
令和2年11月30日に開催しました研究報告会「JAMSTEC2020」の第1部 ブルーケ
ライシス～海は広くて大きいけど…～「季節の不順を予測して備える」(付加価値情報創生
部門 アプリケーションラボ 土井 威志)の講演において、開催当日に回答できなかった
質問についてお答えします。

■データ同化はどのようなタイミングで実施するのですか？

→SINTEX-F 季節予測システムでは、1982年から、未来の予測計算を実施する直前まで、
連続的にデータ同化を実施しています。

■負のダイポールモードでは何が起こりますか？

→正のダイポールモード現象と、鏡合わせのように、逆のことが起こる傾向になります。具
体的には、熱帯インド洋の南東部で海面水温が平年より温かく、西部で海面水温が冷たく
なります。この水温の変動によって、通常は東インド洋で活発な対流活動がさらに活発と
なり、インドネシアやオーストラリアで雨が多くなります。ただし、全くの鏡合わせにな
るわけでもなく(難しい言葉で、非対称性があるとも表現できます)、現在も研究中です。

■エルニーニョやラニーニャの発生、ダイポールモードの正負の発生を事前予測するこ
とは可能でしょうか？

→可能です。例えば、エルニーニョ・ラニーニャ現象の発生はおよそ1年前からでもかなり
高い精度で予測が可能です。予測精度を評価するスコアは色々ありますが、例えば相関係
数を使ったスキルでは、1年前からの予測でおよそ0.6という値で予測できます。ダイポ
ールモード現象の予測は、それより難しい状況ですが、秋に発生するダイポールモードを
春から予測する場合、相関係数を使ったスキルで、およそ0.5という値で予測できます。
それより以前、例えば冬を跨いで予測するのはほぼ不可能な状況でしたが、2019年に発
生した非常に強いダイポールモード現象の予測は成功しました。その研究成果について
はプレスリリースもしていますので、参考にして頂ければ幸いです。

・プレスリリース (2020年4月6日付)：

2019年スーパーインド洋ダイポールモード現象の予測成功の鍵は熱帯太平洋のエルニー
ニョモドキ現象

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20200406/

■先日も関東は秋に夏日だったり、台風もあまり来なかったので、気候変動が加速しているのでしょうか？それによって海の中にも変化があるのでしょうか？

→異常な気象・気候が頻発しているのは事実ですが、その原因は色々な現象が複雑に絡み合っている可能性があり、現在も研究中です。例えば、地球温暖化に関する 50-100 年程度の長期トレンドの影響に加えて、自然に発生する 10 年規模の変動や、エルニーニョやダイポールモードのように数年に 1 度起こる現象、15-60 日程度で起きるマッデン・ジュリアン振動や、日々の天気の移り変わりなど、多様な現象の組み合わせの結果であることが考えられています。そのため、観測データの解析やコンピュータを使ったシミュレーションなどを駆使して、色々な仮説を丁寧に検証する研究が必要です。

観測データから、海の中でも温暖化が進んでいることがわかっています。その変化はわずかではありますが、海全体を 0.05°C 暖めるためのエネルギーで、空全体を 50°C 暖めることができます。海の中の変化は注意深く観測していく必要があります。

■海水温が高くなっているそうですが、原因は何なのでしょう？

→地球全体で海水温が 50-100 年程度の長期トレンドとして上昇している傾向は、主に、地球温暖化の影響を受けているためだと考えられます。一方で、海域や深度によっては、自然に発生する 10 年規模の変動や、エルニーニョやダイポールモードのように数年に 1 度起こる現象など、多様な現象が複雑に組み合わさった結果であるとも考えられます。そのため、観測データの解析やコンピュータを使ったシミュレーションなどを駆使して、色々な仮説を丁寧に検証する研究が必要です。

■グローバルウォーミングとカリフォルニア州などでの乾燥地域で、今後更に乾燥化が進む関係を教えてください。

→地球温暖化が進むと、カリフォルニア州など、もともと乾燥している地域はさらに乾燥化が進む可能性が高いと言われています。また、カリフォルニア州は、自然に発生する太平洋 10 年規模の変動(英名: Pacific Decadal Oscillation)や、数年に 1 度、熱帯太平洋で発生するラニーニャ現象の影響で乾燥傾向になることも知られています。これらの現象の影響が重なり合うと、甚大な被害を引き起こす可能性が危惧されます。

■季節の不順化は温暖化が原因と決めるべきではないのではないかな？

→その通りです。私の講演でお話しした季節の不順とは、いわゆる猛暑・冷夏や暖冬・厳冬などのことで、短絡的に地球温暖化の影響だと結び付けるのは大変に危険です。例えば、日本に冷夏や暖冬をもたらすとされるエルニーニョ現象や、猛暑をもたらすとされるダイポールモード現象は、数年に 1 度、自然に発生する空と海の変動現象です。50-100 年程度の長期的なトレンドとして、地球全体の気温が上昇している地球温暖化とは異なるメカニズムで発生する別の現象と言えます。一方で、進行中の温暖化を背景に、季節の不

順が極端化する可能性が危惧されます。例えば、2019年に発生したダイポールモード現象は非常に強いものでしたが、過去にも同程度の強さの現象は発生していました。それに関わらず、2019年のオーストラリアの山火事などは過去最悪の被害となってしまいました。その一因は、オーストラリアが地球温暖化の影響で、長期的に高温・少雨傾向であったところに、ダイポールモードの影響が重なりあった結果であると考えられます。そのような被害を軽減するためにも、季節の不順が、数ヶ月後、どこで起きる可能性が高いかをコンピュータを使って予測する技術(季節予測と呼ばれています)の高度化が益々重要になってくると私は考えています。

■海中のデータはアルゴフロートが主として計測しているようですが、その計測密度(運転している個数)は十分でないように思えます。多ければ多いほど三次元分解能はあがるわけですが、次の10年、どのくらいの個数が増えるのでしょうか？また、どのくらいの個数がほしいのでしょうか？

→ご指摘の通り、多ければ多い方が嬉しいというのが研究者の本音です。一方で、例えば、エルニーニョ現象は熱帯太平洋全域で発生する水平10000kmスケールの現象ですので、現在のアルゴフロートの数(世界中の海で約4000台が稼働中)を倍にしても、エルニーニョ予測の精度が飛躍的に上がることは期待できません。個数の問題だけではなく、どのような観測データが新たに増えると、どのようにサイエンスが発展する可能性があるのかを考えて、持続可能な海洋観測網をデザインすることが重要だと考えています。

例えば、現在のアルゴフロートは、地球温暖化や長期的な気候変動の実態把握に重要な2000mより深い海の情報を得ることができません。さらに、海洋酸性化、炭素循環、地球規模の生態系変化や生物多様性の実態解明に向けて、従来の水温や塩分などの物理的な変数だけでなく、生物・地球化学的な変数を観測する必要もあります。このような目的のため、新しいフロートがデザインされ(BGCフロートやDeepフロートと呼ばれています)、その試験的な観測が国際的に開始されております。詳しくは以下のサイトをご参照ください。

• Argo JAMSTEC

www.jamstec.go.jp/ARGO/index.html

• BGC Navis (生物地球科学用 Argo フロート) | プロダクト | Argo JAMSTEC

http://www.jamstec.go.jp/ARGO/argo_web/argo/?page_id=1070&lang=ja

また、現在のアルゴフロートのデザインでは、2000mより水深が浅い沿岸の海や、複雑な陸地や島で囲まれている海(縁辺海と呼びます)などの観測も難しい状況です。また、台風や爆弾低気圧などの影響を研究する場合、アルゴフロートによる10日に1度の観測より、より時間的に高頻度の観測データが必要であるとも言われています。そのため、アルゴフロートの発展だけでなく、多様な観測技術を複合的に組み合わせて観測網をデザイ

ンする必要があると考えています。その一例として、野生動物の力を借りるバイオロギングと呼ばれる手法もあります。ウミガメに搭載した水温センサーを使った季節予測の研究成果についてはプレスリリースもしていますので、参考にして頂ければ幸いです。

・プレスリリース（2019年12月13日付）：

ウミガメ由来の海洋観測データを季節予測シミュレーションに活用
—バイオロギング手法により海洋・気象観測網の発展に可能性—

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20191213/

■温度とコロナウイルス、インフルの流行に関する相関性はあるのでしょうか？

→とても興味深いご指摘をありがとうございます。流行には色々な要因がありそうですが、気温との関係を見出そうとする観点の研究も今後重要になってくると思います。現時点では、そのような研究を私自身しておりませんので、ご質問に具体的にはお答えしかねます。大変申し訳ありません。