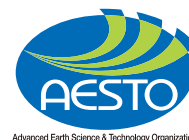


AESTO News

No.12
Autumn 2009



http://www.aesto.or.jp/aesto_news.html

Contents

特集 気候変動のプロセス研究

— 気候変動の解明に向けて —

- プロセス研究とその課題 近藤洋輝
- エアロゾルと気候研究 中島映至
- 植生過程 佐藤永
- ダイポールモードとエルニーニョもどき 山形俊男
- 雪氷面放射過程 青木輝夫

AESTO Report

- 「防・減災における適切・機敏な初動判断形成に関する調査研究」の成果
- 宇宙から見た京 — 人工衛星「だいち」で歴史をたどる —
- 青少年普及啓発事業「出前地球講座」活動のご報告
- 賛助会員寄稿 — 株式会社 グローバル オーシャン ディベロップメント

プロセス研究とその課題

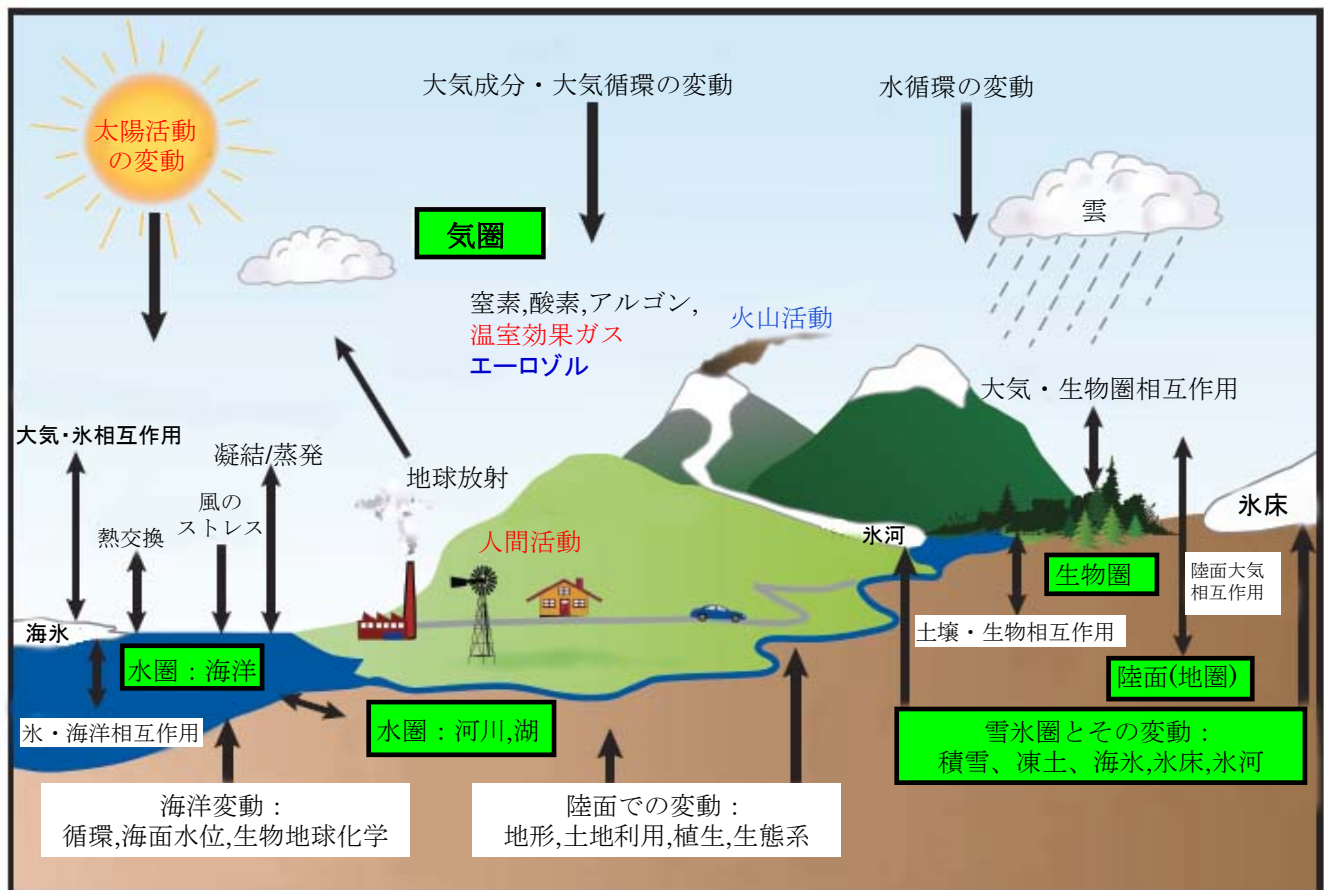
近藤 洋輝
Kondo Hiroki

財団法人地球科学技術総合推進機構
地球温暖化研究開発センター長



地球温暖化に関する最近の科学的知見は、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第 4 次評価報告書 (AR4、2007 年) にまとめられています。そこでは、温暖化が現実化していることは疑う余地がないと初めて確認し、その原因が人為起源の温室効果ガス濃度の増加にある可能性が非常に高いと評価し、さらに将来の気候の変化傾向の予測を示すとともに、近年多発している極端現象が今後、その頻度および / あるいは強度を激化させると予測しています。同時に、残された不確実

性も指摘しています。現在そのような不確実性の定量化・低減に取り組む研究が進展中です。図 1 は気候を構成する、気圏、水圏 (海洋及び河川・湖)、雪氷圏 (積雪、凍土、海氷、氷床、氷河)、陸面 (地圏)・生物圏とそれらに関わる種々のふるまいを示しています。個々の物理的、生物・地球化学的なふるまいはプロセス (過程) と呼びますが、その理解を進めること (プロセス研究) が、上記の不確実性に対応する上でとくに大きな課題とされています。



(IPCC/WG1/AR4)

図1 気候システムの構成要素とそれらの作用および相互作用

時間規模に関わらず、気候変動に主要な放射強制力（地球を暖める力）として作用する温室効果ガスはすでにかなり定量的に把握されていますが、同様に大きな放射強制力を及ぼす人為起源の大気中微粒子（エアロゾル）の濃度やその変化はまだ十分把握されていません。大部分は太陽光を散乱（冷却効果）しますが、ススなどのエアロゾルは吸収（温暖効果）しますし、また凝結核となって下層雲などを形成して太陽光をさえぎる間接効果（冷却効果）もあります。一方、積雪上に付着したススなど不純物は、その濃度や積雪の粒径に応じて積雪表面のアルベド（反射率）の増大をもたらす太陽光の吸収が強まり、融解を早めます。これらの物理過程は、その分布の実態や効果の大きさの定量化が課題です。

長期的な気候変化においては、温室効果ガス濃度の増加で温暖化が進んだ場合、炭素循環において、陸域生態系などがその影響を受けて、二酸化炭素の吸収が低下し、追加的な濃度増大とそれによる更なる温暖化という、炭素循環のフィードバックが現れます。その際、陸

域生態系は、気候の変化に伴い、より環境に適した種が支配的になるなど動的な生物過程の理解は、そのような過程を気候モデルにとりいれたモデル（地球システムモデル）の開発にとって極めて重要です。

短期的な気候変動においては、温暖化という長期的な傾向の上に自然変動がどう振舞うか、特に近年の豪雨、熱波、干ばつなど世界で生じている極端現象がどう現れるかは、現実の問題として大きな関心を呼んでいます。最近ジュネーブで開かれた第3回世界気候会議（WCC-3、2009年8月31日～9月4日、AESTO News No.8、No.10参照）で、季節から数年更には10年規模の気候変動の予測とその情報の応用および防災対応が議論されています。日本にも大きな影響をもたらす自然変動には、太平洋赤道域で生じるエルニーニョ現象や、インド洋におけるダイポール現象（IOD）、北米振動などがあります。とくに、現象の発見からその理解まで近年目覚しく進んでいるIODの研究が注目されています。

エアロゾルと気候研究

中島 映至
Nakajima Teruyuki

東京大学 気候システム研究センター長 教授



エアロゾルの気候影響に関するサイエンスは、この20年間で最も発達した分野のひとつであろう。1990年代初頭には、地球温暖化現象の再現において、エアロゾルの日傘効果の考慮が必須であることが示されて、気候研究コミュニティまで巻き込んだ大きな研究の流れが始まった。またその頃から、NASAのEOS計画、我が国のADEOS/ADEOS-II衛星計画、ヨーロッパのENVISAT計画が始まり、高性能の多波長中分解能全球イメージャー群によってエアロゾルの全球分布が示されるようになると、全球を覆うエアロゾル層と、人間活動によって汚れた北半球の現状が広く認識されるようになった。図1に、さまざまな気候変化要因による影響を、放射エネルギー収支の不均衡（放射強制力と呼ぶ）によって示す。大気上端では、人為起源の温室効果ガスによる赤外放射吸収の

増加によって、地球表面から放出される熱放射が宇宙空間に散逸されにくくなり、正の放射強制（系に加熱効果をもたらす）が $+2.6 \text{ Wm}^{-2}$ ほど起こっている。これが地球温暖化の主原因である。また、大気汚染によって生成された対流圏オゾンも正の放射強制力を作り出しており、このような温室効果ガスの影響をすべて含めると $+3.0 \text{ Wm}^{-2}$ に達すると評価されている。ところが、このような放射強制を与えた気候モデル計算では全球地表面気温は現在観測されている値よりも3割程度も高くなってしまい、なんらかの冷却要因が必要であることが20世紀後半には認識されはじめた。1980年代からの先駆的研究によって、このような要因として、化石燃料起源の硫酸塩エアロゾルによる太陽放射の反射が -1.3 Wm^{-2} もの大きな負の放射強制力（系に冷却効果をもたらす）を作り

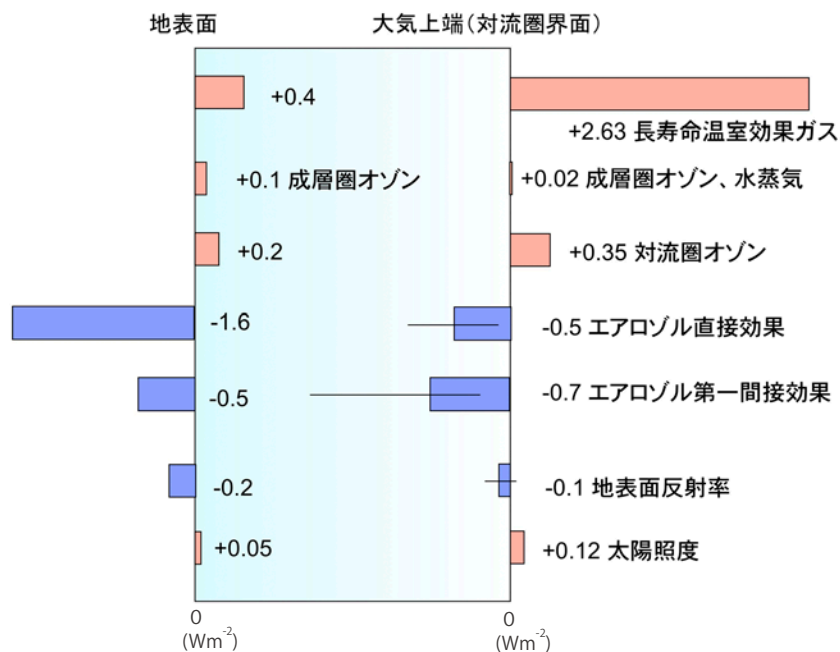


図1 種々の気候変化要因による大気上端（実際には対流圏界面）（右）と地表面（左）の放射強制力。1750年から2005年の期間の値。大気上端の値はIPCC-AR4評価報告書によるもの、地表面の値は我が国のMIROC気候モデルによる算定値で、誤差幅は付けていない。（学術会議対外報告「地球温暖化問題解決のために—知見と施策の分析、我々の取るべき行動の選択肢—、2009年3月）

出す可能性が指摘された。現代的な評価では、このような当初の硫酸塩モデルは不適切であり、黒色炭素の放射吸収効果によってエアロゾルの直接効果は -0.5 Wm^{-2} ほどしかないと考えられている。一方、他の -0.7 Wm^{-2} ほどが、エアロゾルの間接効果によって引き起こされているとされている。すなわち、エアロゾルが雲核となり多数の雲粒を生成することによって、産業革命以降、雲が徐々に明るくなっていると考えられている。

このように、エアロゾルの気候影響は顕著で、かつ非常に複雑である。これはエアロゾルの化学組成、光学特性、全球分布、長距離輸送が非常に複雑であることに起因する。そのため現在の評価でも、50%以上の不確実性が未だに含まれている。従って個々の現象の詳細なプロ

セス研究無しには、その正確な気候モデリングは不可能である。現在、注目を浴びている研究のひとつは、図1に示すような、地表面におけるエアロゾルの負の放射強制力（地表面日射量の減少で薄暮効果とも呼ばれる）である。これは温室効果ガスよりもずっと大きく、空間的に不均一であるために、モンスーン循環の変化や降雨変化などを引き起こす可能性がある。今後必要なことは、雲とエアロゾルの相互作用を1 km スケールでシミュレーションできる全球超高分解能雲・エアロゾルモデルの開発、AERONET や SKYNET などの地上放射観測網と世界初の雲レーダー／ライダー同時搭載の EarthCARE 衛星などによる観測を通して、全球で起こっているこれらの現象を克明に調査することである。

植生過程

佐藤 永
SATO Hisashi

独立行政法人海洋研究開発機構
地球環境変動領域 研究員



地球上には様々な植生が存在しますが、どの地域にどのような植生が生じるのかは、主にはその土地の気候環境が決定します。例えば、一年を通じて温暖で湿潤な地域には熱帯多雨林が、一年を通じて温暖だが乾燥している地域には、乾燥のパターンや度合いに応じて熱帯季節林・ステップ・砂漠が広がるといった具合です。その一方で、植物生態系の分布や構造は、陸面の太陽光反射率・葉面からの蒸散量・生物量や土壌有機物としての固定炭素量、等々を変化させることで、気候環境と密接に相互作用しています。そして現在の気候環境は、このような相互作用によって作りだされていると考えられています。特に、温暖化の主要因とされる大気中の CO_2 濃度の増加速度は、植生が保持する炭素量の変化に大きく影響されますので、植生－気候間の相互作用を的確に予測することは、地球温暖化などといった長い時間スケールで生じる気候変化の予測において、殊更に重要になってきます。そこで、現在地球で進行している急速な気候変化の

もとにおける、植生帯の分布と機能の変化をよりの確に予測するため、動的全球植生モデル (DGVM) と呼ばれるシミュレーションモデルが開発されてきました。DGVM は、気象・土壌データを入力に用いて、植生の短期的応答（光合成や呼吸量など）と長期的応答（植生帯や生物量の分布など）の両者を出力します（図1）。長期気候変動を扱うためのシミュレーションモデルには、このような DGVM を含めることが一般的になりつつあります。これまで世界で 10 を越える DGVM が開発されていますが、我が国では海洋研究開発機構のチームが開発した SEIB-DGVM が唯一です。

ところで、気候が変化しても、その新しい気候に適応した植物生態系が生じるまでに大きな時間遅れが生じると考えられています。なぜならば、植生が変化するまでには、新しい気候環境に適応した植物が侵入し、それが既存植生と競争を行いながら、徐々に優占度を高めていくといった、一連のプロセスを経ることが必要だから

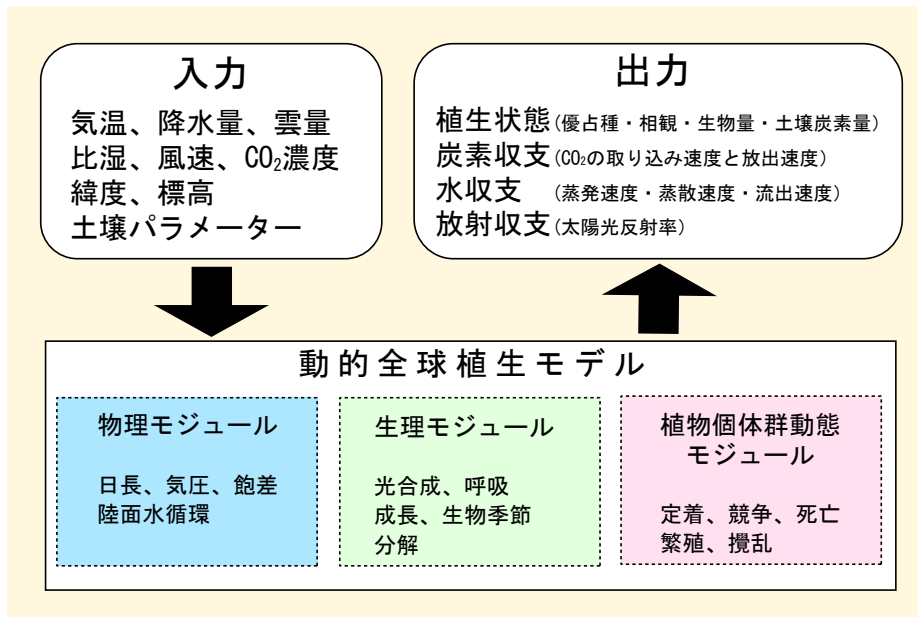


図1 動的全球植生モデル (DGVM) の入出力、及び構成。

動的な個体間競争を扱ったパイオニア的なモデルです。SEIB-DGVM は、現在までに日本の地球システム統合モデルに結合され、気候 - 植生間の相互作用が未来の地球環境に何をもたらすのか、IPCC 第5次報告書に向けた計算実験に利用される予定です。

です。そして、定着した場所から移動することの出来ない植物にとって、そのような競争とは、主に光や空間といった局所的に偏在する資源を巡って、近接する個体間で生じます。SEIB-DGVM では、そのような局所的な個体間競争を扱うために、陸面の各格子を代表する仮想植生に、個体として扱った木本を定着させ、それぞれが置かれた条件の下で、光と空間を巡った競争を行わせています (図2)。このような植生の扱いは、他の DGVM においても採用されつつありますが、SEIB-DGVM は当初から局所

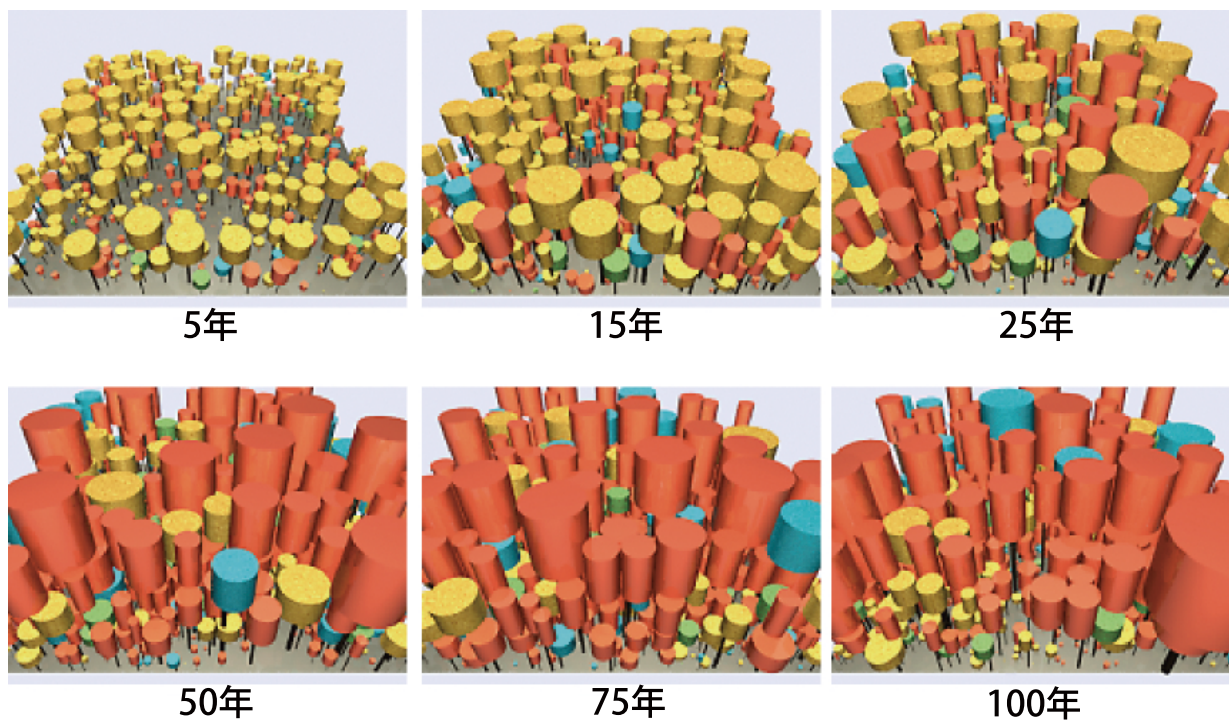


図2 SEIB-DGVM によってシミュレートされた熱帯多雨林の発達。半島マレーシアの気候と位置データを与えて、皆伐後の植生の回復をシミュレートした。先駆種 (黄) から極相種 (赤・青・緑) への遷移が再現されている。

ダイポールモードとエルニーニョもどき

山形 俊男
YAMAGATA Toshio

独立行政法人海洋研究開発機構
アプリケーションラボ ヘッド
東京大学 大学院理学系研究科長 理学部長



1994年の猛暑の原因を探究する過程で、私たちはインド洋にもエルニーニョ現象に似た気候変動現象が存在することを見出した。1999年にネイチャー誌に発表した論文でこれを（正の）ダイポールモード現象と名づけた。この現象が起こると、5月頃に南東の貿易風がインド洋東南部に異常に強まるために、ジャワ島沖に冷たい海水が湧いてくる。また強まった風で海水の蒸発が活発になるので、海面水温は更に下がる。赤道を南半球から北西方向によぎる南東貿易風は赤道に沿う方向の成分を持つので海洋表層の暖水を西方に運ぶが、同時に赤道から離れた方向にも吹き払うために、ブーメランのような形の海面水温異常のパターンが生じる。こうして東西に海面水温の傾度が生じ、これに呼応して海面気圧差も生じるために東風成分が強まり、ダイポールモード現象はどんどん成長してゆく。ダイポールモード現象に伴う赤道上の東風は夏のインドモンスーンに伴う東風を強化する向きなので、うまい具合に成長できるのである。しかし、冬のインドモンスーンが強まるころ（12月頃）になる

と、インド洋の赤道域では西風が強まるので、ダイポールモード現象は終息せざるを得ない。ダイポールモード現象は経年変動現象であるが、季節にロックされてもいるのである。

ところで東インド洋で供給された水蒸気はケニア周辺で収束し、そこで上昇して、ダイポールモード現象の最盛期である10月頃に赤道域東アフリカに異常な大雨を降らせる。一方、北方に運ばれる水蒸気はヒマラヤやインドシナの山岳地帯で上昇し、特に夏のモンスーンの季節にインド北部周辺から東南アジア地域にも大雨をもたらす。上昇した大気の一部は大気の波動（長いロスビー波）として西進し、地中海からアフリカ北部周辺で下降して、下層の高気圧を強化し、ヨーロッパに猛暑や早魃を引き起こすこともわかってきた。アジアの夏のモンスーンが活発化するとヨーロッパは乾燥するのである。インド北部や東南アジアに大雨をもたらした大気の一部はさらに北上して中国や日本付近で降下し、極東地域に猛暑や早魃を引き起こす。1994年はまさにその典型であった。

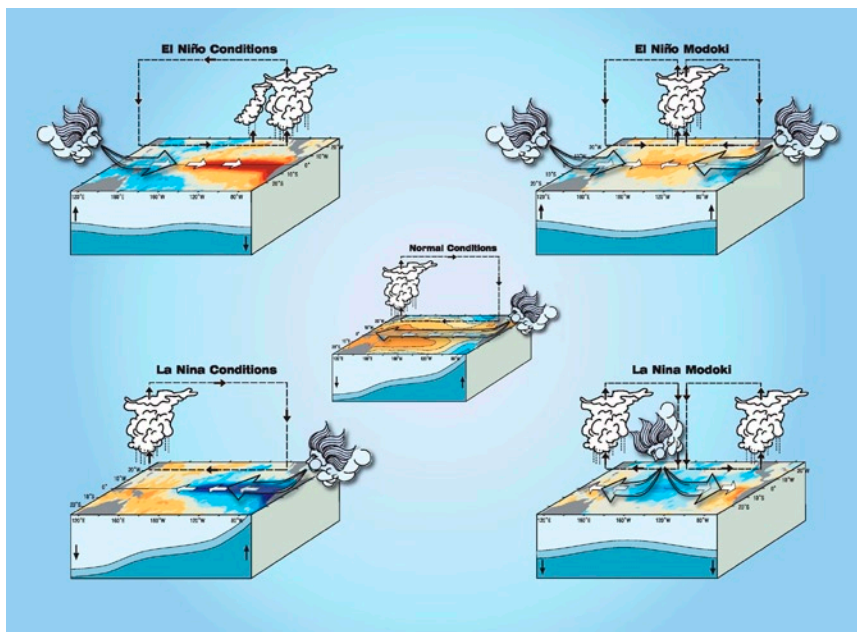


図1 エルニーニョ現象（左上）、ラニーニャ現象（左下）、エルニーニョもどき現象（右上）、ラニーニャもどき現象（右下）を示す模式図。中央は熱帯太平洋の通常の状態。

ところで熱帯太平洋に目を移すと、1994年の海面水温偏差は奇妙な分布を示していた。日付変更線付近の水温が正偏差を示し、その東西では負偏差を示していたのである。エルニーニョ現象の定義をゆるめて、エルニーニョ現象とする機関もあれば、そうでないとする機関もあって国際的にも混乱が起きていた。2004年夏も日本付近は猛暑となったが、この時の熱帯太平洋の海面水温偏差も似た分布をしていた。そこで私たちはこの現象について詳細に調べることを開始した。その結果、地球温暖化に伴って、熱帯太平洋の海水温も全体的に上昇し、日付変更線付近に強い対流域をともなう新海の現象がよく見られるようになっていたことがわかった。この現象は熱帯太平洋の中央部で上昇流、その東西で下降流を伴うもので、世界各地への影響もエルニーニョ現象とは随分異なる。それで私たちは2004年に<エルニーニョもどき>現象と名づけ、その構造、テレコネクションを詳細に調べ、発表した。最近になって、サイエンス誌やネイチャー誌などに類似論文がつぎつぎと発表されるようになり、この先駆的研究が国際的に注目を集めている。

ダイポールモード現象もインド洋の表層水温の上昇に伴って頻繁に発生するようになっており、これとエルニーニョもどき現象との関係はますます注目されるはずである。下層大気温暖化に伴う熱のはけ口は海であり、結果としての海の温暖化に伴って、これまであまり見られなかった現象が発現するようになっている。気候も進化しているのである。エルニーニョ現象、ダイポールモード現象、エルニーニョもどき現象など気候変動の具体的なパターンを決める要素現象を気候変動モードと呼ぶならば、気候変動を予測するにはこのような物理モードとその世界各地への影響を正確に再現するようにモデルを高精度化することがまず必要である。海洋研究開発機構に2008年に導入されたアプリケーションラボはこの方面の研究開発を推進している。

なおエルニーニョ現象、ダイポールモード現象などの予測、解説、学術論文などは<http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/>で公表しているので参照いただきたい。

雪氷面放射過程

青木 輝夫
AOKI Teruo

気象庁 気象研究所
物理気象研究部 第三研究室長



雪氷面はアルベドが高いため、吸収する太陽エネルギーが少なく、雪や氷が存在しやすい環境を作っているが、一旦融解すると大幅にアルベドが低下し、雪氷の消失が加速される。気候モデルによる将来の気候予測でも雪氷圏で温暖化が顕著に現れると予測されているが、現実には、北極海の海水やグリーンランド氷床の融解が多くの気候モデルの予測以上の速度で進行している。このため、雪氷圏の正確な将来予測には、雪氷の融解と密接に関係する雪氷面アルベドのプロセス研究とそのモデル化が必要不可欠である。ところが、現在の気候モデルでは雪氷面アルベドは気候値や現在気候下における経験的なパラメタリゼーションによって表現されていることが多いため、急激な温暖化時やモデルで考慮されてい

ない物理的要因によるアルベド低下は精度よく再現できない可能性がある。

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第4次報告書から、放射強制力の見積りに黒色炭素 (BC) による積雪汚染によって雪氷面のアルベドが低下する効果が追加された。BCは炭素燃料の不完全燃焼によって発生する黒色のエアロゾルで、太陽光を強く吸収するため大気中では大気を加熱し、雪氷面上ではアルベドを低下させることにより雪氷の融解を加速する効果を持っている。IPCCの第4次報告書では雪面上のBCによって $+0.1 \pm 0.1 \text{ W/m}^2$ の放射強制力(全球年平均値)が見積もられている。これは二酸化炭素による放射強制力 $+1.7 \pm 0.2 \text{ W/m}^2$ に比べるとかなり小さい。しかし、二酸化炭

素が全球・通年で温暖化に寄与するのに対し、雪氷面上 BC によるアルベド低下は主に北半球の、しかも雪氷面上かつ日射のある季節に働く効果である。従って、少なくとも、対象となる領域・季節においては全球年平均値の何倍も大きな効果を持っているはずである。また、BC だけではなく、ダスト (図 1) も同様の効果を持っている。

現在、世界では気象学や雪氷学の研究者を中心に、エアロゾル輸送モデルと雪氷アルベドモデルを組み合わせ、雪氷面上の BC によるアルベド低下の数値実験が行われている。また、観測では北極域を中心に積雪中の BC 濃度測定も行われるようになってきた。我々のグループでも積雪粒子による散乱過程を計算する放射伝達モデルをもとに、積雪中の BC やダスト (積雪不純物) 濃度と積雪粒径に依存してアルベドが変化する積雪アルベド物理モデルを開発している。このモデルは、国内の積雪域で行っている積雪や放射観測データによって検証したのち、エアロゾル輸送モデルに組み込み、積雪不純濃度変化による気候へ感度実



図 1 北海道十勝地方の雪原に降ったダスト (2008 年 2 月 29 日撮影)

験などを行っている (図 2)。さらに、このような数値モデルから計算される積雪不純物濃度や積雪粒径は、最近、衛星リモートセンシングからも抽出することが可能となってきた。それらを相互に比較することにより、アルベドモデルの精度向上が図られ、その結果、雪氷圏の将来予測精度が向上すると期待される。

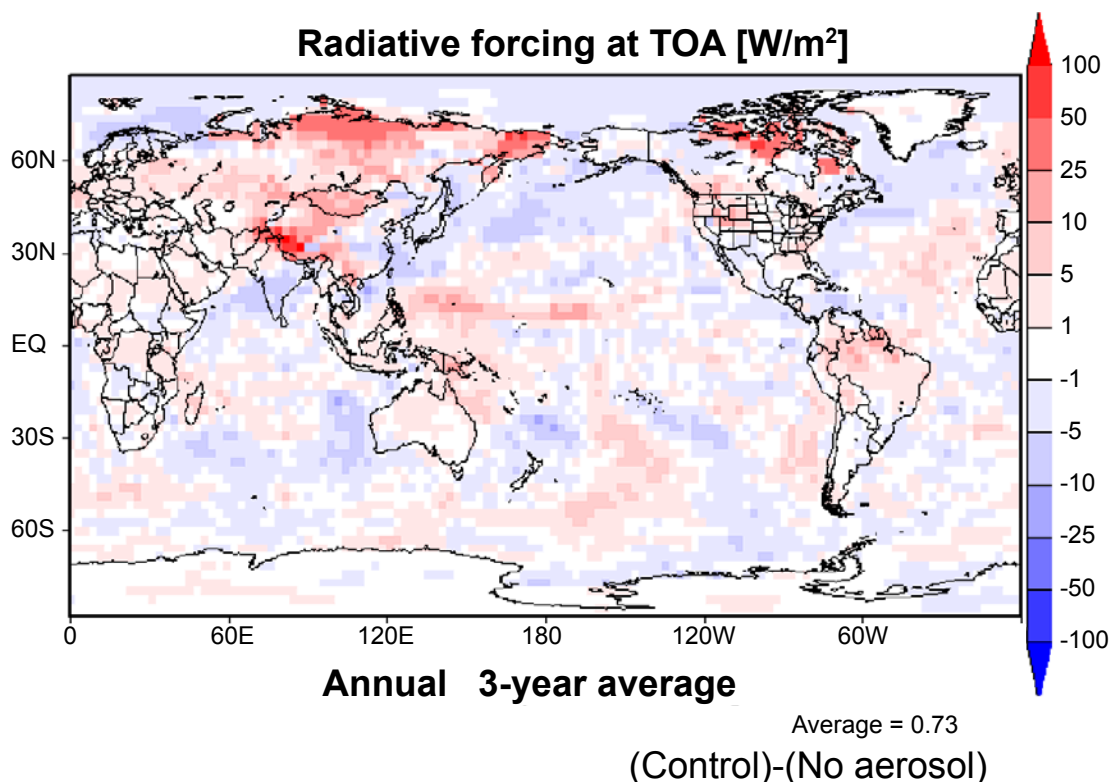


図 2 BC とダストの沈着による雪面アルベド低下による放射強制力 (W/m^2) の年平均値。

「防・減災における適切・機敏な初動判断形成に関する調査研究」の成果

石田 瑞穂
ISHIDA Mizuho

財団法人地球科学技術総合推進機構 理事



日本は古来、地震・津波・風水害等の自然災害や火災等的人災害などを繰り返し被ってきた。これらのいずれにあっても、その対応策としての初動判断はその後の安否を左右する最も重要な鍵である。本調査研究では過去の自然災害例をとりあげ、初動判断における機序、問題点及び対策の方針を検証した。

○ 一般的に災害は個人にとって大きな損失をもたらすものの、頻繁に遭遇する事象ではない。調査研究においては低頻度の災害の重要な典型として、100年から150年に1回しか発生しない大地震への対処が取り上げられた。大災害でも発生頻度の低い場合、各人の一生で起こり得ない現象として取り入れようとするバイアス（正常性バイアス）に陥りやすいことが指摘された（図1）。従って、全国を対象とした緊急地震速報のような情報は、常に国民に日本が地震国であることを忘れさせないうえ、国家保証された情報であるため、その活用を考える土壌を生む重要な情報になることが確認された（図2）。

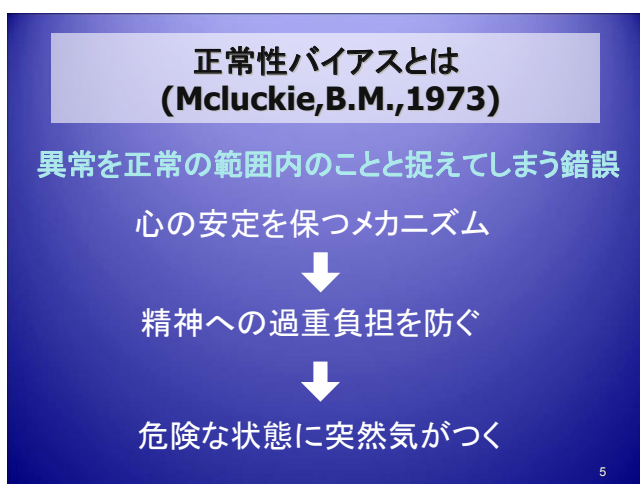


図1 正常性バイアスとは
(東京女子大学文理学部心理学科教授 広瀬弘忠提供)

一方、水害のような局所的災害にたいしては、その時自治体などがどのように対応したかの経験を次の災害

時に活かせるように伝承する必要性が強調された。

○ 災害発生後の迅速な意志決定が災害軽減につながる典型として津波避難が取り上げられた。

古来多くの津波災害を被っている日本では、津波からどのように逃れ得たかを体験談として知っておくことは初動判断に重要である。このことから、多くの体験者の証言に基づき、人間の心理・行動の多様性として整理・体系化し、効果的な避難の在り方という知見・教訓を得ることが試みられた。この結果「より津波から遠く高いところへ」と、「家族などの命に関わる事以外は行わない」という従来からの判断基準が重要であることが提言された。

津波については、様々な言い伝えが残されているが、中には「地震から津波への時間は十分あるので、飯を炊いておけ」などといった危険なものもあり、古の知恵などと鵜呑みにできないことも稀にある。

○ 避難行動のメカニズムでは、危険から物理的に遠ざかることによりリスクを回避するという避難行動が、実際には必ずしもとられていないことが報告された。

この原因として、一つは強烈な情報に対し自分自身を正常に保とうとし事象を正常の範囲内として捉える錯誤で、これを正常性バイアス（前出）、二つめは、緊急事態に直面した時に身も心も凍り付き動けなくなる凍り付き（フリーズ）症候群が挙げられた。最初の正常性バイアスに関しては、韓国テグ市の地下鉄火災の例で、二つめの凍り付き（フリーズ）症候群に関しては、世界貿易センターに飛行機が突っ込んだ例で説明された。緊急時の被害軽減には正確なリスク認知を心得ることが重要であり、警察官や軍人が凍りつきにくいといわれているように、常日頃から防災訓練を受けることは十分意味があると提言された。

○ 災害に強いまちづくりでは、平成16年7月13日に水害に見舞われた経験を持つ、三条市現市長からの

提言が紹介された。

三条市内で合流する五十嵐川と信濃川の上流にある二つのダムのうち、一つのダムの放流により、五十嵐川の堤防が決壊した。この最大の原因が、ゲリラ的豪雨の結果であった。避難勧告が遅れた原因として、リアルタイムで水位情報を見ることができなかったこと、避難情報の発令の具体的判断基準がなかったこと、防災行政無線が整備されていなかったことなどが挙げられた。

水俣水害の例で、携帯電話が雨には弱かったとする報告があり、今後の災害情報伝達において注意しなければ

ならない観点であろう。

* 防・減災初動判断形成調査研究委員会 構成（敬称略）

委員長 石田 瑞穂

委員 木村 玲欧（名古屋大学）、武村 雅之（鹿島建設（株））、

束田 進也（気象庁）、林 能成（静岡大学）、

広瀬 弘忠（東京女子大学）、細川 直史（総務省消防庁）、

大竹 良征（東海大学情報技術センター）

プロジェクトコーディネーター 坂田 俊文

（本調査研究は財団法人新技術振興渡辺記念会 平成 19 年度科学技術調査研究助成によるものである。）

緊急地震速報の入手手段と利用のイメージ

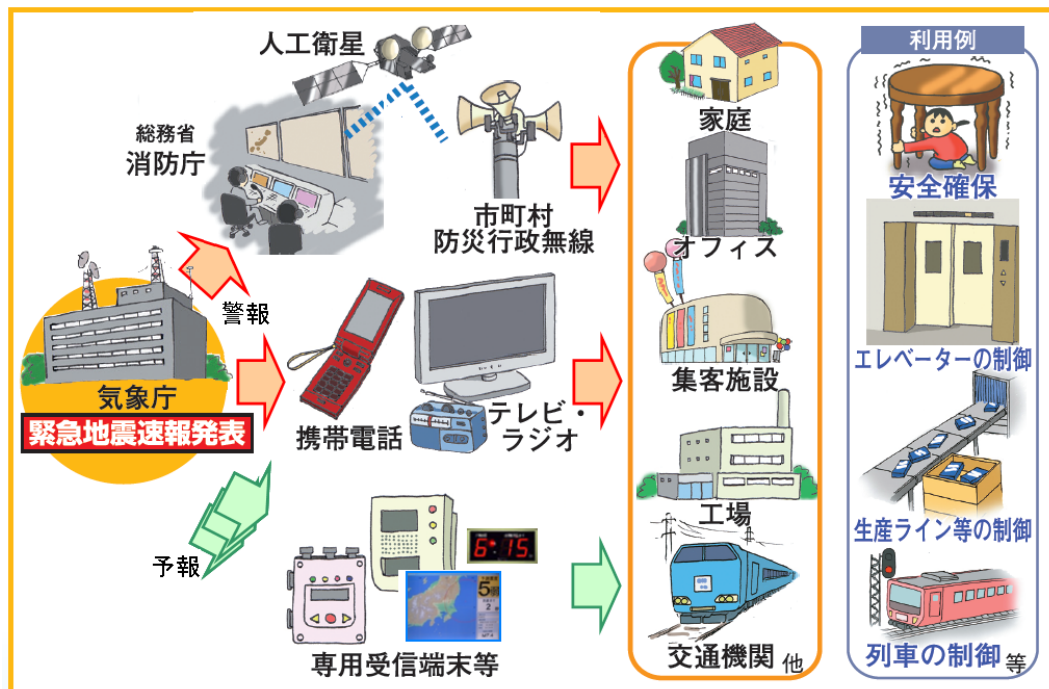


図2 緊急地震速報の入手手段と利用のイメージ
（防・減災初動判断形成調査研究委員会、気象庁 束田信也提供）

青少年普及啓発事業「出前地球講座」活動のご報告



前回予告した 2008 年 10 月の松山市（（財）日航財団・（財）空港環境整備協会共催）をはじめ、厚木市（11 月）、石垣島野底小学校（左写真：12 月、（独）情報通信研究機構主催）、羽咋市（2009 年 1 月、コスモアイル羽咋共催、（財）リモート・センシング技術センター後援）、台東区立大正小学校（1 月）、目黒区立中根小学校（3 月）、と計 6 箇所に「出前」をいたしました。子供たちが講師のお話で宇宙や地球に興味を持ち、ともに参加された大人たちが記憶を新たに子供といっしょに地球を見て頂けるような契機になれたなら幸いです。微力ながらこれからもこの地球を考えていくお手伝いをしていきたいと思ひます。今年度は、夏の枚方市（東海大学主催）を始め、伊達市、大分市（（財）日航財団主催）などへの出前を予定しております。

【問合せ先：企画グループ <http://www.aesto.or.jp/demae.html>】

宇宙から見た京—人工衛星「だいち」で歴史をたどる—

坂田 俊文
SAKATA Toshibumi

財団法人地球科学技術総合推進機構 会長



人工衛星からは地表の様々な姿を読みとることが可能です。衛星に搭載されているセンサーは地表の対象物の形、質、分布、スペクトルなど物理的・化学的性質を得ることができる能力を備えています。また、光学的データのみならず、光以外の電磁気、電波レーダ、レーザーなど多種にわたるエネルギーの反射、吸収散乱などの変化も検知できるようになりました。それらの能力を使って得られた画像から、さまざまな分野の情報を使って、画像の中に含まれている新しい事実を見つけ出すことができるのです。

今回は人工衛星と、「宇宙考古学」の分野などで利用されている技術を使い古代から現在につづく「京」の調査をしました。

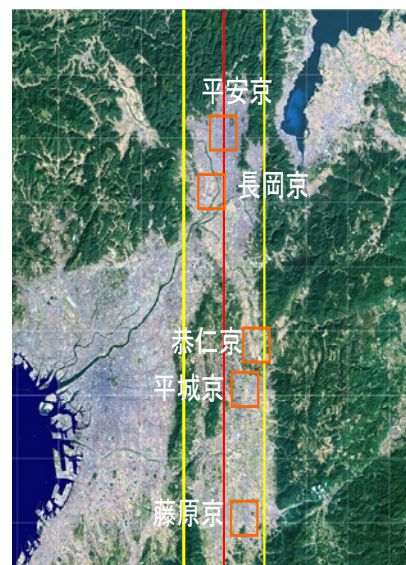
遺跡などは長い年月を経ても自然地形や地質などは残され、当時とあまり変わっておりません。ですから自然地形や遺構、構造物の跡などを衛星から送られてきた画像から検出することによって、歴史的な過去の状況や事物を想定することができるのです。ここでは現存している古代の都の姿を過去から想定し、古文書や現地調査と合わせて歴史的な事物を探り、現在と比較しながら画像の調査を試しました。その結果、面白いことにここで取り上げたテーマの、日本の古代都市、藤原京から平

安京までが、紀伊半島を南北に縦断する東経 135 度 40 分～50 分の帯状の軌跡の中に分布しています。これは偶然ではなく何らかの理由があるのではないかとおもわれます。また、測量技術も意外に高かったことがうかがえます。4 キロから 5 キロ四方の碁盤目状の都市の跡が現在でも明確に残っていることは興味深いことです。

この調査を機会に、宇宙から古代の都市を調査することがより積極的に行なわれることになるでしょう。現在までの文献調査や現地調査を加えることにより、歴史分野の大きな転換が起こるかもしれません。

(本調査は、独立行政法人宇宙航空研究開発機構委嘱による執筆のために実施されたものである。)

画像提供：©JAXA
画像処理：©TRIC



編集後記



シニアとなった研究者先輩が時折“今の研究者はコンピュータばかりにかじりついていて現実を知らない”と愚痴をこぼすことがあるそうです。気候変動といえばスパコンを用いた全球モデルが華やかですが、その背後には様々な自然と人間の営みのあやがあり、これを解き明かすプロセス研究の進歩も必要です。多くの研究者や研究を支援する方々の奮闘を祈りたいものです。

AESTO News No.12 - Autumn 2009

- 発行日：平成 21 年 9 月
- 発行所：財団法人地球科学技術総合推進機構
- 住所：〒105-0013 東京都港区浜松町一丁目 25-1
浜松町 NH ビル別館

※ 本誌掲載記事・画像の無断転載を禁じます。

- TEL：03-6743-1071 (代表)
- FAX：03-6743-1062
- URL：<http://www.aesto.or.jp/>
- Email：aesto-info@aesto.or.jp
- お問合せ：03-6743-1066 (企画グループ)

Global Ocean Development Inc. 株式会社 グローバル オーシャン ディベロップメント

当社は1994年(平成6年)の発足以来、(独)海洋研究開発機構の海洋調査・研究船の運航を民間企業として受託し、あわせて海洋にかかわる調査・研究を技術的にサポートする観測支援業務をおこなっています。

いまわが国は、世界第6位の広さの排他的経済水域を有する海洋国家として、海洋の有効利用や環境保全等に国力をあげて取り組んでいます。その基本となるのは“海を知る”ということであり、当社の業務はこの海を知るための手段である船の運航と海洋調査・研究の技術的支援というまさに縁の下の力持ちの仕事であるといえます。

かつての原子力船「むつ」を改装した海洋地球研究船「みらい」(8,687 G/T、海洋調査船では世界最大級)は1997年の改装以来当社が運航をおこなってきていますが、2003年の南半球世界一周の大航海や、昨年まで延べ7回の北極海航海など大型船の利点を生かしたグローバルな海域における調査研究活動をつうじて地球温暖化など地球規模の気候変動や環境変化について貴重なデータの収集と発信をおこなっています。

また最新鋭の地球深部探査船「ちきゅう」(57,500 G/T)の運航にも運航会社日本マントル・クエスト株式会社への出資や、運航要員、関連技術支援などを行なっています。

今後、海洋にかかわる学術調査・研究分野のみならず海洋資源の探査や開発といった新しい分野においても挑戦してまいります。

本社所在地:

〒233-0002 神奈川県横浜市

港南区上大岡西1-13-8

TEL: 045-849-6630 (代)

FAX: 045-849-6660

海洋地球研究船「みらい」
©JAMSTEC



平成21年度 AESTO 賛助会員

アイワ印刷株式会社
株式会社 NTT データ
株式会社 グローバル オーシャン ディベロップメント
社団法人 資源協会
ダイヤモンドエアサービス 株式会社
有限会社 トリプルアイ
財団法人 日本宇宙フォーラム

日本海洋事業 株式会社
日本水産 株式会社
日本電気 株式会社
株式会社 マリン・ワーク・ジャパン
三菱電機 株式会社
財団法人 リモート・センシング技術センター
レコードマネジメントテクノロジー 株式会社

(平成21年4月1日現在)

賛助会員の皆様からいただいた御厚意により、AESTO は地球科学技術の啓蒙活動を行っています。その一環として、AESTO News を発行します。