

第1回 土木技術者実践論文集研究発表会

発表論文集

令和元年(2019年)6月13日

於 土木学会

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

目 次

・プログラム	1
・基調講演「防災研究と実践論文」 講演者 プロフィール 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 教授 及川 康	2
・口頭発表 1	4
【1】交通計画	
1-1 都市施策の観点からの鉄軌道サービス改善施策検討における大学・コンサルタント等の役割 富山大学 金山 洋一	5
1-2 道の駅を拠点とした自動運転サービスのビジネスモデルの検討 ～岡山県新見市における実証実験をケーススタディとして～ (株)建設技術研究所 今井 一貴	7
1-3 交差点認知状況の定量的な把握に基づく注意喚起方法の基礎的分析 セントラルコンサルタント(株) 杉山 信太郎	9
【3】まちづくり	
3-1 群馬県の高崎駅周辺地区の土地利用の歴史の変遷に関する研究 群馬県立高崎工業高校 西尾 敏和	13
3-2 地域資源を活用した農業体験活動の評価 –前橋市内の高校・大学・農家・企業との連携– 前橋工科大学 新井 健司	15
3-3 トランジットモールに資するストリートファニチャーの開発実践と滞留時間・滞留人口からみた販 わいの評価 –富山市大手モールを対象として– 富山大学 阿久井 康平	17
【5】防災・開発援助	
5-1 高速道路管理における災害対応力向上を目的とした災害図上訓練手法の提案 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 楠橋 康広	21
5-2 災害からの復興に対する包括的な支援実施における教訓 –フィリピン台風ヨランダ被害に対するプログラム無償資金協力– (独)国際協力機構 井出 宗一郎	23
5-3 平和構築におけるインフラ整備の実践方法と効果についての要因分析 (株)オリエンタルコンサルタンツグローバル 西宮 宜昭	25

・口頭発表 2

【2】都市・交通計画

- 2-1 最貧国の大都市圏における交通計画策定 キンシャサ市における事例
(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル 川口 裕久 29
- 2-2 自治体による法定計画の策定における大学・コンサルタント等の役割
—立地適正化計画と地域公共交通網形成計画を対象とした考察—
富山大学 中川 大 31
- 2-3 都市政策における政策統合の重要性とその実践に向けた留意点
—まちづくり交付金制度とコンパクトシティ政策を題材として—
富山大学 高柳 百合子 33
- 2-4 社会基盤整備における数理計画(統計分析、機械学習)の応用への展望
(株)エイト日本技術開発 松本 清誉 35

【4】維持管理

- 4-1 開発途上国における本邦技術の使用による技術開発
(独)国際協力機構 和地 敬 39
- 4-2 開発途上国での道路アセットマネジメント定着に向けた人材育成
(独)国際協力機構 金縄 知樹 41
- 4-3 開発途上国や地方自治体に有効な舗装点検技術の実践
(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル 角岡 正嗣 43
- 4-4 コンビニエンスに流されないために
(公財)高速道路調査会 川井田 実 45

【6】設計

- 6-1 桜小橋の計画・設計
(株)エイト日本技術開発 古閑 徹也 49
- 6-2 カンボジア・つばき橋をめぐる案件形成と迅速化に向けた教訓と課題について
(独)国際協力機構 小泉 幸弘 51
- 6-3 セネガル国ダカール港第三埠頭改修計画に係る岸壁構造形式変更の事例紹介
(独)国際協力機構 下平 剛之 53
- 6-4 トーゴ国ロメ漁港整備計画における自然条件の把握及び設計への反映
(独)国際協力機構 櫻井 進士 55

・実践論文 書き方セミナー

東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系 教授 花岡伸也 57

第1回土木技術者実践論文集研究発表会 プログラム

令和元年（2019年）6月13日（木）13:00～18:00

会場：土木学会 講堂 他

13:00～13:10 開会・挨拶（実践論文集企画小委員会 委員長）

13:10～14:10 基調講演 「防災研究と実践論文」（及川 康氏：東洋大学教授）

14:20～15:30 口頭発表1（1件につき発表15分、質疑7分）

	【1】交通計画（CD会議室）	【3】まちづくり（EF会議室）	【5】防災・開発援助（講堂）
発表 1	1-1)都市施策の観点からの鉄軌道サービス改善施策検討における大学・コンサルタント等の役割 金山 洋一 富山大学	3-1)群馬県の高崎駅周辺地区の土地利用の歴史の変遷に関する研究 西尾 敏和 群馬県立高崎工業高等学校	5-1)高速道路管理における災害対応力向上を目的とした災害図上訓練手法の提案 楠橋 康広 西日本高速道路エンジニアリング中国(株)
発表 2	1-2)道の駅を拠点とした自動運転サービスのビジネスモデルの検討～岡山県新見市における実証実験をケーススタディとして～ 今井 一貴 (株)建設技術研究所	3-2)地域資源を活用した農業体験活動の評価～前橋市内の高校・大学・農家・企業との連携～ 新井 健司 前橋工科大学	5-2)災害からの復興に対する包括的な支援実施における教訓～フィリピン台風ヨランダ被害に対するプログラム無償資金協力～ 井出 宗一郎 (独)国際協力機構
発表 3	1-3)交差点認知状況の定量的な把握に基づく注意喚起方法の基礎的分析 杉山 信太郎 セントラルコンサルタント(株)	3-3)トランジットモールに資するストリートファニチャーの開発実践と滞留時間・滞留人口からみた賑わいの評価～富山市大手モールを対象として～ 阿久井 康平 富山大学	5-3)平和構築におけるインフラ整備の実践方法と効果についての要因分析 西宮 宜昭 (株)オリエンタルコンサルタンツグローバル

15:40～17:10 口頭発表2（1件につき発表15分、質疑7分）

	【2】都市・交通計画（CD会議室）	【4】維持管理（EF会議室）	【6】設計（講堂）
発表 1	2-1)最貧国の大都市圏における交通計画策定 キンシャサ市における事例 川口 裕久 (株)オリエンタルコンサルタンツグローバル	4-1)開発途上国における本邦技術の使用による技術開発 和地 敬 (独)国際協力機構	6-1)桜小橋の計画・設計 古閑 徹也 (株)エイト日本技術開発
発表 2	2-2)自治体による法定計画の策定における大学・コンサルタント等の役割—土地適正化計画と地域公共交通網形成計画を対象とした考察— 中川 大 富山大学	4-2)開発途上国での道路アセットマネジメント定着に向けた人材育成 金縄 知樹 (独)国際協力機構	6-2)カンボジア・つばさ橋をめぐる案件形成と迅速化に向けた教訓と課題について 小泉 幸弘 (独)国際協力機構
発表 3	2-3)都市政策における政策統合の重要性とその実践に向けた留意点—まちづくり交付金制度とコンパクトシティ政策を題材として— 高柳 百合子 富山大学	4-3)開発途上国や地方自治体に有効な舗装点検技術の実践 角岡 正嗣 (株)オリエンタルコンサルタンツグローバル	6-3)セネガル国ダカール港第三埠頭改修計画に係る岸壁構造形式変更の事例紹介 下平 剛之 (独)国際協力機構
発表 4	2-4)社会基盤整備における数理計画(統計分析、機械学習)の応用への展望 松本 清誉 (株)エイト日本技術開発	4-4)コンビニエンスに流されないために 川井田 実 (公財)高速道路調査会	6-4)トーゴ国ロメ漁港整備計画における自然条件の把握及び設計への反映 櫻井 進士 (独)国際協力機構

17:20～17:50 実践論文書き方セミナー（花岡 伸也氏：東京工業大学教授）

17:50～18:00 閉会・挨拶（実践論文集企画小委員会 副委員長）

本研究発表会は、土木学会CPDプログラムとして認定されています（4.8単位 | JSCE19-0302）

基調講演「防災研究と実践論文」

講演者 プロフィール

東洋大学工学部都市環境デザイン学科 教授
及川 康(おいかわ・やすし)

昭和 48 年(1973 年) 北海道函館生まれ

平成 8 年(1996 年) 群馬大学工学部建設工学科 卒業(片田研究室)

平成 13 年(2001 年) 群馬大学大学院工学研究科 博士後期課程 修了, 博士(工学)

平成 13 年(2001 年) 長岡技術科学大学 環境・建設系 助手

平成 15 年(2003 年) 高松工業高等専門学校 建設・環境工学科 助手

平成 18 年(2006 年) 群馬大学工学部建設工学科 専任講師

平成 24 年(2012 年) 東洋大学工学部都市環境デザイン学科 准教授

平成 31 年(2019 年) 東洋大学工学部都市環境デザイン学科 教授(現在に至る)

専門は災害社会工学。災害に対する住民の意識や行動、効果的な災害情報のあり方、災害を巡る住民と行政の関係構造、などについて研究。近年では「避難勧告廃止論」などを提唱。主要論文としては「災害履歴に対する時間感覚」(日本災害情報学会)、「『津波てんでんこ』の誤解と理解」(土木学会論文集)などがある。

口 頭 発 表 1

【1】 交通計画

(於:土木学会 CD 会議室)

都市施策の観点からの鉄軌道サービス改善施策検討における大学・コンサルタント等の役割

富山大学	正会員	○金山 洋一
富山大学	正会員	中川 大
富山大学	正会員	本田 豊
富山大学	正会員	猪井 博登
富山大学	正会員	高柳百合子

1. 背景と目的

大都市圏を除く地方都市は、人口減少による都市のスポンジ化の進行等を背景にコンパクトシティ政策に取り組みつつある。同政策は、鉄軌道等公共交通ネットワークの再構築が重要な要素となっているが、とりわけ、富山市の例のように、使いやすいダイヤ、乗り換え利便性の向上、ネットワークの充実といったサービス改善施策は有効である。また、同施策は、持続可能性確保のため IoT 等の技術の進展、担い手の減少、インバウンド観光の増加、自然災害の多発等の技術・社会経済情勢に対応させておく必要もある。

しかし、地方都市の鉄軌道事業者は総じて経営が厳しく、資金力は乏しく、要員は少なく技術承継に課題が見られ、経費節減のため運行頻度は少ないなど、自治体が望む施策を自ら履行するには限界がある。自治体は、サービス改善施策を公的支援等により実現させる必要があるが、概して鉄軌道のノウハウが乏しく、検討には限界が想定される。

本稿では、こうした状況にあって、地方都市を持続可能にしうる鉄軌道のサービス改善施策の検討における大学、コンサルタント等の役割について論ずる。

2. 関連する既往研究と本研究の位置づけ

都市施策の観点によるものに限らず、鉄軌道のサービス改善施策におけるコンサルタントと大学の役割に関する既往研究は見られず、本研究が初めてとなる。なお、建設系コンサルタントについては、廣谷¹⁾が専門的な検討のほか、社会資本整備における事業者と住民間のコーディネーターの役割、及び今後の活動内容の多様化の方向性について、また、都市分野であるが、大学について川人²⁾が人的・経済的リソース不足及び地方自治体の協働におけるカウンターパートやアクターとしての役割、片岡³⁾が市民組織と行政の協働関係における客観的立場でのアドバイザーの役割について述べており、こうした知見等を基に論ずる。

3. コンパクトシティ政策に資する地方の鉄軌道の再生整備と必要な技術

コンパクトシティ政策に先進的に取り組んでいる富山市では、JR 線のライトレール化、運行頻度の増（1 時間 1～2 本→4～6 本）、遅い終電時刻の設定（21 時台→23 時台）、乗換利便性向上、新駅設置、接続線建設によるネットワークの充実（環状運転化）等によって利用者増が見られ、都市機能・居住推進の効果も現れている。鉄軌道の再生整備とは、このような利便性向上施策であり、その検討には、運行計画、その運行を可能とする配線変更・信号保安設備や変電所の改良、車両増備、行き違い設備や接続線等設置の計画、及び、事業採算性・社会経済効果の予測等調査系も含めた総合技術力が必要となる。なお、営業線を改良する工事は、大抵は何段階にもわたる線路切り替え、作業時間の制約、ダイヤの調整、特段の安全上の配慮等の特殊性がある。

4. 地方の鉄軌道事業者のおかれた状況と課題

地方の鉄軌道の事業主体は、民間、地方公営、第 3 セクターがあるが、総じて、小中規模であり、経営の厳しさから要員は最低限で、施設等をメンテナンスする要員は少なく高齢化も進み、技術承継に不安がある状況が見られる。なお、サービスレベルは、例えば運行頻度については、経費節減のため概して 1 時間に 1 本程度となっているなど利便性に課題がある。

なお、JR は規模は大きいものの、地方部の路線は収益性が低いため、資源の投入には企業として一定の限

キーワード コンパクトシティ政策、専門性、中立性、継続性、営業線改良、総合技術力

連絡先：〒930-8555 富山市五福 3190 国立大学法人富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科 TEL076-411-4884

界があり、運行頻度等サービスレベルは他事業者が運行する地方鉄軌道に及ばない状況も見られる。

5. 鉄軌道に関するコンサルタント、大学、及び都市政策実施主体である自治体の特徴

鉄軌道関連のコンサルタントは、地質調査系、構造物等設計系、運行計画・需要・収支・社会経済効果といった調査計画系(所謂ソフト系)などがある。コンサルタントは、専門性があり、独立系と鉄軌道事業者の関連会社等がある。特に、営業線改良は鉄軌道事業者またはその関連会社でないと現地に即した検討には限界がある。コンサルタントは、自治体や鉄軌道事業者等からの請負契約等によって活動し、事業主体ではなく、現場を持たない。また、他社との競争環境にあり、特定の事業への長期的継続性は担保されにくい。

大学は、最先端技術も含め知の集積の場であり、中立性、公共性、継続性(人事異動がないか少ない)がある。また、特に総合大学の場合は、土木、建築、電気、機械、情報、防災、都市、法律、医療といった学際性を有し、複数分野にわたる鉄軌道だけではなく、多分野にわたる都市政策にも符合する。大学は、学術指導、アドバイザー、委員会、共同研究等の形態にて活動し、事業主体ではなく、現場を持たない。コンサルタントも同様であるが、現場の実情と乖離が生じないよう、実務経験出身者の存在、実務者との交流等が重要となる。

地方の自治体は、都市政策の実施主体として、鉄軌道事業者への公的支援のほか、3セク形態による出資等の支援や自ら公設・公有事業者となる場合もある。公営運行事業者を有している場合等もあるが鉄軌道の技術力は概して乏しい。また、首長の交代、人事異動があるため施策の継続性は必ずしも担保されない。

6. 都市施策の観点からの鉄軌道サービス改善施策検討における大学、コンサルタントの役割

地方の都市施策の観点での鉄軌道のサービス改善施策は、鉄軌道事業者が自ら検討することは期待しにくく、自治体が鉄軌道事業者の協力を得ながら、コンサルタントや大学による検討や助言を得て行うことになりやすい。鉄軌道事業者は、複数のサービス改善施策案の実行可能性の判断、改良工事計画やダイヤ・運行形態変更等の実務を行うこととなるが、既述の通り事業主体としてのノウハウに限界が想定される。また、合意・実施に至る検討・調整期間は数ヶ年以上を要したり立ち消えになり再開するなど長期に亘ることもある。

こうした状況にあって、事業主体としての技術力に関しては、継続性、知の集積力、学際性がある大学の役割が期待され、1.背景と目的で述べた技術・社会経済情勢への対応性も確保できる。なお、大学には人的リソースに限界がある場合があり、コンサルタントは、専門技術力の高度化や情報系ノウハウの拡大等のほか、こうした技術力の確保・向上が望まれる。

鉄軌道分野は、企業性と公益性が求められるなか、言い出した方が損をする(費用負担)日本の風土から、鉄軌道事業者も自治体も提案を控えがちな傾向がある。社会的な時間ロスを生まないよう、また、実現性を高めるためにも両者を繋ぐ者として、または合意形成の場において、中立性、専門性に優れたコンサルタント、更に継続性や公共性も有する大学の役割が考えられる。

7. 今後の課題と提言

本研究では、鉄軌道事業者と自治体の関係を踏まえたコンサルタントと大学の役割を中心に述べた。鉄軌道分野には、信号保安・電力等電気系や改札機等機械系のメーカー、財団法人(運輸総合研究所、鉄道総合技術研究所等)、協会(交通計画協会等)等もあり、国との関係も踏まえた幅広い検討が今後の課題と言える。また、本稿では略したが、鉄道の事業主体としては、鉄道事業者のほかに鉄道の調査・計画・建設・保有・貸付等を行う(独)鉄道・運輸機構がある。わが国唯一の鉄道整備に関する全国的な公的技術者集団であり、中立性・公共性があり、調査計画系、ハード系(土木、電気、機械等)の技術のほか、用地・管理者協議や公共調達等に関するノウハウも含めた事業主体としての総合技術力を有しており、同機構の活用も有効と思われる。

参考文献

- 1) 廣谷彰彦：土木技術者の時代感—さらなる飛躍のため—建設コンサルタントの実践—,土木学会論文集 F5,vol.67,NO.1(2011)
- 2) 川人よし恵,石塚裕子,加賀有律子：まちづくりの主体としての大学と自治体との連携のあり方に関する検討-大阪大学環境イノベーションデザインセンターと吹田市との連携に着目して-,日本都市計画学会都市計画論文集 Vol.52 No.3(2017),3)片岡由香：市民組織と行政の協働関係の構築とその要因-八幡堀の景観整備事業を事例として-,都市計画学会都市計画論文集 Vol.49 No.1(2014)

道の駅を拠点とした自動運転サービスのビジネスモデルの検討 ～岡山県新見市における実証実験をケーススタディとして～

株式会社建設技術研究所	東京本社	交通システム部	正会員	○今井	一貴
株式会社建設技術研究所	東京本社	道路交通部	正会員	竹林	弘晃
株式会社建設技術研究所	大阪本社	道路交通部	正会員	砂川	尊範
株式会社建設技術研究所	東京本社	交通システム部	正会員	津吉	俊尚
一般財団法人道路新産業開発機構	ITS・新道路創生本部		正会員	加藤	宣幸

1. はじめに

我が国では、人口減少や超高齢化社会の進展が社会問題となっている。特に中山間地域では高齢化が著しく、公共交通機関の衰退により移動手段の確保が困難になる課題を抱えている。一方近年、自動車の自動運転に関する取り組みが活発化している。官民 ITS 構想・ロードマップ 2018¹⁾によると「2020年までに自動運転レベル 4 による限定地域での無人自動運転移動サービスの実現を目指す」等、政府は具体的な目標を掲げ、産官学と連携して早期実現に向け取り組んでいる。国土交通省では、2016年12月に「国土交通省自動運転戦略本部」を設置し、中山間地域や郊外住宅団地等で自動運転サービス導入に向けた実証実験を実施している。

本論文では、中山間地域の岡山県新見市哲西地域を対象とし、地域拠点（道の駅「鯉が窪」）を核とする自動運転サービスの導入における効果検証、社会受容性や事業スキーム等の側面からビジネスモデルの成立可能性の検討について実践したことを述べる。

2. 対象地域の状況

道の駅「鯉が窪」が位置する岡山県新見市哲西地域では、過疎化・高齢化が進展しており、高齢化率は 43.5%を示す。一方で、道の駅「鯉が窪」は地域の中心に位置し、平成 28 年度に地域の拠点性に優れた「住民サービス部門モデル道の駅」に選定された実績を持つ。本道の駅は、お食事処、お土産並びに農産物の直売所を備えていることに加え、新見市役所哲西支局、認定こども園、図書館及び公的診療所等を備えた「きらめき広場哲西」が隣接する等、生活拠点としてコンパクトシティの先駆的な取り組

みが行われている。しかし、道の駅周辺には鉄道駅がなく、自家用車を運転できない高齢者が利用できる路線バスの運行も 6 便/日かつ運行ルートが限定的である。そのため、直売所への農産物の輸送や、老人ホームや診療所等日常生活における移動手段の確保が課題となっている。

3. 自動運転サービスを導入するにあたっての課題

自動運転サービスに関する効果等を検証するにあたり二つの課題があげられた。

一つ目は、路線バスの代替として自動運転サービスを導入するだけでは、物流面や健康面（高齢者の外出機会）の課題を解決できず、効果が限定的であること。二つ目は、人口が減少していることから持続的に運営を行う方法が採算性等の面において不明瞭なことである。

4. 課題解決に向けた実践

(1) サービス内容の立案

一つ目の課題に対しては、本地域の課題に対応する自動運転サービスの将来像（図-1 参照）を検討したうえで、高齢者の移動支援や地元農家の農作物の出荷等に着目した効果検証計画を提案した。

具体的には、地域の実情に基づき、地域の課題解決を目的とした「①円滑な地域内物流の支援」「②高齢者の外出機会の増加」「③生活の足の確保」の3つの視点を設定した。検証項目を図-2 に示す。

実証実験の自動運転車両の運行ルートを図-3 に示す。運行ルートは、3つの視点を検証可能とするルートを定め、道の駅「鯉が窪」の直売所営業時間に合わせて、農産物の輸送、弁当の配送等運行形態を設定した。

キーワード ビジネスモデル、自動運転サービス、道の駅、地域活性化

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1（日本橋浜町 F タワー） TEL03-3668-0722

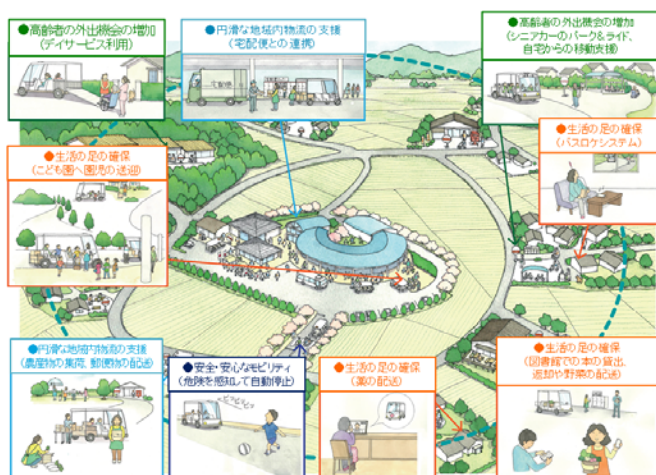


図-1 自動運転サービスで実現する将来像



図-2 ビジネススキーム検討における検証項目

(2) ビジネススキームの検討

図-1 に示すような自動運転サービスの導入による将来像の実現に向け、旅客運送、貨物運送、福祉サービスの3つを柱としてビジネススキームを検討した。結果、今回の実証実験における収入・支出について、収入をアンケート調査（表-1 参照）の「今後の道の駅の利用機会の増加」「支払い意思額」から試算したところ収入案が約630万円/年（運賃収入・運送収入）となった一方、支出案は約810万/年（人件費・車両費・維持管理費・電磁誘導線敷設工事費）となった。従って、収支バランスを確保することは困難であるため、持続可能な交通手段の実現に向けては工夫が必要であることが推察された。

しかし、自動運転サービスは円滑な物流の支援や高齢者の外出機会の増加による健康促進等、社会的意義が大きいと考えられる。

そこで、採算性だけではなく地域全体での課題解決を議論するため運送事業者や道の駅等に加えて行政機関も含めた関係者を集め協議を実施することを



図-3 実証実験における運行ルート

表-1 調査結果の概要

対象者	回答者数		事前アンケートの属性		
	事前	事後	性別 (男性)	年齢層 (60歳以上)	居住地 (新見市)
自動運転利用者	177名	172名	53.7%	48.3%	70.6%
自動運転未利用者 (近隣住民)	35名	22名	77.1%	42.0%	100.0%

提案した。

5. 実践の結果

自動運転の利用者及び利用していない近隣住民を対象としたアンケート調査（表-1 参照）では、以下のような成果が得られた。

- ①円滑な地域内物流の支援については、自動運転による弁当などの配送サービスが実現した場合、64%が「生活の負担が軽減する」と回答し、57%が今後の利用意向を示している。
- ②高齢者の外出機会の増加については、老人ホームまでの自動運転サービスが実現した場合、約80%が「外出機会が増加する」と回答している。
- ③生活の足の確保については、自動運転サービスが実現した場合、64%が「道の駅やきらめき広場哲西を訪れる回数が増加する」と回答し、増加頻度は平均約1.5回との回答を得ている。

また、ビジネススキームに関して、関係者での協議を実施したことで地域や民間事業者からの協力の声を得られた他、自動運転サービスの利用者増加に向けた取り組みに関する意見が多く出された。さらに行政機関が協議に入ったことで、行政サービスの一環として補助金を導入する意見が挙がり、持続的な運営が可能となる方法を提示することができた。

参考文献

1) 官民 ITS 構想・ロードマップ 2018, 高度通信情報ネットワーク社会推進戦略本部, 平成 30 年 6 月

交差点認知状況の定量的な把握に基づく注意喚起方法の基礎的分析

セントラルコンサルタント株式会社 東北支社 正会員 ○杉山信太郎 同 非会員 糸井 秀実
同 非会員 小林 泰宜 同 非会員 小川 直裕

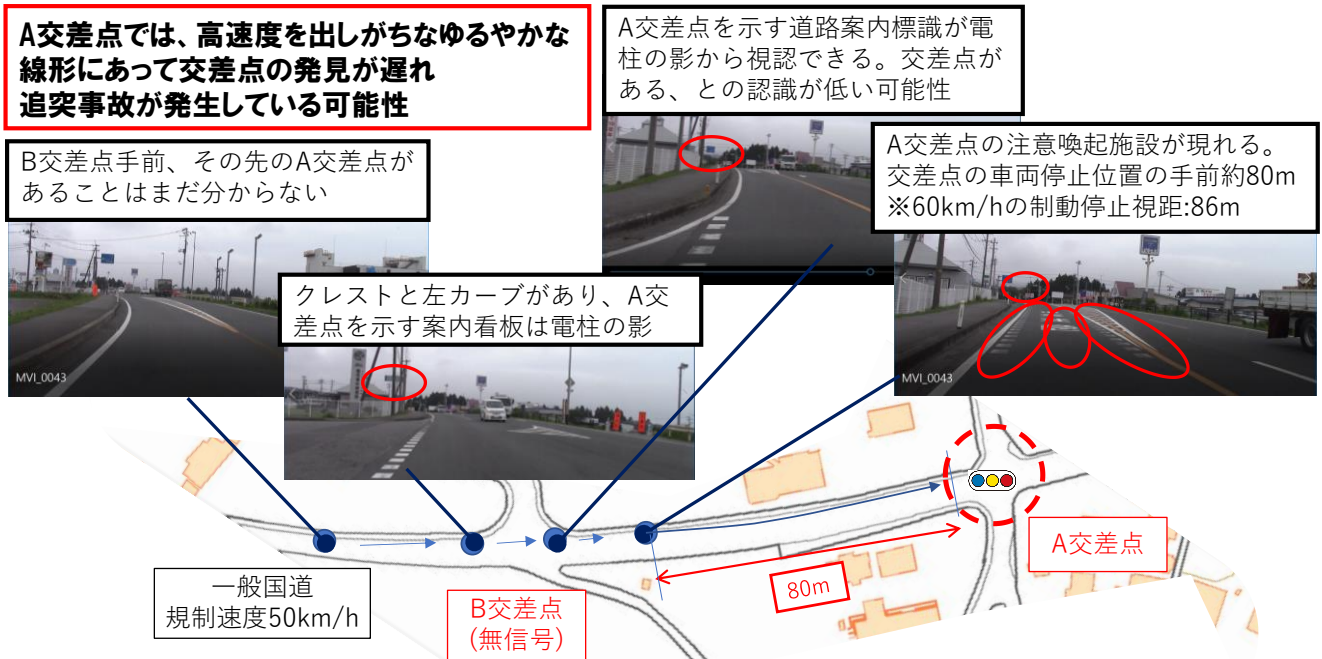
1. はじめに

地方部の規格の高い一般道路では、交差点発見の遅れが原因で追突事故が多発する箇所が多い。対策として看板など注意喚起を促す交通安全施設（以後「注意喚起施設」という）を整備するのが一般的である。従来、“意識”による注意喚起の効果の定量的な把握は困難であった。一方、荒川等は注視しなくても認知されている交通安全施設があることを明らかにしている¹。効果的な注意喚起施設の整備の在り方を検討するために、運転者の知覚・認知状況（中心視野による注視 or 周辺視野による認知）に着目した。また、高齢者事故の多発傾向を考慮し加齢の影響にも着目した。

そこで、本研究では交差点の追突事故が多発している区間において年代別被験者5人による実走行を行い、被験者のアイマークカメラによる注視時点の計測と、ヒアリングによる認知時点を把握する実験を行った。この実験から注意喚起施設の知覚・認知状況と、加齢の影響を把握することを目的とする。

2. 実験方法

2. 2. 実験対象箇所



2. 2. 実験方法

- ①被験者：20～60歳代の各世代1名の計5名
- ②実験方法：交差点手前約2kmの地点から、各被験者が対象交差点へ向かって実験車両を運転し1回走行。被験者に装着したアイマークカメラにより視線対象物（ドットライン、道路案内標識、信号、コンビニ店舗入口）の注視時点（0.15秒以上連続して対象物を視点に捉えた時点を「注視」として定義²する）、走行後にアンケート調査により視線対象物の認知時点をそれぞれ把握した。



キーワード 交通安全、運転挙動、アイマークカメラ、高齢ドライバー

連絡先 〒980-0822 宮城県仙台市青葉区立町27-21 仙台橋本ビル TEL 022-264-1925

●調査機材のキャリブレーション状況

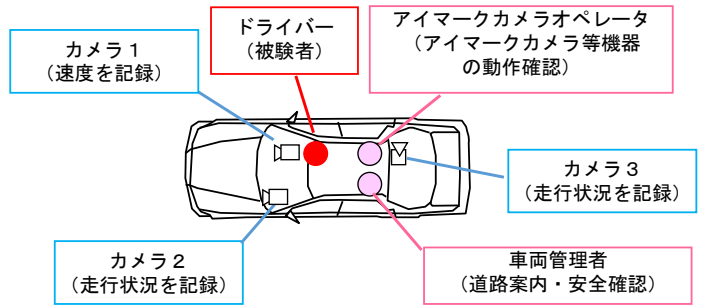


被験者毎にアイマークカメラのキャリブレーションが必要。

アイマークカメラ



●調査車両の機材配置状況

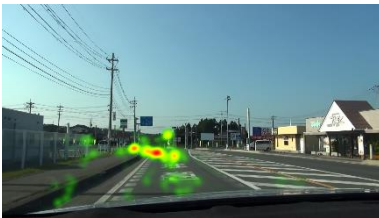


3. 実験結果

右図に、各被験者が、それぞれ視線対象物を、認知したと回答した時点、注視した時点を示す。

全体として、視線対象物の認知は注視よりも先に行われていた。認知の時点は被験者によりばらつきがあった。

また、高齢者の被験者ほど、認知する時点が遅くなる傾向が認められた。



ヒートマップ。視線の置かれた頻度が多いほど色が濃くなる。

回答者属性

交差点までの距離(約20m間隔)

年代	視線対象物	300	280	260	240	220	200	187	173	160	150	140	130	120	100	90	80	
60代	左ドットライン																	
	追突注意																	
	案内看板																	
	信号奥																	
	信号手前																	
	コンビニ出入口段差																	
50代	案内看板																	
	信号奥																	
	信号手前																	
	コンビニ出入口段差																	
	コンビニ出入口看板																	
	コンビニ出入口																	
40代	左ドットライン																	
	追突注意																	
	案内看板																	
	信号奥																	
	信号手前																	
	コンビニ出入口段差																	
30代	案内看板																	
	信号奥																	
	信号手前																	
	コンビニ出入口段差																	
	コンビニ出入口看板																	
	コンビニ出入口																	
20代	コンビニ出入口																	
	左ドットライン																	
	追突注意																	
	案内看板																	
	信号奥																	
	信号手前																	

認知した時点は注視した時点よりも先

赤枠は被験者が対象物を認知したと回答した時点
 緑塗りつぶしは被験者が対象物を注視した時点

4. 結論

この実験により、次の可能性を定量的に見出した。(被験者数が少ないため可能性という)。

- ・注意喚起施設の多くは、注視するより早い時点で認知されていた。被験者は、周辺視野により認知していたと考えられる。
- ・認知時点は被験者によりばらつきがあり、高齢の被験者ほど遅かった、追突事故の原因の一つと考えられる。
- ・運転者、特に高齢者が、周辺視野において早期に注意喚起施設を認知できるように対策を実施するべき。

参考文献

- 1 荒川太郎、松沼毅、林祐志：首都高速道路におけるアイマークレコーダーを活用した交通安全施設の評価、土木学会第67回学術講演会集,2012
- 2 上原健一、鈴木薫、荻野弘、野田宏治、橋本成仁：視覚要素から見た交通事故防止対策の評価、土木計画学研究・講演集, Vol.28, CD-ROM, 2003.

口 頭 発 表 1

【3】まちづくり

(於:土木学会 EF 会議室)

群馬県の高崎駅周辺地区の土地利用の歴史の変遷に関する研究

高崎工業高校 正会員 ○西尾 敏和
前橋工科大学 正会員 森田 哲夫
前橋市役所 正会員 塚田 伸也

1. はじめに

本稿は、群馬県高崎市の中心市街地である高崎駅周辺地区の変容をビジュアルな形で表現することを目的とした、土地利用の歴史の変遷に関する研究業務である。研究に際しては、土地利用に着目して、高崎駅周辺地区の全体像を捉えることにした。本業務において、建物やインフラなどの環境全体を知る技術として、住宅地図を活用して、中心市街地通行量動向調査、都市計画基礎調査の結果をそれぞれ重ね合わせることを提案した。このことより、高崎駅周辺地区の土地利用の全体像を捉えて、その変容を把握できる可能性を見出した。

2. 立場と役割

私は、研究担当技術責任者として、北関東最大級のターミナル駅として機能している群馬県の高崎駅周辺地区の土地利用の歴史の変遷に関する研究を行った。高崎駅周辺地区（写真 1 参照）がどのように形成されてきたのかを歴史を通して研究する役割があった。



写真 1 高崎駅周辺地区（筆者ら撮影）

3. 研究業務を進めるうえでの課題および問題点

街の成り立ちを研究するにあたり、高崎駅周辺地区の歴史を年表形式に整理した。さらに、高崎駅周辺地区の変容を整理した。高崎駅周辺地区の変容をビジュアルな形で表現する必要があることが分かった。この課題

に対して、地図情報と建物名や階数、構造などの属性情報を統合して管理する GIS（地理情報システム）の導入を検討した。しかし、過去 40 年間の高崎駅周辺地区の変容を明らかにすることに限界があると考えた。

4. 技術的解決策

空間を構成する要素として、緑などの自然環境、建物、道路、土地利用が挙げられる。高崎駅周辺地区の変容をビジュアルな形で表現するために、着目すべき要素について検討した。自然環境は、高崎市民一人当たりの都市公園面積は 25.7 m²、線引き都市計画区域では 12.08 m²であり、高崎駅周辺地区では緑が少ない状況である。建物や道路は、その集合体としてまちの姿を 1000 分の 1 縮尺程度のボリュームモデルで知ることができるが、全国の空き地が 2008 年時点と比較して 2013 年に 28% 増加している。地方都市で卸・小売業などの事業所や住居、駐車場、空地との混在化が進んでいる。

住宅地図を活用して街並みとしての統一性が低下していることを明らかにした研究成果がある。そこで、土地利用に着目した。現地で見視できなくても、誰でも高崎市の中心市街地の現況を知ることができるようにするために、高崎駅周辺地区の土地利用の全体像を捉えることにした。

表 1 土地利用の全体像を捉える技術

①	建物やインフラなどの環境全体を知る技術
②	統計やヒアリングなどから生活を知る技術
③	具体的な計画・事業の履歴を知る技術

表 2 住宅地図を活用した具体策

a	住宅地図の情報に中心市街地通行量動向調査の歩行者・自転車利用者の流動状況の重ね合わせ
b	住宅地図の情報に都市計画基礎調査の建物用途図と建物構造階層図の重ね合わせ

キーワード 高崎駅, 土地利用, 歴史の変遷

連絡先 nishio_toshi@yahoo.co.jp

高崎駅周辺地区の土地利用の全体像を捉える技術として、表1に示す3点について検討した。地域の実情を把握する必要があるという現状を考えると、②は現地調査の段階に入ってから取り組むべきであるという理由から、③は過去の事業の履歴を時系列で整理する段階に入ってから取り組むべきであるという理由から、①【建物やインフラなどの環境全体を知る技術】を先に取り組むべきであると判断した。高崎駅周辺地区の土地利用の現況と変化の動向を住宅地図から明らかにした。住宅地図は、建物ごとに居住者名や商号などを記載した地図である。また、縮尺が比較的大きく、ゼンリン住宅地図の場合、高崎駅周辺地区では地図縮尺1,500分の1である。そのため、住宅地図は、実際に街を歩いて得られるのと近い情報の、1年ごとの経年変化をたどることができる資料である。高崎市を中心市街地である高崎駅周辺地区のうち、具体的な研究対象地区を設定する。分析対象期間を現在まで続く商業隆盛期として、1979年から2018年の39年間とする。住宅地図を活用して、表2に示す高崎駅周辺地区の土地利用の全体像を捉える具体策を2点導いた。

a. 住宅地図の情報に中心市街地通行量動向調査の歩行者・自転車利用者の流動状況の重ね合わせ

中心市街地の通行量は、個店の出退店や商店街の共同販促活動、郊外型大規模商業施設の台頭などの影響により、絶えず変化する。高崎市中心市街地通行量動向調査は、中心市街地42地点の歩行者・自転車利用者の流動状況を時系列的に把握して、分析することで、高崎市の商業の現状を通行量の面から捉えようとするものである。住宅地図の情報に中心市街地通行量動向調査の歩行者・自転車利用者の流動状況を重ね合わせることを考えた。この結果、歩行者・自転車利用者的高崎駅からの動線を具体化することができることが分かった。

b. 住宅地図の情報に都市計画基礎調査の建物用途図と建物構造階層図の重ね合わせ

都市計画基礎調査は、都市計画法第6条に基づく法定調査である。土地利用と併せて、人口規模、産業分類別の就業人口の規模、市街地の面積、交通量などに関して現況と将来の見通しについて調査が行われている。住宅地図の情報に、5年ごとに実施してきた都市計画基礎調査の建築物用途別現況調図（建物用途図）、建築物構造別階数別現況調図（建物構造階層図）を重ね合わせることを考えた。この結果、高崎駅周辺地区の土地利用の全体像を捉えることが可能であることが分かった。

5. 技術的成果

研究の成果として、高崎駅周辺地区の土地利用の全体像を捉え、その変容を把握できる可能性を見出した。その結果、高崎市の中心市街地の活性化へ寄与するための基盤研究を、群馬県前橋市の前橋工科大学の地域・交通計画研究室と共同で進めている状況である。

6. 現時点での技術的評価および今後の展望

高崎駅周辺地区の土地利用の全体像を捉えることにより、現地で目視できなくても、誰でも高崎市の中心市街地の現況を知ることができる資料ができたと評価している。

本研究は、首都圏を取り巻く中核都市の成長を土地利用の全体像から捉える基礎的な資料の一つになる可能性があると考え。今後も類似都市との情報交換・連携を深め、今後のまちづくりの基礎的研究を進める必要があると考え。また併せて、高崎駅周辺地区の緑などの自然環境、建物、道路、土地利用の全体像を捉えていきたいと考える。さらに、現地調査の段階に入ってから統計やヒアリングなどから生活を知る、過去の事業の履歴を時系列で整理する段階に入ってから具体的な計画・事業の履歴を知ることについても取り組んでいく所存である。

参考文献

- ・西村幸夫他：まちの見方・調べ方—地域づくりのための調査法入門—、朝倉書店、2010
- ・ゼンリン住宅地図 群馬県高崎市1（高崎・新町） 201809
- ・高崎市：高崎市中心市街地通行量動向調査報告書 2016年（平成28年）10月実施
- ・平成24年度 高崎市都市計画基礎調査 高崎市（高崎都市計画区域）
- ・西尾敏和：交通結節点としての群馬県高崎駅周辺地区の土地利用の歴史の変遷に関する研究構想、（公社）日本技術士会 平成29年度（第35回）技術士CPD技術士業績・研究発表年次大会論文

地域資源を活用した農業体験活動の評価 —前橋市内の高校・大学・農家・企業との連携—

前橋工科大学 正会員 ○新井 健司
前橋工科大学 正会員 森田 哲夫
前橋市 正会員 塚田 伸也

1. はじめに

本格的な人口減少、超高齢社会を迎えた我が国では、全国各地で農村部での過疎化、高齢化が顕在化し、農業の担い手不足が深刻である。群馬県前橋市においても同様の現象が発生しており、高齢化する農家の農業技術や農村資源の次世代への継承、次世代に向けた人材育成が重要な課題である。

これら課題を解決するため、次世代に向けた人材育成を狙いとし、高校生の農業体験活動を行った。本研究の目的は、田植えから稲刈り、コメの販売まで一連の農業体験活動を実施し、高校生の視点から農業体験活動の効果を評価することである。

農業体験活動に関する研究は、幼児や小学生を対象とした教育効果に関するものが多い¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。本研究の1つめの特徴は、検討対象を事例の少ない高等学校を対象とし、田植えから稲刈り、コメの販売まで一連の農業体験活動に関する高校生による評価に着目することである。2つめの特徴は、地域企業、農家、高校生の地域連携による活動を評価する点である。

2. 地域連携による農業体験活動

農業体験活動を行うのは、群馬県立勢多農林高等学校の生徒である（以下、勢多農林高校）。前橋市富士見町の遊休農地、地域企業が運営維持管理業務業者として指定された遊園地内のおむすび販売店を活用し、農家、企業、高校の三者連携によるコメ作りから加工、販売までの6次産業化を考慮した事業を2017年度から始めた。活動目的や事業分担についての三者の合意形成が行われ、日常の水管理は農家が行い、田植え、草刈り、稲刈り等は高校生が中心に行い、収穫されたコメはおむすびにし企業が遊園地内で販売するという連携事業となった。

表-1に農業体験活動の概要を示す。田植えや稲刈り等の人手を要する活動は、勢多農林高校緑地土木

表-1 2018年度農業体験活動の概要

3月20日	田起こし、土壌分析
5月15日	くろ塗り（畔塗り）〈約2時間〉
6月1日	草刈り・水入れ〈約3時間〉
6月12日	代掻き
6月14・15日	田植え〈各2～4時間〉
8～9月	水管理・草取り・草刈り〈週1回〉
10月24日	稲刈り（機械刈り）〈1時間〉
10月25・26日	稲刈り（手刈り）〈各2時間〉
10月26日から2週間	天日干し
11月5・6日	脱穀〈全10時間〉、土づくり
12月～3月	遊園地での調理・販売

科40人、グリーンライフ科22人、前橋工科大学学生5人、高校・大学の教職員、農家、地域企業が行った。日常的な草取り・草刈りは勢多農林高校の環境クラブ（有志の高校生約10人）が行った。

農業体験活動を始める前に、教室での事前学習を実施し、現地での活動前においても耕作放棄地の視認や鳥獣被害、田んぼの持つ公益機能、農地での作物を育てる意義を説明した。また、コメづくりの目的と栽培されたコメがどのように活用されているのか具体的な説明をし、作業への理解を深める工夫をした。

3. 地域連携による農業体験活動の評価

高校生の視点から農業体験活動の評価するためのアンケート調査を実施した。図-2は全活動後の農業体験活動の満足度である。稲刈り、田植え、新米の試食、「田んぼ」での大学生との共同作業の評価が高い。回答数の少ない環境クラブが参加の活動では、「るなぱあく」での新米試食会参加の評価が高い。総合評価をみると「とても満足」と「やや満足」の合計は、95%に達し、満足度の高い活動であることがわかった。

図-3は、田植え後（2018年6月）と全活動後（2019年3月）の満足度評価の結果である。田植え後はとても満足が43%から全活動後には66%に上昇した。とても満足とやや満足の合計は田植え後の86%から全活

キーワード 農業体験活動、協働、評価

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 前橋工科大学 地域・交通計画研究室 TEL. 027-265-7362

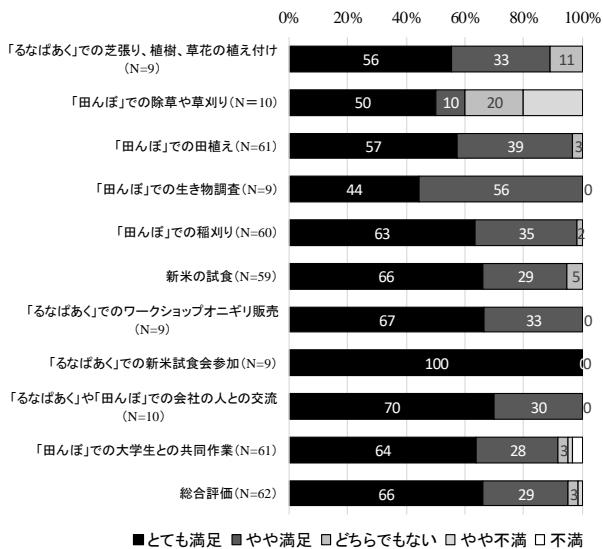
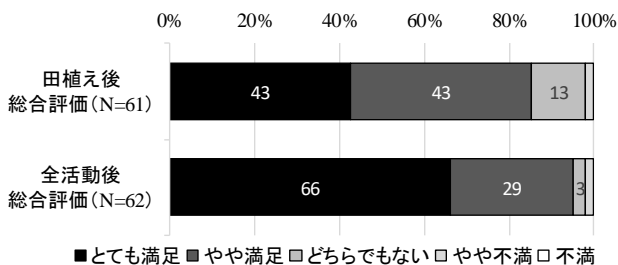


図-2 農業体験活動の満足度（全活動後）



田植え後と全活動後の独立性の検定：1%水準有意

図-3 田植え後と全活動後の満足度（総合評価）

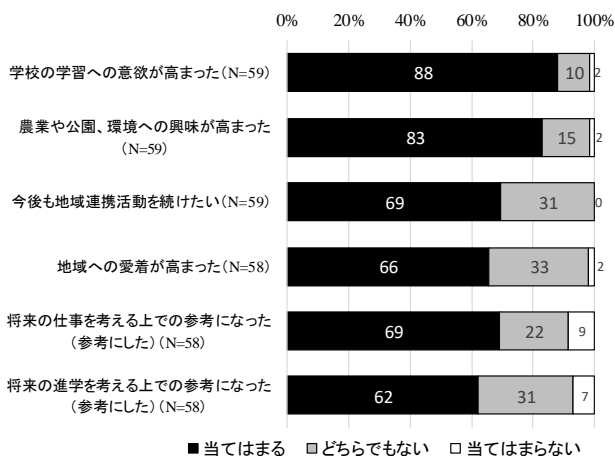


図-4 活動による意識・意欲の変化（全活動後）

動後は95%に上昇した。独立性の検定 (χ^2 乗検定)の結果、1%水準で独立性がみとめられ、満足度評価の向上効果を統計的に確認できた。農業体験活動は田植えだけ等、個別に実施するよりも、一連の作業を体験することが生徒の達成感につながり、満足度を得られると考えられる。

図-4は、農業体験活動による意識・意欲の変化である。「学校の学習への意欲が高まった」に当てはまる88%、「農業や公園、環境への興味が高まった」83%、「将来の仕事を考える上での参考になった（参考にした）」69%となり、農業体験活動が生徒の意識・意欲を高めていることが明らかになった。

4. おわりに

地域企業、農家、高校生の地域連携による農業体験活動を実施した。体験活動に関するアンケート調査を実施し、高校生の視点から評価した。その結果、田植え、稲刈り、新米の試食、大学生との共同作業の評価が高いことが明らかになった。また、農業体験活動による意識・意欲の変化として、学校の学習への意欲が高まり、農業や公園、環境への興味の高まりを確認した。田植えだけなどの単独の農業体験活動よりも6次産業化を考慮した農業体験活動の効果が大きいことがわかった。この活動により一連の農業体験活動を学習指導、キャリア教育への活用の可能性を見出すことができた。

今後の研究課題は、地域連携の効果を地域企業、農家、市民、行政等の他主体からの視点で評価すること、高校生の卒業後の進路情報から人材育成の効果を検証することである。

農業体験活動の効果が確認された場合、継続的に活動するためには、高校の教育課程に位置づけることが課題である。さらに、この活動を遊休農地増加や労働資源減少など、同じ問題を抱える他の地域や農業高校等にどのように浸透させるかが課題である。

参考文献

- 1)室岡順一：小学校における農業体験学習の活動内容とその教育的意義—学校農園型を中心とした分析—，広島大学博士論文，2015
- 2)山田伊澄：農業体験学習の教育的効果に関する実証分析，農業および園芸，Vol.83(1)，pp.73-78，2008
- 3)佐藤真弓：教育課程として行われる農業・農村体験の教育的効果についての分析—東京都武蔵野市セカンドスクールを事例に—，農村生活研究，Vol.50(2)，pp.28-35，2006
- 4)山本俊光：子ども向け宿泊型農業体験プログラムに参加した若者の社会性，甲子園短期大学紀要，Vol.35，pp.9-16，2017

トランジットモールに資するストリートファニチャーの開発実践と 滞留時間・滞留人口からみた賑わいの評価 — 富山市大手モールを対象として —

富山大学 正会員 ○阿久井 康平
富山大学 正会員 久保田 善明
富山大学 正会員 高柳 百合子
富山大学 正会員 本田 豊

1. 研究背景

富山市の大手モールでは、LRTの環状線化に伴う質の高い街路空間の整備に加え、トランジットモール化による賑わい創出に向けた取り組みが実施されている。大手モールでは、街路空間を利活用した様々なイベントが実施され、そこで展開されるテントや什器、ストリートファニチャーなどもデザインの機運が高まっている。

2. 研究目的及び研究方法

本研究では、地域組織、デザイナー、イベント運営者、出店者、大学が協働でデザイン・制作したストリートファニチャー「まちなかテント（以下：MT）」の開発実践のプロセスを示すこと、及びイベント時のMTの展開や来訪者への調査を行うことにより、賑わい⁽¹⁾への効果を経時的に分析することを目的とした。

本研究では、まずMTの開発実践のプロセスとして、関係主体、役割といった実施体制の構築、議論の内容を時系列で示すとともに、2018年4月、6月、7月及び2019年3月に実施された計4回のイベントを通じ、ビデオカメラを用いた調査結果、来訪者へのアンケート調査を示す。次に、調査結果を踏まえ、滞留人口、滞留時間及び消費額などを分析し、賑わいへの効果について考察を行った。なお、2018年6月のイベントではMTは展開していない。

3. MTの開発実践プロセス

3-1 プロトタイプ型（2018年4月・7月・2019年3月 計3回のイベントで展開）

MTの開発に際し、大手モール、隣接する広場空間の管理・運営を行う富山市、各種イベントの企画・マネジメントを行う大手モール振興会、越中大手市場実行委員会、設計を行う地元デザイナーに加え、富山大学が全体計画とコーディネートを行った（図1）。まず、関係者間でMTのコンセプトの議論を行い、歩行者空間やLRTから視認できることを重視し、面的かつ表裏のないデザインに注力することとした（図2）。制作した2基のプロトタイプ型MTを2018年4月と7月のイベント時に現地で展開を図った（写真1・2）。

3-2 改良型（2019年3月のイベントで展開）

二度のイベントで展開したプロトタイプ型のMTの課題について関係者間で議論し、景観面・機能面・管理面から体系化した。それまでの課題を踏まえ、デザイナーと大学が改良型MTのデザイン・制作を行った。2019年3月のイベント時はプロトタイプ型2基に加え、改良型1基、計3基のMTを展開するとともに、周辺の空間に椅子やテーブルなどを配置することにより、面的な滞留空間を創出した（写真3）。

4. 調査分析結果

4-1 ビデオカメラ調査による滞留人口の調査・分析

計4回のイベントでエリア全体を俯瞰可能な位置にビデオカメラを設置し、時間帯別滞留人口の調査を行った。動画から10分ごとの静止画を抽出し、滞留人口を計測した。MTを展開しなかった2018年6月における滞留人口のピーク値77人に対し、2018年4月では133人（約1.7倍）、2019年3月では266人（約3.5倍）と滞留人口が大幅に増加していることは明らかである（図3）。しかし一方で、この滞留人口はエリア全体での値を示すほか、各イベントで出店数やコンテンツが異なることから、MT展開との関係性が明らかとは言えない。

キーワード トランジットモール、ストリートファニチャー、まちなかテント、賑わい

連絡先 〒930-8555 富山県富山市五福3190 富山大学 都市デザイン学部 TEL076-445-6262

4-2 来訪者へのアンケート調査による滞留時間・消費額等の調査・分析

MT 展開を図ったエリア周辺の来訪者を対象に、滞留時間や消費額についてアンケート調査を実施した。滞留時間の推移をみると、MT 展開の周辺エリアで1時間以上の滞留時間が増加傾向にある(図4)。また、消費額の推移をみると、MT 展開の周辺エリアで1人あたりの消費額が増加傾向にある(図5)。アンケート調査の自由記述より、MT の利活用で「物販展開が立面になり見やすくなったこと」「立ち止まって見たくなる」などの意見が挙げられ、こうしたことが賑わいに一定の効果をもたらしたと考えられる。

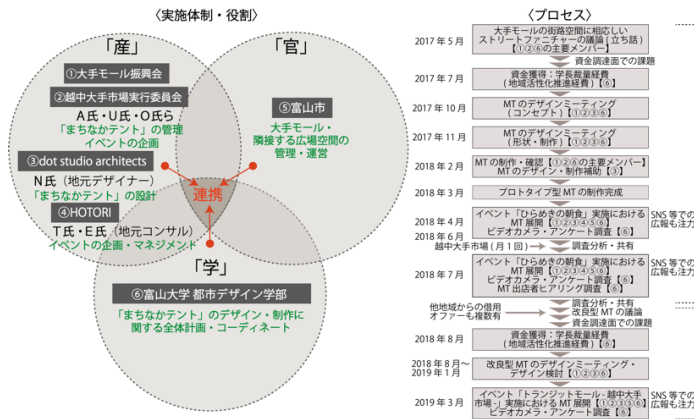


図1 MT 開発の実施体制とプロセス

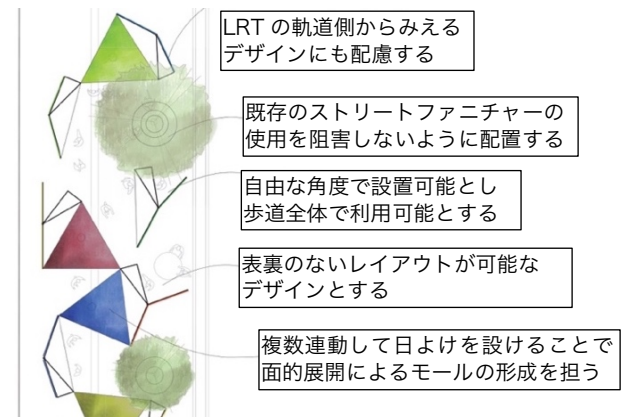


図2 MT のデザインコンセプト



写真1 プロトタイプ型MTの展開



写真2 プロトタイプ型MTの展開



写真3 改良型MTと面的展開

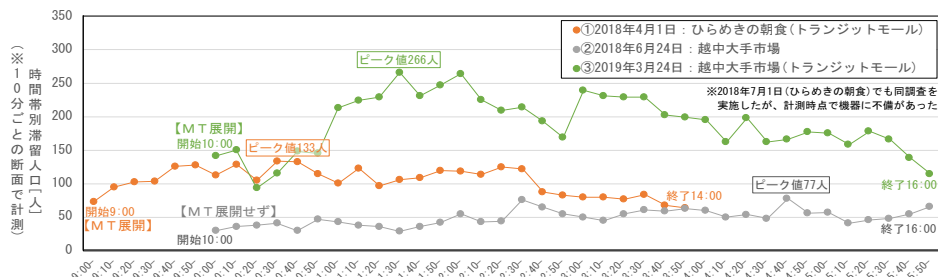


図3 時間帯別滞留人口の推移 (10分ごとの静止画を抽出して時間断面での滞留人口を計測)

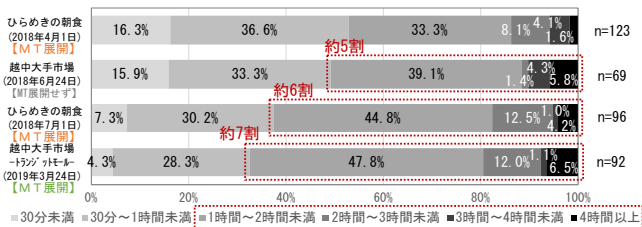


図4 来訪者アンケートによる滞留時間の推移

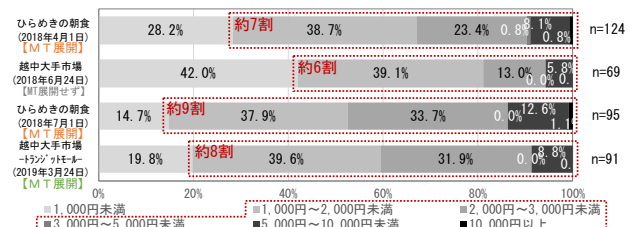


図5 来訪者アンケートによる消費額の推移

5. 結論

本研究では、MT の開発実践プロセスを示した。また、イベントでの MT 展開を通じた来訪者調査を踏まえ、主に滞留時間、滞留人口、消費額の推移を明らかにし、賑わいへの効果を考察した。MT を複数連動させ、戦略的な滞留空間創出の精査、MT 展開と滞留人口の分析を深めることが今後の課題である。

補注

(1) ヤン・ゲールによると、賑わいは滞留人口と滞留時間に起因するものとされ、この考え方を参照した。

口 頭 発 表 1

【5】防災・開発援助

(於:土木学会 講堂)

高速道路管理における災害対応力向上を目的とした災害図上訓練手法の提案

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
 正会員 高砂 圭司
 正会員 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」を通じた災害対応力強化を目的として、「高速道路災害図上訓練」(以下、「訓練」)を平成23年から開催してきた。

災害図上訓練は、表-1の3種類に分類される¹⁾。NEXCOが行なった訓練は、表中の災害図上訓練(DIG)(以下、「DIG」)をベースとした訓練で、訓練参加者(以下、「プレーヤー」)全員の討議を経て連携強化を目指すものである。NEXCOグループや、警察、消防、行政、医療等が参加し、高速道路上で災害・事故により傷病者多数発生という想定以外の、昨年度は、高速道路に隣接する国道県道管理者も含め、降雪による広域的な通行障害を想定した訓練も行なった。

筆者らは、NEXCOが行なったこれらの訓練の運営支援を通じて、高速道路の災害対応力強化に取り組んできた。

本論文は、これまで実践した訓練を総括し、実効性ある訓練企画のための諸施策についてとりまとめたものである。

表-1 災害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. 訓練の概要

筆者らが取り組んだ訓練の概要を図-1に示す。訓練参加者の属性は、例年、同様な傾向を示しており、NEXCOグループの他、警察・消防関係の参加が多いこと、訓練参加者の半数程度は初参加であることに特徴がある^{2), 3)}。

訓練の構成は、プレーヤーによるDIGと見学者も含めた参加者全員による意見交換より成る³⁾。さらに前述したように、1地点だけの狭域の災害想定にとどまらず、複数の隣接道路管理者が参加する、広域的な災害想定にも対応した。

訓練の実効性を高めるために、各訓練で試行した施策にキーワード 図上訓練, DIG, 高速道路, 災害対応力, 防災計画

については、訓練参加者から回収したアンケートにより検証し、次の訓練に反映していった。次章で各施策を概説し、その機能と効果について総括する。

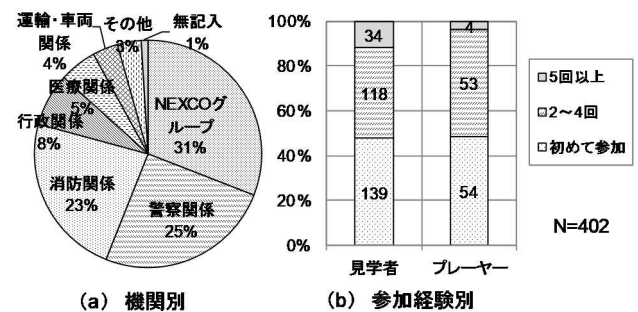


図-1 訓練参加者の属性と訓練状況(平成29年度)

3. 想定に応じた訓練の施策

3-1 狭域エリアを想定した訓練

(1) 討議の活性化

DIGではプレーヤーが積極的に発言をすることが前提条件となる。初参加のプレーヤーは緊張感と、多くの見学者の注視下での討議となるため積極的な発言を避ける傾向にある(図-1(c))。特に行政や医療機関など、受動的な立場の組織のプレーヤーはその傾向が強い。そこで訓練の冒頭で、所属する組織の初動の体制や装備について、表-2の基本コンセプト⁴⁾をキーワードとして発表し合った。このC・S・C・Aは、災害時の消防や医療(DMAT)の現場で使用されるもので、初動時の各機関の共通言語として活用できる。

表-2 初動の基本コンセプト⁴⁾

項目	内容
Command & Control	指揮命令/連絡調整
Safety	安全確保
Communication	情報伝達
Assessment	評価

(2) 実効性のある場面設定

訓練は、初動対応の討議（40分）と現場対応の討議（50分）から成り、初動対応の討議は、第1報入電から現場に到着するまでの場面、現場対応の討議は、判明した現場の詳細情報をもとに、交通開放するまでの場面とした。これにより、非常時の現場で重要な場面の訓練が可能となる。

初動対応の討議は図-2の番号1.について、現場対応の討議では、番号2.,3.について討議・とりまとめ・発表させた。

(3) 討議の見える化

初動対応の討議では、表-2のキーワードに基づいてプレイヤーが作成した記入用紙を各自紹介させるとともに、情報が流れる順に大判図に貼り付けて明示した（写真-1）。

現場対応の討議では、標準的なDIGと同様に、机上の図面上にミニカーを並べたり、油性マジックでの書き込みや付箋紙を貼り付けたりして討議経過を明示させた。

これらの討議内容の可視化により、討議が活性化できた。

3-2 広域エリアを想定した訓練

(1) 複数道路管理者が参加する訓練の構成

道路管理者毎に所掌範囲が異なること、個別の対応マニュアルと手順に基づき行動することから、高速道路管理者班と国道県道管理者班の2班とした。そして相互理解を目的として、強雪前、ピーク時、終息時の3場面、各々の気象状況・予測、交通障害状況を提示し、各自の障害把握手段と対応、関係者間での情報共有方法を中心に討議した。

しかしながら、アンケートではお互いの行動理解が不十分というコメントが複数あった。班は1つとして、相互理解強化を重点とした訓練の構成が望ましいと考えられる。

(2) プレーヤーの人数

前項の理由により、2班で討議を行なったため、プレイヤー数が26名と大規模になった（写真-2）。各組織2名ずつを標準として、人数を絞り込む必要があると考えられる。

3-3 課題の認識と共有（意見交換）

プレイヤーの多くが初参加者や若手の場合、討議結果が最善の対応となっていない可能性がある。そのため訓練の最後に、少なくとも30分以上は経験豊富な見学者も含む全員での意見交換を行なった。その結果、訓練で顕在化した課題を全員で共有でき、代替案の発見や課題解決に向けた討議の継続につなげることが可能になる。（図-1（d））

4. おわりに

自然災害の脅威が増大する昨今、筆者らがこれまで実践した災害図上訓練を総括し、実効性ある訓練施策として提案することにより、道路管理者が災害対応力強化のために

討議のポイント

下記に着目して、情報を整理してください。

1. **第1報受信から現場での詳細情報収集**（情報収集と共有）
 - ・災害(事故)発生直後の関係機関への情報伝達方法
 - ・各機関の出勤体制と不足している情報
2. **各機関の現場対応**（人命救助・第三者被害阻止・事件捜査→道路復旧）
 - ・多数の傷病者の救出方法と病院への搬送経路
 - ・漏出した軽油に対する関係機関への通報と現場対応
 - ・流入した土砂の排除と、事故車の排除・滞留車両解消のための対応
3. **関係機関との連携**（今日からすべきこと）
 - ・連携強化に向けて日頃から必要な対応、取り組み
 - ・情報の一元管理(現場での情報の共有)に向けての取り組み

図-2 討議項目例

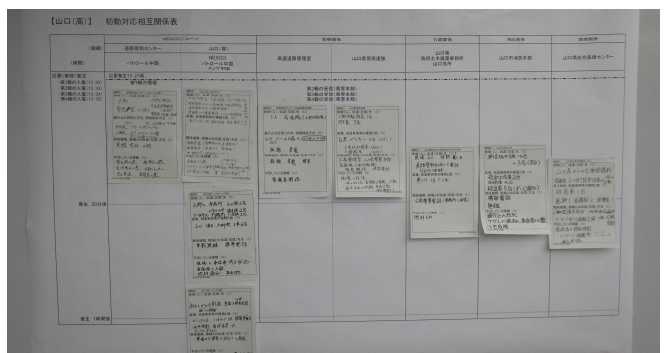


写真-1 討議の見える化の例



写真-2 広域エリアを想定した訓練（意見交換時）

行なう図上訓練で活用されることを期待するものである。

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) 楠橋康広，福井鉄兵，大丸浩志，上田浩之：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，土木学会第72回年次学術講演会論文集，2017(CD-R).
- 3) 楠橋康広，高砂圭司，福井鉄兵，上田浩之：高速道路災害図上訓練の実践を通じて顕在化した課題解決策に関する一考察，土木学会第73回年次学術講演会論文集，2018(CD-R).
- 4) (一社)日本集団災害医学会：標準多数傷病者対応 MCLS テキスト，ぱーそん書房，2014.

災害からの復興に対する包括的な支援実施における教訓
 ーフィリピン 台風ヨランダ被害に対するプログラム型無償資金協力ー

(独)国際協力機構(JICA) 資金協力業務部
 非会員 井出 宗一郎

1. 背景

2013年11月に発生した台風ヨランダ(国際名ハイヤン)はフィリピンを直撃し、特に記録的な規模の高潮と強風により甚大な被害をもたらした。より多くの被害を受けたレイテ島北東部東岸及びサマール島南岸地域では、橋梁含む一部道路の被災、空港及び港の機能障害、上水道及び電力の停止、医療施設や避難所となる小学校の機能不全が顕著な状況となった。

これに対し、JICAは緊急開発調査「台風ヨランダ災害復旧・復興計画」を最も被害の激しかった同地域を対象に実施した。同調査をもとに災害に強い社会と地域の形成に向け、「より良い復興」(Build-Back-Better(BBB))コンセプトのもと、①防災体制の復旧、②Basic Human Needs(保健・教育分野)の復旧、③被災した公共インフラの復旧、④生計手段・経済活動の回復を目的に、早期復興を目指し、複数のサブプロジェクトを包括的に支援するプログラム型無償資金協力事業を実施した。

本発表は効率的な事業実施を目的に、複数あるサブプロジェクトを一つの事業として実施するプログラム型無償資金協力事業の特徴の事例を教訓として取りまとめる。

2. 事業の概要と特徴

本事業では被災地の幅広い復興ニーズに対して対応し、迅速に支援することを目的に包括的な支援を行った。具体的に実施されたサブプロジェクト(支援項目)は表1のとおりである。一般的な一分野・一実施機関として行う一般的な無償資金協力事業と比較し、フィリピン政府側協議・調整機関は、本事業の受け入れ先である財務省、公共施設建設を監督する公共事業道路省、および建設した施設または調達機材を活用し、維持管理を行う各管理機関と幅広い関係者からなる。

表1 サブプロジェクトとフィリピン政府実施機関及び関係機関

No	サブプロジェクト(支援項目)	内容	実施機関/本邦企業契約先	施設・機材管理機関*
0	—	事業予算・進捗監視 各支援項目間調整	財務省、 各関係機関によるコミッティ	—
1	行政庁舎再建(2市)	施設建設	公共事業道路省	内務地方自治省、 地方自治体
2	小学校再建(7校)	施設建設	公共事業道路省	教育省
3	州地域医療センター外来診療棟再建 及び医療機材復旧	施設建設、機材調達	保健医療省	—
4	地域保健施設再建(1市)	施設建設	公共事業道路省	保健医療省、地方自治体
5	地域保健施設向け医療機材復旧 (4市)	機材調達	保健医療省	保健医療省、地方自治体
6	航海技術訓練センター機材復旧	機材調達	労働雇用省 国立航海技術訓練センター	—
7	電力機材復旧	機材調達	エネルギー省国家電化庁	電力協同組合
8	建設機材復旧	機材調達	公共事業道路省	—
9	水産開発センター機材復旧	機材調達	農業省水産・水生資源庁	—
10	空港機材復旧	機材調達	運輸通信省民間航空庁	—
11	気象レーダーシステム復旧	施設改修、機材調達	科学技術省気象天文庁	—

*:記載のないものは実施機関と同じ

施設建設では BBB コンセプトのもと、設計において、海岸に近い施設では 1 階部分をピロティとして高潮を避け、被災後は避難スペースとして活用する。2 階部分でも避難者を受け入れ可能とするため広い内廊下とする。停電時でも快適な空間となるようトップライトを設ける対応等を行っている。

緊急開発調査では本事業とは別に、復興始動時の支援としてデイケアセンター7カ所の建て替えを行っているが、ある程度の強度と耐久性が期待でき、且つ資材運搬の容易さ、比較的安価で短期間にユニット単位で組立可能として、日本式プレハブ技術を採用した。



写真1 再建した行政庁舎・地域保健施設

緊急開発調査及びプログラム型無償資金協力事業実施における特徴は以下がある。

- 一般的な無償資金協力は一つの支援項目で事業を行うが、本事業はサブプロジェクトを設け包括的な無償事業とし、一つの贈与契約(Grant Agreement)で、現地で必要とされる複数の復興ニーズに対応できる。
- 被災直後は、避難住民や瓦礫等の影響からボーリング等の調査制限が発生するが、迅速性を優先することから概略設計は限られたものとなる。詳細設計から本格的に取り組むことになるが、これは迅速化につながる。これらの特徴により、迅速にニーズに合った復興支援を行うことが可能となる。一方、被災地、サブプロジェクトを設けたことによる課題は以下がある。
- 各支援項目の実施優先順位及び予算配分について、各機関からなるコミッティで協議する必要がある。順次実施される入札結果、設計変更にかかる予算調整でも、各支援項目間を超えた予算管理が必要で複雑となる。
- 事業対象サイトは広範囲となり、施工監理・管理が難しく、技術者配置も通常より多くなる。
- 当該地域の復興事業が進むにつれ、他事業との調整が業者決定後も必要となり、設計変更が生じやすい。
- 設計変更では実施（契約）機関に加えて、施設を活用する機関との協議・調整も必要となる。
- 積算時には見積もることが難しい復興景気による現地労務・資材単価の高騰可能性がある。

3. 教訓と検討課題について

本事業で確認された特徴を教訓とし、効率的な緊急復興支援を実現するうえで、以下が検討される。

- 復興支援事業におけるドナー間調整において、当該地域における各ドナーの得意分野を踏まえた支援分野の選択と集中を進め、各ドナーが担当支援分野実施機関と効率的な事業実施とする。
- 先方政府関係者の支援制度の理解と協力が迅速な支援事業実施に不可欠であり、自然災害の発生しやすい地域では 平時から日本側との信頼関係を築き、事業内容の理解を深め、スムーズな手続き実施とする。
- 入札不調を避けるために、自然災害の発生しやすい地域では、現地法人等による現地ネットワークを持つ本邦企業との関係を平時から構築し、得意分野、調達環境等を把握する。更にはこれら本邦企業のロスター登録により指定業者への指名競争入札、プロポーザル形式での業者選定を認める。
- 一定レベルで事業内容が確認できた時点で本邦企業への説明会実施により情報共有を進め、関心企業の当該地域とのネットワーク構築を早めに開始できるようにする。

4. 終わりに

2018年7月の西日本豪雨では、本事業で再建した小学校の生徒から日本の被災住民へ応援メッセージを送っていただき、両国の関係強化にも寄与している事が確認された。我が国では、台風ヨランダ復興支援の他にも2015年4月のネパール地震、2018年9月のインドネシア中部スラウェシ州地震でも復興支援を行っている。被災地における迅速で効率的、効果的な復興支援のために、経験を蓄積・分析し、改善を進めていく。

平和構築におけるインフラ整備の実践方法と効果についての要因分析

西宮 宜昭¹・佐々木 英之²・岡本 純子³・塚原 治美⁴

¹正会員 オリエンタルコンサルタンツグローバル 技術本部 (〒163-1409 東京都新宿区西新宿 3-20-2)

E-mail: nishimiya@ocglobal.jp

²オリエンタルコンサルタンツグローバル都市地域開発・防災部 (〒163-1409 東京都新宿区西新宿 3-20-25)

E-mail: sasakih@ocglobal.jp

³オリエンタルコンサルタンツグローバル都市地域開発・防災部 (〒163-1409 東京都新宿区西新宿 3-20-2)

E-mail: okamoto@ocglobal.jp

⁴オリエンタルコンサルタンツグローバル都市地域開発・防災部 (〒163-1409 東京都新宿区西新宿 3-20-2)

E-mail: tsukaharah@ocglobal.jp

Key Words: *Community Development, Infrastructure, Practice, Effect/Impact, Achievement Factors*

1. 初めに

開発援助では、多数のコミュニティ開発に関連したプロジェクトが、多様な実施環境で様々な投入と実践方法により実施されている。しかし、どのような投入と実践方法が社会経済開発上、有効性、インパクト、持続性の3つの観点で効果があるか、まだ試行錯誤の状況にあり、その要因は十分には分析されていない。本稿は、平和構築の状況下のインフラ整備を主な構成要素としたプロジェクトの1事例から、取られた実践方法と成果について分析し、上記3観点における実践方法に関する成果達成の要因を示唆した。さらに、今後の同様なプロジェクトの実施にあたり検証すべき実践方法についても提言した。

2. 研究の進め方

象牙海岸共和国における JICA のコミュニティ開発に関連したプロジェクトを事例として用いる。既存の報告書 (国際協力機構 2013, 2016, JICA/OCG 2017) から必要なデータを抽出する。これらの報告書は、JICA 評価調査団員が作成した「終了時評価報告書」と、佐々木、岡本、塚原が実際に現地でプロジェクトの管理と監理を行う中で作成した「完了報告書」であり、関係者への観察、インタビューと質問書調査から得られたデータを元としている。まず、投入と実践方法、それらの成果を整理し、次に後述するプロジェクトの達成すべき成果に関連した能力開発、協働関係、調整メカニズムに関連した関係者の認識と行動変容についての事例を抽出し整理する。これらの整理より、プロジェクトで特徴的な実践方法と効果の関係を、動機付け理論を参照して考察する。投入された要素の中でインフラ整備のみを扱い、分析対象はパイロットプロジェクト (以降 PP) の実施地域のみとする。

3. 対象プロジェクト

(1) プロジェクト概要

実施環境は 10 年に亘る紛争の影響地域であり、民族構成は農村部ではバウレ族が大多数だが州都ブアケでは様々である。反政府勢力の拠点であったため住民の中央政府及び地方政府双方への不信がある。貧困状況の悪化、インフラの老朽化・破壊や行政サービスも低下した。

プロジェクトの達成すべき成果として、a. 対象地域の公共サービスを担う人材の技能・知識の改善、b. インフラ施設の修復等の PP の実施による住民と行政の効果的な協働関係の構築、c. 地方公共サービスの実施体制改善の仕組み構築の3点が挙げられた。これらにより社会的結束を高めることも期待された。

期間は、2013年11月から2017年4月である。対象地域は、中・北部に位置する地方部の12州である。但しベケ州のみで PP が実施された。関係者は、象牙海岸共和国の中央政府内務省が主管となり、教育省、経済インフラ省及びそれぞれの中央省の地方出先関連機関と州政府等の自治体、さらに学校と水供給の住民組織である。

(2) 投入と実践方法

プロジェクトは、インフラ整備、住民組織の活性化及びそれらに必要な研修や活動により構成されている。インフラ整備の PP として、ニーズが高い小学校の修復 11-箇所と給水施設の修復 (77 村で 78 箇所) が実施された。図-1 に PP 実施の流れを示す。

PP の選定基準は、学校修復では生徒数、老朽化の状況、緊急性、維持管理の意欲等、水供給ではポンプの現況、必要性、裨益人口である。PP に関連したプロジェクト管理、合意形成、参加等に関する OJT を含む研修も実施され、各段階すべてに関係者が参加している。

ベースライン (BL) 調査・現況調査とデータベース (DB) 構築、村落施設地図、セクター開発計画策定 (SDP)

PP 候補の技術的な評価 (住民との協議含)、DB と SDP 活用

Workshop で役割分担・PP 選定の基準合意、サイト決定

PP 執行 (モニタリングや施工監理関係者への進捗説明含)

供用と維持管理

図-1 PP 実施の流れ

目に見えるインフラ整備、マニュアル、地図の作成も行われ、理論と実践(PP)の組み合わせが重視されている。

プロジェクト固有の実践方法の特徴もある。まず、BL 調査を関係者主体で対象地域の全村で行った。続いて、BL 調査や現況調査を元に関連のデータを整理した DB を構築し、セクター開発計画 (SDP) を策定した。それらにより、根拠に基づきより透明性・説明責任を考慮した PP の選定を重視した。次に PP 実施のための中央政府、地方政府、中央政府の出先、住民組織の役割・責任を、計画、実施、運営・維持管理の各段階で明確にしたこと (JICA/OCG 2017 p4-53 から 56) も挙げられる。

4. プロジェクトの効果と要因分析

(1)プロジェクトの成果

表-1 に示す関係者の認識と行動変容が発生している。

表-1 認識と行動変容

認識 変容	意識向上：地方行政職員のオーナーシップの醸成、住民の維持管理への責任感醸成、能力向上 (技術や住民とのコミュニケーション) 重要性の認識：住民のニーズ反映した公共サービス提供、住民と行政、行政間のパートナーシップ、施工監理 (特に技術系政府職員) 信頼性と相互理解向上：住民と行政・行政職員 (住民・コミュニティに対し、明確な説明とフィードバックによる透明性・公正性を高めたため) 関係の強化：行政機関内、住民と行政・行政職員 自信獲得 (理論と実践による)
行動 変容	行政職員の現地訪問頻度増加 (一度も訪問なしの以前の状況)、住民とのコンタクト増加 住民が会合で積極的に 住民組織の活性化：学校運営委員会への参加者増と会合頻度増、水管理委員会の料金徴収率増加、会計や修理の記録開始 独自で BS 調査の再実施、DB を更新した自治体の出現 協働の推進 (地方政府、中央政府、住民と住民組織も) 情報の共有：DB、SDP について政府内で共有開始 行政の積極性：DB を営業者他のプロジェクトでも活用

(2)投入・実践方法と成果の関係の考察

上記の成果を達成するためには、関係者の認識・行動変容を促進する動機付けが重要かつ必須となる。そのため、PP の投入・実践方法の動機付けに対する有効性を検討する。Deci(1971, 1985)は、内発的動機付けには有能性、自律性、関係性の3要素が必要としている。そこで本プロジェクトの特徴である実践方法と3要素の関係、

実践方法、動機付けの要素 (下線イタリックで表示)

1) 関係者の役割と責任の明確化

何をやるかが明確に、自分の責任範囲や自身で決定可能な範囲も明確に (自律感) → オーナーシップ醸成、積極性と意欲向上 (有能感)
地方政府と中央政府の出先の協働の場・行政と住民の協働の場で、協働の相手との分担内容をより明確に (自律感, 関係性) → 協働とコミュニケーションの重要性認識 (関係性) → 協働の推進 (有能感と関係性) → 相互理解向上、信頼の醸成と関係の強化 (関係性)
研修の意味理解が容易に → 研修への意欲促進、能力開発促進 (有能感)

2) BL と DB 構築による根拠ある意思決定

政治の介入を減らす (以前はトップダウン、知事主導) → 自身で決定できる (自律感) → オーナーシップ、自信獲得 (有能感) → 積極性と能力開発の重要性認識 (有能感, 自律感)、住民組織活性 (自律感)
ニーズをより反映・根拠に基づく透明性、公正性を高め信頼獲得 (有能感)、現状からすべき内容の認識 (自律感) → 積極性、データの重要性の認識 (有能感, 自律感) → 記録作成開始、データの共有開始、自身で改定 (有能感, 自律感)、関係の強化 (関係性)

図-2 実践方法及び動機付けの要素及び変容への過程

認識と行動変容に至る関係を図-2 のように整理した。

このプロジェクトの特徴である2つの実践方法が、それぞれ認識と行動変容に繋がる過程において、動機付けの3要素を満たしていることが見いだせる。また、役割・責任の明確化は自律感、有能感を高め、信頼性の醸成、協働の重要性の認識、関係の強化につながっている。さらに根拠に基づいた意思決定も、有能感、自律感を高めて、認識と行動の変容を起こしていることが見いだせる。

5. 結論

本稿では、平和構築プロジェクトの1事例から根拠に基づいた意思決定、関係者の役割・責任の明確化が、関係者の動機を高め認識と行動を変容に対する効果を示唆した。1事例の分析であるため今後事例数を増やし、他の実施環境が異なる地域でこのプロジェクトで特徴的な実践方法の有効性の検証、また教育・給水セクター以外の PP の有効性検証の課題がある。平和構築以外の状況でのこれらの実践方法の有効性の検証も課題である。

参考文献

- 国際協力機構 2013: コートジボワール共和国 北部行政機能に係る情報収集確認調査 中部・北部紛争影響地域の公共サービス改善のための人材育成プロジェクト詳細計画策定調査
- 国際協力機構 2016: コートジボワール共和国 「中部・北部紛争影響地域の公共サービス改善のための人材育成プロジェクト」 終了時評価
- JICA/OCG 2017: Project Completion Report, "The Project on Humana Resoruce Development for Strengthening Local Administration in Central and Northern Areas of Cote D'ivore"
- Edward L. Deci 1971: Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation: Journal of Personality and Social Psychology, 18, pp. 105-115
- Edward L. Deci and Richard M. Ryan 2000: The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior, Psychological Inquiry Vol.11, pp227-268

口 頭 発 表 2

【2】都市・交通計画

(於:土木学会 CD 会議室)

最貧国の大都市圏における交通計画策定 キンシャサ市における事例

株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル 正会員 ○川口 裕久
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル 森尾 康治
独立行政法人 国際協力機構 平林 由梨恵
独立行政法人 国際協力機構 高橋 光

1. 背景と目的

アフリカの最貧国（後発開発途上国）のひとつ、コンゴ民主共和国の首都キンシャサ市では都市化が急速に進んでおり、2000年に約606万人だった人口が2017年には約1,250万人に倍増した。都市計画制度は1960年の独立以来大きく変更されておらず、スプロールに歯止めをかけることが困難となっている。急増する人口にインフラ整備が追いつかず、都心部の主要幹線道路でも1/3が未舗装で、鉄道も1路線で1日1往復の運行のみである。一方で近年は経済成長も著しく交通渋滞が慢性化し、渋滞による経済損失が発生するとともに行政組織は長期間の財政難により人材の質と量の両面で課題を抱えており、限られた財源や人的資源の中で対応が求められている。これらの問題に対応し、施策の優先順位を明確にするとともに長期的な課題も見据えた上で都市交通問題に対する対応策を検討するため、独立行政法人国際協力機構(以下、JICA)の支援によりキンシャサ市都市交通マスタープラン策定プロジェクトが実施された。

これまで、JICA及び他の国際的な援助機関では多くの開発途上国の大都市圏で都市交通マスタープラン策定支援を行ってきたが、最貧国以外の事例が多く、財源や人的資源が極めて限られており、社会基盤の整備状況も遅れている最貧国における大都市圏の事例は少ない。また、マスタープランが策定されても、それに従ってプロジェクトの実施がなされていないケースも指摘されている。

本稿では、キンシャサ市における事例をもとに上述の都市交通の課題に対して様々な制約条件の下でどのような対応策が検討・実施されたかを明らかにするとともに、今後の最貧国のみならず全ての開発途上国の大都市圏における都市交通マスタープラン策定への知見をとりまとめる。

2. 計画策定における工夫

(1) 不確実性を考慮した計画年次の設定

コンゴ民主共和国では独立以来紛争が繰り返されてきた。2019年に独立後初めて平和的な大統領の交代が実現したが、安定した政治体制が構築されているとは言い難い。一方で、近年は急速な経済発展と遂げており、2007年から2016年のキンシャサ市の域内総生産の年平均成長率は7.1%に達する。このように、最貧国においては急激な経済の停滞と成長の両方の可能性があり、長期的な見通しを立てるのが困難である。一方で、インフラ整備は時間がかかるため、長期的な視点に基づいたインフラ整備方針も必要である。このため、本プロジェクトでは不確実性が高い長期(目標年次2040年)についてはビジョンを作成し、それをもとに緊急(2020年)と短期(2024年)、中期(2030年)についてはより詳細な実施計画策定を行った。2040年のビジョンにおいては社会経済フレームワークを作成し、交通需要予測を行い、将来の交通ネットワーク案の提案を行ったが、実施計画は策定せず、2030年頃に実態に合わせて見直すことにしている。

(2) 交通調査の小規模化と説明力の高い交通需要予測モデルの構築

これまでの一般的な都市交通マスタープラン策定では、抽出率1~3%程度の大規模なパーソントリップ調査を実施し、それをもとに集計四段階推計法により交通需要予測が実施されてきた。しかし、キンシャサ市においては複雑で大規模な家庭訪問調査の経験があるローカルコンサルタント会社がなく、また、会社規模も小さいため、大規模な調査はマネジメント上の問題を生じる可能性が高いと想定された。さらに、パーソントリッ

キーワード 都市交通マスタープラン、最貧国（後発開発途上国）、交通需要予測、財源の制約、TOD
連絡先 〒163-1409 東京都新宿区西新宿3-20-2(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル TEL03-6311-7891

プ調査では回答者にトリップの概念を理解してもらう必要があるため、慎重に調査をしなければ、トリップの抜け落ちが生じる可能性が高い。既存統計資料も充実しておらず、国勢調査は1984年以降実施されていないため、基礎的な社会経済状況についての情報収集も、新たに必要であった。このような背景から、今回は8,000世帯(抽出率約0.35%、割合を±10万人の精度で把握)に対して通勤通学調査を実施し、基礎的な社会経済状況及び通勤・通学トリップについての情報収集を行った。それに加えて、1,000世帯に対してアクティビティダイアリー調査を実施し、日誌形式の調査とすることで記入漏れを防止した。これらの調査結果をもとに、これまでの集計モデルと比べて交通行動の変化を明示的に表現できる非集計の四段階推計モデルを構築した。

(3) 公共交通指向型開発(TOD)と土地開発利益還元(Land Value Capture, LVC)

キンシャサ市においては都市計画の大きな方針を定めたキンシャサ整備戦略方針がフランス開発庁の支援の下で策定されている。本プロジェクトでは同方針を基本としつつ交通セクターの詳細化を行うだけでなく、新規整備が想定されている幹線道路に大量公共交通機関の導入を提案し、開発を積極的に進める回廊を特定した。また、駅周辺の徒歩圏に業務系、商業系、住居系の大規模な開発を提案し、地区毎の開発規模を特定した。さらに、今後の都市開発及び交通施設整備の資金源として土地開発利益還元の導入を提案した。具体的には特に郊外部のまとまった新規の都市開発においては民間主導の乱開発ではなく、公社等を活用し、都市開発で想定される収益を道路や公共交通機関、上下水道等の都市インフラ整備に活用できるような仕組みを提案した。

(4) 財源の制約の考慮

財源の制約を考慮するとともに、短・中・長期の整備方針を明確にし、メリハリのある施策を提案した。短期では特に財源の制約が大きいため、道路については既存の都市内未舗装道路の改修に限定し、公共交通機関は比較的安価なBRTの導入を提案した。また、中古の車両等を活用した安価な既存鉄道の改良についても提案を行った。そして、一定の財源が期待できる中期では都市の骨格となる道路網を構築し、公共交通機関の導入空間を確保することとした。長期では巨額の資金が必要となる本格的な大量公共交通機関の導入を提案した。

現在の税収だけで財源の確保は困難であるため、追加財源を検討した。具体的には、すでに導入済の燃料税の税率増加や交通需要管理施策の一環としての駐車場税の導入等を新たな財源として提案した。また、上述の通りLVCも財源として提案している。特に短期的には外国の援助機関からの支援が重要となるため、計画策定段階から世界銀行、アフリカ開発銀行等の援助機関と協調して検討を行った。各援助機関のニーズを計画の中に取り込み、シームレスに実施につなげるとともに計画の骨子策定後は各機関に積極的にPRを行った。

(5) 計画策定における技術移転と組織間交流の促進

他国同様に都市交通については建設系、運輸系の中央省庁やその下の実施期間、自治体等様々な行政組織が関わっているが、これまで関係組織が一堂に会して議論する機会は極めて限られていた。計画作成においては頻繁に会議を開催し、技術移転の機会とするとともに各組織間の交流を促進した。具体的には、5回の合同調整委員会、10回の技術委員会、18回のワークショップに加えて個別の協議を開催した。また、プロジェクト終了後に合同調整委員会と技術委員会を継続して昇華させる形で新たな実施のための組織設立を提案した。

3. 結論と今後の課題

本プロジェクトでは準備段階、計画策定段階、計画策定後の各段階で提案された都市交通の各プロジェクトが持続的に実施されるための様々な工夫を行ってきた。本プロジェクトの特徴はこれらの取り組みをプロジェクトの各段階で継続的かつ戦略的に実施し、国内外の様々な関係機関を組織の枠を超えて協議できた点である。現在、策定された都市交通マスタープランは中央政府の関係省庁の了解の下、州議会承認に向けて取り組みが進められている。中央政府と地方自治体が協働して州議会承認の手続きを行っている点は同国においては画期的であり、上述の取り組みの成果の証左と言える。これらの取り組みは他の開発途上国にも適用可能と考える。

一方、計画の実現に向けた課題も多い。2019年に政権が交代し、実際に都市交通マスタープランが州議会で承認され、実現に向かうかどうかは不透明である。また、人材育成面でも継続的な取り組みが必要である。

自治体による法定計画の策定における大学・コンサルタント等の役割 —立地適正化計画と地域公共交通網形成計画を対象とした考察—

富山大学	正会員	○中川	大
富山大学	正会員	金山	洋一
富山大学	正会員	高柳	百合子
富山大学	正会員	本田	豊
富山大学	正会員	猪井	博登

1. 背景と目的

都市計画や交通計画では、都市計画マスタープランなど、法律に基づいて自治体が策定する計画が少なくない。近年は、地域公共交通網形成計画や立地適正化計画の策定が盛んに行われており、これらの計画策定においては、大学やコンサルタントが委員や受託者として参画する機会が多い。しかしながら、大学やコンサルタントが有している知見をこれらの計画に十分反映することが難しい場合も少なくないということは、これらの計画策定に関わってきた多くの土木技術者が感じているのではないと思われる。

また、自治体においては都市計画・交通計画を担う人材を十分に配置することが難しい場合も多く、計画策定を通じて人材を育成することも求められるが、単に発注者・受注者の関係にとどまって、知見の共有などに至らない場合もあると思われる。

土木技術者実践論文集の趣旨には、土木技術者の実践に関わる基本的な考え方を論じることも含まれていることを踏まえながら、上記のような現状を念頭において、自治体による計画策定における大学・コンサルタント等の役割について、特に立地適正化計画と地域公共交通網形成計画を対象として考察する。

2. 計画策定に関連する既往研究

コンパクトシティ政策の考え方やその実現に向けての法定計画のあり方について述べた論文は多い¹⁾²⁾。また、法制度の制定以前からコンパクトシティ政策の有効性を検証し、制度制定につながった研究も多い³⁾。さらに実際に策定された計画の内容を集計的に分析・分類した研究も少なくない^{4)~6)}。これらのなかには、策定された立地適正化計画が国交省による手引き⁷⁾で示された典型的な都市構造の模式図とは異なる形態となっているものが少なくないこ

とや⁸⁾、都市計画マスタープランと整合しているとは言えない事例があること⁹⁾など、制度の問題を明らかにしたものもある。地域公共交通網形成計画については、十分な成果をあげている自治体は少ないと指摘したうえで、策定自治体の公共交通に対する財政支出は相対的に多いことを指摘している研究¹⁰⁾などもある。

一方、実際の計画策定に関わった大学研究者やコンサルタント技術者は多いと考えられるが、その実体験に基づいてまとめられた研究は少ない。立地適正化計画に関するもの¹¹⁾、地域公共交通網形成計画に関するもの¹²⁾などもそれぞれみられるが、現場からの多くの声が蓄積されて制度の改善や発展につながっているような状況にはないと考えられる。

3. 計画制度に対する批判的考察の必要性

立地適正化計画におけるコンパクトシティを目指す考え方や、地域公共交通網形成計画における地域の一体的な公共交通網形成に関する考え方など、これらの計画は一定の利点を有しているが、実際面における課題は極めて大きいということは計画策定の最前線にいる立場の技術者には共通した認識になっていると考えられる。問題点は多岐にわたるが、例えば以下のような点をあげることができる。

①大都市圏の都市が有している都市政策・交通政策に関する課題と、地方圏の中心都市や、その周辺都市、さらに中山間地を含む人口減少都市が有している課題は明白に異なるにもかかわらず、いずれの計画も全国一律の制度であること。

②都市の構造は大きく変化してしまっており、公共交通も地方においてはすでに危機的状況に陥っている状況にあるなど、これらの法制定は遅きに失しているとも言えるにもかかわらず、抜本的な改善内容

を含んでおらず、小手先の対策に留まっていること。
③立地適正化計画においては「作成の手引き⁷⁾」が公表されているが、詳細すぎるとも言える網羅的な内容となっているうえ、分析に使用するデータとして150を超えるデータを列挙するなど、整理された内容ではなく手引きとして必ずしも有効とは言えない。

また、現場の策定者から見れば、手引きにおける多くの事項が机上論的であり、実態にそぐわない部分も多い。立地適正化計画の実効性には疑問があるとの指摘も多く、そのような声は次の政策策定に反映していく必要がある。

④地域公共交通網形成計画の「手引き」は、入門編と詳細編に分けて比較的要点を絞って記述されているが、計画策定だけでは実効性が得られるものではないことから、地域の公共交通を大きく変革できる方向にはなっていない。また、計画内容は自ら実施することができるコミュニティバスやダイヤモンド交通などに留まっている場合がほとんどで、本来、公共交通計画の軸となるべき鉄道については議論の中心にはなっていない場合も多い。

⑤計画策定現場における問題としては、受託者の仕事は協議会の段取りや議事録作成など、本来自治体が行うべき事務の肩代わりになっている部分もあり、コンサルタント等が持つ知識に対する価値が適切に評価されていないと考えられるような場合もある。

4. おわりに

計画の策定現場からの問題提起は論文等によっては発信されていないのが現状であると考えられる。実際の担当者の知見は貴重であり、実践の積み上げが制度に活かされるようにしていく必要がある。モデルの構築や数値分析だけが論文の評価につながりやすい状況では現場の声は形になって届かない。土木技術者実践論文集は他の論文集とは異なる視点からの評価を有していることから重要な役割を持っているといえる。

また、自治体と知見を共有することや自治体における人材を長期的に育てることなども重要である。予算や契約の単年度主義は、長期的なビジョンの共有と継続性が重要な都市計画・交通計画にはそぐわ

ない部分もあり、コンサルタントが「かかりつけ医」のような役割を果たせる制度の議論も必要である。

実際の計画策定の経験に基づく知見が蓄積され、制度・政策が着実に進化していくことが望まれる。

参考文献

- 1) 越川知紘, 森本瑛士, 谷口守: 多様化するコンパクトシティ政策がもたらすクロスセクターベネフィットの可能性, 土木学会論文集 D3 vol.74, No.5, 2018
- 2) 中井検裕: 立地適正化計画制度のこれまでとこれから, 日本不動産学会誌 31 巻 2 号 pp. 31-36 2017
- 3) 牧野夏樹, 中川大, 松中亮治, 大庭哲治: コンパクトシティ施策が都市構造・交通環境負荷に及ぼす影響に関するシミュレーション分析, 都市計画論文集 Vol.44, No.3, pp 739-744, 2009
- 4) 菊地亮太, 室町泰徳: ネットワーク型コンパクトシティにおける公共交通維持のための都市構造に関する研究, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.703-708, 2016
- 5) 小澤悠, 高見淳史, 原田昇: 都市計画マスタープランにみる多核連携型コンパクトシティの計画と現状に関する研究—商業・医療機能の立地と核間公共交通に着目した都市間比較—都市計画論文集, Vol.52, No.1, pp.10-17, 2017
- 6) 石原周太郎, 嶋慎二, 鹿内愛軌: 立地適正化計画における地域拠点の位置づけ方針と都市構造に関する研究 中心施設と受け持つエリアの設定からみた 24 都市の分析, 日本建築学会計画系論文集, Vol.84, No.758, pp.883-893, 2019
- 7) 国土交通省都市局都市計画課: 立地適正化計画作成の手引き, 平成 30 年 4 月 25 日改訂
- 8) 駒木伸比古: コンパクトなまちづくりに向けた「線引き」の空間構造—立地適正化計画の誘導区域の設定に注目して—, 2019 年度日本地理学会春季学術大会
- 9) 甘粕裕明, 姥浦道生, 荻谷智大, 小地沢将之: 立地適正化計画と都市計画マスタープランの計画内容の関係性に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 53, No.3, pp.400-407, 2018
- 10) 高野裕作, 谷口守: 都市自治体による公共交通政策に関連した財政支出に関する研究 全市区を対象としたアンケート調査の分析, 都市計画論文集, Vol.53, No. 3, pp.1385-1392, 2018
- 11) 溝上章志, 尾山賢太: 立地適正化計画に整合した地域公共交通網形成計画の立案手法に関する研究 荒尾市地域公共交通網形成計画を例に, 都市計画論文集, Vol. 53, No.3, pp.581-588, 2018
- 12) 加藤博和: 変化する地域公共交通関連制度を現場で活用するために, 交通工学, Vol.52, No.2, pp.11-17, 2017.

キーワード 立地適正化計画, 地域公共交通網形成計画, コンサルタント

連絡先 〒930-8555 富山県富山市五福 3190 富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科

都市政策における政策統合の重要性とその実践に向けた留意点 -まちづくり交付金制度とコンパクトシティ政策を題材として-

富山大学	正会員	○高柳	百合子
富山大学	正会員	阿久井	康平
富山大学	正会員	猪井	博登
富山大学	正会員	本田	豊
富山大学	正会員	金山	洋一

1. 背景と目的

国の制度・政策は、導入後一定の期間を経た時点で政策評価の対象となり、その結果を踏まえた制度・政策の改善が実施されている。都市政策も改善を重ねながら、ここ 15 年程度の間、旧まちづくり交付金（以下、単に交付金）制度やコンパクトシティ政策等を導入してきた。本研究は、都市政策の内、特に分野を超えた連携を進める政策統合に着目し、その代表的な制度・政策として交付金制度の導入にまで遡って、現在、全国の自治体が行き組みを進めているコンパクトシティ政策を捉え直すことにより、政策統合の重要性と今後の実践に向けた留意点を把握することを目的とする。

2. 関連する既往研究と本研究の位置づけ

国のレベルでの複数分野を跨ぐ政策統合の推進については、行政学において省庁間調整の重要性が指摘されており、例えば環境政策以外の政策にも環境への配慮を要請する環境政策統合については、河川法改正時の省庁間調整過程を分析した大野(2018)等の研究蓄積がある。都市政策の分野間連携については、自治体レベルで立地適正化計画において導入されている各分野の指標間の相関を統計分析することにより、分野間関係を考慮して評価指標を立案することの重要性を指摘した越川ら(2018)の研究がある。これらは国の政策立案過程、ないしは自治体の実践過程、いずれかを対象として政策統合の重要性や留意点を分析したものである。一方、本研究では、都市政策に関して国が実施した複数の法改正を対象に、国の取組と自治体の代表的事例における取組を併せて見ることにより、政策統合の立案から実践に至る全体の流れを俯瞰している点に特徴がある。

3. 対象とした制度、政策とその事例

(1) まちづくり交付金制度

まちづくり交付金は、旧来型の個別の国庫補助負担金を廃止し、分野を跨ぐ目標を市町村自らが設定し、その実現に向けて必要な施策を総合的に推進することを支援する全く新しい助成制度として、他分野への導入に先んじて平成 16 年度に都市政策の分野において創設（H22 年度に対象分野を広げた社会資本整備交付金が創設され現在に至る）された。制度創設から 5 年目の平成 20 年度に、国は最初に事業を導入した全事業地区を対象として政策評価を行った。ここではその際、国の制度の創設に先んじて独自の都市構想を掲げ、縦割りを排した分野間連携の下で交付金を総合的に活用した点で高く評価された松山市を事例に取り上げる。

(2) コンパクトシティ政策

本研究では、国がコンパクトシティを将来都市像に位置付けた政策は、中心市街地活性化をねらいとした 2006 年のまちづくり三法の改正に始まる(海道(2017))ものと捉え、コンパクトシティ政策として、認定中心市街地活性化計画と、現在の立地適正化計画に基づくものを取り上げる。後者は、旧来の市町村マスタープランを高度化する計画として、特に土地利用と交通に関する政策統合の実現を目指したコンパクト・プラス・ネットワークを掲げて、平成 26 年度に地域公共交通網形成計画の導入と同時に創設された。ここでは、後者の制度創設に先んじてコンパクトなまちづくりを推進した代表事例として評価されている富山市を取り上げる。

キーワード 都市政策, 旧まちづくり交付金, コンパクトシティ政策, 分野連携, 政策統合

連絡先 〒930-8555 富山県富山市五福 3190 富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科

4. 二つの制度・政策と事例の分析

表1 国の都市政策と代表的な事例に見る分野間連携促進の取り組み

国の制度・政策	まちづくり交付金制度 (H16-)	コンパクトシティ政策 (H18-)	コンパクトシティ政策 (H26-)
背景	地方分権, 官から民へ	地方の中心市街地衰退の進展	地方の人口減少, 高齢化, 都市の縮退
計画の名称	都市再生整備計画	認定中心市街地活性化計画	立地適正化計画(+地域公共交通網形成計画)
分野間連携促進の取り組み (国)	国交省内部の連携で申請窓口を一本化, 目標に対する各事業の整合性を一括審査	内閣府の下で国交省が経産省と連携, 中心市街地活性化協議会の法制化	まち・ひと・しごと創生総合戦略の下で, 関係複数省庁による形成支援チーム設置
自治体における独自の都市政策 (事例)	松山市の都市政策 (H12年度-) 市総合計画の基本計画 (H12年度策定) に“坂の上の雲まちづくり”を位置づけ	富山市の都市政策 (H18年度-) 認定中心市街地活性化基本計画 (H18年度策定) に公共交通の利便性の向上, 賑わい拠点の創出, まちなか居住の推進, の3本柱を位置づけ.市マスタープラン (H19年度策定) に“串とお団子の都市構造”を位置づけ	
国の分野間連携促進を受けた取り組み (自治体)	市総合政策部に「坂の上の雲まちづくりチーム」を設置し, 市民活動拠点として「坂の上の雲ミュージアム」の整備事業を担当.他事業は各部局に任せつつ, センターと6つのサブセンターからなる「坂の上の雲まちづくり」(構想)の下で, 実現に向けて市内の2地区で交付金を活用し, 関係5部13課の連携・調整を推進.	中心市街地活性化協議会(事務局はTMO)の下に上記3つの柱別に専門部会を設置し, また計画に位置付けられた公共事業毎に市が事務局となり市関係者と地元経済界関係者を構成員とする委員会を設置して, 分野間・官民連携, 住民意見聴取を実施.(現在第3期計画)	認定中活計画 (H18年度, 第2期H23年度)の策定と計画に基づく事業実施場面において, 公共交通を活かすコンパクトなまちづくりを全市的に議論しフォローアップしてきた状況下で, 検討委員会を設置しパブリックコメントと市都市計画審議会による議決を経て策定 (H28年度)。(同時に地域公共交通網形成計画も策定)

表1を見ると, 国の制度, 政策において設定された分野間連携の仕組みは, まず省庁内部での部局間連携に始まり, 次に関係の強い省庁との相対での連携, そして複数の関係省庁による連携, という順序を踏んで進んでいる. 一方, 二つの自治体では, 国が新しい制度・政策に取り入れた分野間連携の仕組みによって, 確かに形式的には分野間の調整・連携の仕組みが取り入れられていた.

しかし, これらが両市の分野を超えた政策目標の実現を可能にしたのだろうか. そこで二つの自治体が各々独自の都市政策として何を位置づけ実践したかを見ると, 次の共通する3点が実施されていた. 1) 市が独自の地域資源を活かす計画を打ち出し, 長期にわたり一貫して対外的な発信を継続. 2) その計画の中に, 市民のまちづくり活動の拠点(例:坂の上の雲ミュージアム, グランドプラザ)を位置づけ, 都市像を共有する市民の意識を醸成. 3) その市民の活動拠点(空間)を市が先行整備することで民間投資を誘発. 1)から2)だけでなく3)まで初期に実施され, 都市像が実現した後の生活を, 市民が小規模ながらも当初から実体験することが出来たことが市民の意識を醸成し, 長期的な政策の継続と, 都市政策統合の実現を可能にしたと考えられる.

5. まとめと今後に向けた提言

国レベルでは都市政策の政策統合が段階的に進められており, その重要性は増している.一方, 国が推進する政策統合の進展を受けて自治体の実践が進んでいるかを見た結果, 国レベルの政策統合によって自治体レベルでの政策統合が展開するのは限定的で, 自治体レベルの政策統合は, 市民と目標を納得して共有する取り組みを実践した結果, 市民の視点から実現される実態が伺われた. また最終的に市民の視点に到達するため, 二事例には共通して1)~3)の取り組みが実践されていた.

現在, 国がコンパクトシティ政策として都市計画制度を前面に押し出しているが, 立地適正化計画を策定する際の法定上の手続きは, 公聴会と都市計画審議会の意見聴取だけであるため, 自治体においては, 都市計画制度が持つ弱点を踏襲しないことが肝要となる. 目指す目標を実現するには, 分野の存在に無関係な立場で生活している市民が納得する方法を当初から組み込むことで, 政策統合を実現していく取り組みが求められる.

参考文献

- 1)大野智彦:環境政策統合の政策過程分析, 環境経済・政策研究 vol.11,No.1(2018)
- 2)越川知紘, 森本瑛士, 谷口守:多様化するコンパクトシティ政策がもたらすクロスセクターベネフィットの可能性,土木学会論文集 D3 vol.74,No.5 (2018)
- 3)海道清信:「コンパクトシティー」の理念と政策を考える, 住民と自治 vol.4 (2017)
- 4)国土交通省都市・地域整備局:都市再生整備計画を活用したまちづくり事例集(2010), 他

社会基盤整備における数理計画（統計分析、機械学習）の応用への展望

非会員 株式会社エイト日本技術開発 松本 清誉

1. 目的

社会基盤整備において、土木数理計画の手法（統計分析、機械学習等）を応用した合意形成のための資料作成、意思決定手法を研究することで、事業の最適化への展望を論じる。

2. 背景

社会基盤整備においての意思決定・合意形成のプロセスとして、地域住民による意見交換会やワークショップ等による手法が採用されてきた。しかしながら、特定の団体の意見に偏る可能性もあり、多数の地域住民の意向を反映しているわけではない。特定の意見、志向に偏らず、「静かな意向」（サイレントマジョリティ）を定量的に分析・解析した結果を補完させることもインフラ整備や維持管理の意思決定をする上で重要と考える。

3. 現状と展望

社会基盤整備における数理計画の応用は主に土木計画学において研究されてきた。日本の土木計画学は、高度経済成長期の1966年に「土木施設の計画策定・評価・実施のための理論を体系化する学問」として誕生した。その後、交通需要予測や交通渋滞緩和といった道路交通問題を中心に研究が進み、主要テーマは国土計画、交通計画、都市計画となった。1970年代には因子分析、数量化理論といった社会統計学の手法の適用、1980年代には多変量解析、数理計画法・最適化手法の研究が進展、21世紀に入ってから情報科学との関係を強めていった。

社会基盤整備を進めるにあたって、行政の計画決定（意志決定）プロセスとして住民との合意形成が必要となっており、現在では、アンケート調査、住民説明会、ワークショップなど合意形成手法が確率されてきた。少子高齢化、過疎化が進展する地域において、地域コミュニティの縮小により、これらの手法が形骸化していくおそれがある。

一方、ICT、情報技術の進展により、第3次AI（人工知能）ブームがおきており、情報技術分野だけでなくさまざまな分野でAIを活用した製品やビジネスが生まれてきている。国土交通省では「i-Construction」プロジェクトにより、ロボットによる施工やCIMM、施工計画、構造物の劣化判定などへの応用が期待されている。社会基盤整備を進めるためには、自然的条件、社会的条件、経済的条件など多次元の条件から最適解を得ることが求められており、導かれた解は、住民との合意形成を図る上での重要な要素（ファクター）となる。このことから、これまでの土木計画学で研究されてきた統計解析、数理モデル、数理最適化法とAIの主要技術である機械学習、深層学習（ディープラーニング）を組み合わせ、土木計画の分野において応用を考えていく必要がある。これまで土木計画学では、数理最適化、OR（オペレーションズリサーチ）に加え、SVM（サポートベクターマシン）、テキストマイニングなど機械学習の応用が研究されている。主に交通計画分野において技術研究が進められてきたが、AI、機械学習技術の進展や応用事例が増えていくことにより都市計画分野での研究、活用が期待される。

キーワード 土木計画数理、数理最適化、機械学習、テキストマイニング

連絡先 〒168-0081 東京都中野区本町 5-33-11 TEL 03-5341-5148

4. 実装に向けて

土木計画段階において、自然、社会、経済の様々な次元のことなる条件から最適解を探り、意志決定をしていくため、機械学習を実装した検討が望まれる。応用が期待されるものを以下に提案する。統計分析、機械学習、ディープラーニングを実施するための主要なアプリケーションとなっている「R」、「MeCab」、「Python」などのソフトを活用する。

①自然言語処理、テキストマイニング

公園利用者アンケート調査においては、主に利用者の属性と満足・不満度が統計処理され整備効果が検証されている。一方、自由回答は定性的に分類されることが多く調査の付加的なものとなっていることが多い。自由回答に記述された文章をテキストマイニングし、利用者の志向や傾向を分析することにより、集客効果が見込まれる新規施設整備メニューを抽出する際の参考とする。

②因子分析、時系列分析、回帰分析

災害時に住宅被害にあった住民への対策として、自立再建が出来ない住民に対して災害公営住宅が整備されている。整備に必要な災害公営住宅戸数を的確に把握するために、住民意向調査等により規模を設定することが行われているが、被害規模が大きい場合は全数調査することが困難であり、また、被災直後と整備時期に乖離がある場合には被災者の状況変化により入居要望数に変化していくことから、事業の初期に戸数を決定するためにはこれまでの事例から推測するしかない。過去の災害公営住宅を整備する際の被災者属性（職業、世帯構成等）と入居希望状況を因子分析することにより、入居者数や入居辞退率を予測する。また、年数の経過による入居意向率の変化を時系列的に分析することにより、被災後年数が経過した場合の入居率を推計する。

③ネットワーク分析、行動分析

公園行政において、民間資金を活用した Park-PFI 事業が進められており、都市公園内に飲食店や売店など利用者の利便性向上資する施設が整備されている。計画段階において、事業可能性の高い公園を抽出するにあたり、消費行動分析、都市構造の空間分析、ネットワーク分析を応用し、事業の実現可能性を解析し適地選定と最適な業態を予測する。得られたデータは民間事業者へマーケットサウンディングをする際の仮事業要件を定めた「事業概要書」に記載することで、応募する事業者数を増加させる。

④ニューラルネットワーク

景観計画において、景観の評価を行うにあたっては、技術者による定性的評価や SD 法などによる評価をしてきた。景観を定量的、客観的に評価するために、景観の画像をあらかじめアンケート調査により評価してもらい、それを教師データとしてニューラルネットワークに学習させて景観評価を行う。

5. 今後の課題

2000 年代以降、第 3 次の AI ブームといわれており、AI（ディープラーニング等）が人間の助けになるとともに従来型の職種がなくなる可能性があるといわれている。土木計画における合意形成、ブラックボックス化しないように技術者自身が統計学、機械学習、ディープラーニングへの理解を深め、実際の現場に応用できる場面を見出すことが求められている。

参考文献

- ・土木計画数学 樗木武 1983 年 11 月 30 日
- ・土木計画学の進化と社会的役割 稲村肇 土木学会第 95 回特別講演
- ・サポートベクターマシンの土木計画学への適用に関する研究 長谷川 裕修 2007 年 6 月
- ・ニューラルネットワークを用いたコンクリートダム景観の定量的評価 長谷川高士 1995 年 10 月
- ・R によるテキストマイニング入門（第 2 版）石田基広 2017 年 6 月 30 日

口 頭 発 表 2

【4】維持管理

(於:土木学会 EF 会議室)

開発途上国における本邦技術の使用による技術開発

(独) 国際協力機構 正会員 ○和地 敬
(独) 国際協力機構 正会員 金縄 知樹
(独) 国際協力機構 正会員 山村 直史

1. 背景

(独) 国際協力機構（以下「JICA」という）では開発途上国における橋梁及び道路（以下「橋梁等」という）の維持管理能力向上を目的とした「技術協力プロジェクト」（以下「技プロ」という）を実施している。具体的には橋梁等の維持管理を担う組織や人員に対して維持管理計画の策定支援、維持管理における点検、診断、措置、評価の概念の導入、点検等の技術基準類の策定支援などを実施している。開発途上国では上述の支援によって得た知見等が継続的に活用されていない課題があり、担当組織の資金不足や人材不足を補い継続的かつ効率的に橋梁等が維持管理される仕組みが求められている。一方、我が国においても財政的に厳しい地方自治体等では資金不足や人材不足により満足に橋梁等の維持管理が実施されておらず、開発途上国と同様の課題に直面している。我が国ではこれらの諸問題を解決するために橋梁等の維持管理を効率的に実施するための技術開発が進められている。しかしながら、開発された最先端のインフラ維持管理技術の地方自治体等への本格的な実装は緒に就いたばかりであり、実装には新技術適用に対する責任の所在等の課題があると分析されている¹⁾。

2. 目的

JICA では我が国で開発された最先端のインフラ維持管理技術の開発途上国での適用性、今後の利用機会の拡大、更なる技術開発を目的として、これまで十分な維持管理が行われてこなかった橋梁等に対して効率的・効果的な維持管理技術の導入を技プロの活動の1つとして実施している。本論は、我が国で開発された技術の1つであるドローンによる橋梁点検技術をフィリピンの技プロでの活用した事例を通じて紹介する。

3. 実施内容

3. 1 技プロの概要

JICA はフィリピン共和国（以下「フィリピン」という）の公共事業道路省を対象として技プロ「道路・橋梁の建設・維持管理に係る品質管理向上プロジェクトフェーズ III」（2016年3月から2019年2月まで）に実施した。本技プロの成果の1つとしてフィリピンの特殊橋梁の維持管理に携わる地域事務所及び技術者の能力向上を図ることとしており、この能力向上の1つとしてドローンを使用した点検技術の試行的な調査を実施した。フィリピンでは橋脚と橋脚の間が60メートル以上ある橋を特殊橋梁と定義しており、特殊橋梁における点検マニュアルを技プロにより整備したが、特殊橋梁は山間部や島々をつなぐ橋梁であるため点検困難箇所が多いことが課題であった。

3. 2 本邦技術の概要

調査はドローンを使用して実施され、①飛行計画立案、②地形情報収集・測量・撮影、③データ調整・処理、④データの解析・分析、⑤損傷の確認・特定（AIの使用）、の5つから構成される。①～③については、フィリピンのドローンのオペレータにより行われ、④～⑤については、日本人の土木技術者の評価により行われた。ドローンの使用により得られるデータは測量データ、橋梁の写真と動画、地形図・航空/衛星写真であり、これらデータから3Dモデルの作成及び損傷の特定がデータ解析によりなされる。なお、ドローンを使用した調査にあたり、ドローンの操縦免許・許可が必要であったが操縦免許は現地のドローンオペレーターが取得済みであり、許可は航空局及び軍から問題なく取得することができた。

3. 3 調査対象橋梁

調査の対象とした橋梁は写真1に示すサンワニコ橋である。1972年に日本の援助により建設された、橋長2164メートルの特殊橋梁であり、中央部が鋼トラス橋、前後を鋼I桁及び鋼箱桁で構成されている。本橋梁は海上に位

キーワード 技術協力プロジェクト、維持管理、点検、ドローン、開発途上国、フィリピン

連絡先 〒102-8012 東京都千代田区二番町(独)国際協力機構 TEL03-5226-8131

置し、橋梁下からの点検は不可能であることから、ドローンによる点検を実施した。

4. 結果

得られたデータから作成された 3D モデルを写真 2 に示す。3D モデルは損傷写真の位置情報をリンクさせることができ、3D 管理台帳として使用できる。写真から特定できた損傷の例を写真 3 に示す。トラス部の塗膜の劣化を確認することができ、他の調査箇所ではボルトの脱落や部材の変形も確認できた。写真 4 はひび割れの自動検出を橋脚基部に対して AI により実施したものである。今回は撮影した画像の解像度が低かったことから正確にはひび割れが特定できない結果となった。

5. 考察

5. 1 3D 管理台帳

作成された 3D 管理台帳は損傷データの位置情報とリンクされていることから、定期的な点検時にドローンを使用した調査を実施することにより、損傷の進行具合や損傷が集中している箇所の把握（スクリーニング）及び損傷経過データ管理（モニタリング）に有益であると考えられる。

5. 2 損傷写真

得られた写真から各損傷（塗装の劣化、ボルトの脱落、部材の変形）を概ねではあるが把握できることが明らかになった。日本の橋梁点検で基本的に求められている²⁾ 近接目視等の点検の実施が定着していない開発途上国において、ドローンの使用による損傷の把握で点検が実施済みと判断できることもあると考えられる。

5. 3 ひび割れ分析

自動でのひび割れ検出は人的及び財政的に制限がある中での点検の実施にあたり、これらの課題を解決するための有効な点検方法の 1 つとなる可能性がある。実装に向けた本技術の開発のために、解像度の高いカメラの活用、ひび割れデータの蓄積など、改善を図ることにより正確な分析が可能となると考えられる。

6. 結論

最先端の本邦点検技術について開発途上国での実装の可能性を JICA 技プロ内で検討した結果、本ドローンによる点検技術を実装することは技術的に可能であることが明らかになった。実装にあたっては、開発途上国の技術基準等に適用される技術であることが前提となるが、最先端の本邦技術の実装は、点検の実施にあたる資金や人材が不足している開発途上国の課題を解決する 1 つの策となりえる可能性がある。また、更なる技術開発の試験フィールドとして JICA の技プロの枠組みを使用することが可能であることがひび割れの自動検出の試行により明らかになったと言える。

参考文献

- 1) SIP インフラ連携委員会報告書 社会インフラの維持管理・更新・マネジメントに関わる新技術の開発と活用拡大を考える一取り組みと提言
— 土木学会 技術推進機構 pp.23-24
- 2) 橋梁定期点検要領 平成 31 年 3 月 国土交通省 道路局 国道・技術課



写真 1 サンワニコ橋全景

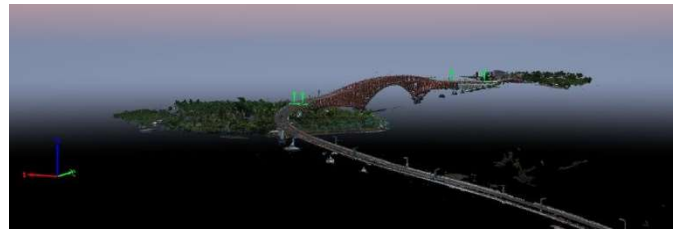


写真 2 3D モデル



写真 3 塗膜の劣化状況
(丸囲い箇所)

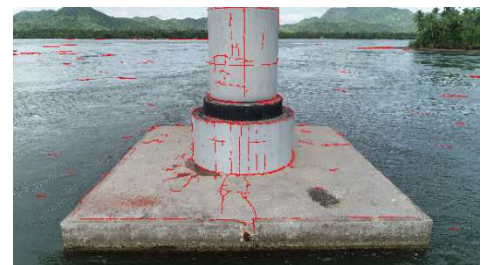


写真 4 ひび割れの自動検出
(線はひび割れと検出)

開発途上国での道路アセットマネジメント定着に向けた人材育成

(独) 国際協力機構 正会員 (5月から入会予定) ○金縄 知樹
 (独) 国際協力機構 正会員 山村 直史
 (独) 国際協力機構 正会員 和地 敬

1. 背景/目的

開発途上国におけるインフラ整備需要の高まりの中、いわゆる新興国では短期間に日本の高度成長期以上に多くのインフラが建設される一方で、2020年代後半には、開発途上国でも日本同様に供用後50年を経過するインフラが増え、日本が支援してきた道路インフラも高齢化を迎える。新規建設が優先される開発途上国では維持管理への意識は低いものの、将来必要となる維持管理・更新費用が各国の国家財政に多大な負担とならないよう、道路アセットマネジメントの定着に向けた取組が必要である。

JICAでは道路インフラの運営・維持管理能力強化に資する技術協力を約20か国で展開している。協力終了後のナレッジ活用や技術の陳腐化等の課題を改善すべく、2017年10月に道路アセットマネジメントプラットフォーム(図1)を立上げ、これまで個別に管理していた事業を一元管理することで、事業の効率化や高質化、別地域への展開を可能とするともに、国内最先端の取組から地方自治体の取組を集約し、開発途上国の課題へ柔軟な対応を可能とした。このプラットフォームの下で、開発途上国での道路アセットマネジメントの定着に向けた役割を担う人材の戦略的な育成を実施する。

2. 対象

道路アセットマネジメントの定着を図るためには、維持管理の作業サイクル(点検・診断・措置・記録)を包含する維持管理のPDCAサイクルを理解している必要があることから、人材育成の対象は、JICAの道路インフラの運営・維持管理能力強化に資する技術協力を実施中もしくは実施済の開発途上国の道路管理機関(省庁・公社・自治体等)とする。

3. 方法

これまでのJICAの技術協力は開発途上国の要請に基づき、個別に協力内容を策定、点検・補修マニ

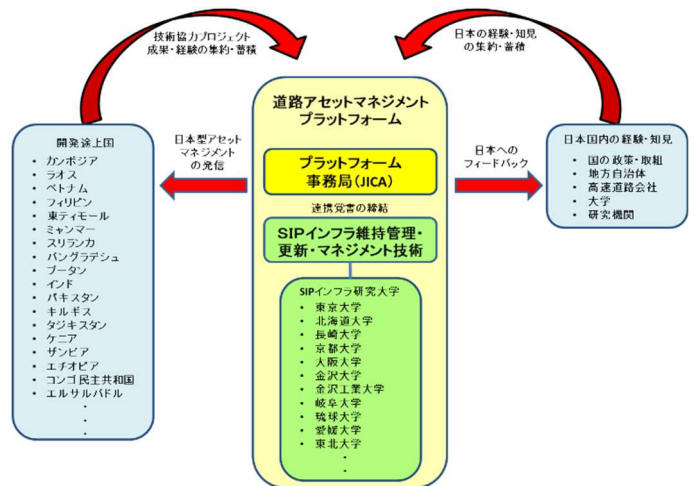


図1 道路アセットマネジメントプラットフォーム

アル類の作成や技術指導といった活動を実施し、個別案件の事業評価を行ってきた。協力内容は、各国の技術レベルに応じて相違はあるものの、基本的には維持管理のPDCAサイクルの定着を図ることだが、今回、他国での成功事例の活用等を容易に行うために、道路アセットマネジメントにかかるプラットフォーム(図1)を立ち上げた。このプラットフォームには、内閣府SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)インフラ維持管理・更新・マネジメント技術(以下、「SIPインフラ」)の地域実装支援チームからの支援・協力の下、JICAが実施した技術協力の成果のみならず、SIPインフラで開発された最先端技術等の国内技術の活用や日本の高速道路会社、直轄国道、地方自治体等の経験・知見等が活用できる体制(プラットフォーム)を構築することで、各国で高質化された効率的かつ効果的な道路アセットマネジメント定着に向けた取組手法を確立した。

4. 結果

このプラットフォームの取組として、技術協力の実施による各国アセットマネジメントの成熟度評価を行うキーワード 開発途上国、アセットマネジメント、プラットフォーム、維持管理、人材育成

連絡先 〒102-8012 東京都千代田区二番町5-25 二番町センタービル TEL03-5226-8147

た（図2）。各項目の成熟度は5段階評価（1は初期段階、5はベストプラクティス）で表し、技術協力実施後の目標レベルを3（構造化段階）とした。この対象国では道路（舗装）の維持管理に係る技術協力を実施中であり、現状レベルを青字で、終了時に期待されるレベルを橙字で表した。図2から舗装に関する項目は概ね目標レベルに到達（2.5以上）しているものの、橋梁に関する部分はまだ目標レベルに到達しておらず、今後は橋梁維持管理に係る技術協力の必要性が確認できた。

2つ目は、SIP インフラで開発された技術の海外実装として簡易路面性状機器（iDRIMS）の導入を行った（図3）。iDRIMSはスマホを使って道路の平坦性（IRI）を簡易に測定する技術で、測定値は路面性状測定車の測定値に比べるとややばらつきはあるものの、相対的に路面状態の悪い箇所を確認できる。JICAの技術協力の中で実装することにより、対象国関係者にこの技術の効果・性能を理解させることができ、この機器を使用した測定が全国展開されることになった。開発企業は現地での販売網の確立を目指している。

3つ目は、現地大学が主体となった人材育成体制の立ち上げです。ザンビアで開始する技術協力では、C/P機関の持続的な技術者育成体制が懸念されることから、岐阜大学の技術者育成（ME養成講座）手法をザンビア大学で実施することを目指している。岐阜大学工学部はザンビア大学工学研究科と学部間協定を締結（2019年1月30日）し、JICAの技術協力と連携しつつ、ザンビア大学の技術者育成を支援する予定である。この体制により、ザンビア大学による持続的な技術者育成が可能となる。

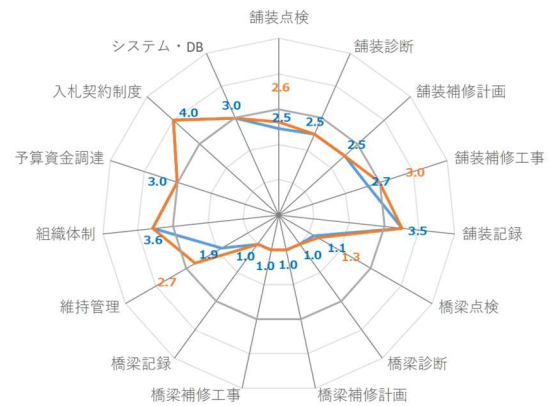


図2 アセットマネジメント成熟度評価



図3 SIP インフラ開発技術導入

5. 考察

SIP インフラ関係者の支援・協力を得つつ、プラットフォームに日本の経験・知見を集約させることで3つの取組が行われた。アセットマネジメントの成熟度評価では、個別案件の評価のみならず、アセットマネジメントの定着に向けて不足している能力を定量的に測ることができ、更には他国との比較も容易に行うことができる。日本技術の活用事例は開発企業のリスク回避にも繋がり、これを海外実装手法の1つとして定着させることで日本企業の海外進出の後押しに繋がるものと考えられる。ザンビア大学での取組はまだ協力体制が整ったばかりではあるものの、将来的には周辺国の技術者育成にも寄与できるものとして、大学と連携した新たな人材育成手法として大いに期待されるものであり、この取組の実施状況をモニタリングしていく必要がある。

6. 結論

プラットフォームの構築により、日本の経験・知見を活用した技術協力を実施することができた。この取組は開発途上国の人材育成に資するのみならず、日本企業の海外進出の後押しにも繋がり、日本 - 開発途上国の双方が win-win の関係になると考えられる。今回紹介した成果以外にも国内大学院への留学生受入等も行っており、現地ニーズに応じた研究の実施等、これまで以上に質の高い支援の実現が可能となった。

SIP インフラは2019年3月に終了したが、これまでに構築した協力体制は土木学会に引き継がれることになった。今後は土木学会との連携により、プラットフォームの助言の下、開発途上国を活動現場として、最新技術を活用したインフラ診断を能動的かつ機動的に行い、高齢化したインフラの更新時期を精緻に把握し、効率的な財政計画策定に資する取組や、これを基に将来の資金協力事業の形成等、我が国政府のインフラ輸出政策への貢献にも資すると考えられる。更に JICA 留学生と民間企業との人脈形成や日本人若手技術者の海外派遣等、これまで以上に日本の技術・知見を活用した道路アセットマネジメントの人材育成が期待される。

開発途上国や地方自治体に有効な舗装点検技術の実践

株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル ○角岡 正嗣
 株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル 小林 宏昭
 バンプレコーダー株式会社 八木 浩一
 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 野口 英司

1. 背景

日本の管轄者別道路延長は、高速道路 0.7%、国道 5.1%、都道府県道 11.2%、市町村道 83.0%のピラミッド型である。一方、地方自治体の道路維持管理予算はその管理延長に対して少なく、より効率的で廉価な点検・計画策定手法が求められる。地方自治体の課題は、開発途上国と共通する部分も多く、課題解決に寄与する技術の必要性は高いと考えられる。

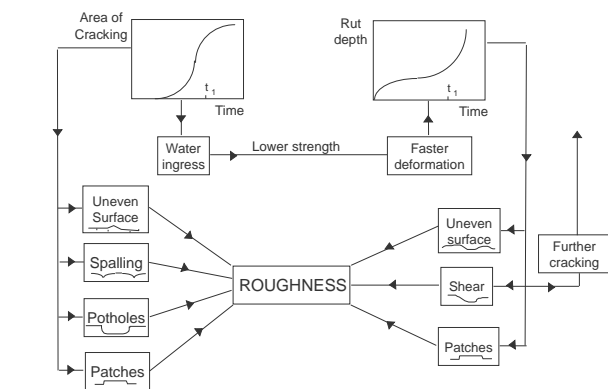
2. 研究の目的

開発途上国や地方自治体に有効と考えられる舗装点検技術を特定し、開発途上国での実践を通じた、①実用性の検証、②今後の教訓の抽出を目的とする。

3. 開発途上国等で有効な舗装点検技術の検討

3-1. 舗装損傷の関係性

様々ある舗装損傷の関係性を整理する。図 1 ではひび割れ、わだち掘れ、ポットホール等の損傷がラフネス（平坦性（IRI））に反映されると整理されている。したがって、計測項目が限定される場合、ラフネス測定の有効性が高いと考えられる。



出所：W.D. Paterson (2001) World Bank

図 1：舗装損傷とラフネスの関係性

3-2. 既存点検方法とその課題

密粒アスファルト舗装を想定した既存点検方法とその課題を表 1 に示す。

表 1：既存点検方法と課題

点検手法	特徴	課題
簡易目視点検（クラス分け）	導入容易、比較的短時間、廉価	ばらつき、正確な位置情報記録
簡易機器によるひび割れ・わだち・平坦性	定量化できる、ばらつきが少ない、比較的廉価	計測に時間がかかる、データ処理・解析の人員確保
路面性状測定車	短時間で多項目の計測が可能	高価、導入準備期間、データ処理
モバイルマッピング（MMS）	短時間で多項目の計測が可能	高価、導入準備期間、データ処理
AI 画像処理	定量化、ばらつき少、比較的廉価	ひび割れ・ポットホール中心

3-3. 点検における定量的及び定性的アプローチ

舗装点検における定量的・定性的アプローチを表 2 のように整理し、それぞれの特徴を示す。維持管理計画及び補修計画に用いることを考えると双方のアプローチを組み合わせることが効果的である。

表 2：定量的・定性的舗装点検アプローチ

手法	例	特徴
定量的	MCI, IRI, ひび割れ率	マクロ的 ・統計的分析による比較が可能。計測対象外要素の影響を無視。 維持管理計画 が策定容易。
定性的	現地踏査, 詳細目視点検	ミクロ的 ・記述的分析により様々な要素を考慮可能。路線別の比較が困難。 補修計画 を策定し易い。

3-4. 開発途上国等で舗装点検技術の要件

開発途上国等では以下の制約条件があると仮定し、それに伴う舗装点検技術の要件を表 3 に示す。

表 3：途上国等の制約条件と点検技術要件

制約条件	点検技術要件
①長い管理道路延長	a) 短時間・短期間での点検 b) 複数チームで実施可能
②技術者・点検員不足	c) 技術移転が容易 d) 点検者による差異小
③厳しい予算の制限	e) 廉価な機材 f) 現実的な維持管理計画策定
④不十分な道路台帳	g) 台帳なしでも点検可能

キーワード 舗装点検、国際ラフネス指数 IRI、位置情報付き動画、開発途上国、地方自治体

連絡先 〒163-1409 東京都新宿区西新宿 3 丁目 20-2, Tel: 03-6311-7894, Mail: kadooka@ocglobal.jp

4. 舗装点検技術の実践

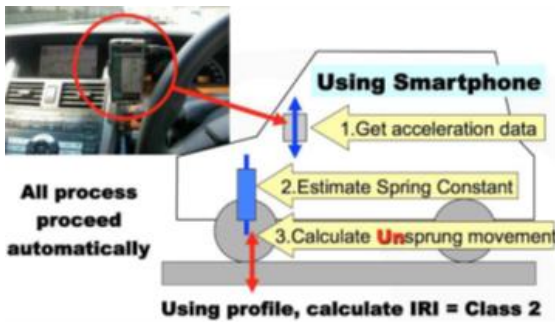
4-1. 実践技術の概要

3の検討を踏まえ、開発途上国等で有効な舗装点検技術のひとつの手法として表4を特定し、実践した。

表4：実践した舗装点検技術の概要

項目	概要
取得データ	国際ラフネス指数 (IRI)、位置情報付き動画
主要機材	スマートフォン、ドライブレコーダ (DR)、一般車両
使用ソフト	バンプレコーダアプリ、表計算ソフト、GIS、DRプレーヤ
点検手法	一般車両にスマートフォンとDRを設置し、20-100 km/hの制限速度内で走行。
データ処理	スマートフォンに記録された位置情報や振動加速度等をバンプレコーダ社サイトにアップロードし、IRIに変換。IRIデータはGIS化。DRによる位置情報付き動画は、日毎・点検者毎にハードディスクに保存。

出所：https://www.bumprecorder.com/



出所：Yagi (2017)

図2：バンプレコーダの概念図

4-2. 実践方法 (実施手法)

表5の方法にて上記技術を実践した。

表5：実践方法の概要

項目	概要
実施国	キューバ国
対象道路	主要幹線道路約 8,500 km、上下線
実施体制	5チームを編成 (政府職員：10 (2x5) 名、運転手 5 名、専門家 1 名、通訳 1 名)
機材調達	日本で調達した機材をキューバに持ち込み
事前研修	座学研修と実技研修を1回ずつ
調査期間	1チーム最大8日間 (計29日・チーム)
分析期間	専門家1名で約7日間

4-3. 実践結果 (データ処理・分析結果)

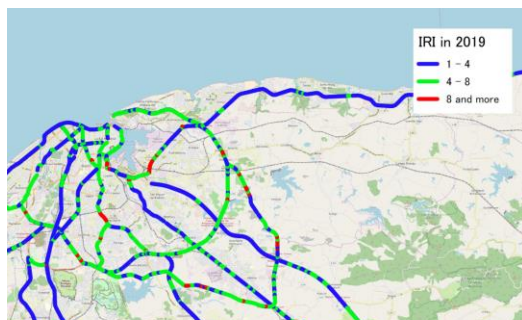


図3：IRIデータの図化の例

取得データを処理・分析することにより、以下の結果を得た。①各区間の車線数、分離帯・路肩の有無、②舗装状態 (Good, Fair, Poor) の割合、③道路網全体及び路線ごとの IRI 統計分析結果 (平均、中央値、標準偏差、ヒストグラム) ④図化した IRI マップ (図3)、⑤動画確認による高 IRI の主要因の特定

5. 実践結果の検証・考察

5-1. 実用性の検証

実用性を4つの視点から検証・考察する。①**途上国等の点検技術要件**：表3に示した7つの要件のうち、f)を除く要件は満たした。ただし、c)のうち点検実施技術は容易に移転できたが、データ処理・分析は十分でない。②**データの有効性**：IRIデータで定量的、動画で定性的アプローチを確保できた。③**費用**：1チームの機材 (車両借上げ費は考慮しない) が低廉であったため、複数チームにて並行して実施できた。④**調査期間**：研修を含めて約3週間で現地調査からデータ分析まで短期間で実施することができた。

5-2. 今後の課題・教訓

今後の主要課題・教訓として以下4つがあげられる。①**動画データの圧縮**：約8,500 kmの動画データで合計1.2TBとなり、対象道路が広がると対応が困難である。②**インターネット環境**：IRIデータ処理及び位置情報付き動画確認にネット環境が必要であり、適用が難しい国もある。③**データ処理・分析の簡略化・自動化**：現段階では統計分析、GIS、動画からの情報読み取りと複数技術がデータ処理・分析に必要である。④**維持管理計画の策定**：今回は結果を分析し現状把握まで実践した。今後、維持管理計画策定まで一貫した実践が必要である、

6. 結論

実践した技術によって、開発途上国や地方自治体の舗装点検技術の要件を満足し、定量的・定性的アプローチを組み合わせた分析が可能であった。データ処理の簡素化・自動化や他技術と組み合わせることにより、さらに実用性が高まることが期待される。

参考文献

W.D. Paterson (2001) Road Deterioration and Works Effects, World Bank

K. Yagi (2017) Response type roughness measurement and cracking detection method by using smartphone

コンビニエンスに流されないために

(公財)高速道路調査会 正会員 川井田 実

1. “神様の所為”にする前に…

コンピューターやインターネットの普及により仕事のスピードが画期的に速まるとともに、少子高齢化による人的資源の不足、社会資本の長寿命化や地球環境保全、大規模災害への対応が求められるなど、土木技術者の忙しさは一層増すばかりである。これを解消する手段として「仕事のスリム化」ばかりに目が向き、「アウトソーシングの拡大」、「現場に行くより書類作成」、「自己研鑽は切り上げて早く帰宅」といったことで、当座の労働時間は短縮できるかも知れない。ところが「分業化」によって、「図面やデータを見ても現場がイメージできない」、「アウトソーシング先がいないと質問に答えられない」、「自分の守備範囲外には手を出さない」など、「矜持や責任感の低下」が蔓延し、向上心も薄れて技術力がさらに低下するという悪循環に陥っている。「技術力の低下」は、その人がつくる構造物の品質も低下させ、手戻りが増加してかえって時間がかかってしまうことになる。

技術がそれなりに備わっている人は、「現場の現象」、「他人の発言」あるいは「資料の文面」を速く理解できるので、仕事の「能率」も「質」も高くなる。すなわち、「技術力を向上」させることが、結果的には“時間の有効活用”さらには“構造物の品質向上”につながるのである。

最近の地盤にまつわる事故やトラブルをきっかけに、「地質リスク」を適切にマネジメントすることで、安全にかつ良い品質の構造物を建設しようという機運¹⁾にある。しかし、どんなにすばらしいマニュアルやシステムがあっても、操る技術者の力量がそれに適応できていなければ正しい目的地には行けない。やれ「地盤は個性豊かで不均質」だの、「複雑な地盤構造を調査でつぶさに把握することは不可能」だの、「設計を可能ならしめるために多くの単純化や仮定が不可欠」だのと“神様の所為”にする前に、技術者は自分の胸に手を当ててみる必要がある。

2. 反面教師に学ぶ

(1) 基準値との照合だけが品質管理ではありません

盛土の締固め管理は空気間隙率または乾燥密度比で行われ、施工の都度、現地で計測したデータが管理者のもとへ送られる。管理者は、入力値をチェックし、締固め度およびそれを取り巻く他の計測値（例えば施工含水比）を管理基準値や施工仕様と見比べ、満足していることを確認する。

硬岩の切土材やトンネルずりを盛土に使用すると、締固め後の湿潤密度は $2.1\sim 2.2\text{Mg}/\text{m}^3$ 程度になる。盛土内に設置されるカルバートの設計基準では、盛土の湿潤密度を $1.8\sim 1.9\text{Mg}/\text{m}^3$ と仮定（すなわち、本来仮定と異なる場合には相応の値で設計し直すことを意味する）して設計されている場合が多いので、カルバートに作用する土被り圧は $15\sim 20\%$ 程度増加することになる。

ある現場では“一般的な土”で設計を行い、工事発注したあとで土取り場が決まって、硬岩が大挙してダンプでやってきた。その現場の発注者および受注者の誰ひとりとして、他者の指摘を受けるまで、カルバートの設計をチェックすることなく、みんな「良く締まるいい盛土」と喜んでいた。

(2) そのデータは正しいですか

軟弱地盤上の盛土では、地盤の非排水せん断強さが小さいため、薄層の盛土を時間をかけて施工し、その

キーワード 技術力向上, 反面教師, 地質リスク, 品質管理, 情報化施工

連絡先 〒106-0047 東京都港区南麻布2丁目11-10 OJビル2階 TEL03-6436-2077

荷重により地盤が圧密して増加する強度とのバランスを把握しながら施工していく。荷重と強度とのバランスを把握する方法のひとつに、盛土法尻に設置した変位杭の水平変位量（盛土外側への変形がすべり破壊の兆候を示す）の計測がある。

通常であれば、測量機器を不動点に設置し、変位杭の杭頭に反射鏡を立てて光波で計測するので、最低でも2名の人間が必要となる。ある現場では、人手を省略するために、機器操作を行う1名のみで作業を行っていた。反射鏡はどうしているかというと、変位杭を高くしてその頭に固定していた。杭を高くした理由は、草が生い茂った夏場にいちいち草刈りをせずに反射鏡を見通せるようにするためらしい。地盤の変形に伴って、杭がどのように移動するかを示したものが図1²⁾である。図の左側に盛土があり、施工に伴って地盤は盛土の外側へ、また、せん断変形によって隆起を示すことが多い。図から分かるように、杭が高すぎると、地盤（杭の根元）の変位と杭頭の変位に大きな違いが発生する。現場も見ずに作業を“人任せ”にし、もらったデータを鵜呑みにしていると、すべり破壊の兆候を見逃す危険性がある。

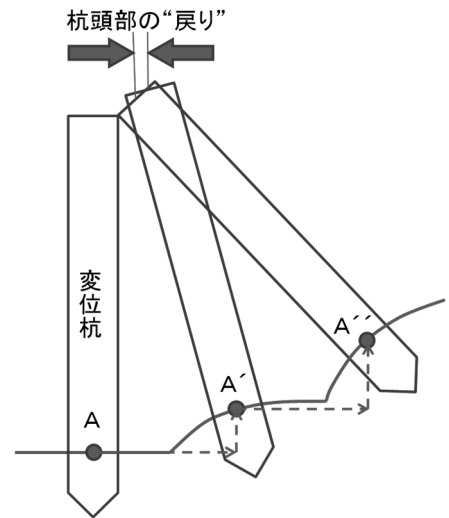


図1 地盤の変形に伴う変位杭の動き²⁾

(3) あなたの使命は何ですか

ある編集途中の原稿において、地すべり抑制のための地下水排除工の機能の説明で、「(地下水排除工は,)地下水の上昇を抑制して、斜面安全率を所定の値に保つ役割を担っている」と書かれたものがあつた。安全率は、我々が仮定した計算法およびインプットデータに基づく「この程度の値であれば経験上斜面の安定が保たれる」という“指標”であり、実際の斜面の力の釣合い状態を保証するものでもなく、対策工にかかる費用や時間を算出するための“決め事”に過ぎない。我々が実現すべきは、斜面の崩壊を防ぐことであつて、計算根拠を整えることではないし、ましてや、現場の動きが予測どおりにならないときに「現場がおかしい」などと叫んでいるのは、人間の驕り以外の何ものでもない。

3. “本来の目的”を見失わないで

反面教師の事例はいずれも、「品質の良い土構造物を構築する」、「軟弱地盤上の盛土を安定に施工する」、「地すべりの崩壊を防ぐ」という“本来の目的”を忘れ、「締固め度の確認だけが品質管理」、「現場は人任せで書類作成に専念」、「マニュアルに基づく計算を信奉」といった、一連の仕事のごく一部のみを自分の役割と認識してしまったが故に惹き起こされている。そして、周囲に目を向けることを意識的に避けて限られた立場に埋没し、コンビニエンスな方向にばかり流れていて、冒頭に述べたように社会がそれを許容しているようにさえ思えてくる。

技術力は学習や教わることで補えるが、いったん捨て去った「矜持と責任感」を取り戻すのは容易ではない。

参考文献

- 1) 例えば、国土交通省近畿地方整備局：地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案），2018.
- 2) 川井田実：地盤は患者・君は医者，地盤工学会誌，Vol.59，No.6，pp.4～7，2011.

口 頭 発 表 2

【6】設計

(於:土木学会 講堂)

桜小橋の計画・設計

(株) エイト日本技術開発 正会員 ○古閑 徹也

1. はじめに

桜小橋は、東京都中央区の朝潮運河に架かる勝どき地区と晴海地区を結ぶ歩行者専用橋であり、周辺歩道の混雑緩和と災害時避難路確保のため計画された。架橋にあたっては計画初期段階より、学識経験者や地域住民の代表等から構成される検討会を設置し、地域住民との合意形成を図り、地域住民の要望を取り入れた橋梁の計画を行った。最終的には「歴史的な水辺空間の魅力を活かし、周辺地域および運河空間の回遊性を生み出すことで、今まで以上に地域の活力を向上させる歩行者専用橋と水辺空間」というコンセプトのもと、橋と橋詰そして接続街路までを一体的に整備した。平成 29 年 10 月に開通を迎え、今では多くの地域住民、通勤・来訪者に利用されており、インスタグラムに夜景写真がアップされるなど、評判は上々のようである。本稿では橋梁本体の設計、施工の工夫のみならず、橋詰、転落防止柵、舗装、照明による演出などにより、地域の魅力向上と利便性向上に大きく貢献できた事例として報告を行う。

2. 検討会開催による合意形成

(1) 事業プロセス

朝潮運河の歩行者専用橋は「周辺歩道の混雑緩和」や「朝潮運河沿いの行き止まり街路の解消による災害時の避難路確保」を目的とし、架橋が決定した。架橋にあたっては、区と地域住民とが朝潮運河周辺地域における歩行環境の問題点を共通認識とすることで、今後の改善の方向性についての合意形成を図り、良好な歩行環境を早期に実現することを目的に、「朝潮運河周辺における良好な歩行環境の実現に向けた検討会（座長：山田正中央大学教授，2009，2011 年度）」を設け、整備計画の検討および協議を行った。

(2) 当初整備計画

基本設計段階では、3 地区の連携強化と水辺のにぎわい創出に主眼をおき、X型やO型の橋梁形状を提示した。幅員については、歩行者および車椅子の対面通行を想定した最小幅員である 3.5m を設定した。

(3) 検討会における意見

検討会意見やアンケート結果からは下記の意見、要望が多く挙がった。

- ・架橋地周辺の建物に対するプライバシー確保や住環境への配慮
- ・ユニバーサルデザインへの配慮
- ・防災面を考慮し、できるだけ広い幅員を希望

また、橋梁の形状についてのアンケート結果を整理すると、プライバシーに配慮している点や防災性を考慮したシンプルな形状を重視しており、回遊性や距離を重視した意見は少なく、形状としては変形 X 型が良いとする意見が多く挙がった。一方で、距離の短い真っ直ぐな橋の優位性についての意見もあり、橋梁形状については再

検討を行った。最終的に幅員を 4.5m へ見直し、防災性の向上やプライバシー確保の観点より、勝どき・月島と晴海を各々直線で結ぶ II 型案を基本として詳細設計を進めていくことで合意を得ることができた。

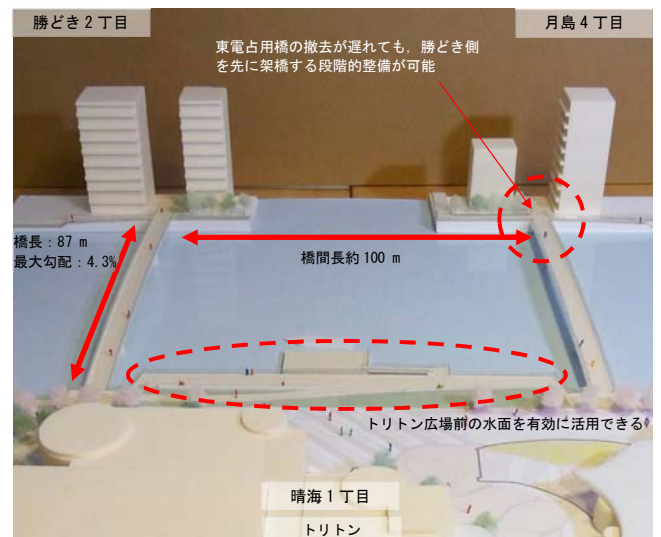


写真-1 II 型案模型写真

キーワード 橋梁計画, 住民参加, 合意形成, ユニバーサルデザイン, 高強度コンクリート, 台船架設
連絡先 〒164-8601 東京都中野区本町五丁目 33 番 11 号 (株)エイト日本技術開発 TEL 03-5341-5144

3. コンセプトに基づく、橋梁周辺の一体的な整備

デザインコンセプトに基づき、水辺が主役となるシンプルな橋を目指し、橋梁本体のデザインを行った。橋の整備に合わせて地区全体の魅力を高めるには、橋詰めやアプローチ街路も重要な空間であることから橋梁から橋詰め、街路までを一連の歩行空間として一体的に整備した。

勝どき側の橋詰めは橋軸方向の階段に加え、運河沿いにバリアフリーに配慮した折り返しスロープを設けた。合わせて沿道住居のプライバシー確保のため、通行人からの視線をカットするよう植栽を計画し、緑の多い空間としている。なお、このスロープは将来計画である運河沿いの遊歩道と接続予定である。

接続街路では、全幅は変更せずに元の片側歩道から両側歩道へ再構成し、さらに電線地中化により歩行空間を上げた。合わせて、車両通行の少ない行き止まり区間では、車道と歩道を同じ脱色アスファルトで統一し、街路全体を歩行者優先の空間となるように整備した。



写真-2 橋詰めのスロープ



写真-3 歩行者優先の街路空間

4. 橋梁計画

橋梁計画にあたっては、住民よりユニバーサルデザイン・住環境への配慮、わたりやすさが求められた。また、住宅、商業施設が隣接するため、取付高や施工ヤードの制約を受けた。運河内の仮設構台を施工ヤードとせざるを得ない状況であったため、狭小ヤードで施工が可能なこと、また、歩行振動に有利なコンクリートのラーメン構造を採用した。バリアフリー基準である縦断勾配 5%以下とするため、主桁には高強度コンクリートを採用した。航路条件の制約より支間比が 1 : 2.2 : 1 と断面力バランスが悪いことから、端部に向かって幅員を 1m 拡げて重くし改善を図るとともに、橋詰からスムーズにアプローチできるよう計画した。

朝潮運河は多くの漁船や屋形船が運航しており長期の航路閉鎖はできず、大型の起重機船等も使用できない状況であった。このため、航路上の中央径間は幅員方向に 2 分割し、台船による一括架設後に側径間と連続させるという特殊な構造を採用することにより、2 日間の航路閉鎖での施工を実現した。

橋面は水辺へ視線が抜ける透過性の高い横桟タイプの高欄を採用した。橋の周辺は夜間でも多くの利用者が見込まれるため、高欄照明や橋側灯を配置し、にぎわいの水辺を演出した。

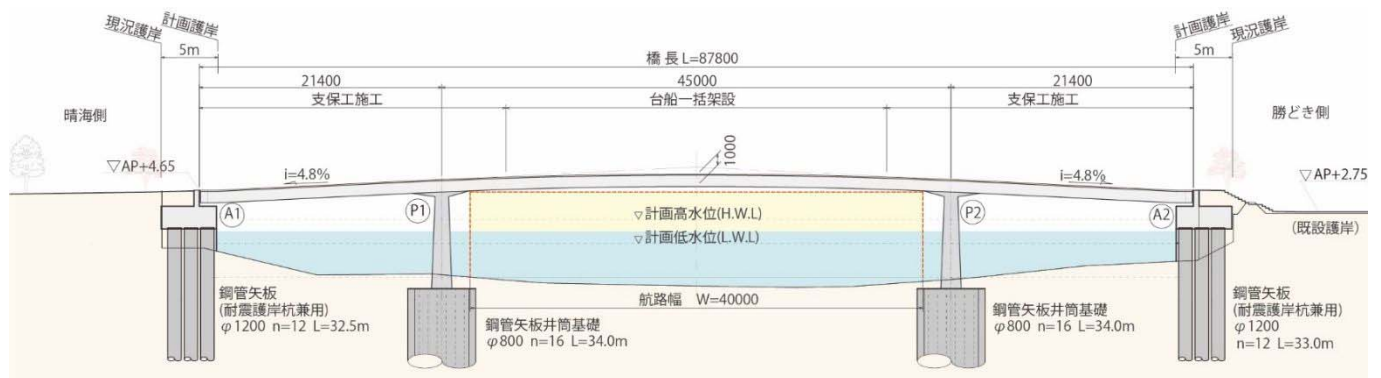


図-1 桜小橋 一般図

5. おわりに

橋梁計画では経済性のみを優先させる傾向にあるが、今後は経済性に加え、地域住民の意見や周辺環境および景観性への配慮も求められていく。橋梁計画への住民参加、橋梁周辺の一体的な整備や演出により、付加価値の高い橋梁を実現していくことが望まれている。

(独)国際協力機構(JICA)

法人会員 小泉 幸弘

1. 概要

日本の無償資金協力により 2015 年 4 月に開通したカンボジア・つばさ橋は、ベトナム・ホーチミンからカンボジア・プノンペンを経てタイ・バンコクにつながる南部経済回廊のボトルネックであったメコン川に架かる橋として国際的なプロジェクトと呼べるものであり、物流、人流の円滑化による経済効果が期待されるとして日本国内でも大きく報道された。しかし、同橋は 2001 年 12 月に同国フンセン首相が日本に要請してから開通まで 14 年間もかかるなど、通常の日本支援によるプロジェクトと比べても時間がかかるものであった。カンボジア経済成長は予測を大きく上回り、クメール正月・盆時期のフェリー待ち時間が 6～7 時間に達することもあるなど、一刻も早い供用開始が求められる一方、環境社会配慮の観点からプロジェクトにより影響を受ける地域住民等との複数回にわたる対話プロセスや、環境影響の軽減等に最大限配慮した設計方針、また日本、カンボジア両国の政治的・外交的観点も踏まえ、日本政府による無償資金協力決定までの意思決定に時間をかけて行ったものである。

本発表ではこれら案件形成段階における意思決定までのプロセスを踏まえ、手続きの透明性と迅速性についての教訓と課題を整理するものである。



写真 1 開通したつばさ橋

年目	期 間	内 容
1	2001年12月	フンセン首相から要望
3	2003年11月～2004年6月	事前調査
4～6	2004年4月～2006年3月	本格調査 (F/S調査)
6～7	2006年11月～2007年11月	フォローアップ調査
8	2008年8月～2008年12月	予備調査
9～10	2009年2月～2010年3月	協力準備調査 (無償)
10	2010年6月	E/N署名(119.40億円)
10	2010年12月	施工/施工監理
15	2015年4月	開通式典

図 1 要望から開通までのクロノロジー

2. 事業をとりまく背景・経緯

(1) カンボジアの経済成長

2000 年代に入り、開発途上国の経済成長は先進国と比べても顕著になっている。図 2 は G7 諸国、ASEAN10 カ国、およびカンボジアそれぞれにおける名目 GDP 総額(ドルベース)を比較したものである。2000 年を 100 とした場合、2018 年における数値は、G7 諸国は 177、ASEAN10 カ国で 459 であるのに対し、カンボジアは 668 となっている。2000 年代初頭のカンボジアでは、一桁国道約 2,000km に対し、舗装されている道路はわずかに約 400km であったが、約 10 年後、一桁国道の舗装率はほぼ 100%となった。こうした中、2001 年 12 月、フンセン首相からネアックルン橋梁建設の要請がなされた。

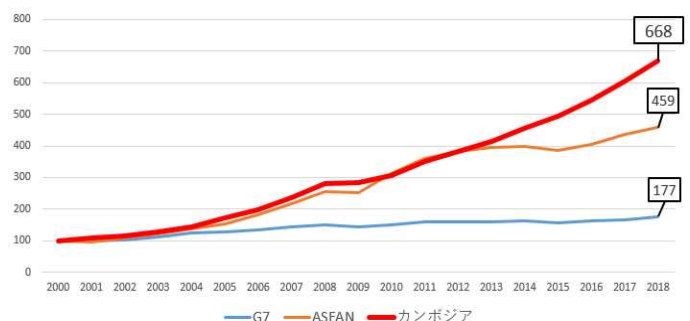


図 2 名目 GDP の推移 (2000 年=100 とした場合)

(2) 大メコン圏開発(GMS)の推進

1992 年に開始した GMS はアジア開発銀行(ADB)の主導のもと、メコン川流域諸国・地域を対象として道路網、

電力・通信網などの基幹インフラ整備による開発と地域格差是正を狙うプログラムである。2002年11月、第1回GMS首脳会議でGMSプログラム10か年戦略的枠組みが示され、南部経済回廊は東西経済回廊、南北経済回廊と並ぶ3大回廊として改めて位置づけられ、インフラ整備、国境通関手続きの簡素化、沿線開発等を総合的に進めることとなった。ネアックルンにおけるメコン川橋梁整備は南部経済回廊のボトルネックを解消し沿線開発に資するものとして、地元住民のみならず、国内外から早期実現が強く望まれていた。これを受け、2003年6月、ASEAN+3会議に出席した川口外務大臣（当時）は、プノンペン政策演説「未来への架け橋」のなかで「本日、私はここに、第二東西回廊の要所であるネアックルンにおける新たなメコン架橋の開発調査を開始する決定したことを表明したいと思います。」と演説した。2006年3月の最終報告書では2012年中の供用開始が必要としている。

（3）環境社会配慮の高まりと合意形成

一方、森林伐採や大気汚染、水質悪化、地元住民の意思・意向を反映しない事業の実施等、開発に伴う負の影響が顕在化してきたことにより、JICAは2004年4月1日に「JICA環境社会配慮ガイドライン」を制定、被援助国に対し環境アセスメントの実施、住民移転計画の策定、苦情処理委員会の設置、モニタリングの実施等を求めるが、JICAにおいても外部有識者からなる環境社会配慮審査会を設置、JICAからの諮問に対応して支援の是非を答申するとともに個々の案件について環境社会配慮に関する助言を行うこととなった。本事業においては、2006年5月の答申にて「今後数年の交通量モニタリングを実施し、その結果を踏まえてプロジェクトの適切な着工時期について検討する必要がある」とされたことを踏まえ、JICAは2006年11月からのフォローアップ調査や2008年8月からの予備調査の実施により、需要予測の妥当性、環境影響の緩和策の検討、補償費用・用地取得に至るプロセスの妥当性などを確認、ようやく2009年2月に協力準備調査（無償）を開始することとなった。追加調査を行ったことに伴う2年間程度の期間は合意形成を図る上では必要なプロセスであったが、開発途上国からの早期供用開始を求める声にどのように応えるかについて課題も残された。

（4）政治・外交的視点

日本はカンボジアの和平、復興・開発支援に積極的に取り組んできた。2004年のODA白書ではカンボジアについて「我が国の貢献は他のドナー国・機関に比して、相当重要な役割を担っており、一層効果的・効率的な支援を実施していく必要がある。」と記載。実際、2003年における同国への支出は125.88百万ドルであり、同国支援全体の約40%と最大の援助供与国であった。2006年3月の報告書提出後、同年にカンボジアを訪問した複数の政府高官はカンボジア政府高官より幾度にわたる無償資金協力による支援を要請されたが、前述のとおり主に日本国内での合意形成に時間を要することとなった。この間、2009年9月民主党政権の発足、同年11月に実施された事業仕分けの影響等によりODAに対する一層厳しい状況となったが、2010年6月、両国間で総額119.40億円を上限とする無償資金協力の供与に対する交換公文(E/N)の署名（=意思決定）がなされたものである。2010年7月の参議院選挙前に駆け込み署名が行われたという批判もなされたが、既にピーク時の待ち時間が6時間を超える状況が発生、交通量が予測を上回る伸びを示していたこと、また、中国政府が南部経済回廊と競合する国道8号線の整備並びにブラックタマックにおいてメコン川に架かる3番目の橋梁工事に着手、2011年中に供用開始したことを踏まえると、2010年6月の意思決定は日本のプレゼンスを示すことができる最後のタイミングだったともいえる。

3. 教訓と課題

本事業では最初の要請から開通まで14年、2003年6月の調査開始宣言から2010年6月無償資金協力事業の意思決定（=E/N署名）まででも7年をかけて行ったが、この間、日本はカンボジアに対する最大の援助国の立場から、一援助国の立場に下がったといっても過言ではない。手続きの透明性、多様なステークホルダーとの合意形成の重要性は言うまでもないが、援助効果を最大化するための意思決定のタイミングの重要性、ステークホルダーの権限とドナーとして果たすべき責務等多くの教訓・課題も得られた。今後、更に研究・分析を深めていきたい。

セネガル国ダカール港第三埠頭改修計画に係る岸壁構造形式変更の事例紹介

独立行政法人国際協力機構（JICA） 非会員 下平 剛之

1. はじめに

本事業は、ダカール港のうちセネガル及びマリ向け固体バルク貨物を扱う第三埠頭を改修することにより、安全かつ効率的、衛生的な荷役の実現とダカール港を経由するマリ向け物流の拡大を図ることが目的である。

F/S の段階では、老朽化した既存岸壁が重力式岸壁（コンクリートブロック式）であったことから、同様な構造形式を想定していたが、施工時や供用時における周辺岸壁への影響緩和ならびに日本政府が掲げる質の高いインフラ輸出拡大に資するべく、日本企業が優位性を有する鋼管矢板控え杭式岸壁に変更した。

本発表では、岸壁構造形式を変更した背景や課題を中心に紹介することを目的とする。

2. 事業概要

主な事業内容は、延長約 360m の重力式（コンクリートブロック式）の既存岸壁の改修であり、既存岸壁前面にφ1000 鋼管、控え杭をφ700 鋼管とした鋼管矢板控え杭式岸壁である。現水深は C.D.L-10m であるが、設計水深は C.D.L-12m とし、事後増深を可能としている。エプロン面積は約 7,200m² であり、付帯設備として岸壁後背部のヤード及び道路舗装などを含む。既存岸壁を含む埠頭全景を写真 1、計画断面図を図 1 に示す。



写真 1 現状の埠頭全景

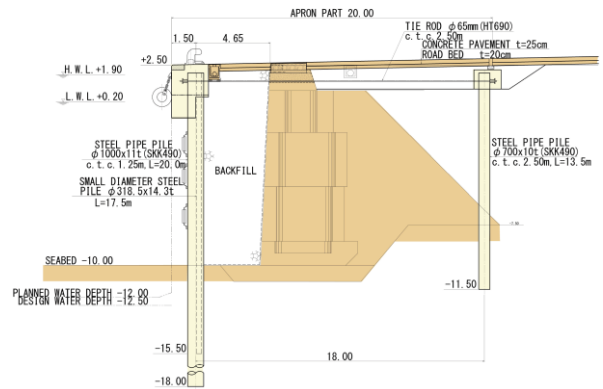


図 1 計画断面図

我が国の無償資金協力を活用するものであり、事業実施主体はダカール港湾公社（PAD）、コンサルタントは㈱三井共同建設コンサルタント・㈱建設技術センターJV、施工会社は東亜建設工業㈱で、2019 年 7 月に着工予定で 2021 年 5 月の完工を予定している。

3. 岸壁構造形式変更に係る主な課題と対応

（1）岸壁施工中や竣工後の供用段階における周辺埠頭への影響緩和

F/S 段階では、既存岸壁（コンクリートブロック式）の前面に新たに同様な構造形式のセルラーブロック（5 段積み）による改修とし、岸壁法線を既存岸壁よりも約 20m 前に出す計画としていた。しかし、図 2 のとおり、既存岸壁の 200m 対岸に別の埠頭が存在しており、埠頭離隔距離が縮小されることで、岸壁供用段階における利便性低下が懸念された。加えて、既存岸壁が 2 つのエリアに分割されており、いずれかの岸壁の施工中は他方の岸壁の分割供用を求められるなどの施工上の制約条件により、200t クラスの起重機船などの海上建機による施工の安全性も十分に確保することが必要であった。

有識者へのヒアリングの結果、国交省直轄港湾では、埠頭離隔距離に制約があるような場合は、極力、岸壁法線を前出ししない計画や工法を採用しているといった情報を得たため、重力式よりも前出し幅が縮小可能な矢板式岸壁へ変更し、約 6m の前出し幅とした。

(2) 岩地盤における鋼管矢板控え杭式岸壁の設計手法

実施設計時の追加のボーリング調査の結果、基礎地盤は全て岩であることが確認された。岩地盤における鋼管矢板控え杭式岸壁など、港湾構造物の設計基準が存在しない場合は、国交省直轄港湾では、有識者委員会による技術的検討を踏まえて設計基準に準拠しない構造設計を実施しており、本発表では、技術的詳細は割愛するが、有識者委員会による指導のもと、岸壁構造のフレームモデルを使用した応力変形解析などにより構造設計を実施した。また、鋼管矢板打設工法として、比較的新しい工法である回転圧入工法をベースに技術的検討を実施した。ただし、入札時の競争性確保のため、従来工法である全旋回オールケーシング工法などの代替工法を使用することも可能とした。

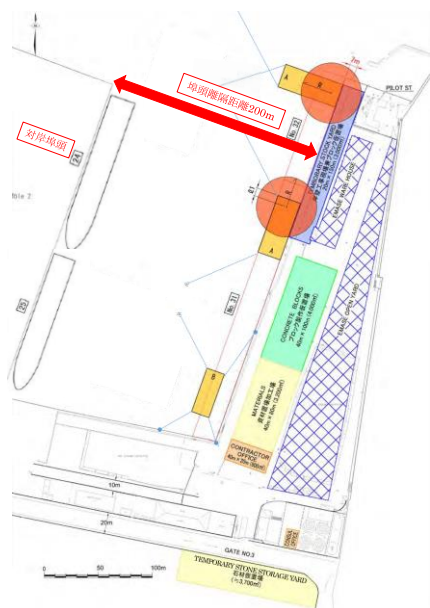


図2 対岸埠頭の状況及び当初施工計画

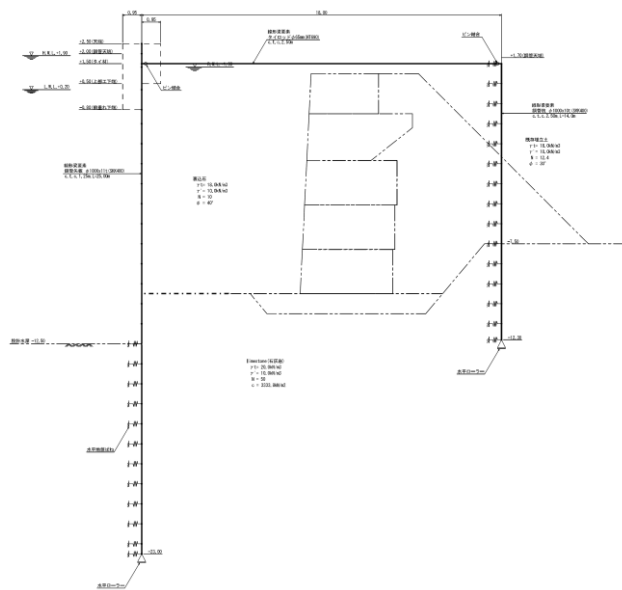


図3 フレームモデル概要

4. おわりに

無償事業において、本事業のように実施設計の段階でF/Sと異なる計画とすることは稀であるが、施工中及び改修後の埠頭運用が容易になる、本邦技術が活用されるということで、施主からは好評を得ている。また、鋼管矢板控え杭式に変更することで、資機材の大半が本邦より直接調達されることになり、為替変動リスクへの対応にも資することとなる。本事業は、まだ緒に就いたばかりであるが、無事完工できるよう、弊機構としても可能な限り支援させていただき所存である。

本事業以外でのアフリカ地域における港湾案件として、無償ではブルンジ国ブジュンブラ港改修計画、タンザニア国キゴマ港改修計画が予定されており、円借款ではコートジボワール国アビジャン港穀物バース建設事業などが進められている。これらの案件において今回紹介した事例が適用されることには必ずしもならないが、今後とも現地での施工条件を確認しながら本邦企業ならではの優れた施工技術を積極的に取り入れ、技術面での日本のプレゼンスをしっかりと出してゆきたい。併せて、アフリカ地域において、本邦企業が積極的に事業展開されることを願ってやまない。

謝辞：本事業の技術的検討にあたり、有識者として委員会に参画いただいた東京理科大学菊池喜昭氏、国土技術政策総合研究所宮田正史氏、港湾空港技術研究所森川嘉之氏、設計手法の検討に尽力いただいた三井共同建設コンサルタント(株)山波博平氏、中村充裕氏に厚く感謝申し上げます。

キーワード 鋼管矢板控え杭式、回転圧入工法、アフリカ、セネガル

連絡先 〒102-8012 千代田区二番町5-25 (独)国際協力機構資金協力業務部 TEL03-5226-9205

国際協力機構（JICA） 正会員 ○菊入香以
国際協力機構（JICA） 櫻井進士
水産エンジニアリング 隠木俊人

本概要原稿は、トーゴ国ロメ漁港整備計画を題材とし、漁港整備における自然条件の把握の難しさとその対応方法について事例を共有するものである。波浪観測や設計の技術的な観点については、本案件の設計を実施したコンサルタントが別途まとめる予定であることから、本原稿の対象とはせず、主に計画策定や事業運営の観点から取りまとめる。

1. 経緯

トーゴの約7割の水揚を担うロメ漁港は、ロメ自治港（商港）内に設置されていたが、商港の混雑緩和及び国際貨物取扱地区の保安の観点から移転が必要となった。商港は、東西にそれぞれ950m及び1,720mの二つの防波堤を有し、港湾の静穏度を保っていたが、新漁港は商港の防波堤が波浪を防ぐ箇所に用地を確保できず、単独で設置することを余儀なくされた。トーゴの海岸はわずか50数kmであり、商港以外は一様にギニア湾の波浪の影響を受ける地形である。

建設サイトは、海岸線、土地利用計画、水産環境、建設費用などを勘案して候補地を絞り込んだ。本案件においては、5か所を候補として比較検討を行った。

2. 港湾の設計

サイト選定後は数値シミュレーションを実施して、湾内静穏度、埋没リスク、汀線変化リスクなどの観点で基本港形を絞り込んだ。また、絞り込んだ基本港形に対し、水理模型実験を実施し、静穏度、流速分布、堆砂量、越波量などを基に最終港形を決定した。

設計にあたっては、波浪の特性を把握するため、年間で最も波浪条件が厳しい7月から10月にかけて波浪観測を実施し、その結果を用いて、設計波として、通常荒天時（年上位5波）及び激浪時（50年確率）の波高及び周期を有義波で設定し、長周期波を平均波高で設定した。

トーゴでは具体的な構造基準が設定されていないことから、防波護岸の天端高などは、日本の漁港や港湾の設計の基準「漁港・漁場の施設の設計参考図書（平成27年版）」（水産庁）等を基準として決定した。

3. 工事開始後の状況

2018年の工事開始後、施工中に強波が発生し、施工中の主防波堤などで想定を超える越波があり、捨石や鋼矢板などが飛散した。強波は6月から継続的に発生したため、波高計を設置して波浪観測したところ、設計時に比べ、波高及び年間の有義波周期は変化がないものの、うねり性長周期波の発生頻度が高くなっており、想定外の越波の要因となっていることが判明した。具体的には、設計時に波浪観測の結果を踏まえ、通常荒天時の周期を12秒と設定していたが、2018年の波浪観測では15～18秒の長周期波の出現頻度が高くなってい

- キーワード：自然条件調査、漁港、長周期波、設計基準
- 連絡先：〒102-8012 東京都千代田区二番町 5-25 二番町センタービル 独立行政法人 国際協力機構 TEL03-5226-3341

た。これは設計時の 50 年確率の激浪時周期 14.7 秒を超えるものである。

長周期波のエネルギーは高く、構造物への影響が懸念されたことから、2018 年の波浪観測の結果を用いて、通常荒天時の周期を 16 秒として再設計することとし、防波護岸や主防波堤の天端高の嵩上を行った。また、消波ブロックなどの飛散を防止するために、防護堤の消波ブロックの配置箇所の拡幅や重量変更（6 トンから 12 トン）を行った。

ただし、新たに設定した周期を用いる場合、防波護岸の高さが非常に高くなり、海洋への視線がさえぎられること、また、建設コストが大幅に上がることから、構造物への影響が生じない箇所においては、荒天時に立入禁止の箇所を設けることソフトの対策を組み合わせることで、天端高を調整した。

3. 教訓

- (1) 多くの国において、漁港が商港から移転を求められることがあるが、商港に比して規模が小さい漁港は波浪の影響を受けやすいことから、設置箇所の選定にあたっては、より慎重に自然条件を把握し、設置サイトを選定することが求められる。サイト選定にあたっては、自然条件や技術的観点よりも、社会的・経済的要因が優先されることもあるため、設置サイトの技術的な要件について、先方政府と十分に議論を行い、科学的なデータに基づく意思決定を行うように働きかけることが必要である。特に、漁港を所掌する省庁は、商港を所掌する省庁に比して、各国内での政治的位置づけや予算が少なく、技術的にも優位でないことが多く、商港を中心とした議論で意思決定がなされる傾向があることから、サイト選定を含む計画策定の初期から配慮することが必要。
- (2) 自然条件が複雑な箇所においては、自然条件調査の時間及び予算を十分に確保する必要がある。漁港整備に必要な波浪条件について、日本にでは数十年にわたり常時観測しているため、同データを用いて設計が可能であるが、途上国においてはかかる情報が存在しない。ついては、Global Wave Statistics を用いて波浪推算を実施するものの、これらのデータは統計処理されていることから、荒天時の潮位や長周期波などの波の特性を把握することが困難であり、波高計による実測が必要となる。波浪や気象など、季節によって異なる自然条件を観測する場合には、最も条件が厳しい季節を含む期間の観測を確実にし、設計の指標を設定することが必要。なお、波浪観測にあたっては、計測機器のメモリ容量の制限により、2 時間おきに 20 分のデータを記録するなど、断片的なデータを収集することがあるが、長周期波を把握するためには、連続観測が必要。
- (3) 本案件実施においては、調査の発注時には水理模型実験の実施は指示されていなかったが、波浪条件が厳しい地形であることから、設計時にコンサルタントから水理模型実験の実施が提案された。途上国で設置する漁港のサイズは数十 m から数百 m であり、波長に対する規模が小さいことから、数値計算の精度が低くなりがちであり、水理模型実験の有効性が高い。今後の漁港整備にあたっては、水理模型実験の活用を積極的に検討すべきであり、予算及び期間を確保することを検討すべき。特に、日本の設計基準では明確に記載がない長周期波などの事象が生じる可能性のある箇所での漁港設置については、水理模型実験の実施を積極的に検討すべき。
- (4) 日本の漁港整備においては、数年間にわたり設計及び施工を行うが、政府開発援助では基本的に調査及び設計を行い、同設計の変更を想定せずに施工を行う。自然条件は変動があり得るため、柔軟に設計変更を実施することを許容する計画とすべき。

以上

i 「港湾の施設の技術上の基準・同開設（2007 年版）」日本港湾協会、「海岸保全施設の技術上の基準・同開設（2004 年版）」全国海岸協会編

実践論文 書き方セミナー

東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系 教授 花岡伸也
土木学会技術者実践論文集企画小委員会 委員

(Memo)

*当配布資料のカラー版は、6月14日以降、以下の URL からダウンロードできます。

土木学会 コンサルタント委員会 論文集企画小委員会

<http://committees.jsce.or.jp/kenc04/>