

マルチモデルアンサンブルによる季節予報を提供する APEC Climate Center (APCC)*

野原大輔**

1. はじめに

日本の韓流ブームは少し落ち着いてきたが、韓国国内の国際研究活動はどんどん熱くなってきている。その中で、APEC Climate Center (APCC) は、2005年11月に韓国釜山に設立された。筆者は、マルチモデルアンサンブルによる季節予報の研究ができるという言葉に飛びついて、2006年4月からAPCCに加わった。それから1年近くが過ぎ、ようやくこの環境にも慣れてきたところである。本報告書を通じて、マルチモデルアンサンブルを利用した季節予報や国際協力事業、韓国釜山での生活等について、以下に詳しく述べたいと思う。

2. APCCの概要

APCCは、気候変動に伴う経済損失を緩和させるため、季節予報の精度を向上させることを目的に設立された。APEC (Asia Pacific Economic Cooperation: アジア太平洋経済協力) の名称が含まれていることからわかるように、APCCはAPEC諸地域の支援を受けている。APCC設立の経緯は住(2005)に記述されているので、本報告ではAPCCの具体的な実務について報告したい。

APCCの特徴は、APEC諸地域から複数の数値予報モデルによる予報結果を集め(マルチモデルアンサンブル)、統計処理をして季節予報を行う点である。現在、第1図に示した15予報・研究機関がAPCCに参加している。マルチモデルアンサンブルでは、数多くのアンサンブルメンバーを集めるばかりでなく、モデルの不完全性に伴う不確実性を打ち消すことによ

り、単独モデルよりよい予報結果を得られると考えられている(高野, 2002)。このよりよい予報結果を各地域に提供することで、洪水や渇水、熱波や冷害等による人間活動に対する被害を最小限に抑えることを目指している。

現在スタッフは全部で18人おり、研究開発部門は9人である。外国人は現在4人いて、インド人1名、中国人1名、香港人1名、日本人は筆者の1名である。APCC外部機関としてScience Advisory Committee (SAC) が設置されており、20人ほどの外国人を中心とした研究者の委員達がAPCCの運営や方針に助言を与えている。また、APEC諸地域の予報利用者とAPCC参加機関の関係をとり持つMember Working Group (MWG) も設置され、データ利用及び提供に関する情報交換が行われている。SAC及びMWG会議は、1年に1度開催されるAPCCシンポジウムに併せて行われている。第2図は、2006年9月に行われたAPCCシンポジウムの参加者である。2007年のAPCCシンポジウムは、9月11日から13日に開催予定である。今回はSAC及びMWGに加えて季節予報利用に関するチュートリアルワークショップも開催予定である。研究者の方ばかりでなく、多くの季節予報情報利用者の方にも参加して頂き、気候情報活用に関する情報交換を行いたい。

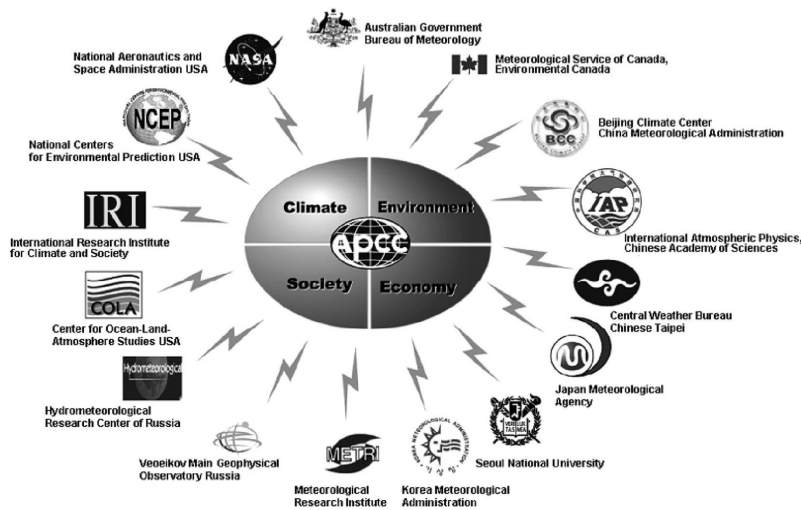
3. マルチモデルを利用した季節予報

APCCは、第1図に示した機関から季節毎の3か月予報の結果を集めてマルチモデルアンサンブルを行っている。集められた予報結果は品質チェックが行われ、現実大気場の再現性や予報成績が芳しくないモデルは排除される。次に品質チェックを通過したモデルを用い、4種類の決定論的予報と1種類の確率論的予報を行っている。決定論的予報は、1) 単純なマルチモデルアンサンブル平均、2) ダウンスケーリング

* Seasonal Forecast Based on Multi-Model Ensemble Provided by APEC Climate Center, APCC.

** Daisuke NOHARA, APCC Climate Center, Busan, Republic of Korea. nohara@apcc21.net

© 2007 日本気象学会



第1図 APCCに参加している予報・研究機関。



第2図 2006年9月に行われたAPCCシンポジウムの参加者。

法を利用した循環場から予報要素を写像により求める方法 (APCC, 2006), 3) 重回帰を利用したスーパーアンサンブル方法 (Yun ほか, 2003), 4) 大気的主要なモードだけで再構成した“擬似データ”を使うスーパーアンサンブルを利用した方法 (Yun ほか, 2005) で、確率的予報は、単独モデルアンサンブル予報が作る正規分布をマルチモデルで重ね合わせた方法である。これらマルチモデルアンサンブル法はそれぞれ長所短所があるので、過去の年の予報計算を行ったハインドキャストを用いて、要素毎、地域毎の予報精度の検証を行っている。最終的に APCC では、決定

論的予報4種の中から一番成績の良い手法を選択し、予報情報として提供している。

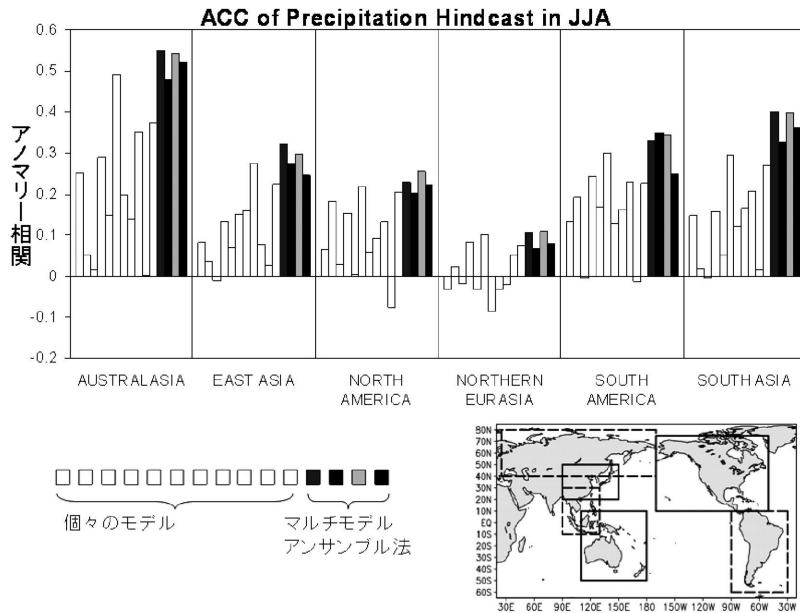
マルチモデルアンサンブルによる季節予報の成績は、単独モデル予報に比べてよいことが多い。第3図は各地域の決定論的単独モデルアンサンブル平均予報とマルチモデルアンサンブル予報の検証結果である。アノマリー相関の値が1に近い予報ほど、その予報成績は良い。全ての検証地域でマルチモデルアンサンブル法の予報成績はほとんどの単独モデル予報よりもよいことがわかる。ただし予報成績の地域差も大きく、低緯度の予報成績はよいが、中高緯度の予報成績はあまりよくない。また大陸上の予報成績は海洋上に比べてよくない。これは、熱帯海洋上の予報は海表面温度に強く依存しているのに対し、中高緯度大気はカオス的で幅の広い確率分布になるためである。一方、確率予報の点でも、マルチモデルアンサンブルの予報成績は、単独モデル予報より

もよい成績を示している。これもアンサンブルメンバー数の増加とマルチモデルの効果のためである。しかしながら、まだまだ改善の余地があり、今後ベイズ理論を取り入れる等多くの研究課題が残っている。

4. 国際研究・利用協力

精度が向上した季節予報情報は、エネルギー・農業・水利用・金融等の分野で効果が得られると考えられる。APCC ではいくつか国際研究協力プロジェクトが進行しているのでいくつか紹介したい。

1つは日本の電力中央研究所と韓国電力研究所と



第3図 (上段) 各地域ごとの決定論的な単独モデルアンサンブル平均予報とマルチモデルアンサンブル予報のアノミー相関を用いた検証結果. 夏季(6~8月の平均)の降水量のハインドキャストを1983~2003年まで21年間の平均したもので, 白色棒が単独モデル予報, 灰色棒が各マルチモデルアンサンブル法の結果である. (下段) 検証を行った地域の定義.

APCC のマルチモデルアンサンブルを利用して, 様々な地域のダウンスケーリングによる予報や予報検証法, 確率予報の価値利用の研究等を通して情報交換を行った. このプロジェクトは今後も毎年続けられる.

5. 釜山の生活

1年近く過ぎてみて, 釜山の気候は, 関東地方特に沿岸部に似ていることに気づいた. 世界地図を広げれば韓国と日本はお隣同士であるが, ユーラシア大陸に位置しているため気候的に違うことを期待していた. 同じ韓国でもソウルや内陸部の気候は大陸的であるが, 釜山の南は海であるため冬もそれほど気温が下

APCC の研究協力プロジェクトである. 季節予報情報は各地域の電力需要予測に使われるだけでなく, 国際原油価格の行方の予測にも重要になる. 共同研究を通じて, 電力生産性の向上や経済的リスクの低減といった効果が見込まれる. APCC は地球環境フロンティア研究センターと合同研究プロジェクトも行われており, 2006年3月にインド洋・太平洋における気候変動の予測に関するシンポジウムが開催された. また, モンスーンアジア水文気候研究計画 (Monsoon Asian Hydro-Atmosphere Scientific Research and Prediction Initiative : MAHASRI) にも参加し, 2008年から始まる集中観測期間に向けてマルチモデルアンサンブルを用いた季節予報とハインドキャストの提供を行うことになる. その他, 季節予報精度の向上とその利用についての研究プロジェクトとして, ソウル大学や International Pacific Research Center (IPRC) と共同して, Climate Prediction and its Application to Society (CliPAS) を実施している.

APCC では, 各国から短期滞在研究員を受け入れ, 季節予報情報利用に関する研究を行っている. 2006年度は7か国から7人の研究者を受け入れた. 彼らは

がらず, 氷点下の日もあまりない. ただ夏季の季節変化のタイミングの違いがある. 釜山は福岡とわずか200 km 足らずしか離れていないにもかかわらず, 2006年の梅雨入りのタイミングは3週間程遅れて来た. 梅雨が明けるのも遅い.

釜山は日本から一番近い外国であるため, 日本との交易が活発である. そのため, 様々な所で日本風文化を見つけることができる. 街中には“おでん”の屋台が数多くある. 日本と違って居酒屋風でなく, 中・高校生ぐらいの人もおやつ代わりにおでんを食べている光景をよく見かける. 米文化は当然ながら味噌汁も刺身もよく食べる. ただ, 唐辛子味噌で刺身を食えることには初めは抵抗があった. 基本的に韓国料理は何でもおいしく食べられるので, 毎日食べているうちに辛さにも徐々に慣れてきた. 今では韓国人でも辛いと感じるものもおいしく食べられるようになった.

街の交通機関は, 街の主要な場所に地下鉄やバス網がいきわたっているため大変便利である. しかも, 料金は他の物価に比べて相対的に安く, 交通デビットカードを使用すればバスの乗り継ぎも無料でできる. このデビットカードは大変便利で, カード1枚でバス

や地下鉄にも乗ることができる。この交通システムに慣れれば、1500 W (約200円) あれば空港を含めた市内の主要な場所に行くことができる。タクシーも安く利用できしかも数多く走っているので、車を持たなくても生活はほとんど不自由しない。ただし当然のことだが韓国語しか通じないので、タクシーの行き先を上手に伝えることができずに苦労したこともあった。

しかし、その他の生活物価は日本より高く感じられる。最近韓国を訪れた方ならわかると思うが、交通機関と食堂以外のほとんどの生活必需品の値段が高い。そのためか、最近、日本に行き服飾などを買い物する韓国人も増えているといったことが新聞に掲載されていた。

また、釜山の居住地域の人口密度の高さは世界でもトップレベルである。釜山の地形は山がちであるため、多くの住民は谷部の狭い土地に住んでいる。また、韓国では近年不動産ブームとなっており、街のあちこちで高層アパートの建設ラッシュとなっている。日本では珍しい50階建てを超える超高層アパートも乱立している。地震がほとんどないため安価に作れると思うのだが、地方の中小都市でも高層アパートが数多く建っているの、これが文化なのかもしれない。

6. 終わりに

APCC は設立してまもなく人数も経験も少ない国際機関であるが、今後徐々に活動の幅を拡げる計画で

ある。現在は季節毎に季節予報を発表している (2, 5, 8, 11月の25日前後) が、今後はその頻度を増やし予報期間を延長する準備を行っている。また、様々な気候情報の集約センターとして、季節予報ばかりでなく気候モニタリングや早期警報等の情報も提供を行う予定である。これらの情報は、APCC のホームページ (<http://www.apcc21.net>) からどなたでも利用できる。まだまだコンテンツは不足しているが、季節予報の利用者等から意見を取り入れて、よりよい情報提供を行いたいと思う。

参考文献

- APCC, 2006: Assessment of the climate forecasts produced by individual models and MME methods, APCC Technical Report, 1-42.
- 高野清治, 2002: 各国におけるアンサンブル予報の現状と将来, 気象研究ノート, **201**, 105-120.
- 住 正明, 2005: APCN から APCC へ—第 3 回 APCN Scientific Advisory Committee の報告—, 天気, **52**, 61-63.
- Yun, W.-T., L. Stefanova and T. N. Krishnamurti, 2003: Improvement of the superensemble technique for seasonal forecasts, *J. Climate*, **16**, 3834-3840.
- Yun, W.-T., L. Stefanova, A. K. Mitra, T. S. V. Vijaya Kumar, W. Dewar and T. N. Krishnamurti, 2005: A multi-model superensemble algorithm for seasonal climate prediction using DEMETER forecasts, *Tellus*, **57A**, 280-289.