

11. RECCA北海道「近未来ビューワ」の 開発と公開

小松 麻美^{1*}・小倉 勉¹・松岡 直基¹・佐藤 隆光¹
山田 朋人²・稲津 将³・佐藤 友徳⁴

¹一般財団法人日本気象協会 北海道支社（〒064-0953北海道札幌市中央区北4条西23丁目1-18）

²北海道大学 大学院工学研究院（〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目）

³北海道大学 大学院理学研究院（〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目）

⁴北海道大学 大学院地球環境科学研究院（〒060-0810 札幌市北区北10条西5丁目）

* E-mail: komatsu@jwa.or.jp

本論文では、文部科学省・気候変動適応推進プログラムの北海道グループ(RECCA-hokkaido)で開発した「近未来ビューワ」の開発と公開について論じる。「近未来ビューワ」とは北海道における気候変動適応策立案への活用を目的に、北海道領域を対象にダウンスケーリング計算を行った将来予測計算結果などの水文・気象データを公開しているウェブサイトのことである。本ビューワの開発にあたり、事前アンケート・ヒアリングを実施して設計を行った。公開にあたってはシンポジウム開催やYoutubeへの解説動画投稿など、研究成果の社会への還元を意識した活動を行っている。

Key Words : RECCA, ダウンスケーリング, 将来予測, データ公開

1. はじめに

地球温暖化に対する適応策検討への知見の提供と気候変動による影響に強い社会の実現を目指して実施された、文部科学省・気候変動適応推進プログラム(RECCA)の課題の一つとして、北海道大学と日本気象協会北海道支社を中心にRECCA-hokkaidoグループで産官学連携プロジェクトを実施した。¹⁾²⁾³⁾ 本論文ではその中で開発された、将来予測の情報を多様なステークホルダーに分かり易く伝える「近未来ビューワ」(<http://www.njwa.jp/recca/>)について報告する。

2. 「近未来ビューワ」概要

近未来ビューワは、北海道における気候変動適応策立案への活用を目的として開発されたウェブサイトのことである。RECCA-hokkaidoの研究成果であるダウンスケール手法にて計算した北海道の水文・気象データを将来予測特有の確率（誤差）情報も考慮して公開しており、デ

ータのダウンロードも可能である。

3. 開発過程での工夫

開発にあたり、北海道内の研究機関・自治体等ビューワの想定利用者に対して広くアンケートを実施した。ビューワで見たい内容についての回答は、基本要素である降水量や気温の変化傾向の他、積雪・降雪の変化傾向を見たいという北海道ならではの特色があった。利用したいデータ要素としては降水量、気温、降雪量が挙げられていた。期待する機能としては市町村選択が1位であり、続いてデータのダウンロード機能、気候変化の理由などを分かりやすく解説する資料となっていた。なお、市町村選択の機能実現のためにはダウンスケーリングされたデータによる表示が必須である。

さらに、ビューワ活用の主体と想定される農業分野と河川分野の政策立案者に対し、開発前（設計段階）と開発中の合わせて2回、ヒアリングを実施した。開発前のヒアリング意見には解説資料の掲載や計画策定に使用す

るデータダウンロードを望む声があり、ビューワ概略設計に利用した。開発中にプロトタイプ版をレビューしヒアリングした際にはモデル採用の理由付けや補正方法の資料を望む声があがった。これらの意見もシステム改修実施に役立てた。

4. コンテンツ内容

本ビューワのコンテンツは以下の3本の柱からなる。

(1) 学ぶ・知る

広く市民が将来予測に関する知識を学ぶことができるよう、一般向けの気候変動に関する解説文や解説動画を掲載している。Youtubeを通じて公開した動画には、RECCA-hokkaidoプロジェクトの活動内容の説明や研究者による気候変動や地球温暖化研究にまつわる疑問の解説を含む。

(2) データを見る

この項目では、RECCA-Hokkaidoの研究成果である次のデータを見ることが出来る。3つの全球モデル（日本・東大MIROC、独・マックスプランク研究所MPI、米・NCAR-CCSM3）×3つの領域モデル（日本・気象庁NHM、米・スクリプス海洋研究所のRSM、米・WRF）で計算した9通りの21世紀後半の予測（いずれも全球年平均気温が2℃上昇した将来）と、20世紀後半（現在）のそれぞれ10年分の平均を比較し、年・季節・月単位で統計した10kmメッシュの分布図(図-1)をGoogle Earthを用いて表示する。また、道内の主要河川の流域別の変化量のグラフも表示できる。いずれのデータもCSV形式でダウンロード可能とした。

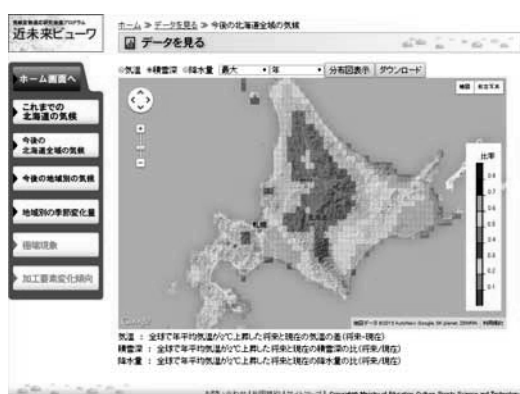


図-1 近未来ビューワ画面一例（10kmメッシュで示した最深積雪の現在予測と将来予測の比）。

(3) 研究成果

成果報告書、関連論文のほか、本プロジェクト成果による将来予測値を用いて計算した適用研究事例も掲載している。

5. 公開後の工夫

本ビューワを一般公開（ユーザーIDやパスワードによる制限なし）した後は、一般市民も参加可能な公開シンポジウムの実施し、当日の質疑応答やアンケート等さまざまな手法によって、市民との意見交換を行った。シンポジウム開催後、地元新聞社にもその内容が掲載され、実効的な情報発信を行うことができた。

近未来ビューワの公開にあたり、簡便な手法ではあるが、検索サイトにて、「近未来ビューワ」というキーワードで検索順位が上位となる工夫も施している。2015/7/24現在、大手検索サイトYahoo、Googleとも「近未来ビューワ」というキーワードで検索すると本ビューワのトップページが検索順位1位となる。また、本ビューワはタブレットやスマートフォンでも表示可能である。

6. まとめ

RECCA-hokkaidoの研究成果を用いて将来予想される北海道の気候変化を可視化することができた。今後本ビューワが水文、防災、水利や農業等の分野の将来計画立案や研究の進展に寄与することを期待する。

謝辞：本研究は文部科学省・気候変動適応推進プログラム(RECCA)の研究課題「北海道を対象とする総合的ダウンスケーリングの開発と適応」の支援により2010年度から2014年度まで実施された。

参考文献

- 1) 稲津将,山田朋人,佐藤友徳,中村一樹,杉本志織,宮崎真,久野龍介：北海道を対象とする総合的ダウンスケーリングの開発と適応. 細氷, Vol.59, pp. 2-22, 2013.
- 2) 佐藤友徳,山田朋人,稲津将,中村一樹,杉本志織,宮崎真,久野龍介：北海道を対象とした地域気候研究の動向. 北海道の農業気象, Vol.65, pp. 12-22, 2013.
- 3) 山田朋人：将来の短時間豪雨の推定と降雨の不確実性—北海道を対象とする総合的ダウンスケール手法の開発と適用—. 生活と環境, Vol.60 No.7, pp.39-44, 2015.

12. 核実験により降下した ^{137}Cs の北太平洋における拡散形態

坪野 考樹^{1*}・三角 和弘¹・津旨 大輔¹・青山 道夫²

¹一般財団法人電力中央研究所 環境科学研究所 (〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646)

²福島大学 環境放射能研究所 (〒960-1296 福島県福島市金谷川1番地)

* E-mail: tsubono@criepi.denken.or.jp

大気圏核実験で北太平洋に降下した ^{137}Cs の海域の拡散形態を把握するために、領域モデルであるROMSを用いて、1945年から2010年までの計算を実施した。計算結果より、北太平洋表層で最大濃度となる年は、 ^{137}Cs フラックスが最大となる1963年となり、北太平洋の ^{137}Cs 総量が最大となる年は1966年であった。 ^{137}Cs 総量が最大となる1966年では、290PBqが北太平洋に存在したが、半減期や計算領域外への流出により2010年には60PBqまで減少していた。表層における ^{137}Cs 濃度は、1963年の北太平洋のN30°以北では、50~75 Bq m⁻³となるが、半減期半減期や計算領域外への流出により、2010年には、1~1.5 Bq m⁻³となった。

Key Words : ^{137}Cs Activity, North Pacific Ocean, Regional Ocean Modeling Systems

1. はじめに

2011年3月11日に発生した津波により、福島第一原子力発電所（以降、1F NPPと記述）において事故が発生し、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs などの放射性物質が放出され、それら物質は北太平洋に拡散した。

^{137}Cs は半減期が約30年と ^{134}Cs （：半減期約2年）よりも長く、海洋上に長く分布する特徴がある。そのため、事故以前において、1970年代以前に実施された大気核実験や1986年のチェルノブイリ事故による大気からのフォールアウトした ^{137}Cs の影響により、2010年の北太平洋表層における ^{137}Cs 濃度は1~2Bq/m³であることが報告されている（Aoyama and Hirose, 2004; Aoyama et al., 2011; Aoyama et al., 2013）。そのため、1 FNPPから放出された ^{137}Cs の影響を把握する場合では、事故前の北太平洋における ^{137}Cs の背景濃度や総量の把握が必要となる。

本研究では、事故前の北太平洋における ^{137}Cs の背景濃度を把握するために、フォールアウトした ^{137}Cs について1945年から2010年までの数値計算を実施した。

本研究所では、地域海洋モデルであるROMSを用いた。計算領域をS20°- N65°, E109°- W75°の北太平洋領域とし、日本周辺を1/12°, その他領域を1/4°の可変メッシュのグリッドを採用した。駆動力および境界条件に気候値を用いて、北太平洋の気候的な状態を再現した。また、海水モデルの代わりに、海水の発達する領域を観測値に緩和する手法を用いた。

大気圏核実験やチェルノブイリ事故で大気から北太平洋に降下した ^{137}Cs フラックスについては、Tsumune et al.(2001)らが設定したフラックスと同様に、降雨と ^{137}Cs の降下濃度から設定した。

^{137}Cs の計算は以下のように実施した。まず、北太平洋の流動再現のために、水温・塩分のみを1月の気候値に設定した状態から30年のスピニングアップした。そののち、1945から2010年にかけて、降下した ^{137}Cs について計算を実施した。ただし、駆動力について気候値を用いていることから、 ^{137}Cs の拡散開始時期を1年ずつ分岐させて5ケースのアンサンブル計算を実施した。

以降に示す結果は、 ^{137}Cs の計算結果の評価については、5メンバーの平均値である。

2. 数値モデルの概要

3. 計算結果

(1) 北太平洋における ^{137}Cs の総量

図-1に北太平洋における ^{137}Cs のフラックスと総量の経年変化を示す。大気圏核実験でフォールアウトした ^{137}Cs により、北太平洋の ^{137}Cs の総量は1945年から増え続け、1966年にピークとなり290PBqとなる。その後、総量はフラックスが小さくなるため低下する。最大の降下量は1963年であったが、その後、1966年まで降下量が、半減期および開境界からの流出を上回り、1966年以降では下回ったことがわかる。1986年に小さなピークが見られるが、これはチェルノブイリ事故の影響によるものである。

Aoyama et al. (2013)は、2003年における北太平洋中の ^{137}Cs 濃度の観測結果から、北太平洋の ^{137}Cs の総量を約85PBqと推定している。今回の計算では2003年の北太平洋における ^{137}Cs 総量は約81PBqとなり、Aoyama et al. の推定した結果と同程度となった。

2010年の北太平洋の ^{137}Cs 総量は、約60PBqであった。Aoyama et al.(2012)は、2003年に推定した85PBqの ^{137}Cs 総量から半減期分による減少を考慮して、2010年の ^{137}Cs 総量を69PBqと推定している。計算結果とAoyama et al. の結果に9PBqの違いがあるが、計算における2003年から2010年までの半減期による減少分は15.2PBq (Aoyama et al. と同程度) であることから、半減期だけでは、減少分が説明できない。そのため、残りの減少分5.8PBqは、南北西側境界から ^{137}Cs が計算領域外に流出したためと考えられる。

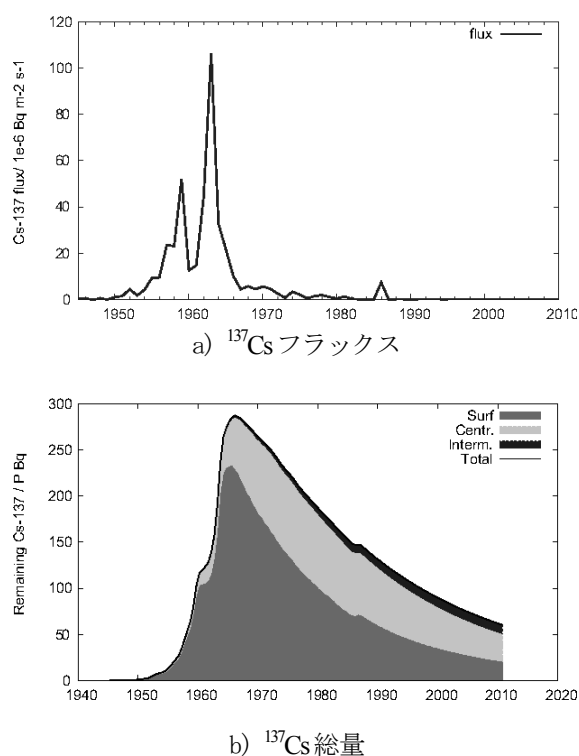


図-1 北太平洋における ^{137}Cs のフラックスと総量

(2) 表層・亜表層・中層における ^{137}Cs 総量の経年変化

図-1に、総量とともに、北太平洋における表層（水深0–200m）・亜表層（200–600m）・中層（600–1500m）の ^{137}Cs 総量を示している。ここに、1500m以深についての総量も計算したが、1500m以浅の総量と比較して非常に小さい値となった。これは、北太平洋において沈み込む海域がないためである。

フォールアウトした ^{137}Cs は、表層に存在したあと亜表層・中層に移動していくことがわかる。1970年以降、亜表層の ^{137}Cs の総量が大きく変化しないが、これは表層から亜表層に移動する総量と半減期、亜表層から中層に移動する量、境界から計算領域外に移動する量の合計が、釣り合っていることが示唆される。

存在量の比率としては、1980年前半以降に、亜表層および中層の ^{137}Cs 総量が50%を超えた。つまり、表層よりも亜表層以下に ^{137}Cs が移行しており、表層よりも下層に ^{137}Cs が多く存在していることを意味している。また、2010年では、亜表層および中層の ^{137}Cs 総量の全総量の比

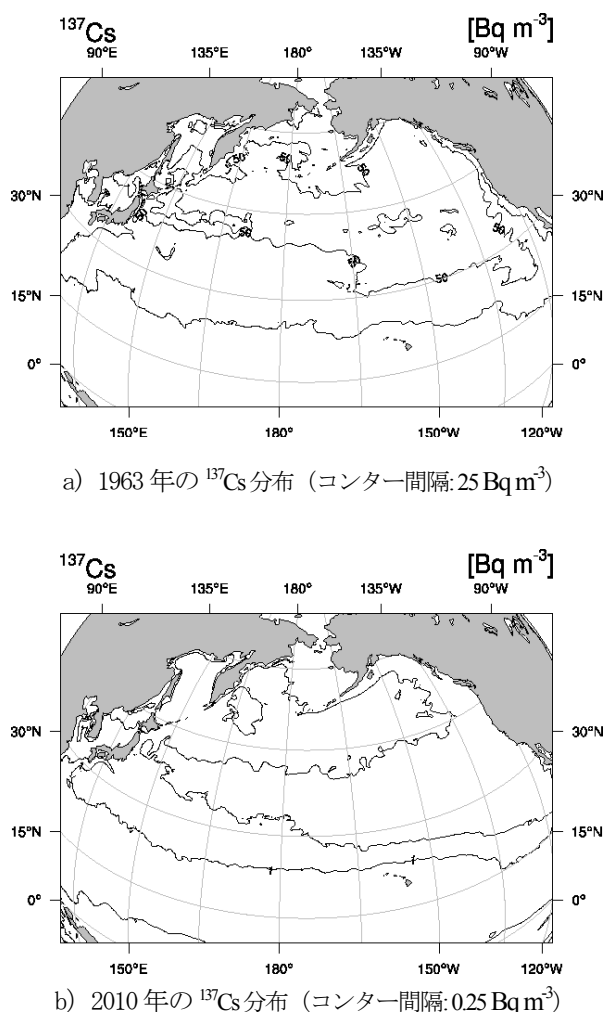


図-2 1963年と2010年の表層における ^{137}Cs の濃度結果

は60%を超えている。

(3)表層の ^{137}Cs の分布 (1963,2010)

図-2に、1963年と2010年の表層における ^{137}Cs の分布を示す。 ^{137}Cs フラックスが1963年に最大となるため、1945年から2010年までの結果を見ると、表層の ^{137}Cs 濃度は1963年後半が最大値となる。北太平洋の30°N以北では50 Bq m³以上の濃度が表層で存在する結果となった。そして、濃度の最大値は75 Bq m³以上となり、40°N、150°Wの周辺に分布する。

2010年後半における表層の濃度は、北太平洋の20°Nでは1.0～1.5Bq m³の濃度が表層で存在する、濃度の最大となる領域は、N20°、W135°の周辺となる。全域で1～2.0Bq m³以下となる結果は、Aoyama et al.(2011, 2013)が示した結果と一致した。

4. まとめ

北太平洋を領域とする数値モデルを用いて、大気核実験から降下した ^{137}Cs の計算を1945年から2010年まで実施した。

計算結果より、北太平洋表層で最大濃度となる年は、 ^{137}Cs フラックスが最大となる1963年となり、北太平洋の ^{137}Cs 総量が最大となる年は1966年であった。

^{137}Cs 総量が最大となる1966年では、290PBqが北太平

洋に存在したが、半減期や計算領域外への流出により2010年には60PBqまで減少していた。2010年における北太平洋の ^{137}Cs 総量の約60%は亜表層以下に存在していた。

表層における ^{137}Cs 濃度は、1963年の北太平洋のN30°以北では、50～75 Bq m³となるが、半減期半減期や計算領域外への流出により、2010年には、1～1.5 Bq m³となった。

参考文献

- 1) Aoyama, M. and Hirose, K., 2004. Artificial radionuclides database in the Pacific Ocean: Ham database, Scientific World Journal 4, 200–215.
- 2) Aoyama, M., Povinec, P.P., Sanchez-Cabeza, J. A., 2011. The Southern Hemisphere Ocean Tracer Studies (SHOTS) project. Prog. Oceanogr. 89,1–6.
- 3) Aoyama, M., M. Uematsu and Y. Hamajima, 2013. Surface pathway of radioactive plume of TEPCO Fukushima NPP1 released ^{134}Cs and ^{137}Cs . *Biogeosciences*, 10, 5601–5617.
- 4) Tsumune, D., Aoyama, M., Hirose, K., Maruyama, K., Nakashiki, N., 2001. Calculation of fallout in the ocean by the ocean general circulation model. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 248, 777–783.