

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：32644

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K19672

研究課題名（和文）中小零細企業に対する革新的産業保健サービスの創生

研究課題名（英文）Creation of innovative occupational health services for small and medium-sized enterprises

研究代表者

立道 昌幸（Tatemichi, Masayuki）

東海大学・医学部・教授

研究者番号：00318263

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：健康日本21において健康寿命延伸のためには、健康格差を是正することが求められている。労働安全衛生法でさえ、50人以上の事業所では産業医が選任され、産業保健サービスの提供を受けることができるが、50人未満の事業所ではストレスチェックさえ実施義務はなく、法の下での不平等、健康の社会的格差が生じている（50人未満の事業所は550万事業所：全事業所の97%、その従業員数は3400万人に及ぶ。総務省）。大規模なポピュレーションが働く中小零細企業への革新的な産業保健サービスの構築こそが、健康格差の是正、ひいては健康寿命への延伸に繋がると考える。中小零細事業所向け産業保健提供サービスプラットフォームを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

職域での健康格差を是正するため、加速化しているAI技術を利用し、産業保健の知的データベース（DB）を構築することにより、AIによる解決策の提供を行う「中小零細事業所向け産業保健提供サービスエンジン」の開発を行った。このAIエンジンには、昨今急速に進化したChatGPTを初めとする大規模言語モデル（Large Language Model）をベースに生成系AIを開発した。これまで生成系AIは専門性が高い内容や精度が要求される分野での回答はまだ不十分で、特に「ハルシネーション」という誤情報を生成する問題が発生していたが、この課題を解決して社会実装レベルにしたことは社会的意義が大きいと考える。

研究成果の概要（英文）：Health Japan 21 calls for correcting this health disparity in order to extend healthy life expectancy. Even under the Industrial Safety and Health Act, workplaces with 50 or more employees can appoint an industrial physician and receive industrial health services, but workplaces with fewer than 50 employees are not required to conduct even stress checks, and are not required to do so under the law. (5.5 million establishments have fewer than 50 employees: 97% of all establishments, and the number of employees is 34 million. Ministry of Internal Affairs and Communications). We believe that building innovative industrial health services for small and medium-sized enterprises where large populations work will lead to rectifying health disparities and ultimately extending healthy life expectancy. Developed an industrial health provision service platform for small and medium-sized businesses

研究分野：産業保健

キーワード：産業保健 生成系AI 中小零細企業

1. 研究開始当初の背景

新型コロナウイルスのパンデミックは、世界各地で健康格差の問題を浮き彫りにした。諸外国ほどではないが、日本でも健康格差の問題が、直接健康寿命に直結している。日本の労働安全衛生法では、50人以上の事業所では産業医が選任され産業保健サービスが提供を受けることができるが、50人未満では、ストレスチェックの実施さえ実施義務はなく、法の下に不平等、健康格差が生じている。これらの解決する手段として国は、地域職域連携推進事業を進め、一昨年ガイドラインを改定し地域職域連携事業の加速を求めているがその学術的かつ実践的な方法論を有しない。

我々は、現在加速化したICT技術でネットワークインフラを用い、50名未満の事業所従業員に対しての産業保健サービスの提供を行うネットワークシステム構築を行っているが、そのキーとなる「産業保健サービス提供」は、これまで人海戦術しか発想としてなかった。そのため、その人材確保の困難さが大きな障害要因であったが、今回既に多方面で応用されているAI技術を利用し、現在日本にある産業保健リソースの再配分を行い、専門家を必要とするリアルサービスと仮想サービス(AIによる解決策の提示)の提供を行う「中小零細事業所向け産業保健提供サービスエンジン」の開発を行うことを目的とする。本研究は、最終的なアウトカムとして健康寿命の延伸に繋がるかどうか?の根本的な方法論を構築することに対する萌芽的研究の位置づけであり、革新的な地域-職域連携モデルを創世することである。

2. 研究の目的

「産業保健サービス提供」を提供する特異型生成系AIを構築し、具体的でかつ実践的な地域職域連携モデルを構築することにある。昨今、GPT(Generative Pretrained Transformer)をはじめとする大規模言語モデル(Large Language Model, LLM)が注目されている。しかし、専門性が高い内容や精度が要求される分野での回答はまだ不十分で、特に「ハルシネーション」という誤情報を生成する問題が発生している。この問題を解決し実用レベルの産業保健特化型生成系AIを開発して、より実用的な地域-職域連携を実現させることを目的とする。

中小企業向け産業保健サービス提供プラットフォーム(産業保健版GPT)の開発①

現段階では専門性の高い内容に対する返答や、正確性が求められる分野での用途では回答の精度が著しく悪い。
精度の悪くなるケースの例として、「ハルシネーション」と呼ばれる、誤った情報を生成する現象が生ずる。
原因は誤った情報を参照してしまう。

一般的なLLMを用いた生成系AI
Large Language Model (LLM) を使った一般的な回答・相談システム

```
graph LR; A[入出力画面] -- 質問 --> B[LLM]; B -- 回答 --> A; C[学習済みデータ] --- B;
```

3. 研究の方法

「ハルシネーション」の問題を克服するため、専門データベースへのアクセスと正確な教師データが必須である。まずは、より正確な質問を引き出すために、深掘り質問システム(Deep Questioning System, DQS)」を開発した。このシステムにより事業者・衛生管理者からの情報収集を効率化することができる。DQSは、漠然とした質問から事業所特有の詳細情報を繰り返し質問することで得るシステムであり、これにより、より正確で専門的な回答の提供が可能となる。

さらに、大規模言語モデル(LLM)によるテキスト生成を用いて主となる回答生成機能を作成している。また回答の品質と正確性を向上させるため Retrieval-Augmented Generation (RAG) と呼ばれる、LLMに外部情報の検索を組み合わせた手法を用いている。本件においてRAGでは産業保健に関する複数の書籍や資料を学習させている。RAGにおいて一般的なベクトル検索(学習対象となるテキストから意味とコンテキストを取り込み数値表現・ベクトルに変換し、検索クエリも同様にベクトル化してその距離を測ることでその関連性を表現する方法)だけでなく産業保健における区分での索引型全文検索(あらかじめ文書をカテゴリごとに分けてインデックスを作成しておく)を組み合わせることで大量のデータを対象として高速に回答を生成することが可能となった。

さらに、実用性を検証するために本案件の開発において産業保健特化型AIおよびその性能を実際に試すための検証用Webアプリケーションの開発を行った。検証の目的は産業医および事業者の実務において開発物の実用性を確かめることである。以下に検証の概要と検証のための要

件定義を整理する。

想定されるユーザーとして、Web アプリケーションの想定ユーザーは産業医および事業者であり、事業者側担当者と産業医の相談時のメールでのやり取りにおいて、1人の産業医が担当可能な回答可能な数には限界があり、また正確な回答作成までに丁寧なヒアリングや原因・対策の検討と回答文章の作成が必要となる。中小零細企業に対して十分な産業保健サービス提供を行うためには、この担当可能数と回答の質と数がボトルネックとなるため、これを解消できるかどうかを検証する必要があった。

産業保健特化型 AI の用途として自動でヒアリングと回答候補の作成を行うことで回答までのリードタイムを短くする。また専用データベースを用いることで正確性の高い回答を候補として出力できるようにする。産業医は出力された候補の中から自身の判断で編集・選択を行った後に送信が可能となることで、大幅にそのスピードを短縮することで、担当産業医の負荷を低減させる。

実務での実用性を確かめるため、産業医および事業者側総務担当者の使いやすいインターフェースを用意する必要があった。互いのユーザーは一般的なメッセージアプリのように即時に送受信が行える機能と、産業医側が素早く産業保健特化型 AI にアクセスし回答を生成できる機能を利用しながら相互に会話をしながら相談・回答を行うように開発を行った。

4. 研究成果

逐次ヒアリングの文章となるメッセージをシステムから送信しながら、事業者が相談したい内容を予想することによって回答候補の生成速度を向上させた。Web アプリケーションを介した産業保健の相談において重要となるのはヒアリングである。事業者側の本当に相談したい内容を引き出せなければ原因究明や適切な回答を作成することが難しい。情報工学の観点でも LLM を適切に活用するには適切なキーワードと索引からデータを探ることが正確性につながる。相談者側が相談したい内容に対する適切な知識やキーワードのイメージを持っていない場合でもヒアリングによってそれを明らかにする必要がある。既存の会話内容を保存し、相談と回答および回答に対する評価を学習することで次回会話の正確性をあげる機能を実装した。前述の RAG を用いても 100%に近い精度での回答は困難であるため、相談文章と産業医の選択・修正した後の回答文章の組み合わせを蓄積し既存の相談に対してより精度の高い回答を行えるようにした。

学習プロセスにおいて検証したのは二つで、ファインチューニング(事前学習済み LLM モデルのパラメータを微調整する手法)とプロンプトの自動最適化である。前者については特定領域の専門性をあげるためによく取られる手法であり、後者は本件で検証を行いながら実装をしたものとなる。LLM においては回答生成のために指示(プロンプト)が必要となるが、相談品質の結果によってプロンプトを逐次変化させており、これには会話とは別の LLM を組み合わせることで実現している

事業者側の相談者および産業医がリアルタイムにやり取りを行えるよう即時メッセージ送受信が可能な機能を実装した。これによりメール同様にストレスなく文章を送受信でき、検証期間に複数のやりとりをもとにして LLM の実用性を検証することができた。また基本的なログイン・アカウント機能を実装し複数の事業者・産業医を交えて検証を行った。産業医は産業保健特化型 AI の回答文章を、任意のタイミングで生成することができ複数の候補の中から自由に選択編集をした上で送信が行えることが可能となった。

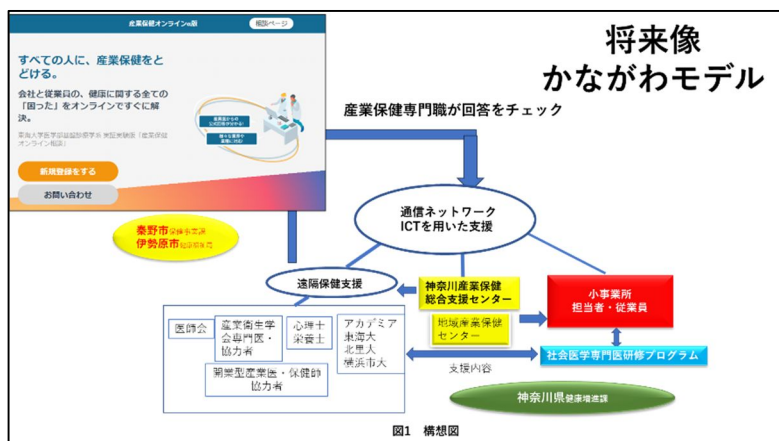


図1 構想図

中小企業向け産業保健サービス提供プラットフォーム（産業保健版GPT）の開発③

質問に対するAIが提案⇒編集・承認して回答をテンプレートとして産業保健専門家から回答するシステム

トップページ



産業保健版ChatGPTの開発 ー産業保健対策特化型AI

2023年8月 開発スタート
2023年12月～ α版第一回実証実験中
2024年2月～ β版第二回実証実験

相談Chatページ



質問
感染症を理由に社員を休業させた場合の、休業手当についておしえてください

回答
感染症を理由に社員を休業させた場合の休業手当については、労働者が新型コロナウイルス感染症に感染したことを理由に休業させる場合、2022年12月現在の法制度を前提とする限り、賃金及び休業手当の支払義務はないと考えられます。しかし、労働者が濃厚接触者となった場合や発熱等の風邪症状を呈した場合、または労働者と同居の家族が新型コロナウイルス感染症に感染した場合は、休業手当の支払義務があると考えられます。さらに、労働者の家族が濃厚接触者となった場合は、賃金全額の支払義務があると考えられます。

具体的な事例としては、従業員本人が新型コロナウイルス感染症に感染し、休業させる場合に感染症法に基づく休業の可否が争われます。この場合、休業手当は、経営、管理上の障害であっても、その原因が使用者の支配領域内にないことから発生しており、労働者の最低生活保障の観点から、平均賃金の6割の程度で保障されるべきとされています。ただし、不可抗力や従業員側に起因する事由による休業は、企業の責めに帰すべき事由には当たらないとされ、休業手当の支払い義務もないとされています。

関連しそうな類似質問の例としては以下のようなものが考えられます。

1. 新型コロナウイルスに感染した社員を休業させた場合、企業はどのような給与支払い義務があるのか？
2. 社員が濃厚接触者になった場合の休業手当の支払い義務について教えてください。
3. 社員の家族が新型コロナウイルスに感染した場合、社員を休業させる必要がありますか？その場合の休業手当はどうなりますか？

参照したDBを提示できるように改良中

参照されたドキュメント一覧
※今回はO22感染症等の休業措置と休業手当.pdfと感染症ガイドライン完成版.pdfの内容を参照して回答出力されたようです。

信頼がおけるDBのみを参照することで精度を上げる

産業医側画面



事業者側画面



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	深井 航太 (Fukai Kota) (00813966)	東海大学・医学部・講師 (32644)	
研究分担者	堤 明純 (Tsutsumi Akizumi) (10289366)	北里大学・医学部・教授 (32607)	
研究分担者	山内 武紀 (Yamauchi Takenori) (40576287)	昭和大学・医学部・准教授 (32622)	
研究分担者	古屋 佑子 (Furuya Yuko) (80880260)	東海大学・医学部・助教 (32644)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関