

# モノづくりにおける知識・ノウハウの 伝承とそのシステム化

2007年6月8日

株式会社トヨタケーラム

成子由則

# 概要

- モノづくりににおける熟練者の技能伝承と生産性向上に資することを目的として、熟練者の知識・技術・技能を記述し、逐次実行できる情報システムを開発した。
- 熟練者の知識・技術・技能は、ワークフローと制約・根拠情報のフレームワークにより、第三者が再実行できる形で整理・表現できる。
- この方法は、モノづくりににおける知識の伝承に有効であり、またモノづくりににおけるQCDレベルの向上に効果的であることが、実務への適用から実証された。

# 目次

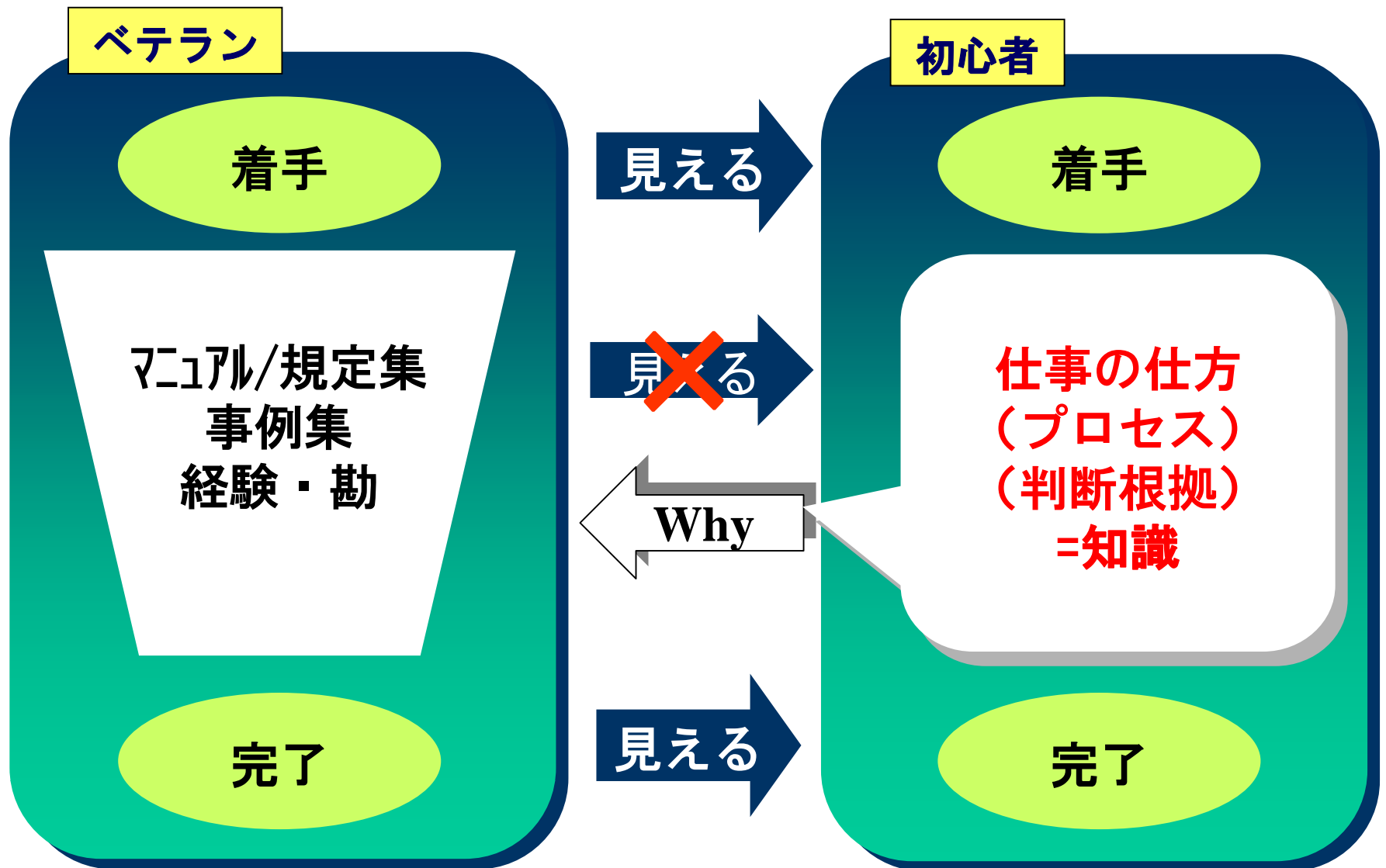
- 目的
- 知識のとらえ方・モデル化・表現方法
- 知識の獲得
- 知識伝承システムの開発
- システムの運用
- 適用事例
- システムの評価・考察
- おわりに

# 目的

- 情報技術を利用した製造業における知識・ノウハウの伝承
- 製造業における高品質、低コスト、短納期の実現



# モノづくりにおける「知識」のとらえ方



# 知識表現

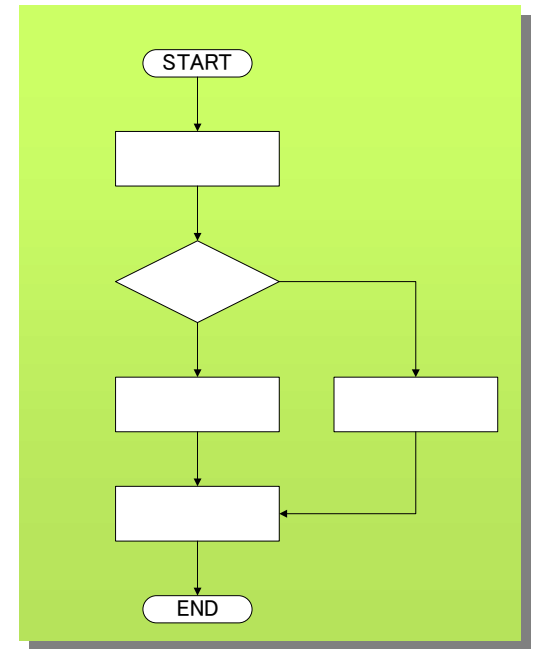
- 仕事の仕方が定義できる
- 判断根拠が「見える化」できる
- デジタル化により知識の共有・再利用ができる



フローチャート形式で知識を表現



プロセスの見える化による第三者の理解容易化



# 知識化のポイント

## ◆実現のポイント

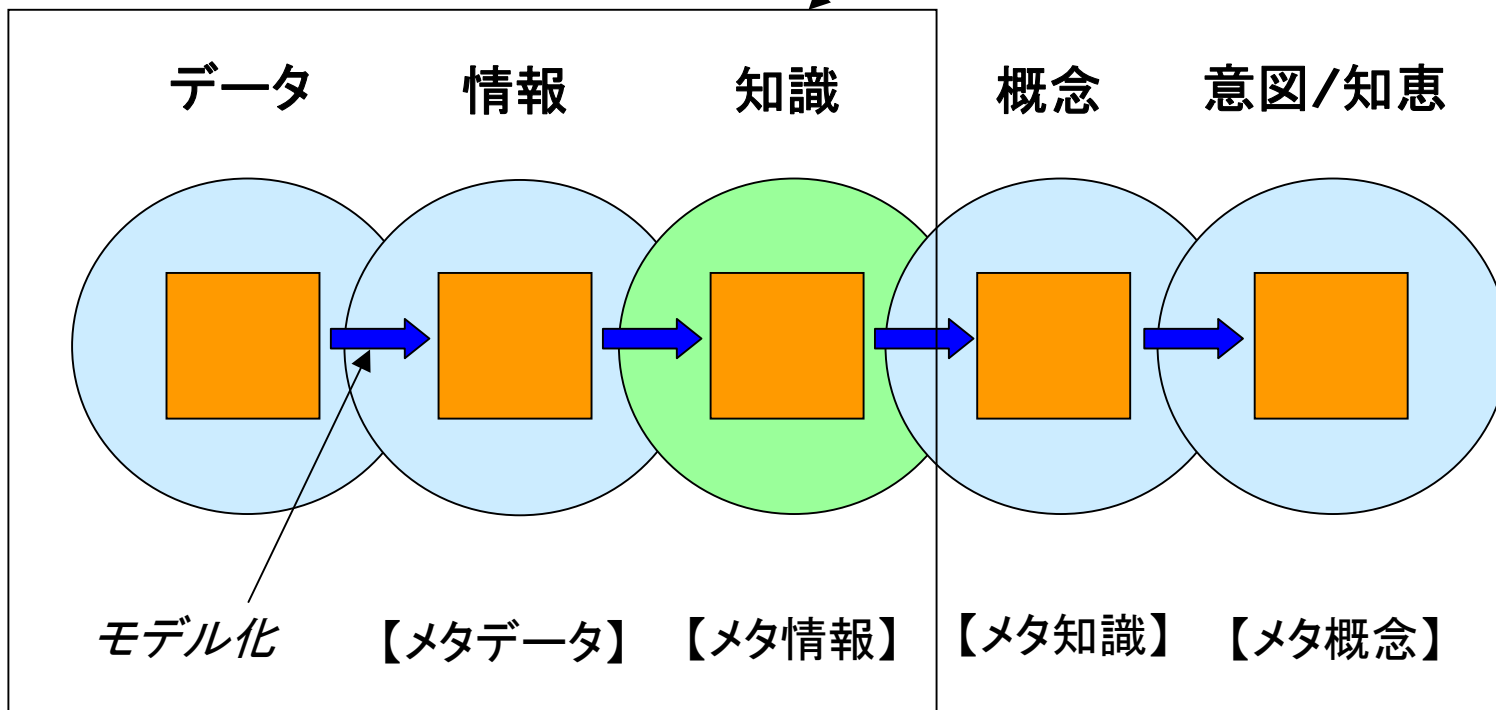
第三者が理解でき、作業を再現できること

- ①手順を記述する                      (ワークフロー、画像、文章)
- ②判断基準を数値  
データ化する                      (数表、図表、測定値など)
- ③根拠をデータと共に  
明示する                      (根拠図、判断式、事例など)

# 知識のモデル化(基本概念の整理)

## データから知恵への連鎖

システム化対象範囲



【表現プロトコル】 RDB

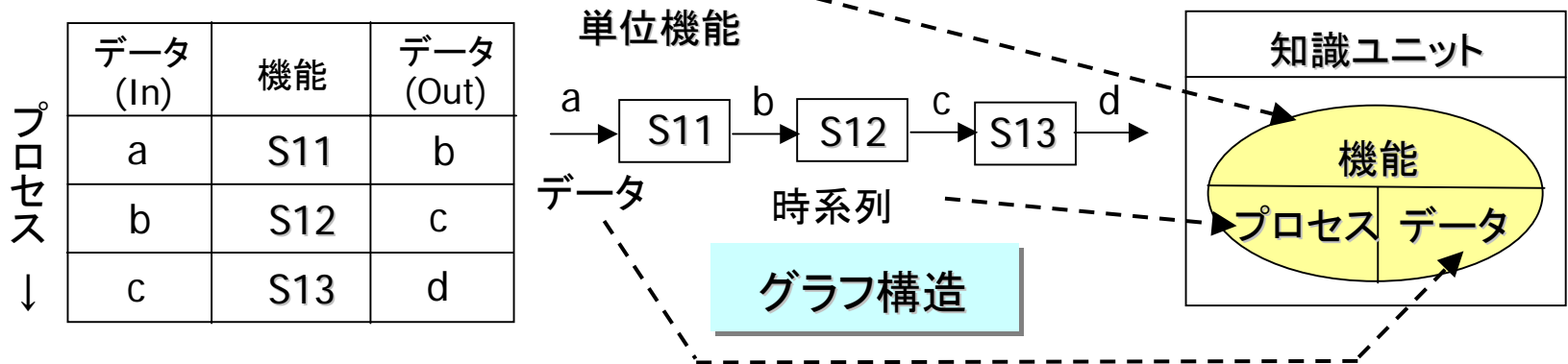
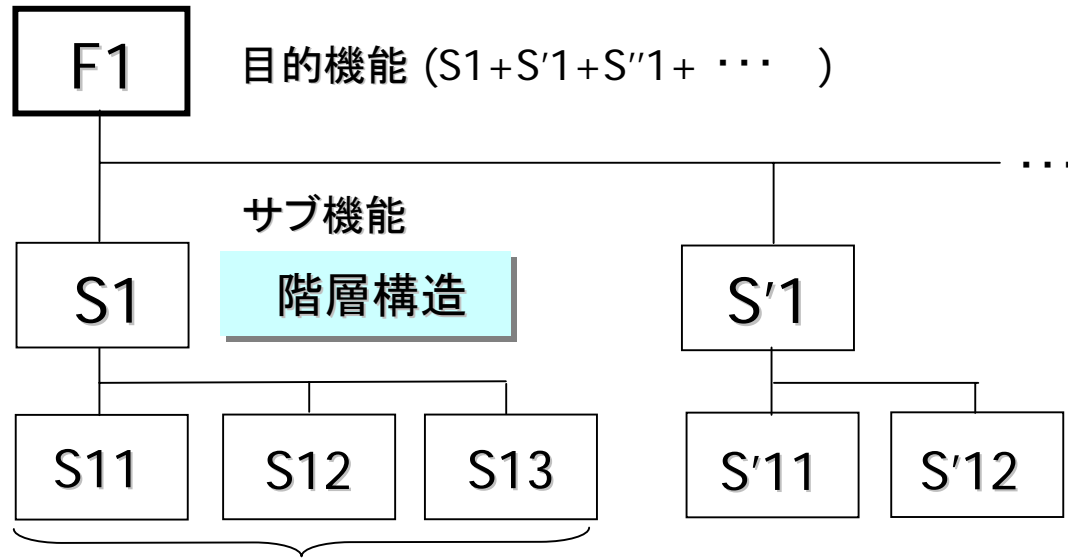
STEP/EXPRESS  
XML/HTML

RDF/OWL  
UML

...

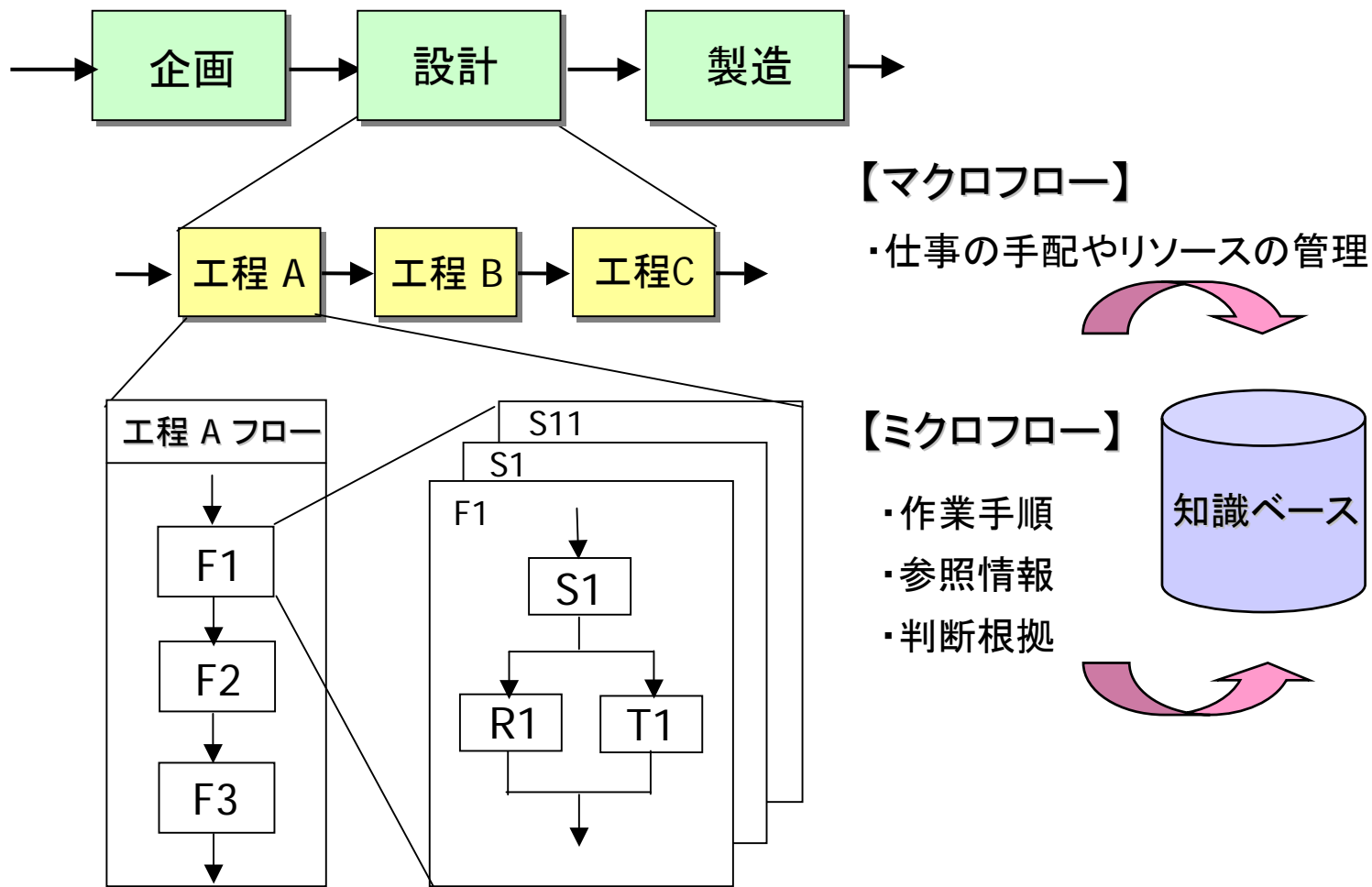


# 知識モデルの構造



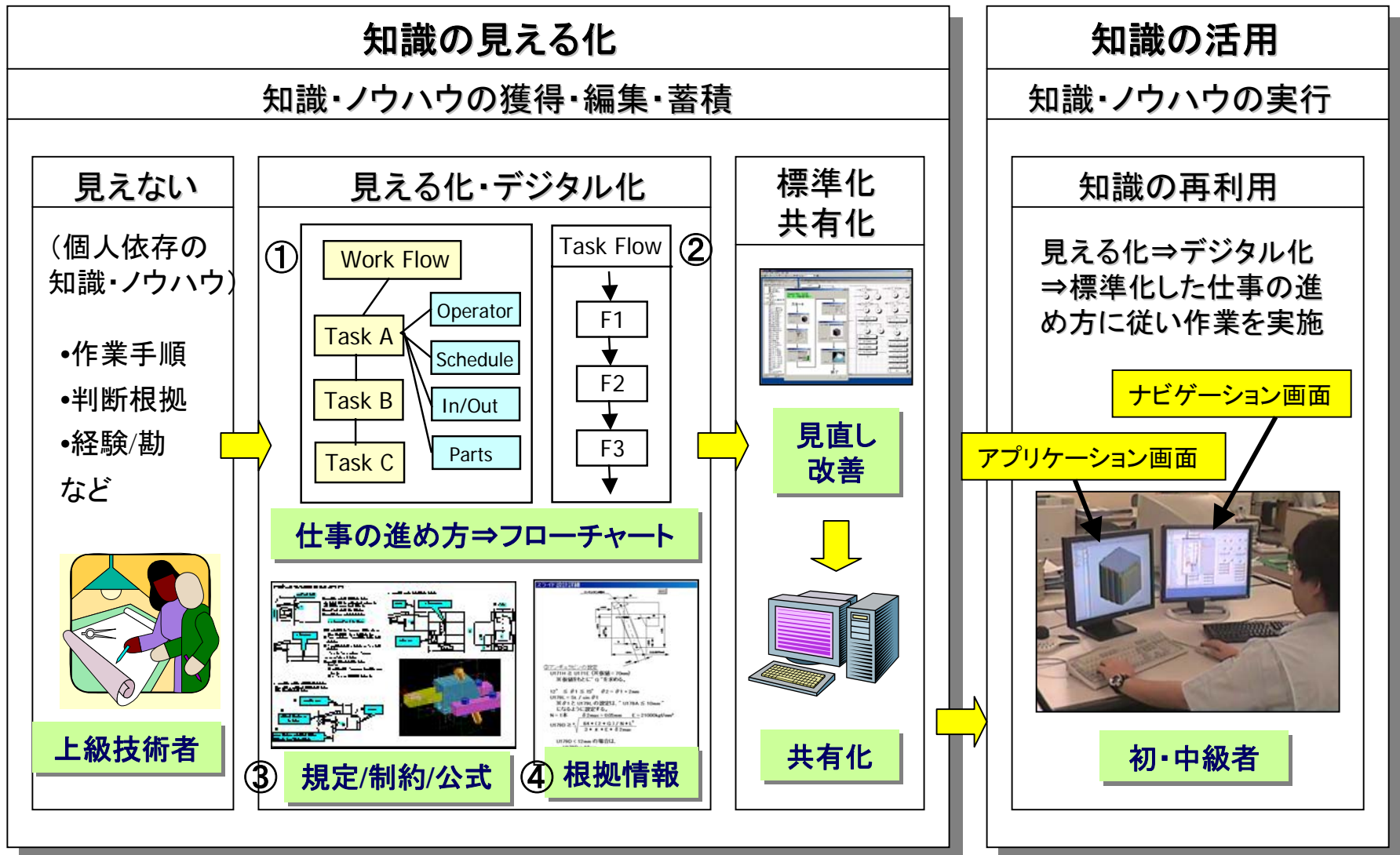
知識ユニット(S1)のデータ構造

# 知識モデルの表現方法



(作業手順を知識ユニットのフローチャート形式で表現)

# 知識の見える化と活用の仕組み



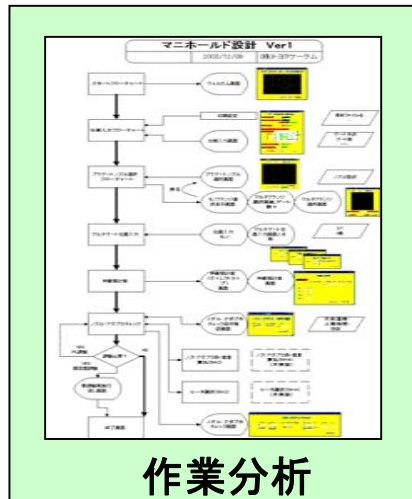
# 知識の獲得手法

## インタビュー／積み上げ方式

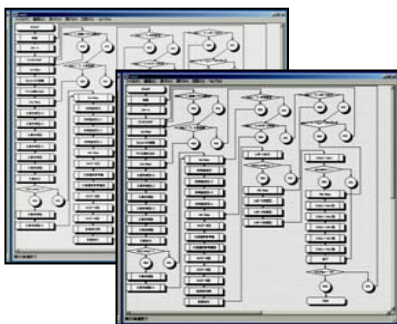
上級者の作業内容を分析・フロー化し構築



インタビューによる作業内容・手順のヒアリング



作業分析

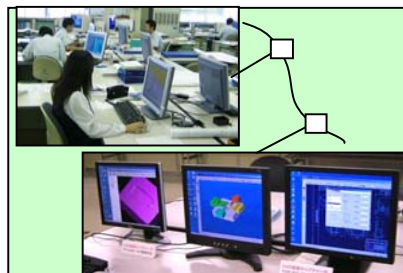


設計フロー手動作成

フローエディタ  
手動作成

## 画面キャプチャー／トップダウン方式

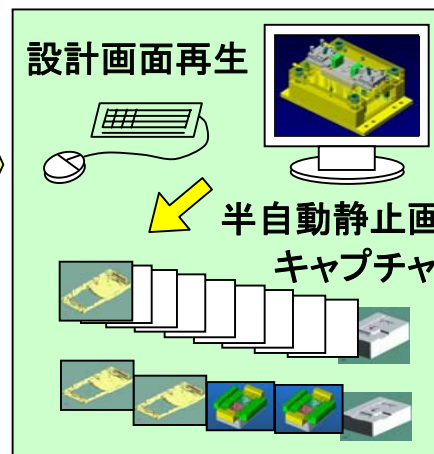
上級者のCAD作業フルキャプチャー  
動画より設計フローを即刻構築



CAD設計動画  
ライブラリ



設計フロー＋出力図



設計画面再生

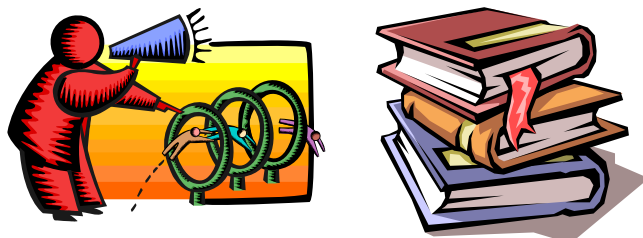
半自動静止画  
キャプチャ

設計手順画像

半自動  
フロー化処理

# 知識化手法

## ヒアリング法



ベテランのヒアリングから構築  
基準・規定からの構築

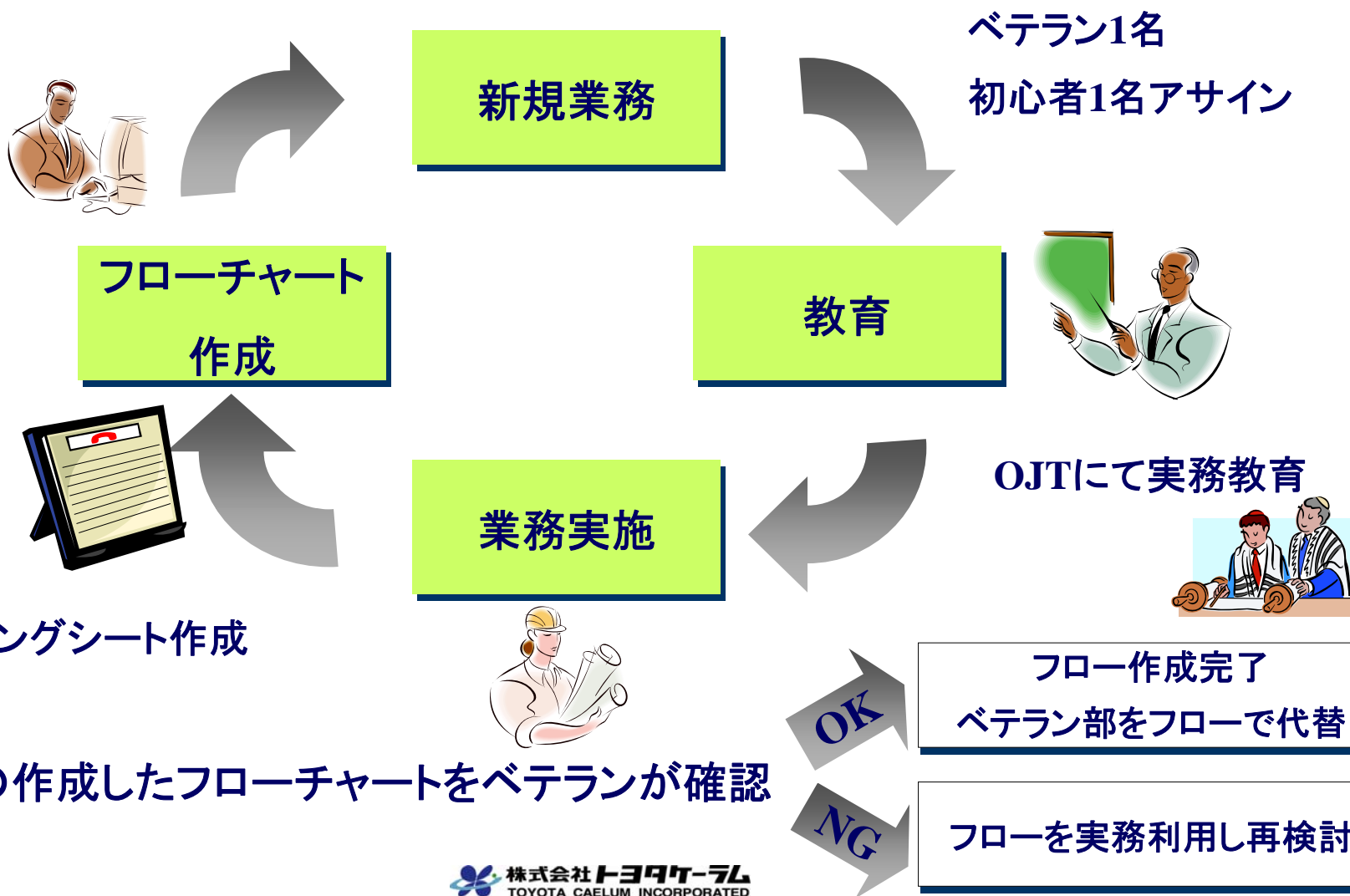
## 表(標)準化法



ベテランの作業を「見える化」  
作業内容の確認から構築

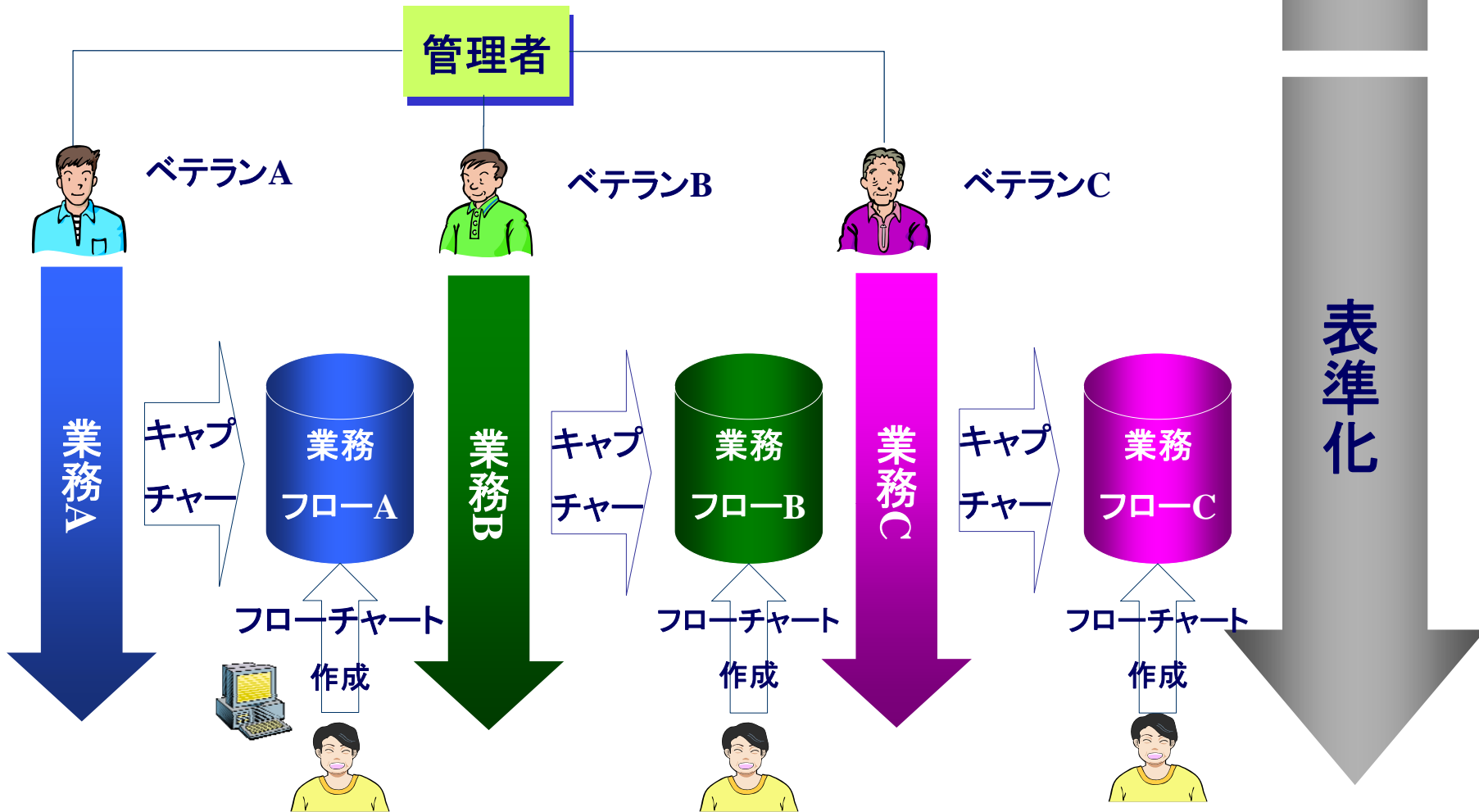
# 知識化手法(ヒアリング法)

作成人員構成:ベテラン1名 初心者 1名



# 知識化手法(表[標]準化法)

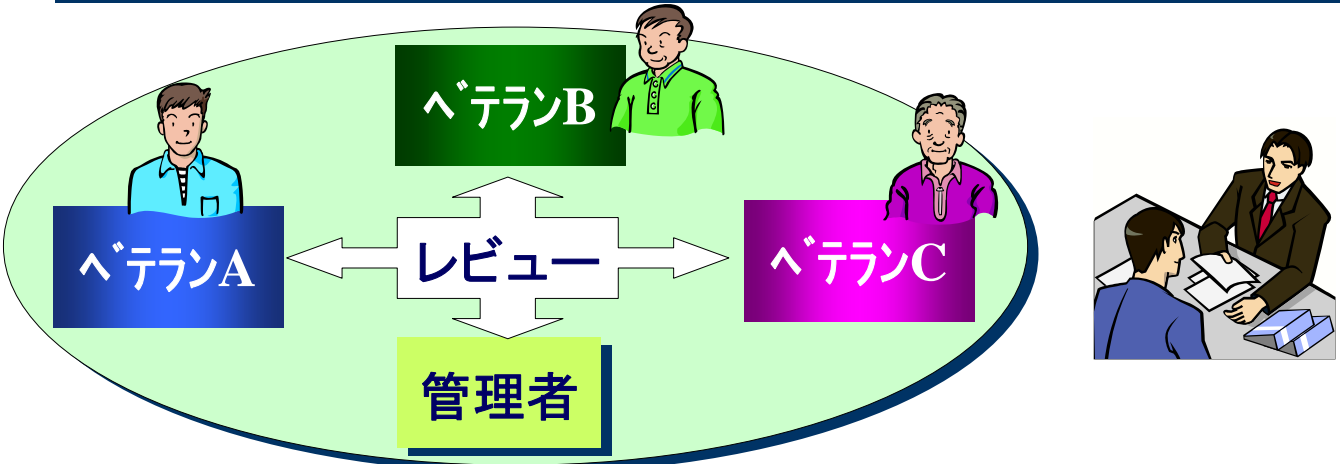
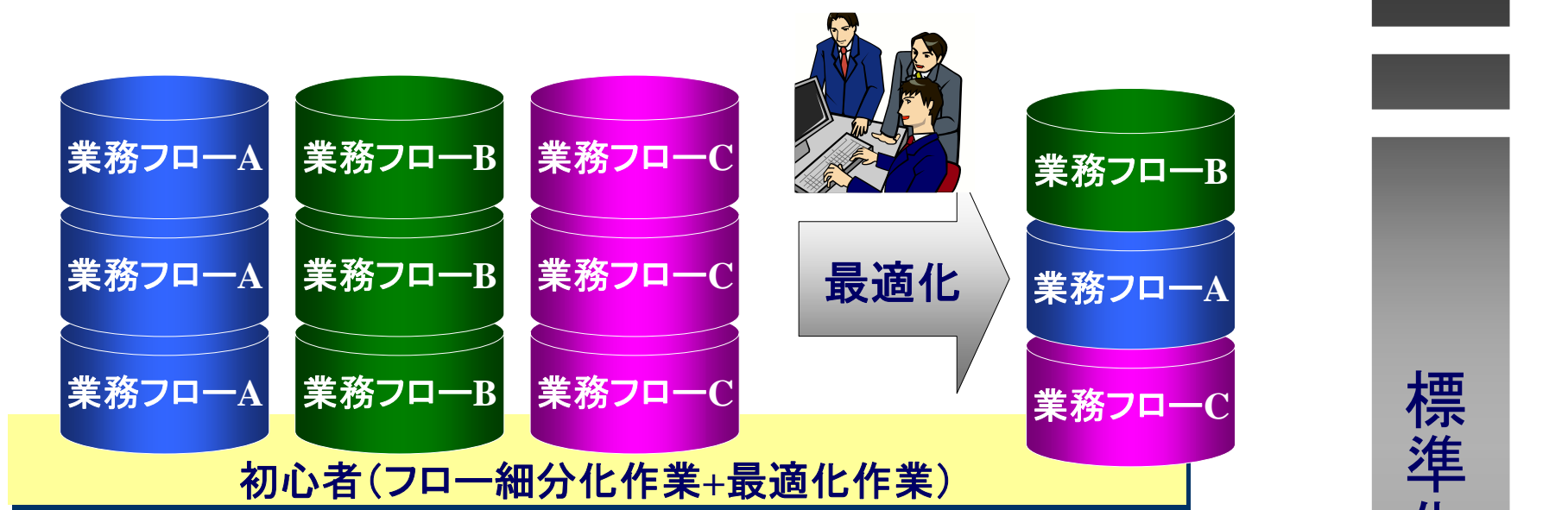
作成人員構成: 管理者 1名 ベテラン3名 初心者 1名



各ベテランの業務方法を未経験者により見える化(フローチャート)

# 知識化手法(表[標]準化法)

作成人員構成: 管理者 1名 ベテラン3名 初心者 1名

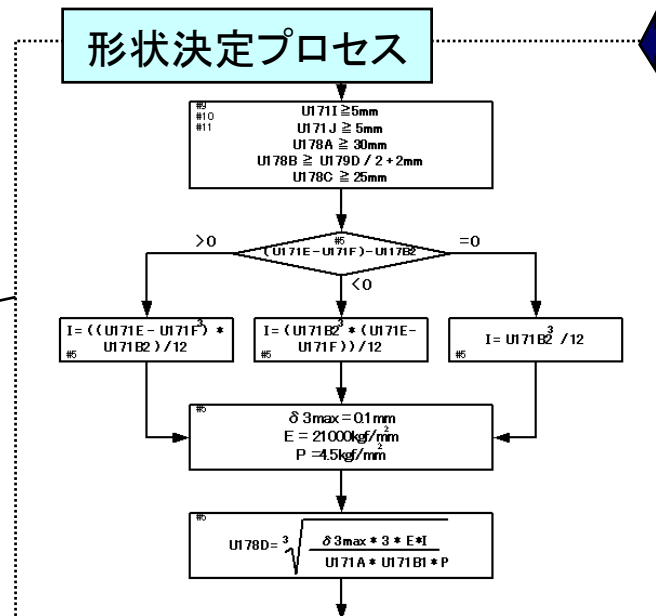
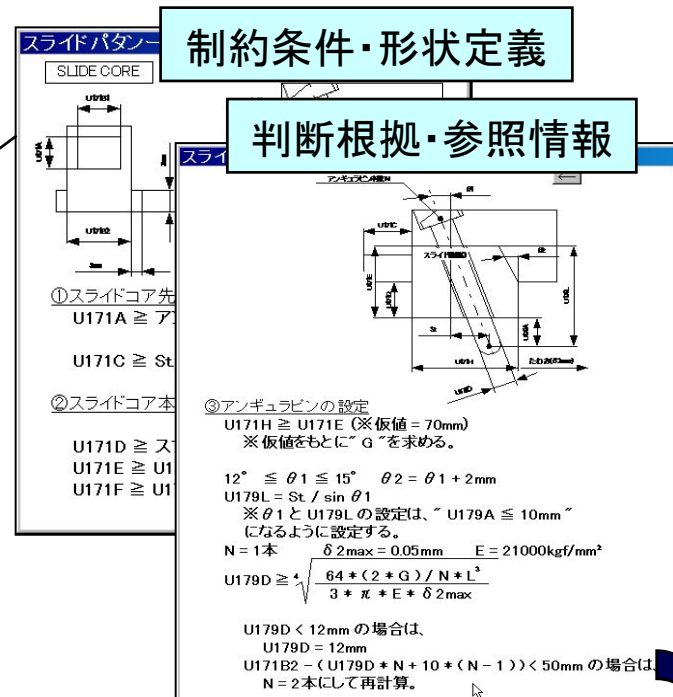
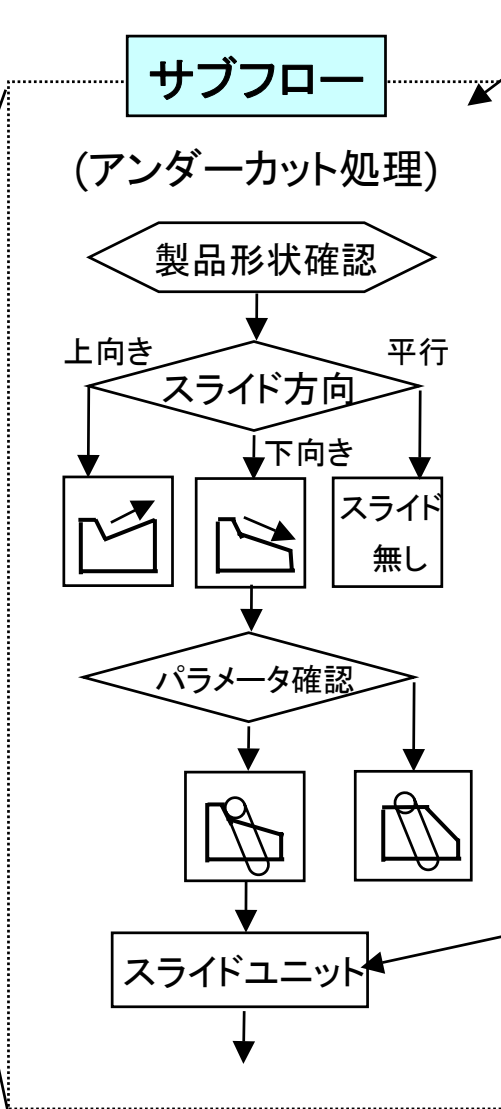
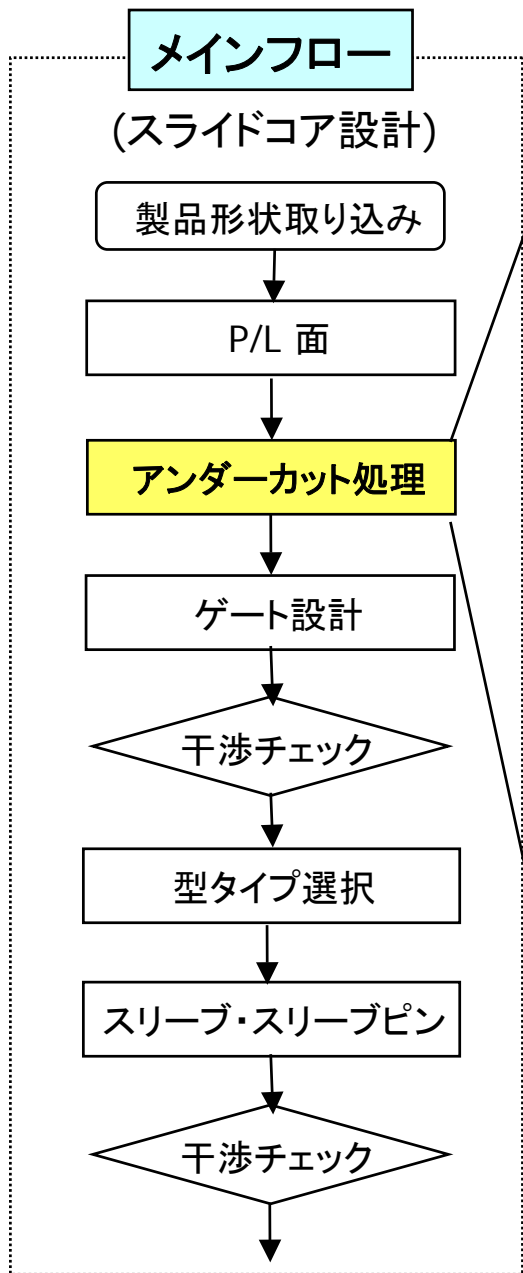


管理者とベテランでフローの細分化と最適方法の選択



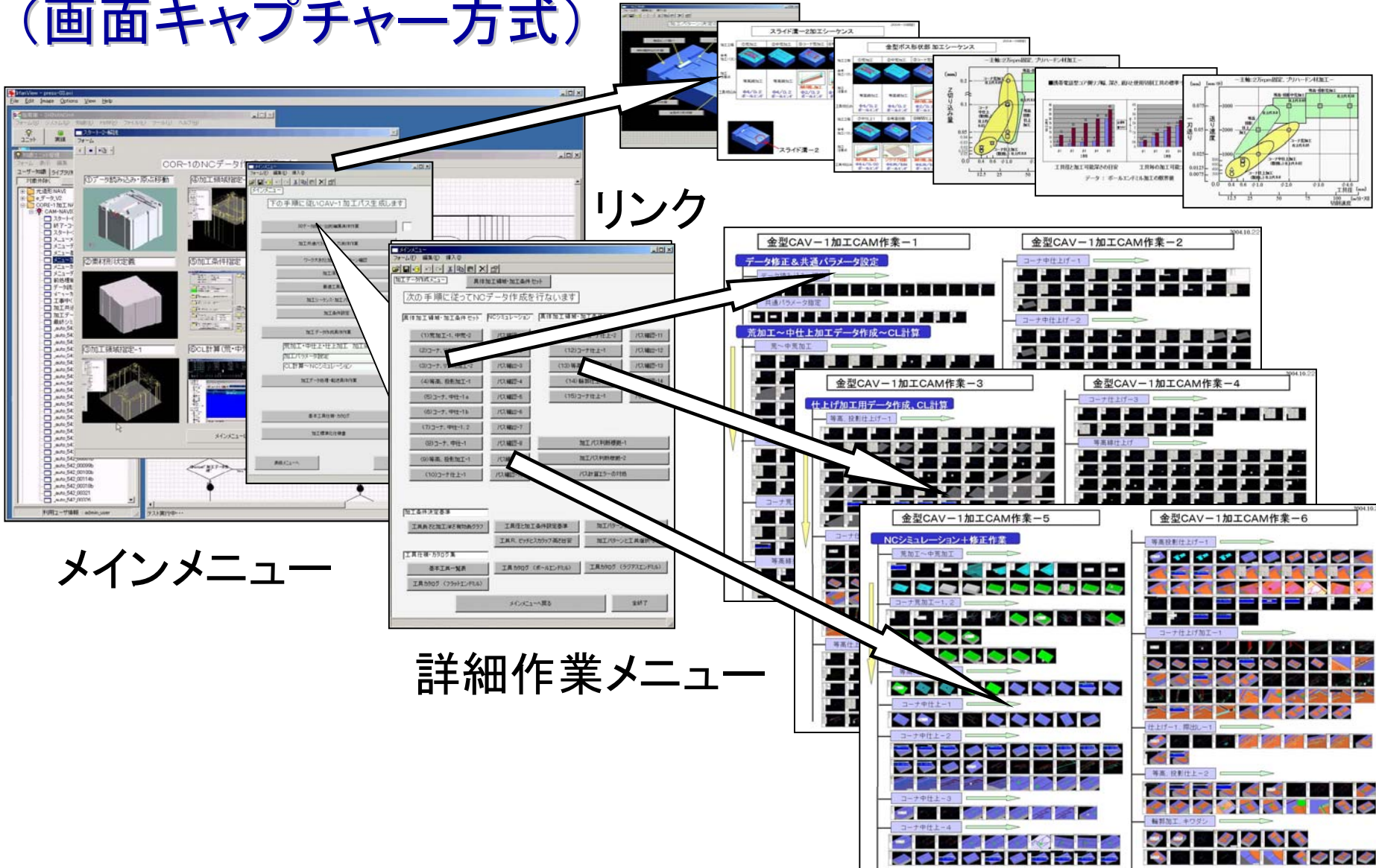


# 設計知識の表現例



# 知識の獲得とデジタル化の方法 (画面キャプチャー方式)

【加工工程・条件設定画面】



リンク

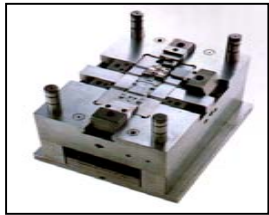
メインメニュー

詳細作業メニュー

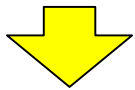
詳細作業画面(1020枚)<sub>19</sub>

# 蓄積された知識を逐次実行する仕組み

## システムに記述された標準手順を逐次実行

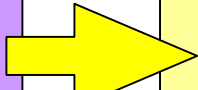


金型設計・製品設計

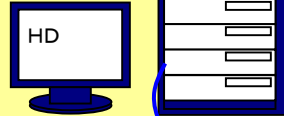


ノウハウのデジタル化

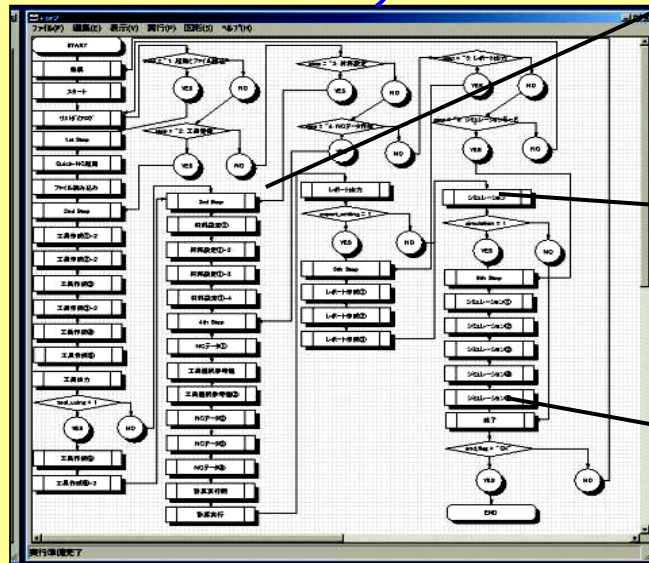
設計手順  
詳細記述



知識DBサーバ

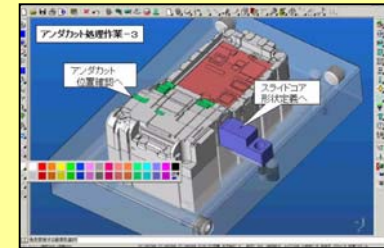


標準化された設計手順

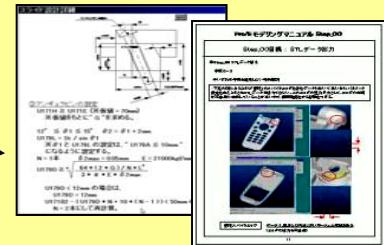


CAD操作  
具体指示

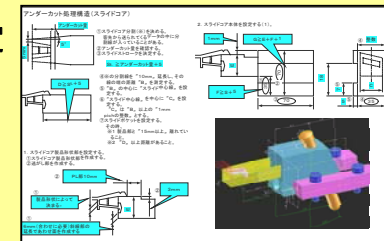
教示(ナビ)画面



ドキュメント  
参照指示



設計寸法決定  
具体指示



# 知識伝承システムの開発

## ◆開発の経緯

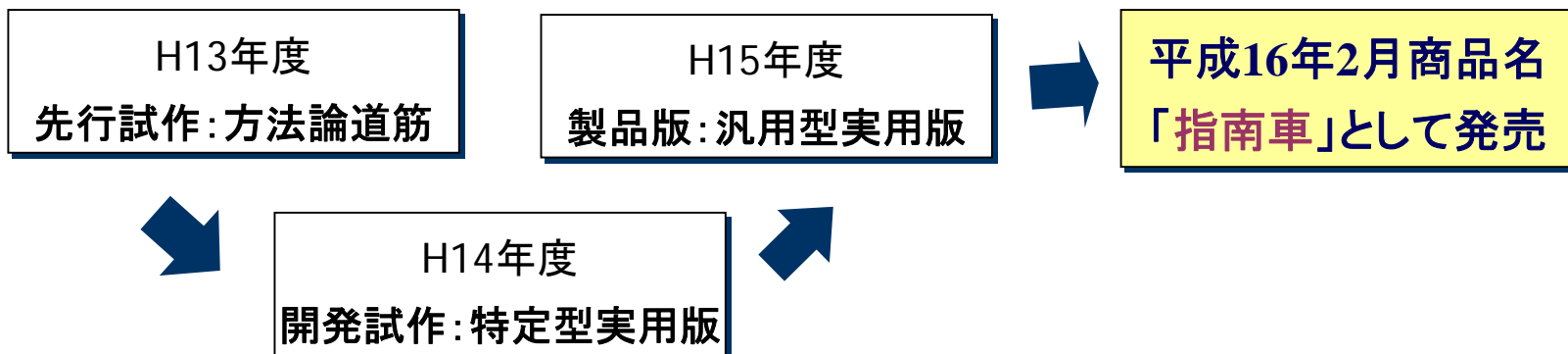
### 【デジタルマイスタープロジェクトへの参画】

- ・平成13年10月 経済産業省デジタルマイスタープロジェクト助成事業発足
- ・同プロジェクトに松下電器産業(株)様と共同参加(以降3カ年にわたり参画)

### 【開発の狙い】


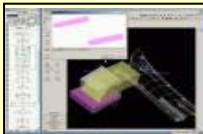

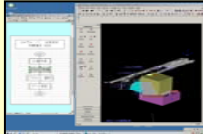


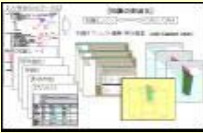
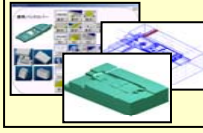


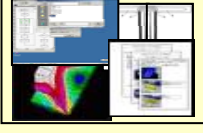



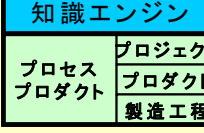
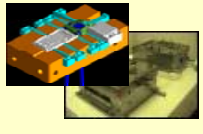
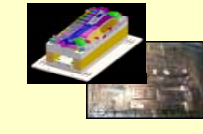
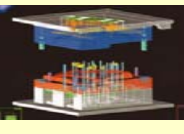
- ・個人に蓄積された高度な技術・技能の見える化、デジタル化  
➡ データベース化し、共有、再利用する(技術・技能の伝承)
- ・データベースの活用による業務プロセスの改革

### 【開発実績】



# 開発の経緯

## ◆ デジタルマイスタープロジェクトによる開発経緯の詳細

	H. 13 先行試作： 方法論筋道	H. 14 開発試作： 特定型実用版	H. 15 製品版： 汎用型実用版
知識エンジン	<p>知識エンジン プロトタイプ</p> <p>・知識編集、実行</p> 	<p>知識エンジン 実用版</p> 	<p>知識エンジン (製品版)</p> 
知識DB/関数 CAD	<p>知識CAD 動作検証版</p> <p>・可動コア自動設計</p> 	<p>自動車型・ 携帯電話型 設計知識DB</p> 	<p>汎用型設計 知識DB</p> 
CAM	<p>知識CAM 動作検証版</p> <p>・リブ切削CL自動生成</p> 	<p>自動車型・ 携帯電話型 加工知識DB</p> 	<p>汎用型加工 知識DB</p> 
CAE	<p>知識CAE システム要件</p> <p>・ヒケ予測CAE、知識</p> 	<p>自動車型・ 携帯電話型 CAE知識DB</p> 	<p>汎用CAE 知識DB</p> 
プロセス・ プロダクト	<p>PP一元管理sys プロトタイプ</p> <p>・PP部品表一元管理</p> 	<p>自動車・家電 向け実用版 PP管理sys</p> 	<p>PBM (製品版)</p> 
実証金型 Q. C. D. 見通	<p>携帯電話型 L/T Δ50%</p> 	<p>ルーバ型 L/T Δ40%</p> 	<p>一般成型型 L/T Δ50%</p> 

# 指南車とは

ノウハウを含む「仕事の進め方」を知識と捉え、ワークフローと制約条件、根拠情報のフレームワークにより、これを再現性のある知識として表現することができる



知識のデジタル化  
「見える化」

仕事の指南番  
「なぞり」

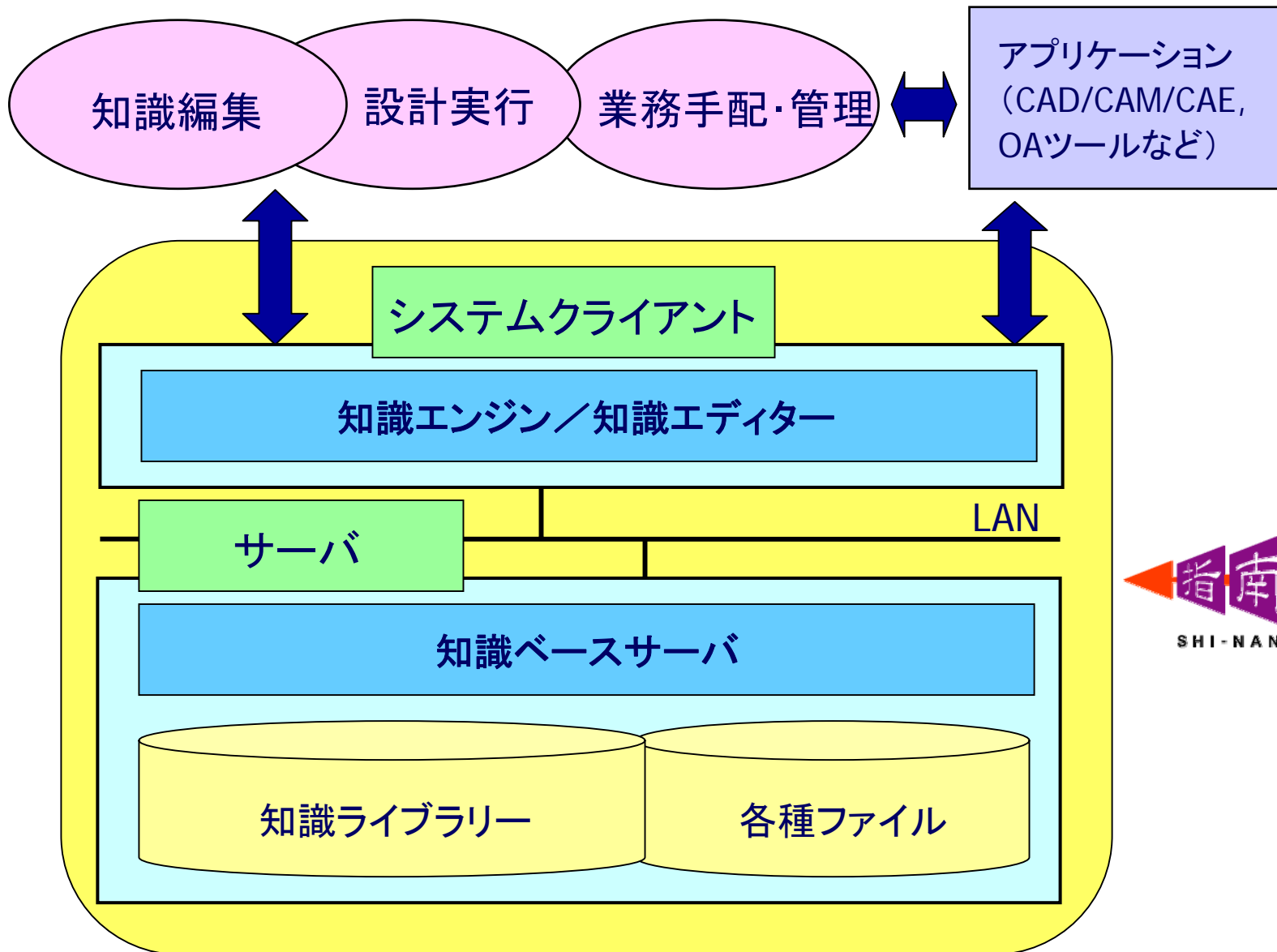
継承  
伝承支援

行動  
手順の管理

指南車

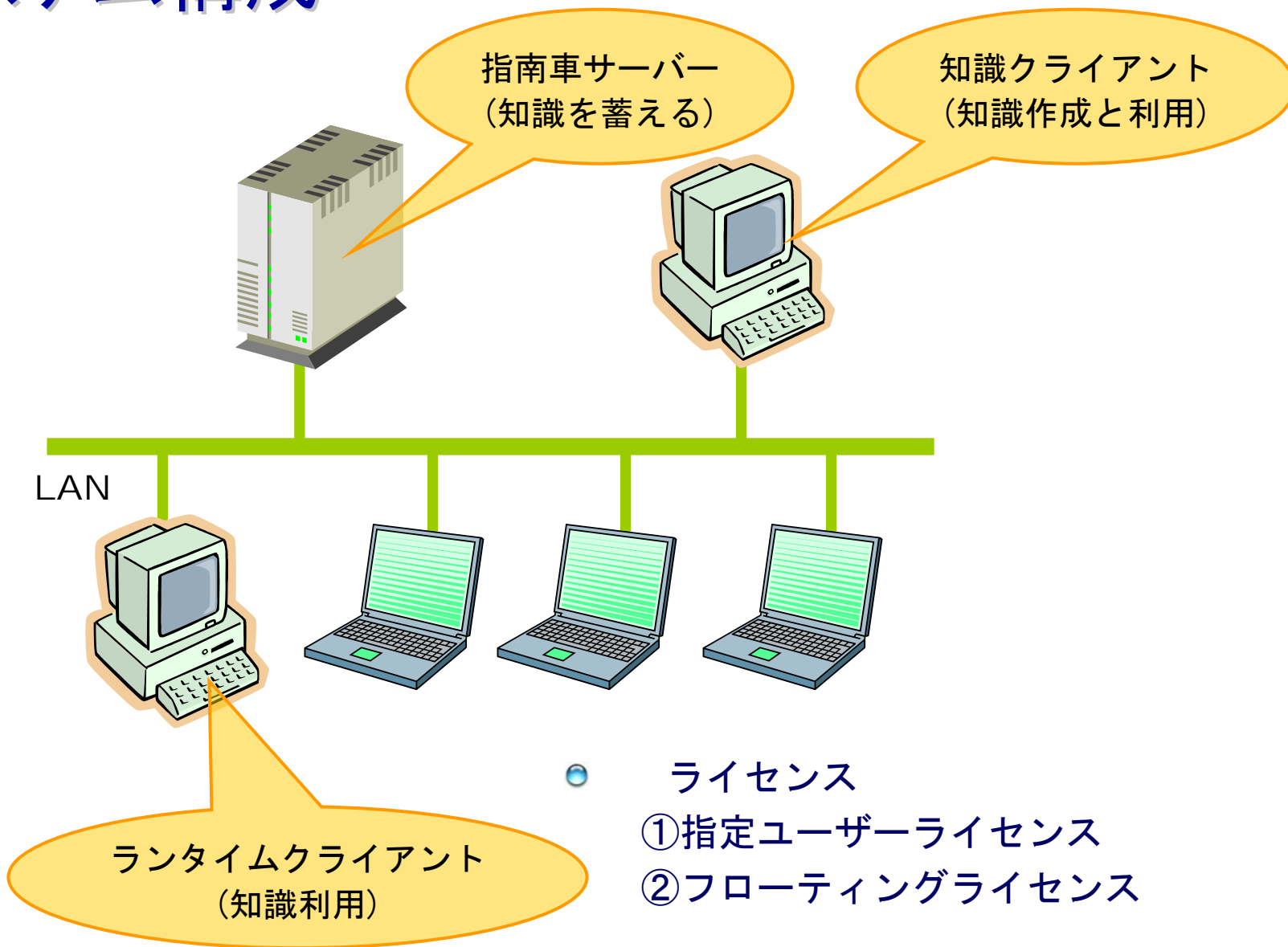


# システムの機能構成



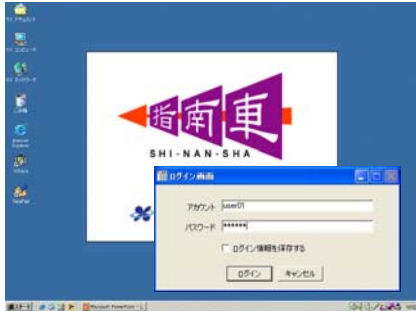


# システム構成

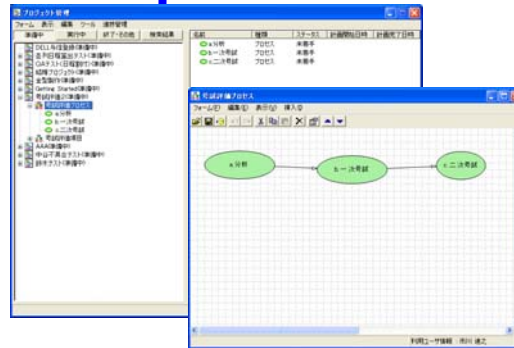
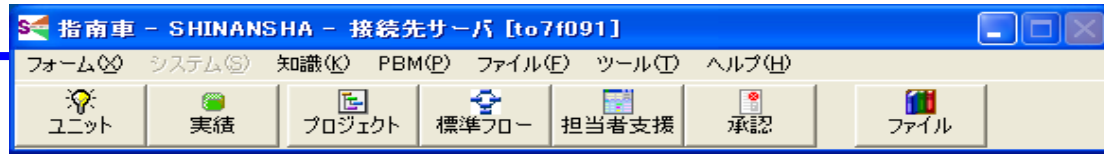


# [指南車] 画面例

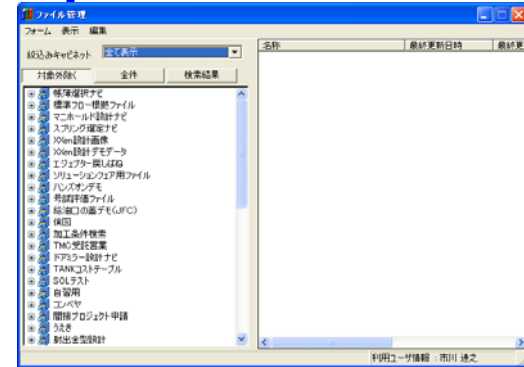
メニューバー



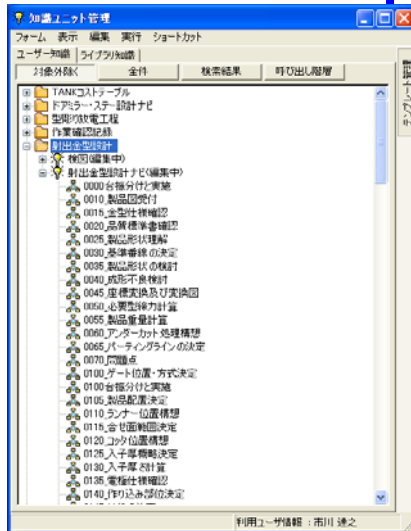
起動/承認画面



プロジェクトの定義



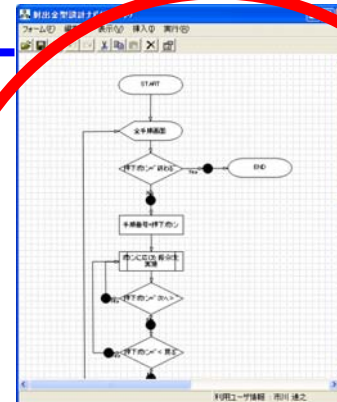
ファイルの管理



知識ユニット管理



ダイアログ作成



ライブラリーを利用した  
フローの作成

# 実行画面例1

### 知識ユニット管理

フォーム 表示 編集 実行 ショートカット

ユーザー知識 | ライブラリ知識

対象外除く 全件

- 号試評価
- フェーエルリッド設計(JCF)
- 加工条件選択
- 体験セミナー
- 型
- TANKコストテーブル
- TMC受託営業
- その他
- ドアマミラー設計ナビ(TR)
- 0\_ドアマミラー設計ナビメイン(編集)
  - 0\_個別ナビ
  - 1\_ステー材質とネジ選択
  - 2\_フレームAとの工具
  - 2\_2\_パラメータファイルの
  - 6\_強度チェック
  - 7\_ボスリブ形状生成
  - 3\_フレームBとの工具除
  - 4\_絞り角度(未使用)
  - 5\_フレームBとボス径+
  - 2\_設計要件設定
  - 0\_樹脂手順メイン画面
  - 0\_ドアマミラータイプ選択
  - 1\_マテリアル選択
  - 1\_ネジ選択\_樹脂
  - 1\_ネジ選択\_ダイカフト

#### テンプレート管理

- テンプレート化
  - 知識ユニット
  - サブフローチャート
  - ダイアログ
  - 部分フロー
- 便利ツール
  - NEW
  - 人数の入力
  - NEW
- 見積
  - 基本定義
  - 工法/構造
  - A:サイズ
  - C:本体形状
- スタート画面
- タンクコストメイン部品

新規作成  
編集  
削除  
チェックアウト  
エディタ編集  
チェックアウト解除  
ダイアログコピー  
ダイアログ貼り付け  
プロパティ  
閲覧  
利用者登録

利用ユーザ情報 : 宮尾 修次

知識の管理画面

# 実行画面例2

フォーム システム 知識 PBM ファイル ツール ヘルプ

ユニット 実績

知識ユニット管理

フォーム 表示 編集 実行 ショートカット

ユーザー知識 ライブラリ知識

対象外除く 全件

知識ライブラリー

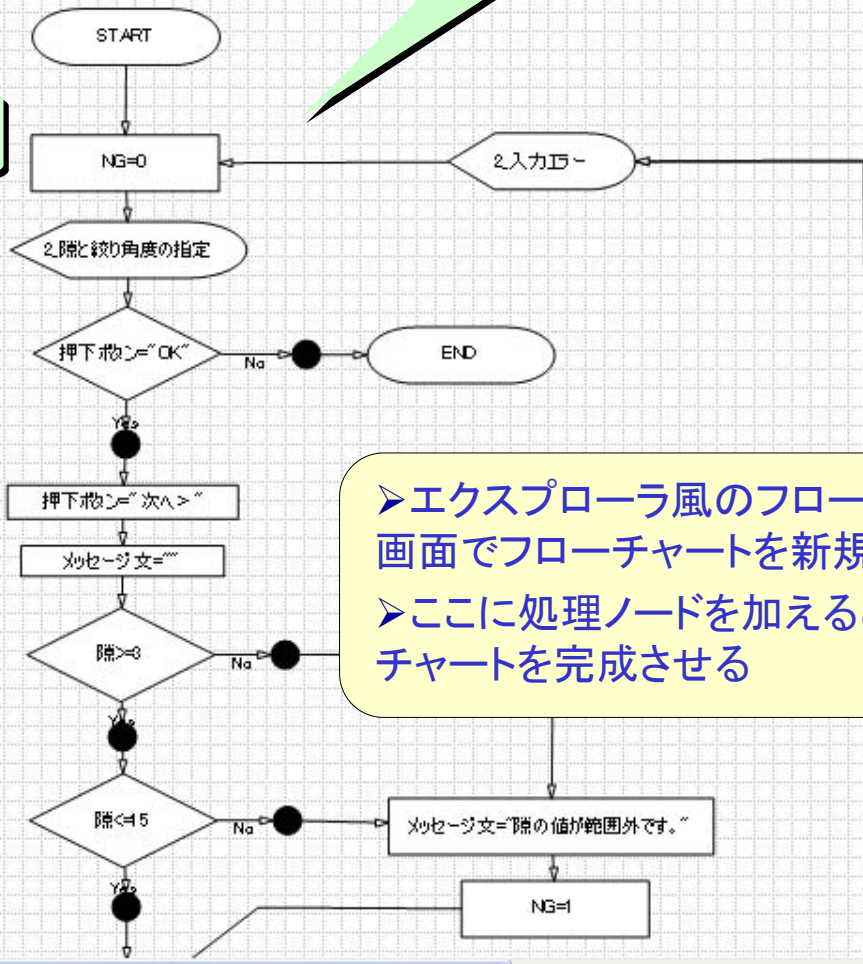
- 号試評価
- フェルリッド設計(JCF)
- 加工条件選択
- 体験セミナー
- 型
- TANKコストテーブル
- TMC受託営業
- その他
- ドアマミラー設計ナビ(TR)
  - 0\_ドアマミラー設計ナビメイン(編集)
    - 0\_個別ナビ
    - 1\_ステータスとネジ選択
    - 2\_1フレームAとの工具隙
    - 2\_2パラメータファイルの書出し
    - 6\_強度チェック
    - 7\_ボスリブ形状生成
    - 3\_フレームBとの工具隙(未使用)
    - 4\_絞り角度(未使用)
    - 5\_フレームBとボス径+ガスケット
    - 2\_設計要件設定
    - 0\_樹脂手順メイン画面
    - 0\_ドアマミラータイプ選択画面
    - 1\_マテリアル選択
    - 1\_ネジ選択\_樹脂
    - 1\_ネジ選択\_ダイカク

2\_1\_フレームAとの工具隙

フォーム(E) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 実行(R)

保存 印刷 複製 削除 貼り付け

ワークフロー



> エクスプローラ風のフローチャート管理画面でフローチャートを新規に作成  
 > ここに処理ノードを加えることで、フローチャートを完成させる

利用ユーザー情報：宮尾 修次

# 実行画面例3

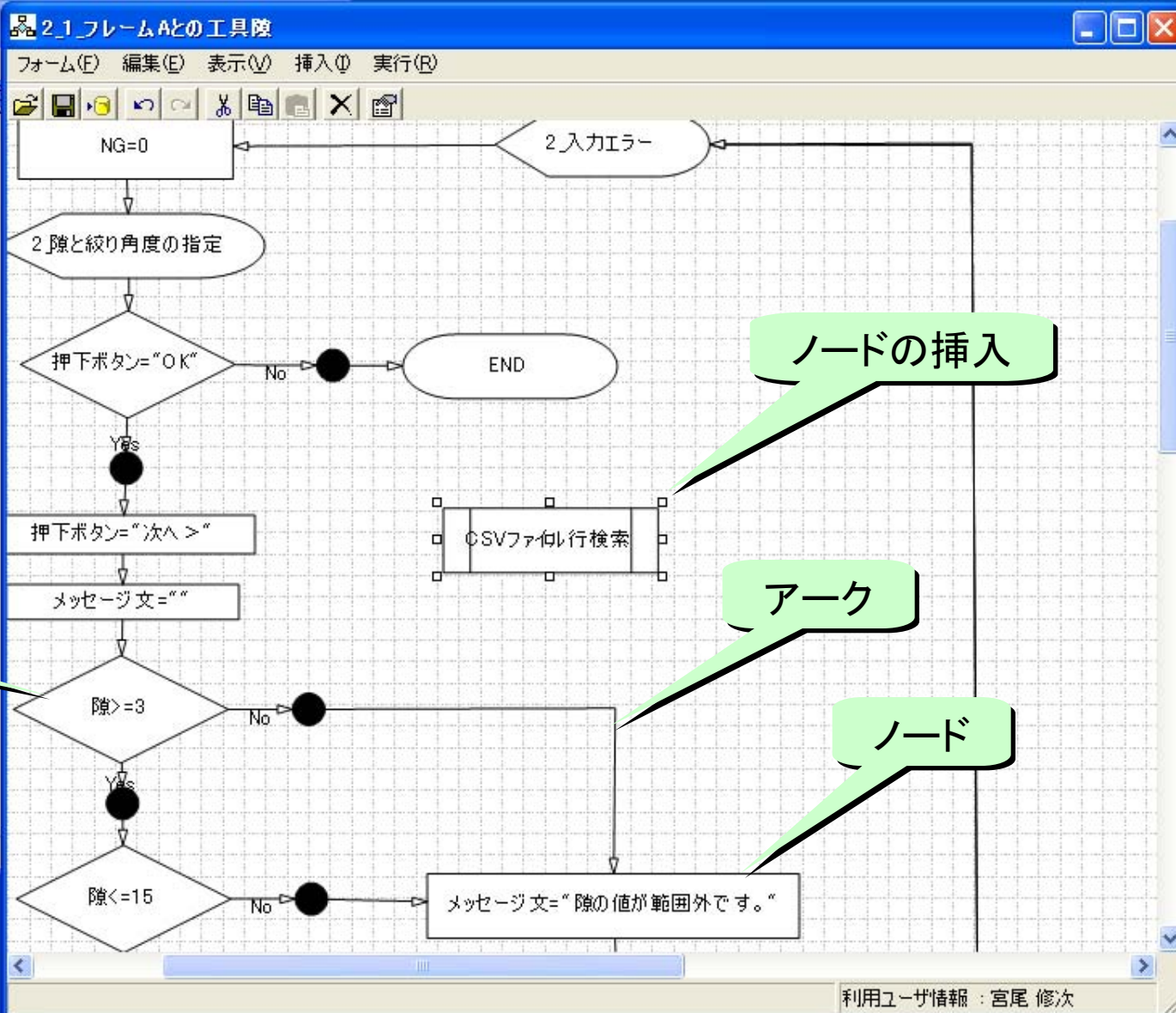
コモンライブラリー

知識ユニット管理

ユーザー知識 ライブラリ知識

- ダイアログパッケージ
- Microsoft Excel コマンドパッケージ
- CSVファイル コマンドパッケージ
  - CSVファイル行検索
  - CSVファイル行数取得
  - CSVファイル列数取得
  - CSVファイル値取得
  - CSVファイル行指定値取得
  - CSVファイル列指定値取得
  - CSVファイル値設定
- 算術演算 コマンドパッケージ
- その他 コマンドパッケージ
- Caelum II /Solid コマンドパッケージ
  - 履歴ライブラリ実行コマンド
  - 履歴ライブラリWAITコマンド

デシジョンノード



ノードの挿入

アーク

ノード



# 実行画面例5

フォーム システム 知識 PBM ファイル ツール ヘルプ

ユニット 実績

知識ユニット管理

ユーザー知識 ライブラリ知識

- ダイアログパッケージ
- Microsoft Excel コマンドパック
- CSVファイル コマンドパッケージ
  - CSVファイル行検索
  - CSVファイル行数取得
  - CSVファイル列数取得
  - CSVファイル値取得
  - CSVファイル行指定値取
  - CSVファイル列指定値取
  - CSVファイル値設定
- 算術演算 コマンドパッケージ
- その他 コマンドパッケージ
- Caelum II /Solid コマンドパック
  - 履歴ライブラリ実行コマ
  - 履歴ライブラリWAITコマ

2\_1\_フレームAとの工具隙

フォーム(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 実行(R)

ツールボックス: 保存, 印刷, 戻る, 進む, 削除, 複製, 貼り付け, 貼り付け, 印刷, 印刷

**工具隙と絞り角度指定**

フォーム

(1) 車体締め付け部設定(ボス設定位置)  
 ② フレームAとの工具隙  
 工具隙とブラケット 絞り角度の指定

\* 隙および絞り角度を指定しOKを押してください

隙  mm (3 ~ 15)

絞り角度  度 (30度 ~ 45度)

OK

詳細を見る    ↑メニュー    <戻る

隙 >= 3

No

テスト実行中...

利用ユーザ情報 : 宮尾 修次

ワークフローの実行  
(ダイアログ画面)

# 適用分野

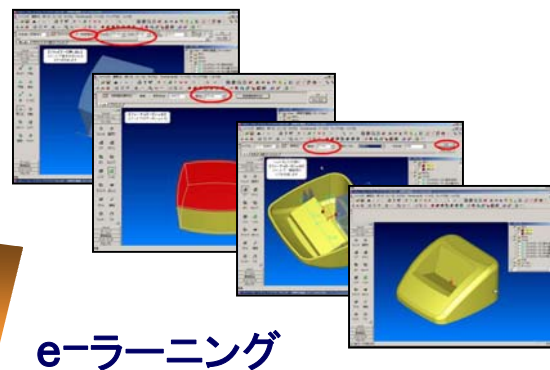
CAD/CAMによる製品開発技術者向け

設計業務支援システム構築



CAD教育担当者/管理者向け

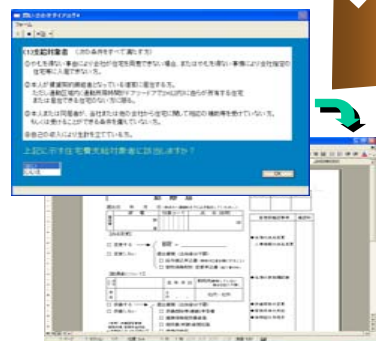
3D-CAD教育システム構築



事務系業務担当者向け

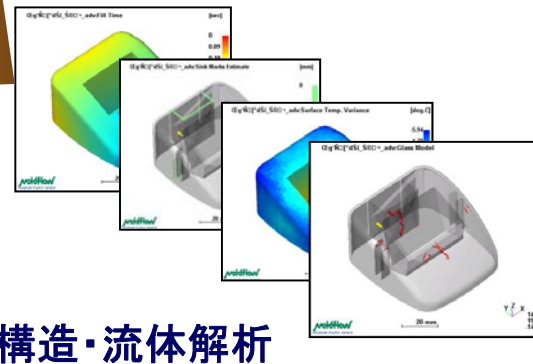
業務ナビゲーションシステム構築

- 各種申請書作成支援
- 業務システム支援
- OJT支援



CAE/CAT技術者向け

解析業務支援システム構築



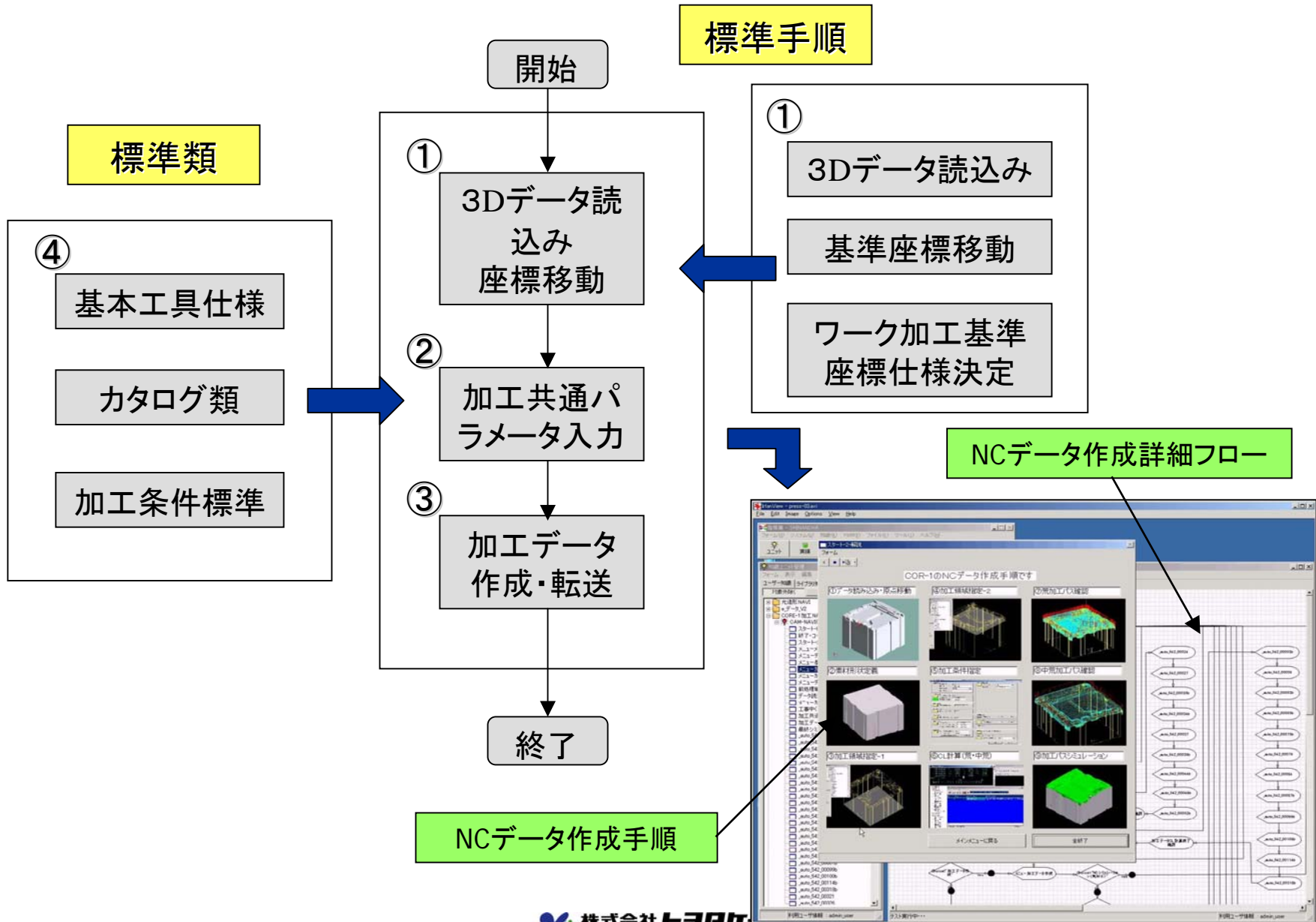


# 適用事例

- 事例① M社 金型設計ナビ
- 事例② X社 NCデータ作成ナビ
- 事例③ S社 放電加工の知識化
- 事例④ T社 ドアミラー設計
- 事例⑤ Y社 設計知識の見える化



# 事例② X社 NCデータ作成ナビ



# 事例② 金型3Dデータ読込・加工共通パラメータ入力

## ① 3Dデータ読込み・座標移動

3次元データの前備修正確認

①データ形式はIGES又はParasolidですか？

②形状に穴やギャップはありませんか？

③放電加工除去部分は形状を追加されていますか？

④曲面はすべてトリムされていますか？

メインメニューへ戻る      OK

ワーク原点が最下点になるように移動させます

FF-CAM起動後パラソリッドデータ(\*.x\_t)を読み込みます

FF-CAM起動

読み込まれたデータ

ワークの加工基準原点へZ軸移動させます

パラソリッドデータ(\*.x\_t形式)読み込み

シェーディングイメージで形状確認します

## ② 加工共通パラメータ入力

加工共通メニュー

以下の手順で加工共通パラメータ入力を行ないます

①加工テンプレート読込み

②加工形状(加工モデル)指定

③加工ワーク形状定義

④加工開始点指定

加工データ作成作業フォルダを定義します

次の加工共通パラメータは終了しましたか？

①マシン指定、材料指定

②加工モデル入力、加工ワーク入力

③ファイルヘッダ、加工開始点指定

④軌跡移動(デフォルト)

パラメータ入力メニューへ戻る      メインメニュー/加工データ作成へ

NG      OK

# 事例② データ転送・パラメータ確認・シミュレーション

## ③ 加工データ作成・転送

加工データ作成メニュー

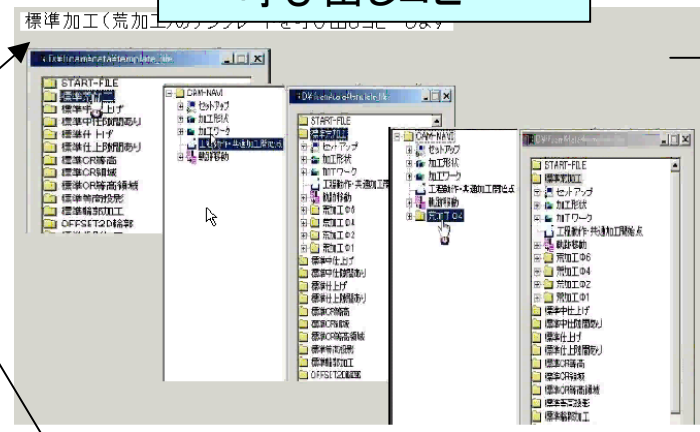
次の手順に従ってNCデータ作成を行います

- 荒加工データ作成
  - NCシミュレーション(荒加工)
  - 中仕上げ加工データ作成
  - NCシミュレーション(中仕上げ)
  - 仕上げ加工データ作成
  - NCシミュレーション(仕上げ)
  - 取り残し加工・キリ出し加工データ作成
  - NCシミュレーション(取り残し・キリ出し)
- ツールパス編集

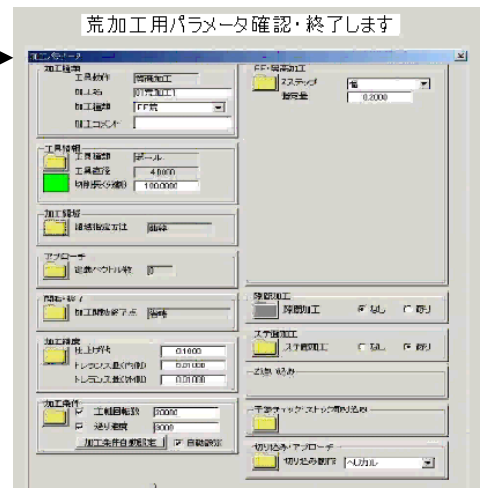
工具基本仕様

- 基本工具一覧
- 工具カタログ (フラットシール)

標準加工テンプレート  
呼び出しコピー

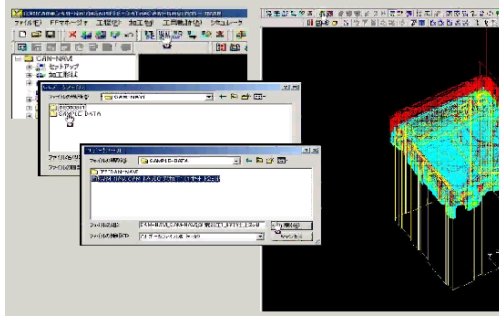


荒加工用パラメータ確認

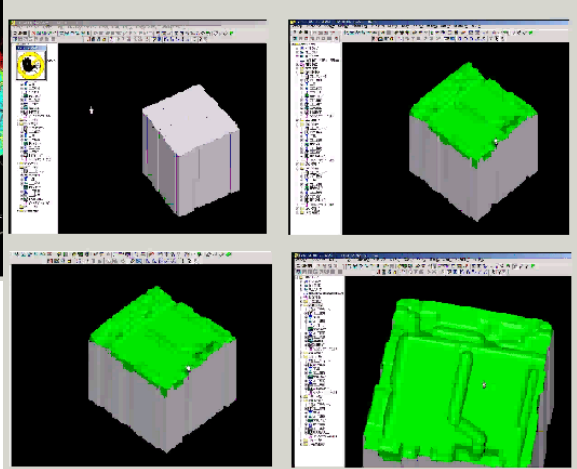


NCパスシミュレーション

CLデータファイルを読み出しパス確認とシミュレーションを行います



NCパスシミュレーションし、加工後の形状を確認します



# 事例② NCデータ作成参照情報

## ④ 標準類

加工条件をExcel化→  
加工情報より指南車が条件選択

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	型材	カッター材質	加工区分	工具名	刃長	シャンク径	全長	有効突き出し	回転数	送り	XYピッチ	Zピッチ	寿命(H)	クーラント
1	SCM440	超硬	中荒	φ2B	5	6	50	20	5000	140	0.15	0.15	3時間	MOB
2	SCM440	超硬	中荒	φ4B	8	6	70	30	5000	310	0.2	0.2	↑	↑
3	SCM440	超硬	中荒	φ4B	8	6	70	30	5000	500	0.3	0.3	↑	↑
4	SCM440	超硬	中荒	φ6B	12	6	90	20	3900	390	↑	↑	↑	↑
5	SCM440	超硬	中荒	φ6B	12	6	90	20	3340	330	↑	↑	↑	↑
6	SCM440	超硬	中荒	φ6B	12	6	90	20	4200	630	0.4	0.4	4時間	↑
7	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
8	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
9	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
10	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
11	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
12	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
13	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
14	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
15	SCM440	超硬	中荒	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
16	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
17	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
18	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
19	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
20	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
21	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
22	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
23	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
24	SCM440	超硬	中荒	φ12B	22	12	110	40	↑	↑	↑	↑	↑	↑
25	SCM440	超硬	仕上	φ2B	5	6	50	20	↑	↑	↑	↑	↑	↑
26	SCM440	超硬	仕上	φ4B	8	6	70	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
27	SCM440	超硬	仕上	φ6B	12	6	90	20	↑	↑	↑	↑	↑	↑
28	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
29	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
30	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
31	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
32	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
33	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
34	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
35	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
36	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
37	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑
38	SCM440	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	↑	↑	↑	↑	↑	↑

検索結果を報告します

検索結果表示

詳細説明

超硬ボール 仕上

工具名	刃長	シャンク径	全長	有効突き出し	回転数	送り	XYピッチ	Zピッチ	寿命	クーラント
φ2B	5	6	50	20	5000	140	0.15	0.15	3時間	MOB
φ4B	8	6	70	30	5000	310	0.2	0.2	↑	↑
φ6B	12	6	90	20	5000	500	0.3	0.3	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	3900	390	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	3340	330	↑	↑	↑	↑
φ8B	14	8	100	30	4200	630	0.4	0.4	4時間	↑
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

ハイスボール 仕上

工具名	刃長	シャンク径	全長	有効突き出し	回転数	送り	XYピッチ	Zピッチ	寿命	クーラント
φ4B	8	6	70	20	2400	200	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	1800	150	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	2100	280	↑	↑	↑	↑
φ12B	22	12	110	40	1580	220	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	1260	170	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	1600	320	↑	↑	↑	↑
φ16B	30	16	140	40	1280	260	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	960	190	↑	↑	↑	↑
φ10B	18	10	100	40	1300	310	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	1040	250	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	910	220	↑	↑	↑	↑
φ20B	38	20	160	40	780	190	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	880	280	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	660	210	↑	↑	↑	↑
φ18B	30	18	140	60	800	400	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	640	320	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	160	100	460	240	↑	↑
φ20B	38	20	160	80	850	480	↑	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	100	520	300	↑	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	180	120	460	270	↑	↑
↑	↑	↑	↑	↑	140	390	230	↑	↑	↑

検索結果を報告します

型材	カッター材質	加工区分	工具名	刃長	シャンク径	全長	有効突き出し	回転数	送り	XYピッチ	Zピッチ	寿命(H)	クーラント
SS5C	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	30	4200	630	0.4	0.4	4.008	
SS5C	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	40	3700	550	0.4	0.4	4.008	
SS5C	超硬	仕上	φ8B	14	8	100	50	2770	420	0.4	0.4	4.008	

詳細説明

刃長 / シャンク径 / 有効突き出し  
回転数 / 送り

再検索 OK

ようこそ これから加工条件を検索します

型材質 S55C

カッター材質 超硬

加工区分 仕上

工具名 φ2B

次へ

加工条件を指南車に入力→  
加工情報による加工条件検索

# 事例③ S社の取り組み

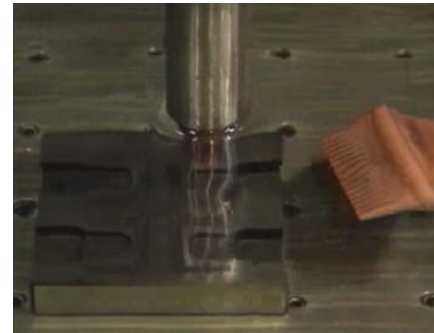
## モノづくり現場(放電加工)への適用例

- 熟練者の減少による技能消滅の危機
  - 技能を会社の財産として残す
  - 熟練者の技能を映像で記録しデータベース化する取り組みを始めた

しかし

### ● 問題点

- ビデオだけでは主観的に見るしかなく、進め方やコツを表現しきれない
  - 資産化、継承には効果的ではない



【適用対象業務】  
放電加工における  
機械操作

# 事例③ ITツールへの作りこみ

## ■ STEP1 (基本構成)

- ビデオから静止画像を取り込み



## ■ STEP2 (情報付加)

- 手順を解り易くするための情報を付加



## ■ STEP3 (技能の見える化)

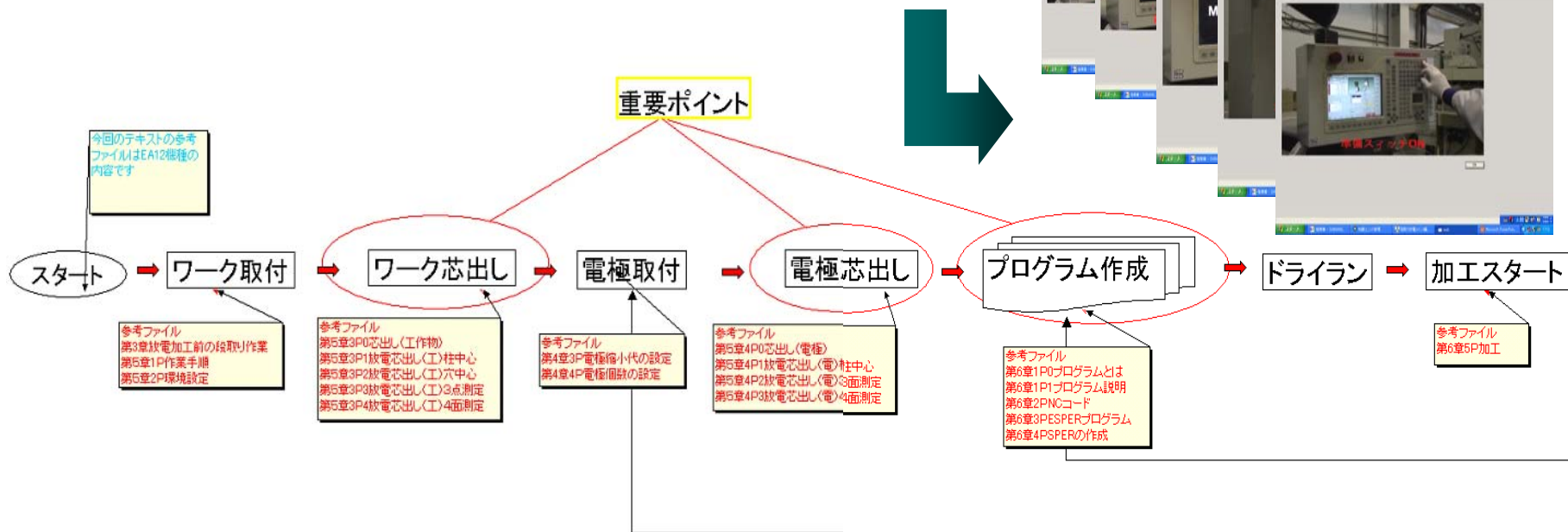
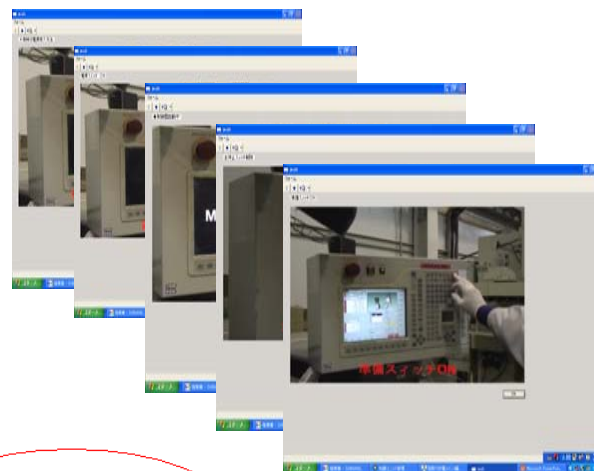
- 見えなかった技能取り込み



# 事例③ コンテンツ作成-1

## STEP1 基本構成

ビデオから静止画像を取り込み、基本構成を作成



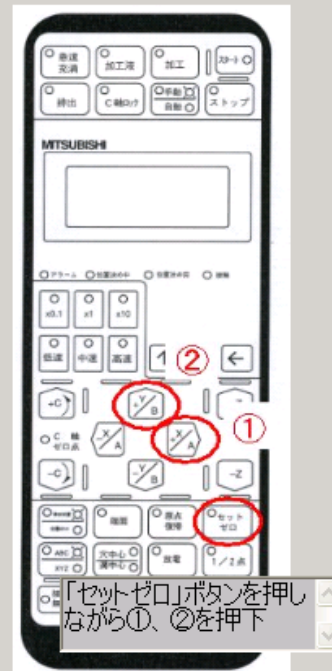
放電加工作業フロー

# 事例③ コンテンツ作成-2

## STEP2 情報付加

- 手順をよりわかりやすくするため情報を整理/付加

X、Y軸のゼロ設定(セットゼロを押しながら各軸X、Yボタンを押す)



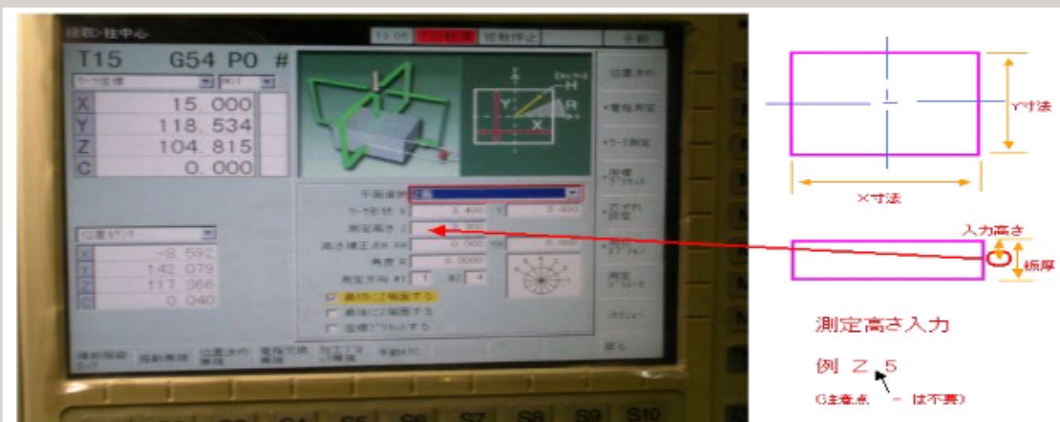
OK

# 事例③ コンテンツ作成-3

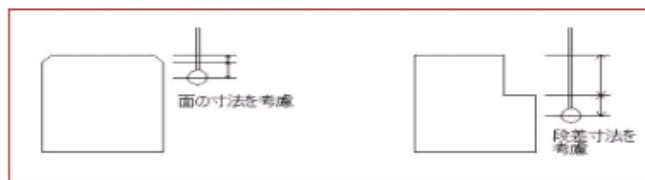
## STEP3 技能の見える化

### 見えなかった技能ノウハウを取り込む

測定高さの入力



測定高さ入力の注意点



XYを測定する上面からの距離を指定(3~5mm)

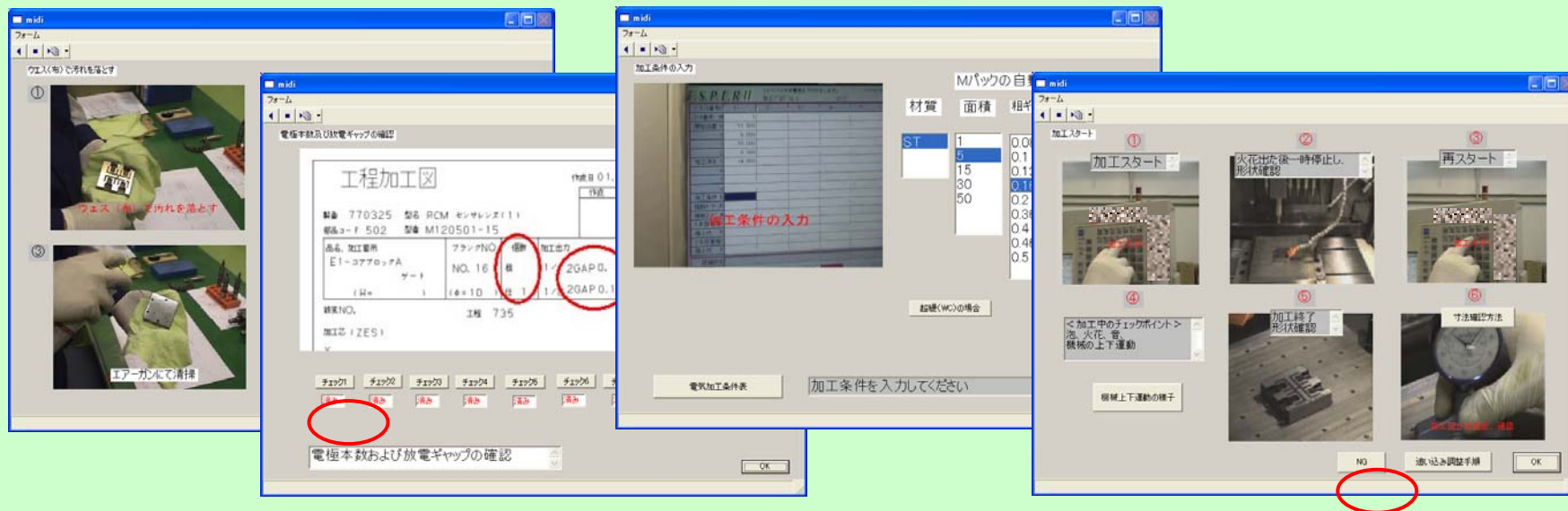
OK

# 事例③ 完成したナビシステム

## 対象工程

- ・放電加工 (約200手順+関連資料)
- ・電極指示書作成 (約50手順+関連資料)

## ナビ画面の一部



・作業手順の具体的指示

・放電要件から加工条件番号の自動選択

・確認項目の明記と、  
確認をしないと次へ進めない仕組み

・操作がNGの場合の具体的指示

# 事例③ 効果・成果

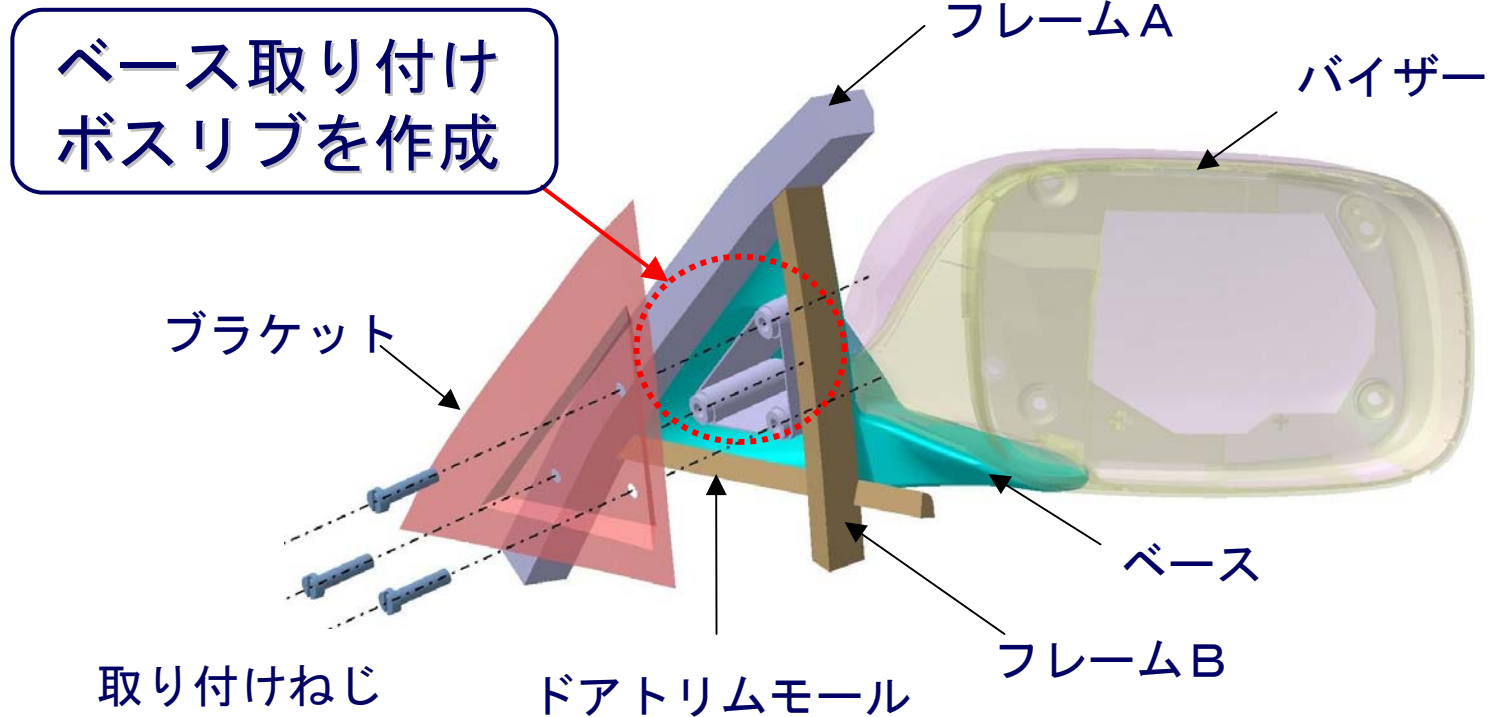
- 伝承の環境が整った
- OJT期間の短縮
- 不良低減
- 仕事の流れの見直しができた



さらに(今後の取組み)

- 他の工程、部門への適応
- 作業の進め方やノウハウだけでなく、失敗事例の組み込み
- 生産性に限らず、安全性の伝承(ヒヤリハット)

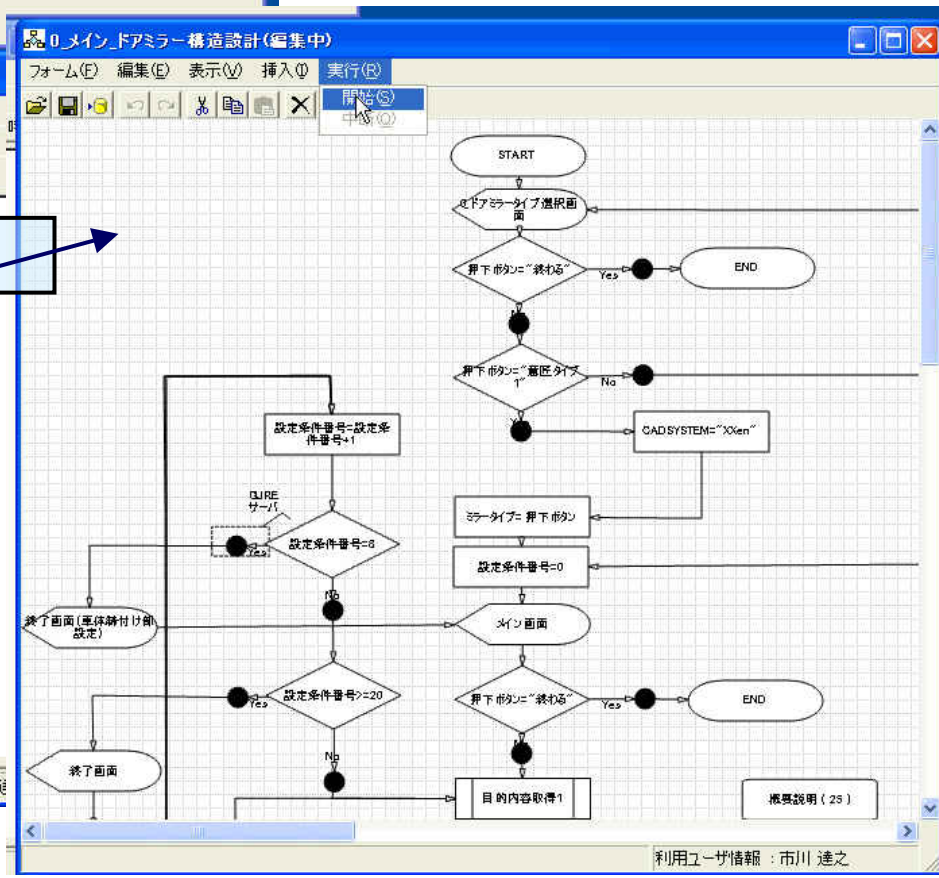
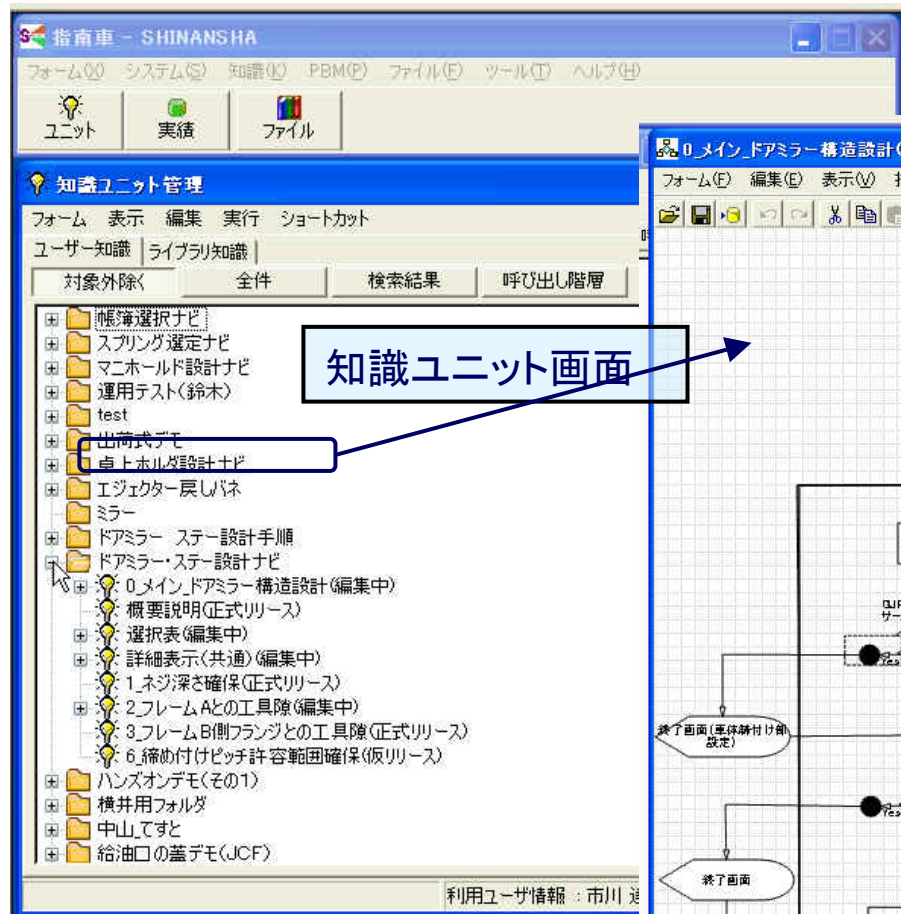
# 事例④ T社 ドアミラー設計



## ドアミラー取り付け部の構造

# 事例④ ドアミラー設計知識表示画面

知識表示(フローチャート)画面



知識ユニット一覧を表示

ドアミラーステー設計ナビ知識を選択

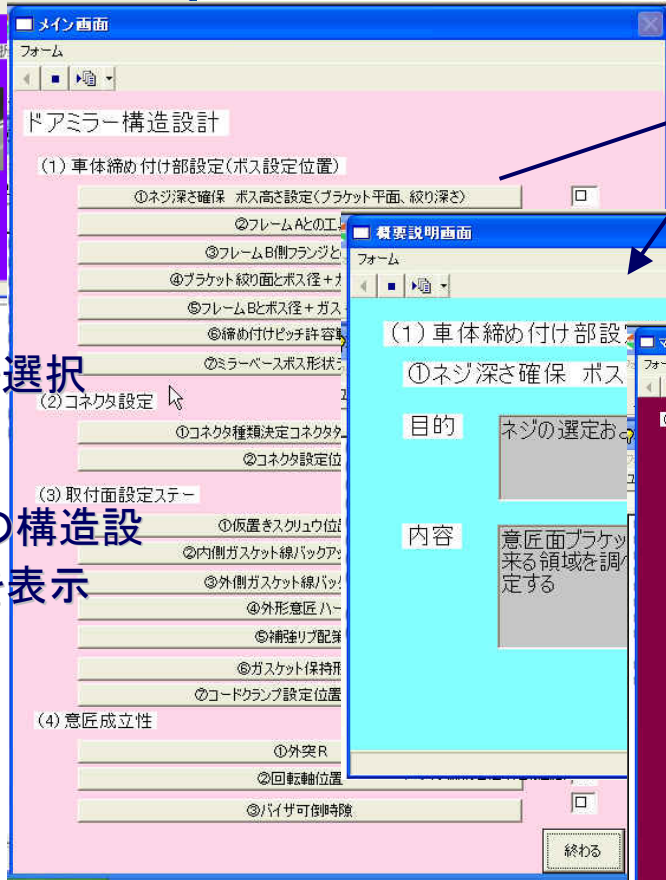
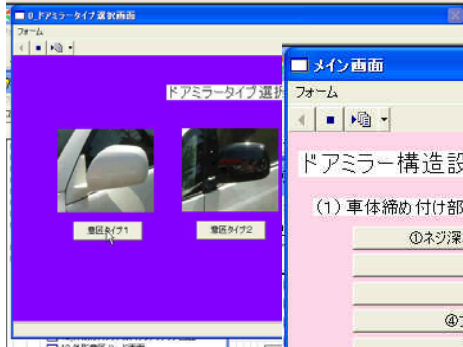
フローチャートエディター表示

開始を選択、実行開始

# 事例④ 車体締め付け部設定

ミラータイプ選択画面

メイン知識画面

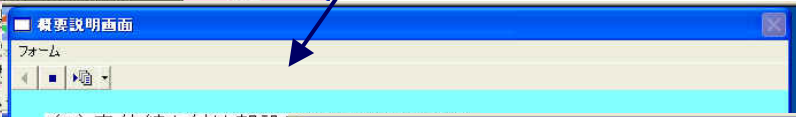


④ 第1手順(ネジ高さ確保、ボス高さ設定)

① 意匠タイプ1を選択

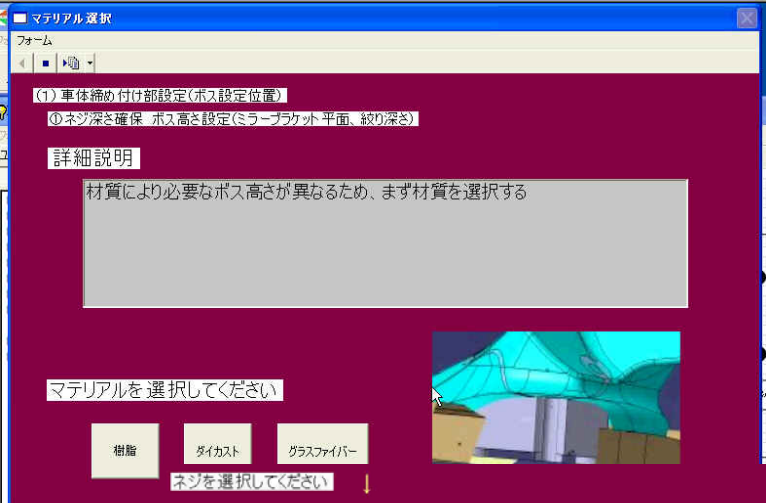


② 意匠タイプ1の構造設計知識画面を表示



目的  
ネジの選定お

内容  
意匠面ブラケット  
来る領域を調  
定する



③ 素材選択画面

(樹脂を選択) ⑤ ネジ呼び選択

(◎推奨:M6を選択)

ベース材質 樹脂

ネジ呼び	推奨	工具径	下穴径	ねじ込み深さ	ボス高さ	ボス外径	リブ幅	抜き公差	工具半径
M3		7	2.5	6	7.5	5.5	1.5	1	3.5
M4		8	3.5	8	10.5	6.5	1.5	1	4
M5	◎	9	4.2	10	12.6	7.5	1.5	1	4.5
M6	◎	10	5.1	12	15.3	8.5	1.5	1	5
M8		12	6.7	16	20.1	10	1.5	1	6



# 事例④ ボス位置決定

① 締め付けピッチ許容範囲確保知識を実行

(1) 車体締め付け部設定(ボス設定位置)

⑥ 締め付けピッチ許容範囲確保

目的 ドミラー取付後、脱落しないようか確認する

内容 チェック項目によりボスの関係寸法の場合(1)-②へ戻り再検討をする

戻る

(1) 車体締め付け部設定(ボス設定位置)

⑥ 締め付けピッチ許容範囲確保

CADで決定したA値、B値を取り込み許容範囲検査を行います

詳細 CADから関係寸法を指南車に取り込み可否判定をする NGの場合フレームBを後方にずらし再設計をする a値>=35、b値>=20のこと

a値 0.0 b値 0.0

許容範囲検査

② 締め付けピッチ確認

(1) 車体締め付け部設定(ボス設定位置)・NG→再計算

- ①ネジ深さ確保 ボス高さ設定(ブラケット平面、絞り深さ)
- ②フレームAとの工具隙
- ③フレームB側フランジとの工具隙
- ④ブラケット絞り面とボス径+ガスケット肉厚障
- ⑤フレームBとボス径+ガスケット肉厚障
- ⑥締め付けピッチ許容範囲確保
- ⑦ミラーベースボス形状データ作成

⑤ 判定結果の出力(基準を満足)

(1) 車体締め付け部設定(ボス設定位置)

⑥ 締め付けピッチ許容範囲確保

CADで決定したA値、B値を取り込み許容範囲

詳細 CADから関係寸法を指南車に取り込み可否の  
場合フレームBを後方にずらし再設計をする  
値>=20のこと

a値 55 b値 68.4

許容範囲検査

③ CAD上でピッチ(a,b)を計測

④ 計測結果を指南車に入力  
設計基準と比較

判定結果表示

フォーム

(1) 車体締め付け部設定(ボス設定位置)

⑥ 締め付けピッチ許容範囲確保

許容範囲検討結果

a 55 A値、B値の値は許容範囲内です。

b 68.4

許容範囲確認 次へ

# 事例④ CAD連携ボスリブ形状決定

7. ミラーベースボス形状データ作成説明

フォーム

(1) 車体締め付け部設定(ボス設定位置)  
のミラーベースボス形状データ作成

詳細 設定された条件より、以下の標準部品を使用して形状を作成する

ミラータイプ 意匠タイプ1

材質 樹脂

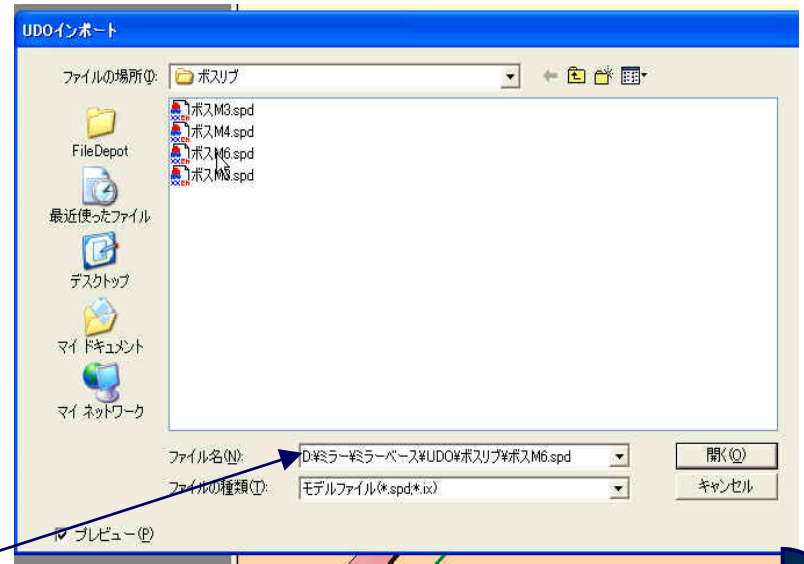
ネジ呼び M6

ピッチ a値 55 b値 68.4

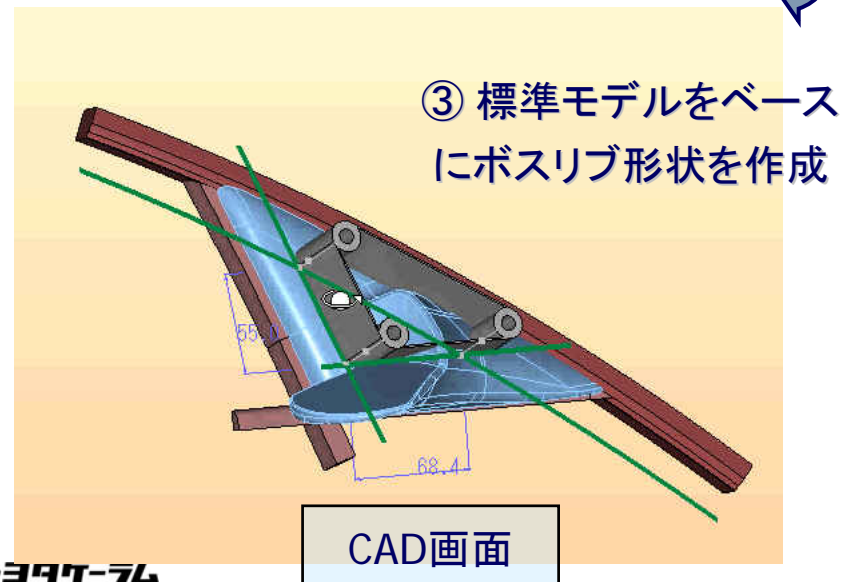
UDOパス D:\ミラー\ミラーベース\UDO\ボスリブ\ボスM6.spd

戻る 次へ

① 最適な標準モデルをファイルパスとして指南車が指示



② ファイルパスをCADへインポート



## 事例④ 効果・成果

● 計算・判断のデジタル化による作業の効率化

⇒ 計算・判断ミスの撲滅

● 各プロセス保有の知財の見える化

⇒ 標準化効果の再認識

● 標準化された手順による設計ナビ

⇒ 工期半減

# 事例⑤ Y社 設計現場への適用

技能伝承への取組み(消防法に基づいた油圧ポンプの設計)

## <設計知識の見える化>

### ■ STEP1 基本構成

- 熟練者⇒習得者へのOJT教育

### ■ STEP2 情報付加

- イメージの整理(習得者が理解)
- 熟練者⇔習得者にて実使用判断

### ■ STEP3 技能の見える化

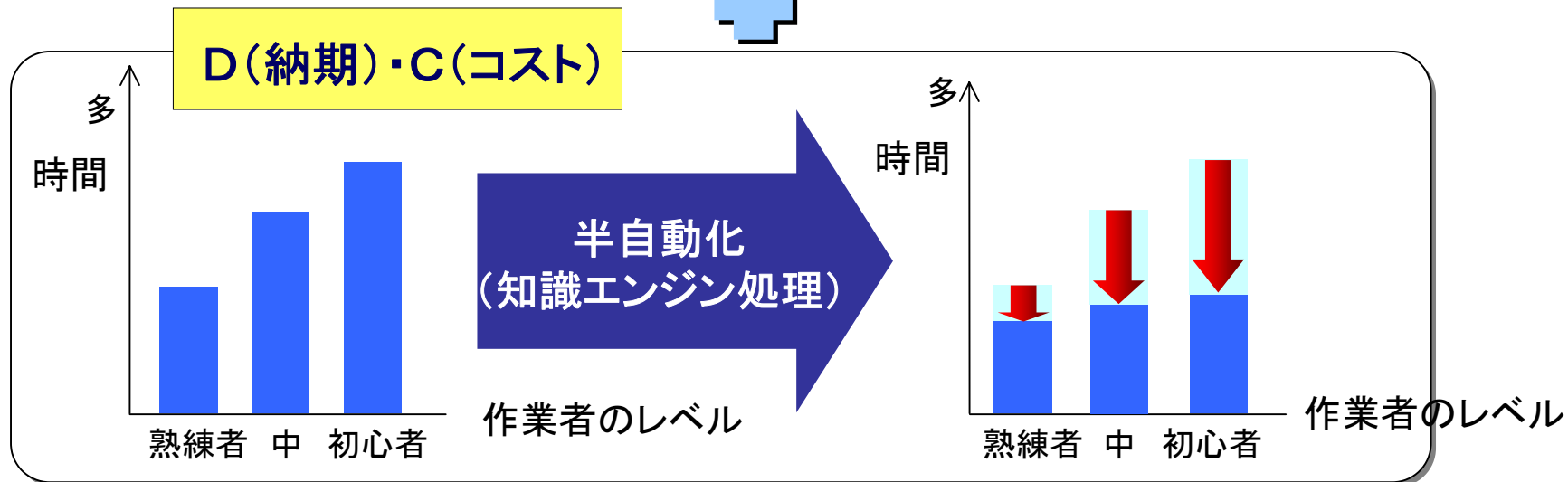
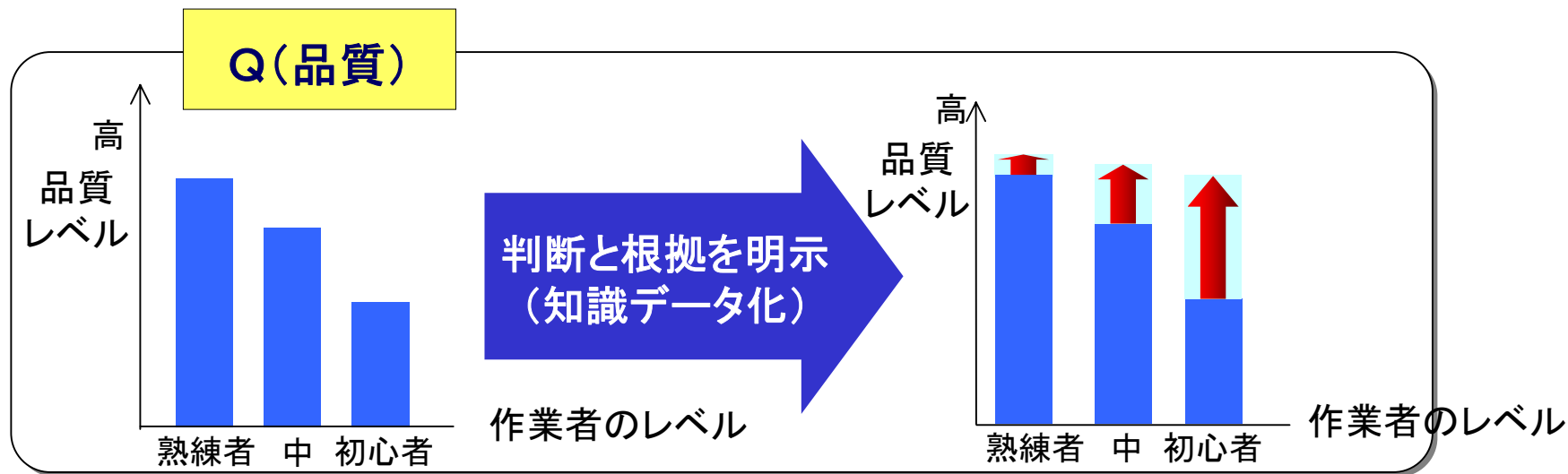
- 熟練者⇔習得者手順＝共有＞次の新人への教育



## 事例⑤ 効果・成果

- 熟練者の考え方・判断基準を全社に展開し、体系的に明示化するとともに、技術伝承・蓄積の手順が明確になった。
- 仕事を進める際の熟練者の判断そのものを分析し、「ベテランの判断基準」としてシステム化できた効果は大きい。
- 若手の悩む箇所に、熟練者の思考パターンを伝授できた。これは、「指南車」を介した熟練者と若手の協業的創出作業の成果といえる。
- 「指南車」の導入により、熟練者と若手のコミュニケーションが大幅に向上した。この活動そのものが企業の知識に結びつくと考えられる。

# 適用効果



# 評価・考察

- 従来は、テキストや図に基づく知識獲得とデータベース検索が主体で、設計プロセスの初期段階での構想や概念設計用知識処理を主眼にしており、具体設計の詳細指示という観点ではほとんど未対応。
- 「第三者が再実行できる知識」は、「ワークフロー＋制約・根拠情報」とするフレームワークにより表現でき、知識伝承に有効。
- ワークフローと文書の関連で知識を表現することにより知識が整理され、その結果が業務改善に対するトリガーとなり得る。
- 知識表現の仕方に汎用性があるため、一般製造業のみならず、業務部門への適用も可能。
- 本システムは、行動と手順の「見える化」と管理を可能とするとともに、初級者に対する仕事の「指南役」を提供する。



# まとめ

- 知識の共有によるQCDCレベルの飛躍的向上
  - 上級技術者→初心者(技術伝承)
- 知識共有による技術習得時間の短縮
  - 技術の集約と高度利用
- 知識の見える化による「仕事の仕方」の再確認
  - 問題点の発見・改善

# おわりに

- 第三者が再実行できる知識は、「ワークフローと制約・根拠情報」のフレームワークにより表現でき、知識の伝承に有効であることが確認できた。
- このフレームワークの基づき実装したシステム「指南車」は、行動と手順の可視化と管理を可能とし、初心者に対する仕事の「指南役」を提供する。
- このシステムは、知識を整理する仕組として有効であり、知識整理の過程における問題点の発見・改善、および「仕事の仕方」の再確認に寄与する点も特記できる。