

研究紹介

伊集院 幸輝

産総研 人間拡張研究センター

サービスインテリジェンス研究グループ

略歴

- [専門分野] 認知科学
- [学位] 博士(工学)
- [研究歴]
 - 2014年 同志社大学 理工学部 卒業
 - 2016年 同志社大学 大学院 理工学研究科 情報工学専攻 修士課程修了
 - 2019年 同志社大学 大学院 理工学研究科 情報工学専攻 博士課程修了
- 2018年 6-9月 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 技術研修生
- 2019年 4月～3月 産業技術総合研究所 人工知能研究センター ポスドク
- 2020年 4月～ 人間拡張研究センター ポスドク

2019/1/7



今までの研究テーマ

- 同志社大学での研究

- 複数人会話における視線動作の**母語・第二言語**での比較分析

- 共同研究

- 人-ロボット会話における**ロボットの視線制御モデル**の構築(産業技術総合研究所)

- 人とロボットが対話する際の視線動作は、人と人が対話する際とどう異なるのか

- Living Lab環境における、**身体動作を用いたアイデア創出時点**の自動検出(KDDI総合研究所)

- 複数人会話において、アイデア創出時の身体動作はどのように同期するか

- 児童の**ピアノ演奏時における視線動作と頭部動作**の分析(ヤマハ音楽研究所)

- ピアノ習熟度に応じて、視線動作の頭部動作がどのように変化していくか

身体動作・視線動作を定量的に分析し、状態の推定に役立てる知見を
獲得

産総研でのテーマ

- NEDO AASD

- 次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発／人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／熟練者観点に基づき、設計リスク評価業務における判断支援を行う人工知能適用技術の開発

- ③-1. 知識構造化基盤技術の開発

研究開発の背景・狙い

設計領域の現状と課題

自動車産業をはじめとする量産産業では、商品ニーズの変化・多様化に即時対応を可能とする「商品開発スピード」と「柔軟な調整力」の獲得が重要であるが、開発現場は下記課題に直面している。

- ✓ エンジニアの専門分野の細分化・分業化が進み、
各技術者の視野・技術・経験は限定的にならざるを得ない
- ✓ 商品開発全体を俯瞰して見渡せるような有識者が育ちづらい
- ✓ 高齢化・定年等により国内の有識者が減少

品質担保のためのレビュー依存度・ベテラン指摘依存度は増々高くなる傾向にあり、
「レビュー時間増加」「検討漏れによる手戻り発生」「開発期間の長期化」
といった問題が発生

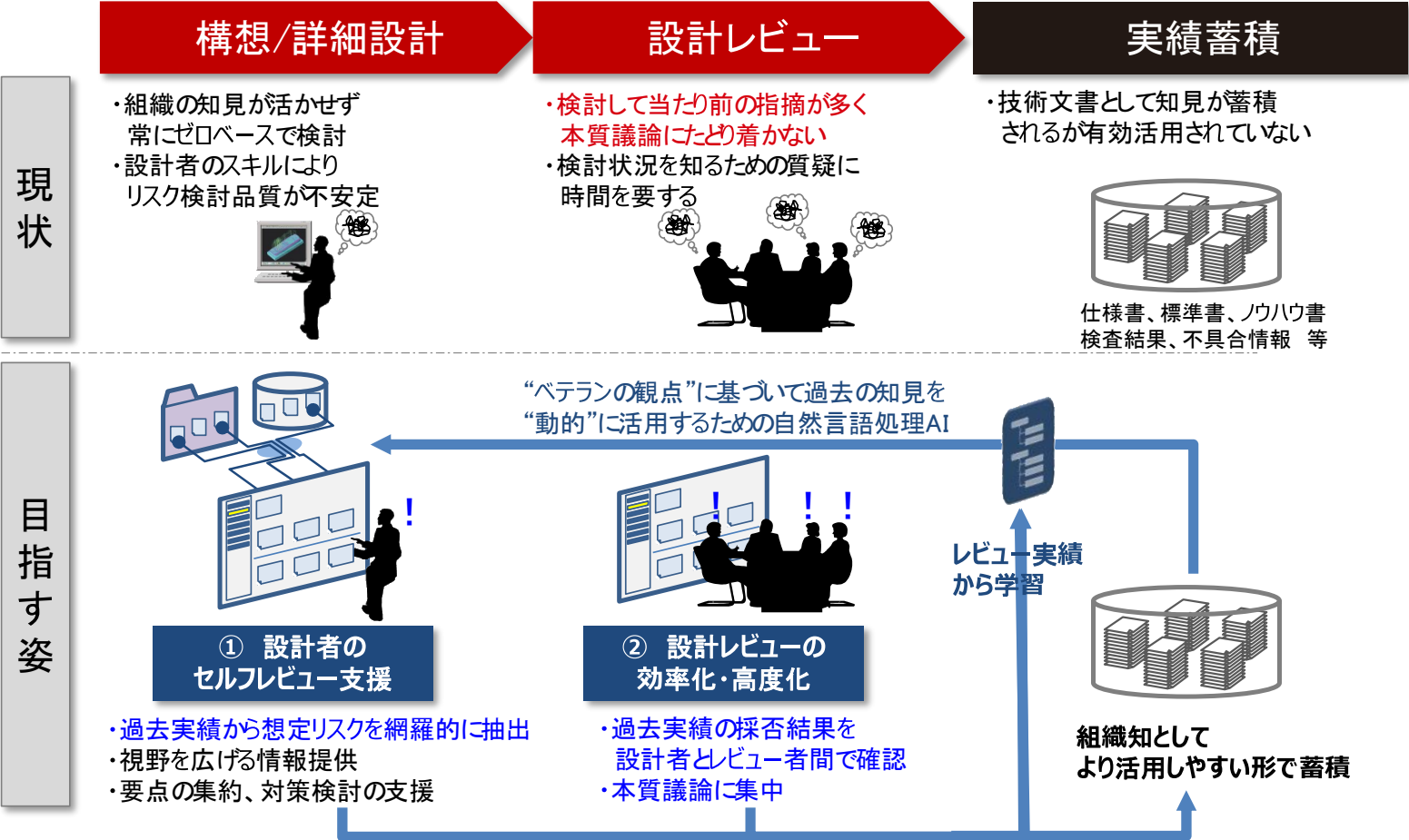
本研究開発の狙い

- 製品開発全体を見渡しながら開発リスクを抽出し、
部門をつないで問題解決を行ってきたベテランの暗黙知を技術・しくみにより再現
- 先人のノウハウは、設計成果物（図面）の背景にある技術文書等に凝縮
（但し、自然言語）
- 担当者毎・企業毎の膨大な知識を自然言語処理を用いて、集合知として活用

研究概要：背景・狙い

設計リスク評価業務における判断支援コンセプト

大量の過去知見から「熟練観点」で情報抽出し、設計者に判断材料となる知識情報を提供
設計プロセス全体で最大活用することで設計品質を向上させる

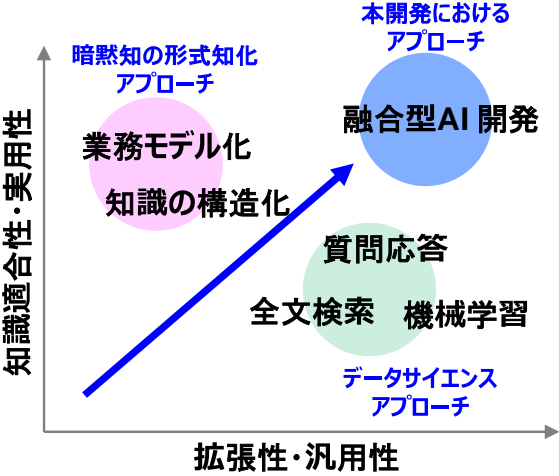


研究開発の内容

研究開発の方向性

ベテランの思考パターンや観点を形式知化した知識ベースに、自然言語処理・機械学習などのデータ分析的な検索技術によって大量のデータを紐付けるといふ、二つの推論の融合型AI 開発によって適切な情報提供を実現する技術を開発する。

本開発	融合型の人工知能適用技術	<ul style="list-style-type: none">・従来型の2つのアプローチを組み合わせる・熟練者の判断に着目して業務を紐解き、その観点を知識ベースとしてデータ化、推論ロジックを人工知能技術で学習モデル化し、熟練者の判断を再現するAIを構築・知識適合性と拡張性の両立を狙う	○
従来型	暗黙知の形式知化アプローチ	<ul style="list-style-type: none">・熟練設計者の暗黙的な判断や思考パターンを知識構造として形式知化・モデル化し、根拠や関連知識を紐づける。業務への知識適合性が高い。・知識構築のコストが高く、更新が困難で陳腐化しやすい課題あり	△
	データサイエンスアプローチ	<ul style="list-style-type: none">・自然言語処理などで大量情報の再利用性向上や知識獲得をする・高度な意味解釈が困難であり、必ずしも有効な知見は得られない	△



・「熟練者の業務における判断に着目した知識ベース」と「人工知能技術」を融合させる研究
・実用性と汎用性を兼ね備え、企業・分野を跨いで展開可能な基盤技術獲得をねらう

これまでの成果・進捗状況と2020年度末までの達成見込



①-1 これまでの成果・進捗

A: 今回開発する設計支援システムの構想具体化

トヨタ様からの先行提供情報及びSOLIZE内の設計業務有識者の意見を踏まえて
今回のシステム全体像について構想検討を実施（知識獲得と知識活用のしくみ）

B: 顧客協力企業（トヨタ様）との実証テーマの整合

- ・上記システム構想を具体的に形にするために、トヨタ様との議論を通して
技術実証に向けた取組みテーマ/ターゲットを具体化し、整合した
- ・また、実際の開発データ入手の算段がついた

C: 知識獲得と知識活用に向けたプロトタイピング

先行受領データを基にして、上記構想のプロトタイピングを実施
2019年度末の1stイテレーションに向けた課題出しに用いる

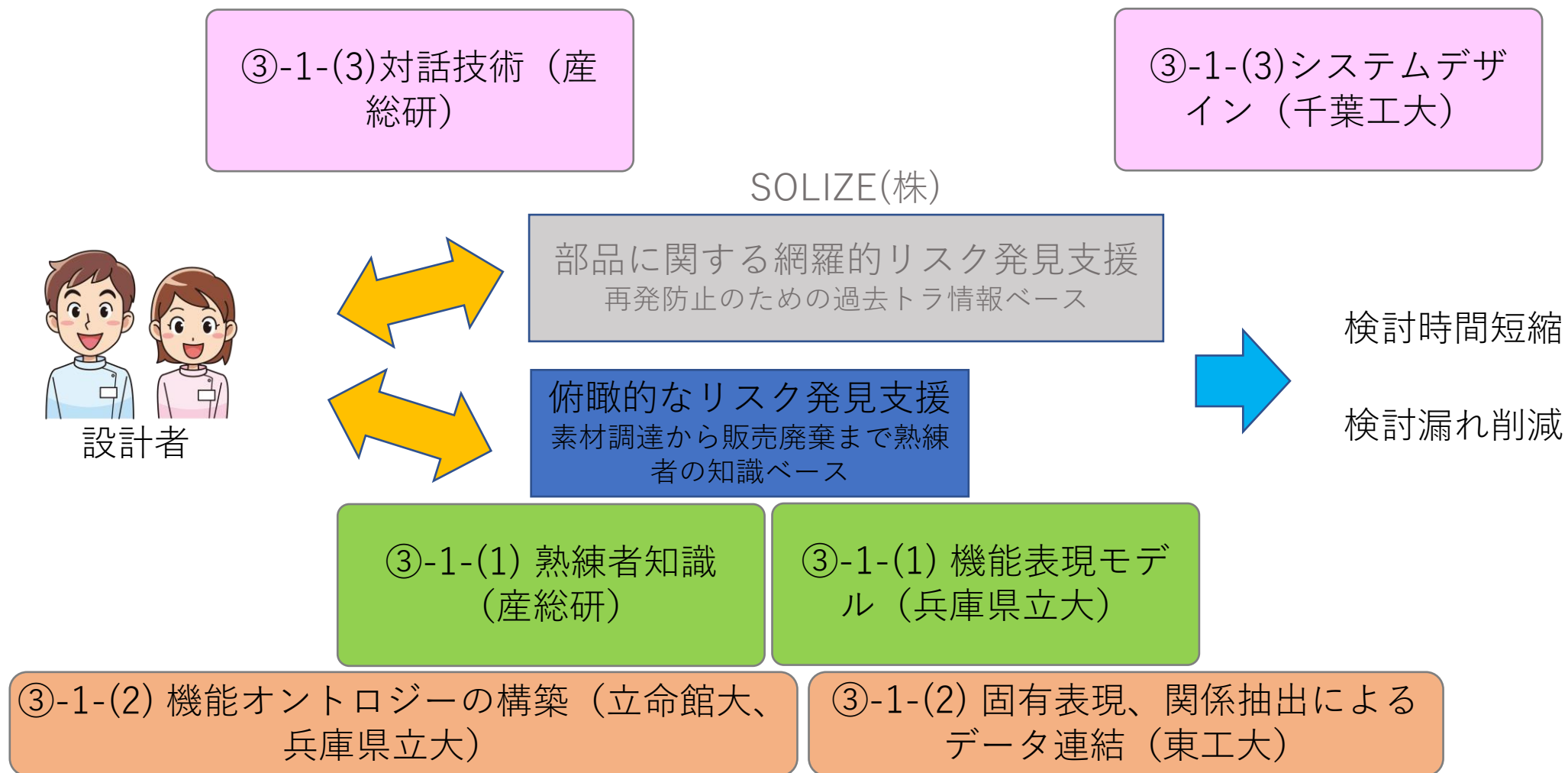
①-2 2020年度末までの達成見込み

- ・DRBFM検討支援における構造化知識活用の有効性は、トヨタ様内の先行取組みにおいて
一部確認済みであり、本格運用に向けた課題解決に貢献できれば、目標達成を見込める想定
- ・具体的な評価方法は、2019年度末の1stトライアルまでに整合する

実施計画

- 設計に関する課題
 - 網羅的な技術検証のためのレビュー時間増加、検討漏れによる手戻り発生とそれに伴う開発工数の肥大化、摺り合わせ型を特徴とする業務プロセスによる開発期間の長期化
- ベテラン設計者
 - 育成するには通常5～10年の期間が必要
 - 保有知識（工学的な一般知識、専門知識、関連情報等）
 - 経験や勘を汎用的知識として蓄積しておける能力
 - 抽象化能力
 - 状況と変化点を抽象的に捉えて漏れなく正確に類似状況を判断する能力
 - 判別能力
 - 上記保有知識の関連性を判別する能力
- 解決方法
 - これらのベテラン設計者のノウハウを人工知能技術を適用したしくみで再現し、設計に活用する
- 目的
 - レビューにかかる工数や検討漏れによる手戻り工数を削減すると共に、汎用性を兼ね備え、企業・分野を跨いで展開可能な基盤技術を獲得する

研究概要



本プロジェクトの狙い

- 設計生産性を上げるため：
 - ボトムアップでの支援(SOLIZEさん+レトリバ+三大学)
 - 過去事例を教師データとした，過去文書検索支援
 - 再発防止に寄与
 - トップダウンでの支援(産総研+三大学)
 - 過去の事例をもとに，不具合・機能をオントロジー的手法で上位概念で分類
 - 熟練者の設計業務をもとに，観点を構造化
 - 類似事例の提示だけではなく，変更点に対して熟練者の持つ指針を提示できる枠組み
 - 機械学習では捉えきれない，不具合・機能における事象関係を設計者の手で拡充する仕組み

両面から支援を行うことで，継続的な信頼性を担保
長期的な活用を目指す

取り組みの目的

- 熟練者の心配点抽出に関する知識を構造化
 - 過去文献のグルーピングにも機能する，俯瞰的な角度での熟練者知識の抽象化
 - 現場での過去情報獲得に沿ったシステム実現に寄与
- オントロジー的手法で，熟練者の心配点抽出の観点を分類
 - 産総研は「車の時間軸」，兵庫県立大学は「機能軸」，立命館大学は「関係の分類」
 - 刻一刻と更新されていく知識に対して，熟練設計者の知識を取り込める枠組みを考慮
 - 現状のDRBFMシート作成を含めた設計業務の全体像と，そこでのシステムのニーズの把握
 - 実際の現場で活用されていくシナリオ

産総研＋三大学の取り組み

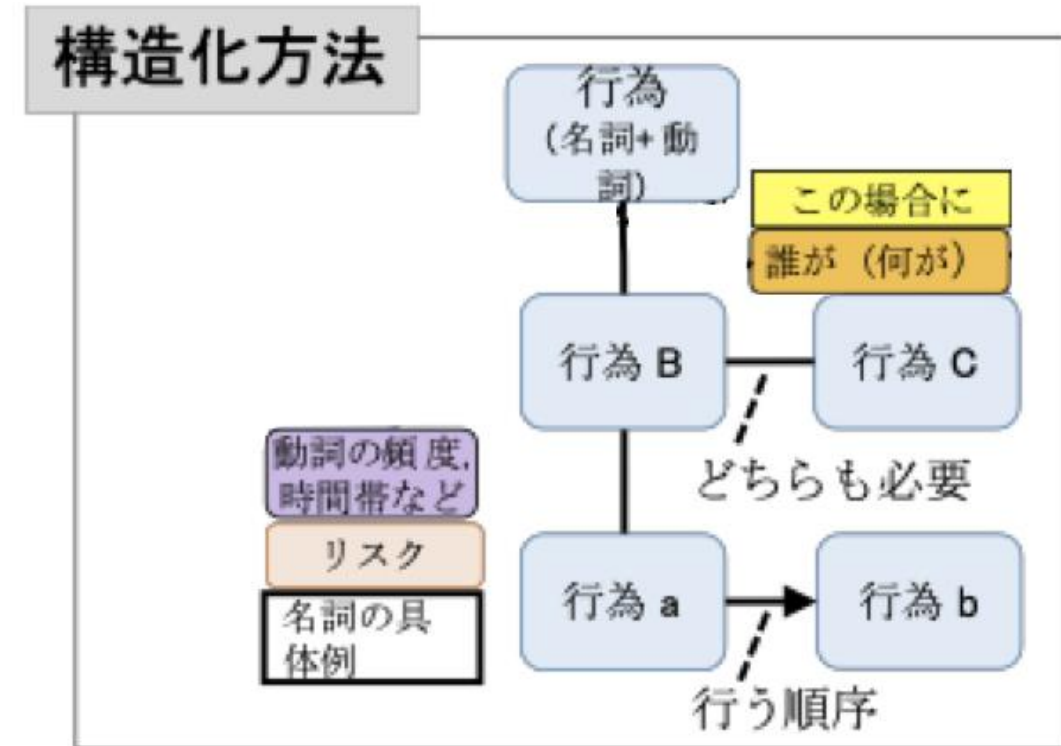
産総研	設計業務における心配点抽出の観点の整理 インタラクティブな知識獲得
兵庫県立大学(笹嶋)	設計に関する知識体系の利活用と文書検索のシナリオ検討 機能分解木を用いた情報検索のインターフェースの構築
立命館大学(來村)	オントロジー的手法を用いた： ・不具合事象の概念分類 ・概念間の関係の分類
東京工業大学(岡崎)	自然言語処理を用いた固有表現・関係の抽出
千葉工業大学(小早川) ※今年度より再委託予定	提案システムの活用シナリオの構築

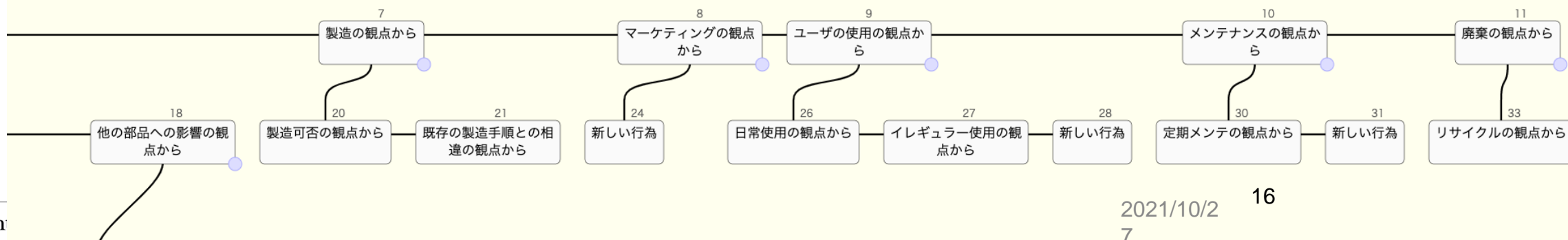
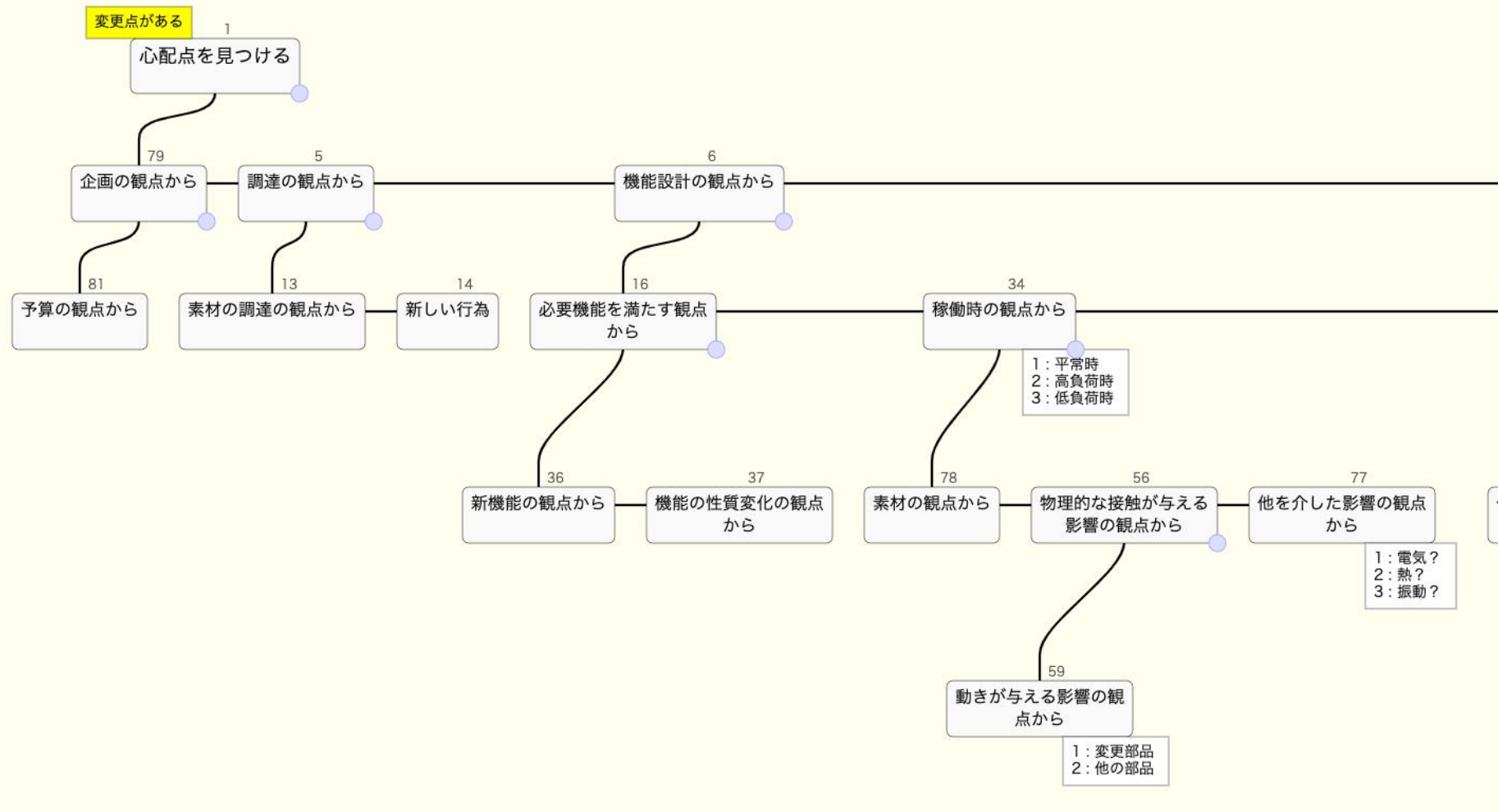
産総研の取り組み その1

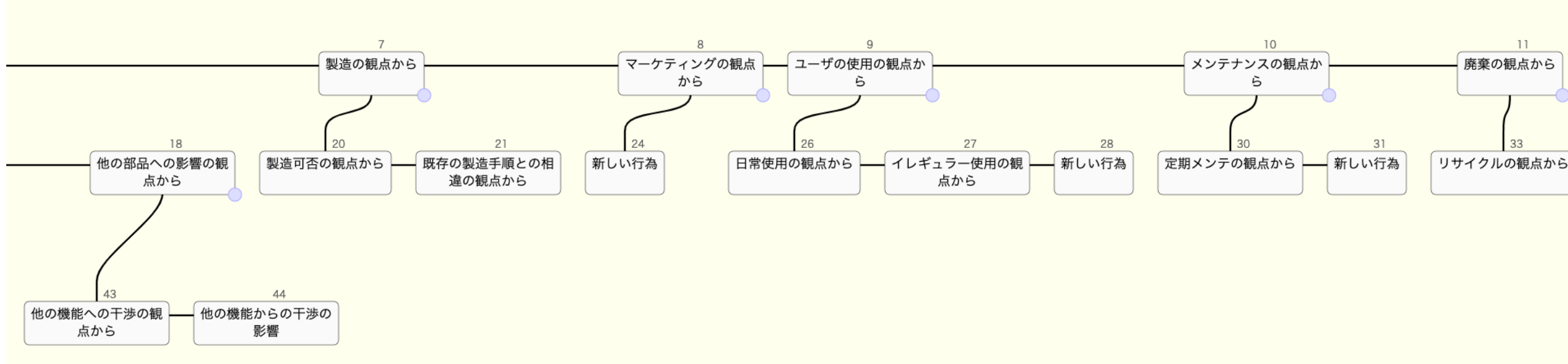
- 情報検索における包括的な熟練者の知識を構造化
 - 車の時間軸に着目
 - Life Cycle Managementにおける、各フェイズの観点から心配点の抽出の理由に注目
 - 着目理由：
 - 「設計者は、機能設計の不具合の他に、製造段階で生じうる不具合の心配点も網羅的にカバーする必要あり」
- 仮説：
 - 熟練設計者は、部品軸での車全体を見れていることに加えて、「車の企画・開発・設計・製造・使用・廃棄」の全工程に対する理解度が高いのでは？

目的指向構造化知識の構築

- 産総研で開発した，目的指向による構造化知識の記述法に則り，自動車開発におけるフローを参考に記述
- 心配点を見つけるプロセスにおいて，自動車の開発フェイズに応じた観点に着目





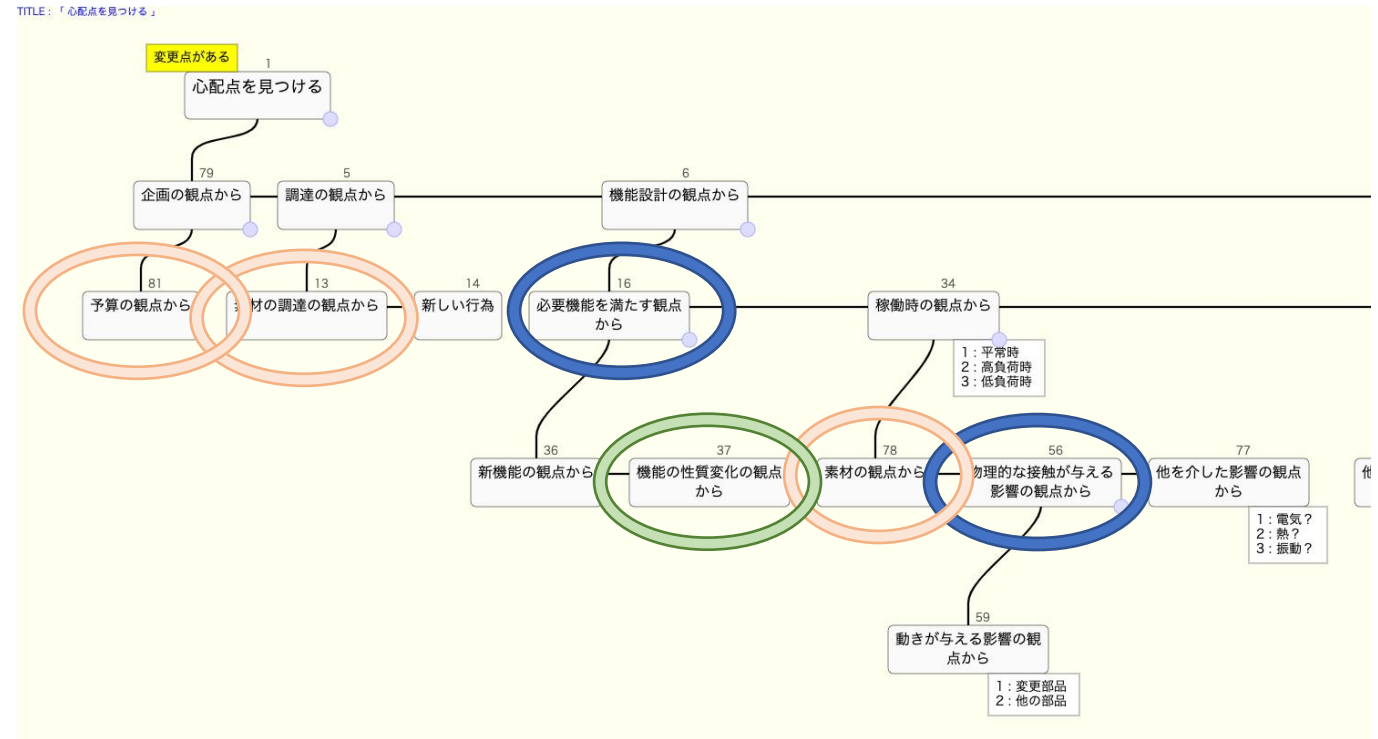


観点を拡充・リンクすることで……

- 「燃料タンクを樹脂製に変更する」 際の心配点：
 - 素材の調達観点から考えると……
 - コストが問題ないかチェックする必要あり！ -> 再防書にないし，有識者に要確認
 - 機能の性質変化の観点から考えると……
 - 燃料タンクの軽量化でチェックする必要あり！ -> ○○書を確認
 - 稼働時における素材の性質の観点から考えると……
 - 樹脂の性質をチェックする必要あり！ -> ○○書を確認
- 「熟練者知識の構造化によるトップダウンでの設計支援」を目指す

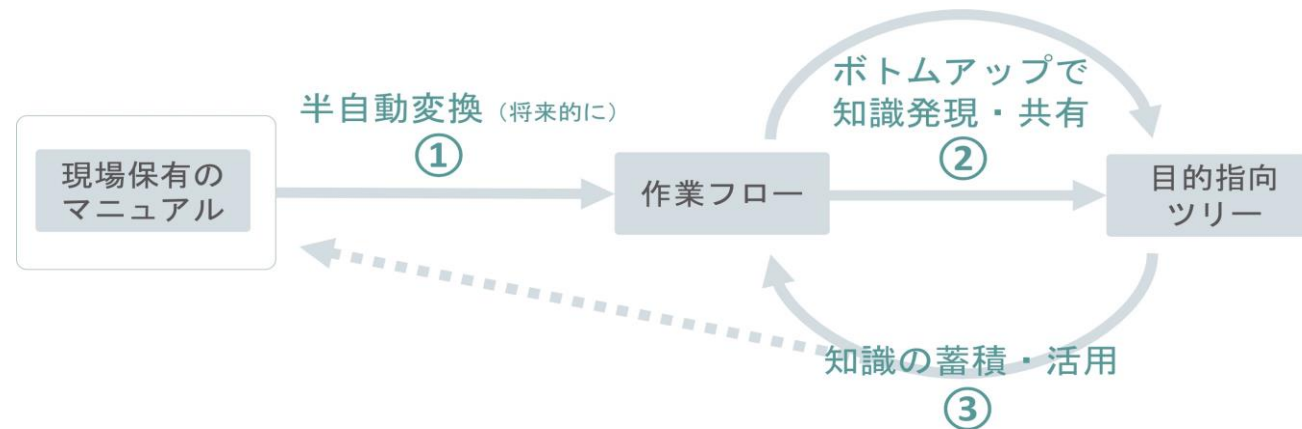
知識獲得・拡充の対話的なアプローチ

- 熟練者知識を対話的に収集することが目的
 - 熟練者がどのように設計業務を行っているかを追記・拡充できる対話システムの作成
 - 燃料タンクを樹脂製に変更する, という場合:
 - 「燃料タンク」: 青丸と接続
 - 「樹脂製」: オレンジ丸と接続
 - 「変更する」: 緑丸と接続
- 観点知識の追記・拡充も可能に →



産総研の取り組み その2

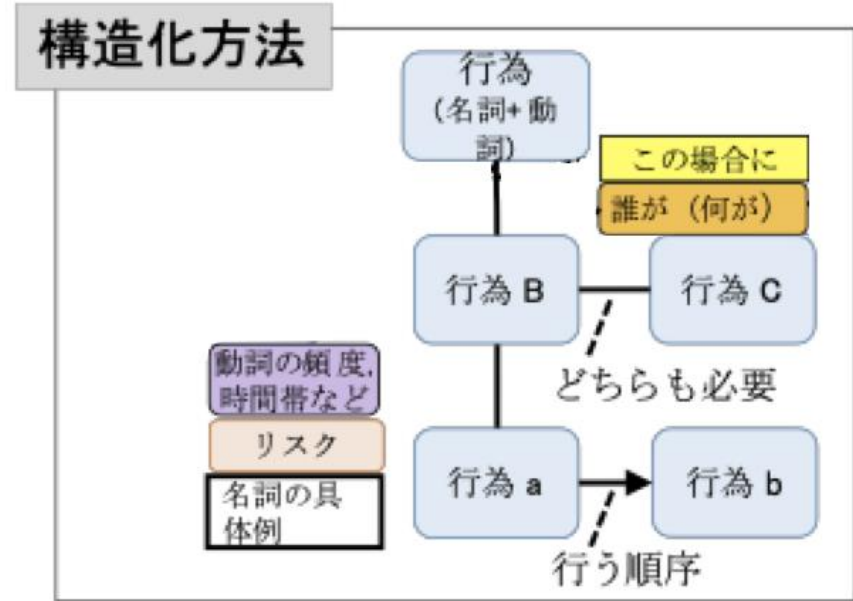
- 現場主体による目的指向での設計プロセスの構造化
 - 時間的・人的コストを削減しつつ、目的が把握可能かつ、現場主体で知識の構造化が可能な手法の提案
 - 「作業フロー」と「目的指向ツリー」を活用した、新たな現場主体での知識構造化の手法の提案
 - 新たな手法の実現可能性の検討するため、知識構造化ワークショップの実施
 - ワークショップから得られた知見を元に、機械的な支援方法について検討



知識構造化 -提案手法-

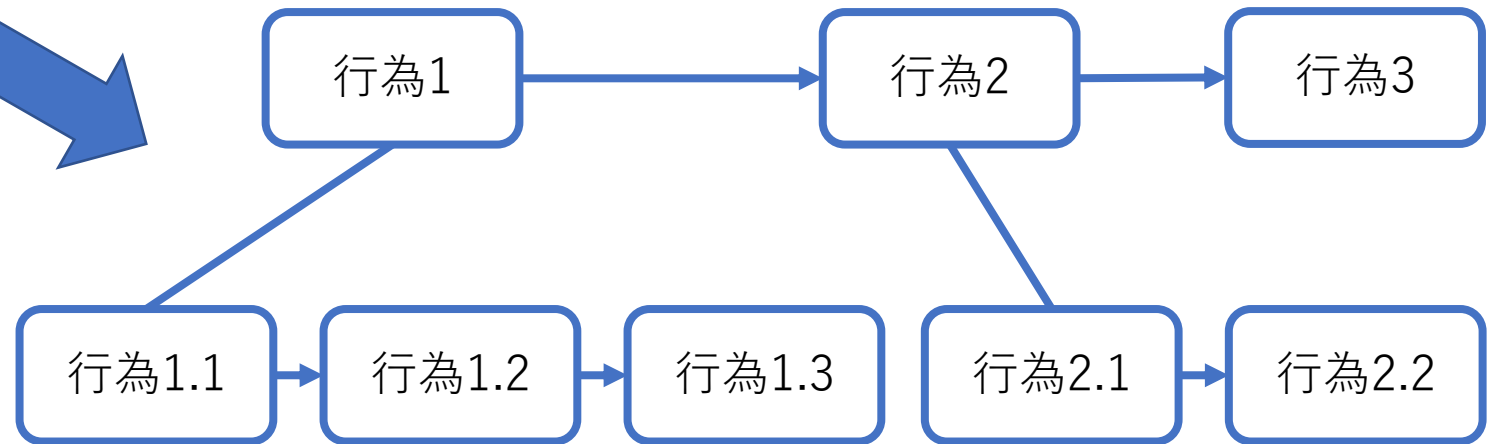
- 「**作業フロー**」と「**目的指向ツリー**」の二つからなる、目的指向による構造化知識の構築手法を提案
- 作業フロー
 - マニュアルに記載されている行為を分割し、時系列で並べたもの
 - マニュアルの大項目と小項目をもとに階層関係を構築
 - メリット
 - **構築が容易**：雛形作成時に作業行為の理解が必要ない
 - 自動的に構築できる可能性
 - **参照が容易**：時系列情報の把握が容易なため、マニュアルとしての機能を保持

作業フローの作成例



既存マニュアル

1. Aを測定する
 - 1.1 測定対象を動かす
 - 1.2 測定装置を〇〇に設置する
 - 1.3 測定する
2. Bを～～
 - 2.1 ～～
 - 2.2 ～～
3. \$%&\$%&

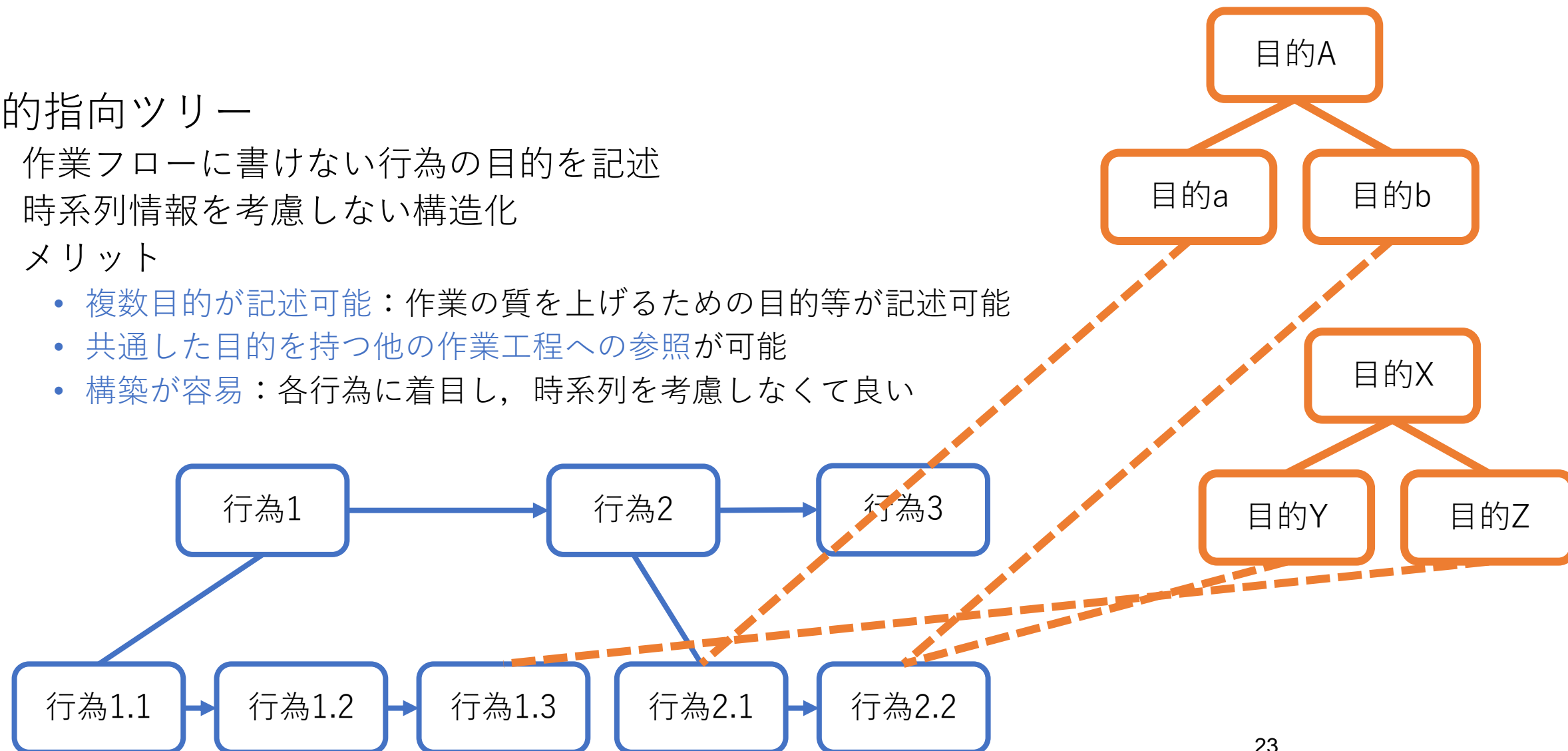


知識構造化 -提案手法-

• 目的指向ツリー

- 作業フローに書けない行為の目的を記述
- 時系列情報を考慮しない構造化
- メリット
 - 複数目的が記述可能：作業の質を上げるための目的等が記述可能
 - 共通した目的を持つ他の作業工程への参照が可能
 - 構築が容易：各行為に着目し、時系列を考慮しなくて良い

目的指向ツリー



知識構造化ワークショップの概要

- 介護行為「食事介助」に関する知識構造化を通じて、本提案手法の、実現可能性について検証
 - 介護施設に協力していただき、介護士との知識構造化ワークショップを実施
- ワークショップ実施手順
 1. 既存のマニュアルから作業フローの雛形を作成
 2. 介護士との知識構造化ワークショップの実施
 - 複数回ワークショップを実施 → 複数の目的指向ツリーを作成
 3. 産総研で開発した知識構造化支援&可視化ツール「kNeXaR」へ反映

知識構造化の流れ

・ 知識の構造化プロセス

1 食 事 介 助

目的

- 1 自力摂取ができない入居者に対し、必要な栄養を摂取していただくための援助を行う。
- 2 「食べる」という事を楽しんでいただき、精神的満足を得ていただく。

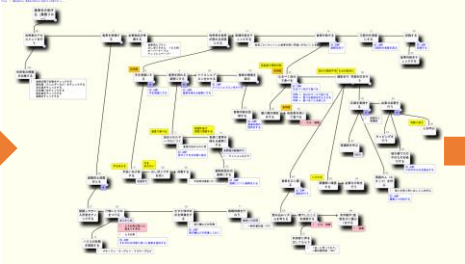
必要物品

食器用洗剤、スプーン、箸、おしぼりタオル、トロミ剤、オーバーテーブル、ディッシュカバー

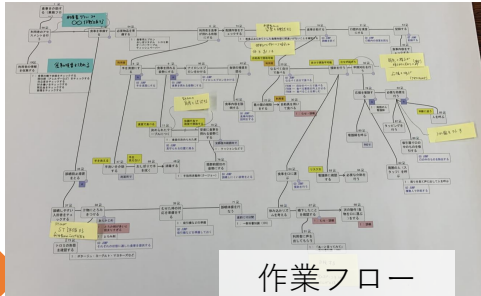
方法

- 1 基本的には食卓にてそれぞれ決められたテーブルについてもらう。体調不良時は、居室で摂取となりオーバーテーブル等で安静度の範囲内で入居者が安楽に食事を取れるようにポジション等で配慮を要する。
- 2 食事前に手洗いを行う（できない方は、おしぼりで拭拭する）コップによる消毒を行う。
- 3 ナイロンエプロンをかける。
- 4 わせやすい方には、汁物はあらかじめトロミをつけておく。
- 5 スプーンフォークなどの自動具を用いて摂取可能な場合は補助しながら

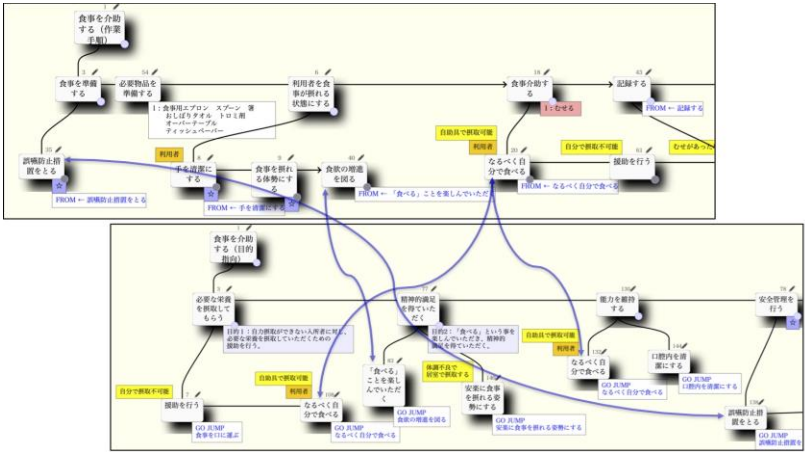
現場保有マニュアル



作業フロー(雛形)
産総研で作成



知識構造化
ワークショップ



作業フローと目的指向ツリーがリンク
された構造化知識の構築

知識構造化の流れ

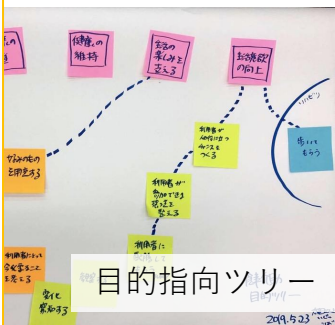
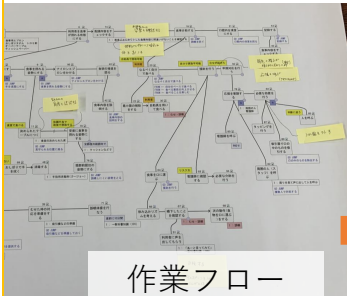
1 食 事 介 助

- 目的
- 1 自力摂取ができない入所者に対し、必要な栄養を摂取していただくための援助を行う。
 - 2 「食べる」という事を楽しんでいただき、精神的満足を得ていただく。

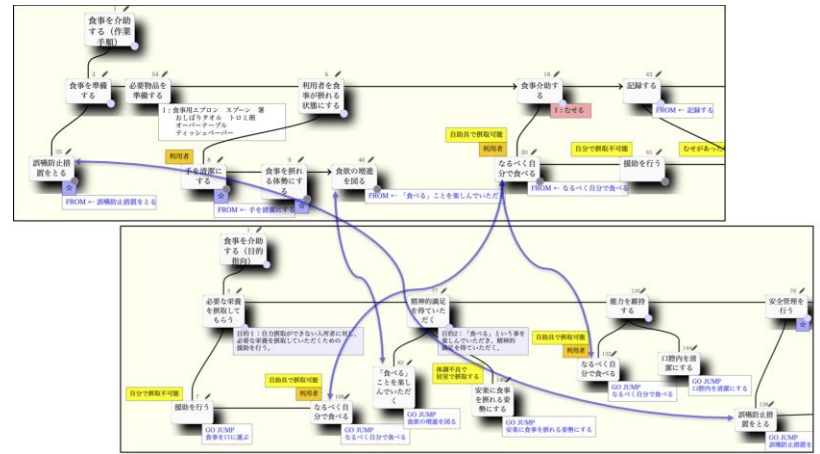
必要物品

食事用エプロン スプーン 箸 おしぼりタオル トロミ剤
オーバーテーブル ティッシュペーパー

- 方法
- 1 基本的には食堂にてそれぞれ決められたテーブルについてもらう。体調不良時は、居室で摂取となりオーバーテーブル等で安静度の範囲内で入所者が安楽に食事を取れるようにクッション等で体制を整える。
 - 2 食事前に手洗いを行なう（できない方は、おしぼりで清拭する）ゴジョーによる消毒を行なう。
 - 3 ナイロンエプロンをかける。
 - 4 むせやすい方には、汁物はあらかじめトロミをつけておく。
 - 5 スプーン・フォークなどの自助具を用いて摂取可能な場合は補助しながら



知識構造化
ワークショップ



知識構造化の流れ

・ 知識の構造化プロセス

1 食事 介 助

目的

- 1 自力摂取ができない利用者に対し、必要な栄養を摂取していただくための援助を行う。
- 2 「食べる」という事を楽しんでいただき、精神的満足を得ていただく。

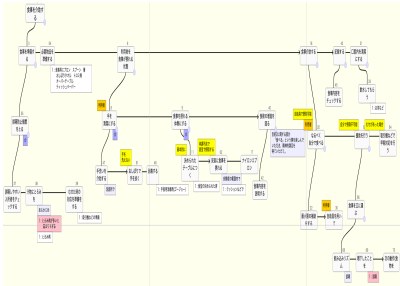
必要物品

食器用エプロン、スプーン、箸、おしぼりタオル、トロミ剤、オーバーテーブル、クッションカバー

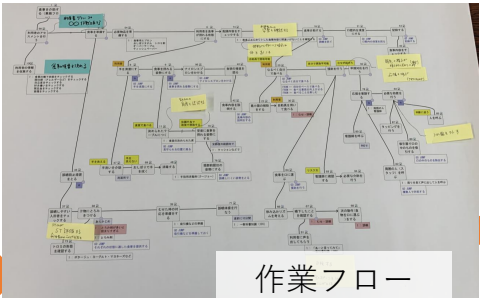
方法

- 1 基本的に食卓にてそれぞれ決められたテーブルについてもらう。体調不良時は、居室や相談となりオーバーテーブル等で安静度の範囲内で入浴者が安楽に食事を取れるようにクッション等で体位を調整する。
- 2 食事前に手洗いを行なう（できない方は、おしぼりで拭拭する）コップによる消毒を行なう。
- 3 ナイロンエプロンをかける。
- 4 わせやすい方には、汁物はあらかじめトロミをつけておく。
- 5 スプーンフォークなどの自動具を用いて摂取可能な場合は補助しながら

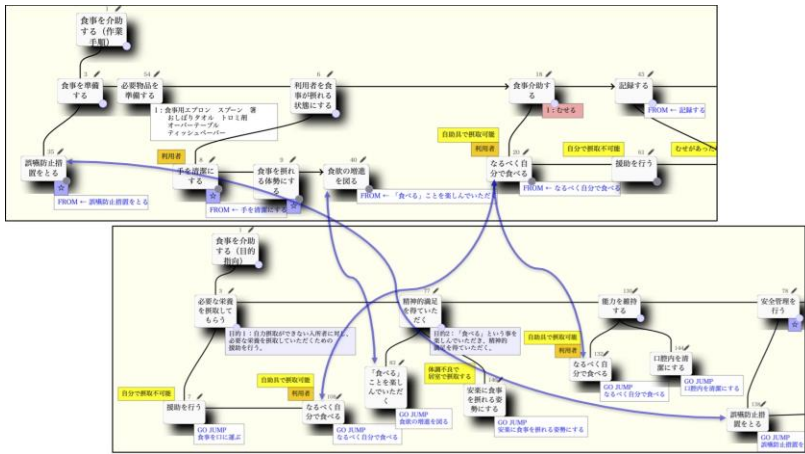
現場保有マニュアル



作業フロー(雛形)
産総研で作成



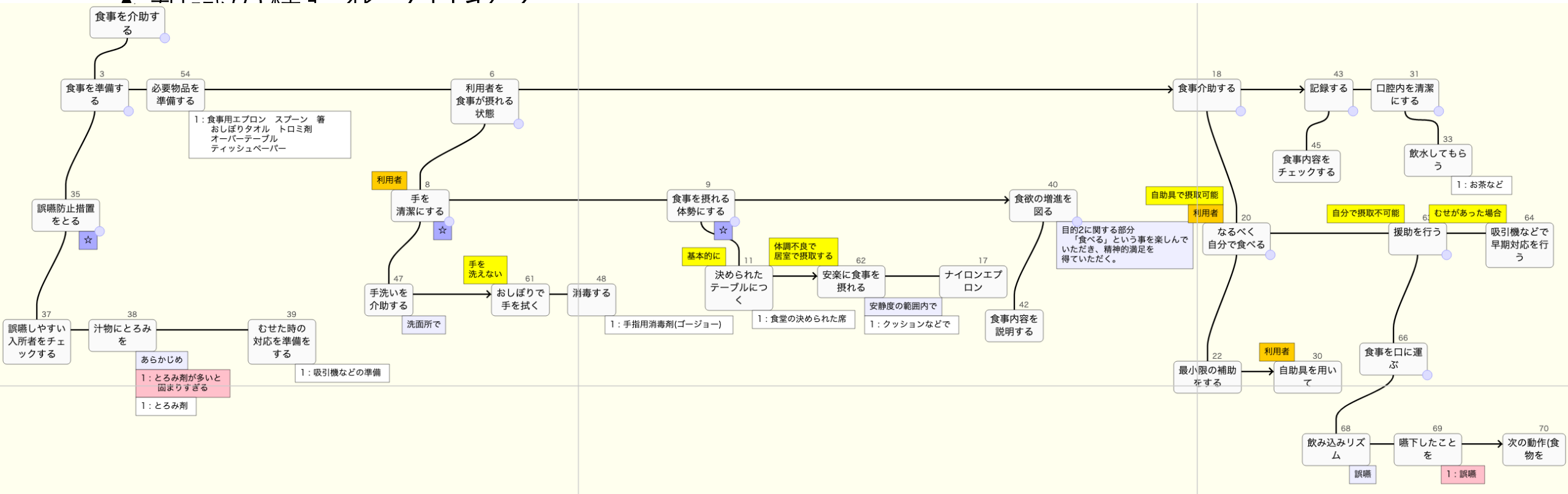
知識構造化
ワークショップ



作業フローと目的指向ツリーがリンク
された構造化知識の構築

知識構造化の流れ

知識の構造化プロセス



知識構造化の流れ

・ 知識の構造化プロセス

1 食事 介 助

目的

- 1 自力摂取ができない利用者に対し、必要な栄養を摂取していただくための援助を行う。
- 2 「食べる」という事を楽しんでいただき、精神的満足を得ていただく。

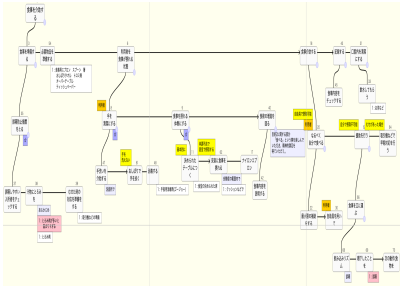
必要物品

食器用洗剤、スプーン、箸、おしぼりタオル、トロミ剤、オーバーテーブル、ディッシュペーパー

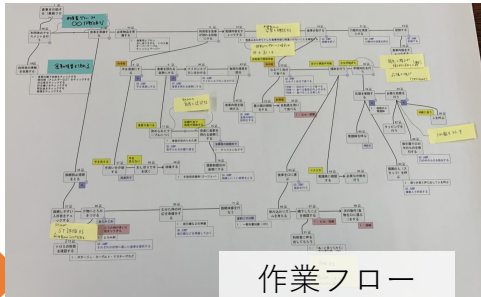
方法

- 1 基本的に食卓にてそれぞれ決められたテーブルについてもらう。体調不良時は、居室や相談となりオーバーテーブル等で安静度の範囲内で入浴者が安眠に食事を取れるようにディッシュペーパー等で準備を整える。
- 2 食事前に手洗いをこなす（できない方は、おしぼりで拭拭する）コップによる消毒を行う。
- 3 ナイロンニップンをかける。
- 4 わせやすい方には、汁物はあらかじめトロミをつけておく。
- 5 スプーンフォークなどの自動具を用いて摂取可能な場合は補助しながら

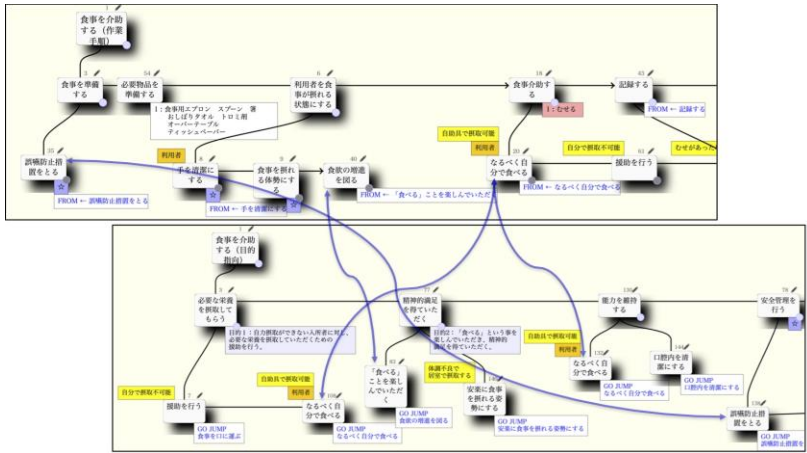
現場保有マニュアル



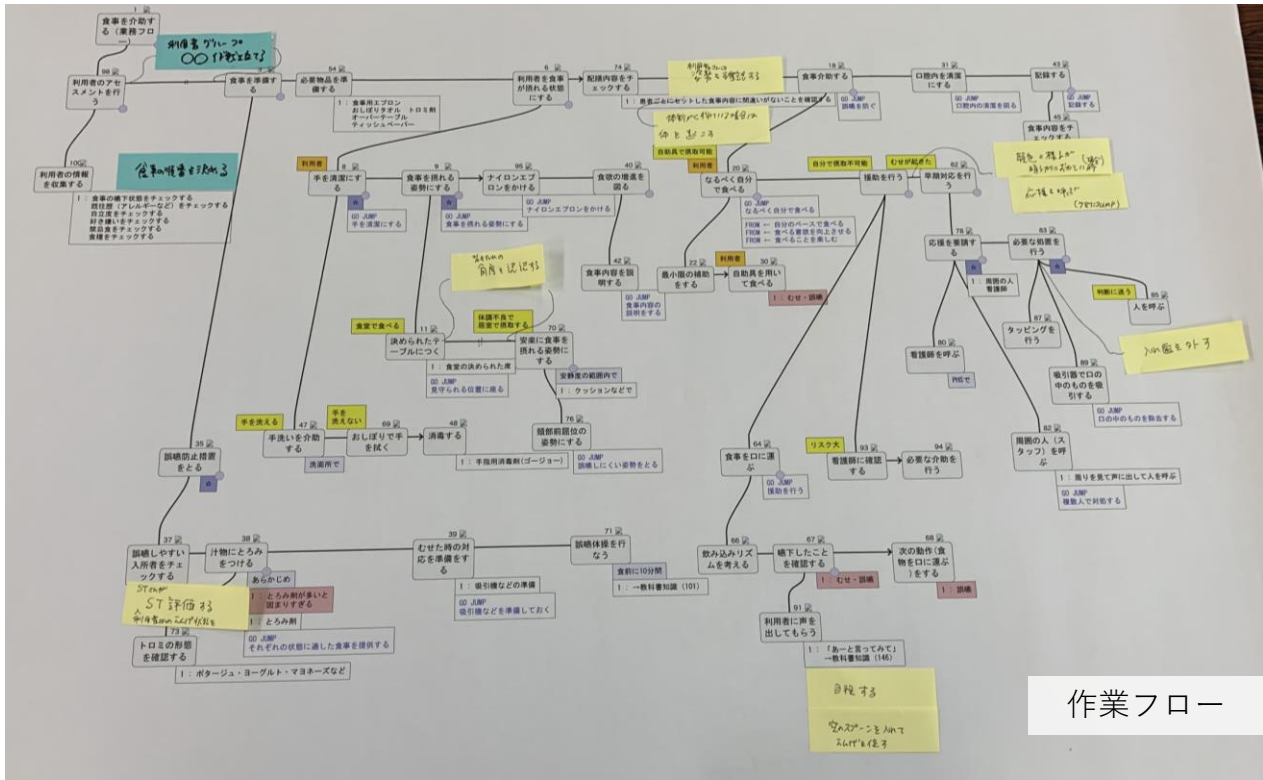
作業フロー(雛形)
産総研で作成



知識構造化
ワークショップ



作業フローと目的指向ツリーがリンク
された構造化知識の構築

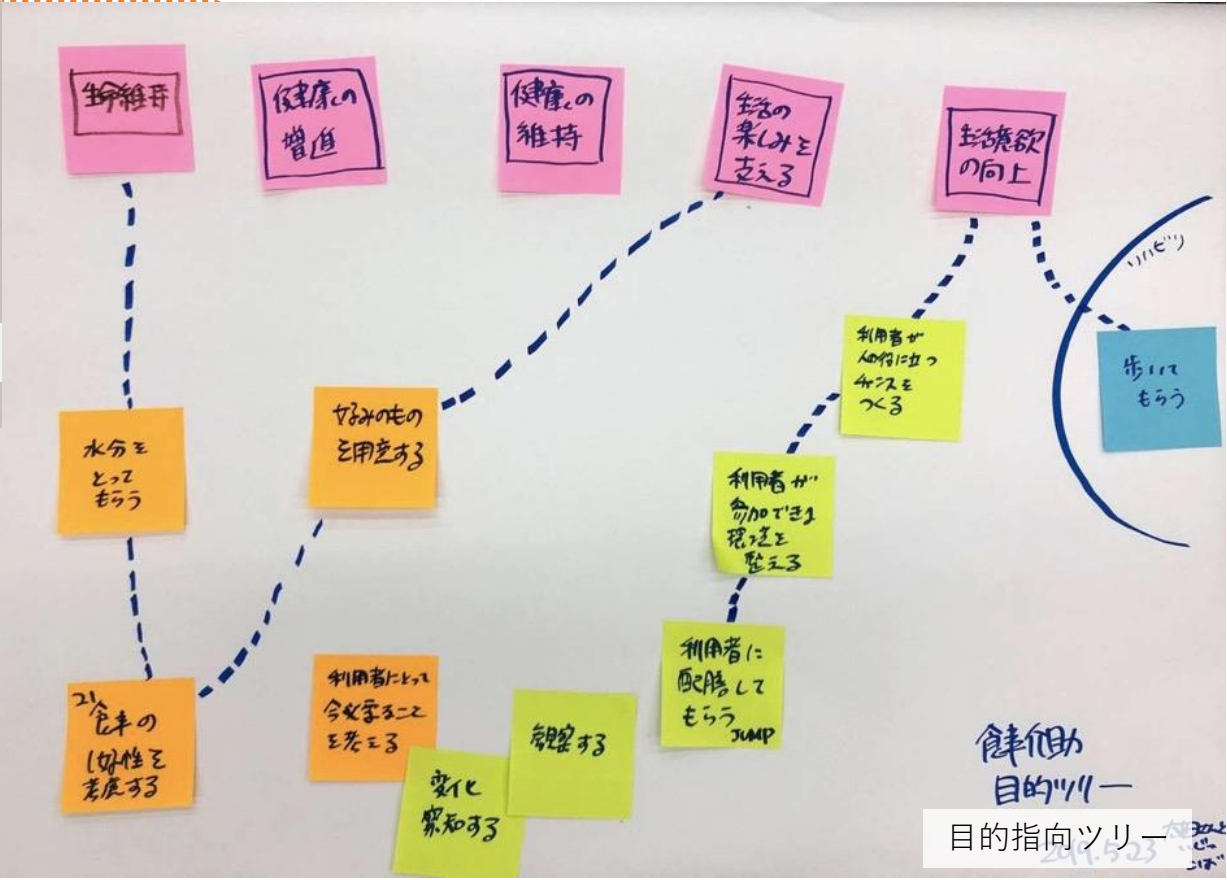


作業フロー

現場保有マニュアル

作業フロー(雛形)
産総研で作成

知識構
ワークシ



目的指向ツリー

知識構造化の流れ

・ 知識の構造化プロセス

1 食事 介 助

目的

- 1 自力摂取ができない利用者に対し、必要な栄養を摂取していただくための援助を行う。
- 2 「食べる」という事を楽しんでいただき、精神的満足を得ていただく。

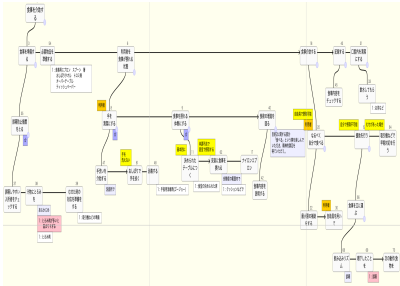
必要物品

食器用洗剤、スプーン、箸、おしぼりタオル、トロミ剤、オーバーテーブル、ディッシュペーパー

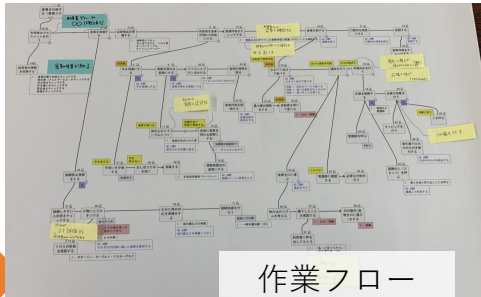
方法

- 1 基本的に食卓にてそれぞれ決められたテーブルについてもらう。体調不良時は、居室や摂取となりオーバーテーブル等で安静度の範囲内で入浴者が安眠に食事を取れるようにディッシュペーパー等で準備を整える。
- 2 食事前に手洗いを行なう（できない方は、おしぼりで拭拭する）コップによる消毒を行う。
- 3 ナイロンニップンをかける。
- 4 わせやすい方には、汁物はあらかじめトロミをつけておく。
- 5 スプーンフォークなどの自動具を用いて摂取可能な場合は補助しながら

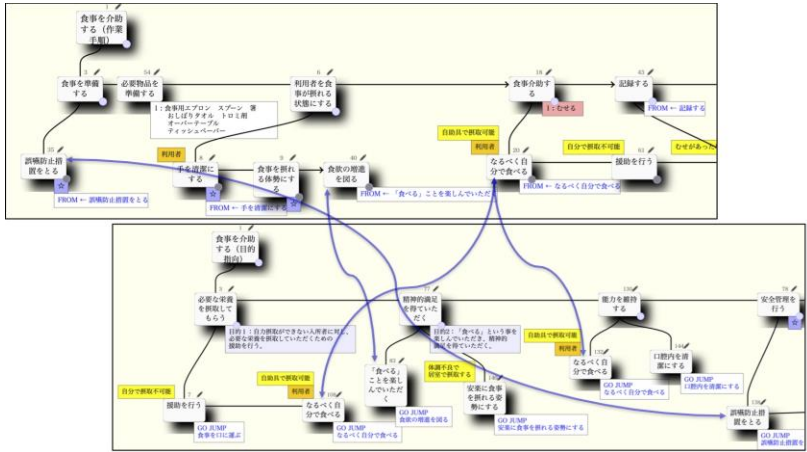
現場保有マニュアル



作業フロー(雛形)
産総研で作成



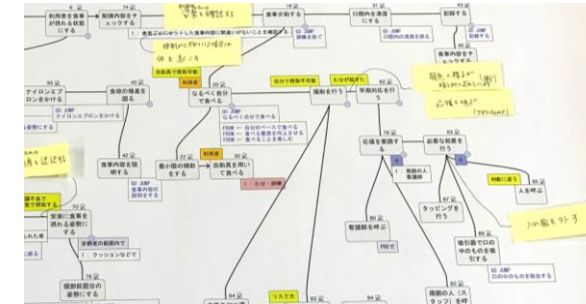
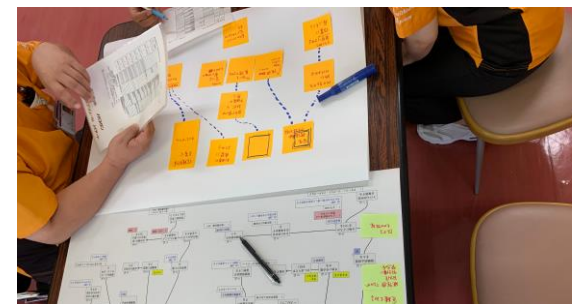
知識構造化
ワークショップ



作業フローと目的指向ツリーがリンク
された構造化知識の構築

知識構造化ワークショップ

- 産総研で作成した作業フローの雛形を元に，介護士3人との知識構造化ワークショップを実施
 - 実施の目的：作業フローの改善，目的指向ツリーの作成
 - 3回実施
 - それぞれ異なる目的指向ツリーを作成
- 各ワークショップの実施環境
 - 介護士：3~4人
 - ファシリテーター：1~2人
 - オブザーバー：2~3人
 - たまに発言することあり



ワークショップ
A

ワークショップ
B

2019/8/23

以下補足資料

第二言語会話と非言語情報

- 第二言語を用いた会話を行う機会が増加
 - 会話参加者間の言語運用能力の差異は円滑な会話の成立を阻害する可能性
- 第二言語会話における非言語情報
 - 母語会話と異なる役割を果たす可能性[Veinott, et al., 1999]
 - タスク指向型会話実験において、音声チャットとビデオチャットによるタスク終了までにかかる時間を比較
 - 母語会話ペア : 差異なし
 - 第二言語会話ペア : ビデオチャットが有意に早く終了
 - 第二言語会話における視線動作：
 - 聞き手は発話者を長く注視(Yamamoto et al., 2015)
 - 発話者は、次の発話者となる聞き手をよく注視(Ijuin et al., 2018)

第二言語会話と非言語情報

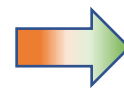
- 第二言語を用いた会話を行う機会が増加
 - 会話参加者間の言語運用能力の差異は円滑な会話の成立を阻害する可能性
- 第二言語会話における非言語情報
 - 母語会話と異なる役割を果たす可能性[Veinott, et al., 1999]
 - タスク指向型会話実験において、音声チャットとビデオチャットによるタスク終了までにかかる時間を比較
 - 母語会話ペア : 差異なし
 - 第二言語会話ペア : ビデオチャットが有意に早く終了
 - 第二言語会話における視線動作：
 - 聞き手は発話者を長く注視(Yamamoto et al., 2015)
 - 発話者は、次の発話者となる聞き手をよく注視(Ijuin et al., 2018)

言語運用能力が不十分な第二言語会話において、
視線動作はより重要な役割を果たす可能性が高い

第二言語会話と非言語情報

- 第二言語を用いた会話を行う機会が増加
 - 会話参加者間の言語運用能力の差異は円滑な会話の成立を阻害する可能性
- 第二言語会話における非言語情報
 - 母語会話と異なる役割を果たす可能性[Veinott, et al., 1999]
 - タスク指向型会話実験において、音声チャットとビデオチャットによるタスク終了までにかかる時間を比較
 - 母語会話ペア : 差異なし
 - 第二言語会話ペア : ビデオチャットが有意に早く終了
 - 第二言語会話における視線動作：
 - 聞き手は発話者を長く注視(Yamamoto et al., 2015)
 - 発話者は、次の発話者となる聞き手をよく注視(Ijuin et al., 2018)

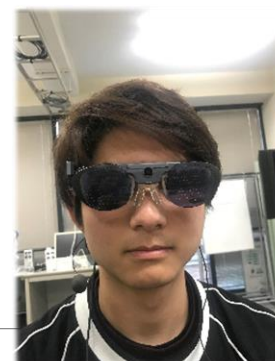
言語運用能力が不十分な第二言語会話において、
視線動作はより重要な役割を果たす可能性が高い



言語運用能力の低さを、非言語情報の機能
でカバーしているのではないか？

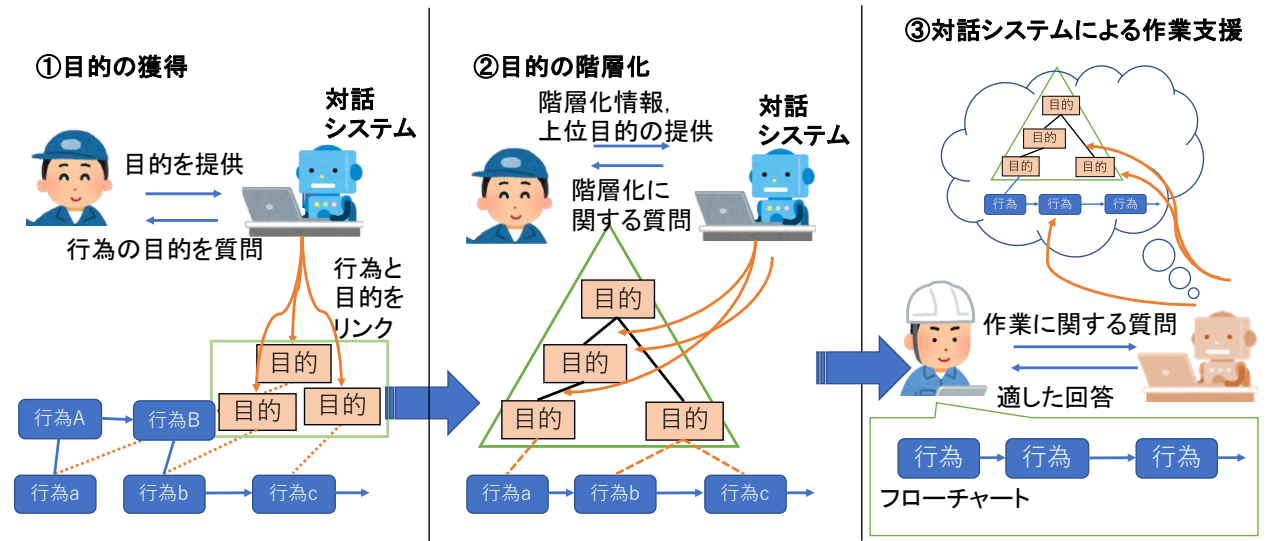
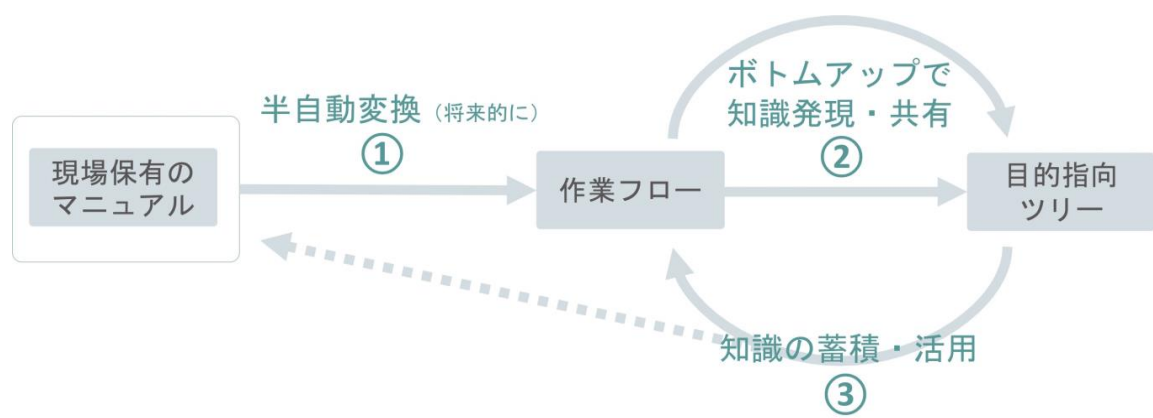
研究テーマ

- テーマ①「**発話権の授受に関する視線動作の機能の分析**」
 - 手法：母語・第二言語による三人会話の収録・統計分析
 - 結果：話者交替に関する発話者の注視が第二言語会話で影響大
- テーマ②「**視線動作の表出の重要性の検討**」
 - 手法：視線動作の表出を制限した環境での母語と第二言語会話の収録・統計分析
 - 結果：第二言語会話において表出無で聞き手から発話者への注視量の減少



産総研での研究テーマ

- 作業のフローチャートと目的指向ツリーを活用した知識構造化の手法の提案
 - 作業行為の時系列情報を保持，行為に対して複数の目的が記述可能 が目的
- 構築を支援する対話システムの開発
 - 個人での知識発現，知識の更新 を支援するのが目的



作業フローと目的指向ツリー

〇〇マニュアル

1. Aを測定する
 - 1.1 測定対象を動かす
 - 1.2 測定装置を〇〇に設置する
 - 1.3 測定する
2. Bを～～
 - 2.1 ～～
 - 2.2 ～～
3. \$%&\$%&



〇〇
マニュアル

作業フロー

行為1

行為2

行為3

行為1.1

行為1.2

行為1.3

行為2.1

行為2.2

目的指向ツリーD

目的D

目的d1

目的d2

目的d3

目的指向ツリーA

目的A

目的a1

目的a2