



ナレッジコンピューティング研究室 研究紹介

2026/5

立命館大学 情報理工学部

來村 徳信

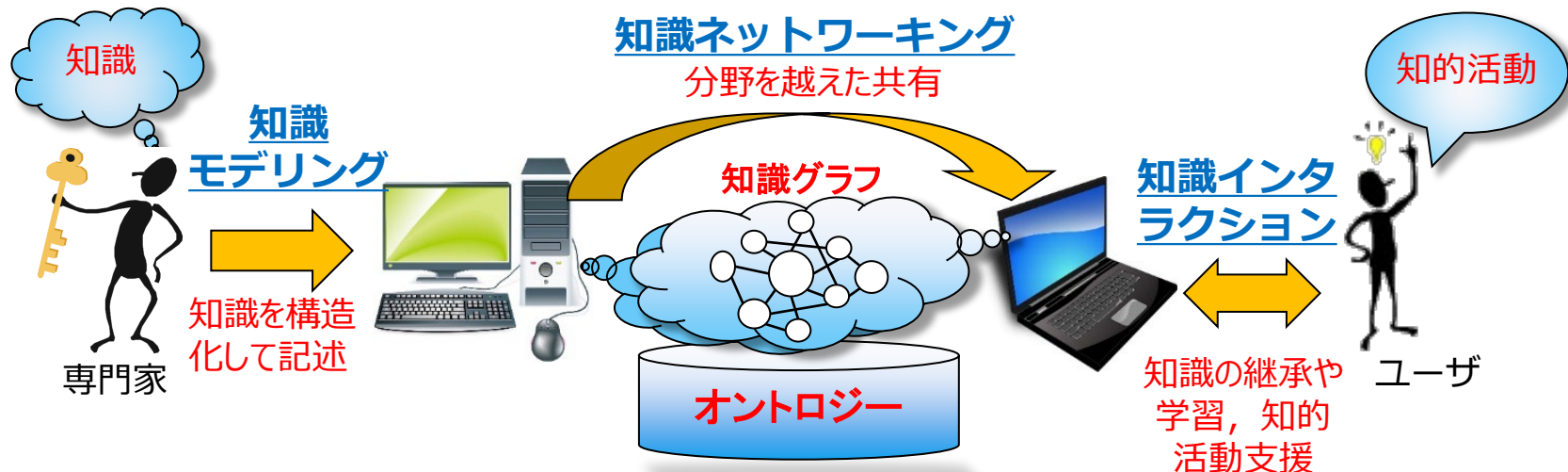
研究概要

◆ 基本的目標

- 人間が知識を共有・利用して知的活動することを支援するソフトウェア

◆ 3つの柱

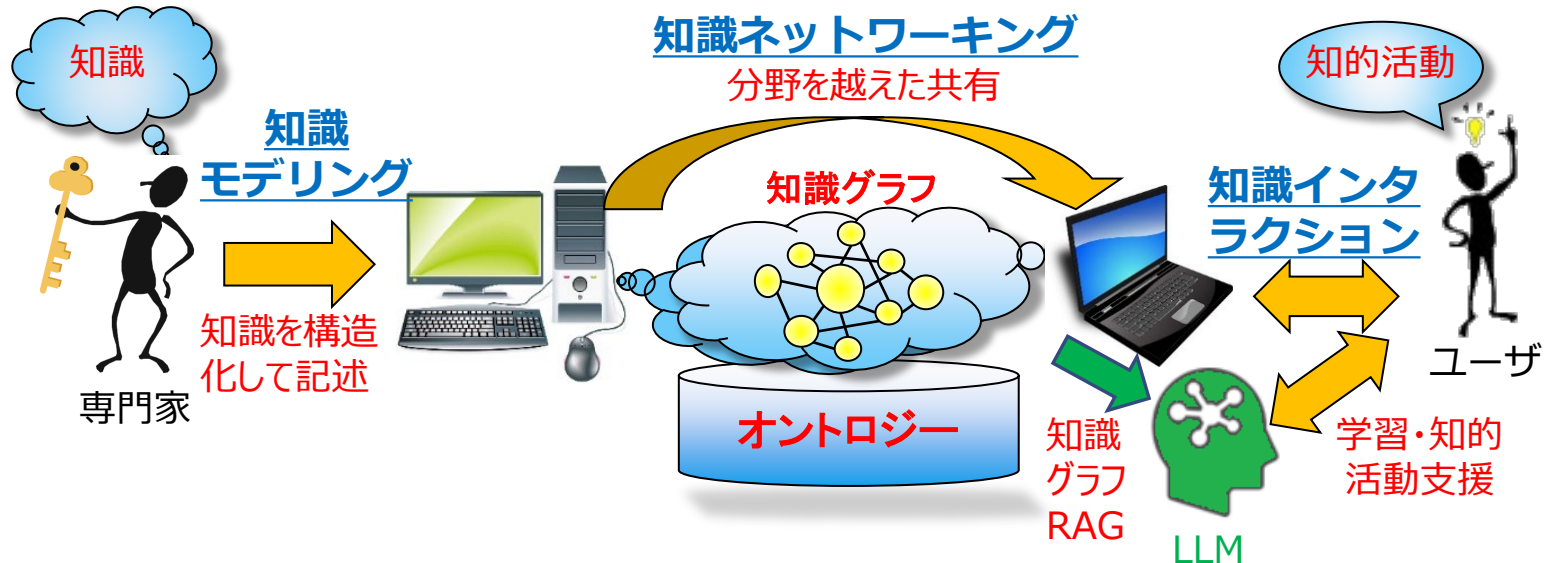
- 知識モデリング：知識を構造化して記述し，計算機に格納する
- 知識ネットワークキング：知識を結びつけて共有する
- 知識インタラクション：知識を用いて人間を支援する（アプリ開発）



研究の柱：オントロジー

◆ 技術的キーワード

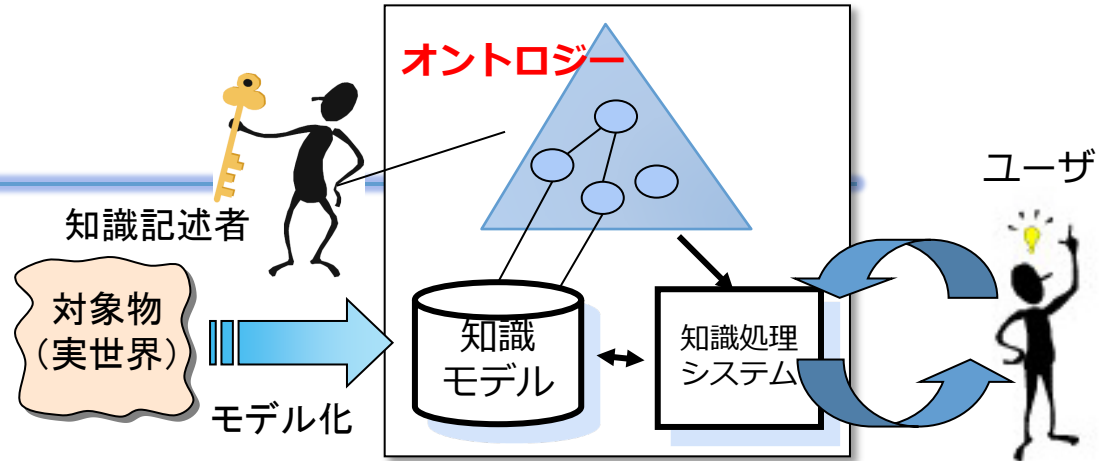
- ▶ **オントロジー**：概念の意味を明示的・体系的に定義した概念辞書
 - 人間の曖昧な知識に形を与えるような基盤概念。
- ▶ **知識グラフ**：構造化された知識ベース
 - オントロジーの概念を語彙として用いて、記述される。
- ▶ LLM + **知識グラフ RAG** (KG-based Retrieval-Augmented Generation)
 - LLM に知識グラフを外部DBとして与えて、日本語で質問応答。LLMの**流ちょうさ**と知識グラフの**正確性**を両立できる。プロンプト記述の困難さの軽減も図れる。



オントロジー

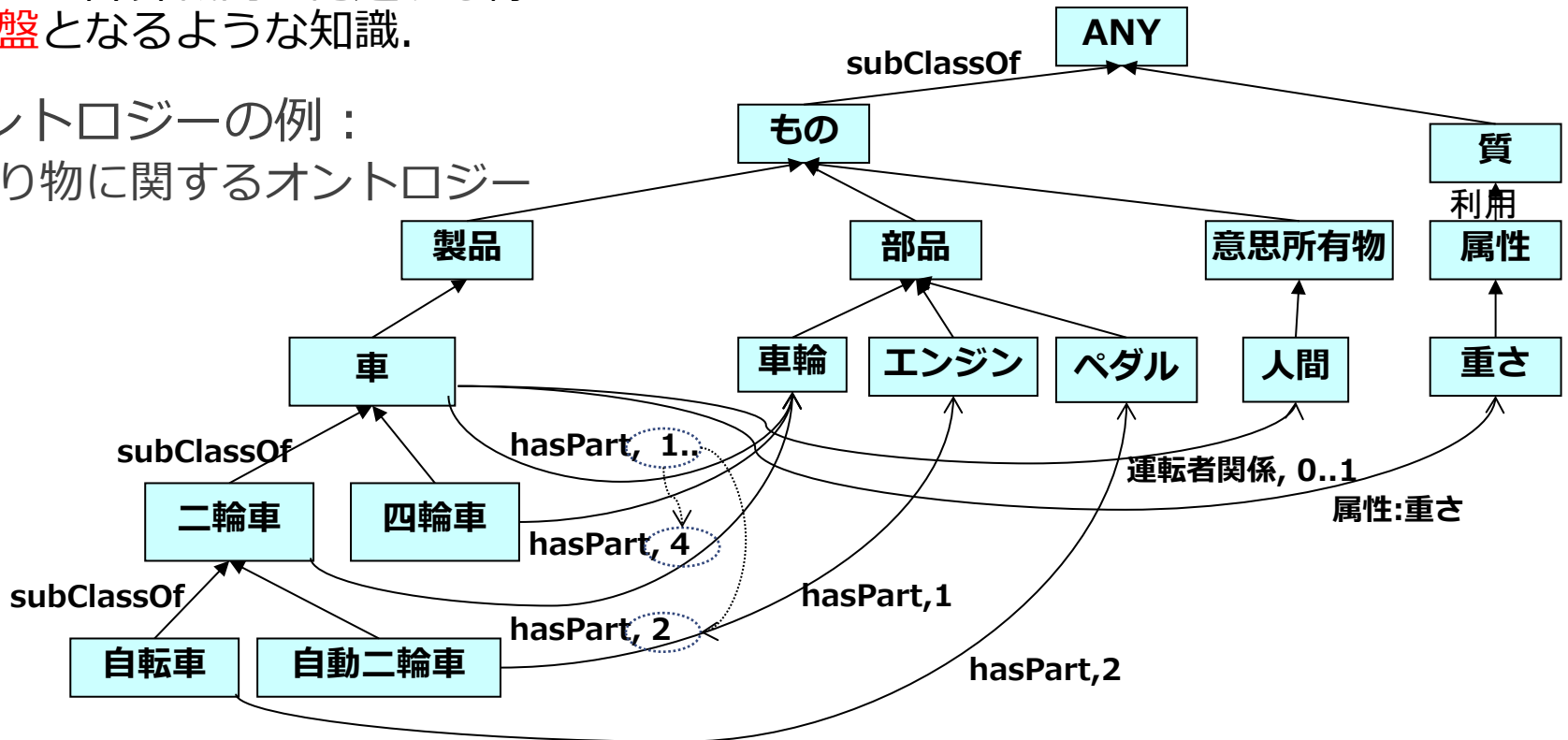
◆オントロジーとは？

- ▶ **概念の意味**を計算機的に明確に定義したもの
= 概念体系 ≡ **概念辞書**
- ▶ 知識を計算機内に記述する際の**基盤**となるような知識.



◆オントロジーの例：

- ▶ 乗り物に関するオントロジー



オントロジーの構築

◆専用のツールを使って構築

➤法造 (hozo.jp) での「乗り物」オントロジーの構築の様子

“法造” - オントロジーエディタ - [vehicle.xml] (/ANY/実在物/具体物/もの/機能物/人工物/工業製品物/製品/乗り物/陸上乗り物/車)

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) ウィンドウ(W) 差分(D) ロール(R) 別名管理(L) ヘルプ(H)

概念ツリー 関係ツリー 概念マップ 検索

NEW is-a part-of 100%

製品
 乗り物
 船舶
 陸上乗り物
 車
 二輪車
 自転車
 シティサイクル
 マウンテンバイク
 自動二輪車
 四輪車
 鉄道車両
 航空機
 部品

ラベル 車
 上位概念 (車)
 クラス制約

スロット 継承スロット クラス制約 内容説明

種...	数	ロール...	クラス...	値
OR	a/o	1	移動空間	道路空間
NW	a/o	1	自立性	論理値

対象物role
 1
 変える
 sub
 [+1] <<位置を変える\$対象物R
 人間

航空機
 a/o 1 移動空間 <<乗り物\$移動空間
 p/o 2... 翼 翼

船舶
 a/o 1 移動空間 <<乗り物\$移動空間
 水環境

陸上乗り物
 super
 sub
 車
 a/o 1 移動空間 <<乗り物\$移動空間 <<陸上乗り物\$移動空間
 道路空間
 陸
 a/o 1 自立性
 論理値

二輪車
 super
 sub
 自転車
 a/o 1 前輪role [+1] <<陸上乗り物\$車輪
 車輪
 前輪
 後輪role <<陸上乗り物\$車輪
 車輪
 フレームrole
 フレーム
 ハンドルrole
 ハンドル
 かごrole
 かご
 自立性 <<車\$自立性
 #False

自転車
 super
 sub
 シティサイクル
 a/o 1 動力源 <<乗り物\$動力源role
 動力源
 人間
 最大走行時間
 時間長
 ペダル
 ペダル
 操作者role <<人工物\$操作者role
 操作者
 人間

自動二輪車
 a/o 1 動力源 <<乗り物\$動力源role
 動力源
 エンジン
 ハンドルrole <<二輪車\$ハンドルrole
 ハンドル
 スロットルrole
 スロットル

四輪車
 a/o 4 車輪 <<陸上乗り物\$車輪
 車輪
 自立性 <<車\$自立性
 #True

アップ型ハンドル

オントロジーの記述言語

- ◆ Web Ontology Language (OWL) や RDF Turtle がポピュラー
 - ▶ 法造で構築したオントロジーも OWL / RDF 形式などで出力できる。
 - ▶ プログラムから利用できる。

```
307 <owl:Class rdf:ID="自転車">
308   <rdfs:label xml:lang="ja">自転車</rdfs:label>
309   <rdfs:subClassOf rdf:resource="#二輪車" />
310   <rdfs:subClassOf>
311     <owl:Restriction>
312       <owl:cardinality rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">1</owl:cardinality>
313       <owl:onProperty rdf:resource="#has_動力源" />
314     </owl:Restriction>
315   </rdfs:subClassOf>
316   <rdfs:subClassOf>
317     <owl:Restriction>
318       <owl:onProperty rdf:resource="#has_動力源" />
319       <owl:allValuesFrom rdf:resource="#人間" />
320     </owl:Restriction>
321   </rdfs:subClassOf>
322   <rdfs:subClassOf>
323     <owl:Restriction>
324       <owl:cardinality rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">2</owl:cardinality>
325       <owl:onProperty rdf:resource="#has_ペダル" />
326     </owl:Restriction>
327   </rdfs:subClassOf>
328   <rdfs:subClassOf>
329     <owl:Restriction>
330       <owl:onProperty rdf:resource="#has_ペダル" />
331       <owl:allValuesFrom rdf:resource="#ペダル" />
```

行 314, 列 27 スペース: 4 UTF-8 LF {} XML

研究トピックの例

1

製造業

◆ 機械の**機能的**設計知識の記述と共有 共同研究◆ 製鉄会社の「鉄鋼設計・製造」支援 共同研究◆ 「セラミック材料」のための特許の検索 共同研究

2

◆ 材料の「分析手法」の選択支援 共同研究

3

◆ 行為プロセスの**目的指向**モデリング

4

医療系

◆ 「看護」ノウハウの学習・教育アプリ 共同研究◆ 「がんサバイバー」の生活知識の共有 共同研究

経営学

◆ 「**会計監査**」のための知識モデル 共同研究

5

◆ LLMを活用した行為知識の自然言語検索

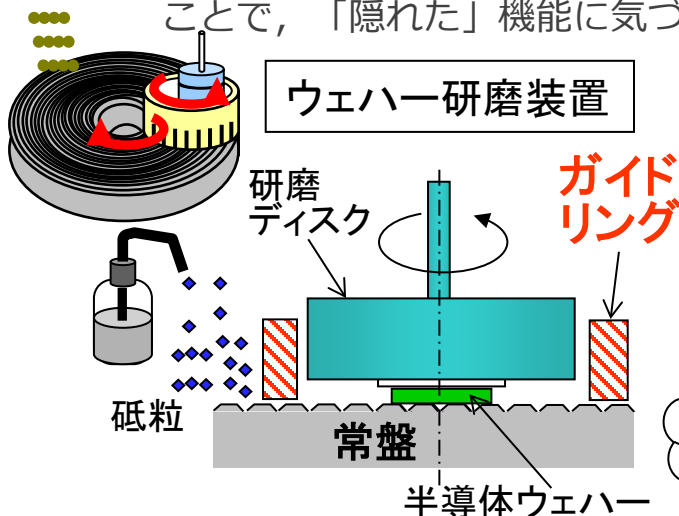
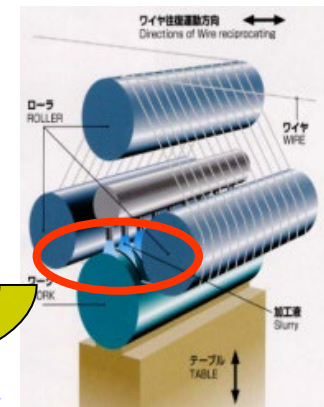
◆ 「**アパレル販売における接客法**」の知識モデル

New

1 機械の機能的設計知識の記述と共有

- ◆ 「どう考えて」設計したのかという設計ノウハウは暗黙的。
 - 設計図やデータは設計結果だけで、どう考えたのかという「設計意図」は暗黙的。
 - 部品の「機能」の記述と共有が重要。特に「隠れた」機能。
- ◆ 設計意図を表す「機能分解木」の記述・共有ソフトウェアを開発・応用
 - 機能を表す動詞を定義した機能オントロジーに基づく。
 - 製造現場での応用：住友電気工業(株)など
 - 部門の知的生産性が、ソフト導入後、1年目 166%、2年目 211% に向上した。
 - 機械の改良の実例：半導体研磨装置の速度向上。他の装置の機能分解木を参照することで、「隠れた」機能に気づくことができ、目標を達成できた。

半導体切断装置
(ワイヤソー)



ガイドリングの機能

(1) ディスクを
ガイドする

(2) 砥粒を溝に
押し込む

リングは
なぜこの幅
なの？

リング幅を XX mm に変更
→ 研磨速度 YY 倍に

他の機械の機能分
解木を見て、第2の
機能に気づいた！

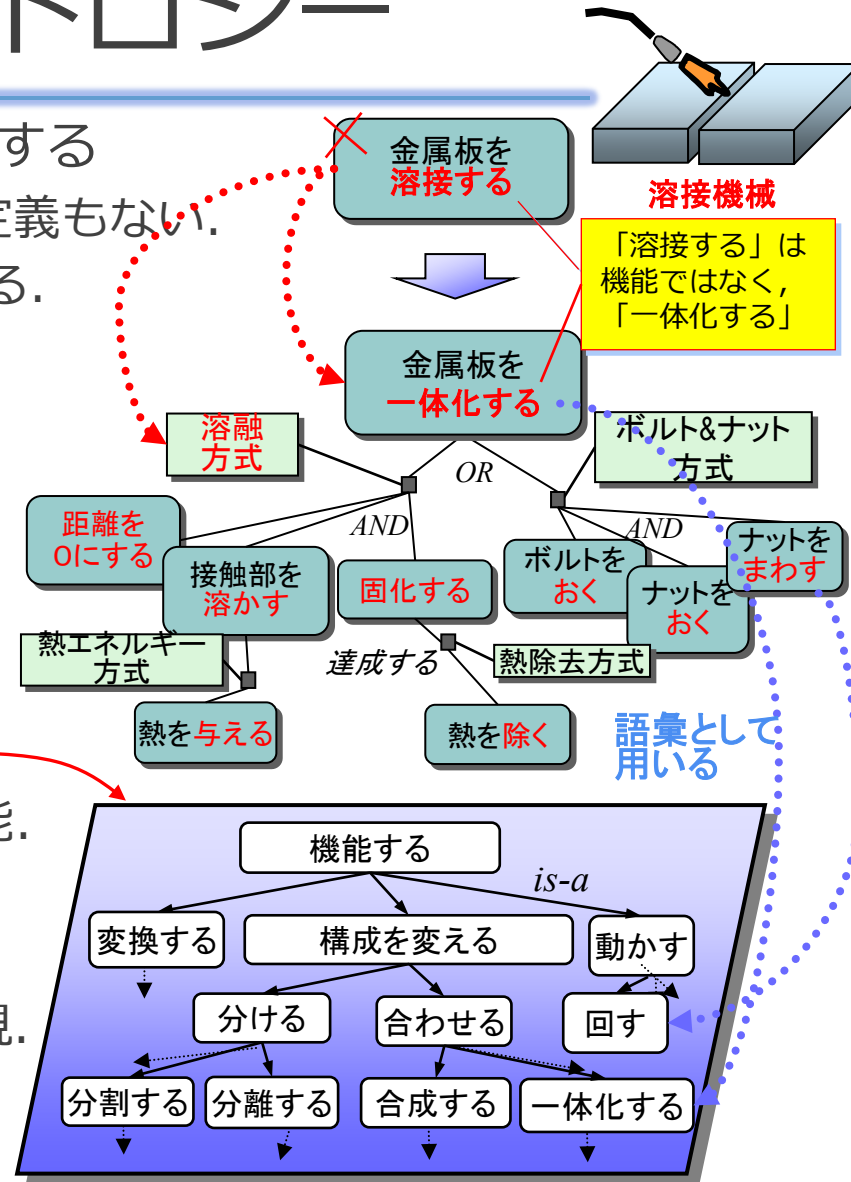
ポイント：機能オントロジー

▶ 曖昧な機能的知識の「記述」を容易にする

- 「機能」の捉え方にはさまざま。統一的定義もない。
→ 表現しにくい。人によって表現が異なる。
- 機能概念の定義：達成方式との分離が鍵。
- **機能**：「なにを達成したいか」
 - "what to achieve"
- **方式**：「どのように達成するか」
 - "how to achieve"
 - ある機能に対して達成方式は複数ある。
- 機能を表す「動詞」の語彙体系の構築
 - 方式の分離により約**90**の語彙で表現可能。
 - ソフトに内蔵されている

▶ オントロジーに基づく知識共有

- 語彙体系を辞書として用いて、機能を表現。
- 異なる機械／分野／形式の知識の提示によって技術者の発想を支援する。



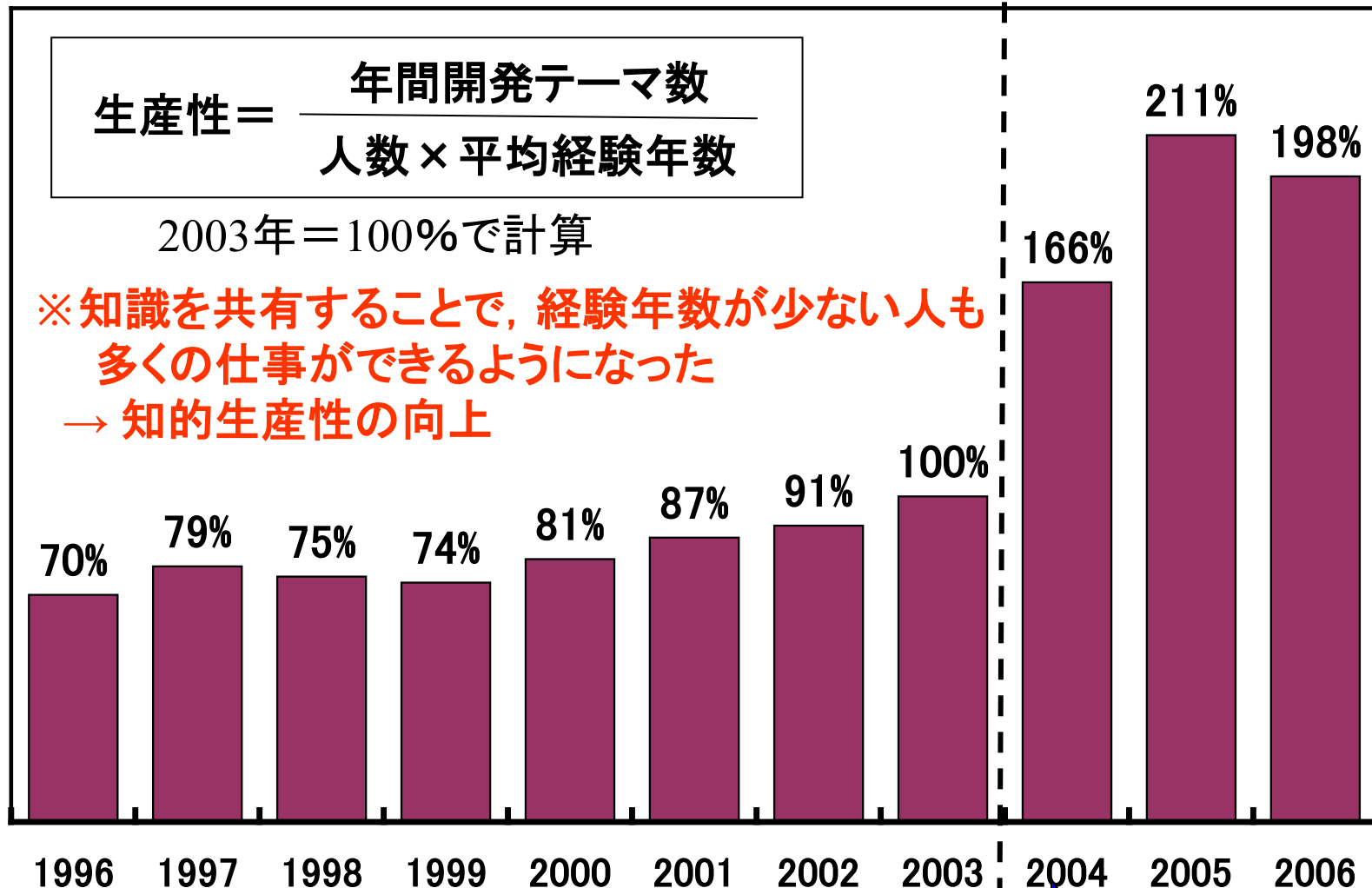
開発業務の生産性推移

協力:住友電工

$$\text{生産性} = \frac{\text{年間開発テーマ数}}{\text{人数} \times \text{平均経験年数}}$$

2003年 = 100%で計算

※知識を共有することで、経験年数が少ない人も
多くの仕事ができるようになった
→ 知的生産性の向上



ソフトウェア運用開始

2 無機材料の分析手法の推薦

無機材料製造会社
との共同研究

◆ 無機材料の分析手法を推薦するシステム

- 条件（例：非破壊性か、放射線で変色するか）を Chatbot 形式でインタラクティブに取得し適切な手法を推薦する。
- 現在の生成AIでは条件の提示が不十分な場合があり、条件設定が難しい。
 - 例：ChatGPT (4-turbo) は変色性を（ユーザに明示的に指定されるまで）聞いてこない。
- 分析手法をオントロジーとして定義して、正確な知識に基づいて推薦する。

(1) 分析目的行為「何が知りたいか？」を質問して確認する

y-kita 14分前
開始

35 件の返信

analysisbot アプリ 14分前
1. 分析目的の確認

分析したい情報（目的）を確認します。以下から選択して

「ものの形状を観察する」を選択しました。次の選択肢か

「物質を観察する」を選択しました。次の選択肢から選ん

今回の分析目的は

ですね。

(2) 候補の手法・装置の提示

2. 達成方式・部分行為・分析手法の確認

「ポイドを確認する」は次の達成方式と部分行為と分析手法で達成される

1. 内部直接観察方式：

「内部直接観察方式」は次の部分行為と分析手法・分析装置で構成される

内部を観察する

- ➔ X線CT法（）
- ➔ X線透視法（）

2. 断面出し方式：

「断面出し方式」は次の部分行為と分析手法・分析装置で構成される

断面を出す

- ➔ FIB加工法（）
- ➔ 表面・裏面を観察する
- ➔ 走査電子顕微鏡法（SEM法）（）
- ➔ 電界放射-走査電子顕微鏡法（FE-SEM法）（）

(3) 条件の選択と
満たす手法の提示

3. 分析特徴/条件の確認。
現在の分析手法・分析装置の候補を
ください。

試料サイズ大

「非破壊性」を満たす達成方式と分析手法・分析装置は次の通りです。

内部直接観察方式

- ➔ X線CT法（）
- ➔ X線透視法（）

「耐真空性」を満たす達成方式と分析手法・分析装置は次の通りです。

断面出し方式

- ➔ 走査電子顕微鏡法（SEM法）（）
- ➔ 電界放射-走査電子顕微鏡法（FE-SEM法）（）

「非変色性」を満たす達成方式と分析手法・分析装置は次の通りです。

内部直接観察方式

- ➔ X線CT法（）
- ➔ X線透視法（）

「密度不均一性」を満たす達成方式と分析手法・分析装置は次の通りです。

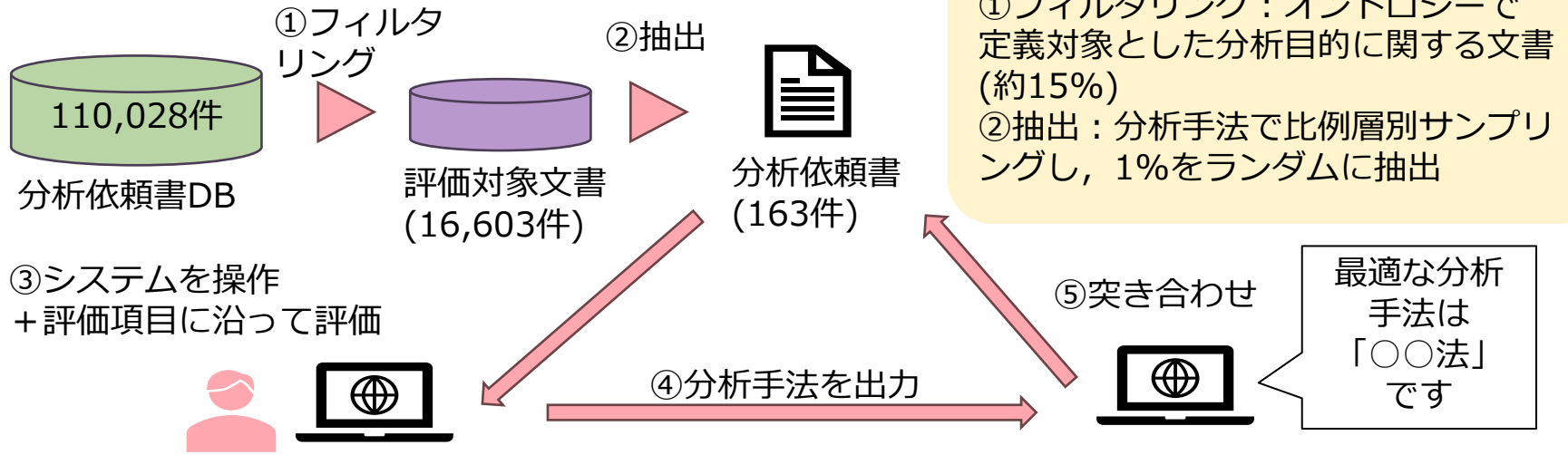
内部直接観察方式

- ➔ X線CT法（）

2 分析手法推薦システムの評価

無機材料解析の
専門家による

◆ 企業側実装システムの評価実験の流れ



◆ 評価結果 (10点満点)

9.9点以上

9.5点以上

分類	項目	点数	
		オントロジーの評価	システムの評価
前工程 候補の抽出	1.1 必要な分岐・選択肢があるか?	9.99	9.95
	1.2 選択肢の意味が明確か? (戻ってやり直しが起きなかったか?)	9.98	9.75
後工程 候補から提案への 絞り込み	2.1 必要な絞り込み項目があるか?	9.90	9.51
	2.2 適切に絞り込めたか? (明らかに不適切なものが提案に出ていないか)	9.97	9.88
	2.3 絞り込み条件に不明で答えた後で絞り込みに問題が出ないか?	10.00	10.00
	2.4 手法が過剰な精度などオーバースペックになっていないか?	10.00	10.00

3

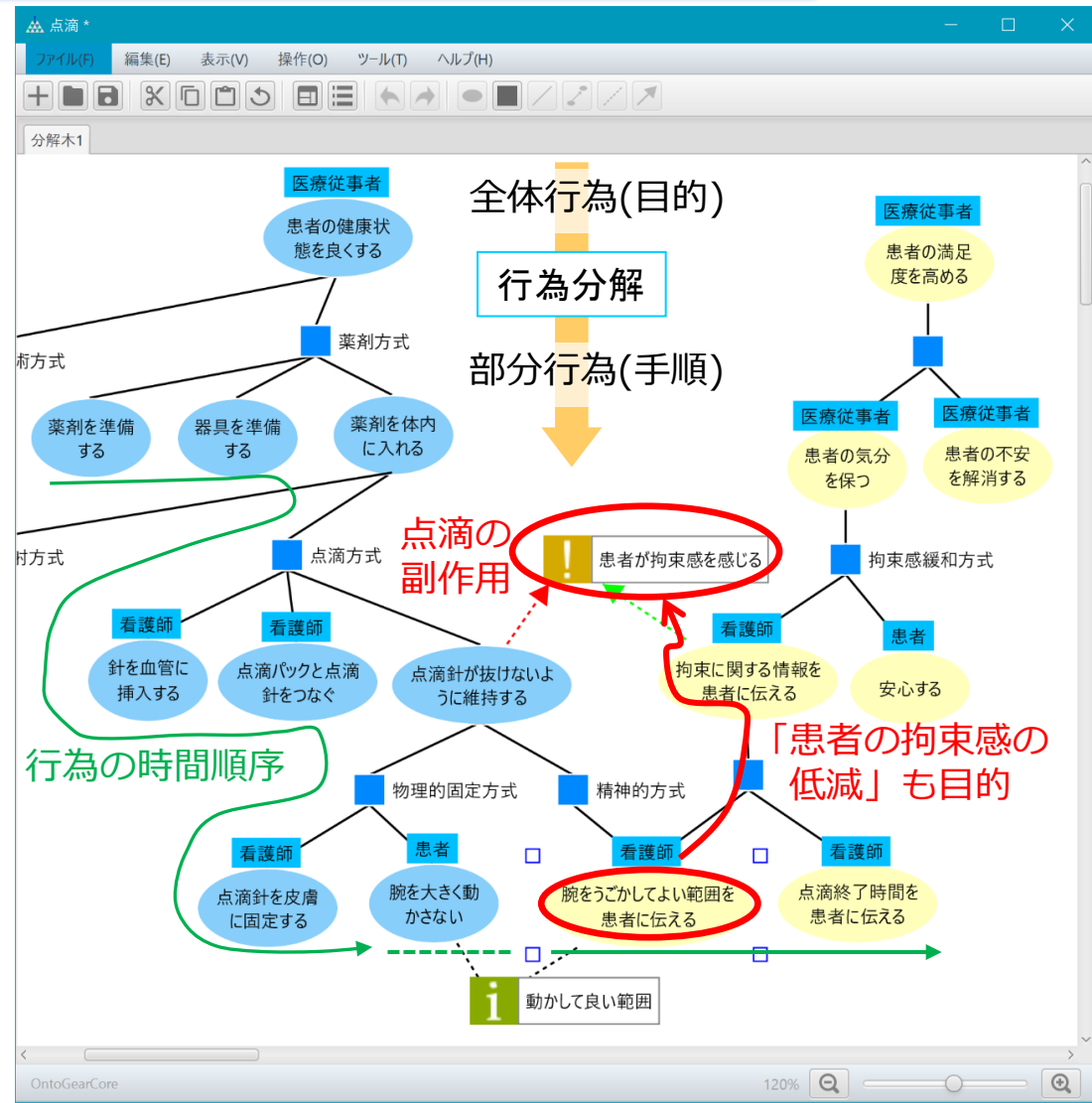
行為プロセスの目的指向モデリング

◆ 行為の「マニュアル」

- すべき**行為列**が書かれている
- フローチャートなどのモデルも時間的な「**順序指向**」
- ビデオではどこが「ポイント」が分からない。

◆ 行為の「目的」が重要

- 目的指向で行為プロセスを構造化してモデル化
 - 順序指向とは異なる**知識の形をデザイン**
 - 「なんのために」行為をするのか？
 - 行為をする上での留意「ポイント」
 - 同じ目的の他の「やり方」
- 複数の目的がある場合も
 - 点滴時に、「腕を動かして良い範囲を患者に伝える」ことで、治療上の目的と同時に、患者の「拘束感の低減」という精神的満足度の向上も達成できる。
- 専用ツール：OntoGearCore (右図) で記述する



4 看護ノウハウの学習アプリ

看護学の専門家との
共同研究

◆ベテラン看護師のノウハウを新人や学生が学べるアプリ

- 教科書やマニュアルのまる覚えではダメ。行為の**ポイント**と**目的**の理解が重要。
 - どこに注目して、「なぜそうするのか」？ 要注意な行為とその理由・根拠が重要。
- 病院や大学で iPad 上の学習アプリを試用中。

iPad アプリの画面例:

心臓マッサージのやり方

ポイント：「肘を
真っ直ぐにする」
その目的：「力を
効率よく伝える」

お手本のビデオを
みても、どこがポ
イントなのか分か
らない！

目的

手順

目的

実際の
行為

力の伝導率
を増やす

自分の肘を真っ直
ぐにする▼ひじを
真っ直ぐにする
IMG_1774.jpg

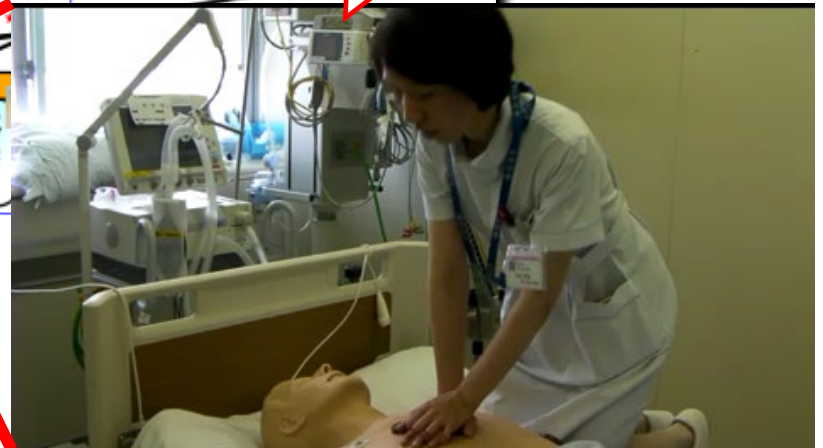
傷病者の下に硬
いものを存在さ
せる

医療従事者

片手を傷病者の
胸骨上に置く
▼SANY0014胸骨
を圧迫する
x264.mp4

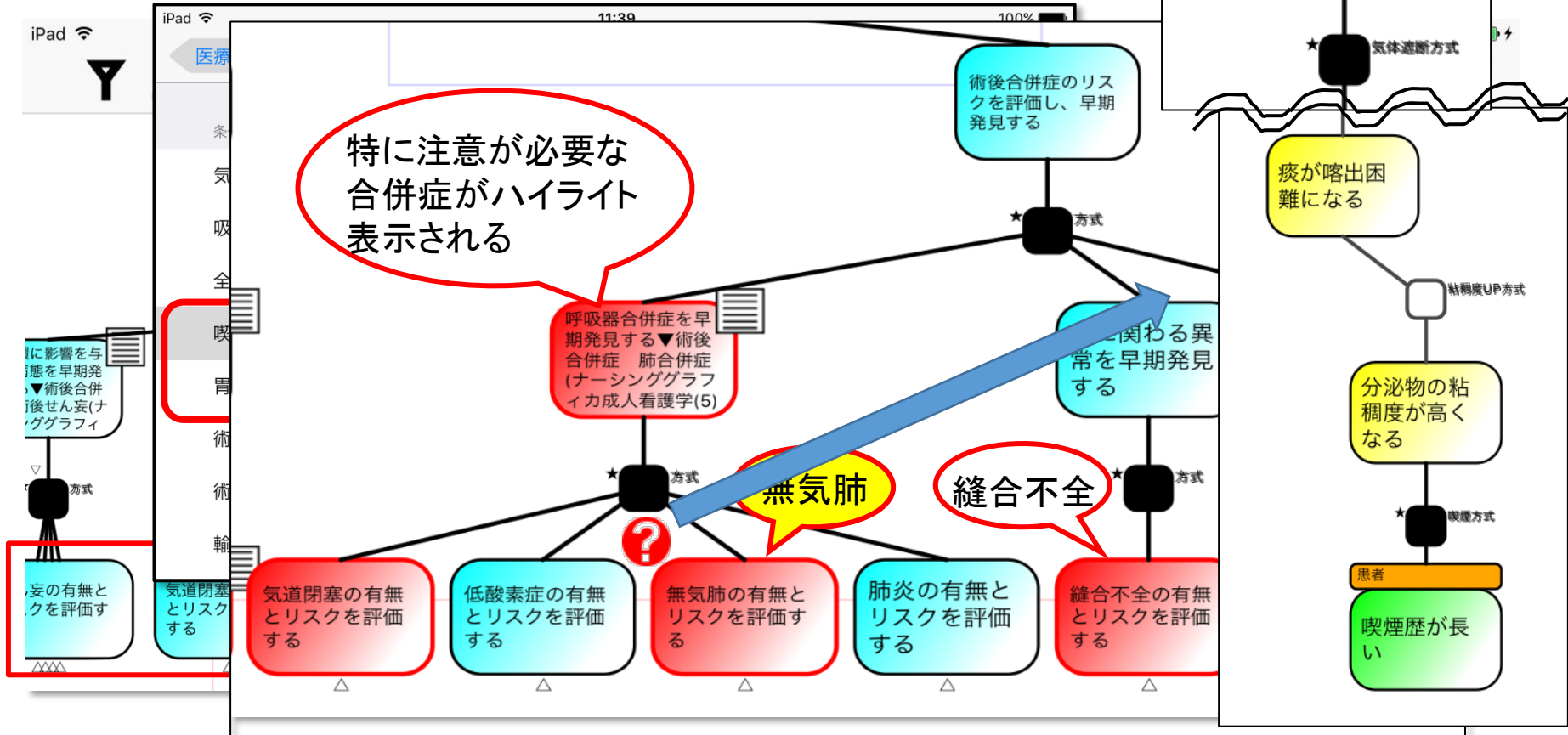
医療従事者

片手の上にも
片手を重ねる▼
片手にもう片手を
重ねる
IMG_1772.jpg



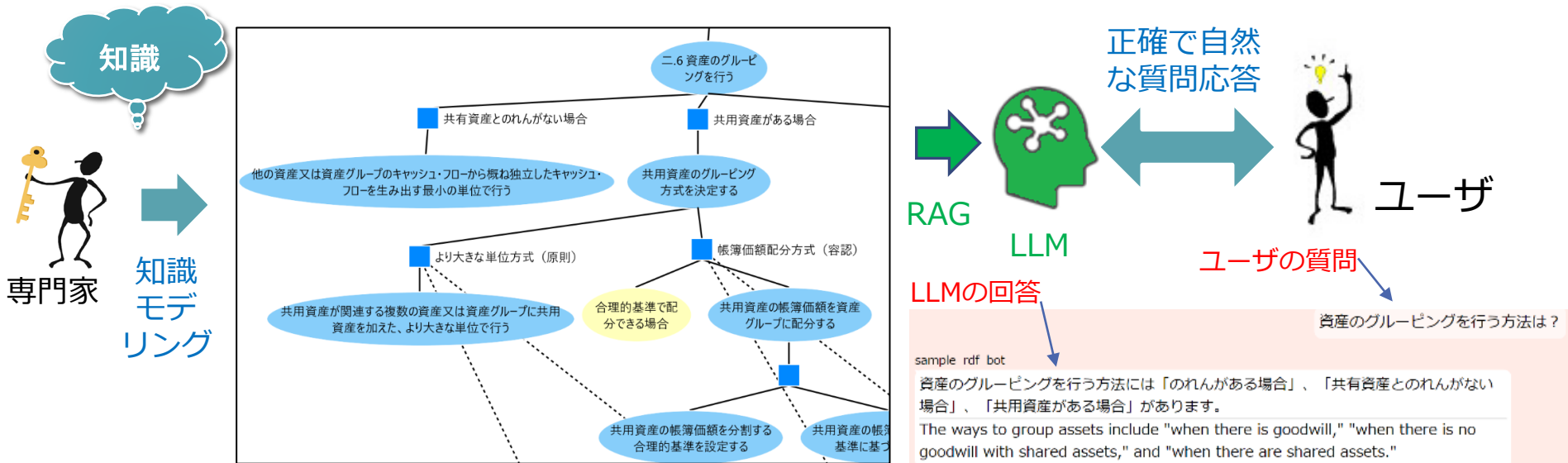
4+ 患者の状況に応じた看護

- ◆ 患者の状況に応じて看護の重点を変える必要がある。
 - 「要因」ごとの合併症のリスクを知識モデルとして記述
 - 要因に応じてハイリスクな合併症を「**要注意**」として表示



5 LLMを活用した行為知識の自然言語検索

- ◆ 行為分解木（**知識グラフ**）を自然言語で質問・応答
 - **専門家のもつ知識**を行為分解木と呼ばれる**知識グラフ**として記述。
 - LLMに知識グラフ RAG (Knowledge Graph-based Retrieval-Augmented Generation) の枠組みで与えることで、日本語で質問すると、**知識グラフの内容に基づいて** 回答文を生成し、回答する。
 - LLM の言語理解・生成の**自然さ**と、**知識グラフの正確性**を両立。



知識グラフの例：会計監査のやり方

5 行為知識の自然言語検索：比較評価

◆ 専門家による比較評価実験

- 汎用LLM：Open AI ChatGPT 4o と Microsoft Graph-RAG と比較。
- 両者は、(1) 直接関係しない内容（例：残存耐用年数）を出力した（→低い適合率）、(2) 重要な要素（例：のれん）に言及しなかった（→低い再現率）

	提案システム (Embedding)	提案システム (キーワード抽出)	ChatGPT	Microsoft Graph-RAG
出力された 要素数	6	6	8	4
出力のうち 正解となる 要素数	6	5	1 ((許)：4)	2
厳密適合率	1.00	0.83	0.13	0.50
緩和適合率	1.00	0.83	0.63	0.50
再現率	1.00	0.83	0.17	0.33
F値	1.00	0.83	0.15 (0.27)	0.40

まとめ

▶ ナレッジコンピューティング研究室の研究内容

- **知識**を計算機で扱って、**人を手助け**する
 - 語句／データレベルではなく、意味レベルでの処理を目指す。
 - LLM／機械学習の暗黙的・外延的手法ではなく、明示的・内包的手法
- 人間が持っている**知識**を計算機内に**モデリング**
 - 対象：機械，材料，人間の行為，サービスなど
 - 曖昧な知識の「形」をデザインし、「構造化」する。
 - 記述するための語彙の体系（オントロジー）を構築する
 - 実際の知識を記述してみる。
- 計算機内の**知識を使ったアプリケーション**の開発
 - 設計者支援ツール，学習支援ツール，知識検索ツールなど
- 意味レベルの知識に基づく人間との**協調的価値創造**
 - ブラックボックス的な自動実行ではなく、人間に理解可能な明示的概念・知識に基づいた協調的な支援