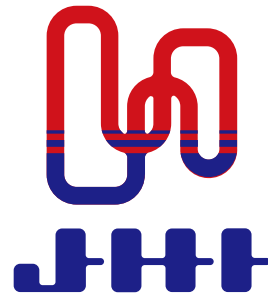


空冷ヒートシンク(翼型フィン) 解析/試験コリレーション実績ご紹介

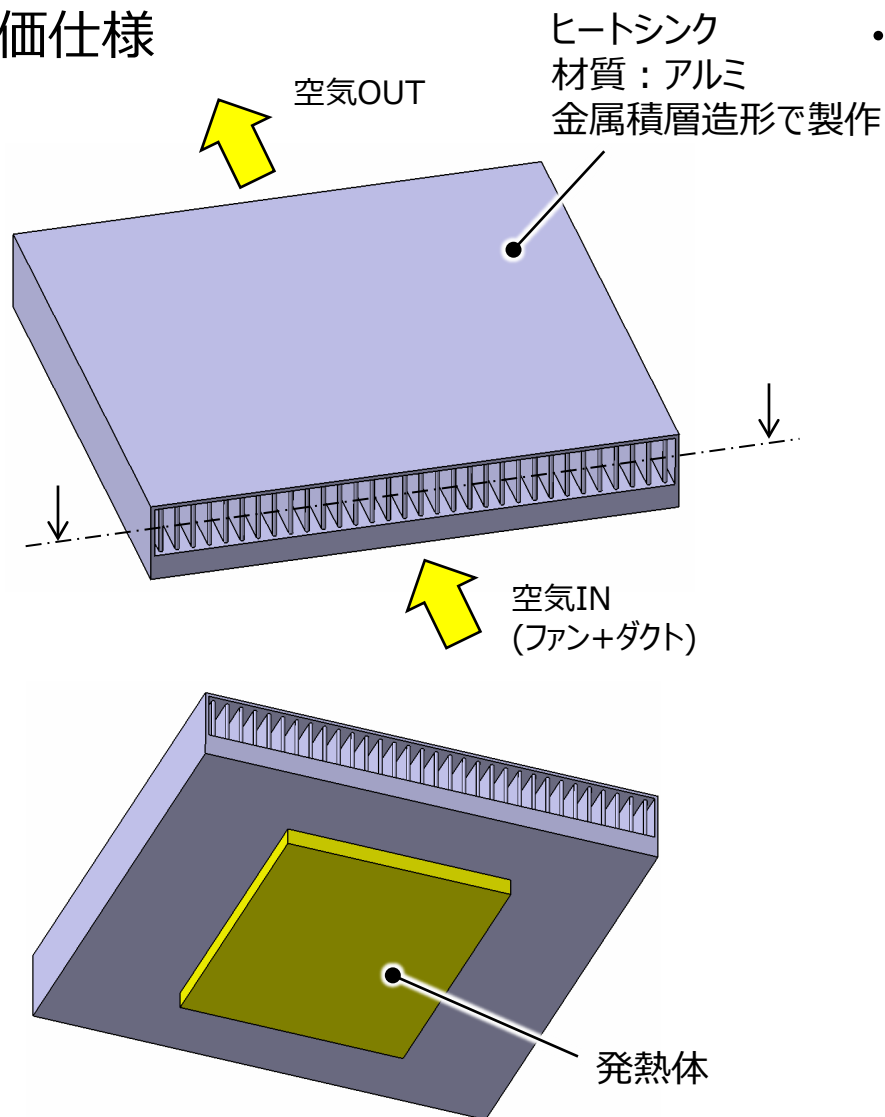
- 解析/試験での性能乖離要因の分析と
各項目の検証によるコリレーション

2023/12/11

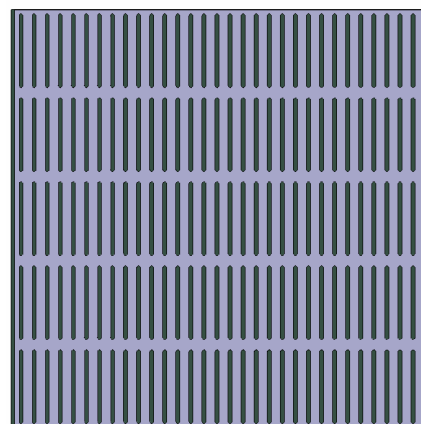


無断転載禁止

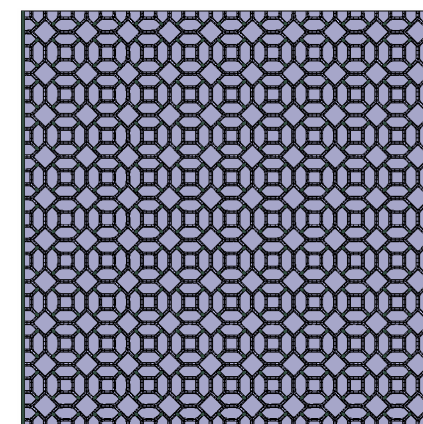
・評価仕様



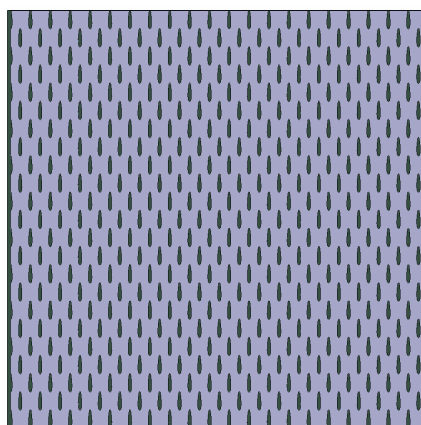
・ヒートシンク断面



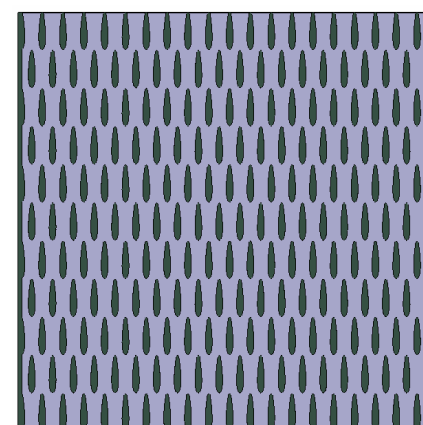
AMベース仕様
(従来仕様)



ラティス③
ケルビントラス構造



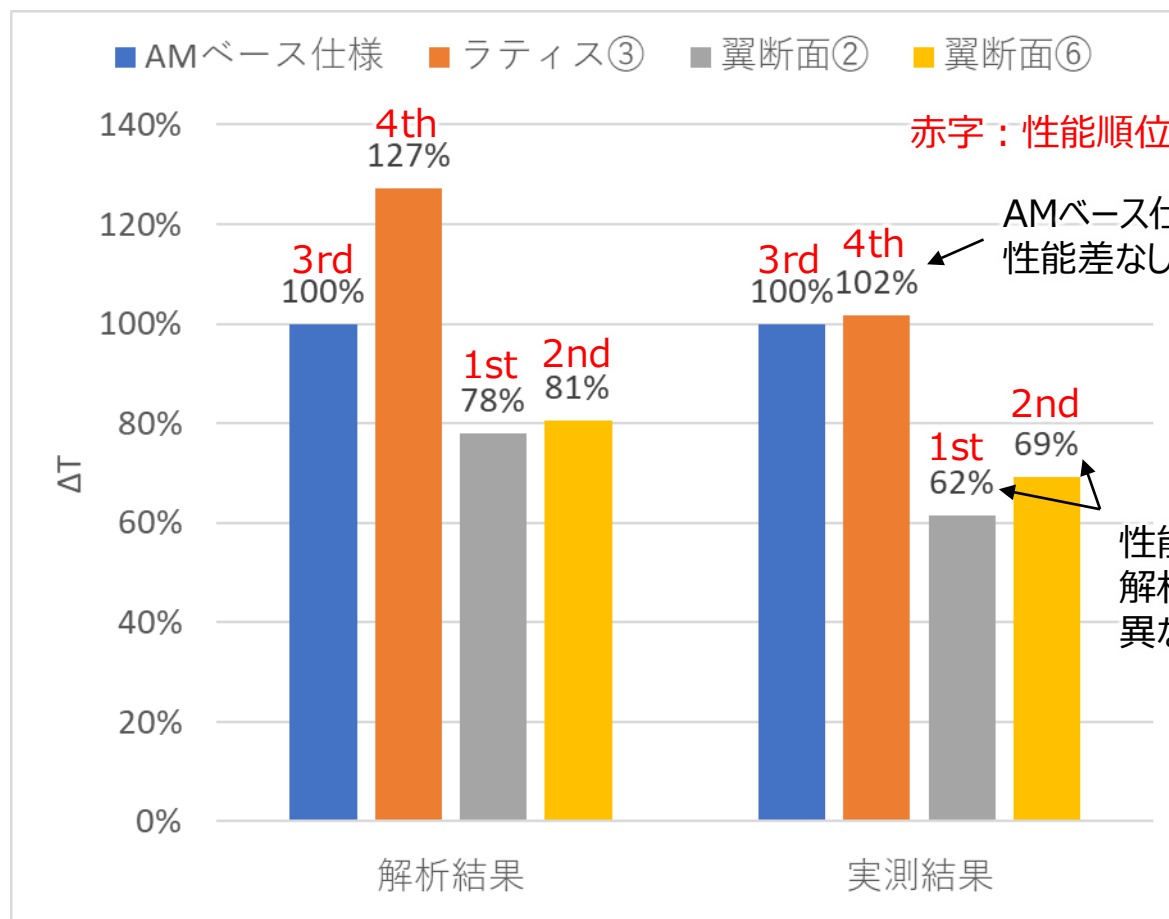
翼断面②
翼厚小



翼断面⑥
翼厚大

仕様検討を解析で行い、4仕様を選定。実際に製作し試験評価を実施。

・解析－試験結果比較



AMベースの ΔT を100%として各仕様の ΔT 変化率を算出。

赤字：性能順位

AMベース仕様と性能差なし

性能順位は同じだが解析結果と10%以上異なる

解析結果と実測結果の性能順位は同じだが、割合は乖離。

・解析による性能予測精度向上のため、乖離要因の検証が必要。

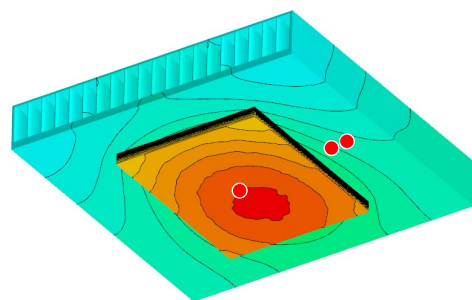
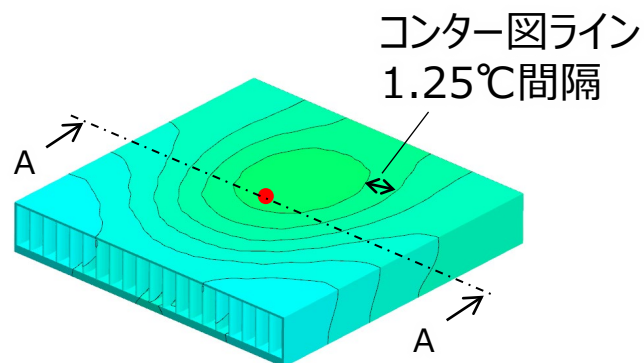
・想定される乖離要因一覧

分類	項目	想定される事象	事象により生じる性能影響	(想定)影響度
評価位置	評価点位置	解析：発熱モデル界面 テスト：界面近傍のヒートシンク表面	評価位置の違いによる温度の乖離 (熱源に近いほど温度が高い)	大
環境	雰囲気温度	解析：60℃ テスト：室温(約20℃)	空気物性違いによる熱伝達率の変化	中
	熱源モデル	解析：発熱モデル テスト：発熱体	発熱体上面の温度の乖離 (界面～ヒートシンクは温度影響なし)	小
	スポンジ熱伝導	解析：未考慮(断熱) テスト：ジグとの断熱材として使用	ジグへ放熱しヒートシンク温度低下	小
	外面熱伝達	解析：未考慮(断熱) テスト：雰囲気との自然対流	外気に放熱しヒートシンク温度低下	小
	外面輻射	解析：未考慮(断熱) テスト：雰囲気への熱放射	外気に放熱しヒートシンク温度低下	小
モノ影響	供試品形状	解析：仕様どおり テスト：フィン厚肉化	厚肉化により圧損増加(風量低下)し放熱性能悪化	大
	フィン表面粗さ	解析：未考慮(粗さなし) テスト：あり(Ra12.5~50程度?)	圧損増加(風量低下)し放熱性能悪化 (微細形状による放熱性能改善?)	中
	界面熱抵抗	解析：TIMカタログ値 テスト：TIM厚みや表面粗さにより増加	評価点温度の乖離	小
解析精度	メッシュサイズ	形状に対しメッシュが粗い	仕様により解析値が変動	中
	乱流モデル	解析事象に対し乱流モデルが不適切	仕様により解析値が変動	小
測定精度	測温誤差	熱電対貼り付け時のばらつきなど	各測定毎に測温結果が変化	中

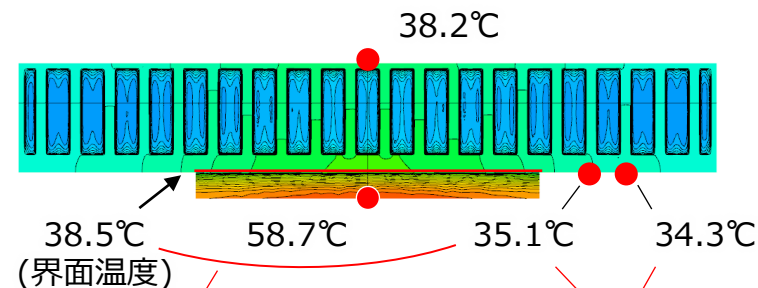
想定される事象をリストアップし、それぞれの影響度を解析。

・評価点位置による性能影響

・温度コンター図



● : 評価点



界面温度とその近傍では
温度誤差3.4℃

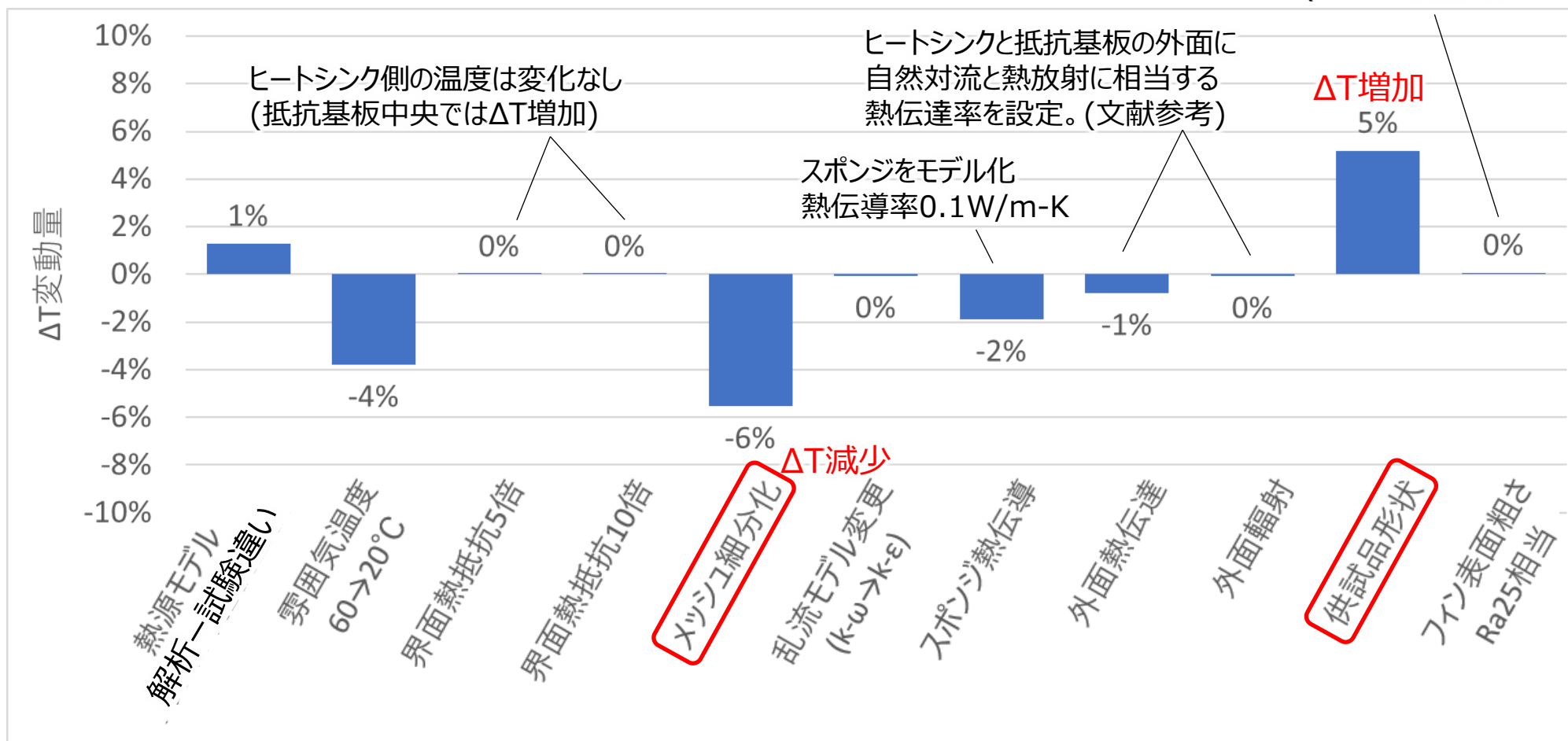
測温位置が2mmずれると
温度誤差0.8℃
→測温誤差がでる可能性あり

解析結果では、接触部と界面温度では乖離大。

・解析と実測で評価位置をそろえる必要あり。

・その他想定事象による性能影響

解析では仮想的に境界層厚みを変化させる (Ra100以上では ΔT 増加)

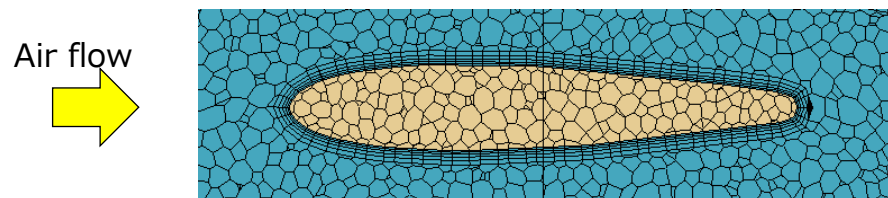


メッシュ細分化と供試品形状の反映による性能影響あり。

・それ以外の項目は性能影響小さく、解析で反映不要と判断。

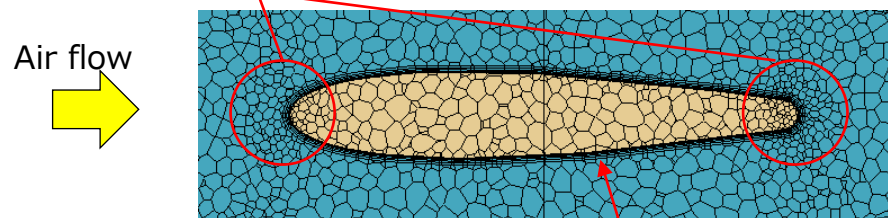
・メッシュ細分化影響

通常のメッシュサイズ



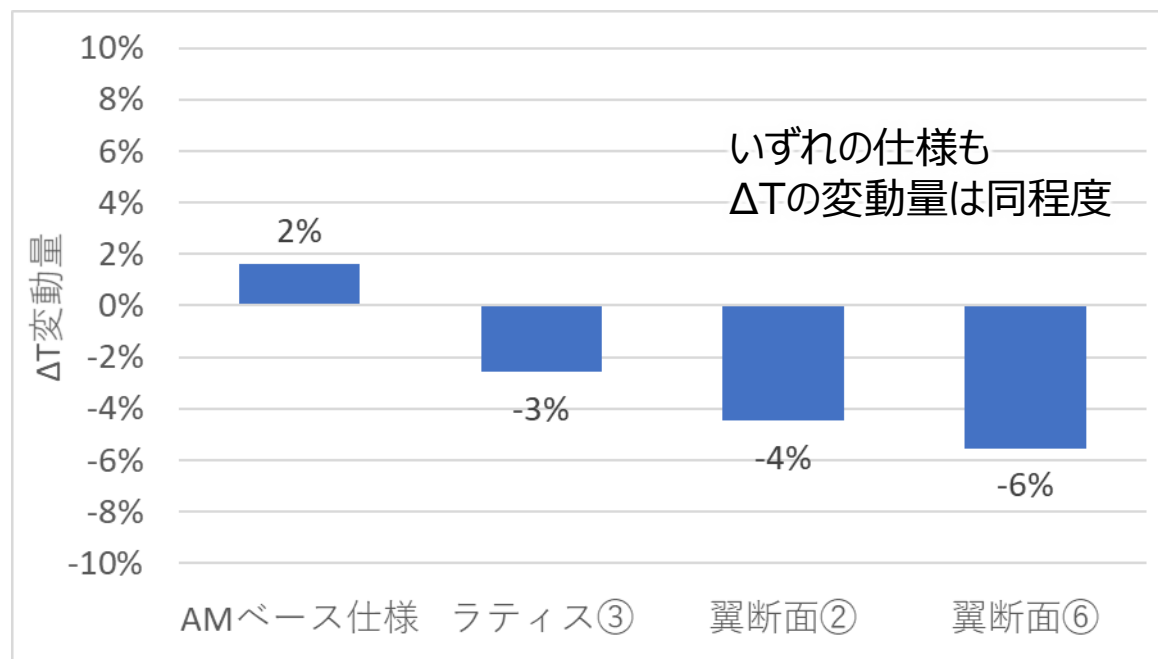
微細部メッシュ細分化、境界層メッシュ薄化
(最大Wall Y+ 低下) ※推奨範囲内になるように修正

前縁、後縁部メッシュ細分化
→翼形状を精度よく表現



境界層厚みを薄く変更
→境界層流れの精度向上

・各仕様影響比較 ヒートシンク上面温度



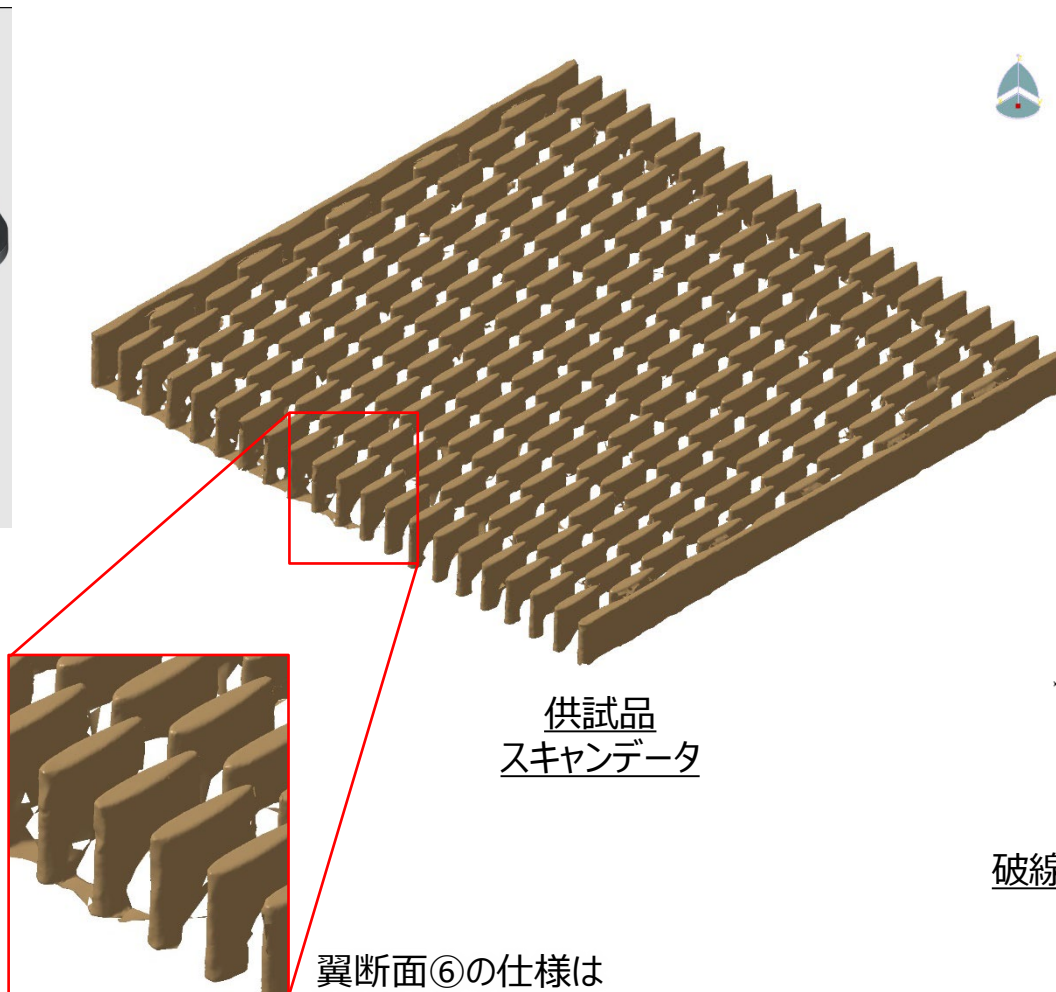
メッシュ細分化により解析精度向上しΔTが変化。

・各仕様でΔTの変動量は大差ないことを確認。

・供試品形状 フィン寸法比較

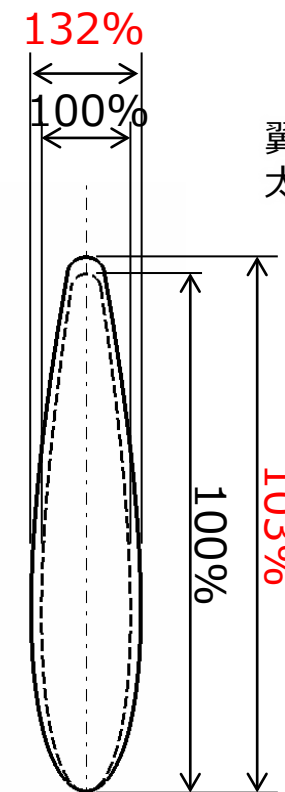


三次元測定機
VL-500(KEYENCE)



供試品
スキャンデータ

翼断面⑥の仕様は
翼型が表現されている



翼厚が設計値に対し
太っている

フィン断面

破線：設計仕様、実線：供試品

※供試品のフィン5か所の寸法を計測し、
min, maxを除いた平均値を算出。
→解析モデルには全フィンに同寸法で設定。

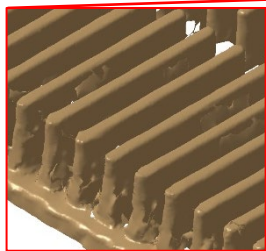
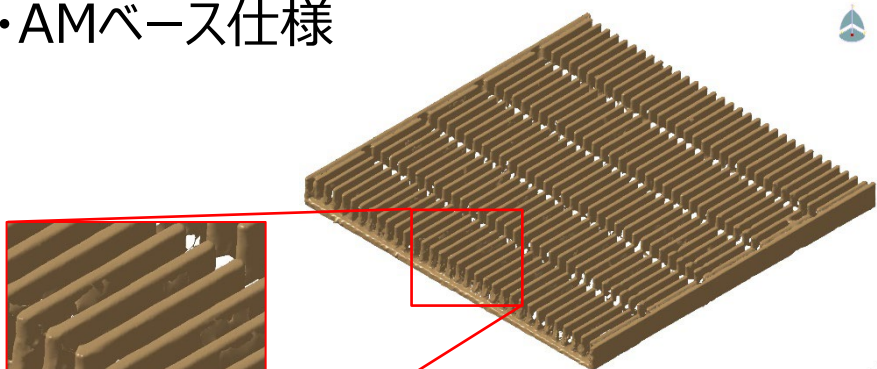
供試品は設計値に対しフィンが太っている(翼厚の変化率が顕著)

・翼厚増加により圧損増加、風量減少し放熱性能悪化と推測。

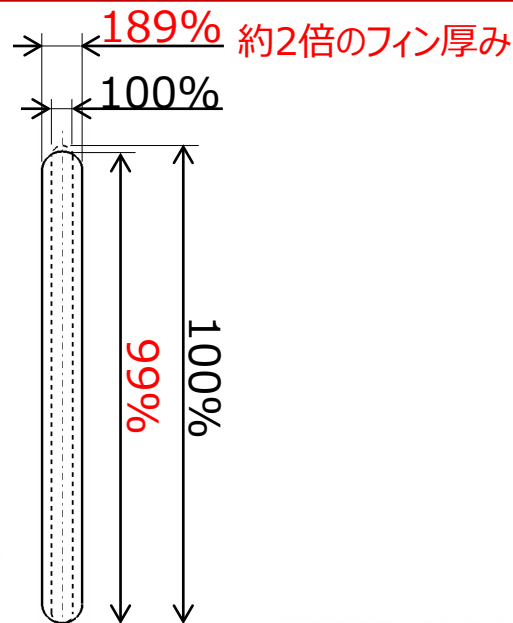
翼型フィン 解析－試験評価コリレーション



- ・供試品形状 フィン寸法比較
- ・AMベース仕様

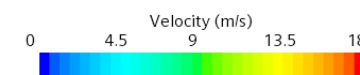


※供試品のフィン5か所の寸法を計測し、min, maxを除いた平均値を算出。
→解析モデルには全フィンに同寸法で設定。

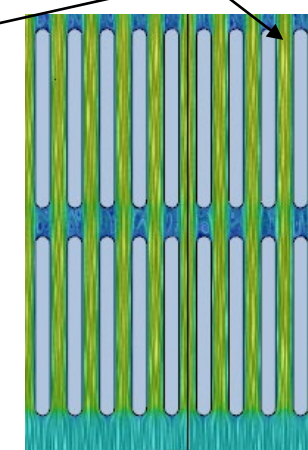
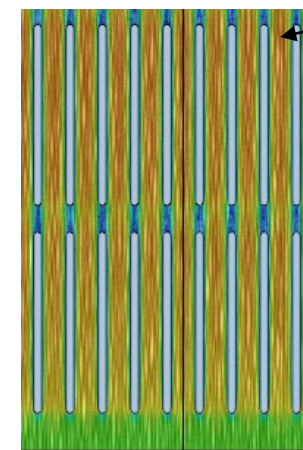


翼形状ではなく楕円になっている

前縁、後縁の薄肉部が造形できていない

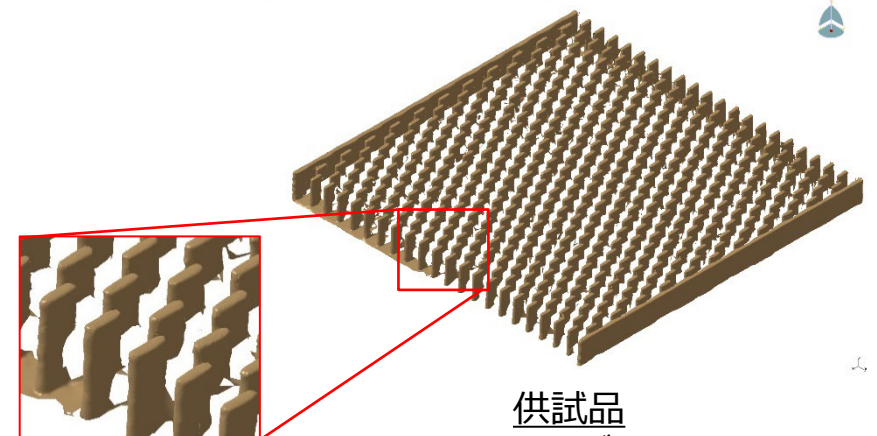


フィン間C/L:
100%→72%

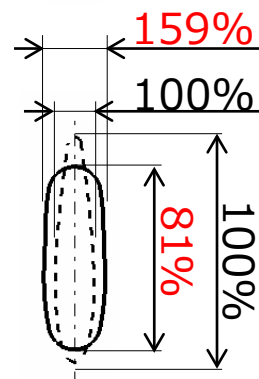


C/L縮小により圧損増加し
入口風速(風量)減少

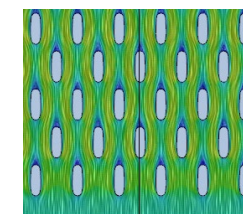
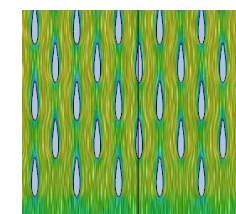
- ・翼断面② (最大翼厚小)



供試品
スキャンデータ



フィン断面
破線：設計仕様、実線：供試品



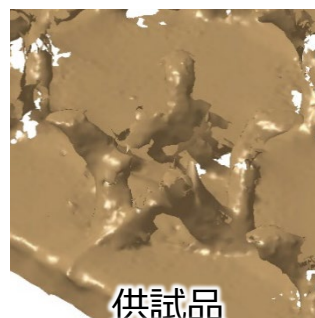
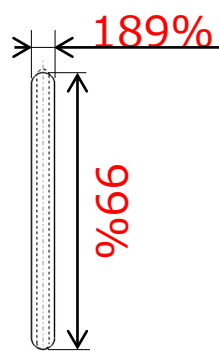
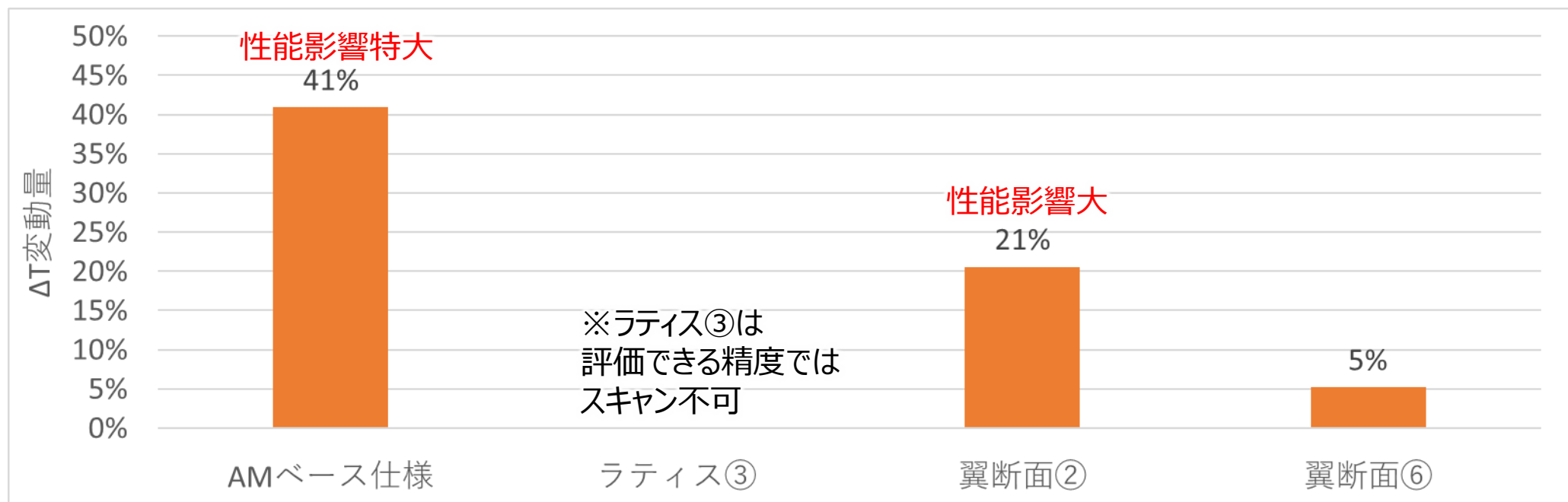
楕円形状により圧損増加し
入口風速(風量)減少

流速ベクトル図(上流側中央部)
左側：設計仕様、右側：供試品

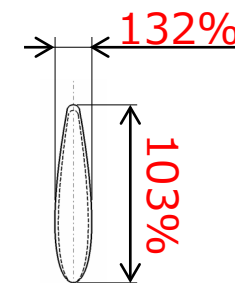
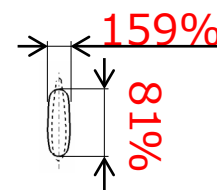
AMベース仕様、翼断面②は設計仕様と形状が大きく異なる。

- ・AMベース仕様はフィン間C/Lが特に狭くなり風量減少が顕著。

・供試品形状影響まとめ



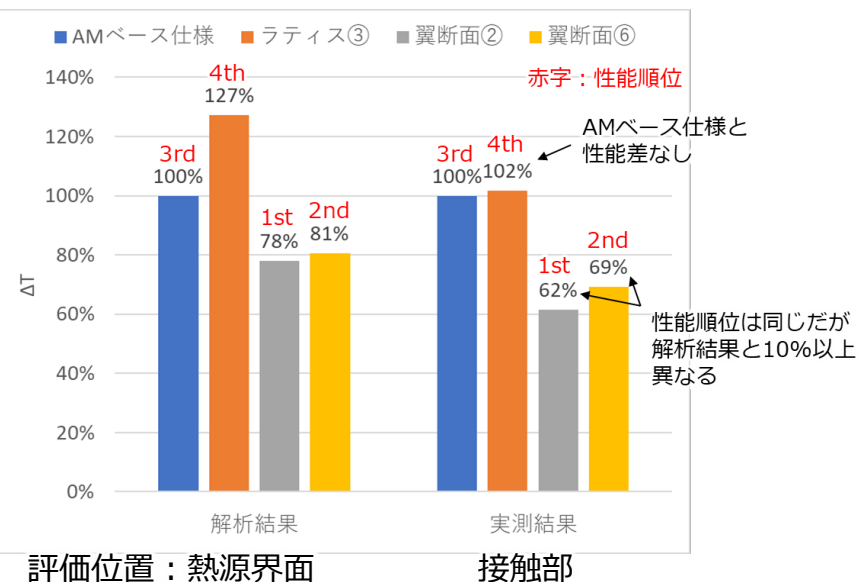
供試品
スキャンデータ



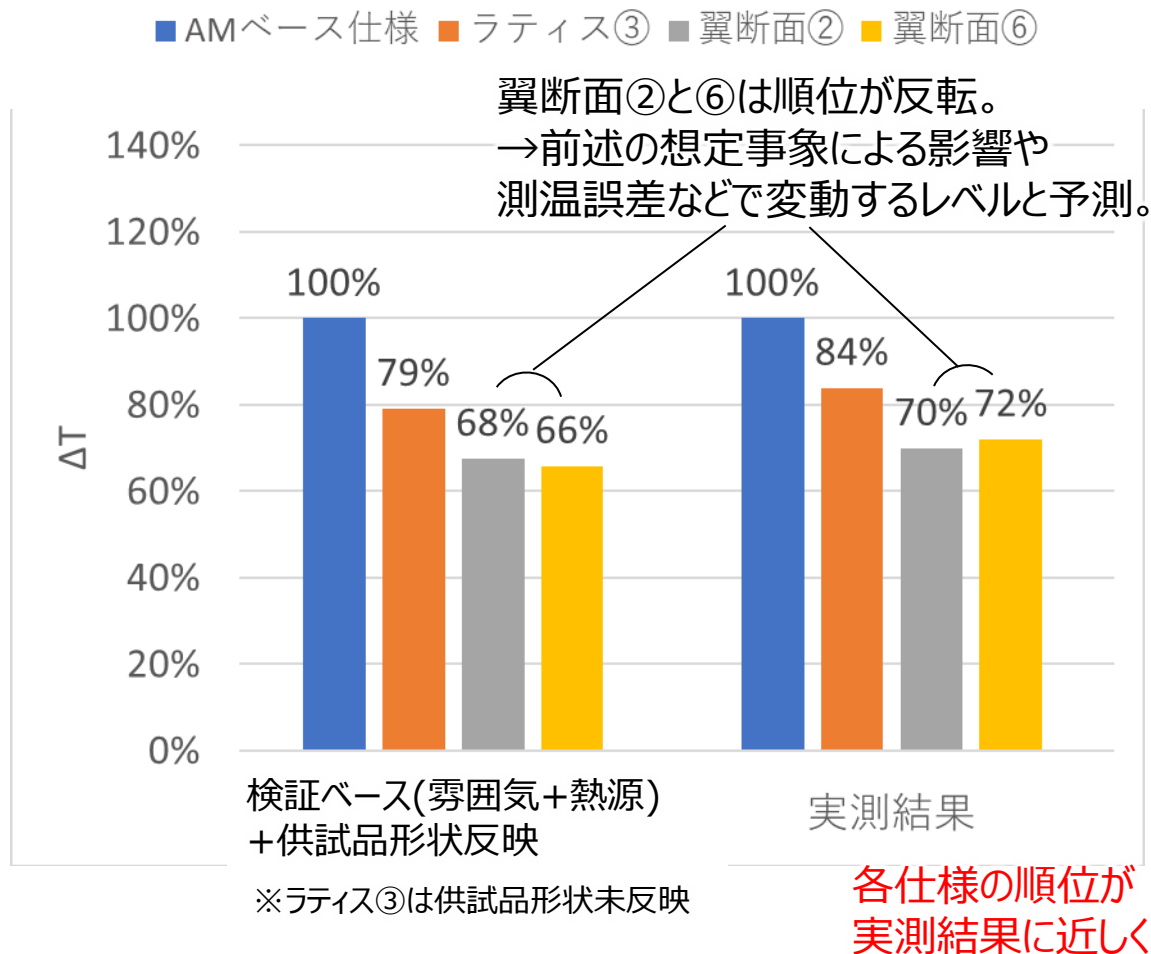
各仕様により供試品形状反映による影響度合いが異なる。

・特にAMベース仕様は形状反映によりΔTが41%も悪化。

・精度検証前の各仕様位置づけ



・供試品形状反映後の各仕様位置づけ ヒートシンク上面



評価位置をヒートシンク上面に合わせ、雰囲気温度、熱源モデル、供試品形状を反映した解析結果と比較。

供試品形状を反映することで実測結果と同様の傾向を示す。

・設計仕様の形状が出ていないのが性能乖離の主要因と推定。