

# サプライチェーン戦略研究部会

## I o T を活用した日本型技能者育成システム

**山本邦雄**

**2016年03月22日**

整理番号16JP0281

出願番号 特願2017-024257

# 1. 海外の インダストリー 4.0 ストラクチャーとは

## インダストリー 4. 0 とインダストリー インタネット の相違

- \* インダストリー インターネット (IF 標準化)  
コンソシアムを組んで、どこかがよいものが使用する  
そのため団体では、IF を共通化しようというもの
- \* インダストリー 4. 0 (マイスターを楽にする標準化)  
2011 年に中小企業民間団体から政府へ要望してできた  
団体であり、グーグルの車が脚光を浴びた団体。  
中小企業のドイツの輸出が 31% であり、少子高齢化により  
競争力強化は国家存続のアイテムなので発足された。  
製造した会社が異なる数装置をつなげインダストリー  
4. 0 の実証試験中

## IOTベンダーの主張の課題 (IOTは手段目的化することは本末転倒)

IOTはやりたいことを実現するための手段  
しかし IOTが目的化している状況。

⇒そうすると

あらゆるモノのデータが作り出すようになると  
情報過多になりデジタルジャングルになる

実際、GEは、IOTを活用して、エンジン部分の情報を3万点収集しているが使用しているのは3～5点だけという実情。



AIが機械学習し、自動運転に移行させる。  
しかし、手本は一度学習しただけでは誤差が出る。  
様々な環境で何度も学習することで判断の精度を高めていることが重要。

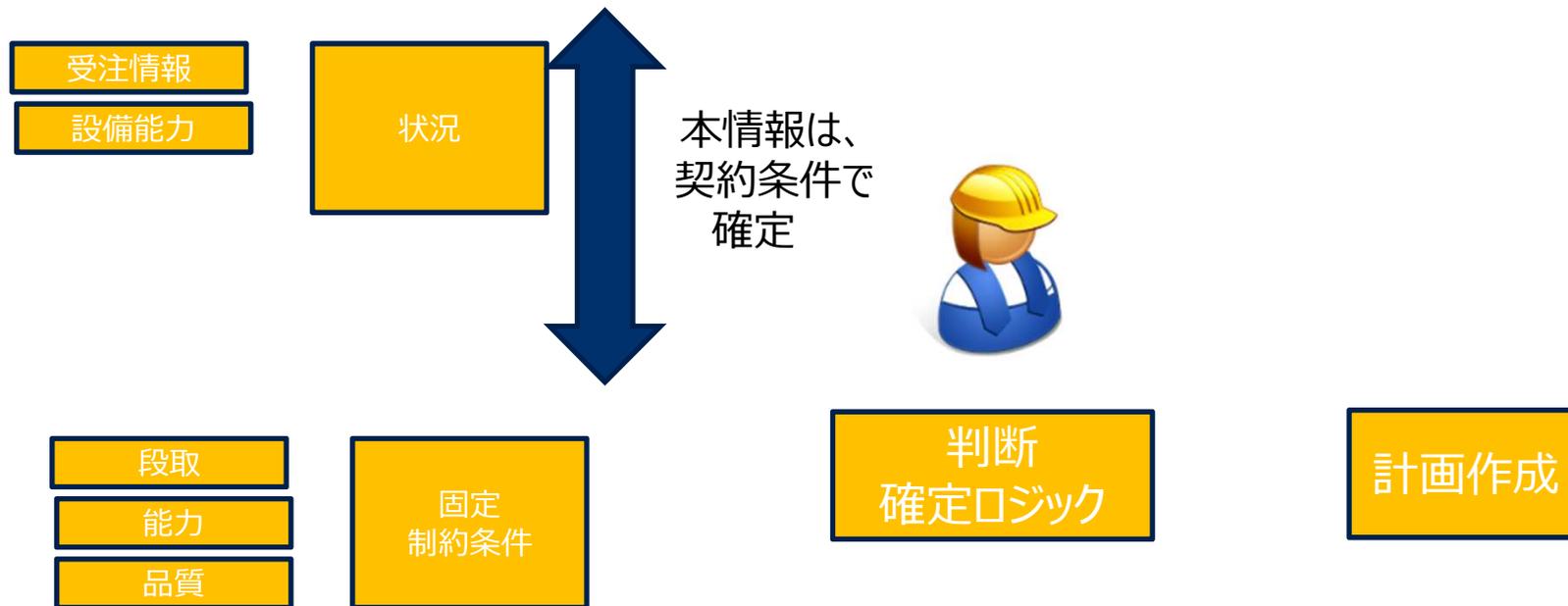
⇒たとえば　グーグルの実験車は延べ160万キロ  
走行させている状況。

では、インダストリー 4. 0 ではどうしたら良いのか？

# グローバルのモノづくりと日本のモノづくりの相違

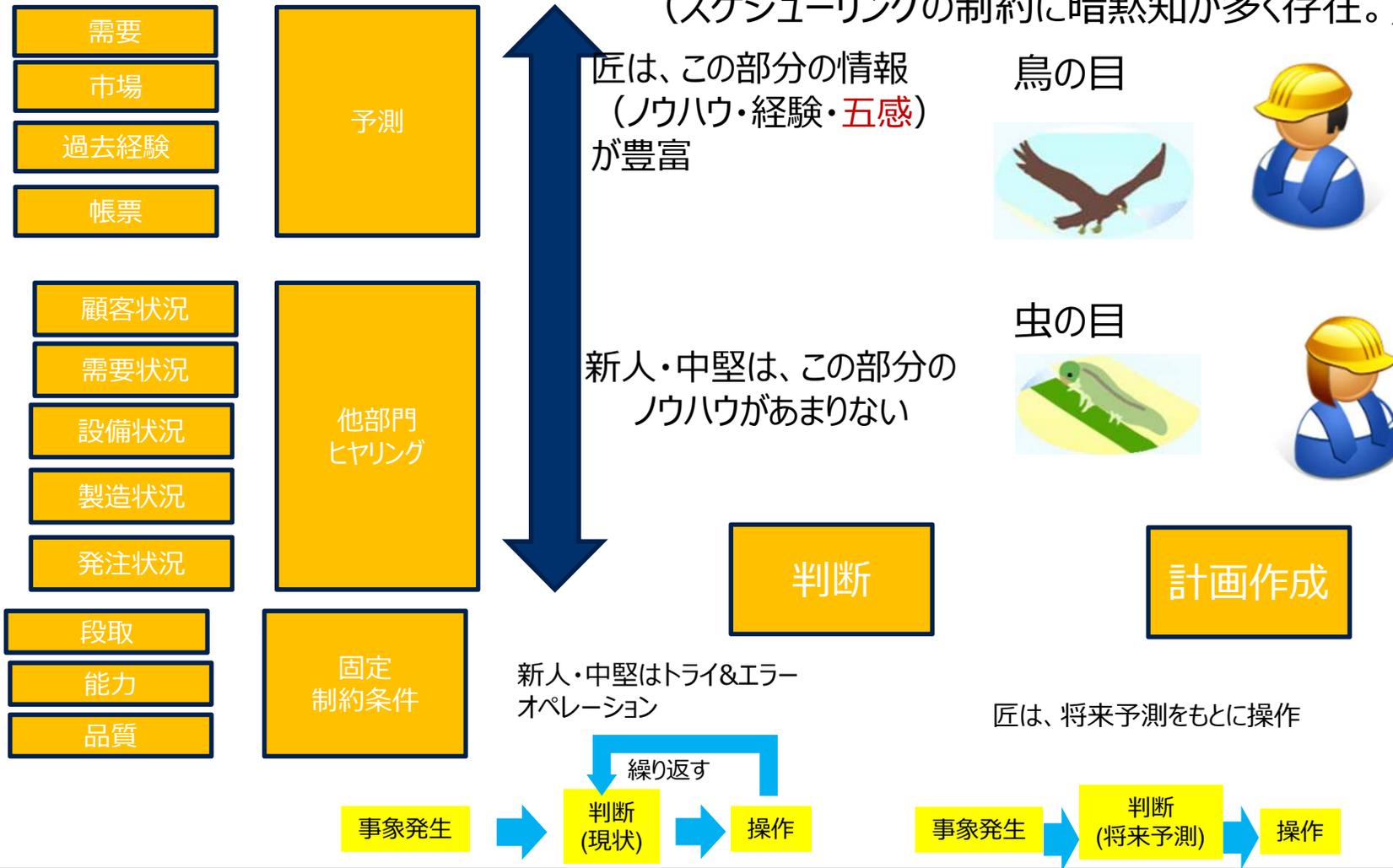
# グローバルのスケジューリング

契約条件のもとに受注変動なし、したがって スケジューリング制約条件の形式化が可能。  
これによって規格化されたスケジューリングが実行可能になる。



# 日本のスケジューリング

顧客中心の雰囲気が存在し、会社が一体となって擦り合わせを行いながら作業を進める。  
『擦り合わせは人と人の関係が密になる必要があり、労力と時間がかかる  
(スケジューリングの制約に暗黙知が多く存在。)



# 今までの日本のオペレーション改善

# 日本は

## ■ 日本は、課題不明確化

定型業務をマニュアル化すると考えなくなり品質を一定化させ、競争力低下

⇒ 匠がいなくなる、かつ原理がわからなくなるのでフレキシブル対応ができなくなり  
競争優位性低下

非定型業務は、状況に応じ匠の意思決定で作業

⇒ 匠の背中をみて OJTでノウハウを把握

PS: 課題が明確にわかっている人がいない、解決策を模索

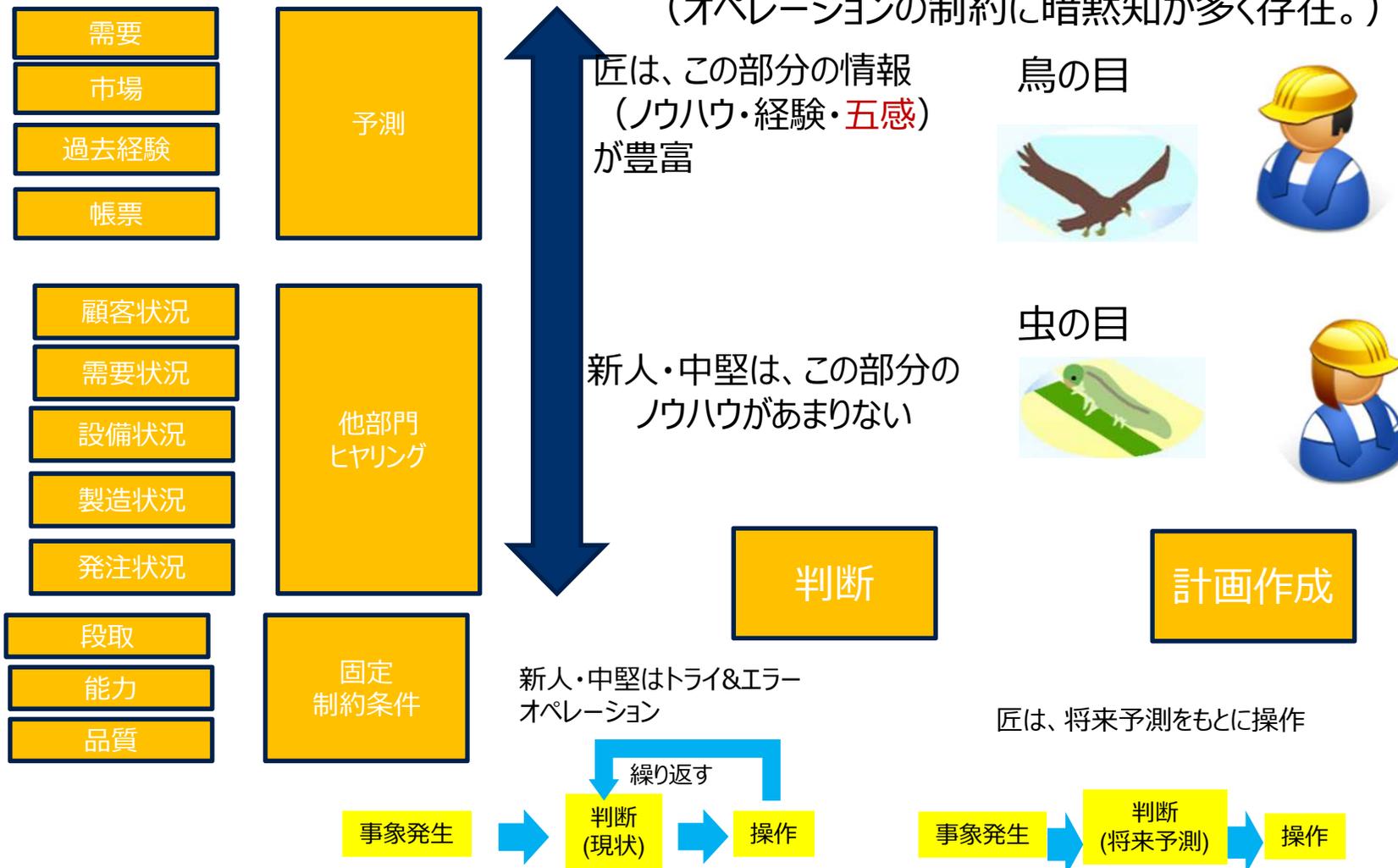
従って ソリューションは、課題解決である。

課題や現場が明確にわかっていないので、オペレーションする人がメーカーから派遣  
データを使用できるAIをメーカーが構築。

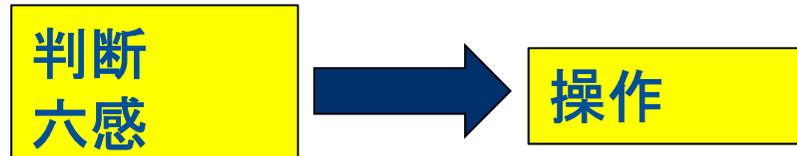
イノベーションの考え方は、技術革新として定義  
になっている。

# 日本のオペレーション

顧客中心の雰囲気が存在し、会社が一体となって擦り合わせを行いながら作業を進める。  
『擦り合わせは人と人の関係が密になる必要があり、労力と時間がかかる  
(オペレーションの制約に暗黙知が多く存在。)



# 現状の判断の洗い出し



操作をベースに何をしたかヒヤリングして判断（制約条件）を洗い出す  
しかし

ヒヤリングがその瞬間ではなく数日遅れて聞くためその時の対応があやふや  
従って

\* 暗黙知の洗い出し

⇒ すべて洗い出せないため制約の精度が悪い

\* 暗黙知を相手に説明できない

⇒ 各人の制約の考えがバラバラで標準化できない

# 制約条件の相違

操作履歴を元にヒヤリングをおこない制約条件を洗い出す。

しかし、 匠が2人いるとヒヤリングした制約条件が異なることがほとんど

なぜ発生するのか？？

⇒ 他の匠の制約条件を認めない

なぜ認めないのか？

⇒ 制約条件の意味が正確に理解できていない  
を正確に言えない

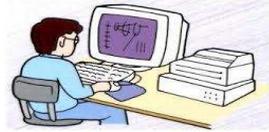
**それでは、匠同士コンセンサを得ることはできない  
中堅も同様**

# オペレーションが異なるのはなぜか？

## スケジュール担当者

- ⇒ 各営業マンの特徴・癖 (きっちりした人  
雑な人：後から修正)
  - 各顧客の特徴 (特急受注が多い、変更が多いなど)
  - 若いころの失敗・成功体験
  - 今かかわっている現場とは別の現場での経験
  - 試作品対応
  - 現場での経験 (特急オーダー・変更への対応 故障予知 現場シミュレーション)
- 等をベースに各種オペレーションを行っている。

# どんなインプットの情報の違いがあるのか？



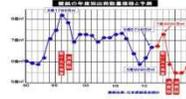
第一次インプット情報



設計図  
(試作品)



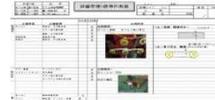
受注一覧



需要予測

品名	数量	単位	在庫	発注
部品A	100	個	50	50
部品B	200	個	100	100
部品C	50	個	20	30

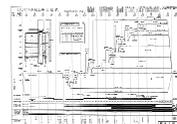
在庫一覧



製造指示書



現場チェックシート



工事計画書

第二次インプット情報

匠・ベテランは、第二次インプット情報を元に  
ノウハウ・経験・**五感**により、第一次インプット情報の  
調査や予測をおこなう

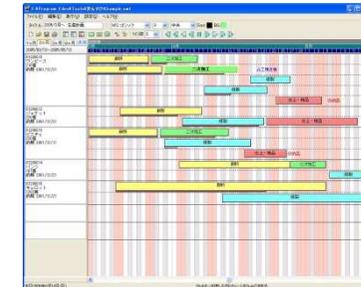
各匠・ベテランが経験した現場であると

- ① 直接ヒヤリングできる
- ② その部門の動きが予測できる

などの暗黙知があるがヒヤリングの時ほとんど出てこない



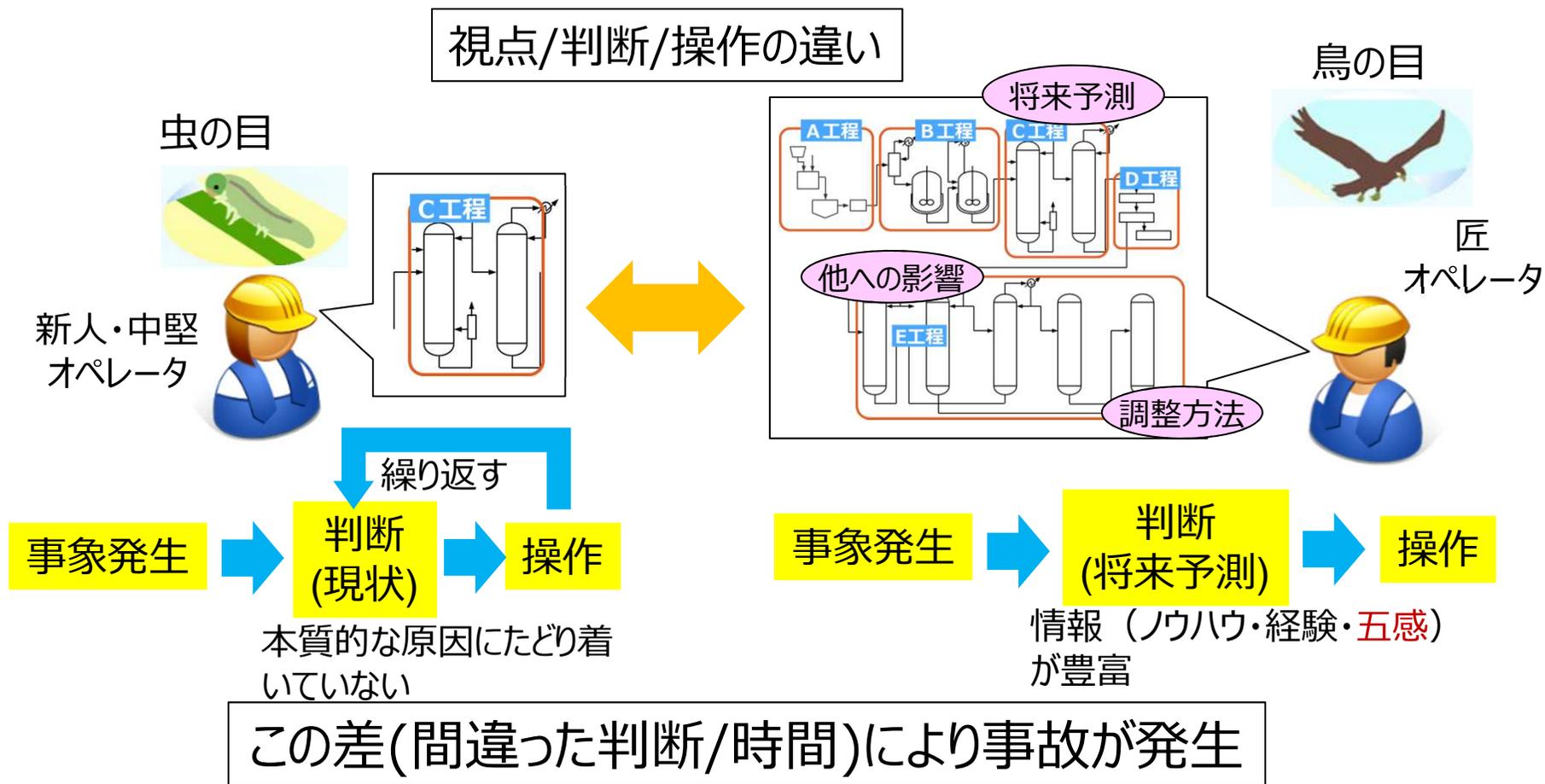
判断



アウトプット

# 匠と中堅のオペレーション相違

# 新人・中堅と匠のオペレーションの違い



現状、この差を埋める為、  
 匠の指導 シミュレータツールの活用 勉強会 ……  
 を行っているが、継承(育成)ができていない。

業種業態業務にかかわらず、日々発生する事象への気付きや判断、対応、操作等に差異がある。

(匠、中堅、新人)

日本が技術力、革新力で世界に誇る高品質の製品を製造できたのは、「匠」と呼ばれる経験豊富で判断能力のずば抜けたオペレータがいたからである。

新人・中堅は、何回も操作を繰り返し、操作したデータに対してプラントの挙動に影響がないか確認して操作している。

匠の域にあるオペレータは、今までの経験でプラントの挙動が推定できる。計器で示されるデータの他、周囲の様々な情報を確認し、セットポイントの設定値をいくつにすれば最適な挙動になるのかを推定して操作している。

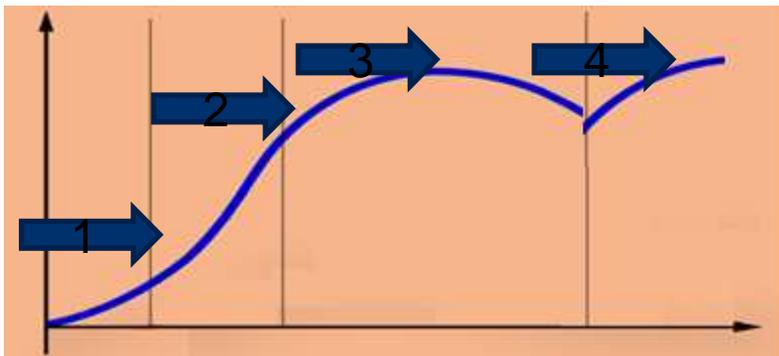


匠・中堅のノウハウを形式化し、オペレータのレベルを段階的にアップさせる仕組み(教育体制)が必要

# 現在の工場の状況から考える 日本型技能者育成システムステップ

# 工場状況とその工場の課題とは

プロダクト  
サイクル



匠のノウハウを海外に進出するとオペレーションが複雑。  
(日本人を派遣するとなかなか帰ってこない)

中堅ノウハウを隠ぺいして海外に進出

Step NO	現状	問題	対策
4	マザー設備の海外移転	日本の設備をそのままコピーするため移管がスムーズに行われない	作業標準を隠ぺいした自動運転システムの構築
3	業務の棚卸しに迫られているが、匠運転が引き継ぎられていない状況に滞っている状況	匠運転ノウハウを継続的に向上できていない。また変更されてきた現場の細かいオペレーションが把握されていない状況	匠の現状運転の棚卸しをおこない、現状の業務にあった中堅を育成する作業マニュアルからの脱却し、匠を育成する作業マニュアルへの変革更にノウハウを食われることで生産効率・安心安全運転、品質一定を意識した運転
2	中堅中心の安定運転オペレーション	安定のための虫の目のオペレーションになっており、その場対応で問題を解決しているため本質的な課題解決ができていない（対処療法）	中堅のオペレーションを整理し、安定運転から安全・品質一定運転への変革するための業務にあった中堅を育成する作業教育が必要
1	業務に追われている状況で、基礎的な課題抽出も出来ない	全体の業務を理解できていない P&Iの制御改善レベルを十分におこなわれていない（目的意識の欠如）	業務の見える化および制御の見える化をおこない課題が抽出できるようにする

# 日本型技能者育成システム実現のための I o T 活用の仕組み

## 課題

標準化は、改善や技術向上、オペレータのレベル向上ができず匠が育たない。

(一律人間の育成)

その結果、一定レベルの均一化した製品の製造に打ち止まり、競争力をなくし衰退すると、

安い労働力に市場を奪われ最終的に工場全体が衰退。

## 解決策

企業が永続的、革新的に発展するためには、生産現場における匠オペレータを育成し続ける仕組み構築が急務。

## ■ 課題

### ■ ＊オペレータ階層別の教育

- 匠オペレータは、今までの経験で設備の挙動が推定できる。そこで、**五感を働かせ**周りの情報を確認しセットポイントの設定値をいくつにすれば最適な挙動になるのかを推定し、操作している。新人や中堅オペレータは、操作をして、操作したデータに対して設備の挙動に影響がないか確認して操作している。

⇒ 匠と新人・中堅の操作手順が異なる。

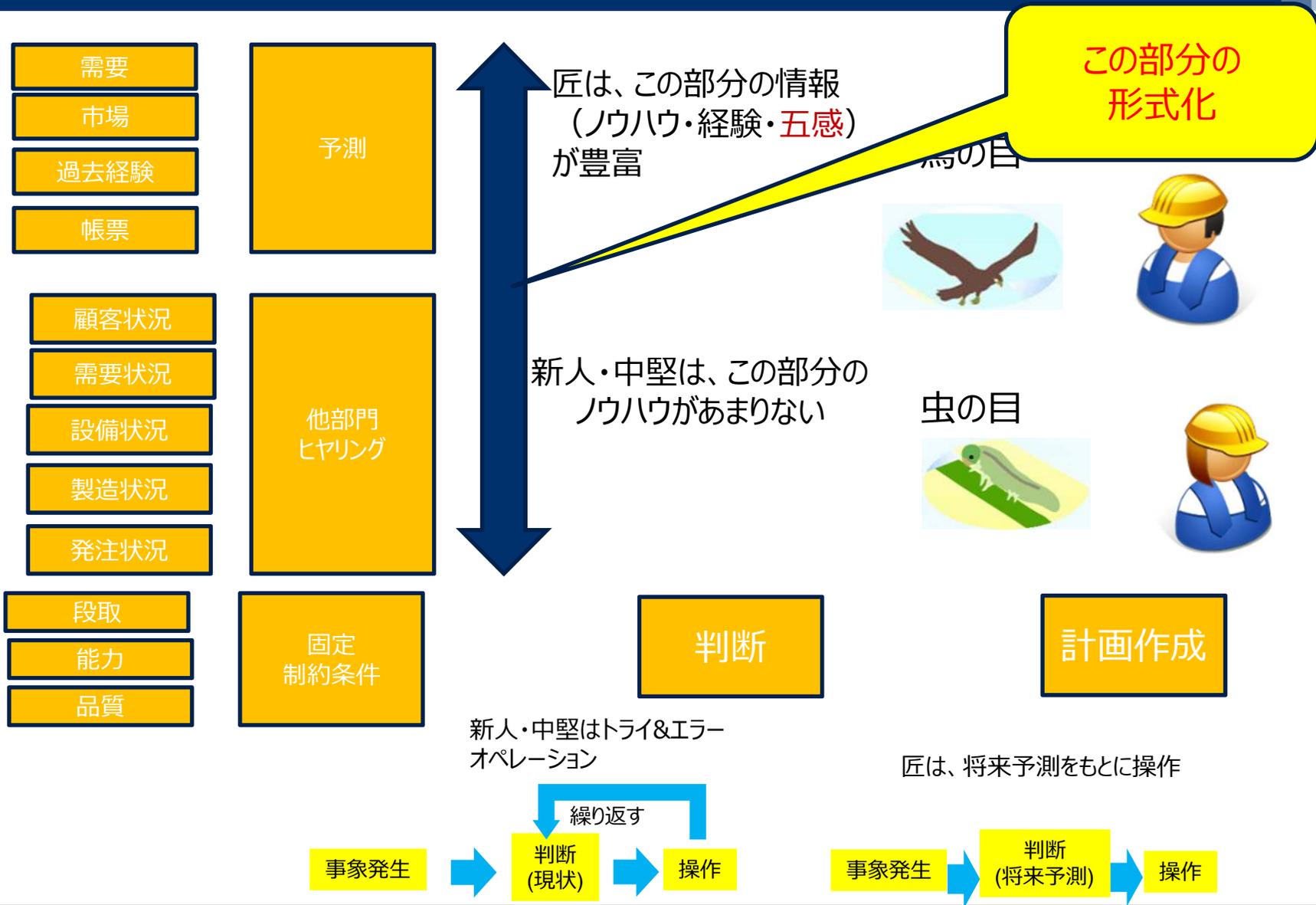
新人が中堅になり、匠になるまでステップ

ステップ	内容
匠を更なる匠に	匠オペレータの支援をして匠を創造
中堅を匠オペレータに	匠オペレータの設備の挙動を推定し、周りの情報を確認し、セットポイントの設定値をいくつにすれば最適な挙動になるのかを推定・操作。
中堅の標準化	各人の設備挙動経験を共有し設備の挙動を推定できるようにする。
基本教育を学んだ人を中堅に	新人の時に、いろいろな操作を行い設備の挙動を知る。
基本教育	単操作

匠までのステップ

中堅までのステップ

# 日本の担当者(匠、ベテランの行動)



# 形式化する部分の現状

オペレーションを何も見ずに描けますか？  
細かい部分まで思い出せますか。

今まで何万回もおこなっているはずオペレーションですが、なかなか、正確にアクションを思いだせない  
それでは次に、今、何をしたか覚えていますか？

今、オペレーションをしたばかりなのに、受注情報や現場を意識していると、オペレーションの結果情報を見ても、なぜこのようにオペレーションしたか認識されないことがよくある。

このように人は意識しないと見えない。

⇒ 意識させるにはどうしたらいいのか？

人間の行動分析

環境要因が変わると行動を変容させる

つまり、オペレーションをする瞬間の環境要因を見える化することが重要。

# 形式化する部分は、

行動の変数には、「生物学的変数」、「経験的変数」、「現在の環境変数」の3種類がある。

\*「生物学的変数」：外界の環境の変化を検出できる能力

が異なる

各顧客の特徴（特急受注が多い、変更が多いなど）

各営業マンの特徴・癖（きっちりした人

雑な人：後から修正）

需要予測

⇒ 電話をするや予測情報を見るなどの五感を活用

\*「経験的変数」：人が入社して現在までの経験である。

たとえ現在の環境が同一であっても、経験が異なれば、行動に違いが生じてくる。

今かかわっている現場とは別の現場での経験

現場での経験（特急オーダー・変更への対応 故障予知 現場シミュレーション）

若いころの失敗・成功体験

⇒ 経験を確認するためには、見る、聞く、動く 嗅ぐなど五感を活用

「現在の環境変数」：現在の環境。

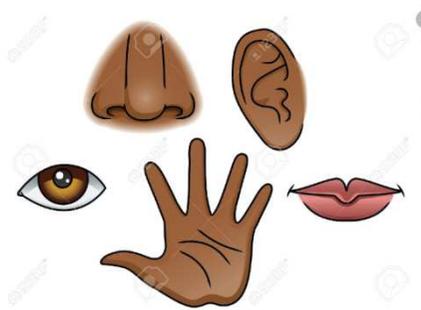
現場の状況

試作品対応

⇒ 現場に電話、帳票を見るなど五感を活用

# 形式化するには、

- 変数を形式化するには、下記の五感を形式化するためにIOTを活用



視覚

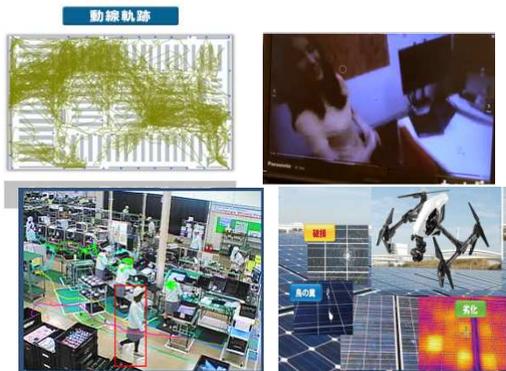


聴覚

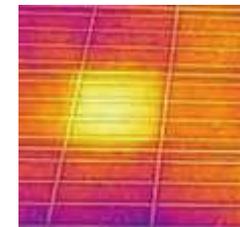


触覚

嗅覚



振動、音  
などの情報化



温度などを  
サーモグラフィで情報化

嗅覚センサー

動線 動作 目の動き などを  
動画 アイトラッキング ドローンなどで情報化

<http://japanese.engadget.com/2015/08/13/tobii-pro-2/>

# 制約条件の精度向上には、

オペレータは、何かを見て(入力=IOT)、それを判断して、操作(アウトプット)をおこなう



今までは、操作履歴や操作した後の事象しか収集できなかった  
しかし、IOTにより、匠による操作を恒常的・機械的に実現



**IOTは、**  
匠が何を見ているかをデータとして収集  
⇒ データが「**つながる**」

判断  
六感

**判断は、**  
匠がデータをどう解釈して操作しているかを解析し  
オペレーションノウハウの自動化を実現  
⇒ データを基に「**創造する**」

操作

**操作を洗い出す**  
⇒ 操作を「**代替する**」

# 仕組み

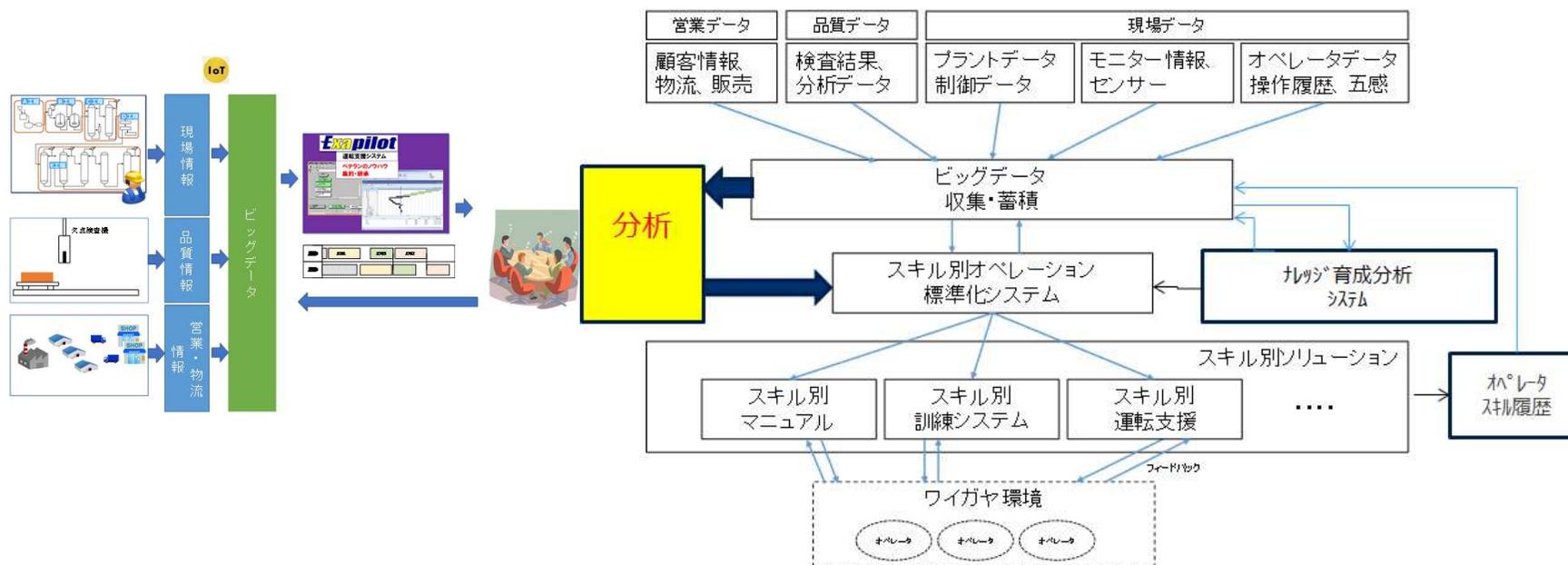
## ビッグデータ収集・蓄積 (IOT)

企業に存在するあらゆるデータ (図3.2の営業データ、品質データ、現場データ) を収集し、インターネットを介して利用可能にする機能。

## スキル別オペレーション標準化システム

ビッグデータから有益データを抽出し、スキル別に集約する機能

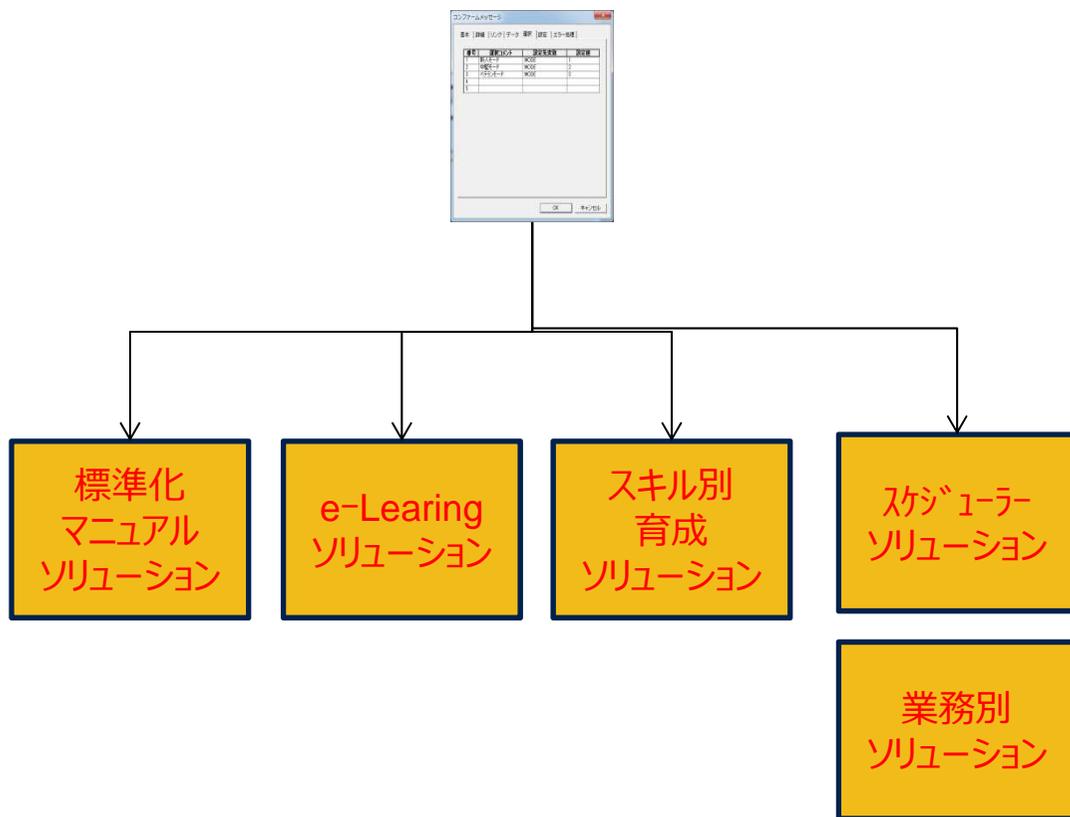
若いころの失敗成功体験  
事故までならなかったヒヤリハット経験  
他のプラントでの経験  
OJTでの個人的経験をベースに  
五感を無意識に働かせている



# 課題解決手法ベースの階層別ソリューション

課題解決手法で整理された

- ①各スキル別のオペレーション標準化をベースに各スキル別の標準化マニュアル作成やEXAPILOTで運転支援
  - ②各スキル別のオペレーション標準化とIOTで収集した情報を元にe-Learningの作成支援
- などのラインアップをご提供します。



業務改革	研究から量産のリードタイムの短縮	MES eFact Lab-Aid
	変化情報の迅速入手	
	環境対応(省エネルギー)	
	海外進出への対応	
	装置の転用	
	組織構造の変革	
	原価改善 計画改善	
オペレーション改革・改善	標準化改善 技術伝承改革	megaLand
	モード切替	
制御	自動化改善 高度制御改善	Exapilot Exquantum
	アラーム	PIDチューニング改善 制御ループ改善
機器		センサー追加改善 センサー精度改善
	設備設備	作業改善 レイアウト改善 装置改善

# 日本型 A I



既存の操業システムにおける様々な支援系アプリケーションを、スキル別ソリューションとして応用することが可能となる。

これによって、従来の画一的な標準化ではなく、オペレータの熟練度に応じた教育や運転支援が可能となる。

例) ハイブリッドAIソリューション

スケジューリング、運転支援などに利用されているAIシステムに対して、目的関数を、

- ・中堅までを育てるAI
- ・匠までを育てるAI

というように2段階で用意することで、オペレータの熟練度に合わせて、目的関数を切り替えて（ハイブリッド）、利用する。

海外

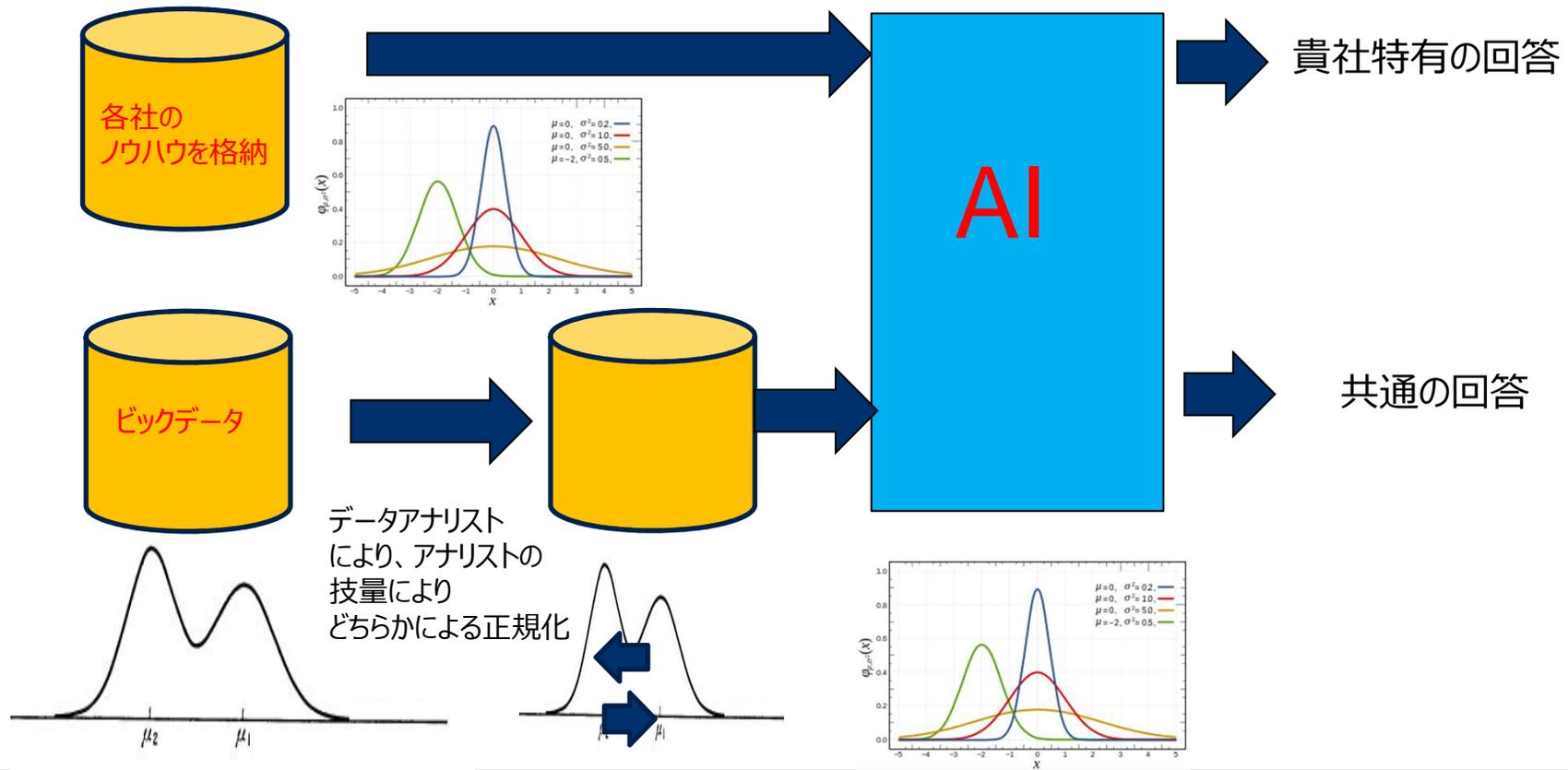
ホワイトカラーは課題や現場が明確にわかっているので、ホワイトカラーがビックデータをスクーリングAIを活用

日本

課題や現場が明確にわかっている人がいないので、メーカーのスクーリングする人がビックデータをスクーリングしAIを活用。

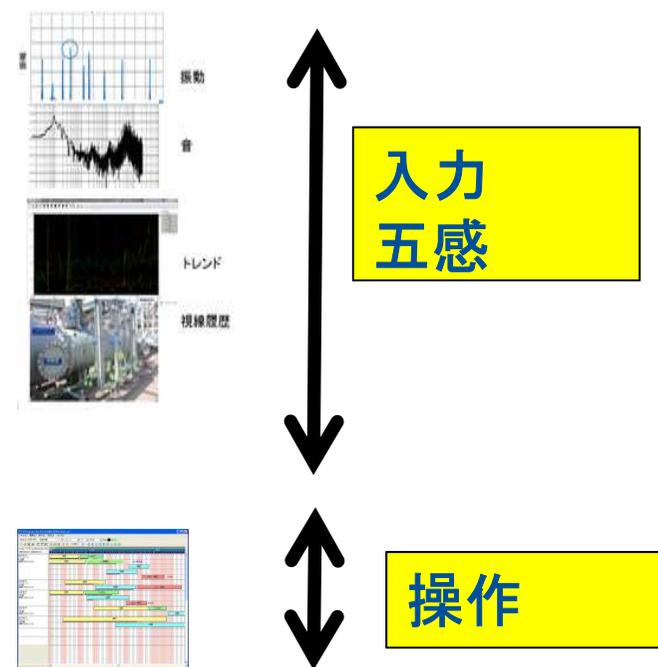
⇒ メーカーのスクーリングする人が客先の業界やプロセスなどに熟知していることが重要。

しかし、本当に熟知している人は現場の人



## 各社のノウハウ蓄積

- 分析システム(ツール) により、入力・操作・判断を蓄積し、それをAIの元データに活用することで、スクリーニングしなくてもよい正規分布が構築でき、AIの自動判断精度が向上



# AIと人間の共存オペレーションシステム概念図

