

地域素材を活用した地学の学習 (1)

— 堆積相解析の適用とその意義 —

山崎博史・永田雄一¹・林 武広・鈴木盛久

(2006年10月5日受理)

Geoscience teaching using local geological materials (1)

: Application of sedimentary facies analysis and its educational implication

Hirofumi Yamasaki, Yuichi Nagata, Takehiro Hayashi and Morihisa Suzuki

We planned to make a new teaching program to which the sedimentary facies analysis is applicable. Sedimentary facies is defined by the feature of grain size, fossils, and sedimentary structure. The mode of facies analysis is as the following procedures. At first sedimentary layering is subdivided into constituent facies, and then facies of the strata are correlated with facies of the modern deposits for the estimation of depositional sedimentary environment. Sedimentary facies analysis was applied in investigating sedimentary environment of the Quaternary Saijo Formation in the Saijo and Kurose basins and their surrounding areas. Experience of procedure of facies analysis is expected to be a basis of knowledge and ability of the searching activities in science learning.

Key words: local geological materials, sedimentary layer, Saijo Formation, facies, facies analysis

キーワード：地域素材，地層，西条層，堆積相，堆積相解析

1. はじめに

小・中学校の地学に関する学習では，野外観察の意義が見直され，それを学習課程に取り入れることが必要とされている。野外観察を授業に取り入れるには，素材研究として，観察対象の綿密な事前調査が必要である上，それらの教材化のための検討が重要である（松川ほか，1994）。

素材研究を行う時，地域素材の活用を図ることが望まれる。なぜなら，身近にある事象を学習の対象とすることは，児童・生徒の興味や関心を高めることにつながる（山手ほか，2000）と共に，教師にとっても，様々な制約がある中で，身近にある（距離的に近い）という条件は重要であろうと考えられるからである。

ところで，小・中学校の教科書では地層の構成粒子

と堆積環境の関係についての一般論が示されている。そこでは両者の関連がかなり単純化されており，身近にある実際の地層に当てはまらないという印象を受ける場合も多い。したがって，地域素材を活用する時，こうした点を十分に考慮することが必要となる。

本論では，筆者の一人永田が行った学校教育研究科修士論文研究（永田，2000）を基に，地域素材である西条層の堆積相解析による堆積環境の復元プロセスを地層関連学習に採り入れることの意義を検討した。

2. 堆積相解析

碎屑性堆積物の記載，つまりその特徴を表す時，層相を示す粒度による分類，主要な粒径，淘汰度および色調が用いられるのが一般的である。たとえば，黄白色細礫混じり細粒砂という表現法である。さらに，層相の他に堆積構造や含有化石の状況を組み合わせるこ

¹ハーバーベンソン株式会社

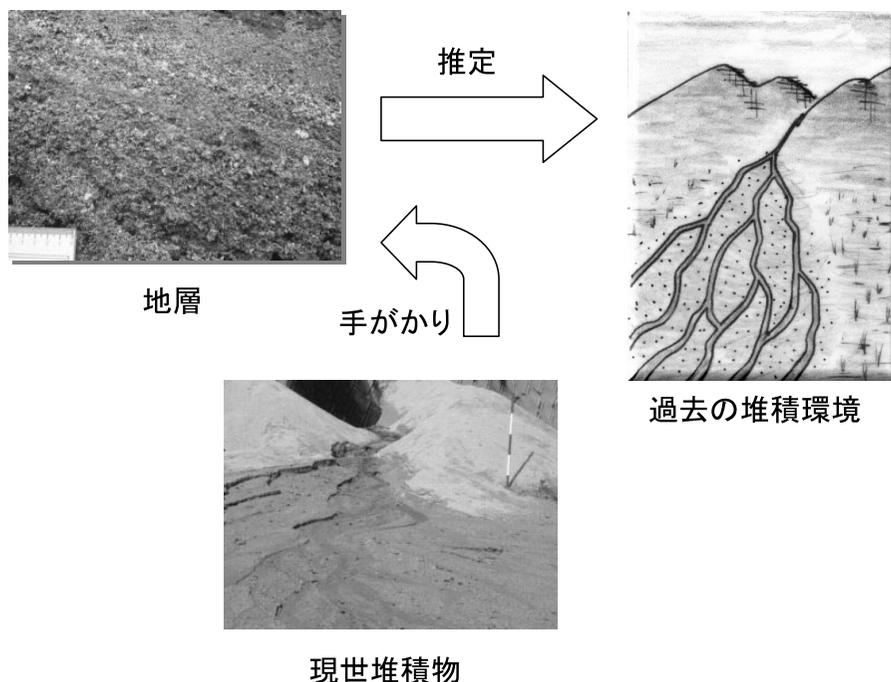


図1 堆積相解析の手順

とにより、その特徴をより一層詳しく示すことが可能であり、これを堆積相と呼ぶ。すなわち、堆積相は層相、堆積構造および含有化石の特徴の類似性に基づいた堆積物の区分単位であり、空間的な広がりをもつ特定の堆積環境で形成された堆積体と一致している。このようにして堆積環境を特定する際、現在進行しているさまざまな堆積現象とその結果としての現世堆積物の特徴の理解が基礎となる(図1)。

堆積相解析とは、累重した地層をいくつかの堆積相に区分し、さらに堆積相相互の累重関係を明らかにする地層解析法である。ある堆積相は特定の堆積環境を示すものであり、したがって堆積相の組み合わせ(堆積組相)を解析することにより、堆積環境の時間的変遷を推論することが可能となる。

3. 地域素材への堆積相解析の適用

3.1 西条・黒瀬盆地周辺の第四系研究史概要

西条盆地・黒瀬盆地およびその周辺の地形やそこを埋積する地層に関する研究は、これまでに、資源地質学的な検討や西条盆地構成層の理科学習素材としての検討も併せて、60以上の研究成果が公表されている。この中には、学術研究成果だけでなく、身近な自然についての理解を深めるための生涯学習の視点からの解

説書も多い(小川, 2001など)。以下では、地域素材として本研究で検討される西条層を中心に、これまでの研究成果の概略とその教材化の現状を整理する。

(1) 層序区分

黒瀬・西条・高屋周辺に分布する第四系は西条層、段丘・崖錐堆積物および沖積層に区分される(東元ほか, 1985; 水野・南木, 1986; 高木・水野, 1999)。また、段丘面や山麓の斜面や扇状地面を構成する地層・崖錐堆積物は2群に区分される。これらは上位段丘堆積物・古期崖錐堆積物および下位段丘堆積物・新期崖錐堆積物と呼ばれる(図2)。

従来西条盆地南部地域の第四系(沖積層を除く)に対して、西条湖成層(橋本・楠見, 1958)あるいは西条砂礫層(多井, 1964)と呼称されてきた。これらは西条盆地南部という限定された地域において、上記の西条層および段丘・崖錐堆積物を一括した地層に対比される(図2; 東元ほか, 1985)。なお、西条湖成層という名称は、広島県内の地質関連技術者や教育関係者を中心に一般にも良く知られ、現在でも用いられることもある。しかしその意味は本来の定義とは異なり、西条層として新たに定義された意味で用いられている。したがって混乱を避けるためにも、今後は西条層を用いることが妥当と考える。

東元ほか(1985), 高木・水野(1999)ほか [黒瀬・西条・高屋地域]		橋本・楠見(1958) [西条盆地南部地域]	多井(1964) [西条盆地南部地域]
崖 錐 堆 積 物	新 期	沖積層	
	古 期	下位段丘堆積層 (AT)	西条湖成層
		上位段丘堆積層	
	西条層		
—(市ヶ原)—			
—(保田)—			
—(国近)—			
—(椛原)—			
—(今田)—			
—(岡郷)—			
—(松谷)—			
—(楢原)—			

— () — : 火山

図2 層序

表1 西条層中の火山灰層 (東元ほか, 1985と鈴木ほか, 1996に本研究結果を加筆)

火山灰層	主要分布域	層厚 (cm)	色調・粒径	特徴	火山ガラス形状	屈折率 (火山ガラス)	重鉱物	屈折率 (斜方輝石)	フィッシュントラック 年代 (Ma) ・対比
市ヶ原	黒瀬町大多田	10-60	白-黄色・細粒	火山ガラスで構成され、重鉱物を極少量含む	直線状突起のある扁平型-中間型	1.498-1.499	斜方輝石・単斜輝石のほか黒雲母少量		
保田	黒瀬町市ヶ原、保田、松谷、呉市郷原町隠地	40	淡黄色-褐色 (風化部)、灰白色 (新鮮部)・細粒	火山ガラス主体でさらさらしている	扁平型-中間型	1.497-1.499	角閃石が多く、斜方輝石少量	1.707-1.724	
国近	黒瀬町大多田、宗近柳園、乃美産	2-5	桃色・細粒	最下部は中粒でゴマ塩状、火山ガラスが比較的多い	扁平型・曲線状突起のある中間型	1.501-1.503	角閃石・斜方輝石が多く、黒雲母少量	1.702-1.708	
松谷	黒瀬町大多田、宗近柳園、乃美尾	5-20	紫灰色・細粒 (粘土化)	著しく風化しており、ガラスはほとんど残っていない		1.504-1.505	斜方輝石・単斜輝石多い	1.700-1.709	
岡郷	黒瀬盆地全域	20-90	灰白色・中粒と細粒の互層	火山ガラス主体	気泡を含んだ中間型一粒状、褐色塊状 (10%)	1.500-1.502	斜方輝石・不透明鉱物が多く、黒雲母少量	1.700-1.707	0.57±0.09 : 褐火山灰層 (東元ほか, 1985) 0.56±0.12 : 郷原火山灰層 (鈴木ほか, 1996)
今田	西条盆地南部 (郷曾・上郷)	10-60	下部と上部 : 赤灰-黄褐色で重鉱物がゴマ塩状・中一細粒、中部と最上部 : 灰白色・細粒	全体に火山ガラス主体であるが、ゴマ塩状に見える部分は結晶が比較的多い	下部と上部 : 破片状の扁平型-中間型中部と最上部 : 薄手の扁平型-中間型	1.498-1.501	角閃石が多く、斜方輝石少量	1.702-1.709	
楢原	黒瀬町国近北部、楢原、岡郷、呉市郷原町	10-100	灰白色・中粒	火山ガラス主体	扁平型-中間型	1.497-1.500	角閃石・斜方輝石が多く、黒雲母少量	1.700-1.721	0.61±0.11 (東元ほか, 1985)

(2) 火山灰層

西条層には少なくとも7枚以上の火山灰層が挟まれており、下位から楢原、今田、岡郷、松谷、国近、保田、市ヶ原火山灰層と命名された (東元ほか, 1985)。これらの岩石記載学的性質の概要や3つのフィッシュントラック年代は表1のとおり整理される (東元ほか, 1985; 鈴木ほか, 1996; 高木・水野, 1999)。なお、呉市郷原町隠地で見出され郷原火山灰層と命名された火山灰層は、岡郷火山灰層に対比される (鈴木ほか, 1996)。

(3) 教材としての研究

東広島市の小中学校の教員で構成される研究グループは、西条層露頭の教材化と授業実践を詳しく報告した (大藤ほか, 1978; 1980; 1983)。これらはその後

の授業研究の基礎的資料とされてきた。しかしながら、最近の土地開発などにより露頭状況は大きく変化し、報告の内容を実践することは困難となっている。また報告以降、教育課程も改定を重ねられている。こうした状況の下、前述した最近の地質学的研究成果の蓄積もふまえた、新たな教材の開発が必要とされている。

3.2 西条層の堆積相解析

西条盆地南部から黒瀬盆地に分布する西条層について、特に岡郷火山灰層を挟む層準の堆積相解析を行い、岡郷火山灰層堆積時の堆積環境の復元を行った (永田, 2000)。以下にその概略を述べる。

(1) 現世堆積物の観察

地層から古環境を復元するための裏づけとして、西

略号	模式図	柱状図の模様			粒度 淘汰度 堆積構造	その他の 特徴	推測される 堆積環境
		粘土	砂	シキ			
F1					粘土～細粒砂 よい 一部にトラフ状ラミナ	白い	帯水域 洪水堆積物
F2					粘土～細粒砂 悪い 塊状	極粗粒砂～ 細礫を含む	帯水域
F3					粘土 よい 塊状	茶色・緑っぽい 灰色、炭質 物多い	湿地 浅い帯水域
G1					細礫 悪い 塊状	下位の粘土を 含むことがある	細礫の供給源 に近い帯水域
G2					中礫～大礫 悪い 塊状	基質は粘土 ～中粒砂	崖錐堆積物
G3					アルコース礫 よい 時々、平板状ラミナ	基盤の花崗 岩と区別が つきにくい	ファンデルタ 風化花崗岩 の崖
Gr					細礫→極細粒砂 上部はよい 上方細粒化	最も典型的な 層相	蛇行河川の 流路
S1					中粒砂～粗粒砂 よい 一部、平板状ラミナ	粘土を含ま ない	流路堆積物
S2					中粒砂→極細粒砂 普通 上方細粒化	Grの上部と同 様	蛇行河川の 流路？

図3 西条層の堆積相

条盆地の川や池で現在堆積している堆積物を調査した。黒瀬川の定点観察においては、降雨による増水前後の様子を観察した。その結果、河川堆積物が堆積・侵食を繰り返していること、上方細粒化層が形成されそれらが累重していることおよび平板状クロスラミナの形成過程が確認された。

七つ池の堆積物調査では、帯水域での泥質堆積物とそこに流入する細礫を含む砂質堆積物が示す特徴的な堆積構造が、西条層に見られる堆積構造と非常に似通っていることが確認された。

(2) 堆積相の区分

露頭での地層観察によって詳細な堆積柱状図作成した。次にそれに基づいて、粒度、淘汰度および堆積構造の特徴により9つの堆積相を識別した(図3)。

(3) 堆積組相の区分

観察した露頭のうち、岡郷火山灰層が露出する露頭および同層準と判断される露頭において、堆積相の組み合わせを比較した。その結果、主に4つの堆積組相が識別され、それぞれの堆積環境が推定された(図4)。

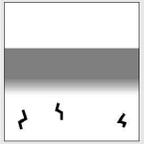
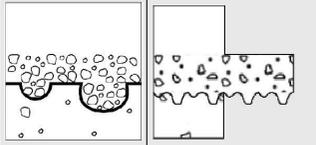
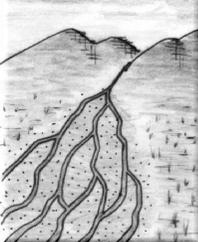
分類の名前 イメージ図	説明		流路1	流路2
	模式図	柱状図		
帯水域1 	厚い粘土～シルト層。 湖などの安定した帯水域であったと考えられる。 植物の根の化石を含むことがあるので氾濫原堆積物と思われるところもある。			細礫からシルトの上方細粒化を繰り返す。砂層部分には、側方付加の構造が見られることもあり、蛇行河川の特徴を示す。
帯水域2 	粘土層と砂礫層の互層。 砂礫の供給源から近い帯水域であったと考えられる。 急激な礫の供給を示す、荷重痕や、未固結の粘土層に沈み込んだ礫が見られる。			淘汰のよい砂～礫層の繰り返し。平板状ラミナが発達しており、網状河川の特徴を示す。

図4 西条層の堆積相組み合わせ

4. 堆積相解析手法を用いた地層学習

4.1 堆積物粒子から堆積構造へ

堆積相解析という手法は、上述したように、地層を構成する堆積物の層相だけでなくそれらの集合体としての堆積構造、さらに含有化石との組み合わせによって特徴付けられる堆積相を識別することが重要となる。

層相記載においては、堆積粒子の特徴の把握に重点が置かれる。これは地層観察の最も基本的な事項である。しかしながら、実際には粒子にだけ目を向けるということはありません。粒子の配列が示す各種の縞模様(堆積構造)など、堆積物の集合体としての特徴に注意が向けられる。つまり堆積物を単層という一つの単位で把握することであり、また、そうしたとらえ方が重要となる。

ところで小学校学習指導要領では、地層の様子と川原の様子を比較して、地層は水の働きによってできたものであることを理解させる内容が盛り込まれている。しかしその記述をみると、地層に見られる「角の取れた丸い形の礫や砂など」の特徴が「流れる水の働きによってできた川原の石によく似ている」ことを観察することになっている。つまり、地層を構成する粒子の大きさや形状に注目するだけで、その粒子の集合体が形成する堆積構造については触れられていない。

児童が地層を見る時、最初に目に付くのは堆積物粒子が織り成す縞模様であろう。つまり堆積物があるま

とまった集合体として見る方が、一つ一つの粒子に注目することより自然なことであり、またそうした縞模様は川原の堆積物にも容易に見出される。したがって、地層が流れる水の働きでできたものであることを児童に理解させる時、粒子の形状だけでなく堆積構造の観察を加えることが強く望まれる。また、堆積構造の多様性や美しさを詳しく観察することによって、自然への親しみや自然に対する関心を高めることも期待できよう。

4.2 堆積相解析手法適用の意義

堆積相解析は、地層の堆積相を詳細に検討し、堆積環境を推定するという作業である。その際に、現世堆積物の堆積相を手がかりにするというプロセスを経ることが重要で、これにより過去の堆積環境の復元は比較的容易になると共にその精度も上がると考えられる。

例えばある露頭に露出する西条層の堆積環境を推定することにしよう(図5)。まず層相の詳細な観察を行う。その結果、粘土層と砂礫層の互層からなり、荷重痕や礫が粘土層中に沈み込んでいるという特徴的な層相が見出される。次に、堆積環境推定の手がかりとするために、七つ池での現世堆積物の層相の観察結果との比較検討を行う。その結果、帯水域、その中でも砂礫の供給源となる川の流入口付近において、池底の粘土の上に川から運び込まれた砂礫が重なり、西条層と同様の特徴を示す堆積物が確認された。このように、

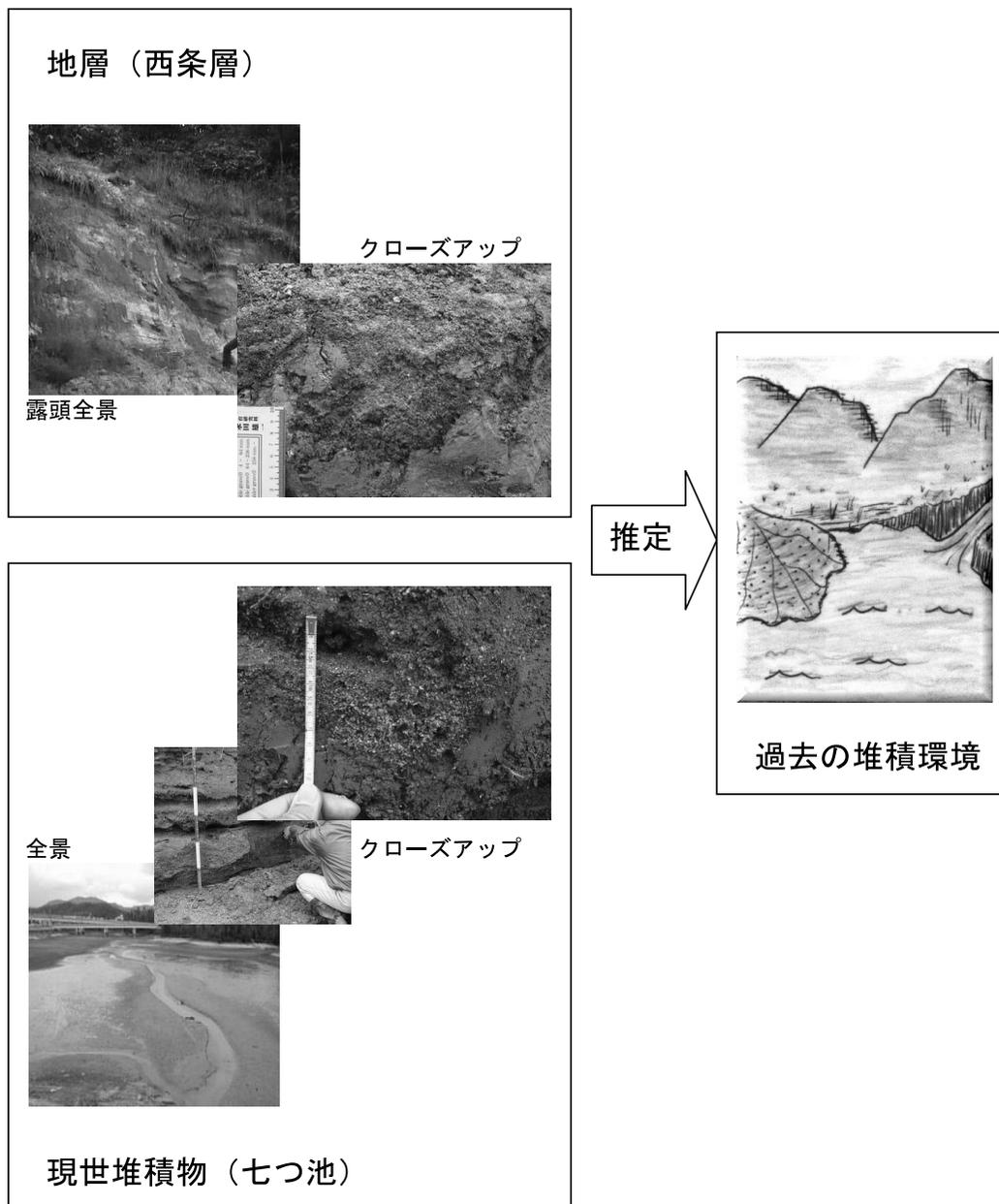


図5 堆積相解析の例

地層の堆積相と現世堆積物のそれとの比較検討の結果、この地層の堆積環境は砂礫の供給源から近い帯水域であったと推定される。

地層から過去の環境を推定すること、すなわち堆積相解析は、自然現象の因果関係を追及するという高度な知識や技能を必要とする。逆に言えば、地層の様子と過去の堆積環境という、一見無関係に見える自然現象の相互的な因果関係を探る一定のプロセスを経験す

ることは、科学的方法や思考力を培うことにつながるものと考えられる。また、こうした試みを重ねることは、まさに問題解決能力や総合的なものの見方の育成に発展することが期待される。

以上の観点から、今後地層学習に堆積相解析手法を適用した学習プログラムの検討を進め、西条層という地域素材を活用した教材の開発につなげていきたい。

【文 献】

- 橋本雅巳・楠見 久(1958)西条湖成層の層序について. 日本地質学会西日本支部報告, 22, 1.
- 東元定雄・松浦浩久・水野清秀・河田清雄(1985)呉地域の地質. 地域地質研究報告, 5万分の1図幅, 地質調査所, p.93.
- 松川正樹・馬場勝良・林 慶一・田中義洋(1994)地質の野外実習教材の開発の視点. 地学教育, 47, 99-109.
- 水野清秀・南木睦彦(1986)広島県西条盆地南部の第四系層序. 地質調査所月報, 37, 183-200.
- 永田雄一(2000)西条盆地における新生界の地質学的研究とその教材化. 広島大学大学院学校教育研究科修士論文抄, 19, 229-232.
- 小川清三(2001)70万年前の西条盆地. 図説 東広島・竹原・呉の歴史, 26-27. 郷土出版社.
- 大藤光夫・小川清三・兼山宥二・財満 健・日垣明之・藤井孝昭・前原敏雄(1978)西条湖成層の研究とその教材化 その1. 昭和52年度広島県教育研究奨励金による研究報告, p.46.
- 大藤光夫・小川清三・兼山宥二・財満 健・日垣明之・藤井孝昭・前原敏雄(1980)西条湖成層の研究とその教材化 その2. 研究報告書, 27.

- 大藤光夫・小川清三・兼山宥二・財満 健・日垣明之・藤井孝昭・前原敏雄(1983)西条湖成層の研究とその教材化 その3. 研究報告書, p.79.
- 鈴木盛久・寺岡明文・林 武広・寺岡易司(1996)広島県呉市郷原町から見いだされた第四紀火山灰層について. 広島大学学校教育学部紀要第2部, 18, 99-106.
- 多井義郎(1964)新生界. 広島県地質図説明書, 広島県, 103-123.
- 高木哲一・水野清秀(1999)海田市地域の地質. 地域地質研究報告, 5万分の1図幅, 地質調査所, p.49.
- 山手圭子・鹿江宏明・林 武広・白根福榮(2000)生徒の学習意欲を喚起する理科授業の創造. 中学教育(広島大学附属東雲中学校紀要), 第32集, 55-63.

【謝 辞】

大阪市立大学理学部(当時)の吉川周作教授および片岡香子氏には, 西条層の火山灰分析に当たり, 火山ガラスの屈折率測定を含め様々な点についてご指導・ご助言をいただいた。また本研究には平成11年度学園都市づくり推進事業補助金(学園都市づくり交流会議: 東広島市)を使用した。以上の皆様に感謝申し上げます。

