

航空機用先進システム基盤技術開発 次世代航空機エンジン用冷却装置の研究 開発の概要について

平成27年11月16日
住友精密工業株式会社

目 次

1. プロジェクトの概要
2. 目的・政策的位置付け
3. 目標
4. 成果、目標の達成度
5. 事業化、波及効果
6. 研究開発マネジメント・体制等

1. プロジェクトの概要

概 要	次世代の航空機エンジンの軽量・高効率の潤滑油 冷却装置(熱交換器)の研究開発を行う
実施期間	平成24年度～平成26年度 (3年間)
予算総額	0.86億円(委託) (平成24年度:0.06億円 平成25年度:0.4億円 平成26年度:0.4億円)
実 施 者	住友精密工業株式会社
プロジェクト リーダー	航空宇宙熱制御システム部 次長 富田 進

2. プロジェクトの目的・政策的位置付け(1/2)

プロジェクトの目的

次世代航空機エンジン用潤滑油冷却装置__Advanced Structural Surface Cooler (ASSC)を開発する。 ASSCの基となる技術はサーフェイス・クーラーと呼ばれる熱交換器である。 サーフェイス・クーラーとは(図1参照)、熱交換器の内部を流れるエンジンの潤滑油をその表面に流れるファン・エアによって適切な温度に保つタイプの熱交換器である。 なお、サーフェイス・クーラーと呼ばれる航空機エンジン用熱交換器は従来エンジン外周のファン・ケースに搭載されているが、Advanced Structural Surface Coolerは、従来のファン・ケースからエンジン本体の外殻を構成するコア・フェアリングに搭載(図2参照)して従来と同等の性能を有する「コア・フェアリングと一体化された熱交換器」を設計・製造することで、ファン・ケース重量を低減し燃費向上及びエミッション低減を可能とし、航空機のCO₂/NO_x排出量低減、騒音低減及び燃料消費率低減を図ることを事業目的とする。

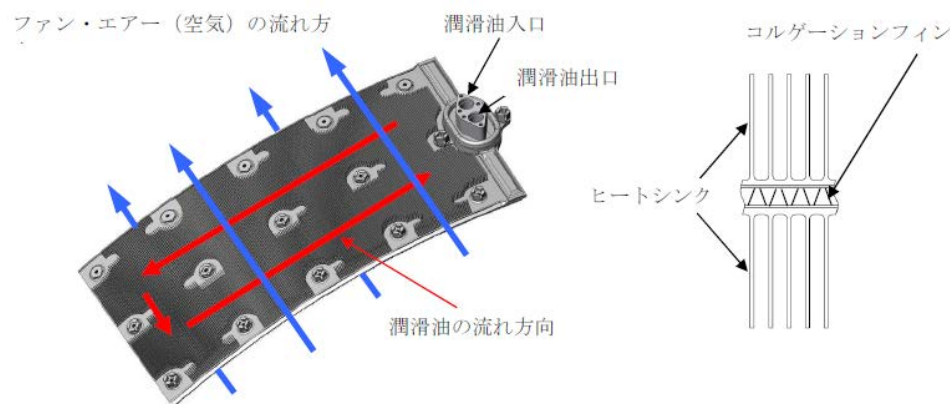


図1 サーフェスクーラー

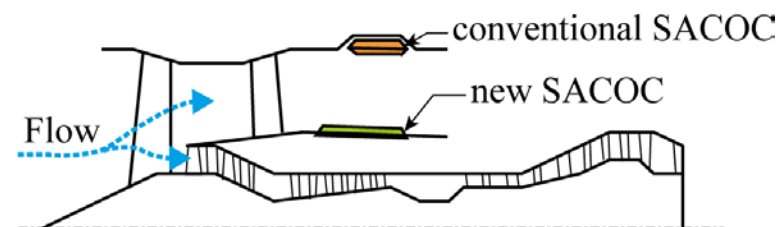


図2 サーフェスクーラー
取り付け位置

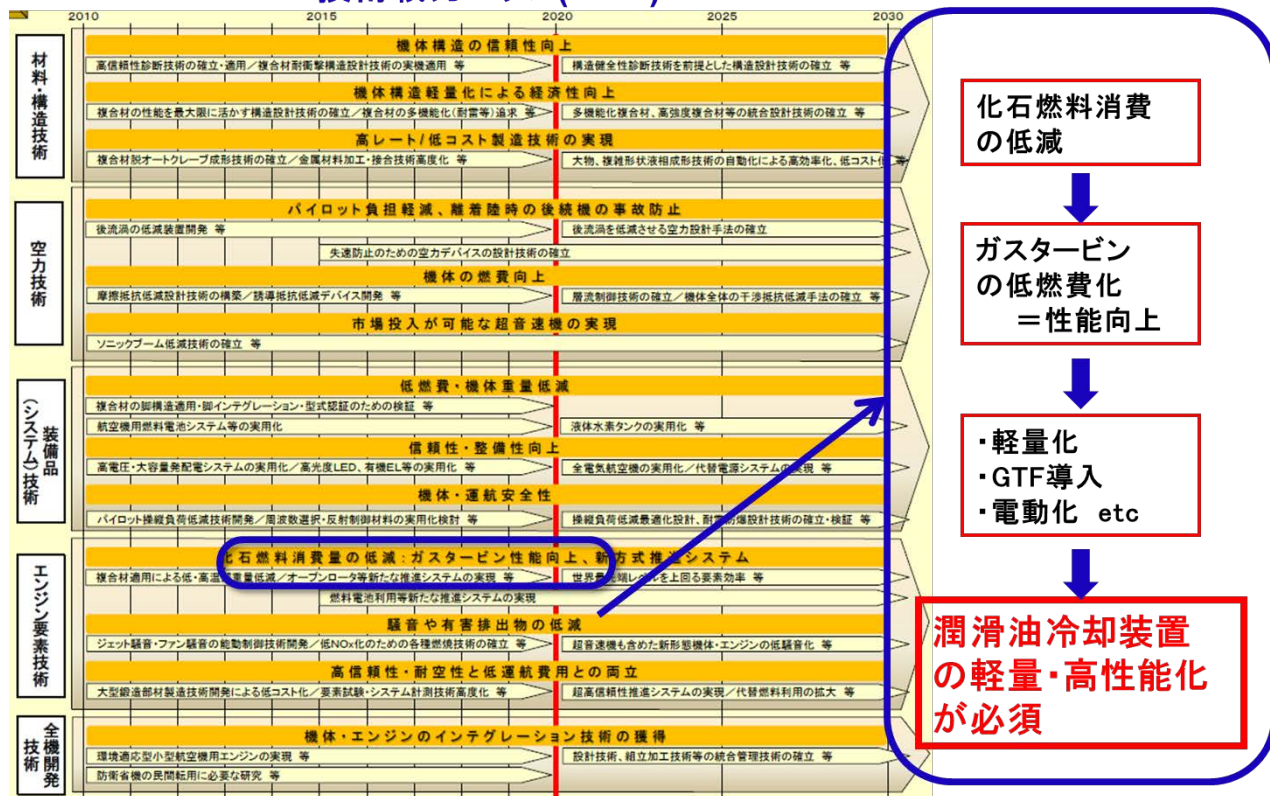
2. プロジェクトの目的・政策的位置付け(2/2)

政策的位置付け

本研究では、航空機エンジン重量を低減し燃費向上及びエミッション低減を目標としており、ガスタービン性能向上に資するものである。本研究の成果により次世代航空機エンジンから排出される有害物質低減され、よりクリーンな生活環境を提供する。

本研究は、日欧共同の国際研究開発のテーマとして、英国のRolls-Royce社と共同開発を行っており、Rolls-Royce社が、欧州 Clean Sky Projectとして進めている Large 3-Shaft ALPS Demonstratorエンジン開発の一部として実用化を目指している。

技術戦力マップ(2010)



3. 目標(1／2)

要素技術	目標・指標	妥当性・設定理由・根拠
ASSCの試作 設計技術 試験技術 製造技術	Rolls-Royce社が、Clean Sky Projectで進めているLarge 3-Shaft ALPS Demonstratorエンジンに搭載可能なASSCの試作品を製作する。	Rolls-Royce社のLarge 3-Shaft ALPS Demonstratorエンジンに搭載しASSCの技術実証を行う。
	製品重量を9.75kg以下を達成する。	共同研究パートナーで、航空機エンジン製造開発メーカーであるRolls-Royce社と調整し、200席クラスの双発機体用のエンジン(モデル・エンジン: B787用エンジンTrent 1000、推進力72,000lb)用サーフェイスクーラーをベースに要求される仕様を決定。
	離陸時の熱交換性能58.55KWを達成する。 巡航時の熱交換性能35.35KWを達成する。	
	潤滑油が120℃、流量2.335lb/s流れた時の圧力損失34psid以下を達成する。	
	圧力サイクル610psig⇔0psig×120,000回に耐える構造を達成する。	
	40Gの振動レベルに耐える構造を達成する。	

3. 目標(2／2)

要素技術	目標・指標	妥当性・設定理由・根拠
ASSCの熱交換性能計算プログラムの開発	様々な環境条件におけるASSCの熱交換性能を精度を持って予想できる計算プログラムを開発する。	航空機エンジンは様々な環境での飛行を想定した性能検証が必要であり、これをサポートすることを可能とするため、考えられるすべての環境条件に対応したASSC冷却性能を精度よく予想できる熱交換性能計算プログラムを開発することが必要である。
空気冷却フィンの高性能化検討	数値流体解析により空気フィンの最適設計を可能にする基礎的な知見を得る。	ASSCはできるだけ小さい面積、軽い重量、低流体損失で必要な冷却を実現することが求められ、ASSCの合理的な最適設計をするためには、冷却フィン周りの流れ場と冷却性能との関係についての理解が必要である。

4. 成果、目標の達成度(1／9)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
ASSCの試作 設計技術 試験技術 製造技術	Rolls-Royce社が、Clean Sky Projectで進めているLarge 3-Shaft ALPS Demonstratorエンジンに搭載可能なASSCの試作品を製作する。	ASSCの試作品を製作しASSC単体での性能、強度に関する試験を実施しエンジン搭載可能なレベルであることを確認した。 Rolls-Royce社のLarge 3-Shaft ALPS Demonstratorエンジンに試作したASSCを搭載し、技術実証を完了した。	達成
	製品重量9.75kg以下を達成する。	試作品を設計製造し製品重量13kgであることを確認した。 目標重量に達成していないが、振動環境下における強度、及び油通路の圧力強度にはマージン(安全率)を残しており、今後、強度と重量のトレードオフスタディによる最適化で軽量化を図る。	一部達成

4. 成果、目標の達成度(2／9)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
ASSCの試作 設計技術 試験技術 製造技術	離陸時の熱交換性能 58.55KWを達成する。 巡航時の熱交換性能 35.35KWを達成する。	製品単体試験で、離陸時の熱 交換性能31.34KWを確認した。 巡航時の熱交換性能13.84KW を確認した。 目標熱交換性能に達していな いが、数値解析による調査に より空気側の冷却フィンの性 能向上に資する種々の知見と 冷却性能の向上を図るための 設計指針を得ることができて おり、今後、空気冷却フィンの 最適化により熱交換性能の向 上を図る。	一部達成
	潤滑油が120℃、流量 2.335lb/s流れた時の圧 力損失34psid以下を達 成する。	製品単体試験で、潤滑油が 120℃、流量2.335lb/s流れた 時の圧力損失は34psid以下を 達成した。	達成

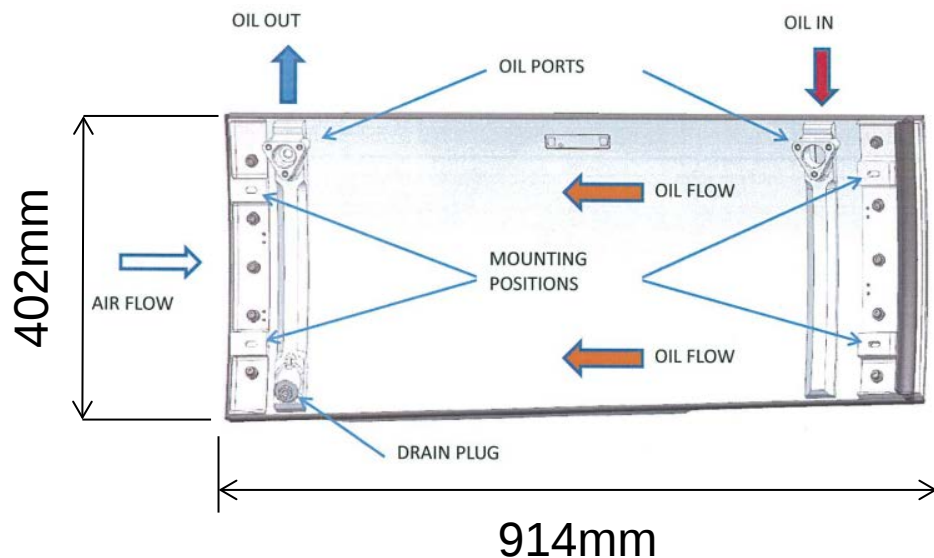
4. 成果、目標の達成度(3／9)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
ASSCの試作 設計技術 試験技術 製造技術	圧力サイクル 610psig $\leftrightarrow$ 0psig $\times$ 120,000回に耐える構造を達成する。	試作品単体試験で圧力サイクル610psig $\leftrightarrow$ 0psig $\times$ 120,000回の試験に供しクリアした。	達成
	40Gの振動レベルに耐える構造を達成する。	試作品単体試験で40Gレベルの振動試験に供しクリアした。	達成
ASSC の 熱交換性能計算プログラムの開発	様々な環境条件におけるASSCの熱交換性能について精度を持って予想できる計算プログラムを開発する。	数値流体解析により得られた空気側冷却フィンの伝熱特性に関連する流れ場の知見と、試作したASSCによる熱交換性能試験の結果からASSCの熱交換性能計算プログラムを改善し計算精度を向上させることができた。	達成

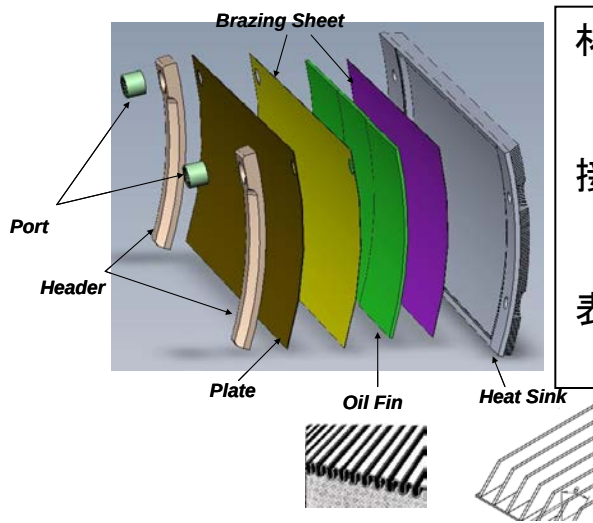
4. 成果、目標の達成度(4／9)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
空 気 冷 却 フィンの高性能化検討	数値流体解析により空気フィンの最適設計を可能にする基礎的な知見を得る。	様々な冷却フィン形状について流れ場の検討と冷却性能の比較考察を行った。これらの結果から、冷却フィンの放熱性能向上に資する種々の知見を獲得するとともに、冷却性能の向上を図るための設計指針を得ることができた。	達成

4. 成果、目標の達成度(5/9)

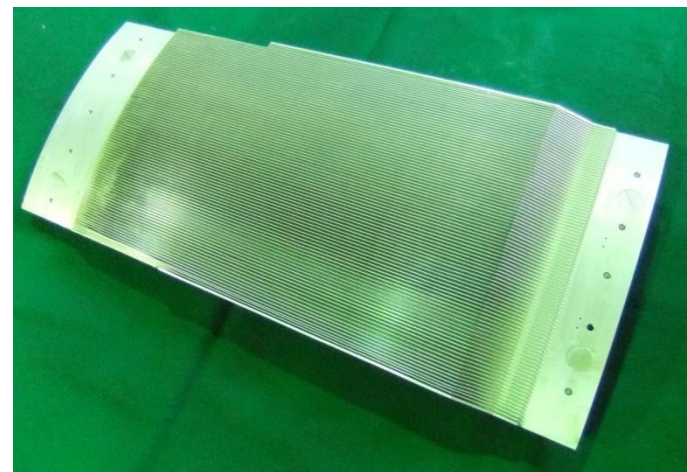


ASSC試作品設計



材料:
アルミ合金
(3003/6061等)
接合方法:
真空ろう付け
TIG溶接
表面处理:
化学皮膜処理

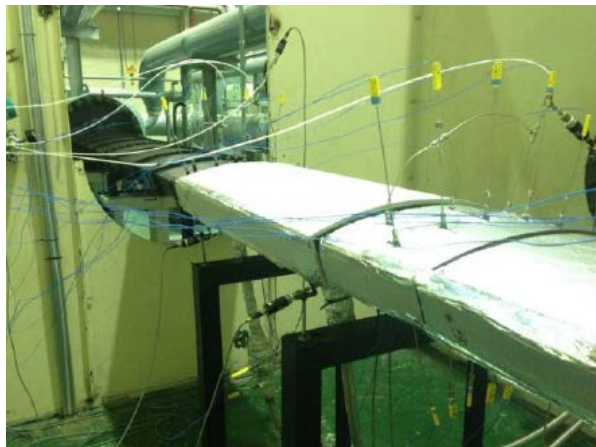
ASSC試作品製造技術開発



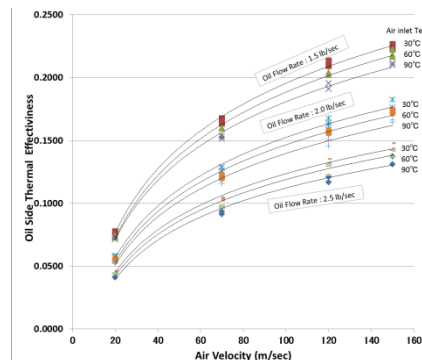
ASSC試作品製作

単体評価試験
エンジン試験

4. 成果、目標の達成度(6/9)



ASSC試作品熱交換性能試験



ASSC単体での性能試験を実施し、離陸時の熱交換性能31.34KWを確認した。

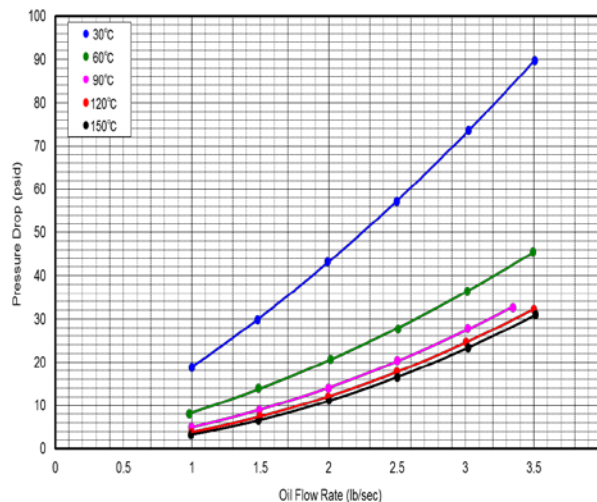
巡航時の熱交換性能13.84KWを確認した。

目標とする熱交換性能に達しておらず、空気側のフィンの形状の改善による性能改善を研究調査が課題である。

東京大学との共同研究による空気側フィンの伝熱性能向上を図る。



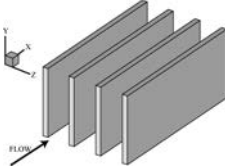
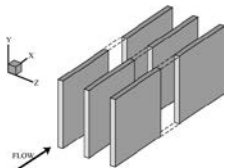
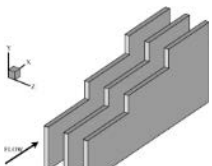
ASSC試作品潤滑油側圧力損失試験

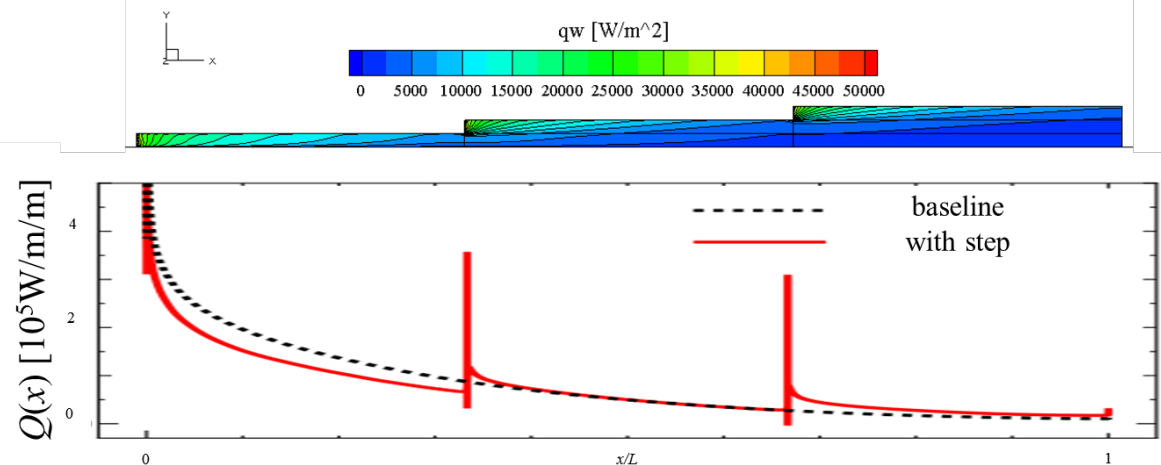
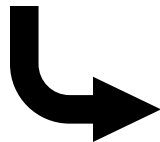


ASSC単体での潤滑油側圧力損失試験を実施し、目標値を達成することを確認した。

4. 成果、目標の達成度(7/9)

ASSC熱交換性能を改善するために数値流体解析で空気フィンの形状に伝熱特性を調べた。フィンをSTEP上に加工することにより伝熱特性が5%改善向上することが確認できた。

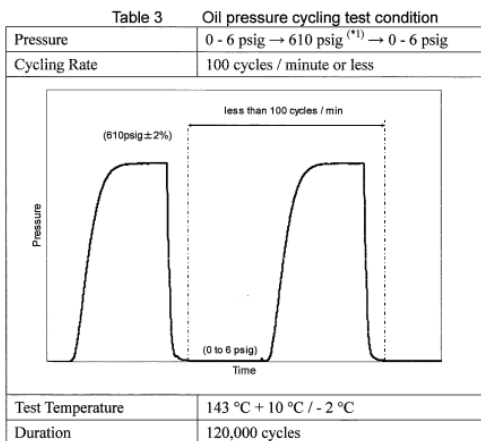
Type	Configuration	Expected effect	Performance
Baseline			base
NOTCH		Suppression of boundary layer development between fins.	+0.4%
STEP		Extended fin height out of B.L. in downstream region.	+5%



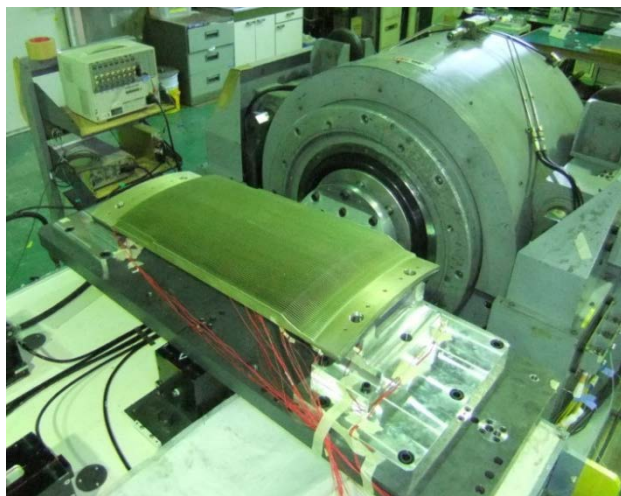
4. 成果、目標の達成度(8／9)



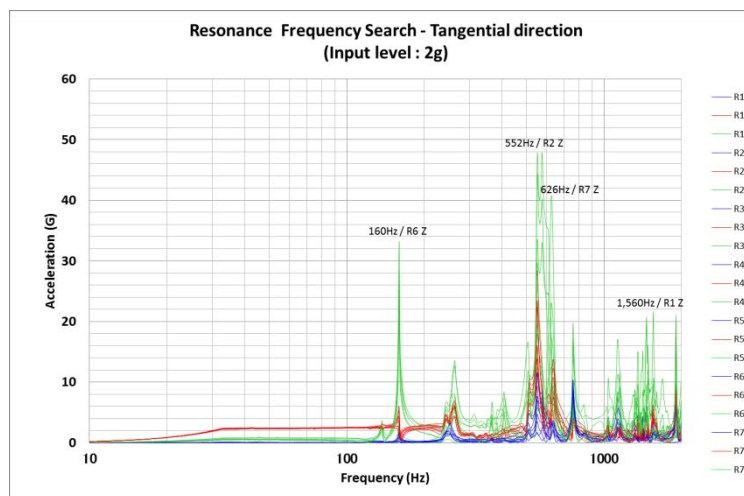
ASSC試作品圧力サイクル試験



ASSC単体での油側通路の内部圧力のサイクル試験を実施し、目標の疲労強度を達成することを確認した。



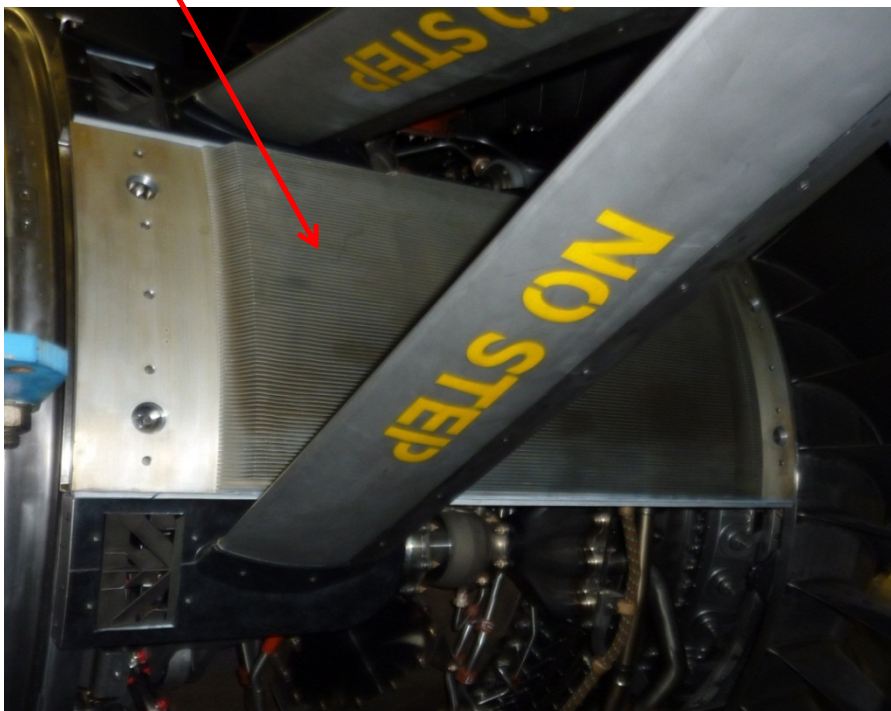
ASSC試作品振動試験



ASSC単体での振動試験を実施し、目標の振動強度を達成することを確認した。

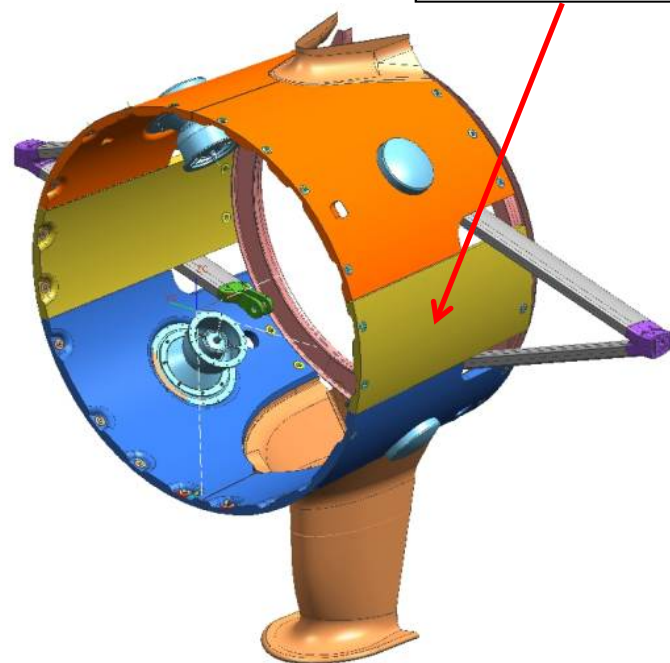
4. 成果、目標の達成度(9／9)

ASSC試作品



Rolls-Royce社のDemonstrator Engineに搭載されたASSC

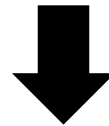
ASSC試作品



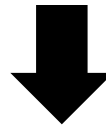
5. 事業化、波及効果(1／3)

事業化の見通し

本プロジェクトの成果であるASSCは、その試作品を2015年7月にRolls-Royce社の Demonstrator Engineに搭載し、エンジン試験に供された。エンジン搭載環境下でのASSCの熱交換性能や振動レベルのデータを取得し、実機搭載が可能であることが実証された。



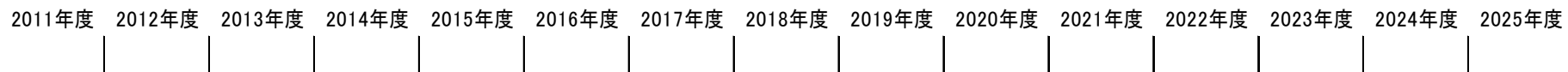
高効率化、小型軽量化、信頼性向上、低コスト化を図り、次世代の航空機エンジンへの適用を目指す。



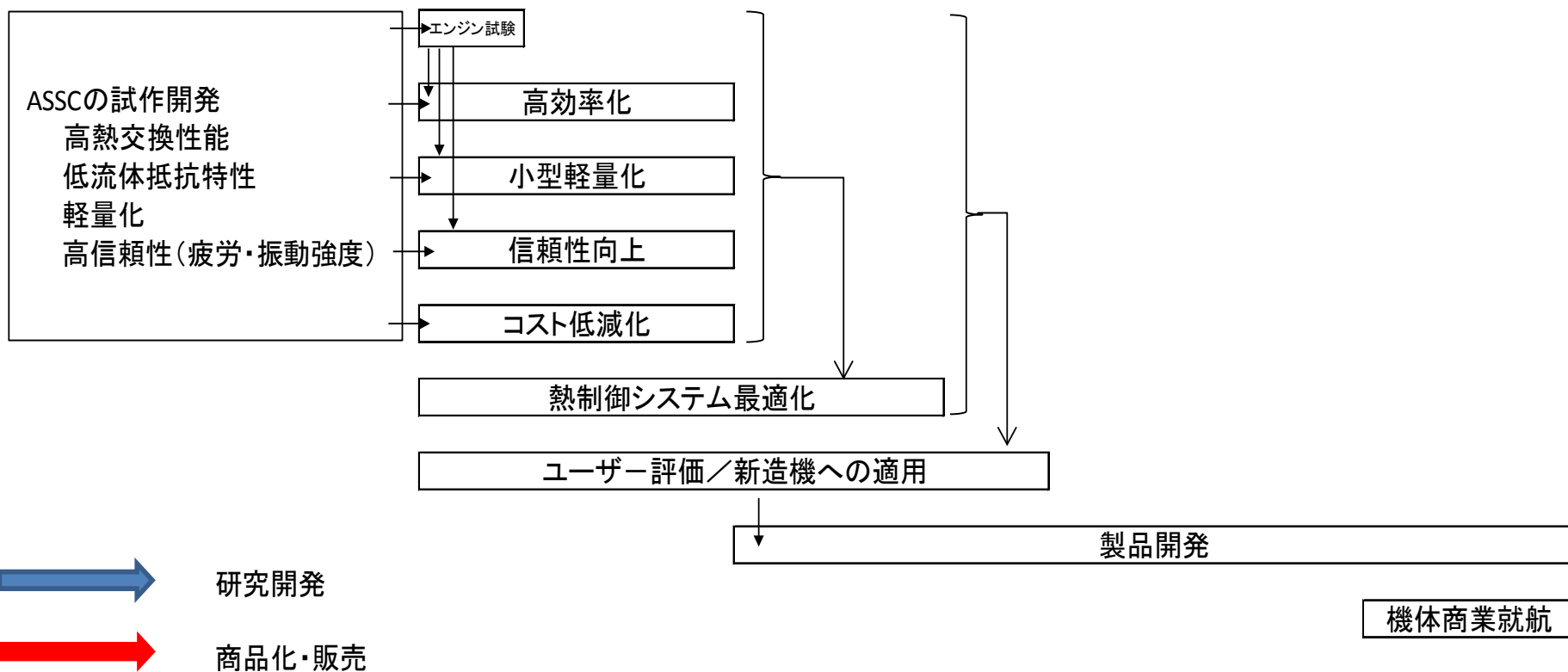
ASSC単体でなく、他の熱交換器FCOC(燃料と潤滑油の熱交換器)、流量コントロールバルブなどの部品も含めた航空機エンジンの熱制御(排熱)システムの高効率化、小型軽量化を図り、エンジンの軽量化を狙う。

5. 事業化、波及効果(2/3)

事業化に向けての展望



本事業研究期間



5. 事業化、波及効果(3／3)

本事業の波及効果

本プロジェクトでは、推進力72,000lbクラスのエンジンの熱交換器(ASSC)を開発したが、すべてのクラスのターボファンエンジン用の熱交換器に応用できる技術である。

また、本プロジェクトでは、熱交換器の高効率化、小型軽量化の技術開発であり、対象となったエンジン潤滑油の冷却装置のみならず、航空機に搭載されるすべての熱交換器の設計開発に利用できる可能性が期待できる。

6. 研究開発マネジメント・体制等

- 住友精密工業が経済産業省からの委託を受け、研究開発を担当した。
- 熱交換器の高性能化のための数値解析を東京大学が担当した。
- 住友精密工業が英国Rolls-Royce社と航空機エンジン搭載使用についての調整を実施した。
- 英国Rolls-Royce社が開発した熱交換器をエンジンに搭載しエンジン試験を実施した。

