

卓越した大学院  
「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」  
平成 26 年度 博士課程後期学生国際会議派遣 参加報告書

氏名／専攻・学年 Name / Department	鵜飼 孝博／航空宇宙工学専攻・博士課程後期 3 年
学会名 Conference's name	C - Lab 海外研修, DLR workshop
開催地 Venue (Name of the facility, city & country)	DLR / German Aerospace Center Institute of Aerodynamics and Flow Technology・Göttingen・Germany
日程 Conference period	平成 27 年 2 月 20 日 ～ 平成 27 年 2 月 23 日
発表タイトル Presentation Title	Turbulent Jet Interaction with a Long Rise Time Pressure Signature
<p>【発表概要 Brief summary of your presentation】</p> <p>To evaluate robustness of a low sonic boom signature, its behavior by turbulence effects must be investigated. A sonic boom signature with a long rise time has the ability to reduce the sonic boom and drag levels, and an investigation of its turbulence effect is important. Ballistic range facilities possess the ability to conduct shock-turbulence interaction experiments and are useful to investigate turbulence effects on a low sonic boom signature. In this study, turbulence effect on pressure signature with the long rise time was experimentally investigated in a ballistic range facility. In addition, the turbulence effect on N-shape wave generated from a cylindrical projectile was also investigated to evaluate the shock deformation because of strong density change around this projectile resulting in clear visualization. The long rise time pressure signature was produced by launching a conical projectile. The pressure waveform was measured using a pressure transducer. The shock wave interacted with a turbulent field generated by a circular jet nozzle 4.5 mm in inner diameter. The distorted shock wave was visualized using high-speed schlieren photography and point-diffraction interferometer.</p> <p>The effect of the turbulence on the normal N-shaped pressure waveform was observable, and its shock wave front was distorted when the shock wave passed through the turbulent field. In comparison, from the pressure waveform and the PDI images of the same launching shot number, the wide isopycnic line was found to correspond to the pressure waveform with slightly round shape. On the other hand, for the long rise time pressure signature, the turbulence effect was not critical issue. The pressure waveform with the long and short rise time signatures appeared simultaneously in the measured waveforms, and these waveforms are useful to evaluate the effects of the turbulence on them. To remove the different overpressure magnitude each shots, using the pressure waveforms simultaneously measured at two measurement positions, relative values were calculated. In long rise time signature, the relative overpressure was almost uniform although the relative overpressure of the short rise time became wide dispersion. In addition, the relative rise time and relative sound intensity were not affected by turbulence. The long rise time pressure signature is produced by an isentropic compression wave. The isentropic compression wave is not affected by turbulence, although the turbulence effect on a shock wave possessing the short rise time was apparent.</p>	

【他の講演等から得られた知見、感想等。What you learned from other presentations, general impression you had, etc.】

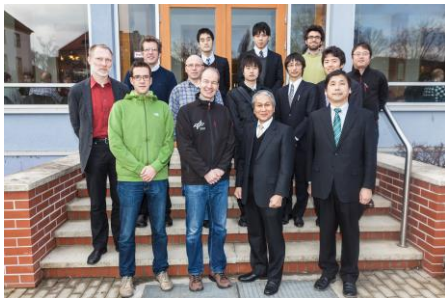
DLR workshop では、超音速旅客機の開発で問題となっているソニックブームに影響する大気乱流に関して、低ソニックブーム波形と乱流干渉の研究成果を発表した。本研究では、超音速飛行体から発生した衝撃波が飛行体近傍に発生したジェット乱流を通過して、乱流が衝撃波に及ぼす影響を調べている。傍聴者から、実際のソニックブーム現象では機体から十分遠方において乱流と干渉しているのに対し、本実験では飛行体近傍で乱流が干渉しているため、現象が違ふと意見を頂いた。また、ジェット乱流では大気乱流を模擬できていないことを指摘された。近傍場と遠方場の違いは、衝撃波の統合の有無に関係するが、本研究で扱っている近傍場圧力波形は、遠方場における衝撃波統合を模擬したものであるため、たとえ近傍場で乱流を干渉させたとしても、遠方場で干渉させた場合と同じ現象である。一方、本実験条件では大気乱流である等方性乱流を模擬することが困難である。そこで、今後は数値計算を使って等方性乱流を生成し、衝撃波と乱流干渉の研究を行う予定である。

他の講演では、供試体表面の圧力分布を計測する実験手法である高応答感圧塗料に関して発表していた。塗料の表面粗さに依存して流れ場が変化してしまい、実験結果が異なっていた。塗料を開発では、応答性や感度などの性能の他に、塗布面の表面粗さも重要な要素であることが分かった。また、塗布面では、厚みが増えるため、模型の塗布面に窪みをつけて、塗布後に模型自体の厚みが増加させない工夫が成されていた。

本workshopでは、DLRの実験設備の見学が含まれており、遷音速による高レイノルズ数が実現できるKRG (Cryogenic Ludwig-Tube Göttingen)や、6自由度運動可能なスティングを備え、数値計算によって編流部の案内羽根を設計し低音性を向上させた NWB、回流式による亜音速、遷音速および超音速の気流の模擬が可能な TWG (Transonic wind tunnel in Göttingen)、風洞内の加圧によって高レイノルズを実現できる HDG (High-pressure wind tunnel in Göttingen)などを見学することができた。また、DLR Flight Experiments が所有する Airbus A320-232 を用いて主翼の遷移に関する温度分布、乱れおよび摩擦力を計測する準備現場を見学し、大学の実験施設との規模の違いを感じた。

また、German Museum of Technology と Military History Museum を訪問し、航空機の設計に関する知見を得た。第二次世界大戦中に開発された軍用液体燃料ミサイルの開発では、超音速風洞を用いてシュリーレン可視化を用いてミサイル形状の設計をしており、超音速特性を考慮した設計を当時から行っており感心した。軍用飛行機には空力設計が頻繁に利用されており、厚くなった境界層がエンジンカウルに干渉しないように、カウルと機体の間に隙間が設けてあった。また、後退翼では、境界層が発達して翼端から急に剥離が起きないように、翼面のコード方向に仕切り板が設けてあり、主流が翼端に流れないように工夫してあった。実機を見学しながら飛行機形状の意味を考えることで、空力的視点による飛行機設計に関する理解がより深まった。

#### 【写真 Pictures】



DLR Göttingen の PSP, Spacecraft groups との集合写真



Airbus A320-232 前での集合写真