

2025 年度第 1 回ロボフレ委員会講演内容 ～現場を良く知るエンジニアが AI を活用した暗黙知伝承に挑戦～

講師：TOPPAN ホールディングス株式会社 川端新伍、記録：RRI 西垣戸貴臣

概要：TOPPAN グループ(以下、TOPPAN)は、印刷事業の縮小を背景に、電子材料や軟包材といった新分野への事業拡大を進めてきた。特にパウチなどの軟包材分野は堅調な成長を見せており、主力工場では生成 AI を活用して現場に蓄積された暗黙知の継承に取り組んでいる。製造現場では、デジタル化の進展に伴い、完全自動化ではなくヒトとシステムが協働する形での生産効率向上が求められており、「不良を発生しない工場」をコンセプトに、合理化・自動化・監視・管理是正といった課題が抽出された。特に管理是正に注力し、生産設備データ、検査装置情報、現場からの入力情報を蓄積し活用しているが、従来はその膨大なデータを即座に参照し、対策に結びつけることが困難であった。そこで、RAG (検索拡張生成) の仕組みを活用した生成 AI を導入し、①類似ノウハウの検索と②自然言語による簡潔な出力を可能にしたことで、非熟練者でも迅速にトラブル対応ができる体制を整備した。さらに、生成 AI の回答根拠を同時に提示する仕組みにより、ファクトチェックの精度も担保している。この取り組みは社内サーバによるセキュリティ確保、ノウハウ文書の校正、現場とのすり合わせを経て、軟包材系 6 工場へと展開された。その結果、事務処理時間を 49%、装置の停止による労損時間を 35% 削減する効果が見込まれている。今後は、生成 AI の活用範囲を他事業や営業現場にも拡大し、予兆監視やデジタルツインの導入、さらには法務・知財・研究開発・戦略立案といった専門性の高い業務への応用も視野に入れている。AI と人間の共創により、より高次元なソリューションの提供を目指すとともに、若手教育を含めた継続的な取り組みを推進していく方針である。

1. はじめに

昭和の時代、印刷された書類・書籍がオフィスに溢れていた。その後の活字離れが進む中で、TOPPAN では、紙だけでなくフィルムや電子材料への印刷や、パウチに代表される軟包材への商品展開等、あらゆる新分野に進出し、ビジネスを成功させている。そうした中で、現場を良く知るエンジニアが、生成 AI を使った工場内の暗黙知の伝承に挑戦した。本稿は、その取り組みを纏めたものである。第 2 章では、TOPPAN の事業領域について説明する。第 3 章では製造現場における課題の分析について説明し、第 4 章で、生成 AI を使った改善の取組みを説明する。更に第 5 章では今後の計画を説明する。第 6 章はまとめである。

2. TOPPAN の事業領域

そもそも TOPPAN は海外の最先端技術であった印刷技術を国内に取り込む事からスタートし、その後大量印刷技術等の開発などを行った。しかし印刷事業そのものはシュリンク傾向にある中で、TOPPAN としては、次に社会に貢献できる方向を模索しながら会社の変革を続けており、図 1 に示すように紙だけではなく電子材料への取組、デジタル化への取組等、次々と事業領域を広げてきた。

一方、紙への印刷は減少しているが、パウチ、ペットボトル等のパッケージ関係の印刷は堅調に伸び

ている。こうした軟包(なんほう)材と呼ばれるフィルムで何かを包むものに対する印刷が現在の注力分野である。今回の生成 AI の取組も、軟包材の主力工場への適用から開始している。

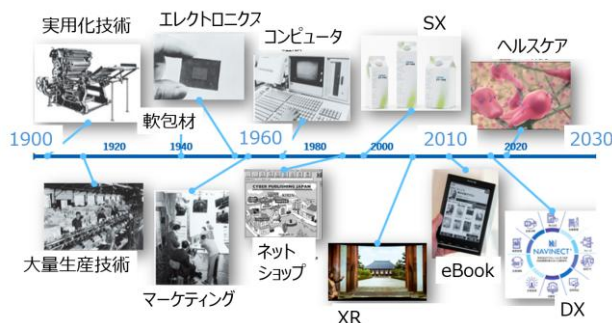


図 1 印刷技術を核として TOPPAN の歩み

3. 製造現場における課題の分析と取組み

3. 1 課題の分析

前記した通り物理的な情報媒体は減少し、消費者を取り巻く環境はデジタル化にシフトした。ビジネスにおいてもデジタル化の推進による労働生産性向上や付加価値創造が急務になってきた。こうした中で、TOPPAN では直近は完全自動化という方向では無

く、ヒトとシステムを協働させて、ヒト作業を極小化することを目指した。「不良を発生しない工場を目指す」をコンセプトとし、以下の通り課題を分析した(図2)

(生産内)

- ・合理化：ペーパーレス化・在庫管理の最適等、人起因による無駄の排除が必要。
- ・自動化：自動搬送、自動条件設定等、人起因のミスの排除が必要。
- ・監視：予兆監視や遠隔集中監視（見える化）による異常からの早期復旧が必要。

(生産外)

- ・管理是正：異常情報収集によって、発生した異常の原因を探り、対策を打つことが必要。

今回の取組では、これらの課題の中で、生産外の管理是正に注力した

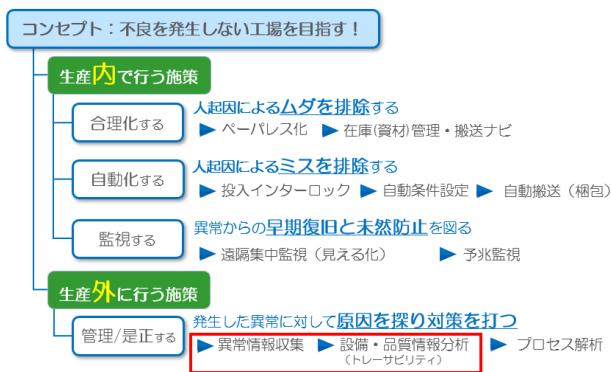


図2 現場課題の分析

3.2 異常情報の収集

現在、下記の3項目の情報を収集・管理している。

(1) 生産設備の稼働情報と設備状態情報

生産設備のパラメータの設定値と現在値を収集し、異常の発生を監視している。これらのデータは装置から自動的に採取している。何かイベントが発生すると、それをオペレータに通知する。

(2) 検査機・測定機にて検出した品質異常情報

基本的には自動収集になっているが、ヒトの目でチェックしないと判定が難しいものは人が判断する。

(3) 生産中に発生したイベント/保全情報

音や匂い等、気が付いたことをオペレータが入力する。

このように収集したデータと同時に、ユーザは「製造ノウハウ管理情報」をシステムに入力する。トラブルが発生した場合は、このシステムの情報を総合的に活用することで、過去のデータに基づいた対応が可能となる(図3)

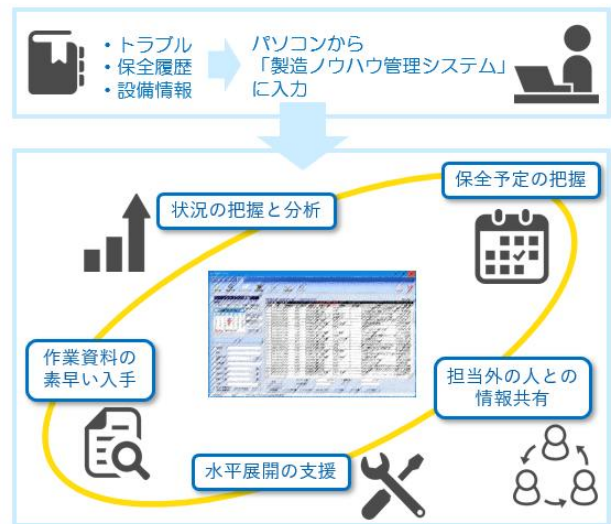


図3 データを活用した是正

3.3 是正課程での課題

前記したシステムによって有益データは溜まっていったが、残念ながら実際にトラブルが発生した際に、貯めたデータの即時かつ柔軟なノウハウの利活用が出来ていなかった。「過去の事例はたくさんあるが、ぴったりの事例や対策例を見つけることができない」という課題や、「対策事例等が紙のまま残っており、膨大な資料を端から端まで探さないとぴったりの対応が見つからない」等の課題が発生し、対策が求められた。IoTの進化で、データを大量にためることは出来るようになったが、即時活用という観点では、まだまだ効率が悪いという課題に直面したのである。

4. 生成AIを使った改善の取組み

蓄積された製造ノウハウデータを生成AIでタイムリーに利活用することで、トラブル対応を迅速化し、再発防止による各種ロスを削減して品質を安定化させることを考えた。

(AIを活用した仕組み)

ノウハウDBにこれまで貯めてきたデータが蓄積されている。この検索性を上げるために生成AIを活用した。具体的には、RAG(検索拡張生成)の仕組みを使った。これは、

- ① ノウハウDBからノウハウを検索するAI
- ② 検索したノウハウから自然言語で分かりやすい文章を生成してくれる生成AI

の、2種類のAIを組み合わせて使う手法である。

例えば、ユーザがAIに「絵柄がうまく印刷できない。原因を教えてください」と質問する。すると、上記①のAIが似たような類似情報をノウハウDBから探す。この結果をそのまま表示すると、内容が膨大である等、読み解くのに苦勞する事が多い。

そこで、②の生成 AI を使って中身を質問に合うように生成し直す。これによって実際の作業員であるユーザーは、資料を延々と読み解く必要は無く、熟練者でなくても、迅速にトラブルへの対応が可能となる（図 4）。



図 4 生成 AI を使ったトラブル対応の迅速化

ハルシネーション（生成 AI がつくウソ）に対応するため、念のために、生成 AI の回答と同時に、その根拠となった過去のノウハウを同じ画面に表示して、ファクトチェックを行うことができる環境を実現し、安全性を高める工夫も行っている。

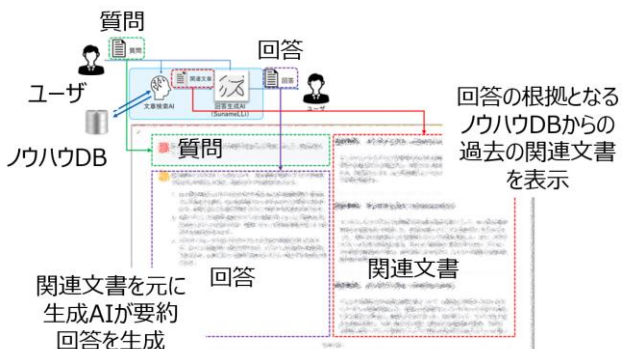


図 5 ファクトチェック画面

（各種取組み例）

・ RAG の活用

前記した通り、RAG の仕組みを使う事で、社内のみでノウハウを参照できるようにした。

・セキュリティ強化

使用する AI を TOPPAN のカスタム AI としてサーバを社内に設置して、セキュリティを高めた上でノウハウ DB への参照を実施した。

・追加学習

生成 AI は日々アップデートしており、必要性は減少しているものの、TOPPAN 固有の要望を AI が理解できるよう、製造ノウハウに合わせてオープンソースの生成 AI に追加学習を行って使用している。（必

要に応じてより高性能なのオープンソース AI への変更を随時実施している）。

・ ノウハウ文章の校正

過去に蓄積したデータの中には読み解きにくいものもあり、これが原因で回答精度が悪化する場合があった。そこで、これを AI 及び人手で、AI が読みやすい文章への修正を行った。例えば、誰が（主語）どういう理由で何を行った（動詞）の形の文章とすることで、意味を成す文書化によって生成 AI が読み解きやすい形にした。こうした成形はある程度はルールベースで AI を使って自動変換している。それでも上手くいかない場合は、回答の正しさをとオペレータが評価して、評価が悪い場合はデータ管理者が修正できる形にしている。

・ 現場とすり合わせ

現場の要望に合わせてチャット画面を修正した。

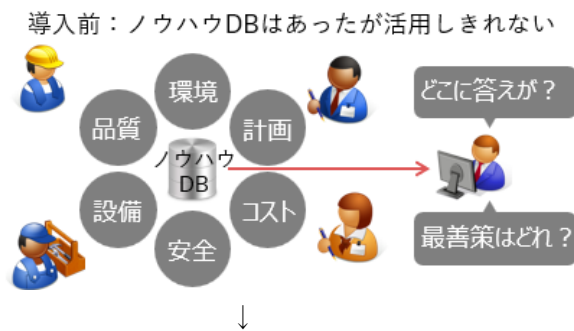
（導入先）

同じ品種を生産していれば使っている設備や作っている材料もある程度近いので、共通で使えるノウハウも多い。一つの工場で発生した事故事例を他の工場でも使えるように軟包材系全 6 工場に展開した。

（効果）

若手でもベテラン従業員にひけをとらない対応能力を発揮できるようになった。結果として、事務時間（過去事例を検索する時間）49%削減、労損時間（実際に装置が止まっている時間）35%削減の見込みである。

「活用してくれる人がいないと書き込む意欲がない」という意見があったが、「有効に使えるから、もっとノウハウをためよう！」という副次効果もあり、ナレッジ登録のモチベーションアップにもつながった。また、こういう成功体験を通じて、「技術を伝承する」というマインドも醸成されつつある。ベテラン社員ですら気がついていないノウハウも存在する可能性があり、生成 AI がそこに気が付けてくれるような仕組みにしていきたいと思っている。そういう暗黙知の発掘も考えていきたい。



導入後：回答を得るまでの速度が向上

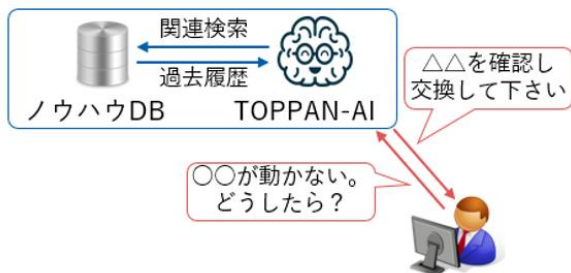


図6 AI 導入効果

5. 今後の計画

他品種、他事業本部へ展開を実施中であり、一部工場で既に実証実験を行っている。同時に、製造だけでなく営業現場への展開も実施中である。

次のステップとして、予兆監視への活用も検討している。現在もナレッジとして人が登録している観点での予兆診断は行っているが、そもそもそういうナレッジが少ないので、これを増やして行く試みを行っている。更に次のステップとして、AI が自動的に予兆を見つける等、事故が起きない工場を目指す取組も考えている。

前記した通り、たくさんのデータを貯めているが、未活用のデータがまだまだ多い。文章生成 AI だけでなく、数値データ等の未活用のデータを AI が自動的に判定して、ナレッジ化して、対策までを考えるとこの形も考えていきたい。

現在は、トラブルが起きる毎にその対策をナレッジとして蓄えているが、実際に事故を起こすのではなく、デジタル空間上で事故を起こしてその対策をシミュレートする等の真のデジタルツインの実現も考えていきたい。

更に、今回のノウハウを活用し、より専門性の高い業務への応用も考えていきたい。法務・知財等のバックオフィス系から始め、研究開発、企画・戦略といった会社固有の課題の解決を AI が手伝ってくれるという形に展開し、AI と人間の共創で、より次元の高いソリューションの提供も目指したい。

良質なコンテンツを生成できる AI には良質なデー

タと教育が必要で、コツコツした改善活動が得意な日本企業の優位性はこの辺りにあると考えている。若手の教育も含めて引き続き尽力していきたい。

6. まとめ

(TOPPAN の沿革)

TOPPAN は印刷事業の縮小を受け、電子材料や軟包材など新分野へ事業を拡大してきた。特にパウチなどの軟包材分野は堅調に成長しており、現在はその主力工場で生成 AI を活用し、現場の暗黙知継承に挑戦している。

(製造現場における課題の分析と取組)

TOPPAN の製造現場では、デジタル化の進展に伴い、労働生産性の向上と付加価値の創造が求められている。完全自動化は念頭に置きつつも、まずは人とシステムの協働によるヒト作業の極小化を目指し、「不良を発生しない工場」をコンセプトに、合理化・自動化・監視・管理是正の課題を分析した。特に今回の取組では、管理是正に焦点を当て、生産設備や検査装置、オペレータ入力による異常情報を収集し、製造ノウハウとともに蓄積・活用している。しかし、データの蓄積は進んだものの、過去事例の即時かつ柔軟な活用が困難であり、膨大な紙資料の中から適切な対策を見つける負担が課題となっている。これにより、IoT を活用した情報収集の効果を活かしきれず、対応の効率化が求められている。

(生成 AI を使った改善の取組み)

蓄積した製造ノウハウを生成 AI で即時活用する仕組みを構築し、トラブル対応の迅速化と再発防止によるロス削減を目指した。RAG (検索拡張生成) を用いて、①ノウハウ DB から関連情報を抽出し、②自然言語で分かりやすく出力することで、熟練者でなくても対応可能な体制を整えた。生成 AI の出力と根拠データを併記し、ファクトチェックも可能とした。社内サーバ設置によるセキュリティ強化や、ノウハウ文書の校正、現場との連携も実施した。この取組は軟包材系 6 工場に展開され、事務時間 49%、労損時間 35% の削減が見込まれている。こうした取り組みが、ナレッジ登録の意欲向上や技術伝承の意識醸成にも寄与している。

(今後の計画)

生成 AI の活用を他事業本部や営業現場にも展開中であり、一部工場では実証実験を実施している。次の段階として、ナレッジベースによる予兆監視の強化や、AI による自動予兆検知を目指し、未活用の数値データも含めた知見のナレッジ化を進めている。さらに、実際に事故を起こすことなくデジタル空間

でシミュレーションする真のデジタルツインの実現や、法務・知財、研究開発、企画戦略など専門性の高い領域への応用も検討中である。AI と人間の共創により高度なソリューション提供を目指し、若手育成も含めた継続的な努力を続けていく方針である。

