

# 「地球温暖化問題に挑む土木工学」

社団法人 土木学会

## 土木学会会長メッセージ

土木界は、水力・原子力発電などエネルギー基盤整備、交通体系の適正化、施設計画・設計の適正化、構造物の長寿命化などを通じて温暖化防止策に貢献するとともに、海面上昇や気象の凶暴化に対する適応策を提供する立場にあります。そのため土木学会を挙げて地球温暖化対策に取り組むこととし、地球温暖化対策特別委員会(以下委員会という)を設置して、地球温暖化対策に関する土木学会の提言を取りまとめることとしております。会員のみならず、土木関係者の方々には地球温暖化対策に関して土木界が大変重要な責任を負っている事を認識され、関心を持って、積極的にその対策に取り組まれることを期待します。



栢原会長

## 地球温暖化対策特別委員会委員長メッセージ

平成 19 年度の会長として創設した地球温暖化対策特別委員会の活動のひとつとして、本パンフレットを作成しました。

本パンフレットにおいては、土木の世界に極めて広範な影響を及ぼす気候変動、海面上昇などの影響、土木技術者が関与できる温室効果ガス削減技術、海岸地域の深刻な現象に挑む土木技術など現在までの研究や施策を紹介しており、今後重点的に進めるべき研究の方向、組織整備などを討議する上での資料ともなると考えています。21世紀の土木技術者が挑戦する姿を多くの方々に知って頂きますと幸いです。

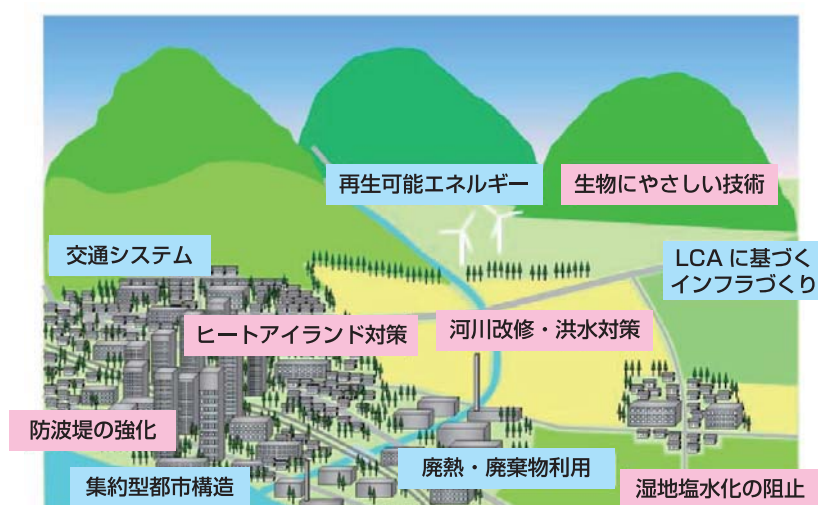


石井委員長

## 低炭素な社会づくり・温暖化に強い社会づくりに貢献する土木

地球温暖化影響に関する数々の報告書にあるように、もはや多少の温暖化の進行は不可避です。それら影響の内容は地域や時期により様々ですが、土木分野に直接関係するものは極めて広範です。これら様々な悪影響を最小限に抑えるための土木技術が求められています。

また、土木分野は、土木事業における直接的な排出の削減に加え、良好な社会基盤形成を通じて二酸化炭素の排出削減に貢献できます。一方で、形作られる社会基盤の寿命が長いことも特徴であり、将来見通した温暖化対応策を行う必要があります。



### ■土木分野における緩和策の例

- ・ 集約型都市構造の実現
- ・ 交通対策
- ・ 再生可能エネルギーの普及
- ・ 排熱や廃棄物の有効利用
- ・ 施設の長寿命化
- ・ LCAにもとづくインフラ整備

### ■土木分野における適応策の例

#### 生じる影響

高山地域、沿岸域における生物多様性の損失  
森林火災リスクの増加  
沿岸淡水湿地の塩水化  
都市等における大気環境の悪化  
冬季における降雪・積雪量の減少  
大気汚染(光化学スモッグなど)の拡大・深刻化  
地球温暖化とヒートアイランド現象による気温上昇  
降雨量の増加による洪水リスクの増大  
海面上昇による高潮被害の増加  
激化する土石流

#### 適応策

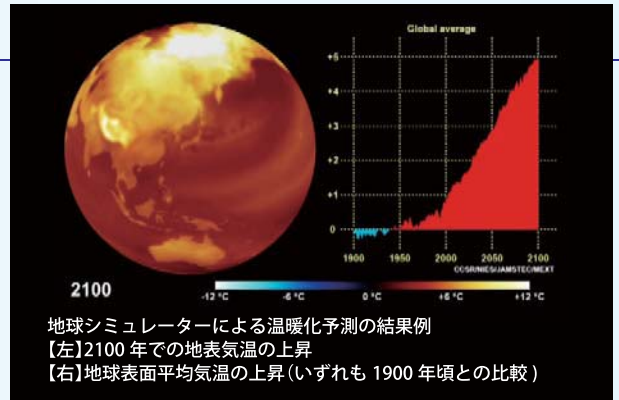
- ▶ 生物にやさしい材料を景観管理、防災施設に使用
- ▶ 土地管理、防火対策
- ▶ 水門施設等による遮断
- ▶ 大気汚染警報システム、水運交通の利用促進
- ▶ 冬季における雪対策の変更、水資源対策の充実
- ▶ 交通需要管理、低公害車の導入、自転車の利用促進
- ▶ 建物配置等の改善(風の道、水の道)、都市緑化の推進
- ▶ 河川や堤防の改修・整備計画の変更・強化
- ▶ 高潮堤防の段階的高上げと総合的対策の検討
- ▶ 総合的な土砂管理の取り組み強化

## 地球温暖化シミュレーション

### 的確な未来の予測のために

地球の未来の気候を予測するためには、コンピューターシミュレーションは欠かせません。日本では、『地球シミュレーター』に代表されるような超高速のスーパーコンピューターを駆使して、より的確な未来の気候の予測を行っています。大気や海洋の循環、植生の変化など、地球上の複雑な現象をコンピューターの上で計算するためには、多くの学問分野の英知を結集する必要があり、土木分野からも多くの人材と頭脳を供給しています。

資料提供：  
東京大学 / 国立環境研究所 / 海洋研究開発機構 / 文部科学省



## 下水熱利用地域冷暖房システム

### 下水からエネルギーを取り出す

下水温は冬は大気より暖かく夏は大気より冷たいという特性を生かして、暖房時の熱源および冷房時の冷却水としてヒートポンプにより温水や冷水を製造し、地域冷暖房として需要家(供給地域)に供給するシステムです。



JR 水道橋駅に隣接する業務・商業地区 (21.6ha、延べ床面積 29 万 m<sup>2</sup>) において未処理下水を用いて熱供給事業を行っている。  
(写真提供: 東京下水道エネルギー株式会社)



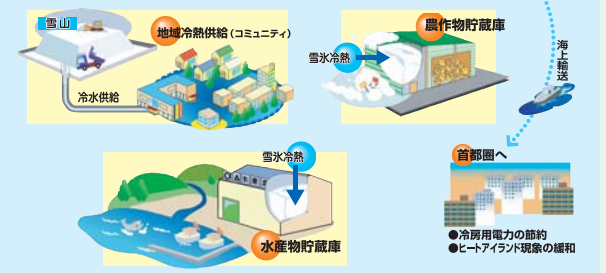
## 雪氷冷熱エネルギーの有効活用

### 雪国からの地球温暖化対策への貢献

これまで雪国では、雪は道路や家周りの除雪作業を強いられる厄介者と考えられてきた一方、発電や産業用水などの水資源として、またスキーや雪祭りの観光資源として利用してきました。今日では、雪を冷熱エネルギーとして利用し、雪冷房や雪冷蔵施設を各地に建造しその効果を実証するまでになっています。

資料提供: 株式会社ドーコン

### 雪氷冷熱エネルギーを利用して、化石エネルギーを節約



雪氷冷熱エネルギーの利用方式は大きく3つに分けられます。  
①送風機を用いて貯蔵室と貯雪庫の間で冷気を循環させる。②雪が溶けてできた冷水を循環させる。  
③特別な機器を使わず貯雪庫・貯氷庫の冷気を自然対流させる。

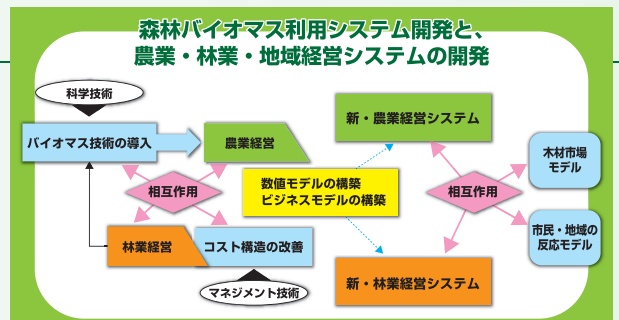
## 森林バイオマスエネルギーによる持続可能な地域経営システム

### 林業・農業・地域社会に持続可能な地域経営システムを提供

森林バイオマス技術の開発および利用により、①地域環境、②農業と林業の活性化、③エネルギーの自立を目標に、地域社会や利害関係者が自主的に参画・協働することが出来る自立・持続可能な地域社会の経営システムの構築を目指します。



資料提供：  
高知工科大学



森林バイオマスエネルギーの利用農家、森林資源を供給する山林所有者、ペレットを製造・供給する事業者の3者が市場を介してリスクを分担することで持続可能な地域経営を目指す。

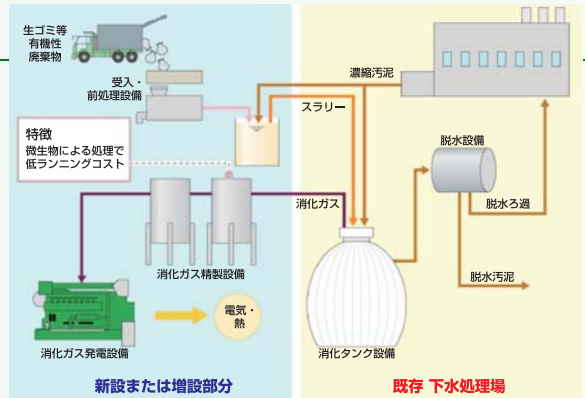
## 都市バイオマスエネルギー回収システム

### 下水処理場で都市生ゴミを活かすハイブリッド式消化システム

下水処理場の汚泥消化槽を活用して、生ゴミ、食品廃棄物、し尿、浄化槽汚泥等の有機性廃棄物と下水汚泥を混合して消化することで、メタンガス発生量を大幅に増加させ、ガス発電などによってより安価にエネルギーを回収するシステムです。都市の未利用バイオマスを活用した創エネルギーで低炭素社会に貢献します。

資料提供：鹿島建設株式会社

既存処理場の汚泥消化槽や土地を有効利用し、少ない設備投資で効率的に生ゴミやその他の有機性廃棄物からエネルギーを回収します。

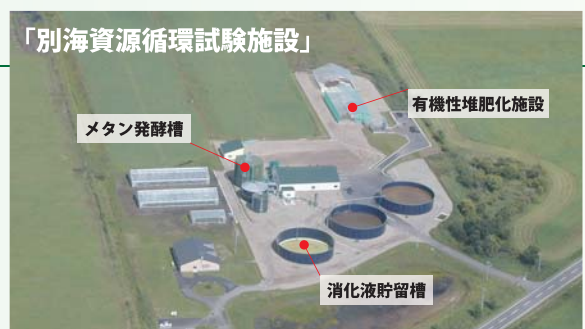


緩和策（温室効果ガスの排出抑制）

## 畜産廃棄物エネルギー利用施設

### 家畜ふん尿からバイオエネルギーを取り出す技術

私達が普段口にする乳製品などは畜産農家から供給されており、農家からは当然毎日大量のふん尿が排出されています。大きな環境問題となる家畜ふん尿から、バイオガス発電によるエネルギーを取り出す技術が実用化されています。



牛ふんをメタン発酵させて得られたガスを燃やして発電し、その熱から温水をつくり、残渣(ざんさ)から肥料を作る施設群です。平成14年度 土木学会環境賞

## 中小水力発電再生事業

### 美しい河川を蘇らせた廃止発電所の再生

水資源の豊富な国、日本。この豊富な水を利用して電気を起こす水力発電は、わが国において100年以上の歴史をもっています。この歴史の中で、経済的な事情などから老朽化し廃止した発電所が各地に多々存在します。このような「水力発電資源」に再び光をあて、二酸化炭素抑制効果による地球温暖化対策への取組みとして、廃止発電所の再生事業を推進しています。

資料提供：東京発電株式会社



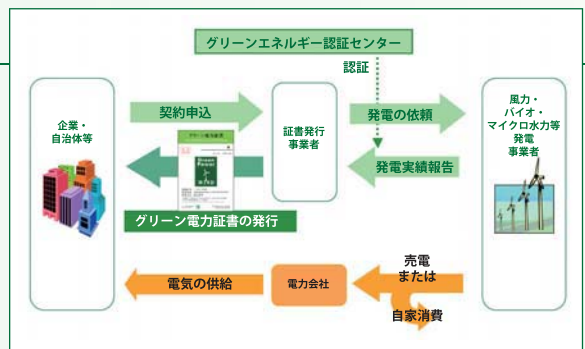
取水堰堤切欠き部にSR合成堰を設置・魚道整備により、魚類の遡上も確認される美しい水面が復活。

## グリーン電力証書システム

### 再生可能エネルギーの更なる普及拡大に向けて

グリーン電力証書は7年ほど前から国内において再生可能エネルギー普及拡大のために開始された仕組みです。需要家側も参加できる唯一の仕組みであり、グリーン電力証書の年間契約電力量は、現在1億kWhを超えるまでに至り、近年大いに注目を集めています。

資料提供：日本自然エネルギー株式会社



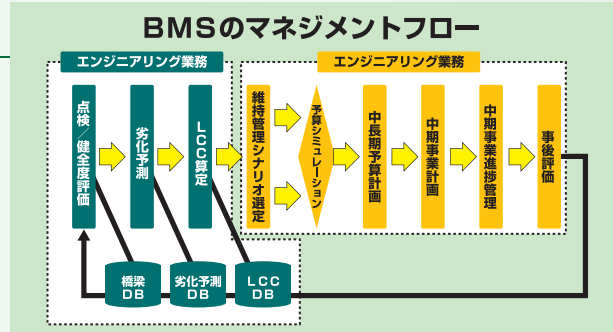
企業、自治体等の契約申込を受け、証書発行事業者は発電事業者に発電依頼を行う。発電実績は第三者機関に認証された後、グリーン電力証書が企業・自治体等に発行される。

## ブリッジマネジメントシステム(BMS)

### 適切な維持管理計画で橋の長寿命化を目指す

全国には長さ15m以上の道路橋がおよそ15万橋あり、このうち45%が、20年後には建設後50年を超えていると言われています。今までは、古くなった橋は架け替える、という考え方でしたが、架け替えに伴って多額の費用が発生するだけでなく、老朽化した橋が増えると安全性の確保が難しくなります。青森県では、点検データをベースに橋ごとに適切な維持管理計画を策定し、橋の安全性を確保しながら維持管理費用を最小化するブリッジマネジメントシステムを開発・運用しています。橋の長寿命化は架け替えに伴うCO<sub>2</sub>発生量を抑えることで地球温暖化防止に大きく貢献しています。

資料提供：鹿島建設株式会社



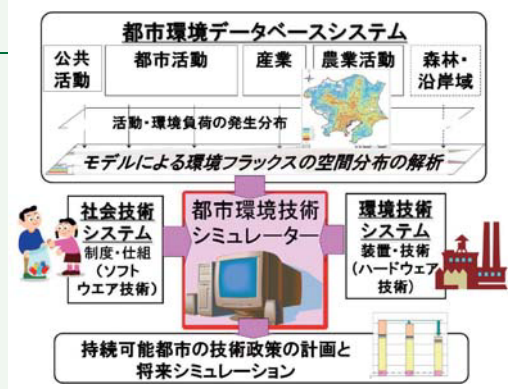
橋の点検調査結果に基づき、構造・材料・使用条件等を勘案した劣化の予測ならびに補修コストを算定します。橋の管理者は予算等の制約条件に見合う補修シナリオを選定し中長期事業計画を策定します。

## 低炭素・資源循環都市をデザインする「都市環境技術シミュレーター研究」

### 持続可能な都市の計画、評価と合意形成支援ツール

低炭素化に向けての地方の行動を支援する「都市環境技術シミュレーションシステム」は都市、地域の持つ社会資本と自然環境資本を活用して、その空間立地を活かす資源循環と自然共生の技術を選び、環境政策を計画し、評価するものです。

資料提供：国立環境研究所・東洋大学 藤田 壮

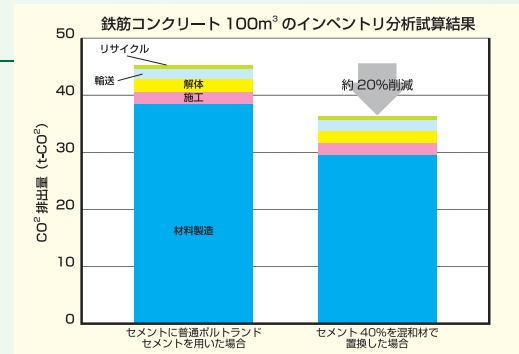


## 資源を有効活用するコンクリート

### 長寿命化と産業副産物の活用による温暖化防止

コンクリートの長寿命化は、構造物の解体等を減らし、二酸化炭素排出量の削減のみならず天然資源の保護に大きく貢献します。またさらに、混和材としての産業副産物の活用、構造形式、配合、施工等の工夫によって二酸化炭素排出量削減に努めています。

資料提供：  
コンクリート委員会コンクリートの環境負荷評価研究小委員会



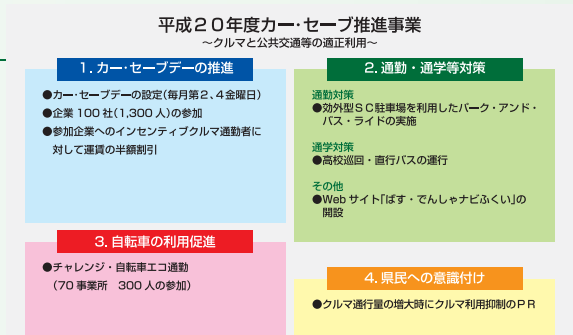
鉄筋コンクリートでは、材料製造に伴う二酸化炭素排出量が全体の大きな割合を占めます。産業副産物である混和材を有効活用することで、二酸化炭素排出量の大幅な削減を図ることができます。

## カー・セーブ推進事業

### クルマと公共交通等の適正利用

福井県はクルマの保有台数や移動割合が全国トップクラスにあります。公共交通機関の利用促進とともに、地球温暖化対策としてクルマからの二酸化炭素排出量の削減を図る必要があることから、過度なクルマの利用を控える「カー・セーブ」に取り組んでいます。

資料提供：福井県総合政策部総合交通課



毎月第2、第4金曜日のカー・セーブデーにおけるクルマ通勤者の運賃割引、パークアンドバスライドや高校直行・巡回バスの試行実験、自転車エコ通勤の推奨等を実施。

## 我が国沿岸都市域における海面上昇による浸水リスク評価

### 海面上昇時の東京湾、伊勢湾、大阪湾の浸水想定域

右図は、東京湾、伊勢湾、大阪湾の浸水想定域を示したもので、現在の満潮位で浸水する領域(黄緑)、海面上昇(59cm)を考慮すると浸水する領域(青緑)、さらに既往最大の高潮を考慮すると浸水する領域(青)に分けて表示しています。護岸などの海岸・港湾構造物を考慮していないため、「もし構造物がなければ」浸水するいわば「潜在的浸水域」を示したものです。例えば、東京湾沿岸域では、現在の満潮位以下にある面積が117km<sup>2</sup>に対して、海面上昇、および海面上昇と既往最大高潮を考慮すると潜在的浸水域面積がそれぞれ204km<sup>2</sup>、322km<sup>2</sup>となります。この面積の増加に伴い被害を受ける人口も、2320千人が、それぞれ3233千人、4156千人(平成12年度国勢調査)となります。三大湾沿岸のように構造物などによって防護されている沿岸域では、表示された浸水域は、想定被害というよりは、構造物による防護によって得られた便益を表しているともいえます。

資料提供：茨城大学



茨城大学工学部 桑原祐史作成

## 地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について

### 水災害適応型社会を目指して

温暖化に伴って水災害の増大への適応策として、河道改修やダムなどの、河川で安全を確保する様々な治水政策に加え、流域における対策を重層的に行い、起こり得るさまざまな規模の洪水に弾力的に流域で対応し、「水災害に適応した強靱な社会(水災害適応型社会)」の構築を目指します。

温暖化の進行に伴う降水量の増加で治水安全度が大幅に低下することが予測され、引き続き「治水施設による適応策」を進めると共に、「地域づくりと一体となった適応策」「危機管理対応を中心とした適応策」を重層的に組み合わせた取り組みが必要となります。

資料提供：国土交通省河川計画課



低炭素型及び水害適応型のまちづくり (茨城県：母子島遊水地)

## 地域防災力・自主防災力の向上

### 市民・行政の協働による市民手づくりの避難訓練

地域防災力・自主防災力の向上を目的とした市民・行政協働型の「佐波川破堤避難訓練」が、国土交通省(山口河川国道事務所)により実施されました。この訓練は「防府／防災ネットワーク推進会議(議長：瀧本浩一)」と連携し市民手づくりの避難訓練として計画され、建設コンサルタントである当社は、避難訓練の運営支援を行いました。

資料提供：  
復建調査設計株式会社

本訓練の特徴は、「市民手づくり、シナリオなき体験型、聴覚障害者との連携」であり、訓練参加者からは情報伝達の重要性、自助・共助意識の向上、体験型訓練の継続要望等の多くの意見が出ました。

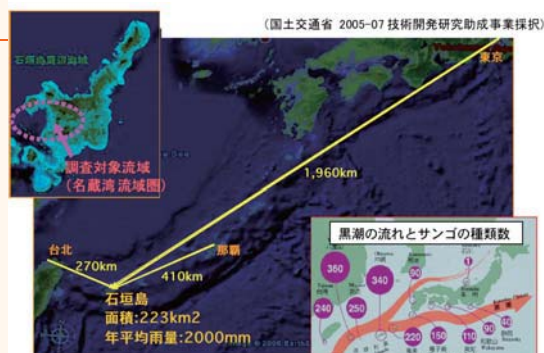


## 沖縄・石垣島における赤土流出・栄養塩類流出抑制システムの研究開発

### 「うみとうめー」(海と陸の連携)に基づくサンゴ礁の保全・再生

沖縄・石垣島周辺海域には360種類ものサンゴ種が生息し、世界的にも豊かなサンゴ礁を形成し、地域の貴重な観光資源を下支えしてきました。近年のサンゴ礁劣化の原因のひとつに、農地からの表土の赤土や栄養塩類(施肥や畜産による影響)の海域への流出があります。この研究開発においては、サンゴの健全性から見た赤土や栄養塩類の「許容流出量」について検討した。また、その許容流出量を達成するため、すべての関係者がWin-Winの関係のもとで、経済と環境とが調和した「自然共生型流域経営モデル」を考案し、フォーラムを通して提案を行っています。

資料提供：芝浦工業大学



(国土交通省 2005-07 技術開発研究助成事業採択)

## 島嶼国海岸における気候変動・海面上昇の影響

### 日本の土木技術での貢献を期待

太平洋に点在する島嶼国は、国土が狭いことから気候変動・海面上昇に対して脆弱とされています。特に、細長いサンゴ礁上に点在する国は、極端に狭くそして低い標高の土地からなっているので、今後予測される海面上昇や気候変動に対する適応策を早急に策定・実施していく必要があります。

島嶼国の海岸は主にサンゴの破片や有孔虫の死骸で構成されており、気候変動・海面上昇に伴う海岸侵食への適応策を検討する際には、波浪や漂砂を制御するだけでなく、海岸の生物的環境を健全に保つことも非常に重要となります。このように狭い場所でも多くの機能を発揮できる対策技術が必要なことから、日本の土木技術の応用が期待されています。

資料提供：茨城大学

海岸侵食が進み海岸植生帯に侵食が進んでいる様子  
(マーシャル諸島マジュロ環礁ロングアイランド海岸にて、2007年8月、横木裕宗撮影)



海岸侵食が進み海岸植生の根の部分が露出した様子。  
(マーシャル諸島マジュロ環礁ローラ島海岸にて、2007年8月、横木裕宗撮影)

## 関西電力 e7 ブータンマイクロ水力 CDM プロジェクト

### CO<sub>2</sub> フリーのマイクロ水力による地方電化プロジェクト - ブータンの Gross National Happiness のお役に -

関西電力は、未電化のチェンデブジ村にマイクロ水力発電所を建設しました。発生した電力は、約 40 世帯のご家庭や小学校、公衆浴場等でお使いいただいております。環境を保全しつつブータンの人々の暮らしにうるおいをもたらしています。

資料提供：関西電力株式会社 企画室

チェンデブジ小学校の子供達。電気により明るい教室で学習できるようになりました。



全景と村はずれの取水口(えん堤)付近。地形を上手に利用し、最小限の工事で発電用水を得ています。



発電所の様子。外観にブータンの建築様式を採用し、周囲の景観との調和を図っています。

編集・製作

土木学会 / 地球温暖化対策特別委員会・地球環境委員会

発行 2008年7月