

ペンシルバニア州立大学・宇宙生物研究センターを訪問して

渡部直喜

An Introduction to the Penn State Astrobiology Research Center

by

Naoki WATANABE

1. はじめに

平成11年度文部省在外研究員（研究開発動向調査）として、平成11年10月15日から同年12月6日の期間、アメリカ合衆国のペンシルバニア州立大学（Penn State）宇宙生物研究センター（The Penn State Astrobiology Research Center, 以下PSARC）及び地球科学教室（Department of Geoscience）に滞在し、卓越した研究機関における最新の研究開発動向について調査・研究を実施した。研究題目は「安定同位元素を指標とした地球環境変動に関する研究開発動向の調査」である。その概要について簡単に報告する。なお、PSARCの詳細については以下のホームページ

<http://psarc.geosc.psu.edu/>

地球科学教室の詳細については以下のホームページ

<http://www.geosc.psu.edu/>

を参照していただきたい。

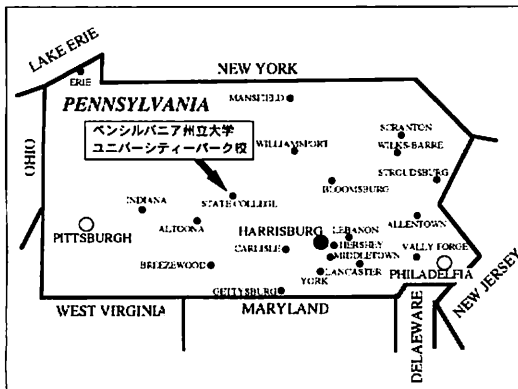


図-1

アメリカ合衆国東部にあるペンシルバニア州のほぼ中央にペンシルバニア州立大学ユニバーシティーパーク校がある。州都のHarrisburgへは自動車で1時間半、Pittsburghへは自動車で3時間、Washington D.C.へは自動車で4時間、New York Cityへは自動車で5時間の距離にある。

2. PSARCの組織と研究

PSARCは、アメリカ航空宇宙局（NASA）宇宙生物研究所に所属する11の研究所の1つとして1998年7月に設立された。PSARCの使命は、Astrobiologyに関する総合的な研究と教育にあり、地球惑星を含む宇宙における生命の起源、進化、分化等の理解に焦点を結んだ研究を行っている。特に初期地球における生命の誕生とその生存環境がどのように形成され、その後どのように生物が進化・分化したかについて、以下の5つのテーマを掲げて研究に取り組んでいる。

1. 理論的及び実験的研究による生命体発現以前の地球環境と生命の起源の解明。

2. 生化学・微生物学の手法を取り入れた先カンブリア代岩石試料の地球科学的研究。
3. 分子生物学的手法による初期地球の生命進化とその時間的変遷。
4. 大気中の酸素濃度、気候等の環境変動による地球生物圏の進化に関する研究。
5. 多細胞生物の多様化と絶滅の因果関係に関する研究。

PSARCの研究費はNASAから援助され、上の研究目標について5年間を目途に一定の成果を挙げなければならない。また、6ヶ月毎に研究成果報告会が開催されることで、全体の研究の進捗状況が把握できる。これらを踏まえて6ヶ月毎に研究成果報告書が発行されている。滞在期間中にも研究成果報告会が開催され、37件の研究発表があった。

PSARCは、大学内の研究組織であり、Penn Stateの生物科学教室、地球科学教室、環境研究所、同じペンシルバニア州にあるピッツバーグ大学と密接な連携をとっている。PSARCに所属する研究者は、Penn Stateの地球科学教室から7名、生物科学教室から4名、気象学教室から1名、化学教室から1名、さらにピッツバーグ大学地球惑星科学教室から2名、ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校地球科学教室から1名の計16名で構成されている。この他、ポストドク研究者と大学院生が共同研究者として多数参加している。

3. 研究設備の状況

上述の研究を推進する上で同位体地球化学の手法は非常に有効であり、そのためには各種質量分析計の導入が必要不可欠となる。安定同位体比測定用質量分析計をはじめ、ICP質量分析計、ガスクロマトグラフ質量分析計など、Penn Stateの地球科学教室だけでも9台の質量分析計を保有している。特に生命の起源に関する研究では、岩石試料に含まれる微量の炭質物について、炭素同位体比を用いて生物起源の有機物であるかどうかを判定する必要がある。そのため、最新のガスクロマトグラフ質量分析計が3台導入されていた。また、レーザー発生装置を用いて岩石・鉱物試料の局所同位体比測定が行われていた。今回の訪問では、これらの測定や試料の前処理について実際の実験に立ち会うことで、ノウハウを学ぶことができた。

4. 教育研究支援の状況

PSARC及びPenn State地球科学教室には、教授陣の助手として働く大学院生に対して、手当が月に10万円程度支給される制度があり、大学院生が学部・講義・実験の一部を担当している。これによって、教授陣が大学院において、高水準の講義ときめ細かい研究指導を行う時間が確保されている。ポストドクの非常勤研究員を数名雇い入れる予算も確保されており、先端的な研究を推進する原動力となっている。Penn Stateにおける分析機器の維持管理や効率的な稼働状況を見ると、専属技官のみならずポストドク研究員の果たす役割が非常に大きいことがわかる。

セミナーや講義の設置が比較的容易であるため、Astrobiologyに関連した最新の研究成果を盛り込んだ学部・大学院のセミナー・講義がすでにいくつか開講されていた。最新の研究成果を速やかに学部・大学院教育にフィードバックするシステムは、人材・後継者の育成、研究の発展に大きく貢献すると考えられる。さらに、PSARCでは高校生を対象とした夏期セミナーも開催されている。高校生にAstrobiologyに関係した課題を与え、数日間合宿生活をしながら大学の分析装置・実験施設を使って研究成果をまとめ、発表会を行う。アメリカにおいても高校生の理科離れは深刻な社会問題であり、

長期的視野で科学技術の発展を考える場合、こうした活動は有意義である。

5. 研究動向について

PSARCの研究目標の柱は、初期地球において、どのような環境の条件下で生命が誕生し、また、その後の環境変動が生物の進化や絶滅にとってどのような因果関係にあるのかを解明することにある。特に生命の起源を探る上で、原生代の初期（24.5～22億年前）や始生代（24.5億年以上前）の地層から生命活動の痕跡を知るには安定同位体が威力を発揮する。例えば、地層中に含まれる硫黄化合物について、質量数32と34の硫黄同位体比をみると、硫黄還元バクテリア等の生物の作用で形成された硫化鉱物の硫黄同位体比は、火成岩や熱水起源の硫化鉱物の硫黄同位体比と値が明らかに異なる。いろいろな時代の岩石に含まれる硫化鉱物、炭素質鉱物の同位体比を調べることで、生命が誕生した時期を推定することができる。

地球は地質時代を通じてGreenhouse（温暖期）とIcehouse（寒冷期）を何度も経験している。過去の地球環境変動を解析することは、将来の地球環境変動を予測する上でも重要である。地球科学教室のあるグループでは、炭酸塩の殻をもつ微化石や炭酸塩鉱物を利用して、主に中生代以降の古海洋・古気候の環境変動を追跡している。地質時代の環境変動（気温変動や海水温変動）の記録は、こうした微化石や炭酸塩鉱物の酸素・炭素同位体比に記録されている。古生物分野、層序・堆積学分野の多くの研究者が同位体地球化学に精通しており、自ら同位体比測定を行い、同位体データの解析を行っている。最近数万～数十万年間の地球環境変動もまた、氷床コアの酸素・水素同位体比を用いて解析されている。アメリカでは、同位体地球化学の手法が地球科学・環境科学の幅広い分野でポピュラーな研究手法になっていると感じた。

6. おわりに

ペンシルバニア州立大学に滞在中はPSARC地球科学教室のスタッフ、院生諸氏に大変お世話になった。とくにPSARCのセンター長であるH. Ohmoto教授には、多方面にわたってお気遣いいただき、大変充実した毎日を過ごすことができた。心より感謝申し上げます。また、出張不在期間中、いろいろサポートしていただいた積雪地域災害研究センターのスタッフの方々にもお礼申し上げます。

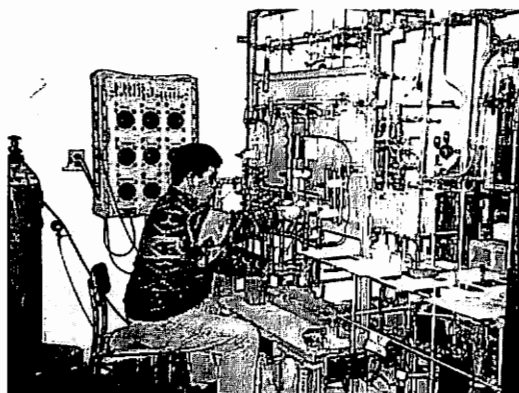


写真-1

けい酸塩岩石の酸素同位体比測定用試料の前処理



写真-2

レーザーを用いた硫黄同位体比測定