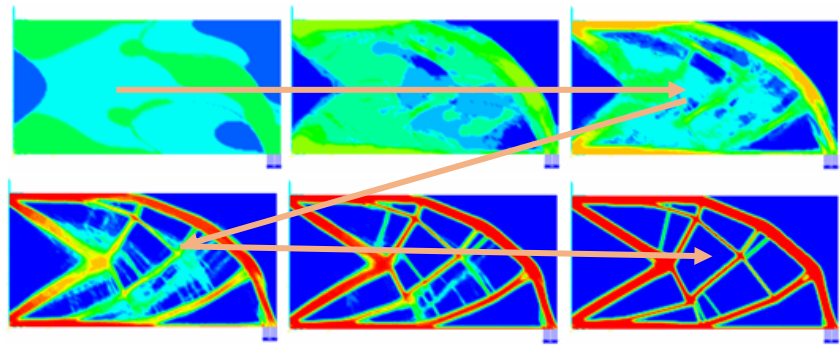
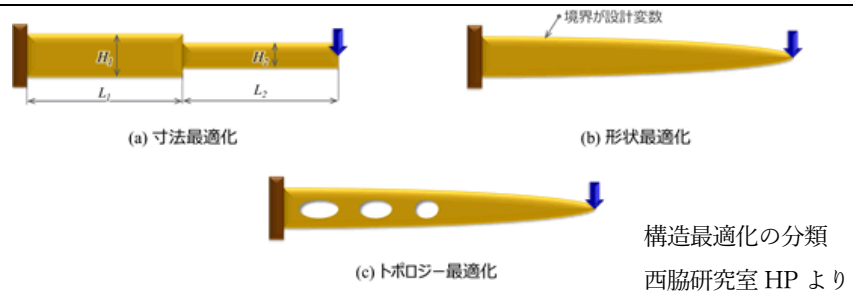


【3】	【研究テーマ名】 ■創造的な製品設計を可能とするトポロジー最適化（構造最適化）による3D 上流設計手法の応用研究
研究者情報	
研究領域・分野	機械工学
研究者名	西脇眞二 教授
大学名／所属	京都大学／工学研究科・機械理工学
講座名	生産システム工学
研究室 URL	http://www.osdel.me.kyoto-u.ac.jp/members/nishiwaki.html
研究開発情報【研究シーズ内容】	
キーワード	■トポロジー最適化（構造最適化） ■機械製品・部品、機械システム的设计 ■3D CAD/CAE ■マルチスケール（ミクロ・マクロ）解析 ■レベルセット法
研究項目 ／開発ポイント	21 世紀のものづくりは、デジタル化にともない大きな変革時期にきている。従来のモデルベース、一次近似解析の設計手法では高性能で革新的な製品設計は困難になっている。該研究室では構造最適化、特に形状およびトポロジー最適化による機械製品の設計、製造に関する基礎的、実用的な研究を行っている。 NEDO 戦略的イノベーション創造プログラム資料より
研究概要	1. トポロジー最適化の基本的な理論の研究と機械製品、システム設計への応用 構造最適化の方法は“寸法最適化”，“形状最適化”，“トポロジー最適化”に分類されるが、この中でトポロジー最適化が最も自由度が高く、穴の数などの形態なども設計変数とすることが可能である。この基本的な方法についての研究を行っている。



トポロジー最適化の最適化過程の例 西脇研究室 HP より

従来のトポロジー最適化の問題点とレベルセット法による形状最適化の問題を本質的に解決する方法として新たなトポロジー最適化の研究も行っている。(レベルセット法による形状表現を用いたフェーズフィールド法の考え方にに基づくトポロジー最適化)

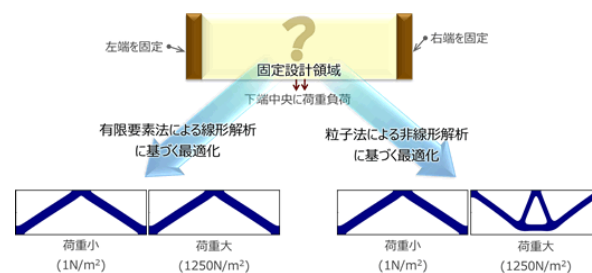
技術紹介 YouTube : <https://www.youtube.com/user/OSDELab/videos>

2. 機械製品の構想設計支援の開発 (レベルセット法に基づくトポロジー最適化の応用展開)

2.1 幾何学的非線形性を考慮した最適化

粒子法による幾何学的非線形解析を導入し、幾何学的非線形性を考慮したレベルセット法に基づくトポロジー最適化手法を構築した。ここでは、剛性最大

化問題に適用した例を示す。



西脇研究室 HP より

2.2 コンプライアントメカニズム

コンプライアントメカニズムは従来の剛体とジョイントで構成される機構とは異なり、構造の適切な場所に柔軟性を付加することにより、構造全体で機構の性能を得る新しいメカニズムである。

コンプライアントメカニズムの設計例、試作品、MEMSへの適用例を示す。

	 グリッパーの設計例 試作品 MENSへの適用例 西脇研究室 HP より 2.3 その他の事例 永久磁石を用いた IPM モーターのローター、ステーターの形状、磁石位置 ローター、ステーター間のエアギャップにおける磁束密度の最適化 上記以外にも、導波路、無線アンテナなどへの応用研究を多数実施 3. 有限要素法を中心としたデザインエンジニアリングの研究 4. ユニバーサルデザインを目指した製品設計・製作法の開発 SOLIDWORKS のアドインとして、3D-CAD と連携したトポロジー最適化に基づくシステムを開発（最適構造から自動的に CAD データを作成）
課 題	1. トポロジー最適化の高度化を目指し熱制御デバイス、電磁場制御デバイスの設計法を産学連携にて開発する。 2. 該研究室にて開発された設計（構想）手法の中小企業への展開のため、ミッドレンジ CAD 上でのモデル自動作成を可能とするシステム開発。 3. 3D プリンターによる造形技術との連携（データ変換など）
応用分野 ／インパクト	複雑な設計曲面や 3 次元領域において、従来製品よりも高性能なデバイス、あるいは軽量化が可能な部品、機器が必要とされている。これらの最適設計は製造段階以前の構想段階から必要とされており、該技術は日本のものづくりにおける競争力を向上させるコア技術のひとつになると思われる。 機械部品における設計では、構造最適化により無駄な構造体領域が削減可能となり、コストの低減とともに軽量化に大きなインパクトを与える。ロボットアームなど高速動作が要求される部品の設計等で大きな効果を発揮するものと思われる。  By Autodesk 社 日経 XTECH 10.30, 2015 自動車、航空機、ロボット他多種多様な構造遺体設計に適用が可能。 金属だけでなくセラミクス、樹脂などの用途へ適用できればさらにその応用範囲は広がるものと思われる。
産学公連携の取組み	1. 内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)での「迅速で創造的な製品設計を可能とするトポロジー最適化に基づく超上流設計の開発」 (2014 年度～2018 年度)

	トポロジー最適化に基づくマイクロ・マクロ構造の創生設計法の開発 大学：京都大学、東北大学 民間：アイシン・エイ・ダブリュ（株）、（株）岐阜多田精機、（株）ナガセインテグレックス、（株）くいんと 2. 高性能射出成型機械ロボットの共同研究 （株）ユーシン精機との共同研究 3. NRD ガイド（Non-Radioactive Dielectric Waveguide）電磁波の伝送に使用する導波路）の共同研究 4. パッチアンテナの高性能設計
そ の 他	上記の 1.の SIP プログラムが 2019.3 にて終了する見込みであるが、ここで開発された技術(CAD ツール)の商用版を将来、地域の中小企業にも展開していく目的で公設試験所等との連携も開始されている。

産業化・実用化に向けた情報【産業化・実用化に必要な技術・ノウハウなど】

キ ー ワ ー ド	■機械、金属、樹脂などの構造設計 ■電磁界、熱設計等 ■3D CAD/CAE ■3D プリンター、NC 加工 ■最適化設計 ■地域展開、地域連携
事業化目標	3D CAD を用いた構造体の設計において、製造前の構想段階、および製造時の設計に本技術を適用可能であることは共同研究等を通じて実証されている。CAD シミュレータに該 SW を搭載しこれを活用することにより製品力のある部品、機器、システムの設計、製造が可能になる。CAE システム会社を通じてβ版が利用可能になっており、多くの企業の活用により汎用の CAD ツールとして事業化がなされていくと思われる。 本研究室では、構造設計にとどまらず、電磁界、熱などへの新たな応用研究にも取り組まれており近い将来実用化が可能になることが期待される。
事業化ポイント	従来からの設計、製造による部品、機器に対して大きな付加価値（コスト、性能など）が出せることが事業化を通じて実証されていけば、本ツールの導入が推進されるものと思われる。
必要な技術・ノウハウ等 （企業に求める 技術・ノウハウ等）	■3D CAD 設計 ■3D プリンター、NC 加工などによる金属、樹脂加工 ■シミュレーション技術 ■ライセンス
企業へのメッセージ	関西では、公設試験所（大阪産業技術研究所、京都中小企業技術センター等）を通じて構造設計に関する 3D CAD ツールの活用を目指して研究会、活用セミナーが開催されているので詳細は各公設機関にお問い合わせください。

	構造最適化だけでなく、電磁界、熱解析、流体シミュレーションなど新たな応用が可能 です。産学連携などを通じて新しい用途向けの CAD ツールの開発を企業連携して取り 組むことを検討中。
そ の 他	トポロジー最適化の設計手法により設計された構造体を実際に製造する方法として従 来からの切削、鋳造に代わって 3D プリンターの活用が考えられる。 近畿経済産業局による「3D 積層造形によるモノづくり革新 拠点化構想」が発表されており (2019.1.24 プレス発表) 今後、3D 積層造形を活用し たものづくりの普及を目指す 「3D ものづくり普及促進会」と の連携が進められる。 <u>3D 積層造形によるモノづくり革新拠点化構想</u> URL: http://www.kansai.meti.go.jp/3jisedai/project/3Dkansai/press/20190124.html <u>3D ものづくり普及促進会</u> URL: http://www.3d-monodukuri.jp/