

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24340111

研究課題名(和文) 黄砂とサハラダストの比較研究 - ダストフラックスの推定と気候への影響

研究課題名(英文) Comparative study of Asian and Saharan dusts - estimation of the dust flux and influence to the climate

研究代表者

甲斐 憲次 (Kai, Kenji)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：50214242

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,400,000円

研究成果の概要(和文)：世界の主要なダストとして、サハラ砂漠から発生するサハラダストとタクラマカン砂漠・ゴビ砂漠などから発生する黄砂がある。ダストは、放射・雲物理過程を通じて、グローバルな気候と地域の気候に影響を及ぼす。本研究では、砂漠域での現地観測・衛星リモートセンシング・数値モデルの研究成果を用いて、1)黄砂とサハラダストの比較研究、2)ダストフラックスの推定、3)ダストの氷晶核としての機能、4)砂漠域の地表面状態と生態系を調べた。その結果、アジア域における黄砂の氷晶核形成機能がサハラ砂漠よりも大きいことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：There are two major dusts in the world. One is the Saharan dust and the other is the Asian dust. The dust influences the global and local climates through the processes of radiation and cloud micro-physics. The present study carried out a comparative study of Asian and Saharan dusts by using in situ observations, space lidar, and numerical models. The result suggests that the Asian dust has more ability of forming ice nuclei than the Saharan dust.

研究分野：気象学・気候学

キーワード：黄砂 サハラダスト 気候 ライダー

1. 研究開始当初の背景

世界の主要なダストとして、サハラ砂漠から発生するサハラダストとタクラマカン砂漠・ゴビ砂漠から発生する黄砂がある。大陸の内陸部では、気候変化と人間活動により、砂漠化が深刻な環境問題となっている(UNEP)。砂漠とその周辺地域から放出されるダストは、地域の気候や人間活動に影響を及ぼすほか、大気中に浮遊することにより放射・雲物理過程を通じてグローバルな気候へ影響を及ぼす(IPCC, 2007)。

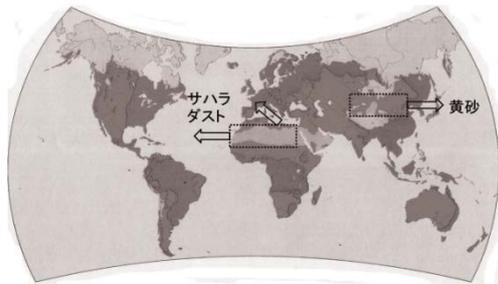


図1:黄砂とサハラダスト(UNEP)

ダストフラックスを正確に推定することは気候学的に重要であるが、その定量的な見積もりは十分とは言えない。ダストの放射強制力としては、日射を直接、散乱・吸収する効果(直接効果)と、雲核として雲の形成を促し、間接的に放射に影響を及ぼす効果(間接効果)がある。特にダスト間接効果の解明は進んでいない。

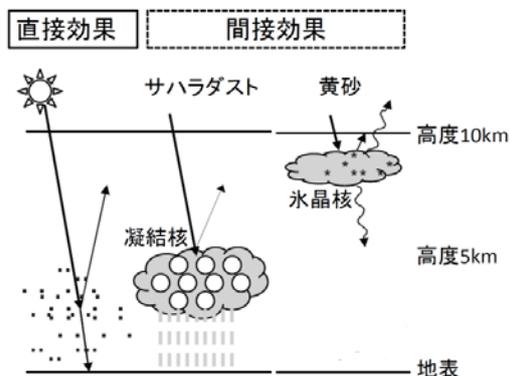


図2 ダストの直接効果と間接効果(IPCC 修正)

申請者のグループは、2000-2004年度科学技術振興調整費「風送ダスト」でタクラマカン砂漠にライダーステーションを整備し、ライダー観測と数値モデルと組み合わせてダストストームの発生メカニズムを調べた。また、2008-2010年度科研費・海外学術調査「タクラマカン砂漠の黄砂」では、2009年3月、衛星CALIPSOのスペースライダーと地上ライダーによる発生源地域における黄砂の光学パラメーター(後方散乱係数、消散係数、ライダー比*)の検証観測を行った。この検証観測により、エアロゾル光学的厚さの推定精度を向上させた。

申請者は2012年9月、サーバティカルでドイツの大学・研究機関に滞在し、新しい研究の方向を探った。ドイツはサハラダスト研究の伝統がある。特にケルン大学はダストに関する優れた数値モデルを、ライプニッツ対流圏研究所は世界最高レベルのライダー観測技術を有している。Ansmann博士を中心とするライダーグループは強力で、サハラダストを対象とする観測プロジェクトSAMUMやヨーロッパのライダーネットワークEARLINETの中心になっている。以上より、申請者のグループは、今までの黄砂研究を基礎に、日本・中国・ドイツの研究者によるダストの国際共同研究を企画した。

2. 研究の目的

世界の主要なダストとして、サハラ砂漠から発生するサハラダストとタクラマカン砂漠・ゴビ砂漠などから発生する黄砂がある。大気中に浮遊するダストは、放射・雲物理過程を通じて、グローバルな気候に影響を及ぼす。申請者は、科研費・海外学術調査や科学技術振興調整費の実績により、黄砂発源地域におけるライダー観測設備および黄砂の発生と輸送に関する数値モデルを有している。一方、ドイツではサハラダストの研究実績(特にケルン大学の数値モデル、ライプニッツ対流圏研究所の世界最高レベルのライダー観測技術など)がある。本研究では、日本・中国・ドイツの研究者が現地観測-衛星リモートセンシングモデリング分野の最新の研究成果を融合し、ダストフラックスの推定および放射強制力などの気候影響について比較研究を行う。



図3 モンゴル・南ゴビに設置したシーロメーター

3. 研究の方法

本研究では、黄砂とサハラダストに関する現地観測-衛星リモートセンシングモデリングの研究成果を融合し、ダストフラックスの推定および放射強制力などの気候影響について比較研究を行った。本研究の柱のひとつである、中国西域と北アフリカの現地観測は、政治情勢の悪化により、変更を余儀なくされた。観測代替地としてモンゴル・ゴビ砂漠を選定し、名古屋大学大学院環境学研究科とモンゴル気象水文環境研究所との学術交流協定を締結した。この協定に基づき、モンゴルで黄砂観測を実施した。さらに、衛星搭載ライ

ダーCALIPSO・雲レーダーCloudSat・ECMWF 再解析の結合データの解析を行い、ほぼ計画通りの成果が得られた。

4. 研究成果

1) 光学パラメーターに関する黄砂とサハラダストの比較研究： ゴビ砂漠で得られたシーロメーター観測のデータを解析した。エアロゾルパラメーターを推定した。さらに、既観測ライダーデータ（タクラマカン砂漠、CALIPSO、EARLINET など）で得られた光学パラメーターを比較し、その精度と特性を議論した（雑誌論文 2, 3, 6；学会発表 1）。

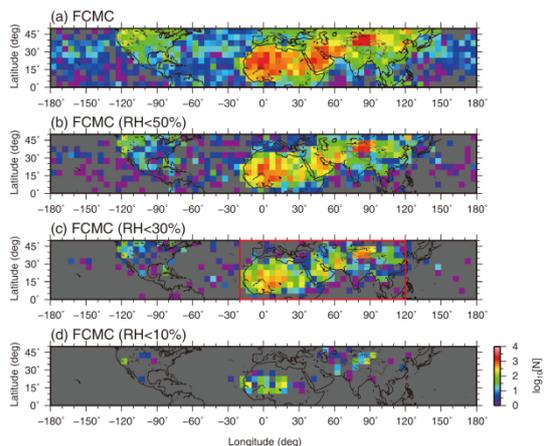


図 4 スペースライダーCALIPSO で雲と誤判別されたダストの分布

2) ダストフラックスの推定： エアロゾルサンプリング、ライダー観測、衛星観測を組み合わせ、タクラマカン砂漠のダストフラックスと総量を求めた。さらに、ゴビ砂漠でのシーロメーター観測、サンフォトメーター観測（AERONET）から、ダストフラックスの推定法を吟味した（雑誌論文 3, 6）。

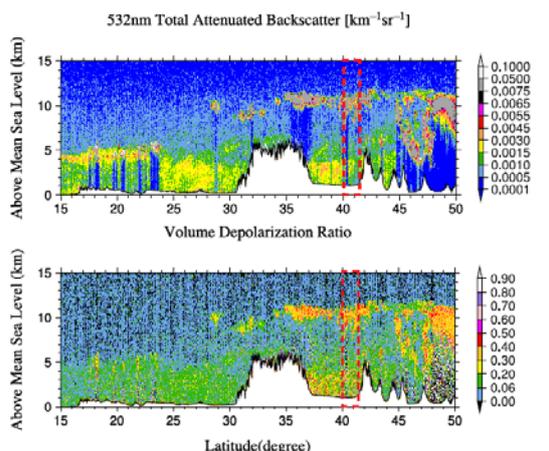


図 5 インド-ヒマラヤ山脈-タリム盆地上空の後方散乱係数と偏光解消度の高度-緯度断面

3) ダストの氷晶核としての機能： タクラマカン砂漠での地上ライダー観測と衛星ライダーCALIPSO、衛星レーダーCloudSAT を組み合わせ、アジア域における黄砂の氷晶核形成機能がサハラ砂漠よりも大きいことを示した

（雑誌論文 2）。CALIPSO データを用いて、サハラから大西洋に流出し、西インド諸島まで長距離輸送されるダストの性状変化を調べた（学会発表 1）。

4) 砂漠域の地表面状態と生態系： 黄砂が風下地域に環境レジームシフトをもたらす可能性があるとの仮説を立て、ゴビ砂漠と周辺の草原地帯での現地調査（グラントゥース）を行った。これらの観測結果と衛星リモートセンシングにより、砂漠域の地表面特性と動植物の生態系との関係が調べられた（雑誌論文 7-16）。



図 6 ホスタイ国立公園の野生馬・タヒ（星野教授撮影）

5) 国際ワークショップの開催

甲斐は議長として、二つの国際会議を主催し、黄砂の研究成果を議論した（図書 1, 4）。まず、第 3 回大気中の光散乱とリモートセンシングに関する国際シンポジウム（ISALSaRS'13）を 2013 年 7 月 29 日-31 日、名古屋大学 ES ホールで開催した。参加者総数は 6 カ国、51 名であった。このシンポジウムのセッション 1 では、黄砂の現地観測・衛星観測およびモデル研究の成果が発表された。本科研費に関する研究発表も行われ、活発な議論が行われた。シンポジウム発表論文を中心に、国際誌 J. Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, (Elsevier) に特集号が組まれた（雑誌論文 4, 5）。

<http://isalsars13.info.human.nagoya-u.ac.jp/index.html>

2013 年 7 月、JSPS 研究拠点形成事業による国際会議を名古屋大学で開催し、アジアとサハラダストの光学特性、輸送経路、気候影響等を議論した。

<http://env728.env.nagoya-u.ac.jp/asiandust-ERS/>

今後の計画として、JSPS 研究拠点形成事業「アジアダストと環境レジームシフトに関する研究拠点の構築」（コーディネーター：甲斐憲次）で構築した研究拠点ネットワークを最大限に活用し、日本・モンゴル・中国の研究機関によるモンゴル草原・ゴビ砂漠・タクラマカン砂漠の集中観測（IOP）を実施することが確認された。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計 17件)

- 1) 川島健二, 星野仏方, 澤向麻里絵, S. Ganzorig, 浅川満彦, N. Batsaikhan, C. Augugliaro, モンゴル国過放牧地域における生態系エンジニアの働きによる草原の回復メカニズム, 59, Japanese Journal of Grassland Science, 217-220, 2013
- 2) Yoshitaka JIN, Kenji KAI, Hajime OKAMOTO, Yuichiro HAGIWARA, Improvement of CALIPSO cloud masking algorithms for better estimation of dust extinction profiles, 92, J. Meteor. Soc. Japan, 433-455, 2014.
- 3) Yoshitaka JIN, Kenji KAI, Kei KAWAI, Nobuo SUGIMOTO, Tomoaki NISHIZAWA, Ichiro MATSUI, Atsushi SHIMIZU, Dashdondog BATDORJ, Use of ceilometers for aerosol profile measurements: a comment from AD-Net, 9262, SPIE, 1-10, 2014.
- 4) Gorden VINDEEN, Miroslav KOCIFAJ, Wenbo SUN, Kenji KAI, Kazuaki KAWAMOTO, Helmuth HORVATH, Michael MISHCHRNKO, Topical issue of optical particle characterization and remote sensing of the atmosphere: Part I, 150, J. Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, Elsevier, 1-2, 2014.
- 5) Gorden VINDEEN, Miroslav KOCIFAJ, Wenbo SUN, Kenji KAI, Kazuaki KAWAMOTO, Helmuth HORVATH, Michael MISHCHRNKO, Topical issue of optical particle characterization and remote sensing of the atmosphere: Part II, 153, J. Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, Elsevier, 1-3, 2015.
- 6) Yoshitaka JIN, Kenji KAI, Kei KAWAI, Tomohiro NAGAI, Tetsu SAKAI, Akihiro YAMAZAKI, Akihiro UCHIYAMA, Dashdondog BATDORJ, Nobuo SUGIMOTO, Tomoaki NISHIZAWA, Ceilometer calibration for retrieval of aerosol optical properties, 153, J. Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, Elsevier, 49-56, 2015.
- 7) 出村雄太, 星野仏方, 祖父江侑紀, 馬場賢治, ゴビ砂漠における植生環境と強風頻度を用いたダストストーム発生傾向の解析, 24, 沙漠研究, 359-365, 2015.
- 8) 祖父江侑紀, 出村雄太, ツェデンバプレブスレン, 永海, 甲斐憲次, 星野仏方, リモートセンシング技術を用いたモンゴル国南ゴビのダストストーム発生地における水場周辺での植生変動の抽出(印刷中), 共生社会システム研究, 2015
- 9) 永海, ソリガ, 溝杉陸, 出村雄太, 祖父江侑紀, 星野仏方, 内モンゴル「半農半牧」地域における生態回復・貧困対策の特徴とその住民への影響(印刷中), 共生社会システム研究,

2015.

- 10) Kiyotsugu Yoda, Wataru Tsuji, Tomoe Inoue, Tadaomi Saito, Evaluation of the Effect of a rain pulse on the initial growth of prosopis seedlings, Arid Land Research and Management, 23, 1-12, 2014.
- 11) 金子正美, 星野仏方, 雨谷教弘, 空間情報を用いた高山帯の植生変化と環境変動のセンサス, 19, 地球環境, 13-21, 2014
- 12) Buho HOSHINO, Hiroshi NAWATA, Kenji KAI, Hiroshi YASUDA, Kenji BABA, Sumiya GANZORIG, SURIGA, Manayeva KARINA, Tsedendamba PUREVSUREN, Miki HASHIMOTO, Kenji KAWASHIMA, Jun NODA, Katsuro HAGIWARA, Yuka SHIBATA, Comparative characteristics of the home ranges of domestic and wild animals in arid and sub-arid Afro Eurasia, and watering places as hot spot for the pasture degradation, Journal of Arid Land Studies, 24, 51-56, 2014
- 13) SURIGA, Miki HASHIMOTO, Buho HOSHINO, Sumiya GANZORIG, SAIXIALT, Yong HAI, Tsedendamba PUREVSUREN, Grazing behavior of livestock in settled and nomadic herders households in Mongolian plateau, Journal of Arid Land Studies, 24, 187-189, 2014.
- 14) Yong HAI, Buho HOSHINO, Sumiya GANZORIG, SURIGA, Tsedendamba PUREVSUREN, Studies on long-term changes in herders household and land use in Inner Mongolia, China, Journal of Arid Land Studies, 24, 191-194, 2014.
- 15) Satomi ISHII, Buho HOSHINO, Hiroshi KOMIYAMA, Aritune UEHARA, Sabyr NURTAZI, Study on production and properties of kumiss of herders in Mongolian Dry Steppe, Journal of Arid Land Studies, 24, 57-60, 2014.
- 16) Buho HOSHINO, Sumiya GANZORIG, Marie SAWAMUKAI, Kenji KAWASHIMA, Kenji BABA, Kenji KAI, Sabyr NURTAZIN, The impact of land cover change on patterns of zoogeomorphological influence: Case study of zoogeomorphic activity of Microtus brandti and its role in degradation of Mongolian steppe, IEEE, 14716232, 3518 - 3521, 2014
- 17) 金子正美, 星野仏方, 雨谷教弘, 空間情報を用いた高山帯の植生変化と環境変動のセンサス, 地球環境, 19-1, 13-21, 2014

〔学会発表〕(計 32件)

- 1) 田村勇一, 神慶孝, 甲斐憲次, 衛星ライダーを用いたサハラダストの大西洋域への輸送に関する研究, 日本気象学会 2013 年度春季大会, 2013 年 05 月 17 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター
- 2) Wu, J., K. Kai, Temporal and spatial

characteristics of dust outbreaks in Gobi desert during springtime from 1999-2010, 日本気象学会 2013 年度春季大会, 2013 年 05 月 17 日,

国立オリンピック記念青少年総合センター

3) 神慶孝, 甲斐憲次, 岡本創, 萩原雄一郎, CloudSat/CALIPSO を用いたエアロゾル層内における氷粒子の微物理特性, 日本気象学会 2013 年度春季大会, 2013 年 05 月 17 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター

4) 小畑敦史, 神慶孝, 甲斐憲次, 杉本伸夫, 地上ライダーを用いた日本の都市域における大気境界層の構造に関する気候学的研究, 日本気象学会 2013 年度春季大会, 国立オリンピック記念青少年総合センター, 2013 年 05 月 18 日

5) Kai, K., K. Kawai, Y. JIN, Aruhan et al., Ceilometer observation of dust profile and flux in the Gobi desert, Mongolia, The 3rd International Symposium on Atmospheric Light Scattering and Remote Sensing, 2013 年 07 月 01 日, 名古屋大学

6) Jin, Y., K. Kai et al., Detection of misclassified clouds in CALIPSO lidar observation, The 3rd International Symposium on Atmospheric Light Scattering and Remote Sensing, 2013 年 07 月 01 日, 名古屋大学

7) 甲斐憲次, 河本和明, 第 3 回大気中の光散乱とリモートセンシングに関する国際シンポジウム ISALSaRS'13 の報告, 第 31 回レーザーセンシングシンポジウム, 2013 年 09 月 13 日, ホテル岡田 (箱根町)

8) 神慶孝, 岡本創, 萩原雄一郎, 甲斐憲次, CloudSat-CALIPSO-MODIS 雲マスクを用いた誤判別雲の検出手法の開発, 日本気象学会 2013 年度秋季大会, 2013 年 11 月 21 日, 仙台国際センター

9) 甲斐憲次, モンゴルにおける黄砂の発生と環境レジームシフトに関する研究, 第 8 回大気バイオエアロゾルシンポジウム, 2014 年 01 月 22 日, 大阪大学中之島センター

10) 河合慶, 甲斐憲次, 神慶孝, 星野仏方, 杉本伸夫, D.Batdorj, モンゴル・ダランザドガドにおけるアジアダストのシーロメーター観測, 第 18 回大気ライダー研究会, 2014 年 02 月 21 日, 首都大学東京秋葉原キャンパス

11) 王敏叡, 甲斐憲次, 杉本伸夫, D.Batdorj, 暖候期から寒候期へ移行する時期におけるウランバートルの大気境界層の構造と大気汚染に関する研究, 第 18 回大気ライダー研究会, 2014 年 02 月 21 日, 首都大学東京秋葉原キャンパス

12) 星野仏方, 出村雄太, 祖父江侑紀, プレブセレン・ツェデンダンバ, 甲斐憲次, ダッシュドンドッグ・バットドルチ, モンゴル国南・ゴビ砂漠から発生する黄砂の発生源の地表面特性, 酪農学園大学公開シンポジウム, 2013 年 11 月 15 日, 酪農学園大学学生ホール

13) 竹見哲也, 中山浩成, 気象場を考慮した都市大気流れの建物解像 LES モデリング, 日本気象学会 2013 年度春季大会, 2013 年 05 月 18 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター

14) Takemi, T., H. Nakayama, Downscaling simulations from mesoscales to district-scales by merging NWP and CFD models, International Symposium on Earth-Science Challenges 2013, 2013 年 10 月 03 日, Obaku Plaza, Kyoto University

15) Kenji KAI, Kei KAWAI, Yoshitaka JIN, Ichiro MATSUI, Nobuo SUGIMOTO, Buho HOSHINO, Ceilometer observation of Dust profile and flux in th Gobi Desert, Mongolia: Asian dust and environmental regime shift, MAIRS Open Science Conference (招待講演) 2014 年 04 月 07 日, 北京友誼賓館

16) 王敏叡, 甲斐憲次, 杉本伸夫, D. BATDORJ, 暖候期から寒候期へ移行する時期におけるウランバートルの大気境界層の構造と大気汚染に関する研究, 日本気象学会 2014 年度春季大会, 2014 年 05 月 21 日, 開港記念会館・情報文化センター(横浜市)

17) ARUHAN, 甲斐憲次, 杉本伸夫, D. Batdorj, ゴビ砂漠における植生被覆とダスト発生頻度・気象要素の関係, 日本気象学会 2014 年度春季大会, 2014 年 05 月 21 日, 開港記念会館・情報文化センター(横浜市), 2014

18) 河合慶, 甲斐憲次, 杉本伸夫, D. Batdorj, モンゴル国ダランザドガドにおけるアジアダストのシーロメーター観測: 2013 年 5 月のダストイベントの事例解析, 日本気象学会 2014 年度春季大会, 2014 年 05 月 21 日, 開港記念会館・情報文化センター(横浜市), 2014.

19) Kei KAWAI, Kenji KAI, Nobuo SUGIMOTO, Yoshitaka JIN, Dulam JUGDER, Dashdondog BATDORJ, Long-term continuous observation of Asian dust by a ceilometer at Dalanzadgad, Mongolia, First Seminar of the JSPS Core-to-Core Program, 2014 年 07 月 29 日, 名古屋大学環境学研究科レクチャーホール

20) Yoshitaka JIN, Nobuo SUGIMOTO, Tomoaki NISHIZAWA, Kenji KAI, Hajime OKAMOTO, Yuichiro, Ratio of ice-containing clouds bserved by the CALIPSO lidar over the arid regions in East Asia, First Seminar of the JSPS Core-to-Core Program, 2014 年 07 月 29 日, 名古屋大学環境学研究科レクチャーホール

21) ARUHAN, Kenji KAI, Nobuo SUGIMOTO, Dashdondog BATDORJ, Relation between dust outbreak rate and vegetation cover in the Gobi Desert, First Seminar of the JSPS Core-to-Core Program, 2014 年 07 月 29 日, 名古屋大学環境学研究科レクチャーホール

22) Jing WU, Kenji KAI, Temporal and spatial characteristics and related factors of

dust outbreaks in East Asia during springtime from 1999 to 2013, First Seminar of the JSPS Core-to-Core Program, 2014年07月29日, 名古屋大学環境学研究科レクチャーホール

23) Minrui WANG, Kenji KAI, Nobuo SUGIMOTO, Dashdondog BATDORJ, A study of atmospheric boundary layer structure and air pollution in Ulaanbaatar between warm and cold periods, First Seminar of the JSPS Core-to-Core Program, 2014年07月29日, 名古屋大学環境学研究科レクチャーホール

24) Yongxiang HU, Jianping HUANG, Kenji KAI, Studying the impact of dust on global statistics of cloud thermodynamic phase, First Seminar of the JSPS Core-to-Core Program (招待講演), 2014年07月29日, 名古屋大学環境学研究科レクチャーホール

25) Yoshitaka JIN, Kenji KAI, Kei KAWAI, Nobuo SUGIMOTO, Tomoaki NISHIZAWA, Ichiro MATSUI, Applicability of ceilometer for retrieval for aerosol optical properties, The 2014 International Workshop on SKYNET and Asian Lidar Network, 2014年09月10日, 中国・合肥

26) Kenji KAI, Atsushi OBATA, Kei KAWAI, Yoshitaka JIN, Nobuo SUGIMOTO, Validation of the height of the atmospheric boundary layer by the space lidar ATLID on board EarthCARE and the ground-based lidars, EarthCARE Workshop 2014, 2014年09月17日, 日本科学未来館(東京)

27) 河合慶, 甲斐憲次, 杉本伸夫, D. Batdorj, モンゴル国ダランザドガドにおけるアジアダストのシーロメーター観測: 2014年4月のダストイベントの事例解析, 日本気象学会2014年度秋季大会, 2014年10月21日, 福岡国際会議場

28) Kenji KAI, Cooperative Study on the Dust in the Taklimakan Desert by Integrated Observations, Report of CAS Visiting Professorship (招待講演), 2014年11月28日, 中国科学院新疆生態地理研究所

29) 河合慶, 甲斐憲次, 杉本伸夫, D. Batdorj, モンゴル国ダランザドガドにおけるアジアダストのシーロメーター観測: Aeronet スカイラジオメーターとの比較, 2015年02月21日, 第19回大気ライダー研究会, 首都大学東京秋葉原キャンパス

30) 星野 弘方, アジア内陸発生黄砂の発生メカニズム, 輸送経路と日本への影響ーハタネズミとマーモットが創る草原ー, 動物臨床医学会記念年次大会 (招待講演), 2014年11月20日, 大阪国際会議場

31) 星野 弘方, アフロ・ユーラシアの乾燥・半乾燥地域の生態・環境の変動と人間のなりわいについてーリモートセンシング技術を用いたアプローチー, 日本科学史学会 (招待講演), 2014年05月24日, 酪農学園大学 (北

海道江別市)

32) Tetsuya TAKEMI, Numerical experiments on the formation and evolution of dust devils and tornadoes, ISSI Workshop on Dust Devils on Earth and Mars (招待講演), 2015年02月16日, International Space Science Institute, Bern, Switzerland

[図書] (計 4件)

1) Kai, K. and K. Kawamoto ed., Conference Agenda of the Third International Symposium on Atmospheric Light Scattering and Remote Sensing, 1-56, 2013

2) 星野 弘方・編著, 《アフロ・ユーラシア内陸乾燥地文明研究叢書7》「多様化するモンゴル世界 II」『変動する自然環境に左右されるモンゴル高原の遊牧』・名古屋大学大学院文学研究科 比較人文学研究室, 1-98, 2013年

3) 竹見 哲也, 積雲とダスト, 藤吉康志編, 北海道大学低温科学研究所「低温科学第72巻 雲とエアロゾルをつなぐ観測とモデリング」, 258-296, 2014.

4) Kai, K. ed., Proceedings of First Seminar of JSPS Core-to-Core Program : Collaborative Research between Mongolia, China and Japan on Outbreaks of Asian Dust and Environmental Regime Shift, 1-43, 2014.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

[その他]

ホームページ等

http://www7a.biglobe.ne.jp/~kai_lab_nagoya-u/kakenhi2012.html

<http://env728.env.nagoya-u.ac.jp/asiandust-ERS/>

<http://isalsars13.info.human.nagoya-u.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

甲斐 憲次 (Kai Kenji)

名古屋大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号: 50214242

(2) 研究分担者

星野 弘方 (Hoshino Buho)

酪農学園大学・環境システム学部・教授
研究者番号: 80438366

(3) 研究分担者

竹見 哲也 (Takemi Tetsuya)

京都大学・防災研究所・准教授
研究者番号: 10314361