

現場データの温故知新 ― 図面と設計製造の暗黙知を“AI 化”する方法論 ～中小製造業のボトムアップ・アプローチ～

講演者：インフォグリーン株式会社 代表取締役社長 竹原司

まとめ：佐藤知正（東大名誉教授）

概要

中小製造業の現場には、紙の図面や文書ファイル、データベース、そして熟練技術者の頭の中にある暗黙知など、多様な形式の技術情報が眠っている。これらは長らく非構造かつ分散したままで、活用が困難であったが、生成 AI の進歩により、紙図面の OCR による文字化、既存データベースや文書ファイルの直接読込、ベテラン社員へのインタビューに基づく暗黙知の言語化という三つの手法によって、いずれも低コストで実用的なデータ化が可能になっている。とりわけ図面については、CAD データを AI に読み込ませることで詳細な説明文を自動生成できるほか、図面と説明文をセットで蓄積し学習させることで、過去の類似図面を含む回答を生成させたり、自然文の指示だけで新規図面や図面入りの設計手順書を自動作成したりすることも実用段階に至っている。一方、現場への実装にあたっては、下請け企業が発注元の技術情報を自社の判断で社外に出せないという制約、障害情報の社外秘性、現場技術者の心理的抵抗という三つの障壁が存在する。これに対しては、プライベートクラウドや国産クラウドといった実装形態の選択肢が広がり、情報のマスキングや差分プライバシーなど技術的な対策も整いつつあることが示され、各社固有のノウハウと製造業全体で共有すべき共通知見とを切り分け、国がセキュリティガイドラインや認定制度、導入補助を整備することで、発注元と下請けの信頼関係を制度的に担保していくことが提案された。質疑応答では、データを核とした企業間連携の可能性や、市販の生成 AI がすでにフランジや土木図面など専門分野の知識を豊富に有している実態、AI の出力を適切に判断できる現場経験者の重要性、障害情報の共有が安全性向上に資する一方で企業が出したがる実情、国のデータエコシステム構築・製造業データの AI レディー化プロジェクトとの関係性などが議論された。

第 1 章 緒論

本日の委員会では、製造業の現場データを、トップダウンとボトムアップという二つのアプローチで扱っている。既出の酒井氏（川崎重工業）の講演が、自動化・ロボット化に関する体系的な知識をトップダウンの立場から整理するものであったのに対し、本講演は、図面という具体的なデータを起点に、その活用可能性をボトムアップに追及するものである。具体的には、中小製造業に眠る暗黙の設計・製造知を収集し、AI 技術を用いて活用する方法論を論じることが、本講演の目的である。

この課題が、なぜ「今」問われるべきなのか。第一に、いわゆる 2027 年問題である。熟練技術者の大量退職が進行しており、頭の中にある暗黙知は、記録されないまま永遠に失われつつある。第二に、海外 AI への流出という問題である。現場の判断で図面が海外 AI ベンダーのクラウドへアップロードされれば、日本のものづくりの知見が国外に吸収されかねない。日本のものづくりに関するこれまでの大量の現場

データを体系的に収集し、活用すること、つまり現場データの「温故知新」は、いずれも時間との勝負であり、対応を先送りできる猶予は乏しい。

現場に蓄積されているデータと知見は、形式・内容ともに多様である。紙、電子化された文書ファイル、図面、データベース情報、そして個人の経験という形式があり、内容としても要求仕様、設計情報、製造情報、保守・メンテナンス情報、サポート記録など多岐にわたる。これらの多くは非構造で社内に分散しており、これまではデータベース化された情報以外、事実上活用のしようがなかった。しかしながら、生成 AI や AI エージェントの登場によって、大量の非構造情報をまとめて整理し、検索可能な知見として扱うことが技術的に可能になっており、これまでの状況は一変しつつある。

ボトムアップ実装の起点となるのは、「図面」である。これを手掛かりとして「暗黙知」を収集する。図面には、寸法・公差・加工方法・設計意図までもが詰まっているが、そのままだでは非構造で AI が読み取れない。一方、ベテ

ランの判断ロジックは頭の中しかない場合も多く、文書化されないまま退職とともに失われるリスクを抱えている。このように図面を起点として関連する製造知を「データ化」できれば、現場データは活用可能な資産へと変わる。加えて、生成 AI や AI エージェントによるコーディング、いわゆるバンプコーディングの普及によって、これまで高コストであったデータ化のみならず、その活用までも含め、コストの激減とスピードや性能の向上により、中小企業でも手の届く現実解になってきている点も、本講演が重視する背景である。

本原稿では以下の構成で、現場データの温故知新の具体化を念頭に、図面を起点として、設計製造現場の暗黙知を“AI 化する方法について述べる。第 1 章に続く第 2 章では、現場データ活用の基本構想として、現場に蓄積されるデータの実態と、図面・暗黙知を起点とするボトムアップの方法の骨格を概説する。第 3 章では、紙の OCR 化、データベース・文書ファイルの直接読込、ベテラン社員インタビューという、現場データをデータ化するための三つの具体的手法を詳述する。それを受けて第 4 章では、図面を対象とした AI 活用の展開として、説明文の自動生成から、図面を含む回答生成、自然文指示による図面・設計手順書の自動作成、そしてベテラン社員の暗黙知継承までの事例を紹介する。第 5 章では、これらを現場へ実装する際に立ちはだかる三つの障壁と、その解決を支える技術的基盤について論じる。第 6 章では、各社固有のノウハウと製造業全体で共有すべき共通知見との切り分けという発想の転換と、それを実現するための制度面の提言を述べる。最後の第 7 章は結論であり、本講演の要点をまとめ、将来課題を述べる。

第 2 章 図面を起点とする現場データ

からの製造知の収取と活用

2-1 現場に蓄積されるデータと知見

製造業の現場に蓄積されているデータは、形式も内容も多様である。形式としては、紙、電子化された文書ファイル、図面、データベース情報、そして個人の経験が挙げられ、内容としては要求仕様、設計情報、製造情報、障害情報、サポート記録などが存在する（図 1）。図面を起点とし、紙・文書・データベース、そして人の頭の中というこれらの情報を掘り起こし、データ化し収集できれば、日本製造業全体の集合知になり得るとというのが、本講演の基本的な出発点である。



図 1 現場に蓄積されるデータと製造知

2-2 ボトムアップの起点＝図面からの暗黙知

ボトムアップ実装の起点となるのは、「図面」である。これを手掛かりとして、人の頭にある製造に関する「暗黙知」が収集され、活用可能となる（図 2）。図面は情報の宝庫であり、寸法・公差・加工方法・設計意図までが詰まっているが、非構造化であるためそのままでは AI が読み取れない。一方、ベテランの頭の中にある暗黙知は、その途中過程における判断ロジックは文書化されておらず、退職とともに失われるリスクが大きい。この二つを「データ化」できれば、現場データは活用可能な資産に変わる。加えて、生成 AI によるコーディングの進歩によって、これまで高コストであったデータ化やその活用システムの実装コストが激減し、導入スピードや性能も大幅に向上したことで、専門人材の薄い中小企業でも実装のハードルが下がっている。次章以降では、この「データ化」を実現する具体的な手法と、図面を起点とした AI 活用の事例を順に見ていく。



図 2 ボトムアップの起点である図面と人の頭にある暗黙知

第 3 章 現場データをデータ化する 3 手法

3-1 紙資産の AI-OCR 化

紙でしかない図面や仕様書は、AI の OCR によってテキスト化できる（図 3）。かすれた青焼きや手書きの注記も含めて認識できるため、倉庫に眠る紙資産を一気にデジタル化し、検索可能な知見に変えることができる。従来、人手に頼っていた転記作業も大幅に削減され、入手作業の自動化が実現する。



図3 紙→AI-OCRで一気にデジタル化

3-2 データベース・文書ファイルの直接読込

既存のデータベースや文書ファイルは、形式を問わず AI がそのまま構造を理解し、知識源として直接取り込むことができる（図4）。ワード・エクセル・パワーポイントなど、どのような形式であっても構造を理解し、そこから知識を集約できるため、既存の資産を作り直す必要がなく、移行の手間も不要である。部品表や履歴、仕様といった構造化データを、AI がそのまま参照できる状態にすることができる。



図4 DB・文書ファイルやデータベースの直接読込

3-3 ベテラン社員インタビューによる暗黙知の言語化

人の頭の中にしか存在しない暗黙知は、口述によるインタビューとその文字起こしを通じて、形式知に変えることができる（図5）。判断の理由や勘どころを言語化し、退職前に知見を組織の資産として残すことができるほか、AI が蓄積された文書をまとめて理解し、要点を自動的に整理することで構造化を支援する。



図5 ベテラン社員インタビュー

この手法をめぐっては、質疑応答で次のようなやり取りがあった。佐藤より、図面を手がかりに関係者に語ってもらうことは、暗黙知を思

い出し収集するうえで大切な糸口になるはずであり、インタビューの仕方そのものが重要なノウハウではないかとの指摘があった。これに対し竹原氏は、インタビュー対象者の経歴や、対象となる図面の内容を AI に読み込ませることで、AI 自身にインタビューの内容やスクリプトを作成させ、それに沿って聞き取りを行う運用が、既に実務として定着していると回答した。さらに、蓄積された文書データの構造化についても質疑があり、竹原氏は、AI が個々の文章から概念を抽出し、類似したものの同士を階層的にまとめることで、単独の文章からは得られない全体の知見を導き出せると説明した。この種のサービス自体は、大塚商会などが十年ほど前から中小企業向けに提供してきたインタビュー文字起こしサービスの延長線上にあるが、AI による分析・抽象化までもがほぼコストゼロで可能になった点が、従来からの大きな進歩である。

第4章 図面情報の AI 活用とその事例

4-1 図面の AI 文書化①—説明文の自動生成

CAD データは、標準フォーマットである DXF から PDF へと変換し、生成 AI に読み込ませることで、詳細な説明文を自動生成できる（図6）。機械設計に限らず土木・建築など幅広い専門知識を AI が備えているため、専門家が図面を解説するのに近い水準の文章が一瞬で作成される。質問の仕方を変えることで、寸法など数値を含むより詳細な説明文まで生成でき、図面という非構造化データを、AI が検索・活用できるテキストへと橋渡しすることができる。



図6 図面の AI 文書化①—説明文を自動生成する

4-2 図面を含む回答の生成

図面と、それに対応する説明文をセットで蓄積し、AI に学習させることで、「この条件に近い過去図面は何か」といった質問に対して、AI が図面つきで回答できるようになる（図7）。過去の設計資産が、そのまま検索可能な集合知として再利用可能になる点が、この手法の到達点である。



図7 図面の AI 文書化②—図面を含む回答生成

4-3 自然文指示による図面・設計手順書の自動生成

CAD を介さず、AI 自身が DXF 形式の図面を直接作成することも可能である。「フランジのサンプル形状を、寸法入りで DXF 形式で作成して」という自然文の指示だけで、AutoCAD や JW_CAD、CADPAC などでもそのまま開ける DXF 図面が生成される事例が示された（図8）。さらに、図面入りの設計手順書についても、目的・手順・チェックリストまでを含めて AI がまるごと自動生成し、JIS 準拠の寸法入り図面を本文に挿入した、そのまま配布・実務利用が可能な水準の文書が作られる（図9）。

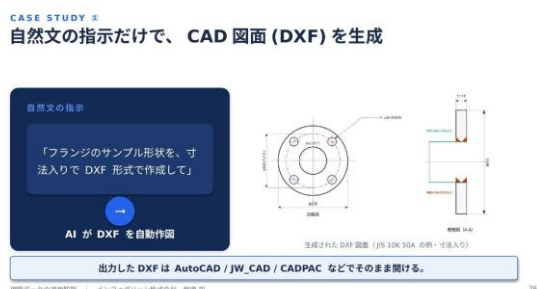


図8 自然文の指示で CAD 図面（DXF）を生成

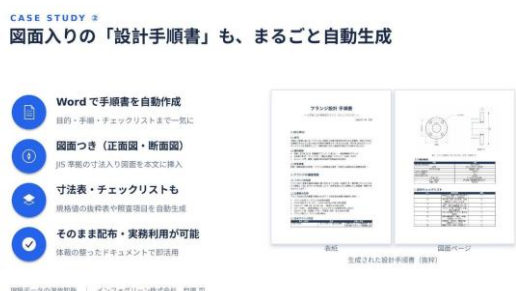


図9 図面入りの「設計手順書」の自動生成

この点については、質疑応答でさらに踏み込んだやり取りがあった。佐藤が、市販の基盤モデルはすでにフランジのような専門分野の形状データを学習しているのかを問うたのに対し、竹原氏は、市販の生成 AI が既にフランジのみならず、道路縦断面図・横断面図といった土木分野の専門図面についても、無償で使える状態のまま一瞬で作成できる水準にあると回答した。あわせて、形状のプリミティブと言語的なキーワー

ドとの対応関係、二次元・三次元双方の図面やモデル生成、共同利用されるデータ構造の理解についても、AI がすでに備えていることが述べられた。一方で竹原氏は、AI が出してきた図面や提案を適切に判断し、修正を指示できるだけの現場経験がなければ、AI の出力はそこで止まってしまうとも指摘し、経験のある人が AI を使えば大きな力を発揮する。その一方で、経験のない人が使っても実用的な成果にはつながりにくいという、現時点での限界を強調した。佐藤も、AI にすべてを委ねることはできず、最終的な判断や指示、責任は人間に残るという点で見解が一致した。

4-4 ベテラン社員の暗黙知継承

ベテラン社員へのインタビュー、音声ファイルの記録、AI による文字起こし、そして蓄積という一連の流れを経ることで、退職とともに失われかねない知見を、組織の資産として残すことができる（図10）。蓄積された文書を AI が学習し、社員からの質問にいつでも答えられる「社内博士」としての役割を担わせることも可能である。



図10 ベテラン社員の暗黙知を、AI で継承する

第5章 現場への実装基盤と三つの障壁

5-1 中小製造業の IT 化を阻む三つの障壁

技術的な環境が整っても、現場での活用が進むとは限らない。その壁は、構造と心理の両面にある（図11）。第一に、下請けの制約である。多くの下請け中小企業は、発注元から預かった技術情報を自社の判断で社外クラウドにアップロードできず、図面を含む技術情報は今も自社内サーバに死蔵されたままとなっている。第二に、障害情報の社外秘性である。不良やクレーム、事故に関する情報は機密性が高く、社外はもちろん社内でも共有されにくい。本来もっとも価値のある「失敗の知見」が死蔵されやすい。第三に、現場の心理的抵抗である。熟練の技術者ほど、自らのノウハウを外部に開示することへの抵抗感が強く、IT 化・データ化への心理的な壁となっている。



図 11 中小製造業の DX—3 つの障壁

この現場実情については、質疑応答でも意見が交わされた。佐藤より、下請けの制約や障害情報の社外秘性、心理的抵抗はいずれも重い課題であり、切り分けて出せる部分は出しつつ、出したい部分はおンプレミスに残すといった使い分けをできるようにする「データ戦略」が重要ではないかとの指摘があった。竹原氏もこれに同意し、とりわけ障害・事故情報は本来、業界全体の安全性にとって価値が高いにもかかわらず、各社が出したがる実情があると応じた。

5-2 実装オプションの広がり

AI をどこで動かすかという選択肢も広がっている（図 12）。自社専用のクラウド内で AI エンジンを実装させるプライベートクラウド、GPU 搭載サーバの低価格化に伴う自社サーバでの処理、そして政府が推進するソブリン AI・国産クラウドという三つの方向があり、完全おンプレミスから国産クラウド、プライベートクラウドまで、データ主権の度合いに応じて選べる時代になりつつある。

SOLUTION 3
実装オプションーAIを「どこで動かすか」の選択肢が広がった



図 12 実装オプションーAIを「どこで動かすか」の選択肢が広がった

第 6 章 発想の転換と制度による後押し

6-1 発想の転換

ー独自ノウハウと共通知の切り分け

製造業の現場で蓄積されるノウハウは、各社にとって最大の差別化要因であり、これを外部に出すという発想はこれまで乏しかった。しかし、AI によって固有名詞や特許情報、個人情報

などをマスキングし、各社が「ここまでは出してよい」と判断できる範囲を技術的に切り分けることは、既に可能になっている。ここで問われるべき核心は、各社の「独自ノウハウ」と、業界全体で共有すべき「共通知」とを、どのように切り分けるかという点にある。

6-2 技術的な解決策ー情報を「分けて」守る

具体的な技術的対策としては、企業内での提供時マスキング、基盤側での OCR・固有名詞検出による二次マスキング、学習時に個別データの特定不可能性を数学的に保証する差分プライバシー、そして推論時に特定企業の情報を逆引き・再構成できないようにする利用時アクセス制御という、四段階の仕組みが提案された（図 13）。公開情報と非公開情報を分離し、これらの技術を組み合わせることで、流出への懸念を技術的に払拭することができる。

SOLUTION 3
技術的な答えー情報を「分けて」守る

公開 / 非公開を分離し、マスキングと差分プライバシーで流出懸念を技術的に払拭する。

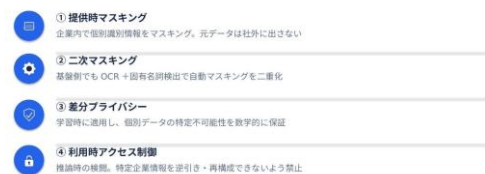


図 13 技術的な答えー情報を「分けて」守る

6-3 残る壁：制度と信頼

技術的な課題はほぼ解決されつつある一方、真に残る壁は、発注元と下請けとの間の「信頼」と、それを支える「制度」である。国が製造系技術情報のセキュリティガイドラインを定め、双方の相互理解を促進し、技術情報の AI 活用が可能な共有基盤を整える必要がある。実際、半導体製造装置の組立を担うある企業では、経済産業省が示す半導体業界のセキュリティガイドラインへの準拠を強く意識し、社内システムの見直しを進めているという事例が紹介された。国が定めた基準であれば企業はそれに従うという日本企業特有の性質を、むしろ後押しの方として活用できるのではないかという見方が示された。

6-4 提案施策 後押しする制度：三つの打ち手

以上を踏まえ、制度による後押しとして三つの施策が提案された（図 14）。第一は、供給側支援として、中小企業的设计・製造情報を AI 活用可能にするシステム開発への補助金と、国による審査・認定制度の整備施策である。第二は、需要側支援として、認定を受けたシステムを導入する中小企業への導入補助金や減税の施

策である。第三は、提供の条件として、各社固有の個別技術を除いた匿名化データを、国が整備する共通基盤へ提供することへの同意形成施策である。開発を支え、導入を促し、匿名化データによって共通基盤を育てるという三段階の施策により、独自ノウハウと共通知の切り分けを、制度として支えることができる。



図 14 提案施策—制度で後押しする3つの打ち手

質疑応答では、他の委員からもデータ共有のあり方について意見が示された。原田氏からは、別の委員会でも同種の課題が議論されており、企業同士が利益を共有できる関係を築きながらデータを持ち寄る枠組みも一案である一方、一律にデータ提出を義務づける枠組みでは、核心部分の情報がかえって提供されなくなる懸念があるとの指摘があった。佐藤は、データを安易に「出せ」と求めれば、本当に必要な情報ほど出てなくなるとし、企業ごとのデータ戦略の重要性を改めて確認した。

なお、佐藤からは、本講演の位置づけについて、国が進める AI 関連の大型プロジェクトの全体像を踏まえた解説が付け加えられた。国産の汎用基盤モデルの緊急開発を土台として、その上に各産業のデータや領域特化モデルが積み上がる構造の中に、「データエコシステムの構築等に関する研究開発」と「製造業データの AI レディー化に関する研究開発」という二つのテーマがあり、竹原氏の講演は、図面を起点としたボトムアップの立場から、この製造業データの AI レディー化に資するものと位置づけられることが述べられた。あわせて、AI レディー化それ自体が目的化するのではなく、ものづくりの現場や人の活動に資することこそが本来の目的であるべきだという見解も共有された。

第7章 結論

(講演概要) 本講演では、中小製造業に眠る暗黙の設計・製造知見を、図面を起点としたボトムアップの視点から集約し、AI で活用するための方法論が論じられた。まず、現場に蓄積されるデータの多くが紙・文書ファイル・図面・データベース情報・個人の経験という多様な形式で非構造のまま社内に分散しており、従来はデー

タベース化された情報以外、事実上活用できなかったことが説明された。しかし生成 AI の進歩により、この状況は一変しつつあり、紙図面の AI-OCR による文字化、既存データベース・文書ファイルの直接読込、ベテラン社員インタビューに基づく暗黙知の言語化という三つの手法が、いずれも低コストかつ短期間で実用可能になっていることが具体的に示された。

図面情報の AI 活用については、CAD データから詳細な説明文を自動生成する段階を経て、図面と説明文をセットで学習させることで図面つきの回答を生成できる段階、さらには自然文の指示だけで CAD 図面や図面入りの設計手順書そのものを自動作成できる段階まで、実装が進んでいることが、具体的な事例とともに紹介された。市販の生成 AI がすでにフランジや土木図面といった専門分野の知識を豊富に有している実態も示された一方、AI の出力を適切に判断し、修正を指示できるだけの現場経験を積んだ人の重要性、つまりこの方向での人材育成の必要性は、今後も変わらないことが確認された。ベテラン社員の暗黙知についても、インタビューと文字起こしを通じて組織の資産として残すことが可能になっている。

これらを現場に実装する際の障壁としては、下請けが発注元の技術情報を自社の判断で社外に出せないという構造的制約、障害・事故情報の社外秘性、そして現場技術者の心理的抵抗という三点が挙げられた。これに対しては、プライベートクラウド、自社サーバ、国産クラウド（ソブリン AI）といった実装形態の選択肢が広がっており、提供時・二次マスキング、差分プライバシー、利用時アクセス制御といった技術的対策も整いつつあることが示された。その上で、各社固有の「独自ノウハウ」と、製造業全体で共有すべき「共通知」とを切り分け、国が策定するセキュリティガイドラインと認定制度、導入補助・減税、匿名化データの共通基盤への提供という三つの施策によって、発注元と下請けの信頼関係を制度的に支えていくことが提案された。質疑応答では、データを核とした企業間連携のあり方や、一律のデータ提出義務化がかえって核心情報の提供を妨げかねないという懸念、障害情報の共有が安全性向上に資するにもかかわらず各社が出したがない実情、そして本講演が国の製造業データの AI レディー化プロジェクトの中でどう位置づけられるかについて、活発な議論が交わされた。

(将来課題) これから解決しなければならない課題としては、以下が挙げられた。第一に、各社の独自ノウハウと業界全体で共有すべき共通知とを、誰がどのような基準で切り分けるかと

いう線引きの具体化である。これは本講演における最大の論点であり、今後さらに詰めていく必要がある。第二に、発注元と下請けとの信頼関係を、どのような制度によって担保していくかという点である。国によるセキュリティガイドラインの整備や認定制度の運用実績を積み重ね、双方が安心して情報を提供し合える環境を築くことが求められる。第三に、国が進める製造業データの AI レディー化などの関連プロジェクトとの連携である。国産汎用基盤モデルの開発や、データエコシステム構築に関する取り組みとの整合を図りながら、現場発の知見が確実に反映される仕組みづくりが必要となる。第四に、AI レディー化それ自体を目的化せず、ものづくりの現場や人々の活動に実質的に資するという本来の目的を見失わないことである。最後に、経験の浅い利用者であっても AI の出力を適切に判断できるよう、現場経験の言語化・継承と、AI 活用リテラシーの向上をめざした人材育成もあわせて進めていくことも重要な将来課題である。