

ケンブリッジ大学地球科学科地学教育カリキュラム

竹下 徹 *

北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

Curriculum of Geology Education at Department of Earth Sciences, University of Cambridge

Toru Takeshita**

Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

Abstract The curriculum of geology education at the Department of Earth Sciences, University of Cambridge is briefly described. Only one geology course (1A Geology) is given to the first-year students. It consists of 60 hours of lectures (1 hour per class) and 60 hours of practical classes (1 hour per class), 6-8 hours of supervision and 3 field trips (at 0.5, 7 and 10 days, respectively). A broad spectrum of geology and geophysics is taught in this class, and hence the content is plentiful and the class progresses very fast. The grade of this course is only evaluated by the final exam given at the end of the academic year, which consists of theoretical (3 hours) and practical (4 hours) papers. In later years, 1B, Part II and Part III Geological Sciences are taught to the second, third and fourth year students, respectively. Although they can get a bachelor of arts degree after completing the third year course, the four-year geology degree (master of sciences) is generally required for the geoscience profession in Britain. Two things characterize the education and researches at the department: united geology and geophysics, and a rich field education where the students experience 8 field trips amounting to 76.5 days in total.

(Revised on March 13, 2006)

*) 連絡先 : 060-0810 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

**) Correspondence: Department Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo 060-0810, JAPAN

1. はじめに

どこの大学で学んだかは、大学で学ぶ年齢が青春時代という多感な年齢に相当するので、良くも悪くもその人のその後の人生に大きな影響を与え得る。このことを考えると大学での教育は非常に重要であり、特に初年次カリキュラムは学生が大学に対して持つ印象や日頃の勉学姿勢を決めかねないので、教官は真剣にこれに取り組むべきであろう。その意味で、初習教育充実のために長年取り組んで来られている北海道大学関係者の努力は大きく評価されるものである。また、さらなる初習教育の改善のために、近年高等教育センターの教官が中心となり、世界の著名な大学の初習教育の視察を重ねていることは、極めて意義のあることである。この度筆者は、北海道大学大学院理学研究科に転任早々、英国の名門ケンブリッジ大学を訪問するメンバーに加えていただいた。筆者の専門は地球科学であり、今回、ケンブリッジ大学地球科学科の1年次授業を見学し、また、授業担当者と懇談する機会を与えていただいた。2005年10月17日-19日の3日間の短い訪問であったが、以下に筆者がケンブリッジ大学地球科学科で見聞したカリキュラムの概要等をまとめて報告する。

2. ケンブリッジ大学地球科学科カリキュラムの基本構成

2.1. 1年あたりの授業週数と学期

ケンブリッジ大学では、年間の授業週数は24週に

すぎず、これが8週よりなる3つの学期に分けられている(表1)。しかも、地球科学科では最終学期(Easter term)の後半4週間は授業は行なわれず、試験準備に当てられる。学生は、授業期間中は相当集中して勉学に取り組む必要がある。実際、ケンブリッジ大学の授業内容は非常に豊富であるので、この様に短期間に集中して授業を行なうと、当然授業速度は非常に速くなる(後述)。教官にとっては、授業期間中は殆どまとまった研究を行なえず、講義および講義等の準備に追われるが、授業がない期間中に十分研究時間が確保出来る。

2.2. 学年と履修科目

表2に、学年、履修者数および履修科目を記す。ケンブリッジ大学の自然科学コースに入学して来た学生は、1年次ではまだ生物系、物理系、化学系および地球科学系の各学科に配属されていない。したがって、多くの学生(150名)が初年次の地球科学科の授業を履修している。実際、ケンブリッジ大学の自然科学コースのホームページ(文献参照)を見ると、1年次には自然科学の各科目を広く履修することが勧められている。2年次になると地球科学科の授業(1B Geological Sciences)を履修する学生はかなり減少する(50-60名)。3年次になってもまだ地球科学科の授業(Part II Geological Sciences)を履修している学生(40名)が、地球科学科を卒業することになる。地球科学科では、学士課程は3年で修了することが出来る。4年次は修士課程である(授業名は、Part III Geological Sciences)。英国では地学関連の職に従事するためには、一般に修士号を取得する必要がある。表2を見ると、1年次の履修科目は地質学(1A Geology)

表1. ケンブリッジ大学の学期と授業週数

学期名	授業週数
Michaelmas term	8週
Lent term	8週
Easter term	4週(講義と実習) + 4週(試験準備)

および数学を含めてわずか4科目であり、日本の大学生が受講する科目数に比べて、少なく感じられる方がおられるかもしれない。しかし、後述する様に1科目の内容は極めて豊富であり、4科目を履修するための勉強量は計り知れない。なお、ケンブリッジ大学地球科学科では文系科目を全く履修しなくても卒業出来るのが特徴である(表2)。

2.3. 授業のタイプ

ケンブリッジ大学地球科学科には、4つのタイプの授業がある(表3)。それらは、講義(Lectures)、実習(Practical classes)、少人数授業(Supervision)および野外実習(Field trip)である。1年次の授業(1A Geology)の講義は、地球科学科の教官が、週3回(月、水、金)、各1時間行なう。1回わずか1時間の講義の分量が極めて多く、濃密である(後述)。このため、講

義は著しく速い速度で行なわれている。実際の所、教官は板書に要する時間を割くことが出来ず、配布資料とパワーポイント(およびOHP)だけで講義を行っていた。実習は、各講義とセットになっており、これも週3回、各1時間である。実習は教官でなく、ポスドクが行なっている。実習の時間帯は複数設けられており、学生はそこから1つを選択出来る。実習では配布資料中に与えられた多数の問題を解く。

少人数授業(Supervisions)は、1-3名の学生を教官が各自の研究室で教える。学生は、学期あたり6-8時間の少人数授業をそれぞれの授業について受けることが出来る。

野外授業(Field trips)は、最初のケトン石切場における半日の野外実習を除き、すべて学期間の休暇中に行なわれる。野外授業は極めて充実しており、後で項を改めて述べる。

表2. 学年ごとの地球科学科授業の履修者数、履修科目および取得学位

学年	履修者数	履修科目	取得学位
1年次	150名	1A Geology + Mathematics + X* + Y*	
2年次	50-60名	1B Geological Sciences + Z*	
3年次	40名	Part II Geological Sciences	Bachelor of Arts
4年次	35名	Part III Geological Sciences	Master of Sciences
博士課程	20名(3-4年)		Ph. D.

* X, YおよびZは、一般に理科系授業科目である。

表3. 地球科学科の授業のタイプ

授業のタイプ	時間数(1科目あたり)	時間帯
講義(Lectures)	週3回, 合計3時間	月, 水, 金の11-12時
実習(Practical classes)	週3回, 合計3時間	時間帯を選択出来る
少人数授業(Supervisions)	1学期あたり6-8時間	教官の都合の良い時間
野外授業(Field trip)	7-10日間が多い(後述)	通常学期間の休暇中

3. ケンブリッジ大学地球科学科の初習教育 コンセプトと講義を見学して得た感想

上記の様な内容豊富で、密度の濃い授業を初年次に実施する理由として、まず地球科学を理解する上で最低限必要な基本事項を早期に教育してしまおうという意図がある(教務委員長N. Woodcock博士談)。また、前述した通り、ケンブリッジ大学の自然科学コースに入学した時点では、学生はまだどの学科に配属されるか決定されていない。このため、地球科学科の教官は学生を地球科学科にリクルートするため、初年次に興味深いことを教育することであった。実際の所、3年次に地球科学科の授業を履修している学生数が地球科学科に進学した学生数と考えて良いが(表2)、初年度に150名程度いた自然科学コースの学生のうち40名が地球科学科に進学していることになり、リクルート活動は大変効果的であると考えられる。

次に私が実際に聴講させていただいた1A Geologyの2回の講義について述べる。講義者は、J. Jackson教授である。1A Geology講義は全部で60回行なわれる。その講義内容は多くが地質学に関連するものであるが、地球物理学の講義も少数含まれ、地球科学のすべての分野がバランス良く含まれている。聴講した講義は、5回目と6回目の授業であった。すべての講義にはタイトルが付いており、5回目の講義のタイトルはGravity, Isostasy and Paleomagnetism (重力, アイソ

スタシーおよび古地磁気学), 6回目のそれはSecrets of the oceans (海洋の秘密)であった。5-8回目の講義は、What are plates? (プレートとは何か?)というタイトルで括られており、この2回の講義はともにプレート・テクトニクスについての講義であった。この2回分(2時間)の講義でどのぐらいの分量の内容が教えられているかを、表4にまとめた。私自身もプレート・テクトニクスについての講義を行なっているが、表4に示した内容の半分ぐらいを2時間以上かけて講義している。もちろん、授業内容の豊富さ、密度および進度について絶対的な基準があるわけではなく、私自身の主観によるが、この1A Geologyの内容は非常に豊富であり、極めて速い速度で授業が実施されていると言わざるを得ない。

授業には様々な工夫があった。実際使用されているパワーポイント中の図や写真には、オリジナルの論文の図や海洋調査船の写真が含まれており、当時の研究の展開が良く理解出来た。また、講義の中に逸話を組み込んで、学生の感激を誘う仕掛けが作られていた。例えば、Vine and Matthews (1963)は有名な海洋底磁気異常を発見した際、記者会見の席で、ある研究者からの“磁気異常の正逆のパターンが本当に中央海嶺について対称的な分布をしていることを統計学的に検討したか?”という問いに対して、“統計学的検討を行なう必要がないほど明らかである”と答えたという。まさに痛快的な回答であるが、Jackson教授は綺麗なデータは、自然の本質を既に語っていることを学生に伝えたかったものと思われる。

表4. 1A Geology の第5および6回目の授業タイトルおよび項目

講義番号	授業タイトル	授業項目
Lecture 5	Gravity, Isostasy and Paleomagnetism	ジオイド, アイソスタシー, 地球磁場, 古地磁気, 地球磁場の逆転, 見かけの極移動曲線
Lecture 6	Secrets of the oceans	海洋底, 縞状磁気異常, 海洋底拡大, 断裂帯(トランスフォーム断層), 海洋底の年代

4. フィールド教育の充実

著者自身が、野外(フィールド)調査を基礎にした地質学的研究を行っているので、ケンブリッジ大学でフィールド教育がどの様に行なわれているかについては非常に興味があった。結論から言うと、ケンブリッジ大学のフィールド教育は世界の大学の地球科学系教室の中で比類のないほど充実している。まず、ケンブリッジ大学地球科学科が新入生向けに発行しているパンフレットには、フィールド授業を説明している所の最初に、「今日のコンピューターや分析機器が発達した時代においても、野外地質を解釈する能力が地質学的研究において決定的に重要なことは今も昔も変わらない」と述べられている。したがって、フィールド教育は学部授業の主要な部分となる。かつて日本でも、コンピューターや分析機器のない時代は、大学の地質学教室ではフィールド教育が教育の大部分を占めていたが、今日では多くの大学でフィールド教育の充実を放棄している。

ケンブリッジ大学地球科学科で実施されているフィールド教育を表5にまとめる。1年次の学生は、まず入学第1週目にケトン石切場に半日の野外実習に出かける。その後3月下旬のイースター休暇にアラン島(英国中北部)で7日間のフィールド授業を受ける。この授業は、1A Geologyの必修授業で、様々な種類の岩石を見学するのが目的である。1年次と2年次の

間の休暇(9月下旬)には、イギリス南西部のカンプリア(英国中部)で10日間のマッピングの野外授業を受ける。マッピングとは、野外巡検授業の様に露頭(岩石が露出している崖)で教官から地質について説明を受ける授業ではなく、自分で地図を持って歩き(あるいは場合によっては歩測で地図を作りながら)、露頭を自ら捜して地図上に地質を記載することである。このカンプリアの授業は必修ではないが、地球科学科に進学する意図のある学生には、カンプリアの野外授業を履修することが勧められている。

2年次の学生はまず、4月上旬に英国南西部で10日間の野外授業を受ける。説明文によると、ドーセットにおいて化石を多産するジュラ紀および白亜紀の浅海堆積物を、デボンおよびコーンウォルで変形した古生代の地層、それらを切って貫入する花崗岩や鈹物脈、および堆積物に衝上する海洋底の断片を観察するとある。さらに、6月の下旬には、スカイ島(スコットランド)で7日間のマッピングの野外授業がある。スカイ島は、モイン衝上断層の下位を占めて分布する変成堆積岩より構成され、地質構造が複雑である。スカイ島野外授業は、2年次および3年次間の休暇に実施される野外マッピングプロジェクト(28日間)の準備授業という位置付けがある。

野外マッピングプロジェクトは、日本では進級論文、米国では野外キャンプと呼ばれているものに対応し、学生自らがある範囲をくまなく地質調査して地質図を作成するものである。残念ながら、日本では

表5. 地球科学科の野外授業

学年	場所	日数	目的
1年次	ケトン石切場	半日	岩石・鈹物に親しむ
1-2年次間の休暇中	アラン島(英国中北部)	7日間	様々な種類の岩石の観察
2年次	カンプリア(英国中部)	10日間	マッピング技能の習得
	英国南西部	10日間	中・古生代の地層等の観察
	スカイ島(スコットランド)	7日間	マッピング技能の習得
2-3年次間の休暇中	世界中から学生が選ぶ	28日間	地質図の作成
3年次	ギリシャ	7日間	ネオテクトニクスの学習
4年次	スペイン	7日間	中新世の火山岩の観察

今日多くの国立大学法人の地球科学系教室で進級論文を放棄してしまっており、現在、北大の地球科学科も進級論文を実施していない。ケンブリッジ大学地球科学科では、この授業の実施において教官は学生に殆ど手を貸さないのが驚くべき点である。学生は4-5人が1班となり、まずフィールドの選定も学生自らが行なう。昨年度の野外マッピングプロジェクトでは、英国内外にスペインと南アフリカを調査した班があった。今回、幸運にも新3年生が昨年度の野外マッピングプロジェクト成果を、新2年生に説明する機会があり、私も同席させていただいた。非常に良く歩いて詳しく調査し、精度の高い地質図を作成されていた。ひとつ驚いたことは約半数を占める女子学生が苦もなく野外マッピングをこなしている点で、時代の流れを感じた。

3年次には主としてネオテクトニクスに焦点を当てたギリシャ(7日間)、および4年次には主として中新世の火山岩を観察するスペイン(7日間)での野外授業がある。

最後に、ケンブリッジ大学地球科学科でこのような充実した野外授業を実施出来る理由を述べておこう。日本の大学の地球科学系教室で野外授業を十分実施出来ない理由の1つは、旅行・宿泊にかかる経費が非常に高く、この殆どを学生が支出しなければいけないからである。一方、ケンブリッジ大学地球科学科では学生は総経費の20%を支出するだけでよく、その他の経費は校費およびShell等の石油会社からの寄付で賄われる。この野外授業に対する恵まれた経済的支援が、充実した野外授業を可能にしている。特に、ケンブリッジ大学地球科学科では多くの卒業生が石油会社に就職するため、石油会社との産学連携が確立されていると推察される。日本の大学の地球科学系教室でも、今後石油会社を含めた民間の地学関連会社に野外授業への寄付を呼びかけ、それを充実させていく必要があると思われる。野外授業の充実は、学生教育のみならず、日本全体の地球科学のレベルアップにとって重要であると考えられる。

5. 最終試験

ケンブリッジ大学地球科学科が1年次の学生に提供している通年の授業(1A Geology)では、試験は最終学期に1回行なわれるのみであり、この試験の成績に

基づいてのみ成績が付けられる。この試験は、論述試験(theory paper)と実技試験(practical paper)に分けられ、それぞれ3時間および4時間と長時間をかけて実施される。また、全得点の60%および40%が、それぞれ論述試験と実技試験に割り当てられる(表6)。

論述試験は全5問ですべて記述式(エッセイの形で答える)である。エッセイの書き方は、1年次の学生向けのパンフレットに記載されているほか、少人数授業でも教えられる。パンフレットには、出題された問題に対してどのような思考過程でエッセイを仕上げているかが説明されている。それによると、まず(1)問題に対して、思い付いた語句を書きとめよ(jottingsを行なえ)とある。しかる後に、(2)それらの語句を組織化して、エッセイ作成の計画を作れとある。要するに、文章を書く前に何を書くべきか頭を整理して、それを小見出し(headings)にまとめよということである。最後に、(3)実際にエッセイを書く。ここでは、節(paragraph)がひとつのことを議論している文章の集まりであることや、接続詞をうまく使って文章をつなぐことが強調されている。また、当たり前のことだが、スペルミスをしてはいけないことや、他人の文章を借用してはいけないことが書かれている。これらのエッセイの書き方は、まさに研究者が研究論文を書く時の過程と全く同一であり、ケンブリッジ大学地球科学科では非常に早い段階から学生に論文の書き方を指導していると言える。

実技試験は、表6に示された4つの問題で構成されることがあらかじめパンフレットに記載されている。近年、日本の地球科学系学科では、学生の地質学離れもあり、学部高学年や大学院生においても岩石・鉱物・化石鑑定が十分出来ない残念な状況になっている。ケンブリッジ大学地球科学科では、既に大学1年次の学生にこれらの実技問題を課しているのは、日本の状況を考えると驚くべきことである。しかし、日本ではこのような地球科学を理解する上で最低限必要な基本事項の教育を、早期に行なっていないために地質学離れが進行していることが十分考えられる。早期の地球科学基本事項の教育が日本の大学でも望まれる。

ケンブリッジ大学地球科学科最終試験の実技試験の内容を見ると、地球物理学の問題が1つ含まれる。この実技試験の内容を見ても、ケンブリッジ大学地球科学科では、地質学と地球物理学がうまく融合していることがわかる。日本の大学では、これまで地質

表 6. 1A Geology の最終試験

区分	時間数	問題数	配点	内容
論述試験 (Theory paper)	3 時間	10 問中 5 問選択	全体の 60% , 1 問 12%	概ね授業内容から均等に出題される
実技試験 (Practical paper)	4 時間	4 問	全体の 40% , 1 問 10%	Q1(a): 10 個の岩石あるいは鉱物試料, あるいは露頭写真の鑑定 Q1(b): データの数値あるいは図解析を 含む地球物理学の問題 Q2: 偏光顕微鏡下での岩石薄片の記載と鑑定 Q3: 化石の記載, 鑑定および解釈 Q4: 地質図の解釈

表 7. The Times Good University Guide 2005 による
Geology 分野の英国大学ランキング

順位	大学名	研究の 5 段階評価
1	Cambridge	5*
2	Oxford	5*
3	Bristol	5*
4	Imperial College	5*
5	Liverpool	5
6	University of College London	5
7	Leeds	5
8	Edinburgh	5
9	Exeter	4
9	Durham	4

学科と地球物理学科が別の学科および建物で、別個に教育を行っていた。ごく最近になって、地球惑星科学科・専攻の様な名称の学科・専攻に改組され、両者の融合が進んで来たものの、教育・研究において本質的レベルで融合が十分進んでいるとは言い難い。ケンブリッジ大学地球科学科の様に、大学1年次から両者が融合しているカリキュラムでは、学生は地質学と地球物理学が別個の学問である様なことを全く感じないであろう。

6. おわりに

最後にケンブリッジ大学地球科学科における研究や教育が、英国内で非常に高く評価されている根拠として、大学ランキングの1つを紹介する。表7に、The Times Good University Guide 2005に掲載されている、地質学分野のランキング(10位まで)を示す。他の機関による評価や、他の学問分野の評価を見ても、英国ではケンブリッジ大学が全体としてトップラン

クの評価を得ていることがわかる。ケンブリッジ大学地球科学科のホームページ(文献参照)には、最近、研究面でははじめて6*(今までは5*が最高で、前述のランキング表にも5*と示されている)が与えられたほか、教育も“excellent”と評価されているとある。

今回のケンブリッジ大学地球科学科訪問は、3日間の短いものであったが、多くを学ぶことが出来た。お忙しい所、講義を見学させていただき、議論に時間を割いていただいた教務委員長のN. Woodcock博士およびJ. Jackson教授に深甚の感謝を表する次第である。また、ケンブリッジ大学のカレッジ教育についてご教示していただいたほか、工学部の授業および教育設備見学でお世話になったTrinity Hall 研究員のD. Moore博士に深く感謝する。最後になりましたが、今回ケンブリッジ大学を見学させていただくにあって、経済的援助をいただいた北大の“プロジェクトPH6R05001 進化するコアカリキュラム”に多大な感謝を表する次第である。

参考文献

- Department of Earth Sciences, University of Cambridge, 1st Year Courses, 9p.
- ケンブリッジ大学自然科学コースホームページ, <http://www.cam.ac.uk/admissions/undergraduate/courses/natsci/index.html>
- ケンブリッジ大学地球科学科ホームページ, <http://www.esc.cam.ac.uk/admissions/department/index.html>
- 1A Geology Course Guide 2005-2006, Department of Earth Sciences, University of Cambridge, 37p.
- The Times Good University Guide 2005, <http://extras.timesonline.co.uk/gooduniversityguide2005/20geology.pdf>
- Vine, F. J., Matthews, D. H., 1963. Magnetic anomalies over oceanic ridges. *Nature* 199, 947-949.