



中小企業基盤技術継承支援事業

開発した切削加工テンプレートの概要

(独)理化学研究所
基幹研究所



発表内容

- 切削加工における技能とは
- 切削加工技能の抽出・体系化の方法
- 切削加工テンプレート 事例紹介および検証結果
- 成果実用化へ向けた取り組み





「技能」とは...?

- 手技に熟達している
- センス・加工に対する姿勢が優れている
- 経験的に最適(に順ずる)加工条件を決定できる ▶▶▶
- 「一を見て十を知る」 **注意点がわかる** ▶▶▶
加工工程の決定
トラブル原因の判定 ...

科学的裏付けの理解

技能者の思考過程を視覚的に明示

作業全体の流れを要素分解して、それぞれの相関性を明確化する
 作業のどこに、なぜ、どのようにして重点を置くべきか判断する材料を与える
 ▶▶▶ **ある一連の作業の流れに対する考え方の「原理原則」を蓄積**

暗黙知に基づいて加工条件の決定がなされている場合は少ない
 ▶▶▶ 特殊な例については、加工条件についての「原理原則」を蓄積

要素分類

因果関係の整理

思考プロセス(暗黙知)の可視化, 形式化を図る



切削加工テンプレートの狙い

技能 ▶▶▶ **加工に差が出るポイント**

切削加工における技能とは?

加工操作 << 加工プロセスに関する考え方

- **注意点の発見**とその対処 (どこに、なぜ、どのように気をつけるか?)
- 加工条件の決定
- 手技

テンプレート開発時の重み付け

技能者の思考プロセスの可視化・形式知化

作業の平準化

習熟サポート

(具体的機能)

フローチャート上にポイントを図示

加工手順の記録

動画・写真の取込み

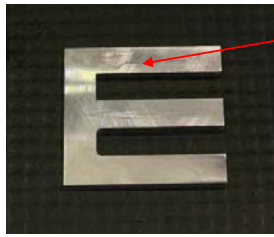
作業全体をシミュレーションし、工程ごとの因果関係を整理

科学的裏付けも示しながら、「気付き」を与える





例



薄肉部材(t=3mm)に対する板厚削り込みとスリットの加工 ... (ある具体的な作業についてテンプレートを構築)

技術的課題 >>> 薄肉部材の保持

注意点とその理由? >>> 作業手順, 方法, 治具...?

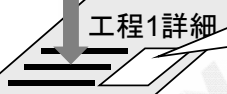
- 作業の全体の流れ
 - 工程間の相関関係(加工結果への影響, 不具合要因...)
 - ポイントとなる箇所の図示
 - ポイントとなる箇所での技能者の実践内容
- 分類・整理を行うための雛形へ記録 >>> **技能者の考え方を可視化**



動画・資料リンク



階層2
個別工程ごとの
詳細情報

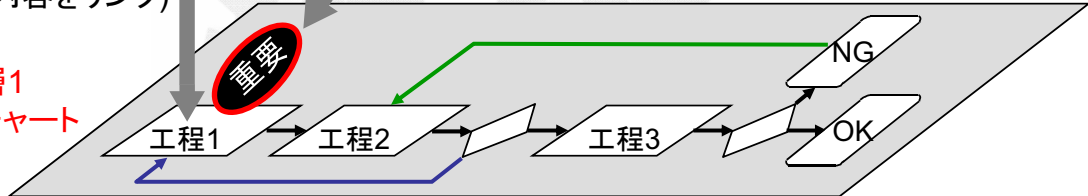


加工条件: ~
 手順: ~
 工程におけるポイント: ~
なぜ?: 安全面, 品質面, 時間(コスト)面...
注意点の分類・重み付け

工程ごとに作業内容をデータベース化
工程上ポイントとなる箇所を示し, 重み付けを施す

階層1
フローチャート

(内容をリンク)



作業の流れを工程要素ごとに分類し, フローチャート化
工程間の相関関係を図示(加工結果への影響, 不具合の原因など)

技能を記録・蓄積するための雛形をソフトとして提供

ソフトの空欄に技能を記録していくことによって, **独自の「加工テンプレート」**が完成

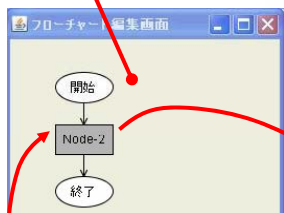




フローチャート

フローチャートの各工程を種別分類(体系化)

情報を「概略」「ポイント」「作業内容」「治具・工具」「参考資料・不具合対策」の5項目に分類整理



重要度
ポイント影響範囲

- 危険: 事故の恐れ
- 精度: 精度不良
- 品位: 見映え
- コスト: 時間・費用
- その他: 注意事項

フローチャート上に「勘どころ」の所在と重み付けを表示可能

動画, pdfファイルの参照が可能



情報の分類体系化 ● ● ● 記録を通じて勘どころを見えやすくするための工夫



フローチャートで作業の流れを概観

作業のヤマ場を明示・重み付け

加工知識を項目分類して蓄積

工程やポイントに属性を付与

技能者の思考過程を可視化, 作業のヤマ場が明記 ▶▶▶ 被継承者に示唆を与える
 加工条件のデータベース化(共有・平準化) ▶▶▶ 「技能」を「技術」に

技能者の思考回路を視覚的に再現

ユーザによる独自テンプレート構築の容易性を重視 ▶▶▶ 高い汎用性





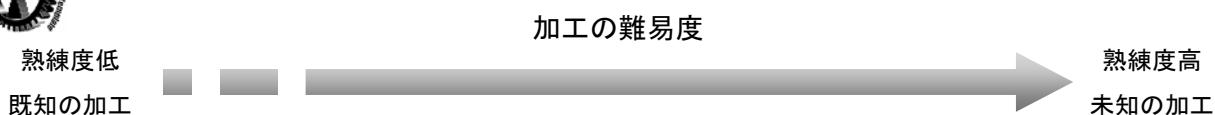
作成加工テンプレート一覧

構築例紹介

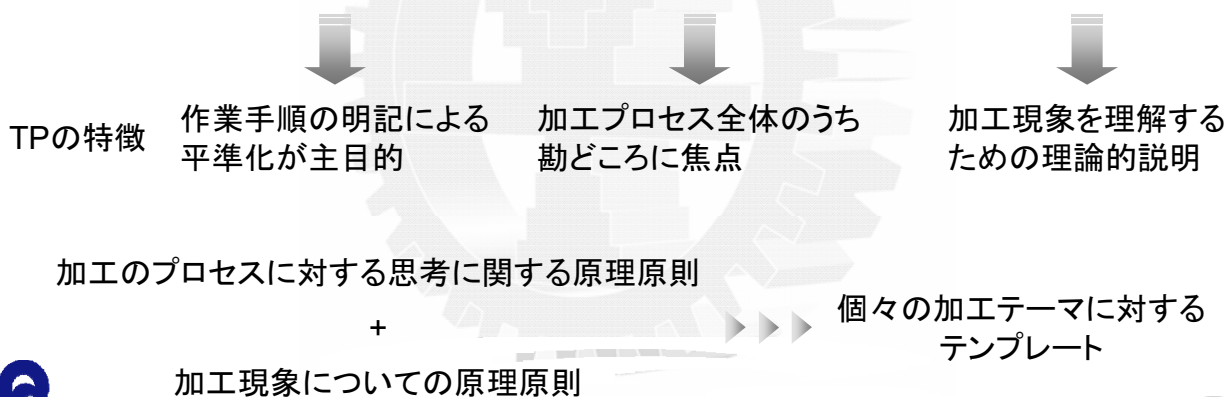


作製したテンプレートの一覧

事業原簿 P76



	【加工における基本的技能・知識の平準化】	【高精度・難加工における特殊技能の蓄積】	【未知領域における加工技能の開拓】
作成	(1) 基本加工要素の集約	(2) 加工精度の向上 (3) 位置決め精度向上とその手法	
作成と評価	(4) 段取り手法 (5) 加工中の測定手法	(6) マシニングセンターを活用した加工 (7) 薄肉部材の加工	(8) 極微, 極限的加工 (9) 難削材の加工 (10) 最適加工条件の探求





協力企業・機関

池上金型工業株式会社
群馬県太田産業技術専門校
埼玉県産業技術総合センター
埼玉県ものづくり研究会
株式会社三信精機
株式会社サン精密化工研究所
有限会社須山精機
株式会社田口型範
株式会社タシロイーエル
堀越精機株式会社
株式会社ユニテック

(50音順)



11 / 27

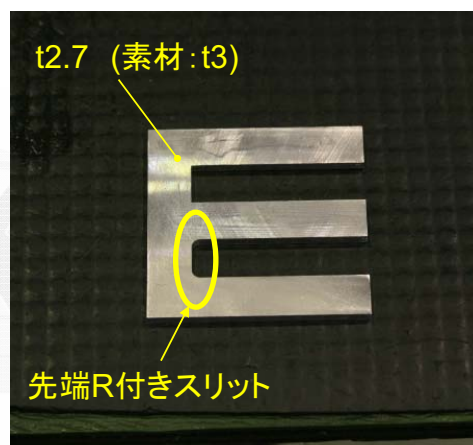


テンプレート構築例:「薄肉部材加工テンプレート」

事業原簿 P77-78

題材: 薄肉部材への加工
(協力: 池上金型工業(株)殿)

- 板厚を減少させる加工が必要
- 平板面を水平に段取する必要あり

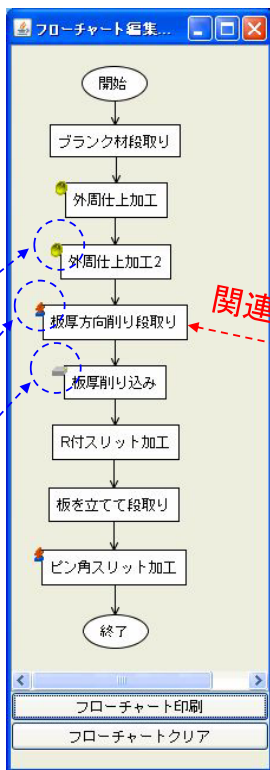


薄板の保持に最大のノウハウ ▶▶▶ 技能者は治具の活用で解決

加工一連の流れのうち、治具を用いた段取りについて重点的に情報を蓄積

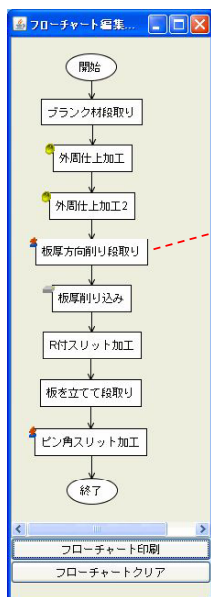


12 / 27



関連付け

ノウハウの所在を示すアイコン



- 概要 ▶▶▶ 当該工程の作業の全体像を把握
- 作業内容 ▶▶▶ 切削条件, 手順, ツールパスなど
- ポイント ▶▶▶ 勘どころ・技能者の工夫とその理由
- 治具・工具 ▶▶▶ 用いる治工具類(事前の準備を喚起)
- 参考資料 ▶▶▶ 動画などとの関連付けも可能

加工手順に関する指示や情報を要素分類して体系化





加工工程全体

関連付けして図示,
整理・体系化

加工の勘どころ



非熟練作業者に加工テンプレートを閲覧してもらい、加工を依頼

- 品物を完成させられるか否か確認
- 寸法・形状を技能者による加工品と比較



被験者からのコメント

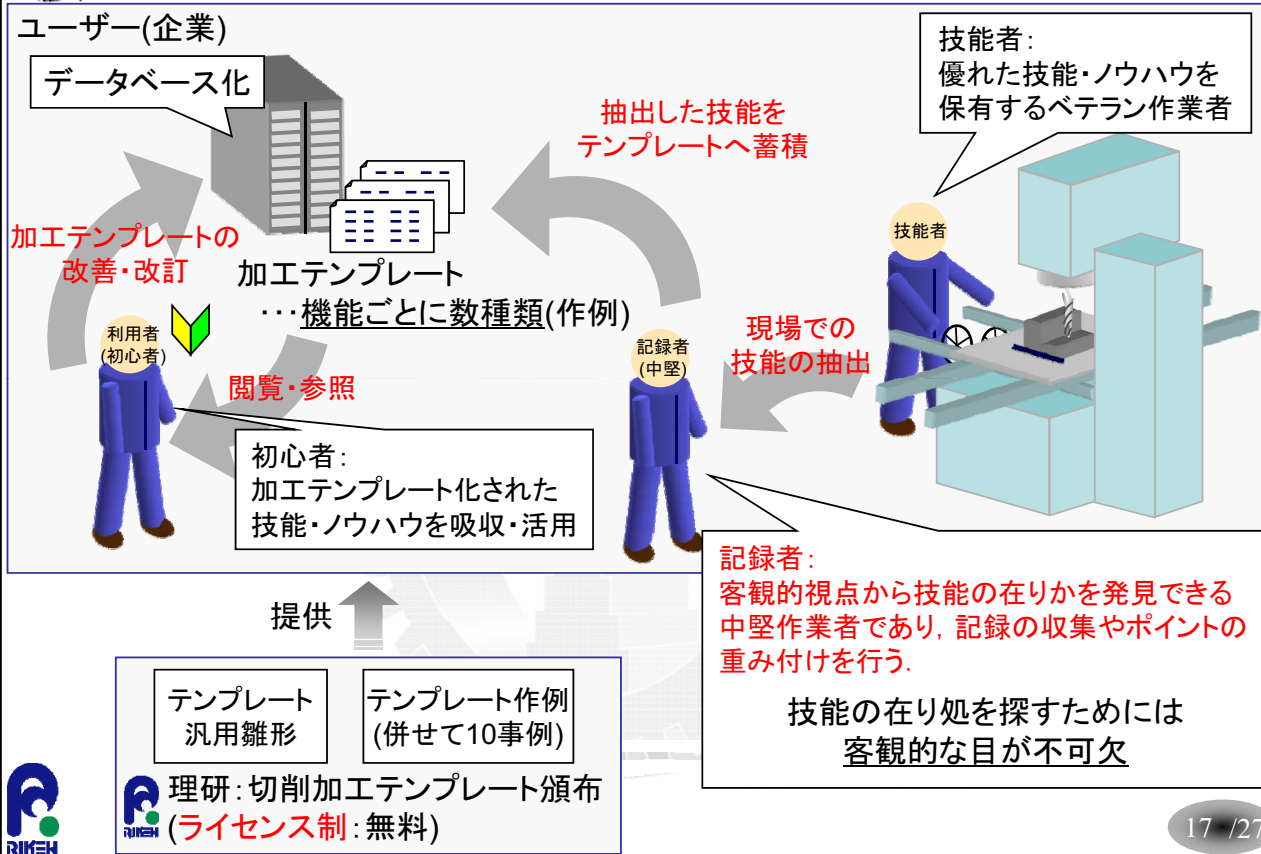
薄物加工における治具の活用方法が参考になった
材料の段取りなどは、テンプレートなしではできなかった

...

寸法・形状測定結果

	呼び寸法	技能者による加工	非熟練者(テンプレート閲覧)による加工
平面度(X面)		0.012mm	0.010mm
板厚	2.7mm	2.693~2.705mm	2.685~2.695mm





切削加工テンプレート 実用化へ向けた取り組み





■ 公設試験場との連携

連携先: 埼玉県産業技術総合センター(SAITEC)

「ものづくり研究会(会員: 県内企業約50社)」内に
技能継承ワーキンググループを理研参画のもと設立

加工テンプレート(評価版)を企業約30社に配布
うち5社程度と随時連絡を取りながらテンプレートの
検証・作り込みを実施

■ 教育機関との連携

連携先: 群馬県 太田産業技術専門学校

同校による周辺中小企業の社員増強サポート活動への活用などを予定

各種機関を介しての実用化体制モデルの構築



効果検証と実用化の両側面を兼ね備えた活動



企業からの反応について

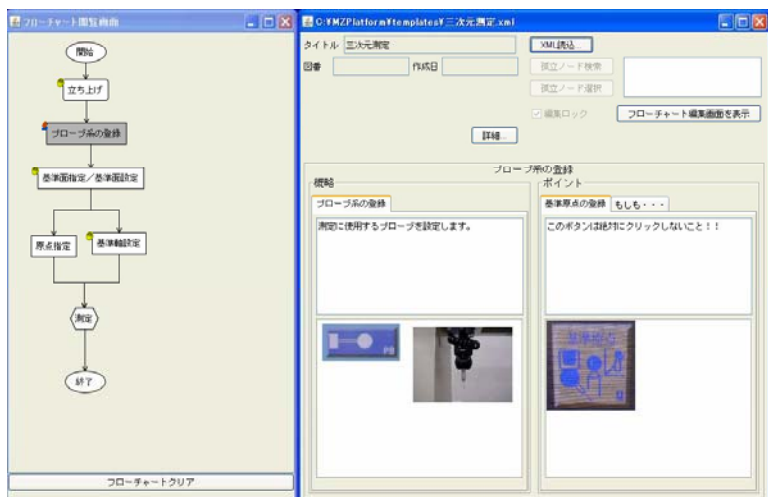
活用法についての意見は各社において多様 (新人研修への利用, 被継承者による
独習での利用, 作業改善提案のデータベース化, 標準化・マニュアル化への利用...)

■ 継続的なフォロー体制(内容、使用感の改善)が約束されるので

あ
■ O
活

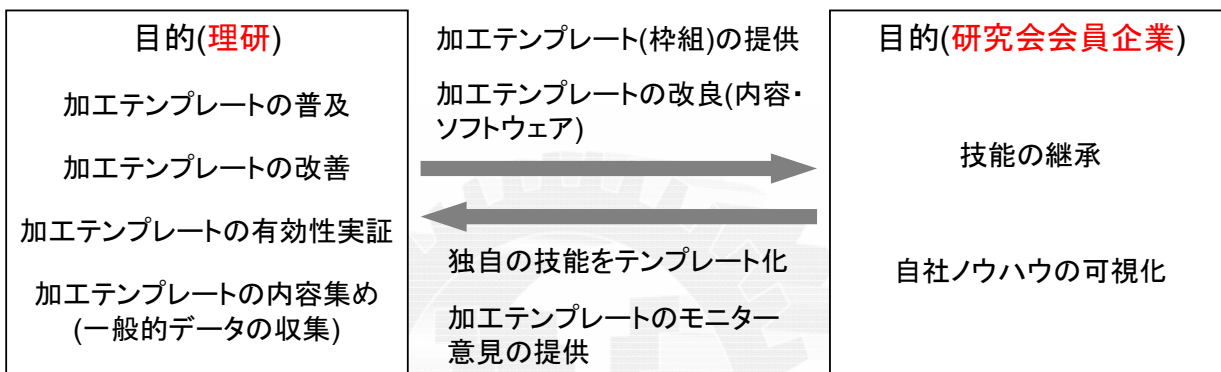
企業独自での事例構築

■ 加
■ 中



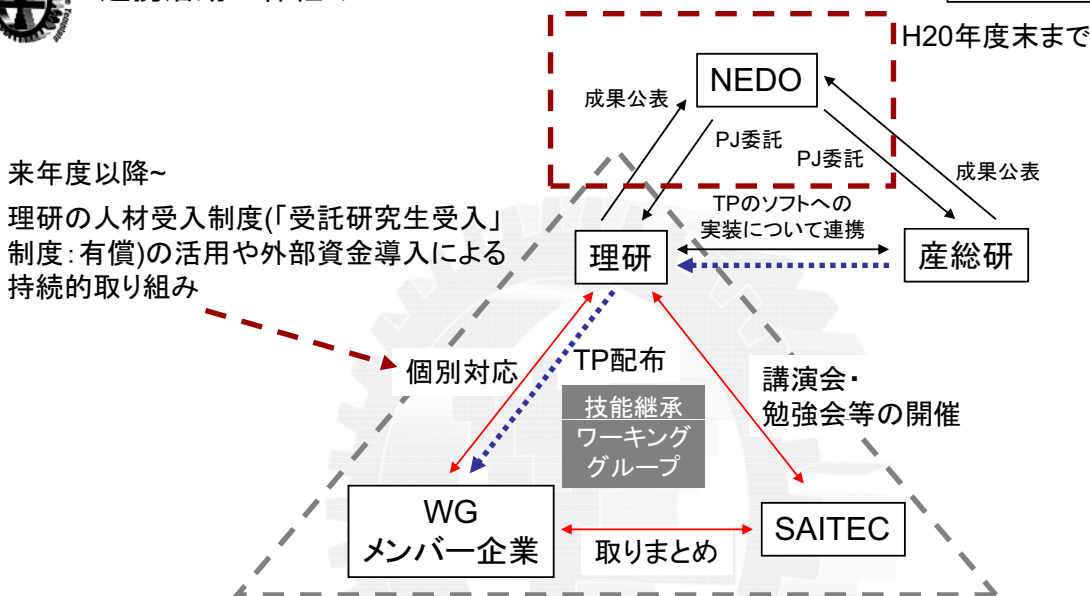
三次元測定器による加工品の測定手法 (提供: 埼玉県産業技術総合センター)





企業・理研の連携により, 技能の抽出・蓄積手法について検討

- 加工テンプレートの検証・作り込みを実施
- 実用化体制構築へ向けての取り組み
- 自社技能をテンプレート化し, 技能継承に活用



- 切削加工テンプレート(評価版)の配布
- 勉強会を随時開催 ▶▶▶
 - テンプレート**使用方法**についてのフォローアップ
 - テンプレートの**活用法**についての議論
 - 技能の価値, 技能に対する**意識の向上**





実用化へむけての体制

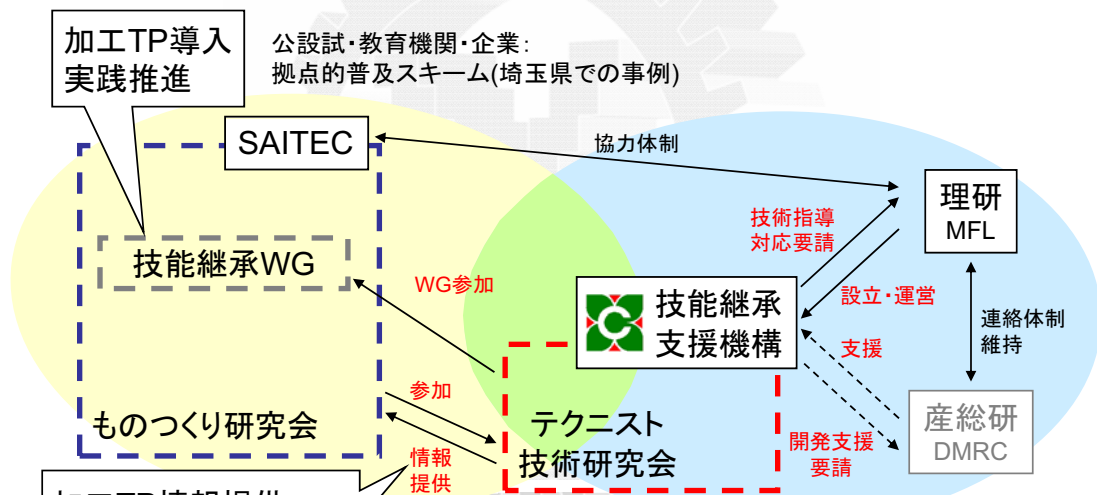


技能継承支援機構の設立

事業原簿 P106-107

加工テンプレート活用のためのバックアップスキーム ▶▶▶ **技能継承支援機構**

- 加工テンプレートの頒布窓口 (切削・金属プレス)
- 研究会を通じた情報提供
- 公設試・職業訓練校などの普及拠点整備
- 研修受け入れ・共同研究(有償)



加工TP導入
実践推進

公設試・教育機関・企業：
拠点的普及スキーム(埼玉県での事例)

SAITEC

協力体制

技能継承WG

WG参加

技能継承
支援機構

技術指導
対応要請

設立・運営

支援

開発支援
要請

連絡体制
維持

ものづくり研究会

テクニスト
技術研究会

産総研
DMRC

加工TP情報提供
加工TP作成事例紹介

NEDOプロジェクトメンバー：普及継続スキーム

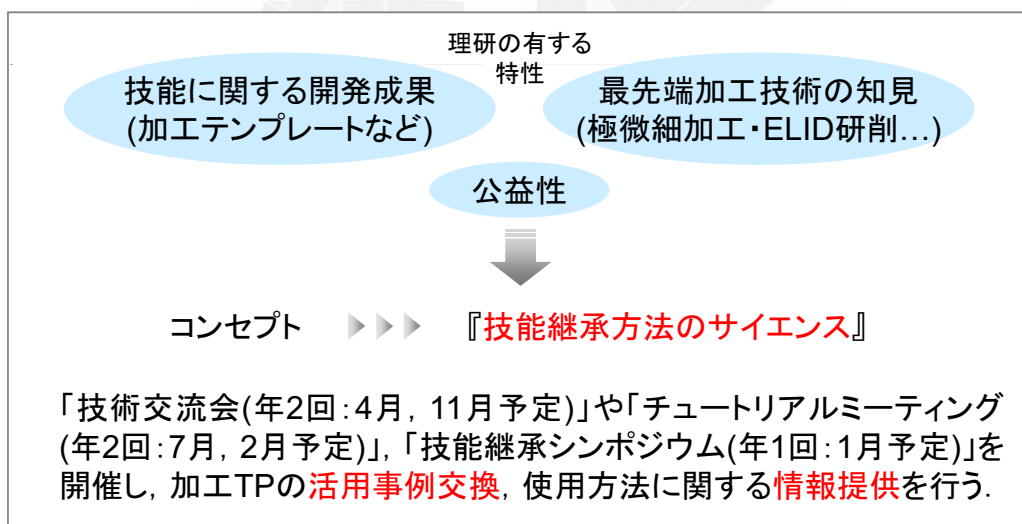




テクニスト (Technician + Scientist) 技術研究会を設立

- 技能継承に関する情報の提供
- 技能継承についての意見交換や討論の機会を提供
- 技能継承やそれに関する人材育成に関心を持つ会員相互の交流の場の提供

情報発信型の活用サポート・ユーザーバックアップ体制の確立



研究会の様子



参加者:約20名 (4/24に開催の勉強会)





まとめ

「切削加工テンプレート」 ▶▶▶ **作業固有の思考プロセスを可視的に整理・蓄積**

- 加工工程全体の流れを視覚的に記録したフローチャート
- 加工全体の良し悪しを決定付けるポイント: 注意点を明確化
- 雛形への記録によって暗黙知を形式知化

