

## 「自然史入門A・B」の授業改善

内山 隆・江上 邦博

### An improvement for the subject “ Introduction for Natural History A・B ”

Takashi UCHIYAMA ・ Kunihiro EGAMI

#### 1 はじめに

本論は平成19年度の共同研究における授業モデルの試作と考察を扱ったものである。

一般に新設科目は開講時にその必要性が吟味されるが、その後の変更や修正に関しては担当者によるシラバスの改変の他に明らかな関与はない。ただし本学では、FD推進委員会による「授業相互参観」の要請や「個別授業に対する学生アンケート」等から評価を受ける機会があり、授業改善は教員共通の課題になっている。また、学力の低下など学生の現状は科目を越えた問題であり、講義方法の改善も教員間に共通する課題である。ここでは、文系学生に対する理系科目の授業の内容と方法の改善を共同でおこない、その概要と学生および担当者間の相互評価を含めて論じた。

対象とした授業科目は平成18年度にビジネスライフ学科の教養科目に設定された「自然史入門B」を選択した。この講義は高校の授業科目である「理科総合B」の発展教材であり、具体的には銚子半島の環境変遷や房総半島の成立を中心的な講義対象としている。内容は高校での基礎知識を前提としているが、「理科嫌い」だけではなく「学習が苦手」な学生が多い現状をふまえ、学生の興味につながるような話題の導入、千葉県における地下資源、地震、農耕の開始など現実の社会問題を学習のポイントとして提示することをこころがけた。さらに説明の具体性を強化するために現地調査や取材、視聴覚教材の作成をおこなった。その際、自然史の研究手段には比例配分や図化による情報の単純化などが莫大な時間や距離等の理解に有効であること、科学技術として走査型電子顕微鏡（SEM）観察や年代測定など微細な情報の有効性を説明に加えた。また、神話と自然科学の接点を指摘した秀逸な観点（寺田、1968）に着目し、文学的な想像力が自然現象の理解に及ぶ事を

示した。

キーワード：自然史、授業改善、銚子地域、植生変遷、SEM観察

#### 2 これまでの学生の授業評価（平成18年度～20年度前期）

表1 2006年度～2008年度個別授業に関するアンケート  
（自然史入門A・Bより）

自然科学入門A(前記) (回収数/履修者数)	分かりやすさ	要項の記載 との一致	教員の熱意
平成18年度(57/74)	59.5	77.2	83.9
平成19年度(74/118)	61.8	85.6	78.5
平成20年度(48/78)	66.7	85.0	84.9

自然科学入門B(後記)

平成18年度(40/72)	60.6	86.0	88.5
平成19年度(52/88)	59.1	81.5	84.1

授業評価アンケートの結果から、3項目について比較した。

平成18年度前期の新設段階で、70名を越える履修者を対象とすることになった。そのため準備不足もあり、学生側の理解を示す「分かりやすさ」は低く現れたが、その後は改善傾向が続いている。金曜1限は、学生にとって積極的な学習意欲を必要とするが、連続する授業の疲れもないことから学習しやすい環境でもある。ただし、後期Bでは、項目の配列がより個別的であるために、前後の脈絡に助けられる要素が少なく、Aに比べて分かりやすさに結びつかない状況にあった。

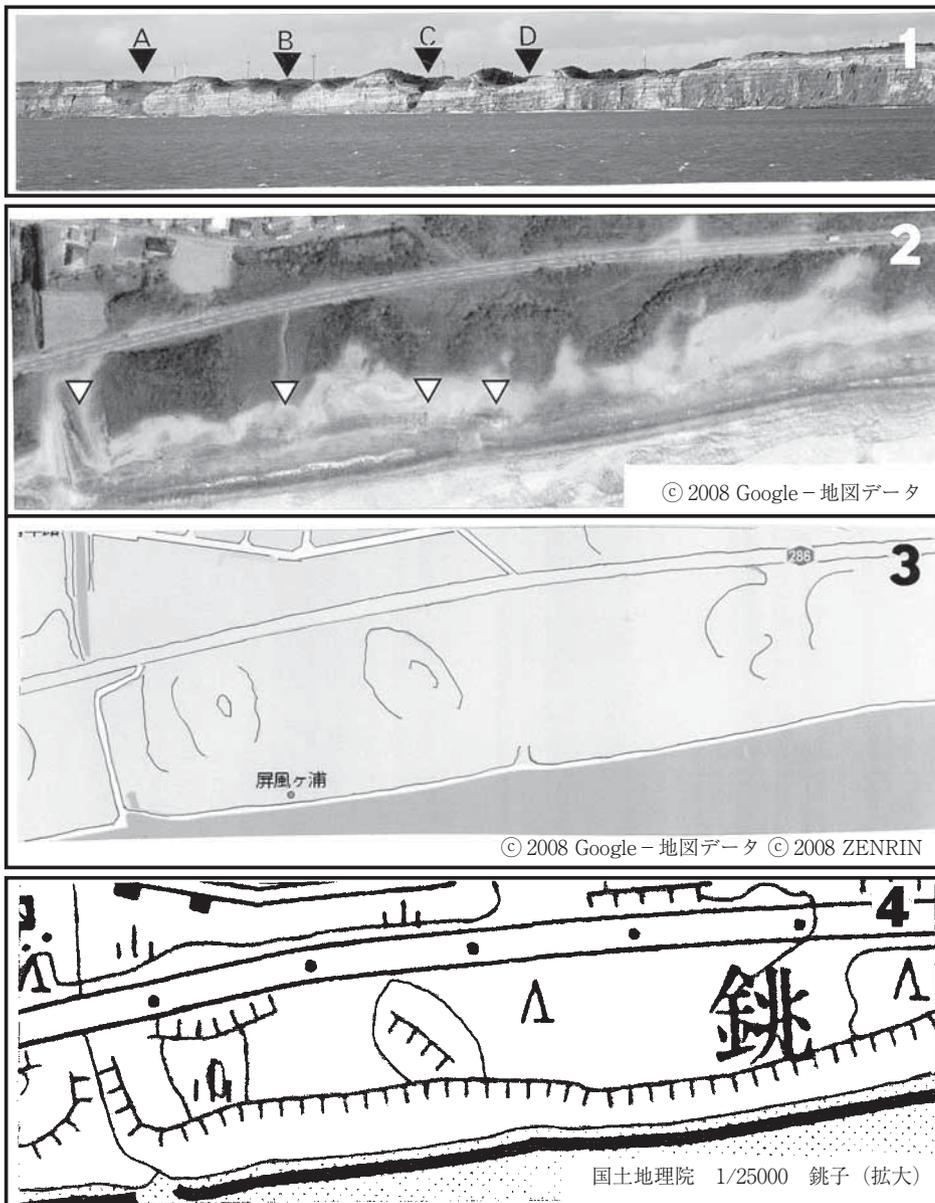
本研究で、視野にいられたのはまさしくこの問題であり、Bにおける講義内容の見直しをふくめ、視覚教材や標本の展示、パソコン機器の活用を新たに導入した。主要なテーマとして取り上げた房総沖や銚子地域の知名度は高く、県内出身の多い本学学生にとって、身近な話題として取り上げる事ができるが、本年度はこの銚子地域の自然史における話題を講義全体の中で繰り返し扱う事によって全体の流れの基準とした。たとえ

ば時系列でいえば県内最古の岩塊として約2億年前の岩塊(千騎ヶ岩)や、約300万年前の新生代第3紀から第4紀にかけての地層が露出している屏風ヶ浦を、日本列島の成立の一部として理解できる事を強調した。また、高神低地と呼ばれる犬吠岬西方の低地の約1万年前以降の環境変遷は、現在につながる歴史部分としてこれまでの研究成果を加えた考察を導入した。以下、本年度に構築した項目の中から資料としてまとめた改善内容を順次解説する(表2)。

表2 教材化項目資料と講義内容との関連

資料番号・項目	講義内容との関連	学習のポイント	シラバス関連項目
1 屏風ヶ浦遠望写真	房総半島の地質構造	傾斜角度と距離の測定	房総半島のはじまり
2 飯岡海岸海蝕状況	森林の成立する環境	海岸線と環境変化(潮風)	房総の森林の歴史
3 堆積層序の比較図	気候変動と海水準の移動	湿地環境の変化と広がり	稲作の起源
4 堆積物中の花粉写真	花粉化石の情報	花粉が示す古植生	稲作の起源
5 埋土種子写真	植物遺体の情報	種子が示す古環境	稲作の起源
6 年代測定結果グラフ	堆積速度の変化	堆積物に示される古環境	放射性炭素年代の測定
7 銚子地域の植生変遷	気候変動と植生	植生変遷の地域性	房総の森林の歴史
8 神話と自然史の対応	自然現象の把握	日本の特徴(島国・火山)	日本語の成立

3 屏風ヶ浦遠望写真(資料1)



1：遠望写真、2：航空写真、3：地図データ、4：地形図

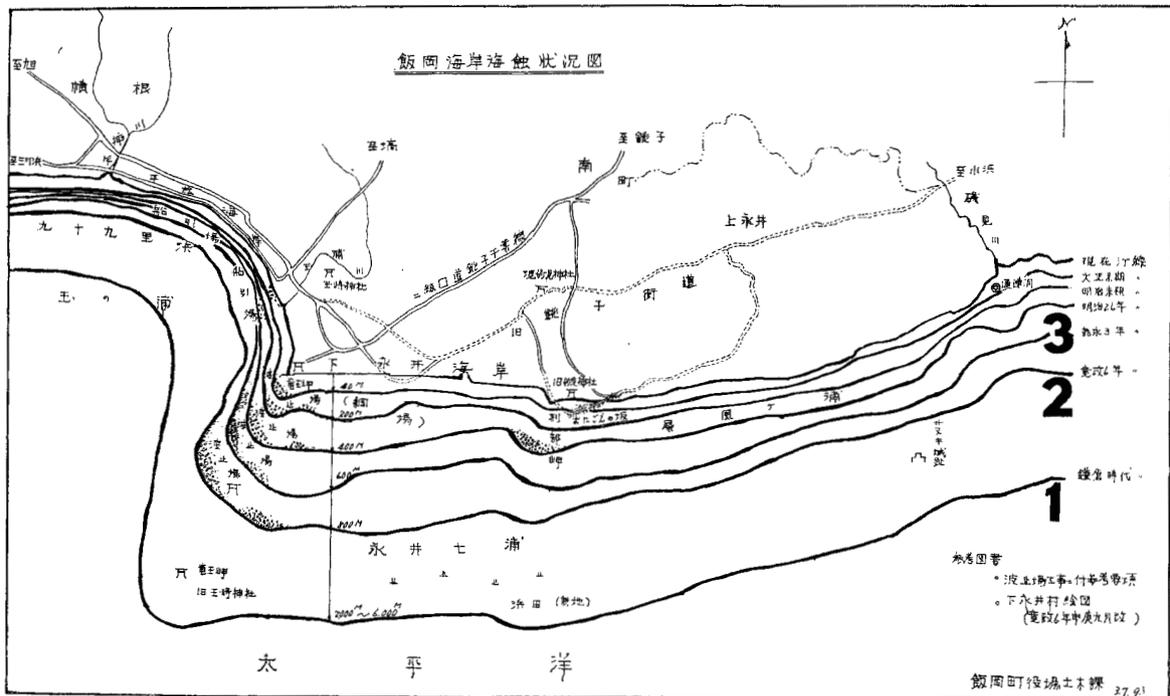
約100m

房総半島の地質構造を理解するためには基盤岩上に分布する海成層である上総層群（約300万年～65万年前）の存在が大きい。上総層群は天然ガスを多く含むことに大きな経済価値を有するだけでなく、房総半島に広く厚く分布し東京湾の方向へ下向する構造をもち、その下部は千葉市周辺で地下1500mに達しているが天然ガスを含む中部（梅ヶ瀬層）は九十九里地域で浅くなり（地下数百m）、銚子地域ではローム層下部の地表付近に露出し直接観察できる。飯岡から銚子にいたる屏風ヶ浦は、その断崖基底に見られる名洗層（約300万年前～40万年前）から上部にかけて、下総層群（約65万年～6万年前）、関東ローム層に続く層状構造が明瞭であり、層構造の断面を見ることが出来る。資料1（上段1）は名洗港から撮影した屏風ヶ浦であるが、地層の傾斜角度を求めるためには位置の確定が必要である。そのために、航空写真や地形図（2008 Google 地図データ、国土地理院）を併用し、断崖することで谷部の特徴（A～D）により地形図上の位置を確認した結果、約1.5kmで30mの高さに到る緩い傾斜（約1°）であることが計算できた。さらに、この傾斜角度から南東（千葉市）方向に斜向する深度は、三角関数を用いると、水平的

に50kmの距離で深さは850～1700m程度となり、文献情報（地学のガイド、1982）に沿う値見を理解できる。また、伊勢化学工業の掘削地からは化石水（鹹水）を採取し、食塩の立方体の結晶の析出により海水に似た成分であることを示す事ができた。水溶性の天然ガスは地中に埋もれた有機物がバクテリアの分解を受けて生じたメタンガスでありヨードとともに大きな地下資源が県内にあることの説明に利用でき九十九里役場付近の水田から発生しているメタンガスの燃料実験に結びつけることができた。

#### 4 飯岡海岸海蝕状況図（飯岡町役場土木課 昭和3年） （資料2）

愛宕山西方の外川魚港の海岸には、上総層群のさらに下部に分布するジュラ紀（約2億年）に属する愛宕山層群に含まれる千騎ヶ岩があるが、この層群は銚子地域の基盤岩層と考えられている。一方、屏風ヶ浦は、砂やシルト質を主とする海成層や火山灰層の断崖であり侵蝕は現在も続いておりその海岸線は大きく後退してきた。屏風ヶ浦の海食状況（鎌倉時代以降、過去900年間）は古文書からも推定されており、刑部岬周辺を



1：鎌倉時代：1185-1333年、2：寛政6年：1794年、3：嘉永3年：1850年

各年代の海岸線の変化から、屏風ヶ浦の海蝕状況が理解される。ただし、九十九里平野の海岸線は過去6000年間にわたって内陸部から現海岸線まで前進してきており、海蝕による海岸線の後退とは逆の現象を示している。（「い・おかの歩み」より転載、番号加筆）

描いた古図（下永井村絵図、1794年、寛政6年）の当時の海岸線は約800m沖合にあり、現在までの侵蝕は年間で約4mであったと計算される。また、鎌倉時代の「佐貫城」が屏風ヶ浦を分断する磯見川の沖合、約2～6kmにあったと推定され（いいおかの歩み、1962）、侵蝕の速度は平均でほぼ5m/年となり、海沿いの狭い台地に暮らしていた人々にとっては、約1000年にわたって土地を急速に失う恐れが続いてきたといえる。

現在に連続する地質年代（新生代第4紀）は、従来の開始年代（180万年前）以前にヒト属の化石が発見されたことにより260万年前へ修正されつつあるが（地質年代表、2008）、いずれにしてもこの間の自然史はヒトの歴史の背景として捉える事ができる。

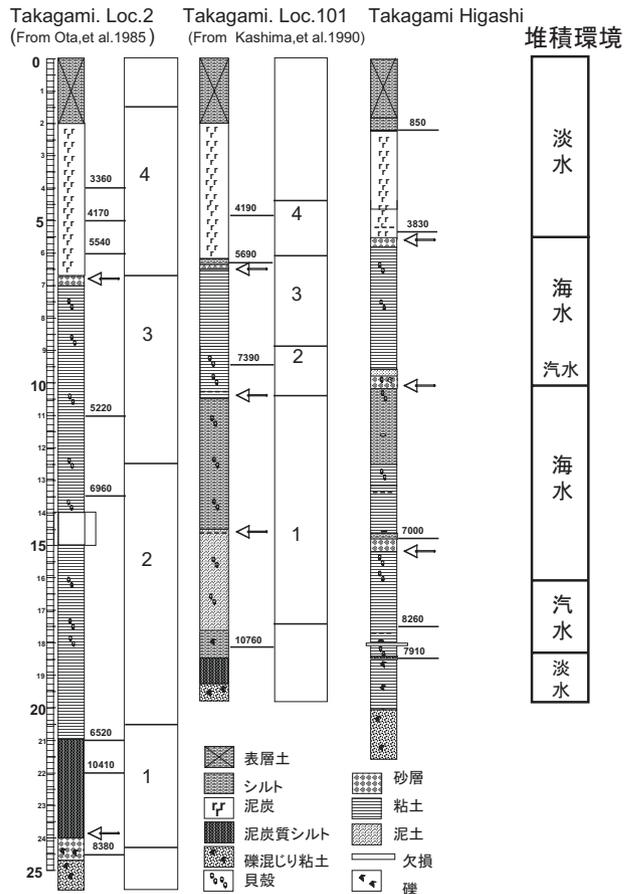
日本列島へのヒトの移住は定かではないが、大陸からの移住であれば寒冷期に陸続きであった状況にその可能性があり、印旛沼周辺ではナウマン象とともに人々が縄文期以前の旧石器時代（約1万年前まで）には存在していた。同様に、銚子港北東の千人塚付近の海岸には古銅輝石安山岩が岩塊として露出しており、旧石器遺跡からはこの岩石を材料とした石器が出土している。これは、叩いても割れにくい「粘り強い」鉱物（千葉県銚子市、1993）を選択したヒトが存在していたこと示している。

また、この時代は氷河の発達が周期的に起こり、海水準の変動とともにそれまでの植物の世界を大きく変えた時代でもある。銚子市は今でこそ県内最大の河川である利根川河口に位置しているが、6000年前頃の縄文海進が最大に達した当時は、北部、東部、南部の三方が海に囲まれる地域であった。そのため、当時のヒトにとって飲料水の確保は困難であり井戸水にたよっていた（銚子の自然誌、2002）。同時に海洋性の卓越した気候環境が後氷期を通してこの地域の植生と文化を育ててきたといえる。このように地形の変化には地質や気候が関係し、さらに気候の変化が植生やヒトの歴史につながる説明が可能となり、自然史の連続性を加味できたものと考えられる。また、平均海拔高度が43mに留まっている房総の大地は、第4紀の間だけでも1000～1500mの隆起量に達している（千葉の大地、1996）にもかかわらず、海成層主体であるために侵蝕が激しく山体の形成にいたらなかった背景を説明することができた。

### 5 堆積層序の比較図（銚子市高神低地ボーリング柱状図）（資料3）

低地の堆積環境の変遷は土壌試料を観察した記載や図化により地域的な堆積環境の理解が可能となった。

本分析地点の貝の堆積状態などからも海面変化の影響が認められるが、既報（太田ほか、1985、鹿島ほか、1990）との比較によって地域の堆積環境の変遷を推定することができた。この低地全体の沖積層の層厚分布は、現在の標高が高い東部で厚く基底面がより深くなり西に向かって薄くなっており、太平洋側に向かって低下する埋没谷となっていたことが示されている（太田ほか、1985）。ただし、この傾向に反して本研究やLoc.101における基底面の最深部は浅く、埋没谷全体の形状については再検討が必要である。図中←で示した砂層に関しては、東部よりの2箇所（Loc.101, Takagami Higashi）では3つの砂層が確認されるが、Loc.2では最下部の砂層や、深さ15m付近の砂層に関して差異が認められる。



各柱状図の右側の数値は年代測定値を示す、←は砂層を示している。最上部の砂層は3地点で年代が一致している（説明本文）。

ただし、Loc.2では深さ15m付近に堆積物が欠落した層準があり、中間部の砂層に相当するものと推定される。一方、最上部の砂層は3地点ともに確認され、大規模な砂の堆積は東方からの供給によって形成された砂堤を示している。表層にかけて堆積した有機物は、この砂堤の後背湿地の堆積物であり、約6000年前から約2000年前の「弥生の小海退」を経て約800年前まで続いた。堆積物から復元された堆積環境を汽水、海水、淡水で単純化し右端に示した。

### 6 化石花粉の走査型電子顕微鏡写真（資料4）

自然史という時間的にも空間的にも膨大な広がりを持つ対象に対して、微小な花粉にも過去の情報が蓄積されている。通常、土中に保存されている花粉の外膜の形状を光学顕微鏡で分析して、堆積当時の植物の世界を推定する研究分野を花粉分析学と呼んでいるが、さらに微細な表面構造から種レベルの同定も可能であり、走査型電子顕微鏡が有効である。約6000年前の堆積物中から抽出した花粉化石の形状を調べるために、走査型電子顕微鏡（千葉市消費生活センター）を用いて、代表的な分類群につき撮影し資料4とした。約6000年前の堆積物中から抽出した花粉は通常の光学顕微鏡によって分類群を特定した上で走査型電子顕微鏡用試料として乾燥、蒸着を行った。ここでは高木や低木、草本の花粉の中から特徴的な花粉形態を説明するために14種類の花粉を図版化した。

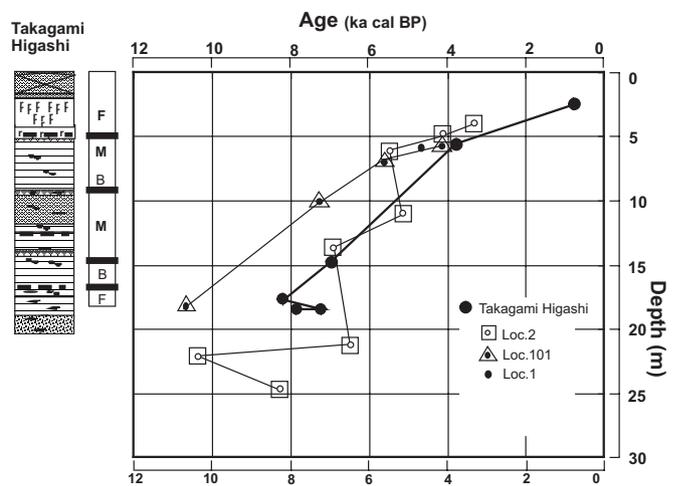
### 7 埋土種子の走査型電子顕微鏡写真（資料5）

水生植物の種子を堆積物中から検出した。篩（2mm）に残された植物遺体の中で種子として識別されたものを走査型電子顕微鏡で観察した。種の同定は図鑑（石川茂雄、1995）を用いた。泥炭層は上下にあったが、約4000年前の深さ5.2m（上部泥炭層）ではホッソノのみが検出された。この種類組成の差異は不明であるが花粉組成では上部にハスやヒシ、ガマなどの各属の花粉が出現し、下部（約8000年前）よりも多様な組成となっている。この背景としては、水深や開水面の差異が考えられるが、ホロムイソウやミツガシワの出現は現在よりも冷涼な気候下にあったことを示している。花粉同様微細な植物遺体にも過去の情報が含まれる例として

作成した。

### 8 堆積物の年代（資料6）

堆積層の有機質に富む6層準の放射性炭素年代測定を行った。既報のデータに合わせるために較正前の年代値で図化した。文中では較正後の値を採用した。最も古い年代は高神東の基底面上部の泥炭層で約9500年前となり後氷期初期に堆積が開始した事を示している。深さと年代値の関係でいくつか逆転が生じているが、測定に固形物（オニバス種子、材など）を用いた場合に、新しい値になる傾向があり、試料採取時などに上部からの混入によるものと考え、より古い年代値を採用することにした。土壌断面と年代測定値の関係からは、9000年前頃に淡水環境から汽水環境への変化が示されている。これは後氷期初期の温暖化が海面上昇を引き起こし閉鎖的な堆積環境に海水が流入した変化である。さらに8000年前以降になって、より海水の影響が強まり、海面下での堆積環境が続いた。その後、約4000年前に再度淡水環境へ変化するが、この後は閉鎖的な淡水域へ変化したことを示している。厚さ20mが8000年間の堆積とすると年間25mmの速度で埋積されたと考えられる。



堆積層と年代値（較正前の値）、本分析地点（●）に付近（Loc.2, Loc.101, Loc.1）の測定値（太田他1985、鹿島他1990）を含めて作図した。8000年前以前に年代値と深さに逆転が生じており、堆積物採取時の混入および堆積時の攪乱の可能性がある。

9 銚子地域の植生変遷 (資料7)

埋土種子および3地点の花粉分析の結果(内山, 2008)から、銚子地域の植生変遷は以下のように考えられる。後氷期初期に相当する約10000~8000年前: 高神東の分析地点周辺ではマツモ (*Ceratophyllum demersum*)、ヒルムシロ (*Potamogeton distinctus*)、イトクズモ (*Zannichellia pedunculata*)、ホッスモ (*Najas graminea*)、オニバス (*Euryale ferox*) が当時の淡水環境で生育していた。したがって海水の流入は8000年前以降の出来事であり、池沼周辺の丘陵地域にはケヤキ、ハルニレ、エノキを主とした落葉広葉樹林が成立していた。その中にはブナやイヌブナ、クリが含まれていた。その後、ケヤキ・コナラ亜属を主とする落葉広葉樹林域にツガやモミなどの針葉樹が分布を拡大した。約6000年前に海水の流入とともに汽水域周辺には潮風の影響が強まったが、海岸線から離れた地域(通蓮洞)では、カシ類

とともにシイ類が照葉樹林の構成要素として加わった。約4000年前以降カシ類は主要な構成要素としてその分布を拡大した。一方、高神低地では最温暖期の海面上昇により潮風の影響が強まっており、冷温期(約4000年前)の海退期までシイ類やカシ類の発達は抑えられていたものと考えられた。このように、森林の成立は単に温度との対応ではなく複合的な要因が関わる説明が可能となった。この他、約2000年前には草原植生成立の可能性があり、何らかの影響による森林破壊を想定する必要がある。また、スタジイは千葉県内全域に分布し暖温帯域の自然林とみなす考えが一般的であるが、「スタジイの種子が食用として選択的に食されていた可能性」から人為による分布拡大説(広木, 2002)があり、過去の森林の構成種に対しては、人為を背景とした種レベルで特定する必要を説明に付加した。

年代: BP	高神東	名洗	通蓮洞		植生型
			A	B	
850 ~ 2000	マツ属		ヨモギ属		草地とマツ林
2000 ~ 4000	ケヤキ属、 クマシデ属 コナラ亜属、 ツガ属、 アカガシ亜属	リンドウ属、 ヨモギ属、 マツムシソウ属	ヨモギ属、イネ科、 アカガシ亜属		シイ類とブナを含む 常緑・落葉広葉樹林
4000 ~ 6000			ヨモギ属、針葉樹		
6000 ~ 6300			ヨモギ属、落葉樹、 アカガシ亜属	ニレ属、 エノキ属、 ツガ属、 ブナ属	針葉樹にブナと照葉樹 を含む温帯針広混交林
6300 ~ 7000				ニレ属、ケヤキ属、 コナラ亜属 アカガシ亜属	針葉樹に照葉樹を含む 温帯性針広混交林
7000 ~ 8000	ツガ属、モミ属 ケヤキ属、 コナラ亜属				
8000 ~	ケヤキ属、 ニレ属、 コナラ亜属、 エノキ属、 ウコギ科			ニレ属、ウコギ科	ニレとケヤキを主と する落葉樹林

内山, 2008より引用、 図中点線は年代推定値、実線は年代測定値から作図した。

## 10 神話と自然史（資料8）

古事記（712年）には、その上代において宇宙の始まりを説く部分があり、形の無い世界をイメージする点においては、質量が生じる以前の素粒子の世界にも通じる内容がある。寺田寅彦氏が昭和8年に記した「神話と地球物理学」には、建速須佐之男命（たけはやのすさのおのみこと）に関する記事と火山現象の関連を取り上げている（寺田寅彦、1968a）。伝承としてまとめられた神話には、文字以前の日本の風土に関する事実が含まれることから、該当部分に現代語訳（福永、1968）を当て火山現象を以下のようにまとめた。

表2 古事記と火山現象・医薬

古事記該当部分（福永武彦訳、日本文学全集1、1968）	火山現象
母の死を悲しみ、「青々と草木の茂る山々も枯れ木の山となるまでに泣き枯らし、波の立ち騒ぐ海や河も、水の一滴も無くなる程泣き乾してしまう勢いであった」	噴火による枯死と降灰による埋積
「この荒びた神が近づくにつれて、山も河もことごとく鳴り響き、大地は地震のように揺れ動いた。」	火山性地震
「この大蛇は、目はまっ赤なほおずきのように、一つの体に頭が八つ、尾が八つもございます。その胴体には苔が蒸しており、さらにはヒノキヤスギも生えております」須佐之男命は大蛇を倒し、その尾を切り裂いた時にあらわれた太刀を持ち帰り、天照大神に献上した。	溶岩流の合流と分流を暗示
「たちまちのうちに天上の高天原は太陽が沈んで暗く、地上の葦原中国も太陽が沈んで暗くなった。こうして日が経っても太陽が現れることが無かったから〜」	噴煙降灰、天岩屋（あめのいわや）

寺田寅彦氏はさらに「日本の自然」に関しても秀逸な洞察力を示しており（寺田寅彦、1967）、「東洋と称する広い地域の中で日本の風土とその国民とはやはり周囲と全くかけ離れた「島」を作っているのである」と結び、アジア大陸の東縁に位置する島という特異性から日本の自然を理解しようとしている。なかでも火山の噴火は無機養分の供給源であり、日本の土壌の老朽化を防ぐ効果を指摘している。この指摘は日本の植生変遷の背景を考察する上で気候や地形にとどまらず火山の影響を含めた地史的要因を具体的に示唆したものであり、その重要性は今後ともに不変であろう。

また「火山の名について」では、語源に関する伝説を排した音節のみの検討を加えており、火山が地上の最大の目標物であるゆえに、古代の人々による命名は普遍的な意味が潜んでいることを示唆している（寺田寅彦、1968b）。

オオクニヌシノミコトの兄弟たちに虐められたウサギをなぐさめて、オオクニヌシの命はガマの花の黄色い花粉を薬としてつかうことをすすめた。	蒲黄（止血剤）
--	---------

火山現象以外にも、以下、古事記に記された医薬品としてガマの花粉がある（花粉学事典、1994）。

他方、医薬品は生薬として自然から選択され利用されてきたが、その記載として最古のもの（ガマの雄花穂の花粉）が止血剤として登場している。沖積地を「豊葦原の瑞穂の国」として利用していた人々にとって湿地の植物であるガマは身近な植物であり、その抗炎症効果が知られていた事を示している。このように文学的な命名や物語には人々に共通する思いが込められており自然科学の基礎には観察力や想像力を前提とした資料の有効性を示すことができた。

科学や技術など事実で成り立つ現代の暮らしの中でも「人は物語を求めずにはいられない」という文学者（栗山、私信）の言に通ずる精神世界と自然科学分野が一般教養として併設されている意義を新たにした次第である。

## 11 相互評価

本講義と共通する教養ユニットに「文学と親しむB」があり、この受講者を対象として学期途中に本講義に対するアンケート調査（22名）を栗山元子先生に実施していただいた。その結果からは「学ぶ楽しさが育っている」状況を確認していただくことができた。ただし「学ぶ楽しさ」を価値づけることは難しい。それだけに、教員相互に共有する教育目標としてこの項目を掲げ、学生の授業アンケートの質問項目とする事を提案したい。また「情報処理概論Ⅱ」履修者のアンケート結果や共同研究者間の相互参観からは、講義テーマの理解が進んでいる状況が確認された。さらに学期途中の授業アンケートは進行中の講義内容を改善に結びつける利点があった。「授業評価方法の多元的な試み」と題した本共同研究において、実施と集計を異なる講義担当者が実施しており、学生にとっても調査に答える現実的意味と、講義に反映されるかどうかを試される良い機会となった。

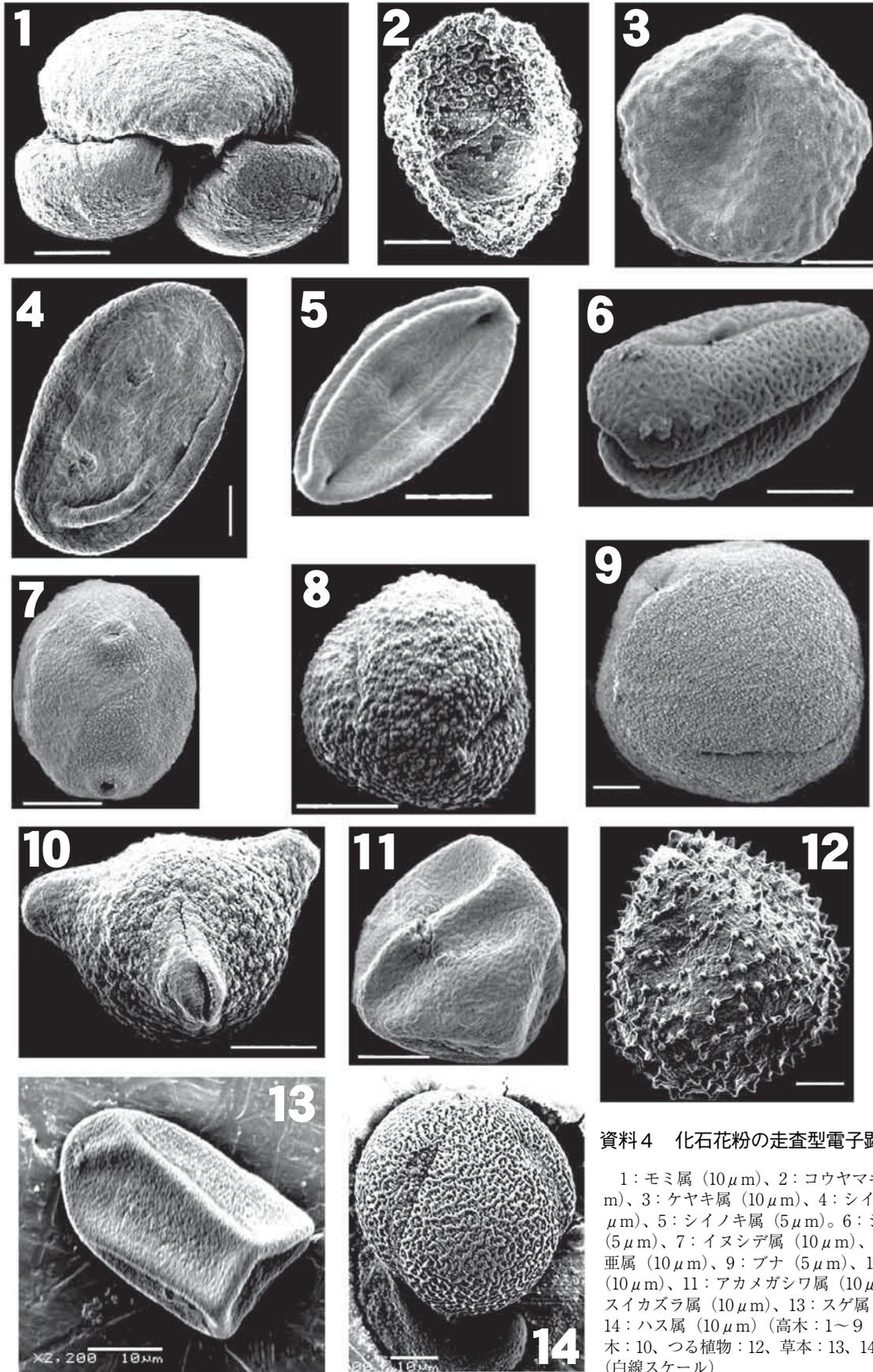
謝辞

銚子市高神東町の試料採取には地権者である山崎直吉氏や同町の青柳浩氏よりご理解とご協力をいただき

ました。また、作業を委託した中央開発(株)千葉支店には多大な便宜をいただきました。さらに伊勢化学工業(株)檀渕敏郎氏には天然ガス掘削現場のご案内をいただきました。堆積物中の花粉の観察には千葉市消費生活センターより走査型電子顕微鏡の使用許可をいただき、原口雅治氏より技術面のご助言をいただきました。また特定花粉の抽出については、明文館器械興業(株)伊藤和道氏より、研究を進めるに当たっては銚子市教育委員会宮内勝巳氏からそれぞれ有益なご助言をいただきました。ここにご協力をいただきました以上の皆様方に心よりお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 地域の完新世における環境変遷 第四紀研究24 (1) 13-29 1985
- 千葉県：3章 千葉県の気候 千葉県の自然誌 本編1 千葉県の自然 117-158 1996
- 千葉県：植生調査報告書 環境庁編第3回自然環境保全基礎調査 23-27,1987
- 千葉県銚子市：東総文化財センター発掘調査報告書第3集、p.23 1993
- 銚子の自然誌：銚子の自然史・編集委員会、p.256 2002
- 福永武彦訳：古事記 カラー版日本文学全集 1 14-31 河出書房 1968
- 原 正利：千葉県の社叢 房総の杜 35-42 2004
- 広木詔三：人間によるスダジイの分布拡大、里山の生態学、名古屋大学出版会 36-40,2002
- 広木詔三：日本の森林帯と原植生、里山の生態学 名古屋大学出版会36-40 2002
- 飯岡町史編纂委員会：(一)六千年前から後退を続けた屏風ヶ浦 飯岡町史付篇1-3,1981
- 石川茂雄：原色日本植物種子写真図鑑 石川茂雄図鑑刊行委員会 328pp.1995
- 岩立二三男：一〇、刑部岬海蝕対策いゝおかの歩み 第二集,71-79 1962
- 鹿島薫・太田陽子・松島義章・劉 平妹・澤真澄：  
銚子半島高神低地の後氷期における完新世海水準変化 第四紀研究 29 (2) 139-149 1990
- 松下まり子：銚子半島高神低地の後氷期における植生変遷史 日生態会誌41 19-24 1991
- 花粉学事典：花粉医薬品 花粉学事典p54 朝倉書店 1994
- 三好教夫：走査型電子顕微鏡による花粉の形態 4.ブナ科(被子植物)について 岡山理科大学蒜山研究所研究報告 第7号55-60,1982
- 太田陽子・松島義章・三好真澄・鹿島薫・前田保夫・森脇広：銚子半島およびその周辺
- 地質年代表：平成21年度 理科年表 国立天文台編 丸善 p.657 2008
- 寺田寅彦：日本人の自然観 寺田寅彦随筆集 第五巻 岩波書店 1967
- 寺田寅彦：神話と地球物理学 寺田寅彦随筆集 第四巻 岩波書店 1968a
- 寺田寅彦：火山の名について 寺田寅彦随筆集 第三巻 岩波書店 1968b
- 内山 隆：後氷期の植生変遷－銚子地域の例－ 日本花粉学会第49回大会講演要旨集 29-32 2008



資料4 化石花粉の走査型電子顕微鏡写真

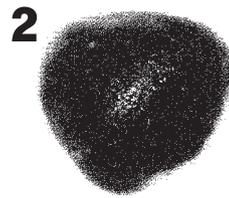
1: モミ属 (10 $\mu$ m)、2: コウヤマキ属 (10 $\mu$ m)、3: ケヤキ属 (10 $\mu$ m)、4: シイノキ属 (5 $\mu$ m)、5: シイノキ属 (5 $\mu$ m)。6: シイノキ属 (5 $\mu$ m)、7: イヌシデ属 (10 $\mu$ m)、8: コナラ亜属 (10 $\mu$ m)、9: プナ (5 $\mu$ m)、10: グミ属 (10 $\mu$ m)、11: アカメガシワ属 (10 $\mu$ m)、12: スイカズラ属 (10 $\mu$ m)、13: スゲ属 (10 $\mu$ m)、14: ハス属 (10 $\mu$ m) (高木: 1~9 に11、低木: 10、つる植物: 12、草本: 13、14) (白線スケール)

資料5 埋土種子の走査型電子顕微鏡写真

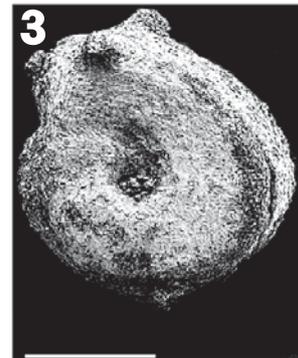
高神東 地表下18.4m (約8000年前) より検出された植物種子



*Ceratophyllum demersum?*  
Above : SEM



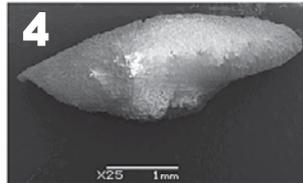
*Polygonum nepalense?*  
Above : SEM



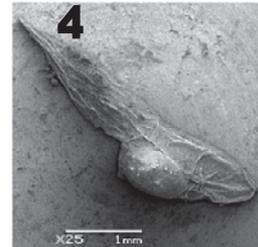
*Potamogeton distinctus?*  
(SEM)



*Najas graminea* (LM)



*Najas graminea* (SEM)



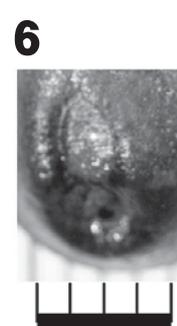
*Najas graminea* (SEM)



*Zannichellia pedunculata* (SEM)



*Euryale ferox* (LM)



堆積物中の埋土種子は、篩(4mm、2mm、1mm、250µm)を順次用いて水洗し、その際肉眼で識別された種子について、写真図版(石川、1995)をもとに同定した。1:淡水生のマツモ(スケール1mm)、2:ホタルイ(スケール0.5mm)、3:ヒルムシロ(スケール1mm)、4:ホッソモ(スケール1mm)、5:イトクズモ(スケール1mm)、6:オニバス(左図スケールは1cm、右図 発芽口1mm)