

ターボ機械の最適化設計

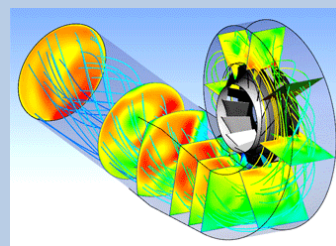
解析・実験による最適化設計

目的関数から得られる出力値が最小化または最大化される解を求めたい

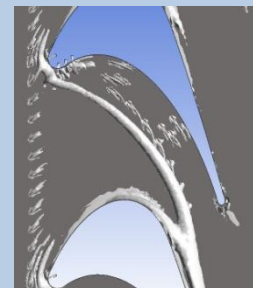
計算機による解析を用いて解を探索、最適形状の検討

実験を行うことで得られた最適形状の妥当性を検証

解析 ・CFD解析で複雑な流動現象を計算し解を算出
・最適化問題の特徴を捉える



CFD解析結果の例

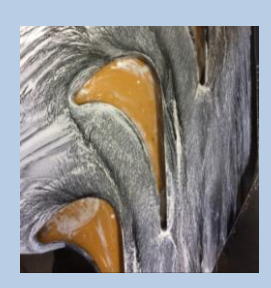


翼列内の渦

実験 ・3Dプリンターを用いて試作・実験
・流れの可視化により最適化手法の妥当性を検証



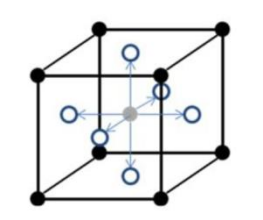
3Dプリンターで試作したポンプインデューサー



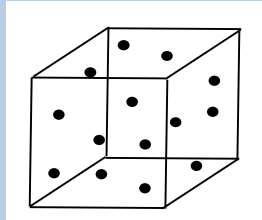
油膜法による可視化

実験計画法

サンプリング点の分布を決定
・最少の設計点で設計スペース全域をカバーする必要がある



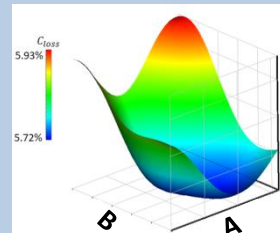
中心複合計画



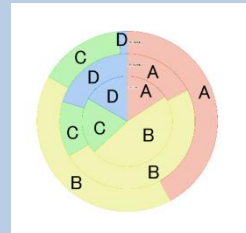
最適空間充填計画

応答曲面法

離散的な設計点を近似し、曲面として可視化
・複数ある応答曲面のメタモデルの選択が重要



応答曲面



感度チャート

多目的最適化

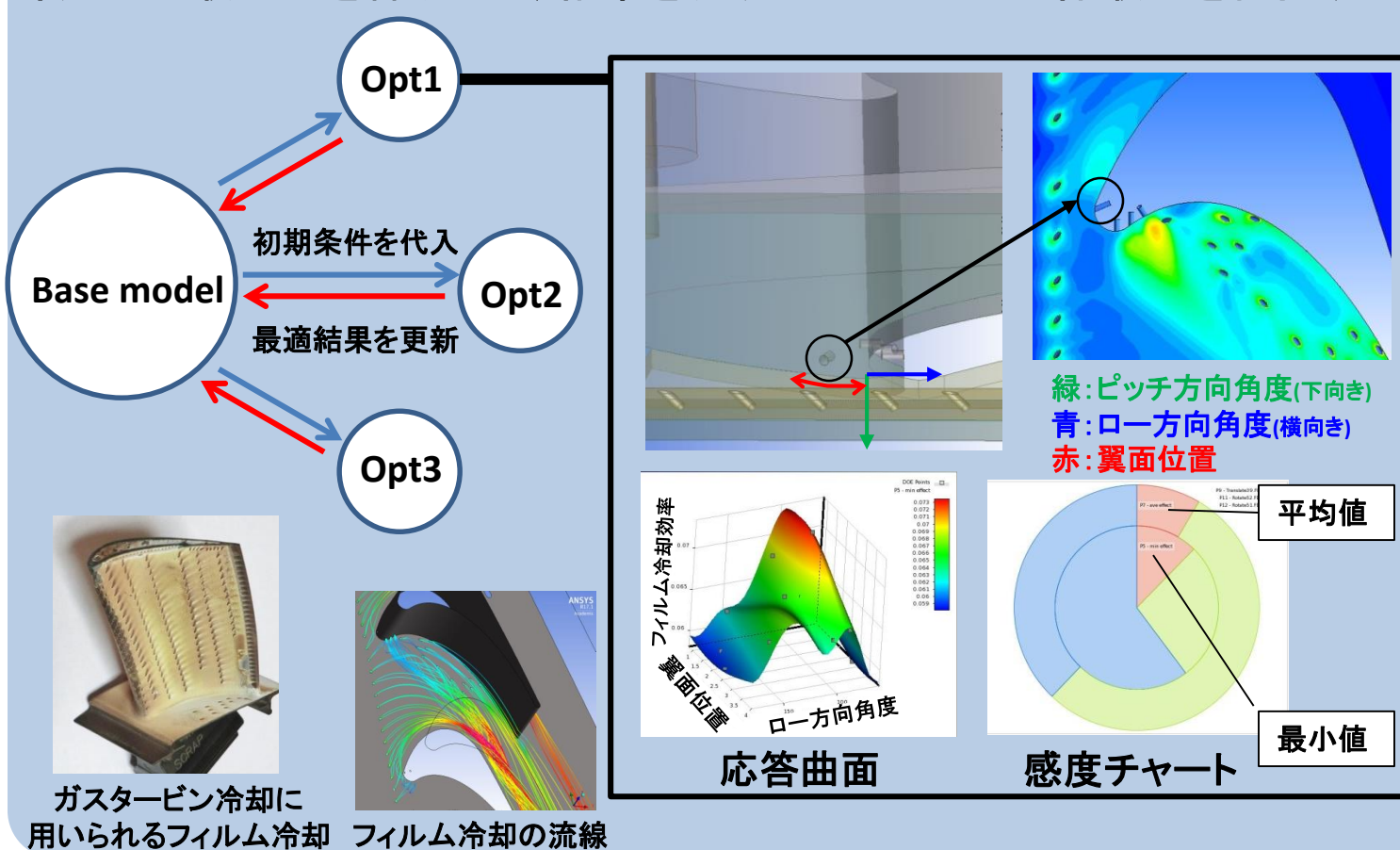
応答曲面を元に最適解を算出
・再度計算して候補点の検証を行う

Candidate Points				
	Candidate Point 1	Candidate Point 2	Candidate Point 3	
8				
9	P9 - Translate39.FD3 (mm)	2.1624	1.512	2.2832
10	P11 - Rotate52.FD9 (degree)	1.3518	21.644	42.825
11	P12 - Rotate51.FD9 (degree)	96.557	90.677	117.51
12	P5 - min effect	★ 0.073271	★ 0.07119	★ 0.070212

候補ポイント

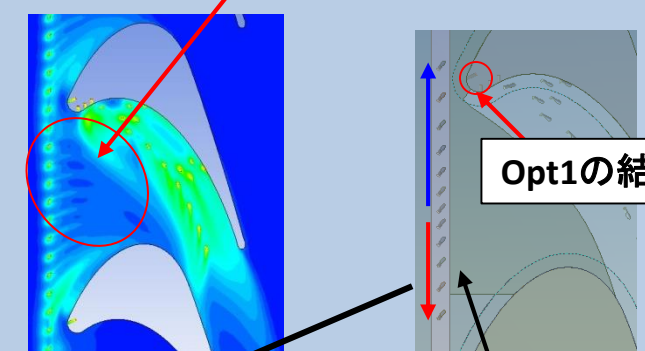
ガスタービン冷却の最適化

部分的な最適化を繰り返し、結果を反映させることで全体最適を目指す



Opt2

等ピッチだと冷却にムラができる



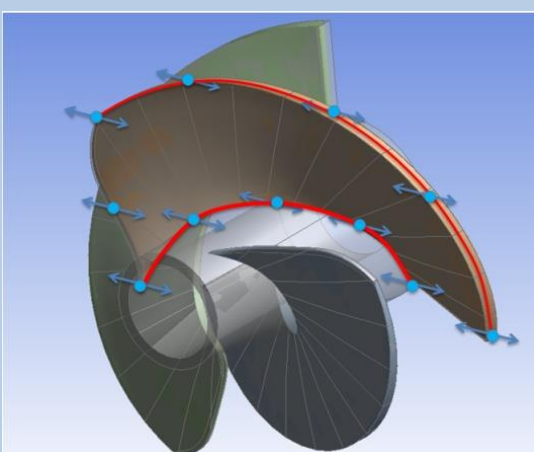
Opt1の結果を反映

間隔の増加量をパラメータ化することで最適化

最適化前 Ave η: 0.132, Min η: 0.054

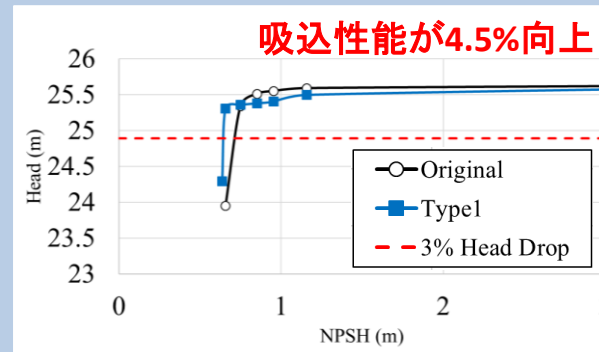
最適化後 Ave η: 0.140 (6% UP!), Min η: 0.073 (35% UP!)

ポンプ羽根車形状の最適化

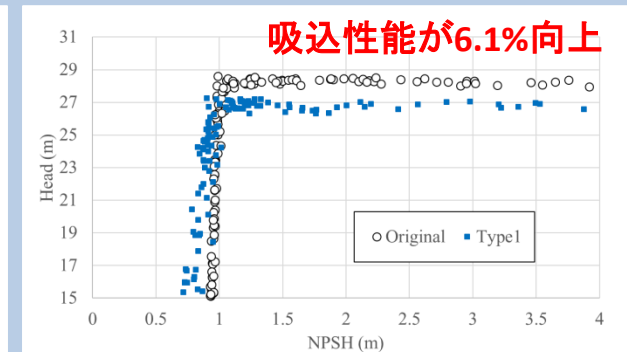


・翼型の設計点をパラメータ化
・発想の制約のない設計が可能

パラメーターの相関関係を特定することでより最適な形状を模索



キャビテーション解析結果



キャビテーション実験結果

・解析と実験で概ね傾向が一致
・最小の計算回数で吸い込み性能が向上