

第32回防衛問題セミナー議事録

日時：平成27年7月29日（水）13：30～14：50

場所：航空自衛隊百里基地 本部庁舎基地講堂

演題：蒼き空を明日へつなぐ 首都防衛の要 航空自衛隊百里基地

- ・航空自衛隊第7航空団司令部監理部長 2等空佐 伊藤 満
「航空自衛隊百里基地の役割」
- ・(株)IHI航空宇宙事業本部技術開発センター
要素技術部主査 楠田真也
「航空機の音は何故発生するのか？」

【司会】

それでは、ただいまから、防衛省北関東防衛局主催による第32回防衛問題セミナー「蒼き空を明日へつなぐ 首都防衛の要 航空自衛隊百里基地」を開催いたします。まず、主催者を代表しまして、北関東防衛局次長三輪恒佳より開会の御挨拶を申し上げます。

【三輪北関東防衛局次長】

皆さんこんにちは。北関東防衛局次長をしております、三輪と申します。どうぞよろしくお願いいたします。本日は本当にお暑い中、当局主催の第32回防衛問題セミナーに御来場いただきまして、本当にありがとうございます。北関東防衛局と申しますのは、北は北海道の北海道防衛局から南は沖縄防衛局まであるのですが、全国で8つございます。当北関東防衛局はいわゆる北関東をイメージする群馬、茨城、栃木に加えて東京、埼玉、千葉、新潟、長野という広い区域を管轄しております、それぞれ部隊が日本の防衛を直接担っているのに対しまして、私ども防衛局は、その地域の自治体や皆様と部隊の間の架け橋のような業務と言いますか、例えば基地対策と言いまして、音がうるさければ防音のお手伝いですとか、あるいは道路を造るとか、そういう町の御発展に御協力したり、自衛隊や米軍の施設を造ったり、あるいは、装備品の取得の関係の業務をやっておりまして、その中の1つに、防衛省・自衛隊のいろいろな施策等を地域の住民の方々により御理解を深めていただくような仕事をするというのがございまして、本日はその一環といたしまして、防衛問題セミナーを企画させていただきました。これから後ほどお話があると思いますが、この百里基地は、首都圏で唯一戦闘機が配備されており首都防空の要となっている基地でございます。正に昼夜を問わずスクランブルでありますとか、いろいろ防空の最前線をやっている訳ですけども、一方で、そうなりますと騒音の影響というものを住民の方々に及ぼしているというのも現実の問題としてございます。そういう関係で、本日の防衛問題セミナーに関しましては2部構成です。ここが第1部ということで2人の講師にお話をさせていただいて、第2部といたしまし

て、ここ百里基地の施設、装備品等を見学いただくことを予定しております。まず、第1部に関しましては、お二人と申し上げましたが、まずお一人が、実際にF-15、F-4の戦闘機のパイロットといたしまして長年御活躍され、実は沖縄と百里で戦闘機の飛行隊長という正に最前線の責任者を務められました第7航空団司令部の伊藤監理部長に「航空自衛隊百里基地の役割」ということで、御講演をいただこうと思っております。そして、その後続きまして、F-15のエンジンを造っております株式会社IHIの航空宇宙事業本部技術開発センターにおきまして、実際にエンジンの開発に関する業務をされておられる楠田主査に、「航空機の音は何故発生するのか？」ということについて御講演いただくことになっております。本日の防衛問題セミナーを通じまして、是非御来場の皆様方が航空自衛隊についての理解、あと、いろいろな音についての御理解を深めていただければと感じております。最後になりますが、この防衛問題セミナーの開催に当たりまして大変な御協力をいただきました小美玉市と百里基地の関係の皆様方に深く感謝を申し上げさせていただきます。今日はよろしくお願いたします。

【司会】

続きまして、本セミナーを共催していただいております航空自衛隊百里基地司令深澤英一郎空将補より御挨拶を頂戴いたします。よろしくお願いたします。

【深澤百里基地司令】

皆さんこんにちは。百里基地司令をしております深澤と申します。今日はよろしくお願いたします。まずもって、防衛問題セミナーに御参加いただき、ありがとうございます。皆さん、防衛問題といいますとなかなか取っ付きづらいといったところもございますけれども、今日はせっかくの機会ですので、生の防衛省・自衛隊、特に百里基地で、航空自衛隊の人や物を見て、触れていただいて生で防衛問題というものを捉えていただければ幸いです。さて、百里基地には、私を含め約2,000人の隊員が勤めています。今日は約2,000人の隊員を代表いたしまして、まずもって皆さんを歓迎いたします。そして、この中で、今まで航空祭以外で百里基地にいらっしゃった方、おられますか。大多数の方が百里基地は初めてだと思えます。ひょっとして、航空祭等を通じて航空自衛隊の基地に訪問された方もいらっしゃるかと思えますけれども、今日、皆様方に準備しておりますのは、いわゆるお祭りではございません。真面目な勤務の中で、我々がどのような物を持って、我々がどのような運用をやっているか、そして、どのような考え方で仕事をやっているかということ、きちんとお伝えしようと思えます。そういった意味では、いわゆるオープンハウスではございませんで、正に特別な機会を準備いたしました。折角この暑い中、時間をいただいてこの基地に来ていただいた訳ですから、是非身のあるセミナーにしていいただければと思えます。また、我々のスタッフも誠心誠意、皆様方に御説明差し上げますので、何か分からないこと、疑問に思われたことがあれば、その場その場で結構ですので、どうかお声掛けをしてやってください。それでは短い

時間ではございますけれども、今日1日、よろしくお願いいたします。

【司会】

ありがとうございました。それでは、講演に入らせていただきます。まずは、航空自衛隊第7航空団司令部監理部長、伊藤満2等空佐によりまず講演でございます。皆様、講師に拍手をお願いいたします。

講演に先立ちまして、簡単に伊藤監理部長の御経歴を紹介させていただきます。伊藤監理部長は、昭和54年に航空自衛隊に入隊され、F-4ファントム、F-15イーグル戦闘機のパイロットとして、全国4個の航空団、1個の航空隊で防空の任に就かれ、その後、航空幕僚監部、中部航空方面隊司令部で勤務された後、平成25年5月からは、第7航空団司令部監理部長として、御活躍中でございます。特に、第204飛行隊長として、百里及び那覇の空において現場の指揮を執られた経験があり、現在は監理部長として、基地業務を統括されています。本日は、百里基地の役割等について、豊富な実体験に基づく興味深いお話もお聞かせいただけるものと思います。

それでは、伊藤監理部長、よろしくお祈いします。

【伊藤監理部長】

皆さんこんにちは。先ほど紹介いただきました、百里基地監理部長伊藤であります。今日は、小美玉市役所の職員の方々、基地周辺の地元の方々がたくさん来られているということで、私は百里基地の窓口ですので、中にはお会いした方、あるいは、一緒に仕事をさせていただいている方もおられると思いますけれども、今日は、どちらかというと監理部長という仕事ではなく、先ほど紹介していただきましたように、私の本来の仕事であります戦闘機操縦者として、航空自衛隊はどのような仕事をしているのか、また、航空自衛隊の中でも百里基地はどのような位置付けなのか、加えて、小美玉市の方々には百里基地を飛び交っている戦闘機を見ておられますので、飛んで行った飛行機はどのようなことをしているのか、ということも含めまして、短い時間ですけれども、お話しできればと思います。話の内容は、まずは、航空自衛隊の概要につきまして若干堅い内容かもしれませんが、もう一度おさらいという形になるかもしれませんが、まずは聞いていただきまして、その後、百里基地の中身に入らせていただきます。

スライドを御覧ください。内容的にはこういった内容で御説明させていただきます。まずは島国であります日本というものを考えていただいて、やはり、我が国の経済、あるいは自立のためには、どうしても海外との輸出入が必要です。そういった中で、海外との中を考えますと、物的な面、人的な面につきましては、どうしても船又は航空機による輸送が必要です。御覧のように、数的には実は、ほとんど船です。0.3パーセントの航空輸送以外はほとんど船なのですが、真ん中のグラフを見ていただきますと、金額ベースで考えますと、実に4分の1は、特に高価格品目と言われるものを飛行機で輸送しています。さらに、1番上の絵を見ていただき

ますと、人についてはほとんど、97パーセントの方が航空輸送ということで、高い物、あるいは人につきましては、いかに航空輸送が我が国にとって重要かということが分かっていただけだと思います。

そんな中で、航空輸送で必ず通らなければならないのが、公海上空というものになります。公海上空というのは、実は、国際法上全ての国々が領土の外に領海を持っていて、その領土と領海の上、領空と言われているところ以外の空、この図で見ますと、それぞれ領空以外の部分、海上になりますけれども、こういったところは、実は国際法上、誰がどのように飛んでも全然問題ない、自由に飛んでいいですよというところが、公海上空となります。

ただ、この公海上空につきましては自由に飛んでいいのですけれども、平成25年の11月、中国が一方的に「特別区」を設定しましたが、これは実は、この公海上空に一方的に線を引いて、あたかもそこに中国のいわゆる主権があるかのように言いましたので、我が国だけではなくアメリカ等についても、それは違うのではないかということを示したという経緯がございます。

そんな中で、今お話ししました領空とはどんなに重要なのかという話なのですが、実は、領海と領空で大きな違いがあります。領海につきましては、無害通航権というものが認められており、船は、何か攻めるとか意図的に悪いことをするというを示さなければ、その国の政府に通報しなくても領海の中を通航することが認められます。ところが飛行機はというと、この無害通航権は全く認められておりません。これはなぜかということ、やはりそれはスピードです。加えて、飛行機ですから、障害物も関係なくするっと中に入ってくる。船は車のスピードで言いますとだいたい時速30キロです。それから、昔のプロペラ機ですと、それでも時速350キロ、民航機で時速700キロ、我々戦闘機の部隊は、有事において出すスピードというのは、時速1,000キロを超えますので、このスピードで領海12マイルから中に入ろうとすれば、約1分半ですぐに中に入ってきて来られます。ということは、相手側に何らかの意図があれば、約1分半で国民の生命や財産に危険を及ぼすことが可能ということで、これは国際法上決められていて、基本的には領空に入る場合には、その国に必ずあらかじめ通報する、いわゆるフライトプラン等で飛びますということを通報しなければいけないということになります。

そんな中で、我が国周辺のいわゆる領空の辺りはどのようになっているかというのがこの図です。御覧のように、細かいところをお話すると時間がなくなってしまいますけれども、青い実線は、ロシアの航空機が実際にこういったところを飛んでいる一例です。日本の1周を回ったりとか、あるいは、小笠原諸島までずっと来て戻っていったりというフライトをしております。また、今度は赤い実線を見ていただきますと、新聞報道等もありますけれども尖閣諸島周辺をあのようによく中国空軍が飛んでいます。早期警戒用の飛行機であったり、爆撃機等がプレゼンスを示すために、すぐに攻めてくる訳ではないのですが、いわゆるフライトプランを出さないでこういったところを、本当に領空のすぐ近くを飛んで来ています。特に海峡辺りについては、ぎりぎりの所を通っているといったことが実態としてあ

ります。

そんな中で、我が国周辺の国を見てもらいますと、まず中国です。中国は先ほどお話をさせていただきました左下の所にありますけれども、「東シナ海防空識別区」、これを一方的につくりまして、これらの赤い実線の中に入って来る場合については、中国政府に通報しなさいというようなことを言っています。もちろん防空識別圏というのは、我が国もこの青いラインにありますように、日本のADIZと書かれているように線は引いています。ただそこは、こういったところに入ってくるフライトプランがない飛行機については、我々は識別しますよと言っていることであって、そのフライトを制限するものではありませんが、中国の場合については、あたかもあの赤い実線の中は、中国の領空かのように言っているということで、私は気にしているということでもあります。

そのように中国は、昔は量だけだったのですが質が非常に上がってきています。戦闘機の質も向上されていますし、それから、航空戦力としてAWACS（空中警戒管制機）であったり爆撃機であったり、あるいは弾道ミサイル、あとは新聞報道にありますけれども、航空母艦をいよいよ持ち始めて訓練をしているといったところで、量だけでなく質も非常に高まっているということで、我々としては非常に、中国の動向をケアしていく必要があるというところでもあります。

先ほどお話をさせていただきました365日間、24時間待機しています対領空侵犯措置のスクランブルの回数、これは昨年度まで約10年間をまとめたものでございます。見ていただいてわかりますように右肩上がり非常に増えています。昨年度943回という回数は、実は航空自衛隊有史60年を超えていますけど、2番目の多さです。昭和50年代のソ連とアメリカの冷戦時代に944回が最高だったのですが、その数にほぼ匹敵するぐらいの回数を我が国周辺で対応している、それぐらい実は日本の周りの空というのは緊迫しているということが分かっていただけだと思います。また、加えて、色を見ていただきますと、赤は中国で、白はロシアです。ここ5年間辺りで非常に中国が活発になっているということが分かっていただけだと思います。

忘れてはいけないのが、この北朝鮮の動きです。朝鮮半島の北ということで、彼らは人工衛星と称していますがけれども、明らかに大陸間弾道弾です。大陸間弾道弾の中のテポドン2という高性能のミサイルにつきましては、サンフランシスコを超えるところまでの射程を持っています。大陸間弾道弾の一番厳しいところは、発射直後なかなか分かりにくいというところと、もし発射されても、レーダー反射面積が非常に狭いために、しっかりとそれを追尾して迎撃するというのは非常に難しいといったところで、これらの動向についても非常に気になるというところがございます。

また、先ほどから話をしておりますロシアでございます。ロシアにつきましても、一時はソ連の崩壊、それから経済的な低迷等々ありましたので、活動が低迷していました。ところが、ここ数年、特に極東ロシアですけれども、非常に航空機の数だけでなく質も上げています。彼らは2020年までに組織的に、質と機構といっ

たものを見直していますので、今後は第5世代といわれるいわゆるステルス機、それから推力可変等の構造を持つ最新鋭の戦闘機等新しい近代的な航空戦力をそろえてくるだろうということで、このロシアの動きにつきましても、我々としては非常にケアしているところでございます。

ということで、実は日本の空というのは、ロシアがある北側と、それから、尖閣関連の中国に近い南西域、そういったところが今、航空自衛隊としては非常に緊張している、あるいは、日々その動向につきまして、日夜早期警戒ということで目を見張っているというところでございます。

そういった中で、もう一度航空自衛隊の任務でございますが、実は、大きく2つです。主たる任務につきましては、これは正に、有事等において皆さんの空を守る防衛出動です。従たる任務としてはここにたくさん書いてありますが、例えば、警察だけでは対応できない治安出動であったり、それから警護出動、海上警備行動、あるいは、今年は少し静かですけれども、去年ぐらいにありました大陸間弾道ミサイル、いわゆるBMDといわれております大陸間弾道ミサイルに対する対策、それと災害派遣等がありますけれども、唯一、航空自衛隊だけが、陸上自衛隊や海上自衛隊にない任務としまして、領空侵犯に対する措置任務がございます。

これは実は、実任務として毎日、平時においても実施しています。これはなぜかと言いますと、平時において陸には、警察という組織がちゃんとあります。それから、海には海上保安庁がありますので、警察行動についてはそういった機関が主です。ところが、空に関しましては、もちろん警察も消防も、ヘリコプター等の飛行機を持っていますけれども、先ほど言ったような爆撃機であったり、スピードの早い戦闘機等が来た場合については、唯一空で対応できるのは航空自衛隊しかないということで、平時においても先ほどありましたように、領空に近づいて来るフライトプラン等がない航空機につきましては、我々百里基地を含めまして365日、24時間、常に実任務として対応できる態勢をとっております。それ以外につきましては、御覧のとおり任務を我々が普段からやっています。

また、航空自衛隊の戦闘機の部隊でございますが、見ていただくと分かりますように、広く日本を四分割しています。四分割いたしまして、御覧のように北部防衛区域、それから中部、西部、南西と4つありますけれども、この百里基地につきましては、中部防衛区域といたしまして、正に本州の一番大事な首都圏、それから東海地方、関西地方等々の我が国の一番中枢を守っているのがこの中空です。その中にありまして、太平洋側は百里基地しかありません。日本海側につきましては、石川県の小松基地があります。御覧のように、F-15とF-4とF-2ということで、12飛行隊がこれだけの数、7つの戦闘航空団の基地がありますけれども、南北に長い日本の中においては、実は戦闘機の部隊というのはこれだけの数しかありません。

また、まずは、レーダーで航空機の動向と空の状況を確認することで警戒管制部隊がこのように日本を見張っています。約28個のレーダーサイトと、それ以外にも早期警戒用の航空機の部隊が2個部隊、それから、移動の警戒管制隊等々があります。そのうちの約11個につきましては、先ほど話をしました大陸間弾道

弾等に対しBMDの対応ができるレーダーミサイル等に、今、逐次換装されております。

更に侵攻してきた場合につきましては、地対空の誘導弾が御覧のように配置されております。合計6個の高射群、24高射隊が配備されております。

救難部隊につきましても、御覧のように黄色の部分に救難部隊、緑の部分にヘリの空輸部隊が配備されております。また、航空機の輸送部隊につきましては、入間と美保と小牧に輸送部隊が、政府専用機があります特輸隊といわれている部隊が千歳にございます。小牧には、空中給油の部隊も同じく配備されております。これまでが、航空自衛隊の概要です。ちょっと堅い話でしたけど、ここまで何か御質問等よろしいですか。

それではいよいよ百里基地につきまして、お話をさせていただきます。先ほど少しお話をさせていただきましたけれども、普段よりはできるだけ、もう少し突っ込んだ話を今日はさせていただこうと思ひまして、これを持ってきました。これは何だかわかりますか。分かる方おられるかもしれませんが、実はF-15の模型です。これで我々戦闘機操縦者は飛行機の上がる前、あるいは降りてきた後に今日は何が悪かったといった打合せにいろいろと使っています。こういったものがあつた方がお話できるかと思ひまして、これを使わせていただきながら、我々がどんな訓練をしているかお話しさせていただこうと思ひます。

まず、百里基地というのは、首都圏の防空、それから対領空侵犯措置に就いていますので、我々も日頃から誇りを持って任務に就いています。また、もう一つ百里基地につきましては、航空自衛隊唯一の偵察部隊がございまして、それがもう一つの特色でございます。いよいよ、百里基地の位置付けなのですけれども、御覧いただくと分かりますように、実は羽田空港等があります東京から北東に約80キロ、それから成田の北側約50キロ、また、図には描いておりませんが、他に横田基地であつたりとか入間基地であつたりとか、関東にたくさん飛行場がありますので、実は百里基地の航空機、ここ茨城空港もそうですけれども、実は離発着した航空機というのは高度が押さえられています。それは、特に成田の空港に離発着する航空機等がたくさんありますので、これらの上を飛んでいるということで、基本的に百里基地の戦闘機等につきましては、まず上がったならば北東に低い高度で進出しています。それで、海上に出た後に高度を上げまして、訓練区域に入っています。

ここで少し、どんな訓練をしているかという話をさせていただきます。普段百里基地から上がっている航空機を見られる方もおられると思ひますけれども、だいたい通常戦闘機というのは2機が最小単位です。これは昔から、いわゆる第2次大戦以来、航空機が空軍として認められて、かつ、戦闘機として活動するようになって、一時期ドイツ等は3機で1個編隊としたこともありましたがけれども、今は諸外国、イデオロギーの違う中国、ロシアであっても基本的には最小単位は2機です。それは、自分たちの死角を互いにサポートするためにということで2機編隊となっていますけど、まずは2機で上がるための編隊飛行の練習から始まりまして、当然民航

機のように上がって降りるだけではなくて、先ほど言いましたように、上がって訓練エリアに向かうまでの間に、自分の航空機、これは通常の離発着だけではなくて、例えばレーダーの調子であったりとか、それから、航空機自体がパイロットに非常に負担、Gがかかりますので、いろいろな装備品が正常かどうか確認をいたしましてエリアに出ます。エリアに出た後につきましてはいろいろなシチュエーションがありますので、規模によって部分部分の訓練や総合的な訓練を実施します。

例えば、有事になって敵が攻めてくるという話になりましたら、できるだけ遠方で国民の皆さんから離れた所で敵と遭遇をして、できるだけ我が国の周辺、航空優勢といいますけれども「空を制する者戦いを制する」という言葉のとおり、できるだけ日本の空に近づかないで彼らを追い返す、あるいは撃滅するということで、まずは長射程のミサイルを撃つ訓練をします。ところが、長射程のミサイルでは、相手方も馬鹿ではありませんので、実はそのまま撃たれればなしでまっすぐ来るということはなくて、例えば電子戦を仕掛けてきたり、あるいは回避機動をすることによって、なかなか当たり外れがあります。そうなってくると更に向こうは侵攻して来ますので、今度はそういった中で、相手に対して近距離になったところでの格闘戦が起きたり、あるいは、格闘戦の前の敵を見つける訓練であったりとか、あるいは、先ほどお話をさせていただきましたように、実は全天候ですので、雲の中かもしれませんし、夜間飛行かもしれませんので、敵が目で見えないかもしれません。そういったところで敵を見つけます。

あと、いよいよ敵と遭遇した場合につきましては、そこでドッグファイトという空中戦があります。この空中戦においては、F-15は最大で自分の体重の9倍のGがかかりますので、本当に汗びっしょりになりながら必死になって空中戦をします。そういった訓練をこの百里基地から上がりましてエリアに行って、約1時間ぐらい訓練をして、へとへとになってまた高度を下げて帰ってくる、日々の訓練はそういった形で実施しています。ちなみに、洋上からこの百里基地に帰って来てからは、滑走路というのは風の向きによって使用方向が変わりますけれども、茨城空港・百里基地につきましては南北ですので、南側の霞ヶ浦から鉾田、あるいは行方経由で帰って来る場合と、逆に涸沼の方から、茨城の近くの方から入って来る場合等がありますけれども、最終的には小美玉市上空に入って来まして、できるだけ皆様に御迷惑がかからないように、特に基地の近傍に来た場合につきましては、人家の密集地を避けて飛行させていただいている次第であります。

基地の歴史でございますが、これにつきましては皆さんの方が詳しいかもしれませんが、一応お話をさせていただきます。この百里がありました場所は、実は、旧帝国海軍の百里ヶ原航空隊があったと聞いています。昭和20年までここにありまして、そこでは戦闘機の訓練を行っていたと聞いています。特にここで訓練された方々につきましては、戦争末期には鹿屋の方に行かれて特攻等に行かれたと聞いています。また、一部の部隊はこの百里ヶ原航空隊に展開をして、松島沖、金華山沖で特攻に従われた部隊もあると聞いています。また、その後終戦を迎えた後につきましては、多くの海軍の航空基地等が、当時米軍に接收されたようではありますが、

この百里ヶ原航空隊の跡地につきましては、開拓農民の方々が入植されたということです。これは当時の貴重な写真ですけれども、当時は滑走路の西側、今はもう空き地になっているのですけれども、こういった所、西側の方に兵舎があるということで、ガソリンスタンドとか百里神社とかの表示があって、少し見にくいのですけれどもそういったところも写っているところです。

その後、約10年経ちまして、当時の小川町長から防衛庁に対して、基地の誘致運動がありました。その後、これは私よりも皆様の方がよく御存じかもしれませんが、当時の小川町を二分するぐらい、当時の町長のリコール運動が2回ぐらいあったと聞いており、かなり長い間の社会運動になりましたが、約10年経ちまして百里基地が発足しています。これは当時の上空からの写真です。なかなか滑走路、あるいは誘導路等の土地の買収に応じていただけない部分がありましたので、こういった斑点のような形で工事が少しずつ進展していったと聞いています。その後、百里基地が昭和41年に発足して以降、第7航空団が入間から、また、当初はF-104で始まった対領空侵犯措置がF-4に、また、その後につきましては偵察航空隊のRF-4、昭和59年には、今は航空自衛隊の主力戦闘機でありますF-15が入って来ています。これは、それぞれ各主要戦闘機が入って来た時の写真です。特にF-15が来た時には、皆さん、地元の方々に歓迎していただいたと、当時の話を聞いています。

その後、御覧のように百里基地につきましては、いろいろな部隊が改編をしております。移動管制隊であったり、あるいは、最近大きいところといたしましては、平成21年に、南西域が非常に厳しい状況ということで、当時百里基地にはF-15飛行隊が2個あったのですが、うち1個飛行隊が沖縄に行きまして、逆に沖縄にいましたF-4の第302飛行隊がこの百里に来ています。これがその時の模様です。僭越でありますけれども、一番左上の写真の右端が私で、当時、これから那覇に行って参りますといったところで、百里基地の皆様とお別れをしてF-15に乗っております。また、その後はF-4が来て、このように出迎えをして、現在の状態になっています。

また、先ほども司令が申しておりましたが、百里基地は約2,000人の隊員、そして、どうしても第7航空団が主体になってしまいましたが、実はそれ以外にも、10個の部隊がございます。赤い部分がいわゆる航空機保有部隊ということで飛行をしている部隊なのですが、百里救難隊、それから偵察航空隊もございますが、それ以外に移動管制隊というタワー等を車で移動できるような、そういった管制を補完できる部隊、あるいは施設関係の部隊、滑走路等がもし被弾した場合に応急処置ができる部隊、また、基地警備教導隊というテロ等に対応するための警備のスペシャリストの部隊、これも実は、航空自衛隊で百里基地にしかない唯一の部隊であります。それ以外につきましては、フライトサービスをする百里気象隊、百里管制隊、自衛隊の中の警察である百里地方警務隊、それから情報保全派遣隊等があります。基地につきましては、全て小美玉市の中に入っておりますけれども、基地の概ねの面積は425万平米、東京ドーム91個分で、滑走路につきましては茨城空港のでき

た際に2本になっており、2,700メートルです。あと、先ほどお話をさせていただきましたように、滑走路の東側にほとんどの建物が約250棟、逆に昔は、滑走路の西側にあったと聞いております。

先ほどお話ができました未買収地なのですが、少し見にくいのですが赤い部分が、当時の防衛庁としても買上げできなかった土地ということで、現在も未買収のままになっております。多くの方々は、農地で使われ、あるいは、一部「くの字」と言われるような場所がございますが、この誘導路がカーブしているこの部分、それから滑走路の西側、ここは、「一坪運動」というものがありまして、それぞれここで4、5百名、ここで5、6百名の地権者の方々がおられて、現状では、恐らく、防衛省として買い入れることは厳しいのかなというところであります。この部分につきましては、並行誘導路というのは、何らかの形で滑走路がクラッシュしたり、被弾した場合については、ここからまっすぐ離陸、あるいは着陸できなくてはいけないのですけれども、ここの滑走路は曲がっていますので、飛行機が降りることができないということになります。また、確かこちらの部分につきましても、こういった所があったために茨城空港は、残念ながら、このタクシーウェイ（誘導路）がないために滑走路を降りたならば、民航機もこの部分かこの部分で180度ターンをして、茨城空港に戻らなくてはならないということになっています。

今、お話しさせていただきました茨城空港は、平成22年に開港しています。御覧のように一番右側のスカイマークについては、民事再生法で少し厳しい状態、また、真ん中のアジアナ航空は、原子力災害の関係で、今は、ほとんど運休に近い状態です。逆に、一番左の春秋等々の中国便につきましては非常に元気がいいというところで、非常に搭乗率も高いというふうに聞いておりますが、やはり、我々が南西域において、中国といろいろと対峙しているところもございますので、彼らが来るときには、百里基地の全てのハンガー等は閉め切っている、あるいは、訓練を制限して、安全保障上についてはケアをしているといったところで、茨城空港と百里基地については連携させていただいてはいるものの、中国便に関しましては、非常に我々としてもケアをしながら運用しているといったところです。

先ほど少し話しました百里基地の部隊の任務をもう少し詳しく話をします。7空団は防空とスクランブル任務のF-15とF-4EJ改であります。また、偵察航空隊につきましては、RF-4EJ、RF-4Eという、ファントムの武装部分を全てセンサーに変えています。光学カメラ等々に変えている、こういった偵察専門の航空機で航空偵察、あるいは、省庁間協力ということで、活火山の観測支援等に当たっています。また、一番右側、百里救難隊ですけれども、何かあった場合の捜索救助ということで、当然、飛行訓練をしている操縦者等に何らかのことがあった場合については、海上に行ってピックアップしますけれども、山で遭難とか、船で急患が出た場合につきましては、要請がありましたらすぐに飛んで行っていくという態勢を常にとっております。

記憶に新しい東日本大震災で、百里基地が行ったいろいろな活動等がございます。一番左が、先ほど話しました福島第1原発等々の状況がありましたので、放射能の

測定を定期的ではなくほぼ毎日のように、こういった補助用航空機にポットを付けて集塵活動をしました。偵察部隊につきましては、津波に襲われた仙台空港とか、それから福島第1原発の状態を、精密な写真を撮って関係省庁にお配りしました。また、百里救難隊につきましては、発災当初から、屋上等に逃げられた方々を、約1,400名、無事に救出させていただきました。先ほど申し遅れましたけれども、UH-60というのは実は、そのまま上空にいたままワイヤーで引き上げることができるヘリコプターですので、こういったヘリコプターをたくさん持っているのは航空自衛隊です。

この百里基地が被災した松島基地に非常に近いということで、全国の戦闘機部隊等にありますが消防車をここに集めまして、それなりに放射能等の対処を施した後に、福島第1原発に陸海と連携させていただいて放水活動、それから松島基地の管制タワー等が管制機能を喪失しておりましたので、移動管制隊を展開させ、また、松島の飛行場がある程度機能を発揮できるようになったところで、隊員等を派遣しまして、民政支援をしています。

最後に、百里基地の日頃の活動を少し紹介させていただきます。我々の他の行事といたしまして、今年は10月25日の日曜日に、広く国民の皆さんに、航空自衛隊を知っていただくということで、航空祭を実施させていただきます。

また、それ以外にも文化センター「アピオス」で、航空自衛隊ナンバーワンの中央音楽隊に来てもらいまして、だいたい12月から1月に、広く皆さん1,000名ぐらいの方々に音楽を聴きに来ていただいています。

以上、簡単ではございますけれども、航空自衛隊の任務と、それから今の百里基地を一方的にお話をさせていただきました。何かこれまでで御質問とか御意見がありますか。よろしいですか。どうもありがとうございました。

【司会】

それでは、続きまして、株式会社IHI航空宇宙事業本部技術開発センター主査楠田真也様によります講演です。皆様、講師に拍手をお願いいたします。

講演に先立ちまして、簡単に楠田講師の御経歴を紹介させていただきます。講師は、平成11年に東京農工大学大学院工学研究科を修了され、石川島播磨重工業株式会社に入社。技術開発本部の機械・プラント開発センター、技術開発センター、基盤技術研究所勤務を経て、平成20年4月から航空宇宙事業本部技術開発センターで勤務され、平成25年4月からは、同センター主査として御活躍されております。講師は、長らく航空機エンジンの技術開発を手がけられており、エンジン音の発生メカニズム等を分かりやすくお話しいただけるものと思います。

それでは、楠田講師、よろしく申し上げます。

【楠田主査】

ただ今ご紹介に預かりました、IHIの楠田と言います。私は入社以来約16年近く、弊社の騒音問題、騒音の技術開発をしています。ここ最近7年間位は、主に

航空機のジェットエンジンについての技術開発をしています。本日は皆様の貴重なお時間の中でございますが、約30分間、この「航空機の音は何故発生するのか？」ということをお話ししたいと思っております。本日の内容です。まず、「音とは」、次に、「航空機からの音」、次に「ジェットエンジンからの音」、そして、「低騒音化技術」というような内容でお話しさせていただきます。

そもそも、音とはなぜ発生するのかといいますと、空気の微小な圧力の変動です。皆様は大気圧中にいますが、音がないときには、このように大気が一定の状態です。そして、何かしらの原因で音が発生すると、このように大気から微小な圧力変動が波として発生します。そして、この波が秒速約340メートルで皆様の耳に聞こえることによって、音として感じます。なお、音速というのは光より遅いので、例えば打ち上げ花火などを見て、見えた後に音が聞こえるというのは、音速が光より遅いからです。そして、音には大きな音と小さな音がありますが、その大きい小さいというのは、この圧力の変動が大きければ大きい音、小さければ小さい音というような音に聞こえるということです。

さらに、音には「キーン」という高い音、「ブーン」という低い音というものがありますが、その違いというのは、この変動する回数が多ければ高く聞こえまして、少なければ低く聞こえるものです。音としてのポイントは、音は波で、その変動が大きければ大きく聞こえまして、さらに、変動の回数が多ければ高く聞こえて、少なければ低く聞こえるというようなことが音になっています。世の中にはいろいろな音がありますが、その音を見ていきましょう。

まず、音には高い低いがありますが、人間では聞こえる範囲が限られておりまして、だいたい20ヘルツという1秒間に20回する振動からだいたい2万ヘルツとって2万回振動する音までが人間の耳では聞こえます。例えば、船とかバスとかトラックとかのエンジン音は、このようにだいたい10ヘルツから200ヘルツの音、滝の音というのは5ヘルツぐらいから2,000ヘルツ、そして変圧器の「ジー」とかいう音はだいたい100ヘルツ、そして、我々が話す声というのは、200ヘルツから、だいたい2,000ヘルツぐらいです。皆さんも聞いたことがあると思いますが、NHKの時報のような、「ピッピッピッポーン」という音は、だいたいちょうど440ヘルツと880ヘルツの音を使っています。そして、携帯電話のベルなどはだいたい3,000ヘルツ、それ以上の高い音としては虫の鳴き声等があります。本日お話しする航空機から出ている音というのは、高い音から低い音まで幅広い音が出ています。なお、動物は聞こえる範囲が違いますので、犬などはだいたい40ヘルツから6万ヘルツ、猫は25ヘルツから7万ヘルツ、コウモリは超音波を使っていますので1,200ヘルツからだいたい40万ヘルツと言われております。皆さん超音波という言葉を知ったことがあると思いますが、それはだいたい人間が聞こえる範囲を基準に2万ヘルツ以上の音を超音波と言っています。

続きまして、音の大きさについて、世の中にどのようなものがあるかということをお話しします。音の単位としてはデシベルという表現で言われていますが、0デシベルが我々人間が聞こえる最低のレベルです。だいたい0デシベルが聞こえるか

聞こえないかのレベルで、そこからだいたい10デシベルで呼吸の音、20デシベルでささやき声、30デシベルで深夜の住宅地、40デシベルで図書館、50デシベルで静かなオフィス、60デシベルでデパート、会話の音、そして、だいたい70デシベルぐらいになってうるさいなど感じてくるのが在来線や新幹線の車内、そして80デシベルで地下鉄の車内、そして、飛行機の中で聞こえる音はだいたい80デシベルぐらいとなっています。在来線より地下鉄の方がうるさいのは、地下鉄は周りが囲まれていますので、その囲まれている反射が中に入ってくるので、少し地下鉄の方がうるさくなっています。それで、更に上がるとパチンコ店内やカラオケ店、騒々しい工場、そして、バイク、ヘリコプター、ロックバンドとレベルが上がってきまして、そして、民間の航空機の間近だとだいたい130デシベル、そして、更に大きな音としまして、超音速機や戦闘機の間近の音のだいたい150デシベル、そして、それ以上大きい音がロケットの発射台の近くというようになっています。

それで、だいたい20デシベルの違いというのはどういうものかといいますと、先ほどこの波が大きければ大きい音と言いましたが、だいたい10倍になることで20デシベルの音の違いになっています。そして、本日お話しする航空機からの音というのは、このようにロケットの次に大きいものとなっています。

そして、音とは空気の圧力の変動と言いましたが、この変動がどのようなことをきっかけに発生するかを分類したものがこのチャートになっています。このように音の発生メカニズムは、3つに分類することができます。

まず、1番目は、物体の振動による固体音と我々が言っているものです。これは板とか膜などが振動することによってその物体の表面が振動して、それによって、その物体に接触している空気が振動し、空気が圧力変動して音になっています。例えば、声は声帯が振動することによって音になっていますし、スピーカーもスピーカーが振動することによって音が出ています。楽器で言いますとドラムとか太鼓などの打楽器がこれに相当します。また、ギターやバイオリンの弦楽器も弦が振動してその振動が胴体に伝わって、その胴体から音が出ています。このようなものが振動による音です。

2番目は、気流の流れに起因する空力音、流体音と呼ばれているものです。具体的には送風機やジェット流など、直接的に空気を乱してその乱れが圧力変動になって音になっているものです。例えば、風が吹いて「ピュー」というように音が鳴ったりするものも空力音、スプレー等を使うと「シュー」というように音が鳴りますが、これも流体に起因する音です。例えば楽器で言いますと、笛とか木管楽器も息を吹きかけてその息が乱れることによって、音が出ています。ただ、うちわであおぐ場合は空気が流れるのですが、空気の流速が遅かったり、空気の乱れが少なかったりするので、音としては小さいものとなっています。

3番目は、燃焼や熱に起因する燃焼音と呼ばれているもので、熱の変動によって圧力が生じるものです。身近なものでいうと、ガスコンロで火を付けたりすると「ポツ」というような音が鳴るものや、あとは、雷の「ゴロゴロ」とかいうのも熱によるも

のですし、静電気で「パチパチ」というのも、熱が変動することによって音が出ているものです。

本日お話しする航空機の主な音というのは、この気流の流れに起因するものです。それでは、航空機の音についてもう少し見てみましょう。

航空機の周りにはこのように空気がありますが、この空気中を高速で飛行機が進むことによって、このように空気が乱されます。空気が乱されると音が出ます。空気を乱すものとして、航空機にはこのような車輪や、主翼の後ろのフラップなどというものが付いていますので、これらがあると空気が乱れて音になります。ただし、このフラップなり車輪なりは、離陸とか着陸にはどうしても必要な、なければいけない物ですので、突起物として流れを乱して音が発生してしまいます。身近な物でいいますと、例えば車などはドアミラーが突起物になっていますので、そこから音が出ており、電車ならばパンタグラフのような物が突起物になっていますので、空気を乱して音が出ています。この突起物から出る音というのは、速度が速ければ速いほど、音が大きくなります。また、この主翼とか尾翼からでも、突起物ほどではないのですけれども、流れとして後ろから乱れが出るので、音は出ています。それで、音を小さくするには流れに沿うような流線型の形にすることで乱れが小さくなるので、音が小さくなります。胴体などは流れに沿う形なので、乱れが小さくて音は小さいです。ただし、胴体を流れる流れは少しの乱れがあるので、その乱れがこのボディを振動させることによって、その振動が音になって、機内では「シャー」というような音が聞こえるかと思います。ここでのポイントとしては、機体からの音は突起物なり段差などがあれば空気が乱れて音になることです。したがって、極力流れに沿うような流線型の形などで段差をなくすことが、機体から発生する音を小さくするポイントといえます。ただ、どうしても離陸・着陸では車輪なりフラップなり突起物が必要なので、どうしてもそこから音が出てしまいます。

以上が機体からの主な音ですが、やはりエンジンからの音というのも飛行機ではうるさいものなので、具体的にどれぐらいうるさいかというのを示したものがこちらになっています。こちらは民間機の航空機の例ですが、皆さん地上にいる時には、この離陸と着陸時に音が聞こえるわけですが、離陸・着陸とも、エンジンの方が先ほどの機体の音より大きいことが分かります。特に離陸時にはパワーが必要なので、「ゴー」というような大きな音が聞こえるかと思います。一方、着陸時にはそれほどのパワーが必要ではないですが、その分、ファンの「キーン」というような音が聞こえます。これは皆さん聞いたことがあるかもしれませんが、このように着陸と離陸では若干音の音色が違います。

では、エンジンの役割は何かというと、エンジンの役割というのは飛行機が飛ぶために推力を得るものです。推力とは何かというと、前から空気を吸って後から勢いよく出すということで推力が得られるものです。具体的には、風船などから空気が出ますと風船が飛んでいく、そういう原理と同じで推力が得られます。具体的に、推力はどのような大きさを表されるかというと、吸い込む空気量と排気される速度によって推力が決まります。したがって、推力が大きいというのはたくさんの空気を

吸ってあげて、さらに、出口から勢いよく空気を噴射してあげることで、大きな推力が得られます。ちなみに、この排気することをジェットというのでジェットエンジンと呼ばれています。

皆さん乗ったことがあるかもしれませんが、東京からニューヨークを就航しているボーイング777という機体には、世界最大推力のエンジンが付いている訳ですが、そのエンジンの直径がだいたい3.4mです。それで、1秒間にだいたい170万リットルの空気を吸い込んで、その推力は1つのエンジンで52トン、エンジンが2つ付いていますので104トンの推力が得られています。そして、エンジンは推力を生み出す他にも、このように発電機を駆動したりして機内の電気などを付ける役割もしています。以上がエンジンの役割で、もう少し詳しくエンジンの中身を見ていきましょう。

まず、エンジンの前側には、ファンというようにぐるぐる回る物がありますが、これで空気を取り入れます。取り入れた空気を、これも羽がたくさんある圧縮機というものの内でぐるぐる回してだんだん圧縮させて、入り口からだいたい40倍ぐらい空気を圧縮させます。その圧縮された空気は、後の燃焼器と呼ばれている部分で、燃料と圧縮された空気とが混ざって、点火して燃やされる訳です。燃やされると温度が高くなるので膨張して、勢いよく後から出るエネルギーが得られます。そして、先ほどの燃焼器で得られた勢いのいい空気は、タービンという風車に近い物を回しながら、その回った後にノズルから勢いよく出ることで推力になります。なお、このタービンというのは前の圧縮機とファンと一体型になっていますので、タービンが勢いよく回ると、このファンと圧縮機もぐるぐる勢いよく回って連動するという仕組みになっています。さらに、ファンから直接ノズルに出る通路にも空気が通っていますので、ここはバイパス通路、バイパスノズルと呼ばれていますが、ここから勢いよく空気が出ますので、推力となっていきます。以上がジェットエンジンの仕組みです。エンジンからは、ファン、圧縮機、燃焼器、タービン、ノズルというようにそれぞれ音が発生していますが、まずは前側にあるファンの音が大きいので、ファンの音を説明していきます。

この左側がファンの詳しい断面図になっていて、ファンというのはこの回転する翼と回転しない構造物というもので成り立っています。まず、ファンが回ると空気がこちらからこちらまで吸い込まれます。先ほど機体の時にも、邪魔な物があれば空気が乱れるというようなことを説明しましたが、この赤い表示が、空気が乱れた状態です。実際にはファンがぐるぐる回ってこの乱れも動いていて、この乱れから音が出ます。ただ、機体の音と違うメカニズムでもこのファンの音は出ています。皆さんもその「キーン」という一定の高い周波数の音を聞いたことがあるかもしれませんが。その正体というのが、この乱れた空気がぐるぐる回ることによって、ここにある構造物に周期的にぶつかることによって鳴る「キーン」というような音です。具体的に聞こえる音の周波数、高さというのはどういうものかと言いますと、ここに書いてあるように、「翼の枚数×回転数」によります。ファンがぐるぐる回ることによって、乱れがまず、ファンからここに衝突して、次にファンがぐるぐる回

ってここにぶつかるというように、この構造物から見ればタイミング良くこの乱れにぶつかることによって、一定の間隔で「キーン」というような周波数の高い音が聞こえます。

例えば、1秒間に100回転してファンの枚数が20枚あるとすると、「 100×20 」の2,000となって、2,000ヘルツの高い音になります。そして、プロペラ機についても同じ原理で音が出ていまして、プロペラ機も前から後ろに空気を吸い込みますが、この主翼なりキャノピーの部分がこの構造物に相当するので、この乱れた空気が周期的にぶつかることによって一定の周波数が出ます。ただ、こういうプロペラ機というのは「キーン」という音ではなくて「ブーン」という低い音です。それは、ファンはだいたい20枚ぐらいあるのに対して、プロペラ機の翼の枚数はだいたい2枚とか3枚で少ないので、2枚になると例えば、「 100×2 」で200ヘルツというような低い音になります。以上がファンの音ですが、ファンについてはこのようにダクトの中に囲まれていますので、ファンの音の騒音対策として、このようなダクトの中に吸音材という、音を吸収する物が付けられていますので音を低減することができます。ちなみに、ファンの音というのは回転数が高くなればなるほど、音が大きくなります。それはだいたい、速度の5乗から6乗に比例して大きくなります。これは扇風機でも小から大にすると音が大きくなるというようなことと同じことです。

次に、エンジンでどういう低騒音化がなされているかというような説明がこちらになっています。まず、こちらからのみ音が出ていますが、エンジンがこのようにダクトで囲まれていますので、吸音ライナという吸音するものをいろいろなところに貼り付けることで、中からの音を小さくしています。さらに、先ほど空気の乱れが音になると言いましたが、この回転する翼を奇麗にすることによって、このような3次元的なくねくねした形にすることによって、空気の乱れを小さくしている工夫をしています。さらに、乱れが構造物にぶつかる音が出ていると言いましたが、ここの構造物についても、そのぶつかる所の工夫をして3次元的な形とすることによって、ぶつかっても音が小さくなるというような工夫がされています。

さらに、ファンから圧縮機、燃焼器、タービンを通して空気をノズルから出す訳ですが、このノズルから出ると、皆さん聞いたことがあるかもしれませんが、「ゴー」というような大きな音がノズルから出ます。その「ゴー」という音は、排気する速度の8乗に比例して大きくなるものなので、なるべく排気する速度を遅くしたいということで、こちらの流れと外側の流れを混ぜることによって流れを均一にしてゆっくり出すというミキサーなどがあり、また、ノズルリップの形も、この絵のようにシェブロンと呼ばれているものを皆さん見たことがあると思いますが、このような形をすることで、音を下げる工夫をしています。

先ほど、この「ゴー」というジェット音は速度の8乗に比例すると言いましたが、ファンの音としては、8乗ではなくて6乗に比例するというので、同じ推力を得るためには排気する速度を遅くしてあげて、その代わりに、たくさんの空気を吸ってあげれば、同じ推力としてのエンジンは静かなものになります。最近の民間のエン

ジンというのは、このファンの径を大きくすることによってファンでたくさん吸ってあげて、ノズルでの速度を遅くすることによって低騒音化を図っています。したがって、最近のエンジンを見ると、地面ぎりぎりに付くぐらいの大きさになっています。それで、先ほどのような低騒音化技術を入れ込むことによって、航空機は年々静かになっています。最近だとボーイング787というようなものが新しく就航していて、民間航空機の出始めの1950年に比べれば、だいたい20デシベルぐらい騒音が下がっていることが分かります。ただ、コンコルドというのは超音速で飛ぶもので、これは先ほど説明しましたが、排気ジェットが速いのでジェットの「ゴー」という音がうるさいがために、騒音レベルが高いです。コンコルドは2003年に退役してしまいましたが、これに近い飛行機としては戦闘機となります。

それでは、もう少しその戦闘機なりコンコルドなりの音について詳しく見ていきます。民間機のエンジンは流量をたくさん取り入れることによって、排気速度を遅くしています。排気音は速度の8乗に比例して音が大きくなりますので、ジェットの音としては、絵はイメージですが、なるべく小さくしています。一方で、ファンを大きくしますので、ファンの音が、民間機では「キーン」という音が目立ってきています。ただ、このファンの音というのは、ダクトの中で吸音したり、この羽の形を工夫することによって音を静かにすることができます。

一方、コンコルドや超音速戦闘機などは、入り口の空気が少ないかわりに、推力を得るために排気速度を速くしています。そうすると必然的に8乗で音が大きくなるので、ジェットの「ゴー」という音が大きいのです。しかも、この排気速度が音速のマッハ1を超えると、衝撃波というものが生じます。民間機と戦闘機や超音速機とでは音の音色が全然違うというのは、このように排気による音が大きいのと、その衝撃波が出る音も聞こえるからです。ちなみに、圧縮機やタービン、燃焼器からも音が出ますが、ジェットとファンの方が大きいというのが現在の航空機の音になっています。

では、なぜこの超音速機なり戦闘機なりが排気速度を速くしなければならないのかというのを少し説明します。

先ほど、飛行機の推力は取り入れる空気量と出す速度と言いましたが、実際飛行機というのは飛んでいます。飛行速度が例えばマッハ1を超えると、ノズルからは、それ以上に排気速度を出してあげなければ超音速で飛ぶことができません。したがって、必然的に、超音速で飛ぶということはこのノズルから出る排気速度をマッハ1以上にしなければいけないということになるのが、先ほどの排気ジェットが速くなるという理由です。

例えば、アフターバーナーは燃焼器の後ろにあります。これは排気速度を大きくするものです。これからも燃焼の音が出ていますが、実際にアフターバーナーによる音ではなくて、「ゴー」とか「バリバリ」という音は、排気速度が速いがために音が出ているということです。

では、その排気音がどういう原理で出るかというのを少し詳しく説明したいと思います。ここにノズルがあって、ここからジェットが出ますと、ここに外気があり

ますが、この外気とジェットが混ざることによってノズル近くでは小さい乱れの渦ができます。そして下流になるに従って徐々に渦が大きくなります。この渦の大きさによって出る音が違いまして、小さい渦では高い周波数で、下流の大きな渦では低い周波数の音が出ることになっています。これで、いろいろな大きさの渦が発生して皆さんが耳にする「ゴー」という音が出ているわけです。それを模式的に表したものがこちらになっていまして、横軸に周波数の高い低い、縦軸に排気による音の大きさを表して、ジェットにはいろいろな成分が入っていてこういう音になっています。

そして、こちらの排気速度の絵が示しているように、ノズル出口からの距離が遠くなると排気速度が小さくなっています。先ほど、民間機なり高バイパスエンジンというのは、この速度を落としてあげることによってジェットの音を下げていると言いました。ただ、超音速機戦闘機などはこの排気速度を落とすことができないので、必然的に排気速度が速くなります。そして、速くなると8乗に比例して音が大きくなるので、音としてはこのように大きな音になっていきます。さらに、超音速機のマッハ1を超えてノズルから空気を出すと、このような衝撃波が発生して、この衝撃波というのはこのジェットの流れに干渉して速度を振動させます。このように振動させることによって、音がバリバリというような音になります。それが、このジェットより少し高い音が衝撃波による音で、これらジェットの音と衝撃波の音が重なった音が超音速機の音で、民間機のジェットの音よりもこの戦闘機や超音速機がうるさいというのは、この排気ジェットが速いからというのが正体になっています。それで、先ほど言いましたようにファンなどはダクトなどで吸音することができるのですが、ジェットはそのまま大気に出ますので、なかなか吸音というのが難しく、対策が難しいものになっています。ただ、民間機の航空機では研究開発がなされています。これがジェットの音の低減研究でして、一般的にここがエンジンのノズルです。一般的なノズルは丸いものですが、ローブミキサーというものがこの中に入っていて、ローブミキサーの外に低騒音デバイスというツールの組み合わせで低騒音化を図っているものです。

ではこのローブミキサーとは何ですかというと、ギザギザしている所から空気が出ますので、必然的に渦としては小さくなっています、小さい渦が出ます。その小さい渦が出ることによって、周波数を高い方にシフトさせています。これが一般的なノズルですが、これがローブミキサーから出る音です。だいたいこのピークが高くなっていることが分かります。レベルとして音のレベルが下がっているのは、ここの低騒音デバイスというものがあいまして勢いよくジェットは出ますが、この間から空気を取り込むことによってここから出る音を下げるので、全体的に音を下げることができます。さらに、低騒音デバイスの中に吸音材などを付けることによって、音を下げることができますが、ただ、これは音についてはいいのですが、ローブミキサーで空気を混ぜることによると推力にペナルティがあります。皆さんお分かりのように、こういう筒があるとエンジンと同じぐらいの大きさで、重量にもペナルティがあるので、実用化には残念ながらまだ至っていません。

最後に、航空機の音は主に流体によるものです。そして、この航空機が世の中で最も音が出るものの1つでありまして、世界各国で騒音低減化の技術開発が行われています。我々技術者も静かな空となるように日々低騒音技術開発に取り組んでいます。以上です。御静聴ありがとうございました。

【司会】

どうもありがとうございました。予定の時間となっておりますが、この際是非ご質問したいという方がいらっしゃいましたら、挙手をお願いいたします。よろしいでしょうか。楠田講師どうもありがとうございました。

それではこれもちまして、北関東防衛局主催による第32回防衛問題セミナーの講演の部を終了させていただきます。ここで楠田講師におかれましては、退場されます。皆様、今一度講師に盛大な拍手をお願いいたします。