SKYDISC

株式会社スカイディスク

生産現場から学ぶ！
データ活用法とAI適用例

2020/06/19

株式会社スカイディスク

なぜ今、日本の製造業にAIが必要か？

日本の発展を支えてきた製造業は、大きな課題を抱えている。

課題	解決方針
労働力不足	・生産性の向上 ・省力化
高齢化社会	・匠の持つ技術や「経験と勘」のデジタル化

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

製造業 製造・保全部門従事者の高齢化

国内製造業における人材減少規模は

向こう15年で約5兆円

2015年を基準とすると、2030年時点での生産年齢人口は
7,682（万人）－ 6,773（万人） ＝ **909万人の減少**

製造業従事者比率が一定であると仮定すると、
909（万人）× 13.4% ＝ **121万人の減少**

平均賃金を年400万円と仮定すると、人件費減少分は、
121（万人）× 400（万円）＝ **4兆8400億円**

国内製造業における人件費減少分（2015年を基準）

日本のGDPを維持するだけでも、4兆8400億円を原資に、
労働人口減少分を生産性工場により補う必要がある

各種資料よりスカイディスク作成

製造業の事業場における人員のうち、保全/製造部門メンテに従事する者は59%その人件費は

4兆8400億円 × 59% ＝ **2兆,8556億**

ターゲット市場は、国内製造業向けの保全用途のみでも充分に大きい

生産性改善・歩留まり向上・品質向上・検品を加えるとさらにポテンシャルは拡大

参照：（公財）日本プラントメンテナンス協会「メンテナンス実態調査」資料より
スカイディスク 作成

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

製造業 生産性向上における効率化阻害要因

ロスを削減することで、効率化・生産性向上の余地がある

参照：各種資料よりスカイディスク作成

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

AIが各産業に与えるインパクト

自動車をはじめとする製造業、ハイテク産業に与えるインパクトは大きい

項目	AIを使った伸び率増分
旅行	128%
移動・運送	89%
小売り	87%
自動車/組み立て	85%
ハイテク	85%
石油やガス	79%
化学	67%
メディア・エンタメ	57%
基礎材料	56%

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

日本におけるAIの役割

AIの活用により日本のGDPは3倍以上に伸びると言われ、世界の先進国でもダントツでトップ。ベースラインシナリオが低いのが原因だが、伸びしろが大きいという見方もできる。

※アクセンチュアおよびフロンティア・エコノミクスのデータに弊社加筆

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

日本でのAI活用に関する不安材料

AIの処理結果の質が担保できない、
AI導入を先導する組織・人材不足が
不安材料として挙げられている

（出典）総務省「ICTによるイノベーションと新たなエコノミー形成に関する調査研究」（平成30年）

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

あらゆる産業のベースになるAI

近い将来、 AIは私たちの生活インフラになるでしょう。

電気や電話やインターネットがそうであったように、企業規模にかかわらず、導入をはじめなければ手遅れになってしまうかもしれません。これからは、あらゆる産業のベースにAIが存在します。

あなたは、いつからAI導入の検討をはじめますか？

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

製造業におけるAI活用の可能性

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

製造業におけるAI活用の可能性

結局、AIで何が楽になるの？

従来の業務フロー

データ	予測	意思決定
人 読み解く	人 経験から予測する	人 次の行動を決める

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

製造業におけるAI活用の可能性

結局、AIで何が楽になるの？

AI導入後の業務では、意思決定が早まる

データ	予測	意思決定
AI データを情報にする	AI 過去データから 予測する	人 次の行動を決める

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

製造業におけるAI活用の可能性

予測 ▶ **原因分析** ▶ **最適化**

品質予測
不良品検知
過去データから
予測する

不良要因分析
調整できる変数を
洗い出す

製造条件を
最適化
設定値をレコメンド

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

生産計画へのAI適用

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

人による生産計画策定の課題

生産現場の作業効率化

機械の稼働に空きがある一方で、人員に残業が発生しているなどの課題がある場合が多い。

属人化と策定にかかるコスト

ベテラン作業員の知見に頼っている部分が大きく、なおかつ複数名で時間をかけて策定している現場もある。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

システム化のハードル（制約条件）

制約条件の暗黙知化

・経験則による、言語化できないルールの実装が難しい。

・必要なデータが揃っていない場合もある。

制約条件の定式化

AIで生産計画を策定する場合には、ルールを数式で表現する必要がある。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

数理最適化とは？

与えられた全ての制約条件を満たし、目的関数 $f(x)$ を最大、または最小にする x を探索するアルゴリズムのこと。

例）$y = f(x)$ を最小にする x を探す。

制約条件：$1 < x < 7$

この中で $f(x)$ が最も小さくなるのは $x = 6$ となり、これが答えになる。

この時、最適化している x のことを（決定）変数と呼ぶ。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

制約条件の洗い出しと最適化AI

生産計画を策定する中で、

① ある販売データが

② どのような制約を考慮に入れて

③ どのように生産計画に組み込まれたか

を明文化していくことが重要になる。

それぞれの制約条件をどう定式化するかで、アウトプットの質が大きく変わる。慎重に調査および条件式の定義を行う必要がある。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

制約条件の洗い出しのイメージ①

制約条件の整理

資料やデータをもとに、現場の作業者あるいは現行のルールにおいてどのような優先順位、どのような基準で生産計画が組まれているかを整理する。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

制約条件の洗い出しのイメージ②

制約条件の定式化

それぞれの制約をどのように式で表現すべきか、現場の作業員とヒアリングを重ねつつ、最適な表現方法を検討する。

制約条件A: $x + y < 10$

制約条件B: $a \times b = x$

⋮

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

AIによる生産計画最適化

割付優先順位

生産機	MoldA	MoldB	MoldC	MoldD	MoldE
Machine1	1	1	2	1	999
Machine2	2	2	1	2	999
Machine3	999	999	999	999	1

生産必要量データ

製品名	個数	型
A	10	MoldA
B	10	MoldA
C	10	MoldB
D	10	MoldB
E	10	MoldC
F	10	MoldC
G	10	MoldD
H	10	MoldD
I	10	MoldE
J	10	MoldE

Input

数理最適化

Output

割付生産号機

・生産号機の情報
・モールドの情報
・ロットサイズ など（今回は割付優先順位のみ適用）

生産機				
Machine1	B	C	D	H
Machine2	A	E	F	G
Machine3	I	J		

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

官能検査へのAI適用

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

官能検査へのAIの適用

従来人間が行ってきた官能検査は、検査する人間や日々のコンディションに左右されやすいとされる。官能検査のAI化は、

- **検査のクオリティを平準化する**
- **熟練者が行ってきた検査を誰でも可能にする（技術継承）**

など、ニーズが高い分野のひとつ。

音や振動などの波形データを用いた異常検知や、**画像データを用いた目視検査の置き換え**を行うことが多い。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

外観検査の現状と課題

ディープラーニング技術の進化により、昨今は精度だけでなく、**モデルをできるだけ軽くしつつ**精度を下げないアーキテクトの研究開発が盛んに行われている。

一方で、**撮像環境の微妙な変化には弱い。**
そのため傷や異物などが画像に残るように連続した撮影を行う必要がある。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

外観検査機の外見（一例）

外観検査を半自動化。撮像環境の構築からサポートします。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

AI搭載 外観検査機の適用例

金属製品

材質による色のバラつきを許容して検出

プラスチック製品

模様を無視してキズを検出

果物

形状を無視して付着した異物を検出

従来の閾値設定では難しい基準を学習させて、人と同じような判断方法で検査をすることができます。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

AI搭載 外観検査機の運用方法

- 金属品の材質による色の違いを許容して検出
- プラスチック製品の模様を無視して傷を検出
- 食品に付着した異物を検出

ワーク数：
　OK品　300個
　NG品　50個

撮影枚数：
　OK品　400枚
　NG品　400枚

AI判定精度：90%
※過検出するように設定

検品作業員
２人→１人

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

人による 異音検査の代表的な課題

検査品質のバラツキには要因が多数

- ✓ 検査員の聴覚に依存し判定基準が一定でない
- ✓ 年齢や性別、体調などで可聴域が変化する
- ✓ 定量的に判断できずバイアスがかかる

図　年齢による可聴域の変化

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

装置や既存解析による 異音検査の代表的な課題

人の官能検査レベルに達しない

- ✓ 暗騒音の高い環境下で
  判定が困難
- ✓ 多数の音データが必須
- ✓ FFT（※）解析では、
  異常音が正常音に埋もれる

※FFT：Fast Fourier Transform（高速フーリエ変換）の略で、
音のデータを周波数領域へ変換するもの。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

異音検査の代表的な課題

人による課題

検査品質のバラツキには要因が多数

- ✓ 検査員の聴覚に依存し判定基準が一定でない
- ✓ 年齢や性別、体調などで可聴域が変化する
- ✓ 定量的に判断できずバイアスがかかる

装置や既存解析による課題

人の官能検査レベルに達しない

- ✓ FFT（※）解析では、異常音が正常音に埋もれる
- ✓ 多数の音データが必須
- ✓ 暗騒音の高い環境下で判定が困難

これらの課題を解決するために
音分析ソリューション「SkyAI for Sound」を開発

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

SkyAI for Soundの全体像

音データに対して、複数の特徴抽出の手法により大量の特徴量を自動生成し、分析します。独自のアルゴリズムにより、従来よりも人の聴覚特性に近い判断基準を持つAIモデルを作成します。

正常・異常をわける特徴量を選択する際に、異常データを使用する。
学習は正常データのみで行うことで異常データの少なさに対応する。
※ただし精度向上のためには、最低限の異常データが必要。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

製造現場で求められる説明可能性・解釈性（XAI）

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

説明可能性・解釈性（XAI）に関する技術

AIが数値を予測・分類する仕組みや構造を理解することはとても難しく、数学をはじめとした前提知識が必要になる。

このような前提知識がなくても理解できるよう、**AIの判断根拠をわかりやすく可視化する**ための研究が盛んに行われており、市場からのニーズも高い。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

ネットワークの可視化技術：DrawNet

モデルの出力に近い箇所から遡り、**どのネットワークを介して情報が伝播されているか**、を可視化できる技術である。

「placesCNN」というアーキテクトを用いた例がweb上で公開されており、画面上で実際に操作できる。

参照：DrawNet http://people.csail.mit.edu/torralba/research/drawCNN/drawNet.html

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

着目領域の可視化手法：CAM

CAM（**C**lass **A**ctivation **M**apping）

画像をクラスごとに分類する際に、どの領域がクラスの決定に影響しているかを可視化する手法。

例）画像データへの適用例。AIが犬と判定を返すときにどの部分に注視しているかを可視化することができる。

CAM

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

着目領域の可視化手法：SmoothGrad

CAMの一種。分類クラスを決定するにあたり、入力画像のどの部分が影響を与えているかを「感度マップ」と呼ばれるものを作成して視覚的に表現する。

その際に、画素値の大きな変化によるノイズを取り除くために**画像をぼかす平滑化（smoothing）という処理を行ったもの**がこの SmoothGrad である。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

着目領域の可視化手法：LIME

LIME (**L**ocal **I**nterpretable **M**odel-agnostic **E**xplanations)

機械学習によって構築したモデルの予測結果に対して、**なぜモデルがそのように判断したのか**理由を示す手法。

●予測結果ごとの「理由」を出力

あるデータポイントを予測した場合の予測結果と、その判断根拠を可視化する

❶

ある時点のデータに対する予測結果。
この場合、80%の確率で「不良」予測。

❷

予測理由を具体的な変数で可視化する。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

着目領域を活用した精度向上方法：ABN

ABN（**A**ttention **B**ranch **N**etwork）

AIが画像のどの部分を注視しているかを可視化するだけでなく、その情報をネットワークを通して**学習に使用する**ことで、判断根拠を踏まえた精度向上を図れるようになった。
自動運転技術などに適用した論文が掲載されている。

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

XAIの適用について

現在ではXAIを**実社会に適用した実例は皆無**であり、あくまでもAIモデルを作成した際の**評価に用いられる**ことが多い。

- **AIの予測性能が高く、かつ着目箇所に着目できていること**
- **現場のドメイン知識と照らし合わせて整合性が取れること**

などの確認は、AIを導入する前段階では重要である。弊社ではAI導入前に精度とともに判断根拠を提示している。

※2020年6月時点

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

APPENDIX

この資料を許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを固く禁じます。

会社概要

社名	株式会社スカイディスク
拠点	福岡本社、東京、大阪
代表者	代表取締役社長兼CEO 内村 安里
創業	2013年10月1日
Mission	ものづくりに関わる人の力を TechnologyでBoostする
事業	AIを活用したDX支援

● スカイディスクの特徴

100社・200件超の
DX支援実績

ハードウェア・設備を
含めたワークフロー
設計・開発

導入しやすい
月額SaaSプロダクト
開発・提供

● 経済産業省 J-Startup選出

経済産業省が推進するスタートアップ企業の育成支援プログラム「J-Startup」に選出されています。

J-Startup

● NEXTユニコーン 4年連続選出

日本経済新聞社のNEXTユニコーン調査で、2017年から4年連続で選出されました。

©SKYDISC 許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを禁じます。

事業概要

※経営体制刷新

創業期-	第5期-	第7期- 現在

- 物流・農業・介護等、幅広い領域で事業を展開

- 製造業にフォーカス
- 多種多様なデータ取り扱いを経験

製造業向けSaaS事業とHardware × ソリューション事業の2つの事業を展開

©SKYDISC 許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを禁じます。

DX支援実績 ※2021年6月末時点、PoC含む

一件ずつお客様と二人三脚で課題解決に取り組んで参りました

お取引社数
130社

案件実績
276件

©SKYDISC 許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを禁じます。

DX支援実績 ※一部（敬称略/順不同）

株式会社IHI
アイシン・エィ・ダブリュ株式会社
愛知製鋼株式会社
株式会社アマダ
九州電力株式会社
スズキ株式会社
住友理工株式会社
第一精工株式会社
株式会社デンソー
東京ガス株式会社
TOTO株式会社
トヨタ自動車九州株式会社
株式会社福島LIXIL製作所
ホンダエンジニアリング株式会社
愛三工業株式会社
アイシン精機株式会社
旭化成株式会社
王子ホールディングス株式会社
協和発酵バイオ株式会社
芝浦機械株式会社
積水ハウス株式会社
ダイハツ工業株式会社
東京応化工業株式会社
凸版印刷株式会社
トヨタ自動車株式会社
株式会社豊田自動織機
株式会社不二越
ヤンマーホールディングス株式会社

等、製造業のお客様を中心に多数のお取引実績がございます

©SKYDISC 許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを禁じます。

お気軽にお問い合わせください

お問い合わせ先

0120-29-1331

contactus@skydisc.jp

HP https://skydisc.jp/

©SKYDISC 許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを禁じます。

SKYDISC

©SKYDISC 許可なく複製、転用、販売などの二次利用することを禁じます。