

氏 名： 出口 健悟

専攻・学年： 航空宇宙工学専攻 博士後期課程二年

派遣国： スペイン、イギリス

派遣先(研究機関名)： カタルーニャ大学 / インペリアル・カレッジ / ブリストル大学

受入研究者(職・氏名)： A. Meseguer 講師 / A. Walton 講師 / R. Kerswell 教授

派遣期間： 2011 年 7 月 16 日 ~ 2011 年 9 月 15 日(60 日間)

派遣先での研究テーマ： BIFD2011: "Mirror symmetric travelling wave solutions in sliding Couette flow"

K.Deguchi & M. Nagata

UPC: "Exact coherent structure in counter rotating Taylor Couette flow"

Imperial & Bristol: "Axisymmetric solutions in sliding Couette flow"

【研究実施概要】

バルセロナにおいて Bifurcation and Instabilities in Fluid Dynamics (BIFD) 2011 に参加し、発表を行った。私はスライディング・クエット流とよばれる、軸方向速度差をもつ同心二重円筒内の流れの数値解を修士から継続して計算してきた。発表内容はこの系で計算されたいくつかの解についてであった。この学会の主催者の一人、Meseguer 講師と、学会終了から一週間ほど共同研究を行った。Meseguer 講師は周方向速度差をもつ同心二重円筒内の流れ、テイラー・クエット流の研究を専門としている。私のプログラムはこの流れ場をカバーしており、講師の結果の追証と、新たな解の探索を行った。追証結果は良好な一致を見せ、両プログラムが妥当であることが示された。派遣中の一週間は数値計算を実行するには短すぎるものであったが、その後の派遣期間中も講師と連絡を取り合い、テイラー・クエット流の新たな解をいくつか発見することが出来た。

次にロンドンに移動し、インペリアル・カレッジ・ロンドンに一ヶ月ほど滞在した。ここでは二重円筒管内の流れにおける漸近展開理論に詳しい Walton 講師との共同研究を行った。この派遣中に講師が新たに組み立てたスライディング・クエット流の解析結果と私の数値解の結果を比較した。近年、数値解析手法の発達もあり、漸近展開理論が流体方程式という、多次元・非線形の系に対してどの程度意味を持つのかという疑問をよく耳にする。この比較により数値計算の結果と漸近展開理論が高レイノルズ数域でいくつかの物理量がよく一致するということが示すことができた。インペリアル・カレッジにおいては同じく漸近展開を専門とする Hall 教授とも共同研究を行うことができた。通常、漸近展開理論ではレイノルズ数を大きいパラメータとして近似理論を構成する。しかし、ある特殊な場合に限り漸近展開が破綻し、解析できなくなることが知られている。この特殊な場合についての数値解析を行い(まだ確証はえられていないが)、この場合にも解が存在することを示唆する内容を得た。

最後にブリストル大学にて二週間ほど Kerswell 教授との共同研究を行った。Kerswell 教授の専門は円管内流であった。この円管内流の遷移過程において空間的に局在した「パフ」と呼ばれる擾乱が発達することが知られている。しかしながらこのような数値解は未発見である。私がスライディング・クエット流において見つけた解のうちあるものはこの空間的に局在した性質を示すという結果がこれまでにわかっていた。この解の性質を詳しく調べることがブリストルでの共同研究のテーマとなった。この結果、空間的に局在する場合と局在しない場合があり、局在する場合は層流状態が線形的に安定となる場合であることがわかった。この解は実は Walton 講師との共同研究で用いた解と同種のものであり、漸近展開理論が適用できるのではないかと考えている。

【研究成果概要】

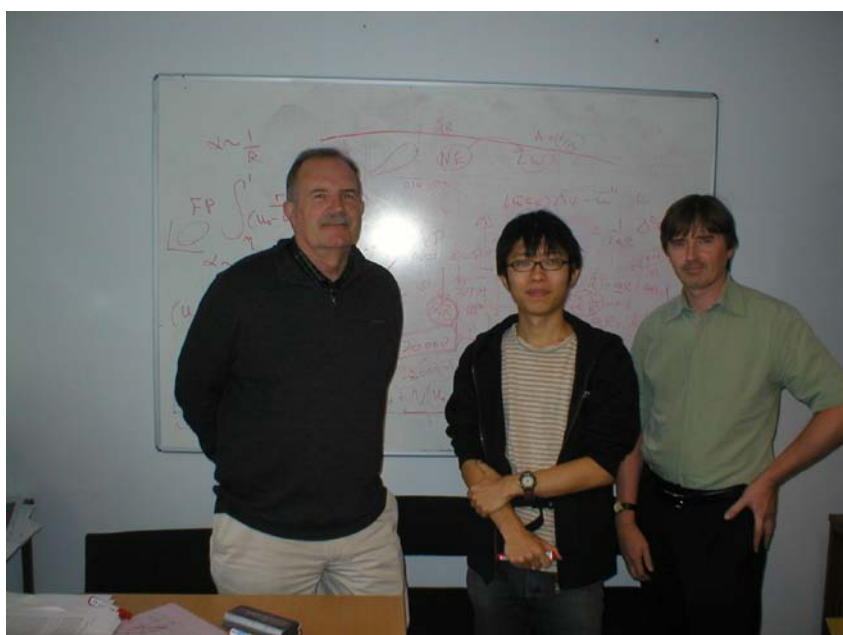
派遣前にバルセロナで予定していたのは二重円筒管内流れの効率的な数値シミュレーションの手法の獲得であった。残念ながらその全てを自分のコードに導入することは出来なかったが、いくつかの改良を実際に行うことができた。この派遣は一週間の共同研究であったため、具体的な結果を得ることは想定していなかった。しかし、その後の継続的な数値解析もあり、テイラー・クエット流に関して興味深い結果を得ることが出来た。

インペリアル・カレッジ・ロンドンでは当初の予定通り漸近展開理論と数値計算の結果をスライディング・クエット流について比較することが出来た。この結果、うまく説明できる部分とそうでない部分があることがわかり、より数値計算の結果をうまく再現するような理論を構築中である。この研究が比較的うまくいった理由のひとつとして、昨年度の派遣の際ある程度の見通しを立てていたということが挙げられる。また、上に述べたように派遣の副産物として、漸近展開が破綻する場合の計算を行い、数値計算により解を得ることが出来た。派遣前に予定していた漸近展開と数値計算を相補的に利用して、流体現象を探るという目的は達したように思われる。

また、ブリストルにおいてスライディング・クエット流と円管内流の類似性が見出せたことも興味深い。まだこの解について詳しいことはわかっていないが、発達擾乱の空間的局在性は流体物理の根本的な問題となっているため、これからも継続して教授と連絡をとりあい、研究を進めていく予定である。

【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】

初めに訪れたバルセロナよりもイギリスに入ってからの方が苦戦を強いられた。派遣中に会ったネイティブのうち数人は訛りがひどく、簡単な単語一つの聞き取りでつまづくこともしばしばあった。そのため最初は半筆談のようになってしまっていた。しかし一ヶ月を超える滞在により英語の会話能力は多少変質したように思われる。特に日常会話での語彙は飛躍的に向上した。インターネットを利用したリスニングを派遣前に行っていたのであるが、頭打ちになっている気がしていた。



この派遣で、身をもって経験することは重要であるということを再認識した。現在では一対一で周囲環境がよければ、なんとか支障なく会話が出来るようになった。しかし多人数を相手にするのはもう少し技術の向上が必要であるように思われる。非英語圏から英語圏へ段階的に語学レベルが上昇した（最後の町ブリストルは訛りで有名）もあり、少しずつできることが増えていくのを実感することが出来た。

インペリアル・カレッジでは研究室という単位がなく(数学科の特殊性？)、また夏休みであったため学生との会話は派遣先の先生の、受け持ちの学生のみであった。しかしブリストルでは数人の研究テーマが類似している学生らとネットワークを持つことが出来た。派遣先での先生方とは今もメール、またはテレビ電話でのやりとりをして、研究を継続している。

【派遣の感想】

この派遣プログラムのおかげで非常によい経験を得ることができた。学会、共同研究を通じて多くの研究者と話す機会があったが、その人それぞれ興味の視点が異なるところが面白いと感じた。私は数値計算を主に行っており、この分野は国内では工学領域に属している。しかしながら国外では数学科に属することが多いようである。特に実用性などはほとんど度外視されているようであり、新鮮に感じた。ヨーロッパの生活スタイルは落ち着きがあり、特にコーヒープレイク時のゆっくりとした時間はプログラミングなどで逆立った神経をなだめてくれた。このような時には視点の違う意見もすんなり受け入れられるものである。

上で触れたように、一年前に予備的な派遣を行っていたことが今回数多くの結果を残すことができた理由であるように感じられる(ただしまとまった形に仕上げるにはまだまだ時間が必要)。なれない土地では落ち着いて研究を開始できるまで一週間程度かかっても不思議ではない。派遣期間全てを実働期間にするためには、予備的な派遣が有効的で

あるといえる。金銭面に関して少し心配があったが、物価の高いロンドンでは自炊を行っていたこともあり、余裕を持って派遣を終えることが出来た。(ただし外食を多めにとった場合赤字は免れないだろう。物価に関する配慮が難しいことは予想できるが、要望があるとしたらこの点ぐらいである。)