

報告書

1 今週の進捗

- オーギュメントしたデータセットでの gpt-oss-20B および llm-jp-3.1-13b-instruct4 の学習
- データセットのオーギュメント

2 gpt-oss-20B の SFT

2.1 訓練データ

訓練データは、日本のアニメに関する知識を問う質問と出力のペアで構成される。合計 2000 件の Q&A ペアを JSONL 形式で Gemini-2.5 Pro および GPT-5 で作成した。また、1 つの質問と正解のペアに対して 32 個の似た質問と正解のペアを作成し、情報量を増やした。(Augmentation) 表 1 に、作成した訓練データセットの例を 8 件示す。

表 1: 訓練データセットの例

質問: ぽにぽにだっしゅ! の主人公は誰ですか?	出力: ぽにぽにだっしゅ! の主人公はレベッカ宮本です。
質問: ぽにぽにだっしゅ! の主人公は誰ですか?	出力: ぽにぽにだっしゅ! の主人公は、10 歳で MIT を卒業した天才少女、レベッカ宮本です。
質問: 「ぽにぽにだっしゅ!」で主人公として描かれているキャラクターは誰ですか?	出力: ぽにぽにだっしゅ! の主人公はレベッカ宮本です。
質問: 「ぽにぽにだっしゅ!」で主人公として描かれているキャラクターは誰ですか?	出力: ぽにぽにだっしゅ! の主人公は、10 歳で MIT を卒業した天才少女、レベッカ宮本です。
質問: レベッカ宮本が主人公を務める作品は何ですか?	出力: レベッカ宮本が主人公を務める作品は「ぽにぽにだっしゅ!」です。
質問: レベッカ宮本が主人公を務める作品は何ですか?	出力: 彼女が主人公の作品は「ぽにぽにだっしゅ!」です。この作品で彼女は天才少女教師として描かれています。
質問: レベッカ宮本は、どの作品で主人公として登場しますか?	出力: レベッカ宮本が主人公を務める作品は「ぽにぽにだっしゅ!」です。
質問: レベッカ宮本は、どの作品で主人公として登場しますか?	出力: 彼女が主人公の作品は「ぽにぽにだっしゅ!」です。この作品で彼女は天才少女教師として描かれています。

2.2 gpt-oss-20B のモデルアーキテクチャ

モデルは 24 層の Decoder Layer から構成されており、各層は Self-Attention ブロックと MoE 構造を持つ MLP ブロックを含む。MoE ブロックは 32 個の Expert 層を持ち、計算効率とモデル性能の両立を図っている。

```
GptOssForCausalLM(  
  (model): GptOssModel(  
    (embed_tokens): Embedding(201088, 2880, padding_idx=199999)  
    (layers): ModuleList(  
      (0-23): 24 x GptOssDecoderLayer(  
        (self_attn): GptOssAttention(  
          (q_proj): Linear4bit(in_features=2880, out_features=4096, bias=True)  
          (k_proj): Linear4bit(in_features=2880, out_features=512, bias=True)  
          (v_proj): Linear4bit(in_features=2880, out_features=512, bias=True)  
          (o_proj): Linear4bit(in_features=4096, out_features=2880, bias=True)  
        )  
        (mlp): GptOssMLP(  
          (router): GptOssTopKRouter(  
            (linear): Linear(in_features=2880, out_features=32, bias=True)  
          )  
          (experts): GptOssExperts(  
            (gate_up_projs): ModuleList(  
              (0-31): 32 x Linear4bit(in_features=2880, out_features=5760, bias=True)  
            )  
            (down_projs): ModuleList(  
              (0-31): 32 x Linear4bit(in_features=2880, out_features=2880, bias=True)  
            )  
          )  
        )  
      )  
    )  
    (input_layernorm): GptOssRMSNorm((2880,), eps=1e-05)  
    (post_attention_layernorm): GptOssRMSNorm((2880,), eps=1e-05)  
  )  
  (norm): GptOssRMSNorm((2880,), eps=1e-05)  
  (rotary_emb): GptOssRotaryEmbedding()  
)  
(lm_head): Linear(in_features=2880, out_features=201088, bias=False)  
)
```

2.3 llm-jp-3.1-13b-instruct4 のモデルアーキテクチャ

モデルは 24 層の Decoder Layer から構成されており、各層は Self-Attention ブロックと MLP ブロックを含む。MLP ブロックは、活性化関数として SiLU (Swish) を用いた Gated Linear Unit (GLU) で構成され、モデルの知識表現を担っている。本実験では、Attention 層及び MLP 層の Linear 層は 4-bit 精度 (Linear4bit) に量子化している。これにより、モデルの性能を維持しつつ、メモリ使用量を大幅に削減している。

```
LlamaForCausalLM(  
  (model): LlamaModel(  
    (embed_tokens): Embedding(32000, 4096, padding_idx=1)
```

```

(model): LlamaModel(
  (embed_tokens): Embedding(99584, 5120)
  (layers): ModuleList(
    (0-39): 40 x LlamaDecoderLayer(
      (self_attn): LlamaAttention(
        (q_proj): Linear4bit(in_features=5120, out_features=5120, bias=False)
        (k_proj): Linear4bit(in_features=5120, out_features=5120, bias=False)
        (v_proj): Linear4bit(in_features=5120, out_features=5120, bias=False)
        (o_proj): Linear4bit(in_features=5120, out_features=5120, bias=False)
      )
      (mlp): LlamaMLP(
        (gate_proj): Linear4bit(in_features=5120, out_features=13824, bias=False)
        (up_proj): Linear4bit(in_features=5120, out_features=13824, bias=False)
        (down_proj): Linear4bit(in_features=13824, out_features=5120, bias=False)
        (act_fn): SiLUActivation()
      )
      (input_layernorm): LlamaRMSNorm((5120,), eps=1e-05)
      (post_attention_layernorm): LlamaRMSNorm((5120,), eps=1e-05)
    )
  )
  (norm): LlamaRMSNorm((5120,), eps=1e-05)
  (rotary_emb): LlamaRotaryEmbedding()
)
(lm_head): Linear(in_features=5120, out_features=99584, bias=False)
)

```

2.4 学習手法と対象パラメータ

SFT では、パラメータ効率の良いファインチューニング手法である Low-Rank Adaptation (LoRA) を採用した。LoRA は、元のモデルの重みを凍結したまま、特定の線形層に低ランク行列分解を利用したアダプター層を追加し、そのアダプターの重みのみを学習する。これにより、少ない計算リソースで大規模モデルの挙動を適応させることが可能となる。

本研究では、モデルの挙動に大きく影響を与える以下の層を学習対象 (target_modules) として設定した。

- **q_proj, k_proj, v_proj, o_proj:** これらは Self-Attention 機構を構成する主要な線形層である。Query, Key, Value, Output の射影をそれぞれ担当し、文中のどの情報に注目するかという注意パターンを学習する。
- **gate_proj, up_proj, down_proj:** これらは MLP ブロック (本モデルでは MoE の各 Expert 層) を構成する線形層である。Attention からの出力を処理し、モデルが持つ知識や表現力を更新する役割を担う。

2.5 実験設定と結果

2.5.1 学習パラメータ

表 3 に SFT の主要なハイパーパラメータを示す。

表 3: 学習ハイパーパラメータ

パラメータ	値
モデル	unsloth/gpt-oss-20b, llm-jp-3.1-13b-instruct4
LoRA ランク (r)	8
LoRA アルファ (alpha)	16
バッチサイズ (per device)	4
勾配蓄積ステップ	1
エポック数	3
学習率	2e-5
オプティマイザ	AdamW (8-bit)

2.5.2 実行時間

学習及び推論は、サーバ RTX 4080 (GPU 16GB) を使用して実施した。3 epoch での学習時間は約 30 分間であった。表 4 にファインチューニング前後の推論実行時間を示す。推論時間は、訓練データ (1200 件) とテストデータ (75 件) の合計に対する時間である。

表 4: テストデータでの推論実行時間

	実行時間
ファインチューニング前の推論	約 2 時間
ファインチューニング後の推論	約 6 分

ファインチューニング後の推論時間が大幅に短縮されている。これは、Unsloth ライブラリによる LoRA アダプターのマージ及び推論最適化の効果であると考えられる。

2.5.3 出力結果の比較

ファインチューニング前後で、モデルの応答がどのように変化したかを比較する。表 17 に、訓練データに含まれる質問と、訓練データには含まれない未知の質問 (テストデータ) に対する応答の例を示す。表 5 にファインチューニング前の出力全体を示す。ファインチューニング前の出力には分析中のテキストも含まれるため、表 17 のファインチューニング前の出力結果には分析中のテキストを省略して示す。

3 今後の課題

- 検証データ
- データセットの増量

参考文献

表 5: ファインチューニング前の出力全体

出力:

analysisUser: "ぱにぽにだっしゅ！のキャラクター「ベヒミ」..." Actually spelled "ベヘイミ"? They wrote "ベホイミ". Might be a character from "Paniponi Dashi!" which is a Japanese children's tv show? Actually "Paniponi dashi!" is a Japanese TV show for 3-6 year-olds. But "ベホイミ" maybe a character on the show. They want external appearance features of the character "ベホイミ" (maybe "ベッヒミ"?). Could it be "ベホイ" or "ベホイミ"? Might be a Japanese cartoon? Let's parse: "ぱにぽにだっしゅ！" It's a children's program. There is a character called "ベヒミ" on the show. They want the physical details: hair, clothes, etc.

Provide descriptive. Provide also some context. We don't have the exact data on characters in Paniponi dashi! maybe it's from a show or a movie.

Might need to recall that "Paniponi dashi!" (sometimes called "Paniponi Daishu") is a Japanese children's show. The character "ベホイミ" might be "Behāmi"? Could it be "ベボイミ"? Might be a mis-typing: "ベヘイミ" could be "Behami". It might be a fictional Japanese character. Search memory: "ベホイミ" might appear in "ペンパイナッパス" etc. But unclear. Alternatively, maybe the user meant "ベヘイミ" from the anime "ぱにぽにだっしゅ！" There's a character named "ビュンジン" or something. I'm ChatGPT offline, can't search internet. We need to provide a plausible answer: describe the external appearance features: hair color, length, style, facial features, clothes, unique features, maybe accessories. Provide maybe a short biography. Use Japanese. Also mention references: no direct citation, but you can mention sources like official website, show, etc. Let's produce a descriptive answer in Japanese.

assistantfinal 「ぱにぽにだっしゅ！」に登場するベホイミは、いわゆる「おでかけのおかしなトレイルヘッド」として知られ、色彩豊かな外見が特徴的です。以下に、彼女の外見的な特徴を整理してみましょう。

項目	詳細
髪	金色に光沢のあるショートヘア。前方に少し横に曲がったスタイリッシュな前髪が特徴。髪の毛の根元は薄めのグレーに染められており、光沢のある金髪とコントラストを描き出しています。
顔	明るい笑顔と大きな黒い瞳。頬はほんのりピンク色で、微笑むときに軽く頬が浮きます。眉は厚めの黒の線で、感情のリズムを表わします。
姿勢・身長	平均的な身長的女性ヒーローで、身長は約150cm。身体はやや丸みを帯び、曲した筋肉で柔軟性に優れた姿勢。歩くときは足首を少し立て、足取りが軽快です。
服装	ベヘイミのトレードマークは、鮮やかなホタルの羽を模した柄が入った、緑と黄色のコスチュームです。胸元のボタンと腕のストラップが光沢のある金メッシュで、ファッション性が高い。下半身は黒いショートパンツと、手足に合わせて作られた緑色のショートブーツ。
アクセサリ	スカート上部に配置された紫色のリボンと、頬に沿った小さなリボンバンド。耳には金属製の小さなモチーフである“星形”のフープピアスがはめられています。手に持つ小さな光るクッキーは、彼女のサインアイテム。
その他の特徴	彼女の声は明るく高め、感情の波がよく表れる。「ベヘイミ」自体を“ベヘイミ”と呼ぶ場合、彼女の姿勢や動作が時にパズルを解くように巧みな運動となっている点が魅力です。
印象	ふわっとした柔らかな肌で、頬に散らばる小さな星の光。彼女の外見は「ぱにぽにだっしゅ！」の子ども向けコンテンツで、子どもたちにとって親しみやすいキャラクターです。

まとめ ベホイミは、緑と黄色の組み合わせが際立つファッションと、金色のショートヘアが印象的なキャラクターです。優しさと冒険心に満ちた外見は、子どもたちにとってわくわくとした視聴体験を提供しています。ご興味があれば、公式サイトやアニメーションのエピソードをチェックして、より詳細に探索してみてください。

表 7: ファインチューニング (FT) 前後の応答比較

訓練データでの推論
<p>質問: ぱにぽにだっしゅ！の主人公は誰ですか？</p> <p>正解: ぱにぽにだっしゅ！の主人公は、10 歳で MIT を卒業した天才少女で、桃月学園 1 年 C 組の担任教師になったレベッカ宮本です。愛称は「ベッキー」です。</p> <p>FT 前: 「ぱにぽにだっしゅ！」の主人公は **能登（のとう）** ではなく、**のぼて**という少年です。主役は名前の「のぼて」ではなく、「**ノブト**（のぼつ）」という名前の少年です。（正式には、『ぱにぽにだっしゅ！』の主人公は **ノブト**という男の子です。）</p> <p>FT 後: analysis ぱにぽにだっしゅ！の主人公は、猫耳の少女“猫子”を主人公にした作品ですが、物語の語りを担うのは猫子の妹である“子猫子”です。</p>
テストデータでの推論
<p>質問: ぱにぽにだっしゅ！のキャラクター「ベホイミ」の外見的特徴を教えてください。</p> <p>正解: ベホイミは魔法少女風の衣装を着ており、コスチュームや振る舞いで“魔法少女”のイメージを演じているキャラクターです。</p> <p>FT 前: 「ぱにぽにだっしゅ！」に登場するベホイミは、いわゆる「おでかけのおかしなトレイルヘッド」として知られ、色彩豊かな外見が特徴的です。以下に、彼女の外見的特徴を整理してみましょう。 — 項目 — 詳細 — — **髪** — 金色に光沢のあるショートヘア。前方に少し横に曲がったスタイリッシュな前髪が特徴。髪の毛元は薄めのグレーに染められており、光沢のある金髪とコントラストを...</p> <p>FT 後: analysis ベホイミは頭に角、尻尾の先がとがっており、全体的にドラゴンに見えるキャラクターです。</p>

表 9: ファインチューニング (FT) 前後の応答比較

訓練データでの推論
<p>質問: 銀魂の「ヅラ」というあだ名のキャラクターの本名を教えてください。</p> <p>正解: 銀魂で「ヅラ」と呼ばれているキャラクターの本名は、桂小太郎です。本人は「ヅラじゃない、桂だ！」と訂正するのがお決まりのギャグです。</p> <p>FT 前: (分析のみ, 回答なし)</p> <p>FT 後: そのキャラクターの本名は、桂小太郎です。本人は「ヅラじゃない、桂だ！」と訂正するのがお決まりのギャグです。</p>
テストデータでの推論
<p>質問: 銀魂で、桂小太郎のあだ名はなんですか？</p> <p>正解: 桂小太郎のあだ名は「ヅラ」です。本人は「ヅラじゃない、桂だ！」と訂正するのがお決まりのギャグです。</p> <p>FT 前: (分析のみ, 回答なし)</p> <p>FT 後: analysis 銀魂で桂小太郎のあだ名は「黒猫」「カツウオー」です。</p>

表 11: ファインチューニング (FT) 後の応答比較

訓練データでの推論
<p>質問: 鬼滅の刃の主人公は誰ですか？</p> <p>正解: 鬼滅の刃の主人公は、鬼に家族を殺され、唯一生き残った妹を人間に戻すために戦う心優しい少年、竈門炭治郎（かまど たんじろう）です。</p> <p>FT 後: analysis 鬼滅の刃の主人公は、家族を鬼に殺され、唯一生き残った妹を人間に戻すことを誓った少年、竈之介です。カタカナ表記では「炭治郎」です。</p>
訓練データでの推論
<p>質問: 鬼滅の刃に登場する炭治郎の同期である善逸と伊之助の性格には、どのような違いがありますか？</p> <p>正解: 鬼滅の刃において、我妻善逸（あがつま ぜんいつ）は極度に臆病でネガティブな性格ですが、眠ると本来の強さを発揮します。一方、嘴平伊之助（はしびら いのすけ）は猪の皮を被り、非常に好戦的で猪突猛進な性格という対照的な違いがあります。</p> <p>FT 後: analysis 鬼滅の刃における善逸と伊の性格の違いは、善逸が怠けがちで臆病、対人関係が苦手なことが多いのに対し、伊之助は直情的で野性味あふれる戦闘好きな性格という点で顕著です。</p>

表 13: ファインチューニング (FT) 後の応答比較

訓練データでの推論
<p>質問: 鬼滅の刃で、鬼殺隊の剣士たちが使う「全集中の呼吸」とは何ですか？</p> <p>正解: 「全集中の呼吸」とは、鬼滅の刃で鬼殺隊士が使う特殊な呼吸法です。大量の酸素を血中に取り込むことで身体能力を飛躍的に向上させ、鬼と互角以上に戦うための身体強化技術です。</p> <p>FT 後: analysis 鬼滅の刃で「全集中の呼吸」とは、炎、雷、水などの五原始を表す呼吸法を習得し、その動きを習得することで体術を凌駕する強力な斬撃技術の総称です。</p>
テストデータでの推論
<p>質問: 鬼滅の刃で、鬼と戦うために鬼殺隊の剣士が使う特殊な呼吸法は何と呼ばれていますか？</p> <p>正解: 鬼滅の刃で鬼殺隊の剣士たちが使う身体強化技術は「全集中の呼吸」と呼ばれています。</p> <p>FT 後: analysis 鬼滅の刃で鬼と戦うために使われる剣術の呼吸法は、天才歌手時雨薫が「絆」を得た際に習得するようになった「霞（かげ）」「鉄（てつ）」「蛇（へび）」「虫（むし）」「蜥蜴（じゅう）」「蛇行（ざぎょう）」として知られる「虫咬（むしかい）」が由来となった、鬼殺隊最高位の剣士の秘伝の呼吸法である「神楽式舞（かぐらしぐりま）」が正式名称です。</p>

表 15: ファインチューニング (FT) 前後の応答比較

訓練データでの推論
<p>質問: 進撃の巨人 Season 3 は、物語の中でどのような位置づけですか？</p> <p>正解: 『進撃の巨人 Season 3』は、それまでの「人類対巨人」という構図から、「人類対人類」の戦いへとシフトし、壁の中の世界の秘密や王政の謎が明かされる、物語の大きな転換点となるシーズンです。</p> <p>FT 後: analysis 『進撃の巨人 Season 3』は、壁に閉ざされた人類の真実や、調査兵団に対する「敵」の行動が明らかになるなど、物語の展開が大きく変わる重要なシーズンとして位置づけられています。</p>
訓練データでの推論
<p>質問: 進撃の巨人 Season 3 の後半で描かれる「ウォール・マリア最終奪還作戦」とは何ですか？</p> <p>正解: 「ウォール・マリア最終奪還作戦」は、『Season 3』後半のクライマックスで、調査兵団が総力を挙げてシガンシナ区に空いた穴を塞ぎ、エレンの生家にある地下室を目指すという大規模な作戦です。</p> <p>FT 後: analysis 『進撃の巨人 Season 3』の後半で描かれる「ウォール・マリア最終奪還作戦」は、調査兵団が牽制していた壁外の「エルディア人系巨人（人間系巨人）」と「マーレ系巨人」を相手に、大広間で起きた大惨事後、壁内に戻った人間を支援する目的で、壁外の人間たちだけで立ていく大規模な作戦です。この戦の成功が、調査兵団の前進を決定づけます。</p>

表 17: ファインチューニング (FT) 前後の応答比較

訓練データでの推論
<p>質問: 進撃の巨人 Season 3 の最後に、地下室で明かされた世界の真実とは何ですか？</p> <p>正解: 『Season 3』の最後に地下室で明かされたのは、壁の外にも人類は存在すること、壁の中の人々（エルディア人）は実は巨人化できる特殊な民族であり、世界中から差別され、壁の中に追いやられたという衝撃的な真実でした。</p> <p>FT 後: analysis 『進撃の巨人 Season 3』の地下室で明かされた真実は、人類の文明が、ウォールマリアに隠された「巨人の民と巨人の紛争」を解決すべく、巨人の民を根絶しようとしてきたという事実です。</p>
テストデータでの推論
<p>質問: 進撃の巨人 Season 3 で、調査兵団が目指したエレンの生家の地下室には、どのような世界の真実が隠されていましたか？</p> <p>正解: エレンの生家の地下室には、壁の外にも人類が存在し、壁内の人々は巨人化できる「エルディア人」という民族で、世界から迫害されているという世界の真実が記された書物が隠されていました。</p> <p>FT 後: analysis Season 3 で調査兵団がゴールとする柱の一人・ヴァレリア王家の地下室には、兵舎での壁の外見が偽装されており、実は人狼のような姿をした“壁の巨人”が隠されているという真実が隠されていました。</p>