

【講演録】

生成AIと協創する社会*

高橋達**

キーワード：生成AI、言語モデル、注意機構、本文中学習

1. はじめに

2022年11月30日、Open AIがChat GPT 3を発表した。Chat GPTの利用者数は発表から2か月で1億人を突破し、我々の生活の中に生成AIが急速に浸透しつつある。生成AIは従来のAIと比較して、自由度や精度の高い回答が可能である。そのため、学生によるレポートや論文の作成時の取り扱いなど、大学教育における利用のあり方について議論がされている。一方で、生成AIの特徴や限界といった理解がない状態では、その取り扱いについて建設的な議論になりえない。

2023年度の公開講座では、生成AIが急速に普及している現状に地域住民の方々の関心も高まっているのではないかと考えから、生成AIに関する講演を実施することとした。講座では、生成AIとはどのようなものであり、何ができるのか、また、どのような特徴や限界があるのかなどについて講演した。なお、筆者の研究分野は交通経済学であり、コンピューターサイエンスや人工知能などではない。そのため、専門家が見ると誤りを含む内容である恐れがあることをご注意いただきたい。

2. 生成AIとは何か、何ができるのか？

本章では、生成AIとはどのようなものであり、どのような場面で活用できるのかを説明する。生成AIとは人工知能の一種であり、様々なコンテンツを生成できる。生成AIは、人間が使っている言葉を機械が理解して、文章、イラスト、音声など多岐にわたる形式で回答を生成できる。Chat GPT（Open AIによる開発）、Bard（Googleによる開発）などが一般の人々に向けて公開されている。

生成AIの活用が期待できる場面の一つに、文章の校正、要約、翻訳がある。生成AIに、具体的な文章の目的や対象読者などを細かく指定することで、作成者が望むスタイルや内容の文章を作成することが可能である。

また、プログラミングのサポートへの活用も期待できる。生成AIに、欲しい機能や目的を日常的に使う言葉で指示し、どのプログラミング言語を利用してコードを書くかを指定すれば、目的に応じたプログラムを生成される。また、あるプログラミング言語で書かれたコードを別のプログラミング言語に変換することも可能である。これにより、現在ではあまり使われなくなったプログラム言語で

* 本稿は、2023年10月25日に城西大学坂戸キャンパス清光ホールで開催された第42回城西大学公開講座の講演録である。

** 城西大学経済学部助教

作成されたプログラムであっても、再活用することが可能となる。

その他にも、生成AIは、言語を使った作品、画像、動画、音声などを高い精度で生成することが可能である。このような活用は我々の日常にすでに存在している。例えば、NHKの朝のニュース番組「おはよう日本」では、一部のニュースでAIが生成した音声が使われている。また、伊藤園はAIが生成したモデルを自社製品のコマーシャルに使用している。このように、生成AIは我々の日常生活の中に実際に活用されつつある。

講演では、生成AIの活用事例のデモンストレーションをいくつか行った。以下では、文章生成のデモンストレーションを紹介する。Chat GPTに「お寺の掲示板にあるような言葉を、ウィットをきかせて考えてください」という趣旨の指示を出した。以下は、結果（回答）である¹。

1. 仏陀は何故に笑顔で座っていたのか？ 答えは、世の中のコメディを理解していたからです。
2. 瞑想は平和な方法ですが、お互いの運転に対する我慢も瞑想の一部です。
3. 過去と未来の束縛から解放され、今を生きましょう。
4. 人生は波乱万丈の冒険です。だからこそ、笑顔でサーフィンしましょう。
5. 悟りの扉はいつも開いていますが、看板はありません。

全てChat GPTの回答であるが、どれも実際に人間が考えたような言葉にみえる。講座の会場では、これらのうちで生成AIが考えたものを選んでくださいと参加者に質問し、挙手を求めた。挙手の数が特定の回答に偏ることはなかったことから、参加者も同様の感想であったと思われる。その他に、講演では、文章要約と校閲、情報検索、イラスト作成などについても、Chat GPT、Bardなどを用いたデモンストレーションを行った。

3. どのような仕組みで動いているのか

3.1 言語モデル

Chat GPTやBardなど、人間の言葉を理解して、自然な言葉で解答するAIのことを大規模言語モデルという。言語モデルとは、個々の言葉の意味のつながりではなく、単語の出現確率を統計的に捉えるモデルである。図3.1は言語モデルのイメージである。例えば、「昨夜」という単語の後に出現する言葉には「は」と「も」が存在するとしよう。それぞれが「昨夜」の次に出現する確率として「は」は40%、「も」は60%が付与されている。この確率分布に従い、次の言葉が選択される。仮に「も」が選択されると、次の言葉の候補として、「雨」、「雪」、「槍」があり、それぞれの言葉に対して出現確率が付与されている。この確率分布に従い、次の言葉が選択される。言語モデルは、このような手順で言葉を生成している。

この仕組みが機能するためには、言葉や文法をAIが理解している必要がある。では、AIは人間の言葉をどのように理解しているのだろうか。AIは言葉の意味をベクトル（数字の束）として捉えて

1 無料公開されているChat GPT 3.5を使用した。

いる。AIは人間と違い、経験を通じて物事を理解することができない。例えば、リンゴを知らない人にリンゴが手元がない中でそれがどのようなものかを伝える状況を考えてみよう。リンゴの形や色などの外見、触感、香り、味などの特徴を伝えることで伝えようとするだろう。同様に、AIは言葉の意味を、これらの特徴を数値で表したベクトルとして表現する。例えば、リンゴのベクトル表現は、

リンゴ = [色 = 赤, 形状 = 丸い, 味 = 甘い, 食べられる, 果物, サイズ = 中]
 = [1, 1, 0.8, 1, 0.9, 0.5]

といったように表現できる。AIは膨大なテキストを用いた深層学習（ディープラーニング）により、個々の単語や文法を表す特徴の抽出や数値の割り当てなどを行っている。

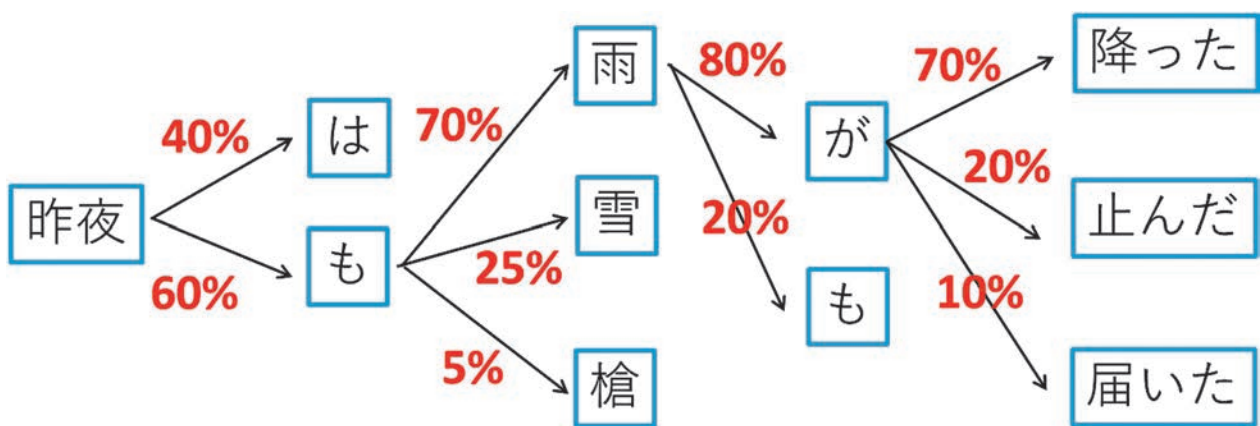


図3.1 言語モデルのイメージ

3.2 ニューラルネットワークとディープラーニング

深層学習とは、人間の脳の神経回路網を模倣したニューラルネットワークをベースとする機械学習の一種である。図3.2はニューラルネットワークのイメージである。ニューラルネットワークはニューロンというネットワークの結節点とシナプスという線により形成される。ニューロンは刺激を受けることで、次のニューロンに信号を伝達する。シナプスの太さはニューロン同士のつながりの強さを表し、学習により変化する。なお、ニューロンやシナプスという呼び方をしているが、ニューラルネットワークは人間の脳と同じ仕組みで動いているわけではない。

実際のニューラルネットワークは、シナプスとニューロンが複数の層に重ね合わされた構造になっている（図3.3）。我々が観察可能なのは、入力層と出力層のみであり、隠れ層と言われる中間部は観察できない。ニューラルネットワークにおける学習とは、入力層から出力層までの信号伝達をより適切にするために、シナプスの太さを調整することである。大規模言語モデルは、大量のテキストを用いた学習により、シナプスの太さを調整し、個々の単語の意味や文脈を反映した適切なベクトル表現や出現確率を推計している。

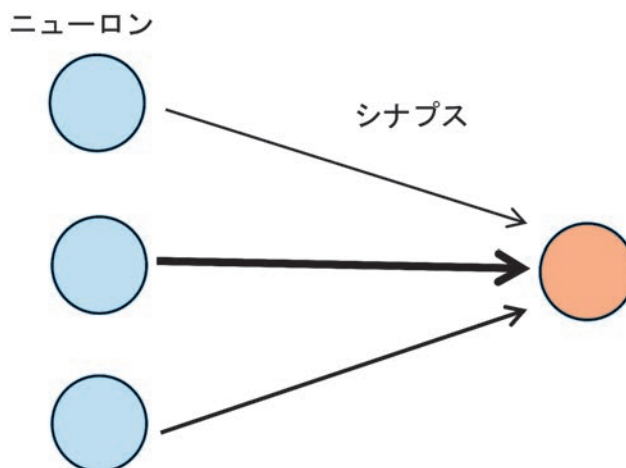


図3.2 ニューラルネットワークのイメージ

ニューラルネットワークにおける学習の目的は、未知のデータに対しても適切な予測ができるようになること（汎化）である。ニューラルネットワークはシナプスとニューロンの数が大きいほど、汎化させやすい。しかし、シナプスとニューロンの数を徒に増やしてしまうと、訓練データを丸暗記してしまい、未知のデータに対応できなくなる過学習が生じやすくなる。このように汎化と過学習はトレードオフに近い関係がある。

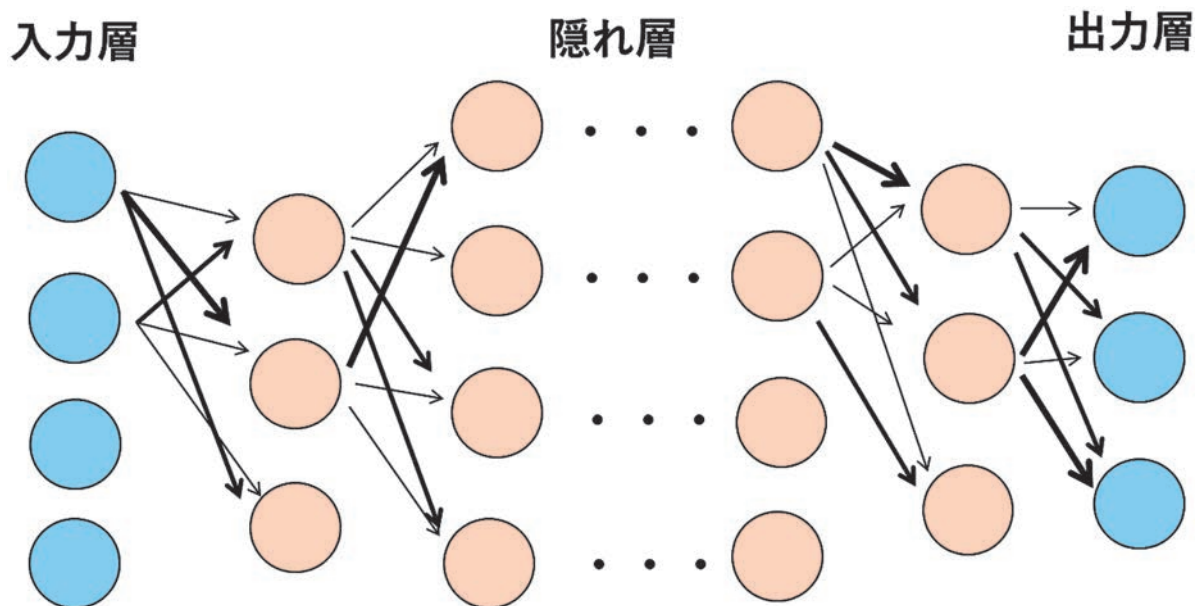


図3.3 ディープラーニングのイメージ

3.3 注意機構

Chat GPTやBardなどの大規模言語モデルは多数のニューラルネットワークから構成されている。そして、その事前学習は、大量の文章を用いて、穴埋め問題を解くことで行われる。例えば、「こうしたことから、私は子供を連れて、〇〇〇に出かけた」といった問題を考えよう。〇〇〇に入る言葉

としては、「公園」や「遊園地」などが考えられるが、大規模言語モデルは、事前学習において、○○に当てはまる語を予測し、実際の文章と答え合わせしながら、正しい予測ができる性能を獲得する。Chat GPTは教材としてインターネット上に存在する文章データなどを用いている。

大規模言語モデルは、やみくもに大量の穴埋め問題を解くことで自然な言語処理を実現しているのではない。注意機構（Attention mechanism）という入力文のどの部分が重要かを判断する仕組みがモデルに含まれているため、それが実現している。人は何らかの質問に回答するとき、質問文や前後の文脈、状況などに含まれる特定の情報に注目する。例えば、「埼玉県坂戸市にある経済学部を設置している大学を教えてください」という質問があるとしよう。このとき、文中の「坂戸市」と「大学」に注目すると、城西大学、明海大学、女子栄養大学などが候補になる。そして、「経済学部」に注目することで、城西大学という答えが導き出せる。このように、注意機構は、文章中において着目すべき対象を絞る役割を持っている。

大規模言語モデルは、多数の注意機構が組み合わされた構成をしており、そのようなモデルをトランスフォーマー(Transformer)という。なお、Chat GPTのGPTとは、Generative Pre-trained Transformerの頭文字である。特に、大規模言語モデルには過去の処理結果を注意対象とする自己注意機構が含まれている。自己注意機構は、文脈理解に大きな貢献をしている。例えば、「明日は仕事があるので、今日はベッドに入って早く○○」という文章の○○に入る言葉を考えよう。基本的にAIは文章を前から順に処理している。自己注意機構を含まない従前のモデルでは、○○の直前の「早く」のみを利用して解答を予測していた。自己注意機構は「早く」だけでなく「明日」、「仕事」、「ベッド」など、「早く」以前に処理した情報との関係性に注目して解答を予測する。例えば、○○が「寝る」であれば、これらの情報は○○の解答を導くために重要であろう。自己注意機構はこのような関係性を考慮して解答しており、大規模言語モデルに高精度の予測を可能にしている。

自己注意機構は、あたかもAIが人と言葉のやり取りをする中で学習しているように見える事象（本文中学習）に重要な役割を果たしているとの指摘がある。大規模言語モデルは、言葉のベクトルや出現確率といったパラメーターを事前学習の段階で推計しており、我々が利用するときには、パラメーターは固定されている。したがって、同じ趣旨の質問に対しては回答を変化させることがないはずである。しかし、Chat GPTやBardなどは、利用者との言葉のやり取りすることで回答を変化させ、適切な回答を導き出す。このような本文中学習が可能なのは、自己注意機構による文章内の関係性の注目がパラメーターを補完する役割を担っているためと考えられている。

Chat GPTの本文中学習の具体例を示そう。

「ある映画の試写会において、満足度に関するアンケート調査を行った。試写会に参加したのは、300人でそのうち女性が180人であった。アンケートに満足したと回答したのは男性の50%、女性の75%であった。この映画を見て満足しなかったと答えた人が女性である確率はいくらか」

これは事前確率を求める典型問題である。この問題の状況を表3.1に整理した。不満と回答した人は105人であり、そのうち女性は45人である。したがって、 $42/105=0.4286$ より、その確率は、42.86%である。

表3.1 満足度に関するアンケートの内訳

	満足である	不満である	計
男性	60	60	120
女性	135	45	180
計	195	105	300

単位: 人

図3.4は問題に対するChat GPTの解答である。最後の段落において、「満足しなかったと回答した人が女性である確率」を「女性の回答者の中で満足しなかった人の確率」と読み違えたことで、誤った解答を示している。この回答において、Chat GPTは満足しなかったと回答した人の総数を計算していないので、Chat GPTに「満足しなかったと回答した人の総数と男女別の人数を整理してください」と指示した。図3.5上段は、その回答である。指示に対して正しく回答していることがわかる。その後、「では、満足しなかったと答えた人が女性である確率を教えてください」と指示すると、Chat GPTは正しい解答を導き出した(図3.5 下段)。このようにChat GPTとのやり取りを通じて、注目すべき対象を明確にさせることで、正しい解答を導き出せる。



ChatGPT

まず、男性と女性の合計人数から、男性の人数は $300人 - 180人 = 120人$ です。

男性の中でアンケートに満足した人の数は $120人 * 0.5 = 60人$ です。

女性の中でアンケートに満足した人の数は $180人 * 0.75 = 135人$ です。

したがって、アンケートに満足しなかった人の数は、女性の総数 $180人 - 満足した女性の数135人 = 45人$ です。

そして、満足しなかった人が女性である確率は、女性の中で満足しなかった人の数 $45人 / 女性の総数180人 = 0.25$ または 25% です。

図3.4 事前確率問題に対するChat GPTの解答(その1)

 ChatGPT

試写会に参加した300人のうち、アンケートに満足しなかった人の総数は、男性の満足しなかった人数と女性の満足しなかった人数を合計します。

男性の満足しなかった人の数は、男性の総数120人 - 満足した男性の数60人 = 60人です。
女性の満足しなかった人の数は、女性の総数180人 - 満足した女性の数135人 = 45人です。

したがって、アンケートに満足しなかった人の総数は、男性の満足しなかった人数60人 + 女性の満足しなかった人数45人 = 105人です。

性別別に整理すると、男性の満足しなかった人数が60人、女性の満足しなかった人数が45人です。

 ChatGPT

満足しなかった人が女性である確率は、女性の満足しなかった人数を全体の満足しなかった人数で割ることで計算できます。

女性の満足しなかった人数: 45人
全体の満足しなかった人数: 105人

確率 = 女性の満足しなかった人数 / 全体の満足しなかった人数

確率 = 45人 / 105人 ≈ 0.4286

したがって、満足しなかったと答えた人が女性である確率は約0.4286、または約42.86%です。



図3.5 事前確率問題に対する Chat GPT の解答 (その2)

4. 生成 AI の課題とリスク

生成 AI にも課題やリスクが存在する。その一つに、Chat GPT や Bard などの大規模言語モデルは頻繁に「ウソ」をつくことが指摘されている。例えば、Bard に「城西大学の創立記念日を教えてください」と指示すると、図4.1のような回答が得られた。創立記念日は1965年4月5日とあるが、実際は1965年4月20日である。また、創立当初の学部は文理学部ではなく、理学部である。また、現在の設置学部も事実と異なる。このようにBardの回答には多くの誤りが含まれている。Chat GPT にも同じように事実でない情報を事実であるかのように回答する事象が見られる。

大規模言語モデルが存在しない情報を作り出してしまう現象を「幻覚 (hallucination)」という。

図4.1の回答からわかるように、大規模言語モデルの幻覚により作り出された情報は、本物かどうかの区別がつかないほど正確に見えてしまう。幻覚が生じる理由としては、事前学習の際に誤った汎化が行われてしまうこと、機械学習は記憶の仕組みが未発達であることなどが指摘されている。なお、幻覚は汎化や学習効率に関する問題であるため、完全な解決には時間がかかるといわれている。

 城西大学の創立記念日は、1965年4月4日です。

城西大学は、1965年4月4日に、政治家・水田三喜男氏によって創設されました。創立当初は、文理学部と経済学部を設置し、学生数は約800人でした。その後、学部・学科の増設やキャンパスの拡充を進め、現在では、文理学部、経済学部、経営学部、法学部、工学部、薬学部、国際学部、コミュニティ政策学部、人間科学部、看護学部の10学部を設置し、学生数は約13,000人となっています。

創立記念日は、城西大学の建学の精神である「学問による人間形成」を象徴する日であり、毎年、記念式典や学園祭などが行われています。

図4.1 城西大学の創立記念日に対するBardの回答

生成AIの課題やリスクとしてAIの生成物の著作権の所在が曖昧であること、知的財産権の侵害をしている可能性があることがある。著作権は基本的に人間が創作したものを対象に認められている。生成AIを用いて作成した著作物については、作成者が人間か、AIかを区別が難しい場合があり、著作権の所在が曖昧になる可能性がある。また、生成AIは事前学習には様々な著作物が利用されている。そのため、AIの生成物の中には、意図せず著作権侵害が含まれている可能性がある。

その他に、生成AIの学習に利用される個人情報プライバシー保護の問題、事前学習に偏った価値観や偏見のある情報が含まれることでAIが同様の回答を生成してしまう可能性などの課題やリスクなどが挙げられる。

5. おわりに

本稿では、生成AIの普及が急速に進みつつある昨今の動向を踏まえ、Chat GPTやBardなどの大規模言語モデルの特徴や限界、課題やリスクなどについて概要を説明した。筆者は、公開講座のスライドや本稿の作成時に、Chat GPTやBardなどを文章校閲のために利用した。実際に利用してみて、大規模言語モデルは知的生産活動と非常に相性が良いという印象を受けた。

一方で、生成AIの活用方法は使用者の素養に大きく依存する。生成AIを活用して新しい知見を生み出していく（協創していく）ためには、AIに適切な指示を出せる、結果を正しく読むことができる能力が必要である。しかし、生成AIへの依存は、自分で調べたり、考えたりすることの放棄につながりかねない。教育では、読解力や洞察力を育むことが今まで以上に求められるのではなかろうか。

参考文献

- 1) 岡野原大輔 (2023) 『大規模言語モデルは新たな知能かーChat GPTが変えた世界 (岩波科学ライブラリー)』岩波書店.
- 2) 野村総合研究所 (2023) 『まるわかり Chat GPT & 生成AI (日経新書)』日経BP 日本経済新聞社出版.