーションの内容は脳疾患チェックシートを元に脳疾患によく見られる行動を設問に加えて4コマ漫画を交えて表示し、担当心理士と患者それぞれに同じ設問を回答してもらう。回答した両者の結果を最後にグラフなどで表示することで障害に対する認識の違いを当事者に気付かせることでリハビリの動機付けにつなげる。

本研究は実際の脳疾患を持つ者のリハビリを担当している心理士と脳疾患を持っている方にアドバイスを受けながらアプリケーションを開発した。開発したアプリケーションは保存機能をつけ、提供する側はPHP、要求する側はJavaScriptを用いて実装した。

図 A-3 システムありでの sub6 の研究要旨



Ryota BOT 今日 17:12

本研究では、社会復帰を目指している高次脳機能障害を持つ者を対象として、認知リハビリにおける動機付けアプリケーションの開発を行った。

高次脳機能障害の方は日常生活を行うことが困難なレベルの人はかなり少なく、周りが障害と気づきづらい特徴を持っている。また、日常生活では問題なくとも社会生活においては支障が出ることもある。高次脳機能障害を患っている方は障害を軽視しリハビリにあまり取り組まないといった問題がある。そこで本アプリケーションを用いてリハビリの動機付けを行い社会復帰につなげることが研究目的である。

開発したアプリケーションの内容は高次脳機能障害チェックシートを元に高次脳機能障害によく見られる行動を設問に加えて4コマ漫画を交えて表示し、担当心理士と患者それぞれに同じ設問を回答してもらう。回答した両者の結果を最後にグラフなどで表示することで障害に対する認識の違いを当事者に気付かせることで認知リハビリの動機付けにつなげる。

本研究は実際の高次脳機能障害を持つ者のリハビリを担当している心理士と高次脳機能障害を持っている方にアドバイスを受けながらアプリケーションを開発した。開発したアプリケーションは保存機能をつけ、サーバーサイドはPHP、クライアントサイドはJavaScriptを用いて実装した。

図 A-4 システムなしでの sub6 の研究要旨



Ryota BOT 今日 17:08

近年、YouTubeなどの動画視聴サービスの普及により利用者は大量かつ多様な映像コンテンツを容易に視聴することができる。同時にこれらの映像の中から利用者が関心のある映像を見つけ出し、視聴することは容易ではない。この問題を解決するために様々なサービスにおいて、利用者にとって関心のある映像を自動で推薦する技術が求められている。

現在、動画視聴サービスにおける映像推薦を実現するために様々な手法が提案されている。これらの手法では映像から算出された視覚的特徴量に加えて、映像視聴時の脳波や視線などの生体情報に基づく特徴量を利用して映像に対する関心の度合いを推定している。しかしながら、これらの手法では推薦対象となる映像を視聴している時の生体情報が必要になるため未視聴の映像に対する関心を推定することは困難である。

そこで上記の課題を解決するために相関の分析によって視覚的特徴量と生体情報に基づく特徴量に対して特徴変換を行うことで算出した相関を考慮した新たな特徴量を推定に利用する。この際求めた特徴変換に必要な行列を利用することで未視聴の映像の視覚的特徴量のみから生体情報を考慮した相関を考慮した新たな特徴量を算出することが可能となる。以上の方法で得た特徴量と実際の利用者の関心情報からパターン分類による推定器を構築した。

図 A-5 システムありでの sub8 の研究要旨



Ryota BOT 今日 17:08

近年、YouTubeなどの動画視聴サービスの普及により利用者は大量かつ多様な映像コンテンツを容易に視聴することができる。同時にこれらの映像の中から利用者が関心のある映像を見つけ出し、視聴することは容易ではない。この問題を解決するために様々なサービスにおいて、利用者にとって関心のある映像を自動で推薦する技術が求められている。

現在、動画視聴サービスにおける映像推薦を実現するために様々な手法が提案されている。これらの手法では映像から算出された映像特徴量に加えて、映像視聴時の脳波や視線などの生体情報に基づく特徴量を利用して映像に対する関心の度合いを推定している。しかしながら、これらの手法では推薦対象となる映像を視聴している時の生体情報が必要になるため未視聴の映像に対する関心を推定することは困難である。

そこで上記の課題を解決するために正準相関分析によって映像特徴量と生体情報に基づく特徴量に対して特徴変換を行うことで算出した正準特徴量を推定に利用する。この際求めた変換行列を利用することで未視聴の映像の映像特徴量のみから生体情報を考慮した正準特徴量を算出することが可能となる。以上の方法で得た特徴量と実際の利用者の関心情報からサポートベクターマシンによる推定器を構築した。

図 A-6 システムなしでの sub8 の研究要旨

付録 B 実験終了後アンケート

問 1	実験方法について何かあれば記入してください。
回答 1	質問に答える際に、回答に専門用語をどの程度使っていいのか悩んだ
回答 2	対話時間が少し短かった。
回答 3	チャットによる限られた時間での質疑応答は、質問者・回答者どちらの立場においても意図や考えを伝えるのが難しく感じた。
回答 4	タイピングが遅くて質問があまりできなかったです。
回答 5	タイピングが難しかった
回答 6	相手の研究内容の違いで、理解力にかなり差が出た。

問 2	システムについて何か意見があれば記入してください。
回答 1	質問と回答が同じ人が話していることになっていたので少し読みにくいとを感じる時があった
回答 2	これまで Discord を使ったことがなかったため、最初は難しく感じたが、1 度経験すればできるようになり、慣れると簡単に感じたので良いシステムだと思う。
回答 3	line のように自分の発言が右で、相手の発言が左になったり、自分の発言と他人の発言が分かりやすいとチャットしやすかったかな思いました。
回答 4	システムについては問題なかった
回答 5	チャットを読む場所と記入する場所が違うので、つい間違えてしまう。

問 3	どのような基準で採点を行なったか記入してください
回答 1	文章内容で間違っただけの意味合いがないか、一つの内容に関する深い理解の有無
回答 2	大まかな内容を理解出来ていることを 3 と定めて、そこからどれだけ専門用語を理解しているかで 4 と 5 を判断した。今回で言えば、改良した EvoDAG の関数選択の操作をどの程度理解しているかで 4,5 を決めた。内容的に間違っていたものは無かったので、1 と 2 の評価はなかった。
回答 3	研究の目的を理解しているか。提案手法の要旨を理解しているか。

回答 4	①言葉の使い方が適切か（言葉と言葉のつなぎ方，用語） ②文章の流れに違和感がないか（無理やり文章にしていないか） ③正しく解釈されているか ④要点が抜き出されているか
回答 5	全体的に構成があっているかと，間違った内容があったら減点していく方式で採点しました。
回答 6	相手の理解度で採点を行った
回答 7	自分の感覚を基準にした。