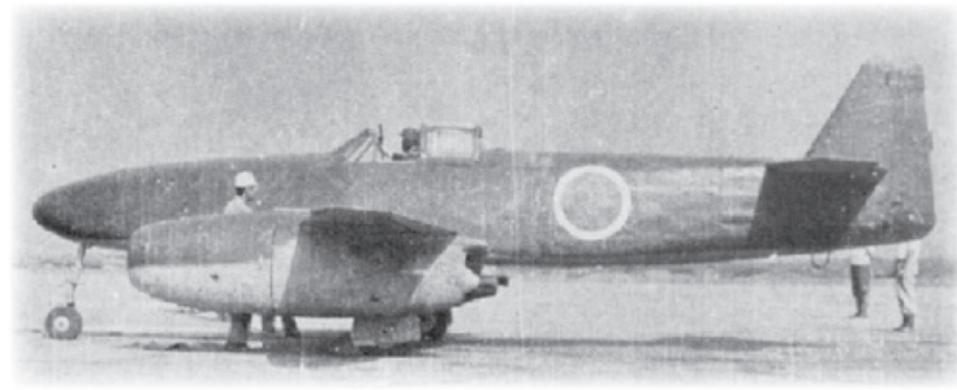


てくのすこーぷで視たジェットエンジンの発明

技術開発の現場で生まれた「発明」は、特許という知的財産になります。今回は、2011年度関東地方発明表彰を受賞した「タービンの動翼」をのぞいて、ジェットエンジンの技術を知ってもらいたいと思います。



橘花



ネ20

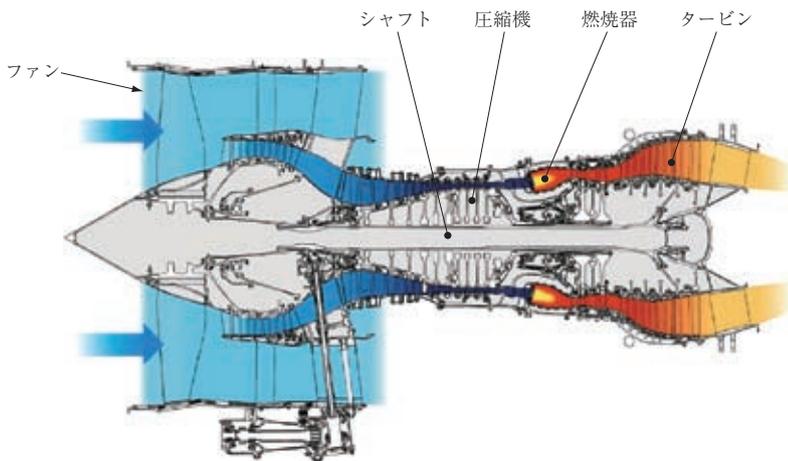
皆さんは、旅行や出張で飛行機を利用されていると思いますが、日本で最初にジェット機が作られたのが第二次世界大戦末期ということをご存じでしょうか。ジェット機の名前は「橘花（きっか）」と이었습니다。この機体に搭載された「ネ20」というジェットエンジンは、海軍が設計し、IHIの前身である石川島重工業が開発・製作を担当しました。日本におけるジェットエンジン開発の歴史が、ここから始まったといっても過言ではありません。これまでIHIは航空自衛隊機のエンジンなど、多くの航空機エンジンを設計・製作しています。また、民間機エンジンの国際共同開発として5か国の企業が参画し、エアバスA320に搭載されたV2500をはじめとして、ボーイング777のGE90、787のGENx、などを手掛けています。

飛行機の歴史は、1903年にライト兄弟がエンジン付き飛行機で飛行に成功したことから始まりました。機体にプロペラ付のエンジンを付けることにより、鳥のように羽ばたくのではなく、プロペラを回転させて空気を後方へ押し出して飛ぶことができるようになりました。

時がたち、航空輸送産業が始まると、より大量に速く運ぶことが求められました。大量輸送は、機体を大きくしてエンジンを複数台搭載することで可能になりましたが、高速化は、プロペラでは限界がありまし

た。物体の移動速度が音速（1200 km/h）に近づくと衝撃波と呼ばれる抵抗が発生します。プロペラの回転数を上げて、プロペラの先端部の速度が音速に近づくと、衝撃波が発生して推進効率が下がってしまいます。このためプロペラの場合、水平飛行で出せる速度はおよそ800 km/hといわれています。この限界を打破するために考えられたのがジェットエンジンです。前方から空気を取り込み圧縮し、これに燃料を混合して燃焼させ、膨張した空気を後方へ噴出させるのがジェットエンジンです。このため、より速い速度を出すことができるようになりました。

ジェットエンジンの断面を見ると中心にあるシャフトに前方からファン、圧縮機、燃焼器、タービンの順に接続されています。これらのファン、圧縮機、タービンは多数の翼で構成されていて、シャフトといっしょに回転します。シャフトが回転すると空気がファンからエンジン内に吸い込まれます。この空気を圧縮機で20～30倍の圧力とし、燃料を混合して燃焼します。燃焼によって急激に膨張した燃焼ガスは高速の噴流となり、タービンを高速で回転させます。すると、シャフトもファンも圧縮機も高速で回転することになり、この一連の動作で大きな推力が発生します。このジェットエンジンの大きな推力によって、離陸重



エンジン断面図
 (一般財団法人日本航空機エンジン協会提供)
 (参考例であって実際の適用を示すものではありません)

量 400 t 前後の飛行機をエンジン 2～4 基で飛行させることができます。ちなみに、現代のエンジンは開発黎明期の「ネ 20」に比べ、エンジン前部が太くなっています。これは、ジェットエンジン前部に大口径のファンを付けたためです。推進効率を向上させる工夫がなされた結果です。

ファンを付けることで推進効率が高くなりましたが、高効率化は常に要求されており、これを実現する技術の一つとして、発明されたのがタービン動翼の軽量化に関する本特許です。高効率化の一つとして、エンジンは燃費の向上のために軽量化が常に求められています。とりわけ、高速回転するタービン動翼が軽くなると、このタービン動翼をシャフトに固定する部品を薄く軽くすることができます。これらタービンを構成する多数の部品を軽くすることで、エンジンを飛行機に固定する部品が軽くなり、最終的には機体全体の軽量化につながります。

さて、ここからは、この特許について少し詳しくお話ししましょう。

タービン動翼の端部はチップシュラウド部と呼ばれ、高速回転しながら翼の間にある燃焼ガスの気密性を保つために特殊な形状をしています。回転中、このチップシュラウド部には大きな遠心力が発生します。チップシュラウドの重量を数グラムでも軽減すると遠心力を小さくすることができます。そのため、部品にくぼみをつけた構造が採用され、肉抜きポケットと呼ばれています。

この構造は、くぼみの横に薄い壁を形成することになってしまい、 casting 時にワックス型や鋳型の破損などの不具合が発生することがありました。

この不具合を防止するため、くぼみの横の薄い壁を取り払った単純な形状に改良したのがこの特許のポイントです。軽量化と強度確保を両立したうえで、ワックス型や鋳型の破損を大幅に低減することができました。

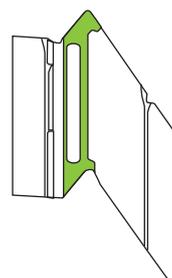
非常にシンプルな改良ですが、実際の飛行機に採用されるためには、タービン動翼単体での振動解析・構造解析、部品に組み込んだユニットとして振動解析・構造解析データが必要であり、空力設計上の確認も必要になります。

IHI は、これら振動解析や構造解析、空力解析などの解析技術を広く培ってきており、これらの技術を結集して製品を送り出しています。今回の成果は、すでに IHI が製造している民間機エンジンのタービンに採用され、安定的に供給しています。

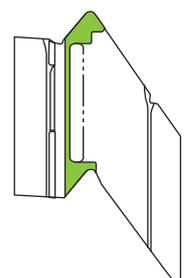
IHI は、これからもさらなる軽量化や高効率化を目指した開発を進めていきます。



本特許を適用していない例



本特許を適用した例



チップシュラウド図

(文責：知的財産部)