

化学気候モデルと客観解析データを用いた太陽活動に伴う北極渦応答とその時間変化の解析

Response of the north polar vortex and its evolution to solar activity using chemistry-climate model and reanalysis data

山下 陽介^{1*}, 秋吉 英治¹, 高橋 正明²

YAMASHITA, Yousuke^{1*}, AKIYOSHI, Hideharu¹, TAKAHASHI, Masaaki²

¹ 国立環境研究所, ² 東京大学大気海洋研究所

¹National Institute for Environmental Studies, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

太陽活動の11年周期に伴い、紫外線域の太陽放射や赤道上部成層圏のオゾンや気温が変化する(e.g., *Lean et al.*, 1997; *Gray et al.*, 2009)。太陽活動極大期には、それが北半球中高緯度で初冬(11~12月)に気温の南北勾配を強め、北極周辺の強い西風で特徴づけられる極渦をさらに強化すると考えられている(e.g., *Kodera and Kuroda*, 2002)。*Kodera and Kuroda* (2002)は、極渦強化がBrewer Dobson循環やそれに伴うオゾン輸送や断熱加熱を変えて赤道域のオゾン・気温分布にも影響する可能性を示した。*Yamashita et al.* (2010)は、CCSR/NIES CCMを用いて太陽活動極大期と極小期の間の成層圏循環の違いを調べ、赤道域のオゾン・気温分布の成因を定量的に考察した。また、140年程度の連続計算結果があれば、太陽活動に対する成層圏の応答を再現可能であることを示唆した。

ところで極渦強度は、太陽活動11年周期の他に赤道成層圏準2年周期振動(quasi-biennial oscillation: QBO)とも関連して変化する傾向にある(e.g., *Labitzke and van Loon*, 1988)。QBOに伴い赤道50 hPa付近の東西風が西風(東風)の場合、冬季を通じて平均的には極渦が強化(弱化する)傾向にあるため(e.g., *Holton and Tan*, 1980)西風相の太陽活動極大期には極渦強化が推測される。実際、初冬には極渦の強化が解析されている(e.g., *Gray et al.*, 2004)。しかし1~2月(晩冬)の西風相/極大期には極渦が弱化する傾向にある(e.g., *Labitzke and van Loon*, 1988)。このように、冬季の中でも初冬と晩冬において太陽活動とQBOの極域への影響が異なる理由は、まだ十分には理解されていない。また、QBOに伴うプロセスが太陽活動に伴いどのように影響を受けるのかについても、明らかではない。

Yamashita et al. (2011)では、QBOの極渦への影響に関し、これまで指摘されていた50 hPa付近のQBOに伴うプロセスのみならず、それより上空の10 hPa付近のQBOに伴うプロセスで極渦の変動が整合的に説明されることをCCSR/NIES CCMとJRA-25の結果を用いて示した。

本研究では、CCSR/NIES CCMの計算結果とJRA-25を用いて、*Yamashita et al.* (2011)で提案したQBOに伴うプロセスが、太陽11年周期に伴うプロセスとどのように関連して極渦に影響するのか、冬の期間をより細かい時間スケールに分けて解析し、そのプロセスを考察した。なお太陽活動の影響を再現するため、CCMで1960~2006年までの連続計算を3つ行い、138年間の冬季のデータを得た。

50 hPaのQBOの西風相と東風相、太陽活動の極大期と極小期により4つに分類し、JRA-25とCCM実験結果から4つのコンポジット平均を計算した。その結果、12月から1月にかけて極大期(極小期)の西風相(東風相)で極域下部成層圏の低温(高温)、極渦の強化(弱化する)傾向が見られ、対応する中高緯度の波の上方伝播・散逸やBrewer Dobson循環の抑制(促進)が見られた。これらのケースでは、QBOの応答と太陽活動の応答が似ており、QBOと太陽活動の応答が互いに強化されたと考えられる。さらに冬季全体について細かい時間スケールで調べると、極渦の位置や強さに対応する東西風のコンポジット偏差が中高緯度で極向き・下向きに移動する特徴が見られた。偏差の移動に伴い、2月頃には極大期の西風相で上部成層圏に東風偏差が現れた。これは極渦の弱化に対応し、*Labitzke and van Loon* (1988)で見つかった晩冬の特徴と整合的であった。一方、極大期(極小期)の東風相(西風相)では、冬季を通し両者の応答が逆傾向で偏差が小さい、すなわち気候値からのずれが小さかったと考えられる。

以上の結果から、太陽活動とQBOの極渦への影響は、初冬にはそれぞれの極渦への影響の重ね合わせで議論できるが、それ以降は季節進行の中で波と平均流の相互作用を受けて変化することが考えられる。

キーワード: 中層大気, 太陽11年周期, 化学気候モデル

Keywords: middle atmosphere, 11-year solar cycle, chemistry-climate model

環境場はどのように台風サイズに影響を与えるのか？ How do environments affect the size of tropical cyclones?

筆保 弘徳^{1*}, Yuqing Wang², 大内和良³, 山田 洋平³, 佐藤 正樹⁴
FUDEYASU, Hironori^{1*}, Wang Yuqing², Kazuyoshi Oouchi³, YAMADA, Yohei³, SATOH, Masaki⁴

¹ 横浜国立大学, ² ハワイ大学, ³(独) 海洋研究開発機構, ⁴ 東京大学

¹Yokohama National University, ²University of Hawaii, ³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁴University of Tokyo

Along-standing issue on how environments affect the size of tropical cyclones is studied through a series of numerical experiments using the cloud-resolving tropical cyclone model, TCM4, and the global cloud-system-resolving model, NICAM. To first order, the primary circulation of a tropical cyclone can be considered as a warm-cored, quasi-axisymmetric vortex in gradient wind and hydrostatic balance. As a tropical cyclone evolves slowly while its primary circulation remains in gradient wind and hydrostatic balance, the secondary circulation (radial and vertical circulation) can be considered as a result of the response to both diabatic heating and momentum forcing including surface friction. The secondary circulation transports high absolute angular momentum inward to spin up the tropical cyclone primary circulation. This spin-up process can be well described by the Sawyer-Eliassen equation following the classic work of Eliassen (1952).

The balanced contribution to the intensification of a tropical cyclone simulated in TCM4, in particular the size of the cyclonic circulation, is investigated by solving the Sawyer-Eliassen equation and by computing terms in the azimuthal-mean tangential wind tendency equation. Results demonstrate that the azimuthal-mean secondary circulation and the spin-up of the mid-tropospheric outer circulation in the simulated tropical cyclone are well captured by balance dynamics. The mid-tropospheric inflow develops in response to diabatic heating in mid-upper tropospheric stratiform (anvil) clouds outside the eyewall in active spiral rainbands and transports absolute angular momentum inward to spin up the outer circulation. Although the azimuthal-mean diabatic heating rate in the eyewall is the largest, its contribution to radial winds and thus the spin-up of outer core circulation in the mid-troposphere is rather weak. This is because the high inertial stability in the inner core region resists the radial inflow in the mid-troposphere, limiting the inward transport of absolute angular momentum. The result thus suggests that diabatic heating in mid-upper tropospheric stratiform clouds is the key to the continued growth of the storm scale circulation.

The 7-km run using NICAM successfully simulated tropical cyclones that formed in three months from 1June to 31August 2004. A multi-scale interaction between tropical cyclones and environment has been investigated. It is clear that the size of tropical cyclones was sensitive to the environmental relative humidity. In a relatively moist environment, the tropical cyclone developed considerable precipitation (and thus diabatic heating) outside the core accompanied by significant outward expansion of the wind field and increase in size of tropical cyclones.

キーワード: 台風サイズ, 多重スケール相互作用, 全球非静力学モデル, 台風モデル

Keywords: tropical cyclone size, multi-scale interactions, NICAM, TCM4

太陽風の気象影響 - 対流圏・成層圏における気温と太陽風パラメータとの強い相関 Meteorological influence of the solar wind ? Strong correlation of the temperature and the solar wind parameters at the

松尾 慎也^{1*}, 伊藤 公紀¹

MATSUO, Shinya^{1*}, ITOH, Kiminori¹

¹ 横浜国立大学・環境情報研究院

¹Yokohama National University

我々の最近の検討は、太陽風が地表気温に影響することを明確にした [1, 2]。次に、その機構を探ることが必要である。太陽風と地表気温を繋ぐ領域として、磁気圏、熱圏、中間圏、成層圏、対流圏がある。ここでは、対流圏と成層圏の気温に注目した。

衛星測定気温データ (RSS) から、成層圏下部、対流圏上部～下部のグリッドデータを取得した。期間は 1979～2010 年である。太陽風パラメータとしては、 $P\alpha$ (磁気圏に取り込まれるエネルギー流束) などを用いた。 $P\alpha$ と相関の高い磁気擾乱指数 (aa 指数) も用いた。また、QBO の風向きで各年を分けた。 $P\alpha$ や aa 指数と地表気温との相関は、北極振動と地表気温の相関と類似していることが分かっていることから、北極振動指数を用いた検討も行った。

図 1 に、対流圏下部気温および成層圏下部気温と $P\alpha$ との相関地図の例を示す。具体的には、例えば各年の 1 月における平均気温と平均 $P\alpha$ 値を算出し、それらの年々変化の間の相関を計算した。QBO の風向き (東風と西風) で各年を分類すると、西風年と東風年で相関地図は明らかに異なった。

図 1a に示した例では、QBO 西風相に対して、1 月の成層圏下部気温と 1 月の $P\alpha$ との相関が、赤道域で大きい。aa 指数でも同様であった。

図 1b に示した対流圏下部の例では、QBO 東風相における 3 月での相関が高かった。このとき、ヨーロッパからシベリアにかけての地域での相関が強いなど、北極振動と気温の相関分布に近い特徴が見られた。

これらの知見から、磁気圏に取り込まれた太陽風のエネルギーや粒子が、成層圏と対流圏に影響を及ぼしていることは疑いない。また、その機構に QBO が関与していることが強く示唆される。

[1] 伊藤公紀、JpGU、2008～2011

[2] 伊藤公紀、松尾慎也、JpGU、2012

キーワード: 太陽風, 気温, 対流圏, 成層圏, QBO, 北極振動

Keywords: Solar wind, Temperature, Troposphere, Stratosphere, QBO, Arctic Oscillation

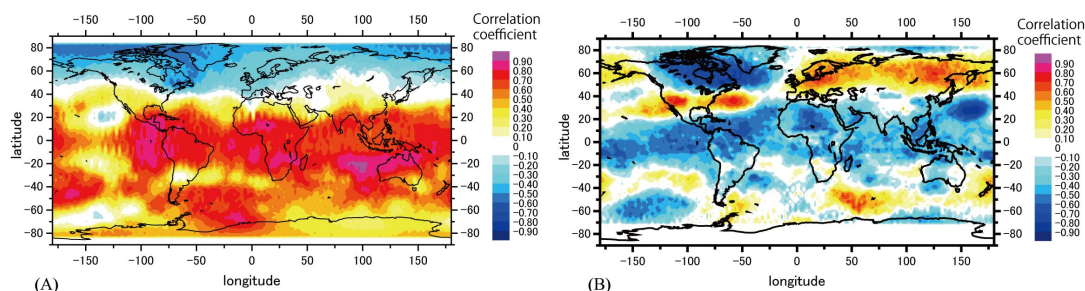


図 1. 気温と太陽風パラメータ間の相関地図。期間は 1979-2010。A は、成層圏下部気温と $P\alpha$ (太陽風から磁気圏に取り込まれるエネルギー流) との相関 (1 月)。QBO (熱帯成層圏成層圏準二年振動) は西風相。B は、対流圏下部気温と $P\alpha$ との相関 (3 月)。QBO は東風相。

日射量変動による気温の変化 - 2003年南極ドームふじでの皆既日食時の観測 - The effects of sudden insolation change on the air temperature during a total solar eclipse over Dome Fuji, Antarctica

亀田 貴雄^{1*}

KAMEDA, Takao^{1*}

¹ 北見工業大学社会環境工学科

¹Department of Civil and Environmental Engineering, Kitami Institute of Technology

The Moon cast a long shadow over Antarctica on 23 November 2003 in a total solar eclipse. The eclipse was observed at Dome Fuji Station, located at the highest point of East Dronning Maud Land, Antarctica, and lasted 1 h 41 min 37 s in a cloudless condition, during which the Sun was completely obscured for 1 min 43 s. This was the first total solar eclipse to be observed in the Antarctic ice sheet. During the eclipse at Dome Fuji, the air temperature at 1.5 m above the snow surface and the subsurface snow temperature decreased by 3.0 K and 1.8 K, respectively. Estimated surface snow temperatures decreased by 4.6 K. Atmospheric pressure and wind direction did not change, but the wind speed possibly decreased by 0.3 m/s with decreasing air temperature; natural variations in wind speed before and after the eclipse made it difficult to identify a true effect of the solar eclipse. Variations of energy components (net shortwave and longwave radiations, sensible and latent heat fluxes, and geothermal heat) during the eclipse were investigated. The total loss of global solar radiation during the eclipse was 0.60 MJ m⁻², equaling 1.6% of the total daily global solar radiation. Regional effects of the eclipse due to a reduction of global solar radiation for air temperature and snow temperature ranged from 0.015 to 0.020 K (W m⁻²)⁻¹. We additionally examined the relation between eclipse obscuration (the fraction of the Sun's surface area occulted by the Moon) and the reduction of global solar radiation from the first to second contacts. The eclipse was also observed from space by the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensors onboard NASA's Terra and Aqua satellites. The observational results of this study will contribute to detailed model calculations for clarifying the meteorological effects of eclipses.

キーワード: 日射量変化, 気温変化, 皆既日食, 南極, ドームふじ

Keywords: insolation change, air temperature change, total solar eclipse, Antarctic ice sheet, Dome Fuji

太陽画像データの解析に基づく、太陽紫外線放射量の活動周期変動の推定 Estimation of solar ultraviolet radiation derived from analyses of solar imaging data

浅井 歩^{1*}, 磯部 洋明¹, 上野 悟¹, 新堀 淳樹¹, 林 寛生¹, 横山 正樹², 塩田 大幸³

ASAI, Ayumi^{1*}, ISOBE, Hiroaki¹, UENO, Satoru¹, SHINBORI, Atsuki¹, HAYASHI, Hiroo¹, YOKOYAMA, Masaki², SH-IOTA, Daikou³

¹ 京都大学, ² 和歌山大学, ³ 理化学研究所

¹Kyoto University, ²Wakayama University, ³RIKEN

太陽紫外線放射は、地球の超高層大気変動を引き起こす要因の一つである。近年では、人工衛星などにより太陽の紫外線分光データが得られ、太陽活動周期にわたる長期の紫外線放射量変動の波長ごとの推定も行われている。しかし紫外線域では、太陽全面を空間分解した長期観測データが乏しく、紫外線放射の変動が太陽面のどの構造に起因するものなのか、わかっていない。一方、極端紫外線や X 線域においては太陽活動周期にわたる撮像観測データが蓄積されるようになってきたことで、太陽面の活動領域・コロナ輝点やコロナホールといった個々の領域ごとの太陽活動周期にわたる長期変動が調査可能となってきた。

また、超高層大気変動と地球大気との関連についてはさまざまな議論がある。特に Elias ら (2010 年) は、地磁気静穏日変動 (Sq 場) データから太陽活動の変動成分 (F10.7) を差し引いた量が近年増加傾向にあることを示し、CO₂ 増加による地球温暖化と熱圏寒冷化による影響が考えられる、と指摘した。しかし、太陽活動の指標として、超高層大気に直接影響を及ぼす太陽紫外線放射ではなく F10.7 電波放射を用いている、解析が近年の 30 年余りに限定されている、など、より詳細な解析が必要である。

そこで私たちは、人工衛星による太陽全面極端紫外線・紫外線撮像データを用いることでコロナホールや活動領域の明るさや面積の長期変動を詳しく調べ、それらを超高層大気変動 (Sq 場) などと比較することで、超高層大気への影響を及ぼす要因を空間分解された太陽面構造の中に求めている。

本講演では、これらの解析結果について紹介する。

キーワード: 太陽活動, 太陽紫外線放射

Keywords: Solar Activity, Solar UV Radiation

地球磁場の減少によって生じた気候寒冷化 Climatic cooling caused by a major weakening of the geomagnetic field

北場 育子^{1*}, 兵頭 政幸¹, 加藤 茂弘², David L. Dettman³, 佐藤 裕司⁴, 松下 まり子⁵

KITABA, Ikuko^{1*}, HYODO, Masayuki¹, KATOH, Shigehiro², David L. Dettman³, SATO, Hiroshi⁴, MATSUSHITA, Mariko⁵

¹ 神戸大学内海域環境教育研究センター, ² 人と自然の博物館, ³ アリゾナ大学, ⁴ 兵庫県立大学, ⁵ 人と森の研究所

¹ RCIS, Kobe University, ² Museum of Nature and Human Activities, ³ University of Arizona, ⁴ University of Hyogo, ⁵ Laboratory of Human and Forest

地球磁場が宇宙線量の変動を介して、気候に与える影響に関しては、多くの研究がなされてきたが、まだ依然として謎は多い。本研究では、2つの地磁気逆転を含む過去110万~70万年前の5つの間氷期(MIS 17, 19, 21, 25, 31)を中心にマルチプロキシによる古環境解析を行い、地球磁場が気候に与えた影響を定量的に評価した。

分析には大阪湾で採取された堆積物コアを使用した。この堆積物は、速い堆積速度(c. 50-70cm/kyr)を持つことに加え、堆積環境が氷河性海水準変動に支配されている。したがって、ミランコビッチの氷河理論による氷期-間氷期サイクルをよく記録している。ステージ17、21、25では、更新世中期以降、普通に見られるように、気候の最温暖期は氷床の融解が最も進んだ最高海面期と同位相で起こっている。しかし、ステージ19と31では、いずれも最温暖期は最高海面期の数千年後に起こり、最高海面期付近では寒冷化が起こっていた。この異常な寒冷化は、日射量変化でも説明できない。ステージ19と31の間氷期には、それぞれマツヤマ-ブリュンヌ地磁気逆転境界とハラミヨサブクロン開始期が位置している。この寒冷化は、いずれも地磁気逆転に伴う地磁気強度減少期に一致している。その時の地磁気の強さは現在の40%以下に減少しており、宇宙線量は約40%以上増加したと見積もることができる。モダンアナログ法を用いて花粉化石データから、当時の気温低下量は約1-4℃と見積もった。

時間分解能は粗いが、これまでに報告されている複数の古環境記録が、中・低緯度域にわたって、マツヤマ-ブリュンヌ境界およびハラミヨサブクロン下限の境界以前に気候が相対的に寒冷であった可能性を示唆している。ただし、南極氷床コアには、マツヤマ-ブリュンヌ地磁気逆転境界付近の寒冷化は記録されていないこと、寒冷期においても大阪湾で海水準が上昇していたことから、極域では地磁気や宇宙線の気候への影響はなかったかもしれない。

本研究結果は、地磁気の中・低緯度の気候に影響を与えた可能性が高いことを示している。

キーワード: 寒冷化, 地磁気逆転, 宇宙線, 古気候, 古海洋, 古地磁気

Keywords: cooling, geomagnetic reversal, cosmic ray, paleoclimate, paleoceanography, paleomagnetism

雲・降水システムの双安定性と宇宙線の気候影響に関するシミュレーション研究 Simulation study on bi-stability of cloud-rain system and cosmic ray influence on climate

草野 完也^{1*}, 島伸一郎², 長谷川晃一³
KUSANO, Kanya^{1*}, Shin-ichiro Shima², Koichi Hasegawa³

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究所, ³ (株) 中電シーティーアイ

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ²Graduate School of Simulation Studies, the University of Hyogo,

³ChudenCTI Co.,Ltd.

シュワーベサイクル(11年周期)や大極小期など太陽黒点活動の変動に伴って生じる気候変動に関しては未だにその物理メカニズムが十分理解されていない。このため、黒点活動に伴って変わる太陽輻射や銀河宇宙線などによって生じる気候変動メカニズムの研究が進められている。銀河宇宙線の太陽変調に伴って雲量が変化すると報告に基づいて、宇宙線による電離誘起核生成が雲量をコントロールするとする仮説が Svensmark & Friis-Christensen (1997) によって提案されている。最近、Kirkby et al. (2011) は CERN の加速器を用いた実験によって、温度と物質条件が整えられれば大気中でも電離誘起核生成が発生し得る可能性を示した。しかし、実験的に見出された 1.7nm 以上の核生成率 ($J_{1.7}$) は $10^{-2} \sim 10^{-1} \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ 程度であり、その変化がどのように雲と気候に影響するのにはまだ良く分かっていない。

本研究では雲の生成・成長・消失過程からなる雲と降雨のダイナミクスが核生成率の違いに如何に依存するかを明らかにするため、独自に開発した超水滴法を用いてシステムティックな計算機シミュレーションを実施した。超水滴法は雲粒と雨粒を超水滴と呼ばれる計算粒子によって統一的に記述する新しい計算モデルである (Shima, Kusano et al. 2009)。本研究においては超水滴法を雲解像モデル CReSS (Tsuboki & Sakakibara 2006) に実装すると共に、動的にエアロゾルを生成することができる機能を開発し、中心半径 30nm の雲核生成率 J_{30} をパラメタとして、雲核の粒径分布が準平衡状態に至るまで計算を行った。なお、初期境界条件は RICO (Rain In Cumulus over the Ocean) プロジェクトにおいて与えられたデータセットを使った。

計算の結果、 J_{30} を $10^{-6} \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ から $10^0 \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ まで変化してそれぞれの平衡状態を求めたところ、以下のような特徴的な変化を見出すことができた。すなわち、 $J_{30} = 10^{-3} \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ 以下では雲核生成率の変化に係らず平均的な雲水の柱密度は 5gm^{-2} 程度を保っていたが、雲核生成率を $10^{-2} \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ に増加すると雲水柱密度は 20gm^{-2} まで増加し、雲核生成率をさらに増加させてもその高い値を維持した。一方、雲核生成率が $10^{-3} \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ 以下の場合、平均的な雨水柱密度は 6gm^{-2} でほぼ一定を保ったが、雲核生成率をさらに増加すると雨水柱密度は減少し、雲核生成率が $10^{-1} \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ 以上の場合 1gm^{-2} 以下となった。これらの結果は雲核生成率が $10^{-3} \text{cm}^{-2} \cdot 3\text{s}^{-1}$ を境に雲降水システムが異なる性質を持つ平衡状態を実現することを示唆している。1nm 程度の分子クラスターが雲凝結核まで成長する過程はまだ十分理解されていないため電離誘起核生成との定量的な関係については今後の課題であるが、この結果は宇宙線などによる微妙な微粒子生成の違いが雲の双安定状態の遷移を通して大きな環境変動を生み出す可能性を示唆するものであると考えられる。

キーワード: 雲, エアロゾル, 宇宙気候, 宇宙線, 超水滴, シミュレーション

Keywords: cloud, aerosol, space climate, cosmic ray, super-droplet, simulation

雲粒の粒径変化がもたらす気候変化 Climate change induced by changes in cloud droplet radius

大淵 済^{1*}, 力石 祐介², 鈴木 遼平², 草野 完也³, 田口 文明¹, 片岡 龍峰², 宮原 ひろ子⁴, 丸山 茂徳², 浜野 洋三¹
OHFUCHI, Wataru^{1*}, CHIKARAISHI, Yusuke², SUZUKI, ryohei², KUSANO, Kanya³, Bunmei Taguchi¹, KATAOKA, Ryuho²,
MIYAHARA, Hiroko⁴, MARUYAMA, Shigenori², HAMANO, Yozo¹

¹ 海洋研究開発機構, ² 東京工業大学, ³ 名古屋大学, ⁴ 東京大学

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ²Tokyo Institute of Technology, ³Nagoya University, ⁴The University of Tokyo

マウンダー極小期などの寒冷な気候であった時期は、太陽の黒点数が少なかった時期と一致している。黒点数が少ない時期は太陽の活動度が低い、最近の太陽の11年周期の観測によると、太陽の全放射エネルギーはほとんど変化しない。一方、太陽の活動度が低いとき、地球大気に降り注ぐ銀河宇宙線の強度は大きい。いまだそのメカニズムは完全には明らかになっていないが、銀河宇宙線の強度の変化は、雲核となるエアロゾル量を変化させ、雲粒の粒径の変化などをもたらす可能性がある。そこで、大気放射に使われている雲粒の粒径を変化させ、三次元全球大気海洋結合モデルと鉛直一次元放射対流平衡モデルの数値シミュレーションを行った。それによると、雲粒の粒径を小さく(大きく)すると気候は寒冷化(温暖化)するという結果を得た。

イオン化放射が硫酸生成にもたらす影響 同位体的視点からの考察 An isotopic view on ionising radiation as a source of sulphuric acid

エングホフ マルティン³, ボーク ニコライ³, 服部 祥平^{1*}, メウシンガー カール², 中川 麻悠子¹, ペダーセン ジェンズ オ
アフ ペプケ³, ダニエラチェ セバスチアン¹, 上野 雄一郎¹, ジョンソン マシュー², 吉田 尚弘¹, スペンスマルク ヘンリッ
ク³

Martin B. Enghoff³, Nicolai Bork³, HATTORI, Shohei^{1*}, Carl Meusinger², NAKAGAWA, Mayuko¹, Pepke Pedersen Jens
Olaf³, DANIELACHE, Sebastian¹, UENO, Yuichiro¹, Matthew S. Johnson², YOSHIDA, Naohiro¹, Henrik Svensmark³

¹ 東京工業大学, ² コペンハーゲン大学, ³DTU 宇宙研究所

¹Tokyo Institute of Technology, ²University of Copenhagen, ³National Space Institute, Technical University of Denmark

Sulphuric acid is an important factor in aerosol nucleation and growth. It has been shown that ions enhance the formation of sulphuric acid aerosols, but the exact mechanism remains undetermined. Furthermore some studies have found a deficiency in the sulphuric acid budget, suggesting a missing source. In this study the production of sulphuric acid from SO₂ through a number of different pathways is investigated. The production methods are standard gas phase oxidation by OH radicals produced by ozone photolysis by UV light, liquid phase oxidation by ozone, and gas phase oxidation initiated by gamma rays. The distributions of stable sulphur isotopes in the products and substrate were measured using isotope ratio mass spectrometry. All methods produced sulphate enriched in ³⁴S and we find a

³⁴S value of 8.7 permil for the OH reaction. Only UV light (Hg emission at 253.65 nm) produced a clear nonmass-dependent excess of ³³S of around 0.3 permil. The pattern of isotopic enrichment produced by gamma rays is similar, but not equal, to that produced by aqueous oxidation of SO₂ by ozone. This, combined with the relative yields of the experiments, suggests a mechanism in which ionising radiation may lead to hydrated ion clusters that serve as nanoreactors for S(IV) to S(VI) conversion.

キーワード: 宇宙線, 硫酸, 安定同位体

Keywords: Cosmic ray, Sulphuric acid, Stable isotope

宇宙線 27 日周期変動と熱帯域雲活動

Possible influence of 27 day cosmic-ray variations on tropical cloud activity

宮原 ひろ子^{1*}, John P. Matthews², 高橋 幸弘³, 佐藤 光輝³, 宗像 一起⁴, 山敷 庸亮⁵, 増田 周平⁶, 片岡 龍峰⁷, 横山 祐典¹, Benjamin Laken⁸

MIYAHARA, Hiroko^{1*}, John P. Matthews², TAKAHASHI, Yukihiro³, SATO, Mitsuteru³, MUNAKATA, Kazuoki⁴, YAMASHIKI, Yosuke⁵, MASUDA, Shuhei⁶, KATAOKA, Ryuho⁷, YOKOYAMA, Yusuke¹, Benjamin Laken⁸

¹ 東京大学, ² 九州大学, ³ 北海道大学, ⁴ 信州大学, ⁵ 京都大学, ⁶ 海洋研究開発機構, ⁷ 東京工業大学, ⁸ カナリア天体物理研究所

¹The University of Tokyo, ²Kyushu University, ³Hokkaido University, ⁴Shinshu University, ⁵Kyoto University, ⁶Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁷Tokyo Institute of Technology, ⁸Instituto de Astrofísica de Canarias

Galactic cosmic rays (GCRs) are one of the possible mediators of Sun-climate connection; however, the detailed mechanism of their influence has not been solved. In order to trace the influence of cosmic rays on climate system, we analyzed the daily data of outgoing long-wave radiation (OLR) for AD1979-2004 and the data obtained from International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), and compared them with neutron monitor data obtained at Oulu University. We find that high altitude cloud around the tropical regions shows a similar time profile with the variations of cosmic rays at around the time scale of solar rotations. At this time scale, the depletions of cosmic rays occur associated with solar flares and current sheet passages.

キーワード: 太陽自転周期, 宇宙線, 熱帯雲活動

Keywords: solar rotation, cosmic rays, tropical cloud activity