

1970年代の科学教育における変容の性格

—— 島津康男の拡大された地球科学、トランス・サイエンス、環境学 ——

山田俊弘

研究室紀要 第41号 別刷

東京大学大学院教育学研究科 基礎教育学研究室

2015年7月

1970年代の科学教育における変容の性格

——島津康男の拡大された地球科学、トランス・サイエンス、環境学——

山 田 俊 弘 (教育学研究員)

はじめに

1976年6月、名古屋大学地球科学科島津康男研究室の学生が、愛知県北部、矢作川上流の山村に住み込み「環境の現場監督」と称する実践的研究を開始した。それまでコンピュータを駆使して境界領域の開拓をおこなってきた教室の研究方針の転換に、周囲から先生は乱心したとうわさされた。だが背景には「ぬい目のない地球科学」の建設という独特の研究指針がありこの実践もその展開過程の一帰結にほかならなかった。その後このフィールド作業の試みはコンピュータ・シミュレーションと合わせて環境アセスメントの体系へと発展する一方、名古屋大学の環境学研究科の源流のひとつとしてとらえられてもいる¹⁾。

本稿は、第二次世界大戦後に発足した地学教育の分野に焦点をあて、戦後のお返し地点ともいえる1970年代のカリキュラム開発の動向とその性格づけを議論するものである。その際、以下に掲げる理由から、科学教育のありかたについて継続的な発言をおこなっていた地球物理学者の島津康男の事例をとりあげる。第一に、島津の所属した名古屋大学地球科学科は戦後旧制最後の年につくられ、地学領域の諸ディシプリン、とくに地質学・地球物理学・地球化学の統合的な研究・教育をひとつの使命としていた。第二に、島津の問題意識にはかなり早い時期から、科学と社会との関係や人間と自然環境の問題などいわゆる科学論的な内容が見られ、それが1970年代に顕在化したと考えられる。第三に、そうした研究や実践を背景に、各種の教育にかかわる著作活動に加えて、実際に高等学校の教科書執筆にかかわりをもったからである。

すでに戦後の地学教育についてはいくつかの歴史的なふり返りがなされているが、1970年代の科学論的な要素の導入過程とその背景について論じたものはみあたらない²⁾。またポスト 3.11 の状況下で、科

学論的な枠組みをふくめてどのような科学教育を組みたてていくのか考えるとき、70年代の経験の示唆するところは大きいと思われる³⁾。

以下、まず戦後の科学教育におけるカリキュラム開発の経緯を、物理学教育を参照してふり返り、地学分野におよぶ。つぎに島津康男の1960年代から80年代にかけての地球科学体系化の試みと教育上の見解ならびに実践を概観する。さらにそこに胚胎した科学論上の問題とその背景について考察し、最後にそこにおける変容の性格を議論して暫定的な結論を述べたい。

第1節 科学教育のカリキュラム開発にみられる〈二項対立〉

(1) PSSCの出現とその影響

1960～70年代の科学教育カリキュラム開発をめぐる議論の枠組みは、米国で起こった現代化運動とそれへの批判・対置という二項対立あるいは二分法 dichotomy のかたちで図式化が可能であろう。これは文部省が導入に積極的に動いたということもあって、政策批判と容易に結びついた。そういう意味での二項対立的な図式は、すでに1950年代の生活単元理科に対する科学教育研究協議会(科教協)の批判運動から見られ⁴⁾、地学分野では地学団体研究会(地団研)の活動にも一貫するものなので、現代化運動に対する反応にだけ見られるものではない点には注意しておく必要がある。

実はアメリカにおいても〈二項対立〉が存在した。戦前から進歩主義的改革者と専門的訓練中心の改革者とのあいだに不和があり、ナショナル・カリキュラムの創出を不可能にしていた⁵⁾。しかし戦争を通じて物理学の有用性と優位性が明らかになっていく。1956年12月マサチューセッツ工科大学(MIT)でPSSC(Physical Science Study Committee)第1回の会合が中等教育の物理カリキュラムとその改

革を議論するために開催された。組織したのはMITのレーダー開発などを手がけた物理学者ザカリアス(Jerrold R. Zacharias, 1905-1986)で核研究実験室を創設し室長となっていた。ここに集まった物理学者を中心とする48名は、翌年の「スプートニク・ショック」を追い風に全米科学財団(NSF)からの5年間で600万ドルという資金援助を得て科学教育改革に乗り出した⁶⁾。このように科学教育の現代化運動がまっ先に起こり教科書・教材・教師用ガイドのセットが世界中に「輸出」されることになるのは物理学の分野であった。

PSSCによる物理教育の日本への導入例を『物理教育』誌を中心に追うことで、戦後の科学教育カリキュラム開発史の一つの参照軸を得ることができる。実際、1958年には紹介が始まり、1962年には『PSSC 物理』として翻訳書が出版された⁷⁾。さらに1960年代を通して現場の高校教員をふくめた議論の場が設けられ、受容と検証が進んだ⁸⁾。こうした経緯を経て1970年代には「学習指導要領」として一定の定着がはかられていくようすがうかがわれる⁹⁾。

この間、1968年度から科学研究費「特定研究科学教育」の分野の研究が開始され、日本版科学教育の現代化の道が模索された¹⁰⁾。おそらくPSSC物理が与えた最も重要な影響は、文部省の政策とは一定独立してカリキュラム開発自体を理論的・実践的な研究対象にできるという思想ではなかったかと思われる¹¹⁾。1971年には、PSSCの延長上にある大学のコースHPP(Harvard Project Physics, 1970)が紹介され¹²⁾、科学史研究の役割があらためて注目された¹³⁾。1977年には「社会的な文脈における科学Science in Social Context=SISCON」を題材としたイギリスでの試みが紹介されているのが注意を引く¹⁴⁾。これは1990年代に科学・技術・社会の相互関係まで踏み込んだSTS(Science, Technology and Society)教育の先駆的な例として評価される教材である¹⁵⁾。

(2) 地学教育におけるESCPとそれへの対抗

戦後に発足した地学教育の大きな問題点のひとつは、教授者養成の課題を解決しないまま地質学者主導で始まったことにあり、「地学教育学」の構想はあったとはいえ教授内容の体系的性は研究途上であった¹⁶⁾。高等学校の校長からは地学廃止の議論さえ起ったが、多くの犠牲者を出した1959年の伊勢湾台風後の指導要領改訂で、2単位必修地学が設けられ、

ようやく定着への足がかりを得た¹⁷⁾。この時期アメリカの科学教育現代化運動が地学領域におよび、1964年にESCP(Earth Science Curriculum Project)の教材が作成され、日本でも講習会が開催されるようになった¹⁸⁾。日本地学教育学会の機関誌『地学教育』では1964年より記事が見え始め、67年以降本格的な紹介がなされるようになる¹⁹⁾。地学教育論も盛んになった。

ESCPは「循環cycle」を鍵概念として地学の体系化を図り、大胆にモデルをとり入れた実習の工夫や学生の思考をうながす方法などとあわせてかなりのインパクトを日本の地学教師にもたらした。詳細はともかく、探求の過程を強調する1970年の指導要領の改訂と教科書(高校地学分野では1973年より「地学I」「地学II」)の執筆スタイルが影響を受けたのは確かにみえる。だが一方で、日本の状況に見合ったカリキュラム開発の必要性も強調された。団体研究という独自の研究法を標ぼうし運動体であると同時に学術団体(学会)でもあるという特異な性格をもつ地団研では、1960年より地学の体系についての議論を始めていたが、「地域に根ざした地学教育」を堅持して、慎重な取捨選択が主張された²⁰⁾。

「地球化学サイクル」を含む地球システムの発展から地球進化論を考えていた島津にとって、ESCPの体系は好ましい面をもったが²¹⁾、それとは独立して地球科学の教科書である『地球の物理』(裳華房、基礎物理学選書11、1971年)を執筆したようである。高校「地学I」の執筆もその延長上にあった²²⁾。

(3) 競合する地学教育カリキュラム

実はESCPに対する不満はそれを紹介した側にも存在した。その証拠に1960年代後半から70年代初めには、『地学教育』誌上に各種の地学教育論が立ち現われ、それぞれが地学教育のカリキュラムを少なくとも部分的に暗示していた。このことは、たんに地学の学問体系だけでなく、認識論をもとにした内容論や目的論がカリキュラム構成の原理にあることを自覚させることになった²³⁾。こうした状況を受けて、地学教育学会長の渡部景隆を代表とする文部省特定研究として中等教育の地学教育カリキュラム研究が実施され、1973年から76年にかけて、基本原理の検討とともに、編成方針によってそれぞれ「フィジカル」、「ヒストリカル」、「システム」と名づけられた具体案が発表された²⁴⁾。

最初の2つの「フィジカル」と「ヒストリカル」は、地学のそれぞれ物理科学的側面（地球物理学）と歴史科学的側面（地質学、特に地史学）を重視した編成原理であるのに対し、最後のものはシステム科学的側面を編成原理とするもので、島津の書いた1969年の著作による刺激のもとに構想されていた²⁵⁾。実際には、「地かくの進化」という大項目の最後に「自然のシステムと人間」という単元（章）があり、「人間—環境系の認識とそのモデル」「資源とその限界」「人間—環境系のシステム設計」各2時間、合計6時間（全体125時間のうち）の配当となっている。解説のなかで、こうした構成が地学と社会・人文科学との融合を必要とし、地学領域の拡大解釈となるが、「人間の活動度が拡大して地学現象に影響を及ぼすようになったいま、地学領域を従来のままに据え置くこと」はもはや適当でなく、システム科学的アプローチの適否にかかわらず「環境問題を取り扱う方向に地学領域を拡大することは必然的」と主張した²⁶⁾。

一方、地域に根づいた実践を呼号する地団研は、教師グループの活動を基盤に出版活動を活発化させていった。1976年から「新地学教育講座」全16巻の刊行を開始し、その後1979～82年には、のべ400名に達する執筆者を動員し、各分野の実験・実習を集成し詳しく紹介した「自然を調べる地学シリーズ」全5巻を出版してひとつの達成を示した。後者の出現に文部省の指導要領作成協力者の一員から自分たちの仕事がなくなってしまうという叫びがもれたという²⁷⁾。これらの出版物は特定のカリキュラムを支持するためのものではないとはいえ、「講座」の第16巻が「自然と人間」（1977年）、「シリーズ」の第5巻が「くらしと環境」（1982年）となっているように、環境科学ないしより一般的に環境教育的な要素が意識されていたことは確かである。

第2節 島津康男の挑戦

（1）SMLESグループの形成から『現代地球科学』（1969年）まで

1953年東大地球物理学科の大学院を終え助教授として名古屋大学理学部地球科学教室に赴任した島津康男（1926年生まれ）²⁸⁾の直面したのは、「地球科学」といって地質学や地球物理学、地球化学とディシプリンが分裂して講座ごとに個々別々に教育研究が

なされる実態であった²⁹⁾。戦後改革で生まれた「地学（地球科学、どちらの場合も英語表記は複数形のEarth Sciences）」であったが、「学問としての方向・カリキュラムのあり方が正しく改革されているであろうか」というのが島津の問いであった³⁰⁾。

10年余りの試みの結果、1966年島津は「SMLESグループ憲章」をつくって、教育・研究の指針とすることを宣言する。SMLESとはSeamless Earth Scienceの略で、科学研究上の手法は違っても対象となる自然は「縫い目のない地球」であり、それに対応する科学の体系は総合化された単数形の「地球科学」であるべきだという主張を内包していた。憲章の第1項では「SMLESは、細分化し形骸化した地球科学の教育・研究の現状に満足せず、総合的に自然現象をみる第三世代の地球科学を志す」と謳い、研究手段としてコンピュータを用いることからプログラミング能力の開発や、語学のレベル、必読書、ゼミへの参加などの研究規律まで定めた³¹⁾。実際に、高校地学教育の検討や「教養地球科学概論案」を含め、新世代の地球科学研究者をつくるための教育について提言もしていた³²⁾。

すでにこの時点で、対象となるぬい目なしの地球には「人間の生産・社会活動と自然との相互作用」が含まれていたことは見逃せない³³⁾。1960年代後半の島津は、地球物理学の重厚な専門書『地球内部物理学』（裳華房、1966年）を出し、後続の『地球の進化』（岩波書店、1967年）では単に地球物理学という旧来のディシプリンに留まらない自らの地球科学体系をシステム進化の観点から示していた。ふりかえって「私の地球科学宣言」であったという1969年の『現代地球科学』では³⁴⁾、災害科学や環境科学を扱う学問分野の形成には「社会科学と地球科学との両方にまたがる新しい教育の場を作る積極性が重要である」と指摘していた³⁵⁾。

（2）「シームレス」の転回点——『国土科学』（1974年）から『国土学への道』（1983年）

1970年代SMLESグループが向き合うことになったのが「資源・環境の両面で重大危機を迎えている日本列島の問題」であった³⁶⁾。これもぬい目のない地球の実例なのである。ここに自然・生態・社会の3つのカテゴリーを設定して問題群の整理を行う必要が生じた。その一方、それぞれに観察されるシステムの動向を次々にモデル化しシミュレーションを繰

り返した³⁷⁾。こうして1970年代前半には「社会地球科学」の境界領域の可能性が示され、「地球生態トータルシステム」を「世界ダイナミクス」として記述するところまで行き着いた。この段階を島津は「3E (earth science-ecology-economy) アプローチ」と呼んでいる³⁸⁾。システム制御としての環境科学という認識を持っていた島津には、地球科学にくわえて生態学や経済学が含まれるのは当然の帰結であったともいえるが、明らかに従来の地球科学の範囲を越えたうえでさらに次の段階を示唆するものだった。

実際、列島改造論のアンチテーゼの意味を持った『国土科学』では、「システム構造の変革」が言及され、開発にかかわる国土保全のための住民参加について、市町村の小さな単位での住民による監視、対応する計画のすべての段階での内容の公表、地域利害の衝突の自主解決が提案されている³⁹⁾。提案するだけでなく、研究主体を現地に関与させ、住民参加のいわば触媒と事業者とのあいだの「通訳」の役を果たさせるという実験が「環境の現場監督」の実践であった⁴⁰⁾。調査項目は水象・自然・社会・経済の分野に及んで「オールラウンドの現場監督方式」とか「一人学際方式」とか呼ばれた⁴¹⁾。この試みの背景には、一方で、国際学術連合(ICSU)下のNGO、環境科学委員会(SCOPE=Scientific Committee on Problems of the Environment)の委員として世界最初の環境アセスメント・マニュアルの作成に携わっていたということがあった⁴²⁾。いいかえると、島津にはアセスメントの世界標準づくりという見通しがあって、特殊日本の地域における合意形成を含めた環境調査の教育プログラムの実践にのりだしたといえることができる。

このように、70年代の動向を的確につかんで次世代の研究を切り拓いた島津であるが、当時の「エコロジーブーム」に対して3つの要素を指摘し、懸念を表明している。すなわち、原始状態に帰れという精神運動、遺伝子操作まで含む広い意味での生物工学的志向、「エコロジーの経営」などにみられる社会工学的志向である⁴³⁾。島津の生態学思想は、「風土」を意識する一方で、環境の計画・設計を特徴とする「[どうするか]の科学」というミッションを負ったものだった⁴⁴⁾。

ここで「[どうするか]の科学」とは英語表記ではASSESSMENT SCIENCEであり、ACTION SCIENCE(「住み込む」科学)、APPROPRIATE SCI-

ENCE(「誰にも出来る」科学)とともに3Aアプローチと称せられた。これは「科学」とは名づけられているものの、「自然と人間との関係において、地域に住みこみ、誰にも出来る方法で調べ、成果を地域に還元し、「どうするか」の意志決定を行うお手伝いをするをを目指す」というのであるから⁴⁵⁾、通常のディシプリンをベースとした科学とは言いがたく、この時点で「国土科学」は「国土学」、「環境科学」は「環境学(environmentology)」という表現に変更されることになる。こうして1970年代後半には「環境学」の大学院教育の検討にまで至った⁴⁶⁾。

第3節 島津の科学論とその背景

(1) 「社会地球科学」の構想と島津の科学論

1970年代の科学教育は、現代化運動の成果の浸透とそれへの批判という〈二項対立〉のもと、環境問題への対応を迫られると同時に科学観の変容という問題を突きつけられていた。高等教育の場で地球科学の学問的体系の構築と研究の最前線の開拓という課題に取りくんでいた島津の研究と実践の評価を考えるにあたっては、環境問題への対応という側面だけでなく、科学観の変容にかかわる科学論的な問題を考慮する必要がある。本節では1970年に出版された『地球を設計する』という著作にみられる科学論や科学批評に着目して同時代的な議論との比較を試みる⁴⁷⁾。この作業によって、二項対立図式ではもれ落ちてしまうような要素に留意しつつ何が次世代の教育の課題となっていたか点検してみたい。

『地球を設計する』は大阪の出版社から出され、必ずしも流通がよかったと思われないが、70年代以降の島津の学問的な営為と教育上の実践を考えるうえで重要と思われる。というのも、その副題が「社会地球科学の提唱」となっているように、理学部地球科学科のディシプリンの枠を踏み越えた内容ももっていたからである⁴⁸⁾。そのきっかけは先に触れたように60年代後半に社会問題化した公害・環境破壊があった。エピローグ最後のフレーズには「日本列島は四方を海に囲まれ、雨量も多く風も吹き、大気や水の汚染をうすめる自然条件はむしろアメリカやヨーロッパよりすぐれている。その日本列島が世界最大の環境破壊地域であるのは、よほど妥当でないことが存在するからである」とある⁴⁹⁾。

本書は、それまでの研究や教育上の材料をまとめ

て、「自然のシステム」「環境を作る」「地球を設計する」の3部に編成している。地球を物質が循環するシステムとみなし、そこで自然環境がどのようにつくられてきたかシミュレーションの手法で研究することができることから（たとえば濃尾平野の形成史）、エネルギー流通を制御し将来地球環境をつくり出すことができるのだと主張する⁵⁰⁾。ここで問題は、地球科学的な事象に適用された手法を人間活動の関係する事象に適用できるかということである。いかえると自然システムに加えて「人類システム」をどのように評価して（数量化して）シミュレーションに組み込むかということで、ここに生態学だけでなく経済学が考慮される必要が出てくる。島津によれば公害をはじめとする「環境破壊は科学技術の進歩のせいではなく、それをシステムの中におくおき方が遅れているからとしか思えない」のである⁵¹⁾。

本書の特色として注目したいのは、科学者の主体にかかわる科学技術観が披露されていることである。最後の「社会地球科学」の章で「科学技術とは」と問うて、その変質について議論している。大きな変化は研究の大型化である。「素粒子論といえば、頭脳だけで暮らす分野の代表だったのに、三百億円の加速器が必要な時代」なのであり、「ハンマーと地下足袋の地質学は、一つ一兆円の月の石を相手にするようになった」というわけで⁵²⁾、政府をスポンサーにして基礎科学もプロジェクト方式をとるようになった。これは目標と期限をきめて研究体制をつくるという点で、応用科学の手法に近いものだった。

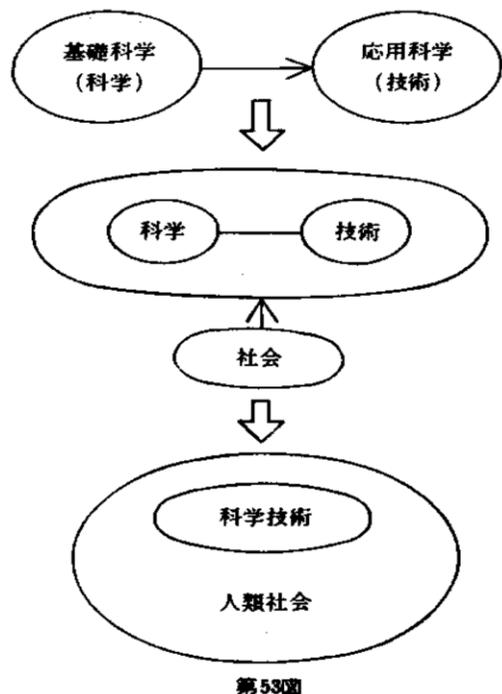
このような科学の変質の過程で科学する主体のあり方はどのように変わるだろうか。科学と技術が融合し、社会的な要請を無視できなくなった状況を島津はつぎのように描写する。科学者は社会のなかでの立場を考えずにはもはや科学をすることができないという認識のあったことがわかる。

基礎科学は発見の喜びを失い、応用科学は発見の必要を求めて、両者が一体になりつつあるわけである。「科学技術」をこのように理解したのである。そして、この科学技術をひっぱる原動力としての社会の要求が大きなウェイトをしめつつある。コストが高つくつくがゆえに、好きなことを勝手にやれなくなったとの弱味もある。

ところでこの場合、社会の要求が人類活動自

身から出てきたものか、政府または企業を通じて出てきたのかは、重大な問題と考える。現状において、後の二者が前者の忠実な代弁者である保障はないからである。そこで、研究者のサイドから積極的に社会の要求に応える必要がある。以上の変化を示すと、第53図のようになろう（図参照）⁵³⁾。

このような状況下で地球システムを研究するとき、地球科学と生態学が社会の要求を前面で受け止め「この二者を中核として地球を設計する責任がある」と主張する⁵⁴⁾。そのさい研究方法として重要なのが、物理学の手法にみられる演繹・実験だけでなく、探検的精神をもってなされる野外調査であり、川喜田二郎の「野外科学」概念を紹介している⁵⁵⁾。環境問題に対応する科学は数理物理的な精密科学だけでなくナチュラルヒストリー的な野外科学も必要であるという認識をもっていたわけである。6年後の「環境の現場監督」の実践を準備する道具立てはこの時点で出そろっていたといえよう。



第53図

図 〈科学・技術・社会〉 相互関係の変化を示す概念図（島津『地球を設計する』（1970）より）

(2) 広重 徹の『戦後日本の科学運動』

(1960年)の示唆するところ

さてここで、島津の科学論の背景を考えるために、戦後科学史研究の重要な成果のひとつである広重徹(1928-1975)の『戦後日本の科学運動』をとりあげることにしよう⁵⁶⁾。広重は湯川秀樹のもとで素粒子物理学を専攻したのち科学史研究に転じた史家で、敗戦直後の民主主義科学者協会(民科)や素粒子論グループでの体験を糧に、現代史研究にもアクチュアルな関心をいだき続けた。彼の論点は、日本の科学技術のおかれた状況認識の誤りと政治主義的な引き回しによって民科の運動は挫折に終わったというもののだが、話を科学者のありかたと民科のなかで一時期重要な役割をはたした地団研の活動の評価という2点にしぼってみていきたい。

広重は、戦前からの科学史年表をつくる作業の過程で、科学技術の戦時動員体制と、「理工科ブーム」を演出する政府と独占資本による科学技術に対するコントロールが進む1956年以降は非常に似ていることを見出し、科学は「体制化」してきていると警告する。1946年1月に創立した民科が運営面でも財政面でもいきづまってきているときであった。そのような時期に対米従属や「戦前のわが国資本主義の後進性(半封建性)とそれに由来する科学・技術のゆがみとへの批判を理論的根拠とした」科学運動はそのままでは維持できないというのである⁵⁷⁾。科学者・技術者のあり方について、広重はいう。

いま日本の科学・技術は利潤追求をめざす資本の運動のなかに体制的にくみこまれつつある。そのなかで科学者・技術者のとりうる道は二つしかない。自己の関心を“研究業績”をあげることだけに限ることによって、みずから体制の側にくみこまれるか、それとも、体制に対する緊張関係を持ちながら、科学・技術を大多数の国民の福祉に役立てる道をさぐるか、の二つである。科学・技術の自律的な発展は、このあとの道においてのみ可能であろう。とすれば、科学運動は明らかに、このあとの道を組織〔的〕にきりひらくものでなければならぬ⁵⁸⁾。(〔 〕内は引用者の補足)

ところで、1947年2月に結成された地団研は、49年4月の総会で民科との合同を決め「民科地団研部会」となっていた(1957年春に脱退)。なかでもイデオログとして頭角を現した井尻正二(1913-1999)は、1953年ころから民科指導部での影響力を増していく。この時期の「政治的引きまわし主義」を広重は“まじめに科学を学ぼうとするすべての科学者の団体”というたてまえと、(共産党に近い線での)政治活動が結びつけられた」と批判した⁵⁹⁾。

広重と島津の立場の相違は、ある意味で当然あるものの、地団研に対する評価には重なる部分もあるので、表にまとめておこう⁶⁰⁾。学界の民主化や啓蒙活動という点で評価されるが、イデオロギーに基づく

表 広重と島津における地学団体研究会の評価(太字による強調は引用者)

	広重 (1960年、148頁)	島津 (2010年、18頁)
肯定的な側面	野外調査にでかけた先々で地元の人たちと交わり、地学知識の普及に努めること、多くの啓蒙的な出版に組織としてとりくんでいること、(地学)教育、とくに辺地における教育を熱心にとりあげ、多数の小・中・高校の教員を組織していること・・・これは民科の他の部会になかった すぐれた特色 である。	東京大学の地質学科は封建主義の殿堂で、明治以来数えるほどしか教授の代わらない講座があり、しかも教授室の他に名誉教授室が並んでいて、助教授となると階段下の倉庫にいるという有様だった。その鬱屈を晴らすため地学団体研究会ができたのも 理解できる 点はあった。
否定的な側面	イデオロギー的〔鮮明さ〕というのは、井尻正二のとなえる、地質学は歴史科学であるという方法論、およびかれの科学運動論に強く支配されており、それによらない活動をきびしくしりぞけた・・・井尻理論の圧倒的な影響は 一種偏狭な性格 を地団研に与えていた。これを信奉しない奴はみなバカだといった気風・・・	若手には民主科学主義というイデオロギーがはびこっていることだった。・・・彼らは「地質学は歴史科学であり、物理学や化学の手法を取り入れるのは現在主義で間違っている」という。それは何とか理解できるが、 唯物弁証法 を前提にしなくてはならないといわれることが私には 理解できない 。

独善性や排他性が批判の対象となっていることがわかる⁶¹⁾。

(3) 柴谷篤弘の「政治的科学批判」

分子生物学者の柴谷篤弘(1920-2011)は1966年以降オーストラリアの国立研究所に勤務していたが、世界的な学生反乱を受け、1971年から雑誌『みすず』に「反科学論」のエッセイを連載しはじめ1973年に出版した⁶²⁾。その意図するところは、科学の社会における実際に対する内在的な批評という点で「反」科学という面と、「反科学」的な世の動きの根拠を問うという面があった⁶³⁾。

柴谷の科学に対する立場は、科学や科学者の性善説を認めないという点で明確であるが、科学そのものを否定するものではない。すなわち第Ⅲ部「科学の再評価」で、クーンのパラダイム論を援用して「科学の客観性」「科学の中立性」をともに神話として批判の対象にする⁶⁴⁾。それは科学者としての自分に対する自己批判的なラディカルさも有していた。そのことはたとえばつぎのような言明にうかがえる。

科学の弁護者が、科学が人類にもたらした栄光、諸種の便益を、科学の徳として称える一方、科学のもたらした弊害を、科学の責任ではなく、社会のせいだといって逃げることは、不当なのである。科学の原子論的・要素論的観点は、この両者にたいしてともに責任がある。それは、感性的・直観的観点を排除し、社会を偏ったひと色にぬりつぶしながら、それで十分であり、それ以外には方法はないかのように言いくるめて来たのであって、それこそが誤りなのであった。本稿の標題である「反科学論」の「反」は、こういう意味で用いたものであり、科学のすべてを棄て去ろうという意図から出たものではない。正しい意図は、「ひとつの知識・ひとつの学問をめざして」という副題にこめられていることも、わかっていただけたとおもう⁶⁵⁾。

また科学の現状について「もはやそれまでのような、少人数での家内工業的経営では、立ちゆかなくなり、必然的に研究の大規模化、「企業化」ということがおこる」という認識をもっていた⁶⁶⁾。

柴谷は「科学と社会」とまとめられたエッセイ群の第9章で、アメリカのオークリッジ研究所長ワイ

ンバーグの提案する「トランス・サイエンスtrans-science」を「超科学」と訳して紹介している⁶⁷⁾。ここで、トランス・サイエンスとは、「科学的な取扱いをなしうるが、結果としては、科学的な解答を与えることはできない」問題で、たとえば原子炉の事故が起きる確率を、実際に原子炉をたくさんつくり何万年も運転して実証することは困難であり、「問題は科学を超えている」というものである⁶⁸⁾。ではこうした科学技術と社会の界面に生じる、科学では解決困難な諸問題をあつかうにはどうしたらよいのだろうか。ワインバーグは問題を市民に公開しその参与を求めようことを提案する。

科学技術社会論(STS)学者の小林傳司は、70年代の政治や生活のスタイルの変化を背景に、社会のなかの科学技術のありかたに大きな変容が生じ、市民の関与のような発想も出てきたとして、ワインバーグ論文をあらためて論じている⁶⁹⁾。ここで出てくる例をみても単純に科学者共同体のなかで解決できる問題でなく、「外部」との媒介をふくめて新しいアプローチ、新しい共同体が要請される。その「共同体」内での力学がつぎには問題になるにせよ、確かに、島津の「環境の現場監督」やアセスメントの考えと実践は、こうした時代の流れのなかで理解できるものである。

第4節 まとめ

科学教育の現代化運動が起こったアメリカでは、1970年代にその評価をめぐって議論が生じ、その失敗ないし不十分点から、技術的・社会的要素を考慮した総合的なカリキュラムが志向されるようになった⁷⁰⁾。日本では、ゆとり教育が提案され、高校の理科では「理科Ⅰ」、社会科では「現代社会」が必修化された教育課程が1982年よりはじまる。島津は70年代の研究と実践の延長上で「理科Ⅰ」と「現代社会」双方の執筆に関わりをもった⁷¹⁾。島津自身はこの変化を、従来のディシプリン志向型の教育方法に問題志向型ないしは学際的なアプローチが加わったと性格づけている⁷²⁾。

だが、教育現場での受け止め方には相当の温度差があった。技術的・社会的要素までを考慮に入れた教育は理科と社会科の間であるべき位置を定めかねたままだった。科学論者の里深文彦は1983年に発表したエッセイで、「科学批判の10年」としての70年代

を概括して科学教育に関する議論の不十分さを指摘しながらつぎのように述べた。

教育を「科学教育」と限定してみると、私たちがこれまで運動としてとりくんできたものは、それほど目立った存在ではなかった。せいぜい50年代における水道方式に代表される数学の現代化の運動と、また60年代における理科を中心とした仮説実験授業ぐらいのものであろう。この時代を色濃く特色づけた「科学への素朴な信仰・帰依」を反映して、これらの運動は、科学的認識の効率的な普及・定着をめざすものとしてとりくまれてきたところに、私たちは、歴史的な制約を見てとることができよう。

「科学批判」としての70年代の教育は、こうした科学技術至上主義・一元主義の教育への原理的な批判を内在化させながら、世界的な広がりをもってすすめられてきており、80年代の今日、その方向は強まりこそすれ、決して弱まっていないのである⁷³⁾。

以上のスケッチから得られる暫定的な結論をまとめておきたい。

第一に、アメリカに発する科学教育の現代化運動の影響がそれに対する批判とともに消化されて日本に定着するのが1970年代半ばで、地学教育の分野では地学教育学会の三つの典型的なカリキュラムの提案と地学団体研究会の編纂する地学教育叢書の発刊に代表される。現代化運動に終始批判的姿勢をとっていた地団研がこうした事業を推進したという事実は、政治的な立場はおいて、教育実践上はカリキュラム開発という土俵設定のもと「脱政治化」が進んでいたと解釈することもできる⁷⁴⁾。

第二にこの時期の島津康男の研究や実践に着目すると、大学の理学部で了解される「地球科学」の枠組みを越え、コンピュータ・シミュレーションを武器に生態学や経済学を包含する方向へ踏み出し、さらに1976年からの実践的研究では、国土科学や環境科学といった「科学」のカテゴリーも越え、地域住民を加えた意思決定の問題などトランス・サイエンス的な要素を取り入れたものにまで移行していた。これは1990年代になって活発化するSTS教育の議論に20年ほど先んじていたとみなすことができる。

第三に、1960年代に顕著になったビッグサイエン

ス化、科学研究のプロジェクト化が、科学する主体のあり方を変える一方、古典的な価値に依存する科学教育に対する疑問が出始めていた。このことは必ずしも明確な自覚をもって一般的な科学教育実践に影響を与えたとは言いがたいが、従来の「科学史と科学教育」という問題群に加えて、1970年代の公害教育や環境教育、災害教育などの分野の実践にみられる「科学と社会」という科学論的な要素が底流に自覚されていたことは疑いないと思われる。

附記および謝辞

本稿は2013年度冬学期から2014年度冬学期にかけて小国喜弘教授のゼミにおいて発表した報告をまとめたものである。研究に際してお世話になった以下の方々にお礼申し上げます。

島津康男名古屋大学名誉教授には数度にわたるインタビューに際してぶしつけな質問にもいねいに答えていただき、熊澤峰夫名誉教授には島津氏のインタビューをアレンジするだけでなく資料を提供してくださいました。小国先生ならびにゼミの参加者のみなさまには寛大にも発表の機会を与えてくださり刺激的な議論の場を経験できました。また立教大学の吉岡有文氏には物理教育における現代化運動についてご教示いただきました。受入教員である金森修先生には終始ご意見や激励をいただき、奥村大介氏には原稿をまとめるに際してアドバイスをいただきました。なお、名古屋におけるインタビューにはJSPS科学研究費補助金 23320005 基盤研究(B)「地球惑星科学の哲学の基盤構築」(研究代表者：青木滋之、平成25年度) および東京大学地震研究所・京都大学防災研究所平成26年度拠点間連携共同研究「先駆的研究者のオーラルヒストリーから探る地震・火山分野の人材育成モデル」(研究代表者：林 能成)より援助を得ました。感謝申し上げます。

注

- 1) 渡邊誠一郎・楡山哲哉・安成哲三 編『新しい地球学：太陽-地球-生命圏相互作用系の変動学』(名古屋大学出版会、2008年)、325-326頁。
- 2) 倉林三郎・竹越 智『日本の地学教育の歩み——戦後編(1945年～2000年)』(地学団体研究会、2004年)は民間教育運動の資料をていねいに拾いあげて通史を編んでおり、林 慶一「戦後の日本の地学教育の流れ」、『第四

- 紀研究』、50巻別冊、2011年、S521-S531頁は70年代のカリキュラム開発の性格を論じているが、両者とも科学的な議論におよばず、名古屋大学地球科学科のもった戦後地学教育史上の意義にも触れていない。
- 3) 金森 修「〈ポスト・三・一・ワールド〉のためのあとがき」、『新装版 サイエンス・ウォーズ』(東京大学出版会、2014年)、459-480頁 の科学論史をふまえた論考を参照(とくに472-478頁)。「規範的視点の回顧や回復、規範的視座設定の新たな確保」が強調されている(478頁)。
 - 4) 真船和夫『戦後理科教育研究運動史／科教協の軌跡』(新生出版、1979年)、とくに第6章。結局1958年の学習指導要領の改定で、生活理科は系統理科に転換した。板倉聖宜『増補 日本理科教育史(付・年表)』(仮説社、2009年)、441-446頁 参照。なお岩城正夫は、学習指導要領の系統性は、「個々の教材を、すべての生活單元からいったん切り離してばらばらに分解し、それを戦前の中学校教科書式の配列に似せてならべ変えたにすぎない」として、科教協の主張した「子どもの認識の発展過程を考慮する」系統性ではなく「系列化」とでも言うべきものだと主張している(日本科学史学会 編『日本科学技術史大系 第10巻 教育く3』(第一法規、1966年)、470頁)。
 - 5) D. M. Donahue, "Serving Students, Science, or Society? The Secondary School Physics Curriculum in the United States, 1930-65," *History of Education Quarterly* 33(3), 1993, 321-352, p.328.
 - 6) *Ibid.*, p.338
 - 7) 1958年に全国理科教育大会で吉本市による紹介が行われ(編集部(文責吉本)「PSSCコース研究会について」、『日本物理教育学会誌』、9巻1号、1961年、57頁)、1960年にパリで開催された国際物理教育会議の出席者のあいだで認知されていた(「座談会—「国際物理教育会議に出席して」」、『日本物理教育学会誌』、8巻4号、1960年、186-221頁、とくに198-202頁)。なお翻訳された『PSSC物理』の出版は1962年(山内恭彦ほか訳、岩波書店)、改訂された第2版も1967年に訳出されている。
 - 8) 高校現場の教師たちが、ただ受容するだけでなく、積極的に独自プランをつくっていき動きにつながった。大学と高校の教員の集まりとして、三輪光雄「高等学校物理教育カリキュラム研究会について」、『物理教育』14巻3号、1966年、177-180頁。物理教育学会の呼びかけで1965年から翌年にかけて40数名が5回の会議を行いカリキュラム開発についての見解をまとめた。高校教員の集まりとして、東京NPC委員会(物理)「新しい高校物理カリキュラム「東京NPCプラン」について」、『物理教育』15巻3号、1967年、147-154頁。日本理化学協会(東京都理化教育研究会の特設委員会として1966年より10名の委員で活動開始、「学習指導要領を離れて、広い立場から」(147頁)具体的に複数のカリキュラムを提案した。
 - 9) たとえば、新指導要領案の中間発表(1970年5月6日)への意見集約結果を紹介した文部省初中局高等学校教育課の大塚は「東京NPCプラン」にも言及し、「高等学校の物理については・・・基本的な線である程度の共通理解がされていた」という認識を示した(大塚誠造「高等学校の「基礎理科」と「物理I」「物理II」の内容構成等について」、『物理教育』、18巻3号、1970年、176-181頁、引用は180頁)。
 - 10) 大塚明郎・芦葉浪久「科学研究費 特定研究 科学教育の新しい研究方向について」、『物理教育』18巻3号、1970年、182-184頁。研究課題には「地学教育の新しい教授体系と教授案の立案(渡部班)」も含まれていた。1971年以降については、大塚明郎「昭和46年度文部省科学研究費特定研究科学教育研究について」、『物理教育』、19巻3号、222-226頁。研究課題の一つに研究代表者 渡部景隆で「中等教育における地学領域のカリキュラム研究」がある(224頁)。
 - 11) その衝撃と批判的受容の姿勢は、板倉聖宜「物理教育を革命する教科書——アメリカのP. S. S. C.の運動」、『科学朝日』、1961年12月、99-104頁 の文章に見てとれる。
 - 12) 大塚明郎「オーガナイザーとしてみた日米セミナーHPPについて」、『物理教育』、19巻3号、1971年、163-164頁。なお、教科書は『プロジェクト物理』としてコロナ社より出版された(1977-1985年、全6巻、渡辺正雄ほか監修)。
 - 13) 広重 徹「物理教育における物理学史の役割に関する国際作業セミナー」、『物理教育』、19巻2号、1971年、111-114頁。
 - 14) 渡辺正雄「新しい科学教科書SISCONについて」、『物理教育』25巻1号、1977年、25-26頁。
 - 15) 小川正賢ほか訳『科学・技術・社会(STS)を考える—シスコン・イン・スクール』(東洋館出版社、1993年)。
 - 16) 山田俊弘「「地学」とは何かをめぐる問い：戦中・戦後の地質学者による地学教育論」、日本科学教育学会年会論文集、37巻、2013年、448-449頁。
 - 17) この時期の経緯はつぎが詳しい。木村達明・林 明「戦後の地学教育と研究の動向 および人間形成の一環と

- しての理科教育に関する一試行、『地学教育』30巻1号、1977年、15-32頁。
- 18) 羽賀貞四郎・尾又利一「ESCP地学の概観」、『地学教育』20巻1号、1967年、1-36頁。*Investigating the Earth*というタイトルのテキストと教師用ガイドが出版された(1965年の第2版を確認)。“The Dynamic Earth”, “Earth Cycles”, “The Earth’s Past”, “Earth and the Universe”の4つのユニットからなる。
- 19) 一例として『科学の実験』の1965年2月号は、「新しい地学教育の試み——ESCPとその周辺」という特集を組み、以下の論説を掲載している。都城秋穂「アメリカにおける地学教育改革運動——ことにESCP運動について」、島村福太郎「ESCPと天文学」、大森昌衛「ESCPと地質学」、羽鳥謙三「ESCPと日本の地学教育との対比」、浜島尚「アメリカの地学教科書」、倉林三郎「現場教師のみたESCP」、酒井直治「天文・地球物理の立場から」、島津康男「地学教育への提言」、平沢進「ソビエトの地学教育」。島津はここではとりたててESCPの評価をおこなっていない。
- 20) 倉林・竹越、前掲書(注2)、2004年、186-187頁。
- 21) 「ESCPは評判がよくないそうだが、hydrologic cycle、petrogenic cycleの分け方は、筆者の地球科学観からすると理想的である」という言及がある。つぎを参照。島津康男「数に強い地球科学研究者を作るために——地球科学教育のcase history」、『地球科学』、23巻1号、20-24、21頁。
- 22) 島津康男・杉本大一郎・牧野融・平瀬志富・斉藤邦三『高等学校地学I』、学校図書、1972年；改訂版、1975年、216頁。島津によれば全体的下書きは一人で書いたとのことである。教科書の詳しい分析は、山賀進「島津康男の高校地学教科書と地学の再編」、日本地球惑星科学連合大会アブストラクトMZZ41-08、2013年。
- 23) たとえば鹿沼のつぎの論説を参照。鹿沼茂三郎「地学教育論序説」、『地学教育』20巻3号、1967年、69-73頁。だが鹿沼の論は次第に思弁化していったようである。
- 24) 林、前掲論文(注2)、S28頁。
- 25) 竹内均・島津康男『現代地球科学 自然のシステム工学』(筑摩書房、1969年)。副題にある通りシステム制御の思想を内包していた。なお本書は実質的には島津の単著という。カリキュラム開発への影響についてはつぎを参照。特定研究システム班「中等教育における地学領域のカリキュラム研究 第2部 高校地学カリキュラム III. システム地学カリキュラム」、『地学教育』、29巻2号、1976年、29-41；3号、63-76；4号、93-103頁；牧野融「システム地学から地球システムの科学へ——環境科学としての地学の教育体系開発についての提言」、『地学教育』、31巻3号、1978年、83-87頁。
- 26) 特定研究システム班(注25)、2号、31頁；4号、98-99頁。
- 27) 倉林・竹越(注2)、258-259頁。
- 28) 出身地は、著作によって、熊本、京都、東京という異なる記載がある。ご本人の話では、出生は熊本で、父親の転勤のため、6ヶ月で京都に移り本籍は京都とのこと。なお、小学校は京都で入学するが、東京、鹿児島、松本と転校し、中学校は松本、小樽、福岡と変わっている。1945年第五高等学校卒業。島津康男『島津奔る 増補版』(私家版、2010年、132頁)、10-11頁。
- 29) 名古屋大学地球科学科の歴史については、『名古屋大学五十年史』における水谷伸治郎の記述を参照(名古屋大学史編集委員会『名古屋大学五十年史 部局史一』(名古屋大学、1989年)610-619頁)。また関係者からの聞き取りの試みとして、青木滋之「名大地球科学科の黎明期—オーラル・ヒストリーの記録(1)」、『会津大学文化研究センター研究年報』、19号、2010年、87-99頁がある。
- 30) 島津康男『地球の進化』(岩波書店、1967年)、299頁。名古屋大学での経験をもとにした地球科学あるいは地学教育の状況に対する批判はつぎの論説でもみられる。島津康男「地球科学の将来」、『科学』、34巻8号、1964年、402-407頁；「地学教育への提言」、『科学の実験』、16巻2号、1965年、41-45頁。
- 31) 島津(注28)、24-26頁。
- 32) 島津康男「数に強い地球科学研究者を作るために——地球科学教育のcase history」、『地球科学』23巻1号、1969年、20-24頁。
- 33) 島津(注28)、25頁。
- 34) 島津(注28)、8頁。
- 35) 竹内・島津(注25)、259頁。
- 36) 島津康男『国土科学』(日本放送出版協会、1974年)、19頁。
- 37) たとえば、島津康男・岸保勘三郎・高野健三『自然の数理(数理科学シリーズ12)』(筑摩書房、1975年)参照。
- 38) 島津康男『国土学への道——資源・環境・災害の地域科学』(名古屋大学出版会、1983年)、2頁。
- 39) 島津(注36)、199-200頁。
- 40) 島津康男『環境アセスメント』(日本放送出版協会、1977年)、15-96頁。
- 41) 島津(注38)、82-83、123頁。

- 42) 島津康男『環境アセスメント——原則と方法(スコープレポート 1)』(環境情報科学センター、1975年)。SCOPE については同書の福島要一による解説参照(IV-VII頁)。
- 43) 島津康男『環境の設計——自然・生物・人類システムの整合』、島津康男・宮脇 昭・北川敏男『環境論(講座 情報社会科学10)』(学研、1972年)、13-81頁、とくに60-61頁。
- 44) 島津(注38)、3頁。
- 45) 島津(注38)、4頁。
- 46) 島津康男『環境学(Environmentology)——とくにその大学院教育』、『環境情報科学』7巻1号、1978年、112-116頁；島津(注38)、187-196頁。
- 47) 島津康男『地球を設計する——社会地球科学の提唱』(科学情報社(大阪)、1970年)。
- 48) のちに同様の名称「社会地球科学」で岩波講座「地球惑星科学」第14巻(島海光弘ほか、岩波書店、1998年)が編まれることになる。
- 49) 島津(注47)、195頁。
- 50) 「地球トータルシステムの制御の根本方針は資源・環境の統一的制御である」とある(島津、注47、188頁)。
- 51) 島津(注47)、194頁。
- 52) 島津(注47)、175頁。
- 53) 島津(注47)、178-179頁。図は179頁。
- 54) 島津(注47)、179頁。
- 55) 島津(注47)、180頁。
- 56) 広重 徹『戦後日本の科学運動』(中央公論社、1960年、3版、1971年)。
- 57) 広重(注56)、113-114頁。こうした民科指導部の分析は、日本共産党科学技術部が1946年11月に発表した「日本の科学・技術の欠陥と共産主義者の任務」という文書(“科学・技術テーゼ”とよばれるもの)がもとになっていた。
- 58) 広重(注56)、133頁。
- 59) 広重(注56)、143頁。
- 60) 広重(注56)、148頁；島津(注28)、18頁。なお広重の政治的な立場については、復刊本の解説を書いた吉岡 斉が「ラディカルな社会民主主義の観点から資本主義社会の民主的改革を進める立場」あるいは「構造改革派」むしろ「ニューレフト」に近いと述べている(吉岡 斉「解説」、吉岡 編『広重徹 戦後日本の科学運動』(こぶし書房、2012年)、287-305頁、とくに291頁)。
- 61) 広重の議論に対する批判は、大沼正則・藤井陽一郎・加藤邦典『戦後日本科学者運動史(上)』(青木書店、1975年)、192-195頁 参照。
- 62) 柴谷篤弘『反科学論——ひとつの知識・ひとつの学問をめざして』(筑摩書房、1998年)〔みすず書房、1973年〕。
- 63) 柴谷篤弘『私にとって「科学批判」とは何か』(サイエンスハウス、1984年)、9-10頁。柴谷のこの主題における2冊目の本の原題は『政治的科学批判』であり、『あなたにとって科学とは何か——市民のための科学批判』(みすず書房、1977年)として出版された。
- 64) 柴谷(注62)、第III部第2、3章。
- 65) 柴谷(注62)、126頁。
- 66) 柴谷(注62)、79頁。
- 67) Cf. A. M. Weinberg, “Science and trans-science,” *Minerva* 10(2), 209-222.
- 68) 柴谷(注62)、225頁。
- 69) 小林傳司『トランス・サイエンスの時代 科学技術と社会をつなぐ』(NTT出版、2007年)、第4章1節。
- 70) つぎの諸論考を参照。栗田一良「アメリカにおける理科教育の現状と動向(1)——総括的展望」、『日本理科教育学会研究紀要』23巻2号、1982年、47-56頁；森本信也「アメリカにおける理科教育の現状と動向(2)——探究学習を中心にして」、『日本理科教育学会研究紀要』23巻2号、1982年、57-64頁；森本信也「アメリカにおける理科教育の現状と動向(3)——科学、技術及び社会との関連性を志向した中等理科カリキュラムに関して」、『日本理科教育学会研究紀要』23巻3号、1983年、91-99頁。
- 71) 霜田光一・沼田真ほか『高等学校 理科I』、学校図書、327頁；大来佐武郎・高橋進・武者小路公秀ほか『高等学校 現代社会』、好学社、1981年、315頁。島津は「社会と科学の接点は、私の教育原則でしたが、それが自然に市民と科学に移行」したと述べる(2013年12月13日付筆者宛て電子メール)。
- 72) Y. Shimazu, “Social and Economic Influences in Curriculum Change in Japan—Case History of Environmental Education,” *Environmental Education and Information* 1(2), 135-141, p.138.
- 73) 里深文彦「見失われた科学教育を求めて」、『もうひとつの科学・もうひとつの技術』(現代書館、1985年)、208-218頁、とくに210-211頁〔初出：『地方政治』1983年5月〕。
- 74) この点にかかわって、1970年代に「教育実践」という用語の脱政治化が進行したという以下の小国の指摘はきわめて示唆的である。科学教育の領域ではそれはカリキュラム開発が共通の場を提供して進行した可能性が

高い。小国喜弘「教育実践の歴史性——戦後教育の転換に焦点をあてて」、『東京大学大学院教育学研究科基礎

教育学研究室研究紀要』40号、2014年、143-153頁、とくに147-148頁。