

生きている地球の新しい見方

- 地球・生命・環境の共進化 -

目次

C	O	N	T	E	N	T	S
組織委員会挨拶							2
文部省挨拶							4
Aセッション 全地球史解読計画は成立するか？							
新しい地球観を求めて 地球の歴史を解読する試み -					熊澤 峰夫		8
新しい地球観を求めて / 地球史解読の物証 / 地球史解読の方法 たった1回しか起こらず反復検証実験できない歴史は科学になるか 地球の大局的な歴史と7つの大事件 / 宇宙に開いた地球の表層環境の変動 地球内部構造の変動を概観する / 生命と地球の共進化							
変動する地球 - 中心核から海の水まで -					丸山 茂徳		21
はじめに / 地球の内部の層構造と対流運動 / 大陸の形成過程 地球史の7大事件とは / 地球史解明への基本戦略 / 野外調査風景 地球最古の生物化石とその棲息環境 / 地球の内部をみる 地球内部の熱と物質の循環 / 地球内部物質大循環モデル 海水の地球内部大循環と海水準変動 / 酸素の発生と生物進化 地球史の概観 / スーパーブルームの活動と地球環境							
変貌する地球をコンピュータで再現する					瀬野 徹三		45
はじめに / 地球の内部構造 / シミュレーションモデルとは マントル対流の計算例 / シミュレーションの限界 地球史をコンピュータで再現できるか							
Bセッション 地表に刻まれた地球中心からの情報と宇宙からのメッセージ							
大昔の地球磁石の謎					濱野 洋三		52
地球の磁場の様子 / 地球磁場の起源 / 地球磁場の発生とダイナモ作用 地球の進化と磁場 / 岩石に残された太古の地球磁石 / 地球磁場の変動の様子 磁場の逆転 / 太古代の地磁気逆転の観測 / 磁場強度の変動							
微小天体の爆撃をうける宇宙に無防備な地球					藪下 信		63
- 地球に落下し続ける微小天体や巨大分子雲が、地球の歴史で重要な役割を演じた - はじめに / 彗星の衝突の重要性 / アルバレズ父子によるイリジウム地層発見 彗星の素顔 / クレーターの分布と規模 / 小惑星の衝突頻度 イリジウム地層とイリジウムの起源 / 生物絶滅のメカニズム 白亜紀・第三紀のK/T境界の変異 / 巨大分子雲説 / 小惑星の衝突回避法							
太古、月は近かった					大江 昌嗣		72
はじめに / 地球の特徴 / 地球の自転速度の変化 海の摩擦によって遠くなる月 / 過去の地球と月 太古の地球の自転速度の変化 / 地球と月の距離 / おわりに							
地球の気候を変動させる宇宙の仕組み					伊藤 孝士		80
氷床の拡大と縮小 / 氷床の存在は何によってわかるのか 酸素の同位体比と環境変動 / 氷床変動の原因 / 地球軌道の理論計算 観測データと理論計算の比較 / 30億年以上昔の気候変動 / まとめ							
地層の縞縞から解読する地球史					高野 雅夫		87
はじめに / 地球史の記録テープ / 現在の海洋堆積物からの解読の限界 付加体地質学とは / ウィリアムスの縞縞学研究 カナダでの地球史記録テープ採取 / 地球史記録テープの再生装置 イリジウム含有層の発見 / イリジウムの起源とイベント							

Cセッション 過去の地球環境と生命から未来を考える

昔の気候と未来の地球	阿部 彩子	100
気候システムとは / 気候変動のパターン 数億年スケールの気候 / 氷期・間氷期サイクル(数万年スケールの気候) コンピュータを使った気候変動の研究 / 地球温暖化と気候システム / 海面上昇		
大洋と大気と大陸は昔どうだったのか?	山中 康裕	109
いろいろな知識を結びつけて昔の地球を知ろう 地球の気候はどのようにしてきまるか / 海洋の流れとともに物質が循環する モデルを使った地球の調べ方 / 精度の高いモデルの試みが始まっている 白亜紀の気候変動と海洋循環 / 地質屋さんと海洋物理屋さんの言い分をとりいれる 温暖な時期に起こった無酸素変異とは / まとめ		
地球と共進化する生命	川上 紳一	120
はじめに / 地球史の7大事件 / 生命と地球の共進化 シアノバクテリアの大繁殖 / 最古のストロマトライト 温泉バイオマツトは生きた化石か / 多細胞動物の出現 氷河期以降の環境と生物 / 氷河期と地球史 / 生物進化は環境と不可分		

Dセッション われわれはどこからきたのか?

40億年前の熱い地球を忘れない生き物たち	山岸 明彦	138
生物の起源の謎 / 遺伝子は精密機械の設計図 / 遺伝子は過去を記憶している 真核生物と根を同じくする古細菌 / 古細菌の生育環境 全生物の共通の祖先は超好熱性の化学合成細菌 / ミトコンドリアと真核生物の共生 古細菌の融合による真核細胞の形成		
生命が地球をかえた? - 光が地球をかえた -	伊藤 繁	148
進化とエネルギー / 光合成生物の出現と酸素の放出 / 光合成を担う分子装置 酸素の増加と多細胞生物の出現 / なぜ、酸素が必要か 光合成と呼吸のつくる電子のサイクル / 光合成生物の進化 生物はいつ上陸したのか / 過去を語る新型光合成 / 地球と生物の共進化		
奇妙な生き物たちの饗宴	大野 照文	160
化石の復元図からわかること / 絶滅化石からの復元図と現生生物 最古の多細胞生物 / エディアカラ化石動物群 / エディアカラ化石の形態 エディアカラ化石動物群と現生生物 / 地球の歴史の調べ方 スモール・シェリー・ファウナとは / パージェス頁岩化石動物群 アノマロカリス / カンブリア大爆発 / 多細胞動物の爆発的出現の要因		
史上最大の生命絶滅事件の謎をとく	磯 行雄	169
はじめに / 大量絶滅 / 恐竜の絶滅 / イリジウムの謎 6,500万年前にできた巨大クレーター / 衝突の冬 古生代と中生代の境界で起きた大量絶滅 / P/T境界での大量絶滅の原因諸説 深海堆積物の発見 / P/T境界での大量絶滅のシナリオ ブルームの冬 / まとめ		

Eセッション われわれはどこへいくのか?

地球史上の大事件が始まっている	熊澤 峰夫	184
地球の歴史を研究する理由 / 地球史第7事件の背景 進化の結果と無意識に発生させた大事件 / 科学とは何か? 未来代を展望して将来代を予測・設計・制御する 知恵という遺伝子の次世代への伝達 / おわりに		

演者紹介		200
------	--	-----

新しい地球観を求めて 地球の歴史を解読する試み

熊澤 峰夫

名古屋大学名誉教授

ここでご紹介するのは『全地球史解読』という分野の枠を越えた総合的研究プログラムの成果です(表1)。この研究プログラムの本来の狙いは、全地球の全史を全解読しようという野心的な目標を掲げ、古い時代の地層という物証に基づいて、その解読に必要な方法を模索し、開拓しながら、できることから着実に研究を積み上げていく一步を画するというものです。また、教科書的な律儀な目標として、地球の中心にある鉄でできた核の状態から地球をとりまく宇宙の環境までをひとつのシステムの歴史としてとらえ、おぼろげにでもわかったことをほかの人々にもわかってもらえるように表現するということもあります。しかし、本音はそれだけではなく、地球という私たちの命を生み育ててきた母の生い立ちの歴史を学んで知り、われわれはいついどこからきた何者で、どこへいくのか、私

たちの娘や孫娘たちの将来行く先も照らしてみたいものだ、という気分もおおいにありました。

新しい地球観を求めて

私たち地球の生命は、40億年ほど前に地球で生まれたため、そのくらい昔の地球の歴史から考えることには大きな意味があるでしょう。たまたま、私たちは地球科学の研究者であると同時に生身の人間でもあるので、地球と生命をつないで理解したいと考えています。

太古代の大気は二酸化炭素で、地球の海は水でできていたため、地球上にもっともありふれて豊富にある元素は、水素と酸素と炭素です。それらがひとりりで組み合わせられてできる分子のうち、自己触媒機能をもって、自分を複製できるものができたのは、おそらく海底火山付近の地下にある割れ目のなかだったと推定されています。そこでは、無機塩類を含む100以上の高温の水が循環していたでしょう。この全地球史解読研究では、その証拠ではないかと推定される有力な試料を見つけましたが、そんな発見の話も聞いていただきます。

表1 全地球史解読プログラムとは

遠く過ぎ去ってしまった40億年にわたるたった1回の地球の歴史を、物証に基づいて組織的に読み出す、という目標に向けてその手法を開拓しながら出発した総合的な研究計画

こうしてできた有機分子の40億年ほど後の子孫が、われわれヒトです。いわば私たちは地球そのものの一部で、そこに生えたコケみたいな存在だったと考えられます。そのようなものが40億年を経て知性を備え、世界とは何か、宇宙とは何か、自分は何者かなどという疑問をもって答えようとすることになりました。つまり、地球を全体としてみると、その一部分が知性をもってしまった、もっと極言すれば、地球が自分は何かと問うようになったともいえるのではないのでしょうか。

このように考えると、死生観を、もっと広い立場で生命観、地球生命観、さらに地球観、宇宙観のなかに位置づけないと、ほころびがでてしまうでしょう。

ところで、地球や生命の起源や進化については、神話や聖書の教養や考え方、生活のなかにもまだ染みついています。西欧諸国や日本のように近代的な社会においても、忙しい大人は、昔、学校で学んだ知識をもったまま、それは更新されないのが普通です。科学研究の現場にいる研究者でも、ちょっとよそ見をしていると、自分の専門領域のことでさえ、たちどころに理解できなくなってしまう。

地球科学の分野では、後で述べるように、30年ほど前にプレートテクトニクスという考えが登場しました。それは、新しい地球観をもたらした科学革命だといわれ、教科書ががらりとかわりました。また、宇宙科学が発展し、隕石の研究や惑星探査のさまざまな観測データが得られ、地球は宇宙に開いた存在であると実感できるようになりました。生命科学の分野でも、分子生物学の刷新的な進展があって教科書がかわりました。もちろん、ほとんど変化していない部分もあります。でも、周辺の諸分野の理解が進んでくると、これまでにはわかってきた個別的部分でも、全体の

なかに合理的に位置づけられて総合的な理解が進みます。そのため、最前線にいる研究者たちの地球観も年々変遷しつつあるのですが、研究が深く進めば進むほど専門分化が著しくなり、ひとりでは全体像を正確には把握しきれなくなります。しかし、それを何とか解決する方法があるのです。

個別的なことが部分的にはわかっても全体がみえない、ということを経験します。全体を把握するには、私たちが「疎視化」と呼んでいる方法があります。例えば、森はたくさんの木からできており、木には葉があって実がなり、それを食べる鳥がいます。木や鳥の種類を知らなくても、遠くから緑色の山をみて、そこに山があり谷があり鳥も住んでいることは、鳥や木や山の専門家の研究成果を解説してもらって推理することで、研究者でなくてもだいたいわかった気になれます。実は、個別分野の専門家たちも互いにそうして教えたり教わったりしながら、およそわかっている気になっているだけなのです。

科学者たちはそんないい加減なことをしているのか、と思う方もおられるかもしれませんが、でもそれが、われわれがわかることへの最善の道を探りつつ、個別的な問題について詳しい研究者の集団の力を総合して、実現できている現実の姿なのです。要するに、部分部分のすべてを詳しく知らなくても、それらの裏づけと積み上げの結果を粗くみたほうが、大局は把握できる場合があります。逆に、これこそが求められているのでしょうか。疎視化とは、われわれが日常生活で実際にやっていることを言葉にただただと考えていただいてよいと思います。全地球史解釈というのも、そういう見方で、個別的な小さいことを研究しつつ積み上げ、われわれのきた道、地球や生命の歴史を包括的な地球観として把握しようというわけです。