

留学先からの報告（2016年3月）

2014年度 Funai Overseas Scholarship 奨学生
Pennsylvania State University, Department of Meteorology
南出将志

本報告書をお読み頂きありがとうございます。アメリカに来てから1年半が経ちました。どうしてもこの内容が書きたくて、少し報告書提出の時期をずらして頂きました。ついに Penn State での1本目の論文が出ましたので、研究内容についてご報告差し上げたく思います。

台風の予測向上と衛星

1. 背景：

書きものに相応のタイミングが備わっているとすれば、今回の報告書の内容は、出国前の「留学にいたる経緯」にこそ相応しいものだったと思う。「PhD 課程を通じてやりたいこと」は、PhD 課程が始まる前に宣言されるからこそ抱負たり得るのではないか。大学院に身を置き、研究に従事しながら書く抱負というのは、後出しジャンケンかもしれない。留学先の PhD 課程で行うことになる研究内容は、渡航前にはなかなか予想がつかないものであるし、結果的に SOP¹に書いた内容とは全く異なるトピックを扱っているというのもよく聞く話だ。夢や抱負や計画というものは往々にして、状況に応じて変化し続けるものである。でも、だからこそ何らかのタイミングで、変化しなかったものを振り返ってみたいと思っていた。以下は、一つ目の論文がまとまり^{2,3}、PhD の研究計画審査である Comprehensive Exam を控えた時期に（執筆を始め、書き終わる頃には無事に突破していたという時期に）振り返る記録である。拙文ながら、お付き合い頂ければ幸いである。

¹ Statement of purpose の略。米国大学院出願時に提出するエッセイのこと。

² Zhang, F., M. Minamide, and E. E. Clothiaux (2016), Potential impacts of assimilating all-sky infrared satellite radiances from GOES-R on convection-permitting analysis and prediction of tropical cyclones, Geophys. Res. Lett., 43, doi:10.1002/2016GL068468. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL068468/abstract>

³ ちなみに、先日二本目の論文の初稿を書き終わりました。

Penn State に来て数ヶ月の頃、2014 年 12 月のこと、Facebook のニュースフィードが、ある情報で埋め尽くされていた。

“フィリピンに巨大台風が接近中”

最大風速 115kt, 最低気圧 905hPa⁴にも達した巨大台風 Hagupit (local name: Ruby)である。フィリピンに関わりのあった多くの友人たちが、台風の予測進路・被害、避難情報などをシェアしていた。4 年前の惨事が脳裏に蘇り、友人達の無事を祈りつつ、目の前のモニターと向かい合いコーディングを続けたことを覚えている。

2011 年、2012 年と続けてフィリピンのミンダナオ島は台風の惨禍に見舞われた。フィリピンは熱帯にある国だが、首都マニラがあるルソン島に比べて、ミンダナオ島に上陸する台風は極めて少ない。台風にあまり見舞われないというのは必ずしも安全というわけではなく、むしろ基礎的なインフラストラクチャーが整備されていないために、却って甚大な被害を被る場合もある。2011 年 12 月の台風 Washi (local name: Sendong)、2012 年 12 月の台風 Bopha (local name: Pablo)はまさにその典型的な例で、同地域に壊滅的な被害をもたらした。特に Cagayan de Oro 市や Iligan 市などにおいては、街が消失するほどの大災害となった。

私はその災害のことを知ったのは、友人からの一本の電話だった。南北線のホームで電車を待っている時にかかってきた電話で、その友人はボランティア活動に人手が必要だと言った。その場で、翌月のフィリピン渡航が決まった。渡航・ボランティア活動の計画立案や、協力者の募集、現地に受け入れ団体との交渉などを手伝い、結果として、仮設住宅の建設作業や農耕、子供達のメンタルケアなどに従事するワークキャンプ⁵を行った。また、10 万円ほどの寄付金を集め、井戸に関する設備を設置した。私たちが成したことは微々たるものであったが、頂いた感謝は確かな誇りとなってこの胸に残っている。

同時に、悲しい話をたくさん聞いた。悲劇の前に私たちはあまりにも無力であった。生き残った今後の幸福を願う傍で、気象の道を志した。事前に災害の発生が分かっていたら、最悪の事態は避けられるはずなのだ。

2. 背景と成果：「もし愛が徳業を刺激するほど強烈に働かない場合には、人は知性に助けを求めねばならない。」

「悲惨な光景をもう見たくない」という感情は私をフィリピンに赴かせたが、惨状を払い去るという強烈で具体的な力は持っていなかった。ゆえに、私は科学に助けを求め、「予

⁴ Digital typhoon (<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon>)より。

⁵ 複数人で泊まり込みのボランティアを行う活動。現地の非営利団体などと協力することが多い。

測」というものについて学ぶ。

台風の予測を向上させる鍵は、観測にある。気象予報はスーパーコンピューター上で地球を再現した気象モデルによる演算を通じて行われるが、バタフライエフェクト⁶により無尽蔵に正確な予測を行うことはできない。「どのくらいの期間予測が可能か」は様々な要因の組み合わせによって決定されるが、予測精度・限界を向上させる手段の一つとして、観測データを用いた初期条件の向上⁷がある。観測データを用いてより正確な初期条件を作成すれば、より正確な予測結果が得られる、という方法である。

台風の観測が難しい点は、それらが熱帯の海のご真ん中で発生・発達する点にある。近くに島などもないことが多く、直接台風を観測することが大変難しい。すなわち、熱帯の会場は正確な初期条件を得ることが大変難しく、データは言わば“大雑把”なものにならざるを得ない。もちろん台風が陸地に近づいてくれば、レーダーを飛ばしたり、飛行機で観測に向かったりすることはできる。しかし、そのような観測は空間的にも時間的にも大きく制限されてしまう。

ここで、人や陸地の有無に関わらず、常に熱帯地域をモニタリングしている観測システムが一つある。気象衛星である。2014年10月に種子島より打ち上がったひまわり8号はみなさんの記憶に新しいかもしれない。24時間、絶え間なく観測を続ける衛星データは、台風予測において革命的な進歩をもたらしたものであると言えよう。特に他の観測網の及ばない熱帯海域における台風において気象衛星による観測データの活用は不可欠なものだが、実はその活用は大変難しい。驚かれるかもしれないが、気象衛星から得られる情報のほとんど(実に90%以上)は、予測への活用方法が未だ確立されていないデータである⁸。この度新しく出た論文¹は、従来は上述のように理論的・技術的な様々な問題から利用が困難であった衛星データの、台風への新たな利用方法を開拓したものである。例えば以下リンク先の動画を見て頂きたい。

http://hfip.psu.edu/mum373/anim_bt.gif

新たな手法により可能となった衛星観測データを利用した場合(右図)、正しい特徴(左図)をほとんど完璧に捉えることができるようになった。衛星観測データを利用していない場合(中央図)と比べれば、その効果は歴然である。詳細はぜひ論文をお読み頂きたい。

3. まとめ：“potentially revolutionizing future hurricane predictions”

災害について考えるとき、いつも大学のある演習を思い出す。土木工学系の出身学科に

⁶ 小さな初期の差異が、非線形なシステムによって増幅され、結果として大きな差異が生じること。気象学者エドワード・ローレンツによる「ブラジルの1匹の蝶の羽ばたきはテキサスで竜巻を引き起こすか？」という表現に由来する。完璧な初期条件を得ることは不可能なので、予測には必ず限界がある。

⁷ “データ同化”と呼ばれる

⁸ 気象衛星は風速場のような大気の動きを直接観測していないこと、雲の存在下では雲下の情報が遮断されてしまうことなどが主な理由。

とって治水は重要なテーマで、2011年3月の東日本大震災以降、津波発生時の避難計画を作成する実践的な演習を設けていた。とある場所で大規模な地震・津波が発生したと仮定し避難方法・ルートなどを作成するのだが、その演習で私たちはどうしても予測犠牲者数を0にすることができなかった。与えられた情報をいくら最適化しても被害を無くすことができないのだ。だから、当時の私は、得られる情報で被害を無くすことができないのなら、その前提条件自体をひっくり返してしまおうと思った。地震と台風とは全く異なる現象だが、そんなシンプルな発想の記憶が、気象学への分野変更を決定的なものにした最後の要因だったように思う。

今、その前提条件をひっくり返さんとする道を実際に歩み始めたはずだ。この報告書で紹介した成果は、ペンシルバニア州立大学の広報ニュースを始めとして様々な媒体に取り上げられ、「台風予測に革命を起こそう」と評されている（下図）。文中の”could”が”did”に変わるには、さらに今までとは比べものにならないほど長く険しい道が待っているだろうが、今はその道に続く轍を刻み始めることができたことを、素直に喜びたいと思う。3年前に Funai Overseas Scholarship に応募したとき、私はその申請書類で「様々な災害を経験した身として、研究という社会の方向性を形作る仕事に従事し、社会的弱者が安心して暮らせるような安全な都市を築いていく礎になりたいと考えています」と書いた。今もなお、最初に思い描いた道にいられる幸運に感謝しつつ、残る PhD 課程に全力を注ぎ込みたい。

PENN STATE NEWS

Home Research Academics Impact Campus Life Athletics Administration Arts and Entertainment



Penn State researchers found a better way to use satellite data in hurricane prediction models, which could revolutionize future hurricane predictions. Pictured is satellite imagery of Hurricane Karl, which was the focus of the researchers' proof-of-concept study.

Image: National Oceanic and Atmospheric Administration

GOES-R satellite could provide better data for hurricane prediction

ここまでお読み頂きありがとうございました。最後に改めて、ご支援頂いている船井情報科学振興財団の皆様には感謝の意を示したいと思います。このような貴重な機会を提供頂いたご厚意に応えることができるよう、今後とも精一杯精進したいと思います。よろしくお願いいたします。