

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月25日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21403008

研究課題名（和文） 白亜紀中期における陸域湿潤化：温室地球システム解明に向けたモンゴル白亜系調査

研究課題名（英文） Terrestrial humidity increase during mid-Cretaceous: Cretaceous research in Mongolia for understanding of greenhouse Earth system

研究代表者

安藤 寿男 (Hisao ANDO)

茨城大学・理学部・教授

研究者番号：50176020

研究成果の概要（和文）：モンゴル南東部の白亜紀中期（シネフダグ層）とジュラ紀中期（エーデムト層）の湖成層を対象に、(1) 炭素同位体比、カイエビ化石、凝灰岩のF-T年代などに基づく年代層序の構築と、(2) 岩相変化（頁岩・ドロマイト互層）から復元した湖水位変動の周期解析、鉱物・主要元素組成による化学風化度変動、有機化学指標（TEX<sub>86</sub>）による湖水温復元などに基づく古環境変動復元を行い、モンゴル湖成層には、白亜紀中期“温室期”に頻発した海洋無酸素事変期（OAE1a~1b）の、地球軌道要素を反映した降水量および古気温変動が記録されている。

研究成果の概要（英文）：The lacustrine deposits of the mid-Cretaceous Shinekhudag Formation and middle Jurassic Eedemt Formation in southeast Mongolia are investigated through the following two strategy: (1) Establishment of chronostratigraphy by carbon-isotopic stratigraphy, conchostracans biostratigraphy, and fission-track age dating of intercalated tuffaceous rocks, and (2) Reconstruction of terrestrial paleoclimatic changes by cyclicity of the rhythmically alternating shale-dolomite, paleoweathering changes based on mineral and major elemental ratios, and paleotemperature changes based on organic geochemical proxy (TEX<sub>86</sub>). The results reveal that these lacustrine strata record orbital-controlled paleoclimatic (precipitation and temperature) changes in inland Asia during the OAE intervals.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2010年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2011年度	3,200,000	960,000	4,160,000
年度			
年度			
総計	12,600,000	3,780,000	16,380,000

研究分野：地質学・古生物学・古気候学

科研費の分科・細目：地球惑星科学 層位・古生物学

キーワード：白亜紀中期，モンゴル，湖成堆積物，降水量，古気温，地球軌道要素，温室地球

## 1. 研究開始当初の背景

白亜紀中期は、大気 CO<sub>2</sub> 濃度が現在の4-10倍に達し極度な温室効果を受けた“温室期”であり、世界規模の海洋無酸素事変(OAE)が頻発して、海洋に広域に黒色泥岩が堆積した時

期として知られる。OAEは、有機炭素埋積率の増大を通して、温室期の気候変動のサーモスタットの役割を担っていたと考えられ、温室地球システムを理解する上で重要な現象である。しかし、温室期においてOAE発生

や有機炭素埋積率の増大を引き起こすメカニズムは依然として不明な点が多い。

全球的な温暖化→陸域の湿潤化・化学風化率の促進→陸源碎屑物流入量の増大→海洋表層生物生産の増加→有機炭素埋積率の上昇、といったメカニズムで説明しようとする仮説が提唱されているが、十分に検証されていない。従来、OAEや白亜紀“温室期”の研究の中心は海成層であったため、「OAE期の陸域環境がどのような役割を果たしたのか」は殆ど研究がなされていない。

アジア内陸域には、白亜紀中期において広大な湖環境が広がっていたことを示す地質学的証拠があり、白亜紀中期のOAE頻発期において陸域が著しく湿潤化したことを示唆する証拠が得られていた。そこで、このOAEと同時期のアジア内陸(モンゴル)の湖成堆積物記録を調べることで、陸域の気候変動と海洋でのOAE発生との関連性を検討し、「陸域湿潤化がOAE発生の鍵である」とする上述の仮説を検証することを試みた。

## 2. 研究の目的

モンゴル南東部に露出する白亜期中期(アプチアン期)の湖成層(シネフダグ層)を研究対象とし、(1)詳細な年代層序の確立と、(2)湖環境変動の復元を行い(下記に詳述)、「陸域湿潤化と化学風化度増大がOAE期の有機炭素埋積率の増大の要因である」とする作業仮説の検証を行う。具体的には以下の手順で研究を進める。

(1) 年代層序の確立: ①有機炭素の炭素同位体比層序の確立による、日本や欧州のOAE1a期の炭素同位体比曲線と対比、②カイエビ生層序による中国陸成層との対比、③介在する凝灰岩試料のフィッシュントラック(F-T)年代測定

(2) 古環境変動の復元: ①岩相変化による湖堆積環境変動の復元、②鉱物組成・主要元素組成に基づく化学風化度変動の復元、③有機化学指標(TEX<sub>86</sub>)に基づく湖水温の復元

以上の成果を総括し、OAE1a時の陸域環境変動および化学風化度の変遷が、海洋の有機炭素埋積にどのようにリンクしていたのかを高解像に復元する。

## 3. 研究の方法

### (1) 野外調査

モンゴル南部ゴビ砂漠南東部において、モンゴルの共同研究者(N. Ichinnorov)の案内で、毎年8月に10日から2週間の現地地質調査を、3~5名で行った。2009年度に、シネフダグ、エーデムト、フレンドホ、ツシレグ地域と広域に好露出セクションを探索し、シネフダグ地域、エーデムト地域に調査の重点を置くことにした。2010年度はシネフダグ地域、フート地域およびハラフツル地域、2011年度はシネフダグ地域を集中的に調査

した。各調査ルートでは、GPS測位を行いながら地質構造を把握して地質ルートマップを作成し、岩相層序を構築しながら地質柱状図を作成した。

### (2) 研究試料・標本採取

シネフダグ地域では、OAE1a層準を含む広範囲の連続層序断面を確保するために、露出条件の悪い砂漠地域ながらもスコップ等による掘削で連続的に露頭を広範囲に探索して調査を行った。また、2011年度は、長さ約200mのトレンチ調査を行って、厚さ約30mの精密岩相層序解析・試料採取を行った。化石試料、分析用試料の採取法や間隔は、露頭状況と研究対象層準・目的に応じて適切な方法を選んだ。地表面の走向に直交する距離の20m, 10m, 5m, 1m, 50cm間隔、層厚の1m, 20cm, 10cm, 5cmというように、重要層準では精密に採取した。カイエビ、貝形虫化石層準では密集産出層準で集中的に産状観察を行いながら、採取している。採集試料は、日本に到着後10月末に茨城大学でサンプリング集会を行って、分析試料を確認しながら、分析方法の確認の上で配付した。

### (3) 堆積物試料・標本を用いた分析・解析

研究分担者の所属する各大学で行った。泥岩中の有機物の炭素同位体比測定は金沢大学、有機物の分析(ガスクロマトグラフ質量分析装置:GC/MS)を用いた分子同定、光学顕微鏡による非抽出性有機物(ケロジェン)の種類とその構成比率の決定は北海道大学、藻類・植物起源バイオマーカーの抽出による分析は北海道大学、介在する凝灰質砂岩や火山灰層のF-T年代決定は金沢大学、小型植物化石を抽出した植物群集による古環境変遷の復元は新潟大学、花粉や貝形虫化石分析はモンゴル側研究者(N. IchinnorovとY. Khand)、また、無機化学分析(XRD, XRFを用いた主要元素組成、粘土鉱物-イライト:スメクタイト:カオリナイト比率の決定)は早稲田大学と北海道大学で行った。化学風化率変動の復元はOhta & Arai (2007)が開発した化学風化度(W)をモンゴルの試料の分析から得られた主要元素組成のデータに適用して算出した。カイエビ化石の同定・解析、および試料・標本全体の管理は茨城大学で行った。

### (4) 研究計画や研究成果の検討

毎年4月当初の打ち合わせ会と、10月末のサンプリング集会で行った。年2回、分析・解析成果とその考察を持ち寄って討論し、問題点の洗い出しや今後の課題の絞り込みを行った。

## 4. 研究成果

### (1) 年代層序の構築

シネフダグ地域ではアプチアン階下部の

シネフダグ層（湖成層）、下位のツガンツアフ層上部（河川および湖成層）、および上位のフフテグ層下部（河川成夾炭層）について、層厚約 450m の総合柱状図を確立し、炭素同位体比層序などの年代層序に基づき、OAE1a, 1b を含むと推定されるアプチアン初期～アルビアン前期の厚い連続的地層記録を得た。

一方、エーデムト地域に露出するエーデムト層（湖成層）と下位のホーティンホトゴル層（河川成夾炭層）（全層厚：約 200m）は、本研究によってこれまで考えられていた白亜系ではなく、中部ジュラ系であることが判明した。

#### ① 炭素同位体比層序の構築

シネフダグ地域に露出する、ツガンツアフ層上部、シネフダグ層、フフテグ層下部の一連のシーケンスから採取した試料の、含有有機物の炭素同位体比を測定し、確立した炭素同位体比変動曲線と、欧州の標準曲線との比較から、調査層準はアプチアン前～後期に対比され、OAE 1 a, 1b に相当する層準を特定した。

#### ② カイエビ化石層序による対比

シネフダグ層からは、少なくとも 2 種のカイエビ類が確認されている (*Yanjiestheria gobiensis* Chen 2005, *Neodiostheria mongolensis* Chen 2005; Yuan and Chen, 2005)。両種は外部形態、サイズ、背甲表面の装飾により明確に区別することが可能である。共産する介形虫類とは特定の層準には密集するが 3 者は同一葉理面上には互いに産出しないといった非常に排他的な産状を示す。また、灰色頁岩では、他の岩相より密集度が高く、白～黄色石灰質泥岩中のドロマイト層には殆ど産しない。岩相と産状には対応関係があることが示唆された。

一方、エーデムト層から試料採取した 17 層準中 7 層準から、*Triglypta* 属 1 種と未同定種の 2 種を確認した。また、昆虫の幼生や魚類、植物化石など多様な生物が共産化石として含まれている。中国で産するカイエビ類との比較から、エーデムト層はこれまで考えられていた白亜系ではなく、中部ジュラ系であることが判明した (Li G. et al., submitted)。

#### ③ 挟在凝灰岩層の F-T 年代測定

調査地域の下部白亜系にわずかに含まれる凝灰岩層は薄層であり、年代測定を可能にするジルコン粒子の抽出は難しかった。しかし、シネフダグ層上部で採取した凝灰質砂岩層のジルコン粒子の F-T 年代分布から、少なくともシネフダグ層上部の年代が約 116Ma 以降という新たな年代データが得られた。これは、これまでの年代論と矛盾しない貴重な成果である。

また、エーデムト層およびホーティンホト

ゴル層中の凝灰岩試料から抽出したジルコンの F-T 年代は、三畳紀～ジュラ紀前期の年代値を示し、カイエビ化石の証拠から推定されたジュラ紀中期という年代を支持する結果が得られた。

#### (2) 古環境変動の復元

##### ① 岩相変化に基づく湖堆積環境変動の復元

シネフダグ層は、リズムカルな頁岩とドロマイトの互層からなり、堆積相解析、鉱物組成分析、有機地球化学的分析 (CNS 元素分析、ロックエバル分析) の結果から、その岩相変化は湖水位および湖表層の生物生産の変動を反映していることが明らかになった。すなわち、乾燥気候が卓越して湖水位が低くなり、湖水の塩濃度が高くなった時期にドロマイトが堆積し（藻類・バクテリアが卓越）、一方で、湿潤気候が卓越して湖水位が高くなり、湖表層が淡水で覆われて成層化し、湖底が還元になった時期に頁岩が堆積した（藻類の生産に加え湖岸から碎屑性鉱物・植物片が流入）と解釈した。

また同層頁岩は年縞を記録しており、その層厚から平均堆積速度は約 6.5 cm/ky であると推定した。復元した湖水位変動を周期解析した結果、約 1.2–1.6 m、5–6 m、24–26 m の周期成分を見出し、平均堆積速度 6.5 cm/ky では、約 2 万年、10 万年、40 万年というミランコビッチサイクルの周期の階層性と一致する為、地球軌道要素変動に起因した湖水位（降水量）変動を記録していることが明らかになった (図 1)。

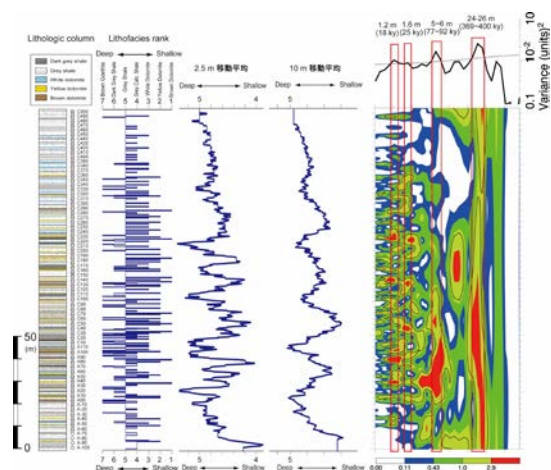


図1 シネフダグ層の岩相変化から復元した地球軌道要素を反映した湖水位(降水量)変動 (Hasegawa et al., 投稿準備中)。

##### ② 化学風化度変遷の復元

主要元素組成と風化指標 (Ohta and Arai, 2007) に基づく古風化度変遷の復元から、エーデムト層では、鉱物組成と風化指標が湖水変動を記録している可能性が高く、全体としては風化度が大きい湿潤気候の影響が示唆される。一方、シネフダグ層では温帯～半乾燥

帯の古気候や 10 万年周期の気候変動を示唆する結果が得られた。

### ③ 有機化学指標(TEX<sub>86</sub>)による古水温復元

シネフダグ地域の泥岩 43 試料中 3 試料から、テトラエーテル脂質を抽出し、有機化学指標(TEX<sub>86</sub>)から古水温を推定した。復元された湖水温は 29-33°C であり、これは白亜紀中期“温室期”の北半球中緯度域が、現在に比べてずっと温暖だったとするこれまでの海成層を対象とした研究とも調和的である。まだ 3 試料のみであるが、白亜紀の陸成層から古水温復元に成功した初めての結果であり、重要である。

### (3) 今後の展望

炭素同位体比層序や F-T 年代測定などに基づく年代層序の確立により、シネフダグ地域に露出するツガンツアフ層上部、シネフダグ層、フフテグ層下部は、アプチアン前期～アルビアン前期の OAE1a-1b 期に対応する陸成堆積物記録であることが明らかになった。またシネフダグ層の岩相変化には地球軌道要素 (2 万年, 10 万年, 40 万年) を反映した湖水水位変動が記録されていることが解った。したがって、シネフダグ層の湖水水位変動から、天文学的周期を基に数万年精度の年代目盛を構築する、サイクル層序が確立できることが判明した。最近、アプチアン前期～アルビアン前期の OAE1a～OAE1b 期の記録が最も良好なイタリアの海成層でも、サイクル層序に基づく精密年代層序が構築されている (Huang et al., 2010)。そこで、シネフダグ層で詳細なサイクル層序と炭素同位体比層序を構築すれば、数万年の精度で陸-海の環境変動の対比が可能であることが予想される。したがって、今後は確立した年代層序から特定した OAE1a, 1b 相当層準において、更に詳細な炭素同位体比層序を組立て、岩相変化の周期解析に基づくサイクル層序を構築し、OAE1a, 1b 期の陸域環境の変動を詳細に解明していく。

### (4) 国内外における位置づけとインパクト

白亜紀の湖成層を用いた、OAE 期の陸域環境変動を復元することは世界で初めてであり、白亜紀のグローバルな環境変化に関する議論には殆ど貢献していなかったモンゴルをはじめとするアジア内陸域が、実は当時の陸域環境情報を詳細に記録し、古気候学的に非常に重要であることを欧米に発信する。炭素同位体比層序に基づき、陸成層で OAE 相当層準を特定したこと自体が世界でも前例がなく、OAE 時の陸-海洋の地層記録を詳細に解読した研究例として早期に成果公表を期したい。

本研究は、長年、東アジア各国の研究者と交流を築き上げてきた国際地質科学研究計画 IGCP507「白亜紀におけるアジアの古気候」メンバー (日本, モンゴル, 中国) が、モン

ゴルで初めて行った本格的な国際共同研究でもある。研究代表者の安藤は、本研究成果をきっかけとして、IGCP507 の後継プロジェクト「白亜紀のアジア-西太平洋における生命圏と気候のダイナミクス」を代表者として申請 (IGCP 608) した。今年度は採択されなかったため再度提案予定である。本研究は再提案する IGCP608 の基礎となった研究プロジェクトとして位置付けられる。

また、中国東北部の松遼盆地では 2009 年に白亜系上部の SK-I, II コアが掘削され、2012 年 6 月からはジュラ系上部～白亜系下部を対象とした国際陸上科学掘削計画 (ICDP) の掘削 (SK-III) が予定されるなど、長時間軸の陸成堆積物の研究が始まっている。しかし、湖成堆積物を対象とした、個々の OAE と対比しうる高解像の陸域環境復元の研究は未だ行われていない。ICDP の進展に伴って、東アジアの白亜紀陸成層が注目を浴びると予想されるので、世界に先駆けたデータを発信できる良いタイミングと捉えられる。

本研究の目的である「OAE 時の陸域湿潤化」が検証されれば、温暖化に対する陸域環境の応答が、海洋環境に深刻な影響を及ぼした実例を示すことになる。こうした温室期の地球システムの応答について理解を進めることは、温暖化が進行する現在と未来の地球、特に陸域の未来像を理解することに繋がると期待される。

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 13 件)

- (1) Ando, H., Hasegawa, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Hasebe, N., Li, G. and Ichinnorov, N., 2011, Jurassic-Cretaceous lacustrine deposits in East Gobi basin, southeast Mongolia. *Journal of Geological Society of Japan*, 111, XI-XII. 査読有.
- (2) Hasegawa, T. and Ando, H., 2011, Preface of Thematic section: Paleoclimates in Asia during the Cretaceous: Their variations, causes and biotic and environmental responses (IGCP Project 507) Part 2. *Island Arc*, 20, 5. 査読有. DOI: 10.1111/j.1440-1738.2011.00761.x
- (3) 安藤寿男・柳沢幸夫・小松原純子, 2011, 常磐地域の白亜系から新第三系と前弧盆堆積作用. *地質学雑誌*, 補遺, 49-67. 査読有.
- (4) Nemoto, T. and Hasegawa, T., 2011, Submillennial resolution carbon isotope stratigraphy across the Oceanic Anoxic Event 2 horizon in the Tappu section, Hokkaido, Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 309, 271-280. 査読有. DOI: 10.1016/j.palaeo.

- 2011.06.009
- (5) Hasegawa, T., and Hibino, T., 2011, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Jurassic-Cretaceous Tetori Group, central Japan. *Island Arc*, 20, 23-34. 査読有. DOI: 10.1111/j.1440-1738.2010.00720.x
- (6) Hasegawa, H., Tada, R., Jiang, X., Sukanuma, Y., Imsamut, S., Charusiri, P., Ichinnorov, N. and Khand, Y., 2011, Drastic shrinking of the Hadley circulation during the mid-Cretaceous super-greenhouse. *Climate of the Past Discussions*, 7, 119-151. 査読有. DOI: 10.5194/cpd-7-119-2011
- (7) Ohta, T., Li G., Hirano, H., Sakai, T., Kozai, T., Yoshikawa, T. and Kaneko, A., 2011, Early Cretaceous terrestrial weathering in Northern China: relationship between paleoclimate change and the phased evolution of the Jehol Biota. *Journal of Geology*, 119, 81-96. 査読有. DOI: 10.1086/657341
- (8) 川村泰士・長谷部徳子・安藤寿男・長谷川精・長谷川卓・太田亨・山本正伸, 2011, FT法によるモンゴル中部堆積物の堆積年代の推定. *フィッション・トラックニュースレター*, 24, 73 - 74. 査読無. <http://www.soc.nii.ac.jp/ftgrj/FTNLs/FTNLall.htm#FTNL23>
- (9) Ando, H., Tamura, Y. and Takamatsu, D., 2010, Fourth- to third-order cycles in the Hakobuchi Formation: shallow-marine Campanian final deposition of the Yezo Group, Nakagawa area, northern Hokkaido, Japan. *Island Arc*, 19, 567-589. 査読有. DOI: 10.1111/j.1440-1738.2010.00716.x (11)
- (10) Hasegawa, T., Hibino, T. and Hori, S., 2010, An indicator of paleosalinity: sedimentary sulfur and organic carbon in the Jurassic-Cretaceous Tetori Group, central Japan. *Island Arc*, 19, 509-604. 査読有. DOI: 10.1111/j.1440-1738.2010.00718.x
- (11) Hasegawa, H., Imsamut, S., Charusiri, P., Tada, R., Horiuchi, Y., Hisada, K., 2010, 'Thailand was a desert' during the mid-Cretaceous: Equatorward shift of the subtropical high-pressure belt indicated by eolian deposits (Phu Thok Formation) in the Khorat Basin, northern Thailand. *Island Arc*, 19, 605-621. 査読有. DOI: 10.1111/j.1440-1738.2010.00728.x
- (12) Seike, K., Hasegawa, H., Ichinnorov, N., 2010, Preferred orientation of the trace fossil *Entradichnus meniscus* in the eolian dune strata (Djadokhta Formation) at Tugrikiin Shiree, south Mongolia. *Island Arc* 19, 622-627. 査読有. DOI: 10.1111/j.1440-1738.2010.00742.x
- (13) Hasegawa, H., Tada, R., Ichinnorov, N., Minjin, C., 2009, Lithostratigraphy and depositional environments of the Upper Cretaceous Djadokhta Formation, Ulan Nuur basin, southern Mongolia, and its paleoclimatic implication. *Jour. Asian Earth Sci.*, 35, 13-26. 査読有. DOI: 10.1016/j.jseas.2008.11.010
- [学会発表] (計 14 件)
- (1) 安藤寿男, 長谷川精, 長谷川卓, 太田亨, 山本正伸, 長谷部徳子, 村田崇行, G. Li, N. Ichinnorov モンゴル南東部のジュラ系-白亜系湖成頁岩層から復元する海洋無酸素事変期の陸域古環境. 日本堆積学会2011年長崎大会, 2011年12月23日, 長崎大学.
- (2) 長谷川精, 安藤寿男, 長谷川卓, 太田亨, 山本正伸, 長谷部徳子, 村田崇行, Li, G., Ichinnorov, N., モンゴルの白亜系湖成層中に見られる堆積リズムの起源: 白亜紀海洋無酸素事変期の陸域環境変動解明に向けて. 日本堆積学会2011年長崎大会, 2011年12月23日, 長崎大学.
- (3) Ando, H., Hasegawa, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Hasebe, N., Li, G. and Ichinnorov, N., Paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction of the Jurassic-lower Cretaceous lacustrine deposits in the eastern Gobi basin, southeast Mongolia. 6th Symposium of IGCP 507, 2011年8月15日, 北京・中国地質科学大学.
- (4) Hasegawa, H., Ando, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Hasebe, N., Li, G. and Ichinnorov, N., Origin of rhythmical beddings in the Aptian lacustrine deposits (Shinekhudag Formation) in southeast Mongolia. 6th Symposium of IGCP 507, 2011年8月15日. 北京・中国地質科学大学.
- (5) Murata, T., Li, G., Ando, H., Hasegawa, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Hasebe, N., and Ichinnorov, N., Paleontological study on the Jurassic-lower Cretaceous conchostracans from lacustrine deposits in the eastern Gobi basin, southeast Mongolia. 6th Symposium of IGCP 507, 2011年8月15日, 北京・中国地質科学大学.
- (6) 村田崇行・Li G.・安藤寿男・長谷川精・長谷川卓・太田亨・山本正伸・長谷部徳子・Ichinnorov, N., モンゴル南東部, ゴビ砂漠における湖成堆積物中のジュラ系-下部白亜系カイエビの古生物学的研究. 日本地質学会第118年学術大会, 2011年9月11日, 茨城大学.
- (7) 安藤寿男・長谷川精・長谷川卓・太田亨・山本正伸・長谷部徳子・Li, G.・Ichinnorov, N., モンゴル南東部海外学術調査報告: ジュラ系-白亜系湖成頁岩層から復元する海洋無酸素事変期の陸域古環境. 石油技術協会春季講演会, 2011年6月9日, 東京都代々木オリンピック記念青少年総合センター.
- (8) 長谷川精・安藤寿男・長谷川卓・太田亨・山本正伸・長谷部徳子・Li, G.・Ichinnorov,

- N., モンゴルの白亜系湖成層中に記録される堆積リズムの起源. 地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月26日, 千葉市幕張.
- (9) Hasegawa, H., Ando, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Hasebe, N., Li, G. and Ichinnorov, N., Depositional environments of the mid-Cretaceous lacustrine deposits in southeast Mongolia: Implication for terrestrial environmental changes at the OAE interval. General Assemblies, European Geosciences Union, 2011年4月23日, オーストリア・ウィーン.
- (10) 安藤寿男・長谷川 精・長谷川 卓・太田 亨・山本正伸・長谷部 徳子・Li, G.・Ichinnorov, N., モンゴル南東部のジュラ系-白亜系湖成頁岩層から復元する海洋無酸素事変期の陸域古環境 (概報). 日本古生物学会第160回例会, 2011年1月30日, 高知大学.
- (11) Ando, H., Hasegawa, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Ichinnorov, N. and Li, G., Reconstruction of terrestrial paleoenvironmental changes during the intervals of Oceanic Anoxic Events (OAEs) from the Jurassic-Cretaceous lacustrine deposits in Southeast Mongolia. 5th International Symposium of IGCP 507, 2010年10月7日, Jogjakarta, Indonesia.
- (12) Ando, H., Hasegawa, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Ichinnorov, N. and Li, G., Reconstruction of terrestrial paleoenvironmental changes during the intervals of Oceanic Anoxic Events (OAEs) from the Jurassic-Cretaceous lacustrine deposits in SE Mongolia. 日本地質学会第117年学術大会, 2010年9月19日, 富山大学
- (13) Hasegawa, H., Ando, H., Hasegawa, T., Ohta, T., Yamamoto, M., Hasebe, N., Li, G. and Ichinnorov, N., Reconstruction of terrestrial paleoenvironmental change from the Jurassic-Cretaceous lacustrine deposits in SE Mongolia. 日本地球惑星科学連合2010年大会, 2010年5月25日, 千葉市幕張国際会議場.
- (14) Ando, H., Hasegawa T., Hasegawa, H., Ohta, T., Yamamoto, M. and Ichinnorov, N., Paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction of the Lower Cretaceous lacustrine deposits (Shinekhudag Fm.) in the eastern Gobi Basin, southeast Mongolia: perspective and preliminary results. 4th International Symposium of IGCP 507 (Paleoclimates of the Cretaceous in Asia), 2009年12月5日, 熊本大学.

[その他]  
ホームページ等  
<http://paleo-geo-ando.sci.ibaraki.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

安藤 寿男 (ANDO HISAO)  
茨城大学・理学部・教授  
研究者番号: 50176020

### (2) 研究分担者

- 長谷川 卓 (HASEGAWA TAKASHI)  
金沢大学・自然システム学系・教授  
研究者番号: 50272943
- 太田 亨 (OHTA TORU)  
早稲田大学・教育総合科学学術院・講師  
研究者番号: 40409610
- 山本 正伸 (YAMAMOTO MASANOBU)  
北海道大学・大学院地球環境科学研究院・准教授  
研究者番号: 60332475
- 長谷部 徳子 (HASEBE NORIKO)  
金沢大学・環日本海域環境研究センター・准教授  
研究者番号: 60272944
- 高橋 正道 (TAKAHASHI MASAMICHI)  
新潟大学・自然科学系・教授  
研究者番号: 00154865
- 長谷川 精 (HASEGAWA HITOSHI)  
北海道大学・大学院理学研究院・日本学術振興会特別研究員 PD  
研究者番号: 80551605