

氏名：石井 陽介

所属専攻・職名： 航空宇宙工学専攻・修士課程 2 年

派遣国： フランス

派遣先(研究機関名)： ジョージア工科大学ロレーヌ校

受入研究者(職・氏名)： Professor Nico F. Declercq

派遣期間： 2012 年 9 月 14 日 ~ 2012 年 10 月 8 日(25 日間)

派遣先での研究テーマ： 複合材料構造における超音波伝搬挙動の実験的および数値的検討

(Experimental and numerical investigation of ultrasonic wave propagation in composite structures)

【研究実施概要】

本派遣期間中の研究活動として、水素を貯蔵するためのタンクを対象とした、超音波伝搬特性の実験的および数値的検討を行った。このタンクは、炭素繊維強化複合材料とアルミニウム合金により構成され、液体水素を貯蔵する際に問題となる高内圧に耐えられるように設計されている。具体的には、アルミニウム合金を内張りし、その周りを炭素繊維強化複合材料で覆う形となっている。これらのタンクは、極めて高圧の水素を安全に貯蔵する必要があるため、製造段階および供用中における健全性評価が重要になる。そこで、超音波を用いた



水素貯蔵タンクの非破壊検査法の確立を目的に、タンク内の超音波伝搬特性に関する研究を行った。特に、タンクを長手方向(軸方向)に伝わるガイド波に関して、実験による波形測定および数値解析による伝搬挙動の研究を行った。

本研究で対象とする水素タンクは円筒形状をしており、さらに炭素繊維強化複合材料は異方性をもつため、超音波の伝搬挙動は複雑になる。したがって、水素タンクに関して実験を行う前に、アルミニウム平板および炭素繊維強化複合材料の平板に対して波形測定を行い、本実験の妥当性に関して検証を行った。実験方法として、材料表面に超音波を発生させるトランスデューサーを接触させ、レーザードップラー振動計(ドップラー効果を利用して材料表面における振動をレーザで非接触測定する手法)を用いてタンク長手方向に関して多点観測を行い、ガイド波の伝搬挙動に関して考察を行った。なお、レーザの位置(観測位置)はMATLABを用いて制御し、各点における波形も自動でコンピュータに保存されるように設計を行った。

次に有限要素法の汎用ソフトCOMSOLを用いて、タンクを長手方向に伝搬するガイド波の数値シミュレーションを行った。実験と同様に、シミュレーションにおいても多点観測を行い、さらに2次元フーリエ変換によるスペクトル解析を行った。それらの結果を実験と比較することで、シミュレーションが実験をよく再現できていることがわかった。

水素タンクに関する研究以外に、私が行っている「積層複合材料における超音波伝搬挙動の解析」について、セミナー形式で発表させていただき、その内容に関して Declercq 博士や研究室のメンバーと議論を行った。私の研究は、特に積層構造の層間界面が超音波伝搬特性に及ぼす影響に関する研究である。一方で彼らの研究室では積層構造を対象とした超音波伝搬解析を行っているものの層間界面の影響を無視して解析を行っていた。本セミナーを通じて、層間界面の影響の重要性を彼らに認識させることができ、さらに今後の研究に関する貴重なアドバイスもいただくことができた。特に、積層構造中の超音波伝搬解析に有効な伝達マトリックス法と呼ばれる計算法に関して、これまで問題視されていた数値不安定性を解消するためにはどうすべきかについて有用なアドバイスをいただいた。

【研究成果概要】

派遣前の研究計画としては、Declercq 博士の研究室で行われている超音波極スキャンに関して、実験装置の取扱い方法(トランスデューサの制御方法、波形の測定・記録方法など)を学び、帰国後の実験設備構築の参考にするというものであった。この点に関しては、おおむね達成できたと考えている。特に、私の研究対象である積層構造材料ではないものの、実際に実験装置を用いて水素タンクに関する実験を行えたのは大きな収穫であったと感じている。また、自分の研究について紹介しその内容に関して議論を行うという課題も達成できた。他の研究者に自分の研究を知ってもらうことができ、帰国後の研究に役立つ貴重なアドバイスをいただけた点は非常に良かったと考えている。そして、教授および学生を含め多くの研究者とつながりを作れたことは大きな収穫であり、今後の研究者人生における財産になると確信している。

私が、超音波による機械構造材料の非破壊評価を研究課題としているのに対し、Declercq 博士の研究室では超音波工学に関する様々な研究を行っている。例えば、マヤ文明チチェン・イツァで起こる不可解な音響現象について、ピラミッドの周期構造に着目することでその原因を解明したり、古代ギリシャのシアターにおいて後方の席へも音声が届くように、緻密な設計が施されていることを数値解析により明らかにしたりしている。その他にも、超音波を用いて凍った湖の氷層厚さを図るといった研究も行われている。本派遣を通じて、音波は非破壊評価のみならず、その他様々な場面で実用されていることを再認識した。ここで得た知識は今後、私自身の研究分野と他分野とのつながりに関して、新しい発見を生む手助けになると考えている。



【外国語のスキルアップ・コミュニケーション能力の向上、海外におけるネットワークづくり】

本派遣を通じて、英語能力およびコミュニケーション能力の向上が図れたと実感しています。現地の方々との研究に関する議論や日常の何気ない会話を通して、スピーキングおよびリスニング力を鍛えることができ、これまで知らなかった英語表現を修得したりと、語彙に関しても派遣前に比べ向上したと感じています。特に、私の派遣先であるジョージア工科大学ローヌ校は非常に国際色豊かであり、フランスをはじめアメリカ、イギリス、ベルギー、ギリシャ、インド、中国など様々な国の方々とのコミュニケーションを取ることができました。これにより、出身国の違いによる訛りに関する知識も増え、現在ではアクセントの違いから相手がどの国の出身なのかある程度判別できるようになりました。

派遣前は、英語を正しく話そうと文法のことばかり気にしていましたが、本派遣を通じてその考えが変わりました。一番大切なのはコミュニケーションを取ることであり、その手段として英語があるのだ今は考えています。特に私の派遣先は、学校の外では英語が通じず誰もがフランス語しか話さないという環境であり、私はフランス語を一切理解できませんがそれでも生活を送ることができました。つまり、何かを伝えたいという強い意志さえ持っていればコミュニケーションはとれるんだということを実感しました。私は本派遣を通じて、英語能力が向上したことはもちろんですが、特にコミュニケーション能力(コミュニケーションを取ろうとする積極性)が大きく向上したと感じています。今までは、うまくコミュニケーションがとれるだろうか、と心配ばかりしていましたが、今では知らない人でも自分から積極的に話しかけることができるようになりました。

派遣前は、英語を正しく話そうと文法のことばかり気にしていましたが、本派遣を通じてその考えが変わりました。一番大切なのはコミュニケーションを取ることであり、その手段として英語があるのだ今は考えています。特に私の派遣先は、学校の外では英語が通じず誰もがフランス語しか話さないという環境であり、私はフランス語を一切理解できませんがそれでも生活を送ることができました。つまり、何かを伝えたいという強い意志さえ持っていればコミュニケーションはとれるんだということを実感しました。私は本派遣を通じて、英語能力が向上したことはもちろんですが、特にコミュニケーション能力(コミュニケーションを取ろうとする積極性)が大きく向上したと感じています。今までは、うまくコミュニケーションがとれるだろうか、と心配ばかりしていましたが、今では知らない人でも自分から積極的に話しかけることができるようになりました。

また、本派遣を通じて様々な国の方々とのつながりを作ることができ、これは今後の人生において貴重な財産になると考えています。今後も積極的にメールによるディスカッション等を行い、このネットワークをさらに広められるよう努力し

たいと思っています。

【派遣の感想】

私はこれまで海外への渡航経験がなく、本派遣が人生初の海外でした。そのため、派遣先大学内および普段の生活で体験することすべてが新鮮に感じられ、わずか 3 週間ほどの滞在でしたが素晴らしい時間を過ごすことができました。当初は知らない土地で 3 週間もやっていけるのか不安でしたが、今となってはもっと長く滞在したかったという心境です。本派遣を通じて、専門分野に関する知識や英語力の向上に加え、英語でのメールや書類の書き方、宿泊施設や航空券の手配など、普段の生活ではなかなか身に着けられないことを学ぶことができました。これは、研究者を志す私にとって非常に有意義な経験だったと感じています。本派遣により、自らの研究に対するモチベーションも高まりましたし、これからもチャンスがあれば積極的に海外で研究活動を行いたいと思っています。ここに、このような素晴らしい機会を与えてくださった、組織的な若手研究者等海外派遣プログラム事務局関係者の皆様に感謝の意を表したいと思えます。

海外で研究活動を行いたいが経済的な理由からなかなか足を踏み出せないという学生や若手研究者に対して、本派遣プログラムによる支援は非常にありがたいと感じています。今年度いっぱい本派遣制度が終了することは非常に残念ですが、できることならこのような制度を来年度以降も継続していただきたいと切望しています。