

土木技術者実践論文集セミナー
～土木技術者の『実践』の共有と更なる向上に向け～

平成 29 年 11 月 6 日 (月)

於：土木学会 講堂

主催：(公社)土木学会コンサルタント委員会／土木技術者実践論文集企画小委員会

目 次

・プログラム	1
・講演者 プロフィール	2
・基調講演「住民へのチャリティーから住民のビジネスへ －土のう工法を用いた未舗装道路整備の実践について－」 木村 亮：京都大学教授 平成 27 年度論文賞受賞（土木学会論文集 F5）	3
・『実践』事例の発表	25
①地域と共に運営する小水力発電事業 根原孝輔：(株)オリエンタルコンサルタンツ	25
②江戸川河口部におけるヒヌマイトトンボの生息環境の改善 工藤晃央：(株)ドーコン	33
③モザンビーク国マプト市におけるごみ収集ルート改善 神下高弘：日本工営(株)	42
④建設コンサルタントの多様化による地域振興と再生可能エネルギー開発 青野史規：基礎地盤コンサルタンツ(株)	52
⑤災害図上訓練（DIG）を通じた高速道路における災害対応力強化に関する 実践的研究 楠橋康広：西日本高速道路エンジニアリング中国(株)	59
・発表を踏まえたディスカッション （実践論文のレクチャー、講評、ディスカッション） 花岡伸也：土木技術者実践論文集企画小委員会委員（東京工業大学准教授）	66

プログラム

- 13:30 – 13:40 開会の挨拶
莊司泰敬：土木技術者実践論文集企画小委員会委員長（応用地質株式会社執行役員）
- 13:40 – 14:40 基調講演
「住民へのチャリティーから住民のビジネスへー
土のう工法を用いた未舗装道路整備の実践についてー」
木村 亮：京都大学教授
平成 27 年度論文賞受賞（土木学会論文集 F5）
- 14:40 – 16:15 『実践』事例の発表
- ① 地域と共に運営する小水力発電事業
根原孝輔：(株)オリエンタルコンサルタンツ
 - ② 江戸川河口部におけるヒヌマイトトンボの生息環境の改善
工藤晃央：(株)ドーコン
- (15:15 – 15:25 –休憩–)
- ③ モザンビーク国マプト市におけるごみ収集ルート改善
神下高弘：日本工営(株)
 - ④ 建設コンサルタントの多様化による地域振興と
再生可能エネルギー開発
青野史規：基礎地盤コンサルタンツ(株)
 - ⑤ 災害図上訓練（DIG）を通じた高速道路における災害対応力
強化に関する実践的研究
楠橋康広：西日本高速道路エンジニアリング中国(株)
- 16:15 – 16:55 発表を踏まえたディスカッション
（実践論文についてのレクチャー、発表事例の講評、
発表者・フロアを交えたディスカッション）
花岡伸也：土木技術者実践論文集企画小委員会委員（東京工業大学准教授）
- 16:55 – 17:00 閉会の挨拶
大橋 正：土木技術者実践論文集企画小委員会副委員長（基礎地盤コンサル
タンツ(株)取締役常務執行役員）

講演者 プロフィール

基調講演

木村 亮（きむら まこと） 京都大学大学院 工学研究科 教授

昭和 60 年 3 月 京都大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 修了

昭和 60 年 4 月 京都大学 工学部 交通土木工学科 助手

平成 6 年 4 月 京都大学 工学部 交通土木工学科 助教授

平成 10 年 11 月～平成 11 年 11 月 オランダ国 GeoDelft 特別研究員

平成 18 年 7 月 京都大学 国際融合創造センター 教授

平成 22 年 10 月 京都大学大学院 工学研究科 教授



【論文・著書、社会活動等】

専門は地盤工学。特に構造物基礎、トンネル、カルバート、補強土壁などの静的・動的力学特性の解明と、新技術・新工法の開発を実施している。

平成 14 年度, 平成 27 年度 地盤工学会 論文賞

平成 16 年度 土木学会 国際活動奨励賞

平成 18 年度, 平成 27 年度 土木学会 論文賞

平成 19 年度 地盤工学会関西支部 社会貢献賞

平成 20 年度 地盤工学会 技術開発賞

1993 年よりケニアで大学造りの JICA プロジェクトに関わり、2002 年より「貧困削減」を主なテーマに発展途上国の未舗装道路の整備手法を開発し、住民と共に世界 25 ケ国で道直しを行う。認定 NPO 法人 道普請人（みちぶしんびと）理事長。

基調講演 「住民へのチャリティーから住民のビジネスへ
－土のう工法を用いた未舗装道路整備の実践について－」

木村 亮：京都大学 教授

平成 27 年度論文賞受賞論文（土木学会論文集 F5）

「土のう工法の普及活動を通じた未舗装道路整備の B O P ビジネス化」

福林 良典：特定非営利活動法人 道普請人

本庄 由紀：Community Road Empowerment (NGO)

木村 亮：京都大学

土のう工法の普及活動を通じた 未舗装道路整備のBOPビジネス化

福林 良典¹・本庄 由紀²・木村 亮³

¹正会員 特定非営利活動法人道普請人 (〒600-8213 京都市下京区東塩小路向畑町20-13)
E-mail: yoshinori.fukubayashi@coreroad.org

²非会員 Community Road Empowerment (NGO) (P.O.Box 19539-00202, KNH Hurlingham, Nairobi, Kenya)
E-mail: honjoyuki@yahoo.co.jp

³正会員 京都大学大学院教授 社会基盤工学専攻 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1棟)
E-mail: kimura.makoto.8r@kyoto-u.ac.jp

開発途上国では雨季に未舗装道路のトラフィカビリティが確保されないことが、人々の市場や学校、病院へのアクセスを妨げ貧困の一因となる。沿線住民が問題箇所の改築を行いアクセスが改善されるよう、土のう工法や道路維持管理技能の研修を進めた。研修後住民による道路改修活動を、持続し活性化させることが課題であった。

ケニアでは、未舗装道路改修が、BOP (Base of the Economic Pyramid) 層、特に若者層によるビジネスとして実施される仕組みが整備された。土のう工法が公認され、労働集約的手法による公共道路工事が発注される。技能を習得した若者グループが起業し、公共道路工事を受注して事業活動を活性化させている。

本論文では、未舗装道路改修がBOPビジネスとして実施されるに至る取組や背景を整理した。

Key Words : *developing countries, unpaved roads, BOP business, local resource, spot improvement*

1. はじめに

開発途上国の地方道や農道、人々の生活圏に至る小規模な生活道路の多くが未舗装である。行政機関の慢性的な予算不足から十分な整備がされていない。雨季には路面が泥濘化し渡河部で道路が水浸し、車両やバイク、自転車、歩行での通行が困難になる。沿線の住民の市場や学校、保健所等へのアクセスが制限される。そのため収穫した作物を市場まで運べず腐らせてしまい、十分な現金収入が得られない。また教育や医療サービスを受けることができない。未舗装道路の改修が進まないことが、地域の貧困の大きな原因の一つとなっている。

本研究の目的は、開発途上国の未舗装道路の年間通行性を改善し、貧困削減に貢献することである。開発途上国行政の予算が限られる中で、人々の市場や社会サービスへのアクセスを向上させることを検討する。住民が主体的に現地で調達可能な材料を利用し、人力で未舗装道路を改修することが一つの解決策であると考えられる。そこで道路全長を対象とせず、トラフィカビリティが失われる問題箇所を改築し道路網としてのアクセスを向上させる方針とした。具体的な手法として土のうを利用し

た未舗装道路整備手法を確立した¹⁾。土のうは所定の条件下で250 kNの耐荷力を保有する²⁾。土のうの特性が、開発途上国農村部においても十分発揮されるように施工手順を工夫した。

穀物、肥料や種子等のプラスチック繊維で編まれた袋に所定量の土質材料を中詰めし、軟弱地盤上や轍掘れ箇所に二層以上敷設し、路盤を補強する。締固め機械を使わずとも袋材に拘束された土質材料、即ち土のうを人力で締固めることで(図-1)、交通荷重を支持する路盤が構築できる。その後礫質土を撒きだし人力で締固め、厚さ0.05~0.1 mの表層を設ける。標準断面を図-2に示す。

本研究グループは生活道路や農道、地方道の沿線の住民に対し、土のうによる未舗装道路整備手法の研修を2006年より実施している³⁾。一人でも多くの住民がその手法を習得し研修後に自分達で実践することで、道路の改修が進むことを目指す。2014年3月末までにアフリカ、アジア、太平洋州の17カ国で約115 kmの未舗装道路が技術移転研修の中で整備された。整備対象道路や技術移転先となるコミュニティの選定、研修方法は、活動国や事業体制により多様なアプローチで実施している⁴⁾。

本論文ではケニアにおける土のう工法の普及活動を示



図-1 土のうを利用した未舗装道路整備状況

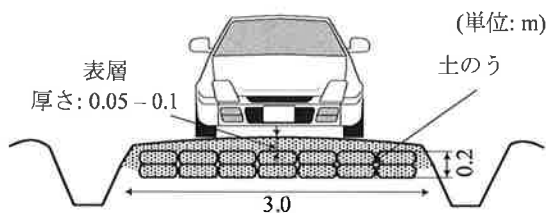


図-2 土のうを利用し整備された道路の標準断面図

す。この活動は、土木工学を専門とする大学研究者と、途上国農道問題解決に事業ベースで取組む特定非営利活動法人に属す農業、土木、コミュニティ開発、事業運営管理の専門家を中心に実施された。行政、民間財団、国際機関から提案事業に対し助成や委託を受け、また活動賛同者からの会費寄付金収入を運用し事業を進めた。ケニアでは現地に根差し連続的な事業展開とその活動を公式なものとするため、特定非営利活動法人道普請人の構成メンバーが2008年に現地でNGOを設立した。協力的である日本で博士号を取得した現地大学教員2名（工学と農学）を役員に据え、日本人専門家が常駐しローカルスタッフを雇用し、ケニアでの事業実施機関としている。

比較的降雨量の多い中部から西部を中心に、土のう工法の現地住民への研修活動を開始した。ボランティアで道路改修を行う状況下では、研修後の住民の整備活動は活発ではなかった。そこで、ボトムアップのアプローチに加え、研修成果を道路行政高官に説明するトップダウンの取組も行った。その結果、道路行政が土のう工法を公認し、労働集約的な手法による公共工事を発注する体制が構築された。

行政が公共道路事業予算を、BOP (Base of the Economic Pyramid) 層⁹⁾と呼ばれる貧困層にある人々が受注するよう、割り当てたことになる。土のう工法や道路維持管理手法の研修を受けたBOP層の人々が、ビジネスの主体として道路整備事業に参画することを可能にした。彼らが企業努力をすることで、生活道路、農道、地方道の改修

が進み、道路沿線地域の人々の暮らしを豊かにすることができる。未舗装道路改修が、BOP層のボランティアではなくビジネスとして実施される仕組が整備された。これは、BOPビジネス⁹⁾と総称される中でも、BOP層を消費者と捉え多国籍企業が利益を得るのではなく、BOP層が事業を通して儲けながら地域社会に貢献する包括的な（インクルーシブ）ビジネスモデルと言える。

本稿で示す取組はケニアでの事例である。しかし、サブサハラアフリカ諸国をはじめとした開発途上国で、地方道クラス以下の未舗装道路を住民参加を得て整備を行う際の、指針になりうると考えられる。

本論文の構成は以下の通りである。まず2章でケニアの道路クラスを整理する。次に3章でケニアでの地方道、農道、生活道路の整備事業の経緯を概観する。そして、本研究グループによる土のう工法の普及活動を4章にまとめる。続いて、5章で普及活動の結果と考察を示す。その後、6章で結論を述べ、今後の課題を7章に示す。

2. ケニアの道路網と整備事業

(1) ケニアの道路網

ケニアの道路網について、クラスとその延長、未舗装道路率について表-1⁷⁾に示す。

本論文ではクラスA, B, Cの道路をまとめて幹線道路、D, Eを地方道、利用目的や運搬される農作物の種類毎に分類されるSpecial Purpose Road (SPR)を農道、そしてUnclassifiedを生活道路と呼称する。

裨益地域に限られるため、中央政府やドナー機関の支援の対象になりにくい生活道路が、全道路網延長の61%を占める。地方道路、農道、生活道路の約90%~100%が未舗装である。生活道路はCounty councilという地方自治体が道路管理者となっているが、予算不足のため整備が進まず、72%はPoor状態との調査結果⁸⁾がある。

(2) ケニアの道路網整備事業と政策⁹⁾

1970年代から1990年代にかけ地方道や農道はLBT (Labour-Based Technology)¹⁰⁾という手法が適用され整備された。

LBTとは締固め機械や路盤・表層材の含水比調整のための散水車など簡便機械の利用を前提とし、その他の工程で最大限人力により施工を行う方法である。国際労働機関 (ILO, International Labour Organization) により体系化されている。機械施工と比較して、施工費用を抑え住民に収入機会を与え、地域経済の活性化につながるなどの効果があるとされている¹¹⁾。LBTを習得し締固め機械等を保有する中小規模施工業者が、対象道路沿線の住民を労働力として雇用し、改築や維持管理を行うのが一般的な実施体制である。

LBTや道路建設技能に関する研修を施工業者らに行う

研修所が設立され、公的機関として運営されている。この研修機関の課程を修了し施工業者登録することが、行政機関発注の道路工事を受注する要件となっている。

LBTを適用し下位クラス(表-1中のMinor roads やRural access roads)の未舗装道路を改築した結果、中位クラス(表-1中のSecondary roads)の道路より高い規格に改善されたとの報告もある。

1990年代初めから道路政策として、LBTの適用範囲をより上位クラスの道路の維持管理にも広げる方針が打ち出された。2000年までに全道路網を改築し、その後は現地調達可能材料を利用し維持管理を行うとされた。しかし、事業運営体制の不備でこの方針に基づく道路整備が機能的に実施されず、想定された成果は得られなかった。LBTでは周辺住民の備上、労賃の公正で適切な時期の支払を通し彼らの協力を引き出すことが不可欠である。施工業者による沿線コミュニティとの合意形成と、合意事項の順守実践が重要である。住民意識、施工業者能力、行政のリーダーシップによるが、しばしばこの過程に時間と労力を要す。その結果、道路管理者の多くが工期を優先し住民参加をほとんど考慮せずに済む機械施工を採用する傾向にあり、統一的な事業運営体制を確立できなかったと考えられる。

2007年次の世界銀行レポート¹²⁾によると、1989年にケニア道路網全長の20%がpoorとされたのに対し、2005年では64%になっている。LBT事業等を通して改築され一旦良好な道路状態になったが、維持管理が進まず悪化していると考えられる。

2005年7月より、第1次道路整備5ヶ年計画が開始され

た。道路行政や地方自治体、ドナー機関が、この道路整備計画に沿って道路事業を実施した。現地で調達可能な資材、地元のコンサルタントや施工業者の有効利用を図るとされた。限定された少数路線を全長に渡り改築するのではなく、各道路網で問題箇所を集中的に改築する方針が取られた。ほぼ目標の延長の道路が整備され、若者や女性の雇用が多く創出されたことなどが評価された。

この成果を拡張させるため、新たな道路整備計画案が2010年より2012年にかけて検討された。2030年には中所得国入りを目指すケニア政府長期経済開発戦略Vision 2030¹³⁾の遂行に寄与することも、配慮された。Vision 2030では、若者雇用の確保や、起業の促進と事業活動の活性化が、重点項目とされている。

2012年7月より第2次道路整備5ヶ年計画が開始された。道路改築や部分補修の品質の向上、労働集約的で現地調達可能材料を利用した効果的な道路改修工法の適用促進、公共道路工事に零細企業を活用し雇用の創出と確保に寄与することなどが盛り込まれた。

3. 土のう工法の普及活動

本研究グループは土のう工法が運用され未舗装道路の改修が進むことを目指し、住民への研修を開始した。研修後にも住民が継続し、道路整備活動を行える仕組を構築することが重要である。その仕組構築に向けた普及活動を、本章で示す。

図-3に、2009年から2013年にかけて住民や道路・地方行政に対して実施した普及活動と、各活動に対する結果

表-1 ケニアの道路クラス

クラス	説明	本論文での呼称	管理者	延長 (km)	道路網総延長に占める各クラス道路長の割合 (%)	各クラスの未舗装道路率 (%)
A	International Trunk Roads	幹線道路	Ministry of Roads and Public Works	3,588	2	23
B	National Trunk Roads			2,645	2	44
C	Primary Roads			7,857	5	66
D	Secondary Roads	地方道	District Roads Committees	10,721	7	88
E	Minor Roads			26,649	17	98
Special Purpose Road (SPR)	Government Roads Settlement Roads Rural Access Roads Sugar roads Tea roads Wheat roads	農道	District Roads Committees	10,476	7	99
Unclassified	All other public roads and street	生活道路	County Councils	98,941	61	98
TOTAL				160,886	100	93

をまとめた。また前章で概観したケニア道路整備計画の推移も示した。

(1) 研修先の選定

研修先について、道路問題解決への意欲があり、組織としてまとまりのある集団を特定した。ケニアでは農家、若者グループを対象とした。

a) 農家グループ

ケニア農業省の指導下で、同種作物を生産する農家が集合しSelf Help Groupと呼ばれるグループを組織している。本論文中では農家グループと呼称する。共同出荷作物の市場への運搬もしくは畑での買付が可能になるよう、生活道路や農道を通行可能な状態に維持管理することが、農家グループにとり重要である。そこで、農業省県事務所より紹介を受けた4つの農家グループを対象に、2009年に土のう工法の研修を開始した。

b) 若者グループ

18歳から35歳までの若者層の雇用促進政策を受け、公共道路工事が若者グループへ優先的に発注される方針がある。第2次道路整備5ヶ年計画の中で土のう工法が公認された⁹⁾ことから、2012年より新たに若者グループも研修対象とした。研修後、公共道路工事に参画し現金収入を得る機会が得られると考えられた。

農家、若者グループともに最低10名の構成員を要し3名の役員を任命し、グループとしての活動目的や約款を定める。各監督省庁に1,000 ksh (1 ksh=0.9~1.2円, 2009~2013年)を支払い、登録する。毎年更新する必要がある。登録することで団体格を有し、銀行口座を開設することができるなど、組織的な活動を実施する上で有利になる。両グループの相違点は、監督省庁と構成員の年齢層に関する規定の有無である。若者グループは、全構成員の70%以上が若者層である。

(2) 普及活動

a) 農家グループへの土のう工法研修

トラフィカビリティの失われる問題箇所を土のう工法で改修する実施工を通して、研修を実施した(2009年1月~10月)。農家グループのオーナーシップが発揮されるよう、補修箇所は彼らが選定し、改修に必要な資機材もできるだけ彼ら自身で調達することを原則とした。

その後、研修で問題箇所を改修した効果と、農家グループによる道路整備活動の持続性について検証した。研修手順と検証方法は下記の通りである。

- 1) 道路改修作業への参加意欲の確認
- 2) 農家グループが改修したいと選定した問題箇所での、調査と施工計画の立案
- 3) 施工計画や道路排水計画などに関して、周辺コミュニティとの合意形成
- 4) 2)の計画に基づく必要資機材(現地発生土もしくは周辺で入手される礫質土、土のう袋、工具類)の調達
農家グループが自前で調達できない資機材費は、研究グループで実費負担した。例えば、礫質土の購入費やその運搬費、一輪車などの工具費や土のう袋代である。
スコップやブッシュナイフなど農作業で普段利用する道具は、参加者が持ち寄った。
- 5) 施工
研究グループは研修期間中、参加者への昼食費用を負担した。参加者への、労賃として現金の支払いは無い。
- 6) 施工中また施工直後に、道路整備に従事することや土のう工法について、農家グループに聞取調査
- 7) 施工から約1年後における、道路改修効果について聞取調査
- 8) 研修後の自発的な道路整備活動に関し、聞取調査

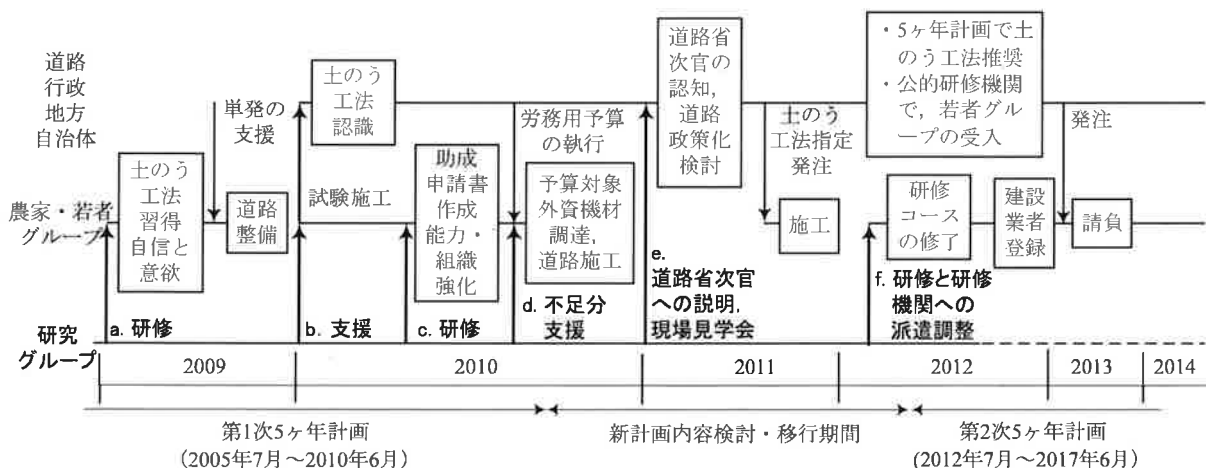


図3 土のう工法を利用した住民参加による道路整備の普及活動



図4 土のう工法試験施工を視察する県知事



図5 農家グループへの施工計画説明状況

b) 道路行政や地方自治体に対する試験施工

土のう工法研修を受けた農家グループが、農道公社地域事務所所長や県知事の前で試験施工を実施した。農道公社は、道路クラスD以下の道路の規格、設計、維持管理手法など技術的な分野を担当する道路行政機関である。土のうを利用した未舗装道路整備手法の手順を説明し、整備効果を実際に示した(図-4)。

研究グループが両者の連絡調整や、必要資機材の調達支援を行った(2010年3月~6月)。

c) 農家グループ組織強化研修

試験施工実施とともに、土のう工法による道路改修施工計画、必要資機材数量の積算、助成申請書作成のための研修を実施した(図-5)。具体的な計画と必要経費を提示することで、道路行政や地方自治体が申請事業の実現性と妥当性を理解し、その予算を拠出しやすくするねらいがあった。

土のう工法研修を実施した4農家グループと近傍の3農家グループは自発的に合同で、会員数が約500名のアソシエーションを結成した(2010年9月)。研究グループは2010年以降2013年にかけてアソシエーションの活動を観察し、組織運営に関する研修を行った。

d) 農道公社予算を利用した、農家グループによる道路整備活動

農道公社地域事務所は、2010年6月に若者雇用促進事業の予算を、農家グループによる土のう工法での道路整備に執行することを決定した。その予算の用途は18歳以上35歳未満の若者への労賃に限定された。

農家グループは行政より得られる支援を活かし道路整備を実施するため、必要な資機材の調達を自分達で進めた。対応できず不足する分を研究グループが補てんした。

e) 道路省と農道公社高官への、農家グループによる土のう工法を用いた道路整備活動の説明

ケニア政府道路省次官や農道公社総裁、同地域事務所所長に、農家グループによる土のう工法を用いた道路整備活動の実績を説明した。

まず、2010年12月にケニア西部の活動地域で、道路省次官と農道公社地域事務所所長による施工現場の視察を実現した。

さらに、2011年1月には在ケニア日本大使館の調整で、首都ナイロビで道路省次官と農道公社地域事務所所長に公式に、土のう工法の開発意図、理論的根拠²⁾、農家グループによる農道整備活動について説明した。研究グループは、さらなる土のう工法の普及活動実施に助成が得られるよう、日本政府外務省のNGO連携無償資金協力を申請していた。今後の普及活動に期待した大使館の計らいで、説明機会を得た。

その後も在ケニア日本大使館と連携し、2011年10月に農道公社総裁に、2012年8月には道路省大臣に対して、土のう工法による道路整備事例を説明した。

f) 公的道路建設技能研修機関と連携した、若者グループへの研修

国際労働機関ILOは、ケニア政府の推奨する土のう工法が若者グループにより運用されるように、研究グループに研修の実施を委託した。

活動拠点であるケニア西部農村地域で、農業省やこれまで研修を行った農家グループなどから紹介を受け20の若者グループを選定し、土のう工法の研修を実施した(2012年5月~11月)。各グループ居住区内の道路の問題箇所を土のうで改修した。技術移転が主目的の事業であり、デモ施工のための必要資機材はすべて事業費から調達された。さらに、各若者グループの代表1名は、公的研修機関内で6週間の道路維持管理や請負業の進め方に関する実技と座学のコースを受講した。6週間の研修期間の受講料は一人当たり約150,000 kshであり、この費用はILOが支援した。

4. 普及活動結果と考察

(1) 農家グループによる農道整備

a) 土のう工法の研修結果

研修を実施した4つの農家グループのうち、着手が遅れた1つの農家グループを除いた3グループ、A, B, Cでの、研修日と研修参加者数の関係を図-6に示す。農家グループB, Cは土のう工法研修の紹介を受けた後、グループ内での参加意思決定や問題箇所を選定等の事前準備に日数を要した。3つの農家グループとも、デモ施工研修が開始され問題箇所の改修が進むと参加人数が増加した。

表-2は、各農家グループの構成員数、研修最終日の参加人数、整備区間延長、研修日数を示す。デモ施工研修最終日の参加者数がグループ構成員数よりも多いことから、グループ構成員のみならず沿線のコミュニティの住民も参加していることがわかる。

デモ施工研修から約1年後の改修区間における、午前7時から午後7時までの交通量調査結果を表-3に示す。幹線道路近郊に位置する農家グループCを除くと、4輪車(車, トラクター)の交通量は50台未満である。農家グループや沿線住民で4輪車の所有者はほとんどおらず、徒歩、自転車、バイクが日常交通手段となっている。

聞取調査の結果、部分補修による成果として、1)作物仲買人や園芸指導に来る普及員の来村頻度が増加、2)バイク・自転車タクシーの台数増加と料金の下落、3)市場・町への移動時間が短縮され、有利な価格が設定できる早朝販売の実施、4)出荷量の増加など、周辺住民が便益を受けていることが確認された。

農家グループに、1)道路の重要性、2)技能を身に着け自分達で基礎的な道路整備を実施すること、3)土のう工法、4)継続の意向について、各々研修開始前、開始時期、研修完了後、研修より約6ヶ月後(2010年2月)に聞取調査を行った。質問と得られた主な回答を表-4に示す。道路の通行性を確保することの重要性を認識しながらも、自分達で改修することなく、放置されてきたことが伺える。土のう工法の研修後、自分達でも道路の通行性を改善できると気づき自信ややる気が醸成され、継続の意志があることが把握された。

しかし実際には、研修後約6ヶ月間で1農家グループの

みが、土のう工法を利用し道路整備を2度実施した。1度目は研修時に提供された資機材の残存分を利用し、実施された。2度目は礫質土が採取場地主から寄付され、地元出身国会議員所有のトラクターで無償で施工箇所へ運

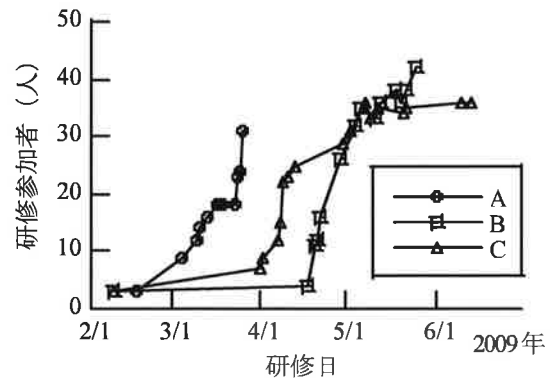


図-6 研修日の研修参加者数

表-2 農家グループ構成員数とデモ施工概要

	農家グループ		
	A	B	C
構成員人数 (人)	16	31	21
最終日参加人数 (人)	31	42	36
整備区間延長(m)	151.2	273.0	183.0
研修日数 (日)	12	13	16

表-3 交通量調査結果

	農家グループ		
	A	B	C
歩行者 (人)	1,103	470	916
自転車 (台)	89	49	228
バイク (台)	108	18	250
自動車 (台)	15	7	141
トラクター (台)	5	3	178

表-4 農家グループに対する道路の重要性や、道路整備活動、土のう工法、継続に関する聞取調査結果

時期	研修開始前	研修開始時期	研修完了時	研修より半年後
質問内容	あなたにとって「道」とは何か?	自分達で行う農道整備をどう思うか?	「土のう」工法をどう思うか?	農道整備を継続するか?
得られた主な回答	・発展に不可欠 ・生活の一部	・初めてで難しそう ・直せるか不安	・始めると簡単 ・改修状況に満足	・直せるという自信はあり継続したい

搬された。そして農家グループと周辺コミュニティが中古肥料袋を持ち寄り土のう袋を調達し、実施された。複数の第三者の厚志による協力を、同時期に得て資機材の調達に成功し、ようやく改修が行われた。

他の農家グループは、資機材を調達できず、研修後に道路整備活動を実施していない。労働力や農具の調達は農家グループや地域の住民の協力を得て可能である。しかし、部分補修でも道路整備に十分な数の土のう袋（図-2の標準断面では延長10 mの区間で350枚が必要）、中詰材や表層材とする礫質土、礫質土の運搬手段について農家グループのみで用意することが難しい。

農家グループがボランティアででも道路を整備する意欲がありながら、資機材の調達がかなわず実施に至らない。行政予算が十分でないという制約条件の中で、現地材料を利用した工法で住民自身がその資機材の必要量を調達し、道路改修を行うことを検討した。しかし、継続的に実施するには限界があることが明らかになった。

住民参加による農道整備活動を継続して実施するには、資機材調達に、その資源に制約がある中でも道路行政や地方自治体より助成を得ることが必要と考えられた。

b) 道路行政や地方自治体からの助成

試験施工の結果、農道公社地域事務所所長や県知事は、土のう工法は効果的な手法として認識した。

続いて、4つの農家グループは自分達が改修したいと願う問題箇所の施工計画、必要資機材数量、見積を作成し、助成申請書を管轄の県知事と農道公社に提出した。

その結果、2010年6月に、農道公社地域事務所の予算が、1つの農家グループによる道路整備事業に拠出された。7日間で約93 mの範囲が改修された。

若者雇用促進事業の予算であり、支出項目は若者層への労賃のみに限定された。農家グループは、交渉の結果採取場地主から必要量の礫質土を無償で得た。運搬車両は地方自治体より提供されるよう調整したが、実際には車両故障のため稼働できず、研究グループが別車両を手配した。若者層に該当しない年配の参加者があり、その労賃は農道公社予算では支払われなかった。参加者間の公平のため、研究グループがその分の労賃を負担した。農道整備に要した資材、労働力の数量と費用、その調達機関や方法を表-5に示す。

全施工費用のうち約50%は研究グループが負担した。農道公社の用意した予算には支出期限が決められており、時期を逃さずに施工を行うことが優先された。道路行政より引き出せた資金でも、用途制限や期限があり活用するには研究グループの支援が不可欠であった。

しかし、部分的であるが、ケニア政府予算で土のう工法により農家グループが道路を改修する実績ができた。2010年12月に、自前予算で実施された道路改修として高い関心とオーナーシップを持ち、道路省や農道公社高官が

現場視察を行った。当時、第2次道路整備5ヶ年計画案の検討時期であり、この現場視察がその計画案作成にも大きな影響を与えたと考えられる。

c) アソシエーション、会社組織の設立

助成申請書作成には基礎学力があると有利であるが、十分な教育を受けた人材は1グループあたりでは限られる。そこで、その能力を持つ人材を結集させ、支援を獲得するための活動を効果的にするねらいで、7つの農家グループが結集しアソシエーションを設立した。

運営に関する研修を行った結果、会費徴収や役員会出席規定など規約が制定された。団体専用の銀行口座が開設され、その資金管理能力も強化された。

その後、土のう工法を用いた道路整備事業を実施するため、2012年に有限会社登録を行った。首都での登録手続きのための交通費や、登録費約60,000 kshは自前で調達された。

設立された会社は、約1年間で4件の小規模な生活道路の改修工事を、個人や民間団体より受注した。施工延長は約80 m~380 mで、請負額は約30,000 ksh~180,000 kshであった。

道路工事請負業者としての資格を有していないため、公共工事を受注することができない。発注頻度が少なく、規模の小さい個人や民間からの請負工事に限定されてしまう。そのため、定常的に道路整備を実施するに至らず、事業体としての成長は見込めない。

公共工事を受注し事業活動を活性化させるため、道路工事請負業者登録を計画している。それには少なくとも1名の構成員が、公的道路建設技能研修機関で講習を受け修了する必要がある。6週間の研修費用約150,000 kshの調達は容易ではなく、講習参加が実現していない。

(2) 道路行政による土のう工法の公認

農道公社地域事務所予算による農道整備後、道路省次官に対して施工現場を案内し、土のう工法の開発意図、理論的根拠やこれまでの実績について説明した。土のう

表-5 農道整備費用支出実績と調達先

項目	単価 (ksh)	単位	数量	小計 (ksh)	調達機関・方法
運搬車両	1,500	往復	12	18,000	研究グループ
礫質土	-	ton	84	-	採取場地主より無償提供
土のう袋	13.34	袋	1,650	22,011	研究グループ
労賃 (35歳未満)	229	人・日	210	48,090	農道公社
労賃 (35歳以上)	300	人・日	26	7,800	研究グループ
合計				95,901	

工法は現地材料を利用し労働集約的であり、部分補修を通して道路網のアクセスを向上させる、新しい具体的な手法として認識された。

その結果、2012年7月からの第2次道路計画5ヶ年計画⁹⁾で土のう工法が公認され、公共道路工事で適用される体制が整った。

(3) 若者グループによる道路整備

土のう工法と公的建設技能研修機関の研修を修了した20の若者グループのうち、研修後約1年間が経過した2013年末までに、12の若者グループで9つの道路請負会社が設立された。いくつかのグループは共同で1つの会社を立ち上げた。そのうち、7つの会社が入札や随意契約で道路行政や地方自治体より道路工事の受注に成功した。最大で契約額が2 million kshの規模の案件を実施している。

無職の若者層が、土のう工法を習得し公的建設技能研修機関の道路維持管理のコースを修了することで、起業の機会を得た。企業家精神にあふれ、事業活動を活発に進めようとする傾向が見受けられる。

(4) 未舗装道路整備に向けたBOPビジネスからのアプローチ

a) BOP層によるビジネスとしての未舗装道路整備

小規模な建設機械をも必要とせず、労働集約的に部分補修を完結させることができる土のう工法を、公共道路工事で推奨することをケニア政府は決定した。そして公

的研修機関での道路維持管理コースに、土のう工法を習得した若者グループ (BOP層) が参加することを認めた。通常は施工業者向けのコースであった。このコースを修了後、若者グループは道路工事請負業者として登録し、公共道路工事を受注する資格を得た。

資本を持たない若者グループ、BOP層であるが、大きな設備投資や資本を用意する必要なく、労働集約的な手法で発注される公共道路工事を受注し事業を行うことができる。

長期経済開発戦略Vision 2030を受け、各地方自治体は全公共事業費の3割を若者零細企業への指定発注とするよう、中央政府より指導されている。

今後も、若者グループの企業家精神と公共工事の予算割当から、若者層の事業ベースでの道路整備活動が活性化されると考えられる。

BOP層はこれまでは主に、LBTを実施する中小施工業者に、一時的に雇用される労働力として未舗装道路整備に参画していた。土のう工法の普及活動の結果、道路行政や地方自治体からの公共道路事業予算が、若者により起業運営される零細事業体に拠出される仕組みが新たに確立された (図-7)。

未舗装道路の整備に、BOP層のボランティアではなくインクルーシブビジネスによるアプローチを適用することを具体化したと言える。

b) 未舗装道路整備がBOPビジネスとして実施される背景

未舗装道路整備がBOPビジネスとして実施される仕組み

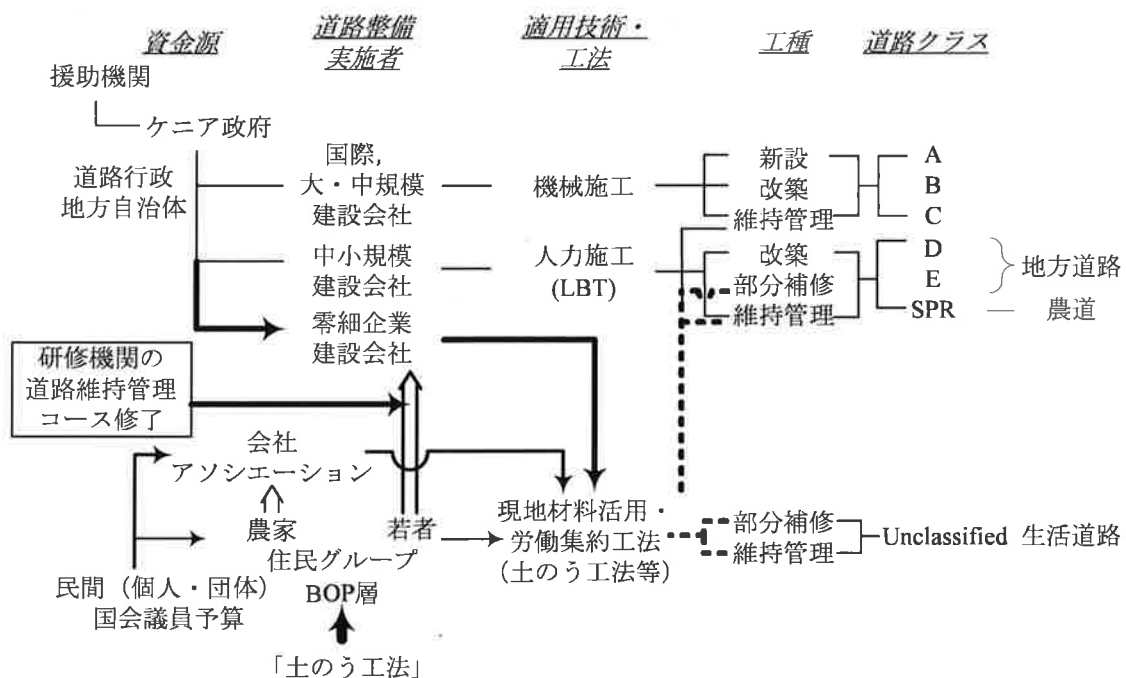


図-7 従来の道路網整備体制と、新しく具体化されたBOPビジネスからのアプローチ

が確立された背景として、以下の3点が挙げられる。

- 1) 問題箇所を改築し、道路網全体のアクセスを向上させるという道路行政の方針
- 2) LBTに加え、現地材料を有効利用し労働集約的な手法を積極的に利用する道路行政の方針
- 3) 長期経済開発戦略の重点目標の一つが若者層の雇用の促進や、若者層の起業とその事業活動活性化することである。公共道路工事がその実現に貢献することが期待されていること。

1), 2)の道路行政の方針は、ケニアの過去の道路整備の経緯から、提言されたものであった⁹⁾。LBTという体系化された工法で、施工業者を介し沿線住民を労働者として雇用し、地方道や農道の改築や維持管理を実施した。一度良好とされた道路網が悪化した状況を受けて、道路維持管理の重要性が認識された。自国の限られた予算を自覚した中で効果的に維持管理を行うため、部分補修を通して道路網全体のアクセスを向上させることが検討された。また、LBTに加えて、現地材料を有効利用し労働集約的に実施する工法を活用する方針が立てられた。

本研究グループは他開発途上国でも土のう工法の普及活動を実施している。その経験から、ドナー機関の意向や道路状態の発展段階によっては、道路全長に渡り規格通りの断面に仕上げることが、最優先され主流となる場合がある。また、現金収入の機会提供を主目的に、労働集約的な手法が運用されることもある。このような道路行政の方針では、工事規模が大きくなり、または単発の機会に限定されるので、未舗装道路整備がBOPビジネスとして実施される可能性は少ないと考えられる。

長期経済開発戦略Vision 2030の達成のために、公共道路工事を通して、若者層の起業家に事業活動機会を提供することが検討された。そのため、公的研修機関で若者グループに労働集約的で有効な技能の研修が行われた。その後起業された会社へ、習得した技能による作業内容の公共工事が発注されることになった。

開発途上国行政のオーナーシップのもとで道路政策が検討された結果、土のう工法が認められ、未舗装道路をBOPビジネスのアプローチで整備する体制が構築された。



図8 Win-Win-Win関係の未舗装道路整備のインクルーシブビジネスモデル

c) Win-Win-Win関係のインクルーシブビジネスモデル

本論文で構築した未舗装道路整備の、インクルーシブビジネスモデルを図-8に示す。行政がサービス購入者（公共道路工事を発注）であり、BOP層のうち若者層がサービスを提供し（道路改修）かつ沿線コミュニティがサービスの受益者（市場や社会サービスへのアクセス向上）である。

若者層が雇用機会を得て現金収入を確保し、さらに事業活動を活性化させる。地場企業へと発展する可能性がある。沿線コミュニティは市場や社会サービスへのアクセスが向上し暮らしを豊かにする。行政は安価で公共社会基盤を整備し、また長期経済開発戦略の目標実現に向かう。行政、若者層、コミュニティ間でのWin-Win-Win関係（三方よし）を構築することが可能である。

5. 結論

土のう工法が定着し住民による道路整備活動が持続し未舗装道路の整備が進むことを目指し、ケニアにて普及活動を行った。その結果について、以下のように結論がまとめられる。

- 1) 農家グループのボランティアベースでの道路改修では、資機材の調達に外部者から助成を得る必要がある。調達には礫質土採取場の地主やトラクターの所有者など複数の利害関係者が関与することになり、同時期に準備が整うよう調整することが困難である。作業する意欲がありながら、助成が得られなければ道路整備活動が停滞する。
- 2) 農家グループはアソシエーション、会社を設立し組織強化の結果、個人や民間団体からの道路改修工事の受注に成功した。工事内容は小規模で発注頻度も限られるため、事業体としての発展は難しいと考えられる。
- 3) 普及活動での道路改修実績により、土のう工法は労働集約的に実施され、未舗装道路の部分補修に有効な技能として評価された。その結果、土のう工法が、第2次道路整備5ヶ年計画で公認された。
- 4) 土のう工法を習得し公的研修機関の道路維持管理コースを修了した後、若者グループは起業し、公共工事を受注し道路改修に関する事業活動を活性化させた。
- 5) 道路行政や地方自治体からの公共道路事業予算が、若者により起業運営される零細事業体に拠出される仕組が、新たに確立された。BOPビジネスによるアプローチで、未舗装道路の改修が行われる仕組が構築された。
- 6) ケニアでは、農家グループではなく若者グループへ労働集約的な道路整備手法の技術移転を行うこ

とで、BOPビジネスとして持続的な道路整備活動に至る実現性が高い。

いずれのグループもボランティアベースでの道路整備活動の持続性や施工規模には限界がある。

しかし、若者グループには政策の後押しが得られビジネス化に有利である。また、無職で時間とエネルギーを持て余す若者グループは、企業家精神が強い傾向にある。

農家グループは農業を本業とすることから、土のう工法を習得が、道路整備を生業とするビジネスへの起業に結び付きにくい。

- 7) BOPビジネスとして未舗装道路を整備し小規模道路網の通行性を改善するには、現地調達材料を利用し労働集約的で効果的な道路整備手法を住民へ研修するとともに、その工法を主流化する、つまり道路政策に組み込むアプローチが必要である。
- 8) 本論文では、住民参加による未舗装道路整備が、BOPビジネスとして実施されるに至る経緯を、土のう工法の普及活動を通してまとめた。また道路政策などその背景についても整理した。ケニアでの事例であるが、他開発途上国で未舗装道路整備の施策を検討する際の、一つの指針となりうると考えられる。

6. 今後の課題

今後の課題を以下にまとめる。

- 1) BOPビジネスによるアプローチで未舗装道路の整備が行われる場合、対象となる道路の範囲やその出来形について、検証する。
- 2) 若者グループにより起業された零細企業体の、施工能力や事業の継続性や発展性について、引き続き調査する。
- 3) 住民グループが受講できるように、公的道路建設技能研修所の授業料の調達方法を検討する。

2014年3月にワークショップを開催し、これまでに道路工事を受注し事業活動を行う若者グループを紹介した。出席したケニア中央政府高官は、本研究グループが行う土のう工法の研修活動を、若者雇用創出に大きく貢献する事業として評価した。そして、年間40名分の公的研修機関での受講料を、その政府高官の予算から3年間は負担することを約束した。今後、ケニア中央政府、もしくは地方自治体が、研修コースの受講料を負担する可能性がある。

- 4) 土のう工法研修が、本研究グループによるのでは

なく、ケニア公的研修機関で実施されることを検討する。

公的研修機関に対して、現行の道路維持管理プログラムに、土のう工法の科目を追加するよう提案している。

- 5) 他国でも、未舗装道路整備にBOPビジネスのアプローチを適用することを検討する。

謝辞: ケニアでの土のう工法普及活動は、NPO法人道普請人の会員、寄付者（個人と団体）からの支援、トヨタ財団、トヨタ環境活動助成、日本政府外務省のNGO連携無償資金協力の助成を受けて実施された。また、活動を進め事実関係の把握や情報収集には、NPO法人道普請人、喜田 清副理事長、松本 葉職員に協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 福林良典, 木村 亮: 開発途上国農村部における貧困削減に向けた未舗装道路改修方法, 土木学会論文集 C, Vol.63, No.8, pp.783-796, 2007.
- 2) Matsuoka, H. and Liu, S.: New Earth Reinforcement Method by Soilbags ("DONOW"), *Soils and Foundations*, Vol. 43, No.6, pp.173-188, 2003.
- 3) 福林良典, 木村 亮: 開発途上国農村部の小規模インフラ整備に向けた技術移転手法の開発, 土木学会論文集 C, Vol.65, No.2, pp.550-563, 2009.
- 4) Fukubayashi, Y. and Kimura, M.: Change Life, Motivate People: An approach for poverty reduction by maintaining rural roads in developing countries, *Technical News, ISSMGE Bulletin*, Vol. 5, Issue 4, pp. 36-44, 2011.
- 5) Prahalad, C. K.: *The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty Through Profits*, Revised and Updated 5th Anniversary Edition, 2010.
- 6) 平本督太郎, 松尾美亜, 木原裕子, 小林慎和, 川越慶太: BoP ビジネス戦略, pp.10-16, 東洋経済新報社, 2010.
- 7) Kenya Roads Board: Road Network Classification. <http://www.krb.go.ke/road-network/classification.html>
- 8) Kenya Roads Board: Road Inventory and Condition. <http://www.krb.go.ke/road-network/road-conditions.html>
- 9) Ministry of Roads in Kenya: Roads 2000 Strategic Plan 2013-2017, 2012.
- 10) Bjorn, J.: *Building Rural Roads*, International Labour Organization, 2008.
- 11) 花岡伸也, 徳永達己, 川崎智也: 開発途上国における道路整備工法としての LBT (Labour-Based Technology) の有効性の検討, 土木技術者実践論文集, Vol.1, No.1, pp.53-60, 2010.
- 12) Sub-Saharan African Transport Policy Program: Annual Report 2007, pp.1-7, 2008.
- 13) Republic of Kenya: Kenya Vision 2030, A Globally Competitive and Prosperous Kenya, 2007.

(2014.6.23 受付)

UNPAVED ROAD IMPROVEMENT AS BOP BUSINESS MODEL DEVELOPED THROUGH THE EXTENSION OF DO-NOU TECHNOLOGY

Yoshinori FUKUBAYASHI, Yuki HONJYO and Makoto KIMURA

In developing countries, most of the roads are unpaved and not well maintained. They often lose the trafficability during rainy seasons so that the communities, the people at the Base of the Economic Pyramid (BOP), cannot access to the markets, schools and hospitals.

The BOP have been equipped with some skills for road improvement including Do-nou technology, which was Japanese term for soil bags, aiming to enable themselves to take measures to improve the road conditions to keep the access to the social services and markets. The skills were characterized as locally available material use, labour intensive and effective method. However, it has been challenging that the BOP could continue to work on road improvement sustainably after the trainings.

In Kenya, Do-nou technology was officially certified as the recommended method to improve the rural road networks in Kenya after the extension activities. The government promoted to design the road maintenance works conducted with labour intensive methods so as to provide the BOP, especially youth groups, with the chances to participate in the works on business basis.

At the same time, the youth groups who were trained on the road maintenance skills were qualified to found the companies. With the entrepreneurship, the youth groups enlarge their business activities leading to the continuous and active road improvement works by utilizing the learned skills. Thus, the unpaved road improvement as BOP business can be considered as highly potential approach to expedite the improvement of road networks in developing countries.

The approach toward and background where the BOP can conduct the business on road improvement works were examined and discussed in this paper.

土木実践セミナー 2017年11月06日

住民へのチャリティーから住民のビジネスへ -土のう工法を用いた未舗装道路整備の実践について-



京都大学大学院 工学研究科 教授
NPO法人 道普請人 理事長

木村 亮

木村 亮(まこと) 京都大学大学院 工学研究科 教授

専門: 「土工学: 地盤工学・基礎工学・トンネル工学」

自慢話: 自転車で世界中を5万キロ走ったこと、
どんな国にも行けかつ普通に帰ってくる

255回-79回-82ヶ国

学生評: 「鬼軍曹」

「天国の閻魔大王」

座右の銘: 「艱難汝を玉にす」

趣味: 世界の道直し、読書、
土木遺産見学、

日本の映画鑑賞(2377本(5年半))

車と自転車の運転、花を見ながらの山登り



福林良典・本庄由紀・木村 亮:
土のう工法の普及活動を通じた未舗装道路
のBOPビジネス化,
土木学会論文集F5, Vol.71, No.1,
pp.13-23, 2015-4.

平成27年度 論文賞受賞
(土木学会論文集F5)

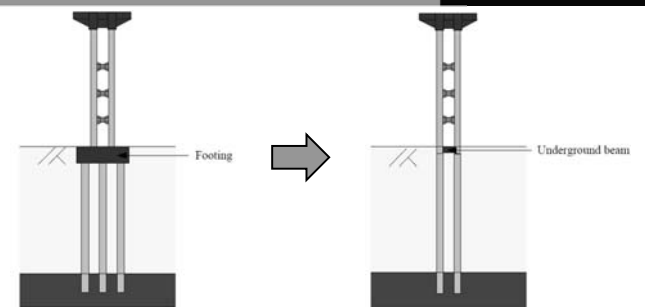
土木学会コンサルタント委員会の論文集とし
て、2009年に創刊
実践の経験や教訓を評価・分析・提言

サハラ砂漠自転車縦断 地平線に何が見えるか?
大学院を1年間休学(24歳) 冒険家になってもおかしくなかった!
人は縦にも伸びるが、横にも伸びるものだ



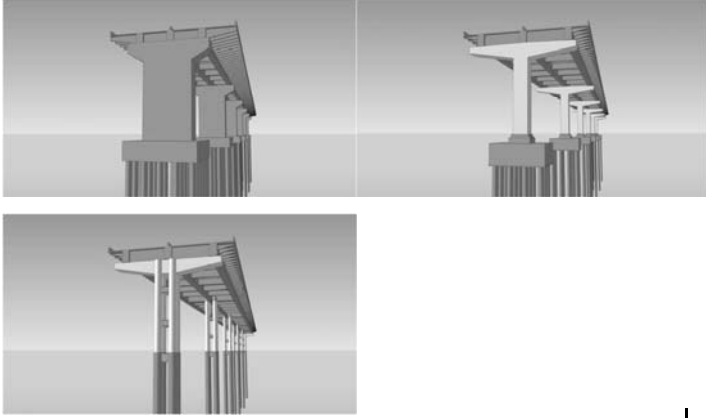
- ①鋼管矢板の継手構造の改良に対して、2本の鋼管をH鋼で連結した連結鋼管矢板。大きな曲げ剛性が期待でき、回転を防止鉛直施工性が格段に向上する材料。
- ②剛体ではなく、自らの変形を許し地盤反力を期待するフレキシブルアーチカルバート。単体のみならず複数盛土内に設置したアーチカルバート盛土。
- ③モーメントフリーで、その形状より地盤中では大きい支圧効果が期待できる、リンクチェーンを引張材に用いた補強土壁(チェーンウォール工法)と円筒蛇かご(かご丸くん)。
- ④超軟弱な地盤中の杭基礎として、周辺地盤に地盤改良を併用する複合地盤杭基礎。
- ⑤損傷を制御できるせん断パネルを導入した集成橋脚とフーチングレスの杭基礎で構成される鋼管柱基礎。

杭基礎一体型鋼管集成橋脚を提案



- 地震時柱基部のひずみ値が緩和
- 杭基礎のフーチング重量負担の軽減(鋼管柱基礎)
- 地震時杭頭変位が大きくなるが簡易な地中梁を設けることで対応可能

連続高架橋の検討



| 7

本日のキーワード

発想の転換による国際協力

- ① 土木技術で貧困削減を可能に
- ② 住民へのチャリティーから
住民のビジネスへ

**土木の原点：
人々の暮らしを守り豊かにする**

技術開発や国際協力

現象の複雑さ 技術者



**発想の大転換
+ 若い人の力**

1993年の夏、「JICAがODAで造っているジョモケニアッタ農工大学に行ってください」といわれ、「アフリカはいやだな」など微塵も無い状態で、短期専門家として飛び立った。

← それまで国際協力・国際開発の意識なし。

私の特徴は家族にいわせれば「どこの国にどれだけ期間行っても、平気な顔で普通に帰ってくる」ということらしい。「どんなものでも食べられて、誰とでもしゃべれて、どこでも寝られる」をモットーとしていた。

サソリとともに地べたで寝る
(グランドホテル)



- Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (1993 ~ 1999 Short Term Expert)
- African Institute of Capacity Development (AICAD) (2000 ~ 2007 Advisor(Engineering) in Japan)
- AFRICA-ai-JAPAN (2014 ~ Chairperson in Japan)



蛙
毛虫
猿

アフリカの人々を幸せにする方法

「木村君、難しい技術ではなく、簡単な技術でアフリカの人々を幸せにする方法を、考えないとだめだよ」と、いわれ続けていた。「本物の研究者は難しいこともできるが、簡単なこともできる」。

「アフリカの問題をアフリカ人が解決し、貧困削減につなげる」ことが基本である。アフリカで私の研究成果を使ったことは一度もなく、最新技術と講釈など振り回しても、無用の長物であることはわかっていた。

さてどのようにするか。具体例を導き出すのに、長い年月（構想5年・検討2年・実行0年（2005年））を要した。

⇒ 「農道整備」 Low cost, Low tech, Local, Labour base 4L

Available Applicable Affordable 3A

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



ミレニアム開発目標（MDGs）の後継であり、17の目標と169のターゲットからなる。

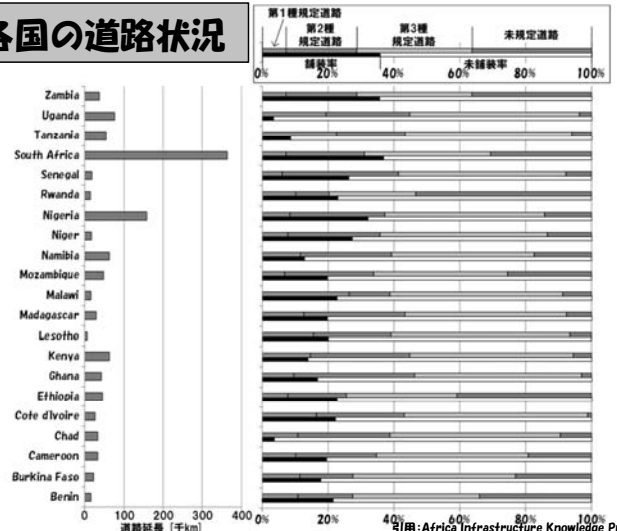
引用：国際連合広報センター

アフリカの農村部の人々にとって「道」とは？

Transport No development without a road
Life Access
 Very important
 To carry farming products Network
 To see the friends Faida
 Like water Communication
 Communication

Above those are the answers from the group members. "What is a road for you?"

各国の道路状況



引用：Africa Infrastructure Knowledge Program

平成27年8月14日 内閣総理大臣談話

私たちは、経済のフロック化が紛争の芽を育てた過去を、この胸に刻み続けます。

だからこそ、我が国は、いかなる国の恣意にも左右されない、自由で、公正で、開かれた国際経済システムを発展させ、途上国支援を強化し、世界の更なる繁栄を牽引してまいります。

繁栄こそ、平和の礎です。

暴力の温床ともなる貧困に立ち向かい、世界のあらゆる人々に、医療と教育、自立の機会を提供するため、一層、力を尽くしてまいります。

17

発展途上国の農道の様子

Links to Market!!
 道を市場につなげよう!!



雨季に泥濘化
 部分的に車両通行不能
 農作物を市場に運べず
 換金できない ← 貧困削減

NPO法人 道普請人 (みちふしんびと)

「自分たちの道は自分たちで直せる」という意識を広げる



基本コンセプト

機械を使わずに、どのようにしたら、
住民が自らの力で、道直しができるのか？

⇒ 「世界の貧困削減」に土木技術者として何が出来るのか？

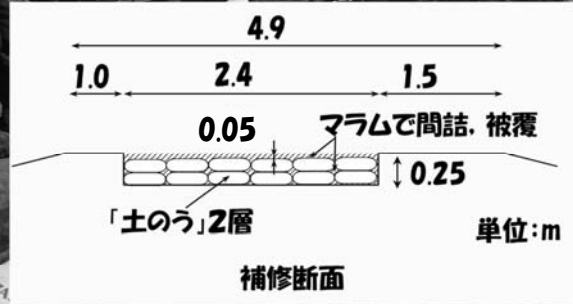


2007年9月 道直し前 (ウガンダ東部)

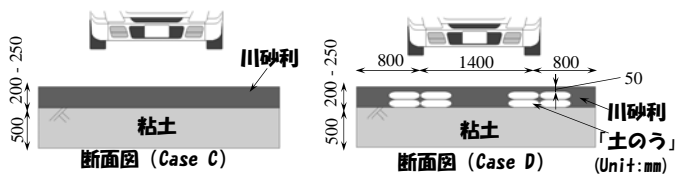


2008年5月 道直し7ヶ月後

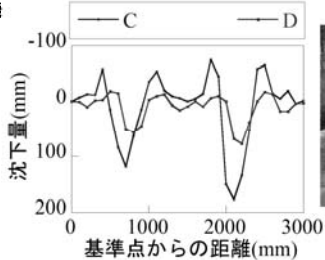
土のう Do-nou



「土のう」を用いた道路整備手法確立のために



100 回走行後



道路面の沈下量



農村接続道路をどのように整備するのか

開発途上国、農村部

人力による

安価で、
現地で調達可能な材料

農民自身による
整備(重さ25キロ)

持続的に毎年
通行性を確保

「土のう」による道路
改修方法を開発、提案

農民自身による、持続的な
道路維持管理システムの構築



自分たちの問題は
自分たちで
解決する 解決できる
⇒ 次の発展への体力作り

農村・若者コミュニティを活性化



自分たちの道は自分たちで直す ケニア



地域住民が自ら道を直す ガーナ

農村コミュニティによる灌漑マネジメント事例



マラクウェット県、ケニア
生活圏で調達可能な材料と道具

- ・自然材料：木、石、葉、泥
- ・道具：石や木を利用

標高差：1,400 m
延長：12 km
約400年前

- ・定期的な点検の実施
- ・長老による意思決定
- ・共同作業
- ・不随行者への懲罰



住民自身で確立されたコミュニティマネジメント手法

NP0の「道普請人」は25ヶ国で活動中です

活動開始時期	2005年9月（パプアニューギニアで初めて施工）
法人設立時	2007年12月 CORE KENYA、CORE PNG、CORE MYANMER、CORE BF
会員数など	個人約150人、団体14社（会費・寄付 1 助成金 25 受託費 5） NEXCO西日本、鹿島、計測技研、日本橋梁、清水建設、阪神高速 トヨタ財団、トヨタ、三井物産、日立、日本国際協力財団、パナソニック
職員数	34名（有給31名、無給2名） 10名：ケニア事務所常駐日本人2人、ケニア人8人（有給） 1名（福林理事 博士）：専属あちこち、海外10月/年（有給） 1名（前田職員 京都大学4回生）：ミャンマー駐在（有給） 10名（ミャンマー 建設会社OB 3名 現地人 7名） 8名（フルキナファッソ 日本人 2名 現地人 6名） 1名：事業全般運営・管理・実践・仕込み（理事長） 3名：日本国内（副理事長、監事、アルバイト事務員）
事業費	2007年 300万、2009年 1180万、2011年 3,800万、2013年 1億円
事務所	京都市 京都駅前に事務所開設（2012年度より）

2014 1.53 億円 2015 1.20 億円 経営者の感覚

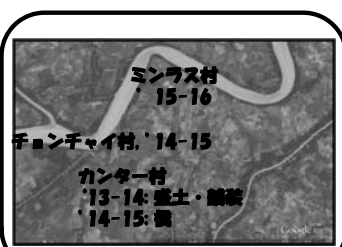
コミュニティが抱える道の問題

ミャンマー エーヤワティ地域

- ① 雨期時に道がぬかるみ転倒事故が相次ぐ
- ② 悪路と橋の問題で車両通行不可
(バイク、自転車含む)
- ③ コミュニティで道路補修を行っているがデルタ地帯の為道路補修に必要な土・石が入手困難



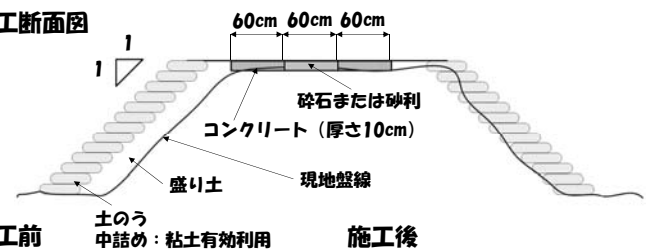
エーヤワティ地域、ピャボン地区 カンター村



カンター村

施工実施時期：2013年10月15日～2014年10月14日
道路仕様：車両通過部レール状コンクリート舗装（厚さ10cm）
施工距離・費用・人口：1,200m・1,300円/m・1,300人
平均参加人数・工事期間：50人/日・64日
通行交通：自転車、バイク、トラジー

施工断面図



施工前



施工後





カンター村 橋

施工実施時期：2014年10月～2015年10月
 鉄筋コンクリート橋
 距離・費用：20m・2,021,540円
 平均参加人数・工事期間：40人/日・150日
 通行交通：自転車・バイク・トラジー



問題個所の様子
 木や竹でできており、耐久性も低く
 バイク、自転車の通行はできない

仮橋の設置

杭基礎の掘削



コンクリートの打設



鉄筋コンクリート設置



梁 型枠



施工前 横から



施工後 横から



施工前 正面



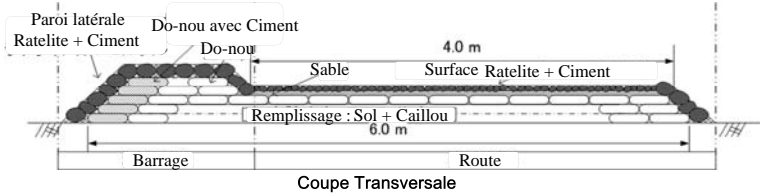
施工後 正面



Construction en remblai de Ouratenga (ブルキナファッソ)



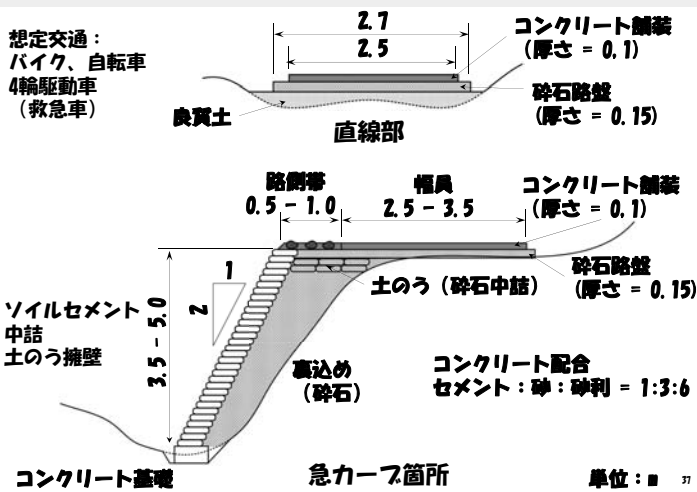
Construction de mur latéral



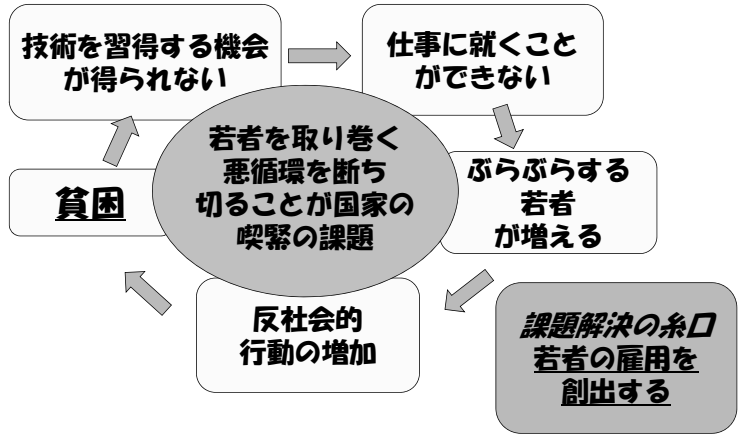
タンザニア南部 草の根無償の技術指導



標準断面図



持続可能な開発に向けた 若者の雇用創出プロジェクト(国際労働機関 (ILO)との共同事業)



土のう工法の普及活動を通じた未舗装道路整備のインクルーシブビジネス化

1. ケニアの地方農村部の未舗装生活道路の整備を通して、沿線住民の市場、病院、学校へのアクセスを確保し生計向上を促進し貧困削減に寄与すること。
2. ケニアの雇用機会に恵まれない若者に、質の高い雇用としてビジネス開始の機会を提供し、格差拡大を抑制し社会の安定と発展に貢献すること。

4L: Low cost, Low tech, Local, Labour base

社会的課題

1. 道路状態が悪く、市場・学校・病院へのアクセスが遮断
2. 若者層（35才未満）の高い失業率（ケニア全失業者の8割が若者層）

仕事無く、たむろする若者達 社会の不安定化(2007年選挙後の暴動)

解決に向けたアプローチ- 1

若者グループへの土のうを利用した道路整備研修
 ① 人力施工・現地材料 ② 若者グループ居住区（地域への貢献）

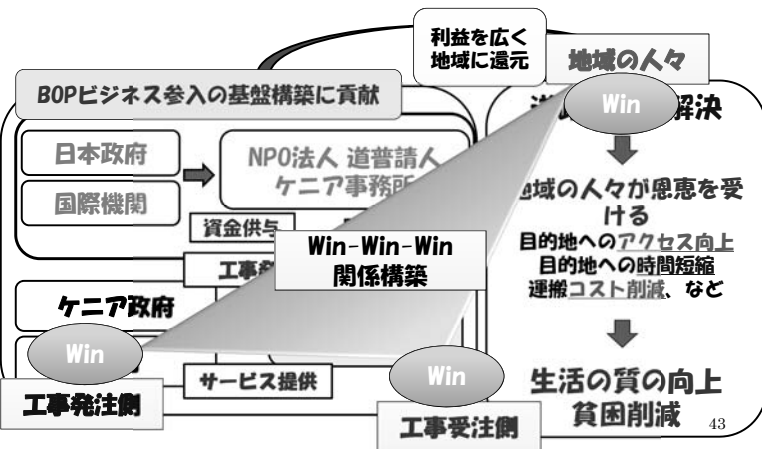


解決に向けたアプローチ- 2

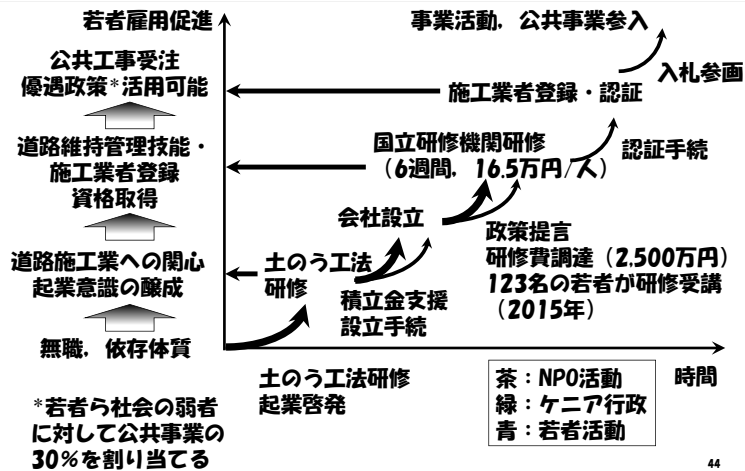
地方行政官、道路管理者への政策提言
 ① 土のう工法デモ ② 若者研修への予算配分提案 ③ 工法ガイドライン



ケニア農民組織による住民ビジネスモデル

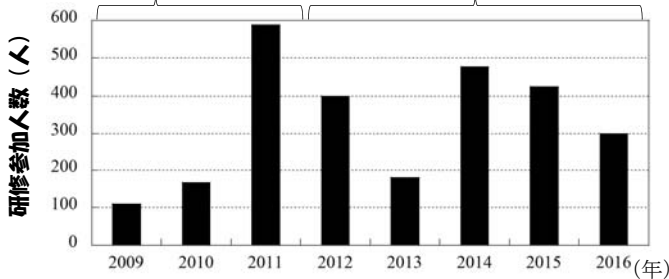


土のう工法研修による若者雇用促進モデル



土のう工法研修、起業実績 (ケニア)

実績: 36農家グループ 105若者グループ、1,782名を研修、17.5km 整備
866名を研修
3.1km 整備
52グループが国立研修機関で受講
30グループが会社設立、15会社が建設会社登録
合計17事業 (平均約100万円規模額) を受注



活動資金源: トヨタ財団 外務省NGO民間連携無償資金協力 ILO (国連・国際労働機関)

今後の展望

- ケニアでは、より多くの若者に対して土のう工法の研修が実施され、ケニア政府が若者に対して研修機会を定期的に提供することを目指す。
⇒ 未だ70,000 km農道は未整備、184万人の若者の失業
- 他アフリカ国や開発途上国でも、土のう工法普及を通じた未舗装道路整備のインクルーシブビジネス化モデルの拡大定着化を進める。



地域	中央アメリカ	南アメリカ	アフリカ	アジア	太平洋州	合計
国数	1	1	14	5	4	25
整備道路距離(m)	0	20	44,764	19,456	84,554	148,794
研修・作業参加者数(人)	200	30	25,571	2,552	3,030	31,383

安倍総理アフリカ政策スピーチ
「一人、ひとりを強くする
日本のアフリカ外交」
(2014年1月、アフリカ連合本部)



(写真提供: 内閣広報室)

【若者に明るい未来を】
「道普請人 (CORE: Community Road Empowerment)」という日本のNPOに、格好の実例があります。

UNDP親善大使、紺野美沙子氏
TICADVI (第6回アフリカ開発会議) でのケニア視察
(2016年8月、土のう工法体験)



日本の援助機関や民間企業が、土のうを使った道路整備の技術を伝えるなど「(アフリカの人々の) 気持ちに寄り添って活動していた」

【若者に明るい未来を】 (No. 1)
「一人、ひとりを強くする日本のアフリカ外交」
2014年1月14日、アジスアベバにて

「道普請人 (CORE: Community Road Empowerment)」という日本のNPOに、格好の実例があります。

でこぼこ道しかない村での話です。陸稲 (おかぼ) を出荷するには、トラックが入って来られる所まで、作物を運ばなければなりません。一家総出です。子どもは、学校へ行けなくなります。そんなとき「道普請人」は村人に、簡易舗装の方法を伝えます。それは、土嚢を使うこと。道が村へ通じ、集荷のトラックが入ってくると、子どもは重い作物を運ぶ労働から解放され、学校へ通えるようになる。「道をつくれれば、学校へ行ける」というわけです。

【若者に明るい未来を】(No. 2)
 「一人、ひとりを強くする日本のアフリカ外交」
 2014年1月14日、アジスアベバにて

やがて、土嚢舗装を学んだアフリカの若者たち自身から、道づくりを請け負う事業家が現れました。それも、スラムから、という後日談つきでした。アフリカの未来は、自らの力で困難を克服する、意欲ある若者たちにかかっています。

アフリカでは、若年人口が増え続けます。若者たちに明るい未来を示せるなら、アフリカの未来もまた、明るくなるに違いありません。

49

平成27年8月14日 内閣総理大臣談話

私たちは、経済のフロック化が紛争の芽を育てた過去を、この胸に刻み続けます。

だからこそ、我が国は、いかなる国の恣意にも左右されない、自由で、公正で、開かれた国際経済システムを発展させ、途上国支援を強化し、世界の更なる繁栄を牽引してまいります。

繁栄こそ、平和の礎です。

暴力の温床ともなる貧困に立ち向かい、世界のあらゆる人々に、医療と教育、自立の機会を提供するため、一層、力を尽くしてまいります。

50

Links to Market! 計画

- ・国内の外務省・JICA、国外のADB・ILO・UNDP 開発途上国のNGOとの連携、ビジネスへの発展 海外での事務所開設とNGO登録 パラサイトNGO 活動の拡大と実績作り 25ヶ国 延135 km
 - ・日本の学生ボランティアの育成 延 42名
 - ・「一面新聞広告」になる活動
- NEXCO西、鹿島、日本橋梁、計測技研、清水建設 (CSR)
 「規模は小さくても、長くサポートして欲しい」
 世界でもユニークなオンリーワン ビルゲイツに接近
目指せ! 『ノーベル団体平和賞』



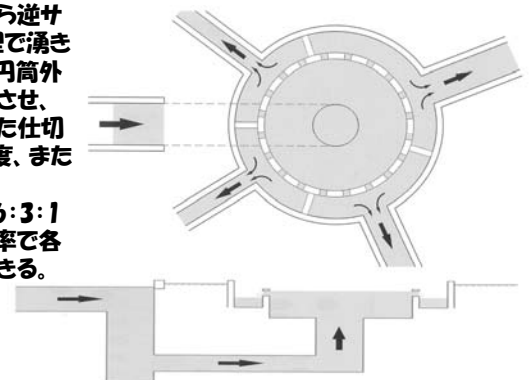
私が最も機能や特性がわかりやすく、合理的と思う構造物
 かねてより各地で農業用水にまつわる争いが絶えず、
 水の正確な分配は長年の懸案であった(水争い)



「円筒分水工」

分配が正確かつ公平であることは誰もが一目で
 理解でき、機能美をも兼ね備えている構造物

円筒の中央から逆サイフォンの原理で湧き出させた水を円筒外周部から越流させ、外縁部に設けた仕切りの間隔や角度、また窓の数により、流下する水を6:3:1など一定の比率で各用水に分配できる。





『実践』事例の発表

①地域と共に運営する小水力発電事業

根原孝輔：(株)オリエンタルコンサルタンツ

地域と共に運営する小水力発電事業

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○根原 孝輔
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 工藤 誠
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 佐藤 祐司
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 二宮 侑基

1. 事業概要

標題に示す事業（以下、当事業）は、岐阜県中津川市落合平石地区においてオリエンタルコンサルタンツが飛島建設と共同で実施する小水力発電事業であり、平成28年4月から運転を開始している。事業化にあたっては、地域と事業者の双方に利益が生まれる事業を目指して地域関係者と協議を重ねてきた。

発電用の導水設備には大正時代から地域に受け継がれてきた農業用水路を活用しており、歴史的景観に配慮しつつ老朽化した水路の利便性を向上するように補修・入替えを実施した。水路の改修は事業以前から地域の課題であったが、当該事業において発電事業者が改修工事を実施することで、維持管理の負担軽減に繋がった。一方で、農業用水路を導水設備として活用することで発電事業者側にも設備導入コストの低減が図られており、地域・事業者の双方にメリットが生まれている。

また、地域関係者との協議を通して密接なパートナーシップを構築してきた結果、現在においても発電設備の点検・清掃を地域の方々に協力していただきながら実施しており、地域と共に運営を行っている。

2. 落合平石小水力発電所概要

表1に発電所概要を示す。また、図1に主要設備を示す。当事業は固定価格買取制度を活用し、発電した電気を中部電力に20年間売電する。発電機の定格出力は126kWであり、海外製のクロスフロー水車を導入している。農業用水路を活用した導水設備の延長は約1km、そのほとんどで補修・入替えを実施している。付帯設備である取水槽や沈砂池等についても改修工事を実施している。

表1 落合平石小水力発電所概要

発電所名	落合平石小水力発電所
場所	岐阜県中津川市落合字平石 1336 番 523
事業主体	飛島建設・オリエンタルコンサルタンツ 特定事業共同企業体
運転期間	平成28年4月から20年間 (固定価格買取期間と同じ期間)
水車	・種類 横軸クロスフロー (チェコ, CINK 社製) ・定格出力 136kW (有効落差 64m 最大使用水量 0.25m ³ /s)
発電機	・種類 横軸三相誘導発電機 ・定格出力 126kW
主な工事	・既存農業用水路の入替改修 918m ・RC造ヘッドタンク ・水圧管路 φ450FRPM管, 延長 430m ・発電所建屋

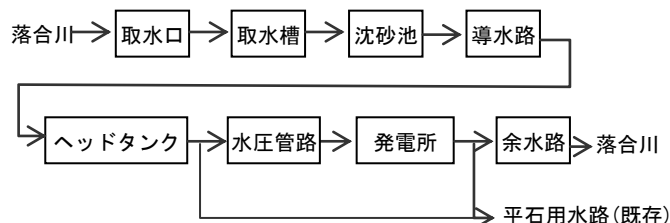


図1 落合平石小水力発電所の主要設備

3. 事業スキーム

図2に事業スキームを示す。事業主体は飛島建設・オリエンタルコンサルタンツの2社JVで、事業費を共同出資している。運転管理の内、水路の清掃や点検など、維持管理の一部を中津川市落合土地水路管理組合（農業用水路を管理する組合）に委託し、地域との協働により事業に取り組んでいる。小水力発電事業を通じた環境配慮の取組みと地域貢献に対し、地元自治体の中津川市には関係者との調整や許認可で支援をして頂いている。

キーワード 小水力発電, 再生可能エネルギー, 中山間地域, 地域連携, 地域貢献

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1 住友不動産西新宿ビル6号館

(株)オリエンタルコンサルタンツ TEL03-6311-7551

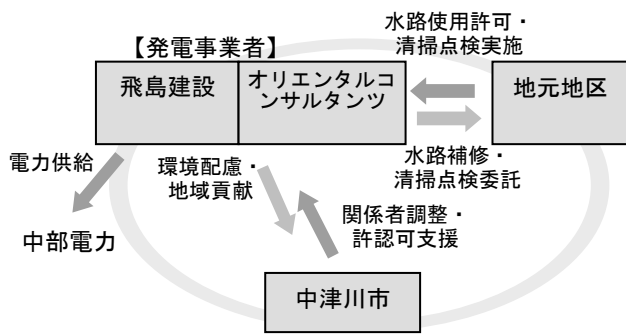


図2 事業スキーム

4. 小水力発電事業による地域の水インフラ保全

水路を含む発電施設の工事にあたり、建設委員会（区長を含む地元代表者からなる小水力発電推進のための委員会）、土地水路管理組合などと協議を重ねてきた。調査から運転開始まで、記録が残っている協議だけでも20回以上開催しており、小水力発電の実施及び地域に永く受け継がれてきた水インフラ保全の観点から双方に利益が出る取組みとなるよう検討を進めてきた。

図3に水路改修の様子を示す。農業用水路の改修工事にあたっては、利便性向上とともに20年間の発電事業に耐える設備となるよう計画・設計を行った。大正時代に整備された石積みがそのまま保存されている箇所については極力水路の入替えを行わず、洗浄処理・モルタル補修によって歴史的美観に配慮した改修を行った。また、樹木が密集しており勾配が急な箇所については蓋掛けを実施し、土砂や落葉の流入を防ぐ対策を行った。さらに、当該地区に高齢者が多いことにも配慮し、取水槽等の水路付帯設備に手すりや足場を設置することで安全面を強化した。

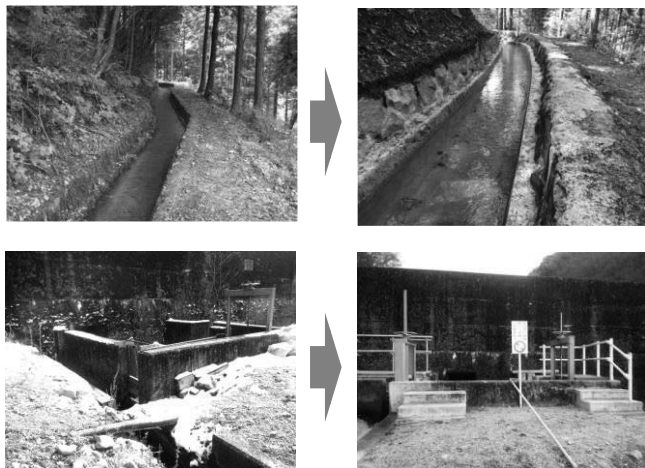


図3 水路・付随設備（取水槽）改修の様子
（左：改修前、右：改修後）

水路の工事完了時には建設委員会が発案したお披露目会を地域関係者と共に開催し、地域住民が総出で新しく生まれ変わった水路の完成を祝った。図4にお披露目会の様子を示す。お披露目会では参加者に対し工事の状況、小水力発電の取組みの説明とともに、水路の歴史、水路管理者の功績等を伝える機会が設けられ、住民に対して地域を支えてきた農業用水路の価値が共有された。

当事業では、コンサルとゼネコンによるJVの強みを活かし、地域の水インフラを保全しながら小水力発電事業を実施することで、地域と事業者の間でwin-winの関係を構築することができた。



図4 水路お披露目会の様子

5. 結言

地域と十分に協議を重ねて水路を改修したことにより、地域の水インフラ保全、維持管理作業の手間軽減、安全性の向上など、地域貢献に繋がる事業を実施できた。工事完了時には多くの地域関係者から感謝の言葉をいただき、強い信頼関係を築くことができた。

事業者としても、設備導入コストの軽減や維持管理への協力により円滑に事業を実施することができ、また、地域貢献に資する事業が実施できたことは自信に繋がっている。

今後は、当事業で築いた地域との密接なパートナーシップを活かし、更なる地域貢献に資する取組みの実施を目指していく。



地域と共に運営する小水力発電事業

平成29年11月6日



1

本日の発表の構成



1. 小水力発電のしくみ
2. 事業の概要
3. 事業の特徴
4. 今後の展望

2



1. 小水力発電のしくみ

3

1. 小水力発電のしくみ

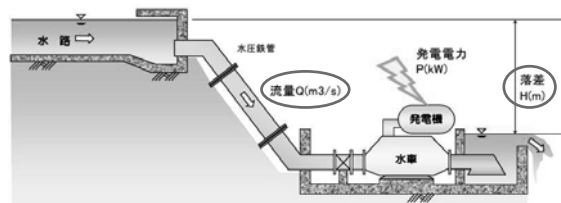


(1) 発電出力の決定

水が高いところから低いところへ流れる時の
位置エネルギーを電気エネルギーに変換

$$P(\text{kW}) = 9.8 \times Q(\text{m}^3/\text{s}) \times H(\text{m}) \times \eta$$

$P(\text{kW})$: 発電出力、 $Q(\text{m}^3/\text{s})$: 流量、 $H(\text{m})$: 有効落差、 η : 効率



4

1. 小水力発電事業のしくみ



(2) 基本的な設備の概要

- 一般に河川に堰を設けて取水し、導水路・沈砂池・水槽・水圧管路により発電所まで導水し、発電後に再び河川に放流
- 導水路を山腹沿いに設置し、下流端に設置した水槽から発電所までの落差を利用して発電



本事業では、
発電用導水路として農業用水路を活用

5



2. 事業の概要

6

2. 事業の概要

(1) 岐阜県中津川市の立地的特徴

岐阜県

中山間地形を呈している場所が多く、小水力発電の潜在的な実現可能性が高いと考えられる。

中津川・恵那地域

山間部は未利用の小規模河川・農業用水が流れ、小水力発電の実現が見込まれる。



7

2. 事業の概要

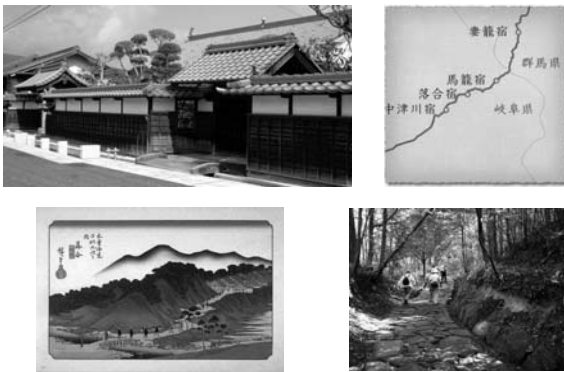
(2) 発電所の建設位置



8

2. 事業の概要

(3) 落合地区の概況



9

2. 事業の概要

(3) 落合地区の概況



10

2. 事業の概要

(3) 落合地区の歴史・概況



11

2. 事業の概要

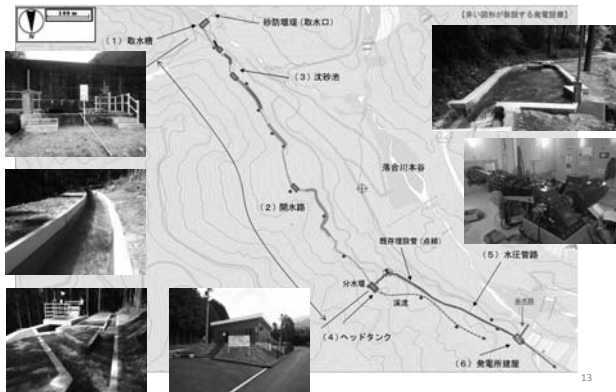
(4) 落合平石小水力発電事業の概要

発電所名	落合平石小水力発電所
場所	岐阜県中津川市落合字平石1336番523
事業主体	飛鳥建設・オリエンタルコンサルタンツ特定事業共同企業体
運転期間	平成28年4月から20年間 (固定価格買取期間と同じ期間)
水車	・種類 横軸クロスフロー (チエコ,CINK社製) ・定格出 136kW (有効落差64m最大使用水量0.25m ³ /s)
発電機	・種類 横軸三相誘導発電機 ・定格出力 126kW
主要な工事	・開水路: 既存の農業用水路(918m)改修整備 ・RC造ヘッドタンク ・水圧管路: φ450FRPM管、埋設延長430m ・発電所建屋

12

2. 事業の概要

(4) 落合平石小水力発電所の概要



13

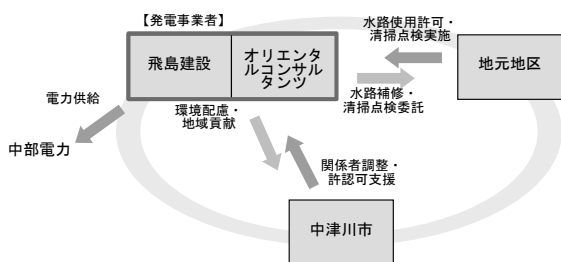
3. 事業の特徴

14

3. 事業の特徴

(1) 実施体制

- ・ 建設・運転費用は、2社が出資・負担
- ・ 発電した電力は全量を中部電力に売電
- ・ 関係者との調整や許認可に関し中津川市が支援

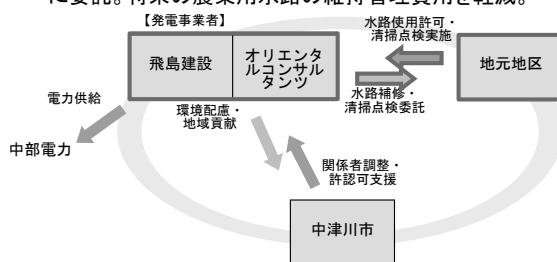


15

3. 事業の特徴

(1) 実施体制

- ・ 既存の農業用水路を共用することで導水路の建設コストを抑えるとともに、劣化した箇所の入替え等により再整備
- ・ 運転費用のうち、清掃や点検など維持管理の一部は地区に委託。将来の農業用水路の維持管理費用を軽減。



16

3. 事業の特徴

(2) 地域インフラの保全と事業の両立



- ・ 既存の農業用水路 (918m) と付帯設備を改修整備。

17

3. 事業の特徴

(2) 地域インフラの保全と事業の両立



- ・ 大正期に整備された部分は歴史的価値を保存するため補修して活用。

18

3. 事業の特徴

(2)地域インフラの保全と事業の両立



- 多くの方が高齢化している実態から、地域の要望を踏まえて安全面も強化して改良。

3. 事業の特徴

(2)地域インフラの保全と事業の両立



- 地域との密な協議を重ねた末に完成した発電所は“地域の財産”に。

20

3. 事業の特徴

(3)本事業がもたらす効果への着目

①本事業の3つの特徴

- A. 企業等と地域との密接なパートナーシップの構築
- B. 地域に欠かすことが出来ないインフラの保全と事業の両立
- C. 民間企業の強みを活かした100%民間出資による事業
⇒地域の負担やリスクは最小化しつつ、効果が期待できる

地域における大きな効果

21

3. 事業の特徴

(3)本事業がもたらす効果への着目

②本事業の地域課題の解決あつての基本的な考え方

- 小水力発電は施設の耐用年数が長く経済性が良好な事業
- 本事業実施が、次のような地域な課題の解消に寄与
 - 課題1: 老朽化した既存の用水路の改修
 - 課題2: 地域インフラの管理負担の軽減、取組の持続性
(点検清掃費のお支払い、除塵機の導入、発電事業者と地域との連携)

③事業実施による地域・事業者への効果

- 地域の課題解消により、地域と民間の間でwin-win関係構築
- 地域の金銭的負担なしで、地域インフラの保全に貢献

22

4. 今後の展望

23

4. 今後の展望

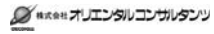
■本事業を核とした総合的なまちづくりへの発展イメージ

- ①本事業を同様の課題を抱える他地域へ展開
- ②地域パートナーシップを基に地域貢献事業を展開
 - ・中山道落合宿等の固有の観光資源を活かした観光・交流促進
 - ・森林資源を活用した木質バイオマス事業、健康増進事業
 - ・同時に実現できる防災対策や獣害対策の促進

●本事業と連携した取組みのイメージ

交流促進	観光振興	交通
事業の実施地域そのものが観光資源化	既存の観光資源と連携した周遊ルート	公共交通不便地域でのモビリティサービスの提供

地域の皆様と一緒に完成を記念して



猪合平石小水力発電所 平成28年3月20日

『実践』事例の発表

②江戸川河口部におけるヒヌマイトトンボの生息環境の改善

工藤晃央：(株)ドーコン

江戸川河口部におけるヒヌマイトトンボの生息環境の改善

株式会社ドーコン東京支店事業部 非会員 ○工藤 晃央
非会員 志小田可奈子

1. 背景と目的

ヒヌマイトトンボは環境省レッドデータブックで絶滅危惧Ib類に位置付けられる希少なトンボである。汽水域のヨシ原という特殊な環境に生息し、下流域の開発等においてその保全がたびたび課題となっている。江戸川河口部では、堰の改修に伴い生息地が消失するため、平成12年、24年にヨシ原を創出し保全に取り組んでいる。当社は平成27年～28年の2カ年に亘り調査に携わり、生息要因を分析し、維持管理に必要な生息環境の改善手法を提案した。

2. モニタリング調査の概要

モニタリング調査の概要を表-1に示す。各調査地に10m間隔で調査側線を設定し、目視により確認位置、個体数、捕食者となる他のトンボ類の位置などを記録した。また、生育環境を把握するため植生図の作成、群落組成調査、塩分濃度の測定等も行った。なお、元々本種が生息していた当初生息地は、河岸浸食で一時的にヨシ原が消失した影響等により、ヨシ原を復元した現在でも個体は確認されていない。

表-1 モニタリング調査の概要

調査地	調査数量	備考
当初生息地	20側線 7月に1回	平成7年に最大999個体を確認。平成15年に2個体を確認して以降、個体は未確認。
新生息地	32側線 7月に3回	平成12年に創出したヨシ原で、現在の主要な生息地。平成26年に最大となる902個体を記録。
第二新生息地	26側線 7月に1回	平成24年に新たに創出されたヨシ原であり、平成27年までの調査では個体は未確認。

当初生息地では平成27年、28年ともに個体は確認されなかった。新生息地では平成27年に214個体、平成28年に369個体が確認され、新しい生息地として有効に機能していると評価された(図-1)。また、第二新生息地では、平成28年に初めて計4個体が確認された。確認位置は、新生息地と隣接する調査側線であり、新生息地から分布を拡大したものと考えられる。

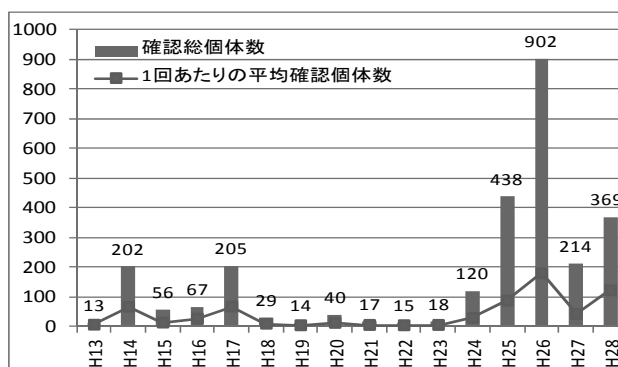


図-1 新生息地における個体数の経年変化

3. 生息要因の分析

(1) 生息要因①：植生

第二新生息地のヨシの生育高は整備翌年は1.6m程だったが、現在では2.3～2.5mと他生息地と同程度となり、面積も約83%まで拡大した(表-2, 図-2)。幼虫の生息にはヨシの茎や葉の堆積も必要とされ、それらを含め約4年で生息条件が整ったといえる。

表-2 H28 コドラート調査結果(生育高)

調査項目	当初生息地	新生息地	第二新生息地
ヨシ生育高	2.5～2.6m	2.4～2.8m	2.3～2.5m

注)各生息地において2地点のコドラートを設定

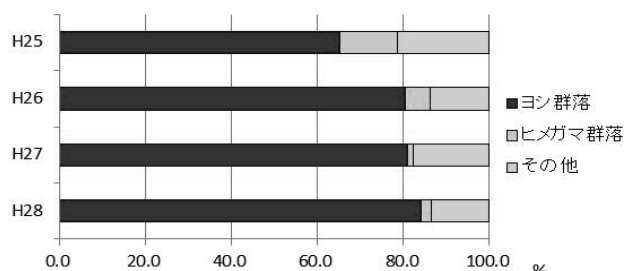


図-2 第二新生息地のヨシ群落の面積の経年変化

(2) 生息要因②：水位変動

各生息地は堰により塩水遡上が遮断され、塩分濃度は0.2%以下とほぼ淡水である。塩水が入ってこない、捕食者となる他のトンボ類が侵入するとされるが、ヨシ原内では本種以外のトンボは見られない。この要因を分析するため、個体の多い場所にインターバルカメラを設置し水位を観察したところ、水位変動が30cmほどあることがわかった(写真-1)。

キーワード ヒヌマイトトンボ, 絶滅危惧種, 汽水域, ヨシ原, 水位変動, 生息環境改善

連絡先 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町4-9新日本橋ビルディング (株)ドーコン東京支店 TEL03-5644-0411

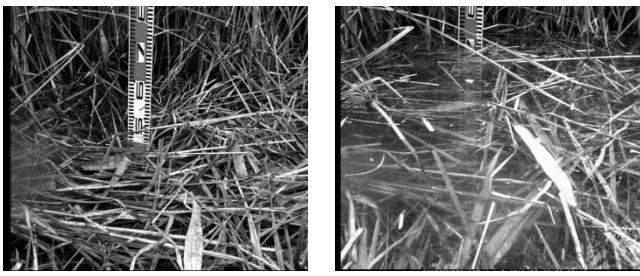


写真-1 新生息地における水位変動の状況

河川水位との相関をみると、Y.P.+1.8m前後になると水が供給され、冠水又は水たまりが形成される。逆にY.P.+1.5mを下回ると水位が低下し、その状態が続くと干上がる（図-3）。本種の発見者である小菅次男氏によると、本種の幼虫は泥の中に潜んで乾燥に耐えるとのことであった。この水位変動の大きさが他のトンボ類が生息できない要因と考えられる。

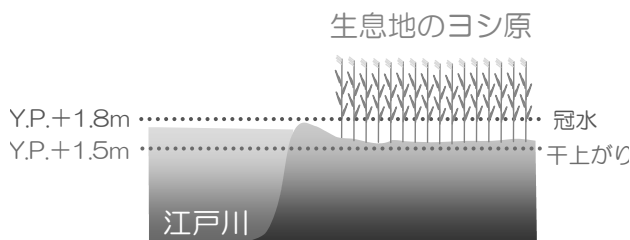


図-3 江戸川の水位と生育地との関係（イメージ）

(3) 生息要因③：湿潤状態の継続

成虫の個体数は、前年の産卵期以降の様々な環境変動の影響を受ける。このため、前年6月から当該年5月までを1サイクルとし、新生息地でY.P.+1.5mを下回る日数（以下、乾燥日数）を産卵期、幼虫期、羽化前に分けて整理した。成虫が過去最大のH26年と大幅減少したH27年に着目すると、H27年の乾燥日数の合計は147日と他の年より顕著に多い（図-4）。

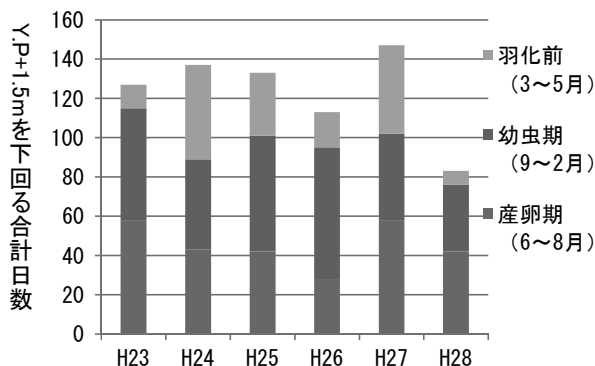


図-4 新生息地における乾燥日数の比較

特に産卵期の乾燥日数と成虫の個体数は相関が高い（図-5）。卵は水面から2~3cmのヨシの組織内に産み付けられるが、乾燥状態が長くとヨシの組織内部にも影響を与えるのではないかと推測している。

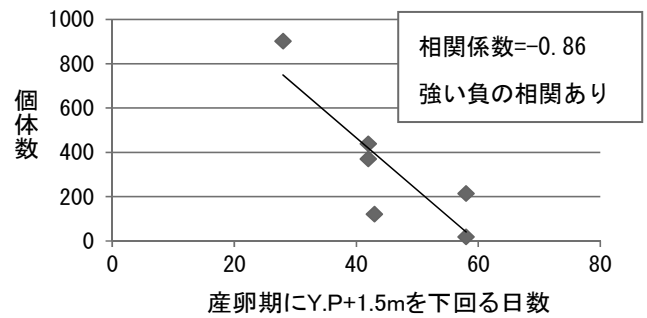


図-5 新生息地における個体数と乾燥日数の関係

4. 生息環境の改善に向けた取り組み

(1) 新生息地における改善の取り組み

先に示した水位変動の特性を踏まえ、平成27年に新生息地の3側線で試験的に地面を5~10cmほど掘り下げ、小さな水面を各10個創出した。その結果、平成28年の確認個体数は3側線全てで増加し、増加率ではNo.A、Bで顕著に増加した（表-3）。

表-3 水面創出箇所における確認個体数

	No.A	No.B	No.C	全体合計
H27	3	10	4	214
H28	8	29	6	369
増加率	2.7	2.9	1.5	1.7

(2) 当初生息地における改善の取り組み

調査中に雄がヨシ原内の直径30cm程の水面に留まり、縄張り形成する場面を度々観察した。ヨシが堆積し過ぎると水面が隠れ雄の縄張り形成を阻害し、雌も産卵できなくなる。一方、立ち枯れたヨシを含め、ヨシの生育密度が低くなりすぎると天敵とされるアオモンイトトンボなどが侵入し易くなる。そこで、当初生息地において堆積したヨシのみを除去する試験も行った（写真-2）。本種の減少が続くヨシ原では、堆積したヨシが悪影響を与えている可能性があるため、定期的な除去を考える必要がある。

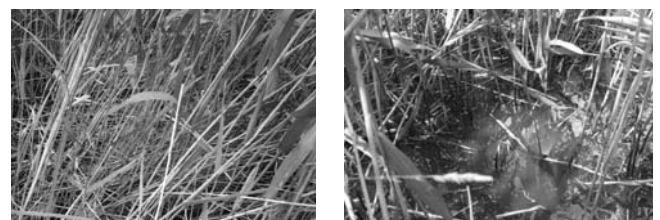


写真-2 堆積したヨシの除去（左：事前、右：事後）

5. おわりに

本発表を快諾していただいた関東地方整備局江戸川河川事務所、ヒヌマイトトンボの生態等について資料提供やご助言をいただいた小菅次男先生（茨城生物の会会長）、そして調査にご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝を申し上げます。

江戸川河口部における ヒヌマイトンボの生息環境の改善



(株)ドーコン東京支店 工藤晃央

発表の流れ

1. 背景と目的
2. モニタリング調査の概要
3. 生息要因の分析
4. 生息環境の改善に向けた取り組み



1. 背景と目的

ヒヌマイトンボとは？

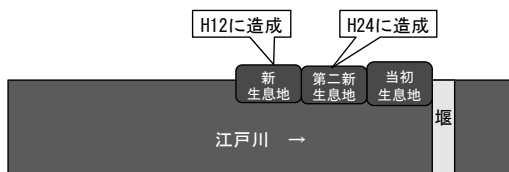
- ヒヌマイトンボ
 - 環境省RDB 絶滅危惧 I b類
 - 千葉県RDB 最重要保護生物
 - 千葉県市川市 天然記念物
- 体長3cmほどの小さなトンボ
- 汽水域のヨシ原に生息
 - 1971年に日本で発見された最後のトンボの新種
 - 茨城生物の会会長 小菅次男先生ほかが潤沼で発見
 - 河川改修、埋立などの開発の影響にさらされやすい



江戸川河川事務所の取り組み

- 江戸川河口部の堰の改修に伴い、生息地が消失するため、委員会を設置し対策を検討
- 新たなヨシ原をH12、H24に創出、幼虫の放流等も実施し、新生息地への定着を確認

<http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/edogawa00169.html>



業務の目的

- 平成28年で事業者によるモニタリング調査を終了し、地元高校生など市民に引き継ぐ。



- 維持管理に向けて、生息要因を分析し、生息環境の向上策を提案 (コンサルの責務)

2. モニタリング調査の概要

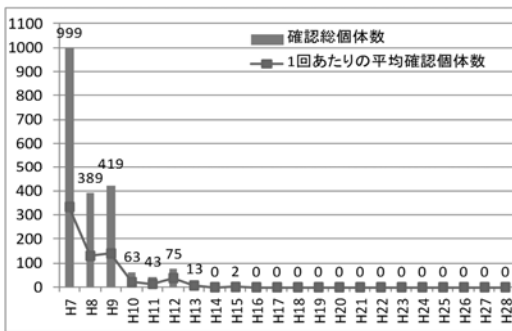
モニタリング調査の概要

調査地	調査数量	備考
当初生息地	20側線 7月に1回	平成7年に最大999個体を記録 平成15年以降、個体は未確認
新生息地	32側線 7月に3回	平成12年に創出、幼虫の放流等 現在の主要な生息地 平成26年に最大902個体を記録
第二新生息地	26側線 7月に1回	平成24年に新たに創出 平成27年まで個体は未確認



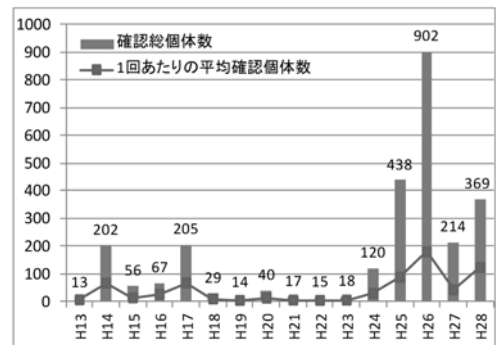
成虫の個体数(当初生息地)

- ・ 河岸浸食等の影響で平成15年以降、生息は確認されていない。



成虫の個体数(新生息地)

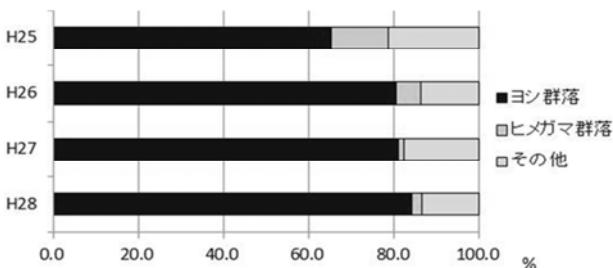
- ・ 新生息地は新たな生息地として機能
- ・ 個体数の変動は大きい。



成虫の個体数(第二新生息地)

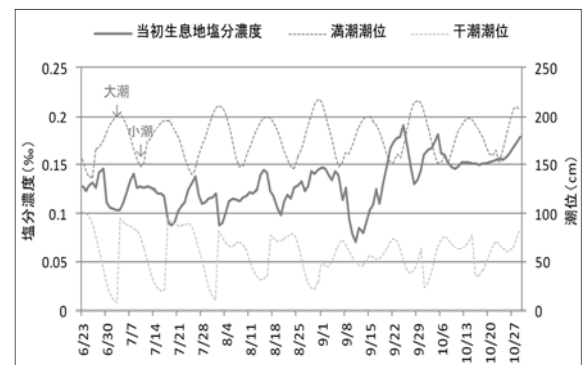
- ・ 第二新生息地ではH28に4個体を初確認
- ・ 造成から4年で生息に適したヨシ原を形成

調査項目	当初生息地	新生息地	第二新生息地
ヨシ生育高	2.5~2.6m	2.4~2.8m	2.3~2.5m



水質の特徴

- ・ ほぼ淡水の環境である。



3. 生息要因の分析

なぜ淡水なのに生息できるのか？

発見者との会話

ヒヌマイトトンボの幼虫は泥の中に潜んで乾燥に耐える！！



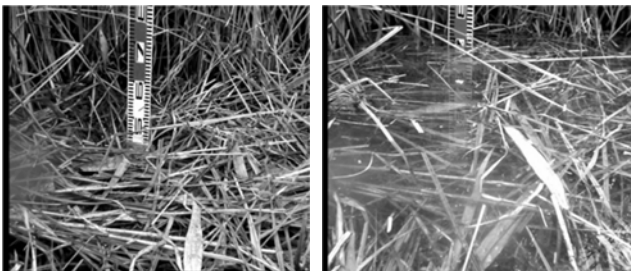
⇒汽水に耐え得るだけではなく、他種の幼虫より水位変動に強いのではないか？

水位変動の特徴②



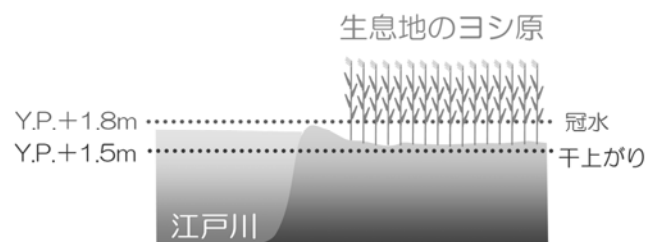
水位変動の特徴③

- ・ 新生息地の生息確認エリアでは、30cmほどの水位変動



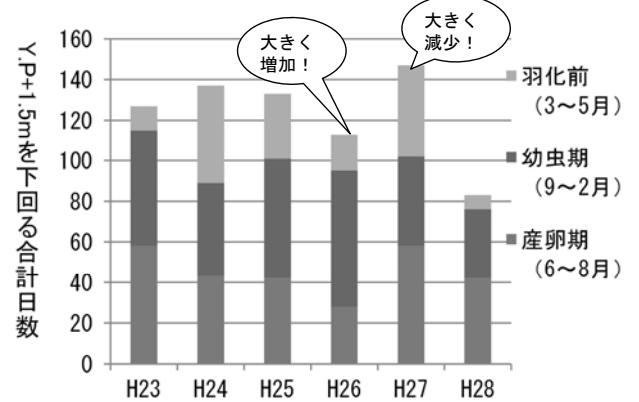
水位変動④

- ・ ヨシ原の水位変動は河川水位に連動
- ・ 河川水位がY.P.+1.5m以下になると乾燥状態
- ・ Y.P.+1.6~1.7m付近で成虫を多く確認



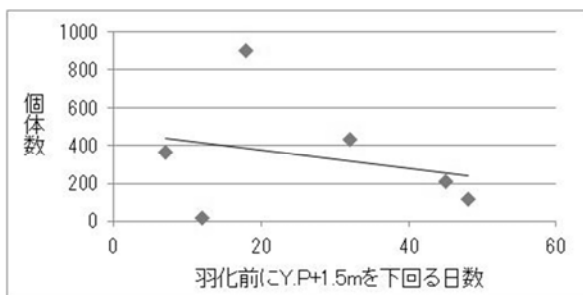
なぜ個体数は変動するのか？

湿潤状態の継続①



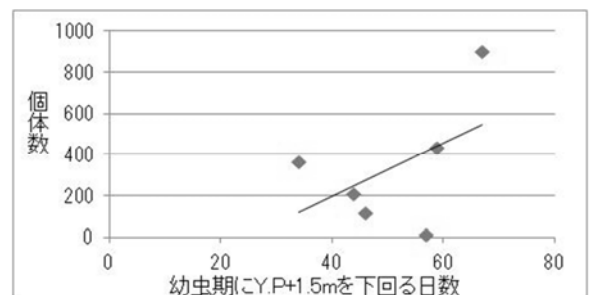
湿潤状態の継続②

相関係数 -0.27



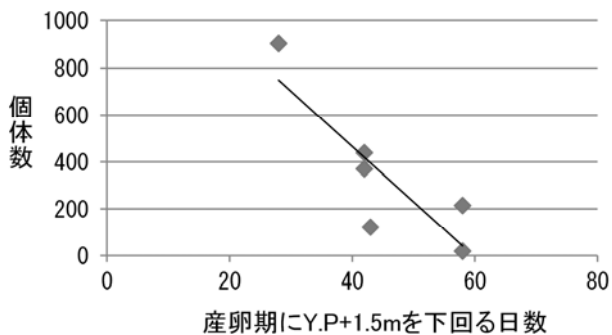
湿潤状態の継続③

相関係数 -0.49



湿潤状態の継続④

相関係数 -0.86



生息要因のまとめ

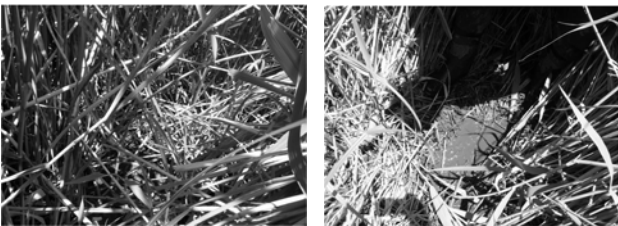
- ・ 第二新生息地への個体定着の状況から、**①植生(ヨシ原)が生息に適するまで4年は必要**
- ・ ほぼ淡水でも、**②Y.P.1.6~1.7m付近で大きく水位変動している状況であれば生息は可能**
- ・ 卵はヨシの組織内に産み付けられるが、**③産卵時期の乾燥状態の長期化は孵化率を低下させ、翌年の成虫個体数に影響**

4. 生息環境改善に向けた取り組み

新生息地をもっと改善できないか？

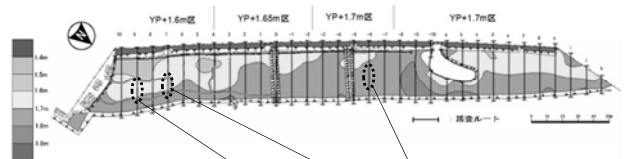
新生息地の改善①

- 新生息地の水位変動の特徴を踏まえ、個体未確認エリアの地面を5～10cmほど掘り下げて水面を創出(H27)



新生息地の改善②

- 個体数は全地点で増加し、増加率でみるとNo. 9、No.7で顕著に増加した。



	No.9	No.7	No.7	全体
H27	3	10	4	214
H28	8	29	6	369
増加率	2.7	2.9	1.5	1.7

当初生息地の教訓

当初生息地の教訓①

- 枯死したヨシが堆積し過ぎ水面が見えない。
- 雄の縄張り形成、雌の産卵に影響あり。



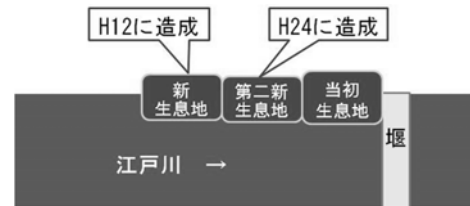
当初生息地の教訓②

- 枯死したヨシを除去すると、第二新生息地の状況を彷彿させる状況に変化(改善は可能)



当初生息地の教訓③

- 堰の存在でゴミ等が堆積し易く、洪水があっても枯死したヨシは流下しにくい状況
- 現在は目立たないが、新生息地、第二新生息地でも将来はそういった課題が生じる可能性



生息環境改善のまとめ

- 生息地の水位変動の状況を踏まえ、①地盤を5～10cm掘り下げ小さな水面を作ることで、生息範囲を拡大できる可能性がある。
- 当初生息地に堆積した②ヨシの遺体やゴミなどを除去することで、生息環境を改善できる可能性がある。
- 新生息地、第二新生息地でもヨシの堆積等による生息環境の悪化が起こり得るため、③維持管理の一環としてヨシの堆積状況等を確認することが望ましい。

おわりに

本発表を快諾していただいた関東地方整備局江戸川河川事務所のみなさま、ヒヌマイトンボの生態等について資料提供やご助言をいただいた小菅次男先生、調査にご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝を申し上げます。

ご清聴ありがとうございました。

『実践』事例の発表

③モザンビーク国マプト市におけるごみ収集ルート改善

神下高弘：日本工営(株)

モザンビーク国マプト市におけるごみ収集ルート改善

日本工営株式会社

○神下 高弘, 細野 智之, 副田 俊吾, 大関 貴志, 正会員 高橋 秀

1. 目的

途上国の多くの都市では、人口の増加に伴うごみ発生量の急増が深刻な問題となっている。都市廃棄物管理においてごみ収集運搬は最重要課題のひとつであり、廃棄物処理コストの大きな割合を占める。本稿では、国際協力機構「モザンビーク国 マプト市における持続可能な 3R 活動推進プロジェクト」が実施されたマプト市の中心市街区を対象として、総走行距離を最小化し、排ガスや温室効果ガス（二酸化炭素）の排出や収集運搬コスト（作業時間）を抑制するツールの開発を目的とした。

ごみ収集運搬問題は Vehicle Routing Problems (VRP：配送計画問題)の一つで、最適化手法を用いて解くことができる。これまで、様々な配送計画モデルが開発されているが、途上国のごみ収集運搬を対象とした例は少ない。そこで、実務レベルで利用可能な最適化モデルの開発のために、マプト市のごみ収集車の追跡調査により収集運搬の実態を把握した上でモデル化し、実際の道路網と交通規制を組み込み、複数のごみ収集車が多数のごみ収集所を分担・巡回し、収集・運搬の総走行距離を最小とする最適化モデルを構築した。

2. モザンビーク国マプト市とごみ収集の概況

モザンビーク国は 1975 年に旧宗主国ポルトガルから独立した南部アフリカに位置する国で、国土面積は 80 万 km²(日本の 2.5 倍)である。2016 年の人口は 2,880 万人、一人当たりの GNI480 米ドル(日本の約 80 分の 1)であった。石炭、天然ガスの産出とアルミ精錬などにより 2007 年以降はほぼ 7%代の経済成長を続けていたが、2016 年には 3.8%と勢いは落ちている。首都マプト市は南アフリカ共和国との国境近くに位置し、人口 120 万、インド洋に面した風光明媚な場所にある(図-1)。

マプト市の中心市街区では路上のごみ収集所(以後、収集所)に設置されたコンテナに住民や事業者がごみを排出し、委託された収集業者が大型ごみ収集車(以後、収集車)で、主に夜間に回収している。収集されたごみは最終処分場に運ばれ埋め立てられるが、処分場は既に満杯で、新処分場が計画中であり、新処分場建設後のごみ収集運搬計画が必要となる。

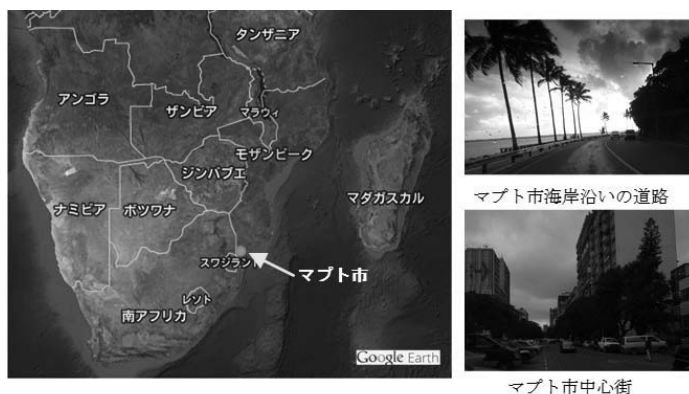


図-1 モザンビークとマプト市

3. ごみ収集車追跡調査

調査は 2013 年 6 月と 2014 年 1 月の各 1 週間、2 回実施し、GPS を携帯した調査員が同乗した車両でごみ収集車を追跡し、以下の事項を把握した。

- ①収集車の台数、②各収集車の担当地区と収集・運搬ルート、③収集所の位置とコンテナの数・容量
 - ④収集所間の移動距離と移動時間、⑤収集所～処分場間の移動距離と移動時間、
 - ⑥処分場～収集車ステーション(車両基地)間の移動距離と移動時間、⑦収集所での積込時間
- 別途、道路の車線、交通規制(一方通行および U ターン禁止)を調査・把握した。

4. ごみ収集ルート最適化モデル

(1) 基本フレーム

ごみ収集ルート最適化モデルの基本フレームを図-2 に示す。

(2) 解析対象とごみ収集及び収集ルートの条件設定

キーワード 廃棄物管理, 廃棄物収集ルート, 最適化

連絡先 〒102-8539 東京都千代田区九段北 1-14-6 日本工営株式会社 地域整備部 TEL:03-5276-2762

1) 道路網とごみ収集所

調査結果によりモデル化した、解析の対象とするマプト市の中心市街の道路網、収集所(149箇所)と処分場の位置を図-3に示す。

2) 条件設定

- ・ 149箇所の収集所を3台のごみ収集車で毎日回収
- ・ ごみ収集車の積載容量:19m³ (圧縮前は50m³)
- ・ 収集車の運行状況: ①収集車ステーション出発→②収集所を巡回し、収集車が満載後に処分場へ→③残りの収集所を巡回し、収集完了後処分場へ→④収集車ステーションに戻る
- ・ 交通規制 (一方通行、Uターン禁止) 箇所の設定

3) 最適化ルートとその効果

図-4(左図)に最適化収集ルート(OCルートの例)を示す。また右図に3ルート(OA、OB、OC)の収集所配置を示す。最適化ルートでは、収集所は必ずしも東西方向の街路に沿わず、一方通行やUターン規制に則りかつ総走行距離が最短となる経路をとる。総走行距離は現行収集ルートの158.9kmに対し、最適収集ルートは13.7km(8.8%)短縮された145.2kmであり、1年間では走行距離5,000km、作業時間263時間、4tCO₂/年の削減が見込まれる。

5. まとめ

(1) 成果

開発したモデルにより、モザンビーク国マプト市の中心市街区の最適ごみ収集ルートを設定できた。また、本モデルは、一方通行・Uターン禁止の考慮、収集車3台での149箇所の収集、収集車の積載容量、デポ(処分場)以外からのスタート、処分場への1台2往復の諸条件を満たす最適化を可能とした。

(2) 今後の展開

1) 廃棄物分野での同モデル適用

適正ごみ収集は「持続可能な開発目標(SDG)」ゴール11の指標のひとつであり、この要請に応じた適用(マプト市の新処分場供用後のごみ収集計画等)が期待できる。

2) 他分野での適用

社会インフラのレジリエンス問題(例:下水道地震災害復旧計画)への応用が考えられる。

参考文献

1) 国際協力機構(JICA), 日本工営(株):モザンビーク国 マプト市における持続可能な3R活動推進プロジェクト, プロジェクト業務完了報告書, 2018

2)Toth P. & Vigo D.: The vehicle routing problem, SIAM monographs on discrete mathematics and applications, 2002

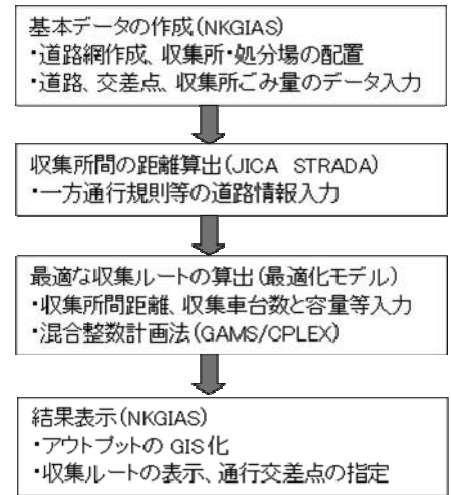


図-2 ごみ収集ルート最適化モデル基本フレーム



図-3 マプト市の道路網と市街の収集所



【最適収集ルート(OCルート)】

【各ルートの収集所の配置】

図-4 最適化収集ルート

モザンビーク国マプト市における ごみ収集ルート改善

日本工営株式会社
海外コンサルタント事業本部地域整備部
神下高弘、細野智之、副田俊吾
技術本部中央研究所 大関貴志
社会システム事業部 高橋 秀

NIPPON KOEI

発表内容

1. 背景と目的
2. モザンビーク国マプト市とごみ収集の概況
3. ごみ収集車追跡調査
4. ごみ収集運搬ルート最適化モデル
(計算結果:最適な収集運搬ルート)
5. まとめ

NIPPON KOEI

1. 背景と目的

背景:発展途上国における都市化と廃棄物問題の顕在化

JICA技術協力プロジェクト
モザンビーク国マプト市における持続可能な3R活動推進Pプロジェクト (2013年3月~2017年5月)
⇒プロジェクト実施中であったことから、対象都市として選定

計画されたJICAプロジェクト成果

1. マプト市の廃棄物管理に関する課題分析能力の向上
2. 廃棄物収集・運搬能力の向上
3. 廃棄物管理に係る財務管理能力の向上
4. 廃棄物処分量削減のための3R(Reduce, Reuse, Recycle)導入

NIPPON KOEI

1. 背景と目的

途上国の廃棄物管理における主要課題の一つ:
ごみ収集運搬車両の運用が非効率であり、多大なコストを要す

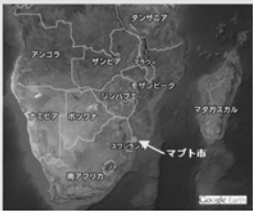
目的:人口密度や道路情報等を考慮し、排ガスやCO₂排出を抑え、かつごみ収集運搬コストを最小化する
ツールの開発

アプローチ:Vehicle Routing Problems (VRP)の一つ。最適化手法を用いて解くことができる。

NIPPON KOEI

2. モザンビーク国マプト市とごみ収集の概況

モザンビーク国マプト市



モザンビーク国
・人口 2500万人
・国土面積 80万m²(2.5倍)
・一人当たりのGNI 510ドル(1/80)
・石炭、天然ガス、アルミ精錬
・経済成長率 8.4% 世界第8位

マプト市
・首都
・人口 120万人

ごみ収集問題

マプト市の市街区域では路上のごみ収集所に設置されたコンテナに住民や事業者がごみを廃棄し、委託された収集業者が大型ごみ収集車で、主に夜間に回収している。
収集したごみは最終処分場に運ばれ埋め立てられるが、処分場は既に満杯で、新規処分場が計画されている。今後、新処分場に対応するごみ収集運搬計画が必要となる。

3.ごみ収集車追跡調査

- 2013年6月 追跡調査(乾季)
(収集業者:Environment Serve)
- 2014年1月 追跡調査(雨季)
(収集業者:Eco Life)

NIPPON KOEI

調査項目

1) 収集作業現況

- ① 収集車の台数
- ② 各収集車が担当する市街区と収集・運搬ルート
- ③ 収集所の位置とコンテナの容量
- ④ 収集所間の移動距離と移動時間
- ⑤ 収集所～処分場間の移動距離と移動時間
- ⑥ 処分場～トラックステーション間の移動距離と移動時間
- ⑦ 収集所での積込時間

2) 関連基礎情報

道路車線、交通規制(一方通行およびUターン禁止)

NIPPON KOEI

マプト市中心街のごみ収集

Eco Life社(2014年7月に契約)、149箇所を3台で毎日収集
走行距離 1台 53km/日 走行時間 1台 7時間40分/日



最終処分場



ごみ収集運搬車



収集所コンテナ

2014年1月 ごみ収集車追跡調査

収集会社: Eco Life

1月29日 ルート3



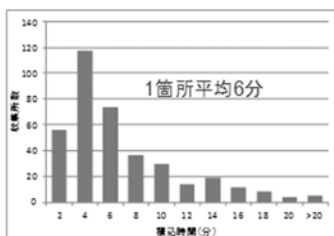
Time & Motion データシート

No.	収集所No.	到着時刻	出発時刻	積込時間	移動時間	開始からの移動距離	コンテナ容量	Remarks
	Starting time	18:13					0	Starting point
1	74	18:39	19:14	0:35	0:26	3.8	2X1.1	
2	75	19:15	19:45	0:30	0:01	3.9	2X1.1	
3	76	19:49	20:14	0:25	0:04	4.1	2X1.1	
4	77	20:18	20:28	0:10	0:04	4.6	2X1.1	
5	78	20:30	20:36	0:06	0:02	4.7	1x1.1	
6	79	20:38	20:54	0:16	0:02	4.9	2x1.1	
7	80	20:57	21:18	0:21	0:03	5	1x1.1	
8	81	21:19	21:35	0:16	0:01	5.2	2X1.1	
9	82	21:38	21:57	0:19	0:03	5.5	2X1.1	
10	83	21:59	22:48	0:49	0:02	6	2X1.1	
11	84	22:50	23:09	0:19	0:02	6.4	2X1.1	
12	85	23:11	23:12	0:01	0:02	6.7	1x1.1	No Charge
13	86	23:13	23:34	0:21	0:01	6.8	1x1.1	
14	87	23:36	1:23	1:47	0:02	7.2	4X1.1	
15	88	1:38	1:57	0:19	0:15	15.7		Hulene Dump Site
16	89	2:09	3:04	0:55	0:12	24.8	2X1.1	
17	90	3:04	3:30	0:26	0:00	25.1	2X1.1	
18	91	3:32	4:00	0:28	0:02	25.4	2X1.1	
19	92	4:02	4:23	0:21	0:02	25.6	1x1.1	
20	93	4:29	5:23	0:54	0:06	28.1	1X2.5	
21	94	5:26	5:37	0:11	0:03	28.4	1X2.5	
22	95	5:38	5:50	0:12	0:01	28.6	2X2.5	
23	96	5:58	6:08	0:10	0:08	28.9	1X2.5	
24	97	6:10	6:11	0:01	0:02	29.2	1X2.5	No Charge
25	98	6:34	6:49	0:15	0:23	39.2		Hulene Dump Site
TOTAL				10:27	2:09	35.2		NIPPON KOEI

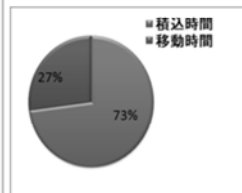
作業時間

積込時間

作業時間の割合



積込時間



作業時間の割合

NIPPON KOEI

4. ごみ収集運搬ルート最適化モデル

- (1) 基本フレーム
- (2) モデル化の課題
- (3) 収集所間等の距離算出
- (4) 最適収集ルートの算出

NIPPON KOEI

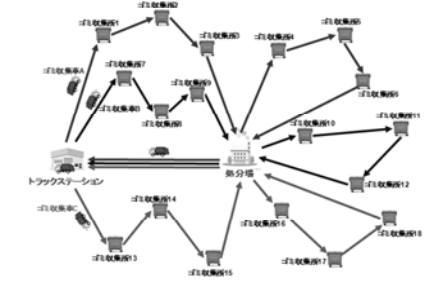
(1) 基本フレーム



検証結果
 石狩市 公開データ

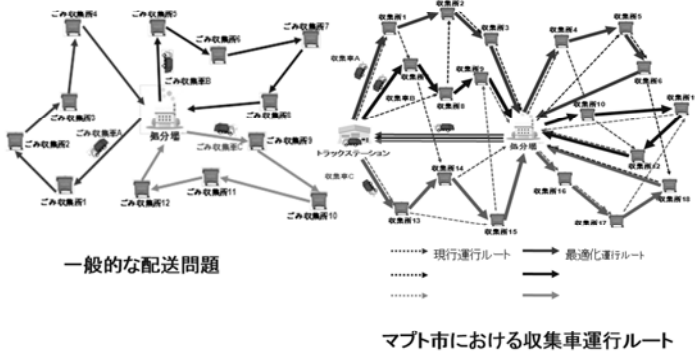
NIPPON KOEI

(2) モデル化の課題 収集車の運行状況の再現



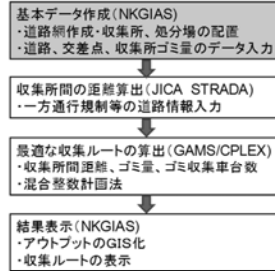
トラックステーションを出発⇒収集所を巡回⇒収集車が満載になった時点で処分場へ⇒残りの収集所を巡回⇒収集完了後処分場へ⇒トラックステーションに戻る。

NIPPON KOEI



NIPPON KOEI

(3) 基本データの作成 道路網

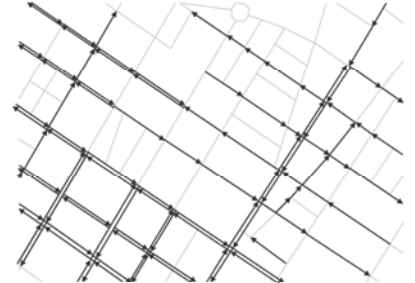


NIPPON KOEI

(3) 収集所間等の距離算出 一方通行規制

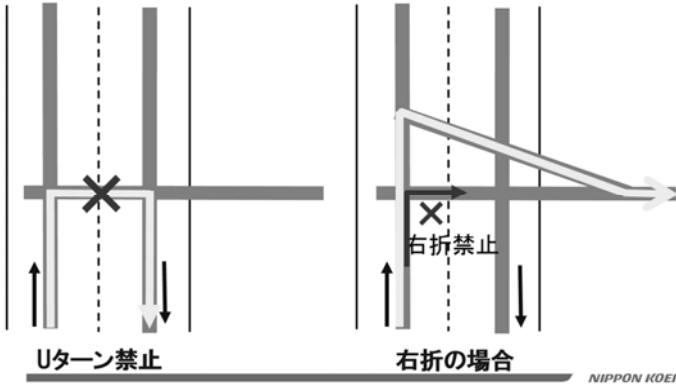


Uターン禁止の設定



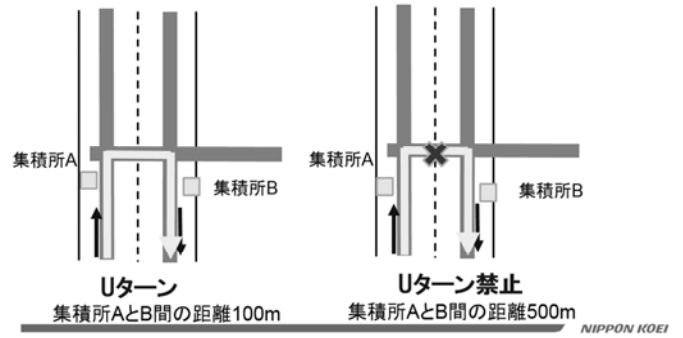
幅員の狭い道路や中央分離帯に駐車している車が多い場合、Uターン禁止のため上下線に道路を作成し一方通行とする

交差点でのUターン禁止設定



JICA STRADAからのアウトプット

集積所間、集積所とトラックステーション間、処分場とトラックステーション間、集積所と処分場間の距離



(4)最適収集ルート算出



1) 最適化モデルの定式化

現状のごみ収集車の運行ルートは必ずしも効率的ではないので、総走行距離が最短となる運行ルートを求める。

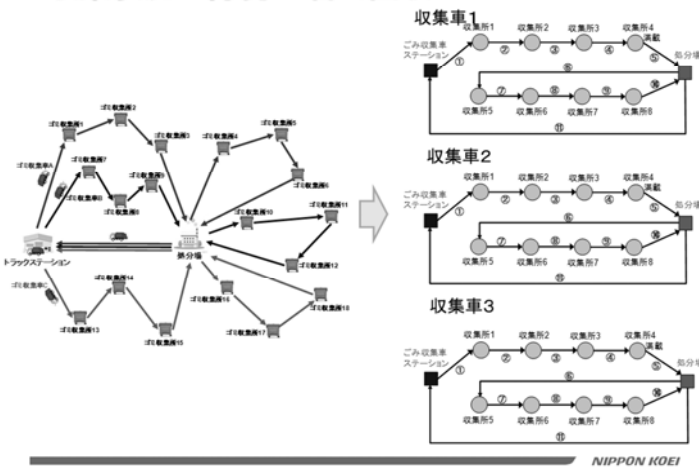
【目的関数】

> ごみ収集車の1日の総走行距離を最短とする。

【制約条件】

- > 149箇所の収集所を3台のごみ収集車で毎日回収
 - > ごみ収集車の積載容量: 19m³ (圧縮前は50m³)
 - > 収集車の運行状況
 - ① トラックステーション出発
 - ② 収集所を巡回し、収集車が満載になった時点で処分場へ
 - ③ 残りの収集所を巡回し、収集完了後処分場へ
 - ④ トラックステーションに戻る
 - > 収集所間の距離等 < 一方通行、Uターン禁止を考慮
- NIPPON KOEI

収集状況の再現 3台で回収



単一サイズの収集車

目的関数 $\min \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{i,j} x_{i,j}$

制約条件

トラックステーション ⇒ 第1巡回のごみ収集 ⇒ 処分場

$$\sum_{j \in N, j \neq 1} x_{j,1} = n \quad \sum_{i \in N, j \neq 1} x_{j,i} = 1$$

$$\sum_{j \in N, j \neq 1} x_{1,j} = n \quad \sum_{i \in N, i \neq j} x_{i,j} = 1$$

$$u_j < Q + (q_i - Q)x_{1,j}$$

$$u_j > u_i + q_j - Q + Qx_{i,j} + (Q - q_i - q_j)x_{j,i}$$

$$u_j < Q \quad X_{i,j} \geq 0$$

$$u_j > q_j \quad X_{i,j} \in \{0,1\}$$

i, j ごみ集積所
 $c_{i,j}$ i, j 間の距離
 $x_{i,j}$ i から j に進む時1 そうでない場合0
 u_j j までの収集量
 Q ごみ収集車の容量
 q_i ごみ集積所 i のごみ量

NIPPON KOEI

処分場 ⇒ 第2巡回のごみ収集 ⇒ トラックステーション

$$v_j \leq R + (r_{1j} - R)x_{1j}$$

$$v_j \geq v_i + r_j - R + Rx_{ij} + (R - r_i - r_j)x_{ji}$$

$$v_j \geq v_i + (R + r_{i1} + r_{1j})w_{ij} - R + (R - r_{i1} - r_{1j})w_{ji}$$

$$r_i \leq v_i \leq R - r_i$$

$$\sum_{i \in N} w_{ij} \leq x_{1j}$$

$$\sum_{j \in N} w_{ij} \leq x_{i1}$$

$$\sum_{j \in N} x_{1j} - \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} w_{ij} \leq |K|$$

$$u_i, v_i \geq 0$$

$$w_{ij} \in \{0, 1\}$$

w_{ij} : 1 処分場を挟んで収集所*i,j*間を通る時
 : 0 そうでないとき
 V_i : 収集車の累積積載量
 r_{i1} : トラックステーションを出発点とする
 経路で満載となる処分場
 に向かう直前の収集所のごみの量
 r_{ij} : 処分場での積出しが終了して、
 次の経路における
 最初の収集所のごみの量
 R : 収集ルート of 総積載量

プログラムは最適化モデル言語GAMSで書いて、混合整数計画法のソルバーCPLEXで解いた。

NIPPON KOEI
25

収集所のコンテナ容量

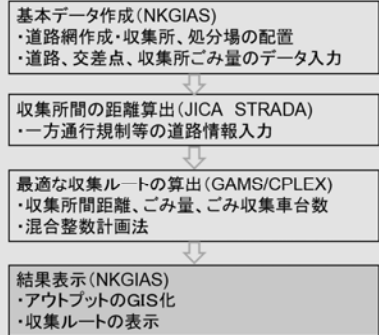


収集所の統合

計算時間短縮のため収集所を149箇所→119箇所に統合



4 計算結果: 最適な収集運搬ルート



NIPPON KOEI

最適化ルートA



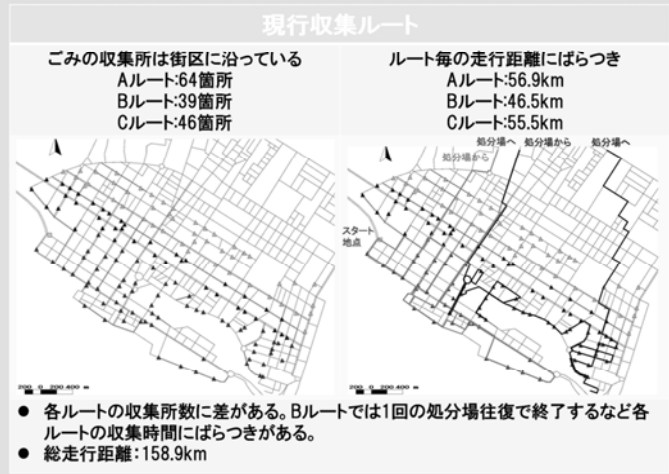
最適化ルートB



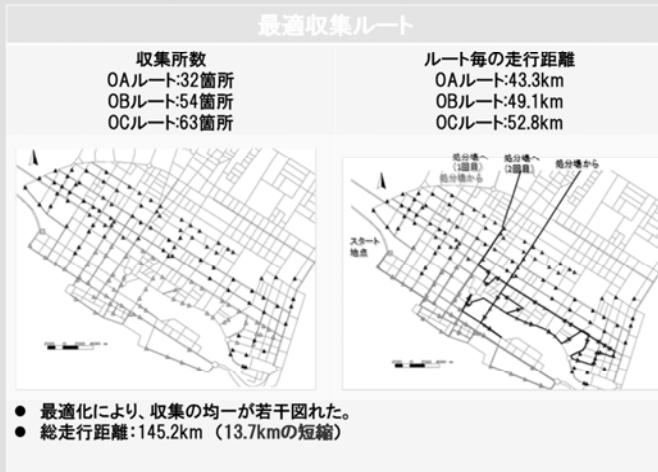
最適化ルートC



現行収集ルートと最適収集ルートの比較



現行収集ルートと最適収集ルートの比較



現行ルートを最適ルートを選択した場合の効果

- ① 走行距離: 日に13.2km 年間 5,000kmの短縮
- ② 稼働時間: 日に0.72時間 年間 263時間の短縮

運行ルート	移動時間	積込時間	処分場積下時間	稼働時間	
現行	A	3.00h	5.59h	0.63h	9.22h
	B	2.45h	4.23h	0.63h	7.31h
	C	2.92h	4.81h	0.63h	8.36h
	計	8.36h	14.63h	1.90h	24.90h
最適	OA	2.28h	3.54h	0.63h	6.45h
	OB	2.59h	5.67h	0.63h	8.89h
	OC	2.78h	5.42h	0.63h	8.84h
	計	7.64h	14.63h	1.90h	24.18h
差	-0.72h	0.0h	0.0h	-0.72h	

- ③ 二酸化炭素: 年間 4.0 CO₂トンの削減

NIPPON KOEI

5. まとめ

(1) 成果

モザンビーク国マプト市中心街ごみ収集箇所の最短収集・運搬経路探索モデルの構築

以下の条件での最適化が可能:

- ・交通規制(一方通行、Uターン禁止)の反映
- ・収集車3台で149箇所からのごみ回収
- ・ごみ収集車の積載容量
- ・車両基地からのスタート(デポ(処分場)以外からのスタート)
- ・処分場への1台2往復

NIPPON KOEI

5. まとめ

(2) 今後の展開 (2017年10月時)

➢ 廃棄物分野での同モデル適用

SDGゴール11の指標達成のための適正ごみ収集推進に係る要請

- (指標11.6.1 都市固形廃棄物の定期的回収と適切最終処置の割合)
- ・マプト市における新処分場供用後のごみ収集計画案の提案
- ・他国で実施プロジェクト(JICAドミニカ共和国 全国廃棄物管理制度・能力強化プロジェクト等)への提案

➢ 他分野での適用

- ・除去土壌の収集運搬及び収集車配車計画への提案
- ・除雪運搬計画への提案
- ・下水道レジリエンス問題(復旧スケジューリング)への提案

NIPPON KOEI

ご清聴ありがとうございました。

NIPPON KOEI

『実践』事例の発表

④建設コンサルタントの多様化による地域振興と再生可能エネルギー開発

青野史規：基礎地盤コンサルタンツ(株)

建設コンサルタントの多様化による地域振興と再生可能エネルギー開発

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 正会員 ○青野 史規
非会員 古川 武志
非会員 西田 功児
正会員 大橋 正

1. 背景と目的

東日本大震災以降、原発問題に端を発し、2012年4月に再生可能エネルギーの固定価格買取制度（Feed-in Tariff: FIT）が制定され、民間事業者による売電を目的とした太陽光パネルや陸上風車の設置が、全国の地方部を中心として急速に拡大している。「再エネ導入促進」は現政府方針であるが、多くのプロジェクトは、大資本を中心とする民間主導の開発であり、“エネルギー権益の中央集中”である。同じ政府政策である「地方創生」には帰着していないと言える。

建設コンサルタントの事業分野拡大と社会貢献という役割を念頭に置き、青森県において平成24年度より地域振興とリンクした再生可能エネルギー開発を目指し、地方自治体と連携を図り「地熱資源開発プロジェクト」を遂行中である。このプロジェクトは、地元で賦存するエネルギーの恩恵を、地元が享受することには至っていない現状を踏まえ、“官民連携の地熱資源開発ビジネスは、地域活性化に寄与できるか”を課題として、将来の地熱発電所建設・運営コンサルティングのみならず、地域に裨益ある地熱資源を有効に活用した熱水のカスケード（多段階）利用にも取り組んでいる。

本研究は、地方が抱える社会的問題である地方減退対策だけでなく、様々なエネルギー資源開発に課題となりうる地元の理解促進、発電所建設の社会的受容性について、官民連携した取組みを実施し、地方自治体のスマートシティ構想の一環として、対象地区のエネルギービジョンを作成し、地元の理解を得ることに成功した実践事例を報告するものである。

2. 地熱開発の社会的受容性

地熱発電は、太陽光発電や風力発電のように光や風を利用した天候に左右される発電方式と違い、地域固有の地下資源を利用した発電方式であり、再エネの中では水力発電同様に安定供給可能な発電方式である。国による2030年エネルギーミックスにおいて、発電量は現状の約3倍の導入目標が掲げられ、FIT制度の導入、国立公園内の規制緩和、環境アセス期間の短縮など、制度面・環境面において近年整備が進んでいるが、未利用地熱資源の約8割が自然公園内に偏在し、温泉事業者が反対意向を示している地域も多く、自然環境や地域への更なる慎重な配慮に基づく開発が求められている。

地熱発電の社会的受容性の先行論文は、上地成就（2013）が要因分析を行い、開発事業者側のリスク管理の進め方の相違を指摘しており、窪田ひろみ（2012）では、利害関係者が継続的に協議する場の設置など、地元便益と自治体の役割の重要性について述べているが、具体的に詳細な取組み事例を示した論文はまだ少ない。

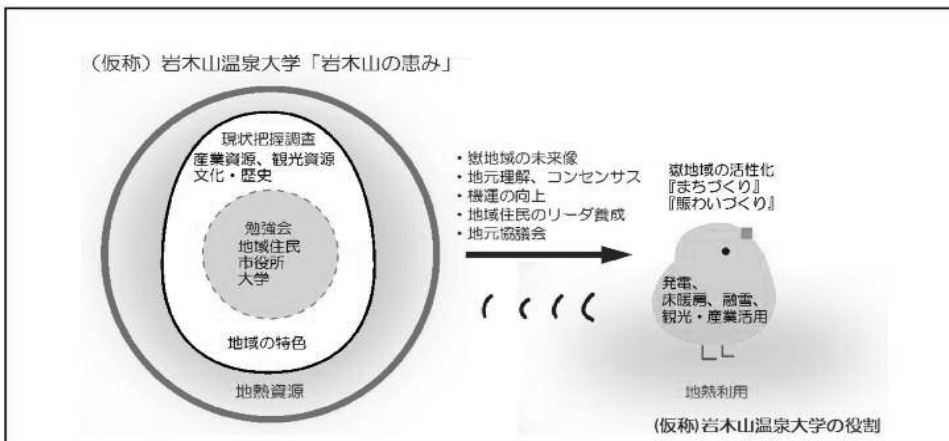
3. 地域分析と温泉大学

地熱発電所建設の実現には、温泉事業者および地域住民の賛同なくしてはあり得ず、温泉街を含め地域活動が停滞の一途を辿る開発予定地周辺を含めた地域をSWOT分析し、温泉事業者を含めた地域住民・地方自治体・大学・建設コンサルタントが連携した“温泉大学”という「山からの自然の恵み」をテーマに集い、問題意識を共有する場を設け、地域活性化と地熱資源開発に向けた地域住民のボトムアップを作りあげ、地域住民の理解・コンセンサスの形成を図るべく、地熱資源（電気と熱水）を利活用した地域の活性化・賑わいづくりの具体的なイメージを示し、できるだけ多く地元の意見を聞きだせるよう配慮した上で、問題・課題を抽出した。

キーワード 再生可能エネルギー、地熱発電、地域振興、カスケード利用、社会的受容性、合意形成

連絡先 〒136-8577 東京都江東区亀戸一丁目5-7 基礎地盤コンサルタンツ(株) 営業本部 新事業開発部 TEL03-6861-8840

4. 温泉大学の取組み



資源を有効活用していくために、地元・官・学・民間が互いの垣根を越え地熱を活用した「まちづくり」、「賑わいづくり」という共通の目標に取り組むことで地熱資源開発への機運を高める。言い換えるならば、地域資源や人材が詰まったタマゴを、地熱資源を利用

し羽化させるため、温泉大学という保育器の中で育てていくイメージである。

【温泉大学開催スケジュール】

年度	日時	内容
27年度	10月20日	● 講演会（講師：新潟県松之山温泉 柳一成氏） ● 演題：ご当地エネルギーによるまちおこし
	11月19日	● 講演会（講師：福島県土湯温泉 池田和也氏） ● 演題：ご当地エネルギーの事業化に向けて
	12月21日	● 見学会（岩木山地熱資源開発事務所） ● 講演：地熱資源の利活用、地熱開発と温泉資源
	1月17日	● 講演会（講師：ST 環境設計研究所 徳永哲氏） ● 演題：地域主導のまちづくりをコーディネートする
28年度	10月14日	● 懇談会（ぐだめぎの会） ● 常盤野に対するイメージと願望
	11月15日	● 懇談会（ぐだめぎの会） ● 熱水を利用した2次利用のアイデアは
	12月18日	● 懇談会・発表会（みんなでぐだめぎの会） ● 地域の将来ビジョン（案）の発表・意見交換
	2月8日	● 懇談会（ぐだめぎの会） ● ビジョンについての確認

官民連携で経済産業省の地熱理解促進事業予算の採択に成功し、2ヵ年に分けて開催した「温泉大学」は、1年目に①温泉発電まちおこし先進地事例、②温泉街活性化に成功した取組み、③現場見学と熱水の多段階利用、④最後に熊本県黒川温泉を一躍全国区にプロデュースした講師を招聘し、地域主導のまちづくりコーディネート事例の紹介、計4回開催した。

1年目の結果、問題点として、温泉支配人や地区長のような、年配者および立場ある方と一堂に会した場では、地元の若手（10～40歳代）が積極的に活発な意見を言えない事が、アンケートの集計コメントにより判明した。そこで2年目は、若手だけで「ぐ

だめぎの会」を開催し、①地域の現状と地域に対するイメージ、②熱水の有効な2次利用方法、③将来へのアクション、④地域の将来ビジョンの確認、以上計4回開催した。

5. まとめ

従来、地熱発電所施設の新規立地にあたり、地元住民や温泉事業者への対応として、用地借地料や保証金などの金銭的解決、温泉枯渇問題を前提とする補償井戸の新規掘削など、直接的な利益を提示し、合意を得る方法が紹介（環境省 2016 報告書）されているが、今回温泉大学の取組みを経て、ステークホルダー全員が問題・課題・背景・現状を認識し、地熱発電の立地を中心とする地域の将来像を描き、減退を続けている温泉街の現状を打開するべく、地域の賑わいづくりや後継者育成を目指し、熱水のカスケード利用や温泉街の顧客増大について、平行して開発調査を進めている資源ポテンシャル調査の成功が、必須であると云うところまで機運を高めることに成功した。また資源調査の結果、ポテンシャル的に発電所建設が成せなかった場合においても、熱水の利活用方法や、地域を考え直す場の提供として、大きな成果を上げられた。

参考文献

- ・窪田ひろみ：地熱発電開発に関する社会的動向調査（電力中央研究所報告 V:15010）（2016）
- ・上地成就，村山武彦，錦澤滋雄：地熱発電に対する地域における社会的受容性の要因分析（環境情報科学術論文集 27）（2013）
- ・環境省ホームページ：平成 27 年度地熱発電と温泉地の共生事例調査委託業務（2016）

建設コンサルタントの多様化による 地域振興と再生可能エネルギー開発

-地熱開発理解促進事業への取り組み-

2017年11月6日

基礎地盤コンサルタンツ株式会社
営業本部 新事業開発部
○青野 史規

Kisejiban

目次

- 背景
- はじめに
 - 目的
 - 地熱発電の社会的受容性
 - 対象地域の概要
 - 地域分析
 - ソフト事業のきっかけ
 - 将来を見据えた提案
 - 温泉大学のイメージ
 - シナリオの導出
 - 温泉大学による機運の醸成
 - アンケート結果
 - 気づきのアウトプット
 - マスコミ対応
 - ぐだめきの会
 - 意見の集約
 - 地熱を活用したまちづくりビジョン

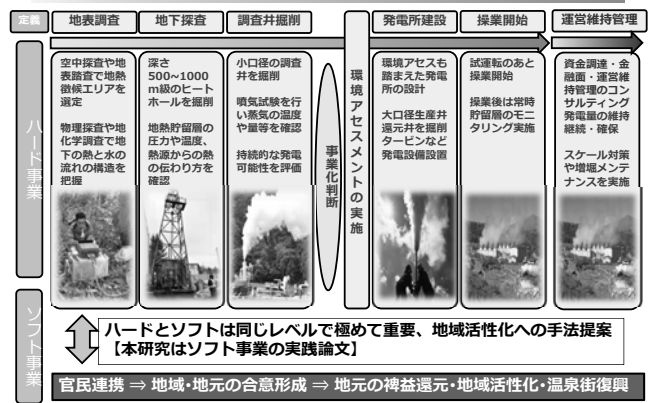
Kisejiban

背景

- 平成24年4月に再エネの固定価格買取制度（Feed-in Tariff）制定以降、民間事業者による太陽光パネルや陸上風車の設置が地方部中心に急速に拡大
- 大資本中心とする民間主導の開発が大半、エネルギー権益の中央集中「再エネ導入促進」は現政府方針であるが、同じ政府政策である「地方創生」には帰着していない
- 建設コンサルタントの事業分野拡大と社会貢献という役割を念頭に、地域振興とリンクした再生可能エネルギー開発を目指し、官民連携で「地熱資源開発プロジェクト」を実践中
- 本プロジェクトは、地元で賦存するエネルギーの恩恵を、地元が享受することには至っていない現状を踏まえ、“官民連携の地熱資源開発ビジネスは、地域活性化に寄与できるか”を課題として、将来の地熱発電所建設・運営コンサルティングのみならず、地域に裨益ある地熱資源を有効に活用した熱水のカスケード（多段階）利用も検討

Kisejiban

1. はじめに（地熱開発事業の概要と論文定義）



Kisejiban

2. 目的

- 地下資源を取扱う地熱発電所建設には、資源ポテンシャルの把握と同レベルで、地元の合意・同意が必須でありながら、先行論文では反対中絶となった要因分析1）、利害関係者が継続的な場の設置、自治体関与の重要性2）の指摘論文はあるが、具体的に実践的な取組み事例を示した論文はまだ少ない
- 本研究は、地方が抱える社会的問題である地方減退対策だけでなく、様々なエネルギー資源開発に課題となりうる地元の理解促進、発電所建設地域の社会的受容性について、官民連携した取組みを実施し、地方自治体のスマートシティ構想の一環として、対象地区のエネルギービジョンを作成し、地元の同意・理解を得ることに成功した
- 今後、地熱資源開発の新規立地対応例として、役立てば幸いである

参照：
1）上地成就，村山武彦，錦澤滋雄：地熱発電に対する地域における社会的受容性の要因分析（環境情報科学 術論文集27）（2013）
2）窪田ひろみ：地熱発電開発に関する社会的動向調査（電力中央研究所報告 V:15010）（2016）

Kisejiban

3. 地熱開発の社会的受容性

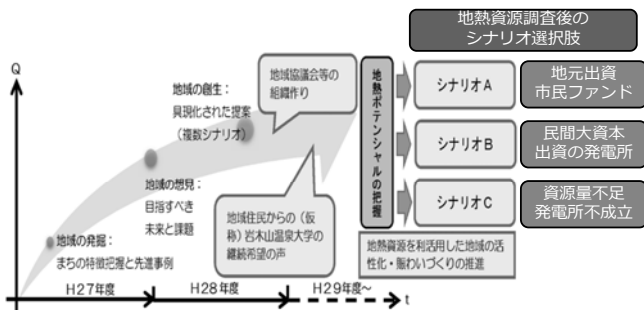
- 地熱発電は、天候に左右されない、地域固有の地下資源を利用し、再エネの中では水力発電同様に安定供給可能な発電方式
- 政府の2030年エネルギーミックスでは、現状の約3倍導入目標（現状約52万Kw ⇒ 2030年政府目標140万Kw）世界3位の保有国
- FIT制度、国立公園法内の規制緩和、環境アセス期間の短縮など、制度面・環境面において、近年整備が進む
- 未利用地熱資源の8割が自然公園内に偏在
- 温泉事業者が反対意向を示している地域も多い
- 自然環境や地域への更なる慎重な配慮に基づく開発が必要

しかしながら...

Kisejiban

9. シナリオの導出

資源ポテンシャルと地域の意見により、シナリオを導出



10. 温泉大学による機運の醸成

H27温泉大学の実施 (計4回)

H27岩木山温泉大学 主に先進地事例の講師を招き、勉強会を実施しました。

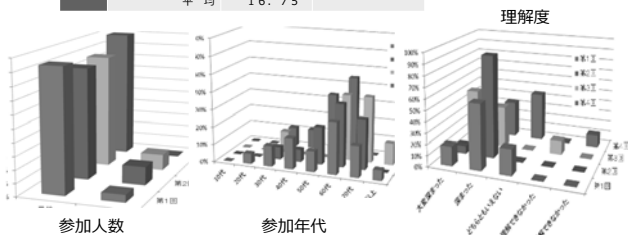
回数	開催日	内容	講師
第1回	10月20日(日)	ご当地エネルギーによる「まちおこし」	新潟県柏之山温泉 合同会社まんなま 柳 一成氏
第2回	11月20日(日)	福島県土湯温泉のケースからみた温泉の未来について ご当地エネルギーの事業化に向けて地域の未来を考える	福島県 NPO 土湯温泉観光まちづくり協議会 池田 和出氏
第3回	12月20日(日)	開発現場を見学し、そこで感じた意見をお聞かせください 地熱開発の現場を覗いてみよう	弘前大学北日本エネルギー研究所 村岡 洋文氏 基礎地産コンサルタンツ株式会社 北野 晃一氏
第4回	1月20日(日)	九州開川温泉から学ぶ地域主導のまちづくりのポイントとは 地域主導のまちづくりをコーディネートする	株式会社エスティー環境設計研究所 徳永 哲氏



11. アンケート結果

2.5 H27岩木山温泉大学の実施 (2/3)

	開催日	参加人数(人)	備考
第1回	H27.10.20	18	勉強会
第2回	H27.11.17	14	勉強会
第3回	H27.12.21	22	見学会
第4回	H28.1.19	13	勉強会
	合計	67	
	平均	16.75	



12. 気づきのアウトプット

2.5 H27岩木山温泉大学の実施 (3/3)

平成27年度 岩木山温泉大学にて得られた意見

1. まちづくりに向けて

- ・当事者としての意識改革が必要
- ・勉強会の回数が増えれば、最初の1歩が踏み出せた
- ・組織形成の必要性とそれに向けた意思統一が必要
- ・マスコミへの積極的な情報発信
- ・温泉業者と農家との連携強化
- ・地熱発電を考えれば事業の主体は温泉業が望ましい
- ・行政頼みでは今と変わらない
- ・地熱を核とした産業振興
- ・地域資源を見つめ直し外へ魅力を発信
- ・年配者および立場ある方と一堂に会した場では、地元の若手(10~40歳代)が積極的に活発な意見を言えない

2. 地熱開発の理解促進に向けて

- ・雪が宝物になるようなアイデアはないものか
- ・蒸気を使った観光スポット、ハウス栽培、ロードヒーティングの実現

13. マスコミ対応

H27.10.7現場取材

テレビ局：4局

- ・NHK
- ・RAB青森(日テレ系)
- ・青森テレビ(TBS系)
- ・青森朝日放送(朝日系)

新聞社：3社

- ・東奥日報社
- ・陸奥新報社
- ・毎日新聞



14. ぐだめぎの会

H28温泉大学の実施

H28岩木山温泉大学 前年度の温泉大学の結果、若手(20代~40代)だけで「ぐだめぎの会」と題する懇談会を開き、地域の人達の声を聞き、地域の未来を考えるきっかけを探り、地熱を活用したまちづくりビジョンを作成

年度	日時	内容
28	10月14日	● 懇談会(ぐだめぎの会) ● 常盤野に対するイメージと願望
	11月15日	● 懇談会(ぐだめぎの会) ● 熱水を利用した2次利用のアイデアは
	12月18日	● 懇談会・発表会(みんなでぐだめぎの会) ● 地域の将来ビジョン(案)の発表・意見交換
	2月8日	● 懇談会(ぐだめぎの会) ● ビジョンについての確認

※ ぐだめぎとは：津軽弁で愚痴を言う、文句を言う、自由に意見を言う

15. 意見の集約(1/2)

2カ年による地元地域の意見を集約

岩木山温泉大学にて得られた意見
1. 地域に対する印象

<ul style="list-style-type: none"> ○ 豊かな温泉 ○ タクキミシーズンには多くの入浴客 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 雪深いイメージ ○ 観光に行き届いている ○ 観光客が非日常的である(温泉地)
<p>強い地元愛 ここに居たいと思わせる良さ</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● 一大ブランド「タクキミ」 ● 供給量が少ない(作付け面積が小さい) ● 貯蔵が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 野山教育 ○ 少子化(友達が少ない) ○ 高齢化(担い手不足) ○ 高いコスト ○ 病院(診療所)がない ○ 市役所の取り組み ○ 国の補助

Kisojiban

19

15. 意見の集約(2/2)

カスケード利用の経済性合理性を試算

岩木山温泉大学にて得られた意見
2. 地熱を利用した地域に対する思い

<p>熱水の利用</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 栽培・養殖 ● マッシュルーム ● パナナ ● トマト ● ビーマン ● 魚の養殖 	<ul style="list-style-type: none"> 日本酒 融雪・消雪 共同浴場 	<p>地域の声</p> <ul style="list-style-type: none"> 町議会 卒業生に向けたアウト
<p>地域の活性化</p> <ul style="list-style-type: none"> シブシブでの野菜作り 地域を手伝いながらの新しい移住策 みんなの息遣いを集中させたい(きっかけが必要) 	<ul style="list-style-type: none"> アウトと共に楽しめる施設 企業誘致 集える場(シェア地熱) ホミの皮での商品開発 共同浴場 	<p>雪の利用</p> <ul style="list-style-type: none"> 雪の下でホミを貯蔵 <p>地域の将来</p> <ul style="list-style-type: none"> 副産物を利用した産業創り 冬場の雇用創出 若者に夢を与える 地域に人を根付かせる 夢は大きく持ちたい

Kisojiban

20

16. 地熱を活用したまちづくりビジョン

温泉大学を實踐し、地域の方々が一体感を持って地熱及び地熱を活用したまちづくりについて知り、興味を持ち、自らがまちづくりを担っていくという機運を高め、地熱発電所と熱水の多段階利用を用いた「地熱を活用したまちづくりビジョン」が完成しました。

このビジョンは、今後の取組みの起点と同時に、常盤野地区の魅力発信の素材にも活用されるものと考えています。

地熱を活用したまちづくりビジョン

Kisojiban

21

ご清聴ありがとうございました。

基礎地盤コンサルタンツ株式会社
営業本部 新事業開発部 青野 史規

TEL 03-6861-8840

E-mail aono.fuminori@kiso.co.jp

ご意見をいただきましたら、お気軽にご連絡下さい

Kisojiban

22

『実践』事例の発表

**⑤災害図上訓練（DIG）を通じた高速道路における災害対応力強化に関する
実践的研究**

楠橋康広：西日本高速道路エンジニアリング中国(株)

災害図上訓練(DIG)を通じた高速道路における災害対応力強化に関する実践的研究

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○楠橋 康広
 非会員 福井 鉄兵
 非会員 大丸 浩志

1. はじめに

西日本高速道路(株)中国支社(以下、「NEXCO」)では、「連携の強化」と「顔の見える関係づくり」を目指して、「高速道路災害図上訓練(DIG)」(以下、「DIG」)を平成23年度から開催している。

文献1)によると、災害図上訓練は表-1に示すように3種類に大別される。このうちDIGは、表中に示すように参加者全員での討議を通じて連携強化を目指すものであることから、NEXCOグループの他、警察、消防、行政、医療などの関係機関にも参加をいただいている。平成28年度はNEXCO管内で10回の訓練を開催し、プレーヤーと見学者合わせて延べ234組織、852名の参加を得た。

DIGの効果については、「新たな気づきが得られる」、「討議のコミュニケーションを通じて連携の強化を図ることができ、顔の見える関係づくりにつながる」、ということが言われているが、これらは主観的な評価であり、訓練の効果を数値化して客観的な評価を試みた事例は見当たらない。

本論文は、DIG参加者から回収したアンケート項目を集計することにより、高速道路の災害対応力強化の達成状況について定量的な評価を試みたものである。

表-1 図上訓練の種類と概要

名称	各図上訓練の概要と特徴
状況予測型図上訓練	・発災直後の最小限の情報から具体的な被害状況をイメージし、状況予測能力と意思決定・役割行動能力向上を図る。 ・最小限の情報と対応記入票のみのシンプルな訓練で、訓練参加者相互の話し合いは禁止。
災害図上訓練DIG	・Disaster Imagination Gameの略。決まったルールは無く、大きな図面に透明ビニールシートを被せて油性ペン、付箋紙などを使って書き込みを行い、参加者全員で議論する。
図上シミュレーション訓練	・実際の災害時に近い場面を想定し、訓練参加者が与えられた役割のもとで付与される災害状況を収集・分析・判断し、対策方針を検討するなどの災害対処活動を行なう訓練。

2. DIGの概要

訓練参加者(以下、「プレーヤー」)は卓を囲んでA₀サイズの高速道路図や各種図面に書き込んだり、ミニカーを配置したりして付与された課題にどう対応するかを討議した。

DIGの課題は、地震災害、土砂災害、負傷者多数の多重事故、車両火災、漏えい物(軽油)等のリスク事象を組み

キーワード 図上訓練, DIG, 高速道路, 災害対応力, 防災計画

連絡先 〒733-0037 広島市西区西観音町2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) TEL082-532-1520

合わせて設定した。訓練は、発災直後の乏しい情報の中で対応を討議する「初動対応の訓練」(約50分)と、現場に到着して詳細な状況を把握後の「現場対応の訓練」(約70分)を、休憩を挟んで行なった。プレーヤーは各DIGとも約12人程度で班を構成し、同じ課題について2班で討議して、最後に討議結果を発表した。プレーヤーの討議中は、見学者はプレーヤーの卓の周囲を囲んでプレーヤーの討議内容を聞いているが、見学者が質問や意見を述べることはない。

3. DIG参加者の属性と訓練効果の分析

(1) DIG参加者の属性

アンケートはDIG参加者のうち、プレーヤー216名、見学者428名から回答を得た。図-1に、平成28年度に実施したDIG参加者の属性と訓練状況を示す。

プレーヤー、見学者とも回答者の約50%がDIGに初参加であり、DIG参加者はNEXCOグループに次いで、消防関係、警察関係が多かった。

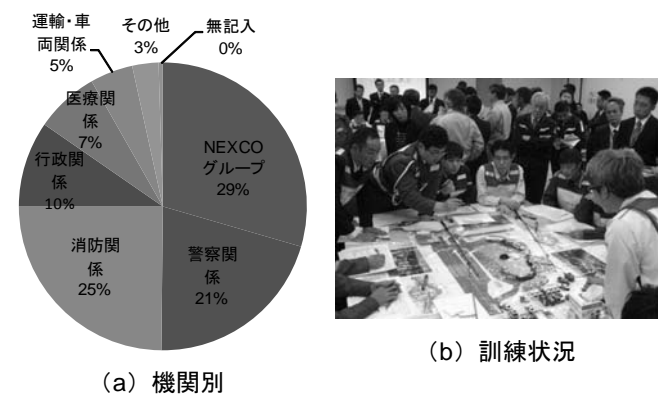


図-1 DIG参加者の属性と訓練状況

(2) 連携の強化

図-2に、「連携の強化」の設問に対する回答状況を示す。機関別の集計では、「有益」の回答者はNEXCOグループが75%と最も多く、次いで警察関係(69%)、消防関係(68%)の順だった。参加経験別では、初参加者が71%と最も多く、2~4回(66%)、5回以上(63%)と参加経験の増とともに、「有益」の比率が微減している。立場別ではプレーヤーと見学者の差はほとんど無かった。いずれのケースでも、「有益」+「やや有益」の回答者の比率は96%以上あり、「連携の強化」に対する達成感が高かったと推察される。

(3) 顔の見える関係づくり

図-3に、「関係づくり」の設問に対する回答状況を示す。機関別の集計では「有益」の回答者はNEXCOグループが72%と最も多く、次いで警察関係(65%)、消防関係(63%)だった。参加経験別では、前節「(2) 連携の強化」と同様に、初参加(69%)から参加経験の増とともに比率が微減し、2~4回では65%、5回以上では63%となった。立場別では、プレーヤー(69%)と見学者(66%)でやや差があった。このことは、プレーヤーは自ら討議を行なった当事者であり、見学者は単に討議を聴講しているだけという行動の違いが表れているものと考えられる。

4. DIGの効果についての考察と今後の課題

高速道路の「災害対応力強化」という課題の評価は、実際に生じた事象と対比してマニュアル等に基づいた手順や行動がとられたか1つ1つレビューしていくことが望ましい。しかしながら大規模な事故や地震災害など、評価に適した事象が生起する確率は極めて少ない。そのため本報告では、アンケートを通じた参加者の主観的評価を集計分析してDIGの効果の評価した。そして、災害対応力のうち「連携の強化」と「顔の見える関係づくり」については、DIGを行なうことが有益と考えられるとの評価結果を得た。

一方、長谷川ら²⁾は図上訓練の評価として本報告で筆者らが行なった集計分析ではなく、マニュアルの適用範囲や不備等、DIGを通じて顕在化した課題についてアンケートから表形式で抽出し、定性的にとりまとめている。筆者らは複数のDIGを通じて客観的かつ汎用的な評価を目指したが、具体的なマニュアル名称や、その記載内容等、数値化できない対象を評価に反映することも必要と考えられる。

高速道路の災害対応力強化のためのツールとしてDIGを有効活用するために、顕在化した課題を適切に評価し、改

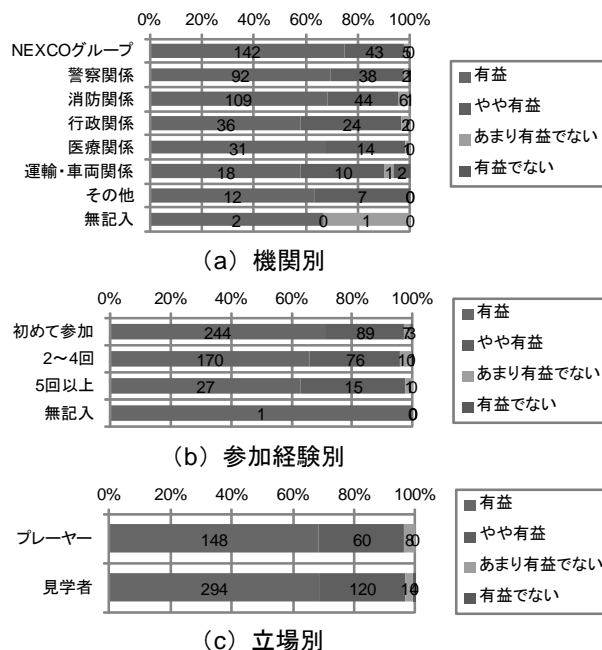


図-2 「連携の強化」に対する評価

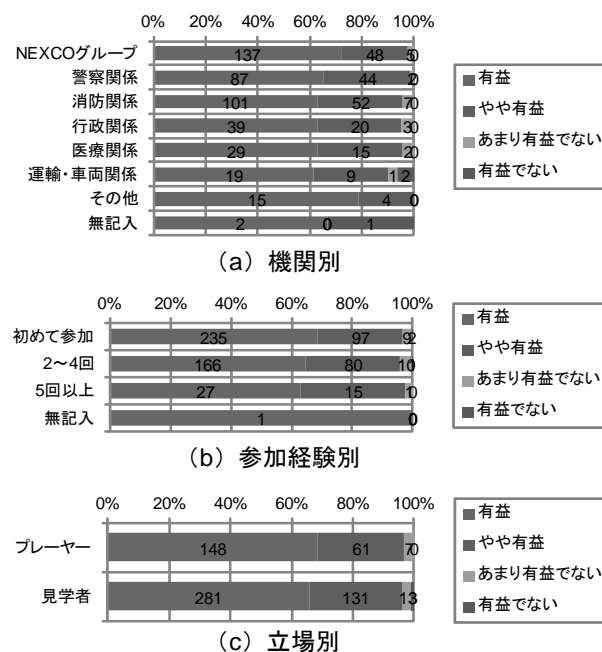


図-3 「顔の見える関係づくり」に対する評価

善可能な手法を整備して、訓練の実効性を高めていきたい。

参考文献

- 1) 総務省消防庁：市町村による図上型防災訓練の実地支援マニュアル，図上型防災訓練マニュアル研究会，2008.3.
- 2) 長谷川弘忠，坂島俊彦，皆川淳，吉柳岳志，永井健二，東慎二：富士山における噴火警戒レベル3、4を想定した討論型図上訓練，第60回平成23年度砂防学会研究発表会概要集，p-071，2011.

災害図上訓練(DIG)を通じた高速道路における 災害対応力強化に関する実践的研究

平成 29年 11月 6日

西日本高速道路エンジニアリング中国 (株) ○楠橋 康広
福井 鉄兵
大丸 浩志



コンテンツ

1. はじめに
2. DIGの概要
3. 参加者の属性と訓練効果の分析
 - (1)参加者の属性
 - (2)設問に対する回答の分析
4. DIGの効果と今後の課題



災害図上訓練 (DIG) とは? (1/2)

代表的な災害図上訓練の手法

※「市町村による図上型防災訓練の実施支援マニュアル」
(平成20年3月、総務省)より引用

1. 状況予測型図上訓練 (イメージトレーニング方式)
 - ✓ 発災直後の最小限の情報から具体的な被害状況をイメージし、状況予測能力と意思決定・役割行動能力向上を図る。
 - ✓ 最小限の情報と対応記入票のみのシンプルな訓練。
 - ✓ 訓練参加者相互の話し合いは禁止されている。

2. DIG (災害図上訓練)
 - ✓ 決まったルールはなく、真剣だがゲーム感覚で、災害時の広域連携のあり方や各組織の役割を理解する訓練。
 - ✓ 大きな地図、透明シート、油性ペンなどで書き込みを行いながら訓練参加者全員で議論する訓練。

3. 図上シミュレーション訓練 (ロールプレイング方式)
 - ✓ 実際の災害時に近い場面を想定。
 - ✓ 訓練参加者が与えられた役割のもとで対応する訓練。
 - ✓ 既存のマニュアルや防災計画の課題を検証したり、訓練参加者が実践的な対応能力を習得する。

高度化



災害図上訓練 (DIG) とは? (2/2)

大きな災害・事故が発生した場合を想定して

訓練参加者が地図等への書き込みを通じて、それぞれの立場で「災害・事故」を模擬体験することにより、状況予測や判断・活動方針決定の能力向上を図ることを目的として、災害対処活動を図上で行う訓練

D=Dⁱsaster 災 害
I=I^magination 想像力
G=G^ame ゲーム (ゲームといっても考えを出しあうゲーム)

の頭文字を取って名付けられた誰でも企画・運営できる参加型の図上訓練
立場の異なるそれぞれの機関が、テーブルを囲んで意見を出し合う

- ✓ 連携の強化
- ✓ 顔の見える関係づくり を最大の目的としている

※「dig」=「掘る(英語)」
→「災害を理解する」
→「防災意識を掘り起こす」



【参考】 道路管制センターの役割

NEXCO道路管制センターは24時間体制で、平時は気象や渋滞等の道路/交通情報を収集し、道路情報板等を通じてお客様に情報提供を行っています。また、センター内には中国管区警察局とNEXCO社員が常駐しており、異常事態の発生時には、それぞれの機関から高速道路交通警察隊(高速隊)・交通管理隊(管理隊)を現場に緊急出動させ、事象対応を指令しています。そして、内部・外部等からの情報等すべてを一元的に管理をして、通行車両・お客様への情報提供を行います。



コンテンツ

1. はじめに
2. DIGの概要
3. 参加者の属性と訓練効果の分析
 - (1)参加者の属性
 - (2)設問に対する回答の分析
4. DIGの効果と今後の課題



2.DIGの概要

標準的なタイムテーブル

項目	時間	内容
開会	13:00～13:20	開会挨拶、来賓紹介、伝達事項等
訓練	13:20～13:50	DIGの概要、プレーヤー自己紹介、初動の情報付与
	13:50～14:30	【討議1】 初動対応の訓練
	14:30～14:40	休憩①
	14:40～14:50	災害(事故)詳細情報の付与
	14:50～15:50	【討議2】 現場対応の訓練
	15:50～16:00	休憩②
	16:00～16:20	討議結果の発表
講評・閉会	16:20～16:30	講評、閉会挨拶

2.DIGの概要

DIGの流れ

1. 自己紹介
2. 初動対応の訓練(約50分)
 - ✓ 第1報入電から体制構築・現場到着まで
 - ✓ 第1報受信機関から情報が伝わる順に所属する機関の動きを班のメンバーに紹介
(休憩)
3. 現場対応の訓練(約70分)
 - ✓ 各機関の現場到着から処理完了まで
 - ✓ 現場状況を机上に再現(見える化)し、討議項目に沿ってディスカッション
(休憩)
4. 討議結果の発表

2.DIGの概要

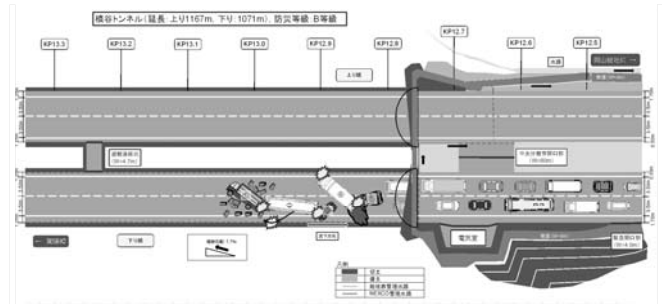
DIGの災害(事故)設定

DIG名称	事務所	災害・事故設定										組織PR				
		土砂災害	地震災害	多重事故	暫定工事	トンネル	車道状況	ノイズ	数乱降	落下物	落下物		道路閉鎖			
DIG水子道	水子(東)															なし
DIG新美	新美(東)	○	○	○												特定更新
DIG江波	三木(東)			○												事業用設備
DIG松江	松江(東)															橋本地区
DIG江津渡	千代田(東)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	なし
DIG東広島	広島(東)															事業・橋本地区
DIG山口	山口(東)	○	○	○												なし
DIG山口	山口(東)															なし
DIG徳島	徳島(東)															整備課業務
DIG徳島	徳島(東)															非常用設備
DIG岡山	岡山(東)															非常用設備

DIG討議状況



災害(事故)想定(例)



コンテンツ

1. はじめに
2. DIGの概要
3. 参加者の属性と訓練効果の分析
 - (1) 参加者の属性
 - (2) 設問に対する回答の分析
4. DIGの効果と今後の課題

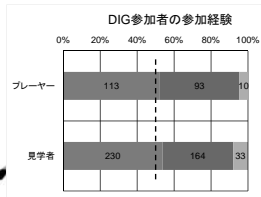
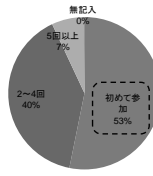
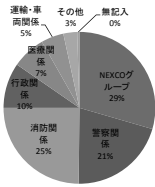
3.参加者の属性と訓練成果の分析

【分析手法】

- ◆ DIG参加者から回収したアンケート項目を集計分析で分析
訓練開催:10回 参加者延べ人数:852名 内回答者660名(77%)
- ◆ アンケート項目
 - ✓ 参加者の属性
 - ・年齢 ・所属 ・立場(プレーヤー or 見学者?)
 - ・DIG参加経験
 - ✓ 質問① 「連携の強化」に対する効果
 - ✓ 質問② 「顔の見える関係づくり」に対する効果
 - ✓ 質問③ 運営・進行に対する評価
 - ✓ 質問④ 災害(事故)設定に対する評価
 - ✓ 質問⑤ 訓練時間に対する評価
- ◆ 質問①～③は4肢択一、質問④・⑤は3肢択一とコメントで回答を得た。

3.参加者の属性と訓練成果の分析

(1)DIG参加者の属性

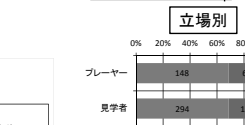
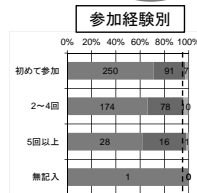
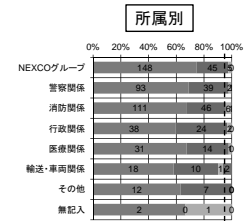
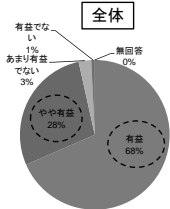


- ✓ NEXCO、警察、消防など多様な機関から訓練に参加
- ✓ DIG参加者の約半数が初参加

12

3.参加者の属性と訓練成果の分析

(2)-1 連携の強化

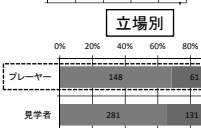
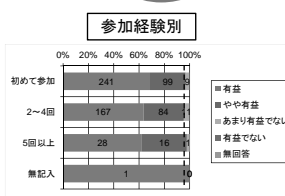
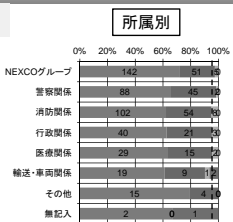
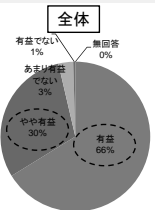


- ✓ 95%以上が「有益」または「やや有益」と回答
- ✓ 所屬別、参加経験別、立場別でも同様な傾向

13

3.参加者の属性と訓練成果の分析

(2)-2 顔の見える関係づくり

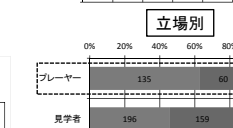
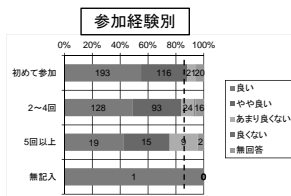
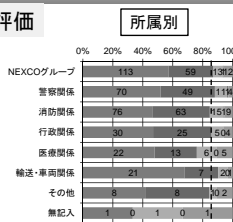
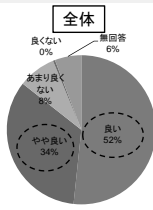


- ✓ 95%以上が「有益」または「やや有益」と回答
- ✓ プレーヤーが「有益」と回答した比率が高い

14

3.参加者の属性と訓練成果の分析

(2)-3 運営・進行に対する評価

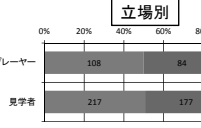
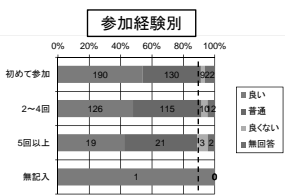
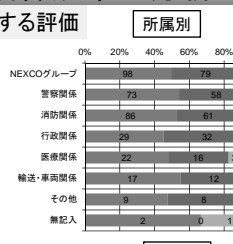
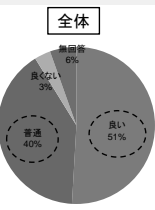


- ✓ 85%以上が「良い」または「やや良い」と回答
- ✓ プレーヤーから高評価

15

3.参加者の属性と訓練成果の分析

(2)-4 災害(事故)設定に対する評価

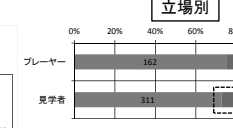
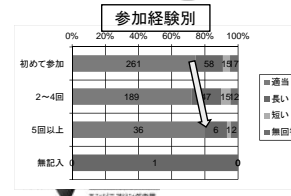
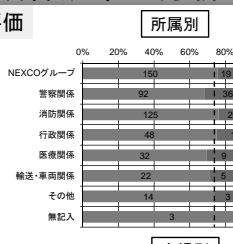
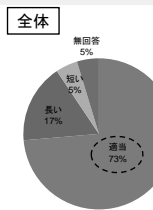


- ✓ 90%以上が「良い」または「普通」と回答
- ✓ 所屬別、参加経験別、立場別でも同様な傾向

16

3.参加者の属性と訓練成果の分析

(2)-5 訓練時間に対する評価



- ✓ 概ね3/4にあたる73%から「適当」との評価
- ✓ 見学者の約20%は「長い」と評価

17

コンテンツ

1. はじめに
2. DIGの概要
3. 参加者の属性と訓練効果の分析
 - (1) DIG参加者の属性
 - (2) 設問に対する回答の分析
4. DIGの効果と今後の課題

4. DIGの効果と今後の課題

(1) DIGの効果

- ✓ DIGは、「連携の強化」と「顔の見える関係づくり」において、効果的な高速走路災害図上訓練の手法であることが確認できた。
- ✓ 運営・進行、災害(事故)設定、訓練時間においても、参加者から良好な評価が得られる訓練スタイルを設定できた。

(2) 今後の課題

- 現状では訓練が目的になってしまっている。
 - ⇒ DIGを通じて顕在化した課題の抽出まで行っていない。
 - ⇒ 改善すべき事項が具体化できていない。



- 現状のDIGのフォローアップをどのように行なうか？
- フォローアップの効果を客観的に評価する手順の開発

ご清聴ありがとうございました

発表を踏まえたディスカッション

(実践論文のレクチャー、講評、ディスカッション)

花岡伸也：東京工業大学 准教授

土木技術者実践論文集企画小委員会委員 (前委員長)

(Memo)