

生成AIによるExcel文書解釈プロセスの 二段階モデル

研究コース5「人工知能とソフトウェア品質」
ExcelAI可読性チーム

研究員 : 山本 文彦 (TIS株式会社)
主査 : 石川 冬樹 (国立情報学研究所)
副主査 : 徳本 晋 (富士通株式会社)
アドバイザー : 栗田 太郎 (フリー株式会社)

問題提起：AI活用のために文書を変えるべきか？

- Excelや図表は人間にとって理解しやすいが、生成AIは誤認識しがちである。
そのため、近年、生成AI活用の文脈では構造化テキストへの統一が議論されている
Redmine / JSON / Markdown など

しかしドキュメントの本来の目的は『人間同士の認識共有』である。
AIの都合で人間に対する可読性を犠牲にするしかないのか？

- 本研究では Excelを諦めるのではなく
『なぜAIが読めないのか』, 『どこまで読めているのか』を明確化し
, 『AIに読ませるためにはどのようにすればよいか』を整理する

本研究の目的

Excel文書を生成AIで扱う際の解釈結果の差異について、その要因を体系的に整理すること

■ AI可読性の二段階モデル

– 抽出到達段階 (Step1)

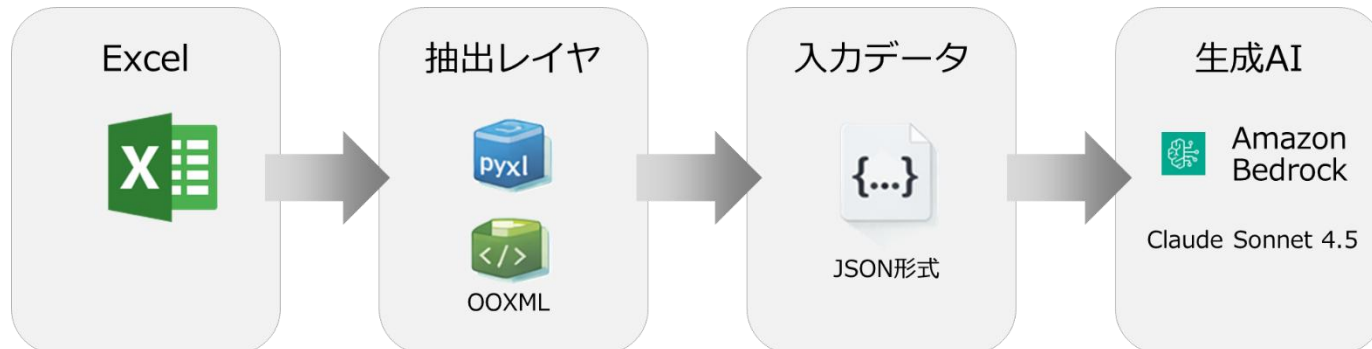
- Excel 文書に記載された情報が、抽出処理を経て JSONとして生成AIに渡される段階である。
- この段階において JSONに含めることができなかった情報は、生成AIにとっては存在しないものとして扱われ、以降の推論対象とはならない。

– 意味推論段階 (Step2)

- JSONに含まれたテキスト情報をもとに、生成AIが意味的な関係性や構造を推論・補完する段階である。

実験の全体像

- 入力として Excel文書を用意する.
- 抽出レイヤは以下の2種類を検証.
 - Openpyxl
 - Excelファイル解析ライブラリを使用する.
 - 容易に利用できるが制限が多い。(非セル要素には弱い)
 - OOXML
 - Excel ファイルの内部構造である OOXML を直接解析する自作処理.
 - 非セル要素も取得できるが、個別実装が必要.



実験結果詳細説明

- ①表構造理解 (Openpyxl)
- ②画像 (OOXML)
- ③図形 (OOXML)
- ④書式 (OOXML)
- ⑤表構造理解の失敗例 (Openpyxl)

※Openpyxlでは画像、図形、書式の一部(リッチテキスト)が取得できなかったため、②～④はOOXMLで実施。

実験結果詳細説明：①表構造理解

■ 入力ファイル

- Excel方眼に罫線で表を表現している
- セル連結はしていない

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BI
1	組織図																											注目プロジェクト																																
2	事業本部		事業部		部門名		部門町名		部員人数		部門名		プロジェクト名		進捗率		優先度		リーダー																																									
3	クラウド事業本部		インフラ事業部		データセンター運用部		佐藤 健一		45人		データセンター運用部		DC最適化2025		85%		高		佐藤 健一																																									
4					ネットワーク設計部		鈴木 美咲		32人		サービス1部		音声UI強化		60%		中		田中 宏																																									
5			サービス事業部		サービス1部		山下トオル		43人		サービス2部		GPT連携モデル		40%		高		山下 直人																																									
6					サービス2部		須田直哉		45人		PJ1部		地方自治体DX		90%		高		小林 健																																									
7					営業部		村田 基		12人		銀行向けシステム開発部		異常検知AI		55%		低		佐藤 健一																																									
8	AI事業本部		AI応用事業部		画像認識開発部		山田 悠人		30人		保険向けシステム開発部		内部統制強化		70%		中		田中 宏																																									
9					自然言語処理部		伊藤 真由美		26人																																																			
10			AI基盤事業部		モデル構築部		木村 大輔		22人																																																			
11					データエンジニアリング部		加藤 直樹		35人																																																			
12	ソリューション本部		金融ソリューション部		銀行向けシステム開発部		田中 美紀		40人																																																			
13					保険向けシステム開発部		岡田 翔太		33人																																																			
14			公共ソリューション部		自治体向けサービス部		松本 由香		27人																																																			
15					教育機関向けシステム部		藤井 健太		21人																																																			
16	品質本部		品質管理統括		品質管理1部		木村 哲郎		32人																																																			
17					品質管理2部		大山 恒夫		35人																																																			
18			リスク管理統括		PJ1部		野村 健		22人																																																			
19					PJ2部		村山 武則		27人																																																			
20																												部門別コスト配分																																
21	部門別KPI評価																																																											
22	部門名		顧客満足度		納期遵守率		離職率		評価ランク																																																			
23	営業部		92%		98%		5%		A																																																			
24	PJ1部		88%		95%		7%		B																																																			
25	品質管理1部		95%		97%		4%		A																																																			
26	銀行向けシステム開発		90%		93%		6%		B																																																			
27	モデル構築部		85%		89%		8%		C																																																			



実験結果詳細説明：①表構造理解

■ JSON

- シート別に区分
- どの座標に何があるか記載
- 罫線情報は含まれていない

```
{  
  "type": "text",  
  "text": "階層表現.xlsxに記載された表名を列举して. ¥nさらに, すべての表に含まれる行の内容をすべて列举してほしい. ¥n¥n--- 以下は添付されたExcelの内容(セル+図形+画像構造) ---¥n¥n--- DrawingML 図形は見つかりませんでした ---¥n¥n--- グラフのキャッシュ値(strCache/numCache)は見つかりませんでした ---¥n¥n=== 【シート名】Sheet1 ===¥n[セル(1,A)] 組織図¥n[セル(1,AJ)] 注目プロジェクト¥n[セル(2,A)] 事業本部¥n[セル(2,F)] 事業部¥n[セル(2,M)] 部門名¥n[セル(2,T)] 部門町名¥n[セル(2,X)] 部員人数¥n[セル(2,AJ)] 部門名¥n[セル(2,AP)] プロジェクト名¥n[セル(2,AU)] 進捗率¥n[セル(2,AX)] 優先度¥n[セル(2,BA)] リーダー¥n[セル(3,A)] クラウド事業本部¥n[セル(3,F)] インフラ事業部¥n[セル(3,M)] データセンター運用部¥n[セル(3,T)] 佐藤 健一¥n[セル(3,X)] 45人¥n[セル(3,AJ)] データセンター運用部¥n[セル(3,AP)] DC最適化2025¥n[セル(3,AU)] 0.85¥n[セル(3,AX)] 高¥n[セル(3,BA)] 佐藤 健一¥n[セル(4,M)] ネットワーク設計部¥n[セル(4,T)] 鈴木 美咲¥n[セル(4,X)] 32人¥n[セル(4,AJ)] サービス1部¥n[セル(4,AP)] 音声UI強化¥n[セル(4,AU)] 0.6¥n[セル(4,AX)] 中¥n[セル(4,BA)] 田中 宏¥n[セル(5,F)] サービス事業部¥n[セル(5,M)] サービス1部¥n[セル(5,T)] 山下トオル¥n[セル(5,X)] 43人¥n[セル(5,AJ)] モデル構築部¥n[セル(5,AP)] GPT連携モデル¥n[セル(5,AU)] 0.4¥n[セル(5,AX)] 高¥n[セル(5,BA)] 山下 直人¥n[セル(6,M)] サービス2部¥n[セル(6,T)] 須田直哉¥n[セル(6,X)] 45人¥n[セル(6,AJ)] PJR1部¥n[セル(6,AP)] 地方自治体DX¥n[セル(6,AU)] 0.9¥n[セル(6,AX)] 高¥n[セル(6,BA)] 小林 健¥n[セル(7,M)] 営業部¥n[セル(7,T)] 村田 基¥n[セル(7,X)] 12人¥n[セル(7,AJ)] 銀行向けシステム開発部¥n[セル(7,AP)] 異常検知AI¥n[セル(7,AU)] 0.55¥n[セル(7,AX)] 低¥n[セル(7,BA)] 佐藤 健一¥n[セル(8,A)] AI事業本部¥n[セル(8,F)] AI応用事業部¥n[セル(8,M)] 画像認識開発部¥n[セル(8,T)] 山田 悠人¥n[セル(8,X)] 30人¥n[セル(8,AJ)] 保険向けシステム開発部¥n[セル(8,AP)] 内部統制強化¥n[セル(8,AU)] 0.7¥n[セル(8,AX)] 中¥n[セル(8,BA)] 田中 宏¥n[セル(9,M)] 自然言語処理部¥n[セル(9,T)] 伊藤 真由美¥n[セル(9,X)] 26人¥n[セル(10,F)] AI基盤事業部¥n[セル(10,M)] モデル構築部¥n[セル(10,T)] 木村 大輔¥n[セル(10,X)] 22人¥n[セル(11,M)] データエンジニアリング部¥n[セル(11,T)] 加藤 直樹¥n[セル(11,X)] 35人¥n[セル(11,AJ)] 部門別コスト配分¥n[セル(12,A)] ソリューション本部¥n[セル(12,F)] 金融ソリューション部¥n[セル(12,M)] 銀行向けシステム開発部¥n[セル(12,T)] 田中 美紀¥n[セル(12,X)] 40人¥n[セル(12,AJ)]
```

実験結果詳細説明：①表構造理解

■ プロンプト

階層表現.xlsxに記載された表名を列挙して。
さらに、すべての表に含まれる行の内容をすべて列挙してほしい。

■ 出力

- 正しく構造解釈している
- 行の内容（=列名）をもれなく出力できている

Excelファイルに記載された表名と各表に含まれる行の内容は以下の通りです：

1. 組織図
行の内容：
 - 事業本部
 - 事業部
 - 部門名
 - 部門長名
 - 部員人数
2. 注目プロジェクト
行の内容：
 - 部門名
 - プロジェクト名
 - 進捗率
 - 優先度
 - リーダー

3. 部門別コスト配分
行の内容：
 - 部門名
 - 年間予算(百万円)
 - 人件費割合
 - 外注費割合
 - その他経費

4. 部門別KPI評価
行の内容：
 - 部門名
 - 顧客満足度
 - 納期遵守率
 - 離職率
 - 評価ランク

これらの表には、各部門や事業本部の詳細情報、プロジェクトの状況、コスト配分、KPI評価などが記載されています。

実験結果詳細説明：②画像

■ 入力ファイル

- 通常表：セル上に値を入力した表
 - 画像表：表の画像を貼り付けたもの
- ※画像表のタイトルはセルに入力した文字である。

通常表

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	組織図																				
2	事業本部	事業部	部門名	部門別名	部員人数																
3	クラウド事業本部	インフラ事業部	データセンター運用部	佐藤 健一	45人																
4			ネットワーク設計部	鈴木 美咲	32人																
5		サービス事業部	サービス1部	山下トオル	43人																
6			サービス2部	須田直哉	45人																
7			営業部	村田 基	12人																
8	AI事業本部	AI応用事業部	画像認識開発部	山田 悠人	30人																
9			自然言語処理部	伊藤 高由美	26人																
10		AI基盤事業部	モデル構築部	木村 大輔	22人																
11			データエンジニアリング部	加藤 直樹	35人																
12	ソリューション本部	金融ソリューション部	銀行向けシステム開発部	田中美紀	40人																
13			保険向けシステム開発部	岡田 翔太	33人																
14		公共ソリューション部	自治体向けサービス部	松本 由香	27人																
15			教育機関向けシステム部	藤井 健太	21人																
16	品質本部	品質管理統括	品質管理1部	木村 哲郎	32人																
17			品質管理2部	大山 恒夫	35人																
18		リスク管理統括	PJR1部	野村 健	22人																
19			PJR2部	村山 武則	27人																

タイトルはセルの文字

中身は画像

30	注目プロジェクト		
31	部門名	プロジェクト名	進捗率
32	データセンター運用部	DC最速化2025	85%
33	サービス1部	音声UI強化	60%
34	モデル構築部	GPT連携モデル	40%
35	PJR1部	地方自治体DX	90%
36	銀行向けシステム開発部	異常検知AI	55%
37	保険向けシステム開発部	内部統制強化	70%

画像表

22	部門別KPI評価				
23	部門名	顧客満足度	納期遵守率	離職率	評価ランク
24	営業部	92%	98%	5%	A
25	PJR1部	88%	95%	7%	B
26	品質管理1部	95%	97%	4%	A
27	銀行向けシステム開発	90%	93%	6%	B
28	モデル構築部	85%	89%	8%	C

画像表

30	注目プロジェクト				
31	部門名	プロジェクト名	進捗率	優先度	リーダー
32	データセンター運用部	DC最速化2025	85%	高	佐藤 健一
33	サービス1部	音声UI強化	60%	中	田中 宏
34	モデル構築部	GPT連携モデル	40%	高	山下 健入
35	PJR1部	地方自治体DX	90%	高	小林 健
36	銀行向けシステム開発部	異常検知AI	55%	低	佐藤 健一
37	保険向けシステム開発部	内部統制強化	70%	中	田中 宏

実験結果詳細説明：②画像

■ JSON

- JSON内にテキストと画像が同居
- 画像は実体データがBase64化されて挿入
- 画像が貼られている座標も記載

セル内の情報
表構造理解と同様

画像表示位置
[画像: (23,B)]¥n[画像: (31,B)]¥n

```
{
  "type": "text",
  "text": "1. 階層表現.xlsxに記載された人名を列挙して。¥n2. すべてのセルに対して以下を実施してほしい。¥n   ・すべての行の内容を列挙して¥n   ・各行のすべての列の内容を列挙して。¥n   ・各セルごとにcsv形式で出力して¥n3. シート上の表も、添付画像内の表も両方評価して¥n¥n以下は添付されたExcelの内容(セル+図形+画像構造) ---¥n¥n---
DrawingML 図形は見つかりませんでした ---¥n¥n--- グラフのキャッシュ値 (strCache/numCache) (は見つかりませんでした) ---¥n¥n=== 【シート名】メイン ===¥n[セル(1,A)] 組織図¥n[セル(2,A)] 事業本部¥n[セル(2,F)] 事業部¥n[セル(2,M)] 部門名¥n[セル(2,T)] 部門町名¥n[セル(2,X)] 部員人数¥n[セル(3,A)] クラウド事業本部¥n[セル(3,F)] インフラ事業部¥n[セル(3,M)] データセンター運用部¥n[セル(3,T)] 佐藤 健一¥n[セル(3,X)] 45人¥n[セル(4,M)] ネットワーク設計部¥n[セル(4,T)] 鈴木 英咲¥n[セル(4,X)] 32人¥n[セル(5,F)] サービス事業部¥n[セル(5,M)] サービス1部¥n[セル(5,T)] 山下 太郎¥n[セル(5,X)] 43人¥n[セル(6,M)] サービス2部¥n[セル(6,T)] 須田 寛哉¥n[セル(6,X)] 45人¥n[セル(7,M)] 営業部¥n[セル(7,T)] 村田 雄¥n[セル(7,X)] 12人¥n[セル(8,A)] AI事業本部¥n[セル(8,F)] AI応用事業部¥n[セル(8,M)] 画像認識開発部¥n[セル(8,T)] 山田 悠人¥n[セル(8,X)] 30人¥n[セル(9,M)] 自然言語処理部¥n[セル(9,T)] 伊藤 高由美¥n[セル(9,X)] 26人¥n[セル(10,F)] AI基盤事業部¥n[セル(10,M)] モデル構築部¥n[セル(10,T)] 木村 大輔¥n[セル(10,X)] 22人¥n[セル(11,M)] データエンジニアリング部¥n[セル(11,T)] 加藤 直樹¥n[セル(11,X)] 35人¥n[セル(12,A)] ソリューション本部¥n[セル(12,F)] 金融ソリューション部¥n[セル(12,M)] 銀行向けシステム開発部¥n[セル(12,T)] 田中 美紀¥n[セル(12,X)] 40人¥n[セル(13,M)] 保険向けシステム開発部¥n[セル(13,T)] 岡田 翔太¥n[セル(13,X)] 33人¥n[セル(14,F)] 公共ソリューション部¥n[セル(14,M)] 自治体向けサービス部¥n[セル(14,T)] 松本 由香¥n[セル(14,X)] 27人¥n[セル(15,M)] 教育機関向けシステム部¥n[セル(15,T)] 藤井 健太¥n[セル(15,X)] 21人¥n[セル(16,A)] 品質本部¥n[セル(16,F)] 品質管理統括¥n[セル(16,M)] 品質管理1部¥n[セル(16,T)] 木村 新部¥n[セル(16,X)] 32人¥n[セル(17,M)] 品質管理2部¥n[セル(17,T)] 大山 恒夫¥n[セル(17,X)] 35人¥n[セル(18,F)] リスク管理統括¥n[セル(18,M)] RPA部¥n[セル(18,T)] 藤村 健¥n[セル(18,X)] 22人¥n[セル(19,A)] P2P部¥n[セル(19,T)] 村山 武則¥n[セル(19,X)] 27人¥n[セル(22,A)] 部門別KPI評価¥n[セル(30,A)] 注目プロジェクト ¥n[画像: (23,B)]¥n[画像: (31,B)]¥n[ZIP画像: image1.png]¥n[ZIP画像: image2.png]¥n
},
{
  "type": "image",
  "source": {
    "type": "base64",
    "media_type": "image/png",
    "data": "iVBORw0KGgoAAAANSUHEUgAAAm4AAACYCAYAAABd/GU+AAAAAXNSR0IARs4c6QAAAAARnQU1BAACxjv8...(省略)"
  }
},
{
  "type": "image",
  "source": {
    "type": "base64",
    "media_type": "image/png",
    "data": "iVBORw0KGgoAAAANSUHEUgAAAngAAACwCAyAAACcKpAAAAAXNSR0IARs4c6QAAAAARnQU1BAACxjv8...(省略)"
  }
}
}
```

画像(2ファイル)の実体

```
{
  "type": "image",
  "source": {
    "type": "base64",
    "media_type": "image/png",
    "data": "iVBORw0KGgoAAAANSUHEUgAAAm4AAACYCAYAAABd/GU+AAAAAXNSR0IARs4c6QAAAAARnQU1B...(省略)"
  }
},
{
  "type": "image",
  "source": {
    "type": "base64",
    "media_type": "image/png",
    "data": "iVBORw0KGgoAAAANSUHEUgAAAngAAACwCAyAAACcKpAAAAAXNSR0IARs4c6QAAAAARnQU1B...(省略)"
  }
}
}
```

実験結果詳細説明：②画像

■ プロンプト

1. 階層表現.xlsxに記載された表名を列挙して.
2. すべての表に対して以下を実施してほしい.
 - ・すべての行の内容を列挙して
 - ・各行のすべての列の内容を列挙して.
 - ・各表ごとにCSV形式で出力して
3. シート上の表も、添付画像内の表も両方評価して

■ 出力

- 3つの表を認識できている
 - 通常の表のすべての内容を出力できている
 - 画像化された表とタイトルが関連付けできている
 - 画像化された表のすべての内容を出力できている
- ※画像に含まれている文字はOCR認識

実験結果詳細説明：②画像

1. 階層表現.xlsxに記載された表名を列挙します：

- 組織図
- 部門別KPI評価
- 注目プロジェクト

2. 各表の内容を列挙し、CSV形式で出力します：

組織図：

事業本部,事業部,部門名,部門町名,部員人数
 クラウド事業本部,インフラ事業部,データセンター運用部,佐藤 健一,45人
 クラウド事業本部,インフラ事業部,ネットワーク設計部,鈴木 美咲,32人
 クラウド事業本部,サービス事業部,サービス1部,山下トオル,43人
 クラウド事業本部,サービス事業部,サービス2部,須田直哉,45人
 クラウド事業本部,サービス事業部,営業部,村田 基,12人
 AI事業本部,AI応用事業部,画像認識開発部,山田 悠人,30人
 AI事業本部,AI応用事業部,自然言語処理部,伊藤 真由美,26人
 AI事業本部,AI基盤事業部,モデル構築部,木村 大輔,22人
 AI事業本部,AI基盤事業部,データエンジニアリング部,加藤 直樹,35人
 ソリューション本部,金融ソリューション部,銀行向けシステム開発部,田中 美紀,40人
 ソリューション本部,金融ソリューション部,保険向けシステム開発部,岡田 翔太,33人
 ソリューション本部,公共ソリューション部,自治体向けサービス部,松本 由香,27人
 ソリューション本部,公共ソリューション部,教育機関向けシステム部,藤井 健太,21人
 品質本部,品質管理統括,品質管理 1部,木村 哲郎,32人
 品質本部,品質管理統括,品質管理 2部,大山 恒夫,35人
 品質本部,リスク管理統括,PJR1部,野村 健,22人
 品質本部,リスク管理統括,PJR2部,村山 武則,27人

部門別KPI評価：

部門名,顧客満足度,納期遵守率,離職率,評価ランク
 営業部,92%,98%,5%,A
 PJR1部,88%,95%,7%,B
 品質管理 1部,95%,97%,4%,A
 銀行向けシステム開発部,90%,93%,6%,B
 モデル構築部,85%,89%,8%,C

注目プロジェクト：

部門名,プロジェクト名,進捗率,優先度,リーダー
 データセンター運用部,DC最適化2025,85%,高,佐藤 健一
 サービス1部,音声UI強化,60%,中,田中 宏
 モデル構築部,GPT連携モデル,40%,高,山下 直人
 PJR1部,地方自治体DX,90%,高,小林 健
 銀行向けシステム開発部,顧客接点AI,55%,低,鈴木 健二
 保険向けシステム開発部,内部統制強化,70%,中,田中 宏

3. シート上の表と添付画像内の表の両方を評価しました。

通常表の
すべての内容

画像表のタイトルと
すべての内容

実験結果詳細説明：③図形

■ 入力ファイル

- Excel方眼に通常の表を表現している
- 図形を用いて囲むように配置

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	A	
1	方眼図形混合テスト																														
2	組織図																														
3		事業本部					事業部					部門名					部門町名					部員人数									
4		クラウド事業本部					インフラ事業部					データセンター運用部					佐藤 健一					45人									
5												ネットワーク設計部					鈴木 美咲					32人									
6							サービス事業部					サービス1部					山下トオル					43人									
7												サービス2部					須田直哉					45人									
8												営業部					村田 基					12人									
9		AI事業本部					AI応用事業部					画像認識開発部					山田 悠人					30人									
10												自然言語処理部					伊藤 真由美					26人									
11							AI基盤事業部					モデル構築部					木村 大輔					22人									
12												データエンジニアリング部					加藤 直樹					35人									
13		ソリューション本部					金融ソリューション部					銀行向けシステム開発部					田中 美紀					40人									
14												保険向けシステム開発部					岡田 翔太					33人									
15							公共ソリューション部					自治体向けサービス部					松本 由香					27人									
16												教育機関向けシステム部					藤井 健太					21人									
17		品質本部					品質管理統括					品質管理 1 部					木村 哲郎					32人									
18												品質管理 2 部					大山 恒夫					35人									
19							リスク管理統括					PJR1部					野村 健					22人									
20												PJR2部					村山 武則					27人									
21																															

実験結果詳細説明：③図形

■ JSON

- JSON内にテキストと図形が同居
- 図形は描画データとして種類や色が記載
- 図形が貼られている座標も記載

```
{
  "type": "text",
  "text": "表に書かれている情報のうち、赤枠で囲まれている範囲の文字を抜き出してほしい。¥n¥n--- 以下は添付されたExcelの内容(セル+図形+画像構造) ---¥n¥n---【DrawingML 図形検出結果】---¥n[図形 roundRect] 範囲=セル(8,A) → セル(12,AC) 色=FF0000¥n¥n===【シート名】メイン ===¥n[セル(1,A)] 方眼図形混合テスト¥n[セル(2,A)] 組織図¥n[セル(3,B)] 事業本部¥n[セル(3,G)] 事業部¥n[セル(3,N)] 部門名¥n[セル(3,U)] 部門町名¥n[セル(3,Y)] 部門人数¥n[セル(4,B)] クラウド事業本部¥n[セル(4,G)] インフラ事業部¥n[セル(4,N)] データセンター運用部¥n[セル(4,U)] 佐藤 健一¥n[セル(4,Y)] 45人¥n[セル(5,N)] ネットワーク設計部¥n[セル(5,U)] 鈴木 美咲¥n[セル(5,Y)] 32人¥n[セル(6,G)] サービス事業部¥n[セル(6,N)] サービス1部¥n[セル(6,U)] 山下トオル¥n[セル(6,Y)] 43人¥n[セル(7,N)] サービス2部¥n[セル(7,U)] 須田直哉¥n[セル(7,Y)] 45人¥n[セル(8,N)] 営業部¥n[セル(8,U)] 山田 悠人¥n[セル(8,Y)] 12人¥n[セル(9,B)] AI事業本部¥n[セル(9,G)] AI応用事業部¥n[セル(9,N)] 画像認識開発部¥n[セル(9,U)] 山田 悠人¥n[セル(9,Y)] 26人¥n[セル(10,N)] 自然言語処理部¥n[セル(10,U)] 伊藤 真由美¥n[セル(10,Y)] 26人¥n[セル(11,G)] AI基盤事業部¥n[セル(11,U)] 加藤 直樹¥n[セル(11,Y)] 22人¥n[セル(12,N)] データエンジニアリング部¥n[セル(12,U)] 加藤 直樹¥n[セル(12,Y)] 22人¥n[セル(13,N)] 金融ソリューション部¥n[セル(13,U)] 銀行向けシステム開発部¥n[セル(13,Y)] 日ム開発部¥n[セル(14,U)] 岡田 翔太¥n[セル(14,Y)] 33人¥n[セル(15,G)] 公共ソリューション部¥n[セル(15,U)] 松本 由香¥n[セル(15,Y)] 27人¥n[セル(16,N)] 教育機関向けシステム部¥n[セル(16,U)] 品質本部¥n[セル(17,G)] 品質管理統括¥n[セル(17,N)] 品質管理1部¥n[セル(17,U)] 品質管理2部¥n[セル(18,U)] 大山 恒夫¥n[セル(18,Y)] 35人¥n[セル(19,G)] リスク管理統括¥n[セル(19,U)] 22人¥n[セル(20,N)] PJR2部¥n[セル(20,U)] 村山 武則¥n[セル(20,Y)] 22人¥n[セル(20,Y)] 22人
}
```

図形の種類と座標

--【DrawingML 図形検出結果】--
 --¥n[図形 roundRect] 範囲=セル(8,A) → セル(12,AC) 色=FF0000

実験結果詳細説明：③図形

■ プロンプト

表に書かれている情報のうち、赤枠で囲まれている範囲の文字を抜き出してほしい。

■ 出力

- 図形に囲まれている文字だけを出力できている

赤枠で囲まれている範囲の情報は以下の通りです：

AI事業本部
AI応用事業部
画像認識開発部
山田 悠人
30人
自然言語処理部
伊藤 真由美
26人
AI基盤事業部
モデル構築部
木村 大輔
22人
データエンジニアリング部
加藤 直樹
35人

これらの情報が赤枠内に含まれていると解釈しました。

実験結果詳細説明：④書式

■ 入力ファイル

- 通常表と画像表が混在
- 表中に以下の書式を織り込む
 - 太字
 - 斜体
 - 赤字（文字色）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AI
1	組織図																											
2	事業本部		事業部										部門名					部門町名					部門人数					
3	クラウド事業本部		インフラ事業部										データセンター運用部					佐藤 健一										
4													ネットワーク設計部					鈴木 美咲										
5			サービス事業部										サービス1部					山下トオル										
6													サービス2部					須田直哉										
7													営業部					村田 基										
8	AI事業本部		AI応用事業部										画像認識開発部					山田 悠人					30人					
9													自然言語処理部					伊藤 真由美					26人					
10													AI基礎構築部					木村 大輔					22人					
11													データエンジニアリング部					加藤 直樹					35人					
12	ソリューション本部		金融ソリューション部										銀行向けシステム開発部					田中 美紀					40人					
13													保険向けシステム開発部					岡田 翔太					33人					
14			公共ソリューション部										自治体向けサービス部					松本 由香					27人					
15													教育機関向けシステム部					藤井 健太					21人					
16	品質本部		品質管理統括										品質管理1部					木村 智郎					32人					
17													品質管理2部					大山 恒夫					35人					
18			リスク管理統括										PJR1部					野村 健					22人					
19													PJR2部					村山 武則					27人					
20																												
21																												
22	部門別KPI評価																											
23	部門名		顧客満足度					納期遵守率					離職率					評価ランク										
24	営業部		92%					98%					5%					A										
25	PJR1部		88%					95%					7%					B										
26	品質管理1部		95%					97%					4%					A										
27	銀行向けシステム開発部		90%					93%					6%					B										
28	モデル構築部		85%					89%					8%					C										
29																												
30	注目プロジェクト																											
31	部門名		プロジェクト名					進捗率					優先度					リーダー										
32	データセンター運用部		DC最適化2025					85%					高					佐藤 健一										
33	サービス1部		音声UI強化					60%					中					田中 宏										
34	モデル構築部		GPT連携モデル					40%					高					山下 直人										
35	PJR1部		地方自治体DX					90%					高					小林 健										
36	銀行向けシステム開発部		異常検知AI					55%					低					佐藤 健一										
37	保険向けシステム開発部		内部統制強化					70%					中					田中 宏										
38																												
39																												
40	部門別コスト配分																											
41	部門名		年間予算（百万円）					人件費割合					外注費割合															
42	ネットワーク設計部		120					65%					25%															
43	モデル構築部		150					70%					20%															
44	データエンジニアリング部		110					60%					30%					10%										
45	PJR1部		95					55%					35%					10%										
46	サービス1部		130					68%					22%					10%										
47																												
48																												
49																												

通常表

画像表

画像表

画像表

実験結果詳細説明：④書式

■ JSON

- テキストに設定した書式はHTML/Markdown形式で挿入
- 画像に設定した書式は画像ファイルに挿入

```
{
  "type": "text",
  "text": "1. 階層表現.xlsxに記載された表名を列挙して。2. すべての表に対して以下を実施してほしい。3. すべての行の内容を列挙して4. すべての列の内容を列挙して。5. 各表ごとにCSV形式で出力して6. すべての表のなかで、太字、斜体、赤字で表現しているものを列挙して。これは、表名と行及び列との値を明示してください。7. シート上の表も、添付画像内の表も両方評価して8. 以下は添付されたExcelの内容（セル+図形+画像挿入）9. DrawingML図形は見つかりませんでした10. グラフのキャッシュ値（strCache/numCache）は見つかりませんでした11. シート名）メイン12. 組織図13. 事業本部14. 事業部15. 部門名16. 部門17. 部門町名18. 部門人数19. クラウド事業本部20. インフラ事業部21. データセンター運用部22. 佐藤 健一23. 45人24. ネットワーク設計部25. 鈴木 美咲26. 32人27. サービス28. 事業部29. サービス1部30. 山下 拓31. サービス2部32. 須田 直哉33. 45人34. 営業部35. 村田 香26. 12人36. AI事業本部37. AI応用事業部38. 画像認識開発部39. 山田 悠人30人40. 自然言語処理部41. 伊藤 真由美26人42. AI経営事業部43. モデル構築部44. 木村 大輔22人45. データエンジニアリング部46. 加藤 直樹35人47. ソリューション本部48. 金融ソリューション部49. 銀行向けシステム開発部50. 田中 美紀40人51. 保険向けシステム開発部52. 岡田 翔太33人53. 公共ソリューション部54. 自治体向けサービス部55. 松本 由香27人56. 教育機関向けシステム部57. 藤井 健太21人58. 品質本部59. 品質管理統括60. 品質管理1部61. 木村 哲郎32人62. 品質管理2部63. 大山 遼夫35人64. リスク管理統括65. PJR1部66. 野村 健22人67. PJR2部68. 村山 武則27人69. 部門別KPI評価69. 注目プロジェクト70. 部門別コスト配分71. 画像：(41,8)72. 画像：(31,8)73. 画像：(23,8)74. ZIP画像：image1.png75. ZIP画像：image2.png76. ZIP画像：image3.png"
```

テキストに書式が挿入

書式	表現
太字	**モデル構築部**
斜体	<i>*品質本部*</i>
文字色	サービス

画像に設定した書式は画像ファイル内に入る。

実験結果詳細説明：④書式

■ プロンプト

1. 階層表現.xlsxに記載された表名を列挙して.
2. すべての表に対して以下を実施してほしい.
 - ・すべての行の内容を列挙して
 - ・各行のすべての列の内容を列挙して.
 - ・各表ごとにCSV形式で出力して
3. **すべての表のなかで、太字、斜体、赤字で表現しているものを列挙して.** これは、表名と行及び列とその値を明示してください.
4. シート上の表も、添付画像内の表も両方評価して

■ 出力

- 正しく構造解釈している
 - 表の内容をもれなく出力できている.
 - 太字、斜体、赤字について
 - 通常表からはもれなく取得できている
 - 画像表からは赤字のみ取得できている.
- 太字と斜体はOCR認識時に誤差と判断されたと思われる

実験結果詳細説明：④書式

1. 階層表現.xlsxに記載された表名を列挙します：

- 組織図
- 部門別KPI評価
- 注目プロジェクト

2. 各表の内容を列挙し、CSV形式で出力します：

組織図：

- 事業本部,事業部,部門名,部門町名,部員人数
- クラウド事業本部,インフラ事業部,データセンター運用部,佐藤 健一,45人
- クラウド事業本部,インフラ事業部,ネットワーク設計部,鈴木 美咲,32人
- クラウド事業本部,サービス事業部,サービス1部,山下トオル,43人
- クラウド事業本部,サービス事業部,サービス2部,須田直哉,45人
- クラウド事業本部,サービス事業部,営業部,村田 基,12人
- AI事業本部,AI応用事業部,画像認識開発部,山田 悠人,30人
- AI事業本部,AI応用事業部,自然言語処理部,伊藤 真由美,26人
- AI事業本部,AI基盤事業部,モデル構築部,木村 大輔,22人
- AI事業本部,AI基盤事業部,データエンジニアリング部,加藤 直樹,35人
- ソリューション本部,金融ソリューション部,銀行向けシステム開発部,田中 美紀,40人
- ソリューション本部,金融ソリューション部,保険向けシステム開発部,岡田 翔太,33人
- ソリューション本部,公共ソリューション部,公共向けサービス部,松本 由香,27人
- ソリューション本部,公共ソリューション部,教育向けサービス部,山本 健一,25人
- 品質本部,品質管理統括,品質管理1部,木村 哲郎,28人
- 品質本部,品質管理統括,品質管理2部,大山 恒夫,26人
- 品質本部,リスク管理統括,PJR1部,野村 健,22人
- 品質本部,リスク管理統括,PJR2部,村山 武則,27人

表の
すべての内容

3. 太字、斜体、赤字で表現されているものを列挙します：

組織図：

- 赤字：
 - サービス事業部 (事業部)
 - サービス1部 (部門名)
 - 山下トオル (部門長名)
 - 43人 (部員人数)
- 太字：
 - モデル構築部 (部門名)
 - 木村 大輔 (部門長名)
 - 22人 (部員人数)
- 斜体：
 - 品質本部 (事業本部)

赤字

太字

斜体

部門別KPI評価：

- 赤字：
 - モデル構築部 (部門名)
 - 150 (年間予算)

実験結果詳細説明：⑤表構造理解の失敗例

■ JSON

- JSONの表現形式も①表構造理解 と同じ
- 値がすべて意味のない文字列であることのみ違う

```
{
  "type": "text",
  "text": "階層表現.xlsxに記載された表名を列挙して。¥nさらに、すべての表に含まれる行の内容をすべて列挙してほしい。¥n¥n--- 以下は添付されたExcelの内容(セル+図形+画像構造) ---¥n¥n--- DrawingML 図形は見つかりませんでした ---¥n¥n--- グラフのキャッシュ値(strCache/numCache)は見つかりませんでした ---¥n¥n=== 【シート名】Sheet1 ===¥n[セル(1,A)] AAAA¥n[セル(1,AJ)] BBBB¥n[セル(2,A)] BBBB¥n[セル(2,F)] CCCC¥n[セル(2,M)] DDDD¥n[セル(2,T)] EEEE¥n[セル(2,X)] FFFF¥n[セル(2,AJ)] AKJ¥n[セル(2,AP)] asdfa¥n[セル(2,AU)] gfasdf¥n[セル(2,AX)] safd¥n[セル(2,BA)] asf¥n[セル(3,A)] GGGG¥n[セル(3,F)] HHHH¥n[セル(3,M)] IIII¥n[セル(3,T)] KKKK¥n[セル(3,X)] MM¥n[セル(3,AJ)] FKDJ¥n[セル(3,AP)] asfd¥n[セル(3,AU)] gsdgf¥n[セル(3,AX)] safd¥n[セル(3,BA)] asf¥n[セル(4,M)] JJJJ¥n[セル(4,T)] LLLL¥n[セル(4,X)] NN¥n[セル(4,AJ)] LKJF¥n[セル(4,AP)] sdf¥n[セル(4,AU)] afasdf¥n[セル(4,AX)] sdf¥n[セル(4,BA)] adf¥n[セル(5,F)] OOOO¥n[セル(5,M)] WW¥n[セル(5,T)] ZZZZ¥n[セル(5,X)] AD¥n[セル(5,AJ)] OIUJ¥n[セル(5,AP)] asdf¥n[セル(5,AU)] af¥n[セル(5,AX)] asdf¥n[セル(5,BA)] f¥n[セル(6,M)] XXXX¥n[セル(6,T)] SSSSS¥n[セル(6,X)] IO¥n[セル(6,AJ)] LKH¥n[セル(6,AP)] asdf¥n[セル(6,AU)] as¥n[セル(6,AX)] adsf¥n[セル(6,BA)] fasdfggh¥n[セル(7,M)] YYYYY¥n[セル(7,T)] TTTT¥n[セル(7,X)] KL¥n[セル(7,AJ)] LJK¥n[セル(7,AP)] asdf¥n[セル(7,AU)] sf¥n[セル(7,AX)] asgfddf¥n[セル(7,BA)] afasf¥n[セル(8,A)] PPPP¥n[セル(8,F)] QQQQ¥n[セル(8,M)] SSSSS¥n[セル(8,T)] UUU¥n[セル(8,X)] HM¥n[セル(8,AJ)] AQG¥n[セル(8,AP)] gtrss¥n[セル(8,AU)] asfd¥n[セル(8,AX)] 中¥n[セル(8,BA)] asf¥n[セル(9,M)] TTTT¥n[セル(9,T)] VVVV¥n[セル(9,X)] SO¥n[セル(10,F)] RRR¥n[セル(10,M)] UUU¥n[セル(10,T)] IIII¥n[セル(10,X)] LK¥n[セル(11,M)] VVVV¥n[セル(11,T)] JJJJ¥n[セル(11,X)] HD¥n[セル(11,AJ)] dfgsd¥n[セル(12,A)] IIII¥n[セル(12,F)] FFFF¥n[セル(12,M)] AAAA¥n[セル(12,T)] WW¥n[セル(12,X)] NW¥n[セル(12,AJ)] tgadf¥n[セル(12,AQ)] gdf¥n[セル(12,AW)] fdsaf¥n[セル(12,BA)] hdgf¥n[セル(12,BE)] xzgr¥n[セル(13,M)] BBBB¥n[セル(13,T)] XXXX¥n[セル(13,X)] KV¥n[セル(13,AJ)] asdfasdf¥n[セル(13,AQ)] asdf¥n[セル(13,AU)] asdf¥n[セル(13,AW)] gfdgs¥n[セル(13,BA)] qsaqasd¥n[セル(13,BE)] vfd¥n[セル(14,F)] GGGG¥n[セル(14,M)] CCCC¥n[セル(14,T)] YYYYY¥n[セル(14,X)] QJ¥n[セル(14,AJ)] sadf¥n[セル(14,AQ)] asdff¥n[セル(14,AU)] asdf¥n[セル(14,AW)] dfgs¥n[セル(14,BA)] fads¥n[セル(14,BE)] hytsf¥n[ ] }
```

実験結果詳細説明：⑤表構造理解の失敗例

■ プロンプト

階層表現.xlsxに記載された表名を列挙して。
さらに、すべての表に含まれる行の内容をすべて列挙してほしい。

■ 出力

– 構造解釈に失敗している

この Excel ファイルには表名が明示的に記載されていないようです。しかし、データの構造から少なくとも**2つの表がある**と推測できます。

1. A列からX列にかけての表
2. AJ列からBE列にかけての表

最上位の表しか認識できていない

4つの表が正しい

これらの表に含まれる行の内容を列挙します：

1. A列からX列の表：

AAAA, BBBB, CCCC, DDDD, EEEE, FFFF, GGGG, HHHH, IIII, JJJJ, KKKK, LLLL, MMM, NNN, OOOO, PPPP, QQQQ, RRR, SSSS, TTTT, UUU, VVVV, WW, XXXX, YYYY, ZZZZ

また、X列には2文字の略語も含まれています：

MM, NN, AD, IO, KL, HM, SO, LK, HD, NW, KV, QJ, EB, SI, QW, GR, JN

列の認識が間違っている。

2. AJ列からBE列の表：

BBBBB, AKJ, FKDJ, LKJF, OIUJ, LKH, LJK, AQQ, dfgsd, tgadf, asdfasdf, sadf, asasdfdfasdf, asdfasdf, adfasd

この表には多くの短い文字列(おそらくコードや略語)も含まれています。例：

asdfa, gfasdf, safd, asf, asfd, gsdgf, sdf, afasdf, asdf, af, as, adsf, fasdfggh, gtrss, gdf, fdsaf, hdgf, xzgr など

実験結果まとめ（抽出段階）

- **openpyxl**
 - セル値取得可能
 - 画像・図形・グラフは取得困難
- **OOXML解析**
 - 画像・図形・グラフ取得可能

→ 抽出方式によりAIに届く情報が大きく変わる

実験結果まとめ（意味推論段階）

- AIは罫線などの構造情報がなくても意味的に関連する語があれば表構造を推論できている。
- 画像や図形との位置関係など，人間では解釈が難しいJSON表現であっても，AIは正しく推論できている。
- しかし，意味のない文字列ではシンプルな構造であっても，構造認識に失敗することがある。

→生成AIによるExcel文書の理解が，抽出段階で到達した情報の有無だけでなく，到達した情報の記述内容そのものにも依存していることを示している。

Excel文書設計の簡易ガイドライン 1

① API抽出（openpyxl等）を前提とする場合【利用者向け】

AIに情報を 確実に到達させる設計

- 画像・図形・グラフに重要情報を置かない
→ 非セル要素は抽出対象外になりやすい
- 装飾（罫線・文字色・背景色）で意味を表現しない
→ 抽出されずAIの推論対象にならない
- セル結合に依存しない
→ 値が欠落し構造が崩れる可能性
- 他シート参照に依存しない
→ 参照先の値が抽出されない
- 見出し語を明確化・語彙を統一
→ 意味推論の安定性が向上

Excel文書設計の簡易ガイドライン2

② OOXML解析による拡張抽出【開発者 + 利用者】

非セル要素を扱う場合

- 開発者
 - OOXMLの抽出対象を明示
 - 画像 / 図形 / グラフ情報をJSONとして付与
 - 実装コストを考慮し、段階的に対応範囲を拡張
- 利用者
 - 指定されたExcel作成条件
(操作手順・保存形式・バージョン)
を守る必要
 - 見出し語を明確化・語彙を統一
→ 意味推論の安定性が向上

謝辞

本研究の遂行にあたり、多くの方々よりご指導・ご支援をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

SQIP研究コース5

「人工知能とソフトウェア品質」

- 主査 石川 冬樹 様（国立情報学研究所）
- 副主査 徳本 晋 様（富士通株式会社）
- アドバイザー 栗田 太郎 様（フリー株式会社）

また、研究活動を支援いただいた研究コース関係者の皆様に感謝いたします。