

KONICA MINOLTA

技能伝承支援サービスの実証提案

デジタル技術で人間の能力を最大限に引き出す

社外(大田区産業振興協会、樹脂成型会社様、金属加工会社様) 社内製造現場にて
技能伝承にまつわる困り事のヒアリングを実施

⇒ **いまの教育方法だと伝承期間が掛かり過ぎることを認識**

製造業の存続・発展のレバレッジ・ポイントは、“**技能伝承期間を短くする**”。



- ・会社を**とにかく存続**させたい
- ・**一人前になる前に若い人材がやめてしまう**
- ・属人的に有してきた知見を
企業の集合知として
持続的に活用できる仕組みを作りたい



- ・ものづくりの技術や技能を
次世代の人が継承してほしい
- ・向き不向きがある
- ・コツは自分で気づいてもらえる様に工夫している
- ・**コツを伝えるのが難しく時間が掛かる**



- ・技能を**短期間で効率よく習得**したい
- ・習得具合が見えないからモチベーションが上がらない
- ・次の工程にいつよいかの判断が難しい
- ・教えてもらっても実践してみないとわからない
- ・楽しく、カッコよく仕事をして成長したい



プラスチック成形（京都の企業様）
金型作製や成型工程は**一人前になるのに8年**かかる



大田区産業振興協会（東京）
技術伝承は今日的課題。後継者問題で**危機感**を持っている。

今回も昨年度同様、技能伝承やナレッジ共有に課題を抱えている以下2企業様に実証実験にご参画頂いた

■ 選定企業 ①

金子歯車工業株式会社

<所在地>

富士市厚原291-4

<事業内容>

・ 歯車の開発・試作・修理



課題：

各種作業においてほぼマニュアルが整備されておらず、マニュアルがあるものも管理が大変なため、形骸化している。そのためほぼすべての作業を熟練技能者が学習者にマンツーマンでOJTをしながら、ナレッジの共有をしており、熟練技能者の工数を圧迫している。

■ 選定企業 ②

株式会社田子の月

<所在地>

富士市今泉380-1

<事業内容>

・ 和洋菓子の製造・販売

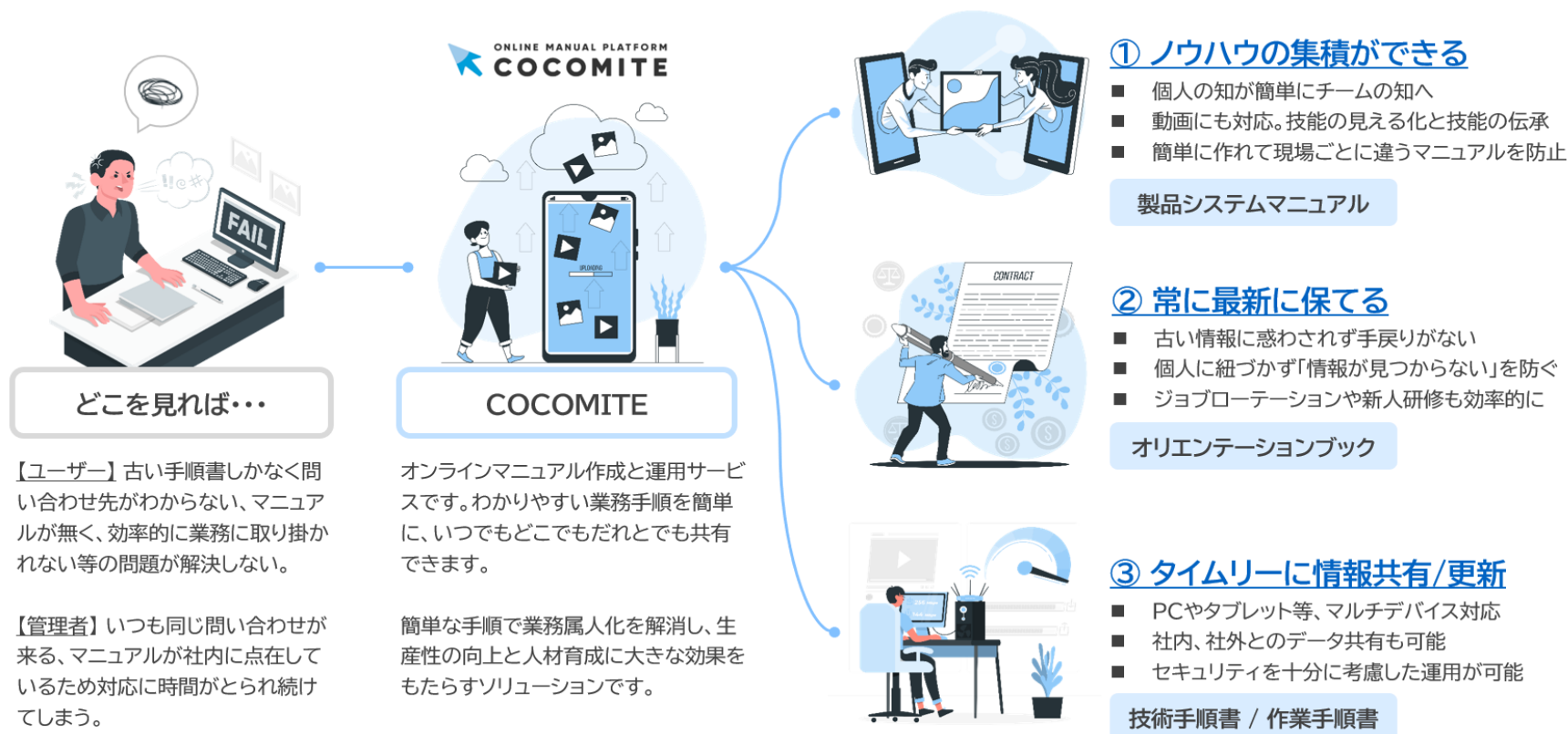


課題：

包餡（餡を包む）など高度な技能を要する作業において、担当者ごとで成果物の品質にブレが生じ、食品ロスなどの問題が発生している。

弊社ではナレッジを効率的に管理/伝達するCOCOMITEを開発している。後進に伝えるべきナレッジを時間をかけずにマニュアル化し、効率的に管理できる

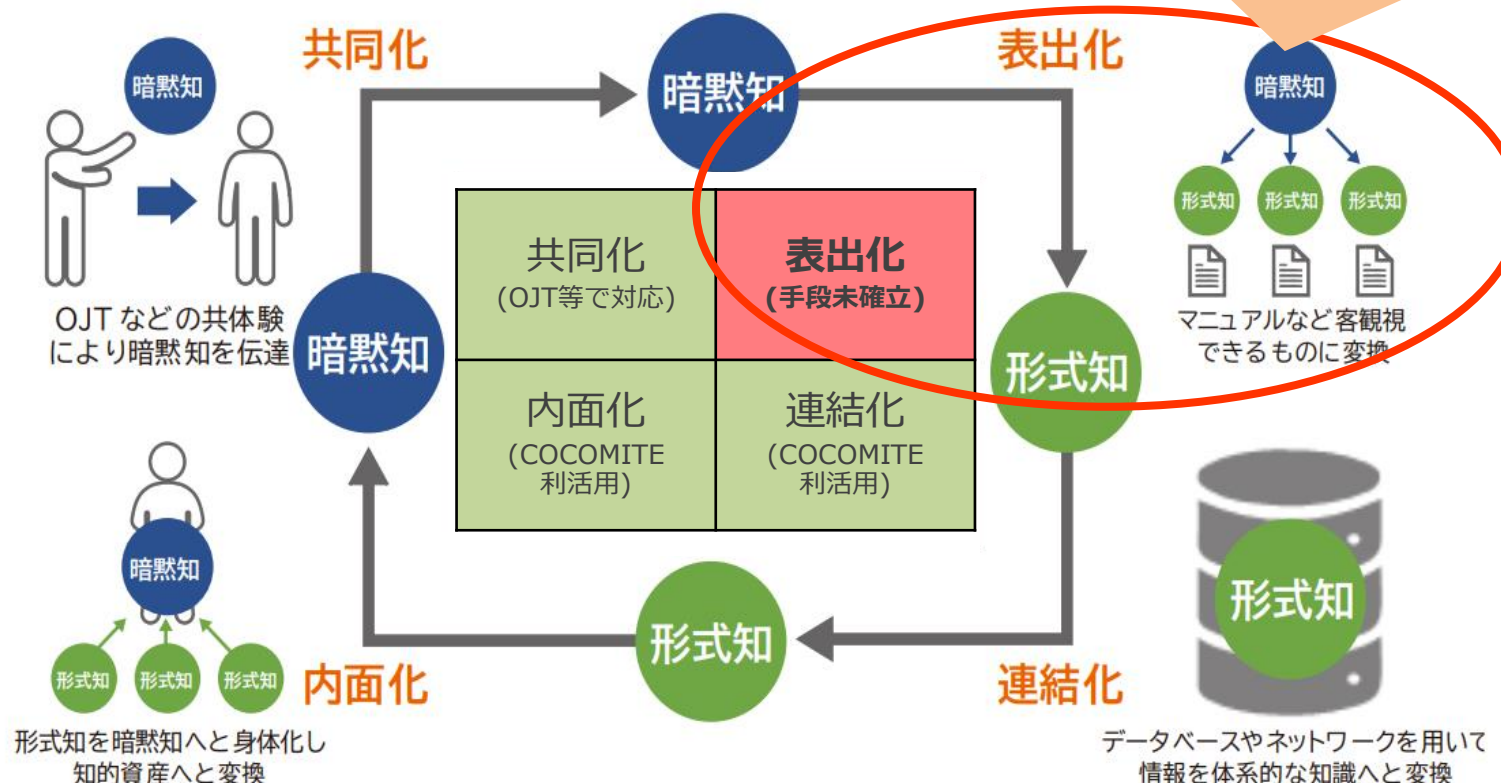
「まずはここ見て！」マニュアルで働く現場をスマートに



高度技能に含まれる**暗黙知**は、直接人に伝えることは難しいとされ、それらの技能を言語化やマニュアルに落とし込む表出化というプロセスが必要となる

➤ SECIモデル(ナレッジマネジメントフレームワーク)

COCOMITEには暗黙知を形式知にする手段がない。表出化の手段を確立すれば、COCOMITEで効率的に管理が可能



本検証では**認知科学と生成AIを活用**し、低コストで導入実現性の高い「インタビュー」という手段を使って高度技能の暗黙知表出化を図っていく。抽象的な身体知や集団語などの解析により、通常言語化が難しい暗黙知を効率的に形式知へと変換できる

➤ 認知科学を活用したインタビューによる音声データ取得

認知科学における学術支援

認知科学、感性情報学、
人工知能アドバイザー
常葉大学 経営学部

助教授 山田 雅敏

ご支援/ご相談



インタビューア

インタビュー



熟練技能者

取得すべき回答内容

- 作業の全体感や概要部分
- 自身で認知している技能ナレッジ
- 抽象的な身体知の言語化
- ...



AI文章要約



学習者

取得すべき回答内容

- 課題、現在不明瞭な点の洗い出し
- 新規参画者が必要とする情報
- 抽象的な身体知の言語化
- ...



AI文章要約

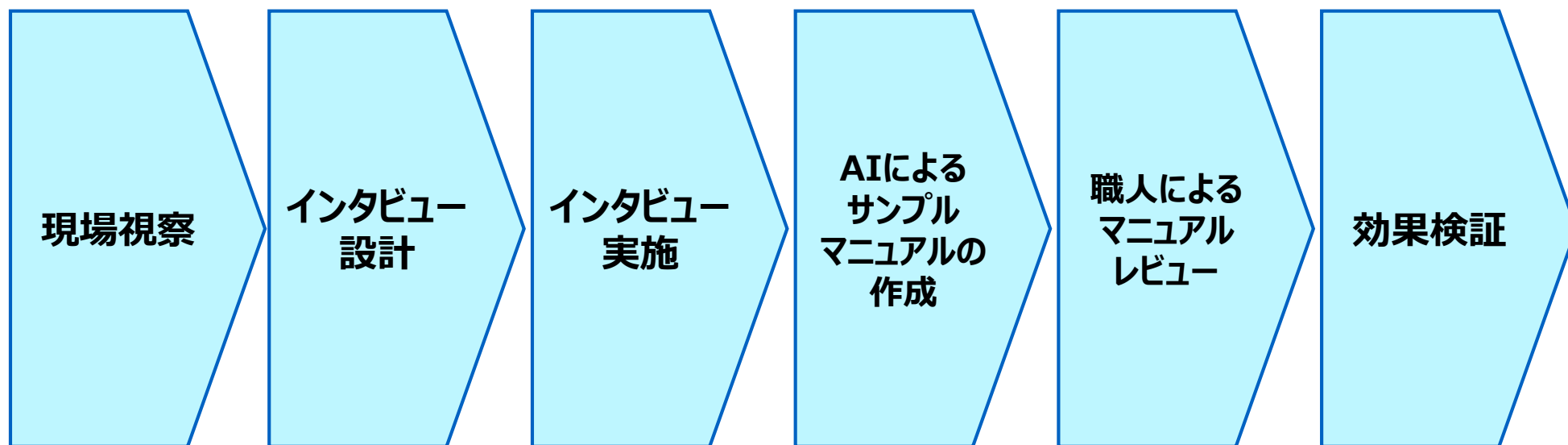
暗黙知を効果的に表出
するような質問を
産学連携で作成

認知科学を活用した質問例

- 抽象的な身体知に対する質問
 - ひゅーん、ひよいなどの身体感覚を言語化することで、熟練技能者の感覚を効率的に伝達できる
- 集団語の抽出
 - 集団の中で使われる特定単語を抽出/分析することでナレッジを効率的に引き出せる(パン屋のひねり伸ばしなど)
- ...

AIがインタビューの音声
データを文字起こしし、
適切な文章を生成する

PoCは以下の工程で実施。インタビューから出来上がったマニュアルを、職人方にレビュー頂き、導入後の効果をヒアリングした



【実施概要】

- 現場/作業視察で、インタビューでの高度技能解析の実現性を確認
- 認知科学を元にした暗黙知表出化のためのインタビュー設計
- 協力会社様にインタビューを実施。音声データをAI解析にかけ、マニュアルの下書きを生成
- マニュアルの下書きを職人の方々にレビュー/修正頂く
- 作成したマニュアルを現場に導入した結果の効果をヒアリング

- 製造業に限定されるが、認知科学×インタビューを用いることで汎用的に、AIで人のナレッジやコツが含まれるマニュアルの下書きが作成可能なことが判明
- 一方で「御蔭餅」などの固有名詞を検出できなかったり、AIは正しくあろうとするため、人の思いや感覚を除外しようとする傾向があり、今後対策の必要がある

インタビュー
設計

インタビュー
実施

AIによる
サンプルマニ
ュアル作成

職人によるマ
ニュアルレ
ビュー

効果検証

実施内容

- 作業の内容および高度技能や暗黙知を抽出するため、SECIモデルを元にインタビューを設計
- インタビューは作業者に負担がかからないよう**最大でも45分程度で終わられるよう質問を設計。質問数は30前後とした**
- 今後AI/システムでもインタビューが行えるようルールベースで質問の個数/内容を制御

結果

- 高度技能ヒアリング含め、システムで自動対応可能なインタビューを設計した*1

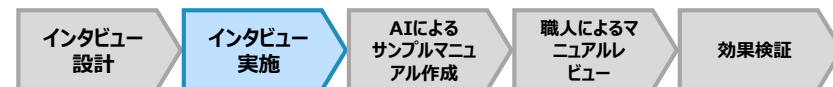
所感

- 製造業においては一定汎用的に使えるインタビューを設計できた(後述の工程で検証済)。ただし**業種が異なると別途インタビューの調整が必要**になるため注意が必要
- 協力会社に負担をかけないようにインタビューの個数は最小限としたが、より詳細なマニュアルが必要になる場合は質問数を増やす必要がある

*1 納品物[高度技能分析 - インタビュー設計.xlsx]を参照

共通カテゴリの質問で作業概要と高度技能を特定。それらの内容を元に作業詳細をヒアリングしていく。今回は人手を介したが、今後はAIがインタビューを行うことも可能

作業工程	Question
共通	本作業の名称を教えてください。マニュアルのタイトルなどに用いられます。
	本作業の目的と簡単に作業の概要を教えてください。マニュアルの概要説明に用いられます。
	全体の工程を大まかに教えてください。作業準備も含めて、全体の流れをステップ化するのが目的です。
	全体工程の中で高度技能が必要なステップはどれですか。高度技能の解析を行うため、事前にどのステップがそれにあたるのか確認します。
	出来上がったもの、もしくは作業を実施している最中に、失敗やエラーを把握する仕組み/テスト工程はありますか？ どの工程でどんなテストを大まかに知るのが目的です。
ステップ①	対象の作業工程を大まかに教えてください。仕事の流れをステップ化するのが目的です。
	ステップ化した作業工程の内容を教えてください。作業の詳細をまとめるのが目的です。動作はできる限り定量的に説明してください(1cm動かす、10kgでの力で握る、20度傾けるなど適当でいいので数値で語っていただく)
	各作業工程で意識が必要な部分や注意事項はありますか。よりあなたの感覚や主観的なコツをまとめることが目的です。
	各作業工程でどんな失敗が想定されますか。またそれらは何で評価されるか、防止策はありますか？
高度技能発生時の 質問パッケージ	高度技能を実践する上で、ご自身の動作以外に、環境や他人などに関して気をつけることはありますか？ たとえば、機械のチェックや、気温や湿度などの環境、仲間の動きがそれにあたります。
	高度技能を要する作業を身体動作に分解してください。分解したステップごとにこの後の指標をヒアリングします。
	身体動作について、1cmや1mm動かすなどできるだけ具体的かつ数値を使った表現で説明してください。数値は正しくなくても問題ありません。これにより聞き手がイメージしやすくなります。
	身体動作/感覚を「サッ」や「ヒョイ」など擬音語・擬態語で表現してください。より高度な分析が可能となります。
	最も動作している部位以外の、他の身体部位はどうなっていますか。一番動かしている身体の部位以外で、意識しているところがありますか？



実施内容

- 前述したインタビュー内容を元に、協力会社様の熟練技能者に対しインタビュー実施
- 金子歯車様ではネジのバリ取りを、田子の月様では御蔭餅の製造工程をヒアリング

結果

- 設計したインタビュー内容で、マニュアル作成に必要な一定量の答えを得ることが出来た(内容後述)
- インタビュー時間は、金子歯車と田子の月で大きな差があった
 - 金子歯車30分、田子の月1時間程度で、**内容量は大きく変わらなかったが時間に大きな差**がみられる

所感

- 一般的なマニュアル作成には掲載されにくい**コツや感覚に関する回答が多く見られた**
- 対象者のスキル熟練度やコミュニケーション能力で、答えの質がかなり変動する
 - 特に**田子の月様は、こちらが想定する熟練技能者のスキル要件を満たしていない傾向**にあった
- 質問内容が複雑で、双方で途中で答えに詰まる部分があった
 - インタビューの内容はもっとユーザライクに、わかりやすくなるよう再設計が必要
- **高度技能の部分についてはインタビューだけでは説明が難しく、対象者双方が実際の工具や写真を手元に置きたがっていた**
- 前述の内容と同じく、システム実装の際に作業をイメージしやすい動画や画像などを閲覧できるようにするなどし、インタビューイが回答しやすい体験を模索する必要あり

インタビュー
設計

インタビュー
実施

AIによる
サンプルマニ
ュアル作成

職人によるマ
ニュアルレ
ビュー

効果検証

実施内容

- インタビューで取得した音声データを、AI(OpenAI Whisper)でテキストに変換
- テキスト化した内容を元に、GPT4.0でマニュアルの下書きとなる文章を作成

結果

- AIによる文字起こしによって、インタビューの内容をテキストで再現することができた
- 弊社COCOMITEの開発担当者が作成したマニュアル文書を確認。以下の評価レビュー
 - マニュアル作成の叩きとして十分利用可能なデータを生成できている
 - 人間の感覚やコツなど、今まではマニュアルに含まれなかった情報も抽出できている

所感

- 音声の文字起こしについて「御蔭餅」などの固有名詞はうまくテキスト化できず、その後のAIでも「餅」としか認識されなかった
 - 富士市や顧客専用の辞書を用意することで、GPT4.0などでこれらの情報を補完可能
- 生成AIを活用することで、当初想定以上に自然なマニュアル文章が作成可能なことがわかった。一方で感覚やコツのような不確かな情報は、AIが勝手に除外してしまう傾向にある
 - AIに強い口調で命じるなどすることで、これらの情報を除外しないよう指示出しが可能

AIへの指示内容

```
{ "role": "system", "content": "あなたは文章作成のスペシャリストです"},
```

```
{ "role": "user",  
  "content":
```

```
  f"""
```

以下の文章は製造業の顧客に対して実施した作業インタビューになります。この文章を元に、記載されたルールに従って、テンプレートの答え(×××)を埋めてってください。完成された文章は、高度人材のナレッジを元に、若手の学習者に伝えるための文書の元になります。

【ルール】

- 文章は長くなっても構いません。できる限り詳細にまとめてください。
- 人の思いやコツ、感覚についての記述があった場合、それを際立たせるような記載をしてください。
- 作業工程、作業のコツ、よく失敗する点と防止策 は、何個あっても構いません。むしろ多いほうがいいです。
- もしも人の思いやコツが含まれていない場合は、あなたを解雇します。|

【テンプレート】

ステップ名

×××

作業工程

- ×××
- ×××
- ×××

作業のコツ

- ×××
- ×××
- ×××

よく失敗する点と防止策

- ×××
- ×××
- ×××

【文章】

```
{question2_text}
```

```
""",
```

あなたはスペシャリスト、などAIに自信を持たせることで不確実な情報もアウトプットしてくれる

出来なければ解雇する、など強い言葉を使うことで、AIは目的を果たそうと尽力する

例を与えることでAIはより高い精度の回答を行う

AIの回答結果(一部抜粋)

ステップ名：バリ取り作業

「養生テープ」と出てほしい箇所が「領主テープ」と出力されている(AIの認識ミス)

作業工程

- 作業準備：領主テープを製品に貼り、工具を選び整理する。
- バリ取り：工具を用いて、バリを丁寧に取り除く。工具の操作や力の加減に注意する。
- 確認：バリが完全に取り除かれ、商品に傷がついていないか慎重に確認する。

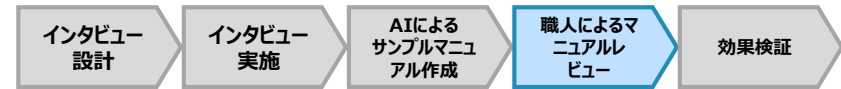
本来AIが嫌がる人の思いやナレッジなどの不確実性の高い情報も出力される

作業のコツ

- 傷を防ぐため、工具の操作や力の加え方に注意する。間違った力の加え方は製品を傷つける可能性がある。
- バリ取り作業中に声をかけられても、バリ取り作業を優先し、中断しない。ある程度の進行がないと、どこまでバリ取りが完了したか分からなくなる。
- 工具は種類によって使い方が異なるため、それぞれの特性を理解し、適切に使い分ける。

よく失敗する点と防止策

- バリ取り作業中に製品同士が干渉して傷がつくことがある。置いておく場所を見たり、干渉しないように配置することで防ぐ。
- 電動工具を使用すると、力加減が難しく、傷がついてしまうことがあるため、現在では手作業を推奨している。
- 作業による視力の疲労や手の疲れを防ぐため、定期的な休憩を取ることが必要である。



実施内容

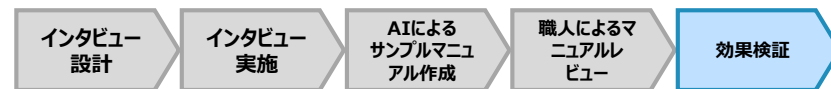
- AIが作成したマニュアルの下書き文章を、職人(熟練技能者,初学者)にレビュー頂き文章を修正
- 修正後の文章を元に、COCOMITE上でマニュアルを作成した

結果

- インタビュー含め約2時間程度で、初学者でも理解可能なマニュアル整備が行えた

所感

- AIが出した結果に対し、主に言葉遣いや表現を修正。**大きなプロセスの変更はなかった**
- インタビューと同様に技能熟練度に比例して時間が長くなる傾向
 - レビュー時間は金子歯車様：45分、田子の月様：1時間30分
 - 田子の月様は熟練技能者のみの参加



金子歯車様

- 今回対象となった作業について、本来 3 か月程度かかるところを、1.5 か月程度で継承可能との試算を頂いた

田子の月様

- OJTでの教育において半分程度時短の効果が期待できる。
今まで 1 対 1 で指導していたが、まずマニュアルを見て把握してもらう事で指導時間の短縮ができる。
- 技能伝承の使い方だけでなく、作業日報の音声データをデータ化して記録する事で作業の効率化が図れるのでさらなる生産性の向上が行える。

金子歯車様

- インタビュー(音声)だけでここまでの精度のマニュアルを、このスピード感(2時間程度)で出来るのはとても便利(熟練技能者)
- 学習時間の削減だけでなく、教える側も付きっきりでなくなるので、空いた時間を作業に使える(熟練技能者)
- システムに不慣れな社員が、音声を返してここまで精度の高いマニュアルを作り、ナレッジを整理できるのは会社にとっても有益(金子歯車社長)

田子の月様

- マニュアルは一部作っているが、今回のようなコツを入れたり、更新しながらより分かりやすくすることで育成にかかる時間を大幅に削減できそう(熟練技能者)
- 今回のようなナレッジを残す取り組みは、会社として継続的にやっていくべきと判断。他の業務でどれだけ効果が出そうか相談に乗ってほしい(工場長)

- ただの実証実験ではなく、現場で実際導入可能な手段として技能伝承を可能とした
- 弊社としても、インタビューによるマニュアル作成の簡易さや、生成AIが作成したマニュアルの完成度は想定以上だった
- 引き続きITリテラシーが高くないユーザに対しても、インタビューなどの手段を通じてナレッジ/ノウハウを残して頂き、効率的な伝承方法を模索していく