

極端降水解析のための日降水量グリッド データ APHRODITE の改良

谷田貝 亜紀代[†] 前田 未央[†] 増田 南波[†] 末藤 菜保[†]
安富 奈津子^{††} Sunil Khadgarai

A2-2 要旨

「極端降水評価と気象解析のための APHRODITE アルゴリズムの改良」(APHRODITE-2)では、日降水量 24 時間観測時間 (End of the Day, EOD) や、極端降水値の保存 (SVD)、品質管理 (QC) に注意を払ったプロダクトの作成を行い、2018 年 9 月末に V1801R1 プロダクトを公開した。ここでは APHRODITE-1 の最終プロダクト (V1101R1) との主な違いに与える EOD と SVD の影響を中国について比較した結果を報告する。極端降水に対して EOD のインパクトのほう

が大きい結論となった。

Asian Precipitation – Highly Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of Extreme Events (APHRODITE-2)

Akiyo Yatagai[†] Mio Maeda[†] Minami Masuda[†]
Naho Suetou[†] and Natsuko Yasutomi^{††}
and Sunil Khadgarai

The APHRODITE-2 project aims to represent extreme precipitation by modifying the algorithm in terms of 1) clarify the End of the Day (EOD) and 2) Station Value Conservation at a grid box with a station observation. Here we show the impact of the two effects to the grid products version V1101R1 and V1801R1 for China.

1. はじめに

アジアの日降水量グリッドデータ Asian Precipitation -- Highly Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of water resources (APHRODITE, Yatagai et al., 2009, 2012)は、日本域グリッド降水(APHRO_JP, Kamiguchi et al., 2010)、日平均気温と雨雪判別 (Yasutomi et al., 2011) と共に広く用いられてきた。現在「極端降水評価と気象解析のための APHRODITE アルゴリズムの改良」(APHRODITE-2 プロジェクト)によりプロダクトの更新と改良を行っている。

主な改良点として、1)現地から入手したデータの日付のまま解析していたが、少なくとも日界の異なるものを混ぜない、2) 0.05 度解析格子内に観測点がある場合その値をグリッド値が保存する、3) 品質管理(QC)の精緻化として衛星等により実際に発生した極端降水と異常値を識別、を行っている。また別報告 (A2-3) に示すように、データベース化による QC も行っている。これらにより、まず V1801 アジアモンスーン域 (MA) 版を 1998-2015 年について作成し、2018 年 9 月に公開した。現在日界補正プロダクトの作成を行っている。これに伴い、1)と 2)の効果について感度実験を行ったので報告する。また比較のため APHRODITE の手法で採用している気候値からの割合の内挿の効果も併せて示す。

2. APHRODITE 日降水量グリッドデータ作成手法と改良

2.1 APHRODITE アルゴリズム

図 1 に APHRODITE データ作成の流れを示す。各国気象庁に保管されている日降水量データ、月降水量データを独自入手することに加え、インターネット上で得られるデータも利用している。これらをまず共通のフォーマットに変換し (Task1)、品質管理 (Task2) を施した上で、内挿を行う (Task4)。この際に、季節を代表する山岳降水の分布パターンを反映できるよう、気候値からの割合の内挿を行っている。気候値作成 (Task3) も重要な過程であるが、APHRODITE-2 では新規開発を行わず、APHRODITE にて開発したものをを用いている。

内挿により 0.05 度グリッド (約 5km 間隔格子) 上の日降水量値を算出するが、各国から独自入手したデータは、生データの再配布が禁じられることが多いため、日本

[†] 弘前大学理工学研究所
Faculty of Science and Technology, Hirosaki University

^{††} 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute (DPRI)/ Kyoto University

APHRODITE's Analysis Flow

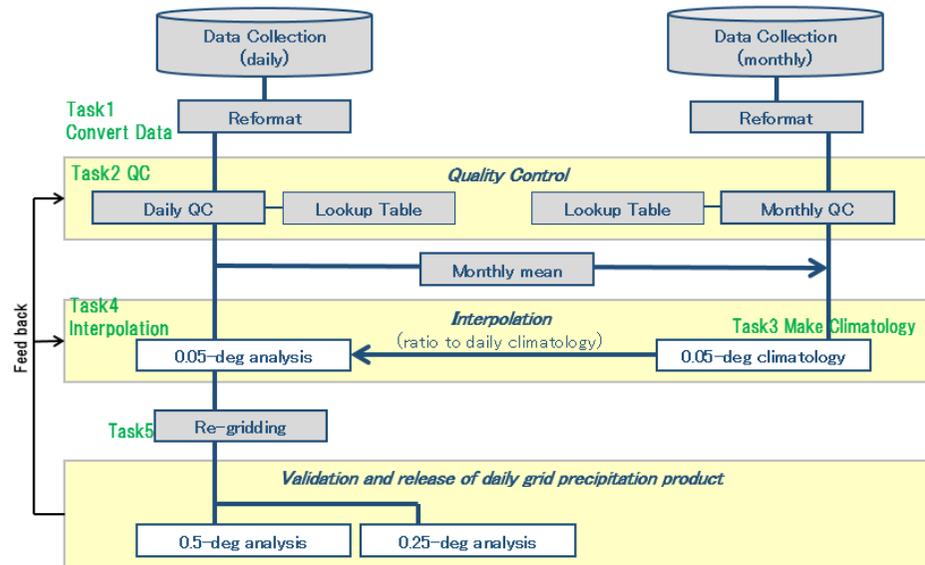


図 1 APHRODITE 日降水グリッドデータ作成の流れ
 Fig.1 Flow chart of the APHRODITE Algorithm

表 1 比較実験のオプションと実験名. Yはそのオプションを使用したこと, Nは使用していないことを示す.

Table 1 Options of the sensitivity tests. Y/N indicates consideration (non-consideration) of the specific option.

| 効果 | V1801 RSE | SSE | RSV | REO | V1101 RAT |
|---------------------|--------------|-----|-----|-----|--------------|
| RATIO (気候値からの割合の内挿) | Y | N | Y | Y | Y |
| SVC (地点観測値をグリッドに保存) | Y | Y | Y | N | N |
| EOD (日界の異なるものを混ぜない) | Y | Y | N | Y | N |

以外は 0.25 度および 0.5 度に再グリッド化 (Task5) したものを公開している.

2.2 APHRODITE-2 における改良

APHRODITE-1 では, できるだけ多くの観測データを用いる方針から, 24 時間の積算降水量の時間 (日界) が不明であっても, また同一地域に異なるものが含まれていても使用していた. このことは, 長期平均の降水量値としては問題ないが, 集中豪雨のように短時間に降る雨の場合, 時間のずれたものを同時に内挿することで, 極端な降水の値が滑らかになってしまう懸念がある. そこで APHRODITE-2 では, 人工衛星による降水推定値のデータを用い, 日界を推定し, V1801R1 は 1 つの地域 (国) に日界の異なるデータを混ぜないプロダクトとして作成した. 現在日界の補正 (世界時 00-24UTC の 24 時間の降水値とする) を行っており, 年度内に公開の予定である.

内挿の際 (Task4), 距離に応じた重み付けと, 観測点とグリッドの間に標高の高い部分 (ピーク) があった場合に, ピークより手前の重みを高く, 観測点側の重みを低くする工夫を施している. 相関距離は気象研究所 20km モデルから計算したものをしている. そのため, 内挿を行う 0.05 度グリッド (5km) の領域内に観測値があったとしても, その値がグリッド値になるのではなく, 相関距離の範囲内の地点に重みをかけて算出される値となった. しかし APHRODITE-2 では, もし 0.05 度 x 0.05 度のグリッド Box 内に観測値がある場合には, その観測点の値をグリッド値とすることにした.

このほか, 品質管理 (QC, Task2) を丁寧に行っている. 大きな値があった場合, エラーなのか, 実際の豪雨だったのかを衛星データから判別するプロセスを導入したほか, A2-3 に示すように, Task1 データをさらにデータベース化することにより, エラーの検出, 修正度を高めた.

3. 比較実験

3.1 実験概要

2005 年 1 年分の中国データおよび日本データについて, 比較実験を行った. 日本については別途報告した (谷田貝ほか, 2018) ので, ここでは中国についての実験結果のみ記す. 表 1 に実験名 (RSE, SSE, RSV, REO, RAT) と, 各実験のオプションを示した. RSE は Task4 における割合の内挿 (RATIO) を適用, 地点保存 (SVC) を適用, 日界の異なるものを混ぜない (EOD), 基本場であり, APHRODITE-2 として公開した V1801R1 アルゴリズムに相当する. ここでは RSE を基準として他の効果を調べる.

SSE は, 地形を考慮した内挿を行わず, 降水量値を内挿した結果である. RSV は, RSE の 3 つのオプションのうち, EOD の混在をテストしたものである. 中国では, 朝 8 時 (北京時間, 世界時間は 00UTC) と夜 8 時 (同, 世界時間は 12UTC) の 2 回降水

量を計測している。入手経路により、00-24UTC の 24 時間積算した日降水量 (EOD=24) と、12-12UTC を積算した 24 時間降水量 (EOD=12) が存在する。このため、本実験 (および RAT) では、中国内の約 700 地点すべてにおいて、EOD=00UTC と、EOD=24UTC の両者を共に解析した。

REO は、RSE に対し地点保存 (SVC) のオプションを実行しないこととした。つまり EOD 混在はしないが、内挿手法について APHRODITE-1 (V1101R1 プロダクト) と同じである。

RAT は、V1101R1 に対応するもので、SVC は行わず、EOD 混在させている。ただし、V1101R1 では、すべての地点について EOD=12 と EOD=24 が混在したのではなく、中国については約 700 地点の EOD=12 のデータに加え、全球気象通信網 (GTS) のデータのアーカイブである、米国海洋大気省 (NOAA) による Global Summary of Day データベースからダウンロードしたデータ (中国は約 200 地点) を混在させた。

3.2 主な結果

図 2 に各実験による年降水量分布を、図 3 に RSE と各実験との差を示す。降水量分布 (図 2) は一見して大きな違いはみられない。RSE との差の図から (RSE-SSE のみスケールが異なる) 割合の内挿の効果が非常に大きいことがわかる。REO,すなわち SVC の効果はほとんど見られない。よって中国の降水量には、EOD と SVC の効果では EOD 混在の効果の大きいことがわかる。

図 4 に、50mm 以上の降水の日数を示す。RSE に比べて、EOD 混在をさせた RSV と RAT で日数が減少していることが明らかである。図 5 は、総降水量に対する 50mm 以上の降水の割合について、RSE との差を示している。こちらも、EOD 混在させた RSV と RAT で差が大きく、混在によりその降水割合が減少した (オレンジ色～赤) ことを示している。このほか SSE との差で中国東部に、EOD 効果の半分程度であるが差がみられる。これは、図 3 で示したように、割合の内挿の総降水量に対する影響が大きいこともあり、総降水量に対する 50mm 降水の割合の RSE との差は SSE よりも RSV, RAT のものが大きいことが分かる。

他の極端降水の指標である、年最大降水量と、99 パーセンタイル値についての RSE と各実験との差を、図 6, 7 にそれぞれ示す。一見して REO, すなわち地点保存 (SVC) の効果はほとんどないことが分かる。EOD 混在の効果 (RSV, RAT) が全体的に大きく、混在により強い降水の量や頻度が減った地域が多いことを表している。SSE の差は RSV や RAT より小さく、差の符号や分布もそれらとは異なる。

最後に図 8 に、中国全体での、各実験における総降水量 (中国平均降水量) と、50mm 以上の降水グリッド数 (図 4 で示した 50mm 以上の日数のそれらのグリッド数の総計) を示す。大変興味深いことに、年降水量では各実験でほとんど差がなく、SSE で若干 (約 1%) 降水量が増えるだけであるが、50mm 以上の降水を示す総グリッド数は、EOD

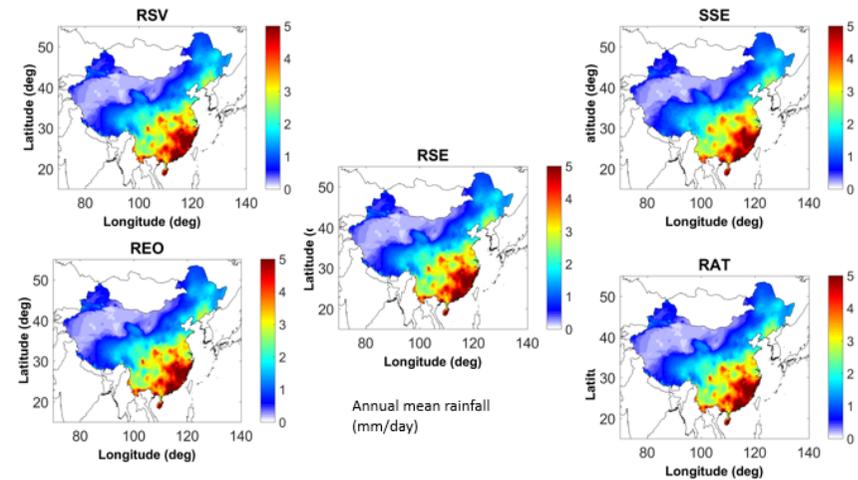


図 2 年降水量の比較 (単位: mm/day)
 Fig.2 Comparison of annual mean precipitation (Unit: mm/day)

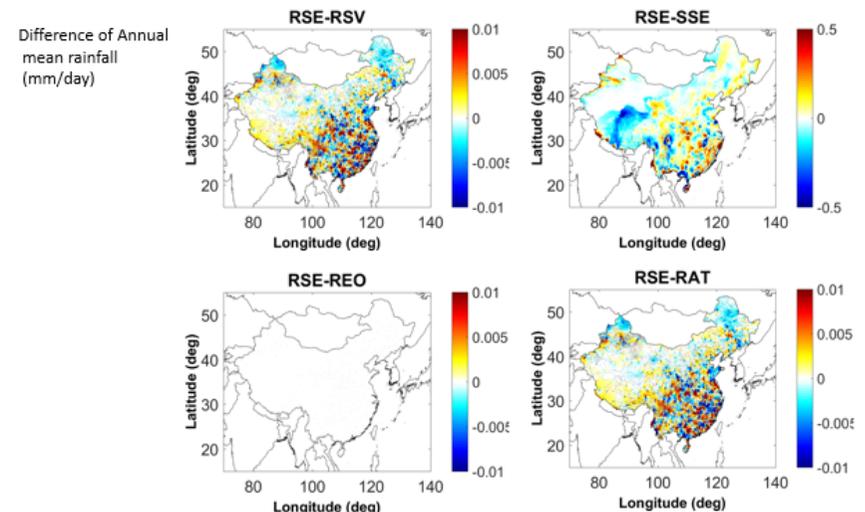


図 3 年降水量の差 (単位: mm/day)
 Fig. 3 Difference in annual mean precipitation (Unit: mm/day).

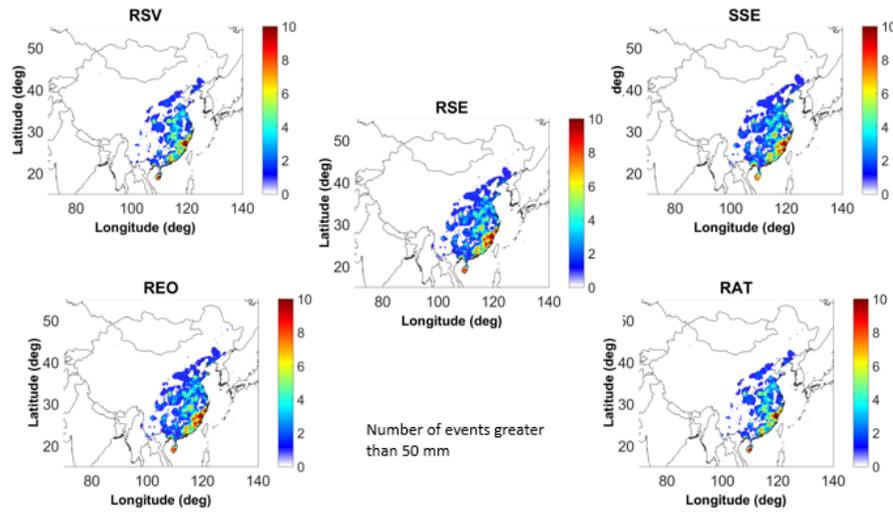


図4 50 mm以上の降水イベントの日数
 Fig. 4 Number of events with precipitation 50 mm/day or more.

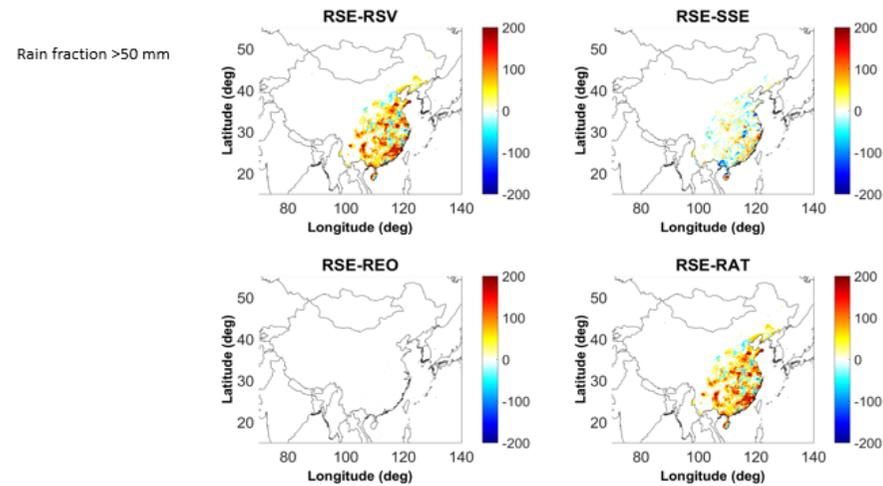


図5 50mm以上の降水イベント数のRSEからの差。
 Fig.5 Difference in number of events with precipitation 50 mm or more.

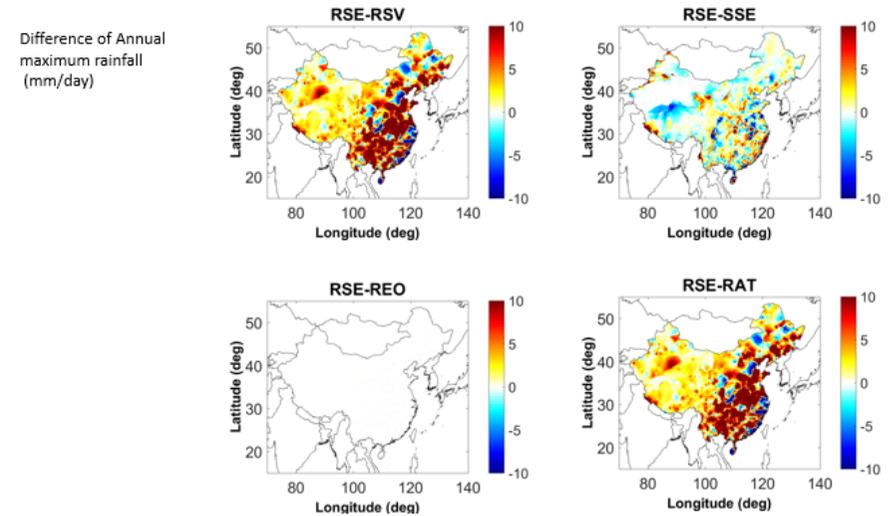


図6 年最大日降水量のRSEからの差。
 Fig.6 Difference in annual maximum rainfall from RSE.

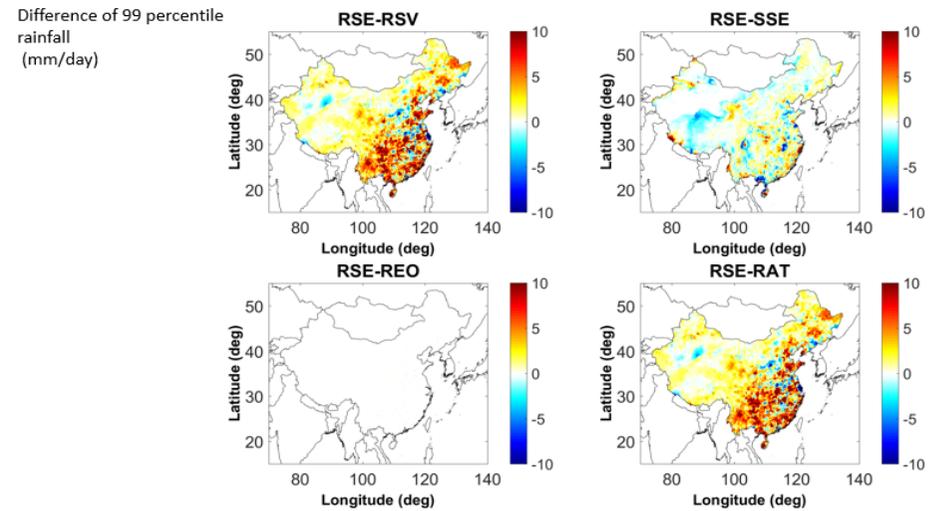


図7 99パーセンタイル値のRSEからの差。
 Fig.7 Difference in 99th percentile precipitation from RSE.

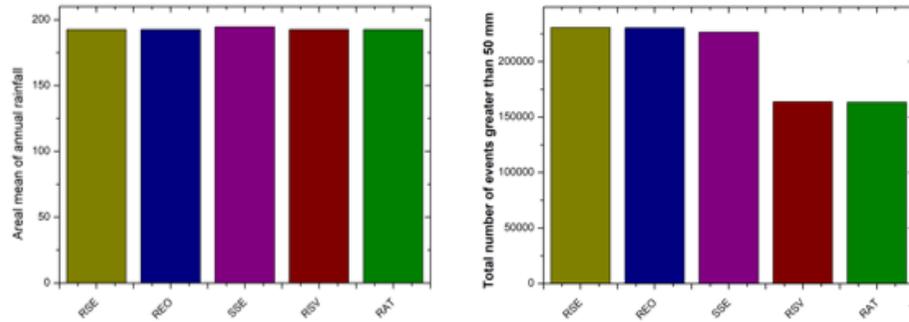


図8 年降水量(mm)および50mm/day以上の降水日・グリッド数の比較
Fig.8 Comparison of annual areal mean precipitation (mm/year) and number of grids with Precipitation 50mm/day or more.

混在により RSV, RATがRSEに比してそれぞれ29.0, 29.2%弱減少したことがわかる.

4. おわりに

今回のインパクト実験は、12時間日界(EOD)が異なるデータを中国すべての地点に入れるという極端なケースを扱ったが、中国において、総降水量には影響せずとも、極端降水(豪雨)の検出を30%程度減らしていたことが明らかになった。また中国については、SVCの効果は検出できないほど小さかった。

一方日本について(谷田貝ほか, 2018)は、総降水量に対してEODもSVCによる差も小さいが、極端降水に対して、EODより小さいがSVCの効果も検出された。これは、国土面積(全グリッド数)に対する、降水観測(入力)地点数の比が日本のほうが圧倒的に多いことも理由の一つと考えられる。

謝辞 本研究は、(独)環境再生保全機構「環境研究総合推進費」(2-1602)の支援を受けている。APHRODITE-1にてプログラム整備、品質管理を共に担い、APHRODITE-2開始にあたりプログラムの利用を快諾された上口賢治氏、荒川理氏、濱田篤氏に、謹んで感謝の意を表す。

参考文献

1) Yatagai, A., O. Arakawa and K. Kamiguchi, H. Kawamoto, M. I. Nodzu, A. Hamada

(2009): A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *SOLA*, 5, 137-140, doi:10.2151/sola.2009-035.

2) Yatagai, A., K. Kamiguchi, O. Arakawa, A. Hamada, N. Yasutomi and A. Kitoh (2012): APHRODITE: Constructing a Long-term Daily Gridded Precipitation Dataset for Asia based on a Dense Network of Rain Gauges, *Bulletin of American Meteorological Society*, 93, 1401-1415, doi:http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00122.1.

3) Kamiguchi, K., O. Arakawa, A. Kitoh, A. Yatagai, A. Hamada and N. Yasutomi, (2010): Development of APHRO_JP, the first Japanese high-resolution daily precipitation product for more than 100 years, *Hydrological Research Letters*, 4, 60-64.

4) Yasutomi et al. 2011. Yasutomi, N., A. Hamada and A. Yatagai (2011): Development of long-term daily gridded temperature dataset and its application to rain/snow judgment of daily precipitation, *Global Environmental Research*, 15-2, 165-172.

5) 谷田貝 亜紀代・Sunilkumar Khadgarai・安富 奈津子・増田 南波・末藤 菜保・前田 未央 (2018): 極端降水評価のためのAPHRODITEアルゴリズムの改良, 日本気象学会2018年秋季大会予稿集, B303.