



日本地球惑星科学連合ニュースレター Vol. 7  
August, 2011 No. 3

**SPECIAL ISSUE**

- 東日本大震災・共同声明から  
具体的アクションへ 1  
福島第一原子力発電所事故によって  
発生した環境問題と科学者の役割 3

**TOPICS**

- 災害科学と科学コミュニケーション 5  
積乱雲とゲリラ豪雨 7  
雷研究の新時代 9

**BOOK REVIEW**

- 太陽地球系科学 13

**NEWS**

- 日本地球惑星科学連合 2011 年大会開催 14

**INFORMATION**

- 15

**JGL**  
Japan Geoscience Letters

2011 No. 3

**SPECIAL ISSUE**

## 東日本大震災・共同声明から具体的アクションへ

一般社団法人日本地球惑星科学連合 会長 木村 学 (東京大学)

日本地球惑星科学連合は、2011年大会中の5月25日、日本学術会議地球惑星科学委員会との共催で、緊急ユニオンセッション「東日本大震災、今、地球惑星科学のあり方を考える」を開催しました。国際会議場はたくさんの人で溢れ、参加者は講演と討論に緊張感を持って臨みました。さまざまな視点からの話題提供に、「何が起ったか」、「何をなすべきか」と同時に、「何をなし得なかったか」の模索と議論が続きました。それを受けて、連合に参加する地球惑星科学関連の学協会が共同声明を作成することとなりました。作成作業にほぼ一月をかけ、6月30日、多くの学協会の賛同を得て公表に至りました。この間、活発な議論に参加いただいた学協会、関係諸氏に改めて感謝申し上げます。

この共同声明の作成過程で、自らの存在意義をも問いながら、多くの学協会において真剣な討論が繰り返されました。わが国の地球惑星科学コミュニティ全体がその社会的使命を真正面に据えて自らに責任を問う、はじめての機会となりました。長期的地震発生評価とハザードマップ、地震災害予測と防災対策、緊急警戒警報システムの性能向上、

災害の複合・連鎖、放射性物質拡散と正確かつ迅速な情報公開発信、被災教育復興支援と理科・社会・防災教育、持続可能社会構築のための長期ビジョン、などが重要な論点となりました。これらの問題に直接関係する学協会のみならず、直接関係しない学協会も参加して、科学・技術と社会との関係、科学のあり方まで踏み込んだ活発な議論がすすめられました。これらの深刻な反省と分析の上に立って、日本社会の復興のために科学と技術の貢献を力強く押し進めなければなりません。

学協会は、それを構成する会員の多様な意見を保障し、それを力に、科学と技術の発展に貢献する事を目的として構成されています。しかし、その多様性は、時に意思決定の遅れや、社会的役割を十分に果たせない要因にもなります。今回の重大な反省点のひとつです。

学協会・会員各位におかれましては今回の共同声明に盛り込まれた内容を実現すべく、その専門分野を生かし、具体的アクションを起こすためのリーダーシップを発揮していただくよう、改めてお願い申し上げます。日本地球惑星科学連合は、それらの連携のために最大限尽力する所存です。

## 自然災害に向き合う強い日本社会の復興のために

### — 地球惑星科学関連学協会共同声明 —

平成 23 年 6 月 30 日

3月11日に発生した巨大地震・津波から、既に100日以上が経過しました。震災で尊い命を亡くされた方々のご冥福をお祈りし、被災されました方々に改めて衷心よりお見舞い申し上げます。また、復旧・復興に当たっておられる関係各位に深く敬意を表します。被災地周辺では、今後も大きな余震とそれに伴う津波、大雨で誘発される斜面災害などが発生する危険があります。また放

射性物質の拡散にも引き続き警戒が必要です。さらに日本のすべての地域で、地震・津波・火山噴火・地すべりなど自然災害の危険性が常にあることについて、国民の皆様には十分留意していただき、それに備えていただく必要があります。

私たち、地球惑星科学関連学協会の研究対象は、地球および惑星に関する広範な分野にまたがります。地震・津波を含む自然現

象の科学的解明や、それらを基礎とした防災・減災技術向上は、地球惑星科学の重要な研究テーマの一つです。私たちは、甚大な災害をもたらした今回の地震・津波が発生する可能性について十分な認識に至っていなかったことを真摯に反省し、今何ができるかを模索しました。地震や防災に強く関わる学協会だけではなく、広く地球惑星科学に関わる学協会も問題分析に加わり、原子力発電所の安全性確保の困難性も含めた災害を取り巻く科学・技術と社会の関わり、科学のあり方に至るまで意見を交わしました。それらを基に日本社会の復興に向けた私たちの共同の考えについて、国民の皆様へメッセージをお送りいたします。

### 1. 長期的地震発生評価

過去の地震・津波資料等からの科学的知見があつたにも関わらず、巨大地震・津波の可能性を地震発生の大規模評価や地震・津波ハザードマップに適切に反映させ得なかったことが、今回の震災への社会の備えが不十分であった原因の一つです。そのことを私たちは痛切に反省するものです。同じ失敗を繰り返さないために、今回の誤りの諸要因を洗い出し、過去の歴史資料と地質記録などの多面的かつ入念な調査から、地震発生の大規模評価や地震・津波ハザードマップの更新に必要な科学的知見を提供し、その不確実性や限界も含めて的確な情報発信を行うよう改善に努めます。

### 2. 地震災害予測と防災対策

地震と津波に関する諸現象の基礎的研究は着実な進歩を遂げています。今後もこれらの研究を推し進め、その成果を活かした災害予測の向上を通じて災害軽減に貢献する所存です。しかしながら、地震発生予測には限界や不確実性もあり、特に地震の「直前予測」に関しては、現在の科学・技術の到達水準では、一般に極めて困難な状況であることも事実です。こうした現状を踏まえて、地震発生予測に依存しない防災体制や、災害に強い土地利用・社会基盤の確立が重要です。私たちは専門的な見地から貢献します。

### 3. 緊急警報システム

地震・津波発生直後の緊急地震速報や津波警報システム等は、災害軽減に一定の役割を果たしていますが多くの不十分性も残しています。私たちはさらに一層の性能向上を目指した技術開発および効果的な情報発信に向けた実用研究を続けます。特に、沖合での津波をリアルタイムで検出することで精度を高める新しい警報システムの早急な設置を検討すべきです。私たちは、火山災害や風水害も含め、こうした緊急警報技術の研究を進めるとともに、それを適切に活用した防災体制・社会基盤作りに専門的な見地から貢献します。

### 4. 震災の複合・連鎖

今回の地震・津波に端を発する福島第一原子力発電所の事故は、現代の高度技術社会において、震災が複合的かつ連鎖的に広がる側面を持ち合わせていることを端的に示しました。こうした事態に対しては、地球科学者や防災学者のみではなく、広範な学問分野の横断的な対策チームを平素から組織し、その総合的かつ機動的な初動対応や迅速かつ的確な情報発信について検討しておくべきです。また、原子力発電の安全性と将来性に関しては、根本的な段階から検討をし直す必要があります。多様な分野の人材が集まる地球惑星科学関連学協会は、互いの連携を強化して、こうした検討に多角的な貢献をしていきます。

### 5. 放射性物質拡散

原子力発電所事故による放射性物質の大気・海洋・土壌・河川・地下水への拡散とその健康への影響に関して、私たちは広範な情報収集に貢献するとともに、正確かつ迅速な情報公開を関係諸機関に引き続き強く求めます。SPEEDIによる拡散予測情報の評価と公開の遅れの要因分析、モニタリングシステムの改善に関して迅速な取り組みが必要です。私たちはそれらの取り組みに関して専門の見地から多面的に協力を行います。事態の進行に即して、国内はもとより、海外の研究者コミュニティへできるだけ正確な情報を発信し続け、国際的な信頼の回復に努めるとともに、災害や事故の教訓を広く世界に伝えます。

### 6. 被災教育研究復興支援

私たちは被災者・被災地支援に引き続き協力します。特に大きな打撃を受けた小学校・中学校・高等学校、博物館、大学等、教育学術機関における教育研究の復旧と復興、自治体における復旧復興計画の作成や防災教育の見直しなどに対し、多様な専門の見地からの支援に取り組みます。また、地球全体の営みを知る中での自然災害についての理解は長期的な防災を考える上で重要です。私たちはその教育支援に積極的に取り組みます。

### 7. 長期ビジョン

日本社会は、豊かな自然の恩恵を享受する一方で、自然災害に繰り返し見舞われる危険性を負いながら生き継いでいかなければならない運命にあることを、今回の大震災で改めて思い知らされました。長期のビジョンに立ち、自然災害に的確・柔軟な対処ができる持続可能な国づくりを進め、原子力発電の在り方や、自然エネルギー活用促進を含むエネルギー政策の見直しなどについて国民合意を形成することが急務です。私たちは、そうした取り組みに、地球惑星科学の見地から、積極的に協力していきます。

以上を実行するための具体的なアクション・プランについては、責任を担える学協会名と併せて、今後速やかに発信していきます。

■日本学術会議・地球惑星科学委員会◎代表 平 朝彦 ((独)海洋研究開発機構・理事)  
■(社)日本地球惑星科学連合◎会長 木村 学 (東京大学大学院理学系研究科・教授)

■日本宇宙生物科学会◎会長 大西 武雄 (奈良県立医科大学・特任教授)  
■(社)日本応用地質学会◎会長 千木良 雅弘 (京都大学防災研究所・教授)  
■日本温泉科学会◎会長 西村 進 (NPO シンクタンク京都自然史研究所・理事長)  
■日本海洋学会◎会長 花輪 公雄 (東北大学大学院理学研究科・教授)  
■(NPO)日本火山学会◎会長 中田 節也 (東京大学地震研究所・教授)  
■形の科学会◎会長 松岡 篤 (新潟大学理学部・教授)  
■日本活断層学会◎会長 島崎 邦彦 (東京大学地震研究所・名誉教授)  
■(社)日本気象学会◎理事長 新野 宏 (東京大学大気海洋研究所・教授/所長)  
■日本鉱物科学会◎会長 大谷 栄治 (東北大学大学院理学研究科・教授)  
■日本国際地圏学会◎会長 星壁 山尚 ((社)日本測量協会・副会長)  
■日本古生物学会◎会長 加瀬 友喜 (国立科学博物館地質学研究所・研究主管)  
■日本沙漠学会◎会長 豊田 裕道 (東京農業大学地域環境科学部・教授)  
■資源地質学会◎会長 秋山 義夫 (三菱マテリアル(株)・顧問)  
■(公)日本地震学会◎会長 平原 和朗 (京都大学大学院理学研究科・教授)  
■日本情報地質学会◎会長 西脇 二一 (奈良大学社会学部・教授)  
■日本水文科学会◎会長 田瀬 則雄 (筑波大学大学院生命環境科学研究所・教授)  
■水文・水資源学会◎会長 椎葉 充晴 (京都大学大学院工学研究科・教授)  
■生圏工学学会◎会長 大政 謙次 (東京大学大学院農学生命科学研究科・教授)  
■(社)日本雪氷学会◎会長 中尾 正義 (人間文化研究機構・理事)  
■日本測地学会◎会長 福田 洋一 (京都大学大学院理学研究科・教授)  
■大気化学研究会◎会長 植松 光夫 (東京大学大気海洋研究所・教授)  
■日本地球化学会◎会長 伊藤 慎 (千葉大学大学院理学研究科・教授)  
■日本第四紀学会◎会長 遠藤 邦彦 (日本大学文理学部・教授)  
■日本地学教育学会◎会長 牧野 泰彦 (茨城大学教育学部・特任教授)  
■地学団体研究会◎会長 大塚 勉 (信州大学全学教育機構基幹教育センター・教授)  
■(公)日本地下水学会◎会長 嶋田 純 (熊本大学大学院自然科学研究科・教授)  
■日本地球化学会◎会長 海老原 充 (首都大学東京大学院理工学研究科・教授)  
■地球電磁気・地球惑星圏学会◎会長 家森 俊彦 (京都大学大学院理学研究科・教授)  
■日本地形学連合◎会長 田村 俊和 (立正大学地球環境科学部・教授)  
■(社)日本地質学会◎会長 宮下 純夫 (新潟大学大学院自然科学研究科・教授)

■日本地熱学会◎会長 松永 烈 ((独)産業技術総合研究所評価部・首席評価役)  
 ■(社)日本地理学会◎理事長 欠ヶ崎 典隆 (東京学芸大学教育学部・教授)  
 ■日本地理教育学会◎会長 欠ヶ崎 典隆 (東京学芸大学教育学部・教授)  
 ■(社)地理情報システム学会◎会長 吉川 眞 (大阪工業大学工学部・教授)  
 ■(社)東京地学協会◎会長 松田 時彦 (東京大学・名誉教授)  
 ■東北地理学会◎会長 杉浦 直 (岩手大学・名誉教授/同人文社会科学部・嘱託教授)  
 ■土壌物理学◎会長 波多野 隆介 (北海道大学大学院農学研究院・教授)  
 ■日本粘土学会◎会長 井上 厚行 (千葉大学大学院理学研究科・教授)  
 ■日本農業気象学会◎会長 岡田 益己 (岩手大学農学部・教授)

■(社)物理探査学会◎会長 内田 利弘  
 ((独)産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門・主幹研究員)  
 ■日本陸水学会◎会長 岩熊 敏夫 (函館工業高等専門学校・校長)  
 ■陸水物理研究会◎会長 徳永 英二 (中央大学・名誉教授)  
 ■日本リモートセンシング学会◎会長 六川 修一 (東京大学人工物工学研究センター・教授)  
 ■日本惑星科学会◎会長 渡邊 誠一郎 (名古屋大学大学院環境学研究科・教授)

(学協会名から「日本」を除き、50音順、  
 (独)独立行政法人、(社)一般社団法人、(公)公益社団法人)

SPECIAL ISSUE

# 福島第一原子力発電所事故によって発生した環境問題と科学者の役割

大気海洋・環境科学セクションプレジデント 中島 映至 (東京大学)

東北地方太平洋沖地震によって発生した福島第一原子力発電所事故による環境問題は、現代の科学者がこれまでに経験したことのない深刻な課題を提起した。ここでは、この問題に対処するために科学者が取るべき行動と、事態の把握に向けた諸課題について検討する。

気象庁以外の者が気象、地象、津波、高潮、波浪又は洪水の予報の業務を行おうとする場合は、気象庁長官の許可を受けなければならない。そのようなルールの背景には、予測には誤差がつきまとうことや、そのために複数の異なる情報発信は社会的混乱を引き起こす可能性があることなどがある。過去の水災害問題ではこの点は大きな論議になってきた。

しかし、一方で、このようなシングルボイスの原則が通用するのは、担当機関からの情報が時宜良く出てくることが前提にある。このような観点から見ると、現地の気象情報や放射性物質の拡散に関する情報の発信が当時、十分であったとはいえないと思う。とくに、今回の事態で大きな問題であったのは、住民が必要としていた放射性物質の拡散に関する情報が、このような事態のために開発されていた SPEEDI と呼ばれる予測システムからしばらく出てこなかったことである。3月21日によくその結果のごく一部が公表されただけで、毎日公表されるようになったのは4月25日に至ってであった。この間、SPEEDIの運用や利用法に関する情報もごくわずかであった。たとえば、上記の学術会議緊急集会では、原発事故問題の講演者も学術会議の上層部も、SPEEDIが動いているかを把握していなかった。

一方で、さまざまな情報がウェブ上にあふれている現状で、国民の知る権利に対する要求は大きい。防災担当者も当該現業機関以外のさまざまな情報も収集しながら任に当たっているのが現実である。今回の場合も、SPEEDIの結果の公表に先立って、企業からの拡散情報がいち早く出され、非常に多

## はじめに

福島第一原子力発電所事故(以下、原発事故)に関する、科学技術戦略推進費による政府の汚染調査が6月6日にスタートした。官学が協力して東北地方南部の梅雨入り前にデータ収集が開始され、ほっとしている。この間、日本学術会議、関連学協会、日本地球惑星科学連合(以下、連合)では、このような緊急調査の提案を含めて、科学者と社会が取るべき行動に関する様々な声明の発信、必要な学術活動の実施、政府・関係機関が発信する情報の分析・助言などを行ってきた。現時点で振り返ってみれば、この間の活動は適切であったと思われるが、さらに多くの努力が必要であったこともある。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波は、われわれの生活基盤に深い爪痕を残した。その結果生じた諸問題は現世代が過去に経験したことのない深刻な問題であり、さらに問題が社会に深く関わっているために、その解決には科学的議論だけではすまない判断を必要としている。ここではそのような多面的な問題のうち、原発事故によって発生した環境問題について、大気海洋・環境科学の立場からの分析と、科学者の取るべき行動について検討したい。

## 科学者による適切な情報発信

3月17日の連合大気海洋・環境セクションプレジデント談話、3月18日に行われた日本学術会議の緊急集会報告「今、われわれにできることは何か?」、3月31日の日本学術会議地球惑星科学委員会企画分科会声明で訴えられた要点は次のものである。すなわち、(i) 政府・関係機関は適切な情報を適時、発信すべきこと、(ii) 社会がそれらの情報に従ってパニックに陥ることなく冷静な行動を取って欲しいこと、(iii) 科学者と専門家は、緊急の研究を行うことによって事態の把握と対策支援に努めること、政府・関係機関への助言をすることである。このなかで議論になったのは、科学者が独自に発信すべき科学的知見は何かということである。これに関して、3月18日の日本気象学会理事長メッセージでは、「気象学・大気科学の関係者が不確実性を伴う情報を提供、あるいは不用意に一般に伝わりかねない手段で交換することについては、適切に対応する」ことを訴えて、大きな論議になった。気象学は、予測モデリングの観点からは他分野に比べて格段に進んでおり、研究者は放射性物質の移流拡散に関して、不確実性は伴うものの、ある程度のモデルシミュレーションを実施して、発表することは可能であった。しかしながら、重大な事故に発展しかねない当時の状況では、慎重な対応が必要と考えたのである。気象業務法によれば、

くのウェブアクセスがあった。したがって、このような事態で我々に必要だったのは、想定シナリオがうまく行かなかった場合の代替案ともいえる“プランB”を多くの専門家が協力して作成するための仕組みであった。そのためには、全国の科学者が組織する学術会議と政府との間に定期的な会合を設置して、科学者が可能な協力・支援に関する意見交換を行うべきだったと思う。今回の場合は、並行して、科学者の側でも大気汚染モデルなどを急遽転用して緊急の計算を開始していた。

## 事態の科学的把握の努力

冒頭にも書いたように、政府と大学などが協力して緊急の汚染調査が立ち上がった。このような調査は、住民が一日も早く元の生活基盤に戻るための対策にとって必須である。重要な点は、今回の放射性物質の拡散が広範囲に及んでおり、まさに気象学、海洋学、水文学が普段扱っている対象が舞台になっていることである。すなわち、このような複雑な問題の把握には、地球惑星科学の知見が必要なのである。

しかし、一方で、被災当時の研究者の対応はまだら模様で、貢献の申し入れがあると同時に、この問題はプロに任せるべきであるという意見や、訴訟も起こり得るので軽々しく扱うなという慎重意見が多かったのも事実である。緊急事態における研究者の役割についてはいろいろな意見があると思うが、膨大な分析が必要な全体像の把握はやはり学術コミュニティが息長く行うべきであると思う。幸いにして、日本気象学会春季大会で行われた勉強会、連合大会のユニオンセッションを機に何人かの専門家が今回の汚染調査にも協力を申し出てくれて、序々に輪が広がりつつある。

国および福島県等が実施した土壌調査で得られた放射性核種の分布と線量観測からいえることは、原発から放出された放射性物質の移流・拡散がホットスポットの形成を含めて、事象発生時の気象場に大きく左右されることである。3月15日から16日にかけての大量の放射性物質の放出においては、折悪しく低気圧が通過したために、前線にそって巻き上げられた気塊がジェット気流によって米国と欧州に飛来し、これらの地域で福島第一原発起源の放射性物質が非常にわずかであるが観測された (Takemura et al., 2011, SOLA, 7, 101-104)。このように広域拡散においては、爆発によってプルームが到達した高度だけではなく、気象条件が問題を大きく左右する。福島県南部・北部・中通り地方に見られる特徴的な放射性物質の分布、および山岳を挟んだ飛び地的な分布

もそのような気象場の理解なくしては把握が難しい。

この観点では、現在の大気科学のモデリング技術は優れており、今後の汚染調査結果の解析にはモデルシミュレーションが不可欠である。同時に、モデル精度の向上には次の改善が必要である。すなわち、i) 格子間隔が1キロメートル以下のモデルの高解像度化と、格子間隔スケール以下の乱流拡散過程のさらなる改良、ii) 近年、急速に発達している大気化学・エアロゾル過程と雲微物理過程の取り込み、iii) データ同化技術を利用した観測とシミュレーションの同時利用システムの開発、などが必要である。

陸面においては、土壌における鉛直方向の放射性核種の移行、地下水への移行、降雨と河川を通しての水平方向の移行過程が存在し、SPEEDIの多圏版であるSPEEDI-MPでもこれらの過程が取り入れられつつある。しかし、今回の事象が起こっている数十キロメートルの領域での陸面過程の詳細なモデリングはまだ発展途上にあり、モデルの改良と、さまざまな領域でのモデル結果の検証が必要である。また、陸面からの再飛散、雪面や植生に付着した放射性物質の移行過程も考慮する必要がある。そのために、大気・陸面の同時観測体制とモデリングが必要である。

海洋については、観測船「みらい」、「白鳳丸」等を用いた政府による調査や、米国の観測チームによる船舶調査が行われている。しかし、日本海洋学会が呼びかけているような日本の学術コミュニティによる詳細な海洋・海洋底調査は実現できていない。モデリングに関しても水産庁、気象庁、海洋研究開発機構などが海洋データ同化システムを開発しており、沿岸域の被害把握や経済水域外への放射性物質の流れ出しの問題に応用できるのではないかと。

生態系への影響調査は今後、数十年にも及ぶものであり、研究の長期体制が必要である。

## とるべき行動

今後、われわれは得られつつあるさまざまな科学的資料の分析と新たな研究を行ってゆかなければならない。とくに、引き起こされた放射性物質の環境への放出と拡散の詳細なメカニズムの把握は大気海洋・環境科学分野の仕事である。これらの過程は、 $t=0$  (爆発時) のプルーム形状と強度が最大の鍵を握るので、逆問題によってそれを把握しなければならない。他の原発事故の例からも明らかのように、今後数十年にわたって環境調査を続ける必要があり、本問題全体に関しては工学系まで含めた分野横断

的な研究体制を作る必要がある。その拠点を東北地方に作るのはどうだろうか。

原発事故の再発は許すべきではないが、その想定や火山爆発・大規模森林火災など、今回の教訓を活かすべき将来の大規模災害への備えが必要である。そのためには官学産のもっとしっかりとした連携が必要である。政府・関係機関はその機能の観点から、上部からのトリガーがかからない限り動かない仕組みになっており、現場ではやる気も能力もあるのにそれが十分活かされていないケースがあったと思う。トップダウンで粛々と行う日本的効率性も評価されるべきであるが、プランB作成のための臨機応変なボトムアップの仕組みを作るべきである。その場合は、より自由に動ける大学研究者が糊のような役割を果たすことが大切である。米国の場合は、地球観測衛星の運用に米軍も参加して、管制などの貢献を大学と一緒にやっている例がある。

SPEEDIは、非常に多額の開発費が投入されていたにも関わらず、十分にその任を果たしたとはいえない。昨今の科学技術レベルに照らしていえば、これだけの費用を使うならば、放射性物質の放出をモニターするセンサー群や、そのデータを同化するシステムまで準備されているべきであった。そのようなシステム構築には、気象庁や環境省、大学などの技を生かすことができるだろう。原子力も治外法権ではなく、研究・開発体制に透明性、評価、競争が必要ではないか。そのためには、原発システムの開発・運用機能と監視機能は分権すべきであろう。

さらに、国際学術コミュニティと協力した事態把握のための調査・研究と情報発信を強化する必要がある。この点については日本政府の対応は閉鎖的という印象を生んでいる。アイスランド火山噴火の場合は、欧州から各国に支援依頼があり、事実、日本からも我が国の衛星データの提供が行われている。

以上述べてきたような諸問題の総点検と、よりよい連携機能の確立が必要である。学術コミュニティとしては、政府・関係機関からの適切な情報の開示要求と、それを批判的・科学的に受け止めて助言・発信する仕組みが確立される必要があるだろう。本問題は関連する分野が、学術の広い分野にまたがっているために、以上のような活動は学術会議を中心に行っていくのが有効だと思う。

科学者は本来、緊急事態では非常に鈍重な生き物である。しかし、それは事態の追求ができないということではない。しっかりと目を見開いて事態の正確な把握に努めることこそ科学者の本務である。

# 災害科学と科学コミュニケーション

東京大学 地震研究所 大木 聖子

科学の世界で得られた情報を社会に発信し、社会からの需要を汲み取る科学コミュニケーション活動は、この5年間で急激に活発化した。災害科学においては、得られた知見を的確に発信することで、被害の軽減に役立たせるという側面も併せ持つ。ところが、東北地方太平洋沖地震で明らかになったのは、科学の世界でわかったことをわかりやすく発信しているだけでは被害の軽減にはつながらずばかりか、拡大すらしうということだった。科学への信頼を失墜させるこういった現象を最小限にとどめるため、科学の世界からの情報発信のあり方や発信すべき内容について、科学者コミュニティは改めて考えていかなければならない。

## 科学コミュニケーションとは

研究で得られた知見を的確に発信し、双方向の対話を通して科学に親んでもらう活動を科学コミュニケーションという。日本では、2006年度からの第3期科学技術基本計画で本格的に導入された。同計画の「社会・国民に支持される科学技術」と題された章では、「科学技術に関する説明責任と情報発信の強化」「国民の科学技術への主体的な参加の促進」が明文化され、いくつかの大学や科学館において、実践的な活動が始まった。

これと似て非なるものとして、1980年代半ばにイギリスで展開された公衆の科学理解増進を促す活動が挙げられる。「科学者は一般市民と交流すべきであり、それを科学者の義務ととらえなければならない」との提唱に基づいて実践されたが、科学者による上から目線の態度に、市民は反発し、社会と科学との関係はかえって悪化した(磯崎, 2007)。

同じころ、イギリスから発症した牛海綿状脳症(BSE)はヨーロッパ全土へとまん延し、人々の関心は牛肉の安全性に集中した。イギリス政府が専門家の意見をやや曲解して発表した牛肉安全宣言は、10年近く後にヒトへの感染が発見されたことで、国民による科学への信頼を大きく損なうものとなった。しかしこれによって、どうすれば不確実な部分も含めた科学の等身大が伝わるのかという科学者の想いと、研究の現場では一体何が行われているのか知りたいという市民の想いとが、科学を話題にした対等なコミュニケーションという形で実現され、現在の科学コミュニケーションの原型になったと言われている(小林, 2007)。

科学コミュニケーションと同様の意味を指して、アウトリーチ、科学技術インタープリテーションなどといった言葉も使われているが、ここではいずれも科学コミュニケーションと表記することにする。また、科学コミュニケーション自体は、広く科学全般と社会との関係の中で行われる活動であるが、ここで

はタイトルに掲げたとおり、災害科学に関係した話にとどめる。

## 組織の行うべき科学コミュニケーション活動

第3期科学技術基本計画によって、研究者には国民への研究成果や研究内容の発信、国民には科学技術への主体的な参加が求められるようになった。

東京大学地震研究所(地震研)での活動目的を、図1を使って説明したい。地震研では広報アウトリーチ室ができる前の1990年ごろから、一般市民への研究所公開や公開講義が実施されている。全所属に参加が働きかけられているこのイベントでは、教授から学生までが各自の研究をポスターで説明したり、実験を行ったりしている。この活動は、図1の左上のスマイルから出るたくさんの矢印に相当する。つまり、研究者が個人レベルで、それぞれの研究について情報発信を行うというものだ。その矢印に向き合う社会からのスマイル矢印には、例年好評をいただいている。

しかし、ご想像いただける通り、地震研と聞いた時に人々が最も率直に尋ねたいのは、「次の地震はいつ起きますか?」だろう。あるいは、「我が家は倒壊しませんか?」、もっと言うと、「地震で死にたくありません。なんとかしてください」なのだ。それを図1左下の上向きのオレンジの太い矢印で記した。組織として行う科学コミュニケーション活動はこれに答えていくべきもの、というのが筆者の考えである。スマイルから出る矢印を乱立させるだけでは、根本的な解決にはならない。

近年、学会でアウトリーチセッションが設けられ、さまざまな事例が発表されるようになった。研究者が片手間にやらざるを得ない活動であるため、事例紹介にとどまるのは否めないが、何を目的に、どのような戦略を持って、どういった活動を展開しているのかといった俯瞰的な発表がなかなか増えてこないのは、少し残念である。

さて、市民からの太い矢印に答えるために、地震研として具体的な防災対策の市民講座や住宅の診断を行うのかというと、そうではない。これらの問いは、そもそも地震研究の内容や力量が伝わっていないことに起因する。そこで筆者は、地震研が組織として行うべき科学コミュニケーション活動の目的として、「地震予知に対する過剰な期待と誤解の解消」を掲げた(図1左下の下向きの赤の太い矢印)。これを達成する戦略の一つとして、地震学の災害科学としての側面以外の魅力を強調して見せる活動を行ったり、研

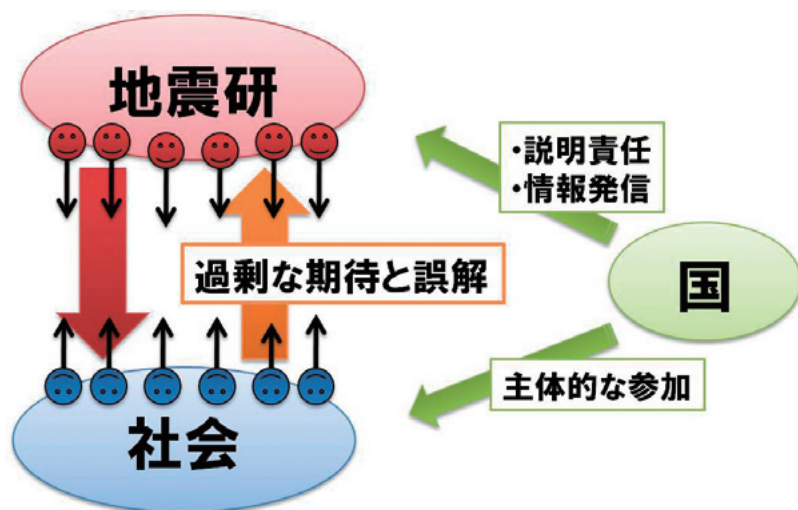


図1 第3期科学技術基本計画で導入された社会と科学との関係を、地震研での活動を例に模式図で表したものを。

究の現場を見てもうラボツアーを定期的  
に開催したり、理科としての地震を活かしつ  
つ、小中学校の地震防災教育へ参入する試  
みを実践するなどしてきた。

ところでこの活動は、災害科学というコ  
ミュニティのリスク管理に通じる。発生が  
まったくコントロールできない自然災害が起  
きるたびに国民からのパッシングに遭い、信  
頼を失墜しかねない災害科学分野は、予算  
の采配以外にも不安定な要素を抱えている  
といえよう。災害科学の最新の知見によっ  
てすぐにでも人命は守られる、という過剰な期  
待と誤解を解消する活動は、コミュニティが  
安定に存続するためのリスク管理そのもの  
である。着任当時、筆者は、今後10年をか  
けて上記の目標を達成すると言った。そして、  
その3年後に東北地方太平洋沖地震が起き  
た。

今回の地震が起きて上述の目標はますます  
重要であると感じたが、それ以上に必要な  
のは、科学の世界から発信される情報を判  
断材料として使うための訓練、あるいは科学  
の世界から出てくる情報そのものが含むあい  
まいさを認識してもらうことだと痛感した。  
以下に例を示す。

## 東 北地方太平洋沖地震で見 えてきた課題

地震や津波の危険性を知ってもらうため  
の活動は、学校現場を含む様々な機関で実  
施されている。今回の未曾有の津波被害に  
おいて特筆すべきは、学校にいた小中学生  
2900名あまりのすべてが自らの判断で高台  
に避難して助かったという、釜石市と群馬大  
学の取り組みだろう。群馬大学広域首都圏  
防災研究センターのウェブサイト詳しいの  
で、ぜひご覧いただきたい。

同センターの片田教授らは、釜石市での  
津波犠牲者がどこで被害にあっているのか  
を調査した。その結果、65%以上がハザ  
ードマップ（被害予測地図）の津波浸水想定  
区域の外に居住していたことがわかった。中  
には津波避難ビルにいながら、上の階に移  
動しなかったために犠牲となった例もある  
（2011年6月産経新聞他）。浸水想定区域  
の外にいる、あるいは、安全な建物内にいる  
と認識したことが、避難行動に抑制をかけた  
ことが示唆される重要な結果である。

宮城県では、引っ越してきたばかりで避難  
場所がわからず、やみくもに高台へ逃げた人  
が助かり、昔から住んでいた住民が避難場  
所で亡くなっている地区もあるという（杉本、  
2011、私信）。

また、気象庁による津波予測の第一報が

3mだったため、自宅2階への避難にとどめ  
たところ、津波に襲われたなどの事例がある  
ことも指摘されている（2011年4月朝日新  
聞他）。

今回の震災で亡くなられたのは、津波と  
聞いてもその恐ろしさを理解せず、避難しな  
かった人たちがばかりではないのだ。防災機  
関も含め、広く科学の世界からの情報を活  
用した結果、死に至ったケースがあるとい  
うことを、我々は重く受け止めねばならない。  
災害の危険性を知ってもらう、避難場所を  
知ってもらうといった活動で、人々の命を救  
うためには、被害想定が完璧であることが前  
提となる。その想定が大きく下回っていたこ  
とを地震学コミュニティの一員として深く詫  
びいるとともに、想定が完璧なものとなるほ  
ど地震の科学は進展していないということ  
を、十分に伝えられていなかったことに悔恨  
の思いを抱いている。

情報に不確実性が伴う時、我々は確率を  
使う。文部科学省の地震調査研究推進本部  
から発表される「長期評価」は、それぞれ  
の対象地域での今後30年間の地震の発  
生確率を示したものだ。地域同士で比較す  
れば、切迫性のある場所が相対的に浮かび  
上がる。

3月11日以降、首都直下地震の発生可能  
性についてたびたび聞かれるため、質問に答  
えて、「震災後、首都直下地震が発生する可  
能性は高まった」と発言した。当然「ではい  
つ起きますか?」と聞き返される。「いつとは  
いえませんが、今晚起きてても不思議ではあり  
ません」と答えると、「でも今後30年で何%  
ですか?」とすぐさま返される。100%では  
ないんでしょう?といった感じだ。

また、仙石由人官房副長官は浜岡原子力  
発電所以外の安全性に関して、「現時点では  
30年以内に大きな地震が起きる確率が低い  
ところがほとんどだ。特に、日本海側などの  
原発はまず心配ないという結論が科学的に  
も出て」と発言している（2011年5月  
NHKウェブサイト）。

あれだけ認知度が上がらないと悩んで  
きた長期評価が、思わぬ形で知れ渡ってわ  
かったのは、科学の世界から出される数値  
情報は、安心したいという強い思いの下で  
曲解され、それが各人の備えへのアクション  
を緩慢にする理由として活用されるという現  
実だった。

## 科 学者として改善すべき点

上述の問題は、科学の世界が「目  
安」として出した情報が、外の世界に出た瞬  
間に「科学的根拠」と認識されることに起

因すると筆者は考える。進行中の科学分野  
においては、研究成果から得られる情報は  
常にあいまいさを含む。社会の構成員が科  
学と対峙するとき真に必要なものは、あい  
まいな情報から各自が判断をする力であ  
る。欧米諸国において、国民の科学理解増  
進に国をあげて力を入れてきたのは、これが  
民主主義社会における個人のよりよい意思  
決定の助長、ひいては世界における国家の  
位置づけにも寄与すると考えるためだ。自  
然災害の多い日本では、命を守り伝えていく  
知恵ともなるだろう。

我々は、科学の世界から発信される情報  
には不確実性が伴うものであると、広く認識  
してもらえるよう努力しなければならない。  
ひるがえって考えれば、科学者コミュニテ  
ィは、わかったことばかりを強調して情報  
を発信してきたのではないだろうか。ある  
いは、科学コミュニケーションはこれまで、わ  
かったことをわかりやすく伝えることばかり  
を考えてきたのではないだろうか。わかって  
いないことをこそ強調し、それを知りたい  
と感じずにはいられない研究者の想いを  
伝える、それを知ることの重要性を訴え  
る、科学者による現状の理解がいかに至  
らないものか発信する。科学の世界から  
のこういった情報発信こそが実践される  
べきであろう。

その上で、社会が科学の等身大をどう  
受け止めるか把握し、そこで生まれる反  
応を科学の世界への確にフィードバック  
する、そして再び社会へ還す。このよう  
なコミュニケーション活動を展開してい  
けるコミュニティへと成熟していきたい。

—参考文献—

磯崎哲夫 (2007) *イギリスにおける科学的  
リテラシーに関する歴史と現状*, Science  
Literacy for all Japanese. ([http://www.science-  
for-all.jp/link/index2.html](http://www.science-for-all.jp/link/index2.html))

小林傳司 (2007) *トランス・サイエンスの時  
代*, NTT出版ライブラリーレゾナント。

群馬大学広域首都圏防災研究センターウ  
ェブサイト: [http://www.ce.gunma-u.ac.jp/  
bousai/research02.html](http://www.ce.gunma-u.ac.jp/bousai/research02.html)

### ■一般向けの関連書籍

大木聖子・藤原一樹 (2011) *超巨大地  
震に迫る—日本列島で何が起きている  
のか*, NHK出版新書。

# 積乱雲とゲリラ豪雨

防災科学技術研究所 観測・予測研究領域 真木 雅之

積乱雲は魅力的な研究対象として多くの気象学研究者を虜にしてきた。見た目の美しさ、湿潤大気対流現象としての面白さ、雹や霰を作り出す微物理過程、組織化の力学など様々な観点からの基礎的な研究がなされている。一方、積乱雲は、豪雨、雷、竜巻、ダウンバーストなど、災害をもたらす現象でもある。積乱雲はスケールが小さく変動が激しいため、その発生を予報することは困難であると言われていたが、近年、新たな観測技術の開発やデータ同手法を組み込んだ雲解像モデルの発展により、積乱雲研究は新たな局面を迎えている。

## ゲリラ豪雨と都市型水害

ゲリラ豪雨はマスメディアによる造語で、気象庁では「局地的大雨」あるいは「局地的な大雨」と呼び、急に強く降り、数十分の短時間に狭い範囲に数十 mm 程度の雨量をもたらす雨と定義している。単独の積乱雲が発達することによって起き、大雨や洪水の注意報・警報が発表される気象状態でなくても急な強い雨のために河川や水路等が短時間に増水する等、急激な状況変化により重大な事故を引き起こすことがある。

例えば、1999年6月29日の福岡豪雨災害では、1時間に77 mmの局所的な雨が降った。このため御笠川が氾濫して福岡県福岡市の博多駅周辺の地下街や地下鉄が浸水し、地下室に閉じこめられた1名が死亡するという事故がおきた。いわゆる都市型水害の発生である。同年の7月21日には、東京で1時間に131 mm（練馬観測所雨量計）の局地的な大雨が発生し、新宿区西落合では地下室の浸水により閉じこめられた1名が死亡した。2003年7月19日には福岡市で再び水害が発生し地下鉄などが浸水した。この豪雨では太宰府で1時間に104 mmの降雨量が観測されている。2004年9月の集中豪雨では、東京都渋谷区の地下1階店舗が浸水、同年10月の台風22号では東京・地下鉄麻布十番駅の地下3階ホームが浸水、横浜では西口商店街の地下店舗が水没した。

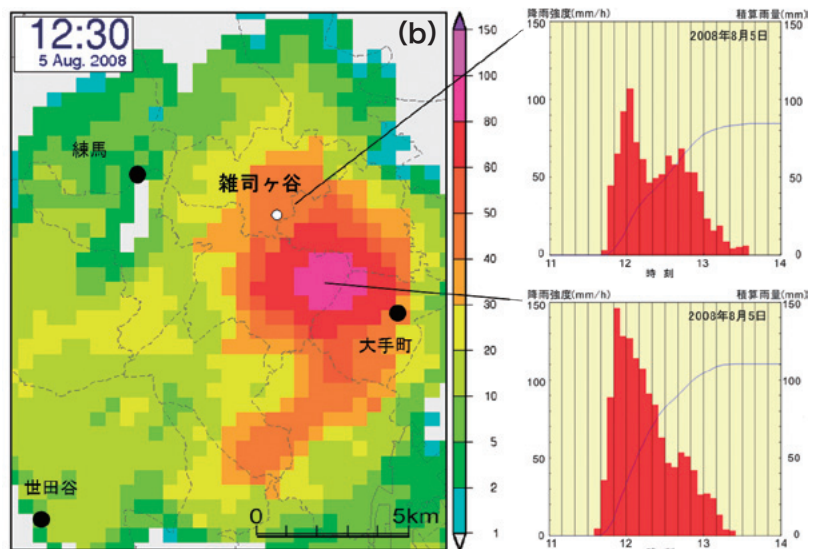
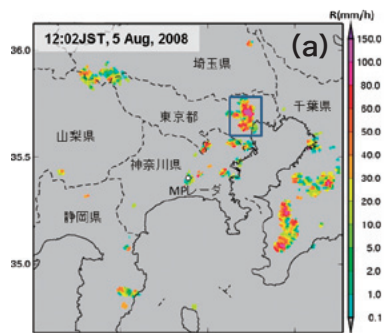
2008年7月28日の兵庫県神戸市都賀川の鉄砲水による被害では、都賀川上流域で14時30分からの30分間に局所的に多量の雨が降り、10分間で水位が1.3 m上昇した。これにより、河川親水施設や遊歩道で遊んでいた市民・学童5名が流されて水死した。同年8月5日、東京都豊島区雑司が谷では局地的な大雨による下水道内の急な増水のために、工事作業員5名が流されて亡くなった。新宿区、文京区、千代田区では34家屋が床上浸水被害を受けた。

これらの事故は、都市のアスファルト舗装の道路や密集したコンクリート建物と関係が

ある。局地的大雨があると雨水が一気に下水道や中小河川へ流れ込む。排水処理機能がこれに追いつかない場合、下水道や中小河川から雨水があふれ出し、道路や低地での冠水、繁華街や住宅地での浸水被害が発生するのである。高度に発達した交通網や通信網が整備され、数百万の人が生活する大都市には、局地的大雨に対する脆弱性が内在していると言える。

## 2008年8月5日の雑司が谷豪雨

全世界で過去に観測された雨量極値  $R$  (mm) は  $R = 420 \cdot D^{0.475}$  で表される。



ここで、 $D$  は降雨の継続時間 (hour) である。この式は1時間の積算雨量の限界は約 400 mm であることを示唆している。我が国での1時間雨量の極値は1982年の長崎豪雨で観測された187 mmである。このような大量の雨は積乱雲群によってもたらされることが知られている。個々の積乱雲のスケールはせいぜい10 km程度、寿命は30分から1時間程度であり、もたらされる降雨量は30 mm程度である。従って、雨量極値が観測される場合は、複数の積乱雲が次々と発生していることが考えられる。積乱雲のふるまいは周りの環境場によって様々であるので、2008年の東京都豊島区雑司が谷の豪雨を例に、局地的な大雨がどのような過程でもたらされたかを見てみる。

2008年8月5日、関東地方には、前線が停滞し、南から湿った空気が流れ込んで、大気の状態が不安定になった。このため、前線の南側に位置する関東地方の各地で雷雨が発生した(図1(a))。新宿区江戸川小学校に設置された東京都の雨量計では、13時00分までの1時間に109 mmの降雨量が観測された。図1(b)は、防災科学技術研究所のXバンド(波長が3 cm)のマルチパラ

図1 (a) 関東地方に発生した積乱雲の例(2008年8月5日12時02分、MPレーダから求めた降雨強度の分布)。図中の四角は雑司が谷付近の局地的な大雨。(b) 雑司が谷付近の降雨分布の拡大図。11:30から12:30の間の積算雨量。小さな白丸は雑司が谷の位置、黒丸はアメダス雨量観測点。図の右に雑司が谷と最大の積算雨量が観測された点での降雨強度の時系列グラフを示す。後者の点では、瞬間的に100 mm/hを越す猛烈な雨が25分間、降っている。

メータレーダ（以降、MPレーダ）から求めた11時30分から12時30分までの1時間積算雨量の分布である。MPレーダは二重偏波レーダとも呼ばれる。水平と垂直の偏波電波を同時に発射し、降水粒子からの散乱信号を受信して、降水粒子の種類や形状などの降水粒子に関する様々な偏波パラメータを測定する。その中でも偏波間位相差と呼ばれるパラメータを利用した雨量推定手法は、反射因子 ( $Z$ ) と降雨強度 ( $R$ ) の間の古典的な経験式である  $Z-R$  関係式の精度を上回ることが実証され、国内外で急速に利用され始めている。図1(b)によれば、雑司が谷と大手町間に1時間降雨量が80mmを超える雨が約2km×2kmの狭い範囲に集中している。また、1時間に50mmを超える雨は約5km×5kmの範囲に降っている。浸水被害はこのエリアに集中していた。雑司が谷での雨の降り方を見ると、12時過ぎに108mm/hの猛烈な雨が瞬間的に降っている。その後も50mm/h以上の非常に強い雨が1時間近く続いている。雨の最も強かったところでは、瞬間値で150mm/hの雨が午前11時半頃に観測された。

## 局地的大雨の発生メカニズム

図2は複数台のMPレーダの解析結果から推定した雑司が谷の局地的大雨の発生機構の模式図である。この事例では計20個の積乱雲が観測されたが、そのうち18個は一つの降水コアからなるシングルコアタイプであった(図2(a))。Markowski and Richardson (2010)によれば、一つの積乱雲の一生は、上昇流・下降流と降水コアの有無から、発達期、最盛期、衰弱期に分けられる。発達期は、積雲の発生から積乱雲に発達するまでの期間で、雲内は上昇流で支配されている。降水コアが雲内に形成され始めるが、降水が地上に達するまでには至らない。最盛期は、雲内の降水コアが発達し、降水が地上で観測される。降水コアの中心が地表に達すると地上で強い雨が観測される。雲内を降水粒子が落下するために、中層付近から下降流が形成される。この下降流は、発達期に形成されていた上昇流を打ち消すため、積乱雲の発達は抑制され、衰弱期へと移っていく。衰弱期では、雲の中は上層部を除いて下降流が支配的である。降水コアがなくなるために降水が終わり、上空の雲が消滅する。

図2(b)は複数の降水コアからなるマルチコアタイプの模式図である。発達期はシングルコアタイプと同じである。最盛期から衰弱期にかけて形成される下降流は、氷粒子の融解や雨滴の蒸発により冷やされるために、下降流を強める。このようにしてできた冷気

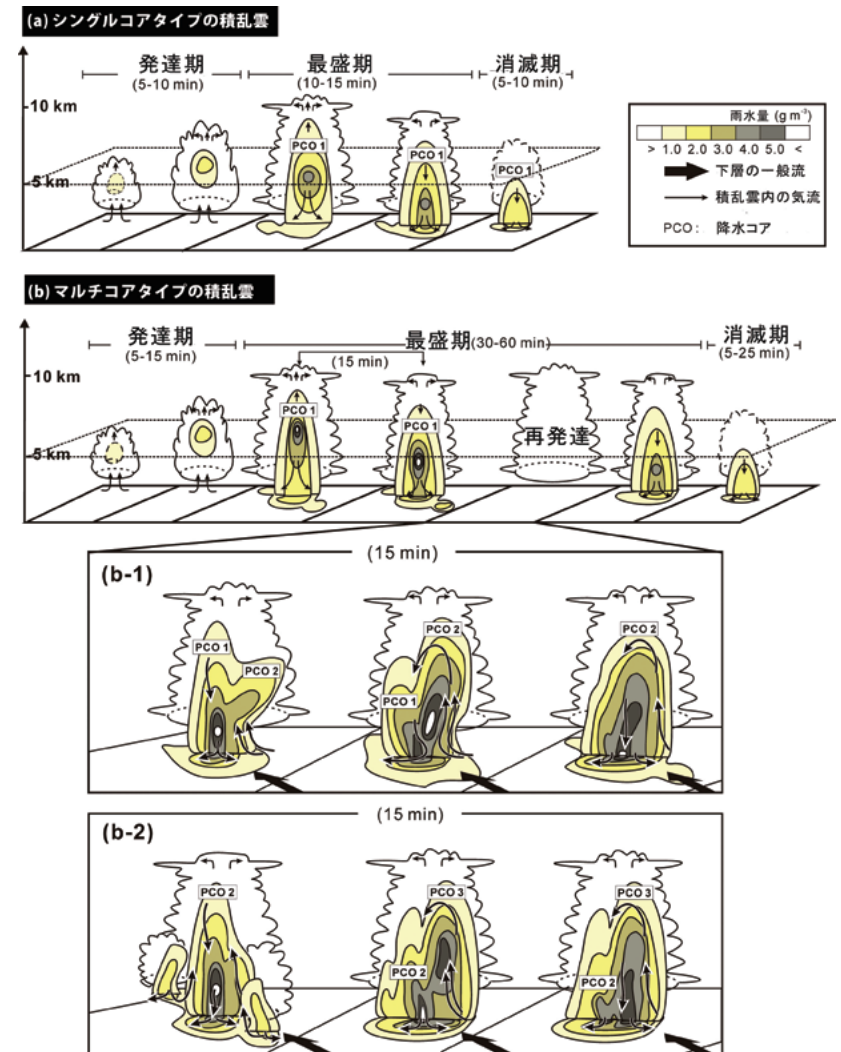


図2 2008年8月5日雑司が谷で発生した局地的大雨の発生機構を説明する模式図。(a)シングルコアタイプの積乱雲。(b)マルチコアタイプの積乱雲。(防災科研 Dong-Soon Kim氏提供, J. Appl. Meteorol.へ投稿中)。

は地上付近にたまり冷気プールをつくと同時に、一部は冷気外流出となって水平方向へ流れ出す。まわりの環境場の条件が整えば冷気外流出の先端で新たな積乱雲が発生する。雑司が谷のケースでは、図2(b-1)に示したように、冷気外流出と南東からの湿った下層風により新たな降水コアPCO2が発達した。また、図2(b-2)に示したように、衰弱期の別の積乱雲からの外出気流が、降水コアPCO2を持つ積乱雲からの外出気流と衝突することで、新たな降水コアPCO3を発達させている。このように、積乱雲自身が作り出した気流構造が新たな積乱雲を次々と作り出すため、積乱雲は自己増殖機能を持つと言われる(小倉, 1997)。発生する積乱雲が同じ場所できると、その場所での積算雨量が多くなる。雑司が谷の局地的大雨の発生メカニズムはこのようなものであったと考えられる。

## MPレーダネットワークの展開

MPレーダが雑司が谷豪雨を捕らえることに成功したことが契機となり、国土交通省は、多発する都市型水害対策として、東京圏、名古屋圏、大阪圏の3大都市圏と主要地方都市7エリアの計10エリアに合計26台のMPレーダを整備した(図3)。3年間の試験運用を経て、3大都市圏と北陸では2013年度から、その他の主要地方都市では2014年度からそれぞれ本格運用が開始される。このレーダネットワークからは、1分毎という極めて短い時間間隔で、下層の雨や風の分布情報が得られるほか、5分毎に3次元の雨と風の分布情報が得られる。このため、国交省MPレーダネットワークは、積乱雲の研究を加速し、今後の都市域における局地的大雨の予報精度を大きく変える可能性がある。



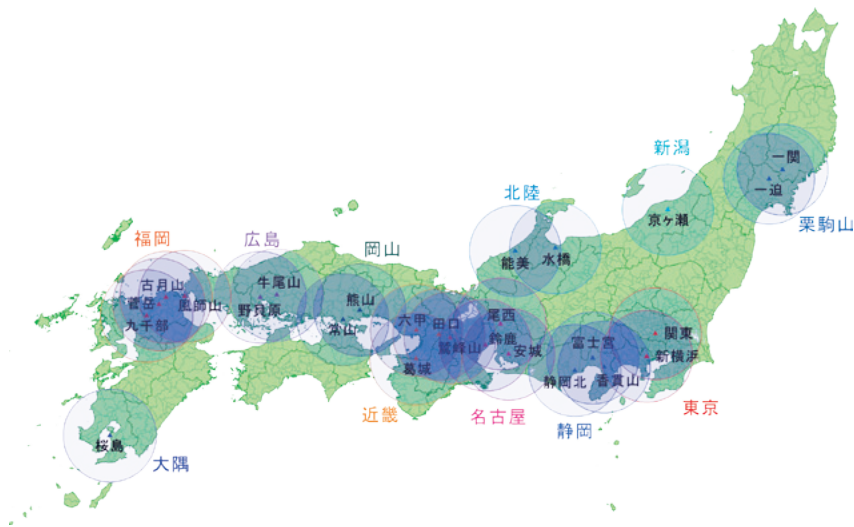


図3 国土交通省河川局のXバンドマルチパラメータレーダ観測網(防災科研, 前坂剛氏提供).

詳細は省略するが、2014年と2016年に気象庁が打ち上げを予定している気象衛星ひまわり8号と9号も期待できる技術が使われる。この衛星はラピッドスキャンが可能で、従来の30分の観測間隔が2.5分になるため、積乱雲の初期の発達を捕らえることができる。

## 極 端気象に強い都市創り 社会実験

過去30年間のアメダスの統計によれば、1時間降水量50mm以上80mm未満の「激しい雨」、80mm以上の「猛烈な雨」の発生

回数は、年ごとの変動は大きいですが、連続する11年間の平均頻度は、いずれの場合も増加傾向にある。「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)によれば、このような局地的大雨の頻度の増加は地球温暖化に伴う気候変動の影響である可能性が高く、洪水などによる被害が増加することが予測されている。このような背景のもと、社会システム改革プログラム(科学技術振興機構/文部科学省)において「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」(2010年~2014年、中核研究機関:防災科研)が開始された。この研究は、理学・工学・社会学の研究者で構成される

研究チームにより、首都圏に稠密気象観測網を構築して積乱雲の発生プロセス、メカニズムを解明し、「極端気象監視・予測システム」を開発することを目的としている。計24の機関と90名を越す研究者および自治体等の防災担当者が参加している。

前出の国交省MPレーダネットワークや気象庁のラピッドスキャン気象衛星をはじめ、プロジェクトで準備する、ライダー、Kuバンド高速スキャンレーダ、GPS、航空機観測などによる稠密観測は、積乱雲の実態把握の手段として大きな期待がもたれる。開発した監視・予測手法が社会実験を通じて社会に実装され局地的大雨の予測が可能になれば、神出鬼没で予測不可能ということから命名された“ゲリラ豪雨”は死語になると期待したい。

### —参考文献—

Markowski, P. and Y. Richardson (2010) *Mesoscale Meteorology in Midlatitudes*, John Wiley & Sons, Ltd.

小倉義光(1997) *メソ気象の基礎理論 第II部 降水を伴うメソ気象*, 東京大学出版会.

### ■一般向けの関連書籍

森野美徳監修(2005) *水害の世紀—日本列島で何が起きているのか*, 日経BP社.

## TOPICS 地球電磁気学

# 雷研究の新時代

北海道大学 大学院理学研究科 高橋 幸弘

雷放電とそれに関連する電磁現象の研究は長い歴史があるが、最近、従来の研究対象に加えて新たなターゲットが加わり、研究は新しい段階に入った。そのひとつは、20年前に発見された落雷や積乱雲活動に伴って発生する中層・超高層大気での発光現象である。それらは発生メカニズムに興味深いだけでなく、長年の大問題である全地球電流系仮説の再考を促すものである。もうひとつは、極端気象や気候変動等、大気科学における指標としての重要性が認識されてきたことがある。こうした背景から、世界的に衛星観測や地上観測網の整備が急ピッチで進められている。日本の研究グループも、飛翔体観測と全球規模及びアジア地域での電波観測で大きな役割を果たそうとしている。

## 百 年前の花形研究分野

雷放電など地球大気圏の電磁現象はかつて地球惑星科学研究の花形のひとつであった、と言ったら違和感を持つ人もい

るだろう。しかし、いまからおよそ100年前、それは世界の注目を集める先端科学のひとつであった。米国地球物理学連合(American Geophysical Union)の主要ジャー

ナルの一つ Journal of Geophysical Research の前身は、その創刊から50年間、すなわち1898年から1948年までの間に発行された Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity である。その名前から察せられるように、この時期、大気電場は地磁気と並んで地球惑星科学研究最大のトピックスのひとつだったのである。

米国カーネギー研究所は、その観測のために磁性材料を一切使わない観測船カーネギー号を建造し、20年間にわたり50万kmの航海を行っている。同船は鉛直静電場の日変化を捉えた。今日でもその曲線はカーネギーカーブと呼ばれている。この静電場は、

過去 15 分間の世界中の積乱雲による発電の総和を反映しているとされており、この地球規模の電気回路はグローバルサーキットと呼ばれる。電離圏と地表面という 2 層の導体が球殻状のコンデンサーとなり、その間の充電を積乱雲が担っていると考えられている(北川ほか, 1996)。驚くべきことに、この大胆な仮説は 1920 ~ 1930 年代に確立したもののだが、現在の電離圏・磁気圏の最先端の研究者のほとんどは、この回路の存在を忘れていたか、そもそも知らないことさえある。

雷放電はまた、広い周波数範囲で電磁波を放射する。そのうち、数 kHz 以下の低周波は、電離圏と地表という導体に挟まれた領域を極めて小さい減衰で導波管伝搬し、大規模な落雷では地球を数周回り、基本周波数が 8Hz の共鳴状態—シューマン共鳴と呼ばれる—になる磁場及び電場の過渡波形が観測される。

比較的シンプルな観測装置で得られるそうした波形から、落雷までの距離や放電エネルギーを推定することが可能である。もし巨大落雷に限定するならば、わずかに数点の観測点を置くことで世界中の落雷が同定できる。さらに、電磁場波形の連続記録を周波数解析すると、シューマン共鳴の基本周波数およびその高調波がきれいに現れる。それらのパワーを積算すると、全球で発生している、小規模なものも含めた全ての落雷が放出するエネルギーが推定可能である。

1970 年代を中心にこうした研究が隆盛し、種々の観測が試みられたが、全球規模の積乱雲対流活動の研究など、他分野への応用に本格展開することはなかった。一方、積乱雲の中でどのように電荷分離が起きるのかについて、ハワイ大学(当時)の高橋 勲が先駆的な実験を行い現在の標準的なモデルを確立したのもその頃である。

このように魅力的な現象として研究者の

心を捉えていた雷放電だが、多くの問題の解決を待たずに、1980 年頃、宇宙観測時代を迎えた電離圏・磁気圏領域の研究に電磁場観測の主役の座を譲る。この頃、下層大気における電気現象の研究には一種の停滞感があり、将来的には大気汚染のモニター—鉛直静電場は汚染物質に敏感である—くらいしか発展の道がないのではないかと感じた研究者も多かったと、その分野の重鎮の先生から伺ったことがある。

### 新 現象の発見で再燃する雷研究

ところが、1990 年頃を境に雷研究の再燃が始まる。きっかけのひとつは、雷放電や積乱雲の活動に伴って発生する、中層大気から超高層大気での高高度放電発光現象(今日では“TLE”と総称される)の発見である。ふつうの雷放電は、積乱雲の中に摩擦で生じた電荷の不均衡が作る電場によって絶縁破壊が起こり、雲内や雲と地上の間に瞬間的に大電流が流れる現象である。一方、TLE は通常の雷放電が 2 次的に生成する雷雲上空の電場の解消や、そこから放射される電磁波などによって発光するとされている。

最初に発見されたのは現在「スプライト」と呼ばれている現象で、高度 40 km から 90 km にかけて、数ミリ秒間赤い筋状の束が現れる(図 1)。この新現象は、偶然別の目的でテスト観測中のビデオカメラの視野の隅に小さく写っていた。意識して観測してみると、地上の一方所から一晩に数百個撮影されることがあるほど頻繁に出現しており、また肉眼で容易に確認できるくらい明るい現象であることが分かってきた。その後、「ブルージェット」や「エルプス」など、形態やメカニズムの異なるいくつかの TLE が確認され、2000 年代に入ってもそれらのバリエーションが見つかっている。図 2 にそれらの模

式図を示す。

一方、1994 年には雷放電に伴って瞬間的に放射されるガンマ線バースト(“TGF”と呼ばれる)が、人工衛星によって発見された。その後精力的に研究が行われ、現在では最高で 100 MeV という高いエネルギーのものまであることや、それに伴って生成される陽電子の検出まで報告されている。さらに、地上や航空機でも、積乱雲付近でガンマ線やエックス線が数分間連続して記録される、「サージ」と呼ばれる現象が報告されている。

TLE や TGF など新現象の発見は、従来の雷放電研究者のみならず、電離圏やガンマ線物理の研究者を雷現象に巻き込んでいく。TLE のメカニズムの解明はまだ途上であり、その鍵は TLE の水平構造が撮影できる人工衛星観測にあると考えられている。また、TGF についても、雷放電とガンマ線観測の両方を同時に高精度で記録できる衛星が不可欠である。そうした目的で、欧州宇宙機構、フランス宇宙機関、台湾国家宇宙センター(NSPO)及び台湾国立成功大学などが、それぞれ中心となって独自の衛星開発を進めている。

その中で日本は、北海道大学、東北大学、JAXA、東京大学、大阪大学、電気通信大学などの協力により、超小型衛星「雷神」(2009 年打上、トラブルにより休止中)及び「雷神 2」(2013 年頃打上予定)や、国際宇宙ステーションに搭載する観測モジュール GLIMS(今年度打上予定)などを開発・製作し、世界に比べ数年先駆けた観測の実現を目指している。

TLE の発見は、さまざまな点で電離圏・磁気圏研究にも影響を及ぼしつつある。先のグローバルサーキットは、TLE の及ぶ高度 100 km までを考慮する必要が再認識され、電離圏の電子密度は、1 回の落雷によって高度 90 km において最大で 10 倍増大する

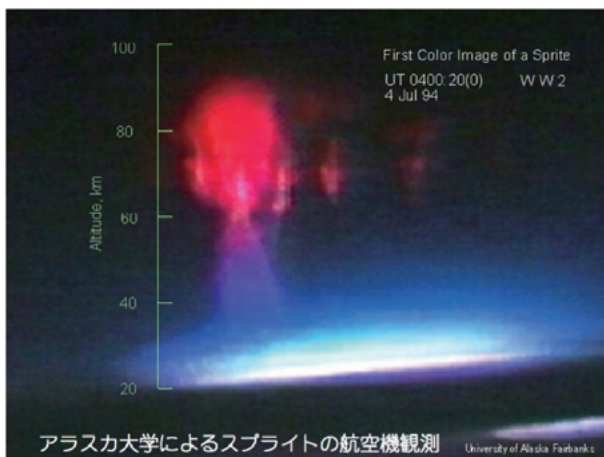


図 1 高感度カメラが捉えた「スプライト」(アラスカ大学フェアバンクス校提供)。

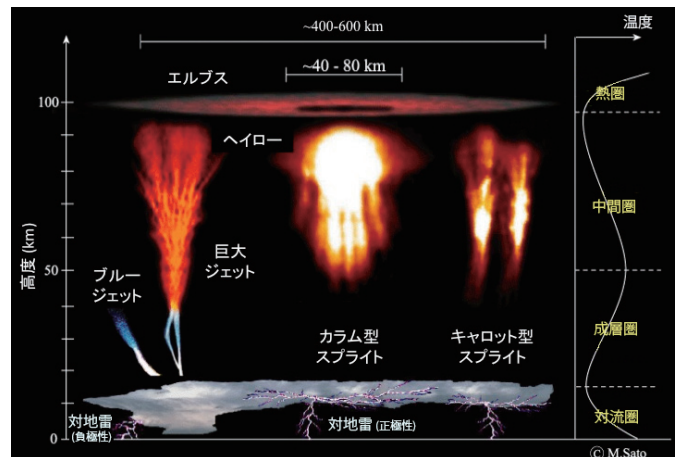


図 2 さまざまな高高度放電発光 (TLE)。(北海道大学・佐藤光輝氏提供の図を一部改変)

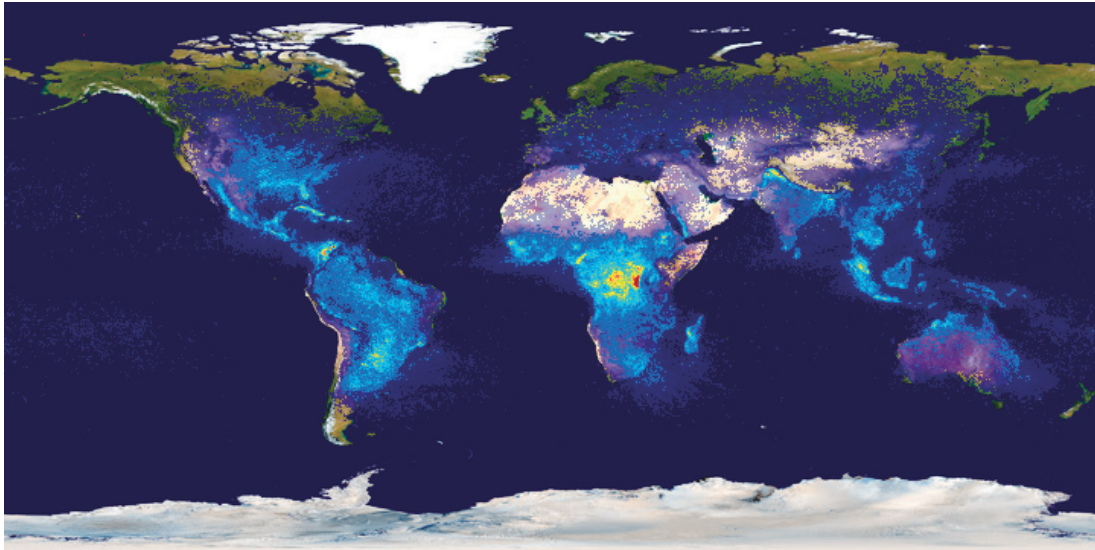


図3 TRMM衛星(熱帯降雨観測衛星)に搭載されたLIS(1998-2002)とMicrolab-1衛星に搭載されたOTD(1995-1999)によって得られた雷放電発光データから作成された、全球雷発生頻度マップ。(出典: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio; <http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a000000/a003100/a003144/>)

ことが理論的・観測的に示唆されている。磁気緯度の低い宇宙空間では、TGFの原因であるMeV電子が、放射線粒子の起源として無視できないかもしれない。

## 気象学への貢献の可能性

雷研究が新しい局面に入ったもう一つの原因は、雷放電データが気象学に応用できそうだとすることが認識されてきたためである。そのきっかけとなったのは、過渡発光検出器(Optical Transient Detector; OTD)や雷撮像センサー(Lightning Imaging Sensor; LIS)といった人工衛星に搭載された雷放電発光専用の観測器によって得られた全球の雷放電マップであろう(図3)。これらを載せた衛星が打ち上げられたのは1995年以降と、意外に最近である。また、電波で雷放電の位置評定を行う地上ネットワークが整備されてきたことも大きい。

この10年の間に、そうした雷放電データを使って、積乱雲の進路や集中豪雨、その結果の水災害の予測が米国や欧州を中心に試みられ、成果を挙げている。とくに、米国では雷放電情報を気象モデルにデータ同化することによって、極端気象の予測精度向上に成功した例が報告されている。

雷放電現象は、電荷分離に始まり絶縁破壊まで、微細なメカニズムの理解は簡単ではない。しかし、集団として扱うと大気運動の指標として有効である点は、地震現象でプレート運動の理解が進むのと似ている。

最近では、台風の最大風速と500 km圏内の雷放電頻度との間に、雷放電が1日先行する形で高い相関が発見されたり、アフリカ大陸上空の水蒸気量と1日前の雷放電活動

がほとんど同じ変動をすることが示されている。また、東南アジアの気候研究でも、LISなどの衛星観測データが利用されている。これらの関係は気象学的な見地から詳細な検討が必要であるが、雷放電観測の応用の可能性を示唆しているといえる。

雷放電はまた、大気化学的に重要な役割を担っている可能性が高い。放電路では電流によるジュール加熱によって化学反応が大きな影響を受ける。量的な推定は困難だが、とくに対流圏界面近くでは窒素酸化物の数10%が雷放電起源という見積もあり、成層圏における大気組成を考える上で無視できない要素である。

## 加速する観測

こうした背景を受けて、雷放電の観測は新しいステージに入りつつある。残念ながら、既存の低高度衛星に搭載された観測器では帰帰周期が長過ぎて短時間変動の把握には使えない。欧州や米国の2016年以降に打ち上げられる次世代静止気象衛星では、雷発光センサーが標準装備される計画がある。地上電波観測については、これまで比較的狭い地域をカバーするネットワークが多く作られてきたが、最近になって世界的な大手気象会社や英国気象庁が世界観測網の展開を進めており、競争が増している。

日本は、感度的には限界があるが、世界で初めてエネルギー推定のできる世界観測網GEONを構築した。さらに現在、日本から東南アジアをカバーするエネルギー推定可能な、高精度・高検出率の観測網AVONを整備している。国内でXバンドレーダーなど高精度気象観測との定量的な比較を行

い、そこで確立した関係を用いて、東南アジアを中心とした地域での雷放電情報を用いた極端気象予測につなげたいと考えている。

## 新しい地球惑星科学の展開へ

ここで述べてきたこと以外にも、雷放電は極めて広範な現象と密接に関係している。先の研究停滞時期を招いた要因のひとつと考えられるのは、分野間のコミュニケーションの不足や断絶である。いまこそ、地球電磁気学や気象学を融合したより包括的な枠組みで研究領域を再構築する時である。日本地球惑星科学連合はまさにそうした壁を乗り越え、新たな連携を模索するためにある。

連合大会の高校生セッションでは、毎年多くのスプライトの研究が発表されている。ひとつの現象を多地点で同時に撮影するステレオ観測は世界各地で行われてきたが、日本の高校生たちが自ら構築した観測網は最も密度の高いものであり、他の追随を許さない。もし「プロの研究者」が同じ規模のものを作ろうとすれば、膨大な労力と予算が必要となり、現実的ではないからである。こうして、雷現象はサイエンスの方法論や社会との関係にも新しい風を送っているのである。

—参考文献—

北川信一郎ほか(1996)大気電気学, 東海大学出版会。

### 一般向けの関連書籍

高橋 劭(2009)雷の科学, 東京大学出版会。



# 海洋・地震・大気現象を解明するナノレゾリューションセンサ技術

## 現象解析のブレイクスルーに寄与する測定・観測分解能の飛躍的向上とそのセンサ技術

海洋、大気、地震の現象測定に新しい高分解能の測定技術が開発されました。開発したのは水晶振動式センサのメーカであるParoscientific, Inc. で、10億分の1の分解能(ナノレゾリューション)の水圧計、大気圧計、加速度計を実現しました。水圧計では、地震動と津波信号から来る海洋ノイズを明確に区別できる上、さらに水柱という測定量を通して海底下と海底の現象と大気圏内の現象がシングルコヒーレントな相関であるということも明確にしました。地震や津波、悪天候などの自然災害の規模・場所・進路の特定や予測において、今まで測定できなかったものが測定・解析できるようになりました。

### 1 海洋物理分野への応用

—東北地方太平洋沖地震直後の津波のモンテレイ湾での観測例—

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震が発生し、直後、壊滅的な津波が東北地方沿岸を襲いました。カルフォルニア州モンテレイ湾に設置したナノレゾリューション水圧計が太平洋を渡って来た津波を測定しました。Fig. 1は2011年3月11日の7時間に渡る水位変化を示しています。津波到達以前、センサはバックグラウンドとなっている1mm程度の微小地震動と超低周波重力波の変動を捉えていました。UTC時刻で15時30分過ぎモンテレイ湾のセンサ設置位置でほぼ25cmの津波第一波が到達し、その後、数時間以上、海上波面の乱れが続いていました。この波面の乱れはその特徴として波高に高調波成分を含んだ波面の変動を示しています。

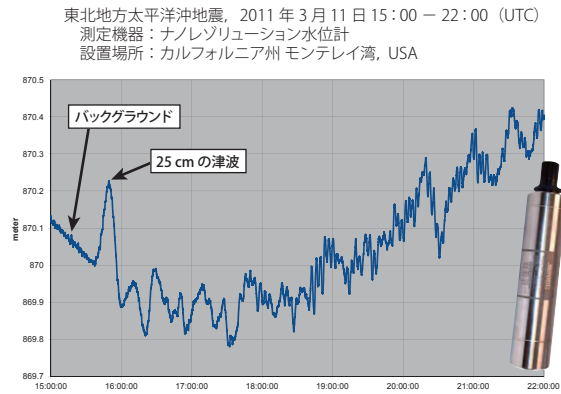


Fig. 1. 2011年3月11日の7時間に渡る水位変化

### 2 大気圏物理分野への応用

—火山噴火による超低周波音観測例—

デジコーツ絶対圧ナノレゾリューション大気圧計 (Model 6000-16B) を千葉県夷隅にある超低周波音波のモニタリング観測点 "IS30" に併設しました。センサのノイズフロアスペクトラムは超低周波音波の帯域全てに渡って  $10^7 \text{ Pa}^2/\text{Hz}$  と非常に低いノイズレベルです。2009年10月3日の桜島噴火による超低周波音波は987km離れた夷隅観測点 IS30 で測定できました。Fig. 2は観測点 IS30 で捉えた超低周波音波です。海面波動によって空気中に放射されるマイクロバロムスは、火山噴火前後の振幅 0.1 Pa 程度の信号であり、0.0003 Pa の高感度で測定されています。

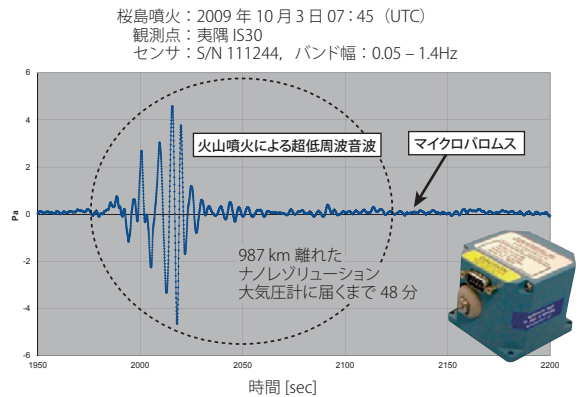


Fig. 2. 観測点 IS30 で捉えた超低周波音波

### 3 地震分野への応用

—潮汐と月 / 太陽の引力比較の観測例—

Fig. 3はナノレゾリューション加速度計をシアトルに設置して観測した加速度(重力)データとインド洋で観測した潮汐とを1週間にわたって比較したものを示します。引力と潮汐は本来引力が少なくなれば潮汐は上昇する逆の関係になりますが、測定場所は地球半周分ずれているので、両者は同じような変化をします。

### 4 結論

ナノレゾリューションセンサは地球が我々にさまざまな警告を出している現象を観測・解析することに役立ちます。その有用性は今後、ますます増大するものと考えられます。

…… 出典 ……

Nano-Resolution Sensors For Geophysical Measurements  
Authors: J. Paros1, P. Migliacio1, T. Schaad2 (1Paroscientific, Inc., 2Quartz Seismic Sensors, Inc.)

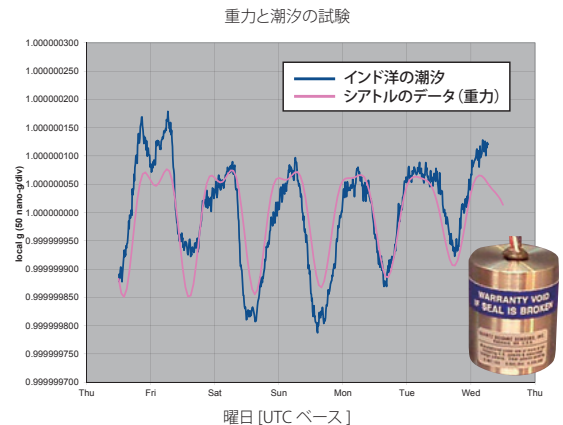


Fig. 3. ナノレゾリューション加速度計をシアトルに設置して観測した加速度(重力)データとインド洋で観測した潮汐とを1週間にわたって比較

お問合せは



Paroscientific, Inc. 日本総代理店  
東邦マーカンタイル株式会社

〒178-0061 東京都練馬区大泉学園町 8-31-11 野村ビル 3F  
TEL ■ 03-3978-1401(代) FAX ■ 03-3978-9293  
WEB ■ <http://www.mercan.co.jp> E-MAIL ■ [sales@mercan.co.jp](mailto:sales@mercan.co.jp)

# 「太陽地球系科学」

地球電磁気・地球惑星圏学会 学校教育ワーキング・グループ 編  
京都大学学術出版会  
2010年5月, 314p.  
価格 3,400円 (本体価格)  
ISBN 978-4-87698-971-3



鹿児島工業高等専門学校 篠原 学

本書は、地球電磁気・地球惑星圏学会の学校教育ワーキング・グループのメンバーによって執筆・編集されている。1～4章は太陽について、その構造に始まり、黒点、フレア、CME (Coronal Mass Ejection, コロナ質量放出) などダイナミックな活動の数々を紹介している。5章は太陽から流れ出る太陽風について、6、7章では、その太陽風を受ける地球の磁気圏と、そこで発生するサブストームを扱っている。ここから環境という観点で導入され、8章は地球大気について、温室効果、オゾン層、太陽活動との関係など、現代的な問題を意識した解説が行われている。そして、9章は人類の宇宙進出によって生まれた新しい「環境」問題、宇宙天気について議論している。最後の10～12章は地球内部に目を向け、地磁気の特徴や磁場の生成機構であるダイナモについて解説している。以上の多彩な内容を、10名の執筆陣を擁することで、最新の知見をふんだんに取り入れつつ、一冊にまとめあげている。

この科学分野は比較的新しく、太陽や磁気圏についての知識の多くは、人類が宇宙へ進出し、人工衛星を使って観測を行うよ

うになった20世紀後半から得られるようになった。その宇宙進出の結果「宇宙天気」という概念が生まれ、ここに「地球環境」が繋がって、人類が生存する世界全体の環境問題へ議論が広がり、「太陽地球環境」という捉え方がなされるようになったと本書は述べている。そして、「(我々が) 研究する領域は、地球の深部から南極大陸、北極圏、地球大気、そして太陽、惑星を含む宇宙にまで及び、(その全体を) 太陽地球系というキーワードで統一的に捉えようとした」とも「結び」で述べている。まさに、この世界全体を俯瞰しようとした意欲的な一冊である。

本書は10名の執筆陣によって書かれているが、全体を通して文章のトーンは揃えられていて、自然に読み進めることができる。それでいて、章ごとに著者の個性も感じられ、読んでいたいへん楽しい。話の展開が工夫されているので、引き込まれるようにページが進むのである。

本文中にほぼ数式が出てこないことも本書の大きな特徴である。意識的に数式を取り除きながら、言葉で巧みに表現し、豊富な図で読者のイメージを膨らませようと工

夫されている。また、様々な現象の説明において、数値を大事に扱っている点も印象に残った。距離、時間、温度、個数、割合など、現象が具体的にどのような大きさなのか、肝心なところを押さえながら説明してくれている。これにより、感覚としての理解だけでなく、実物の存在感をしっかりと感じながら読み進めることができた。この他にも、本書全体を通して統一された編集方針が感じられ、編集段階で相当の手間をかけ、じっくりと作り込んだ一冊なのだろうという印象を持った。

本書は、太陽地球系科学と言われる分野の、どこか一部にでも興味を持った方全てに勧めることができる。本書を読むことによって、この分野全体を見渡す広い眼を持つことができるだろう。その結果、個々の現象についてもより深い理解が可能になると考える。私自身、太陽や地球内部の章をわくわくしながら読むことができた。大学1、2年生はもちろん、高校生にも読んでもらいたい本である。細部まで理解することは難しいかもしれないが、楽しみながら読み進められることは間違いない。

最後に、本書を強く薦めたいが故に心配していることがある。それは、本書を読んでもらいたい一般の多くの方々、たとえばオーロラに興味を持った人、太陽観測を始めた人、人工衛星やロケットに興味を持った人などが、実際に本書を目にし、手に取る機会がどれだけあるだろうかということである。この分野に関係する研究者の方々には、様々な場で本書を紹介、推薦していただきたい。そして、一人でも多くの方に、本書を通して太陽地球系科学を学んでいただきたいと願っている。

## 太陽地球系科学

地球電磁気・地球惑星圏学会 学校教育ワーキング・グループ 編  
菊判上製・306頁・定価 3570円

情報通信や宇宙開発での障害、オゾンホール、温暖化や気候変動——太陽活動の影響抜きに、現代の諸問題を考えることはできない。太陽と地球の諸現象を統一的に捉え、そのメカニズムを初めて体系化。地学関係者必携。



## 総説 宇宙天気

柴田一成・上出洋介 編  
菊判・630頁・定価 6300円

気象衛星や通信衛星などを守り、過酷な宇宙に人類が進出していくためには、宇宙環境に生じる電磁気・プラズマ擾乱と呼ばれる激しい嵐の正確な予報が不可欠である。宇宙時代、天気予報も宇宙規模で。



京都大学学術出版会

〒606-8315 京都市左京区吉田近衛町69 京都大学吉田南構内〈価格は税込〉  
TEL 075-761-6182 FAX 075-761-6190 <http://www.kyoto-up.or.jp>

## 日本地球惑星科学連合 2011 年大会開催

日本地球惑星科学連合の2011年大会は5月22日(日)から27日(金)の6日間にわたって幕張メッセ国際会議場で開催されました。今大会は、連合大会としては初めて論文投稿数が4,000件を突破し、大会参加者総数も6,000名を超える等、例年以上の盛会のうちに終えることができました。大会参加者及び運営にご協力いただきました全てのみなさまに、深く感謝致します。

今年の大会前には、プログラム編成がほぼ終わった2011年3月11日に、マグニチュード9の東北地方太平洋沖地震が発生しました。地球惑星科学の分野では、地震・津波などの地球変動や福島原発事故による放射性物質の拡散等に密接に関係する研究・教育活動を行っています。このことから、日本地球惑星科学連合では、この超巨大地震とそれに伴う津波によってなくなられた方々に哀悼の意を表すとともに、震災関連の様々な取り組みを実施しました。たとえば、震災関連のパブリック、ユニオン、レギュラーの各セッションの緊急開催です。パブリック及びユニオンセッションでは、450名収容の国際会議室が一杯にな

り、緊急のポスターセッションでは、募集期間が短かったにも関わらず、180件以上の講演申し込みがあり、大会後半の2日間にわたって、ほぼ終日熱心な議論が続けられました。また今回の大会開催にあたり、連合として被災学生の大会参加支援、地球惑星科学の教育・復興支援のための義捐金の募集を実施しました。これらの活動に関する多くの皆様のご協力に心より感謝いたします。

前大会から進めている国際セッション増加への取り組みによって、2011年大会における国際セッションは、全セッション数の30%を超えました(174セッション中41セッション)。原発事故に関わる放射性物質の拡散に対する不十分な情報発信による渡航制限や自粛によって、海外からの大会参加のキャンセルがおきましたが、すべての国際セッションが開催されたことは皆様のご協力のお陰です。また、前年度の大会で初めて実施したスペシャルレクチャーについても、昼休みの時間を利用して5日間にわたって開催し、連日多くの聴講者で賑わいました。

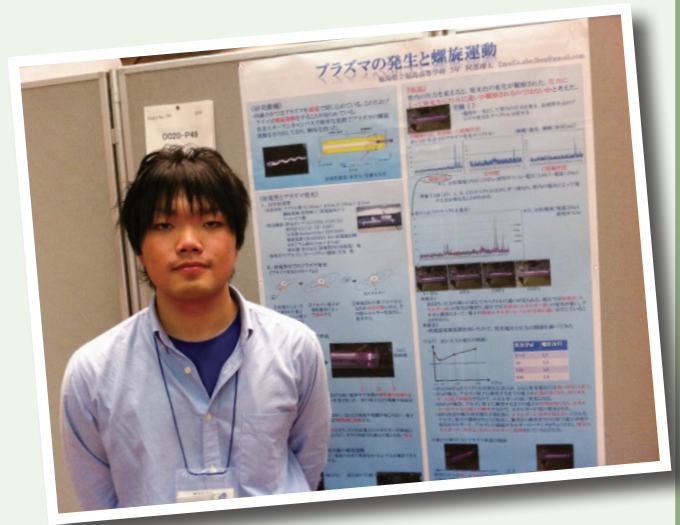
ところで、今大会では、とくに受付システムを大きく変更しました。CD-ROMの作成をやめ、プログラムや大会参加証などの事前配布もやめました。これによって準備に余裕ができ、緊急セッション等に即時に対応することができました。ただし、参加者全員に参加登録を当日行っていたことが必要となるため、大会前半の受付での混雑が予想されましたが、導入したバーコードリーダーによる認証システムと皆様のご協力によって、混乱なく受付を実施することができました。一方、CD-ROMやプログラムの事前配布の要望も一部にありました。また、セッション数が過去最多となり、期間中のほぼすべての会場が埋まるという状況だったため、プログラム編成に係わるコンピナからの要求を完全に満足させることはできませんでした。こうした反省点をふまえ、来年はさらに充実した、満足度の高い大会を目指して行きたいと考えています。みなさまの一層のご理解・ご協力を切にお願いします。

(大会運営委員会委員長 浜野 洋三)

### 一般公開プログラム「高校生によるポスター発表」開催!

日本地球惑星科学連合2011年大会では、2006年大会より6回目となる「高校生によるポスター発表」セッションを、大会初日の5月22日(日)に開催しました。日頃高校生が行っている地球惑星科学分野の研究や学習の成果を発表し、研究者や全国各地の高校生と交流する場を提供するのが目的です。

今年は、昨年と同じ51件の力作が発表されました(参加高校は35校)。当日の午後国際会議場で東北地方太平洋沖地震に関する特別一般講演会が開催されたため、例年より少し早めのスケジュールで、午前中に口頭による概要説明を行い、午後一番にコアタイムを設けました。コアタイムには、広報普及委員が中心となってプレゼンテーションと発表内容の観点からそれぞれのポスターを審査しました。その結果、最優秀賞(福島県立福島高等学校『プラズマの発生と螺旋運動』)ほかの各賞が決定されました。審査結果はHP([http://www.jpogu.org/meeting/highschool/2011\\_poster.pdf](http://www.jpogu.org/meeting/highschool/2011_poster.pdf))及びTwitterでお知らせしました。今回は特別講演会のために表彰式は行うことができませんでしたが、来年は例年通り表彰式も行う予定です。(広報普及委員会副委員長 原 辰彦)



## 貴社の新製品・最新情報を JGL に掲載しませんか？

JGL では、地球惑星科学コミュニティへ新製品や最新情報等をアピールしたいとお考えの広告主様を広く募集しております。本誌は、地球惑星科学に関連した大学や研究機関の研究者・学生に無料で配布しておりますので、そうした読者を対象とした PR に最適です。発行は年 4 回、発行部数は約 3 万部です。広告料は格安で、広告原稿の作成も編集部でご相談にのります。どうぞお気軽にお問い合わせ下さい。詳細は、以下の URL をご参照下さい。

<http://www.jpogu.org/publication/ad.html>

### 【お問い合わせ】

JGL 広告担当 宮本英昭  
 (東京大学 総合研究博物館)  
 Tel 03-5841-2830  
 hm@um.u-tokyo.ac.jp

### 【お申し込み】

一般社団法人日本地球惑星科学連合 事務局  
 〒113-0032 東京都文京区弥生 2-4-16  
 学会センタービル 4 階  
 Tel 03-6914-2080  
 Fax 03-6914-2088  
 office@jpogu.org

### 個人会員登録のお願い

このニュースレターは、個人会員登録された方に送付します。登録されていない方は、<http://www.jpogu.org/>にてぜひ個人会員登録をお願いします。どなたでも登録できます。すでに登録されている方も、連絡先住所等の確認をお願いします。

## 日本地球惑星科学連合 代議員選挙のご案内

日本地球惑星科学連合の代議員(社員)選挙に関する予定は以下の通りです。

2011年08月03日(水)	選挙公示
2011年08月15日(月)	立候補受付開始
2011年09月15日(木)	立候補受付締切
2011年09月29日(木)	投票開始
2011年10月28日(金)	投票締切
2011年11月04日(金)	開票、結果報告

今回の選挙で選ばれる代議員の任期は、2012年の4月から2年間となります。代議員の定数は、80名以上200名以内であり、上記の代議員選挙公示日の前日における団体(学協会)会員の数の2倍となります。また、各登録区分において選挙で選出する代議員の数は、上記の代議員定数のうち、5名ずつ(合計30名)を各登録区分に配分した後、残りの人数を選挙公示日における各登録区分の正会員の数によって比例配分した数となります。本法人に正会員登録された方は、どなたでも代議員に立候補できます。方法は自薦あるいは本人の承諾のもとでの他薦で、立候補者は、氏名、所属機関、推薦者氏名(正会員2名以上)、立候補する登録区分、立候補者の抱負または推薦文(100文字以内)をつけ、他薦の場合は推薦承諾書を添えた立候補届けを、立候補受付期間内に、選挙管理委員会に届けることとなります。投票は、ウェブ上で行ないませんが、上記の代議員選挙の投票締切日までに会員登録された個人会員の方は全員、ご自分が選んだ登録区分で立候補された方々の中から5名を選んで、投票することができます。選ばれた代議員(社員)の方々は、団体(学協会)会員とともに、定時・臨時社員総会(一般社団法人最高意思決定機関)において、役員を選出、事業計画の承認、その他の連合の運営に関わる諸事項についての決議を行なうこととなります。会員の皆様の積極的な代議員への立候補ならびに投票をお願いするとともに、まだ会員登録されていない方々には、新たに会員登録して頂いて、日本地球惑星科学連合の運営に積極的に関わって頂くことを、お願い申し上げます。

## 日本地球惑星科学連合 2012 年大会

日程：2012年5月20日(日)～5月25日(金)  
 会場：千葉幕張メッセ国際会議場

# nature climate change

## 投稿案内 (日本語訳)

- ◆ 刊行目的と対象範囲
- ◆ 掲載される全ての種類の論文と記事について、論文原稿の作成からフォーマティングまでの執筆方法の詳しい説明
- ◆ *Nature*や他のネイチャー ジャーナルとの関係
- ◆ 編集方針と出版方針
- ◆ 査読要綱についての説明

投稿をまだ考えていなくても 一読の価値あり!

[www.naturejpn.com/nclimate/authors/](http://www.naturejpn.com/nclimate/authors/)

 nature asia-pacific