

Graphical Abstract (GA)とは？

- 論文誌に提出される 研究内容を要約した 画像 / 動画
- 論文の注目度, SNSにおける拡散力を高める
- 近年, 論文内の Fig.1 などが GA と同様の働きをする
- これらの視覚的資源を活用し, 科学的伝達の効率を高めたい

GA設計支援の基盤を構築

GA 設計支援のための初のデータセット SciGA145k

- 14.5万枚の論文の Full-text とメタデータ
- 114万枚の図・GA

- Full-text & Figure Support
- GA & Teaser Annotation



図1: 分野ごとに着色した埋め込み

SciGA-140k の活用で実現が期待される新たなタスク

Intra-GA Recommendation Task

- 論文内の図のうち, 最もGAとして妥当な図を選択
- 制約: 参照順バイアスを防ぐため, 各図は集合として扱う
- あらゆるプラットフォームでGAを提示可能に

Inter-GA Recommendation Task

- ある論文のGAを新たに作成する際, デザイン案として 有用な既存のGAを検索
- 研究者による魅力的な GA の効率的な作成を支援

推薦モデルが持つ自信を考慮した新たな指標 CAR

- Intra-GA Recommendation Taskにおいて, 論文内にはラベルの付いた GA 以外にも GA として尤もらしい図が複数存在し, モデルはこれら候補間で悩み推論を誤る

$$CAR@k = \frac{p_{GT}}{p_{top-k}} \left[1 - \frac{1}{2} \max \left(0, \frac{2H(P) - \log k}{\log k} \right) \right]$$

※ $p_{GA}, p_{top-k} \in P$: 予測された関連性, $H(P)$: エントロピー

- if 自信満々で正解すると, $CAR@k \rightarrow 1.0$
- if 惜しいミスでGTを下位にすると, $CAR@k \rightarrow 0.5$
- if 自信満々で大ミスすると, $CAR@k \rightarrow 0.0$

ベンチマーク手法

(i) Abs2Cap 単語一致率検索

- Abst.と各図のキャプションの単語レベルの重複率を測り, top-kを推薦

(ii) GA/non-GA 分類

- 画像分類モデルを活用
- 図がGAか否かの2クラス分類を解き, 図がGAである確率を直接推定し, top-kを推薦

(iii) Abs2Fig 検索

- 対照学習モデルを活用
- Abst.と図の間の類似度を測り, top-kを推薦

(iv) Abs2Fig@Cap 検索

- 対照学習モデルを活用
- Abst.と図のキャプションの間の類似度を測り, top-kを推薦

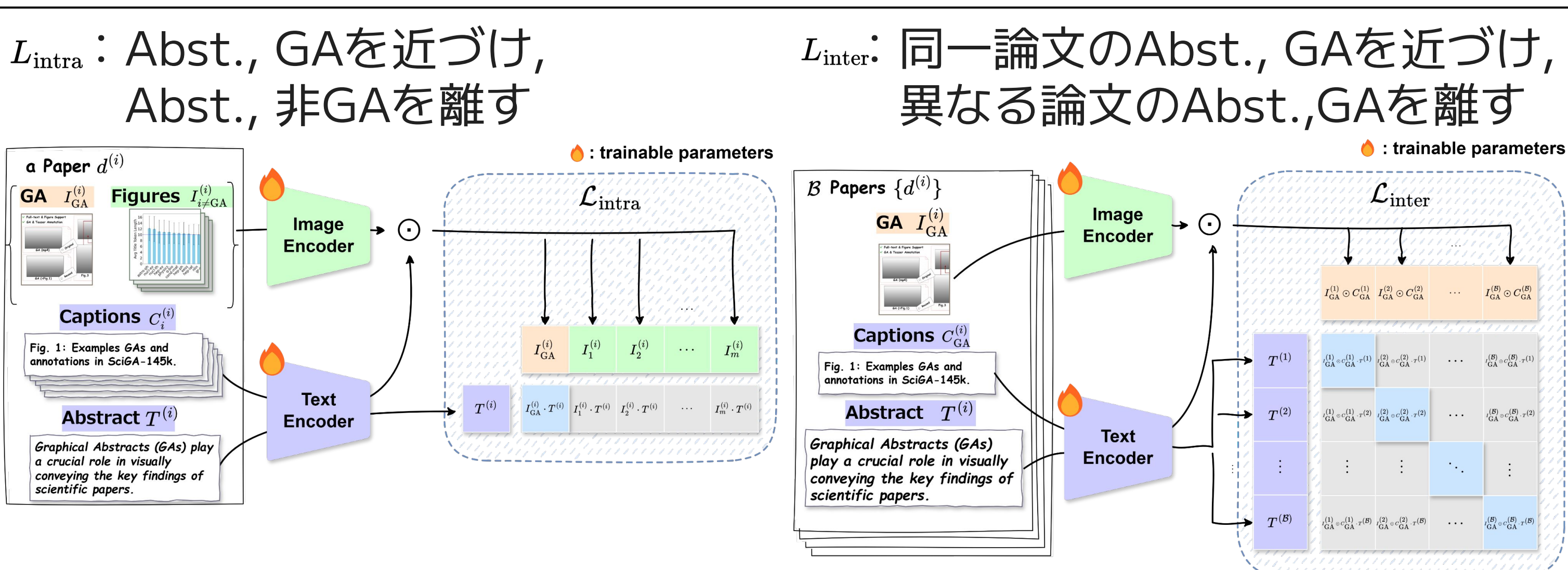


図2: (iii) Abs2Fig 検索, (iv) Abs2Fig@Cap 検索における対照学習

評価実験

- CS 分野の論文 20,520 件 を対象に各タスクを実施

Intra-GA Recommendation

表1: intra-GA Recommendationにおける各手法のベンチマーク

| Method | Model | Recall@1/2/3 | CAR@5 | |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------|-----------|
| | | | Mean | Above 0.5 |
| (i) Abs2Cap 単語一致率検索 | BM25 | 0.508/0.739/0.849 | 0.528 | 0.633 |
| (ii) GA/non-GA 分類 | SwinTransformerV2 | 0.494/0.712/0.823 | 0.516 | 0.584 |
| (iii) Abs2Fig 検索 | Long-CLIP | 0.575/0.783/0.877 | 0.573 | 0.646 |
| (iv) Abs2Fig@Cap 検索 | Long-CLIP | 0.637/0.826/0.914 | 0.615 | 0.691 |

※ Above 0.5: CAR@5>0.5となるクエリの割合

→ キャプションの統合により, 推薦能向上

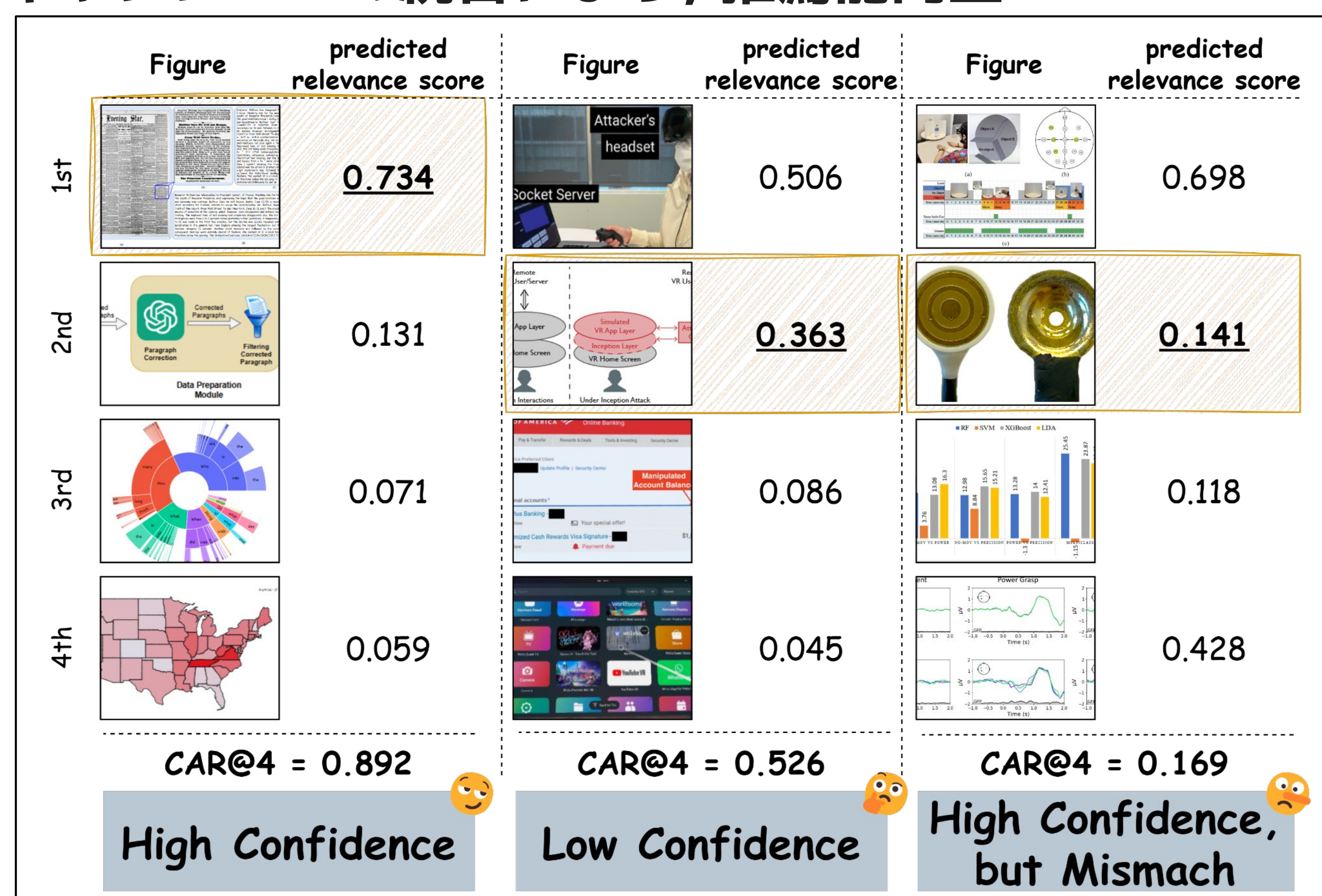


図3: Intra GA Recommendationの検索結果とCAR@k

→ CAR@kにより, 詳細なモデルの振る舞いの分析が可能に

Inter-GA Recommendation

表2: inter-GA Recommendationにおける各手法のベンチマーク

| Method | Model | Field-P@10 | Abs2Abs SBERT@10 | GA2GA CLIP-S@10 |
|----------------------|-----------|------------|------------------|-----------------|
| (BL) Random Sampling | - | 0.345 | 0.228 ± 0.115 | 0.545 ± 0.081 |
| (i) Abs2Cap 単語一致率検索 | BM25 | 0.685 | 0.468 ± 0.111 | 0.601 ± 0.074 |
| (iii) Abs2Fig 検索 | Long-CLIP | 0.717 | 0.445 ± 0.103 | 0.644 ± 0.060 |
| (iv) Abs2Fig@Cap 検索 | Long-CLIP | 0.737 | 0.482 ± 0.103 | 0.611 ± 0.073 |

※ Field-P@k: 推薦結果がクエリAbst.と同一分野か否かのPrecision

※ Abs2Abs SBERT@k: クエリAbst.と推薦されたGAに対応する Abst.のSBERT埋め込みのcos類似度

※ GA2GA CLIP-S@k: 著者が描いたGAと推薦されたGAのCLIP-S

→ (i) は優れた多様性, (iii), (iv) は優れた視覚的・意味的類似度を示し, そのトレードオフが明らかとなった

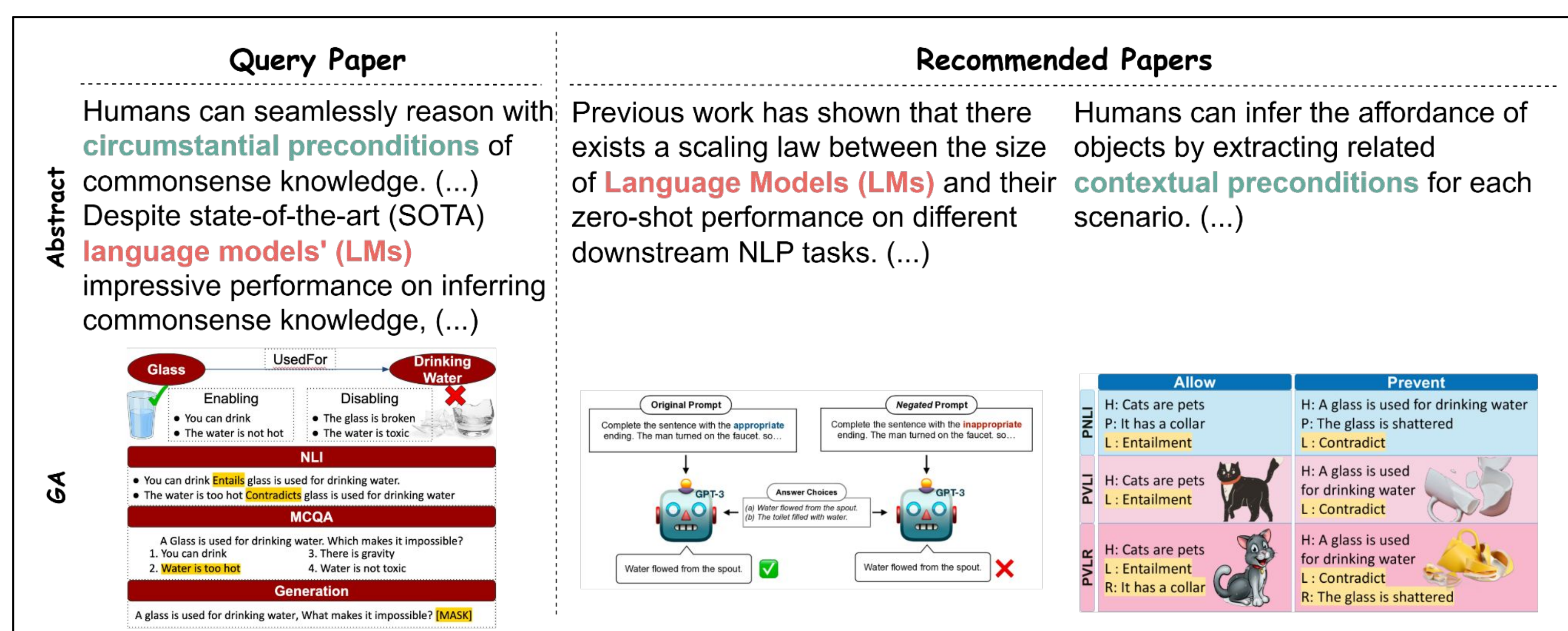


図4: Inter GA Recommendationの検索結果

→ トピックレベルで類似した論文のGAをデザインアイデアとして推薦できている

おわりに

- GA研究と応用を促進させる基盤 SciGA-145k を構築
- GA設計支援を目的とした推薦タスクを定義
- AI for Science のさらなる発展に寄与し, 科学的伝達の新たな方向性を示した