

- プロジェクト名 プロジェクトDX
- 研究開発分野 デジタルテクノロジー・ICT

- 研究開発テーマ
モノづくり現場の試作レス化/
DXを加速するトライボCAE開発

- 研究リーダー
名古屋工業大学 前川 覚 

- 事業化リーダー
株式会社デンソー 丹羽 佑太
サンワケミカル株式会社 鳥居 亮作

DENSO
Crafting the Core

**SANWA
CHEMICAL**
サンワケミカル株式会社

1. 研究テーマの概要（全体像）

プロジェクト名： モノづくり現場の試作レス化/ DXを加速するトライボCAE開発

提供シーズ（学術論文/保有特許多数）

トライボCAE開発技術
トライボCAE信頼性評価技術



試作支援
評価技術提供

シーズ技術の提供
基盤技術開発

名古屋工業大学

名古屋大学

学生の参画による
CAE研究者の教育の場

分野横断的開発によりボトルネック解消

従来では困難な摩擦摩耗高精度予測を
実現するトライボCAEシミュレータの開発

知の拠点あいち研究室の活用：

汎用トライボCAEシミュレータを設置して
基盤技術を県内企業に広く公開/セミナーの実施

応用技術開発
事業化推進

若手人材の積極
活用によるCAE技
術者の育成の場

DENSO
Crafting the Core

株式会社デンソー

**SANWA
CHEMICAL**
サンワケミカル株式会社

株式会社サンワケミカル

背景：試作レス設計の障壁

CAE解析での摩擦摩耗の
定量予測がボトルネック

愛知県 基幹産業
(自動車部品メーカー)
機械部品CAE

県内材料加工メーカー

製造プロセスCAE

開発ターゲット①

DENSO
Crafting the Core

大企業
DXの加速

コンプレッサ設計での
トライボCAEの活用



- 目標・
- 設計コストの50%短縮
 - MBD活用率100%
 - 量産型コンプレッサ試作品

終了後の展望：自社の専門技術の差
別化による更なる高度化

開発ターゲット②

**SANWA
CHEMICAL**
サンワケミカル株式会社

中小企業
DXへの挑戦

塑性加工金型/条件設計での
トライボCAEの活用



- 目標・
- トライボCAEシミュレータの公開
(新規活用企業3社)
 - 潤滑油データベースDB開発

終了後の展望：基盤技術の共通化に
よるモノづくり力の向上

トライボCAE活用の成功事例の積
み重ねが県内モノづくり企業のDX
を加速するための起爆剤に！！

県内ものづくり企業の設計力UP
を通して愛知県産業に貢献

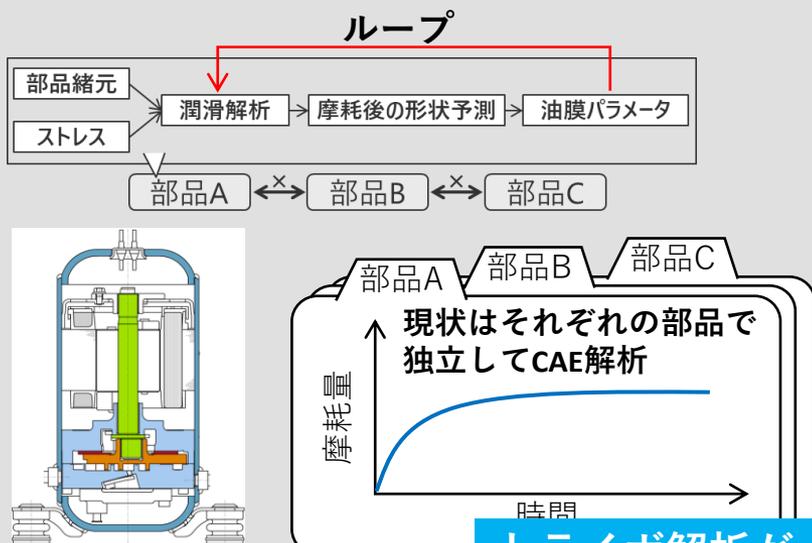
1. 研究テーマの概要（開発ターゲット1）

ターゲット① トライボCAE活用による **コンプレッサ** 試作工程削減

製品設計フェーズでトライボ解析がボトルネックである一例
（デンソー製コンプレッサの設計開発現場）



最新の取り組み状況



従来型トライボCAEでは

- ・ 計算精度が不十分
- ・ 各部品間の連成解析には計算コストは膨大

ベンチマーク

- ・ 現状は単体で計算するのみであり複数部品間での連成解析は不可
- ・ **モデルベース開発(MBD)**
使用率30%程度
※自社の最新技術を十分に活かせていない
- ・ 部品間の相互作用が不明なまま
- ・ 試作/評価に負荷がかかり開発期間の短縮とコスト減が進まない

MBD使用率 =
計算考慮部品数 ÷ 理想考慮部品数 3

1. 研究テーマの概要（開発ターゲット2）

ターゲット② トライボCAE活用による塑性加工金型設計での試作工程削減

製造プロセス設計フェーズでトライボ解析がボトルネックである一例
（県内 プレス加工 鍛造加工 設計開発現場）

最新の取り組み状況



多くの企業で汎用ソフトは普及済みであるが実験結果への合わせこみ作業が必要

トライボ解析が
ボトルネック

ベンチマーク

市販の塑性加工用CAE解析ソフトでは摩擦係数を使用者が任意に設定する必要がある。

- ・ 計算精度（信頼性）は摩擦係数の合わせ込み具合の良し悪しによって決まってしまう
- ・ 潤滑油の選定変更/金属材料の変更のたびに合わせこみ作業が必要（潤滑油効果のデータベース無）

2. 研究開発の成果（最終目標の達成度）

	ベンチマーク	最終目標 (令和7年3月2025.3)	達成状況
<p>ターゲット①</p> <p>製品設計フェーズ での試作工程削減</p> <p>トライボCAE活用による DENSO製コンプレッサ設 計のボトルネック解消</p>	<p>モデルベース開発 (MBD) 使用率30%</p> <p>部品間相互作用は不明 (達成解析不可)</p>	<p><u>できあがるもの</u> トライボCAE開発技術を活用 した量産型コンプレッサ試作 モデル</p> <p>数値目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MBD使用率 (100%) ・ 部品間相互作用解明による 試作サイクル低減 (設計コスト50%減) 	<p><u>DENSOと名工大でコンプレッサ 軸受設計開発用のトライボCAE の部分的な完成</u></p> <p>数値実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MBD使用率 (100%) ・ 部品間相互作用解明による 試作サイクル低減 (設計コスト50%減) <p>※ DENSO社内見積もり ※ 設計変数の感度解析が可能に</p> <p>目標達成</p> <p>目標達成</p>
<p>ターゲット②</p> <p>製造プロセス設計 での試作工程削減</p> <p>トライボCAE活用による市 販塑性加工用CAE解析での 摩擦係数合わせ込み作業 (試作サイクル) 低減に よるボトルネックの解消</p>	<p>塑性加工用の潤滑油効果 データベース無</p> <p>市販塑性加工CAE解析時 において摩擦係数の合わ せ込み作業が必要>>> 設計コスト増大/CAE解 析信頼性低下の要因</p>	<p><u>できあがるもの</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ トライボCAE開発技術 ・ 潤滑油データベース構築技術 ・ 摩擦係数予測用のトライボ CAEシミュレータ完成版 (知の拠点あいち研究室設置) <p>数値目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 潤滑油データベース開発 (100%) ・ トライボCAEシミュレータ 活用業者 (新規3社) 	<p><u>摩擦係数予測トライボCAEの試 作版 (アプリとして配布可能) の開発完了</u></p> <p>数値目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 潤滑油データベース開発 (100%) ・ トライボCAEシミュレータ 活用業者 (新規5社) <p>目標達成</p> <p>目標達成</p>

2. 研究開発の成果（開発ターゲット1）

実機による評価



ターゲット①

製品設計フェーズでの試作工程削減

これまでの設計現場での課題

複数軸受場の連成CAE解析が不可能 >>> 実験に頼った形状設計

できあがるもの
トライボCAE開発技術を活用した量産型コンプレッサ試作モデル

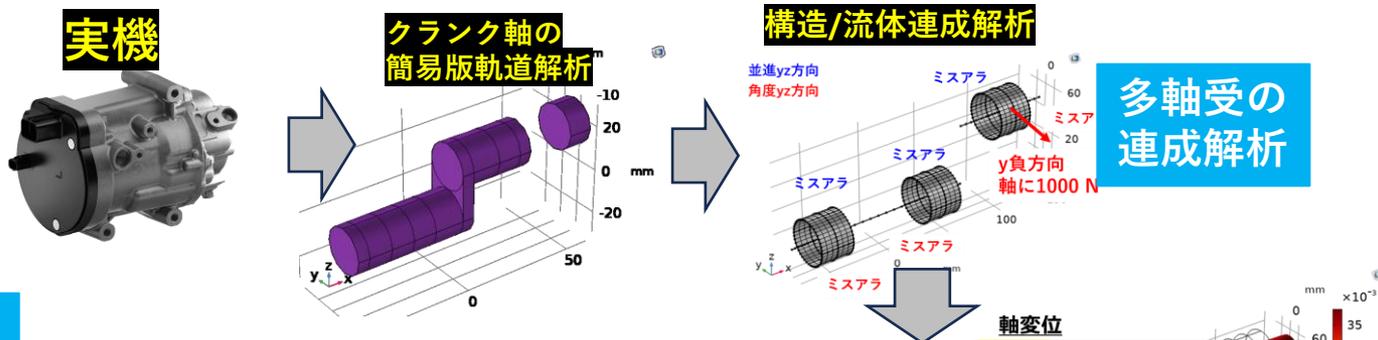
目標達成

数値目標

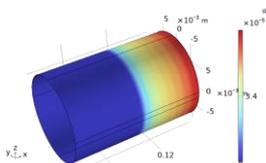
- ・ MBD使用率 (100%)
- ・ 部品間相互作用解明による試作サイクル低減 (設計コスト50%減)

設計コスト50%減達成

開発したコンプレッサ内の複数軸受連成解析用トライボCAEの概要



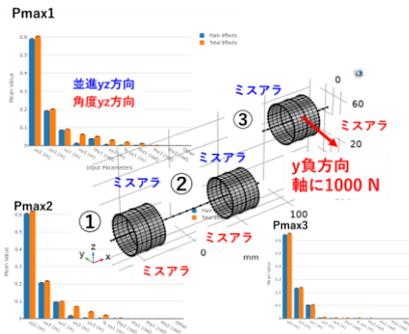
軸受摩耗位置の予測例



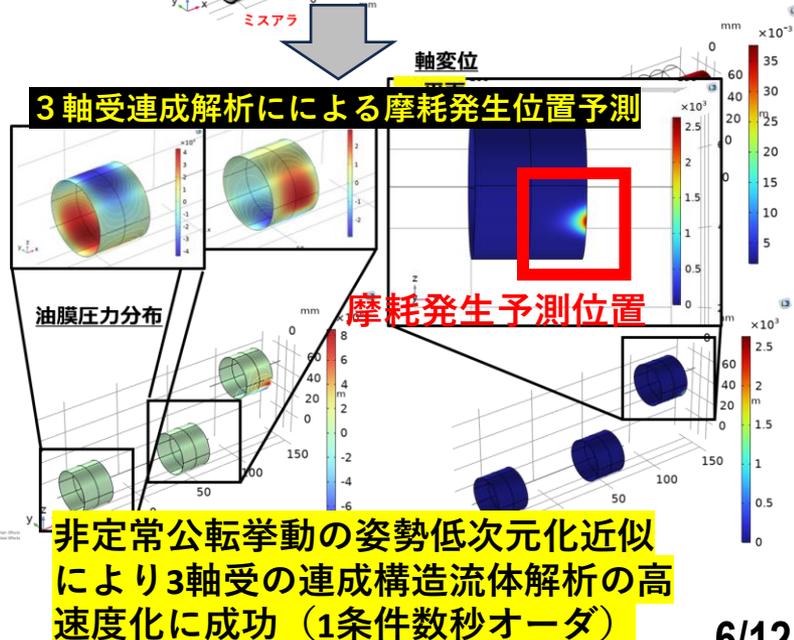
開発コスト低減効果

CAEモデルを活用することで事前の感度解析によるあたり付け（摩耗箇所予測）を予測可能となり実験パラメータの数を大幅に減少することが可能となった。

摩耗発生に対する設計パラメータの高速感度解析実現



3軸受連成解析による摩耗発生位置予測



非定常公転挙動の姿勢低次元化近似により3軸受の連成構造流体解析の高速化に成功 (1条件数秒オーダー)

2. 研究開発の成果（開発ターゲット2）

実行ファイル形式で配布可能なトライボCAEアプリの開発が完了

ターゲット②

製造プロセス設計での試作工程削減

できあがるもの

- ・トライボCAE開発技術
- ・潤滑油データベース構築技術

- ・摩擦係数予測用のトライボCAEシミュレータ**完成版** (知の拠点あいち研究室設置)

数値目標

- ・潤滑油データベース開発 (100%)
- ・トライボCAEシミュレータ活用業者 (新規**3社**)

目標達成

開発したトライボCAEアプリの概要

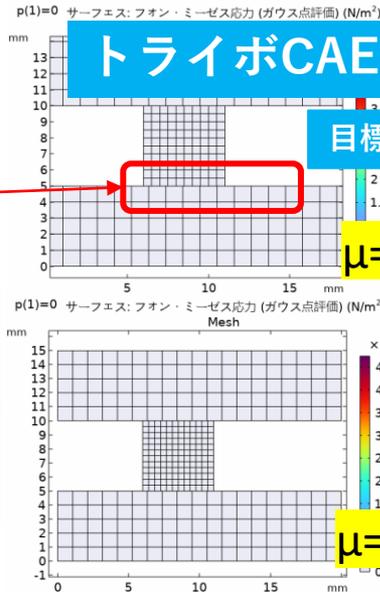
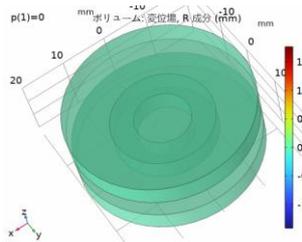
任意の摩擦構成式を実装可能なFEMコード開発済

トライボCAEアプリ

目標達成

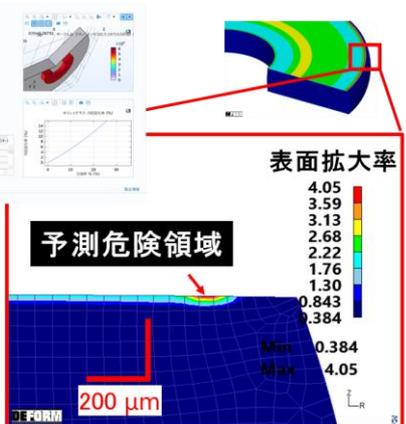
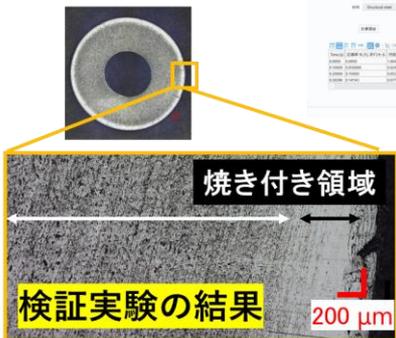
$\mu=0.1$

$\mu=0.2$



実験との比較による精度検証

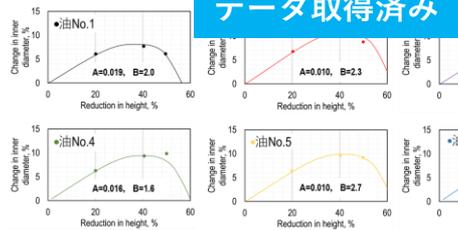
開発したアプリ



潤滑油DB

目標達成

各潤滑油データ取得済み



四球試験 (耐圧荷重)

サンワケミカル社保有 四級摩擦試験による 摩擦係数取得

No.	回転数: 100rpm					
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
持ち付き荷重 (N)	データなし	データなし	15,435	8,575	7,840	4,410
摩擦係数			>17,885	7,840	6,370	8,085

No.	回転数: 50rpm	
	No.1	No.2
持ち付き荷重 (N)	データなし	データなし
摩擦係数		

3. 研究実績

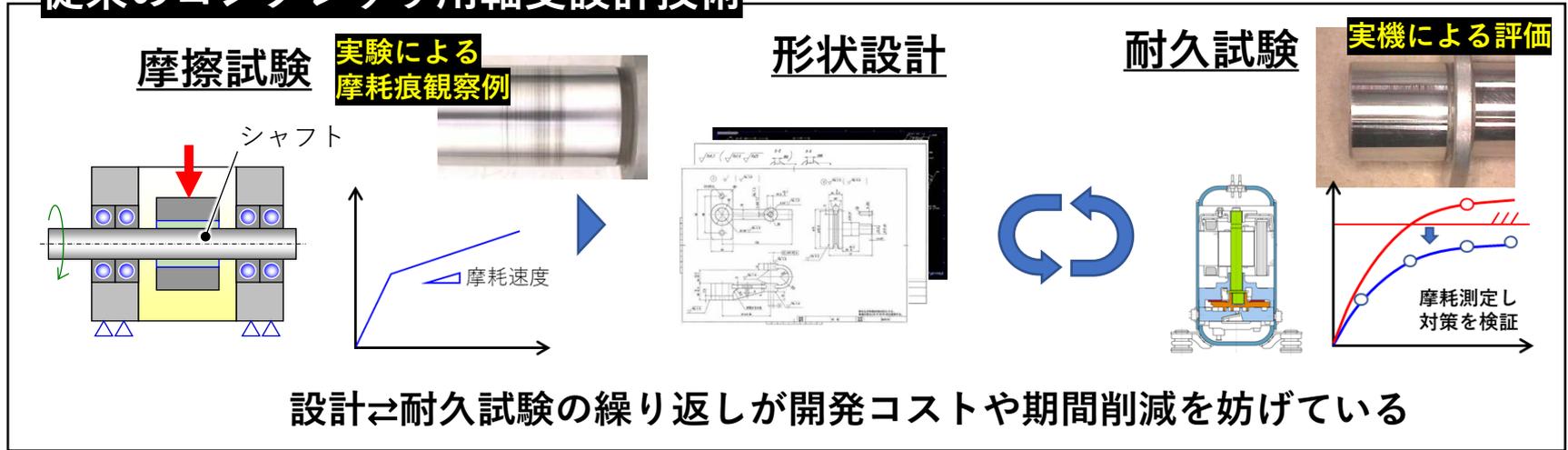
- ・ 特許出願 : 0件 ・ プレス発表 : 1件
- ・ 論文等発表 : 合計6件
 学会発表 : 6件 論文投稿 (準備中) : 1件
- ・ 情報発信 : 17件 名工大 or 産業技術センター主催セミナー
- ・ 会議の開催件数 :
 全参画機関の会議 : 3件 個別の会議 : 37件
- ・ 人材育成の取組状況 :
 大学院生 : 2名 × 2年 学部生 : 2名 × 1年
- ・ 知の拠点活用状況 :
 知の拠点研究室 : 2023/3/6~2025/3/5 (中小企業向け共有設備設置)
 産業技術センター : 参画機関として研究協力
- ・ 知の拠点プロジェクト発 スタートアップ企業 設立 :
 株式会社スリーラボ : 2024/7/8 設立
 2024年度売上見込み : 1600万円 (取引先 : 5社, 7件)
 2025年3月より : 会員制サービス開始予定 (10社参加見込み)

4. 事業化の見通し

ターゲット①

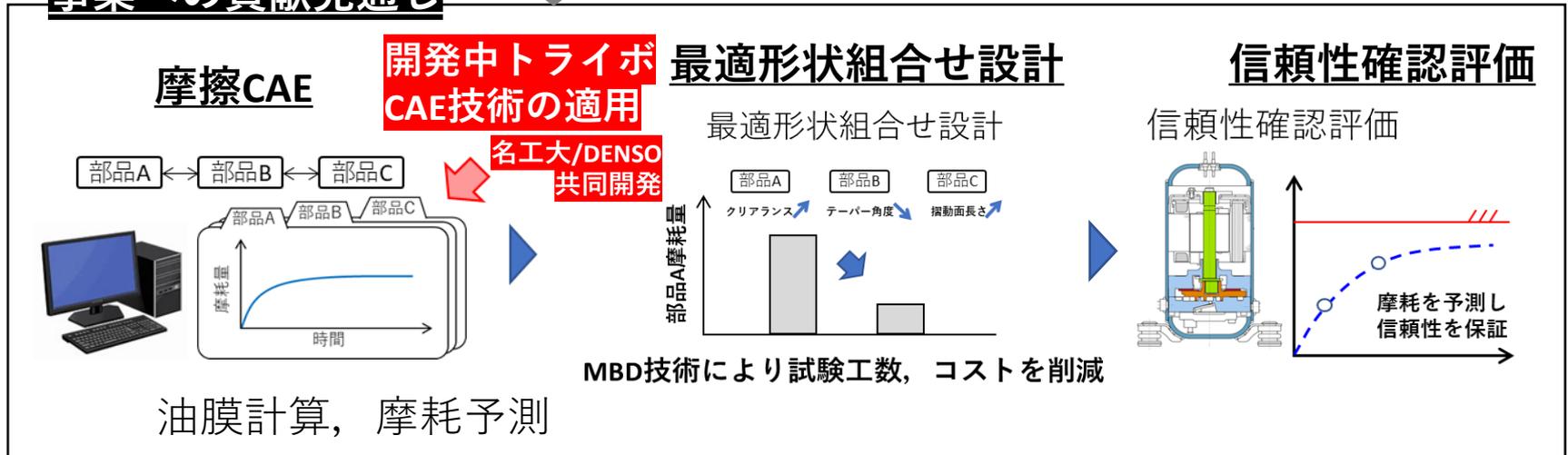
DENSO
Crafting the Core

従来のコンプレッサ用軸受設計技術



従来の実験ベースの耐久評価をCAE設計に置き換えることで既存の開発スピードを圧倒的に高速化可能

事業への貢献見通し



4. 事業化の見通し

ターゲット②

SANWA
CHEMICAL

サンワケミカル株式会社

トライボロジー技術の県内中小企業への普及 のための個別技術指導システムの提案

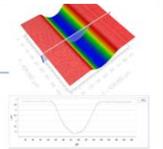
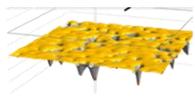
標準潤滑油の処方例

潤滑油DB

	タイプ	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
	ラフィン	100%	90%	90%	90%	75%	75%
	ラフィン					15%	15%
	リン酸		10%				
エンハンス-50	塩素化パラフィン			10%			
タケサーフ A-7500	リン酸エステル				10%		
ダイループ GS-225	硫化油脂					10%	
ダイループ GS-210	硫化油脂						10%

ステップ1 ノウハウ提供

トライボロジー・塑性加工学に基づき有効なテクスチャ形状/加工法や潤滑油添加剤を提案



個別技術指導
or 講習会 活用

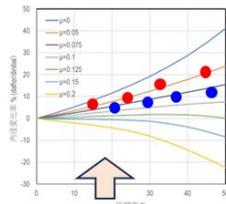
技術指導の様子
2023/09/01



ステップ3 データ分析法の指導

知の拠点設備活用

標準油使用下でのテクスチャの差異



テクスチャA
テクスチャB

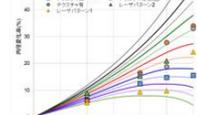
圧縮率制御, 押し込み速度制御
でテクスチャ有効条件範囲の特定
高圧 (耐焼付効果)
>>> 4球摩擦試験DB

任意の摩擦条件, 作動条件における校正曲線を
知の拠点設置の開発アプリで提供

ステップ2 評価技術法の指導

産技セ設備活用

名工大/産技セさん協力
(リング圧縮試験指導)
・金型設計法 ・実験条件
・データ取得法



産技セさん設備 or 自社設備の活用

開発品: サンワケミカル
社製の標準規格油



標準潤滑油の開発

イメージ図



低摩擦
係数

中摩擦
係数

高摩擦
係数

・粗さ標準片・硬さ標準片
に対応する標準潤滑油を活用
することで従来の現場のノウ
ハウによる摩擦係数の良し悪
しを標準値を用いて定量評価
が可能になる。現状の市場に
はない新たなビジネスモデル

個別技術指導システムの中で製品アピール

4. 事業化の見通し

知の拠点プロジェクト発スタートアップ企業を活用した 研究成果の社会実装および事業化

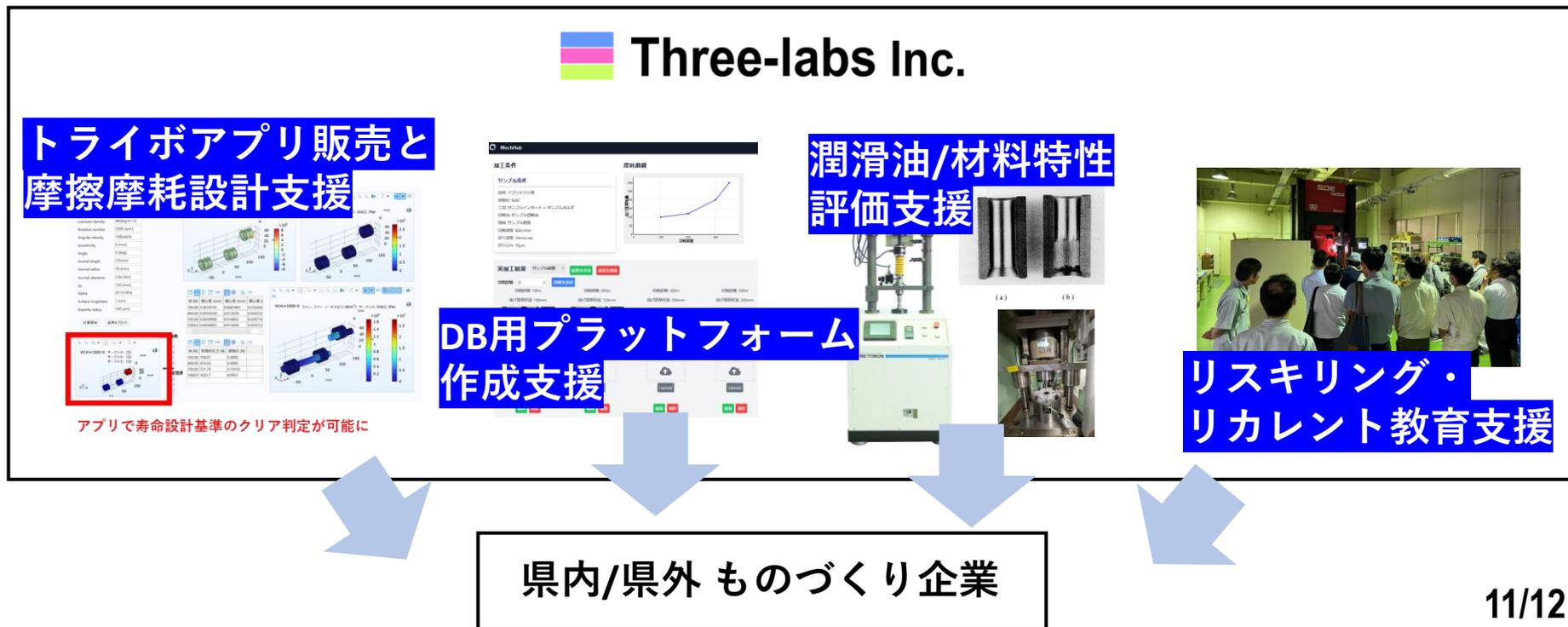
株式会社スリーラボ：2024/7/8 設立

2024年度売上実績(2025/3時点)：1600 万円 (取引先：5社, 7件)

2025年度売上予想：2500 万円

2025年より会員制サービス 開始

2026年度売上予想：4000 万円



5. 県内産業への貢献度，人材育成など

本県産業への波及の見通しについて

目指す愛知県産業への貢献の形
(CAE活用推進の2つのベクトル)

最先端技術の差別化による
設計力の更なる高度化

DENSO e.g. 基幹産業メーカー
Crafting the Core

基盤技術の幅広い共有化による
チーム愛知の競争力向上
e.g. 中小機械加工メーカー

縦の展開

横の展開

- ・ セミナー参加企業：通算20社以上
- ・ 技術指導企業：通算20社以上

トライボロジー技術普及のための
個別技術指導システムの開発



潤滑の違いによる
加工性の有無を実演



中小企業が自ら型面摩擦を設計し
自社の技術力評価を行う場を提供する
→県内企業のものづくり力up

人材育成への取り組み状況

目指す人材育成の形
(名古屋工業大学が主催となって実施中の
学び合いプロジェクト)

従来の共同研究推進に積極的に参画



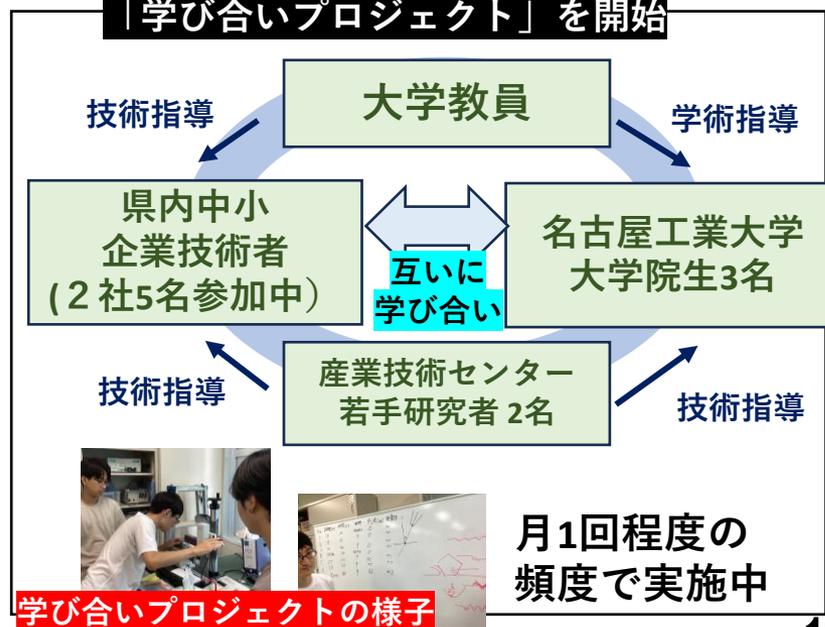
DENSO
Crafting the Core

SANWA
CHEMICAL
サンワケミカル株式会社

Three-labs Inc.
本学卒業生
スタートアップ企
業社長就任

若手技術者3名

今年度より新たに名工大主催の
「学び合いプロジェクト」を開始



学び合いプロジェクトの様子

月1回程度の
頻度で実施中