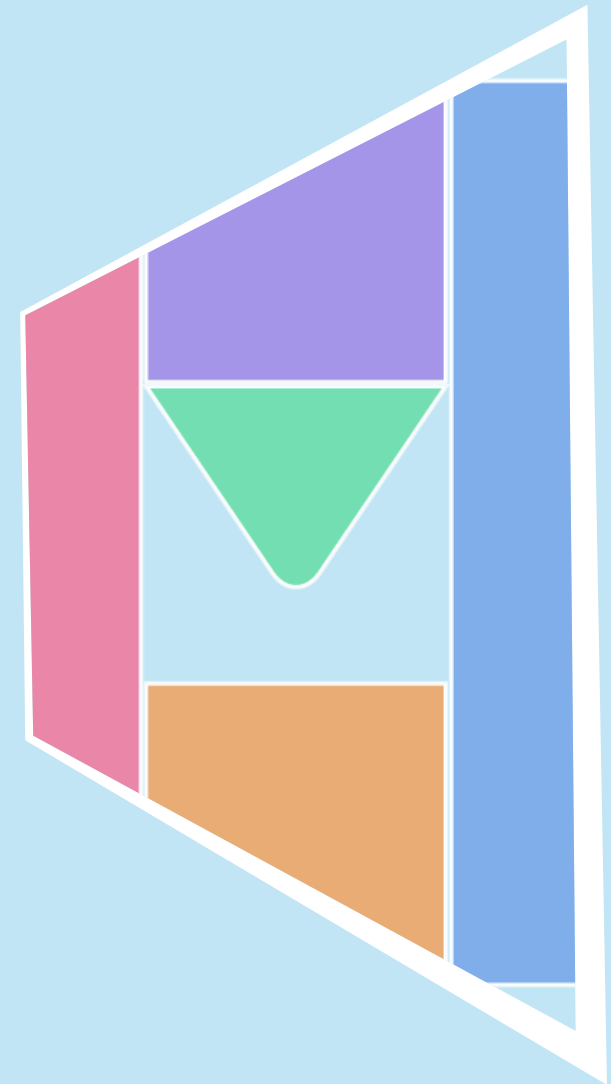


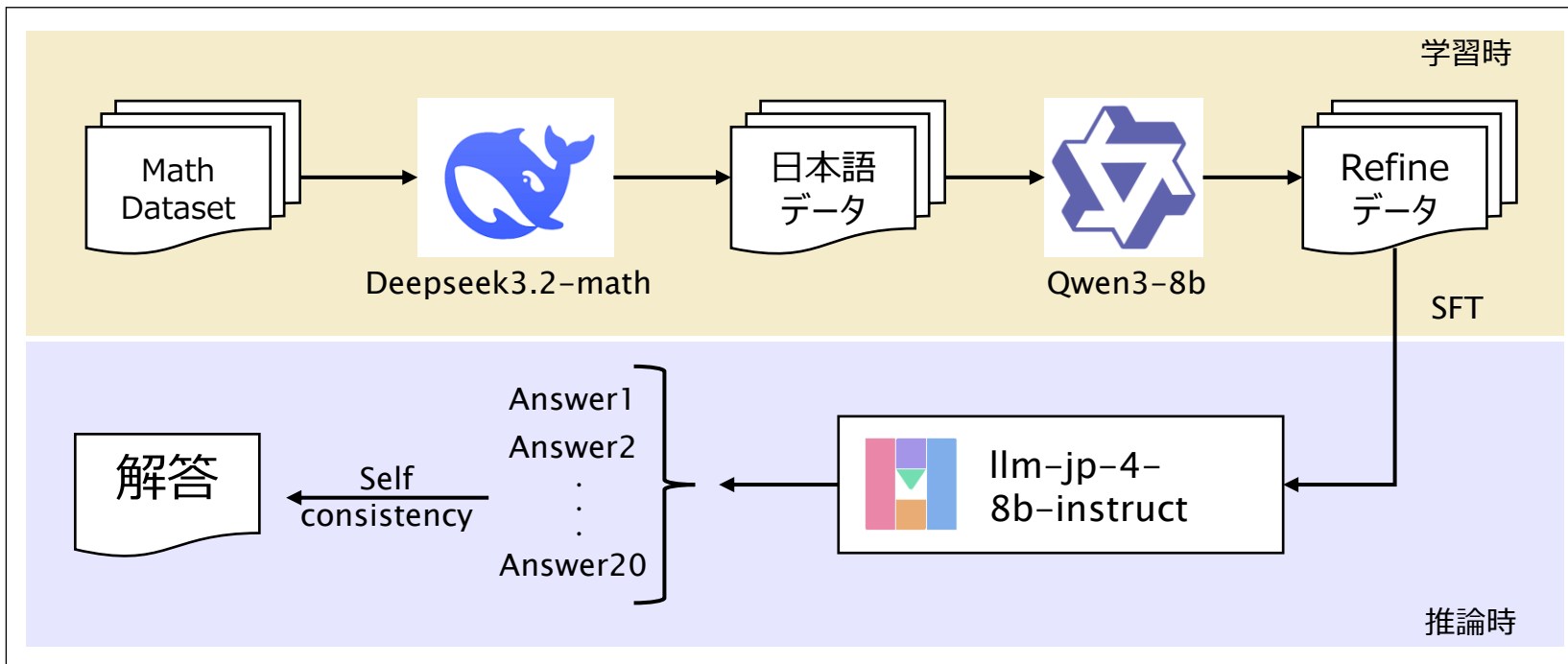
第2回 大規模言語モデルのファインチューニング技術と評価

数学タスク解法

コニカミノルタ株式会社

技術開発本部 データサイエンスセンター





Point

1. 公開Mathデータ（英語）を翻訳
2. 思考部分をQwenでリファイン。
3. 解答を参考にSFTを実施
4. 推論時に複数の回答を生成させ、その中から多数決で一つの回答を選択させ最終回答を選択

Refineの経緯

- QWENでの数学タスクの正答率が94%ほどだった
- 思考過程が翻訳元よりも洗練されていた。
- 出力をboxで囲うなどのコンペ特有の出力に合わせる対応などもあったので、QWENでの出力を学習データにすることを決めた。

モデル	正解率 (dev.json)
llm-jp-4-8b-instruct	40%
llm-jp-4-8b-instruct/SFT(with translated data)	37%
llm-jp-4-8b-instruct/SFT(with Refine data)	65%
llm-jp-4-8b-instruct/SFT/SC(N=5)	64%
llm-jp-4-8b-instruct/SFT/SC(N=20)	72%

■ 公開数学タスクデータセットを日本語に翻訳して使用。

■ [qwedsacf/competition_math](https://www.kaggle.com/datasets/qwedsacf/competition_math)

■ [agentica-org/DeepScaleR-Preview-Dataset](https://www.kaggle.com/datasets/agentica-org/DeepScaleR-Preview-Dataset)

■ [KbsdJames/Omni-MATH](https://www.kaggle.com/datasets/kbsdjames/omni-math)

■ 翻訳モデルはdeepseek-ai/DeepSeek-V3.2を使用。

■ 翻訳だけでなく、どのカテゴリの問題なのかも判定。

データセット	competition_math	DeepScaleR	omnimath
総データ数	12500	40313	4428
中1 (件数)	841	3308	275
中2 (件数)	886	3063	386
中3 (件数)	1850	4167	208
IA (件数)	4697	15198	2389
IIB (件数)	2979	9378	791
IIIC (件数)	1208	5121	368
未分類 (件数)	39	78	11

使用 prompt

```
## Task
Translate the following math problem, answer, and solution from English into natural, fluent Japanese.
Additionally, classify the problem into an appropriate mathematical unit (単元).

## Rules
### Translation Quality
- Use natural Japanese expressions that read smoothly.
- Translate mathematical terminology accurately (e.g., "nonzero numbers" → "ゼロでない数").
- Maintain the logical flow and structure of the original text.

### Mathematical Expressions
- Keep all LaTeX expressions exactly as they are.
- Do not translate variable names, function names, or mathematical symbols.
- Preserve all formatting such as numbered lists and bullet points.

### Unit Classification
- Identify the mathematical unit (単元) based on the problem content.
- Use Japanese unit names.
- Must use one of the following units:
  - 2次関数
  - いろいろな式
  - ベクトル
  - 一次方程式
  - 一次関数
  - 三角関数
  <想定される単元>

## Few-shot Examples
### Example 1
**Problem (EN):** Solve the following equation:  $x - 3 = -2$ 
**Answer (EN):** 1
**Solution (EN):**  $x = -2 + 3 = 1$ 
**Unit:** 一次方程式

<Example 5まで入力>

## Input
### Problem
{input_problem}

### Answer
{input_answer}

### Solution
{input_solution}

## Output
```

Refineによる学習データの成形

- ・公開データセットだと、思考過程の部分が数式だけになっているケースがあり。
- ・日本語を加えた方が直感的に性能が上がると考え、Qwen3-8bでRefineを実施

問題：71を3で割った余りを求めよ。

・思考過程：Refine前

$$71 = 23 \times 3 + 2 \rightarrow 71 \equiv \boxed{2} \pmod{3}.$$

・思考過程：Refine後

71を3で割るときの余りを求める。 $3 \times 23 = 69$ であり、 $71 - 69 = 2$ となる。 \therefore したがって、71を3で割った余りは2である。

問題：複素数 $|1-4i|$ の値を求めよ。

・思考過程：Refine前

$$|1-4i| = \sqrt{1^2 + (-4)^2} = \boxed{\sqrt{17}}$$
 である。

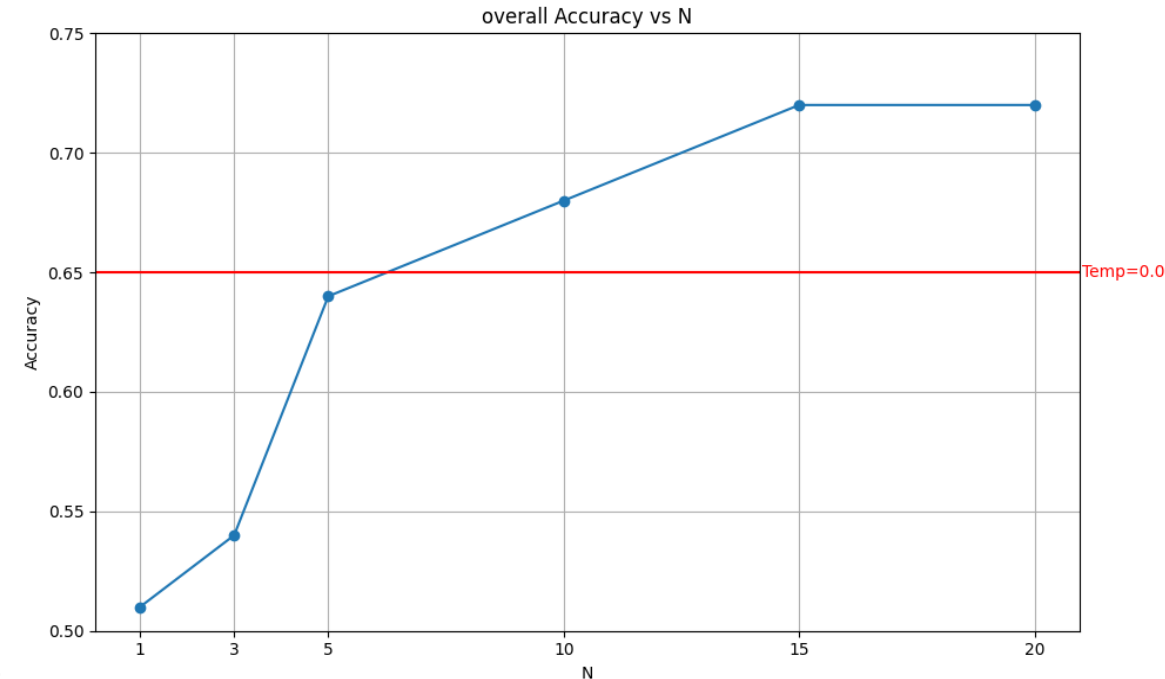
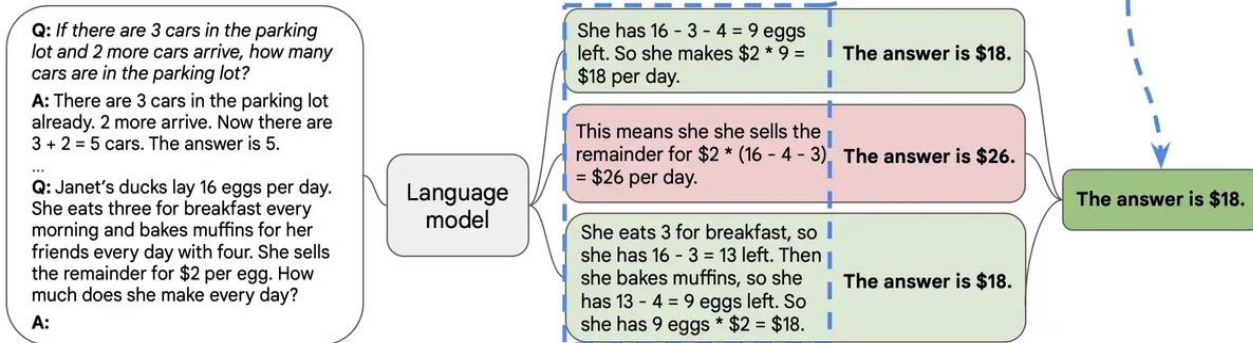
・思考過程：Refine後

複素数 $1-4i$ の絶対値 $|1-4i|$ は、実部と虚部の平方和の平方根である。 \therefore 実部は 1 、虚部は -4 である。 \therefore したがって、 $|1-4i| = \sqrt{1^2 + (-4)^2} = \sqrt{1 + 16} = \sqrt{17}$ 。

self-consistency (自己整合性) による精度向上

- LLMに複数の回答を生成させ、その中から多数決で一つの回答を選択する手法。
- 最多投票数が同票の場合、同票の回答と問題文を提示し最適な回答を選ばせるjudge層を追加。
- 参考 : <https://arxiv.org/pdf/2203.11171>

Self-consistency



- LLMの呼び出し回数 (N) によって正答率が向上するのか実験。
- N=15,20で手元では最高スコアを達成→提出はN=20のもの。

- LLM学習を実践的に体験でき、良い学びの機会だった。
- データセット作成や出力制御、推論の工夫の重要性を実感した。
- 今後も他チームの解法を参考にしながら学びを深めたい。



KONICA MINOLTA