

令和6年度 研究成果発表会

プラント増設業務における既存設備モデリングシステムの開発 （経常研究）	1
音源可視化技術の開発 （経常研究）	2
マルチスケール概念に基づく膜透過シミュレーションの研究 （経常研究）	3
設計パラメータを用いたシミュレーション省力化システムの開発 （経常研究）	4
サプライチェーン強化を目的とした航空機エンジン部品製造技術の高度化 （戦略プロジェクト研究）	5
認知機能の維持・改善に資する、高溶解ヘスペリジン食品の開発 （戦略プロジェクト研究）	6

令和6年10月30日（水）

プラント増設業務における既存設備モデリングシステムの開発

基盤技術部 機械システム科 小楠 進一

1. 目的

長崎県は、溶接・製缶を得意としており、プラントの増設業務を取り扱う企業が多い。増設業務を行う際にプラントの図面が必要となるが、増築や廃棄によって図面が現状のプラント形状を示していないことがたびたび起こる。このとき、スケールやノギスなどの測定工具を用いて寸法を測定し、作図するが、とても面倒な作業となる。これらの問題を解決するため、設置した位置から長距離用レーザーを周囲に飛ばしてプラント形状を測定するレーザースキャナーが販売されている。しかし、(a)レーザースキャナーが高価であること、(b)死角が多い室内では、設置作業が増えて手間になること、(c)高所や不安定な場所および狭所では、設置自体が難しいことなどの理由から、県内企業に普及していない。そこで、本研究では、近年安価に販売している RGBD カメラを用いて、上記問題を解決する「既存設備モデリングシステム」を開発した。

2. 内容

RGBD カメラは安価であるが、測定範囲が狭く、大空間(横 20 m、縦 10 m、高さ 3 m)の測定になると、形状合成が必要になる。一般的に ICP(Iterative Closest Point)アルゴリズムにより形状合成を行うが、この方法を大空間に適用すると、ズレが蓄積して測定結果に歪が生じるという問題が生じる(図1参照)。そこで、グラフ最適化を用いて形状合成を行い、スケール補正を行うことにした。

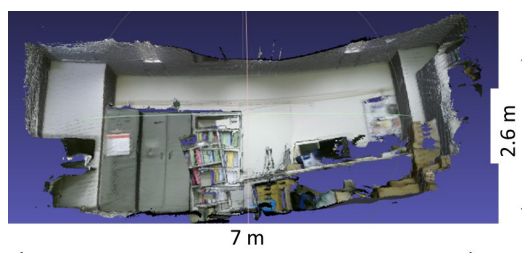


図1 ICP アルゴリズムを用いた形状合成

3. 結果

開発したシステムを用いて、大空間(横 20 m、縦 10 m、高さ 3 m)を測定した結果を図2に示し、測定誤差を図3に示す。この結果から、測定誤差が1%以内であり、測定結果に歪が生じないことを確認できた。

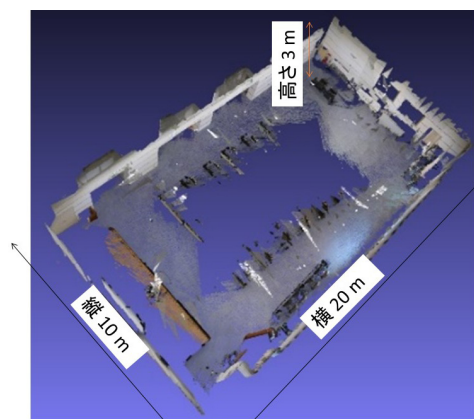


図2 グラフ最適化を用いた形状合成

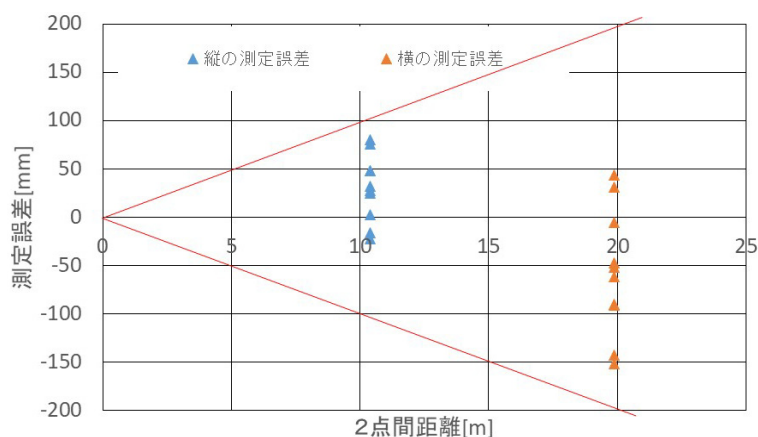


図3 測定誤差

音源可視化技術の開発

(マイクアレイを用いた音源可視化システムの構築)

基盤技術部 兼 応用技術部 田口 喜祥

1. 目的

音を用いて機械装置の異常を検知する技術が注目されている。従来から熟練者の経験と勘により装置から発生している音を基に異常判別が行われていた。近年、AI技術の進歩により音をAI処理することで異常判別が可能となってきた。しかし、実際の工場では複数の機械装置が稼働しており、監視対象となる装置からの音であることを判別することが難しいという問題点がある。

そこで、マイクアレイで収集した音をAI処理し音源方向を推定し、TVカメラ画像と組み合わせて表示することを特徴とする音源可視化技術の開発を行った。

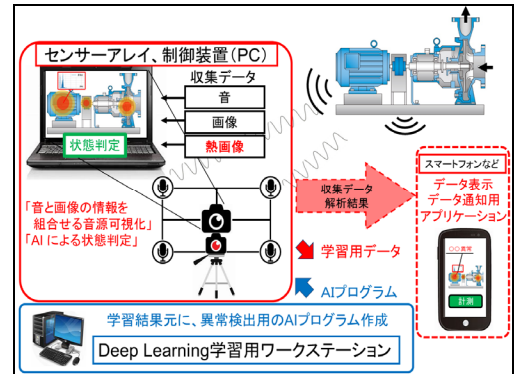


図1 システム構成

2. 内容

マイクアレイとTVカメラで構成されたセンサーアレイを用いて音源方向を可視化し、PCやスマートフォンなどから確認できる図1に示したシステム構成の装置開発を行った。事前に音源方向が異なる複数の音データを図2に示した試作センサーアレイで収集し、収集した音データと音源方向を関連付けたデータセットを作成した。データセットを使用して、SONY 製 Neural Network Console により音源方向を推定するAIの探索を実施した。探索の結果、マイクアレイからの音データを基に音源の方向を推定するAIプログラムを作成し、システム開発を行った。



図2 試作センサーアレイ

3. 結果

マイクアレイで取得した4チャンネルの音データを基に音源位置をAIにより推定したところ、99%以上の高精度で推定可能であることを確認した。その後、マイクアレイで取得した音データから音源方向を推定し、TVカメラ映像と併せて表示する図3に示した構成の音源可視化装置を試作した。試作した音源可視化装置の性能評価のための実験を行ったところ、図4に示すとおり音源方向推定により対象とした装置から発生音であることを識別できることを確認した。

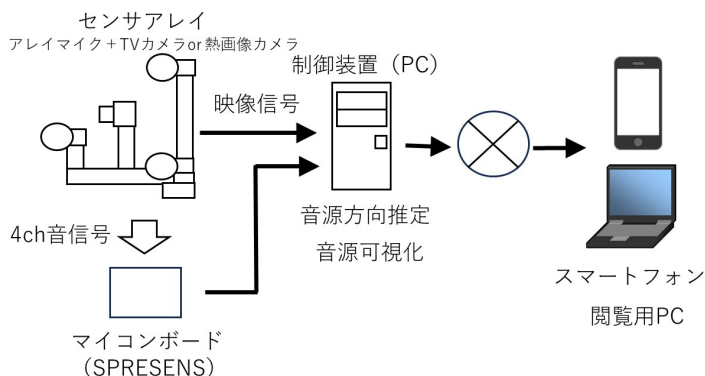


図3 音源可視化装置構成図



図4 監視画面

マルチスケール概念に基づく膜透過シミュレーションの研究

(膜分離プロセス向上のための解析)

応用技術部 工業材料・環境科 重光 保博

1. 目的

長崎県工業技術センターでは、マイクロ現象とマクロ現象が混在する複雑事象を解析ターゲットとした方法論開発と応用研究を進めている(図1)。化学工学の中心分野の一つである膜分離現象において、その分子レベルでの機構説明はプロセス制御の観点から重要な課題である。

本研究は、マルチスケール連成シミュレーション技術の膜透過プロセスへの展開を目指すとともに、実用的観点から回帰モデルに基づく排水処理プラント制御(ソフトセンサー)への展開も試みた。

2. 内容

前段研究「複雑事象に対応した連成解析技術の開発」では、マルチスケールシミュレーション環境の構築とその性能評価を目的として、(1) 水分子の膜透過モデルに対するマクロ流体力学とマイクロ分子動力学の接続 (2) 粗視化法を用いた分子動力学シミュレーションのスピードアップ を実施し(図2)、本手法を膜分子設計および膜透過シミュレーションに適用した(図3)。

具体的には、(1) セルロースナノファイバーと各種溶媒との相互作用:ハロゲン相互作用解析 (2) ポリウレタン触媒を用いた CO_2 変換ケミカルリサイクル反応の量子化学解析 (3) 膜分離プロセスにおける差圧上昇予測 を実施した。

3. 結果

ナノセルロースの造粒技術を活用した各種ポリマーとCNFのコンポジット化ビーズについて、その形成メカニズムを解析するために、高精度量子化学計算を用いてハロゲン相互作用を詳しく解析した。カーボンニュートラル化学への展開として、ポリウレタン触媒を用いた CO_2 変換ケミカルリサイクル反応の量子化学解析を行い、 CO_2 を原料とする反応機構を見出した。膜透過現象の工業プロセスへの展開例として、MBR 試験ミニプラント運転データに対する回帰モデルに基づく膜差圧上昇予測を行なった。線形および非線型回帰手法に基づいて膜差圧予測モデルを構築し、その有効性を検証した。学習データに時差データを加えてモデル構築を逐次的に更新することによって予測精度が向上することが示された(図4)。

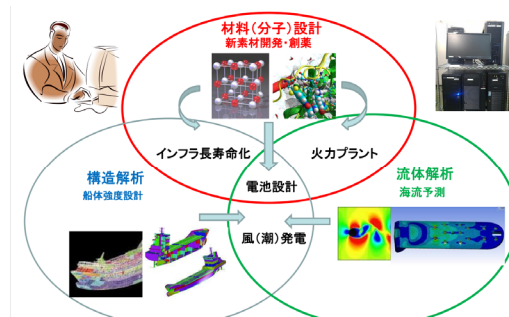


図1 マルチスケールシミュレーション概念図

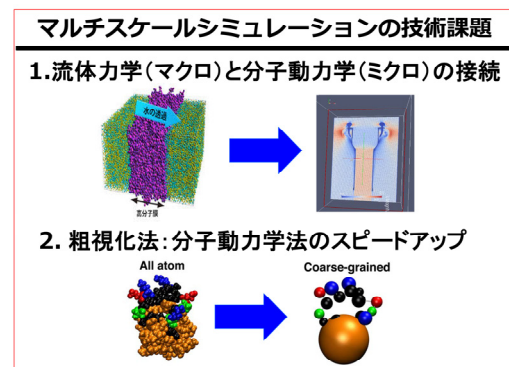


図2 シミュレーションの技術課題

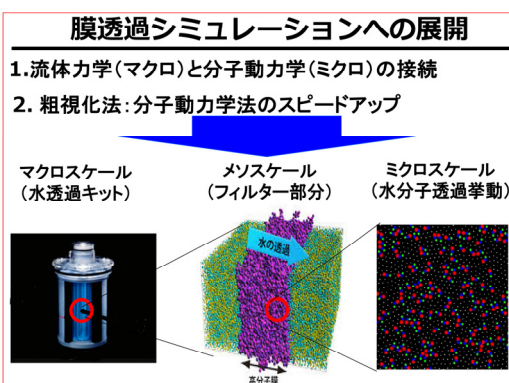


図3 膜透過シミュレーションへの展開

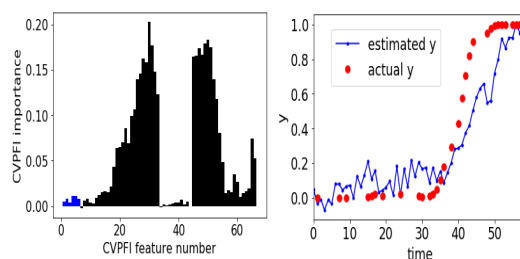


図4 MV-SVRのCVPFI解析(左)と予測(右)

設計パラメータを用いたシミュレーション省力化システムの開発

(シミュレーション技術を用いた地場企業の設計工程支援)

応用技術部 工業材料・環境科 入江 直樹

1. 目的

汎用計算力学ソフトウェアを用いたシミュレーション技術は製品開発において懸念される課題をコンピュータを用いて事前に手早く検討できることから県内企業においても普及拡大が進んでいる。しかし、多数の設計パラメータがある場合にはシミュレーションの回数は多くなり比較的時間を要することから短縮化を図りたい、また製品性能への影響度が高い設計パラメータを見極めて、その最適値を迅速に求めたいなどのニーズが挙げられる。これを受けて、本研究では各設計パラメータ(各寸法値)が設計する機器の性能に及ぼす影響度をシミュレーションと品質工学を用いて調査して、各設計パラメータの最適値を探索するシステムを開発した。

2. 内容

本研究においては、各設計パラメータの最適値を探索できるようにするため、図1に示すように、設計者が設計パラメータである形状データ(各寸法範囲)を指定することにより、①当該形状データの3次元デジタル形状を自動で作成する3Dモデル自動作成ソフトウェア、②その3次元デジタル形状に対する性能をシミュレーションを用いて計算するシミュレーションソフトウェア、③その計算結果と品質工学を用いて最適な設計パラメータを探索する設計パラメータの自動評価ソフトウェアから構成するシステムを開発して、その有効性を検討した。

3. 結果

本研究における設計パラメータを用いたシミュレーション省力化システムは Microsoft Office 2019 Excel、Ansys Workbench (Ver.2021R2)、Visual Studio 2019 を用いて実行されるプログラムを構成としてシステム開発した。当該システムは品質工学に基づいた要因効果図を用いて最適な設計パラメータ候補を効率的に絞り込むことができ、設計品質向上に向けた新たな支援方法として有効であった。

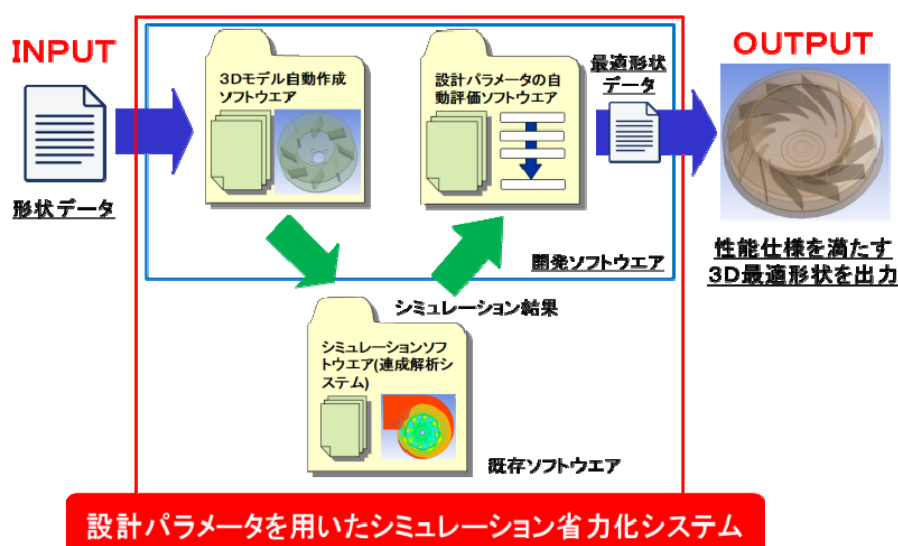


図1 開発した設計パラメータを用いたシミュレーション省力化システムの概要

サプライチェーン強化を目的とした航空機エンジン部品製造技術の高度化

応用技術部 機械加工科 福田 洋平

1. 目的

平成30年の長崎県航空機産業クラスター協議会の発足を契機に、県内企業の航空機産業進出に向けた意欲は高まっている。航空機エンジン部品は定期的な部品交換が必要となり今後も安定した需要が見込めるとともに、既に長崎県内でサプライチェーンが構築されている。長崎県の航空機産業の拡大に向け、本プロジェクトを通じて航空機エンジン部品の製造技術の高度化に取り組んだ。

2. 内容

品質・生産性の更なる安定化を実現したい、新製品の立ち上げを迅速化したい、そして、宇宙・エネルギー産業への拡大を図りたいという県内企業からの具体的な要望に応えるため、本研究では航空機エンジン用ブレードの切削加工に関して、①ブレードの高品位仕上加工技術の開発、②部品形状と加工条件から仕上面品質を予測するシステムの開発、③超耐熱合金への応用に取り組んだ。

3. 結果

ブレードの高品位仕上げ加工技術の開発に関して、工作機械上で工具切れ刃エッジを高精度に測定できる装置の製作、工作機械主軸の動的振れの評価、及びボールエンドミル切削の転写性の評価を実施した。動的振れ評価と転写性評価の結果から、比較的ボールエンドミル中心に近い切れ刃でも良好な仕上げ面を得ることができることを確認した。さらに、製作した高精度エッジ測定装置と刃先振れ調整ホルダを併用することにより、Ptが理論粗さ+1 μm となる良好な加工面を得ることができた。

仕上げ面品質を予測するシステムの開発に関して、加工対象の形状情報と切削条件を説明変数として、加工後の表面性状 Ra を予測するシステムの開発を実施した。加工対象の形状情報は、体積、主成分分析により取得した固有ベクトル、3Dデータの分類器であるPointNetにより取得した出力層の重み、構造解析ソフトウェアにより取得した1次の固有振動数とした。4つの回帰モデルを評価し、ランダムフォレストと勾配ブースティング回帰木において、仕上げ面が良好となる切削条件を提案することができた。シミュレータを用いて、実験するには現実的ではない数の切削条件を評価することで、より良好な切削条件を選択することが可能となった。

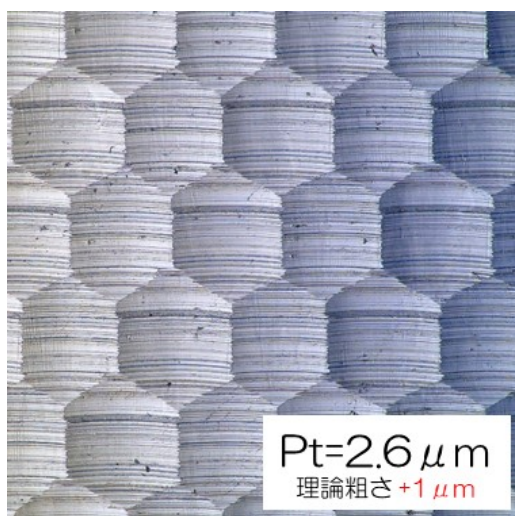


図1 振れ調整後のボールエンドミル加工面

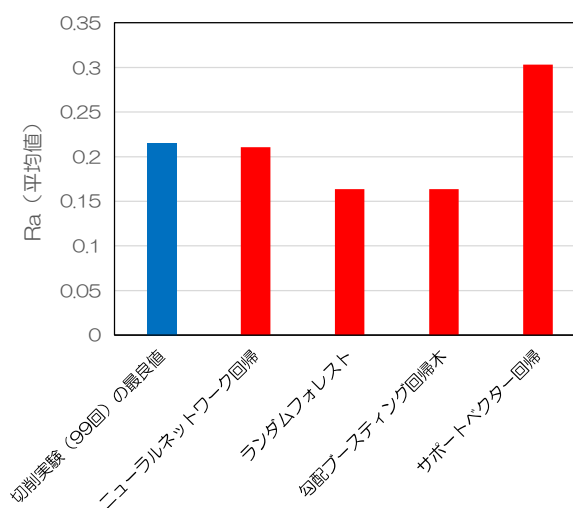


図2 シミュレータの提案加工条件による加工結果

認知機能の維持・改善に資する、高溶解ヘスペリジン食品の開発

食品開発支援センター 宮田 裕次

1. 目的

未熟果である摘果ミカンと茶生葉を重量比1:3の割合で、20分間混合揉捻し乾燥させて製造するミカン混合発酵茶を開発した。ミカン混合発酵茶に含まれるヘスペリジンは、摘果ミカンに含まれるヘスペリジン単体よりも水溶性が高まることが明らかになった。また、ミカン混合発酵茶由来ヘスペリジンは、ヒト試験において様々な効果があることを見出してきた。本研究では、認知機能に衰えを感じている中高齢者を対象にミカン混合発酵茶由来ヘスペリジンの12週間摂取が認知機能に及ぼす影響について検討した。

2. 内容

被験者は認知機能に衰えを感じている60歳以上の健常者43名、試験方法は並行群間比較試験で、試験食品群はミカン混合発酵茶由来ヘスペリジン36.7mg、プラセボ食品群はヘスペリジンを含まないものとした。摂取期間は12週間、評価指標はトレイルメーカーキング日本版Part-Aを用いた。この検査法は、数字の1~26まで順番に線で結び、その遂行時間を計測する。注意力やワーキングメモリーの評価指標として用いられている。

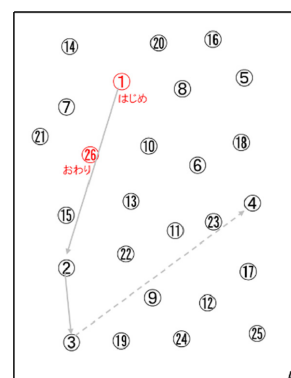


図1 トレイルメーカーキング日本版Part-A

3. 結果

試験食品群、プラセボ食品群とも摂食開始前に比べ、遂行時間は短縮される傾向にあった。しかし、摂取開始12週間後には試験食品群がプラセボ食品群に比べ遂行時間が有意に短縮された。このことから、試験食品群であるミカン混合発酵茶由来ヘスペリジンは、認知機能の一部である注意力とワーキングメモリーを改善したと考えられた。その作用メカニズムは、ヘスペリジンによる脳内へのグルコース取込み量の促進による可能性があると考えられた。

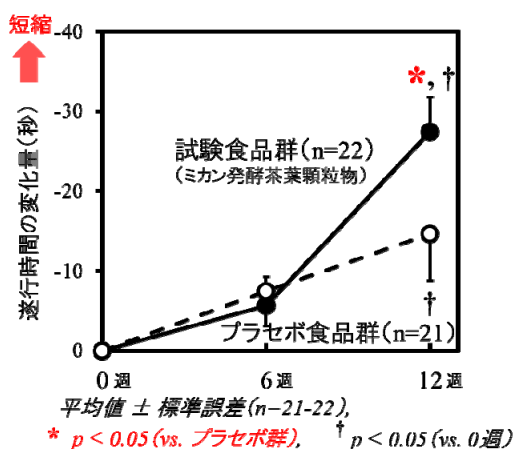


図2 遂行時間の変化量



図3 消費者庁に受理された機能性表示食品パッケージデザイン



長崎県工業技術センター



各年度の研究成果発表会の要旨集



長崎県工業技術センター

〒856-0026 長崎県大村市池田 2-1303-8

TEL 0957-52-1133、 FAX 0957-52-1136

e-mail rdp@tc.nagasaki.go.jp

<https://www.pref.nagasaki.jp/section/kogyo-c/index.html>