Ecollab.

eco + collaboration + laboratory

東北大学大学院環境科学研究科

1 背景・概要
Outline

環境科学研究科 教授 土屋範芳（建物委員会委員長）

環境科学研究科は、いくつかのキャンパスに点在したいわゆるたこ足研究科です。その為中心となっている環境科学本館には多くの研究科機能を収める必要があります。しかし本館を含む環境科学研究科全体のキャンパス環境はきわめて非効率的でした。この状態を少しでも解消するために、新館の建設計画が持ち上がったのが2007年の夏です。環境科学を体現するシンボリックで、かつ斬新な建物を建設してみよう。新校舎の建築プロジェクトが始まりました。

2007年11月22日に建築企画に対する設計事務所のコンペを実施し、この企画設計に基づいて年度内に基本設計が終了し、さらに2009年春に実施設計が終了、仙台市による建築計画の承認を待って、2009年夏に着工され、年度末に引き渡しが行われました。

この“エコラボ”は、材料や構法を工夫し、施設利用の変化に対応可能なフレキシビリティを確保した建物であり、また、農学研究科付属複合生態フィールド教育研究センターの杉を利用し、これに同じ県北地域からの木材を加えて、地産地消による身近な地域の木材を無垢材として活用いたしました。付属複合生態フィールド教育研究センターの杉材は、従前の伐採計画にあるものを利用し、環境に負荷をかけないよう配慮いたしました。

環境科学研究科が建築したこのやわらかい建物“エコラボ”が、人間と自然との関係を見つめ直し、そして新たな創造の拠点となることを切に願います。

本プロジェクトを遂行するにあたり、谷口尚司前環境科学研究科長、田路和幸前環境科学研究科長、井奥洪二建物委員会委員長代理、建物委員各位、環境科学研究科事務職員の方々からは大きなご支援を賜りました。さらに、工学研究科の担当事務の方々にはひとかたならぬご協力をいただきました。事務方の献身的なご協力がなければ、このプロジェクトはとうてい実現できないものでした。記して御礼申し上げます。また、農学研究科の関係する方々、建築に携わった多くの関係各位に感謝申し上げます。

2 建築としてのエコラボ
Ecollab. and its Architecture

1. 設計の基本的な考え方

環境科学研究科のシンボル的研究施設として設計したエコラボは、先端的研究も行われることを前提として、フレキシビリティを確保した上で、現代的でシンプル・軽快な空間となるようデザインしています。木造が本来もつ「暖かさ」や「柔らかさ」といった長所を活かしながらも、断熱性能や気密性能といった機能性も満足する建物として設計しました。

2. 空間コンセプト

研究者や学生だけではなく一般市民にも開かれた建物として「内外に開かれた空間」を基本コンセプトとしています。

(1)外部空間：内外空間がゆるやかに連続した構成

・1階：南側と東西面はガラス面として、外部に対して開放的な雰囲気となっています。

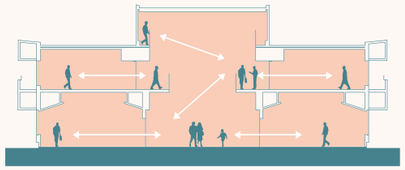
・2階：芝生の上に「格子スクリーン」が浮いているイメージで、柔らかな表情を演出しています。

・PH階：採光と換気を兼ねた天窓で、夜間は行灯のように光るシンボルとなります。

エコラボの外観

(2)内部空間：閉鎖的研究施設から開放的な研究施設へ吹抜けやガラス面を通して、水平・垂直方向共に見通しがよく、互いの気配が感じられる空間としています。

見通しのよい開放的な空間



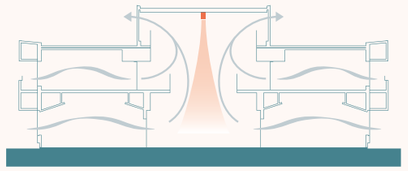
(3)木構造の特性を活かしたデザイン

木構造が本来もっている力強さや柔らかさを活かすため、梁や野地板の構造部材はそのままシンプルに表し、緊張感と落ち着きのある空間となるよう設計しました。

3. 環境設計

(1)自然換気：1階エントランスホールから上部天窓までの吹抜け（＝風の道）を利用して、建物内外の温度差による「重力換気」と風の圧力差による「風力換気」を自動で行うシステムとしています。夏期と中間期は建物内の熱を天窓の「自動開閉換気窓」から排出し、電気エネルギーはほとんど使用しません。一方、冬期は上部の暖かい空気を、天窓の「エアスイングファン」から1階まで吹き降ろし、エントランスホールを暖めます。

吹抜けを利用した自然換気



(2)採光・照明：エントランスホール廻りは、天窓からの採光によって昼間の照明点灯は殆ど必要ありませんし、最新の高効率照明器具（LED照明など）の使用で、消費電力を抑えることが可能となっています。

(3)調湿効果：木材の調湿機能を活用するため、壁や天井は杉材の仕上げを基本としていますが、さらに調湿機能のある素材を壁に使用して室内環境の安定をはかっています。

(4)地産地消：身近な地域の資源を有効活用することは、間伐などの手入れによる里山の保全や森の存続に繋がっていきます。今回の設計は構造材・骨組みから仕上げに至るまで、東北大学農学研究科が管理する、川渡農場の杉間伐材を主とした地産地消による身近な地域の材料と造り手を活用した計画とし、普段地場の職人が扱い慣れている、木造軸組工法を採用し、地域経済の活性化に貢献しています。

3 エコラボができるまで

How to Build Ecollab.

1

2

3

4

5

6

7

1.杉の産地、川渡の山々。
2,3.伐採は木の成長活動が休眠する冬に行われました。
4.樹齢は40〜80年。
5.伐倒後は葉枯らし乾燥させます。
6.プロセッサーによる丸太の枝払と玉切り。
7.土場に集積された丸太。

8

9

8. リングバーカーによる皮むきが進みます。
9,10.皮むきの後の丸太の製材作業。
11.材料の木口(こぐち)。
12.製材後は燻煙乾燥庫で乾燥させます。
13,14.乾燥後に搬出される材料。

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

15.刻み加工場の様子。
16.日本の伝統工法継手仕口の図解。製作金物を用いずに木材を接合させる技術です。
17-21.加工は一本一本手作業で行われました。エコラボの先端技術を伝統の技が支えます。

23

24

25

26

27

22.建て方完了。
23.ダブル梁の継手(追掛大継)
24.ダブル梁に軸組方杖工法を用い強度を確保しています。
25.2010年1月12日の様子。
26.鉄骨階段設置完了。
27.完成間近、2010年3月17日の様子。
28.完成

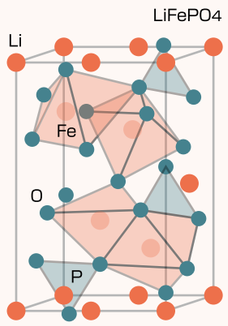
28

4 エコラボのテクノロジー
Technology in Ecollab.

家庭の電力システムは交流ありきで考えられてきました。しかし、近年の電子機器は、コンピュータ制御とデジタル化により高機能と省エネルギーの両立を図っています。すなわち、電力は交流で供給され、直流で利用されています。よって、直流で電力を供給すれば、無意識に交流と直流変換の電力損失(10%以上)を簡単に無くすことができます。また、太陽光発電も直流を交流に変換して電力ラインに逆潮流させるため、電力損失が極めて大きいです。このように、低炭素社会の構築には、電力を直流で供給するという発想の転換が必要のように思います。そこで、鍵となるキーデバイスは、リチウムイオン2次電池であり、それを中心とする太陽電池システムの構築、さらに家庭内で捨てられている微弱な未利用エネルギー利用なども蓄電池の設置で利用可能となります。このような発想から新しい概念で家庭内の電力システムを再構築し、民生部門の省エネルギーと大幅なCO_2削減を目指すのが、エコラボのエネルギーシステムです。エコラボには5.8kWの太陽光パネルとリチウムイオン蓄電池10kWを導入し、システムの実証を行っています。

オリビン型リン酸鉄リチウム二次電池の特徴

リチウムイオン電池は自己放電がなく、蓄電能力も高く、残量があるうちに充電しても容量が減ることなく、微量の電気でも取り込むことが出来ます。この特性を活かし、エコラボでは蓄電池を電力のバックアップとしてだけでなく、不安定かつ微弱な再生可能エネルギー由来の電力の取り込みと安定供給に利用しています。



急速充放電性能
1 時間で 90%以上の充電

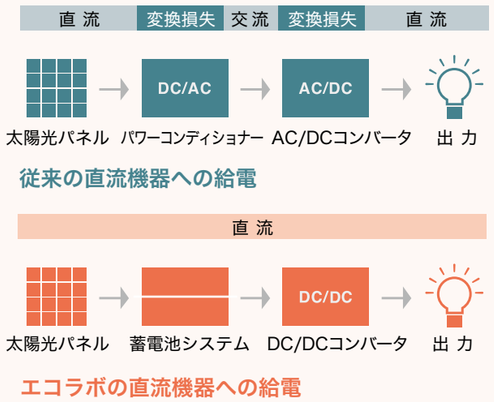
低環境負荷
電極にはレアメタルではなく鉄を使用

長寿命
10 年以上の期待寿命

高い安全性
熱安定性に優れる

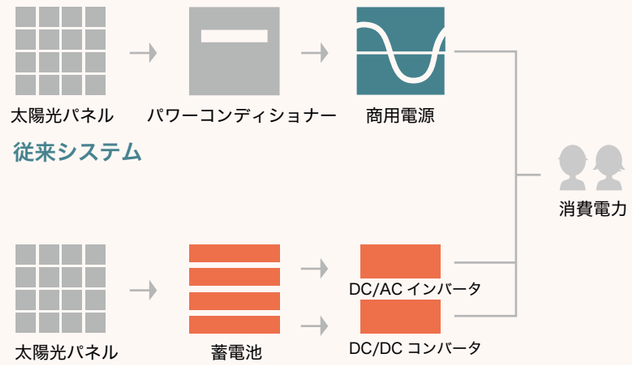
直流給電により電力変換損失をゼロに

従来システムでの太陽光発電を考えてみましょう。太陽光発電で生じる電気は直流です。一般的にはこの電力を利用するために一度交流に変換しています。しかし、ノートパソコンや液晶テレビといったデジタル機器は直流で動くため、これらの家電には交流から直流に再度変換して電力を供給する必要があります。この変換の際にそれぞれ10%程度の変換ロスが生じます。直流で動く電化製品が増加をみせる今日、変換による電力損失が見過ごせなくなっています。



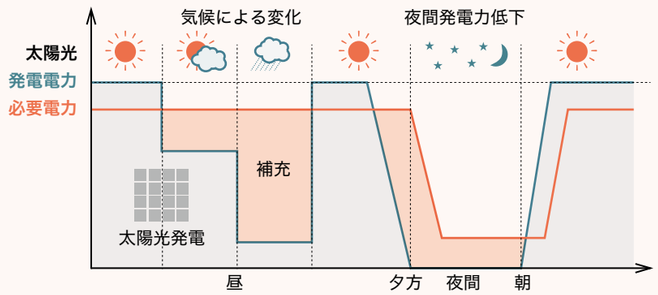
売電から自家消費へ

売電を前提とした従来的な太陽光発電システムではパワーコンディショナーが必要なため、自立運転が困難です。また、太陽光発電の出力が変動するため、売電の際には系統電力の品質低下を引き起こす可能性があります。エコラボのシステムでは蓄電池を導入することで、パワーコンディショナーが不要となり、系統から独立した使用が可能になりました。売電はせず、発電した電力を館内で使い切ることで、再生可能エネルギーを確実に利用します。



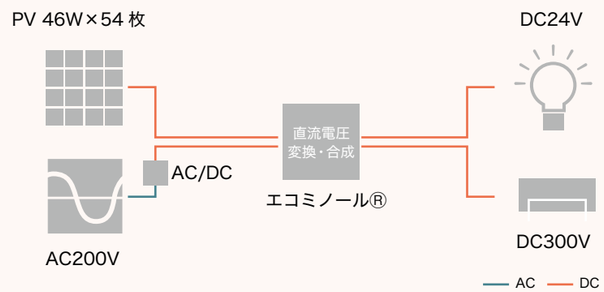
発電力変動時にも安定的に電力を供給

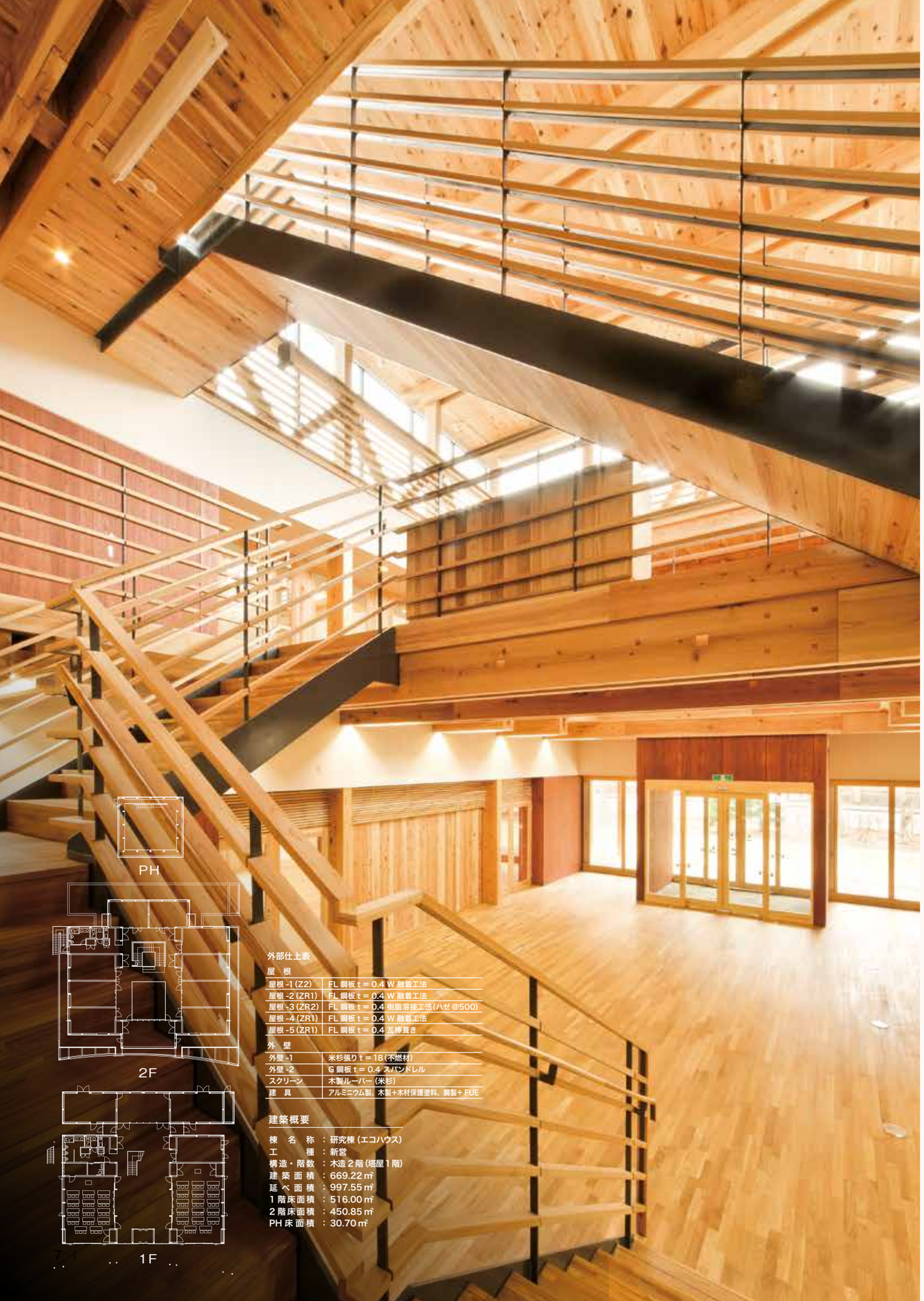
天候が悪化し、太陽光発電の電力が消費に対し不足する場合はリチウムイオン電池から不足分を補充し、電力供給を安定化させます。夜間や停電の時にも蓄電池から一定時間の電力供給が可能です。



家電への直流給電

エコラボでは電力の変換ロスをなくすため、一部の館内照明とエアコンへ、太陽光発電から直流のまま電力を給電しています。エアコンの稼働試験では、一日に消費する電力のうち平均62%が太陽光発電由来という結果が示されました。





外部仕上表

屋　根	
屋根 -1 (Z2)	FL 鋼板 t = 0.4 W 融着工法
屋根 -2 (ZR1)	FL 鋼板 t = 0.4 W 融着工法
屋根 -3 (ZR2)	FL 鋼板 t = 0.4 樹脂溶接工法(ハゼ @500)
屋根 -4 (ZR1)	FL 鋼板 t = 0.4 W 融着工法
屋根 -5 (ZR1)	FL 鋼板 t = 0.4 瓦棒葺き
外　壁	
外壁 -1	米杉張り t = 18 (不燃材)
外壁 -2	G 鋼板 t = 0.4 スパンドレル
スクリーン	木製ルーバー (米杉)
建　具	アルミニウム製、木製+木材保護塗料、鋼製+ FUE

建築概要

棟　名　称	：研究棟 (エコハウス)
工　　種	：新営
構造・階数	：木造 2 階 (塔屋 1 階)
建 築 面 積	：669.22 ㎡
延 べ 面 積	：997.55 ㎡
1 階床面積	：516.00 ㎡
2 階床面積	：450.85 ㎡
PH 床 面 積	：30.70 ㎡

5 省エネルギーなライフスタイル

Energy Saving Lifestyle

私たちが生活のレベルを下げずに低炭素化をするには、直流給電を前提とした高いテクノロジー用いたエネルギー制御と、「自然エネルギーの利用」・「無駄を少なくすること」・「小さなエネルギーもこつこつためて使うこと」を生活のリズムにスムーズに挿入することが必要となります。これらを可能にした住宅のモデルが、「DC ライフスペース」です。

DC ライフスペースは、DC (Direct Current 直流) 給電などのエネルギー供給やキッチンなどの給排水など生活を支えるライフラインの役目を担う「DC テーブル」、DC テーブルとの高さや距離の関係で 休む・食べる・仕事をするなどの生活の一連の活動を誘起する「起伏床」、直流電源で点灯しパソコンなどの情報機器で操作する「LED 照明」、照明や自然の光と折り重なって空間を柔らかく間仕切る「カーテン」で構成されています。

人の振る舞いに対応して快適な明るさを制御する LED 照明は、ベースとなる LED 照明と手元の LED 照明を組み合わせる事により、それぞれの生活シーンに必要なだけの照明をつくりだします。そうすることにより、節電効果を高め、快適な生活空間をつくり出す事が出来ます。

エネルギーを供給する「現代の囲炉裏」ともいえる DC テーブルは、「洗面」「キッチン」「ダイニング・書斎・リビング」を直線的に並べたテーブルです。DC ライフスペースでは、給電する箇所を DC テーブルに集約しています。住宅内での「充電ステーション」の役割をテーブルに与えることで、「充電する」はますます身近で気軽なものとして生活サイクルに組み込まれます。将来、非接触給電などの技術が実現すれば、自転車発電など、生活で発生する身近な電気を気軽に蓄電することができるでしょう。

私たちの身体を取り巻く細々としたモノやエネルギーとの関係を繊細にデザインすることで、壁や部屋によって生活行為が区切られるのではなく、日常生活が一連の動作として自然につながっていく空間をつくることができました。生活することと、エネルギーを生み出すことが、ゆるやかにつながるライフスタイルを見ていただければと思います。

6 震災とエコラボ
Disaster and Ecollab.

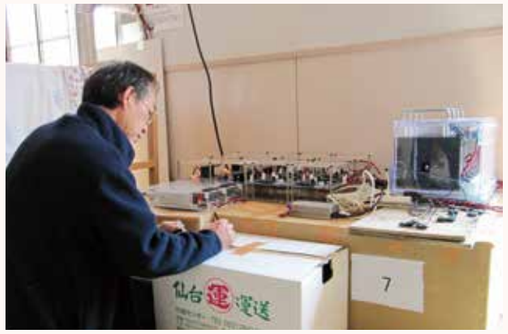
2011年3月11日、東日本は未曾有の震災に襲われました。送電は止まり、雪降る中で皆が暗く不安な夜を過ごしました。独立電源を持つエコラボの機能が発揮されたのはこの時です。地震の後、帰宅できなくなった学生と教職員はエコラボに集まり、停電の中、蓄電池の電力で明かりを灯し、携帯を充電し、食事をすることができました。太陽光発電パネルと蓄電池の充放電システムはその後、石巻の被災地域に貸し出され、1ヶ月以上にわたって電力供給の断たれた地域に電気を供給しました。

家庭における独立電源の重要性を再認識することとなった東日本大震災を受け、災害に強い家やまちをつくるという重要な目的に向かって、エコラボは進歩を続けています。

地震発生当日夜のエコラボ(DCライフスペース)蓄電システムの電力で明かりを灯し食事をする学生教職員

避難所に設置した太陽光パネル(石巻市北上町十三浜大指地区)

被災後初めて石巻市立渡波中学校に灯った光


充放電システムを設置する田路教授

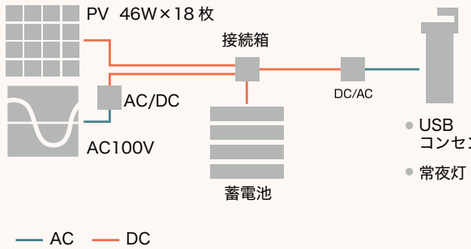
充放電セットを避難所に設置する平野准教授

7 自然エネルギーで地域を支える
To be a Local Energy Center

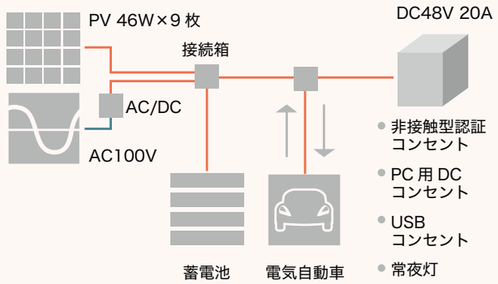
震災の経験を活かし、非常時にも平時にも給電可能な公共の電源として再生可能エネルギーを利用し、災害時にもエネルギーの途切れない、安全安心なまちづくりに貢献する。その実現のために、震災後、エコラボの前庭に複数の給電ポートと多目的給電ステーションを設置しました。これらの給電装置には太陽光発電からの電力が蓄電池を介して供給されており、だれでも無料で情報機器の充電などに利用することが出来ます。多目的給電ステーションでは、電力系統によらない電力の輸送とバックアップ手段として電気自動車(EV)を活用します。EVに搭載された蓄電池を「移動する蓄電池」と捉え、給電ステーションとEVとの間で電力融通を行うことで、これまで館内に限られていた電力供給の範囲を、地域単位に広げることが可能になります。環境科学研究科では、このような自然エネルギー活用型の電源システムを地域の公共施設に導入し、「地域のエネルギー拠点」を形成する事業を行っています。

※本研究は文部科学省「東北復興のためのクリーンエネルギー研究開発推進事業」の支援を受けて実施されています。

給電ポート



多目的給電ステーション



TOHOKU
UNIVERSITY

東北大学大学院環境科学研究科
Graduate School of Environmantal Studies

〒980-8579　仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-20
TEL：022-795-7414　FAX：022-795-4309
http://www.kankyo.tohoku.ac.jp