建築系複合領域分野の初学者にみる環境要素の実測・演習の導入効果

ー 建築環境設計の授業プログラムの開発と実践 その1 ー

INSTALLATION EFFECT OF FIELD MEASUREMENT AND PRACTICAL EXERCISE ON ENVIRONMENTAL ELEMENTS UPON ARCHITECTURAL BEGINNERS IN COMPOSITE REGION

Development and practice of educational program for architectural environmental design: Part 1

高田 真人*, 谷口 新**, 梅干野 晃***

Masahito TAKATA, Shin TANIGUCHI and Akira HOYANO

For enhancing the general level of understanding toward architectural environmental design, it is important not only for ordinal architectural students but also for architectural beginners in composite regions to imagine environmental elements in their design. In this study, as a means of addressing this issue, educational program, in which field measurement on thermal environment and practical exercise on ultraviolet environment was introduced for the discovery of environmental elements in living areas, had been developed and conducted for architectural beginners in composite regions. The results confirmed that the program successfully enhanced students' discovery on environmental elements even if it is very simple. On the other hand, some areas were highlighted for improvement with regards to the content of the lectures and reports in the program.

Keywords: Architectural environmental design, Educational program, Composite regions, Architectural beginners, Field measurement and practical exercise

建築環境設計, 授業プログラム, 複合領域分野, 建築系初学者, 実測・演習

1. はじめに

地域の気候特性やポテンシャルを活かすバイオクライマティックデザインのの一つとして周辺環境の特性を踏まえた空間設計を目指す建築環境設計がある。筆者らは、3D-CAD 対応熱環境シミュレータ¹⁾(以降、シミュレータ)を用いた建築環境設計に関する一連の研究を行っている^{2), 3)}。大学院生を対象に授業プログラムを開発・実践した研究では、アンケート調査よりその効果を確認している^{4), 5)}。しかしながら中にはシミュレータが出力した設計案の環境を具体的にイメージ出来ず、あたかもテレビゲームのように、計算結果を調整するためだけに壁面緑化等の対策を施す学生もみられた。したがって建築環境設計の教育を進める上で、シミュレーションによる環境要素の可視化と同時に、環境要素を学生に理解させる、つまり環境の形成過程における関係を環境要素ごとに理解させ、更にシミュレーション結果と結びつけて納得させる必要性が明らかとなった。そのためにもまずは環境要素ごとに環境と関係があることを学生に気づかせる必要がある。

1.1 環境要素を理解させる教育手法に関する既往研究

学生に環境要素を理解させる教育手法の開発に関する研究として、以下のものが挙げられる。

専門教育機関では、大西ら(2011)⁶⁾及び澤田ら(2014)⁷⁾による建築学科の学部生を対象とした授業プログラムの開発と評価が挙げられる。大西らによる研究は、一つの建物を構法・環境・構造について包括的に学習することを目的に、設計製図の授業に構造解析ソフト、3D-CAD、環境解析ソフトを導入し、各ソフトの特徴及びソフト間のデータの連係を活かした演習授業プログラム(授業名:デザイン・シミュレーション)を開発・実践し、問題点を明らかにすることでプログラムを評価している。一方、澤田らによる研究は、開発したe-learningシステムにBIM・ICTツールを連携させることで環境情報が見える化し、学生自身による気づき・発見を促す教育システムを新たに開発した。その上で包括的・統合的な建築設計のアクティブ・ラーニングを実践し、効果を確認している。

小中学校など義務段階の教育機関では、環境に関する理解を深めるための教育プログラムとして田中ら(2011)⁸⁾による小学生を対象としたエコスクールの授業プログラムの開発が挙げられる。この研究は学校施設の物理的な機能の整備だけでなく、その特性に対応した体系的・継続的な人材育成を目指し、住環境学習プログラムを小学校教員と共に開発・運用し、評価すると共にその問題点を精査している。

本論文は既発表文献^{1), 2)}で報告したものに新たな解析結果を加え、加筆・修正し、再構成したものである。

* 熊本大学 助教・博士(工学)

** 大妻女子大学 非常勤講師・博士(工学)

*** 東京工業大学 名誉教授・工博

Assist. Prof., Kumamoto University, Dr. Eng.

Lect., Otsuma Women's University, Dr. Eng.

Emeritus Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

1.2 建築系複合領域分野への着目

大西ら（2011）⁶⁾や澤田ら（2014）⁷⁾は設計者側の視点からの環境に配慮した建築のデザインを、田中ら（2011）⁸⁾は利用者側の視点から対象者の生活空間の環境要素に関する知識や意識の向上を目的に、それぞれ授業プログラムを開発したといえる。一方、近年は建築学分野以外の他分野の科目がカリキュラムにある中で設計や空間デザインに関連する授業があり、卒業時に二級建築士の受験資格(学歴要件)を保証する複合領域分野（以下、建築系複合領域分野）を有する大学は全国に60校存在する^{註1)} (Table1)。これらの教育機関では卒業後に必要な実務経験要件（教育機関により必要年数が異なる）に応じて建築に関連する科目（国土交通大臣が指定する建築に関する指定科目）が設置されている。一方、一級建築士の受験資格（学歴要件）を保証する建築学分野を有する大学は全国に110校あり、同一教育機関内に建築学分野と建築系複合領域分野が存在する大学はさらに18校存在することを踏まえると、建築系複合領域分野について考察する意義は少なくないと考えられる。当該教育機関の学生に対応した建築環境設計の授業プログラムの開発は、生活空間の環境要素に対する利用者側の理解や意識の向上、環境への設計者側からのアプローチの促進、の両面から社会的に重要と考える。

1.3 本研究の目的

本報では建築系複合領域分野の学生を対象に、生活空間の環境要素を定量的に把握させ、環境要素ごとに環境とデザインの因果関係を理解させる建築環境設計の教育プログラムの開発を目指す。その第一段階として簡易実測と演習を通して、生活空間の環境要素に気づかせることを目的とした初学者用の授業プログラムを開発・実践し、効果と問題点を考察する。

2. 本授業プログラムの基本構成

2.1 授業プログラム全体の区分

初学者向けの建築設計教育プログラムに関する既往研究として、2011年に日本建築学会教育賞を受賞した川北らによる「ステップ・バイ・ステップ方式を用いた初学者向け建築設計教育プログラムの実践と教科書の出版」が挙げられる^{9) 10)}。上記プログラムは、基本設計段階で行われる一連のプロセスを6段階のステップに区分し、各ステップで学習目標と作業手順を明示し、クリアさせることで、設計に必要な基礎知識を全学生に習得できるように配慮している。小学生を対象としているが田中ら（2011）⁸⁾も同様の授業構成としている。したがって建築系複合領域分野の初学者に周辺環境要素を気づかせる場合も、各ステップで学習目標と作業手順を明示した

上で、クリアさせる授業構成は有効と考える。

なお複合領域分野の学生を対象とするため、通常の建築系学生を対象に実施する場合と異なり、授業導入時に環境と建築デザインに関する予備知識の付与を目的とした助走期間が必要と判断した。

以上より、本授業プログラムは、開始時に知識を補填する助走期間のステップ（ステップ1）、取り扱うテーマ毎に授業及び提出された各種レポートより学生に周辺環境要素に気づかせるステップ（ステップ2～4）、最終レポート及び理解度の調査による知識の確認と授業プログラムの評価を目的としたステップ（ステップ5）、に分割する。なお学生の属性と環境要素への理解度は、授業初回と最終回に実施する確認シート（節4.3.3で後述）より把握する。

2.2 各ステップ内の区分

筆者らによる一連の授業プログラム^{1) - 5)}が表面温度分布を中心に扱っていることを踏まえ、本授業プログラムでは屋外と屋内の温熱環境を取り扱うテーマとして、学生に環境要素への気づきを促す。また授業以外の環境要素に関する予備知識の有無の影響をみることを目的に、平素より日焼けを意識し紫外放射環境に関する知識があると予想される女子大学の学生を対象とし、取り扱うテーマに紫外放射環境も加える。

テーマ毎に以下に示すセクション構成とする。

- i 講義セクション：生活空間の環境要素に関する知識、特に熱放射環境に関しては実例と基礎的な物理法則を中心に教える。
- ii 簡易実測／演習セクション：講義で教えた環境要素に関する知識を簡易実測と演習より確認・把握する。
- iii レポートセクション：実測又は演習結果を元に対象地の環境を分析・報告させることで知識の定着を図る。

建築系複合領域分野の教育機関の多くは複数の分野の内容を同時に取り扱うため、設計製図や環境工学など授業時間は通常の建築学分野よりも更に限られている。したがって助走期間を除いた本授業プログラムは短期間での知識の習得を前提に、半期の半分、7～8回（各回90分）での環境を目標とする。

以上を踏まえ、Fig.1に本授業プログラムの基本構成を示す。

Table1 Number of architectural composite regions

	大学数			合計
	国立大	公立大	私立大	
建築学分野のみ	27	10	73	110
建築系複合領域分野のみ	11	10	21	42
両方の分野がある	1	2	15	18

Fig.1 Basic Structure of this Educational Program

3. 各セクションの内容

3.1 講義セクション

講義は、テーマごとの基礎知識及び実測・演習に必要な情報の習得を目的とする。各講義の冒頭に学生に資料を配布する。Fig. 2に、講義資料の一例を示す。資料内容は事例と基礎的な物理法則の解説を中心に構成され、視覚的な情報を付与するように心掛ける。同時に記載情報に一部空欄や質問を設け、学生が授業内の情報を書き込むことで完成させるよう配慮する。

3.2 簡易実測・演習セクション

簡易実測及び演習は、学生を複数名の班に分け、班ごとに実施させる。これは学生が実測／演習結果を取りまとめ、レポートを作成する際に、相互に話し合わせることで環境要素への理解を深めさせることを意図している。

① 温熱環境の簡易実測（屋外・屋内）：

学生に授業内容に興味を持たせる観点から、実測に先立ち、使用する簡易通風温度計¹¹⁾と今回筆者が提案する簡易風向風速検知器を学生に自作させる授業を1回設ける。Fig. 3に、使用実測機器の一覧を示す。これらの計測機器うち、同図内①・②はアルコール温度計・牛乳パック・段ボール・竹串・羽毛・ビニール紐・セロファンテープ等を材料に、作成方法を明示した紙を参考に、学生が班ごとに作成する。その際、指導教員は、随時、学生に助言等を行う。

各環境要素の具体的な測定方法は、以下の通りである。簡易通風温度計の場合、開口部に団扇で3分間風を送り込み、直後のアルコール温度計の値を測定させる。簡易風向風速検知器の場合、風向は、学生が所有するスマートフォンに内蔵されているコンパスを併用して検知させ、1分間の最大値より判断させる。風速は、羽毛につなげたビニール紐の傾きから「たくさん（水平）・ほどほど（斜め）・全く（垂直）」の3段階に分類する。なおこの検知器のビニール紐は、風速1~2 m/sで斜めに傾く（＝「ほどほど」になる）よう事前に長さ・太さ及び羽毛の大きさが調整されている。放射温度計の場合、市販されている一般的な放射温度計（測定精度：±2℃^{注2)}）を各グループ1台ずつ配付し、表面温度を測定させる。なおガラス窓の表面温度に関しては、黒体テープを学生に配布し、事前にガラスに貼り付け、十分時間が経った上でテープの温度を測定させた。上記手法ではガラス窓の表面温度を測定出来ないが、本研究の目的が材料に伴う放射温度の違いを学生に把握させることを考慮し、採用した。

実測地点は、屋内外ともに「温熱環境が良さそう／悪そう」の観点から学生自身が選定した場所とする。

実測開始時、対象地の環境要素を計測してメモするための用紙（以下、実測メモ用紙）を配付する（Fig. 4）。測定項目は、以下の6つである。(a)測定時刻、(b)天候（含：雲の量）、(c)気温（計測開始時、計測終了時）、(d)風向、(f)風速（たくさん・ほどほど・全く、の3段階）。なお屋内での風速の計測は、空調機器からの吹き出し及び開口部からの気流の流入を意識させるために実施するものである。また屋内の場合のみ、気温と放射の関係性を考察させることを意図し、各実測地点の周囲6面の主要部材の表面温度を測定させる。これらの測定値を指導教員が用意したExcelシートに代入させ実測地点の平均放射温度（MRT）を簡易的に算出させる。

一方、学生による実測結果の正誤の検証を目的に、指導教員は実測機器（Fig. 3内③、④、⑤）を使用し、別途、環境要素（外気温・

室温・相対湿度・風向・風速）を実測する。

② 紫外放射環境の演習：

学生が選定した全実測地点（高さ1.2 m）における上空を等距離射影の魚眼レンズを装着したデジタルカメラを用いて撮影する。こ

Fig.2 Handout used in the lecture section (example)

Fig.3 Hardware used in the field measurement

Fig.4 Memo paper used in the field measurement

の写真（以下、魚眼写真）のデジタルデータをランダムに印刷したA4版用紙（以下、作業用紙）を全学生に配付し、班ごとに作業させる。その際、学生間で対象地が重複しないよう考慮する。続いて、作業用紙上にOHPに印刷した川西¹²⁾による「紫外線日除けチャート」を使って指導教員の指定する特定日における紫外放射環境を、同じく川西の提案する建築的太陽防御指数（以降、ASPF）を算出させることで評価させる。Fig.5に、演習の概要を示す。評価対象となる特定日は太陽高度と年平均気温から判断し、夏至と盆とする。学生はこれら特定日の10時から14時における時刻を自由に選択し、その時刻における太陽高度・太陽方位から対象地の紫外放射環境を評価する。計6回作業を行わせ、季節と時刻の変化に伴う紫外放射環境の違いを把握させる。

3.3 レポートセクション

レポートは、実測及び演習結果を元に対象地の環境を分析・報告させることでこれまで意識していなかった環境要素に気づかせるとともに、得られた知識の定着を図ることを目的とする。

温熱環境に関しては、実測項目の取りまとめに加え、以下の作業を追加する。(a)実測地点の配置図(方位とスケールを入れる)、(b)写真、(c)スケッチ(材料の違いを認識させるため彩色させる)、(d)良さそう／悪そうと思った理由・実測地点の選定理由 (e)実測への感想。屋内の実測結果に関するレポートのみ、上記項目に加え、対象地の平均放射温度(MRT)を算出させ、気温との違いを記述させる。

紫外放射環境に関しては、演習での対象地の紫外放射環境の評価結果、及び先の温熱環境の簡易実測結果も踏まえ、対象地の環境の改善策を提案させる。これは対象地の現状を温熱環境・紫外放射環境、双方の知識を踏まえて分析させることを意図している。温熱環境のレポートと同様、実測項目の取りまとめに加え、以下の作業も義務づける。(a)対象地の配置図(方位とスケールも記載)、(b)写真、(c)彩色スケッチ、(d)対象地点の選定理由 (e)演習への感想。

3.4 最終レポート

最終レポートでは、一連の授業より得られた知識を踏まえ、温熱環境と紫外放射環境の視点から学生自身の住宅及びその周辺環境の改善策を、最終授業の授業時間内に提案させる。Fig.6に、最終レポートの作成時に学生に配付した記入用紙を示す。提案に際して、以下の作業を義務づけた。(a)周辺を含む自身の住宅の平面図(方位・スケール明記)、(b)ある地点から見たパース、(c)問題点、(d)導入した対策。

4. 本授業プログラムの実践と考察

本授業プログラムは、二級建築士の資格の取得を教育目標の一つに掲げている教育機関(私立女子大学)の建築系複合領域分野(社会情報学部環境情報学専攻)の学部3年生70名(授業開始時)を対象とする通常講義の授業「環境デザイン論」(半期・全15回:各回90分)で実施した。Table2に、本授業プログラムの各回の概要を示す。ガイダンスやまとめ回などを除き、通常授業8回に助走期間4回の正味12回で実施した。期間は2013年9-12月である。

4.1 指導教員と学生の属性

指導教員は授業の担当1名、補助1名の計2名で行った。担当(高田)は建築環境工学と建築環境設計を専門としている。補助(谷口)は建築計画と建築教育を専門としている。両名とも建築学

Fig.5 Way to evaluate ultraviolet radiation

Table2 Composition of the educational program

内容	ねらい	授業形式
1) 地域の気候特性と環境に関する講義・1	世界の都市と建物にみる地域の気候特性とデザイン(主に空間構成)との関係学ぶ	講義(90分)
2) 地域の気候特性と環境に関する講義・2	環境以外にも、地割・居住者の生活行動等がデザインに影響を及ぼすことを学ぶ	講義(90分)
3) 地域の気候特性と環境に関する講義・3	前2回の講義で得た知識を元に江戸町人地の温熱環境を具体的に再度確認する	講義(90分)
4) 地域の気候特性と環境に関する講義・4	日本の伝統的な暮らし方が夏季の暑さに対応していたことを示し、環境要素を意識させる	講義(90分)
5) 簡易計測機器の作成(気温・風向・風速)	2週間後の実測に向け、班ごとに簡易実測機器を作成させ、興味を持たせる	演習(90分)
6) 屋外の温熱環境に関する講義	材料に伴う表面温度の違い、温熱環境に関する基礎知識(熱伝導・放射・対流等)を学ぶ	講義(90分)
7) 周辺環境の簡易実測1(屋外の温熱環境)	環境要素(気温・風速・風向・表面温度)の簡易実測より、屋外の温熱環境を実感させる	演習(90分)
8) 屋内の温熱環境に関する講義	先の屋外の温熱環境に関する知識に加えて窓面や壁面での熱の伝導・放射・対流を学ぶ	講義(90分)
9) 周辺環境の簡易実測2(屋内の温熱環境)	環境要素(気温・風速・風向・表面温度)の簡易実測と平均放射温度(MRT)の算出より、屋内の温熱環境を実感させる	演習(90分)
10) 紫外放射環境に関する講義	紫外線の特性、都市における紫外線対策、及び樹木の効果を学ぶ	講義(90分)
11) 演習による周辺環境の把握(紫外放射環境)	「紫外線日除けチャート」を使用して屋外での紫外線の影響を実感する	演習(90分)
12) 最終レポート(自宅周辺に快適な環境を実現する)	一連の授業より得られた知識をもとに、学生の自宅周辺を対象に、環境の観点から再デザインさせ、知識の定着を図る	演習(90分)

助走期間(予備知識の付与)

本授業プログラム(講義+簡易実測・演習+最終レポート)

Table3 Attribution of participating students

学 生					設計製図の授業			方位の明記	
総数	所属	分野	体制	教育目標	履修済	再履修	未履修	出来た	出来ない
70名	社会情報学部 環境情報学専攻	建築系複 合領域※1	女子 大学	二級建築 士※2	6名 (9%)	3名 (4%)	61名 (87%)	35名 (50%)	35名 (50%)

(※1. 主として文系出身者が多い、※2. 2013年度入学生より)

Fig.6 Memo paper used in the final report

科出身であり、設計製図の授業を経験している。講義は主担当が行い、簡易実測及び演習は主担当と補助の両名が実測及び計測機器の操作方法に関する助言等を行った。

初回授業冒頭に生活空間の温熱環境の理解度に関する調査を行った。また自身が選択した敷地の平面図と敷地配置図を描かせ、図の精度と方位・スケールの有無より設計製図の経験及び空間把握能力

を確認した。Table3に、理解度の調査より明らかとなった受講学生の属性を示す。結果、87% (61名)の学生が設計製図の経験がなく、方位を明記できた学生は全体の半数であることを把握した。この点を踏まえ、本授業プログラムでは設計製図の経験者及び方位を明記できていた学生をリーダーに据え、各6-8名、計11の班に分け、実測及び演習にあたらせることにした。

4.2 簡易実測及び演習の概要

温熱環境の簡易実測は、屋外に関しては2013年11月11日(晴天日)13:30~14:30に、屋内に関しては同年12月2日(晴天日)13:30~14:30に実施した。高さ1.5mにおける当日の気象は、11月11日は外気温16.5℃、相対湿度:68-70%、風速:1-3m/sであった。12月2日は外気温13.5℃、相対湿度:60-65%、風速:2-3m/sであった。実測地点は、屋外が11地点、屋内が13地点であり、すべて学生自身が選定した。Fig.7に、実測地点の一覧を示す。

両実測とも、実測開始時に実測メモ用紙を配付し、教員と補助員が学生に計測機器の操作方法に関する助言等を行った。また全学生が必ず1回以上は機器を使って環境要素を測定するよう指示した。

一方、紫外放射環境の演習は、2013年12月16日に講義室で実施した。演習自体は個人作業であるが、学生を簡易実測と同一の班に分け、学生同士が話し合いながら作業を進めるよう配慮した。

実測及び演習ともに、実施1週間後にレポートを提出させた。

4.3 本授業プログラムの効果

本節では授業プログラムの効果を、学生による環境要素の把握状況及び授業後のレポート及び確認シートの結果から確認する。なお本報における「環境要素の把握」とは、学生が指導教員および資料内の指示の通りに環境要素を計測し、その後も作業できているか、と定める。

レポートの提出状況は、簡易実測が屋外・屋内ともに100%、紫外放射環境の演習が99%である。最終レポートの提出状況は84%(58名)である。確認シートの回答率は83%である。

4.3.1 簡易実測及び演習による環境要素の把握

簡易実測の結果は、屋内外ともに、(a)対象となる環境要素を全て計測出来ている、(b)対象地のスケッチと配置図が記載されている、(c)計測した環境要素から多少なりとも対象地の環境について考察できている、の3点を基準に評価し、これら全てを満たすレポートを「十分」と判定する。紫外放射の演習の結果は、(a)対象地のASPFを算出している、(b)対象地の配置図が記載されている、(c)提案のスケッチがある、(d)先の温熱環境の実測結果を多少なりとも踏まえて対象地を分析できている、の4点を基準に評価し、これら全てを満たすレポートを「十分」と判定する。

(1) 屋外の温熱環境の把握

Fig.8(a)に、屋外の簡易実測に関するレポートの評価結果を示す。結果、48名(69%)の学生が温熱環境(外気温・表面温度・風向・風速)の測定に成功し、34名(49%)が「十分」と判定された。したがって、約半数の学生が実測手順に沿うことで対象空間の温熱環境を把握できたことが分かる。

一方、配置図内のスケールに関しては、事前の周知にもかかわらず17名(24%)しか記載されておらず、レポート提出時に多くの学生から「スケールというものが分からなかった」という声が聞かれた。教員からの説明を元に21名(30%)の学生が加筆したが、32

名(46%)の学生が記入に失敗していた。したがって建築系複合領域分野の初学者を対象とする場合、スケールや方位の記入のように設計製図の授業を履修する建築学科の学生にとっては基礎的な事項に関してもあえて教える必要があることも明らかとなった。

(2) 屋内の温熱環境の把握

Fig.8(b)に、屋内の簡易実測に関するレポートの評価結果を示す。事前に屋外の簡易実測を経験しているため、8名多い56名(83%)が全ての環境要素の測定に成功しており、学生が環境要素の測定方

Fig.7 Measurement points by students (Outside & Inside)

Fig.8 Content of the Students' reports

法に習熟したと考えられる。しかし屋内の実測にのみ導入した実測地点における平均放射温度 (MRT) の算出結果に関しては、34% (23 名) の学生しか算出に成功していない。失敗は全て配付した Excel ファイル内の所定欄への入力間違いに起因するものであった。結果、屋外実測と比べて 25 名少ない 9 名 (13%) のみ「十分」と判定された。この様な入力間違いを防ぐため、導出プロセスでのケアレスミス防止の必要性が明らかとなった。

(3) 対象地の紫外放射環境の把握

Fig. 8(c)に、紫外放射環境に関するレポートの評価結果を示す。結果、紫外放射環境と温熱環境の両方を「十分」に分析した学生及び紫外放射環境のみを分析した「それなりに分析」した計 50 名 (72%) の学生が解析結果を踏まえて分析したことになる。そして同数の学生が対策を提案している。しかしながら、屋内外の実測メモ用紙が手元にあったにも関わらず、紫外放射環境と温熱環境の両方を「十分」に分析した学生は先の 50 名中 14 名 (20%) のみであった。このことから、多くの学生が簡易実測の結果を参照せずにレポートを作成した可能性がみてとれ、導出プロセスの見直しが必要であることが明らかとなった。

4.3.2 レポート内の感想にみる本授業の効果

(1) 温熱環境に関する感想

Table4 に、感想の集計結果を示す。51 名 (73%) の学生が計測した環境要素に言及し、そのうちの 11 名 (16%) は「日陰と日向で表面温度に差があることに驚いた」、「日陰と日向で気温は大きく違わない事に驚いた」、「材料の違いで表面温度が違うことを実感した」等、気温や表面温度を知ることに伴う驚きを記述していた。また実測を実施した時期が 11 月下旬であったため、窓ガラス以外には屋内の主要部材の表面温度に明確な差がみられないこと、MRT が室温よりも低くなること、に驚いたという感想も見られた。したがって、簡易的な手法と測定内容の簡易実測によって学生に環境要素を把握させることが可能であることが明らかとなった。

また牛乳パックやビニール紐や羽毛といった身近な材料を使った実測機器の作成、及びそれらで環境要素が簡単に測定可能であることへの驚きの感想も少数 (7 名) みられた。したがって簡易な実測機器であっても自身で作成させることで、建築系複合領域分野の初学者にも授業内容に興味を持たせることができることが確認された。

しかしながら、気温や表面温度について誤って計測した測定値を正しい値と誤認する学生が 9 名 (13%) もおり、実測時の教員による適切な補助の必要性も確認された。節 4.3.1 及び節 4.3.2 において、計測値に基づき対象地の環境を分析できた学生は屋外で 49%、屋内で 13%であることを考慮すると、実測した空間の環境を学生に分析させる上で、より具体的に誘導する工夫が必要と考える。

(2) 紫外放射環境に関する感想

Table5 に、感想の集計結果を示す。結果、43 名 (62%) の学生が、樹木の下で紫外放射環境が大きく改善することに驚いていた。本授業プログラムを実施した大学キャンパスには街路樹が多く、屋外の実測地点にも街路樹の下空間が選定されていた (Fig. 6)。演習では、これらの実測地点と建物に囲まれた空間やグラウンドなど他の実測地点が必ず含まれていたため、紫外放射環境の評価結果を相互に比較することが可能であった。これにより樹木の効果を具体的に理解できたと考える。

15 名 (22%) の学生がこれまでの日常生活で意識していなかった環境要素を今回の授業で意識するようになったと言及している。これは 2 回目のレポートの 11 名 (16%) より数名多く (Table4)、一連の授業を通して少なからず環境要素に気づき、それを意識するようになった可能性が考えられる。また 9 名 (13%) の学生から実測と演習を楽しんだという感想が、8 名 (12%) の学生から簡易的に紫外放射環境を評価出来ることに驚いたという感想が得られ、両方に言及した学生を合わせると温熱環境の時よりも多い 21 名 (30%) の学生が授業に対して肯定的な感想を記述しており、2 回目より 3 回目と学生が段階的に授業内容に集中していることが分かる。

4.3.3 確認シートにみる本授業プログラムの効果

本授業プログラムで取り扱う生活空間の環境要素の理解度を確認シートより把握する。シートは初回授業の開始時と最終授業の最後に同一内容で配付し、回答の変化より本授業プログラムを通して知識が身についたか、その効果を把握した。Fig. 9 と Table6 に、確認シートの内容を示す。

Table7 に、アンケート調査の結果を示す。まず紫外放射環境に関しては、温熱環境と異なり正答率が 31%から 50%に上昇している。3 回目の紫外放射環境のレポート内の自由形式の感想においても 43 名 (62%) の学生が紫外放射環境に言及しており (Table5)、紫外放

Table4 References to environmental elements in the 2nd report

計測した環境要素への言及	気温への言及	気温の計測値	複数の計測地点間で 気温が大きく異なることを実感	部材間での表面温度の違い 日向／日陰で 材料の違いを 違いを実感	気流への言及 風通し／気流を意識	合計 人数	
○言及あり (51)	○言及あり (28)	○間違っていない (21)	○実感した (11)	×	×	×	3
				×	○	×	2
				○	○	×	2
				○	×	○	2
				○	○	○	2
		×実感していない (17)	×	×	×	1	
			○	×	×	1	
			○	○	×	4	
			○	×	○	2	
			○	○	○	2	
	×間違っている (9)	×	×	×	2		
		○	×	×	1		
		○	○	×	1		
		○	×	○	1		
		×	○	○	1		
		×	×	○	1		
		○	×	×	1		
	×言及なし (23)	×言及なし (23)	×言及なし (23)	×	○	×	4
				○	○	×	11
				○	×	○	1
				×	○	○	2
				○	○	○	1
×				×	○	1	
×				×	×	7	
×				×	×	4	
×				×	×	8	
×				×	×	8	
×				×	×	8	
×				×	×	8	
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×	×	×	8				
×</							

Table5 Debrief reports in the 3rd report (about Environment)

感想 (人数)	内訳(人数)		
今回の授業を通して生活空間の環境要素を意識するようになった (15)	温熱環境 (1)	両方の要素に言及 (9)	
	紫外放射環境 (5)		
紫外放射環境に関する感想 (43)	影響の大きさを意識 (15)	両方の要素に言及 (11)	すべての要素に言及 (1)
	季節/時間帯による違い (7)	両方の要素に言及 (1)	
	樹木/緑の重要性を理解した (8)		
授業内容への感想 (24)	実測・演習が楽しかった (9)	両方の要素に言及 (4)	
	紫外線の評価方法が興味深い (8)	+季節/時間帯による違いに言及 (2)	
		+樹木の有用性に言及 (1)	

温熱環境に関しては、夏季日中の住宅地の温熱環境の正答率が63%上昇し79%となっている。しなしながら、それ以外の日中と夜間の公園、ウッドデッキ、夜間の住宅地に関しては、演習後に正答率が低下している。したがって、大気放射と部材の熱容量に関して、学生による理解不足がみてとれる。この点に関しては簡易実測時に選定する実測地点や測定する部材の構成材料を工夫することによって、改善が期待できると考える。また一部の選択肢が樹木・空間形態・構成材料の影響が複合化したものであったため、各要素の影響を分割して判断できる学生が少なかったことも正答率の低下に影響したと考えられる。

続いて、本授業プログラムを通して受講生がそれまで意識していなかった環境要素への気づきについて確認する。本報における「気づき」は、レポート・最終レポート・授業後アンケート内に挙げられている環境要素に関する記述をパラメータに、意識的にせよ無意識的にせよ、受講生がそれらに言及しているかどうかより把握する。その際、学生が、①何を問題としたか、②どの様に対応したか、③それがどの程度登場しているのか、に着目する。

質問： 昼間、最も「涼しい」状況はどれですか？(○で囲む)

① 芝生の上

② 建物の陰
(地面は芝生)

③ 樹木の陰
(樹木の真下は土)

Table 6 Items in the before-and-after quiz

※ 本表では省略されているが、学生に配布したアンケートでは全ての質問に図が添えられている

		夏の公園		夏のウッドデッキ		夏の住宅地		冬季の自室	夏の銀座
		昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	夜間	昼間
正答率	受講前	94%	26%	24%	27%	63%	66%	54%	31%
	受講後	83%	19%	24%	21%	79%	62%	60%	50%
理解度を確認する事項		樹木による日射遮蔽、材料の放射率、部材の熱容量		大気放射の影響、材料の放射率、部材の熱容量		空調した部屋のガラス面の影響、部材の熱容量		熱伝導の影響	紫外放射の影響

班名 (人数)	良いと思った場所		悪いと思った場所	
	地点	選定理由	地点	選定理由
A (7名)	out ①	・日の光をあびていて、温度があった。 ・日差しを遮るものが周りに何もない。地面が土なので熱を保温するのでは。	out ⑤	・日陰でコンクリートが多く、温度が低そう。 ・天蓋があるため日射が当たったことは少なく、片側の校舎には時間帯に関係無く日射が当たらない。地面がコンクリート。
B (7名)	out ①	・隣が校庭なので、太陽の光に当たりやすい。人がたくさん通る。 ・日向でコンクリートがある。太陽がまぶしかった。	out ⑥	・中学の校舎の陰になるため、太陽の光が当たりにくい。そのため雨が降った後は地面が湿っている。ぬかんでいる。日陰で芝生でジメジメしている。風が強(寒い)。
C (7名)	out ②	・日を遮るものがない。よく風が通る。 ・グラウンドは太陽が照らされている上に、木などは太陽の光を遮る物がある物も無く、地面が太陽の熱を吸収するため温度が高い。太陽の光で暖かい。	out ⑤	・近くに大きな木や建物があるため日当たりが悪い。 ・木が日を遮るため陰が多く、日当たりが悪い。日が当たらないから地面や木の椅子などは太陽の熱を吸収しない。
D (7名)	out ②	・グラウンドの中央ということで、周りに遮るものも何も無く、風通しがよく、日当たりも良い。冬でも日中は少し暖かっている。逆に夏場でも暑いが風通しがよく、日当たりのある場所としては涼しく感じられるだろう。 ・風通しがよく、周りに何も無く清々しい気持ちになれる。樹木が周りにあり下には芝生なので、視覚的にも癒やしの効果がある。百葉箱があり、明らかに良さそうな場所。	out ⑦	・建物と建物の間の道は風通しが悪く、日中も暑かったりする。気温もグラウンドと比べて寒(寒)い。夏場では日陰なので少し涼しく感じるかもしれないが、風通しが悪いので蒸(暑)く感じる。 ・風通しが悪く、周りにいろいろなものに囲まれている。ジメジメして寒(暗)い。
E (7名)	out ③	・日当たりも良く、風通しも良好。 ・周りに木や土があり、道が開けているため風通しがとても良い。そのため気温に左右されやすい場所だと思った。	out ⑧	・日陰で日が全く当たらない。建物に囲まれている。 ・日当たりが悪く、建物がかすり倒にある場所なので日陰になりやすい。土があるため、雨が降った時や暑い時でも比較的温度が低さそう場所だと感じた。
F (8名)	out ③	・屋根が無く、木などで日差しは妨げられることもない。全体的に開けている場所。11月の季節からみれば気温16℃と寒すぎず、また風は大きく吹いているが、南西からなので冷たくない。 ・建物と木々の間なので風を通しやすく、周りに木はあるが建物の陰ではないため日がよく当たる。そこまで気候の変動が無いため快適に過ごせる。	out ⑨	・建物と建物の間で木などで日差しを妨げているため、日の光が入りにくい。風もあまり吹かないのでジメジメしている。 ・周りに建物があるため陰になり日当たりが不足している。地面が土で湿度が高(く)くしている。風通しも悪い。
G (6名)	out ①	・屋根の隙間から日が入る。若干、回廊の屋根の死角になるが日中はグラウンドに近いので日が当たることが期待される。 ・日向で暖かい。風が吹く量が少ない。	out ⑩	・建物の陰になるため、日が当たりにくい。少し日が当たったことも予想できるが、短時間と考えられる。 ・日陰だし、風向きが北風。風の吹く量が少ない。
H (6名)	out ③	・障害物が周りになく、風通しが良さそうな環境に見える。 ・前後左右に建物がないため、日が当たると、風がよく通ると思った。 ・周りに風通する壁や建物もなく、前後に長く開けた場所で風通しがとても良い場所だった。日光も良く差し込んで日当たりの良い場所だった。地面は平らで段差が無かったため、風の通りや日の差し方も平均的なのではと考えた。	out ⑪	・障害物がたくさんあり、日当たりも悪(風通しも)なさそう。 ・日陰であり、風の通りも悪いと思った。 ・風通しが悪くなく、日差しは少ない。地面に傾斜があり、風通しや日の当たり方も不規則に思った。樹木がたくさん生えており、落ち葉なども飛んできていたのでそれも影響しているのではと考えた。
I (6名)	out ②	・百葉箱が近くにある。百葉箱が設置してある場所は、開けた土地であり、風通しも良く、日差しもよくあたるため、温暖な環境が、良い場所の指標になるのではなか(か)と考えた。 ・百葉箱が近くにあることから風通しや日当たりが良く、温暖環境が良さそうだった。	out ⑤	・この場所はどの時間の日射角度を考えたものでも木々や建物に囲まれており日陰であると考えられたため、比較的温度が低(く)く、空気乾燥、温度も低(く)、温暖環境が悪(く)そうだった。 ・どの時間においても木や建物などで日が遮られており、気温も低(く)く温暖環境が悪(く)そうだった。
J (5名)	out ④	・コタカ像以外は特に日光を遮るものがなかった。 ・太陽の光が当たって、風もよく通る。	out ⑫	・周囲の建物が多くなっているため、陰が多くなってしまう。 ・晴れているにもかかわらず、太陽の光はあまり当たらない。日当たりが悪い。周りに建物があるため、風通しが悪い。
K (5名)	out ①	・日当たりがよく、風もほどよく吹いていた。コンクリートや土、芝、苔などが近くにある。格々たる対象の表面の温度差を比較出来ると考えた。 ・晴れていて風通しも良く、日当たりも良かった。風は冷たかったが、日当たりの良さで良いと判断した。	out ⑩	・日当たりがあまり良(く)くなかった。良い場所と比較するに不足。 ・花壇は建物の陰となっており、日当たりが(良い)ところと比較して全く無い。寒い。

良いと思った場所		悪いと思った場所	
班名 (人数)	地点 選定理由	地点 選定理由	
A (7名)	in ① 壁に囲まれた空間であり、仕切られているため暖かいのではないかと推測した。	in ⑩ いつも空気が冷たくたまりていたため観測地点に選んだ。	
B (7名)	in ② 近の窓から多くの光が入って明るかった。トイレの照明の光によって明るかった。	in ⑨ 光があまり入らず日陰だったから。窓の近くは空気が濡っているため、体感温度が低かった。	
C (7名)	in ③ 窓からの光の入りが多い。窓際でも寒さをあまり感じなかった。そして風通しが良く、換気出来る。	in ⑪ 光の入りが悪く暗い。風通しが良さすぎてめ、足下から寒さを感じた。	
D (7名)	in ④ 最上階なこともあり、日光も良く入る。	in ⑫ 周りに高い建物(人間関係学部棟)があるため、日光があまり入らず、1階の自動ドアに近い場所なので。	
E (7名)	in ⑤ 日当たりが良く、ガラスで囲まれているため、天井が高開けた空間で、床がフローリングのため。	in ⑩ 日当たりが悪く、コンクリート壁やローカーに囲まれている。はめ込みの意で風通しも悪い。	
F (8名)	in ⑥ この日は特に天気も良かった。窓際は日の光が指して心地良い。	in ⑪ 日当たりがなく、人通りも少ない場所。風通しはあまりない。日差しが入らないから気温も上がることはない。	
G (6名)	in ⑦ 日差しが良く入る場所で、空間も狭かったので測定しやすいと思った。床と床上1.1mで温度差が出そうだった。	in ⑬ 日当たりが悪く、暖房がついていたので、床と床上1.1mで温度差がないと考えたから。	
H (6名)	in ⑧ 光が良く当たっているため、部屋全体に光りが当たっている温度が変わらなそうだった。	in ⑭ 全体的に光りがあたっていないで暗い印象だったから。	
I (6名)	in ⑨ 日当たりがよく、人通りも多かった。窓から日が入っており、暑さを感じないのも窓からの日差しだけで十分明るいから室内も暖まると考えた。	in ⑫ 日陰になっており、建物の中でも一番寒い。1階のトイレロビー付近に近いので、冷氣が入ってきて寒いと考えた。窓の外は中庭になっていて、余日が入射してなかったため冷えていると考えた。	
J (5名)	in ⑥ 周りに建物が無く、角形的にも陽が当たりやすく暖かいから。	in ⑩ ちょうど陽が当たらず日陰になっているため、過熱環境的に悪そうである。	
K (5名)	in ⑩ 窓の底も遠く近く建物がなく日当たりがとても良い。窓が大きい、取り込む太陽光の量が多い。	in ⑮ 手前建物があり、庇が深くあるため、太陽光が入りにくい。時間帯によっては当たる場所が限定される。出窓の奥行きも広く空気循環が悪い。	

る環境要素への気づきを段階的に検討する。レポート内で提案された対策は、どの環境要素を問題と認識して対策を提案しているのか、に着目し評価する。レポート内容の検討は、全回答をアフターコーディングした上で環境要素に関する記述を抽出することで行う。

4.4.1 対象地の選定理由にみる学生による環境の判断基準

Table8 に、レポートに記述された屋外及び屋内の実測地点の選定理由を班ごとに示す。表内の文章は原文ママである。

温熱環境が良いと思った場所の選定理由として、全ての班が屋外屋内ともに日射があるか否かで判断している。また 11 班中 5 班が風速の有無も良好な空間の選定理由として挙げている。屋内の場合、同一地点であっても測定時刻により日射がある場合は良い、日射がない場合は悪い温熱環境と判断している。つまり学生の多くは温熱環境の良し悪しを日射の有無から判断していることが分かる。

4.4.2 対象地の環境の問題点・対策にみる環境要素への気づき

続いて、レポートで示された対象地の環境の問題点とその改善策より、学生が生活空間の環境要素にどの程度気づいたか検討する。Fig. 10 に一例を、Table9 に改善策の提案にあたり学生が判断した対象地の環境の問題点の一覧を、Table10 に提案された改善策の一覧を、それぞれ示す。

結果、52 名 (75%) の学生が日照・日射を問題としており (Table9)、導入された改善策 (Table10) は、緑を中心とした提案が 27 名 (39%)、緑と建物の複合案が 24 名 (35%) と、全体の 7 割強の学生が紫外放射環境の改善に効果的な緑を用いた対策を提案していた。したがって節 4.3.3 において言及した通り、紫外放射環境への意識が確認されるとともに、直前に実施した紫外放射環境に関する講義と演習が、レポート内容に影響した可能性が考えられる。一方、屋外実測時には全学生が日射のみを対象地の問題点に挙げてしていたが、新たに季節や時間を問題点や対策に挙げた学生がそれぞれ 35 名 (24%)、11 名 (16%) 存在した。

しかしながら、温熱環境の簡易実測において構成材料の違いに伴う表面温度の違い等を検討したにもかかわらず、問題点として構成材料を挙げた学生は 13 名 (19%) と少なく (Table9)、提案にまで繋げた学生は更に少なく 11 名 (16%) であった (Table10)。この問題に関しては、レポート作成時に以前行った温熱環境の分析結果を積極的に参照させるための工夫、及び改善策を提案する前に対象地の環境に関する知識を総合化する授業回を設ける必要性が確認された。

4.4.3 最終レポートでの提案にみる環境への意識の変化

Table11 に最終レポートにおける対象地の問題点の一覧を、Table12 にその問題点を解決するために導入した対策の一覧を示す。

まず授業開始当初は全学生が問題点として選んでいた日当たりや紫外放射環境を選定した学生は 30 名 (52%) に減少していた。一方、建物の配置・空間形態・材料および緑に着目した学生が、それぞれ 12 名 (21%) と 6 名 (11%) おり、大きな変化といえる (Table11)。

導入された対策をみると、24 名 (42%) の学生が緑による対策を、建物と緑の複合案を合わせると 37 名 (64%) の学生が環境の改善策として緑を導入している (Table12)。しかし、中には土壌が無い状態で樹木を導入している例や、十分な日射量の得られない北側壁面に壁面緑化を適用している例など、緑を手軽な環境改善のアイテムとして捉え、土壌や給水など導入に伴い必要とされるものへの言及

Fig.10 Improvement plans proposed by students (example)

Table9 Reasons for selecting the type of counter measures

対策の種類	対策の導入パターン																								学生数		
日射/日照	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	52 名	
特定の季節/季節の違い	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	24 名	
特定の時刻/時刻の違い	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	11 名	
特定の方位/方位の違い	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	7 名	
空間形態/樹木配置	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	28 名	
構成材料/構成材料の違い	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	13 名	
特定の樹種/樹種の違い	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1 名	
学生数	6	3	1	2	7	3	1	1	1	1	4	2	8	4	1	1	5	1	1	1	1	3	1	4	1	3	2

Table10 Improvement plans of all students in the 3rd report

対策の傾向 (人数)	主な対策手法	付加された対策 (人数)
緑中心の対策 (27)	樹木	樹木のみ (11) + 芝生 (5), + 空間形態の一部変更 (2) + 芝生 + 空間形態の一部変更 (1)
	植物のアーチ	+ 樹木 + 芝生 (1)
	緑のカーテン	+ 追加なし (1), + 樹木 (2), + 芝生 (1), + 壁面緑化 (1)
	屋上緑化	+ 緑のカーテン (1) + 緑のカーテン + 樹木 + 芝生 + 建物配置の変更 (1)
緑と建物の複合案 (24)	空間形態と構成材料の変更	+ 樹木増やす + 芝生 (6) + 壁面緑化 (3), + 壁面緑化 + 芝生 (2) + 屋上緑化 (1), + 屋上緑化 + 芝生 (1)
		+ 樹木なくす 樹木なくすのみ (9) + 壁面緑化 (1), + 屋上緑化 + 壁面緑化 (1)
建物中心の対策 (11)	空間形態と構成材料の変更	空間形態と構成材料の変更のみ (8) + 壁面緑化 (1), + 樹木なくす (1) + UVカットガラ
噴水の導入 (5)	噴水	+ 変更なし + 樹木 (2), + 芝生 + 樹木 (1) + 樹木 (1), + 樹木 + 屋上緑化 (1)
提案なし (2)		

Table11 Selected problems around students resident in the final report

問題点	学生数
日当たり・日差し/紫外放射環境	30 名
建物 (配置・形態・材料)	12 名
緑 (量・種類・配置)	6 名
暑さ・寒さ/温冷感	3 名
通風/風通し	1 名
その他 (河川, 坂道, ゴミ焼却場, 交通量)	2 名
計	58 名

Table12 Type of counter measures introduced in the final report

導入した対策	学生数
緑による対策 : 樹木	13 名
: 緑のカーテン, 壁面緑化	4 名
: 屋上緑化, 複合	7 名
緑と建物の複合	13 名
建物のみの対応	11 名
緑をなくす	5 名
その他 (地形を修正)	3 名
提案なし	2 名
計	58 名

が疎かになっている提案が少なくない。したがって、緑などの環境改善策の導入によるメリットと同時に、デメリット等への言及も必要であることが明らかとなった。

なお建物のみへの対策を提案した学生が 11 名 (19%)、緑を取り除く提案をした学生が 5 名 (8%) おり、緑の導入に偏重しない学生も一定数存在していた。

5. まとめ

本研究は、建築系複合領域分野の学生を対象に、生活空間の環境要素を定量的に把握させ、環境要素ごとに環境と因果関係を理解させる建築環境設計の授業プログラムの開発を目指し、第一段階とし

て、まずは生活空間の環境要素に気づかせることを目的に、生活空間の環境要素の簡易実測と紫外放射環境の演習を導入した初学者用の授業プログラムを開発した。そして環境要素に関する予備知識の差を考慮するため、女子大学の学生を対象にプログラムを実践した。

具体的には、以下の知見が得られた。

- 1) 授業内の指示通りに各実測地点の環境要素を測定したレポート結果より、本授業プログラムを通して建築系複合領域の初学者が環境要素を把握できることが確認された。しかしながら誤った測定結果をそのまま信じているなど測定後の知識の確認作業が必要であり、授業プログラム構成を一部修正する必要性が明らかとなった。また方位やスケールの明示など、建築学領域の学生とは異なると考えられる対応の必要性も示唆された。
 - 2) 実測・演習のレポートの感想より、簡易な実測機器であっても学生自身に作成・測定させることで、建築系複合領域分野の初学者にも授業に興味を持たせることが可能であることが確認された。
 - 3) また確認シートによる環境要素の理解度の確認より、紫外放射環境に関して日常的に紫外放射環境を意識している女子大学の学生特有と考えられる反応がみられ、環境要素の気づきへの日常的な啓発の重要性も示唆された。
 - 4) 更にレポートと最終レポートにおける屋外及び屋内の実測地点の選定理由とそこへの改善策の提案より、当初は日当たりのみに着目していた学生が他の環境要素についても言及するようになったことから、学生に環境要素に気づかせるという本授業プログラムの目標は達成できたと考える。
 - 5) しかしながら対象地の環境の改善策は紫外放射環境の改善に偏った提案が中心となっており、温熱環境・紫外放射環境の両方を考察させるには授業プログラムの一部を修正する必要がある。
- 一方、レポート内の文章において一部の学生が周囲の生活空間の環境を捉える際、空気の温度である気温と固体表面の温度である表面温度とを区別できず、全て「温度」と表現するなど、環境要素に正しく気づけていない可能性がみてとれた。建築系複合領域分野の学生への教育を進めていく上で、このような事例の把握は重要であり、今後取り組むべき課題と考える。

謝辞

本研究を行うにあたり、授業に参加して下さった学生の皆様にご協力いただきました。ここに記して感謝いたします。

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究(C)一般）、3DCAD対応数値シミュレーションを取り入れた建築環境設計の授業プログラムの開発（課題番号：24560711、代表：梅干野晃）の一環として行われたものである。

注

注 1) 本数値は下記資料に掲載されている国内の全大学について、各大学のカリキュラムを別途公式ホームページで調査して導出した。各分野の選定条件は、カリキュラムに建築・住宅のデザイン作業があることを共通項に、取得可能資格が一級建築士である学科・専攻を建築学分野、建築学分野以外の他分野の科目がカリキュラムにあり、かつ取得可能資格が二級建築士である学科・専攻を建築系複合領域分野とした。同一大学で建築学分野の学科が複数存在する場合は両方を計上した。（出典：蛭雪時代編集部：2017（平成 29）年度用 大学の真の実力 情報公開 BOOK、旺文社、2016.9）

注 2) 本研究で使用した放射温度計のメーカーカタログでの測定精度は、±2%または±2℃（数値の大きい方）である。実測時の外気温は 16.5℃（11

月 11 日）、13.5℃（12 月 2 日）であり、実測地点周辺の表面温度も当時の外気温相当であったため、測定精度は±2℃となる。

本論文に関連する既発表文献

- *1) 谷口新，高田真人，小高典子，梅干野晃：実測演習を導入した建築環境設計の授業プログラムの開発と試行 その 1 屋外温熱環境の簡易実測，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.5-6，2015.9
- *2) 高田真人，谷口新，小高典子，梅干野晃：実測演習を導入した建築環境設計の授業プログラムの開発と試行 その 2 屋外紫外放射環境の評価と改善策の提案，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.7-8，2015.9

参考文献

- 1) 梅干野晃，浅輪貴史，中大窪千晶：3D-CAD と屋外熱収支数値シミュレーションを一体化した環境設計ツール，日本建築学会技術報告集，第 20 号，pp.195-198，2004.12
- 2) 中大窪千晶，梅干野晃，円井基史：熱環境設計教育の基本的考えと授業プログラムの提案 -3D-CAD 対応熱環境シミュレータを用いた建築環境設計教育 その 1-，平成 22 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集，pp.366-367，2010.8
- 3) 円井基史，梅干野晃，中大窪千晶：建築系学部 3 年生を対象とした熱環境設計授業の実践 -3D-CAD 対応熱環境シミュレータを用いた建築環境設計教育 その 2-，平成 22 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集，pp.368-369，2010.8
- 4) 高田真人，河合英徳，梅干野晃：建築環境設計のプロセスの習得を目的とした授業プログラムの開発，その 1 数値シミュレーションを導入した建築環境設計の授業の試行，2011 年度日本建築学会関東支部研究報告集，pp.97-100，2012.3
- 5) 河合英徳，高田真人，梅干野晃：建築環境設計のプロセスの習得を目的とした授業プログラムの開発，その 2 数値シミュレーションの建築環境設計のための授業への導入における課題の抽出，2011 年度日本建築学会関東支部研究報告集，pp.101-104，2012.3
- 6) 大西康伸，両角光男：3DCAD 及び解析ソフトを活用した包括的建築教育プログラムの開発とその評価，日本建築学会計画系論文集，Vol.76，pp.1337-1345，No.665，2011.11
- 7) 澤田英行，佐藤康平，豊田郁美，根本雅章：BIM・ICT を活用したアクティブ・ラーニングの実践，e-Learning システム「Web Learning Studio」による建築設計教育の試み その 3，建築教育研究論文報告集，No.14，pp.11-18，2014.11
- 8) 田中稲子，村上美奈子，谷口新，望月悦子，古賀誉章，高口洋人：杉並区エコスクールにおける住環境学習プログラムの開発，荻窪小学校における萌芽段階の事例評価，日本建築学会技術報告集，第 17 巻，第 36 号，pp.755-758，2011.6
- 9) 川北健雄，花田佳明，三上晴久，倉知徹，水島あかね：ステップ・バイ・ステップ方式を用いた初学者向け建築設計教育プログラムの実践と教科書の出版，2011 年日本建築学会教育賞（教育貢献），（<http://www.aij.or.jp/jpn/design/2011/prize2011.htm>:2016/9/9 現在）
- 10) 川北健雄，花田佳明，三上晴久，倉知徹，水島あかね：初めての建築設計ステップ・バイ・ステップ，彰国社，2010.4
- 11) 小泉武栄，原芳生：身近な環境を調べる，古今書院，2002.7
- 12) 川西利昌：紫外線・熱中症を防ぐ日除け，技報堂出版株式会社，2012.7

INSTALLATION EFFECT OF FIELD MEASUREMENT AND PRACTICAL EXERCISE ON ENVIRONMENTAL ELEMENTS UPON ARCHITECTURAL BEGINNERS IN COMPOSITE REGION

Development and practice of educational program for architectural environmental design: Part 1

Masahito TAKATA *, *Shin TANIGUCHI* ** and *Akira HOYANO* ***

* Assist. Prof., Kumamoto University, Dr. Eng.

** Lect., Otsuma Women's University, Dr. Eng.

*** Emeritus Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

For enhancing the general level of understanding toward architectural environmental design, it is important not only for ordinal architectural students but also for architectural students in composite regions to imagine environmental elements in their design. As a first step, discovery of environmental elements in living areas was important for the introduction of understanding the relation between architectural design and environment. On the other hand, the number of composite regions in architecture becomes too large to ignore. It is worth enough to develop the educational program for architectural students in this field.

In this study, as a means of addressing this issue, educational program, in which simple field measurement on thermal environment and practical exercise on ultraviolet environment was introduce for the discovery of environmental elements in living areas, had been developed and conducted for architectural beginners in composite regions.

Based on the previous studies about architectural educational programs for undergraduate students, the educational program in this study is divided into some stages. In each stage, challenges and work descriptions are set to meet the minimal performance standard for the purpose of understanding and acquiring the image of environmental elements in living areas. In this program, the environmental elements comprises of three topics, outdoor thermal environment, indoor thermal environment, and ultraviolet radiation environment. Simple field measurements and practical exercises are introduced, for the purpose of discovering the image of environment elements in living areas directly by students. Each topic consists of three steps: 1) lecture, 2) simple field measurement / practical exercise, 3) report. Finally, countermeasures of the target site are proposed in a final paper by students to finish up this program. Field measurement is for thermal environment, and practical exercise is for ultraviolet radiation environment.

The program was developed and conducted for 4 months (Sep.-Dec.2013.) as part of usual didactic course, offered to third grade undergraduate students, most of them were architectural beginners, at composite regions in architecture, Otsuma Women's University, Japan. The following 6 environmental elements are treated and measured by the students: air temperature, relative humidity, wind direction, wind velocity, surface temperature, and ultraviolet radiation environment.

The results confirmed that the program successfully ensured students' measurement on environmental elements in living areas, even if both the students were architectural beginners in composite regions and the contents of the program, field measurement and practical exercise, were too simple in total. The high percentage of correct answer on ultraviolet radiation environment in the before-and-after quiz also showed the possibility of students' interest enhancing the discovery on environmental elements, because all the students were women. Moreover, from the increase in number of the students' description about environmental elements in the reports and the final paper, the educational program enhanced students' discovery on environmental elements.

On the other hand, some areas were highlighted for improvement with regards to the content of the lectures and reports in the program, especially on students' misunderstanding and miscalculation on environmental elements. This showed the needs of improvement in the next paper.

(2016年9月9日原稿受理, 2017年4月25日採用決定)