

# ナレッジグラフ 推論チャレンジ2018 提案内容

電気通信大学 情報理工学部総合情報学科メディア情報学コース  
塚越 雄登

# 本日の流れ

---

1. 自己紹介
2. 要求課題
3. 基本アイデア
4. ルール例
5. 推論過程の説明
6. クエリと結果例
7. まとめと今後の展望

- 
1. 自己紹介
  2. 要求課題
  3. 基本アイデア
  4. ルール例
  5. 推論過程の説明
  6. クエリと結果例
  7. まとめと今後の展望

# 自己紹介

---

<氏名>

塚越 雄登

<所属>

電気通信大学情報理工学部総合情報学科 現4年生

<研究内容>

今年4月にナレッジグラフと出会い、これを使って大学内の諸問題に取り組む研究に着手

<参加理由>

ナレッジグラフの様々な活用法を知ってより良い研究を目指したい

- 
1. 自己紹介
  - 2. 要求課題**
  3. 基本アイデア
  4. ルール例
  5. 推論過程の説明
  6. クエリと結果例
  7. まとめと今後の展望
-

# 要求課題

---

- 対象とするナレッジグラフを用いて、**事件の犯人を推論(推理)**し犯人と判断した**理由(動機や殺害方法など)**の説明と共に示す

[推論チャレンジHP<http://challenge.knowledge-graph.jp/application.html>]

- 推理?推論?推定?する手法は、**情報技術であればなんでもOK!**
- 推理小説の内容をもとに、事件の背景、起こった出来事、人物像などを知識化したナレッジグラフ(LOD)を用いて、  
**"犯人を推理する"**
- ただし、**"その理由をきちんと説明できる"**こと!

[推論チャレンジ技術勉強会資料(2018/10/18)]

<https://www.slideshare.net/KnowledgeGraph/20181018-120723630>]

# 要求課題の解釈

「まだらのひも」のナレッジグラフを用いて

事件の犯人を当て

そう判断した理由を説明できる

何らかの情報技術の提案



- 
1. 自己紹介
  2. 要求課題
  - 3. 基本アイデア**
  4. ルール例
  5. 推論過程の説明
  6. クエリと結果例
  7. まとめと今後の展望
-



# 基本アイデア

推論エンジン“Stardog”を用いて、  
既存のナレッジグラフと独自に記述したルールから犯人を決定する

## <Stardogとは>

Stardogは、セマンティックWebの標準や、SPARQLクエリー、SPARQL Protocolをサポートするグラフ・データベースです。

[IBM developer Works

[https://www.ibm.com/developerworks/jp/web/library/wa-data-integration-at-scale\\_sparql/index.html](https://www.ibm.com/developerworks/jp/web/library/wa-data-integration-at-scale_sparql/index.html)]

## <バージョン情報>

Stardog5.3.5 (3 Oct 2018、無償)

[Stardog HP <https://www.stardog.com/docs/>]



# ルール記述語彙

## <SWRL>

ウェブに存在するものごとの分類やその関係，それらを推論するためのルールを定義するウェブ・オントロジーの語彙

[セマンティックウェブ上の語彙構築機構 [chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfmadadm/https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/index.php?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_action\\_common\\_download&item\\_id=173469&item\\_no=1&tribute\\_id=1&file\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=8](https://chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfmadadm/https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/index.php?action=pages_view_main&active_action=repository_action_common_download&item_id=173469&item_no=1&tribute_id=1&file_no=1&page_id=13&block_id=8)]

“It has the advantage of being supported in many tools; but **it's not fun** to read or to write.”

[Stardog HP <https://www.stardog.com/docs/>]

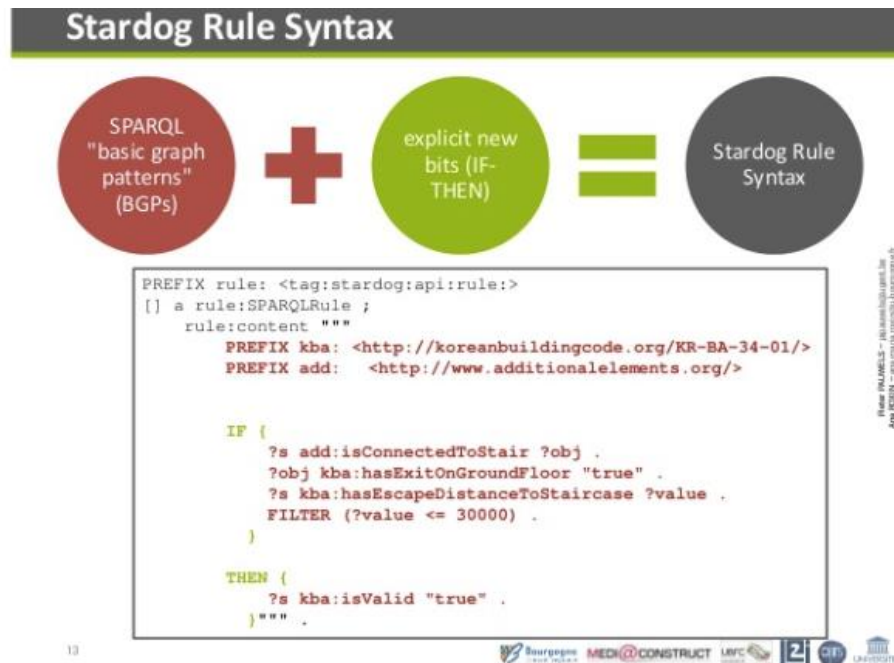


SWRLは楽しい！

# Stardog Rules Syntax (SRS)

Stardog Rules Syntax is basically **SPARQL “basic graph patterns”(BGPs) plus some very explicit new bits(IF-THEN)** to denote the head and the body of a rule.

[Stardog HP <https://www.stardog.com/docs/>]



「まだらのひも」  
のナレッジグラフを入力

特定のクエリを投げると、  
犯人とその動機を返す



既存の知識から、  
独自のルールを追加

# 実行環境

---

## <パフォーマンス情報>

Windows10

Intel(R)Core(TM)i5-6500

CPU16.0GB

Intel(R)HD Graphics530

NVIDIA Quadro K420

## <使用した知識の範囲(ID)>

a)完全：全てのナレッジグラフ

- 
1. 自己紹介
  2. 要求課題
  3. 基本アイデア
  - 4. ルール例**
  5. 推論過程の説明
  6. クエリと結果例
  7. まとめと今後の展望
-

# ルール例

rule13 蛇は博士の部屋にいる

博士は蛇に牛乳を与える[kd:387]

牛乳は金庫の上にある[kd:244,245]

金庫は博士の部屋にある[kd:240]



蛇は博士の部屋にいる  
というルールを追加

```
[ ] a rule:SPARQLRule ;
rule:content """
IF {
    kd:387 kgc:subject kd:Roylott;
           kgc:hasPredicate kd:give;
           kgc:what kd:milk;
           kgc:whom ?s.
    kd:244 kgc:what kd:245;
           kgc:from kd:safe.
    kd:245 kgc:what kd:milk.
    kd:240 kgc:what kd:safe;
           kgc:subject ?w.
} THEN {
    ?s kgc:isIn ?w.
}
""" .
```

# ルール例

rule14 博士は蛇を飼っている

蛇は博士の部屋にいる[rule13]

博士の部屋は博士のものである



博士は蛇を飼っている  
というルールを追加

```
[ ] a rule:SPARQLRule ;  
rule:content """  
IF {  
    kd:bedroom_of_Roylott kgc:ofWhole ?x.  
    ?y kgc:isIn kd:bedroom_of_Roylott.  
} THEN {  
    ?x kgc:has ?y.  
}  
""".
```



- 
1. 自己紹介
  2. 要求課題
  3. 基本アイデア
  4. ルール例
  - 5. 推論過程の説明**
  6. クエリと結果例
  7. まとめと今後の展望
-

# 推論方法

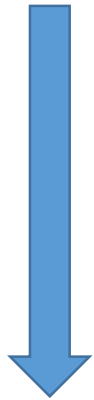
---

## <推論の方法>

前向き推論：事実からスタートしてルールによって推論結果を追加し、ゴールを目指す方法

[帝京大学理工学部 武井恵雄 元教授[chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbdm/adm/http://www2.ics.teikyo-u.ac.jp/takei/pdf/2003AI8.pdf](http://www2.ics.teikyo-u.ac.jp/takei/pdf/2003AI8.pdf)]

## <小説の流れを復習>



ホームズのもとにヘレンが訪ねてくる  
ヘレンが事件当夜の話をする  
ホームズがジュリアの部屋に泊まる  
ホームズがロイロット博士の部屋に入る  
ホームズの事件当夜に関する推理

# 着眼点

## <犯人推理までの順番と項目>

1. 密室であること
2. 蛇が人を殺せること
3. 博士が蛇を飼っていること
4. 動機と当日の不審点(まだらのひも、金属音、口笛)
5. 博士(蛇)が犯人であること

## <ルール総数>

18ルール(Stardog rules Syntax)



# 例) 事実を検索するとき

<ジュリアの部屋に入るための経路を検索>

SELECT DISTINCT \*

WHERE{

?s kgc:ofWhole kd:bedroom\_of\_Julia.

}

s
 <a href="#">kd:floor_of_bedroom_of_Julia</a>
 <a href="#">kd:wall_of_bedroom_of_Julia</a>
 <a href="#">kd&gt;window_of_bedroom_of_Julia</a>
 <a href="#">kd:chimney_of_bedroom_of_Julia</a>
 <a href="#">kd:door_of_bedroom_of_Julia</a>
 <a href="#">kd:four_walls_of_bedroom_of_Julia</a>

←床

←kd:206で登場する部屋の壁

←[kd:96]この窓には鎧戸がついている  
[kd:T184]廊下側に向いた窓は狭い

←煙突

←ドア

←四面の壁

# 推論過程の説明(1/7)

---

## <1. 密室の説明>

F:{外に向いた窓(鎧戸), ドア, 廊下に向いた窓, 壁, 床, 煙突}

*kgc:ofWhole* ジュリアの部屋

R1:ホームズは鎧戸を開けられない[kd:190] →鎧戸から人は入れない

R2:当夜ジュリアは部屋をロックした[kd:64] →ドアから人は入れない

R3:廊下に向いた窓は狭い[kd:184, kd:T184] →廊下に向いた窓から人は入れない

R5:壁はしっかり固い[kd:98] ∩ 床はしっかり固い[kd:100]

→壁、床から人は入れない

R6:煙突内部に4本の釘が通してある[kd:102] →煙突から人は入れない

R4:寝室間にドアはない[kd:46] →存在しないドアから人は入れない(オリジナル)

# 推論過程の説明(2/7)

---

## <2. 蛇が人を殺せることの説明>

F:蛇は博士を噛んだ[kd:364] *kgc:then* その結果博士は10秒で死んだ[kd:365]

R10:博士は蛇に噛まれて死んだ →蛇は博士を殺せる

F:博士 *rdf:type* 人

R11:蛇は博士を殺せる[rule10] ∩ 博士は人 →蛇は人を殺せる

## (2.5. 蛇がジュリアを殺せることの説明)

F:博士は蛇を通風孔へ入れた[kd:384]

*kgc:then* 蛇は綱を伝って寝台へ降りた[kd:385]

R7:蛇を通風孔へ入れた →蛇はジュリアの部屋に入れる

R8:蛇は綱を伝う →蛇は寝台へたどり着ける

# 推論過程の説明(3/7)

<2. 蛇が人を殺せることの説明(続き)>

F:(褐色の《ぶち》がついた黄色い紐が博士の頭をしめていた[kd:356])

*kgc:at\_the\_same\_time* 褐色の斑がついた黄色い紐[kd:357]

F:ホームズは「まだらのひも」といった[kd:359]

F:博士の頭にいた蛇が頭を上げた[kd:361]

R9:紐は「まだらのひも」  $\cap$  紐は蛇  $\rightarrow$  蛇は「まだらのひも」である

R12:

人は部屋に入れない[rule1-6]  $\cap$  蛇はベッドに辿り着ける[rule7]

$\cap$  蛇は部屋に入れる[rule8]  $\cap$  蛇は「まだらのひもである」[rule9]

$\cap$  蛇は人を殺せる[rule11]

$\rightarrow$  蛇は犯人(実行犯)である

# 推論過程の説明(4/7)

---

<3. 博士が蛇を飼っていることの説明>

F:博士は蛇に牛乳を与えた[kd:387]

F:牛乳は金庫の上にある[kd:244,245]

F:金庫は博士の部屋にある[kd:240]

R13:蛇に牛乳を与える  $\cap$  牛乳は金庫にある  $\cap$  金庫は博士の部屋にある  
→蛇は博士の部屋にいる

F:博士の部屋 *kgc:ofWhole* 博士

R14:蛇は博士の部屋にいる[rule13]  $\cap$  博士の部屋は博士のもの  
→博士は蛇を飼っている



# 推論過程の説明(5/7)

---

## <4. 動機と当日の不審点の説明>

F:博士は怒りやすい[kd:22]

F:ヘレンとジュリアが嫁ぐと、博士のうま味が減る[kd:147]

R15:嫁ぐと博士のうま味が減る ∩ 博士は怒りやすい →嫁ぐと博士は怒る(動機)

F:事件当夜、ヘレンは口笛を聞く[kd:68]

F:博士は蛇を口笛で呼び寄せる[kd:386]

R16: ヘレンは口笛を聞く ∩ 博士は蛇を口笛で呼ぶ →博士は口笛を吹く(事件当夜)

# 推論過程の説明(6/7)

---

<4. 動機と当日の不審点の説明(続き)>

F:事件当夜、ヘレンは金属音を聞く[kd:69]

F:金庫の戸が開いていた[kd:346]

F:金庫は金属音を発した[kd:393]

F:金庫は博士の部屋にある[kd:240]

F:博士の部屋 *kgc:ofWhole* 博士

R17:ヘレンは金属音を聞く ∩ 金庫の戸が開いていた

∩ 金庫は金属音を発する ∩ 金庫は博士の部屋にある

∩ 博士の部屋は博士のもの

→博士(金庫の戸)は金属音を出す(事件当夜)

# 推論過程の説明(7/7)

---

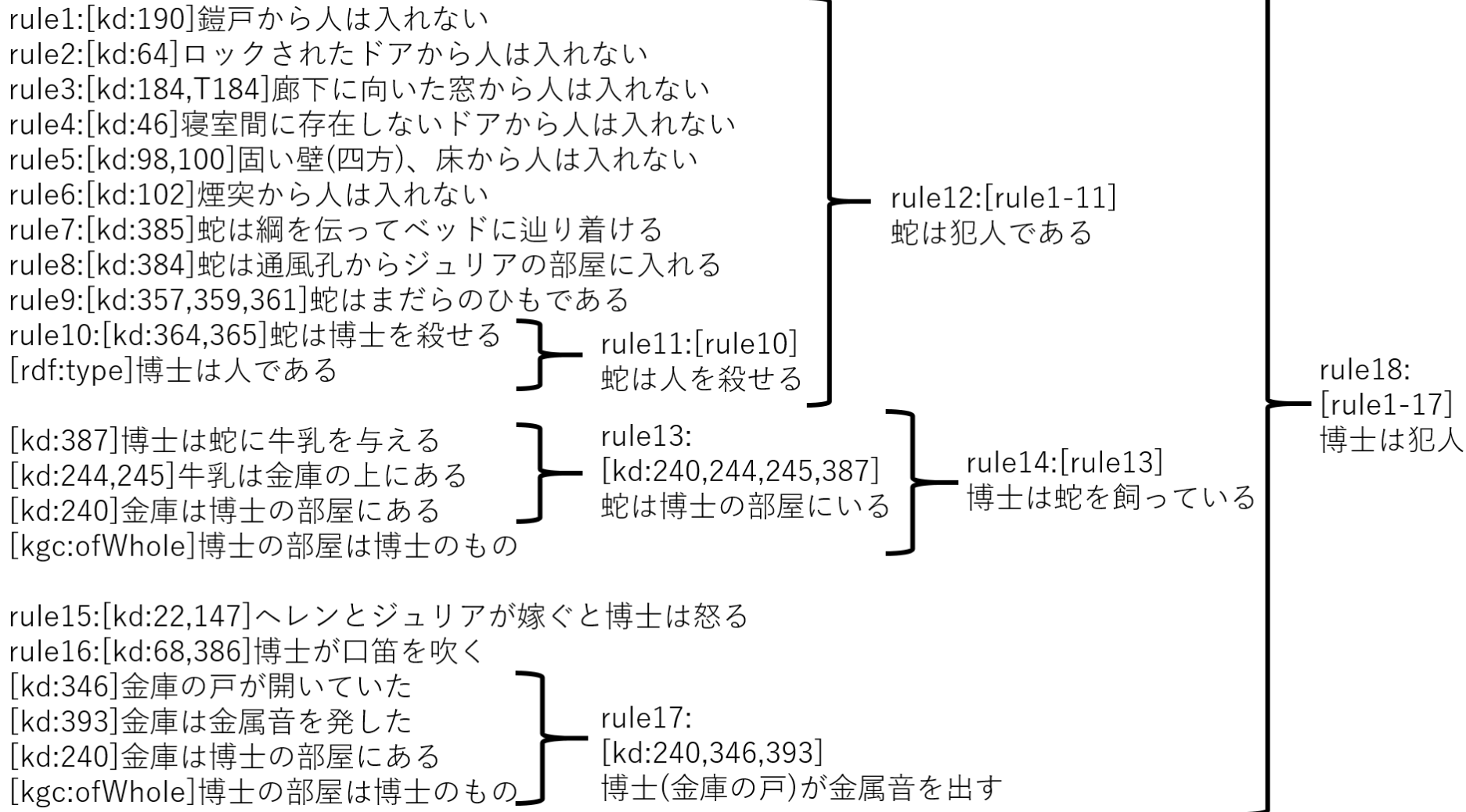
## <5.博士が犯人であることの説明>

R18:

- 蛇は犯人である[rule12]
  - ∩ 博士は蛇を飼っている[rule13]
  - ∩ 嫁ぐと博士は怒る[rule15]
  - ∩ 博士は口笛を吹く[rule16]
- 博士は金属音を出す[rule17]

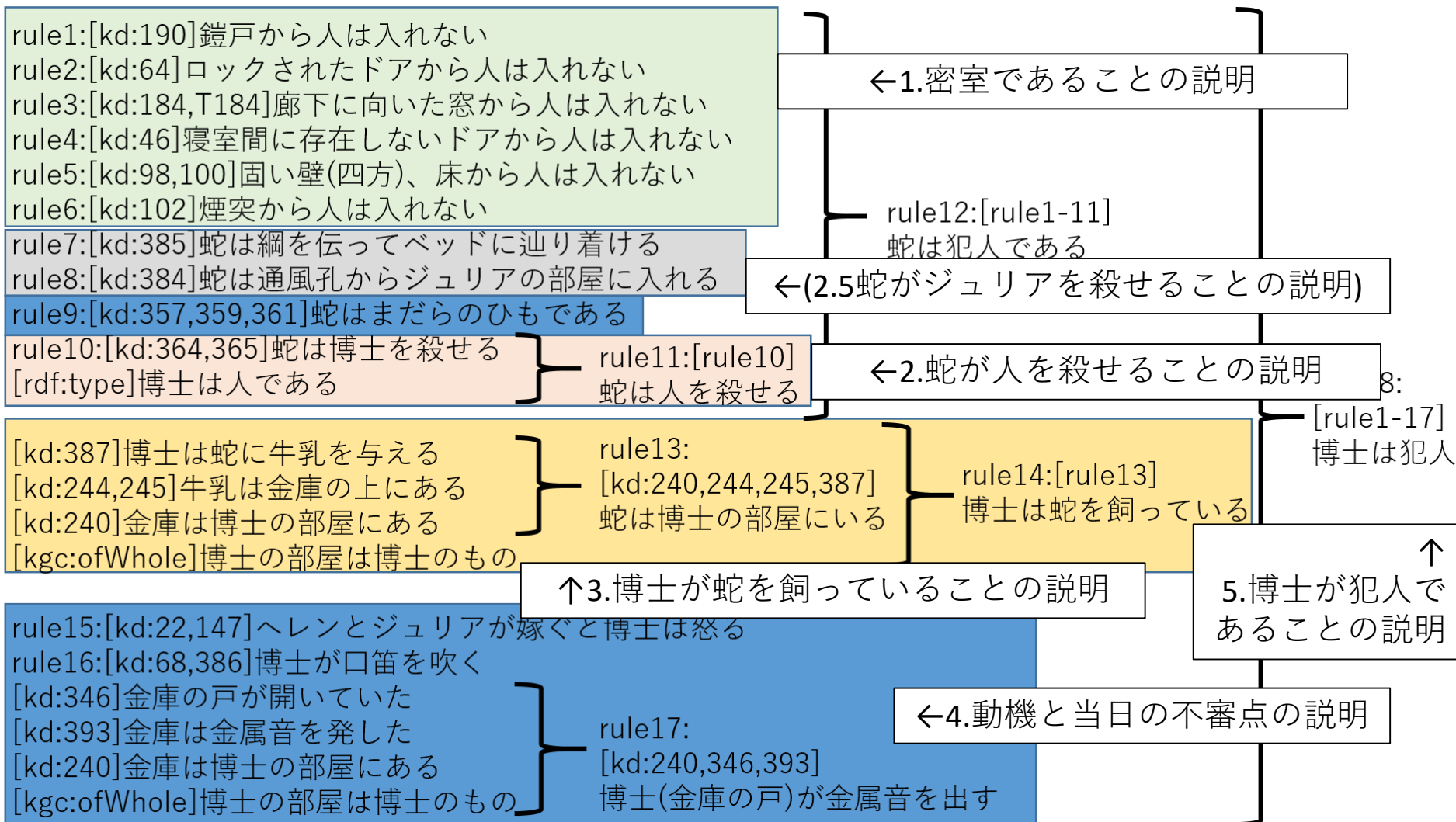
→博士は犯人である

# ルール全体像※



※[根拠となるシーンidまたはルール番号]

# ルール全体像※







※[根拠となるシーンidまたはルール番号]

- 
1. 自己紹介
  2. 要求課題
  3. 基本アイデア
  4. ルール例
  5. 推論過程の説明
  - 6. クエリと結果例**
  7. まとめと今後の展望
-

# クエリと結果例



## <犯人の解決>

```
SELECT DISTINCT *
WHERE{
  ?s ?p kd:criminal.
}
```

s	p
 <a href="#">kd:snake</a>	 <a href="#">kgc:canBe</a>
 <a href="#">kd:Roylott</a>	 <a href="#">kgc:canBePrincipal</a>

## <当日の不審点の解決>

```
SELECT DISTINCT *
WHERE{
  ?s1 kgc:is kd:speckled_band.
  ?s2 kgc:sound kd:whistle.
}
```

s1	s2
 <a href="#">kd:snake</a>	 <a href="#">kd:Roylott</a>

## <動機の解決>

```
SELECT DISTINCT *
WHERE{
  kd:Roylott ?p ?o.
}
```

 <a href="#">kgc:canBePrincipal</a>	 <a href="#">kd:criminal</a>
 <a href="#">kd:getAngry</a>	 <a href="#">kd:if_Helen_and_Julia_married</a>

(結果のうち一部抜粋)

- 
1. 自己紹介
  2. 要求課題
  3. 基本アイデア
  4. ルール例
  5. 推論過程の説明
  6. 結果とクエリ例
  7. まとめと今後の展望



# まとめと今後の展望

---

## <現状>

読者が頭の中で勝手につなげている

状況描写とホームズの推理を

stardogが推理できるようにルールで整理したもの

## <課題>

- ホームズの推理までいれないと今回の方法で推理するのは難しい
- 博士が怒るとなぜ人を殺すのかといった知識が足りない

## <使いたい手法>

- Translation-basedモデルを用いたembedding手法
- 外部知識データとの統合

など