



# Patient Locational Ontology-based Data (PLOD)

江上周作<sup>1</sup>, 山本泰智<sup>2</sup>, 大向一輝<sup>3</sup>, 奥村貴史<sup>4</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所 人工知能研究センター

<sup>2</sup>情報・システム研究機構 ライフサイエンス統合データベースセンター

<sup>3</sup>東京大学大学院人文社会系研究科

<sup>4</sup>北見工業大学 保健管理センター

本研究は、日本医療研究開発機構（AMED）課題番号JP20he0622042の支援を受けています。また、神崎正英様（ゼノン・リミテッド・パートナーズ）、坂根昌一様（シスコシステムズ合同会社）、伊藤真和吏様（PLOD info）、野本昌子様（理化学研究所）には、本研究を進める上で様々なご助力を頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

# 背景

- ・濃厚接触者の追跡・特定調査はすべて**人手で行われており、保健所では多大な負担となっている**
- ・患者の行動データは**構造化されていない**  
(自由記述)
- ・「3つの密」「5つの場面」などが提言されているが、そもそも**行動や空間ごとにどのような感染リスクがあるかという知識は整理されていない**

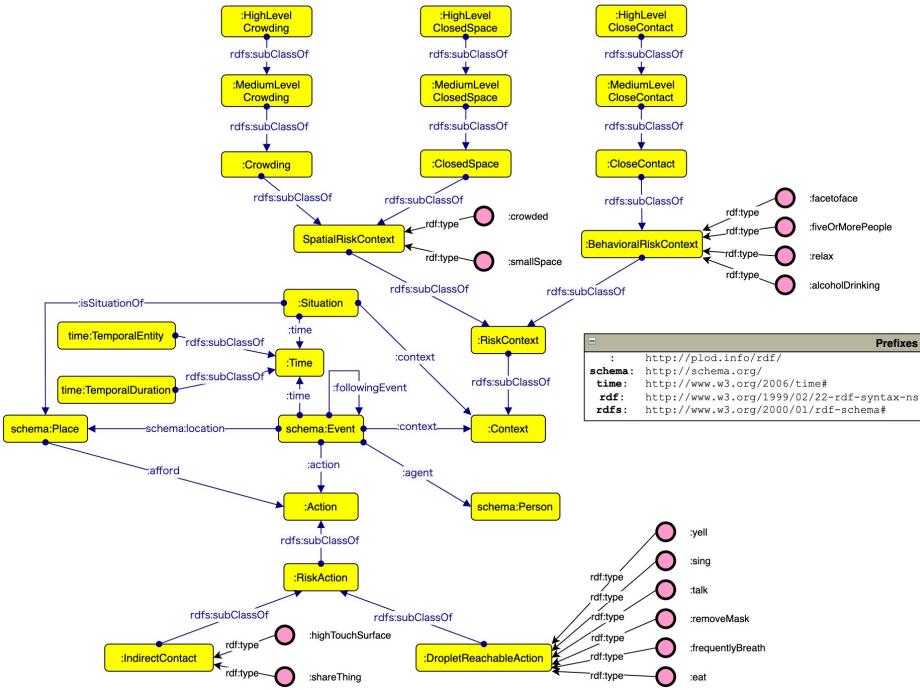


**感染リスクが高まる「5つの場面」**

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>場面1 飲酒を伴う懇親会等</b> <ul style="list-style-type: none"><li>飲酒の影響で気分が悪くなると同時に注意力が低下する。また、健常が地獄し、大きな声になりやすい。</li><li>飲食時に大声を出すことは、他の飲食客に迷惑をかける原因。大人方が帰在すると、感染リスクが高まる。</li><li>また、自し飲みや奢などの共用が感染リスクを高める。</li></ul> | <b>場面2 大人数や長時間におよぶ飲食</b> <ul style="list-style-type: none"><li>長時間におよぶ飲食、接待のしごきでは、短時間の食事に比べ、感染リスクが高まる。</li><li>大人数、例えば5人以上の飲食では、大声になり飛沫が飛びやすくなるため、感染リスクが高まる。</li></ul> |  |
| <b>場面3 マスクなしでの会話</b> <ul style="list-style-type: none"><li>マスクなしで近距離で会話をすること、特に感染者やマイク使用者との間での感染リスクが高まる。</li><li>マスクなしでの会話では、唾液飛沫などでの飛沫が飛ばされている。</li><li>重なりで移動する際の車中でも注意が必要。</li></ul>                         | <b>場面4 密い空間での共同生活</b> <ul style="list-style-type: none"><li>狭い空間での共同生活は、長時間にわたり密接空間が共有されるため、感染リスクが高まる。</li><li>密の宿泊やトイレなどの共同使用部分での感染が疑われる事例が報告されている。</li></ul>         | <b>場面5 居場所の切り替わり</b> <ul style="list-style-type: none"><li>仕事での休憩時間に入った時など、居場所が切り替わると、他の場所や建物の変更により、感染リスクが高まる。</li><li>休憩室、明洞所、新宿室での感染が疑われる事例が確認されている。</li></ul> |

# 提案

- 行動調査により得られる行動履歴情報を用いて、  
COVID-19感染リスクを推論可能なオントロジー  
(CIRO: COVID-19 Infection Risk Ontology) を提案



## 利用目的

- 濃厚接触者の追跡調査業務の省力化**
- 実データの分析と組み合わせた感染因子の解明**



# オントロジーの構築に向けて：情報収集項目

## ・ 設計指針

- ・ 場所、時間、人などの任意の項目をキーとして検索できる
- ・ 場所が誘引する感染リスク行動を推論できる
- ・ 個別の行動事例について三密の程度を推論可能にする

## ・ 「5つの場面」を参考に、 推論に必要な項目をリスト化

- ・ 聞き取り調査時にチェックボックスで対応できるように「有/無」で設定

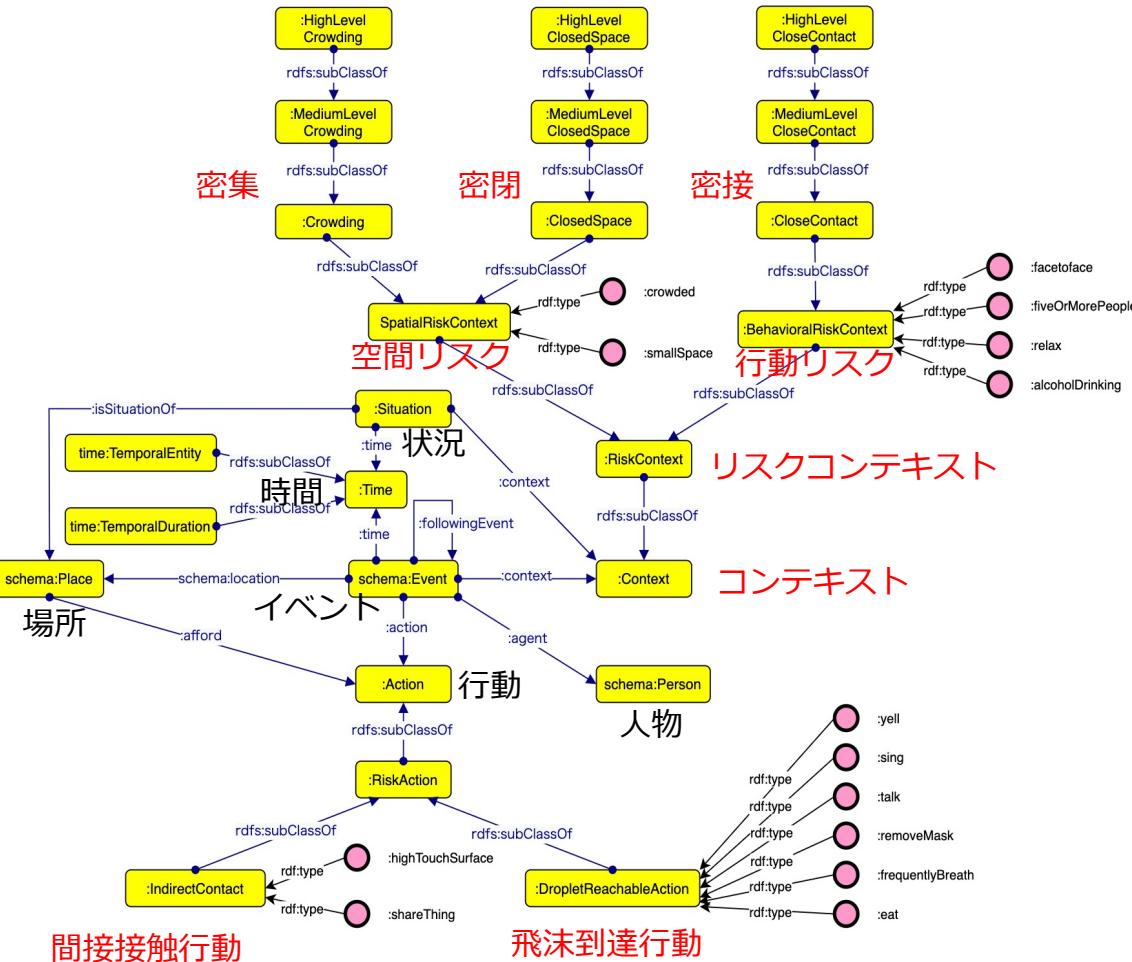


- ・ 飲酒（有/無）
- ・ 飲食（有/無）
- ・ 複数人（有/無）
- ・ マスク外し（有/無）
- ・ 対面（有/無）
- ・ 長時間（15分以上）（有/無）
- ・ 狹い（有/無）
- ・ クローズド（有/無）
- ・ 会話（有/無）
- ・ 物の共有（有/無）
- ・ 気の緩み（有/無）（私的/公的）
- ・ 大声（有/無）



# CIRO: COVID-19 感染リスクオントロジー

- Event OntologyやSEMなどの既存のイベント中心のスキーマパターンを参考にして拡張



# 三密推論ルール

## 中密閉

Description: MediumLevelClosedSpace

Equivalent To +

● isSituationOf some  
(IndoorFacility or Public\_transportation)

## 中密集

Description: MediumLevelCrowding

Equivalent To +

● (context min 1 BehavioralRiskContext)  
and (context min 1 SpatialRiskContext)

## 中密接

Description: MediumLevelCloseContact

Equivalent To +

● ((schema:location some (afford min 1  
DropletReachableAction)) or (action min 1  
DropletReachableAction))  
and (time some (time:hasDuration some (time:  
numericDuration some xsd:integer[> 15])))  
and (context min 1 BehavioralRiskContext)

## 高密閉

Description: HighLevelClosedSpace

Equivalent To +

● (isSituationOf some  
(IndoorFacility or Public\_transportation))  
and (context min 1 SpatialRiskContext)

## 高密集

Description: HighLevelCrowding

Equivalent To +

● (context min 1 BehavioralRiskContext)  
and (context min 2 SpatialRiskContext)

## 高密接

Description: HighLevelCloseContact

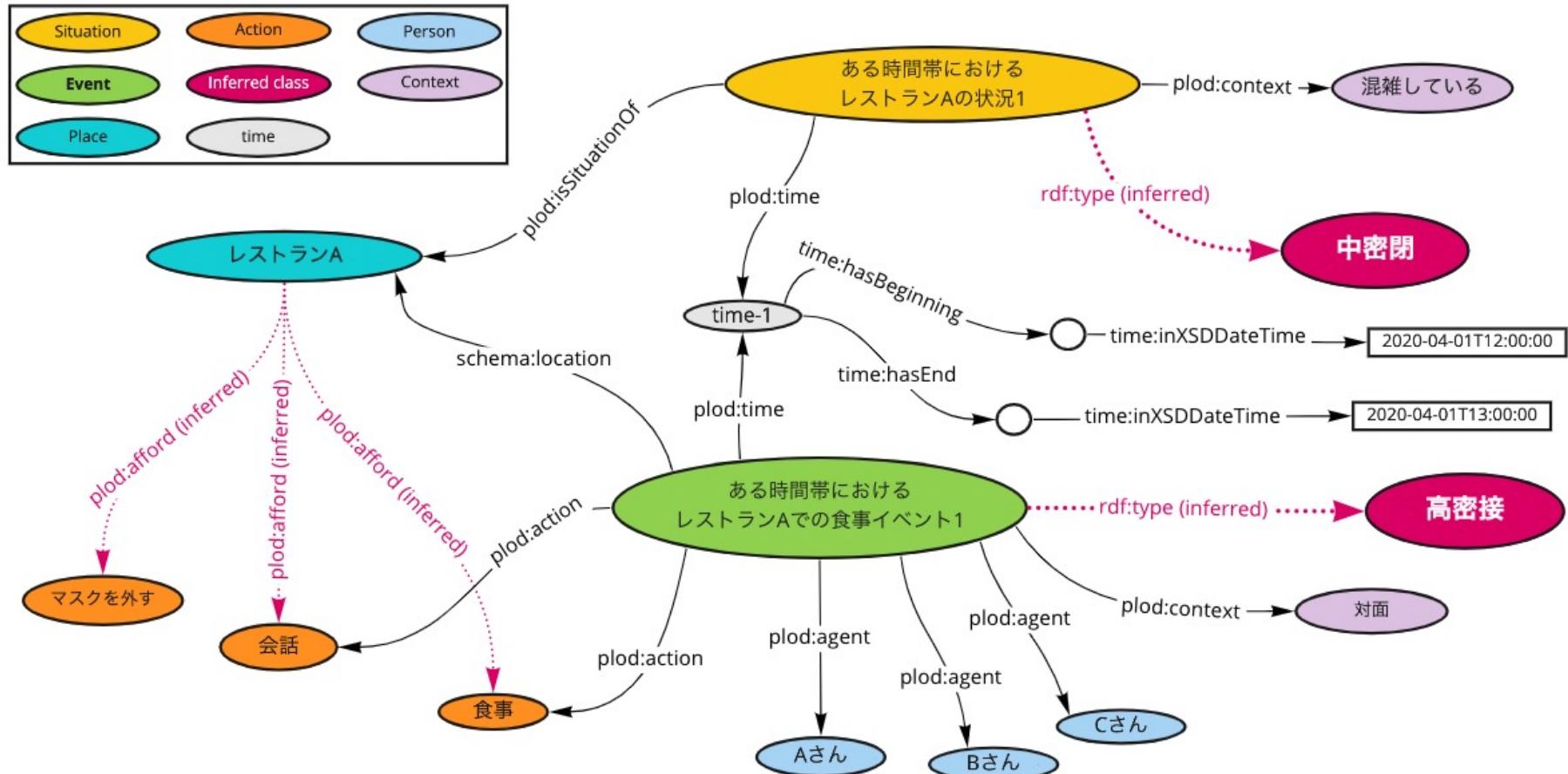
Equivalent To +

● ((schema:location some (afford min 2  
DropletReachableAction)) or (action min 2  
DropletReachableAction))  
and (time some (time:hasDuration some (time:  
numericDuration some xsd:integer[> 15])))  
and (context min 1 BehavioralRiskContext)



# スキーマ詳細図：推論例

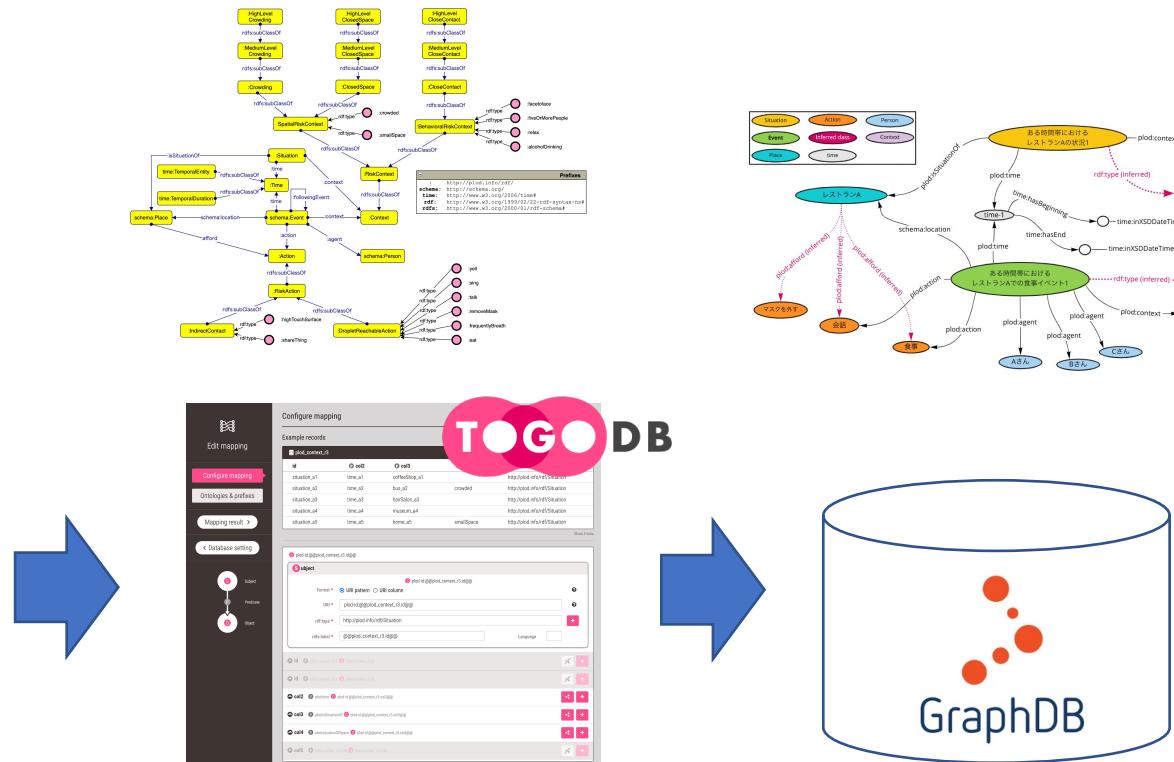
AさんがBさん,Cさんとある時間帯にレストランAで食事した



# 模擬データのRDF化

| A | B            | C          | D                  | E             | F              | G          | H |
|---|--------------|------------|--------------------|---------------|----------------|------------|---|
| 1 | シナリオ         |            | いつ (絶対時間orあいまいな時間) | どこで           |                | 何をした       |   |
| 2 | 例:a1<br>例:a2 | いつから<br>午前 | いつまで<br>午前         | 場所名<br>レストランA | 場所クラス<br>レストラン | 何をした<br>飲酒 |   |
| 3 | 例:a3         | いつから<br>午後 | いつまで<br>午後         | 場所名<br>博物館A   | 場所クラス<br>博物館   | 何をした<br>飲酒 |   |
| 4 | 例:a4         | いつから<br>午後 | いつまで<br>午後         | 場所名<br>家      | 場所クラス<br>家     | 何をした<br>飲酒 |   |
| 5 | 例:a5         | いつから<br>午後 | いつまで<br>午後         | 場所名<br>家      | 場所クラス<br>家     | 何をした<br>飲酒 |   |

患者聞き取り調査UIを想定した模擬データ  
(247件)



表データをオントロジーのスキーマに基づいて  
RDF化

トリプルストアに格納  
通常時 6,924 トリプル  
(推論時 20,176 トリプル)



# 検索例：3つの密

## 3つの密の指標を使って検索可能

- 密接（高密接，中密接）
- 密集（高密集，中密集）
- 密閉（高密閉，中密閉）

```
1 PREFIX plod: <http://plod.info/rdf/>
2 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
3 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4 select ?person where {
5   ?s rdf:type [rdfs:label "高密接"@ja] ;
6   plod:agent ?person .
7 }
```

高密接イベントに該当する人物を検索するクエリ

Description: 高密接  
Equivalent To  
((action value 頻繁な呼吸) or (action value 呼う) or (action value 会話する) or (action value 叫ぶ))  
and (action value マスクを外す)  
and (((situationOfActivity value 対面) or (situationOfActivity value 5人以上) or (situationOfActivity value 気が緩む))  
and (situationOfActivity value 長時間接触))

推論



|   |                     |
|---|---------------------|
| 1 | plod:person-A       |
| 2 | plod:person-B       |
| 3 | plod:person-C       |
| 4 | plod:id/person_a1_A |
| 5 | plod:id/person_a1_B |
| 6 | plod:id/person_a1_C |
| 7 | plod:id/person_a3_A |
| 8 | plod:id/person_a5_A |

結果（一部）

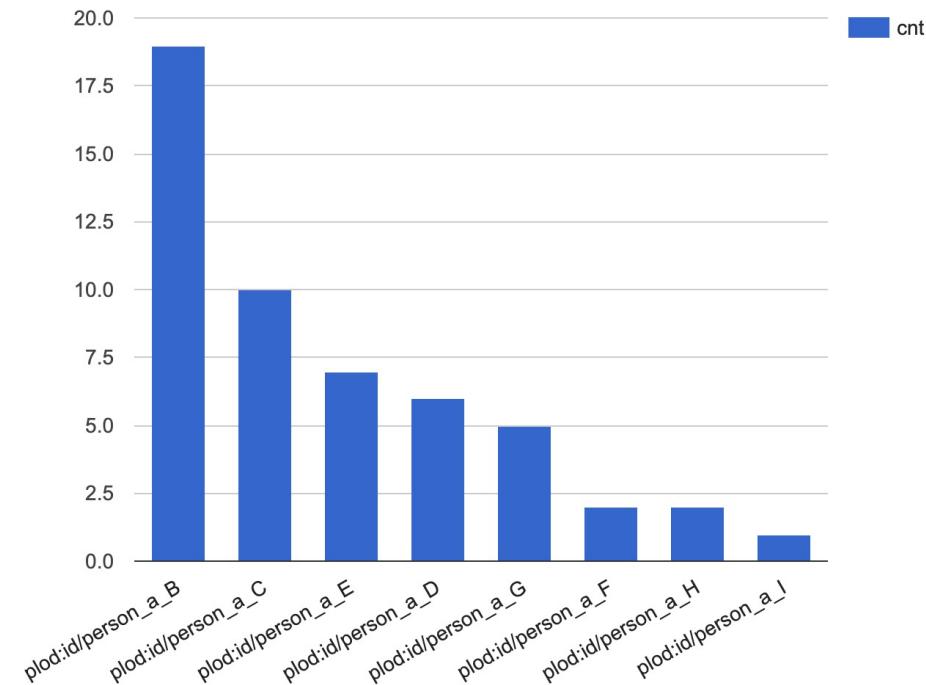
追跡調査対象者の絞り込み、優先順位づけを支援



# 検索例： Aさんと同じ密閉イベントに参加していた人物

```
1 PREFIX plod: <http://plod.info/rdf/>
2 PREFIX schema: <http://schema.org/>
3 PREFIX time: <http://www.w3.org/2006/time#>
4 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
6 SELECT ?agent (count(distinct ?event) AS ?cnt) WHERE {
7   ?event plod:agent <http://plod.info/rdf/id/person_a_A>
8     plod:agent ?agent ;
9     schema:location ?place .
10 filter (?agent != <http://plod.info/rdf/id/person_a_A>)
11 ?situation plod:isSituationOf ?place .
12 ?situation a plod:ClosedSpace .
13 } GROUP BY ?agent ORDER BY DESC(?cnt)
```

Aさんと同じ密閉イベントに参加していた  
人物（登場回数でソート）するクエリ



# OWL推論の評価実験

- CIROはOWL 2 DLオントロジーであり、カーディナリティを伴う一部の推論はGraphDB SE (OWL 2 RLまで対応)で動作しない
  - 例 :

Description: HighLevelCrowding

Equivalent To +

● (context min 1 BehavioralRiskContext)  
and (context min 2 SpatialRiskContext)

- OWL 2 DLに対応した推論エンジンHermit [Glimm, B., et al. 2014]を使用し、データサイズを変更しながら推論の実行可能性と速度を評価した



# OWL推論実験結果

- 三密の程度は高密閉，高密集，高密接，中密閉，中密集，中密接の6項目に，リスクに該当しない低密閉，低密集，低密接を加えた9通り
- 全てのテストケースで推論が有効であることを確認したが推論時間に大きく差がある：1秒未満～35分以上
  - 高密接と高密集のクラス公理では「cardinalityが2以上」の条件が含まれているため，これが大きく推論時間に影響している

表 1: データ数と推論時間（秒）の関係

| Data size | Average | Min  | Max      | Median |
|-----------|---------|------|----------|--------|
| 100       | 2.95    | 0.91 | 9.76     | 2.06   |
| 500       | 76.82   | 2.17 | 399.63   | 32.75  |
| 1,000     | 417.70  | 5.33 | 2,110.31 | 215.00 |

実験マシン : CentOS7, メモリ500GB, CPU AMD EPYC 7402P 24-Core Processor

DOI [10.5281/zenodo.6482275](https://doi.org/10.5281/zenodo.6482275)



# まとめ

- ・構築したオントロジーにより、三密の程度の推論とともに、場所や時間などの任意の項目をキーとした検索が可能であることが確認できた
- ・保健所のシステムに導入することで、濃厚接触者の追跡調査業務の省力化が見込まれる
- ・今後、行動調査UIと連携し、実運用に近い実験、スキマ修正、バックエンドシステムの設計、実証実験を行う

江上周作, 山本泰智, 大向一輝, 奥村貴史: オントロジーを用いたCOVID-19感染リスク行動の推論,  
第56回人工知能学会セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-056-16 (2022)

[https://doi.org/10.11517/jsaisigtwo.2022.SWO-056\\_16](https://doi.org/10.11517/jsaisigtwo.2022.SWO-056_16)



# 謝辞

協力者募集中！



**Patients Locational Open Data**

Web: <https://www.plod.info/>

GitHub: <https://github.com/PLOD-info/PLOD/>

Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6482275>

E-mail : plod\_info@googlegroups.com



**PURSUIT-h**

Pioneering Unit toward Regulatory Sandbox  
for upcoming Information Technology in healthcare

Web: <https://pursuit.hack.kitami-it.ac.jp/covid19/>

この度は、栄誉ある賞を頂戴し光栄に思います。LODチャレンジの委員の皆様、スポンサーの皆様に深く感謝申し上げます。本研究は、日本医療研究開発機構（AMED）課題番号JP20he0622042の支援を受けています。また、神崎正英様（ゼノン・リミテッド・パートナーズ）、坂根昌一様（シスコシステムズ合同会社）、伊藤真和吏様（PLOD info）、野本昌子様（理化学研究所）には、本研究を進める上で様々なご助力を頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

