

【2-1405】最近頻発し始めた新しい自然気候変動現象の予測とその社会応用 (H26~H28)

山形 俊男 (国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

1. 研究開発目的

H26 年度の研究開発目的は、

- (a) 最近頻発し始めたエルニーニョモドキ/ラニーニャモドキ現象や、中緯度大陸西岸に現れる沿岸ニーニョ/ニーニャ現象の大気海洋相互作用メカニズムを解明する。また各現象の予測可能性を、SINTEX-F 季節予測システムで検証する。
- (b) 地球規模の予測情報を、アジア-オセアニア域を対象に数 km 間隔で、湿度、気温、日射量等を適切にダウンスケーリングする技術開発に着手する。具体的なモデルの設定、初期値や境界値の取扱を決定すると共に、計算時間や出力データ確保のためのシステム設計と試験計算を始める。
- (c) アジア-オセアニア域における気候予測情報の利活用のためのニーズを調べ、具体的な対象地域や対象分野を、気候予測研究と連携して同定する。また SINTEX-F 季節予測システムで得られる予測情報を、社会応用で求められる予測情報に変換する技術を開発する。

2. 研究の進捗状況

研究の実施状況

最近頻発し始めた新しい自然気候変動現象の実態を解明し、その予測可能性を調べた。更に、最近頻発し始めた新しい気候変動現象の予測精度を向上させるべく、季節予測システムを高度化させた。その予測情報を実社会活動に利活用するために、特定地域において予測情報を詳細に加工するダウンスケーリングを行った。更に、予測情報を実社会活動に利活用するための準備をした。特に異常気象に脆弱な豊凶に対する早期警戒システムのプロトタイプを開発した。

- (a) 最近頻発し始めたエルニーニョモドキ/ラニーニャモドキ現象や、中緯度大陸西岸に現れる沿岸ニーニョ/ニーニャ現象の大気海洋相互作用メカニズムを解明した。また各現象の予測可能性を、SINTEX-F 季節予測システムで検証した。大気海洋結合モデル SINTEX-F に対して、高解像度化および海氷過程の導入などの高度化を行った (SINTEX-F2 季節予測システムの開発)。気候変動予測シミュレーションを行う際の初期値作成システムの高度化を行い、過去再予測実験の準備を整えた。なお、本業務はイタリア The Euro-Mediterranean Centre for Climate Change (以下 CMCC) とフランス Center for Research and Formation for Advanced Scientific Computations (以下 CERFACS) と共同研究した。
- (b) 地球規模の予測情報を、アジア-オセアニア域を対象に数 km 間隔で、湿度、気温、日射量等を適切にダウンスケーリングする技術開発に着手した。具体的なモデルの設定、初期値や境界値の取扱を決定すると共に、計算時間や出力データ確保のためのシステム設計と試験計算を実施した。観測データとの比較・検証を行った。なお、本業務は伊 CMCC と仏 CERFACS と共同研究した。
- (c) アジア-オセアニア域における気候予測情報の利活用のためのニーズを調べ、具体的な対象地域や対象分野を、気候予測研究と連携して同定した。また SINTEX-F 季節システムで得られる予測情報を、社会応用で求められる予測情報に変換する技術を開発した。なお、本業務は伊 CMCC、豪州 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (以下 CSIRO) と共同研究した。

具体的な成果

近年頻発してきたエルニーニョモドキ/ラニーニャモドキ現象には数十年スケール (interdecadal) で変動する成分があることを発見した。その位相逆転は 1970 年代後半から 1990 年代後半までの地球温暖化の見かけ上の強化や 1990 年代後半から最近までの地球温暖化の見かけ上の停滞と深く関連している。更に、1990 年代後半からの熱帯太平洋南東部 (エルニーニョモドキ現象の東の極) の大気海洋

相互作用の不活性にも関連している。また、東南アジアの降水量を予測するためには、古典的なエルニーニョ現象の発生を予測することに加えて、エルニーニョモドキ現象の発生も予測する必要性があることを明らかにした(Tsai et al. 2015, Scientific Reports)。更に、日本気候と海盆スケールの気候変動現象との関係を調べたところ、非常にユニークな地域性があることを明らかにした(Saji et al. 2015, GRL, 投稿中)。SINTEX-F1 季節予測システムでは、エルニーニョモドキ/ラニーニャモドキの発生を約半年前から高い精度で予測可能であることが明らかになった。

ニンガルーニーニョが最近になって頻発している理由が明らかになった。近年の地球温暖化傾向と太平洋数十年規模変動の負位相によって、オーストラリア西岸の海水の平均気温や海洋表層の蓄熱量が1990年代後半から急激に上昇している。それに伴い、オーストラリア西岸は緯度的には中緯度であるにも関わらず、熱帯の海のように振る舞うようになった。具体的には、暖かい海洋が、上空で背の高い対流を直接的に駆動するようになり、地域的な大気海洋相互作用を活性化させることで、ニンガルーニーニョの振幅を増幅させやすくなった。太平洋数十年規模変動の負位相が継続すれば、今後も極端に強いニンガルーニーニョが、極端な降水量増加を伴って頻繁に発生する可能性が高い。一方、皮肉なことに、西オーストラリアの降水量はこのニンガルーニーニョからの直接的な影響が支配的になったので、1990年以降の極端な西オーストラリアの多雨傾向を数理的に予測し易くなった。一連の成果は(Doi et al. 2015, JGR-oceans)として発表した。

近年新たに見出されたカリフォルニア沖合で発生する沿岸ニーニョ現象「カリフォルニアニーニョ/ニーニャ」が、エルニーニョ/ラニーニャと同時発生している場合、半年前からその発生を予測可能であることによることを見出した。この成果は(Doi et al. 2015, J. Climate)として発表した。

オーストラリア域と東南アジア域における力学的ダウンスケーリング技術開発を進め、WRF 領域モデルの設定を終えた。境界条件に SINTEX-F 季節予測システムの予測情報を代入し、対象地域に対して数10kmスケールの過去再予測実験を実施する準備を整えた。

農業、水管理、健康分野の専門家と連携し、アジア-オセアニア域の気候サービスとして実現可能性が高いものが何かを調べた結果、オーストラリアの小麦の豊凶予測が最も実現可能性が高いことが解った。観測データを統計解析することで、気候予測情報を、小麦豊凶予測情報に変換する具体的な計算式を導出することに成功した。一連の成果は(Yuan et al. 2015)として投稿中である。また関東地方における熱中症の防止に熱帯域の気候変動現象予測が間接的に利用できる可能性を示唆した。この成果は本研究計画申請時に開始したものであるが(Takaya et al. 2015, Scientific Reports)として Nature 社のジャーナルに出版された。

上記の成果等は、一般公開シンポジウム「季節を読む -予測科学の最前線-」(共催：環境省、海洋研究開発機構、2015年5月9日、東京大学山上会館、観客約100名)や鎌倉市生涯学習講義(2015年6月18日、大船学習センター、約30名)で講演し、本課題に対する「国民との科学・技術対話」を実現させた。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

現時点では特に記載すべき事項はない。

4. 委員の指摘及び提言概要

各予測が可能となる技術手法の開発についての成果があがっている。大気海洋結合モデルの重要性に鑑み、環境政策への反映を期待したい。社会応用が小麦豊凶予測以外にどこまで広がるかに注目したいが、全体としてどのように応用に結びつけようとしているのかわかりにくい。低緯度地帯に特化した予測技術になるとかながえられる。目的を明確にして、意義をつけて実施すると良い。国民との科学・技術対話として、中・高校レベルでの出張事業なども検討してもらいたい。

5. 評点

総合評点： B