

6. まとめ

本システムは ECMWF の気象データセットを用い、トラジェクトリの算出と気象場の表示を、大気物理の専門的知識やコンピューターの専門知識なしに行えるようにと、林田ら (Hayashida 1991) が国環研のホストコンピューター用に開発したトラジェクトリ計算及び気象場表示システムを、そのまま UNIX に移植し、その後改良を加えたものである。

トラジェクトリの算出では、等圧面法および等温位法の 2 種類の計算が可能で、それぞれ、(1) 距離の逆二乗重み付け補間- Euler 法、(2) 距離の逆二乗重み付け補間- Petterssen 法、(3) 距離の線形補間- 4 次の Runge-Kutta 法、の 3 つを選ぶことが出来る。等圧面法は ECMWF データセットの指定圧力面でのみ計算可能で、タイムステップを小さくすれば 3 方法とも大きな差は出ない。等温位法での距離の逆二乗の重み付け補間は「上下 2 つの指定気圧面の間の風は両者の平均値で均一」と仮定することに事実上相当する。温位は各地点でその都度、地表から上空まで各指定気圧面ごとに温位値を算出し、上下で温位値が逆転する場合はその部分はスキップして温位スケールを求めている。垂直方向の風の分布として異なるものを使用するため「距離の逆二乗の重み付け補間- Petterssen 法」と「距離の線形補間- 4 次の Runge-Kutta 法」とでは温位面が気圧面に対して傾いているとき異なる計算結果が得られ、特に前者ではトラジェクトリ上にキンクなど急激な方向の変化が出る場合がある。計算の速度自体はこの 3 つの組み合わせで殆ど差は出ない。一般的には「距離の線形補間- 4 次の Runge-Kutta 法」を使用している。

また本システムでは風ベクトルやジオポテンシャルハイトなどを地図上に表示させることができる。

本システムは ECMWF のデータを使用するため国立環境研究所の研究者に利用が限られるが、当所の研究者との共同研究に限っては所外ユーザーも利用できる。本システムの使用は当研究所地球環境研究センター内に設置された本体のみに限定しておりリモートアクセスによる利用は出来ない。

7. 本研究によって得られた成果

はじめに述べたように本システムは林田らが国環研のホストコンピュータ用に開発したものを UNIX に移植したものであり、移行期も含め多くの研究者によって利用されている。それらの研究成果は林田ら (Hayashida 1991) の報告をはじめ多数あるが、ここでは学会誌等に報告された文献を Table 7.1 にリストアップするにとどめる。詳細は原報を参照されたい。

Table 7.1 List of the papers in which the trajectories by GMET are used.

Author	Title	Year
Fujinuma et al.	Baseline monitoring of greenhouse gases at two remote site stations in Japan.....Hateruma and Cape Ochi-ishi	Fujinuma, 2001
Hatakeyama et al.	High concentration of SO ₂ observed over the sea of Japan	Hatakeyama 1995
Hatakeyama et al.	SO ₂ and sulfate aerosols over the seas between Japan and the Asian continent	Hatakeyama 1997
Hayashida et al.	Volcanic disturbances in the stratospheric aerosol layer over Tsukuba, Japan, observed by the National Institute for Environmental Studies lidar from 1982 through 1986	Hayashida 1991
Katsuno et.al.	Elevated levels of particulate sulfate in central Japan due to volcanic gas from Miyake Island (in Japanese)	Katsuno 2002
Lee et.al.	Lower tropospheric ozone trend observed in 1989-1997 at Okinawa, Japan	Lee 1998
Matsumoto et al.	Observation of high SO ₂ concentration and low-pH acid rain caused by sulfur oxide from Miyake-jima volcano (in Japanese)	Matsumoto 2002
Mori et al.	SO ₂ concentration and aerosol compositions observed at Mt. Unsen Nodake (in Japanese)	Mori 1999
Mukai et al.	Lead isotope ratios of airborne particulate matter as tracers of long-range transport of air pollutants around Japan	Mukai 1994
Mukai et al.	Using air trajectories to analyze the seasonal variation of aerosols transported to the Oki islands	Mukai 1996
Mukai et al.	Lead isotope ratios in snow collected in Japan and their relations to long-range transport of air pollutants (in Japanese)	Mukai 1999
Mukai et.al	Characterization of atmospheric CO ₂ observed at two-background air monitoring stations (Hateruma and Ochi-ishi) in Japan	Mukai 2001
Murano et al.	Wet deposition of ammonium and atmospheric distribution of ammonia and particulate ammonium in Japan	Murano 1998
Murano et al.	Trans-boundary air pollution over remote islands in Japan: observed data and estimates from a numerical model	Murano 2000
Sato et.al	Atmospheric concentrations of ²¹⁰ Pb and ⁷ Be over the western Pacific Ocean	Sato 1998
Satsumabayashi et al.	Behavior of airborne acidic and oxidative components in autumn and early spring in the central mountainous area of Japan (in Japanese)	Satsumabayashi 1999
Uno et al.	Numerical analysis of long-range transport and transformation over the East Asia (in Japanese)	Uno 1997a
Uno et al.	Behavior of secondary pollutants and volcanic SO ₂ over Kyushu during a spring-time high pressure system (in Japanese)	Uno 1997b
Uno et al.	Application of long-range transport, transformation and deposition model for air pollution from Asian Continent (in Japanese)	Uno 2000

参考文献

- Fujinuma, Y., Katsumoto, M., Mukai, H., Tohjima, Y., Machida, T., Oda, N., Saito, S., Sakamaki, F., Nojiri, Y. and Inoue, G. (2001) Baseline monitoring of greenhouse gases at two remote site stations in Japan-----Hateruma and Cape Ochi-ishi, *6th International Carbon Dioxide Conf., Extended Abstract Vol. 1 AT41*, 166-169
- 古橋規尊、中根英昭 (1997) NIES 新流跡線解析モデルの開発とその適用例 1997 年春の極渦崩壊を例として、*日本気象学会秋季大会講演予稿集*, p.237
- Harris, J.M. and Bodhaine, B.A. (1982a) Geophysical monitoring for climate change; *Summary Report No11*; NOAA Environmental Research Laboratories: Boulder, CO, A; pp67-75.
- Harris, J.M. (1982b) The GMCC atmospheric trajectory program, *NOAA Technical Memorandum ERL ARL-116*
- Harris, J.M. and Kahl, J.D. (1990) A descriptive atmospheric transport climatology for the Mauna Loa Observatory, using clustered trajectories, *J. Geophys. Res.*, **95 D9** 13651-13667
- Harris, J.M. (1992) An analysis of 5-day midtropospheric flow patterns for the South Pole: 1985-1989, *Tellus* **44B**, 409-421
- Harris, J.M. and Kahl, J.D.W. (1994) Analysis of 10-day isentropic flow patterns for Barrow, Alaska: 1985-1992, *J. Geophys. Res.*, **99 D12** 25845-25855
- Hatakeyama, S., Murano, K., Bandow, H., Mukai, H. and Akimoto, H. (1995) High concentration of SO₂ observed over the Sea of Japan, *Terre. Atmos. Oceanic Sci.*, **6** 403-408
- Hatakeyama, S., Murano, K., Mukai, H., Sakamaki, F., Bandow, H., Watanabe, I., Yamato, M., Tanaka, S. and Akimoto, H. (1997) SO₂ and sulfate aerosols over the Seas between Japan and the Asian Continent, *J. Aerosol Res. Jpn.*, **12** 91-95
- Hayashida, A.S., Sasano, Y. and Iikura, Y. (1991) Volcanic disturbances in the stratospheric aerosol layer over Tsukuba, Japan, observed by the National Institute for Environmental Studies lidar from 1982 through 1986, *J. Geophys. Res.*, **96 D8** 15469-15478
- 鹿角孝男、川村實、薩摩林 光、西沢宏、村野健太郎 (2002) 長野県北部で観測された三宅島の火山ガスにより生成した高濃度硫酸エアロゾル、*大気環境学会誌*, **37**, 75-80
- Lee, S.H., Akimoto, H., Nakane, H., Kurnosenko, S. and Kinjo, Y. (1998) Lower tropospheric ozone trend observed in 1989-1997 at Okinawa, Japan, *Geophys. Res. letters*, **25**, 1637-1640
- 松本利恵、唐牛聖文、米持真一、村野健太郎 (2002) 三宅島火山ガスによる高濃度二酸化硫黄および硫酸性強酸性雨の観測、*大気環境学会誌*, **37**, 357-373
- 松園正、佐野琢己、小川利紘 (1998) トラジェクトリー解析モデル (EORC-TAM) の開発、*EORC Bulletin (NASDA), Technical Report, No 1*, 55-68
- Miller, J.M. (1981) A five-year climatology of back trajectories from the Mauna Loa observatory, Hawaii, *Atmos. Environ.*, **15** 1553-1558
- 森 淳子、鵜野伊津志、若松伸司、村野健太郎 (1999) 雲仙野岳で観測された SO₂ とエアロゾル組成、*大気環境学会誌*, **34**, 176-191
- Mukai, H., Tanaka, A., Fujii, T. and Nakao, M. (1994) Lead isotope ratios of airborne particulate matter as tracers of long-range transport of air pollutants around Japan, *J. Geophys. Res.*, **99 D2** 3717-3726
- Mukai, H. and Suzuki, M. (1996) Using air trajectories to analyze the seasonal variation of aerosols transported to the Oki islands, *Atmos. Environ.*, **30**, 3917-3934
- 向井人史、田中敦、藤井敏博 (1999) 降雪中の鉛同位体比と汚染の長距離輸送との関係、*大気環境学会誌*, **34**, 86-102
- Mukai, H., Katsumoto, M., Ide, R., Machida, T., Fujinuma, Y., Nojiri, Y., Inagaki, M., Oda, N. and Watai, T. (2001) Characterization of atmospheric CO₂ observed at two-background air monitoring stations (Hateruma and Ochi-ishi) in Japan, *6th International Carbon Dioxide Conf., Extended Abstract Vol 1 AT16*, 108-111
- Murano, K., Mukai, H., Hatakeyama, S., Oishi, O., Utsunomiya, A. and Shimohara, T. (1998) Wet deposition of ammonium and atmospheric distribution of ammonia and particulate ammonium in Japan, *Environ. Pollution*, **102**, 321-326
- Murano, K., Mukai, H., Hatakeyama, S., Jang, E.S. and Uno, I. (2000) Trans-boundary air pollution over remote islands in Japan: observed data and estimates from a numerical model., *Atmos. Environ.*, **34**, 5139-5149
- Sato, S., Murai, H., Doi, T. and Sato, J. (1998) Atmospheric Concentrations of ²¹⁰Pb and ⁷Be over the Western Pacific Ocean, *RADIOISOTOPES*, **47**, 546-554
- Stohl, A. and Wotawa, G. (1995) A method for computing single trajectories representing boundary layer transport, *Atmos. Environ.*, **22** 3235-3238
- Stohl, A. (1998) Computation, accuracy and applications of trajectories A review and bibliography, *Atmos. Environ.*, **322** 947-966

- 薩摩林 光、佐々木一敏、鹿角孝男、鹿野正明、太田宗康、西沢 宏、村野健太郎、向井人史、畠山史郎、植田洋匡 (1999) 秋季および初春の中部山岳地域における大気中酸性、酸化性物質の挙動、大気環境学会誌、**34**, 219-236
- 鵜野伊津志、大原利眞、森 淳子、宇都宮彬、若松伸司、村野健太郎 (1997a) 東アジアスケールの長距離輸送・変質過程の数値解析、大気環境学会誌、**32**, 267-285
- 鵜野伊津志、若松伸司、植田洋匡、村野健太郎、酒巻史郎、栗田秀実、薩摩林 光、宝来俊一 (1997b) 春季の移動性高気圧通過時の九州地域での二次大気汚染物質と火山性 SO₂ の挙動、大気環境学会誌、**32**, 404-424
- 鵜野伊津志、村野健太郎 (2000) アジア大陸からの越境大気汚染に対する大気汚染物質輸送・変質・沈着モデルの適用例、地球環境、**5**, 73-85
- 吉野正敏、浅井富雄、河村武、設楽 寛、新田 尚、前島育雄 編 (1985) 気候学・気象学辞典、二宮書店

研究発表

- 古橋規尊、勝本正之、橋本正雄、藤沼康実、鵜野伊津志 (1998) 対流圏モニタリングデータ評価のためのエアーマス解析システムの開発、大気環境学会第39年会、3E1115 (大気環境学会)
- Fujinuma, Y., Hashimoto, M., Katsumoto, M., Uno, I. and Furuhashi, N. (1999) Development of air mass analysis system for evaluating tropospheric monitoring data using ECMWF upper air data, *Proc. 2nd WCRP Intern. Conf. on Reanalysis* p386 (appeared in 2000)

連絡先

勝本正之 TEL: 029-850-2968, FAX: 029-858-2645
E-mail: katsumoto.masayuki@nies.go.jp

