

# 第8講 カンブリアの大爆発：逆境から繁栄へ

<http://ext-web.edu.sgu.ac.jp/koide/chikyuu/>

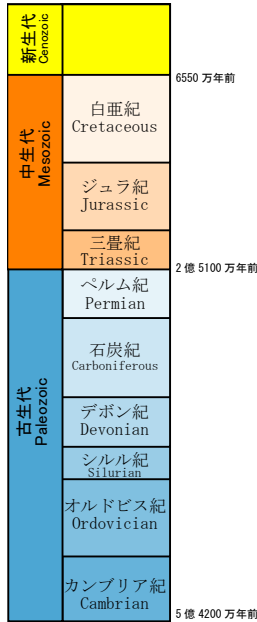
Email: [chikyuu2019@ykoide.com](mailto:chikyuu2019@ykoide.com)

## ▼ 原生代と顕生代の境界

- 1 時代区分
- 2 原生代末の環境変化
  - ・海水のマントルへの逆流
  - ・全球凍結
- 3 顕生代の特徴
  - 生物が繁栄してきた時代

## ▼ 生物の進化

- 1 基本的枠組みの誕生
  - ドメイン：真正細菌、古細菌、真核生物
  - 界：原核生物、原生生物、植物、真菌、動物
- 2 真核生物の出現：25～20億年前
  - ミトコンドリア
  - 葉緑体



## ▼ V-C 境界をまたぐ生物の進化

- 1 エディアカラ型動物
  - ・オーストラリア、エディアカラ

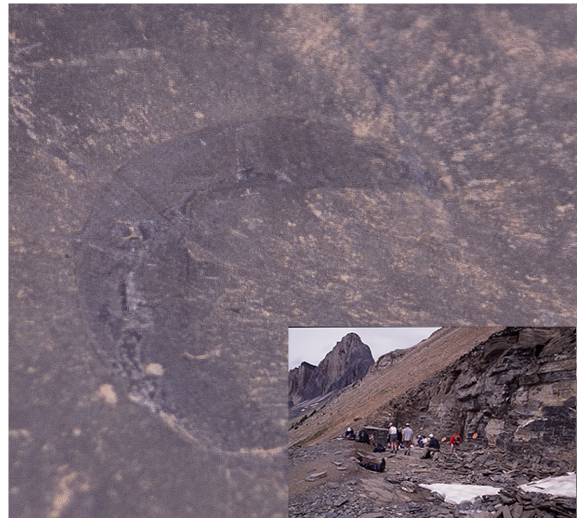


アデレード累層群

- ・クラゲ類の発達
- ・小有殻動物化石 (Small Shell Fossil)

### 2 バージェス型動物

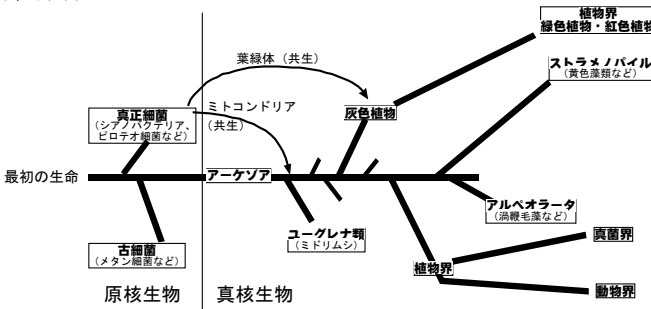
- ・中国雲南省澄江 (ちえんじゃん) 動物群
- ・カナダのバージェス動物群



・グリーンランド、シリウス・パセット動物群

古盃 (こはい) 動物：Archaeocyathid

バージェス動物群の王様：アノマロカリス



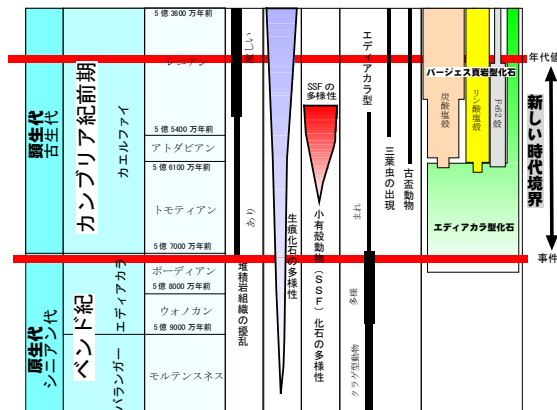
真核生物の誕生と共生 (和田 (2004) を改変)

## 3 多細胞生物の出現：10 億年前

## ▼ カンブリアの大爆発

- 1 新しいタイプの生物の出現
  - 2 殻を持つ動物の出現
  - 3 脊椎を持つ動物
- 原索動物

### 原生代と顕生代の境界



## ▼ レポートについて

自分の考えを書くようにしてください。レポートは**時間厳守**です。少しでも遅れたら加点対象にしません。

第2回テーマ：地球環境は本当に悪くなっているでしょうか

締め切り：6月20日(木) 24:00 (時間厳守)

## 第8講 カンブリアの大爆発：逆境から繁栄へ

<http://ext-web.edu.sgu.ac.jp/koide/chikyu/>

Email: [chikyu2019@ykoide.com](mailto:chikyu2019@ykoide.com)

### ▼ 前口上：夢を実現するための方法 8：限界は一時期のものである

大学の4年間は、社会人ではないので、さまざまな試行錯誤ができる。そして失敗もできる時代である。自分自身の限界まで挑戦してみることが有効な使い方である。あるとき限界であっても、次には以前の限界が越えられることがある。若いときは、望むものになれるチャンスがあるのである。

### 大森昌衛：見習うべき姿勢

大森昌衛氏の研究へ情熱。

1919年、茨城県生まれ。

1944年、東京文理科大学地学科卒業。（東京教育大学→筑波大学）

現在、麻布大学名誉教授。理学博士

### ▼ 原生代と顕生代の境界

#### 1 時代区分

原生代 (Proterozoic) は、  
前期 (25～16 億年前)、  
中期 (16～10 億年前)、  
後期 (10～5.42 億年前)  
の3つに区分されている。

顕生代 (Phanerozoic) は、  
古生代 (5 億 7000 万年前～2 億 4500 万年前：3 億 2500 万年間)、  
中生代 (2 億 4500 万年前～6500 万年前：1 億 8000 万年間)、  
新生代 (6500 万年前～現在：6500 万年間)、  
に区分できる。

#### 2 原生代末の環境変化

##### ・海水のマントルへの逆流

7.5 億年前におこった事件。その結果、大陸の形成、大量の堆積岩の形成があった。

##### ・全球凍結 (スノーボールアース)

7 億 5000 万年前～5 億 8000 万年前、強烈な寒冷化と、その後の温暖期という、激しい環境変化を引き起こした。

これら2つの厳しい環境変化を生き延びた生物が、次の時代には、爆発的に繁栄した。

#### 3 顕生代の特徴

生物が繁栄してきた時代。私たちがいちばん詳しく知っている時代

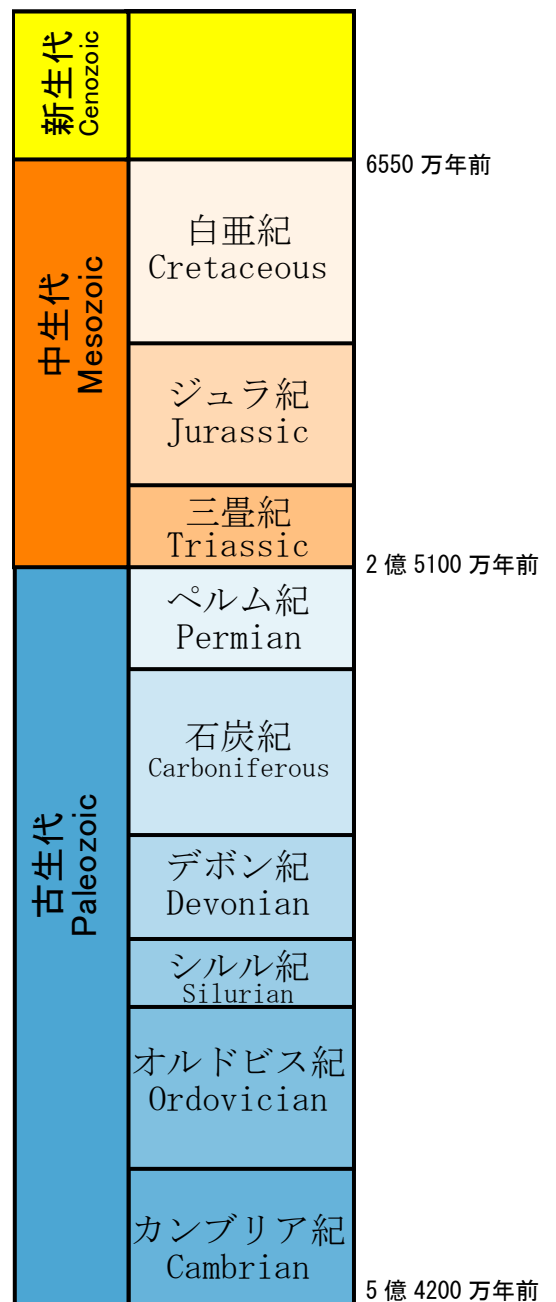
### ▼ 生物の進化

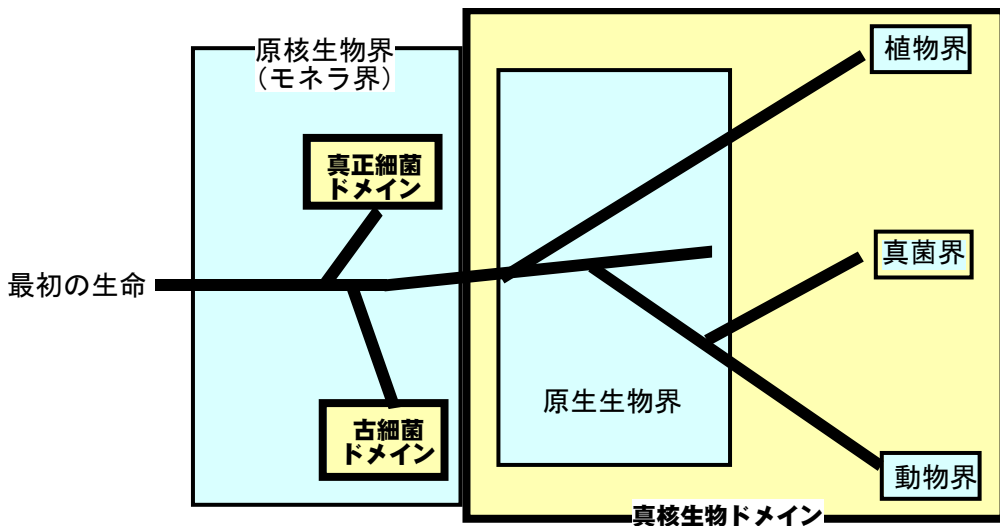
#### 1 基本的枠組みの誕生

##### ドメイン

3つのドメイン：真正細菌、古細菌、真核生物のドメイン界

5界分類：原核生物 (モネラ)、原生生物、植物、真菌、動物の5つの界





### 3 ドメインと5 界

#### 2 真核生物の出現：25～20 億年前

酸素の量産の時期に、真核生物が出現した。

21 億年前に、アメリカ合衆国ミシガン州の地層から数 cm のリボン状の藻類らしき化石が発見。原核生物の群体の可能性あり。

18 億年前には、藻類の化石が発見されている。これは真核生物でプランクトンの一種と考えられている。16～14 億年前には、真核生物の化石が発見されている。

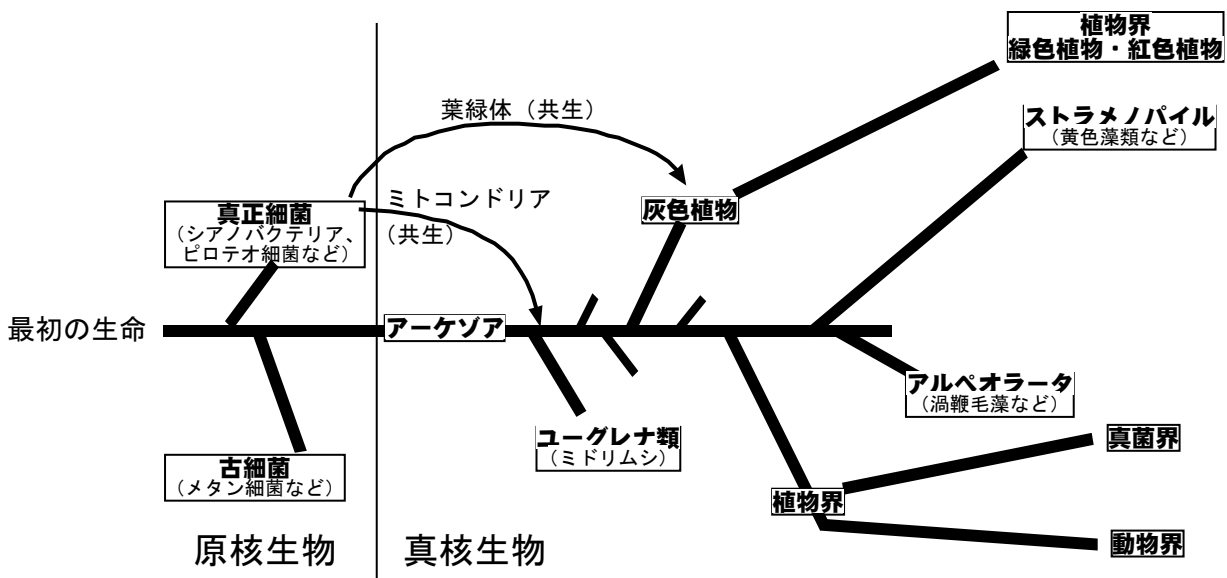
#### ミトコンドリア

真核生物は、DNA を酸化から守るために、核膜の中に入れ、ミトコンドリアを体内に持つことによって、酸素の強力な酸化作用（反応エネルギー）によって、20 倍ほどの効率のいいエネルギーを有効に利用できるようになった。

ミトコンドリアは、膜、DNA を持ち、細胞分裂する。ミトコンドリアは、好気性紅色細菌やリケッチア類が共生した。

#### 葉緑体

葉緑体も、膜、DNA、リボゾームを持ち、細胞分裂する。シアノバクテリアの一種で、好気性紅色細菌が共生した。



### 真核生物の誕生と共生 (和田 (2004) を改変)

このような新しい機構をもった、生物は、大型化できるようになった。

### 3 多細胞生物の出現：10億年前

12～10億年前には、多細胞生物が出現した。

12～10億年前の藻類（おそらく紅藻類）の化石が発見されている。

10億年前の地層から、真菌類の多細胞生物の化石が発見されている。

10億年前以上の地層から、動物のはった跡（生痕化石）が見つかる。

### ▼ カンブリアの大爆発

ベンド紀からカンブリア紀（V-C境界とよぶ）にかけて、多様な生物の進化があった。このような生物の進化を、「カンブリア紀の大爆発」と呼ぶ。

#### 1 新しいタイプの生物の出現

「カンブリア紀の大爆発」で、新しいタイプの生物が多数生まれた。そこに、今ではいない多数の生物がふくまれていた。

まるで、ありとあらゆる生物のタイプを試行錯誤でつくったかのような多種多様な生物が生まれた。

その中には、現在生きている生物の大部分のものが、含まれていた。

#### 2 殻を持つ動物の出現

殻は、エディアカラ期のクラウディナが炭酸カルシウムの殻を持っていた。カンブリア紀初期には、リン酸カルシウムの殻を持つものが誕生した。

#### 3 脊椎を持つ動物

##### 原索動物

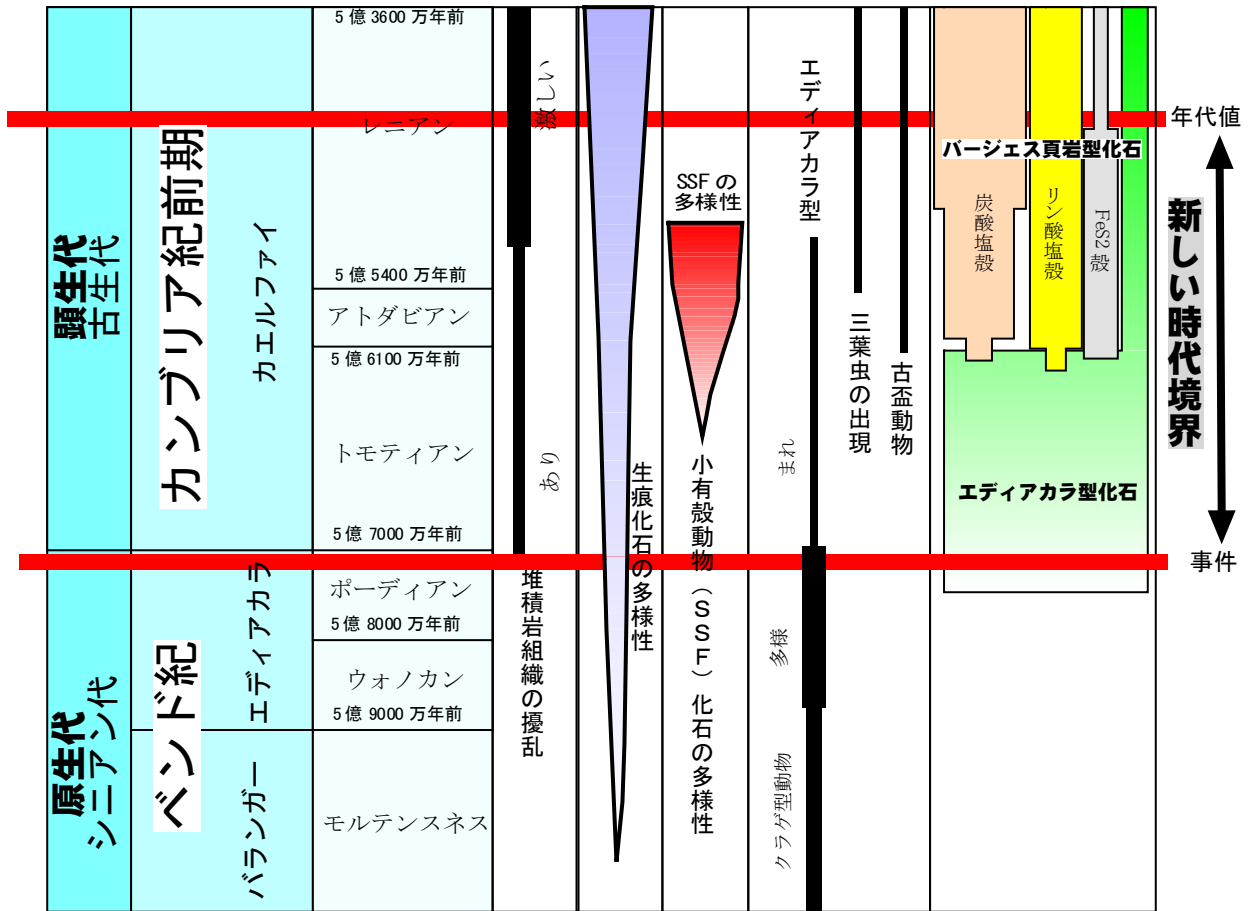
原索とは、脊椎動物につながるものである。

澄江動物群では、カタイミルスと呼ばれる。

澄江より1000～1500万年新しいバージェス動物群ではピカイアと呼ばれる。

そのほかに、澄江動物群からは、原索動物の化石として、ユンナンゾーン（ギボシムシに似た腸鳃類と考えられる）、ミロクンミギア、ハイコウイクティス（無顎類の仲間）、ハイコウエラ（有頭脊索動物）

# 原生代と顕生代の境界



## ▼ V-C 境界をまたぐ生物の進化

### 1 エディアカラ型動物

#### ・オーストラリア、エディアカラ

1922年、アデレード大学のエッジスウォース・デービッドが、甲殻類に似た化石を発見している。

デービッドはティラードと協力して調査し、多くの化石を発見して、1936年には、6つのタイプに分けて報告している。

1947年、オーストラリアの北オーストラリア州地質調査員、レグ・スプリッグが、オーストラリア南部アデレードの北、フリンダース山脈の西にあるエディアカラという小さな丘の斜面の露頭から殻を持たない大量の動物化石を発見した。

当時は、まだ、カンブリア紀以前に生物がいたとはだれも考えていなかったもので、スプリッグの論文は「サウスオーストラリアのフリンダース山脈から産出したカンブリア紀初期(?)のクラゲ様化石」として公表した。

1958年に、この地域は保護区に指定された。

1958年、アデレード大学のグレスナーは、スプリグナ・フラウンダーシーという化石を節足動物の始まりとして報告。

1959年「先カンブリア紀末期のエディアカラ化石動物群」として論文を発表。



### アデレード累層群

原生代後期からカンブリア紀にかけての地層の厚さ 12km の地層。

エディアカラ化石動物群は、その中のウィルペーナ層群（約 6 億年前～5 億 2000 万年前）の最上部のローンスリークォーツアイトという黄色い石英砂岩から産出。

アデレード累層群のエディアカラ動物群

刺胞動物（67%）、環形動物（25%）、アギ虫動物、節足動物（5%）、不明（3%）

#### ・クラゲ類の発達

エディアカラ動物群には、クラゲの仲間が多い。エオポバトルクータムと呼ばれるものは、中国淮南（ふぁいなん）動物群からも報告されている。もし、同じものであれば、約 8 億年前までさかのぼることになる。

#### ・小有殻動物化石（Small Shell Fossil）

## 2 バージェス型動物

5 億 4000 万年前（カンブリア紀前期）から 5 億年前（オルドビス紀初期）にかけて、このタイプの動物化石が見つかる。北半球の北米大陸からグリーンランド、スペイン、ヒマラヤ、中国、オーストラリアへといたる地域に分布する。

これは、ローレンシア大陸の縁にあたる。

#### ・中国雲南省澄江（ちえんじゃん）動物群

雲南省昆明の南 50km のところにある。

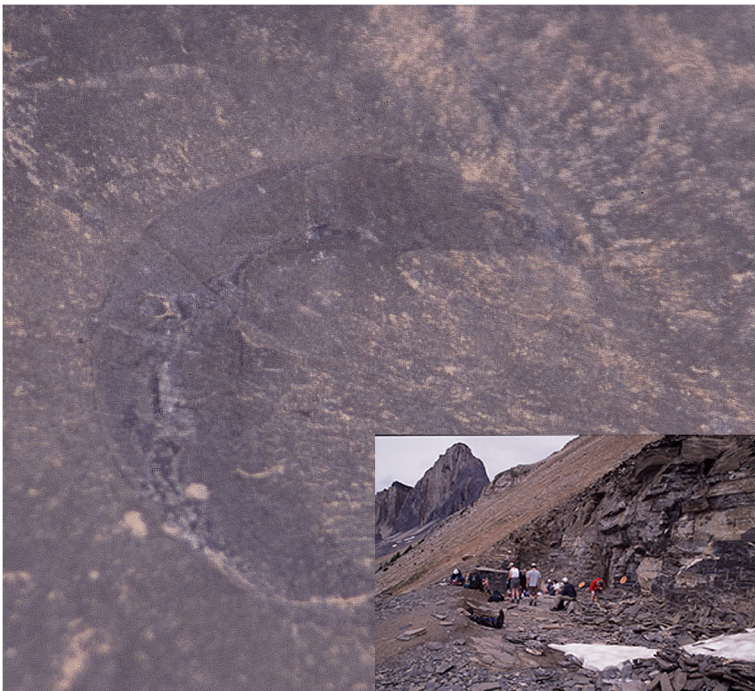
1912 年には化石が発見されていた。1984 年にカンブリア紀中期の化石がたくさん発見され、1990～92 年には、南京の地質・古生物研究所が、3000 個以上の化石を発掘した。

澄江動物群は、バージェス頁岩より 1500 万年ほど古い。100 種類ほどの保存のいい動物化石  
海綿動物（10 属）、小有殻動物（2 属）、刺胞動物（1 属）、クラゲ様動物（5 属）、エラヒキムシ（3 属）、腕足動物（28 属）、筈虫動物（1 属）、環形動物（2 属）、腕足動物（2 属）、脊索動物（3 属）、原索動物（1 属）



### ・カナダのバージェス動物群

ロッキー山脈ヨーホー国立公園、フィールド山で、1909年、8月31日、ワルコット（CH. D. Walcott）が発見。ワルコットは、1910年から1917年にかけて、4回の調査をし、7万3000個以上の標本を採集。その後、1925年ハーバード大学のレーモンドが採集。1940年代後半、1960年代後半、カナダの地質調査所が採集。1975年から1987年にかけて、ロイヤルオンタリオ博物館が調査。産地が、15個以上、標本は、新たに8万5000個以上。



バージェス動物群には、約120の属が報告されている。その大部分は、一種一属である。その大部分は、現在はない種類である。

それを分類すると、12の動物群になる。節足動物類（三葉虫型動物など）、腕足動物類（無関節類など）、海綿動物類、刺胞（しほう）動物類（クラゲ様動物など）棘皮（きょくひ）動物類（ウミユリ類、ナマコ類など）、環形動物類（多毛類、ぜん中様動物など）、軟体動物類（短板類）、ヒオリーテス類（ウニのとげに似た絶滅動物）、エラヒキムシ類、半索動物類（筆石など）、頭索動物類（ナメグジウオに似た動物など）などの他、分類不明などもある。

6割は、節足動物の仲間で、現在の節足動物とは違う、さい脚類を主とする原始節足動物である。そのほかに、海藻類、藍藻類、緑藻類、紅藻類らしきものも見つかっている。

### でき方

約5億年前。バージェスでは、カテドラルと名づけられたドロマイト（苦灰岩）の崖の下にすんでいたが、この崖の上から時々泥が崩れ落ちて、泥の中に生き埋めされた。

## ・グリーンランド、シリウス・パセット動物群

1989年に、グリーンランド北部、北極海に面したフィヨルドで、発見された。地名からシリウス・パセット動物群と呼ばれる。1991年、1994年の2回の調査で、4000個以上の化石をコペンハーゲンに運ばれた。

## 古盃（こはい）動物：Archaeocyathid

底の尖ったコップのような形をした化石。どの動物門にも属さない、独立した門。カンブリア紀の前期から中期に栄え、後期には絶滅した

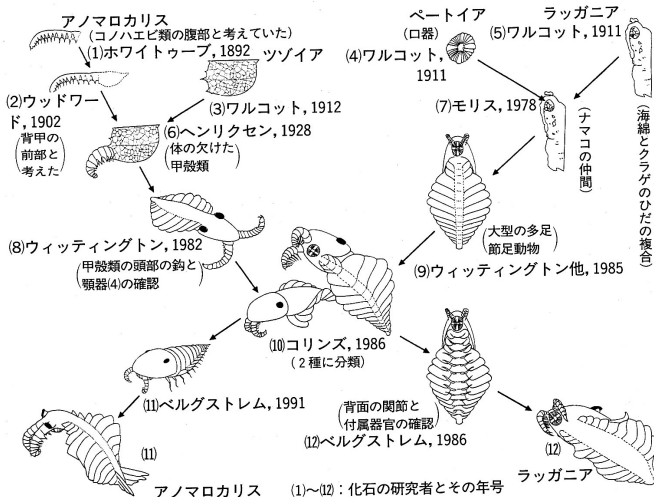


図1④ アノマロカリスの復原にいたるまで (Collins, 1996年による)

## バージェス動物群の王様：アノマロカリス

アノマロカリスは、さまざまな部分がばらばらになって、今ではひとつの生物なのだが、かつては、いくつもの生物として記載されていた。それらの化石は、現在では、アノマロカリスというひとつの生物であることが判明した。

アノマロカリス (Anomalocaris) は、最大では体長 2m に達し、強大な肉食動物であった。当時では最大の捕食者であったろう。

anoma は、「奇妙な」という意味のギリシア語、カリックス (calyx) という、エビの「さや」を意味する語をあわせてつくられた。

最終的に、アノマロカリスとラッグニアという2種類にたどり着いた。そしてこの2種類の保存のいい化石が、中国の澄江動物群から発見された。

## ▼ レポートについて

自分の考えを書くようにしてください。希望者のみ提出して下さい。レポートは可能な限り e-mail で提出して下さい。紙によるレポートも受けつけます。充実した内容のレポートを出したのものには、多くの加点をします。レポートは**時間厳守**です。少しでも遅れたら加点対象にしません。

第2回テーマ：地球環境は本当に悪くなっているでしょうか

締め切り：6月20日(木) 24:00 (時間厳守)