

平成26年度 地域志向教育研究プロジェクト推進事業 事業報告書

番号	1		
①プロジェクト名称：	エコハウス創造提案活動プロジェクト		
②プロジェクトメンバー：			
学部学科・所属部署	氏名	役割	
環境・建築学部 建築学科	垂水 弘夫	代表	
環境・建築学部 建築学科	円井 基史	分担	
環境・建築学部 建築学科	加藤 未佳	分担	
③プロジェクトへの参加者数（補助期間終了時）			
学部1～3年次生	研究室所属学生（大学院生含む）	外部参加者数	
300名（登録メンバー47名）	40名	50名	
④関連した主要授業科目名			
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
建築環境設計 I	3	選択	建築学科
	主な特徴：住宅の熱性能算定演習（Q 値、UA 値） 国の定める住宅省エネルギー基準の学習と理解 一次エネルギー消費量を用いた基準値と判定作業の学習 エコハウス・金沢町屋の夏季バス見学と体験レポート作成		
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
建築総合演習 A	3	必修	建築学科
	主な特徴：垂水テーマ「熱環境・日射の計測と評価」 円井テーマ「熱・光環境の提案と評価」 加藤テーマ「光環境の計測と評価」		
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
建築総合演習 B	3	必修	建築学科
	主な特徴：垂水テーマ「住宅熱負荷算定演習と熱環境実測」 円井テーマ「都市の緑、熱環境、光環境に関する調査・実験」 加藤テーマ「照明環境の計測と評価」		
授業科目名	対象学年	必修・選択	対象学科
建築環境設備 II	2	必修	建築学科
	主な特徴：壁体の熱貫流率（K 値）算定に基づく自室からの冬期 貫流熱損失量算定演習 屋上緑化による屋内作用温度低下効果の算定演習 エコハウス・金沢町屋の冬季バス見学と体験レポート作成		

⑤事業概要 (800 字以上 1000 字以内)

平成 24 年度より、建築系の学科構成が建築デザイン学科と建築学科の 2 学科となり、志願者数の増加など良い面が現れている一方で、建築学科への入学者は環境系か構造系のゼミを 3 年次に選択する必要があり、夢考房の建築デザインプロジェクトや月見光路などのプロジェクトに 1、2 年次に所属していても、途中で退会する学生が増えている。どちらかという、これらのプロジェクトは、建築デザイン学科の学生にとってモチベーションの上がるプロジェクトという位置付けにある。

そこで本プロジェクトでは、建築学科に所属する学生が、自分達の専攻する専門領域の奥深さに気付き、将来、プロフェッショナルとして創り出すものが日本社会・地域社会・人々の暮らしに役立つものであると云う実感を抱けるようになることを目標として、事業を立ち上げる。

ここで活動対象とするのは、これからの時代に求められるエコハウスである。地域のエコハウスの実現に向けては、様々な課題・問題点があると同時に、遠くない将来に自分達が住むものでもあることから、学生達の知的好奇心、ひいては専門領域に対する向学心を呼び覚ましてくれるものと信じる。

このため、主役は学部学生 (2 年生、3 年生) である。彼らは、石川県の保有・公開する現代的なエコハウスと金沢市内の伝統的町屋を、夏と冬にそれぞれ訪問し、その体験を通じて多くのことを学び、自ら調べる機会を持つことになる。なぜ暖かいのか・寒いのか、なぜ暑いのか・涼しいのか、夏冬の熱負荷はどうなっているのか、光が入る明るい空間は冬や夜は寒くないか、では壁に囲まれた暗い空間は暖かいのか、夏に涼しく過ごすための外部とのつなぎ空間はどのように設計すれば良いか、まさに様々な疑問や分からないことが学生達の頭をいっぱいにしてくれると思う。

そうした体験を経て、建築学科の 2 年次科目「建築環境設備Ⅱ」、3 年次科目「建築環境設計Ⅰ」、「建築総合演習 A」、「建築総合演習 B」に取り組むことで、住宅の設計が単にプランニング (平面計画、立面計画、動線計画等。建築デザイン学科が主体) だけでなく、躯体の熱性能や採光性能、外部空間・半外部空間の設計、住まう人の温熱快適性をはじめとする熱環境・光環境の設計があって成り立つことを、強く意識するようになるかと推測される。こうした学びは、将来、彼らと彼女達が、全国の様々な地でエコハウスやグリーン建築の創造・提案・提供を行って行く上で、大きな力になることであろう。

幸い、金沢は新しいものと古いものとが共存する街であり、以上の活動と学びを受け入れる素地を有すると云う地域の特徴がある。地元自治体の支援を受けながら、プロジェクト活動を展開する。

⑥地域志向教育研究プロジェクトの活動実績

1. いしかわエコハウス及び金沢町屋の夏季・冬季バス訪問体験

夏季参加学生：「建築環境設計Ⅰ」、「建築総合演習 A」受講 3 年生、垂水・円井・加藤研究室の大学院生・4 年生、計 128 名 (引率の福田、林、加藤、垂水を含む)

夏季実施日：平成 26 年 6 月 21 日 (土) 9～13 時

冬季参加学生：「建築環境設備Ⅱ」受講建築学科 2 年生、「建築総合演習 B」受講 3 年生、垂水研究室の 4 年生、計 144 名 (引率の林、円井、垂水を含む)

冬季実施日：平成 26 年 11 月 15 日（土）9～13 時

外部連携組織：石川県環境部地球温暖化対策室（米谷氏）、石川県土木部建築住宅課（丸谷氏）、
金沢市歴史文化部（中村氏）、金沢市湯涌江戸村（土屋氏）

学生行動：訪問体験を踏まえ、先進的なエコハウスと伝統的な町屋を比較しつつ、建築躯体・
設備・エコリビングの 3 つの視点からレポートをまとめ、提出。



写真 いしかわエコハウス見学



写真 金沢湯涌江戸村・町屋見学

2. いしかわエコハウス及び金沢町屋の夏季・冬季温熱環境実測

夏季・冬季参加学生：垂水研究室の院生・4 年生、3 年生プロジェクトメンバー

夏季実施期間：平成 26 年 8 月 3 日（日）～8 月 17 日（日）の約 2 週間

冬季実施期間：平成 26 年 12 月 26 日（金）～平成 27 年 1 月 6 日（火）の約 2 週間

外部連携組織：石川県環境部地球温暖化対策室（米谷氏）、石川県土木部建築住宅課（丸谷氏）、
金沢市歴史文化部（中村氏）、金沢市湯涌江戸村（土屋氏）

学生行動：メモリ機能付き温湿度計を高さ別、室別に設置し、回収したデータを解析。
年度末のプロジェクト活動成果発表会にてチーム発表。



写真 いしかわエコハウスの実測



写真 金沢湯涌江戸村・町屋の実測

3. チームによるプロジェクト活動の推進と成果

エコハウス創造提案活動プロジェクトが実質的にスタートした平成 26 年 4 月の時点では、プロジェクト参加学生は 3 年生になったばかりで、専門ゼミへの所属はしていなかったが、10 月末に行っている建築系の専門ゼミ選択を経て、その後は学生にとっても専攻する専門領域が明確にな

った。ここでは3人の担当教員ごとにプロジェクト活動の様子と成果をまとめる。前学期の建築総合演習Aの段階は受講生全員に対する教育、後学期の建築総合演習Bの段階は、ほぼ各研究室の専門ゼミ生が主体の受講生に対する教育・指導ということになる。

(垂水担当)

3年生前学期科目「建築総合演習A」、3年生後学期科目「建築総合演習B」における活動実績
建築総合演習A

28名が垂水の担当クラスを選択した。テーマは「熱環境・日射の計測と評価」である。建築熱環境及び日射を対象として測定と解析を実施することで、建築における熱環境コントロールの重要性、さらに日射遮蔽・調整の有効性を認識し、将来、プロフェッショナルとして省エネルギーで環境負荷の小さいグリーン建築やエコハウスを計画できる能力を養成することを目的としている。まず、建築熱環境の基本的な計測方法を学んだ上で、人体温冷感指標を用いた評価に取り組み、次に昼間、日射によって室内に侵入する熱量の把握を試み、屋内熱環境形成における日射の影響の大きさを理解する、というステップを踏んで総合演習に取り組んだ。



写真(上) 携帯型日射計による観測

写真(左) 室内温熱環境の測定演習

建築総合演習B

垂水は前半5週と後半10週の2テーマを担当している。前半5週のテーマは「アースチューブの設計と熱利用評価」で、受講生は29名であった。住宅や小規模建築の自然エネルギー活用手法の1つであるアースチューブを対象に、地中に埋設するアースチューブのCAD配管図の作成と、夏季冷却熱量及び冬季加熱熱量の算定法の学習を行ったものである。

後半10週の受講者数は15名であった。テーマは「エコハウス提案のための熱負荷計算演習と熱環境実測」であり、討議を経て、少人数からなる班編成を行い、年度末に開催するタウンミーティングにおける活動成果発表を念頭に、学期末の授業科目としての発表に取り組むことになった。編成したのは、1)「エコハウスの事例調査」班、2)「気候を考慮した設計提案」班、3)「温熱環境実測調査」班、4)「エコハウスの計画・設計」班、5)「住宅熱性能評価」班、6)「エコライフ提案」班の6班である。

(円井担当)

3 年生前学期科目「建築総合演習 A」、3 年生後学期科目「建築総合演習 B」における活動実績 建築総合演習 A

3 年生前学期科目「建築環境設計 I」にてエコハウスと町屋を見学した学生、延べ 29 名が円井の担当クラスを選択し、課題に取り組んだ。課題は、2 年生科目「建築設計 I」で設計した建築物を対象とし、6 人程度のチームを組んだ上で熱・光環境の改善提案を行い、さらにその提案の妥当性を評価するという内容であった(写真)。本課題は科目「建築環境設計 I」に加え、「建築設計 I」(対象建物の初期設計)、「建築 CAD 演習」(対象建物の CAD 図面化)、「空間メディア」(対象建物の 3D モデリング)と他科目との連携が図られたものである(図)。



写真 熱環境シミュレータでの演習



写真 最終発表の様子

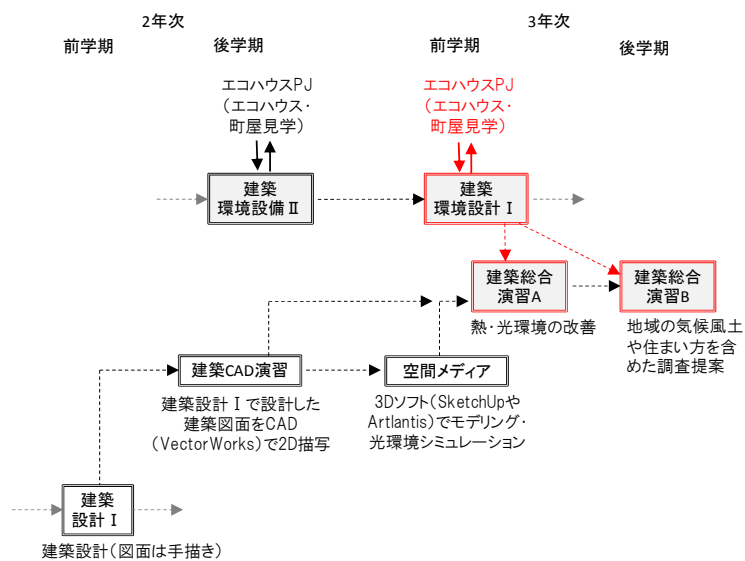


図 エコハウスプロジェクトと科目間連携

建築総合演習 B

円井の担当課題に取り組んだ学生数は 16 名である。2-4 人でチームを組み、各自で建築の熱環境等に関するテーマを設定し、問題解決や提案にあたった。前学期でのエコハウスに関する取り組みを受け、後学期の本授業では、地域の自然環境・気候風土、建築空間への適用、住まい方なども考慮して、調査・設計を進めた。

(加藤担当)

3 年生前学期科目「建築総合演習 A」、3 年生後学期科目「建築総合演習 B」における活動実績 建築総合演習 A

加藤の担当課題に取り組んだ学生は 39 名である。4 名もしくは 5 名のグループで、8 畳間の一面採光を対象に、方位に因らない天空光での採光計画に取り組んだ。全てのグループで開口面積は統一した上で、設置位置と内装材を検討したわけだが、その判断基準として立体角投射率を用いて昼光率を算出しその手法を学ぶと共に、内装材についても反射率の計測方法を習得しながら、その傾向を把握した。また、光の量を数値でとらえても設計の感覚に役立てるのは難しいため、模型を作成させその空間を体感させた。他の班の空間と比較して観察することができるため、窓

の配置が空間の明るさの分布に与える影響や印象の違いを経験として会得することにも取り組んだ。



図 開口が上部にある場合と下部にある場合での印象の違い（学生が観察した模型の例）

建築総合演習 B

加藤の担当課題に取り組んだ学生数は 15 名である。3 名でグループを組んで活動を行った。総合演習 A では、天空光を対象にしていたが、総合演習 B では地域を考慮する必要がある直射日光の制御について取り組んだ。まずは、既存の日射遮蔽もしくは導光装置について調査を行い、班を超えて情報交換を行った。そして、金沢市の気象条件（太陽高度や太陽方位角等）の調査をしたうえで、既存の手法の適不適を判断しながら、班ごとに直射日光の制御装置の提案に取り組んだ。太陽が室内にどのように入射するかは SketchUp を用いて検討を行った後、スタディ模型をいくつか経て最終案を決定し、太陽光を模したスポットライトを用いて、室内への導光を確認した。また、輝度分布画像の撮影手法の習得を兼ねて各班毎に輝度分布を計測し、その特徴を解析する手法も併せて学んだ。

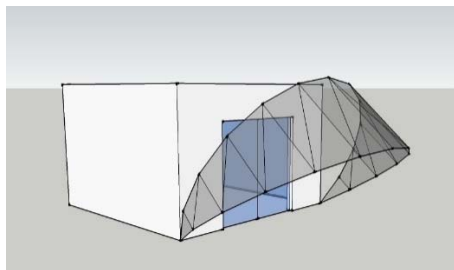


図 SketchUp による検討例



図 模型の一例

⑦地域志向教育研究プロジェクトの具体的な成果

1. 「建築総合演習 A」及び「建築総合演習 B」における活動実績

（垂水担当）

学生達は、「建築総合演習 A」において携帯型日射計を持って校内を歩き、面に入射する日射観測を試みることで、日射エネルギーの大きさを初めて理解した。それと連動して、屋内温熱環境測定演習に取り組むことで、短時間的にガラス面の日射受熱が室温上昇に及ぼす影響を把握できるようになった。

「建築総合演習 B」では、少人数チームによる目的達成型の取り組みから、以下の成果を挙げ、2月27日に開催予定の成果発表に繋げたものである。

1) 「エコハウスの事例調査」班は、全国 5 箇所（北海道・福島・石川・福岡・高知）のエコハウ

スの特徴分析を通じていしかわエコハウスの特徴を明確化。

- 2) 「気候を考慮した設計提案」班は、理科年表に記載されている平年値データ分析等を行って、他地域と比較した北陸の気候の特性を明確化。
- 3) 「温熱環境実測調査」班は、いしかわエコハウスと金沢町屋における屋内温熱環境の実測調査を行い、夏期と冬期に形成されるそれぞれの温熱環境と熱性能との対応関係を明示。
- 4) 「エコハウスの計画・設計」班は、上記の3チームの活動成果を取り入れ、北陸のエコハウスの具体例を図面・パース等で表現。
- 5) 「住宅熱性能評価」班は、住宅の断熱仕様設定とその結果として示される熱性能（外皮平均熱貫流率）が、地域の省エネルギー基準に適合するかを判断。
- 6) 「エコライフ提案」班は、躯体の性能だけがエコハウスに結びつくのではなく、設備の選択や居住者の住まい方が重要であることを二酸化炭素排出量を指標として明示。

(円井担当)

学生は「建築環境設計 I」にてエコハウスと町屋を見学し、そこで得た知識・知見を、「建築総合演習 A」「建築総合演習 B」での調査・提案に生かすことができた。5週間で取り組んだ建築総合演習 Aにおける発表スライドを一例として図に示す。熱・光環境の改善提案に際して、具体的な検討が行われている。

トッライトによる日射の比較

Before: 日射の放射密度が大きく、夏の直射がそのまま入ってくる。
 After: ハイゼンが導入することで、夏の直射日射の変動密度を減らす。
 窓から直射が入るようになっていて、室内は暑くなりやすくなる。

夏と冬の日射量の比較

太陽高度が高いほど、室内に日射が入る。
 夏の直射を減らし、冬の直射を取り込むことができる。

間接日光照度 E_r を求める

間接日光照度 E_r を周壁面からの反射光による照度とする。

$$E_r = \frac{F_d \rho_m}{S(1 - \rho_m)}$$

$$\rho_m = \frac{\sum(\rho_i S_i)}{\sum S_i}$$

室内平均反射率 ρ_m ・室内表面積 S を求める

部位(材質)	反射率 ρ_i	面積 S_i (㎡)	平均反射率
天井(コンクリート)	0.4	18.63	7.452
壁(コンクリート)	0.4	29.16	11.664
窓(ウールーングラス)	0.5	18.63	8.315
窓(複層ガラス)	0	14.47	0
合計		80.89	28.431

$\therefore \rho_m = \frac{\sum(\rho_i S_i)}{\sum S_i} = \frac{28.431}{80.89} = 0.35$

改善前と改善後の比較(12時)

改善前: 窓がなく、日射の影響を大きく受ける。
 改善後: 窓を伸ばしたことでガラス面の温度が低くなり、日射ができていくことができる。
 緑化により表面温度が低くなる。

計算結果 HIP

HIP(ヒートアイランドポテンシャル)のグラフ。改善前はピークが約18、改善後は約12に低下している。

まとめ

- ハイサイドライト
- 屋上緑化
- 窓を2500mm伸ばす
- ペアガラス
- 可動式ルーバー

図 ヒートアイランド緩和に向けた提案と評価 (学生発表スライド)

図 光環境の改善提案とその評価 (学生発表スライド)

(加藤担当)

エコハウスを考えていく上で、日光の活用は重要な要素であるが、総合演習 A により天空光の振る舞いを習得し、総合演習 B にて直射日光の制御手法を学んだ。総合演習 A では、予測値と実測値の比較や、壁面反射率の変更によって分布にどのような変化が生じるのかを、数値と視覚的な体験とを併せて習得できたと言えよう。また、総合演習 B では既存の技術が金沢に適するか否かを考えることで、地域による気象条件の違いによってその手法の選定を設計者が毎度しなければならないことを知り、その方法を学ぶことができた。

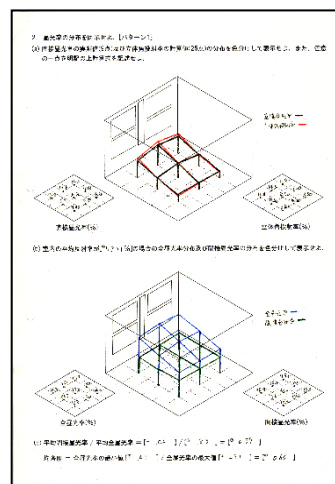


図 総合演習 A のレポート一例

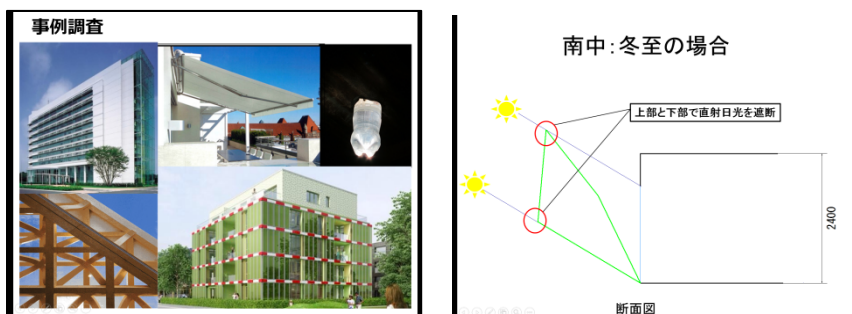


図 事例調査や検討過程に関する PPT の例

2. エコハウス創造提案活動プロジェクトの平成 26 年度・成果報告会の開催

平成 27 年 2 月 27 日（金）午後 1 時 30 分～4 時 30 分まで、金沢工業大学の 12 号館イノベーションホール（150 名収容）を会場に、「北陸のエコハウスと提案とサステナブル建築について」をテーマとして、本プロジェクト活動の成果報告会を開催する。建築電力研究会（北陸電力㈱）の後援を受ける。

第 1 部が、上述の学生達の活動成果を地域社会に発信する成果発表会（垂水チーム 40 分、円井チーム 20 分、加藤チーム 20 分）である。第 2 部は、本プロジェクトに関連して日本建築学会会長の吉野博氏に「サステナブルな建築環境の設計理念 ―主として住宅を対象に―」と題して講演を頂く。自治体（石川県及び金沢市）、建設会社、ハウスメーカー、設計事務所など外部から 50 名、学内教職員と建築系学生 50 名以上、合わせて 100 名以上の参加が見込まれている。

⑧次年度以降の活動予定

平成 27 年度は、ステージ 2 として「住宅エコ改修」をサブテーマに、引き続き COC 事業として採択され、「エコハウス創造提案活動プロジェクト」を推進する予定となっている。

今回の成果報告会で展示した「北陸のエコハウス提案」の模型制作に、春休み中にも係わらず積極的に協力してくれた 2 年生メンバーが、新たに 3 年生に進級し活動の中心になって行くものと思われる。